

# ストレート電子銃受像管

## T. V. Picture Tube with Straight Type Electron Gun

宮田嘉彦\* 山崎映一\* 小泉喜八郎\*  
Yoshihiko Miyata Eiichi Yamazaki Kihachirō Koizumi

### 内容梗概

テレビ用受像管の電子銃をストレート電子銃にすることにより受像機への取付けおよび調整が簡単になる。しかしストレート電子銃にするには部品や組立の精度、センタリングマグネットによるボケ、寿命などにつき検討を要する。これらについて種々研究し、今回性能の良いストレート電子銃受像管を完成した。

### 1. 緒言

テレビジョン用受像管は製造技術の発達により数年前より蛍光面の後にアルミニウム膜をつけたメタルバック受像管が作られているが、このアルミニウム膜の厚さを適当にすることにより電子のみ通過しイオンを通さないようにすることが可能で、最近ではイオントラップのないストレート電子銃使用の受像管が作られるようになってきた。ストレート電子銃にすることによりイオントラップマグネットが不用となり、かつその調整の必要がないためテレビジョン受像機の製作が簡単になる。しかし一方

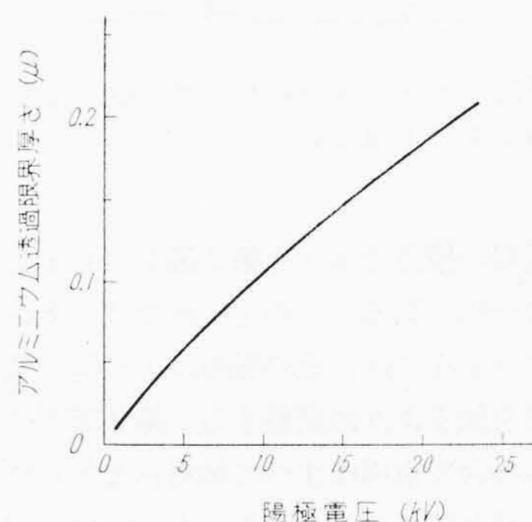
- (1) イオンやけを起さないアルミニウム膜の厚さの選定
- (2) 電極の組立誤差に基く電子流と電極軸との偏心を、在来のイオントラップ付電子銃のようにイオントラップマグネットにより修正することができないため電極組立に高精度を要求される。
- (3) 外部磁界により電子流が曲げられ、電極軸と電子流が一致しないために生ずる各種収差の除去
- (4) イオントラップがないためにイオン衝撃によるカソードの短寿命化の防止

などの問題があり、われわれはこれらについて検討した。

### 2. 蛍光面のイオンやけ防止

ストレート電子銃にはイオントラップがないために、カソード付近で発生した負イオンは途中の電極系で加速されて蛍光面に向かって進み、電子よりもはるかに質量が大きいため電磁偏向では偏向量もごくわずかでほとんど蛍光面中央に集中される。したがってこの部分の蛍光体の発光能率が低下し、いわゆるイオンやけが発生するが、蛍光面のうしろに適当な厚さのアルミニウム膜をつけることにより負イオンの蛍光膜への侵入を防止することができる。すなわち電子とイオンの大きさの相異により金属膜の透過率が異なり、アルミニウム膜を適当な厚さに

\* 日立製作所茂原工場



(Young 氏の報告による)

第1図  $H_2^+$  イオンのアルミニウム膜透過限界

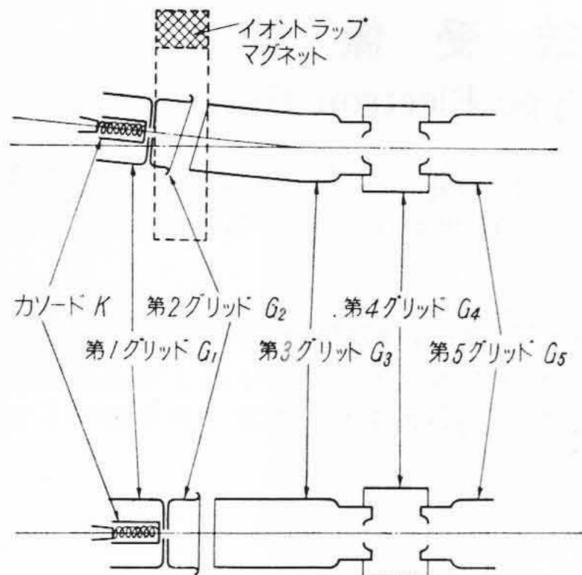
することにより電子のみ透過しイオンは通さないようにすることができる。このアルミニウム膜におけるイオンの透過可能限界については Young 氏の報告があり<sup>(1)</sup>、第1図に  $H_2^+$  についての結果を引用した。

