

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ひ申し上げます。

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、誤りが無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と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。

TRIAC 使用上の注意

まえがき

TRIAC (3極双方向サイリスタ) は、交流電力の制御機能を持ち、モータ速度制御、ヒータ温度制御、ランプ調光、その他各種無接点スイッチとして、軽工業、工業用機器を問わず利用されています。また、省電力の要としても利用価値の大きな製品であり、より安全に、より効果的にご使用いただくためにご使用に際して留意すべきことがらを紹介いたします。

1. TRIAC 故障のストレスによる分類

TRIAC の故障原因の多くは、電流、電圧によるものです。

故障原因のストレス分類の大略を表1、図1に示します。

なお、本調査結果は、当社製造責任による不具合、お客様の応用上の不具合 (回路定数、その他) および良品等を除いたストレス分類です。

表1 ストレスの分類

ストレス	分類
電 流	過電流, di_T/dt , パルスオン電流 突入電流
電 圧	過電圧, dV/dt , $(dV/dt)_C$
ゲート電力	ゲート過電力
機 械 的	締付トルクストレス 端子へのストレス 落下, 衝撃, 振動

プラスチックモールド製品

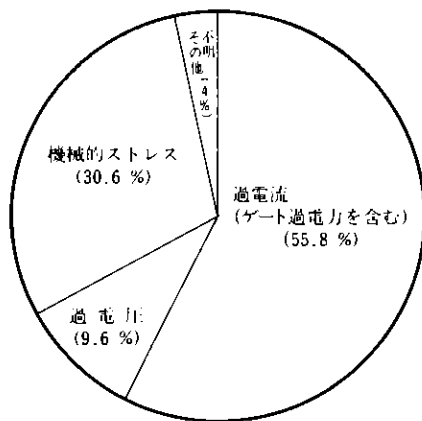


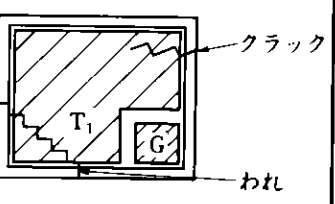
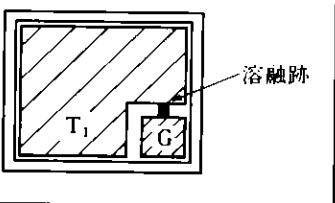
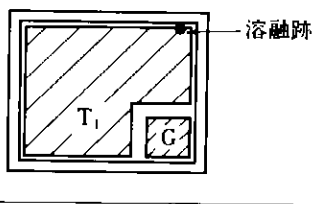
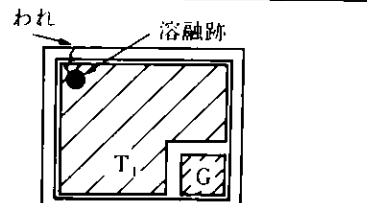
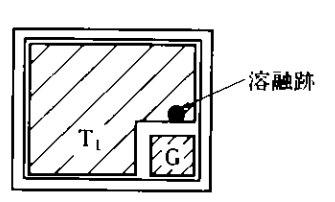
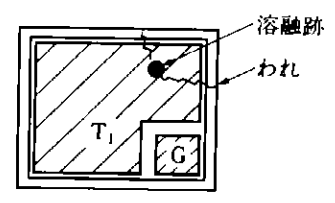
図1 TRIACの故障モード (昭和58~60年調査結果)

2. TRIAC の故障モード

TRIAC があるストレスを受けて、故障に至った場合、その故障モードは、ストレスにより特徴があり、ある程度の原因推定ができます。表2に各種ストレスによる代表的な故障モードを示します。

表2 ストレスの種類による故障モードの代表例

ストレス		故障モード	
		特性	シリコンペレット
電流	過電流 突入電流	①ショート	T ₁ 電極上に溶融跡がみられる。ペレットわれを伴うことがある。
		②まれに耐圧劣化でとどまっていることがある。	痕跡は明らかでない場合が多い。
		③まれにオープンに至ることがある。	T ₁ 電極に溶融跡。T ₁ 連絡線溶断。ペレットわれを伴うことがある。
	dI _r /dt パルスオン電流	①ショート	T ₁ 電極上の初期オン領域(ゲート近傍)に溶融跡がみられる。
②まれに耐圧劣化でとどまっていることがある。		痕跡は明らかでない場合が多い。	
電圧	過電圧	①ショート	接合を横切る形で溶融跡がみられる。ペレットわれを伴うことがある。
		②まれに耐圧劣化でとどまっていることがある。	痕跡は明らかでない場合が多い。
	dV/dt, (dV/dt) _c	①ショート	過電流と似たモードとなるが一般に電極周辺が多く、痕跡も小さい場合が多い。
		②耐圧劣化	痕跡は明らかでない場合が多い。
ゲート電力	ゲート過電力	①G-T ₁ 間ショート V _{DRM} (T ₂ ⊕)側耐圧劣化またはショート ②ショート	G・T ₁ 間に溶融跡がみられる。
機械的 ストレス	締付トルク 端子へのストレス 落下、衝撃、振動	①ショート ②耐圧劣化	ペレットのわれクラックがみられる。



