

スイッチング電源 コントローラMB39C015

鵜戸 真也

付属 FR マイコン基板には富士通製スイッチング電源コントローラ「MB39C015」が搭載されています。このコントローラは 4 × 4 mm の小型 QFN パッケージで、I/O 用電源やコア用電源などの 2 チャンネル電源に適したコントローラです。

MB39C015 製品概要

本製品は、携帯電話やデジタル・カメラ、PDA などのポータブル機器、DVD ドライブ、ハード・ディスク・ドライブの内蔵電源などに利用されています。スイッチング FET、発振器、誤差増幅器、PWM 制御回路、基準電圧、電圧検出回路を内蔵しており、外部部品はコイルとデカップリング・コンデンサのみで電源回路を構成できます。

また、電圧検出回路も内蔵しており、電源電圧検出と出力電圧検出のどちらにも対応できます。これを利用すると、後述するシーケンス制御も可能です。

電流モードを採用しているため、電圧制御と比べて負荷急変時の応答性が高くなっています。位相補償についても、外付け抵抗やコンデンサを必要としないため、部品点数を削減でき、高効率な DC-DC コンバータが容易に構成できます。電流モードなので、短絡保護などの保護機能も必要ありません。出力電圧設定は、D-A コンバータによる制御、または内部基準電圧を利用した抵抗分圧で設定できます。

そのほかに、温度保護機能や、入力電圧が低下した時に動作を止める UVLO 機能を内蔵しています。

表 A に MB39C015 の特徴を示します。

付属 FR マイコン基板の電源

写真 A が本誌付属 FR マイコン基板に搭載された電源部です。USB などの入力電圧(5V)から、I/O 電圧(3.3V)と CPU コア電圧(2.5V)を出力します。電源部の面積は約 2 cm × 1 cm です。

左から MB39C015 の 4 mm × 4 mm の QFN パッケージとコンデンサ、コイルが並んでいます。コイルは TDK 社製の 22 μH の VLF 4012AT です。このコイルは巻き線タイプで、サイズは 3.7 mm × 3.5 mm × 1.2 mm、小型で磁気シールド構造の高密度実装に対応しています。直流抵抗も 0.076 (標準)と低く、高効率の実現に最適なコイルです。

図 A に付属 FR マイコン基板の電源部の回路図を示します。13 番ピンの LX1 端子に外付けのコイルとコンデンサを接続して 3.3V を出力します。18 番ピンの LX2 にも同じように接続して 2.5V を出力します。それぞれの電圧設定は 6 番ピンの基準電圧 V_{REF} 端子の電圧 1.3V をそれぞれの出力電圧設定端子 V_{REFIN1} と V_{REFIN2} に抵抗分割を行って入力します。

出力電圧 V_{out} と出力電圧設定端子 V_{REFIN} の関係は、

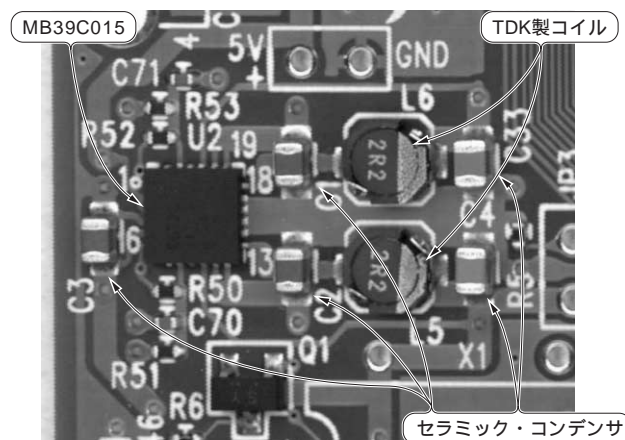
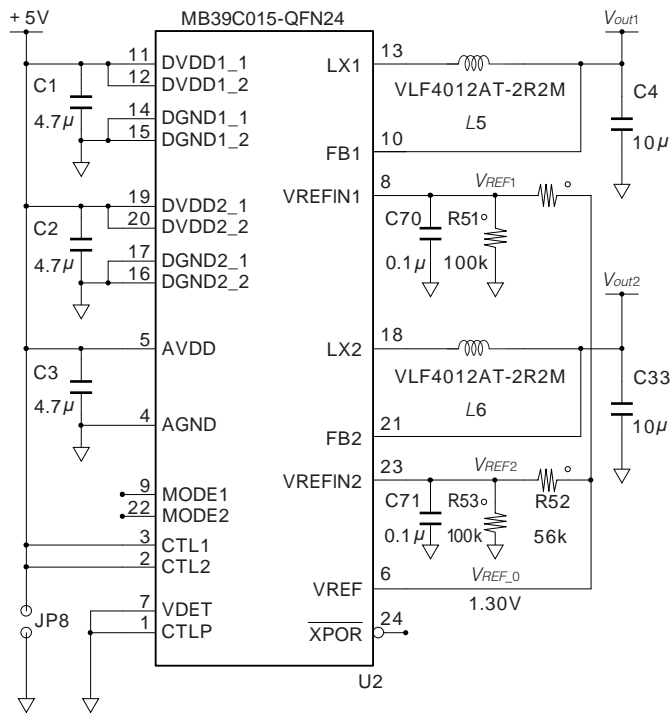


