

カラー受像管 21 CYP 22 の構造および製作法

The Construction and the Manufacturing Method of Color Picture Tube 21 CYP 22

山 崎 映 一* 入 江 博 厚*
Eiichi Yamazaki Hiroatsu Irie

内 容 梗 概

シャドウマスク形カラー受像管についてはかねてからNHK技術研究所の御援助を得て研究を進めてきたが、このほど全ガラス製カラー受像管 21 CYP 22 の試作を完成した。ここにその概略の構造と3色蛍光面の塗布方法や半田ガラスによるガラスの接着などのカラー受像管製作法のあらましについて述べた。

試作品の性能については別項「カラー受像管21CYP22の試験」において述べるがほぼ満足すべきものである。

1. 緒 言

カラーテレビジョンの研究は約30年以前より始められ、回転円板方式、3チャンネル方式など種々の方式が研究されてきたが1951年NTSC方式が発表されて以来、米国ではこれを標準方式として採用、そのほかの国でもNTSC方式またはこれを多少修正した方式を標準化しようとする機運にある。一方カラー受像管の研究もこれと平行して進められ、最初は3個の受像管を使用したり、回転円板を使用することも行われたが取り扱いに不便なことから最近では1個の受像管で3色を発光するもの研究が進められるようになった。この種のカラー受像管で現在発表されているものはシャドウマスク管、クロマトロン管、アップル管の3種に大別できる。このうち現在米国で商品化されているのはRCAのシャドウマスク管のみであり、ほかの2種はまだ研究試作段階にあるものとみられる。

日立製作所では昭和31年以来NHK技術研究所の御援助を得てRCAシャドウマスク形カラー受像管の試作を進めてきたがこのほどほぼ満足すべき試作品を完成することができたので以下簡単に発表させていただく次第である。

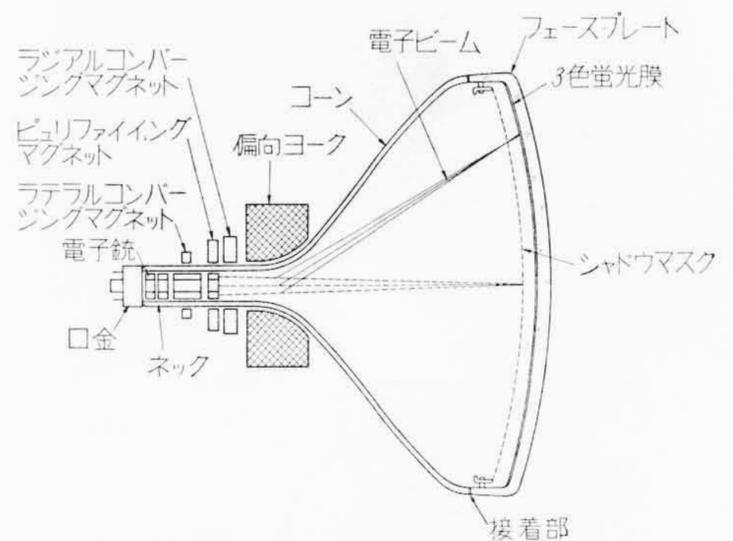
2. シャドウマスク形カラー受像管の構造

2.1 概略構造

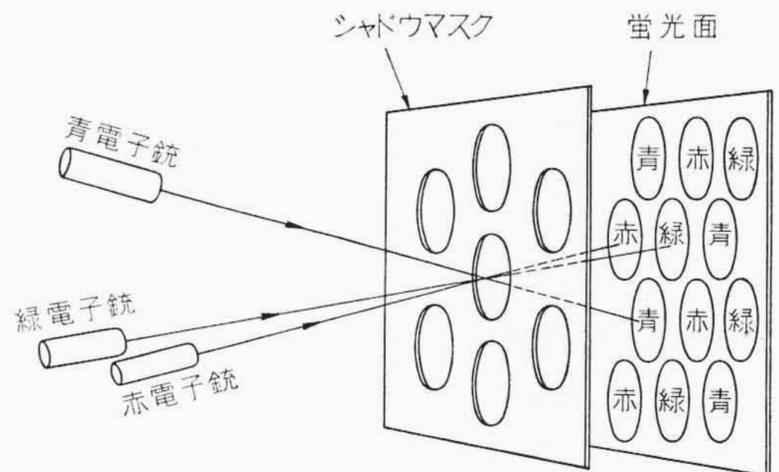
シャドウマスク形カラー受像管(21 CYP 22)の概略構造を第1図に示す。

一般の受像管と特に異なるところは3原色を再生するために3色蛍光体を細かい点状に規則正しく配列した蛍光面を有すること、蛍光面のすぐ裏側に小さな孔を無数にあけたシャドウマスクを有すること、電子銃も3本設けられていることなどである。そしてこれら電子銃、シャドウマスク、蛍光面の相互関係は第2図のごとくなっ

