

新形熱陰極水銀整流管

The New Type Hot-Cathode Mercury-Vapour Rectifiers

山田 徳太郎* 小島 秀雄*
Tokutarō Yamada Hideo Kojima

内 容 梗 概

無線送信機や高周波応用機器などの高圧直流電源に用いられる熱陰極水銀整流管は電子放射寿命が長いことと陽極耐逆電圧の劣化が少ないことが最も必要とされる。日立製作所では寿命向上を目的として独特の電極構造と特殊な陰極材料を採用した新形熱陰極水銀整流管を完成し、これをチータ回路により最大定格条件で寿命試験し、従来のものに比べて一段と性能、寿命がすぐれていることを確認した。

1. 緒 言

熱陰極水銀整流管の寿命は不慮の機械的事故などを除けば電子放射劣化と陽極耐逆電圧劣化によって決まるのが普通である。したがってすぐれた熱陰極水銀整流管としては長時間良好な電子放射が得られ、長期にわたって陽極耐逆電圧が劣化しないことが必要である。

ことに陽極耐逆電圧の劣化は逆弧現象となって表われ極端な場合には機器の運転を停止せしめるばかりか、異常電圧の発生とこれに伴う障害、電源変圧器類の焼損などを招来することがある。放送機や無線送信機にあっては電波の発射停止は致命的事故であるため永年にわたってその改善が研究されてきた。

ここではこれらの点を改善すべくこのほど日立製作所が開発した新形熱陰極水銀整流管日立4H73, 日立4H74, 日立4H74Aの特長とその寿命試験結果について述べる。

