

センサレスベクトル制御搭載 SX68200M シリーズ  
デモボード評価、パラメータ調整ガイド

## 高電圧に関するご注意



本基板の内部では、高電圧が発生しています。

誤った取り扱いをすると、人が死亡したり重傷を負ったりすることが想定されま

す。  
本基板を使用する前に、以下の注意事項をよくお読みのうえ、正しく使用してくだ

さい。

### 通電中の基板に触れないでください

通電中の本基板の内部では、死亡や重傷の可能性のある高電圧が発生しています。

### 短時間の偶発的な接触や、手を近づけただけでも感電する可能性があります

感電すると、人が死亡したり重傷を負ったりする可能性があります。

基板に触れる前に、必ずコンデンサが放電されていることを確認してください。

### 安全のため、本基板は電気知識を有した方が取り扱ってください

本基板は、SX68200M シリーズを評価するためのものです。

本基板を使用者の量産品に組み込んで使用することを禁じます。

本基板を使用する前に、本資料および SX68200M シリーズのデータシートを確認してください。

入力電圧、周波数、出力電圧、出力電流は定格の範囲内で使用してください。

周囲温度、湿度など、定められた周囲環境条件を厳守してください。

## 目次

高電圧に関するご注意	2
目次	3
はじめに	5
1. デモボード概要	6
2. デモボードの評価	9
2.1. Winding L <sub>s</sub> の算出	9
2.2. 評価に必要な機器、ツールの準備	11
2.3. 機器の接続	14
2.4. モータの準備	16
3. パラメータチューニング	18
3.1. 条件設定	20
3.1.1. 運転条件の設定	20
3.1.2. ショント抵抗と電流基準値	21
3.2. [Start Up] グループボックスの設定 (スタートアップ)	22
3.2.1. Hold Time (起動時保持時間)	23
3.2.2. Hold DutyC (起動時保持電流)	24
3.2.3. Hold Rmp Up (起動時保持電流のランプアップ時間)	25
3.2.4. RampU Frequ (ランプアップ周波数)	26
3.2.5. RampU Curnt (ランプアップ電流)	27
3.3. [Motor Control] グループボックスの設定 (モータ制御)	28
3.3.1. Kp Curnt、Ki Curnt (電流制御ゲイン)	28
3.3.2. Ki Speed (速度制御ゲイン)	32
3.4. [Motor Sensorless] グループボックスの設定 (センサレス制御)	33
3.4.1. Winding L <sub>s</sub> (モータ定数)	34
3.4.2. Kp Snsls、Ki Snsls (追従ゲイン)	36
3.5. [PWM] グループボックスの設定 (PWM 制御)	37
3.5.1. PWM Mode (PWM 動作モード)	37
3.5.2. PWM Period (PWM 周期)	38
3.5.3. PWM DeadTm (デッドタイム)	39
3.5.4. BootC ChrgTm (ブートストラップコンデンサの充電時間)	40
3.6. [Speed Control/VSP/VM Voltages] グループボックスの設定 (回転速度)	41
3.6.1. Int SR (内部制御モード)	42
3.6.2. Ext VSP (外部制御モード)	43
3.7. [Dead Time Compensation] グループボックスの設定 (デッドタイム補償)	45
3.7.1. DTCmp Enabl (デッドタイム補償有無)	46
3.7.2. DTCmp Gain (デッドタイム補償電圧の傾き)	47
3.7.3. DTCmp MaxTm (デッドタイム補償電圧の最大振幅値)	48
3.8. 制動動作の設定	49
3.8.1. WM Brk Curnt、WM Ext Curnt (WM-Brk 動作)	49
3.8.2. Run/Stop、Brake (手動制動動作)	50
3.9. 再起動動作の設定	51
3.9.1. ReStart Ctrl (再起動有無)	51
3.9.2. Restart No (再起動回数)	51
3.9.3. Restart Torque (再起動トルク)	51
3.10. [Run Control] グループボックスの設定 (DIAG/FG 端子の出力信号)	54
4. GUI	55

---

4.1. 設定ウィンドウ概要	55
4.2. パスワードによるロック	59
4.2.1. パスワードロックモードの設定	59
4.2.2. パスワードロックモードの解除	60
4.3. パラメータファイルの生成	60
4.4. パラメータの書込み	61
4.4.1. GUIからの書込み	62
4.4.2. プログラマからの書込み	63
4.5. パラメータの読み込み	70
4.5.1. パラメータの自動読み込み	70
4.5.2. パラメータの手動読み込み	71
4.6. チェックサムの設定	72
5. FAQ	73
6. 商標について	74
注意書き	75

## はじめに

SX68200M シリーズは、出力素子、プリドライバおよび制限抵抗付きブートストラップダイオードを1パッケージにした、3相ブラシレスモータ用ドライバです。正弦波駆動方式で、センサレスベクトル制御を採用しています。小型で、高効率、低騒音なモータを実現できます。

SX68200M シリーズはマイコンを搭載しており、専用のGUIを用いてパラメータを個別に設定できます。本アプリケーションノートではSX68200M シリーズを搭載したデモボードの評価方法および、GUIを用いたパラメータ調整方法を説明します。SX68200M シリーズの詳細は、データシートを参照してください。

## SX68200M シリーズ特長

- Pb フリー (RoHS 対応)
- 正弦電流波形 (低騒音、高効率)  
センサレスベクトル制御採用  
(負荷変動時高効率、小型)
- ブートストラップダイオード、制限抵抗内蔵
- 制御パラメータ保持用のEEPROM 搭載
- 2種類の速度制御 (PI 制御) モードを搭載
  - アナログ電圧制御 (VSP 端子)
  - シリアル通信制御 (I<sup>2</sup>C コンパチブル)
- 3シャント対応
- DIAG 端子エラー信号出力
- 保護機能
  - V3 端子低電圧保護
  - ウォッチドッグタイムアウト検出
  - メモリエラー検出
  - 主電源電圧過電圧、電圧低下保護 (VM 端子)
  - ソフト過電流保護
  - ハード過電流保護
  - サーマル警告
  - サーマルシャットダウン
  - 制御電源電圧低下保護
  - 同期外れ保護

## アプリケーション

- エアコンのファンモータ駆動
- 空気清浄機・扇風機のファンモータ駆動

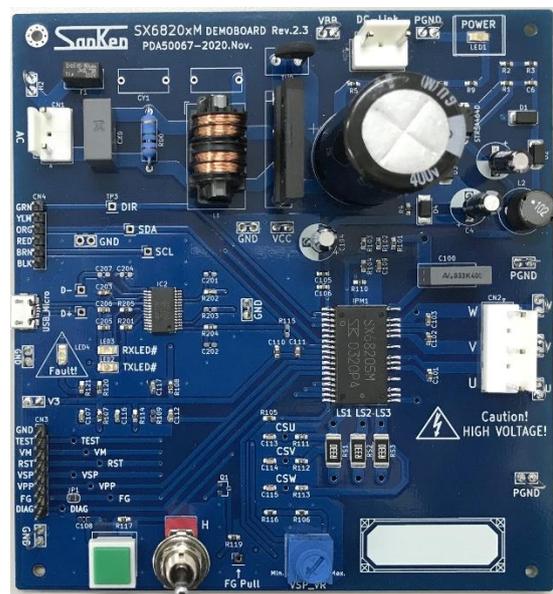
## SX68200M シリーズパッケージ

SOP36

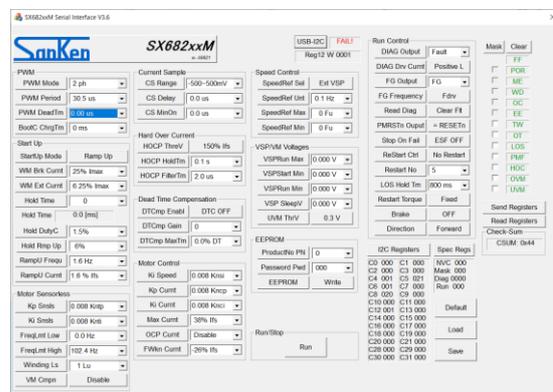


原寸大ではありません。

## SX68200M シリーズ評価用デモボード



## SX68200M シリーズ設定用 GUI



## 1. デモボード概要

表 1-1 に、SX68200M シリーズ評価用デモボードの仕様を示します。使用するアプリケーションや電源仕様に合わせてデモボードを選択します。デモボードは以下の URL から入手してください。

URL : <https://www.semicon.sanken-ele.co.jp/support/evalboard/hvmd.html>

表 1-1 デモボードの仕様

No.	搭載 IC ( $V_{DSS}$ 、 $I_O$ )	モータ種別	入力電源電圧	整流後電圧	VCCx 端子電圧	VSP 端子電圧
デモボード 1	SX68201M (250 V、2.0 A)	100 V 系	AC100 V	DC141 V	15 V	1.50 V～ 5.06 V*
デモボード 2	SX68204M (600 V、1.5 A)	100 V 系/ 200 V 系	AC100 V/ AC200 V	DC141 V/ DC282 V		
デモボード 3	SX68205M (600 V、2.0 A)	100 V 系/ 200 V 系	AC100 V/ AC200 V	DC141 V/ DC282 V		

\* VSP 電圧調整抵抗 VSP\_VR で調整する場合。外部電源を使用する場合は、CN3 の VSP ピンに 1.40 V～5.88 V の範囲で印加 (図 1-1 参照)。

図 1-1 に、SX68200M シリーズ評価用デモボードの回路図を示します。

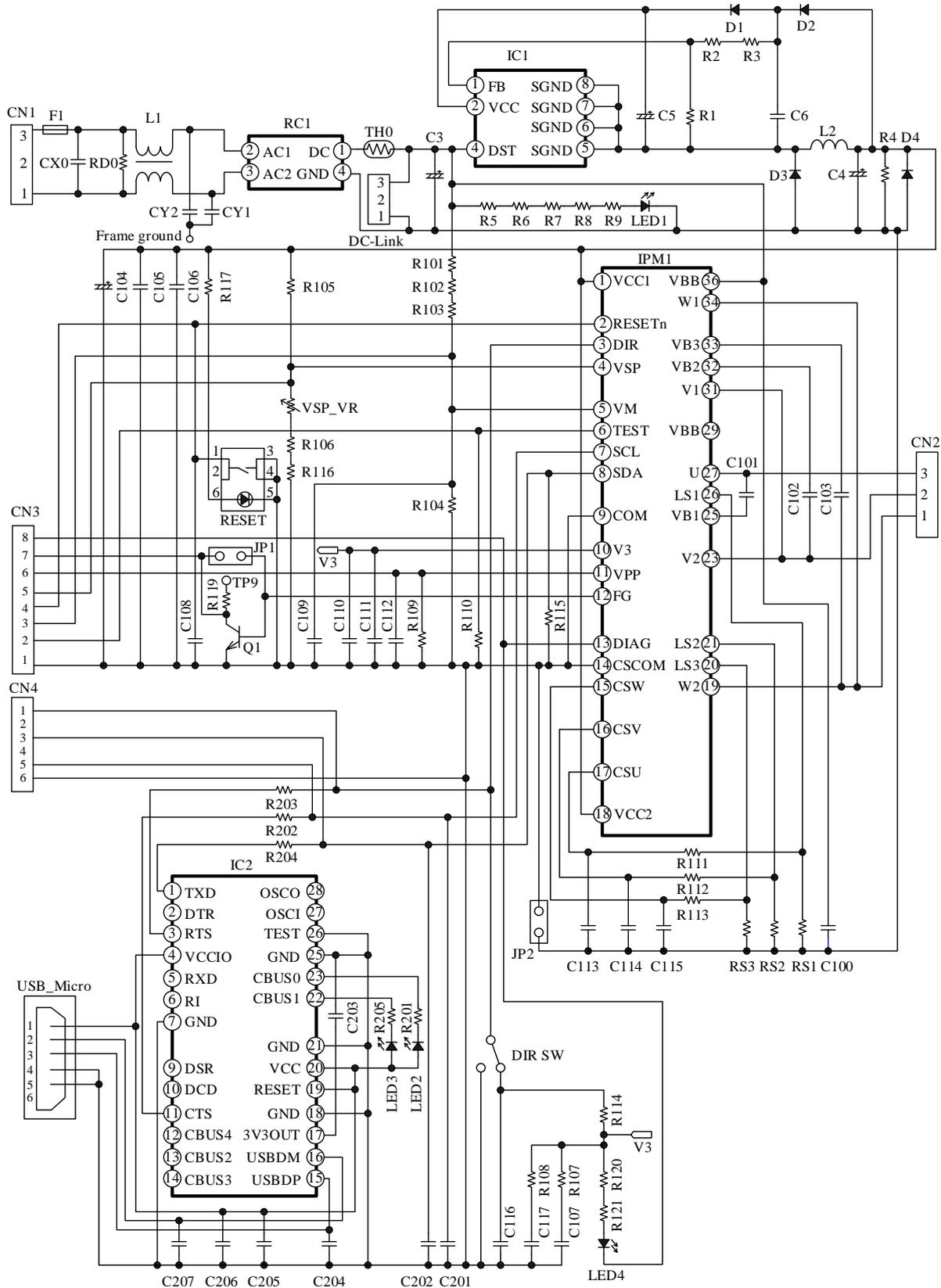


図 1-1 デモボード回路図

## ● 部品表

記号	部品名	定格	記号	部品名	定格
C3	Electrolytic	120 $\mu$ F, 400 V	R109*	General	Open
C4	Electrolytic	100 $\mu$ F, 25 V	R110	General	10 k $\Omega$ , 0.25 W
C5	Electrolytic	10 $\mu$ F, 50 V	R111	General	100 $\Omega$ , 0.25 W
C6	Ceramic	0.22 $\mu$ F, 50 V	R112	General	100 $\Omega$ , 0.25 W
C100	Film	0.047 $\mu$ F, 400 V	R113	General	100 $\Omega$ , 0.25 W
C101	Ceramic	1 $\mu$ F, 50 V	R114	General	10 k $\Omega$ , 0.25 W
C102	Ceramic	1 $\mu$ F, 50 V	R115	General	10 k $\Omega$ , 0.25 W
C103	Ceramic	1 $\mu$ F, 50 V	R116	General	2.2 k $\Omega$ , 0.25 W
C104	Electrolytic	100 $\mu$ F, 25 V	R117	General	Open
C105	Ceramic	1 $\mu$ F, 50 V	R119	General	3.3 k $\Omega$ , 0.25 W
C106	Ceramic	1 $\mu$ F, 50 V	R120	General	10 k $\Omega$ , 0.25 W
C107	Ceramic	100 pF, 50 V	R121	General	10 k $\Omega$ , 0.25 W
C108*	Ceramic	Open	R201	General	1 k $\Omega$ , 0.25 W
C109	Ceramic	0.1 $\mu$ F, 50 V	R202	General	100 $\Omega$ , 0.25 W
C110	Ceramic	1 $\mu$ F, 50 V	R203	General	Open
C111	Ceramic	0.1 $\mu$ F, 50 V	R204	General	100 $\Omega$ , 0.25 W
C112	Ceramic	0.1 $\mu$ F, 50 V	R205	General	1 k $\Omega$ , 0.25 W
C113	Ceramic	1000 pF, 50 V	RS1*	Metal plate	0.36 $\Omega$ , 1 W
C114	Ceramic	1000 pF, 50 V	RS2*	Metal plate	0.36 $\Omega$ , 1 W
C115	Ceramic	1000 pF, 50 V	RS3*	Metal plate	0.36 $\Omega$ , 1 W
C116	Ceramic	100 pF, 50 V	RD0	Metal plate	1 M $\Omega$ , 1 W
C117	Ceramic	100 pF, 50 V	TH0	Thermistor	10 $\Omega$ , 1800 mW
C201*	Ceramic	Open	VSP_VR	Trimmer	20 k $\Omega$ , 0.5 W
C202*	Ceramic	Open	D1	Fast recovery	200 V, 1 A
C203	Ceramic	0.1 $\mu$ F, 50 V	D2	Fast recovery	500 V, 1 A
C204	Ceramic	Open	D3	Fast recovery	500 V, 1 A
C205	Ceramic	1 $\mu$ F, 50 V	D4	Zener diode	1 W, Vz = 18.8 V (min.)
C206	Ceramic	0.1 $\mu$ F, 50 V	L1	Filter	74.5 mH
C207	Ceramic	Open	L2	Inductor	1 mH
CX0	Film	22 nF, 275 VAC	F1	Fuse	250 VAC, 1 A
CY1	Ceramic	4.7 nF, 250 VAC	LED1	LED	5 V, 30 mA
CY2	Ceramic	4.7 nF, 250 VAC	LED2	LED	5 V, 30 mA
R1	General	10 k $\Omega$ , 0.25 W	LED3	LED	5 V, 30 mA
R2	General	47 k $\Omega$ , 0.25 W	LED4	LED	5 V, 30 mA
R3	General	4.7 k $\Omega$ , 0.25 W	RESET	Switch	TS-AGGNH-G
R4	General	4.7 k $\Omega$ , 0.25 W	DIR SW	Switch	1MS1-T2-B1-M1-Q-N-S
R5	General	33 k $\Omega$ , 0.25 W	USB_Micro	Micro USB Type-b connector	ZX62-B-5PA
R6	General	33 k $\Omega$ , 0.25 W	CN1	Connector	B2P3-VH 相当
R7	General	33 k $\Omega$ , 0.25 W	CN2	Connector	B3P5-VH 相当
R8	General	33 k $\Omega$ , 0.25 W	CN3	Pin header	2.54 mm ピッチ
R9	General	33 k $\Omega$ , 0.25 W	CN4	Pin header	2.54 mm ピッチ
R101	Metal plate	1 M $\Omega$ , 0.25 W	DC-Link	Connector	B2P3-VH 相当
R102	Metal plate	1 M $\Omega$ , 0.25 W	RC1	Bridge diode	D3SBA60
R103	Metal plate	1 M $\Omega$ , 0.25 W	Q1	NPN transistor	Open
R104	Metal plate	10 k $\Omega$ , 0.25 W	IPM1	IC	SX68200M シリーズ
R105	General	47 k $\Omega$ , 0.25 W	IC1	IC	STR5A464D
R106	General	5.6 k $\Omega$ , 0.25 W	IC2	IC	FT232RL
R107	General	10 k $\Omega$ , 0.25 W	JP1	Jumper	Short
R108	General	10 k $\Omega$ , 0.25 W	JP2	Jumper	Short

\* 実機評価で調整が必要な部品

## 2. デモボードの評価

本項では、Int SR モードでモータを回転させるまでの手順を示します。パラメータ調整の詳細については、3項を参照してください。

### 2.1. Winding Ls の算出

本項では、初めて供試用モータをデモボードで回転させる際に、GUI の [Winding Ls] に設定する値の計算方法について示します。[Winding Ls] の設定値が適正でないと、モータは回転しません。

まず、供試用モータの線間インダクタンスの平均値  $L_{AVG}$  を測定します。図 2-1 に示すように、各相の線間インダクタンス  $L_{ij}$  を、LCR メーターで測定します。線間インダクタンスは回転子の位置で変化するため、複数回測定してください。また、複数のモータの線間インダクタンスを測定してください。測定後、平均値  $L_{AVG}$  を算出します (表 2-1 参照)。ここで、平均値  $L_{AVG}$  は、インダクタ 2 相分の平均値です。

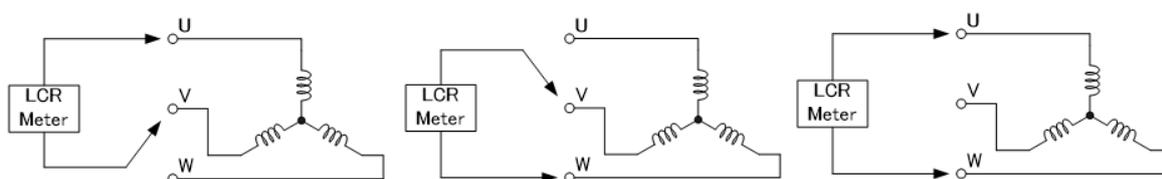


図 2-1 線間インダクタンスの測定

表 2-1 線間インダクタンスの測定結果例

モータ	測定回数	線間インダクタンス $L_{ij}$ (mH)		
		$L_{UV}$	$L_{VW}$	$L_{UW}$
No. 1	1 回目	81	80	79
	2 回目	82	82	81
	3 回目	80	82	81
No. 2	1 回目	81	80	81
	2 回目	82	82	82
	3 回目	81	80	82
平均値 ( $L_{AVG}$ )		81.1		

次に、Winding  $L_S$  を計算します。Winding  $L_S$  は以下の式で計算できます。

$$\text{Winding } L_S = \frac{L_{AVG}}{2} \times \frac{I_{FS} \times 20 \times 10^6}{V_{DC} \times f_C \times 8.29 \times 10^{-3}} \quad (1)$$

$$I_{FS} = \frac{\text{CS Range}}{R_{Sx}} \quad (2)$$

$$f_C = \frac{1}{T_{PR}} \quad (3)$$

ここで、

- $L_{AVG}$  : 線間インダクタンス平均値 (H)
- $V_{DC}$  : 主電源電圧 (V)
- $I_{FS}$  : 電流検出用オペアンプの最大電流範囲 (A)
- CS Range : 電流検出用オペアンプの最大入力電圧範囲 (V)
- $R_{Sx}$  : シャント抵抗 ( $\Omega$ )
- $f_C$  : PWM キャリア周波数 (Hz)
- $T_{PR}$  : PWM 周期 (s)

初めて供試用モータをデモボードで回転させる場合、CS Range と  $T_{PR}$  は GUI の初期値 (CS Range = 0.5 V、 $T_{PR}$  = 58.9  $\mu$ s) で計算してください。例として、 $L_{AVG}$  = 0.0811 H、 $V_{DC}$  = 282 V、CS Range = 0.5 V、 $R_{Sx}$  = 0.36  $\Omega$ 、 $T_{PR}$  = 58.9  $\mu$ s の場合、Winding  $L_S$  は以下のとおりです。

$$\text{Winding } L_S = \frac{0.0811}{2} \times \frac{\frac{0.5}{0.36} \times 20 \times 10^6}{282 \times \frac{1}{58.9 \times 10^{-6}} \times 8.29 \times 10^{-3}} = 28 \text{ Lu}$$

また、Winding  $L_S$  は以下 URL の計算ツールでも計算できます。

URL : [https://www.semicon.sanken-ele.co.jp/calc-tool/windingsl\\_caltool\\_jp.html](https://www.semicon.sanken-ele.co.jp/calc-tool/windingsl_caltool_jp.html)

### Winding $L_S$ 計算ツール

計算結果をGUIのWinding  $L_S$ に入力します。ただし、入力値は実際のモータの回転数に応じて微調整が必要です。

CS Range:	<input type="text" value="0.5"/>	V GUIのCS Rangeと同じ値を入力
PWM Period:	<input type="text" value="58.9"/>	$\mu$ s GUIのPWM Periodと同じ値を入力
主電源電圧:	<input type="text" value="282"/>	V 主電源電圧を入力
シャント抵抗:	<input type="text" value="0.36"/>	$\Omega$ デモボードのシャント抵抗値を入力
インダクタンス (2相分):	<input type="text" value="0.0811"/>	H $L_{AVG}$ を入力
<input type="button" value="計算"/>		
Winding $L_S$ :	<input type="text" value="28"/>	Lu
<参考値>		
最大電流範囲 $I_{FS}$ :	<input type="text"/>	A
最大運転電流 $I_{MX}$ :	<input type="text"/>	A GUIのMax Curnttの値が "50% Ifs" の場合の計算結果

数値を入力し、  
[ 計算 ] をクリック

計算結果

図 2-2 Winding  $L_S$  計算ツール

本計算結果を 2.4 項で設定します。また、本計算結果は参考値です。チューニングの際に、実際のモータ回転数に応じて微調整が必要です。詳細は 3.4.1 項を参照してください。

## 2.2. 評価に必要な機器、ツールの準備

### ● 必要機器

デモボードを評価するにあたり、以下の機器を準備してください。

表 2-2 必要機器

機器	概要	備考
AC 電源	定電圧電源装置またはスライダック	必須
USB ケーブル	USB A-USB micro B ケーブル	必須
FTDI ケーブル	型名：TTL-232R-5V	推奨
絶縁保護装置	型名：114991949 会社名：Seeed Studio URL： <a href="https://www.mouser.jp/ProductDetail/Seeed-Studio/114991949?qs=P1JMDcb91o6Z7ld6yCt%2FVQ==">https://www.mouser.jp/ProductDetail/Seeed-Studio/114991949?qs=P1JMDcb91o6Z7ld6yCt%2FVQ==</a>	必須 （左記は一例です。製品に指定はありません。）
	型名：USB アイソレータ USB-ISO 会社名：OLIMEX URL： <a href="https://strawberry-linux.com/catalog/items?code=15043">https://strawberry-linux.com/catalog/items?code=15043</a>	
モータ		必須
負荷		パラメータ調整時は必須
制御用パソコン	OS：Windows 7 以降	必須
制御電源	EEPROM 書込み用電源／External VSP モード評価用電源	Int SR モードでは使用しません。スタンドアローンでモータを動作させる際に使用します。

