

カラー受像管 21 CYP 22 の試験

Tests of Color Picture Tube, 21 CYP 22

西 沢 令 智*
Reichi Nishizawa

内 容 梗 概

シャドウマスク三電子銃形カラー受像管の試験機を作りこれにより 21 CYP 22 カラー受像管の試作品を多数種々の角度から試験を行った。試作品の試験結果は RCA 製品と比較して示した。

これまでの試作品は 3 色蛍光体の露光塗布の際に補正レンズを使用していなかった。そのために各電子ビームがそれぞれ相当する蛍光体ドットに正しく命中する状態を蛍光面の全範囲で実現するという調整がやや困難であった。これ以外には特に問題とする欠点はなく、カラー受像を行って十分良好な天然色画像が得られた。

1. 緒 言

カラー受像管はまだ研究段階で国内規格が決っていない。したがって本報告では電波技術協会主催のカラー受像管試作委員会できとあげた試験方法などを参照して、試験規準を作りこれによる試験とそのほか必要と思われる特殊性能試験を行った結果について報告する。

2. 試験機の概要

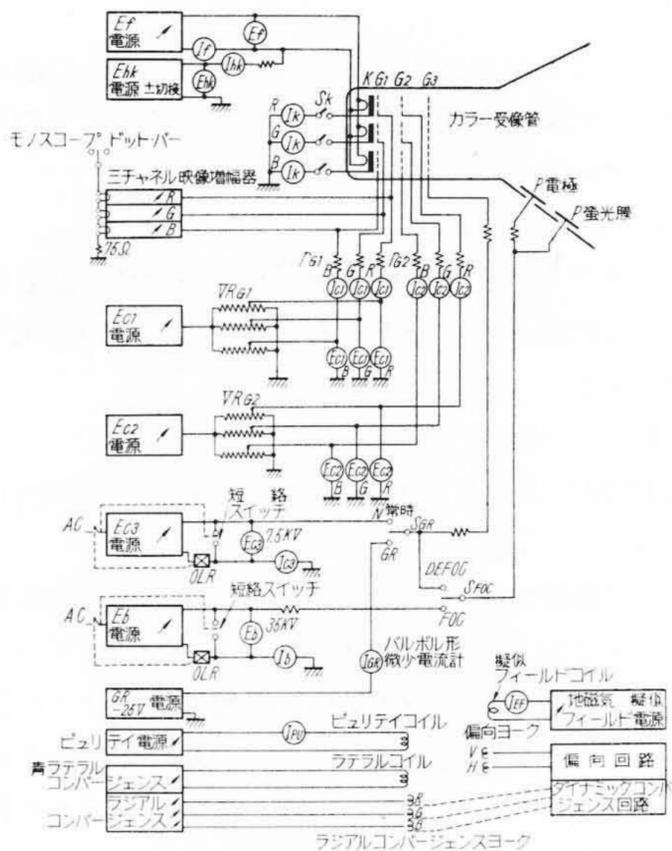
試作カラー受像管を試験するため、シャドウマスク 3 電子銃形専用のカラー受像管試験機を製作した。そのブロックダイアグラムを第 1 図に、その外観を第 2 図に示す。第 1 図により試験機の機能を概略説明する。

第 1 図に示すように個々の第 1 グリッド G_1 にはそれぞれ任意の電圧を与えうるが、また電源に設けた摺動抵抗器により 3 個同時にその電圧を調整することもできる。 E_{c2} 回路に関して電圧が正である以外はまったく E_{c1} 回路と同様になっている。ただし r_{G2} は保護抵抗である。このようにすれば各電子銃に任意比率の任意大きさの G_2 , G_1 電圧を与えることができる。すなわち一定の白色色度を保ちながら明るさを調整できるわけである。

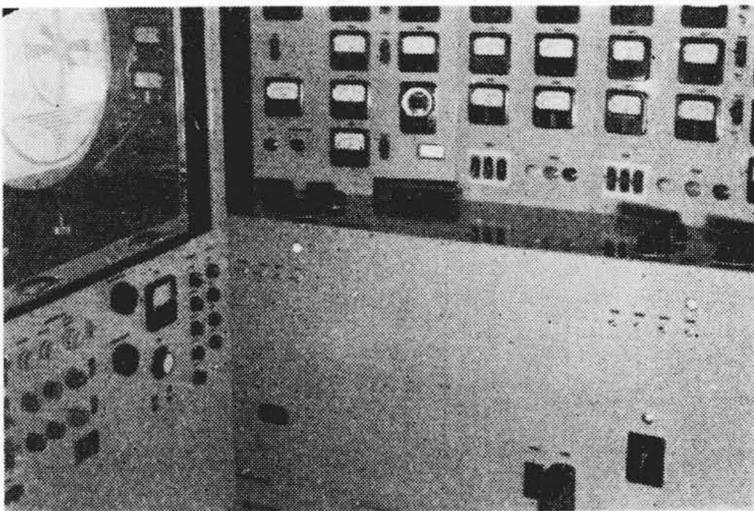
ピュリティマグネット、青ラテラルマグネット、ラジアルコンバージェンスマグネットはいずれも電磁式とし、その可変電源の摺動抵抗器をすべて試験者動作範囲内において、試験者は受像管の前面に座してその画像を見ながら調整できるようにした。また同じ要求からピュリティマグネットの回転、偏向ヨークの前後位置の調整もすべて前面ノブでできるようにしてある。

