

9. 電子管・半導体

41年度も新製品の開発が活発に行なわれたが、電子管関係で特筆すべきは90度偏向19形カラーブラウン管に希土類蛍光体および新形電子銃の採用による性能向上ならびに量産技術の確立である。

また白黒テレビ用ブラウン管については、補強形品種の開発を積極的に行ない、その量産技術を確立した。受信管および工業用電子管の開発も積極的に行なわれ、輸出の比重はますます高まっている。

送信管では、カラー放送の発展に備え今後の標準球として高信頼の10kW TV放送機用終段管8F76Rの開発が特筆される。そのほか電子計算機用メモリコア、スタックの開発および製品化がより急速に進み、また薄膜集積回路も電子計算機用としての大量受注に伴い量産技術を確立した。

■ カラーブラウン管新形電子銃の採用

日立製作所のカラーブラウン管は、わが国ではじめての色調のすぐれた希土類けい光体を使用したものであるが、今回さらに新構造の電子銃を採用してその安定度を一段と向上した。以下に列記する新形電子銃の特長は、いずれも現在世界最高の水準を行くものである。

(1) コンバーゼンス経時変化がない。

カラーブラウン管では3本の電子ビームをけい光面上で常に一点に合わせて使用しなければならないが、これが使用中に次第にずれてくる現象がみられ、はなはだしい場合には1~2mmもずれを生ずることがあった。数多くの実験により確認した結果主たる原因はネック管内壁に電荷が蓄積し、これが電子銃の主レンズの電極間間げきからビームの進路に影響を与えることが明らかとなった。新形電子銃ではこの結果に基づき主レンズの周囲を金属性シールドで囲むことにより、ずれを0.6mm以下とすることができた。これはシャドウマスクのピッチより小さく実質上まったく無視できる程度のものである。

(2) 管内放電を起こしにくい。

カラーブラウン管は白黒管にくらべ非常に高い電圧を使用するため管内放電を起こしやすい。管内放電は電極表面のわずかな汚

一方半導体関係では近年著しく進展したシリコンの精製、加工そのほか種々の新しい製造技術の開発により、低コストで高性能のシリコントランジスタ、ダイオードの量産が可能となった。レジンモールドシリコントランジスタをはじめとして汎用、通信工業用に多くの製品の生産が軌道に乗ったが、41年度の成果として特に注目すべきものは、日立製作所独自の表面安定化技術を採用した低雑音トランジスタと、会計機用レジンモールドトランジスタの製品化である。そのほかテレビ、アンプ用のシリコンパワートランジスタ・コンプリメンタリ増幅用およびスイッチング用シリコンPNPトランジスタの製品化を行なった。集積回路関係においては、超高速論理用CML形、会計機用MOS形、高速論理用DTL形のほかテレビ、ラジオ用リニア形半導体集積回路の開発を完了した。

れあるいは微小異物に起因して発生するものなのでこれらを完全に除去することが必要である。新形電子銃ではその構造を根本的に改善し電極をビードガラスで組み立てた後全体を洗浄できるようなものとし、特殊洗浄処理を行なうことによってきわめて有効に汚れ、異物を除去できるようになった。この結果管内放電の発生率を格段に小さくすることができ、安定度が飛躍的に向上した。また万一管内放電を起こした場合でもこれに起因するヒータ断線を起こさないよう信頼度の高い陰極構造を採用している。

(3) フォーカス特性がよい。

電子軌道追跡装置による解析や実験試作により最適設計寸法を求めたこと、コンバーゼンスポールピースを含めた電極設計全般について再検討し偏向によるフォーカス劣化を最小限に押えたこと、および電極組立