3. オン電流に対する考え方

第1項で示しましたようにオン電流による事故は圧倒的に多く、TRIACの選定、放熱体設計に際して、定常時のオン電流はもとより、突入電流、パルスオン電流、 di_T/dt の大きさを十分に知っておく必要があります。

3-1 過電流ストレス

①サージオン電流 (I_{TSM})、電流二乗時間積 ($\int i_T^2 dt$)

サージオン電流により TRIAC が事故にいたることは、事故例の中でかなりのウェイトをしめています。負荷短絡などにより思わぬ電流が流れることがあります。ストレス電流が TRIAC の定格以内におさまるように低抵抗の挿入、限流リアクトルの挿入あるいは速断ヒューズなどにより保護協調をとる必要があります。

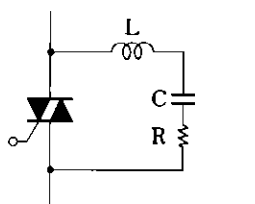
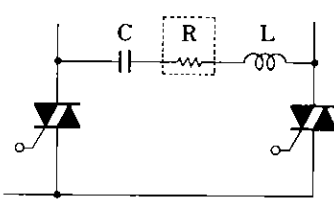
②過負荷電流

定常電流に加えて、TRIAC オンの直後に突入電流が流れるような負荷の場合(ランプ、ヒータ、トランス、モータ等)、定常電流による温度上昇よりも、突入電流による温度上昇の方が厳しくなることが一般的です。このような負荷の場合、図2および、表4、5をご参照いただき、接合温度が T_{jMAX} 以下(80~90%が望ましい)になるように、TRIACの選定ならびに放熱体設計を行う必要があります。

3-2 di_T/dt 、パルスオン電流ストレス

CR スナッチからの放電電流や、モータの正逆運転に関する進相コンデンサからの放電電流により、TRIAC が事故にいたることがあります。特に進相コンデンサからの放電電流による事故は、2個の TRIAC が同時にオンすることにより起る事故であり、2個の TRIAC のトリガポイントを十分にはなし1方が確実にオフしてから他方をトリガすればよいわけですが、このようにした場合でも TRIAC の dV/dt 耐量、ゲート回路の誤動作などの原因で、事故にいたることが多くあり、安全設計とはいえません。このような事例の場合、電流のピークと立上りを押える意味で、進相コンデンサとシリーズにLを必ず挿入する必要があります。(表3参照)

表3 高い dI_T/dt 、パルスオン電流の生ずる回路と対策例

区分	回路例	対策例	備考
(a)	過電圧保護用 CRスナッチ 	数 μ Hのインダクタンスを挿入する。	コンデンサCからの放電電流を押える。
(b)	進相コンデンサ 	数百 μ Hのインダクタンスを挿入する。 抵抗を挿入するとより好ましい。	トライアック同時オン時(誤動作)に進相コンデンサCからの放電電流を押える。

3-3 定常電流ストレス

過負荷電流ストレスと合わせて, TRIACの接合温度が $T_{j,MAX}$ を越えないように図2および表4, 5を参照に TRIACの選定, 放熱体設計を行ってください。

表4 定常負荷電流に対する TRIAC 選定の目安

TRIAc定常電流 $I_{T(r.s.m)}$ (A)	負荷電流 $I_{T(r.s.m)}$ (A)				
	~2	2~5	5~7	5~9	9~15
3	■				
5	■	■			
8		■	■		
10			■	■	
12				■	■
16					■
25					■

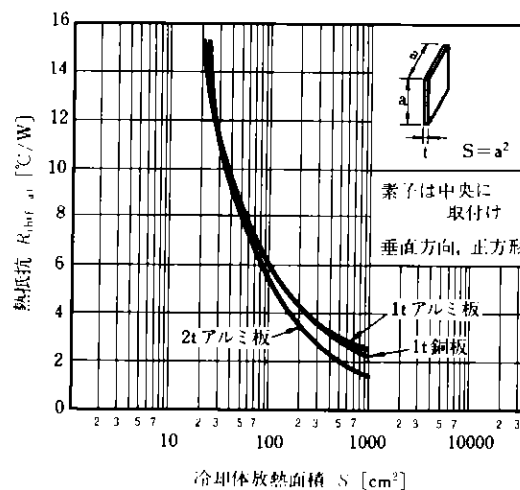
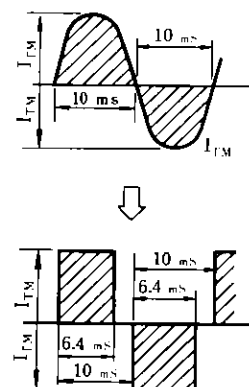


