

# eGaN® FETを使った48 V入力、6 V出力、900 Wの 小型LLC共振コンバータで効率98%以上にする方法



## 動機

コンピュータ市場や通信市場の急速な拡大によって、中間バス・コンバータ向けの小型、高効率で、高電力密度のソリューションが要求されています。LLC共振コンバータは、高電力密度と高効率のソリューションを提供する注目すべき候補です。非常に低いオン抵抗と非常に小さい寄生容量を備えたeGaN FETは、Si MOSFETを使ったときに損失を大幅に低減することが難しかったLLC共振コンバータの特性改善に貢献します。EPC2053やEPC2023などのeGaN FETを採用した48 V入力、6 V出力で、900 W、1 MHzのLLC DC-DCTランス (DCX)・コンバータがデモされ、比出力48 W/cm<sup>2</sup> (308 W/平方インチ)、電力密度69 W/cm<sup>3</sup> (1133 W/立方インチ)でピーク効率98.1%が得られています。

## 高性能LLC DCX

DCXとして動作する変換比8対1の LLCの電源アーキテクチャの回路図が図1です。フルブリッジの1次側と、同期整流器を備えた中央タップ付きの2次側で構成されています。このトランスは、2×2マトリックスで構成され、各ユニットの変換比は4対1対1で、確実に低巻線損失で、トランスと同期整流器との間の相互接続インダクタンスが小さく、低プロファイルです。すべてのスイッチは、ゼロ電圧スイッチング (ZVS) で動作することができ、ほぼ全負荷電力範囲にわたって高効率で高周波動作が可能です。並列に接続された同期整流器のデバイスは、導通損失をさらに低減するために使われます。

## LLCコンバータ用高性能eGaN FET

eGaN FETは、ゲートの消費電力が非常に小さく、低オン抵抗で、出力容量の電荷 ( $Q_{OSS}$ ) が小さいため、ゲートが5 Vで動作するときのゲート電荷 ( $Q_G$ ) が小さくなるのでLLCコンバータに非常に適しています。出力電荷が小さいため、1) ZVSを実現するためにLLC共振タンクに必要なエネルギーが小さい、2) 実効的なデューティ比が大きくなる、という2つのメカニズムによって、LLCコンバータの特性改善に貢献します。図2に示すEPC2053とEPC2023は、それぞれ1次側および2次側のパワー・デバイス向けに選ばれました。EPC2053は、定格100 Vでオン抵抗4 mΩ、32 Aの連続電流を供給することができます。EPC2023の定格は30 Vで、オン抵抗は1.45 mΩ、連続出力電流は90 Aです。いずれのeGaN FETも最大接合部温度150°Cで動作できます。

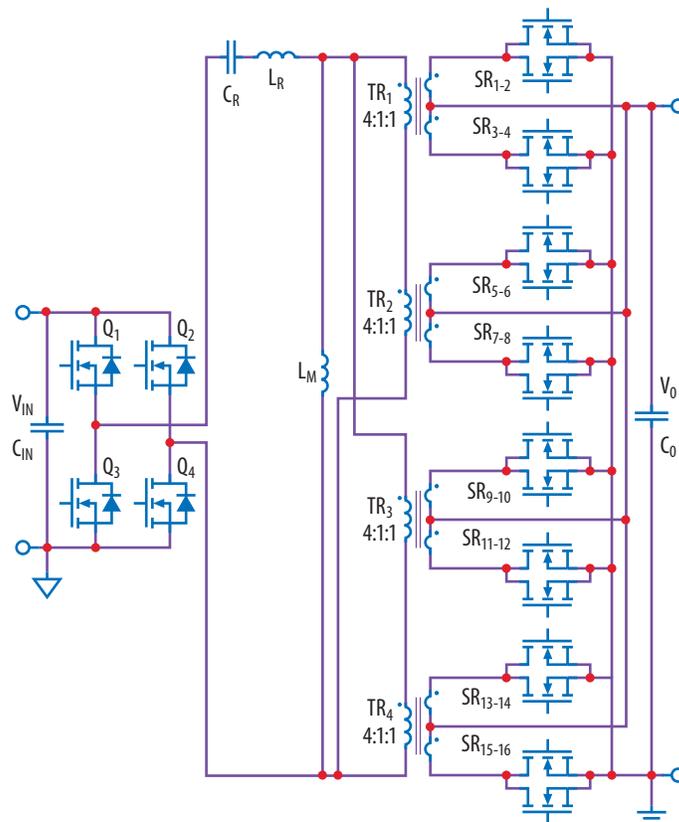


図1: 48 V入力、6 V出力、900 WのLLCコンバータの電源アーキテクチャの回路図

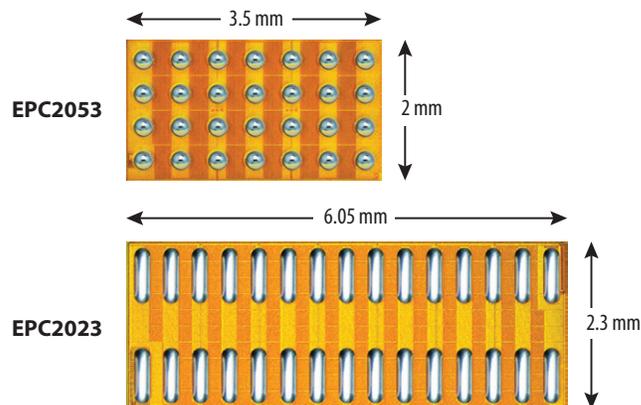


図2: EPC2053 (上図) とEPC2023 (下図) のバンパ側の写真

## 実験的検証

DCXとして構成された比率8対1で900 W 対応のLLCコンバータは、1次側スイッチ (Q1~Q4) のEPC2053、2次側同期整流器 (SR1~SR16、SR9~SR16は基板の裏側) のEPC2023 で構成されます。これを図3に示します。この基板は、4極のUIコアを備え、14層基板に2×2マトリックスのトランスを搭載しています。

