

コードレス電動工具向けインバーター回路

リファレンスガイド

RD252-RGUIDE-01

東芝デバイス&ストレージ株式会社

目次

1. はじめに	3
2. 仕様と外観	4
2.1. 仕様.....	4
2.2. ブロック図	4
2.3. 外観と部品配置	5
3. 回路図、部品表、PCB パターン図	8
3.1. 回路図.....	8
3.2. 部品表.....	8
3.3. PCB パターン図	8
4. 各部の名称と機能	10
4.1. モーター接続部 (J9,J10,J11)	10
4.2. 電源接続部 (J1,J2,J3,J4)	10
4.3. 外部 MCU 接続端子 (JP1)	11
5. 動作説明	12
5.1. 起動手順	12
5.2. 停止手順	12
6. 使用時の注意事項 (感電ややけどなどを防ぐために)	13

1. はじめに

本リファレンスガイド（以下、本ガイド）では、コードレス電動工具向けインバーター回路のリファレンスデザイン（以下、本デザイン）の仕様、動作手順について説明します。

近年、電動工具市場は発展途上国のインフラ拡大や日曜大工（DIY）愛好家の増加によって、手動工具の売り上げを上回って大きく伸長しています。また、近年の電動工具では、バッテリー技術の進歩によって、軽量化、高効率化、1回の充電での長動作時間対応が進んだことで、商用電源を用いるコード式からコードレス式へ移行が進み、使い勝手や携帯性、安全性が向上しています。また、使用されるモーターもブラシ付きモーターから高出力かつ高効率なブラシレスDCモーター（以下、BLDCモーター）が増えつつあります。これらコードレス電動工具では、バッテリーの電気的エネルギーを効率よく機械的エネルギーに変換するモーターと、その駆動回路の設計が重要です。

今般当社では、バッテリー容量に限りがあり小型・高効率が要求されるコードレス電動工具向けのモーター駆動回路のリファレンスデザインを開発しました。本デザインでは、モーター印加電圧（バッテリー電圧）を上げて高出力化を実現するモデルにも対応できるように、18V Liイオンバッテリー向けのType1に加え、36V Liイオンバッテリー向けのType2の2種類の回路を用意しています。

各種保護機能を内蔵しSPI通信でゲート駆動能力などの調整が可能な3相ゲートドライバーIC [TB67Z833SFTG](#)を使用し、6個のSOP Advanceパッケージ（5mm × 6mm）パワーMOSFETを駆動する回路を、55mm × 55mmの小型基板サイズ上で実現しました。Type1は40V耐圧の[TPH1R204PB](#)、Type2は80V耐圧の[TPH2R408QM](#)と、いずれも低オン抵抗を実現した当社最新世代のパワーMOSFETを搭載し、小型・高効率に貢献しています。電流検出はTB67Z833SFTG内蔵オペアンプを使用し、過電流保護はコンパレータ[TC75W58FU](#)を使用し実現しています。

本デザインは、外部MCUなどによる制御を想定した構成です。モーター電流検出は3シャント方式を採用しており、センサーレス制御にも対応可能です。また、基板上のソルダージャンパー切り替えにより、1シャント方式の構成とすることも可能です。実際の応用に適した制御方式、電流検出方式で本デザインをご活用願います。

2. 仕様と外観

2.1. 仕様

本デザイン的主要仕様を表 2.1 に示します。

表 2.1 本デザインの仕様

ボード	Type1 18V バッテリー向け	Type2 36V バッテリー向け	
項目	値		単位
出力電力	200	400	W
入力電圧	12~24	24~48	V
平均電流	±20	±20	A
最大ピーク電流	±40	±40	A
スイッチング周波数	20	20	kHz
電流検出方法	3 シャント方式 / 1 シャント方式		
基板サイズ	55mm x 55mm		
基板層構成	FR-4 2.0mm 厚、2 層構成 銅箔厚 105μm		

