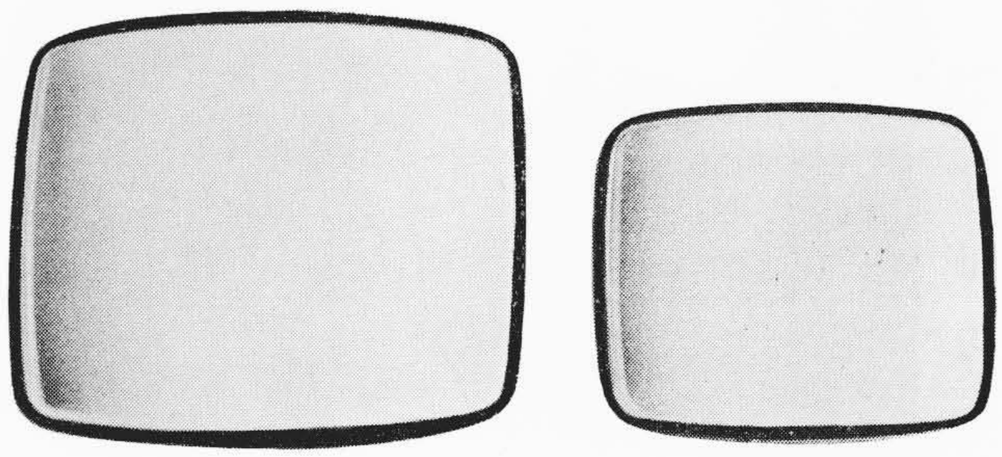
10. 電子管および半導体

ELECTRON TUBES AND SEMICONDUCTOR PRODUCTS

日進月歩のエレクトロニックス業界において，日立製作所は36年度に引き続き37年度も数多くの新製品を開発し，業界の指導的立場を維持するよう努力してきた。

特に最近の新製品はますます高度化された総合技術により完成されたものであり，世界市場での活躍が期待される状況にある。以下37年度の成果としてブラウン管，送信管およびマイクロ波管，受信管，X線管，特殊電子管，半導体製品などについて最近の新製品完成の状況を紹介する。



第1図　ワイドスクエア受信管 16 AUP 4 および 310 AB 4

10.1 ブラウン管

テレビ受像管は16形，12形などのワイドスクエア形受像管が逐次完成し，量産にはいった。マイクロテレビ用としては6形を開発している。

カラーテレビ受像管は全硫化物けい光体に全面的に切り替えられ輝度が向上した。

観測用ブラウン管ではヘリカル後段加速管の品種がさらに増加するとともに0.6 W級のカソード系が完成している。数100 Mcまでの広帯域ブラウン管も開発した。

ビジコンは高感度の7735Aを開発した。

10.1.1 テレビ用受像管

16形ワイドスクエア受像管は400 AB 4についで，16 AUP 4（旧名称400 CB 4）を開発した。16 AUP 4は全長256 mmで前者より25 mm短縮したほか全面フォーカス性を改善してある。

12形ワイドスクエア受像管としては310 AB 4を開発した。最大部径310 mm，全長236 mmである。

10.1.2 カラーテレビ用受像管

14形カラーテレビ用受像管として14 BCP 22(旧名称360 CB 22)，17形として430 CB 22を開発した。いずれも全硫化物けい光体を使用している。

14 BCP 22は14形70度偏向の受像管で，けい光体ドットトリオ数約28万6千，孔径0.22 mmのグレーデッドホールシャドウマスクを用い，解像度，明るさともに従来よりもすぐれている。

10.1.3 観測用ブラウン管

ヘリカル後段加速管5 CAP 1は2,000～6,000 Vで使用するように設計し，偏向率X軸：21.5 Vdc/cm，Y軸：9.9 Vdc/cm（E_{b3}/E_{b2}＝6,000/1,850 Vにおいて）を有する。

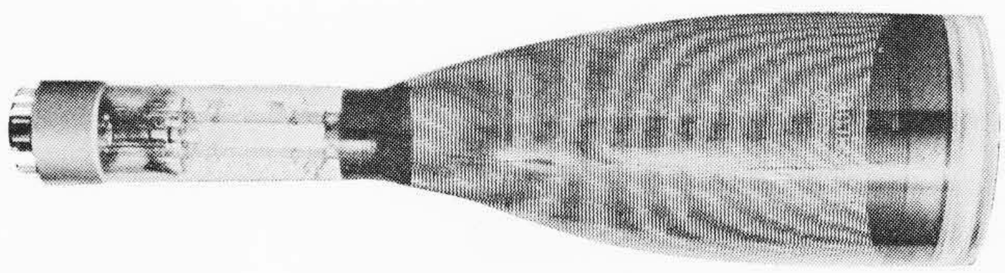
H8117はヒータ電力0.63 W（6.3 V，100 mA）を持った新しいブラウン管である。

3形の角形ブラウン管3 AHP 1，80 AB 1を開発した。80AB 1は1段後段加速方式を採用している。

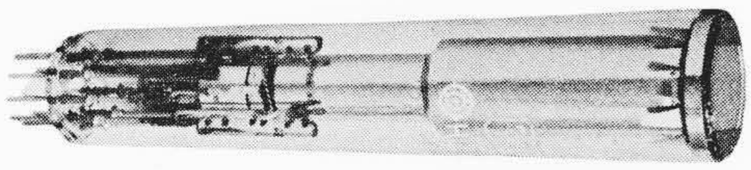
わが国最初の100 Mc帯のブラウン管130 JB 2を開発したが，本管は偏向板分割による進行波方式のブラウン管である。