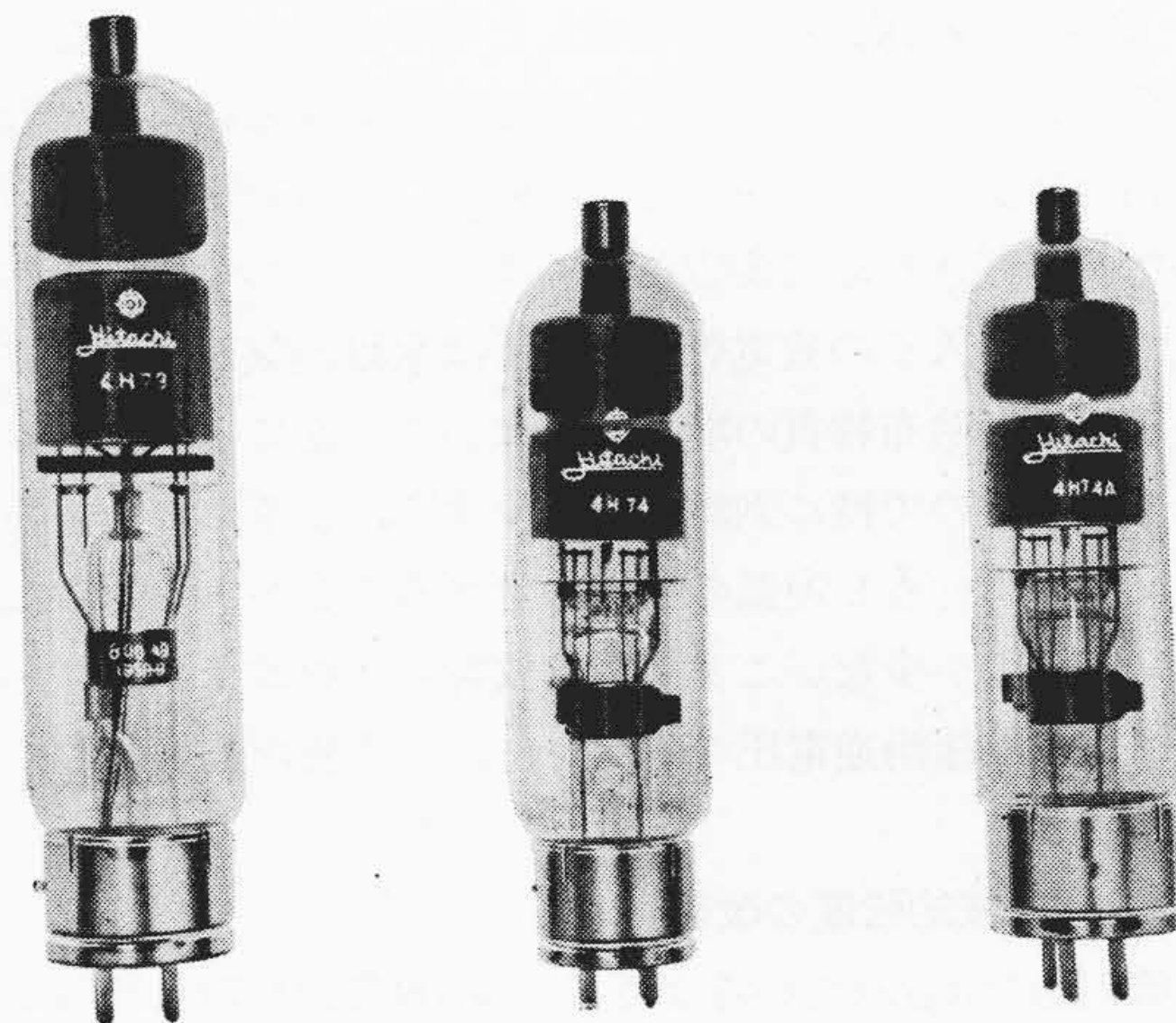
2. 日立 4H73, 4H74, 4H74A の特長

第1図は日立 4H73, 4H74, 4H74Aの外観写真を示し、第2図は4H73, 4H74を従来の熱陰極水銀整流管 4H88Aと比較した構造略図である。

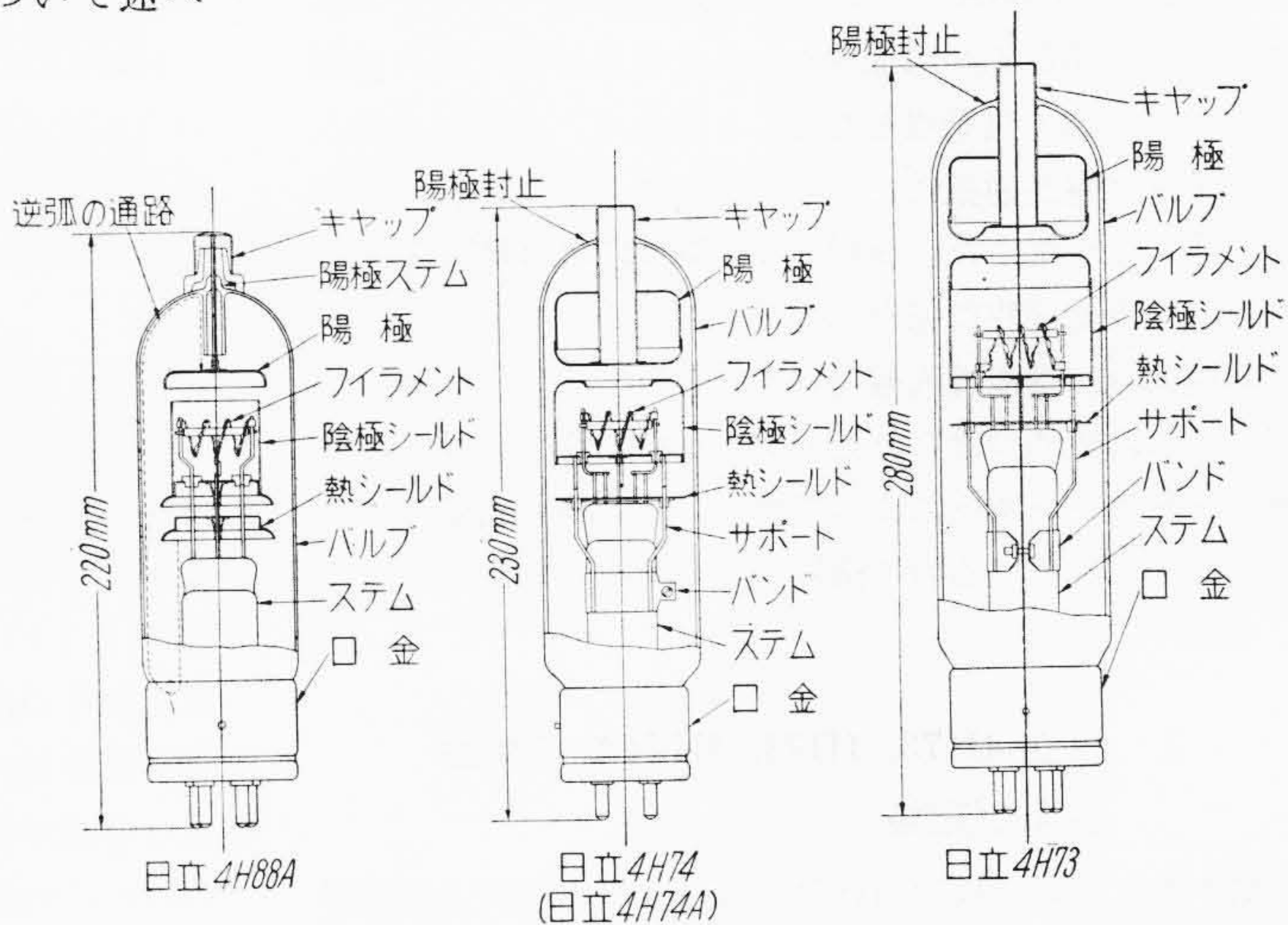
2.1 陽極耐逆電圧の向上

第2図からもわかるとおり新形の日立4H73, 4H74はバルブの直径を細く、陽極および陰極シールドの直径を太くして逆弧の通路にあたる電極とバルブの間の間隙を管内水銀蒸気の平均自由行程に近い値まで狭くし陽極耐逆電圧を向上せしめている（水銀整流管のように管内蒸気圧の低いときは Paschen の法則の示すとおり逆弧放電径路は管内の最長径路をとり、逆弧は第2図に示すごとく管壁に沿うようになる）。

