



第2章 数百Vより上のパワー半導体の世界もおさえる

まだ現役！ 元祖サイリスタ & トライアックおさらい

白井 慎也 Shinya Shirai

1950年代初頭に概念が提案されたサイリスタは、その後の研究開発により、トライアックやGTOサイリスタ、光トリガ・サイリスタなど、さまざまな派生型の素子が誕生しました。近年では、IGBTやMOSFETといった高速スイッチングが可能な素子に置き換えられつつあります。数百Vより上ではまだまだ現役なので、本稿でおさえておきます。

元祖パワー半導体！ 高電圧スイッチのサイリスタ

- **いわゆるサイリスタ(逆阻止3端子サイリスタ)**
サイリスタ型のパワー半導体の中で、最も代表的な素子が逆阻止3端子サイリスタです。一般的には、この逆阻止3端子サイリスタのことを単にサイリスタと呼びます。SCR(Silicon Controlled Rectifier)とも呼ばれますが、これはGeneral Electricが1957年に発売したときの商品名です。
サイリスタの基本構造を図1(a)に示します。サイリスタはp型半導体とn型半導体が交互に接合されたpnpn構造となっており、ゲート(G)、カソード(K)、アノード(A)の3つの電極が設けられています。この構造は図1(c)に示すようなpnpトランジスタとnpnトランジスタが接続された構造とみることができます。
- **サイリスタの動作**
サイリスタのターンON時の動作は次の通りです。まず、ゲート-カソード間に短パルスのトリガ電圧を加え

ます。これにより、npnトランジスタTR₂にゲート電流が流れ、TR₂がONになります。TR₁のベースはTR₂のコレクタに接続されているので、TR₁のベース電流が流れ、TR₁がONになります。TR₁がONになることで、TR₂にベース電流が流れるので、ゲート端子から電流を供給し続けなくてもON状態を維持します。

いったんONしたサイリスタをOFFするには、サイリスタのアノードとカソードの間に逆方向電圧を加えるか、主電流を保持電流以下に抑える必要があります。交流電源であれば、半周期ごとに順バイアスと逆バイアスが繰り返されるので、自然に逆バイアス状態に移行し、ターンOFFします。

直流電源では、負荷に流れる電流をサイリスタと別経路に流し、サイリスタに流れる電流を強制的に減らす、転流回路を用意します。この転流回路もサイリスタで作られました。

● **構造**

サイリスタの構造は、単純化すると図1ですが、実際にはさまざまな構造的工夫が施されています。その中でも代表的なのが、カソード短絡構造です。

サイリスタに時間変化の急峻な電圧(dv/dt の大きな電圧)が加わった場合、逆バイアスされた空乏容量に大きな変位電流が流れます。この変位電流はゲート駆動電流のように振る舞うため、サイリスタの誤点弧を引き起こすことがあり、最悪の場合はサイリスタの破壊につながります。

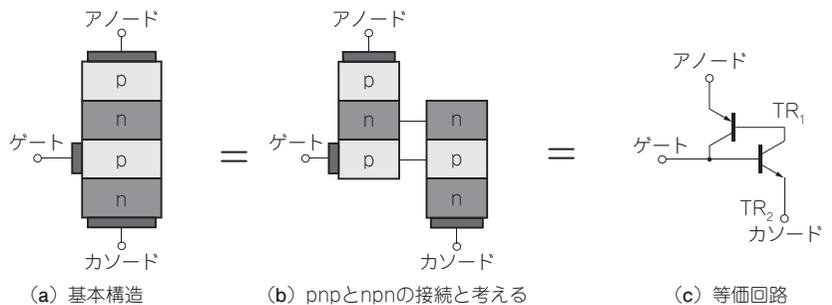


図1 サイリスタの構造と等価回路