



ポータブル機器用電源回路の設計

携帯機器のエネルギー源を理解する

第1回 電池の性質

弥田 秀昭
Hideaki Yata

携帯機器の電源は、

- (1) 限られたエネルギーを生かすための高い効率
- (2) 変動する電池電圧に対する良好な応答特性
- (3) 小型軽量

など、商用電源を使う場合とは異なった要求があります。

本連載では、それらの要求に応える電源回路設計を行うための基礎知識として、

- (1) エネルギーの供給源である電池の特性
- (2) 電源の回路構成の考えかた
- (3) 携帯機器用の電源として要求される機能
- (4) 主要部品であるインダクタとキャパシタ
- (5) 携帯機器用の電源回路を使用するうえでの注意点

について述べます。

携帯機器の電源に求められる 三つの要素

商用電源 (AC100 V など) を使用するシステムに使われる DC-DC コンバータは、AC-DC コンバータによって得られた直流電圧を、より低電圧の直流電圧へ変換するためのものが一般的です (図 1-1)。

ほぼ一定な電圧からの変換であり、しかもエネルギー供給源は無制限にエネルギーを継続して供給できます。

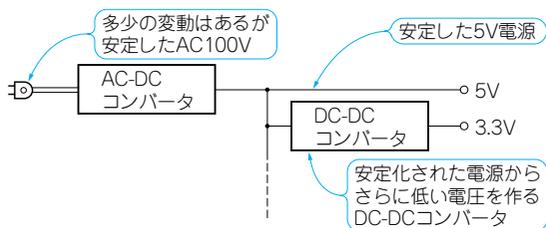


図 1-1 商用電源システムにおける DC-DC コンバータ
入力電圧はほぼ一定で、より低い電圧を作る

● 入力電圧変動に対する良好な応答特性

携帯機器では、エネルギー源は電池を使うしかありません。電池は、**使用時間とともに電圧が低下します**。それだけではなく、**使用するにつれて電池の内部インピーダンスも高くなり**、電池から取り出す電流による電圧の低下も大きくなります。

携帯機器の電源回路は出力の変動だけではなく、**入力電圧の変動に対する優れた応答特性を必要とします** (図 1-2)。

● エネルギーをむだにしない高効率特性

また、商用電源とは異なり、使用できるエネルギーには電池容量という制限があります。したがって、限られたエネルギーを効率良く使用する必要があります。

- エネルギーの変換効率が高い
 - 軽負荷でも効率が低下しない
 - 待機時やシャットダウン時の消費電力が少ない
- など、特殊な電源管理機能が必要となります。

● 面積だけでなく高さ方向にも小さく

加えて、携帯機器ならではの小型軽量の要求から、**実装面積が制限され**、回路の小型化が求められ、さらにそれだけではなく、**高さ方向にも制限**が加えられています。

これらの要求から、携帯機器用の電源には、商用電源を使用した電源回路とは異なる機能や特性をもった**携帯機器専用の電源回路が必要**です。

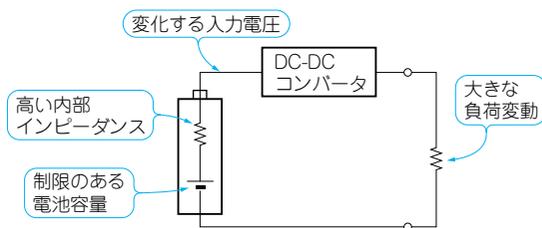


図 1-2 携帯機器における DC-DC コンバータ
安定しない入力電圧、大きな負荷変動など要求が厳しい

負荷にあった電池の選択

携帯機器のDC-DCコンバータの設計を始める前に、まずすべきことは、**エネルギー源にどんな種類の電池を何本使うか**決めることです。

電池は、負荷側に必要とされる電圧/電流の要求仕様から決定しますが、それができるためには**電池の特性を理解している必要があります**。

● 電池電圧はさまざま

使い切りの電池(1次電池)で公称電圧1.5Vの**マンガン電池**と**アルカリ電池**、充電して繰り返し使える電池(2次電池)で公称電圧1.2Vの**ニッケル・カドミウム(NiCd)電池**と**ニッケル水素(NiMH)電池**がもっとも一般的です。

