

サイリスタ・トライアック

R07ZZ0011JJ0200
(Previous: RJJ27G0022-0100)
Rev.2.00
Aug.7.2019

ご使用上の注意

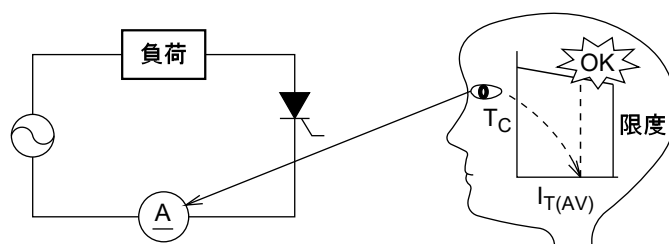
目次

1. サイリスタの使い方	2
(1) 電流値の決め方	2
(2) 耐圧クラスの選び方	2
(3) dv/dt への注意	3
(4) di/dt への注意	3
(5) 誤動作防止についての注意	3
2. トライアックの使い方	4
(1) 電流値の決め方	4
(2) 耐圧クラスの選び方	4
(3) CR アブゾーバの選定	5
(4) L 負荷と R 負荷	5
(5) トライアックのトリガモード	6
(6) ゲート回路とゲートトリガ電流	7
3. トリガ回路設計法	9
3.1 ゲート回路定数の決め方	9
3.2 誤動作防止法	10
3.3 ゲート回路の設計例	11
3.4 オン電流上昇率 di/dt の高い場合のゲート回路設計法	12
3.5 ターンオン時の電流集中	12
3.6 ゲート構造とターンオン領域の広がり	12
4. 電力半導体素子の熱設計	13
4.1 放熱板の熱抵抗	14
4.2 素子の取付け方	15
5. 実装上の注意	15
5.1 実装上の注意について	15
5.2 スルーホール型デバイスご使用上の注意	16
5.3 表面実装型デバイスご使用上の注意	17
改訂記録	18

1. サイリスタの使い方

(1) 電流値の決め方

サイリスタの許容電流は平均値で表示されています。



・突入電流のない場合 (ヒータ, ソレノイド負荷)

負荷電流値 $\times 1.3 \sim 1.5 \leq$ サイリスタの許容電流

例: $1\text{ A} \times 1.5 = 1.5\text{ A} \rightarrow 2\text{ A}$ サイリスタが適当

放熱フィンの大きさはデータシートから決めてください。

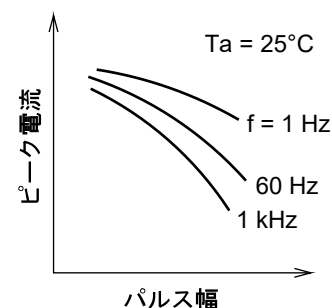
・突入電流が流れる場合 (ランプ, トランス, モータ負荷)

突入電流を測定し詳細な熱計算をする必要があります。

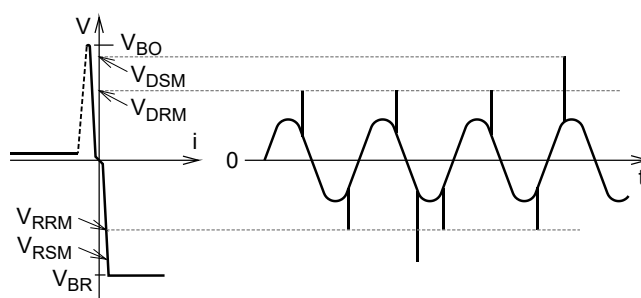
目安としては上記突入電流のない場合の計算値の2倍と考えてください。

・パルス使用の場合 (コンデンサ放電, LC 振動, 短時間通電 (10 秒以下))

主なパルス用途 (ガス点火, 漏電しゃ断器, CDI, ストロボ) に使用するサイリスタのデータを用意しておりますのでご連絡ください。



(2) 耐圧クラスの選び方



サイリスタの耐圧(V_{DRM}) = 電源電圧 $\times 2.5 \sim 3$

一般的な耐圧クラスの選び方

電源電圧	使用場所	耐圧クラス	V_{DRM} (V)	V_{DSM} (V)
100 V ライン	国内 (家庭)	8/12	400/600	—
120 V ライン	アメリカ			
100 V (120 V) ライン	漏電しゃ断機	12/16	600/800	— /960
200 V ライン	国内 (工場)	12	600	—
240 V ライン	ヨーロッパ			
200 V (240 V) ライン	漏電しゃ断機	16	800	960

(3) dv/dt への注意

サイリスタに大きい dv/dt の電圧が印加される場合には、そのサイリスタに並列に CR アブソーバを接続し、素子に加わる dv/dt を軽減する必要があります。

一般に小中電力サイリスタの場合 C: 0.047 μF , R: 33 Ω 程度がよく使われます。

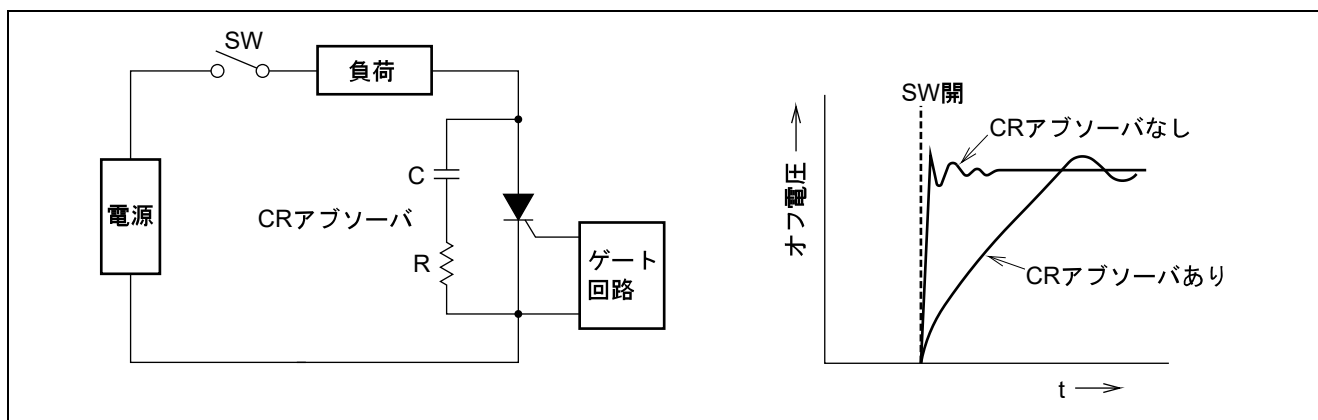


図 1 CR アブソーバによる dv/dt の軽減

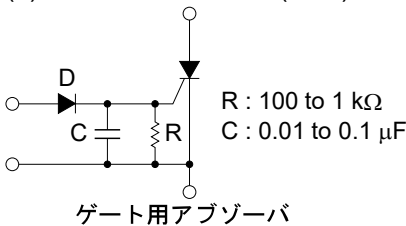
高感度の小電流サイリスタでは、一般にゲート・陰極間に 1 k Ω 程度の抵抗を接続することが指示されていますが、これもやはり dv/dt に対する対策の一つです。

(4) di/dt への注意

サイリスタがターンオンしたときの電流の立ち上がり率 di/dt がある限界を越えるとサイリスタが破壊することがあります。サイリスタのターンオンによって比較的容量の大きいキャパシタの放電を行うインバータやチョッパなどの応用では、しばしば di/dt が問題となりますので、陽極リアクトルを接続して di/dt の軽減を行う必要があります。

