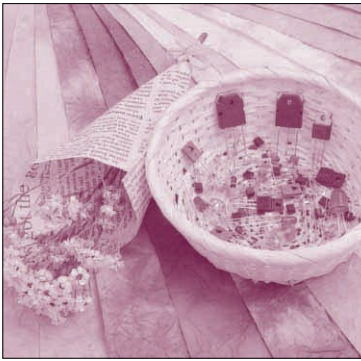




第4章 ちょっと特殊な 電力制御用デバイスたち

サイリスタ, GTO, TRIAC など

渡辺 明禎
Akiyoshi Watanabe

本章では、半導体の特性を利用した特殊なデバイスである、サイリスタ^{thyristor}、トライアック^{トライアック}などについて説明します。主なデバイスには表4-1に示す逆阻止3端子サイリスタ、GTOサイリスタ、TRIACなどがあり、**電力回路の制御用素子**として広く使われています。

サイリスタは**三つ以上のPN接合**をもち、電流を流さないOFF状態と、電流が流れるON状態の二つの安定した状態があって、ONからOFF、またはOFFからONに制御できる半導体素子です。

サイリスタをON/OFFする制御信号をトリガ信号といいます。トリガ信号はマイコンやトランジスタ回路でも作り出せますが、サイリスタと組み合わせて使うのに便利なトリガ素子もあります。

サイリスタ

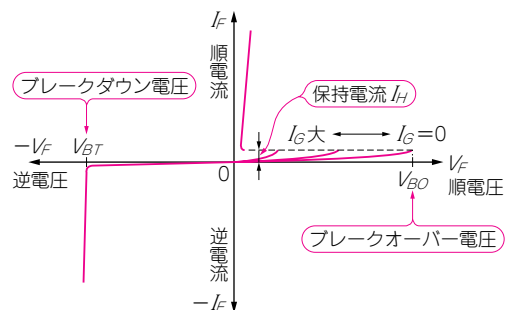
単にサイリスタといえば、一般に**逆阻止3端子サイリスタ**のことをいいます。SCR (Silicon Controlled Rectifier) とも呼ばれますが、これは米国 General Electric 社が1957年に発売したときの商品名です。

サイリスタの基本構造を図4-1(a)に示します。ゲート端子にトリガ信号を加えることにより、整流機能を制御できます。サイリスタは図(b)と図(c)に示すように二つのトランジスタの組み合わせたものと解釈できます。写真4-1は市販のサイリスタの外観です。

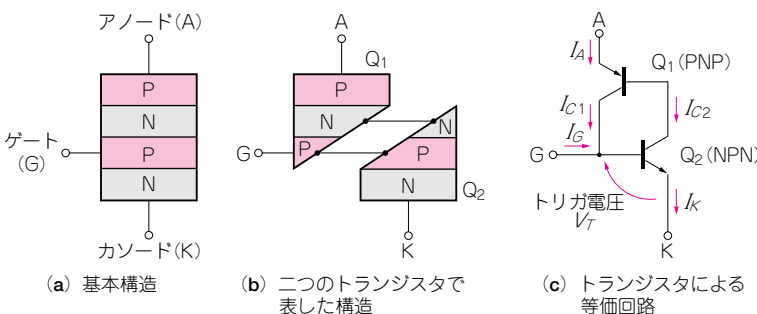
■ ゲート電流でターン・オンする

まずゲート電流 $I_G = 0$ の場合、 Q_1 と Q_2 はOFFなので、アノード電流 I_A は流れません。ここでゲートに

〈図4-2〉サイリスタの静特性



〈図4-1〉サイリスタの模式的な構造と等価回路



〈写真4-1〉サイリスタの例〔株東芝〕

Keywords

サイリスタ, SCR, 逆阻止3端子サイリスタ, GTOサイリスタ, TRIAC, トライアック, DIAC, ダイアック, PNPN ダイオード, PN接合, ブレイクオーバー電圧, ブレイクダウン電圧, スナバ回路, 広幅ターン・オン・ゲート電流, 交流電圧位相制御, 交流電力位相制御。

トリガ電圧 V_T を加えると、 I_G が Q_2 のベース電流として流れます。したがって、 Q_2 が ON になり、 I_{C2} が流れます。すると Q_2 のコレクタは Q_1 のベースに接続されているので、これが Q_1 のベース電流となり、 Q_1 が ON となります。したがって、 I_{C1} が流れ、これが Q_2 のベース電流となり、 I_G が 0 になっても Q_2 と Q_1 は ON 状態を維持します。

■ 静特性

図 4-2 にサイリスタの静特性を示します。トリガ電流 $I_G = 0$ の状態でアノード-カソード間にかかる順方向電圧を大きくしていくと急に順方向電流が流れます。この電圧を「ブレイクオーバー電圧」といいます。制御しようとしている交流電圧にスパイク状の雑音電圧を含んでいてブレイクオーバー電圧を越えると、サイリスタが勝手にターン・オンする可能性があるので注意が必要です。

■ ターン・オフするには？

サイリスタは、アノード-カソード間がわずかな順方向電圧であっても、トリガ電流 I_G を流すことによ

り、ターン・オンし、大きな順方向電流を流すことができます。この ON 状態は、ゲート電流を 0 にしても維持されるのは前述した通りです。

サイリスタをターン・オフするためには、順方向電流を保持電流以下の値にするか、逆方向に電圧をかけます。

■ 実際の ON/OFF 動作

図 4-3 のように接続した場合の動作波形を図 4-4 に示します。まず期間Ⅰではゲート・トリガ電流 $I_{GT} = 0$ なのでサイリスタは OFF のままです。ここで、A 点のように電源電圧が負の状態ではゲート・トリガ電圧 V_{GT} を与えてもゲート・トリガ電流は流れませんし、サイリスタにかかっている電圧は逆方向なので、サイリスタは ON になりません。

期間Ⅱで電源電圧が正になると、トリガ電流が流れサイリスタはターン・オンし、負荷電流 I_L が流れます。この状態はトリガ電圧を切っても維持するので、トリガ信号はパルス状に与えるだけでもよいわけです。時間が経過し、サイリスタの電源電圧が 0 V 近くになり、負荷電流が保持電流以下になるとターン・オフします。

〈表 4-1〉 代表的なサイリスタの模式的な構造と図記号など

名 称	構 造	図記号	備 考
逆阻止3端子サイリスタ (SCR)			ゲート信号によりターン・オンする。
GTOサイリスタ (Pゲート型)			ゲート信号によりターン・オンおよびターン・オフする。
3端子双方向サイリスタ (TRIAC)			T_1 と T_2 のどちらの極性に対しても正または負のゲート信号によりターン・オンする。