全出力電力で48 V 入力、6 V出力のときに測定したスイッチング波形が図4です。1次側と2次側の両方のデバイスでオーバーシュートやリングングがないことから、明らかに完全なZVSが実現されたことがわかります。

入力電圧が40 V、48 V、60 Vのとき、出力電力の関数としての効率のプロットが図5です。LLCコンバータの入力が60 Vおよび48 Vのときのピーク効率は、それぞれ98.1%および98%であり、広い動作範囲にわたって高効率を維持していることがわかります。

エアフロー400 LFMのとき、54 V 入力、900 W 負荷で動作するLLCコンバータの熱特性が図6です。得られたこの優れた熱特性は、すべての主要部品の温度が最大動作限界をはるかに下回っていることを示しています。

## 結論

eGaN FETを使って構成された900 W を供給できる48 V 入力、6 V 出力のLLC中間バス・コンバータは、実験でピーク効率が98%でした。eGaN FETの低ゲート容量、低出力電荷、低オン抵抗は、1100 W / 立方インチを超える電力密度でこの回路を実現するための鍵でした。

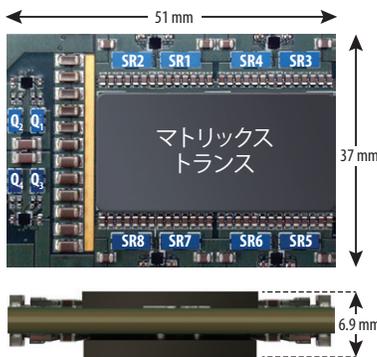


図3: EPC2053およびEPC2023を使った比率8対1で900 WのLLC DCX

Q <sub>1</sub> -Q <sub>4</sub>	EPC2053
SR1- SR16	EPC2023
V <sub>IN</sub>	48 V - (40-60 V)
V <sub>O</sub>	6 V - (5-7.5 V)
F <sub>s</sub>	1 MHz
L <sub>M</sub>	2.2 μH
C <sub>R</sub>	16 × 0.22 μF = 3.52 μF
プリント回路基板層	14

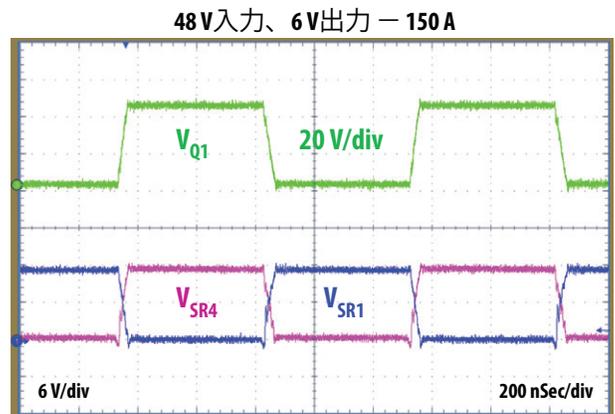


図4: 入力電圧48 V、負荷900 Wの条件のときのスイッチング波形

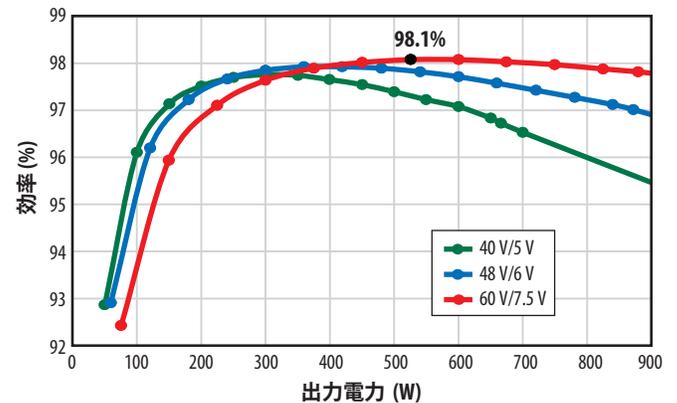


図5: 入力電圧40 V、48 V、60 Vにおける出力電力の関数としての電力効率

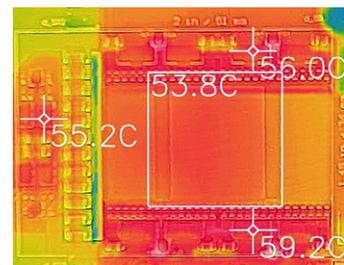


図6: 54 V入力、900 W負荷で動作するLLCコンバータの熱画像



詳細については、

info@epc-co.comに電子メールで、またはお近くの販売代理店にお尋ねください

EPCのウェブサイト: [epc-co.com/epc/jp/](http://epc-co.com/epc/jp/)  
bit.ly/EPCupdates に登録、または22828に「EPC」とテキスト入力すれば、EPCの最新情報を受信できます



eGaNは、Efficient Power Conversion Corporation, Inc. の登録商標です