

Technical Article

GaN を採用してエレクトロニクス設計を変革する、4 種類の中電圧向けアプリケーション



Srijan Ashok

はじめに

技術の急速な発展は、電力への欲求が高まることを意味します。この発展を持続可能な方法で推進するため、太陽光発電などの再生可能エネルギー源が電力グリッドに次第に導入されつつあります。同様に、より高速なデータ処理、ビッグデータストレージ、人工知能 (AI) を可能にするため、サーバーの需要は指数関数的に増加しています。世界的な動向の結果として、設計において、同じフットプリントにより多くの電力を供給しながら、効率を向上させ続けるという大きな課題に設計者は直面しています。

この課題は、高電圧電源設計における窒化ガリウム (GaN) の採用を後押ししてきました。なぜなら、GaN には次の 2 つの大きな利点があるためです。

- 1 つは高い電力密度です。スイッチング周波数が高い GaN を使って設計すると、より小さいサイズの受動部品 (インダクタ、コンデンサなど) を使用できるため、ボードのサイズを小さくできます。
- もう 1 つは高い効率です。GaN の優れたスイッチングおよび導通損失特性のおかげで、シリコン設計と比較して、損失が >50% 小さくなります。

業界で採用されている高電圧 GaN (定格 $\geq 600V$) に加えて、それまで高電圧 GaN では対応できなかった電力システムにおいてより高い電力密度および効率を実現するため、新しい中電圧 GaN ソリューション (定格 80V~200V) が次第に人気を集めつつあります。

この記事では、GaN の採用が広がっている 4 つの主要な中電圧アプリケーション分野について説明します。

アプリケーション 1: ソーラー エネルギー

ソーラー エネルギーは、急成長中の再生可能エネルギー源です。その発電量は **2021 年から 2022 年の間に 26% 増加**し、今後 7~8 年の間、年平均成長率約 **11.5%** で拡大すると予測されています。太陽光発電設備はスペース集約型技術であるため、太陽光発電設備の数が増加するにつれて、システムの効率と電力密度に対する要求も増大します。ソーラー パネル サブシステム向けに **LMG2100R044** および **LMG3100R017** デバイスを使用すると、システム サイズを **40% 以上低減**できます。

太陽光発電は、ソーラー パネルの主に 2 種類のサブシステムによって実現されます。1 つは、昇圧段と、それに接続されたインバータ段です。ここでは、DC 電圧範囲を 1 つの AC 電圧に変換します (図 1 を参照)。もう 1 つは昇降圧段です。ここでは、変動する DC 電圧を電力オプティマイザが (最大電力点追従によって) 共通の DC 電圧レベルに変換してストリング インバータに供給します (図 2 を参照)。

