

# セラミックペンシル管7554の構造と性能

## Construction and Performance of Ceramic Pencil Tube 7554

星 野 文 雄\*  
Fumio Hoshino

### 内 容 梗 概

周波数 1,000 Mc で出力 1.4 W の UHF 帯電力増幅用セラミックペンシル管 7554 を開発した。ペンシル管は、外部端子が内部の同軸円筒電極の延長として形成されていて、UHF 帯での動作に特にすぐれた性能を発揮できる構造をもっているが、7554 は、その外囲器にセラミックを用い、またグリッドを高精度に製作してカソードとの距離を極度に小さくすることにより、信頼性・性能ともに一段と向上したものである。各種強制試験の結果は、この優秀性をよく実証している。

近來、受信管のセラミック化への傾向が認められるが、その一つの行き方を示しているといえるセラミックペンシル管について、構造・製作法・性能について述べた。

### 1. 緒 言

UHF 用受信管として、従来最も手近に使用されているのは、ミニチュア管である。これらの UHF 用ミニチュア管は、リードインダクタンスの減少を図るとか、陽極陰極間の静電容量を減らして入出力間の結合をできるだけ少なくするなど、ミニチュア管のもつ欠点に種々の改良が加えられており、安価で製作が容易であるので、かなり多く現用されている。しかし周波数が 1,000 Mc 以上になってくると、ミニチュア管のもつ本質的な欠陥が現われてくるので、能率よく動作するのはせいぜい 800 Mc 前後までと考えられており、これ以上の周波数に対しては、電極構造を平板系または同軸円筒系にし、外部端子もできるだけインダクタンスの小さい形状のものにするなど、根本的に構造を変えなければならない。

上限周波数の点だけから見た場合、平板電極系が有利であるが、周波数がある程度まで限って考えた場合、逆に同軸円筒電極系の利点が大きく浮かび上がってくる。特に発振器に使用した場合の周波数ドリフトとか、特性変動などの点で、大きな特長を発揮する。

セラミックペンシル管 7554 は、これらの特長を十分生かして回路構成上便利な形状に設計された同軸円筒電極系の受信管で、セラミックを使用しているために、耐熱・耐震性などの信頼性も著しく向上し、製作工程がやや精密複雑すぎる欠点を除けば、きわめて特色豊かな UHF 受信管であるといえることができる。以下これらの特長を中心に、製作法・性能などについて述べる。

### 2. 7554 の 特 長

7554 の外観を第 1 図に、軸方向に切断した構造断面図を第 2 図に示す。図から明らかなように、その最も大きい特長は、ダブルエンドの同軸円筒電極構造であること、セラミック封止である点である。

#### 2.1 同軸円筒としての特長

同軸円筒電極であるための特長としては次の点があげられる。

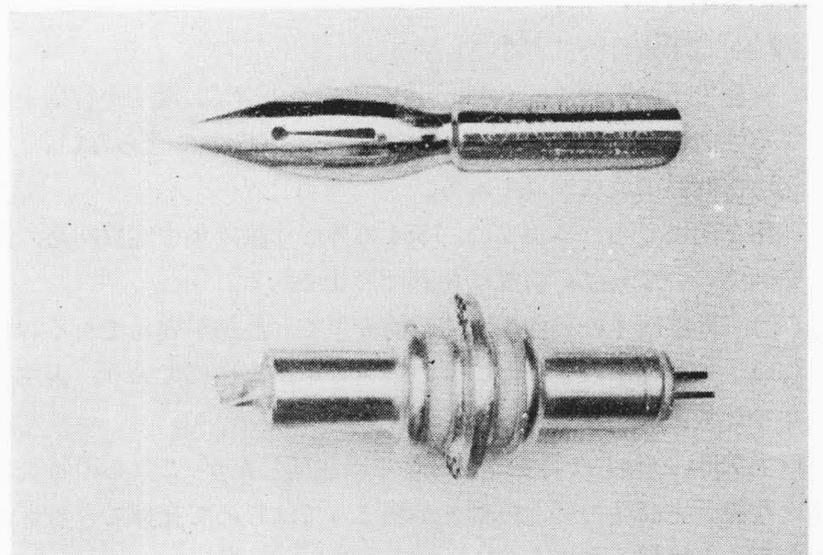
(1) 電極の熱変形による特性変動が小さい。

電極間げきの小さい high gm 管では、電極の熱変形による特性変動が問題となるが、円筒電極の 7554 ではこれがきわめて小さい。その理由は、軸方向の伸びは特性変動に無関係であり、半径方向の伸びは各電極とも同一方向に変化するからである。