図2 アルミ板 放熱体の定常熱抵抗 銅板

表5 各種電力波形と接合温度計算式

負荷の種類	電力波形	接合温度計算式
ピーク電力一定, パルス幅, 繰返しは不定		$T_{j(t_1)} = T_a + P_{TM} \cdot r_{th(t_1-t_0)}$ $T_{j(t_3)} = T_a + P_{TM} \{ r_{th(t_3-t_0)} - r_{th(t_3-t_1)} + r_{th(t_3-t_2)} \}$ $T_{j(t_5)} = T_a + P_{TM} \{ r_{th(t_5-t_0)} - r_{th(t_5-t_1)} + r_{th(t_5-t_2)} - r_{th(t_5-t_3)} + r_{th(t_5-t_4)} \}$
ピーク電力不定, パルス幅, 繰返しは一定		$T_{j(t_1)} = T_a + P_{TM1} \cdot r_{th(t_1)}$ $T_{j(t_3)} = T_a + P_{TM1} \{ r_{th(t_3+p)} - r_{th(t_3)} \} + P_{TM2} \cdot r_{th(t_3)}$ $T_{j(t_5)} = T_a + P_{TM1} \{ r_{th(2r+p)} - r_{th(2r)} \} + P_{TM2} \{ r_{th(t_5+p)} - r_{th(t_5)} \} + P_{TM3} \cdot r_{th(t_5)}$
継続一定電力後の過電力		$T_{j(t_0L)} = T_a + P_{T(AV)} \cdot R_{th} + \{ P_{TM} - P_{T(AV)} \} \cdot r_{th(t_0L)}$
継続一定電力後の繰返し過電力		$T_{j(t_0L)} = T_a + P_{T(AV)} \cdot R_{th} + P_{TM} \left\{ \left(\frac{t_p}{t_0L} - \frac{P_{T(AV)}}{P_{TM}} \right) r_{th(t_0L)} + \left(1 - \frac{t_p}{t_0L} \right) \{ r_{th(t_0L+p)} - r_{th(t_0L)} + r_{th(t_0L)} \} \right\}$

- $T_{j(t)}$ = 時間 t における T_j
- T_a = 周囲温度
- $r_{th(t)}$ = 時間 t における 接合一周間 過渡熱インピーダンス
- 正弦波から方形波への近似



4. 電圧に対する考え方

電圧による TRIAC の事故は、電流ストレスの次に多く、定常電圧に対して適切な耐圧の TRIAC を選定することはもちろん、サージ電圧に対しても十分な配慮をし、CR スナッチ、バリスタなどの挿入が必要となります。TRIAC の信頼性ならびに印加電圧の変動、サージ電圧の発性などを考慮いたしますと、TRIAC の電圧定格と印加電圧の関係は図 3 が望ましいといえます。

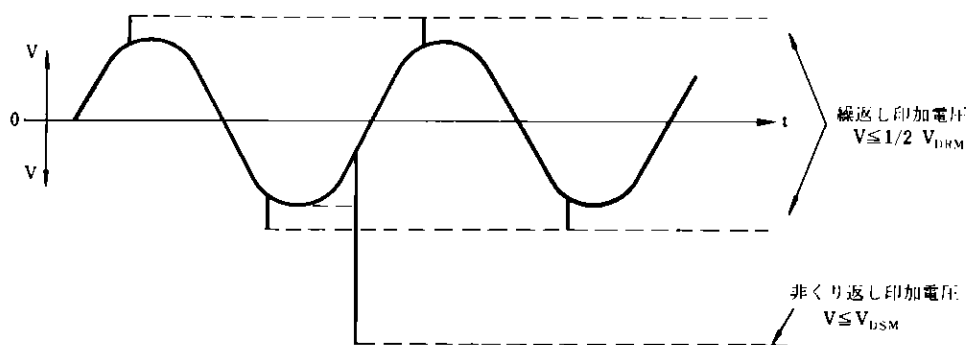


図 3 望ましい TRIAC の電圧定格と印加電圧の関係

4-1 サージ電圧ストレス

サージ電圧は、現実の問題として、その実体がなかなかとらえにくく、具体的な数値として与えられる場合は少ないことが事実といえましょう。電源に挿入する CR の目安は、トランスの特性から①、②式で与えられます。この CR の他に、立ち上がりの早いサージ電圧を想定し、MOV (金属酸化バリスタ) を挿入することも有効です。また、TRIAC の CR スナッチは、後述する $(dV/dt)_C$ 、 dV/dt 保護との兼合いもあり、 $0.1 \sim 0.2 \mu F$ 、 $50 \sim 200 \Omega$ 程度が有効といえます。

$$C = \frac{2P\varepsilon}{2\pi f V_{PK}^2} \quad (F) \quad ①$$

$$R = \frac{10^{-3}}{2\pi C} \quad (\Omega) \quad ②$$

$$\left(\begin{array}{l} P : \text{トランス容量 (V}\cdot\text{A)} \\ \varepsilon : \frac{\text{励磁電流}}{\text{定常電流}} \\ f : \text{電源周波数 (Hz)} \\ V_{PK} : \text{抑制電圧 (V)} \end{array} \right)$$

4-2 $(dV/dt)_C$, dV/dt ストレス

$(dV/dt)_C$, dV/dt により TRIAC が予期せずにターンオンし、トラブルの例となることがあります。(表6参照)

特にブリッジ整流回路を含んだ表6(b)のような回路の場合、 $(di_T/dt)_C$ が大きくなり、 $(dV/dt)_C$ ターンオンにいたります。(図4参照) また、 $(dV/dt)_C$, dV/dt 特性共に温度依存性も大きいので(図5参照) CR スナッチなどの dV/dt 保護は、不可欠といえます。(表7参照)

