



FRENIC-VG

OPC-VG1-SAFE
機能安全カード
取扱説明書

目次

第1章	ご使用前に	3
1.1	はじめに	3
1.2	現品の確認	5
1.3	適用インバータと適用エンコーダ (PG)	6
1.4	一時保管	7
1.5	長期保管	7
1.6	使用環境	7
1.7	機能安全カードの取り付けと取り外し	8
1.8	機能安全カードとタッチパネルの接続	9
1.9	機能安全カードの端子台	10
第2章	配線	11
2.1	配線図	11
2.2	端子台の配線	14
2.3	端子機能	16
第3章	制御と運転操作	17
3.1	制御ブロック図	17
3.1.1	運転指令	17
3.1.2	加減速演算・速度制限・位置制御部入力部	18
3.2	機能コード一覧表	19
3.3	安全機能と安全関連機能コードの関連性	23
3.3.1	セフトルクオフ (STO) の動作	23
3.3.2	セーフストップ1 (SS1) 速度監視の動作	25
3.3.3	セーフストップ1 (SS1) 時間監視の動作	28
3.3.4	セーフリリミティドスピード (SLS) の動作	30
3.3.5	セーフブレーキコントロール (SBC) の動作	33
3.4	安全関連機能コード (SFコード) 詳細説明	35
第4章	タッチパネル表示	39
4.1	機能安全カードに取り付け時のタッチパネル表示	39
4.1.1	安全関連機能コードの表示	39
4.1.2	アラームの表示	39
4.2	FRENIC-VG本体に取り付け時のタッチパネル表示	40
4.2.1	安全関連機能コードの表示	40
4.2.2	アラームの表示	40
4.2.3	I/Oチェックの表示	40
4.3	ソフトウェアバージョン (FRENIC-VG本体取り付け時)	40
第5章	アラーム保護機能	41
5.1	アラームコード一覧	41
5.2	トラブルシューティング	42
第6章	規格対応	48
6.1	セーフティ規格への対応についての注意	48

第1章 ご使用の前に

1.1 はじめに

高性能ベクトルインバータ FRENIC-VG 用機能安全オプション OPC-VG1-SAFE (機能安全カード) を御購入いただき、ありがとうございます。本書は、機能安全カードを正しく利用するために必要な情報を記載した取扱説明書です。本書に記載した内容を正しく理解し、運用してください。間違った取扱いは、正常な動作を妨げ、事故や故障の原因となります。なお、FRENIC-VG 本体の機能に関しては、FRENIC-VG の取扱説明書またはユーザーズマニュアルを参照してください。

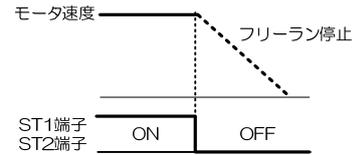
機能安全カードは、表 1.1 の欧州規格に適合することができます。

表 1.1 適合規格

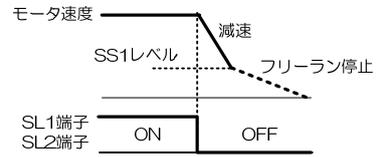
EMC 指令 (EMC フィルタ: オプション)		EN 61800-3 : 2004 Immunity : Second environment (Industrial) Emission : Category C2 (~220kW), Category C3 (280kW~) EN 61326-3-1 : 2008
電気安全		EN 61800-5-1: 2007
機能安全		EN 61508-1 to -7: 2010, EN 61800-5-2: 2007 EN 62061: 2005 EN ISO 13849-1:2008, EN 60204-1: 2006
停止機能		セーフトルクオフ (STO: IEC/EN61800-5-2:2007) セーフストップ1 (SS1: IEC/EN61800-5-2:2007) セーフリミテッドスピード (SLS: IEC/EN61800-5-2:2007) セーフブレーキコントロール (SBC: IEC/EN61800-5-2:2007)
レスポンス時間	STO	60ms 以下 (端子 ST1, ST2 のいずれかをオフしてから STO までの遅延時間)
	SS1/SLS	25ms 以下 (端子 SL1, SL2 のいずれかをオフしてから SS1 または SLS までの遅延時間)
	SBC	20ms 以下 (端子 ST1, ST2 のいずれかをオフしてから SBC までの遅延時間)
安全インテグリティレベル		SIL 2 (IEC/EN61800-5-2:2007)
決定論的能力		SC2 (IEC/EN 61508-1 to -7: 2010)
SFF(安全側故障率)		SFF: 60%以上, Type B (IEC/EN61800-5-2: 2007)
PFH (1時間当たりの危険側故障確率)	STO	7.8E-10 以下
	SS1/SLS	1.7E-9 以下
	SBC	1.6E-9 以下
ブルーテスト		10年
ハードウェアフォールトトレランス		HFT1
カテゴリ		3 (acc. EN ISO 13849-1:2008)
MTTF d	STO	170年以上 (acc. EN ISO 13849-1:2008)
	SS1/SLS	70年以上 (acc. EN ISO 13849-1:2008)
	SBC	90年以上 (acc. EN ISO 13849-1:2008)
パフォーマンスレベル		PL-d (acc. EN ISO 13849-1:2008)
停止カテゴリ		0, 1 (IEC/EN 60204-1: 2006)
推奨エンコーダの DC (診断率)		99%

機能安全カードの搭載機能は下記となります。

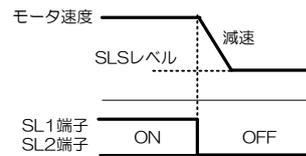
STO：セフトルクオフ：二重化された STO 専用端子を OFF（開放）することにより、インバータ出力回路のゲート信号をハードウェアで直接制限し、インバータ出力を遮断して、モータをフリーランとします。（入力モード：ソース固定）



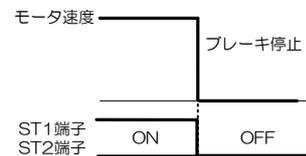
SS1：セーフストップ1：二重化された SS1 用端子（SLS と共用）を OFF（開放）することにより、あらかじめ安全関連機能コードで設定した速度まで減速しその後 STO 動作となります。（入力モード：ソース固定）機能安全カード内に速度検出回路があり、エンコーダ(*1)信号を FRENIC-VG 本体経由で入力して独自に速度を判断します。また、安全関連機能コードで監視タイマを設定することができ、SS1 開始後タイマ時間内に減速停止できない場合は、アラーム動作となります。



SLS：セーフリミテッドスピード：二重化された SLS 用端子（SS1 と共用）を OFF（開放）することにより、あらかじめ安全関連機能コードで設定した速度まで減速して運転を継続します。（入力モード：ソース固定）速度検出は SS1 と同様に FRENIC-VG 本体経由で入力されるエンコーダ(*1)信号で行ないます。安全関連機能コードで監視タイマを設定することができ、SLS 速度までタイマ時間内に減速できない場合はアラーム動作となります



SBC：セーフブレーキコントロール：無励磁動作ブレーキの励磁電流を機能安全カード経由でブレーキに供給させることができます。これにより、STO 動作時と機能安全カード異常によるアラーム停止時、無励磁動作ブレーキへの電流を遮断してブレーキを動作させることができます。



FRENIC-VG 本体 端子 EN1, EN2：アラームが発生する場合がありますので、OFF（開放）しないでください。端子 EN1, EN2, PS を ON（短絡）して、機能安全カードをご使用ください。

(*1) 使用可能なエンコーダには制約があります。詳細は 1.3 項の適用エンコーダの説明を参照してください。

⚠ 警告 ⚠

- 本インバータの出力遮断機能は、IEC/EN61800-5-2 で定義されているセフトルクオフ(STO)機能であり、モータに供給する電源を電氣的に完全に遮断するものではありません。用途によっては、エンドユーザーの安全のため、機械を動かさないように固定するためのセーフブレーキコントロール(SBC)機能や、想定される感電事故を防止するため、モータ端子保護等の保護方策を施してください。

感電のおそれあり

- 出力遮断機能は、モータに供給する電源を電氣的に完全に遮断するものではありません。配線・メンテナンスなどの作業は、必ずインバータの入力電源を遮断して 22kW 以下は 5 分以上、30kW 以上は 10 分以上経過後、LED モニタおよびチャージランプの消灯を確認の上、テスターなどを使用して主回路端子 P(+)-N(-)間の直流中間回路電圧が安全な電圧(DC+25V 以下)に下がっていることを確認してから行なってください。

感電のおそれあり

- 同期モータは、出力遮断機能によるフリーラン中は端子に電圧が発生しますので、保守・点検・配線は、同期モータが確実に停止していることを確認し、作業を行ってください。

感電のおそれあり

1.2 現品の確認

開梱し次の項目を確認してください。

- (1) 機能安全カード（短絡線付き）、タッチパネル接続用ケーブル(3m)、ねじ(M3×8：3本)、取扱説明書(本書)が入っていることを確認してください。
- (2) 機能安全カード上の部品の異常、凹み、反りなど輸送時での破損がないことを確認してください。
- (3) 機能安全カード上に形式「OPC-VG1-SAFE」が印刷されていることを確認してください。

製品に不審な点や不具合などがありましたら、お買い上げ店または最寄りの弊社営業所までご連絡ください。

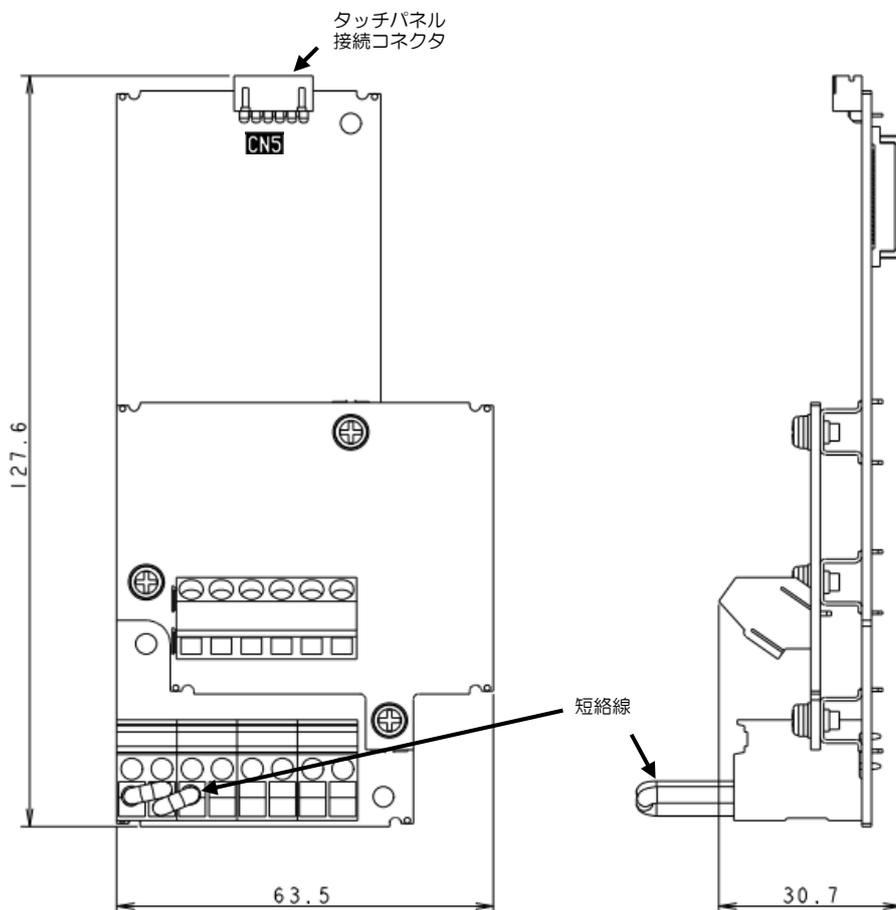


図 1.1 機能安全カードの外形

⚠ 警告 ⚠

- ・ 機能安全カードの分解や改造は絶対にしないでください。
事故、けがのおそれあり

1.3 適用インバータと適用エンコーダ (PG)

本機能安全カードは、下表のインバータ形式およびROMバージョンで使用できます。

表 1.2 適用インバータ形式

機種	形式	インバータ容量	ROMバージョン	製品バージョン(*4)	
				2桁目	1桁目
FRENIC-VG	FRN□□□VG1□-□□□(*1)	全容量(*2)	H10020 以降(*3)	A 以外	A, B 以外
	TP-VG1□-□	-	K0014 以降(*3)	-	-

(*1) □には、インバータ容量、タイプ、電圧シリーズなどを示す英数字が入ります。

(*2) インバータ容量が280kW以上には対応できません。

(*3) インバータとタッチパネルのROMバージョンは、プログラムモードのメニュー番号5「メンテナンス情報」で確認することができます。詳細は、FRENIC-VG ユーザーズマニュアルの第3章「3.4.4.6 メンテナンス情報を見る」を参照してください。該当しないインバータとタッチパネルのROMバージョンに機能安全カードを搭載した場合、インバータが運転できない場合や安全関連機能コードが正しく表示しない場合があります。

表 1.3 ROMバージョンの表示

表示項目	項目	表示内容
メンテナンス情報 5	主制御 CPU ROMバージョン	MAIN=H 1 x x x x インバータのROMバージョンを下4桁で表示します。
	タッチパネル ROMバージョン	KP=K x x x x タッチパネルのROMバージョンを下4桁で表示します。

(*4) 製品バージョンは定格銘板に印字しています。詳細は、FRENIC-VG 取扱説明書の「1.1 現品の確認」を参照してください。

適用エンコーダ

速度監視によるセーフストップ1 (SS1)、またはセーフリリミティドスピード (SLS) を使用する場合は、表 1.4 の弊社が推奨するエンコーダを使用してください。弊社のMVKモータであれば、表 1.4 の仕様を満足するエンコーダを搭載しています。

仕様を満足しないエンコーダを使用する場合は、アラームが発生する可能性があるため、速度監視によるセーフストップ 1 (SS1) 及びセーフリリミティドスピード (SLS) 以外の安全機能を使用してください。なお、弊社の同期電動機 GNF2 はコンプリメンタリ方式のエンコーダでないため使用できません。

表 1.4 推奨エンコーダ仕様

項目	エンコーダ仕様	備考
インタフェース仕様	コンプリメンタリ方式	
エンコーダ電源(PGP)	+12Vdc ± 10% +15Vdc ± 10%	
入力電圧(PA, PB)	Hレベル min: PGP - 3.0Vdc Lレベル max: 1.5Vdc	
出力抵抗	100Ω以下 75Ω以上	
出力パルス周波数	100kHz 以下	
故障率(FIT) (*1)	1200FIT	弊社 MVK モータの場合

(*1) 弊社MVKモータ以外をご使用の場合は、表 1.1 のエンコーダのDC (診断率) より、お客様の責任の元、安全システム全体で評価してください。

適用 FRENIC-VG ロータ

本機能安全カードを搭載したインバータには、下記 FRENIC-VG ロータが使用できます。

表 1.5 FRENIC-VG ロータ仕様

名称	形式	ロータバージョン
FRENIC-VG ロータ	WPS-VG1-□□□(*1)	□.1.0.0 以降(*2)

(*1) □には、タイプを示す英数字が入ります。

(*2) □には、タイプを示す数字が入ります。

バージョン情報を確認する方法は、FRENIC-VG ロータの取扱説明書を参照してください。

1.4 一時保管

表 1.6 保管，輸送時の環境

項目	仕様	
保存温度 (注 1)	-25~+70°C	急激な温度変化による結露や氷結が生じない場所
相対湿度	5~95% (注 2)	
雰囲気	塵埃，直射日光，腐食性ガス，可燃性ガス，オイルミスト，蒸気，水滴，振動がないこと。塩分があまり含まれないこと。(年間 0.01 mg/cm ² 以下)	
気圧	86~106 kPa (保管時)	
	70~106 kPa (輸送時)	

(注 1) 保存温度は，輸送程度の比較的短時間を想定した値を示します。

(注 2) 湿度が仕様値を満足していても，温度変化が大きな場所では結露や氷結が生じます。そのような場所は避けてください。

一時保管の注意事項

- 機能安全カードを床に直接放置しないでください。
- 雰囲気が表 1.6 の保管環境を満たしていない場合は，ビニールシートなどで密閉包装のうえ保管してください。
- 湿気が影響する恐れがあるときは，内部に乾燥剤(シリカゲルなど)を入れてからビニールシートなどで密閉包装してください。

1.5 長期保管

購入後，機能安全カードを長期間使用しないときは，以下の状態で保管してください。

- 一時保管の環境を満足してください。
- 湿気などの侵入防止のために包装は厳重にしてください。包装内に乾燥剤(シリカゲルなど)を封入し，包装内部の相対湿度を 70%以下となるようにしてください。
- 機能安全カードを搭載したインバータが湿気や塵埃にさらされる環境に放置される場合(建設工事中の現場などに設置される「装置」や「制御盤」などに取り付けられている場合は，いったんインバータを取り外して表 1.6 に示す環境で保管してください。

1.6 使用環境

機能安全カードを含めたインバータは，表 1.7 を満たす使用環境に据え付けてください。

表 1.7 使用環境

項目	仕様	
場所	屋内	
周囲温度	-10~50°C	
周囲湿度	5~95% (結露しないこと)	
雰囲気	塵埃，直射日光，腐食性ガス，可燃性ガス，オイルミスト，蒸気，水滴がないこと。 (汚染度 2 (IEC60664-1)) (注) 塩分があまり含まれていないこと。 (年間 0.01 mg/cm ² 以下) 急激な温度変化による結露が生じないこと。 (注) 糸屑や湿り気を帯びた塵埃など冷却フィンの目詰まりが生じる環境に据え付けしないでください。このような環境で使う場合糸屑などが入らない制御盤内に据え付けてください。	
標高	1,000m 以下	
気圧	86~106 kPa	
振動	200V 55kW 以下，400V 75kW 以下 3mm : 2~9Hz 未満 9.8m/s ² : 9~20Hz 未満 2m/s ² : 20~55Hz 未満 1m/s ² : 55~200Hz 未満	200V 75kW 以上，400V 90kW 以上 3mm : 2~9Hz 未満 2m/s ² : 9~55Hz 未満 1m/s ² : 55~200Hz 未満

1.7 機能安全カードの取り付けと取り外し

下図に従い取り付け、取り外しを行ってください。

必ずインバータの電源を切断してチャージランプが消えていることを確認してから行なってください。

⚠ 警告 ⚠

- 必ずインバータの入力電源を遮断して 22kW 以下は 5 分以上、30kW 以上は 10 分以上経過後、LED モニタおよびチャージランプの消灯を確認の上、テスターなどを使用して主回路端子 P(+)-N(-)間の直流中間回路電圧が安全な電圧 (DC+25V 以下) に下がっていることを確認してから行なってください。

感電のおそれあり

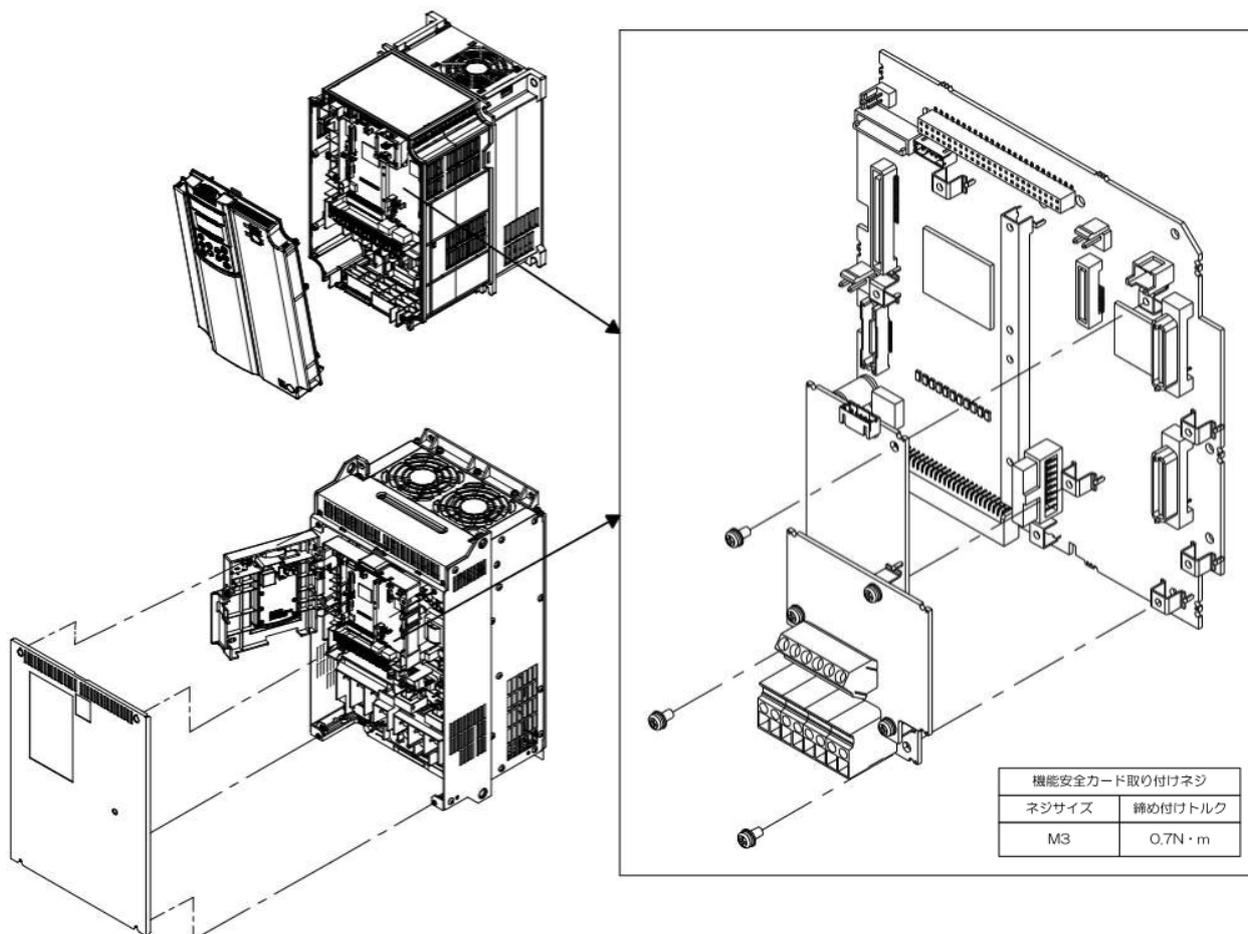


図 1.2 機能安全カードの取り付け

表 1.8 のように制御オプションには搭載の制約がありますので、取り付けの際は注意してください。

表 1.8 制御オプション搭載時の制約条件

CN	ポート	区分	最大搭載数			
			パターン 1	パターン 2	パターン 3	パターン 4
3	A	デジタル 8bit	1	1	1	1
2	B	デジタル 8bit	1	1	0	0
10	D	デジタル 16bit	1	0	0	1
16	E	機能安全カード	0	0	1	1
1	F	制御回路端子	1	1	1	1

1.8 機能安全カードとタッチパネルの接続

安全関連機能コードを変更する際、安全規格に適合させるためには、設定値の変更は FRENIC-VG ローダで行い、設定値の確認は機能安全カードに接続したタッチパネルで行う必要があります。

下記に、タッチパネルの接続方法について説明します。タッチパネルを FRENIC-VG 本体から外して、同梱のタッチパネル接続用ケーブルを介し、図 1.3、図 1.4 を参考にして機能安全カードに直接接続してください。

機能安全カードに接続したタッチパネルは、FRENIC-VG 本体で固定できませんので手に持って操作してください。

⚠ 警告 ⚠

- 必ずインバータの入力電源を遮断して 22kW 以下は 5 分以上、30kW 以上は 10 分以上経過後、LED モニタおよびチャージランプの消灯を確認の上、テスターなどを使用して主回路端子 P(+)-N(-)間の直流中間回路電圧が安全な電圧 (DC+25V 以下) に下がっていることを確認してから行なってください。

感電のおそれあり

- 安全関連機能コードの変更が完了し、インバータを運転する場合は、必ず、機能安全カードのコネクタ (CN5) に接続したタッチパネル接続用ケーブルを外してください。

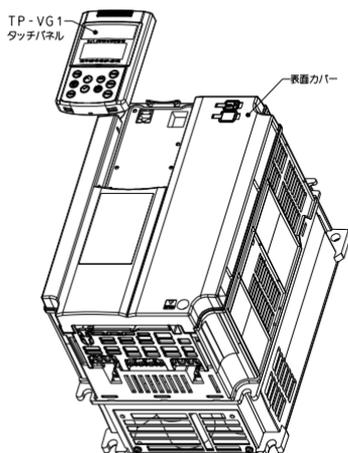
事故のおそれあり

- タッチパネル接続用ケーブルで、パソコンの LAN ポート、イーサネットハブや電話線などと、インバータや機能安全カードを接続しないでください。インバータや接続機器が破損する場合があります。

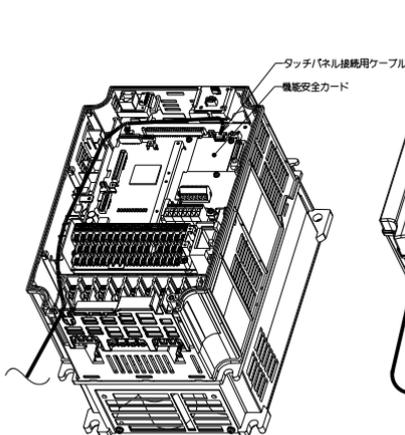
火災のおそれ、事故のおそれあり

■ 22kW 以下の FRENIC-VG

1. TP-VG1 タッチパネルを取り外す



2. 表面カバーを取り外し、タッチパネル接続用ケーブルを機能安全カードのコネクタ (CN5) に繋ぎ、下図のように配線する



3. 表面カバーを閉じ、タッチパネル接続用ケーブルを TP-VG1 タッチパネルに繋ぐ

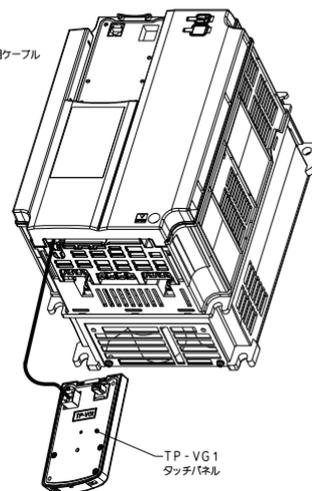
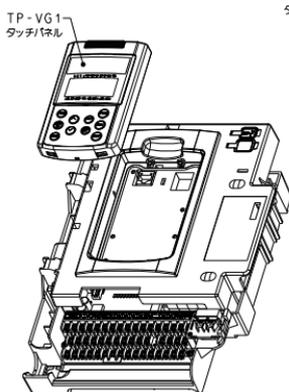


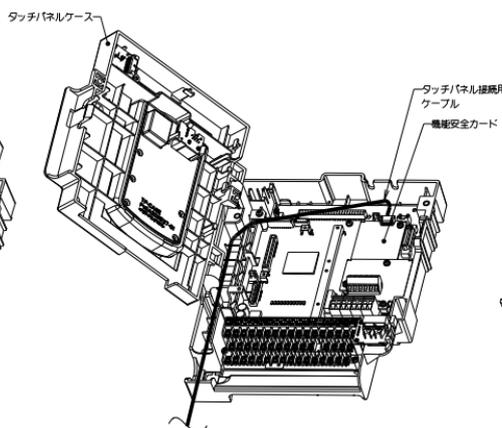
図 1.3 タッチパネル接続 (22 kW以下)

■ 30kW 以上の FRENIC-VG

1. TP-VG1 タッチパネルを取り外す



2. タッチパネルケースを開け、タッチパネル接続用ケーブルを機能安全カードのコネクタ (CN5) に繋ぎ、下図のように配線する



3. タッチパネルケースを閉じ、タッチパネル接続用ケーブルを TP-VG1 タッチパネルに繋ぐ

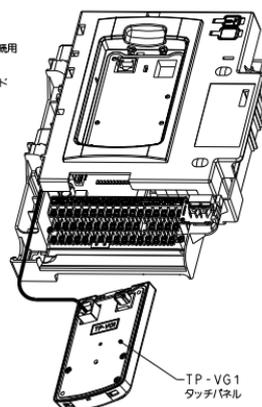


図 1.4 タッチパネル接続 (30kW 以上)

1.9 機能安全カードの端子台

機能安全カードの端子台配列図を示します。下図は前面より見た図となります。

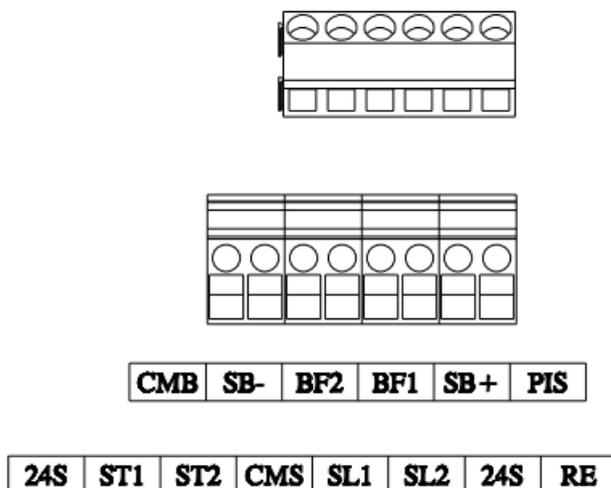


図 1.5 機能安全カード端子台

⚠ 警告

- 端子 ST1, ST2, 24S 間は短絡線により短絡されています。STO 機能を利用する際は、短絡線を必ず外してから、配線をしてください。正しく STO 機能が動作しない場合があります。

事故のおそれあり

第2章 配線

2.1 配線図

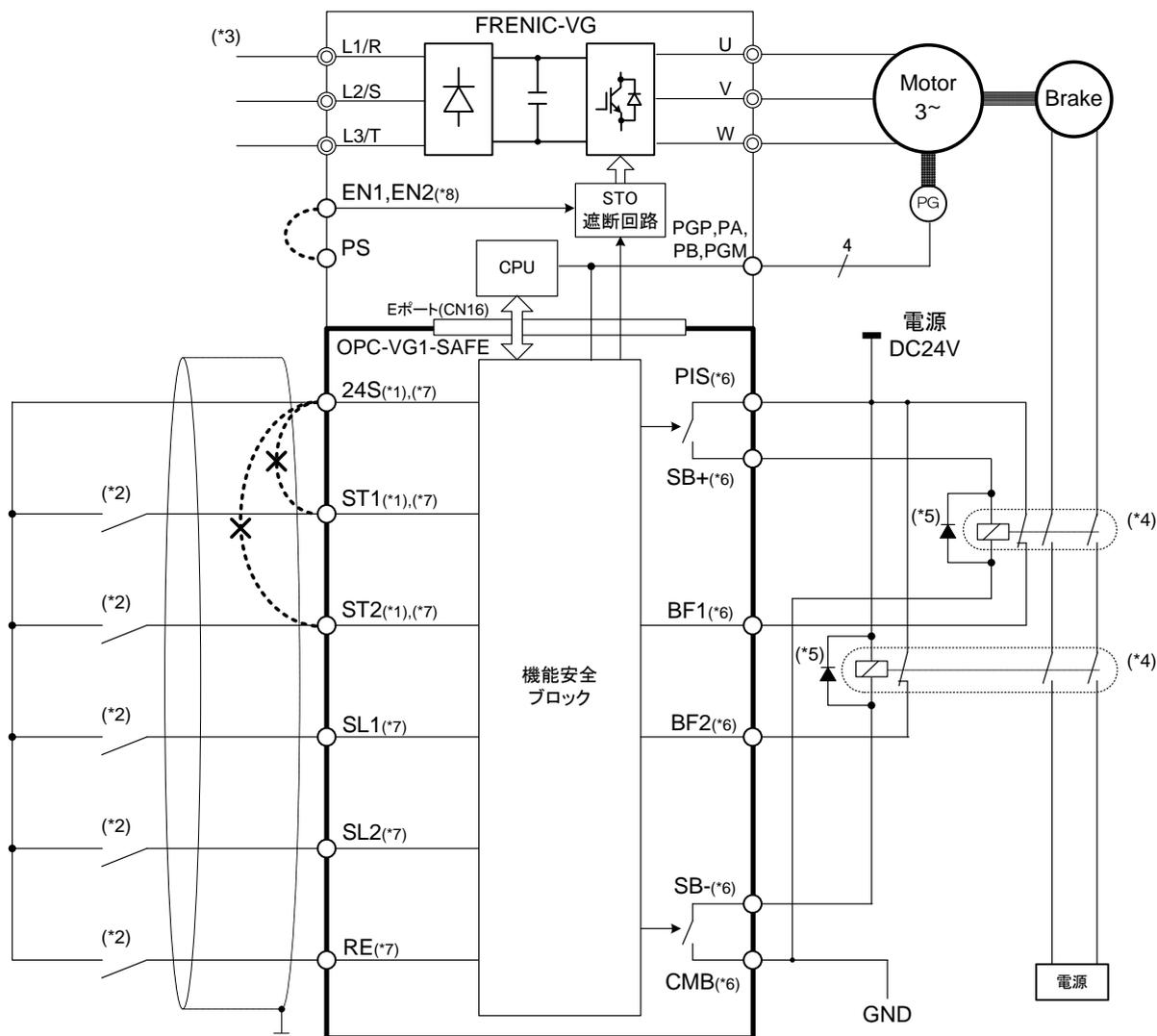


図 2.1 配線図 (SF24=1 の場合)

- (*1) 端子 ST1, ST2 については、工場出荷状態で端子 24S との間に短絡線が接続されていますので、STO 機能を利用する場合は短絡線を外してください。
- (*2) セーフトルクオフ機能、セーフストップ 1/セーフリミテッドスピード機能を利用する場合は、端子 ST1 および端子 ST2 (端子 SL1 及び端子 SL2) と端子 24S の間の ON/OFF には EN ISO13849-1 規格の PL-d 以上または EN61508 規格の SIL2 以上に適合したセーフティリレーやセーフティスイッチなどのセーフティコンポーネンツを使用してください。
- (*3) 欧州の低電圧指令 EN61800-5-1 適合のため、インバータの入力電源側に指定のヒューズを必ず設置してください。詳細は、FRENIC-VG 取扱説明書を参照してください。
- (*4) EN ISO13849-1 規格の PL-d 以上または EN61508 規格の SIL2 以上に適合したセーフティリレーを使用してください。励磁電圧 DC24V、主接点：a 接点、補助接点：b 接点を使用してください。
- (*5) OFF 時に発生するセーフティリレーのサージ電圧により、機能安全カード内部のスイッチング素子が破損する恐れがあります。サージ電圧抑制のためダイオードやバリスタなどを、なるべくセーフティリレーの直近に接続して使用してください。
- (*6) SF24 の設定値を 1 に設定した場合、図 2.1 の配線図通りに接続してください。
- (*7) FRENIC-VG 本体の制御回路 (シンク) と機能安全カードのデジタル入力端子 (ソース) を、プログラマブルコントローラにて ON/OFF する場合、図 2.3 のように配線を行うと機能安全カードのデジタル入力が OFF しない可能性があります。図 2.4 のように回り込み防止ダイオードを接続するか、図 2.5 のように外部電源を使用しない配線を行ってください。
- (*8) 端子 EN1, EN2, PS 間は、工場出荷状態では短絡片が接続されています。機能安全カードを使用する場合は、短絡片を接続のままとしてください。

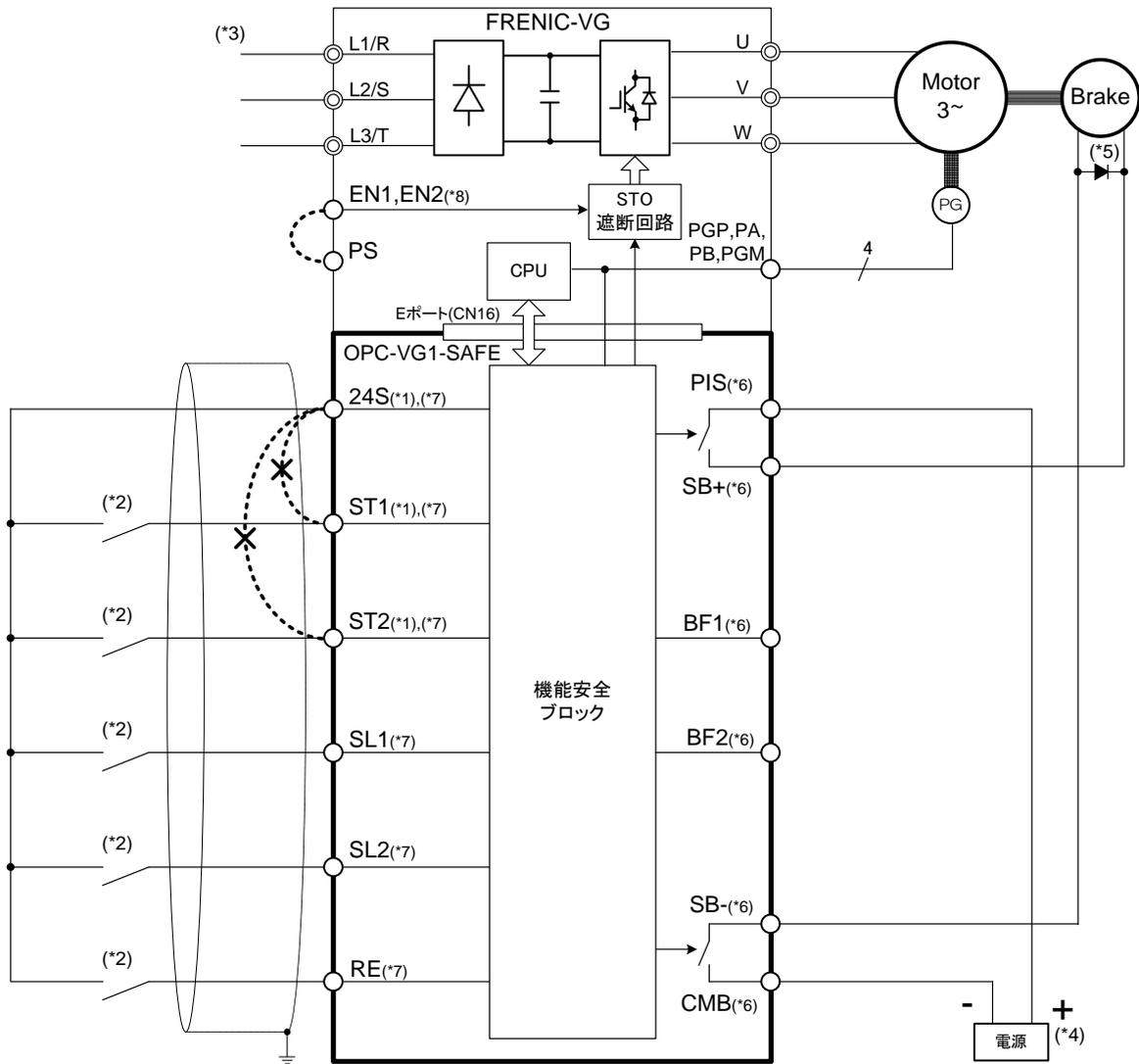


図 2.2 配線図 (SF24=2の場合)

- (*1) 端子 ST1, ST2 については、工場出荷状態では端子 24S との間に短絡線が接続されていますので、STO 機能を利用する場合は短絡線を外してください。
- (*2) セーフトルクオフ機能、セーフストップ 1/セーフリミテッドスピード機能を利用する場合は、端子 ST1 および端子 ST2 (端子 SL1 及び端子 SL2) と端子 24S の間の ON/OFF には EN ISO13849-1 規格の PL-d 以上または EN61508 規格の SIL2 以上に適合したセーフティリレーやセーフティスイッチなどのセーフティコンポーネントを使用してください。
- (*3) 欧州の低電圧指令 EN61800-5-1 適合のため、インバータの入力電源側に指定のヒューズを必ず設置してください。詳細は、FRENIC-VG 取扱説明書を参照してください。
- (*4) 電源電圧は 24Vdc を使用してください。(max30Vdc)
- (*5) OFF 時に発生するセーフティリレーのサージ電圧により、機能安全カード内部のスイッチング素子が破損する恐れがあります。サージ電圧抑制のためダイオードやバリスタなどを、なるべくセーフティリレーの直近に接続して使用してください。
- (*6) SF24 の設定値を 2 に設定した場合、図 2.2 の配線図通りに接続してください。
- (*7) FRENIC-VG 本体の制御回路(シンク)と機能安全カードのデジタル入力端子(ソース)を、プログラマブルコントローラにて ON/OFF する場合、図 2.3 のように配線を行うと機能安全カードのデジタル入力が OFF しない可能性があります。図 2.4 のように回り込み防止ダイオードを接続するか、図 2.5 のように外部電源を使用しない配線を行ってください。
- (*8) 端子 EN1, EN2, PS 間は、工場出荷状態では短絡片が接続されています。機能安全カードを使用する場合は、短絡片を接続のままとしてください。

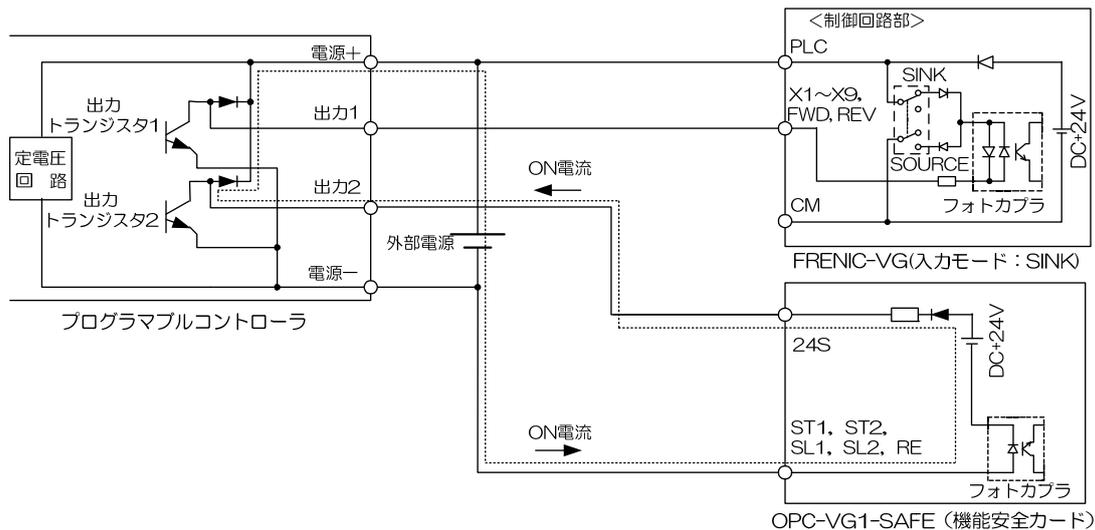


図 2.3 問題となる回路例

⚠ 注意

外部電源の電圧レベルが機能安全カード内部の DC+24V より低い場合、プログラマブルコントローラの出カトランジスタ 2 が OFF しても ON 電流が流れ続けるため、機能安全カードのデジタル入力が OFF できず、安全機能が正常に動作しない場合があります。