(5) 誤動作防止についての注意

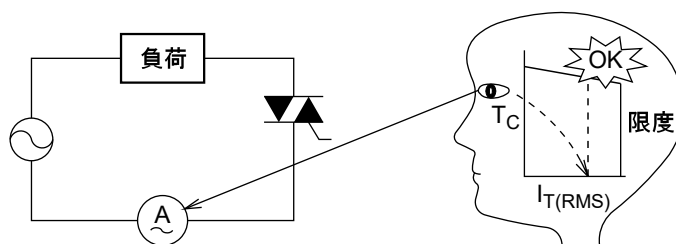
トリガ回路系での誤動作の原因と対策を下表に示します。

原因	対策
トリガ回路が受けるノイズ	(1) 電源電圧の安定化 (2) サージ電圧吸収用アブソーバの挿入 (3) トリガ回路の設計上、ノイズ電圧の影響を受けやすい微分回路などの使用を避ける (4) シャシなどにより外来ノイズが入らないように電磁遮断を行う
トリガ回路からサイリスタのゲートまでの配線に誘起するノイズ電圧	(1) トリガ信号の伝達用配線にはできるだけシールド線を使用する (2) 主回路配線との電磁的な結合を避けるためできるだけ離して配線する
主回路からの帰還ノイズ	(1) ゲート用アブソーバの挿入 (下図) アブソーバにコンデンサ (C = 0.01 ~ 0.1 μF) (R = 100 ~ 1 k Ω) (2) ダイオードの挿入 (下図) 

2. トライアックの使い方

(1) 電流値の決め方

トライアックの許容電流は実効値で表示されています。



・ 突入電流のない場合 (ヒータ負荷)

負荷電流値 $\times 1.3 \sim 1.5 \leq$ トライアックの許容電流

例: $6\text{ A} \times 1.5 = 9 \rightarrow 10\text{ A}$ クラスのトライアックが適当

放熱フィンの大きさはデータシートから決めてください。

・ 突入電流が流れる場合 (ランプ, トランス, モータ負荷)

突入電流を測定し詳細な熱計算をする必要があります。

下記の値をご連絡いただければ、ルネサステクノロジにて計算いたします。

周囲温度 $T_a = \underline{\hspace{2cm}}^{\circ}\text{C}$

突入電流のピーク値 $I_p = \underline{\hspace{2cm}}\text{ A}$ できれば波形

定常電流値 $I_{T(RMS)} = \underline{\hspace{2cm}}\text{ A}$

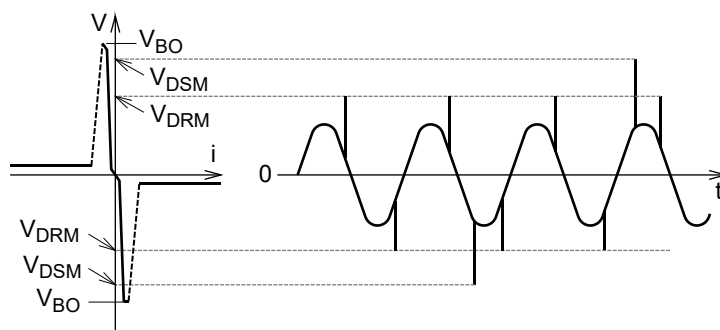
動作シーケンス $\underline{\hspace{2cm}}$ 秒 ON $\underline{\hspace{2cm}}$ 秒 OFF

放熱フィン 材質, 大きさ, 塗装, できれば熱抵抗 $R_{th(f-a)}$

突入電流が流れる負荷の使用トライアックの目安を下表にまとめます。

負荷		突入電流	適用トライアック
白熱灯	100 V $\cdot$ 500 W	50 A	BCR10FM-12LB
	100 V $\cdot$ 600 W	60 A	BCR12FM-12LB
	100 V $\cdot$ 800 W	80 A	BCR16FM-12LB
ハロゲンランプ	100 V $\cdot$ 600 W	72 A	BCR16FM-12LB
電子レンジ	100 V $\cdot$ 600 W	80 A	BCR16FM-12LB
汎用三相誘導モータ	200 V $\cdot$ 0.75 kW	40 $\sim$ 45 A	BCR16FM-12LB

(2) 耐圧クラスの選び方



トライアックの耐圧 (V_{DRM}) = 電源電圧 $\times 2 \sim 3$ 倍

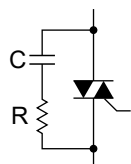
一般的な耐圧クラスの選び方

	電源電圧	使用場所	耐圧クラス	V_{DRM} (V)	V_{DSM} (V)
100 V ライン系	100 V ライン	国内 (家庭)	8/12	400/600	500/720
	120 V ライン	アメリカ			
	100 V (120 V) ライン	コンデンサモータの可逆運転			
200 V ライン系	200 V ライン	国内 (工場)	12	600	720
	240 V ライン	ヨーロッパ	14	700	840
	200 V (240 V) ライン	コンデンサモータの可逆運転			

(3) CR アブゾーバの選定

一般に、トライアックで、誘導負荷を制御する場合は、下図に示すように、必ず CR アブゾーバを接続して素子に加わる $(dv/dt)_c$ の値を抑制する必要があります。CR アブゾーバの値は、回路条件によって異なり、ある程度実験的に決定しなければならない要素をもっていますが、ほとんどの場合、 $C = 0.1 \mu F$, $R = 100 \Omega$ で、 $(dv/dt)_c$ を $2.5 V/\mu s$ (100 V 電源) 以下、 $5 V/\mu s$ (200 V 電源) 以下に抑制することができます。

なお、トライアックがコンデンサの放電電流により di/dt 破壊しないように R (47~100 Ω) は必ず挿入してください。



C, R の推奨値

	100 V	200 V
C	0.1 μF , 400 W.V.	0.1 μF , 600 W.V.
R	100 Ω , 1/2 W	100 Ω , 1 W

(4) L 負荷と R 負荷

トライアックは、負荷によって転流特性を考慮しなければならない場合があります。すなわち誘導負荷 (L 負荷) をトライアックで制御する場合、電流の遅れの影響で、転流時の $(di/dt)_c$, $(dv/dt)_c$ がある値以上になると下図に示すように、ゲート信号なしにオン状態に移行 (転流失敗) する制御不能の現象を起こします。

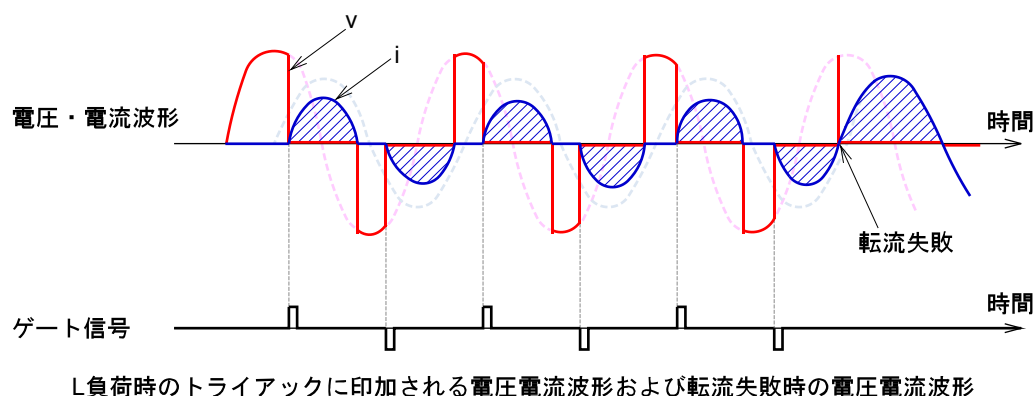


図2 L 負荷時のトライアックに印加される電圧電流波形

トライアックを確実にターンオフさせるためには、負荷に適した素子を選定することはもちろん、素子に並列に C, R を接続し、転流時の電圧上昇率を制限する方法がよく使われます。

