

## 第 1 章

# 電源回路の基礎知識

すべての電気機器、その中の電気回路や装置の動作には電源が必要です。AC電源や電池などからの電力を、出力に接続された負荷回路や装置に必要な電圧や電流に変換して供給するのが電源回路です。

電圧や電流など、必要とされる電源の仕様は、マイコンやSoC(System on a Chip)、LED/OLEDなどの表示装置、センサ、通信、モータやアクチュエータのような動くものまで、負荷回路により各々異なります。

本書では、小型の機器に搭載されているプリント基板(PCB: Printed Circuit Board)の回路をターゲットに、電源の基礎から電源ICの動作、電源ICを組み合わせた電源構成、トラブル対策まで説明します。

### 電源回路設計は電源ICの選択が重要

電源設計では、

- ①機器の電源構成
- ②適した電源ICの選択

の2つの要素があります。

#### ● 要素1…機器の電源構成

一般的な機器の電源構成を図1に示します。

AC電源で動作する機器 [図1(a)] では、AC/DCコンバータ(ACアダプタ)から供給される12Vを、必要な電圧に電源ICで変換します。1段目の電源ICで12Vから5Vに下げ、そこから必要な各種電圧を作る2段以上の構成がよく用いられます。電圧は順に下げているのが一般的ですが、一度5Vにした電圧をディスプレイ用の15Vに昇圧するような場合もあります。

2本の乾電池で動作する機器 [図1(b)] では、1.8~3.2V程度の電圧範囲から安定した1.8Vと昇圧した3.3Vを供給します。この際、電池の持ちが重要になります。

#### ● 要素2…電源構成に適した電源ICの選択

電源ICの種類を表1に示します。電源ICの種類には、所望の電圧を生成するためのICのほか、電圧の検出や電源の切り替え、2次電池の充電用など、電源関連のICも含まれています。

## 第 2 章

# 今どきリニアは…LDOレギュレータ入門

LDOレギュレータは、リニア電圧レギュレータ、リニア・レギュレータ、シリーズ・レギュレータとも呼ばれます。入出力間のFETやバイポーラ・トランジスタを制御して出力電圧を一定に保つ(レギュレーション)するICです。

LDO(Low Dropout)とは、入出力間電位差が低いという特性を意味します。入力電圧が出力電圧ぎりぎりまで設定された出力電圧をを保つことができるものをLDOレギュレータといいます。LDOレギュレータは、LDOと略して呼ばれることもあります。

古くからの電圧レギュレータ、例えば78xxシリーズは主制御素子がダーリントン接続されたエミッタ・フォロワのNPNトランジスタであり、入出力の電圧差が1.4V以上必要なため、リニア・レギュレータ(シリーズ・レギュレータ)LDOではありません。現在の多くのリニア・レギュレータはPチャンネルFETやPNPトランジスタを用いているためLDOレギュレータです。