2.2. ブロック図

本デザインのブロック図を図 2.1 に示します。

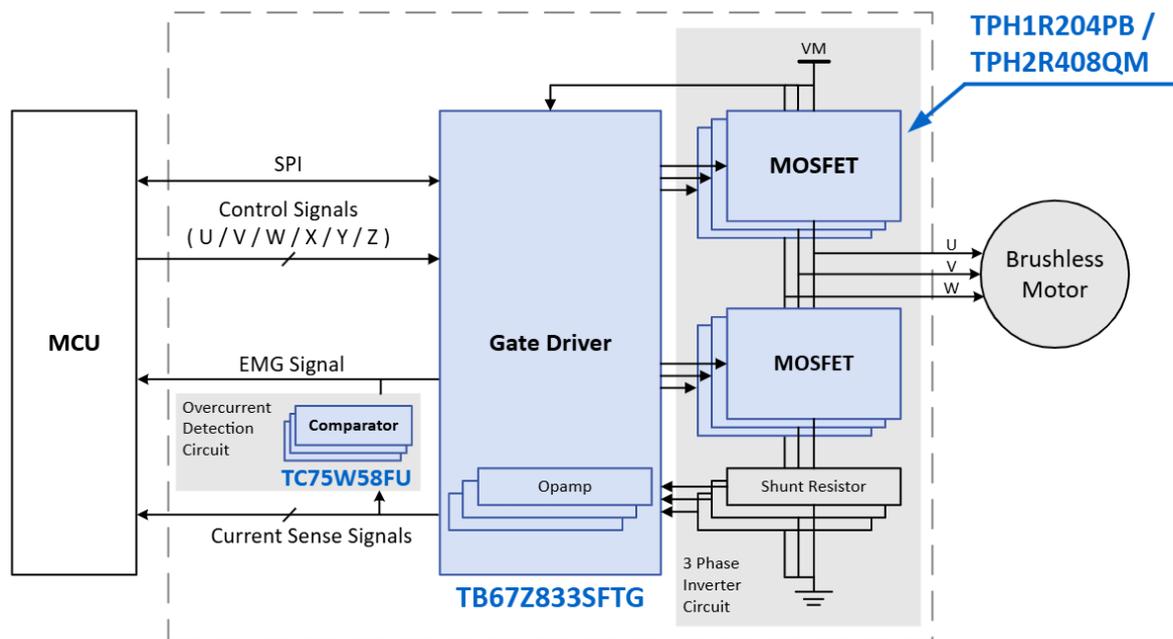


図 2.1 本デザインのブロック図

外部 MCU からの制御信号を受けた TB67Z833SFTG が、U、V、W 各相に配置した合計 6 個の MOSFET を駆動し、ブラシレスモーターを制御します。異常検知時には、EMG (Emergency) 信号を外部 MCU へ出力します。

