

試 作 カ ラ ー テ レ ビ ジ ョ ン 受 信 機

Color Television Receiver

竹 内 万 巳*

Kazumi Takeuchi

内 容 梗 概

テレビジョンの発展は、ついにわが国においてもカラーテレビ試験電波を発射する段階にまで到達した。

日立製作所においては、カラーテレビジョン受信機の研究試作を行い、日本放送協会の VHF による実験放送開始にあたって NHK に協力し公開受像実験を行つたが、今回の実験に用いられた NTSC 方式の概要と、試作カラーテレビ受信機の概要を述べる。

1. 緒 言

1953 年に米国においては、F. C. C. がコンパティブルカラーテレビジョンに関する標準方式を決定し、1954 年以降、定時的にカラーテレビジョン放送が行われるようになった。わが国においては、NHK 技術研究所が数年前から CBS 方式によるカラーテレビジョンの研究を行い、数度にわたって公開実験を行つたが、その後、NTSC 方式に切り換え、研究を続けていた。

1956 年暮より NHK は UHF 帯を使用して、NTSC 方式によるカラーテレビジョン試験電波を定時的に発射し、各種実験を行つていた。1957 年夏には郵政省、通産省をはじめ関係団体によつてカラーテレビジョン調査会が設立され、わが国の標準方式決定のため各種調査研究を行うことになった。一方 1957 年 12 月 27 日には、NHK と NTV がカラーテレビ実験局の免許を受け、それぞれ第 3 および第 4 チャンネルで、カラーテレビジョンの VHF 帯における実験放送を開始した。

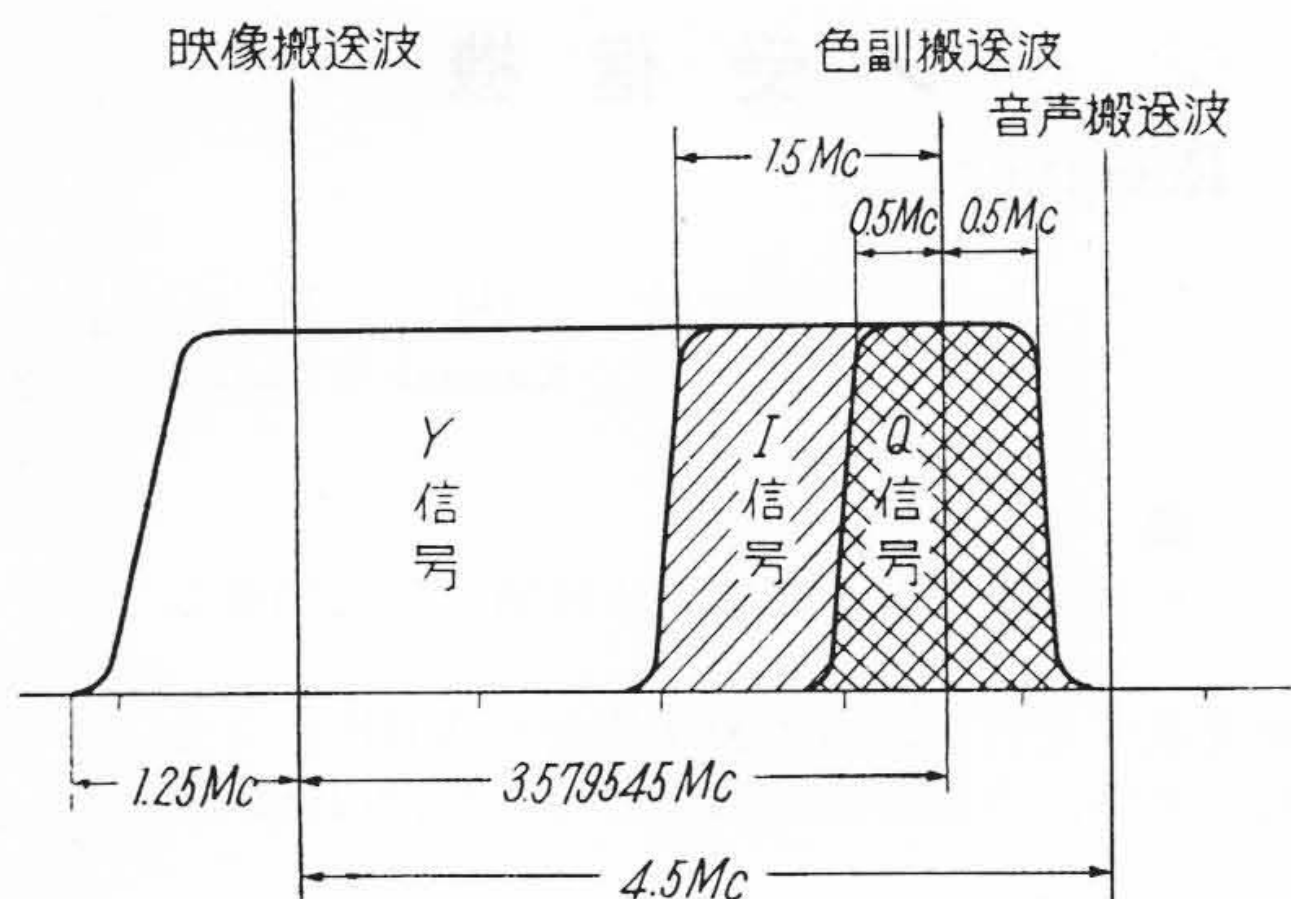
これに先だち、各製造業者は、送像関係器機および受信機の開発研究を開始していたが、日立製作所においても、昨年初めに、NTSC 方式カラーテレビ試験信号発生装置を準備し、カラーテレビジョン受信機の試作研究を行い、昭和 32 年末の NHK 公開実験の際にはこれに協力して試作受信機を使用して三越にて受像公開を行つた。本稿においては、戸塚工場で試作したカラーテレビ受信機 (21 in 三色受像管使用) の概要を記し、あわせて NTSC 方式の概略を述べる。

2. カラーテレビ信号について

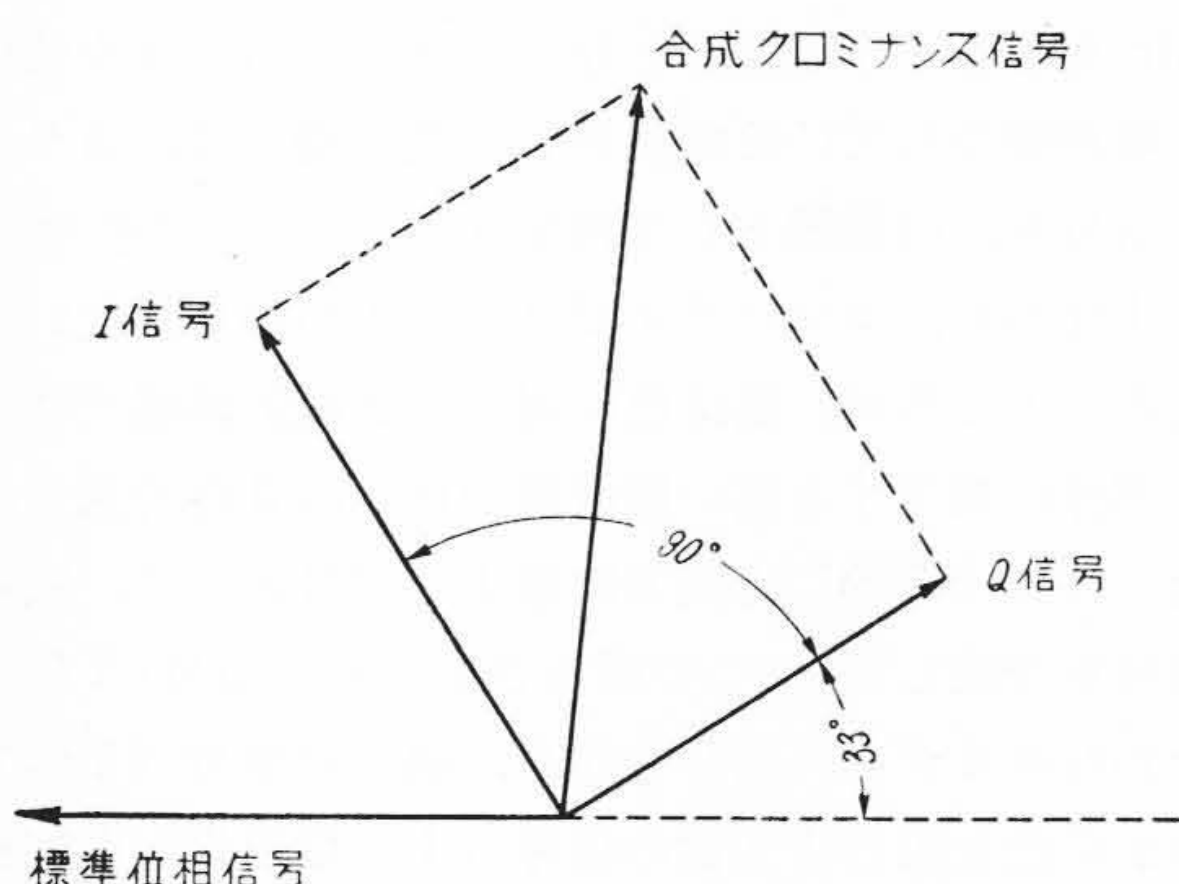
カラーテレビ信号は、色彩像を再生するために必要な諸情報を含んでいなければならぬ。色彩像再生のために用いられる三原色は加色法によるもので、赤・緑・青である。したがってカラーテレビ信号としては、これら 3 個の独立した信号を送つてもよいが、各色を普通に送る