われわれは14形90度偏向受像管 14R P4A (S) でアルミニウム膜の厚さをいろいろに変えて長時間の寿命試験を行った結果 Young 氏の  $H_2^+$  のものとほぼ一致する結果を得た。14形90度の場合受像機の最高陽極電圧を 14 kV とすればアルミニウム膜の厚さは 0.13 μ 以上あればよい。

一方アルミニウム膜の厚さを厚くするとともに電子のエネルギー損失が大となり明るさが低下する現象が見られる。したがってイオンやけが発生せず、かつ明るさの著しく低下しないような厚さを選ぶ必要がある。この場合イオントラップ付電子銃使用の受像管 (14R P4A など) のアルミニウム膜の厚さの薄いものにくらべて約 10% 明るさが低下することになるが<sup>(2)</sup>、われわれは電子銃構造を検討し、蛍光面に到達する電子流を増加してこの点を修正したので明るさにおいては 14R P4A と同等にすることができた。

### 3. 電子銃の問題

第2図に従来のイオントラップ付電子銃とストレート



第2図 イオントラップ付電子銃（上）と  
ストレート電子銃（下）

電子銃の概略の構造を示す。第2図上はイオントラップ付電子銃の一例である。この電子銃ではイオントラップ部にマグネットをつけ、その磁界により電子流が電子レンズの中央を通るように調整する。第2図下はストレート電子銃の場合で電極はすべて軸対称となっており、カソードから出た電子は直進する。もし電極が完全に軸対称になっていない場合には電子流が電子レンズの軸に一致せずコマ収差が大きくなる。このコマ収差がある場合は第3図(b)のように画面の黒い部分に白がにじみ出したようになり画質を低下する。このときの輝点の形状は第3図(c)のように輝点に尾が出たような形となる。

