

# eGaN® FETを使って温度上昇が小さい薄型DC / DCパワー・モジュールを設計する方法



## 動機

コンピュータ、ディスプレイ、スマートフォン、その他の民生用電子機器システムが過去10年間で、より薄く、より大電力になるにつれて、表面温度を上げずにパワー・コンバータを薄くし、限られたスペースからより大きな電力を引き出すという課題に対処することで、需要が拡大しています。このアプリケーション・ノートでは、シンプルで低コストの同期整流型バック（降圧型）構成で温度上昇が小さく、44 V～60 V入力、12 V～20 V、12.5 A出力のeGaN FETを使った薄型DC / DCパワーモジュールの設計について説明します。

## 薄くて高効率のeGaN FETベースの同期整流型バック・コンバータの設計

同期整流型バック構成は、そのシンプルさ、制御の容易さ、低コストによって、DC/DC降圧型コンバータの設計で一般的です。eGaN FETベースの同期整流型バック・コンバータの回路図を図1に示します。パワー段には、図2に示したオン抵抗 $R_{DS(on)}$ が3.2 mΩで定格100 VのeGaN FETであるEPC2218を選択しました。高い駆動能力を特徴とするゲート・ドライバUP1966AをFETの駆動に使用します。4.9 Vのゲート電圧を保証するEPC2038を備えた同期ブートストラップ回路が

ハイサイドのゲート駆動に使われます。制御方法の開発において、10 ns以下のデッドタイムと柔軟性を可能にするデジタル制御が採用されています。効率を最適化するために、基板に搭載した2個の小型スイッチング電源回路を使って、ゲート・ドライバとデジタル・コントローラのハウスキーピング用にそれぞれ5 Vと3.1 Vの電圧を供給します。

電解コンデンサと出力コイルは通常、同期整流型バック・コンバータの中で高さが最も高い部品です。スイッチング周波数を上げると、必要なフィルタ容量とインダクタンスを小さくでき、薄型の受動部品を使えるようになります。ただし、スイッチング損失は、周波数と共に増加し、効率が低下し、熱の発生が大きくなります。より薄い部品、高効率、優れた熱特性との間のトレードオフは、バランスを取る必要があります。

このコンバータのスイッチング周波数は400 kHzに最適化されており、この周波数は、高さ6.5 mm、4.8 μHのコイルを使えるほど高く、一方で、スイッチング損失を小さく維持できるので、全体的な効率が高く、熱特性も良好です。

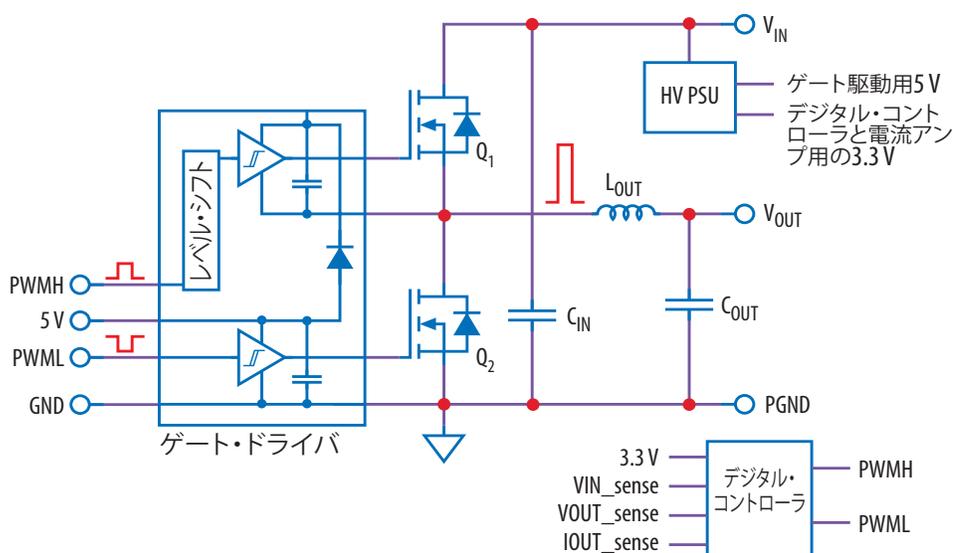


図1. eGaN FETベースの同期整流型バック・コンバータの概略図

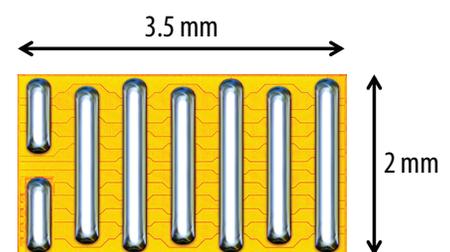


図2. EPC2218のパンプ側の写真

適切で信頼性の高い動作を保証するためには、熱の管理が非常に重要です。eGaN FETのウエハー・レベルのチップスケール・パッケージ (WLCSP) が、冷却を容易にします。ヒートスプレッドまたはヒートシンク (HS) を追加すると、コンバータの表面温度が大幅に低下し、パワー・デバイスの定格電流を増やせる可能性があります。ヒートスプレッド/ヒートシンクを搭載するために、回路基板は、M2×0.4 mmのネジを取り付ける3つの機械的スペーサが設計に組み込まれており、図3に示すように、ヒートスプレッド/ヒートシンクを簡単に取り付けるために使えます。熱伝導材料

