

SBS (BS08D) 使用 トライアック調光器キット

TMG25C60F

25A
AC100V

トライアックのゲート制御に SBS* (シリコン双方向スイッチング素子 BS08D) を採用しています。

- ・スイッチング電圧が 8V(typ.) と低く、広範囲な位相 (導通角) 制御が可能です。
- ・温度安定度に優れています (スイッチング電圧の温度係数は $\pm 0.01\%/^{\circ}\text{C}$)。
- ・SBS のゲート端子を利用してヒステリシス特性を軽減しています。

SBS*: Silicon Bilateral Switch

- ◆AC100V 機器の出力パワー (明るさや発熱量) を VR によって 0% ~ 約 100% 可変します。
- ◆コントロールできるものは、電球・電熱器 (ヒータ)・AC モータ・はんだごて・AC ファン (扇風機) 等です。
- ◆ヒステリシス特性軽減回路により、スムーズなコントロールができます。
- ◆専用プリント基板によって小型に製作できます。(AC100V を使用するため、基板は安全設計になっています)
- ◆トライアックを変更するだけで、最大負荷電力を変えることができます。
- ◆入力定格電圧: AC100V(50/60Hz)、制御出力定格電流: 25A (ただし突入電流のない純抵抗負荷の場合)

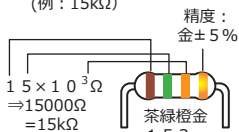
本キットによる電力制御ができないもの (例): 蛍光灯、IH ヒータ、マイコン内蔵の電器製品、LED 電球 (調光器対応の機種は除く)、電子レンジ

■ 部品表/部品の見方、読み方

部品名 (基板上)	部品	備考
TRIAC (トライアック)	TMG25C60F	フルモールドパッケージ絶縁型
SBS (双方向スイッチング素子)	BS08D	
D1 (ダイオード)	汎用整流ダイオード	0.5A、200V 以上 (1N4005、1N4007 等)
D2 (ダイオード)	汎用整流ダイオード	0.5A、200V 以上 (1N4005、1N4007 等)
VR (ボリューム)	250k Ω (B カーブ)	
つまみ		VR 用つまみ (ABS-28 等)
R1 (抵抗)	200 Ω 1/4W	カラーコード: 赤黒茶金
R2 (抵抗/ジャンパー)	0 Ω (ジャンパー線)	カラーコード: 黒 (中央に 1 本)
R3 (抵抗)	15k Ω 2W	カラーコード: 茶緑橙金
C1 (コンデンサ)	0.47 μF	定格 25 WV 以上
C2 (バリスタ-T) ※1	サージ吸収素子	トライアック保護用 (TSV07D271KR 等)
バリスタ-L ※1	サージ吸収素子	負荷側用 (TSV07D271KR 等)
専用基板	AE-SBS	ガラスコンポジット 1.6mm 厚、片面
ねじ/ナット		トライアック固定用 ※2

※1: C2 はコンデンサではなくサージ吸収素子 (バリスタ-T) が付きます。バリスタ-L は基板上には取り付けません (配線例を参照)。
※2: ねじ/ナットは、トライアックを金属ケースなどで放熱する場合にご使用ください。本キットにはケース、放熱器は付属しません。

● 抵抗のカラーコードの読み方 (例: 15k Ω)



カラーコード (精度の色帯は除く):
黒茶赤橙黄緑青紫灰白
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

● コンデンサの容量と耐圧の読み方 (例: 0.47 μF 125V)

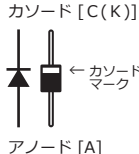
[474 2B] なら
47 $\times 10^4$ pF
= 0.47 μF
定格: 125V

[474K125] なら
1.0 $\times 10^4$ pF
= 0.47 μF
定格: 125V
誤差: K ($\pm 10\%$)