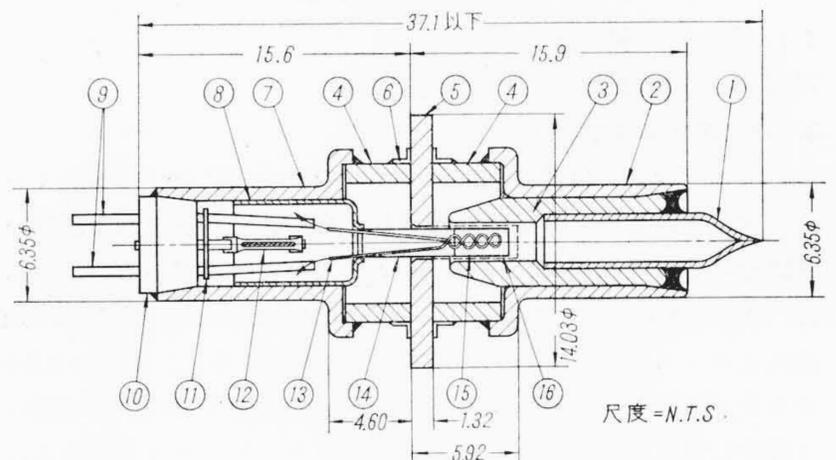
(2) ヒータ電力の効率がよい。

有効陰極面がヒータを包んでいるので、熱効率がよく、平板系の場合の 1/3 のヒータ電力ですむといわれる。

\* 日立製作所茂原工場



第 1 図 7554 外 観



- |             |             |
|-------------|-------------|
| ① 排 気 管     | ⑨ ステムリード    |
| ② アノードターミナル | ⑩ セラミックステム  |
| ③ アノード      | ⑪ シールドマイカ   |
| ④ セラミックスペーサ | ⑫ ゲ ッ タ     |
| ⑤ グリッドターミナル | ⑬ ヒ ー タ     |
| ⑥ フ ラ ン ジ   | ⑭ ヒ ー ト ダ ム |
| ⑦ カソードターミナル | ⑮ カ ソ ー ド   |
| ⑧ カソードサポート  | ⑯ グ リ ッ ド   |

第 2 図 7554 断 面 図

(3) 発振周波数の変動が少ない。

発振器として用いる場合、電源変動に対する発振周波数の安定性が問題になるが、7554 ではこの点がとくにすぐれている。その理由は、陽極電源とヒータ電源とを共通にした場合、入力側と出力側の周波数変化が逆方向であるために、周波数ドリフトが相殺・軽減されるからである。

#### 2.2 セラミック管としての特長

最近の UHF 用電子管はセラミック化の方向に進む傾向にあるが

7554もこれらのセラミック管と同様の長所を有する。すでにこの長所は周知であると考えられるので簡単に項目を列挙するとどめる。

- (1) 耐熱性にすぐれており、ガス放出が少なく、長寿命化が可能である。
- (2) 熱衝撃に強い。
- (3) 機械的強度が大きく、耐震・耐衝撃性に富んでいる。
- (4) 高周波損失、絶縁抵抗など電気的特性がよい。
- (5) 放射線に強い。
- (6) 熱伝導がよく、熱放散容易である。

