

センサレスベクトル制御搭載 SX68200M シリーズ
デモボード評価クイックスタートガイド

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	4
1. デモボード概要	5
2. デモボードの評価	8
2.1. Winding L_s の算出	8
2.2. 評価に必要な機器、ツールの準備	10
2.3. 機器の接続	12
2.4. モータの準備	14
3. FAQ	16
4. 商標について	16
注意書き	17

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。GUIを用いたパラメータの調整方法については、「デモボード評価、パラメータ調整ガイド (AN0009)」を参照してください。

SX68200M シリーズ特長

- Pb フリー (RoHS 対応)
- 正弦波電流波形 (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 (I²C 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

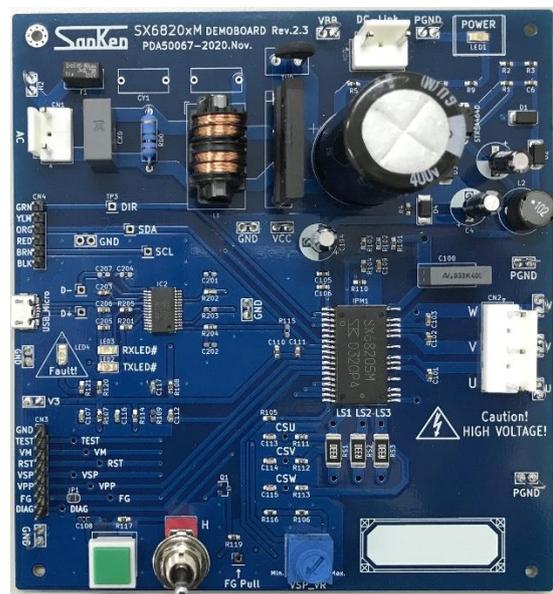
SX68200M シリーズパッケージ

SOP36

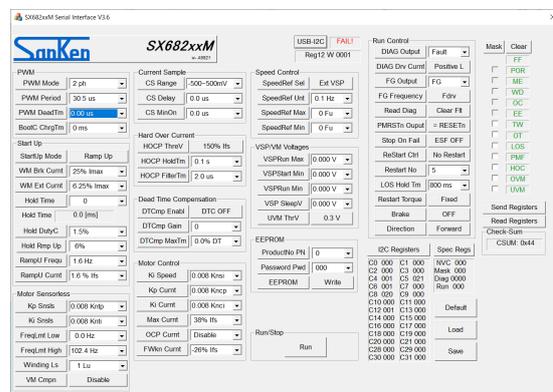


原寸大ではありません。

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
デモボード 1	SX68201M (250 V、2.0 A)	100 V 系	AC100 V	DC141 V	15 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	

