

# わかる!! 電源回路教室

## ② シェント・レギュレータ

～大切な回路の電圧基準を供給する～

馬場 清太郎  
Seitaro Baba

安定化電源回路には、大きく分けるとリニア・レギュレータとスイッチング・レギュレータの2種類があります。スイッチング・レギュレータに対してリニア・レギュレータは、効率が低くなることが多いのですが、低ノイズ、高性能で、簡単に製作できます。必要な電流が小さい場合には、リニア・レギュレータは専用ICを使うと制御が簡単で、回路規模も小さくなります。しかも、スイッチング・レギュレータと違い、大きなノイズは出しません。

リニア・レギュレータには、負荷と電力制御回路の接続方法によりシェント・レギュレータとシリーズ・レギュレータの2種類があります。図2-1にもっとも簡単なリニア・レギュレータを示します。

今回は、よく使われているリニア・レギュレータのうちシェント・レギュレータ回路を取り上げます。

### ● シェント・レギュレータは最も重要な定電圧源

#### ▶ ほかの定電圧回路に組み込まれて使われる

シリーズ・レギュレータICの内部には基準電圧源としてシェント・レギュレータが組み込まれていますし、個別部品でシリーズ・レギュレータを製作するときは、シェント・レギュレータで基準電圧源を用意し

ます。絶縁型スイッチング・レギュレータにも、ほとんどの場合シェント・レギュレータが使用されています。

#### ▶ 回路全体の特性を決めてしまうこともある

高精度なシェント・レギュレータは、A-DコンバータやD-Aコンバータの基準電圧として使用されます。それ以外でも、多くの回路でシェント・レギュレータは基準電圧として使用されます。

回路の特性は使用するシェント・レギュレータの特性以上にはなりませんから、最適なシェント・レギュレータを選択できるよう、シェント・レギュレータの電気的特性について把握しておくことは重要です。

### 制御素子が負荷と並列に入る シェント・レギュレータ

シェント・レギュレータは、レギュレータ素子が負荷と並列に入り、電源電流をシェント (shunt: 分流) することから名付けられています。もっとも簡単なシェント・レギュレータは、図2-1(a)に示したツェナー・ダイオード (Zener diode) を使用した回路です。ただし、ツェナー・ダイオードは、電圧温度係数、電圧-電流特性が貧弱で、低精度のシェント・レギュレータにしか使用できません。高精度シェント・レギュ

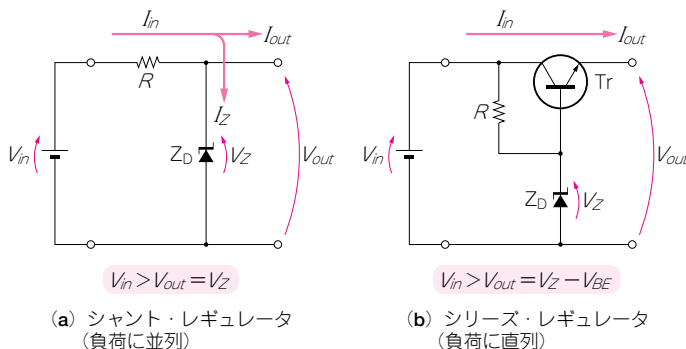


図2-1 2種類のリニア・レギュレータの回路例  
ツェナー・ダイオードを使用したもっとも簡単な回路

### Keywords

ツェナー・ダイオード、逆方向降伏領域、ツェナー降伏、アバランシェ降伏、バンド・ギャップ、HZS6.2EB2、HZS3BLL、NJM2376、NJM2823、NJM431、TL431、TA76431S、 $\mu$ PC1944

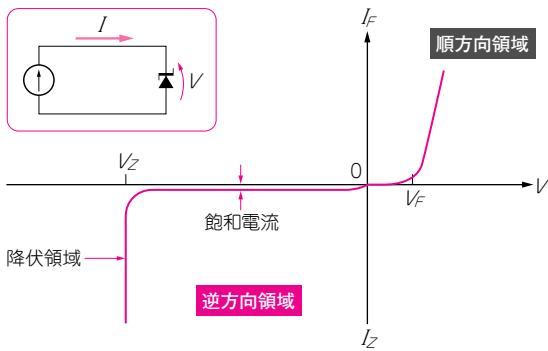
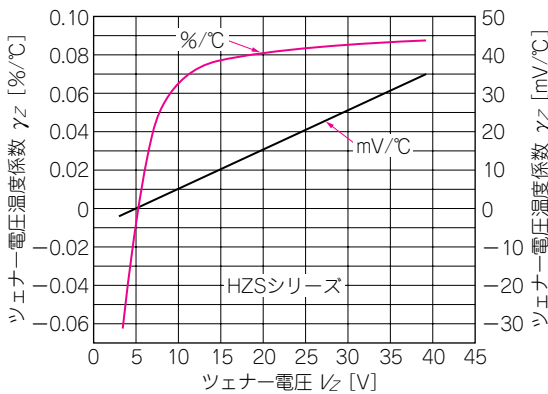