には 1 色で 4 Mc の周波数帯を必要とするので 3 色では 12 Mc を必要とすることとなり、またこの方法を使用すると現在普及している白黒テレビ受信機では、カラーテレビ信号を、白黒像として再生することもできなくなる。すなわち、コンパティビリティ⁽¹⁾が得られないことになる。ところが、眼は色に対して比較的鈍感で画面の細い部分に相当する高い周波数の信号は 3 色で送る必要がないので NTSC 方式では第 1 の信号として、赤緑青 3 信号を合成して、一つの明るさを表わす信号 (Y 信号)、すなわちルミナンス信号を作り、第一の信号 (Y 信号) のほかに色を表わす 2 個の信号 (I, Q 信号) を同様にして作る。しかし明度信号を伝送するだけに 4 Mc を必要とするので、色度信号を普通に送つたのでは白黒テレビと同じ 6 Mc のチャンネルに納めることができないので、NTSC 方式では一つの副搬送波を使用し I, Q の色度信号でこれを変調して送り周波数帯が 6 Mc に納まるようにしている。この被変調波を、クロミナンス信号という。これが第二の信号であり、これには色相と飽和度の 2 個の独立した情報を含んでいる。この副搬送波の周波数は、周波数間挿法⁽²⁾⁻⁽⁴⁾により決定され、NTSC 方式では、3.579545 Mc を使用し、副搬送波の位相と振幅が、それぞれ、色相と飽和度に対応するようになっている。色を表わす 2 個の信号は、I 信号と Q 信号で、人間の目の色に対する特性を考慮して⁽⁵⁾、それぞれ 1.5Mc, 0.5 Mc までの成分を含ませているが、周波数帯をせまくするため I 信号は、上側帯波の一部をけずつている。クロミナンス信号を復調するには、振幅成分のほかに、位相成分をも取り出さねばならないので、標準位相信号として、副搬送波と同じ周波数を 8~13 サイクルだけ水平同期信号の後のバックポーチに乗せてやる。これがバースト信号である。水平同期、垂直同期信号は、本質的には白黒テレビ信号と変らない。これらルミナンス信号、クロミナンス信号、バースト信号、水平、垂直同期信号を混合して、一つのカラーテレビ合成信号が得られるわけである。第 1 図は、合成信号で映像搬送波を振幅

* 日立製作所戸塚工場



第1図 カラーテレビ電波スペクトル分布



第2図 クロミナンス信号の位相関係

変調したときの、スペクトル分布図である。第2図に副搬送波に変調されたクロミナンス信号と、バースト信号の位相関係を示してある。カラーテレビにおける音声信号は、白黒テレビ信号とまったく同じである。

NTSC方式で用いられるルミナンス信号、I信号、Q信号および混合した映像信号は、(1)～(4)式で決められている⁽⁶⁾。

$$E'_Y = 0.30 E'_R + 0.59 E'_G + 0.11 E'_B \quad \dots (1)$$

$$E'_I = 0.60 E'_R - 0.28 E'_G - 0.32 E'_B \quad \dots (2)$$

$$E'_Q = 0.21 E'_R - 0.52 E'_G + 0.31 E'_B \quad \dots (3)$$

$$E'_M = E'_Y + \{E'_Q \sin(\omega t + 33^\circ) + E'_I \cos(\omega t + 33^\circ)\} \quad \dots (4)$$

ここに E'_Y : γ 補正⁽⁷⁾⁽⁸⁾したルミナンス信号

E'_I : γ 補正したI信号

E'_Q : γ 補正したQ信号

E'_M : γ 補正した合成映像信号

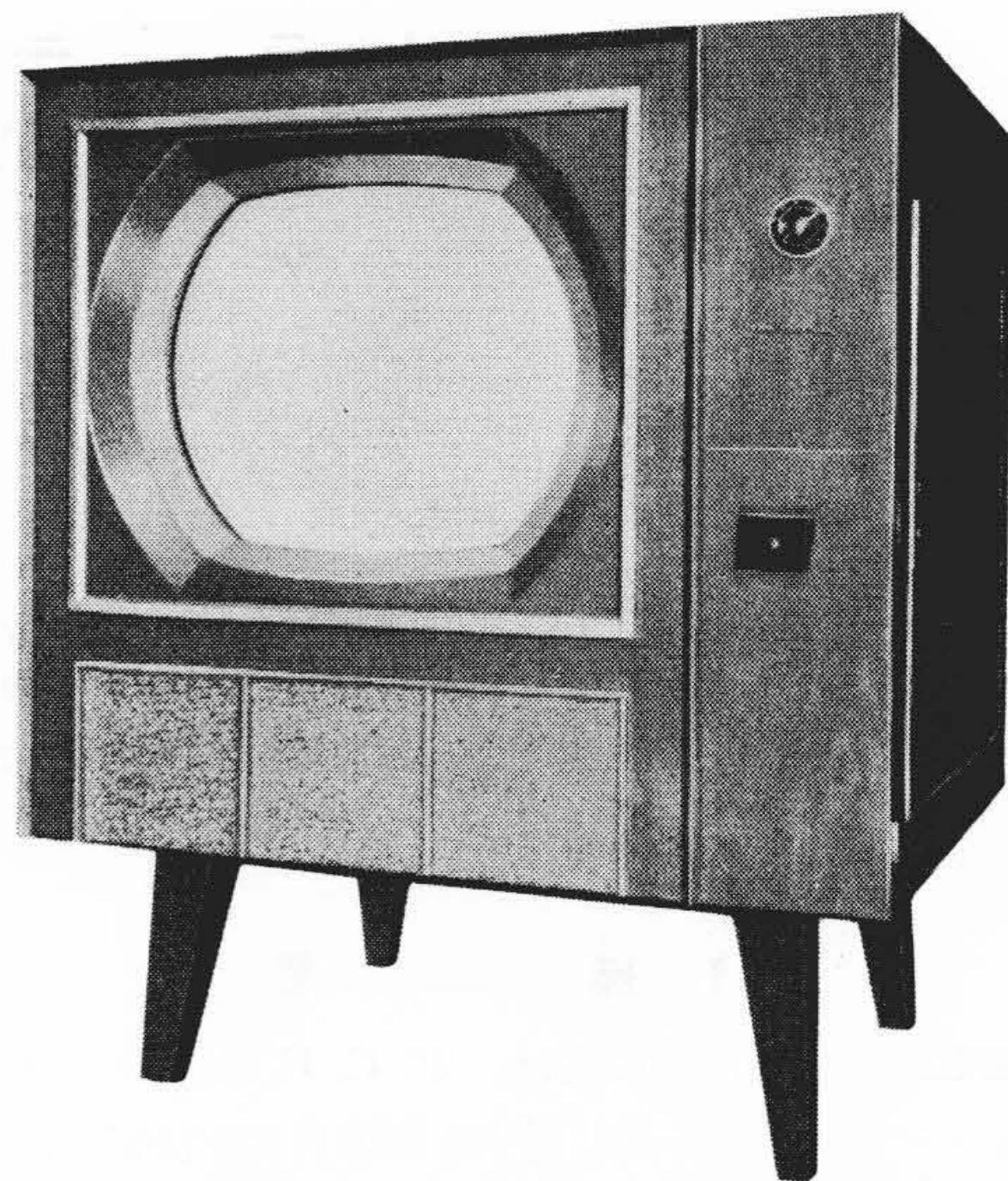
E'_R : γ 補正した赤信号

E'_G : γ 補正した緑信号

E'_B : γ 補正した青信号

3. クロミナンス信号復調方式

カラーテレビ信号のクロミナンス信号復調方式は、受



第3図 試作カラーテレビ受信機

像管の種類により、色々の方式があるが、RCA型三色受像管(シャドウマスクタイプ)を用いた受信機のみについても、広帯域復調方式(IQ方式)、狭帯域方式がある。本試作機で用いたものは広帯域方式である。