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。

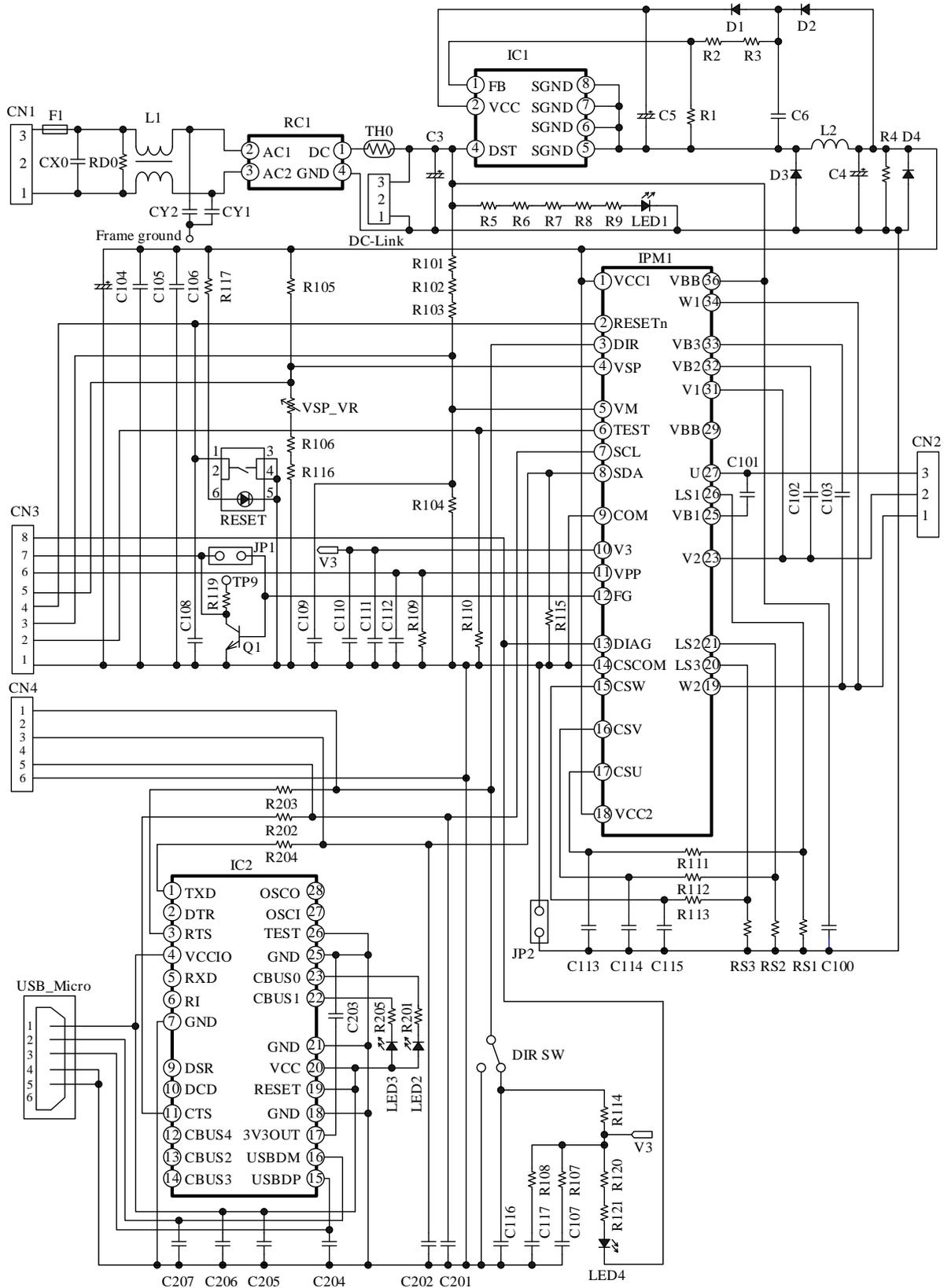


図 1-1 デモボード回路図

● 部品表

記号	部品名	定格	記号	部品名	定格
C3	Electrolytic	120 μ F, 400 V	R109*	General	Open
C4	Electrolytic	100 μ F, 25 V	R110	General	10 k Ω , 0.25 W
C5	Electrolytic	10 μ F, 50 V	R111	General	100 Ω , 0.25 W
C6	Ceramic	0.22 μ F, 50 V	R112	General	100 Ω , 0.25 W
C100	Film	0.047 μ F, 400 V	R113	General	100 Ω , 0.25 W
C101	Ceramic	1 μ F, 50 V	R114	General	10 k Ω , 0.25 W
C102	Ceramic	1 μ F, 50 V	R115	General	10 k Ω , 0.25 W
C103	Ceramic	1 μ F, 50 V	R116	General	2.2 k Ω , 0.25 W
C104	Electrolytic	100 μ F, 25 V	R117	General	Open
C105	Ceramic	1 μ F, 50 V	R119	General	3.3 k Ω , 0.25 W
C106	Ceramic	1 μ F, 50 V	R120	General	10 k Ω , 0.25 W
C107	Ceramic	100 pF, 50 V	R121	General	10 k Ω , 0.25 W
C108*	Ceramic	Open	R201	General	1 k Ω , 0.25 W
C109	Ceramic	0.1 μ F, 50 V	R202	General	100 Ω , 0.25 W
C110	Ceramic	1 μ F, 50 V	R203	General	Open
C111	Ceramic	0.1 μ F, 50 V	R204	General	100 Ω , 0.25 W
C112	Ceramic	0.1 μ F, 50 V	R205	General	1 k Ω , 0.25 W
C113	Ceramic	1000 pF, 50 V	RS1*	Metal plate	0.36 Ω , 1 W
C114	Ceramic	1000 pF, 50 V	RS2*	Metal plate	0.36 Ω , 1 W
C115	Ceramic	1000 pF, 50 V	RS3*	Metal plate	0.36 Ω , 1 W
C116	Ceramic	100 pF, 50 V	RD0	Metal plate	1 M Ω , 1 W
C117	Ceramic	100 pF, 50 V	TH0	Thermistor	10 Ω , 1800 mW
C201*	Ceramic	Open	VSP_VR	Trimmer	20 k Ω , 0.5 W
C202*	Ceramic	Open	D1	Fast recovery	200 V, 1 A
C203	Ceramic	0.1 μ F, 50 V	D2	Fast recovery	500 V, 1 A
C204	Ceramic	Open	D3	Fast recovery	500 V, 1 A
C205	Ceramic	1 μ F, 50 V	D4	Zener diode	1 W, Vz = 18.8 V (min.)