### ● GUI 実行ファイル

パラメータ設定用の GUI を提供しています。

以下の URL から“SX682xxM\_Serial\_Interface\_V3p6.exe” ファイルをダウンロードしてください。

URL：<https://www.semicon.sanken-ele.co.jp/support/documentsfordesign/hvmdtools/sx68200m.html#tool>

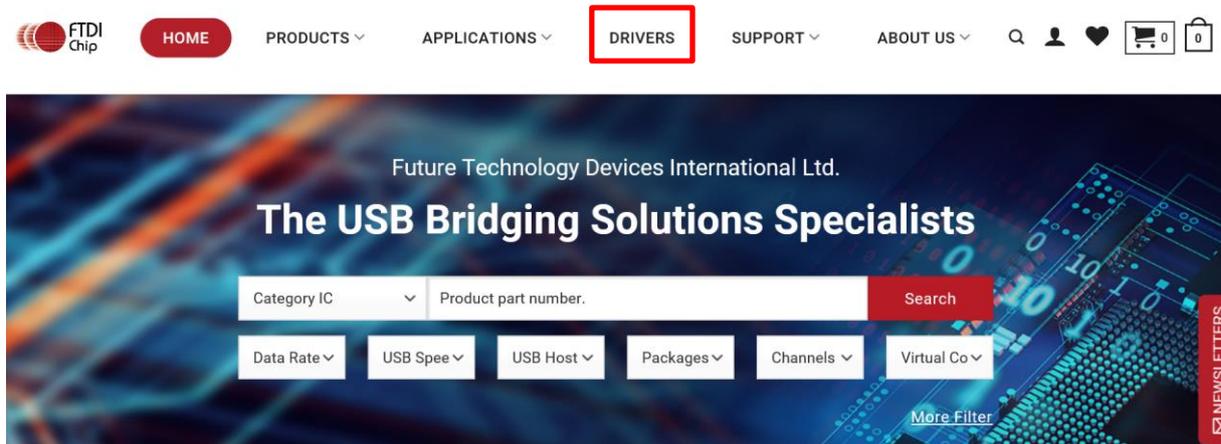
### ● FTDI ドライバのダウンロード

GUI を実行するためには FTDI ドライバが必要です。制御用パソコンにダウンロードされていない場合は、以下の手順でダウンロードしてください（2021 年 2 月 4 日現在）。本資料では、Windows® 64 bit の場合の例を示します。

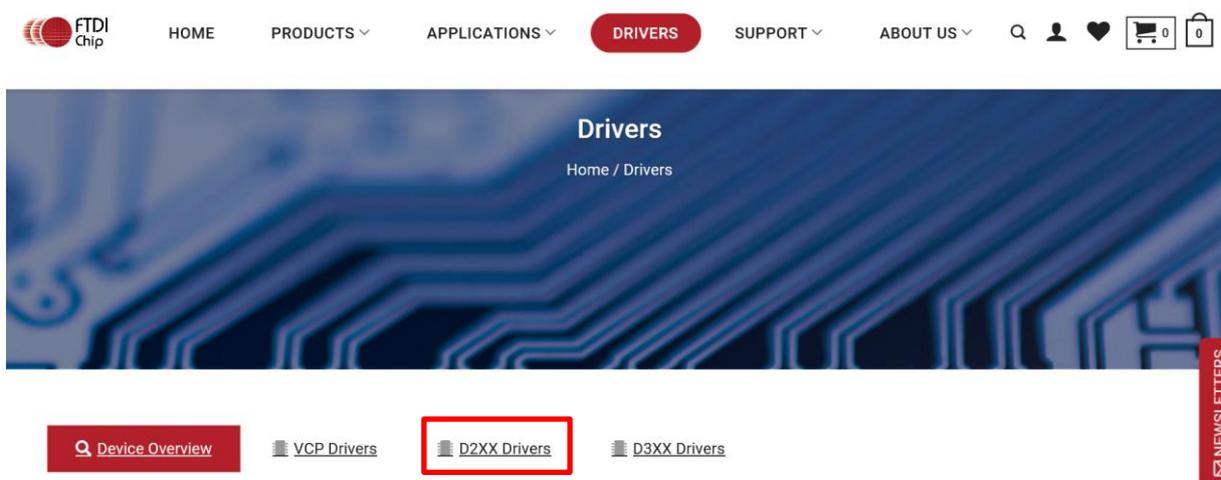
- 1) FTDI 社の Web サイトにアクセスする

URL : <https://ftdichip.com/>

- 2) [DRIVERS] をクリックする



- 3) [D2XX.Drivers] をクリックする



- 4) 「2.12.28」をクリックする

Currently Supported D2XX Drivers:

Operating System	Release Date	Processor Architecture					Comments
		X86 (32-Bit)	X64 (64-Bit)	ARM	MIPS	SH4	
Windows*	2017-08-30	<a href="#">2.12.28</a>	<a href="#">2.12.28</a>	-	-	-	WHQL Certified.Includes VCP and D2XX. Available as a <a href="#">setup executable</a> . Please read the <a href="#">Release Notes</a> and <a href="#">Installation Guides</a> .

一覧表から、使用するパソコン環境に合ったプロセッサアーキテクチャを選択してください。

- 5) 選択した .zip ファイルをダウンロードし、解凍する
- 6) “ftd2xx.dll”ファイルと“SX682xxM\_Serial\_Interface\_V3p6.exe”ファイルを同階層に配置する

 ftd2xx.dll

 SX682xxM\_Serial\_Interface\_V3p6.exe

.dll ファイルの名称と格納場所は、ダウンロードしたファイルにより異なります。  
本手順の場合、.dll ファイルは以下に格納されています。

CDM v2.12.28 WHQL Certified > i386 > ftd2xx.dll

## 2.3. 機器の接続

以下の手順でデモボードと制御用パソコンを接続します。AC電源はまだ接続しないでください。

- 1) 絶縁保護装置を制御用パソコンに接続する  
制御用パソコンの損傷を防ぐため、必ず接続してください。
- 2) 絶縁保護装置とデモボードを、USB ケーブル（図 2-3 参照）か FTDI ケーブル（図 2-4 参照）で接続する  
FTDI ケーブルで接続する場合、I<sup>2</sup>C 相当の通信で制御できます。ケーブルの色とデモボードのシルクが合うように、コネクタの向きに注意して接続してください。

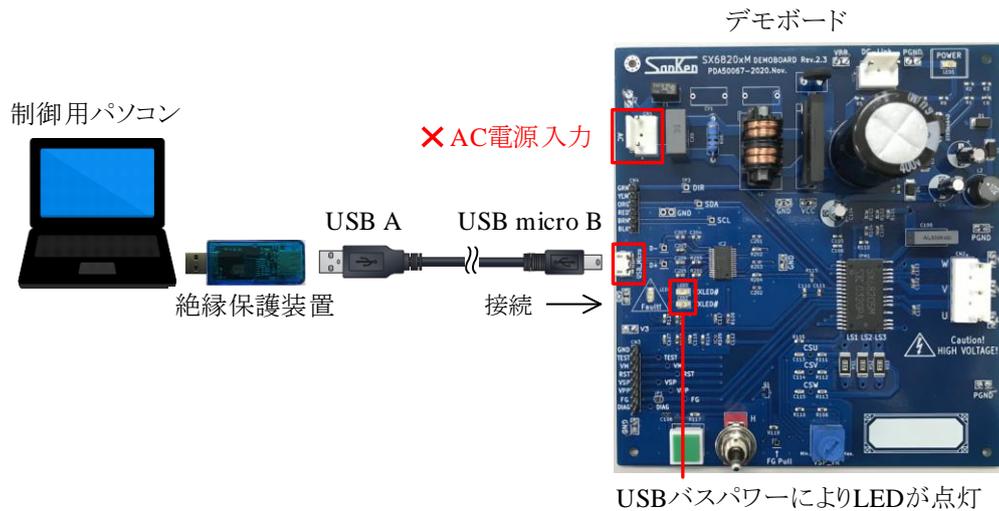


図 2-3 USB ケーブルでの接続

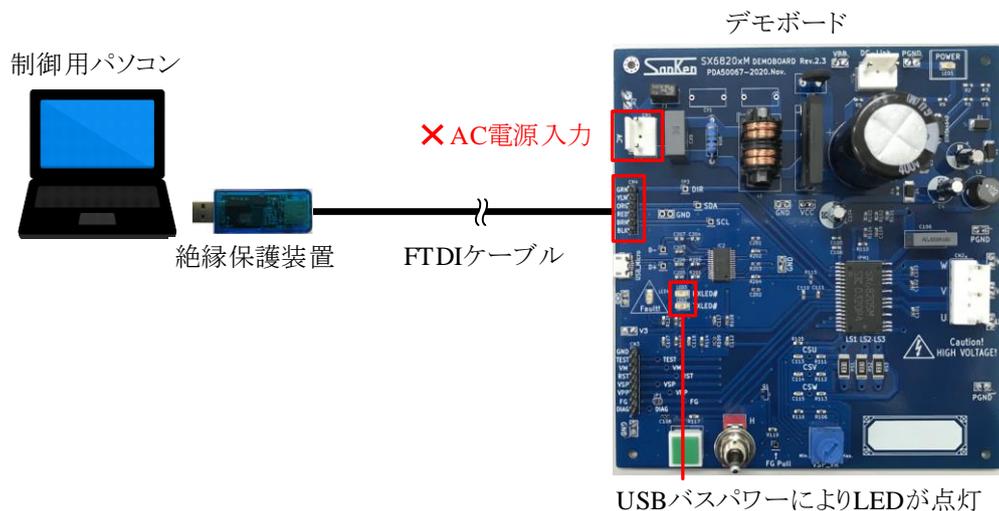
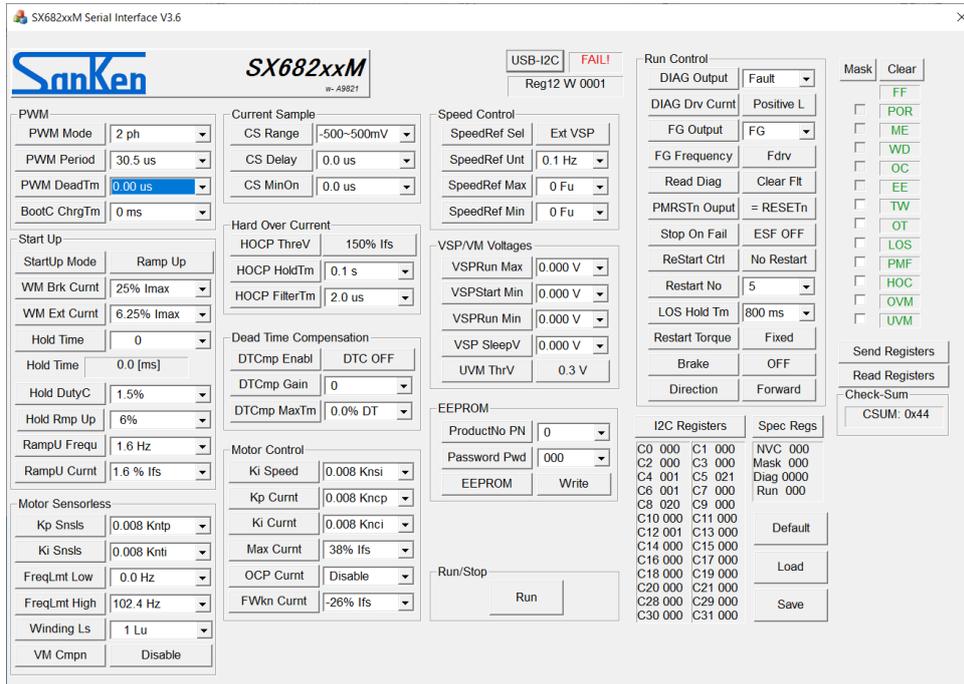
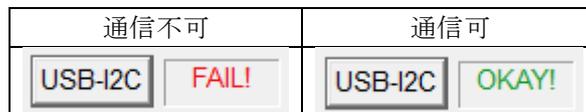


図 2-4 FTDI ケーブルでの接続

- 3) “SX682xxM\_Serial\_Interface\_V3p6.exe” ファイルをダブルクリックし、GUI を起動する  
GUI の詳細は、4 項を参照してください。



制御用パソコンと IC が通信できる状態になると、[USB-I2C] 表示が「FAIL!」から「OKAY!」に切り換わります。



GUI 起動時にエラーメッセージが表示された場合、以下の原因が考えられます。

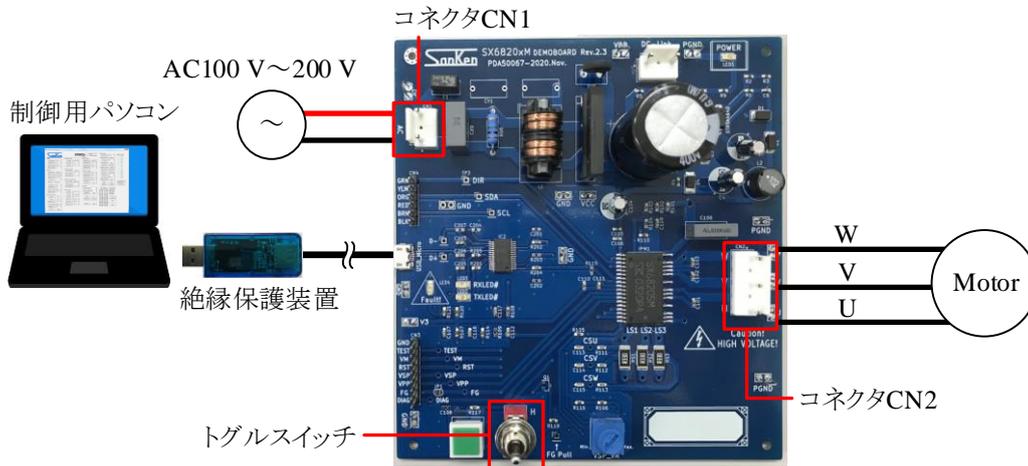
- 制御用パソコンと IC のインターフェースである FT232 ドライバがダウンロードされていない。
- .dll ファイルと“SX682xxM\_Serial\_Interface\_V3p6.exe”ファイルが同階層に配置されていない。

FTDI ドライバのダウンロード項の手順を確認し、再度“SX682xxM\_Serial\_Interface\_V3p6.exe”ファイルを実行してください。

## 2.4. モータの準備

以下に機器の接続、GUIの初期設定、モータの動作確認手順を示します。

- 1) コネクタ CN2 にモータを接続する
- 2) コネクタ CN1 に AC 電源を接続する
- 3) トグルスイッチを L (基板外側の向き) に切り換える



- 4) オシロスコープの電流プローブ、電圧プローブを接続する  
U 層波形を測定するため、U 層に電流プローブを接続します。  
FG 波形を測定するため、CN3 の FG ピンに電圧プローブを接続します。  
DIAG 波形を測定するため、CN3 の DIAG ピンに電圧プローブを接続します。
- 5) [Default] ボタンをクリックし、GUI を初期化する

I2C Registers		Spec Regs	
C0 047	C1 1E9	NVC 000	
C2 363	C3 160	Mask 000	
C4 054	C5 104	Diag 0000	
C6 005	C7 0D5	Run 092	
C8 106	C9 0C6		
C10 0C6	C11 000		
C12 0C8	C13 00D		
C14 100	C15 209		
C16 01E	C17 000		
C18 366	C19 1B3		
C20 15C	C21 0AE		
C28 000	C29 000		
C30 000	C31 092		

Default

Load

Save

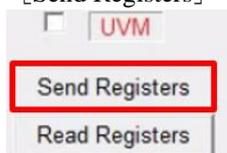
- 6) [Motor Snesorless] グループボックスの [Winding Ls] リストから数値を設定する  
2.1 項で計算した値を設定します。

Motor Snesorless	
Kp Snsls	0.5 Kntp
Ki Snsls	0.5 Knti
FreqLmt Low	0.0 Hz
FreqLmt High	512.0 Hz
Winding Ls	28 Lu
VM Cmpn	Enable

- 7) AC 電源を投入する  
デモボードに高電圧が印加されます。取り扱いには十分に注意してください。  
初めて AC 電源を投入すると「POR」（Power-on Reset）などのエラーが赤色で表示されます。



- 8) [Send Registers] ボタンをクリックする



- 9) [Clear] ボタンをクリック、またはデモボードの RST\_SW (図 1-1 参照) を押す  
IC がリセットされ、赤色だったすべてのエラーが緑色の表示に変わります。
- 10) [Run/Stop] 欄で [Run] ボタンをクリックし、モータを回転させる  
[Run] ボタンをクリックすると、ラベル表示が「Stop」に切り替わります。
- 11) [Run/Stop] 欄で [Stop] ボタンをクリックし、モータを停止させる  
[Stop] ボタンをクリックすると、ラベル表示が「Run」に切り替わります。

### 3. パラメータチューニング

本項では、GUI を用いたパラメータのチューニング方法を説明します。表 2-2 の必要機器および表 3-1 の必要計測器を使用し、チューニングしてください。また、以下の内容に注意してチューニングしてください。

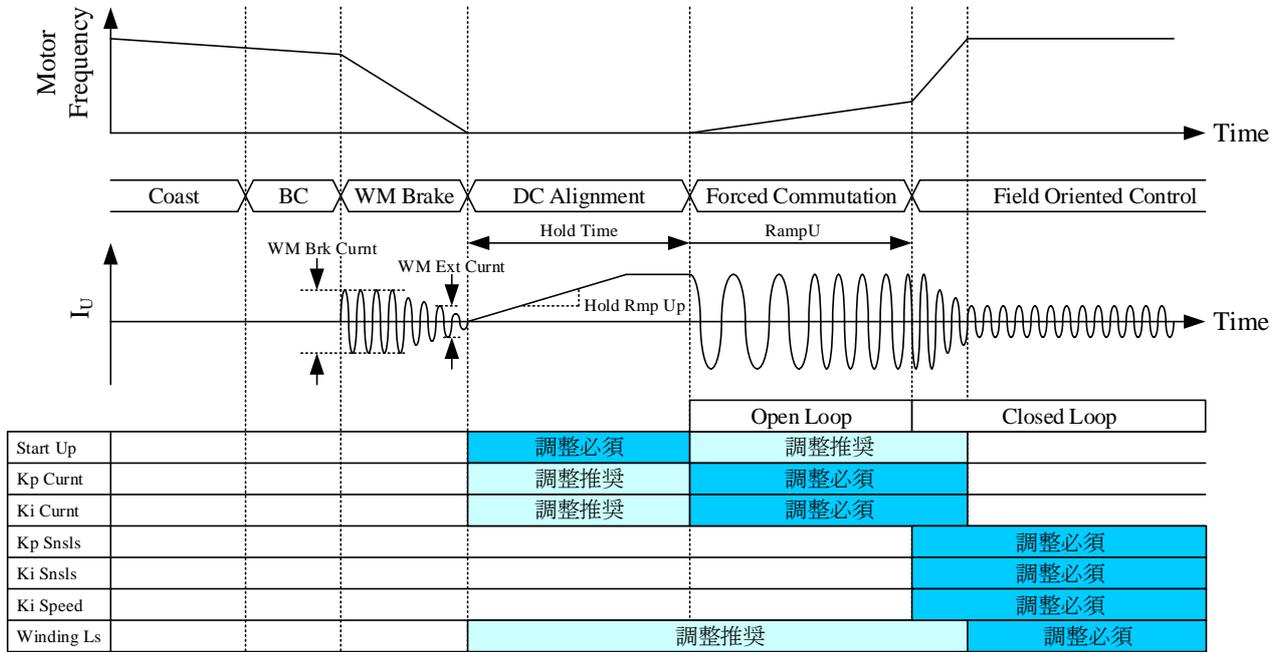
- AC 電源を投入した状態でチューニングする
- IC のケース温度が 100 °C 未満かどうかを測定しながらチューニングする
- 動作波形を確認しながらチューニングする
- パラメータの設定値は急激な変更（最小値から最大値に変更するなど）をせず、徐々に変更しながらチューニングする

もし不測の事態が発生した場合は、[Run/Stop] 欄の [Stop] ボタンをクリックしてモータを停止するか、AC 電源を遮断してください。

表 3-1 必要計測器

No.	計測器	測定対象	備考
1	回転数計	回転数	
2	エンコーダ	機械角	
3	トルク計	トルク	
4	オシロスコープ	電流波形など	必須
5	パワーメータ	電力、損失など	
6	温度計/データロガー	各部温度	必須
7	デジタルマルチメータ	電圧など	

モータ動作のシーケンスとパラメータチューニングの関係を図 3-1 に示します。  
 各パラメータは相互に動作に影響を与えます。そのため、パラメータを変更するごとにモータ起動から定常運転までの動作を十分に確認してください。  
 負荷条件、電源条件、モータなど、仕様に応じて適切なパラメータの設定値は異なります。



調整必須：最適な値を設定しないとモータは回転しません。  
 調整推奨：最適な値を設定すると消費電力を小さくできます（3.4.1 項参照）。

図 3-1 シーケンスとパラメータチューニングの関係

### 3.1. 条件設定

#### 3.1.1. 運転条件の設定

運転条件を設定します。表 3-2 に、運転条件の設定例を示します。

表 3-2 運転条件の設定例

項目	運転条件	関連項目	
		GUI 項目	デモボード
キャリア周波数	17 kHz	PWM Period	
回転数	500 rpm～1200 rpm	SpeedRef Unt、SpeedRef Drv、 SpeedRef Min	
回転方向	CW	Direction	DIR SW
起動時間 <sup>(1)</sup>	7 秒以内	RampU Frequ、RampU Curnt、 Hold Time	
相電流最大値 <sup>(2)</sup>	～0.4 A	CS Range、Max Curnt	シャント抵抗 $R_{Sx}$
IC ケース温度	$T_C < 100\text{ }^\circ\text{C}$		IC

<sup>(1)</sup> モータが加速し、指令回転数に到達するまでの時間

<sup>(2)</sup> 負荷から想定される相電流最大値で仮定

### 3.1.2. ショント抵抗と電流基準値

電流基準値は、ショント抵抗  $R_{Sx}$  と GUI 項目のパラメータ設定で決まります。表 3-3 に、各デモボードのパラメータ初期値における電流基準値を示します。

パラメータを変更する場合は、出力電流および  $CSx$  端子の印加電圧が IC の絶対最大定格を超えないよう注意してください。また、ショント抵抗の値を変更する場合も、同様の注意が必要です。

表 3-3 パラメータ初期値における電流基準値

概要	GUI 項目	パラメータ初期値	電流基準値		
			$R_{Sx}$ 設定例 1 $R_{Sx} = 560 \text{ m}\Omega$ ( $I_{FS} = 0.89 \text{ A}$ ) <sup>(1)</sup>	$R_{Sx}$ 設定例 2 $R_{Sx} = 470 \text{ m}\Omega$ ( $I_{FS} = 1.06 \text{ A}$ ) <sup>(3)</sup>	$R_{Sx}$ 設定例 3 $R_{Sx} = 360 \text{ m}\Omega$ ( $I_{FS} = 1.39 \text{ A}$ ) <sup>(3)</sup>
電流検出用オペアンプ最大入力電圧範囲	CS Range	-500 mV～ 500 mV	—	—	—
最大運転電流 $I_{MX}$	Max Curnt	50% $I_{FS}$	0.45 A <sup>(2)</sup>	0.53 A <sup>(4)</sup>	0.69 A <sup>(4)</sup>
ソフト過電流保護しきい電流 $I_{LIM}$	OCP Curnt	80% $I_{FS}$	0.71 A <sup>(3)</sup>	0.85 A <sup>(5)</sup>	1.11 A <sup>(5)</sup>
弱め界磁電流 $I_{FW}$	FWkn Curnt	0% $I_{FS}$	0 A <sup>(4)</sup>	0 A <sup>(4)</sup>	0 A <sup>(4)</sup>
制動電流 $I_{WM}$	WM Brk Curnt	25% $I_{max}$	0.11 A <sup>(5)</sup>	0.13 A <sup>(5)</sup>	0.17 A <sup>(5)</sup>
制動電流最小しきい値 $I_{WM(MIN)}$	WM Ext Curnt	6.25% $I_{max}$	0.03 A <sup>(6)</sup>	0.03 A <sup>(6)</sup>	0.04 A <sup>(6)</sup>
ハード過電流保護しきい電流 $I_{HOCP}$	HOCP ThreV	150% $I_{FS}$	1.34 A <sup>(7)</sup>	1.6 A <sup>(7)</sup>	2.08 A <sup>(7)</sup>

