UDC 621.314.63.07

富士プレーナサイリスタ

Fuji Planar Thyristor

佐野義郎* Yoshio Sano・中藤　清* Kiyoshi Nakatoh

I. まえがき

今日サイリスタ素子は，電子機器，電気機械等に広範に応用されており，数Aから1,000A，2,500Vのサイリスタが製品化されている。本稿で紹介するプレーナサイリスタは，数十Aの素子であり，工作機械等の一般産業用に主として使用されている。このクラスのサイリスタは，サイリスタ素子のコストと装置コストの点からの制約と適用技術が成長段階であったための制約から，適用が遅れていたが，この数年でこれらの問題は実績をもとに解決され，このクラスのサイリスタの需要は今後更に伸びるものと思われる。また，サイリスタ素子に対しても信頼性の向上とともに，電流容量の大きいことや臨界オフ電圧上昇率，臨界オン電流上昇率等の動特性の向上が要望されている。

一方，プレーナ技術については現在，当社においては50Aクラスの高速ダイオード，ショットキーバリアダイオードやツェナダイオードに適用し，高い信頼度を得ている。しかしサイリスタ素子については従来，数Aで低圧素子のプレーナ形は市場にあったが，本稿で紹介する中電力の素子はなかった。

この度系列化したプレーナ形中電力サイリスタは，定格平均オン電流10A，20A，40Aで，耐圧は800Vである。これら新系列プレーナサイリスタの特長は，

(1) プレーナ化による信頼性の向上
(2) 電流容量の増大
(3) 定格臨界オフ電圧上昇率の向上
(4) 定格臨界オン電流上昇率の向上

であり，これらの特長と低価格化を目標に開発を行い，主として一般産業用電子機器に使用されるものである。

本稿では，このプレーナサイリスタ（EG□06系列）の概要を紹介する。

II. 構造及び製造方法

プレーナサイリスタのシリコンチップの構造を第1図に示している。表面の保護を酸化膜で行っていることが，プレーナ形チップの最大の特徴であり，これによって高信頼性が保証できる。

プレーナ形のチップは，選択拡散によって接合を形成するが，この時の拡散マスクである酸化膜がそのまま保護膜となるため，次のような長所がある。

(1) 信頼性の向上が図れるとともに，ロット内の特性のばらつきを小さくできる。
(2) ウェハの段階で，良品チップの選別が可能なため，組立歩留の向上が図れる。

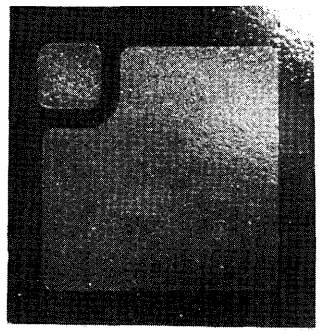
他方，メサ形チップに比べて，耐圧が低くなるという短所があるが，特別な接合構造の配慮によって，800Vまでの系列化を可能にした。

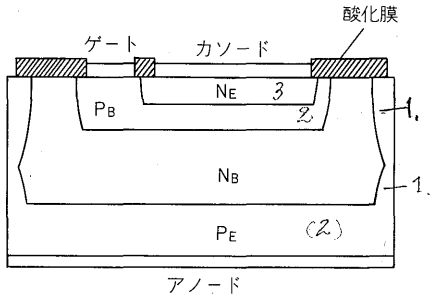
また，動特性の点では，適切なゲートショート構造を達成することによって，臨界オフ電圧上昇率（dv/dt）特性の向上を行ったほか，臨界オン電流上昇率（di/dt）特性の向上も併せて行った。

第2図に富士プレーナサイリスタの製造工程のフローチャートを示す。以下工程の概略を述べる。

N形シリコンウェハを用い，絶縁膜の酸化膜を成長させる。この時用いるシリコンウェハは，オン電流特性と順・逆方向耐圧を安全に保証するために，適切な抵抗値と厚さを選ばなければならない。

