

**DC300 V 入力
ブラシレス DC モーターセンサーレス駆動回路
(TPD4164F 適用)**

リファレンスガイド

RD179b-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 | 4 |
| 2.1. 回路ブロック図 | 4 |
| 2.2. 外観と部品配置..... | 5 |
| 3. 回路図、部品表、PCB パターン図 | 7 |
| 3.1. 回路図 | 7 |
| 3.2. 部品表 | 7 |
| 3.3. PCB パターン図..... | 7 |
| 4. リファレンス回路の動作説明 | 9 |
| 4.1. 各部の名称と機能 | 9 |
| 4.1.1. シャント方式設定ソルダージャンパー (SJP1, SJP2, SJP3, SJP4) | 9 |
| 4.1.2. モーター電源入力端子(J1) | 9 |
| 4.1.3. モーター接続端子(J2) | 10 |
| 4.1.4. 制御電源入力端子(J3, J10) | 10 |
| 4.1.5. スイッチとLED(S_SW1~4, LED1~3, LEDP1~2) | 11 |
| 4.1.6. ポテンシオメーター(VR1)..... | 12 |
| 4.1.7. 外部 MCU 接続コネクタ(J7) | 13 |
| 4.1.8. 外部 DAC 接続コネクタ(J4)..... | 13 |
| 4.1.9. デバッガコネクタ(J5)..... | 14 |
| 4.2. 動作確認 | 15 |
| 4.2.1. 準備..... | 15 |
| 4.2.2. 動作方法..... | 15 |
| 4.2.3. 異常検出時の動作..... | 15 |
| 4.3. 使用時の注意事項 | 15 |

1. はじめに

本リファレンスガイド（以下、本ガイド）ではDC300 V入力ブラシレスDCモーターセンサーレス駆動回路（以下、本リファレンス）の仕様、動作手順について解説します。

エアコンなどの室内機ファンでは一般的にDC300 V程度の入力でブラシレスモーターが駆動されています。以前のモーター駆動はホールセンサー等を用いた矩形波通電によるモーター駆動が主流でしたが、近年はシステムの低コスト化、高効率化、モーター静音化などの要求をうけ、ホールセンサーを使用せず、ベクトル制御を用いてセンサーレスでの正弦波通電によるモーター駆動が行われるようになってきました。

本リファレンスでは、モーター制御用にマイクロコントローラー[TMPM374FWUG](#)を使用し、センサーレスベクトル制御を実現しています。

またモーター駆動用に三相インバーター用スイッチとゲートドライバーを小型のワンパッケージ上で実装したインテリジェントパワーデバイスを使用しています。本リファレンスでは[TPD4164F](#) (IGBT内蔵タイプ, 耐圧600 V、最大出力電流 2.0 A、HSSOP31パッケージ)を使用し、高効率かつコンパクトな基板実装によるモーター駆動を実現しています。

2. 仕様

表 2.1 に本リファレンス回路の主な仕様を記載します。

表 2.1 DC300 V 入力ブラシレス DC モーターセンサーレス駆動回路仕様

| 項目 | 仕様 |
|------------------------------|---|
| モーター電源入力 | DC 120 V to 340 V |
| 制御電源入力 | DC 15 V, DC 5 V |
| モーター駆動最大電流 (1 相あたり) | 2.0 A |
| モーター駆動方式 | センサーレスベクトル制御 (速度制御) |
| スイッチング周波数 | 15.625 kHz (ソフトウェアで変更可能) |
| MCU 制御方式 | 単体 MCU 制御 あるいは 外部 MCU 制御 |
| 冷却方式 | 自然空冷 |
| 保護機能 | モーター電源入力過電流 (ヒューズ 10 A) モーター出力過電流 (各相あたり約 2.9 A) |
| 基板サイズ (アクセサリ基板部含む) | 130 x 85 x 53.4 mm |
| 基板層構成 | 両面 2 層、銅箔厚 70 μ m |
| 入出力インターフェース (アクセサリ基板部に実装) | 状態表示用 赤色 LED \times 3 状態設定用 DIP スイッチ \times 4 速度設定用ポテンショメーター \times 1 SWD 入出力 \times 1 |

