

[第2章]

マイコンで制御可能な位相制御方式の電力コントローラの製作

トライアックを使った デジタル調光器

トライアックを使った全波位相制御方式の調光器を作ります。白熱電球の明るさの調整や小型ヒータの発熱量調整、扇風機などのモータの回転数制御などに使用できます。付加機能として専用の赤外線リモコンでもON/OFF、明るさ調整ができるようにします。

2-1 動作のしくみ

● 電力の位相制御

電力の位相制御とは交流波形の一部を切り欠くような波形を作ることで、供給する電力を制御することです。切り欠き部分がない場合は100%、半分欠けた状態が50%の電力供給ということになります。これは直流の場合のPWM制御に考え方が似ています(図2-1)。

● サイリスタとトライアックの動作

このアイコンは、章末に用語解説があります

今回使用するのはトライアックですが、その前にまずサイリスタの動作原理を説明します。

サイリスタは一種のダイオードで、A(アノード)-K(カソード)間に順バイアス^①方向に電圧がかかっているときにG(ゲート)にパルス状のトリガ信号を加えるとダイオードが導通します。この導通はA-K間が逆バイアスになるまで続きます。つまり、一つのパルスで半波分のスイッチングができるわけです[図2-1(a)参照]。

次にトライアックですが、原理的には二つのサイリスタを組み合わせることで双方向に電流が流れるようにしたもので、双方向サイリスタとも呼ばれます。

トライアックはGにパルス状の信号を加えることで T_1 - T_2 間に電流が流れます。トライアックの場合は、次のように四つの動作モードがあります[図2-1(b)参照]。

モード1 $T_2 \rightarrow T_1$ G+

T_2 が+、 T_1 が-方向の電圧がかかっているときにGに(T_1 に対して) +のトリガ信号を加える

モード2 $T_2 \rightarrow T_1$ G-

T_2 が+、 T_1 が-方向の電圧がかかっているときにGに(T_1 に対して) -のトリガ信号を加える

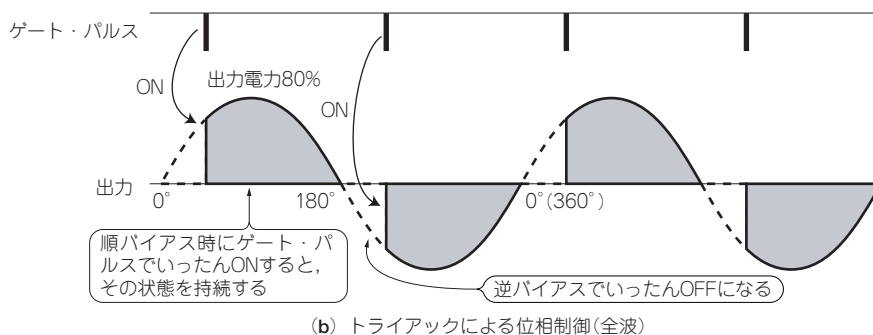
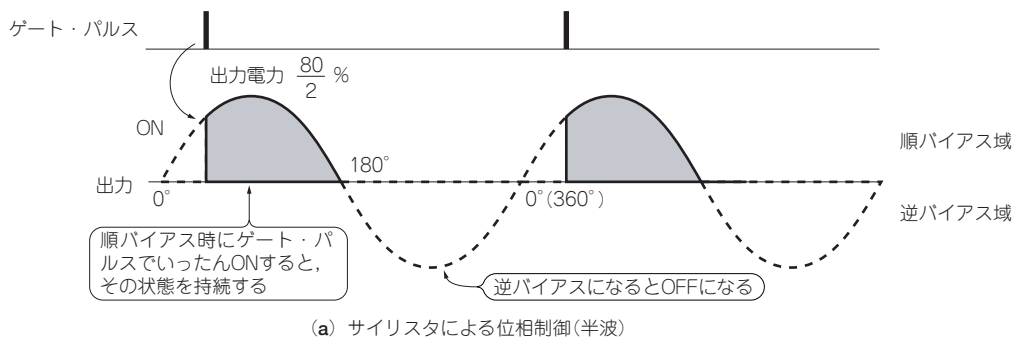


図2-1 電力の位相制御

サイリスタとトライアックによる位相制御の様子を示した図。サイリスタが半波なのに対して、トライアックは全波で制御できる。

モード3 $T_1 \rightarrow T_2$ G -

T_1 が+、 T_2 が-方向の電圧がかかっているときにGに(T_1 に対して-)のトリガ信号を加える

モード4 $T_1 \rightarrow T_2$ G +

T_1 が+、 T_2 が-方向の電圧がかかっているときにGに(T_1 に対して+)のトリガ信号を加える

このような条件を満たすときに、電流は T_1 から T_2 または T_2 から T_1 へ流れます。

ただし、一部のトライアックを除き、モード4は使えない(動作を保証されていない)ものが多いようです(図2-2)。

図2-3のように交流電源の波形に合わせて、ある遅れ量をもたせてゲート信号を加えれば波形の途中から電流が流れます。この遅れ量を変化させることで位相制御を実現し、電力をコントロールします。