コマ収差の尾の長さ  $l$  は

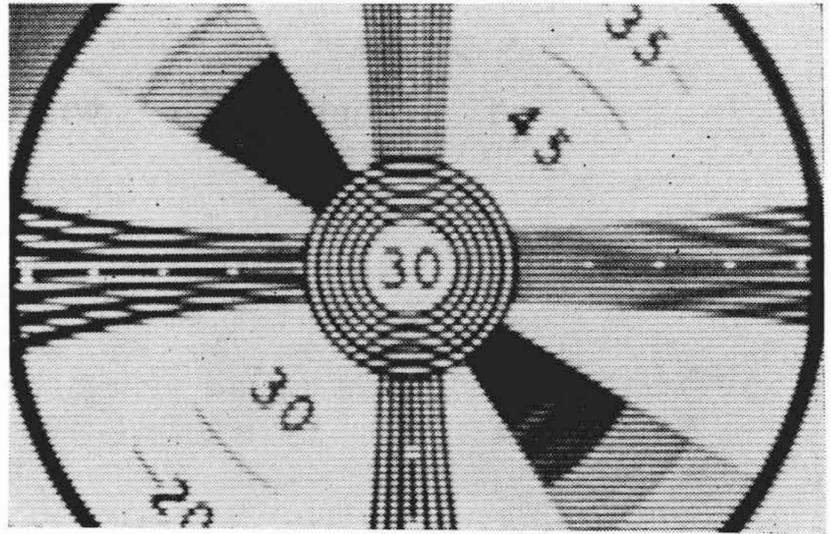
$$l \propto y \cdot d^2$$

ただし  $y$  : レンズ軸からの電子銃のずれ

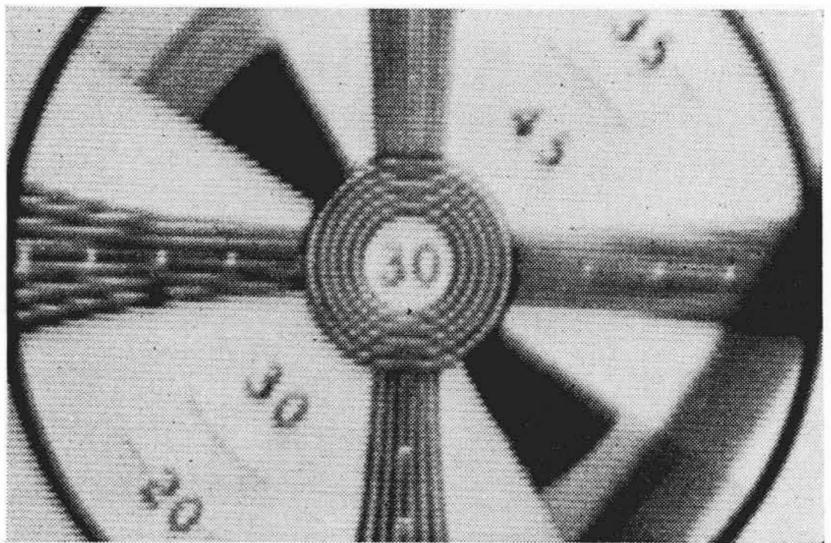
$d$  : リミッティングアパーチャ (第2図 G<sub>3</sub> の右端の孔) の径

で表されるので  $d$  を小さくすれば収差が少なくなり第3図(b)のような"ボケ"は目立たなくなる。その反面、 $d$  を小さくすると電子がこのアパーチャにとられて画面が暗くなるのである程度以上小さくすることはさけたほうがよい。特にストレート電子銃では後に述べるセンタリングマグネットを使う場合、電子が主レンズ (G<sub>3</sub>-G<sub>4</sub>-G<sub>5</sub> レンズ系) にはいる前に曲げられ、リミッティングアパーチャに電子がとられて明るさが暗くなることがあるので、 $d$  はイオントラップ付電子銃の場合より一般に大きくする必要がある。しかしわれわれはあとに述べる磁気シールドによりセンタリングマグネットによる電子の曲りを少なくすることができ、 $d$  をイオントラップ付電子銃と同じ程度にすることができた。

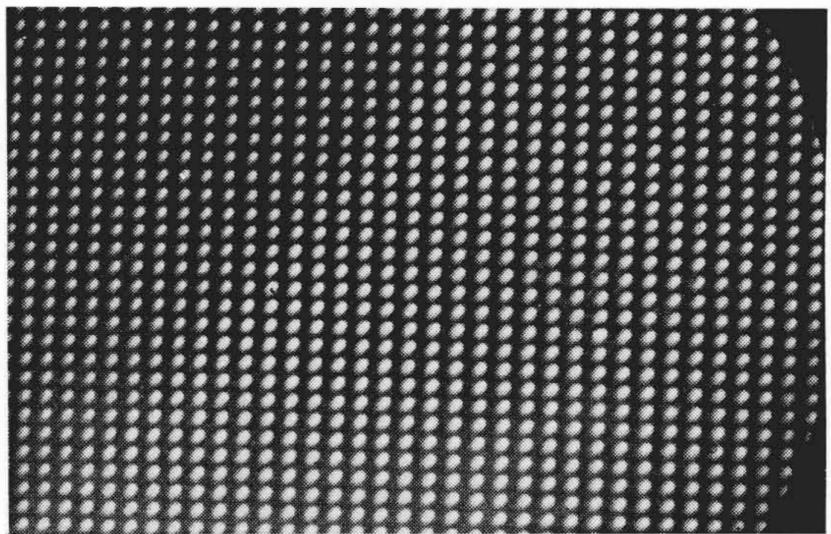
次に主レンズ軸からの電子流のずれを少なくするには主レンズ-カソード間を短くしたほうが良いが、一方レンズ系の倍率が大きくなり輝点が太く画の解像度が悪く