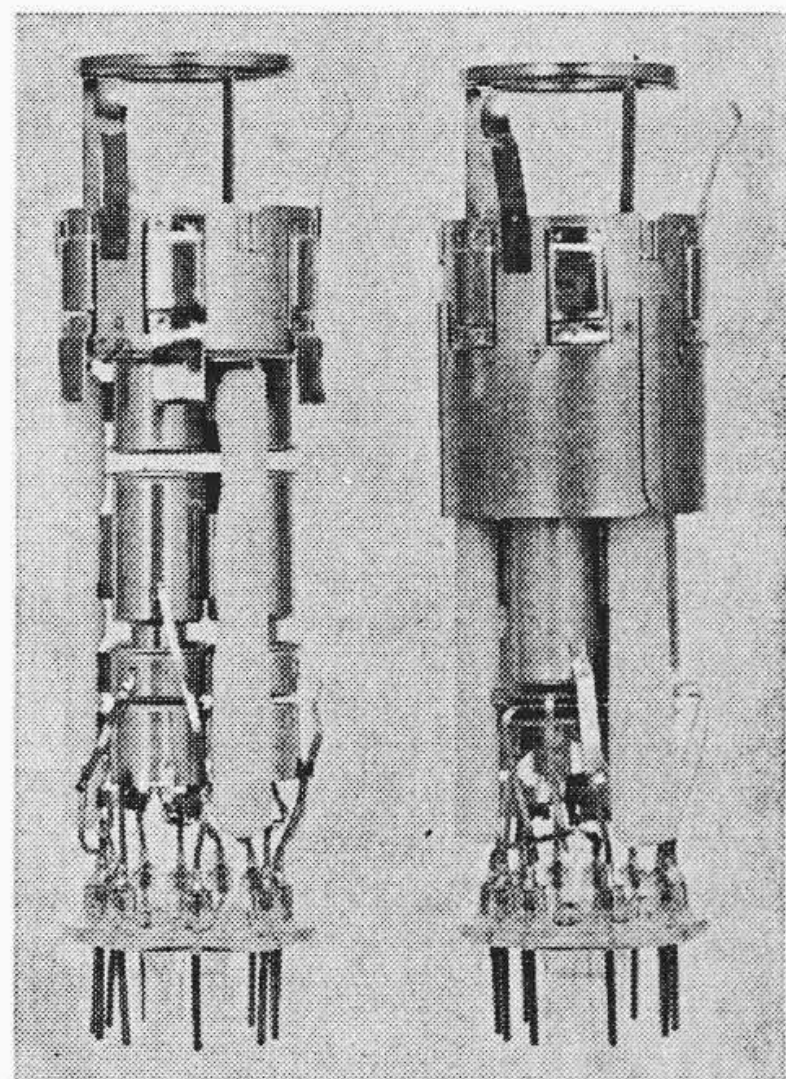


図1 従来の電子銃(左)と新形電子銃(右)

治具について根本的に改良し精度を向上したことにより、画面の中央から周辺に至るまで、また小電流動作時から大電流動作時まですべての動作域にわたってバランスのとれた良好なフォーカス特性を得ている。

■ モリブデン放電加工グリッド 送信管の開発

出力10kW級VHFテレビ放送用送信管8F76Rを開発した。このクラスの送信管としては現在8F66R(A)が広く使用されているが、カラーテレビ放送の実施が進むにつれ、性能的にも、信頼度の点でも大幅な改良が望まれていた。日立8F76RはVHF, UHF帯大電力送信管の性能向上を目的として、最近完成した深絞りモリブデンカップを放電加工し、グリッドを形成する技術をわが国ではじめて適用した画期的な強制空冷4極管である。図1はそのグリッドおよび外観を示したものである。

モリブデン放電加工グリッドはきわめて高度のプレス技術、放電加工技術が必要とされ、外国にもわずかに一、二の例を見るにすぎない。特殊なプレス技術によってつくられた薄肉深絞り円筒の第1および第2グリッドブランク(図1(a)(b))は、グリッド支持部に同軸的に重ねてろう付された後に、同時に放電加工によって図1(c)に示すようなグリッドに形成される。このグリッドの第1の特長として、第1および第2グリッド線が完全に目合せされるため第2グリッド電流が小さく良好な電流分配特性をもつことである。また特殊なグリッド線径調整工程を開発し均一な特性をえることにも成功した。第2の特長は、グリッドは耐熱性で機械的強度の高いモリブデン製であるうえ、一体の素材から形成され、溶接点などの熱的機械的弱点が全くなく、さらに円筒状のグリッド支持部に強固に接合されていることである。このためきわめて堅ろうであり、動作中の電極変形が少なく、特性変動、電極タッチなどの危険がいちじるしく少ない。