2.3. 外観と部品配置

本デザインの外観を図 2.2～2.4 に示します。主要部品の配置を図 2.5、図 2.6 に示します。

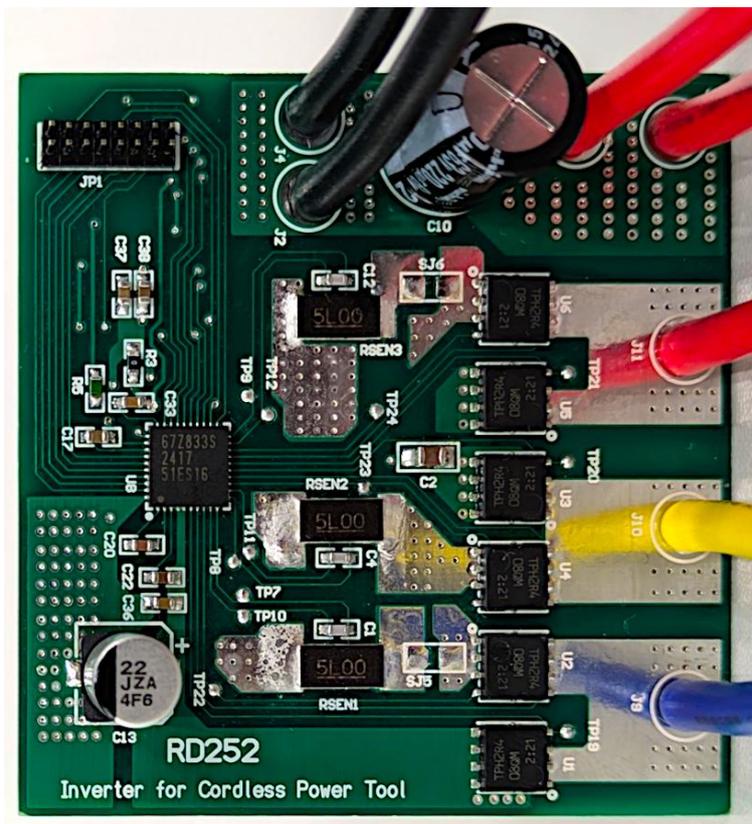


図 2.2 基板表面

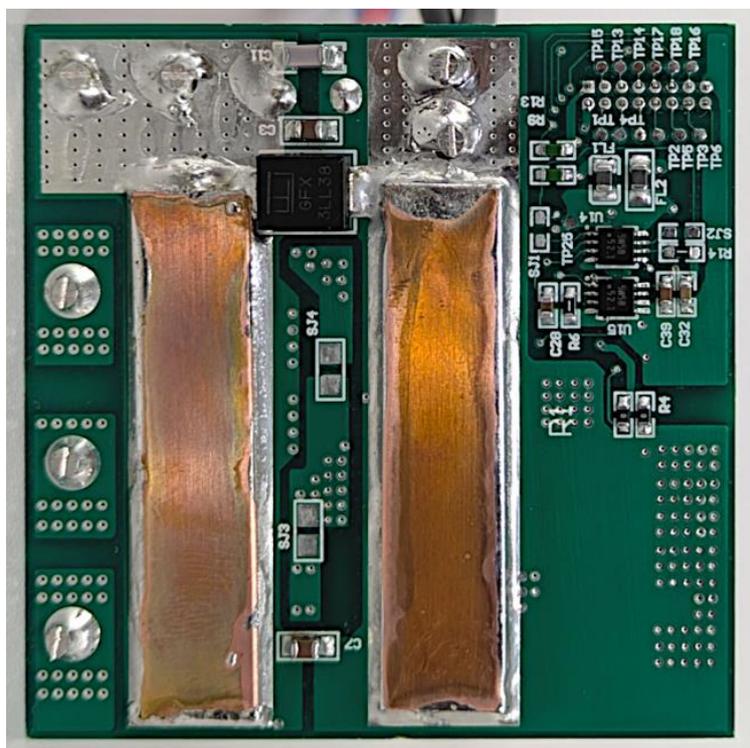


