

# 電源回路の 考え方・作り方

栗川 洋平  
Yohei Kurikawa

## マイコンでよく使われる 電源回路の基礎

マイコンの評価基板を卒業し、自分で回路を設計しようという段階でつまずくのが、電源回路はどうすればよいのか？ではないでしょうか。

マイコンのプログラミング方法、センサ回路例などのドキュメントは多数存在しているのですが、意外と基本的な電源に関するドキュメントは少ないものです。

昔は、電子回路側からマイコンに来た人が多かったのでそれほど問題にはならなかったのですが、最近はソフトウェア側からマイコンに来る人が多いので、ここに来て突然現れた電子工学の壁にぶつかってしまいます。本章では、電子工学を独学で学んだ人にもわかりやすい内容を心がけます。

### ● あえて最新式の回路を使わない

最新の電源ICはスイッチング方式が主流で、小型の組み込み機器向けに小型化、高効率化、低ノイズ化されたものが多くなっています。しかし、小ロットや試作では使いづらい、表面実装パッケージで提供されています。

さらに、必要な性能に合わせてシミュレータ上で各部品のパラメータを決定する、といった複雑な工程を踏む必要があります。小ロットや試作では、こういった最新の製品ではなく、入手性が良く、設計が容易な

1世代前、2世代前のICを使うことが一般的ですが、古い方式を使ったからといって不具合はありません。そもそもマイコン自体が、1世代前、2世代前の設計だからです。

### ● マイコン用電源に必要な三つの機能

一般に、マイコンに必要な電源は、**直流(DC)3.0V～5.5Vの安定化された電源**です。これを実現するために必要な機能が「**整流**」「**降圧/昇圧**」「**安定化**」です。

まず「**整流**」機能について説明します。マイコンなどのデジタルICはすべて直流電源で動作します。商用電源をマイコンで使うためには整流(交流を直流に変換)する必要があります。

次に「**降圧/昇圧**」機能について説明します。マイコンの動作電圧は製品によって異なりますが、大半が3.0V～5.5Vの範囲に収まります。AC100Vを整流しただけでは約150Vもあるので、降圧(電圧を落とす)回路を組む必要があります(実際にAC100Vを使う場合は、整流の前にトランスで降圧する)。

また、電池を使う場合は、電池は直流電源なので整流する必要はありませんが、出力電圧が1.2V～1.5V程度と、そのまま使うには電圧が低すぎるので、直列につないで電圧を上げるか、**昇圧**(電圧を上げる)回路を組む必要があります。

最後に、「**安定化**」機能について説明します。これは、負荷(出力する電流)が変化しても出力電圧が変化しない、ということです。安定化されていない電源は、負荷が変化すると出力電圧が変化します(図1)。

ただし、負荷が変化しても出力電圧が変化しないといっても限度があります。負荷を大きくしていく(出力電流を増やしていく)と、電圧が次第に降下していく領域があります。これは、電源の「許容出力電流」を上回り、出力電圧を維持できなくなるからです。マイコンとその周辺回路を動作させた際に、必要な電流を満たすだけの容量が必要です。

