

110 度 偏 向 カ ラ ー 受 像 管

110° Deflection Color Picture Tube

河 村 孝 男* 山 口 明 雄*

Takao Kawamura

Akio Yamaguchi

福 沢 憲 一* 中 村 多 一*

Ken'ichi Fukuzawa

Taichi Nakamura

要 旨

カラーテレビジョン受像機の奥行の短縮を目的として 20 形 110 度偏向カラー受像管 510 BJB 22 を開発した。従来の 90 度偏向管の全長 451.4 mm に比べ 352.4 mm と 99 mm 短縮された。これでカラー受像管の偏向角、全長は白黒受像管とほぼ同じになり、書棚(たな)や家具の上にも置ける薄形セット、ポータブルセットの製品化も可能となり今後の普及に役だつものと思われる。

1. 緒 言

テレビジョン用受像管の全長を短縮するためには、電子ビームを発射する電子銃や電子ビームを偏向、集中させるコイル、マグネットなどの偏向、集中アセンブリを短縮し、けい光面を走査するために電子ビームを偏向する角度を広げなければならない。白黒受像管の偏向角度はすでに 110 度ないし 114 度に広がっているが、カラー受像管は固有の技術的な問題のため 90 度偏向より広げることができなかった。シャドウマスク形 3 電子銃カラー受像管においては電子銃から発射された 3 本の電子ビームが正三角形の各頂点の位置にある状態で徐々に集中しながらけい光面へ向かいシャドウマスクの数十万個の穴のそれぞれを通過するとき 1 点に集中し、逆転した正三角形の状態で再び発散しけい光面に塗られた赤、緑、青のけい光体のドットに当たって発光するが、電子ビームの偏向角度が大きくなると 3 本の電子ビームを集中させる磁界のために正三角形の形がくずれてくる。このため電子ビームをけい光体ドットに同心に当てることが困難となって色純度をそこなうことになる。またシャドウマスクの穴へ入射する電子ビームの入射角が大きくなるので熱膨張などのシャドウマスクの変移による電子ビームのずれも大きくなって、これも色純度をそこなう原因となる。このほか電子銃を短くするために電子ビームの集束が不利になるので解像度が劣化すること、偏向角度の増大に伴う偏向電力の増大、ガラスバルブが扁平になるために機械的な強度などにも留意しなければならない。以下に 110 度偏向カラー受像管の特長と開発にあたって解決しなければならなかった問題点について報告する。

2. 偏向角と全長

まず偏向角と全長の関係について述べる。偏向角の増大によって短縮される長さ ΔL は

$$\Delta L = \frac{D}{2} \left(\frac{1}{\tan \frac{\alpha}{2}} - \frac{1}{\tan \frac{\alpha'}{2}} \right) \dots\dots\dots (1)$$

ここに D : けい光面の径

α, α' : 偏向角

という関係にある。短縮される長さはけい光面の径に比例するから大形の受像管のほうが偏向角を大きくしたときの短縮量は大きくなる。90 度偏向管を 110 度偏向管に変えた場合には上式から、短縮量はけい光面の径の 15% となる。したがってけい光面の径が、480 mm の 20 形カラー受像管では $480 \times 0.15 = 72$ mm となる。前述のとおり 20 形 110 度偏向管は 20 形 90 度偏向管に比べて 99 mm 短

* 日立製作所電子管事業部

表 1 90 度と 110 度カラー受像管の全長の比較

受像管サイズ	けい光面对角径 (mm)	90 度管全長 (mm)	110 度管全長 (mm)	短 縮 量 (mm)
22 形	530.0	471.4	375.4	96.0
20 形	480.0	451.4	352.4	99.0
18 形	432.2	422.8	330.8	92.0
16 形	382.3	395.0	310.1	84.9
14 形	335.4	374.0	296.0	78.0