CR スナッチの定数は、回路の配線状態等にも影響されますので実回路において確認の上決めることが良策ですが、 $0.1 \sim 0.2 \mu F$, $50 \sim 200 \Omega$ 程度が一般的に使用され、良好な結果が得られています。

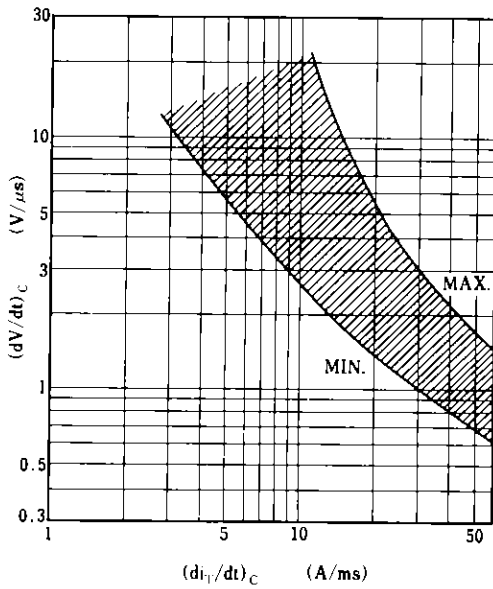


図4 $(dV/dt)_C - (di_T/dt)_C$ 特性の例

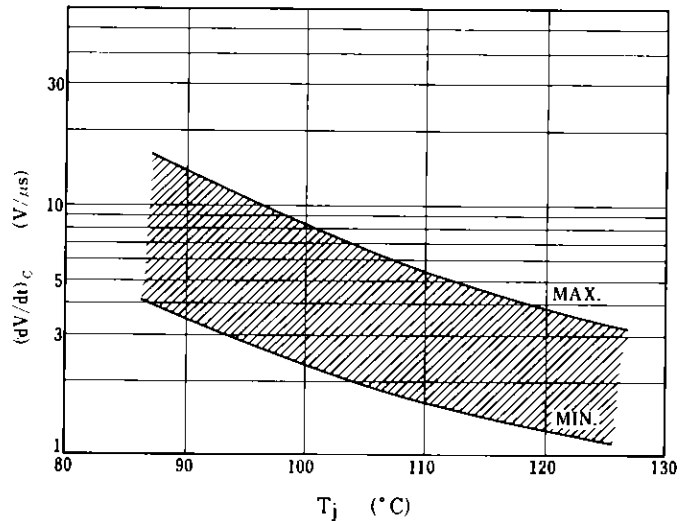
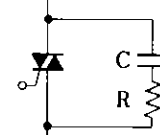
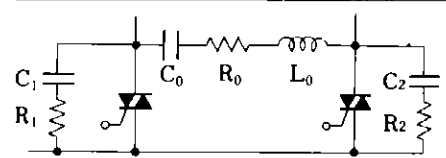
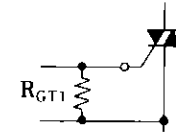
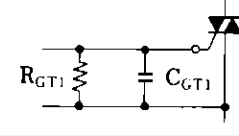
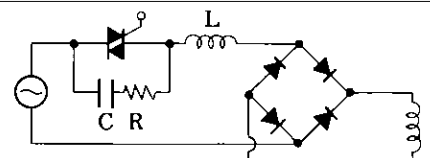


図5 $(dV/dt)_C - T_j$ 特性の例

表6 急峻な dV/dt が印加される例

原因	回路例
L 負荷時の電圧と電流の位相ずれによるもの	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <p>(a)</p> </div> <div> </div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p>(b)</p> <div style="margin-left: 150px;"> </div> </div>
交流電源の周波数が高い場合	<p>(c)</p> <div style="margin-left: 100px;"> </div>

表7 代表的な dv_D/dt 保護回路

区分	対 策	回 路 例
(a)	素子に印加される dV/dt を小さくする。	
	C_1, R_1, C_2, R_2 の挿入	
(b)	素子の dV/dt 耐量を上げる	
	R_{GT1}, C_{GT1} の挿入 (注)	
(c)	素子に印加される dV/dt を小さくすると共に di_T/dt を下げる	

(注) G、 T_1 間にCを挿入した場合、Cの蓄積電荷の影響で $(dV/dt)_L$ 耐量を下げることがあります。G、 T_1 間のC挿入は実動での確認を行う必要があります。

5. TRIACドライブに対する考え方

TRIACを確実にターンオンさせるためには、ゲートトリガ電圧 (V_{GT})、電流 (I_{GT}) のレベルを越えたトリガ信号を与えることはもちろんですがパルストリガの場合はパルストリガ特性を考慮することと、ラッチング電流 (I_L) を考慮に入れる必要があります。

5-1 ゲートドライブの基本

- ① 図6のゲートトリガ特性で、直流ゲートドライブの場合は R_{G1} の負荷線に、パルスゲートドライブの場合は、 R_{G2} の負荷線に設計することが必要です。

② パルスゲートトリガの場合は、TRIACのゲートトリガ感度が鈍くなります。(図7参照)

