

Technical Article

統合型 TOLL パッケージ化 GaN デバイスを使用した電源設計の革新を推進



Srijan Ashok



現在の電源設計には、高い効率と高い電力密度が求められます。そのため、設計者はさまざまな電力変換トポロジで窒化ガリウム (GaN) デバイスを使用しています。

GaN は高周波スイッチングを可能にし、受動部品のサイズを低減して密度を向上させることができます。また GaN は、シリコンやシリコン カーバイド (SiC) のようなテクノロジーに比べて、スイッチングやゲート駆動、逆回復にかかる損失を低減するので、電源の設計効率が向上します。

AC/DC から DC/DC への変換に 650V GaN FET を使用して、あるいは DC/DC 変換に 100V または 200V の GaN FET を使用して、電源を実装できます。

最先端の製品を扱う場合、業界標準フットプリントを備えたデバイスを選択して、調達チームのサプライ チェーンを合理化することも重要です。このため 650V のスペースには、トランス アウトライン リードレス (TOLL) パッケージが大電源設計で一般的になりつつあります。

業界標準デバイスの選定に加え、TI の **LMG3650R035** GaN 電界効果トランジスタ (FET) のような統合型デバイスは、さまざまな電源トポロジにまたがって高密度で信頼性の高い動作が可能な設計をするうえで重要な役割を果たすことができます。このデバイスはゲートドライバを内蔵しており、過電流保護、過熱保護、短絡保護などの保護回路を備えています。保護回路の統合により、これらの機能を実装するための外部コンポーネントを減らすことができます。またこのデバイスは、トータムボール力率補正 (PFC)、インダクタ コンデンサ、位相シフト フル ブリッジ、デュアル アクティブ ブリッジなど、高電圧スペースでの複数の電源トポロジもサポートできます。

ゲートドライバを統合すると、図 1 に示すように、寄生結合が大幅に低減されたシンプルで高密度かつクリーンなレイアウトを作成できます。スイッチング周波数の高い電力変換では、統合が特に重要になります。ゲート ループ内の回路の寄生結合によって、ゲート ノイズおよびオーバーラップ損失が増加するからです。統合された電力段を使用することで、寄生結合は無視できるほど小さくなり、レイアウトが簡素化されます。

