

第4章 電池動作機器に最適な電源回路を選び・作るために

LDO/DC-DCコンバータのしくみと使い方



① 電池動作機器に要求される電源IC

高井 正巳
Masami Takai

● 電池動作機器で重要な役割を果たす電源IC

近年、表示素子や無線インターフェース機能の小形化に伴い、電池動作機器の高機能化が進んでいます。

携帯電話に代表される主な電池動作機器をあげても、ノートPC、デジタル・カメラ、PDA、ワンセグTV、電子辞書、ハンディ・ターミナルなど、ほとんどの機器に無線/有線インターフェース機能、表示機能、記憶装置、オーディオ機能、充電機能が搭載されており、軽量で電流容量が大きく劣化の少ないリチウム・イオン2次電池でそれぞれの電子回路を動作させる構成が主流となってきています。

機器の機能が増えつつ、小形/薄型/軽量化の傾向は続いており、これらの特徴を作り出すために、**電源IC**が重要な役割を果たしています。

本章では、電池動作機器設計に最適な電源ICの動作原理と使用上の注意点、それぞれの電池動作機器に共通する電源ICの使用例を紹介します。

● 電池動作機器に最適な電源ICとは

図1-1に、電池動作機器に最適な電源ICについての概要を示します。インダクタやコンデンサの特性を活用し、電圧を効率良く変換する**DC-DCコンバータ**と、**LDO**(Low DropOut)と呼ばれる入力電圧と出力電圧の差が小さく、電池機器に適した負荷電流を供給できる電源ICの組み合わせで、限られた容量の電池から機器を長時間駆動できる電源構成が実現できます。

また、最近の電池機器を構成する回路ブロック(液晶、無線通信、LED、モータ、充電回路など)では、それぞれが必要とする電源電圧は負電圧から10V以上の要求ばかりでなく、低電圧化も進んでおり、機器の中で多種類の電圧を発生させる必要があります。

電源構成も複雑化してきており、それぞれの回路ブロックの電源を管理する機能も必要になってきています。

小形化の要求も日増しに強まっており、半導体の微細化技術と小形実装技術の進展により**WL-CSP**(ウエハ・レベル・チップ・サイズ・パッケージ)に代表される超小形製品ラインナップもそろいつつあります。

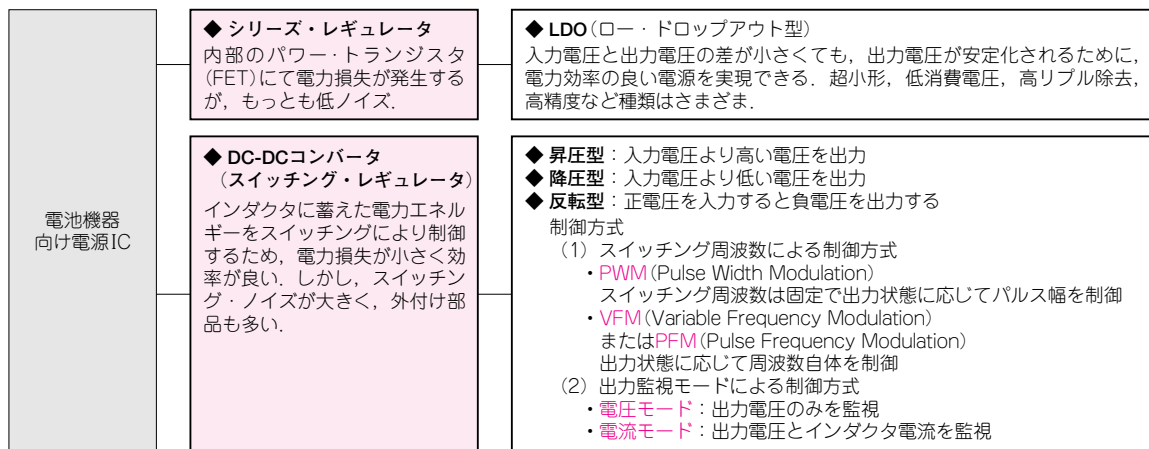


図1-1 電池機器向け電源ICの種類(チャージ・ポンプ、マネージメントICを除く)



● LDOレギュレータのしくみ

LDO, リニア・レギュレータ, シリーズ・レギュレータは, 特性の差はありますが, 同一方式のICです. 図2-1(a)に基本回路例を示します.