事故のおそれあり

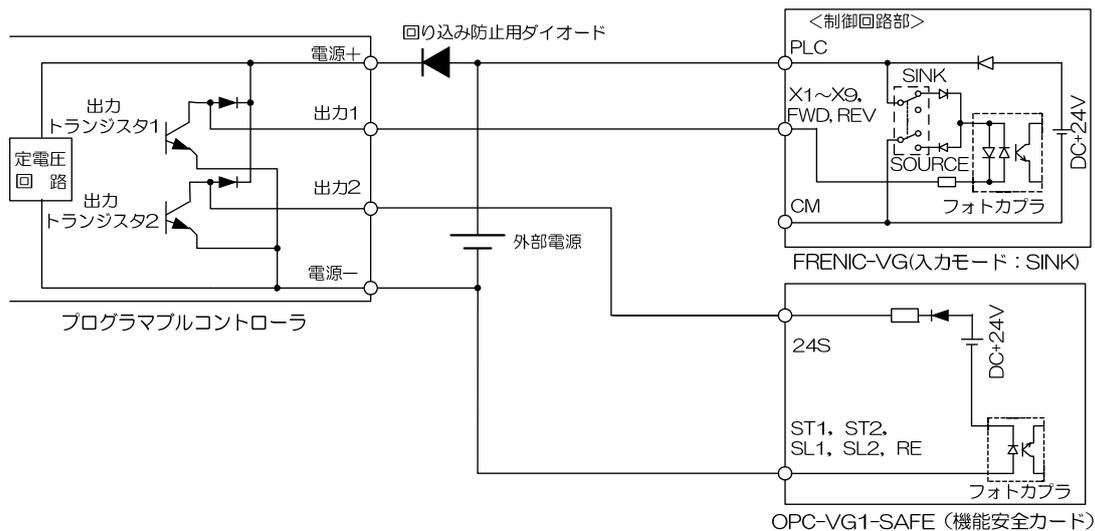


図 2.4 推奨回路例 1

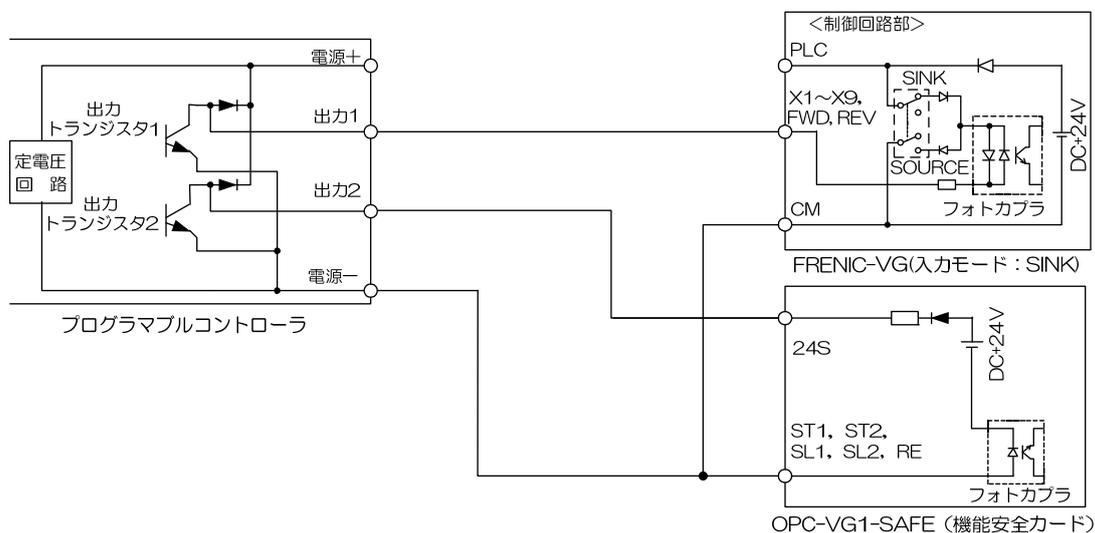


図 2.5 推奨回路例 2

2.2 端子台の配線

⚠ 警告
一般的に制御信号線の被覆は強化絶縁されていませんので、主回路活電部に制御信号線が直接触れると、何らかの原因で絶縁被覆が破壊されることがあります。この場合、制御信号線に主回路の高電圧が印加される危険性がありますので、主回路活電部に制御信号線が触れないように注意してください。
事故のおそれあり、感電のおそれあり

⚠ 注意
インバータ、モータ、配線からノイズが発生します。 周辺のセンサーや機器の誤動作防止に注意してください。
事故のおそれあり

端子台は、以下の推奨ドライバーで接続及び取り外しをしてください。なお、端子台へ接続する配線は、以下許容電線サイズをご使用ください。

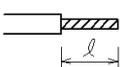
表 2.1 推奨電線サイズ

推奨ドライバー (先端形状)	許容電線サイズ (撚り線, 単芯線)							
	マイナス (0.6mm×3.5mm) または 日本ワイドミュラー(株) 発注番号: 9008390000 SDI 0.6x3.5x100	CMB	SB-	BF2	BF1	SB+	PIS	
0.5mm ² (AWG 20) ~ 1.5mm ² (AWG 16)								
24S		ST1	ST2	CMS	SL1	SL2	24S	RE
0.14mm ² (AWG 26) ~ 1.5mm ² (AWG 16)								

端子台ネジサイズ: M2.5, 締め付けトルク 0.4~0.5Nm

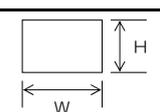
端子台に接続する電線被覆剥きサイズは、以下のサイズにしてご使用ください。

表 2.2 電線被覆剥きサイズ

電線被覆剥きサイズ							
							
CMB	SB-	BF2	BF1	SB+	PIS		
6mm							
24S	ST1	ST2	CMS	SL1	SL2	24S	RE
13mm							

注意 より線の場合は、剥きとった電線の端をねじることで挿入しやすくなりますが、線をねじった後に、上記長さが確保されるようにしてください。被服を剥く長さが指定した範囲をはずれた場合は、「電線が十分に固定されない」、または「他の電線と短絡する」可能性があります。

表 2.3 端子台開口部寸法

端子台開口部寸法							
CMB	SB-	BF2	BF1	SB+	PIS		
W 2.6mm × H 3.0mm							
24S	ST1	ST2	CMS	SL1	SL2	24S	RE
W 2.5mm × H 2.6mm							

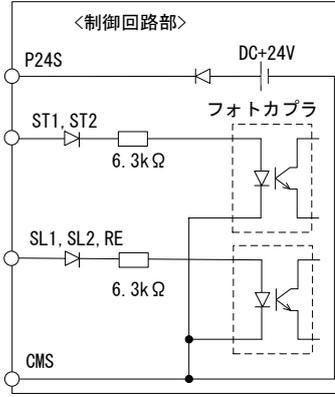
棒端子を使用する場合は、以下の型式を使用してください。(ワイドミューラー株式会社)

表 2.4 推奨棒端子

端子名称/電線サイズ		1 本差し用	2 本差し用
【CMB】 【SB-】 【BF2】 【BF1】 【SB+】 【PIS】	0.50mm ² (AWG20)	品番：0409500000 HO, 5/12 OR	品番：9037200000 HO, 5/14 ZH OR
	0.75mm ² (AWG18)	品番：0409600000 HO, 75/12 W	品番：9037230000 HO, 75/14 ZH W
	1.00mm ² (AWG17)	品番：0409700000 H1, 0/12 GE	品番：9037260000 H1, 0/15 ZH GE
	1.25mm ²	品番：0463100000 H1, 5/14 R	品番：9037290000 H1, 5/16 ZH R
	1.50mm ² (AWG16)	品番：0463100000 H1, 5/14 R	品番：9037290000 H1, 5/16 ZH R
【24S】 【ST1】 【ST2】 【CMS】 【SL1】 【SL2】 【24S】 【RE】	0.50mm ² (AWG20)	品番：9025870000 HO, 5/16 OR	品番：9037220000 HO, 5/18 ZH OR
	0.75mm ² (AWG18)	品番：9025910000 HO, 75/18 W	品番：9202820000 HO, 75/19S ZH W
	1.00mm ² (AWG17)	品番：9025930000 H1, 0/18 GE	品番：9037270000 H1, 0/19 ZH GE
	1.25mm ²	品番：0635100000 H1, 5/16 R	品番：9037300000 H1, 5/20 ZH R
	1.50mm ² (AWG16)	品番：0635100000 H1, 5/16 R	品番：9037300000 H1, 5/20 ZH R

2.3 端子機能

表 2.5 安全回路端子の機能説明

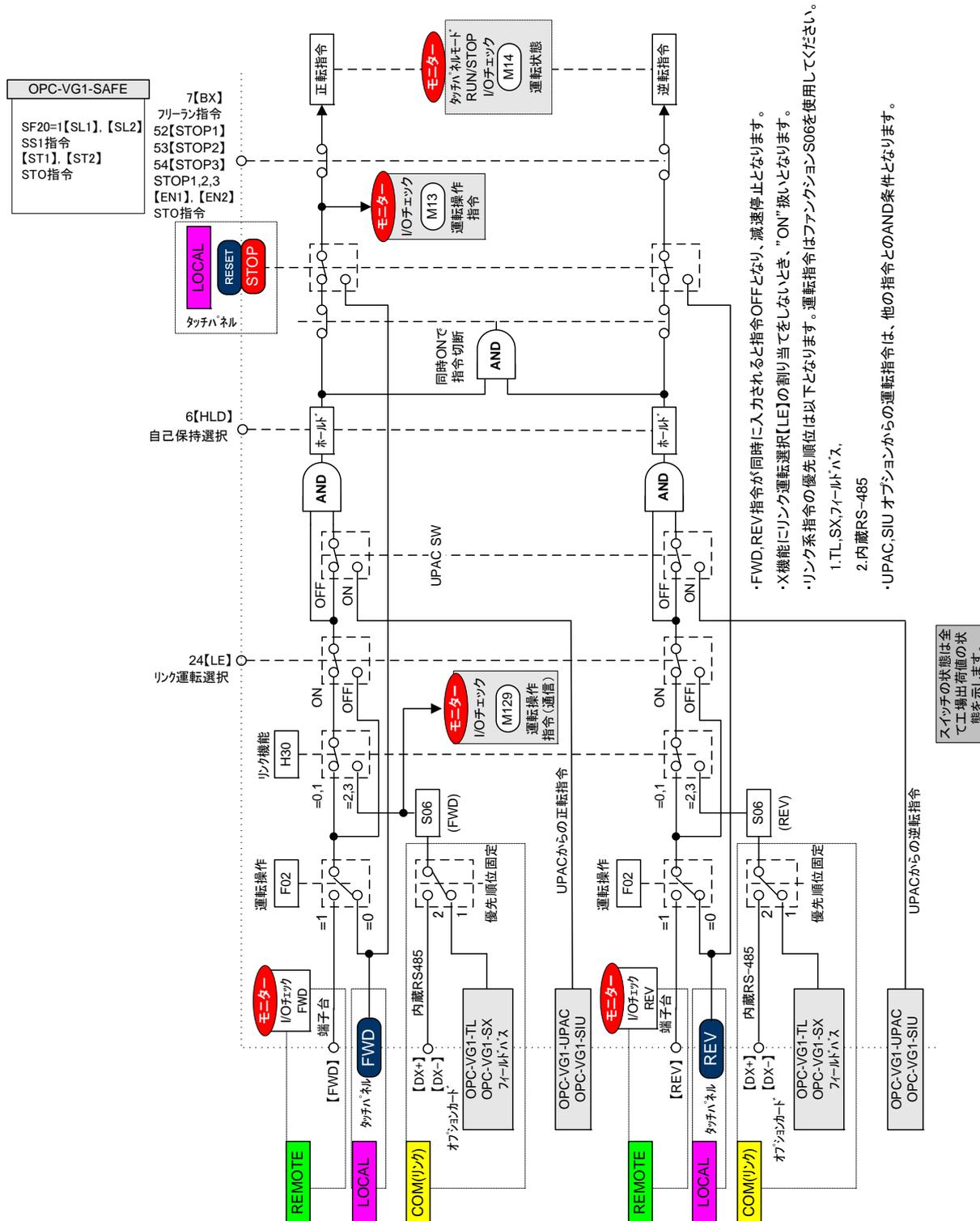
デジタル入力	ST1	STO-1 入力	端子 ST1-24S 間及び端子 ST2-24S 間が同時に OFF (開放) の時、インバータの出力トランジスタの動作を停止します (セーフトルクオフ: STO)。 端子 ST1, ST2 の入力モードはソース固定です。シンクへ切り換えることはできません。 端子 ST1 または端子 ST2 は、どちらか一方の入力が OFF (開放) の場合は、 SrF アラームが発生します。(アラーム動作の詳細は 3.3.1.2 参照) SrF アラームはアラーム要因が解決し、端子 RE 操作及び FRENIC-VG 本体の RESET 操作により復帰が可能です。(復帰操作の詳細は、3.3.1.1 参照)																			
	ST2	STO-2 入力																				
	SL1	SS1/SLS-1 入力	端子 SL1-24S 間及び端子 SL2-24S 間が同時に OFF (開放) されると、あらかじめ安全関連機能コードにより選択されたセーフストップ 1 (SS1) またはセーフリリミティドスピード (SLS) の動作となります。 端子 SL1, SL2 の入力モードはソース固定です。シンクへ切り換えることはできません。 端子 SL1 または端子 SL2 のどちらか一方の入力が OFF (開放) の場合は SrF アラームが発生します。 SrF アラームはアラーム要因が解決し、端子 RE 操作及び FRENIC-VG 本体の RESET 操作により復帰が可能です。(復帰操作の詳細は、3.3.2.1 参照)																			
	SL2	SS1/SLS-2 入力																				
	RE	RE 入力	端子入力による安全機能の動作状態および SrF アラームから復帰する場合に、操作する端子です。 セーフトルクオフ (STO) 動作による停止後、端子 ST1, ST2 が ON (短絡) に復帰しても、端子 RE を OFF (開放) 状態 → ON (短絡) → OFF (開放) としないとインバータ運転を再起動できません。端子 RE の ON 時間は 20ms 以上必要です。また、セーフリリミティドスピード (SLS) 動作により制限速度運転となったあと、端子 SL1, SL2 が ON (短絡) した場合も同様の操作となります。(復帰操作の詳細は、3.3 参照)																			
	24S	デジタル入力用電源	24Vdc を外部へ供給します。同一電位で 2 箇所あります。ST1, ST2, SL1, SL2, RE の各信号を使用する場合は、24S との間で ON (短絡) / OFF (開放) させてください。 電流: 25mA 電圧: DC22V~DC27V																			
CMS	デジタル入力 0V	24S 電源に対して OV レベルとなりますが、通常使用しません。 FRENIC-VG 本体の端子 CM に対して絶縁されていません。																				
<p><デジタル入力回路仕様></p>  <table border="1" data-bbox="912 1176 1332 1377"> <thead> <tr> <th colspan="2">項目</th> <th>最小</th> <th>最大</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">動作電圧 (SOURCE)</td> <td>ON レベル</td> <td>22V</td> <td>27V</td> </tr> <tr> <td>OFF レベル</td> <td>0V</td> <td>2V</td> </tr> <tr> <td colspan="2">ON 時動作電流 (入力電圧 27V 時)</td> <td>-</td> <td>4.5mA</td> </tr> <tr> <td colspan="2">OFF 時許容漏れ電流</td> <td>-</td> <td>0.5mA</td> </tr> </tbody> </table> <p>デジタル入力最大配線長: 20m</p>				項目		最小	最大	動作電圧 (SOURCE)	ON レベル	22V	27V	OFF レベル	0V	2V	ON 時動作電流 (入力電圧 27V 時)		-	4.5mA	OFF 時許容漏れ電流		-	0.5mA
項目		最小	最大																			
動作電圧 (SOURCE)	ON レベル	22V	27V																			
	OFF レベル	0V	2V																			
ON 時動作電流 (入力電圧 27V 時)		-	4.5mA																			
OFF 時許容漏れ電流		-	0.5mA																			
デジタル出力	BF1	ブレーキ信号フィードバック 1	ブレーキ信号のフィードバック信号です。ブレーキ信号 SB+, SB- によって動作させるセーフティリレーの B 接点により PIS 電位を接続してください。SB+, SB- の動作と矛盾があると SrF アラームが発生し、SB+, SB- 開放となり、ブレーキ動作 ON となります。																			
	BF2	ブレーキ信号フィードバック 2																				
デジタル出力	SB+	ブレーキ操作信号+	無励磁動作ブレーキを操作するブレーキ信号です。二重化されていますので、配線図のとおり配線してください。安全関連機能コードで SBC (セーフブレーキコントロール) が有効に設定されている場合、STO によるモータフリーラン時に内部回路が開放され、ブレーキが無励磁状態となって、ブレーキが動作します。 電源電圧: max. 30Vdc min. 20Vdc 出力電流: max. 2A 最大配線長: 30m																			
	SB-	ブレーキ操作信号-																				
	PIS	ブレーキ信号電源入力																				
	CMB	ブレーキ信号電源コモン																				

第3章 制御と運転操作

3.1 制御ブロック図

機能安全カードの安全機能とFRENIC-VGの本体機能には、それぞれ優先順位があります。安全機能が正常に動作しない場合がありますので、注意してご使用ください。詳細は、3.1.1 項、3.1.2 項を参照してください。

3.1.1 運転指令



3.2 機能コード一覧表

■安全関連機能コード (SFコード)

表 3.1 機能コード一覧表

機能コード	名 称	設定可能範囲	運転中 変更	データ コピー	工場 出荷値
SF00	パスワード状態モニタ	0：ロック中，1：解除中	—		---
SF01	SS1 レベル	30 ~ 30000 [r/min]	×	×	150
SF02	SS1 タイマ	0.01 ~ 3600 [s]	×	×	10.00
SF03	SS1/SLS 減速時間	0.01 ~ 3600 [s]	×	×	5.00
SF04	SLS レベル	30 ~ 30000 [r/min]	×	×	300
SF05	SLS タイマ	0.01 ~ 3600 [s]	×	×	10.00
SF06	SS1/SLS 上限幅	0 ~ 30000 [r/min]	×	×	300
SF07	モータ最高速度 (注 1)	50 ~ 30000 [r/min]	×	×	1500
SF08	上限速度待ち時間	0.00 ~ 3600 [s]	×	×	0.00
SF09	PG 故障検出機能	0：無効，1：有効	×	×	1
SF10	PG パルス数 (注 2)	300 ~ 60000 [p/r]	×	×	1024
SF11	速度検出フィルタ	0.000 ~ 0.100 [s]	×	×	0.010
SF12	STO 診断予報時間	0.0 ~ 1.0 [s]	×	×	0.0
SF20	SL1/SL2 端子機能選択	0：機能なし，1：SS1，2：SLS	×	×	0
SF21	SS1 停止モード	0：速度監視，1：時間監視	×	×	1
SF22	エンコーダ選択 (注 3) (注 4)	0：非推奨・エンコーダなし，1：推奨 15V，2：推奨 12V	×	×	0
SF23	フォルトリアクション選択	0：STO (SBC 有効時は SBC 動作)，1：SS1	×	×	0
SF24	SBC 機能選択	0：無効，1：有効-セーフティリレー経由，2：有効-直接接続	×	×	0
SF25	SS1 異常時動作選択	0：フォルトリアクション選択，1：軽故障選択	×	×	0
SF26	SLS 減速異常時動作選択	0：フォルトリアクション選択，1：軽故障選択	×	×	0
SF27	SLS 上限異常時動作選択	0：フォルトリアクション選択，1：軽故障選択	×	×	0
SF28	安全関連機能コードオールセーブ	0：保存しない，1：全保存 (自動 0 復帰)	×	×	0
SF30	安全関連パスワード 1	安全関連機能コード変更保護パスワード 1	×	×	0000
SF31	安全関連パスワード 2	安全関連機能コード変更保護パスワード 2	×	×	0000

(注 1) FRENIC-VG 本体で駆動するモータの最高速度と設定値を合わせてください。(関連機能コード：F03, A06, A106)

(注 2) FRENIC-VG 本体で設定した PG パルス数と設定値を合わせてください。(関連機能コード：P28, A30, A130)

(注 3) エンコーダの電源電圧及び FRENIC-VG の PGP 端子電圧 (SW6) と設定値を合わせてください。
SW6 の詳細は、FRENIC-VG ユーザーズマニュアル 3 章「3.3.3.9 各種スイッチの切替」を参照ください。

(注 4) SF22 の設定値を 1 または 2 に設定した場合、モータ切替による一時的な断線も故障と判断しアラームが発生します。
モータ切替を行う場合は、SF22 の設定値を 0 に設定してご使用ください。

◆注意◆

FRENIC-VG 本体に取り付けたタッチパネルから安全関連機能コードの設定値を変更できますが、安全規格に適合しません。

安全規格に適合するためには、同梱したタッチパネル接続用ケーブルで機能安全カードのコネクタ (CN5) とタッチパネルを接続してください。(詳細な配線方法は、1.8 項参照)

FRENIC-VG ロータより安全関連機能コードの設定値を変更し、機能安全カードに接続したタッチパネルで変更途中の設定値が正しいことを確認してから、FRENIC-VG ロータより安全関連機能コードをオールセーブしてください。(変更手順は 図 3.1 参照)

FRENIC-VG ロータから安全関連機能コードのオールセーブを実施しないと、安全関連機能コードは機能安全カードに保存されません。FRENIC-VG ロータとの接続方法や機能コード設定の操作手順は、FRENIC-VG ロータ取扱説明書を参照してください。

△注意

- ・ パスワードを読み出した場合は、0000 または FFFF に固定されます。パスワードは必ず変更してお客様の責任の元、管理してください。
- ・ パスワードを忘れた場合は、FRENIC-VG ロータより機能安全カードを初期化してください。本初期化は、パスワード及び安全関連機能コードの設定値を初期化しますので、初期化する前に、安全関連機能コードの設定値を記録してください。詳細は、FRENIC-VG ロータの取扱説明書を参照ください。

安全機能セーフストップ1またはセーフリリミティドスピードを使用する場合は、SF20(SL1/SL2 端子機能), SF21(SS1 停止モード), SF22 (エンコーダ選択) の設定値を以下の手順に従って変更してください。変更後は、オールセーブを行ってください。

(1) セーフストップ1 速度監視

工場出荷値からの変更手順は以下の通りです。

- ① SF20 の設定値を 0→1 に変更する
- ② SF22 の設定値を 0→1 または 2 に変更する
- ③ SF21 の設定値を 1→0 に変更する

(2) セーフストップ1 時間監視 (速度監視付き)

工場出荷値からの変更手順に制約はありません。

SF20 の設定値を 0→1, SF22 の設定値を 0→1 または 2 に変更してください。

(3) セーフストップ1 時間監視のみ

工場出荷値からの変更手順に制約はありません。

SF20 の設定値を 0→1 に変更してください。

(4) セーフリリミティドスピード

工場出荷値からの変更手順は以下の通りです。

- ① SF22 の設定値を 0→1 または 2 に変更する
- ② SF20 の設定値を 0→2 に変更する

SF20, SF21, SF22 は、表 3.2 の組合せに設定できません。設定値を変更する場合は、注意してください。設定値の変更状況は、機能安全カードに接続したタッチパネルから確認できます。タッチパネル表示について、詳細は 4.1 を参照してください。

表 3.2 安全関連機能コード・設定不可能な組合せ

	SF20 (SL1/SL2 端子機能)	SF21 (SS1 停止モード)	SF22 (エンコーダ選択)
設定値	1 : SS1	0 : 速度監視	0 : 非推奨・エンコーダなし
	2 : SLS	0 : 速度監視	0 : 非推奨・エンコーダなし
	2 : SLS	1 : 時間監視	0 : 非推奨・エンコーダなし

FRENIC-VG 本体の Y 端子に関連する機能コード(*1)

■ Eコード：Extension Terminal Functions (端子機能)

機能コード	通信アドレス		名称	Dir	設定可能範囲 (*2)	運転中変更	工場出荷値	コピ	初期化	種別	制御方式: 有効/無効				備考
	485 No	リンクNo									P	L	V	S	
E15	10Fh	85h	Y1 機能選択	13	80: イネーブル回路異常 【DECF】	×	1	○	○	58					
E16	110h	86h	Y2 機能選択	1	81: 端子 EN OFF 【ENOFF】	×	2	○	○	58	○	○	○	○	
E17	111h	87h	Y3 機能選択	1	82: 安全機能動作中 【SF-RUN】	×	3	○	○	58	○	○	○	○	
E18	112h	88h	Y4 機能選択	1	84: STO 診断中 【SF-TST】	×	4	○	○	58	○	○	○	○	
E19	113h	89h	Y5 機能選択	1		×	14	○	○	58	○	○	○	○	
E20	114h	8Ah	Y11 機能選択	1		×	26	○	○	58	○	○	○	○	
E21	115h	8Bh	Y12 機能選択	1		×	26	○	○	58	○	○	○	○	
E22	116h	8Ch	Y13 機能選択	1		×	26	○	○	58	○	○	○	○	
E23	117h	8Dh	Y14 機能選択	1		×	26	○	○	58	○	○	○	○	
E24	118h	8Eh	Y15 機能選択	1		×	26	○	○	58	○	○	○	○	
E25	119h	8Fh	Y16 機能選択	1		×	26	○	○	58	○	○	○	○	
E26	11Ah	90h	Y17 機能選択	1		×	26	○	○	58	○	○	○	○	
E27	11Bh	91h	Y18 機能選択	1		×	26	○	○	58	○	○	○	○	
E28	11Ch	h	Y機能 ノーマルオープン/クローズ	0	0000 to 001F 0: ノーマルオープン 1: ノーマルクローズ Y1~Y5のノーマル状態を設定します。	×	0000	○	○	36	○	○	○	○	

(*1) Y 端子の出力信号は、安全出力信号として使用できません。状態をモニターするためだけに使用ください。

(*2) 機能安全カードの機能に関連する機能コードのみ記載しております。その他の設定値については、FRENIC-VG ユーザーズマニュアル第 4 章「4.2 機能コード一覧」を参照ください。

E15~E27 Y 機能選択

■ 80. イネーブル回路異常 【DECF】

FRENIC-VG 本体の端子 EN1, EN2 によるイネーブル回路の異常を検出した場合 (ECF アラーム発生時)、または機能安全カードの SIF アラームが発生した場合に ON 信号を出力します。

FRENIC-VG 本体の端子 EN1, EN2 を使用する場合は、必要に応じて上位のセーフティユニットなどのリセット入力に、DECF 信号を割り付けたインバータのトランジスタ出力などをフィードバックすることで、端子 EN1 及び EN2 を OFF し、出力遮断するような結線で運用してください。詳細は、FRENIC-VG 取扱説明書の 9.1 章「機能安全規格について」を参照してください。

■ 81. 端子 EN OFF 【ENOFF】

FRENIC-VG (端子 EN1, EN2) または機能安全カードがセーフトルクオフ状態の場合に ON 信号を出力します。詳細は、表 3.3 をご参照ください。

表 3.3 DECF, ENOFF 信号の動作論理表

トランジスタ出力 (*1)	ECF アラーム	SIF アラーム	SrF アラーム	端子 EN1, EN2 OFF	端子 ST1, ST2 OFF	SS1 後の STO	STO 診断中 (*3)
【DECF】	ON (*2)	ON (*2)	OFF (*2)	OFF (*2)	OFF (*2)	OFF (*2)	OFF (*2)
【ENOFF】	OFF (*2) (*4)	OFF (*2) (*4)	ON (*2)	ON (*2)	ON (*2)	ON (*2)	ON (*2)

(*1) 本機能を使用する場合は FRENIC-VG 本体の機能コードを、DECF/ENOFF=80/81 に設定する必要があります。

(*2) トランジスタ出力のノーマルオープン/クローズ設定は、FRENIC-VG 本体の機能コード E28 で設定変更することができます。上記動作論理表は、ノーマルオープンに設定した場合の論理表です。

(*3) 機能安全カードを搭載している場合、インバータ電源起動時と停止中に、STO 遮断回路を定期的に診断します。

(*4) 異常判定に時間を要するため、【ENOFF】は【DECF】が ON する前に約 100ms 間 ON します。

■ 82. 安全機能動作中 【SF-RUN】

機能安全カードの全ての安全機能が動作している場合に、ON 信号を出力します。また、機能安全カードの SIF, SrF アラーム後のセーフトルクオフまたはセーフストップ 1 動作時、STO 遮断回路の診断時も、同様に ON 信号を出力します。本機能の詳細な動作は、3.3 のタイミングチャートを参照してください。

■ 84. STO 診断中 【SF-TST】

機能安全カードは、インバータの電源起動時および停止時間が合計で 50 分経過すると STO 遮断回路の診断を行います。STO 診断中は、運転指令を入力しても診断が完了するまで、インバータの運転が始動しません。システム上、始動遅れが問題となる場合は、本機能による出力信号を上位機器に接続し、STO 診断中は、運転指令を入力しないようにしてください。本機能の詳細な動作は、3.4 安全関連機能コード (SFコード) 詳細説明の SF12 を参照してください。

安全規格に対応する場合は、以下の安全関連機能コードの変更手順に従って、変更してください。

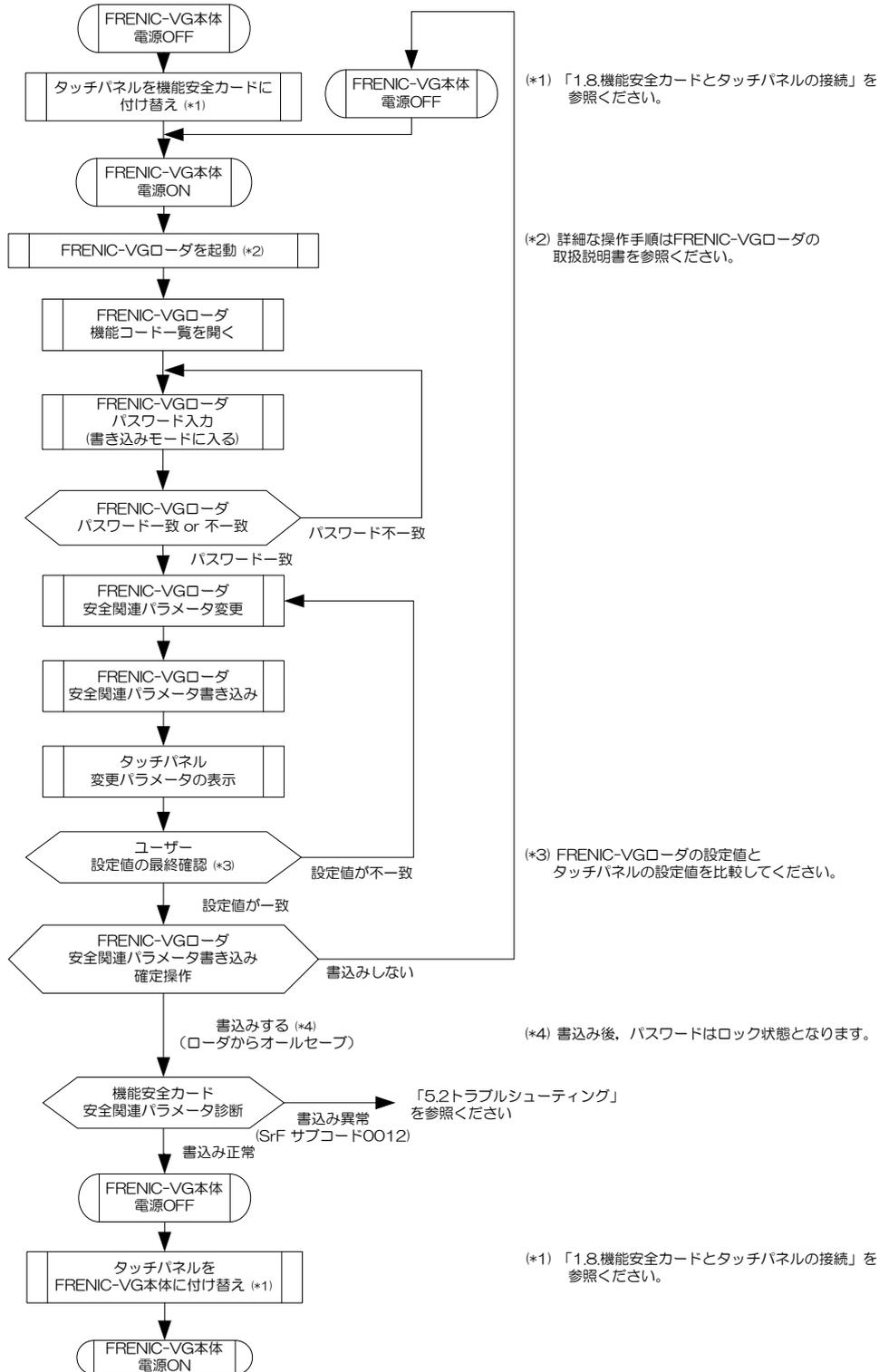


図 3.1 安全関連機能コード変更手順

⚠ 注意

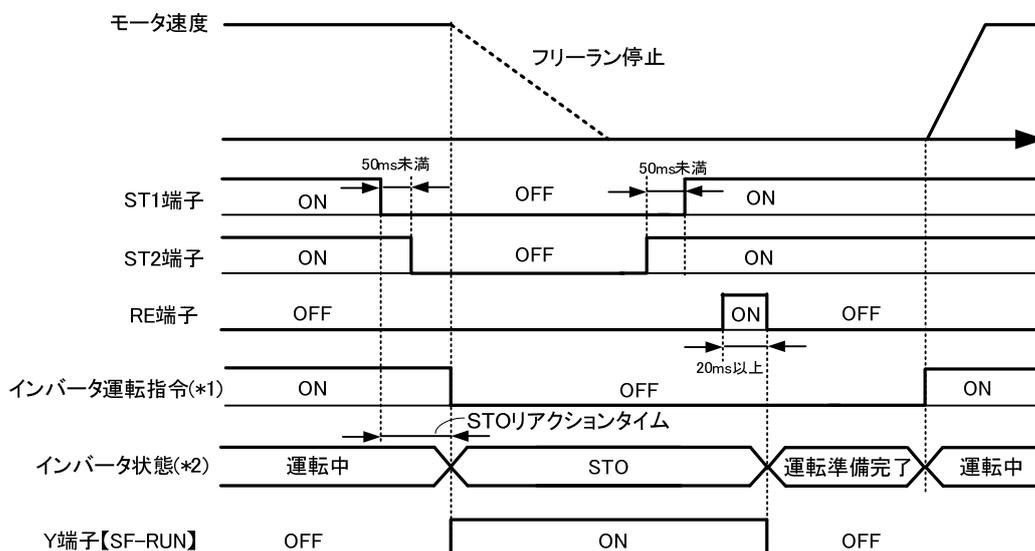
- FRENIC-VG の電源起動後は、機能安全カードの安全関連パスワードは必ずロック状態です。安全関連機能コードを変更する場合は、安全関連パスワードを解除してください。
- パスワード解除中に FRENIC-VG ローダを再起動した場合、機能安全カードがパスワード解除状態を保持するので、再度パスワード入力を必要とせず、安全関連機能コードの設定値を変更することができます。

3.3 安全機能と安全関連機能コードの関連性

3.3.1 セーフトルクオフ (STO) の動作

3.3.1.1 セーフトルクオフの正常動作

以下に、FRENIC-VG でモータ運転中に、端子 ST1, ST2 を OFF し、正常にセーフトルクオフ (STO) が動作したときのタイミングチャートを示します。



(*1) インバータ運転指令は、FRENIC-VG の機能コード M14 (運転状態) の正転指令、または逆転指令の ON/OFF 状態です。詳細は、FRENIC-VG ユーザーズマニュアル第 4 章「4.2 機能コード一覧表」を参照してください。

(*2) FRENIC-VG の機能コード M52 (制御出力 1) の運転中、運転準備完了の ON/OFF 状態です。詳細は、FRENIC-VG のユーザーズマニュアル第 4 章「4.2 機能コード一覧表」を参照してください。

図 3.2 セーフトルクオフ正常動作のタイミングチャート

【正常動作】

端子 ST1, ST2 を両方とも OFF (開放) すると、STOリアクションタイム Δ max60ms後に、インバータの出力が遮断され、モータはセーフトルクオフ状態 (STO) になります。端子 ST1, ST2 による ON/OFF のタイミングのズレは、50ms 未満にしてください。ON/OFF が 50ms 以上ズレた場合は、アラーム動作となります。詳細は、3.3.1.2 項を参照してください。

【復帰動作】

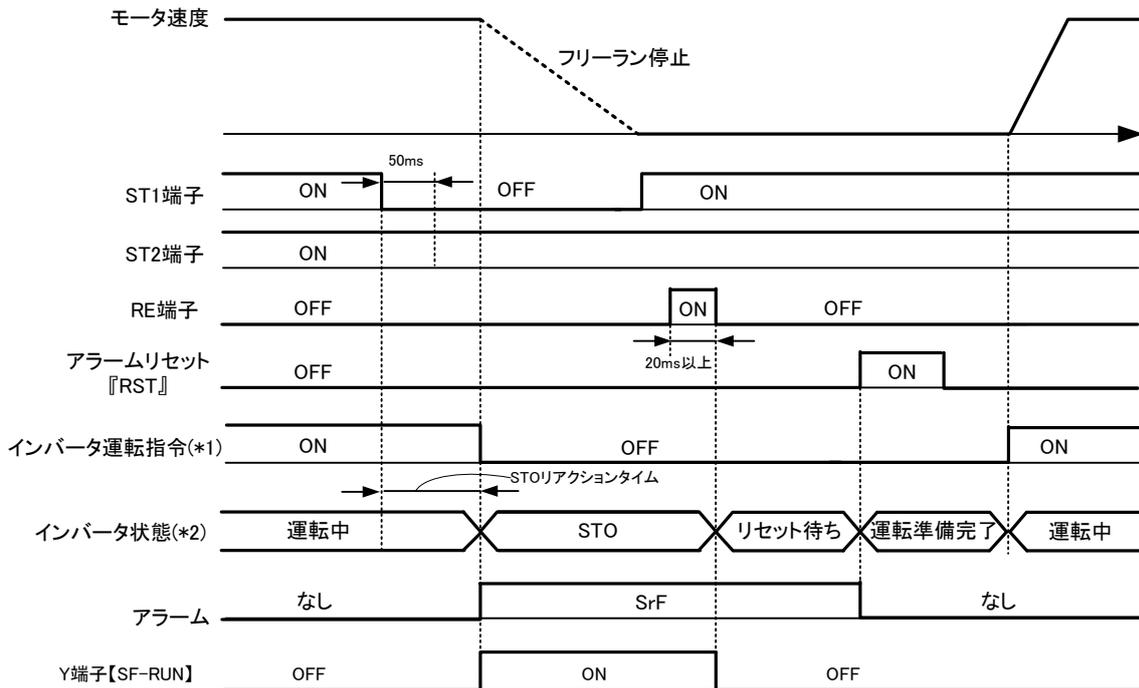
復帰するためには、端子 ST1, ST2 を両方とも ON (短絡) とした後、端子 RE を OFF (開放) \Rightarrow 20ms 以上 ON (短絡) \Rightarrow OFF (開放) することにより運転準備完了となります。なお、タッチパネル運転などによる自己保持運転指令はセーフトルクオフにより OFF するので、運転準備完了となった後にタッチパネルからインバータ運転指令を ON すれば、インバータは運転中となります。インバータ運転指令を外部より入力している場合は、STO 解除後に運転中となります。

⚠ 注意

- 端子 ST1, ST2 を OFF する時間は、60ms 以上としてください。セーフトルクオフが正常に動作しない場合があります。
- 安全プログラマブルコントローラから端子 ST1, ST2 へテストパルスを入力する場合、テストパルス幅は、必ず OFF (開放) を 1ms 未満としてください。1ms を超える場合は、セーフトルクオフが動作する場合があります。

3.3.1.2 セーフトルクオフのアラーム動作

機能安全カードは、端子 ST1, ST2 の ON/OFF が一致しているか常時監視しております。ON/OFF が一致しない場合は、以下のようなアラーム動作となりますので、復帰動作に従って操作してください。



(*1) インバータ運転指令は、FRENIC-VG の機能コード M14 (運転状態) の正転指令、または逆転指令の ON/OFF 状態です。詳細は、FRENIC-VG ユーザーズマニュアル第 4 章「4.2 機能コード一覧表」を参照してください。

(*2) FRENIC-VG の機能コード M52 (制御出力 1) の運転中、運転準備完了の ON/OFF 状態です。詳細は、FRENIC-VG のユーザーズマニュアル第 4 章「4.2 機能コード一覧表」を参照してください。

図 3.3 セーフトルクオフのアラーム動作タイミングチャート

【アラーム動作】

端子 ST1 のみを OFF し、端子 ST1, ST2 の ON/OFF のタイミングが 50ms 以上ズレると、STO リアクションタイム max 60ms 後に、インバータ出力が遮断され、モータはセーフトルクオフ状態 (STO) になり、**SrF** アラームが発生します。

【復帰動作】

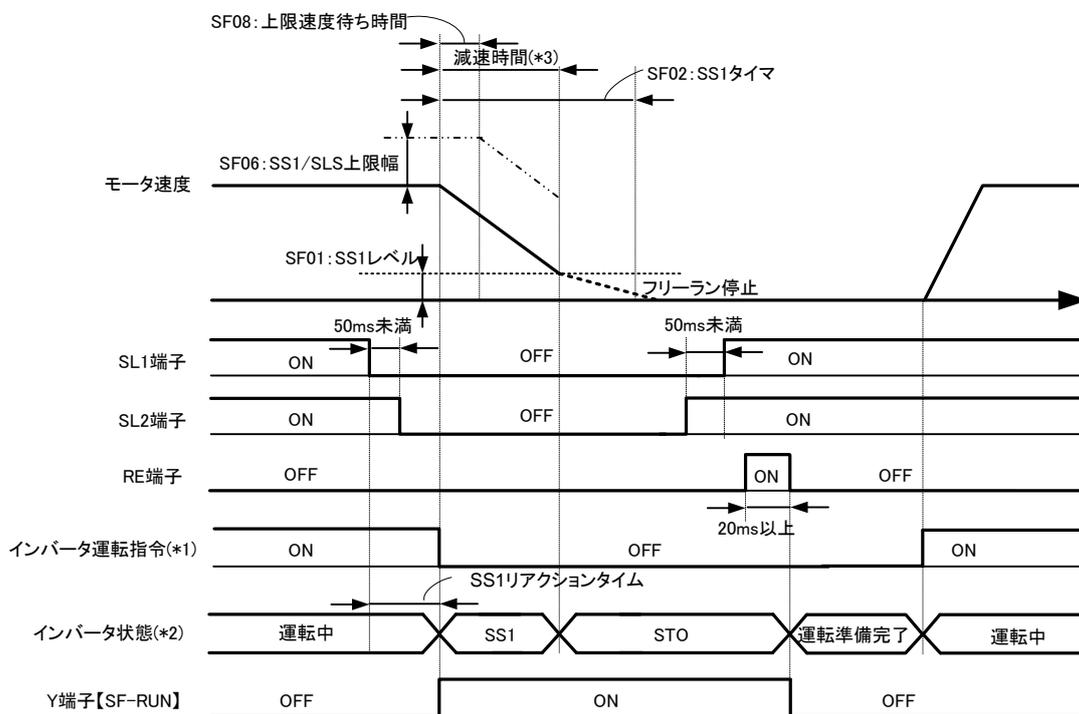
STO 及び **SrF** アラーム時に、端子 ST1, ST2 を両方とも ON し、アラーム要因を解除した後、端子 RE を OFF (開放) → 20ms 以上 ON (短絡) → OFF (開放) することにより、セーフトルクオフ状態が解除されます。さらに、FRENIC-VG 本体のアラームリセット『RST』が OFF → ON すると、**SrF** アラームが解除されます。(FRENIC-VG に接続したタッチパネルの RESET ボタンでも可)

