

シリコン交流制御整流素子とその応用

Silicon AC Controlled Rectifier and Its Application

守 田 啓 一*
Keiichi Morita岡 野 貞 夫*
Sadao Okano岩 田 幸 治*
Kôji Iwata

内 容 梗 概

シリコン交流制御整流素子（以下 FLS と略称）が交流制御可能な半導体素子として開発され、シリコン制御整流素子（以下 SCR と略称）とともに交流、直流の制御が半導体素子で可能となり各方面に広範囲の応用が期待される。FLS はゲート制御により交流の対称制御を行なうことができる素子で、シリコンパルス素子（以下 BIAC と略称）と組み合わせて使用することにより可変抵抗器とコンデンサからなる簡単なゲート回路で制御可能である。

調光装置、温度制御、小容量電動機速度制御など広範囲の応用が考えられる。日立製作所では 5A, 16A 200V の FLS を開発したので素子の動作原理、特性および応用について述べる。

第 1 表 SCR, FLS, SSS 比較表

	SCR	FLS	SSS
シンボル			
構造			
通流方向	1方向	2方向	2方向
電圧電流特性			
端子数	3	3	2
点弧方式	ゲート信号 (ゲート正電圧で点弧)	ゲート信号 (ゲート正負電圧で点弧)	主回路電圧パルス (ブレイクオーバー電圧以上で点弧)
交流スイッチ回路			

1. 緒 言

現在家電部門から強電部門にわたり各種整流装置に賞用されている SCR 素子は直流スイッチであり、交流スイッチとして使用する場合は 2 個の SCR 素子を逆並列に接続して交流制御を行なう必要がある。この方式は回路の複雑さ、価格の点から 1 個の半導体交流スイッチの開発が要望されてきた。

交流スイッチとしては 1959 年 R. W. Aldrich, N. Holonyak, Jr.⁽¹⁾ 氏による Silicon Symmetrical Switch (SSS) が報告された。これは同一接合中に pnpn 接合を逆並列に構成したものであって 2 端子形の対称性交流スイッチである。その後ハント社、トランジストロン社、新電元社により 3~60A 容量の素子が製作されている。一方 1964 年初頭 GE 社からゲート制御可能な 3 端子形交流スイッチ (Triac) が販売され業界の注目するところとなった。同時に Triac 制御用の交流パルス素子 (Diac) も発表され販売されている。

SCR, SSS, FLS について比較すると第 1 表のようになる。SCR を交流スイッチとして使用する場合は 2 個の素子を必要としゲート回路も複雑で価格上も問題がある。SSS 素子はゲートを有しないため点弧させるためには阻止電圧以上の電圧パルスを主回路で印加する必要があり制御回路が複雑である。これらに比べて FLS は小さいゲート電力で制御可能であり制御回路もきわめて簡単である。

日立製作所では FLS の開発を鋭意すすめ 5A, 16A 200V FLS および BIAC を製作している。

本報告では FLS, BIAC の動作原理、特性および応用について述べる。

2. 動作原理

FLS, BIAC の動作原理の概要を述べる。

2.1 FLS の動作原理

FLS は 2 個の pnpn 接合を逆並列に組み合わせたものにゲートの pn 接合を付加した複合接合構造を持っている。

説明を簡単にするため模型的に接合構造図の一例を第 1 図に示す。D₁ なる p₁n₁p₂n₂ 接合と D₂ なる p₂n₁p₁n₃ 接合および p₂n₅ のゲート接合部からなり、n₃p₁n₄ に端子 T₂ が、p₂n₂ に端子 T₁ が、n₅p₂ に端子 G がついている。T₁~T₂ 間に負荷をとおして交流電源が接続され T₁~G 間にゲート電源が接続されるとゲートパルスの位相変化により負荷に印加される交流電圧が変わる。T₁~G 間は P₂ 層をとおして短絡しているのので後述するようにゲートに印加する電圧の極性が⊕でも⊖でも点弧させることが可能で FLS の特長ある構造

* 日立製作所日立工場

の一つである。この点 SCR の点弧機構と変わった点である。

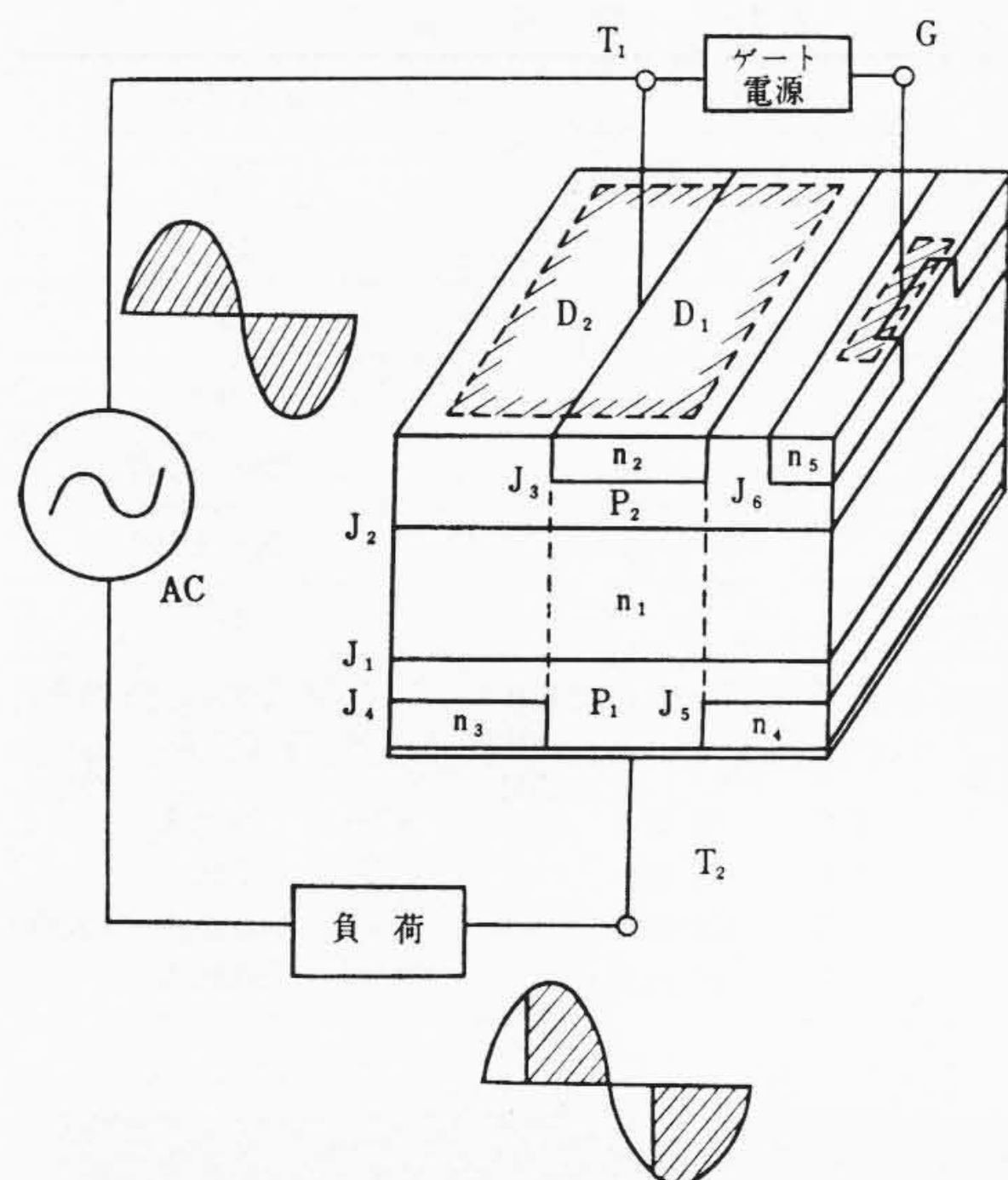
特性表示上 FLS の端子 T₂ が正のときを第 1 象限、T₂ が負のときを第 3 象限とよび I_Q, III_Q の記号で表わす (第 2 図)。以下 I_Q, III_Q で +G, -G の組み合わせに対する動作原理を述べる。

(i) I_Q, +G (第 3-a 図)

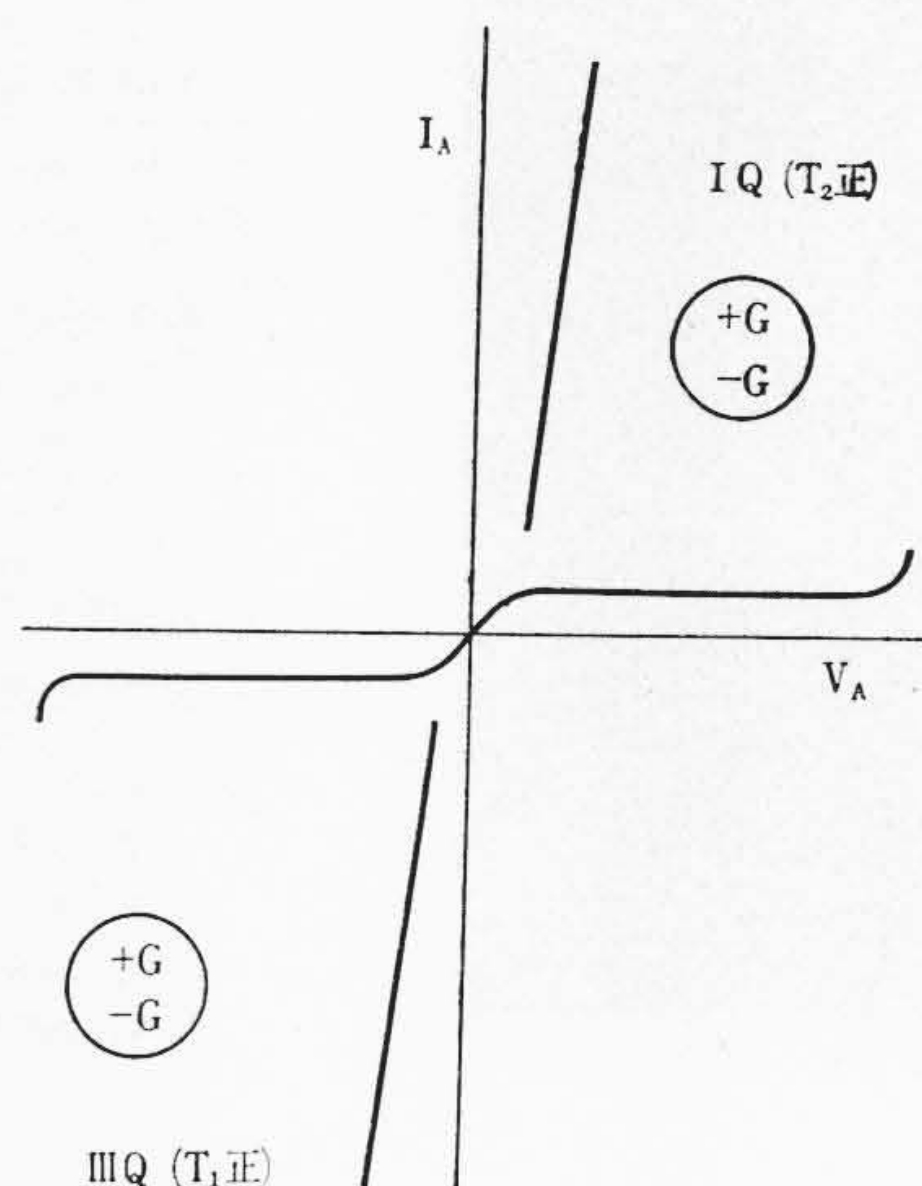
D₁ 部の p₁n₁p₂n₂ 接合とゲート部とが動作対象となる。ゲート電流①が G→P₂ 層→T₁ を流れると P₂ 層横方向抵抗による電圧降下により J₃ 接合が正バイアスされ電子の注入②が起こる。J₆ 接合は負バイアスされ動作に寄与しない。その結果 J₁ 接合が正バイアスされ J₁ 接合をとおし正孔が注入されオン状態にはいる。この状態は普通の SCR の点弧機構と同じである。

(ii) I_Q, -G (第 3-b 図)

