

SiC MOSFET モジュール E3D 用 ゲートドライバー

リファレンスガイド

RD256-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. 仕様	4
2.2. ブロック図	4
2.3. 外観	5
2.4. 部品配置	6
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. 動作手順	13
4.1. 各部の名称と機能	13
4.1.1. 電源および信号用コネクタ (CN1)	13
4.1.2. SiC MOSFET モジュール接続用スルーホール (P1,P2,P4,P5,P7,P11,P12)	14
4.2. 準備	15
4.3. 動作確認 (SiC MOSFET モジュール嵌合状態)	15

1. はじめに

本リファレンスガイドでは、SiC MOSFET モジュール E3D 用ゲートドライバー（以下、本デザイン）の回路構成および各種回路の設計概要について解説します。

産業用途で用いられるモータードライブ、鉄道車両用インバーター・コンバーター、ESS などの電力変換装置に使用されるスイッチング素子には、高電圧・大電流への対応が要求されます。従来これら用途には Si（シリコン）を使用した IGBT モジュールが広く使用されていましたが、近年、IGBT に比べ高速スイッチング特性を有し、高温環境下での動作に優れた SiC（シリコンカーバイド）を使用した SiC MOSFET モジュールの普及が進んでいます。SiC MOSFET モジュールの使用により、機器の小型化・高効率が実現されています。

本デザインは、E3D パッケージに 2 素子を内蔵した SiC MOSFET モジュールを絶縁駆動するゲートドライバーです。信号入力部の 1 次側回路と出力部の 2 次側回路との間の絶縁は、従来製品に比べ沿面距離・空間距離を伸ばした高速通信用フォトカプラー TLP2861L（開発中）にて実現し、1 次-2 次間の沿面距離を 15mm、空間距離を 14.2mm 確保しています。

バッファ用 Nch MOSFET [SSM6K804R](#) による大電流ゲート駆動を可能にし、DESAT（非飽和）検出機能、アクティブミラークランプ機能などの各種保護回路を搭載しています。また、駆動する SiC MOSFET モジュール製品や実際の仕様に合わせ各部を調整することが可能です。各部の調整にあたっては、本デザインガイド、SiC MOSFET モジュールやその他搭載部品のデータシート、関連ドキュメントを参照してください。

回路内の 2 枚構成の基板を上下に接続する 2 階建て構成を採用することで、上述の沿面距離・空間距離を確保しながら E3D パッケージと同等サイズを実現し、SiC MOSFET モジュールの直上に配置できるため、取り扱いに優れるとともに、配線の寄生インダクタンスを抑制します。

本デザインを実際のアプリケーションに使用される際は、沿面距離・空間距離を考慮し、適用される安全規格、使用環境に応じ適切な動作電圧での設計をするとともに、実機上での十分な検証・評価をお願いします。



図 1.1 当社 E3D SiC MOSFET モジュールへの直上嵌合写真

2. 仕様

2.1. 仕様

表 2.1 に本デザインの仕様を示します。

表 2.1 本デザイン仕様

項目	仕様		
制御用電源電圧	DC 24V		
駆動チャンネル数	2ch : ローサイド、ハイサイド		
ゲート制御信号入力	INPUT	H レベル	4.0V ~ 5.0V
		L レベル	0V ~ 1.8V
ゲート駆動周波数	50kHz (最大)		
イネーブル信号入力	INPUT	H レベル	4.0V ~ 5.0V
		L レベル	0V ~ 1.8V
ゲート駆動出力	+20V (標準) / -6.7V (標準)		
異常検出出力	コレクター出力 (2ch)		
保護機能	ゲート駆動電圧 UVLO DESAT 検出による過電流保護 DESAT 検出時ソフトターンオフ アクティブミラークランプ (AMC)		
基板サイズ	62 x 100mm		
基板層構成	FR-4 1.6mm 厚 4 層 銅箔厚 外層 18μm, 内層 35μm 両面シルク、両面実装		