図2-2 ツェナー・ダイオードの電流-電圧特性  
順方向領域の特性は一般のダイオードと同じ



(a) HZSシリーズのツェナー電圧-温度係数特性

図2-4<sup>(1)(2)</sup> ツェナー電圧/電流の温度特性例

ツェナー電圧では約5Vのとき温度係数がゼロ、ツェナー電流が約1.8mAのとき温度係数が一致して-0.25mV/°Cになる

レータには専用ICがあります。

シャント・レギュレータICには、ツェナー・ダイオードと同様に電圧固定のものもありますが、もっとも多く使用されているのが、基準電圧(最小電圧)が2.5Vで、電圧可変のTL431(テキサス・インスツルメンツ社、以下TIと略す)と、各社から出されている同等品です。最近では、世の低電圧化の流れを受けて基準電圧を1.25Vにしたものが増えてきました。

### ● ツェナー・ダイオードの特性

逆電圧で降伏するまでは一般整流用ダイオードやスイッチング・ダイオードと同様で、図2-2に示すように順方向領域と逆方向領域があります。大きく異なるのは逆方向の降伏領域です。

一般整流用ダイオードでは、降伏領域での電圧-電流特性は大きくばらつきますが、ツェナー・ダイオードの逆方向降伏領域特性は、図2-3のようにほぼ一定の電圧で降伏現象を示します。

使用領域の違いで言えば、一般整流用ダイオードやスイッチング・ダイオードは順方向領域と逆方向飽和

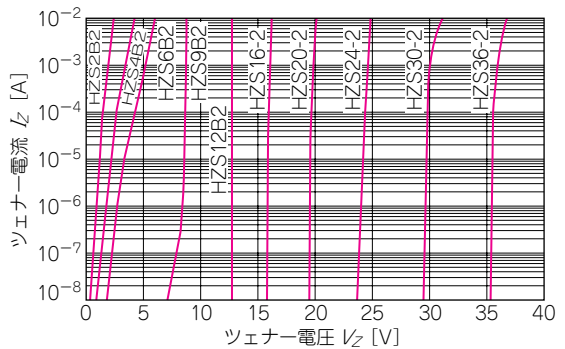
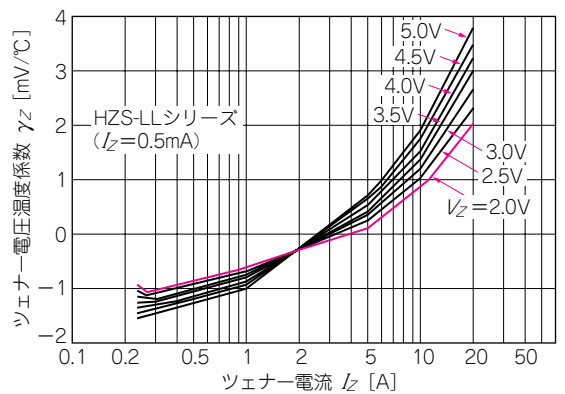


図2-3<sup>(1)</sup> ツェナー電圧-電流特性

HZSシリーズ(ルネサス テクノロジー)の代表特性。逆方向降伏領域のツェナー電圧-電流特性は一般のダイオードとは大きく異なる



(b) HZS-LLシリーズのツェナー電流-温度係数特性

領域を使用し、逆方向降伏領域を使用することは設計時にはありえませんが、ツェナー・ダイオードは逆方向降伏領域のみを使用します。

ツェナー・ダイオードの逆方向降伏領域は、約5Vを境にして、それ以下がツェナー降伏\*1、それ以上がアバランシェ降伏\*2です。図2-4(a)に示すように温度係数は約5Vを境に変化していて、境目の約5Vで温度係数がほぼゼロになっています。

ツェナー・ダイオードは降伏現象を利用しているため、一般的に雑音(ノイズ)が多いと言われていました。そこで用意されているのが、低雑音を特長とする低雑音ツェナー・ダイオードです。ルネサス・テクノロジー社に低雑音HZS-LLシリーズがありますが、図2-4(b)に示すようにすべてのツェナー電圧の素子が約1.8mAのときに温度係数が一致してほぼ-0.25mV/°Cになっているのは、非常に面白い特徴です。

### ● シャント・レギュレータICの定番品

表2-1に入手が容易な新日本無線の汎用シャント・レギュレータICの代表例を示します。汎用と言