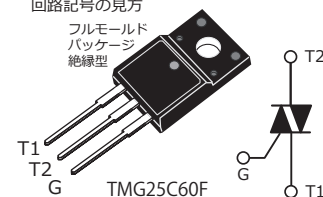


耐圧の記号
1E=25V
1H=50V
2A=100V
2B=125V
2D=200V
2E=250V
2G=400V

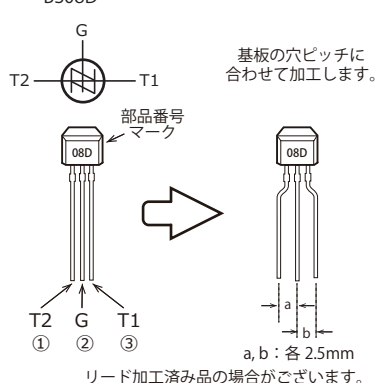
● ダイオードの端子と回路記号の見方



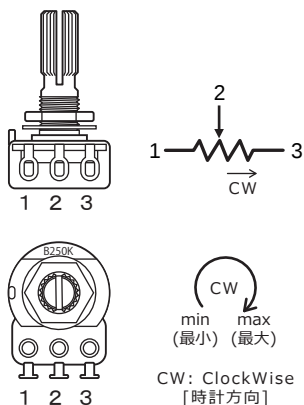
● トライアックの端子と回路記号の見方



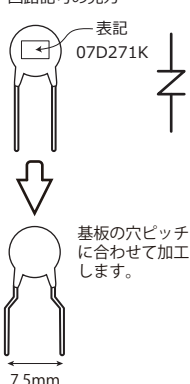
■ SBS のリード加工



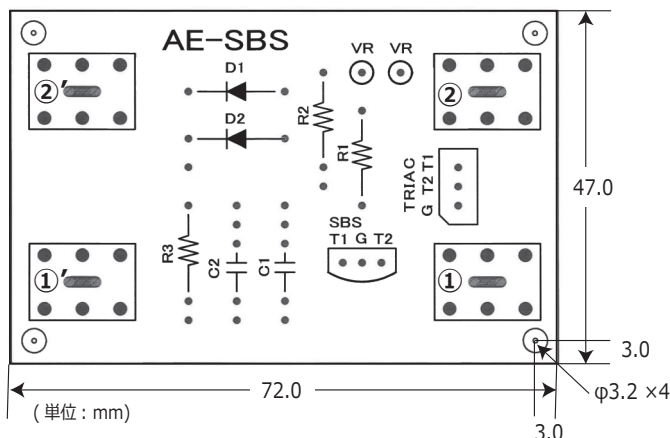
● VR (ボリューム) の端子と回路記号の見方



● サージ吸収素子 (バリスタ) のピンと回路記号の見方

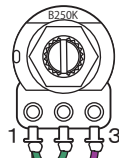


■ 専用基板 (ガラスコンポジット CEM-3、1.6mm 厚、片面基板)



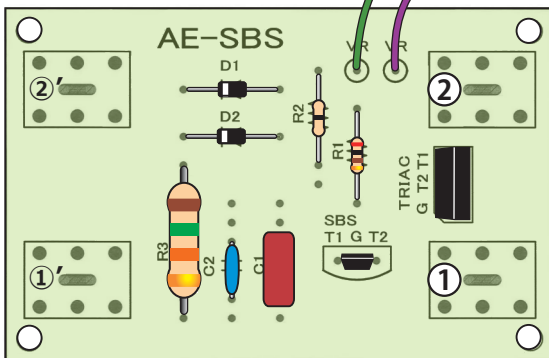
■ 専用基板に部品を取り付けます (部品面)

- ① 背の低い部品 D1、D2、R1、R2 を取り付けてはんだ付けします。
- ② 次に R3、SBS、C1、C2 (サージ吸収素子) を取り付けてはんだ付けします。
- ③ TRIAC (トライアック) は一番最後に取り付けます。トライアックに小型の放熱器 (別売) を取り付ける場合には、放熱器に仮止めをして高さを合わせた上ではんだ付けしてください。またトライアックを基板に取り付けずに、大きな放熱器に取り付ける場合などには、配線例②をご覧ください。
- ④ ボリュームはあらかじめ下図のように配線 (1-2 を接続) して、基板に取り付けます。
リード線※の長さは 30cm 以内にしてください。
- ⑤ 部品をここまで取り付けたら、下記の確認をします。
 - ・部品の取り付け位置と方向は正しいですか？
 - ・はんだ付け箇所はきれいですか？



※ リード線はキットの部品に含まれていません。適宜ご用意ください。

▼ 基板を部品面から見た図です



★ トライアックの発熱量 [W] と放熱について
トライアックの V_{TM} (オン電圧: 1.4~1.5V) と負荷電流の積で求めます。
[負荷の最大消費電力と放熱板]
5A : 7.5W... 54×50×15mm (アルミ、8枚フィン) 放熱器
10A : 15W... 60×60×2mm アルミ板
16A : 24W... 70×70×2mm アルミ板
20A : 30W... 90×90×2mm アルミ板
注 : 100%に近い電力制御を長時間おこなう場合には、さらに大きな放熱板を使用してください。

