

お客様各位

カタログ等資料中の旧社名の扱いについて

2010 年 4 月 1 日を以って NEC エレクトロニクス株式会社及び株式会社ルネサステクノロジが合併し、両社の全ての事業が当社に承継されております。従いまして、本資料中には旧社名での表記が残っておりますが、当社の資料として有効ですので、ご理解の程宜しくお願い申し上げます。

ルネサスエレクトロニクス ホームページ (<http://www.renesas.com>)

2010 年 4 月 1 日

ルネサスエレクトロニクス株式会社

【発行】ルネサスエレクトロニクス株式会社 (<http://www.renesas.com>)

【問い合わせ先】 <http://japan.renesas.com/inquiry>

ご注意書き

1. 本資料に記載されている内容は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連し発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。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。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 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お客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。本資料に記載されている当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途の目的で使用しないでください。また、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に使用することができません。
6. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されていない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。
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
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）
特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障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。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、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、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害など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、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。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、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、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。お客様が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。
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固くお断りいたします。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

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その総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有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。

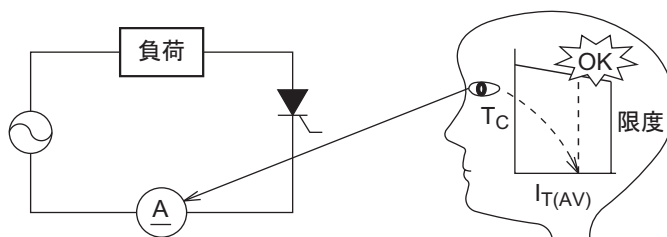
サイリスタ・トライアック

ご使用上の注意

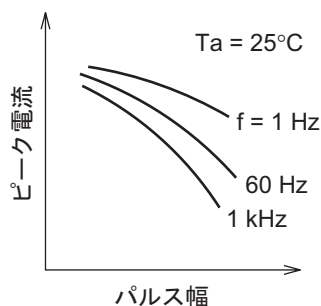
1. サイリスタの使い方

(1) 電流値の決め方

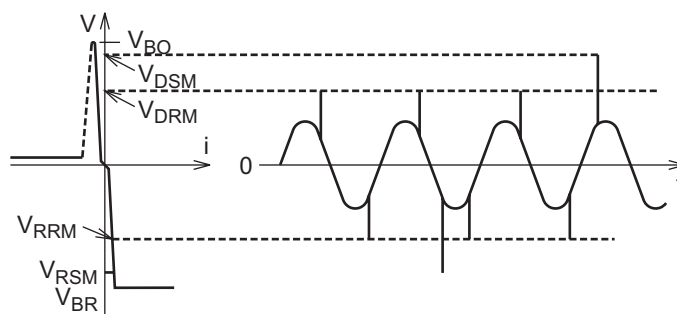
サイリスタの許容電流は平均値で表示されています。



- ・突入電流のない場合 (ヒータ, ソレノイド負荷)
 負荷電流値 $\times 1.3 \sim 1.5$ 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	400	—
120 V ライン	アメリカ			
100 V ライン	漏電しゃ断機	8	400	500
200 V ライン	国内 (工場)	12	600	—
240 V ライン	ヨーロッパ			
240 V ライン (240 V)	漏電しゃ断機	12	600	800

(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。

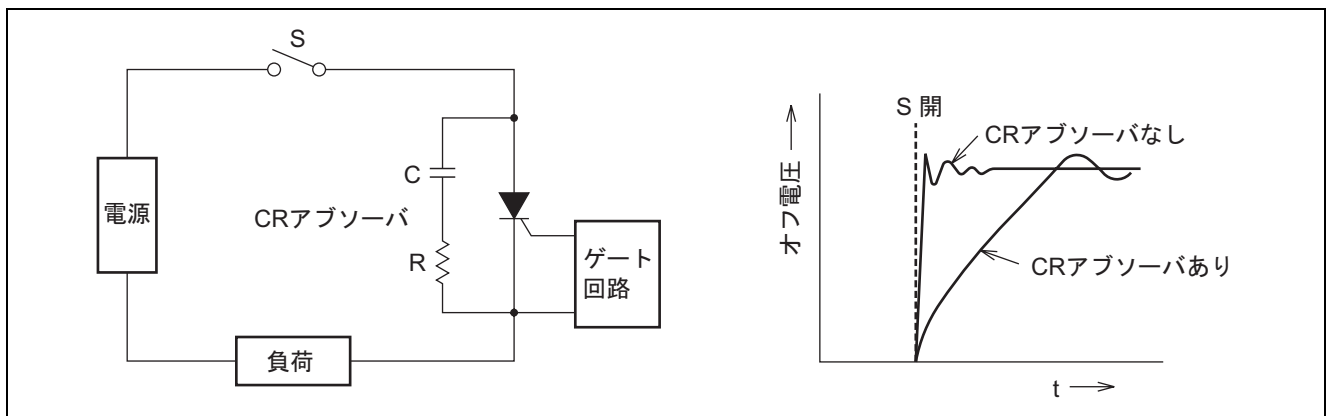


図1 CR アブソーバによる dv/dt の軽減

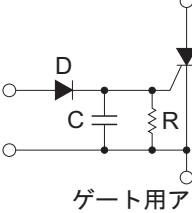
高感度の小電流サイリスタでは、一般にゲート、陰極間に 1 k Ω 程度の抵抗を接続することが指示されていますが、これもやはり dv/dt に対する対策の一つです。

(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上り率 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