<sup>(1)</sup> 電流検出用オペアンプの最大電流範囲  $I_{FS}$  は、次式で算出

$$I_{FS}(\text{A}) = \frac{\text{CS Range (mV)}}{R_{Sx}(\text{m}\Omega)}$$

<sup>(2)</sup>  $I_{MX} = I_{FS} \times 0.5$

<sup>(3)</sup>  $I_{LIM} = I_{FS} \times 0.8$

<sup>(4)</sup>  $I_{FW} = I_{FS} \times 0$

<sup>(5)</sup>  $I_{WM} = I_{max} \times 0.25$

<sup>(6)</sup>  $I_{WM(MIN)} = I_{max} \times 0.0625$

<sup>(7)</sup>  $I_{HOCP} = I_{FS} \times 1.5$

### 3.2. [Start Up] グループボックスの設定 (スタートアップ)

本項では、GUI の [Start Up] グループボックスのパラメータ設定方法を説明します。表 3-4 にスタートアップ (起動/再起動) に関わる設定パラメータを示します。モータを停止した状態で、以下のパラメータを設定してください。また、スタートアップ時は IC の温度が上昇しやすいため、ケース温度が 100 °C 以上にならないよう注意してください。

表 3-4 スタートアップ (起動/再起動) の設定概要

設定内容	GUI 項目	設定に必要な情報
起動時保持時間の係数	Hold Time	回転子が初期位置に固定されるまでの時間
起動時保持電流のデューティ	Hold DutyC	回転子を初期位置に固定できる電流値
保持電流のランプアップ時間	Hold Rmp Up	ハンチングの有無
ランプアップ周波数	RampU Frequ	始動可能な回転数
ランプアップ電流	RampU Curnt	始動可能なトルク (電流)

スタートアップ (起動/再起動) のシーケンス該当箇所を図 3-2 に、ブロックダイアグラムの該当箇所を図 3-3 に示します。

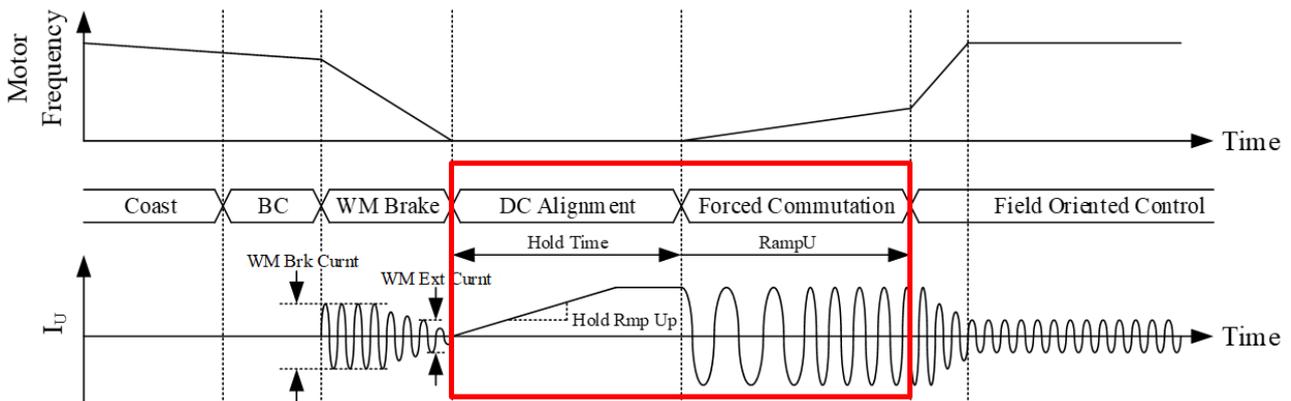


図 3-2 シーケンス : スタートアップ (起動/再起動)

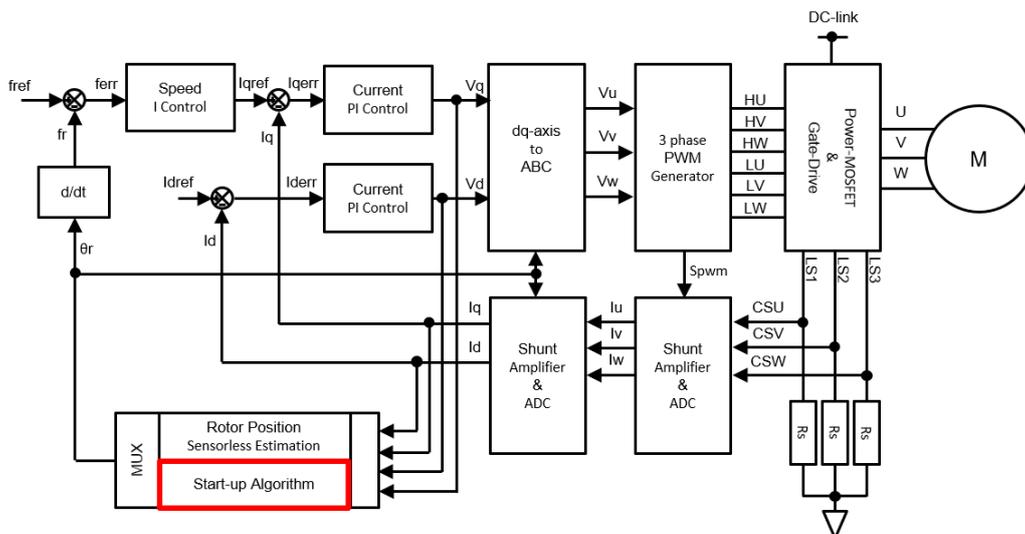


図 3-3 ブロックダイアグラム : スタートアップ (起動/再起動)

### 3.2.1. Hold Time (起動時保持時間)

[Start Up] グループボックス内の [Hold Time] リストで、起動時保持時間（モータ回転子が回転を開始するまで保持する時間）を設定します。設定した時間内に、回転子が初期位置に固定されるように調整してください。また、図 3-4 に示すように、回転子の極性が不安定な位置にならないように調整してください。

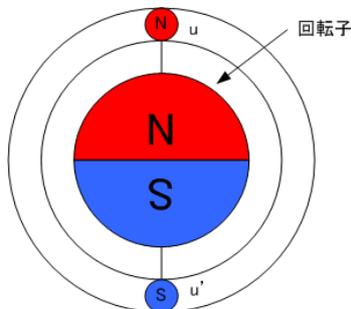


図 3-4 回転子が不安定な位置の例

表 3-5 に、[Hold Time] リストで設定するパラメータの概要を示します。図 3-5 および図 3-6 に、動作波形例を示します。

表 3-5 Hold Time 概要

設定内容	GUI 項目	パラメータ設定		
		GUI 初期値	設定範囲	ステップ
起動時保持時間の係数	Hold Time	5	0~63	1
起動時保持時間 (自動計算)	Hold Time [ms]*	544.8 ms	0 ms~6295.0 ms	—

\* [PWM] グループボックスの [PWM Period] 設定値に応じて自動で計算されます。

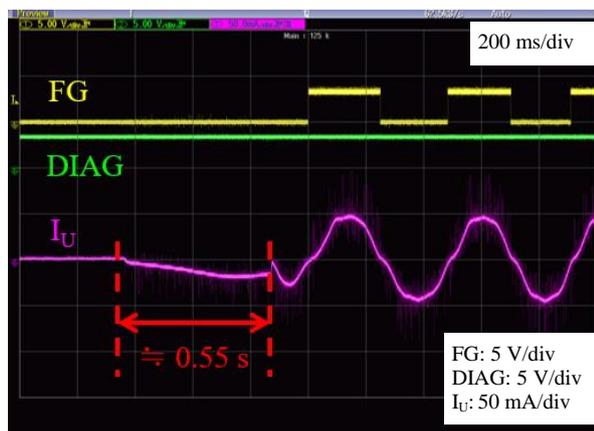


図 3-5 動作波形 (初期値 : Hold Time = 10)

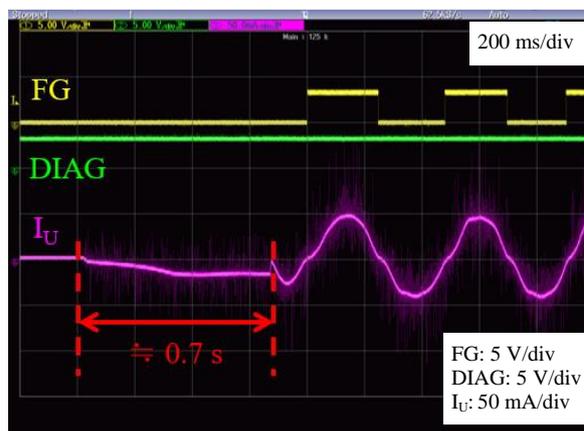


図 3-6 動作波形 (Hold Time = 13)

### 3.2.2. Hold DutyC（起動時保持電流）

〔Start Up〕グループボックス内の〔Hold DutyC〕リストで、起動時保持時間における起動時保持電流の値を設定します。DC リンク電圧に関係なく、一定の PWM デューティで励磁します。〔Hold DutyC〕の調整は以下の内容に注意してください。

- 回転子が初期位置に固定されるように調整する
- 〔Hold DutyC〕の設定値を上げる場合、IC のケース温度が 100℃ 以上にならないように調整する（コギングトルクが大きい場合、大電流が必要になるため注意が必要）
- 回転子が回転すると、FG 波形と相電流波形が変化する場合がある

表 3-6 に、〔Hold DutyC〕の概要を示します。図 3-7 および図 3-8 に、動作波形例を示します。

表 3-6 Hold DutyC 概要

設定内容	GUI 項目	パラメータ設定		
		GUI 初期値	設定範囲	ステップ
起動時保持電流のデューティ	Hold DutyC	6.1%	1.5%～22.9%	1.5



図 3-7 動作波形（初期値：Hold DutyC = 6.1%）

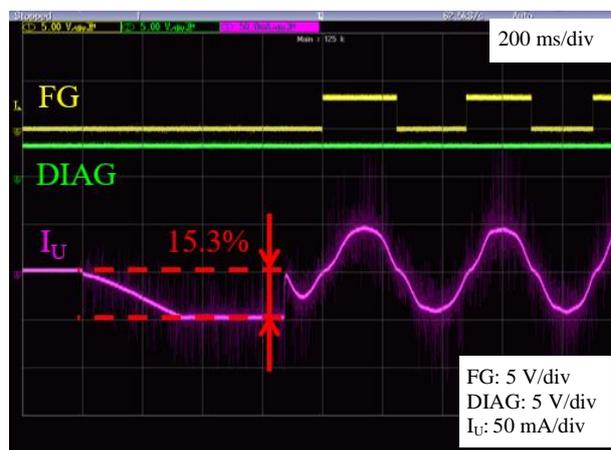


図 3-8 動作波形（Hold DutyC = 15.3%）

起動時保持電流は以下の式で計算できます。

$$I_{SHC} = \frac{V_{BB}}{R_L} \times \text{Hold DutyC} \times 2 \quad (4)$$

ここで、

$I_{SHC}$ ：起動時保持電流（A）

$V_{BB}$ ：主電源電圧（V）

$R_L$ ：負荷の相間抵抗値（ $\Omega$ ）

Hold DutyC：〔Hold DutyC〕設定値

### 3.2.3. Hold Rmp Up（起動時保持電流のランプアップ時間）

〔Start Up〕グループボックス内の〔Hold Rmp Up〕リストで、起動時保持電流の傾斜を設定します。起動時保持電流に傾斜をつけることで負荷によるハンチングを防止し、スムーズに回転子の位置を固定できます。

〔Hold Rmp Up〕の設定値を小さくすると、起動時間を短くできます。負荷の動き、FG 波形、相電流波形を同時に確認しながら調整してください。

表 3-7 に、〔Hold Rmp Up〕の概要を示します。図 3-9 および図 3-10 に、動作波形例を示します。

表 3-7 Hold Rmp Up 概要

設定内容	GUI 項目	パラメータ設定		
		GUI 初期値	設定範囲	ステップ
保持電流のランプアップ時間	Hold Rmp Up	50%	6%～94%	6

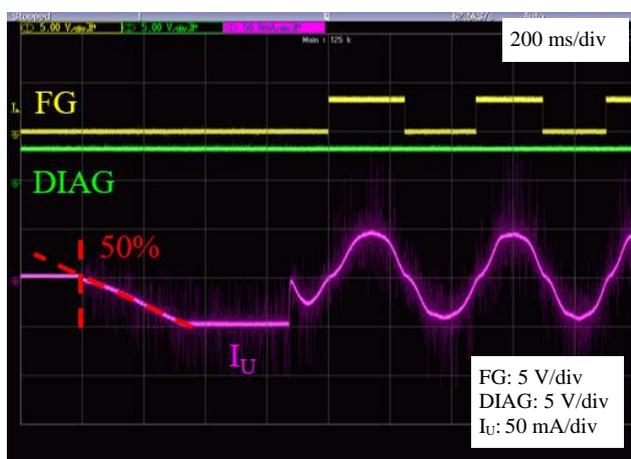


図 3-9 動作波形（初期値：Hold Rmp Up = 50%）

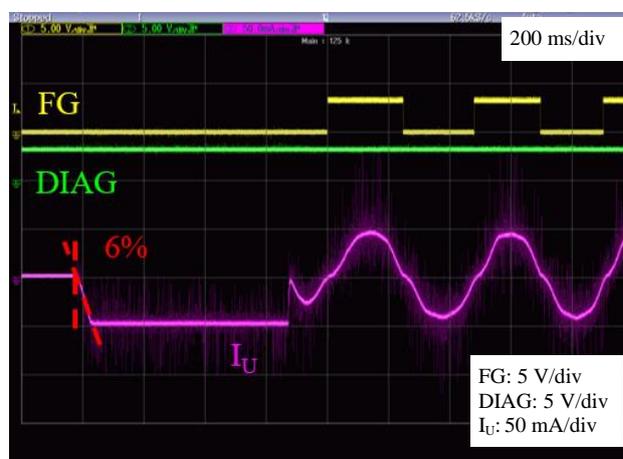


図 3-10 動作波形（Hold Rmp Up = 6%）

### 3.2.4. RampU Frequ（ランプアップ周波数）

〔Start Up〕グループボックス内の〔RampU Frequ〕リストで、オープンループからクローズドループに切り換わる際のランプアップ周波数を設定します。〔RampU Frequ〕の設定値を調整する場合は、クローズドループ切替時に同期外れが起きないように、負荷の状態に応じて低い周波数から徐々に上昇させてください。このとき、〔RampU Curnt〕の設定値、FG波形、相電流波形、モータ回転子の動作を併せて確認してください。以下の場合、クローズドループ切替時に同期外れが起きやすくなるため注意が必要です。

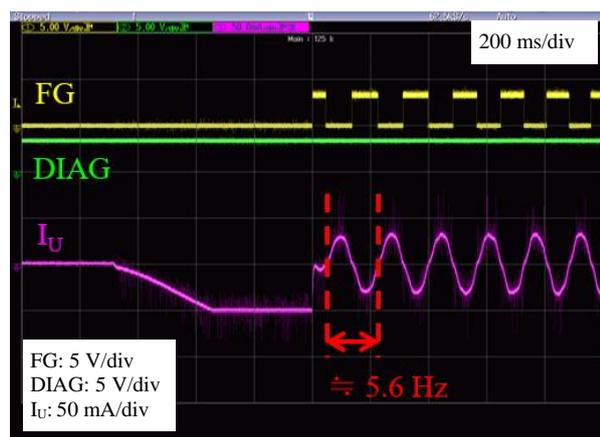
- 〔RampU Frequ〕の設定値が高く、重負荷の場合  
（〔RampU Frequ〕の設定値に追従できずに起動不良が起きる）
- 〔RampU Frequ〕の設定値が低く、モータの回転が不十分な場合

モータが回転を始めると、相電流の周波数は〔RampU Frequ〕で設定したランプアップ周波数に達するまで、自動で増加（加速）します。相電流の周波数が〔RampU Frequ〕で設定したランプアップ周波数に達すると、クローズドループに切り換わります。

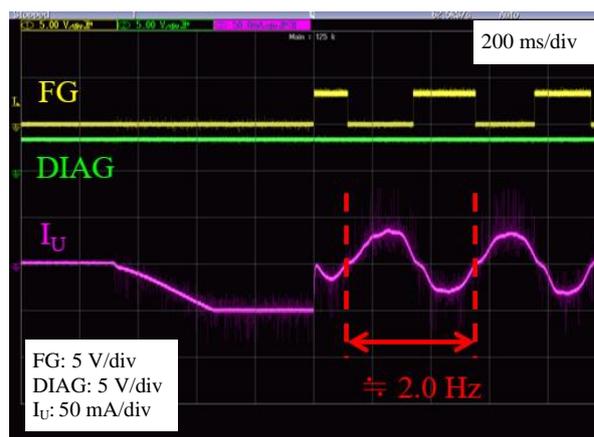
表 3-8 に、〔RampU Frequ〕の概要を示します。図 3-11 および図 3-12 に、動作波形例を示します。

表 3-8 RampU Frequ 概要

設定内容	GUI 項目	パラメータ設定		
		GUI 初期値	設定範囲	ステップ
ランプアップ周波数	RampU Frequ	20.8 Hz	1.6 Hz～49.6 Hz	1.6



5.6 Hzから20.8 Hzまで加速



2.0 Hzから8.0 Hzまで加速

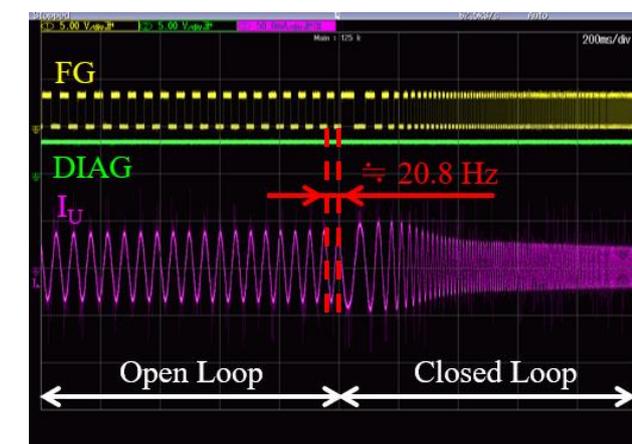


図 3-11 動作波形（初期値：RampU Frequ = 20.8 Hz）

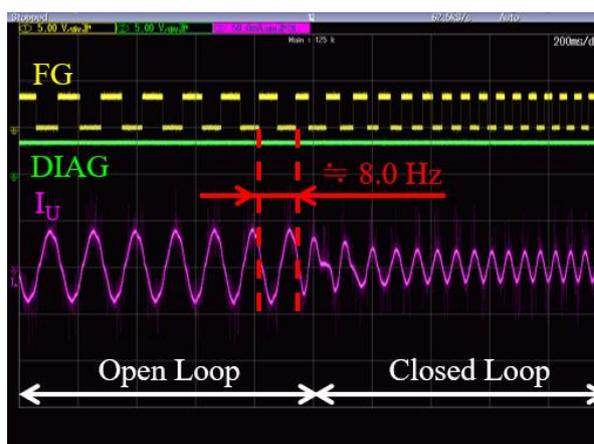


図 3-12 動作波形（RampU Frequ = 8.0 Hz）

### 3.2.5. RampU Curnt (ランプアップ電流)

[Start Up] グループボックス内 [RampU Curnt] リストで、強制転流期間の相電流値を設定します。

[RampU Curnt] の設定値を調整する場合は、回転子の状態を確認しながら低い電流設定値から徐々に増加させてください。このとき、[RampU Freq] の設定値、FG 波形、相電流波形を併せて確認してください。

[RampU Curnt] の設定値を大きくすると始動トルクが増大しますが、損失が大きくなるため注意が必要です。

表 3-9 に、[RampU Curnt] の概要を示します。図 3-13 および図 3-14 に、動作波形例を示します。

表 3-9 RampU Curnt 概要

設定内容	GUI 項目	パラメータ設定		
		GUI 初期値	設定範囲	ステップ
ランプアップ電流	RampU Curnt	6.3% Ifs	1.6% Ifs~48.4% Ifs	1.6



図 3-13 動作波形  
(初期値 : RampU Curnt = 6.3% Ifs)

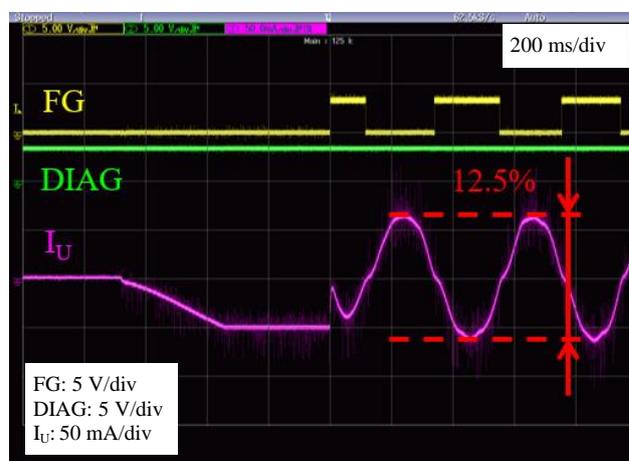


図 3-14 動作波形  
(RampU Curnt = 12.5% Ifs)

### 3.3. [Motor Control] グループボックスの設定 (モータ制御)

#### 3.3.1. Kp Curnt、Ki Curnt (電流制御ゲイン)

スタートアップが完了すると、強制転流シーケンスに移行します。強制転流期間の電流制御は、[Motor Control] グループボックス内の [Kp Curnt] リストで比例ゲインを、[Ki Curnt] リストで積分ゲインを設定します。ゲインの設計方法には、位相余裕設計やシミュレーションなどがありますが、本項では電流波形の限度見本による調整方法を説明します。

ゲインを調整する場合は、以下の内容に注意して調整してください。

- ゲインが低いとモータの応答は遅くなり、定常偏差が増加する
- ゲインが高いとモータの応答は早くなり、定常偏差が減少する
- ゲインが高いとモータの応答は振動的になり、きわめて高いとモータの動作が不安定になる

電流制御ゲインのシーケンス該当箇所を図 3-15 に、ブロックダイアグラムの該当箇所を図 3-16 に示します。

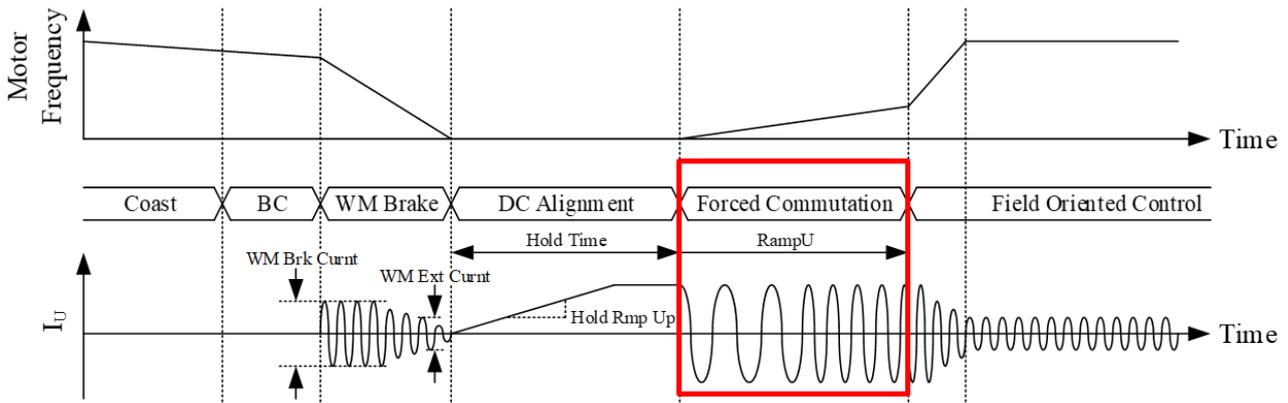


図 3-15 シーケンス：電流制御ゲイン

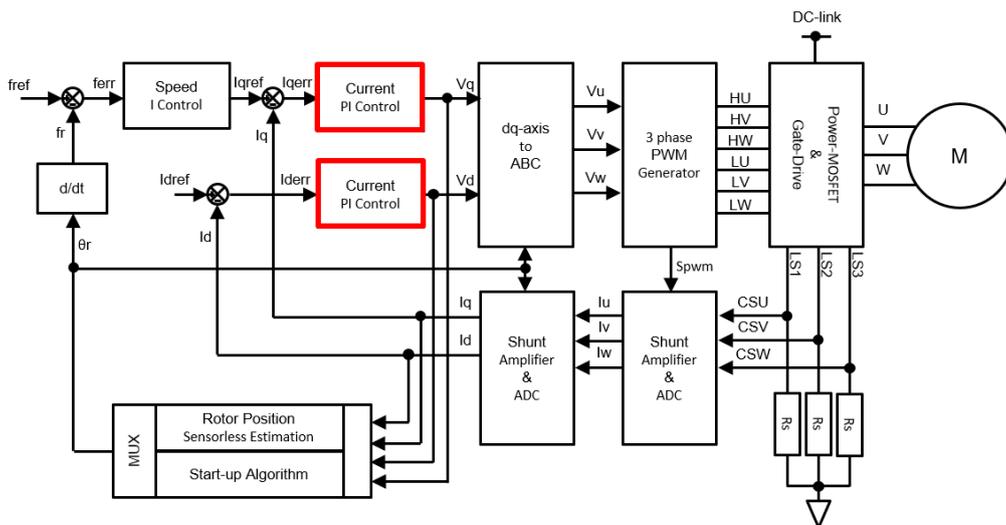


図 3-16 ブロックダイアグラム：電流制御ゲイン

表 3-10 に、[Kp Curnt] と [Ki Curnt] の概要を示します。

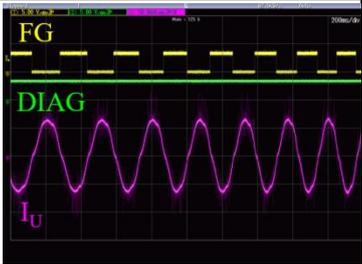
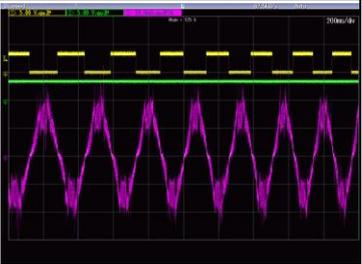
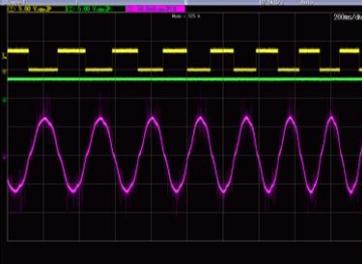
表 3-10 Kp Curnt と Ki Curnt の概要

