

# eGaN® FETの電力変換向けに 拡張するエコシステム



## 序論

eGaN FETベースの電力変換システムは、Siベースの代替品よりも、高効率、高電力密度で、全体的なシステム・コストを削減できます。これらの優れた性能は特に、eGaN FETの性能を引き出すゲート・ドライバ、コントローラ、および、受動部品などのパワー電子部品のますます拡張するエコシステム（生態系）の存在に拍車をかけています。eGaN FETの一部の例を図1に示します。

## eGaN FETのエコシステムの概要

eGaN FETのエコシステムは、1) ゲート・ドライバ、2) コントローラ、3) 受動部品の3つの主要な分野に分類できます。図2に示すような標準的な同期整流型バック（降圧型）・コンバータでは、これらのさまざまな部品が注目されます。これらの部品への要求は、実装面積が小さい、高速スイッチング、厳しいゲート電圧要件、高周波能力などのeGaN FETの特性によって牽引されています。

## eGaN FET用ゲート・ドライバ

ゲート・ドライバICは、eGaN FETのスイッチング能力を最大化するために重要です。eGaN FETに対応させるためには、ゲート・ドライバは、5V駆動に適したUVLO（低電圧ロックアウト）、低プルアップ抵抗、低プルダウン抵抗、小さい実装面積、および高い $dv/dt$ に耐えるための十分な同相過渡電圧耐性（CMTI: common-mode transient immunity）を備えた絶縁に対応していなければなりません。一部のeGaN対応ドライバが備えるこの他の有益な機能には、電圧レギュレータ内蔵、ブートストラップ管理、非常に狭いパルス幅を発生できる能力などがあります。eGaN FETと組み合わせることに適したローサイド・ゲート・ドライバの例が表1です。表2は同様に、ハーフブリッジのゲート・ドライバの例です。

シングル・チップのソリューションが存在しない高電圧設計では、ローサイドのゲート・ドライバを高CMTIの高電圧信号アイソレータと組み合わせて使うことができます。

## eGaN FET用コントローラ

eGaN FETは、コンバータの周波数を高められるので、コントローラは、高い制御帯域幅と高周波コンバータ向けの厳格な安定化と共に、MHzオーダーで動作することが要求されます。多くのコントローラには、ゲート・ドライバ段も組み込まれており、このゲート・ドライバ段は、前述のゲート・ドライバへの要求を満たさなければなりません。表3と表4は、同期整流型のバック/ブースト（昇圧型）・コンバータ向けのeGaN FET対応コントローラを示しています。

デジタル・コントローラは、多相および多レベルのアーキテクチャなど、多くのeGaN FETのアプリケーションにも有用です。この用途に適した例には、米マイクロチップ・テクノロジー社のPICシリーズ、米テキサス・インスツルメンツ社のDelfinoシリーズとPiccoloシリーズがあります。

## eGaN FET向け受動部品

eGaN FETベースのコンバータの動作周波数が高いほど、より高い周波数向けに最適化された受動部品が必要になります。

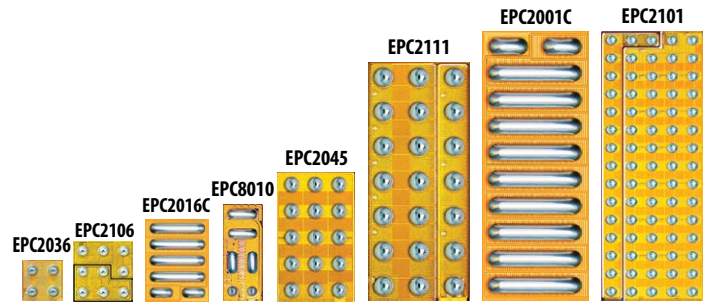


図1: eGaN FETの例

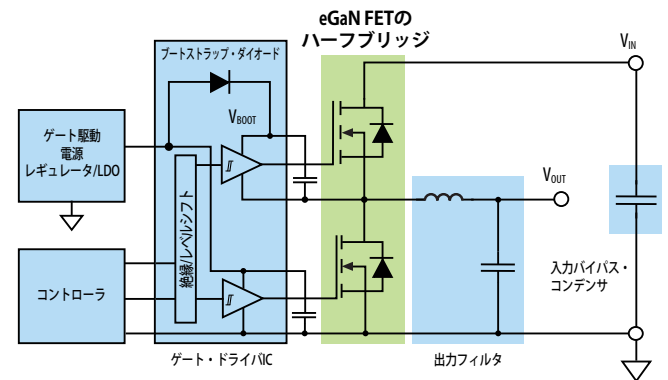


図2: eGaN FETのエコシステムの主要な部品を強調したeGaN FETベースの標準的な同期整流型バック・コンバータの回路図

eGaN FETコンバータの性能の重要な指標は、入力と出力のフィルタを含めた電力密度と効率です。コイル選択の重要なパラメータには、導通損失を最小化するための低い等価直列抵抗（ESR）、低損失コア、低寄生容量があります。

バイパス/デカップリングに適したセラミック・コンデンサは複数のベンダーから入手でき、X7RまたはX7Sの温度係数を選べば、最高の電力密度で良い結果をもたらします。

## 結論

eGaN FETがアプリケーションの設計に浸透し続けると、eGaN FETの優れた性能を実現するために必要なサポート部品の周辺エコシステムも拡大するでしょう。現在、このエコシステムは、もはやGaNベースの設計の制限要因ではなく、設計者にとって、ゲート・ドライバ、コントローラ、受動部品の選択肢が急速に広がっています。