運転状態への復帰は、3.3.1.1 項と同様に操作してください。

3.3.2 セーフストップ1 (SS1) 速度監視の動作

3.3.2.1 セーフストップ1 速度監視の正常動作

以下に、FRENIC-VG でモータ運転中に、端子 SL1, SL2 を OFF し、速度監視によるセーフストップ1 (SS1) が正常に動作したときのタイミングチャートを示します。



- (*1) インバータ運転指令は、FRENIC-VG の機能コード M14 (運転状態) の正転指令、または逆転指令の ON/OFF 状態です。詳細は、FRENIC-VG ユーザーズマニュアル第 4 章「4.2 機能コード一覧表」を参照してください。
- (*2) FRENIC-VG の機能コード M52 (制御出力 1) の運転中、運転準備完了の ON/OFF 状態です。詳細は、FRENIC-VG ユーザーズマニュアル第 4 章「4.2 機能コード一覧表」を参照してください。
- (*3) 減速時間の詳細は、「3.4安全関連機能コード (SFコード) 詳細説明」のSF03 (SS1/SLS減速時間) を参照してください。

図 3.4 セーフストップ1 (速度監視) 動作のタイミングチャート

【正常動作】

端子 SL1, SL2 を OFF (開放) すると、SS1 リアクションタイム max25ms 後、SF03 (SS1/SLS 減速時間) に基づいた減速時間(*3)でモータ速度が減速します。機能安全カードは、関連機能コードから算出する上限速度(*4)をモータ速度が超えないか監視します。モータ速度が、SF01 (SS1 レベル) まで減速すると、セーフトルクオフ (STO) 動作となりインバータ出力が遮断され、モータはフリーラン停止します。

- (*4) 上限速度の詳細は「3.4安全関連機能コード (SFコード) 詳細説明」のSF06 (SS1/SLS上限幅) を参照してください。

【復帰動作】

インバータ状態がセーフトルクオフとなれば復帰可能です。端子SL1, SL2を両方ともON (短絡) し、端子REをOFF (開放) ⇒20ms以上ON (短絡) ⇒OFF (開放) することにより運転準備完了となります。なお、運転状態への復帰は、3.3.1.1 項と同様に操作してください。

⚠ 警告 ⚠

- ・ FRENIC-VG本体のトルク制限機能などにより、機能安全カードで設定した減速時間どおりに減速しない場合があります。セーフストップ1による減速に影響があるFRENIC-VG本体の機能につきましては、3.1.2 項の制御ブロック図を参照してください。お客様の責任にて、リスクアセスメントを行い、許容可能なリスクであることを分析し、システムを設計してください。

けが、機器破損のおそれ

- ・ FRENIC-VG 本体がベクトル制御に設定している場合に、速度監視によるセーフストップ1が対応します。ベクトル制御以外に設定し、セーフストップ1を動作した場合、機能安全カードで設定した減速時間どおりにモータが減速しない可能性があります。FRENIC-VG 本体がベクトル制御に設定されていることを確認し、使用してください。(関連機能コード: PO1, AO1, A101) 詳細は、FRENIC-VG ユーザーズマニュアル第 4 章「4.2 機能コード一覧表」を参照してください。

けが、機器破損のおそれ

【関連機能コード】

速度監視によるセーフストップ 1 に関連する安全関連機能コードを以下に示します。各SFコードの詳細は「3.4安全関連機能コード（SFコード）詳細説明」を参照ください。

機能コード	名称	設定可能範囲	運転中変更	データコピー	工場出荷値
SF01	SS1 レベル	30 ~ 30000 [r/min]	×	×	150
SF02	SS1 タイマ	0.01 ~ 3600 [s]	×	×	10.00
SF03	SS1/SLS 減速時間	0.01 ~ 3600 [s]	×	×	5.00
SF06	SS1/SLS 上限幅	0 ~ 30000 [r/min]	×	×	300
SF07	モータ最高速度（注 1）	50 ~ 30000 [r/min]	×	×	1500
SF08	上限速度待ち時間	0.00 ~ 3600 [s]	×	×	0
SF09	PG 故障検出機能	0：無効，1：有効	×	×	1
SF10	PGパルス数（注 2）	300 ~ 60000 [p/r]	×	×	1024
SF11	速度検出フィルタ	0.000 ~ 0.100 [s]	×	×	0.010
SF20	SL1/SL2 端子機能選択	0：機能なし，1：SS1，2：SLS	×	×	0
SF21	SS1 停止モード	0：速度監視，1：時間監視	×	×	1
SF22	エンコーダ選択（注 3）（注 4）	0：非推奨・エンコーダなし，1：推奨 15V，2：推奨 12V	×	×	0

（注 1） FRENIC-VG 本体で駆動するモータの最高速度と設定値を合わせてください。（関連機能コード：F03，A06，A106）

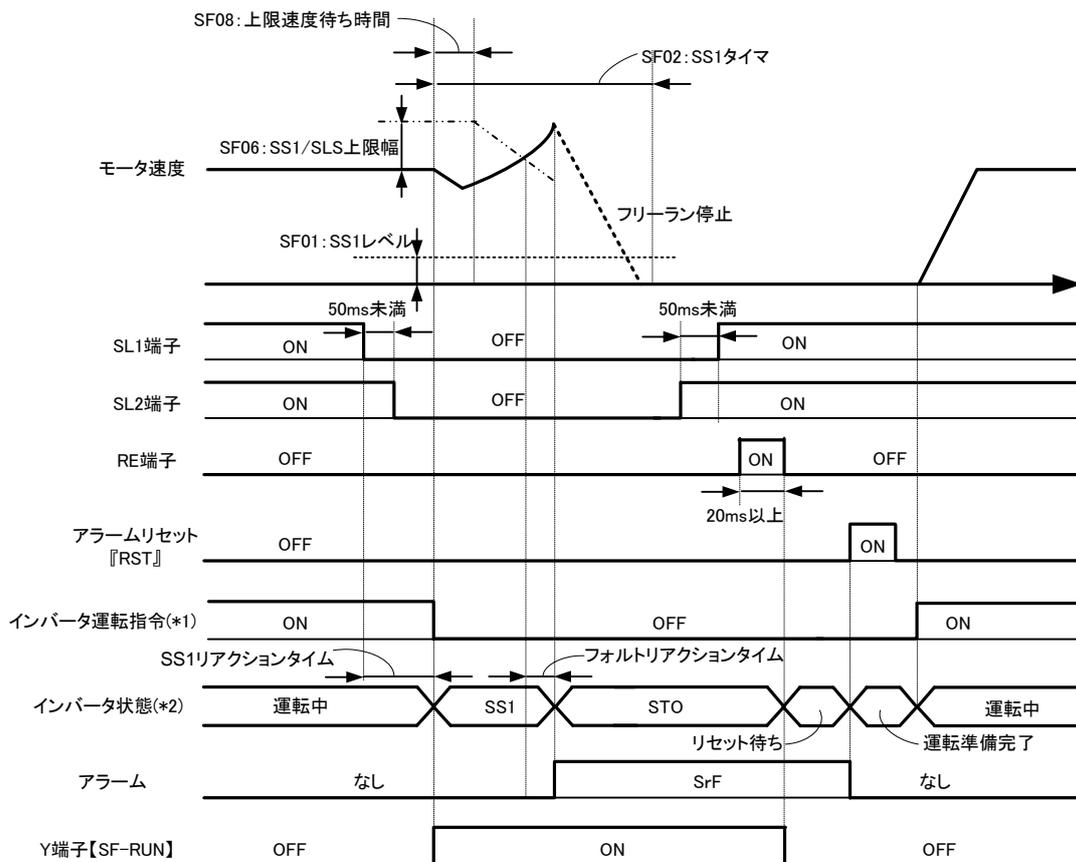
（注 2） FRENIC-VG 本体で設定した PG パルス数と設定値を合わせてください。（関連機能コード：P28，A30，A130）

（注 3） エンコーダの電源電圧および FRENIC-VG の PGP 端子電圧（SW6）と設定値を合わせてください。
SW6 の詳細は、FRENIC-VG ユーザーズマニュアル第 3 章「3.3.3.9 各種スイッチの切換」を参照ください。

（注 4） SF22 の設定値を 1 または 2 に設定した場合、モータ切替による一時的な断線も故障と判断しアラームが発生します。
モータ切替を行う場合は、SF22 の設定値を 0 に設定してご使用ください。

3.3.2.2 セーフストップ 1 速度監視のアラーム動作

機能安全カードは、速度監視によるセーフストップ 1 動作中に、モータ速度が上限速度を超えないか監視しています。SS1 中にモータ速度が上限速度を越えた場合は、以下のアラーム動作となりますので、復帰動作に従って操作してください。



- (*1) インバータ運転指令は、FRENIC-VG の機能コード M14 (運転状態) の正転指令, または逆転指令の ON/OFF 状態です。詳細は、FRENIC-VG ユーザーズマニュアル 4 章「4.2 機能コード一覧表」を参照してください。
- (*2) FRENIC-VG の機能コード M52 (制御出力 1) の運転中, 運転準備完了の ON/OFF 状態です。詳細は、FRENIC-VG のユーザーズマニュアル 4 章「4.2 機能コード一覧表」を参照してください。

図 3.5 セーフストップ 1 (速度監視) のアラーム動作タイミングチャート

【アラーム動作】

端子 SL1, SL2 を OFF (開放) すると, SS1 リアクションタイム max25ms 後, SF03 (SS1/SLS 減速時間) に基づいた減速時間(*3)でモータ速度を減速しますが, トルク制限機能やモータ負荷の急変などにより, 上限速度(*4)をモータ速度が超えた場合は, SF25(SS1 異常時動作選択)で設定した動作となります。ここでは, SF25 (SS1 異常時動作選択) を 0 に設定した場合の動作として, max80ms 後にセーフトルクオフとなります。

- (*3) 減速時間の詳細は、「3.4安全関連機能コード (SFコード) 詳細説明」のSF03 (SS1/SLS減速時間)を参照してください。
- (*4) 上限速度の詳細は、「3.4安全関連機能コード (SFコード) 詳細説明」のSF06 (SS1/SLS上限幅)を参照してください。

【復帰動作】

インバータ状態がセーフトルクオフとなれば復帰可能です。端子 SL1, SL2 を両方とも ON (短絡) し, 端子 RE を OFF (開放) ⇒20ms 以上 ON (短絡) ⇒OFF (開放) し, FRENIC-VG 本体のアラームリセット『RST』を OFF⇒ON すると, 運転準備完了となります。(FRENIC-VG に接続したタッチパネルの RESET ボタンでも可)

運転状態への復帰は, 3.3.1.1 項と同様に操作してください。

⚠ 注意

- ・ SF06 (SS1/SLS 上限幅) によるモータ速度の速度監視は, セーフストップ 1 動作中にのみ有効です。

【関連機能コード】

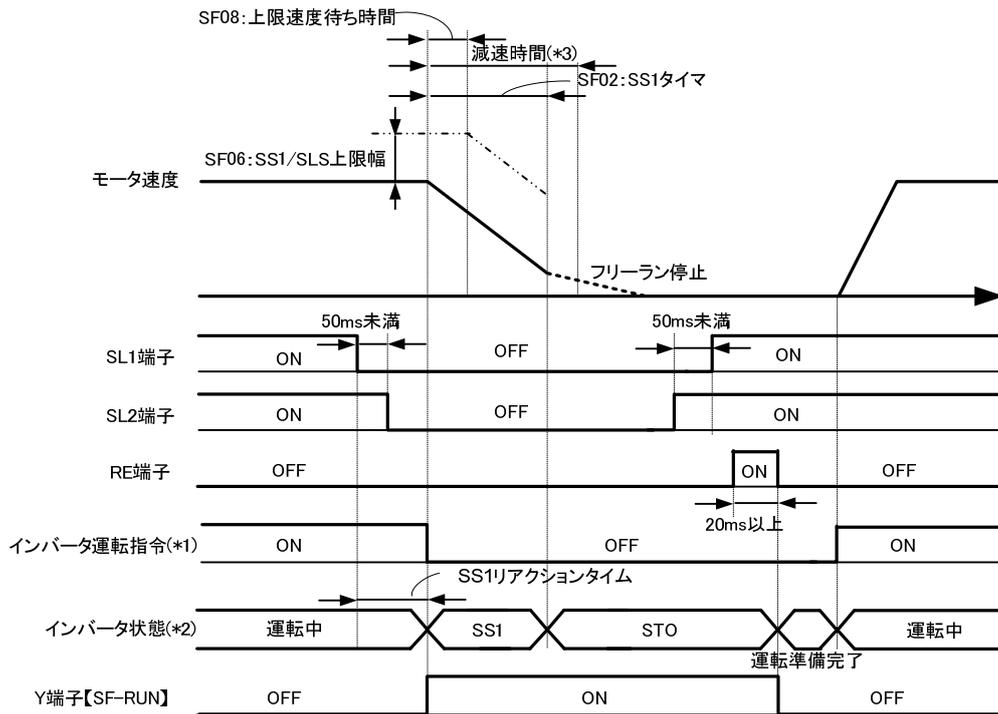
速度監視によるセーフストップ 1 のアラーム時の動作に関連する安全関連機能コードを以下に示します。各SFコードの詳細は「3.4安全関連機能コード (SFコード) 詳細説明」を参照ください。

機能コード	名称	設定可能範囲	運転中変更	データコピー	工場出荷値
SF25	SS1 異常時動作選択	0:フォルトリアクション選択, 1:軽故障選択	×	×	0

3.3.3 セーフストップ 1 (SS1) 時間監視の動作

3.3.3.1 セーフストップ 1 時間監視の正常動作

以下に、FRENIC-VG でモータ運転中に、端子 SL1, SL2 を OFF し、時間監視によるセーフストップ 1 (SS1) が正常に動作したときタイミングチャートを示します。



(*1) インバータ運転指令は、FRENIC-VG の機能コード M14 (運転状態) の正転指令、または逆転指令の ON/OFF 状態です。詳細は、FRENIC-VG ユーザーズマニュアル 4 章「4.2 機能コード一覧表」を参照してください。

(*2) FRENIC-VG の機能コード M52 (制御出力 1) の運転中、運転準備完了の ON/OFF 状態です。詳細は、FRENIC-VG のユーザーズマニュアル 4 章「4.2 機能コード一覧表」を参照してください。

(*3) 減速時間の詳細は「3.4安全関連機能コード (SFコード) 詳細説明」のSF03 (SS1/SLS減速時間) を参照してください。

図 3.6 セーフストップ 1 (時間監視) の動作タイミングチャート

【正常動作】

端子 SL1, SL2 を OFF (開放) すると、SS1 リアクションタイム max25ms 後、SF03 (SS1/SLS 減速時間) に基づいた減速時間(*3)でモータ速度を減速させます。セーフストップ 1 動作開始後、SF02 (SS1 タイマ) に設定している時間が経過すると、セーフトルクオフ動作となりインバータ出力が遮断され、モータはフリーラン停止します。SF22 (エンコーダ選択) が 1 または 2 を選択している場合は、セーフストップ 1 中に上限速度(*4)をモータ速度が超えないことも合わせて監視します。

(*4) 上限速度の詳細は「3.4安全関連機能コード (SFコード) 詳細説明」のSF06 (SS1/SLS上限幅) を参照してください。

【復帰動作】

インバータ状態がセーフトルクオフになれば復帰可能です。端子SL1, SL2 を両方ともON (短絡) し、端子REをOFF (開放) ⇒20ms以上ON (短絡) ⇒OFF (開放) することにより運転準備完了となります。なお、運転状態への復帰は、3.3.1.1 項と同様に操作してください。

⚠ 警告 ⚠

- ・ FRENIC-VG本体のトルク制限機能などにより、機能安全カードで設定した減速時間どおりに減速しない場合があります。セーフストップ 1 による減速に影響があるFRENIC-VG本体の機能につきましては、3.1.2 項の制御ブロック図を参照してください。お客様の責任にて、リスクアセスメントを行い、許容可能なリスクであることを分析し、システムを設計してください。

けが、機器破損のおそれ

- ・ FRENIC-VG 本体がベクトル制御に設定している場合に、速度監視によるセーフストップ 1 が対応します。ベクトル制御以外に設定し、セーフストップ 1 を動作した場合、機能安全カードで設定した減速時間どおりにモータが減速しない可能性があります。FRENIC-VG 本体がベクトル制御に設定されていることを確認し、使用してください。（関連機能コード：PO1, AO1, A101）詳細は、FRENIC-VG ユーザーズマニュアル第 4 章「4.2 機能コード一覧表」を参照してください。

けが、機器破損のおそれ

【関連機能コード】

時間監視によるセーフストップ 1 に関連する安全関連機能コードを以下に示します。各SFコードの詳細は 3.4安全関連機能コード（SFコード）詳細説明を参照ください。

機能コード	名称	設定可能範囲	運転中変更	データコピー	工場出荷値
SF02	SS1 タイマ	0.01 ~ 3600 [s]	×	×	10.00
SF03	SS1/SLS 減速時間	0.01 ~ 3600 [s]	×	×	5.00
SF06	SS1/SLS 上限幅	0 ~ 30000 [r/min]	×	×	300
SF07	モータ最高速度（注 1）	50 ~ 30000 [r/min]	×	×	1500
SF08	上限速度待ち時間	0.00 ~ 3600 [s]	×	×	0
SF09	PG 故障検出機能	0：無効，1：有効	×	×	1
SF10	PG パルス数（注 2）	300 ~ 60000 [p/r]	×	×	1024
SF11	速度検出フィルタ	0.000 ~ 0.100 [s]	×	×	0.010
SF20	SL1/SL2 端子機能選択	0：機能なし，1：SS1，2：SLS	×	×	0
SF21	SS1 停止モード	0：速度監視，1：時間監視	×	×	1
SF22	エンコーダ選択（注 3）（注 4）	0：非推奨・エンコーダなし，1：推奨 15V，2：推奨 12V	×	×	0

（注 1） FRENIC-VG 本体で駆動するモータの最高速度と設定値を合わせてください。（関連機能コード：F03, A06, A106）

（注 2） FRENIC-VG 本体で設定した PG パルス数と設定値を合わせてください。（関連機能コード：P28, A30, A130）

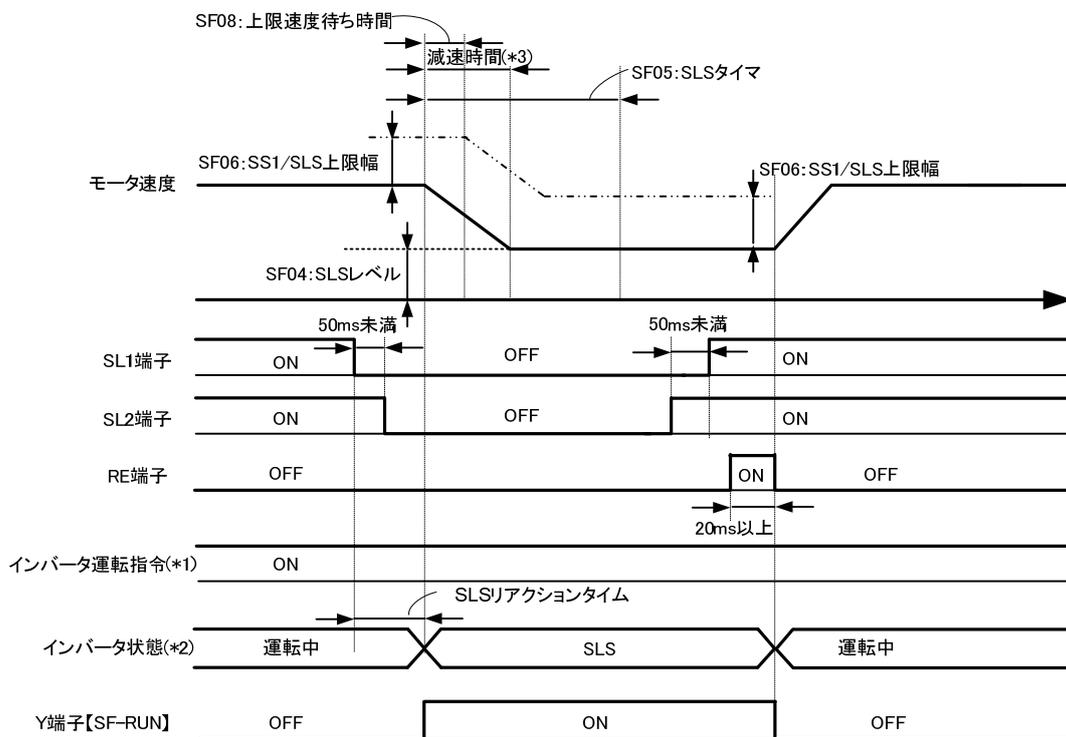
（注 3） エンコーダの電源電圧及び FRENIC-VG の PGP 端子電圧（SW6）と設定値を合わせてください。
SW6 の詳細は、FRENIC-VG ユーザーズマニュアル第 3 章「3.3.3.9 各種スイッチの切換」を参照ください。

（注 4） SF22 の設定値を 1 または 2 に設定した場合、モータ切替による一時的な断線も故障と判断しアラームが発生します。
モータ切替を行う場合は、SF22 の設定値を 0 に設定してご使用ください。

3.3.4 セーフリリミテッドスピード (SLS) の動作

3.3.4.1 セーフリリミテッドスピード (SLS) の正常動作

以下に、FRENIC-VG でモータ運転中に、端子 SL1, SL2 を OFF し、セーフリリミテッドスピード (SLS) が正常に動作したときのタイミングチャートを示します。



(*1) インバータ運転指令は、FRENIC-VG の機能コード M14 (運転状態) の正転指令、または逆転指令の ON/OFF 状態です。詳細は、FRENIC-VG ユーザーズマニュアル第 4 章「4.2 機能コード一覧表」を参照してください。

(*2) FRENIC-VG の機能コード M52 (制御出力 1) の運転中、運転準備完了の ON/OFF 状態です。詳細は、FRENIC-VG のユーザーズマニュアル第 4 章「4.2 機能コード一覧表」を参照してください。

(*3) 減速時間の詳細は「3.4 安全関連機能コード (SFコード) 詳細説明」の SF03 (SS1/SLS 減速時間) を参照してください。

図 3.7 セーフリリミテッドスピードの動作タイミングチャート

【正常動作】

端子 SL1, SL2 を OFF (開放) すると、SLS リアクションタイム max25ms 後、SF03 (SS1/SLS 減速時間) に基づいた減速時間(*3)でモータ速度を減速し、SF04 (SLS レベル) 以下に制限します。機能安全カードは、関連機能コードから算出する上限速度(*4)をモータ速度が超えないか監視しています。なお、加速時間は、FRENIC-VG 本体で設定されている加速時間 (F07, C35, C46, C56, C66(*5)) に基づいて加速します。

(*4) 上限速度の詳細は「3.4 安全関連機能コード (SFコード) 詳細説明」の SF06 (SS1/SLS 上限幅) を参照してください。

(*5) 加速時間の詳細は、FRENIC-VG ユーザーズマニュアル第 4 章「4.3 機能コード説明」を参照してください。

【復帰動作】

セーフリリミテッドスピード動作中、復帰はいつでも可能です。端子 SL1, SL2 を両方とも ON (短絡) し、端子 RE を OFF (開放) ⇒ 20ms 以上 ON (短絡) ⇒ OFF (開放) すると運転中へ復帰します。復帰後のモータ速度は、FRENIC-VG で設定したモータ速度になります。モータ速度の設定については、FRENIC-VG ユーザーズマニュアルを参照してください。

⚠ 警告 ⚠

- FRENIC-VG 本体のトルク制限機能などにより、機能安全カードで設定した減速時間どおりに減速しない場合があります。セーフリリミテッドスピードによる減速に影響がある FRENIC-VG 本体の機能につきましては、3.1.2 項の制御ブロック図を参照してください。お客様の責任にて、リスクアセスメントを行い、許容可能なリスクであることを分析し、システムを設計してください。

けが、機器破損のおそれ

- SLS 中に運転指令を OFF するとモータは SF03 (SS1/SLS 減速時間) の設定値で減速停止します。お客様の責任にて、リスクアセスメントを行い、許容可能なリスクであることを分析し、システムを設計してください。

けが、機器破損のおそれ

【関連機能コード】

以下にセーフリリミティドスピードに関連する安全関連機能コードを示します。各SFコードの詳細は「3.4安全関連機能コード（SFコード）詳細説明」を参照ください。

機能コード	名称	設定可能範囲	運転中変更	データコピー	工場出荷値
SF03	SS1/SLS 減速時間	0.01 ~ 3600 [s]	×	×	5.00
SF04	SLS レベル	30 ~ 30000 [r/min]	×	×	300
SF05	SLS タイマ	0.01 ~ 3600 [s]	×	×	10.00
SF06	SS1/SLS 上限幅	0 ~ 30000 [r/min]	×	×	300
SF07	モータ最高速度（注 1）	50 ~ 30000 [r/min]	×	×	1500
SF08	上限速度待ち時間	0.00 ~ 3600 [s]	×	×	0
SF09	PG 故障検出機能	0：無効，1：有効	×	×	1
SF10	PG パルス数（注 2）	300 ~ 60000 [p/r]	×	×	1024
SF11	速度検出フィルタ	0.000 ~ 0.100 [s]	×	×	0.010
SF20	SL1/SL2 端子機能選択	0：機能なし，1：SS1，2：SLS	×	×	0
SF21	SS1 停止モード	0：速度監視，1：時間監視	×	×	1
SF22	エンコーダ選択（注 3）（注 4）	0：非推奨・エンコーダなし，1：推奨 15V，2：推奨 12V	×	×	0

（注 1） FRENIC-VG 本体で駆動するモータの最高速度と設定値を合わせてください。（関連機能コード：F03，A06，A106）

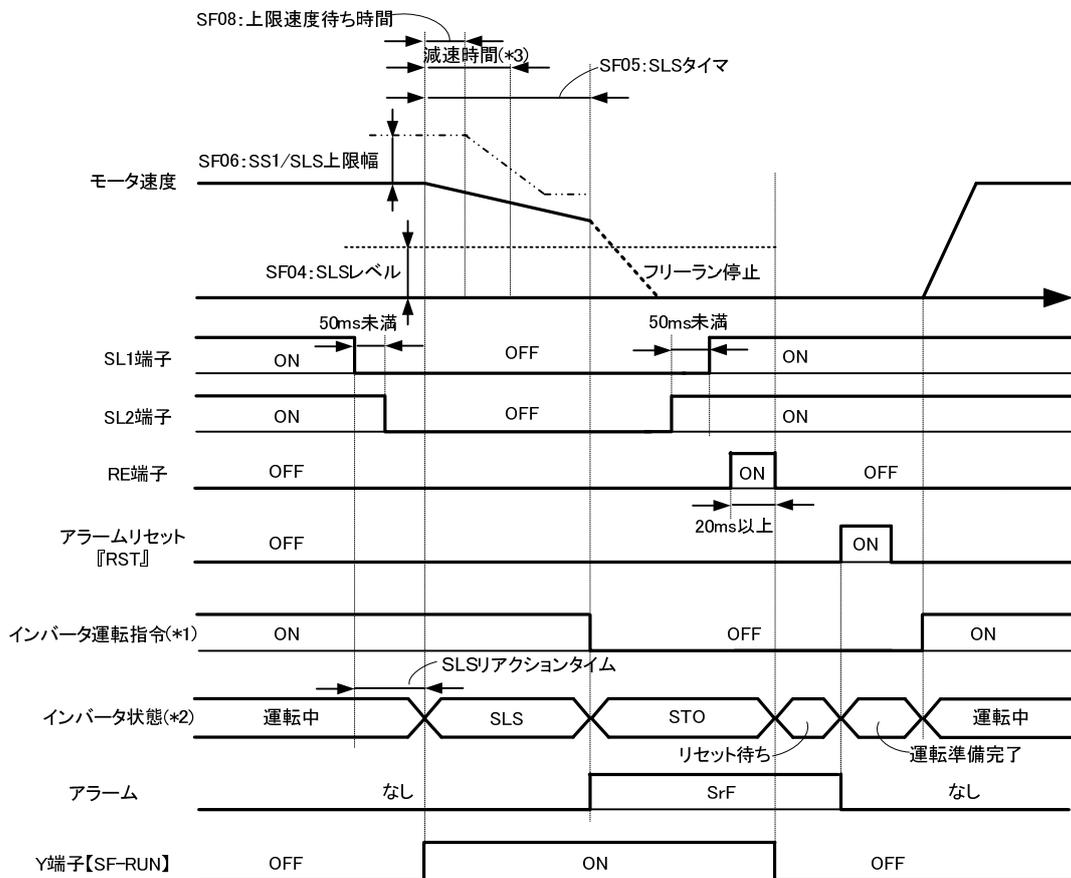
（注 2） FRENIC-VG 本体で設定した PG パルス数と設定値を合わせてください。（関連機能コード：P28，A30，A130）

（注 3） エンコーダの電源電圧及び FRENIC-VG の PGP 端子電圧（SW6）と設定値を合わせてください。
SW6 の詳細は、FRENIC-VG ユーザーズマニュアル第 3 章「3.3.3.9 各種スイッチの切換」を参照ください。

（注 4） SF22 の設定値を 1 または 2 に設定した場合、モータ切替による一時的な断線も故障と判断しアラームが発生します。
モータ切替を行う場合は、SF22 の設定値を 0 に設定してご使用ください。

3.3.4.2 セーフリミテッドスピード (SLS) のアラーム動作

機能安全カードは、セーフリミテッドスピード中、モータ速度がSF04 (SLSレベル) 以上かつSF06 (SS1/SLS上限値) 未満で停滞した場合の保護として、SF05 (SLSタイマ) による時間監視を行っています。モータ速度がSLSレベルまで減速せず、SF05 (SLSタイマ) の時間を経過した場合は、以下のアラーム動作となりますので、復帰動作に従って操作してください。



- (*1) インバータ運転指令は、FRENIC-VGの機能コード M14 (運転状態) の正転指令、または逆転指令のON/OFF 状態です。詳細は、FRENIC-VG ユーザーズマニュアル第4章「4.2 機能コード一覧表」を参照してください。
- (*2) FRENIC-VG の機能コード M52 (制御出力 1) の運転中、運転準備完了のON/OFF 状態です。詳細は、FRENIC-VG のユーザーズマニュアル第4章「4.2 機能コード一覧表」を参照してください。
- (*3) 減速時間の詳細は、「3.4安全関連機能コード (SFコード) 詳細説明」のSF03 (SS1/SLS減速時間) を参照してください。

図 3.8 SLS アラーム動作タイミングチャート

【アラーム動作】

端子 SL1, SL2 を OFF (開放) すると、SLS リアクションタイム max25ms 後、SF03 (SS1/SLS 減速時間) に基づいた減速時間(*3)でモータ速度が減速し、SF04 (SLS レベル) 以下で制限します。

ただし、モータ速度がトルク制限機能やモータ負荷により、SF04 (SLS レベル) に到達する前に SF05 (SLS タイマ) (*4) を経過した場合は、SF26 (SLS 減速異常時動作選択) で設定した動作となります。

ここでは、SF26 (SLS 減速異常時動作選択) を 0、SF23 (フォルトリアクション選択) を 0 に設定しており、SLS 減速異常が発生すると max80ms 後に、セーフトルクオフとなります。

(*4) SLSタイマの詳細は、「3.4安全関連機能コード (SFコード) 詳細説明」のSF05 (SLSタイマ) を参照してください。

【復帰動作】

運転状態への復帰は、端子 SL1, SL2 を両方とも ON (短絡) し、端子 RE を OFF (開放) ⇒20ms 以上 ON (短絡) ⇒OFF (開放) し、FRENIC-VG 本体のアラームリセット『RST』が OFF⇒ON すると運転準備完了となります。(FRENIC-VG に接続したタッチパネルの RESET ボタンでも可)

運転状態への復帰は、3.3.1.1 項と同様に操作してください。

【関連機能コード】

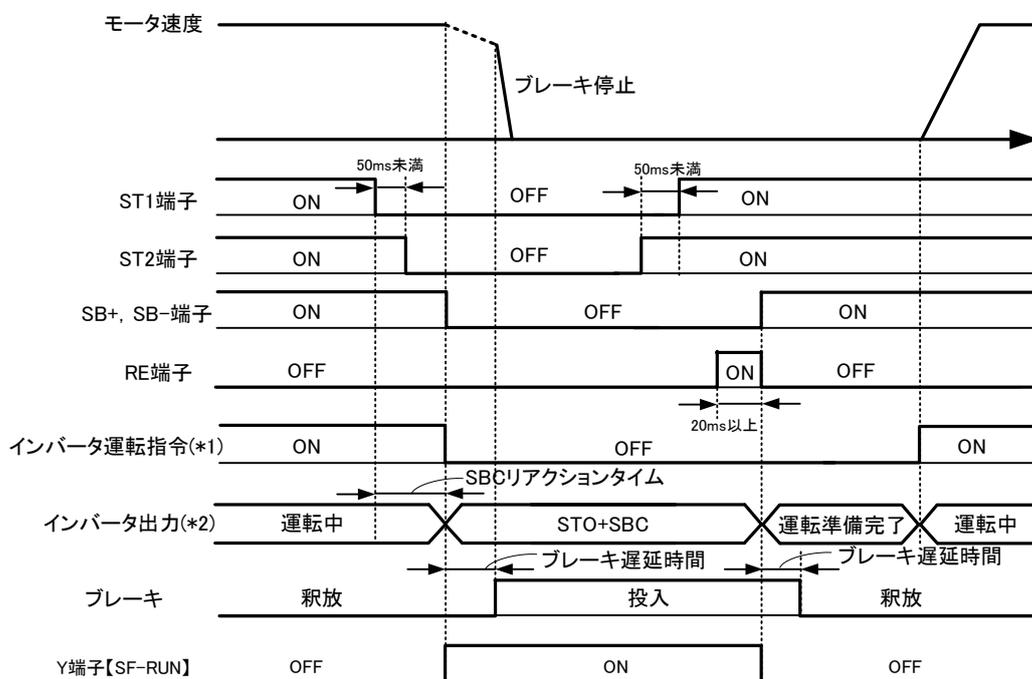
以下にセーフリミテッドスピードに関連する安全関連機能コードを示します。各SFコードの詳細は「3.4安全関連機能コード（SFコード）詳細説明」を参照ください。

機能コード	名称	設定可能範囲	運転中変更	データコピー	工場出荷値
SF23	フォルトリアクション選択	0：STO（SBC有効時はSBC動作）、1：SS1	×	×	0
SF24	SBC機能選択	0：無効、1：有効-セーフティリレー経由、2：有効-直接接続	×	×	0
SF26	SLS減速異常時動作選択	0：フォルトリアクション選択、1：軽故障選択	×	×	0
SF27	SLS上限異常時動作選択	0：フォルトリアクション選択、1：軽故障選択	×	×	0

3.3.5 セーフブレーキコントロール（SBC）の動作

3.3.5.1 セーフブレーキコントロール（SBC）の正常動作

以下に、FRENIC-VGでモータ運転中に端子、ST1、ST2をOFFし、セーフブレーキコントロール（SBC）が正常に動作したときのタイミングチャートを示す。



(*) インバータ運転指令は、FRENIC-VGの機能コード M14（運転状態）の正転指令、または逆転指令のON/OFF状態です。詳細は、FRENIC-VGユーザーズマニュアル第4章「4.2機能コード一覧表」を参照してください。

(*) FRENIC-VGの機能コード M52（制御出力1）の運転中、運転準備完了のON/OFF状態です。詳細は、FRENIC-VGのユーザーズマニュアル第4章「4.2機能コード一覧表」を参照してください。

図 3.9 SBC 動作タイミングチャート

【正常動作】

SF24（SBC機能選択）を1または2に設定している場合、端子ST1、ST2を両方ともにOFF（開放）すると、SBCリアクションタイムmax20ms後に、端子SB+、SB-がOFF（開放）し、ブレーキ遅延時間後にモータへ接続している無励磁動作形ブレーキが投入されます。SF24（SBC機能選択）が1（有効-セーフティリレー経由）の場合は、セーフティリレーの補助接点から端子BF1、BF2へのフィードバック信号を監視しますので、セーフティリレーの補助接点はb接点を使用してください。（詳細は「2.1配線図」を参照ください。）

【復帰動作】

運転状態への復帰は、端子ST1、ST2を両方ともにON（短絡）し、端子REをOFF（開放）⇒20ms以上ON（短絡）⇒OFF（開放）すると運転準備完了となります。その後、モータへ接続している無励磁動作形ブレーキがブレーキ遅延時間後に積放されます。ブレーキが確実に積放されていることを確認してからインバータ運転指令をONしてください。

⚠ 警告 ⚠

- ・ 無励磁動作形ブレーキやセーフティリレーは、お客様の責任にて、許容可能なリスクであるかシステム全体のリスクアセスメントを行ってください。
けが、機器破損のおそれ

【関連機能コード】

以下にセーフブレーキコントロールのアラーム動作後のリアクションに関連する安全関連機能コードを示します。各SFコードの詳細は「3.4安全関連機能コード（SFコード）詳細説明」を参照ください。

機能コード	名 称	設定可能範囲	運転中変更	データコピー	工場出荷値
SF24	SBC 機能選択	0：無効，1：有効-セーフティリレー経由，2：有効-直接接続	×	×	0

3.4 安全関連機能コード（SFコード）詳細説明

本項では、機能安全カードの安全関連機能コード（SFコード）の詳細な説明を記載しています。FRENIC-VG 本体の機能コードの詳細は、FRENIC-VG ユーザーズマニュアルを参照してください。

SF00	パスワード状態モニタ
SF28	安全関連機能コードオールセーブ
SF30, SF31	安全関連パスワード 1, 2

■ SF00：パスワード状態モニタ 0：ロック中，1：解除中

本安全関連機能コードでSFコードのパスワードがロック中または解除中であるかをモニタすることができます。

- ・設定値が0の場合は、パスワードがロック中で、安全関連機能コードの設定値が変更できません。設定値を変更する場合は、FRENIC-VG ロータまたはFRENIC-VG に接続したタッチパネルより、パスワードを解除してください。
- ・設定値が1の場合は、パスワード解除中なので、安全関連機能コードの設定値が変更できます。FRENIC-VG ロータまたはFRENIC-VG に接続したタッチパネルにより安全関連機能コードの設定値を変更してください。

■ SF28：安全関連機能コードオールセーブ 0：保存しない，1：オールセーブ（自動0復帰）

設定値を1に変更すると、オールセーブが実行され、変更した安全関連機能コードが機能安全カードのEEPROM（不揮発性メモリ）に保存されます。オールセーブすると、安全関連パスワードがロックされますので、安全関連機能コードを再度変更する場合は、安全関連パスワードを入力してロックを解除してください。

■ SF30, SF31：安全関連パスワード 1, 2 0000 ~ FFFF

SF30, SF31 にパスワードを入力することで、安全関連パスワードのロック状態を解除することができます。安全関連パスワードを入力する前の表示は、0000 または FFFF となります。

▲ 注意

- ・FRENIC-VG ロータの機能コード一覧画面からSF28, SF30, SF31 の設定値を直接変更できません。詳細な操作方法は、FRENIC-VG ロータの取扱説明書を参照ください。
- ・必ず、先にSF30へパスワードを入力してから、SF31へパスワードを入力してください。正しいパスワードを入力しても手順を間違った場合は、パスワードのロックを解除できません。
- ・パスワードの入力間違い回数に、制限はありません。
- ・FRENIC-VGに取り付けたタッチパネルから安全関連機能コードを変更する方法は安全規格に適合しません。安全規格に適合する必要がある場合は、必ずFRENIC-VGロータから安全関連機能コードを変更し、機能安全カードに取り付けたタッチパネルで変更途中の安全関連機能コードを確認してください。変更手順の詳細は、図 3.1 安全関連機能コード変更手順を参照ください。

SF01, SF02	SS1 レベル, SS1 タイマ
SF03, SF06	SS1/SLS 減速時間, SS1/SLS 上限幅
SF04, SF05	SLS レベル, SLS タイマ
SF07	モータ最高速度
SF08	上限速度待ち時間
SF09	PG 故障検出機能
SF20	SL1/SL2 端子機能選択
SF21	SS1 停止モード
SF22	エンコーダ選択

■ SF01：SS1 レベル 30 ~ 30000 [r/min]

セーフストップ1（速度監視）動作から、セーフトルクオフへ切り替わるモータ速度を設定します。SF21（SS1 停止モード）の設定値が0（速度監視）に設定している場合に本安全関連機能コードによる動作が有効となります。

■ SF02：SS1 タイマ 0.00 ~ 3600 [s]

セーフストップ1動作から、セーフトルクオフへ切り替わる経過時間を設定します。SF21（SS1 停止モード）の設定値が0, 1どちらに設定していても本安全関連機能コードによる動作は有効です。

■ SF03：SS1/SLS 減速時間 0.00 ~ 3600 [s]

SF07（モータ最高速度）から速度0 r/min までの減速時間を設定します。

セーフストップ1の動作が開始して、SS1 レベルまで減速するときの減速時間は、下式より算出します。

$$\text{減速時間} = \frac{\text{SF03 : SS1減速時間}}{\text{SF07 : モータ最高速度}} \times (\text{SS1動作開始時のモータ速度} - \text{SF01 : SS1レベル})$$

セーフリミットドスピードの減速時間は、上式のSF01（SS1 レベル）をSF04（SLS レベル）に置き換えて、算出します。

■ SF06：SS1/SLS 上限幅 0 ～ 30000 [r/min]

セーフストップ1動作/セーフリミテッドスピード動作時の、上限速度を設定します。機能安全カードは、安全機能動作中、上限速度を下式で算出しています。

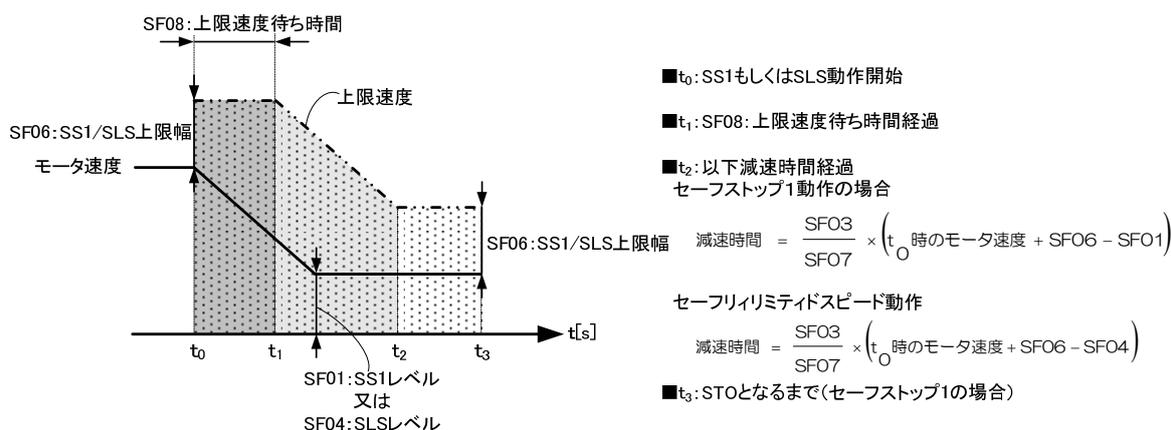


図 3.10

[t_0 から t_1 の上限速度]

$$t_0 \text{ 時のモータ速度 [r/min]} + SF06 \text{ (SS1/SLS 上限幅 [r/min])}$$

[t_1 から t_2 の上限速度]

$$\text{時間 } t \text{ の上限速度 [r/min]} = t_1 \text{ 時の上限速度} \times \left(1 - \frac{t - t_1}{t_2 - t_1} \right) \quad t_1 \leq t \leq t_2$$

