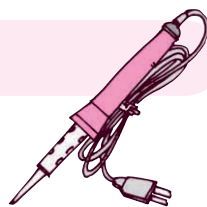


### 七つ道具 その 2

入出力間電圧が1V以下でも  
動きピン・ポイントで供給できる



## 1.8 ~ 5 V から数百 mV だけ 低い電圧を作る電源

浜田 智  
Satoshi Hamada

#### ● デジタル回路用の1.2~3.3V電源をどうやって作る？

本章では、イントロダクションの図9や図10に示すタイプBの電源を紹介します。

従来のデジタル回路は、5V動作のマイコンと汎用ロジックICを組み合わせて作られており、一括の5V出力の電源につながっていました。

ところが数年ほど前から次々と誕生している高性能なマイコンやFPGAなどのデジタルLSIは、1.2~3.3Vの間のさまざまな電圧を必要とします。コア用に1.8V、I/O用に3.3Vといったぐあいです。これらのICとのインターフェースに使われる周辺のロジックICも同様です。さまざまな電圧とは、例えば1.2, 1.5, 1.8, 2.5, 3.3Vなどです。1.9V, 2.1V, 2.3Vなどという電圧が必要なこともあります。

このように、現在の基板にはたくさんの電圧が存在しています。これらの電圧は3.3Vまたは5Vの電源バスから生成するのが一般的ですが、必要な電圧の数と同じまたはそれ以上の数の電源回路が必要ですから、その手間と実装面積はばかになりません。できるだけ部品点数の少ない、小型の電源で済ませたいところです。

#### ● 入出力間電圧が1V以下でも動くリニア・レギュレータ「LDO」を使う

このような用途では、周辺部品がほとんどいらず、つなぐだけで動作するリニア・レギュレータが適しています。ただし、従来の78シリーズのような3端子レギュレータは、出力電圧より2V以上高い入力電圧が必要ですから、この用途に使うことはできません。代わりに入力電圧と出力電圧の差が数百mVでも動作

するLDO(Low Drop-Out)と呼ばれるタイプのリニア・レギュレータを使います。

イントロダクションで説明したとおり、3.3Vバスから1.8Vや1.2Vを生成する場合は、効率が50%前後にまで落ちてしまうので、第3章で紹介するスイッチング・タイプのDC-DCコンバータ(タイプC)を使う必要があります。

リニア・レギュレータは原理的に損失が大きいため、どちらかというと発展著しいスイッチング型のDC-DCコンバータに追いやられ、一見活躍の場が小さくなっていくように感じますが、実はこのような用途でその種類と需要が増えています。

#### 低ドロップアウト型 リニア・レギュレータの基礎知識

#### ● リニア・レギュレータとDC-DCコンバータの違いを整理

リニア・レギュレータとDC-DCコンバータの特徴を整理すると表1のようになります。

リニア・レギュレータは、第3章で紹介するDC-DCコンバータのようにスイッチングを伴わない電源です。従来、電源といえばそのままリニア・レギュレータのことを意味していましたが、近年普及してきたDC-DCコンバータと区別するために、あえてリニア・レギュレータと呼ぶようになってきました。

#### ● リニア・レギュレータといえば3端子レギュレータ78/79シリーズ

リニア・レギュレータの代表的なICとして、写真1に示す3端子レギュレータと呼ばれている78/79シリーズがあります。IN, GND, OUTの三つの端子し

### Keywords

入出力間電圧, リニア・レギュレータ, LDO, 低ドロップアウト, 78/79シリーズ, 3端子レギュレータ, 低損失, 高効率, エミッタ出力, コレクタ出力, 発振, 出力トランジスタ, セラミック・コンデンサ, リモート・センス