などである。

### 2.3 その他の長所

その他の長所として次の諸点があげられる。

- (1) 自己インダクタンスが小さい。

外部への導入端子は有効電極の延長として形成されているのでUHF用受信管として大きな問題となる自己インダクタンスはきわめて小さい。

- (2) 電子走行時間が小さい。

陰極格子間距離は約0.05 mmで非常に小さく、電子走行効果による性能低下は1,000 Mc程度ではほとんど問題にならない。

- (3) 回路構成に便利である。

第2図に見られるように、7554の外形寸法は集中定数回路、同軸回路のいずれにも構成に便利な形状である。

- (4) 外部端子の表面積が比較的大きく、放熱が容易である。

- (5) 外部端子に十分な厚さの銀メッキが施されており、表皮効果や熱放散に効果的である。

以上7554のおもな長所をあげ簡単に説明したが、これらの長所は精密な設計と高度の製造技術とが相まってはじめて発揮できるものであることは言うまでもない。

## 3. 7554の製作

### 3.1 部品製作

7554の製作には次の部品が必要である。

#### 3.1.1 ステムマウント

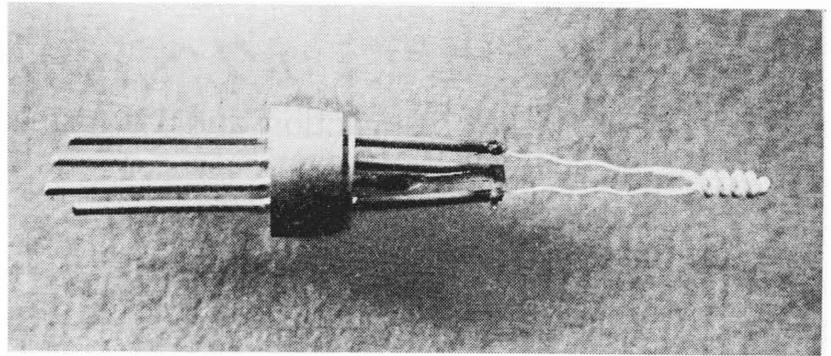
ステムマウントは第3図に示すように、4本リードのセラミックステムと、このリードに溶接されるヒータ・ゲッタおよびヒータ陰極間絶縁保護用のシールドマイカからなっている。ステムは、フォスフェライトのセラミックボタンをLithium Molybdate法によりメタライズしたのち、上下両面を研磨し、4本の0.5φのモリブデン線をこれにそう入し、治具を用いて水素炉中で銅ろう付けしたものである。このステムにシールドマイカをそう入し上記部品を溶接すればステムマウントが完成する。

#### 3.1.2 カソード

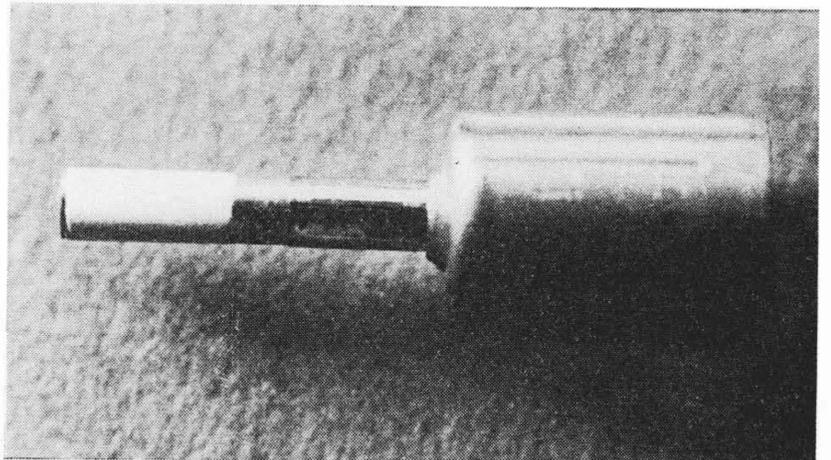
カソードは第4図に示すように、炭酸塩の塗付されるスリーブと、それを支持するヒートダムと、これらを保持するカソードサポートからなっている。スリーブには0.05 mm厚の活性化ニッケルを用いており、これと0.013 mm厚のニクロムはくを丸めたヒートダムとを溶接し、ヒートダムの他端は純鉄を深絞りして作られたサポートに接続する。スリーブ面には炭酸塩を吹きつけ塗付するが、炭酸塩の表面は、特に一様な平滑性が得られるように作業が管理されている。

#### 3.1.3 グリッド

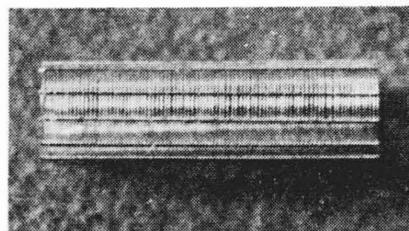
グリッドは第5図に示すように精密かご形グリッドである。内側に0.013 mmφの金ニッケルメッキタングステンが高ピッチ(0.064 mm)で巻かれており、その外側に12本の、太さ0.064 mmφの銀メッキ無酸素銅線を等間隔で並べ、この縦線と巻線とを水素