★ トライアックのテストによるチェック方法

トライアックを壊したな? と思ったら...
(コントロール不能の場合に試してください。
トライアックは回路から切り離して、部品単独でチェックします)

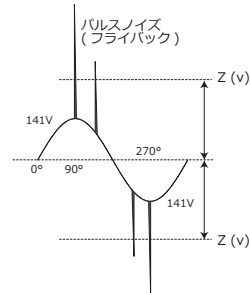
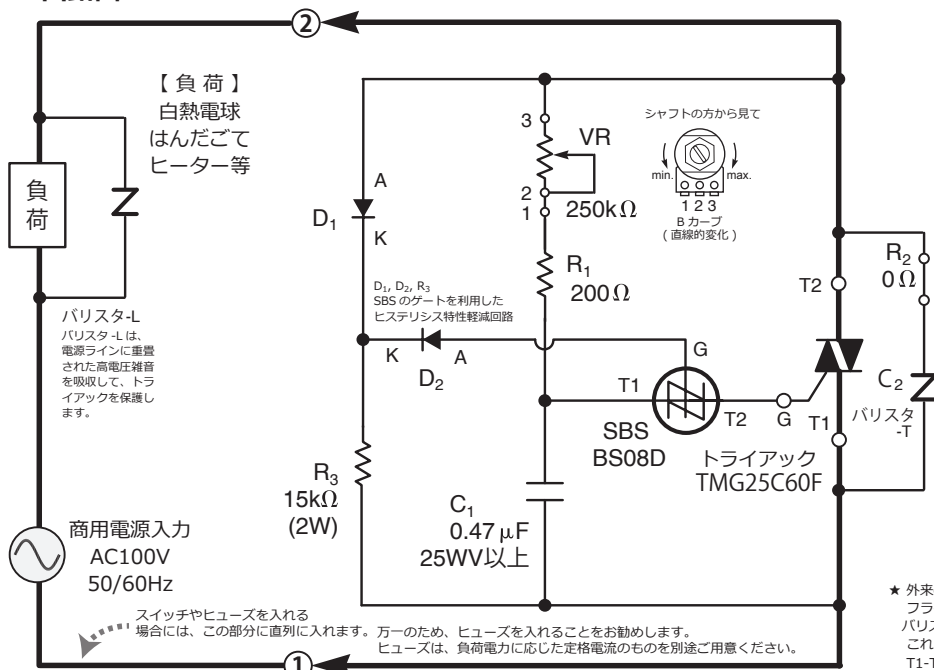
- ① G-T1間が数Ω〜数100Ωか抵抗レンジで確認(極性をかえてチェック)します。
- ② T1-T2間が数100KΩ〜無限大Ωかどうか確認します。

⇒ ①と②どちらか一方がNGでも
トライアックが壊れています。
⇒ ①と②両方とも確認できたなら、
トライアックはOK!

★ トライアック [TMG25C60F] の G-T1 間の絶対最大定格は 10V です。絶対に高圧 (100V 等) を印加しないで下さい。定格を超える電圧が印加されると、トライアックは回復不可能なダメージを受けます。

★ 基板上的の①' と②' は、それぞれ①と②の補助端子パターンです。通常は、トライアックの T1 と T2 に近い①と②を使用します。ケース内の配線の都合等で、①' と②' を使用することができますが、基板の銅箔パターンを経由するため大きな電力を制御する場合には、ご注意ください。

