

## 第1章 電流の流れを一方通行にする半導体 ダイオードの 基本動作と応用回路

鈴木 雅臣  
Masaomi Suzuki

ダイオードは、もっともシンプルな半導体素子です。電子回路に利用される半導体には性質の違いからP型とN型の2種類があり、P型からN型へなめらかに性質を変化させたPN接合を利用すると、ダイオードが作れます。また、金属と半導体を接触させたショットキー接合の電気的特性を利用しても、ダイオードが作れます。

表1-1に示すように、いろいろな種類のダイオードが製品化されています。写真1-1に市販されているいろいろな用途のダイオードを示します。ダイオードは基本的には2端子のデバイスで、用途によっていろいろな形をしています。どのような品種のダイオードでも基本動作はまったく同じです。

この章では、ダイオードとしてもっとも基本的な機

能をもっている汎用ダイオードについてシミュレーションを行います。

### ダイオードのふるまい

まず、ダイオードの基本機能と回路の中で動作しているときの電流や電圧の決まりかたを、簡単な回路をシミュレーションすることでしっかり理解しましょう。

- ダイオードは一方にしか電流が流れない

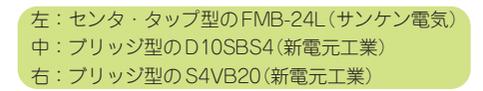
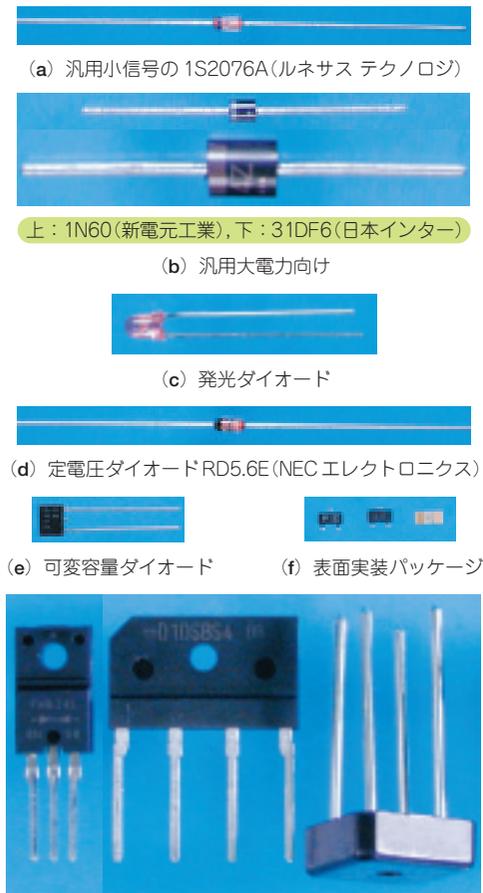
図1-1に示すのは、汎用小信号ダイオード1S1588 (Pspiceのモデル名はDS1588, toragi.libに入っている)に、定電圧源(万能電圧源VSRC)で直流電圧を加える実験回路です。

表1-1 ダイオードには使う機能によりいろいろな種類がある

種類	回路記号	利用する機能や性質	主な用途
汎用ダイオード	アノード カソード A —▶— K A —⊕— K	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 整流(電流の一方化)</li> <li>● 順方向電圧降下の一定性</li> </ul>	小信号回路全般 電源回路, モータ駆動回路
発光ダイオード(LED)	A —▶— K A —⊕— K	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 発光</li> </ul>	表示器, 照明
定電圧ダイオード (ツェナー・ダイオード)	A —▶— K	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ブレーク・ダウンによる定電圧特性</li> </ul>	小信号回路全般, 電源回路, 過電圧保護
ショットキー・バリア・ダイオード	A —▶— K	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 整流</li> <li>● 低い順方向電圧降下</li> </ul>	小信号回路全般, 高周波回路 電源回路, モータ駆動回路
可変容量ダイオード (バラクタ)	A —▶— K	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 端子間容量の逆方向電圧依存性</li> </ul>	高周波回路