設定内容	GUI 項目	パラメータ設定			
		GUI 初期値	設定範囲	ステップ	階数
電流制御の比例ゲイン	Kp Curnt	0.5 Kncp ( $2^{-1}$ )	0.008 Kncp ( $2^{-7}$ )~256 Kncp ( $2^8$ )	( $2^x$ )	16
電流制御の積分ゲイン	Ki Curnt	0.5 Knci ( $2^{-1}$ )	0.008 Knci ( $2^{-7}$ )~256 Knci ( $2^8$ )	( $2^x$ )	16

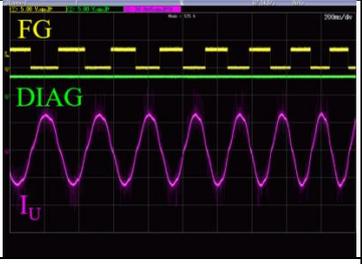
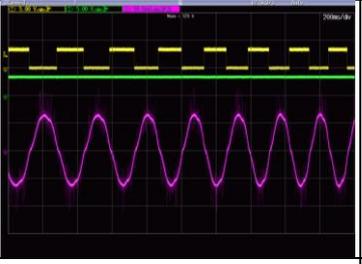
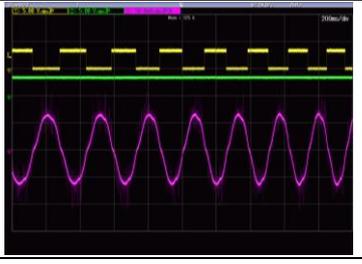
以下に [Kp Curnt] および [Ki Curnt] の調整例を示します。モータの条件に応じて、理想の電流波形になるための設定値は異なります。調整例を参考にして、モータの状態や相電流波形を確認しながら、最適な値を設定してください。

● 調整例 1 : Ki Curnt を固定して Kp Curnt を調整する場合

設定例 1 のように [Ki Curnt] を 0.5 に設定した状態で、[Kp Curnt] を 0.5 から 64 に上げると過制御になり、電流波形  $I_U$  が振動しモータから音鳴りが発生しました。そこで、設定例 2 のように [Kp Curnt] を 2 段階下げ、16 に設定すると、音鳴りがなくなりました。

	GUI 初期値	設定例 1	設定例 2
Kp Curnt	0.5 Kncp ( $2^{-1}$ )	64 Kncp ( $2^6$ )	16 Kncp ( $2^4$ )
Ki Curnt	0.5 Knci ( $2^{-1}$ )	0.5 Knci ( $2^{-1}$ )	0.5 Knci ( $2^{-1}$ )
動作波形			
結果	問題なし	過制御 (音鳴り)	問題なし

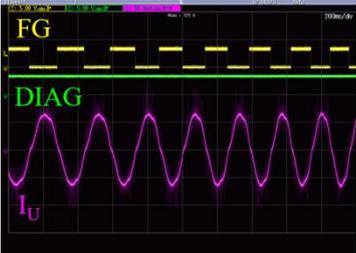
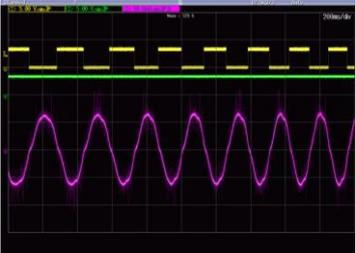
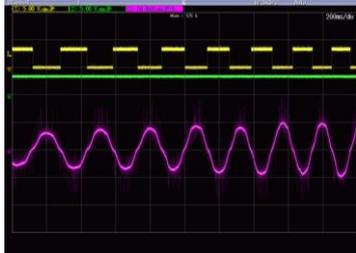
設定例 3、設定例 4 のように [Ki Curnt] を 0.5 に設定した状態で、[Kp Curnt] を 0.5 から 0.008 まで下げても、電流波形に変化はなく、動作に問題はありませんでした。

	GUI 初期値	設定例 3	設定例 4
Kp Curnt	0.5 Kncp ( $2^{-1}$ )	0.031 Kncp ( $2^{-5}$ )	0.008 Kncp ( $2^{-7}$ )
Ki Curnt	0.5 Knci ( $2^{-1}$ )	0.5 Knci ( $2^{-1}$ )	0.5 Knci ( $2^{-1}$ )
動作波形			
結果	問題なし	問題なし	問題なし

以上から本調整例の場合、[Ki Curnt] = 0.5 のとき、[Kp Curnt] は 0.008~16 の範囲で設定可能といえます。

● **調整例 2 : Kp Curnt を 0.5 に固定して Ki Curnt を調整する場合**

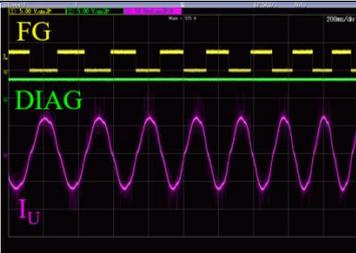
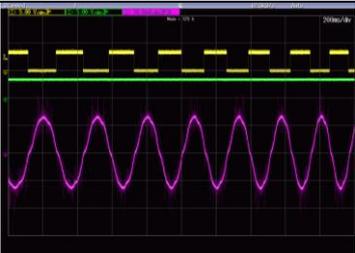
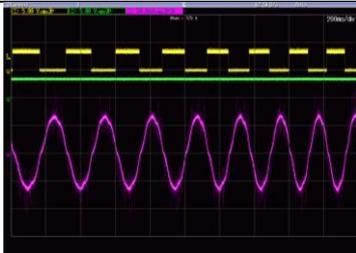
〔Kp Curnt〕を 0.5 に設定した状態で、〔Ki Curnt〕を 0.5 から 0.125 まで下げても、電流波形に変化はなく、動作に問題はありませんでした。しかし、設定例 5 のようにさらに〔Ki Curnt〕を 0.063 まで下げると、電流波形は追従していますがモータから異音が発生しました。設定例 6 のようにさらに〔Ki Curnt〕を 0.008 まで下げると、制御不足で同期外れが発生しました。

	GUI 初期値	設定例 5	設定例 6
Kp Curnt	0.5 Kncp (2 <sup>-1</sup> )	0.5 Kncp (2 <sup>-1</sup> )	0.5 Kncp (2 <sup>-1</sup> )
Ki Curnt	0.5 Knci (2 <sup>-1</sup> )	0.063 Knci (2 <sup>-4</sup> )	0.008 Knci (2 <sup>-7</sup> )
動作波形			
結果	問題なし	異音発生	制御不足 (同期外れ)

以上から本調整例の場合、〔Kp Curnt〕 = 0.5 のとき、〔Ki Curnt〕は 0.125～0.5 の範囲で設定可能といえます。

● **調整例 3 : Kp Curnt を 16 に固定して Ki Curnt を調整する場合**

設定例 7、設定例 8 のように〔Kp Curnt〕を 16 に設定した状態で、〔Ki Curnt〕を 0.5 から最大値まで上げても、電流波形に変化はなく、動作に問題はありませんでした。

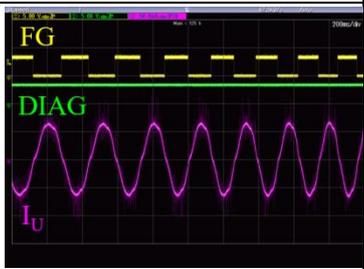
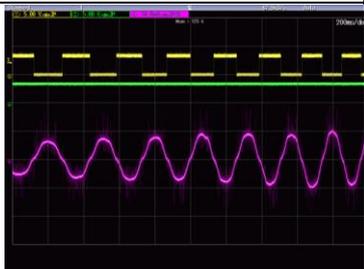
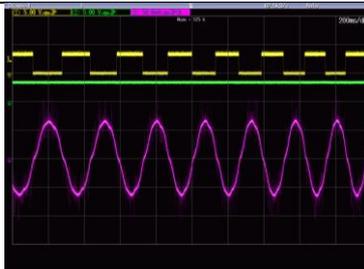
	GUI 初期値	設定例 7	設定例 8
Kp Curnt	0.5 Kncp (2 <sup>-1</sup> )	16 Kncp (2 <sup>4</sup> )	16 Kncp (2 <sup>4</sup> )
Ki Curnt	0.5 Knci (2 <sup>-1</sup> )	16 Knci (2 <sup>4</sup> )	256 Knci (2 <sup>7</sup> )
動作波形			
結果	問題なし	問題なし	問題なし

以上から本調整例の場合、〔Kp Curnt〕 = 16 のとき、〔Ki Curnt〕は 0.5～256 の範囲で設定可能といえます。

● 調整例 4 : Kp Curnt と Ki Curnt を調整する場合

設定例 9 のように、[Kp Curnt] と [Ki Curnt] を最小値に設定した場合、制御不足で同期外れが発生しました。

設計例 10 のように、[Kp Curnt] と [Ki Curnt] を 16 に設定した場合、動作に問題はありませんでした。

	GUI 初期値	設定例 9	設定例 10
Kp Curnt	0.5 Kncp ( $2^{-1}$ )	0.008 Kncp ( $2^{-7}$ )	16 Kncp ( $2^4$ )
Ki Curnt	0.5 Knci ( $2^{-1}$ )	0.008 Knci ( $2^{-7}$ )	16 Knci ( $2^4$ )
動作波形			
結果	問題なし	制御不足 (同期外れ)	問題なし

本調整例の場合、GUI 初期値と設定例 10 の電流波形に問題はありませんでした。この場合、どちらの設定値を採用しても問題ありません。

[Kp Curnt] および [Ki Curnt] が低いと、減衰性が良くなり、速応性が悪くなります。

[Kp Curnt] および [Ki Curnt] が高いと、減衰性が悪くなり、速応性が良くなります。

### 3.3.2. Ki Speed (速度制御ゲイン)

[Motor Control] グループボックス内の [Ki Speed] リストで、速度制御の積分ゲインを設定します。  
速度制御ゲインのシーケンス該当箇所を図 3-17 に、ブロックダイアグラムの該当箇所を図 3-18 に示します。

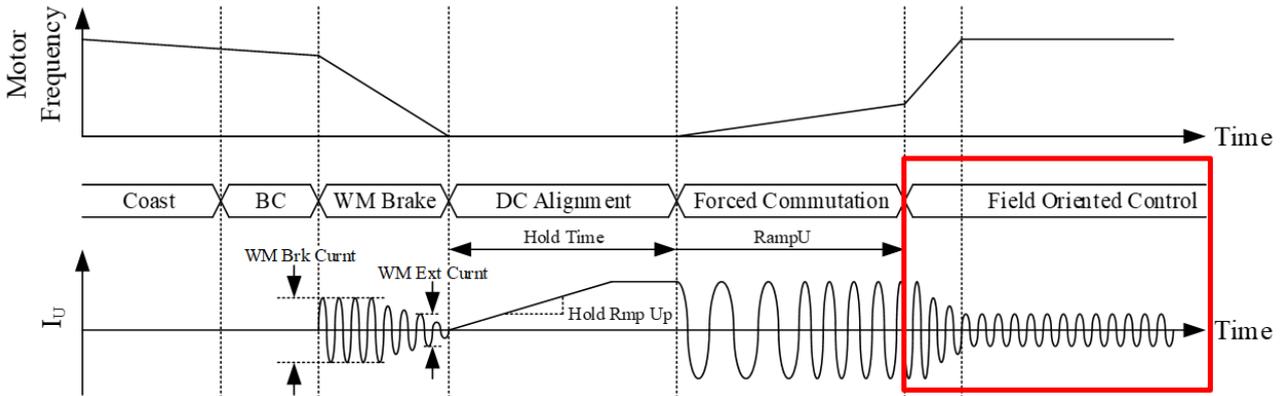


図 3-17 シーケンス：速度制御ゲイン

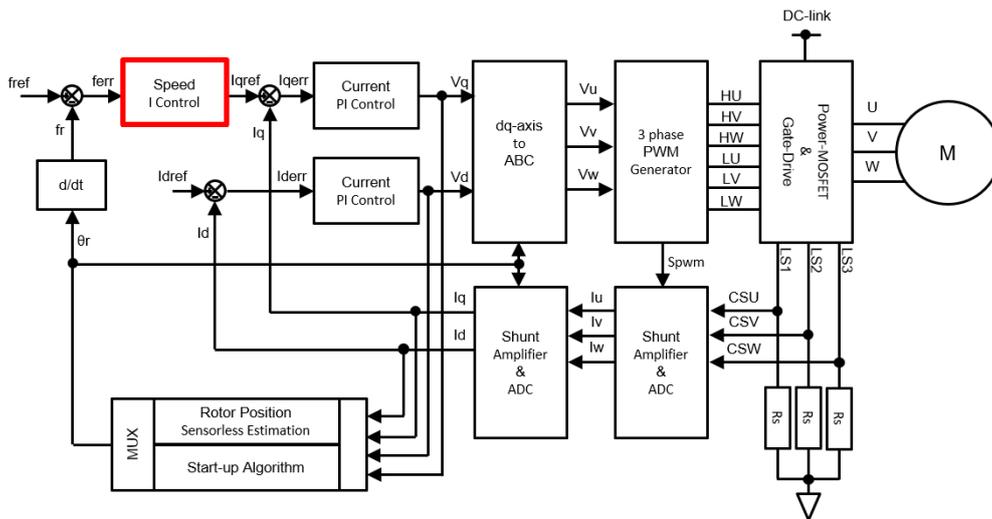


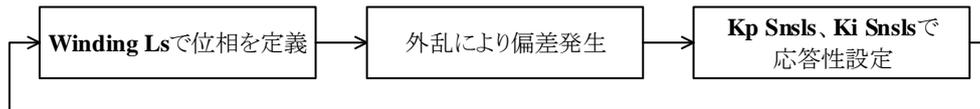
図 3-18 ブロックダイアグラム：速度制御ゲイン

### 3.4. [Motor Sensorless] グループボックスの設定 (センサレス制御)

電流制御ゲインを調整した後、回転子の推定位置と追従ゲインを調整します。本項では、GUI の [Motor Sensorless] グループボックスのパラメータ設定方法を説明します。

- [Winding Ls] で回転子の推定位置を定義する ( $V_{BEMF}$  位相を定義)
- [Kp Snsls] と [Ki Snsls] で、[Winding Ls] で定義した推定位置からの偏差に対する応答性を調整する

これらのパラメータは定常運転の影響だけでなく、モータの起動や他の運転条件などに影響を与えます。そのため、パラメータを変更するごとにモータ起動から定常運転までの動作を十分に確認してください。



モータ回転子の推定位置設定のシーケンス該当箇所を図 3-19 に、ブロックダイアグラムの該当箇所を図 3-20 に示します。

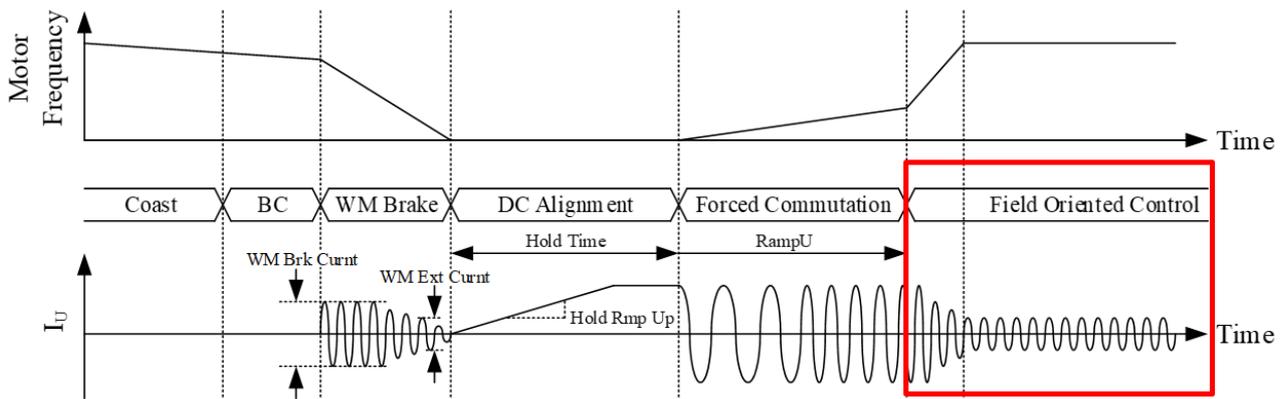
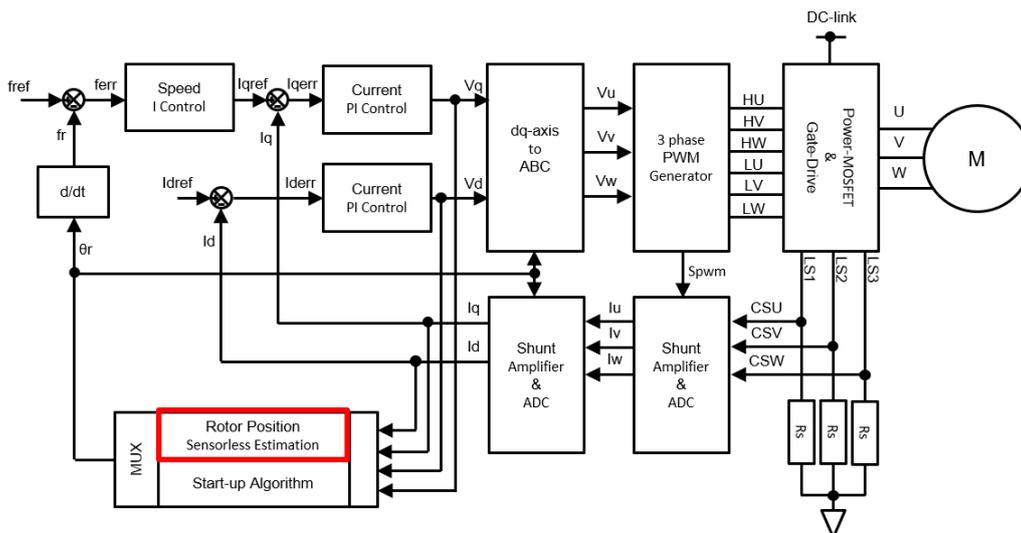


図 3-19 シーケンス：回転子の推定位置設定



- $I_d = 0$  制御 (初期値) の場合、 $I_q$  のみを制御
- 偏差 ( $I_{qerr}$ ) =  $q$  軸電流指令値 ( $I_{qref}$ ) -  $q$  軸電流値 ( $I_q$ )

図 3-20 ブロックダイアグラム：回転子の推定位置設定

### 3.4.1. Winding Ls (モータ定数)

本 IC は、モータの逆起電力 (BEMF : Back Electromotive Force) から回転子の位置 (d-q 軸) を推定しています。逆起電力  $V_{BEMF}$  の値は、モータの素材、構造、巻線、回転数、電源電圧などで変化します。

図 3-21 に、モータの負荷が、軽負荷から重負荷に急変した場合の  $V_{BEMF}$  位相の例を示します。重負荷になると、瞬間的に相電流は相電圧への追従が遅れます。このとき、モータ回転子が機械的に遅れ、 $V_{BEMF}$  は過渡状態になります。その結果、相電圧と逆起電力の差が大きくなるため、相電流が増加します。相電流が増加するとトルクが高くなるため、モータの回転速度は上がります。

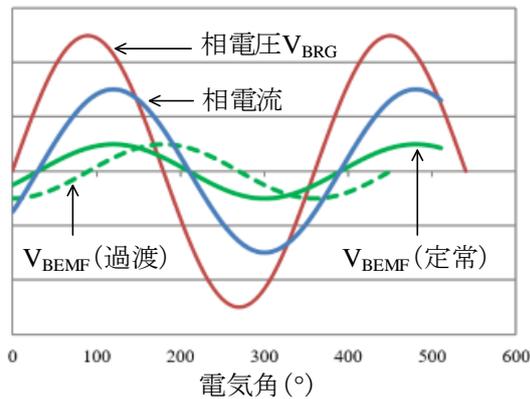


図 3-21  $V_{BEMF}$  位相例

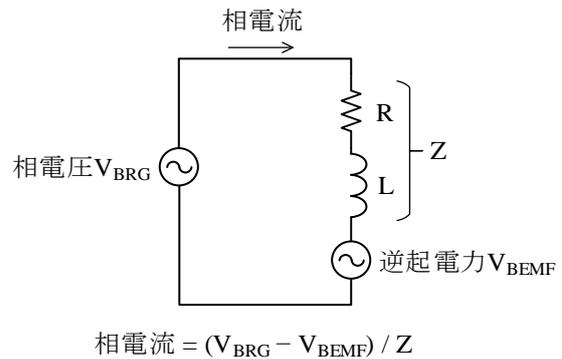


図 3-22 相電流の模式図

回路効率は、相電流と  $V_{BEMF}$  の位相が一致しているときに最も高くなります。モータ仕様、電源条件、負荷などに応じて、相電流と  $V_{BEMF}$  の位相が一致するように、[Motor Sensorless] グループボックス内の [Winding Ls] リストで回転子の推定位置 (d-q 軸) を調整します。

図 3-23 に相電流と  $V_{BEMF}$  の位相関係を示します。また、図 3-24 に示すように、2.1 項で算出した値は多少のばらつき (相電流に対する位相のずれ) が生じます。そのため、実際のモータ回転数に応じて微調整が必要です。

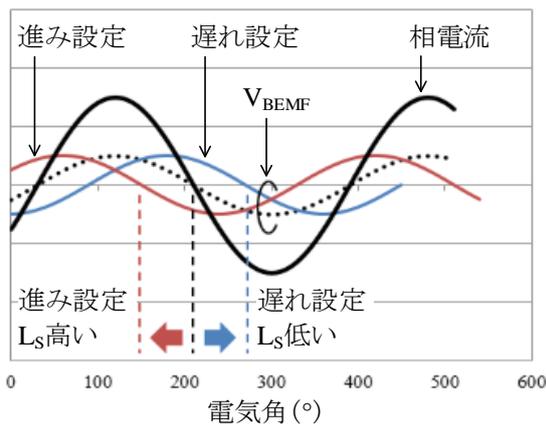


図 3-23 相電流と  $V_{BEMF}$  の位相

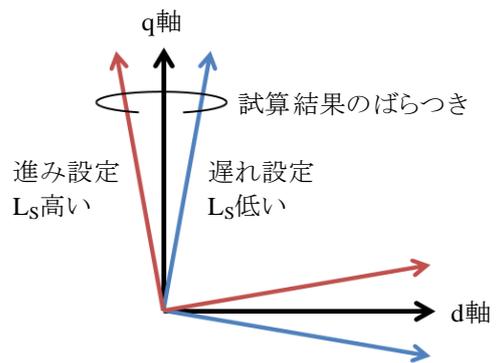


図 3-24 d-q 軸座標の関係 (フェーザ図)

表 3-11 に、[Winding Ls] の概要を示します。

表 3-11 Winding Ls 概要

設定内容	GUI 項目	パラメータ設定			
		GUI 初期値	設定範囲	ステップ	階数
モータ定数	Winding Ls	200 Lu	1 Lu~1023 Lu	1	1023

以下に [Winding Ls] の調整例を示します。調整例の波形において、Photo Tr は回転子の機械角（回転子の実際の位置）です。FG は FG 端子電圧（本 IC による回転子の推定位置）です。

以下の調整例のように、Photo Tr をオシロスコープのトリガにし、FG 信号の立ち上がりから Photo Tr のトリガポイントまでの時間  $t_{F-P}$  を、負荷を変更してそれぞれ計測します。負荷は、想定される動作条件において最大（相電流値大）と最小（相電流値小）の条件です。[Winding Ls] の設定値は、調整例 2 のように、それぞれの負荷条件で  $t_{F-P}$  が等しくなるように調整します。