表1 リニア・レギュレータとDC-DCコンバータの違いのまとめ

項目	電源の種類	リニア・レギュレータ	DC-DCコンバータ
可能な電圧変換の種類		降圧型だけ	降圧, 昇圧, 昇降圧, 極性反転, 絶縁など多彩
効率		つねにエネルギー損を出しながら出力電圧を調整するので効率が悪い	原理的に損失のないコイルやコンデンサを使って電圧変換するので効率が良い
電源の安定性		安定性が良く低雑音	スイッチングに伴うリプルやノイズの発生がある
外付け部品		IC前後に実装するコンデンサだけで少ない	スイッチ素子, ダイオード, コイル, コンデンサなど多くの部品が必要. 最近はスイッチ素子を内部に取り込んだICが増えている
実装面積		外付け部品は少ないが放熱のためのヒートシンクを使う場合は大きな実装スペースが必要になる	高効率化を目指すさまざまなくふうの積み重ねで小型化が進んでいる
価格		ICも外付けのコンデンサも安価な汎用品でOK	ICはやや高く, 外付けのコイルや高周波仕様コンデンサも高い
開発時間		配線するだけでほぼ安定に動作するので短期間で作り込める	スイッチングに伴う高周波電流の処理など検討項目が多く, 開発には時間を要する

かもたないシンプルなICです。

このICには、図1に示すような回路が内蔵されています。

入力端子INと出力端子OUTの間にあるトランジスタが、自動的に動く可変抵抗器のようにふるまい、出力電圧を一定に保ちます。抵抗器のように動作するため、つねに損失が生じて熱が発生しますから、場合によってはヒートシンクを付ける必要もあります。

この点で、原理的に損失のないDC-DCコンバータと比べると面倒な感じがしますが、実は使いかたがとても簡単です。ICの前後に汎用のコンデンサを付けるだけです。リニアリティとノイズ特性もDC-DCコンバータに比べて抜群に良く、特にディスクリートで専用設計された超低雑音リニア・レギュレータの雑音は10  $\mu$ V<sub>RMS</sub> (10 Hz ~ 100 kHz)を切ります。

## ● 低ドロップアウト型リニア・レギュレータ「LDO」とは

リニア・レギュレータで発生する損失 $P_D$  [W]は、入力電圧を $V_{in}$  [V]、出力電圧を $V_{out}$  [V]、出力電流

を $I_{out}$  [A] とすると、

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

で表されますから、**入出力間電圧が小さい条件で使うほど損失は小さくなります。**

LDOは、入出力間電圧が1V以下でも動作します。逆に、そのような条件で使うことを前提に作られています。損失の小さい条件で使われますから、各社がラ

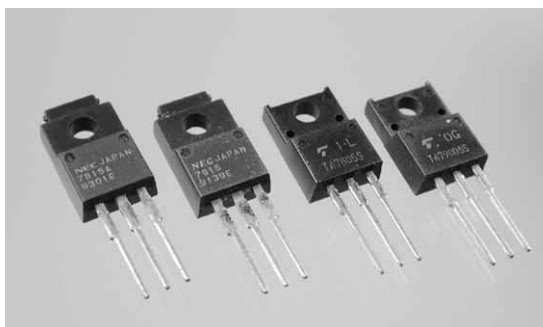


写真1 リニア・レギュレータの定番78/79シリーズ  
左から $\mu$ PC7815A,  $\mu$ PC7915, TA7805S, TA79005S

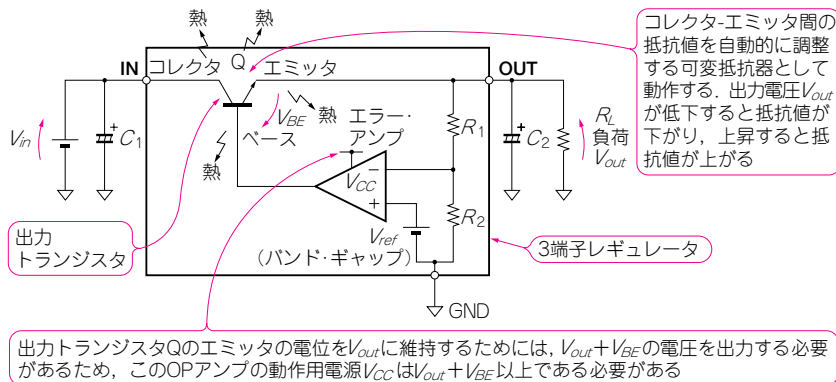


図1 リニア・レギュレータの定番3端子レギュレータ78/79シリーズの内部回路