

48 V/12 Vの双方向パワー・モジュール2個を並列化する方法



はじめに

48 V/12 Vの自動車向け評価用パワー・モジュール (EPC9137、EPC9163、EPC9165など) は、2相の同期バック (降圧型) / ブースト (昇圧型) の構成を採用しています。エッジ・コネクタとコントローラ・カードも、コントローラ1個で、2個のモジュールを並列動作させるように設計されており、効果的に4相を実現し、定格電流と定格を2倍にできます。EPC9137モジュールの使用例を図1に示します。

接続

この2枚の基板構成と4相コンバータとの違いは、12 Vの接続インピーダンスです。理想的には、コイル電流のリップルのキャンセルを実現するためには、このインピーダンスを極力低くしなければなりません。したがって、図2に示すように、12 V (低電圧) は、バス・バー、または8 AWGの短いワイヤを使って接続し、確実に低インピーダンスにする必要があります。

48 V (高電圧) バスの接続は、それほど厳しくはありません。ただし、寄生の共振を回避するために、ここでも、低インピーダンスを推奨します。グラウンド線 (GND) も、対応するバスとペアにして、グラウンド・ループを回避しなければなりません。

検出とPWM

図3に示すように、検出信号とPWM (パルス幅変調) 信号は、エッジ・コネクタを経由して接続されます。両方の基板のJ800のジャンパを必ず取り外してください。コントローラへの3.3 Vは、基板1によってのみ供給されます。各基板は、自身で5 V電圧を発生します。エッジ・コネクタのピンの制限によって、2枚の基板の並列化のみがサポートされています。

PWM信号の位相シフトは、適切なリップル・キャンセルを保证するように変更されます: PWM1とPWM2は、PWM3とPWM4の場合と同様に、位相を180度ずらしており、PWM1とPWM3の間の位相シフトは90度です。

制御

帯域外の電流バランスによる平均電流モード制御を使います。簡略化した制御回路図を図4に示します。外側の電圧ループは、位相1のコイルの平均電流 I_{L1} に対する電流リファレンス I_{REF} を生成します。残りの位相のコイル電流 I_{L2} 、 I_{L3} 、 I_{L4} が検出され、 I_{L1} と比較されます。不均衡がある場合は、不均衡を最小化するために、各位相のデューティ比のオフセット Δd が生成されます。この不均衡は、メイン制御ループと比べて、はるかに低い周波数、通常は10 kHzで生じます。

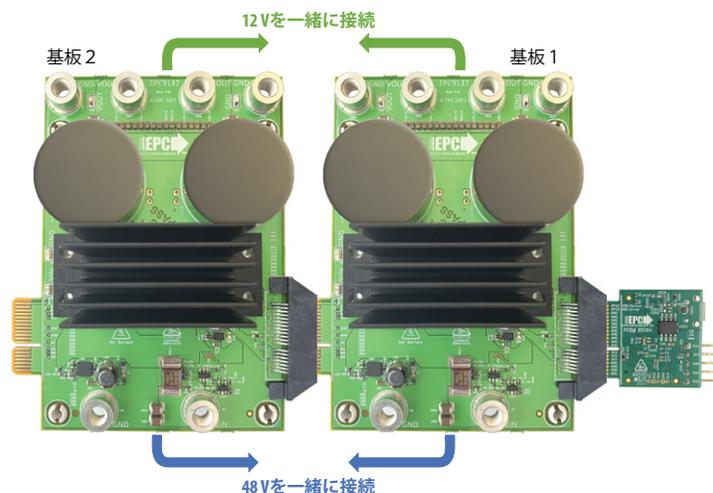
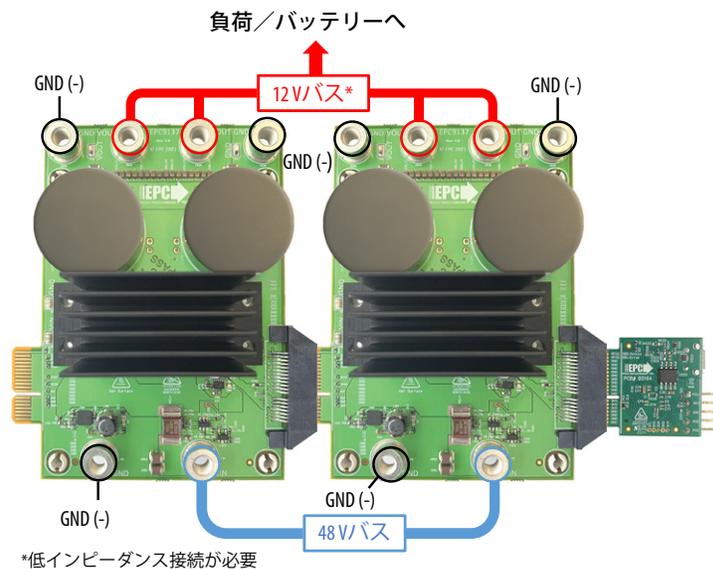