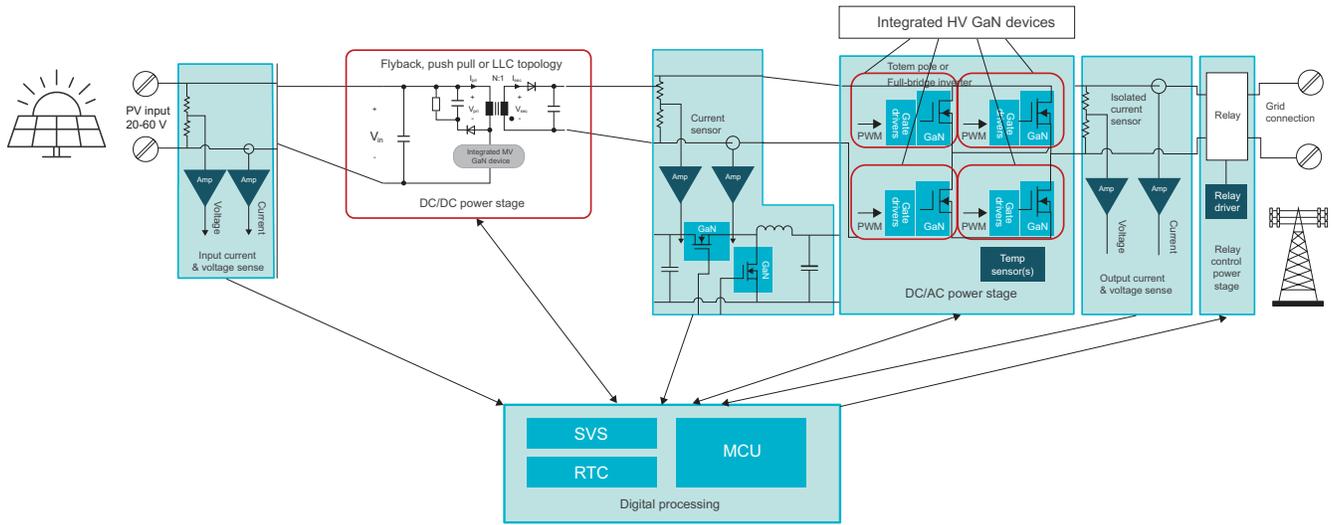


図 1. マイクロ インバータのブロック図

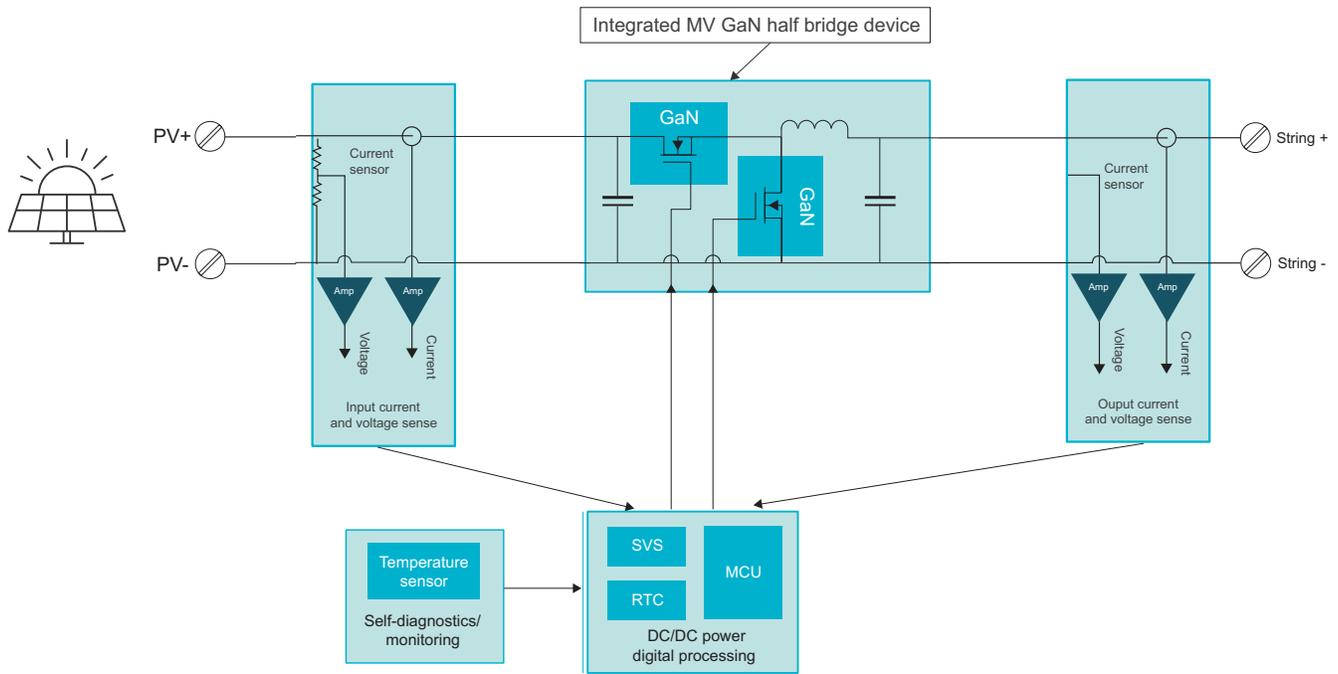


図 2. 電力オプティマイザのブロック図

アプリケーション 2: サーバー

私たちがまだ AI によるテクノロジーの革新の初期段階にいることを考えると、複雑な機械学習アルゴリズムを実行し、より大規模で複雑なデータセットの保存を可能にするためのサーバーの需要は今後指数関数的に増加するでしょう。各段の効率の目標値が >98% である高密度設計は、このような高度な処理とストレージの要求に応えることができます。