4. 試作カラーテレビ受信機

本試作カラーテレビ受信機は、家庭用を目標としたもので、第3図に示すように木製グランド型である。

外形寸法 高さ: 860 mm (キャビネット部のみ)

幅: 963 mm

奥行: 760 mm

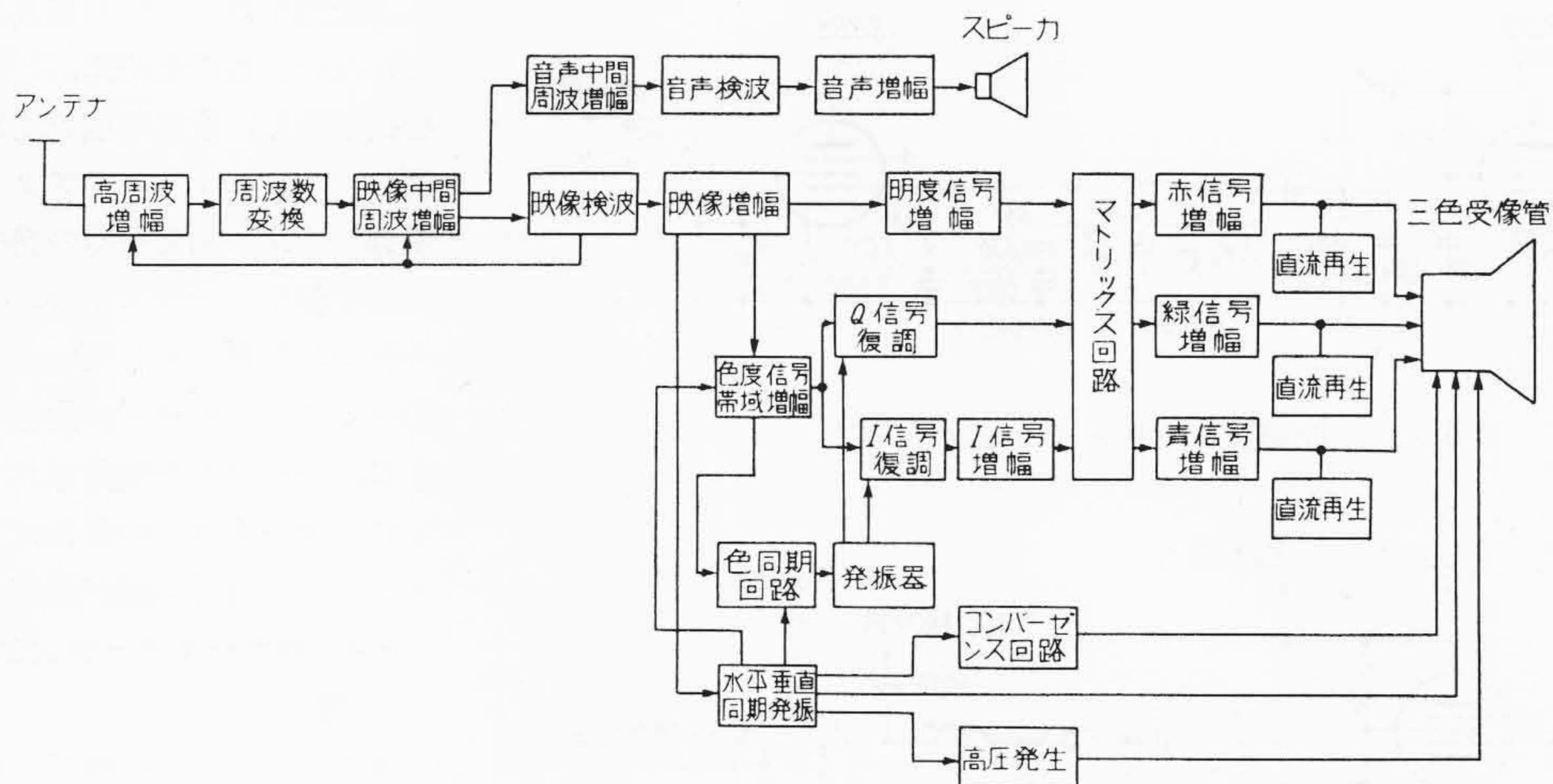
重量: 120 kg

消費電力: 500 VA

なお、第3図でわかるように取りはずし可能な脚が付属している。キャビネットの右側面に接して、シャシーが垂直に取り付けられ、キャビネット右側面は扉で開閉できるようになっており、シャシー裏面の調整保守に便利になっている。また、キャビネット前面は、エスカッション部およびスピーカ部が、一体となつて取りはずし可能になつていて、ブラウン管周辺のマグネットの調整の便をはかつている。チャンネルセレクトつまみは、キャビネット前面右上にある。

前面右側のつまみボックス内には次の調整つまみがある。

色相、コントラスト、色飽和、主バックグランド、緑バックグランド、青バックグランド、赤レベル、緑レベル、青レベル、音量、水平同期、垂直同期、垂直リニアリティ、垂直振幅、の各調整および電源スイッチである。



第4図 カラーテレビ受信機系統図

またシャシー内にある調整箇所は次のものである。

高圧，水平リニアリティ，焦点，水平中心，水平振幅，赤スクリーン，緑スクリーン，青スクリーン，AGC，位相弁別器平衡，I利得，カラーキラー，垂直中心の各調整および，赤，緑，青各垂直および水平コンバーゼンス（位相ならびに振幅）調整である。