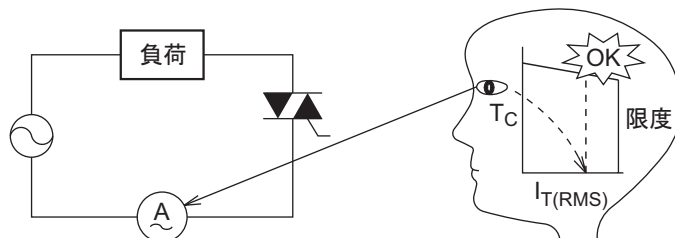
トリガ回路系での誤動作の原因と対策を下表に示します。

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ゾーバの挿入 (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) ゲート用アブゾーバの挿入 (下図) アブゾーバにコンデンサ ($C = 0.01 \sim 0.1 \mu\text{F}$) ($R = 100 \sim 1 \text{ k}\Omega$) (2) ダイオードの挿入 (下図)  $R : 100 \text{ to } 1 \text{ k}\Omega$ $C : 0.01 \text{ to } 0.1 \mu\text{F}$ ゲート用アブゾーバ

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 $\times 1.3 \sim 1.5$ 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 $T_a = \underline{\hspace{2cm}}$ °C

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

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

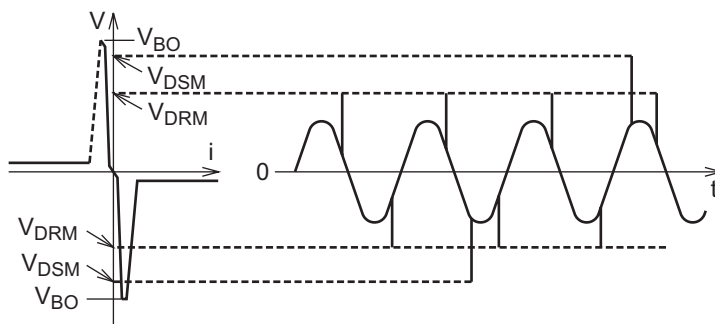
動作シーケンス $\underline{\hspace{2cm}}$ 秒 ON $\underline{\hspace{2cm}}$ 秒 OFF

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・800 W	80 A
	100 V・600 W	60 A
	100 V・500 W	50 A
ハロゲンランプ	100 V・600 W	72 A
電子レンジ	100 V・600 W	80 A
汎用三相誘導モータ	0.75 kW・200 V	40 ~ 45 A

(2) 電圧クラスの選び方



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

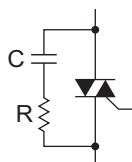
一般的な耐圧クラスの選び方

	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	400	500
	120 V ライン	アメリカ			
	100 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 ライン (240 V)	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 ($47 \sim 100 \Omega$) 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。

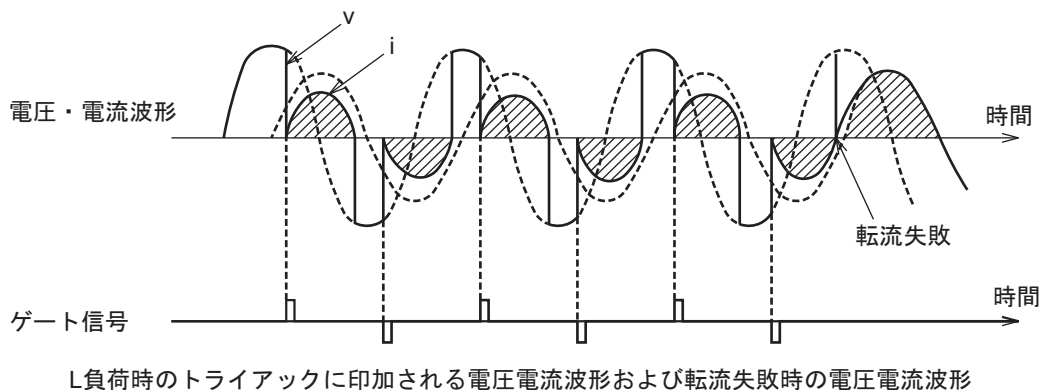


図 2 L 負荷時のトライアックに印加される電圧電流波形

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

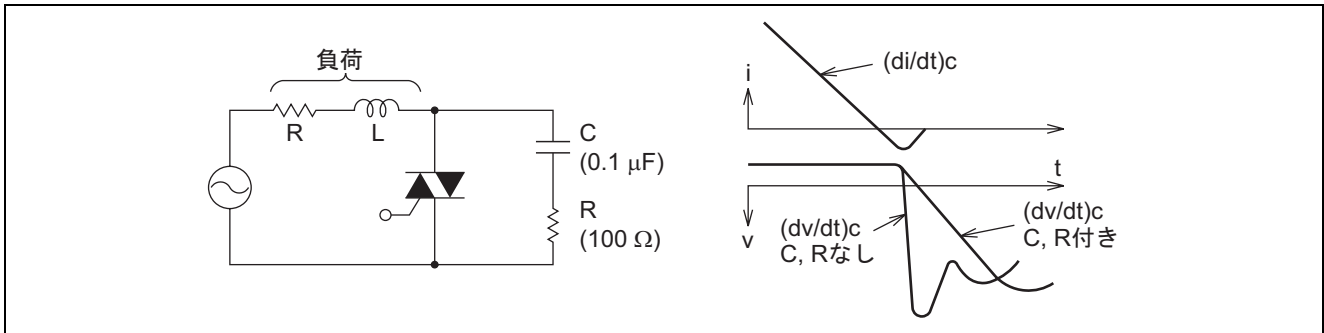


図3 転流時の波形

(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 及び BCR1AM 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。