2.1. 回路ブロック図

図 2.1 に本リファレンスのブロック図を記載します。

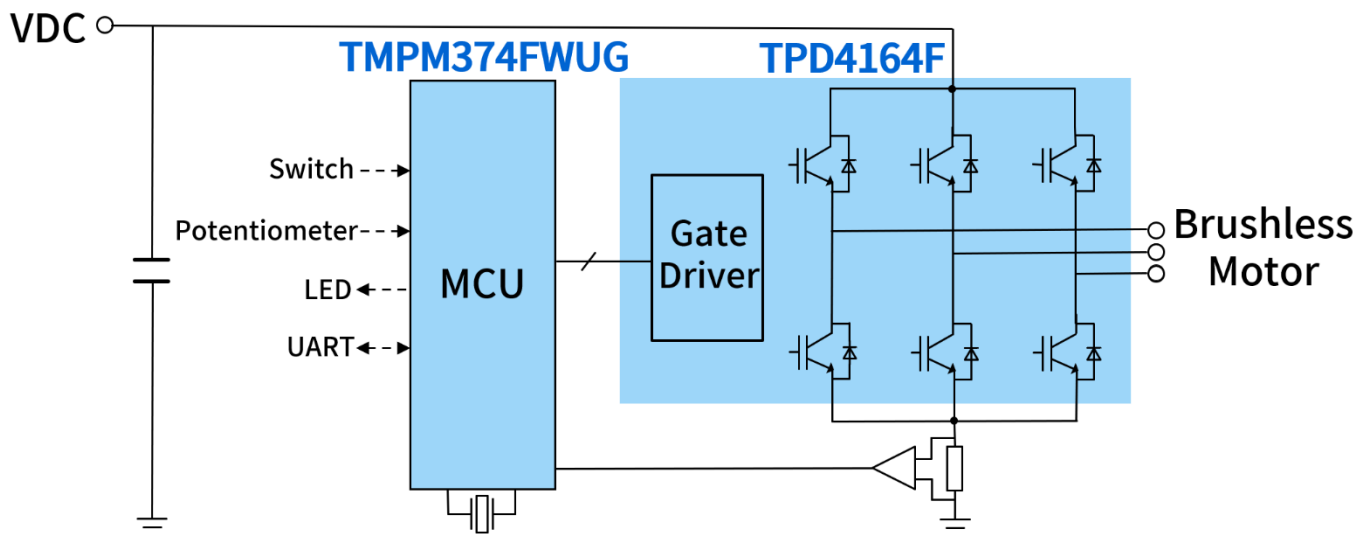


図 2.1 DC300 V 入力ブラシレス DC モーターセンサーレス駆動回路ブロック図

2.2. 外観と部品配置

本リファレンス外観を図 2.2 に、主要部品配置を図 2.3、図 2.4 にそれぞれ示します。

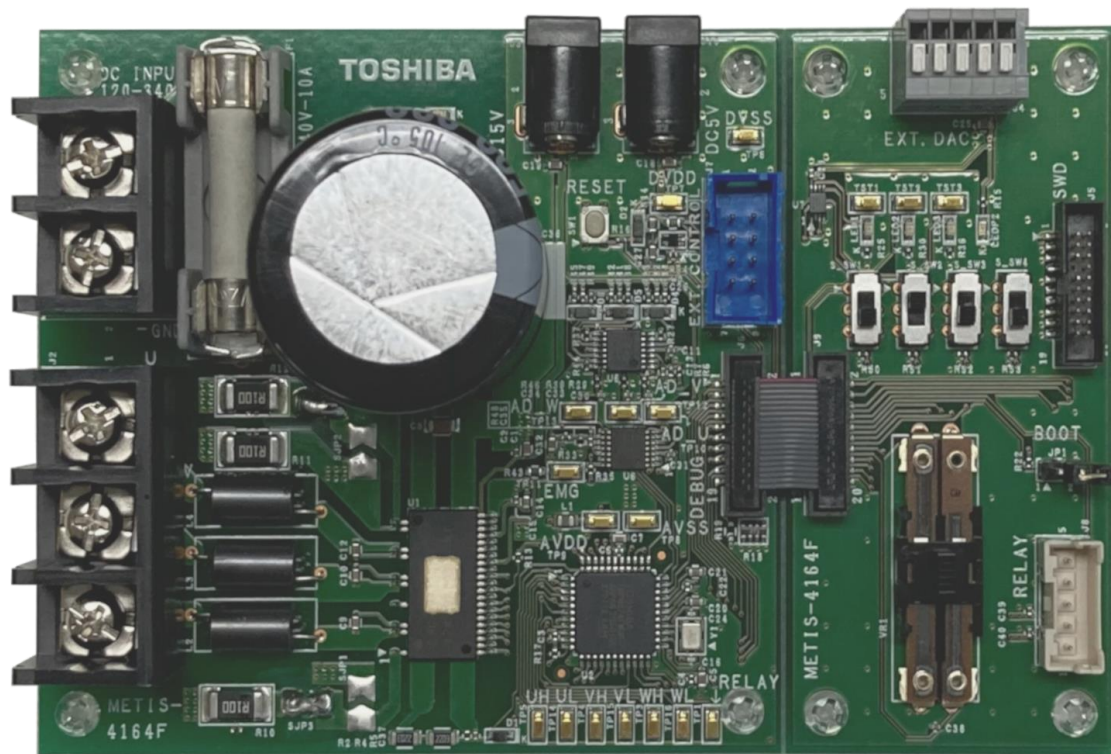


図 2.2 DC300 V 入カブラシレス DC モーターセンサーレス駆動回路
基板正面図(RD179-1)

