

## 第2章 付録基板の実力を見る ～効率、リップル電圧、定格出力電流～

本章では、付録基板の効率とリップル電圧を測定し、引き出せる最大出力電流(定格出力電流)を見積もります。下記2点を定格出力電流を決めるポイントにします。

- 制御IC BD9778Fの推定損失が0.3 W以下であること→効率から判断できる
- コイルが飽和しないこと→リップル電圧波形から判断できる

$C_{IN}$ に220  $\mu\text{F}/25\text{V}$ を実装して実験します。

### ● 効率

効率は、DC-DCコンバータに入力される電力のうち何%が出力されるのか、その割合を表します。理想的なDC-DCコンバータは、電力をいっさい消費しない効率100%のDC-DC変換が可能です。

今回の付録基板は、効率90%をねらって設計しました。この効率が実現されているかを検証します。実際の効率がわかれば損失がわかり、損失がわかれば定格出力電流を決めることができます。

#### ▶ 対入力電圧( $V_{out} = 5\text{V}$ , $I_{out} = 0.7\text{A}$ )

図2-1(a)に、出力電流 $I_{out}$ を0.7 A一定にして、入力電圧を6~18 Vまで変化させたときの効率特性を示します。仕様上の最低入力電圧は7 Vですが、6 Vでも動作しました。効率は、7~9 Vで89%以上、6~18 V間では85%以上で、内部損失は0.6 W以下

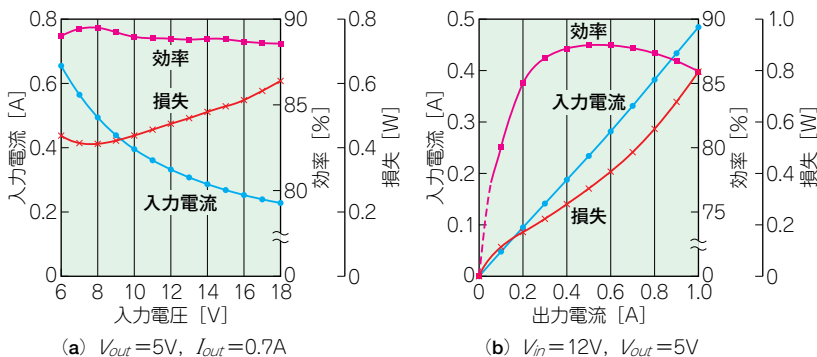
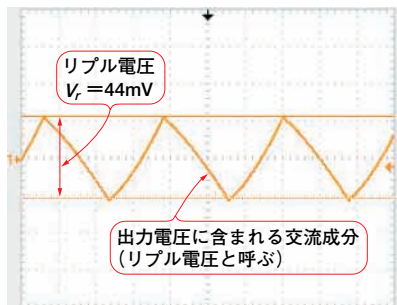
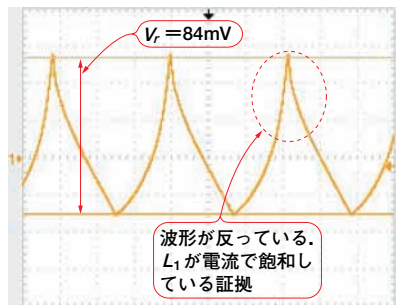


図2-1 付録基板の入力電圧-効率特性

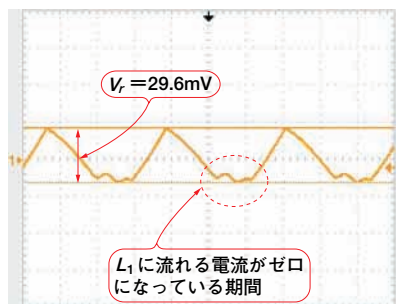
出力電流が0.7 Aを超えると効率が悪化し始めることがわかった



(a)  $I_{out} = 0.7 \text{ A}$



(b)  $I_{out} = 1 \text{ A}$



(c)  $I_{out} = 0.1 \text{ A}$

## 写真 2-1

付録基板の出力電圧に含まれるリップル電圧  
出力電流が  $0.8 \text{ A}$  を超えるとチョーク・コイル  
( $L_1$ ) が飽和することがわかった ( $1 \text{ ms/div}$ )

