

## Design Guide: TIDA-011011

# 絶縁バイアス電源を備えた絶縁ゲートドライバボードの、3.3kV SiC-FET 向けリファレンス デザイン



### 説明

このリファレンス デザインは、最大 3.3kV 定格の電界効果トランジスタ (FET) 向けゲートドライブ設計を実装するためのテンプレートを提供します。分割出力を備えた単一チャネルの絶縁ブリッドライバを使用することにより、高いソース/シンク電流能力を維持しながら、複数の種類のパワー FET を駆動できます。制御された出力レール電圧を持つ DC/DC 絶縁バイアス電源を組み込むことにより、駆動設計の性能がさらに向上し、より低い  $R_{DS(on)}$  動作が可能になります。

### リソース


<a href="#">TIDA-011011</a>	デザイン フォルダ
<a href="#">UCC35131-Q1</a>	プロダクト フォルダ
<a href="#">UCC218915-Q1</a>	プロダクト フォルダ

### 特長

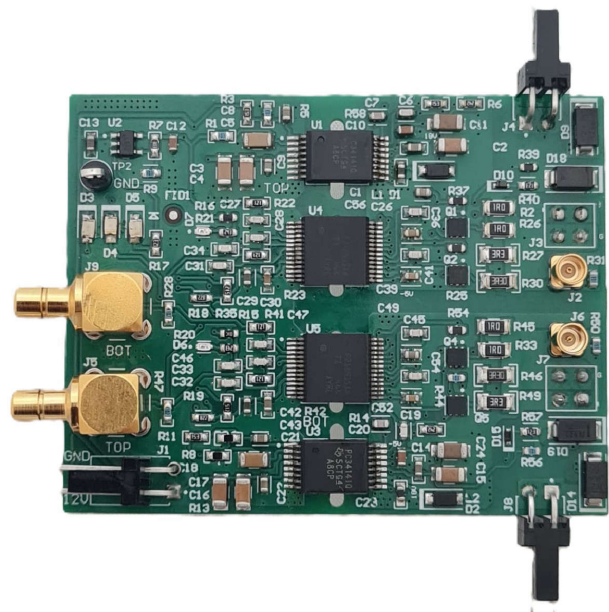
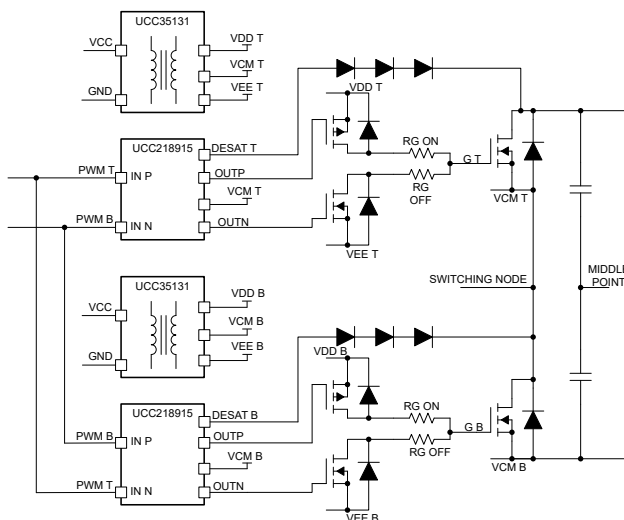
- 最大定格電圧 3.3kV の FET 用ゲートドライブ設計
- 分割出力設計を採用したブリッドライバ
- 制御されたゲートドライブ電圧レール

### アプリケーション

- セントラル インバータ
- 電力変換システム (PCS)
- 半導体トランス



テキサス・インスツルメンツの™ E2E サポート エキスパートにお問い合わせください。



## 1 システムの説明

最新の電力変換システムは、データセンター、エネルギーストレージシステム (ESS)、太陽光発電用途で使用される半導体トランスなどのアプリケーションに見られるように、動作電圧が高くなる大きなトレンドがあります。同時に、システム電流も大幅に増加しており、ゲートドライバに大きな駆動電流が必要になります。パワーデバイスを設計する際には、システム電圧が上昇するにつれて高くなるブレイクダウン電圧に対応する必要があります。この進化に伴い、このような高い絶縁電圧要件に耐えられるゲートドライバと DC/DC 絶縁型電源が必要になります。