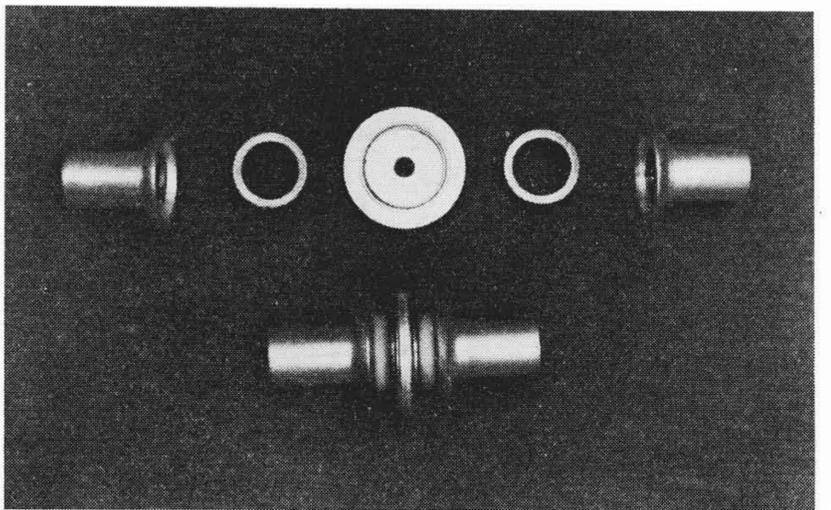
第3図 7554 ステムマウント



第4図 7554 カソード



第5図 7554 グリッド

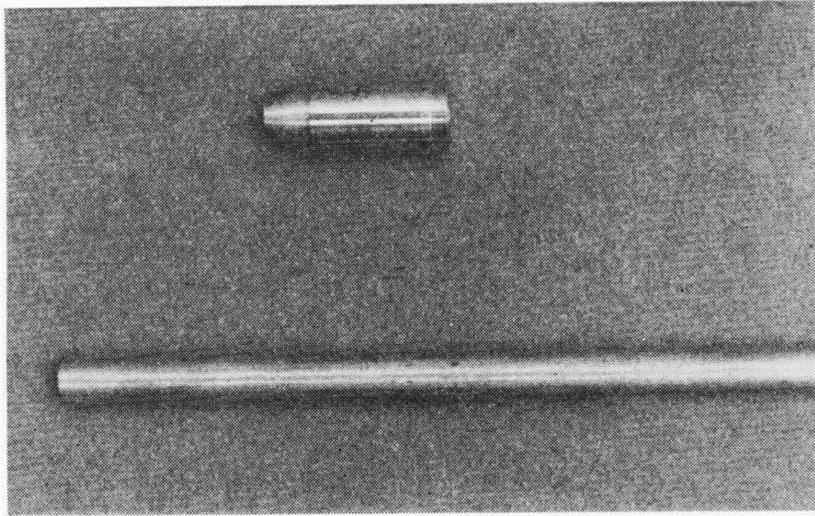


第6図 バルブ組立とその部品

炉中でブレイジングして作ったものである。製作上は、特にブレイジング条作の管理が問題であり、でき上がったグリッドについては、ピッチ乱れ、偏円度などが問題となる。

#### 3.1.4 バルブ組立

バルブ組立は第6図のように、2個の円筒状ターミナルと1個のグリッドディスクターミナルとこれらのターミナルを絶縁保持する2個のセラミックスペーサからできている。セラミックスペーサの接着面はテレフンケン法でメタライズされ、鉄ニッケル合金(Fe: Ni=50:50)製の各ターミナルとろう付けされてバルブ



第7図 アノードと排気管

組立が完成する。ターミナルの製作は特に複雑な工程を含んでおり、内径の仕上げには深絞り後、ブローチ仕上、銀メッキ、パーニッシュ仕上などを行なって、最高の精度に仕上げられている。これは、バルブ組立の製作精度が、完成球の性能に直接大きな影響を与えるためであり、組み立て時の偏心に対しても厳しい管理が行なわれている。

### 3.1.5 アノード

アノードは第7図に示すように無酸素銅棒を切削加工して作ったもので、一端の内径は陽極の内径となっており、他端に無酸素銅からなる排気管をそう入して用いる。

### 3.2 組み立て

組み立て工程は4工程から成っている。以下順を追って説明する。

#### 3.2.1 グリッドバルブ組立

これは第5図のグリッドを第6図のバルブ組立の中央部の穴に圧着固定する工程である。この工程では、グリッド線がグリッドディスク穴に十分食い込んでグリッドの保持が確実に行なわれることと、ターミナルに対してできるだけ偏心を押さえることが重要である。圧着には治具を用いてエアプレスで行なっている。

#### 3.2.2 カソードバルブ組立

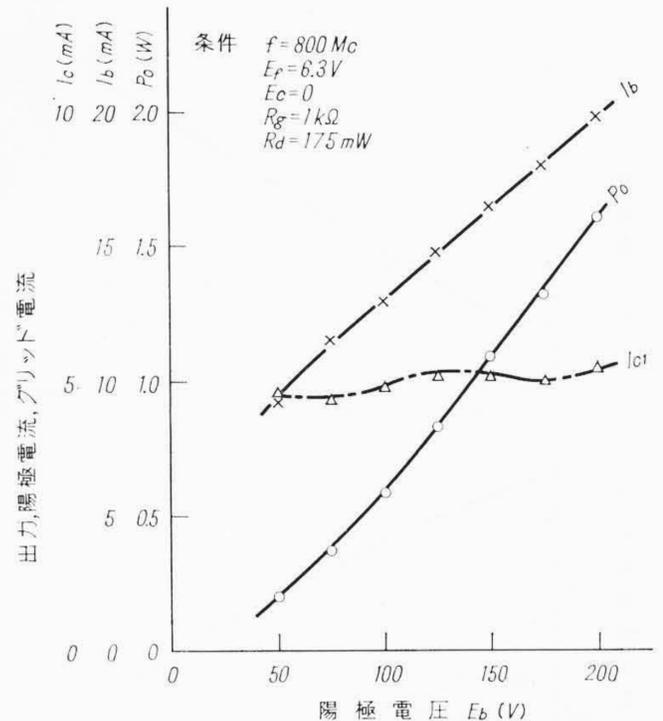
これは4.2.1のグリッドバルブ組立にわずか0.05mmのグリッドカソード間隔を正確に保ちながら、カソードを圧入する工程で、主工程中最も高精度が要求される場所である。カソードのバルブ内における保持は、カソードサポートとターミナルとの強制はめあいによるだけで、溶接は行なわれていない。圧入は前項と同様エアプレスによって行なわれている。