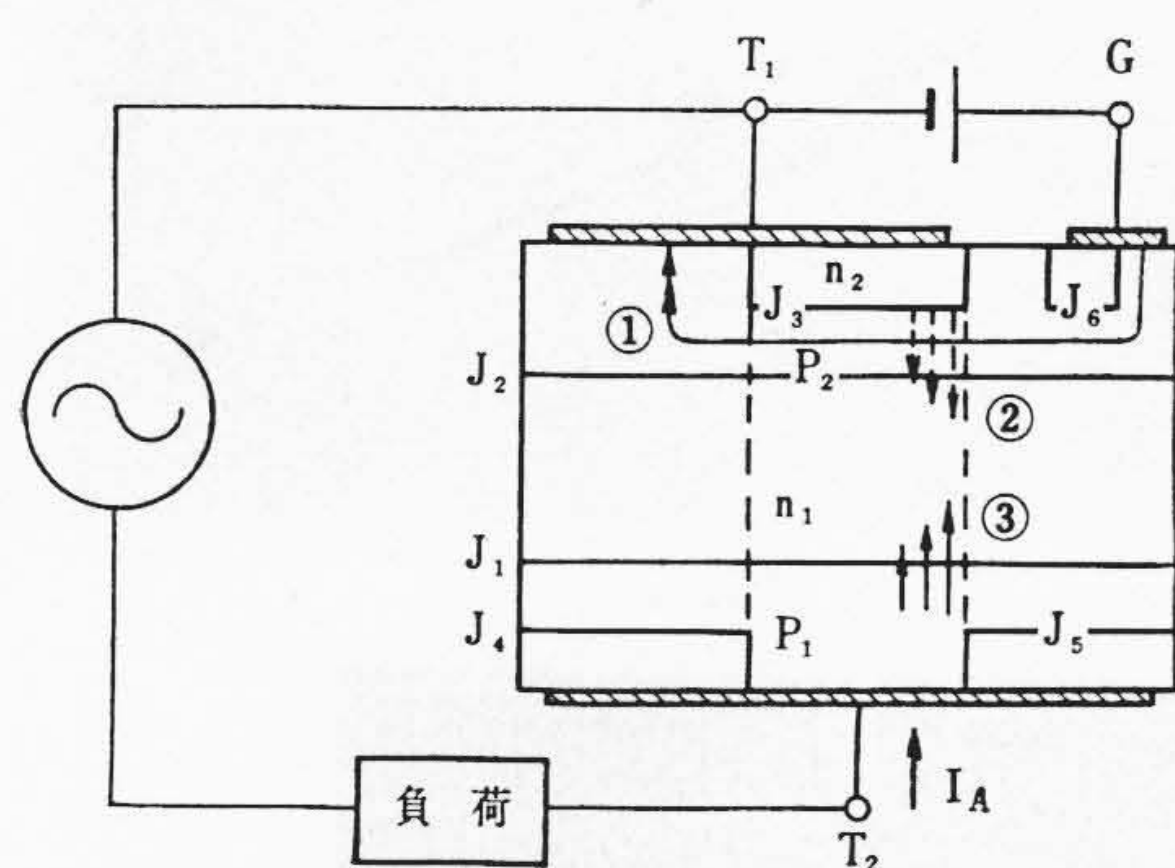
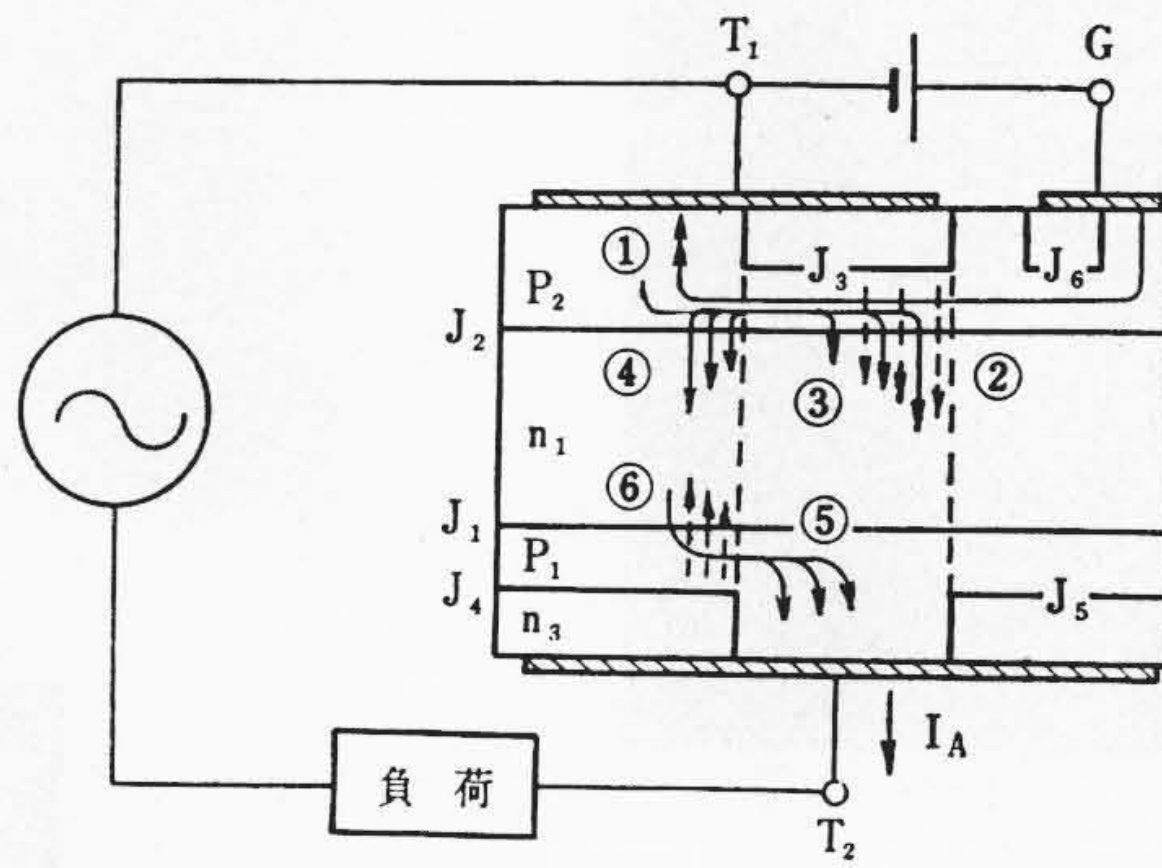
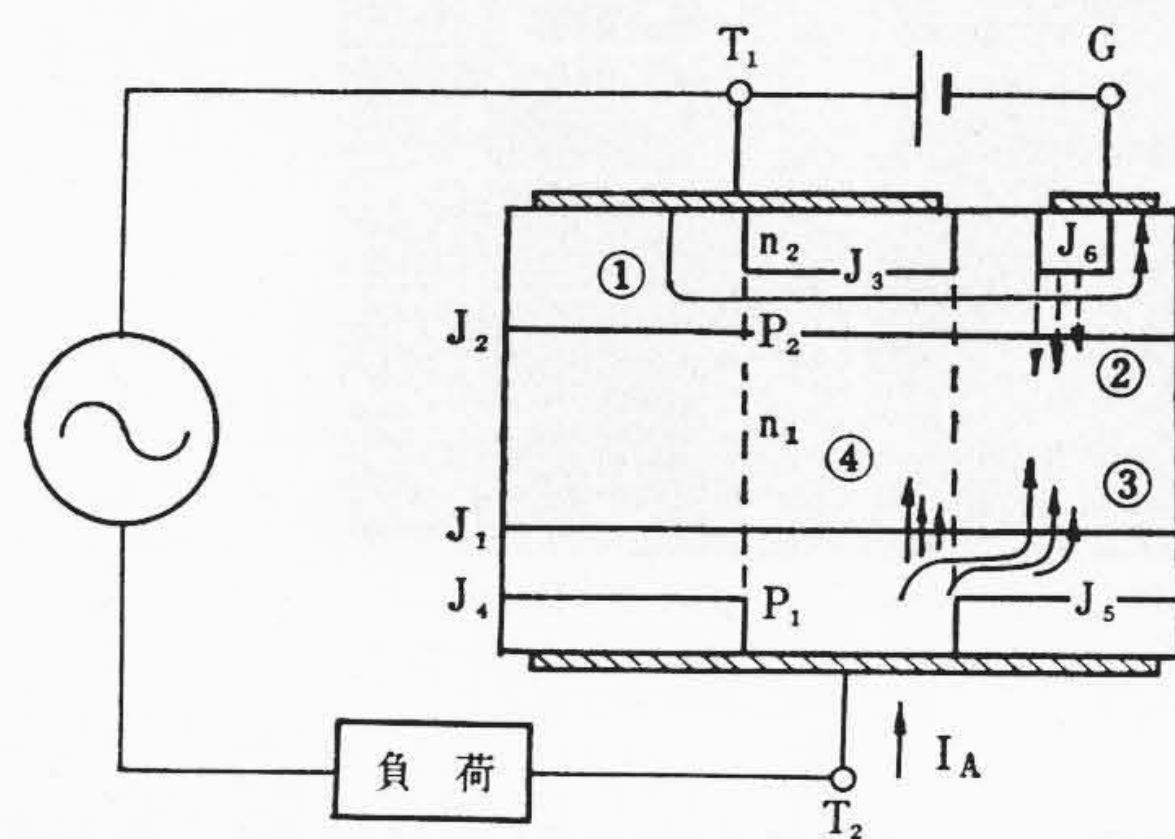
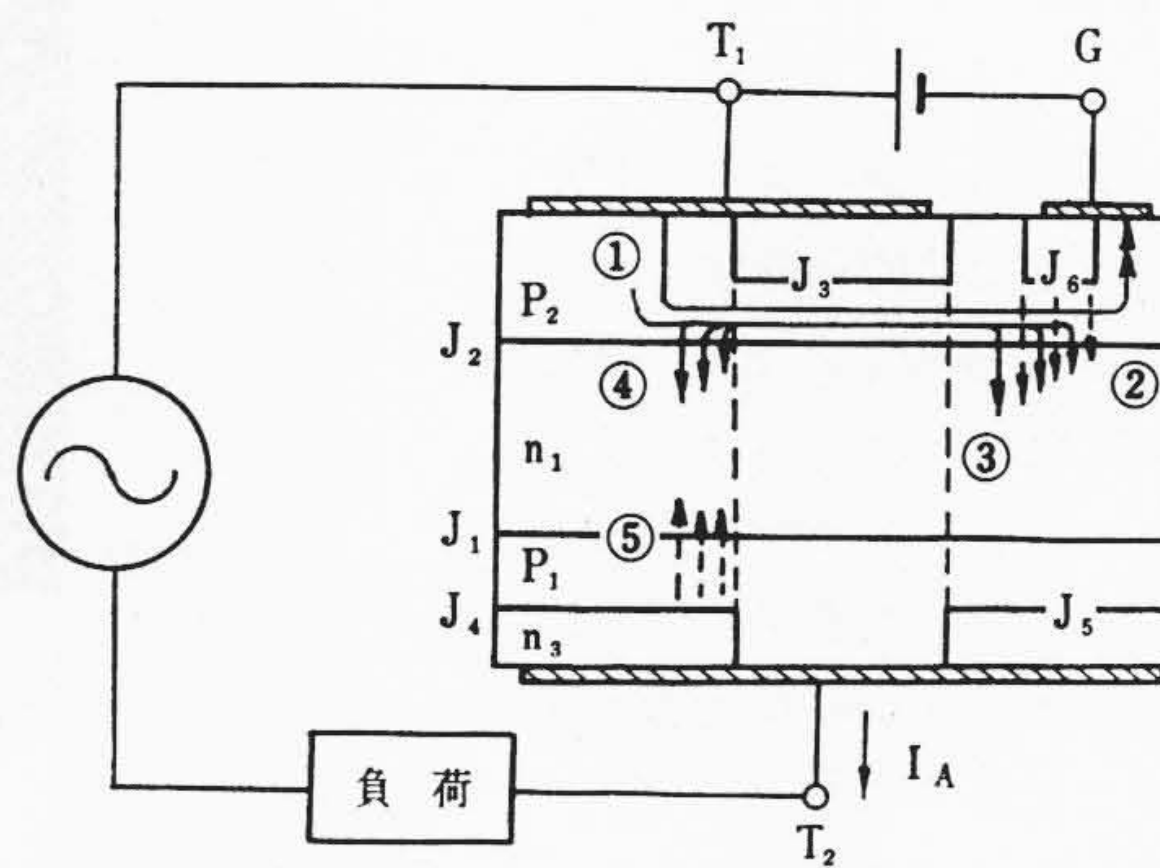
D₁ 部の p₁n₁p₂n₂ 接合と J₆ 接合とが動作対象となる。ゲート電流①が T₁→P₂ 層→G を流れると P₂ 層横方向抵抗により電圧降下が生じ J₆ 接合が正バイアスされ電子の注入②が起こる。J₃ 接合



第1図 FLS 模形図

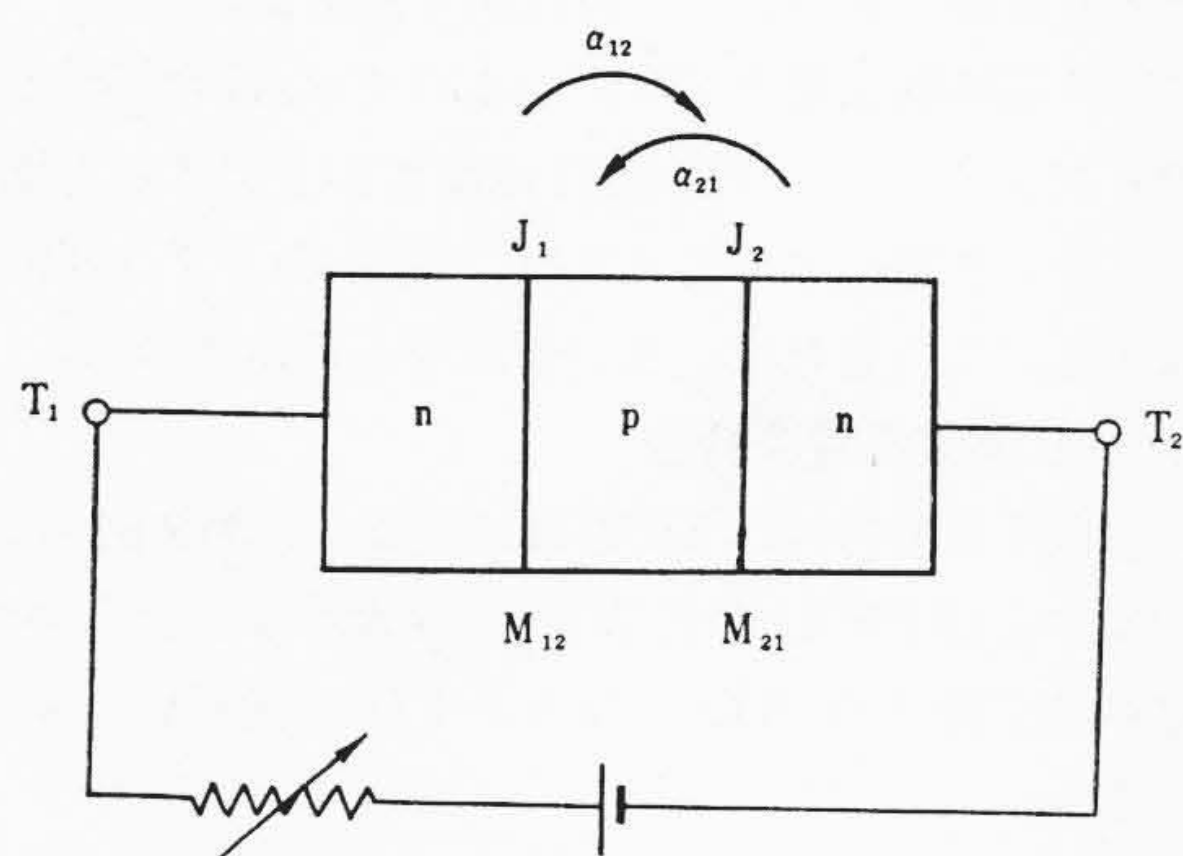


第2図 FLS V-I 特性と記号

(a) $I_Q(T_1\text{正}) + G$ (c) $III Q(T_2\text{正}) + G$ (b) $I_Q(T_1\text{正}) - G$ (d) $III Q(T_2\text{正}) - G$

→ ゲート電流 → 正孔 - - - 電子

第3図 FLS 動作原理図



第4図 BIAC 動作説明図

は負バイアスされ動作に寄与しない。つづいて②に相対する J_1 接合が正バイアスされ正孔の注入③が起こる。③の正孔電流は $J_1 \sim J_5$ にはさまれた P_1 層の横方向抵抗による電圧降下により J_1 接合が正バイアスされ正孔の注入④がはじまりオン状態になる。

(iii) $III Q, +G$ (第3-c図)

D_2 部の $p_2n_1p_1n_3$ 接合と J_3 接合とが動作の対象となる。ゲート電流①が $G \rightarrow P_2$ 層 $\rightarrow T_1$ を流れることにより J_3 接合が正バイアスされ電子の注入②が起こる。その結果 J_2 接合の正バイアスが一段と大きくなり正孔の注入③が起こるが P_2 層における横方向抵抗による電圧降下によりさらに J_2 接合が正バイアスされ正孔の注入④が起こる。この正孔電流は $J_1 \sim J_4$ 間の P_1 層横方向抵抗で電圧降下を生じ J_4 接合を正バイアスし電子の注入⑤がはじまりオン状態となる。

(iv) $III Q, -G$ (第3-d図)

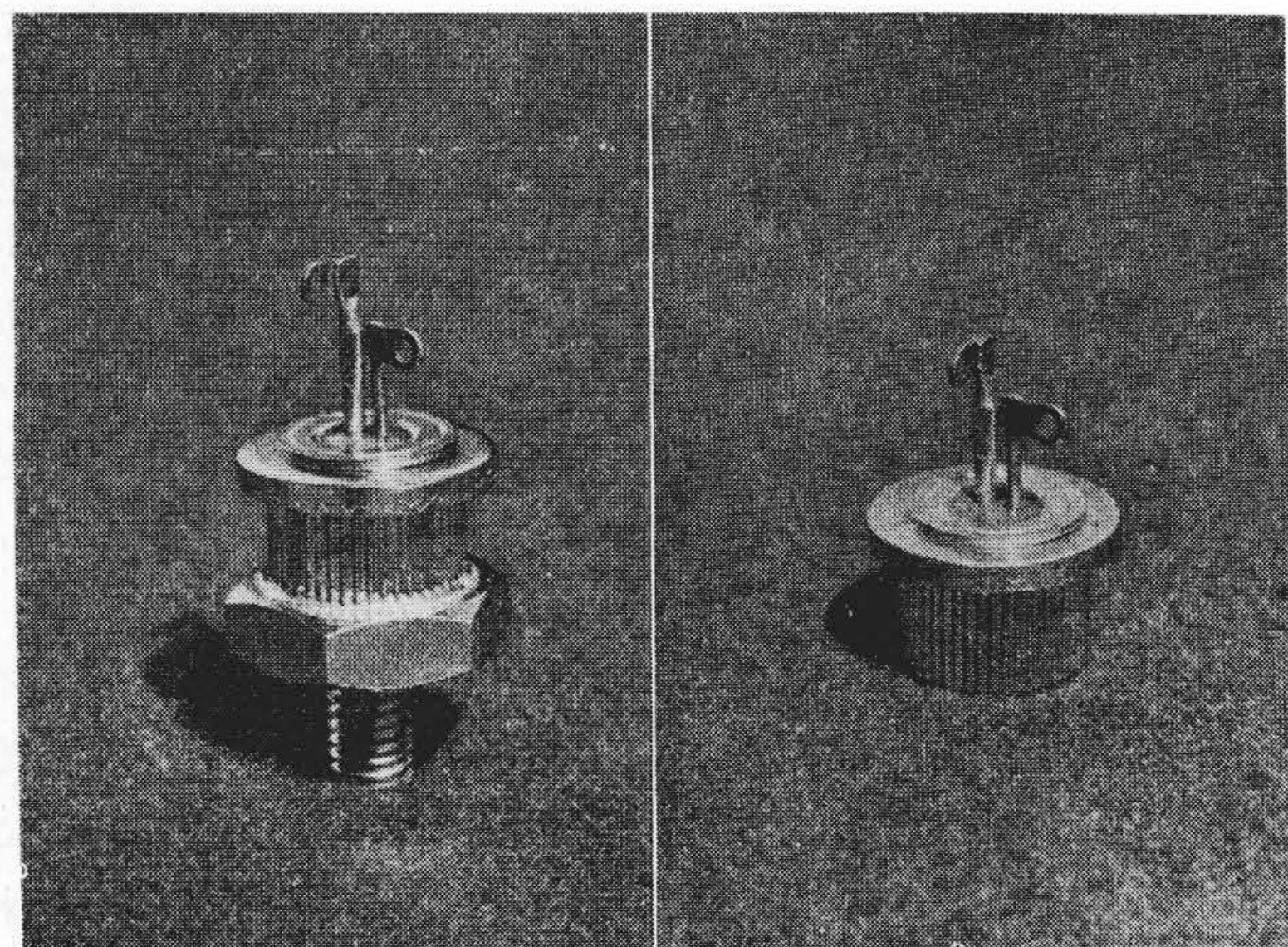
D_2 部の $p_2n_1p_1n_3$ 接合と J_6 接合とが動作の対象となる。ゲート電流①が $T_1 \rightarrow P_2$ 層 $\rightarrow G$ を流れると J_6 接合が正バイアスされ電子の注入②が起こり J_2 接合が一段と正バイアスされるため正孔の注入③が起こる。その正孔電流のため P_2 層横方向抵抗による電圧降下が起こり J_2 接合がさらに正バイアスされる結果正孔の注入④が起こる。あとは (iii) で述べたと同様に J_4 接合から電子の注入⑤が起こりオン状態になる。

2.2 BIAC の動作原理

pn 接合における電流担体のなだれ増倍現象および漏れ電流増加に伴うベース層の電気伝導度変調の現象を利用して適当に設計されたトランジスタにおいてベースを開放して使用すると負性抵抗を有するダイオードになることが知られている。第4

図はその動作説明図である。

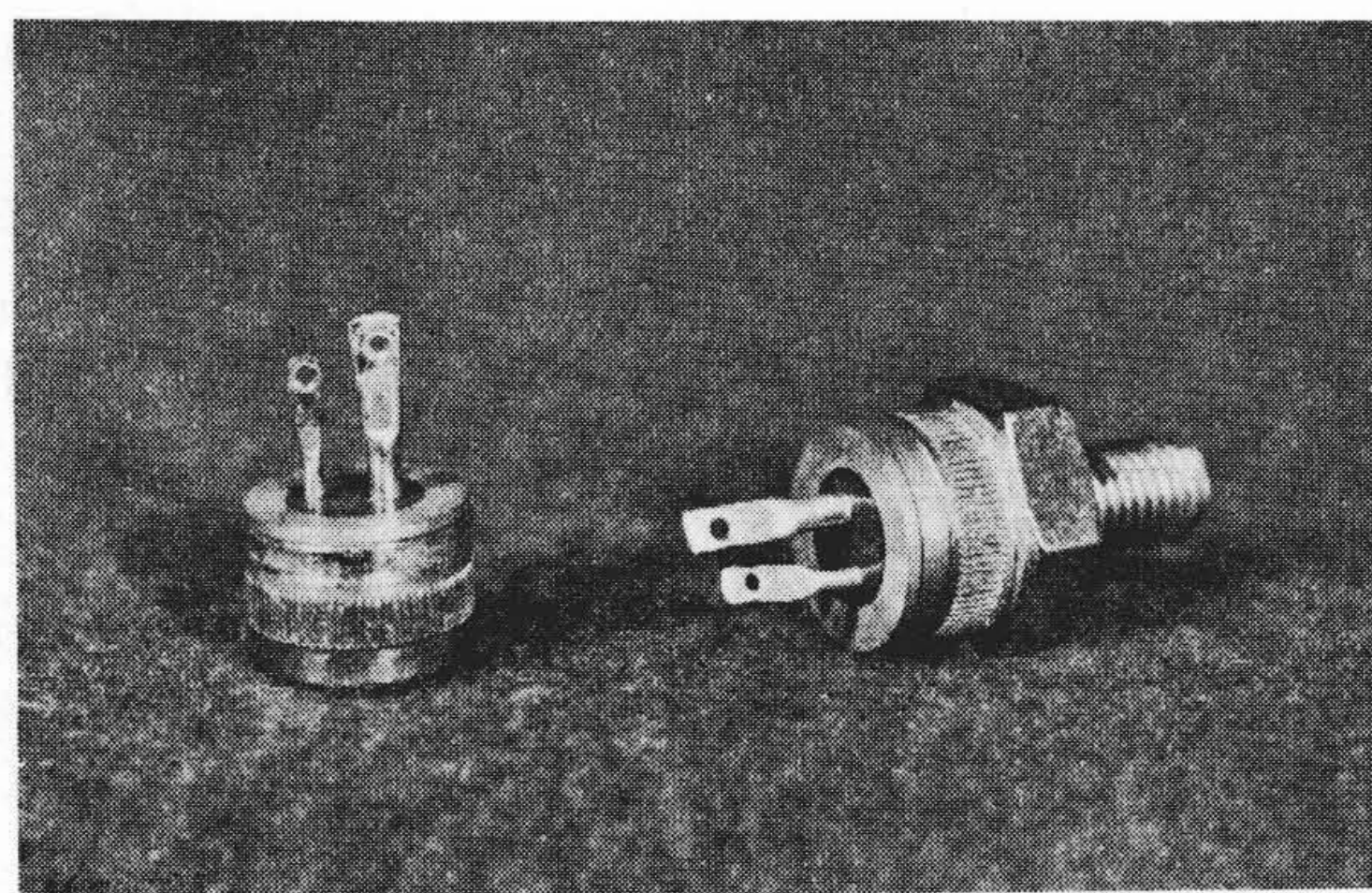
いま、 T_1 を正、 T_2 を負として電圧をあげてゆくと J_1 接合の降伏電圧に近づくとつれてなだれ増倍係数 M_{12} が増す。その結果漏れ電流が増し電流ゲイン α_{21} が増し電流がふえる。その結果電気伝導度変調のため α_{21} がさらに大きくなるため M_{12} は減少しその結果電圧が下がり負性抵抗を示すようになる。負性抵抗領域を越えると電圧は一定値 (V_s) まで減少し電流は外部回路により制限される値になる。同様に T_1 を負、 T_2 を正として電圧を印加すると逆の動作が起こるので対称形パルスが発生することになる。