[t_2 から t_3 の上限速度]

セーフストップ1動作の場合

$$SF06 \text{ (SS1/SLS 上限幅 [r/min])} + SF01 \text{ (SS1 レベル [r/min])}$$

セーフリミテッドスピード動作

$$SF06 \text{ (SS1/SLS 上限幅 [r/min])} + SF04 \text{ (SLS レベル [r/min])}$$

警告

・ SS1/SLS 上限幅は、お客様の責任にて、許容可能なリスクであるかシステム全体のリスクアセスメントを行ってください。
 けが、機器破損のおそれ

■ SF04：SLS レベル 30 ～ 30000 [r/min]

セーフリミテッドスピードにより、モータ速度を本設定値以下に制限します。

■ SF05：SLS タイマ 0.00 ～ 3600 [s]

セーフリミテッドスピードが動作してから、モータ速度がSF04 (SLSレベル) で設定した速度以下に到達するまでの制限時間を設定します。制限時間を超えた場合は、**SrF**アラームが発生します。アラーム後の動作については、3.3.4.2項を参照してください。

■ SF07：モータ最高速度 50 ～ 30000 [r/min]

セーフストップ 1 動作とセーフリミテッドスピード動作による減速時間を算出するためのモータ最高速度を設定します。FRENIC-VG 本体で設定したモータ最高速度と設定値を合わせてください。(関連機能コード: F03, A06, A106)

■ SF08：上限速度待ち時間 0.00 ～ 3600 [s]

セーフストップ1とセーフリミテッドスピードの動作が開始してから、上限速度が減速を開始するまでの待ち時間を設定します。FRENIC-VG本体機能のS字減速などに対応する場合、必要であれば設定してください。詳細は、図 3.10を参照してください。

■ SF09：PG 故障検出機能 0：無効，1：有効

機能安全カードには、インバータ運転中にエンコーダから PA, PB パルスが出力されないエンコーダ故障を検出する機能があります。工場出荷値は、設定値が 1 (有効) となっています。機械システム上 (例えば当て止めなど)、本機能が許容できない場合は、リスクアセスメントを実施の上、0 (無効) に設定してください。

■ SF20：SL1/SL2端子機能選択 0：機能なし，1：SS1，2：SLS

端子 SL1，SL2 の端子機能を設定します。セーフストップ 1 (SS1) とセーフリミティドスピード (SLS) はデジタル入力端子 SL1，SL2 を共有しているため、SS1，SLS を両方有効にすることはできません。本安全関連機能コードにより端子 SL1，SL2 は両方とも選択された機能となります。

■ SF21：SS1 停止モード 0：速度監視，1：時間監視

セーフストップ 1 は、モータ速度を監視する速度監視とモータ減速時の経過時間を監視する時間監視があり、本安全関連機能コードで設定します。速度監視に設定する場合は、推奨エンコーダを使用する必要があります。適用エンコーダの詳細は、1.3 を参照してください。

■ SF22：エンコーダ選択 0：非推奨・エンコーダなし，1：推奨 15V，2：推奨 12V

適用するエンコーダを設定します。

- ・センサレスベクトル制御や V/f 制御でエンコーダを使用しない場合や非推奨のエンコーダを使用する場合は、0 を選択してください。
- ・ベクトル制御または 1.3 適用エンコーダを使用する場合は、エンコーダの電源電圧に合わせて設定値を 1 または 2 に設定してください。また、FRENIC-VG 本体の端子 PGP の出力電圧切換スイッチ (SW6) と設定値を合わせてください。

SF23	フォルトリアクション選択
SF25	SS1 異常時動作選択
SF26	SLS 減速時異常動作選択
SF27	SLS 上限異常動作選択

■ SF23：フォルトリアクション選択 0：STO (SBC 有効時は STO 後 SBC)，1：SS1

機能安全カードに異常が発生した後の動作を選択することができます。

- ・SF23 の設定値を 0 に設定すると、機能安全カードに異常が発生した後、セーフトルクオフが動作します。SF24 の設定値を 0 以外に設定した場合は、セーフブレーキコントロールも同時に動作することができます。
- ・SF23 の設定値を 1 に設定すると、機能安全カードに異常が発生した後、セーフストップ 1 が動作します。

■ SF25：SS1 異常時動作選択 0：フォルトリアクション選択，1：軽故障選択

セーフストップ 1 動作中に、モータ速度が上限速度 (SF06 の詳細説明を参照) を超えた後や、減速時間が SF02 (SS1 タイマ) に設定した時間を超えた後の動作を選択することができます。SF25 を 0 に設定すると、SF23 が 0，1 どちらに設定していても、セーフトルクオフが動作します。SF25 を 1 に設定すると、軽故障 *S_nF* が発生しますが、運転を継続します。詳細は、表 5.1 を参照してください。

■ SF26：SLS 減速異常時動作選択 0：フォルトリアクション選択，1：軽故障選択

セーフリミティドスピード動作による減速中、モータ速度が SF04 (SLS レベル) に設定した速度に到達する前に、SF05 (SLS タイマ) に設定した時間が経過した後の動作を選択することができます。SF26 を 0 に設定すると、SF23 で設定した動作となります。SF26 を 1 に設定すると、軽故障 *S_nF* が発生しますが、運転を継続します。詳細は、表 5.1 を参照してください。

■ SF27：SLS 上限異常時動作選択 0：フォルトリアクション選択，1：軽故障選択

セーフリミティドスピード動作により、モータ速度が上限速度 (SF06 の詳細説明を参照) を超えた後の動作を選択することができます。SF27 を 0 に設定すると、SF23 で設定した動作となります。SF27 を 1 に設定すると、軽故障 *S_nF* が発生しますが、運転を継続します。詳細は、表 5.1 を参照してください。



- ・軽故障の場合は、即停止しません。よって、お客様でシステム及び機械に影響がないことを御検討の上、ご使用ください。
けが，機器破損のおそれ

SF10, SF11 エンコーダパルス数, 速度検出フィルタ

■ SF10 : PG パルス数 300 ~ 60000 [p/r]

適用するエンコーダの 1 回転あたりのパルス数を設定します。FRENIC-VG で設定したエンコーダパルス数に合わせて設定してください。(関連機能コード:P28, A30, A130)

■ SF11 : 速度検出フィルタ 0.000 ~ 0.100 [s]

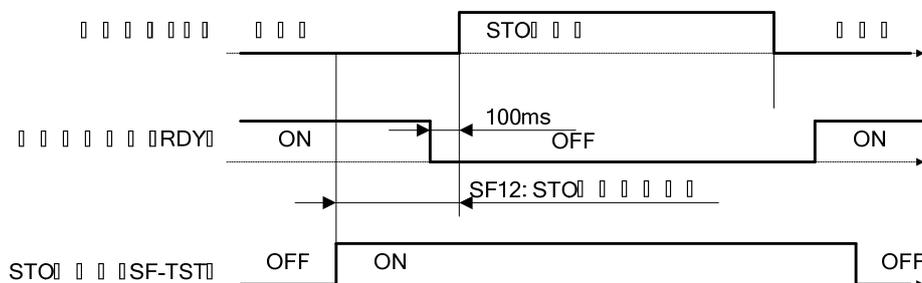
機能安全カードの速度検出値に対する一次遅れフィルタの時定数を設定します。検出速度が安定しない場合、大きい設定値に変更してください。

SF12 STO 診断予報時間

■ SF12 : STO 診断予報時間 0.0 ~ 1.0 [s]

STO 遮断回路の診断を開始するまでの予報時間を設定することができます。STO 遮断回路の診断中は、運転指令を入力しても運転できないので、始動遅れの原因となります。問題がある場合は、STO 診断中【SF-TST】を割り付けた FRENIC-VG の出力信号を上位機器に接続し、診断中は運転指令を入力しないようしてください。

尚、運転準備中【RDY】は STO 診断が開始する 100ms 前に OFF します。運転準備中【RDY】が OFF する前に STO 診断中【SF-TST】を ON する場合は、SF12 の設定値を 0.1s より大きい値に設定してください。



SF24 SBC 機能選択

■ SF24 : SBC 機能選択 0 : 無効, 1 : 有効-セーフティリレー経由, 2 : 有効-直接接続

SBC 機能を利用する場合、本機能コードで 1 または 2 に設定する必要があります。

- ・ 設定値を 1 に設定した場合、SBC信号フィードバックを端子BF1, BF2 から監視し、ブレーキ信号と不一致がある場合は、**5 F**アラームが発生します。配線方法は、図 2.1 を参照してください。
- ・ 設定値を 2 に設定した場合の配線方法は、図 2.2 を参照してください。
- ・ 設定値が、1 または 2 に設定されている場合、電源起動直後に、端子 SB+または端子 SB-が ON/OFF し、誤配線及びデジタル出力回路の故障診断機能が動作します。
- ・ 設定値を 0 から 1 または 2 に変更し、オールセーフ実施後、即設定値通りに動作します。

第4章 タッチパネル表示

4.1 機能安全カードに取り付け時のタッチパネル表示

4.1.1 安全関連機能コードの表示

機能安全カードにタッチパネルを直接取り付けて安全関連機能コードの設定値を確認します。安全規格上、安全関連機能コードは設定手段と確認手段を分ける必要があるため、機能安全カードに直接タッチパネルを接続可能としています。

電源投入時は、下図のデータ確認画面となり、現在選択しているSFコードを点滅表示します。

他のSFコードを表示する場合は、 $\triangleleft/\triangleleft$ キーでカーソルを移動してください。 $\text{SHIFT}+\triangleleft$ キーまたは \triangleleft キーのダブルキー操作でSFコードの先頭または末尾に移動できます。

工場出荷値から変更されている設定値である場合、設定値の左に*が表示されます。

FRENIC-VG 本体の機能コードは、表示および設定変更することはできません。FRENIC-VG 本体の機能コードを表示および設定変更する場合は、タッチパネルをFRENIC-VG 本体に取り付けてください。

SF01		150	r/min
SF02	*	12.0	sec
SF03		5.00	sec
SF04	*	200	r/min
			◀▶

操作ガイドは表示しない。上下継続あり矢印は表示。

上記画面から $\text{SHIFT}+\text{PRG}$ キーのダブルキー操作で、下記画面のSFコード名称表示画面へ移行します。もう一度、 $\text{SHIFT}+\text{PRG}$ キーのダブルキー操作をすると上記画面のSFコード設定画面に移行します。

SF01		SS1	LVL
SF02	*	SS1	TIM
SF03		DEC	TIM
SF04	*	SLS	LVL
			◀▶

SFコードの設定値を変更操作中、オールセーブを行う前のデータ表示は、下記画面の白黒反転表示となります。オールセーブを行うと白黒反転表示ではなくなります。

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	SF01		150	r/min									
1	SF02	*	12.0	sec									
2	SF03		7.00	sec									
3	SF04	*	200	r/min									
4													◀▶

「*」は初期値から変化あり

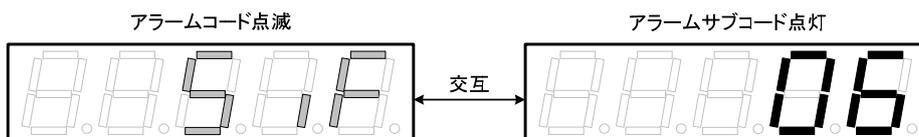
反転は変更操作中

「*」は初期値から変化あり

4.1.2 アラームの表示

機能安全カードに直接取り付けたタッチパネルでは、アラームコードとサブコード(十進数)をLED画面に交互に表示します。

(SFのアラームサブコード10は非表示)機能安全カードのアラームが多重で発生した場合は、サブコードが小さいアラームを優先して表示します。



4.2 FRENIC-VG本体に取り付け時のタッチパネル表示

4.2.1 安全関連機能コードの表示

FRENIC-VG 本体に取り付けたタッチパネルから安全関連機能コードを表示することができます。データ設定画面の表示方法など、詳細は FRENIC-VG ユーザーズマニュアル第 3 章「3.4.4.2 機能コードを設定する「1.データ設定」」を参照ください。

4.2.2 アラームの表示

機能安全カードのアラームが発生した場合、FRENIC-VG 本体に取り付けたタッチパネルの LED モニタにアラームが表示されます。同一のアラームコードで異なるアラームサブコードが多重が発生した場合は、先に発生したアラームを優先して表示します。多重アラームの確認方法は、FRENIC-VG ユーザーズマニュアル3章「3.4.4.8 アラームの情報を調べる「7.アラーム ショウホウ」」を参照ください。なお、アラームサブコードは十六進数で表示します。

《機能安全カードの多重アラーム発生例》

SLS 上限速度超過 (S-F: 00 15) →異常発生後のセーフストップ1動作→SS1 上限速度超過 (S-F: 00 13)

上記例のように同一のアラームコードで多重アラームが発生した場合、タッチパネルには、先に発生した S-F (00 15) を表示します。

4.2.3 I/Oチェックの表示

FRENIC-VG 本体に取り付けたタッチパネルの I/O チェック機能にて、機能安全カードの各端子の状態を確認することができます。端子 BF1, BF2 以外は、口部分が■となっていた場合、ON (短絡) 状態であることを示します。(端子 BF1, BF2 は、口の時に ON (短絡) 状態です。)I/O チェック画面の表示方法など、詳細は FRENIC-VG ユーザーズマニュアル第 3 章「3.4.4.5 入出力信号状態をチェックする「4. I/O チェック」」を参照ください。

S	T	1	S	T	2	R	E				
S	L	1	S	L	2						
S	B	+	S	B	-						
B	F	1	B	F	2						
^	V	⇒	ペ	ー	ジ	キ	リ	カ	工	2	1

4.3 ソフトウェアバージョン (FRENIC-VG本体取り付け時)

タッチパネルのメンテナンス情報にて、機能安全カードの ROM バージョンを確認することができます。メンテナンス情報の表示方法など、詳細は FRENIC-VG ユーザーズマニュアル第 3 章「3.4.4.6 メンテナンス情報を見る「5.メンテナンス」」を参照ください。

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	S	A	F	E	=	Q	4	x	x	x	x		
1					Q	5	x	x	x	x			
2													
3													
4	^	V	⇒	ペ	ー	ジ	キ	リ	カ	工	1	4	

第5章 アラーム保護機能

5.1 アラームコード一覧

機能安全カードのアラームコード一覧を以下に示します。

表 5.1 アラームコード一覧

コード	アラームサブコード	名称	重故障対象	軽故障対象(*1)	アラームリセット可否(*2)	フォルトリアクション (アラーム発生後の動作)		参照ページ
						SF23=0	SF23=1	
SfF	0001 (8001)	内部電源異常	○	—	否	STO(*3)		42
	0002 (8002) 0003 (8003)	エンコーダ異常	○	—	否	STO(*3)		42
	0004 (8004)	エンコーダ検出速度異常	○	—	否	STO(*3)		42
	0005 (8005)	SBC 過電圧	○	—	否	STO(*3)		43
	0006 (8006)	SBC 過電流	○	—	否	STO(*3)		43
	0007 (8007)	オプションカード温度異常	○	—	否	STO(*3)		43
	0008 (8008) 0009 (8009)	CPU 異常	○	—	否	STO(*3)	SS1	43
	000A (800A)	FRENIC-VG 通信異常	○	—	否	— (*4)	— (*4)	44
	000b (800b)	SBC 出力信号異常	○	—	否	STO(*3)	SS1	44
	000c (800c)	STO 遮断回路異常	○	—	否	STO(*3)	SS1	44
000d (800d)	SBC 入力信号異常	○	—	否	STO(*3)	SS1	44	
Srf	000E (800E)	端子 ST1, ST2 入力不一致	○	—	可	STO(*3)		45
	000F (800F)	端子 SL1, SL2 入力不一致	○	—	可	STO(*3)	SS1	45
	0010 (8010) 0011 (8011)	機能安全カード通信異常	○	—	可	STO(*3)		44
						STO(*3)	SS1	
	0012	メモリ異常	○	—	可	STO(*3)	SS1	45
	0013 (8013)	SS1 上限速度 またはタイマ超過	○	—	可	STO(*3)		46
	0014 (8014)	SLS タイマ超過	○	—	可	STO(*3)	SS1	46
0015 (8015)	SLS 上限速度超過	○	—	可	STO(*3)	SS1	47	
Srf	0016 (8016)	SS1 上限速度 またはタイマ超過	—	○	—	運転継続(*5)		46
	0017 (8017)	SLS タイマ超過	—	○	—	運転継続(*6)		46
	0018 (8018)	SLS 上限速度超過	—	○	—	運転継続(*7)		47

(*1) 軽故障の詳細は、FRENIC-VG ユーザーズマニュアル第3章「3.4.3.5 軽故障表示のモニタ」を参照ください。

(*2) アラームリセットが否の項目は、アラーム要因を取り除き、電源再起動でアラームを解除してください。

アラームリセットが可の項目は、アラーム要因を取り除き、端子RE操作およびFRENIC-VG本体のRESET操作で解除してください。各アラームサブコードのトラブルシューティングは「5.2トラブルシューティング」を参照ください。

(*3) SF24の設定値が1または2の場合は、セーフブレーキコントロールも動作します。

(*4) セーフトルクオフなど、安全機能は動作しません。FRENIC-VG 本体のアラーム動作と同じフリーラン停止します。

(*5) SF25の設定値が1の場合に動作します。

(*6) SF26の設定値が1の場合に動作します。

(*7) SF27の設定値が1の場合に動作します。

5.2 トラブルシューティング

下記トラブルシューティングを行っても解決しない場合は、故障の可能性がありますので、弊社へ調査・修理を依頼してください。

[1] SF アラームサブコード 0001(8001) 内部電源異常

現象 機能安全カードの内部電源が異常な電圧となった。

原因	チェックと対策
(1) 内部電源異常	→ 基板上に異物などが付着していないか確認してください。
(2) 周囲から強いノイズを受けた	ノイズ対策（接地の状態、信号線や通信ケーブル/主回路配線の設置方法など）を確認する。 → ノイズ対策を行う。 → 主回路配線と制御回路配線を可能な限り離す。

[2] SF アラームサブコード 0002/0003(8002/8003) エンコーダ異常

現象 エンコーダの配線が断線または短絡した

原因	チェックと対策
(1) エンコーダの配線が断線または短絡している	エンコーダが正しく接続されているか、断線または短絡はないか確認する。 → エンコーダが正しく接続されているかを確認する、またはねじを増し締めする。 → 接続部が被覆を噛み込んでいないかを確認する。 → 断線及び短絡していない配線と交換する。
(2) 推奨するエンコーダ以外	→ SS1 速度監視またはSLSを使用する場合は、1.3 項の推奨エンコーダに交換してください。 → SS1 時間監視に安全関連機能コードを変更してください。
(3) SF22（エンコーダ電源電圧）と端子 PGP の電圧設定が間違っている	→ SF22 の設定値と FRENIC-VG 本体の SW6 が正しいか確認する。 詳細は、FRENIC-VG ユーザーズマニュアル第 3 章「3.3.3.9 各種スイッチの切替」を参照ください。
(4) エンコーダがモータに正しく設置されていない	→ エンコーダがモータへ確実に設置されていることを確認してください。 → エンコーダを取り付け直す。
(5) エンコーダ からの配線が細い	→ エンコーダからの配線が推奨電線サイズを満たしているか確認する。 → 推奨電線サイズに変更する。 詳細は、FRENIC-VG ユーザーズマニュアル第 3 章「3.3.3.2 ねじ仕様および推奨電線サイズ」を参照ください。
(6) 制御回路端子台の接触不良	制御回路端子台が本体にしっかりと取り付けられていることを確認する。
(7) 周囲から強いノイズを受けた	ノイズ対策（接地の状態、信号線や通信ケーブル/主回路配線の設置方法など）を確認する。 → ノイズ対策を行う。 → 主回路配線と制御回路配線を可能な限り離す。
(8) エンコーダの故障	→ エンコーダを交換してください。
(9) 安全関連機能コードの設定値が間違っている	当て止め制御など運転中にモータが回転しないアプリケーションに使用している。 → PG 故障検出機能（SF09）を 0（無効）にする。

[3] SF アラームサブコード 0004(8004) エンコーダ検出速度異常

現象 検出したモータ速度が異常となった

原因	チェックと対策
(1) 周囲から強いノイズを受けた	ノイズ対策（接地の状態、信号線や通信ケーブル/主回路配線の設置方法など）を確認する。 → ノイズ対策を行う。 → SF11（速度検出フィルタ）の設定値を大きくする。 → 主回路配線と制御回路配線を可能な限り離す。

[4] 5 F アラームサブコード 0005 (8005) SBC過電圧

現象 端子 PIS - CMS への供給電圧が過電圧検出レベルを超えた、または電源が供給されていない

原因	チェックと対策
(1) 供給電圧が 30Vdc を超えている	供給電圧が max30Vdc であるか確認する。 → 供給電圧を 20~30Vdc かつセーフティリレーの仕様範囲内に合わせる。
(2) 電源が供給されていない	電源が供給されていることを確認する。 → 電源を供給する。
(3) 周囲から強いノイズを受けた	ノイズ対策（接地の状態、信号線や通信ケーブル/主回路配線の設置方法など）を確認する。 → ノイズ対策を行う。 → 主回路配線と制御回路配線を可能な限り離す。

[5] 5 F アラームサブコード 0006 (8006) SBC過電流

現象 端子 SB+, SB- の出力電流が過電流検出レベルを超えた

原因	チェックと対策
(1) セーフティリレーのコイルまたはブレーキコイルが短絡している	セーフティリレー及びブレーキが正しく接続されているかを確認する。 → 配線を取り付け直す。 隣接する端子間で短絡していないかを確認する。 → 配線を取り付け直す。 セーフティリレーのコイルまたはブレーキコイルが短絡していないかを確認する。 → セーフティリレーまたはブレーキコイルを交換する。 → それでも、アラームが解除されない場合は、機能安全カードを交換してください。
(2) 周囲から強いノイズを受けた	ノイズ対策（接地の状態、信号線や通信ケーブル/主回路配線の設置方法など）を確認する。 → ノイズ対策を行う。 → 主回路配線と制御回路配線を可能な限り離す。

[6] 5 F アラームサブコード 0007 (8007) オプションカード温度異常

現象 オプションカードの温度が許容値を超えた

原因	チェックと対策
(1) 周囲温度がインバータの仕様範囲を超えている	周囲温度を測定する。 → 周囲温度をインバータの仕様範囲にする。
(2) 周囲から強いノイズを受けた	ノイズ対策（接地の状態、信号線や通信ケーブル/主回路配線の設置方法など）を確認する。 → ノイズ対策を行う。 → 主回路配線と制御回路配線を可能な限り離す。
(3) 温度検出回路の故障	→ 電源再投入してください。それでも、アラームが解除されない場合は、オプションカードを交換してください。

[7] 5 F アラームサブコード 0008/0009 (8008/8009) CPU異常

現象 CPU に異常などのエラーが発生した

原因	チェックと対策
(1) 周囲から強いノイズを受けた	ノイズ対策（接地の状態、信号線や通信ケーブル/主回路配線の設置方法など）を確認する。 → ノイズ対策を行う。 → 主回路配線と制御回路配線を可能な限り離す。

[8] *SrF* アラームサブコード *000A (800A)* FRENIC-VG通信異常
SrF アラームサブコード *00 10/00 11 (80 10/80 11)* 機能安全カード通信異常

現象 FRENIC-VG または機能安全カードに通信異常が発生した

原因	チェックと対策
(1) 機能安全カードの接続不良	機能安全カードが正しく接続されているか確認する。 → 機能安全カードを取り付け直す。
(2) 周囲から強いノイズを受けた	ノイズ対策（接地の状態、信号線や通信ケーブル／主回路配線の設置方法など）を確認する。 → ノイズ対策を行う。 → 主回路配線と制御回路配線を可能な限り離す。

[9] *SrF* アラームサブコード *000b (800b)* SBC出力信号異常

現象 端子SB+, SB-の出力信号が異常となった

原因	チェックと対策
(1) 端子SB+, SB-がONしない	端子IOチェックでSB+, SB-がONしていることを確認する。
(2) 供給電圧レベルが低い	供給電圧が20~30Vdcであるか確認する。 → 供給電圧を20~30Vdcに合わせる。
(3) 周囲から強いノイズを受けた	ノイズ対策（接地の状態、信号線や通信ケーブル／主回路配線の設置方法など）を確認する。 → ノイズ対策を行う。 → 主回路配線と制御回路配線を可能な限り離す。

[10] *SrF* アラームサブコード *000C (800C)* STO遮断回路異常

現象 STO 遮断回路が異常となった

原因	チェックと対策
(1) 機能安全カードの接続不良	機能安全カードが正しく接続されているか確認する。 → 機能安全カードを取り付け直す。
(2) 端子EN1, EN2がOFFになっている	IOチェックでの端子EN1, EN2がONしていることを確認する。 → 端子EN1, EN2をONする。
(3) 制御回路端子台の接触不良	制御回路端子台がFRENIC-VG本体にしっかりと取り付けられていることを確認する。
(4) 周囲から強いノイズを受けた	ノイズ対策（接地の状態、信号線や通信ケーブル／主回路配線の設置方法など）を確認する。 → ノイズ対策を行う。 → 主回路配線と制御回路配線を可能な限り離す。

[11] *SrF* アラームサブコード *000d (800d)* SBC入力信号異常

現象 端子BF1, BF2の入力信号が異常となった

原因	チェックと対策
(1) 配線が間違っている	配線が2.1配線図の図2.1または図2.2通りか確認する。 → 配線を取り付け直す。 → SBC機能選択(SF24)と配線を合わせる。
(2) 仕様外のセーフティリレーを使用している	コイル電圧24Vdc, 補助接点がb接点であることを確認する。 → 仕様内であるセーフティリレーに交換する。
(3) セーフティリレーが故障している	セーフティリレーが溶着または短絡していないことを確認する。 → セーフティリレーを交換する。
(4) 周囲から強いノイズを受けた	ノイズ対策（接地の状態、信号線や通信ケーブル／主回路配線の設置方法など）を確認する。 → ノイズ対策を行う。 → 主回路配線と制御回路配線を可能な限り離す。

[12] S-r-F アラームサブコード 000E (800E) 端子ST1, ST2 入力不一致

現象 端子ST1, ST2 のON/OFF が不一致となった

原因	チェックと対策
(1) 配線が間違っている	配線が 2.1 配線図の 図 2.1 通りか確認する。 → 配線を取り付け直す。
(2) ST1, ST2 入力端子の ON/OFF が一致していない	I/O チェックで ST1, ST2 の ON/OFF を確認する。 → ON/OFF が一致するようにリレーを操作してください。 → リレーが溶着などしていないか確認してください。その場合は、リレーを交換してください。 → ON/OFF のタイミングのズレを確認してください。50ms 以上タイミングがズレないようにしてください。
(3) 周囲から強いノイズを受けた	ノイズ対策（接地の状態、信号線や通信ケーブル/主回路配線の設置方法など）を確認する。 → ノイズ対策を行う。 → 主回路配線と制御回路配線を可能な限り離す。

[13] S-r-F アラームサブコード 000F (800F) 端子SL1, SL2 入力不一致

現象 端子SL1, SL2 のON/OFF が不一致となった

原因	チェックと対策
(1) 配線が間違っている	配線が 2.1 配線図の 図 2.1 通りか確認する。 → 配線を取り付け直す。
(2) SL1, SL2 入力端子の ON/OFF が一致していない	I/O チェックで SL1, SL2 の ON/OFF を確認する。 → ON/OFF が一致するようにリレーを操作してください。 → リレーが溶着などしていないか確認してください。その場合は、リレーを交換してください。 → ON/OFF のタイミングのズレを確認してください。50ms 以上タイミングがズレないようにしてください。
(3) 周囲から強いノイズを受けた	ノイズ対策（接地の状態、信号線や通信ケーブル/主回路配線の設置方法など）を確認する。 → ノイズ対策を行う。 → 主回路配線と制御回路配線を可能な限り離す。

[14] S-r-F アラームサブコード 0012 メモリ異常

現象 データの読み出し書き込みに失敗した

原因	チェックと対策
(1) SF コードデータ書き込み中（特に初期化中など）に、電源を遮断し、制御電源が低下した	データ初期化（ローダのみ）で SF コードのデータを初期化し、初期化終了後、  キーでアラームが解除可能かを確認する。 → 初期化された機能コードデータを元に戻し(*1)、運転を再開する。
(2) SF コードデータ書き込み中（特に初期化中など）、周囲から強いノイズを受けた	ノイズ対策（接地の状態、制御/主回路配線と設置）の方法を確認する。また、(1) と同じチェックを行う。 → ノイズ対策を行い、初期化された SF コードデータを元に戻し、運転を再開する。

(*1) 初期化する前に、安全関連機能コードの設定値を記録してください。詳細は、FRENIC-VG ローダの取扱説明書を参照ください。

[15] *SrF* アラームサブコード 00 13 (80 13) SS1 上限速度またはタイマ超過
SrF アラームサブコード 00 16 (80 16) 同上

現象 SS1 (速度監視) 動作中にモータ速度が SS1 上限速度を超過またはモータ速度が SS1 レベル到達前に SS1 タイマを超過した

原因	チェックと対策
(1) S字加減速・曲線加減速で運転している	曲線加減速 (FRENIC-VG 機能コード F67~F70) のデータを確認する。 → 直線加減速を設定する。(F67~F70=0)
(2) 負荷が過大である	出力電流を測定する。 → 負荷を軽減する。
(3) トルク制限動作でモータ発生トルクが制限されている	トルク制限レベル (FRENIC-VG 機能コード F40~F45) のデータが適切な値に設定されているかを確認する。また、トルク制限(レベル1, レベル2 選択) 『TL2/TL1』 が正しいか確認する。 → F40~F45 を適切な値に変更するか、キャンセルする。 → トルク制限(レベル1, レベル2 選択) 切換信号を正しくする。 (1)と同じSF コードのデータを確認及び調整する。
(4) 安全関連機能コードの設定値が間違っている	SS1 レベル (SF01), SS1 タイマ (SF02), SS1/SLS 減速時間 (SF03), SS1/SLS 上限幅 (SF06), モータ最高速度 (SF07), 上限速度待ち時間 (SF08), PG パルス数 (SF10), SS1/SLS 端子機能選択 (SF20), SS1 停止モード (SF21) のデータを確認する。 → 安全関連機能コードの設定値を見直す。

[16] *SrF* アラームサブコード 00 14 (80 14) SLSタイマ超過
SrF アラームサブコード 00 17 (80 17) 同上

現象 SLS 動作中にモータ速度が SLS レベルに到達前に SLS タイマを超過した

原因	チェックと対策
(1) S字加減速・曲線加減速で運転している	曲線加減速 (FRENIC-VG 機能コード F67~F70) のデータを確認する。 → 直線加減速を設定する。(F67~F70=0)
(2) 負荷が過大である	出力電流を測定する。 → 負荷を軽減する。 (1)と同じSF コードのデータを確認及び調整する。
(3) トルク制限動作でモータ発生トルクが制限されている	トルク制限レベル (FRENIC-VG 機能コード F40~F45) のデータが適切な値に設定されているかを確認する。また、トルク制限(レベル1, レベル2 選択) 『TL2/TL1』 が正しいか確認する。 → F40~F45 を適切な値に変更するか、キャンセルする。 → トルク制限(レベル1, レベル2 選択) 切換信号を正しくする。 (1)と同じSF コードのデータを確認及び調整する。
(4) 安全関連機能コードの設定値が間違っている	SS1/SLS 減速時間 (SF03), SLS レベル (SF04), SLS タイマ (SF05), SS1/SLS 上限幅 (SF06), モータ最高速度 (SF07), 上限速度待ち時間 (SF08), PG パルス数 (SF10), SS1/SLS 端子機能選択 (SF20) のデータを確認する。 → 安全関連機能コードの設定値を見直す。

[17] *SrF* アラームサブコード 00 15 (80 15) SLS上限速度超過
SrF アラームサブコード 00 18 (80 18) 同上

現象 SLS 動作中にモータ速度が SLS 上限速度を超過した

原因	チェックと対策
(1) S字加減速・曲線加減速で運転している	<p>曲線加減速 (FRENIC-VG 機能コード F67~F70) のデータを確認する。 → 直線加減速を設定する。(F67~F70=0) SLS タイマ (SF05), SS1/SLS 減速時間 (SF03), SS1/SLS 上限幅 (SF06), 上限速度待ち時間 (SF08) のデータを確認する。 → SS1/SLS 減速時間 (SF03) を長くする。 → SLS タイマ (SF05) を長くする。 → SS1/SLS 上限幅 (SF06) を大きくする。 → 上限速度待ち時間 (SF08) を長くする。</p>
(2) 負荷が過大である	<p>出力電流を測定する。 → 負荷を軽減する。 (1)と同じSF コードのデータを確認及び調整する。</p>
(3) トルク制限動作でモータ発生トルクが制限されている	<p>トルク制限レベル (FRENIC-VG 機能コード F40~F45) のデータが適切な値に設定されているかを確認する。また、トルク制限(レベル1, レベル2選択)『TL2/TL1』が正しいか確認する。 → F40~F45 を適切な値に変更するか、キャンセルする。 → トルク制限(レベル1, レベル2選択)切換信号を正しくする。 (1)と同じSF コードのデータを確認及び調整する。</p>
(4) 安全関連機能コードの設定値が間違っている	<p>SS1/SLS 減速時間 (SF03), SLS レベル (SF04), SS1/SLS 上限幅 (SF06), モータ最高速度 (SF07), 上限速度待ち時間 (SF08), PG パルス数 (SF10), SS1/SLS 端子機能選択 (SF20) のデータを確認する。 → 安全関連機能コードの設定値を見直す。</p>

第6章 規格対応

6.1 セーフティ規格への対応についての注意

1) 端子ST1, ST2, SL1, SL2, 24Sの配線方法

- 安全停止機能は、端子ST1, ST2, SL1, SL2に電流が流れなくなる事で動作します。各端子と端子24S間のON/OFFはEN ISO13849-1 PL=d Cat.3以上またはIEC/EN61508 SIL2以上に適合したセーフティリレーなどのセーフティコンポーネンツを使用して確実に遮断出来るようにしてください。
- 端子ST1, ST2, SL1, SL2, 24Sと外部のセーフティコンポーネンツ間の配線は、機械メーカー殿の責任において、短絡が発生しないように十分に注意して配線作業を行ってください。
(例：この配線が制御盤の扉に挟まれて端子ST1, ST2, SL1, SL2と端子24S間が短絡しセーフティコンポーネンツがOFFにも関わらず各端子に電流が流れ続け安全機能が動作しない場合があります。あるいはこの配線が他の配線と触れて端子ST1, ST2, SL1, SL2に電流が流れ続け安全機能が動作しない場合があります。)
- 端子ST1, ST2, SL1, SL2は必ず60ms以上OFFさせてください。

2) 端子SB+, SB-, SF1, SF2, PIS, CMBの配線方法

- セーフブレーキコントロール機能は、無励磁動作ブレーキを想定していますので、端子SB+, SB-, SF1, SF2, PIS, CMBの配線方法を間違えたり、短絡されていたりすると、ブレーキが無励磁状態とならずブレーキがかかりません。
- 端子SB+, SB-, SF1, SF2, PIS, CMBの配線は、機械メーカー殿の責任において、短絡しないよう十分に注意して配線作業を行ってください

3) 各安全機能動作(STO, SS1, SLS)についての注意

- セーフトルクオフ(STO)機能、セーフストップ1(SS1)機能、セーフリミテッドスピード(SLS)機能を使用して製品安全システムを構築する場合は、端子ST1, ST2, SL1, SL2に接続される外部機器および配線だけでなく、他の装置・機器や配線を含めた機械装置全体のリスクアセスメントを、機械メーカー殿が必要とする製品安全システムに対して、機械メーカー殿の責任において実施し、機械装置全体がその製品安全システムに適合していることを確認する必要があります。また予防保全のために、製品安全システムが正しく動作するかを必ず定期点検を実施し確認してください。
- セーフティ対応規格に対応する場合は、IP54以上の保護構造の制御盤にインバータを設置する必要があります。
- セーフティ対応規格に対応させる場合は、欧州規格EN61800-5-1およびEN61800-3に適合させる必要があります。
- セーフトルクオフ(STO)機能によってモータはフリーラン停止します。機械装置全体の安全システム上、メカブレーキによる停止や保持を行なう場合は、本機能安全カードのセーフブレーキコントロール(SBC)機能を利用してください。
- 端子ST1, ST2からインバータの出力遮断部までの安全遮断回路は2重化回路(冗長回路)になっており、単一故障が発生しても、セーフトルクオフ(STO)機能が損なわれることはありません。安全遮断回路の単一故障を検出した場合は、ST1-24S間およびST2-24S間がON状態であってもインバータをフリーラン停止させます。
また、単一故障を検出した場合は外部にアラームを出力します。(ただし、全ての単一故障に対してアラーム出力を保証するものではありません。EN ISO13849-1 PL=d Cat.3準拠。)
- セーフトルクオフ(STO)機能は、モータに供給する電源を電氣的に完全に遮断するものではありません。配線・メンテナンスなどの作業は、必ずインバータの入力電源を遮断して5分以上経過してから行ってください。

⚠警告⚠

- 多重システムに機能安全カードを適用する場合は、機能安全カードを搭載する前に必ず、FRENIC-VGの機能コードを設定し、多重システムで試運転を行ってから搭載してください。多重システムの設定を行う前に、誤接続や誤設定がある状態で、機能安全カードを搭載するとインバータが故障する可能性があります。

けが、機器破損のおそれ

4) 配線確認

初期立ち上げおよびメンテナンスで配線の変更を行った場合は、インバータ停止状態で必ず下記のテストを実施ください。

- ST1, ST2, SL1, SL2の各端子をオフ(開放)、オン(短絡)させ、タッチパネルI/Oチェックにて該当のインジケータが消灯、点灯すること。
- ST1, ST2をどちらか一方のみオフ(開放)させ、**SrF**アラーム(サブコード *000E*または *800E*)が発生すること。
- SL1, SL2をどちらか一方のみオン(短絡)させ、**SrF**アラーム(サブコード *000F*または *800F*)が発生すること。

5) 安全機能のテスト

- セーフトルクオフ(STO)機能、セーフストップ(SS1)機能、セーフリミテッドスピード(SLS)機能、セーフブレーキコントロール(SBC)機能の各安全機能が定期的に起動されないアプリケーションについては、各安全機能が正しく動作することを、年に一度以上確認してください。

6) 安全機能を利用する際の注意事項

- 本オプションは、電源起動時と停止時間の合計が50分経過後、STO遮断回路の診断を行います。診断中はインバータが運転指令を受け付けられないため、始動に遅れが生じる可能性があります。始動の遅れが問題ある場合は、FRENIC-VG本体のDO機能『SF-TST』を割り付けたY端子の出力信号を用い、診断中に運転を回避するなど、問題がないよう上位機器と組み合わせてください。『SF-TST』の詳細な動作は、「3.2機能コード一覧表」のY端子の詳細説明と、「3.4安全関連機能コード(SFコード)詳細説明」のSF12を参照してください。

高性能ベクトル制御形インバータ FRENIC-VG 用
機能安全カード

OPC-VG1-SAFE

取扱説明書

初 版 2012年 10月

富士電機株式会社

- この取扱説明書の一部または全部を無断で複製・転載することはお断りします。
- この説明書の内容は将来予告なしに変更することがあります。
- 本書の内容については、万全を期して作成いたしました。万が一不審の点や誤り、記載もれなど、お気づきの点がありましたら、ご連絡ください。
- 運用した結果の影響については、上項にかかわらず責任を負いかねますのでご了承ください。

富士電機株式会社 パワエレ機器事業本部 ドライブ事業部

〒141-0032 東京都品川区大崎一丁目 11 番 2 号 (ゲートシティ大崎イーストタワー)

URL <http://www.fujielectric.co.jp/>

営業統括本部 本社	(03) 5435-7009	〒141-0032 東京都品川区大崎一丁目 11 番 2 号 (ゲートシティ大崎イーストタワー)
北関東支店	(048) 834-3136	〒330-0071 埼玉県さいたま市浦和区上木崎二丁目 11 番 21 号
東関東支店	(043) 266-7621	〒260-0843 千葉県千葉市中央区末広四丁目 20 番 1 号
北海道支社	(011) 271-7231	〒060-0031 北海道札幌市中央区北一条東二丁目 5 番地 2 (札幌泉第一ビル)
東北支社	(022) 225-5356	〒980-0011 宮城県仙台市青葉区上杉三丁目 3 番 30 号
北陸支社	(076) 441-1236	〒930-0004 富山県富山市桜橋通 3 番 1 号 (富山電気ビル)
中部支社	(052) 746-1014	〒460-0007 愛知県名古屋市中区新栄一丁目 5 番 8 号 (広小路アクアプレイス)
関西支社	(06) 6455-3833	〒553-0002 大阪府大阪市福島区鷺洲一丁目 11 番 19 号 (富士電機大阪ビル)
中国支社	(082) 247-4240	〒730-0022 広島県広島市中区銀山町 14 番 18 号
四国支社	(087) 851-9101	〒760-0017 香川県高松市番町一丁目 6 番 8 号 (高松興銀ビル)
九州支社	(092) 262-7808	〒812-0025 福岡県福岡市博多区店屋町 5 番 18 号 (博多 NS ビル)
沖縄支社	(098) 862-8625	〒900-0004 沖縄県那覇市銘苅二丁目 4 番 51 号 (ジェイツービル)

全国サービスネットワーク 富士電機 FA サービス株式会社

北海道サービスステーション	(011) 241-6142	〒060-0031 北海道札幌市中央区北一条東 2-5-2 (札幌泉第一ビル)
東北サービスステーション	(022) 225-5356	〒980-0811 宮城県仙台市青葉区一番町 1-3-1 (日本生命仙台ビル)
東日本サービスセンター	(03) 6717-0635	〒108-0075 東京都港区港南 2-4-13 (スターゼン品川ビル)
北陸サービスステーション	(076) 441-1236	〒930-0004 富山県富山市桜橋通 3-1 (富山電気ビル)
中部サービスセンター	(052) 746-3011	〒460-0007 愛知県名古屋市中区新栄 1-5-8 (広小路アクアプレイス)
西日本サービスセンター	(078) 991-2125	〒651-2271 兵庫県神戸市西区高塚台 4-1-1
中国サービスステーション	(082) 247-4241	〒730-0022 広島県広島市中区銀山町 14-18
九州サービスステーション	(092) 262-7862	〒812-0025 福岡県福岡市博多区店屋町 5-18 (博多 NS ビル)

発行 富士電機株式会社 鈴鹿工場

〒513-8633 三重県鈴鹿市南玉垣町 5520 番地



FRENIC-VG

**OPC-VG1-SAFE
Functional Safety Card
Instruction Manual**

Contents

Chapter 1 Before Use.....	3
1.1 Introduction.....	3
1.2 Acceptance Inspection.....	5
1.3 Applicable Inverters and Encoders (PG).....	6
1.4 Temporary Storage.....	7
1.5 Long-term Storage.....	7
1.6 Operating Environment.....	8
1.7 Mounting and Removing the Functional Safety Card.....	9
1.8 Connecting the Keypad to the Functional Safety Card.....	10
1.9 Terminal Blocks on the Functional Safety Card.....	11
Chapter 2 Wiring.....	12
2.1 Wiring Diagrams.....	12
2.2 Wiring on Terminal Blocks.....	15
2.3 Terminal Functions.....	17
Chapter 3 Control and Operation.....	19
3.1 Control Block Diagrams.....	19
3.1.1 Run command.....	19
3.1.2 Acceleration/deceleration calculation, speed limitation, and positioning control input.....	20
3.2 List of Function Codes.....	21
3.3 Relationship between Safety Functions and Safety-related Function Codes.....	27
3.3.1 Safe Torque Off (STO) operation.....	27
3.3.2 Safe Stop 1 (SS1) speed monitoring operation.....	29
3.3.3 Safe Stop 1 (SS1) time monitoring operation.....	33
3.3.4 Safely Limited Speed (SLS) operation.....	35
3.3.5 Safe Brake Control (SBC) operation.....	39
3.4 Details of Safety-related Function Codes (SF codes).....	41
Chapter 4 Display Indication on the Keypad.....	46
4.1 On the Keypad Connected to the Functional Safety Card.....	46
4.1.1 Displaying the safety-related function codes.....	46
4.1.2 Alarm display.....	46
4.2 On the Keypad Mounted on the FRENIC-VG Unit.....	47
4.2.1 Displaying the safety-related function codes.....	47
4.2.2 Alarm display.....	47
4.2.3 Display of I/O signal status.....	47
4.3 Software Version (when the keypad is mounted on the FRENIC-VG unit).....	47
Chapter 5 Alarm Protection Function.....	48
5.1 Alarm Code List.....	48
5.2 Troubleshooting.....	50
Chapter 6 Compliance with Standards.....	56
6.1 Notes for Compliance to Functional Safety Standard.....	56

Chapter 1 Before Use

1.1 Introduction

Thank you for purchasing our Functional Safety Card OPC-VG1-SAFE (option) designed for high-performance, vector control FRENIC-VG series of inverters.