	負荷の例
L 負荷時 (誘導負荷)	モータ、電磁弁、トランス、ソレノイド等
R 負荷時 (抵抗負荷)	ヒータ、ランプ等

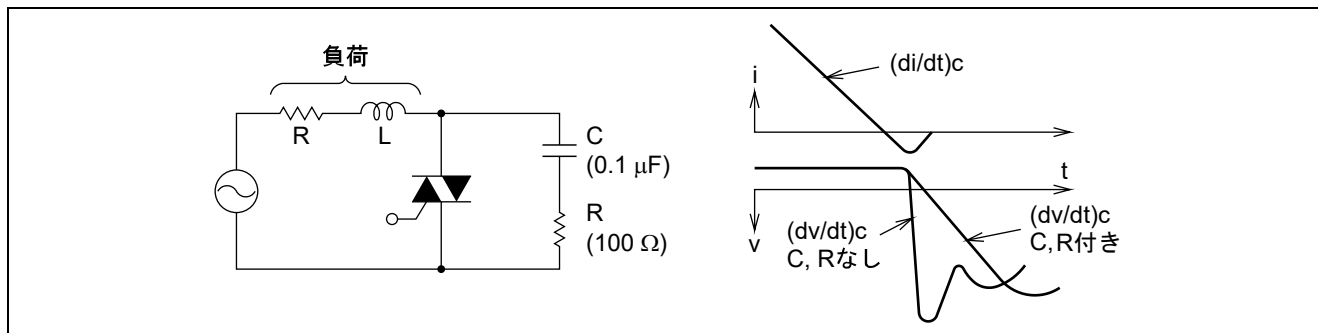


図 3 転流時の波形

(5) トライアックのトリガモード

トライアックは正、負どちらのゲート信号を加えてもターンオンします。またサイリスタのように順方向だけではなく、逆方向に電圧を印加した場合でも、ゲート信号によりターンオンさせることができます。

すなわち、トライアックをゲートでトリガさせるモードとしては、次の 4 種類があります。

但し、BCR08AS-12A 及び BCR1AM-8P, BCR1AM-14A 以外は IV モードが保証されておりませんので御注意ください。

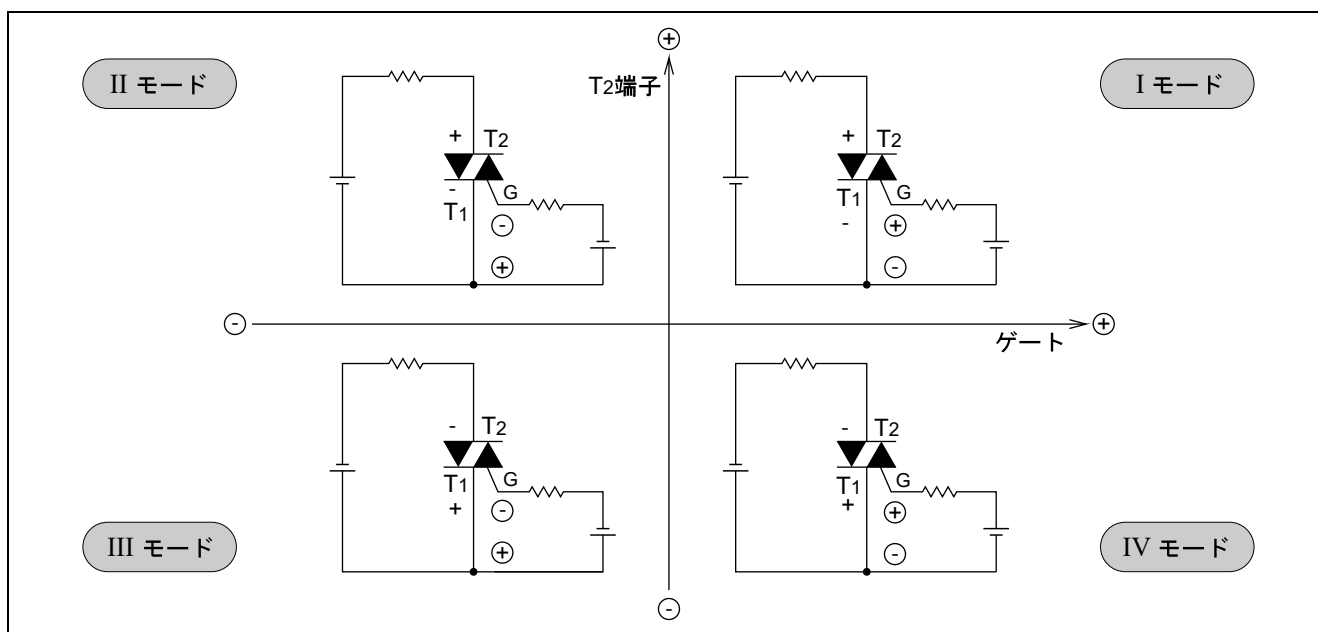


図 4 トライアックのトリガモード

(6) ゲート回路とゲートトリガ電流

トライアックには4つのトリガモードがあることは先に述べましたが、普通次のようなトリガモードの組合せで使用されます。

表 1 ゲート回路

ゲートトリガ回路例			
I・IIIモード			
	SBS・ダイアック	リードリレー	ホトカプラ
II・IIIモード			
	パルストランス	IC. トランジスタ	トランジスタ発振
I・IVモード			IVモードを保証したBCR1AM-8Pなどを補助トライアックとして使用することでI・IVモード駆動できます。
	IC. トランジスタ	BCR1AM-8Pなどによる補助トリガ	