FT01

FT02

第5図 5A FLS



FR01

FR02

第6図 16A FLS

3. FLS, BIAC の製作法

3.1 FLS の製作法

前述の動作原理に示したように各接合を有機的に組み合わせI Q, III Q, +G, -G に対するゲート特性をできるだけ同一特性とし、ゲート点弧電圧を小さくする $T_1 \sim G$ の短絡路を構成し、I Q, III Q の順方向電圧降下をそろえるような設計にしなければならない。接合は拡散法により製作され、拡散ウェファに接着をよくするため表面処理を行ない、ペレットにエッチカットを行なったうえ端面を絶縁材で被覆し銅ベースにはんだ付けを行ないガラスシールで封止する。銅ベースにはネジ付六角ベースをつけて使用することもでき、ローレット部を冷却片に圧入して使用することもできるようになっている。第5図に5A FLS, 第6図に16A FLSを示す。

3.2 BIAC の製作法

動作原理で示したように電流ゲイン α が主役を演ずるが、 α に関係する接合パラメータとしてベース層厚さおよびライフタイムが関係しブレイクオーバー電圧にはベース比抵抗の選択を留意せねばならない。応用上ゲート回路条件から必要とするブレイクオーバー電圧およびサステイン電圧 V_s を考慮して設計する。ブレイクオーバー電圧は対称性を要求されるので両接合の均一性、端面処理に十分気をつける必要がある。接合は拡散法で製作され適当な大きさに打抜いてペレットをつくりベース電極にはんだ付けされガラスシールで封止される。第7図にBIACを示す。

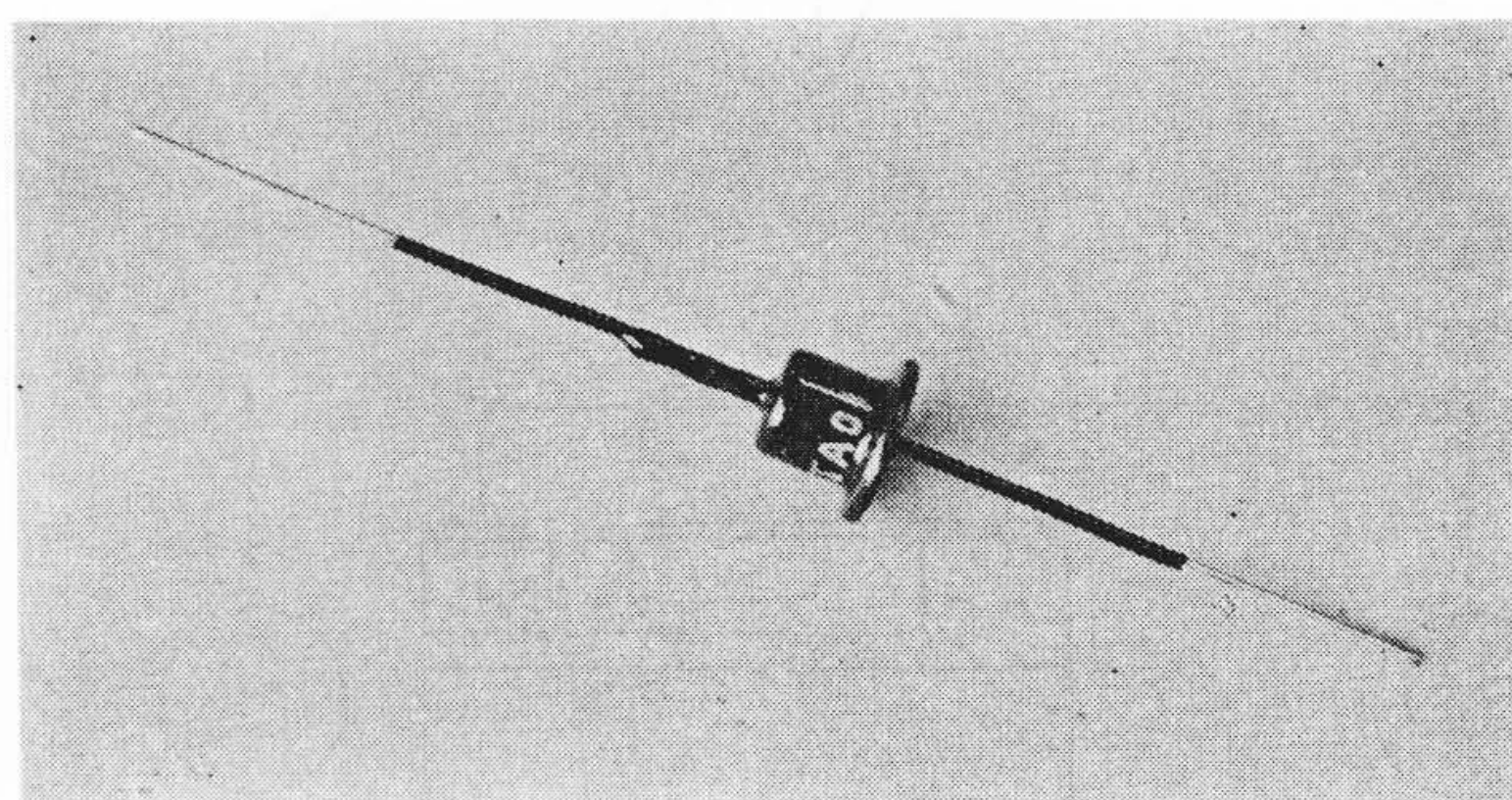
4. 素子の特性

4.1 FLS の特性

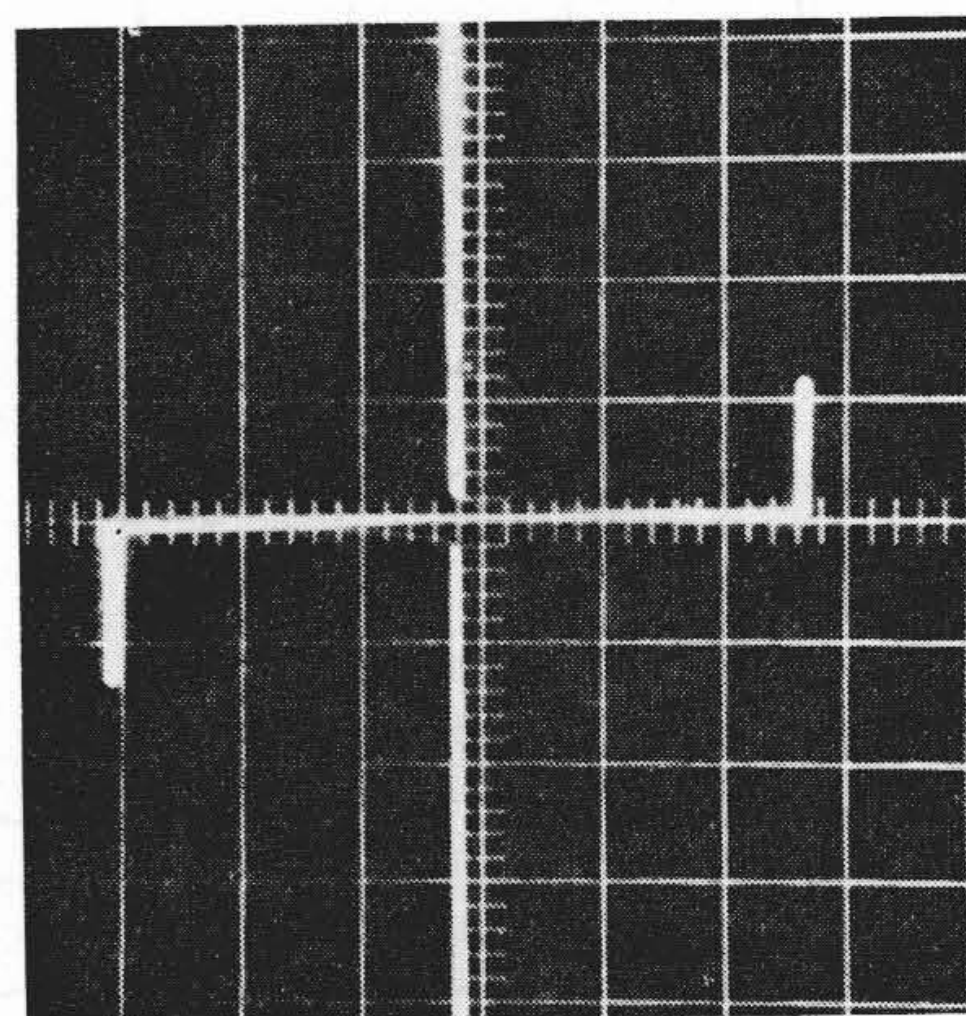
現在 FLS は定格電流 5~16A (実効値), 定格阻止電圧 200V (せ

第2表 FLS 規格表

形 式	FT01C	FR01C
定格阻止電圧 V_{peak}	200	200
定格電流 Arms	5	16
定格せん頭ゲート入力 W_{peak}	5	5
定格平均ゲート入力 W_{ave}	0.5	0.5
動作温度 $^{\circ}C$	-20~+100	-20~+100
保管温度 $^{\circ}C$	-20~+100	-20~+100
最大締付トルク kg/cm	20	20
最大電圧降下 V_{peak}	1.75 (電流せん頭値 8 A)	1.75 (電流せん頭値 23 A)
最大点弧ゲート電圧, 電流	印加電圧 6 V, 接合部温度 25 $^{\circ}C$	印加電圧 6 V, 接合部温度 25 $^{\circ}C$
第1象限ゲート+	3 V 50 mA	3 V 50 mA
第1象限ゲート-	3 V 75 mA	3 V 75 mA
第3象限ゲート+	3 V 100 mA (代表値)	3 V 100 mA (代表値)
第3象限ゲート-	3 V 50 mA	3 V 50 mA



第7図 BIAC



第8図 FLS のオフ状態電圧電流特性

ん頭値) のものを製作している。第2表は FT01C 形 5A, および FR01C 形 16A の FLS の規格表である。

4.1.1 オフ状態電圧電流特性

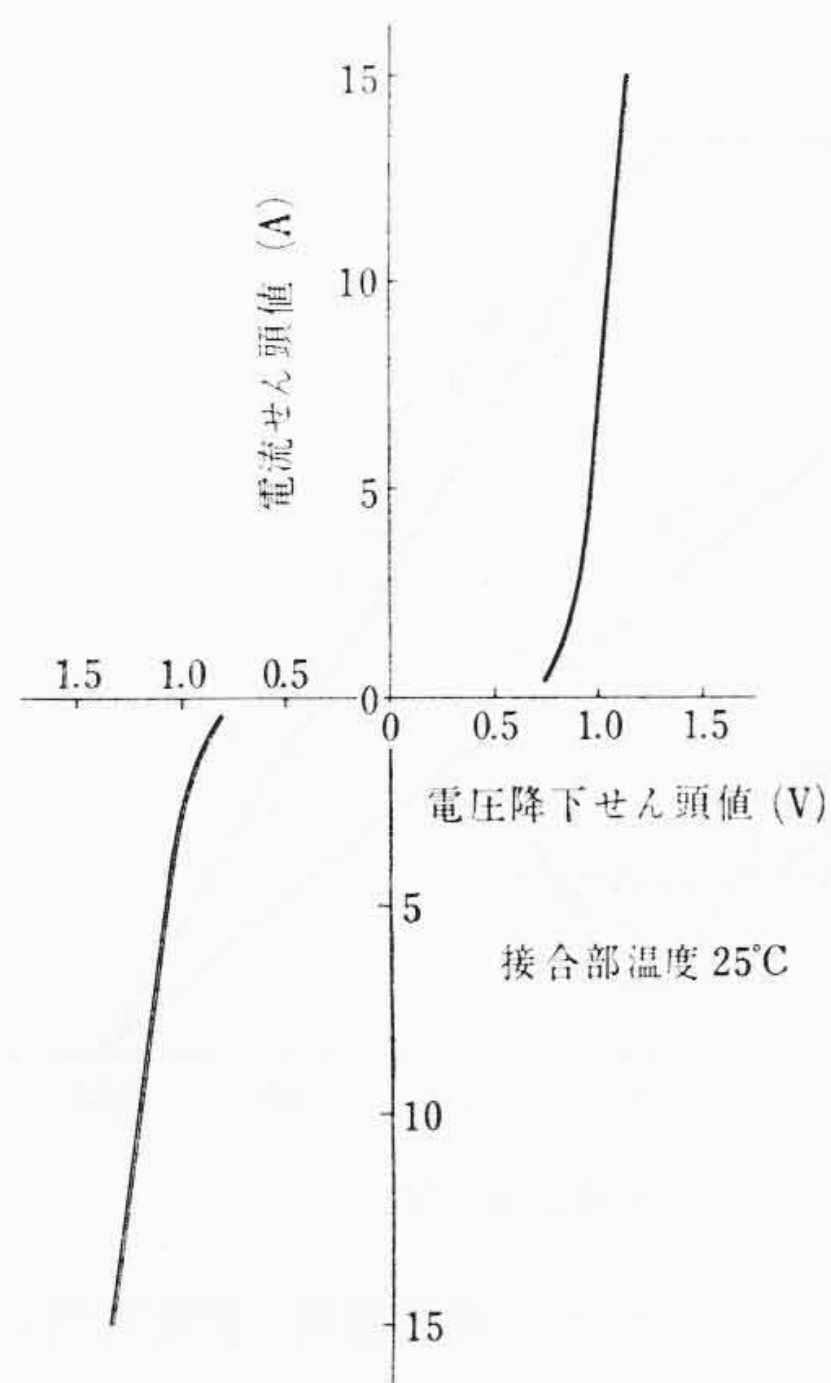
FLS のゲートに信号がはいっていないときには, SCR の順阻止状態の特性と同様であり, この特性例を第8図に示す。ブレイクオーバー電圧は定格阻止電圧 200V のものでは, 接合部温度 25 $^{\circ}C$ で 250~300V であり, この値は接合部温度が上昇すると増加する。この素子をオン状態にするためには, 端子 G と T_1 の間にゲート信号を加える。この信号は正負いずれでも可能である。

4.1.2 オン状態電圧電流特性

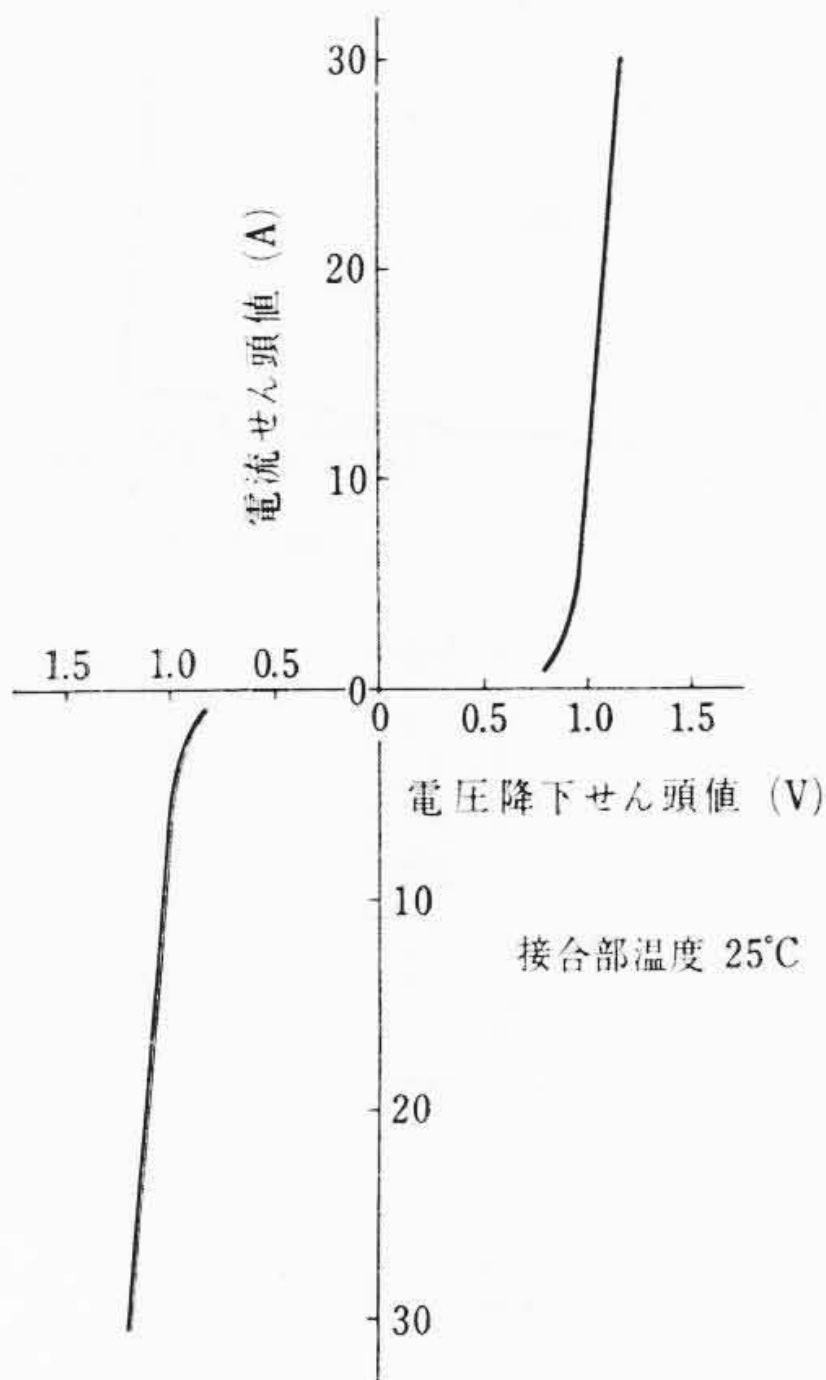
オン状態電圧電流特性は SR とほぼ同様で, 第9図および第10図は FT01 および FR01 の代表的な特性を示したものである。オン状態の電圧降下は III Q のほうが I Q に比べいくぶん大きくなっている。