このリファレンス デザインは、最大 1050V<sub>RMS</sub> の RMS 動作電圧に耐える定格を持つデバイスを採用することにより、これらの課題に対処しています。この機能により、マイコンが DC リンクの中点を基準としている場合に、最大 3.3kV 定格の FET を制御できるため、高電圧の電力変換アプリケーション向けの堅牢な設計を実現できます。

## 2 システム概要

### 2.1 ブロック図

図 2-1 は、リファレンス デザイン ボード内に実装された回路の概略図を示しています。このボードは、2 個のゲートドライバユニット (UCC218915) と 2 個の絶縁型電源 (UCC35131) で構成されています。

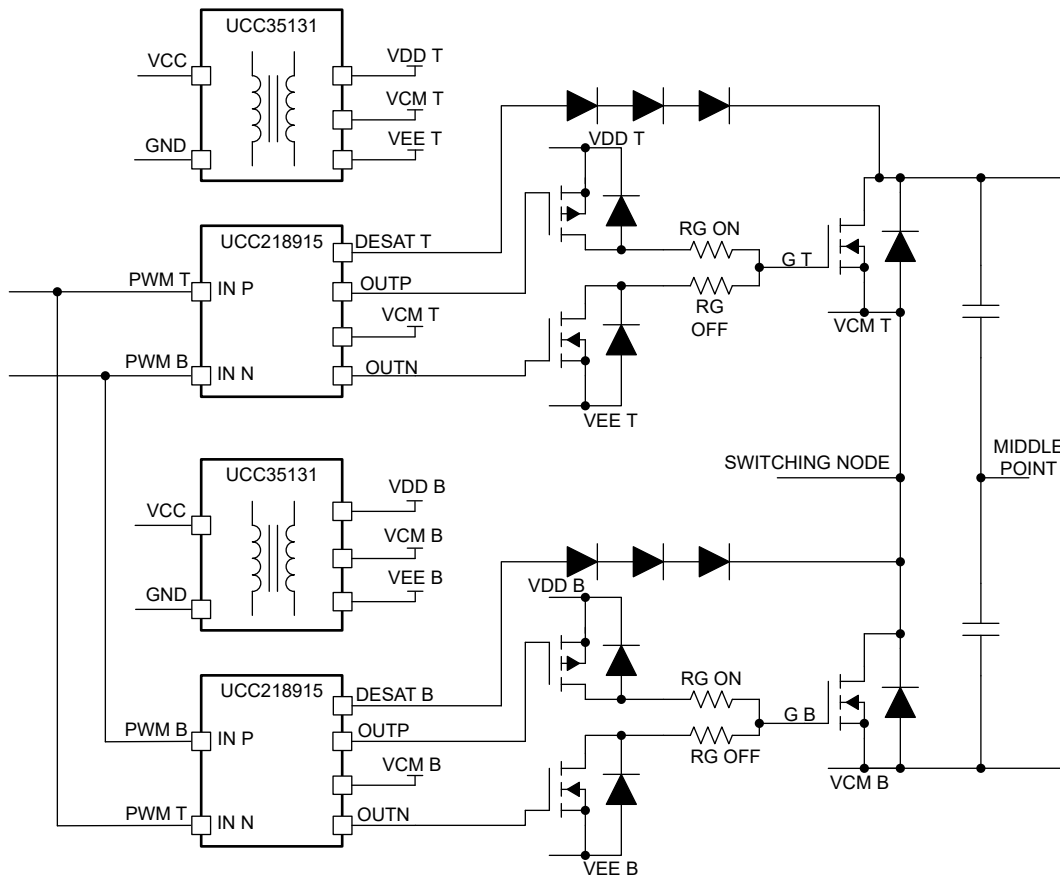


図 2-1. リファレンス デザインのブロック図

### 2.2 設計上の考慮事項

このリファレンス デザインは、2 つの外部 PWM 信号を使用して 2 つのパワー シリコン カーバイド FET を制御するゲートドライバ ボードを採用しています。このデザインは特に、2 つのシリコン カーバイド (SiC) パワー モジュール内の FET を駆動することを目的としています。