ラジアルコンバージェンスヨークには、直流コンバージェンスコイルのほかにダイナミックコンバージェンスコイルが巻かれ、これに偏向出力の一部から取り出した抛物線波形と三角波形の電流を流してダイナミックコンバージェンスを行っている。

* 日立製作所茂原工場



第 1 図 カラー受像管試験機ブロックダイアグラム



第 2 図 カラー受像管試験機

映像増幅器は 3 色ともにまったく同性能のものを使用している。出力は 80 VP-p, 周波数特性は 6 Mc までフラット, 入力は 75 Ω である。入力信号はドットバー信号とモノスコープ信号を切り換え使用している。普通試験にはこの 3 チャンネル増幅器入力は並列になっている

第1表 21 CYP 22 試験規格 (暫定)

項 目	試 験 条 件							規 格	
	Ef(V)	Eb(kV)	E _{c3} (V)	E _{c2} (V)	E _{c1} (V)ほかの 2本	E _{c1} (V) 試 料	ダイナミックコ ンバージョン	最 小	最 大
ヒータカソード漏洩 $\pm I_{hk}$	6.3					Ehk = $\pm 180V$			90 μA
ヒータ電流 If	6.3							1.62	1.98A
第1グリッド漏洩 LI _{c1}	6.3	25	4,500	200	-150	-150		-5	5 μA
陽極耐圧	6.3	27.5	4,500	200	-150	-150			
第3格子耐圧	6.3	25	6,600	200	-150	-150			
○直流コンバージョン	6.3	25	集束	200	調整	調整	ON		
輝点位置	6.3	25	集束	200	調整	調整	ON	中心から	22.2mm
○ピュリティ調整量	6.3	25	集束	200	調整	調整	ON		0.127mm
○単色均一性	6.3	25	集束	200	調整	調整	ON		
○発光特性	6.3	25	集束	200	-150	調整			
白色均一性	6.3	25	集束	200	調整	調整			
○集束電圧	6.3	25	集束	200	I _k 計 1,000 μA	白色パターンに調整		4,200	5,000V
○解像度	6.3	25	集束	200	調整	調整	ON	375本	
カットオフ E _{c0}	6.3	25	集束	200	-150	調整		-45	-100V
最大第2格子電流 MI _{c2}	6.3	25	集束	200	-150	0			5 μA
第3格子漏洩 LI _{c3}	6.3	25	集束	200	-150	-150			45 μA
最大陽極電流 MI _b	6.3	25	集束	200	-150	0			E _{c0} -MI _b 表による
○ガス比 GR	6.3	-25V	-25V	200	-150	I _k 500 μA に調整			0.25

が、カラー受像の試験を行う場合は、適当なカラー信号源のRGB出力（以下R, G, Bはそれぞれ赤, 緑, 青の略とする）をそのままそれぞれの増幅器入力に接続すれば最も忠実度の高いカラー画像が得られる。

周辺部磁界補正のためにイコライジングマグネットアセンブリを使用した。試験機管球室の周壁には高導磁率材料を張って磁気遮蔽を行った。

3. 試験項目

電波技術協会主催のカラー受像管試作委員会でとりあげた測定方法⁽²⁾などを参照してきめた21 CYP 22に対する暫定試験規格を第1表に示す。

第1表中、特にカラー受像管であるために従来とやや変っている試験項目には○印を付した。次に第1表中にはないが試作品の設計性能試験として次のような項目が考えられる。すなわち蛍光体ドットサイズ、蛍光体ドット間距離、ダイナミックコンバージョン、各単色色度、グリッド変調特性などである。以下これら各項目の意味および測定法を簡単に説明し同時に試作カラー受像管に対して行ったこれらの試験結果を報告する。

4. 試験方法および試験結果

4.1 直流コンバージョン

3本の電子銃の軸は平行でなくシャドウマスクの中心に向かって傾けて組み立てられているがそのままでは多くの場合3本の電子ビームはシャドウマスク上で一点に合わず、いわゆる色ずれが起る。そこでラジアルコンバージョンおよびラテラルコンバージョンの磁界で補正をするわけである。この補正量は明らかに少ないほど良い。その測定法は次のごとくである。すなわちドット

第2表 直流コンバージョン

試 料	試 作 品 (mm)				RCA製品 (mm)			
	RG間	GB間	BR間	平均	RG間	GB間	BR間	平均
1	0	2	2	1.3	5	5	7	5.7
2	5	3	7	5.0	5	4	5	4.7
3	5	4	7	5.3	5	5	6	5.3
4	5	4	7	5.3				
5	0	5	5	3.3				
総平均				4.0				5.2

パターンを用い偏向コイル以外の装着部品の磁力を完全に零にしたとき、中心部における各原色輝点相互のずれ距離を測定する。その測定結果を第2表に示す。試作品のデータは多数のものから抜き取ったものであるがいずれも大体似かよった値を示している。ただしRGB相互位置関係は試料ごとにまったく無傾向に変動している。RCA製品に対してもまったく同様な結果を得ている。またいずれも支障なく実際にコンバージョンが調整可能であり、この項目に関しては問題はないと考える。