三色受像管周辺の調整部分は，赤，緑，青各DCコンバーゼンス調整および，ピュアリティ，ブルーラテラル，マグネティックフィールド等化の各調整である。

本カラーテレビ受信機は，第1～第11チャンネルのVHF帯を受信できるほかに，UHFコンバータを用いれば，UHF帯のテレビジョンも受信できるように設計した。

各部周波数および帯域幅は次のとおりである。

中間周波数

映像：45.75 Mc

音声：41.25 Mc

インターキャリヤ方式

映像増幅帯域幅：4.1 Mc

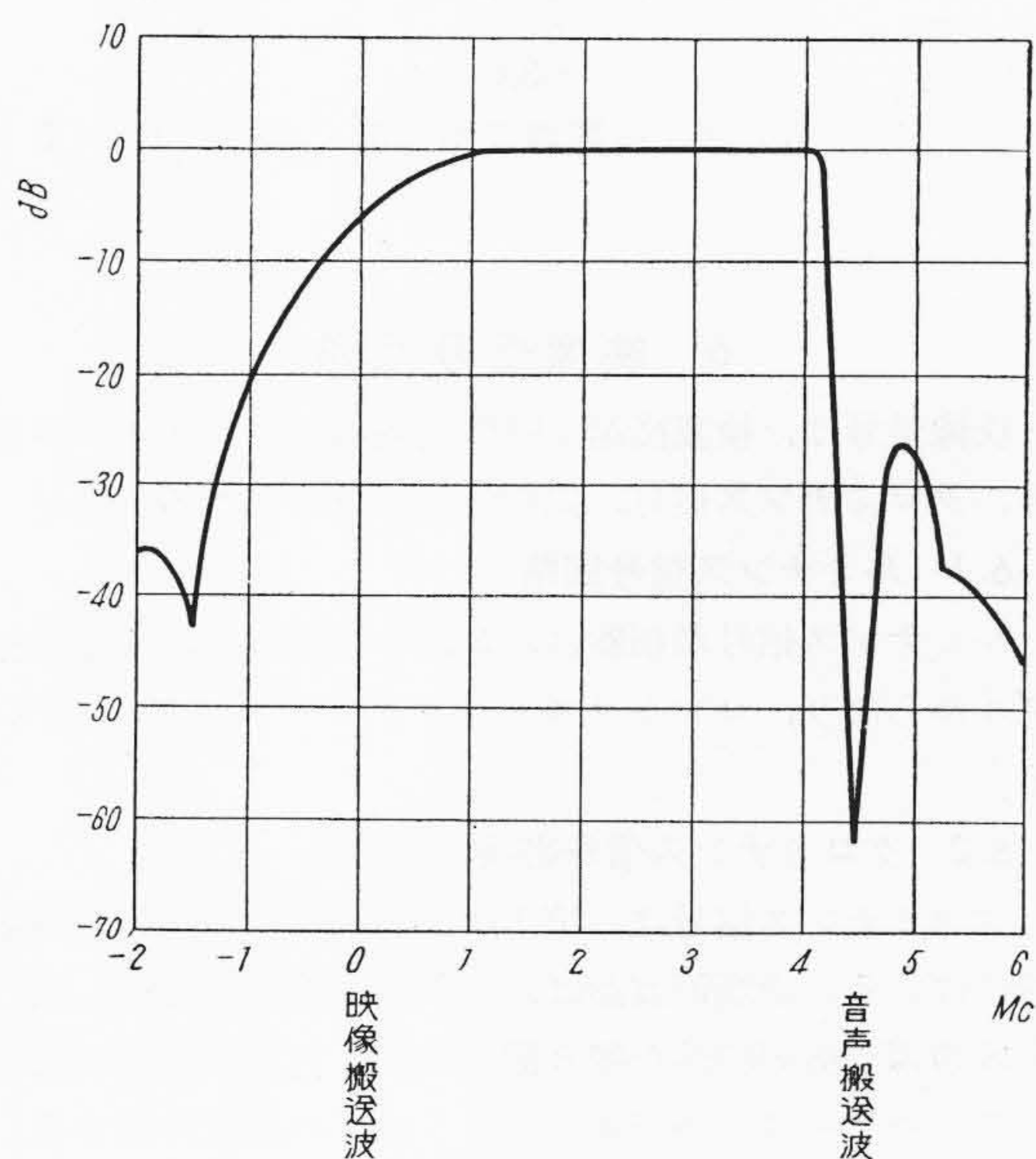
ルミナンス信号帯域幅：3.0 Mc

クロミナンス信号帯域幅：2.0 Mc (2.1～4.1 Mc)

使用真空管は，試作機でもあり複合管を使用する無理をさけ42本であり，ゲルマニウムダイオードは3本である。受像管および一部の真空管を除いて，部品は全部国産である。第4図は試作機の系統図である。

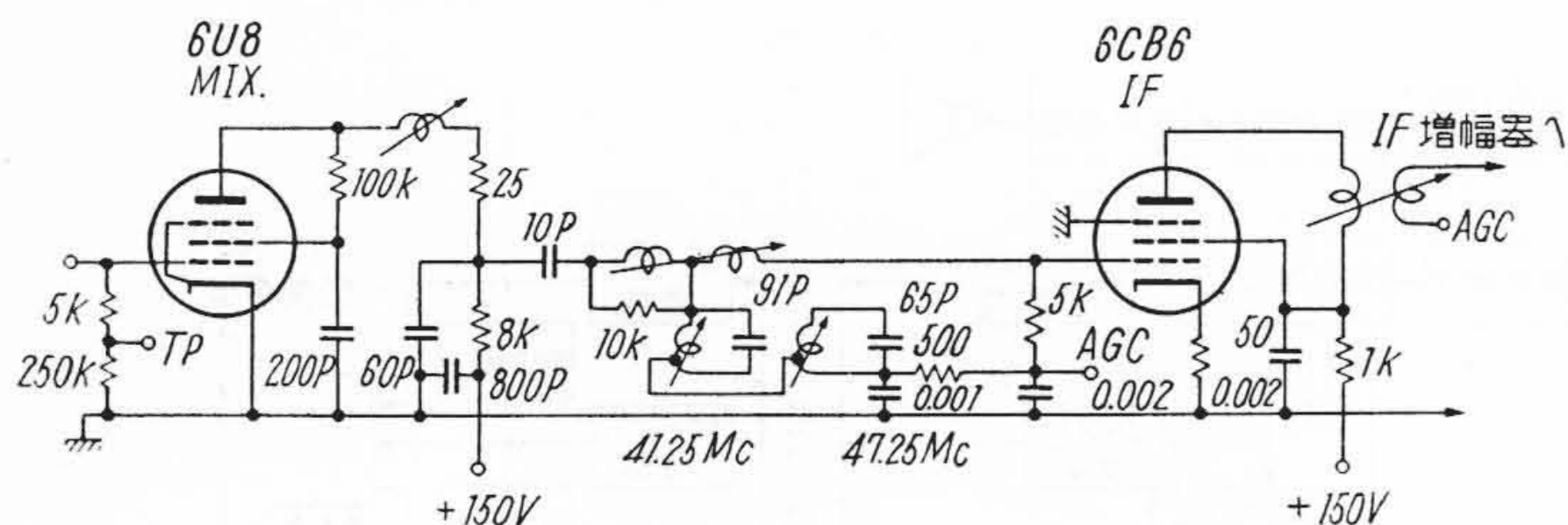
5. 中間周波増幅器

中間周波増幅器は，白黒テレビのものとは若干異なっている。音声搬送波と色副搬送波による，920 kc/sのビートをなくすために，映像検波器入力では，音声搬送波周波数で60 dB以上減衰していることが必要である。

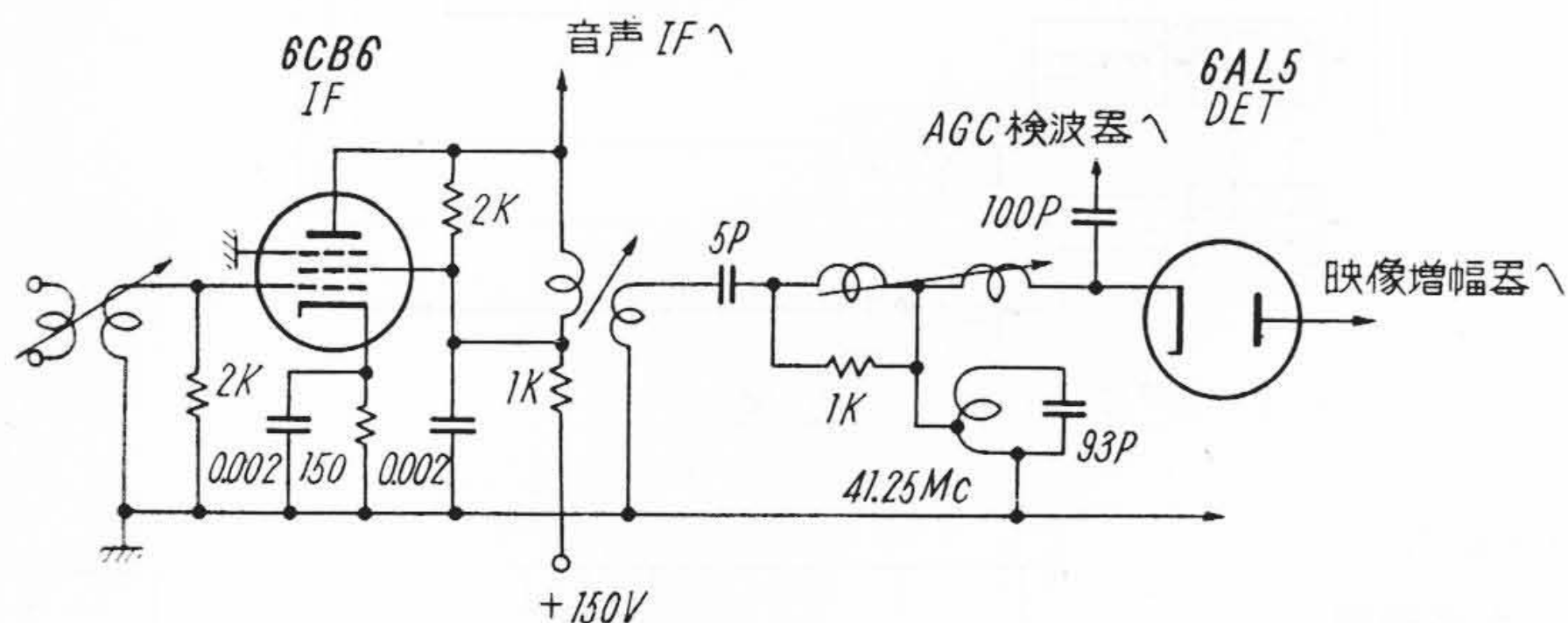


第5図 中間周波増幅器振幅特性

その上，音声搬送波周波数より400 kc/s離れたところまで，映像信号，特にクロミナンス信号成分が存在するので，この付近での減衰は極力少なくしなければならない。第5図は中間周波数増幅器に要求される振幅特性である。このため，第6図および第7図のように，中間周波増幅器入力および出力にバイファイラ-Tトラップ⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾を挿入した。音声中間周波は，後段のバイファイラ-Tトラップのすぐ前から取り出しているため，約30 dBの減衰が与えられている。中間周波増幅器は，6CB6 2段，6AU6 1および6CB6 1段で構成し，前段の6CB6 2段と6AU6 1段で，3段スタガー増幅を行っている。



