

Application Brief

TI による双方向 GaN の 3 レベル T 型コンバータ向けアプリケーション



Kelvin Le, Yuetao Hou

はじめに

環境面の持続可能性とエネルギーのセキュリティという 2 つの主要な要因により、エネルギー効率とコスト効率に優れたパワー コンバータの需要が大きく高まっています。最新のパワー コンバータは、エネルギーの生成、蓄積、分配の分野におけるアプリケーション体系で常に使用されています。これらのアプリケーションにおけるシステムでは、電力密度の向上、効率的な双方向動作、コストの削減が一般的な課題となっています。このアプリケーション ブリーフでは、新しい双方向 GaN (BDG) HEMT (高電子移動度トランジスタ) 技術について取り上げ、電力業界、特に双方向動作、高い電力密度、コスト削減が要求されるアプリケーション分野に革命をもたらす可能性について説明します。BDG を活用できるいくつかの電源トポロジとしては、T 型、Vienna 整流器、HERIC、ダイレクト マトリクス コンバータがあります。一般的にこのようなトポジは、電気自動車 (EV) の充電設備、ソーラー インバータ、トラクション インバータなど、大電力の産業用および車載対応の最終製品で使用されています。次のいくつかのセクションでは、TI の BDG HEMT を T 型コンバータ設計 (TIDA-01606) で使用し、AC/DC 動作で約 98% のピーク効率を達成する方法について説明します。TI の BDG の性能を確認するために、テスト結果を提示します。

TIDA-01606 T 型コンバータ基板用の BDG ドーターカードの設計

TIDA-01606 は、SiC ベースの 11kW、双方向 3 相、3 レベルの T 型コンバータです。ベンチマークでは、この SiC ベースの設計のピーク効率は 98.6% (4.5kW 負荷時) です。T 型中間スイッチ用に、3 組の双方向 (この例では共通ドレイン) SiC FET (650V、60mΩ) があります。図 1 に示すように、TI のモノリシック BDG 技術を活用することで、ユーザーは 6 個のディスクリート SiC FET を 3 個の BDG HEMT に置き換えることができます。回路図や設計ガイドを含む、元の SiC TIDA-01606 設計の詳細については [TIDA-01606](#) を参照してください。