2.2. ブロック図

本デザインの機能動作を理解するためのブロック図を図 2.1 に示します。

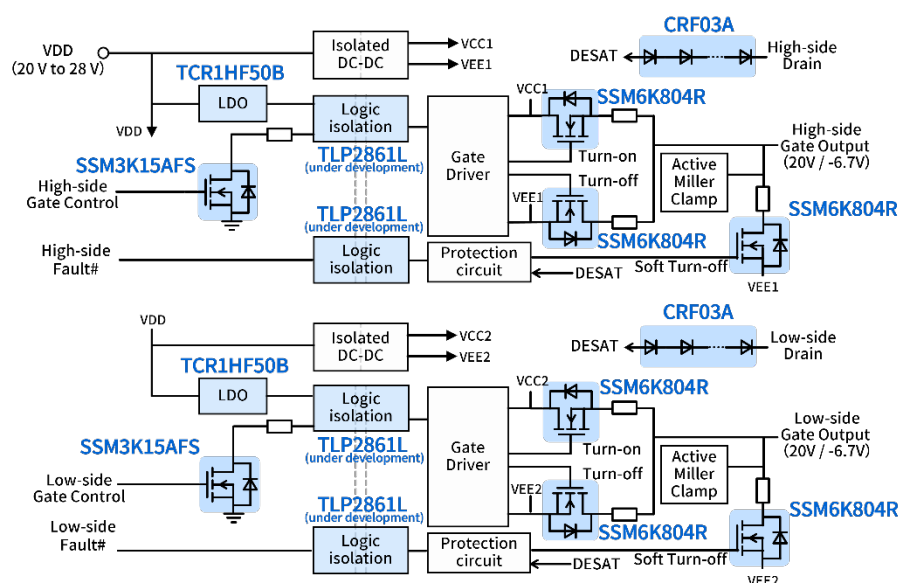


図 2.1 ブロック図

2.3. 外観

本デザインの外観を図 2.2 に示します。

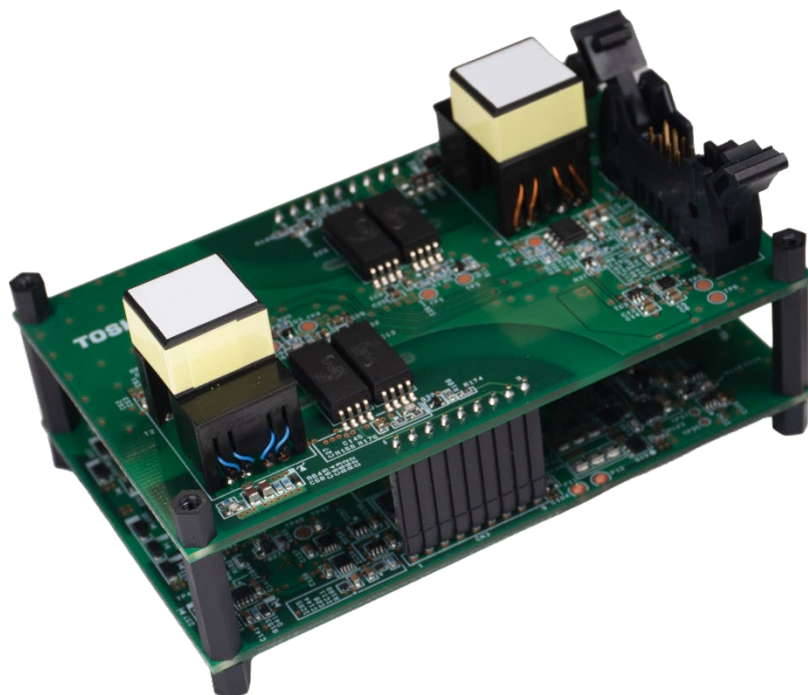
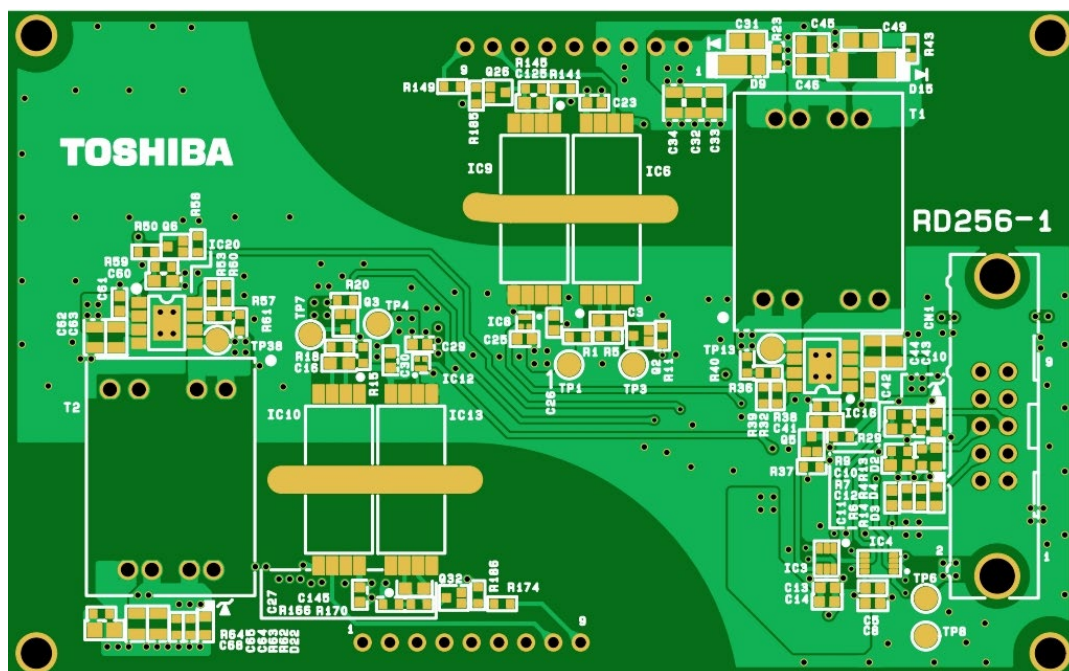