10.1.4 撮像管

光導電面の改良により7038より3倍以上感度の良いビジコン7735Aを開発した（第3図）。7735Aは7038とまったく外観が同じなので，交換が可能である。



第2図　130 JB 2

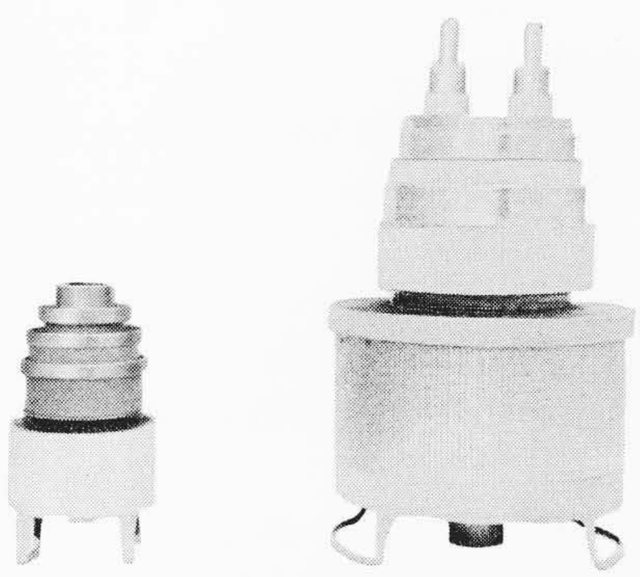


第3図　7735A

10.2 送信管およびマイクロ波管

10.2.1 セラミック送信管

36年度までに完成したUHF用各品種は各方面で優秀な実績を収めつつあるが，最近テレビジョン放送用として初めてVHF用の大形セラミック管を開発した。6F 62R（陽極損失600 W）はNHK技術研究所の指導により完成したもので，メッシュカソードを採用して相互コンダクタンスを向上させてある。8F 66RA（陽極損失12 kW）は従来のガラス封止管をセラミック化して電力容量，信頼度を向上させたものである（陽極損失20％増加）。

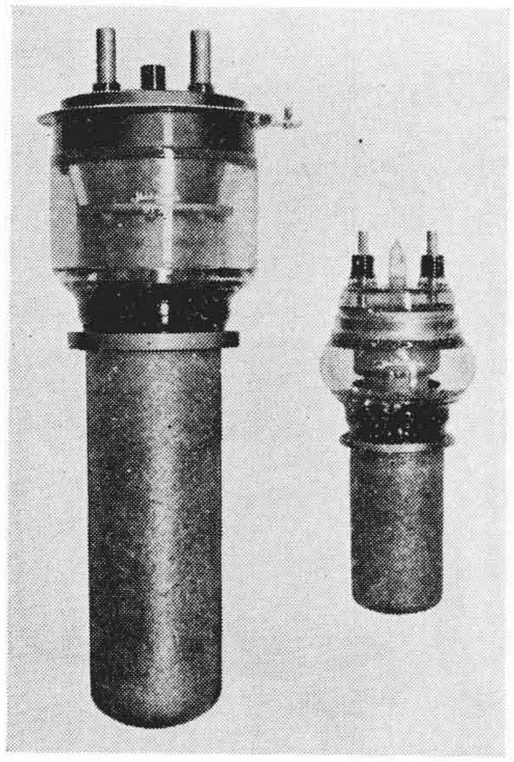


第4図　6F 62R，8F 66RA

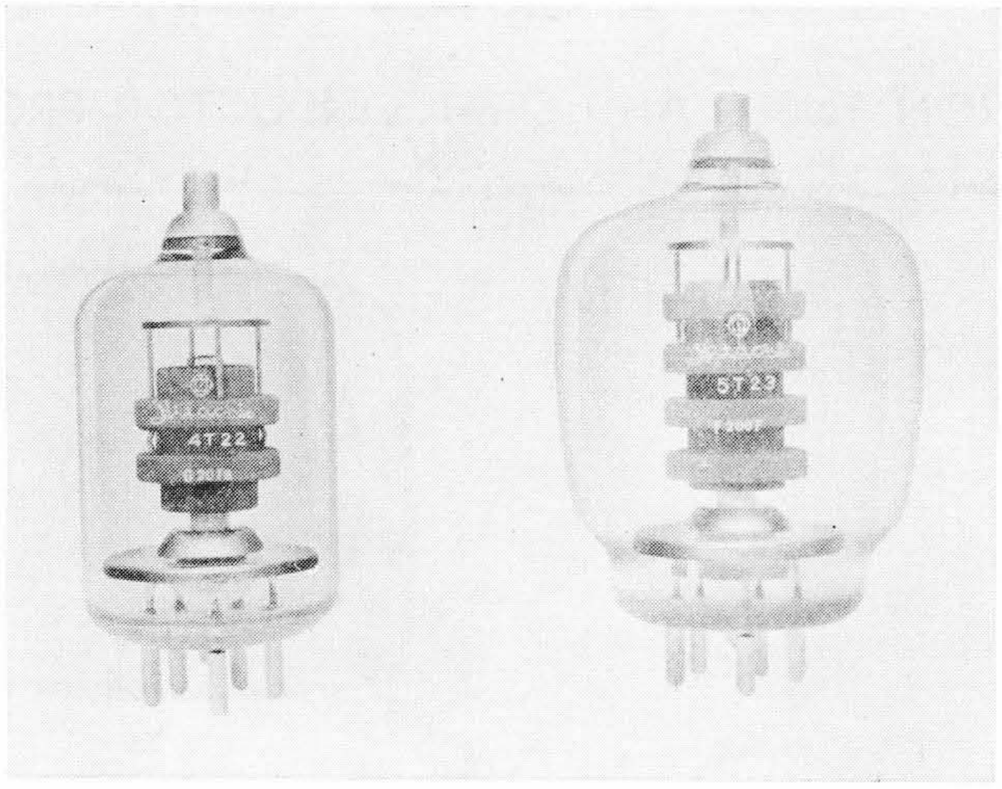
10.2.2 工業用送信管

大電力シリーズ9T27（出力100 kW），8T75（出力55 kW），8T74(出力30 kW)はすぐれた実績を固めつつあるが，9T27級の電源用として7H57A(熱陰極水銀整流管，出力12A)，7G57A(熱陰極グリッド制御放電管出力12A）を完成した。いずれも従来の5H69Bなどと同様の日立製作所独特の電極構造を採用して優秀な耐圧，寿命特性を備えている。

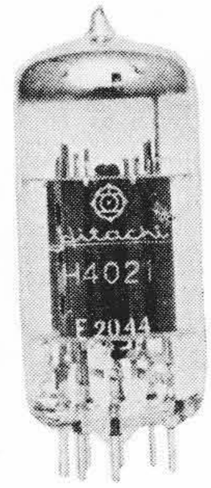
誘電加熱，超音波応用などに需要の多い中形管として4T22（出力400 W），5T23（出力750 W）を完成した。現在多く用いられているアイマック形諸品種に比し小形，堅固化し，特性も改善してあり，すでに好評を得つつある6T40，6T50の姉妹管として次第にアイマック形に代わるものと思われる。