第6図 中間周波入力部バイファイラ-Tトラップ



第7図 中間周波出力部バイファイラ-Tトラップ

6. 映像信号回路

映像信号は、検波後第1映像増幅器で、ルミナンス信号、クロミナンス信号、同期信号に分けられる。

6.1 ルミナンス信号回路

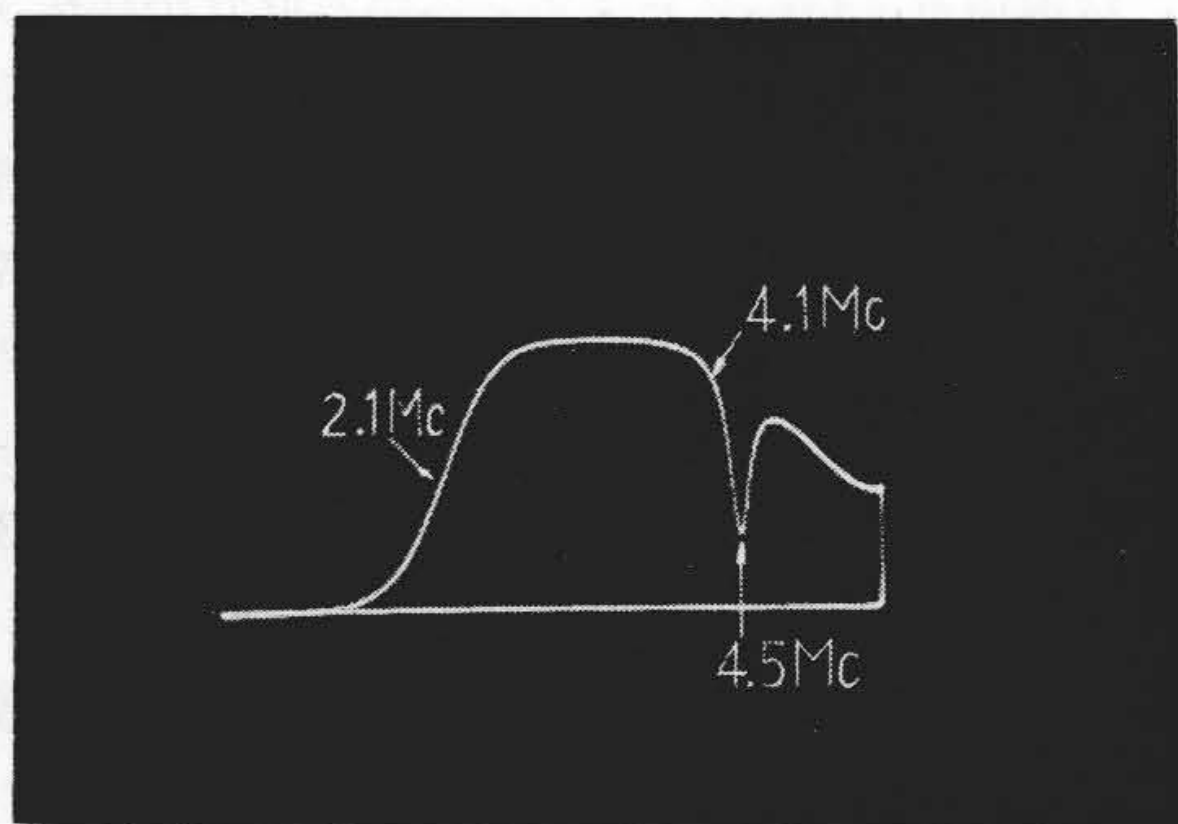
ルミナンス信号増幅器は、2段の増幅器と、遅延ケーブルからなり、コントラストコントロールを含んでいる。

6.2 クロミナンス信号帯域増幅回路

クロミナンス信号は、第1映像増幅器から、帯域増幅器にはいる。帯域濾波器は、定K型濾波器を使用した。帯域増幅器振幅特性を第8図に示す。色飽和調整およびカラーキラーは、後で述べるようにこの段に作用する。

6.3 標準副搬送波回路

クロミナンス信号を復調するためには、色副搬送波と同一周波数で送られてくるバースト信号に、位相同期し



第8図 クロミナンス信号帯域増幅器振幅特性

た連続波を作り、同期復調しなければならない。このために、バースト信号を抜き出し、水晶発振周波数と位相弁別し、これにより、リアクタンス管を制御して、水晶発振器の発振周波数の制御を行う。バーストは、帯域増幅器の出力から取り出しているため、後で述べるカラーキラーが動作しているときに、バーストが受信されても、ただちにカラーキラーの動作は停止し、クロミナンス信号回路が動作する。

6.4 カラーキラーおよび色飽和調整

カラーテレビ受信機で、白黒テレビ信号を受信する際、クロミナンス信号回路が動作していると、雑音が色となって受像管面に現われて、はなはだ見苦しい。これをさけるために、受信信号にカラーバーストがないときには、クロミナンス信号回路の動作を停止さ

せる必要がある。この働きをするのがカラーキラーである。また色飽和調整は、クロミナンス信号回路の利得を調整することにより行う。これらの動作は、カラーキラーの場合には、大きな水平同期パルスで、色飽和調整の場合には、波高値の可変な水平同期パルスで、帯域増幅器の第1グリッドを、パルスクランプすることにより行う。したがって、映像信号期間における、帯域増幅器の利得に関係なく、ブランキング期間では、帯域増幅器の利得は最大に保たれる。

6.5 クロミナンス信号復調器

I信号復調器、Q信号復調器よりなり、水晶発振器から、それぞれの復調位相で、副搬送波が供給される。I信号は、遅延回路および、1.5 Mcの低域濾波器を通る。Q信号は、0.5 Mcの低域濾波器を通る。

6.6 マトリックス回路

ルミナンス信号および、I、Q信号から、赤、緑、青信号を作る回路で、抵抗マトリックス回路を使用した。

(5)～(7)式を満足するマトリックス回路を必要とする。

$$E'_R = E'_Y + 0.96 E'_I + 0.63 E'_Q \quad \dots\dots\dots (5)$$

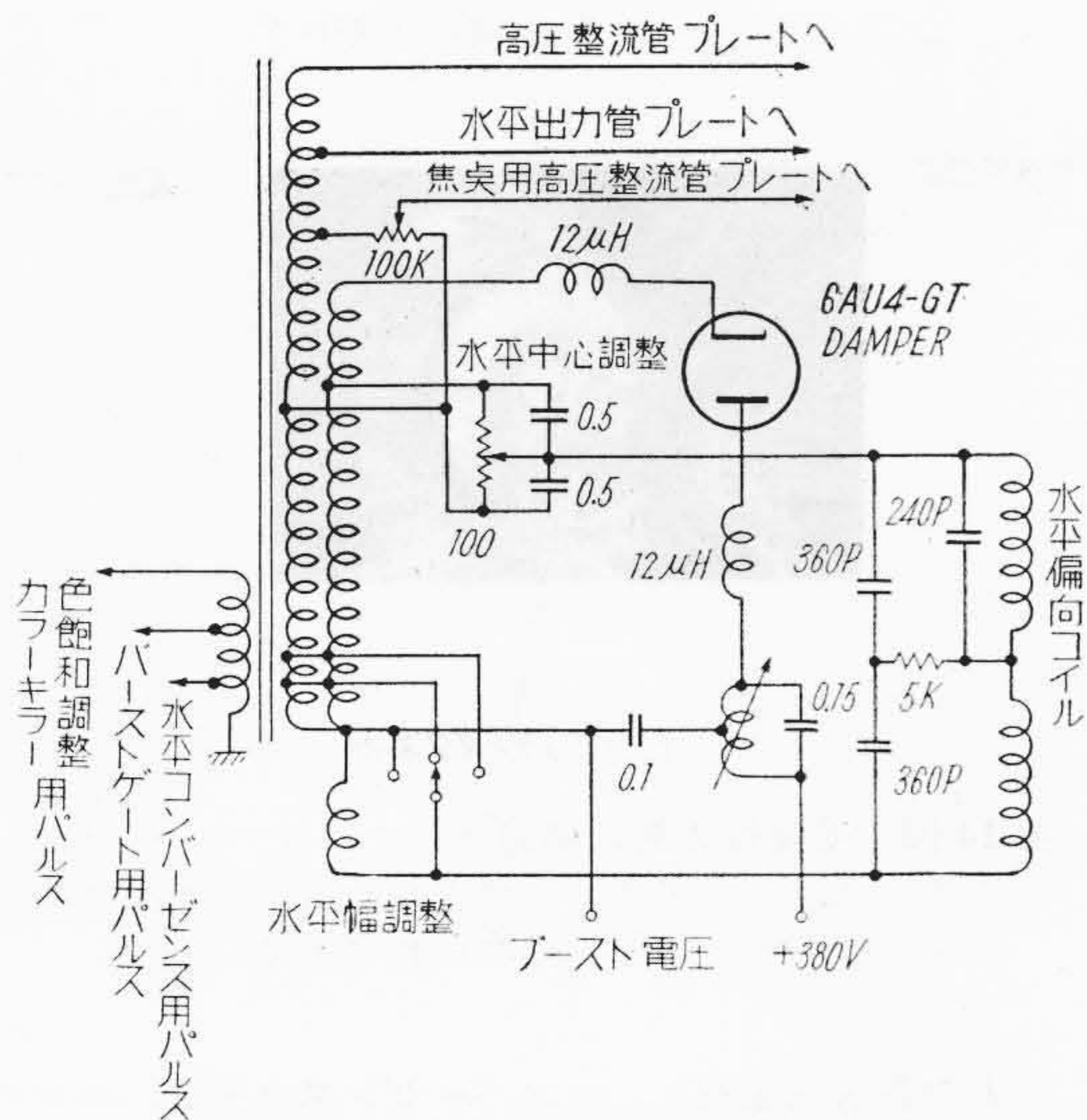
$$E'_G = E'_Y - 0.28 E'_I - 0.64 E'_Q \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$E'_B = E'_Y - 1.11 E'_I + 1.72 E'_Q \quad \dots\dots\dots (7)$$