* 日立製作所茂原工場



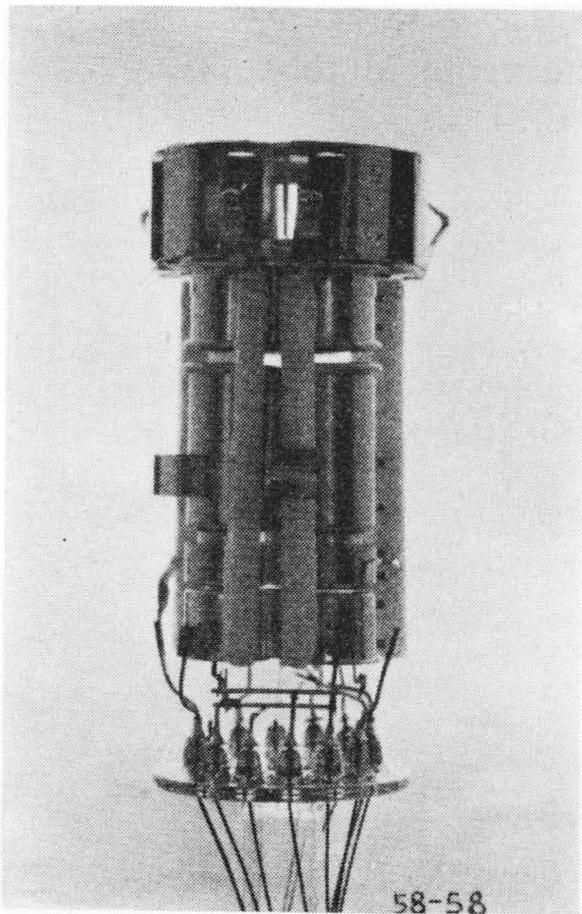
第1図 カラー受像管 21 CYP 22 の概略構造



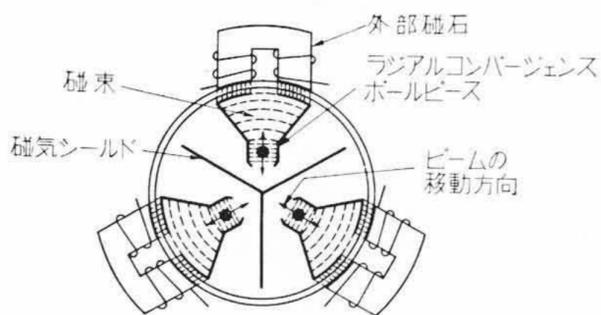
第2図 電子銃、シャドウマスク、蛍光面の相互関係

ており、シャドウマスクのパララックスを利用して赤電子銃から出た電子ビームは赤蛍光体のみにはしか当らず、青電子銃から出た電子ビームは青蛍光体のみには、また緑電子銃から出たビームも同様に緑蛍光体のみにはしか当らぬようになっている。したがって各電子銃にそれぞれの色信号を入れると蛍光面上には3色像を重ね合わせたものが再生される。

蛍光面をこのような特殊構造とする都合上ガラスバルブもフェースプレートとコーンを分けて作られたものを



第3図 電子銃



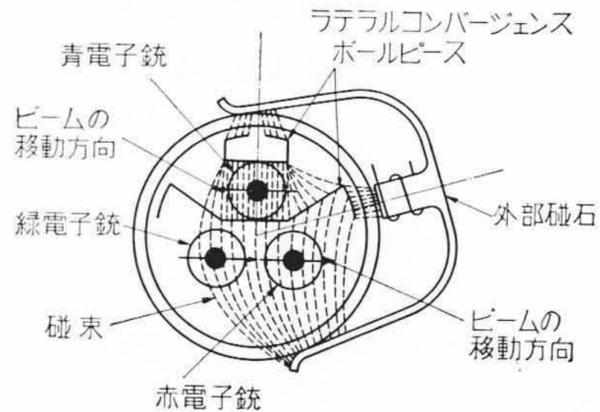
第4図 ラジアルコンバージェンス

使用しフェースプレートに上記3色蛍光膜を塗布し、シャドウマスクを取り付けた上でコーンと接着する。初期のカラー受像管ではメタルコーンを使用し、金属フランジによりフェース、コーンの熔接を行っていたが現在の全ガラス製21CYP22では特殊な半田ガラスによりフェース、コーンの接着を行っている。

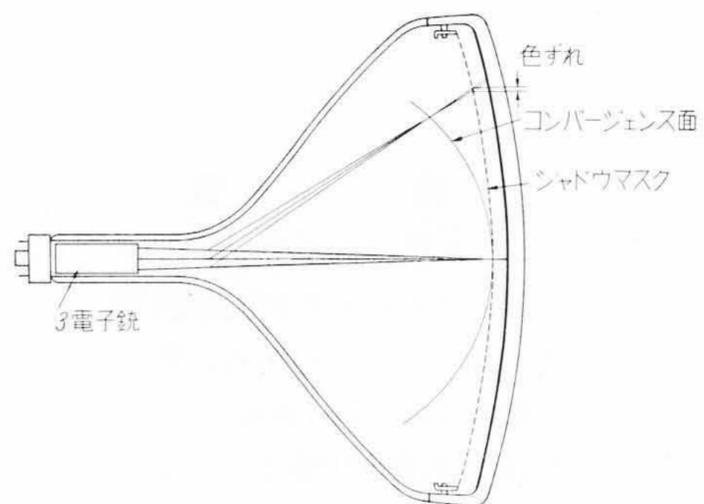
2.2 電子銃

電子銃は各原色に1個ずつ計3個設けられ、これが120度間隔にほぼ平行に配置されている(第3図)。

3本のビームをシャドウマスク上で一致させることをコンバージェンスと称するが、このコンバージェンスを行うために各電子銃はやや内側に傾けてある。さらに微細な調整を行うために各電子銃の先端にラジアルコンバージェンスポールピースと称する磁極片が設けられ、これは第4図のごとく磁界により各ビームを単独に半径方向に移動せしめるものである。完全なコンバージェンスを行うにはこれだけでは自由度が不足するので青色電子銃にはさらに第5図のごときラテラルコンバージェンスポールピースが設けられ青色ビームのみは円周方向の移