4.2 ピュリティ調整量

カラー受像管を正常に動作せしめるためには、ピュリティコイルの向きと電流により、シャドウマスクを通過したビームが定められた蛍光体ドットの真中に当たるようにし、また偏向ヨークの位置調整と相まち蛍光面全面に各単色が純粋に発光するように調整する。この場合コンバージョン磁界によっても影響を受けるのでコンバージョンは正規状態に調整する。この状態でピュリティ調整量を測定する。すなわち目盛顕微鏡でビーム射突状況を観察しピュリティコイル電流を断ったときビームがどれだけ移動するかを測定する。その試験結果を第3表に示す。明らかに試作品はピュリティ調整量が少なく

第3表 ピュリティ調整量 (mm)

試料	試作品	RCA製品
1	0.033	0.117
2	0.033	0.100
3	0.050	0.117
平均	0.039	0.111

てすみ、RCA製品の約1/3である。これはRCAにおいてはカラー受像管の蛍光体ドットを露光塗布する際、米国内の地球磁気垂直分力によるビームの偏向をあらかじめ考慮に入れて塗布作業を行っていることを示しているようである。実際に使用するピュリティマグネットは十分強く、この点は実用上両者とも大差ない。

4.3 単色均一性

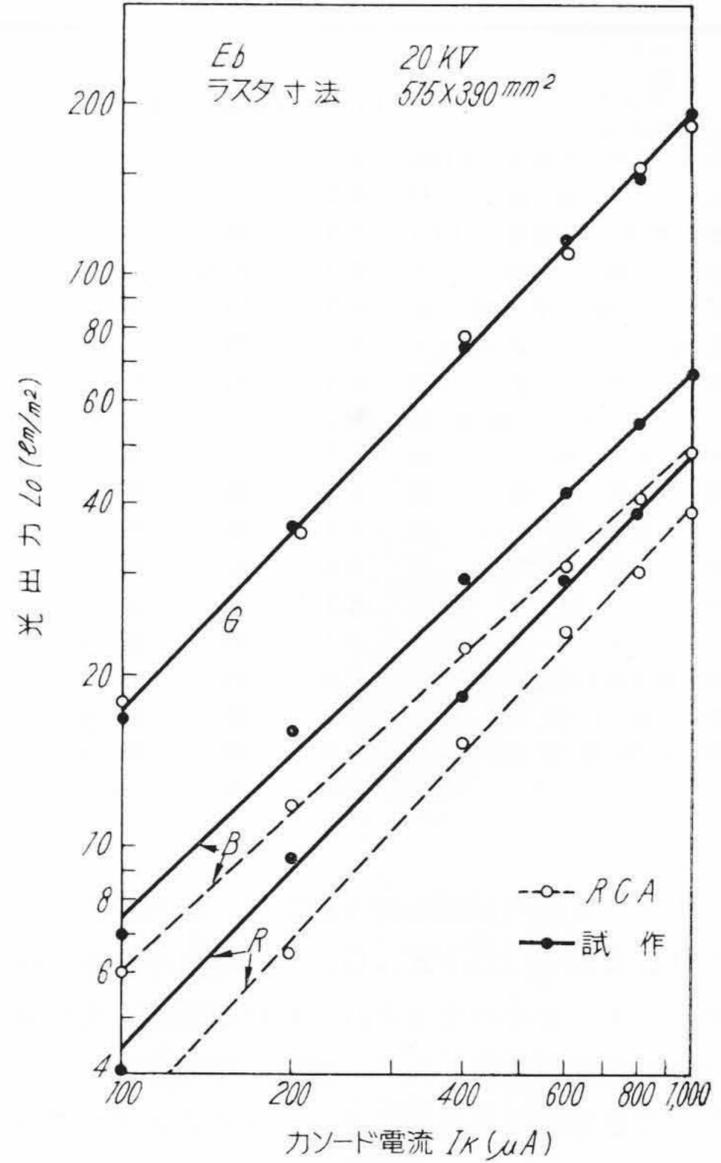
カラー受像管を減磁コイルを用いて完全減磁を行った上に、コンバージェンス、ピュリティ、磁界イコライザーを最良調整した後、各単色ラスタごとに色の一様性を普通の観賞距離で目視試験をする。どのように調整してもビーム射突状況が悪く（ピュリティがとれないと称する）部分的に色が変わって見える場合は不良とする。試作品で蛍光体欠点もなく、また一応ピュリティが全面に調整できるものは十分鮮明な天然色画像が得られた。またピュリティ調整ができないで不良となるものは、シャドウマスクが変形したり、フェースプレートとの組合せを誤まったりした場合である。ただしピュリティの調整が試作品においては微妙で使いにくいという点が残されている。この特性に関しては蛍光体ドットサイズおよびドット間距離の項目において後述する。

4.4 発光特性

明るさの測定は3個のビームにより一定色度の白色を出すようにしたときのビーム電流対明るさ特性を測定すべきであるが、本報告では簡単に各単色ごとにビーム電流対明るさ特性を測定した。その特性は試作品およびRCA製品とも変動が少ないのでその一例についての測定結果を第3図に示す。その特性曲線は両対数目盛の図表ではいずれも傾斜がほぼ1の直線である。青および赤については試作品の方が発光能率が少し高いようである。これは後述するが、試作品では蛍光体ドット直径が蛍光面中心部で大きくなり、各原色のドットが互ににじみ重なり合っており、このため青および赤に能率のよい緑成分が微量混入しているためであると考えられる。緑に関しては他成分が少量混入しても混入分の能率が低いのでほとんど影響を受けていない。