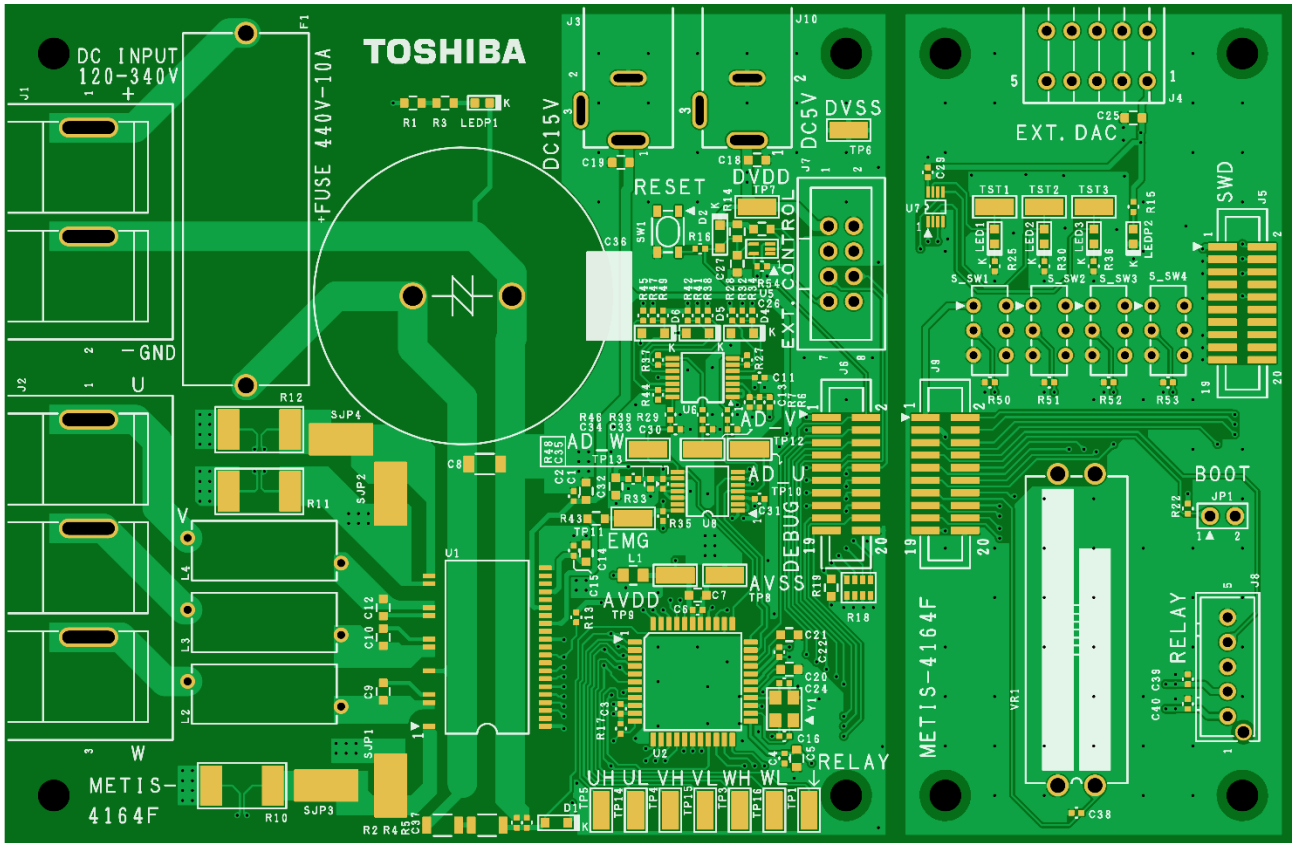


図 2.3 主要部品配置 (RD179-1, Front 側)