第5図 ラテラルコンバージェンス



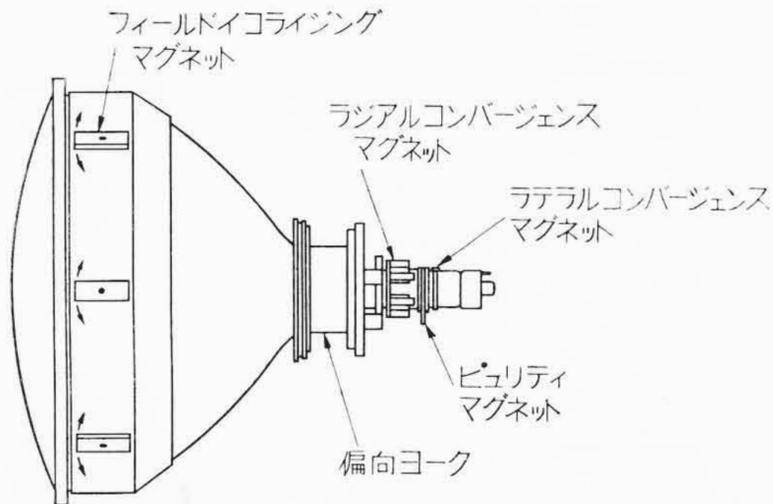
第6図 画面周辺におけるコンバージェンスのずれ

動も行えるようになっている。以上の調整は画面中心で行うものでスタティックコンバージェンスと称するが画面周辺では第6図のごとくコンバージェンスが崩れてしまう。これを防止するためにラジアルコンバージェンスコイルに偏向電流に同期した特殊波形の電流を流し、画面周辺でも色ずれを生じないようにする。これをダイナミックコンバージェンスと称する。

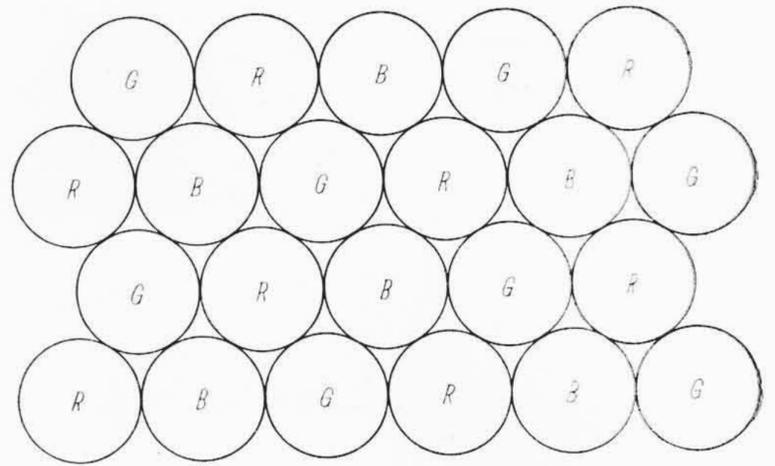
また実際に使用する際には受像管外部にピュリティマグネットを使用する。これは第1図に示すようにラジアルコンバージェンスマグネットとラテラルコンバージェンスマグネットの間に位置し、構造は白黒受像管の場合のセンタリングマグネットのようなもので任意の方向、任意の強さの様な磁界を形成するものである。第2図においてシャドウマスクを通過した電子ビームが蛍光体ドットの中央に当らず端の方に当たった場合は隣接する蛍光体ドットの一部を発光させる場合があり、色純度を著しく害することになる。このような場合ピュリティマグネットにより電子ビームの入射方向を調整してやれば蛍光体ドットの中心に電子ビームを当てることができる。このほかさらに蛍光面周辺には第7図のフィールドイコライジングマグネットが外部から取り付けられ蛍光面周辺の局所的な色ずれを調整するようになっている。

2.3 シャドウマスク

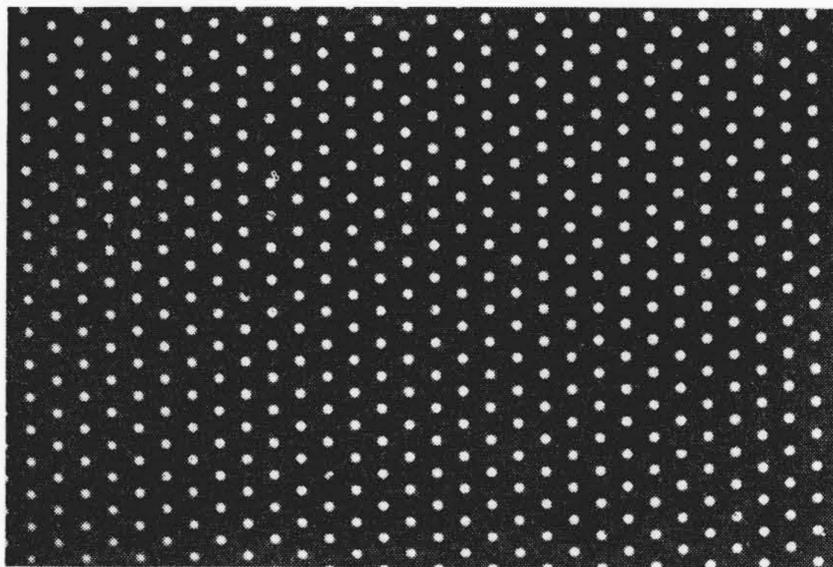
シャドウマスクは蛍光面の内側に蛍光面と約13mmの



第7図 各調整マグネットの取付位置



第9図 3色蛍光体ドットの配列



第8図 シャドウマスク拡大図 (×4)