また、トリガ信号が入っている間にオン電流がラッチング電流レベルを越えることが必要となります。これらの点を十分に考慮して回路設計を行ってください。(図8, 9, 表8参照)

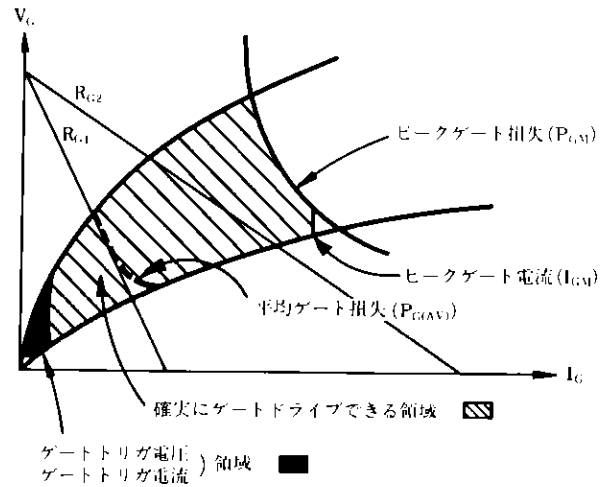


図6 ゲートトリガ特性と、ドライブの条件

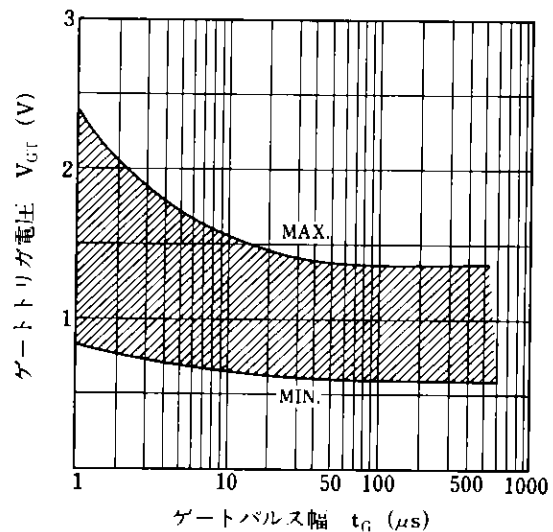
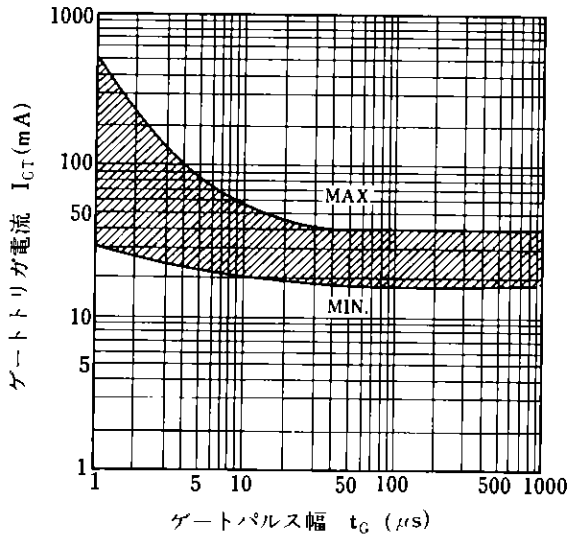
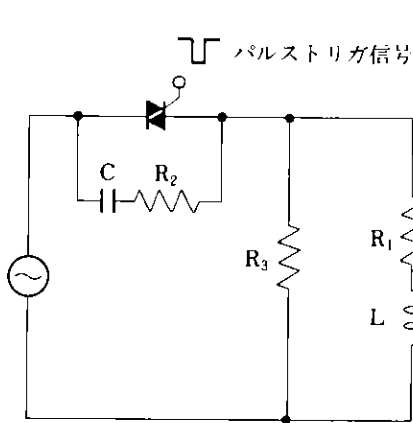
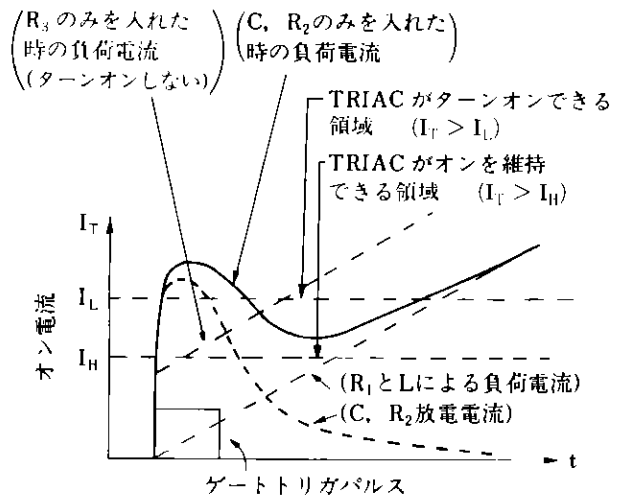


図7 パルスゲートトリガ特性の例



(a)



(b)