メーカー	型番	LDO	特徴	応用例
米テキサス・インスツルメンツ社	UCC27611	内蔵	デジタル・アイソレータ付きハーフブリッジでの使用に最適	EPC9081
テキサス・インスツルメンツ社	LMG1020	なし	超高速、パルス幅1 ns	EPC9144
テキサス・インスツルメンツ社	LMG1025-Q1	なし	狭パルス用途向けの5 V UVLO搭載車載用ローサイド・ゲート・ドライバ	EPCに問い合わせ
台湾uPI Semiconductor社	uP1964	内蔵	調整可能な駆動電圧レギュレータを統合	—
米IXYS社	IXD_604	なし	デュアル・ドライバ、大型FETに最適	—
テキサス・インスツルメンツ社	LMG1025-Q1	なし	狭パルス用途向けの7 A/5 Aの5 V UVLO搭載車載用単一ローサイド・ゲート・ドライバ	—
米アナログ・デバイセズ社	ADuM4120ARIZ	なし	2 A出力の絶縁型シングル・チャンネル・ドライバ	—
アナログ・デバイセズ社	ADuM4121ARIZ	なし	2 Aの絶縁型シングル・チャンネル・ドライバ	—

表1:eGaN FET対応ローサイド・ゲート・ドライバ

メーカー	型番	動作電圧 (V)	ブートストラップ管理	入力	CMTI (V/ns)	応用例
uPI社	uP1966E	80	あり	ローとハイ	—	EPC9078
テキサス・インスツルメンツ社	LM5113-Q1* †	100	あり	ローとハイ	50	EPC9078
テキサス・インスツルメンツ社	LMG1205* †	100	あり	ローとハイ	50	EPC9078
MPS	MPQ1918	100	あり	ローとハイ	—	EPC9165
テキサス・インスツルメンツ社	LMG1210	200	あり	PWM	300	EPCに問い合わせ
米シリコンラボラトリーズ社	Si8274GB1-IM	630	なし	PWM	200	EPCに問い合わせ
シリコンラボラトリーズ社	Si8275GB-IM	630	なし	ローとハイ	200	EPCに問い合わせ
米オン・セミコンダクター社	NCP51820	650	あり	PWM	200	—

\*フットプリント互換 †ピン互換

表2:eGaN FET対応ハーフブリッジ・ゲート・ドライバ

メーカー	型番	ゲート・ドライバ	起動/停止時間	FET電圧 (V)	直流電圧 (V)
テキサス・インスツルメンツ社	UCD7138	内蔵	14 ns / 5 ns	45	18
オランダNXPセミコンダクターズ社	TEA1998TS	内蔵	40 ns / 40 ns	60	10.5
NXPセミコンダクターズ社	TEA1995T	内蔵(デュアル)	80 ns / 40 ns	100	38
NXPセミコンダクターズ社	TEA1993TS	内蔵	65 ns / 40 ns	120	38
米オン・セミコンダクター社	NCP4306A	内蔵	55 ns / 70 ns	100	35
オン・セミコンダクター社	NCP4308A	内蔵	40 ns / 20 ns	150	35
オン・セミコンダクター社	NCP4305A	内蔵	35 ns / 12 ns	200	35

表3:同期整流器向けeGaN FET対応コントローラ

型番	メーカー	概要	応用例
dsPIC33CK32MP102	米マイクロチップ・テクノロジー社	100 MHzのシングル・コア16ビット DSC	最高100 MHz
NCP81111	オン・セミコンダクター社	3相 VR125-6 高速デジタル・コントローラ (SVID/I <sup>2</sup> C インタフェース対応)	250 kHz~5 MHz
LTC7800	アナログ・デバイセズ社	低I <sub>q</sub> 、60 Vの高周波同期整流型降圧コントローラ	320 kHz~2.25 MHz
MIC2103/4	マイクロチップ・テクノロジー社	アダプティブ・オンタイム制御付き同期整流型バック・コントローラ	200 kHz~600 kHz
LM5140-Q1	テキサス・インスツルメンツ社	広入力範囲のデュアル同期整流バック・コントローラ	440 kHz~2.2 MHz
TPS40400	テキサス・インスツルメンツ社	3 V-20 V、30 A、PMBus対応同期整流型バック・コントローラ	200 kHz~2 MHz
TPS53632G	テキサス・インスツルメンツ社	48 VのGaN DC / DCコンバータ用ハーフブリッジ、D-CAP+コントローラ	300 kHz~1 MHz
ISL8117A	ルネサス エレクトロニクス	同期整流型降圧PWMコントローラ	100 kHz~2 MHz
ISL81806	ルネサス エレクトロニクス	80 Vのデュアル同期整流型バック・コントローラ	100 kHz~2 MHz
ISL81807	ルネサス エレクトロニクス	80 Vのデュアルまたは2相の同期整流型ブースト・コントローラ	100 kHz~2 MHz

表4:バック・コンバータおよびブースト・コンバータ用eGaN FET互換コントローラ

型番	メーカー	概要	応用例
EPC2152	EPC	70 V、12.5 Aの ePower™ Stage	EPC90120
LMG5200	テキサス・インスツルメンツ社	80 VのGaNハーフブリッジ・パワー段	LMG5200EVM-02

表5:統合パワー段

型番	メーカー	概要	応用例
FBS-GAM01P-C-PSE	EPC Space社	単一出力eGaNゲート・ドライバ・モジュール	ゲート・ドライバ
FBS-GAM02P-C-PSE	EPC Space社	50 Vの耐放射線高速多機能パワー・GaN® HEMTドライバ	ゲート・ドライバ
FBS-GAM02-P-R50	EPC Space社	50 V/10 Aの耐放射線多機能パワー・モジュール	パワー段
ISL70040SEH	ルネサスエレクトロニクス	耐放射線ローサイドGaN FETドライバ	ゲート・ドライバ

表6:高信頼性用途向けの互換性のあるIC