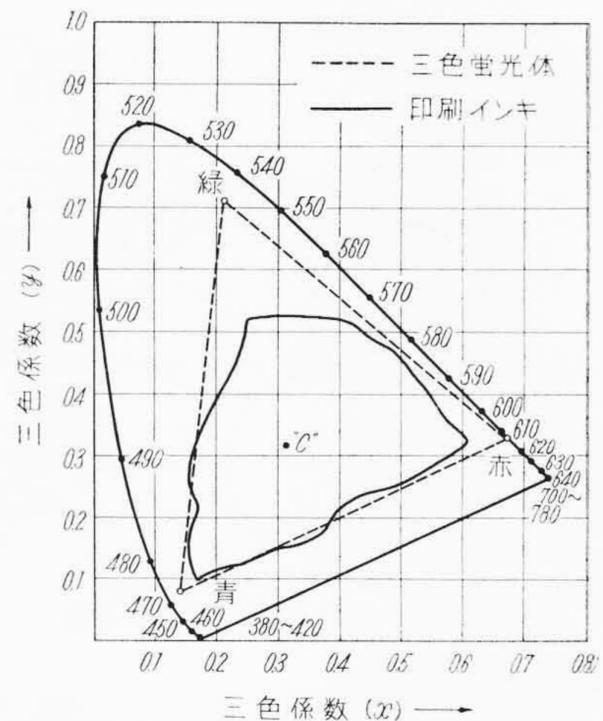
間隔をもって設けられ厚さ 0.15 mm の鋼鉄の板に直径 0.25(周辺)~0.3mm(中央)の小孔が約 0.7mm の間隔で規則正しく配列されている。第8図はその一部を4倍に拡大したものである。蛍光面有効面内の孔の総数は35万个にも達する。

シャドウマスクは3本の電子銃から発する電子をそれぞれ必要な蛍光体のみ当てほかの蛍光体から遮蔽するために設けられたものであるが、その電子に対する透過率はせいぜい15%程度のものである。残り85%の電子はシャドウマスクに当り単にこれを発熱させるにすぎない。熱膨脹によるシャドウマスクの変形をできるだけ少なくするためシャドウマスクの表面は黒色に処理され熱放散をよくするようになっている。またシャドウマスクの透過率がこのように悪いことは画面が暗いという結果となり、シャドウマスク管の欠点の一つとなっている。

2.4 3色蛍光面

3色蛍光面は赤、緑、青の3原色蛍光体ドットが第9図のように規則正しく配置されている。シャドウマスクの孔1個に対して赤、緑、青の蛍光体ドットが1個ずつ対応し、前述のように電子銃、シャドウマスク、蛍光面の相対関係は第2図のようになる。

3色蛍光体の発光色を CIE 色度図により示すと第10図のようになり、この三角形の中に含まれる色を再現で



第10図 CIE色度図により表わした3色蛍光体の発光色と印刷インキの再現範囲

きるわけで印刷インキの再現範囲などに比べかなり広い範囲の色を再現できる(4)。

この蛍光膜の裏面にアルミニウムのメタルバックを行うがこの目的は白黒管の場合と同様である。

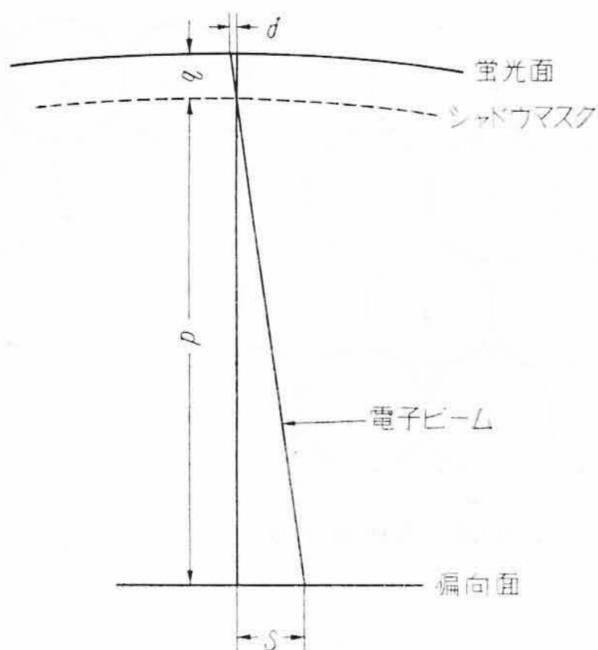
2.5 電子銃、シャドウマスク、蛍光面の幾何学的関係

3個の電子銃から発射された電子ビームは上述のようにそれぞれの蛍光体を独立に発光させるわけであるが、これには電極、シャドウマスク、蛍光面の間に一定の関係を満足させる必要がある。以下若干この関係について考察してみたい。