8F76Rは(1)同軸セラミック封止であるため機械的にじょうぶ

(4) 調整が容易である。

コンバーゼンス調整とピュリティ調整の相互干渉をなくするような電極構造を採用したため、指定の付属部品を併用した場合には両調整をきわめて容易に行なうことができる。

で、寸法精度も高い。(2)同軸封止であるためリードインダクタンスが小さい。しかも、出力静電容量がこのクラスの送信管でもっとも小さくなるよう設計しており、高い周波数での特性がよい。(3)出力共振周波数が一定値に管理できるように設計してあるため、外部共振器の周波数可変範囲が小さくてよく、高周波回路の構成が簡単である。(4)放電加工グリッドとTh-W線のシッシュ形陰極を組み合わせる高い相互コンダクタンスをえているため電力利得が高く、送信機の構成が楽である。

8F76Rは最大使用周波数250Mc, 最大許容陽極損失15kWで、テレビ放送用の電力増幅管として220Mcにおいて360Wの励振電力で有効出力12kW以上をうることができる。以後長期にわたってテレビ放送あるいはFM放送などの標準品種として活躍することが期待される。

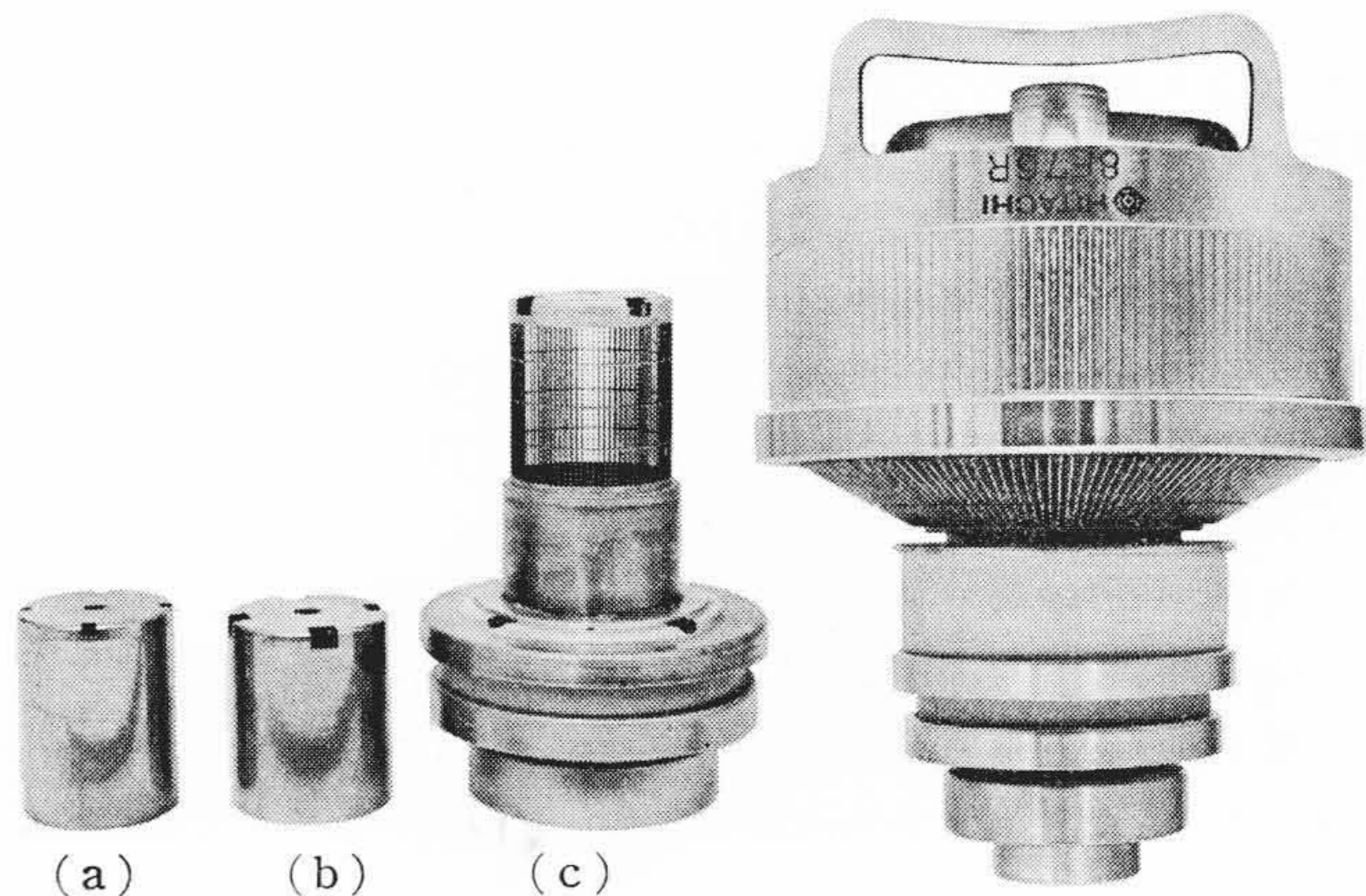


図1 8F76Rのグリッドおよび外観
左から第1グリッドブランク、第2グリッドブランク、グリッド、外観

■ 会計機用トランジスタ2SC641®

小形電子計算機および卓上用会計機の普及に伴い、小形でしかも信頼度の高い、高速スイッチングトランジスタの開発が要求された。2SC641は高速スイッチング用レジソモールドシリコントランジスタで、小形であることおよびスイッチング時間が短く、かつ信頼度の高いことをその特長としている。日立製作所日立研究所において開発された吸湿率(0.52%)の低い、熱変形温度(137℃)の高い専用の無水酸硬化エポキシレジソでモールドし、耐湿性、耐温度性のすぐれた小形構造を実現した。耐湿性を向上させるために素子表面に特殊のコーティングを施した。素子は精度の高いエピタキシャルウエハーに拡散および表面安定化を行なったプレナー形構造である。ウエハ

表1 最大定格 ($T_a=25^\circ\text{C}$)

項 目	記 号	最大 定 格	単 位
コレクタ・ベース電圧	V_{CBO}	40	V
コレクタ・エミッタ電圧	V_{CEO}	15	V
エミッタ・ベース電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	100	mA
許容コレクタ損失	P_C	100	mW
接合部温度	T_j	125	℃

ー内のキャリア・ライフタイムを短くし、かつ最適素子設計を行なうことによりコレクタ・エミッタ飽和電圧 $V_{CE(sat)}$ を小さく(0.18V)蓄積時間 t_{stg} を短く(10nsec)することができた。信頼度向上については特に注意を払った。表面安定性のすぐれた素子を組み立て、前記コーティングにより耐湿性を向上させた。さらに動作エージングを製造工程の中に採り入れ、電気的特性の安定化を行なった。種々の信頼度試験により特性の劣化がないことを確認した。

