

13 形 カラーブラウン管の開発

Development of Small Size Color Picture Tube

宮田 嘉彦* 山田 満*
Yoshihiko Miyata Mitsuru Yamada

要 旨

白黒テレビではすでに小形管が大幅に普及している。カラーテレビでも今後小形管の要求が強くなると考えられ、今回 13 形カラーブラウン管を開発した。小形ポータブルセットに適するようにリム補強方式をとりいれるとともに、セットの回路も簡略化できるように Uni-potential Focus 形電子銃を採用した。

1. 緒 言

カラーテレビの普及にともない白黒テレビセットと同様に多品種化の要求が強くなってきた。アメリカではすでに RCA で 15 形、GE で 15 形および 11 形を発表しカラーテレビセットのポータブル化が進みつつある。

日本ではまだ主流は大形 (19 形) であるが、輸出の場合輸送費が安くてすむこと、アメリカのセットメーカーで 19 形は量産していることなどから、輸出用としても小形管の要求が強くなるものと考えられる。すでにわれわれは 15 形を昭和 42 年秋より量産しているが、さらに小形のものとして今回 13 形 (13GP22) を開発した。

ポータブル用としてテレビセットのキャビネットへの組み込みやすさの点より補強方式としてリム補強形を選定した。またセットの回路を簡略化できるように電子銃として Uni-potential Focus 形を採用した。また使用中の特性の経時変化を少なくするようシャドウマスク保持方法を検討した。以下これらの概要を報告する。

2. 大きさおよび補強について

2.1 大 き さ

ポータブル用としてごく小形の 10 形以下も考えられるが、画面をみるうえからは大きいほうが一般に見やすいといわれている。そこでここでは白黒テレビでもポータブルの主力となっている 12 形とほぼ同じ画面となるようにし、画面有効対角径を 295.2 mm (11.625") 以上となるようにした。このためアメリカに輸出した場合 "12" V と表示できる。

ネック直径は古い 21 形などでは 51 mmφ であったが、現在は 36 mmφ が標準になっている。小形管ではさらに小さくすることも考えられ、白黒ブラウン管の標準 29 mmφ にすると偏向電力が約 15% 少なくてすみ、コンバーゼンスもとりにやすくなる。しかし反面電子銃が小形になるため解像度が低下するとか、電極間隔がせまくなり耐電圧特性も悪くなる欠点がある。偏向角についても小形管では偏向角を小さくして偏向電力が少なくてすむようにしてセットの簡略化をすることが考えられる。しかし 70 度偏向とすると 13 形では 90 度偏向に比べ全長が約 60 mm 長くなり、400 mm 程度の奥行を必要とする。したがってコンバーゼンスマグネットなど標準部品も使えることも考えて、ここでは 90 度偏向 36 mmφ ネックのブラウン管とした。図 1 は外観を、図 2 は寸法および構造を示したものである。

2.2 補 強

テレビ用ブラウン管はガラス製バルブの内部を高真空としているため通常のままでは破壊したとき爆縮を起し危険である。しかし最近ではブラウン管自身に補強処理をほどこしテレビセットのほうでは安全ガラスを使わない方法が一般化されている。