* 日立製作所茂原工場



第1図 新形熱陰極水銀整流管



第2図 日立 4H73, 4H74, 4H88A 構造略図

陽極および陰極シールドはその表面がゆるやかな曲面で構成されており、角や突起がないため、高い逆電圧が印加された場合電界が局部に集中されることによって起る逆弧を防止している。

陰極シールドの陽極に対向した部分にあけられた放電孔は管内電圧降下を高めない範囲で小さく絞っており、陰極から蒸発した活性物質が陽極表面に付着するのを防止している。これは逆弧と深い関係にある陽極逆電流を防止するためである。また陰極には後述するように活性物質の蒸発の少ない材料を用いている。

2.2 電子放射寿命の改善

日立熱陰極水銀整流管の陰極基体金属には日立製作所中央研究所において完成されたニッケルコバルト合金を使用している（酸化物陰極用金属材料には一般に微量の活性化用金属を混入させるが、活性化用金属の種類についていろいろ研究を行い安定した電子放射をうる成分を決定した）。その結果良好な電子放射をうるばかりでなく活性物質の蒸発が少なく、陰極塗布物質の剥離がないので長時間きわめて安定な動作を行うことができる。

水銀蒸気入りの放電管においては水銀蒸気が陰極基体金属と陰極塗布物質の境界面にはいりこんでアマルガムを形成するので特に剥離が起きやすく、剥離した塗布物質は陽極に付着し逆弧の原因を生ずることがある。したがって剥離が少ないことは電子放射寿命を改善するばかりでなく陽極耐逆電圧の劣化防止にも重要な条件なのである。

2.3 機械的強度の改善

第2図に示されているように日立4H73, 4H74, 4H74Aはその陽極がキャップと続きの太い円筒によってバルブ頂部に封止されているので封止部分は機械的に丈夫である。従来の4H88A形では細い導入線によって封止されているので逆電圧が印加されたとき電界が導入線の表面に集中し逆弧の出発点となることがあり、またこの導入線のガラス巻が逆弧によってクラックし空気漏洩の原因となることがあった。新形の4H73, 4H74, 4H74Aではこれらの点も同時に完全に対策が講ぜられている。

陰極部分は陰極導入線でささえられていると同時に陰極ステムに絞めつけられたバンドから出発した4本のサポートと熱シールドによって構成された槽状構造によってささえられているので機械的にも堅牢な構造となっている。

3. 日立 4H73, 4H74, 4H74A の特性および定格

第1表は日立 4H73, 4H74, 4H74Aの特性および定格を従来の4H72, 4H88Aと比較して示した特性表である。

第1表からもわかるとおり4H74はこれまで尖頭陽極耐逆電圧が最も高かった4H88Aの15kV（ただし管壁温度=25~50°C）に比べて15kV（ただし管壁温度=25~55°C）となっており定格が一段上昇している。すなわち最高管壁温度の許容値が50°Cから55°Cに引き上げられて

第1表 熱陰極水銀整流管特性表

一般特性					
	4H72	4H88A	4H74	4H74A	4H73
封入ガス	水銀蒸気				
フィラメント	直熱形酸化物塗布				
電圧	5	5	5	5	5V
電流	7.5	7.5	7.5	7.5	10A
加熱時間	30	30	30	30	30sec
外形寸法					
全長	220	220	230	230	280mm
最大部直径	60	60	60	60	66mm
口金					
上部	A14S	A14S	A14S	A14S	A14S
底部	D25P	D25PA	D25P	D25PA	D25PA
口金接続	外形図参照				
使用位置	垂直, 底部口金下				
冷却	自然空冷				
重量	190	220	300	310	450g
最大定格					
尖頭陽極耐逆電圧	10	15	15	15	15kV
尖頭陽極電流	5	5	5	5	6A
平均陽極電流	1.25	1.25	1.25	1.25	1.5A
管壁温度	25~55	25~50	25~55	25~55	25~50°C

いるが、これは高室温、高機器内気温の悪条件に対する耐力の増大を示すものである。

次に従来管種との互換性についてであるが、日立4H74は従来の4H72に比べて全長が10mm長く陽極耐逆電圧が5kV高い。一般にこれらの熱陰極水銀整流管が用いられている機器では全長の10mm増大は問題にならぬだけの余裕があるから、4H74は完全に4H72と差換え可能である。