写真 A 付属 FR マイコン基板の電源部の様子

表 A
MB39C015 の特徴

効率	96% (最大)
出力電流	800mA/チャンネル(最大)
電源電圧範囲	2.5V ~ 5.5V
動作周波数	2MHz(標準)
フライバック・ダイオード	不要
低ドロップ・アウト動作	100%オン・デューティ
高精度基準電圧源内蔵	1.3V ± 2%
シャットダウン・モード時消費電流	1 μA 以下
スイッチング FET 内蔵	P チャンネル MOS FET 0.3 (標準) N チャンネル MOS FET 0.2 (標準)
その他の特徴	カレント・モードのため入力/負荷過渡応答速度が速い 温度保護機能および UVLO 機能内蔵
パッケージ	24 ピン QFN(4 mm × 4 mm × 0.85 mm)



図A 付属FRマイコン基板の電源部の回路図

$$V_{out} = 3 \times V_{REFIN}$$

となります。

このほかにも機能があります。例えば、各出力を別々に ON/OFF するための CTL1 端子と CTL2 端子は、今回は入力電圧 VIN に接続し、入力電圧が入ると同時に立ち上がります。なお外部電圧監視機能もありますが、今回は使用していません。

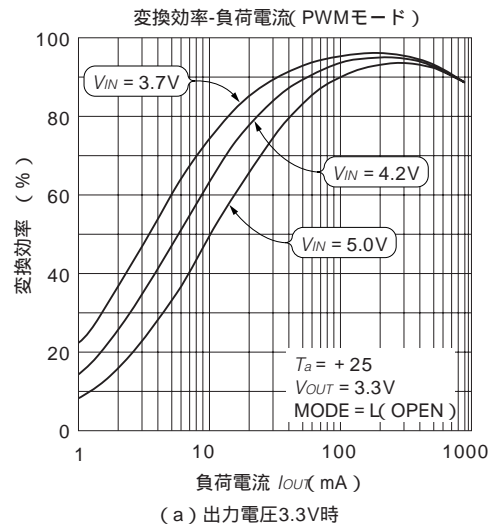
DC-DC コンバータ MB39C015 の特徴

1) 基板実装面積の削減

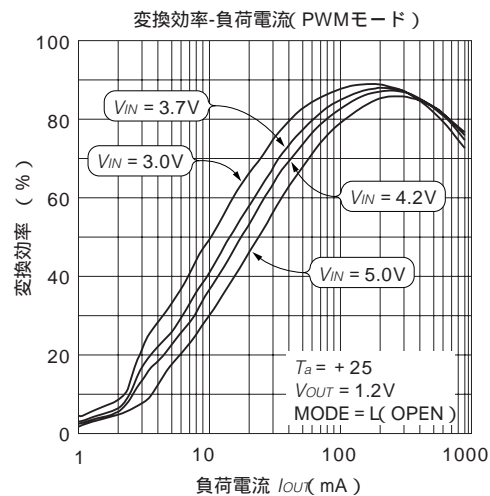
本 DC-DC コンバータは、高速スイッチングに適した MOSFET を内蔵しています。FET を内蔵することで効率を下げずにスイッチング周波数を 2MHz と高速に動作させることが可能となり、コイルやコンデンサに小型の部品を使えるようになっています。

さらに最近のマイコンや ASIC などでは、I/O 電源用とコア電源用に二つ以上の電圧が必要となります。MB39C015 は 2 チャンネルの出力を搭載しており、電源回路の実装面積のさらなる削減が可能となります。

入出力電圧設定と負荷電流次第では内部 FET の発熱が大きくなるため、MB39C015 のパッケージの裏面には放熱用のパッド端子があります。後述する効率グラフなどから算出し、発熱次第ではこの放熱パッドを基板に接続して使います。今回は出力電流は小さいので問題ありませんが、一応、放熱パッドは接続されています。



(a) 出力電圧 3.3V 時



(b) 出力電圧 1.2V 時

図B MB39C015 の効率

2) 高効率な電源

スイッチング電源の第一の特徴は高効率であることです。今回搭載した MB39C015 は、最大 800mA の大電流の 2 出力を約 2cm × 1cm で実現しています。効率は約 100mA ~ 200mA 付近が最大になるように設定されています(変更はできない)。入力 3.7V、出力 3.3V、負荷電流約 200mA 時に効率は最大の約 96% となります。

図 B が MB39C015 の効率のグラフです。使用時の目安として自己発熱の計算などに使用します。

次に、シリーズ・レギュレータと効率を比較してみましょう。目標電圧となるように内部抵抗値を変化させるシリーズ・レギュレータは、3 端子レギュレータやリニア・レギュレータ、LDO、ドロップなどとも呼ばれています。シリーズ・レギュレータは入出力の電圧差や負荷電流が大きい場合には自己発熱が多くなります。この場合、ヒートシンク付きのパッケージを