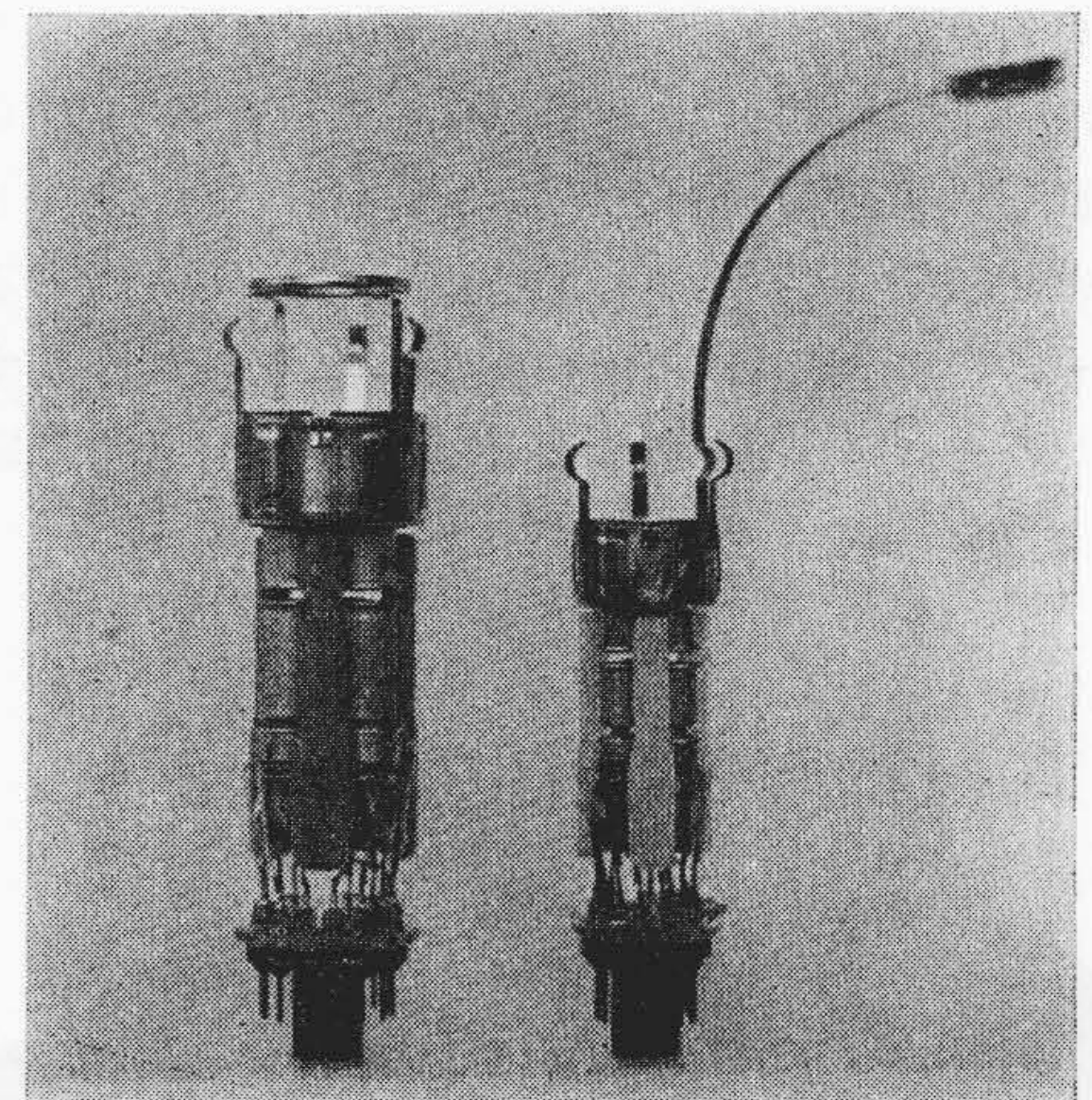


図 1 90 度(左)と 110 度(右)偏向カラー受像管の電子銃

くなったのであるから 99 mm とこの 72 mm の差 27 mm が電子銃と偏向集中アセンブリによって短縮された量となる。この 27 mm はけい光面の大きさとは関係なく、すべての 110 度偏向管に共通のものである。表 1 はけい光面縦横比 3:4 で、ほぼ完全な長方形の最新形状のカラー受像管の各種のサイズの 90 度偏向管と 110 度偏向管の全長と短縮される量を示したものである。

次に電子銃と偏向集中アセンブリと全長の関係であるが、偏向角が大きくなると当然偏向電力が増大するが 90 度偏向と 110 度偏向を比べると偏向電力は偏向角の 3 乗にほぼ比例するので約 2 倍となる。したがって偏向電力を減らすためには偏向コイルの径を小さくしなければならない。また 3 本の電子ビームの集中という点からも電子銃相互の間隔は小さいほうが有利であり、90 度偏向管のネック径 36.5 mm ϕ に対し 110 度偏向管のネック径としては 29.1 mm ϕ を採用した。ネック径を小さくすると電子銃の径が小さくなり解像度は落ちるが、幸いに 110 度偏向管では電子銃からけい光面までの距離が短くなるため解像度が上がり相殺して 110 度管の解像度は 90 度管よりすぐれている。図 1 が 90 度偏向管と 110 度偏向管の電子銃

の比較写真で電子銃が小形になったため約17mm短縮されている。

また偏向角が大きくなると偏向された電子ビームがネックの側壁にあたりやすくなるので、ガラスバルブの形状をできるだけ電子ビームの偏向された曲線に近い形状にすることが必要であるが、偏向コイルの長さを短くして、できるだけ短い距離で電子ビームを偏向するのが望ましい。ネック径が小さくなったので集中コイルも小形になり、結局、偏向コイルと集中コイルの両方で90度偏向管に比べ、110度偏向管は約10mm短縮されることになる。

したがって全長の短縮は上述のとおり、たとえば20形であれば偏向角によるもの72mm、電子銃によるもの17mm、偏向集中アセンブリによるもの約10mmで計99mmとなる。図2は20形90度偏向管と20形110度偏向管の側面比較写真を示したものである。

3. 電子ビームのトリオ比

110度偏向管を開発するときに最も大きな技術的問題点であったことの一つは、3本の電子ビームが正三角形にならず電子ビームとけい光体ドットを同心に当てるのが困難になるということである。図3はこの問題について述べるため電子ビームの集中(コンバーゼンス)と電子ビームのずれの関係を示すカラー受像管の断面の原理図である。説明を簡略にするため青の電子ビームについて述べる。電子ビームが偏向を受けないときはA点でコンバーゼンス面を通りB点で偏向面を通りO点でけい光面に当たる。O点は受像管の中心軸上の点で赤、緑の電子ビームも同様にO点に達し、3本の電子ビームがO点で集中する。このときO点付近のけい光面を見ると、図のように青、赤、緑のけい光体ドットのトリオ、電子ビームのトリオはそれぞれ正三角形であり、しかも各色のけい光体ドットと電子ビームは同心である。しかし電子ビームが偏向を受けるとき3本の電子ビームの集中点は、ほぼ曲線O-R上にある。すなわち、A点でコンバーゼンス面を通りB点で偏向を受けた青の電子ビーム