● 調整例

条件：空気清浄機、VCC = 15 V、VBB = 150 V、 $T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$

調整例 1 (Winding Ls = 160 Lu)	調整例 2 (Winding Ls = 208 Lu)	調整例 3 (Winding Ls = 220 Lu)
<p>最大負荷 <math>t_{F-P} = 1630\text{ }\mu\text{s}</math></p> <p>最小負荷 <math>t_{F-P} = 1085\text{ }\mu\text{s}</math></p> <p><math>I_U</math>: 500 mA/div FG: 2 V/div <math>I_V</math>: 500 mA/div Photo Tr: 2 V/div</p>	<p>最大負荷 <math>t_{F-P} = 894\text{ }\mu\text{s}</math></p> <p>最小負荷 <math>t_{F-P} = 896\text{ }\mu\text{s}</math></p> <p><math>I_U</math>: 500 mA/div FG: 2 V/div <math>I_V</math>: 500 mA/div Photo Tr: 2 V/div</p>	<p>最大負荷 <math>t_{F-P} = 689\text{ }\mu\text{s}</math></p> <p>最小負荷 <math>t_{F-P} = 852\text{ }\mu\text{s}</math></p> <p><math>I_U</math>: 500 mA/div FG: 2 V/div <math>I_V</math>: 500 mA/div Photo Tr: 2 V/div</p>
1630 - 1085 = 545 $\mu\text{s}$ (遅れ)	894 - 896 = -2 $\mu\text{s}$ (一致)	689 - 852 = -163 $\mu\text{s}$ (進み)

### 3.4.2. Kp Snsls、Ki Snsls（追従ゲイン）

〔Motor Sensorless〕グループボックス内の〔Kp Snsls〕および〔Ki Snsls〕リストで、追従ゲインを設定します。追従ゲインとは、〔Winding Ls〕で定義した回転子の推定位置が、負荷急変などで推定位置がずれた（偏差が発生した）場合の応答性です。

〔Kp Snsls〕リストで比例ゲインを、〔Ki Snsls〕リストで積分ゲインを設定します。以下の内容に注意して追従ゲインを調整してください。

- ゲインが低いとモータの応答は遅くなり、定常偏差が増加する
- ゲインが高いとモータの応答は早くなり、定常偏差が減少する
- ゲインが高いとモータの応答は振動的になり、きわめて高いとモータの動作が不安定になる

表 3-12 に、〔Kp Snsls〕と〔Ki Snsls〕の概要を示します。

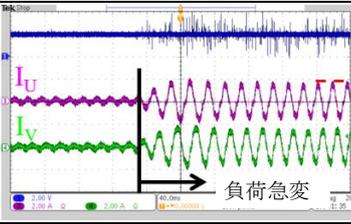
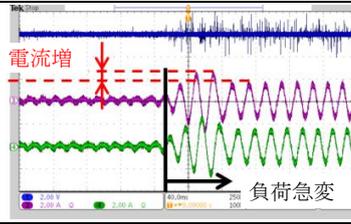
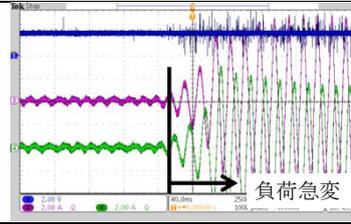
表 3-12 Kp Snsls と Ki Snsls の概要

GUI 項目	パラメータ設定			
	GUI 初期値	設定範囲	ステップ	階数
Kp Snsls	0.5 Kntp ( $2^{-1}$ )	0.008 Kntp ( $2^{-7}$ )~256 Kntp ( $2^8$ )	( $2^X$ )	16
Ki Snsls	0.5 Knti ( $2^{-1}$ )	0.008 Knti ( $2^{-7}$ )~256 Knti ( $2^8$ )	( $2^X$ )	16

〔Kp Snsls〕および〔Ki Snsls〕の設定値は、負荷急変などにより発生する位置推定偏差に対する応答性を確認しながら調整します。以下に追従ゲインの調整例を示します。

#### ● 調整例

条件：トルクベンチ、VCC = 15 V、VBB = 12 V、 $T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$

項目	調整例 1	調整例 2	調整例 3
Kp Snsls	8 Kntp ( $2^3$ )	1 Kntp ( $2^0$ )	0.5 Kntp ( $2^{-1}$ )
Ki Snsls	2 Knti ( $2^1$ )	0.25 Knti ( $2^{-2}$ )	0.125 Knti ( $2^{-3}$ )
動作波形			
結果	追従	追従するが過渡時電流増	同期外れ

### 3.5. [PWM] グループボックスの設定 (PWM 制御)

本項では、表 3-13 に示す [PWM] グループボックス内の PWM 制御に関するパラメータの設定方法を説明します。

表 3-13 PWM 制御パラメータの設定概要

設定内容	GUI 項目	パラメータ設定	
		GUI 初期値	設定範囲
PWM 動作モード	PWM Mode	2/3 ph Hyst	2 ph、3 ph、2/3 ph Hyst
PWM 周期	PWM Period	58.9 $\mu$ s	30.5 $\mu$ s～132.5 $\mu$ s
デッドタイム	PWM DeadTm	1.50 $\mu$ s	0 $\mu$ s～3.15 $\mu$ s
ブートストラップコンデンサ 充電時間	BootC ChegTm	10 ms	0 ms～100 ms

#### 3.5.1. PWM Mode (PWM 動作モード)

[PWM] グループボックス内の [PWM Mode] リストで、PWM の動作モードを設定します。表 3-14 に、[PWM Mode] の概要を示します。

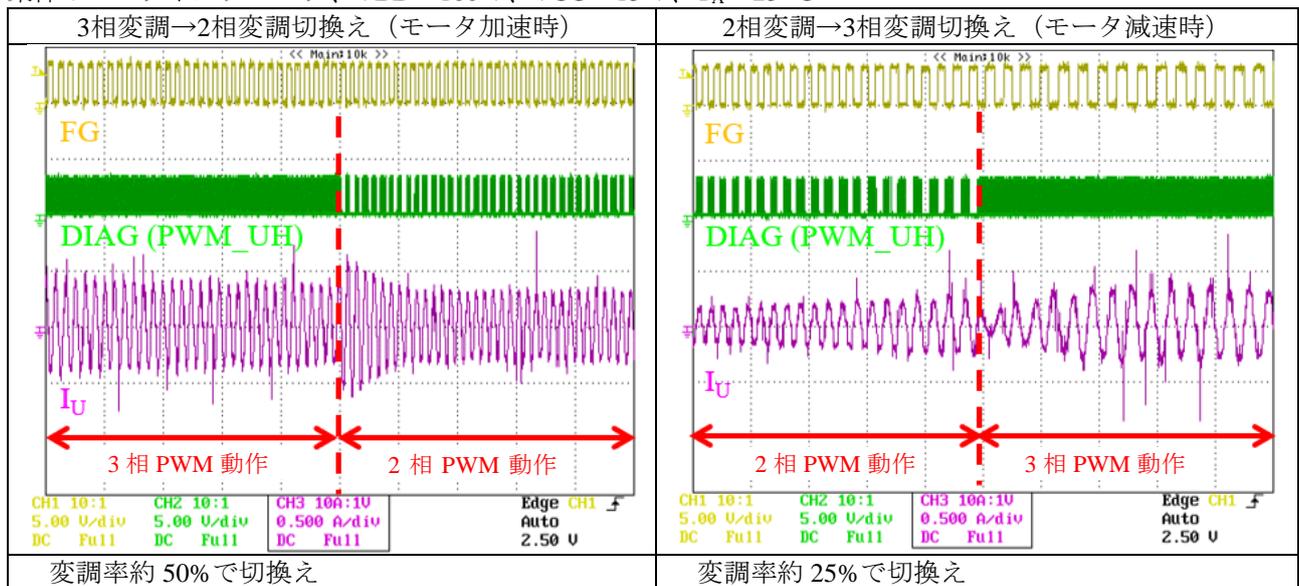
表 3-14 PWM Mode 概要

設定内容	GUI 項目	パラメータ設定値	機能	備考
PWM 動作モード	PWM Mode	2 ph	2 相 PWM 動作	低損失
		3 ph	3 相 PWM 動作	低騒音
		2/3 ph Hyst	2 相 PWM 動作/3 相 PWM 動作自動切換え	ヒステリシスあり

以下に「2/3 ph Hyst」に設定した場合の動作波形例を示します。

● 調整例

条件：モータトルクベンチ、VBB = 100 V、VCC = 15 V、T<sub>A</sub> = 25 °C



### 3.5.2. PWM Period (PWM 周期)

[PWM] グループボックス内の [PWM Period] リストで、PWM の周期  $T_{PR}$  を設定します。表 3-15 に、[PWM Period] の概要を示します。

表 3-15 PWM Period 概要

設定内容	GUI 項目	パラメータ設定			
		GUI 初期値	設定範囲	ステップ	階数
PWM 周期	PWM Period	58.9 $\mu$ s (17.0 kHz)	30.5 $\mu$ s~132.5 $\mu$ s (32.8 kHz~7.5 kHz)	0.4	256

PWM 周期とキャリア周波数の関係を次式に示します。

$$f_c = \frac{1}{T_{PR}} \times 1000 \quad (5)$$

ここで、

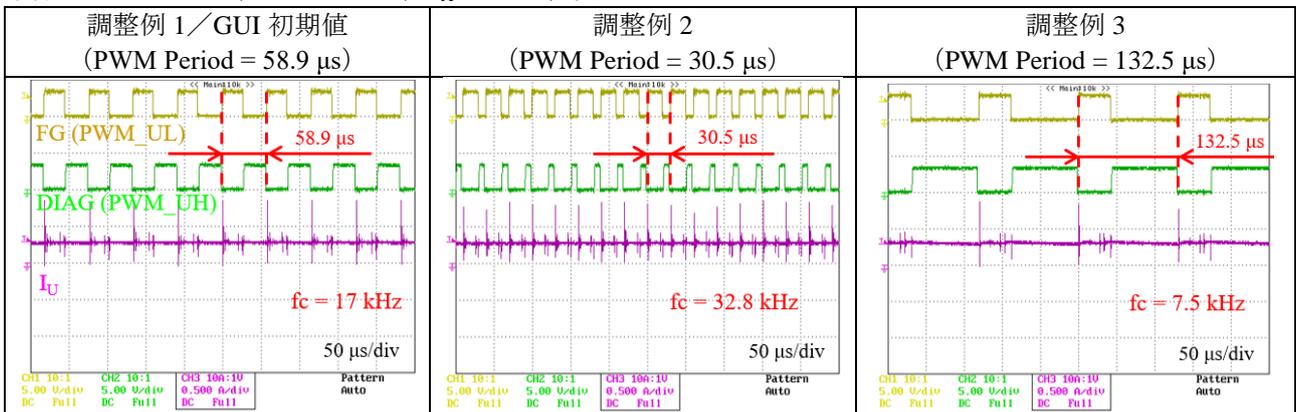
$f_c$  : モータキャリア周波数 (kHz)

$T_{PR}$  : 周期 ( $\mu$ s)

$T_{PR}$  を小さくすると  $f_c$  は高くなり、スイッチング損失は増加します。ケース温度が 100 °C 未満になるように [PWM Period] の設定値を調整してください。以下に PWM 周期の調整例を示します。

● 調整例

条件 :  $V_{BB} = 100$  V、 $V_{CC} = 15$  V、 $T_A = 25$  °C、汎用モータ



### 3.5.3. PWM DeadTm (デッドタイム)

[PWM] グループボックス内の [PWM DeadTm] リストで、デッドタイムを設定します。デッドタイムを短くすると、電流波形はより正弦波に近くなりますが、ハイサイドパワーMOSFET と対になるローサイドパワーMOSFET が同時にオンし、短絡する可能性があります。必ず、推奨動作条件の範囲内 (1.5  $\mu\text{s}$  以上) に設定してください (詳細は SX68200M シリーズのデータシートを参照)。

表 3-16 に、[PWM DeadTm] の概要を示します。

表 3-16 PWM DeadTm 概要

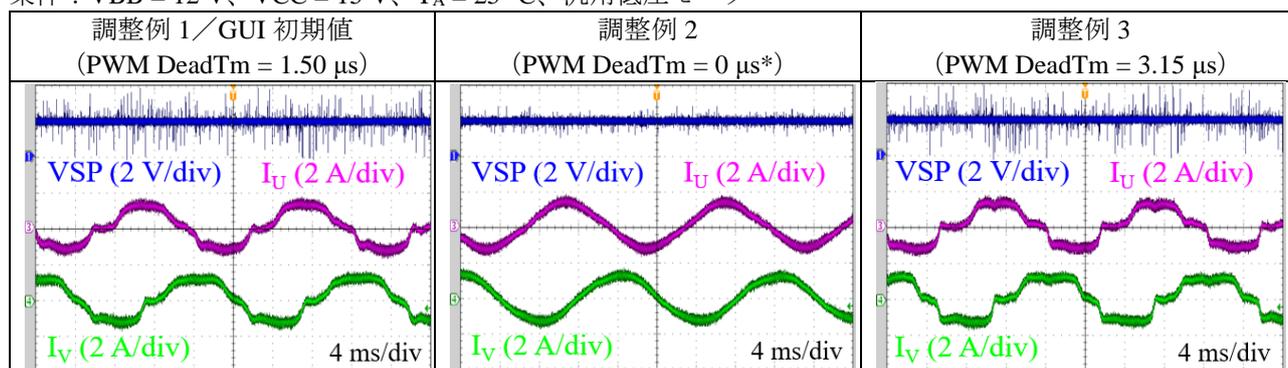
設定内容	GUI 項目	パラメータ設定			
		GUI 初期値	設定範囲	ステップ	階数
デッドタイム	PWM DeadTm	1.50 $\mu\text{s}$	0 $\mu\text{s}$ *~3.15 $\mu\text{s}$	0.05	64

\* パラメータは推奨動作条件の範囲外にも設定できますが、最終的には推奨動作条件の範囲内に設定してください。

以下にデッドタイムの調整例を示します。

#### ● 調整例

条件：VBB = 12 V、VCC = 15 V、 $T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 、汎用低圧モータ



\* 実験のため一時的に設定しています。最終的には推奨動作条件の範囲内に設定してください。

### 3.5.4. BootC ChrgTm (ブートストラップコンデンサの充電時間)

[PWM] グループボックス内の [BootC ChrgTm] リストで、ブートストラップコンデンサの充電時間を設定します。充電時間はブートストラップコンデンサ  $C_{Bx}$  の容量に応じて設定します。初回起動時など  $C_{Bx}$  に電荷がない状態でも、十分に充電できる時間を設定してください。

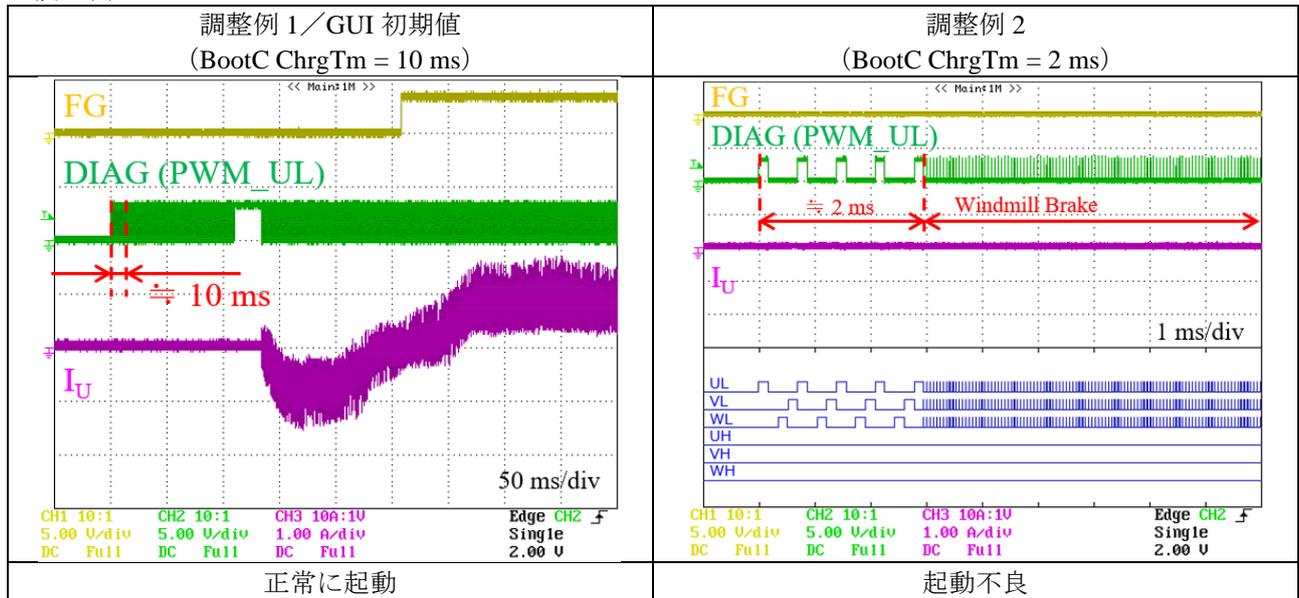
表 3-17 に、[BootC ChrgTm] の概要を示します。

表 3-17 BootC ChrgTm 概要

設定内容	GUI 項目	パラメータ設定		備考
		GUI 初期値	設定範囲	
ブートストラップコンデンサ 充電時間	BootC ChrgTm	10 ms	0 ms~100 ms	1、2、5、10、20、 50、100 ms から選択

以下にブートストラップコンデンサの充電時間の調整例を示します。調整例 1 の場合、充電時間が十分に確保できているためモータが正常に起動します。調整例 2 の場合、充電時間が不十分のためモータが正常に起動しません。モータが正常に起動するよう、[BootC ChrgTm] の設定値を調整してください。

● 調整例



### 3.6. [Speed Control/VSP/VM Voltages] グループボックスの設定 (回転速度)

本項では、表 3-18 および表 3-19 に示すモータの回転速度に関するパラメータの設定方法を説明します。まず、[Speed Control] グループボックス内の [SpeedRef Sel] 欄でモータの速度制御方法（「Int SR」または「Ext VSP」）を選択します。

- 「Int SR」を選択した場合  
[Speed Control] グループボックス内の以下のパラメータを設定します。  
SpeedRef Unt、SpeedRef Drv  
[VSP/VM Voltages] グループボックス内のパラメータ設定は不要です。  
詳細は、3.6.1 項を参照してください。
- 「Ext VSP」を選択した場合  
[Speed Control] グループボックス内の以下のパラメータを設定します。  
SpeedRef Unt、SpeedRef Max、SpeedRef Min  
[VSP/VM Voltages] グループボックス内の以下のパラメータを設定します。  
VSPRun Max、VSPStart Min、VSPRun Min、VSP SleepV  
詳細は、3.6.2 項を参照してください。

表 3-18 Speed Control 概要

設定内容	GUI 項目	パラメータ設定	
		GUI 初期値	設定範囲
速度制御の方法	SpeedRef Sel	Int SR	Int SR : 内部レジスタの設定内容で制御 Ext VSP : VSP 端子電圧で制御
基準速度の乗数	SpeedRef Unt	1.0 Hz	0 Hz～1.6 Hz
基準速度	SpeedRef Drv <sup>(1)</sup>	30 f <sub>U</sub>	0 f <sub>U</sub> ～1023 f <sub>U</sub>
最大基準速度	SpeedRef Max <sup>(2)</sup>	250 f <sub>U</sub>	0 f <sub>U</sub> ～1023 f <sub>U</sub>
最小基準速度	SpeedRef Min	0 f <sub>U</sub>	0 f <sub>U</sub> ～1023 f <sub>U</sub>

<sup>(1)</sup> [SpeedRef Sel] 欄で「Int SR」を選択した場合のみ表示

<sup>(2)</sup> [SpeedRef Sel] 欄で「Ext VSP」を選択した場合のみ表示

表 3-19 VSP/VM Voltages 概要

設定内容	GUI 項目	パラメータ設定	
		GUI 初期値	設定範囲
最大速度電圧 (V <sub>SMX</sub> )	VSPRun Max	5.000 V	0 V～5.879 V
励磁開始電圧 (V <sub>SST</sub> )	VSPStart Min	2.500 V	0 V～5.879 V
最小速度電圧 (V <sub>SMN</sub> )	VSPRun Min	2.000 V	0 V～5.879 V
低消費電力モード移行電圧 (V <sub>SSN</sub> )	VSP SleepV	1.000 V	0 V～5.879 V

### 3.6.1. Int SR（内部制御モード）

Int SR モードは、内部レジスタの設定内容でモータの回転速度を制御します。すなわち、GUI で直接モータの回転速度を制御できる状態です。VSP 端子電圧に応じたモータの回転制御は行いません。理想の制御になるよう、パラメータを設定してください。

モータ回転速度は以下の式で計算できます。

$$S = \frac{60 \times \text{SpeedRef Unt} \times \text{SpeedRef Drv}}{N_{PP}} \quad (6)$$

ここで、

S：モータ回転速度（rpm）

SpeedRef Unt：基準速度の乗数（Hz）

SpeedRef Drv：基準速度を定義する正の整数

$N_{PP}$ ：極対数

例として、 $N_{PP} = 4$ （8 極）、SpeedRef Unt = 1.0 Hz、SpeedRef Drv = 30  $f_U$  の場合、モータ回転速度は以下のとおりです。

$$S = \frac{60 \times 30 \times 1.0}{4} = 450 \text{ rpm}$$

### 3.6.2. Ext VSP（外部制御モード）

Ext VSP モードは、VSP 端子電圧に応じて回転速度を制御します（図 3-25 参照）。理想の制御になるよう、パラメータを設定してください。ただし、VSP 端子起動電圧（ $V_{SSX} = 1.26 \text{ V}$ ）は変更できません。

パラメータを調整した後、パラメータを EEPROM に書き込むと、スタンドアロンでモータの回転を制御できます（4.4 項参照）。

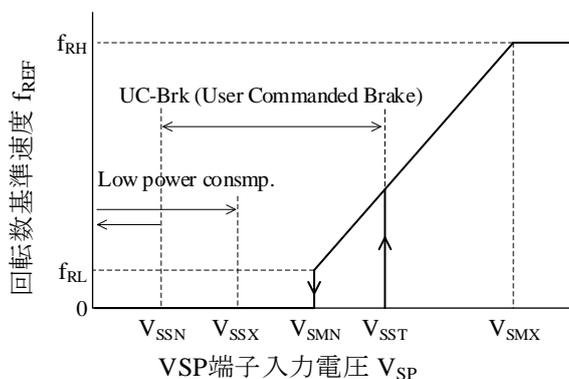


図 3-25 VSP 端子入力電圧と回転数基準速度の関係

モータ回転速度は以下の式で計算できます。

$$f_{RH} = \text{SpeedRef Unt} \times \text{SpeedRef Max} \quad (7)$$

$$f_{RL} = \text{SpeedRef Unt} \times \text{SpeedRef Min} \quad (8)$$

ここで、

$f_{RH}$ ：最大基準速度（Hz）

$f_{RL}$ ：最小基準速度（Hz）

SpeedRef Unt：基準速度の乗数（Hz）

SpeedRef Max：最大基準速度を定義する正の整数

SpeedRef Min：最小基準速度を定義する正の整数

$$S_{MAX} = \frac{f_{RH} \times 60}{N_{PP}} \quad (9)$$

$$S_{MIN} = \frac{f_{RL} \times 60}{N_{PP}} \quad (10)$$

ここで、

$S_{MAX}$ ：最大回転速度（rpm）

$S_{MIN}$ ：最小回転速度（rpm）

$N_{PP}$ ：極対数

例として、 $N_{PP} = 4$ （8極）、 $SpeedRef\ Unt = 1.0\ Hz$ 、 $SpeedRef\ Max = 250\ f_U$ 、 $SpeedRef\ Min = 0\ f_U$ の場合、 $S_{MAX}$ と $S_{MIN}$ は、以下のとおりです。

$$S_{MAX} = \frac{250 \times 1.0 \times 60}{4} = 3750\ rpm$$

$$S_{MIN} = \frac{0 \times 1.0 \times 60}{4} = 0\ rpm$$

● AC 電源投入時の注意点

Ext VSP モード設定時は、モータがいきなり回転するのを防ぐため、VSP 端子電圧調整抵抗 VSP\_VR を反時計回りいっぱいまで回してから AC 電源を投入してください。



VSP\_VRを反時計回りいっぱいまで回す

VSP\_VR を反時計回りいっぱいに戻した場合、AC 電源供給時の VSP 端子入力電圧  $V_{SP}$  は 1.50 V です。 $V_{SP}$  が励磁開始電圧  $V_{SST}$  未満になるように VSP\_VR を調整します。 $V_{SST}$  の GUI 初期値は 2.5 V です。