ゼロ・クロス型のSSR(ソリッド・ステート・リレー)は、この遅れ量を0にしてすぐに T_1 - T_2 間をONにすることでリレーとして動作させるようにしたものです。

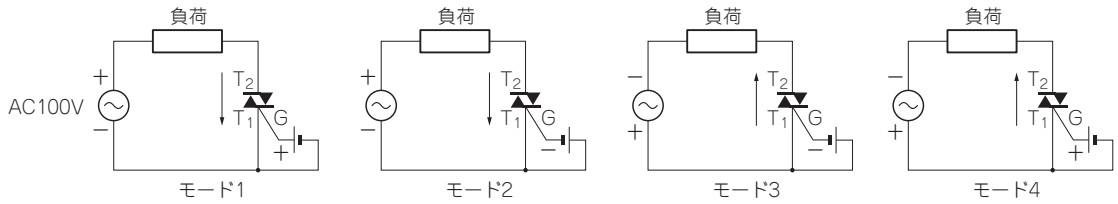


図2-2(a) トライアックの動作モード

負荷電流の向きとT₁に対するゲート電圧の極性によりゲート信号の加え方に4通りある。モード4はトライアックによっては動作保証されていない場合がある。

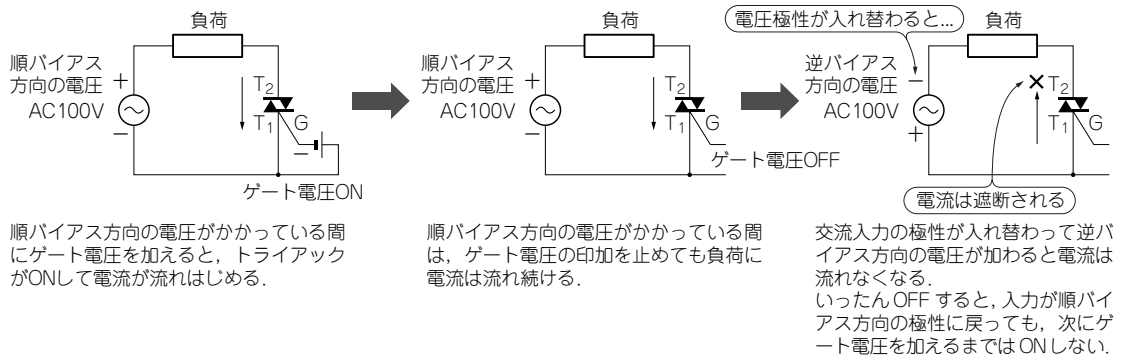


図2-2(b) モード2で動作中のトライアックの状態

モード2でトリガがかかってトライアックがONしてからOFFするまでを示した図。順バイアスの電圧で通電中のトライアックは、逆バイアスの電圧で遮断する。

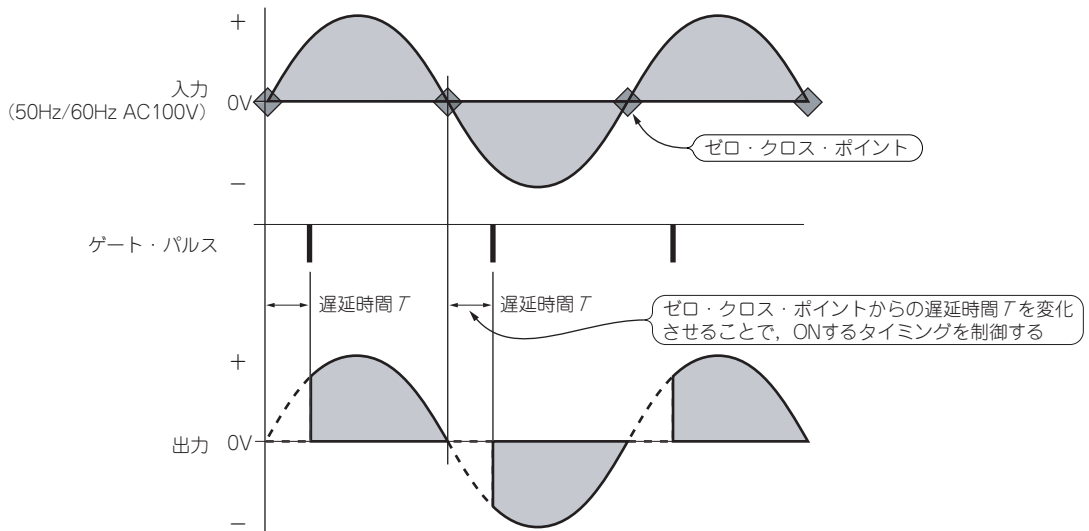


図2-3 位相制御の方法

トライアックによる位相制御の原理を示した図。遅延時間 T を任意の値にすることで出力電力を制御できる。