4.5 集束電圧

実際的にはコンバージェンスおよびピュリティの調整を完全にして白黒の画像を出さしめ、ビーム電流値を規定して集束電圧を求めればよいが本報告では3個の電子



第3図 発光特性

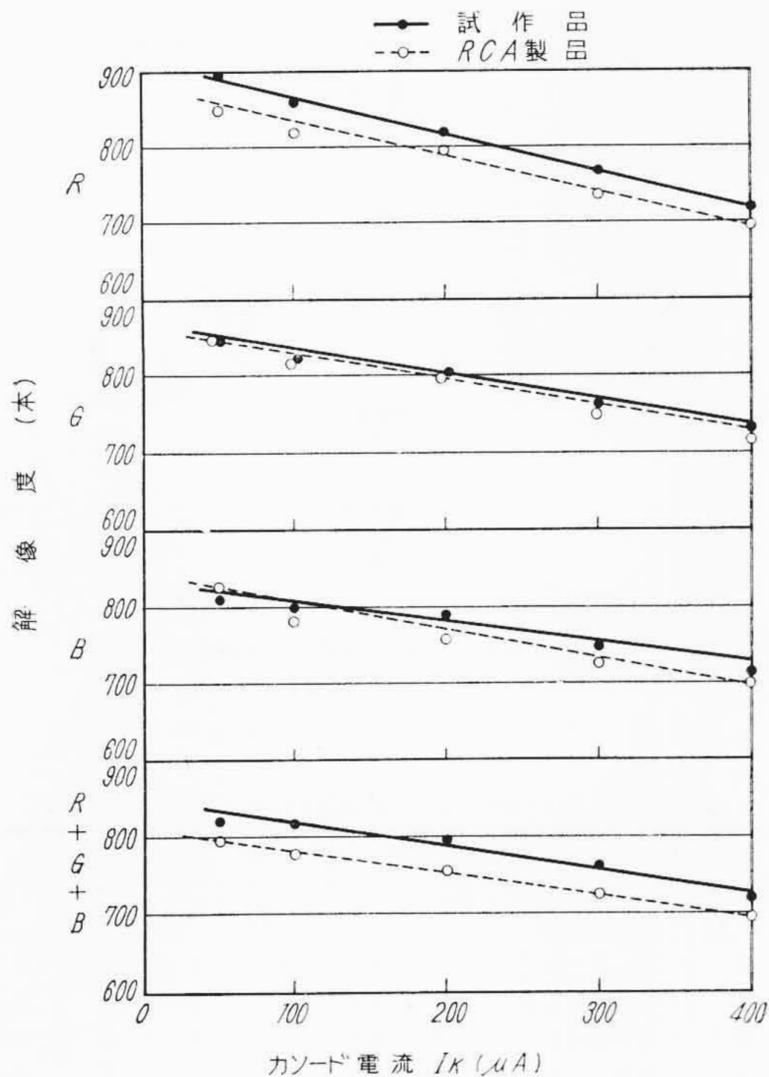
第4表 集束電圧特性 (V)

試料	R	G	B	RGB平均	差の平均	
試作品	1	4,790	4,720	4,700	4,740	60
	2	4,650	4,720	4,740	4,703	60
	3	4,640	4,550	4,700	4,630	100
	3本平均				4,691	73
RCA製品	1	4,760	4,700	4,800	4,750	100
	2	4,640	4,550	4,800	4,663	167
	3	4,780	4,600	4,620	4,660	120
	3本平均				4,691	129

銃の間の変動も調査するため、各電子銃ごとに電流値を200 μA に規定して集束電圧を求めた。その結果を第4表に示した。表には抜取り3本のデータを示した。試作品もRCA製品も平均集束電圧はほぼ規格中心値に分布しておりまったく問題ない。

4.6 解像度

実際的には前項と同じく3個の電子銃を同時に働かせてモノスコープによる白黒画像の解像本数を測定すればよいが、本報告では単色ごとの場合をも測定した。すべての場合においてモノスコープ最高本数500本を解像してしまうのでラスタ水平振幅を1/2に圧縮して読取値を2倍し解像度本数とした。結果を第4図に示す。図では試作品およびRCA製品各1本あての比較を示した。第4