マトリックス回路の利得は、-24～-25 dBである。

6.7 色信号増幅器

マトリックス回路出力は、約40 dB増幅されて、受像管の3個のグリッドにそれぞれ印加される。



第9図 水平偏向出力回路

7. 偏向および高圧回路

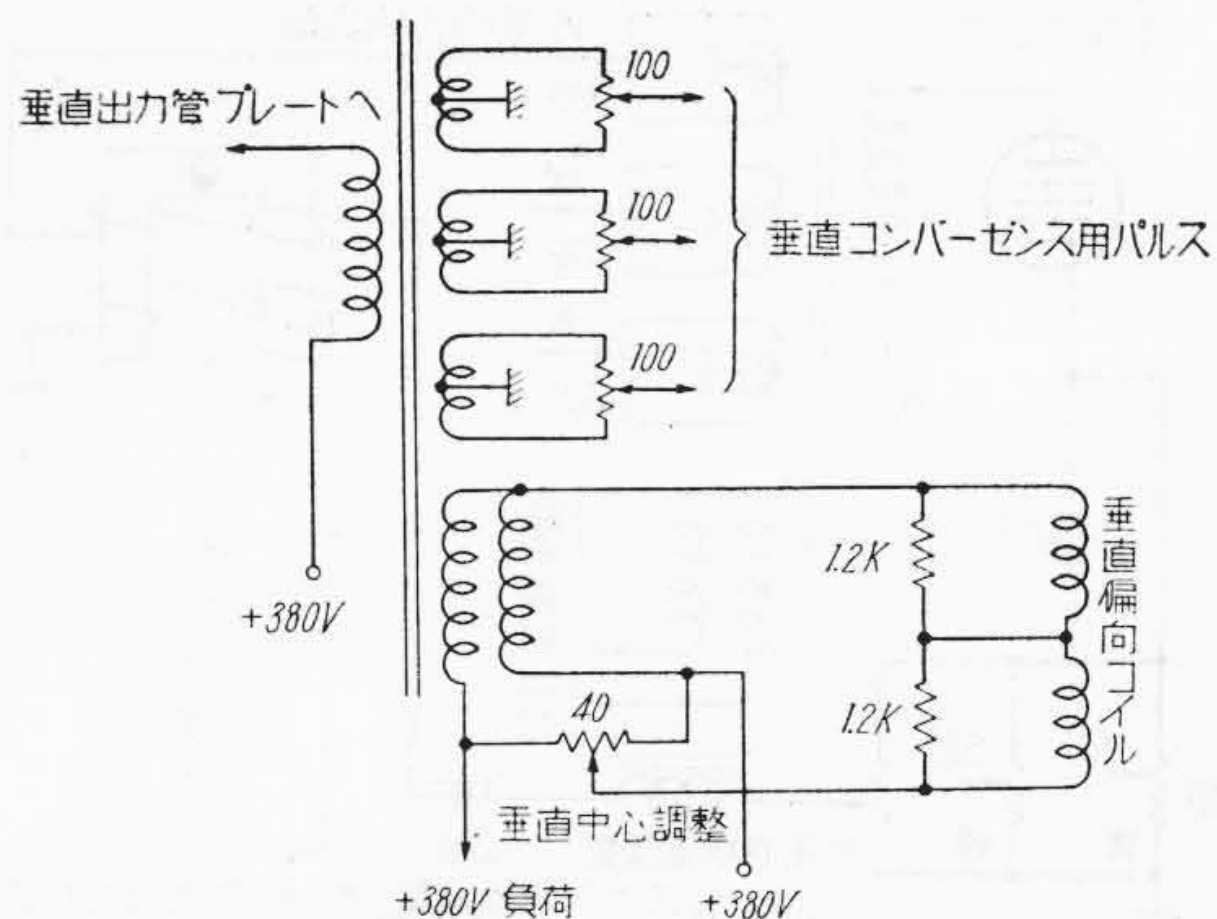
発振および偏向回路は、白黒テレビジョンと本質的に違うところはない。

水平偏向回路からは、受像管陽極用高圧 20~25 kV が取り出されるが、この電流は、受像管の電子銃が3個あるために相当大きくなり、500~900 μ A となる。このため、電圧変動率を小さくするために、シャントレギュレータを備えている。これは三極管で、陽極には受像管高圧を、グリッドにはブースト電圧を分圧したものを、カソードには、受像機高圧をそれぞれかけておく。受像管高圧の負荷電流が大きくなると、ブースト電圧が降下し、シャントレギュレータに流れる高圧電流が減少し、高圧の変動を少なくする。受像管の集束電極電圧は、4 kV 程度を必要とし、水平出力トランスからタップを出して、別に整流して得ている。

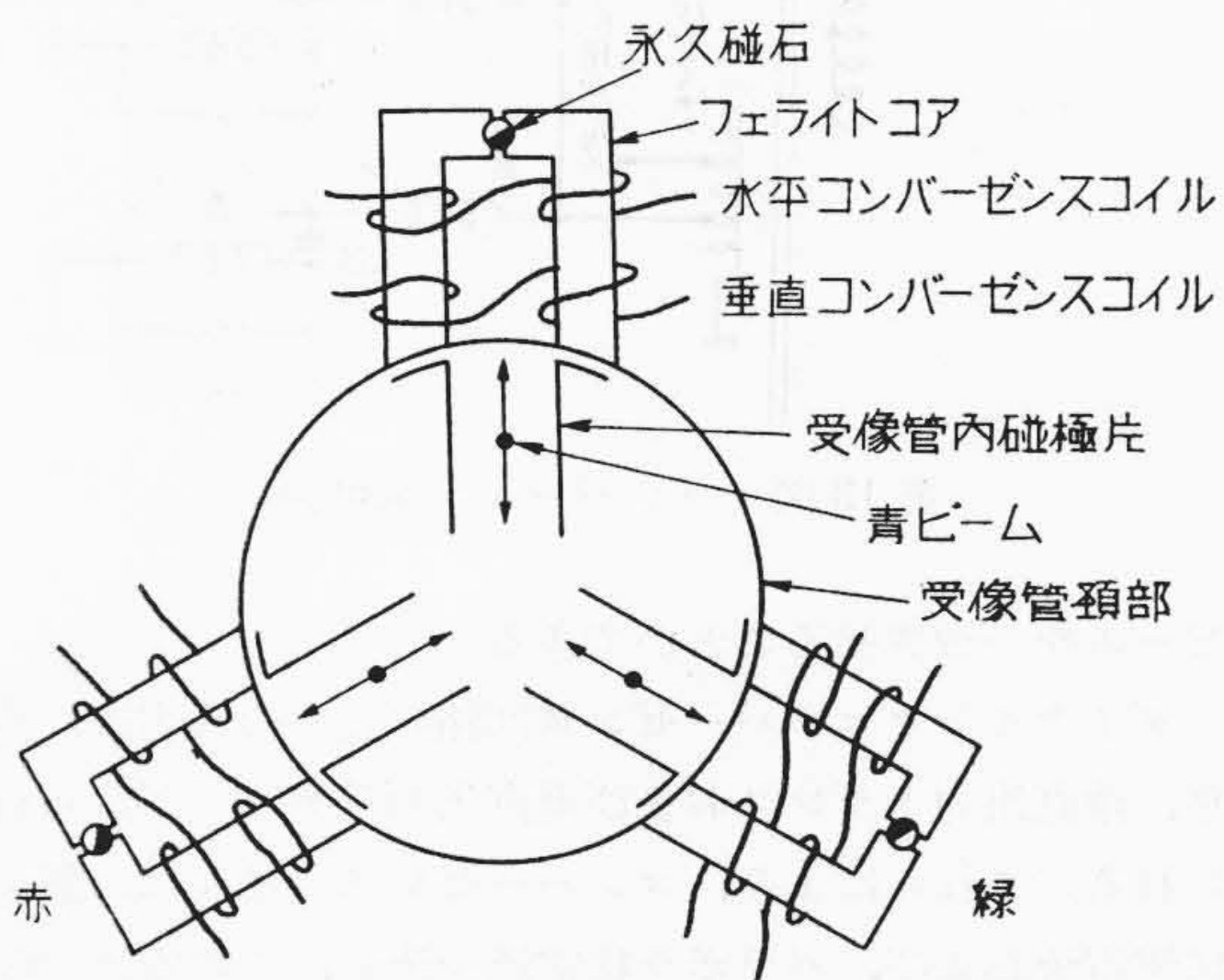
映像の水平、垂直中心調整は、偏向ヨーク巻線に直流電流を流すことにより行う。このため、水平、垂直トランスの偏向出力巻線は、バイファイラ巻きにし、ポテンショメータ式に調整する。また、後述するコンバーゼンス調整のために、水平、垂直出力トランスに、別の巻線を備えている。第9、10図参照。