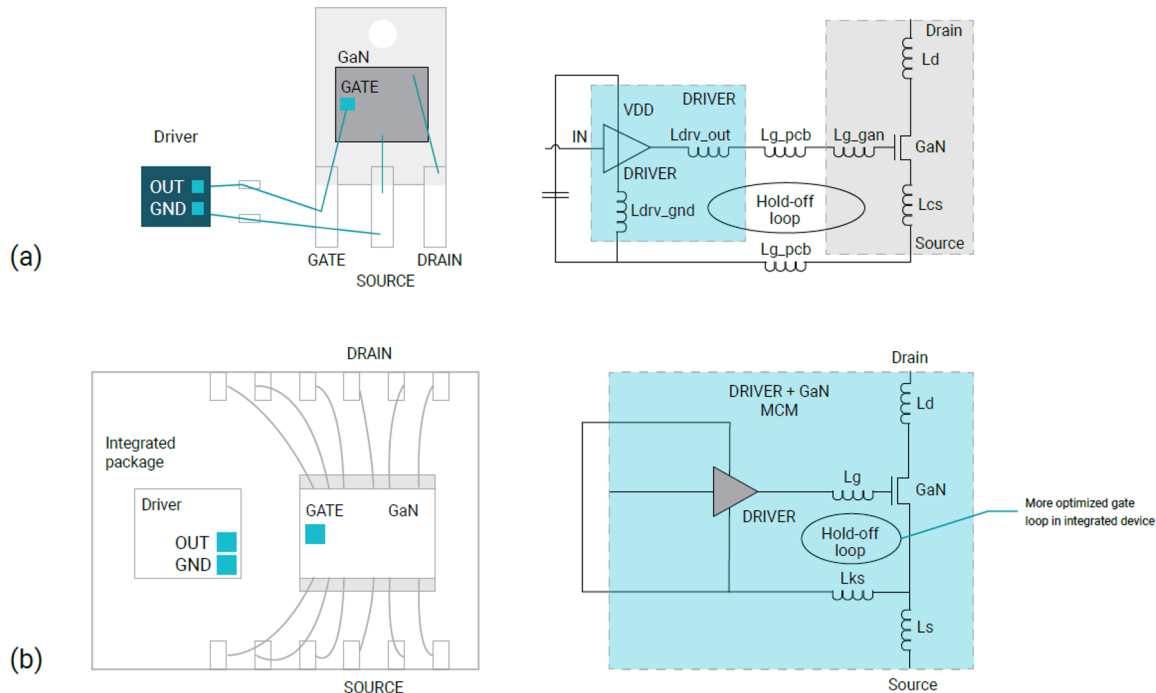


図 1. 回路寄生統合型 GaN 電力段とディスクリート GaN の比較

TI の高電圧 TOLL デバイスのアプリケーション分野

TI の TOLL デバイスに関する主なアプリケーション分野をいくつかご紹介します。これらの分野では、統合された保護機能、統合されたゼロ電圧検出 (第 3 象限での損失を低減)、無視できるほど小さい寄生結合に起因するオーバーラップ スイッチング損失の低減を活用できます。

データ センターと通信電源用 PSU

データ センターやハイパースケール コンピューティングの需要が高まるにつれて、高効率で電力密度の高い電源ユニット (PSU) を作るニーズは飛躍的に増大する見込みです。通信領域が 4G から 5G、そして今では 6G へと移行していますが、機器の電力要件が増え続けていても、フォーム ファクタは同じです。

このシナリオは、図 2 に示すように、主に、PFC と DC/DC 段を経由して AC 電力を DC バスに変換する統合型 650V TOLL デバイスの有力な使用事例になります。TI の TOLL パッケージ GaN デバイスは、すでに説明したトポロジ全体で、PFC 段で 99% を上回る効率、DC/DC 段で 98% を上回る効率を達成できます。

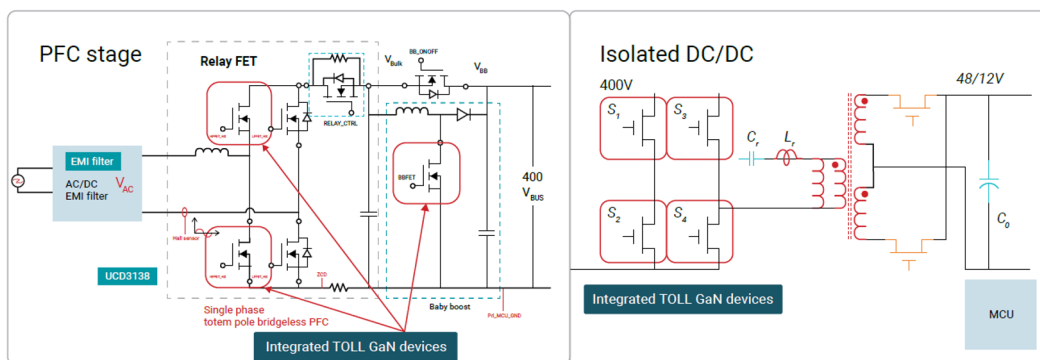


図 2. PSU ブロック図

ソーラー マイクロインバータ

電力源としてのソーラー エネルギーは増加傾向にあります。図 3 に示すように、双方向 DC/DC と、PFC およびインバータ段のどちらでも、統合型 GaN TOLL デバイスを使用してソーラー パネルの電圧を AC 電力に変換できます。クリーンエネルギー要件が急速に拡大する中、業界標準のデバイスを使用し、小型のフットプリントで高効率と大電力を供給することが重要です。