図 2.2 本デザイン外観

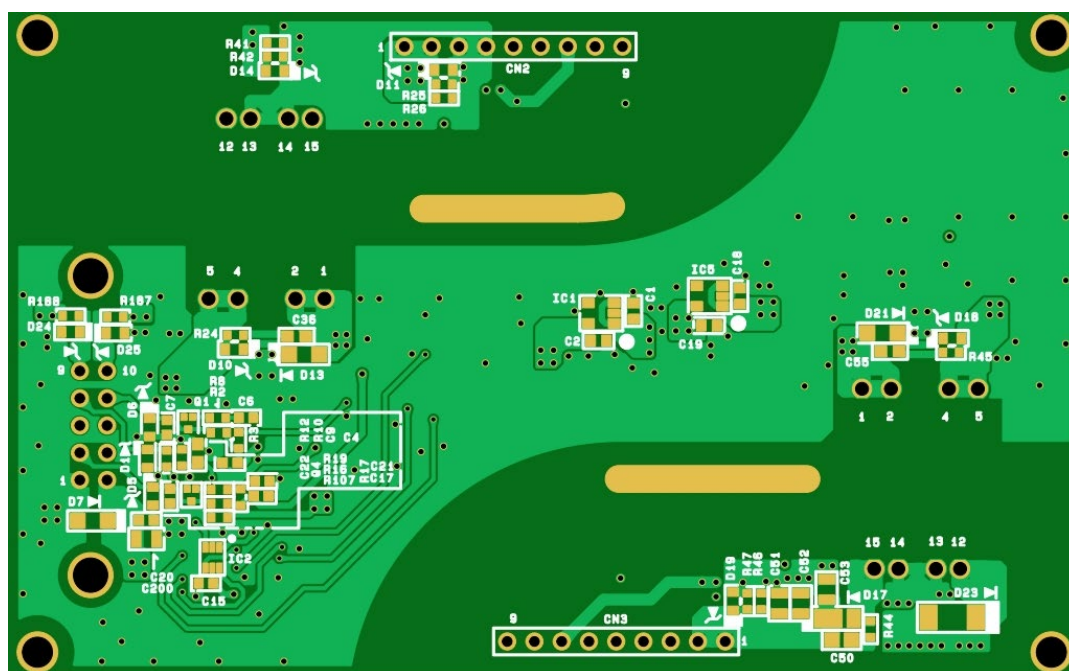
外形寸法 62 mm x 100 mm

2.4. 部品配置

本デザインを構成する入力基板および出力基板の部品配置を図 2.3 および図 2.4 に示します。



<表面>



<裏面>

図 2.3 入力基板部品配置

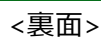
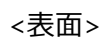


图 2.4 出力基板部品配置

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。

RD256-SCHEMATIC1-xx.pdf (入力基板)

RD256-SCHEMATIC2-xx.pdf (出力基板)

(xx はリビジョン番号)

3.2. 部品表

以下のファイルを参照ください。

RD256-BOM1-xx.pdf (入力基板)

RD256-BOM2-xx.pdf (出力基板)

(xx はリビジョン番号)

3.3. PCB パターン図

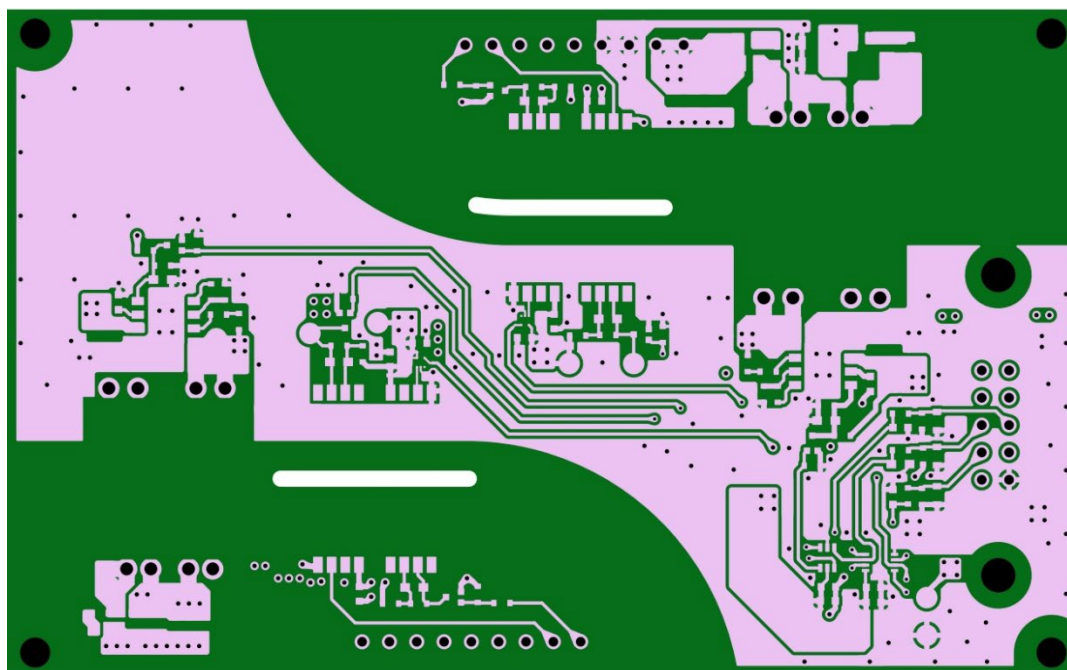
入力 PCB パターン図を図 3.1 に、出力 PCB パターン図を図 3.2 に示します。