第4図 解像度特性

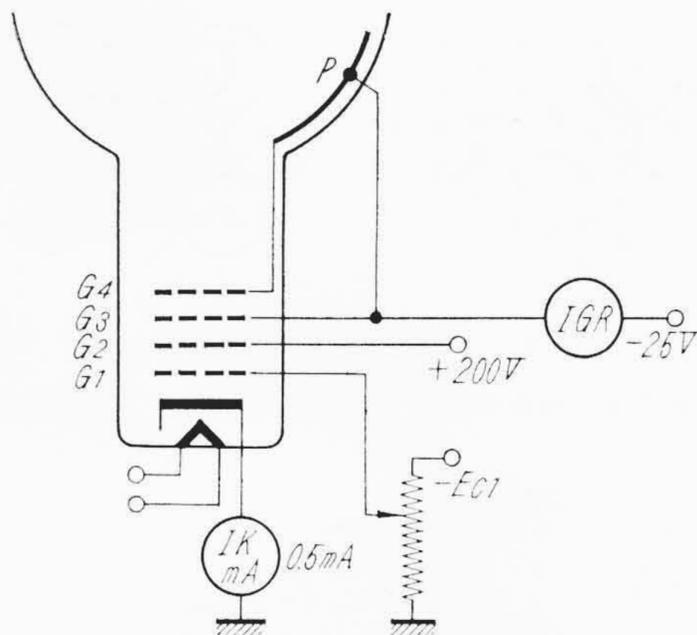
図の結果からRCA製品とまったく同等の解像度であり十分実用になることがわかる。

4.7 ガス比

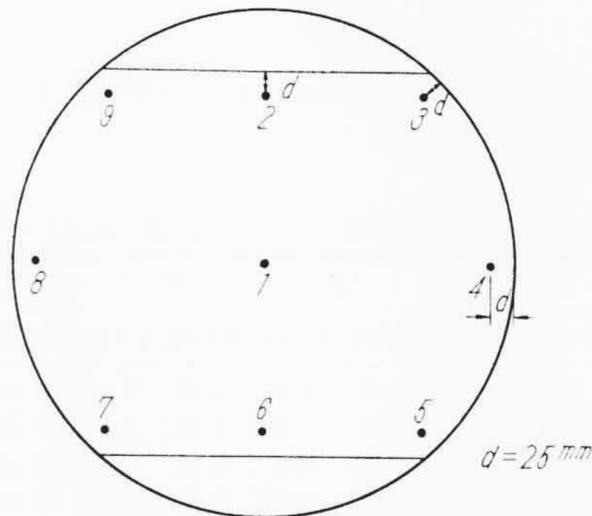
原理はまったく白黒受像管と同様であるが電極構造が異なるので測定の際の接続法がやや違う。すなわち、白黒受像管の場合は第2グリッドの次に陽極に接続された第3グリッドが配置されているので、+イオン電流を検出するために陽極に-25Vを加える。21CYP22カラー受像管の場合は第2グリッドの次に配置されている第3グリッドは集束電極であり、陽極には接続されていないので-25Vを第3グリッドに加えて、このイオン電流を測定せねばならない。また電子銃は3本であるがいずれか1本について測定すればよい。その接続法を第5図に示す。測定法は、 $I_k = 500 \mu A$ になるよう第1格子バイアスを調整した場合と、第1格子バイアスを-150Vぐらいにしてカットオフした場合の微小電流計 IGR メータの読みの差を求める。その値がガス電流 (μA) であり、これを電子電流 0.5 (mA) で除した値がガス比である。試作品およびRCA製品に関するその測定値はほとんどすべて0.01以下の程度で問題なしと考える。またコーンとフェースプレート間のガラス半田接着部の漏洩を懸念しガス比の経日変化も調査したがまったく異状を認めなかった。

4.8 蛍光体ドットサイズ

蛍光体ドットの配列状況を目盛顕微鏡で観察し、まず



第5図 ガス比の測定



第6図 蛍光体ドット測定点

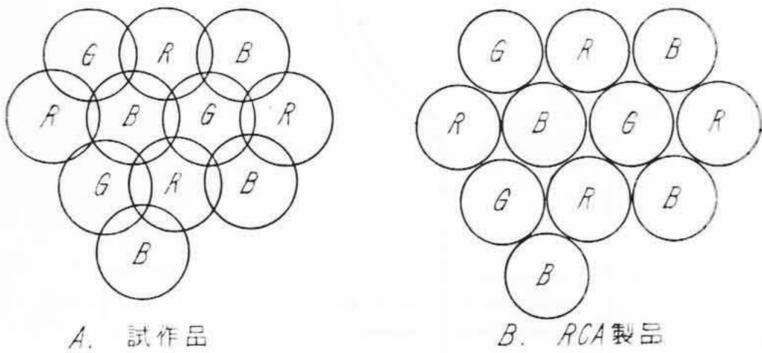
第5表 蛍光体ドットサイズ (直径 mm)

測定点	試作品	RCA製品
1	0.52	0.45
2	0.47	0.44
3	0.43	0.43
4	0.43	0.43
5	0.43	0.43
6	0.43	0.43
7	0.40	0.43
8	0.40	0.43
9	0.40	0.42

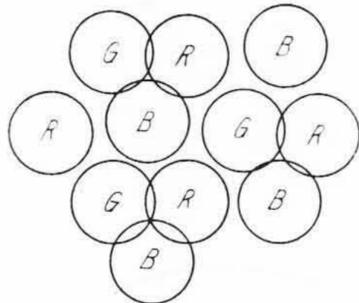
その平均直径を測定した。測定点は第6図の9箇所各測定点でその付近の平均値を求めた。その結果は第5表のとおりである。この測定でRCA製品に関しては問題ないが試作品では特に画面中央部(測定点1)で隣接した各原色ドットがにじみ重なり合っており測定が困難であった。その状況は第7図Aのようである。

4.9 蛍光体ドット間距離

前項と同様に目盛顕微鏡で第6図の場所で隣接した蛍光体ドット間の距離を平均的に求めた。その結果を第6表に示す。RCA品ではドット間距離が非常に均一であるが、試作品では特に3, 4, 5および7, 8, 9の測