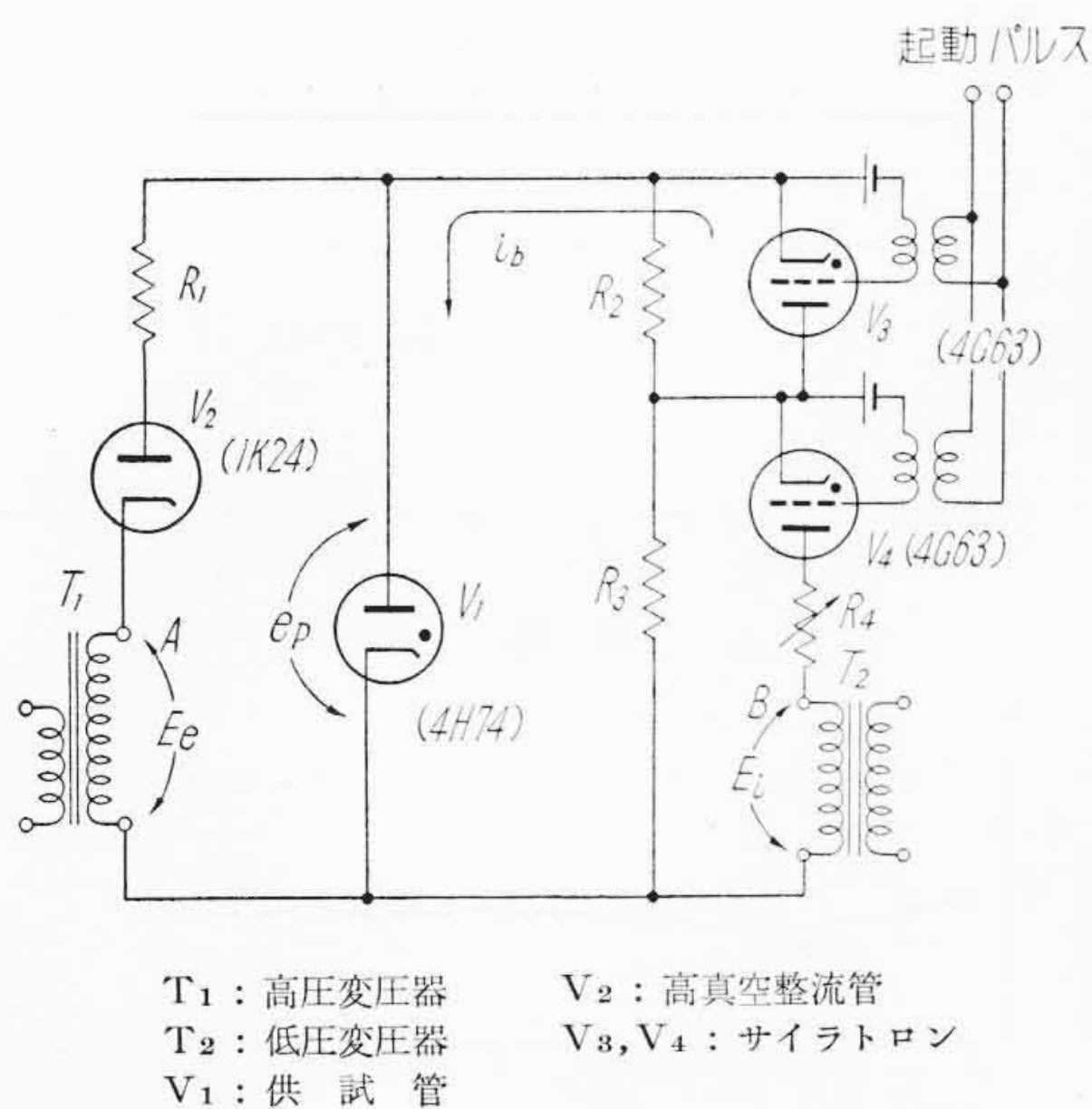
4H74Aは4H74の底部口金がD25PAに変わるのみでそのほかは4H74と同じである。したがって全長が10mm長いこと以外は4H88Aと完全にさし換え可能で性能は一段と向上していることになる。