以下のファイルも参照ください。

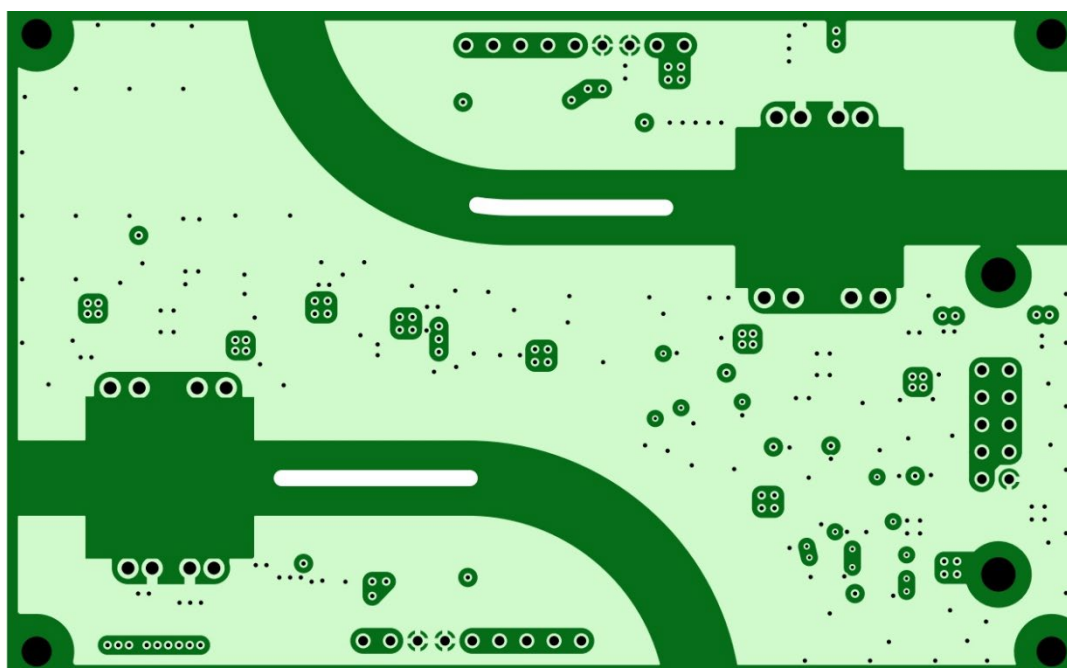
RD256-LAYER1-xx.pdf (入力基板)

RD256-LAYER2-xx.pdf (出力基板)

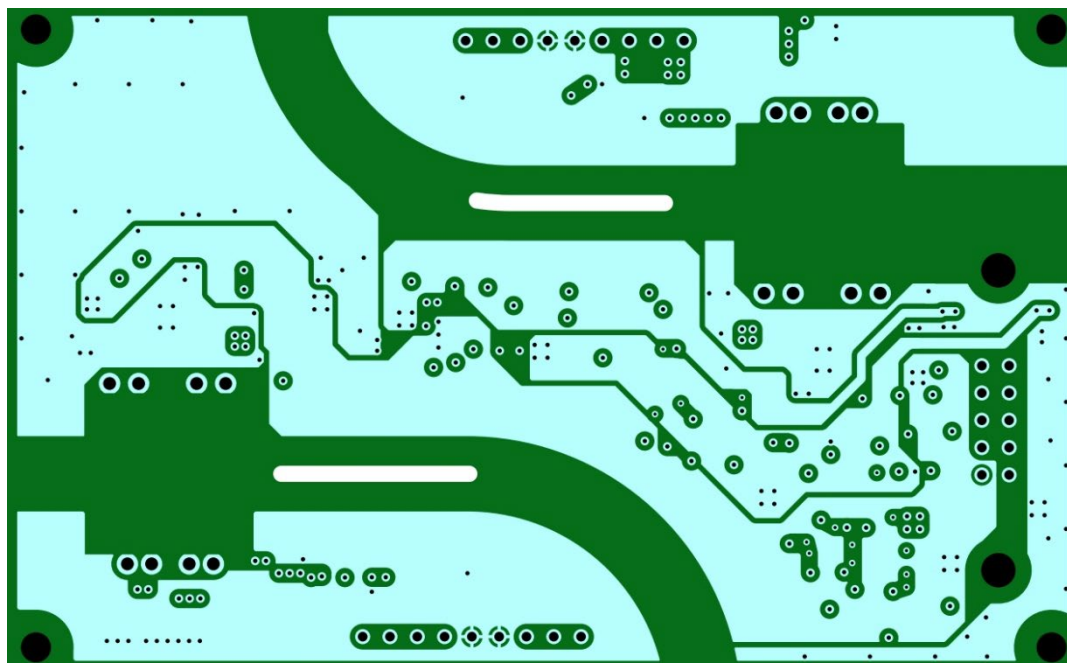
(xx はリビジョン番号)