第7図 画面中央における蛍光体ドット配列状況



第8図 試作品画面周辺における蛍光体ドットの配列状況

第6表 蛍光体ドット間距離 (mm)

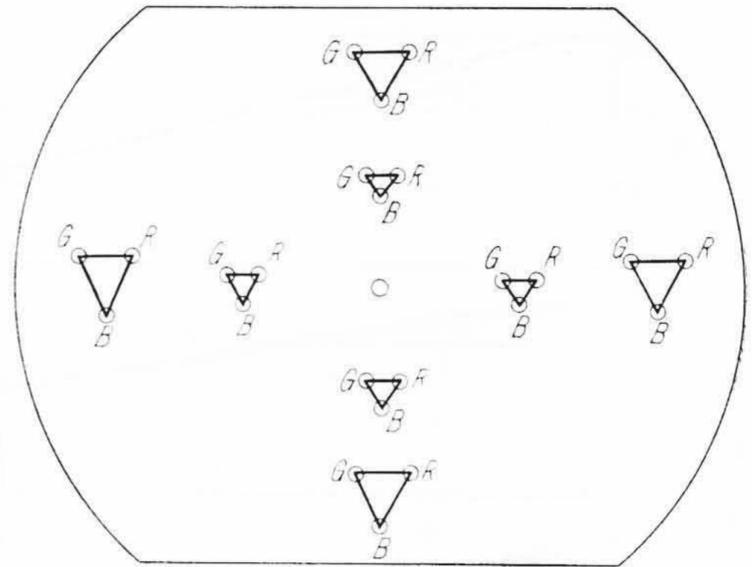
測定点	試 作 品				R C A 製 品			
	RG間	GB間	BR間	平均	RG間	GB間	BR間	平均
1	0.43	0.43	0.43	0.43	0.45	0.44	0.43	0.44
2	0.37	0.37	0.37	0.37	0.43	0.44	0.43	0.43
3△	0.37	0.42	0.33	0.37	0.43	0.43	0.44	0.43
4△	0.37	0.37	0.33	0.36	0.42	0.42	0.43	0.42
5△	0.37	0.40	0.38	0.38	0.43	0.42	0.43	0.43
6	0.37	0.43	0.47	0.42	0.46	0.44	0.44	0.45
7△	0.37	0.37	0.37	0.38	0.45	0.42	0.41	0.43
8△	0.35	0.35	0.37	0.36	0.45	0.41	0.40	0.42
9△	0.37	0.33	0.37	0.36	0.45	0.42	0.41	0.43

定点では中心部(測定点1)におけるよりも間隔が小で「より目」状になっている。その状況はほぼ第8図のごとくである。すなわちRGB3ドットが組になって1トリオを形成するが、トリオごとにグルーピングを起している。

4.10 ダイナミックコンバージェンス

受像機を組み立てまたは改造して初めて完全調整するときには相当の努力と時間を要してダイナミックコンバージェンスを合わせるが一度調整が完了すれば受像管が変わった場合もきわめてわずかな再調整ですむものである。現在までにダイナミックコンバージェンスが特に悪くて調整ができないという試料はなく受像管としてのダイナミックコンバージェンスを試験することはあまり意味がないように思われるが、一応の測定を行った。その方法は次のごとくである。

ドットパターンを描かしめ、ダイナミックコンバージェンス電流は加えず、直流コンバージェンスのみにより調整して、中央部において3色の輝点が完全に一致する



(ダイナミックコンバージェンス回路断、直流コンバージェンスのみ調整)

第9図 ダイナミックコンバージェンスの測定

第7表 ダイナミックコンバージェンス (mm)

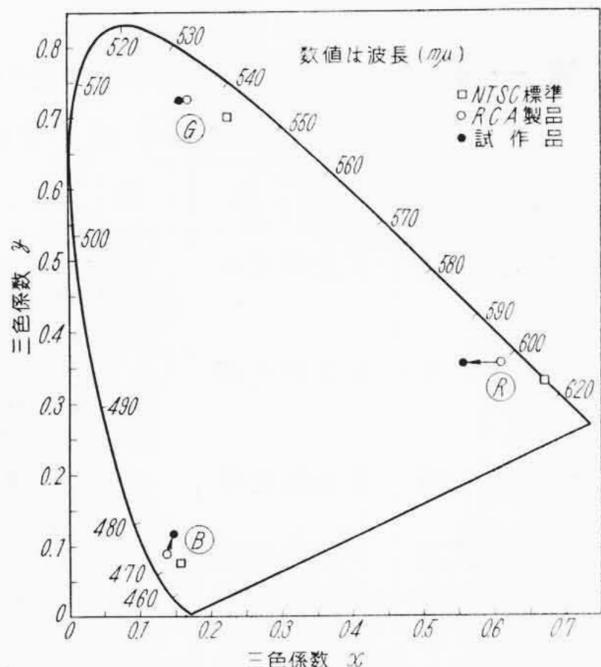
測定点	試 作 品				R C A 製 品			
	RG間	GB間	BR間	平均	RG間	GB間	BR間	平均
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	6	4.5	1	3.8	5	5	0	3.3
3	6	5	7.5	6.2	7	7	6	6.7
4	5.5	6	7	6.2	5	7	6	6.0
5	7	5	7	6.3	7	8	7	7.3
6	6	2.5	6	4.8	6	4	5	5.0
7	6.5	6	7	6.5	7	7	8	7.3
8	5	6	6	5.7	6	8	7	7.0
9	6	5	3	4.7	7	8	7	7.3
2~9測定点の平均				5.5	2~9測定点の平均			6.2