は、S点の付近で赤や緑の電子ビームと集中する。このとき3本が同時に集中するとは限らないがけい光面に達する前に交さるのである。したがってけい光面ではばらばらになり、印刷ずれのように青、赤、緑の画像がずれる。これを補正するためA点でビームの進行方向を変え、偏向面を通るときB点よりも管軸から遠いE点を通るようにすれば、3本の電子ビームはけい光面上の点Pで集中することになる。これをダイナミックコンバーゼンスと呼んでいるが、このためP点付近のけい光面を見ると図のようにけい光体ドットの中心を結んだ三角形よりも電子ビームの中心を結んだ三角形のほうが大きくなり、けい光体ドットと電子ビームのドットは同心に当たらなくなる。このため、電子ビームは少しの誤差があっても所定のけい光体ドットを刺激しなくなり、色純度の低下を来す。この場合、B点で偏向を受けてP点でけい光面に達し集中すれば、こういう問題は起こらなかったわけで、B点を通らずE点にしたために生じたずれであるから、コンバーゼンス面で電子ビームを補正した量に比例して、ずれが生ずることになる。またO-Rの曲線から見て、偏向角が大きくなれば、補正量も大きくなることは明らかである。実際の受像管では、P点におけるけい光面は図のようではなく、けい光体ドット、電子ビームのトリオが形作る三角形はけい光面とシャドウマスクの距離に比例するので、シャドウマスクをけい光面に近づけ、電子ビームのトリオが形作る三角形の大きさを適正な大きさにしている。このとき、けい光体ドットのトリオが形作る三角形は小さくなるので、けい光体ドットを蛍光面に塗布するとき、B点に置いた光源から出た光があたかもE点から出たようにP点に当たるよう補正レンズを用いるのであるが、偏向角が増して補正量が増してくると補正レンズで補正しきれなくなってしまう。問題はこれだけではない。偏向角度や偏向の方向すなわちけい光面上の上下、左右などの各点で、3本の電子ビームの補正量が一致しない。すなわち図のS点のような集中点があるのではなく、S点の付近をばらばらに通るだけであるから、P点で一致させるためのコンバーゼンス面での補正量は各色で異なる。これはけい光面での電子ビームの形作る三角形が、もはや正三角ではなくなることを意味し、これはけい光体ドットと電子ビームを同心にした場合には、けい光体ドットの大きさを小さくしないかぎり、重複することになり、けい光体ドットを元の大きさを重複しないようにすれば、電子ビームとは同心にできなくなり、いずれにしても色純度という点からは裕度が減る。この問題は偏向磁界の状態と密接な関連があって通常は、偏向角度が最も大きく、誤差も大きいけい光面の四隅(すみ)の部分で3本の電子ビームの補正量が比較的に同一になるように定められている。この場合、画面の上下、左右で図4のように電子ビームがずれ補正量が異なってくる。図のように、赤と緑、緑と青、青と赤