TOLL GaN デバイスは、業界標準のフットプリントと統合された機能により、付加価値をもたらすことができます。これらのデバイスを採用すると、さまざまなドレイン ソース間オン抵抗を使用してさまざまな電力レベルへのスケール、さまざまなトポロジーでのスケールができ、レイアウトのに苦労することはありません。これは、大半のセンシング機能と最適化機能が電力段に統合されているためです。

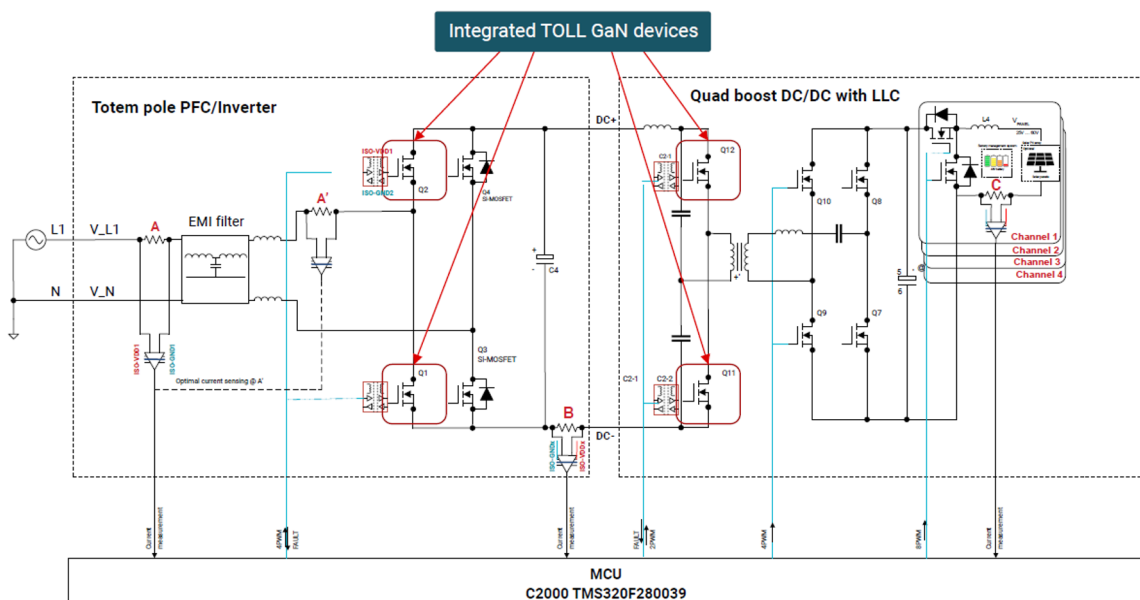


図 3. マイクロ インバータのブロック図

テレビ用電源

大画面 (40 インチ超) テレビの市場には大きな成長の可能性があるほか、美的感覚を理由に、スクリーンの軽量化や薄型化が進んでいます。スクリーンが大きくなると電力要件は大きくなりますが、サイズは薄くなるため、テレビの電力効率を高めることが重要です。AC/DC 変換は PFC および DC/DC 段で TOLL デバイスを使用できます。

統合型 TOLL GaN デバイスを採用すると、受動部品を同じサイズで維持し、外部回路をシンプルな配線で最小に維持して、プリント基板の薄型化を実現できます。また設計は、業界標準のフットプリントを維持しながら、さらに効率的になります。

2W、3W、4W のオンボード チャージャ

自動車の電動化は、世界がテールパイプからの排出削減のために努力している中、常にニュースになっています。On-the-Go 充電への簡単なアクセスには、電気自動車のオンボードチャージャ (OBC) が必要です。OBC は電気自動車のシャーシ内にあるため、電力密度が高く、効率的である必要があります。損失を消費するアクティブな冷却機能がないので、OBC が占有するスペースを最小限にして損失を低減します。

代表的な OBC ブロック図を、図 4 に示します。統合型 TOLL GaN デバイスは PFC 段と DC/DC 段の両方に対し、統合と高いスイッチング周波数を通じた設計サイズの最適化と、損失 (ゲートドライブ損失とスイッチング損失) の低減により、放熱をさらに効率化します。TOLL GaN デバイスを使用すると、すべての保護機能がデバイスレベルで有効になるため、業界標準のフットプリントを維持しながら OBC 設計の回復力を強化できます。