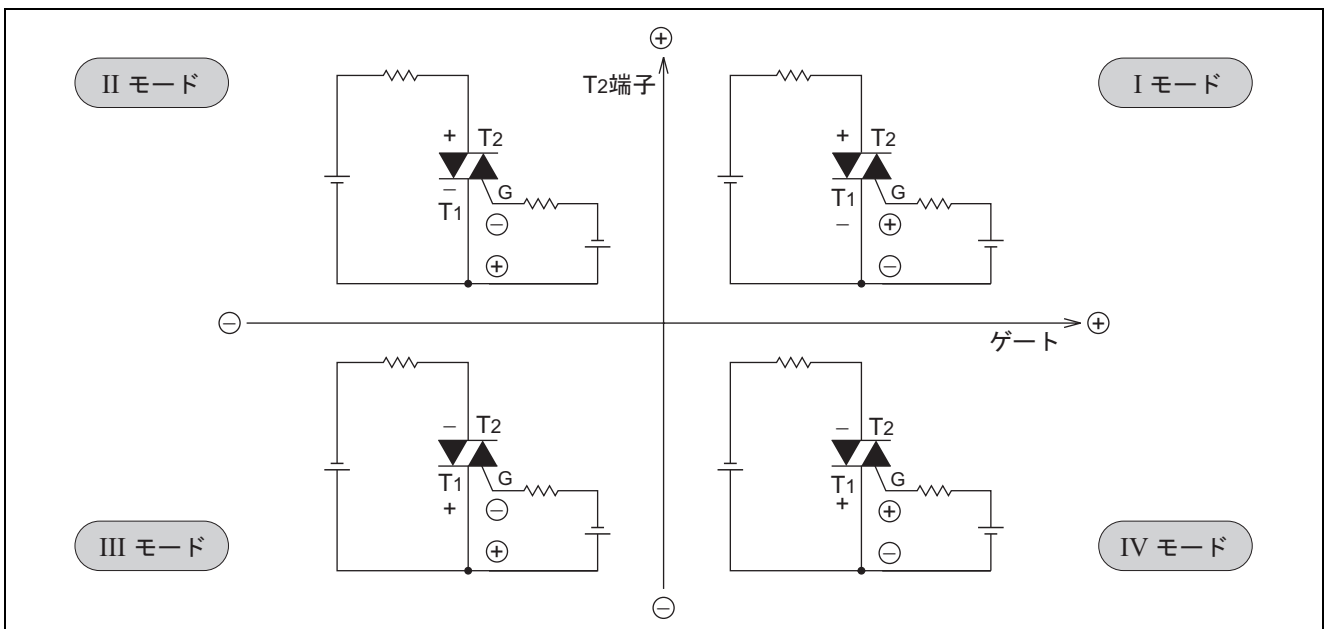


図4 トライアックのトリガモード

(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			BCR1AMはIVモードの I_{GT} (10 mA) を保証しておりますので、左図の回路はこの回路のようにしてお使いください。
	IC. トランジスタ	BCR1AMによる補助トリガ	