また、安定化には「精度」が存在し、マルチメータでは一定電圧のように見えてもオシロスコープで見ると

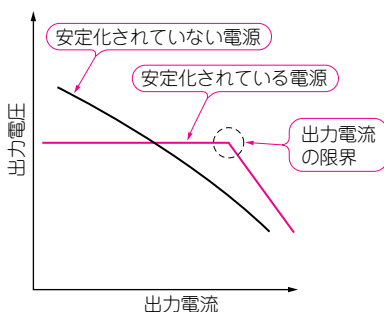


図1 マイコンでは電圧が安定化された電源を使う

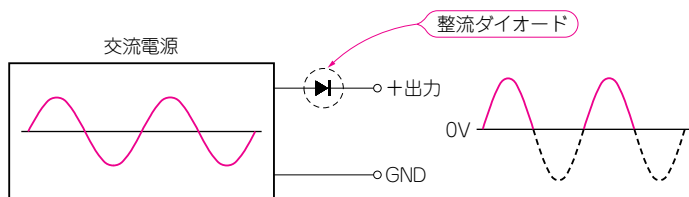


図2 半波整流回路

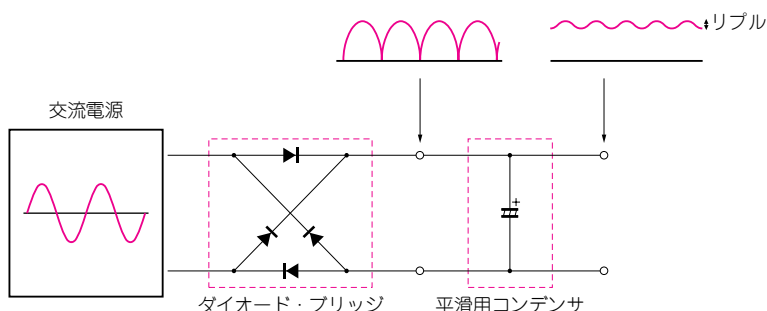


図3 全波整流回路

と細かく振動していることが確認できます。この振動が**電源ノイズ**です。マイコンのようなデジタル回路は、アナログ回路に比べてノイズ耐性が高いので、それほど気にする必要はありません。

しかし、アナログ回路は電源ノイズの影響を受けやすいので、低ノイズの電源を選択する必要があります。マイコンでもA-Dコンバータを使う場合、電源ノイズの影響を受けやすいので注意する必要があります。マイコンによっては、A-Dコンバータ用の電源入力を独立もっているものがあります。

まとめると、マイコンの電源には必要なのは、これら三つの機能「**整流**」「**降圧/昇圧**」「**安定化**」および、それに付随する二つの性能「**許容出力電流**」「**精度**」です。

### ● 整流回路

交流電源を直流電源に変換するのが**整流回路**です。最も簡単な回路が**半波整流回路**です。整流ダイオードを1個だけ使い、交流の半サイクルのみを整流します(図2)。ただし、交流波の半分しか使うことができないので、後述する全波整流と比べて効率が悪いです。

交流波の整流で、よく使われるのはダイオード・ブリッジを使った**全波整流回路**です(図3)。ダイオード・ブリッジとは、四つのダイオードを図のように組んだもので、一つの部品として製造されています。ダイオード・ブリッジの一例を**写真1**に示します。

実際には直流になった直後に、大容量のコンデンサを付けることで、電圧の変動を抑えます。これを**平滑化**と言います。コンデンサの蓄電特性を使い、電圧の山の部分では蓄電し、谷の部分では放電することで、

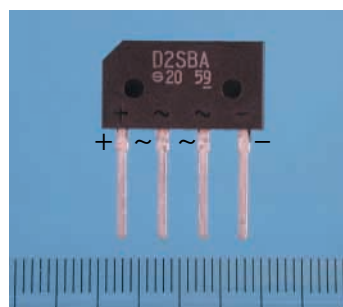


写真1 ダイオード・ブリッジ D2SBA20 (200 V, 1.5 A)

電圧を平坦にします。ただし、完全に平坦にすることはできません。この電圧の脈動部分を**リップル**と呼びます。平滑用に用いるコンデンサの容量、接続する負荷によってリップルの大きさは異なります。

### ● 降圧安定化回路

高すぎる電圧を必要としている電圧まで落とし、出力を安定化させるのが**降圧安定化回路**です。本来、降圧と安定化は異なる概念ですが、この二つの機能を備えた電源用ICが多数販売されているので、ここではまとめて取り扱います。

降圧安定化機能をもった電源ICは、主に2種類に分けることができます。**シリーズ・レギュレータ**と**スイッチング・レギュレータ**です。シリーズ・レギュレータICは出力に対して直列(シリーズ)に出力電圧に応じて変化する可変抵抗のようなものを入れることで、出力電圧を一定に保つICです(図4)。

内部の抵抗値がリニアに変化するため、後述するスイッチング・レギュレータと比較してノイズが少ないという特徴があります。また、IC 1個とコンデンサ2~4個で組むことができるので、低価格で回路が簡単であり、小ロットや試作では頻繁に用いられています。しかし、余分な電圧を抵抗で消費するという方式のために効率が悪く、大電力が必要な用途や消費電力を抑えたい用途には不向きです。

スイッチング・レギュレータには**降圧型**、**昇圧型**、**昇降圧型**の3種類があります。ここでは降圧型を取り扱います。

降圧型スイッチング・レギュレータは、入力電圧をスイッチSWでON/OFFして、方形波状の交流に変