なお、単にレギュレータというと、DC/DCコンバータ(スイッチング・レギュレータ)を含むことがありますので注意が必要です。

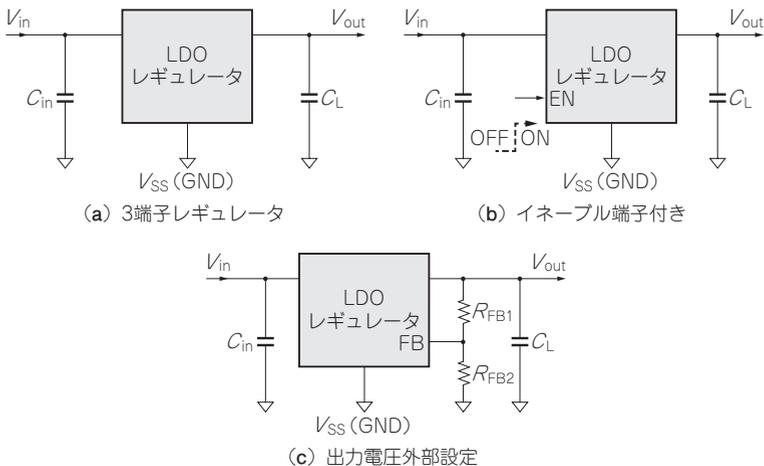


図1 LDOレギュレータの基本回路

### 第 3 章

## DC/DCコンバータのキモ…スイッチング制御動作

### DC/DCコンバータの電圧制御の基本動作

DC/DCコンバータの基本構成を図1に示します。コイル、主制御スイッチ、ショットキー・バリア・ダイオード(SBD: Schottky Barrier Diode)または同期整流スイッチ、コンデンサ $C_{in}$ 、 $C_L$ の配置の仕方によって、降圧、昇圧、反転、昇降圧を構成できます。いずれの場合も、主制御スイッチのON/OFFを制御することによって出力電圧を一定に保ちます。

ここではDC/DCコンバータ制御の基本であるPWM制御(Pulse Width Modulation, パルス幅変調)制御とPFM制御(Pulse Frequency Modulation, パルス周波数変調)を水の例えで説明します。

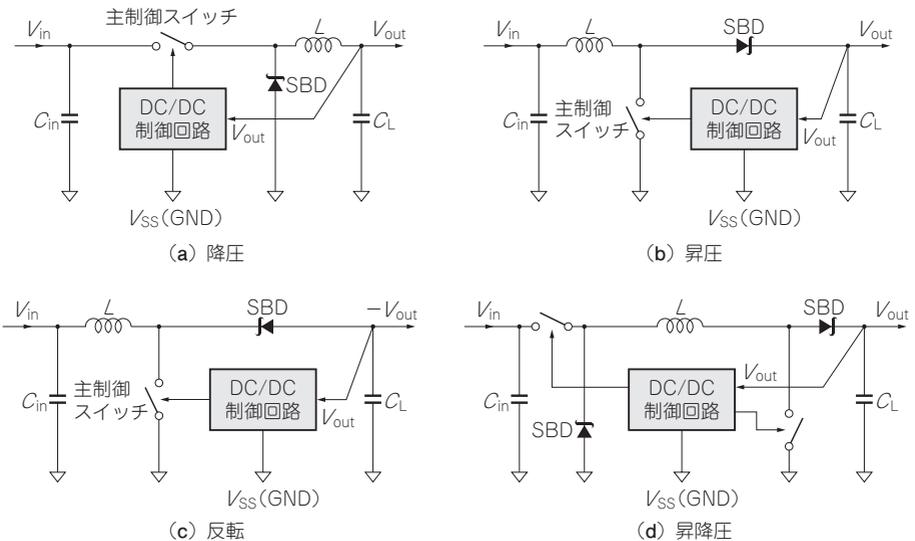


図1 DC/DCコンバータの基本構成

電部品の配置によって、降圧、昇圧、反転、昇降圧を構成できる

## 第 4 章

# 今どき DC/DC コンバータ入門

スイッチング・レギュレータとも呼ばれ、コイルやトランスを用いて DC 電圧から別の DC 電圧に変換する電源 IC です。トランスを用いるフライバック・コンバータ、フォワード・コンバータもスイッチング・レギュレータの一種ですが、本書ではコイルを 1 つを用いる DC/DC コンバータについて説明します。

DC/DC コンバータは電圧を下げる降圧のほか、電圧を上げる昇圧、負電圧を発生する反転、入力電圧によらず定電圧を出す昇降圧の 4 種類があります。LDO レギュレータと比較して高効率で損失が小さく、発熱が小さいことが大きなメリットです。