■ 回路図

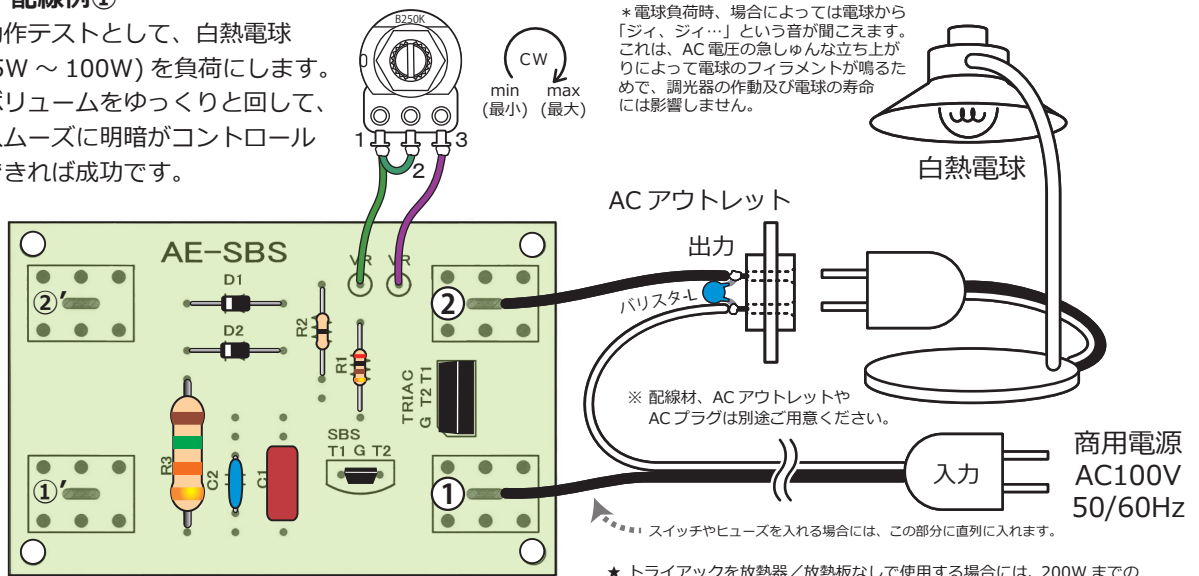


★ 外来のパルスノイズや、誘導性負荷から発生するフライバック電圧が制限電圧 $Z(V)$ を超えると、バリスタがそのエネルギーを吸収します。これによってトライアックの定格を超える電圧が T1-T2 に印加されることを防ぎます。

太い線 で表した配線は、負荷の電流に応じた配線材を使用してください。

■ 配線例①

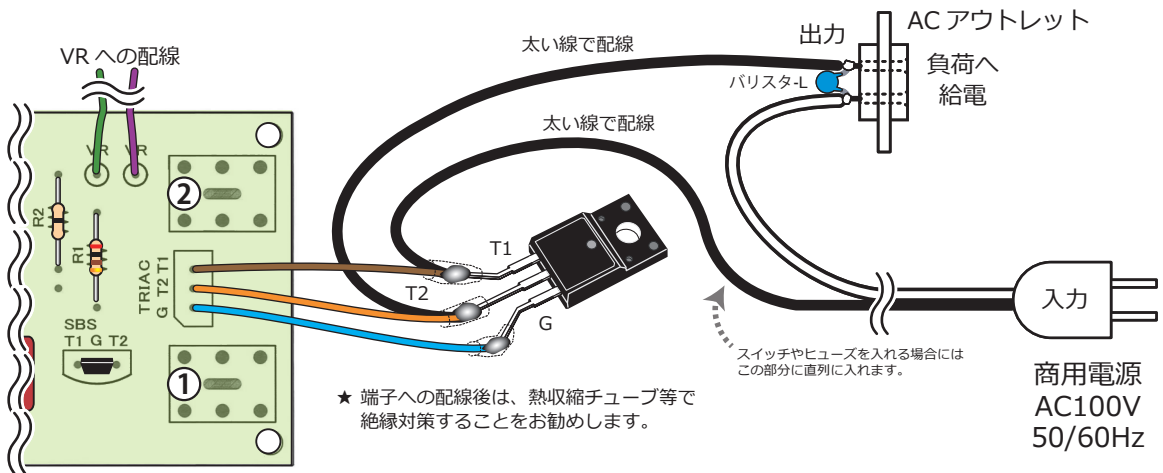
動作テストとして、白熱電球 (5W ~ 100W) を負荷にします。ボリュームをゆっくりと回して、スムーズに明暗がコントロールできれば成功です。



▲ 基板を部品面から見た図です

■ 配線例② (放熱のために基板外にトライアックを出す場合)

基板からトライアックの各端子までの配線は、細い電線 (AWG#22~24 程度) でおこないます。トライアックの T1 ⇒ 負荷 (出力) ・ T2 ⇒ AC 入力の配線は、負荷の電流に応じた配線材を使用してください。