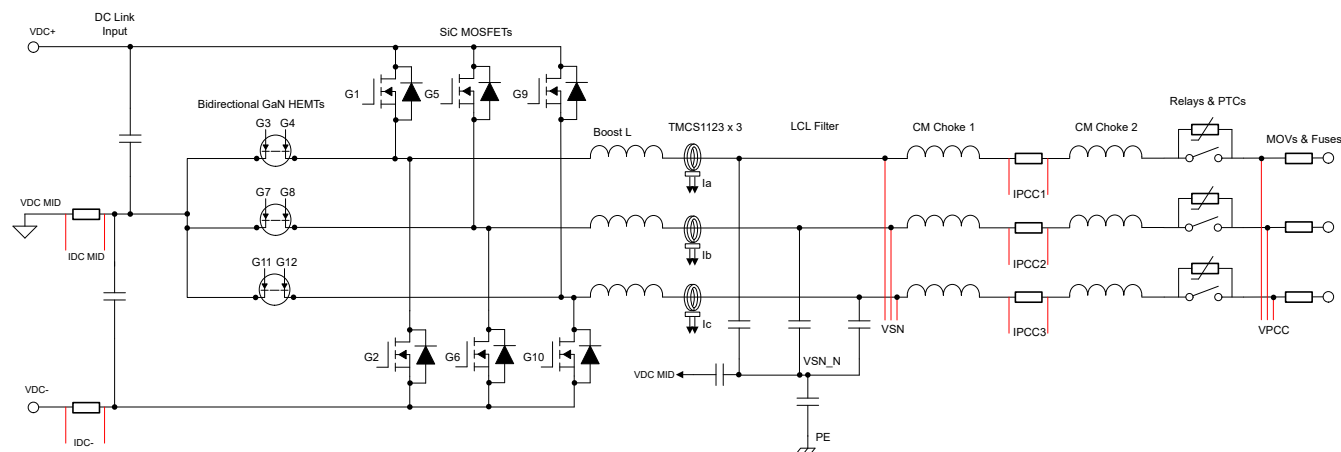


図 1. 内部スイッチ用の双方向 GaN HEMT で簡略化された T 型コンバータ (TIDA-01606) のブロック図

双方向スイッチを置き換えるよう、メインの TIDA-01606 マザーボードに直接取り付け可能な 3 枚の BDG ドーターカードを設計しました。アセンブリを図 2 に示します。BDG の上面には冷却ヒートシンクがあることに注意してください。

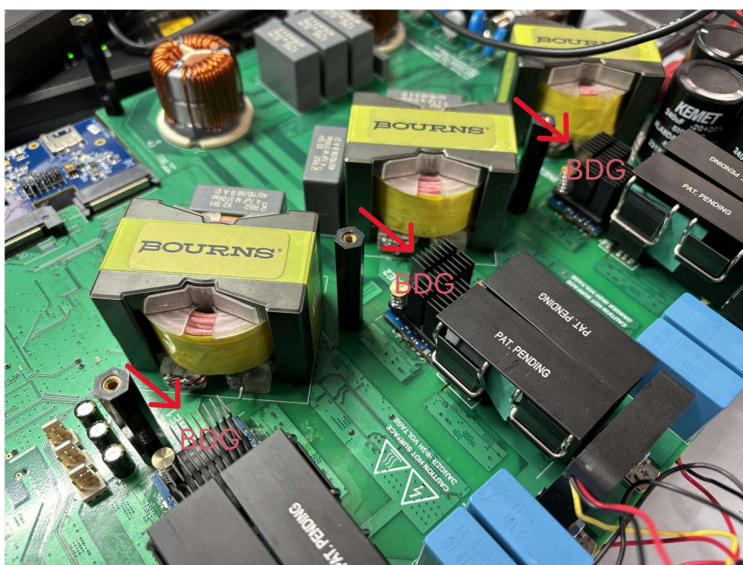


図 2. 組み立て済みの BDG ドーターカード付き TIDA-01606 ボード (赤矢印)

テスト結果

BDG ベース T 型コンバータの効率、力率 (PF)、電流全高調波歪み (iTHD) のテストを実行しました。3.8kW での PFC 動作の実験波形を図 3 に示します。入力 AC 相電圧は 230Vrms、出力は 800VDC です。スイッチング周波数は 90kHz に設定され、デッドタイムは 150ns です。ドーターカード プラグインの特性により、デッドタイムは控えめに設定され、伝搬遅延が追加されています。ピーク効率は、3.8kW で 97.9% でした。高負荷レベル (特に 3A を上回るような大電流の場合) では、スイッチング損失より導通損失が大きくなると予想されます。効率、力率 (PF)、iTHD の性能データをそれぞれ図 4、図 5、図 6 に示します。

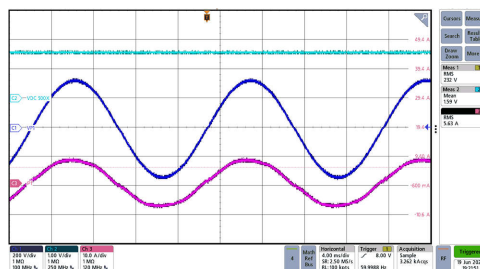


図 3. 3.8kW 動作時の PFC 波形の例

スコープの信号: CH1: AC 入力位相電圧 VP1 (青)、CH2: 出力 VDC、500:1 でスケーリング (青緑)、CH3: AC 入力電流 (赤)