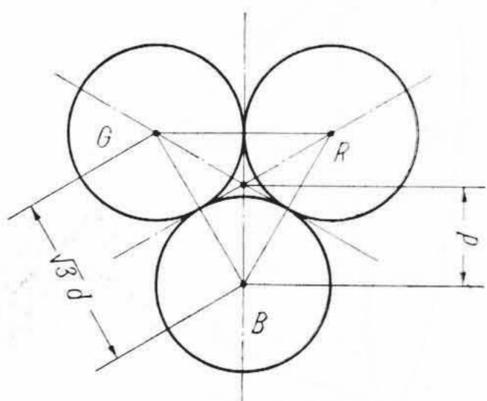
今、第11図においてある1本の電子ビームが偏向面において管軸からsの距離の点を通るとき、偏向面—マスク間距離をp、マスク—蛍光面間距離をqとすると

$$d = s \frac{q}{p} \dots\dots\dots(1)$$

であたえられるdは第12図に示すごときのもので√3dが2色の蛍光体ドットの距離になる。蛍光体ドットを蛍光面全域にわたり一様に配置するためにはdを一定に保つ必要がある。そしてこのような条件を近似的に満足さ



第11図 電子ビーム、シャドウマスク蛍光面の関係



第12図 3色蛍光体ドット間距離

第1表 21 AXP 22 主要寸法 (単位: mm)

p	335
q	13.59
Rf	658
Rm	635
s	7.01

せるには

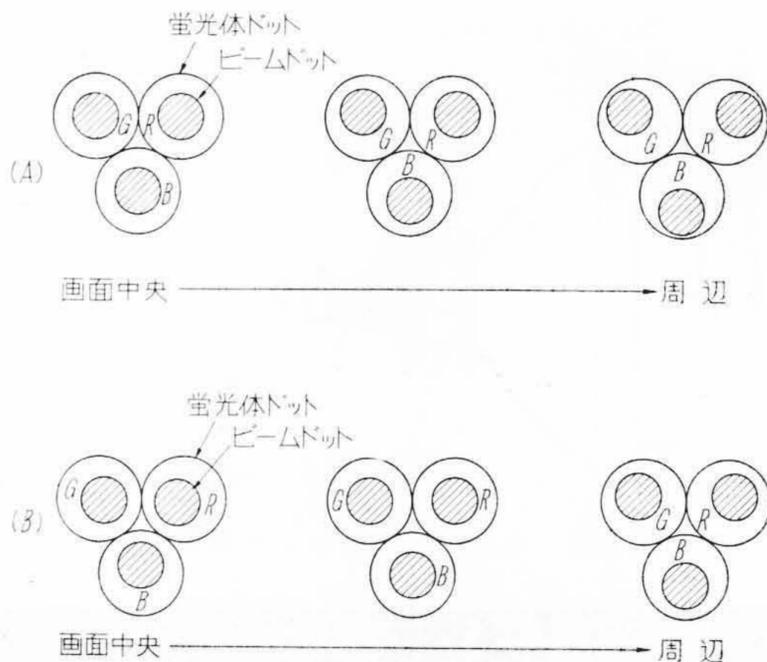
$$R_m = \frac{R_f}{\lambda} \dots\dots\dots (2)$$

ここで R_m : シャドウマスクの曲率半径
 R_f : フェースプレートの曲率半径

$$\lambda = \frac{p+q}{\rho}$$

とすればよい⁽¹⁾。

初期のカラー受像管 21 AXP 22 においてはこのような条件を満足するように第1表のような寸法が使用された。しかし実際に動作させた場合次のような不都合が起ることがわかった。すなわち画面周辺では前述のようにダイナミックコンバージェンスを行うため実質的に s が増加したことになり第13図(A)のごとく画面周辺ではビームが蛍光体ドットの中心からはずれるようになる。これをダイナミックデグループピングと称する。そこでこのような現象を防止するため 21 AXP 22 の改良形では



(A) 補正前
(B) 補正後

第13図 ダイナミックデグループピングの補正

第2表 21 AXP 22 改良形主要寸法 (単位: mm)

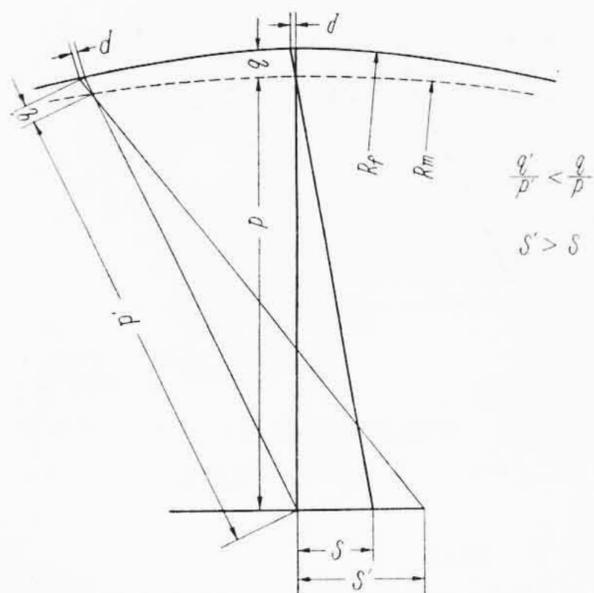
p	337
q	11.46
Rf	658
Rm	635
s (ビーム)	7.01
s (露光)	8.31

第3表 21 CYP 22 主要寸法 (単位: mm)