This manual provides information required for correct use of the functional safety card. Understand the content of the manual correctly and operate the card. Improper handling might result in incorrect operation, an accident, or a failure of the card.

For the functions of the FRENIC-VG, refer to the FRENIC-VG instruction manual or user's manual.

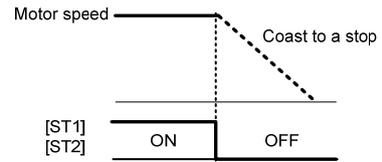
The functional safety card conforms to the EU standards listed in Table 1.1.

Table 1.1 Conformity to Standards

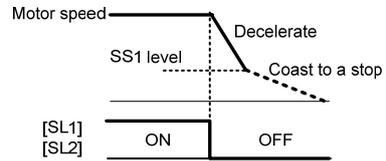
EMC Directives (EMC filter: option)		EN 61800-3 : 2004 Immunity : Second environment (Industrial) Emission : Category C2 (220 kW or below) Category C3 (280 kW or above) EN 61326-3-1 : 2008
Electrical Safety		EN 61800-5-1:2007
Functional Safety		EN 61508-1 to -7:2010, EN 61800-5-2:2007 EN 62061:2005 EN ISO 13849-1:2008, EN 60204-1:2006
Stop function		Safe Torque Off (STO) (IEC/EN61800-5-2:2007) Safe Stop 1 (SS1) (IEC/EN61800-5-2:2007) Safely Limited Speed (SLS) (IEC/EN61800-5-2:2007) Safe Brake Control (SBC) (IEC/EN61800-5-2:2007)
Response time	STO	60 ms or less (Delay time from when either one of terminals [ST1] and [ST2] comes OFF to STO)
	SS1/SLS	25 ms or less (Delay time from when either one of terminals [SL1] and [SL2] comes OFF to SS1 or SLS)
	SBC	20 ms or less (Delay time from when either one of terminals [ST1] and [ST2] comes OFF to SBC)
Safety integrity level		SIL 2 (IEC/EN61800-5-2:2007)
Systematic capability		SC2 (IEC/EN 61508-1 to -7:2010)
SFF (Safe failure fraction)		SFF: 60% or above, Type B (IEC/EN61800-5-2:2007)
PFH (Probability of a dangerous random hardware failure per hour)	STO	7.8E-10 or less
	SS1/SLS	1.7E-9 or less
	SBC	1.6E-9 or less
Proof test interval		10 years
Hardware fault tolerance		HFT1
Category		3 (acc. EN ISO 13849-1:2008)
MTTFd	STO	Min. 170 years (acc. EN ISO 13849-1:2008)
	SS1/SLS	Min. 70 years (acc. EN ISO 13849-1:2008)
	SBC	Min. 90 years (acc. EN ISO 13849-1:2008)
Performance level		PL-d (acc. EN ISO 13849-1:2008)
Stop category		0, 1 (IEC/EN 60204-1:2006)
Diagnostic coverage (DC) of recommended encoder		99%

The functional safety card has the following functions.

STO (Safe Torque Off): This function turns the duplex STO dedicated terminals OFF (open) to directly limit gate signals of the inverter output circuit by hardware and shut off the inverter output, causing the motor to coast to a stop. (Input mode: Fixed at SOURCE)



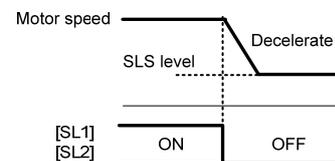
SS1 (Safe Stop 1): This function turns the duplex terminals used for SS1 (common to SLS) OFF (open) to decelerate the motor to the speed previously specified by the safety-related function code. After that, the STO operation follows. (Input mode: Fixed at SOURCE)



The functional safety card integrates the speed detection circuit that takes in encoder signals (*1) via the FRENIC-VG unit to judge the speed independently.

It is also possible to set the monitor timer with the safety-related function code. If the motor fails to decelerate to a stop within the timer setting after the start of SS1, an alarm operation occurs.

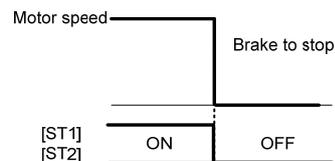
SLS (Safely Limited Speed): This function turns the duplex terminals used for SLS (common to SLS) OFF (open) to decelerate the motor to the speed previously specified by the safety-related function code and continue running. (Input mode: Fixed at SOURCE)



In the same way as the SS1, the SLS function detects the speed with encoder signals (*1) via the FRENIC-VG unit.

It is also possible to set the monitor timer with the safety-related function code. If the motor fails to decelerate to the SLS speed within the timer setting, an alarm operation occurs.

SBC (Safe Brake Control): It is possible to supply exciting current to the electromagnetic power off brake via the functional safety card. The SBC shuts down the current to the electromagnetic power off brake to activate it if an STO function is activated or the inverter stops by an alarm due to a functional safety card failure.



Terminals [EN1] and [EN2] on FRENIC-VG: Do not turn these terminals OFF (open) since it may cause an alarm. Use the functional safety card with terminals [EN1], [EN2] and [PS] kept ON (short).

(*1) There are restrictions on available encoders. For details, refer to "Applicable Encoders" given in Section 1.3

⚠ WARNING ⚠

- The output shutdown function of this inverter uses the Safe Torque Off (STO) function prescribed in IEC/EN61800-5-2 so that it does not completely shut off the power to the motor electrically. For the safety of end-users, depending upon applications, implement the Safe Brake Control (SBC) to lock the machinery or the protective measures such as protection of motor terminals to prevent possible electrical hazard(s).

An electric shock could occur.

- The output shutdown function does not completely shut off the power to the motor electrically. Before starting wiring or maintenance jobs, therefore, be sure to shut off the input power to the inverter and wait at least five minutes for inverters of 22 kW or below, or at least ten minutes for inverters of 30 kW or above, and make sure that the LED monitor and charging lamp are turned OFF. Further, make sure using a multimeter or a similar instrument, that the DC link bus voltage between the main circuit terminals P(+) and N(-) has dropped to the safe level (+25 VDC or below).

An electric shock could occur.

- In the case of a permanent magnet synchronous motor (PMSM), a voltage is generated on the motor terminals even during "coast to a stop" caused by the output shutoff function. Before starting maintenance, inspection or wiring jobs, make sure that the PMSM is completely stopped.

An electric shock could occur.

1.2 Acceptance Inspection

Unpack the package and check the following.

- (1) A functional safety card (with jumper wires), keypad connection cable (3 m), three screws (M3x8), and instruction manual (this book) are contained in the package.
- (2) The functional safety card is not damaged during transportation--there should be no defective parts, dents or warps on the card.
- (3) The model name "OPC-VG1-SAFE" is printed on the functional safety card.

If you suspect the product is not working properly or if you have any questions about your product, contact the shop where you bought the product or your local Fuji branch office.

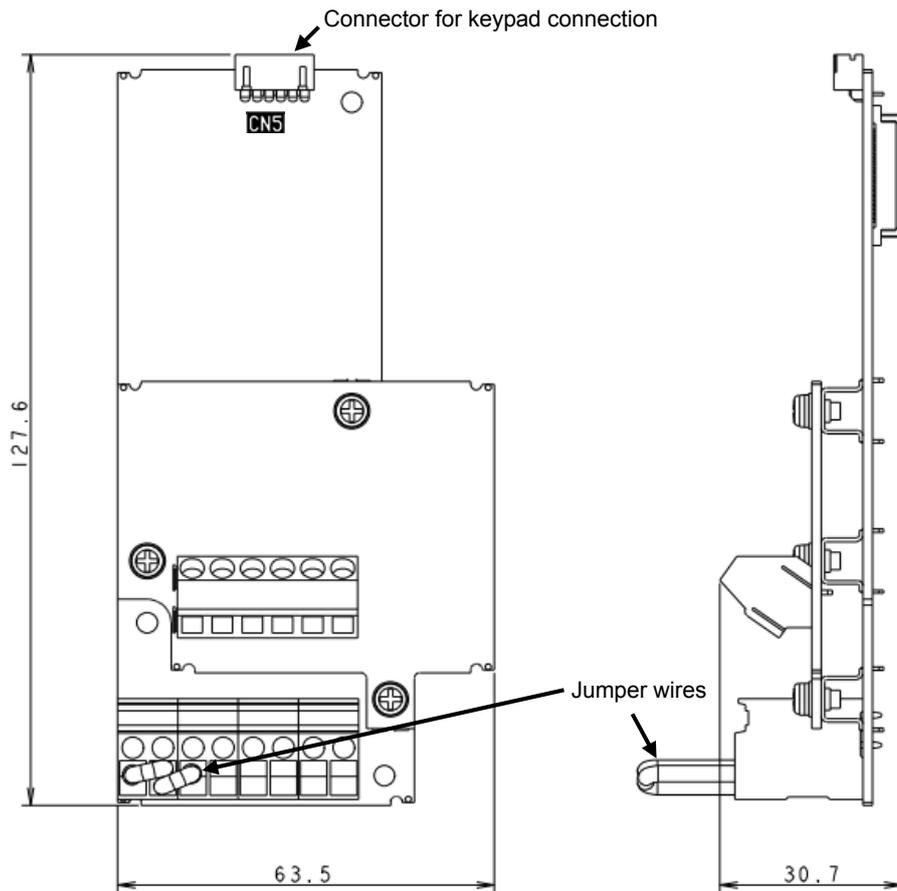


Figure 1.1 External View of Functional Safety Card

⚠ WARNING ⚠

- Never disassemble or modify the functional safety card.
Doing so could cause an accident or injuries.

1.3 Applicable Inverters and Encoders (PG)

The functional safety card is applicable to the following inverter types, keypad types and their ROM versions.

Table 1.2 Applicable Inverters

Inverter series	Inverter and keypad type	Inverter capacity	ROM version	Product version(*4)	
				2nd digit	1st digit
FRENIC-VG	FRN□□□VG1□-□□□ (*1)	All capacities (*2)	H10020 or later (*3)	Other than "A"	Other than "A" and "B"
	TP-VG1□-□ (*1)	--	K0014 or later (*3)	--	--

(*1) The boxes □ replace alphanumeric letters depending upon the nominal applied motor, enclosure, power supply voltage, etc.

(*2) Except 280 kW or above.

(*3) To check the inverter's ROM version and the keypad's ROM version, use Menu #5 "MAINTENANCE" in Programming mode. For details, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 3, Section 3.4.4.6 "Reading maintenance information." Mounting the functional safety card on the inverter or the keypad having an inapplicable ROM version may prevent the inverter from running or displaying the safety-related function codes normally.

Table 1.3 Checking Inverter ROM Version

Display item	Item	Indication
5. MAINTENANCE	ROM version of main control CPU (MAIN)	MAIN=H 1 x x x x Shows the inverter's ROM version with the lower 4 digits.
	ROM version of keypad	KP=K x x x x Shows the keypad's ROM version with the lower 4 digits.

(*4) The product version is printed on the nameplate. For details, refer to the FRENIC-VG Instruction Manual, Chapter 1, Section 1.1 "Acceptance Inspection."

Applicable encoders

To apply the speed monitoring Safe Stop 1 (SS1) or Safely Limited Speed (SLS), use Fuji-recommended encoders listed in Table 1.4. Fuji MVK motors are equipped with an encoder satisfying the specifications listed in Table 1.4.

To use encoders not satisfying those specifications, apply the safety functions except the speed monitoring Safe Stop 1 (SS1) and Safely Limited Speed (SLS); otherwise, an alarm could occur.

Note that Fuji permanent magnet synchronous motors (PMSM) GNF2 cannot be used since they are not equipped with a complementary encoder.

Table 1.4 Recommended Encoder Specifications

Item	Encoder specifications	Remarks
Interface specification	Complementary	
Encoder power (PGP)	+12 Vdc ±10% +15 Vdc ±10%	
Input power requirements (PA, PB)	High level min. : PGP - 3.0 Vdc Low level max. : 1.5 Vdc	
Output resistance	100Ω or below 75Ω or above	
Output pulse frequency	100 kHz max.	
Failure in Time (FIT)(*1)	1200 FIT	In the case of Fuji MVG motors

(*1) When using motors except Fuji MVK motors, estimate the FIT for the whole safety system according to the diagnostic coverage (DC) of the encoder given in Table 1.1 under the responsibility of the customer.

Applicable FRENIC-VG Loader

Inverters equipped with the functional safety card can use the following FRENIC-VG Loader.

Table 1.5 FRENIC-VG Loader Specifications

Loader name	Loader type	Loader version
FRENIC-VG Loader	WPS-VG1-□□□ (*1)	□.1.0.0 or later (*2)

(*1) The boxes □ replace alphanumeric letters depending upon the loader type.

(*2) The box □ replaces a numeric letter depending upon the type. For the checking procedure of the version, refer to the FRENIC-VG Loader Instruction Manual.

1.4 Temporary Storage

Table 1.6 Storage and Transport Environments

Item	Specifications	
Storage temperature *1	-25 to +70°C	Places not subjected to abrupt temperature changes or condensation or freezing
Relative humidity	5 to 95% *2	
Atmosphere	The functional safety card must not be exposed to dust, direct sunlight, corrosive or flammable gases, oil mist, vapor, water drops or vibration. The atmosphere must contain only a low level of salt. (0.01 mg/cm ² or less per year)	
Atmospheric pressure	86 to 106 kPa (during storage)	
	70 to 106 kPa (during transportation)	

*1 Assuming comparatively short time storage, e.g., during transportation or the like.

*2 Even if the humidity is within the specified requirements, avoid such places where the functional safety card will be subjected to sudden changes in temperature that will cause condensation or freezing.

Precautions for temporary storage

- (1) Do not leave the functional safety card directly on the floor.
- (2) If the environment does not satisfy the specified requirements listed in Table 1.6, wrap the functional safety card in an airtight vinyl sheet or the like for storage.
- (3) If the functional safety card is to be stored in a high-humidity environment, put a drying agent (such as silica gel) in the airtight package described in (2) above.

1.5 Long-term Storage

If the functional safety card will not be used for a long time after purchase, store it under the following conditions.

- (1) The storage site must satisfy the requirements specified for temporary storage.
- (2) The package must be airtight to protect the functional safety card from moisture. Add a drying agent inside the package to maintain the relative humidity inside the package within 70%.
- (3) If the inverter incorporating the functional safety card is to be installed to the equipment or panel at construction sites where it may be subjected to humidity, dust or dirt, then temporarily remove the inverter and store it in the environment specified in Table 1.6.

1.6 Operating Environment

Install the inverter incorporating the functional safety card in an environment that satisfies the requirements listed in Table 1.7.

Table 1.7 Environmental Requirements

Item	Specifications	
Site location	Indoors	
Surrounding temperature	-10 to +50°C	
Relative humidity	5 to 95% (No condensation)	
Atmosphere	<p>The inverter must not be exposed to dust, direct sunlight, corrosive gases, flammable gases, oil mist, vapor or water drops.</p> <p>Pollution degree 2 (IEC60664-1) (Note)</p> <p>The atmosphere can contain a small amount of salt. (0.01 mg/cm² or less per year)</p> <p>The inverter must not be subjected to sudden changes in temperature that will cause condensation to form.</p> <p>(Note) Do not install the inverter in an environment where it may be exposed to lint, cotton waste or moist dust or dirt which will clog the heat sink of the inverter. If the inverter is to be used in such an environment, install it in a dustproof panel of your system.</p>	
Altitude	1, 000 m max.	
Atmospheric pressure	86 to 106 kPa	
Vibration	55 kW or below (200 V class series)	75 kW or above (200 V class series)
	75 kW or below (400 V class series)	90 kW or above (400 V class series)
	3 mm (Max. amplitude)	2 to less than 9 Hz
	9.8 m/s ²	9 to less than 20 Hz
	2 m/s ²	20 to less than 55 Hz
1 m/s ²	55 to less than 200 Hz	
	3 mm (Max. amplitude)	2 to less than 9 Hz
	2 m/s ²	9 to less than 55 Hz
	1 m/s ²	55 to less than 200 Hz

1.7 Mounting and Removing the Functional Safety Card

Mount or remove the functional safety card as shown below.

Be sure to shut down the inverter power and make sure that the charging lamp is off beforehand.

⚠ WARNING ⚠

- Be sure to shut off the input power to the inverter and wait at least five minutes for inverters of 22 kW or below, or at least ten minutes for inverters of 30 kW or above, and make sure that the LED monitor and charging lamp are turned OFF. Further, make sure using a multimeter or a similar instrument, that the DC link bus voltage between the main circuit terminals P(+) and N(-) has dropped to the safe level (+25 VDC or below).

An electric shock could occur.

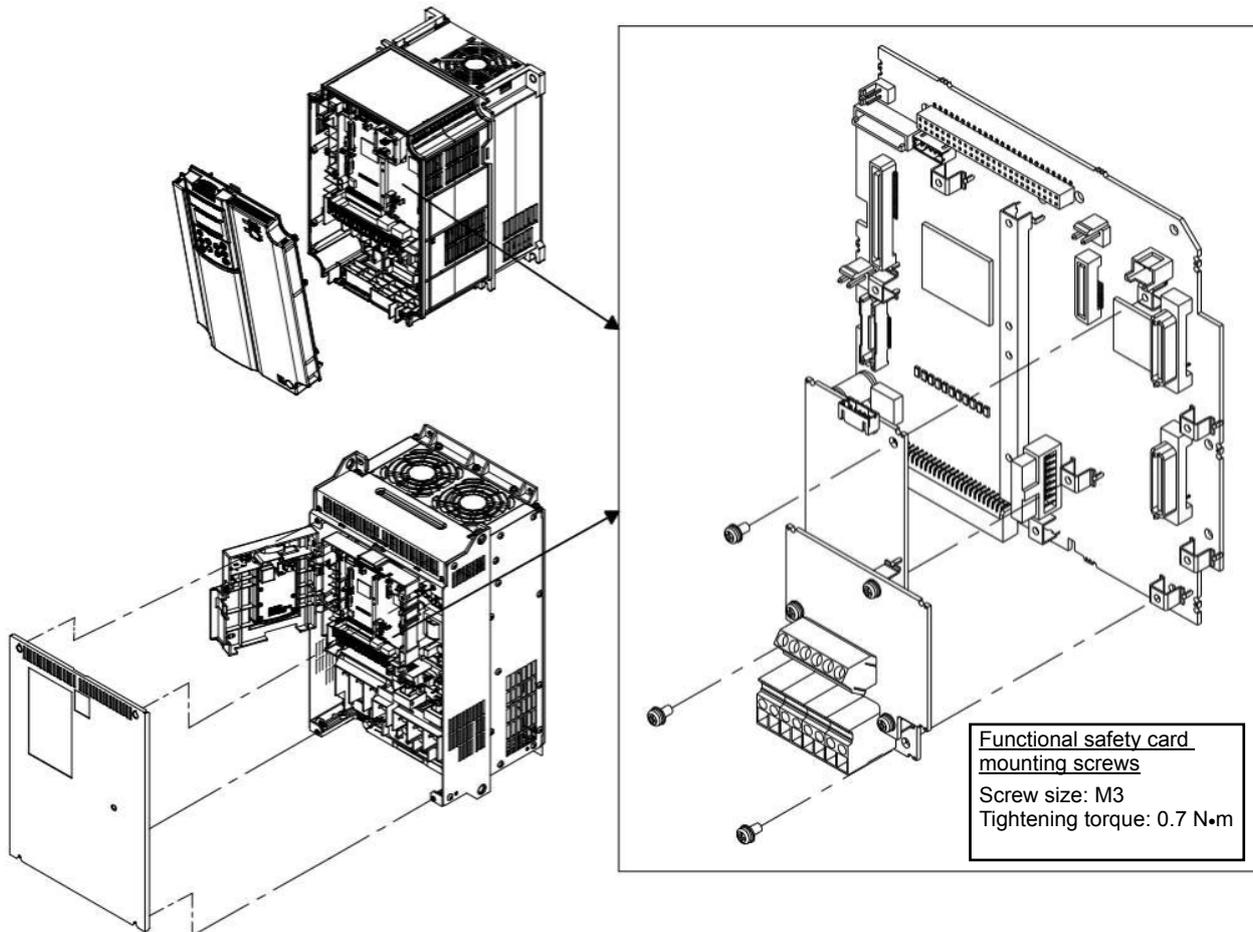


Figure 1.2 Mounting the Functional Safety Card

As listed in Table 1.8, there are restrictions on mounting control options. Be careful with them.

Table 1.8 Restrictions on Mounting the Control Options

CN	Port	Class	Max. number of options that can be mounted			
			Pattern 1	Pattern 2	Pattern 3	Pattern 4
3	A	Digital 8 bits	1	1	1	1
2	B	Digital 8 bits	1	1	0	0
10	D	Digital 16 bits	1	0	0	1
16	E	Functional safety card	0	0	1	1
1	F	Control circuit terminals	1	1	1	1

1.8 Connecting the Keypad to the Functional Safety Card

To make the functional safety card compliant with the safety standards when modifying the settings of the safety-related function codes, it is necessary to check the modified settings with the keypad connected to the functional safety card while configuring them with FRENIC-VG Loader.

This section provides the keypad connection procedure. Remove the keypad from the FRENIC-VG unit and connect it to the functional safety card using the keypad connection cable that comes with the functional safety card, referring to Figures 1.3 and 1.4.

The keypad connected to the functional safety card cannot be mounted on the FRENIC-VG unit, so hold it in hand and operate it.

⚠ WARNING ⚠

- Be sure to shut off the input power to the inverter and wait at least five minutes for inverters of 22 kW or below, or at least ten minutes for inverters of 30 kW or above, and make sure that the LED monitor and charging lamp are turned OFF. Further, make sure using a multimeter or a similar instrument, that the DC link bus voltage between the main circuit terminals P(+) and N(-) has dropped to the safe level (+25 VDC or below).

An electric shock could occur.

- After completion of configuration of safety-related function codes, be sure to disconnect the keypad connection cable from connector CN5 on the functional safety card before running the inverter.

An accident could occur.

- Do not use the keypad connection cable for connecting the inverter or the functional safety card to a PC LAN port, Ethernet hub or telephone line. Doing so may break the inverter or the connection devices.

Fire or an accident could occur.

■ Inverters of 22 kW or below

(1) Remove the TP-VG1 keypad.

(2) Remove the front cover, connect the keypad connection cable to connector CN5 on the functional safety card, and make wiring as shown below.

(3) Close the front cover and connect the other end of the keypad connection cable to the TP-VG1 keypad.

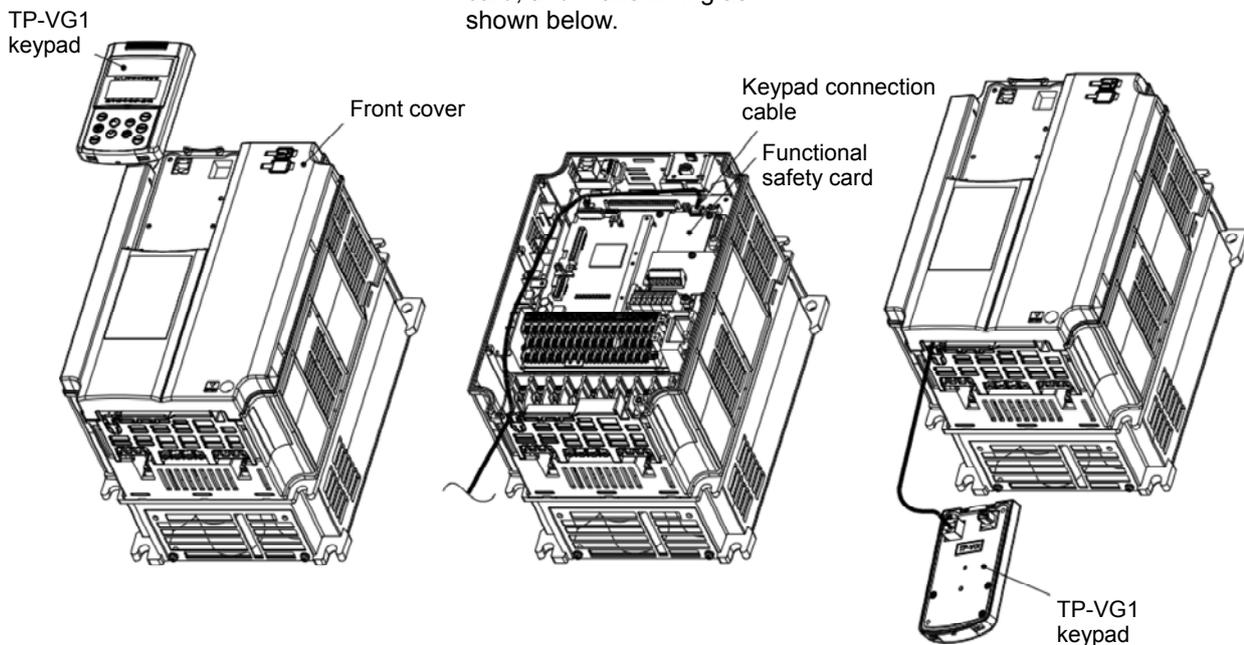


Figure 1.3 Connecting the Keypad (for Inverters of 22 kW or below)

■ Inverters of 30 kW or above

- (1) Remove the TP-VG1 keypad.
- (2) Open the keypad enclosure, connect the keypad connection cable to connector CN5 on the functional safety card, and make wiring as shown below.
- (3) Close the keypad enclosure and connect the other end of the keypad connection cable to the TP-VG1 keypad.

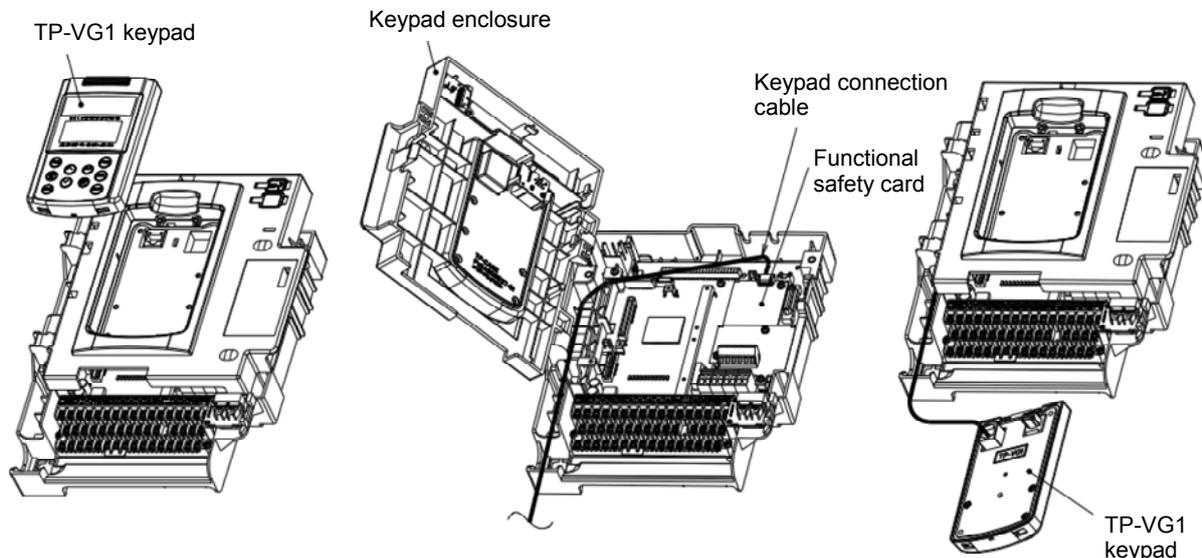


Figure 1.4 Connecting the Keypad (for Inverters of 30 kW or above)

1.9 Terminal Blocks on the Functional Safety Card

Figure 1.5 shows the arrangement of terminals on the terminal blocks, viewed from the front.

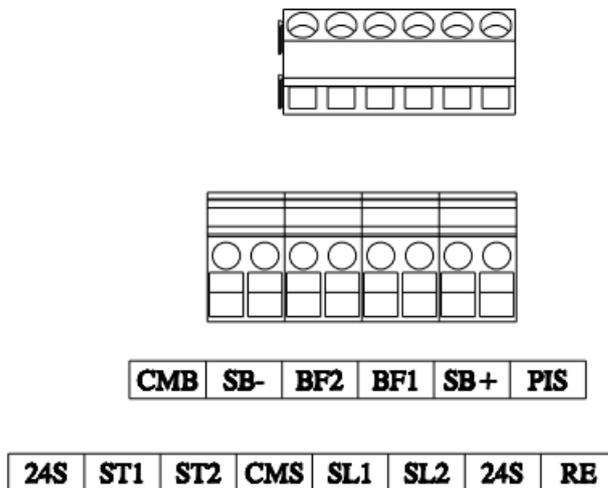


Figure 1.5 Terminal Blocks on the Functional Safety Card

⚠ WARNING

- Terminals [ST1]/[ST2] and [24S] are short-circuited with jumper wires. When using the STO function, be sure to remove the jumper wires and make wiring. Otherwise, the STO function may not work correctly.

An accident could occur.

Chapter 2 Wiring

2.1 Wiring Diagrams

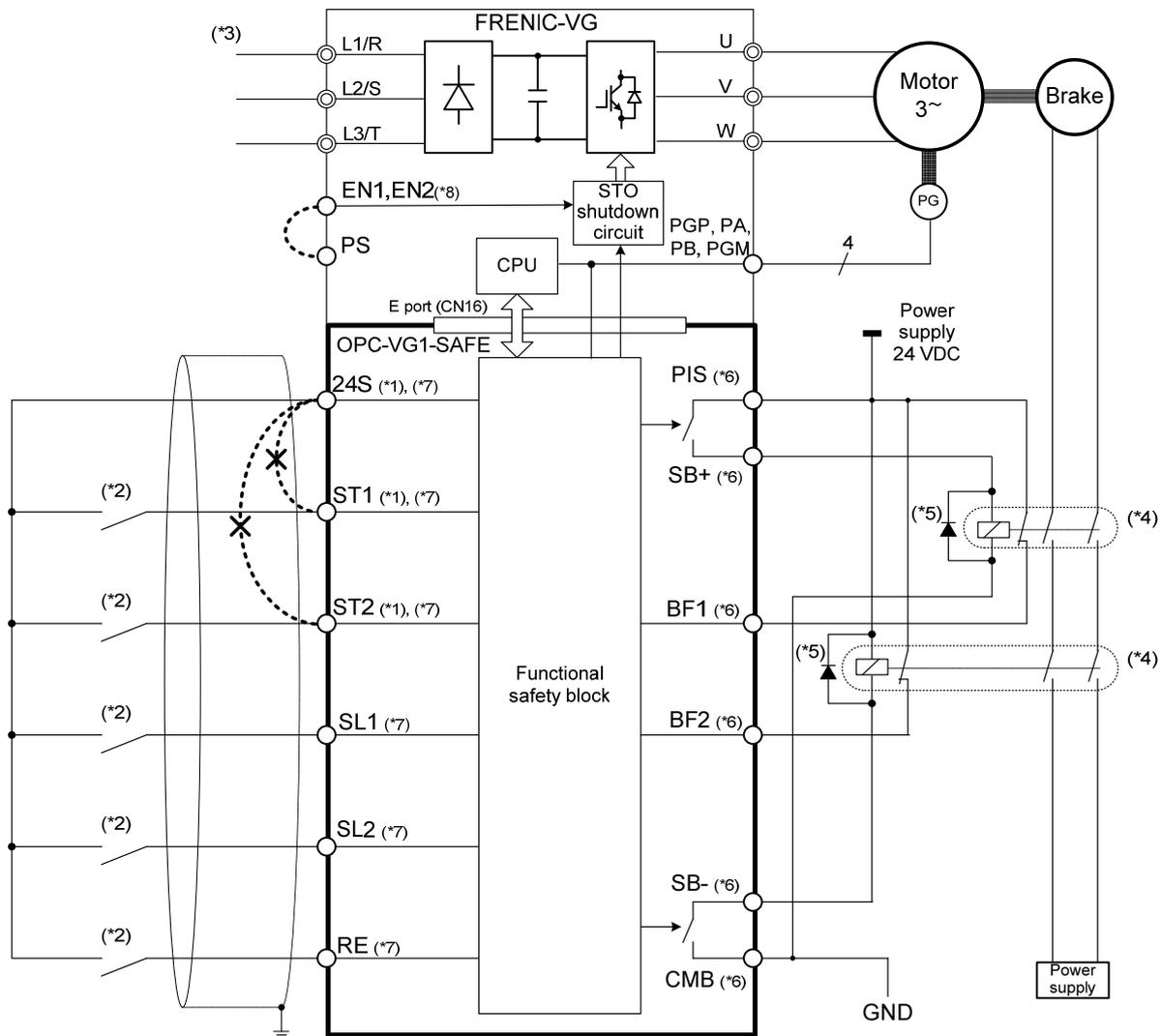


Figure 2.1 Wiring Diagram (when SF24 = 1)

- (*1) Terminals [ST1]/[ST2] and [24S] are short-circuited with jumper wires at the time of shipment. To use the Safe Torque Off (STO) function, remove those jumper wires.
- (*2) To use the Safe Torque Off (STO), Safe Stop 1 (SS1) or Safely Limited Speed (SLS) function, insert safety relays, safety switches or other safety components conforming to PL-d or higher of EN ISO13849-1 or SIL2 or higher of EN61508 for turning the circuit between terminals [ST1]/[ST2] (terminals [SL1]/[SL2]) and [24S] ON and OFF.
- (*3) To conform to the Low Voltage Directive EN61800-5-1 in the EU, be sure to insert the specified fuses in the supply side (primary side) of the inverter. For details, refer to the FRENIC-VG Instruction Manual.
- (*4) Use safety relays conforming to PL-d or higher of EN ISO13849-1 or SIL2 or higher of EN61508. The specifications are: Exciting voltage; 24 VDC, Main contact; "Normally open," and Auxiliary contact; "Normally closed."
- (*5) Surge voltage generated by turning off a safety relay may break switching elements inside the functional safety card. To suppress surge voltages, connect a diode or varistor as near the safety relay as possible.
- (*6) When SF24 = 1, make wiring as shown in Figure 2.1.
- (*7) When switching the control circuit (SINK) on the FRENIC-VG unit and the digital input terminals (SOURCE) on the functional safety card ON and OFF with the programmable logic controller (PLC), making wiring as shown in Figure 2.3 may not switch off digital inputs on the functional safety card. Connect a backflow prevention diode as shown in Figure 2.4 or make wiring without using an external power supply as shown in Figure 2.5.
- (*8) Terminals [EN1]/[EN2] and [PS] are connected with jumper bars at the time of shipment. To use the functional safety card, keep those jumper bars connected.

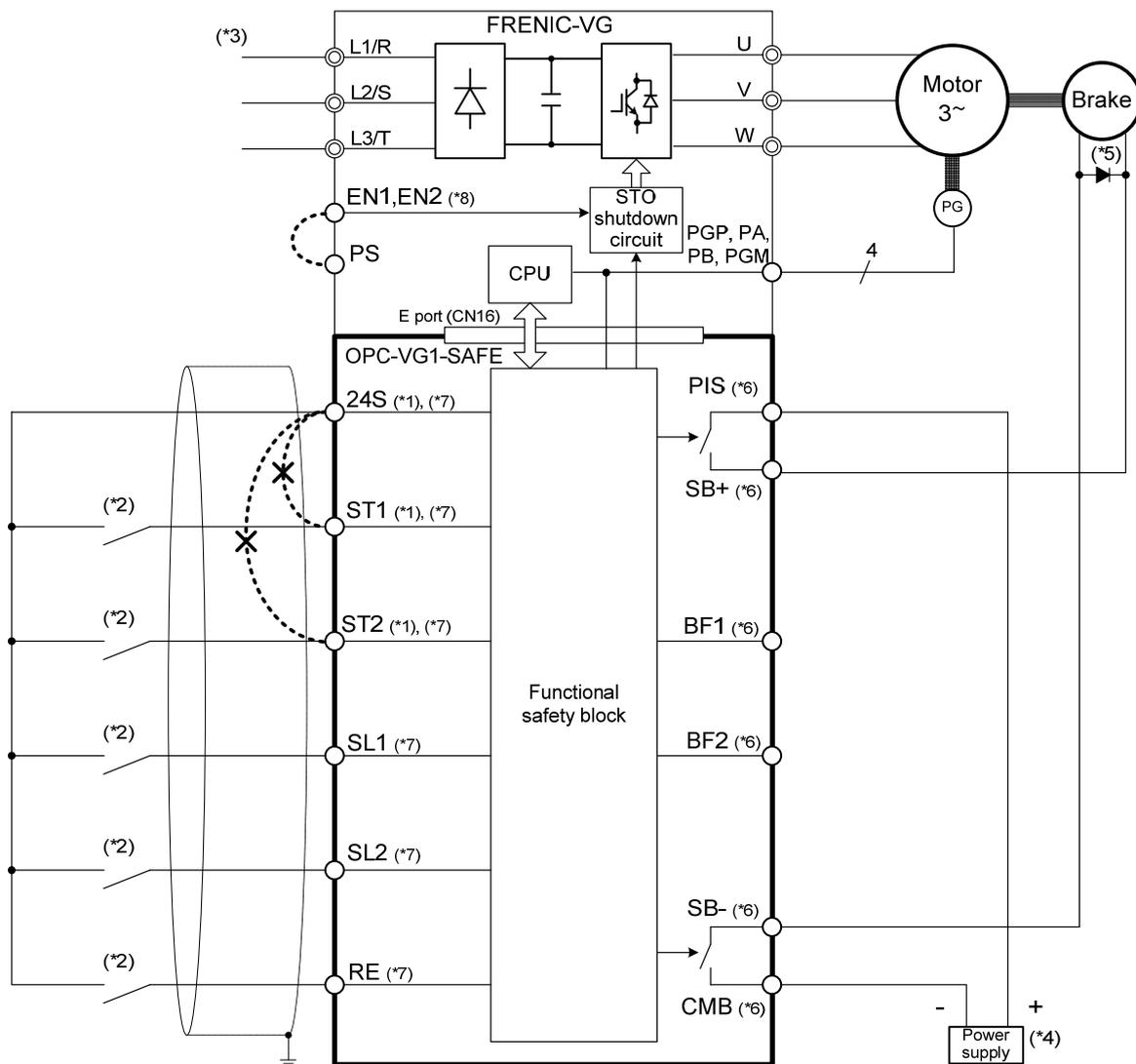


Figure 2.2 Wiring Diagram (when SF24 = 2)

- (*1) Terminals [ST1]/[ST2] and [24S] are short-circuited with jumper wires at the time of shipment. To use the Safe Torque Off (STO) function, remove those jumper wires.
- (*2) To use the Safe Torque Off (STO), Safe Stop 1 (SS1) or Safely Limited Speed (SLS) function, insert safety relays, safety switches or other safety components conforming to PL-d or higher of EN ISO13849-1 or SIL2 or higher of EN61508 for turning the circuit between terminals [ST1]/[ST2] (terminals [SL1]/[SL2]) and [24S] ON and OFF.
- (*3) To conform to the Low Voltage Directive EN61800-5-1 in the EU, be sure to insert the specified fuses in the supply side (primary side) of the inverter. For details, refer to the FRENIC-VG Instruction Manual.
- (*4) Use a 24 VDC power supply. (max. 30 VDC)
- (*5) Surge voltage generated by turning off a safety relay may break switching elements inside the functional safety card. To suppress surge voltages, connect a diode or varistor as near the safety relay as possible.
- (*6) When SF24 = 2, make wiring as shown in Figure 2.2.
- (*7) When switching the control circuit (SINK) on the FRENIC-VG unit and the digital input terminals (SOURCE) on the functional safety card ON and OFF with the programmable logic controller (PLC), making wiring as shown in Figure 2.3 may not switch off digital inputs on the functional safety card. Connect a backflow prevention diode as shown in Figure 2.4 or make wiring without using an external power supply as shown in Figure 2.5.
- (*8) Terminals [EN1]/[EN2] and [PS] are connected with jumper bars at the time of shipment. To use the functional safety card, keep those jumper bars connected.

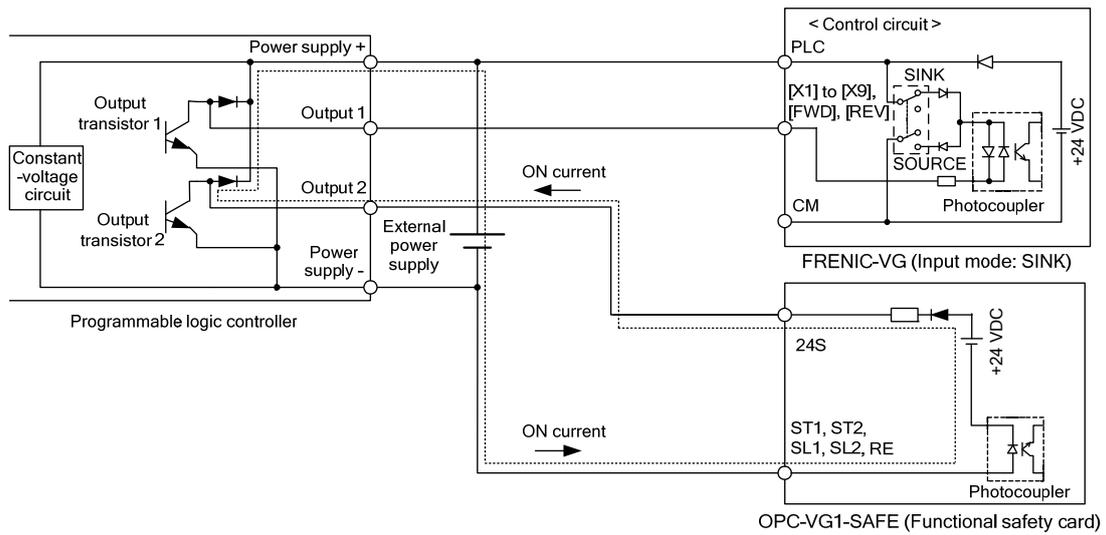


Figure 2.3 Problem Circuit Example

⚠ CAUTION

If the voltage level of the external power supply is lower than +24 VDC in the functional safety card, even turning off the output transistor 2 in the programmable logic controller (PLC) continues flowing the ON current so that the digital input of the functional safety card cannot be turned OFF. Accordingly, the safety function may not work normally.