図 2.3 基板裏面

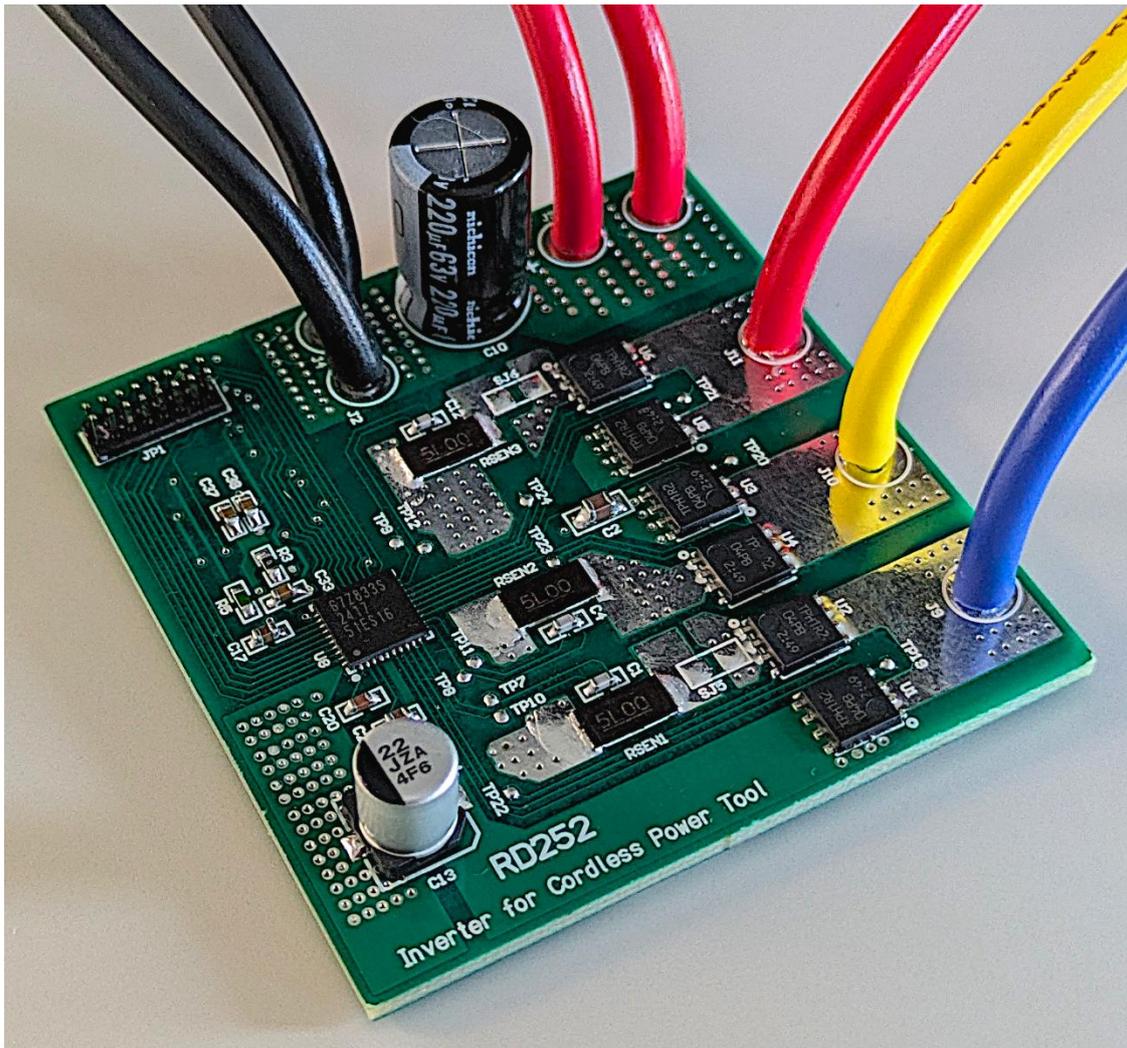


图 2.4 基板外觀

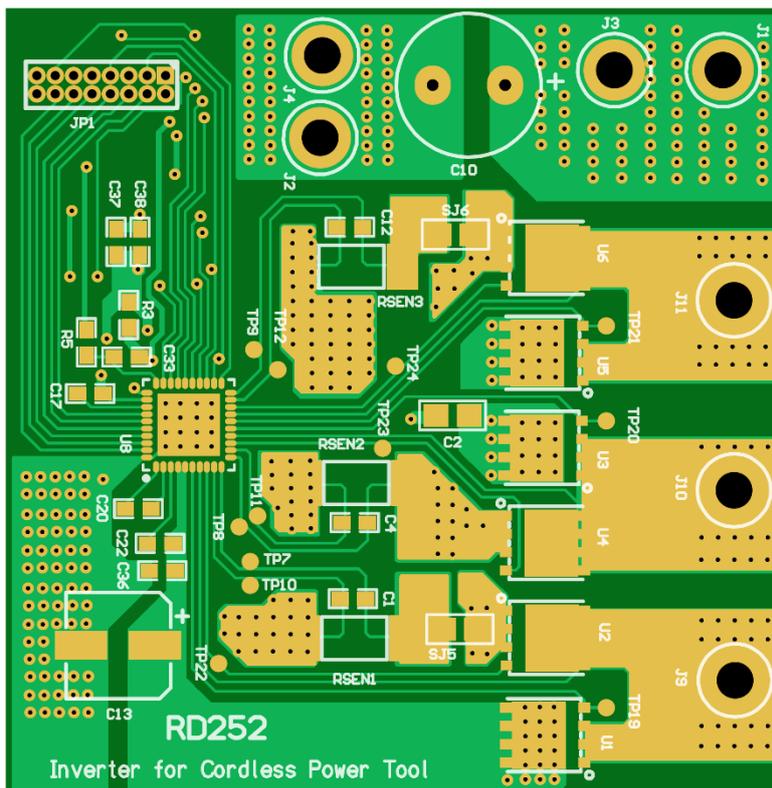


图 2.5 主要部品配置 (表面)