*1: IVモード (G⁺, T₂-) は、BCR08AS-12AおよびBCR1AM-8P, BCR1AM-14A以外は一般の保証はされていません。

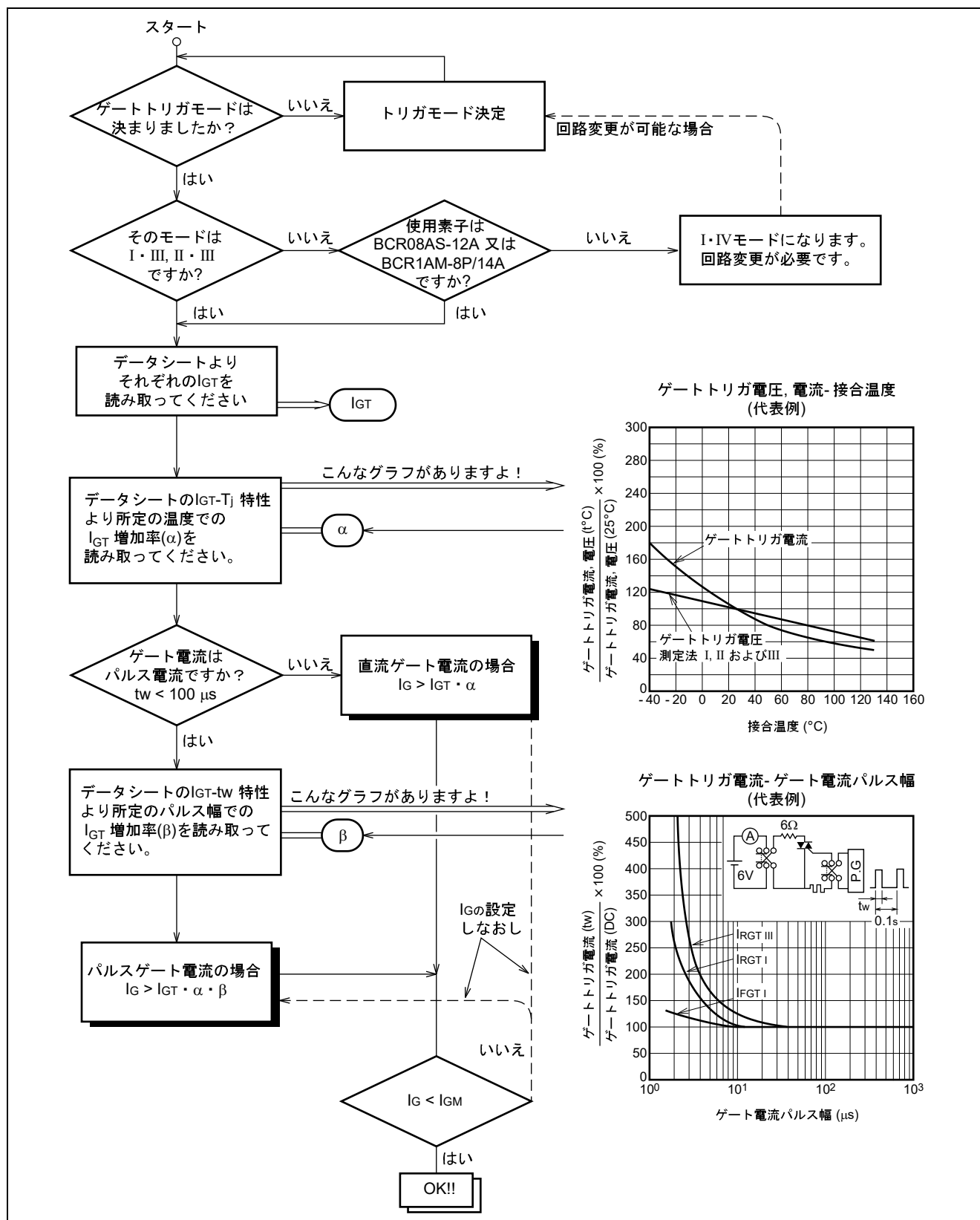


図5 ゲート電流の決め方

3. トリガ回路設計法

サイリスタのゲート回路について、その回路定数の決め方、誤動作防止法及びオン電流上昇率 di/dt の高い場合の注意事項について説明します。

3.1 ゲート回路定数の決め方

サイリスタのトリガ回路を設計するにあたり、考慮しなければならぬことは、当然のことながらトリガさせようとする素子を確実に全部トリガさせるということです。しかし、サイリスタのゲート損失 (ピーク値, 平均値), ピークゲート順電流には制約があり, しかもゲート入力抵抗 (ゲート・陰極間の抵抗) は, 数十 Ω から数 $k\Omega$ にばらついていますので, 回路定数設計には慎重な検討が必要です。

この回路定数を決めるために図 6 のような, 横軸にゲート順電流を, 縦軸にゲート順電圧をとったグラフを用い, そのグラフの中に素子のトリガ特性範囲及びゲート責務期間に対する許容ゲート損失の双曲線カーブを書き込みます。

このグラフの斜線をほどこした範囲の上部及び右側では, 素子は必ずトリガします。その境界線は, 使用温度範囲 (最低接合温度) における最大のゲートトリガ電流, ゲートトリガ電圧です。一方, 斜線をほどこした範囲の上部及び左側では, 素子がトリガしない範囲であって, その境界線は, 使用温度範囲 (最高接合温度) における最小のゲート非トリガ電流・電圧です。図 6 は, サイリスタ CR25RM-12D のグラフ (ただし, データシートには両対数目盛で記載しております) で, その最大ゲートトリガ電流は 30 mA ($T_j = 25^\circ\text{C}$), 最大ゲートトリガ電圧は 1.5V ($T_j = 25^\circ\text{C}$), 最小ゲート非トリガ電圧は 0.2 V ($T_j = 125^\circ\text{C}$) です。

次にトリガ回路ですが, ゲート回路を図 7 のような定電圧電源に, 電流制限抵抗, 及びゲートが直列にはいった回路とみなします。トリガ回路の主要設計は電源電圧値及び電源内部抵抗と電流制限抵抗の値を決めることになりますが, これを決めるために図 6 の縦軸に出力端開放時のトリガ電源電圧値を, 横軸に出力端短絡時の短絡電流値をとってこれを結びます。この直線をゲート負荷直線と呼んでいますが, ゲート入力抵抗がいかにばらついてもゲートに印加される電圧と流れる電流は, このゲート負荷直線上の組合せになっています。ですから, このゲート負荷直線が斜線部を横切らず, さらに定格ゲート損失曲線以下にあれば全部の素子が確実に, かつ安全にトリガするわけです。もし斜線部を横切っておれば, 一部の素子ではトリガしない場合があることを示し, 定格ゲート損失曲線を横切っていれば, 一部の素子では定格値以上の電力がゲートで消費されていることを示しております。

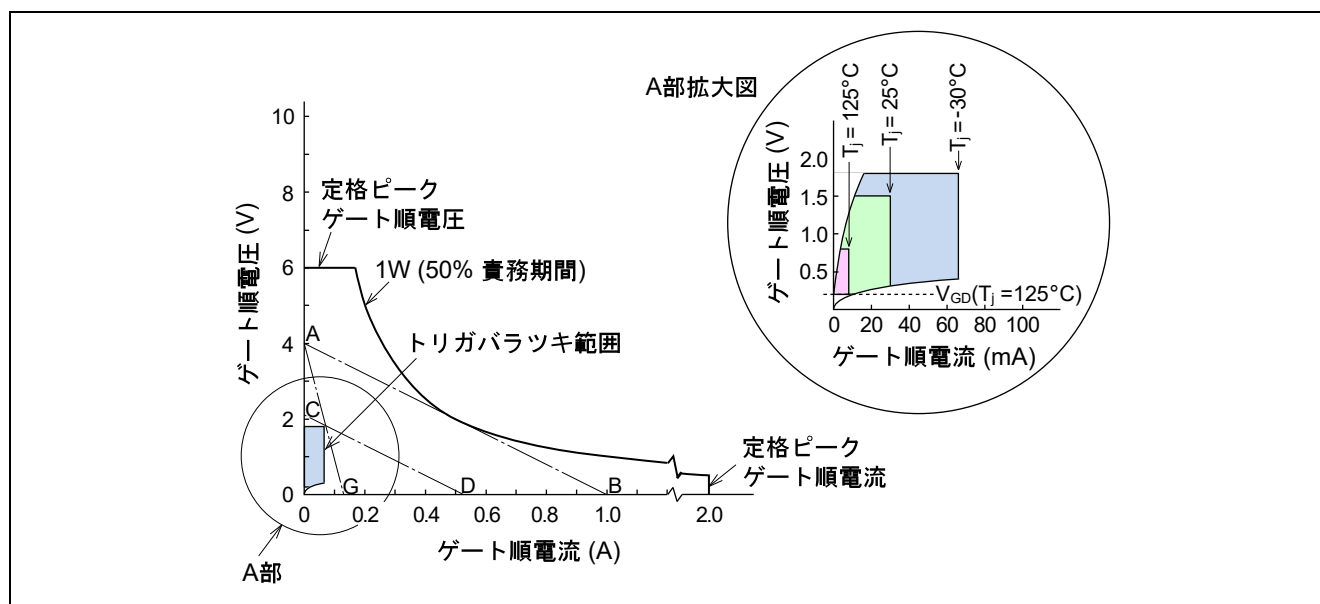


図 6 ゲート負荷直線図

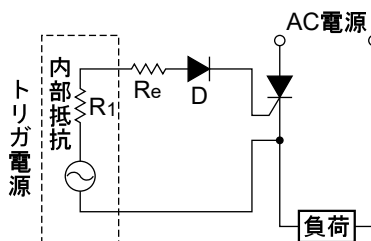


図7 基本トリガ回路図

3.2 誤動作防止法

サイリスタはゲート制御利得が大きく、微小電流(数 μA ~数十mA)で、数A~数1000Aを制御できるものですが、その反面、ゲートが敏感すぎて雑音電圧 (Noise) で誤動作することがあります。この誤動作の原因はゲート回路近傍を流れる大電流の電磁作用によってゲートリード線に電圧が誘起し、その雑音電圧によってサイリスタが誤トリガ、通電することになり、多相回路ではとくに注意を要します。誤動作防止法としては次のような方法があります。

- (1) ゲートリード線に電圧が誘起しないよう、ゲートリード線を主回路電線からなるべく離す。
- (2) ゲート・陰極間にコンデンサ (0.01~0.1 μF くらい) を挿入し、雑音電圧を吸収させる。
- (3) ゲート回路配線において、主回路陰極側導線と、ゲート回路陰極側導線との共用を避け、面倒でも素子の陰極端子へ直接接続する。
- (4) ゲートリード線にシールド線を用いるか、平行2心線を用い電磁誘導が生じないか、あるいは打ち消されるように配慮する。
- (5) ゲートと直列にシリコン・ダイオードを接続し、その立ち上がり電圧 (約 0.7 V) を利用して雑音電圧を阻止する。
- (6) ゲートを陰極に対し負バイアスし雑音電圧を阻止する。