調光器で電力制御する負荷について

★電球の明るさをコントロールする時

白熱電球のフィラメントは、非通電状態の低温時 (25℃程度) には抵抗値が低く、安定点灯状態の高温 (2500℃程度) になると抵抗値は高くなります。電球の定格は、点灯状態の高温時の消費電力を基準にして定められています。

たとえば、AC100V・100W 形 (消費電力 90W) のミニクリプトン電球[※]の点灯中の抵抗値は約 111Ωと計算できますが、非通電状態では実測で 8Ω程度です。この電球の場合、定格の 14 倍以上のラッシュ・カレント (突入電流) が流れることが予想されます。導通角 90°と 270°のとき最大の突入電流が流れます。トライアックの定格電流ぎりぎりの電球をコントロールする場合には、トライアックが突入電流に耐えられず、壊れてしまうおそれがあります。

[TMG25C60F] の定格サージ電流は 225A(50Hz)/250A(60Hz) です。

突入電力によるトライアックの破壊を防止するため、次の点に注意してください。

- ① 電球に定格の 15% 程度の電流を常に流してフィラメントを暖めておく。(電球は定格の 20% 以下の電流では光りません)
- ② 必ず VR の最低ポジションからゆっくりとコントロールしていく。
- ③ 調光器回路をバイパスするスイッチをつけ、直接 AC100V で電球を光らせる。つぎにバイパス・スイッチを調光器回路に切り替えて、明るさをコントロールする。バイパス・スイッチは、回路図 (基板) の①-②間 (トライアックの T1-T2 間) を短絡させるスイッチとして接続します。
- ④ 定格ぎりぎりの電球は負荷として制御しない。(トライアックを十分な放熱器に取付けた場合、定格の 50% ~ 70% の電力を安全に制御することができます)

★モータの回転をコントロールする時

① ドリル・掃除機・扇風機などに使用されている交流直巻 (交流整流子 / ブラシ) モータは、良好にコントロールできます。

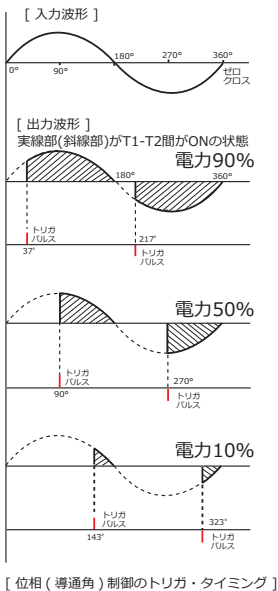
② 同期モータや誘導モータの回転数は、駆動周波数に比例します。このため理論上は調光器でコントロールできませんが、回転トルク (力) をコントロールすることによって、結果的に回転数を変えることができます。特別な機器を除いて、実用上は問題なく使用できます。

③ モータはコイルで構成されていて、負荷にはインダクタンス成分があります。急激に電流を遮断すると非常に高い電圧 (フライバック / 逆起電圧) が発生します。特に正弦波の頂点 (90°、270°) 付近で瞬停が起こると、トライアックがフライバック電圧に耐えられず壊れてしまうおそれがあります。

[TMG25C60F] の定格サージ電圧は 600V です。

本キットでは、トライアックを高電圧から保護するために ZNR(CNR) をトライアック側と負荷側に使用しています。保護部品としての ZNR(CNR) は、調光器の回路動作そのものとは直接関係しない部品です。

※パナソニック製 DLS100V90WWK
—ご参考—
タングステンの抵抗率と温度係数
・抵抗率 (ρ, @0℃): 4.9×10⁻⁸Ω・m
・温度係数: 4.9×10⁻³/℃



★ パワー素子 (トライアック) には、使用上の様々な制約があり、負荷に合わせて適切な保護対策を取る必要があります。定格を超える過電圧、過電流等によって、思わぬところで破壊されることがあります。取扱には、十分な注意が必要です。

