

# eGaN® FETは、シリコンの価格で GaNの特性を提供

eGaN FETの新しいファミリーは、優れた性能、  
小型化、高い信頼性、低価格を実現。



Alex Lidow博士、Johan Strydom博士、Efficient Power Conversion社

シリコンの代わりに窒化ガリウム (GaN) を使って作ったパワー・トランジスタが、ここ数年間生産されています。GaNベースのトランジスタは、いくつか例を挙げると、4G/LTE基地局向けの包絡線追跡、自動運転車のLidar (光による検出と距離の測定) システム、D級オーディオ・システム、衛星、自動車用照明、ワイヤレス・パワーの送信器、AC-DC電源やDC-DC電源などのアプリケーションにおいて、1000件以上の設計を見つけることができます。最も初期のアプリケーションの設計者は、電源をスイッチングするときに得られる高速化が可能なGaNに魅かれました。より高速なスイッチングは、小型化、高効率化、システム・コストの低減につながります。GaNトランジスタは、シリコン・デバイスよりも10倍も高速にスイッチングできます。この強化された特性を得るために、顧客は、最先端のパワー・トランジスタに対してプレミアム価格を支払いました。

## 今、これが変わります・・・

今、eGaN FETの新しいラインアップが入手可能です。これらの新しいトランジスタは、同等のオン抵抗と定格電圧のパワーMOSFETよりも高速で小型なだけでなく、同程度の数量で魅力的な価格です。これは60年ぶりに初めて、シリコン・ベースの対応品と比べて、特性と価格の両面で優れている非シリコン技術です。それは、たまたま、ではありません。2010年に製品化して以来、EPCは、着実に特性を向上しながらGaNデバイスを製造しています

これらのデバイスは、医療、自動車、民生、通信分野の製品において、これまで存在しなかったまったく新しい市場を創造し、GaNによって特性の向上が可能になります。これには、仮想現実のメガネや先進的なゲーム機能などの楽しいアプリケーションがあります。さらに、ワイヤレス・パワーや自動運転車のように、私たちの生活に大きな利便性を提供するように設計されたアプリケーションもあります。しかし、最も重要なのは、これらを使うと生活の質を劇的に高められる発展途上国におけるモバイル通信や、経口できる大腸内視鏡検査、無線の心臓ポンプのように、人生を変えるアプリケーションです。

過去5年間の学習曲線のおかげで、GaNデバイスの生産コストは、シリコン・デバイスの生産コストよりも大幅に下がっており、EPCは、このデバイスの新しいファミリーで消費者にその利益をもたらしています。

特性とコストの優位性を示すためにEPC2035とEPC2036を表1に示します。比較のために使ったパワーMOSFETは、ほぼ同等の最大オン抵抗 $R_{DS(on)}$ で、同じ最大ブレイクダウン電圧 $V_{DS(max)}$ を備えたデバイスという条件で選びました。スイッチング速度の指標である $Q_{OSS}$ 、 $Q_{GD}$ 、 $Q_G$  (値が小さいほど優れている) も比較のために、この表に示されていることに注意してください。表から分かるように、その容量は、対応するMOSFETよりもGaNデバイスの方が大幅に小さい値です。デバイス面積も比較のために示しました。最後に、一番右の列は、米Digi-Key社のウェブサイトを示されているように、少量、中量、大量に購入したときの価格の比較です。

デバイス	$V_{DS}$ (最大値)	$R_{DS(on)}$ (最大値)	$Q_{OSS}$ (標準値@BV の50%)	$Q_{GD}$ (標準値@BV の50%)	$Q_G$ (標準 値@5V)	$C_{ISS}$ (標準値)	$C_{RSS}$ (標準値@BV の50%)	$C_{OSS}$ (標準値@BV の50%)	デバイス 面積	価格の比較		
										1000個	1万個	10万個
EPC2035	60V	45 mΩ	3 nC	0.16 nC	1.2 nC	100 pF	1.6 pF	60 Pf	0.81 mm <sup>2</sup>	\$0.360	\$0.293	\$0.230
MOSFET A	60V	35 / 42 mΩ	7 nC	3.5 nC	19 nC	985 pF	50 pF	90 pF	19.11 mm <sup>2</sup>	\$0.382	\$0.313	\$0.285
EPC2036	100V	73 mΩ	3.9 nC	0.17 nC	0.7 nC	75 pF	0.7 pF	50 pF	0.81 mm <sup>2</sup>	\$0.376	\$0.306	\$0.240
MOSFET B	100V	56 / 88 mΩ	6.5 nC	1.3 nC	2.8 nC	301 pF	3.6 pF	70 pF	32.5 mm <sup>2</sup>	\$0.396	\$0.324	\$0.295

