



パワエレ初心者のための基礎知識と実用ノウハウ

パワー・スイッチ(MOSFET)の 実践活用技術

第2回 MOSFET データシートの読み方(1)

吉岡 均 Hitoshi Yoshioka

本文中の*印がある語句には
p.107～に用語解説があります。

MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) は、現代パワー・エレクトロニクスを代表する高速パワー・スイッチです。高い電圧で大きな電流をON/OFFするので、破損すると大きな事故につながります。MOSFETを壊さないよう安全に使うためには、まずはMOSFETの電気的仕様について理解しましょう。

ここでは少し古いMOSFETですが、現在も広く使用されているIRFP31N50LPbFのデータシートを引用して解説します。なお、型名末尾のPbFは鉛フリー・モデルを指しています。以降の説明ではPbFは除いて表記します。

IRFP31N50Lの主要特性は以下です。

- 最大ドレイン-ソース間電圧 $V_{DS} = 500 \text{ V}$
- 最大ドレイン電流 $I_D = 31 \text{ A}$
- オン抵抗 $R_{DS(on)} = 0.18 \ \Omega \text{ max}$
- 許容消費電力 $P_D = 460 \text{ W}$
- TO-247パッケージ

プレーナ・ゲート MOSFET です。International Rectifier (現 infineon Technologies: 以下旧 IR) 社が 2004 年に開発し、現在は VISHAY 社が供給しています。

超えてはいけない絶対最大定格

MOSFET を安全に使用するために最も重要な項目は、絶対最大定格 (Absolute Maximum Ratings) です。この定格を超えると、破損の可能性があります。電圧や電流のディレーティング* (定格の低減) は定格値の 80% 程度にします。絶対最大定格は他の複数の項目を含まず、その 1 項目だけに着目した場合に耐えられる最大定格です。たとえば、ドレイン電流 I_D はケース温度 $T_C = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ での規定ですので、いくら大きな放熱器を使っても動作ジャンクション温度 $T_J = 150 \text{ }^\circ\text{C}$ とは同時に保証されないことに注意してください。表 1 に絶対最大定格を示します。

● 連続ドレイン電流 I_D

MOSFET の I_D は、ON 時の導通部分であるチャネル側に連続して流すことができる DC 電流の最大値です。一般に $T_C = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ と、 $100 \text{ }^\circ\text{C}$ などの高温の 2 点で規定されます。この値は、ボディ・ダイオード側に連続して流すことができる順方向連続ソース電流 I_S と同じ値です。

MOSFET に流せるドレイン電流 I_D は、原理的に動作ジャンクション温度 T_J と測定時のケース温度 T_C 、熱抵抗 $R_{\theta JC}$ 、そしてオン抵抗 $R_{DS(on)}$ で決まり、次の式で表されます。

$$I_D = \sqrt{\frac{T_J - T_C}{R_{DS(on)} \cdot R_{\theta JC}}} \text{ [A]}$$

$R_{DS(on)}$ は特定の I_D が流れたときの T_J におけるオン抵抗です。 $R_{\theta JC}$ は MOSFET 内部のジャンクション-ケース間の熱抵抗、 T_C はそのときのケース温度を表します。データシートには図 1 に示すような最大ドレイン電流とケース温度との特性が示されており、この特性に準じてディレーティングして使用する必要があります。たとえば、 T_J が高くても T_C を低くできれば ($R_{\theta JC}$ が小さければ)、あるいは $R_{DS(on)}$ が小さければ、 I_D は多く流せることになります。つまり、放熱特性を改善することにより、MOSFET の電流定格は大きくなります。

I_D (ドレイン電流) や P_D (消費電力) は、リード・タイプ素子 (Through Hole Device) ではケース温度 T_C で規定されています。表面実装デバイス (Surface Mount Device) は周囲温度 T_A で、あるいは T_C と両方を規定します。また MOSFET を選定する場合は、ドレイン-ソース間電圧 V_{DS} と I_D で選ぶ方法が多いです。しかし、内部ロスと変換効率を考えると、本来は I_D ではなく $R_{DS(on)}$ で選定すべきです。

▶ パルス・ドレイン電流 I_{DM}

MOSFET の I_{DM} は、ON 時の導通部分であるチャネルに短時間だけ流すことができる最大のパルス電流です。これは通常、ケース温度 $T_C = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ の連続ドレイ