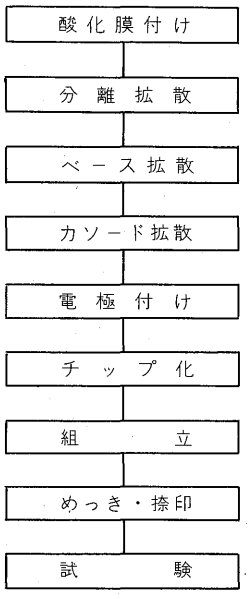
Pエミッタ部を外気にさらさないようにするための分離拡散を行う。以降，サイリスタとしての機能を持たせ





第1図　プレーナサイリスタのチップ構造
Fig. 1. Structure of planar thyristor chip

* 松本工場・第二製造部



第2図　プレーナサイリスタの製造工程
Fig. 2. Manufacturing process of planar thyristor

上は，これらの特性に対する保護回路の簡略化が可能となり，回路構成部品のコストダウンになると同時に，素子適用分野の拡大に有効と考えている。

電流容量は従来の素子に対し約30%（当社比）向上させている。第3図はプレーナサイリスタの外観を示している。これは従来のサイリスタに比較して特に高さ方向が小形化されており，装置の小形化の要求にマッチさせている。また，これらの寸法はIEC規格を採用した。

第4図，第5図，第6図は各系列のオン電圧特性，損失特性，平均オン電流ーケース温度特性を示している。

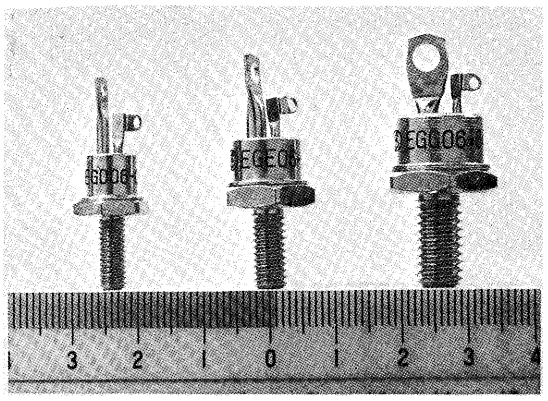
るためのベース拡散，カソード拡散を行い，電極付け後チップ化し，ウェハプロセスを終了する。