*1: IVモード (G⁺, T₂-) はBCR08ASおよびBCR1AM以外は一般の保証はされておりません。

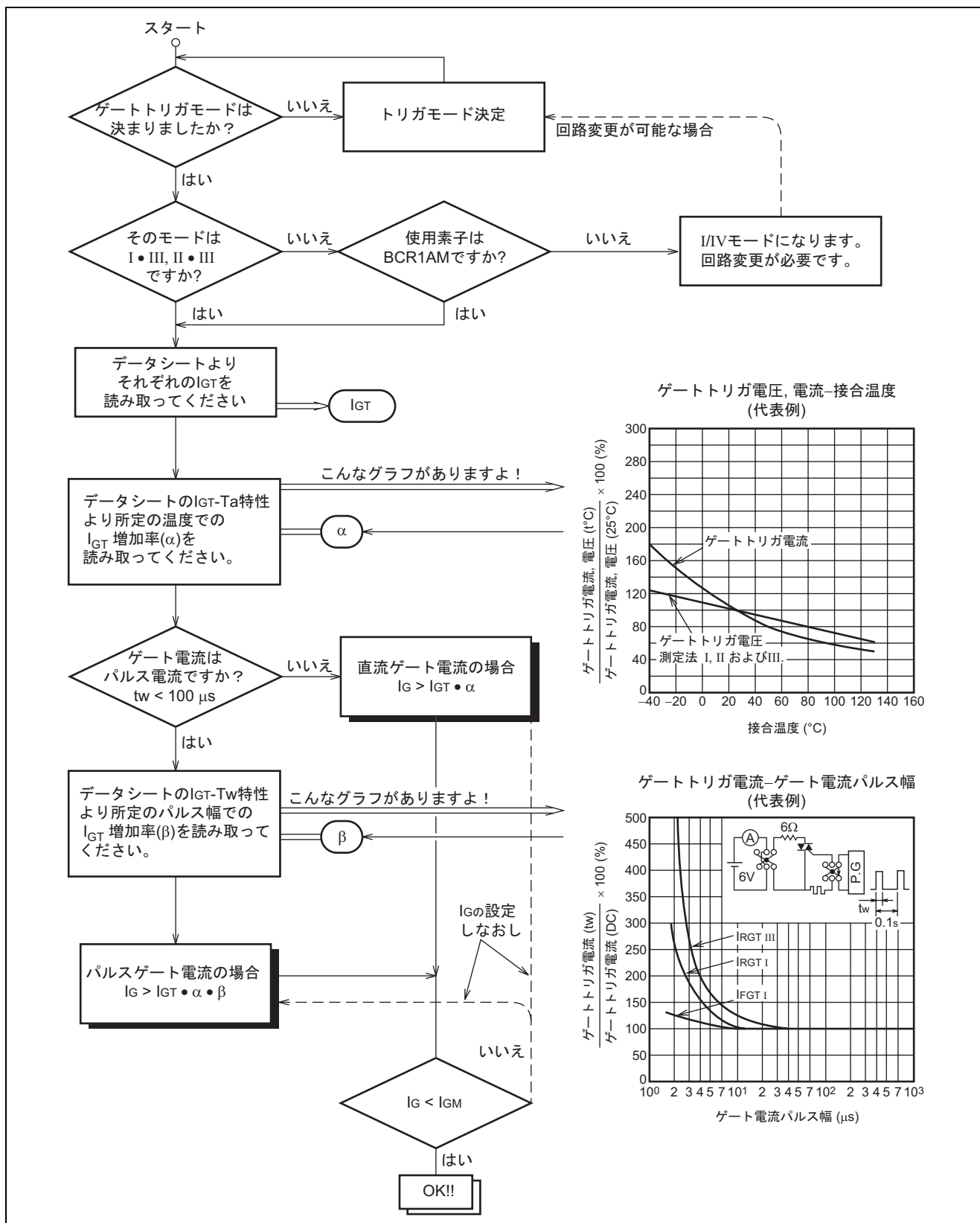


図5 ゲート電流の決め方

3. サイリスタのトリガ回路設計法

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 $k\Omega$ にばらついていきますので、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 CR20F 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 50 mA ($T_j = 25^\circ\text{C}$)、最大ゲートトリガ電圧は 3.0V ($T_j = 25^\circ\text{C}$)、最小ゲート非トリガ電圧は 0.25 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となりますが、これを決めるために図 1 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もばらついて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。

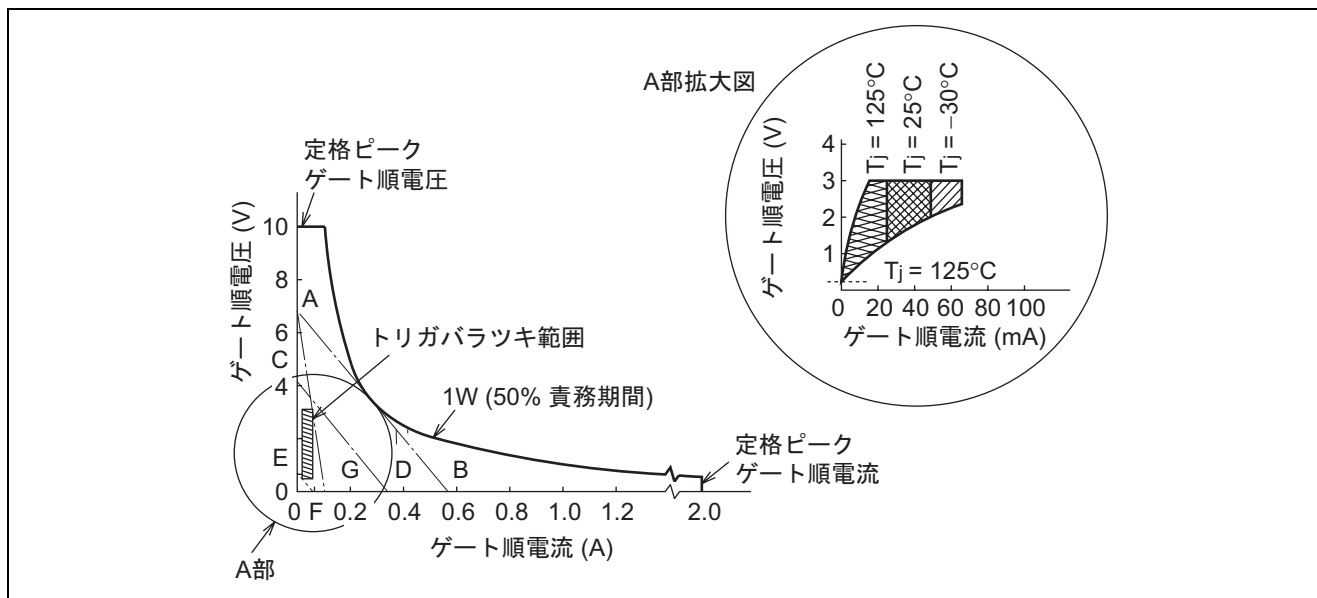


図 6 ゲート負荷直線図

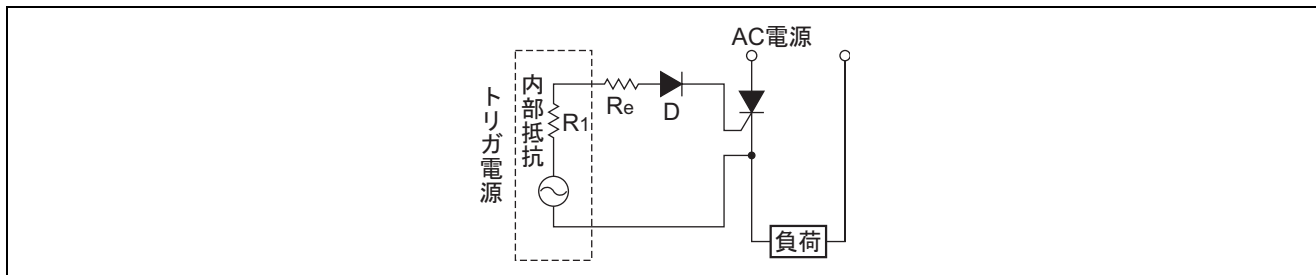


図 7 基本トリガ回路図

3.2 誤動作防止法

サイリスタはゲート制約利得が大きく、微小電流(数 μA ~ 数十 mA)で、数 A ~ 数 1000 A 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、通電することにあり、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。