第5図　9T27，8T74



第6図　4T22，5T23



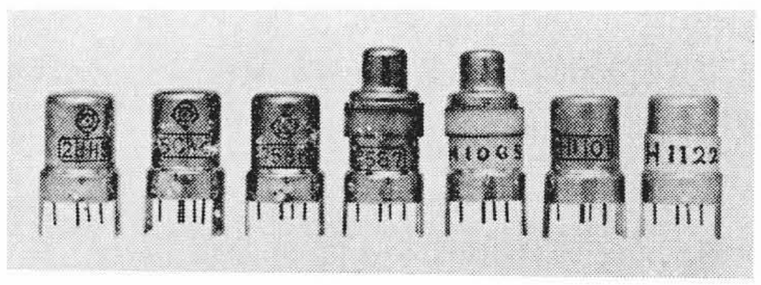
第7図　H4021

10.2.3　UHF小形送信管

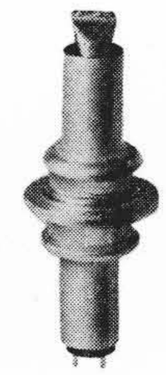
300～500 Mc 帯のレッヘル線回路に適した送信管として10 W 級の品種が世界中で未発表で，品種構成上のギャップになっていた。H4021はこのギャップを埋めるため開発したもので，小形，高性能の双ビーム4極管である。移動無線機用などに今後活躍を期待している。

10.2.4　マイクロ波管

さきに開発した 12V20 はその後阪神電鉄株式会社のマイクロ回線などに使用され実績をあげ，その優秀性が実証された。



第8図　新形受信管ニュービスタ



第9図
セラミック
ペンシル管
7554

10.3　受　信　管

36年度に開発したセラミック受信管ニュービスタはテレビ受像機に実用され各方面で大きな反響を呼んだ。37年度は本格的な量産体制にはいるとともに品種についても2B-H5，6CW4，7586以外にもいくつかの新品種を開発した。またアメリカで宇宙通信などに実用されているセラミックペンシル管についてもUHF用3極管7554を完成した。その他16形TV用，カラーテレビ用の受信管およびヨーロッパ形受信管のシリースを数多く開発し需要にこたえた。

10.3.1　ニュービスタ

UHF用3極管H1065，高周波増幅用5極管H1101，高周波増幅用4極管7587，低周波用低雑音管 H1122 など新製品を開発した。H1065は1,200 Mc まで増幅可能であり，構造上取り扱いが容易であるので，この種の用途には最適のものである。

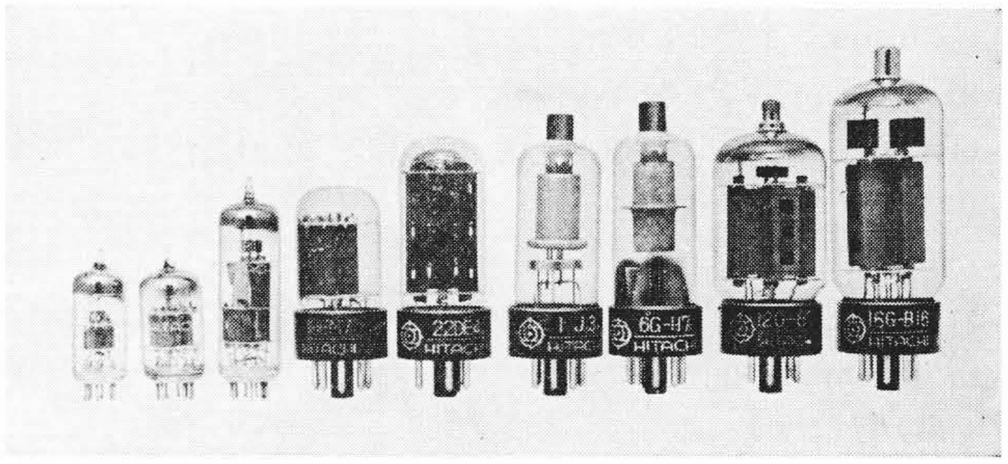
H1101は従来形の4極管7587をシングルエンドとしこれに第3グリッドをいれたもので，静電容量を減少させるため，特別の構造になっている（G_m=10.6 mひ，I_b=10 mA）。H1122は従来のミニアチュア管低雑音管に比べて数デシベル以上雑音レベルが低い。

10.3.2　セラミックペンシル管

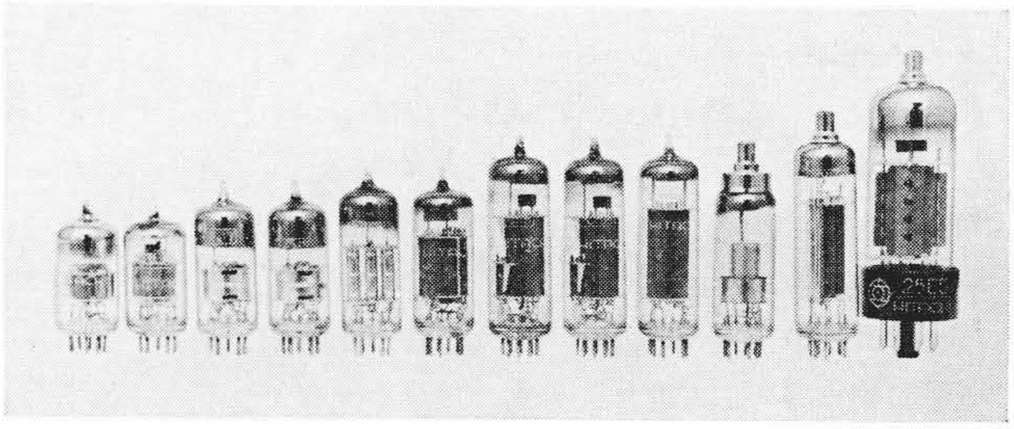
セラミックペンシル管7554はUHF送信機用に開発したもので，1,000 Mc で1.4W の出力を有している。ニュービスタと同じくセラミックと金属との封着，精密グリッドの製作，特殊な封止排気などのすぐれた技術により初めて完成した製品である。

10.3.3　一般用受信管

2GK5，8R-LP1，5R-HR1，10EM7，22DE4，1J3，6G-H7，16G-B16などのテレビ用受信管およびフレームグリッド5極管6EH7，6EJ7を始めとするヨーロッパ形テレビ用受信管の開発を行なった。



