

DrGaN^{PLUS}による 設計の簡素化



David Reusch 博士、アプリケーション・エンジニアリング部門ディレクタ

窒化ガリウム・ベースのトランジスタやICによって、パワー・コンバータの設計者は、出力の大電力化、高効率化、高電力密度化の達成に向けた道筋が見えてきます。このアプリケーション・ノートは、電力変換システムの設計者が窒化ガリウム・トランジスタの優れた特性を簡単に評価できるように設計されたeGaN FETモジュールについて説明します。

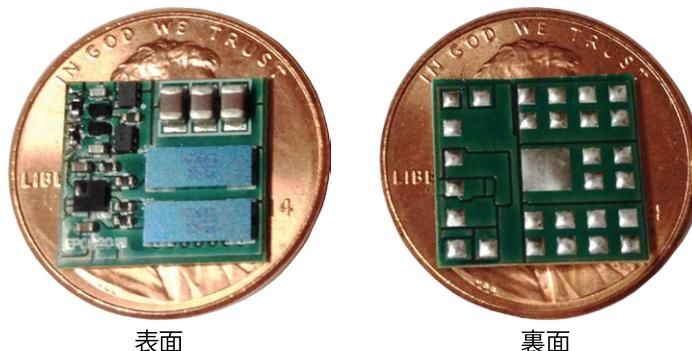


図1: DrGaN^{PLUS}のEPC9203は、最適化されたハーフブリッジのビルディング・ブロック

設計の簡素化

パワー・コンバータは設計者に簡単な解決策を提供すると同時に常に出力の大電力化、高効率化、高電力密度化より高温での動作より高い信頼性のすべてに向けて開発されています。図1に示すDrGaN^{PLUS}は、簡単に使えるビルディング・ブロックでeGaN FETの高い電力密度特性を実証できます。米国のペニー硬貨よりも小さな実装面積で、最適化されたハーフブリッジは、既存の任意のコンバータへの接続が可能な実装パッドを備え、11 mm x 12 mmの4層プリント回路基板上に構成されています。

図2に示したハーフブリッジの回路ブロック図は2個のeGaN FETドライバの集積回路 (IC) パルス幅変調 (PWM) の論理、デッドタイムの調整、高周波入力コンデンサで構成されています。この設計、および部品のレイアウトでは、eGaN FET技術の高速特性を十分に利用できるようにすることが重要です。DrGaN^{PLUS}のゲート駆動回路は、eGaN FETのためのゲート駆動条件が確実に満たされており最新のeGaNドライバIC技術と共に最適化された特性を実現しています。ユーザーは2つの入力PWM信号でデバイスを個別に制御するかまたは1つの入力PWM信号に対して基板上の論理回路とデッドタイム調整回路を使っ

て、特性を最大化するために、バック(降圧型)・コンバータ向けに最適化されたデッドタイムを得ることができます。高周波入力コンデンサも、プリント回路基板の最適化されたレイアウトの2個のeGaN FETと共に基板上に配置され、スイッチング損失と電圧オーバーシュートを減少させるた

めに、共通ソース・インダクタンスと高周波電力の転流ループ・インダクタンスを最小化しています。DrGaN^{PLUS}は、複雑さを軽減し、図1の右図に示したように、プリント回路基板に実装した利用可能なパッド付きで、使いやすい最適化されたソリューションを提供します。

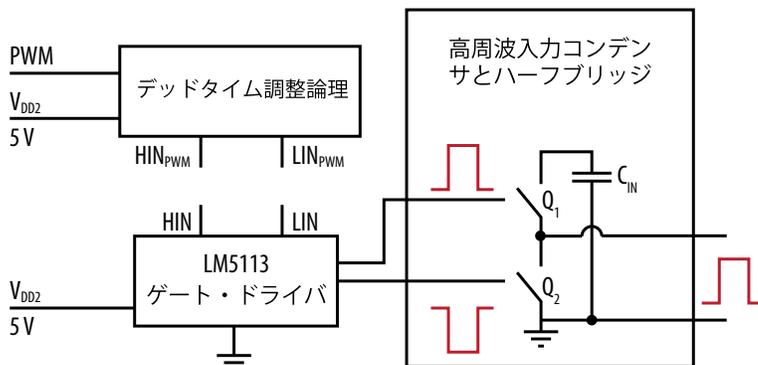


図2: 最適化されたハーフブリッジ DrGaN^{PLUS}の回路ブロック図

効率の向上

技術が理論的な限界に達するにつれ、シリコン・ベースのデバイスの特性の向上は、過去10年間で鈍化しており、パッケージの改善は、より高い電圧において、固有のトレンチ構造によって制限されています。ここで、GaNトランジスタの出番です。