4.1.3 ゲート特性

FLS を点弧させるために, ゲート信号は正, 負いずれでも可能



第9図 FT01 形 FLS のオン状態電圧電流特性

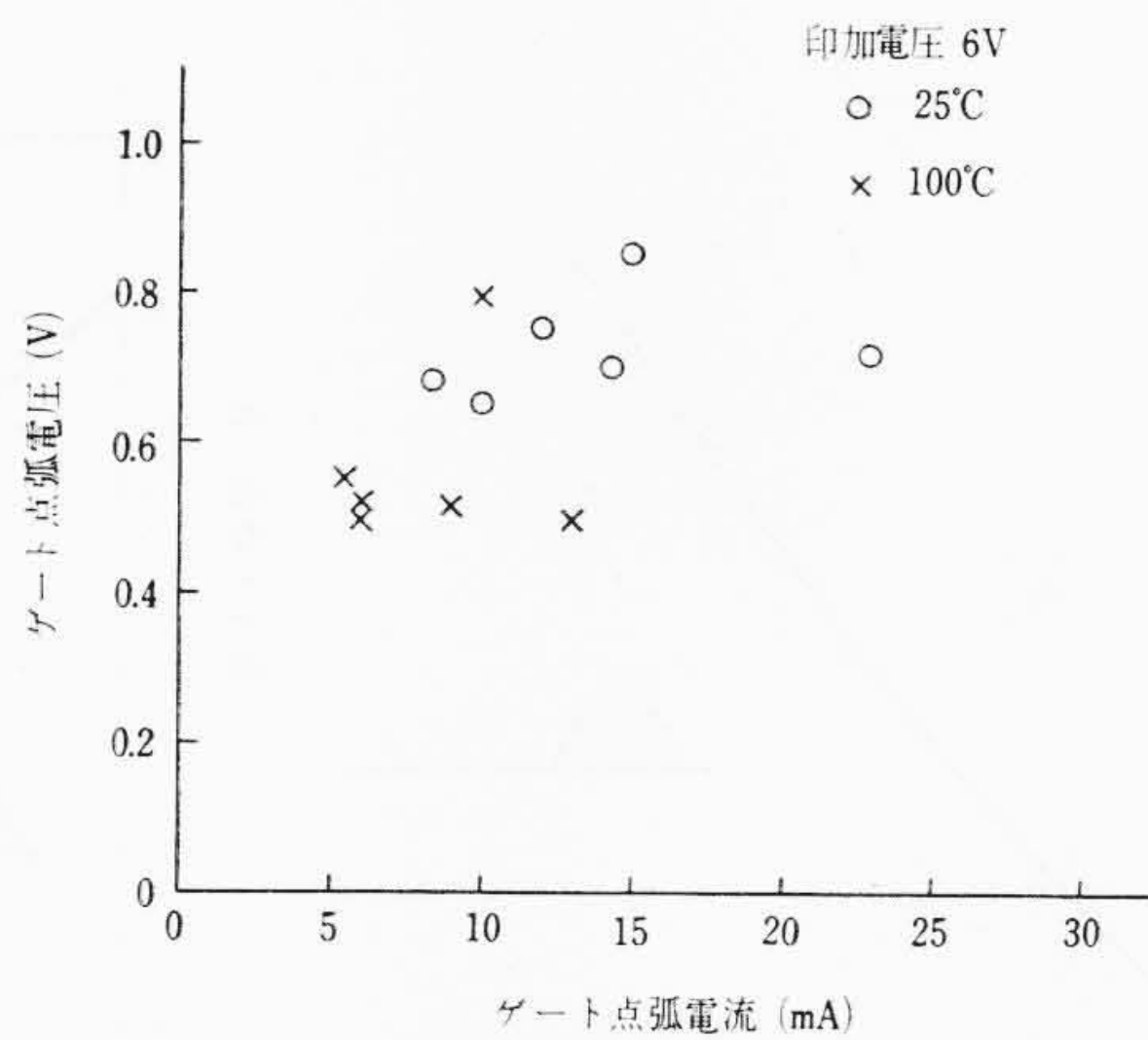


第10図 FR01 形 FLS のオン状態電圧電流特性

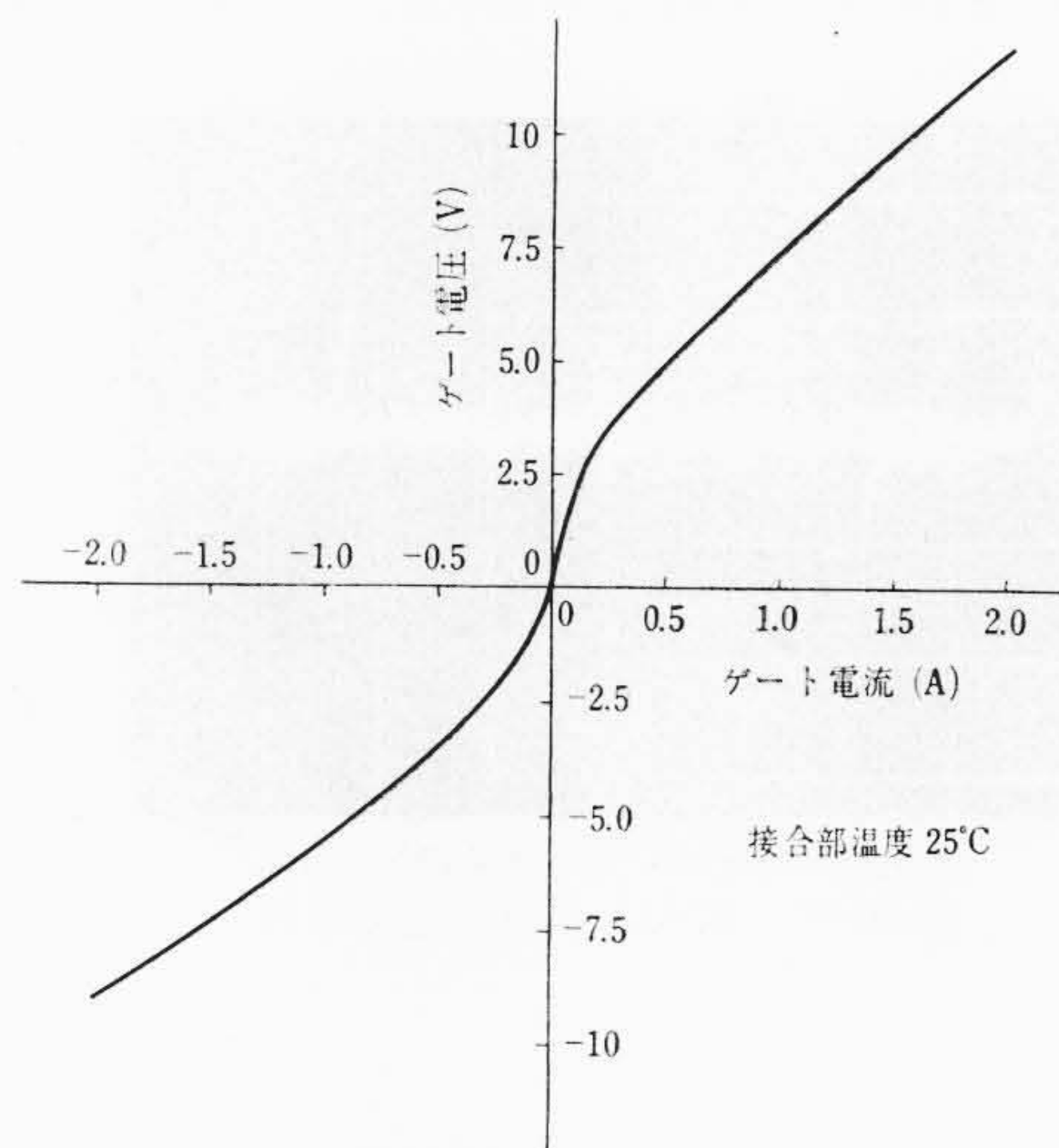
であるが、ゲート感度は、I Q で正のゲート信号を与えたとき、および III Q で負のゲート信号を与えたときがもっともよく、この状態で使用されるのが望ましい。また一方向極性のみのゲート信号を使用するときには、ゲートは負になるようにし、もっともゲート感度の悪い、III Q でゲート信号が正の場合は極力使用をさけるほうがよい。FLSを点弧させるに必要なゲート信号は接合部温度が高くなるほど小さくなる。第11図はFT01の25°Cおよび100°Cのゲート点弧電圧電流の代表例である。第12図および第13図はFT01およびFR01のゲート電圧電流特性である。

4.1.4 ターンオン特性

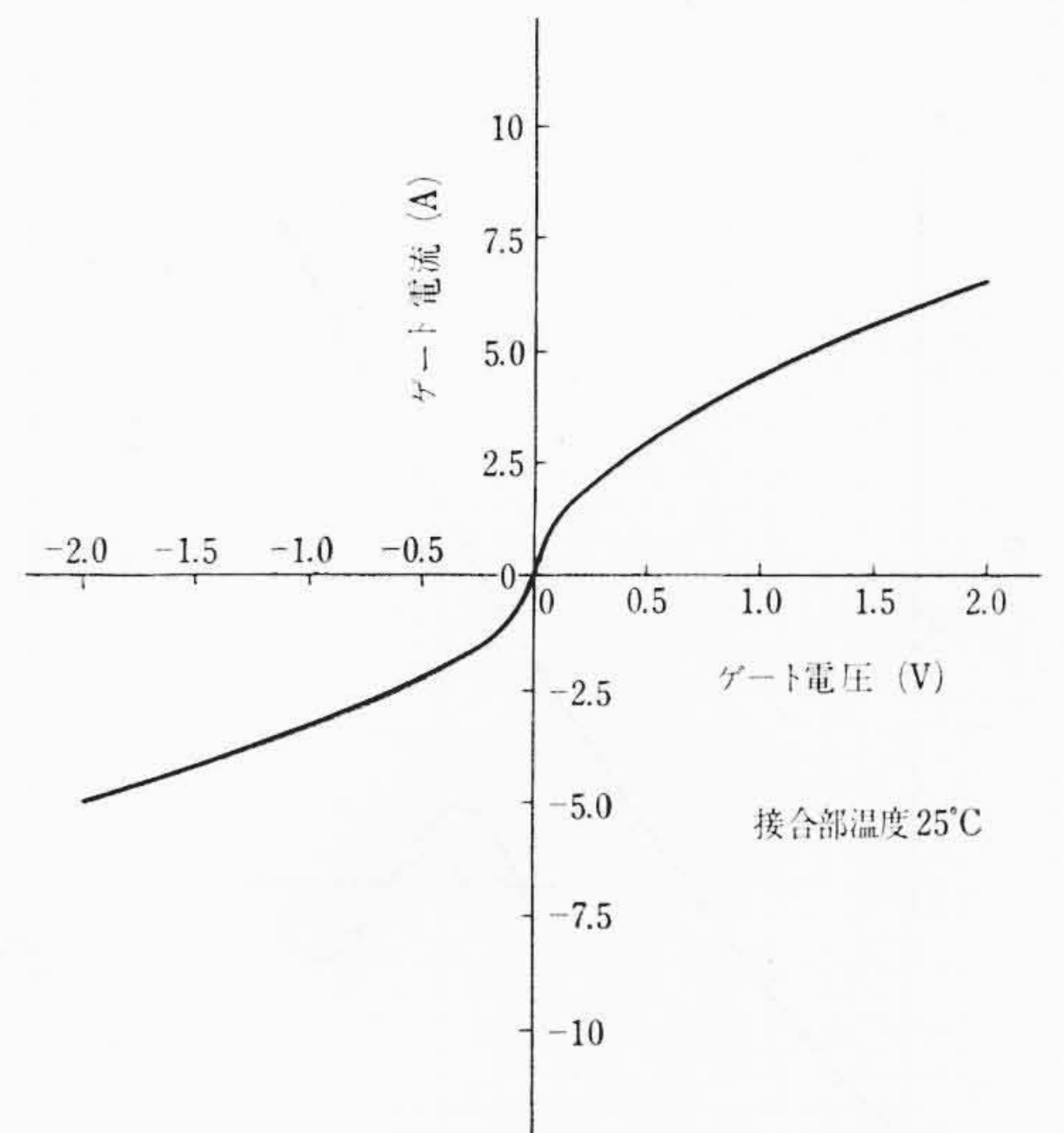
ターンオン時間は素子の点弧状態により異なっており、第14図は純抵抗負荷に対するFT01のターンオン時間とターンオン後の主電流の関係を示したもので、I Q G +、I Q G -、III Q G -、III Q G + の順にターンオン時間が長くなっている。ターンオン時間はターンオン後の電流が増すにしたがって、長くなっているが、この増加はおもに立上り時間の増加によるものである。第15図はFR01につき、接合部温度 25°C、印加電圧 100V、ターンオン後の電流 30A にしたとき、ターンオン時のFLSの端子電圧波形