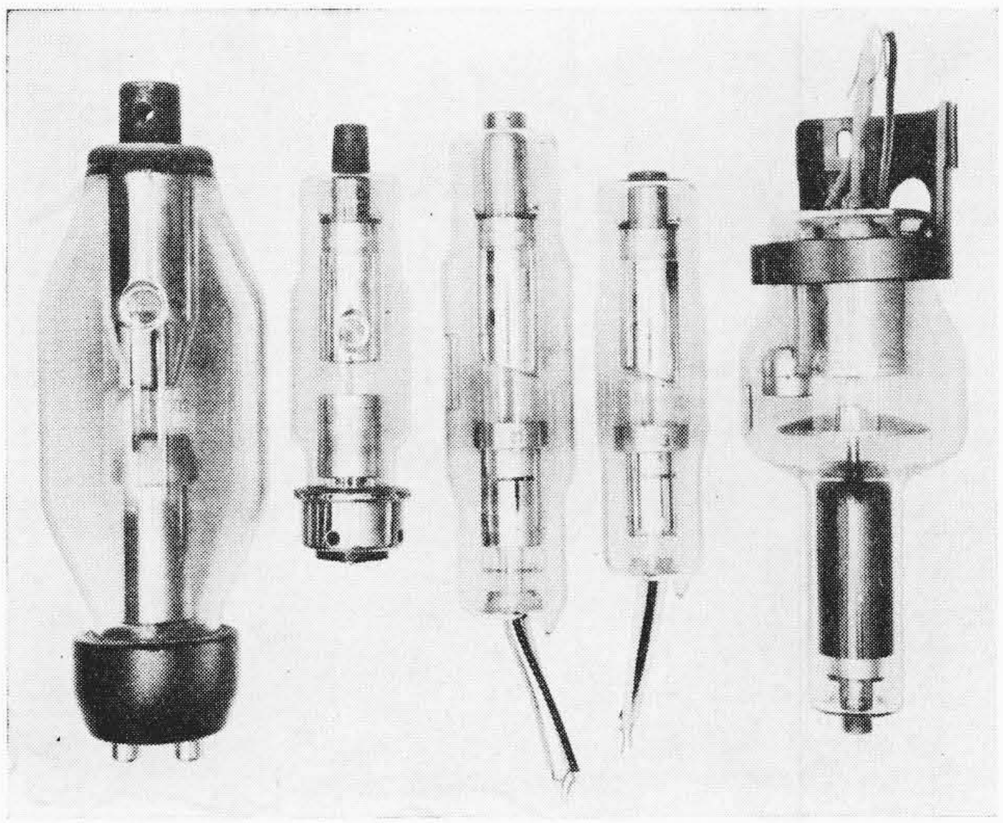
第10図　テレビ用受信管



第11図　ヨーロッパ形テレビ用受信管シリーズ

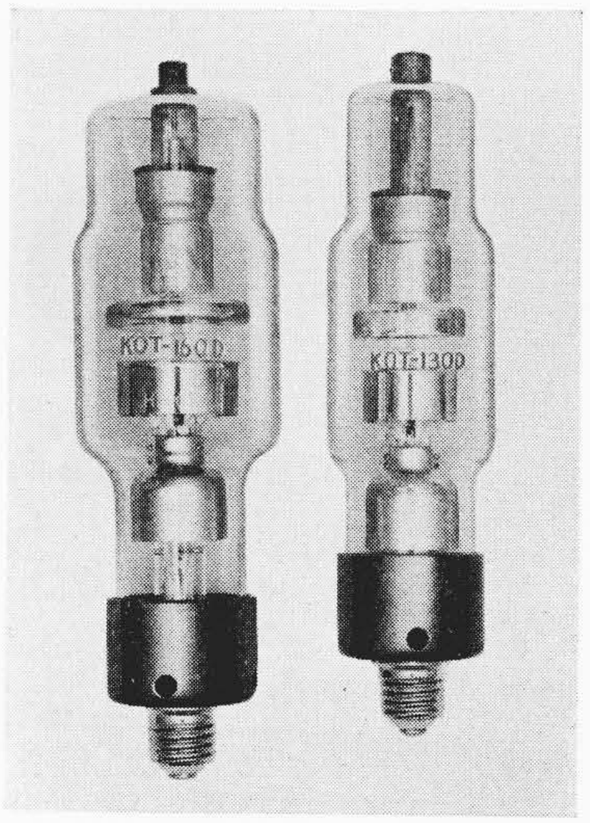
10.4　X　線　管

診察用X線管では36年度に引き続き三極X線管の各新品種を開発，工業用X線管では200 kVpのX線管およびガス絶縁で使用する160 kVpのX線管の新品種を完成した。またX線用整流管では耐電圧が特に良好な130 kVpおよび160 kVpトリタン整流管を完成した。



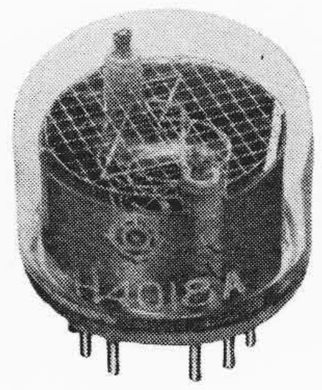
左よりSIO-200-5，H 7018，H 7008，H 7016，DOR-537 A

第 12 図　X　　線　　管

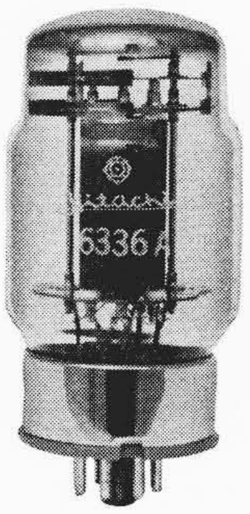


左よりKOT-160 D，KOT-130 D

第 13 図　X線用整流管



第 14 図　H4018A



第 15 図　6336A

10.4.1　X　　線　　管

診察用として125 kVp三極回転陽極X線管(ヒッターノード)の改良品DOR-537 A（焦点2 mm）を完成し，ガンの集団検診などに活躍している。また100 kVp三極固定陽極X線管H7016（焦点5 mm）および150 kVp三極固定陽極X線管 H7008(焦点3.5 mm）の新品種も完成し，いずれも実用されている。また工業用としては200 kVpのX線管SIO-200-5およびガス絶縁160 kVp X線管 H7018を完成した。このうちH7018は，外形寸法が油浸130 kVp X線管SIO-130-5と同程度に小形化したX線管である。

10.4.2　X 線用整流管

130 kVpおよび160 kVpトリタン整流管の改良品として，KOT-130DおよびKOT-160Dを完成した。これらは耐電圧的に特に十分余裕を持った整流管で高電圧X線装置用として実用に適したものである。