C206	Ceramic	0.1 μ 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 Ω , 0.25 W	LED3	LED	5 V, 30 mA
R2	General	47 k Ω , 0.25 W	LED4	LED	5 V, 30 mA
R3	General	4.7 k Ω , 0.25 W	RESET	Switch	TS-AGGNH-G
R4	General	4.7 k Ω , 0.25 W	DIR SW	Switch	1MS1-T2-B1-M1-Q-N-S
R5	General	33 k Ω , 0.25 W	USB_Micro	Micro USB Type-b connector	ZX62-B-5PA
R6	General	33 k Ω , 0.25 W	CN1	Connector	B2P3-VH 相当
R7	General	33 k Ω , 0.25 W	CN2	Connector	B3P5-VH 相当
R8	General	33 k Ω , 0.25 W	CN3	Pin header	2.54 mm ピッチ
R9	General	33 k Ω , 0.25 W	CN4	Pin header	2.54 mm ピッチ
R101	Metal plate	1 M Ω , 0.25 W	DC-Link	Connector	B2P3-VH 相当
R102	Metal plate	1 M Ω , 0.25 W	RC1	Bridge diode	D3SBA60
R103	Metal plate	1 M Ω , 0.25 W	Q1	NPN transistor	Open
R104	Metal plate	10 k Ω , 0.25 W	IPM1	IC	SX68200M シリーズ
R105	General	47 k Ω , 0.25 W	IC1	IC	STR5A464D
R106	General	5.6 k Ω , 0.25 W	IC2	IC	FT232RL
R107	General	10 k Ω , 0.25 W	JP1	Jumper	Short
R108	General	10 k Ω , 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、初めて供試用モータをデモボードで回転させるまでの手順を示します。

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。

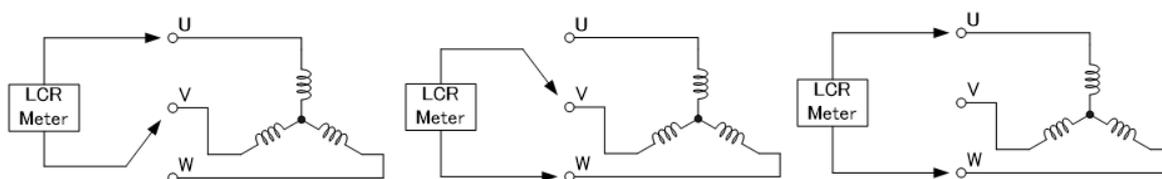


図 2-1 線間インダクタンスの測定

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 URL の計算ツールで計算できます。

URL : https://www.semicon.sanken-ele.co.jp/calc-tool/windingls_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"/>	μ 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"/>	Ω 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=""/>	μ H
<参考値>		
最大電流範囲 I_{FS} :	<input type="text" value=""/>	A
最大運転電流 I_{MX} :	<input type="text" value=""/>	A GUIのMax Curnt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