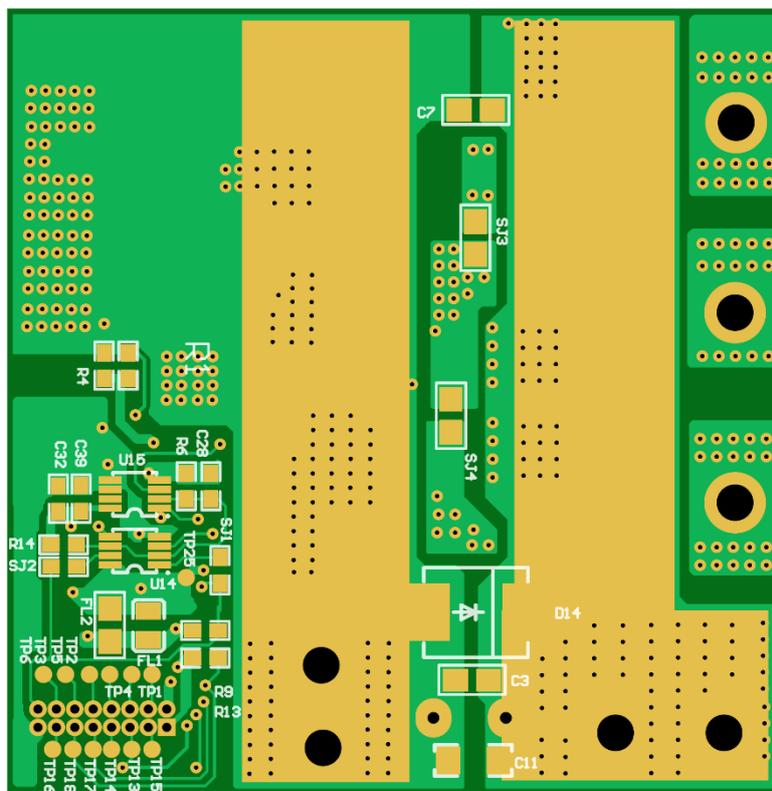


图 2.6 主要部品配置 (裏面)

3. 回路図、部品表、PCB パターン図

3.1. 回路図

以下のファイルを参照ください。

Type1 : RD252-SCHEMATIC1-xx.pdf

Type2 : RD252-SCHEMATIC1-xx.pdf

(xx はレビジョン番号)

3.2. 部品表

以下のファイルを参照ください。

Type1 : RD252-BOM1-xx.pdf

Type2 : RD252-BOM2-xx.pdf

(xx はレビジョン番号)