10.5　特　殊　電　子　管

10.5.1　数字表示管完成

数字表示管（数字表示用冷陰極放電管）はディジタル表示用として表示が鮮明，かつ時間的遅れなく，消費電力約0.3 Wできわめて小さいという特長があり，最近広い用途に用いられるようになった。H4018A は直径 26 mm の標準寸法品であるが，特にバルブ頂を平らにし数字を見やすく，また全長を短縮してある。表示は鮮明で長寿命である。

10.5.2　レギュレータ管完成

直流電源安定化用のシリースレギュレータ管として6336 A (試作形名H4003)を完成した。これはこの用途に多数用いられている 6AS7-G，または6080の約3倍の容量を有するもので，特性寿命の信頼度もすぐれている。

10.6　半　導　体　製　品

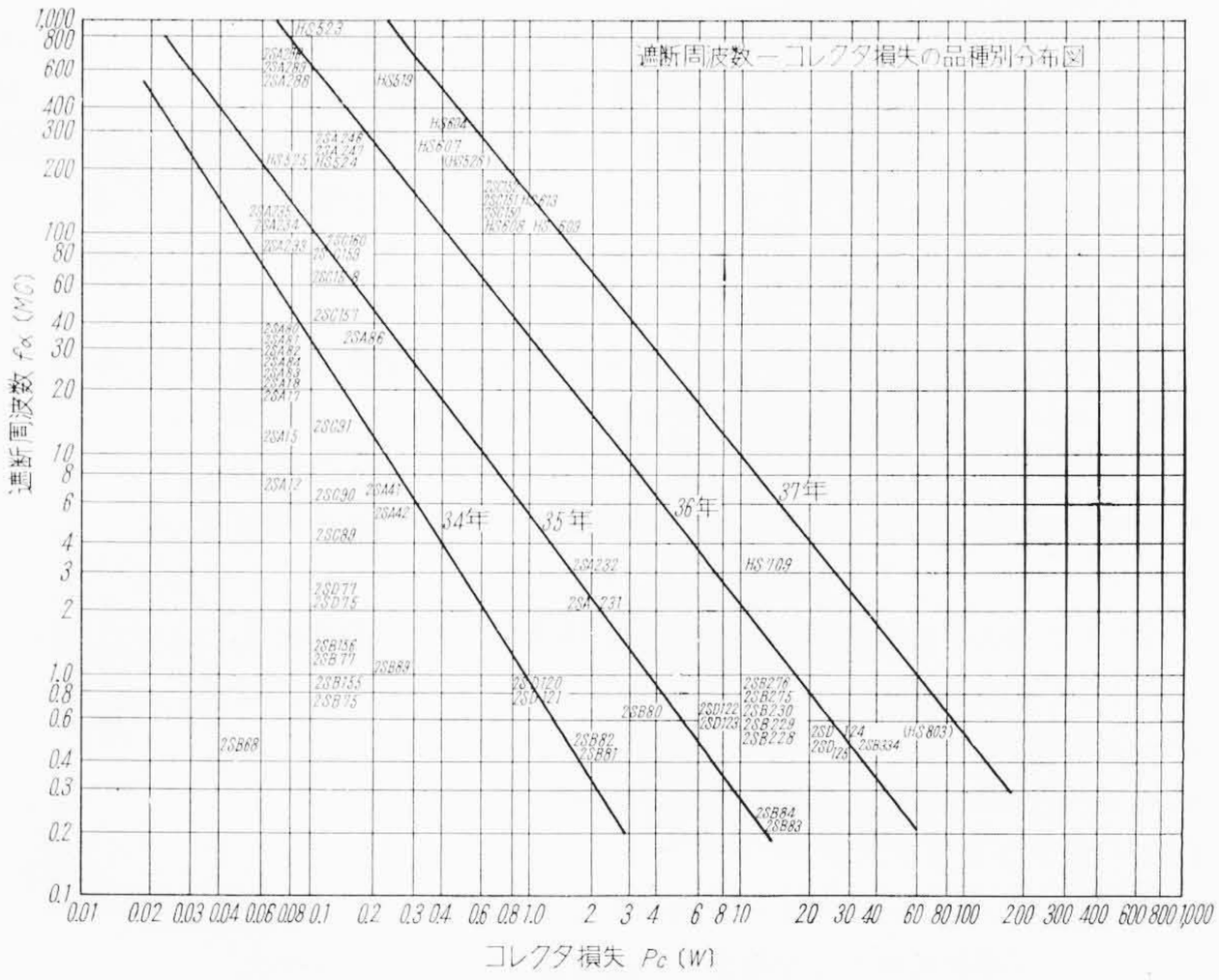
半導体製品は従来おもに携帯用ラジオに用いられていたが，現在では高級FMラジオのトランジスタ化，さらにはテレビのトランジスタ化が進められている。日立製作所ではすでにテレビ用に必要な各品種の開発を終わり，今後は生産技術の開発が急がれている。

一方，通信工業関係への半導体の進出は順調に進んでおり，その用途の複雑多様性を反映して，（1）シリコン大出力素子，（2）高周波高出力素子，（3）各種スイッチング素子，（4）Twin 補償素子，光電素子など特殊素子，各種製品分野で高性能，高信頼化への努力が続けられている。

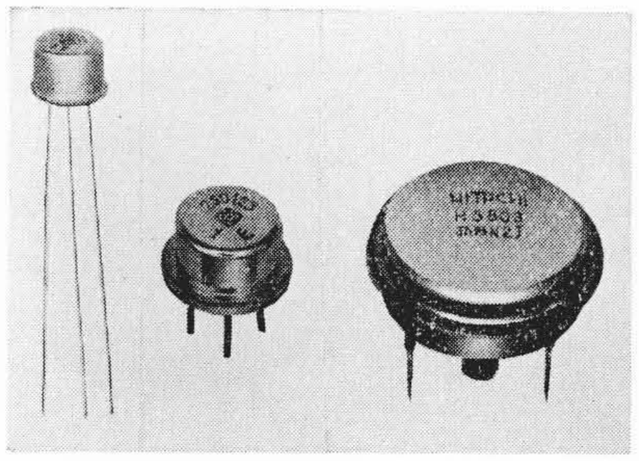
また計算機のように平均数万個以上の素子を用いる機器においては高信頼，長寿命をうることはきわめて重要であり，半導体表面の不活性処理技術の研究，精巧な製造機器の開発，あるいは膨大な寿命試験設備の充実，強化が行なわれ，その結果事故率 10^{-8}（個数×時間当たり）に達する製品を生みだした。独自な製品として，高周波トランジスタの合金メサ形（2 SA 230 系）は欧州の合金拡散形，あるいはアメリカの蒸着メサ形に匹敵する性能を持ち，FM，TVに広く用いられている。また技術開発の分野では気相成長の薄膜結晶を利用するいわゆるエピタキシャルトランジスタの実用化が進められている。