図1. 1個のコントローラEPC9528を使って、3 kW (12 V, 250 A) の出力を実現するために並列に接続された2枚のEPC9137。



*低インピーダンス接続が必要

図2. 1個のコントローラEPC9528を備えた並列接続した2枚のEPC9137。48 Vバスと12 Vバスの接続を示しています。12 Vバスでは、基板間の低インピーダンスが必要です。

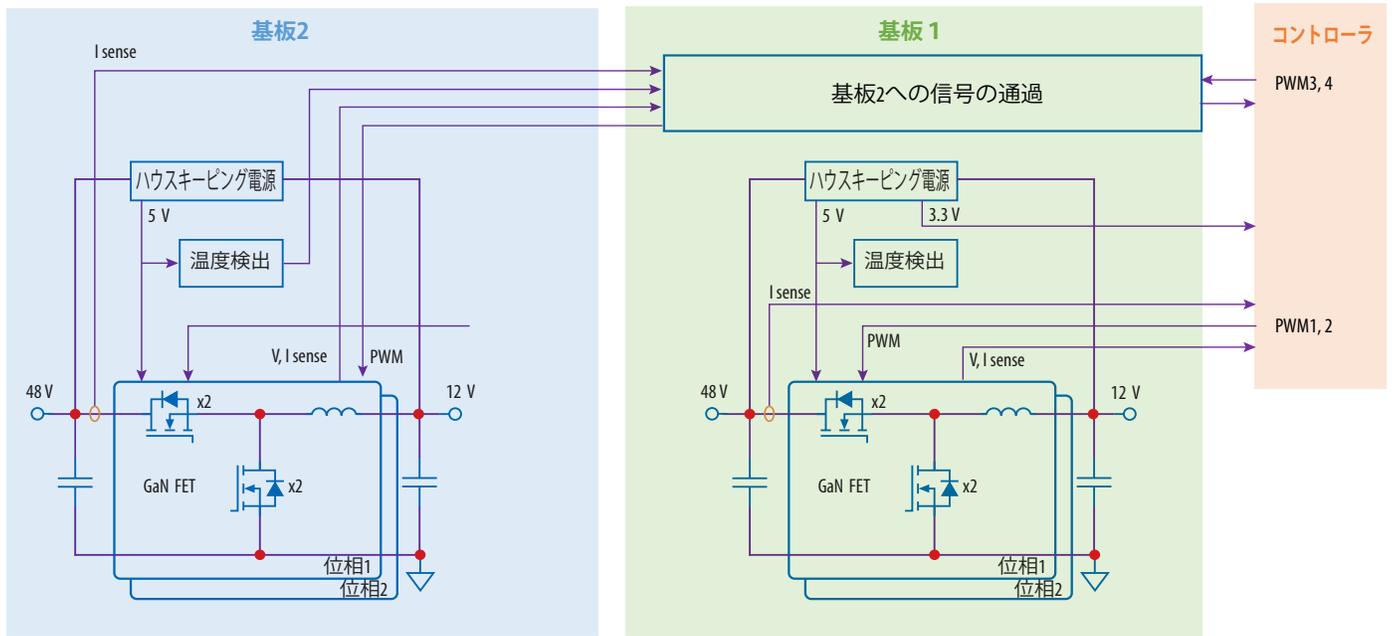


図3. 1個のコントローラに接続された2枚の基板の回路ブロック図。

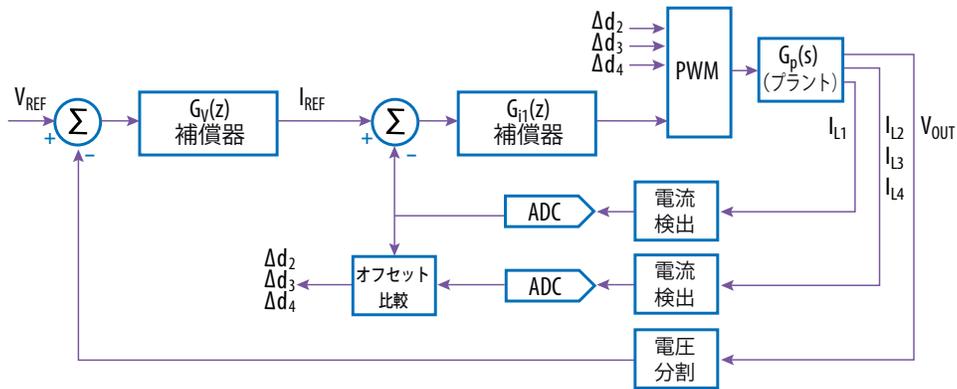


図4. 平均電流モード制御ループの制御回路図。

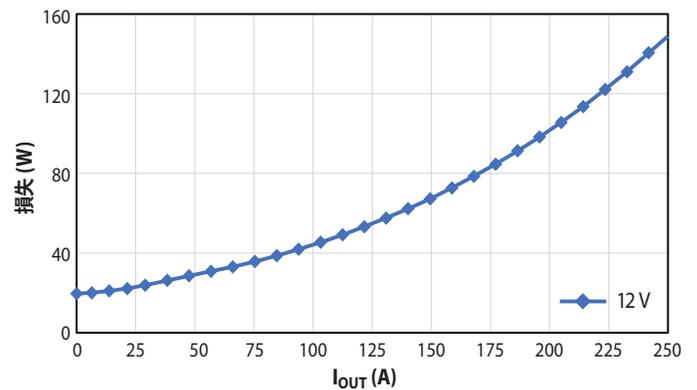
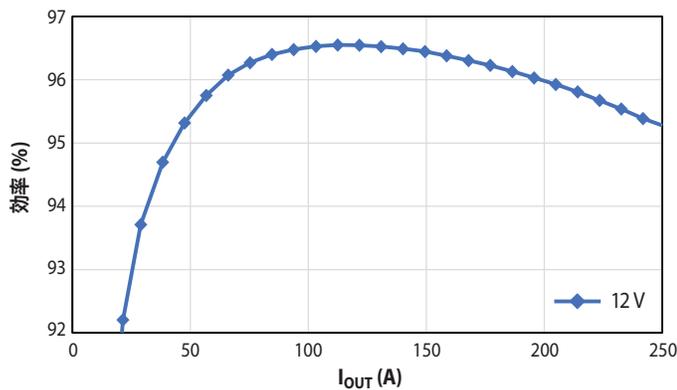


図5. 並列に接続された2枚のEPC9137の効率と損失の測定。V_{IN}=48V, V_{OUT}=12V, f=250kHz。

熱

ヒートシンクのフィンの方向によって、風下の基板は、冷却のためのエア・フローが減少します。定格電力の近くで動作するときは、少なくとも2000 LFMが必要です。冷却が不十分だと、実際の出力電力は、2枚の個別の基板の合計よりも小さくなる可能性があります。