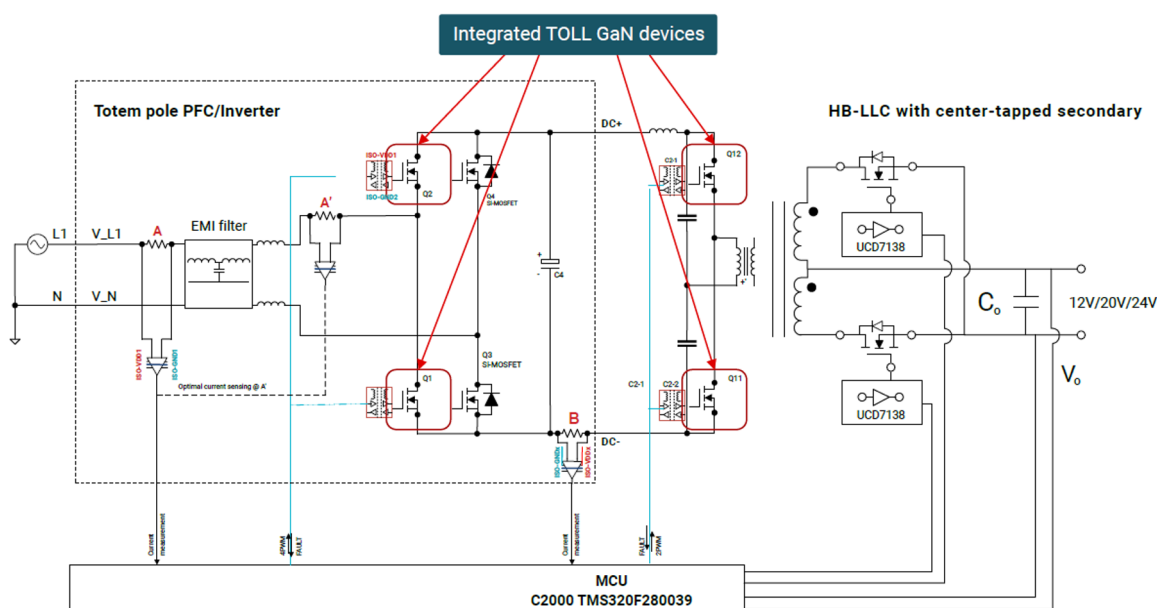


図 4. オンボード チャージャ

まとめ

将来の電源設計者が直面する大きな課題の 1 つは、電力密度の高い設計で可能な限り損失を低減しながら、増大し続ける電力レベルを供給することです。統合型 TOLL GaN デバイスは、統合型 GaN を業界標準のフットプリントと組み合わせることにより、余分な回路や複雑な PCB レイアウトにかかる手間を省きます。これはデザインの煩雑さを減らすことにつながります。さらに、モータードライブ、産業用電源、家電用電源など、シンプルで高密度の設計を重視するその他の最終製品のスペースでも設計の強化を図ることができます。

GaN FET テクノロジーが飛躍的に進歩を遂げる中で、TI は将来にわたって TOLL デバイスに投資し、性能指数を改善して、同じスペースでさらに大電力を供給しようと努力する設計者を支援し続けます。

その他の資料

- 『[LMG3650R035 評価基板 EVM ユーザーガイド](#)』をご確認ください。
- [LMG3650EVM-113](#) 評価基盤の詳細をご参照ください。
- TI の [GaN テクノロジー](#) の詳細をご参照ください。

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

テキサス・インスツルメンツは、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、テキサス・インスツルメンツ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 テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(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 テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツ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。テキサス・インスツルメンツ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、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツ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。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、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、テキサス・インスツルメンツ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 テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(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 テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツ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。テキサス・インスツルメンツ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、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用される テキサス・インスツルメンツ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。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated