

基礎知識から性能を100%引き出す
活用テクニックまで

最新 CMOS リニア・レギュレータ活用法

前川 貴
Takashi Maegawa

CMOSリニア・レギュレータの歴史はそれほど古くはなく、バッテリーを使う携帯電子機器の成長とともに発達してきました。CMOSプロセスは、LSI、メモリICなどの大規模集積回路に使用されているため、日進月歩で微細化されています。CMOSリニア・レギュレータは、その微細化技術を利用して、低ドロップアウト特性や低消費電流特性などを実現できたため、携帯電子機器の電源ICとして広く利用されています。

本稿ではCMOSリニア・レギュレータの基礎知識、性能を表すキーワード、製品の種類と応用事例について説明します。

CMOSリニア・レギュレータの基礎知識

● バイポーラ・リニア・レギュレータより消費電流が少ない

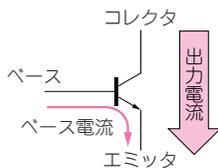
一般的にCMOSリニア・レギュレータは、バイポーラ・リニア・レギュレータと比較して消費電流が少ないとされています。これは図1に示すようにバイポ

ラ・プロセスが電流駆動素子なのに対し、CMOSプロセスは電圧駆動素子だからです。

特にリニア・レギュレータのようにクロック動作を必要としない場合、アナログ動作回路以外の回路での動作電流をほぼゼロにできるので、低消費電流を要求される回路に向いています。

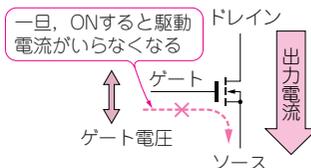
バイポーラ・リニア・レギュレータには、汎用の3端子レギュレータである78シリーズがあります。入力電圧範囲が30~40Vと高く、電流も1A以上流せるので、多くの白物家電や産業機器に使われていますが、出力端子の構造がNPNダーリントン出力のため低飽和ではありません。

表1にバイポーラ・タイプのリニア・レギュレータの代表78シリーズの主要特性の一部を記します。バイポーラ・リニア・レギュレータは、プロセスでの工程数がCMOSプロセスと比較して、おおよそ半分から3分の2程度と少ないため、チップ・サイズが大きくてもコスト的にメリットが出せます。



ベース電流を流すことで、エミッタとコレクタの間に電流が流れるようになる。出力電流を得るためにはベース電流を流し続ける必要がある

(a) バイポーラ・トランジスタ



ゲートに電圧を加えることで、ソースとドレインの間に電流が流れるようになる。ゲートへの電荷チャージ後はONさせるための電流を必要としない

(b) MOSトランジスタ

図1 CMOSリニア・レギュレータがバイポーラ・リニア・レギュレータより消費電流が小さいわけ

型名	最大出力電流 [mA]	入力電圧最大定格 [V]	動作電流 [mA]	ドロップアウト電圧 [V]
78××	1000	35, 40	4~8	2@1A
78M××	500	35, 40	6~7	2@350mA
78N××	300	35, 40	5~6	1.7@200mA 2@300mA
78L××	100	30, 35, 40	6~6.5	1.7@40mA