以上は要約ですが、これを図によって示すと図8のとおりです。

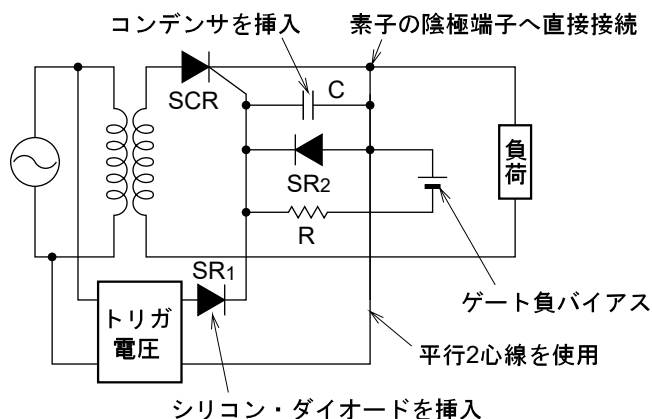


図8 トリガ回路の誤動作防止対策例

3.3 ゲート回路の設計例

図9のような主回路電圧と同期したサイリスタ CR25RM-12D のトリガ回路を設計する例を説明します。トリガ電源の負のサイクルはシリコン・ダイオード (SR) で阻止させます。なお、このダイオードはゲルマニウム・ダイオードではなく、シリコン・ダイオードですから立上がり電圧が 0.7 V もあり、誤動作防止に役立ちます。トリガ電源電圧はシリコン・ダイオード (SR) で半波に整流されましたので、ゲートの責務期間は 50% となります。図6のゲート負荷直線図に責務期間 50% 時の許容電力損失曲線を書き込みます。サイリスタ CR25RM-12D ではゲート平均入力 が 0.5 W ですから、責務期間 50% では 1 W のラインとなります。

すなわち

$$\text{ゲート平均入力} \times \frac{100}{\text{責務期間 (\%)}}$$

の値を用います。この値がピークゲート損失(CR25RM-12D では 5 W)を越した場合は 5 W を用います。

たとえば、トリガ電源電圧の実効値を 4 V としますと、ゲート負荷直線 AB は 4 V から 50% 責務期間時の許容電力損失曲線に接するように引き、短絡電流 1 A を得ます。この直線の勾配 (4 V/1 A) より抵抗値は 4 Ω 以上でなくてはならないことがわかります。ここで、抵抗値を 4 Ω として、他のトリガ電源電圧に対するゲート負荷直線を AB ラインに平行に引きます。トリガ電源電圧が零から上昇するにしたがい、AB ラインに平行な一連のゲート負荷直線を取り、斜線部を横切らぬようになったとき、すべての素子がトリガします。CD ラインはこれを示し、トリガ電源電圧が 2.1 V いることを示します。正弦波によりこのトリガ方式では、素子の特性により、トリガ位相角はばらつきます。このバラツキを小さくするには、電圧の立上りを急峻にすればよく、もっと高いトリガ電源電圧を用いて、ツェナーダイオードで 6 V 以下にクリップします。

一方、マグアンプなどをトリガ電源とする場合、ゲートに印加される電圧波形は方形波に近く、トリガ位相角のバラツキは小さくなります。なお、トリガ電源電圧波形が方形波のときは、そのピーク値を用いてゲート負荷直線を引きます。

以上で回路定数は決まりましたが、誤動作防止のためゲート・陰極間にコンデンサ (例えば 0.047 μF) を挿入します。この回路では、トリガ電源電圧の半波整流のためにシリコン・ダイオードを使用しておりますから、雑音電圧による誤動作防止に役立っております。なおゲートリード線は、平行 2 心線またはシールド線を用い、素子のゲート及び陰極端子に直接接続して電磁誘導を受けぬように配置、結線を考慮します。

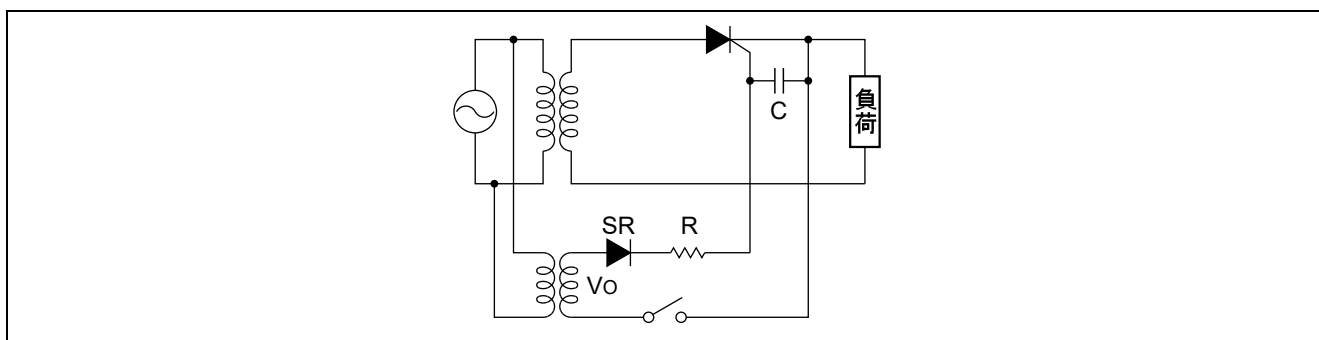


図9 トリガ回路結線例

3.4 オン電流上昇率 di/dt の高い場合のゲート回路設計法

次にサイリスタのモータ制御、インバータ、DC チョップなどサイリスタのトリガ時にオン電流上昇率 di/dt の高い、大きな瞬間電流が流れる用途に使用される場合のゲートトリガ法について説明します。

サイリスタのターンオン時間はゲートに流す電流の大きさ、幅、オン電流、サイリスタの陽極・陰極間の電圧の大きさ、負荷の性質などの影響を受けます。しかしサイリスタはトリガ電流、電圧以上の電流、電圧を印加しますと必ずトリガします。ただモータ制御、インバータ、DC チョップなどのように、サイリスタがトリガした瞬間に大きな、しかもオン電流上昇率 di/dt の高い電流が流れる用途では、ターンオン時に局部的な温度上昇が起こり、特性が不安定となったり、場合によっては、劣化を生じたりすることがあります。このような現象もトリガ回路の設計法によって解消され、より高信頼度で運転することが可能です。

3.5 ターンオン時の電流集中

サイリスタのターンオンの現象を考えてみますと、ゲートに信号がはいってから、その導通領域が接合全面に広がってしまうのには、ターンオン時間よりかなり長い時間を要します。ターンオン領域が広がっていく過程は、ゲートに最も近い領域からキャリアの注入が起って、ゲート近傍の局部からターンオンが始まり、ここに電流が集中しこの局部を過熱します。この局部への電流集中による温度上昇は素子の特性を劣化させることがあります。したがって局部に電流集中が起こらないよう、素子に流れるオン電流の上昇率をある値以下に抑えなければなりません。これは di/dt の限界値です。

しかし、オン電流上昇率 di/dt の低い用途に対しては、このような局部的な温度上昇は問題になりません。

一般の、モータ制御、インバータ、DC チョップなどサイリスタのトリガ時にとくに di/dt の高い電流が流れる用途ではこれが問題となります。すなわち、ターンオン時の大きな di/dt に対する配慮は、とくにスイッチング電流の大きい素子について必要です。

3.6 ゲート構造とターンオン領域の広がり

一般にターンオン領域の広がり速度が約 $0.1 \text{ mm}/\mu\text{s}$ 程度とされていますが、ターンオン領域が有効導通領域の全面に広がるのに要する時間はゲート駆動電流の大きさによって変わります。

サイリスタのターンオンは接合内の最もトリガしやすい部分より開始します。

ゲート駆動電流が小さい場合には、その初期ターンオン領域は局所的になることがありますが、十分なゲート駆動電流を流してやれば図 10 のように、その導通領域は帯状となるため、初期導通領域を著しく増加させるばかりでなく、導通領域の広がり時間を短縮し、接合内の局部加熱をより軽減することができます。したがって、十分なゲート駆動電流を流してやる (High Gate Drive) ことにより、 di/dt の問題及びターンオン領域の広がりを著しく改善することができます。