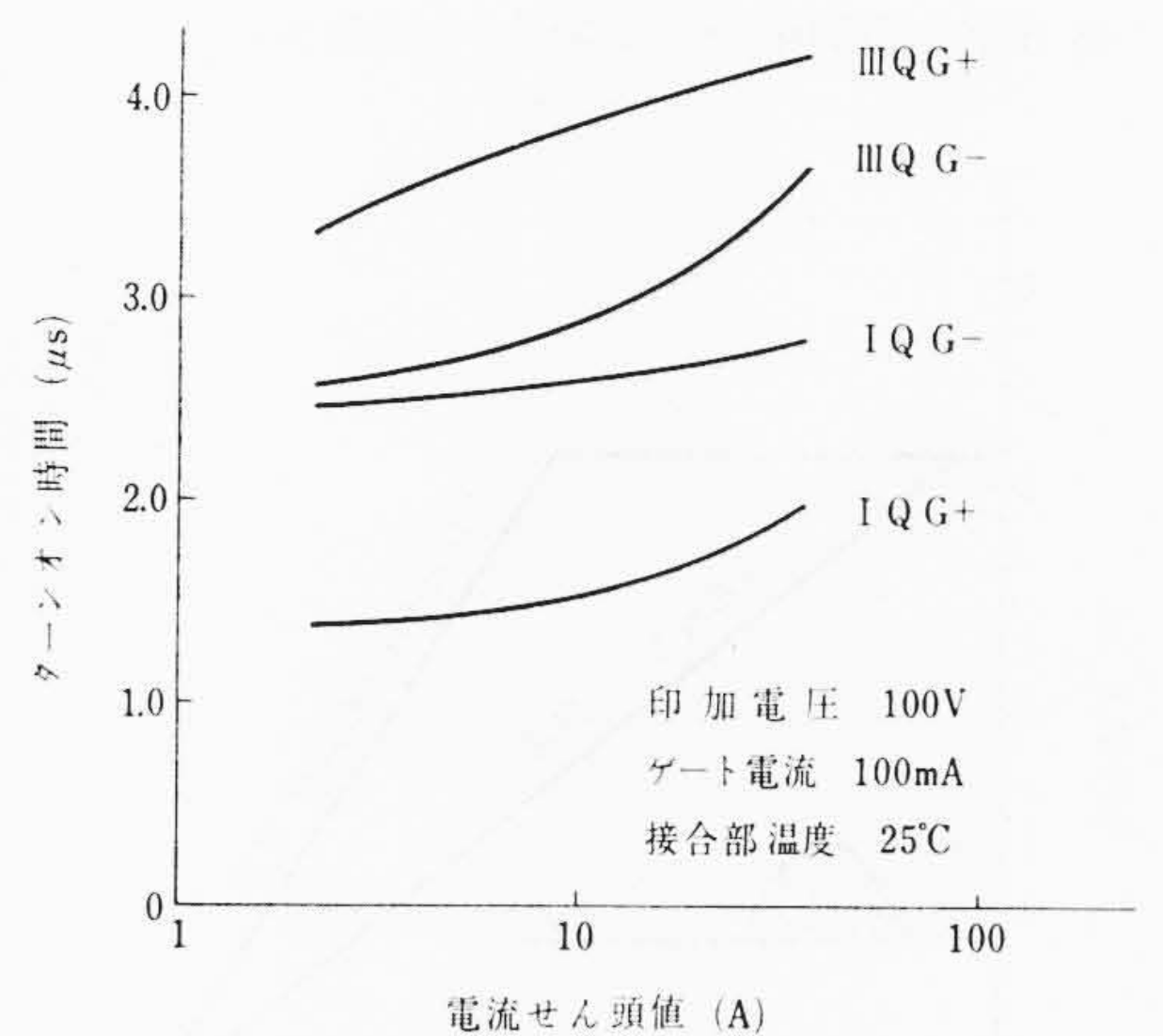
第11図 FT01 形 FLS のゲート点弧特性の温度変化



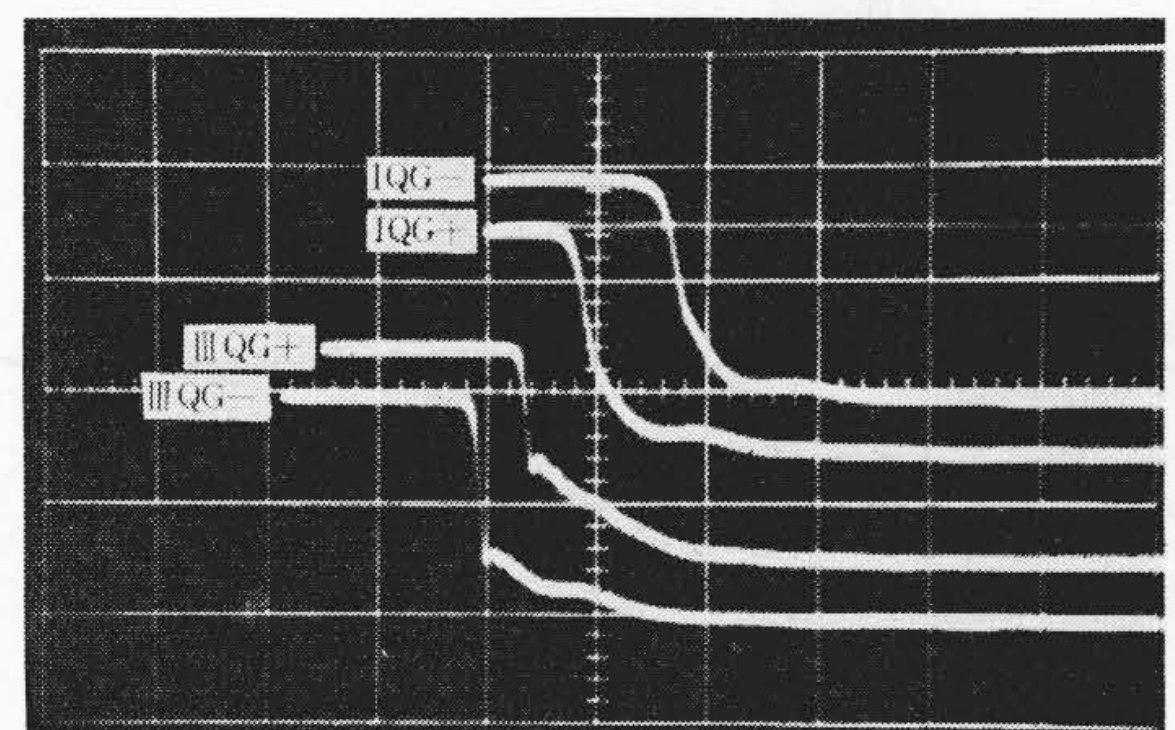
第12図 FT01 形 FLS のゲート電圧電流特性



第13図 FR01 形 FLS のゲート電圧電流特性



第14図 ターンオン時間の電流変化

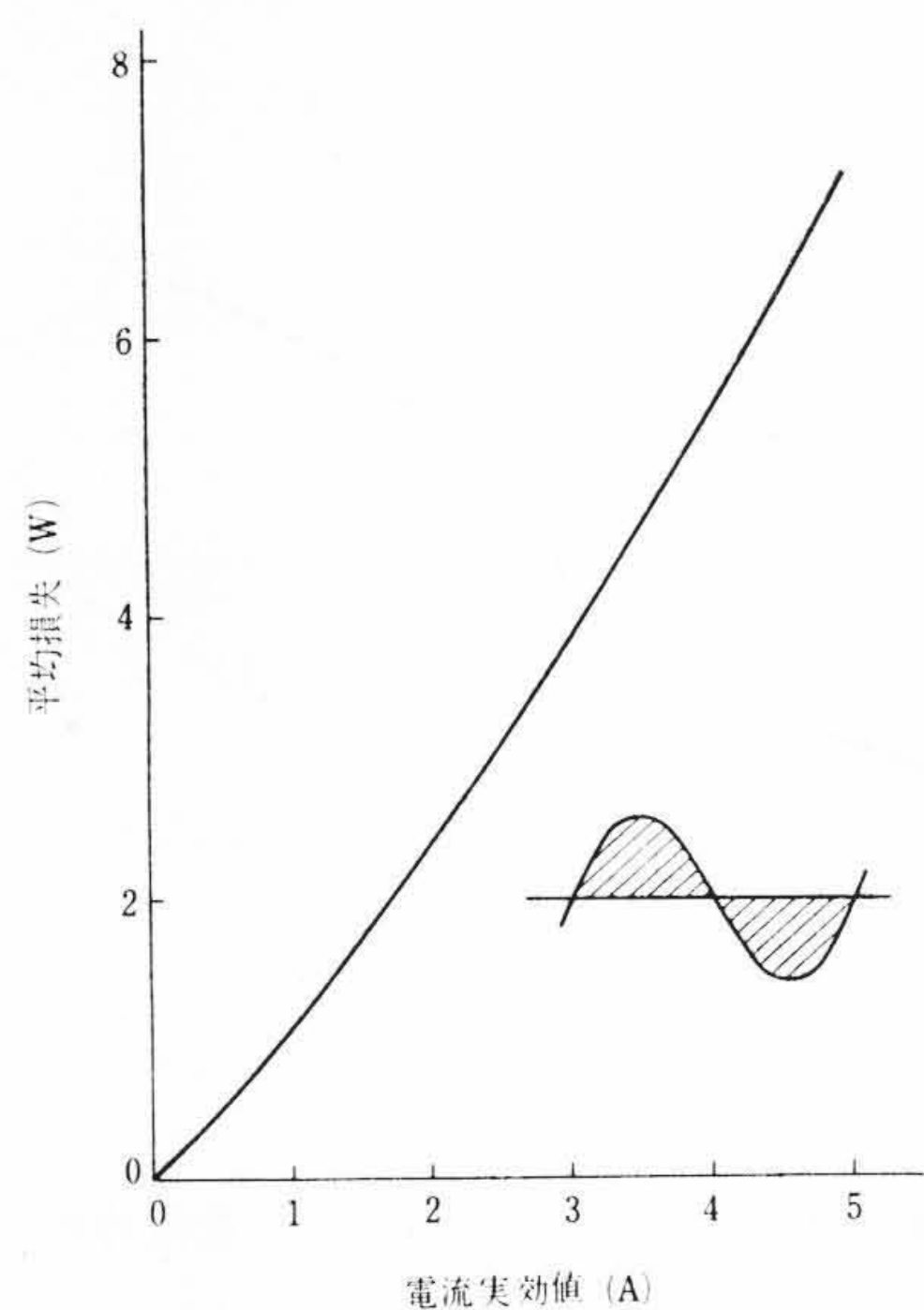


第15図 ターンオン時端子電圧波形

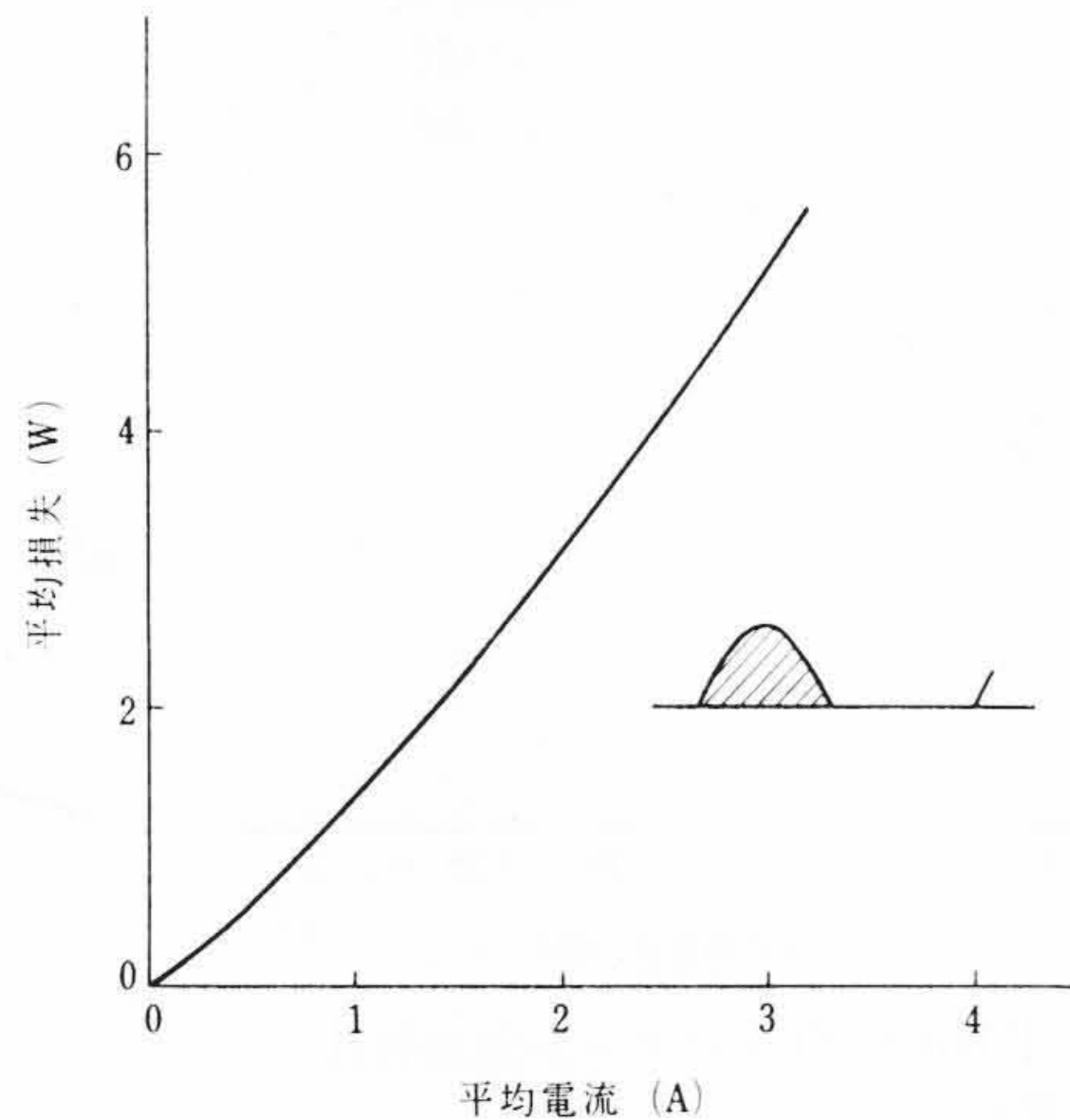
を示したものである。

4.1.5 平均損失および許容電流

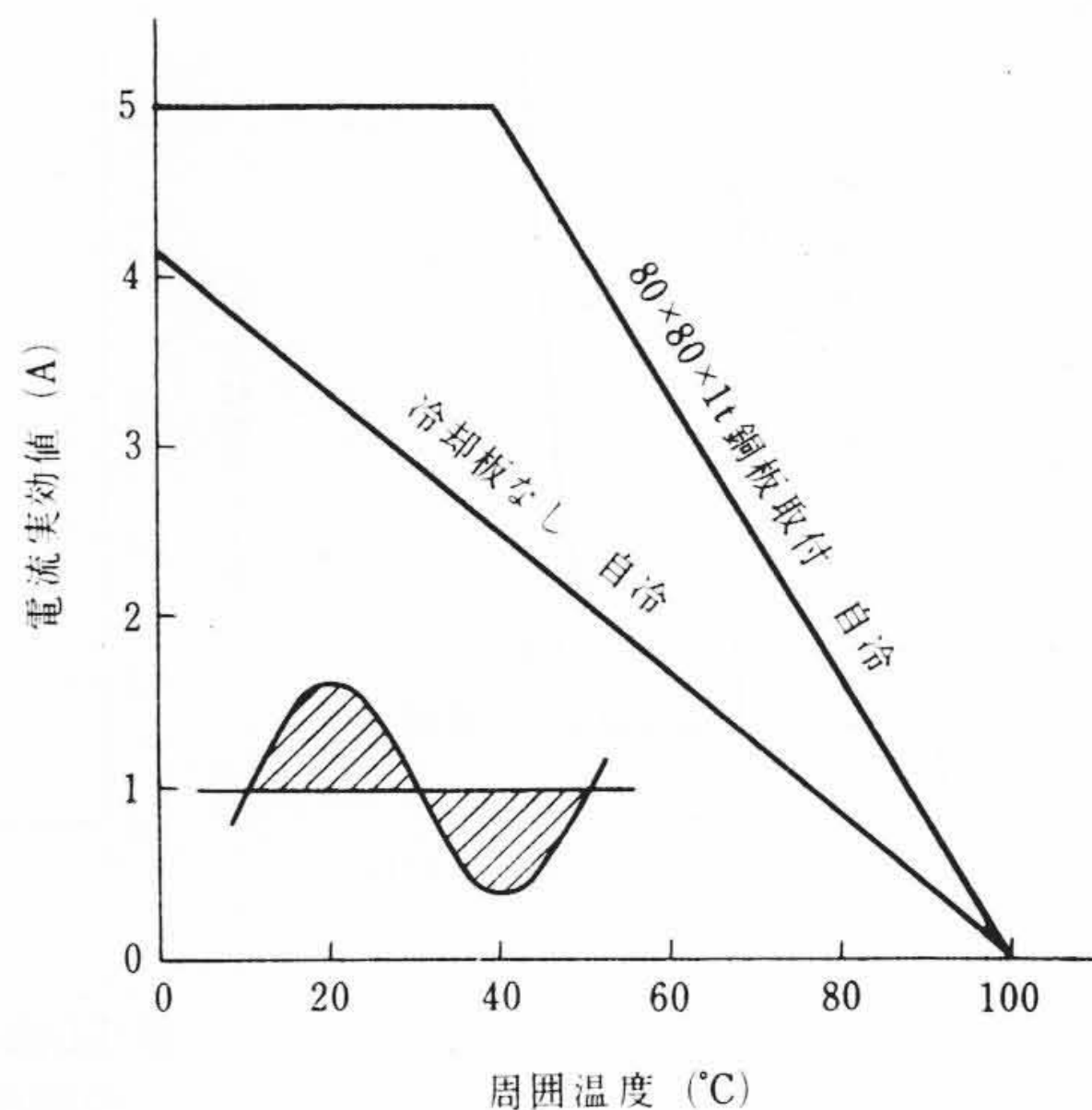
オン状態において、主電流により、FLSの内部で発生する熱損失は通電電流の波形、通流角などにより異なるが、FT01について、交流電流および単相半波電流で、位相制御しないときの最大損失は第16図および第17図のようになる。この熱損失を放散させるために、電流流が大きくなると、放熱板が必要になる。FLSに流しうる許容電流は放熱板の大きさ、周囲温度などにより異なってくるが、FT01について、放熱板のない場合、および放熱板として銅板を使用した場合につき、交流電流および単相半波電流と周囲温度の関係を第18図および第19図に示す。単相半波電流では、通流角が小さいほど同じ平均電流に対する発生損失が大きくなり、許容電流は少なくなる。



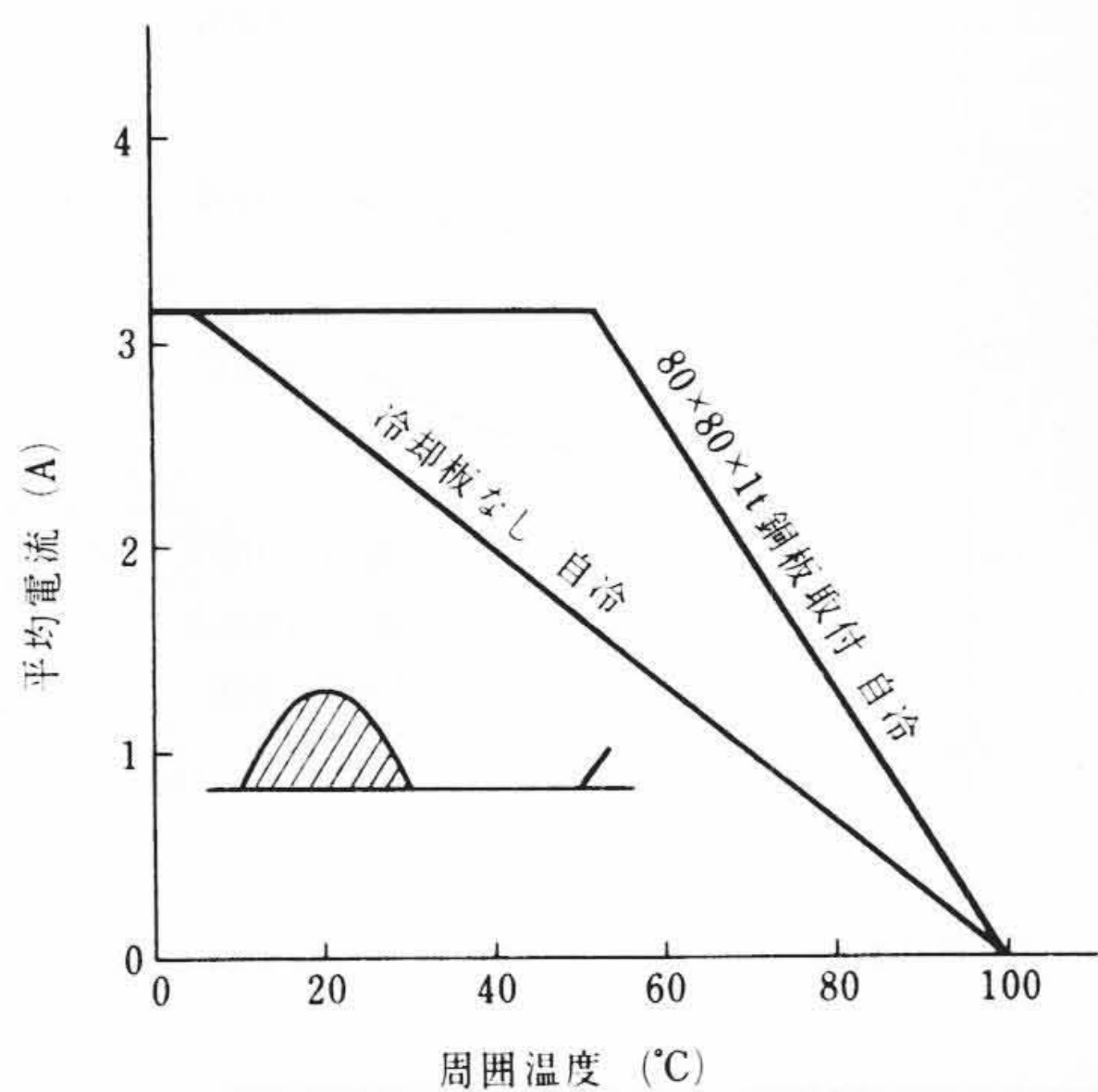
第16図 FT01の平均損失(交流電流)