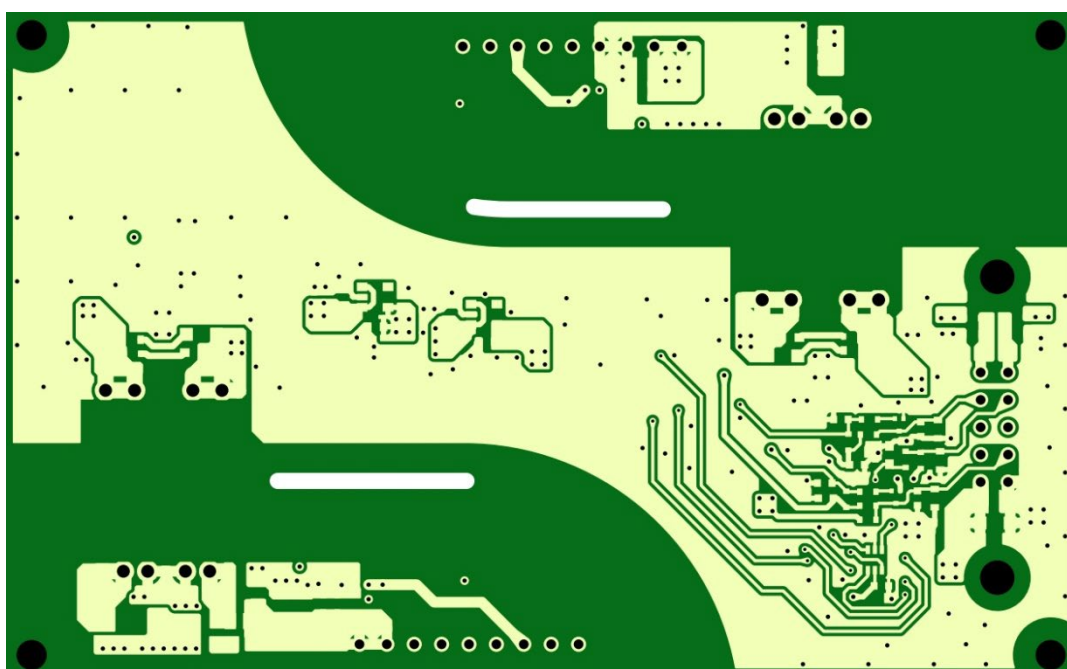
<L1 (Top Layer)>



<L2>

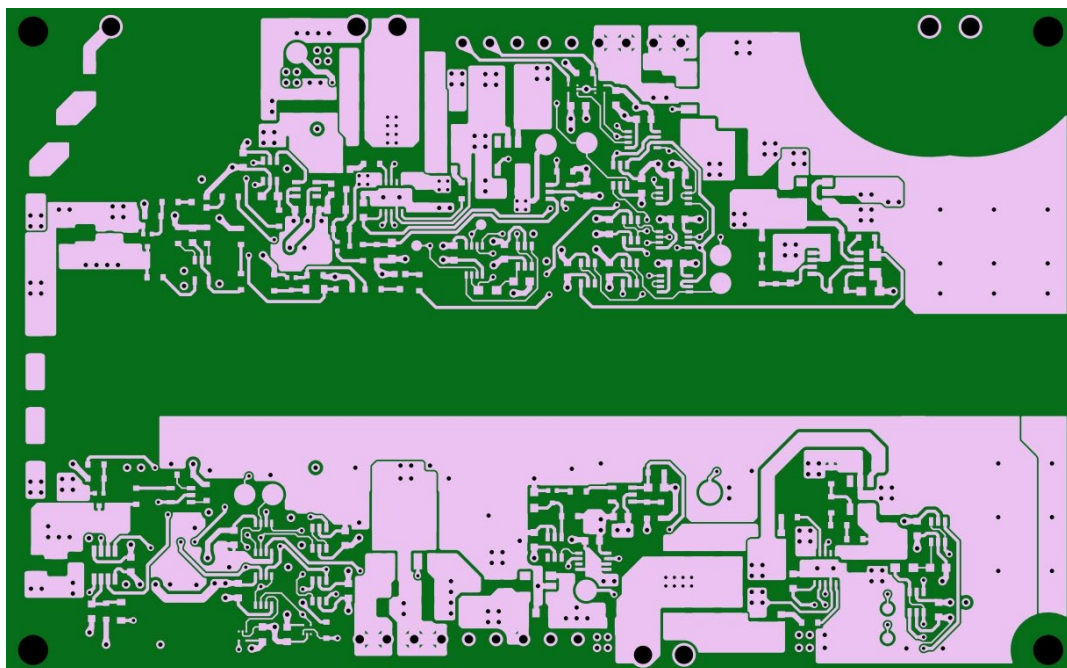


<L3>