10.6.1　シリコン大出力トランジスタ

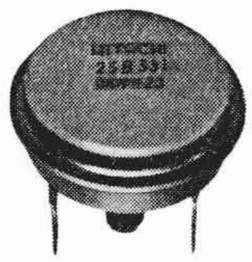
シリコン大出力トランジスタは2 SD 120～125 系列が P_c 1～20Wまで製品化しているが，これ以上の出力トランジスタとして今回



第 16 図　日立トランジスタの開発状況



第17図　日立シリコンパワートランジスタ



第18図　2S B331

HS 803を開発した。

これは業界随一のもので150 Wの出力を持ち耐圧150 V，電流30 A，遮断周波数500 kcである。重電関係の制御用に開発したものでAVR，その他多くの需要が見込まれている。**第15図**はその外観である。

シリコンで大出力用のものは日立製作所では拡散形が用いられている。

10.6.2　シリコン高周波トランジスタ

高周波シリコントランジスタとして新たにHS 607，HS 604を開発した。前者はいわゆる三重拡散技術によりNPIN構造を有している。特長としては内部抵抗が減少し，出力容量が小さく，かつ耐圧の高いことである（f_T 200～300 Mc 耐圧100 V, 出力容量3 pF）。後者HS 604は高速スイッチング用トランジスタとして，プレナ構造を有し，シリコン表面は安定な酸化被膜でおおい外囲ふん囲気の影響をまったく受けないので200～300℃の高温にも耐えられる。

またコンピュータ用として，組込み密度を高くできるように外形はTO-18形である。

10.6.3　ゲルマニウム大出力トランジスタ

ゲルマニウム出力トランジスタの開発は大電流高逆耐圧用と高周波用の方向がある。大電流出力トランジスタとしては2 SB 331, 332, 333, 334，高周波出力トランジスタとしてはHS 709を開発した。

（1）　2 SB 331，332，333，334

コレクタ最大電流15 A，最大許容コレクタ損失80 Wを有する合金接合形トランジスタであり，特に大電流大電力の制御用増幅用に最適な設計がしてある。

コレクタ耐圧により2 SB 331，332，333，334（おのおの40, 60, 80, 100 V）に分かれていてTO-36形ケースに封入してある。おもなる用途は各種大電力スイッチング安定化電源制御のDCコンバータ，インバータリレー制御電力発振器および低周波増幅器などで，これら用途に使用した場合高性能を発揮する。

（2）　HS 709

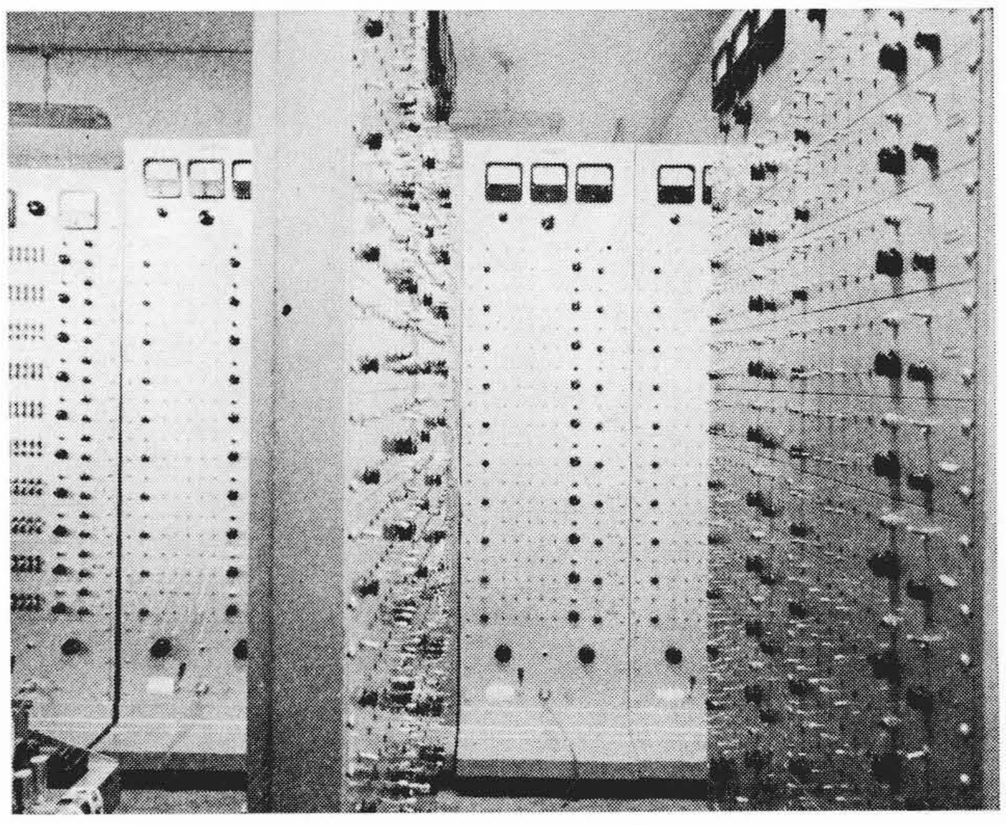
コレクタ最大電流5 A，コレクタ最大損失50 W，遮断周波数5 Mc，コレクタ逆耐圧は100 V，コレクタは拡散接合で作られベースにドリフトフィルドを備えている。このため広い周波数特性を持ち電流増幅率のコレクタ電流依存性が良いという特長を備えている。

特に大出力広帯域音声増幅器の出力段Hi-Fiアンプに最適なように設計してある。このほかにDCコンバータ，インバータ，超音波発振器などにも用いることができる。

10.6.4　ゲルマニウム高周波トランジスタ

（1）　UHFトランジスタ

36年度TV，チューナ用として開発量産した蒸着メサ形を改良し，さらに半導体電極構造を縮少し，高周波特性の向上に努めた結果，遮断周波数1,000 Mcを有するUHFトランジスタHS 17，