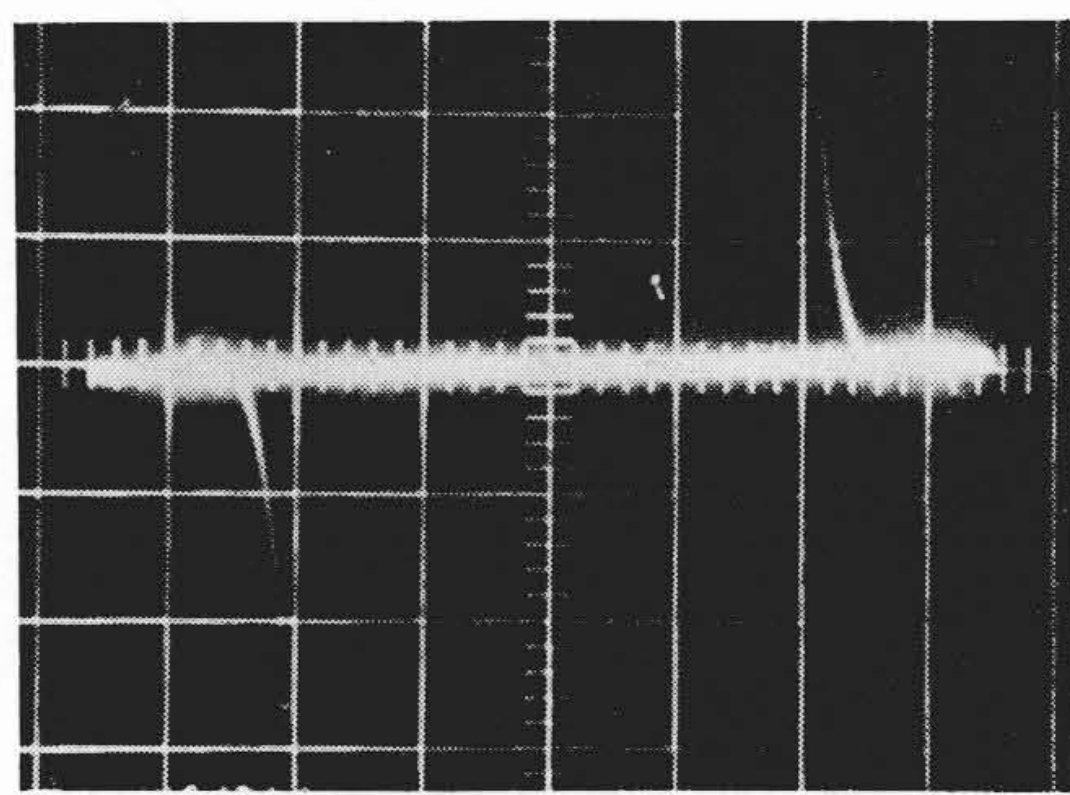
第17図 FT01の平均損失(单相半波)



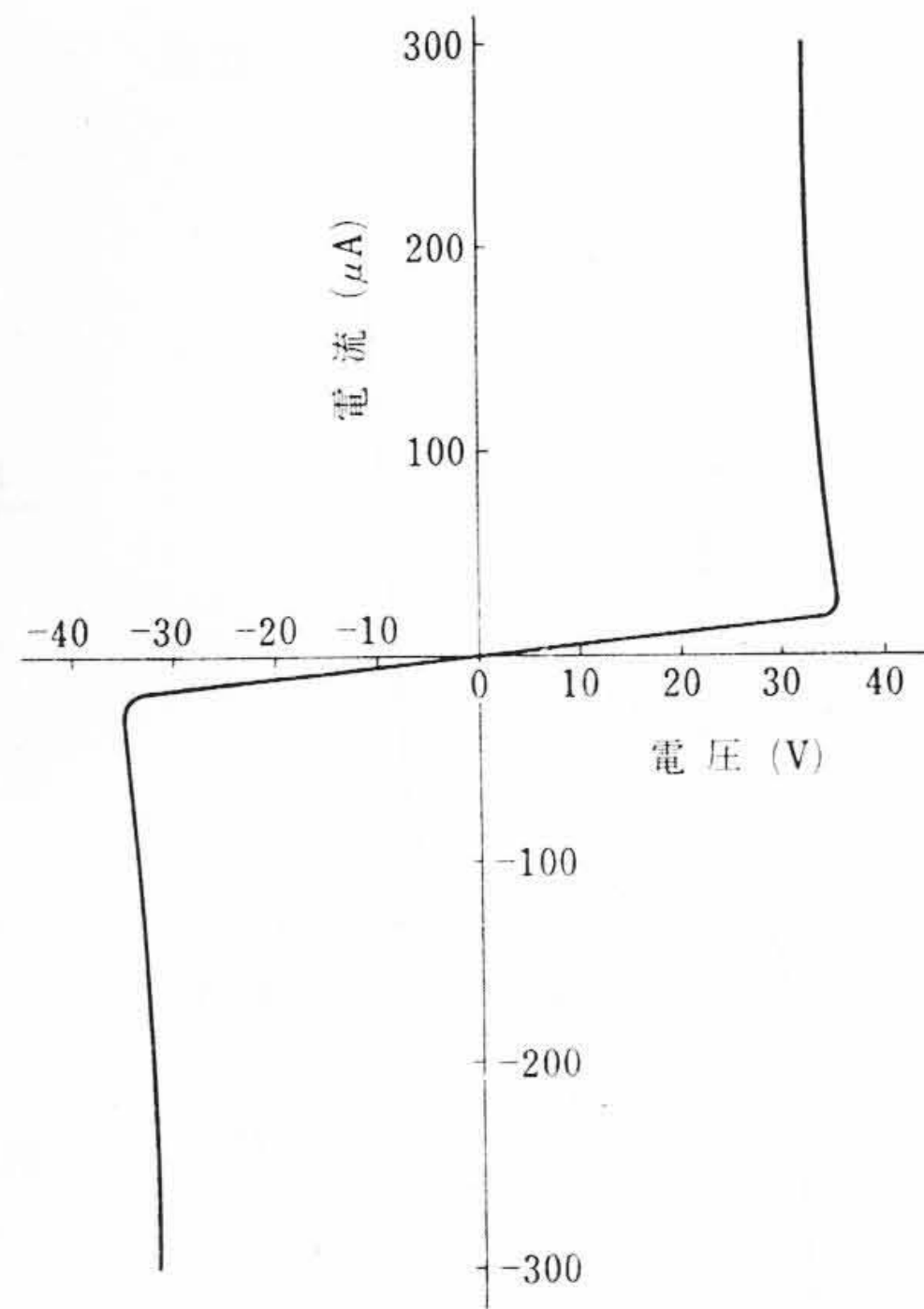
第18図 FT01許容電流と周囲温度(交流電流)



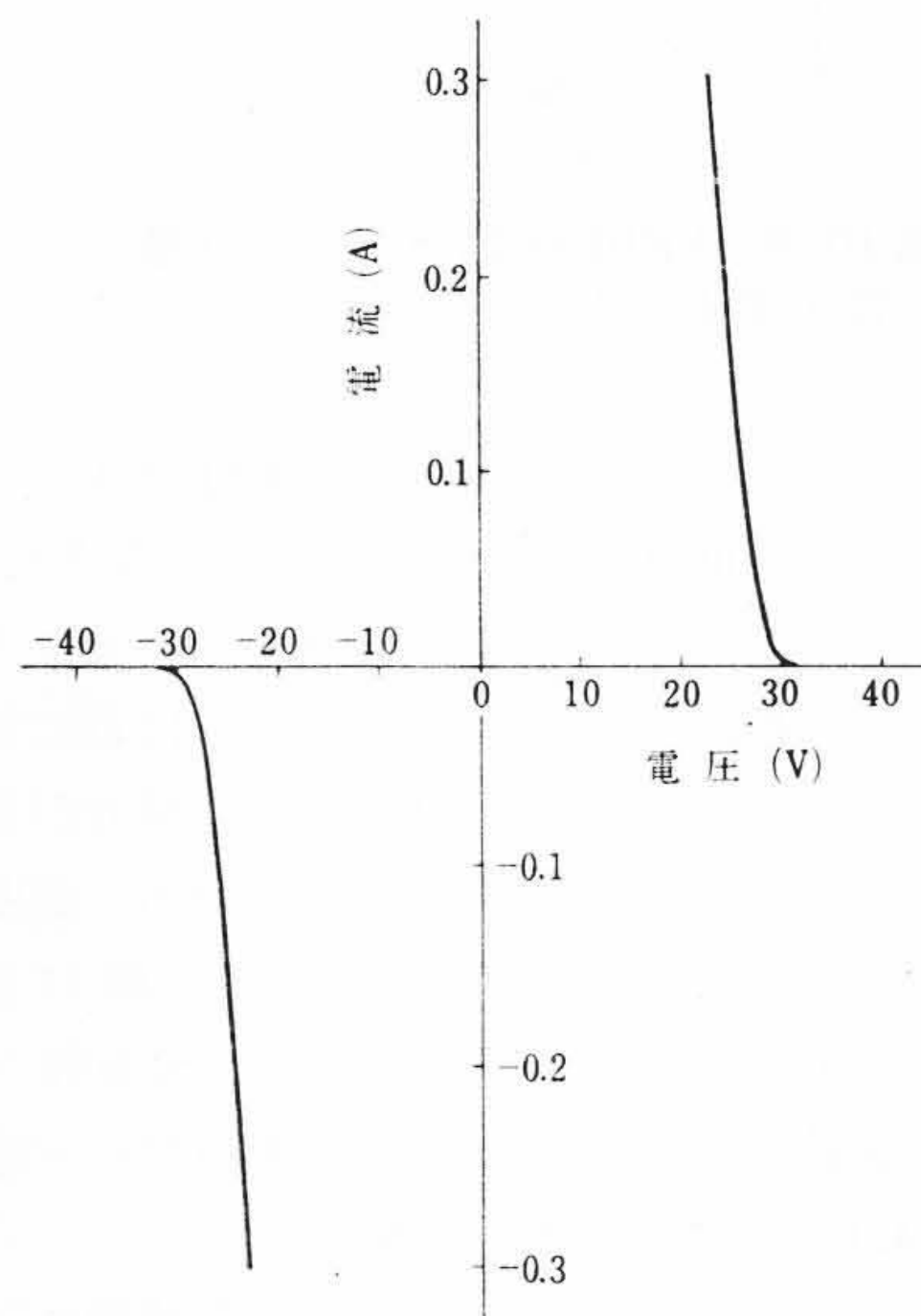
第19図 FT01の許容電流と周囲温度(单相半波)



第20図 BIACの電圧電流特性



第21図 TA01の低電流領域の電圧、電流特性

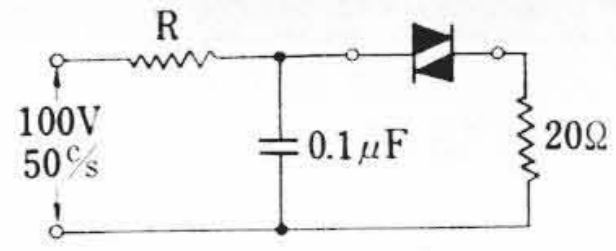


第22図 TA01の高電流領域の電圧、電流特性

第3表 BIAC (TA01) 規格表

定格事項 (周囲温度 50°C)

項目	条件	定格値
最大せん頭電流 A_{peak}	10 μ s 幅パルス 100 c/c 繰返し	2
最小せん頭出力電圧 V_{peak}	下記回路にて 20 Ω の抵抗端子電圧により測定	3



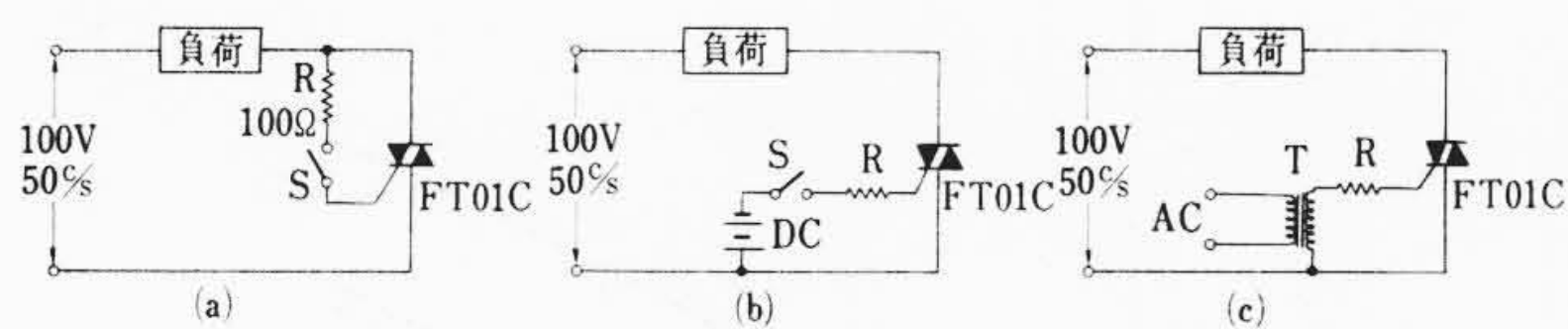
電気的特性 (周囲温度 25°C)

項目	最小値	代表値	最大値
ブレイクオーバー電圧 V_{peak}	28		42
ブレイクオーバー電圧温度係数 %/°C		0.1	
ブレイクオーバー電流 μA_{peak}			200
ブレイクオーバー電圧差	$V_1 = V_2 \pm 10\% V_2$		

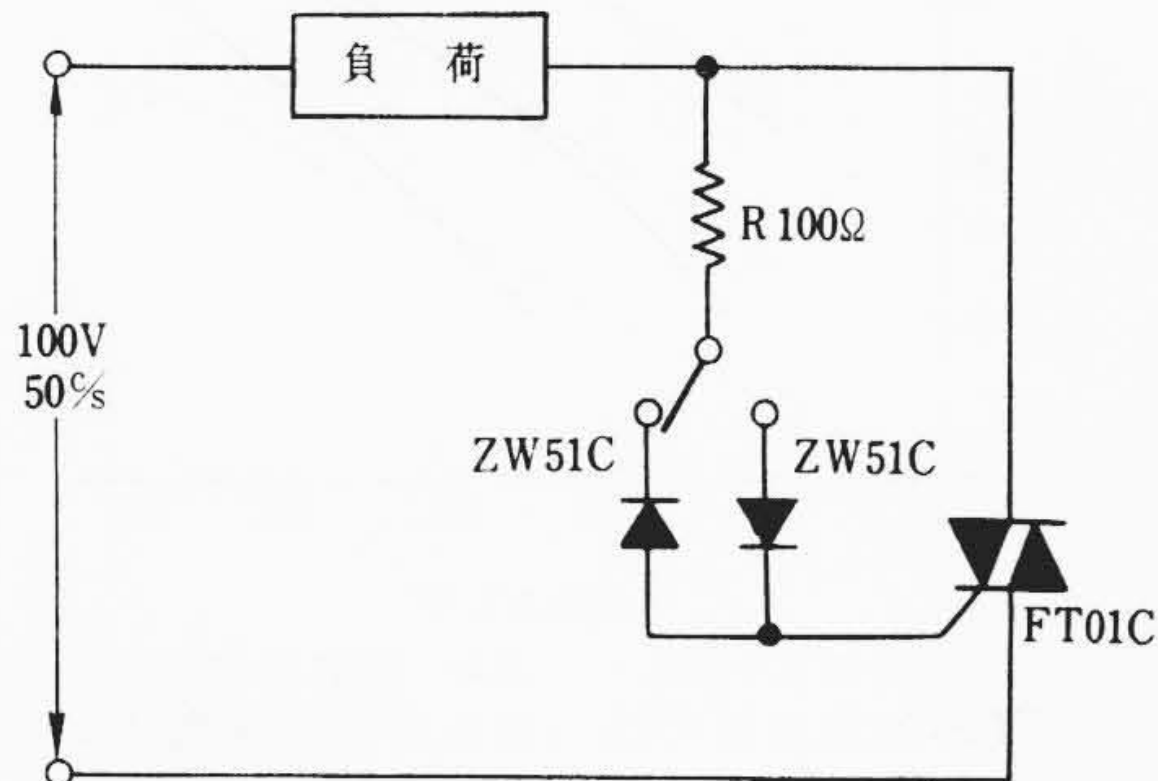
4.2 BIAC の特性

BIACはFLSのゲート信号発生用として発表されているもので、第20図のような電圧電流特性をもち、ブレイクオーバー電圧をこえると負性抵抗状態になり、電流が増すと電圧が下がってくる。第3表はTA01形BIACの規格表を示す。この素子は第3表の最小せん頭出力電圧に示してあるような回路で、コンデンサが抵抗R

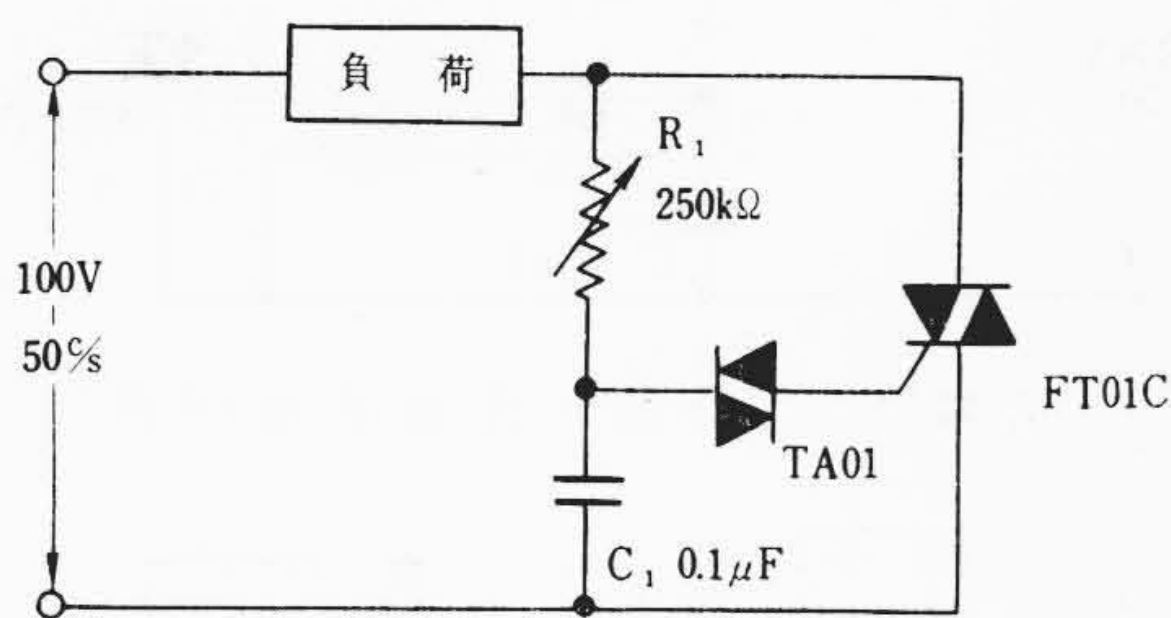
を通して充電され、コンデンサ電圧がブレイクオーバー電圧に等しくなるとBIACは負性抵抗状態となり、コンデンサの電荷は負荷抵抗を通して放電し、パルス電圧を発生する。第21図および第22図はTA01の低電流および高電流領域における代表的な電圧電流である。



