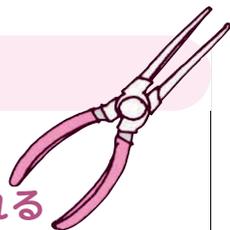


## 七つ道具 その 4



12Vや電池1本から  
アナログ用の15Vや3.3Vを作れる

# 入力電圧よりも高い電圧を作る 昇圧型電源

浜田 智  
Satoshi Hamada

本章では、イントロダクションの図9に示すタイプDの電源の作りかたを紹介します。

昇圧型DC-DCコンバータとは、入力電圧よりも高い電圧を出力する電源のことです。12Vや5Vのバス電源からアナログ回路用の±15Vを作ったり、1.2~1.5Vのたった1本の乾電池から3.3Vや5Vの電源を作ったり、と用途はさまざまです。乾電池から高輝度白色LEDを駆動する場合にも、このタイプが使われています。

### 昇圧型DC-DCコンバータの基礎知識

#### ● コイルの性質を利用して昇圧する

コイルには、電流源のようにふるまう性質があります。つまり、今まで自体に流れていた電流を維持しようとし、電流源は電圧方向がフリーなように、コイルによる電流源も電圧方向がフリーになります。

今、図1(a)のようにコイルにある電流が流れているとします。その大きさは、直流なので、

$$I = V_{in}/R$$

で表されます。SWを開くと、同図(b)のようにSWの接点間に火花が飛ぶのが見られます。これはコイル

が電流源となって、開かれた接点に電流を流そうとしたからです。接点間に存在する空気は抵抗値がとても大きいので、 $V = IR$ の法則にしたがって高い電圧が発生し、空気の絶縁が破られて火花が飛んだのです。

昇圧型DC-DCコンバータは、コイルのこのような性質をうまく応用すると作ることができます。

#### ● 昇圧型DC-DCコンバータの基本

##### ▶ ステップ1

昇圧型DC-DCコンバータの基本回路を図2に示します。

スイッチQが閉じている $t_{on}$ 期間は、コイルLに入力電圧 $V_{in}$ がそのまま加わり、入力平均電流 $I_{in}$ を中心に、

$$\Delta I_L = (V_{in}/L) t_{on} \dots\dots\dots (1)$$

のリプル電流 $\Delta I_L$ が流れます。そしてコイルに電磁エネルギーが蓄えられます。このとき出力側のコンデンサ $C_2$ から、Qに電流が流れることはありません。なぜならダイオードDが阻止するからです。

##### ▶ ステップ2

Qが開く $t_{off}$ 期間、コイルは電流源となって、ダイオードDを通じて負荷に、コイルに蓄えられた電力を供給します。電流源の性格によって、ここで昇圧が

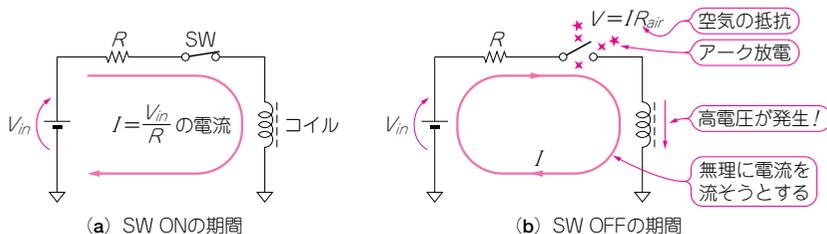
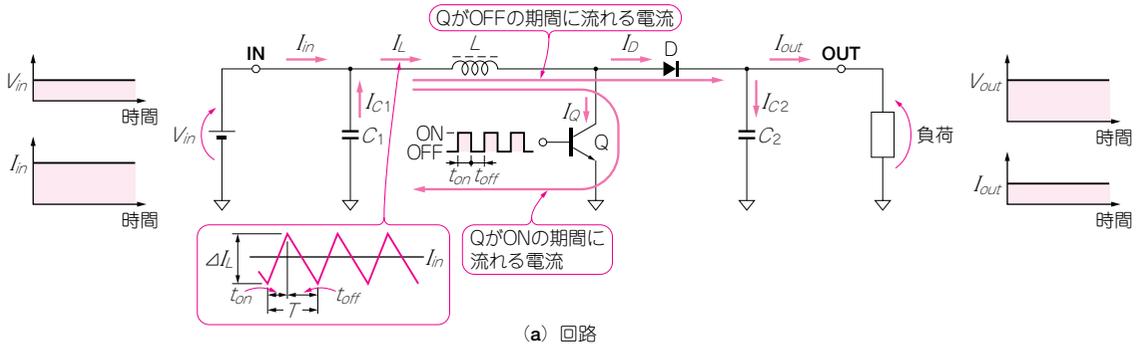