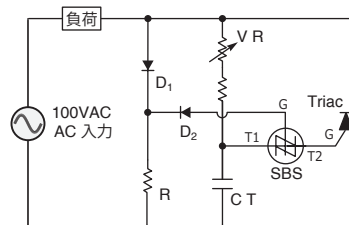


ご注意 本キットは AC100V を扱いますので、事故や感電に、十分ご注意ください。

SBS(BS08D) 使用 トライアック調光器キットの回路説明

- ① 左のグラフのようなコントロールをします。商用電源は交流 (正弦波、サイン波) で、ここでは 1 サイクルを例にして説明します。波形の始めが 0°、終わりが 360°です。コントロールしていないときの波形の面積を 100% とします。90%・50%・10% 出力コントロール時の波形と、トリガ・パルスの位置関係に注目して下さい。トリガパルスが 0° (又は 180°) から少しずつ遅れて出ています。この遅れている時間がコントロール量を決定しています。例えば、50% コントロールの場合、サイン波の頂点でトリガが出ています。これは導通角 90° のポイントで制御するという表現をします。(トライアックによるこのような電力制御を、導通角制御、又は位相制御といいます。)
- ② トリガパルスがトライアックの G (ゲート) に印加されると、T1-T2 は OFF 状態から ON 状態になり負荷に電流を供給します。ゼロクロス・ポイント (0°, 180°, 360°...) になると、ON から OFF になり次のトリガパルスを待ちます。トライアックのゲートにトリガがかからなければ、そのまま OFF を保ち続けます。負荷に電流は供給されません。
- ③ トリガ・パルスは、トリガダイオードによって発生させる方法と、シリコン双方向スイッチング素子 (SBS) によって発生させる方法があります。トリガダイオードも SBS も、一定の電圧 (V_{BO}^* 、 V_S^*) を超えると電流を流す素子です。これによってトライアックのゲートをトリガします。トリガダイオードの V_{BO} (26V ~ 40V) に比べ、SBS の V_S (7V ~ 9V) は低く、幅の広い位相制御が可能です。
※: トリガダイオードでは、ブレイクオーバー電圧 (V_{BO})、電流 (I_{BO}) で示され、SBS ではスイッチング電圧 (V_S)、電流 (I_S) で示されます。
- ④ VR と CT によって、 V_S に達するまでの時間を可変します。CR による積分 (時定数) 回路です。

【回路モデル (保護用のサージ吸収素子は省略しています)】



VR と CT の関係は、おおよその目安で以下の組み合わせとなります。
VR : CT
100 KΩ: 1.22 μF
250 KΩ: 0.47 μF (キットの組み合わせ)
500 KΩ: 0.22 μF
1 MΩ: 0.1 μF

- ⑤ 本キットでは SBS の G (ゲート) を利用してヒステリシス特性を軽減しています。D1・D2・R(R₃) によって SBS のゲートを制御しています (イサハ電子の応用回路から引用)。これによって VR の最小 (min) 側付近で暗から明へ操作したときと、明から暗へ操作したときとで点灯/消灯のポジションのズレが少なく、なめらかな調光を可能としています。

株式会社秋月電子通商 2017_10_11 v1.2

使用半導体資料

詳細な情報につきましては、弊社インターネットサイトに掲載されている PDF 資料をご参照ください。(URL <http://akizukidenshi.com/catalog/g/gK-09188/>)

BS08D (トリガ素子)

イサハ電子株式会社

リードマウント形(TO-92S 外装)

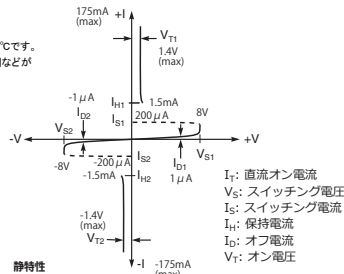
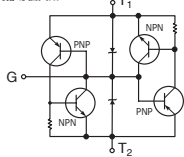
概要

シリコン双方向スイッチング素子 (SBS) BS08D は、シリコンモノリシック技術により製作された、双方向にスイッチング特性を有する集積回路です。静特性は双方向ともほぼ対称な特性であり、スイッチング電圧は 7~9V で温度係数は 0.01% / °C ですから、各種のサイリスタのトリガ用として最適です。

特長

- スwitching 電圧が低く 7~9V です。 $V_S \approx 7 \sim 9V$
- スwitching 電圧の温度特性が優れており、0.01% / °C です。
- ゲート電極を用いて、スイッチング動作の制御や同期などが簡単にできます。

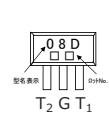
内部等価回路



最大定格 (Ta=25°C)

記号	項目	条件	定格値	単位
IT	直流通電流	Ta=25°C	175	mA
-	ピーク繰り返しオン電流	1% デューティサイクル、パルス幅 10 μs, Ta=100°C	1	A
-	ピーク非繰り返しオン電流	パルス幅 10 μs, Ta=25°C	2	A
P	オン状態損失	Ta=25°C	450	mW
IG	直流通電流	-	5	mA
TJ	接合温度	-	+125	°C
Tstg	保存温度	-	-55 ~ +125	°C