各工程間には窓穴をあけるために，フォトエッチング技術を用いている。

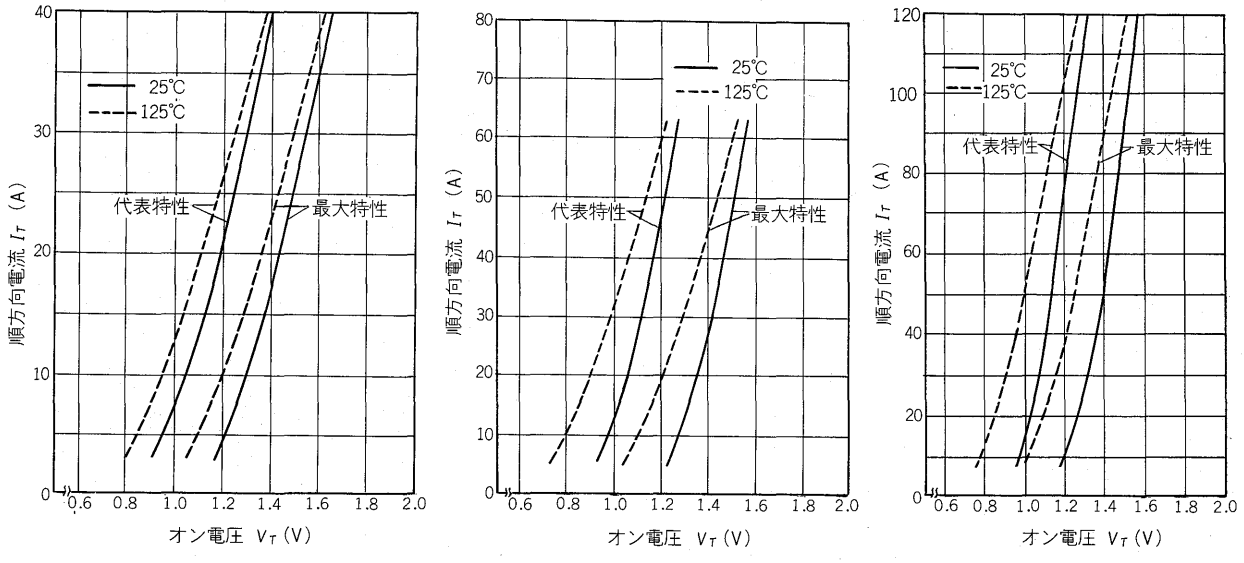
組立，めっき・捺印等の外装後，特性・信頼性の確認を行って出荷する。

III. 定格と特性

EGD 06，EGE 06，EGG 06の定格特性を第1表に示している。ここに示しているように，定格臨界オフ電圧上昇率（dv/dt），定格臨界オン電流上昇率（di/dt）は各各100 V/μs，100 A/μsであり，dv/dt，di/dt耐量の向



第3図　プレーナサイリスタ
Fig. 3. Planar thyristor



(a) EGD 06　(b) EGE 06　(c) EGG06

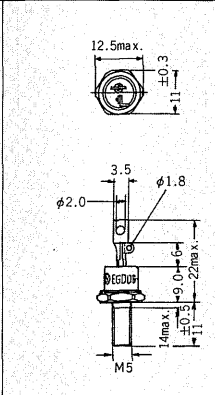
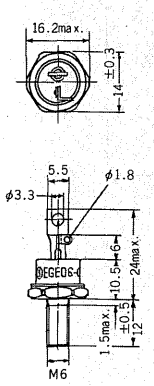
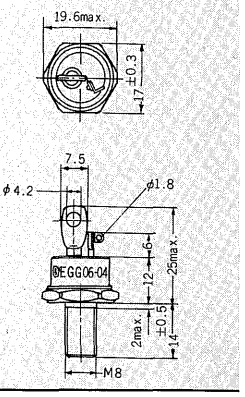
第4図　オン電圧特性
Fig. 4. On-state characteristics

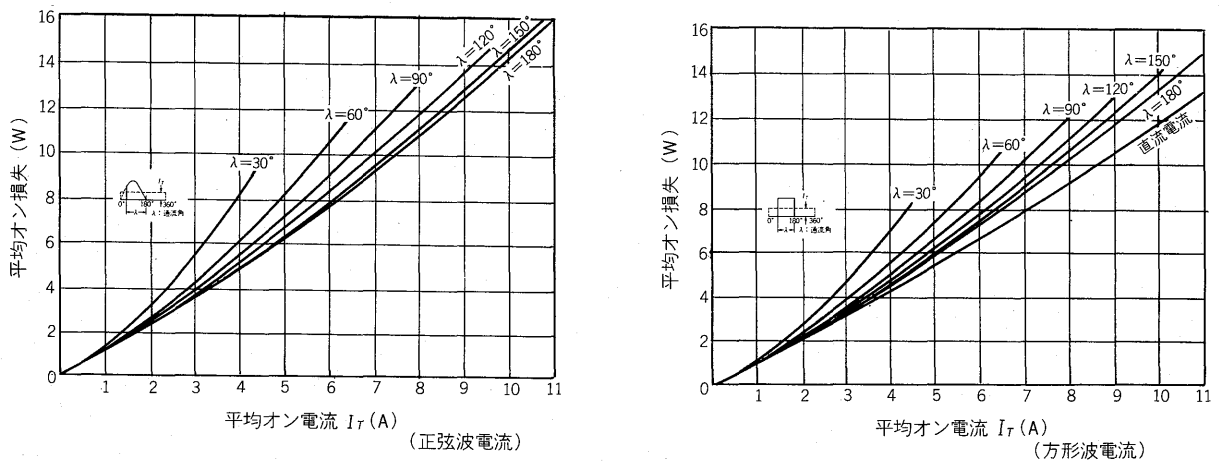
第1表　プレーナサイリスタ定格特性表
Table 1. Ratings and characteristics of planar thyristor