- G4H22MT33GB4 モジュールは 2.2mΩ オン抵抗の 3.3kV 定格 FET を備え、
- G4H11MT23BH4 モジュールは 1.1mΩ オン抵抗の 2.3kV 定格 FET を搭載しています。

## 2.3 主な使用製品

### 2.3.1 UCC35131-Q1

UCC35131-Q1 は、IGBT、SiC、Si、GaN 絶縁ゲートドライバおよび UIR センサへの電力供給を目的として設計された車載認定済み高絶縁電圧 DC/DC パワー モジュールです。独自のトランス内蔵、フリップチップ パッケージ、高度な制御アーキテクチャにより、大電力密度と低ノイズが実現されています。このデバイスは、周囲温度が 85°C のとき、標準値 2.0W の出力電力を供給できます。高精度のデュアル出力電圧は、抵抗ダイダで簡単に設定でき、SiC、IGBT、GaN の各デバイスで、低オン抵抗、高速、高信頼性のスイッチングを実現します。低レイテンシのフィードバック制御により、出力容量を低減して高速負荷過渡を実現し、動的な電圧プログラミングをサポートできます。広い入力電圧範囲と調整可能な VIN UVLO は、電気自動車 (EV) の広いバッテリー電圧とレギュレーション済み入力レールの両方をサポートします。5.5V ~ 20V の VIN で動作し、最大 28V の VIN 過電圧過渡に耐えられます。内蔵の保護機能、異常検出力付パワーグッドピン、イネーブル機能により、システムの堅牢性が向上し、外付け部品が削減されています。沿面距離と空間距離が 8.2mm の SOIC パッケージにより、高い絶縁能力が提供されます。

### 2.3.2 UCC218915-Q1

UCC218915-Q1 は、先進の保護機能、クラス最高の動的性能、堅牢性を持ち合わせ、最高 1500V (DC) で動作する SiC MOSFET および IGBT 用に設計されたガルバニック絶縁型シングル チャネル ゲートドライバです。UCC218915-Q1 は、外付けバッファの NMOS/PMOS ペアを直接駆動するためのデュアル 2.8A 出力を備えています。入力側は SiO<sub>2</sub> 容量性絶縁技術によって出力側から絶縁されており、最大 1.06kV<sub>RMS</sub> の動作電圧、絶縁バリア寿命が 40 年を超える 10kV<sub>PK</sub> のサージ耐性を備えるとともに、小さい部品間スキューと 200V/ns を超える同相ノイズ耐性 (CMTI) を実現しています。UCC218915-Q1 は、高速の過電流および短絡検出、故障発生後の制御されたソフト シャットダウン、故障状態のレポート、アクティブ ミラー クランプ、高電圧側のアクティブ短絡入力、入力側および出力側電源 UVLO などの最新の保護機能を備えているため、SiC および IGBT のスイッチング動作や堅牢性を最適化できます。

### 3 ハードウェア、テスト要件、およびテスト結果

#### 3.1 ハードウェア要件

この設計の Device Under Test (DUT) は、以下に示す複数のコンポーネントで設定され、動作します。

- TIDA-011011 ゲートドライバ ボード 1 枚
- ヒートシンク付きパワー モジュール 1 つ
- パワー モジュールとゲートドライバ カードの間の接続手段として機能する電力ボード 1 枚
- TMDSCNCD28P55X 制御カード
- TMDSHSECDOCK
- USB アイソレータ
- 12V 出力と 3A 定格の電源アダプタ
- ノートブック PC
- オシロスコープ、電流、電圧プローブ