3.3. PCB パターン図

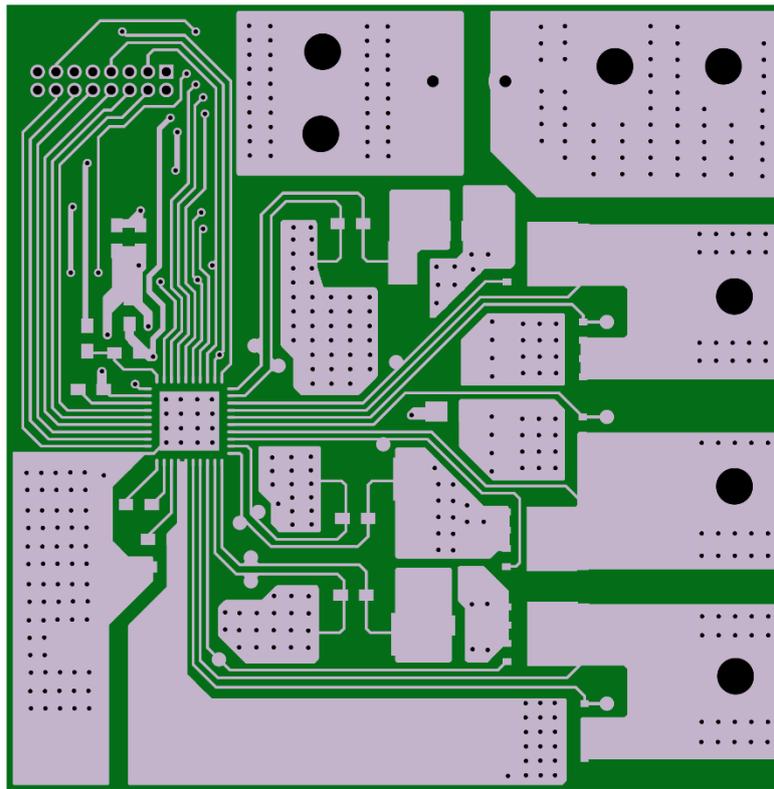
本デザインの PCB パターン図を図 3.1 に示します。

以下のファイルも参照ください。

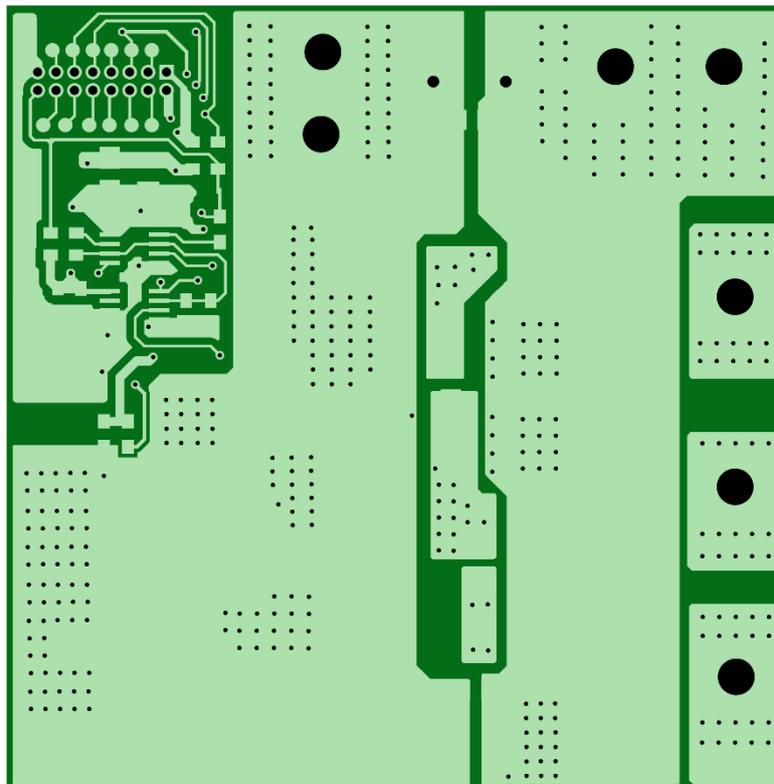
Type1 : RD252-LAYER1-xx.pdf

Type2 : RD252-LAYER2-xx.pdf

(xx はレビジョン番号)



<レイヤー-1>



<レイヤー-2>

図 3.1 PCB パターン図 (Top View)

4. 各部の名称と機能

4.1. モーター接続部 (J9,J10,J11)

ブラシレスモーター各相と接続する部分です。J9 を U 相、J10 を V 相、J11 を W 相に接続します。使用するケーブルはモーター電流に対して余裕をもった定格の物を使用願います。

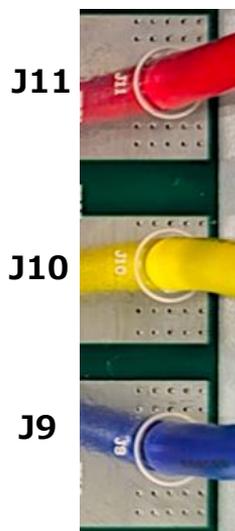


図 4.1 モーター接続部

4.2. 電源接続部 (J1,J2,J3,J4)

直流電源 (VM) と接続する部分です。J1、J3 を電源のプラスに、J2、J4 を電源のマイナス (GND) に接続します。使用するケーブルは必要電流に対して余裕をもった定格の物を使用願います。