DC/DC コンバータの種類と特性、適するアプリケーションを表 1 に示します。

### DC/DC コンバータ IC のデータ・シートで注目する仕様値

ここでは DC/DC コンバータで特徴的な仕様/特性について説明します。基本的な注意点は LDO レギュレータ (第 2 章) と同じです。

#### ● 出力電圧

入力電圧範囲と合わせて、所望の出力電圧を設定可能かどうかをデータ・シートで確認します。高降圧比や高昇圧比、入出力電圧が近い条件は特に注意が必要です。

PFM 動作は出力リップル電圧のボトムでコンパレータ判定するため、実際の出力電圧

表 1 DC/DC コンバータに適するアプリケーション例

種類	特性	アプリケーション	
降圧	低耐圧, 低消費	消費電流 $\mu\text{A}$ 以下	低消費電力マイコン, 電池駆動機器の電源
	低耐圧, 高速	高速過渡応答	汎用, 各種システムの電源
	低耐圧, 大電流	出力電流 3 A 以上, 高速過渡応答	FPGA, SoC などの高性能システムの電源
	中高耐圧, 小型	1 A 以下	12 V/24 V IoT/FA など, センサ, モジュール
	中高耐圧	1 A より大電流	12 V/24 V 汎用, 各種システムの 1 次電源
昇圧	低耐圧, 低消費	消費電流 $\mu\text{A}$ 以下	低消費電力マイコン, 電池駆動機器の電源, バックアップ
	中高耐圧への昇圧	6 V 以上	LCD/OLED などの表示装置, センサ, OP アンプ, モータ/アクチュエータ
反転	負電圧	—	センサ, OP アンプ
昇降圧	低耐圧 低消費	消費電流数 $\mu\text{A}$ 程度	3.3 V 動作のマイコン

## 第 5 章

# 今どきリセットIC(電圧検出器)入門

リセットICは電圧検出器とも呼ばれ、電圧を生成するのではなく、電圧の高低を監視するICです。電源ラインの電圧低下の監視を主用途として使用します。

機器の安定動作のためには、電源ICによる安定した電圧供給とともに、電源ラインに適正な電圧が供給されているかを監視し判断して、後段回路/後段デバイスに通知、または後段回路を ON/OFF することが重要です。

## リセットICの基本動作

### ● 3端子タイプの場合

3端子タイプは監視端子がICの電源端子を兼ねるシンプルなりセットICです。3端子タイプの回路例と動作を図1に示します。監視端子の電圧が降下し検出電圧を下回ると出力が“L”になるタイプが一般的です。監視端子の電圧が検出電圧を下回ると、出力が“H”になるタイプもあります。検出状態から監視端子の電圧が上昇し解除電圧を超えると解除状

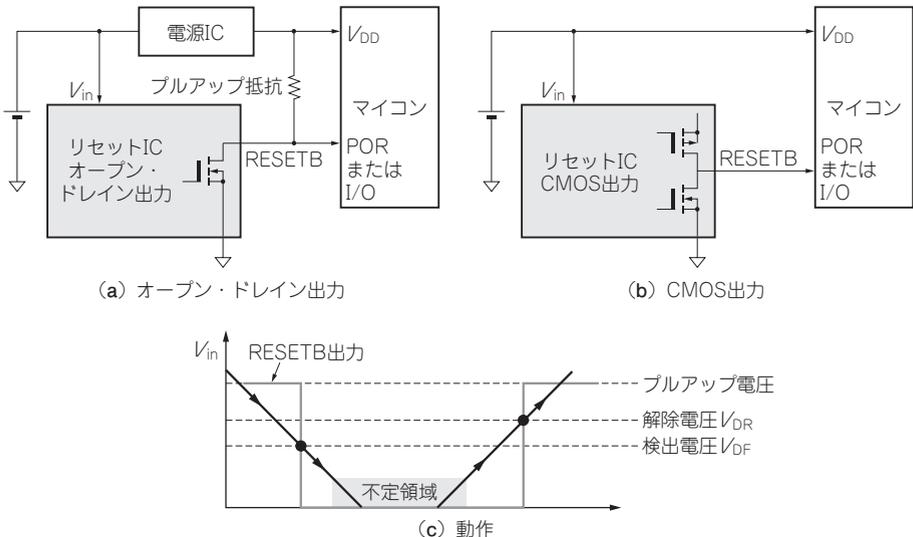


図1 3端子リセットICの回路例と動作