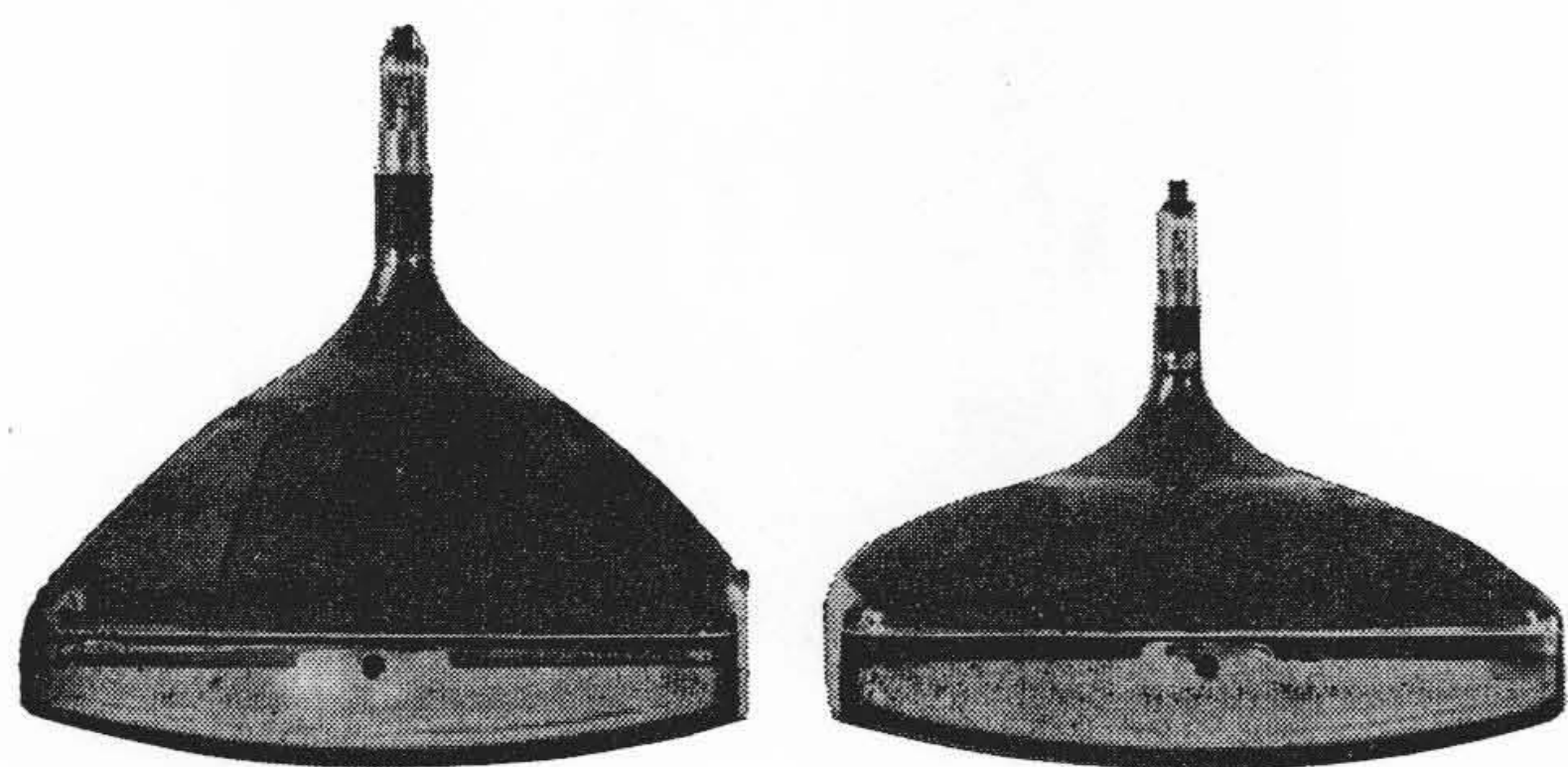


図2 20形90度(左)と20形110度(右)
偏向カラー受像管の側面比較

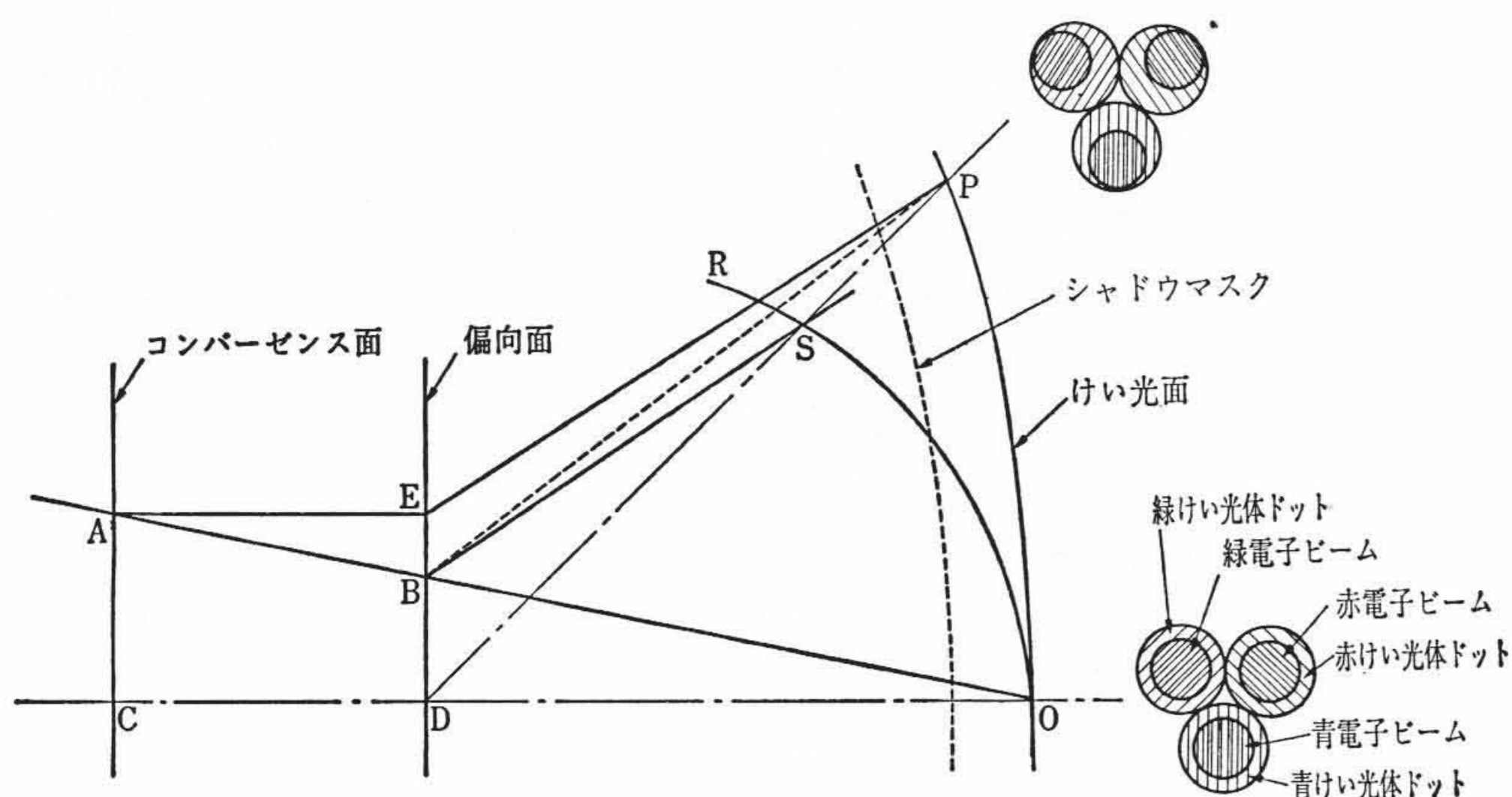


図3 コンバーゼンス補正と電子ビームのずれの関係

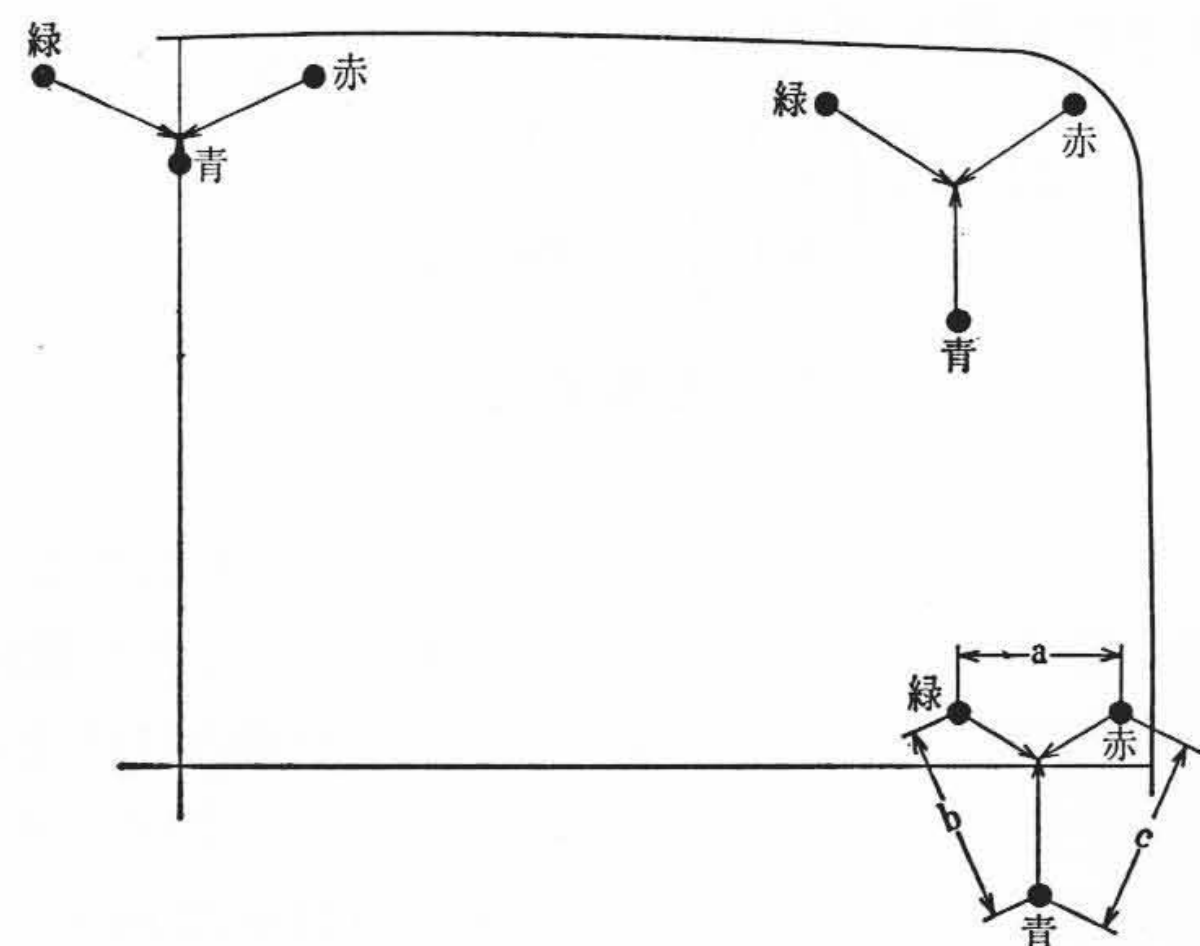


図4 けい光面の中央上部、右上部、右中央部の
電子ビームのトリオの状況

のビームの間隔をそれぞれ a , b , c とし,

$$\text{ビームトリオ比} = \frac{b+c}{a} \times \frac{1}{2} \dots\dots\dots (2)$$

と定義すると、90 度偏向管のビームトリオ比は上下で約 0.95, 左右で 1.10 であったのが、110 度偏向管では、種々検討の結果、上下で約 0.85, 左右で約 1.20 以上に良くすることはできなかった。この数値は四隅の部分のコンバーゼンスを考慮すると上下を良くすれば左右が悪くなるという相関関係にあるので、補正レンズの特性を考えあわせて適当な数値を選ぶ。上記の数値を選んだ場合、シャドウマスクの穴の間隔が約 0.6 のとき、ビームトリオ比が 1 の場合に電子ビームの間隔が約 0.35 であるのに比べて、90 度では約 0.33, 110 度管では約 0.32 以上にすることができなくなる。したがって 110 度管で同じ色純度を保つためには明るさを 90 度管の約 88% にしなければならなくなる。ただし、これは補正レンズが理想的な補正を行なった場合であって、図 4 に示したように、上下、左右の補正量が異なると補正しきれなくなる。たとえば青の電子ビームは上下では、ほとんど動かさなくても、赤、緑の電子ビームを動かすことによって 3 本の電子ビームが集中する。これはレンズによる補正をほとんど要しないことを意味する。左右では電子ビームの集中のために青の電子ビームは大きく動かされなければならない。したがって青の補正レンズとしては画面の左右だけを補正しなければならなくなるが、これは理論的に不可能である。