(a) 精度の良い電子銃による像



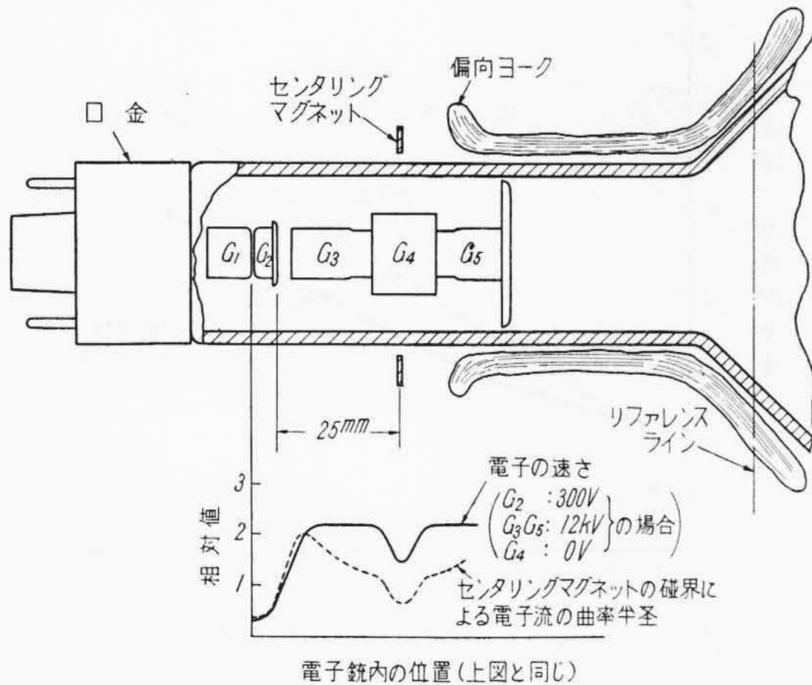
(b) 精度の悪い電子銃による像



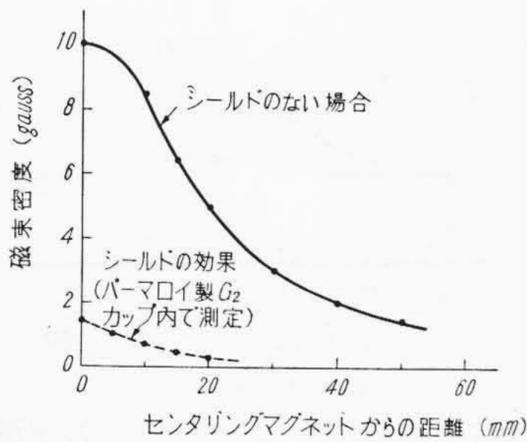
(c) 精度の悪い電子銃の輝点

第3図 ストレート電子銃受像管による像

なる。しかし主レンズ-カソード間をある程度短くすることは画面の全面集束性を良くする。すなわち主レンズおよび偏向ヨークを通る時の電子流の径が小さくなり偏向ひずみや焦点ボケが少なくなる。ゆえに主レンズ-カソード間を従来のイオントラップ付電子銃の約5/8の長さに短くした。なおこの短縮による解像度の低下は G<sub>2</sub>-G<sub>3</sub> レンズ系をカソードに近づけることによりある程度防止でき、かつカソード電流対集束電圧の特性を良くすることができる<sup>(3)</sup>。さらに主レンズ軸からの電子流のずれを少なくするために電極部品の精度、組立治工具の精度を良くして電子銃の精度を従来のイオントラップ付の



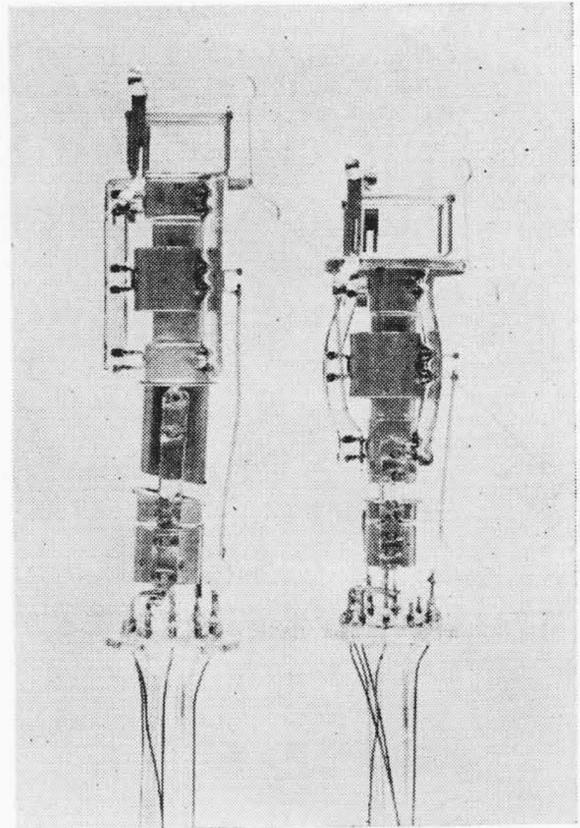
第4図 センタリングマグネットと電子銃の位置関係 (市販の偏向ヨーク使用の場合)(上) および電子の速さとセンタリングマグネットの磁界による影響