図 3 に示すように、サーバー電源アプリケーションの主な 3 つのシステムでは、100V~200V の GaN を採用できます。

- 電源ユニット (PSU): オープン コンピュート プロジェクトにおいてサーバー仕様が変化したことが、48V 出力の人気を高めつつあります。しかし、必要とされる 80V および 100V シリコンソリューションでは、従来のソリューションに比べて、損失 (ゲート駆動およびオーバーラップ損失) が大幅に増加します。LMG3100 などの GaN ソリューションは、インダクタ - インダクタ - コンデンサ段 (LLC 段) の 2 次側の同期整流器でのこれらの損失を最小限に抑えるのに有効です。
- 中間バスコンバータ (IBC): このシステムは、PSU 出力からの中間電圧 (48V) をより低い電圧に変換し、サーバーに供給します。48V の電圧レベルが一般的になるにつれて、IBC のおかげで、サーバー サブシステムでの分配時の I^2R 損失を低減し、バスバーと電力伝送配線のサイズとコストを低減できるようになりました。IBC の欠点は、効率を低下させる可能性がある工程がもう 1 つ電力変換に追加されることです。そのため、高効率と高電力密度の最良の組み合わせを求めて OEM がテストしている複数の新しいトポロジに加えて、LMG2100 や LMG3100 などの高効率 GaN デバイスを活用することが重要です。
- バッテリーバックアップユニット (BBU): 昇降圧段は通常、バッテリー電圧 (48V) をバス電圧 (48V) に変換します。電力潮流が双方向であるシステムにおいて、商用電源ラインが停止した場合、バッテリーの電力変換のために BBU を使うこともできます。無停電電源がこの段を使っている理由は、バッテリーから直接 1 回のみ DC/DC 変換を実行することで、DC/AC/DC 変換に起因する損失をなくせるためです。

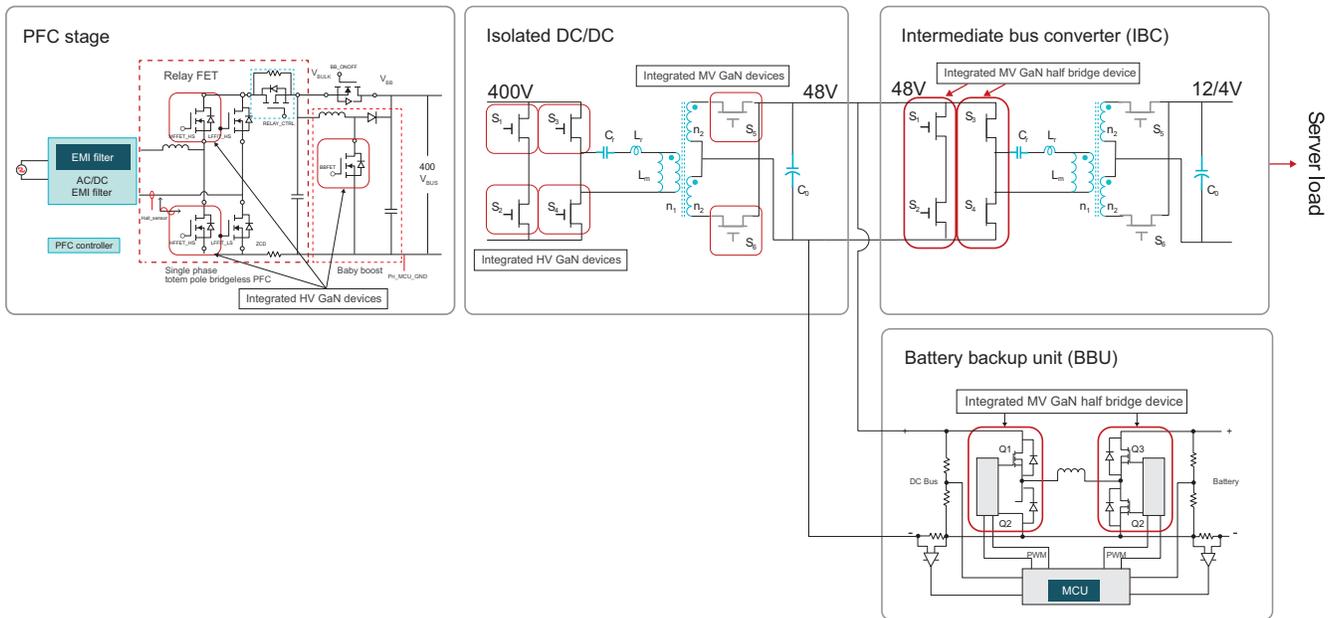


図 3. サーバーの電源ブロック図

アプリケーション 3: 通信用電源

無線通信の電源を GaN 設計にすることができます。無線機は通常、自然冷却のみで屋外に設置されるため、高効率が必要です。また、先進的なモバイル ネットワーク (5G、6G) では、より高速なネットワークとデータ処理が求められるため、損失が非常に小さく高密度の設計が求められます。LMG2100 はこの種の設計の電力密度を >40% 向上させることができます。