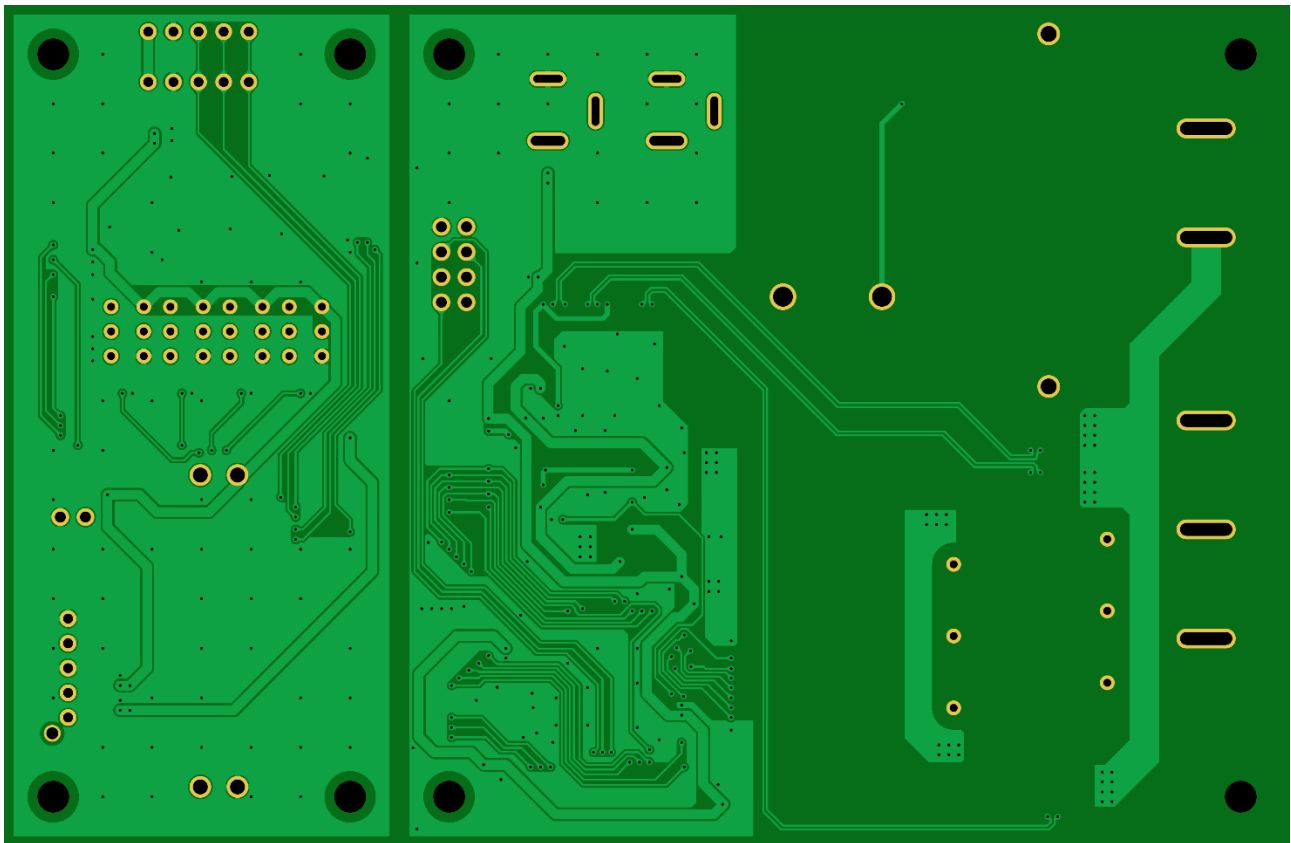


図 2.4 主要部品配置 (RD179-1, Back 側)

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。

RD179-1(TPD4164F搭載) RD179-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。

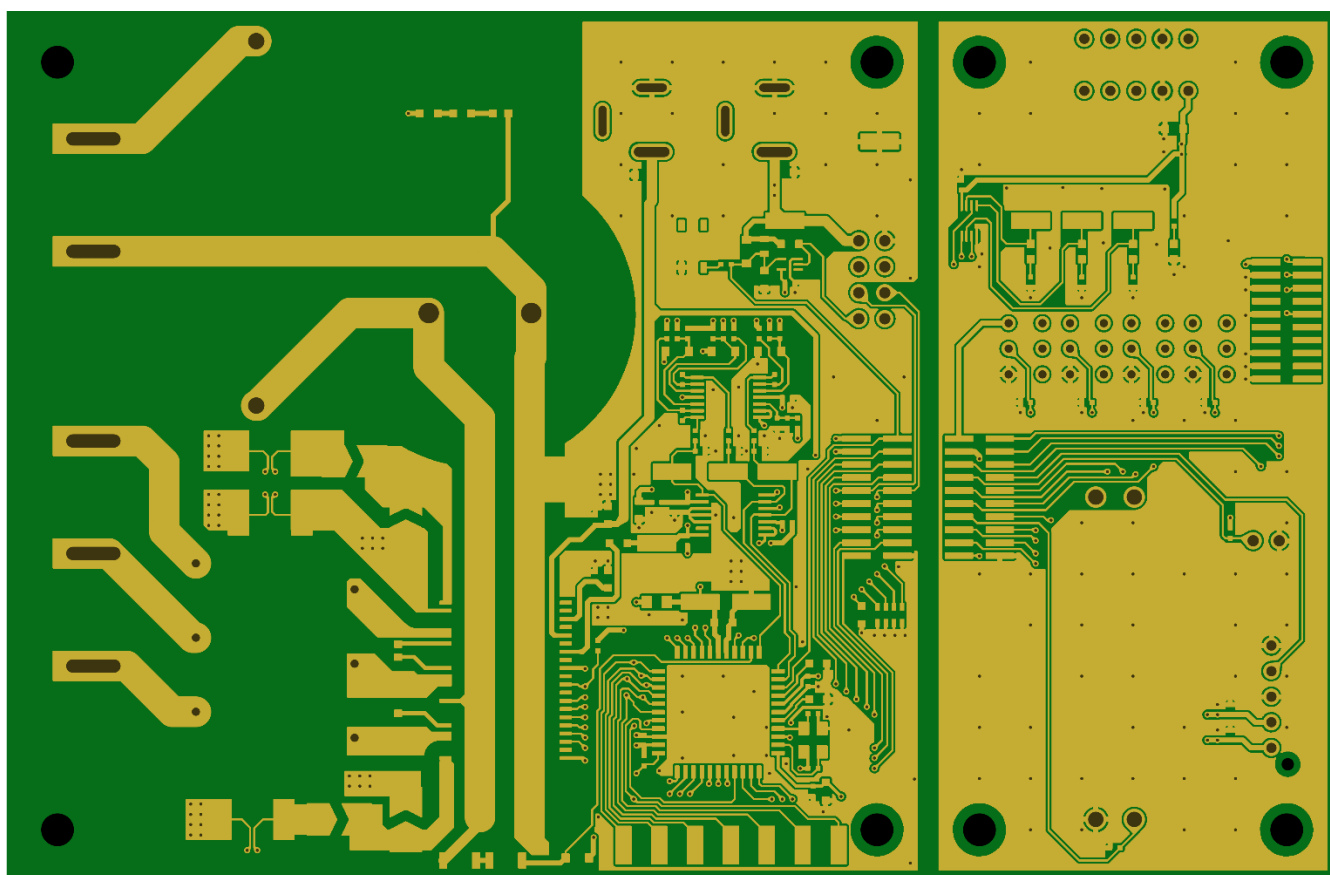
RD179-1(TPD4164F搭載) RD179-BOM1-xx.pdf
(xxはレビジョン番号)