#### 3.2 テスト設定

図 3-1 はテスト用接続を示しています。

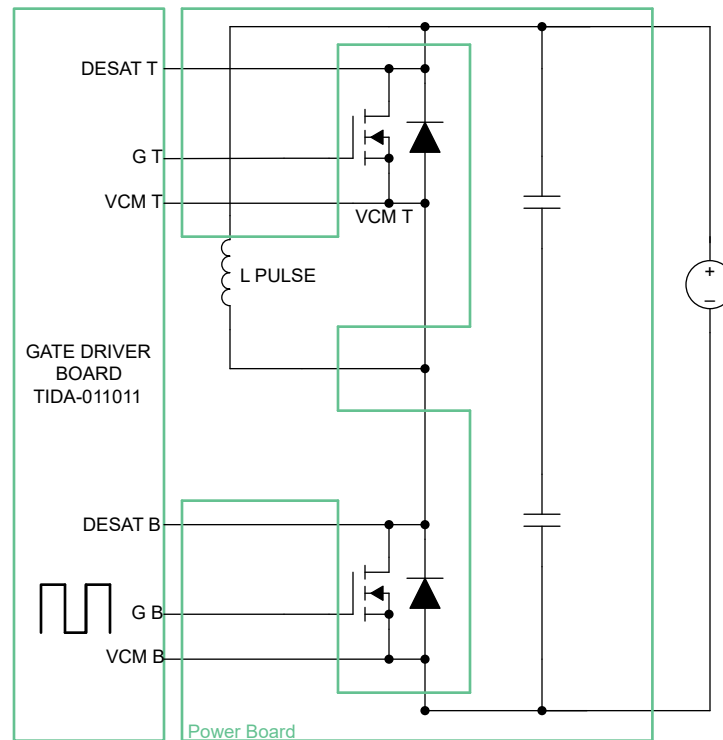


図 3-1. リファレンス デザインのゲートドライバ ボードのテスト用接続

### 3.3 テスト結果

ダブルパルステストは次を使用して実施されました: パワー モジュール (部品番号: G4H11MT23BH4)。このモジュールは、2 個の電源 FET を内蔵しており、それぞれ  $1.1\text{m}\Omega$  オン抵抗の  $2.3\text{kV}$  定格 FET です。このモジュールは、公称ゲート電圧  $+18\text{V}$  および  $-5\text{V}$  で動作します。

ダブルパルステストでは、電源 FET のターンオン動作とターンオフ動作という 2 つの重要なスイッチング過渡の特性を評価します。ターンオンとターンオフの両方の遷移について、 $2.5\Omega$  のゲート抵抗を使用してテストを実施しました。結果として以下の図に波形を示します。

図 3-2、図 3-3、および図 3-4 に、 $1.5\text{kV}$  DC リンク電圧と  $400\text{A}$  ドレイン電流のテスト条件で測定されたターンオフ過渡特性を示します。電圧過渡を解析すると、同相モード過渡耐性 (CMTI) の測定値である約  $40\text{nV/ns}$  を得られます。

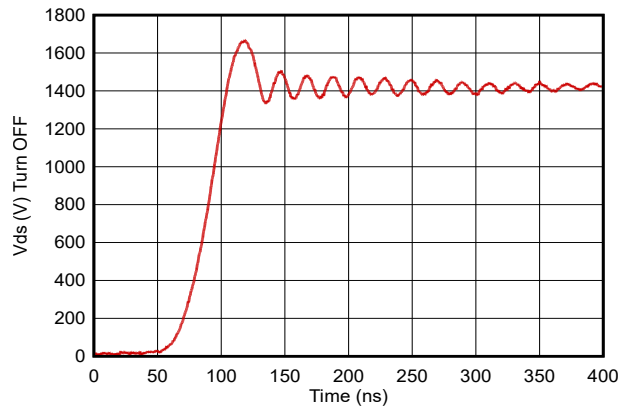


図 3-2. ターンオフのドレインソース電圧スイッチング波形 ( $2.5\Omega$ )