4. 日立 4H73, 4H74, 4H74A の寿命試験

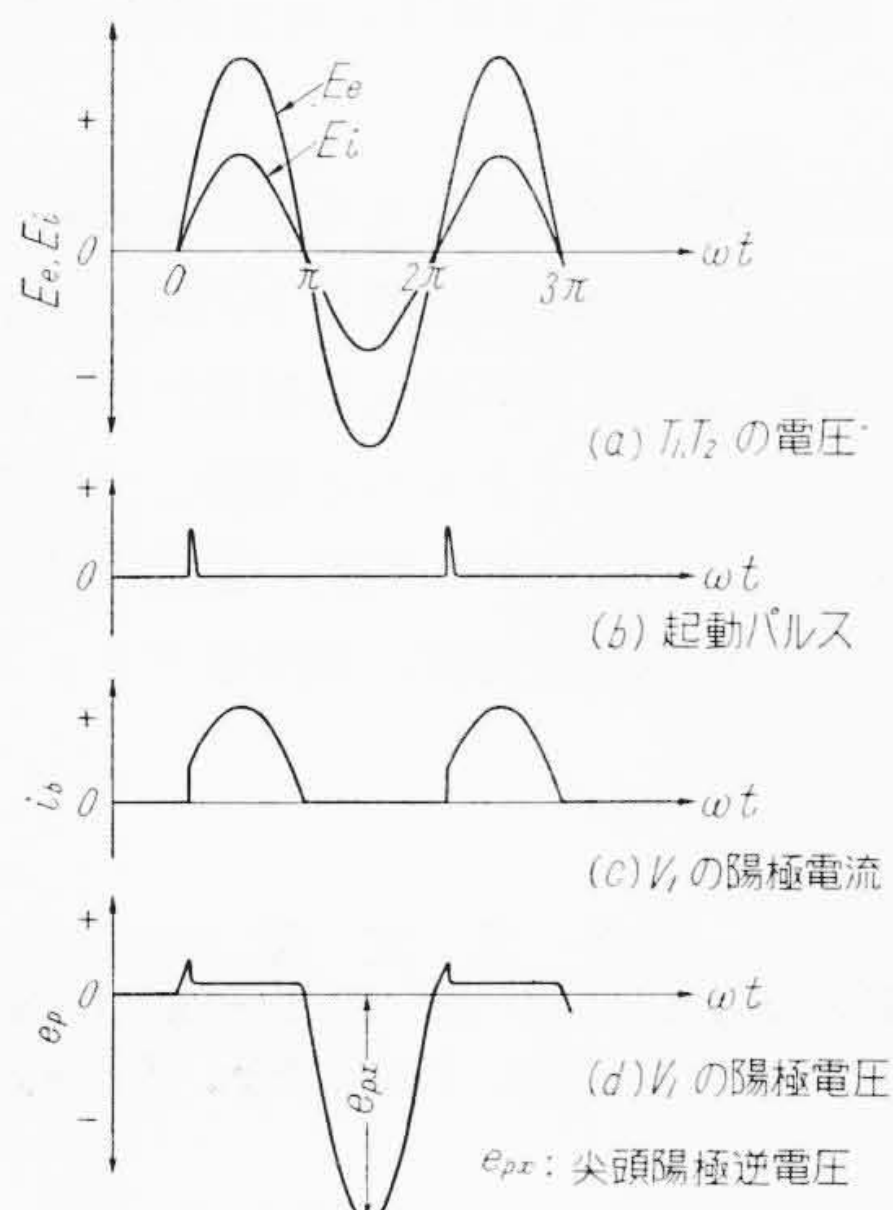
新製品の寿命を確認し、品質向上の情報をうるためには顧客における納入品の実績のほかに工場における寿命試験が必要である。熱陰極水銀（またはガス）整流管の場合では（1）低電圧で規定電流を流す寿命試験、（2）寿命試験機そのほかの自家設備の整流電源実装があるが供試管の動作条件においても、また試験設備としても制約を受ける点が多い。ここでは寿命試験機として上記の方法のほかにわれわれが実用しているチータ回路（Cheater Circuit⁽¹⁾）による方法を説明し、次にここに紹介した新製品4H73, 4H74の寿命試験成績について述べる。