です。

### ▶ 対出力電流 ( $V_{in} = 12 \text{ V}$ , $V_{out} = 5 \text{ V}$ )

図 2-1 (b) に、入力電圧  $V_{in}$  を  $12 \text{ V}$  一定にして、出力電流  $I_{out}$  を  $0 \sim 1 \text{ A}$  まで変化させたときの効率特性を示します。  $I_{out}$  が  $0.7 \text{ A}$  を越えると効率が減少し、損失の増加割合が大きくなります。

\*

BD9778F が許容できる損失は最大  $0.69 \text{ W}$  です。基板上で生じる損失は BD9778F からだけではなく、 $L_1$  と  $D_1$  から発生しています。出力電流 ( $I_{out}$ ) が  $0.7 \text{ A}$  以下なら、BD9778F の損失は、 $0.3 \text{ W}$  以下と推定されますから、この付録基板は十分に安定した動作が期待できます。

## ● リプル電圧

デジタル IC に供給する電源のリップル電圧は  $1\%_{p-p}$  (ここでは  $50 \text{ mV}_{p-p}$ ) 以下にするのが一般的です。リップル電圧が  $1\%$  以上ある場合は、DC-DC コンバータの後段に

LCフィルタかLDO(Low Drop Out regulator)を付けて低減します。

写真2-1に  $V_{in} = 12\text{ V}$  のときの出力リップル電圧を示します。

$I_{out} = 0.7\text{ A}$  のとき [写真2-1(a)], リプル電圧  $V_r$  は  $44\text{ mV}_{P-P}$  です。出力コンデンサ ( $C_O$ ) のカタログなどに記載されている規格値 ( $0.7\ \Omega$ ) から計算 (第6章 図6-3) でリップル電圧を求めると  $326\text{ mV}_{P-P}$  となります。実際の値は計算値の  $1/7$  です。これは、実際の出力コンデンサ ( $C_O$ ) のESRが、規格値 ( $0.7\ \Omega$ ) の  $1/7$  以下 ( $95\text{ m}\Omega$ ) だからです。

写真2-1(b)に、 $I_{out} = 1\text{ A}$  のときのリップル電圧波形を示します。三角波状の波形のピークあたりで、反ったような形状になっています。これは、チョーク・コイル  $L_1$  に流れる電流が増えて飽和し、インダクタンス ( $22\ \mu\text{H}$ ) が維持されなくなった結果です。実験した結果、 $I_{out} = 0.8\text{ A}$  以下であれば  $L_1$  は飽和しないことを確認しました。

付録基板では、 $I_{out}$  が平均で  $0.7\text{ A}$ 、ピークで  $0.8\text{ A}$  を越える使用は望ましくないことがわかります。

写真2-1(c)は、 $I_{out} = 0.1\text{ A}$  のときのリップル電圧波形です。 $L_1$  の電流がところどころで  $0\text{ A}$  になっています。 $I_{out} = 0.2\text{ A}$  以上で、 $L_1$  の電流は連続的になります。 $L_1$  に流れる電流が不連続になると、部品へのストレスが増大します (第6章 図6-2 の  $I_Q$ ,  $I_D$ ,  $I_L$  の最大値が出力電流  $I_{out}$  の2倍以上になる)。定格電流のときには電流連続動作がストレス低減の面で望ましく、定格の50%以下ではストレスが小さいため、このような電流不連続動作でもかまいません。

### ● 出力電圧の静的な安定度(ロード・レギュレーション)

出力電流が  $0 \sim 0.7\text{ A}$  以内で、 $5.002 \sim 5.003\text{ V}$  程度です。