An accident could occur.

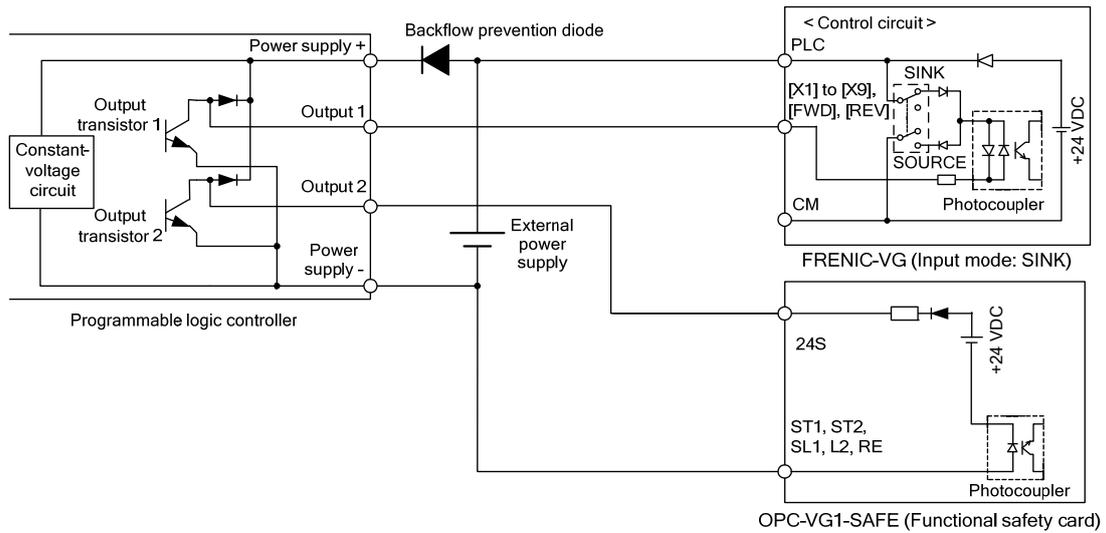


Figure 2.4 Recommended Circuit Example 1

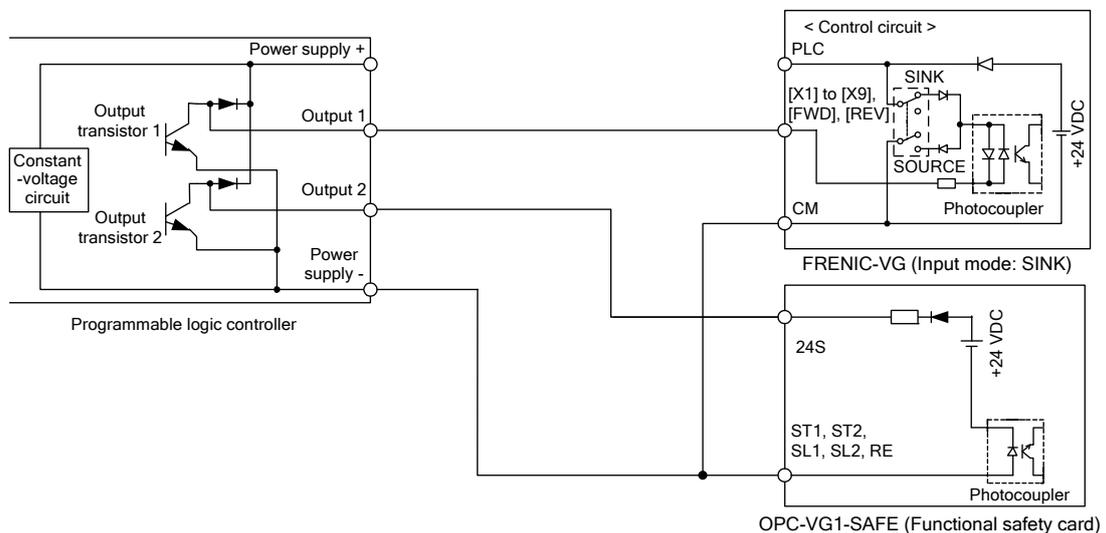


Figure 2.5 Recommended Circuit Example 2

2.2 Wiring on Terminal Blocks

⚠ WARNING

In general, sheaths of the control signal wires are not specifically designed to withstand a high voltage (i.e., reinforced insulation is not applied). Therefore, if a control signal wire comes into direct contact with a live conductor of the main circuit, the insulation of the sheath might break down, which would expose the signal wire to a high voltage of the main circuit. Make sure that the control signal wires will not come into contact with live conductors of the main circuit.

An accident or an electric shock could occur.

⚠ CAUTION

The inverter, motor and wiring generate electric noise. Be careful about malfunction of the nearby sensors and devices. To prevent them from malfunctioning, implement noise control measures

An accident could occur.

As specified below, use the recommended sizes of wires and connect or disconnect them to/from the terminal blocks using the recommended screwdriver.

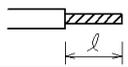
Table 2.1 Recommended Wire Size

Recommended screwdriver (shape of the tip)	Recommended Wire Size (stranded wires, single-core wires)							
	Flat screwdriver (0.6 x 3.5 mm) or Screwdriver SDI 0.6 x 3.5 x 100 Weidmuller Japan (Order #9008390000)	CMB	SB-	BF2	BF1	SB+	PIS	
0.5 mm ² (AWG20) to 1.5 mm ² (AWG16)								
24S		ST1	ST2	CMS	SL1	SL2	24S	RE
0.14 mm ² (AWG 26) to 1.5 mm ² (AWG16)								

Screw size on terminal blocks: M2.5, Tightening torque: 0.4 to 0.5 Nm

Treat the ends of wires to be connected to the terminal blocks, referring to the wire strip size specified below.

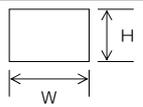
Table 2.2 Wire Strip Size

Wire strip size							
							
CMB	SB-	BF2	BF1	SB+	PIS		
6 mm							
24S	ST1	ST2	CMS	SL1	SL2	24S	RE
13 mm							



Stranded wires can be easily inserted by twisting the stripped ends. After twisting, the wire strip size specified above should be assured. If the wire strip size is out of the specified range, wires may not be secured or they may be short-circuited with other wires.

Table 2.3 Dimension of Openings in the Terminal Blocks

Dimension of openings							
CMB	SB-	BF2	BF1	SB+	PIS		
W 2.6 x H 3.0 mm							
24S	ST1	ST2	CMS	SL1	SL2	24S	RE
W 2.5 x H 2.6 mm							

When using ferrule terminals, use the following types of Weidmuller terminals.

Table 2.4 Recommended Ferrule Terminals

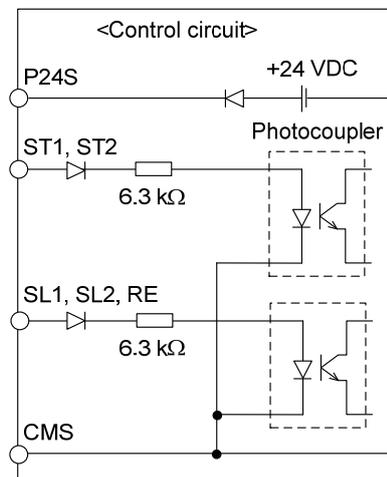
Terminal name	Wire size	For single wire ferrules	For twin wire ferrules
[CMB] [SB-] [BF2] [BF1] [SB+] [PIS]	0.50 mm ² (AWG20)	Parts No.: 0409500000 H0, 5/12 OR	Parts No.: 9037200000 H0, 5/14 ZH OR
	0.75 mm ² (AWG18)	Parts No.: 0409600000 H0, 75/12 W	Parts No.: 9037230000 H0, 75/14 ZH W
	1.00 mm ² (AWG17)	Parts No.: 0409700000 H1, 0/12 GE	Parts No.: 9037260000 H1, 0/15 ZH GE
	1.25 mm ²	Parts No.: 0463100000 H1, 5/14 R	Parts No.: 9037290000 H1, 5/16 ZH R
	1.50 mm ² (AWG16)	Parts No.: 0463100000 H1, 5/14 R	Parts No.: 9037290000 H1, 5/16 ZH R
[24S] [ST1] [ST2] [CMS] [SL1] [SL2] [24S] [RE]	0.50 mm ² (AWG20)	Parts No.: 9025870000 H0, 5/16 OR	Parts No.: 9037220000 H0, 5/18 ZH OR
	0.75 mm ² (AWG18)	Parts No.: 9025910000 H0, 75/18 W	Parts No.: 9202820000 H0, 75/19S ZH W
	1.00 mm ² (AWG17)	Parts No.: 9025930000 H1, 0/18 GE	Parts No.: 9037270000 H1, 0/19 ZH GE
	1.25 mm ²	Parts No.: 0635100000 H1, 5/16 R	Parts No.: 9037300000 H1, 5/20 ZH R
	1.50 mm ² (AWG16)	Parts No.: 0635100000 H1, 5/16 R	Parts No.: 9037300000 H1, 5/20 ZH R

2.3 Terminal Functions

Table 2.5 Functions of Safety Circuit Terminals

Digital input	ST1	STO-1 input	<p>When the circuit between terminals [ST1] and [24S] and the one between terminals [ST2] and [24S] are turned OFF (open) at the same time, the output transistor in the inverter stops its operation (Safe Torque Off, STO). The input mode of terminals [ST1] and [ST2] are fixed at SOURCE and cannot be switched to SINK.</p> <p>When either one of terminals [ST1] and [ST2] is OFF (open), an alarm \underline{S}_{r-F} occurs. (For details about the alarm operation, refer to Section 3.3.3.2.) It is possible to recover from the \underline{S}_{r-F} alarm by removing the alarm factor, operating terminal [RE] on the functional safety card and performing RESET operation of the FRENIC-VG unit. (For details about the recovery operation, refer to Section 3.3.3.1.)</p>
	ST2	STO-2 input	
	SL1	SS1/SLS-1 inputs	<p>When the circuit between terminals [SL1] and [24S] and the one between terminals [SL2] and [24S] are turned OFF (open) at the same time, the Safe Stop 1 (SS1) or Safely Limited Speed (SLS) previously selected with the safety-related function code will be activated.</p> <p>The input mode of terminals [SL1] and [SL2] are fixed at SOURCE and cannot be switched to SINK.</p> <p>When either one of terminals [SL1] and [SL2] is OFF (open), an alarm \underline{S}_{r-F} occurs. It is possible to recover from the \underline{S}_{r-F} alarm by removing the alarm factor, operating terminal [RE] on the functional safety card and performing RESET operation of the FRENIC-VG unit. (For details about the recovery operation, refer to Section 3.3.4.1.)</p>
	SL2	SS1/SLS-2 inputs	
	RE	RE input	<p>Terminal to be operated for recovery from the activated state of the safety function(s) triggered by terminal input or the \underline{S}_{r-F} alarm state.</p> <p>Even if terminals [ST1] and [ST2] are turned back to ON (close) after the inverter stop caused by the Safe Torque Off (STO) function, the inverter cannot restart without turning the terminal [RE] OFF (open) → ON (close) → OFF (open). The ON duration of terminal [RE] should be at least 20 ms.</p> <p>The same [RE] terminal operation is required when terminals [SL1] and [SL2] are turned back to ON (close) after the inverter enters the limited speed operation with the Safely Limited Speed (SLS) function. (For details about the recovery operation, refer to Section 3.3.)</p>
	24S	Power supply for digital inputs	<p>This supplies 24 VDC to the external equipment. There are two equipotent points. To use each of signals on terminals [ST1], [ST2], [SL1], [SL2] and [RE], turn the circuit between this terminal and [24S] ON (close) and OFF (open).</p> <p>Current: 25 mA Voltage: 22 to 27 VDC</p>
	CMS	Digital input 0 V	<p>0 V level against the 24S power supply. Usually not used.</p> <p>This terminal is not electrically isolated from terminal [CM] on the FRENIC-VG unit.</p>

< Digital input circuit specifications >



Item		Min.	Max.
Operating voltage (SOURCE)	ON level	22 V	27 V
	OFF level	0 V	2 V
Operating current at ON (Input voltage is at 27 V)		-	4.5 mA
Allowable leakage current at OFF		-	0.5 mA

Digital input wiring length: Max. 20 m

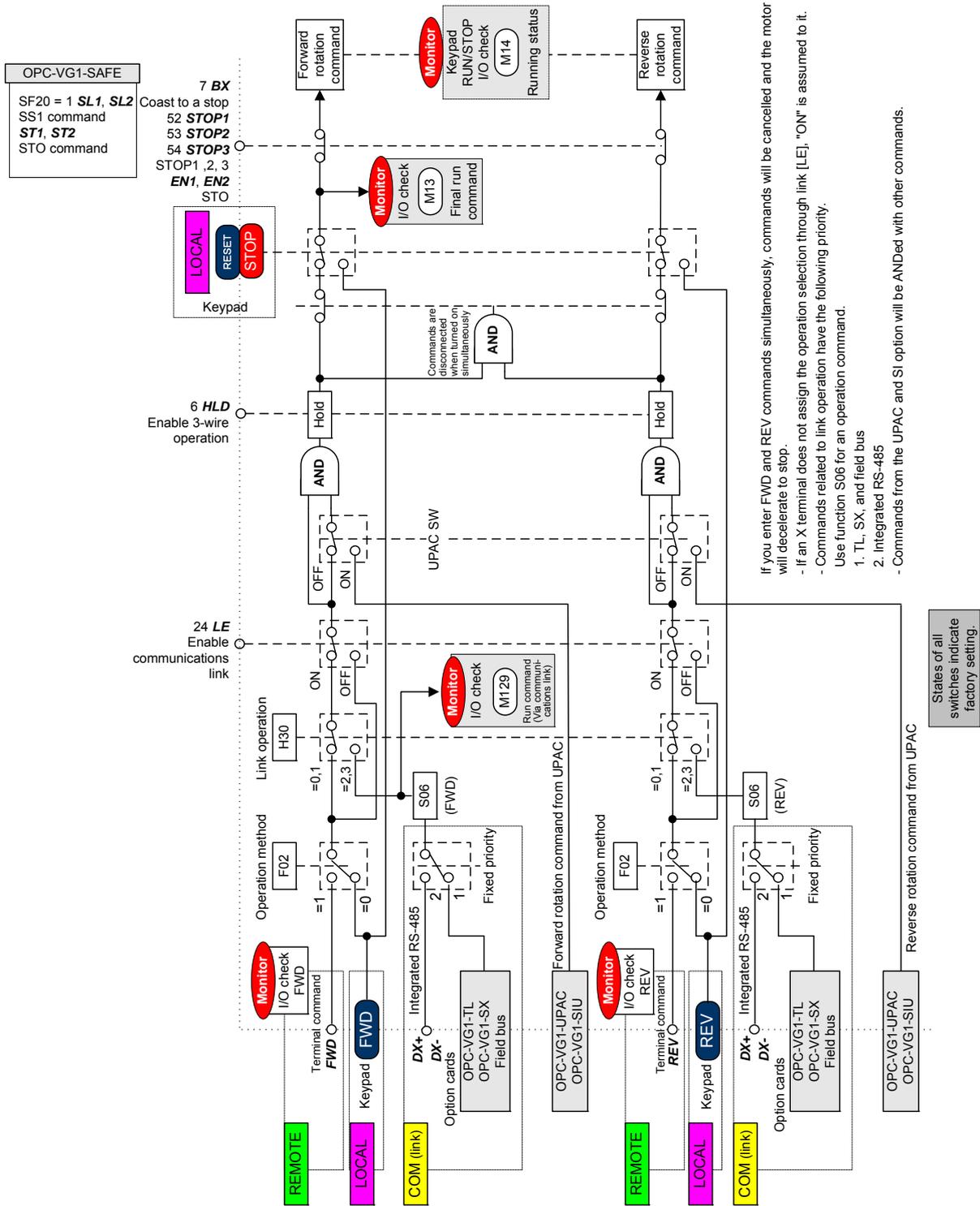
Digital input	BF1	Brake signal feedback 1	Feedback signals of brake signals. Connect the PIS potential with "normally closed" contact of the safety relay triggered by brake signals SB+ and SB-.	Power voltage: Max. 30 VDC Min. 20 VDC Output current: Max. 2 A Max. wiring length: 30 m
	BF2	Brake signal feedback 2	If these signal states are discrepant with the SB+ and SB- operation, an alarm \overline{S} occurs and the SB+ and SB- become opened, activating brake operation.	
Digital output	SB+	Brake start signal +	Brake signals to operate the electromagnetic power off brake.	
	SB-	Brake start signal -	These signals are duplex, so make wiring as specified in the wiring diagram. When the Safe Brake Control (SBC) is enabled with the safety-related function code, the internal circuit is opened during "coast to a stop" triggered by STO, shutting down the exciting current to the electromagnetic power off brake to activate it.	
	PIS	Brake signal power input	Brake signal power. Use this in combination of SB+. Connect the external power supply.	
	CMB	Brake signal power common	Common for brake signal power. Use this in combination with SB-.	

Chapter 3 Control and Operation

3.1 Control Block Diagrams

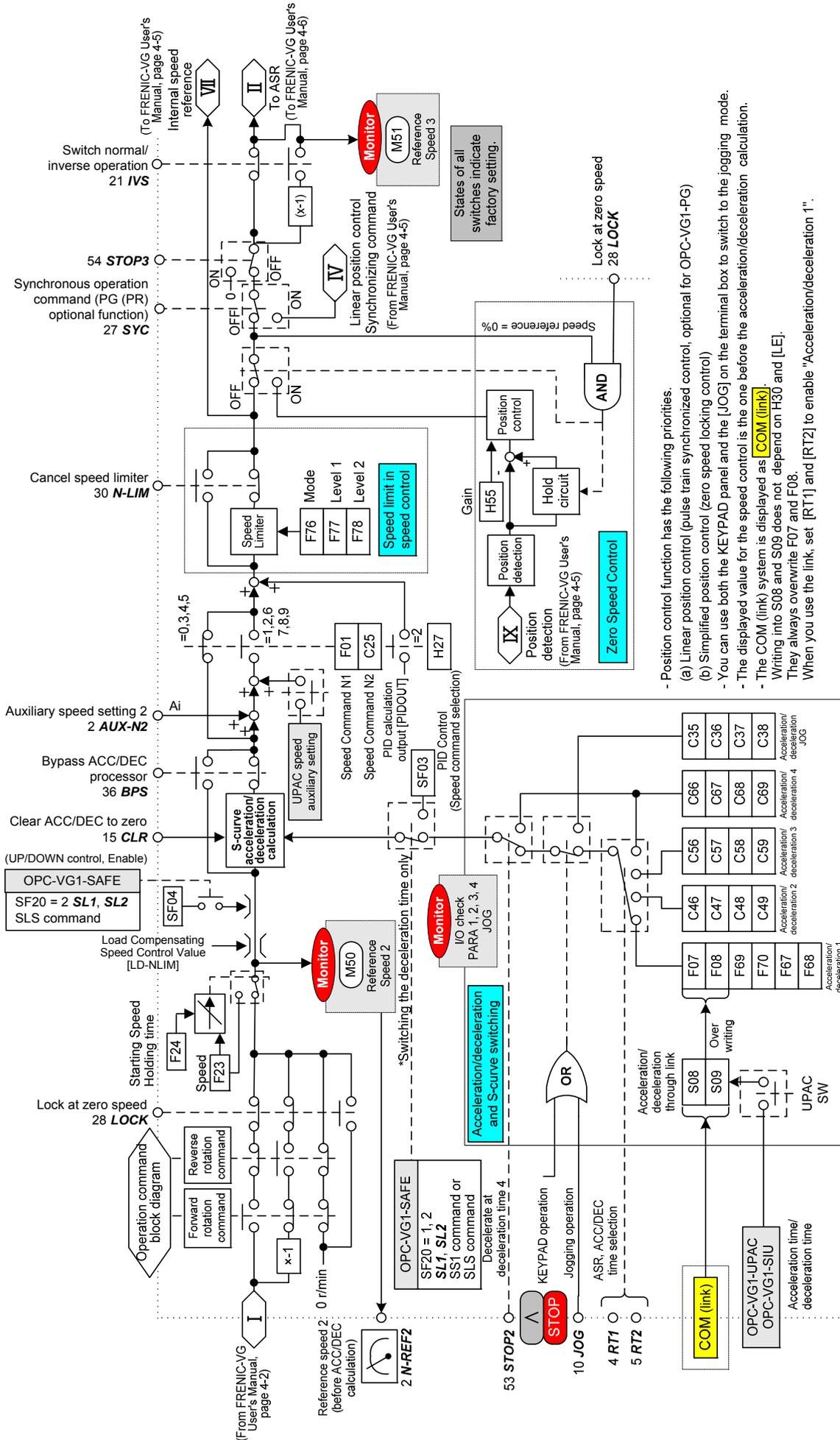
There are priority orders between the safety functions of the functional safety card and the functions of the FRENIC-VG unit. Be careful with the priority orders since the safety functions may not work. For details, refer to Sections 3.1.1 and 3.1.2.

3.1.1 Run command



English

3.1.2 Acceleration/deceleration calculation, speed limitation, and positioning control input



- Position control function has the following priorities.
 - (a) Linear position control (pulse train synchronized control, optional for OPC-VG1-PG)
 - (b) Simplified position control (zero speed locking control)
- You can use both the KEYPAD panel and the [JOG] on the terminal box to switch to the jogging mode.
- The displayed value for the speed control is the one before the acceleration/deceleration calculation.
- The COM (link) system is displayed as **COM (link)**. Writing into S08 and S09 does not depend on H30 and [LE]. They always overwrite F07 and F08. When you use the link, set [RT1] and [RT2] to enable "Acceleration/deceleration 1".

3.2 List of Function Codes

■ Safety-related function codes (SF codes)

Table 3.1 List of Function Codes

Function code	Name	Data setting range	Change when running	Data copying	Default setting
SF00	Password Status Monitor	0: Password locked, 1: Password released	-	-	---
SF01	SS1 Level	30 to 30000 r/min	N	N	150
SF02	SS1 Timer	0.01 to 3600 s	N	N	10.00
SF03	SS1/SLS Deceleration Time	0.01 to 3600 s	N	N	5.00
SF04	SLS Level	30 to 30000 r/min	N	N	300
SF05	SLS Timer	0.01 to 3600 s	N	N	10.00
SF06	SS1/SLS Upper Limit Width	0 to 30000 r/min	N	N	300
SF07	Motor Maximum Speed (Note 1)	50 to 30000 r/min	N	N	1500
SF08	Upper Limit Speed Wait Time	0.00 to 3600 s	N	N	0.00
SF09	PG Failure Detection	0 or 1 0: Disable 1: Enable	N	N	1
SF10	PG Pulse Resolution (Note 2)	300 to 60000 p/r	N	N	1024
SF11	Speed Detection Filter	0.000 to 0.100 s	N	N	0.010
SF12	STO Diagnostic Forecast Time	0.0 to 1.0 s	N	N	0.0
SF20	Terminal [SL1]/[SL2] Function	0 to 2 0: No function 1: SS1 function 2: SLS function	N	N	0
SF21	SS1 Stop Mode	0 or 1 0: Speed monitor 1: Time monitor	N	N	1
SF22	Encoder Selection (Note 3) (Note 4)	0 to 2 0: No encoder, not recommended 1: 15V encoder, recommended 2: 12V encoder, recommended	N	N	0
SF23	Fault Reaction Selection	0 or 1 0: STO (SBC if enabled) 1: SS1	N	N	0
SF24	SBC Function Selection	0 to 2 0: Disable 1: Enable, Via safety relay 2: Enable, Direct connection	N	N	0
SF25	SS1 Error Processing	0 or 1 0: Select fault reaction 1: Select light alarm	N	N	0
SF26	SLS Deceleration Error Processing	0 or 1 0: Select fault reaction 1: Select light alarm	N	N	0
SF27	SLS Upper Limit Error Processing	0 or 1 0: Select fault reaction 1: Select light alarm	N	N	0
SF28	Save All of Safety-related Function Codes	0 or 1 0: No save 1: Save all (Automatically reverts to 0)	N	N	0
SF30	Safety-related Password 1	Safety-related function code protection password 1	N	N	0000
SF31	Safety-related Password 2	Safety-related function code protection password 2	N	N	0000

(Note 1) Match the setting with the maximum speed of the motor driven by the FRENIC-VG unit. (Related function codes: F03, A06, A106)

(Note 2) Match the setting with the PG pulse resolution specified in the FRENIC-VG unit. (Related function codes: P28, A30, A130)

(Note 3) Match the setting with the encoder power voltage and PGP terminal voltage (SW6) of the FRENIC-VG. For details about SW6, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 3, Section 3.3.3.9 "Setting the slide switches."

(Note 4) When SF22 = 1 or 2, a temporary wire break by motor switching will be judged as a failure so that an alarm occurs. To use motor switching, set the SF22 data to "0."

Notes

Settings of the safety-related function codes can be modified from the keypad mounted on the FRENIC-VG unit; however, such modification brings the functional safety card out of compliance.

To make the functional safety card compliant with the safety standards when modifying the settings of the safety-related function codes, it is necessary to check the modified settings with the keypad connected with the functional safety card while configuring them with FRENIC-VG Loader. (For the keypad connection procedure, refer to Section 1.8.)

After checking the modified settings, fully save new settings of safety-related function codes with FRENIC-VG Loader. (For the modification procedure, see Figure 3.1.)

Without performing the Save All operation with FRENIC-VG Loader, the settings of safety-related function codes will not be saved into the functional safety card. For the connection with FRENIC-VG Loader and the operating procedure of function code modification, refer to the FRENIC-VG Loader Instruction Manual.

CAUTION

- If a password is read out with SF30/SF31, it will be fixed at 0000 or FFFF. Be sure to change the password and manage it under the responsibility of the customer.
- If you forget your password, initialize the functional safety card with FRENIC-VG Loader. Before initialization, make a note of settings of the safety-related function codes since not only the password but also those settings will be initialized. For details, refer to the FRENIC-VG Loader Instruction Manual.

When using the Safe Stop 1 (SS1) or Safely Limited Speed (SLS) function, modify the settings of SF20 (Terminal [SL1]/[SL2] Function), SF21 (SS1 Stop Mode), and SF22 (Encoder Selection) using the procedure given below. After modification, perform the Save All function.

(1) Safe Stop 1 speed monitoring

The modification procedure from factory defaults is as follows.

- 1) Change the setting of SF20 from 0 to 1.
- 2) Change the setting of SF22 from 0 to 1 or 2.
- 3) Change the setting of SF21 from 1 to 0.

(2) Safe Stop 1 time monitoring (with speed monitoring)

There is no restriction on the modification procedure from factory defaults. Change the setting of SF20 from 0 to 1 and that of SF22 from 0 to 1 or 2.

(3) Safe Stop 1 time monitoring only

There is no restriction on the modification procedure from factory defaults. Change the setting of SF20 from 0 to 1.

(4) Safely Limited Speed

The modification procedure from factory defaults is as follows.

- 1) Change the setting of SF22 from 0 to 1 or 2.
- 2) Change the setting of SF20 from 0 to 2.

Table 3.2 lists unavailable combinations of SF20, SF21 and SF22 settings. Take care when modifying the settings. The current modification state can be checked with the keypad connected to the functional safety card. For details about the keypad display, refer to Section 4.1.

Table 3.2 Unavailable Combinations of SF20/SF21/SF22 Settings

	SF20 (Terminal [SL1]/[SL2] Function)	SF21 (SS1 Stop Mode)	SF22 (Encoder Selection)
Unavailable combinations	1: SS1	0: Speed monitor	0: No encoder, not recommended
	2: SLS	0: Speed monitor	0: No encoder, not recommended
	2: SLS	1: Time monitor	0: No encoder, not recommended

Function codes related to Y terminals on the FRENIC-VG unit are given below. (*1)

■ **E codes: Extension Terminal Functions**

Function code	Communi-cations address		Name	Dir.	Data setting range (*2)	Change when running	Default setting	Data copying	Initialization	Format type	Drive control				Remarks
	485 No.	Link No.									PG	LES	VF	SM	
E15	10Fh	85h	Terminal [Y1] Function	13	80: EN terminal detection circuit failure DECF 81: EN terminal OFF ENOFF 82: Safety function in progress SF-RUN 84: STO under testing SF-TST	N	1	Y	Y	58					
E16	110h	86h	Terminal [Y2] Function	1		N	2	Y	Y	58	Y	Y	Y	Y	
E17	111h	87h	Terminal [Y3] Function	1		N	3	Y	Y	58	Y	Y	Y	Y	
E18	112h	88h	Terminal [Y4] Function	1		N	4	Y	Y	58	Y	Y	Y	Y	
E19	113h	89h	Terminal [Y5] Function	1		N	14	Y	Y	58	Y	Y	Y	Y	
E20	114h	8Ah	Terminal [Y11] Function	1		N	26	Y	Y	58	Y	Y	Y	Y	
E21	115h	8Bh	Terminal [Y12] Function	1		N	26	Y	Y	58	Y	Y	Y	Y	
E22	116h	8Ch	Terminal [Y13] Function	1		N	26	Y	Y	58	Y	Y	Y	Y	
E23	117h	8Dh	Terminal [Y14] Function	1		N	26	Y	Y	58	Y	Y	Y	Y	
E24	118h	8Eh	Terminal [Y15] Function	1		N	26	Y	Y	58	Y	Y	Y	Y	
E25	119h	8Fh	Terminal [Y16] Function	1		N	26	Y	Y	58	Y	Y	Y	Y	
E26	11Ah	90h	Terminal [Y17] Function	1		N	26	Y	Y	58	Y	Y	Y	Y	
E27	11Bh	91h	Terminal [Y18] Function	1		N	26	Y	Y	58	Y	Y	Y	Y	
E28	11Ch	h	Y Terminal Function (Normally open/closed)	0	0000 to 001F 0: Normally open 1: Normally closed E28 configures the normal state of Y1 to Y5.	N	0000	Y	Y	36	Y	Y	Y	Y	

(*1) Output signals from Y terminals cannot be used as safety output signals. Use those signals only for monitoring the status.

(*2) This lists only function code settings related to the functional safety card functions. For other settings, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 4, Section 4.2 "Function Code Tables."

E15 to E27 Y Terminal Function

■ **EN terminal detection circuit failure -- DECF** (Function code data = 80)

This signal comes ON when an Enable circuit failure is detected with terminals [EN1] and [EN2] on the FRENIC-VG unit (when an alarm *ELF* occurs) or an alarm *SrF* on the functional safety card occurs.

When using terminals [EN1] and [EN2] on the FRENIC-VG unit, feed back a **DECF**-assigned inverter transistor output to a reset input sent from the upper safety unit in wiring, if needed, in order to turn [EN1] and [EN2] OFF and shut down the output. For details, refer to the FRENIC-VG Instruction Manual, Chapter 9, Section 9.1 "Compliance with UL Standards and Canadian Standards (cUL certification)."

■ **EN terminal OFF -- ENOFF** (Function code data = 81)

This signal comes ON when the FRENIC-VG (terminals [EN1] and [EN2]) or the functional safety card is in the Safe Torque Off state. For details, refer to Table 3.3.

Table 3.3 Operational Logic Table of DECF and ENOFF Signals

Transistor output (*1)	<i>ELF</i> alarm	<i>SrF</i> alarm	<i>SrF</i> alarm	[EN1], [EN2] OFF	[ST1], [ST2] OFF	STO after SS1	STO diagnosis in progress (*3)
DECF	ON (*2)	ON (*2)	OFF (*2)	OFF (*2)	OFF (*2)	OFF (*2)	OFF (*2)
ENOFF	OFF (*2)(*4)	OFF (*2)(*4)	ON (*2)	ON (*2)	ON (*2)	ON (*2)	ON (*2)

(*1) To use this function, it is necessary to assign **DECF** and **ENOFF** to Y terminals using the function codes (data = 80, 81) of the FRENIC-VG unit beforehand.

(*2) "Normally open/closed" of the transistor output can be switched with the function code E28 of the FRENIC-VG unit. The table above shows the logic to be applied when "Normally open" is selected.

- (*3) If the functional safety card is mounted, it diagnoses the STO shutdown circuit regularly when the inverter power is turned ON and it is stopped.
- (*4) Since determining errors requires time, **ENOFF** is ON for approx. 100 ms before **DECF** comes ON.

■ **Safety function in progress -- SF-RUN** (Function code data = 82)

This signal comes ON when all safety functions of the functional safety card are activated. It also comes ON when the Safe Torque Off or Safe Stop 1 function is activated after an alarm $\overline{S_iF}$ or $\overline{S_rF}$ occurs on the functional safety card or the STO shutdown circuit is being diagnosed. For details, refer to the timing charts given in Section 3.3.

■ **STO under testing -- SF-TST** (Function code data = 84)

The functional safety card diagnoses the STO shutdown circuit when the inverter power is turned ON and the total of the stop time exceeds 50 minutes. During diagnosis of the STO shutdown circuit, the inverter cannot start running until the completion of diagnosis even if a run command is entered.

If a start delay becomes a systematic problem, connect output signals issued by this function to the upper equipment so as not to allow entry of a run command during diagnosis of the STO. For detailed operation, refer to the description of SF12 in Section 3.4 "Details of Safety-related Function Codes (SF codes)."

To make the functional safety card compliant with the safety standards when modifying the settings of the safety-related function codes, follow the flowchart given below.

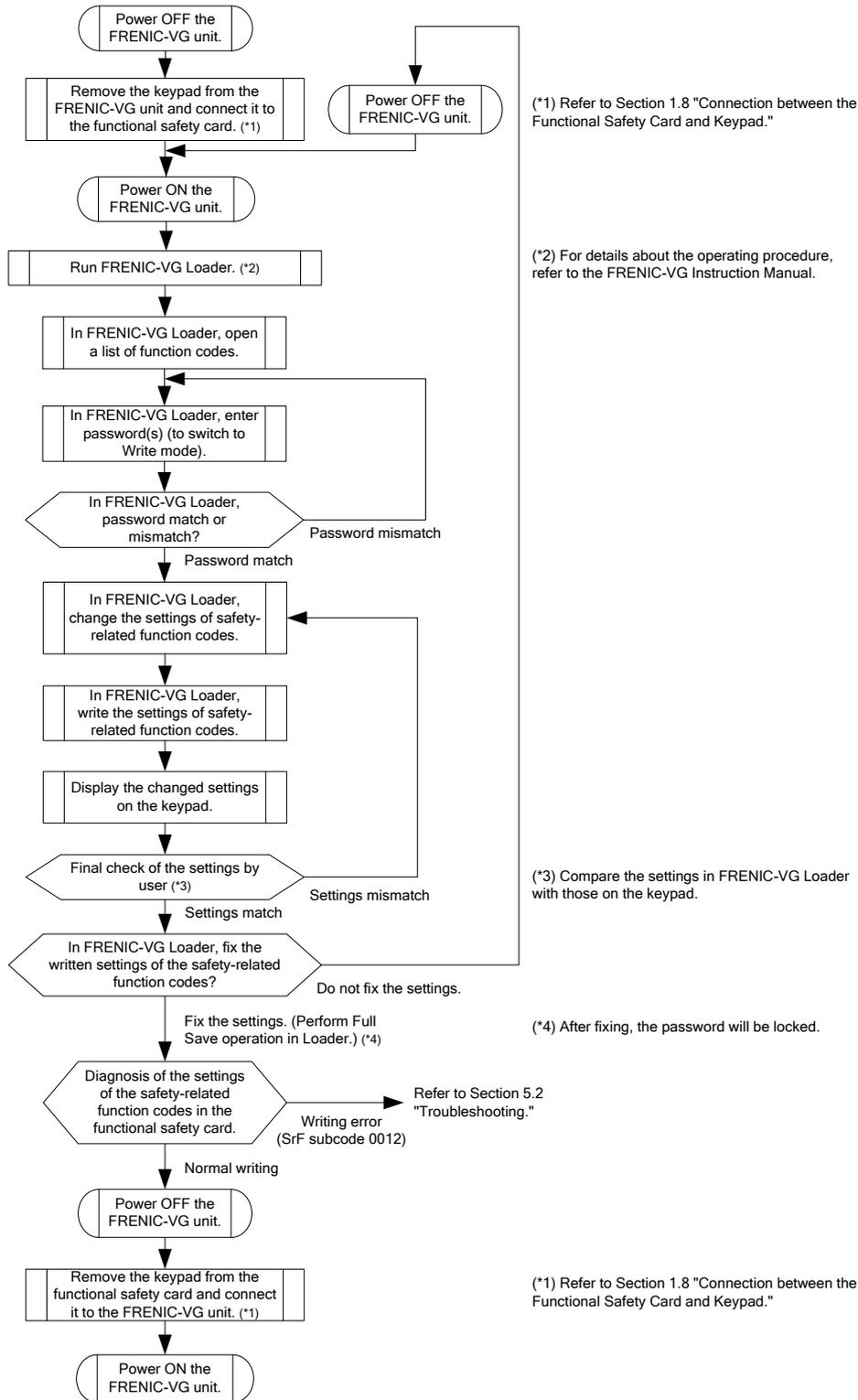


Figure 3.1 Safety-related Function Code Modification Procedure

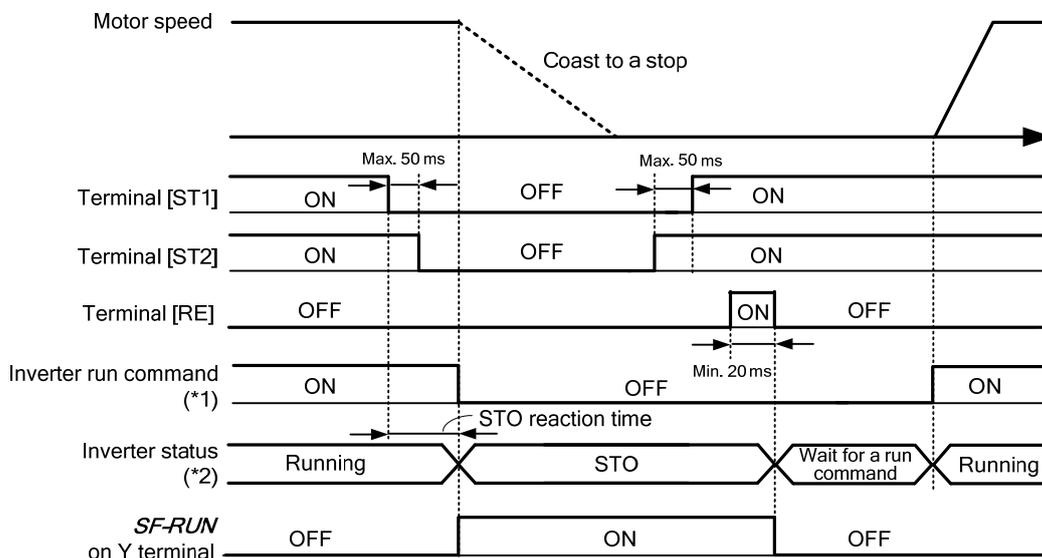
CAUTION
<ul style="list-style-type: none"> After the FRENIC-VG is turned ON, the safety-related passwords of the functional safety card are always locked. To change the settings of the safety-related function codes, release the passwords. If FRENIC-VG Loader restarts when the safety-related passwords are released, the functional safety card retains the password release state so that no password re-entry is required for changing the settings of the safety-related function codes.

3.3 Relationship between Safety Functions and Safety-related Function Codes

3.3.1 Safe Torque Off (STO) operation

3.3.1.1 STO normal operation

The timing chart below shows the STO normal operation triggered by turning terminals [ST1] and [ST2] OFF when the FRENIC-VG is driving the motor.



(*1) The inverter run command refers to the ON/OFF state of a run forward or run reverse command of function code M14 (Running status). For details, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 4, Section 4.2 "Function Code Tables."

(*2) The inverter status refers to the ON/OFF state of the "Inverter running" or "Inverter ready to run" signal of function code M52 (Control output 1). For details, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 4, Section 4.2 "Function Code Tables."

Figure 3.2 Timing Chart of STO Normal Operation

Normal operation

Turning both terminals [ST1] and [ST2] OFF (open) shuts down the inverter output after a maximum of 60 ms of the STO reaction time so that the motor enters into the Safe Torque Off (STO) state.

A delay between the ON timings of terminals [ST1] and [ST2] and that between the OFF timings should be less than 50 ms. Delay exceeding 50 ms causes an alarm operation. For details, refer to Section 3.3.1.2.

Recovery operation

To recover the inverter from the STO state, turn both terminals [ST1] and [ST2] ON (close) and then turn terminal [RE] OFF (open) ⇒ ON (close) for at least 20 ms ⇒ OFF (open). This makes the inverter ready for running.

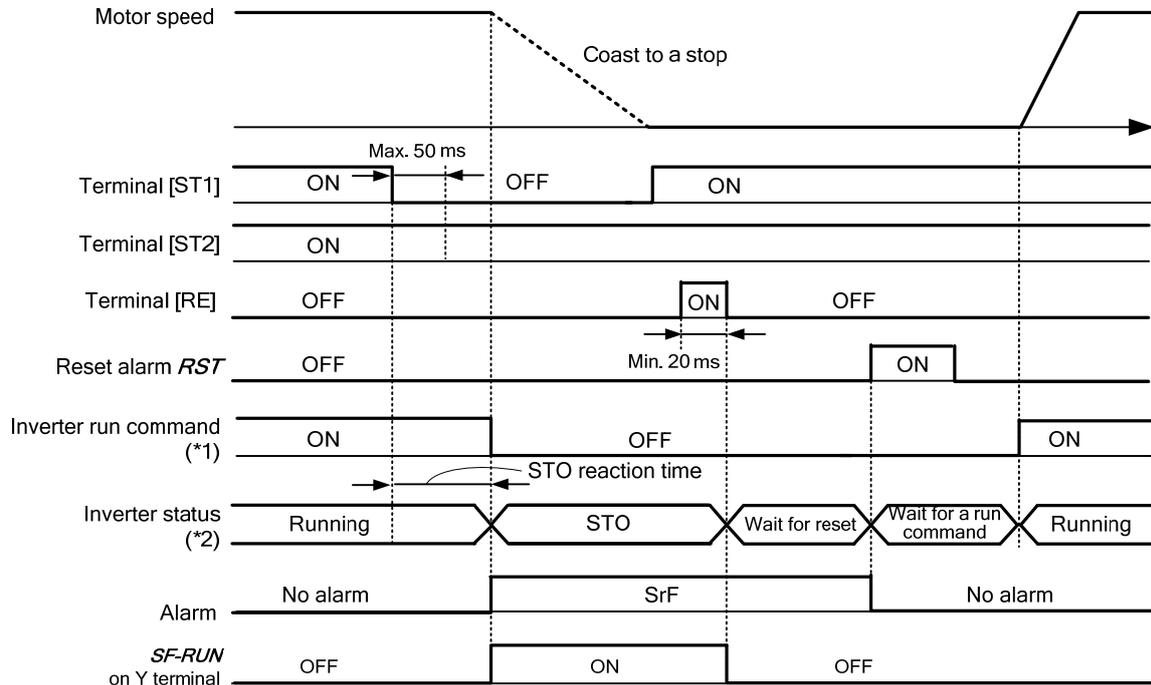
The STO operation turns OFF a self-hold run command in keypad operation; therefore, turning an inverter run command ON from the keypad after the inverter becomes ready for running causes the inverter to run. If an inverter run command is entered from the external equipment, the inverter starts running after the STO is released.