第5図 センタリングマグネットの磁束分布および磁気シールドの効果

ものより格段に良くし、また電子銃とバルブとの封止そのほか製造工程中での変形を防止するため電極強度を増すことにより、実用上ボケが目立たないようにすることができた。

また外部磁界に対しても電極の長さが短いほうが主レンズでのずれが少なくボケに対して良いはずである。しかし画面の位置移動にセンタリングマグネットを使用する場合は一般に主レンズ付近にセンタリングマグネットが位置し、短い電子銃では G<sub>2</sub> 付近の電子速度が割合おそいところまで磁束が分布してしまうためにこの低速度の部分ですでに電子が曲げられボケがひどくなる。一般に電子が磁界により曲げられる場合の曲率半径は電子の速度に比例し磁界の強さに反比例する。ストレート電子銃ではセンタリングマグネットと電子銃の位置関係はほぼ第4図上のおりである。マッピングによると軸上における電子の速度分布(電位の平方根に比例する)は第4図下の実線のようにになっている。一方センタリングマ



左: イオントラップ付電子銃  
右: ストレート電子銃

第6図 電子銃の外観

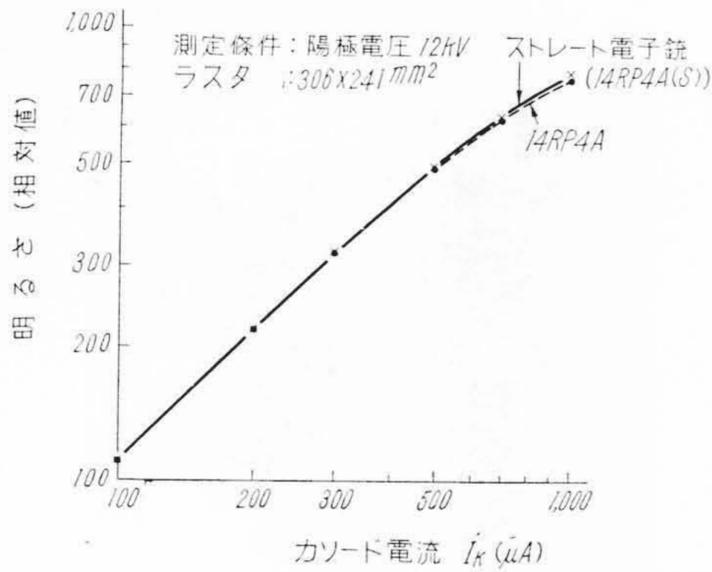
グネットの磁束分布は第5図実線のように、電子の速度と磁束密度との比を求めると第4図下の点線のように G<sub>2</sub> 付近が割合小さくなり、センタリングマグネットの影響を受けやすいことがわかる。このことは次の実験からも確認される。すなわち G<sub>1</sub> もしくはさらにベース側でセンタリングマグネットと逆方向の磁界を加えて G<sub>2</sub> 付近の磁界を打消すことによりボケを全然出さないで画像をセンタリングマグネットで移動することが可能である。これらのことから G<sub>2</sub> 付近の低速度の電子流を磁氣的にシールドすることが有効と考えられる。従来のテレビ用受像管電子銃はイオントラップマグネットを使用するので、すべてステンレス鋼のような非磁性合金で作られていたがストレート電子銃では上記の理由で G<sub>2</sub> にパーマロイなどの高透磁率金属を使用することが良いと考えられる。G<sub>2</sub> カップ自体をパーマロイで作ったものについて内部の磁束密度を測定してみると第5図点線のようにシールドのない場合(実線)の20%以下になっており、かなりの効果を期待する事ができる。第6図はイオントラップ付電子銃とストレート電子銃の外観を示す。