表 3-20 に、VSP\_VR と  $V_{SP}$  の関係を示します。

表 3-20 VSP 端子電圧調整抵抗 VSP\_VR と VSP 端子入力電圧  $V_{SP}$  の関係

	VCC	R105	R106	R116	VSP_VR		$V_{SP}$
					1-2 間	2-3 間	
	15 V	47 kΩ	5.6 kΩ	2.2 kΩ	0 kΩ <sup>(1)</sup>	20 kΩ <sup>(1)</sup>	5.06 V
					5 kΩ	15 kΩ	4.18 V
					10 kΩ	10 kΩ	3.31 V
					15 kΩ	5 kΩ	2.42 V
					20 kΩ <sup>(2)</sup>	0 kΩ <sup>(2)</sup>	1.50 V

(1) 時計回りいっぱいに戻した場合の値

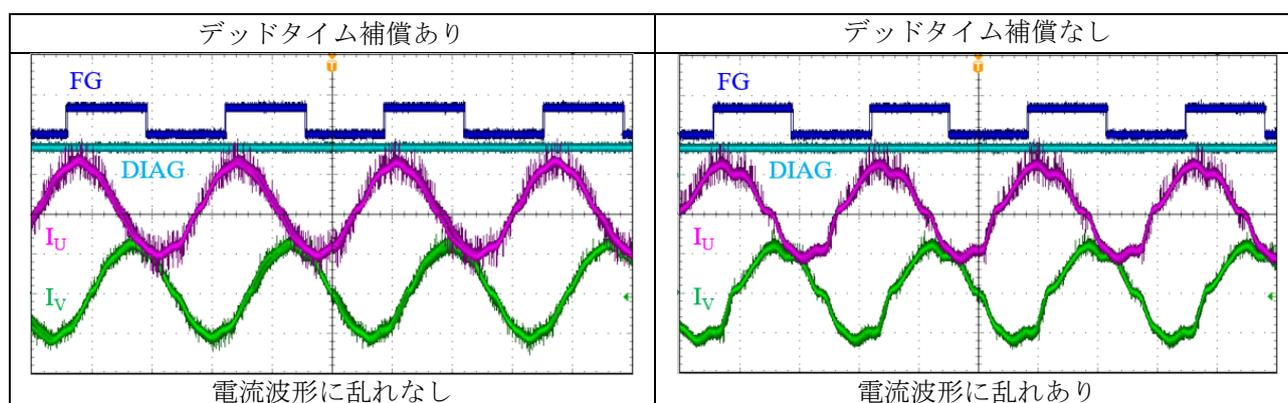
(2) 反時計回りいっぱいに戻した場合の値

### 3.7. [Dead Time Compensation] グループボックスの設定（デッドタイム補償）

ハイサイドパワーMOSFET と、対になるローサイドパワーMOSFET が同時にターンオンすると、短絡状態になります。全相のパワーMOSFET において、短絡状態を防止するため、ハイサイド/ローサイドパワーMOSFET のターンオフと、対になるパワーMOSFET の次のターンオンの間にデッドタイム  $t_{DEAD}$  を設ける必要があります。しかし、デッドタイム  $t_{DEAD}$  を設けることで指令電圧に対する誤差が生じ、電流波形に乱れが生じます。デッドタイム補償とは、このような電流波形の乱れを補正するための機能です。デッドタイム補償を設定することで、以下の効果を得られます。

- 可聴域のノイズを低減する
- 電流波形が正弦波に近づき、機械的振動を抑制する（負荷によっては効果がない場合あり）

以下に、デッドタイム補償を設定した場合の動作波形例と、デッドタイム補償を設定していない場合の動作波形例の比較を示します。



本項では、表 3-21 に示す [Dead Time Compensation] グループボックス内のデッドタイム補償に関するパラメータの設定方法を説明します。

表 3-21 デッドタイム補償パラメータの設定概要

設定内容	GUI 項目	パラメータ設定	
		GUI 初期値	設定範囲
デッドタイム補償有無	DTCmp Enabl	DTC OFF	DTC OFF、DTC ON
デッドタイム補償電圧の傾き	DTCmp Gain	0	0~15
デッドタイム補償電圧の最大振幅値	DTCmp MaxTm	0.0% DT	0.0% DT~93.8% DT

### 3.7.1. DTCmp Enabl (デッドタイム補償有無)

[Dead Time Compensation] グループボックス内の [DTCmp Enabl] 欄のボタンで、デッドタイム補償有無を設定します。表 3-22 に、[DTCmp Enabl] の概要を示します。

表 3-22 DTCmp Enabl 概要

設定内容	GUI 項目	パラメータ設定値	機能
デッドタイム補償有無	DTCmp Enabl	DTC OFF	デッドタイム補償なし
		DTC ON	デッドタイム補償あり

相電流の極性が正から負（負から正）に切り換わる際、デッドタイムの影響で電流波形が乱れます。「DTC ON」に設定するとデッドタイム補償が有効になり、デッドタイム補償電圧を指令電圧に関係なく作用させ、電流波形の乱れを補正します（図 3-26 参照）。

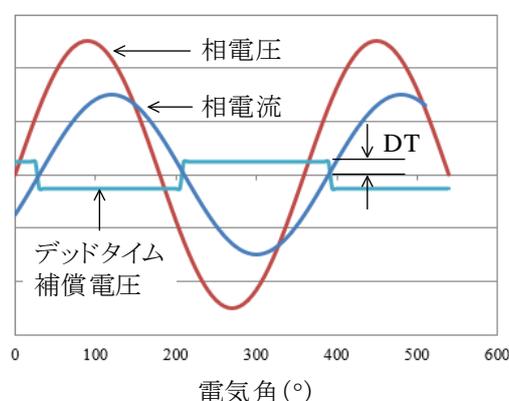


図 3-26 デッドタイム補償電圧

デッドタイム補償電圧の傾きの調整方法については、3.7.2 項を参照してください。  
デッドタイム補償電圧の最大振幅値の調整方法については、3.7.3 項を参照してください。

### 3.7.2. DTCmp Gain (デッドタイム補償電圧の傾き)

〔Dead Time Compensation〕グループボックス内の〔DTCmp Gain〕欄のリストで、デッドタイム補償電圧の傾き（ゲイン）を調整します。表 3-23 に、〔DTCmp Gain〕の概要を示します。

表 3-23 DTCmp Gain 概要

設定内容	GUI 項目	パラメータ設定			
		GUI 初期値	設定範囲	ステップ	階数
デッドタイム補償電圧の傾き	DTCmp Gain	0	0~15	1	16

〔DTCmp Gain〕の設定値を大きくすると、デッドタイム補償電圧の傾きは大きくなります。〔DTCmp Gain〕を 15（最大値）に設定すると、デッドタイム補償電圧の傾きは約 90°になります（図 3-27 参照）。

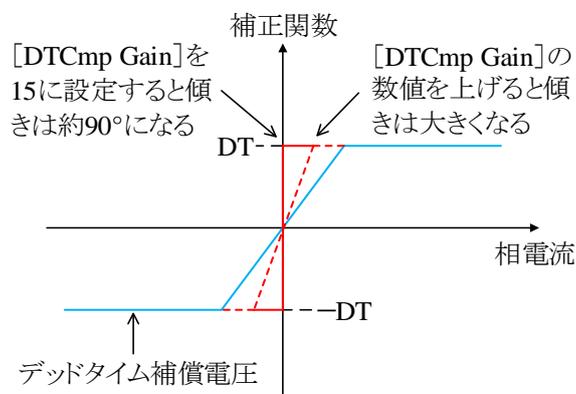


図 3-27 デッドタイム補償電圧と DTCmp Gain の関係

### 3.7.3. DTCmp MaxTm（デッドタイム補償電圧の最大振幅値）

[Dead Time Compensation] グループボックス内の [DTCmp MaxTm] 欄のリストで、デッドタイム補償電圧の最大振幅値を調整します。表 3-24 に、[DTCmp MaxTm] の概要を示します。

表 3-24 DTCmp MaxTm 概要

設定内容	GUI 項目	パラメータ設定			
		GUI 初期値	設定範囲	ステップ	階数
デッドタイム補償電圧の最大振幅値	DTCmp MaxTm	0.0% DT	0.0% DT～93.8% DT	6.3% DT	16

図 3-28 に、デッドタイム補償電圧と [DTCmp MaxTm] の関係を示します。

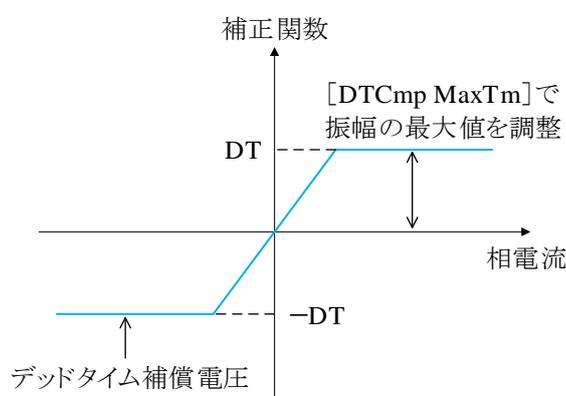


図 3-28 デッドタイム補償電圧と DTCmp MaxTm の関係

デッドタイム補償電圧の振幅 DT は以下の式で計算できます。

$$DT = V_{DC} \times t_{DEAD} \times f_C$$

ここで、

DT : デッドタイム補償電圧の振幅 (V)

$V_{DC}$  : DC-link 電圧 (V)

$t_{DEAD}$  : デッドタイム (s)

$f_C$  : キャリア周波数 (Hz)

例として、 $V_{DC} = 280$  V、 $t_{DEAD} = 1.5$   $\mu$ s、 $f_C = 20$  kHz の場合、デッドタイム補償電圧の振幅 DT は以下のとおりです。

$$DT = 280 \times 1.5 \times 10^{-6} \times 20 \times 10^3 = 8.4 \text{ V}$$

このとき、[DTCmp MaxTm] を 93.8% DT に設定している場合、デッドタイム補償電圧の最大振幅値は、 $8.4 \times 0.938 = 7.88$  V となります。

### 3.8. 制動動作の設定

制動の方法には、WM-Brk (Windmill Brake) 動作と手動制動動作の 2 種類があります。ローサイドパワー MOSFET を同時にオンさせることで、制動動作を行います。

表 3-25 に制動動作に関するパラメータの概要を示します。

表 3-25 スタートアップ (制動動作) の概要

設定内容	GUI 項目	パラメータ設定		
		GUI 初期値	設定範囲	ステップ
制動電流	WM Brk Curnt	25% I <sub>max</sub>	25% I <sub>max</sub> ～100% I <sub>max</sub>	25% I <sub>max</sub>
制動電流の最小しきい値	WM Ext Curnt	6.25% I <sub>max</sub>	6.25% I <sub>max</sub> ～25% I <sub>max</sub>	6.25% I <sub>max</sub>

#### 3.8.1. WM Brk Curnt、WM Ext Curnt (WM-Brk 動作)

モータが空転している状態でモータを起動する場合、スタートアップシーケンスの前に WM-Brk (Windmill Brake) 動作でモータを完全に停止させます。

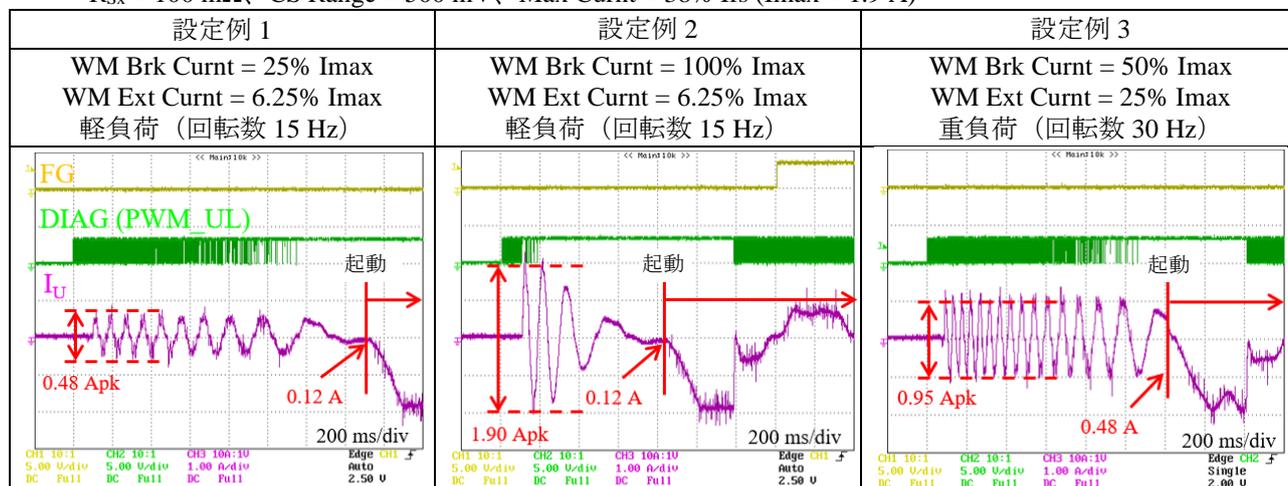
ファンモータなどの負荷イナーシャが大きいモータを急に停止させると、騒音が発生します。[Start Up] グループボックス内の [WM Brk Curnt] リストで制動電流を、[WM Ext Curnt] リストで制動電流の最小しきい値を設定し、騒音を抑制します。

以下に [WM Brk Curnt] および [WM Ext Curnt] の設定値に応じた動作波形例を示します。

#### ● 設定例

条件：ファンモータ、DC-link = 100 V、VCC = 15 V、

R<sub>Sx</sub> = 100 mΩ、CS Range = 500 mV、Max Curnt = 38% I<sub>f</sub>s (I<sub>max</sub> = 1.9 A)



### 3.8.2. Run/Stop、Brake（手動制動動作）

モータが回転している場合（[Run/Stop] 欄の切替ボタンが「Stop」表示）に、モータを手動で停止します。[Run Control] グループボックス内の [Brake] 欄の切替ボタンを使い、手動で制動動作を行えます。この切替ボタンは、制動動作の状態によってラベル表示が切り替わります（表 3-26 参照）。

[Brake] 欄の [OFF] ボタンをクリックすると、モータが停止しラベル表示が「ON」になります。

[Brake] 欄の [ON] ボタンをクリックすると、再度モータが回転しラベル表示が「OFF」になります。

手動制動動作時の制動電流は最大運転電流（ $I_{max}$ ）です。表 3-26 に、手動制動動作の設定概要を示します。

表 3-26 手動制動動作の設定概要

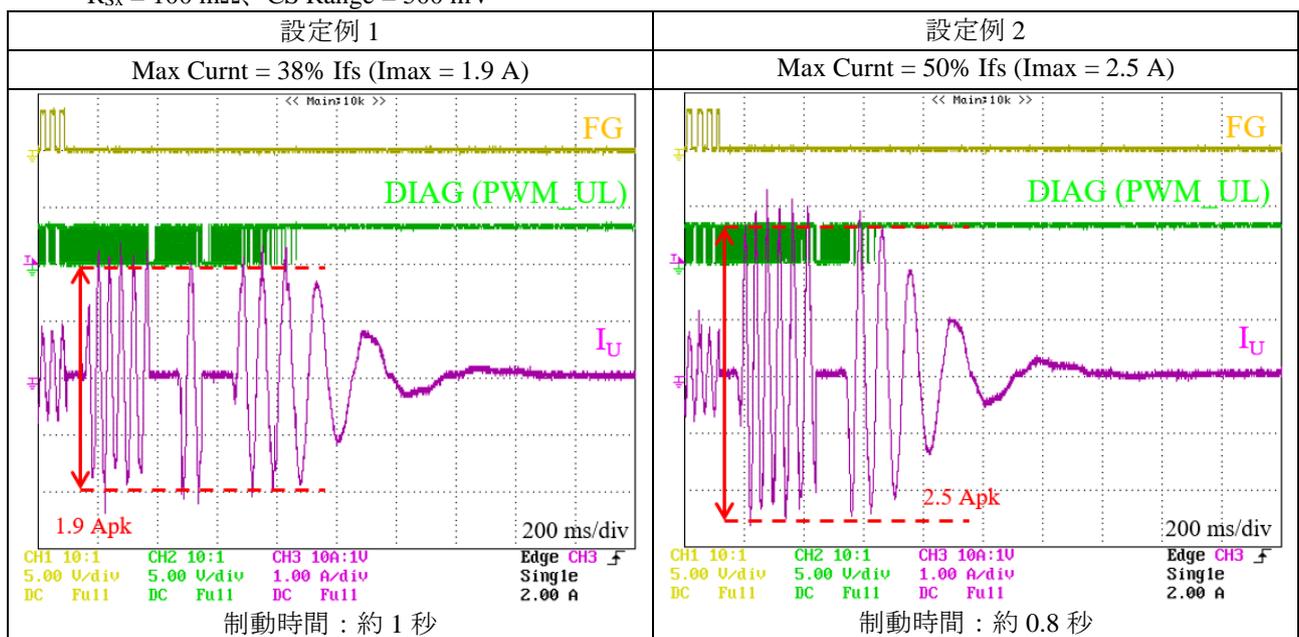
設定内容	GUI 項目	パラメータ設定	
		GUI 初期値	ラベル表示と制動状態
手動制動動作	Brake	OFF	OFF：通常動作 ON：制動動作

以下に最大運転電流（ $I_{max}$ ）に応じた動作波形例を示します。

● 設定例

条件：ファンモータ、DC-link = 100 V、VCC = 15 V、回転数 30 Hz、

$R_{sx} = 100 \text{ m}\Omega$ 、CS Range = 500 mV



### 3.9. 再起動動作の設定

本項では、モータの再起動動作の設定について説明します。  
以下に、再起動動作に関するパラメータの概要を示します。

#### 3.9.1. ReStart Ctrl（再起動有無）

モータ起動時に同期外れを検出した際、モータを再起動させるかどうかを設定します。

- 「No Restart」… 再起動しない
- 「Restart」… 再起動する

「Restart」に設定した場合は、以下のようにパラメータを設定してください。設定しないと、正常にモータが再起動しません。

- [Read Diag] を「No Clear」に設定してください。「Clear Fit」に設定すると、再起動するたびに再起動回数がリセットされるため、初回起動時の動作を無制限に繰り返します（3.9.2 項、3.9.3 項参照）。
- [Stop On Fail] を「ESF ON」に設定してください。「ESF OFF」に設定すると、同期外れを検出してもモータは再起動せず動作し続けます。

#### 3.9.2. Restart No（再起動回数）

再起動する回数を設定します。5、10、20、Infinite（無制限）から選択します。この数値は初回起動を回数に含みます。

#### 3.9.3. Restart Torque（再起動トルク）

再起動時のランプアップ電流を固定するか、可変させるかを設定します。

- 「Fixed」… ランプアップ電流は [RampU Curnt] の設定値で固定する
- 「Spread」… ランプアップ電流は可変する。可変するランプアップ電流の概要は、表 3-27 を参照

表 3-27 可変するランプアップ電流の概要

再起動回数	ランプアップ電流値*	例：RampU Curnt = 15.6% Ifs の場合
初回起動時	RampU Curnt 設定値	15.6% Ifs
再起動（1 回目）	RampU Curnt 設定値	15.6% Ifs
再起動（2 回目）	RampU Curnt 設定値 + 1 ステップ	17.2% Ifs
再起動（3 回目）	RampU Curnt 設定値 - 1 ステップ	14.1% Ifs
再起動（4 回目）	RampU Curnt 設定値 + 2 ステップ	18.8% Ifs
再起動（5 回目）	RampU Curnt 設定値 - 2 ステップ	12.5% Ifs
…	…	…

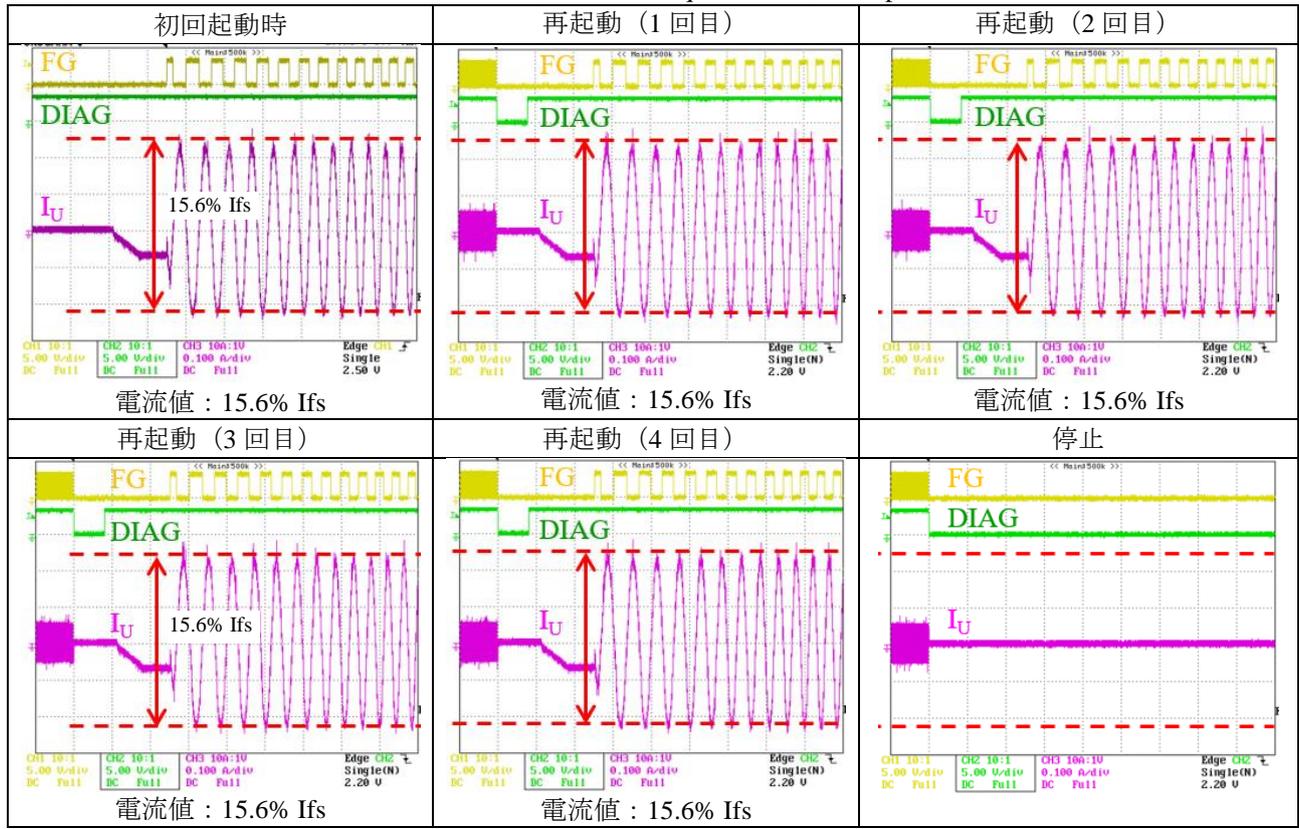
\* 1 ステップは 1.6%

ランプアップ電流の詳細は、3.2.5 項を参照してください。

以下に [Restart Torque] を「Fixed」に設定した場合と、「Spread」に設定した場合の動作波形例を示します。

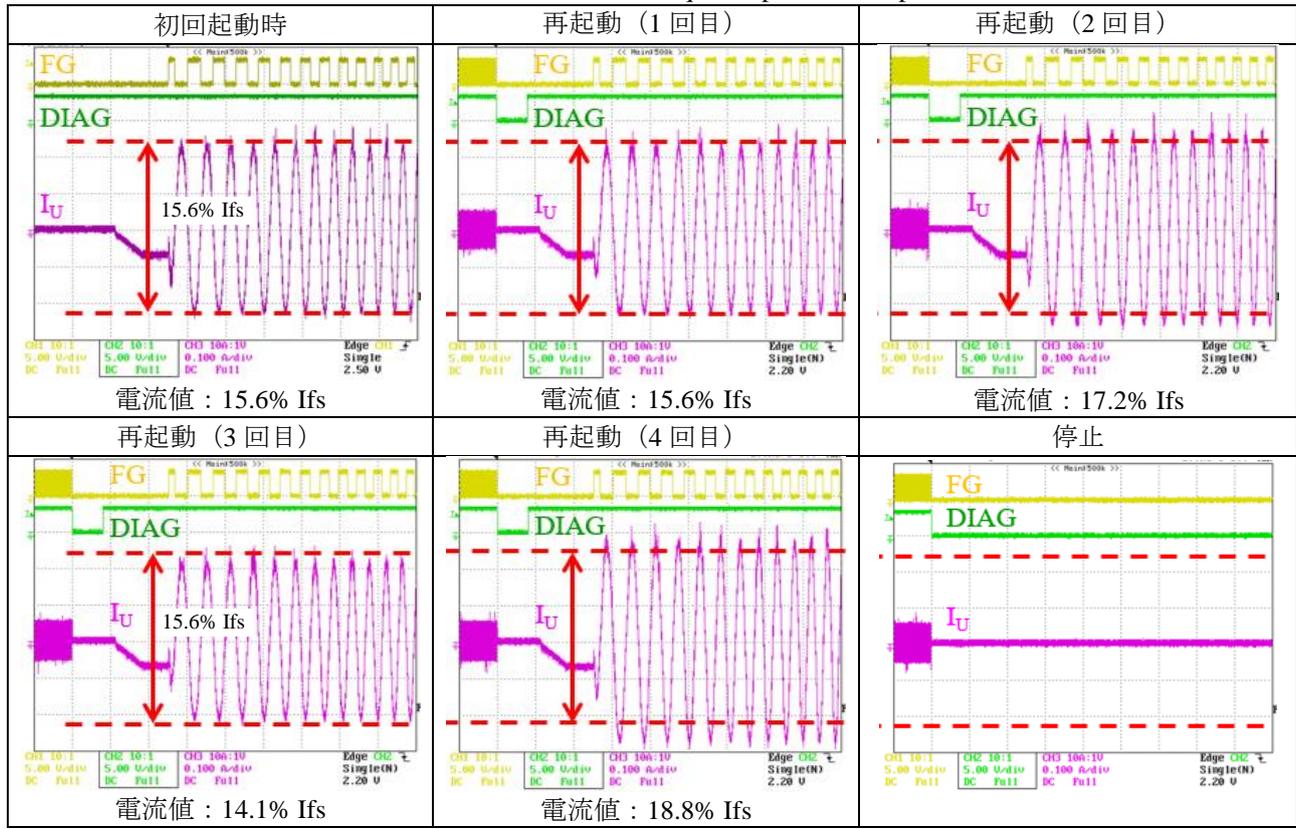
● ランプアップ電流を固定させて再起動した動作波形例

設定値 : ReStart Ctrl = Restart、Restart No = 5、Restart Torque = Fixed、RampU Curnt = 15.6% Ifs