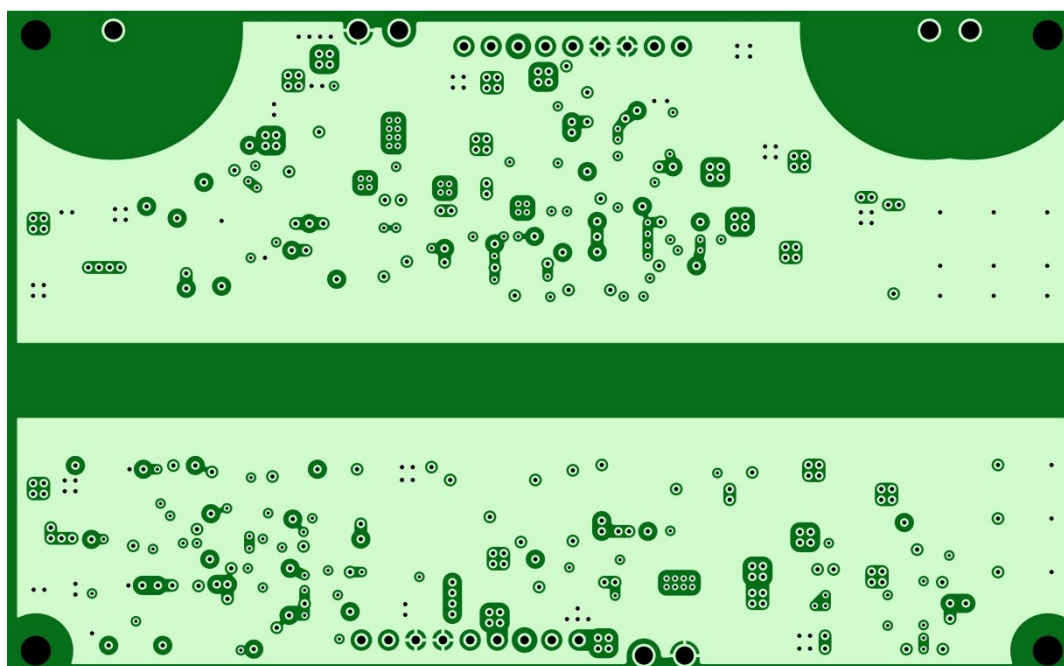


<L4 (Bottom Layer)>

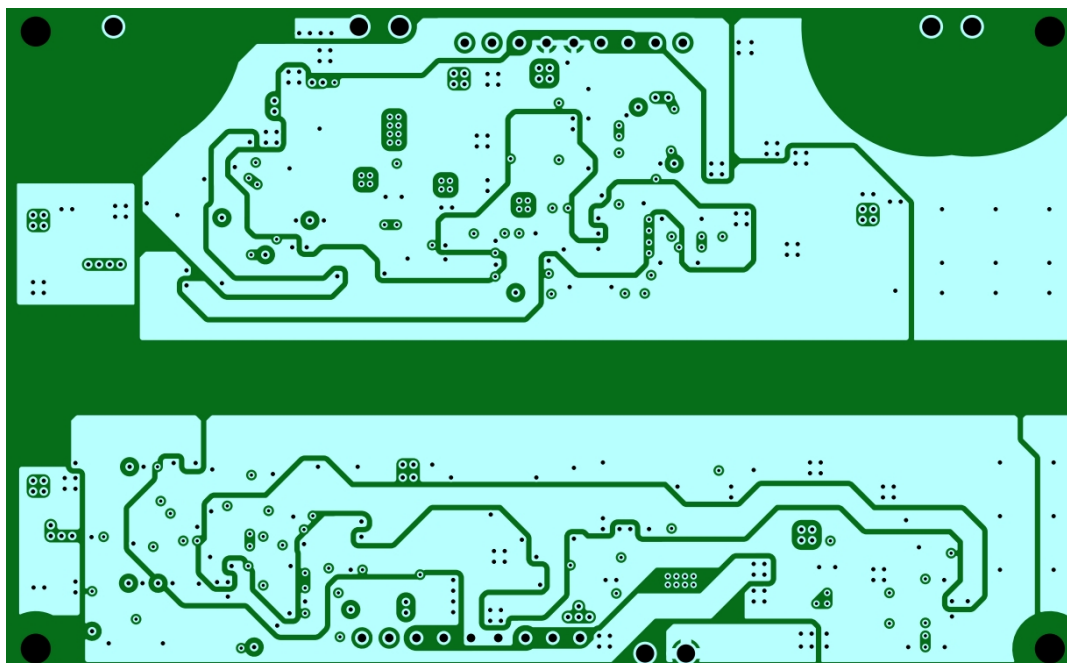
図 3.1 入力基板パターン図 (Top View)



