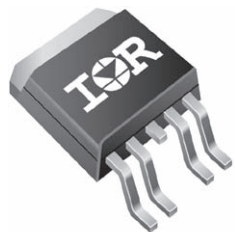


## こうして使おうパワーデバイス：応用編

### 第10回 IPS と車載デバイス



実際のシステムにMOSFETやIGBTを使用する際には、過熱保護や過電流保護などの保護回路が不可欠です。保護回路の仕様はユーザによる違いが大きく、汎用化は難しいのですが、特定のアプリケーションではMOSFETと保護回路を一体化したIPS(Intelligent Power Switch)製品を用意しています。今回は、IPSを中心に車載デバイスの選び方や活用法をご紹介します。

#### ユーザの要望に応じて生まれたIPS

1980年代から自動車のエレクトロニクス化が進み、燃料噴射などのエンジン制御、トランスミッションなどのパワートレイン制御、パワーウィンドウなどのボディ制御に多くのマイコンやパワーデバイスが使われるようになりました。

初期にはパワーデバイスとしてバイポーラ・トランジスタが用いられていましたが、二次降伏による故障が問題となり、安全動作領域が広いMOSFETに置き換えられていきました。

車載用途では、個々の部品レベルでも安全性の要求が厳しく、MOSFETにも保護回路を内蔵してほしいという要望が強かったため、カスタム品としてIPSを作るようになりました。その中でも特に汎用性が高いものを、標準品として供給しています。

産業機器でも、MOSFETが普及するとともに、保護回路内蔵の要望に応じてIPSを作るようになりました。産業機器の場合、ボードに搭載したMOSFETが故障した場合はボード交換で対応することが多く、機器が長時間停止するのを防ぐために機器ユーザ側で保守用ボードを常時在庫することも多くなっています。部品レベルでの信頼性が高いIPSを用いれば、ボード在庫のコストを削減できるメリットがあります。

IPSは、単体のMOSFETと加熱保護、過電流保護などの保護回路を1枚のシリコンチップに搭載したシングルチップの製品です。ただし、特に超低オン抵抗のデバイスでは、保護回路を別チップにしたものもあります。

IPSと似た名称の製品としてIPM(Intelligent Power Module)がありますが、IPMは複数のMOSFET/IGBTチップと制御チップを組み合わせてパッケージに封入したモジュール製品であり、その点がIPSとは異なっています。

#### IPSの種類と使い分け

自動車はボディがマイナス(接地)になっており、非動作時に負荷の電位がボディ側になるハイサイド・ドライバの方が、出力地絡の検出・保護が容易なことや、負荷の電食を防げるなどの利点があり、広く用いられています。

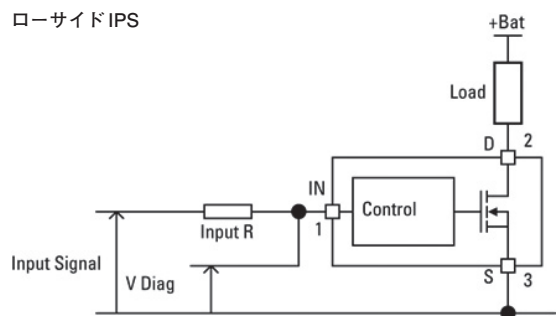
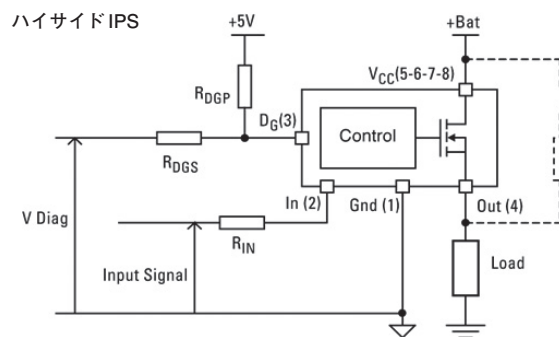