* 日立製作所茂原工場

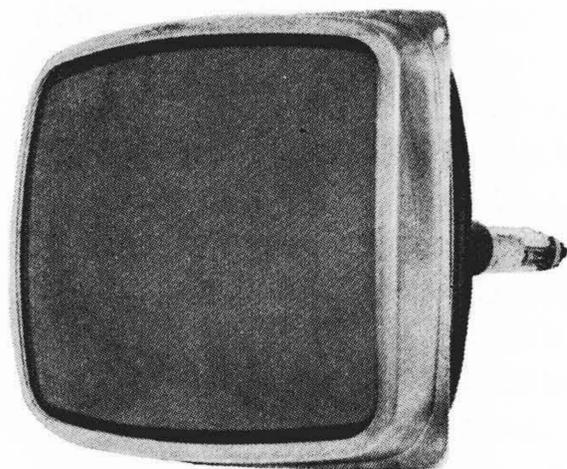
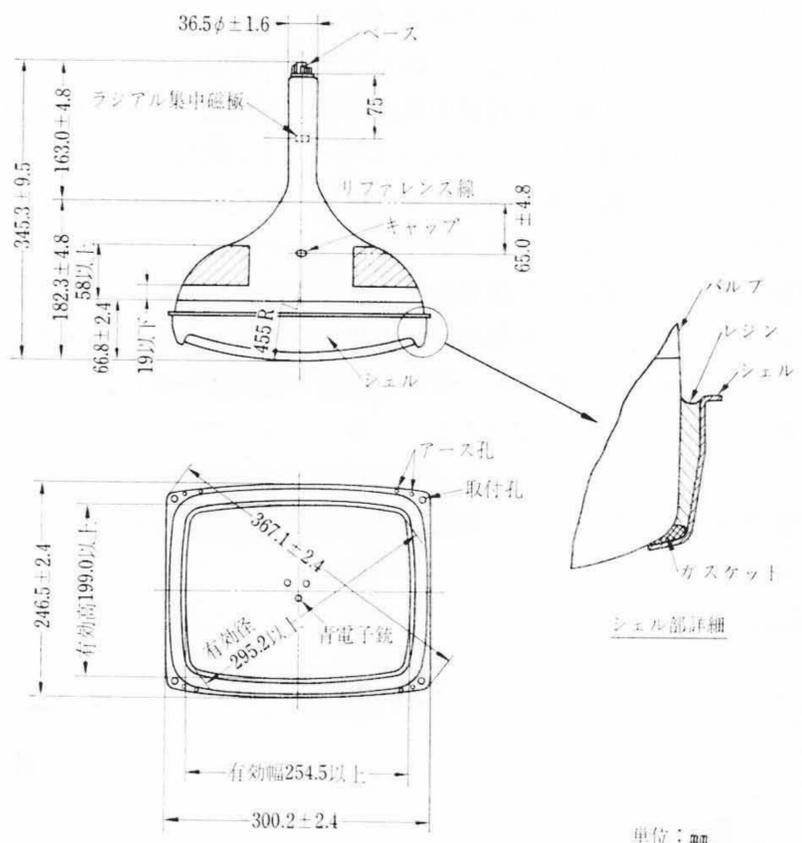


図 1 13 形カラーブラウン管 13GP22



注：偏向角(対角)90度

図 2 13 形カラーブラウン管構造

この補強方式としては大きくわけてバンド補強形、バンド補強形およびリム補強形がある⁽¹⁾。現在われわれは 19 形については通常 PPG といっているバンド補強形を採用しているが、補強方式により表 1 に示すような得失があるため、この 13 形には通常シェルバンドといわれているリム補強形を採用した。構造は図 2 に示すようにガラスバルブの側面に金属わく(シェル)をおき、バルブと金属わく

表1 各補強方式の比較

補強方式	ノングレー処理(注)	セットへの取付け
ボンド補強形	容 易	別に金具を必要とする
バンド補強形	困 難	ラグなしのときは金具が必要
リム補強形	困 難	直接取付け可能

(注) ノングレー処理とはガラス表面を粗面にして外光の反射をぼけさせるもの。

の間にレジンを充てんしたものである。金属わくには0.8mm厚軟鋼板を整形したものを使っている。なおこの金属わくには取付用穴をあけてあり容易にセットに組み込み取り付けができる。レジンについてはエポキシレジンを検討したが、冷熱サイクルテストでガラスに微小クラックを生じることがあること、取り扱いに毒性があることなどより、ここではポリエステルレジンを採用した。なお図2に示したガスケットは単にレジン注入の際、レジンがこぼれないようにするためのものでここではコーキング(パテ)を使った。