(a) 定　格

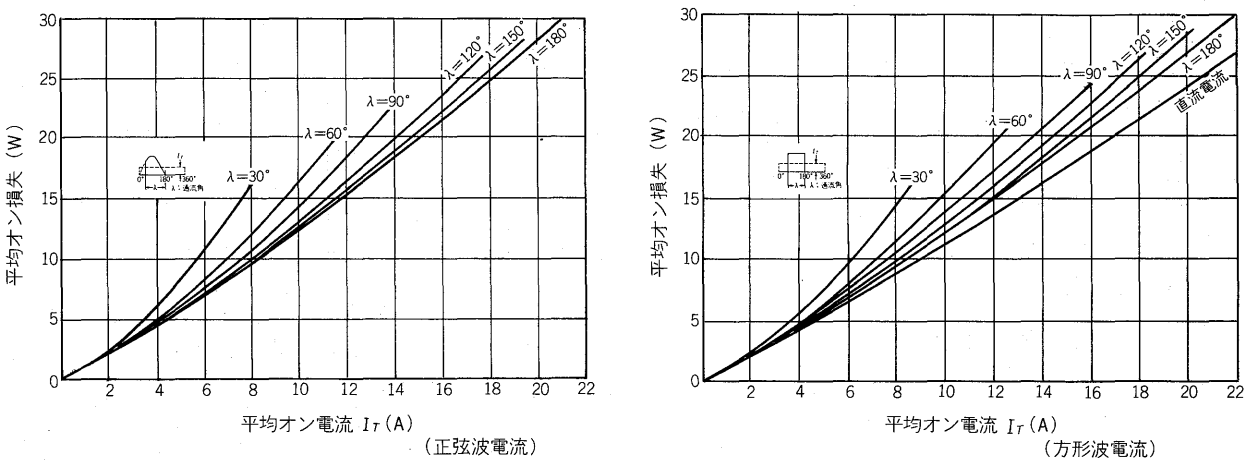
最大定格	項　目	記号	EGD 06				EGE 06				EGG 06			
			02	04	06	08	02	04	06	08	02	04	06	08
電　圧	ピーク繰返し逆電圧（V）	V_{RRM}	200	400	600	800	200	400	600	800	200	400	600	800
	ピーク繰返しオフ電圧(V)	V_{DRM}	200	400	600	800	200	400	600	800	200	400	600	800
電　流	平均オン電流　（A）	$I_{T(AV)}$	10（TC=88℃通流角180°，50Hz正弦波電流）				20（TC=85℃通流角180°，50Hz正弦波電流）				40（TC=85℃通流角180°，50Hz正弦波電流）			
	サージオン電流　（A）	I_{TSM}	150（定格負荷状態から，50Hz正弦半波電流せん頭値）				300（定格負荷状態から，50Hz正弦半波電流せん頭値）				600（定格負荷状態から，50Hz正弦半波電流せん頭値）			
	I^2t　限界値　（A^2s）	I^2t	80（定格負荷状態から）				400				1,600（定格負荷状態から）			
ゲート定格	ピークゲート順電流　（A）	I_{FGM}	2（パルス幅100μs以下）				2				3（パルス幅100μs以下）			
	ピークゲート損失　（W）	P_{GM}	5（パルス幅100μs以下）				5				5（パルス幅100μs以下）			
	平均ゲート損失　（W）	$P_{G(AV)}$	0.5				0.5				0.75			
	ピークゲート逆電圧　（V）	V_{RGM}	2				2				2			
温　度	接合部温度　（℃）	T_j	−40～+125				−40～+125				−40～+125			
	保存温度　（℃）	T_{stg}	−40～+125				−40～+125				−40～+125			
機械的定格	保存トルク（kg·cm）		15（接触コンパウンド塗布），20（直接締付）				30（接触コンパウンド塗布），40（直接締付）				60（接触コンパウンド塗布），80（直接締付）			
	耐　振　（G）		5				5				5			