一般に、サイリスタはゲートにゲートトリガ電流、電圧以上の電流、電圧を印加すればターンオンし、とくに di/dt が高い用途でなければこれでも安定に動作します。しかしゲートの温度依存性、ターンオン時の電流集中などを考慮しますと、サイリスタがターンオンするぎりぎりのゲート電流、電圧で駆動するより、若干大きな電流で駆動する方がターンオンの遅れ時間も短くなって装置としてより信頼度が高まります。

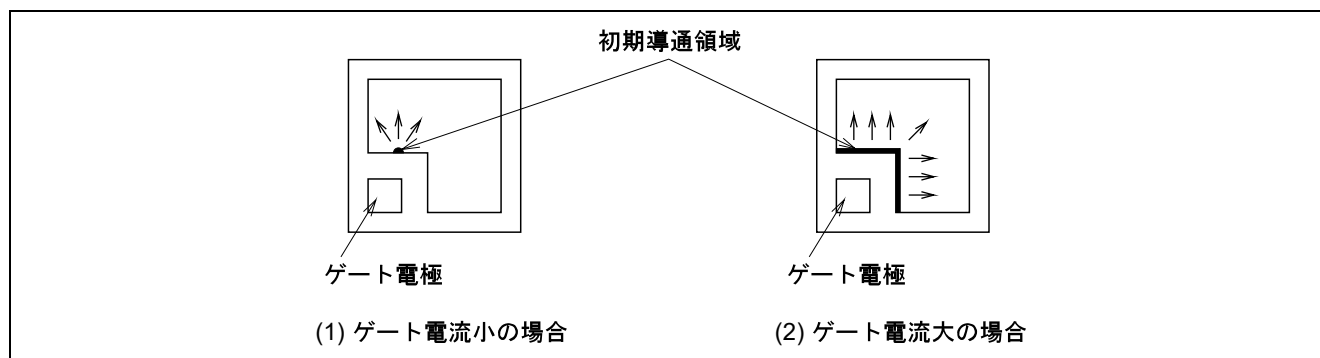


図 10 ターンオン領域の広がり

4. 電力半導体素子の熱設計

電力半導体素子では、素子内で発生した熱を周囲へ放散させるために特別な手段を講じなければなりません。それは素子の外装からの放熱散だけでは放散が不十分であって、素子の接合温度がその許容値以上に上がるからです。熱の放散手段としては自冷、風冷、水冷、油冷、沸騰冷却がありますが、放熱の問題は電気回路と類似しており、表 2 のような対応が考えられ、熱抵抗という熱の流れに対する抵抗を考えます。

表 2 電気回路と放熱回路の比較

電気回路	放熱回路
電圧 (V)	温度 (°C)
電流 (A)	電力損失 (W)
抵抗 (Ω)	熱抵抗 (°C/W)

そして、放熱問題を考えるのに電気回路と対応させて、図 11 のような放熱回路を考えます。すなわち、図 11 は素子の接合で発生した熱が接合ケース間、ケースフィン間及びフィン周囲間の熱抵抗を通して周囲へ放散する様子を等価的に示したものです。

接合で P (W) の熱が発生しているとすれば次式が成立します。

$$T_j - T_a = P(R_{th(j-c)} + R_{th(c-f)} + R_{th(f-a)})$$

T_j : 接合温度 (°C)

T_a : 周囲温度 (°C)

P : 素子内部の電力損失 (W)

$R_{th(j-c)}$: 接合ケース間熱抵抗 (°C/W)

$R_{th(c-f)}$: ケースフィン間熱抵抗 (°C/W)

$R_{th(f-a)}$: フィン周囲間熱抵抗 (°C/W)

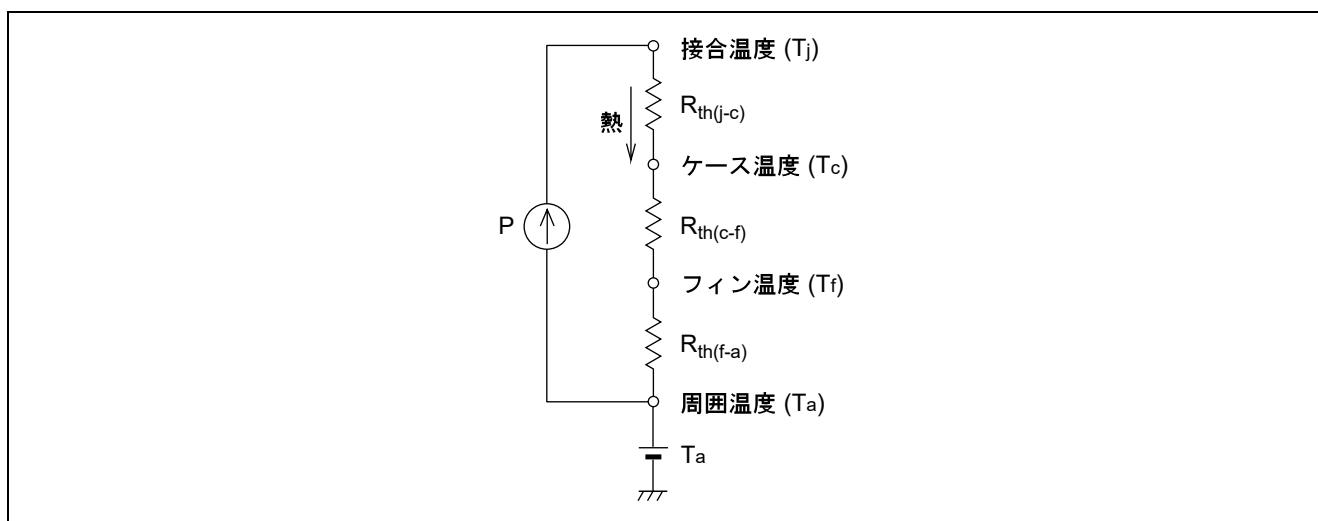


図 11 放熱等価回路

次に設計手順を説明しますと、まず電氣的条件から整流回路と使用素子を決めます。これで最高接合温度、接合ケース間熱抵抗、素子内部での電力損失が決まり、ケースフィン間の熱抵抗もほぼ決まります。一方、最高周囲温度 ($T_{a(max)}$) も決まりますから、自由に選べるものはフィン周囲間の熱抵抗だけとなります。これより放熱板の大きさを決めますが、放熱板の大きさが不適當であれば、他の電流容量クラスの素子を用いたり、別の冷却方法に変更したりします。

4.1 放熱板の熱抵抗

放熱板の熱抵抗は、その大きさだけでなく、形状、材質、表面の状態 (表面の荒さ、塗装)、保持方向、放熱板の温度及び周囲温度との差、放熱板表面の風速、気流の状態、近傍にある物体の温度などに影響されます。

平板状の放熱フィンの熱抵抗データを図 12 に示しますのでご参照ください。このデータは、例えば $R_{th(f-a)}$ として 3°C/W が必要な場合無塗装の $t2.3\text{ mm}$ アルミ板では 220 cm^2 の面積すなわち約 15 cm 角の大きさがあればよいことを意味しています。

市販の放熱フィンには各メーカーが測定データを準備していますので請求入手できます。各種大きさのアルミ板の過渡熱インピーダンスは図 13 に示します。

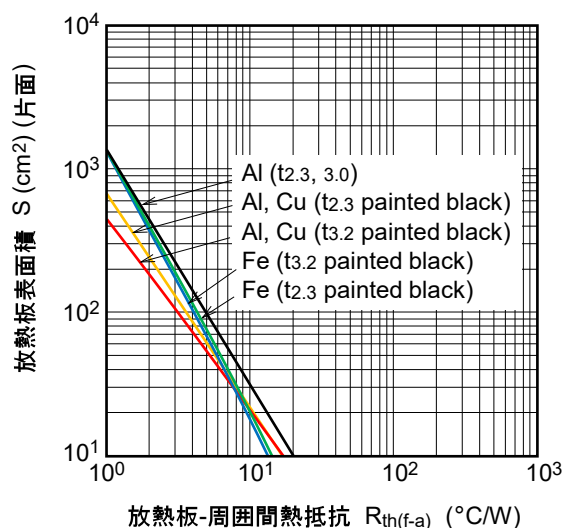


図 12 放熱板表面積-放熱板・周囲間熱抵抗特性(参考)