8. コンバーゼンス回路

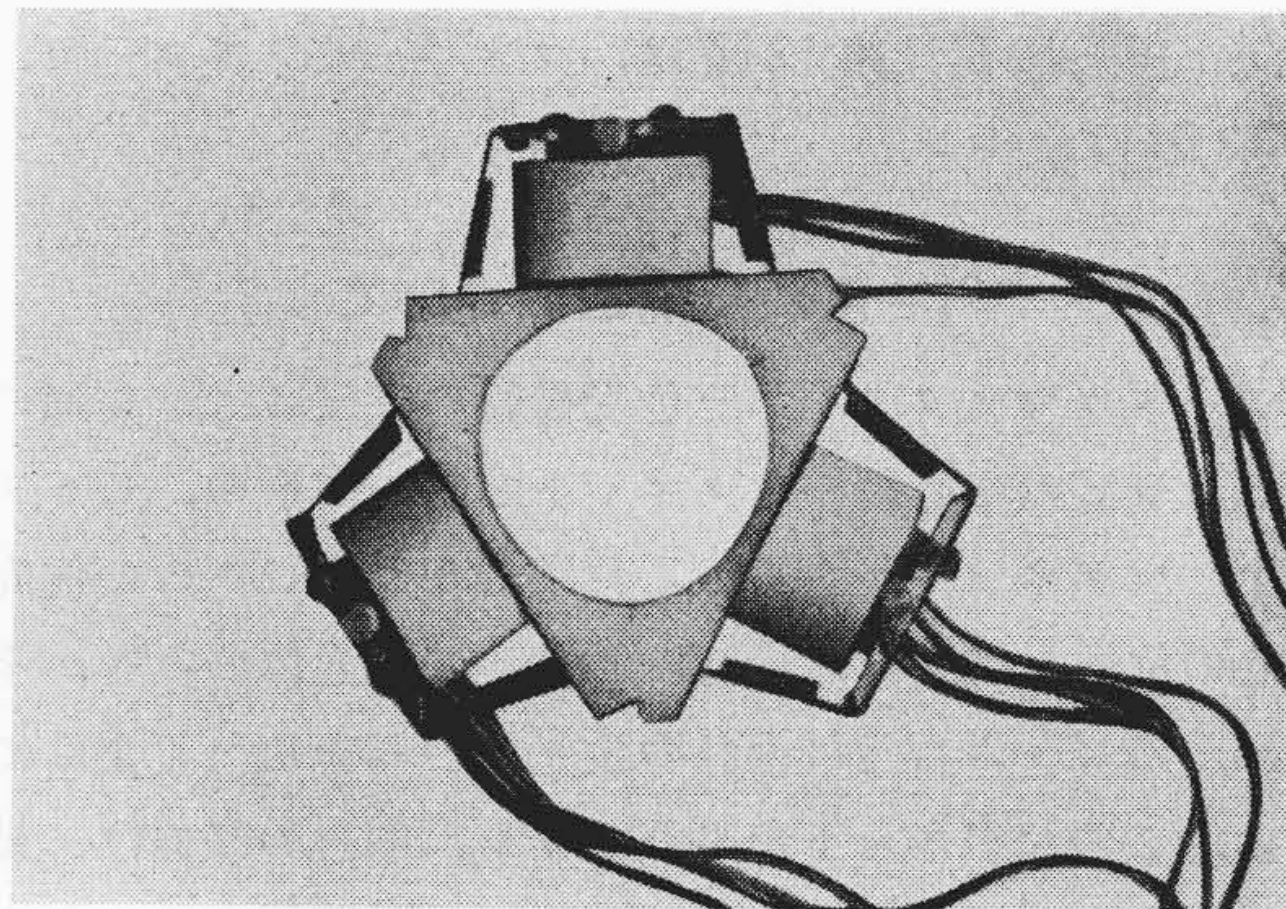
シャドウマスクタイプの三色受像管は、3個の電子銃を使っているので映像スクリーンの全面にわたって、3個のビームが、同一時刻に、同一場所をたたかなければならない。このために、各種永久磁石および、コンバーゼンス回路を備えている。