(b) 特　性

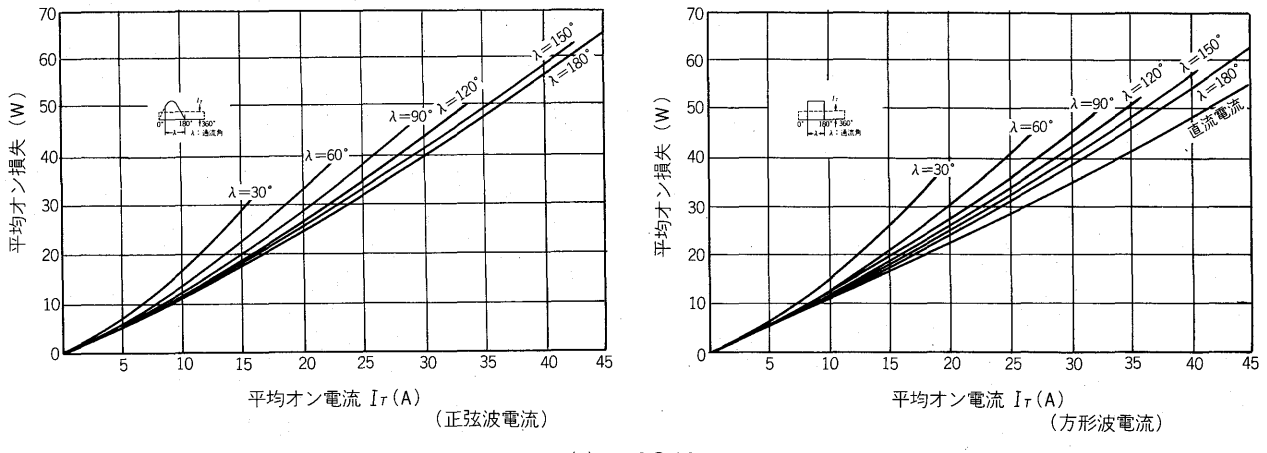
特　性	項　目	記号	EGD 06 最小値	標準値	最大値	条　件	EGE 06 最小値	標準値	最大値	条　件	EGG 06 最小値	標準値	最大値	条　件
電気的特性	オン電圧　（V）	V_{TM}			1.55	T_j=25℃ I_{TM}=30A			1.55	T_j=25℃ I_{TM}=60A			1.55	T_j=25℃ I_{TM}=120A
	逆電流　（mA）	I_{RRM}			2	T_j=125℃ $V_R=V_{RRM}$			3	T_j=125℃ $V_R=V_{RRM}$			4	T_j=125℃ $V_R=V_{RRM}$
	オフ電流　（mA）	I_{DRM}			2	T_j=125℃ $V_D=V_{DRM}$			3	T_j=125℃ $V_D=V_{DRM}$			4	T_j=125℃ $V_D=V_{DRM}$
	保持電流　（mA）	I_H			50	T_j=25℃			100	T_j=25℃			140	T_j=25℃
	ゲートトリガ電流　（mA）	I_{GT}			20	T_j=25℃			30	T_j=25℃			60	T_j=−40℃
					30	T_j=−40℃			45	T_j=−40℃			60	T_j=25℃
	ゲートトリガ電圧　（V）	V_{GT}			2.5	T_j=25℃			2.5	T_j=25℃			2.5	T_j=25℃
	ゲート非トリガ電圧　（V）	V_{GD}	0.2			T_j=125℃ V_D=2/3V_{DRM}	0.2			T_j=125℃ V_D=2/3V_{DRM}	0.2			T_j=125℃ V_D=2/3V_{DRM}
	臨界オフ電圧上昇率（V/μs）	dv/dt	100			T_j=125℃ V_D=2/3V_{DRM}	100			T_j=125℃ V_D=2/3V_{DRM}	100			T_j=125℃ V_D=2/3V_{DRM}
	臨界オン電流上昇率（A/μs）	di/dt	100			T_j=125℃，dig/dt=0.1A/μs，ig=0.1A，I_{TM}=40A，V_D=1/2V_{DRM}	100			T_j=125℃，dig/dt=0.3A/μs，ig=0.3A，I_{TM}=60A，V_D=1/2V_{DRM}	100			T_j=125℃，dig/dt=0.5A/μs，ig=0.5A，I_{TM}=100A，V_D=1/2V_{DRM}
	ターンオン時間　（μs）	t_{gt}		2.5		T_j=25℃ di/dtと同一条件		3		T_j=25℃ di/dtと同一条件		3		T_j=25℃ di/dtと同一条件
	ターンオフ時間　（μs）	t_q		100		T_j=125℃		100		T_j=125℃		100		T_j=125℃
熱特性	熱抵抗（℃/W）〔接合—ケース間〕	R_{th}			2.1	平滑直流電流			1.2	平滑直流電流			0.6	平滑直流電流
					2.5	通流角180°，50Hz正弦波			1.4	通流角180°，50Hz正弦波			0.7	通流角180°，50Hz正弦波
					2.7	通流角120°，50Hz方形波			1.6	通流角120°，50Hz方形波			0.76	通流角120°，50Hz方形波
	接触熱抵抗（℃/W）	R_{cf}			0.3	ケース—冷却体間			0.2	ケース—冷却体間			0.1	ケース—冷却体間
機械的特性	素子重量　（g）		約7				約14				約27			
	ねじ		M5×11(P=0.8)				M6×12(P=1.0)				M8×14(P=1.25)			
	六角対辺距離　（mm）		11				14				17			
外形図														



