

eGaN® FETを使った48 V入力、12 V出力で900 Wの小型LLC共振コンバータで98%以上の効率



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を使ったときに大きな損失を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EPC2024などのeGaN FETを採用した48 V入力、12 V出力で、900 W、1 MHzのLLC DC-DCトランス (DCX) ・コンバータがデモされ、ピーク効率98.4%、電力密度1500 W / 立方インチ以上が得られています。

高性能LLC DCX

DCXとして動作する変換比4対1の LLC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、並列接続された2xマトリクスで構成され、各ユニットは4対1対1の変換比で、低巻線損失、低相互接続インダクタンス、低プロファイルを保証します。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、同等のMOSFETに比べて低オン抵抗で、出力容量の電荷 (Q_{OSS}) が小さいため、ゲートが5Vで動作するときのゲート電荷 (Q_G) が小さくなるのでLLCコンバータに適しています。出力電荷が小さいので、1) 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、トランスのリップル電流を低減します。図2に示すEPC2053とEPC2024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 m Ω 、32 Aの連続電流を供給することができます。EPC2024の定格は40 Vで、オン抵抗は1.5 m Ω 、連続出力電流は90 Aです。どちらのeGaN FETも最大接合部温度150°Cで動作できます。

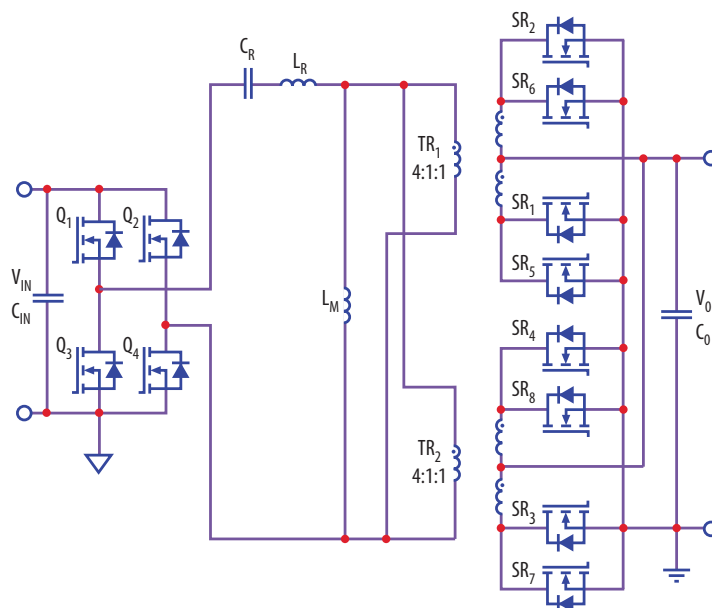


図1: 900 W、48 V入力、12 V出力のLLCの電源アーキテクチャの回路図

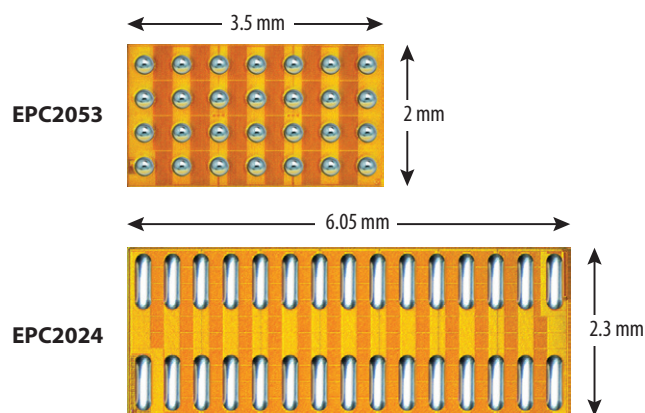


図2: EPC2053 (上図) と EPC2024 (下図) のバンブ側の写真

実験的検証

2次側同期整流器（基板の裏側のSR5～SR8とSR1～SR8）のEPC2024、および1次側スイッチ（Q1～Q4）のEPC2053を使って、DCXとして構成された比率4対1で900 W対応のLLCを図3に示します。この基板には、14層基板に2極のコアを備えた2x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入力の際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と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、48 Vのときのピーク効率は、98.4%および98.3%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。この得られた優れた熱特性は、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、12 V出力のLLC中間バス・コンバータは、実験で効率が98%を超えました。eGaN FETの低ゲート容量、低出力電荷、低オン抵抗は、1500 W/立方インチを超える電力密度でこれを実現するための鍵でした。