#### 3.2.3 アノードバルブ組立

この工程では、アノードと排気管とをターミナルにろう付けする工程である。加熱には高周波加熱装置を用い、水素気中に行なっている。

#### 3.2.4 ステムバルブ組立

最後の主工程がステムマウントとカソードターミナルとのろう



第8図 7554の800 Mc C級増幅特性

付け作業である。前項と同様の方法で行なうが、急熱急冷はステムリークの原因になるので、徐熱徐冷のスケジュールにより作業を細心にコントロールしている。

### 3.3 排気およびエージング

排気は固定排気台に取り付けて行なっている。排気のスケジュールは電極のベーキング・ゲッター予熱、ヒータ点火(炭酸塩分解)、ゲッターフラッシュ、チップオフなどの順序で行ない、特に一般の電子管と異なることはない。排気後、カソードの活性化と特性の安定化を増すために、長時間エージングを行なう点も同様である。

## 4. 7554 の特性

7554の代表的な特性を第1表に示す。小形であるが陽極損失は2.5 Wでかなり大きく、発振に使用した場合最高5,000 Mcまで動作可能であり、このとき約30 mWの出力が得られる。能率よく動作させるには、2,000 Mc程度までが適当と考えられる。次に、特性検討の結果について簡単に述べる。

### 4.1 高周波C級増幅特性

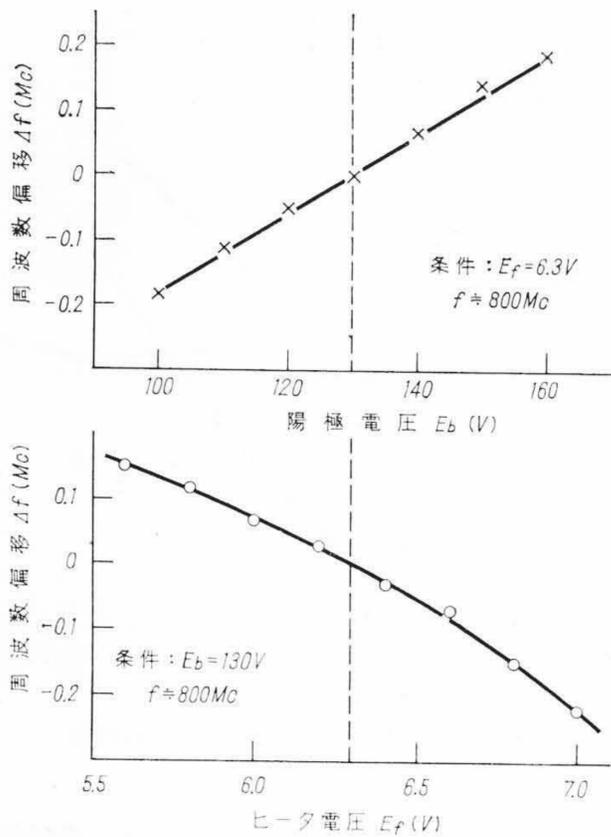
測定例を第8図に示す。800 Mc, 175 mWの入力に対して1.6 Wの出力が得られており、利得も十分満足できる値である。なお7554はC級動作だけでなく、A級増幅にも用いることができる。測定例では1,400 Mcでバンド幅7 Mc, 電力利得10 dBが得られている。

### 4.2 発振周波数の変動

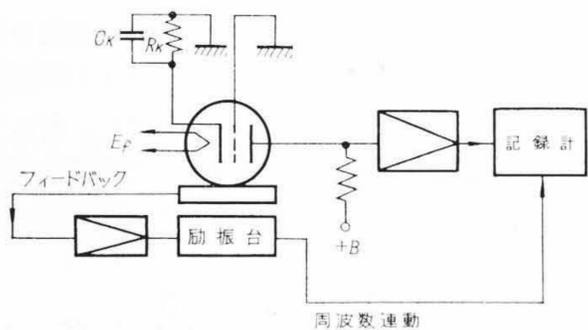
7554は特に、電源電圧の変動による発振周波数のドリフトが少ないが、発振周波数変動の測定例は第9図に示すとおりである。これから明らかなように、たとえば陽極電源電圧だけが10%低下した場合、中心周波数約800 Mcに対して約80 kc周波数が下がり、またヒータ電圧だけが10%低下すると約130 kcだけ周波数が上昇する。したがって、電源電圧が同時に10%低下した場合を考えると、