3.3. PCB パターン図

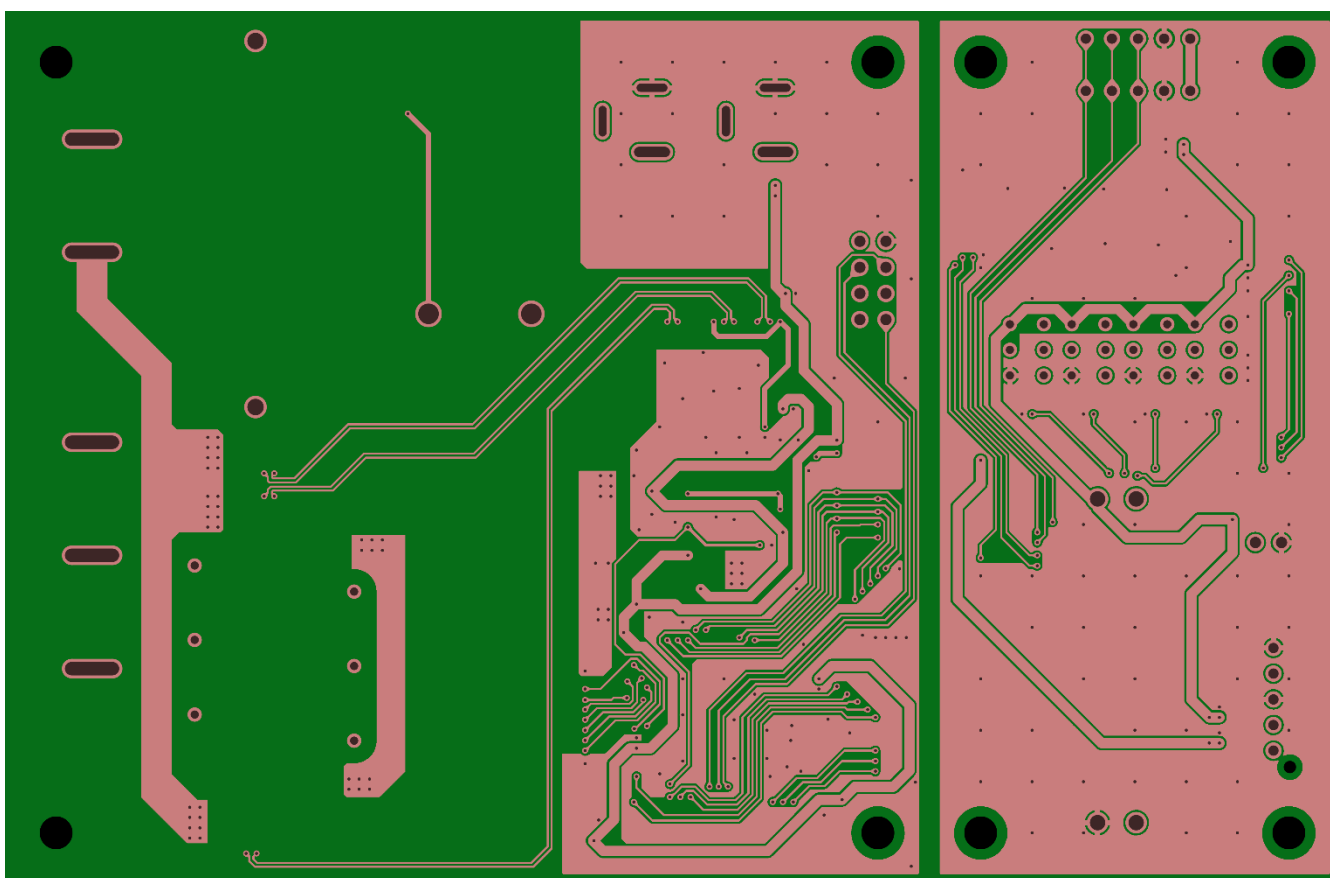
図3.1に本リファレンスのパターン図を示します。

以下のファイルも参照ください。

RD179-1(TPD4164F搭載) RD179-LAYER1-xx.pdf
(xxはレビジョン番号)



<Layer 1 Front側>



<Layer 2 Back側>

図3.1 基板パターン図 (RD179-1, Front View)

4. リファレンス回路の動作説明

4.1. 各部の名称と機能

4.1.1. シャント方式設定ソルダージャンパー (SJP1, SJP2, SJP3, SJP4)