第10図 垂直偏向出力回路

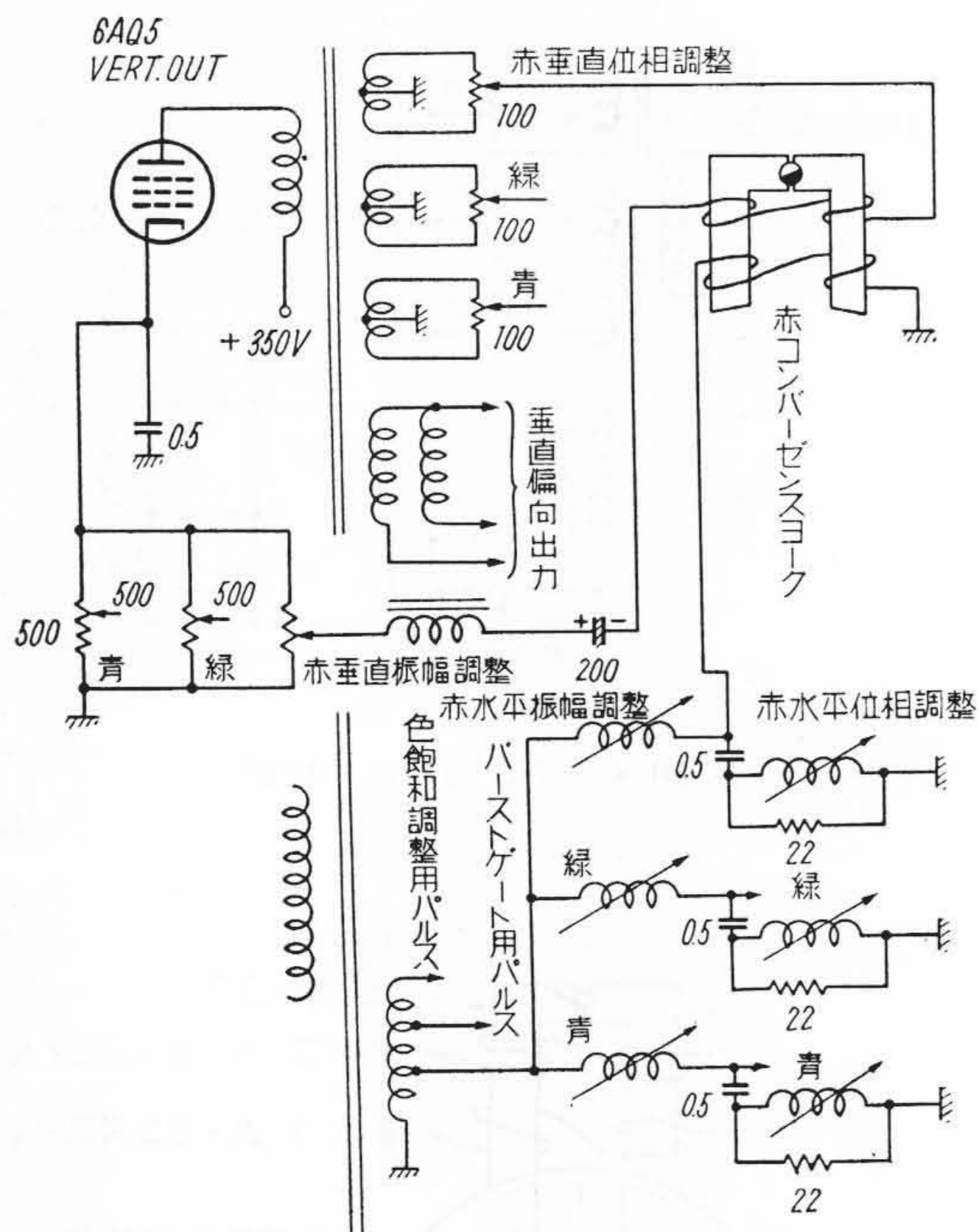


第11図 コンバーゼンスヨーク動作図



第12図 コンバーゼンスヨーク

DC コンバーゼンスは、第11図のように、各電子銃にそれぞれ対応して、受像管頸部に取り付けられたコンバーゼンスコイルのフェライトコアに、永久磁石で直流磁界を作り、この極性および強さを加減することにより、電子ビームを移動させて行う。このほかに、青ビームは、ブルーラテラルマグネットにより水平方向に移動させることができる。これらの永久磁石により、3個の



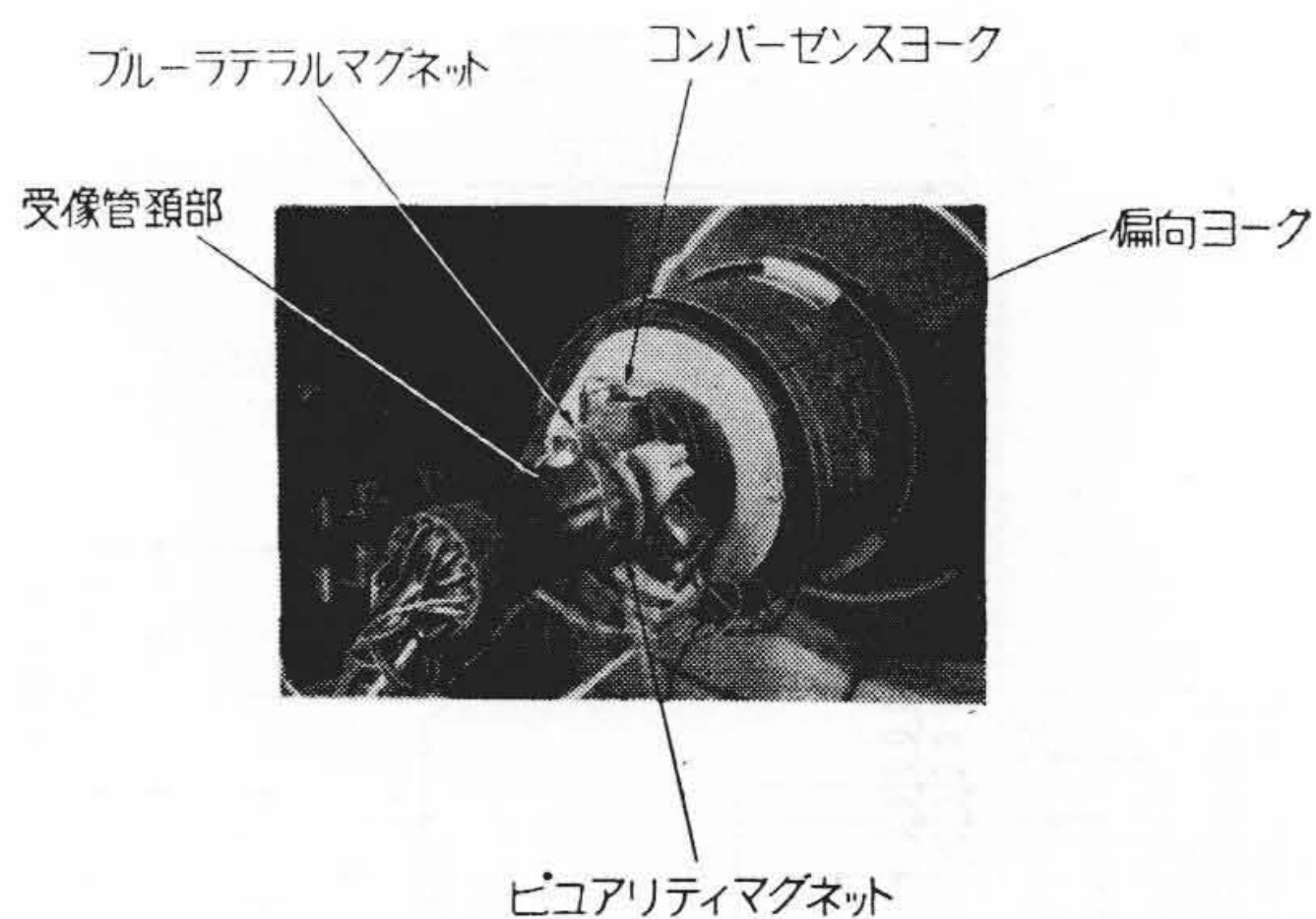
第13図 コンバーゼンス回路

ビームを一致させることができる。

ダイナミックコンバーゼンス回路のための入力、水平、垂直出力トランスおよび垂直出力管カソードから得られる。これらにより、コンバーゼンスコイルに、鋸歯状波電流および、パラボラ状電流を流し、この電流の波形を調整することにより、映像スクリーン全面にわたって、3個の電子銃による映像を一致させ、色ずれのない映像が得られる。第12図は、コンバーゼンスヨーク、第13図は、コンバーゼンス回路を示す。

9. 色純度補正について

シャドウマスクタイプ三色受像管の頸部には、普通の白黒テレビの中心調整マグネットと同一構造の、ピュアリティマグネットがある。これは、3個のビームの偏向中心の位置を調整し、赤ビームは赤の蛍光体のみを、そのほかのビームもそれぞれの蛍光体のみをたたくようにする。このマグネットの調整により、中心の磁界は、最大12ガウスまで変化する。外部磁界の影響によるスクリーン周辺部の色純度の劣化は、シャドウマスクタイプ三色受像管のスクリーン周辺部にある6個のフィールドイコライジングマグネットの調整により補う。この永久磁石は、円板状でその軸と直角方向に分極していて、碗状の高μケース中に納められている。第14図は、受像管頸部に偏向ヨーク、コンバーゼンスヨーク、ピュアリティマグネット、ブルーラテラルマグネットが取り付けられた状態を示す。



第14図 受像管頸部に偏向ヨーク、コンバーゼンスヨーク、ピュアリティマグネット、ブルーラテラルマグネットが取り付けられた状態

以上の各永久磁石と、コンバーゼンスヨーク、コンバーゼンス回路で、良好な色純度と、コンバーゼンスが得られ、すぐれた色彩像を得ている。

10. 結 言

以上、日立製作所戸塚工場において試作した、広帯域色復調方式カラーテレビ受信機の概要について述べたが、本方式の受信機は、NTSC方式カラーテレビ受信機の標準型であり、スタジオにおけるカラーモニタにも使用されるものである。今後さらに研究を行い、試作を重ね、改良を加えていく考えである。

本研究にあたり、種々御指導御鞭撻をいただいた、日本放送協会技術研究所三熊所長、野村部長、石橋副部長、ならびに、受像研究室の諸氏に厚く御礼申し上げる次第である。

参 考 文 献

- (1) NTSC Signal specification: Proc. of the IRE 42, 17 (Jan. 1954)
- (2) D. G. Fink: Color television standards, 103 (1955, Mc Graw Hill Book Co.)
- (3) I. C. Abrahams: Proc. of the IRE 42, 81 (Jan. 1954)
- (4) 特許公告番号 昭30-1461, 周波数間挿式伝送法
- (5) D. G. Fink: Color television standards, 57 (1955, Mc Graw Hill Book Co.)
- (6) D. G. Fink: Color television standards, 177 (1955, Mc Graw Hill Book Co.)
- (7) D. G. Fink: Color television standards, 141 (1955, Mc Graw Hill Book Co.)
- (8) F. J. Bingley: Proc. of the IRE 42, 71 (Jan. 1954)
- (9) New Rejector circuit: Wireless Engineer 33, 71 (Apr. 1956)
- (10) New Rejector circuit: Wireless Engineer 33, 105 (May. 1956)