補強管の安全性についての試験方法にはUL, CSA, VDEなどいろいろな方法がとられているが、いずれも類似であるのでここではUL(アメリカ Underwriter's Laboratory)による方法⁽²⁾によって安全性を確認した。自然放置、-40℃, 48時間、-40~+70℃ 5サイクル、150℃ 50時間、204℃ 5時間の試料について5ft-lb, 15ft-lb, ギロチンテストなど1ロットにつき30本の試験を行ない不良は1個もなかった。さらにULでは規定はないが、85℃ 95%湿度 48時間の処理を行なったものについても10個試験し異常がなく、このブラウン管の安全性を確認した。

3. 経時変化に対する処置

3.1 シェドウマスクの位置変化

このブラウン管も三電子銃、シェドウマスク方式としているため、シェドウマスクとけい光面が常に正しい位置関係にあること、また三つの電子ビームが常にけい光面で一致していることが要求される。しかし使用中の温度変化などによりこれらがずれることがある。前者をピュリティ経時ずれ、後者をコンバーゼンス経時ずれと呼んでいる。後者については電子銃にシールドをつけることにより改良されすでに報告されているので⁽³⁾、ここではピュリティ経時ずれについて報告する。

シェドウマスクの電子ビーム透過率は通常15%前後なので、電子ビームの85%前後はシェドウマスクに流入し、シェドウマスクの温度を上昇させる。この温度変化によりシェドウマスクとけい光面の中心軸がずれる問題と、シェドウマスクの熱膨張により画面周辺での位置関係がずれる問題がある。まず本項ではシェドウマスクとけい光面の中心軸のずれについて検討した結果を説明する。

シェドウマスクは一般にバルブ側壁におかれたピンに板スプリングで保持する方法がとられている。このピンとしてバルブ短軸および長軸上にそれぞれピンをおき4個のピンで保持する方法がとられている。しかし4点ではかならずしも一平面は決定されないため、バルブごとに合わせ作業でシェドウマスクを組み立てる必要があるため、通常は3個のピンで保持することが多い。3個のピンの場合、力の釣り合いのうえからは2個のピンは軸よりずらせ3個のピンの重心位置が、ほぼバルブ中心にあることが好ましい。すなわち図3

$$c \doteq \frac{v}{2} \dots\dots\dots (1)$$

この場合保持スプリングは図3(a)のような向きの場合と、図3(b)のような向きにつける場合とが考えられる。しかしシェドウマスクフレームの角の丸み部などあり後者の場合寸法的に余裕が少ないた