電流検出方式を切り替える場合は、以下の通り 4 カ所のソルダージャンパーを設定してください。

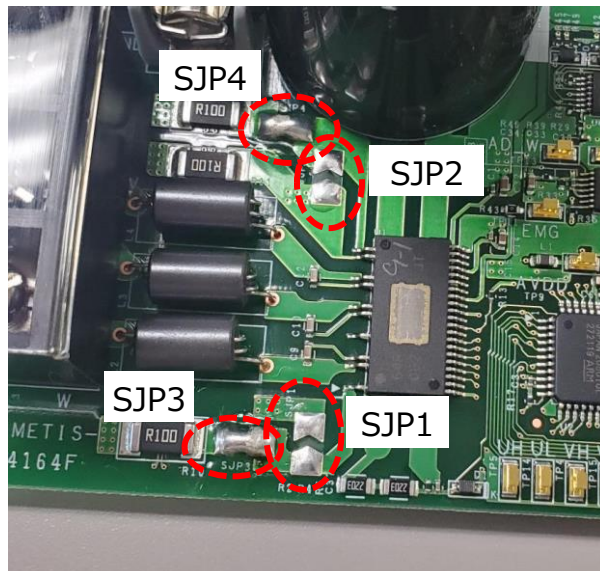


図 4.1 基板上的ソルダージャンパー

表 4.1 ソルダージャンパーの設定

| 電流検出方式 | SJP1 | SJP2 | SJP3 | SJP4 |
|----------|------|------|------|------|
| 3 シャント方式 | オープン | オープン | ショート | ショート |
| 1 シャント方式 | ショート | ショート | オープン | オープン |

4.1.2. モーター電源入力端子(J1)

モーターを駆動するための DC 電源を入力します。

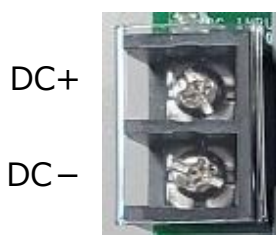


図 4.2 基板上的モーター電源入力端子(J1)

4.1.3. モーター接続端子(J2)

3 相ブラシレスモーターを接続します。



図 4.3 基板上的モーター接続端子(J2)

4.1.4. 制御電源入力端子(J3, J10)

制御用の電源を入力します。AC アダプタ等から供給できるようにジャック型コネクタ（内側正極性）としています。J3 は 15 V 入力でインテリジェントパワーデバイス(TPD4164F)の動作に使用されます。J10 は 5 V 入力で MCU や周辺 IC などの電源として使用されます。どちらも同一端子のため、誤接続に注意してください。

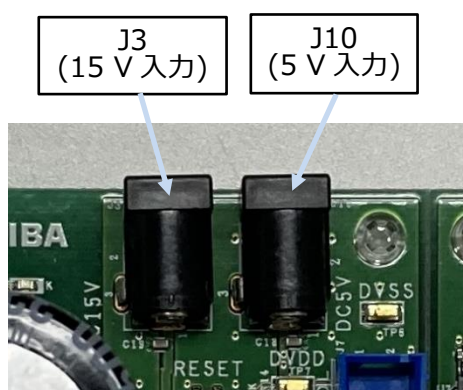


図 4.4 基板上的制御電源入力端子(J3, J10)

4.1.5. スイッチと LED(S_SW1~4, LED1~3, LEDP1~2)

スイッチと LED は以下の通り動作します。S_SW1, S_SW2, S_SW3, S_SW4, LED1, LED2, LED3 は MCU の GPIO ピンに接続され、ソフトウェアによって制御されます。

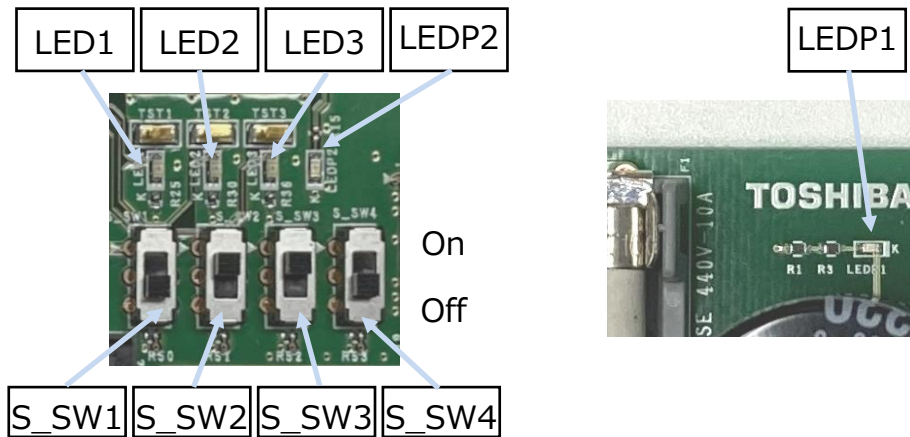


図 4.5 基板上的スイッチと LED

表 4.2 スイッチと LED の仕様

| 製品 | 機能 | 備考 |
|-------|------------|---|
| S_SW1 | (未使用) | |
| S_SW2 | MCU 制御方式 | On:外部 MCU 制御、Off:単体 MCU 制御 (本リアレンスでは Off にて使用してください) |
| S_SW3 | モーター回転方向 | On: CW(時計方向)、Off: CCW(反時計方向) |
| S_SW4 | (未使用) | |
| LED1 | 異常表示 | 異常無し：消灯 異常発生：点灯あるいは点滅 |
| LED2 | ベクトルエンジン表示 | VE 割り込み中：点灯 |
| LED3 | 通信表示 | 通信時：点灯 通信異常停止時：0.5 秒周期点滅 |
| LEDP1 | モーター電源通電表示 | モーター電源通電時：点灯(黄色) コンデンサーがチャージされている時も点灯しますので、点灯中は基板に触れないように注意してください。 |
| LEDP2 | 制御電源通電表示 | 制御電源(5 V)通電時：点灯(緑色) |