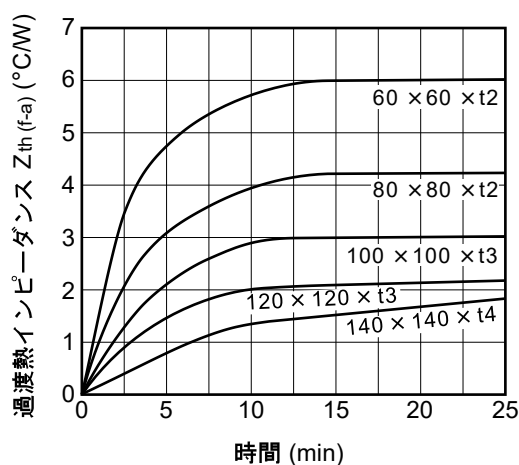


図 13 アルミ板フィンの過渡熱インピーダンス
(1 枚板垂直取付け, 黒色塗装, 自冷, フィン中心の温度 60°C) (実測値)

4.2 素子の取付け方

素子と放熱板間の熱抵抗 (接触熱抵抗) $R_{th(c-f)}$ は接触する物質の材質、その表面の荒さ、接触面積、介在する物質、接触圧などにより大きく変化します。素子を取り付ける際は、つねにこの $R_{th(c-f)}$ が最小になるよう考慮せねばなりません。

素子を放熱板に取り付けるとき、接触部にグリスを塗布すると接触熱抵抗が減少しさらに、接触部の腐食防止にも役立ちます。ただし、塗布するグリスは使用動作温度範囲で変質せず、経年変化しないものを選ぶことが大切です。アルミ放熱板の場合は、その接触面の酸化皮膜をブラシで取り去る必要があります。普通、グリスはその接触面だけに塗布としてネジ部には塗りません。

各々の外形における接触熱抵抗は表 3 のようになります。

素子の締付けには必ずトルクレンチを使用し、所定のトルクまで締めます。

表 3 接触熱抵抗一覧表

外形	ネジ径	推奨締め付けトルク		接触熱抵抗 (°C/W)
		N・m	(kgf・cm)	
TO-3P	M3	0.59	(6)	0.3
TO-220ABA	M3	0.49	(5)	1.0
TO-220F	M3	0.49	(5)	0.5
TO-220FPA	M3	0.49	(5)	0.5

【注】 接触熱抵抗の各値は、ジョイントコンパウンドを塗布し、推奨締め付けトルクで締め付けた場合に適用します。

5. 実装上の注意

5.1 実装上の注意について

- (1) TO-220 外形のサイリスタ、トライアックを放熱フィンに取付ける場合、放熱板にはバリや金属くずの付着していない表面の充分滑らかなもの (6 S: VVV 仕上げ以上) を御使用ください。
- (2) 素子の締付けはトルクレンチ、トルクドライバ等を用い規定の締め付けトルクで締め付け下さい。
- (3) 素子から放熱フィンへの熱伝導をよくするため接触部にシリコングリス等を塗布して下さい。
- (4) スルーホール型サイリスタ、トライアック等のリード端子のはんだ付けは下記の条件内で行ってください。
 - 1) はんだ付けはモールド部より 2 mm 以上離れたところで行ってください。
 - 2) 手はんだの場合、80 W 以下のはんだごてを使用し、350°C 以下で 3 秒以内の温度・時間内で作業してください。
 - 3) ウェーブソルダリング(フローはんだ付け)の場合、半田温度 260°C 以下で浸漬時間 10 秒以内の温度・時間内で作業してください。
- (5) TO-220 外形の非絶縁形サイリスタ、トライアックを放熱フィンと導電方式で取付ける場合及び絶縁形トライアックを取付ける場合には、放熱フィンの取付け穴径を $\phi 3.2 \sim \phi 3.8$ 程度にして下さい。

5.2 スルーホール型デバイスご使用上の注意

スルーホール型デバイスを御使用になる場合、その取り扱いには下記の点に御注意ください。

(1) 電極リードへのストレス

デバイスの電極リード (取り付け部分を含む) に必要以上のストレスを加えると、素子に損傷を与えることがありますので、図 14 の矢印で示すような荷重は、すべて 9.8 N 以下にしてください。

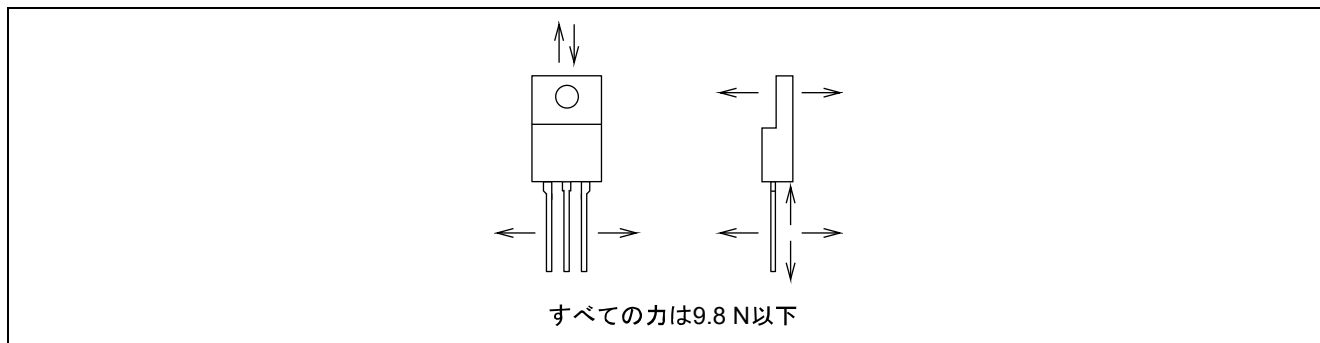


図 14 電極リードへのストレス

(2) リード成形上のご注意

機器の部品配置上の都合により、リードの成形をされる場合は、次の点に御注意ください。

- (a) 図 14 に示すストレスが加わらないような専用治具を御用意いただくか、あるいは先の細長いラジオペンチ 2 本を用意し、1 本のラジオペンチでリード上の折り曲げ点とトランジスタ本体との間のリード部分をはさみ、もう 1 本のラジオペンチで、残りのリードをはさんで折り曲げてください。
- (b) リードを横方向に曲げるときは、図 15 のようにリードの細い部分か、またはトランジスタ本体から少なくとも 2 mm 以上離れた点で折り曲げ、その角度は 30°以下にしてください。
- (c) リードをデバイス形名表示面に対し垂直に曲げるときは、図 16 のように、ケースから少なくとも 2 mm 以上離れた点で曲げてください。