表1: eGaN FETとMOSFETとの電氣的仕様と価格の比較

## 実験結果

これらの小型でコスト競争力のある部品の特性を評価するために、低電流、大電圧のバック・コンバータのアプリケーションを考えます。この例では、ドライバとしてLM5113を使った48Vから5VへのDC-DC POL（負荷点）コンバータを構成するために2個のEPC2035を使いました。スイッチング周波数1 MHz、出力電流4 Aで動作しているときの標準的な波形を図1に示します。スイッチ・ノード電圧のハード・スイッチングのエッジの立ち上がり時間は、約1.3 nsであることが分かります——平均で30 V/ns以上です！非常に高速なスイッチングにもかかわらず、わずか2 nHのパワー・ループ・インダクタンスに起因するリングング周波数500 MHzの過渡現象が完了した時点で、最小の電圧オーバーシュート（10%）であることにも注目してください。

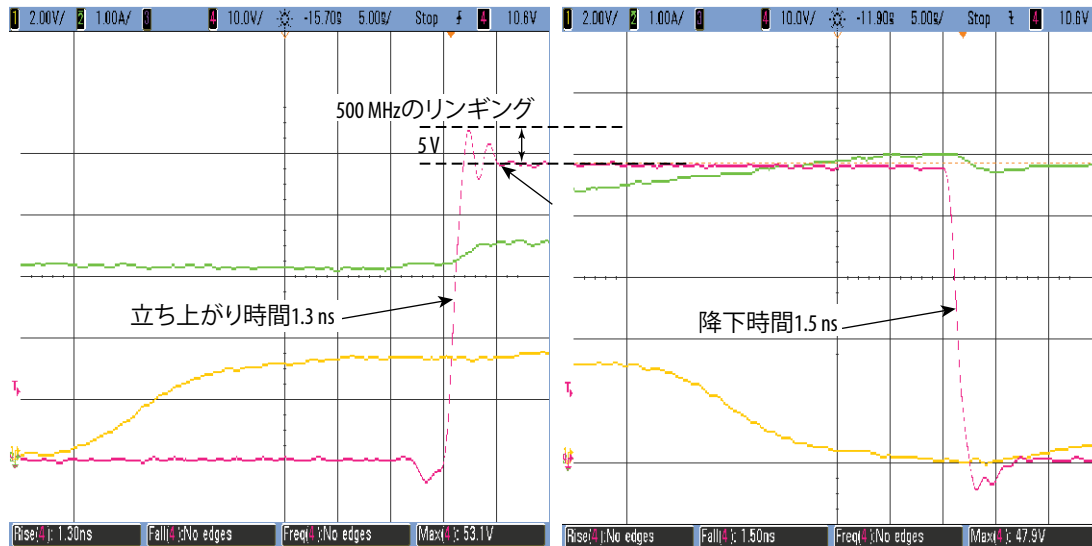


図1:  $V_{IN}=48\text{ V}$ から $5\text{ V}/4\text{ A}$  (1000 kHz) へのバック・コンバータEPC9049の立ち上がりエッジと降下エッジの標準的な波形。  
CH1:  $V_{PWM}$  入力論理信号、CH2:  $I_{OUT}$  出力コイル電流、CH4:  $V_{OUT}$  スwitch・ノード電圧

## 結論

eGaN FETのこの新しいファミリーで設計すると、設計エンジニアは、より低コスト、優れたスイッチング速度、より小さな最終製品を実現することができます。シリコンMOSFETの代替品としてのeGaNトランジスタ普及への最後の壁が崩れ落ちていきます。