4.1.6. ポテンシオメーター(VR1)

ポテンシオメーターによってモーターの回転数 (cHZ_MIN~60Hz 範囲) が設定できます。

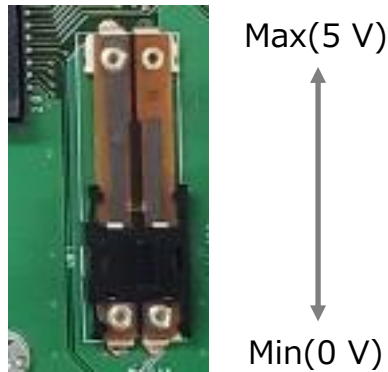


図 4.6 基板上的ポテンシオメーター(VR1)

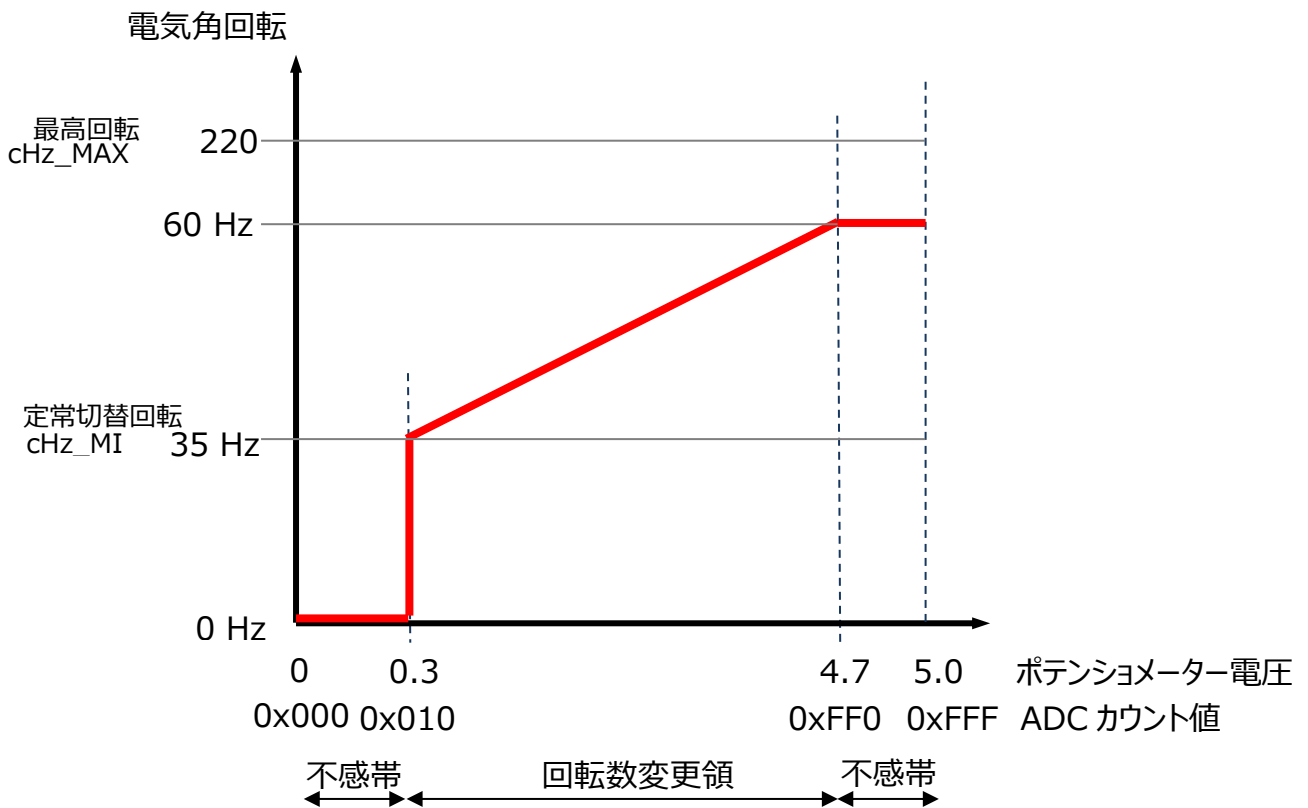


図 4.7 ポテンシオメーター設定値と回転速度との関係

4.1.7. 外部 MCU 接続コネクタ(J7)