(a) EGD 06



(b) EGE 06



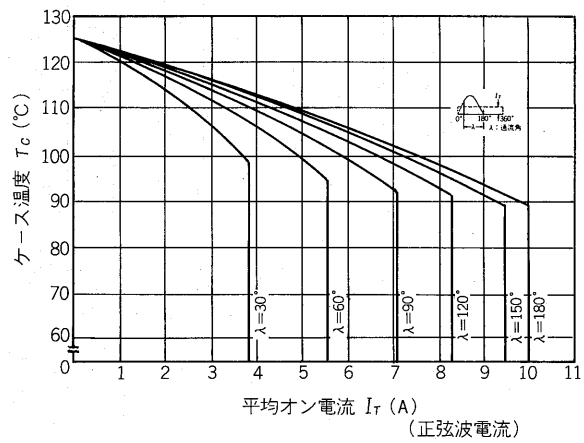
(c) EGG 06

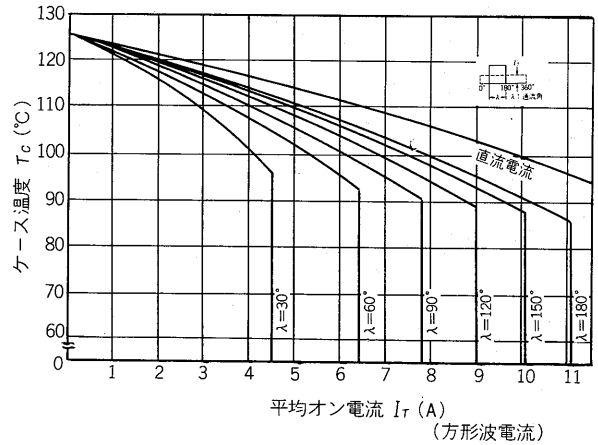
第5図　平均オン損失特性
Fig. 5. On-state power dissipation characteristics