実験結果

図5は、48 V入力と12 V出力で動作する2枚のEPC9137基板に対して測定した効率と損失を示しています。図6は、全負荷(12 V、250 A出力)での対応する熱画像です。エア・フローの方向によって、風下に配置された基板は高温になります。

まとめ

48 V/12 Vの自動車向け評価用パワー・モジュールは、適切に冷却された場合に、定格電力の2倍を実現できるように並列接続できるように設計されています。詳細な接続図、制御方法、および電流平衡化を示しました。2枚のEPC9137と1個のEPC9528を備えたシステムの例では、48 Vを12 Vに変換するときに3 kW出力でテストしました。

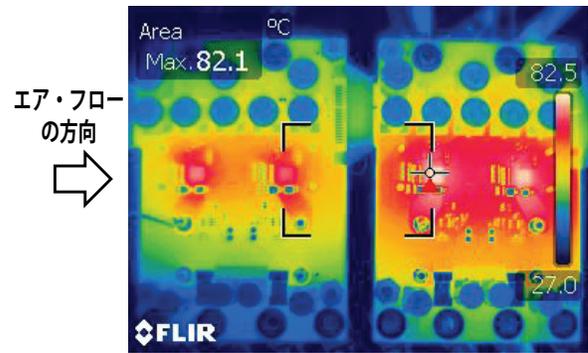


図6. 2枚のEPC9137の熱画像の例。 $V_{IN}=48\text{ V}$ 、 $V_{OUT}=12\text{ V}$ 、 $I_{OUT}=250\text{ A}$ 、 $f=250\text{ kHz}$ 。風下の基板の方が熱くなります。



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」とテキストリングすれば、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