4.1 チータ回路による寿命試験機

寿命試験は最大定格値の陽極電流、陽極逆電圧で行われることが望ましい。最大定格値以下の軽い条件による寿命試験はたとえば逆弧の原因となる陽極逆電流の消長



第3図 一回路概略図



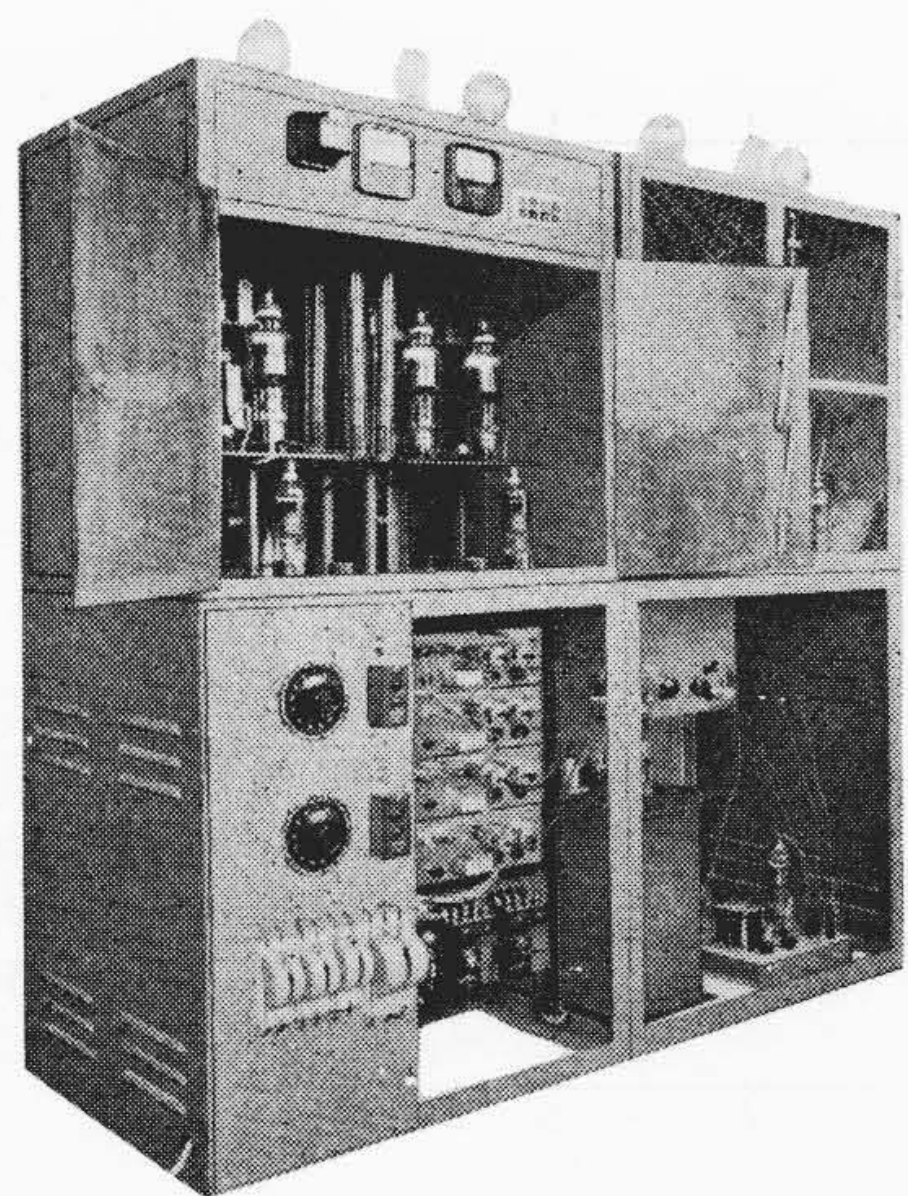
第4図 チータ回路の電圧，電流の関係

が寿命試験中の陽極逆電圧の値により左右されるような場合もあって、その結果は必ずしも品質を完全に裏づけたことにはならない。

しかしながらこれを一般の整流回路で行おうとすると相当大きい電力設備が必要となりその実施は必ずしも容易ではない。これを小電力設備で供試管に最大定格条件と等価の動作条件を与えることがこのチータ回路のねらいである。

チータ回路には多くの方式が考案されているが今回用いた回路を第3図に示す。

第3図において V_1 は供試管、 V_2 は高真空整流管、 V_3 、 V_4 は熱陰極グリッド制御放電管（いわゆるサイラトロン）である。図において（ ）内は具体的に使用管の例を示したものである。 T_2 、 R_4 、 V_4 、 V_3 、 V_1 は供試管の電流回路を構成し、 T_1 、 V_2 、 R_1 、 V_1 は供試管の電圧回路



第5図 チータ回路を用いた寿命試験機

を形成する。

第4図は第3図の回路における電圧、電流の関係を示すものである。簡単にするために第4図(a)のように T_1 , T_2 は同相とする。 T_1 , T_2 の A, B 端子(以下 T_1 , T_2 と記す)の電圧が正の位相で第4図(b)の起動パルスが V_3 , V_4 に加えられたとする。 V_3 , V_4 は点弧して第4図(c)に示すような電流 i_b が矢印の方向に流れる。 T_1 の電圧は V_2 により遮断されて V_1 には加わらない。 T_1 , T_2 の電圧が零となれば V_3 , V_4 , V_1 は放電を停止し, T_1 , T_2 が負になると T_1 の電圧は V_2 を通して V_1 に加えられる。このとき V_3 , V_4 はそれぞれのグリッドに十分大きい負電圧が加えられているため電流回路を遮断する。第4図(d)は V_1 の陽極電圧波形である。 V_1 に加えられる陽極逆電圧は V_3 , V_4 の陽極順電圧となるから第3図のように V_3 , V_4 を直列とし分圧抵抗 R_2 , R_3 を入れて動作の安全をはかる。