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 PWM Period は GUI の初期値 (CS Range = 0.5 V、PWM Period = 58.9 μ s) で計算してください。GUI および計算方法の詳細については、「デモボード評価、パラメータ調整ガイド (AN0009)」を参照してください。

本計算結果を 2.4 項で設定します。

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
絶縁保護装置	型名：114991949 会社名：Seeed Studio URL： https://www.mouser.jp/ProductDetail/Seeed-Studio/114991949?qs=P1JMDcb91o6Z7ld6yCt%2FVQ==	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： https://strawberry-linux.com/catalog/items?code=15043	
モータ		必須
制御用パソコン	OS：Windows 7 以降	必須
オシロスコープ		必須

● 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>

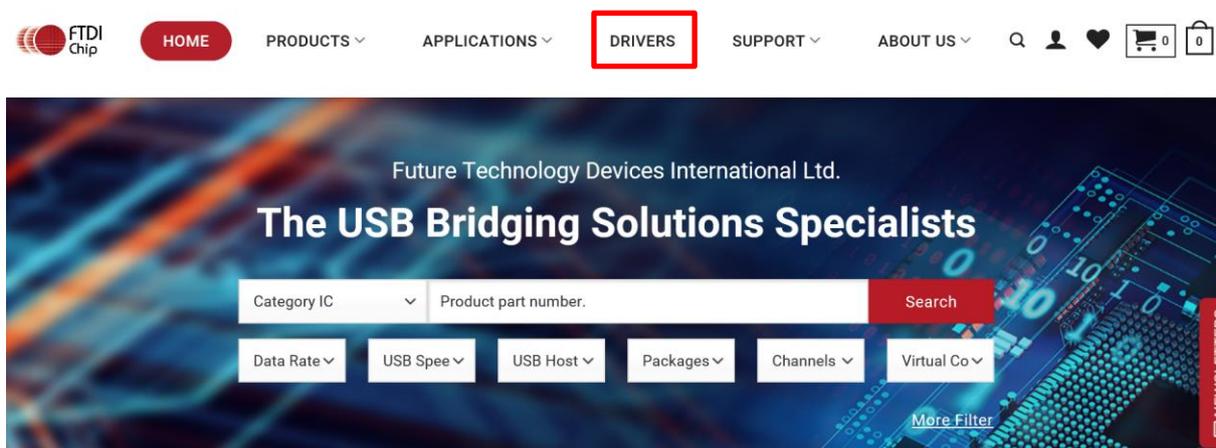