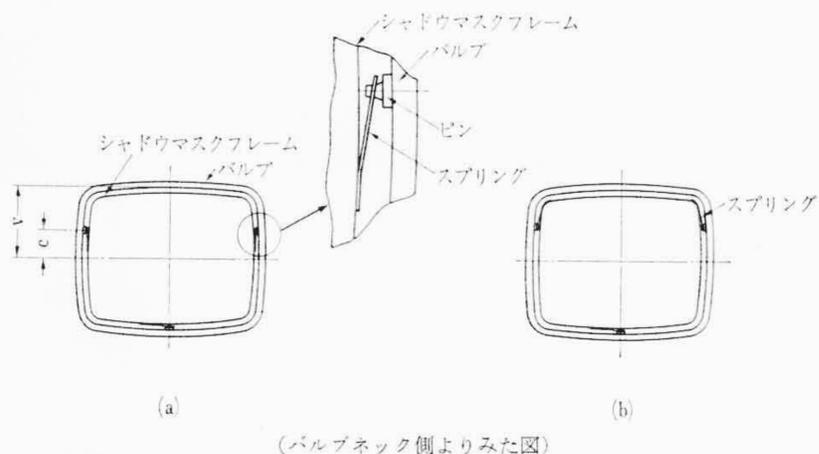


図3 シェドウマスク保持ピン位置および保持スプリングの向き

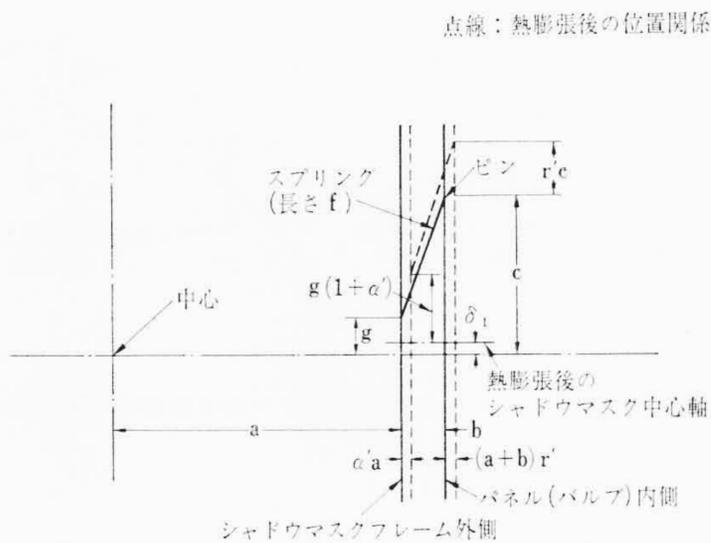


図4 バルブとシェドウマスクの位置関係

め、図3(a)の方向の場合が多い。

しかし図3(a)の場合、使用中の温度上昇により、スプリングの熱膨張やシェドウマスクフレームの熱膨張により、バルブに対しシェドウマスクが下方に移動することが認められた。今位置関係を簡略化して図4のように表わすと、中心軸のずれ δ_1 は

$$\delta_1 = c(1+\gamma) - \sqrt{\{f(1+\beta)\}^2 - \{b+(a+b)\gamma' - \alpha'a\}^2} - \{c - (f^2 - b^2)\}(1+\alpha') \dots\dots\dots (2)$$

ここで、

- $\alpha' = \alpha \times \Delta T_1$ α : シェドウマスクフレームの膨張係数
- ΔT_1 : シェドウマスクフレームの温度上昇
- $\beta' = \beta \times \Delta T_2$ β : スプリングの膨張係数
- ΔT_2 : スプリングの温度上昇
- $\gamma' = \gamma \times \Delta T_3$ γ : バルブの膨張係数
- ΔT_3 : バルブの温度上昇

なお、 $\alpha'^2, \beta'^2, \gamma'^2 \doteq 0$ などの条件を入れて(2)式を整理すると

$$\delta_1 \doteq (\gamma' - \alpha')c + \alpha' \sqrt{f^2 - b^2} - \frac{\beta' f^2 + \alpha' ab - b(a+b)\gamma'}{\sqrt{f^2 - b^2}} \dots\dots\dots (3)$$

また図3(b)の向きにスプリングを取り付けた場合の中心軸のずれ δ_2 は(2)~(3)式と同様にして、

$$\delta_2 \doteq (\gamma' - \alpha')c - \alpha' \sqrt{f^2 - b^2} + \frac{\beta' f^2 + \alpha' ab - b(a+b)\gamma'}{\sqrt{f^2 - b^2}} \dots\dots\dots (4)$$

バルブとして当初手持のあった15形について検討してみると、15形の場合陽極電圧電流 22.5 kV, 電流 1 mA にてシェドウマスクの温度上昇約 35℃ と推定されるので