第1表 7554 諸特性表

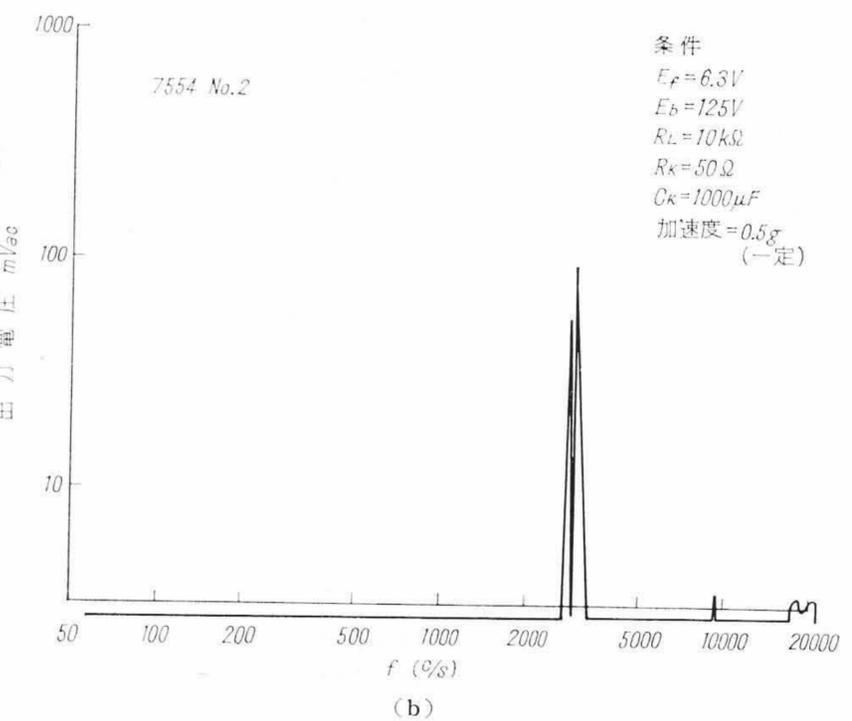
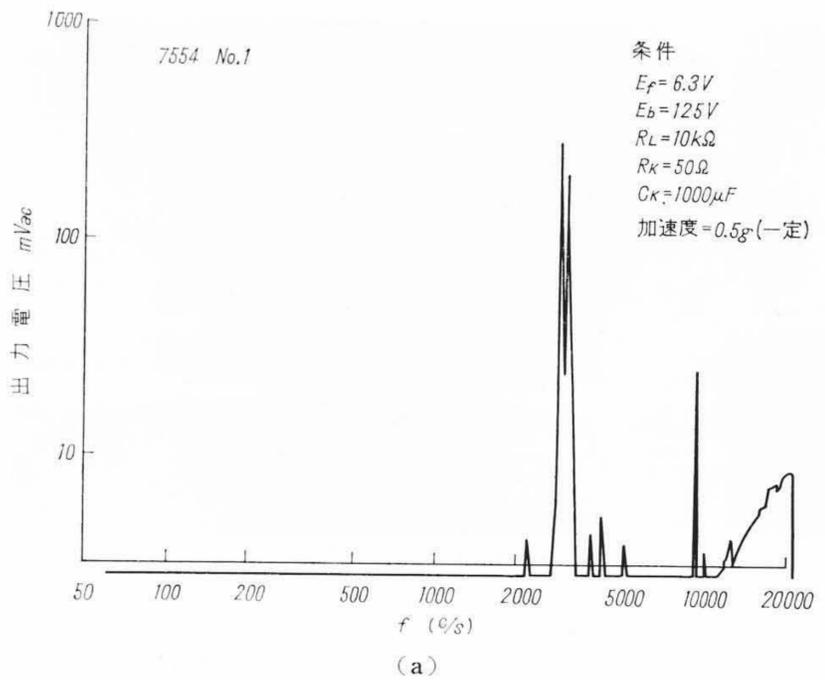
静特性		静電容量		最大定格		C級標準動作特性					
項目	標準値	項目	標準値	項目	絶対最大値	項目	電力増幅	発振			単位
$E_f$	6.3V	$C_{p-g}$	2.4 pF	$E_b$	250 V	$f$	500 1,000	500	1,000	2,000	Mc
$I_f$	225 mA	$C_{g-k^1}$	4.4 pF	$E_c$	-50 V	$E_b$	200 175	200	200	150	V <sub>dc</sub>
$E_b$	125 V	$C_{p-kh}$	0.04 pF 以下	$I_k$	25 mA	$E_c$	-4 -10	-5	-3	-1	V <sub>dc</sub>
$R_k$	50 $\Omega$	$C_{k-h}$	2.6 pF	$I_c$	6 mA	( $R_g$ )	(800) (2,000)	(1,000)	(600)	(250)	$\Omega$
$I_b$	14 mA	$C_{p-k}$	0.04 pF 以下	$P_p$	2.5 W	$I_k$	21 24	21	24	24	mA
$G_m$	16 mV	$C_{k-gh}$	7.0 pF	$E_{hk}$	$\pm 50$ V	$I_c$	5 5	5	5	4	mA
$\mu$	70	$C_{p-gh}$	2.4 pF	$R_g$	0.25M $\Omega$	$P_d$	0.2 0.2	—	—	—	W
						$P_o$	2.2 1.4	1.6	1.3	0.5	W