● FTDI ドライバのダウンロード

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。

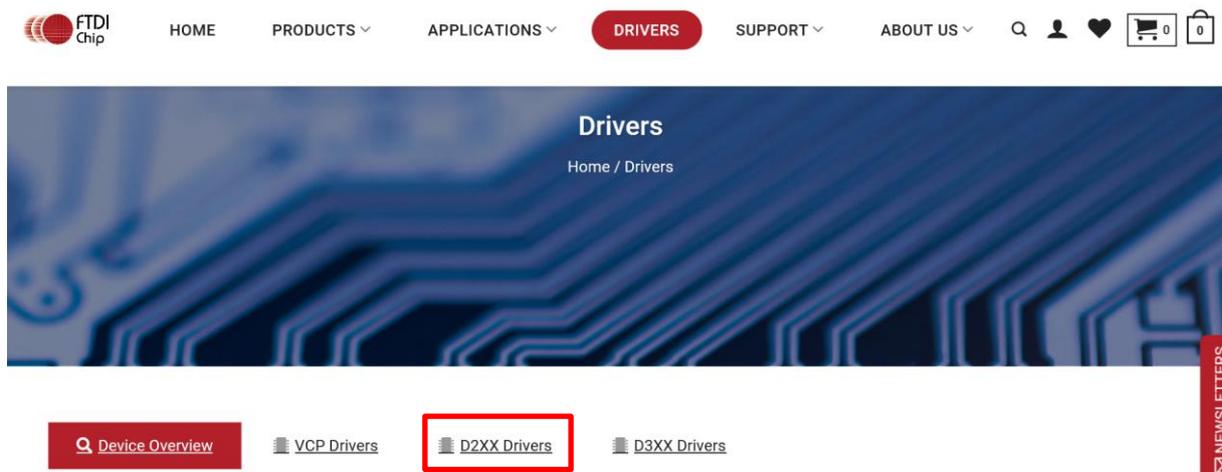
- 1) FTDI 社の Web サイトにアクセスする

URL：<https://ftdichip.com/>

- 2) [DRIVERS] をクリックする



- 3) [D2XX.Drivers] をクリックする



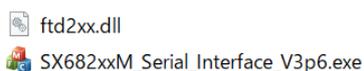
- 4) 「2.12.28」 をクリックする

Currently Supported D2XX Drivers:

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

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



.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 ケーブルで接続する

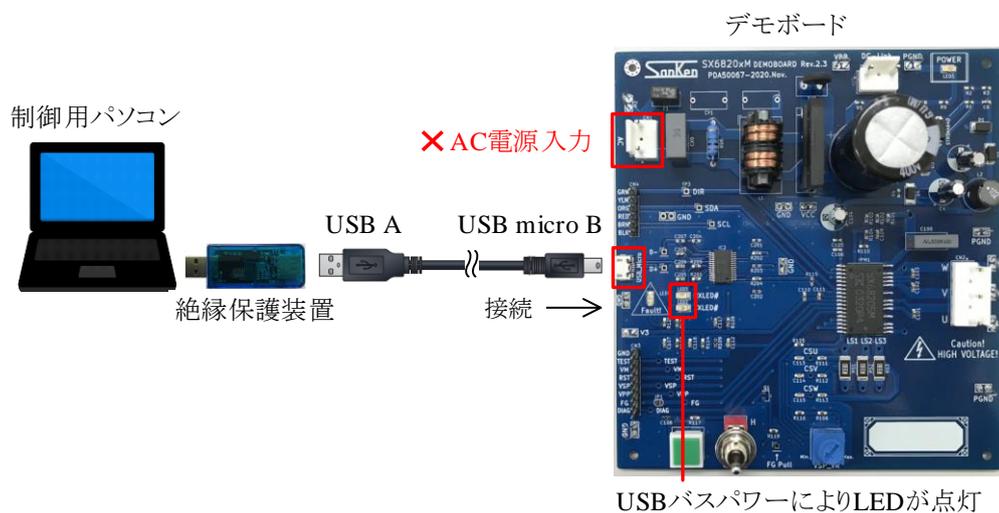
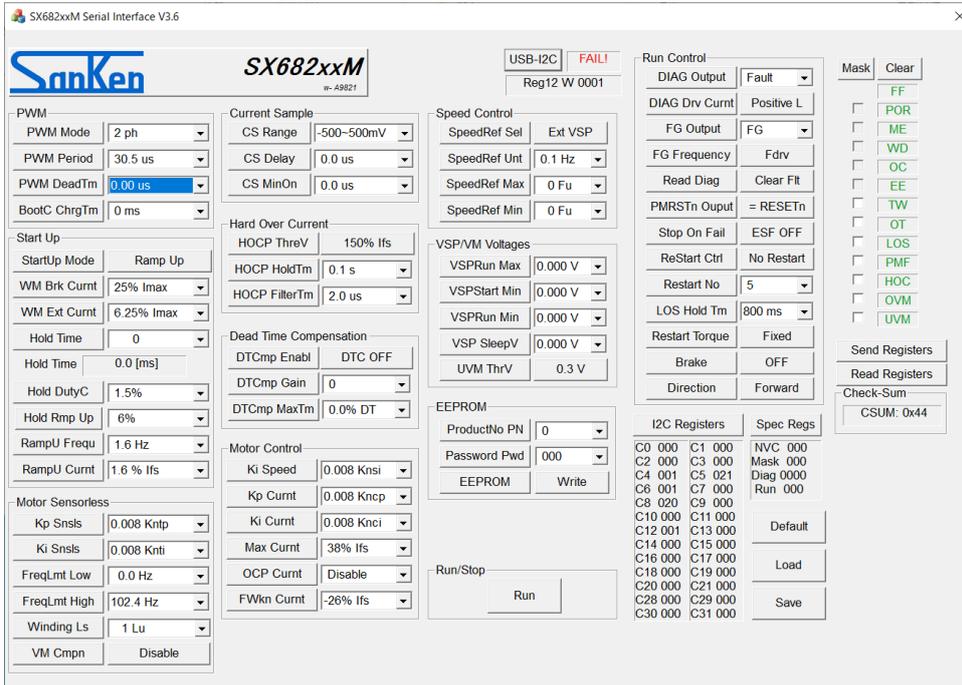
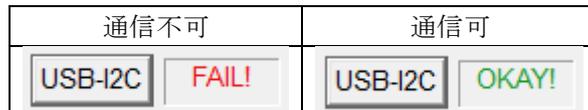