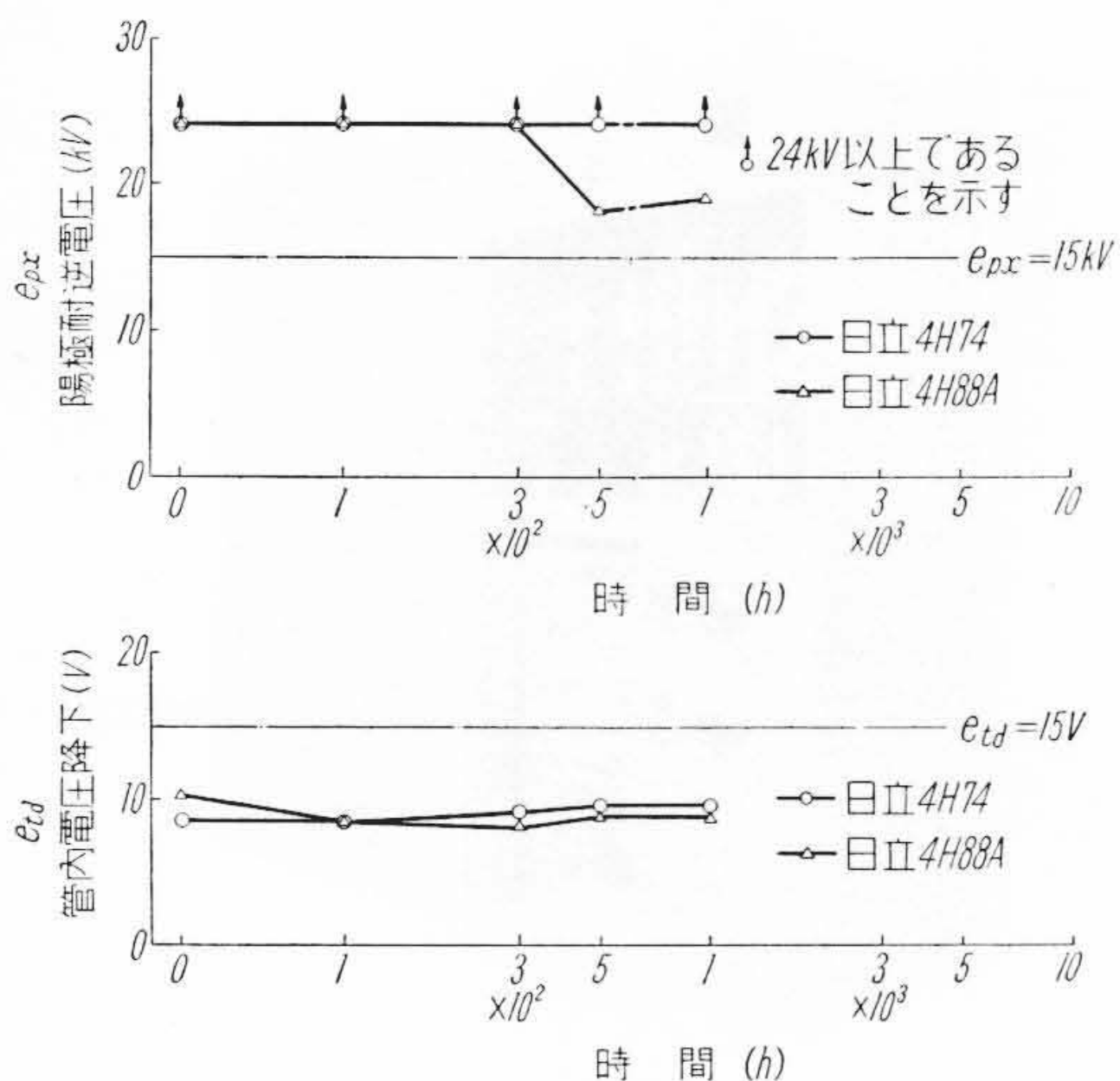
以上のようにして V_1 には半波整流動作と同様な陽極電流が流れ、陽極逆電圧が加えられる。しかし電流は T_2 より、電圧は T_1 よりそれぞれ別個に供給されるためそれぞれの電力容量は十分小さいものでたりる。

第5図はチータ回路を用いた寿命試験機の例でこの場合の供試管数は4本である。第3図における T_1 の電圧、負荷抵抗 R_4 の値、起動パルスの位相を調整することにより供試管の動作条件を任意に設定できる。

4.2 寿命試験の成績

第6図は新形の日立4H74を従来の日立4H88Aと比較した寿命試験結果の一例である。寿命試験には前述のチータ回路の寿命試験機を用い、尖頭陽極逆電圧 $e_{px} = 15 \text{ kV}$ 、平均陽極電流 $I_b = 1.25 \text{ A}$ すなわち最大定格一杯の条件にて行ったものである。

第6図に見られるとおり従来の4H88Aでは陽極耐逆



第6図 日立 4H74 と 4H88A の寿命成績比較

電圧が CES 規格の 15kV 以上に対し寿命初期においては 24 kV 以上の値を示すが約 500 時間経過後 19 kV 前後の値にまで降下する。これに対して新形の日立 4H74 は寿命 1,000 時間に至るも陽極耐逆電圧 24 kV 以上の値を堅持している(試験装置の都合で 24 kV 以上の値は測定しなかった)。

また陰極の電子放射寿命については陽極電流 10 A (パルス波形) を流したときの管内電圧降下 (e_{td}) 15 V 以下の CES 規格値に対して両者とも寿命 1,000 時間を通じて 9.5 V 前後の値となっており良好な電子放射が保たれていることを示している。