(TIM: thermal interface material)、専用の形状にしたヒートスプレッド/ヒートシンク、コンデンサ、抵抗、ネジなどの導体が露出した部品用の薄い絶縁層が必要になるだけです。

### 実験による検証

図4の同期整流型バック・コンバータのEPC9153は、設計を検証するためにヒートスプレッドを使って構成されました。部品の厚さは6.5 mmです。12.5 Aの出力電流でのスイッチ・ノード電圧 $V_{SW}$ の波形が図5です。スイッチングは、高速で、きれいな波形であるように見えます。

図3. ヒートスプレッドのアセンブリの図

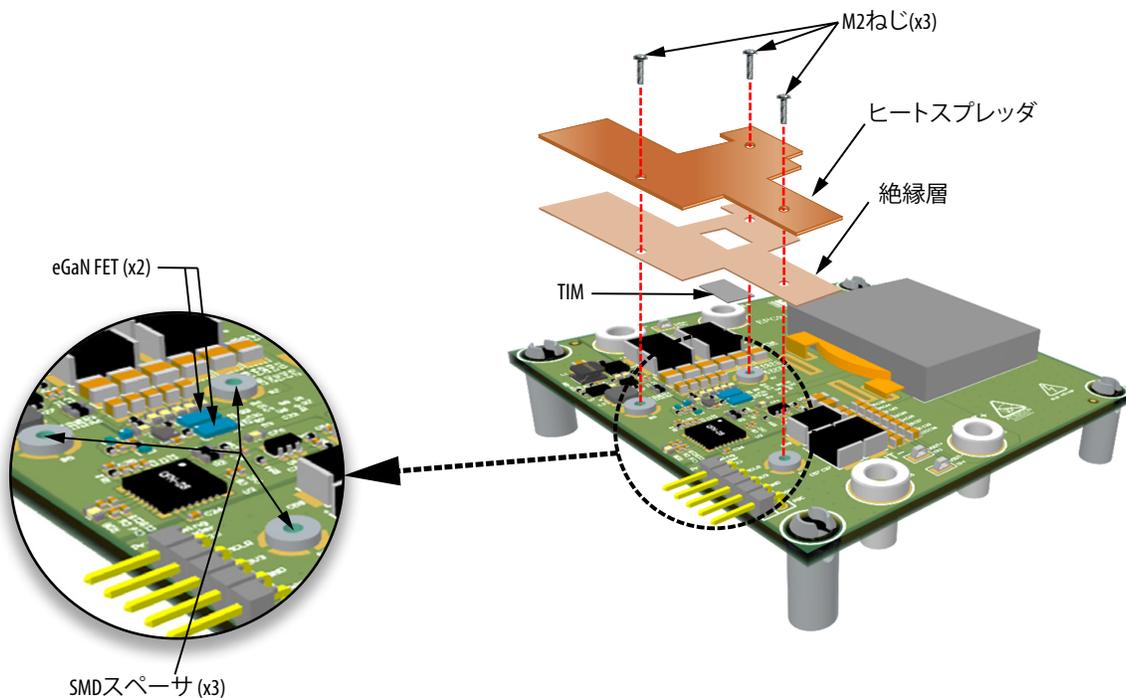


図4. 56 V入力、20 V出力で、250 Wの同期整流型バック・コンバータEPC9153のヒートスプレッドのない写真(左図)と、ヒートスプレッドを取り付けた写真(右図)