図8 I_L 補償の様子

表8 ラッチング電流補償の例

項目	対策例
CRの接続	
ゲートパルス幅を広くすること	

C, Rの日安

$$\begin{cases} R = \frac{V(V)}{I_T(A)} & (\Omega) \\ C = \frac{\tau(S)}{R(\Omega)} & (F) \end{cases}$$

ここで $V=20\sim 30\text{ V}$
 $I_T=0.2\sim 0.5\text{ A}$

図9 (a)~(e)参照

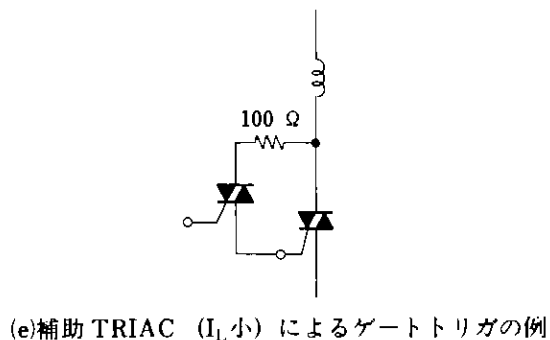
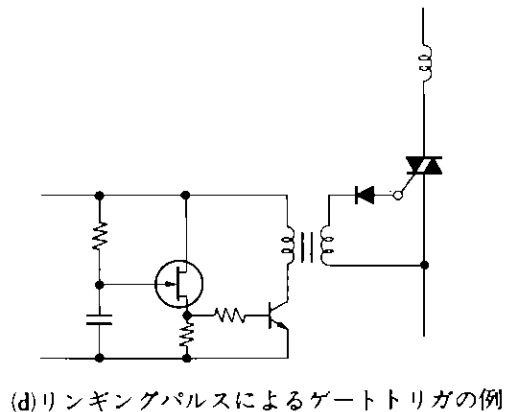
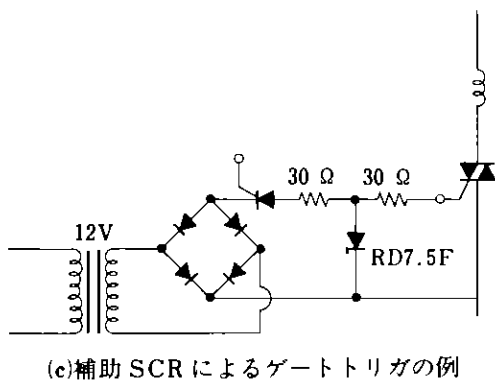
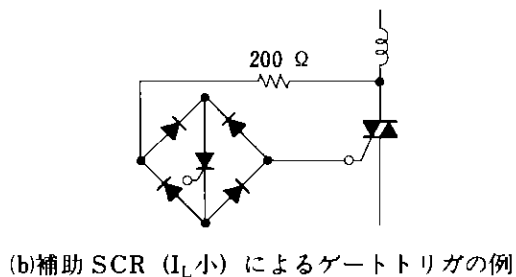
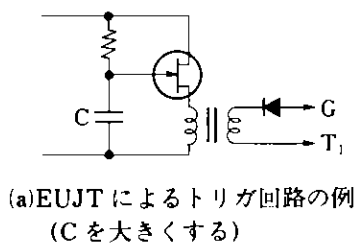


図9 ラッチング電流補償の例

6. TRIACの実装と取扱いに対する考え方

モールド形 TRIAC の取扱いに関しては、タブへの機械的ストレスを特に注意する必要があります。

6-1 はんだ付け

端子へのはんだ付けは次のはんだ温度と時間で行ってください。

$260 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ $10 \pm 1 \text{ s}$.

または、 $350 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$ $3 \pm_{0}^{0.5} \text{ s}$.

6.2 放熱板の平担さ

素子が放熱板に当たっている範囲の平担さは $50 \mu\text{m}$ 以下にし、適切な取付穴と、締付トルクで実装してください。

(6-4 項参照)

タブが歪みペレットわれの原因となります。

この様な場合には押え金具を使用してください。(付図6-1参照)