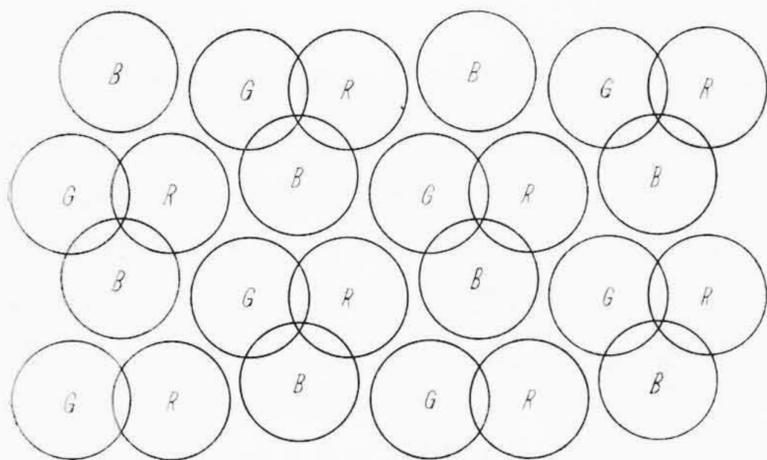
p	385
q	13.59
Rf	670
Rm	680
s	7.01 (ただし露光の際には特殊レンズ使用)

第2表のように q 寸法を小さくし、その結果第13図(B)のように蛍光面全域にわたって完全ではないがほぼ満足できる状態にまで改良することができた。当然のことながら q をこのように小さくする際には後述の蛍光面露光の際の光源の位置を第2表に示すように、ビームの s の値よりも大きく中心軸からずらさねばならない。

ところでこのような蛍光体ドットとビームのずれを完全になくすには第14図のように画面周辺にゆくに從って倍率 q'/p' が小さくなるようにしておけばよい。今回試作に使用した 21 CYP 22 の部品寸法は第3表のようなもので R_m の方が R_f よりもむしろ大きくなっており、周辺の倍率を下げるようになっている。そしてこのような構造では従来の方法で蛍光面の露光を行ったのでは画面周辺の d が小さくなりドットが3色ごとにかたまって第15図のようなグループピングを起す。したがって蛍光面の露光に際しては光源—マスク間に特殊レンズを挿入し、周辺では見かけ上の s が大きくなるようにしなければな



第14図 ダイナミックデブルーピングの完全補正法



第15図 蛍光体ドットのグルーピング

らない。また偏向コイルの偏向中心は偏向角度を増すに従って蛍光面の方へ近づく傾向があるのでこのレンズはこの効果も補正するものでなければならない⁽²⁾⁽³⁾。

3. シャドウマスク形カラー受像管の製作

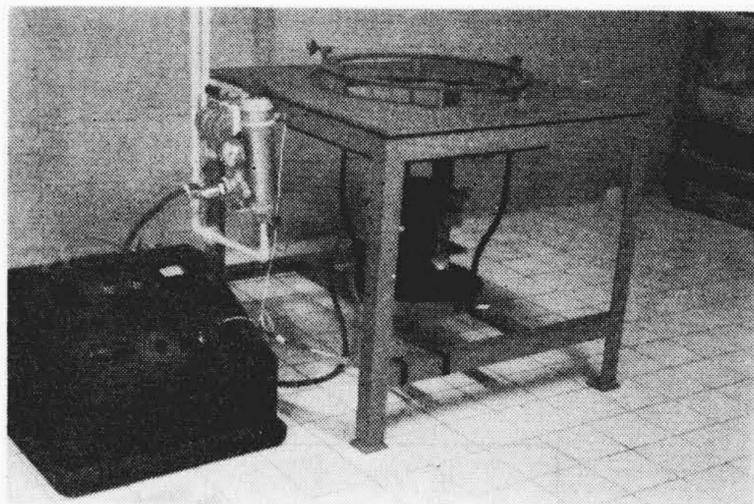
今回試作に使用した部品材料はバルブ、シャドウマスク、電子銃など主要なものは輸入品を使用したもので、これら部品の試作については別の機会に述べることにし、ここでは主として組立工程について述べることにしたい。

なおこれら部品の国産化も現在進行中である。

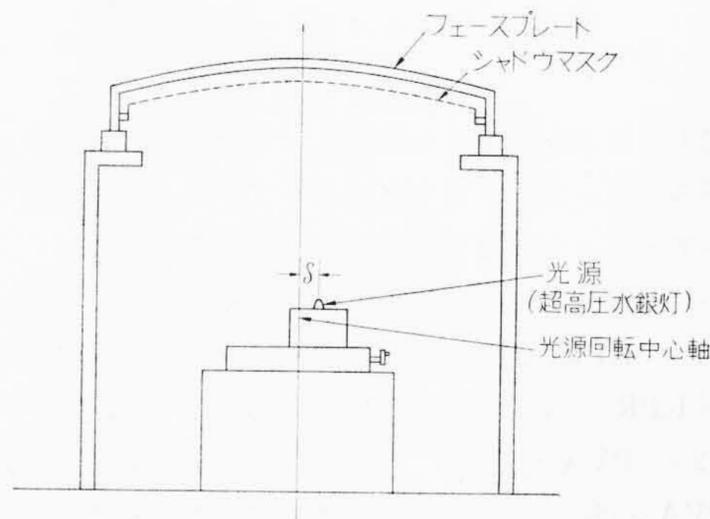
3.1 3色蛍光面の塗布

カラー受像管の蛍光膜は白黒のそれと比べてはるかに複雑でありその製法も古くから色々な方法が考案されてきた。すなわち特殊な遮蔽板を用いた沈降法、シルクスクリーン法、印刷法、静電塗布法、スプレー法などが試みられてきた。

本章で述べる方法は以上の方法とはやや異なったもので感光性の接着剤を使用し本質的には写真感光の原理を利用しており受像管のシャドウマスクが原型として蛍光膜の作成に用いられる。すなわち、まずある1色の蛍光



第16図 露光装置(ライトハウス)