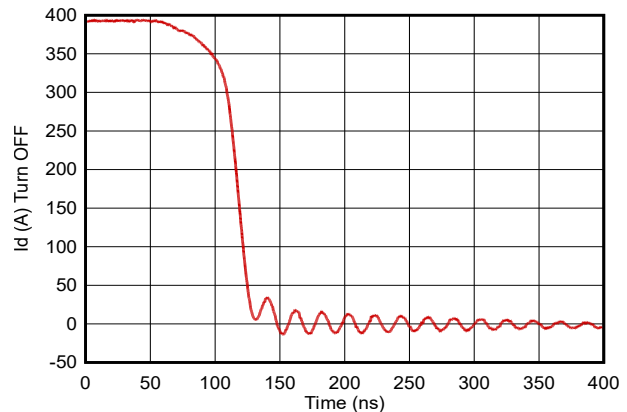


図 3-3. ターンオフのドレイン電流波形 ( $2.5\Omega$ )

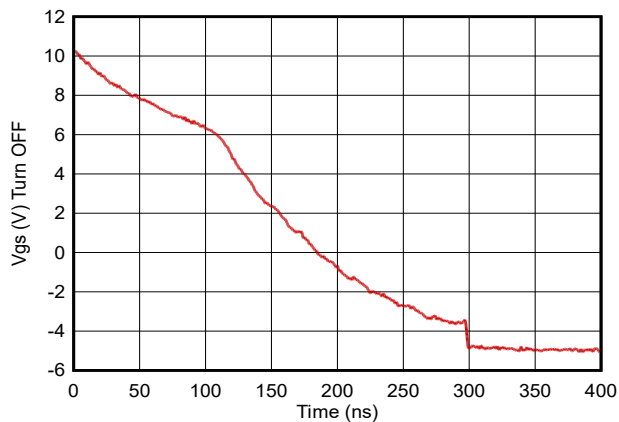


図 3-4. ターンオフのゲートソース電圧波形 ( $2.5\Omega$ )

図 3-5、図 3-6、および 図 3-7 に、1.5kV DC リンク電圧と 320A スイッチング ノード電流のテスト条件で測定されたターンオン過渡波形を示します。電圧過渡の解析により、ターンオン スイッチング イベント中の同相モード過渡耐性 (CMTI) が約 50V/ns であることが示されています。

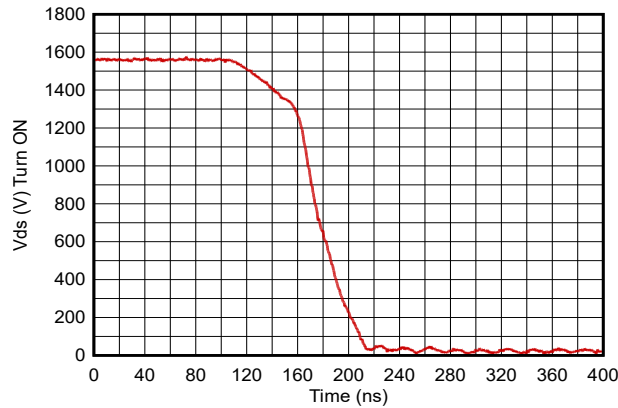


図 3-5. ターンオンのドレイン ソース電圧測定波形 (2.5Ω)