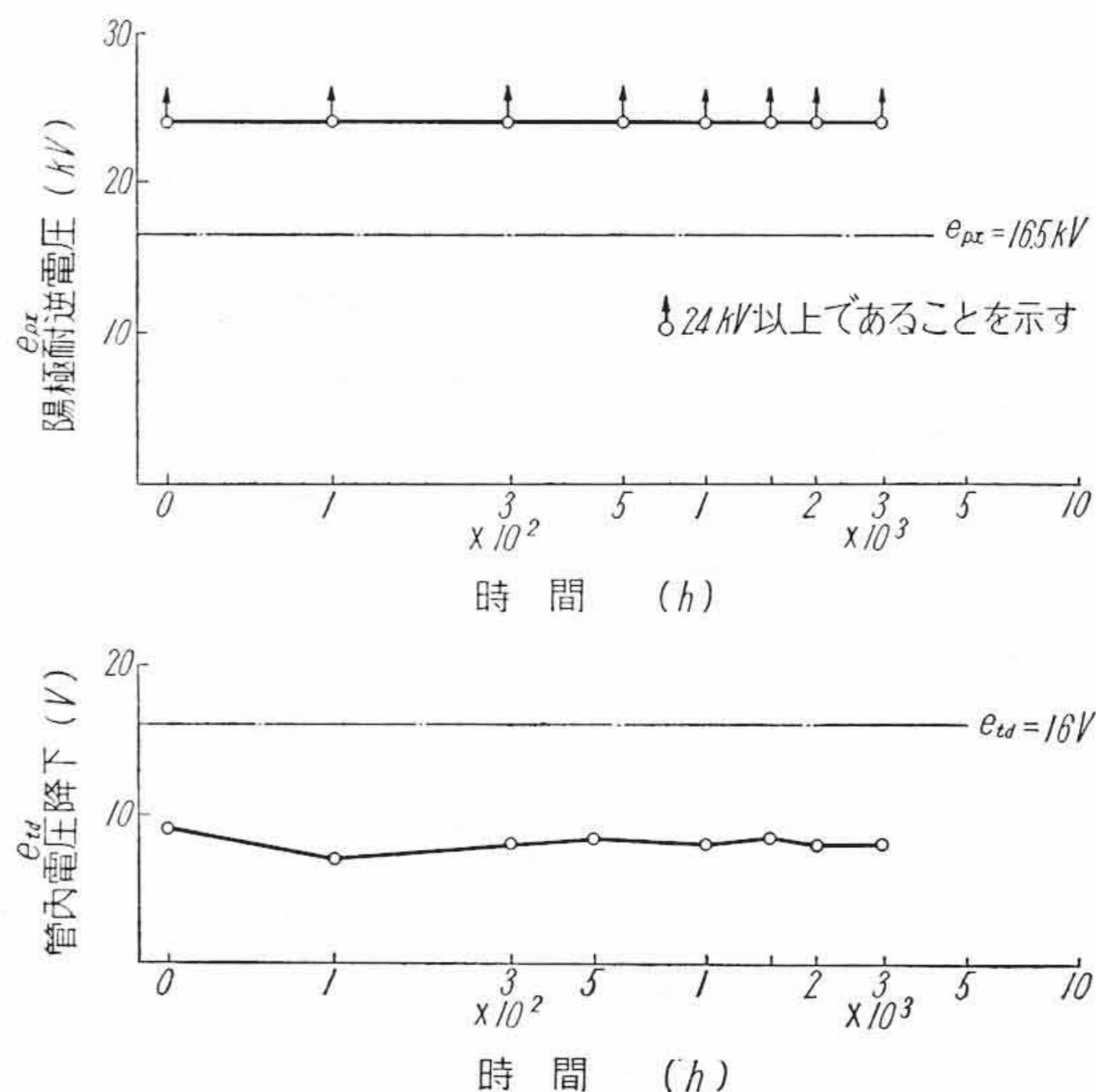
第7図は新形の日立 4H73 の寿命試験結果を示す。4H74 と同じくチータ回路の寿命試験機により、尖頭陽極逆電圧 $e_{px} = 15kV$ 、平均陽極電流 $I_b = 1.5A$ すなわち最大定格一杯の条件にて行ったものである。

陽極耐逆電圧は CES 規格の 16.5 kV 以上に対して寿命 3,000 時間を通じ 24 kV 以上の値を示し、管内電圧降下は CES 規格の 16 V 以下に対し 8 V 前後の値を示しておりすぐれた性能を表わしているといえる。

なおここで引合いに出した CES 規格は新品の良否判定基準であって寿命試験判定基準ではない。一般に寿命試験判定基準(いわゆる寿命終止点)はこれら CES 規格値より当然ゆるくなるのであるが(管内電圧降下など)ここでは一応の目安として CES 規格を比較の対象とした。

5. 結 言

以上新形熱陰極水銀整流管日立 4H73, 4H74, 4H74A について新たに採用した構造の特長と性能の向上について述べた。



第7図 日立 4H73 の寿命試験成績

同様な新しい構造と特長をもち着々好成績をあげている熱陰極グリッド制御放電管日立 4G63 とともに今後放送機に送信機に、また高周波工業装置に広く使用されそのすぐれた性能を発揮するものと期待している。

なお日立ではこれらと同じ設計、製造方針によるさらに大容量の熱陰極水銀整流管、熱陰極グリッド制御放電管を試作中である。

参 考 文 献

- (1) IRE: Standards on Electron Tubes: Methods of Testing, 1950 Part II (1950)

日 立 造 船 技 報

Vol. 20

No. 1

目 次

- ◎非磁性アンカーチェーンについて
- ◎本船強度の実験研究
- ◎湿気の居住区防熱装置に与える影響について
- ◎マルチチャンネル抵抗線ひずみ計
- ◎アルミ・フレーム木製外板構造の実験研究
- ◎ディーゼル機関部品の表面あらさについて
- ◎かじ性能に及ぼすかじ取速度の影響について

本誌につきましての御照会は下記発行所へ
御願いたします

日立造船株式会社技術研究所

大阪市此花区桜島北之町