以上のように、ビームトリオ比が悪くなるとけい光面における電子ビームの相互間隔が小さくなって色純度の低下をきたすだけでなく補正レンズによる補正ができなくなる。110 度管の開発の当初は 90 度管の技術の延長で設計を進めたが上記の理由によって実用的な色純度の裕度を持つカラー受像管を製作することはできなかった。これを解決するために種々な方法が考えられたが、その一つは裕度の小さいカラー受像管を使いこなすことであって、カラー受像管の色純度の裕度が要求される最も大きな要因はカラー受像機の方を変えたときに地磁気によって電子ビームの進行方向にずれを生ずることにあるから、この地磁気を打ち消すような磁界を受像管の回りに発生させることである。次に電子ビームの集中のためにコンバーゼンス面で行なわれる補正量が偏向角度のみによって定まり、偏向方向や特定の電子ビームとは関係のない偏向ヨークが開発されれば、ビームトリオのひずみがなくなるが、こういう偏向ヨークは原理的に不可能である。しかし、実質的に同じになるような方法がヨーロッパのメーカーにより開発されている。図 3 に戻って考えてみる。P 点に達する電子ビームが偏向面において、O 点に集中する電子ビームが通る点 B を通って P に達すれば、けい光体ドットと電子ビームのずれは無いが、P 点で集中するためにコンバーゼンス面で進行方向の補正を受け、偏向面では点 E を通るために B-E の間隔に相当するずれを生ずることは上述したが、ヨーロッパで開発された方法は、この点に注目して、コンバーゼンス面での補正のうち、3 本の電子ビームの差の分、すなわちトリオ比をくずす要因となっている部分を偏向面で補正するもので、全面にわたってトリオ比を 1 とすることを目的としている。次に考えられるのは、トリオ比が 1 でないとき、従来の技術では、補正レンズで補正しきれずけい光体ドットと電子ビームを同心に当てることができなかったが、これをなんとか同心に当てることである。われわれはこの点に注目して、新しいけい光体ドットの塗布方法を開発し、110 度管の色純度の問題を解決した。この方法については別途報告する予定である。