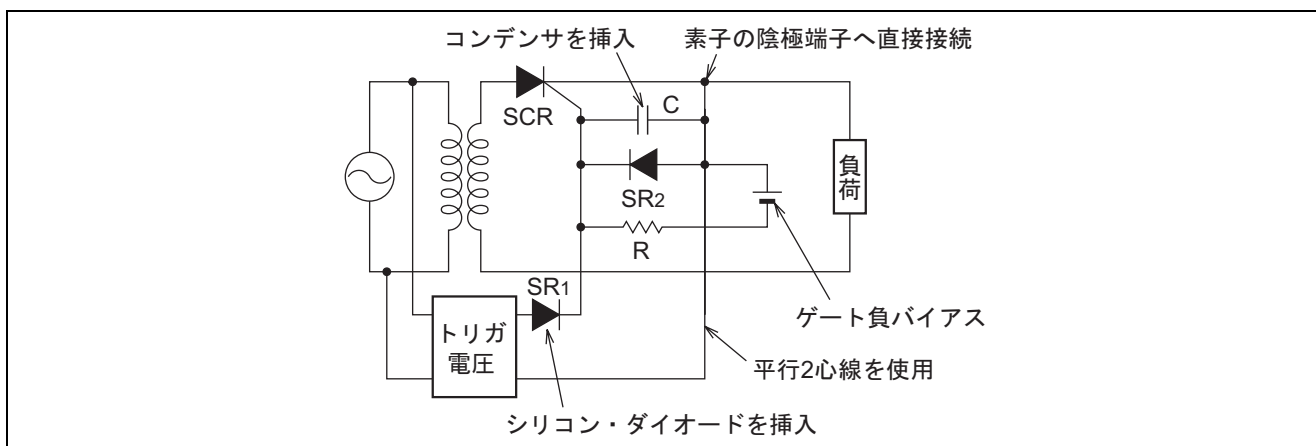


図 8 トリガ回路図

- (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。

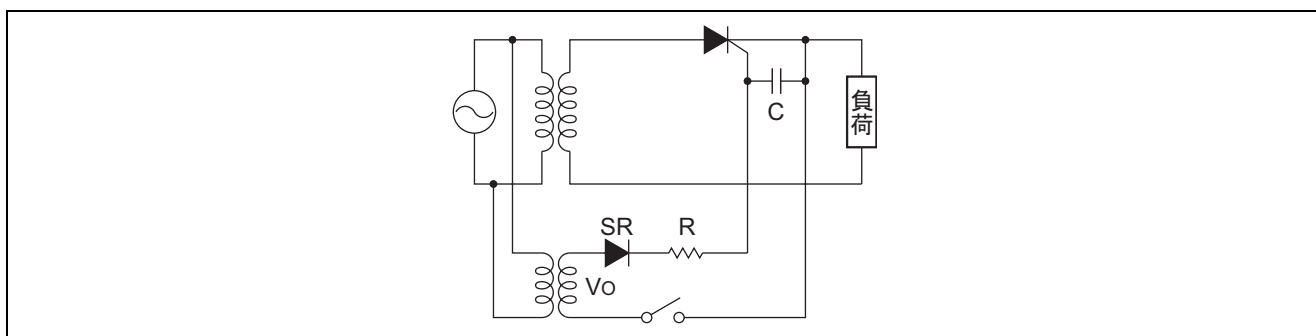


図 9 トリガ回路結線図

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 CR20F 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 CR20F 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

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

の値を用います。この値がピークゲート損失 (CR20F 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率を 7 V としますと、ゲート負荷直線 $\overline{AB}$ は 7 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 0.56 A を得ます。この直線の勾配 (7 V/0.56 A) より抵抗値は 12.5 Ω 以上でなくてはならぬことがわかります。ここで、抵抗値を 12.5 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 $\overline{AB}$ 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、 $\overline{AB}$ 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。 $\overline{CD}$ ラインはこれを示し、トリガ電源電圧が 4 V いることを示します。一方 $\overline{EF}$ ラインより、トリガ電源電圧が 0.5 V になったとき、ある素子はトリガすることがわかります。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 1.5° から 24° の間にばらつきます。このバラツキを小さくするには、電圧の立上が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 10 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。

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、劣化を生ずることがあります。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の速さが約 $0.1 \text{ mm}/\mu\text{s}$ 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面積に著しい差は生じませんが、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。

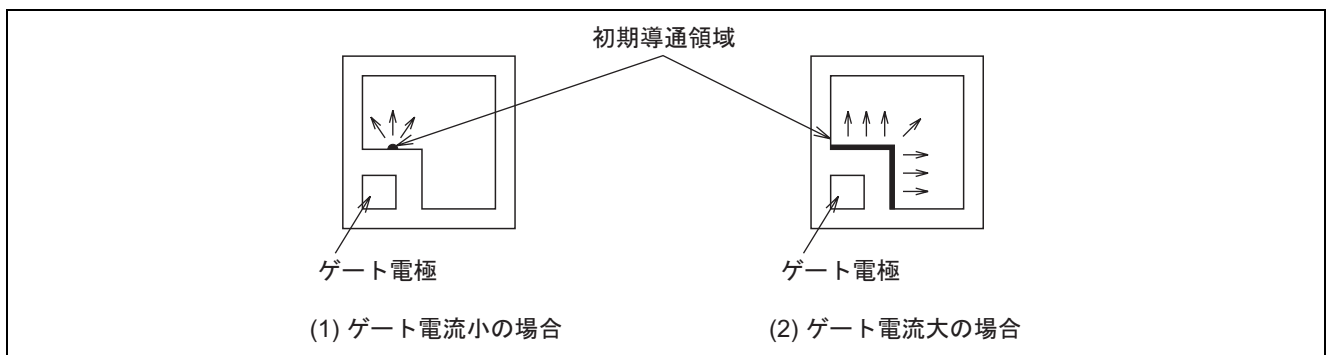


図 10 ターンオン領域の広がり

4. 電力半導体素子の放熱板の設計法

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)