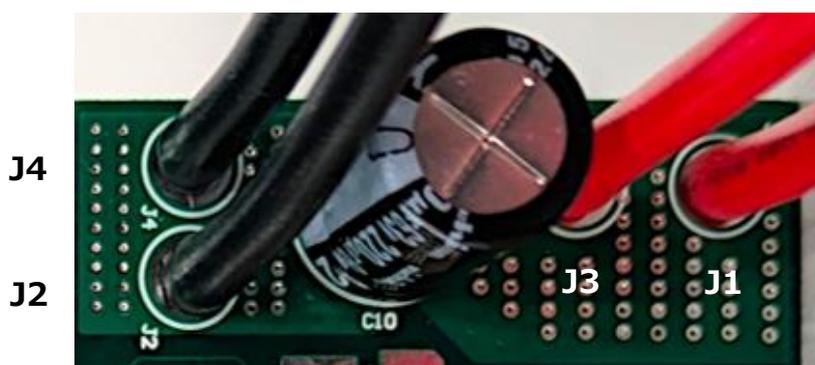


図 4.2 電源接続部

4.3. 外部 MCU 接続端子 (JP1)

モーター制御のための外部 MCU を接続する端子です。M50-3500842 (Harwin) を使用しています。本デザインで使用する 5V 電源も本端子経由で供給します。

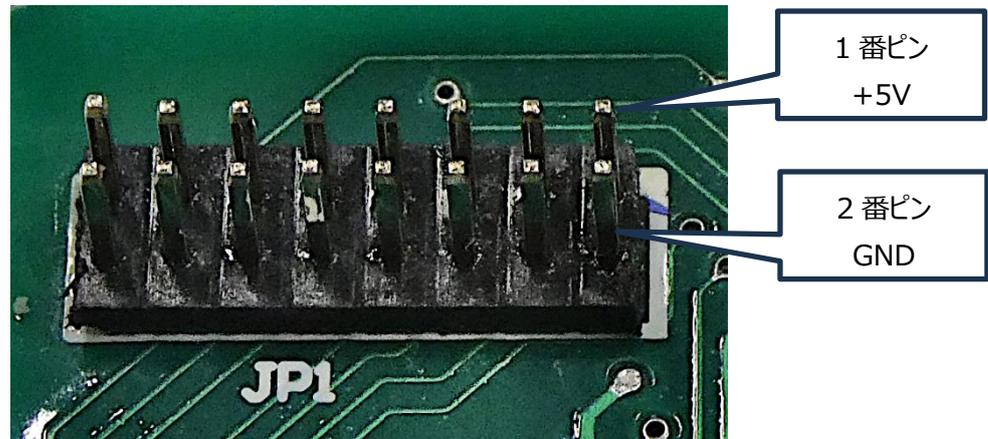


図 4.3 外部 MCU 接続端子

表 4.1 外部 MCU 接続端子

番号	名称	I/O	説明
1	+5V	In	外部 5V 電源 (+)
2	GND	-	GND (外部 5V 電源 (-))
3	AINB10	Out	TB67Z833SFTG 内蔵アンプ出力 (U 相)
4	U0	In	ハイサイドゲート制御信号 (U 相)
5	AINB12	Out	TB67Z833SFTG 内蔵アンプ出力 (V 相)
6	X0	In	ローサイドゲート制御信号 (U 相)
7	AINB11	Out	TB67Z833SFTG 内蔵アンプ出力 (W 相)
8	V0	In	ハイサイドゲート制御信号 (V 相)
9	SDI	In	シリアル通信 データ入力
10	Y0	In	ローサイドゲート制御信号 (V 相)
11	SDO	Out	シリアル通信 データ出力
12	W0	In	ハイサイドゲート制御信号 (W 相)
13	SCLK	In	シリアル通信 クロック入力
14	Z0	In	ローサイドゲート制御信号 (W 相)
15	AGND	-	アナログ GND
16	EMG [※]	Out/In	異常検知信号/シリアル通信 チップセレクト