$$\Delta T_1 = \Delta T_2 = 35^\circ\text{C}$$

また簡単のためバルブ温度上昇を無視する。すなわち $\Delta T_3 = 0$ とすると

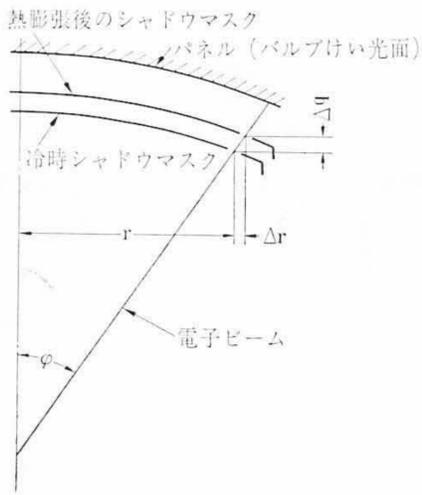


図5 シャドウマスクの熱膨張補正方法

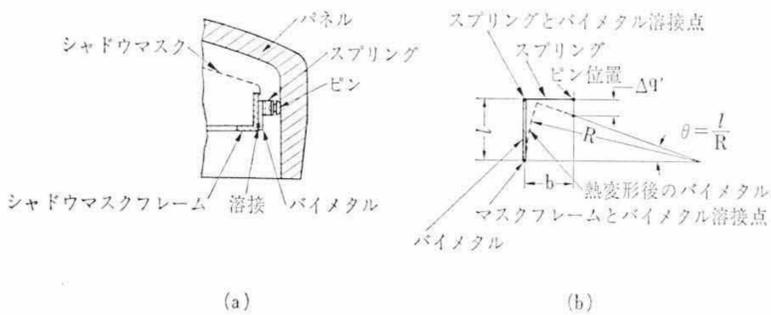


図6 バイメタルによるシャドウマスク位置変化機構

$$\delta_1 = -31 \mu$$

$$\delta_2 = -7 \mu$$

ただし、 $a=145 \text{ mm}$, $b=3.3 \text{ mm}$

$c=46 \text{ mm}$, $f=40 \text{ mm}$

$\alpha=120 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ (材料は鉄として)

$\beta=170 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ (材料はステンレスとして)

となる。実測でも $\delta_1 = -37 \mu$ (5個の平均) であった。このずれは上の計算でもわかるように図3(b)のような向きにスプリングを取り付けたほうが良いことはわかるが、始めに述べたように寸法的に取り付けが困難である。図3(a)の形で δ_1 を小さくするための方法としてスプリングの膨張係数 β を小さくすればよいことが(3)式よりわかる。そこでスプリングにコバルト(膨張係数約 $50 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$) を使ってみた。同じく15形の結果で $\delta_1 = -15 \mu$, (実測では -11μ) となり効果があることがわかった。しかしコバルトはスプリング性はそれほど良くなく価格的にも高価であるため、13形では通常のスプリング材を使うことを考えた。このため図3(b)の形としスプリングの取り付けができるように c 寸法を小さくすることにした。

13形の場合 $a=124 \text{ mm}$, $b=4 \text{ mm}$, $f=35 \text{ mm}$ となり、図3(b)の形で $\delta_2=0$ のためには(4)式より

$$c=15 \text{ mm} \text{ (スプリングの膨張係数 } 120 \times 10^{-7}/^\circ\text{C} \text{ の場合)}$$

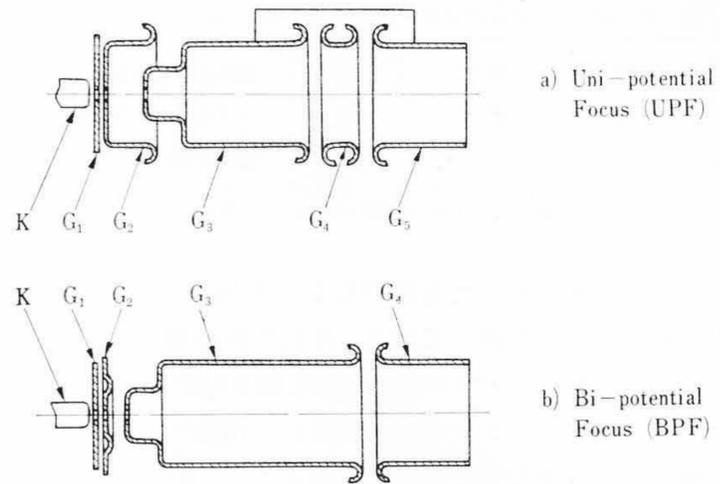
または

$$c=50 \text{ mm} \text{ (スプリングの膨張係数 } 170 \times 10^{-7}/^\circ\text{C} \text{ の場合)}$$