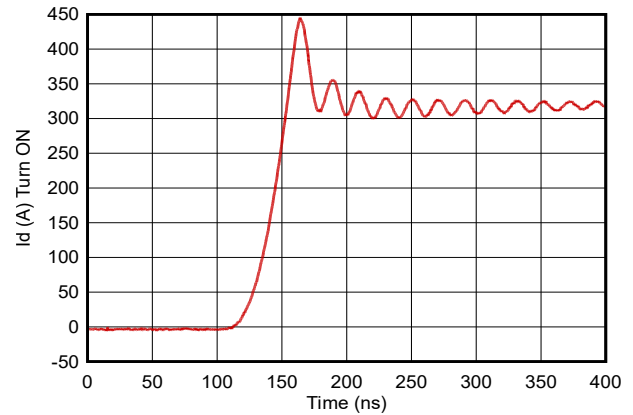


図 3-6. ターンオンのドレイン電流測定波形 (2.5Ω)

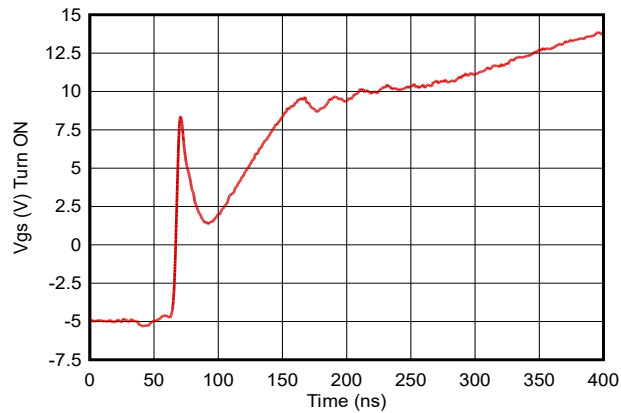


図 3-7. ターンオンのゲート - ソース間電圧測定波形 (2.5Ω)

## 4 設計とドキュメントのサポート

### 4.1 デザイン ファイル

#### 4.1.1 回路図

回路図をダウンロードするには、[TIDA-011011](#) のデザイン ファイルを参照してください。

#### 4.1.2 BOM

部品表 (BOM) をダウンロードするには、[TIDA-011011](#) のデザイン ファイルを参照してください。

### 4.2 ツール

[UCC35131-Q1-CALC](#) システム要件に基づいて外部 BOM (部品表) を生成するための設計カリキュレータ ツール

### 4.3 ドキュメントのサポート

1. テキサス インストルメンツ、『[UCC35131-Q1 車載用 2.0W、12V VIN、高密度、5kV<sub>RMS</sub> 超の絶縁型 DC/DC モジュール](#)』データシート
2. テキサス インストルメンツ、『[UCC218915-Q1 車載アプリケーション向けアクティブ保護機能搭載、SiC/IGBT 向け、シングル チャネル分離型ブリッドライバ](#)』データシート

### 4.4 サポート・リソース

テキサス・インストルメンツ [E2E™ サポート・フォーラム](#)は、エンジニアが検証済みの回答と設計に関するヒントをエキスパートから迅速かつ直接得ることができる場所です。既存の回答を検索したり、独自の質問をしたりすることで、設計に必要な支援を迅速に得ることができます。

リンクされているコンテンツは、各寄稿者により「現状のまま」提供されるものです。これらはテキサス・インストルメンツの仕様を構成するものではなく、必ずしもテキサス・インストルメンツの見解を反映したものではありません。テキサス・インストルメンツの[使用条件](#)を参照してください。

### 4.5 商標

テキサス・インストルメンツの™ and テキサス・インストルメンツ E2E™ are trademarks of Texas Instruments.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 5 著者について

**RICCARDO RUFFO** は、2019 年にイタリア、トリノにあるトリノ工科大学で電気、電子、通信工学の博士号を取得しました。彼は現在、テキサス インストルメンツ ドイツ社で、エネルギー インフラストラクチャ チームの一員として、太陽エネルギー分野のシステム エンジニアとして勤務しています。主な業務は、EV 充電、誘導性ワイヤレス電力伝送、太陽光発電、再生可能エネルギー、エネルギー貯蔵アプリケーションです。

## 重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](#) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日 : 2025 年 10 月