商用のエンハンスメント・モードGaNオン・シリコンの最初のパワー・デバイスは、成熟したパワーMOSFET (金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ) の良好な潜在的な代替品です。eGaN FETは、性能指数FOM (figure of merit)が小さく、パッケージの寄生要素が小さいので、寄生要素が小さいプリント回路基板レイアウトと組み合わせれば、最先端のシリコン (Si) 技術よりも大幅に良い特性を実現できます。耐圧80 VのeGaN FET (EPC2021) を使うDrGaN^{PLUS}モジュールEPC9203のスイッチング波形を図3に示します。低オン抵抗 ($R_{DS(on)}$)、かつスイッチング電荷を低減したGaNデバイスは、スイッチング速度の高速化、大きな動作電流、小さい電圧オーバーシュートを実現できます。これは、動的なスイッチング損失と静的な導通損失の両方を低減でき、コンバータの効率を向上できます。300 kHzで動作する80 VのeGaN FETを使ったDrGaN^{PLUS}の効率の測定結果を図4に示します。eGaN FETの小さい動的スイッチング損失によって、500 kHzの効率曲線で示されるように、特性を犠牲にすることなくシステムのスイッチング周波数と電力密度を向上させることができます。

下記の表1に示されているように、現在利用できるDrGaN^{PLUS}モジュールには2つのバージョンがあります。40 AのEPC9201は、40 VのEPC2015Cと30VのEPC2023を使っています。20 AのEPC9203は80 VのEPC2021を搭載しています。

まとめ

高性能GaNデバイスの導入は、伝統的なSiのMOSFET技術で実現できる効率において、より高い周波数でスイッチングできる可能性があります。eGaN FETベースのDrGaN^{PLUS}のビルディング・ブロックは、設計者が窒化ガリウム・トランジスタの優れた特性を評価するための使いやすいモジュールなので、高電力密度、高効率の電力変換を簡素化できることを実証できます。

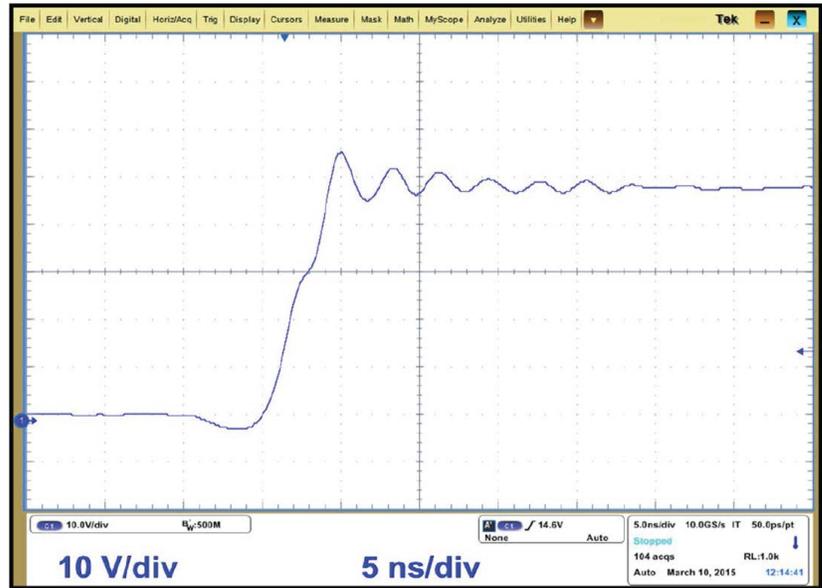


図3: eGaN FET 設計のスイッチング・ノードの波形 ($V_{IN} = 48 V, V_{OUT} = 12 V, I_{OUT} = 20 A, F_{SW} = 500 kHz$)

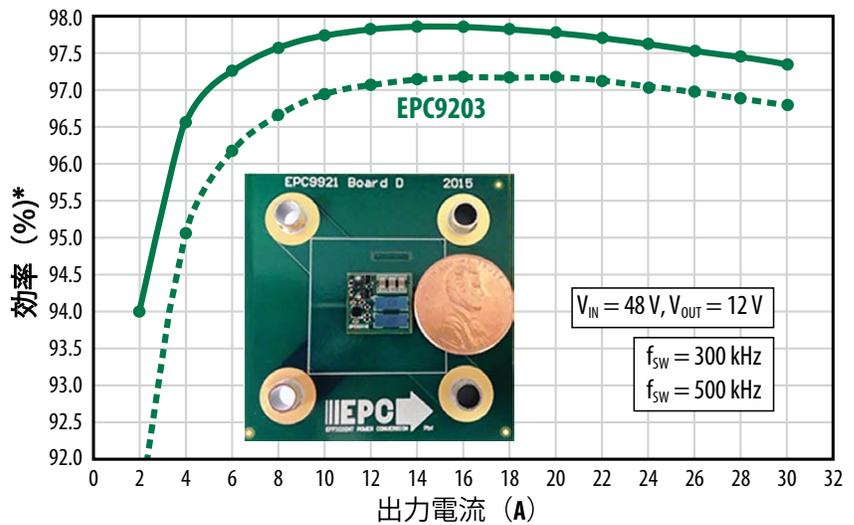


図4: 300 kHz および 500 kHz における80 VのEPC2021 デバイスを使ったDrGaN^{PLUS}のEPC9203の効率

型番	V_{DS} (最大値)	I_D (RMSの最大値)	搭載製品
EPC9201	30	40	EPC2015C/EPC2023
EPC9203	80	20	EPC2021

表1: DrGaN^{PLUS}の型番