第23図 交流静止スイッチ回路



第24図 直流静止スイッチ



第25図 FLSによる交流位相制御基本回路

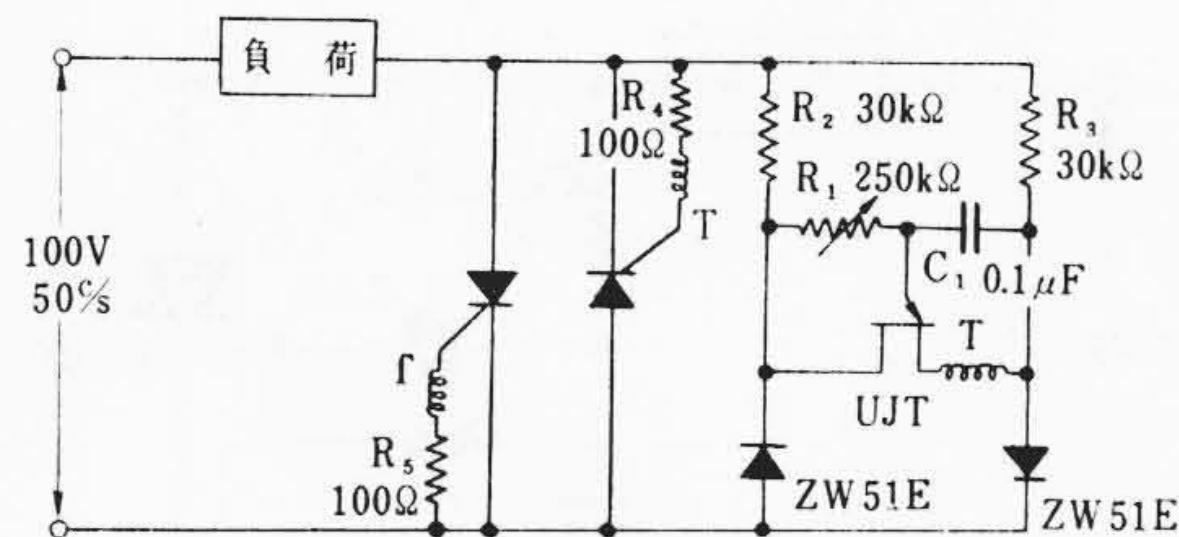
5. FLSの応用および問題点

FLSはゲート信号により正逆両方向に導通できる。正負いずれのゲート信号でも点弧させることができる利点があるため交流制御要素としては非常に便利であり、従来のSCRによる交流制御方式にくらべて回路構成が簡略化され、装置の小形化、低価格化などに有利である。FLSおよびBIACを使用した具体的な応用回路につき、動作、特性などを検討する。

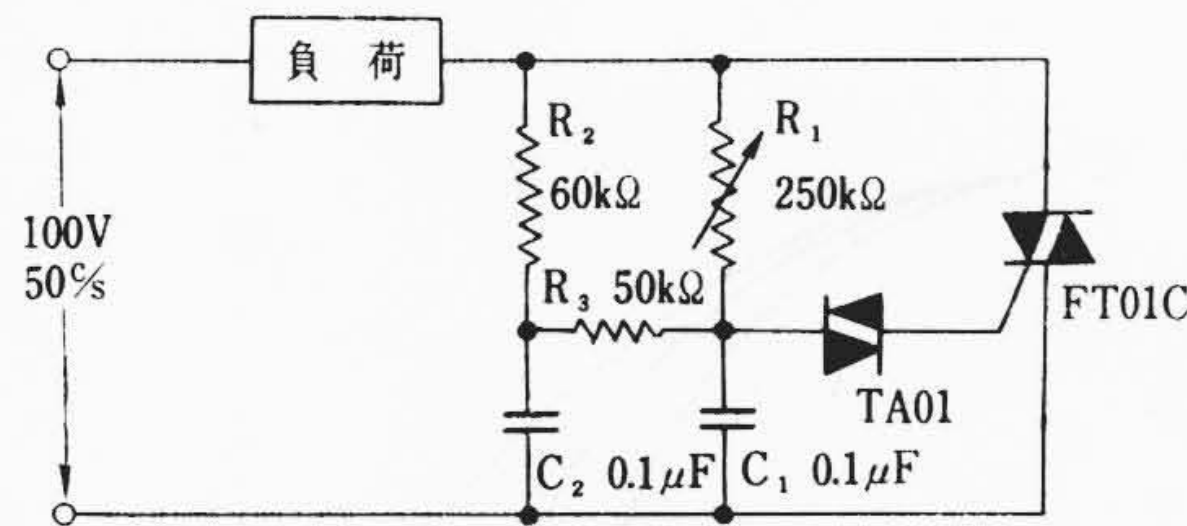
5.1 静止スイッチ

第23図はFLSを使用した交流静止スイッチ回路の例である。SCRを逆並列に使用した回路に比べて非常に回路が簡単になっている。第23図(a)はスイッチsを閉じることにより電源より正または負のゲート信号が与えられ、FLSを点弧させる。この回路のスイッチsとしては、リードリレー、サーモスタット、リミットスイッチなど小容量接点が使用でき、温度、圧力などの検出に有効である。第23図(b)は直流電源によって制御する交流静止スイッチでスイッチsとしてトランジスタを使用し、サーミスタ、フォトセル、その他電気信号によって動作させることができる。第23図(c)は交流電源によって制御する交流静止スイッチで、ゲート回路の位相は電源回路の位相より進ませて加えることが望ましい。この回路のゲート信号としては高周波でもよく、変圧器Tを小さくすることができる。また電源周波数に同調したフィルタを使用して、周波数検出も可能である。

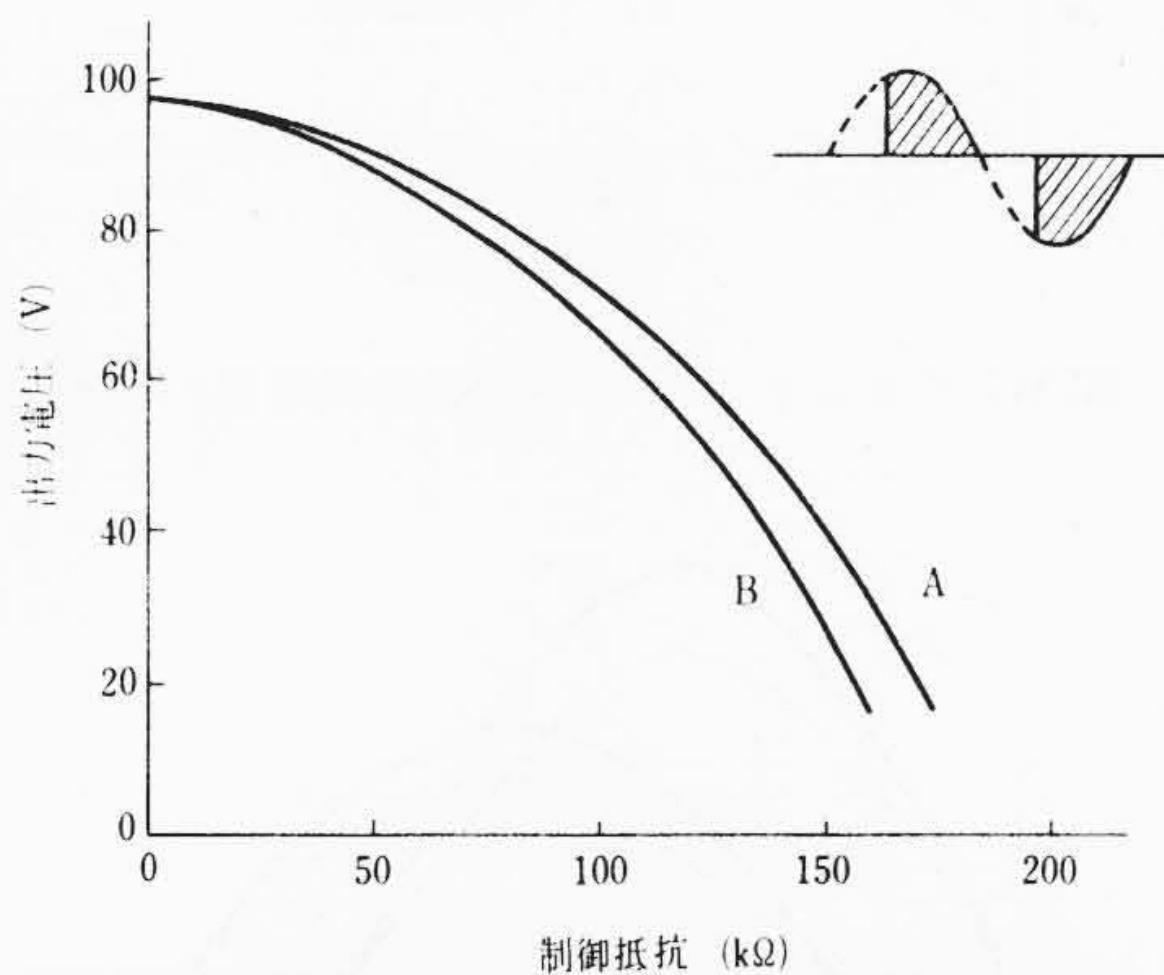
第24図はスイッチsの切換えによって、正方向または逆方向のみに電流を流す直流スイッチである。この回路でスイッチsを任意の方向に閉じるとスイッチsに直列に接続されているダイオードにより電源電圧の正または負の一方のみFLSのゲートに信号を与え、半波整流された電流を正または負の一方のみに通電することがで



第26図 SCRおよびUJTによる交流位相制御回路



第27図 FLSによる交流位相制御広角度制御回路



A ブレークオーバー電圧 34V B ブレークオーバー電圧 90V
第28図 基本回路による位相制御特性

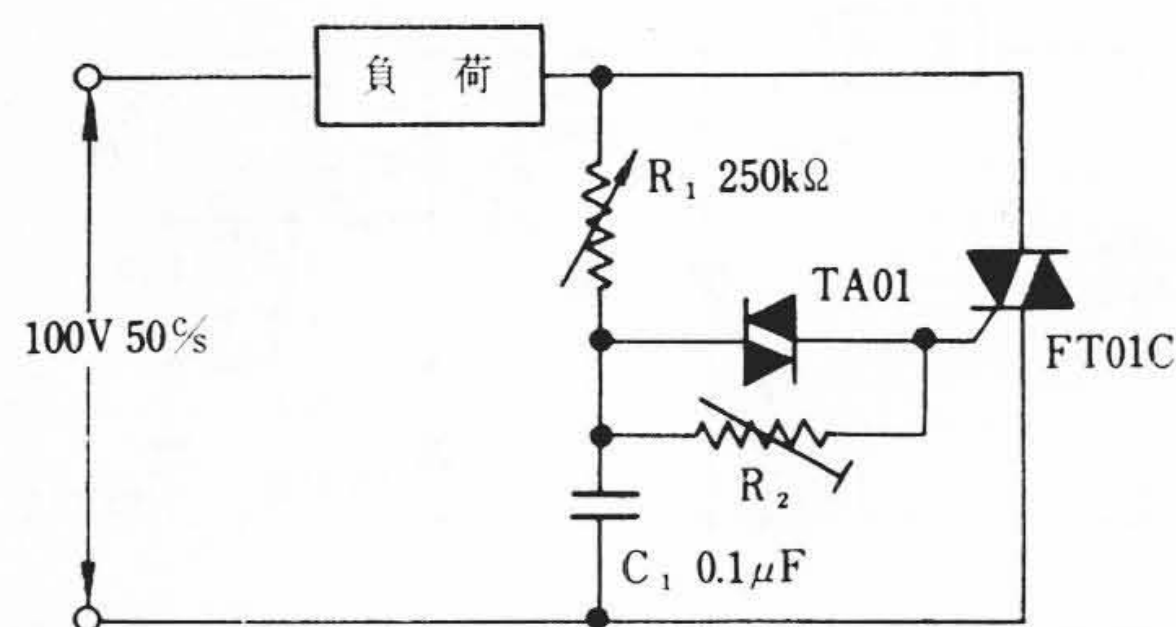
き、小形直流電動機の正逆運転などに利用することができる。

5.2 交流位相制御回路

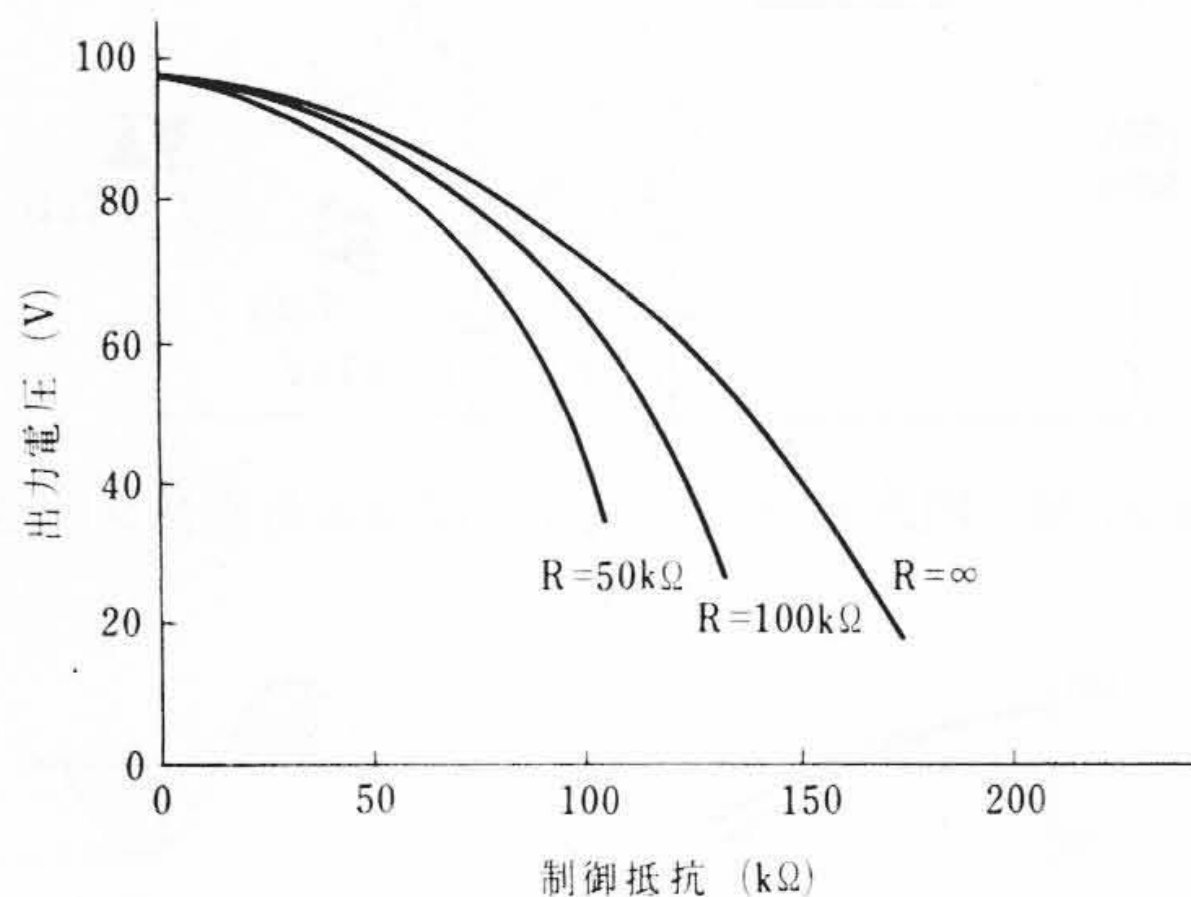
小形誘導電動機速度制御装置、家庭用調光装置、電気炉および熱器具の温度制御装置などの用途に対してFLSとBIACを使用した交流位相制御回路を適用することにより、非常に回路が簡略化される。

第25図はFLSおよびBIACによる交流位相制御の基本回路である。第26図のSCRとUJTを使用した交流位相制御回路の例と比べ、構成回路部品が非常に少なく、簡単になっている。第25図は可変抵抗 R_1 およびコンデンサ C_1 よりなる位相調整回路で、 C_1 の電荷の一部が放電してFLSのゲートに点弧信号を与え導通させる。 R_1 を変化することにより、電源電圧とコンデンサ電圧の位相が変化し、FLSの点弧位相を調整できる。この回路で R_1 を大きくしていくと位相角170度付近でコンデンサ電圧が低くなり、BIACのブレークオーバー電圧に達しなくなるとFLSは点弧しなくなる。この状態から R_1 を小さくしていくと、位相角130度付近で最初にFLSが導通しはじめる。このように R_1 の変化のしかたで最大制御角が異なってくるのを、制御特性のヒステレシスとよんでおり、これはBIACの導通時と非導通時の回路条件の違いにより起こるもので、 R_1 を小さくしていき、位相角が170度付近でBIACのブレークオーバー電圧に達して点弧が起こっても、 C_1 の電荷が一部放電するため、次の半サイクルからは早く C_1 が充電され、位相が進んでしまう。この制御回路により実効電圧で95~35%の電圧制御が可能である。