しかし、これらの電池の電圧は通常の電子機器に対しては低すぎ、複数本を直列接続して必要な電圧以上にするか、あるいは昇圧型DC-DCコンバータを使用する必要があります。

最近の携帯機器では、軽く高容量で電圧が3.7Vの2次電池である**リチウム・イオン(Liイオン)電池**が使用されるケースが多くなってきました。しかし、充放電制御を含めた電源回路設計の難しさから、小ロット生産での採用はまだ難しい状態です。

● 電池電圧だけでなく内部インピーダンスも考慮する

電池電圧は一定ではなく、使用とともに電圧は低下します。使用とともに内部インピーダンス r_B も上昇し、増加した内部インピーダンスに負荷電流が流れるぶんだけさらに出力電圧が低下します(図1-3)。出

力電圧 V_S は、

$$V_S = N(V_B - I_B r_B)$$

ただし、 N ：電池本数、 V_B ：電池起電圧、 I_B ：取り出す電流

となります。電池起電圧も内部インピーダンスも使用時間や温度で変化します。

半導体回路の電源電圧と消費電力は年々低下していますが、**電流は増加**しています。特に動作中の**ピーク電流は大幅に増大**する傾向にあります。ピーク電流による電池電圧の低下により、DC-DCコンバータが設定出力電圧を維持できずに動作不良が発生する場合があります。

回路の要求するピーク負荷電流と電池の内部インピーダンスによる電圧低下ぶんを見込んで、最低動作電圧を決定しておく必要があります。

代表的な1次電池の特性

● マンガン電池とアルカリ電池

写真1-1と写真1-2は、携帯機器にもよく使われるマンガン電池とアルカリ電池です。

この二つは代表的な1次電池で、電池サイズが豊富、どこでも入手可能という大きな利点があります。初期電圧は1.5Vで、終止電圧は約0.9Vです。

価格はマンガン電池が安価ですが、**内部インピーダンスが高く、低負荷電流の機器**に向いています。

DC-DCコンバータを必要とする機器では大きなピーク電流を必要とする場合が多く、内部インピーダンスの高いマンガン電池では、このピーク電流により電池電圧が低下して、電池容量が残っていても機器が動作できなくなってしまいます。

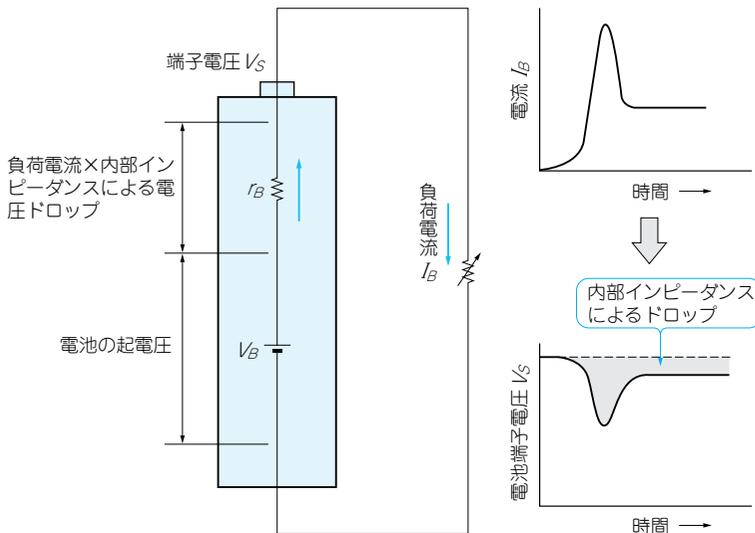


図1-3 内部インピーダンスによって電池の端子電圧は低下する



写真1-1⁽¹⁾ 単3型マンガン電池



写真1-2⁽¹⁾ 単3型アルカリ電池