CAUTION

- The OFF time of terminals [ST1] and [ST2] should be 60 ms or more. Otherwise, the Self Torque Off (STO) function may not work normally.
- When entering test pulses from the safety programmable logic controller to terminals [ST1] and [ST2], be sure to keep the OFF time of the test pulses less than 1 ms. Otherwise, the Self Torque Off (STO) function may be activated.

3.3.1.2 STO alarm operation

The functional safety card always monitors whether the ON and OFF timings of terminals [ST1] and [ST2] are matched. If they are not matched, an alarm operation as shown below will be performed. Follow the specified recovery operation.



(*1) The inverter run command refers to the ON/OFF state of a run forward or run reverse command of function code M14 (Running status). For details, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 4, Section 4.2 "Function Code Tables."

(*2) The inverter status refers to the ON/OFF state of a "Inverter running" or "Inverter ready to run" signal of function code M52 (Control output 1). For details, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 4, Section 4.2 "Function Code Tables."

Figure 3.3 Timing Chart of STO Alarm Operation

Alarm operation

Turning only terminal [ST1] OFF (open) so that a delay between the ON or OFF timing of terminals [ST1] and [ST2] exceeds 50 ms shuts down the inverter output after a maximum of 60 ms of the STO reaction time. Accordingly, the motor enters into the Safe Torque Off (STO) state and an alarm *SrF* occurs.

Recovery operation

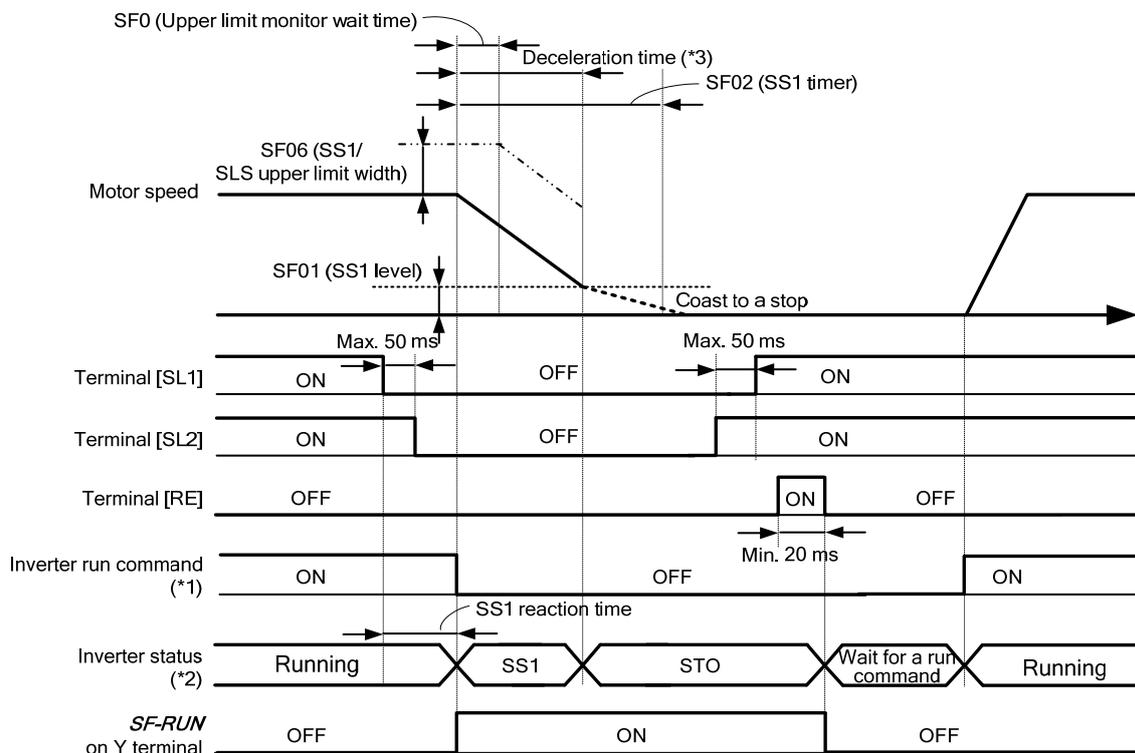
To recover the inverter from the STO state, during the STO operation and at the time of an alarm *SrF*, turn both terminals [ST1] and [ST2] ON (close), remove the alarm factor, and then turn terminal [RE] OFF (open) ⇒ ON (close) for at least 20 ms ⇒ OFF (open). Further, to reset the alarm *SrF*, turn the alarm reset signal ***RST*** on the FRENIC-VG unit OFF and ON. (Instead of the ***RST*** signal, the **RESET** button on the keypad mounted on the FRENIC-VG unit can be used.)

To restore to the running state, perform the same operation as specified in Section 3.3.1.1.

3.3.2 Safe Stop 1 (SS1) speed monitoring operation

3.3.2.1 SS1 normal operation by speed monitoring

The timing chart below shows the SS1 normal operation by speed monitoring, which is triggered by turning terminals [SL1] and [SL2] OFF when the FRENIC-VG is driving the motor.



(*1) The inverter run command refers to the ON/OFF state of a run forward or run reverse command of function code M14 (Running status). For details, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 4, Section 4.2 "Function Code Tables."

(*2) The inverter status refers to the ON/OFF state of the "Inverter running" or "Inverter ready to run" signal of function code M52 (Control output 1). For details, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 4, Section 4.2 "Function Code Tables."

(*3) For details about the deceleration time, refer to the description of SF03 (SS1/SLS deceleration time) in Section 3.4 "Details of Safety-related Function Codes (SF codes)."

Figure 3.4 Timing Chart of SS1 Operation by Speed Monitoring

Normal operation

Turning both terminals [SL1] and [SL2] OFF (open) decelerates the motor speed in accordance with the deceleration time (*3) specified by SF03 (SS1/SLS deceleration time) after a maximum of 25 ms of the SS1 reaction time.

The functional safety card monitors whether the motor speed exceeds the upper limit speed (*4) calculated from related function code settings. If the motor speed decelerates to the speed specified by SF01 (SS1 level), the Safe Torque Off (STO) operation starts and the inverter shuts down its output, causing the motor to coast to a stop.

(*4) For details about the upper limit speed, refer to the description of SF06 (SS1/SLS upper limit width) in Section 3.4 "Details of Safety-related Function Codes (SF codes)."

Recovery operation

If the inverter enters into the STO state, it can be recovered. Turn both terminals [SL1] and [SL2] ON (close) and then turn terminal [RE] OFF (open) ⇒ ON (close) for at least 20 ms ⇒ OFF (open). This makes the inverter ready for running.

To restore to the running state, perform the same operation as specified in Section 3.3.1.1.

⚠ WARNING ⚠

- Due to the torque limiter or other functions in the FRENIC-VG unit, the motor may not decelerate in accordance with the deceleration time specified with the functional safety card. For the FRENIC-VG functions that affect deceleration caused by the Safe Stop 1 (SS1) function, refer to the control block diagrams given in Section 3.1.2. The risk assessment should be made under the responsibility of the customer for analyzing the risks as allowable in system designing.
Injuries or a machine breakdown could occur.

- When the FRENIC-VG unit is under vector control, the Safe Stop 1 (SS1) by speed monitoring applies. If the SS1 function is activated under any control other than vector one, the motor may not decelerate in accordance with the deceleration time specified by the functional safety card. To use the SS1 function, check that the FRENIC-VG unit is under vector control (Related function codes: P01, A01, A101). For details, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 4, Section 4.2 "Function Code Tables."
Injuries or a machine breakdown could occur.

Related function codes

The table below lists safety-related function codes related to the Safe Stop 1 (SS1) by speed monitoring. For details about SF codes, refer to Section 3.4 "Details of Safety-related Function Codes (SF codes)."

Function code	Name	Data setting range	Change when running	Data copying	Default setting
SF01	SS1 Level	30 to 30000 r/min	N	N	150
SF02	SS1 Timer	0.01 to 3600 s	N	N	10.00
SF03	SS1/SLS Deceleration Time	0.01 to 3600 s	N	N	5.00
SF06	SS1/SLS Upper Limit Width	0 to 30000 r/min	N	N	300
SF07	Motor Maximum Speed (Note 1)	50 to 30000 r/min	N	N	1500
SF08	Upper Limit Speed Wait Time	0.00 to 3600 s	N	N	0.00
SF09	PG Failure Detection	0 or 1 0: Disable 1: Enable	N	N	1
SF10	PG Pulse Resolution (Note 2)	300 to 60000 p/r	N	N	1024
SF11	Speed Detection Filter	0.000 to 0.100 s	N	N	0.010
SF20	Terminal [SL1]/[SL2] Function	0 to 2 0: No function 1: SS1 function 2: SLS function	N	N	0
SF21	SS1 Stop Mode	0 or 1 0: Speed monitor 1: Time monitor	N	N	1
SF22	Encoder Selection (Note 3) (Note 4)	0 to 2 0: No encoder, not recommended 1: 15V encoder, recommended 2: 12V encoder, recommended	N	N	0

(Note 1) Match the setting with the maximum speed of the motor driven by the FRENIC-VG unit. (Related function codes: F03, A06, A106)

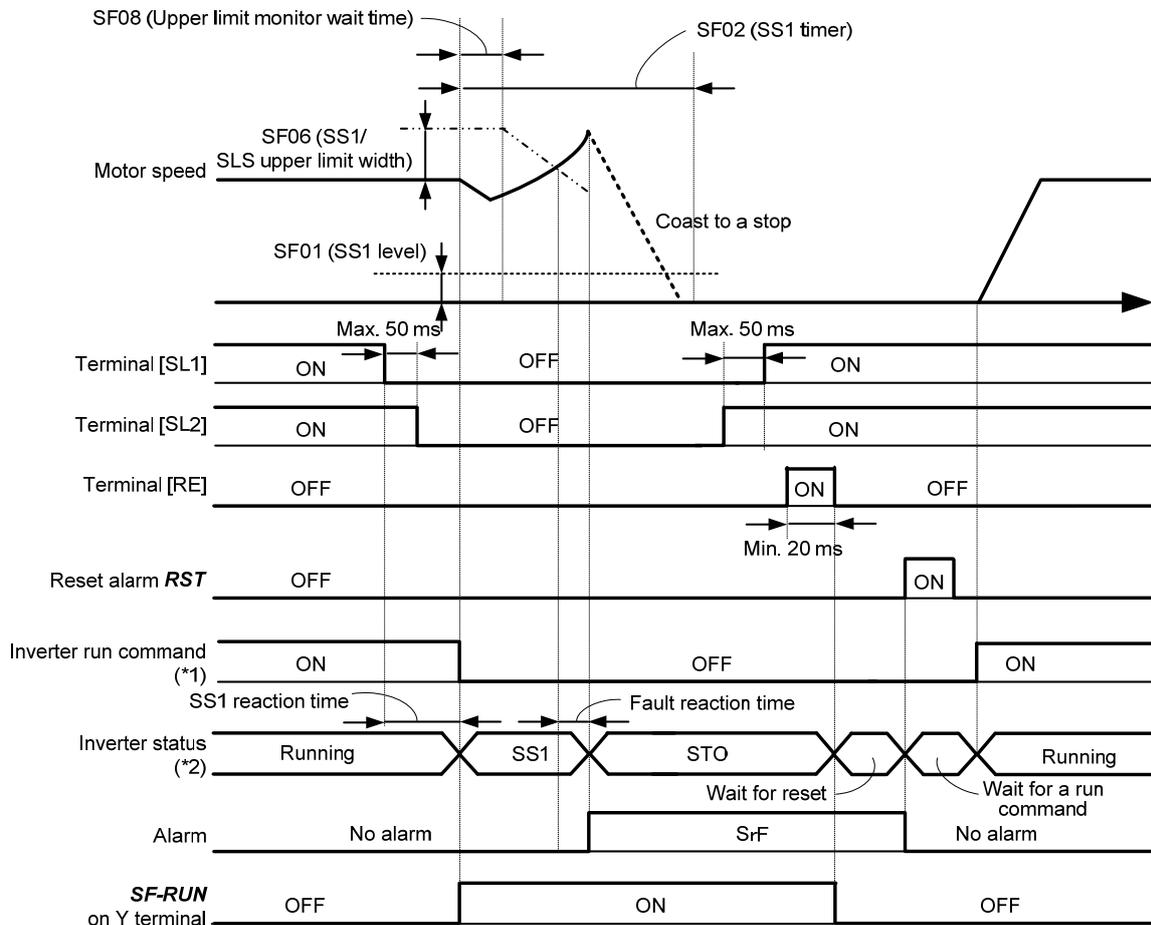
(Note 2) Match the setting with the PG pulse resolution specified in the FRENIC-VG unit. (Related function codes: P28, A30, A130)

(Note 3) Match the setting with the encoder power voltage and PGP terminal voltage (SW6) of the FRENIC-VG. For details about SW6, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 3, Section 3.3.3.9 "Setting the slide switches."

(Note 4) When SF22 = 1 or 2, a temporary wire break by motor switching will be judged as a failure so that an alarm occurs. To use motor switching, set the SF22 data to "0."

3.3.2.2 SS1 alarm operation by speed monitoring

The functional safety card monitors whether the motor speed exceeds the upper limit speed during SS1 operation by speed monitoring. If the motor speed exceeds it, an alarm operation as shown below will be performed. Follow the specified recovery operation.



(*1) The inverter run command refers to the ON/OFF state of a run forward or run reverse command of function code M14 (Running status). For details, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 4, Section 4.2 "Function Code Tables."

(*2) The inverter status refers to the ON/OFF state of the "Inverter running" or "Inverter ready to run" signal of function code M52 (Control output 1). For details, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 4, Section 4.2 "Function Code Tables."

Figure 3.5 Timing Chart of SS1 Alarm Operation by Speed Monitoring

Alarm operation

Turning both terminals [SL1] and [SL2] OFF (open) decelerates the motor speed in accordance with the deceleration time (*3) specified by SF03 (SS1/SLS deceleration time) after a maximum of 25 ms of the SS1 reaction time.

However, if the motor speed exceeds the upper limit speed (*4) due to the torque limiter or abrupt change of the motor load, the error processing specified by SF25 (SS1 error processing) starts.

In the timing chart above, SF25 = 0 so that the inverter enters into the Safe Torque Off (STO) state after a maximum of 80 ms.

(*3) For details about the deceleration time, refer to the description of SF03 (SS1/SLS deceleration time) in Section 3.4 "Details of Safety-related Function Codes (SF codes)."

(*4) For details about the upper limit speed, refer to the description of SF06 (SS1/SLS upper limit width) in Section 3.4 "Details of Safety-related Function Codes (SF codes)."

Recovery operation

If the inverter enters into the STO state, it can be recovered. Turn both terminals [SL1] and [SL2] ON (close) and then turn terminal [RE] OFF (open) ⇒ ON (close) for at least 20 ms ⇒ OFF (open). Turn the alarm reset signal **RST** on the FRENIC-VG unit OFF and ON. This makes the inverter ready for running. (Instead of the **RST** signal, the **RESET** button on the keypad mounted on the FRENIC-VG unit can be used.)

To restore to the running state, perform the same operation as specified in Section 3.3.1.1.

CAUTION

- Speed monitoring by SF06 (SS1/SLS upper limit width) is valid only during SS1 operation.

Related function codes

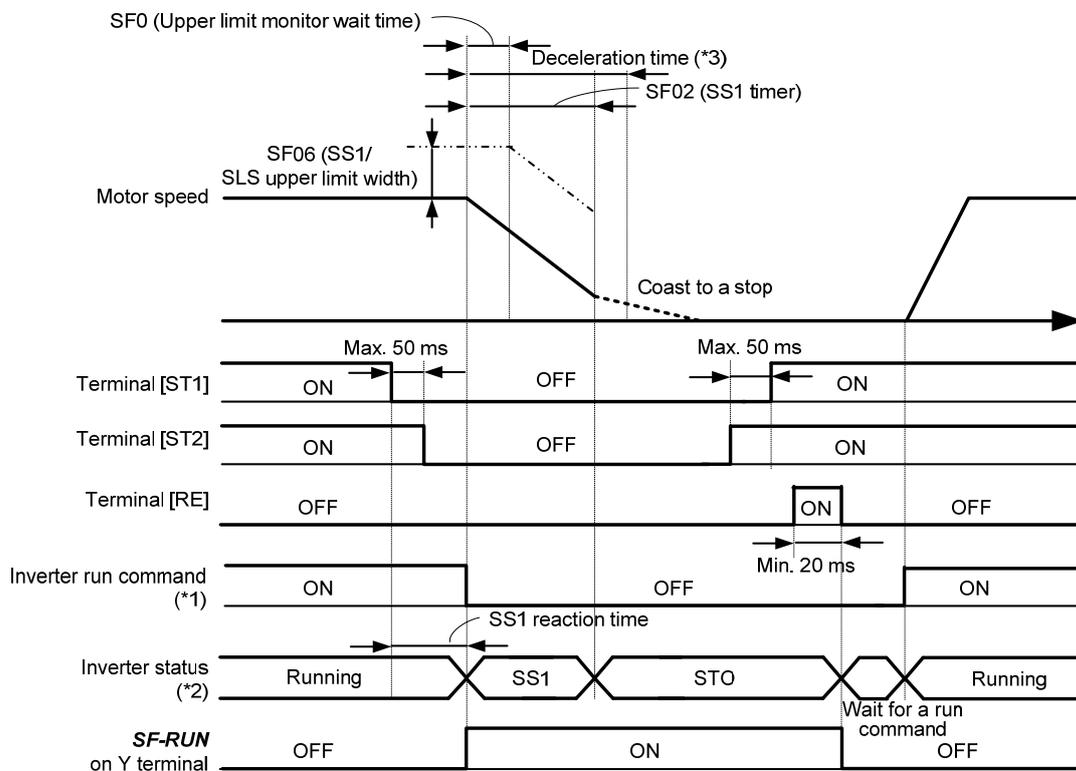
The table below lists safety-related function codes related to SS1 alarm operation by speed monitoring. For details about SF codes, refer to Section 3.4 "Details of Safety-related Function Codes (SF codes)."

Function code	Name	Data setting range	Change when running	Data copying	Default setting
SF25	SS1 Error Processing	0 or 1 0: Select fault reaction 1: Select light alarm	N	N	0

3.3.3 Safe Stop 1 (SS1) time monitoring operation

3.3.3.1 SS1 normal operation by time monitoring

The timing chart below shows the SS1 normal operation by time monitoring, which is triggered by turning terminals [SL1] and [SL2] OFF when the FRENIC-VG is driving the motor.



(*1) The inverter run command refers to the ON/OFF state of a run forward or run reverse command of function code M14 (Running status). For details, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 4, Section 4.2 "Function Code Tables."

(*2) The inverter status refers to the ON/OFF state of the "Inverter running" or "Inverter ready to run" signal of function code M52 (Control output 1). For details, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 4, Section 4.2 "Function Code Tables."

(*3) For details about the deceleration time, refer to the description of SF03 (SS1/SLS deceleration time) in Section 3.4 "Details of Safety-related Function Codes (SF codes)."

Figure 3.6 Timing Chart of SS1 Operation by Time Monitoring

Normal operation

Turning both terminals [SL1] and [SL2] OFF (open) decelerates the motor speed in accordance with the deceleration time (*3) specified by SF03 (SS1/SLS deceleration time) after a maximum of 25 ms of the SS1 reaction time.

After the start of SS1 operation, if the time specified by SF02 (SS1 timer) elapses, the Safe Torque Off (STO) operation starts and the inverter shuts down its output, causing the motor to coast to a stop.

When SF22 = 1 or 2, the functional safety card monitors also whether the motor speed exceeds the upper limit speed (*4) during the SS1 operation.

(*4) For details about the upper limit speed, refer to the description of SF06 (SS1/SLS upper limit width) in Section 3.4 "Details of Safety-related Function Codes (SF codes)."

Recovery operation

If the inverter enters into the STO state, it can be recovered. Turn both terminals [SL1] and [SL2] ON (close) and then turn terminal [RE] OFF (open) ⇒ ON (close) for at least 20 ms ⇒ OFF (open). This makes the inverter ready for running.

To restore to the running state, perform the same operation as specified in Section 3.3.1.1.

⚠ WARNING ⚠

- Due to the torque limiter or other functions in the FRENIC-VG unit, the motor may not decelerate in accordance with the deceleration time specified with the functional safety card. For the FRENIC-VG functions that affect deceleration caused by the Safe Stop 1 (SS1) function, refer to the control block diagrams given in Section 3.1.2. The risk assessment should be made under the responsibility of the customer for analyzing the risks as allowable in system designing.

Injuries or a machine breakdown could occur.

- When the FRENIC-VG unit is under vector control, the Safe Stop 1 (SS1) by speed monitoring applies. If the SS1 function is activated under any control other than vector one, the motor may not decelerate in accordance with the deceleration time specified by the functional safety card. To use the SS1 function, check that the FRENIC-VG unit is under vector control (Related function codes: P01, A01, A101). For details, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 4, Section 4.2 "Function Code Tables."

Injuries or a machine breakdown could occur.

Related function codes

The table below lists safety-related function codes related to the Safe Stop 1 (SS1) by time monitoring. For details about SF codes, refer to Section 3.4 "Details of Safety-related Function Codes (SF codes)."

Function code	Name	Data setting range	Change when running	Data copying	Default setting
SF02	SS1 Timer	0.01 to 3600 s	N	N	10.00
SF03	SS1/SLS Deceleration Time	0.01 to 3600 s	N	N	5.00
SF06	SS1/SLS Upper Limit Width	0 to 30000 r/min	N	N	300
SF07	Motor Maximum Speed (Note 1)	50 to 30000 r/min	N	N	1500
SF08	Upper Limit Speed Wait Time	0.00 to 3600 s	N	N	0.00
SF09	PG Failure Detection	0 or 1 0: Disable 1: Enable	N	N	1
SF10	PG Pulse Resolution (Note 2)	300 to 60000 p/r	N	N	1024
SF11	Speed Detection Filter	0.000 to 0.100 s	N	N	0.010
SF20	Terminal [SL1]/[SL2] Function	0 to 2 0: No function 1: SS1 function 2: SLS function	N	N	0
SF21	SS1 Stop Mode	0 or 1 0: Speed monitor 1: Time monitor	N	N	1
SF22	Encoder Selection (Note 3) (Note 4)	0 to 2 0: No encoder, not recommended 1: 15V encoder, recommended 2: 12V encoder, recommended	N	N	0

(Note 1) Match the setting with the maximum speed of the motor driven by the FRENIC-VG unit. (Related function codes: F03, A06, A106)

(Note 2) Match the setting with the PG pulse resolution specified in the FRENIC-VG unit. (Related function codes: P28, A30, A130)

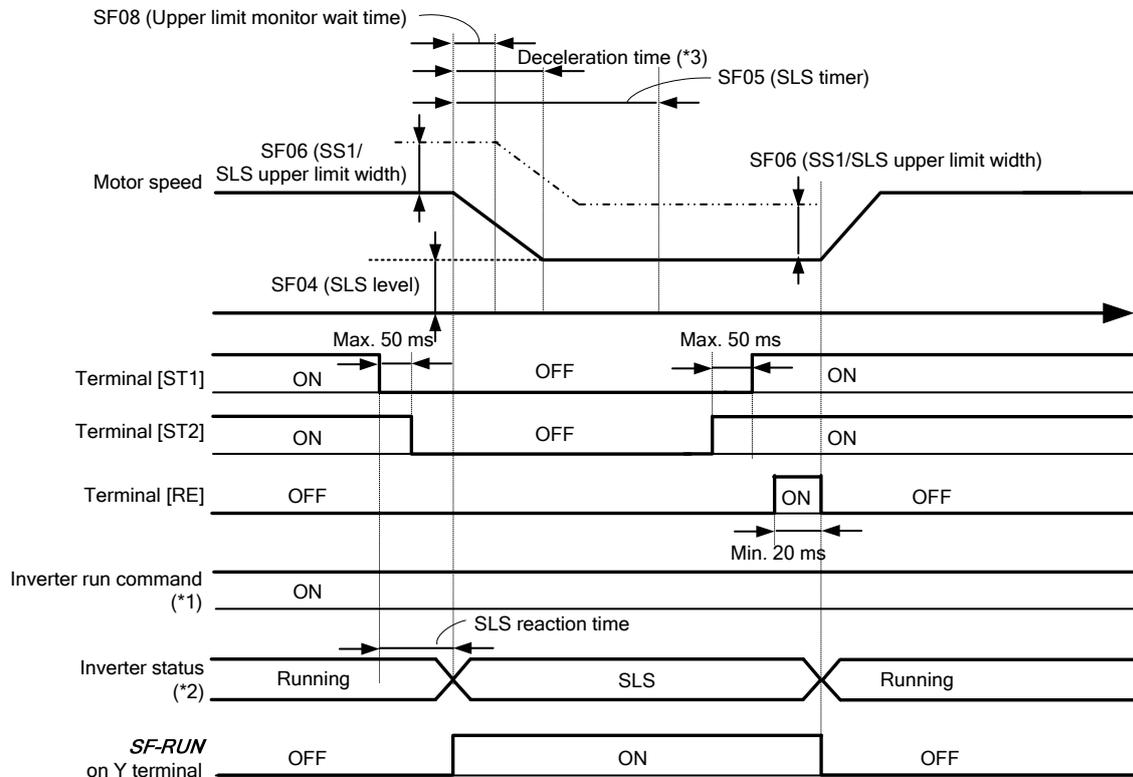
(Note 3) Match the setting with the encoder power voltage and PGP terminal voltage (SW6) of the FRENIC-VG. For details about SW6, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 3, Section 3.3.3.9 "Setting the slide switches."

(Note 4) When SF22 = 1 or 2, a temporary wire break by motor switching will be judged as a failure so that an alarm occurs. To use motor switching, set the SF22 data to "0."

3.3.4 Safely Limited Speed (SLS) operation

3.3.4.1 SLS normal operation

The timing chart below shows the SLS normal operation triggered by turning terminals [SL1] and [SL2] OFF when the FRENIC-VG is driving the motor.



(*1) The inverter run command refers to the ON/OFF state of a run forward or run reverse command of function code M14 (Running status). For details, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 4, Section 4.2 "Function Code Tables."

(*2) The inverter status refers to the ON/OFF state of the "Inverter running" or "Inverter ready to run" signal of function code M52 (Control output 1). For details, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 4, Section 4.2 "Function Code Tables."

(*3) For details about the deceleration time, refer to the description of SF03 (SS1/SLS deceleration time) in Section 3.4 "Details of Safety-related Function Codes (SF codes)."

Figure 3.7 Timing Chart of SLS Operation

Normal operation

Turning both terminals [SL1] and [SL2] OFF (open) decelerates the motor speed in accordance with the deceleration time (*3) specified by SF03 (SS1/SLS deceleration time) after a maximum of 25 ms of the SLS reaction time.

The functional safety card monitors whether the motor speed exceeds the upper limit speed (*4) calculated from related function code settings. Note that the motor accelerates in accordance with the acceleration time specified in the FRENIC-VG unit (F07, C35, C46, C56, C66 (*5)).

(*4) For details about the upper limit speed, refer to the description of SF06 (SS1/SLS upper limit width) in Section 3.4 "Details of Safety-related Function Codes (SF codes)."

(*5) For details about the acceleration time, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 4, Section 4.3 "Details of Function Codes."

Recovery operation

During SLS operation, the inverter can be recovered anytime. Turn both terminals [SL1] and [SL2] ON (close) and then turn terminal [RE] OFF (open) ⇒ ON (close) for at least 20 ms ⇒ OFF (open). The inverter restores to the running state.

After restoration, the motor speed specified in the FRENIC-VG unit applies. For the configuration of the motor speed, refer to the FRENIC-VG User's Manual.

⚠ WARNING ⚠

- Due to the torque limiter or other functions in the FRENIC-VG unit, the motor may not decelerate in accordance with the deceleration time specified with the functional safety card. For the FRENIC-VG functions that affect deceleration caused by the Safe Stop 1 (SS1) function, refer to the control block diagrams given in Section 3.1.2. The risk assessment should be made under the responsibility of the customer for analyzing the risks as allowable in system designing.
Injuries or a machine breakdown could occur.

- Turning a run command OFF during SLS operation decelerates the motor to a stop in accordance with the deceleration time specified by SF03 (SS1/SLS deceleration time). The risk assessment should be made under the responsibility of the customer for analyzing the risks as allowable in system designing.
Injuries or a machine breakdown could occur.

Related function codes

The table below lists safety-related function codes related to the Safely Limited Speed (SLS). For details about SF codes, refer to Section 3.4 "Details of Safety-related Function Codes (SF codes)."

Function code	Name	Data setting range	Change when running	Data copying	Default setting
SF03	SS1/SLS Deceleration Time	0.01 to 3600 s	N	N	5.00
SF04	SLS Level	30 to 30000 r/min	N	N	300
SF05	SLS Timer	0.01 to 3600 s	N	N	10.00
SF06	SS1/SLS Upper Limit Width	0 to 30000 r/min	N	N	300
SF07	Motor Maximum Speed (Note 1)	50 to 30000 r/min	N	N	1500
SF08	Upper Limit Speed Wait Time	0.00 to 3600 s	N	N	0.00
SF09	PG Failure Detection	0 or 1 0: Disable 1: Enable	N	N	1
SF10	PG Pulse Resolution (Note 2)	300 to 60000 p/r	N	N	1024
SF11	Speed Detection Filter	0.000 to 0.100 s	N	N	0.010
SF20	Terminal [SL1]/[SL2] Function	0 to 2 0: No function 1: SS1 function 2: SLS function	N	N	0
SF21	SS1 Stop Mode	0 or 1 0: Speed monitor 1: Time monitor	N	N	1
SF22	Encoder Selection (Note 3) (Note 4)	0 to 2 0: No encoder, not recommended 1: 15V encoder, recommended 2: 12V encoder, recommended	N	N	0

(Note 1) Match the setting with the maximum speed of the motor driven by the FRENIC-VG unit. (Related function codes: F03, A06, A106)

(Note 2) Match the setting with the PG pulse resolution specified in the FRENIC-VG unit. (Related function codes: P28, A30, A130)

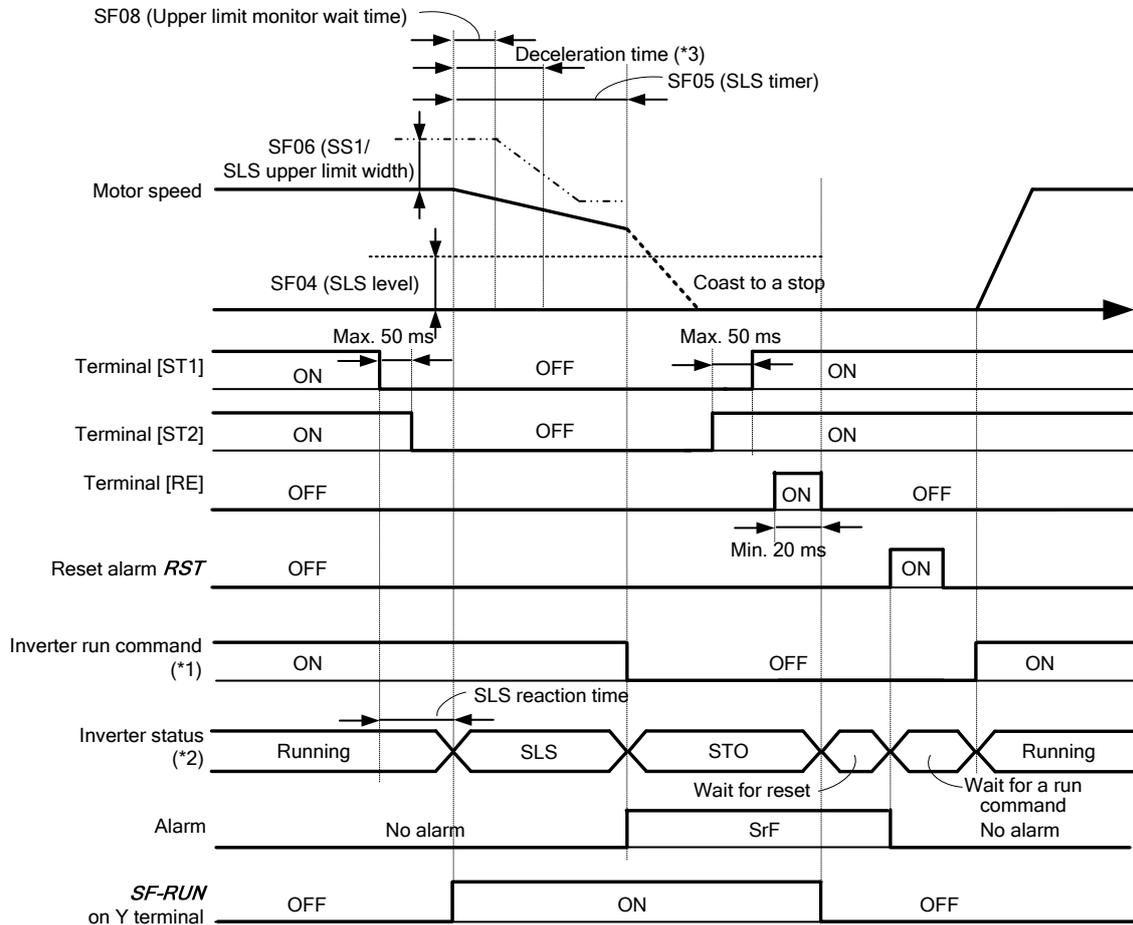
(Note 3) Match the setting with the encoder power voltage and PGP terminal voltage (SW6) of the FRENIC-VG. For details about SW6, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 3, Section 3.3.3.9 "Setting the slide switches."

(Note 4) When SF22 = 1 or 2, a temporary wire break by motor switching will be judged as a failure so that an alarm occurs. To use motor switching, set the SF22 data to "0."

3.3.4.2 SLS alarm operation

The functional safety card performs time monitoring on the motor speed during the SLS operation for protection.

If the motor speed stays above the level specified by SF04 (SLS level) and less than the upper limit specified by SF06 (SS1/SLS upper limit width) for the duration exceeding the time specified by SF05 (SLS timer), an alarm operation as shown below will be performed. Follow the specified recovery operation.



(*1) The inverter run command refers to the ON/OFF state of a run forward or run reverse command of function code M14 (Running status). For details, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 4, Section 4.2 "Function Code Tables."

(*2) The inverter status refers to the ON/OFF state of the "Inverter running" or "Inverter ready to run" signal of function code M52 (Control output 1). For details, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 4, Section 4.2 "Function Code Tables."

(*3) For details about the deceleration time, refer to the description of SF03 (SS1/SLS deceleration time) in Section 3.4 "Details of Safety-related Function Codes (SF codes)."

Figure 3.8 Timing Chart of SLS Alarm Operation

Alarm operation

Turning both terminals [SL1] and [SL2] OFF (open) decelerates the motor speed in accordance with the deceleration time (*3) specified by SF03 (SS1/SLS deceleration time) after a maximum of 25 ms of the SLS reaction time, and then limits the motor speed less than the level specified by SF04 (SLS level).

However, if the time specified by SF05 (SLS timer (*4)) elapses before the motor speed drops below the level specified by SF04 due to the torque limiter or abrupt change of the motor load, then the error processing specified by SF26 (SLS deceleration error processing) starts.

In the timing chart above, SF26 (SLS deceleration error processing) = 0 and SF23 (Fault reaction selection) = 0 so that the inverter enters into the Safe Torque Off (STO) state after a maximum of 80 ms if an SLS deceleration error occurs.

(*4) For details about the SLS timer, refer to the description of SF05 (SLS timer) in Section 3.4 "Details of Safety-related Function Codes (SF codes)."

Recovery operation

Turn both terminals [SL1] and [SL2] ON (close) and then turn terminal [RE] OFF (open) ⇒ ON (close) for at least 20 ms ⇒ OFF (open), then turn the alarm reset signal **RST** on the FRENIC-VG unit OFF and ON. This makes the inverter ready for running. (Instead of the **RST** signal, the **RESET** button on the keypad mounted on the FRENIC-VG unit can be used.)

To restore to the running state, perform the same operation as specified in Section 3.3.1.1.

Related function codes

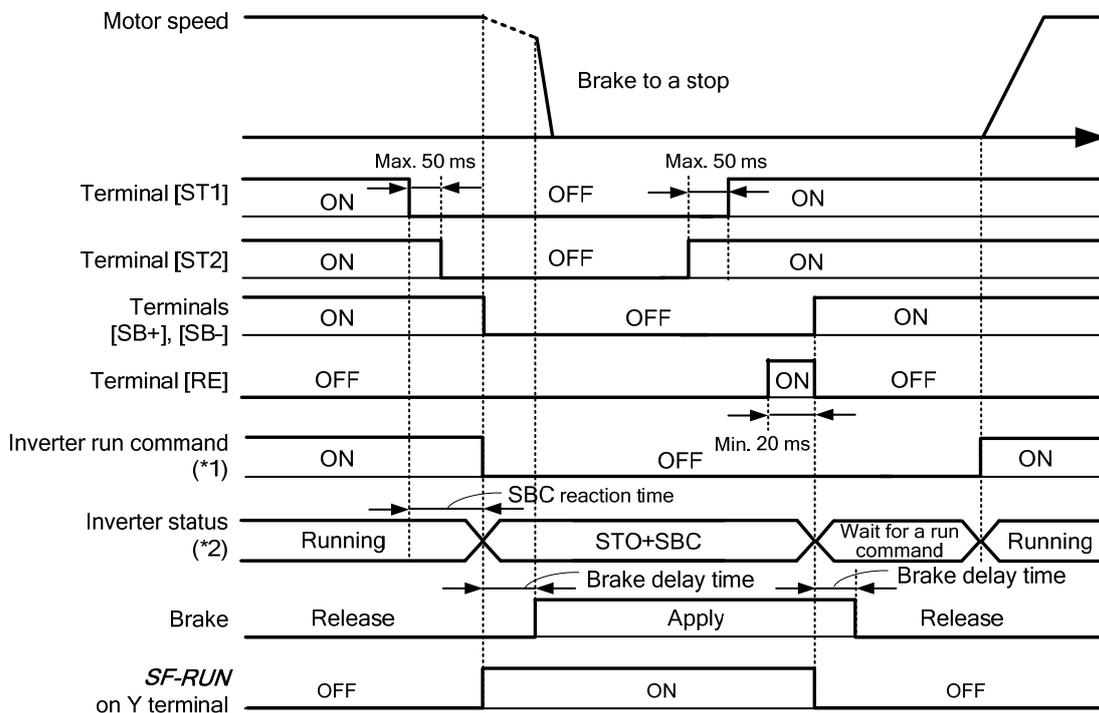
The table below lists safety-related function codes related to SLS alarm operation. For details about SF codes, refer to Section 3.4 "Details of Safety-related Function Codes (SF codes)."

Function code	Name	Data setting range	Change when running	Data copying	Default setting
SF23	Fault Reaction Selection	0 or 1 0: STO (SBC if enabled) 1: SS1	N	N	0
SF24	SBC Function Selection	0 to 2 0: Disable 1: Enable, Via safety relay 2: Enable, Direct connection	N	N	0
SF26	SLS Deceleration Error Processing	0 or 1 0: Select fault reaction 1: Select light alarm	N	N	0
SF27	SLS Upper Limit Error Processing	0 or 1 0: Select fault reaction 1: Select light alarm	N	N	0

3.3.5 Safe Brake Control (SBC) operation

3.3.5.1 SBC normal operation

The timing chart below shows the SBC normal operation triggered by turning terminals [ST1] and [ST2] OFF when the FRENIC-VG is driving the motor.



(*1) The inverter run command refers to the ON/OFF state of a run forward or run reverse command of function code M14 (Running status). For details, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 4, Section 4.2 "Function Code Tables."

(*2) The inverter status refers to the ON/OFF state of the "Inverter running" or "Inverter ready to run" signal of function code M52 (Control output 1). For details, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 4, Section 4.2 "Function Code Tables."

Figure 3.9 Timing Chart of SBC Operation

Normal operation

When SF24 (SBC function selection) = 1 or 2, turning both terminals [ST1] and [ST2] OFF (open) turns terminals [SB+] and [SB-] OFF after a maximum of 20 ms of the SBC reaction time so that after the brake delay time, the electromagnetic power off brake connected to the motor is activated.

When SF24 = 1 (Enable, via safety relay), the functional safety card monitors feedback signals sent from the auxiliary contact of the safety relay to terminals [BF1] and [BF2], so use a "normally closed" contact for the auxiliary contact. (For details, refer to Section 2.1 "Wiring Diagrams.")

Recovery operation

Turn both terminals [ST1] and [ST2] ON (close) and turn terminal [RE] OFF (open) ⇒ ON (close) for at least 20 ms ⇒ OFF (open). This makes the inverter ready for running. After the brake delay time elapses, the electromagnetic power off brake connected to the motor is released.

After checking that the brake is released, turn an inverter run command ON.



- For electromagnetic power off brakes or safety relays to be introduced, the risk assessment should be made under the responsibility of the customer for analyzing the risks as allowable in system designing. **Injuries or a machine breakdown could occur.**

Related function codes

The table below lists safety-related function codes related to the reaction after SBC alarm operation. For details about SF codes, refer to Section 3.4 "Details of Safety-related Function Codes (SF codes)."

Function code	Name	Data setting range	Change when running	Data copying	Default setting
SF24	SBC Function Selection	0 to 2 0: Disable 1: Enable, Via safety relay 2: Enable, Direct connection	N	N	0

3.4 Details of Safety-related Function Codes (SF codes)

This section provides the details of the safety-related function codes (SF codes). For details of function codes of the FRENIC-VG unit, refer to the FRENIC-VG User's Manual.

SF00	Password Status Monitor
SF28	Save All of Safety-related Function Codes
SF30, SF31	Safety-related Password 1, 2

■ **SF00: Password Status Monitor**

0: Passwords locked, 1: Passwords released

SF00 monitors whether the passwords for the SF codes are locked or released.

- When SF00 = 0, the safety-related passwords are locked so that it is not possible to change the settings of the safety-related function codes. To change the settings, release the passwords in FRENIC-VG Loader or from the keypad connected to the FRENIC-VG.
- When SF00 = 1, the safety-related passwords are released so that it is possible to change the settings of the safety-related function codes. Change them in FRENIC-VG Loader or from the keypad connected to the FRENIC-VG.

■ **SF28: Save All of Safety-related Function Codes**

0: No save, 1: Save all (Automatically reverts to 0)

Changing the data of SF28 to "1" performs Save All to save the changed settings of the safety-related function codes into the EEPROM (non-volatile memory) on the functional safety card. After Save All, the safety-related passwords are locked, so changing the settings of the safety-related function codes again requires entering the safety-related passwords to release the lock.

■ **SF30, SF31: Safety-related Password 1, 2**

0000 to FFFF

Entering the safety-related passwords to SF30 and SF31 releases the password lock. Before the entry of the passwords, the display shows "0000" or "FFFF."