### Keywords

ダイオード, PN接合, ショットキー接合, アノード, カソード, 1S1588, 整流, 順電流, 順電圧, 逆電流, 逆電圧, 半波整流回路, クランプ回路, 1N60, 平滑回路, 交流/直流変換回路, 電源回路, 検波回路, リプル, 定電圧ダイオード, ツェナー・ダイオード, LED



(G) 複数のダイオードが入ったパッケージ  
 写真1-1 実際のダイオードの例(ほぼ実物大)

図1-2に示すのは、DC解析によってダイオードの両端に加える電圧  $V_D$  を  $-2 \sim +2$  Vまで0.01 Vステップで可変したときに流れる電流  $I_D$  のシミュレーション結果です。

$V_D$ が0.6 V以下では  $I_D$ はほぼゼロで、 $V_D$ が0.6 Vを越えたあたりから急激に正方向(アノードからカソードに向かう方向)の電流が流れ出すことがわかります。

このように、**ダイオードは一方方向の電流しか流さない**特性、つまり「電流一方通行の特性」をもっていることがわかります。これを**整流作用**と呼んでいます。

また、正方向に流れる電流を順電流  $I_F$  (FはForwardの意味)、ほぼゼロに近い負方向(カソードからアノードに向かう方向)の電流を逆電流  $I_R$  (RはReverseの意味)、順電流が流れたときに発生する電圧を順電圧  $V_F$ 、逆電流が流れているときに発生する電圧を逆電圧  $V_R$ と呼んでいます。

● 両端電圧でON/OFFできるスイッチのようにも機能する

図1-3に示すのは、同じシミュレーションで  $V_D$ と  $I_D$ から計算したダイオードの等価的な抵抗  $R_D (= V_D/I_D)$  のグラフです。このグラフは、縦軸が対数目

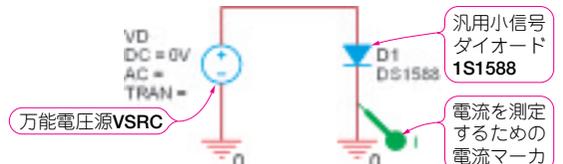


図1-1 ダイオードの電圧-電流特性調べるためのシミュレーション回路

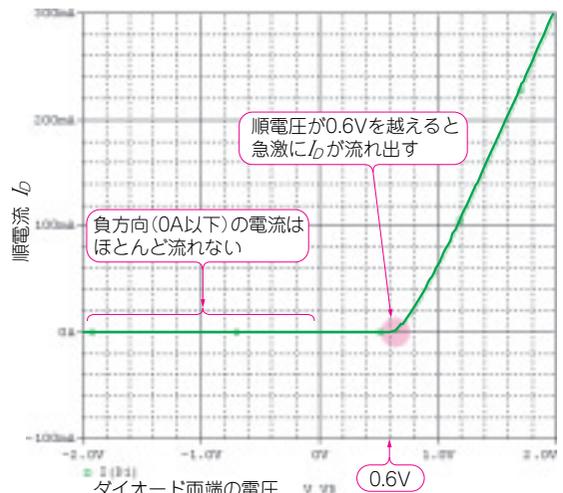


図1-2 ダイオードに加わる電圧が0.6 Vを越えると電流が流れ始める

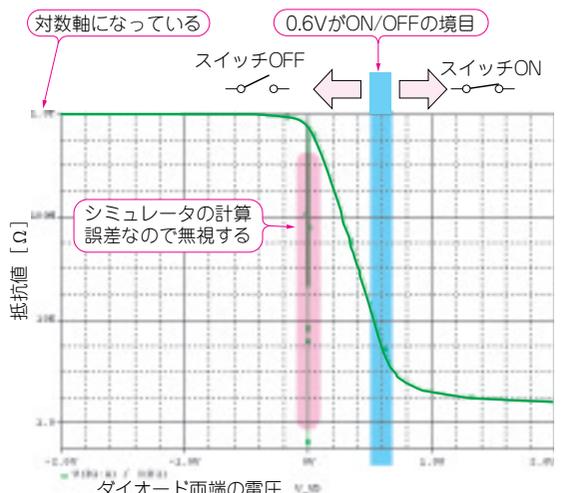


図1-3 両端電圧が0.6 Vを越えると等価抵抗がとても小さくなる