ようにしたとき、周辺各点(第6図)におけるRGB輝点相互間の距離を測定する。このようにした場合の3色の輝点の状況は大体第9図のようになり、これは幾何学的構造でほとんど定まるので試料による大きな差はない。測定結果の一例を第7表に示す。試作品とRCA製品とは同等の特性と考えられる。

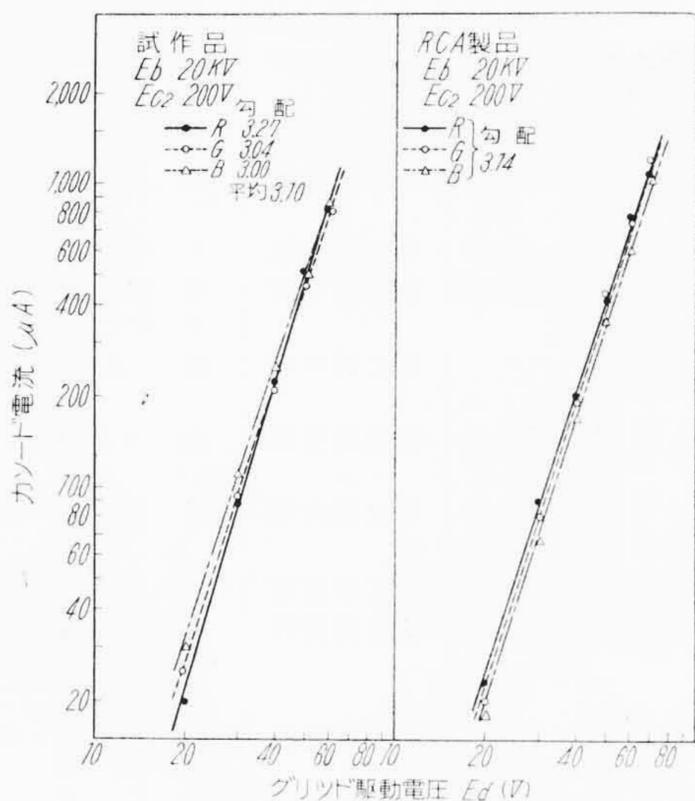
4.11 単色色度

カラー受像管が再現しうる色の範囲と忠実度は完全に調整された状態で各単色ごとに発光させた場合の原色の色度で定まる。本報告ではCL-1形色彩計により、試作品とRCA製品の色度比較を行った結果を示す。

色度計の較正はC光源に近い1点で行っているのでスペクトル色に近い高飽和度の色度に関しては相当の誤差があるとも考えられる。そこで絶対値はともかくとしてRCA製品との比較に重点を置いた。測定はEb 25 kV, Ik 200 μA, 正規ラスタ寸法で中央部において行った。その結果を第10図のCIE色度図上に示す。前述した誤差のため、RCA製品の色度もNTSC標準色度からややずれている。試作品の色度はRCAの製品に対し、緑はまったく一致、青および赤がいずれもほかの2原色の色度の方へ少しずれている。このくらいのずれは実際上



第10図 CIE色度図におけるカラー受像管の原色色度



第11図 格子変調特性

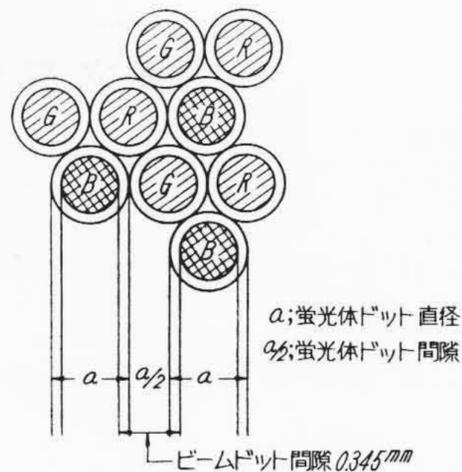
はまったく問題にならないようである。

4.12 グリッド変調特性

各電子銃ごとラスターカットオフからの第1グリッド駆動電圧とカソード電流の関係を測定した。その結果を第11図に示す。これは一般白黒受像管と特に変りはない。ガンマは3.1くらいである。第3図でカソード電流と光出力特性の勾配は1であるので、光出力に対するガンマも第11図の I_K の勾配とほとんど同じで3.1くらいとなる。なお集束電極(第3グリッド)電流は全動作範囲においてほとんど零であった。

5. 結 言

4.1~4.12で説明した試験のほか、種々の角度から検討しつつ試作を進めてきたが、結論として若干の問題はあるが十分実用に供しうるものが生産できるようになっ



第12図 解像限界の考察

た。この残された問題は近く改善されると思うが、そのままでもカラー受像機に実装して普通観賞するとき、なら支障は認められない。なお寿命試験も一部の試料で行っており、試料数はまだ十分ではないが、良好な結果を示している。試作品によるカラー映像の受像状況については本誌口絵カラー写真頁を参照願いたい。