第19図　寿　命　試　験　機

HS 523を開発した。

（2）　高周波送信用トランジスタ

蒸着メサ形を改良しエピタキシャルメサ形トランジスタHS519を開発した。これは特に150 Mc帯無線機あるいはTV放送のサテライト局などの送信増幅器に組み込んで1石当たり0.2～0.25 Wの出力が取れるように作られた送信用トランジスタである。高速のスイッチング用トランジスタとしてはエピタキシャル蒸着メサ形のHS 524があり，開発した特性はStorage time 40nsで立ち上がり30 ns時間で下降時間40 nsである。またHITAC 3010の演算用スイッチングトランジスタとして高信頼のHS 503を開発した。その特性は t_s：0.08 μs，P_C：200 mWである。

10.6.5　高信頼および低雑音トランジスタ

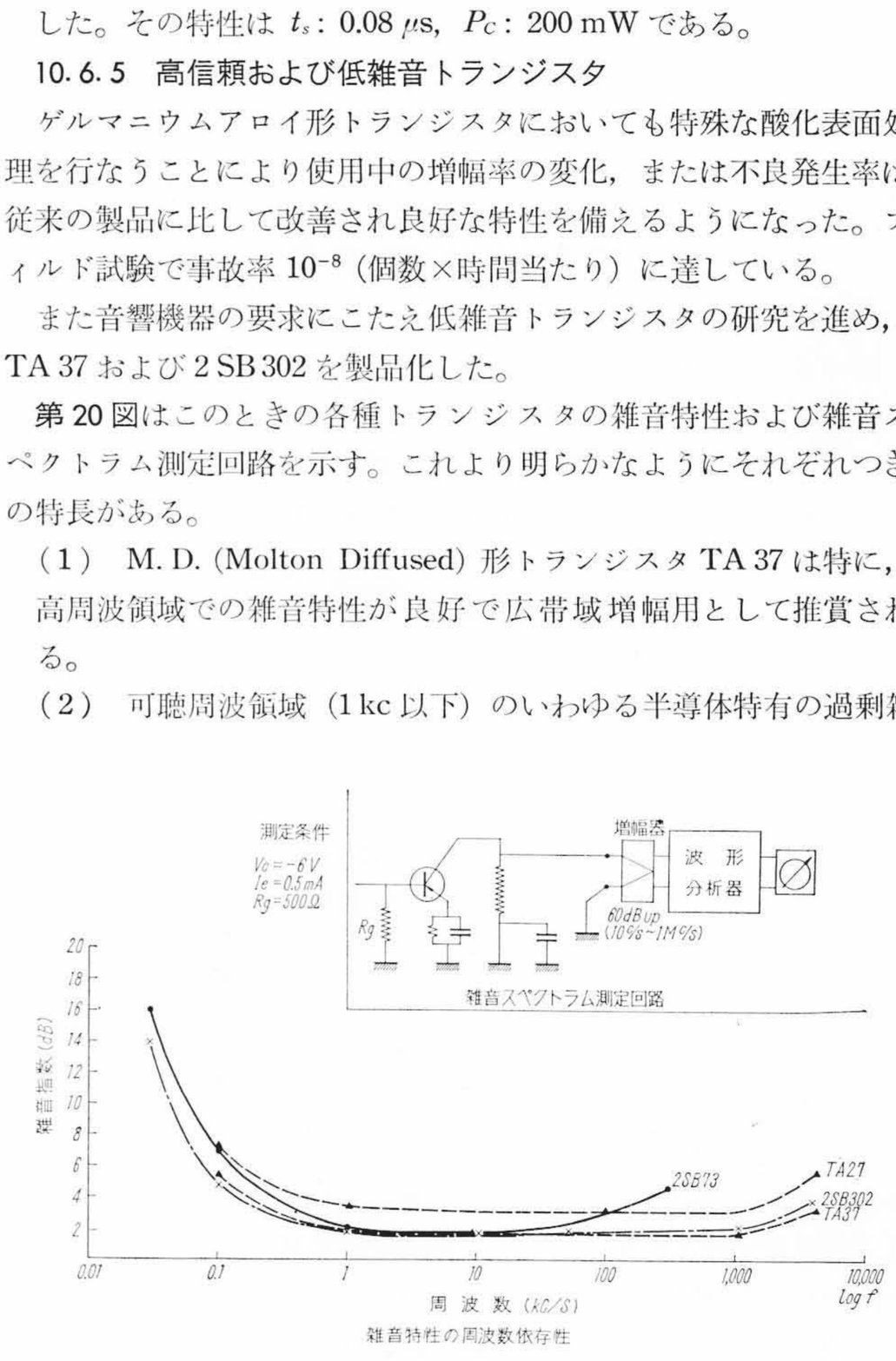
ゲルマニウムアロイ形トランジスタにおいても特殊な酸化表面処理を行なうことにより使用中の増幅率の変化，または不良発生率は従来の製品に比して改善され良好な特性を備えるようになった。フィルド試験で事故率10^{-8}（個数×時間当たり）に達している。

また音響機器の要求にこたえ低雑音トランジスタの研究を進め，TA 37および2 SB 302を製品化した。

第20図はこのときの各種トランジスタの雑音特性および雑音スペクトラム測定回路を示す。これより明らかなようにそれぞれつぎの特長がある。

（1）　M. D. (Molton Diffused) 形トランジスタTA 37は特に，高周波領域での雑音特性が良好で広帯域増幅用として推賞される。

（2）　可聴周波領域（1 kc以下）のいわゆる半導体特有の過剰雑



第20図　雑　音　特　性

音（excess noise）は2SB302がすぐれておりラジオ，またはテープレコーダなどの音響機器として推賞される。

10.6.6　高周波高出力シリコンエピタキシャルトランジスタ

従来トランシーバ用としては送信出力0.1W級のトランジスタが用いられてきたが，この種のトランシーバでは出力が少なく高出力化の要望に応じて0.5W級のトランジスタとしてHS608，または1W級のものとしてはHS609をそれぞれ開発した。2SC110はシリコンエピキシャルメサ形であり耐圧40V，出力0.5W，パワーゲイン 7dB 以上のものである。このほか高速スイッチング回路用とかコアドライブ用に最適である。

HS609はエピタキシャルプレナ形シリコンNPNトランジスタですぐれた高周波特性を備え，しかも最大コレクタ電流が大きく，コレクタ飽和電圧が小さいことを特長としている。コアドライブ用として最適である。

10.6.7　ダイオード整流器

HITAC 3010 試算機用ダイオードとして新たにボンド形ダイオード HS915 を開発量産化した。特に応答速度を高めるために，特殊金属をドープせしめ著しくライフタイムを下げたゲルマニウム結晶を用い回復時間を 0.2 μ 秒以下にまで下げてあり整流特性とその寿命を高めるため，日立製作所独自で開発したダブルボンデング法を採用している。