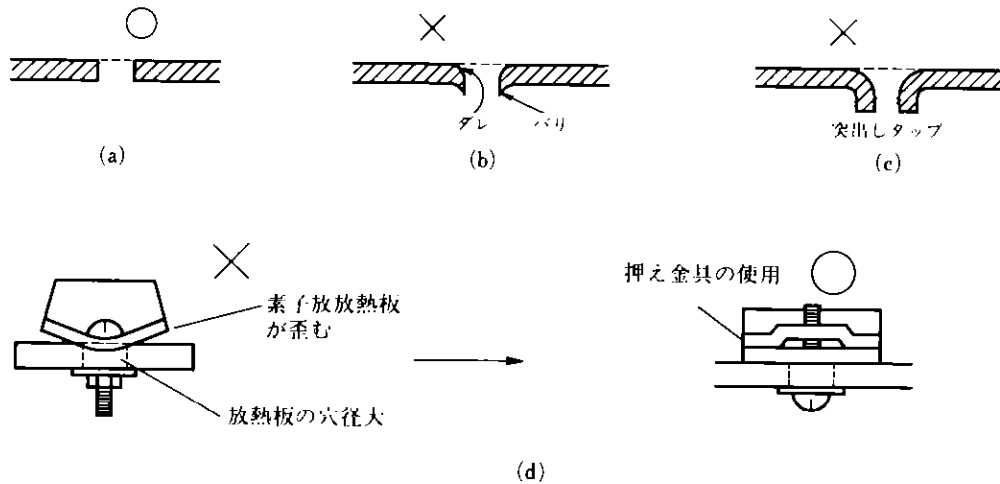


図10

6-3 リード線端子の取扱い

リード線の加工は図12(a), (b)のように行い、(c)は絶対に行わないでください。

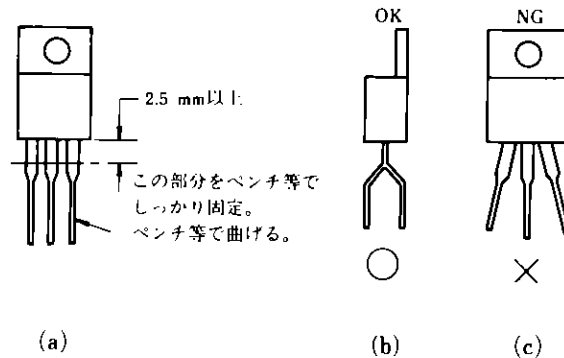


図11

また、リード線はんだ付け後のネジ締め等は絶対に行わないでください。

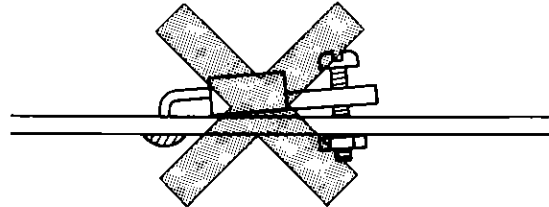


図12

6-4 放熱板の取付け

モールド TRIAC の実装は図13, 14の標準実装方法を守ってください。

①絶縁方式(締付トルク 4 kg・cm)

②導電方式および絶縁形 AC08「IM」
AC10「IM」、AC12「IM」の実装方式
(締付トルク 4 kg・cm)