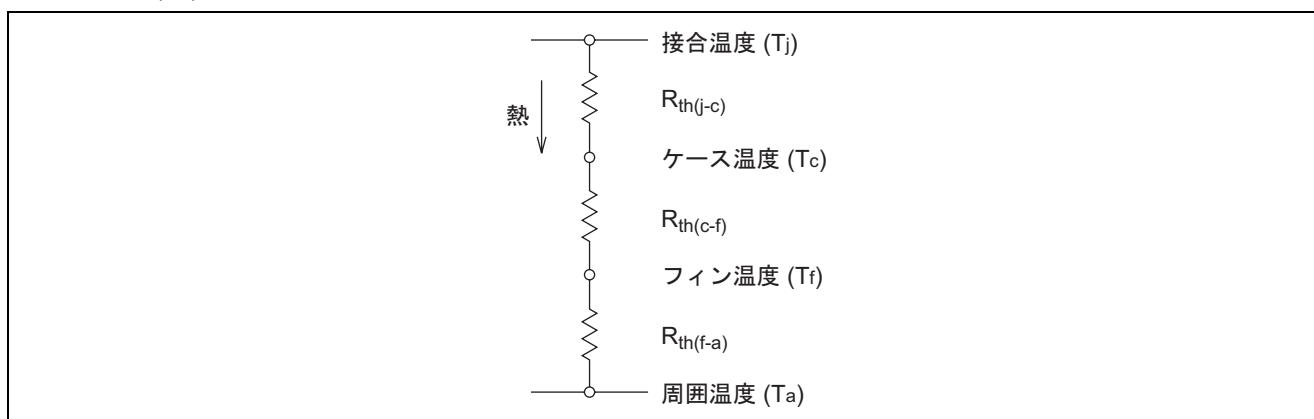


図 11 放熱等価回路

次に設計手順を説明しますと、まず電気的條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当であれば、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 mm アルミ板では 220 cm² 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。

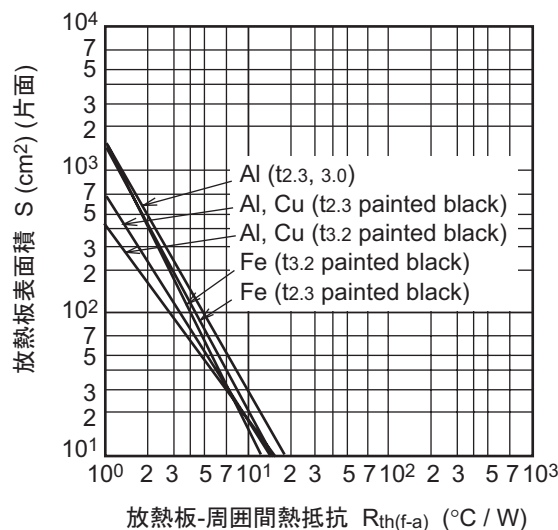


図 12 放熱板表面積-放熱板・周囲間熱抵抗特性

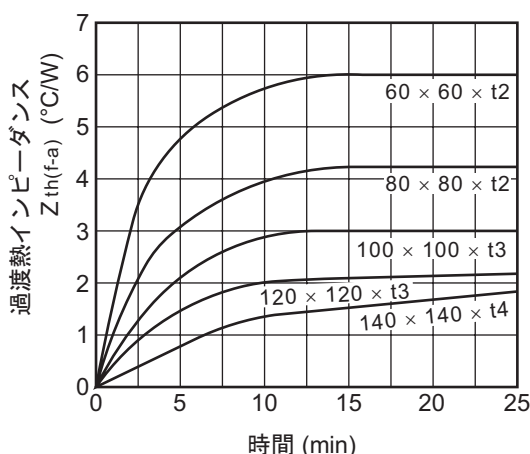


図 13 アルミ板フィンの過渡熱インピーダンス
(1 枚板垂直取付け, 黒色塗装, 自冷, フィン中心の温度 60°C) (実測値)

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	(kg・cm)	
TO-3P	M3	0.59	(6)	0.3
TO-220	M3	0.49	(5)	1
TO-220F	M3	0.49	(5)	0.5
TO-220FN	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: ▽▽▽仕上げ以上) を御使用ください。
- (2) 素子の締め付けはトルクレンチ、トルクドライバ及びボックススパナ等を用い下表の締め付けトルク以内に締め付け下さい。
- (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) 80 W 以下のはんだごてを使用し、260°C で 10 秒、または 350°C で 3 秒以下の温度・時間内で作業してください。
 - 3) はんだ及びフラックスは次のものをおすすめします。
はんだ：PbSn (4 : 6) 共晶はんだ (融点 180°C)
例えば H63A
フラックス：ソルダライト
- (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御使用上の注意