CAUTION

- The settings of SF28, SF30 and SF31 cannot be changed directly from the FRENIC-VG Loader's function codes list screen. For detailed operating procedures, refer to the FRENIC-VG Loader Instruction Manual.
- Enter passwords first into SF30 and then into SF31. Wrong entry order cannot release the password lock even if entered passwords are correct.
- There is no limit on the number of wrong trails for passwords.
- Modifying the settings of the safety-related function codes from the keypad mounted on the FRENIC-VG unit brings the functional safety card out of compliance with the safety standards. If it is required to make the functional safety card compliant with the safety standards, be sure to configure the safety-related function codes with FRENIC-VG Loader and check the modified settings in progress with the keypad connected with the functional safety card. For details, refer to Figure 3.1 Safety-related Function Code Modification Procedure."

SF01, SF02	SS1 Level, SS1 Timer
SF03, SF06	SS1/SLS Deceleration Time, SS1/SLS Upper Limit Width
SF04, SF05	SLS Level, SLS Timer
SF07	Motor Maximum Speed
SF08	Upper Limit Speed Wait Time
SF09	PG Failure Detection
SF20	Terminal [SL1]/[SL2] Function
SF21	SS1 Stop Mode
SF22	Encoder Selection

■ **SF01: SS1 Level**

30 to 30000 (r/min)

SF01 specifies the motor speed at which the Safe Stop 1 (SS1) speed monitoring operation switches to the Safe Torque Off (STO) operation. SF01 takes effect when SF21 (SS1 stop mode) = 0 (Speed monitor).

■ **SF02: SS1 Timer**
0.00 to 3600 (s)

SF02 specifies the elapse time to switch from the Safe Stop 1 (SS1) operation to the Safe Torque Off (STO) operation. SF02 takes effect regardless of the setting of SF21 (SS1 stop mode).

■ **SF03: SS1/SLS Deceleration Time**
0.00 to 3600 (s)

SF03 specifies the deceleration time from the motor maximum speed (SF07) down to 0 r/min.

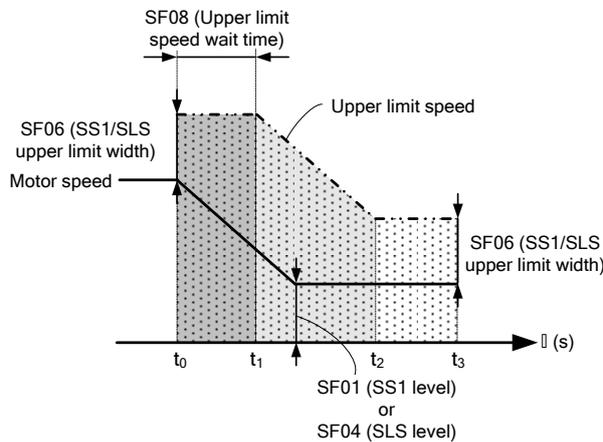
The deceleration time from the start of the Safe Stop 1 (SS1) operation down to the SS1 level (SF01) can be calculated using the following expression.

$$\text{Deceleration time} = \frac{\text{SF03 (SS1 deceleration time)}}{\text{SF07 (Motor maximum speed)}} \times (\text{Motor speed at the start of SS1 - SS1 level (SF01)})$$

The deceleration time of the Safely Limited Speed (SLS) operation can be calculated by replacing the SS1 level (SF01) with the SLS level (SF04).

■ **SF06: SS1/SLS Upper Limit Width**
0 to 30000 (r/min)

SF06 specifies the upper limit speed to be applied in the Safe Stop 1 (SS1) or Safely Limited Speed (SLS) operation. The functional safety card calculates the upper limit speed using the following expression when the safety functions are in progress.



■ t_0 : Start of SS1 or SLS operation

■ t_1 : SF08 (Upper limit speed wait time)

■ t_2 : Deceleration time elapsed

For SS1 operation

$$\text{Deceleration time} = \frac{\text{SF03}}{\text{SF07}} \times (\text{Motor speed at } t_0 \text{ (SF06) - SF01})$$

For SLS operation

$$\text{Deceleration time} = \frac{\text{SF03}}{\text{SF07}} \times (\text{Motor speed at } t_0 \text{ (SF06) - SF04})$$

■ t_3 : Until the start of STO (in the case of SS1)

Figure 3.10

Upper limit speed in the area of t_0 to t_1

$$\text{Motor speed at } t_0 \text{ (r/min)} + \text{SS1/SLS upper limit width (SF06) (r/min)}$$

Upper limit speed in the area of t_1 to t_2

$$\text{Upper limit speed at time } t \text{ (r/min)} = \text{Upper limit speed at } t_1 \times \left(1 - \frac{t - t_1}{t_2 - t_1}\right) \quad t_1 \leq t \leq t_2$$

Upper limit speed in the area of t_2 to t_3

For Safe Stop 1 (SS1) operation

$$\text{SS1/SLS upper limit width (SF06) (r/min)} + \text{SS1 level (SF01) (r/min)}$$

For Safely Limited Speed (SLS) operation

$$\text{SS1/SLS upper limit width (SF06) (r/min)} + \text{SLS level (SF04) (r/min)}$$

⚠ WARNING ⚠

- For the SS1/SLS upper limit width, the risk assessment should be made under the responsibility of the customer for analyzing the risks as allowable in system designing.

Injuries or a machine breakdown could occur.

■ **SF04: SLS Level**
30 to 30000 (r/min)

The Safely Limited Speed (SLS) function limits the motor speed under the setting specified by SF04.

■ **SF05: SLS Timer**
0.00 to 3600 (s)

SF05 specifies the time limit within which the motor speed should drop below the SLS level specified by SF04 after the Safely Limited Speed (SLS) function is activated. If the motor speed does not drop within the time limit, an alarm SrF occurs. For the operation that should follow the occurrence of an alarm, refer to Section 3.3.4.2.

■ **SF07: Motor Maximum Speed**
50 to 30000 (r/min)

SF07 specifies the motor maximum speed to be used for calculating the deceleration time in the Safe Stop 1 (SS1) or Safely Limited Speed (SLS) operation. Match this setting with the maximum speed of the motor driven by the FRENIC-VG unit. (Related function codes: F03, A06, A106)

■ **SF08: Upper Limit Speed Wait Time**
0.00 to 3600 (s)

SF08 specifies the wait time from the start of the Safe Stop 1 (SS1) or Safely Limited Speed (SLS) operation until the upper limit speed starts deceleration. Specify this setting to deal with the S-curve deceleration of the FRENIC-VG function, if needed. For details, refer to Figure 3.10.

■ **SF09: PG Failure Detection**
0: Disable, 1: Enable

The functional safety card has the encoder failure detection function for detecting no output of PA and PB pulses from the encoder. The factory default is "1" (Enable). If this function is unacceptable in the mechanical system (e.g., Hit and stop), make a risk assessment and then set the data of SF09 to "0" (Disable).

■ **SF20: Terminal [SL1]/[SL2] Function**
0: No function, 1: SS1 function, 2: SLS function

SF20 specifies the terminal functions of [SL1] and [SL2]. Since the Safe Stop 1 (SS1) and Safely Limited Speed (SLS) functions share these digital input terminals, it is not possible to enable both SS1 and SLS. When SF20 = 1 or 2, both [SL1] and [SL2] are selected.

■ **SF21: SS1 Stop Mode**
0: Speed monitor, 1: Time monitor

The Safe Stop 1 (SS1) supports the speed monitor for the motor speed and the time monitor for the elapsed time in deceleration of the motor, which can be selected with SF21. To select the speed monitor, recommended encoders should be used. For details about applicable encoders, refer to Section 1.3.

■ **SF22: Encoder Selection**
0: No encoder, not recommended, 1: 15V encoder, recommended,
2: 12V encoder, recommended

SF22 specifies an encoder to be applied.

When no encoder is used under vector control without speed sensor or under V/f control or when an unrecommended encoder is used, set the data of SF22 to "0."

Under vector control with speed sensor or when an applicable encoder (given in Section 1.3) is used, set the data of SF22 to "1" or "2" to match the encoder power voltage. Further, match this setting with the setting of the output voltage switch (SW6) of terminal [PGP] on the FRENIC-VG unit.

SF23	Fault Reaction Selection
SF25	SS1 Error Processing
SF26	SLS Deceleration Error Processing
SF27	SLS Upper Limit Error Processing

■ **SF23: Fault Reaction Selection**

0: STO (STO followed by SBC when SBC is enabled), 1: SS1

SF23 specifies the error processing to be performed if an error occurs in the functional safety card.

- Setting the data of SF23 to "0" activates the Safe Torque Off (STO) function if an error occurs in the functional safety card. When SF24 (SBC function selection) \neq 0, the Safe Brake Control (SBC) function is also activated.
- Setting the data of SF23 to "1" activates the Safe Stop 1 (SS1) function if an error occurs in the functional safety card.

■ **SF25: SS1 Error Processing**

0: Select fault reaction, 1: Select light alarm

SF25 specifies the error processing to be performed if the motor speed exceeds the upper limit (see the description of SF06) or the deceleration time exceeds the time specified by SF02 (SS1 timer) during the Safe Stop 1 (SS1) operation.

Setting the data of SF25 to "0" activates the Safe Torque Off (STO) function even if SF23 = 0 or 1. Setting the data to "1" causes a light alarm $\overline{S_{rF}}$ but the inverter keeps running. For details, see Table 5.1.

■ **SF26: SLS Deceleration Error Processing**

0: Select fault reaction, 1: Select light alarm

SF26 specifies the error processing to be performed if the time specified by SF05 (SLS timer) elapses before the motor speed drops below the SLS level specified by SF04 during deceleration caused by the Safely Limited Speed (SLS) operation.

Setting the data of SF26 to "0" performs the fault reaction specified by SF23. Setting the data to "1" causes a light alarm $\overline{S_{rF}}$ but the inverter keeps running. For details, see Table 5.1.

■ **SF27: SLS Upper Limit Error Processing**

0: Select fault reaction, 1: Select light alarm

SF26 specifies the error processing to be performed if the motor speed exceeds the upper limit (see the description of SF06) in the Safely Limited Speed (SLS) operation.

Setting the data of SF27 to "0" performs the fault reaction specified by SF23. Setting the data to "1" causes a light alarm $\overline{S_{rF}}$ but the inverter keeps running. For details, see Table 5.1.

⚠ WARNING ⚠

- When a light alarm occurs, the inverter does not stop immediately. The customer should consider that an occurrence of a light alarm does not affect the system and machinery.
Injuries or a machine breakdown could occur.

SF10, SF11 PG Pulse Resolution, Speed Detection Filter

■ **SF10: PG Pulse Resolution**

300 to 60000 (p/r)

SF10 specifies the number of pulses per rotation of the encoder to be applied. Match this setting with the encoder pulse resolution specified in the FRENIC-VG. (Related function codes: P28, A30, A130)

■ **SF11: Speed Detection Filter**

0.000 to 0.100 (s)

SF11 specifies the time constant of the first order delay filter for the detected speed in the functional safety card. If the detected speed is not stable, increase the setting.

■ SF12: STO diagnostic forecast time

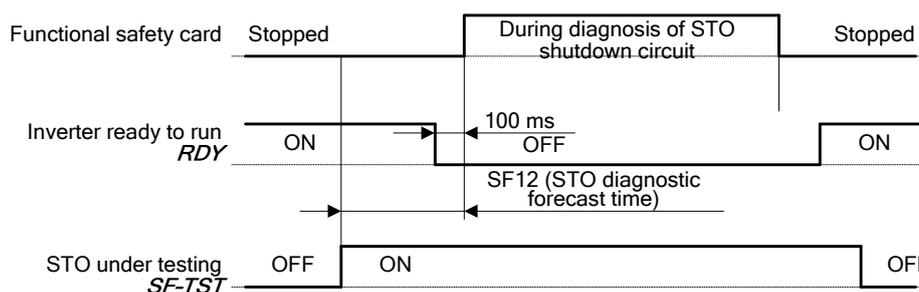
0.0 to 1.0 (s)

SF12 specifies the forecast time preceding the diagnosis start of the STO shutdown circuit.

During diagnosis of the STO shutdown circuit, even an entry of a run command cannot run the inverter, resulting in a start delay.

If a start delay becomes a systematic problem, connect the FRENIC-VG Y terminal to which an **SF-TST** signal ("STO under testing") is assigned, to the upper equipment so as not to allow entry of a run command during diagnosis.

Note that the **RDY** ("Inverter ready to run") goes OFF 100 ms earlier than the diagnosis start of the STO shutdown circuit. To turn the **SF-TST** ("STO under testing") ON before the **RDY** goes OFF, set the SF12 data to a value greater than 0.1 s.



■ SF24: SBC Function Selection

0: Disable, 1: Enable, Via safety relay, 2: Enable, Direct connection

To use the Safe Brake Control (SBC) function, set the data of F24 to "1" or "2."

When SF24 = 1, the functional safety card monitors SBC feedback signals via terminals [BF1] and [BF2]. If there is a mismatch between these feedback signals and brake signals, an alarm S_{iF} occurs. For wiring, see Figure 2.1.

For wiring when SF24 = 2, see Figure 2.2.

When SF24 = 1 or 2, terminal [SB+] or [SB-] is turned ON and OFF immediately following the power-ON to activate the fault diagnostic function for miswiring and digital output circuits.

Changing the data of SF24 from "0" to "1" or "2" and performing Save All immediately makes the settings go into effect.

Chapter 4 Display Indication on the Keypad

4.1 On the Keypad Connected to the Functional Safety Card

4.1.1 Displaying the safety-related function codes

Connect the keypad to the functional safety card and check the settings of the safety-related function codes. This is to separate the way of checking from that of configuring for making the functional safety card compliant with the safety standards.

When the power is turned ON, the data confirmation screen shown below appears. The currently selected SF code flashes.

To display other SF codes, move the cursor with the \uparrow/\downarrow keys. Simultaneous keying of $\text{SHIFT} + \uparrow$ keys or $\text{SHIFT} + \downarrow$ keys moves the cursor to the first or last row of the SF codes, respectively.

Settings modified from factory defaults are marked with an asterisk (*) shown at the left of the set values.

Function codes of the FRENIC-VG unit can neither be displayed nor modified. To display or modify those function codes, connect the keypad to the FRENIC-VG unit.

S F 0 1	1 5 0	r / m i n
S F 0 2 *	1 2 . 0	s e c
S F 0 3	5 . 0 0	s e c
S F 0 4 *	2 0 0	r / m i n

No operation guide is displayed, except arrows indicating that the page is continued from the previous page or continues to the next page.

With the screen above displayed, simultaneous keying of $\text{SHIFT} + \text{PRG}$ keys switches to the SF code name screen shown below. Simultaneous keying of those keys again switches back to the SF code configuration screen shown above.

S F 0 1	S S 1	L V L
S F 0 2 *	S S 1	T I M
S F 0 3	D E C	T I M
S F 0 4 *	S L S	L V L

When changing the settings of the SF codes is in progress, the current data is highlighted before Save All as shown below. Performing Save All cancels highlight.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	S	F	0	1		1	5	0	r	/	m	i	n
1	S	F	0	2	*	1	2	.	0	s	e	c	
2	S	F	0	3		7	.	0	0	s	e	c	
3	S	F	0	4	*	2	0	0	r	/	m	i	n
4													

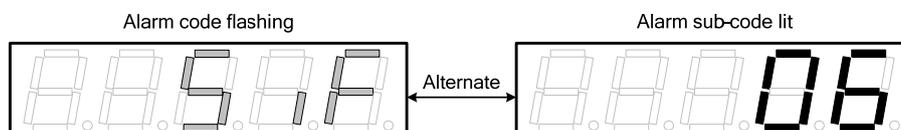
"*" indicates data change from the factory default.

"Highlight" indicates that data change is in progress.

"*" indicates data change from the factory default.

4.1.2 Alarm display

When the keypad is connected to the functional safety card, the LED monitor displays an alarm code and alarm sub-code (in decimal) alternately. Note that alarm sub-code 10 of $S_i F$ is not displayed. If multiple alarms of the functional safety card occur, an alarm with smaller sub-code is preferentially displayed.



4.2 On the Keypad Mounted on the FRENIC-VG Unit

4.2.1 Displaying the safety-related function codes

The safety-related function codes can be displayed on the keypad mounted on the FRENIC-VG unit. For details about the data configuration screens, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 3, Section 3.4.4.2 "Configuring function codes--Menu #1 DATA SET."

4.2.2 Alarm display

If an alarm occurs in the functional safety card, it appears on the LED monitor of the keypad mounted on the FRENIC-VG unit. If alarms with the same alarm code and different sub-codes occur, the alarm that occurred first is preferentially displayed. For the checking procedure of multiple alarms, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 3, Section 3.4.4.8 "Reading alarm information--Menu #7 ALM INF."

Alarm sub-codes are displayed in hexadecimal.

Multiple alarms example on the functional safety card

SLS upper limit overspeed (*Sr-F 00 15*) ⇒ Safe Stop 1 operation after occurrence of the error ⇒
SS1 upper limit overspeed (*Sr-F 00 13*)

In the example above, the alarm that occurred first, *Sr-F 00 15*, is displayed on the LED monitor.

4.2.3 Display of I/O signal status

The I/O check function of the keypad mounted on the FRENIC-VG unit displays the I/O states of terminals on the functional safety card.

Terminals except [BF1] and [BF2]

■: ON (closed), □: OFF (open)

Terminals [BF1] and [BF2]

■: OFF (open), □: ON (closed)

For details about the display procedure of the I/O check screen, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 3, Section 3.4.4.5 "Checking I/O signal status--Menu #4 I/O CHECK."

S	T	1	S	T	2	R	E				
S	L	1	S	L	2						
S	B	+	S	B	-						
B	F	1	B	F	2						
P	A	G	E	S	H	I	F	T	2	1	

4.3 Software Version (when the keypad is mounted on the FRENIC-VG unit)

Using Menu #5 "MAINTENANCE" shows the ROM version of the functional safety card. For details, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 3, Section 3.4.4.6 "Reading maintenance information--Menu #5 "MAINTENANCE."

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	S	A	F	E	=	Q	4	x	x	x	x		
1						Q	5	x	x	x	x		
2													
3													
4	P	A	G	E	S	H	I	F	T	1	4		

Chapter 5 Alarm Protection Function

5.1 Alarm Code List

The table below lists the alarm codes for the functional safety card.

Table 5.1 Alarm Code List

Alarm code	Alarm sub-code	Alarm name	"Heavy alarm" objects	"Light alarm" objects (*1)	Alarm reset by restart (*2)	Fault reaction (following occurrence of alarms)		Refer to page:
						SF23 = 0	SF23 = 1	
S _r F	0001 (8001)	Internal power supply failure	√	-	N/A	STO (*3)		50
	0002 (8002) 0003 (8003)	Encoder failure	√	-	N/A	STO (*3)		50
	0004 (8004)	Encoder detected speed error	√	-	N/A	STO (*3)		51
	0005 (8005)	SBC overvoltage	√	-	N/A	STO (*3)		51
	0006 (8006)	SBC overcurrent	√	-	N/A	STO (*3)		51
	0007 (8007)	Option card temperature error	√	-	N/A	STO (*3)		52
	0008 (8008) 0009 (8009)	CPU error	√	-	N/A	STO (*3)	SS1	52
	000A (800A)	FRENIC-VG communications error	√	-	N/A	- (*4)	- (*4)	52
	000b (800b)	SBC output signal error	√	-	N/A	STO (*3)	SS1	52
	000c (800c)	STO shutdown circuit error	√	-	N/A	STO (*3)	SS1	53
000d (800d)	SBC input signal error	√	-	N/A	STO (*3)	SS1	53	
S _r F	000E (800E)	[ST1], [ST2] input mismatch	√	-	A	STO (*3)		53
	000F (800F)	[SL1], [SL2] input mismatch	√	-	A	STO (*3)	SS1	54
	0010 (8010)	Functional safety card communications error	√	-	A	STO (*3)		52
	0011 (8011)					STO (*3)	SS1	
	0012	Memory error	√	-	A	STO (*3)	SS1	54
	0013 (8013)	SS1 upper limit overspeed or timer overlimit	√	-	A	STO (*3)		54
	0014 (8014)	SLS timer overlimit	√	-	A	STO (*3)	SS1	55
	0015 (8015)	SLS upper limit overspeed	√	-	A	STO (*3)	SS1	55

S _{nf}	00 16 (80 16)	SS1 upper limit Overspeed or timer overlimit	-	√	-	Continue to run (*5)	54
	00 17 (80 17)	SLS timer overlimit	-	√	-	Continue to run (*6)	55
	00 18 (80 18)	SLS upper limit overspeed	-	√	-	Continue to run (*7)	55

(*1) For details about light alarms, refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 3, Section 3.4.3.5 "Monitoring light alarms."

(*2) If "Alarm reset by restart" is "N/A," remove the alarm factor and restart the FRENIC-VG to reset the alarm.

If it is "A," remove the alarm factor, operate terminal [RE] on the functional safety card and perform RESET operation of the FRENIC-VG unit to reset the alarm. For troubleshooting of each alarm sub-code, refer to Section 5.2 "Troubleshooting."

(*3) When SF24 = 1 or 2, the Safe Brake Control (SBC) function also works.

(*4) No safety functions (e.g., Safe Torque Off) work. The functional safety card causes the motor to coast to a stop, just as an alarm operation of the FRENIC-VG unit.

(*5) Operates when SF25 = 1.

(*6) Operates when SF26 = 1.

(*7) Operates when SF27 = 1.

5.2 Troubleshooting

If the following troubleshooting does not fix problems, the functional safety card may be defective. Ask your Fuji Electric representative to inspect or repair the card.

[1] *S F* Alarm subcode 0001 (8001) Internal power supply failure

Problem The internal power supply voltage in the functional safety card is abnormal.

Possible Causes	What to Check and Suggested Measures
(1) Internal power supply failure	→ Check whether foreign materials accumulate on the printed circuit board.
(2) Functional safety card affected by strong electrical noise.	Check if appropriate noise control measures have been implemented (e.g., correct grounding and routing of signal wires, communication cables, and main circuit wires) → Implement noise control measures. → Separate the signal wires from the main power wires as far as possible.

[2] *S F* Alarm subcode 0002/0003 (8002/8003) Encoder failure

Problem The encoder wires are broken or short-circuited.

Possible Causes	What to Check and Suggested Measures
(1) Encoder wires broken or short-circuited.	Check whether the encoder is correctly connected and there is no wire break or short-circuit. → Check that the encoder is correctly connected. Or tighten the screws. → Check that covering does not get involved in joint sections. → Replace the wires with the ones having no break or short.
(2) Use of encoder other than recommended ones.	→ To use the SS1 speed monitoring or SLS, replace the encoder with the recommended one given in Section 1.3. → Change the setting of safety-related function code to "SS1 time monitoring."
(3) Mismatch between SF22 (Encoder power voltage) and voltage configuration on terminal [PGP].	→ Check the setting of SF22 matches with the configuration of SW6 on the FRENIC-VG unit. Refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 3, Section 3.3.3.9 "Setting the slide switches."
(4) Encoder not mounted on the motor.	→ Check that the encoder is secured to the motor. → Reposition the encoder.
(5) Thin wiring from encoder.	→ Check whether the wiring from the encoder satisfies the recommended wire size. → Change the wiring to the recommended one. Refer to the FRENIC-VG User's Manual, Chapter 3, Section 3.3.3.2 "Screw specifications and recommended wire sizes."
(6) Poor contact of the control circuit terminal block.	Check whether the control circuit terminal block is secured to the FRENIC-VG unit.
(7) Functional safety card affected by strong electrical noise.	Check if appropriate noise control measures have been implemented (e.g., correct grounding and routing of signal wires, communication cables, and main circuit wires) → Implement noise control measures. → Separate the signal wires from the main power wires as far as possible.
(8) Encoder failure.	→ Replace the encoder.
(9) Wrong setting of safety-related function codes.	The functional safety card is used under "hit and stop" control or in such applications that do not run the motor during operation. → Change the setting of SF09 (PG failure detection) to "0" (Disable).

[3] *S F* **Alarm subcode 0004 (8004) Encoder detected speed error**

Problem The detected motor speed is abnormal.

Possible Causes	What to Check and Suggested Measures
(1) Functional safety card affected by strong electrical noise.	<p>Check if appropriate noise control measures have been implemented (e.g., correct grounding and routing of signal wires, communication cables, and main circuit wires)</p> <p>→ Implement noise control measures.</p> <p>→ Increase the setting of SF11 (Speed detection filter).</p> <p>→ Separate the signal wires from the main power wires as far as possible.</p>

[4] *S F* **Alarm subcode 0005 (8005) SBC overvoltage**

Problem The supply voltage on terminals [PIS] - [CMS] has exceeded the overvoltage detection level or no power is applied to those terminals.

Possible Causes	What to Check and Suggested Measures
(1) The supply voltage exceeds 30 VDC.	<p>Check whether the maximum supply voltage is 30 VDC.</p> <p>→ Keep the supply voltage within the range of 20 to 30 VDC and match it with the safety relay specification range.</p>
(2) No power is applied.	<p>Check whether the power is applied.</p> <p>→ Supply power.</p>
(3) Functional safety card affected by strong electrical noise.	<p>Check if appropriate noise control measures have been implemented (e.g., correct grounding and routing of signal wires, communication cables, and main circuit wires)</p> <p>→ Implement noise control measures.</p> <p>→ Separate the signal wires from the main power wires as far as possible.</p>

[5] *S F* **Alarm subcode 0006 (8006) SBC overcurrent**

Problem The output current on terminals [SB+] and [SB-] has exceeded the overcurrent detection level.

Possible Causes	What to Check and Suggested Measures
(1) Safety relay coil or brake coil short-circuited.	<p>Check whether the safety relay and brake are correctly connected.</p> <p>→ Correct the wiring.</p> <p>Check for short-circuits between adjacent terminals.</p> <p>→ Correct the wiring.</p> <p>Check whether the safety relay coil or brake coil is short-circuited.</p> <p>→ Replace the safety relay or brake coil.</p> <p>→ If an alarm persists, replace the functional safety card.</p>
(2) Functional safety card affected by strong electrical noise.	<p>Check if appropriate noise control measures have been implemented (e.g., correct grounding and routing of signal wires, communication cables, and main circuit wires)</p> <p>→ Implement noise control measures.</p> <p>→ Separate the signal wires from the main power wires as far as possible.</p>

[6] S F Alarm subcode 0007(8007) Option card temperature error

Problem The option card temperature has exceeded the allowable value.

Possible Causes	What to Check and Suggested Measures
(1) The temperature around the inverter has exceeded the inverter specification.	Measure the temperature around the inverter. → Keep the ambient temperature within the inverter specification.
(2) Functional safety card affected by strong electrical noise.	Check if appropriate noise control measures have been implemented (e.g., correct grounding and routing of signal wires, communication cables, and main circuit wires) → Implement noise control measures. → Separate the signal wires from the main power wires as far as possible.
(3) Temperature detector circuit failure	→ Restart the inverter. If the alarm persists, replace the option card.

[7] S F Alarm subcode 0008/0009(8008/8009) CPU error

Problem Any error has occurred in the CPU.

Possible Causes	What to Check and Suggested Measures
(1) Functional safety card affected by strong electrical noise.	Check if appropriate noise control measures have been implemented (e.g., correct grounding and routing of signal wires, communication cables, and main circuit wires) → Implement noise control measures. → Separate the signal wires from the main power wires as far as possible.

[8] S F Alarm subcode 000A(800A) FRENIC-VG communications error
SrF Alarm subcode 0010/0011(8010/8011) Functional safety card communications error

Problem A communications error has occurred in the FRENIC-VG unit or functional safety card.

Possible Causes	What to Check and Suggested Measures
(1) Connection failure of functional safety card.	Check whether the functional safety card is correctly connected. → Reposition the functional safety card.
(2) Functional safety card affected by strong electrical noise.	Check if appropriate noise control measures have been implemented (e.g., correct grounding and routing of signal wires, communication cables, and main circuit wires) → Implement noise control measures. → Separate the signal wires from the main power wires as far as possible.

[9] S F Alarm subcode 000b(800b) SBC output signal error

Problem The output signals on terminals [SB+] and [SB-] are abnormal.

Possible Causes	What to Check and Suggested Measures
(1) [SB+] and [SB-] do not come ON.	Check that [SB+] and [SB-] are turned ON using the I/O Check.
(2) Supply voltage level too low.	Check whether the supply voltage is within the range of 20 to 30 VDC. → Keep the supply voltage within the range of 20 to 30 VDC.
(3) Functional safety card affected by strong electrical noise.	Check if appropriate noise control measures have been implemented (e.g., correct grounding and routing of signal wires, communication cables, and main circuit wires) → Implement noise control measures. → Separate the signal wires from the main power wires as far as possible.

[10] S F Alarm subcode 000C (800C) STO shutdown circuit error

Problem The STO shutdown circuit is abnormal.

Possible Causes	What to Check and Suggested Measures
(1) Connection failure of functional safety card.	Check whether the functional safety card is correctly connected. → Reposition the functional safety card.
(2) Terminals [EN1] and [EN2] are OFF.	Check that [EN1] and [EN2] are turned ON using the I/O Check. → Turn [EN1] and [EN2] ON.
(6) Poor contact of the control circuit terminal block.	Check whether the control circuit terminal block is secured to the FRENIC-VG unit.
(4) Functional safety card affected by strong electrical noise.	Check if appropriate noise control measures have been implemented (e.g., correct grounding and routing of signal wires, communication cables, and main circuit wires) → Implement noise control measures. → Separate the signal wires from the main power wires as far as possible.

[11] S F Alarm subcode 000d (800d) SBC input signal error

Problem The input signals on terminals [BF1] and [BF2] are abnormal.

Possible Causes	What to Check and Suggested Measures
(1) Wrong wiring.	Check whether the wiring is in accordance with Figure 2.1 or 2.2. → Correct the wiring. → Match the wiring with the setting of SF24 (SBC function selection).
(2) Use of safety relay out of specifications.	Check whether the coil voltage is 24 VDC and the auxiliary contact uses a "normally closed" contact. → Replace the safety relay with the specified one.
(3) Safety relay failure.	Check whether the safety relay is not melted or short-circuited. → Replace the safety relay.
(4) Functional safety card affected by strong electrical noise.	Check if appropriate noise control measures have been implemented (e.g., correct grounding and routing of signal wires, communication cables, and main circuit wires) → Implement noise control measures. → Separate the signal wires from the main power wires as far as possible.

[12] S r F Alarm subcode 000E (800E) [ST1], [ST2] input mismatch

Problem The ON/OFF states of terminals [ST1] and [ST2] are mismatched.

Possible Causes	What to Check and Suggested Measures
(1) Wrong wiring.	Check whether the wiring is in accordance with Figure 2.1 or 2.2. → Correct the wiring.
(2) Mismatch of ON/OFF states on terminals [ST1] and [ST2].	Check the ON/OFF states of [ST1] and [ST2] using the I/O Check. → Operate the relay so that the ON/OFF states are matched. → Check whether the relay is melted. If melted, replace the relay. → Check the ON/OFF timing. The timing delay should not exceed 50 ms.
(3) Functional safety card affected by strong electrical noise.	Check if appropriate noise control measures have been implemented (e.g., correct grounding and routing of signal wires, communication cables, and main circuit wires) → Implement noise control measures. → Separate the signal wires from the main power wires as far as possible.

[13] *SrF* Alarm subcode *000F (800F)* [SL1], [SL2] input mismatch

Problem The ON/OFF states of terminals [SL1] and [SL2] are mismatched.

Possible Causes	What to Check and Suggested Measures
(1) Wrong wiring.	Check whether the wiring is in accordance with Figure 2.1 or 2.2. → Correct the wiring.
(2) Mismatch of ON/OFF states on terminals [SL1] and [SL2].	Check the ON/OFF states of [SL1] and [SL2] using the I/O Check. → Operate the relay so that the ON/OFF states are matched. → Check whether the relay is melted. If melted, replace the relay. → Check the ON/OFF timing. The timing delay should not exceed 50 ms.
(3) Functional safety card affected by strong electrical noise.	Check if appropriate noise control measures have been implemented (e.g., correct grounding and routing of signal wires, communication cables, and main circuit wires) → Implement noise control measures. → Separate the signal wires from the main power wires as far as possible.

[14] *SrF* Alarm subcode *0012* Memory error

Problem Failed to read or write from/to the memory.

Possible Causes	What to Check and Suggested Measures
(1) During writing of SF code data (particularly, during initialization), the power was shut down so that the control voltage has dropped.	Initialize the settings of the SF codes with the data initialization function (possible only in Loader). After initialization, press the  key to check whether to remove the alarm. → Restore the initialized function code data to the previous one (*1) and then restart running.
(2) During writing of SF code data (particularly, during initialization), functional safety card affected by strong electrical noise.	Check if appropriate noise control measures have been implemented (e.g., correct grounding and routing of control circuit wires and main circuit wires). Also make the same check as in step (1) above. → Implement noise control measures, restore the initialized function code data to the previous one, and then restart running.

(*1) Before initialization, make a note of the settings of the safety-related function codes. Refer to the FRENIC-VG Loader Instruction Manual.

[15] *SrF* Alarm subcode *0013 (8013)* SS1 upper limit Overspeed or timer overlimit
SrF Alarm subcode *0015 (8015)* Same as above

Problem During the SS1 speed monitoring operation, the motor speed has exceeded the SS1 upper limit or the SS1 time has elapsed before the motor speed drops below the SS1 level.

Possible Causes	What to Check and Suggested Measures
(1) The inverter runs the motor with S-curve acceleration/ deceleration.	Check the data of function codes F67 to F70 (S-curve acceleration/ deceleration) of the FRENIC-VG unit. → Select the linear pattern (F67 through F70 = 0).
(2) Overload.	Measure the output current. → Reduce the load.
(3) Motor torque generated is limited by the torque limiter.	Check whether data of torque limiter related function codes (F40 through F45 of the FRENIC-VG unit) is correctly configured and the TL2/TL1 terminal command ("Select torque limiter level 2/1") is correct. → Correct the data of F40 through F45 or reset them to the factory defaults. → Set the TL2/TL1 correctly. Check and adjust the data of the SF codes specified in step (1).
(4) Wrong settings of safety-related function codes.	Check the data of SF01 (SS1 level), SF02 (SS1 timer), SF03 (SS1/SLS deceleration time), SF06 (SS1/SLS upper limit width), SF07 (Motor maximum speed), SF08 (Upper limit speed wait time), SF10 (PG pulse resolution), SF20 (Terminal [SL1]/[SL2] function) and SF21 (SS1 stop mode). → Review the settings of the safety-related function codes.

- [16] *SrF* Alarm subcode **00 14 (80 14)** SLS timer overlimit
SrF Alarm subcode **00 17 (80 17)** Same as above

Problem During SLS operation, the SLS time has elapsed before the motor speed drops below the SLS level.

Possible Causes	What to Check and Suggested Measures
(1) The inverter runs the motor with S-curve acceleration/ deceleration.	Check the data of function codes F67 to F70 (S-curve acceleration/ deceleration) of the FRENIC-VG unit. → Select the linear pattern (F67 through F70 = 0).
(2) Overload.	Measure the output current. → Reduce the load. Check and adjust the data of the SF codes specified in step (1).
(3) Motor torque generated is limited by the torque limiter.	Check whether data of torque limiter related function codes (F40 through F45 of the FRENIC-VG unit) is correctly configured and the TL2/TL1 terminal command ("Select torque limiter level 2/1") is correct. → Correct the data of F40 through F45 or reset them to the factory defaults. → Set the TL2/TL1 correctly. Check and adjust the data of the SF codes specified in step (1).
(4) Wrong settings of safety-related function codes.	Check the data of SF03 (SS1/SLS deceleration time), SF04 (SLS level), SF05 (SLS timer), SF06 (SS1/SLS upper limit width), SF07 (Motor maximum speed), SF08 (Upper limit speed wait time), SF10 (PG pulse resolution) and SF20 (Terminal [SL1]/[SL2] function). → Review the settings of the safety-related function codes.

- [17] *SrF* Alarm subcode **00 15 (80 15)** SLS upper limit overspeed
SrF Alarm subcode **00 18 (80 18)** Same as above

Problem During SLS operation, the motor speed has exceeded the SLS upper limit.

Possible Causes	What to Check and Suggested Measures
(1) The inverter runs the motor with S-curve acceleration/ deceleration.	Check the data of function codes F67 to F70 (S-curve acceleration/ deceleration) of the FRENIC-VG unit. → Select the linear pattern (F67 through F70 = 0). Check the data of SF05 (SLS timer), SF03 (SS1/SLS deceleration time), SF06 (SS1/SLS upper limit width) and SF08 (Upper limit speed wait time). → Increase the SS1/SLS deceleration time (SF03). → Increase the SLS timer (SF05). → Increase the SS1/SLS upper limit width (SF06). → Increase the upper limit speed wait time (SF08).
(2) Overload.	Measure the output current. → Reduce the load. Check and adjust the data of the SF codes specified in step (1).
(3) Motor torque generated is limited by the torque limiter.	Check whether data of torque limiter related function codes (F40 through F45 of the FRENIC-VG unit) is correctly configured and the TL2/TL1 terminal command ("Select torque limiter level 2/1") is correct. → Correct the data of F40 through F45 or reset them to the factory defaults. → Set the TL2/TL1 correctly. Check and adjust the data of the SF codes specified in step (1).
(4) Wrong settings of safety-related function codes.	Check the data of SF01 (SS1 level), SF02 (SS1 timer), SF03 (SS1/SLS deceleration time), SF06 (SS1/SLS upper limit width), SF07 (Motor maximum speed), SF08 (Upper limit speed wait time), SF10 (PG pulse resolution), SF20 (Terminal [SL1]/[SL2] function) and SF21 (SS1 stop mode). → Review the settings of the safety-related function codes.

Chapter 6 Compliance with Standards

6.1 Notes for Compliance to Functional Safety Standard

1) Wiring for terminals [ST1], [ST2], [SL1], [SL2] and [24S]

- Stopping the current flowing through terminal [ST1], [ST2], [SL1] or [SL2] activates the safety stop function. For opening and closing the hardware circuit between each terminal and [24S], use safety approved components such as safety relays that comply with EN ISO13849-1 PL=d Cat. 3 or higher or IEC/EN61508 SIL2 or higher to ensure a complete shutoff.
- It is the responsibility of the machinery manufacturer to guarantee that a short-circuiting or other fault does not occur in wiring of external safety components between terminals [ST1]/[ST2]/[SL1]/[SL2] and [24S].

Fault examples:

- Terminals [ST1]/[ST2]/[SL1]/[SL2] and [24S] are short-circuited due to the wiring being caught in the door of the panel so that a current continues to flow in terminals although the safety component is OFF and therefore the safety function may NOT operate.
 - The wiring is in contact with any other wire so that a current continues to flow in terminal [ST1]/[ST2]/[SL1]/[SL2] and therefore the safety function may NOT operate.
- Be sure to keep terminals [ST1], [ST2], [SL1] and [SL2] OFF for at least 60 ms.

2) Wiring for terminals [SB+], [SB-], [SF1], [SF2], [PIS], and [CMB]

- The Safe Brake Control (SBC) function assumes the use of an electromagnetic power off brake. If wiring to terminals [SB+], [SB-], [SF1], [SF2], [PIS] and [CMB] is wrong or short-circuited, therefore, the brake will not be power-off state so that no brake applies.
- It is the responsibility of the machinery manufacturer to guarantee that a short-circuit or other fault does not occur in wiring to terminals [SB+], [SB-], [SF1], [SF2], [PIS] and [CMB].

3) Notes for safety functions (STO, SS1, SLS)

- When configuring the product safety system with the Safe Torque Off (STO), Safe Stop 1 (SS1), or Safely Limited Speed (SLS) function, make a risk assessment of not only the external equipment and wiring connected to terminals [ST1], [ST2], [SL1] and [SL2] but also the whole system including other equipment, devices and wiring against the product safety system required by the machinery manufacturer under the manufacturer's responsibility in order to confirm that the whole system conforms to the product safety system.

In addition, as preventive maintenance, the machinery manufacturer must perform periodical inspections to check that the product safety system properly functions.

- To bring the inverter into compliance with the safety standards, it is necessary to install the inverter on a panel with the enclosure rating of IP54 or above.
- To bring the inverter into compliance with the safety standards, it is necessary to bring it into compliance with European Standards EN61800-5-1 and EN61800-3.
- The Safe Torque Off (STO) function coasts the motor to a stop. When a mechanical brake is used to stop or hold the motor for the sake of the product safety system of whole system, use the Safe Brake Control (SBC) function of the functional safety card.
- The safety shutdown circuit from terminals [ST1] and [ST2] to the inverter's output shutdown section is dual-configured (redundant circuit) so that even an occurrence of a single fault does not impair the STO function. If a single fault is detected in the safety shutdown circuit, the inverter coasts the motor to a stop even with the [ST1]-[24S] and [ST2]-[24S] states being ON, as well as outputting an alarm to external equipment. (Note that the alarm output function is not guaranteed to all of single faults. It is compliant with EN ISO13849-1 PL=d Cat. 3).
- The Safe Torque Off (STO) function does not completely shut off the power supply to the motor electrically. Before starting wiring or maintenance jobs, be sure to disconnect the input power to the inverter and wait for at least five minutes.

WARNING

- When using the functional safety card in a multiplex system, be sure to first configure the function codes of the FRENIC-VG and make a trial run in the multiplex system before mounting the functional safety card on the FRENIC-VG. Mounting the functional safety card with wrong connection or wrong configuration before configuring the multiplex system may break the inverter.

Injuries or a machine breakdown could occur.

4) Checking wiring

If wiring is changed in the initial start-up or maintenance, be sure to perform the following test with the inverter stopped.

- Turn each of [ST1], [ST2], [SL1] and [SL2] OFF (open) and ON (close) and check on the I/O check screen of the keypad that the relevant indicator goes OFF or ON.
- Turn either one of [ST1] and [ST2] OFF (open) and check an alarm *Sr-F* (sub-code *000E* or *800E*) occurs.
- Turn either one of [SL1] and [SL2] ON (close) and check an alarm *Sr-F* (sub-code *000F* or *800F*) occurs.

5) Checking the safety functions

- In applications where no regular activation of each of the Safe Torque Off (STO), Safe Stop 1 (SS1), Safely Limited Speed (SLS), and Safe Brake Control (SBC) functions is guaranteed, check at least once a year that each function works correctly

6) Note for using the safety functions

- This option diagnoses the STO shutdown circuit when the inverter power is turned ON and the total of the stop time exceeds 50 minutes. During diagnosis of the STO shutdown circuit, even an entry of a run command cannot run the inverter, resulting in a start delay.

If a start delay becomes a systematic problem, connect a FRENIC-VG Y terminal to which an **SF-TST** signal ("STO under testing") is assigned, to the upper equipment so as not to allow entry of a run command during diagnosis. For details about **SF-TST**, refer to the Y terminal details in Section 3.2 and the description of SF12 in Section 3.4.

**For High Performance, Vector Control Inverter FRENIC-VG
Functional Safety Card
OPC-VG1-SAFE**

Instruction Manual

First Edition, October 2012

Fuji Electric Co., Ltd.

The purpose of this instruction manual is to provide accurate information in handling, setting up and operating of the Functional Safety Card for the FRENIC-VG. Please feel free to send your comments regarding any errors or omissions you may have found, or any suggestions you may have for generally improving the manual.

In no event will Fuji Electric Co., Ltd. be liable for any direct or indirect damages resulting from the application of the information in this manual.

Fuji Electric Co., Ltd.

Gate City Ohsaki, East Tower, 11-2, Osaki 1-chome, Shinagawa-ku, Tokyo, 141-0032, Japan

Phone: +81 3 5435 7058 Fax: +81 3 5435 7420

URL <http://www.fujielectric.com/>