36年度UHF-TV（670～770 Mc）受信用の周波数変換用としてシリコン点接触ダイオード HS902 を開発したが，従来のタングステン接触針として銅系統の新材料を用い，特に整流効率を高め雑音特性を著しく向上せしめたHS902Aを新たに開発した。第1表はHS902とHS902Aの雑音指数の規格値を示す。

第21図　HS915（超高周波ダイオード）

第1表　HS902，HS902A 雑音指数比較表

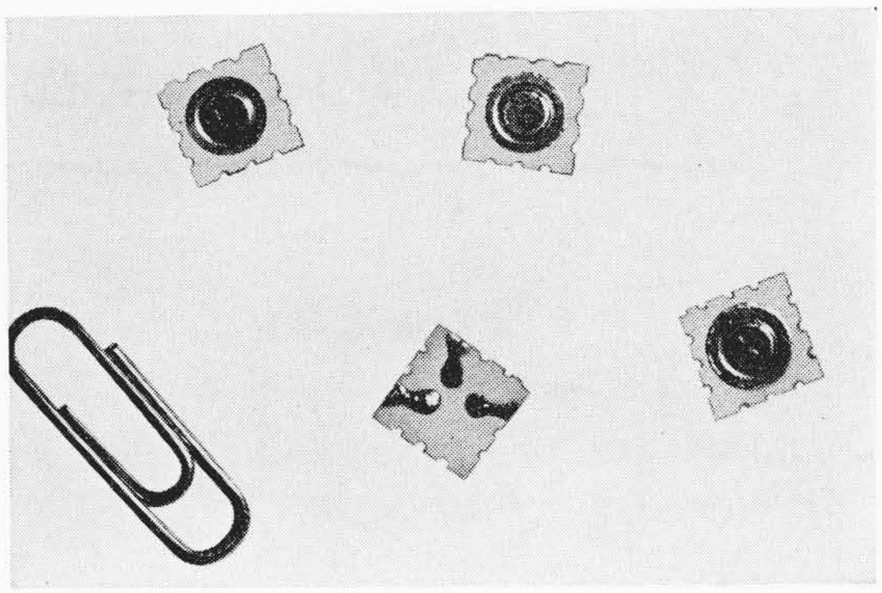
項目＼品種名	HS 902	HS 902 A
雑音指数	17	15

10.6.8　微　小　素　子

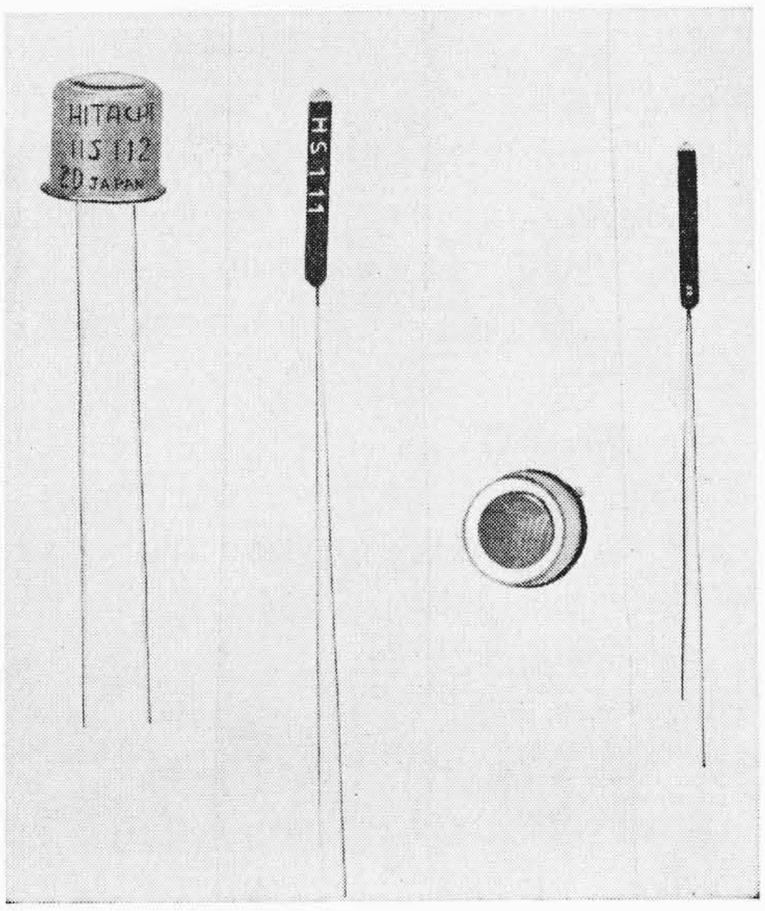
最近セットの小形化に伴い各素子自体の小形化が要望されるようになってきた。これに対して日立製作所においても超小形の開発，改良に努めてきたが HS527（外径 3.8 mm, 高さ 5.5 mm max），HS305（外径 2.5 mmϕ，高さ 3.0 mm）のものを完成した。

HS527はドリフト形PNPゲルマニウムでA，Bに区別され，それぞれ周波数変換中間周波増幅用に設計され，高周波特性はそれぞれ低電圧トランジスタ2SA337，2SA336と同等である。HS305は補聴器用として開発したもので特性は2SB183，2SB184に類似している。

さらにマイクロモジュール用トランジスタとして使用可能なパンケーキトランジスタHS522（2SA235相当），HS610（2SC151相当）を完成した。外形4.8 mmϕで厚さ2.6 mmである。



第22図　マイクロモジュール素子およびHS523



第23図　日　立　光　電　素　子

10.6.9　光　電　素　子

半導体光電素子としては，ゲルマニウムフォトトランジスタHS111，HS112，シリコンフォトダイオードHS113，CdS光電素子HS2001，HS2002およびHS2012の6品種を製品化しているが，HS111，HS112は素子の光面積を広くしてあるために光電流感度がすぐれ，ゲルマニウムを材料として使用しているので赤外領域で（波長1.5 μ）で最高度を示す。HS2002はいずれもCdSに適当な不純物を混入して製作する。暗抵抗が非常に大きく単位照度当たりの抵抗の変化が大きいため，20ルックス程度の光でも十分に感ずることができる。

HS2012はCdSeを原料として用い赤外線に高い光感度を示すと同時に可視域の光に対しても光感度がきわめて高い。CdS光導電素子と同様に暗抵抗が大きく光電感度が高いため，光電リレーなどの一般的応用さらに自働制御器などの広い工業用応用などに適している。