#### 4. 完成球の特性

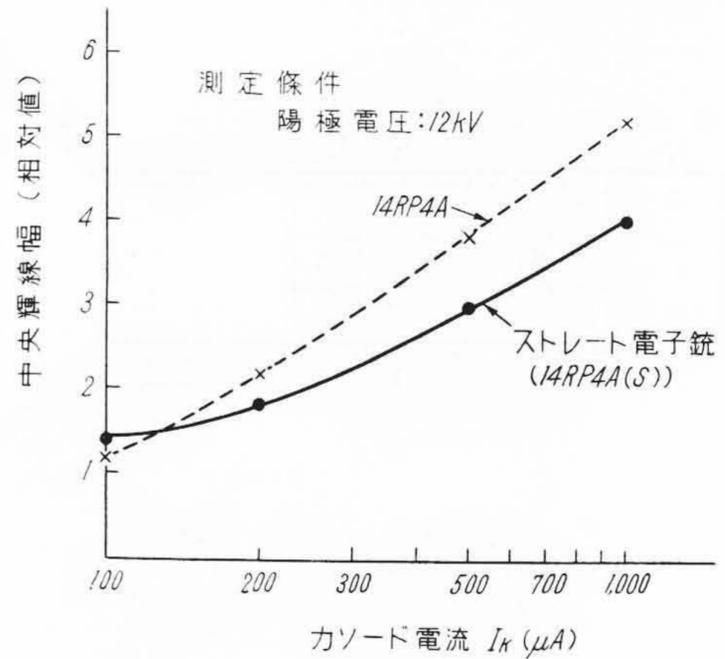
このストレート電子銃受像管(14RP4A(S))の特性を従来のイオントラップ付電子銃受像管(14RP4A)と比較すると次のとおりである。

##### 4.1 明るさについて

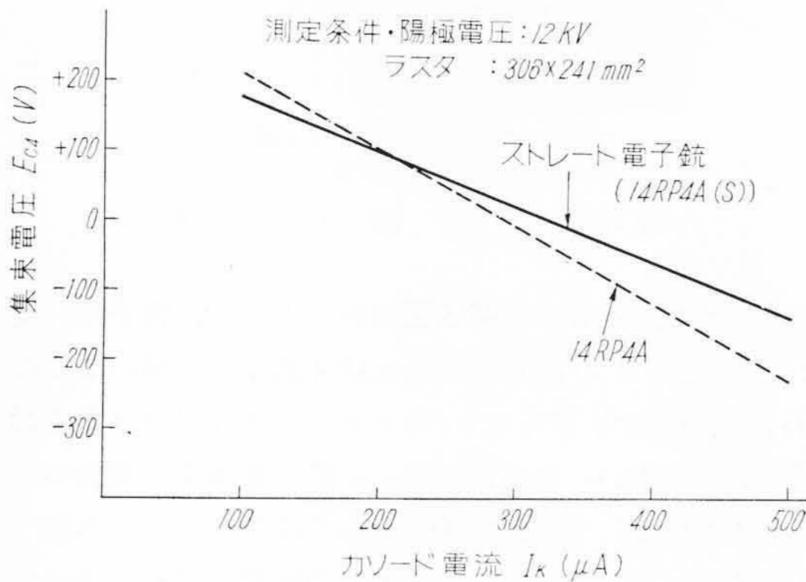
カソード電流と明るさの関係を第7図に示す。ストレート電子銃の方がアルミニウム膜が厚いにもかかわらず全く同じ明るさになっている。これは電子銃の長さを短



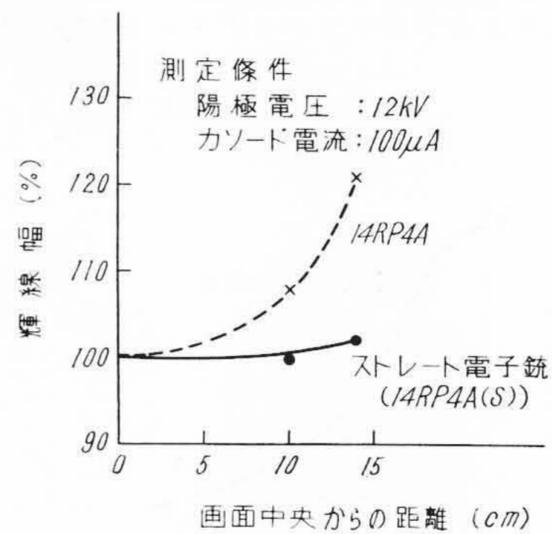
第7図 カソード電流に対する明るさ



(ラスター圧縮法により測定)  
第9図 カソード電流—輝線幅特性



第8図 カソード電流と集束電圧の関係



(ラスター圧縮法により測定)  
第10図 中央部に対する各部の輝線幅

くすることにより電子の利用率（蛍光面に到達する電子と電子銃電極にとられる割合）を高めたためとみられる。

### 4.2 集束特性

#### (a) 集束電圧

第8図に示すようにストレート電子銃のほうが電流の変化（明るさの変化）に対して  $E_{c1}$  の変化が少ない、すなわちストレート電子銃のほうが暗い部分にも明るい部分にも良い集束が得られる。