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。

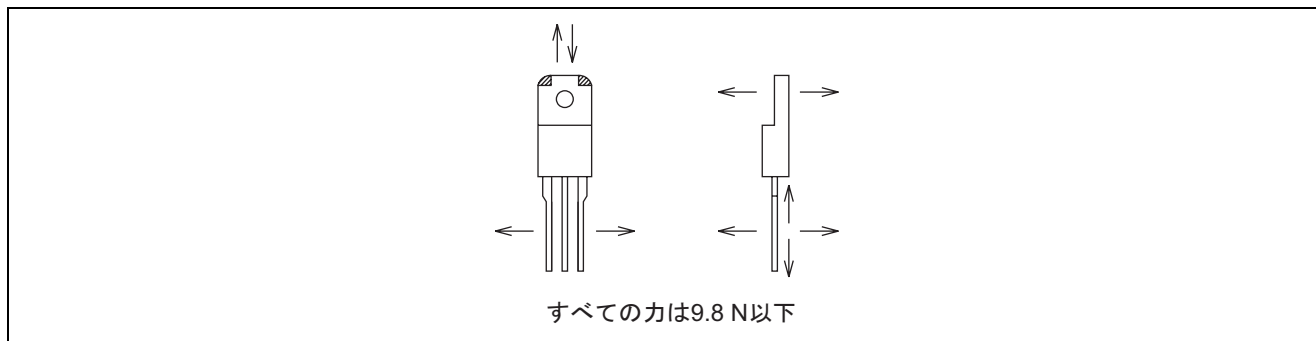


図 14 電極リードへのストレス

(2) リード成形上の御注意

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。

(2) リード成形上の御注意

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。

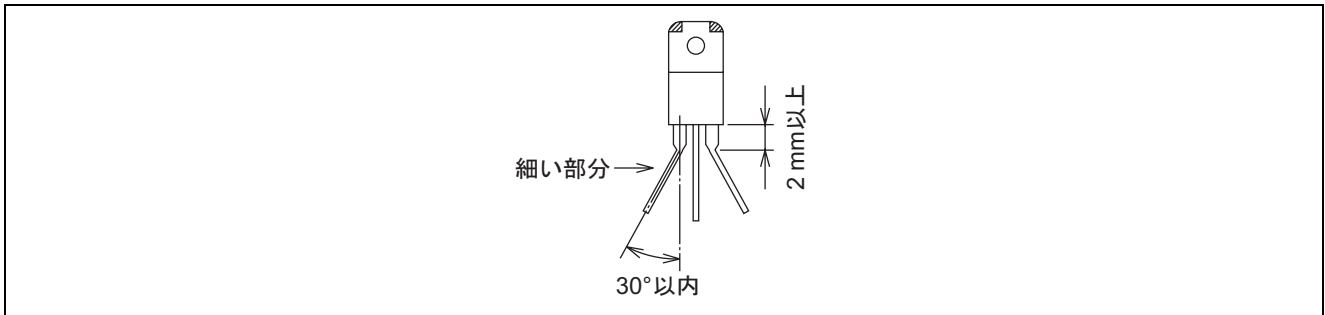


図 15 リードを横方向に曲げる場合

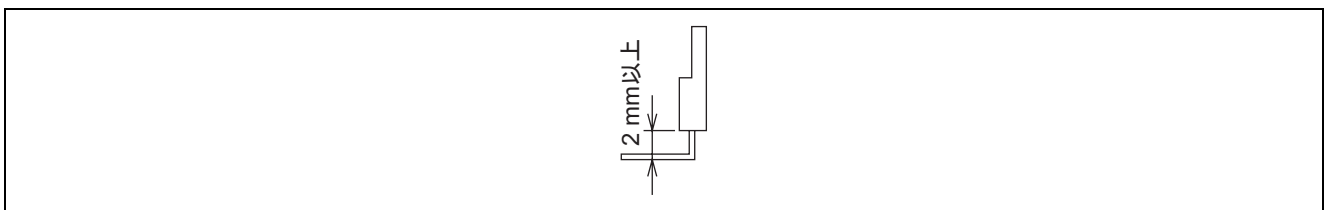


図 16 リードを垂直方向に曲げる場合

5.3 許容損失設計の確認

- (1) 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-220S, SOT-89 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。