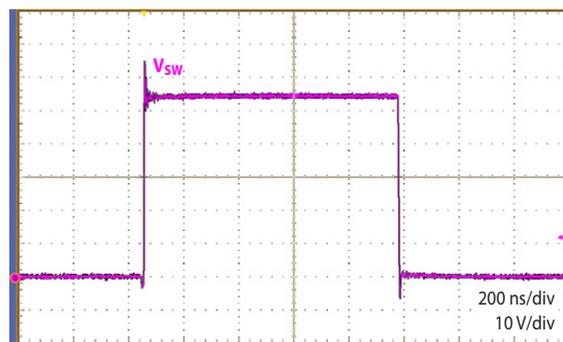


図5. 出力電流12.5 Aでのスイッチ・ノード電圧 $V_{SW}$ の波形

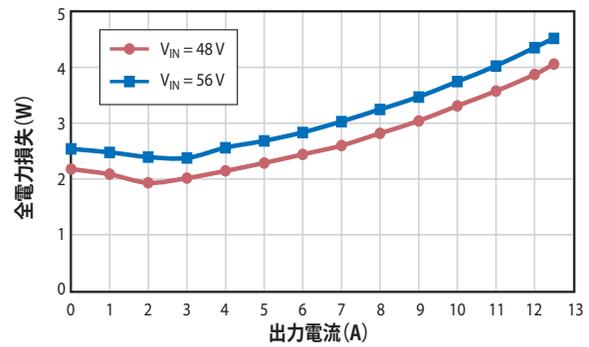
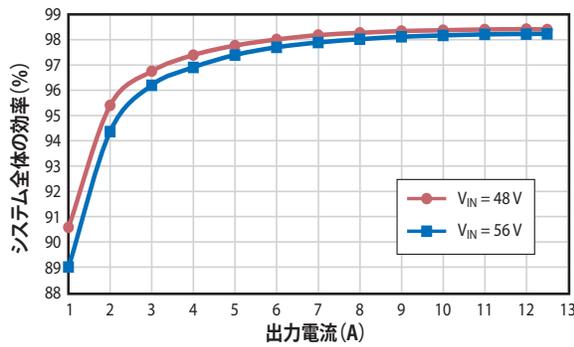


図6. 20 V出力のとき、さまざまな入力電圧でのハウスキーピングの消費電力を含むシステム全体の効率

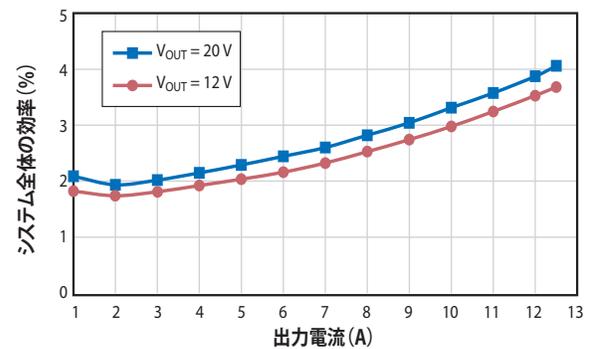
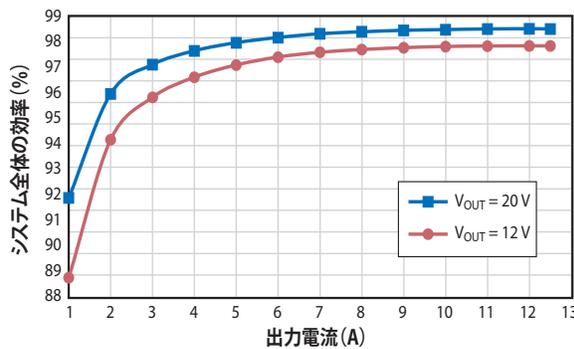


図7. 48 V入力、さまざまな出力電圧でのハウスキーピング消費電力を含むシステム全体の効率

さまざまな入力電圧で20 V出力、および48 V入力でさまざまな出力電圧で動作する同期降整流型バック・コンバータ全体の電力効率と電力損失をそれぞれ図6と図7に示します。図7から20V出力と12V出力のとき、それぞれ98%、および97.6%を超える全負荷効率を実現していることが分かります。

56 V入力、20 V出力、出力電流12.5 Aで動作させ、ヒートスプレッドを使って、強制空冷を使わないときのコンバータの熱画像が図8です。わずか37°Cの温度上昇で済んでいます。温度上昇をさらに抑え込むか、強制空気によって、FETは、より大きな電流を流すことができることが分かります。

## 結論

44 V～60 V 入力、12 V～20 V、12.5 A 出力、部品の高さが6.5 mmのeGaN FETベースの同期整流型バック・コンバータを設計し、20 V出力でピーク効率98.2%、温度上昇40°C以下が得られました。eGaN FETは、高速スイッチング能力によって、全体的な効率が向上します。eGaN FETのWLCSPは、それらの冷却を簡単にし、温度上昇を低く抑えられます。

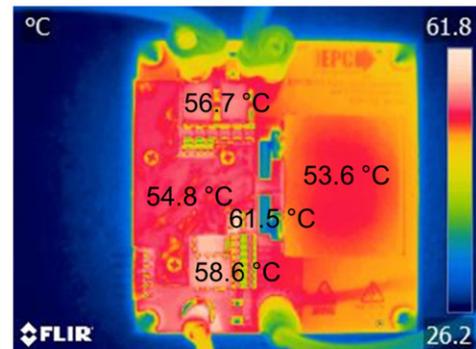


図8. 56 V入力、20 V、12.5 A出力で動作する同期整流型バック・コンバータの熱画像。ヒートスプレッドを使って、強制空冷を使わない場合の熱定常状態のとき。

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](https://bit.ly/EPCupdates) に登録、または22828に「EPC」とテ

キスティングすれば、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