となる。 $120 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ のスプリング材としては17~7 pH ステンレスやインコネルがある。13形の場合 $c=50 \text{ mm}$ ではスプリングの取り付けにややむりがあるので $c=15 \text{ mm}$ とした。この場合、通常のステンレス(膨張係数 $170 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$) を使ったとしても $\delta_2 = 7 \mu$ (シャドウマスクの温度上昇を 40°C として) であり実用上問題ない。実際の球を測定しても測定誤差にかくれて特定の方向のずれは認められなかった。(10μ 以下になるとほとんど認められず、測定も困難となる。)

3.2 シャドウマスクの熱膨張

前項で説明したように、シャドウマスクの熱膨張によって画面周



記号	名称	使用電圧例	
		UPF	BPF
K	カソード	0 V	0 V
G ₁	第1グリッド	-90 V	-90 V
G ₂	第2グリッド	200 V	200 V
G ₃	第3グリッド	20,000 V	3,600 V (集束, 調整)
G ₄	第4グリッド	0 V (集束, 調整)	20,000 V
G ₅	第5グリッド	20,000 V	

図7 BPF形とUPF形電子銃の構造

辺でのピュリティ経時ずれの問題がある。なおシャドウマスクの温度上昇はシャドウマスクの入力電力とシャドウマスクの輻射(ふくしゃ)能からの推定,あるいはピュリティずれ量の測定によって約 40°C と推定された(20 kV, 1 mA 動作にて)。

この問題に対してはバイメタルなどを使って図5に示すように、温度上昇に伴ってシャドウマスクをけい光面に近づける方法がとられている⁽⁴⁾。この13形についても板バイメタルを使って補正した。この場合の必要補正量は

$$\Delta q = \Delta r / \tan \phi \quad \dots \dots \dots (5)$$

ここで、 Δq : シャドウマスクをけい光面に近づける量

Δr : シャドウマスクの伸び

ϕ : 電子ビームの偏向角

なお、シャドウマスクの温度上昇を ΔT_1 としたとき Δr は

$$\Delta r = r \cdot \alpha \cdot \Delta T_1 \quad \dots \dots \dots (6)$$

ここで、 α : シャドウマスクの膨張係数

であるため(5)式は

$$\Delta q = \Delta T_1 \cdot r \cdot \alpha / \tan \phi \quad \dots \dots \dots (5')$$

と表わすことができる。

一方バイメタルでの保持部の構造は図6(a)に示すとおりであり、動作を図6(b)のような記号で示すと、スプリング穴位置の変化、すなわちピンに対するシャドウマスクの位置変化 $\Delta q'$ は

$$\Delta q' = l - (R - b) \tan \frac{l}{R} \doteq \frac{b \cdot l}{R} \quad \dots \dots \dots (7)$$