図1 IPSの使用例

MOSFETはpチャンネルに比べてnチャンネルの方が小さいチップ面積で低オン抵抗にできるので、一般にローサイド・ドライバ、ハイサイド・ドライバのどち

らにもnチャンネルMOSFETが用いられます。単体のMOSFETは同じデバイスをローサイドにもハイサイドにも使用できますが、保護回路の構造がローサイドとハイサイドで異なるので、IPSは同じnチャンネルでもローサイド用、ハイサイド用に分かれています。

ローサイド用の場合、MOSFETのソースを接地し、ゲートに駆動電圧を加えて動作させるので、これを保護回路の電源として利用できます。そのため、外から見ると単体のMOSFETと同じゲート/ドレイン/ソースの3端子で、内部に保護回路を内蔵します。

一方、ハイサイド用の場合、MOSFETのゲートには電源から絶縁された駆動電圧を与える必要があります。保護回路に加えて、チャージポンプを用いた絶縁電源やレベルシフトなどのゲート・ドライバを内蔵しており、ローサイド用に比べるとやや内部構造は複雑です。

保護回路の仕様では、どのような条件のときにどのような保護を行うか、という点に注意する必要があります。

加熱保護では、MOSFETの接合温度 $T_j$ が上限のしきい値を超えたらデバイスが故障する危険があるので、即座に出力をオフにするシャットダウン保護を行います。

過電流保護の場合は、短絡事故のように即座にシャットダウンが必要なものと、一時的な過負荷状態のように電流値を抑えつつ動作を続けたいものがあります。後者を可能にするために、PWM回路を内蔵して電流値を制御するタイプのデバイスが作られています。

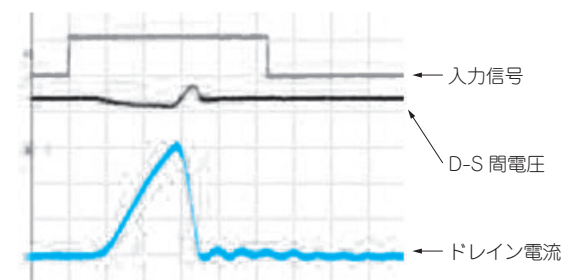


図2 過電流シャットダウンの例

元々、IPSは窓開閉用のモータ駆動やライトの点灯/消灯の制御のようにオン/オフ制御に用いることが多く、低速のものが多く用いられてきました。ただし、

最近ではPWM制御に対応したやや高速タイプのものも製品化しています。耐圧は、12V車用の40V耐圧の製品と、24V車用の75V耐圧の製品に分かれています。産業機器でも12V電源や24V電源に利用できます。

さらに高耐圧の用途には、IGBTと保護回路を一体化すれば対応できます。ただし、1チップで高耐圧化するのには技術的にもコスト的にも難しい面が多いので、現状ではIGBTのIPSは作っていません。

#### その他の車載デバイス

IRでは、自動車事業部において車載デバイスを専門に扱っています。自動車事業部の製品は、AUIRxxxxというように、型名の最初に「AU」を付けて区別しています。IPSの他に、IC、単体MOSFET、単体IGBTなどを製品化しています。

ICとしては、モータ・ドライバ、LEDドライバ、ハーフ・ブリッジ/ハイサイド/ローサイドなどの各種ドライバ、電源ICなどがあります。

たとえば、ISO適合の地絡検出回路を内蔵した3相ドライバのAUIR3235Qなど、車載向けに高性能と安全規格対応を合わせもつ製品があります。

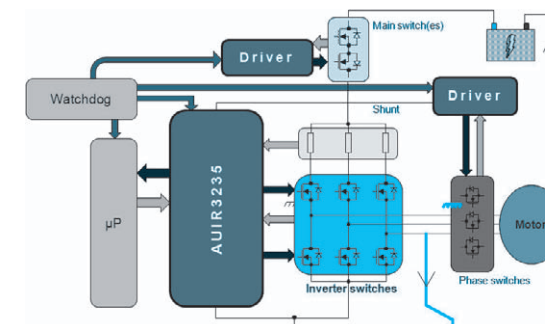


図3 3相モータドライブ用駆動ICの例

車載デバイスでは、AEC Q-100(集積回路)、Q-101(ディスクリート半導体)に準拠した認定試験や、最近ではISO26262(機能安全)などの安全規格が重要になっています。IRでも、これらの規格への対応をいち早く進めています。