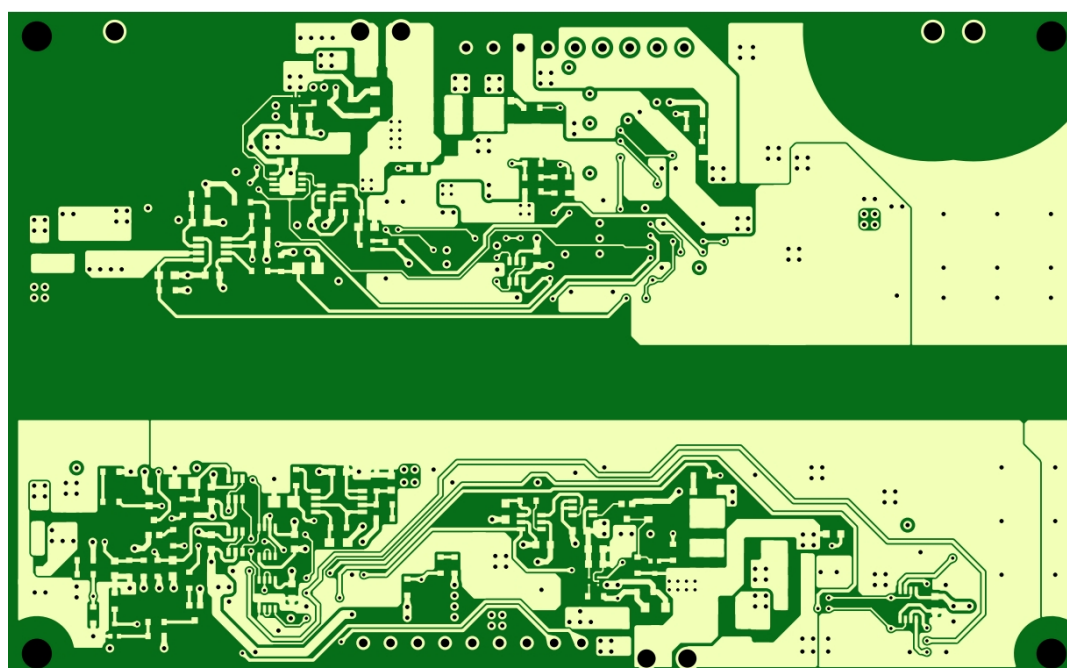
<L1 (Top Layer)>



<L2>



<L3>



<L4 (Bottom Layer)>

図 3.2 出力基板パターン図 (Top View)

4. 動作手順

本デザインの動作手順を説明します。

4.1. 各部の名称と機能

4.1.1. 電源および信号用コネクタ (CN1)

図 4.1 に本デザインの外部接続端子を示します。赤色で囲んだ部分が電源及び信号用コネクタ (CN1) です。

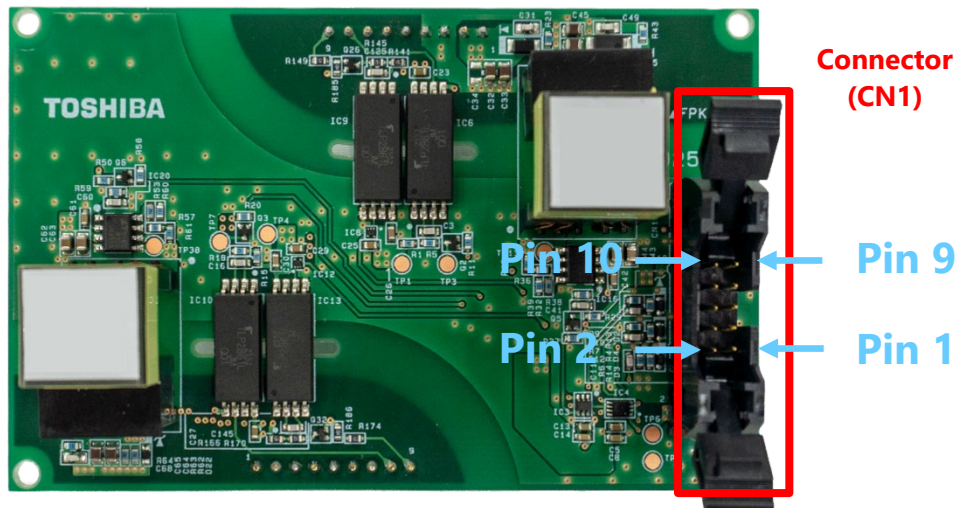


図 4.1 外部接続端子

電源および信号用コネクタ (CN1) を搭載し、XG4A-1431 (OMRON 製) を使用しています。

表 4.1 コネクタ (CN1)

Pin#	信号名	I/O	説明	Pin#	信号名	I/O	説明
1	GND	-	GND	2	V _{DD}	-	制御用電源電圧
3	B_FLT	O	ローサイド異常検出出力 (抵抗付コレクター出力)	4	B_INA	I	ローサイドゲート制御信号入力
5	A_INA	I	ハイサイドゲート制御信号入力	6	B_ENA	I	ローサイドイネーブル信号入力
7	A_ENA	I	ハイサイドイネーブル信号入力	8	A_FLT	O	ハイサイド異常検出出力
9	VP_5_A	O	ハイサイド 5V 電源出力	10	VP_5_B	O	ローサイド 5V 電源出力