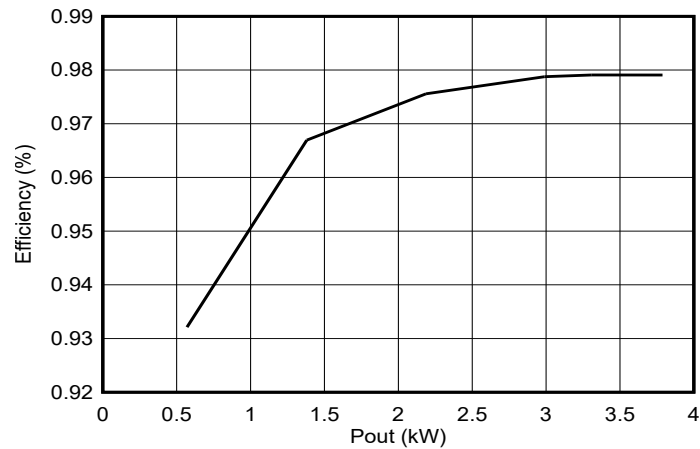


図 4. PFC モード、230VAC 入力、800VDC 出力での効率

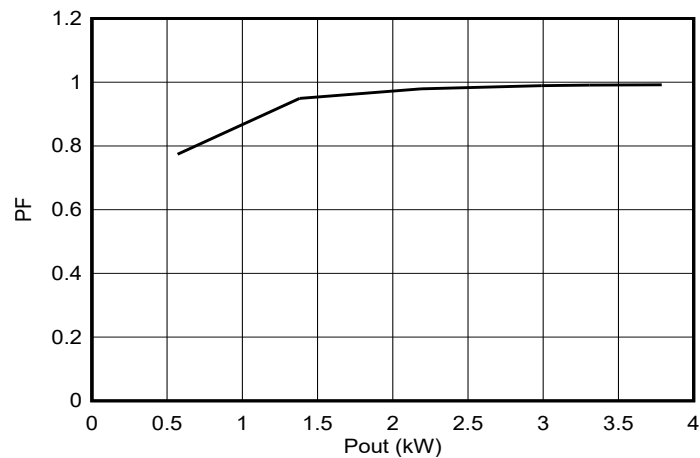


図 5. PFC モード、230VAC 入力、800VDC 出力での力率

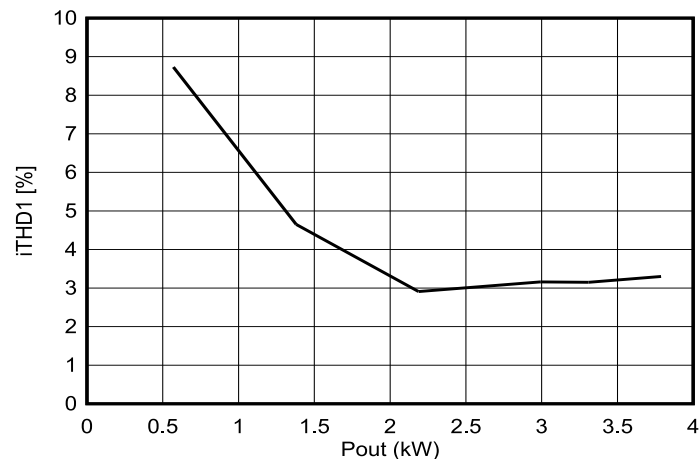


図 6. PFC モード、230VAC 入力、800VDC 出力での iTHD1

まとめ

近年 BDG は、パワー コンバータ分野で大幅な進歩を遂げており、商用 GaN 製品の基礎の 1 つになると予測されています。このアプリケーション ブリーフでは、T 型コンバータでの BDG のアプリケーション例と、いくつかの主要な双方向パワー コンバータ アプリケーションで BDG が果たし得る役割をサポートするための予備データをいくつか紹介しました。BGD は、単一 MHz 範囲 (ダイレクト マトリクス コンバータなど) で動作する双方向コンバータに、さらに多くの価値を追加する可能性があります。

商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

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、TI は一切の責任を拒否します。

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 © 2025, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月