このトランジスタの用途は卓上計算機、電子楽器、カウンタそのほか一般コンピュータ用として広く、大量の需要が見込まれている。

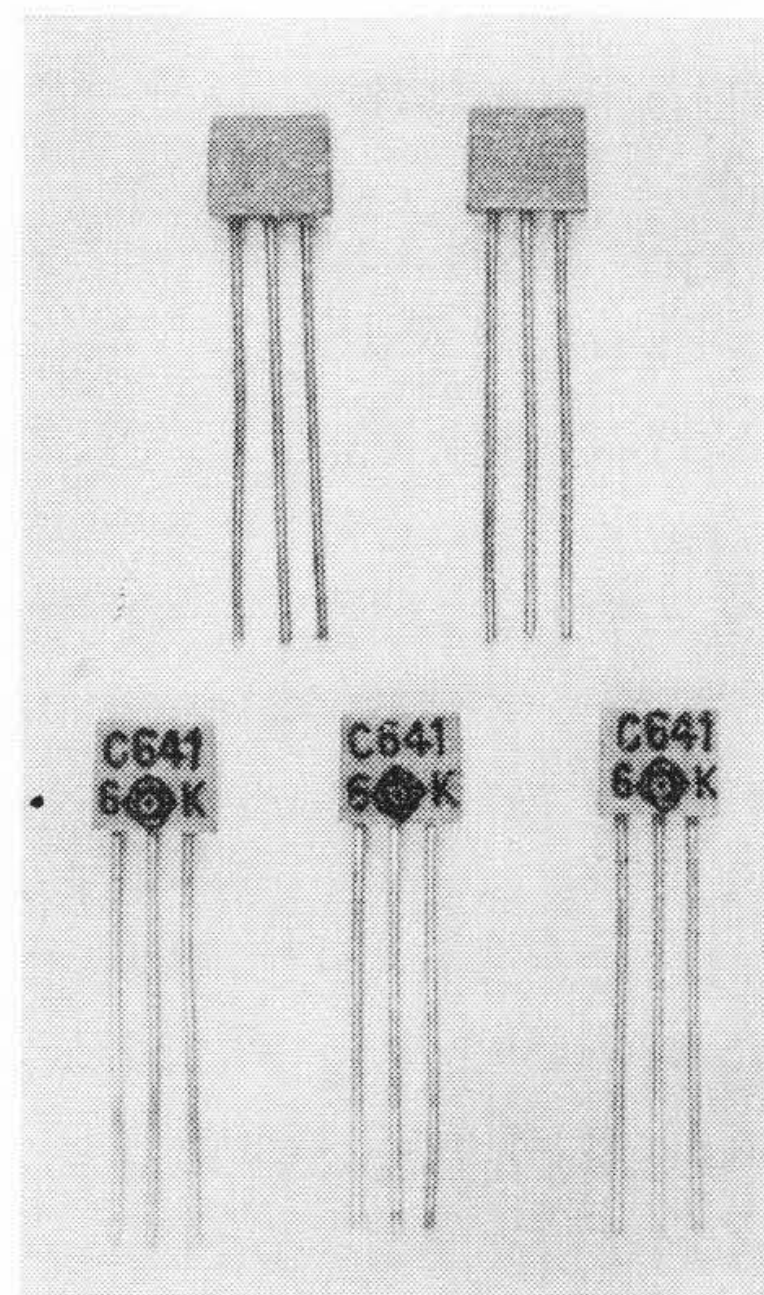


図1 会計機用レジソモールドトランジスタ2SC641®

■ HiFi 用低雑音トランジスタ 2SC650 の開発

HiFi 装置のトランジスタ化の動きにはめざましいものがあり、近年は高級機種にまで及んでいる。これにともない使用トランジスタの高性能化も従来にまして強く要求されている。特にプリアンプでは初段増幅用トランジスタが機器の性能を決定するので重要である。初段増幅用トランジスタとしては、(1) 入力インピーダンスが高いこと、(2) 可聴周波全域にわたって雑音が低いこと、(3) 低電流レベルでの電流増幅率が高く、周波数特性のよいことなどが要求されるが、2SC650 はこれらの特性をすべて備えた HiFi 初段増幅用トランジスタである。2SC650 の最大の特長はその雑音特性であり、これは日立が開発した PM 技術によってはじめて可能になったのである。雑音、ことに低周波での雑音はおもに 1 kc 以下で周波数に逆比例して増加する、いわゆる 1/f 雑音が最も支配的であ

り、これはエミッタ・ベース接合の不完全さが原因している。接合の不完全さは、シリコンではドーパ不純物の拡散によって接合を形成するので、高温熱処理時に生成する酸化硅素膜とシリコンの熱膨張の相異によって起こされるシリコン表面部分のひずみ層によることが多い。通常のプレナートランジスタでは、この酸化膜をそのまま素子の表面安定化に用いるので表面、内部ともに完全な接合を得ることはかなり困難である。これに対して PM では、酸化膜生成温度は比較的低いので、酸化膜生成前の表面の状態をそのままに安定化できる特長がある。2SC650 では、この酸化膜生成前に特殊な処理を施すことにより接合リーク電流の小さい完全に近い PN 接合を得て、1/f 雑音成分を小さくしていると同時に、この処理は増幅電流率を 2~3 倍に増加し、さらに上記雑音指数を高入力抵抗側でより低くする効果もあり、プリアンプ初段用のみならず、一般の直流増幅、チョップ用としても適当なトランジスタとなっている。