第17図 露光装置概略構造

体と感光剤を混合して受像管フェイスプレート内面に塗布しその上にシャドウマスクを置いて点火源により露光する。

この露光は第16, 17図のごとき露光装置を使用し光源としては1kWの超高圧水銀灯を使用する。この光源は電子ビームの偏向中心に相当する位置すなわち軸より距離sだけずらせた位置に配置される。そして3色蛍光体の塗布の際には3色互に軸のまわりに120度ずつ回した位置で露光する。

シャドウマスクの孔を通過した光線が当たった部分は感光しその結果その部分が不溶性となるのでほかの感光しなかった部分の蛍光体と感光剤を洗い流す。この操作をほかの2色の蛍光体について120度ずつ光源の位置をずらして繰り返せば3色の蛍光体ドットが完成される。

このようなカラー受像管の蛍光膜製作上感光剤に要求される条件は次のとおりである。

- (1) 十分な感光性を有すること。
- (2) 蛍光体と混合したとき適当な粘度を有すること。
- (3) 蛍光体と化学反応を起さぬこと。
- (4) 使用上取扱いが容易であること。
- (5) 塗布後ベーキングなどの簡単な方法で好ましくない物質を残さないで除去できること。



第18図 PVA スラリー法の工程

以上の要求を満足する物質としてコダック社のフォトレジストラッカー、ポリビニールアルコール、ポリビニールアセテート、ゼラチンなどがあげられる。

われわれは次の三つの方法につき検討した。

(1) KPR 法⁽⁵⁾: コダック社のフォトレジスト (以下 KPR と略す) を感光剤として使用する。

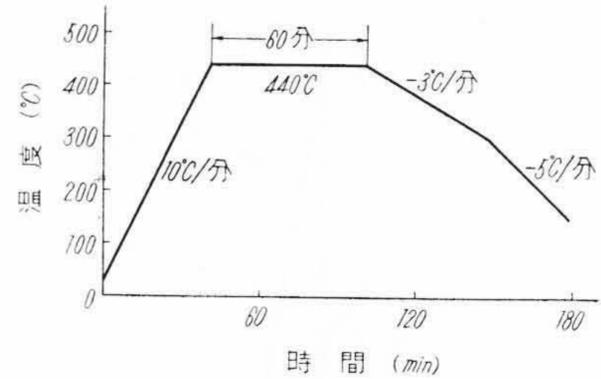
(2) PVA 沈着法: ポリビニールアルコール (以下 PVA と略す) および重クロム酸アンモンを感光剤として使用する。

(3) PVA スラリー法: PVA, 重クロム酸アンモンおよび蛍光体を混合したスラリーにより塗布する方法。

このうち(1), (2)については1色の塗布に6~7時間を要するので、工場生産方式としてすぐれていると思われる(3)につき検討を進めた。

PVAスラリー法とはある1色の蛍光体と感光剤(PVA溶液に重クロム酸アンモンを数%添加したもの)を初めから混合して粘稠な溶液(これをスラリーと呼ぶ)としこれをフェースプレート内面に塗布し、露光、現像により必要なドットを製作する方法で、これをおのおの色について繰り返す、使用する薬品は PVA, 重クロム酸アンモン, 蛍光体, (青: $\text{ZnS}\cdot\text{Ag}$, 緑: $\text{Zn}_2\text{SiO}_4\cdot\text{Mn}$, 赤: $\text{Zn}(\text{PO}_4)_2\cdot\text{Mn}$ をそれぞれ使用), 純水のみでしかもガラス表面との接着力は PVA のみによるので未感光部分は水に完全に溶解し、色の純度に関してはもちろん操作上、作業能率的にも満足できる結果が得られた。

工程は第18図のとおりである。スラリーの塗布は回転塗布機を使用し蛍光面を回転しながらスラリーを流し込み遠心力で蛍光面全面に広げるようにする。この際の回転速度、スラリーの粘度などが膜の均一性に大きく影響するので注意を要する。塗布後乾燥、露光を行った後、現像を行う。現像は温水をスプレーガンにより吹き付け未感光部の感光剤を流しきる。



第19図 半田ガラス接着ベーキングスケジュール (コーニング社指定)

このスラリー法は

(1) スラリーの回転塗布は沈澱法に比べ作業がやや困難である。

(2) スラリー塗布の際余分のスラリーをフェースプレート周辺から流し出してしまふので、蛍光体の消費量が大きい。

など一応の欠点は有するが、量産に際しては(1)については専用の回転塗布機により作業条件の安定化を図り、(2)については流出スラリーの回収を行えば問題は一応解決される。いずれにせよ本方法は工程が非常に簡単で1色の塗布が約1時間で完成することが最大の特長で、最も量産に適した方法といえる。現在 RCA でも本法により塗布を行っている。また別項試験結果において述べる試作品はいずれも本 PVA スラリー法により塗布したものである。

3.2 フェースプレート、コーンの接着

前にもちょっと触れたように初期のカラー受像管ではメタルコーンを使用しており金属フランジをアルゴンアークで溶接する方法がとられていたが、最近では全ガラス製のものが使用され、半田ガラスによる接着が行われる。