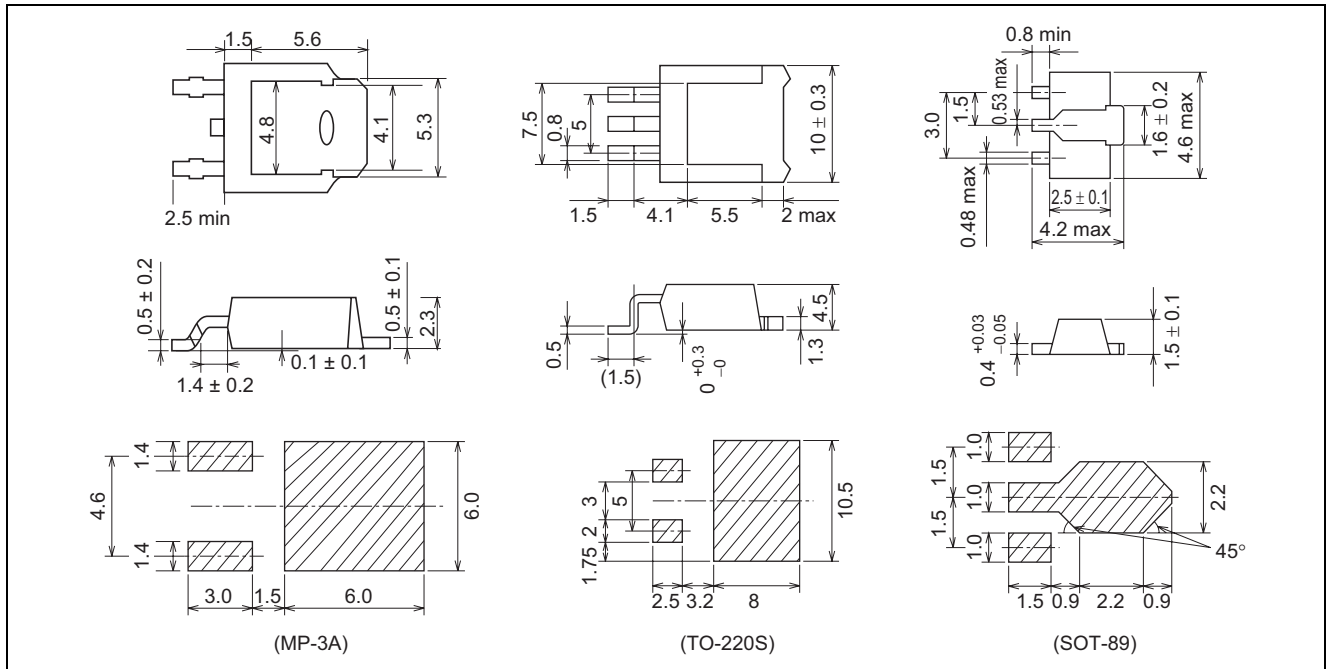


図 17 推奨マウントパッド

(2) リフロー法

赤外線リフロー時の温度プロファイルの例を図 18 に示します。

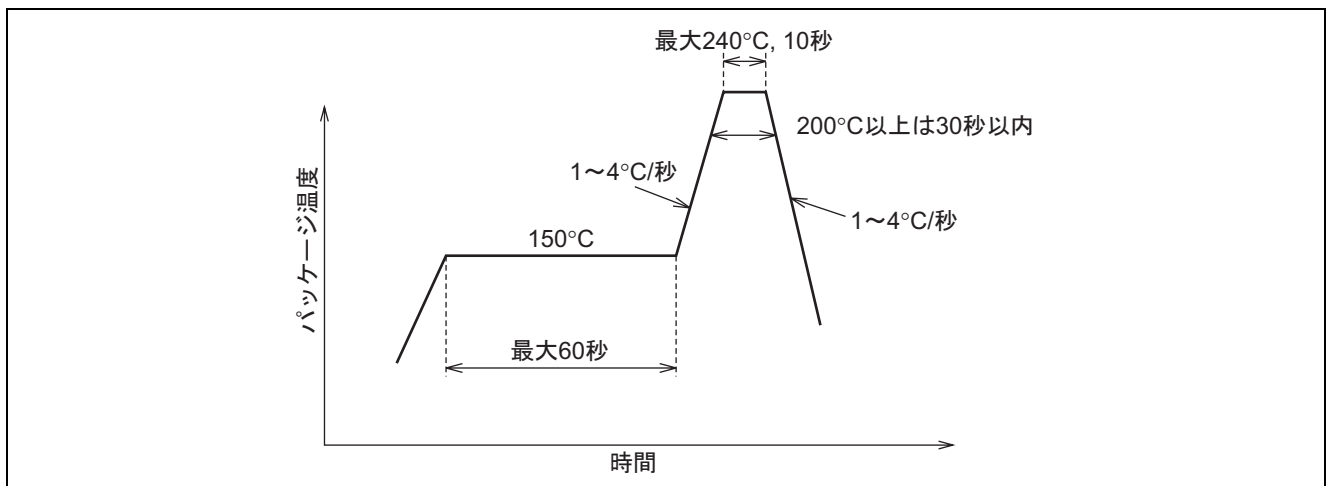


図 18 赤外線リフロー時の温度プロファイル (推奨条件)

(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) 洗浄中または洗浄液が付着した状態でブラシや手で製品の表示マークをこすらないでください。
- 2) 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

安全設計に関するお願い

1. 弊社は品質、信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品は故障が発生したり、誤動作する場合があります。弊社の半導体製品の故障又は誤動作によって結果として、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないような安全性を考慮した冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計などの安全設計に十分ご注意ください。

本資料ご利用に際しての留意事項

1. 本資料は、お客様が用途に応じた適切なルネサス テクノロジ製品をご購入いただくための参考資料であり、本資料中に記載の技術情報についてルネサス テクノロジが所有する知的財産権その他の権利の実施、使用を許諾するものではありません。
2. 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例の使用に起因する損害、第三者所有の権利に対する侵害に関し、ルネサス テクノロジは責任を負いません。
3. 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他全ての情報は本資料発行時点のものであり、ルネサス テクノロジは、予告なしに、本資料に記載した製品または仕様を変更することがあります。ルネサス テクノロジ半導体製品のご購入に当たりましては、事前にルネサス テクノロジ、ルネサス販売または特約店へ最新の情報をご確認頂きますとともに、ルネサス テクノロジホームページ(<http://www.renesas.com>)などを通じて公開される情報に常にご注意ください。
4. 本資料に記載した情報は、正確を期すため、慎重に制作したものです。万一本資料の記述誤りに起因する損害がお客様に生じた場合には、ルネサス テクノロジはその責任を負いません。
5. 本資料に記載の製品データ、図、表に示す技術的な内容、プログラム及びアルゴリズムを流用する場合は、技術内容、プログラム、アルゴリズム単位で評価するだけでなく、システム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。ルネサス テクノロジは、適用可否に対する責任を負いません。
6. 本資料に記載された製品は、人命にかかわるような状況の下で使用される機器あるいはシステムに用いられることを目的として設計、製造されたものではありません。本資料に記載の製品を運輸、移動体用、医療用、航空宇宙用、原子力制御用、海底中継用機器あるいはシステムなど、特殊用途へのご利用をご検討の際には、ルネサス テクノロジ、ルネサス販売または特約店へご照会ください。
7. 本資料の転載、複製については、文書によるルネサス テクノロジの事前の承諾が必要です。
8. 本資料に関し詳細についてのお問い合わせ、その他お気づきの点がございましたらルネサス テクノロジ、ルネサス販売または特約店までご照会ください。