表 1 電 気 的 特 性 ($T_a=25^\circ\text{C}$)

項 目	記 号	測 定 条 件	最小値	標準値	最大値	単位
コレクタエミッタ破壊電圧	BV_{CEO}	$I_C=5\text{ mA}$, $R_{BE}=\infty$	25	35	—	V
コレクタ遮断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=20\text{ V}$ $I_E=0$	—	0.2	100	nA
エミッタ遮断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5\text{ V}$ $I_C=0$	—	0.2	10	nA
直 流 電 流 増 幅 率	h_{FE}	$V_{CE}=6\text{ V}$ $I_C=100\text{ }\mu\text{A}$	100	250	500	
コレクタエミッタ飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=1\text{ mA}$ $I_B=0.1\text{ mA}$	—	23	—	mV
利 得 帯 域 幅 積	f_T	$V_{CE}=6\text{ V}$ $I_C=1\text{ mA}$	—	220	—	Mc
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=6\text{ V}$ $I_E=0$ $f=1\text{ Mc}$	—	2.7	—	pF
雑 音 指 数	NF	$V_{CE}=5\text{ V}$ $f=120\text{ c/s}$	—	3.0	5	dB
		$I_C=50\text{ }\mu\text{A}$ $f=1\text{ kc}$	—	1.5	3	dB
		$R_g=10\text{ k}\Omega$ $f=10\text{ kc}$	—	0.5	7	dB

