

アナログ回路の世界へようこそ！

## はじめての電子回路工作

島田 義人  
Yoshihito Shimada

### 第7回 乾電池2本から12Vを作る高効率電源

今回製作するのは、1.5V出力の単3型乾電池2本(3V)から、それよりも高い4.7~13.6Vを生成できる昇圧型の電源回路です。電圧変換時のロスが小さいスイッチング方式です。回路方式は、電池に蓄えられているエネルギーを余すことなく回路の動作に利用できるだけでなく、電源回路の発熱も小さく抑えることができます。

#### ●仕様

通常、白色LED(発光ダイオード)を明るく光らせるためには、3.6V以上の電圧を供給する必要があります。2本の単3型乾電池(3V)では電圧が不足します。このような場合、入力電圧よりも高い電圧を出力できる昇圧電源(昇圧型DC-DCコンバータ、またはステップアップ・コンバータと呼ぶ)が必要です。

製作した電源回路は、1.5V出力の単3乾電池を2本

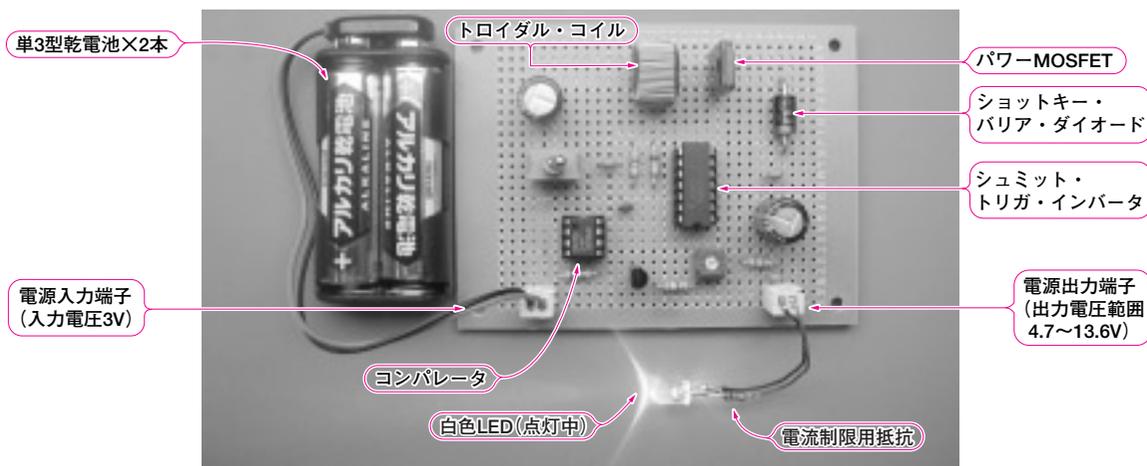


写真7-1 製作した昇圧型の高効率電源  
3Vを5Vに昇圧して白色LEDに供給

#### Keyword 1

#### 基準電源 IC

回路は、変動する信号が加えられておらず、静止状態にあるとき、各部の直流電位が温度変化などの影響に対しても一定であることが求められます。基準電源ICは、この安定した電圧を供給することができる。回路全体の安定度に関わる重要なICです。図7-Aに示すのは、基準電圧IC(LM385Z-1.2)の逆方向特性です。-55~+125℃の範囲で出力電圧は一定です。ダイオードの順方向電圧(約0.7V)やツェナー・ダイオードのツェナー電圧(5~8V)は基準電源ICより不安定です。