入力端子と出力端子間にドロップ用トランジスタを入れ, 基準電圧と出力電圧設定抵抗により出力電圧 V_{out} を分圧した電圧を増幅回路で比較し, この出力でドロップ用トランジスタのON抵抗を制御して出力電圧を一定電圧に保ちます.

出力電圧の精度は年々高精度化が進んでおり, 常温で1%以下を保証する製品が主流で, $-25^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ の温度範囲でも1.5%を保証する製品も出てきています. この構成で, 特に入力電圧 V_{in} と出力電圧の差の小さいものをLDO (Low DropOut) と呼びます.

● 低ノイズで小形/低コスト

LDOは, DC-DCコンバータのようにドロップ用トランジスタをパルス駆動させず, 連続制御する方式を採用しているため, ノイズが少ない, 構造と制御が簡単で小形/低コストというメリットがあります.

しかし, LDOは消費電力が大きくなるという欠点があります. 消費電力 P_D は, 負荷電流を I_{out} とすると,

$$P_D = (V_{in} - V_{out}) I_{out}$$

で計算され, 熱として損失になるので, P_D が大きい場合は放熱性を考慮した基板設計や放熱性の良いパッケージのICを選ぶ必要があります.

特に携帯型機器に使用する場合は小形のICが求められ, 小形と放熱性の両立が課題となります. 負荷電流300mAのLDOで, 0.79mm角のWL-CSPの製品や小形で放熱性も良い1mm角のパッケージがラインナップされている製品もあります(表2-1参照).

表2-1 小形電池動作機器に適した電源ICのパッケージ例

パッケージ名	外観	製品例 (リコー)	寸法(D × W × H) [mm]	実装面積 [mm ²]	P_D [mW]注1
WL-CSP4		RP102Z R1183Z	0.79 × 0.79 × 0.48	0.62	530
DFN1010-4		RP103K RP130K	1.0 × 1.0 × 0.6	1	400
SC-82AB		従来 製品	2.0 × 2.1 × 0.9	4.2	380

注1 ▶(b)の条件での測定値の参考データ. スルー・ホールなどが異なるため, 単純な比較はできない

(a) パッケージ例など

● 高速応答モード/低消費電力モード切り替え付きLDO

携帯型機器の機能が複雑になってきたことから, 機器の低消費電力化を実現するためにブロックごとの細かい電源制御が重要視されるようになってきました.

多くの場合は, 単純に電源ICをON/OFFすることで電源制御を行います, メイン・デバイスから3モードの電源制御が要求される場合が出てきました.

これは, メイン・デバイスが, ON, スリープ(sleep), OFFの三つのモードを持っているためです.

ONモードでは高速応答性が要求され, 消費電流の比較的大きいLDOが必要になります. スリープ・モードでは電圧供給は必要ですが, IC自体の消費電流も減らす必要があります.

そこで, 図2-1(b)のように応答性の良い増幅回路と消費電流の少ない増幅回路を持ち, それを制御ピンで切り替えが可能な高速/低消費切り替え(ECO)機能付きLDOが製品化されています. 高速モードでは60 μA , 低消費電力モードでは4.5 μA の消費電流を実現している製品があります.

また, 負荷電流に応じてECOモードを自動的に切り替える機能の付いたLDOも製品化されています.

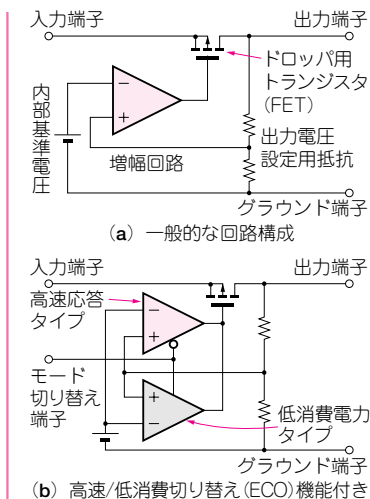


図2-1 電圧レギュレータの概念図

測定状態	基板実装状態 (風速 0 m/s)
基板材質	ガラス・エポキシ樹脂 (両面基板)
基板 サイズ	40 mm × 40 mm × 1.6 mm
配線率	表面: 約 50%, 裏面: 約 50%

(b) 測定条件 ($T_{jmax} = 125^{\circ}\text{C}$)