3.2.1 半田ガラスの組成

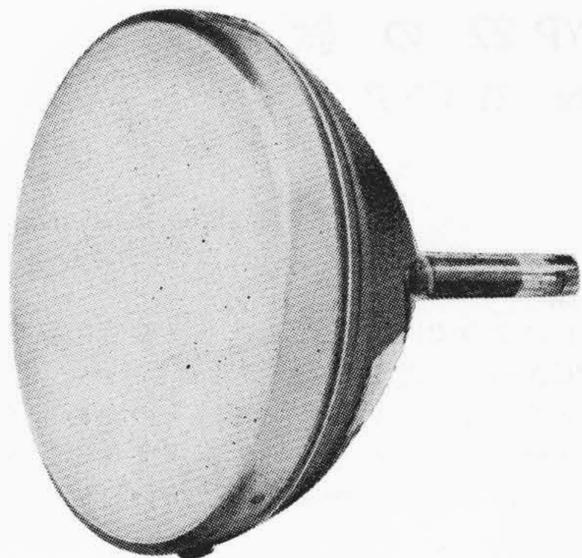
半田ガラスはフリットおよびヴィークルを混合したものである。

フリットは粉末状の1種の低融点ガラスで試作にはコーニング製パイロセラムおよび国産試作品を使用したがいずれも大差なく使用できるようなものである。またヴィークルは醋酸アミルにニトロセルローズを数%溶かしたものである。

使用に際しては両者を混合しペースト状にして使用する。

3.2.2 半田ガラスの塗布

バルブコーンのネックを下にして接着面をアセトンなどできれいにふき取り、コーンを静かに回転しながら上記の半田ガラスをガラスピペット状のものまたは練歯磨のチューブのようなものを用いて接着面上に塗布する。塗布を終わったらフェースプレートを同じく接



第 20 図 試作カラー受像管 21 CYP 22

着面をアセトンでふき取った上でコーンの上に静かに載せる。両接着面間の圧力はフェースプレートの自重のみでよい。

3.2.3 予備乾燥

半田ガラスの塗布を終ったバルブは予備乾燥を行う。予備乾燥が不十分であると半田ガラスが黒化する場合がある。

3.2.4 ベーキング

第 19 図のようなスケジュールでベーキングを行う。

3.3 封 止

一般の受像管と異なり特に注意を要する点は封止方向である。すなわちシャドウマスクおよび蛍光体ドットの整列方向と 3 電子銃との相対位置を第 2 図のように正確に合わせぬと完全な色純度が得られぬわけで、しかも受像管完成後にはなんら調整の方法がないため封止の際に完全に方向を合わせておく必要がある。

そのほかはネック管が太くなったことを除けば従来の白黒管の封止と大差ない。

3.4 排 気

これも本質的には白黒管の場合と同じであるがバルブがかなり大きいこと、電子銃が 3 本ありシャドウマスクもあることを考え十分な時間をかけることが望ましい。

また半田ガラスにより接着を行ってあるので必要以上に温度を上げぬよう注意しなければならない。

3.5 エージング, 仕上

エージング, 仕上に関しては一般の白黒受像管と特に変わった点はないので省略する。完成されたカラー受像管を第 20 図に示す。

4. 結 言

以上主として輸入部品を用いた 3 色蛍光膜の塗布, 半田ガラスによる接着, そのほか日立製作所で行われたカラー受像管の試作の概要について述べた。試作品の試験結果については別項「カラー受像管 21 CYP 22 の試験」を参照願いたい。また本誌口絵カラー写真頁に実際の受像画面を掲載した。

現在カラー受像管試作委員会において各部品の国産化も進められているので, 純国産のカラー受像管の完成も間近いことと思われる。

カラーの実験放送が開始されて約 1 年, 本放送開始要求の声も聞かれる現在, カラー受像機国産化の最大難関といわれたこのカラー受像管をさらに高品質のものとし, 安価に国産できるよう鋭意努力中である。

終りに本試作にあたり終始御指導御協力をいただいた NHK 技術研究所山下彰氏, 松山喜八郎氏, 山田雅美氏をはじめ電子管研究部の皆様および日立製作所茂原工場橋本製造部長をはじめ関係各位に多大の謝意を表すものである。

参 考 文 献

- (1) H. R. Seelen ほか: RCA Review Vol. XVI No. 1 (Mar. 1955)
- (2) D. W. Epstein ほか: RCA Review Vol. XVI No. 4 (Dec. 1955)
- (3) C. P. Smith ほか: RCA Review Vol. XIX No. 3 (Sept. 1958)
- (4) D. G. Fink: Color Television Standard McGraw-Hill 1955
- (5) 山田雅美: テレビジョン 12, 2 (1958年 2 月)

Vol. 21		日 立		No. 5	
◎人間洗濯機.....	十返 肇	◎日 立	ハ イ ラ イ ト	◎夢ひろがる	ト ラ ン ジ ス タ
◎カ ル カ ッ タ だ よ り		◎高電圧送電用の	地 下 ケ ー ブ ル	◎生活と金属 (VII)	「 鑄 鍛 鋼 の 話 」
◎あ る 主 婦 の 日 記 か ら		◎特 殊 炭 素 製 品 の	は な し	◎日 立	だ よ り
◎電 子 頭 脳 を も っ た 工 作 機 械		◎日 立	だ よ り	◎新 し い	照 明 施 設
◎電 気 品 の ド ク タ ー 「メ ガ ー の 話」					
◎明 日 へ の 道 標					
◎ヒ ュ ー ズ フ リ ー 遮 断 器					
誌 代 1 冊 ￥ 60 (〒 16)					
発行所	日 立 評 論 社	東京都千代田区丸ノ内1丁目4番地	振替口座東京 71824 番		
取次店	株式会社オーム社書店	東京都千代田区神田錦町3丁目1番地	振替口座東京 20018 番		