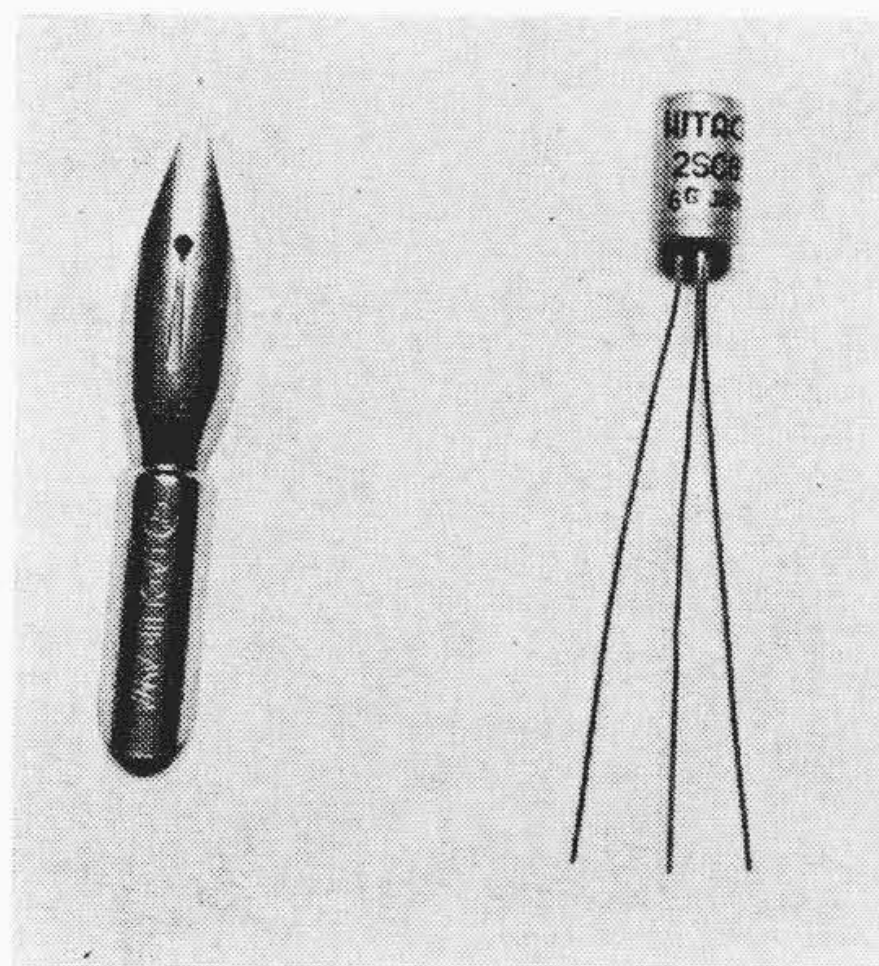


図 1 HiFi 用低雑音
トランジスタ
2SC650

■ マグネット制動付 回転陽極 X 線管の開発

医療用の回転陽極 X 線管は、封じ切りの高真空ガラス容器中で陽極が高速度で回転するので、真空中に取り付けられている軸受の寿命は重要な問題である。日立製作所ではこの軸受に特殊のものを採用して今まで良好な回転陽極 X 線管を製作してきたが、40 年度から X 線管の陽極にマグネットを取り付けて、陽極の慣性回転を制動する方法 (特許第 407924 号) を適用し、製品の使用寿命を格段に向上させることができた。図 1 はこの構造の概略であるが、固定部分に取り付けたマグネットからの磁束により、慣性回転中の陽極に制動力が働くわけである。マグネットは 500°C の耐熱性があり、またガス放出の少ない材質で作られている。