4. シャドウマスクの熱膨張

110 度偏向管の開発にあたって、次に大きな問題点はシャドウマスクの熱膨張によるけい光体ドットと電子ビームのずれによる色純

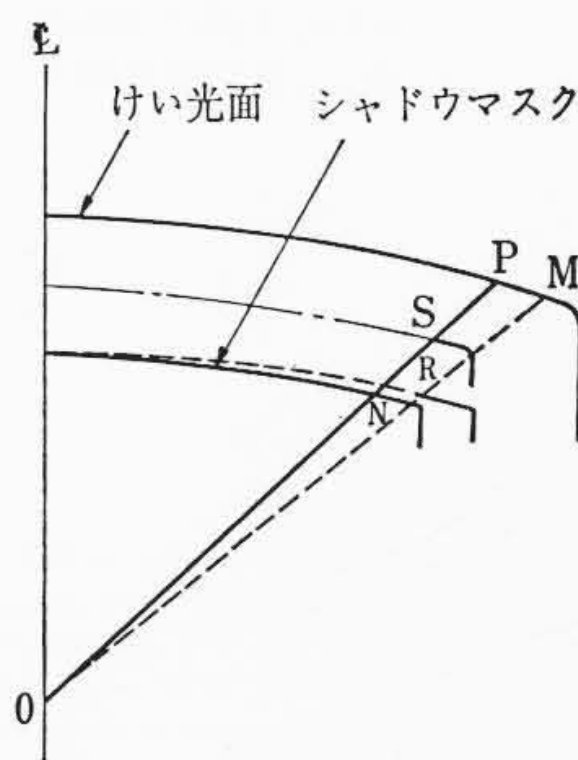


図 5 シャドウマスクのずれ(長時間)と電子ビームのずれの状況

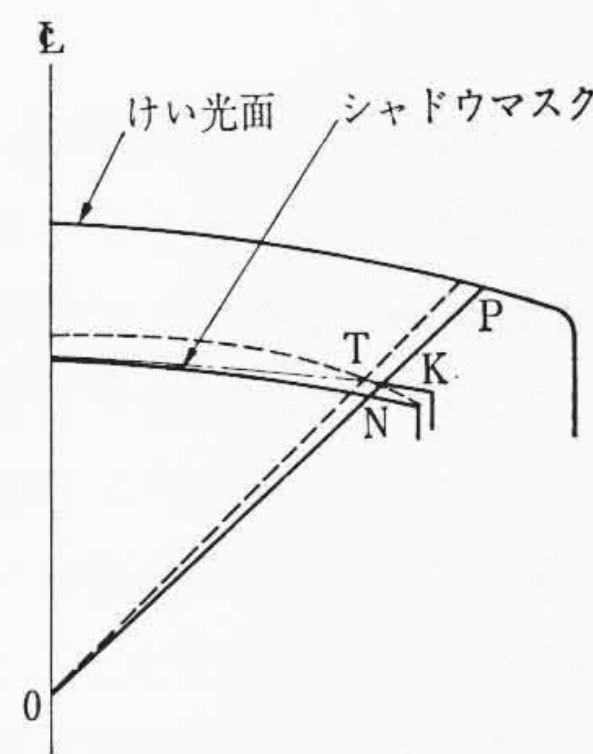


図 6 シャドウマスクのずれ(過渡的)と電子ビームのずれの状況

度の低下であった。シャドウマスクの熱膨張によるずれは二つに分けて考えねばならない。一つは長時間にわたるずれであって、シャドウマスクに電子ビームが当たって加熱されて、シャドウマスク全体が管軸に垂直な方向に延びることによるずれで、図 5 によって説明すると点 O から出た電子ビームがシャドウマスクが熱膨張しない状態、実線で描かれた状態のとき点 N にある穴を通してけい光面上の点 P に当たっているものとする。長時間加熱されてシャドウマスクが熱膨張して安定した状態、破線で描かれた状態のとき点 N にあった穴は点 R に移動するため、この穴を通った電子ビームは、もはや点 P には当たらず点 M に当たってしまう。この対策としてシャドウマスクの支持部分にバimetallを使った補正装置をつけて、シャドウマスクの熱膨張とともにシャドウマスクをけい光面の方向に近づけ、一点鎖線で描かれた状態にすれば、点 N にあった穴は、点 S に移動するため、この穴を通る電子ビームはけい光面上の点 P に当たり、ずれは起こらない。このようなシャドウマスクの全体的な膨張に対する補正は 90 度管でも行なわれていたし、このずれは 110 度管になれば、電子ビームの入射角から考えて、むしろ小さくなる。110 度管で問題になるのは、短時間のシャドウマスクの熱膨張における過渡的な現象である。図 6 によって説明する。図 5 と同じようにシャドウマスクが熱膨張しない状態では、点 O から出た電子ビームは、実線で描かれたシャドウマスクの点 N にある穴を通してけい光面上の点 P に当たっている。この状態で、大電流の電子ビームが急激に流れるとシャドウマスクも急激に膨張する。しかし、シャドウマスクは比較的熱容量の大きな厚板のフレームで周囲を固定して支持されているので、このフレームがシャドウマスクに近い温度まで上がって膨張するまでの間、図の破線で描かれたようなけい光面のほうへふくらんだ形になる。このため点 N にあった穴は点 T に移動し、この穴を通った電子ビームは、もはやけい光面上の点 P には当たらない。これを避けるためには、フレームの温度が上がるまでの過渡的な時間にシャドウマスクが図の一点鎖線で描かれた状態になり、点 N にあった穴は点 K に移動し、この穴を通った電子ビームが点 P に当た