図1 コイルは電流源のようにふるまう  
昇圧型DC-DCコンバータはこの性質をうまく利用している

### Keywords

昇圧型DC-DCコンバータ、非連続型、連続型、LT1070、ファスト・リカバリ・ダイオード、LSIクーラー、極性反転型



行われます。

$t_{off}$ 時のリプル電流は、

$$\Delta I_L = \frac{V_{out} - V_{in}}{L} t_{off} \dots\dots\dots (2)$$

で表され、式(1)と式(2)から、

$$V_{out} = \frac{t_{on} + t_{off}}{t_{off}} V_{in} \dots\dots\dots (3)$$

が得られます。降圧型と同じようにオン・デューティは入力電圧と出力電圧の比で決まることがわかります。

式(2)に、式(3)とスイッチング周波数を代入して整理すると、

$$\Delta I_L = \frac{V_{in}(V_{out} - V_{in})}{L f_{SW} V_{out}} \dots\dots\dots (4)$$

が得られます。これは昇圧型の基本式です。この式は降圧型で求めた式ととても似ています。

### ● 昇圧型は入力電源の利用率高い

昇圧型の特徴として、Qが開いているとき、コイルだけではなく直列接続となっている入力電源  $V_{in}$  から負荷に電力が供給されます。つまりスイッチがONのときもOFFのときも、原理的に電源から電力を取り出すので、電源の利用率高いという特徴があります。太陽電池のような、構造的に電力を蓄える機構のない電源の電力変換装置に利用するととても効果があります。

入出力電流は、それぞれ図2の  $I_L$  と  $I_D$  をコンデンサ  $C_1$  と  $C_2$  で平均化したものです。  $C_1$  と  $C_2$  に流れる交流分電流は  $I_{C1}$  と  $I_{C2}$  になります。

### ● フィードバック制御

降圧型と同様に、図3のようなPWMのオン・デューティを制御し、出力電圧を一定にするフィードバック制御が、実際の昇圧型には組み込まれています。

制御は次のように考えると簡単になります。PWM信号のオン・デューティを変えることで、コイルに蓄える電力が調整されます。そして常に負荷で消費する電力とつり合うようにしてあげれば、結果出力電圧が

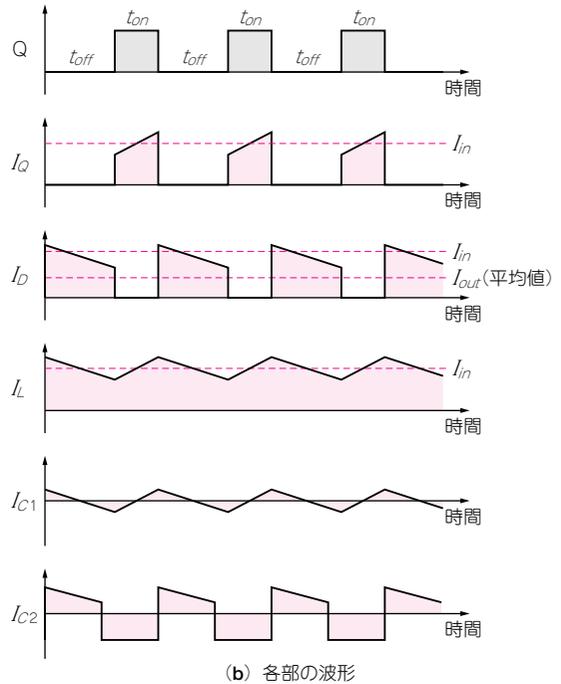


図2 昇圧型DC-DCコンバータの基本回路と各部の波形

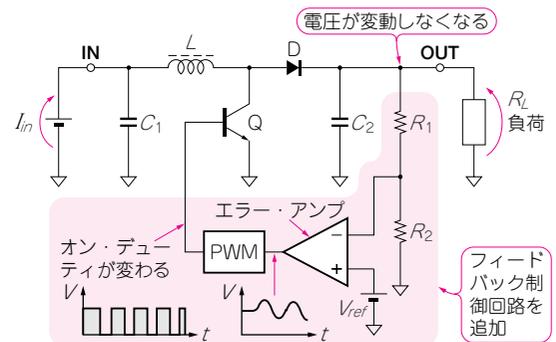


図3 実際の回路には出力電圧を一定にするフィードバック制御が組み込まれている