第9図 7554 発振周波数ドリフト特性 ( $f = 800$  Mc)



第10図 可変周波数振動試験回路



第11図 7554 可変周波数振動雑音特性

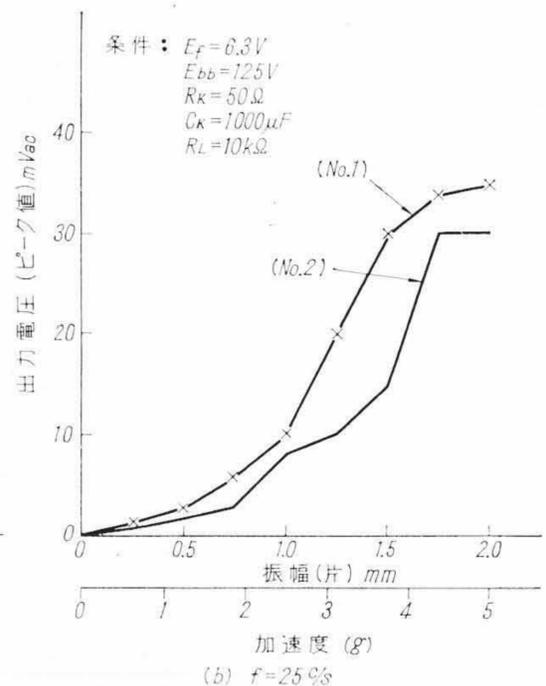
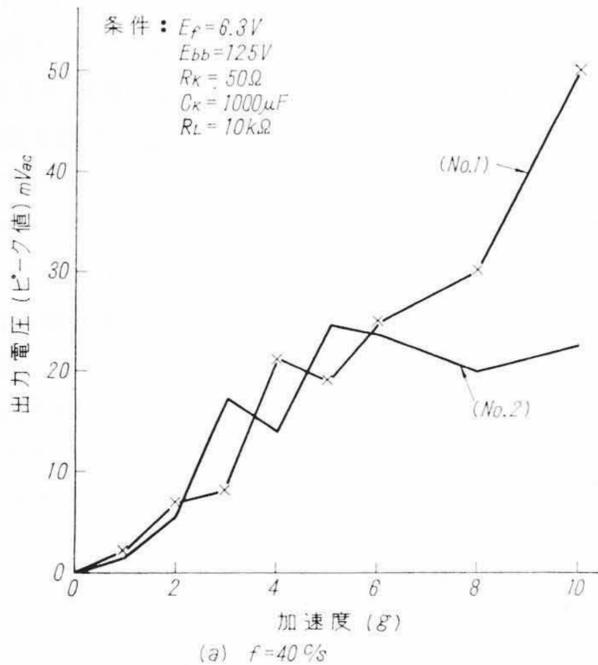
周波数変化がお互いに相殺されて、約 50 kc の変化に軽減されることになる。この点は同軸円筒電極を有する 7554 の大きな長特であり、発振用としてわれわれが推奨するゆえんでもある。

### 4.3 耐震特性

カソード・グリッド間隔がきわめて小さいうえに、構造上電極支持法が円筒電極の一端支持となっているので、耐震特性に対しては最も注意を払って、各方面から検討を加えた。その結果 7554 の耐震特性はきわめて満足すべきものであることを確認したので、次にこの点について述べる。

#### 4.3.1 可変周波数振動特性

これは、電極振動の周波数特性を調べることを目的としたもので、電極の共振状態が一目でわかる利点がある。実際の測定では B & K 社製の振動試験機を用いて、周波数が 100 c/s から 20,000 c/s まで連続的に変化する一定加速度の振動を供試球に与え、負荷抵抗に生ずる振動出力を自記記録した。その測定回路を第 10 図に、測定例を第 11 図に示す。周波数 3,000 c/s 付近に鋭い共振点が見られ、2,000 c/s 以下では、通常のミニチュア管に見られるような複雑な共振はおきていない。普通の使用状態では共振点が高いほど有利と考えられており、この点も 7554 の一つの特長と言えよう。