IV. 信頼性

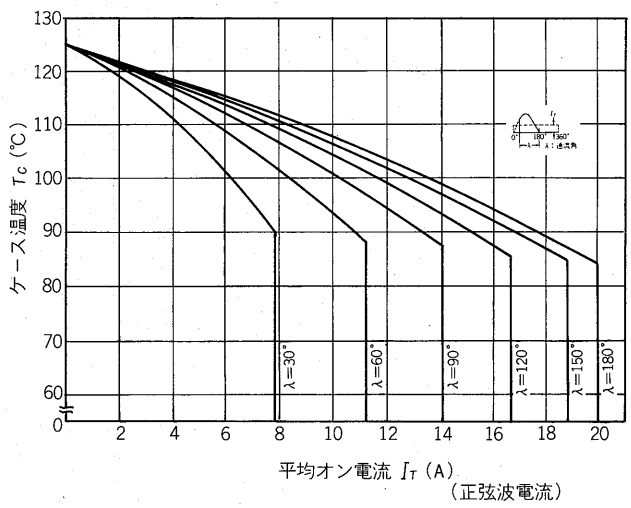
ここではプレーナサイリスタの信頼性に対する各種確認試験の結果を報告する。

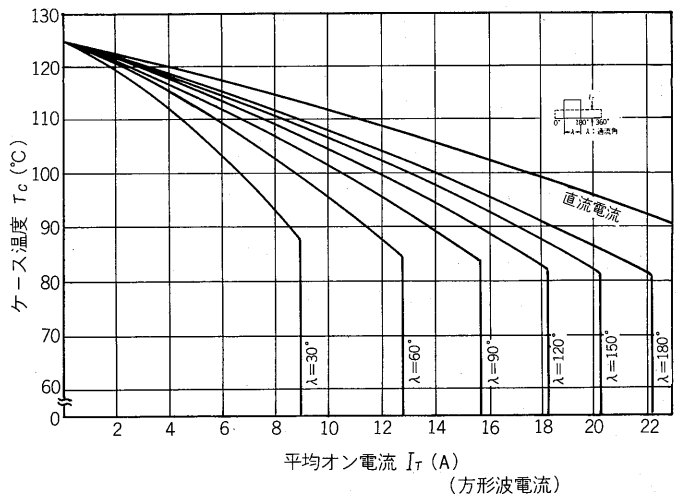
第2表にはこれらプレーナサイリスタEGE 06-08の各種信頼性試験の結果を示している。第3表にはこれら信頼性試験の判定基準を示している。