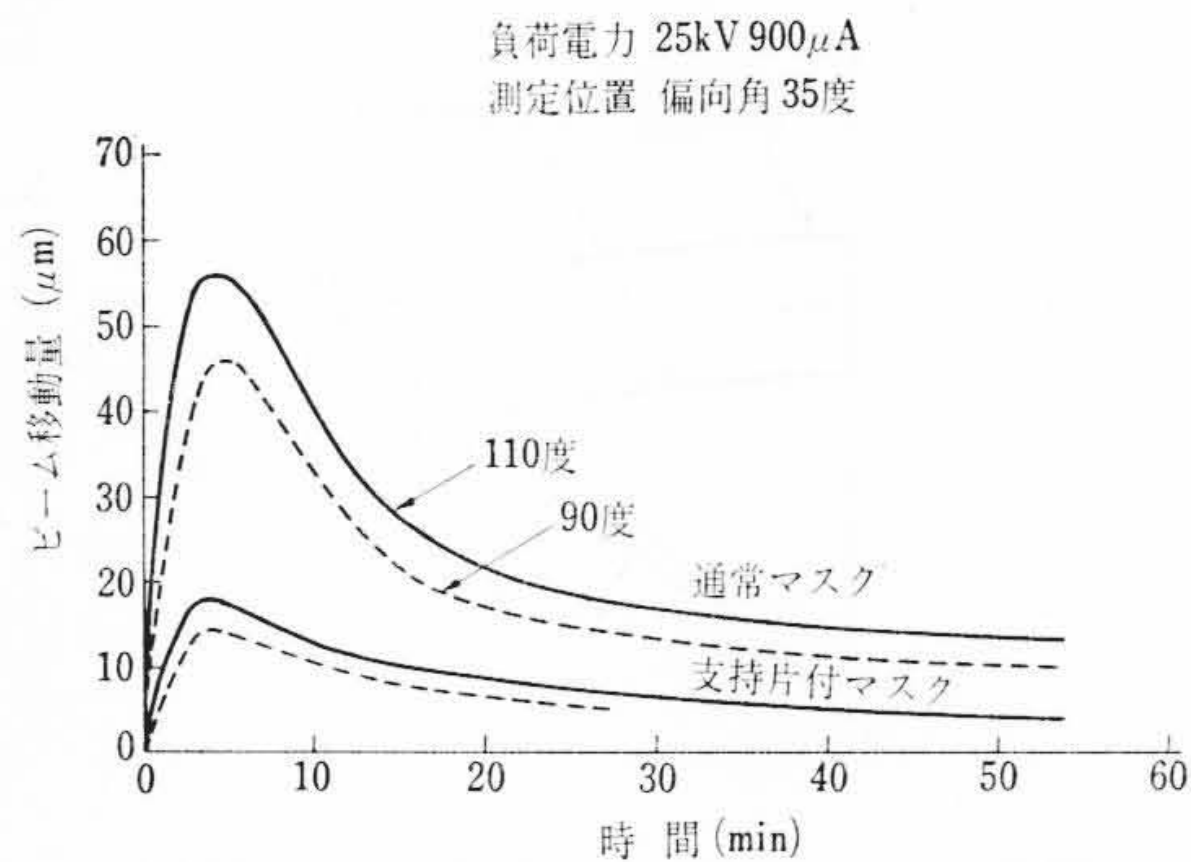


図7 過渡的なシャドウマスクの熱膨張による電子ビームのずれの状況

るようにすればよい。この問題は90度管にもあったが、ビームの入射角から考えて110度管になれば、シャドウマスクの移動量が同じでも、ずれは大きく出てくる。われわれは、この問題を解決するためにシャドウマスクを直接フレームに溶接せず支持片を介して溶接することによって、シャドウマスクの過渡的な熱膨張によるずれを補正した。図7は従来90度管に使用された構造のマスクと新しい支持片付のマスクを使った場合に、ビームのずれが、どのように異なるかを示す実験データである。まず300 μ Aの電流を流してけい光体ドットと電子ビームの相対位置を測定する。次に900 μ Aの電流を流して電子ビームがけい光体ドットからずれていく量を時間の経過とともに測定する。ずれが最も大きく現われるのは、偏向角が約35度付近の画面の中央と周辺の間部周辺の部分である。これは、画面の中央付近ではシャドウマスクの熱膨張の方向とビームの入射方向が一致しているので、ずれとしては現われず、周辺部では、シャドウマスクがフレームに固定されているためにずれが起こらないことによる。図7に示すとおり通常マスクを用いた110度管では、ずれのピークは、約4分半後でそのあとはフレームが膨張するため徐々に減少していく。最大のずれ量は約56 μ であって、これはけい光体ドットの径の1/5~1/6に相当する。90度管では入射角から換算すると破線のようになり、最大のずれ量は約46 μ に減少する。これが支持片付のマスクになるとピーク時の最大ずれ量は約18 μ に激減し、もはや過渡的なシャドウマスクの熱膨張によるずれは問題にならなくなる。

5. 結 言

カラーテレビジョンの奥行の短縮を目的として開発された20形110度偏向カラー受像管の特長と開発にあたって解決しなければならなかった問題点について報告した。詳しく報告する余裕はなかったが、上述の問題点のほかにも、多くの問題点があったが、開発を終わった段階では、色純度、解像度などカラー受像管性能としては90度偏向管に劣ることなく、全長を短縮することができた。ただし、別に報告されると思うが回路のほうは偏向電力が90度偏向管の約1.5倍になり、ピンクッションひずみ補正電流、コンバーゼンス補正電流などは増加する。

終わりにご協力いただいた旭硝子株式会社、大日本印刷株式会社、富士電子工業株式会社、日東造機株式会社などの関係会社のかたがたに深甚な謝意を表する。また110度偏向カラー受像管は社内の幅広い人達の協力によって行なわれたことを記しておく。