代表的な中電圧アプリケーションでは、反転型昇降圧またはフォワード コンバータトポロジを使って +48V のパワー アンプに電力を供給するため、または降圧コンバータトポロジを使ってフィールド プログラマブル ゲート アレイとその他の DC 負荷に電力を供給するため、GaN が負のバッテリー電圧レベル (標準値 -48V) からの電力を変換します。

アプリケーション 4: モータードライブ

モータードライブ回路でも GaN を使用できます。その用途はロボット、電動工具ドライブ、2 輪トラクション インバータ設計など多様であり、負荷プロファイルもさまざまです。GaN のゼロ逆回復 (ボディダイオードが存在しないため) という性質により、ダイオードの逆バイアス電流のためのセtring時間が不要であるため、デッドタイム損失が小さく、高効率です。GaN の高いスイッチング周波数のおかげで、電流リップルが低減されます。そのため、すでに説明したように、受動部品をより小型化できることから、よりスマートなモータードライブ設計が実現できます。

図 4 に、モータードライブに GaN を組み込む方法を示します。

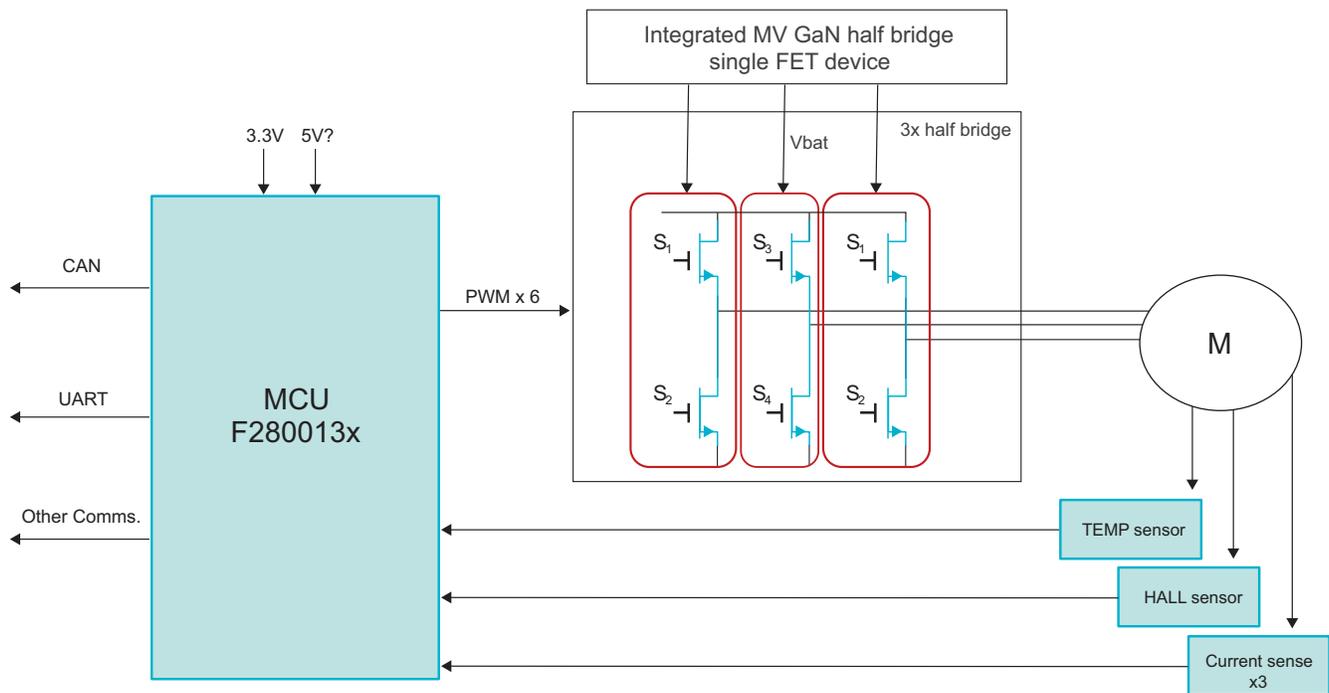


図 4. モータードライブ ユニットのブロック図

まとめ

GaN は、基板全体の中電圧アプリケーションにおいて、従来のシリコン FET を置き換える可能性を持っています。100V ~200V GaN のその他の応用分野には、汎用 DC/DC 変換、Class-D オーディオ アンプ、バッテリー試験 / 構成機器が含まれます。スイッチング周波数の向上、電力損失の低減にも貢献する GaN の利点は、電源設計の簡素化する統合型パワーステージを通じて、より明確になります。

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 © 2024, Texas Instruments Incorporated

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](#)、または [ti.com](#) やかかる TI 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。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。

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、TI 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 © 2024, Texas Instruments Incorporated