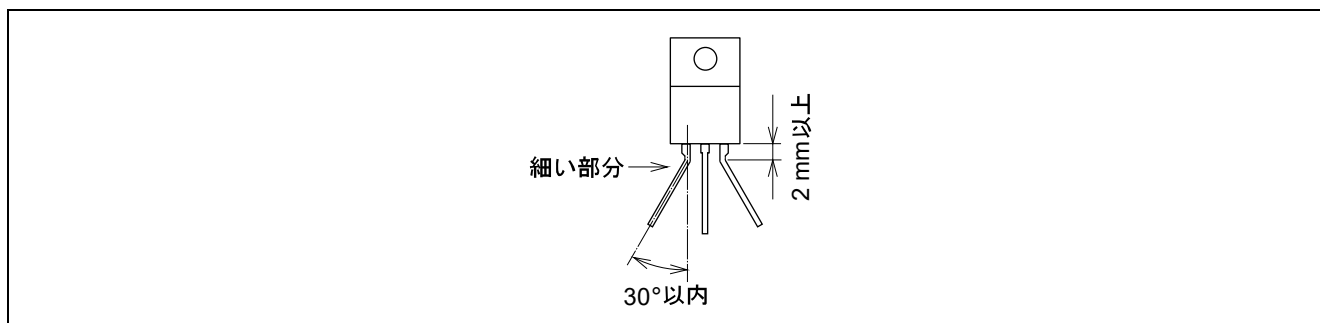


図 15 リードを横方向に曲げる場合

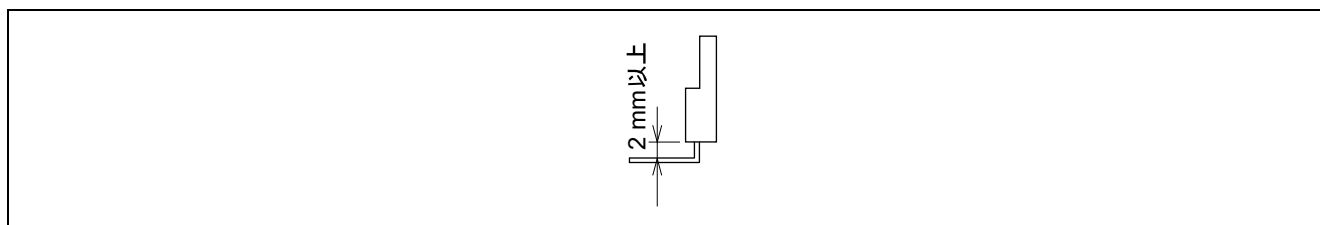


図 16 リードを垂直方向に曲げる場合

5.3 表面実装型デバイスご使用上の注意

(1) 推奨マウントパッド

表面実装形素子の許容損失は使用する基板の種類や配線パターンによって変化しますので実装後に確認試験を行うことを推奨いたします。MP-3A, TO-263, UPAK 外形品で標準的なマウントパッドパターンを図 17 に示します。

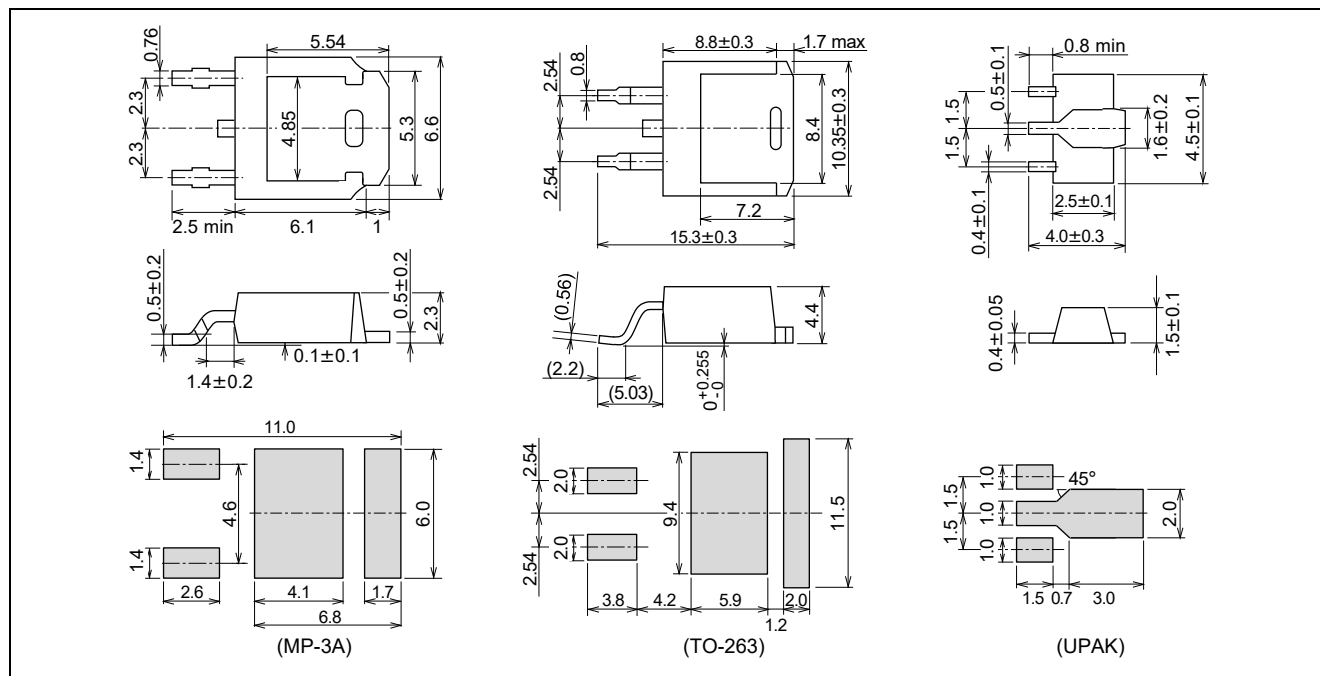


図 17 推奨マウントパッド

(2) リフロー法

表面実装外形の推奨実装方法はリフローです。

製品によって、推奨温度プロファイルが異なります。

弊社にご相談いただき、別途定める温度プロファイルをご参照ください。

(3) 基板洗浄

はんだ付け後、フラックス除去のための基板洗浄を行う場合は、次の事項に注意してください。

1) 超音波洗浄を使用される場合は、以下の条件を推奨します。

- 推奨条件
 - 周波数 28 kHz 以下
 - 超音波出力 20 W/リットル以下
 - 洗浄時間 30 s 以下
- 超音波振動子とプリント基板や素子が直接接触しないこと。また周波数と素子が共振しないこと。

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2005.01.26	-	初版発行
2.00	2019.08.07	-	・ 目次追加 ・ 最新の型名,外形に見直し ・ 鉛フリー化に伴い見直し ・ 軽微な誤記を修正

ご注意書き

1. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器・システムの設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因して生じた損害（お客様または第三者いずれに生じた損害も含まれます。以下同じです。）に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 当社製品、本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害またはこれらに関する紛争について、当社は、何らの保証を行うものではなく、また責任を負うものではありません。
3. 当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
4. 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、改変、複製、リバースエンジニアリング、その他、不適切に使用しないでください。かかる改造、改変、複製、リバースエンジニアリング等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。
標準水準： コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通管制（信号）、大規模通信機器、金融端末基幹システム、各種安全制御装置等
当社製品は、データシート等により高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（宇宙機器と、海底中継器、原子力制御システム、航空機制御システム、プラント基幹システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、これらの用途に使用することは想定していません。たとえ、当社が想定していない用途に当社製品を使用したことにより損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。
6. 当社製品をご使用の際は、最新の製品情報（データシート、ユーザーズマニュアル、アプリケーションノート、信頼性ハンドブックに記載の「半導体デバイスの使用上の一般的な注意事項」等）をご確認の上、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他指定条件の範囲内でご使用ください。指定条件の範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障、誤動作の不具合および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は、データシート等において高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、耐放射線設計を行っておりません。仮に当社製品の故障または誤動作が生じた場合であっても、人身事故、火災事故その他社会的損害等を生じさせないよう、お客様の責任において、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
8. 当社製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。かかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。当社製品および技術を輸出、販売または移転等する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他日本国および適用される外国の輸出管理関連法規を遵守し、それらの定めるところに従い必要な手続きを行ってください。
10. お客様が当社製品を第三者に転売等される場合には、事前に当該第三者に対して、本ご注意書き記載の諸条件を通知する責任を負うものいたします。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを禁じます。
12. 本資料に記載されている内容または当社製品についてご不明な点がございましたら、当社の営業担当者までお問合せください。

注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサス エレクトロニクス株式会社およびルネサス エレクトロニクス株式会社が直接的、間接的に支配する会社をいいます。

注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

(Rev.4.0-1 2017.11)

本社所在地

〒135-0061 東京都江東区豊洲 3-2-24（豊洲フォレシア）

www.renesas.com

お問合せ窓口

弊社の製品や技術、ドキュメントの最新情報、最寄の営業お問合せ窓口に関する情報などは、弊社ウェブサイトをご覧ください。

www.renesas.com/contact/

商標について

ルネサスおよびルネサスロゴはルネサス エレクトロニクス株式会社の商標です。すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。