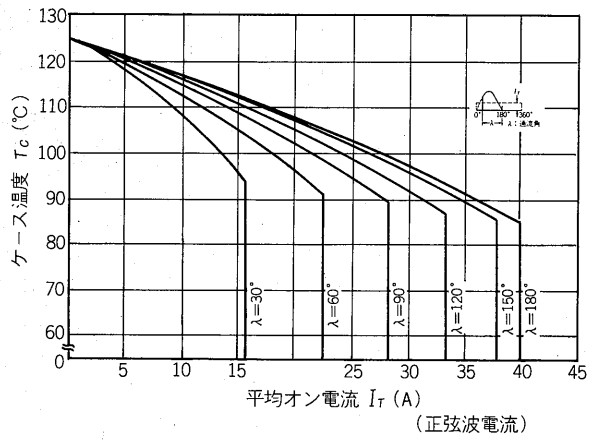


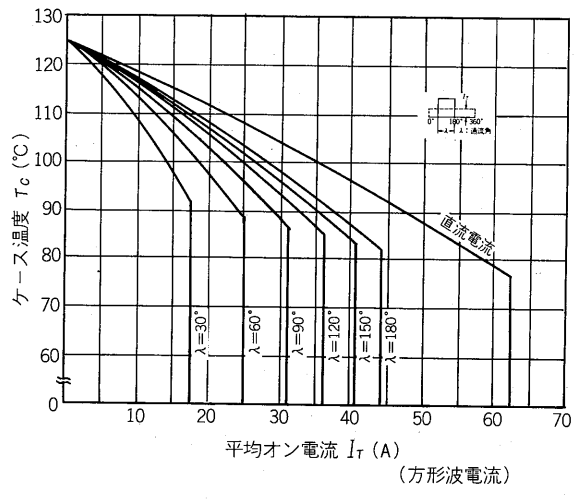
(a)　EGD 06





(b)　EGE 06





(c)　EGG 06

第6図　平均オン電流―ケース温度特性
Fig. 6.　Average on-state current vs. case temperature

第2表　信頼性試験結果
Table 2. Results of life tests

項目			条件	時間	試料数	不良数
環境試験	熱衝撃		0℃(15秒)←→100℃(15秒)	5サイクル	10	0
	温度サイクル		−40℃(30分)→25℃(15分)→125℃(30分)→25℃(15分)	5サイクル	10	0
	自然落下		(x, y, z 方向) 75cmの高さから桜木板へ	各方向3回	10	0
	振動		10~55Hz,(掃引1分) 全振幅1.5mmまたは10G	各方向2時間	10	0
	端子強度	引張り	カソード端子 4.5kg ゲート端子 1kg	30秒	10	0
		曲げ	カソード端子 1.5kg ゲート端子 0.25kg	2回		
寿命試験	高温放置寿命		T_a=125℃	1,000時間	20	0
	高温電圧印加寿命		T_j=125℃, 800Vピーク(AC)	1,000時間	20	0
	連続通電寿命		$I_{T(AV)}$=20A, T_c=85℃	1,000時間	10	0
	断続通電寿命		$I_{T(AV)}$=20A, T_c=85℃←→T_c=45℃	10,000サイクル	12	0

(試験条件はEIAJ規格SD-121による)

V. あとがき

プレーナ中電力容量サイリスタの完成により，高性能，高信頼，低価格の素子を製品化し，既に需要家各位の好評を得ている。

今後の課題は，プレーナ形チップの適用拡大と新しいチップ製法によって，更に品質の高い素子をより低価格で量産化することである。これらについても開発を進めているので，別の機会に報告したい。今後とも需要家各位の御指導・御鞭撻をお願いする次第である。

第3表　信頼性判定基準
Table 3. Criterion of life tests

測定項目		基準		備考
		絶対値	変動率	
オン電圧	25℃, I_T=60A	1.55V×1.15	上限 115% 下限 85%	
オフ電流	25℃, V_D, V_R=800V	1mA	1000%	
逆電流	125℃, V_D, V_R=800V	3mA×2	1000%	高温電圧印加に適用
ゲート点弧電流	25℃	30mA×1.2	上限 120% 下限 80%	
ゲート点弧電圧	25℃	2.5V×1.2	上限 120% 下限 80%	
熱抵抗		1.2℃/W×1.2	200%	断続通電に適用

最近公告になった富士出願

〔特　許〕

公告番号	名称	発明者	公告番号	名称	発明者
特公昭52-10192	電気・油圧2モードシリンダ	内田　條治	特公昭52-10563	磁気浮上車の安定支持装置	小野寺慶一 米沢　栄一 山口　仁
特公昭52-10193	電気・油圧サーボシリンダ	内田　條治	特公昭52-10564	車両分岐装置	津田喜一郎
特公昭52-10194	電気・油圧サーボシリンダ	内田　條治	特公昭52-12359	原子炉における可動気密装置	吉田　正孝
特公昭52-10195	電気・油圧サーボシリンダ	内田　條治	特公昭52-13627	電源装置に太陽電池を使用した呼出しチャイムの押しボタンスイッチ	森田　公
特公昭52-10390	振動膜形圧力計	田中　猛夫	特公昭52-13672	汚泥凍結装置	畔柳　茂雄 寺田　武 佐藤　哲朗
特公昭52-10391	振動膜形圧力計	田中　猛夫			

〔実用新案〕

公告番号	名称	考案者	公告番号	名称	考案者
実公昭52-11600	自動販売機におけるびんの送出装置	福島　徹也 岩波　正夫	実公昭52-13551	定電圧電源回路	野沢　重喜

＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。