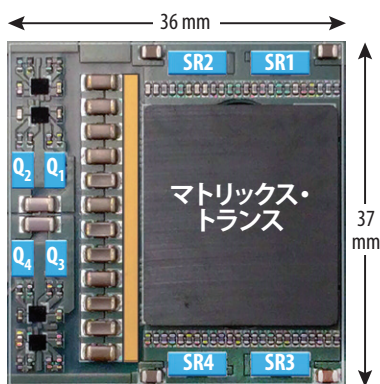


図3: EPC2053およびEPC2024を使った比率4対1、900 WのLLC DCX

Q ₁ - Q ₄	EPC2053
SR1 - SR8	EPC2024
V _{IN}	48 V - (40-60 V)
V _O	12 V - (10-15 V)
F _S	1 MHz
L _M	2.2 μH
C _R	19 × 0.22 μF = 4.2 μF
プリント回路基板層	14

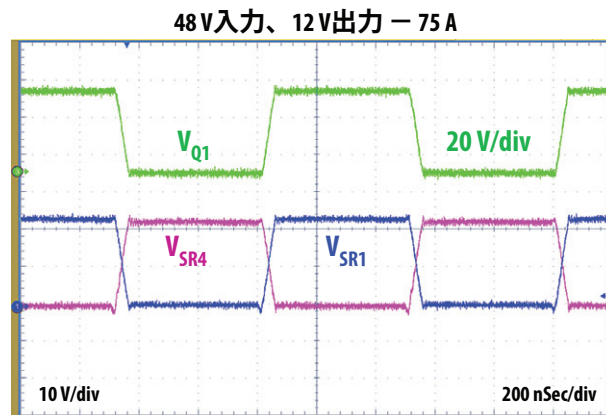


図4: 入力電圧48 V、負荷900 Wの条件のときのスイッチング波形

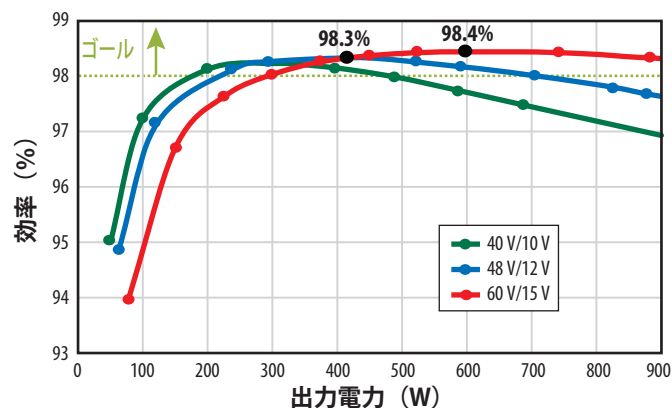


図5: 入力電圧40 V、48 V、60 Vにおける出力電力の関数としての電力効率

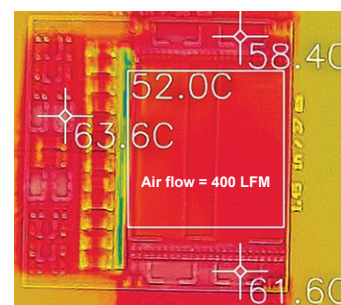


図6: 54 V入力、900 W負荷で動作するLLCコンバータの熱画像



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/
bit.ly/EPCupdates に登録、または22828に「EPC」とテキストすれば、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