



第3章 トランジスタより小さい電力で 増幅したり ON/OFF できる

FET の基本動作と応用回路

鈴木 雅臣
Masaomi Suzuki

トランジスタの次に長い歴史をもっている半導体が **FET** (Field Effect Transistor : 電界効果トランジスタ) です。

FET は、トランジスタと比べて **制御のための電力が少なくすむ**ことから、現在は、マイクロプロセッサに代表される **ほとんどのデジタルIC/LSI**に使わ

れています。さらに、単体の増幅素子として無線システムのフロントエンドやスイッチング電源の制御素子、モータ駆動回路などに広く使われています。

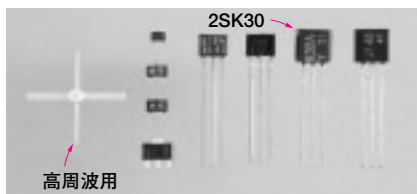
この章では、たいへん身近な素子である FET の動作の基礎をシミュレーションによって理解していきましょう。

FET のふるまいを理解する

FET もトランジスタと同じく 3 端子

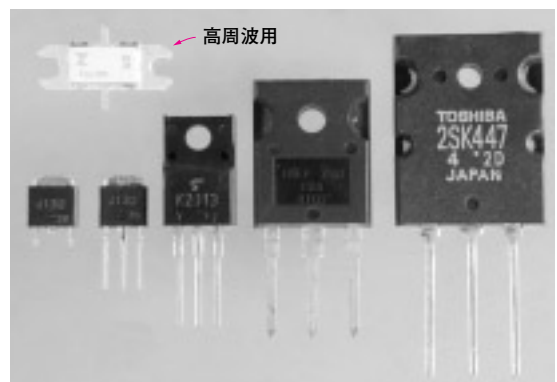
写真 3-1 に示すのは、市販されているいろいろな用途の FET です。FET はトランジスタと同じく、基本的には 3 端子のデバイスです。用途によっていろいろな形をしています。どのような FET も基本的な動作はまったく同じです。

FET は、図 3-1 に示すように内部構造によって、**ゲート-チャネル間にダイオードがあるタイプ**と**ゲート-チャネル間が絶縁されているタイプの 2 種類**に大きく分類することができます。



(a) 小信号用

写真 3-1 さまざまな FET (実寸)



シミュレーションに登場する 2SK3377 と 2SJ599 の実物は左の 2 個 (2SJ132) と同じ外観をしている

(b) 電力用

Keywords

FET, N チャネル, P チャネル, ゲート, ソース, ドレイン, 2SK3377, MOSFET, 順方向伝達特性, 2SJ599, スレッシュホールド電圧, V_{th} , 伝達アドミタンス, y_{fs} , 順方向コンダクタンス, g_m , リニア・モード, スイッチ・モード, JFET, 2SK30, ディブリーション特性, エンハンスメント特性, フリーホイール・ダイオード, オープン・ドレイン, I_{DSS}

前がついています。

FETとトランジスタとは、動作原理がまったく異なるのですが、それぞれの端子を相互に当てはめると、図3-3に示すようにゲートがベース、ソースがエミッタ、ドレインがコレクタという関係になります。

FETのふるまい

それでは、FETの内部がどのようなものかをシミュレーションによって理解していきましょう。

● 電圧で電流をコントロールする電圧制御素子

図3-4に示すのは、ゲート-ソース間に外部から電圧を加えたときに、ドレイン電流がどのようなものかをシミュレーションする回路です。ゲート-ソース間およびドレイン-ソース間に電圧を加えるための信号源には、万能電圧源 **VSRC** を使っています。

また、シミュレーションに用いるデバイスには、Nチャンネル型スイッチング用 MOSFET **2SK3377** (Pspice のモデル名は **M2SK3377/NEC**, **NEC_MOS.lib** に入っている) を使いました。