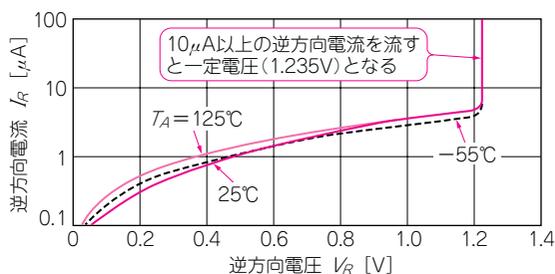


図7-A 基準電源ICは温度が変動しても出力電圧が変動しない

**P** 本稿で使用されている部品の相当品一式の購入サポートを行う予定です。詳しくは広告ページ「トランジスタ技術 サポート企画」(p.295)を参照ください。

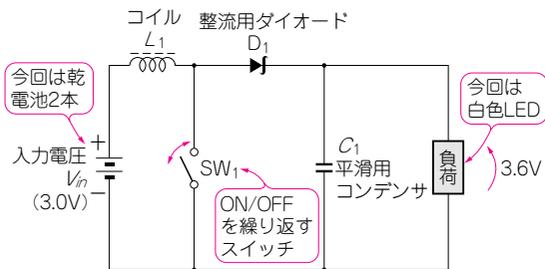


図7-1 入力電圧より高い電圧を出力できる昇圧型DC-DCコンバータの基本回路

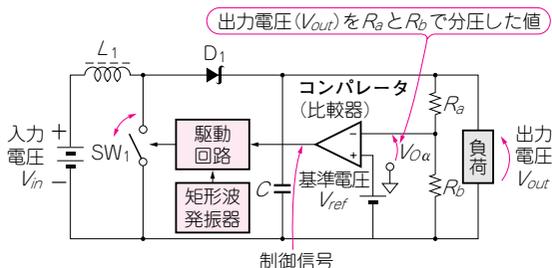


図7-3 コンパレータを使ったフィードバック回路を追加して出力電圧を安定化

直列に接続して得られる3Vから、5~12Vの任意の固定出力電圧を出力できます。最大出力電流は、出力電圧が5Vのとき約100mA、12Vのとき約40mAです。最大電力(約500mW)出力時の入力電力は約600mWなので、変換効率は約80%です。

写真7-1に示すのは、製作した電源基板と単3型乾電池を2本使って、白色LEDを点灯させているところです。

## 昇圧型電源のしくみ

### ● 入力電圧よりも高い電圧を出力できる理由

図7-1に示すのは、昇圧型DC-DCコンバータの基本回路です。コイル(L<sub>1</sub>)、スイッチ(SW<sub>1</sub>)、整流用

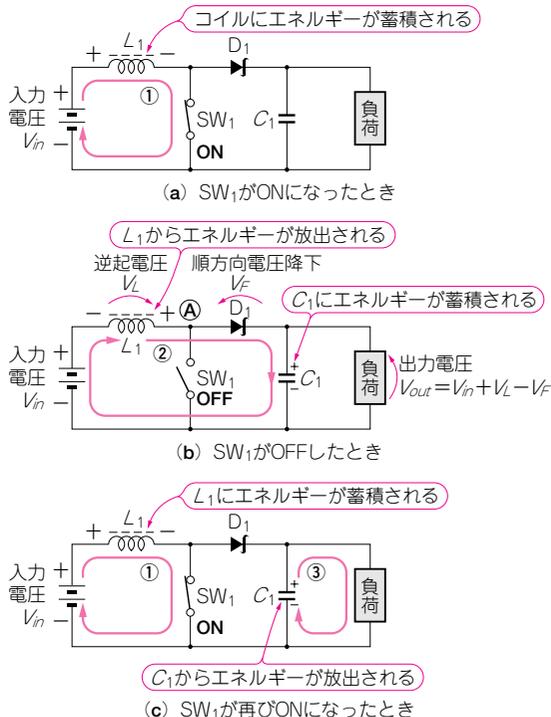


図7-2 昇圧型DC-DCコンバータの動作原理

ダイオード(D<sub>1</sub>)、平滑用コンデンサ(C<sub>1</sub>)から構成されています。図7-2に昇圧型DC-DCコンバータの動作原理を示します。

### ▶ ステップ1

図7-2(a)に示すように、SW<sub>1</sub>がONすると、①の経路で電流が流れ、L<sub>1</sub>にエネルギーが蓄積されます。このとき、L<sub>1</sub>の入力側は正電位に、出力側は負電位になります。

### ▶ ステップ2

図7-2(b)に示すように、SW<sub>1</sub>がOFFの状態になると、L<sub>1</sub>は蓄えていたエネルギーを放出します。このときL<sub>1</sub>の出力側は正に、入力側が負になります。

## Keyword 2

## 逆起電圧

図7-B(a)に示すように、L<sub>1</sub> [H] に電源V<sub>in</sub> [V] を接続すると、次式に示すように時間t [sec] に比例して増加する電流i<sub>L</sub> [A] が流れます。

$$i_L = (V_{in}/L_1)t$$

コイルに電流i<sub>L</sub> が流れると、磁束(磁石の磁力線と同じようなもの)が発生します。この磁束はコイルから電源を切り離しても、すぐには消えずに残ります。つまり磁気エネルギーが磁束という形になってコイルの内部に蓄えられています。このエネルギー量P<sub>E</sub>は次式で与えられます。

$$P_E = L_1 i_L^2 / 2$$

次に図7-B(b)のようにコイルを電源から切り離すと、コイルは蓄えられた磁気エネルギーを電気エネルギーに変換しようとし、このときコイルの両端に、印加電圧とは逆極性の電圧が発生します。これを逆起電圧と呼んでいます。

コイルと並列に存在する抵抗をR<sub>P</sub>とすると、スイッチを開いたときに生じる逆起電圧V<sub>E</sub>は、

$$V_E = i_L R_P$$

となります。図7-B(b)の場合は、R<sub>P</sub>がとても大きいため、逆起電圧は非常に大きくなります。