最後に、電波技術協会主催カラー受像管試作委員会で種々御教示いただいたNHK技研松山副部長および大石氏ならびに試験機製作、試験法に関して御協力をいただいた日立製作所関係各位に対し深謝する次第である。

参 考 文 献

- (1) R. C. A. Service data 1955 No. T 5
- (2) カラー受像管の試験, カラー受像管試作委員会, 試験小委員会: (CPT-1-10, 通 25)

付記: 解像度について

4.6の結果では21CYP22の解像本数は800本程度となった。白黒受像管で同様の測定を行うと普通1,200本程度である。ここで簡単に21CYP22の解像度限界について考えてみる。今、蛍光体ドットが第12図のように完全に相接しているとし、ドット間距離(ドット直径)を a とする。単色について垂直方向に並んだドットを水平線上に投影して考えると、 $0.5a$ ずつ間隙があき、この部分は解像しない。ところで実際は $0.5a$ が限度ではなく、蛍光体ドット中に納まるビームドット(シャドウマスクの孔の影)の隙間が解像度の限界を定めるものと考えられる。この隙間は21CYP22では0.345mmである。これを画面の垂直高さ内に並ぶ線の本数に換算すると、解像度限界 R_0 は(1)式により1,060本となる。

$$R_0 = H \times \frac{3}{4} / 0.345 = 1,060(\text{本}) \dots\dots\dots (1)$$

H : 水平幅 489 mm

ところで実際にはコンバージェンス、ピュリティ調整など多くの外部磁界のため、輝点の状況が悪くなること、また3色同時発光の場合はおのこの電子銃に最適集束電圧を加えることができないことおよび3色の干渉により解像度はやや落ちると考えられる。

日立製作所社員社外講演一覧

(その6)

(第62頁より続く)

(昭和33年11月受付分)

講演月日	主催	演題	所属	講演者
34.2.12~13	日本学術会議	ウランの加工と熱サイクルによる成長	日立研究所	小野健二 添野富雄 飯塚健二 照山莊 飯塚富雄
34.2.12~13	日本学術会議	燃料棒被覆の漏洩試験について	日立研究所	小野健二 照山莊 飯塚富雄
34.2.12~13	日本学術会議	347ステンレス鋼溶接棒	日立研究所	小野健二 渡辺二潔
34.2.12~13	日本学術会議	液体金属実験回路の試作とその運転経過	日立研究所	河原誠二
34.2.12~13	日本学術会議	液体金属による金属材料の静的腐蝕	日立研究所	厚母栄夫
34.2.12~13	日本学術会議	英国形原子炉の制御棒引抜時の解析	日立研究所	鈴木守
34.2.12~13	日本学術会議	パラスタブの特性(その一)	日立研究所	人見男胤
34.2.12~13	日本学術会議	燃料被覆アルミニウム材の動的腐蝕	日立研究所	川島夏樹
34.2.12~13	日本学術会議	スクラムレベル設定に関する一考察	日立研究所	鈴木守 加藤明章
34.2.12~13	日本学術会議	沸騰現象の研究(その一)大気圧下における矩形断面流路をもった自然循環回路について	日立研究所	加藤良平
34.4.1~7	機械学会	欠陥のある材料の疲れ強さに及ぼす寸法効果	日立研究所	大内久彦
34.4/上旬	電気四学会	低ガス圧ケーブルの水平ならびに垂直布設部の絶縁特性	日立研究所	加子泰彦
34.4/上旬	電気四学会	交流ファラデー形電磁ポンプの試作	日立研究所	小野邦男
34.4/上旬	電気四学会	大容量二相サーボモータ駆動用磁気増巾器	日立研究所	井上達之助 片木劍三
34.4/上旬	電気四学会	改良英国形原子炉自動制御系動特性のアナコンによる解析	日立研究所	鈴木守
34.4/上旬	電気四学会	熱中性子原子炉におけるXe ¹³⁵ 有害作用模擬装置	日立研究所	金子英二
34.4/上旬	電気四学会	ゲルマニウム整流器を用いたアルマイト製造電源	日立研究所	鴨志田実
34.4/上旬	電気四学会	電気集塵における逆電離現象と煙霧粒度	日立研究所	諫早典夫
34.4/上旬	電気四学会	水銀整流器の負荷変動時の過渡時逆耐圧	日立研究所	木村鍾幸 岩田信 金沢鍾幸 木村信
34.4/上旬	電気四学会	ガス入水銀整流器のガスの清浄効果について	日立研究所	木村鍾幸 岩田信
34.4/上旬	電気四学会	送電線に接続された同期機の制御特性	日立研究所	奥田健三
34.4/上旬	電気四学会	距離継電器からみた長距離重負荷送電線のインピーダンス	日立研究所	磯野昭
34.4/上旬	電気四学会	ケーブル系統の表示線保護継電装置	日立研究所	柴田満男
34.4/上旬	電気四学会	定常状態における二安定マルチバイブレータの回路定数決定法	日立研究所	小西務
34.4/上旬	電気四学会	精密直流定電圧装置	日立研究所	小野田芳光
34.4/上旬	電気四学会	可逆鋼帯圧延機の張力制御系の検討	日立研究所	前川敏明