一般に X 線撮影を行なう場合は、わずか 1 秒未満の短時間で撮影は終了するが、陽極はその後にも慣性回転を数分以上続けるので、軸受は慣性回転中に多く消耗する。日立回転陽極 X 線管 (ヒッターノード) の場合は、軸受の回転性能を特に良くしてあるので、今まで 20~40 分あった慣性回転時間を、マグネットを取り付けることにより約 1~2 分に短縮した。このためむだな回転を行なわないで済むので、仮りに 5 分間に 1 回の割合で撮影する場合を考えると、撮影 1 回当たりの軸受の回転数は、マグネット制動することにより約

$\frac{1}{4} \sim \frac{1}{8}$ で済む。これにより製品の使用寿命は数倍に延長することになる。なおこのマグネットの制動力は、陽極を回転起動するときにはほとんど影響しない。

陽極の慣性回転を別動する方法としては、一般に以前から X 線管球外のステータコイルに逆回転させる電流、直流電流あるいは単相交流電流を流して制動する方法が知られているが、これらの方法は回路が複雑になる欠点があるので、一部の高級装置にしか使われなかった。これに比べてマグネット制動の X 線管は、一般のものと全く変わりなく使用できるので、きわめて便利である。

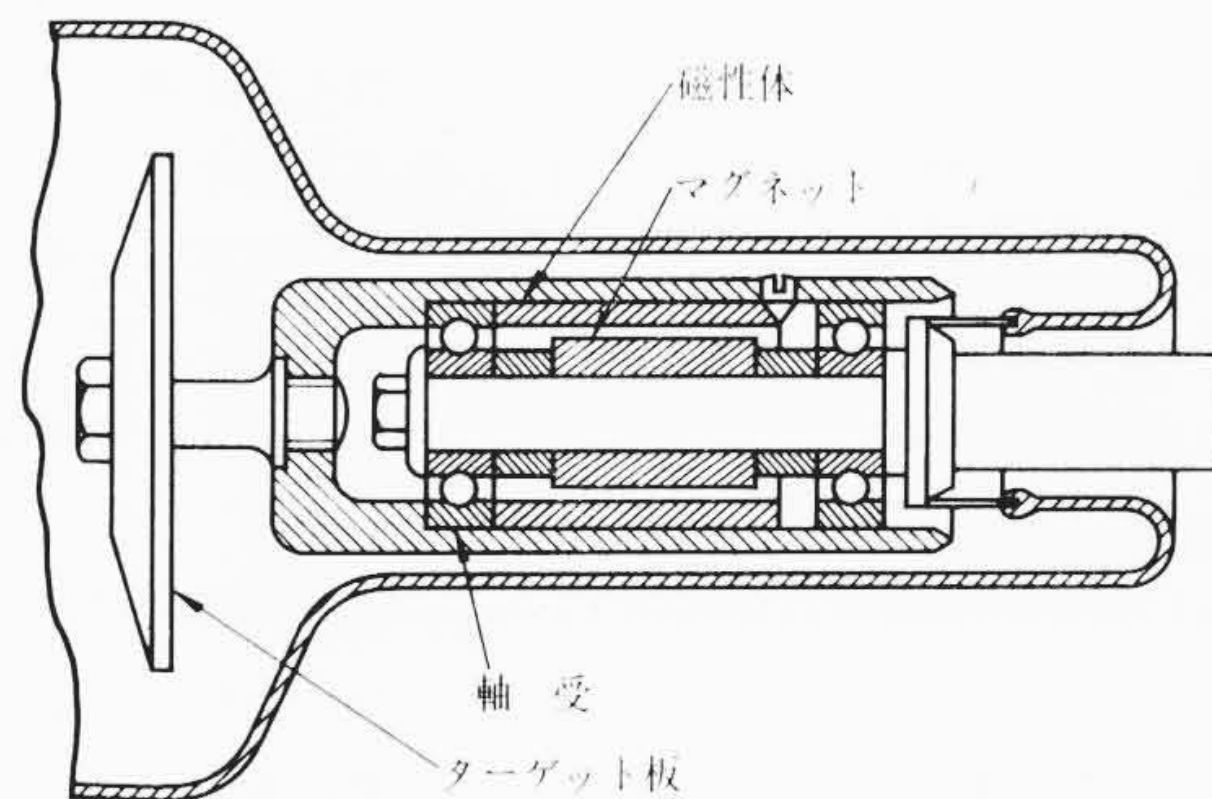


図 1 マグネット制動付回転陽極 X 線管の陽極構造