4.1.2. SiC MOSFET モジュール接続用スルーホール (P1,P2,P4,P5,P7,P11,P12)

SiC MOSFET モジュールの端子を挿入するスルーホールです。

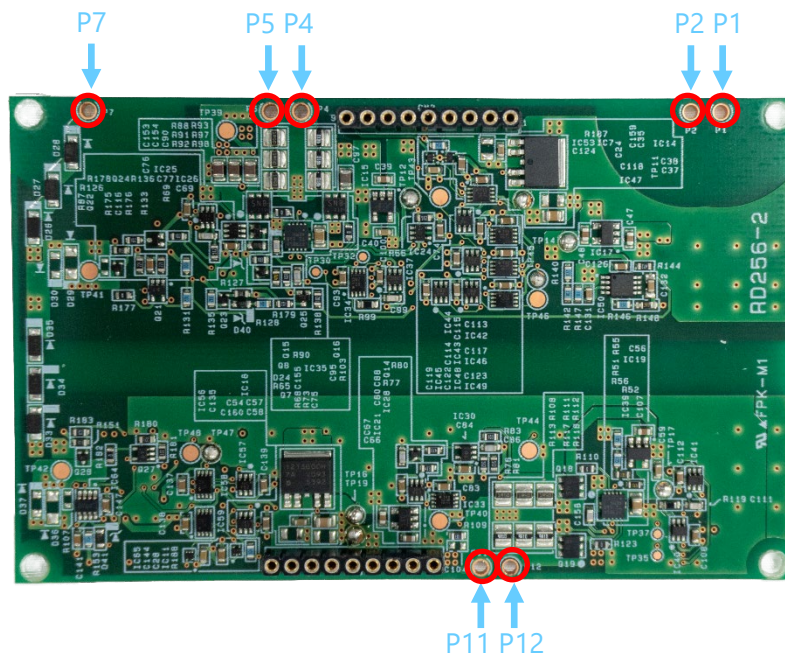


図 4.2 基板表面スルーホール配置

表 4.2 スルーホールの仕様

スルーホール名	説明 (SiC MOSFET モジュール端子)
P1	サーミスター
P2	サーミスター
P4	ハイサイドゲート端子
P5	ハイサイドソースセンス/ローサイドドレインセンス共用端子
P7	ハイサイドドレインセンス端子
P11	ローサイドゲート端子
P12	ローサイドソースセンス端子

4.2. 準備

- ・ 入力基板と出力基板を接続してください。なお、入力基板と出力基板を接続する際は表面に記載のシルクの文字の上下方向が合致するようにご注意ください。方向を間違えた場合には入力基板と出力基板の上下位置にずれが生じます。
- ・ 本デザインを SiC MOSFET モジュール上に載せ、7つの信号端子が本デザインのスルーホールに嵌合するか確認してください (図 4.2 赤丸参照)。
- ・ 7つの信号端子 (赤丸) を本デザインのスルーホールとはんだ付けし、電氣的に接続してください。

4.3. 動作確認 (SiC MOSFET モジュール嵌合状態)

本デザインを SiC MOSFET モジュールに電氣的に接続した状態で動作確認してください。

以下の手順で DC 動作を確認します。

- (1) CN1 にフラットケーブル付ソケットを挿入します。
- (2) 過電流保護機能が動作しないように、ハイサイド側のゲート駆動出力電圧を測定する際は P7-P5 間、ローサイド側のゲート駆動出力電圧を測定する際は P5-P12 間をフッククリップなどでショートしてください。
- (3) SiC MOSFET モジュールの主端子 (P 端子, N 端子) に電圧を印加せず、CN1 の制御用電源電圧 24V を投入します。
- (4) 表 4.3 に従いゲート制御信号入力端子、イネーブル信号入力端子に電圧を印加し、ゲート駆動出力および異常検出出力を確認してください。

表 4.3 ハイサイドおよびローサイド動作確認

ゲート制御信号 入力電圧 (CN1:4pin,5pin)	イネーブル信号 入力電圧 (CN1:6pin,7pin)	ゲート駆動出力電圧 測定箇所: P4(+)-P5(-),P11(+)-P12(-)	異常検出出力電圧 測定箇所:CN1 (3pin,8pin)
未入力 or 0V	未入力 or 5V	-6.7V±5%	5V
5V		20V±5%	
未入力 or 0V	0V	-6.7V±5%	
5V			

評価上の注意事項

以下の注意事項を必ず確認のうえ、安全に評価作業を実施してください。

● 感電防止に関する注意

- 電源を投入する前に、コネクタ・端子・配線の極性が正しいことを必ず確認してください。
- 基板には高電圧が印加される部分があります。通電中は基板や部品に直接触れないでください。
- 電源停止後もコンデンサには残留電荷がある場合があります。基板へ触れる前にコンデンサが完全に放電していることを確認してください。
- 電圧・電流波形を測定する際は感電防止に十分配慮し、安全距離を確保してください。

● 火傷防止 (高温部品) に関する注意

- MOSFET、ダイオード、インダクタ、コイル、半導体素子などは動作中に高温になります。取り扱い時は火傷に注意してください。
- 高負荷時には発熱が大きくなるため、適切な空冷 (ファン等) を必ず使用してください。
- 電源オフ直後は部品温度が高いことがあります。十分に冷えてから触れてください。

● 評価環境に関する注意

- 動作確認時は、必要に応じて基板をアクリルケースなどの非導電性カバーで覆うなど、安全対策を実施してください。
- モーターやその他の可動部を使用する場合は、動作中の接触防止措置を行ってください。
- シェント設定やジャンパー設定があるデザインでは、動作前に設定が正しいか確認してください。

● その他の注意事項

- 出力端子に接続する負荷が発熱する場合があります。負荷の温度上昇に注意してください。
- 作業中は周囲の可燃物や導電物を遠ざけ、短絡・事故防止に努めてください。

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。