表1 バイポーラ・タイプのリニア・レギュレータ78シリーズのレギュレータの主要特性

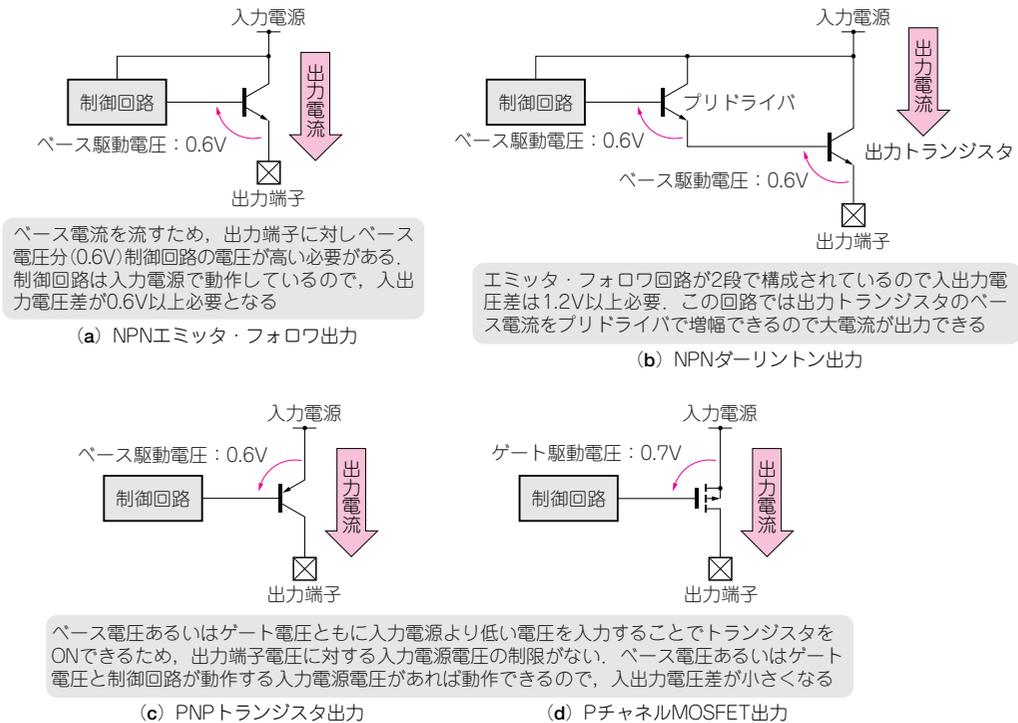


図2 リニア・レギュレータの出力ドライブ

● **低消費電流タイプ、大電流タイプ、高耐圧タイプ、高速タイプ、低ドロップアウト・タイプなどに分類できる**

CMOSリニア・レギュレータを分類すると、低消費電流、大電流、高耐圧、高速、LDO (Low Drop Out)などを一番の特徴とする製品があります。それぞれ厳密な定義はありません。

低消費電流とは、おおよそ数 μA の消費電流のもの、大電流とは500mA程度以上を出力できるもの、高耐圧とは15~20V以上のもの、高速とはリプル除去率で表現し60dB@1kHz程度のもを呼ぶことが多いです。

LDOも同じように厳密な定義はありませんが、図2に示すように、もともとはバイポーラ・リニア・レギュレータのNPNエミッタ・フォロウ出力やNPNダーリントン出力など、入出力電圧差が必要なものに対し、PNP出力やPチャネルMOSFETの低飽和出力を表していました。最近ではON抵抗換算で $2\Omega @ 3.3\text{V}$ 程度以下が目安になっている場合があります。

● **微細化が得意なプロセスだから多機能化が容易**

CE(Chip Enable)端子が付いており、必要に応じてON/OFFする機能や、2チャネルや3チャネルなど複合させたレギュレータ、電圧検出器内蔵など、数多くの種類があるのも特徴の一つでしょう。

なぜなら、IC内部のブロックごと完全にOFFして

消費電流を低減させたり、回路を大規模化することは、CMOSプロセスなら容易だからです。

図3に示すのは、ON/OFF機能をもつ実際のCMOSリニア・レギュレータのブロック図です。ブロック1とブロック2をそれぞれ独立してON/OFFできます。

● **適材適所**

CMOSリニア・レギュレータは、低ドロップアウトと低消費電流という二つの特徴を活かして、携帯型の電子機器で活躍しています。

▶ **LDOタイプはバッテリーを搭載する機器に**

LDOは小さな入出力電圧差でも動作するため、熱損失を抑えながら電流を流すことができ、負荷が必要とする電流の幅を広げることができます。

バッテリーの長時間化が可能になるので、携帯電話、デジタル・スチル・カメラ、ノート・パソコンなどでは必須の電源ICです。

▶ **低消費電流タイプは待ち受け状態をもつ機器に**

低消費電流タイプの製品では、自己消費電流が $1\mu\text{A}$ 程度に抑えられているものもあり、電子機器のスタンバイ状態や無線機器の待ち受け状態などで低消費電力化が期待できます。

CMOSプロセスの微細化技術を利用できることもあり、小型で高い電圧精度を要求される携帯型の電子機器での利用価値が高いようです。