ここで、 l : バイメタル実効高さ

R : 温度上昇によるバイメタル湾曲曲率半径

なお、バイメタルの特性として

$$\frac{1}{R} = \frac{2 \cdot K \cdot \Delta T}{t}$$

ここで、 K : バイメタル湾曲定数

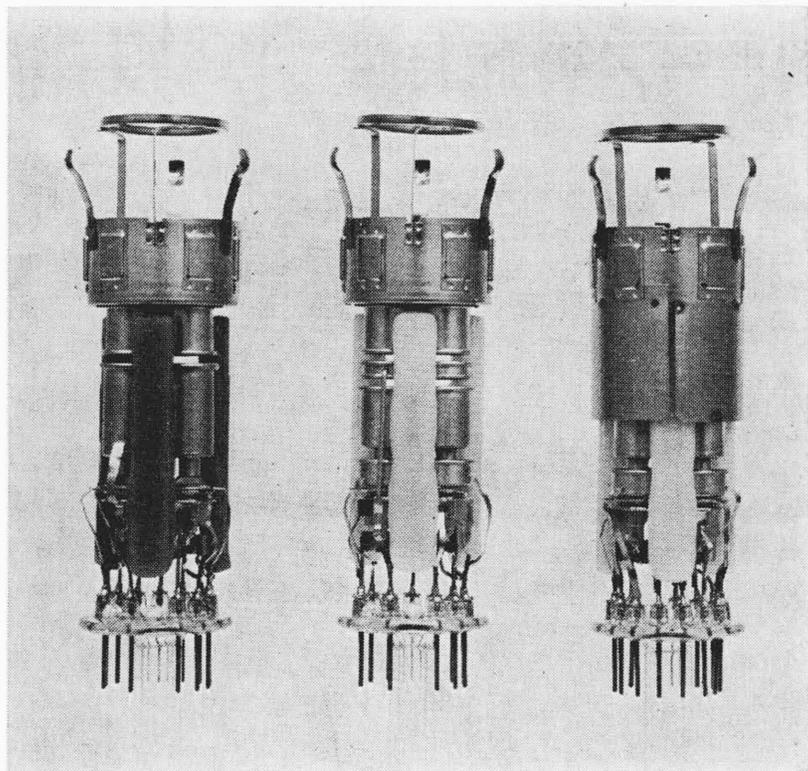
ΔT : 温度変化

t : バイメタルの厚さ

したがって、バイメタルによるシャドウマスクの位置変化 $\Delta q'$ は

$$\Delta q' = \frac{2 \cdot K \cdot \Delta T}{t} \cdot l \cdot b \quad \dots \dots \dots (7')$$

バイメタルはシャドウマスクのフレームに溶接されているため、温



左： BPF 電子銃 中： UPF 電子銃 右： シールド付 UPF 電子銃
図8 電子銃の外観

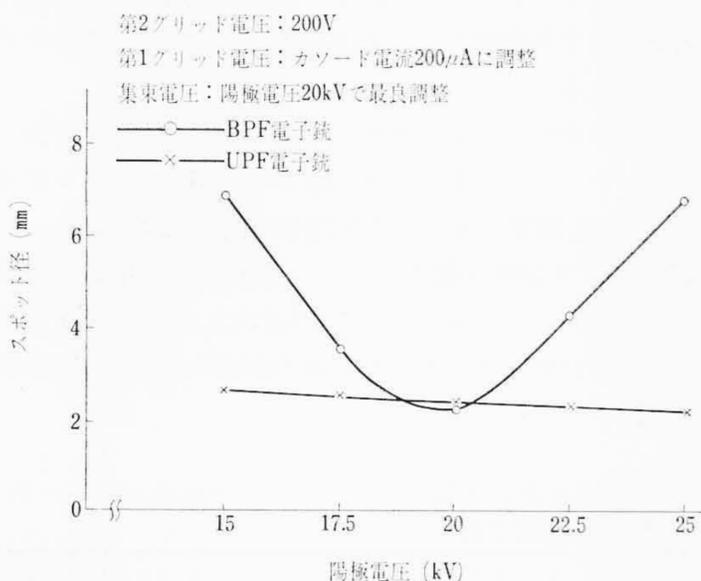


図9 陽極電圧に対するビームスポット径の変化

度は同一と仮定して、必要補正量 Δq とバイメタルによる移動量 $\Delta q'$ が等しいための条件は (5') 式と (7') 式より

$$l = \frac{r \cdot \alpha \cdot t}{2 \cdot K \cdot b \cdot \tan \phi} \dots \dots \dots (8)$$

が求められる。これによって補正に必要なバイメタルの長さ l を求めると $l=15\text{mm}$ となった。

陽極電圧 20 kV, 電流 1 mA にて 1 時間動作させた場合周辺でのピュリティ経時ずれは、実測の結果バイメタルなしの場合約 70μ に対してこのようなバイメタルを使った場合約 20μ となった。周辺でのこの程度のずれはほとんど問題とならず、これらの処理によりピュリティ経時ずれは問題ないブラウン管となった。

4. フォーカスの安定化

一般にテレビ用ブラウン管の電子銃としては静電集束形が使われている。静電集束形の中に BPF (Bi-potential) 形と、UPF (Uni-potential) 形とがある。構造は図7に示すようになっており、BPF 形は