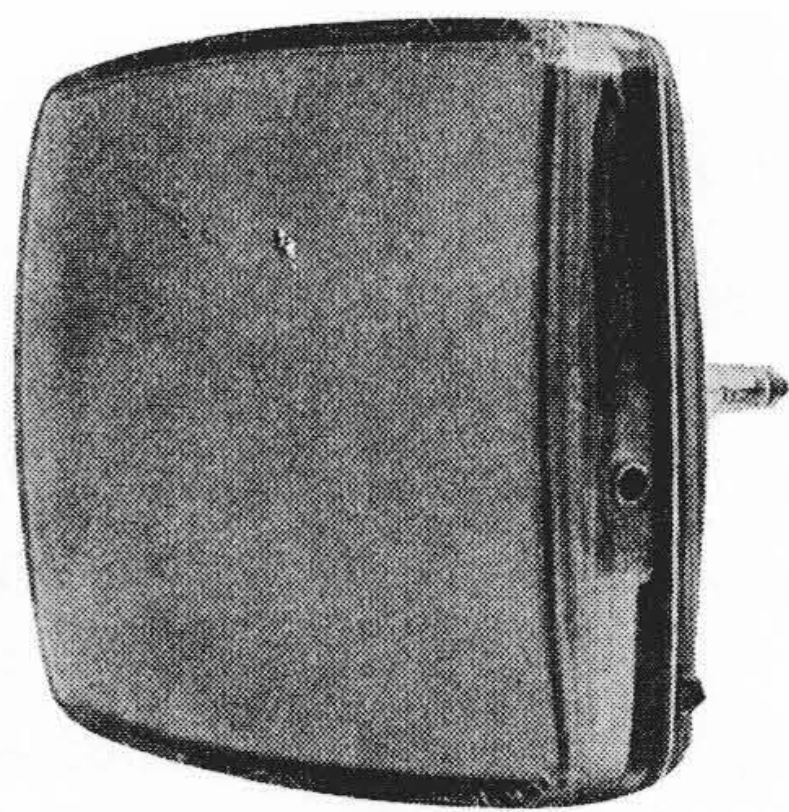


図8 110度偏向カラー受像管

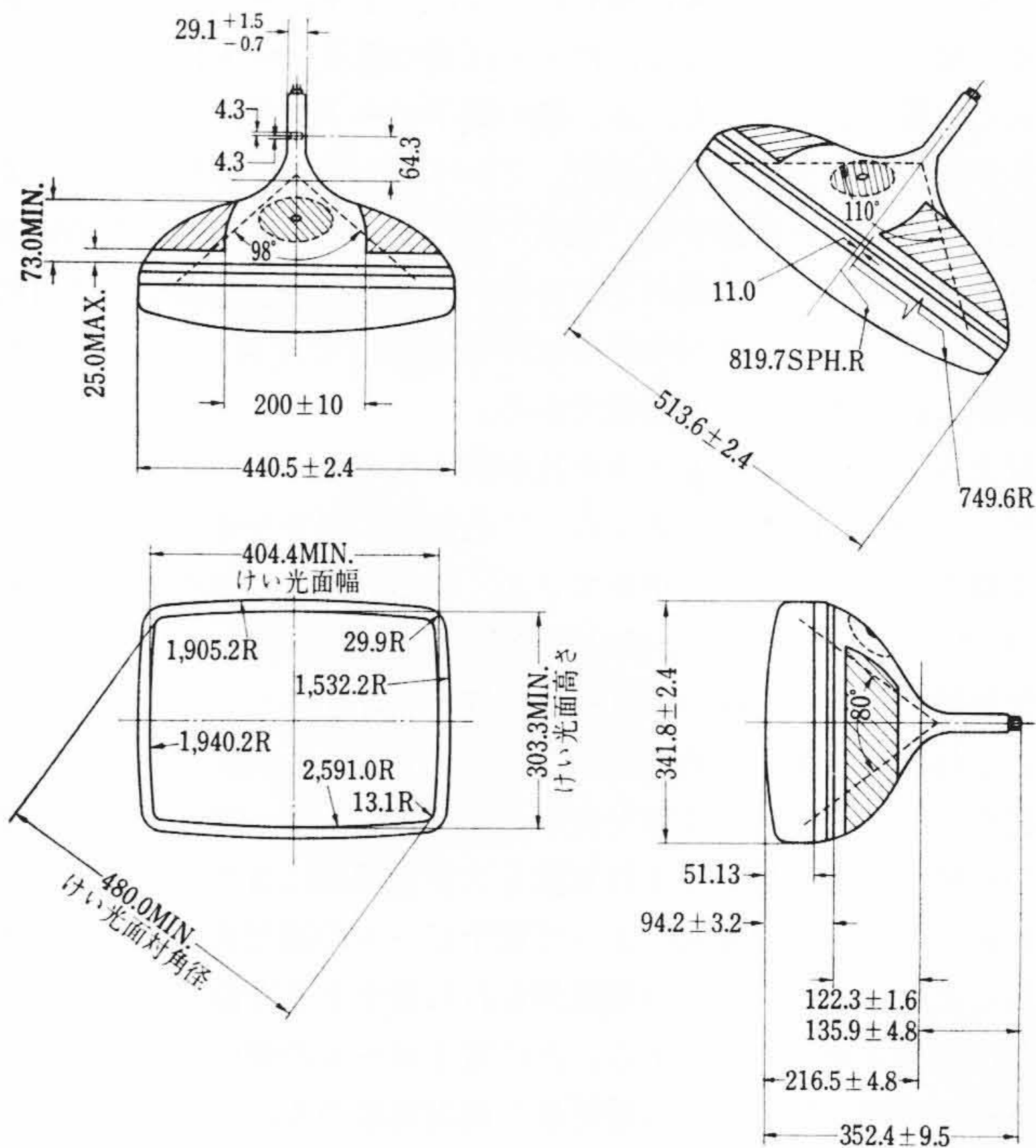


図9 20形110度カラー受像管の外形寸法

表2 20形90度と20形110度偏向カラー受像管の概略定格

		510A B22	510B J B22
偏 向 角	90 度	90 度	110 度
	451.4 $\pm$ 9.5 mm	451.4 $\pm$ 9.5 mm	352.4 $\pm$ 9.5 mm
	513.6 $\pm$ 2.4 mm	513.6 $\pm$ 2.4 mm	513.6 $\pm$ 2.4 mm
	36.5 $\pm$ 1.6 mm	36.5 $\pm$ 1.6 mm	29.1 ^{+1.5} _{-0.7} mm
全 大 径	6.3 V 0.9 A	6.3 V 0.9 A	6.3 V 0.72 A
最 ネ ヒ			
設 大 計 定 最 格	陽 極 電 圧	27,500 V	27,500 V
	第 3 グリッド電圧	6,000 V	6,000 V
	第 2 グリッド電圧	1,000 V	1,000 V
	第 1 グリッド電圧	-400 V	-400 V
使 用 例	陽 極 電 圧	25,000 V	25,000 V
	第 3 グリッド電圧 (集束)	4,200~5,000 V	4,200~5,000 V
	第 2 グリッド電圧	400 V	400 V
	第 1 グリッド電圧 (カットオフ)	-95~-190 V	-95~-190 V