#### (b) 輝線幅

電流を変えて中央部での輝線幅（ラスタを書かせた場合の輝線の幅で、ラスタ圧縮法により測定する。）を測定すると第9図のように電流の少ない部分ではストレート電子銃のほうが若干劣るが、電流が  $200 \mu A$  以上になるとストレート電子銃のほうが良好である。さらにカソード電流を一定にして画面中央部と周辺部で輝線幅を比較するとストレート電子銃のほうがこの差が少ない。すなわち全面集束性が得られる。これを第10図に示す。

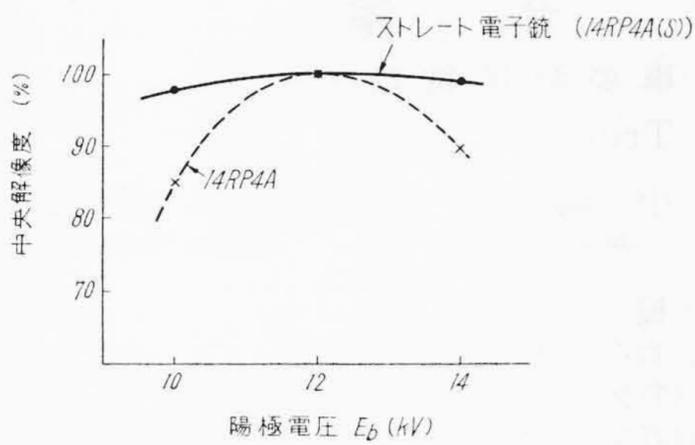
### 4.3 陽極電圧の変動による解像度の低下

最良調整にした状態から陽極電圧  $E_b$  が変化した場合、

イオントラップ付の受像管では第11図点線で示すように解像度が低下しちょうどストレート電子銃の組立精度の悪いもののような像になる。ストレート電子銃では第11図実線のように  $E_b = 10 \sim 14 kV$  ならばどの電圧でもほとんど解像度は変化しない。ゆえに受像機の電源電圧が変動した場合にも画質に及ぼす影響が少ない。

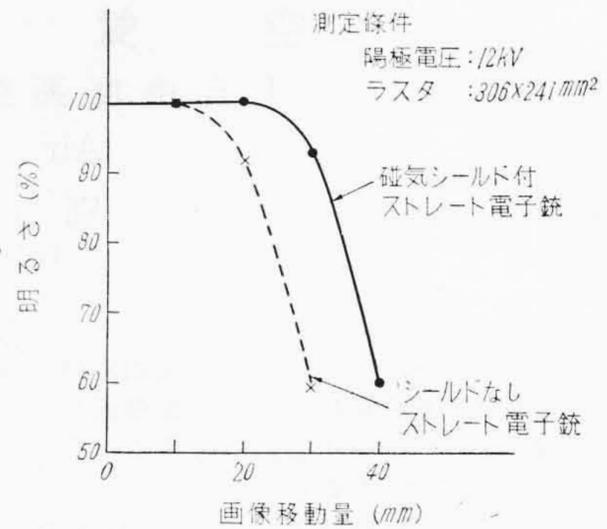
### 4.4 センタリングマグネットによる解像度、明るさ特性

センタリングマグネットにより画像を移動した場合電子ビームは主レンズの中心を通らなくなり収差を発生する。イオントラップ付電子銃ではイオントラップマグネットにて再調整し電子ビームをレンズ中心に引きもどすことができるので問題ないが、ストレート電子銃の場合は一般に補正装置をつけないためこの特性が問題になる。市販の偏向ヨーク・センタリングマグネットを使用した場合の中央解像度を第12図に、明るさを第13図に示す。磁気シールドを行った改良形では実用上問題ないと思われる。なおセンタリングマグネットの位置が特性に大きく作用する。すなわちセンタリングマグネットの位置を