- (1) UPF 形に比べ電極数が1個少なくてすみ構造が簡単

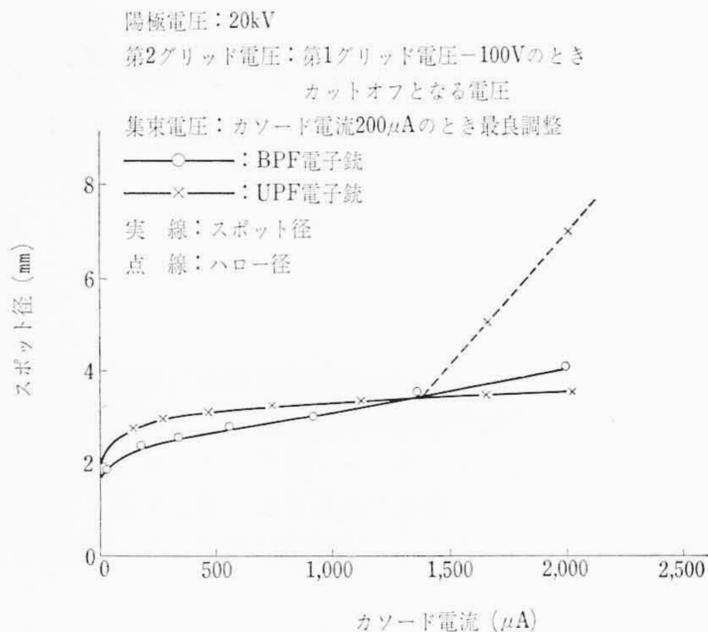


図10 ビーム電流に対するスポット径の変化

(2) 電極間電位差が UPF 形より低く、かつ高電圧対向部が1個所のため耐電圧の点で有利などの利点のため、従来三電子銃形カラーブラウン管にはもっぱらこの BPF が使用されてきた。しかし

- (1) フォーカスのために数千ボルトの電源を必要とする
- (2) 陽極電圧の変動によってフォーカスが著しくずれる

などの欠点のため、テレビセットでは高圧安定回路とかフォーカス電源をつけるなど複雑となっていた。小形テレビでは小形化のためにも回路も簡略化する必要があり、このブラウン管では UPF 形電子銃を採用した。BPF 形電子銃と UPF 形電子銃の外観を図8に示す。実際にはコンバーゼンス経時ずれ防止のためシールドをつけて使用している⁽³⁾。

図9は陽極電圧に対するビームスポット径を示したもので、UPF 形のほうがスポット径の変化が少なく、陽極電圧は多少変動しても問題ないことがわかる。もちろんフォーカス電源として特別なものは不用で、高圧安定化回路の省略とともに大幅にセットの簡略化が可能である。

なおビーム電流に対するスポット径は図10に示すとおりであり、小電流のところではスポット径がやや大きいですが、大電流のところでは、BPF 形より小さく、ハイライトでのいわゆるブルーミングが少なくなっている。

5. 結 言

ポータブルカラーテレビ用 13 形カラーブラウン管 13GP22 について報告した。すなわち補強方式はリム補強形としてキャビネットへの取り付けを容易にするとともに、安全性についても問題のないことを確認した。またピュリティ経時ずれについては、シャドウマスク保持方法を検討して問題ないものとした。さらに電子銃には UPF 形電子銃を採用してセットの回路簡略化を可能とした。

終わりにこのブラウン管開発にあたり、バルブの開発、製作を旭硝子株式会社で行なっていただいたことを記し、旭硝子株式会社市村副長をはじめ関係者の皆様に感謝の意を表わす。

参 考 文 献

- (1) 住吉, 西川: テレビジョン 18, 746~750 (昭39)
- (2) 沖: 日立評論 50, 436 (昭43-5)
- (3) 山崎: 日立評論 49, 773 (昭42-7)
- (4) 西沢, 山崎: 電子技術 10, 40 (昭43-11)