● ランプアップ電流を可変させて再起動した動作波形例

設定値 : ReStart Ctrl = Restart、Restart No = 5、Restart Torque = Spread、RampU Curnt = 15.6% Ifs



### 3.10. [Run Control] グループボックスの設定 (DIAG/FG 端子の出力信号)

[Run Control] グループボックス内の [DIAG Output] リストで DIAG 端子から出力する信号を、 [FG Output] リストで FG 端子から出力する信号を設定できます。

#### ● DIAG Output

DIAG[4:0]	項目	DIAG 端子出力信号
0	Fault <sup>(1)</sup>	一般エラーフラグ (FF)
1	LOS	同期外れ (LOS)
2	Temperature	制御用 MIC の温度出力
3	Clock	クロック
4	PWMDIR	PWMDIR <sup>(2)</sup>
5	SHTRIG	SHTRIG <sup>(2)</sup>
6	ADDONE	ADDONE <sup>(2)</sup>
7	CLFLK_SYN	CLFLK_SYN <sup>(2)</sup>
8	CLFLK_ASYN	CLFLK_ASYN <sup>(2)</sup>
9	UH	PWM 出力 (HIN1)
10	UL	PWM 出力 (LIN1)
11	VH	PWM 出力 (HIN2)
12	VL	PWM 出力 (LIN2)
13	WH	PWM 出力 (HIN3)
14	WL	PWM 出力 (LIN3)
15	WDTMO	ウォッチドッグタイムアウト
16	WDACT	ウォッチドッグアクティブ
17	PMFLTn	パワー段エラー (PMF)
18	PMRSTn	パワー段エラー (PMF) のリセット
19	HOCP	ハード過電流 (HOC)
20	VAR1	q 軸電流
21	VAR2	—
22	VAR3	—
23	VAR4	—
24-31	Reserved	リザーブ

<sup>(1)</sup> GUI 初期値

<sup>(2)</sup> モータの設計に使用しません

#### ● FG Output

FG[4:0]	項目	FG 端子出力信号
0	FG <sup>(1)</sup>	モータスピード
1	FG <sup>(1)</sup>	モータスピード
2	FG <sup>(1)</sup>	モータスピード
3	FG <sup>(1)</sup>	モータスピード
4	PWMDIR	PWMDIR <sup>(2)</sup>
5	SHTRIG	SHTRIG <sup>(2)</sup>
6	ADDONE	ADDONE <sup>(2)</sup>
7	CLFLK_SYN	CLFLK_SYN <sup>(2)</sup>
8	CLFLK_ASYN	CLFLK_ASYN <sup>(2)</sup>
9	UH	PWM 出力 (HIN1)
10	UL	PWM 出力 (LIN1)
11	VH	PWM 出力 (HIN2)
12	VL	PWM 出力 (LIN2)
13	WH	PWM 出力 (HIN3)
14	WL	PWM 出力 (LIN3)
15	WDTMO	ウォッチドッグタイムアウト
16	WDACT	ウォッチドッグアクティブ
17	PMFLTn	パワー段エラー (PMF)
18	PMRSTn	パワー段エラー (PMF) のリセット
19	HOCP	ハード過電流 (HOC)
20	VAR1	q 軸電流
21	VAR2	—
22	VAR3	—
23	VAR4	—
24-31	Reserved	リザーブ

4. GUI

4.1. 設定ウィンドウ概要

図 4-1 に GUI (Graphic User Interface) のウィンドウを、表 4-1 に GUI の各要素 (設定内容や表示内容) の概要を示します。

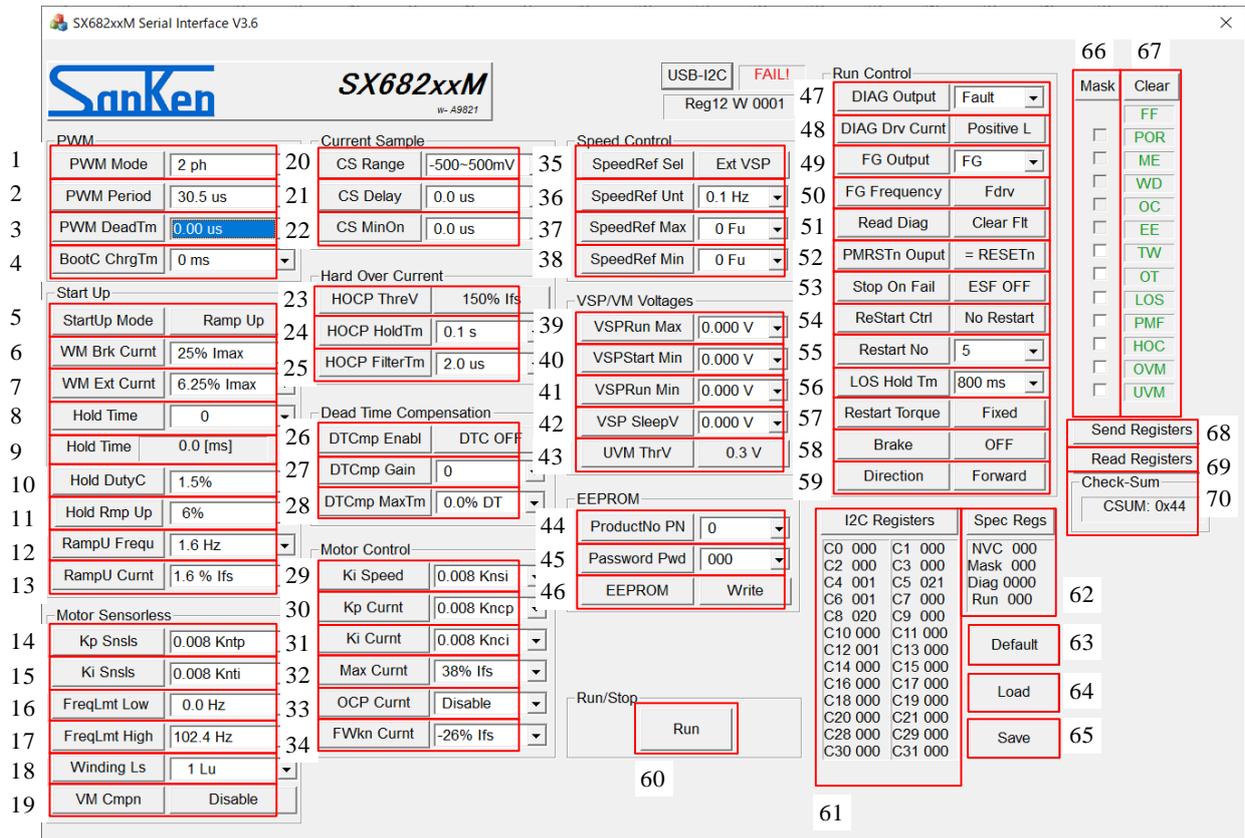


図 4-1 GUI 設定ウィンドウ

表 4-1 GUI 設定ウィンドウ：各要素と機能

No.	グループボックス/ GUI 項目	内容
PWM		
1	PWM Mode	PWM 動作モード設定
2	PWM Period	PWM 周期設定
3	PWM DeadTm	デッドタイム設定
4	BootC ChrgTm	ブートストラップコンデンサの充電時間設定
Start Up		
5	StartUp Mode	起動モード設定
6	WM Brk Curnt	制動電流設定
7	WM Ext Curnt	制動電流の最小しきい値設定
8	Hold Time	起動時保持時間の係数設定
9	Hold Time [ms]	起動時保持時間表示（自動計算）
10	Hold DutyC	起動時保持電流のデューティ設定
11	Hold Rmp Up	保持電流のランプアップ時間設定
12	RampU Frequ	ランプアップ周波数設定
13	RampU Curnt	ランプアップ電流設定
Motor Sensorless		
14	Kp Snsls	モータ回転子推定位置の比例ゲイン設定
15	Ki Snsls	モータ回転子推定位置の積分ゲイン設定
16	FreqLmt Low	電気角周波数の下限設定
17	FreqLmt High	電気角周波数の上限設定
18	Winding Ls	モータ定数設定
19	VM Cmpn	DC リンク電圧変動補償のイネーブル/ディスエーブル設定
Current Sample		
20	CS Range	電流検出用オペアンプの最大入力電圧範囲設定
21	CS Delay	電流検出遅延時間設定
22	CS MinOn	電流検出のための最小オン時間設定
Hard Over Current		
23	HOCP ThreV	ハード過電流保護しきい電流設定
24	HOCP HoldTm	ハード過電流保護保持時間設定
25	HOCP FilterTm	ハード過電流保護フィルタ時間設定
Dead Time Compensation		
26	DTCmp Enabl	デッドタイム補償のイネーブル/ディスエーブル設定
27	DTCmp Gain	デッドタイム補償電圧の傾き設定
28	DTCmp MaxTm	デッドタイム補償電圧の最大振幅値設定
Motor Control		
29	Ki Speed	速度制御の積分ゲイン設定
30	Kp Curnt	電流制御の比例ゲイン設定
31	Ki Curnt	電流制御の積分ゲイン設定
32	Max Curnt	最大運転電流設定
33	OCP Curnt	ソフト過電流保護しきい電流設定
34	FWkn Curnt	弱め界磁電流設定

No.	グループボックス/ GUI 項目	内容
Speed Control		
35	SpeedRef Sel	速度制御の方法を選択
36	SpeedRef Unt	基準速度の乗数設定
37	SpeedRef Drv <sup>(1)</sup> / SpeedRef Max <sup>(2)</sup>	基準速度設定/ 最大基準速度設定
38	SpeedRef Min	最小基準速度設定
VSP/VM Voltages		
39	VSPRun Max	最大速度電圧 (V <sub>SMX</sub> ) 設定
40	VSPStart Min	励磁開始電圧 (V <sub>SST</sub> ) 設定
41	VSPRun Min	最小速度電圧 (V <sub>SMN</sub> ) 設定
42	VSP SleepV	低消費電力モード移行電圧 (V <sub>SSN</sub> ) 設定
43	UVM ThrV	VM 低電圧保護しきい電圧設定 (0.3 V/0.6 V)
EEPROM		
44	ProductNo PN	EEPROM 識別番号設定
45	Password Pwd	EEPROM パスワード設定
46	EEPROM	EEPROM への書き込み実行ボタン
Run Control		
47	DIAG Output	DIAG 端子の出力信号設定
48	DIAG Drv Curnt	[DIAG Output] で「Drv Curnt」を設定している場合のみ有効 DIAG 出力論理反転設定 (ポジティブ“L”/ネガティブ“L”)
49	FG Output	FG 端子の出力信号設定
50	FG Frequency	FG 端子出力パルスの周波数設定 : 「Fdrv」… 1 パルス/電気角 1 周期 「3*Fdrv」… 3 パルス/電気角 1 周期
51	Read Diag	DIAG 端子の状態が GUI に読み出された後、GUI 上の表示をクリアするかどうかを設定
52	PMRSTn Ouput	RESETn 端子のリセット動作と同時に、ゲート駆動用 MIC をスタンバイ状態にするかどうかを設定
53	Stop On Fail	パワー段エラー、同期外れ、またはサーマルシャットダウンが検出された場合に、モータを停止するかどうかを設定
54	ReStart Ctrl	同期外れを検出した際にリスタートするかどうかを設定
55	Restart No	起動失敗時のリスタート回数を設定
56	LOS Hold Tm	同期外れエラー保持時間設定
57	Restart Torque	モータ再起動時のランプアップ電流を設定 (固定/スプレッド)
58	Brake	手動制動動作のオン/オフ設定
59	Direction	モータの回転方向を設定 (時計回り/反時計回り)

<sup>(1)</sup> [SpeedRef Sel] 欄で「Int SR」を選択した場合

<sup>(2)</sup> [SpeedRef Sel] 欄で「Ext VSP」を選択した場合

No.	グループボックス/ GUI 項目	内容
その他		
60	Run/Stop	モータ起動/停止ボタン (Run/Stop)
61	I2C Registers	レジスタ値表示 (パラメータ)
62	Spec Regs	状態レジスタ値表示
63	Default	初期値パラメータ読出しボタン (GUI の初期化)
64	Load	パラメータファイル (.rst 形式) 取込みボタン
65	Save	パラメータファイル (.rst 形式) 保存ボタン
66	Mask	エラー診断無効設定 (チェックした項目が無効)
67	Clear	警告表示 (赤色) をリセット <ul style="list-style-type: none"> <li>● FF : 一般エラーフラグ</li> <li>● POR : V3 端子低電圧 (パワーオンリセット)</li> <li>● ME : メモリエラー</li> <li>● WD : ウォッチドッグタイムアウト</li> <li>● OC : SOCP 動作</li> <li>● EE : EEPROM 書込み上限</li> <li>● TW : 制御用 MIC サーマル警告</li> <li>● OT : 制御用 MIC サーマルシャットダウン</li> <li>● LOS : 同期外れ</li> <li>● PMF : パワー一段エラー</li> <li>● HOC : ハード過電流</li> <li>● OVM : VM 端子過電圧</li> <li>● UVM : VM 端子低電圧</li> </ul>
68	Send Registers	GUI のレジスタ値の送信ボタン
69	Read Registers	EEPROM のレジスタ値の読出しボタン
70	Check-Sum	すべてのレジスタ値の合計を表示

## 4.2. パスワードによるロック

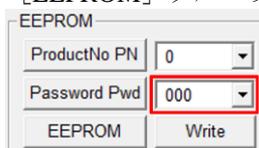
本 IC は EEPROM の内容を上書きや読出しから保護するため、パスワードロックモードを備えています。詳細は SX68200M シリーズのデータシートを参照してください。

GUI からパスワードロックを設定、解除するためには、制御電源が必要です。制御電源は VCCx 端子または VPP 端子に電圧を印加する際に使用します。また、AC 電源と制御電源を組み合わせる場合、制御電源は必ずフローティング接続してください。AC 電源と制御電源のグランドを共通に接続すると、デモボードに過電流が流れ、デモボードが破壊する場合があります。

以下に、AC 電源から VCCx 端子に電源を供給し、制御電源で VPP 端子に印加する場合の手順を示します。

### 4.2.1. パスワードロックモードの設定

- 1) AC 電源を投入する  
VCC = 15 V の電圧が印加されます。
- 2) VPP 端子に 24 V を印加する  
制御電源は、必ずフローティング接続した状態で電圧を印加してください。
- 3) [EEPROM] グループボックス内の [Password Pwd] リストから設定したいパスワードを選択する



- 4) [Password Pwd] ボタンをクリックする
- 5) [EEPROM] 欄の [Write] ボタンをクリックする

以下の確認メッセージが表示されます。

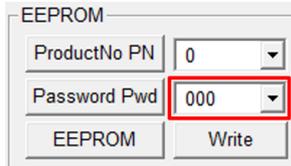


- 6) メッセージ内容を確認したら [はい] をクリックする
- 7) 制御電源をオフにする
- 8) AC 電源をオフにする  
パスワードロックモードに設定されます。

パスワードロックモード設定中に [Read Registers] ボタンをクリックした場合、レジスタ値表示に乱数を表示します。識別番号は、レジスタ値表示に [ProductNo PN] リストで設定した値を表示します。識別番号を設定しておくことで、パスワードロックモード設定中でもパラメータを判別できます。

### 4.2.2. パスワードロックモードの解除

- 1) AC 電源を投入する  
VCC = 15 V の電圧が印加されます。
- 2) VPP 端子に 24 V を印加する  
制御電源は、必ずフローティング接続した状態で電圧を印加してください。
- 3) [EEPROM] グループボックス内の [Password Pwd] リストで、設定したパスワードを選択する



- 4) [Password Pwd] ボタンをクリックする
- 5) 約 15 秒待機する  
パスワードロックモードが解除されます。
- 6) 制御電源をオフにする
- 7) AC 電源をオフにする  
電源をオフにせずに [Read Registers] ボタンをクリックした場合、レジスタ値表示に乱数を表示します。正しいレジスタ値を読み込む場合は、電源を再度投入し、[Read Registers] ボタンをクリックしてください。

### 4.3. パラメータファイルの生成

GUIの右下側にある [Save] ボタンをクリックすると、GUIでチューニングしたパラメータ値を、.rst ファイル形式でパソコンに保存します。保存したパラメータファイルは、汎用のテキストエディタで開き、編集できます。編集したファイルは、[Load] ボタンをクリックして GUI に取り込みます。

また、パラメータファイルをプログラマに取り込み、プログラマから IC にパラメータを書き込みます。詳細は 4.4.2 項を参照してください。

図 4-2 に、GUI の初期値パラメータファイルを示します。Config[11]は EEPROM のセキュリティパスワード設定用レジスタです。Config[11]に 0 以外の値を設定すると、EEPROM をシリアル通信で読み出した際に一部のレジスタを除く乱数が出力されます。そのため、ベリファイを行うとエラーになります。Config[11]を変更する場合は注意してください。

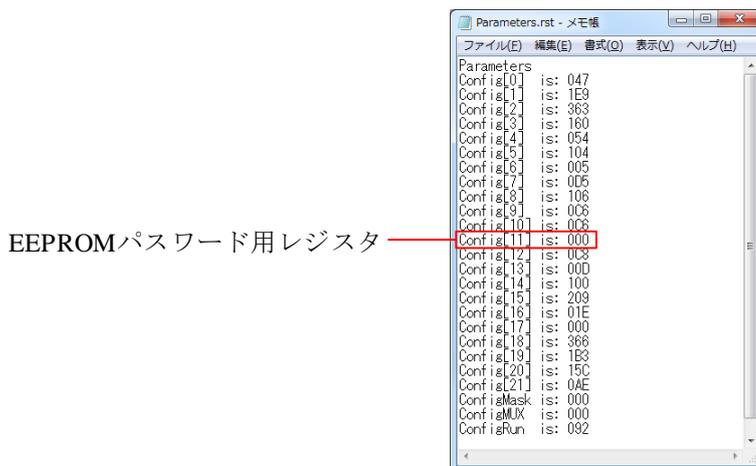


図 4-2 初期値パラメータファイル

### 4.4. パラメータの書込み

パラメータを IC に搭載された EEPROM に書込み（保存）できます。パラメータを EEPROM に書き込むことで、シリアル通信を使用せずに、VSP 端子にアナログ電圧を印加して、スタンドアローンでモータの回転を制御できます。

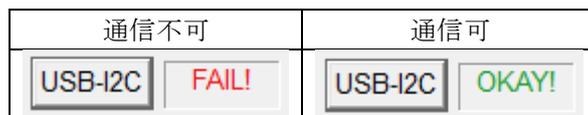
GUI から書き込む方法と、Eltec 社製のプログラマから書き込む方法を示します。

#### 4.4.1. GUI からの書込み

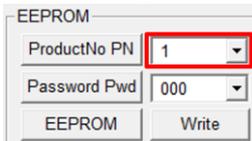
GUI のパラメータ値を EEPROM に書き込むためには制御電源が必要です。制御電源は VCCx 端子、VSP 端子、VPP 端子に電圧を印加する際に使用します。

以下に、GUI からの書込み手順を示します。

- 1) デモボードと制御用パソコンを接続する  
2.3 項の手順 1)~2)を参照してください。
- 2) VSP 端子電圧調整抵抗 VSP\_VR を反時計回りいっぱいに戻す  
VCCx 端子に 15 V を印加した場合、VSP 端子に 1.5 V が印加される設定です。詳細は表 3-20 を参照してください。
- 3) [VSP/VM Voltages] グループボックスの [VSP SleepV] と [VSPRun Min] を設定する  
以下の範囲に収まるように設定してください (3.6 項参照)。  
VSP SleepV < VSP 端子電圧 (1.5 V) < VSPRun Min
- 4) VCCx 端子に 15 V を印加する  
VCC = 15 V、V<sub>SP</sub> = 1.5 V の電圧が印加されます。
- 5) VPP 端子に EEPROM 書込み用電源電圧 V<sub>PP</sub> 24 V を印加する
- 6) “SX682xxM\_Serial\_Interface\_V3p6.exe” ファイルをダブルクリックし、GUI を起動する  
制御用パソコンと IC が通信できる状態になると、[USB-I2C] 表示が「FAIL!」から「OKAY!」に切り換わります。



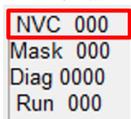
- 7) [Speed Control] グループボックスの [SpeedRef Sel] 欄の設定を確認する  
「Ext VSP」に設定している場合は、手順 8) に進む  
「Int SR」に設定している場合は、手順 9) に進む
- 8) [Run/Stop] 欄の [Run] ボタンをクリックする
- 9) [EEPROM] グループボックスにある [ProductNo PN] 欄のリストで EEPROM 識別番号を設定する



- 10) [EEPROM] グループボックスにある [EEPROM] 欄の [Write] ボタンをクリックする  
パラメータの書込み処理が始まります。書込み中は GUI を操作しないでください。以下の画像に示すとおり、[USB-I2C] 表示の下にある状態表示欄に、書込み中のレジスタが切り換わり表示されます。レジスタ表示が停止し、「W」が「R」に切り換わると、書込み処理は完了です。



また、書込み処理が完了すると、NVC のカウント値 (書込み回数) が増加します。



#### 4.4.2. プログラマからの書込み

Elnec 社製のプログラマを使用したパラメータの書込み手順について説明します。パラメータファイル (.rst 形式) をプログラマに取り込み、IC に書き込みます。

本項に示す手順は 2021 年 2 月 4 日現在、弊社で確認した方法の一例です。詳細は ELNEC 社製のプログラマの取扱説明書をご覧ください。

#### ハードウェアとソフトウェアの準備

- 1) 表 4-2 の機器を準備する

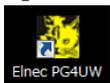
表 4-2 必要機器

機器	概要	備考
ユニバーサルプログラマ	 <p>型名 : BeeProg2 会社名 : Elnec s.r.o. URL : <a href="https://www.elnec.com/en/products/universal-programmers/beeprog2/">https://www.elnec.com/en/products/universal-programmers/beeprog2/</a></p>	量産対応用にプロダクションプログラマ BeeHive204 あり
アダプタ	 <p>型名 : DIL48/SOIC36-1.01 ZIF-CS SX6-1 会社名 : Elnec s.r.o. URL : <a href="https://www.elnec.com/en/products/programming-adapters/DIL48_SOIC36-1.01_ZIF-CS_SX6-1/">https://www.elnec.com/en/products/programming-adapters/DIL48_SOIC36-1.01_ZIF-CS_SX6-1/</a></p>	

