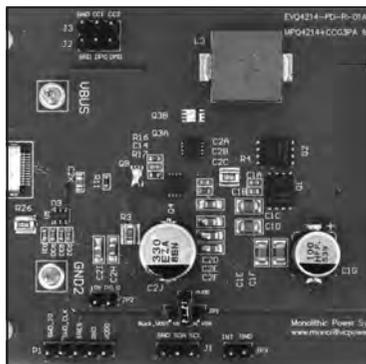


短期連載



規格の最大値までフル対応の12 V入力,
5/9/15/20 V出力の電源回路

100 W対応!

USBパワー・デリバリ用 DC-DCコンバータの設計

第3回(最終回) 部品の選び方とノイズ対策

岩本 純一 Junichi Iwamoto

● USB Type-Cで扱える最大電力100 Wを出力できる電源回路を設計してみる

USB Type-Cコネクタは、USBパワー・デリバリ規格(USB PD)に対応すると最大100 Wの電力を扱えます。受電する機器が5~20 Vを指定し(表1)、供給側はそれに合わせて電圧を変更します。デスクトップ・パソコンや組み込み機器で一般的なDC12Vを想定して、5~20 V可変出力、最大100 W出力のDC-DCコンバータを設計してみましょう(図1)。高効率と小型を両立できることから、図2のような4つのMOSFETとコイルを使う昇降圧回路を選びます。制御は専用ICを使います。

目標仕様や仮決めた部品の特性データから、コイルのインダクタンスを決め、部品選択に必要なピーク電流、RMS電流、電力損失を求めます。第1回は降圧動作、第2回は昇圧動作で、電流値や電力損失を見積もりました。今回は、それらの値を使って、コイル、コンデンサ、MOSFETを選定して最終的な回路に仕上げます。
(編集部)

入力コンデンサ容量の決め方

● 厳しい動作条件でも問題ない値を選ぶ

出力電力が大きく、入力電圧が低いとき、入力電流が大きくなり、入力コンデンサの条件が厳しくなります。つまり、降圧モードより昇圧モードのほうが厳し

表1 USBパワー・デリバリは最大100 Wが出力可能
Type-CコネクタにあるCC線を使って供給可能な電力をデバイス側に伝え、電圧を選んでもらう。60 Wを越えるのは20 Vのときだけ

出力電力	出力電圧			
	5 V	9 V	15 V	20 V
0 ~ 15 W	最大3 A	必須ではない	必須ではない	必須ではない
15 ~ 27 W		最大3 A	最大3 A	最大3 A
27 ~ 45 W				
45 ~ 60 W				
60 ~ 100 W	最大5 A			

い条件になります。

昇圧モードで入力コンデンサ C_{in} を決めるには、リプル電圧と安定度の2つを考えます。

安定度は、 V_I から C_{in} の間のライン・インダクタンス、 C_{in} の ESR、 C_{in} 容量、 P_{out} と P_{in} 、 I_{in} から計算します。 C_{in} からコンバータを見たインピーダンス Z_{DCDC} が、 C_{in} から V_I 側を見たインピーダンス Z_{source} よりも大きければ、安定すると判断します。

不安定な場合は、 C_{in} 両端の電圧が振動します。そ

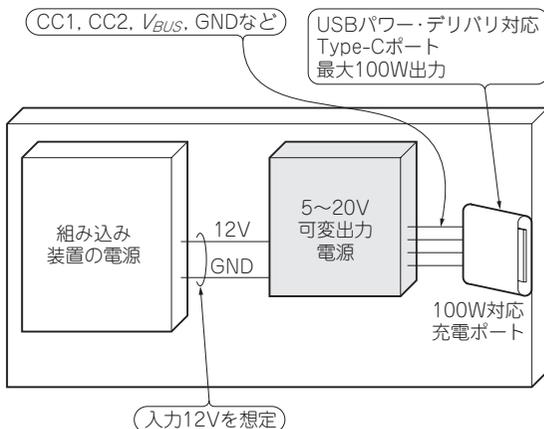


図1 100 Wを扱える可変出力のDC-DCコンバータがあればUSBパワー・デリバリに完全対応できる

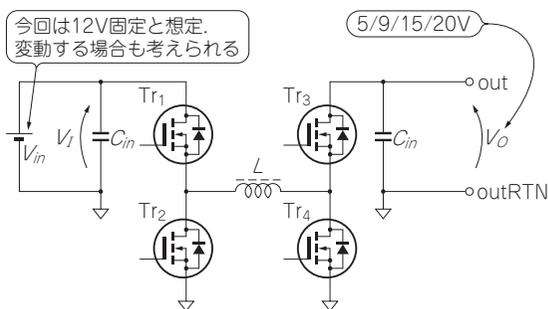


図2 小型かつ高効率な昇降圧電源の回路
5 Vまたは9 V出力のときは降圧動作、15 Vまたは20 V出力のときは昇圧動作する。スイッチングの制御は専用ICを使う

【セミナー案内】[実習セミナー][演習あり] 実習・LTspiceを活用したローノイズ・アナログ回路設計入門
—— 微小/微弱信号回路設計者必読! ノイズ・シミュレーションの基礎と応用、実測との比較
【講師】石井 聡氏, 4/19(日) 30,000円(税込み), <https://seminar.cqpub.co.jp/>