マーク図



電気的特性 (Ta=25°C)

記号	項目	測定条件	規格値			単位
			最小	標準	最大	
VS	スイッチング電圧	Ta=25℃	7	8	9	V
IS	スイッチング電流	Ta=25℃	—	—	200	μA
VS1-VS2	スイッチング電圧差	Ta=25℃	—	—	0.5	V
IS1-IS2	スイッチング電流差	Ta=25℃	—	—	100	μA
IH	保持電流	Ta=25℃	—	—	1.5	mA
ID	オフ電流	VD=5V, Ta=25℃	—	—	1.0	μA
—	スイッチング電圧温度係数	Ta=-55℃～+85℃	—	±0.01	—	%/℃
VT	オン電圧	IT=175mA, Ta=25℃	—	—	1.4	V
IGT	ゲートトリガ電流	VD=5V, Ta=25℃	10	—	200	μA
VGD	ゲート非トリガ電圧	VD=5V, Ta=85℃	0.2	—	—	V

TRIAC (Through Hole / Isolated)

TMG25C60F

SanRex

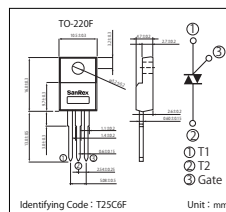
SanRex Triac TMG25C60F is designed for full wave AC control applications. It can be used as an ON/OFF function or for phase control operation.

Typical Applications

- Home Appliances : Washing Machines, Vacuum Cleaners, Rice Cookers, Micro Wave Ovens, Hair Dryers, other control applications
- Industrial Use : SMPS, Copier Machines, Motor Controls, Dimmer, SSR, Heater Controls, Vending Machines, other control applications

Features

- IT(RMS)=25A
- High Surge Current
- Low Voltage Drop
- Lead-Free Package



Maximum Ratings

(Tj=25°C unless otherwise specified)

Symbol	Item	Reference	Ratings	Unit
V_{ORM}	Repetitive Peak Off-State Voltage		600	V
$I_{T(RMS)}$	R.M.S. On-State Current	$T_C = 68^\circ C$	25	A
I_{TSM}	Surge On-State Current	One cycle, 50Hz/60Hz, Peak value non-repetitive	225/250	A
I_{PT}	Pt (for fusing)		260	A/s
P_{GM}	Peak Gate Power Dissipation		5	W
$P_{G(AV)}$	Average Gate Power Dissipation		0.5	W
I_{GM}	Peak Gate Current		2	A
V_{GM}	Peak Gate Voltage		10	V
V_{ISO}	Isolation Breakdown Voltage (R.M.S.)	A.C. 1 minute	1500	V
T_J	Operating Junction Temperature		-40 ~ +125	°C
T_{stg}	Storage Temperature		-40 ~ +150	°C
	Mass		2.2	g

Electrical Characteristics

Symbol	Item	Reference	Ratings			Unit
			Min.	Typ.	Max.	
I_{ORM}	Repetitive Peak Off-State Current	$V_D=V_{ORM}$, Single phase, half wave, $T_J=125^{\circ}C$			5	mA
V_{TM}	Peak On-State Voltage	$I_T=35A$, Inst. measurement			1.4	V
I_{GT1}	Gate Trigger Current	$V_D=6V, R_L=10\Omega$	1		30	mA
I_{GT2}			2		30	
I_{GT3}			3		—	
I_{GT4}			4		30	
V_{GT1}	Gate Trigger Voltage		1		1.5	V
V_{GT2}			2		1.5	
V_{GT3}			3		—	
V_{GT4}			4		1.5	
V_{GD}	Non-Trigger Gate Voltage	$T_J=125^{\circ}C, V_D=\frac{1}{2}V_{ORM}$	0.2		V	
$(dv/dt)_C$	Critical Rate of Rise of Off-State Voltage at Commutation	$T_J=125^{\circ}C, (di/dt)_C=-12.5A/ms, V_D=\frac{1}{2}V_{ORM}$	10		V/ μs	
I_H	Holding Current			35	mA	
R_{th}	Thermal Resistance	Junction to case			1.9	$^{\circ}C/W$

Trigger mode of the Triac