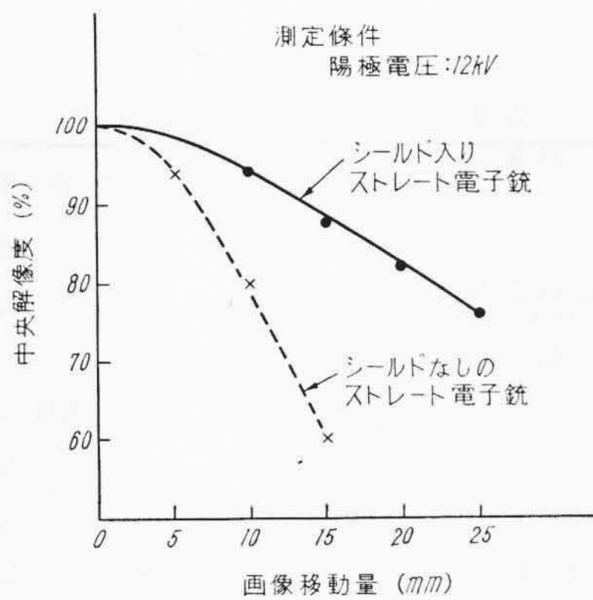


( $E_b=12$  kV で最良調整)

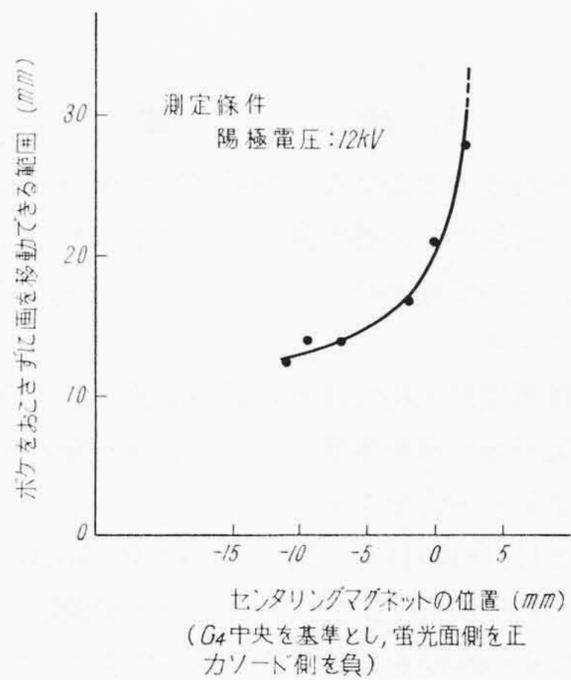
第11図 陽極電圧の変動による解像度の低下



第13図 センタリングマグネットによる明るさの低下



第12図 センタリングマグネットによる解像度の低下



第14図 センタリングマグネットの位置による画像移動可能な範囲

変えて画像に第3図(b)のようなボケをおこさずに画を移動できる範囲を求めると第4図に示すように、センタリングマグネットが  $G_4$  中央より蛍光面側に出ると急激に良くなる。したがってセンタリングマグネットは  $G_4$  中央(リファレンスラインより約70 mm)より前に出して使用することが望ましい。

#### 4.5 寿命

電子銃にイオントラップがないための蛍光面イオンやけについては前に述べたように、メタルバックの厚さを適当にすることによりさけられる。陽イオンのカソード衝撃に対してはカソードにイオン衝撃に強いものを使い、さらにイオンができにくいように真空度を良くすることによりイオントラップ付と同等にすることができた。

### 5. 結 言

以上14形90度偏向ストレート受像管(14RP4A(S))について述べたがそのおもなる対策点は次のとおりである。すなわち

- (1) 電子銃の電極部品・組立治工具の精度を良くすることにより高精度の電子銃を使用した。

- (2) 電極に磁気シールドを行うことによりセンタリングマグネットによるボケ・明るさの低下を防止した。
- (3) メタルバック膜厚さの管理・カソードの改良により寿命はイオントラップ付と同等のものとした。

これらの結果として

- (1) イオントラップマグネットがいらない。すなわち調整の手数が省け、かつ誤調整がない。
- (2) 全面集束性が良い。
- (3) 陽極電圧の変動による画質の低下が少ない。

などの特長を有するストレート電子銃受像管を作ることができた。

#### 参 考 文 献

- (1) J. R. Young: Journal of Applied Physics, 27, 1 (Jan. 1956)
- (2) 入江: 日立評論 39, 1417 (昭 32-12)
- (3) 山崎, 小泉: 日立評論 39, 233 (昭 32-2)