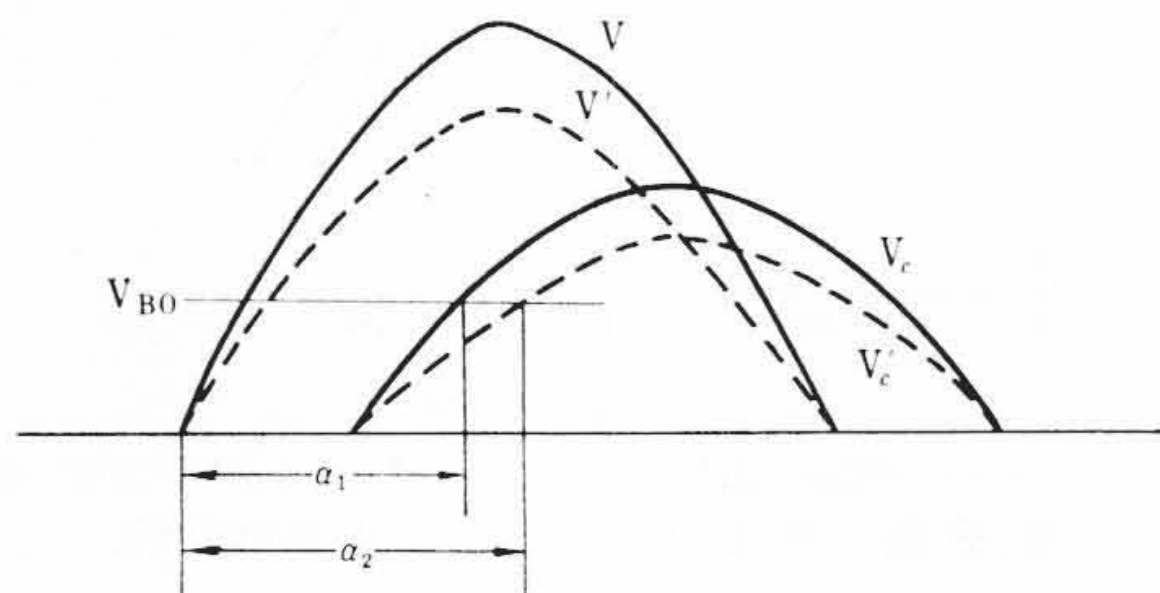
第27図はこのようなヒステレシスを小さくした回路で R_1 が大きいとき、BIACを通して C_1 の電荷の一部が放電しても、 R_3 を通し



第29図 BIAC ブレークオーバー電圧補償回路



第30図 BIAC ブレークオーバー電圧補償回路の位相制御特性



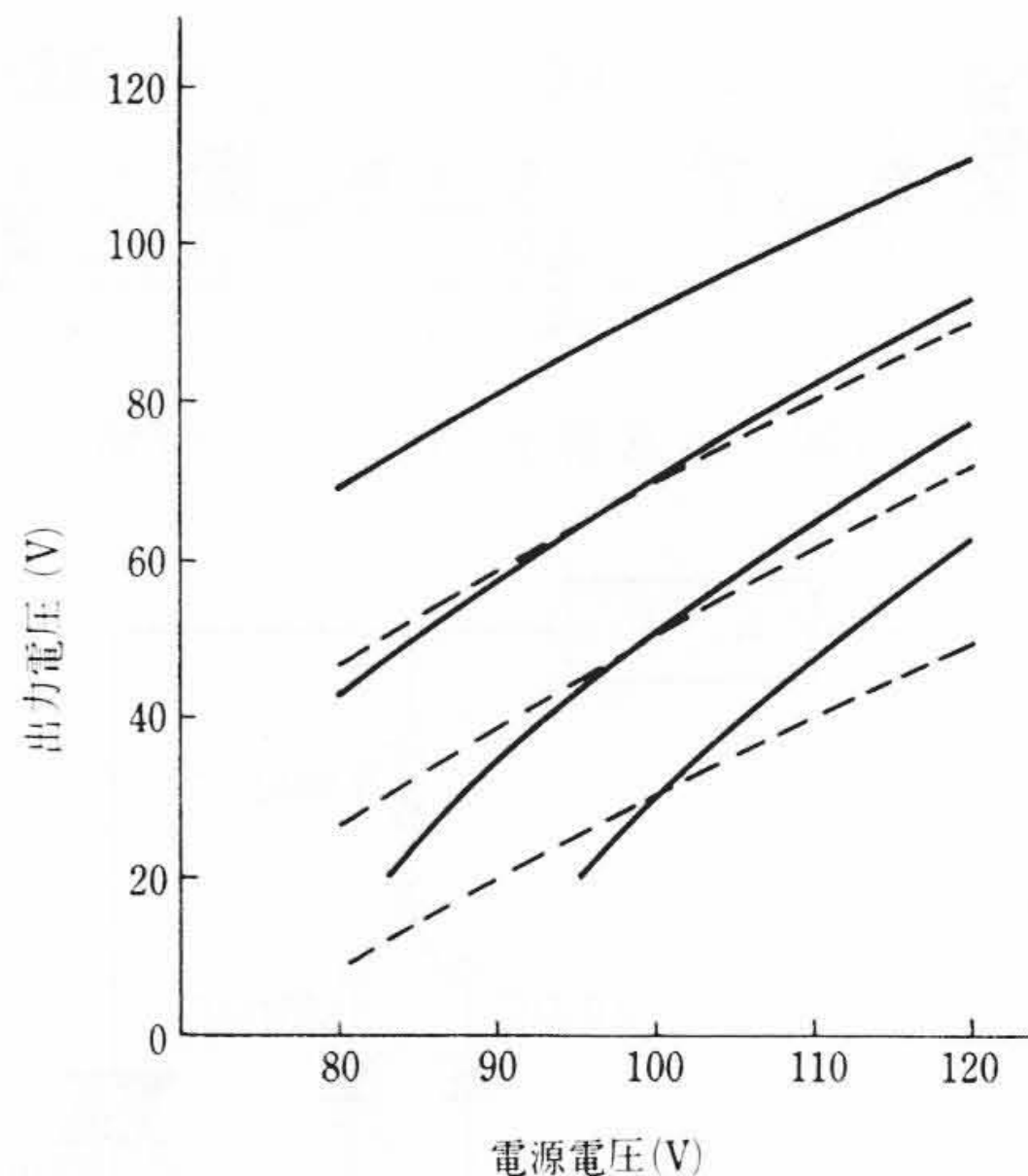
第31図 電圧変動と位相制御角

て C_2 の電荷が C_1 に再充電されるために、次のサイクルに対する充電時間を補償し、ヒステシスを小さくすることができる。この回路で 95~20% はの電圧制御が可能になる。

5.3 交流位相制御回路の問題点

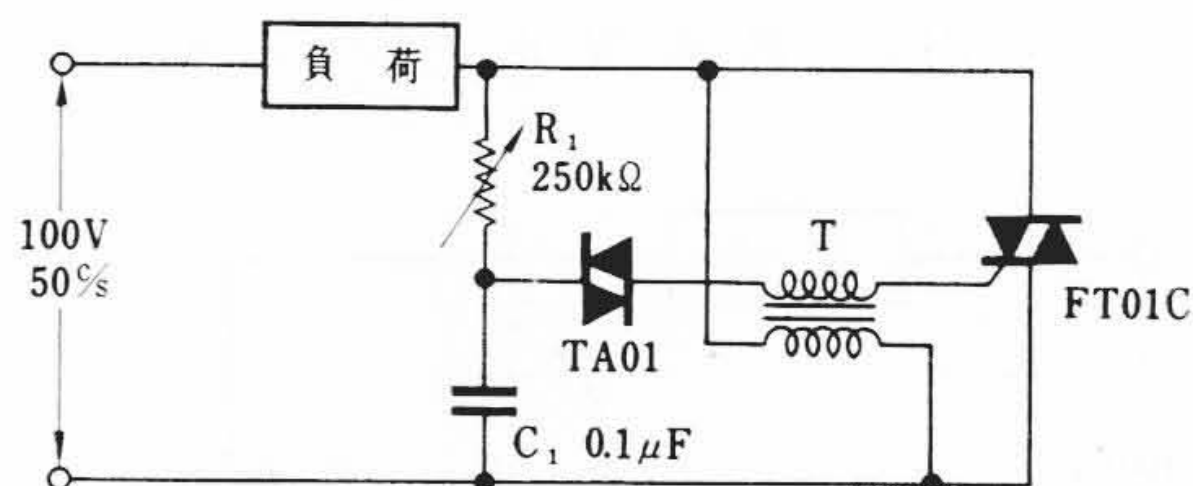
前述の交流位相制御回路の制御特性は BIAC のブレークオーバー電圧により異なってくる。第28図は第25図の回路の R_1 と出力電圧の例である。この特性は電源電圧 100V、抵抗負荷の場合で BIAC のブレークオーバー電圧が A は 34V、B は 40V の場合である。このような制御特性のばらつきを補償するために第29図のように BIAC と並列に抵抗 R_2 を接続することにより第30図のように R_2 の値により制御特性が変わり、適当な R_2 の値を選ぶことにより、第28図の A の特性を B の特性にかえることができる。このような制御特性のばらつきに対する補償は R_2 をコンデンサまたは R_1 と並列に接続しても可能である。このことは R_2 の接続によって、等価的に BIAC の漏れ電流が増加することになり、この電流と R_1 による電圧降下分だけ位相を遅らせるように働くためである。

次に電源電圧が変動した場合の問題であるが、簡単のために、第31図について説明する。電源電圧 V のとき、任意の R_1 に対して、コンデンサ電圧が V_c であったとする。BIAC のブレークオーバー電圧 V_{B0} とコンデンサ電圧 V_c が等しくなる位相角 α_1 で FLS が点弧していたとする。電源電圧が下がって V' になったときコンデンサ電圧も V_c' に下がる。したがって位相角は α_2 となり、電源電圧降下のほかに $\alpha_2 - \alpha_1$ に相当する位相遅れにより、電源電圧の降下の

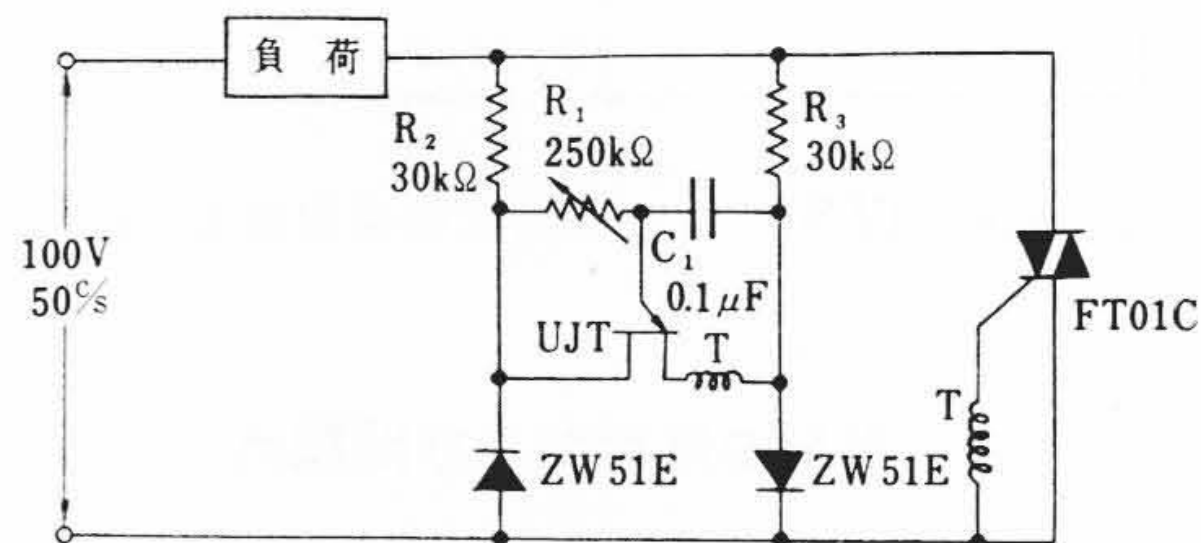


実線 第25図の回路 破線 第33図の回路

第32図 FLS 制御回路の出力電圧の電源変動による影響



第33図 電源電圧変動補償回路



第34図 FLS と UJT による交流位相制御回路

割合よりもさらに大きい出力電圧降下があらわれる。このように第25図は比較的電源電圧による影響が大きく、第32図の実線は電源電圧 100V のとき、出力電圧を適当な値に設定しておき電源電圧を $\pm 20\%$ 変化させたときの出力電圧変化を示す。第33図はこのような電源電圧の変動を補償する方法の例であって、電源電圧と同位相の正バイアスを BIAC に直列に加えることにより、第31図の $\alpha_2 - \alpha_1$ を小さくすることができる。第32図の破線は、電源電圧 100V のとき、第25図の回路と同じ出力電圧に設定したときの出力電圧の変化である。これは変圧器の巻線比を 100 対 15 としたときの例である。この結果、第25図に比べ、かなり電源電圧変動による出力電圧の変化が小さくなっている。

以上、BIAC のブレークオーバー電圧のばらつき補償、電源電圧変動の補償などにつき、第25図により検討したが、第27図の回路についても、同様な効果が得られる。

第34図は UJT と FLS を組み合わせた交流位相制御回路で、電源電圧に対する変化は比較的小さい。

BIAC のブレークオーバー電圧の温度変化は $0.1\%/^{\circ}\text{C}$ 程度で比較的小さく、第25図および第27図の交流位相制御回路では温度による出力電圧に対する影響はあまり問題にならないと思われる。

6. 結 言

FLS および BIAC は開発されて間もなく、各種応用に関して研究がはじめられた段階であるが、交流制御回路要素として非常にすぐ

れており、現在は100V交流電源用のものであるが、今後、電流容量が増加し、200V交流電源用のものが開発され、用途も拡大されるものと思う。

FLSは特性的に非常な長所をもっているほかに、低価格であるため、汎用電気品のほかに、家庭電気品、商品に対しても大量に需要が期待できる。

終わりにあたりご指導を賜った日立製作所日立工場高木工場長、毛利部長、浅野課長、佐々木主任に対し、またご協力いただいた日立研究所横山研究員に深謝するものである。

参考文献

- (1) R. W. Aldrich and N. Holonyak, Jr "Two-Terminal Asymmetrical and Symmetrical Silicon Negative Resistance Switches", J. Appl Phys. Vol. 30 pp. 1819-24 Nos 1959
- (2) "Gateless SCR Produce Low Cost Domestic Dimmer" Electronic Design 12 Apr. 1963
- (3) E. K. Howell "Triac Control for AC Power" GE Application Note 200.35 2/64



特許と新案



最近登録された日立製作所の実用新案(その2)

(8頁よりつづく)

登録番号	名 称	氏 名	登録年月日	登録番号	名 称	氏 名	登録年月日
732293	温度調節器	大塚卓男	39. 2. 17	733895	サーミスタを用いた流量計検知部	二木久夫	39. 3. 11
732294	温度調節器	大塚卓男	"	733965	外被巻鉄心型リアクトル	森竜太郎	"
732295	温度調節器	大塚卓男	"	732303	試験用変圧器の冷却装置	浅野次夫	39. 2. 25
732302	両端支持押釦式引手	川島政司	39. 2. 25	732304	負荷時タップ切換装置	桜木向村	"
732341	空洞共振器の共振周波数可変装置	川島政司	"	732305	防音変圧器	沢幡寅	"
732342	空洞共振器の共振周波数可変装置	川島政司	"	732308	負荷時タップ切換変圧器制御装置	井上川治	"
732343	空洞共振器の共振周波数可変装置	川島政司	"	732309	電気車用変圧器	前川愛一	"
732344	三重同軸共振器	川島谷満雄	"	732310	車輦用変圧器の電圧変動調整装置	前川愛一	"
732368	クランク・油圧両用プレス	小長清誠	"	732311	車輦用変圧器の電圧変動調整装置	前川愛一	"
732370	市外通話防止装置	松永藤一	"	732312	電気車の計器用変成器	前川愛一	"
732280	ロータリースイッチ	菊地惟誠	39. 2. 17	732313	低油面型変圧器におけるコンサベータ	門馬幸雄	"
732281	トランススタリレー装置	建脇秋利	"	732318	半導体整流器保護装置	橋本忠光	"
733970	冷蔵庫	加井藤夫	39. 3. 11	732336	水位調査器	斉藤武勇	"
733971	冷蔵庫	野原実史	"	732301	油入変圧器用コンサベータ	沢幡寅	"
733972	棚網固定装置	松居潔	"	730981	エレベータ乗籠に設けた電磁作動弓形カム装置	高橋達一	39. 1. 22
733974	冷凍貯蔵庫	松林功弘	"	730989	密閉母線の接続部	藤崎芳男	"
733986	冷凍貯蔵庫の錠止装置	松林功弘	"	730990	相分離形密閉母線の接続装置	丹秀太郎	"
733989	冷凍貯蔵箱の錠止装置	松林功弘	"	730993	堅軸用スラスト軸受	岡野金平	"
733959	冷蔵庫	松居史一	"	732279	双安定回路負荷装置	鈴木敏孝	39. 2. 17
733968	冷蔵庫	鈴木雄史	"	733984	電気集塵器	諫早典夫	39. 3. 11
733910	冷蔵庫用自動排水装置	須田吉男	"	733985	電気集塵器	諫早典夫	"
732292	共同電話装置	堀田鉄夫	39. 2. 17	733997	遠心静電分離装置	越前谷口	"
733953	指令呼出通話装置	山本剛政	39. 3. 11	733936	ウエスコンポンプ	大島亮一	"
733917	トリミングバーを側面に有する抵抗体エレメント	軽部政雄	"	732321	半導体合金処理装置	出射義成	39. 2. 25
733918	送り駆動装置	長井寿夫	"	732289	熱電素子付溶接装置	坂本雄三	39. 2. 17
732317	切換スイッチ	戸村光一	39. 2. 25	732348	継電器	藤田照穂	89. 2. 25
732327	球状金属塊の製造装置	杉田光元	"	733988	粒子加速器等における電子銃又はイオン源の冷却装置	末松伸茂	39. 3. 11
733912	高周波トーチ放電装置	菅原本夫	39. 3. 11	733991	電子加速器の電子線電流測定装置	末松伸茂	"
732276	電源安定回路	山永慎	39. 2. 17	733951	防音変圧器におけるリード保護管引出し装置	宮後本	"
732282	熱電冷却素子付光検知器	谷口慎	"	733901	メタルクラッド配電盤	佐々木生正	"
				733903	組立式閉鎖形開閉装置	丹秀太郎	"
				733908	空気遮断器への空気供給装置	額田啓三	39. 3. 11
				732329	過電流継電装置	堀江義郎	39. 2. 25
				732337	カム接点触器	古山義雄	"

(68頁へつづく)