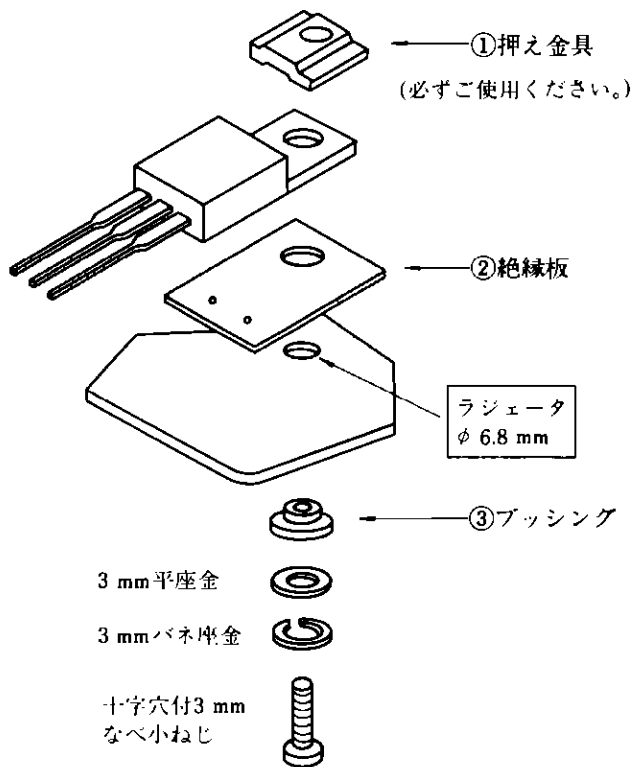


図13

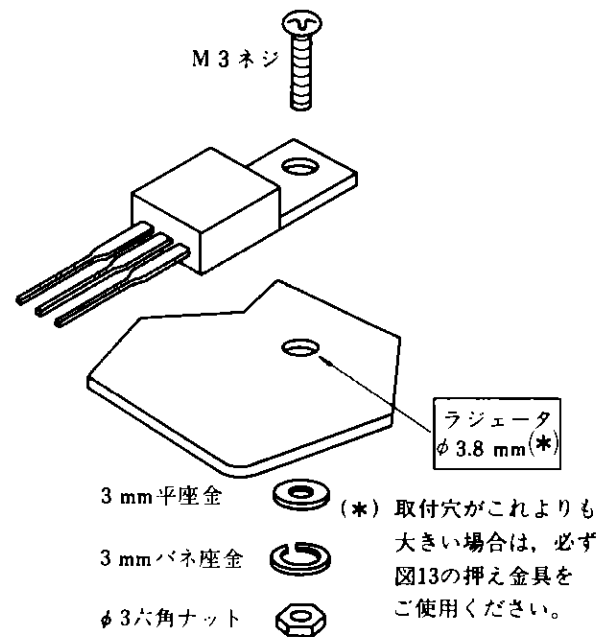


図14

6-5 標準取付部品

構成部品

表 9

図中番号	部品名	材質	数量
①	押え金具	SPC (冷間圧延鋼)	1
②	絶縁板	マイカ	1
③	プッシング	ジュラコン	1

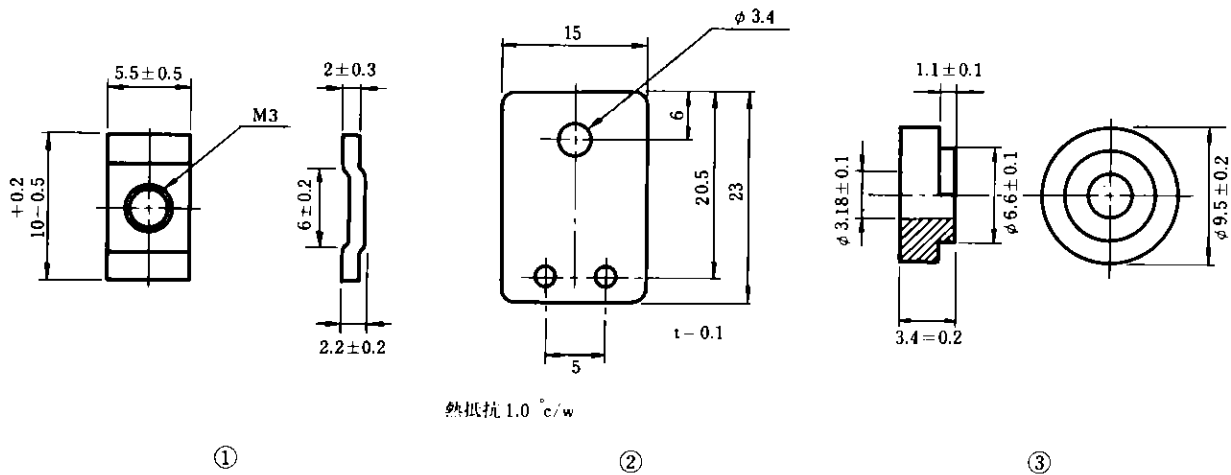
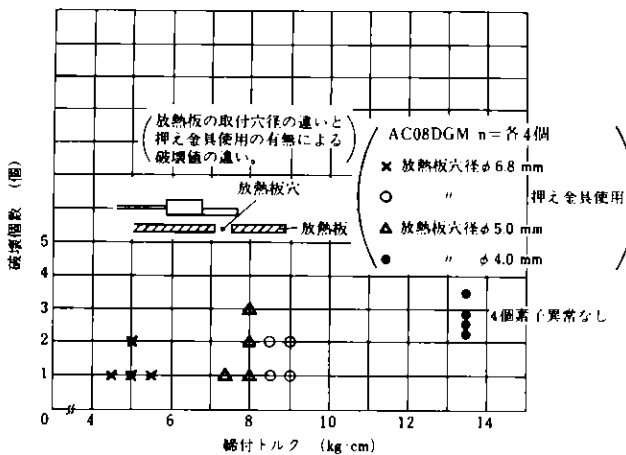
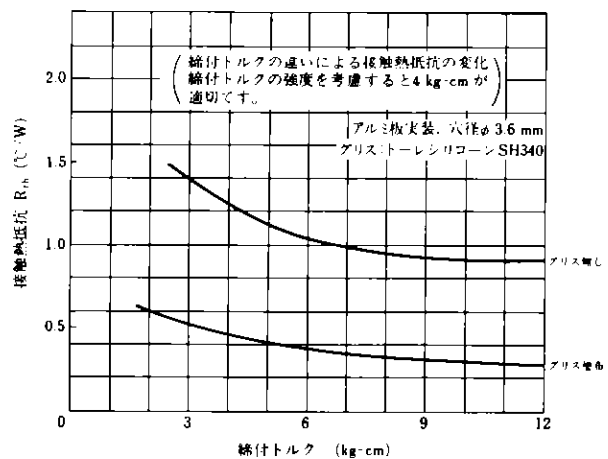


図15 標準取付部品外形図 (単位 mm)

付図6-1 締付強度 (破壊値)



付図6-2 AC10DGM接触熱抵抗



本製品が外国為替および外国貿易管理法の規定により戦略物資等(または役務)に該当する場合には、日本国外に輸出する際に日本国政府の輸出許可が必要です。

NEC 日本電気株式会社

本社 東京都港区芝五丁目33番1号(日本電気本社ビル) 〒108 東京(03)454-1111
 半導体販売部 東京都港区芝五丁目29番11号(日本電気住生ビル) 〒108 東京(03)456-6111
 関西支社 大阪府北区堂島 丁目2番6号(新大阪ビル) 〒530 大阪(06)348-1461
 中部支社 名古屋市中区栄四丁目15番32号(日建住生ビル) 〒460 名古屋(052)262 3611

北海道支社 札幌(011)231-0161
 東北支社 仙台(022)61-5511
 関東支社 山崎(0249)23-5511
 新潟支社 新潟(0252)47-6101
 北陸支社 金沢(076)23-6161
 中部支社 名古屋(052)26-1255
 近畿支社 大阪(06)348-1461
 中国支社 上海(021)231-0161
 华南支社 香港(075)23-6161
 台湾支社 台北(02)231-0161
 九州支社 福岡(092)713-5151