※：16 番ピン (EMG) は、過電流検知用コンパレーターの出力と TB67Z833SFTG のフラグ信号出力が OR 接続された EMG 信号を出力する端子と、TB67Z833SFTG のシリアル通信のチップセレクト信号を入力する端子とを共用しています。外部 MCU からこの端子の状態を読み込むと、EMG 信号の状態がわかります。また外部 MCU からこの端子にローを入力すると SPI 通信が有効となります。外部 MCU からこの端子にハイを入力すると EMG 信号の状態によっては電源-GND 間が短絡となることがありますので、外部 MCU からこの端子にハイは入力しないでください。

5. 動作説明

5.1. 起動手順

本デザインでモーター起動させるための標準的な手順を以下に示します。

- ブラシレスモーターをJ9、J10、J11に接続します
- VM用電源をJ1～J4に接続します
- 外部MCUと5V電源をJP1に接続します
- VM用電源、5V電源をオンします
- TB67Z833SFTG とSPI通信を行い、各種レジスターを設定します
- 外部MCUによりモーターを駆動します

5.2. 停止手順

本デザインでモーターを停止させるための標準的な手順を以下に示します。

- 外部MCUによりモーターを停止します
- VM用電源、5V電源をオフします

6. 使用時の注意事項（感電ややけどなどを防ぐために）

本デザインの使用時には以下の点について特に注意してください。

- 電源を印加する前に電源が正しい極性で接続されているか確認してください。
- 電源停止後基板に触る際は、コンデンサーが十分に放電しているか確認してください。
- 動作確認の際は、安全のために基板およびモーターをアクリルケースなどでカバーしてください
- MOSFETなどの素子は動作中に発熱しますので、やけどに注意してください。

ご利用規約

本規約は、お客様と東芝デバイス&ストレージ株式会社（以下「当社」といいます）との間で、当社半導体製品を搭載した機器を設計する際に参考となるドキュメント及びデータ（以下「本リファレンスデザイン」といいます）の使用に関する条件を定めるものです。お客様は本規約を遵守しなければなりません。

第1条 禁止事項

お客様の禁止事項は、以下の通りです。

1. 本リファレンスデザインは、機器設計の参考データとして使用されることを意図しています。信頼性検証など、それ以外の目的には使用しないでください。
2. 本リファレンスデザインを販売、譲渡、貸与等しないでください。
3. 本リファレンスデザインは、高温・多湿・強電磁界などの対環境評価には使用できません。
4. 本リファレンスデザインを、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用しないでください。

第2条 保証制限等

1. 本リファレンスデザインは、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
2. 本リファレンスデザインは参考用のデータです。当社は、データ及び情報の正確性、完全性に関して一切の保証をいたしません。
3. 半導体素子は誤作動したり故障したりすることがあります。本リファレンスデザインを参考に機器設計を行う場合は、誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。また、使用されている半導体素子に関する最新の情報（半導体信頼性ハンドブック、仕様書、データシート、アプリケーションノートなど）をご確認の上、これに従ってください。
4. 本リファレンスデザインを参考に機器設計を行う場合は、システム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断して下さい。当社は、適用可否に対する責任を負いません。
5. 本リファレンスデザインは、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証又は実施権の許諾を行うものではありません。
6. 当社は、本リファレンスデザインに関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をせず、また当社は、本リファレンスデザインに関する一切の損害（間接損害、結果的損害、特別損害、付随的損害、逸失利益、機会損失、休業損害、データ喪失等を含むがこれに限らない。）につき一切の責任を負いません。

第3条 契約期間

本リファレンスデザインをダウンロード又は使用することをもって、お客様は本規約に同意したものとみなされます。本規約は予告なしに変更される場合があります。当社は、理由の如何を問わずいつでも本規約を解除することができます。本規約が解除された場合は、お客様は本リファレンスデザインを破棄しなければなりません。さらに当社が要求した場合には、お客様は破棄したことを証する書面を当社に提出しなければなりません。

第4条 輸出管理

お客様は本リファレンスデザインを、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事用途の目的で使用してはなりません。また、お客様は「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守しなければなりません。

第5条 準拠法

本規約の準拠法は日本法とします。

第6条 管轄裁判所

本リファレンスデザインに関する全ての紛争については、別段の定めがない限り東京地方裁判所を第一審の専属管轄裁判所とします。