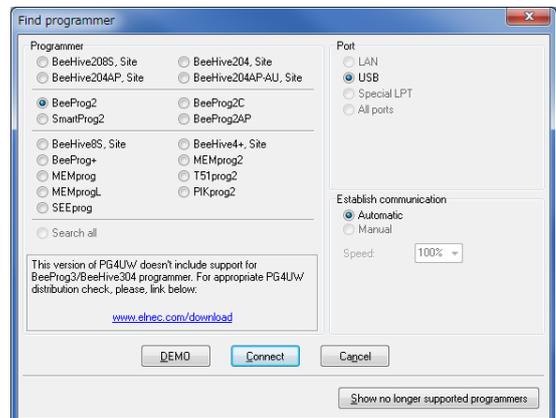
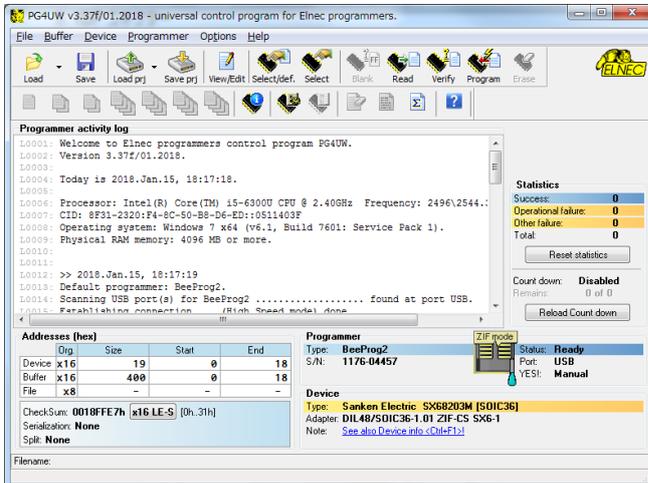
- 2) 以下の URL からソフトウェア（Regular SW）をダウンロードし、インストールする  
 URL : <https://www.elnec.com/en/>



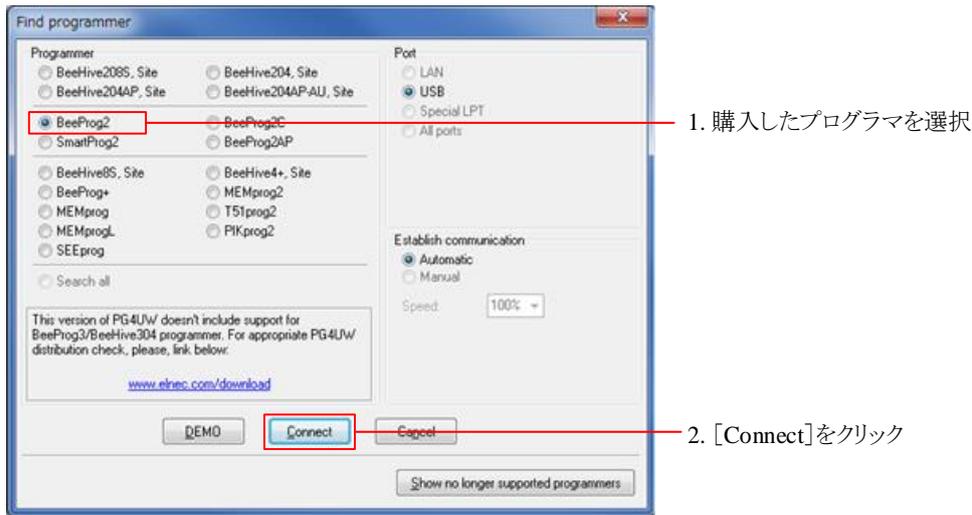
- 3) アダプタをユニバーサルプログラマに取り付ける
- 4) ユニバーサルプログラマとパソコンを接続する
- 5) ユニバーサルプログラマの電源を入れる
- 6) [Elnec PG4UW] アイコンをダブルクリックし、ソフトウェアを起動する



以下の2つのウィンドウが開きます。



## 7) [Find programmer] ウィンドウで、プログラマとパソコンの接続を確立する

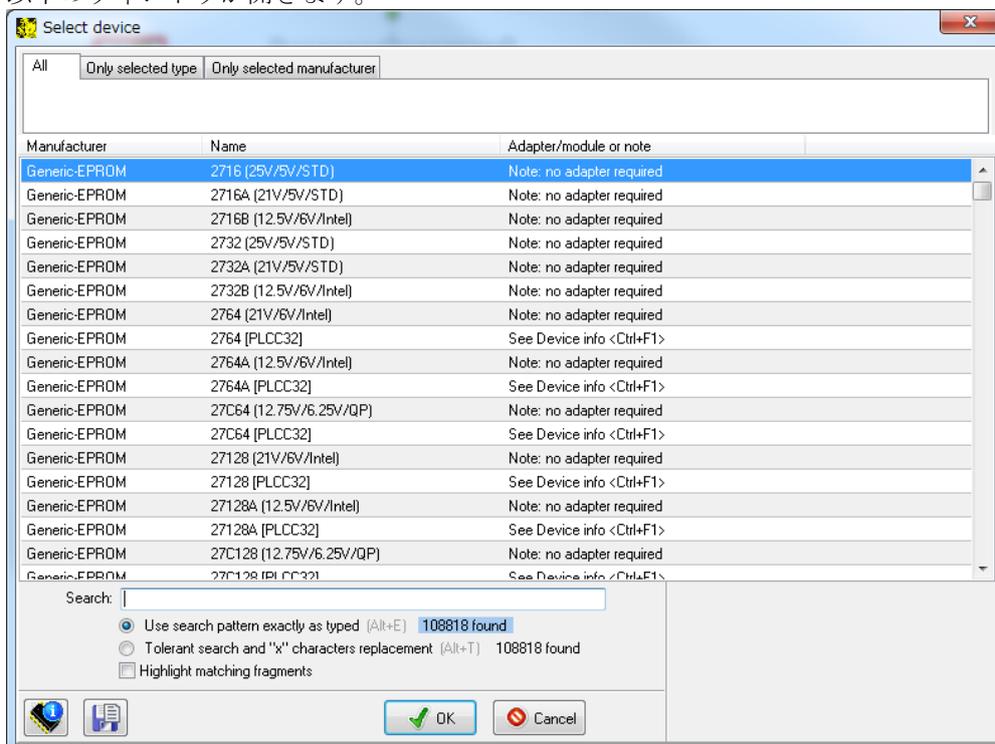


## プログラマにパラメータファイル (.rst 形式) を取り込む

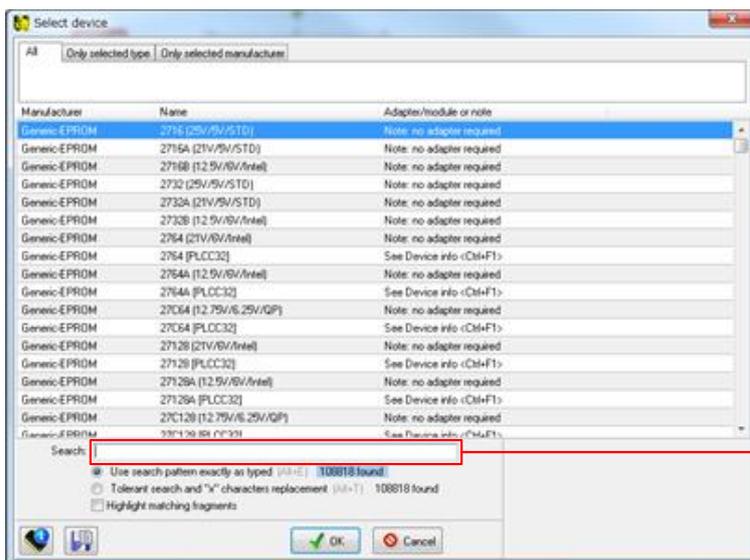
## 8) ツールバーの [Select] ボタンをクリックする



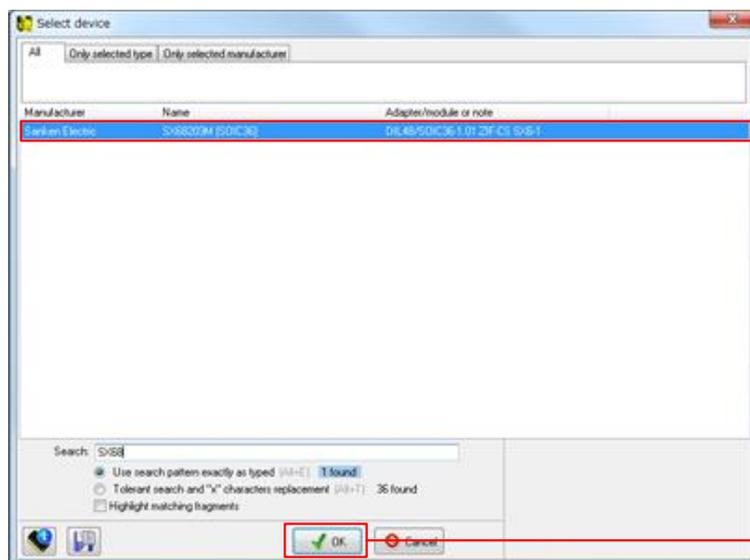
以下のウィンドウが開きます。



## 9) [Select device] ウィンドウでICを選択する



1. 該当のICを入力



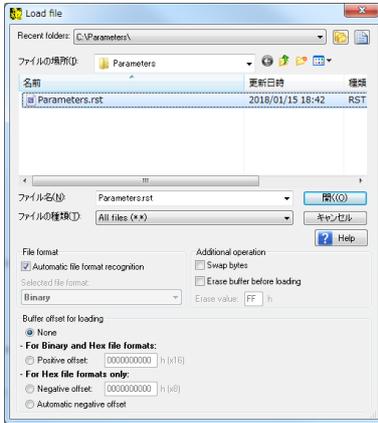
2. 該当のICを選択

3. [OK]をクリック

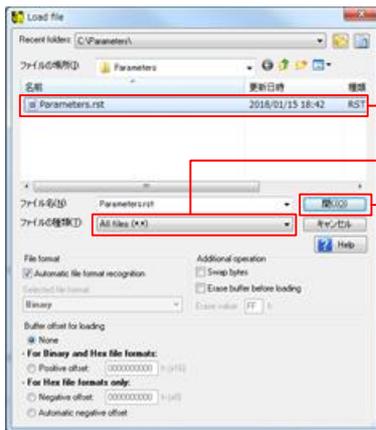
10) ツールバーの [Load] ボタンをクリックする



以下のウィンドウが開きます。



11) [Load file] ウィンドウからパラメータファイル (.rst 形式) を取り込む

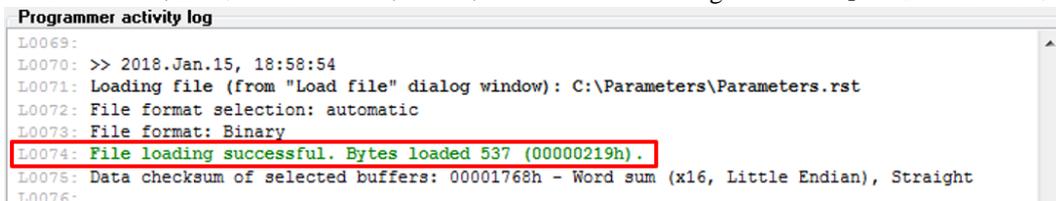


1. 該当のパラメータファイルを選択
2. 「All files (\*.\*)」を選択
3. 「開く」をクリック

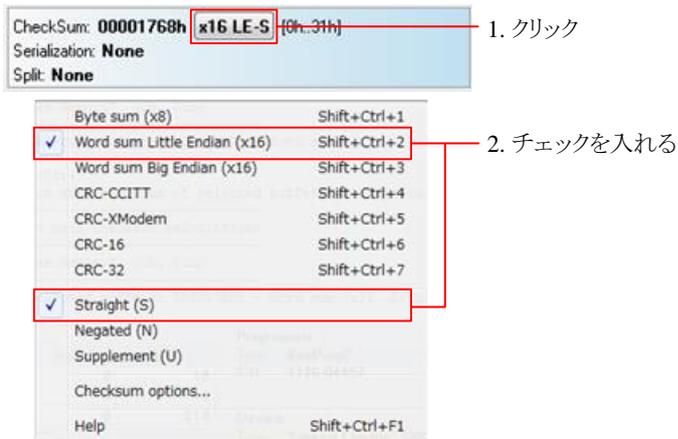
以下のグループボックスは変更する必要はありません。

- File format**
- Additional operation**
- Buffer offset for loading**

メインウィンドウの [Programmer activity log] グループボックスが更新されます。取込み処理が完了するとアクティビティログに「File loading successful.」が表示されます。

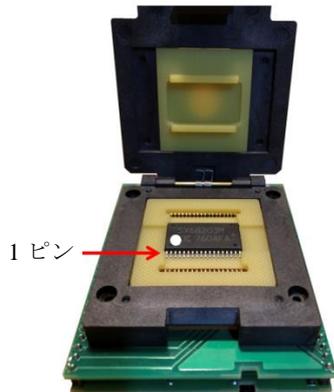


- 12) [Address (hex)] グループボックスで、チェックサムの変更する



IC にパラメータを書き込む

- 13) アダプタに IC を挿入する  
アダプタに同梱されたピックアップツールを使用して挿入してください。



- 14) ツールバーの [Program] ボタンをクリックする



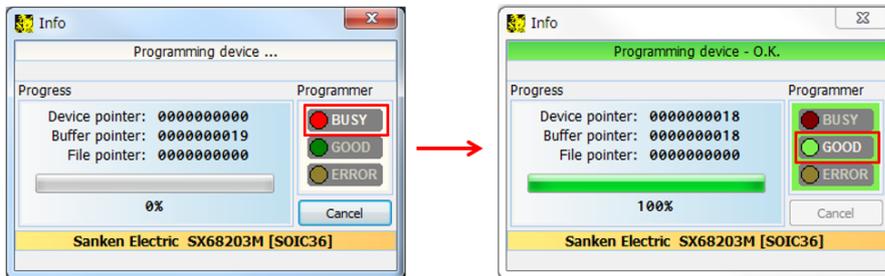
以下のウィンドウが開きます。



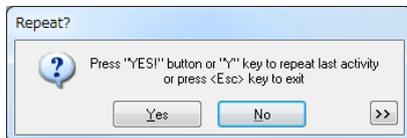
- 15) [Program?] ウィンドウの [Yes] をクリックする



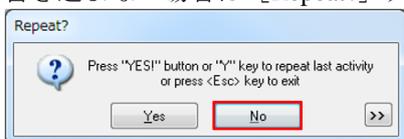
パラメータの書き込み処理が始まります。書き込み処理が始まると [Info] ウィンドウの [Programmer] ペインで、状態表示の [BUSY] が点灯します。書き込み処理が完了すると [BUSY] が消灯し [GOOD] が点灯します。書き込み処理に失敗した場合 [ERROR] が点灯します。



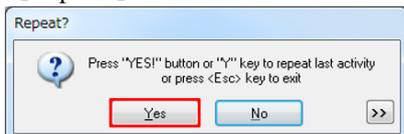
また、書き込み処理が完了すると [Repeat?] ダイアログボックスが表示されます。



- 16) 書き込み処理が完了した IC をアダプタから取り外す  
別の IC に繰り返し書き込む場合は手順 17)に進みます。  
書き込まない場合は [Repeat?] ダイアログボックスの [No] をクリックします。



- 17) アダプタに別の IC を挿入する  
18) [Repeat?] ダイアログボックスの [Yes] をクリックする



パラメータの書き込みを開始します。  
手順 16)～手順 18)は繰り返し実行できます。

## 4.5. パラメータの読み込み

EEPROM に書き込んだパラメータを自動で読み込む方法と、手動で読み込む方法を示します。

### 4.5.1. パラメータの自動読み込み

以下に、パラメータを自動で読み込む手順を示します。

- 1) デモボードと制御用パソコンを接続する  
2.3 項の手順 1)~2)を参照してください。
- 2) VSP 端子電圧調整抵抗 VSP\_VR を反時計回りいっぱいに戻す  
VCCx 端子に 15 V を印加した場合、VSP 端子に 1.5 V が印加される設定です。詳細は表 3-20 を参照してください。
- 3) [VSP/VM Voltages] グループボックスの [VSP SleepV] と [VSPRun Min] を設定する  
以下の範囲に収まるように設定してください (3.6 項参照)。  
VSP SleepV < VSP 端子電圧 (1.5 V) < VSPRun Min
- 4) VCCx 端子に 15 V を印加する  
VCC = 15 V、V<sub>SP</sub> = 1.5 V の電圧が印加されます。
- 5) “SX682xxM\_Serial\_Interface\_V3p6.exe” ファイルをダブルクリックし、GUI を起動する

EEPROM に保存されたパラメータの読み込み処理が自動的に始まります。読み込み中は GUI を操作しないでください。以下の画像に示すとおり、[USB-I2C] 表示の下にある状態表示欄に、読み込み中のレジスタが切り換わり表示されます。レジスタ表示が停止し、「R」が「W」に切り換わると読み込み処理は完了です。



また、GUI の各項目が更新されます。書き込みエラーがあった場合、読み込みした際に NVC のカウント値 (書き込み回数) が減少します。正常に書き込みが完了した際の最新のカウント値を表示します。

#### 4.5.2. パラメータの手動読み込み

以下に、パラメータを手動で読み込む手順を示します。

- 1) 制御用パソコンと IC の通信を確立する (2.3 項の手順 1)~3)を参照)
- 2) [Read Registers] ボタンをクリックする

パラメータの読み込み処理が始まります。読み込み中は GUI を操作しないでください。以下の画像に示すとおり、[USB-I2C] 表示の下にある状態表示欄に、読み込み中のレジスタが切り換わり表示されます。レジスタ表示が停止し、「R」が「W」に切り換わると読み込み処理は完了です。



また、GUI の各項目が更新されます。書き込みエラーがあった場合、読み込みした際に NVC のカウント値 (書き込み回数) が減少します。正常に書き込みが完了した際の最新のカウント値を表示します。

電源投入後に以下のいずれかの操作を行った場合、[Send Registers] ボタンをクリックしていなくても、GUI の各設定値が RAM に記憶されます。

- [Default] ボタンをクリックした場合
- [Load] ボタンからパラメータファイルを取り込んだ場合

この状態で [Read Registers] ボタンをクリックすると、EEPROM に保存されたパラメータを読み込まず、RAM に記憶されたパラメータを読み込みます。

#### 4.6. チェックサムの設定

Elnec 社製のプログラマは、バリファイ機能としてチェックサムを備えています。GUI のチェックサムは Word SUM Little Endian (x16)です。プログラマのチェックサムを Word SUM Little Endian (x16) に設定すると、プログラマの [Checksum] 欄と GUI の [Check-Sum] の値が一致します。

プログラマ	GUI
Checksum: <b>00001768h</b> x16 LE-S [0h..31h] Serialization: <b>None</b> Split: <b>None</b>	Check-Sum <b>CSUM: 0x1768</b>

これにより、GUI で設定したパラメータ値が、正常にプログラマから IC に書き込まれたかを確認できます。プログラマの設定方法については、4.4.2 項の手順 12)を参照してください。

パラメータ初期値におけるチェックサム計算値は0x1768です。各パラメータの初期値は、図 4-2 を参照してください。

## 5. FAQ

質問	回答
GUI が起動しないのはなぜですか？	お使いの制御用パソコンの OS が必須動作環境ではない可能性があります。使用中の動作環境を確認し、OS が Windows 7 以降のパソコンを使用してください。
初めてモータを回転させようとしたのですが回転しませんでした。どうすればよいですか？	CN1 に AC 電源を接続し動作させている場合は、DC 電源でモータが回転するか試してください。DC-Link コネクタに DC 電源を接続し、まずは 40 V を印加して動作を確認してください。動作を確認しながら、徐々に電圧を上げてください。
モータ起動時に GUI で [POR] が赤色表示になるのはなぜですか？	IC が再起動すると、状態表示の [POR] が赤色に表示されます。モータ起動時の突入電流によるグラウンド電位の揺れなどの影響で、V3 端子電圧が低下し瞬停が起きている可能性があります。V3 端子電圧が低下しないよう、以下を試してください。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● V3 端子への重畳ノイズを取り除く</li> <li>● 突入電流を抑制する</li> </ul>
オープンループ、クローズドループとは何ですか？	オープンループは、回転子の位置を推定していない制御状態です。固定子に強制的に転流電流を流すことで回転磁界を発生させ、回転子を同期追従させます。 クローズドループは、回転子の位置を推定し、フィードバック制御している状態です。モータの逆起電力（BEMF : Back Electromotive Force）から回転子の位置を推定します。
クローズドループに切り換わる際、GUI で [LOS] が赤色表示になるのはなぜですか？	同期外れを検出すると、状態表示の [LOS] が赤色に表示されます。IC が BEMF を正常に検知できていない可能性があります。回転速度が上がるほど BEMF は大きくなります。[Start Up] グループボックスで [RampU Frequ] と [RampU Curnt] の設定値を調整しオープンループでの回転速度を上げ、IC が BEMF を検知できるようにしてください。
データの書き込みが不安定な場合はどうすればよいですか？	すべてのレジスタに 0x0000 を書き込み、初期化してください。その後、所望のパラメータを書き込んでください。改善しない場合、IC を交換してください。
データが読み出せないのはなぜですか？	パスワードロックがかかっている可能性があります。Config[11] は EEPROM セキュリティパスワードレジスタです。Config[11] に 0 以外の値を設定している場合、読出しできません。お客様で用意したシリアル信号（SCL および SDA）で通信し、パスワードロックを解除してください（4.2.2 項参照）。
書き込みした回数はどうすれば確認できますか？	EEPROM の書き込み回数は Register 28 Read を読み出すことで確認できます。プログラマからは読出しできません。お客様で用意したシリアル信号（SCL および SDA）で通信してください。

## 6. 商標について

- Windows®は、米国 Microsoft Corporation の米国およびその他の国における登録商標です。
- その他、本書に記載されている個々の商標、商号に関する権利は、当社その他の原権利者に帰属します。

## 注意書き

- 本書に記載している製品（以下、「本製品」という）のデータ、図、表、およびその他の情報（以下、「本情報」という）は、本書発行時点のものであります。本情報は、改良などで予告なく変更することがあります。本製品を使用する際は、本情報が最新であることを弊社販売窓口を確認してください。
- 本製品は、一般電子機器（家電製品、事務機器、通信端末機器、計測機器など）の部品に使用されることを意図しております。本製品を使用する際は、納入仕様書に署名または記名押印のうえ、返却をお願いします。高い信頼性が要求される装置（輸送機器とその制御装置、交通信号制御装置、防災装置、防犯装置、各種安全装置など）に本製品を使用することを検討する際は、必ず事前にその使用の適否について弊社販売窓口へ相談いただき、納入仕様書に署名または記名押印のうえ、返却をお願いします。本製品は、極めて高い信頼性が要求される機器または装置（航空宇宙機器、原子力制御、その故障や誤動作が生命や人体に危害を及ぼす恐れのある医療機器（日本における法令でクラスⅢ以上）など）（以下「特定用途」という）に使用されることは意図されておられません。特定用途に本製品を使用したことでお客様または第三者に生じた損害などに関して、弊社は一切その責任を負いません。
- 本製品を使用するにあたり、本製品に他の製品や部材を組み合わせる際、あるいはこれらの製品に物理的、化学的、その他の何らかの加工や処理を施す際は、使用者の責任においてそのリスクを必ず検討したうえで行ってください。
- 弊社は、品質や信頼性の向上に努めていますが、半導体製品は、ある確率で欠陥や故障が発生することは避けられません。本製品が故障し、その結果として人身事故、火災事故、社会的な損害などが発生しないように、故障発生率やディレーティングなどを考慮したうえで、使用者の責任において、本製品が使用される装置やシステム上で、十分な安全設計および確認を含む予防措置を必ず行ってください。ディレーティングについては、納入仕様書および弊社ホームページを参照してください。
- 本製品は、耐放射線設計をしておりません。
- 本書に記載している回路定数、動作例、回路例、パターンレイアウト例、設計例、推奨例、本書に記載しているすべての情報、およびこれらに基づく評価結果などは、使用上の参考として示したものです。
- 本情報に起因する使用者または第三者のいかなる損害、および使用者または第三者の知的財産権を含む財産権とその他一切の権利の侵害問題について、弊社は一切その責任を負いません。
- 本情報を、文書による弊社の承諾なしに転記や複製することを禁じます。
- 本情報について、弊社の所有する知的財産権およびその他の権利の実施、使用または利用を許諾するものではありません。
- 使用者と弊社との間で別途文書による合意がない限り、弊社は、本製品の品質（商品性、および特定目的または特別環境に対する適合性を含む）ならびに本情報（正確性、有用性、および信頼性を含む）について、明示的か黙示的かを問わず、いかなる保証もしておりません。
- 本製品を使用する際は、特定の物質の含有や使用を規制する RoHS 指令など、適用される可能性がある環境関連法令を十分に調査したうえで、当該法令に適合するように使用してください。
- 本製品および本情報を、大量破壊兵器の開発を含む軍事用途やその他軍事利用の目的で使用しないでください。また、本製品および本情報を輸出または非居住者などに提供する際は、「米国輸出管理規則」や「外国為替及び外国貿易法」など、各国で適用される輸出管理法令などを遵守してください。
- 弊社物流網以外における本製品の落下などの輸送中のトラブルについて、弊社は一切その責任を負いません。
- 本書は、正確を期すために慎重に製作したのですが、本書に誤りがないことを保証するものではありません。万一、本情報の誤りや欠落に起因して、使用者に損害が生じた場合においても、弊社は一切その責任を負いません。
- 本製品を使用する際の一般的な使用上の注意は弊社ホームページを、特に注意する内容は納入仕様書を参照してください。
- 本書で使用されている個々の商標、商号に関する権利は、弊社を含むその他の原権利者に帰属します。