外部(ホスト)MCU と接続するためのコネクタです。本リファレンスでは使用していません。

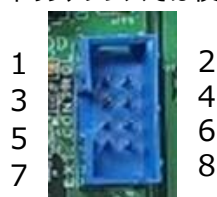


図 4.8 外部 MCU 接続コネクタ(J7)

表 4.3 外部 MCU 接続コネクタの仕様

| Pin | | 機能 | 備考 |
|-----|---------|-------------|-----------|
| 1 | DVDD | デジタル電源(5V) | |
| 2 | DVS | デジタル電源(GND) | |
| 3 | UART_RX | UART 受信 | |
| 4 | UART_TX | UART 送信 | |
| 5 | GPIO 接続 | 予約(未使用) | S_SW1 と同一 |
| 6 | GPIO 接続 | 制御モード | S_SW2 と同一 |
| 7 | RESET# | リセット入力 | MCU リセットへ |
| 8 | GPIO 接続 | 予約(未使用) | GPIO 接続 |

4.1.8. 外部 DAC 接続コネクタ(J4)

MCU 内部で処理されるデータをシリアルデータとして出力します。外部に DAC を接続する事で、オシロスコープ等を用いて処理データを波形として確認することができます。



図 4.9 外部 DAC 接続コネクタ(J4)

表 4.4 外部 DAC 接続コネクタの仕様

| Pin | | 機能 | 備考 |
|-----|------|----------|---------|
| 1 | DVDD | 5 V 電源出力 | |
| 2 | GND | GND | |
| 3 | SYNC | DAC 同期信号 | GPIO 使用 |
| 4 | SDO | DAC データ | SIO 使用 |
| 5 | SCLK | DAC クロック | SIO 使用 |

4.1.9. デバッガーコネクタ(J5)

エミュレーター、デバッガープローブに接続するための 20 ピンコネクタです。MIPI-20 コネクタ準拠で SWD インターフェースのみ対応しています。

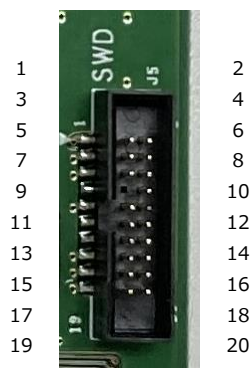


図 4.10 デバッガーコネクタ(J5)

表 4.5 デバッガーコネクタの仕様

| Pin | 機能 | Pin | 機能 |
|-----|----------|-----|--------|
| 1 | VDD(5 V) | 2 | SWDIO |
| 3 | GND | 4 | SWCLK |
| 5 | GND | 6 | SWV |
| 7 | (n.c.) | 8 | (n.c.) |
| 9 | GND | 10 | RESET |
| 11 | (n.c.) | 12 | (n.c.) |
| 13 | (n.c.) | 14 | (n.c.) |
| 15 | GND | 16 | (n.c.) |
| 17 | GND | 18 | (n.c.) |
| 19 | GND | 20 | (n.c.) |

4.2. 動作確認

4.2.1. 準備

モーター接続端子(J2)に3相ブラシレスモーターを接続します。モーター電源入力端子(J1)にDC電源を接続します。基板上のスイッチ S_SW2(MCU 制御方式)を Off(単体 MCU 制御)に設定します。電源を制御電源(5 V)入力端子 (J10) →制御電源(15 V)入力端子(J13)→モーター電源入力端子(J1)の順に電源投入を行います。

4.2.2. 動作方法

モーター停止時にポテンシオメーター(VR1)を Min ポジション(0 Hz)から上昇させる事で、モーターを回転動作させることができます。MIN ポジションではない時にモーターが停止している場合は、一旦 VR1 を Min ポジションまで操作してください。停止時は LED1、LED2、LED3 は消灯となります。

モーター動作後は VR1 を操作することで回転数を変動できます。VR1 が Max ポジション(60 Hz)に近いほど速い回転数となり、Min ポジションに近いほど遅い回転数となります。S_SW3(回転方向)が On の時は CW(時計回り)回転、Off の時は CCW(反時計回り)で回転します。

4.2.3. 異常検出時の動作

以下の異常検出により EMG(Emergency)状態となり、モーターは停止し LED1 が点滅、点灯します。

- (1) 電圧異常検出：電圧の異常を検出、LED1 が 250 ms 周期で点滅
- (2) 電流異常検出：電流の異常を検出、LED1 が 500 ms 周期で点滅
- (3) ソフト過電流検出：ソフト処理による過電流を検出、LED1 が 1 s 周期で点滅
- (4) ハード過電流検出：MCU ハード機能による過電流を検出、LED1 が点灯

VR1 を MIN ポジションまで下げることで EMG 状態が解除されます。

4.3. 使用時の注意事項

動作にあたっては特に以下に注意ください。

- ・通電前にジャンパー設定を確実に確認してください。特に 3 シヤント/1 シヤントのソルダージャンパー設定を確認してください。
- ・コネクタ、端子の極性は間違いの無いように接続してください。
- ・モーター電源の平滑コンデンサーは完全に放電するまで時間(約 10 分)がかかります。電源オフ後も LEDP1 が消灯するまでは基板には手を触れないでください。
- ・動作確認の際は、安全のため基板をアクリルケースで覆うなどして使用してください。

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。