図3-5に示すのは、DC解析でゲート-ソース間電

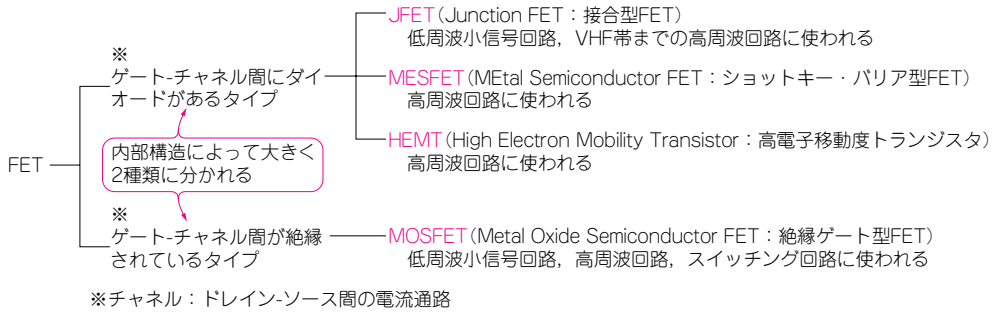


図3-1 FETの分類

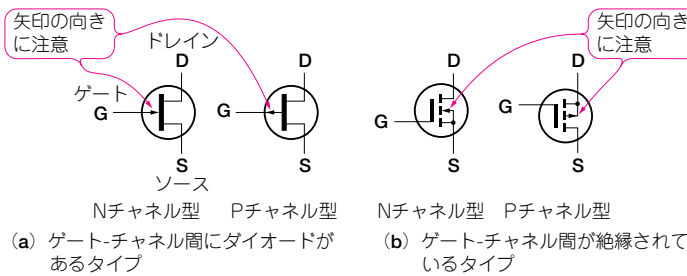


図3-2 FETの回路図記号

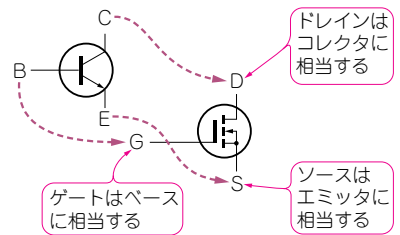


図3-3 FETの3本の端子の役割はトランジスタの3本の端子のそれと同じ

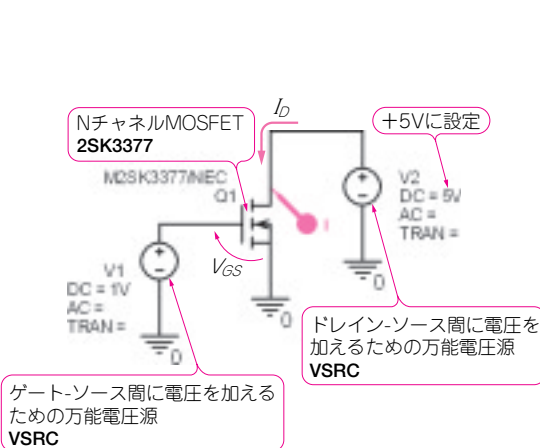


図3-4 NチャンネルMOSFETのドレイン電流がどう流れるかをみてみよう

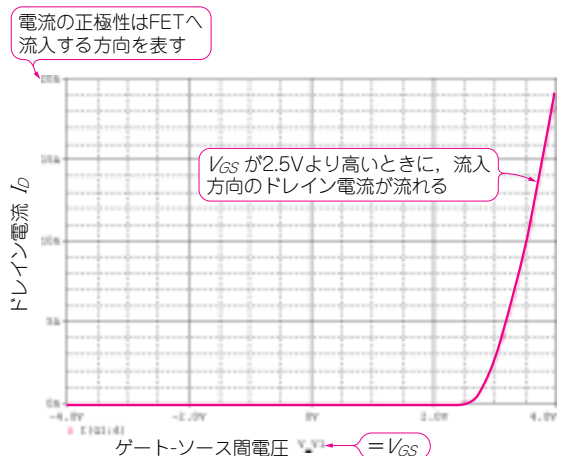


図3-5 図3-4の $V_{GS}-I_D$ 特性 V_{GS} がある電圧以上になるとドレイン電流が流れる