図 2-3 USB ケーブルでの接続

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



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。

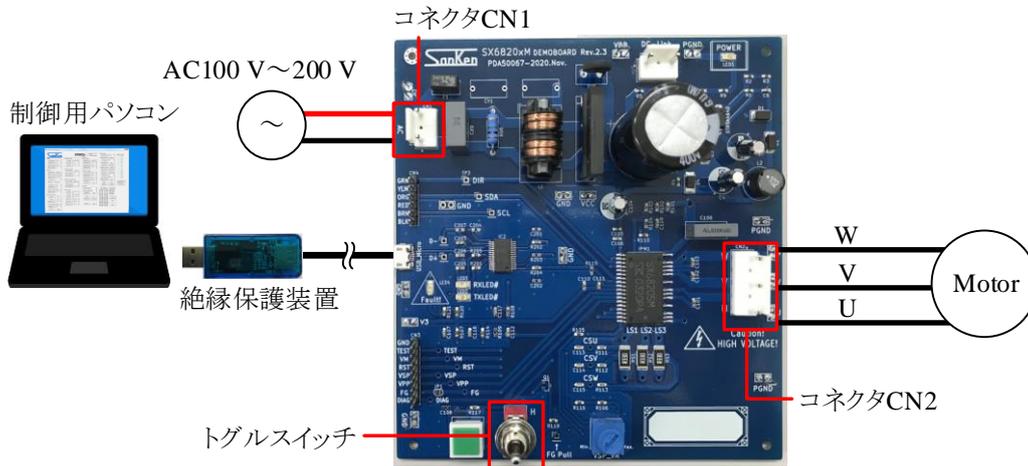
- 制御用パソコンと IC のインターフェースである FT232 ドライバがダウンロードされていない。
- .dll ファイルと“SX682xxM_Serial_Interface_V3p6.exe”ファイルが同階層に配置されていない。

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

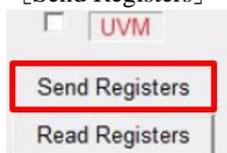
- 6) [Motor Snesorless] グループボックスの [Winding Ls] リストから数値を設定する
2.1 項で計算した値を設定します。

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. 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。

4. 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。