第12図 7554 固定周波数振動雑音特性

#### 4.3.2 固定周波数振動特性

使用上実際に問題になるのは、比較的低い周波数で、かなり大きな加速度の振動を加えた場合の振動出力である。この特性に対しては、40 c/s および 25 c/s の固定周波数で検討した。第 12 図 (a) は 40 c/s で 10 g までの振動を加えた際の振動特性の測定例であるが、最大出力は 50 mVac 程度であり、25 c/s の場合の第 12

図(b)も、全く問題のない特性を示している。

#### 4.3.3 振動疲労特性

さらに厳しい振動試験として、ヒータのみを点火して長時間の振動を与え、リーク、特性変動、カソード・グリッド間短絡などを強制する、いわゆる疲労試験がある。この試験では、周波数 25 c/s で、振幅 2 mm の振動を、供試球の軸方向と、軸に直角な方向とに、各 32 時間ずつ与えたが、リーク、短絡などは全く発生せず、特性変化もわずかで非常に満足すべき結果を得ている。

#### 4.4 その他の機械的特性

7554 のセラミック管としての信頼性を確かめるために、われわれは前述以外にさらに多方面からの検討を加えた。たとえば

封止部強度破壊試験、耐湿特性、耐熱衝撃特性などである。これらの検討結果についてはここでは省略するが、いずれも満足すべき特性を示したことを確認している。

### 5. 7554 使用上の注意

最後に、実際に 7554 を使用するにあたって特に注意すべき点を二、三あげて参考としたい。

#### 5.1 取付方法

セラミックの強度は、一般に圧力に対しては大きな強度を示すが引張り、曲げ、ねじれなどの外力に対しては圧力に対するほどの強度を持っていないのが普通である。7554 の場合も同様でたとえば軸に直角方向の曲げに対しては、約 30 kg 程度の強さを持っている

が、それ以上の無理な外力が加わると破損する恐れがあるので、特に取り付けには十分注意する必要がある。

#### 5.2 ヒータ接続方法

ヒータリードに直接ハンダ付けすると、エアリークの原因になる恐れがあるので、できるだけソケットを使うことが望ましい。

#### 5.3 パルプ温度

最大温度定格は 225°C であるので、放熱に留意して定格以下で使うよう注意することが必要である。

#### 5.4 陰極電流定格

各動作条件における陰極電流の最大定格がきめられているが、平均電流が定格以内でも、ピーク値が平均電流の 10 倍以上になると寿命上問題になるので、流通角には十分注意する必要がある。

#### 5.5 バイアス方式

増幅器で、無信号に過電流が流れ、寿命をそこなうのを防ぐためには、バイアス方式として、グリッド抵抗とカソード抵抗を併用することが望ましい。

### 6. 結 言

以上、今回開発したセラミックペンシル管 7554 の特長、製法、性能などについて紹介した。千数百 Mc 付近の周波数帯は現在かなり用いられつつあるが、7554 の特性はこの要求に十分適合するものであり、近い将来、通信機器、測定器などにおいてその性能が大いに発揮されることを期待している。



## 特 許 の 紹 介



特許第 404912 号

加藤 春 雄

### レオナード電動機の定電流自動制御装置

1 台又はそれ以上の複数台の電動機を 1 台の発電機により運転する場合に、各々の電動機を独立して運転できるようにするため、これら電動機を全部直列にして発電機に接続し、各個の発電機に定電流制御を行ない目的を達していた。

この発明は上記のような装置において、定電流制御系の電流の制御精度を向上させるため各々の電動機にその速度に応じた電圧のバイアスを与えるものである。

即ち図に実施例を示すように電流検出器  $R_{c1}$ 、磁気増幅器  $MA_1$ 、 $MA_2$  及び発電機  $G$  から成る定電流制御系の変化分を磁気増幅器  $MA_1$  の出力より検出し、この出力によって制御電動機  $CM$  を駆動させ発電機  $G$  の電圧を制御し各電動機  $M_1M_2$  にバイアスを与え電流  $I$  を一定に保つのである。

本発明によれば船舶推進電動機に見られるように速度対トルク特性が速度の上昇と下降において一定でなく、しかもその時の船速によって時々刻々と変化するような複雑な特性を有するものでも、電流  $I$  の変化の積分値に応じて発電機電圧が制御されているため、擾乱を起すことなく極めて円滑に各々の電動機を独立して制御することができる。  
(梅 本)

