TB-32 形 3 ビジコン・カラーカメラ装置

Type TB-32 3-Vidicon Color Camera

岡 崎 彰 夫* 小野田
Akio Okazaki Jun One

」、野田 純**
Jun Onoda

福 田 正 明**
Masaaki Fukuda

内 容 梗 概

日立製作所では昭和35年2月、NTSC 方式によるカラーフィルム、カラースライドなどの放送用に使用するTB-32形3ビジコン・カラーカメラ装置を完成し、すでに民放局、その他で現用に供せられている。本文では本カラーカメラ装置の動作原理および性能の詳細について、各ユニットならびに総合機能の上から説明を行った。特にカラー用同期信号発生器はわが国で最初のトランジスタ化を行ったもので、動作の安定、装置の小形化、電源消費の軽減と幾多の特長を有するものである。

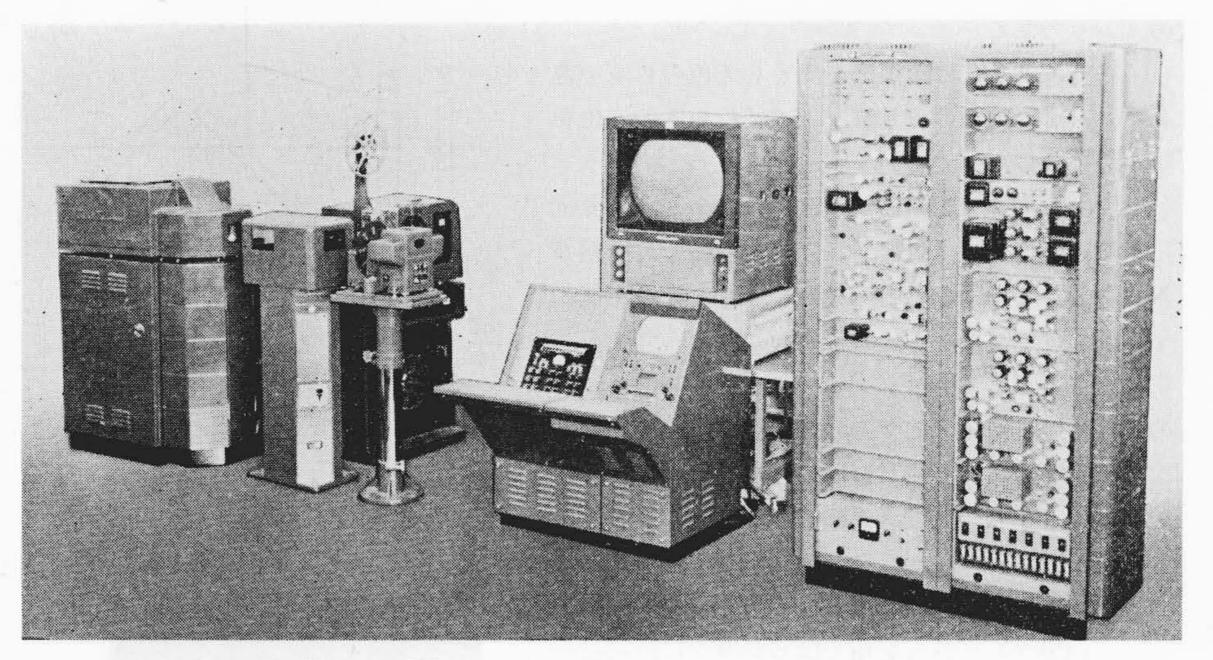
1. 緒 言

最近テレビジョン技術が急速な発展 をとげるとともに、カラーテレビジョ ンも実用の域に達し、わが国において も昭和35年より放送開始されている。 日立製作所においては昭和35年2月に 日本の標準方式すなわち NTSC方式に よるカラーフィルム, カラースライド などの送像用の TB-32 形ビジコンカ ラーカメラ装置を完成した。第1図は 本装置の外観を示すものである。カラ ーフィルムやスライド送像用機器とし てはほかにフライングスポット式のも のもあるが、3ビジコンカメラは取扱 が容易で解像度や信号対雑音比など特 性もすぐれ, 良質の画が得られる点で すぐれている。

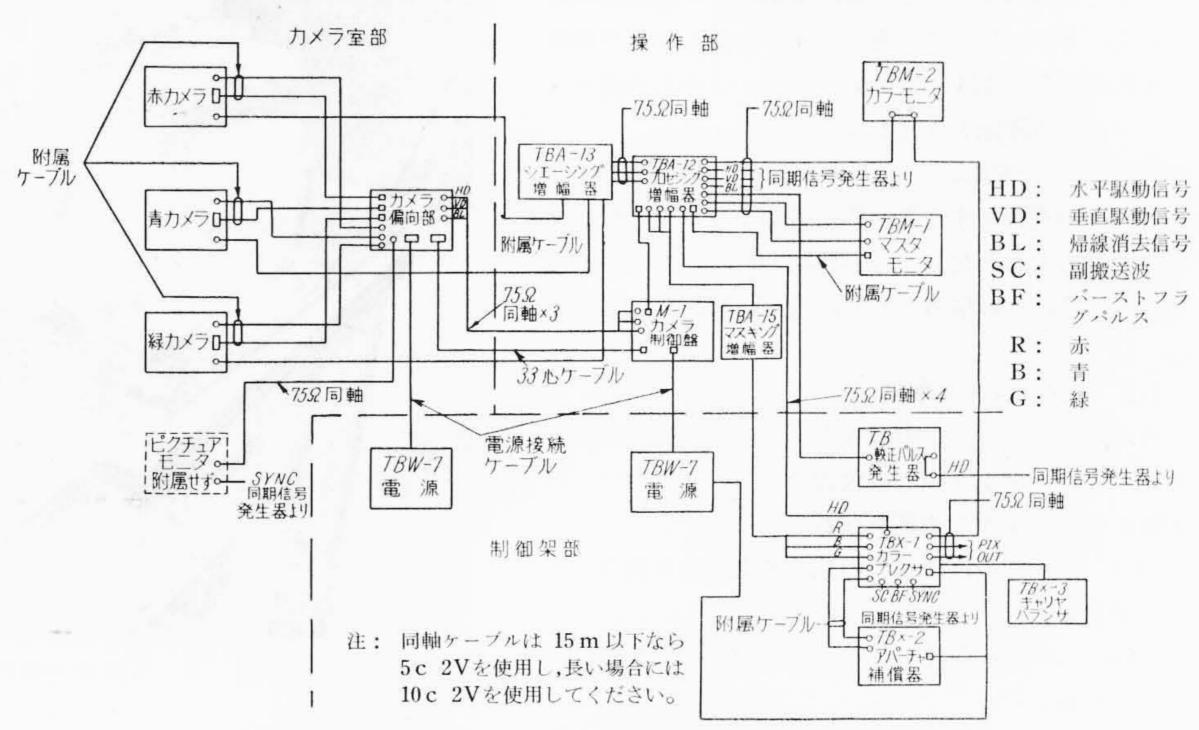
本カメラ装置により作られるNTSC 方式のカラーテレビジョン信号は白黒 テレビ受像機でもそん色なく見られる ような両立性を持っており、白黒テレ ビジョン信号、すなわち輝度信号と、 色相および飽和度を伝送する 3.58 Mc の色副搬送波信号よりなりたってい る。白黒テレビ受像機で白黒の画面と して見るときは色副搬送波信号は目に つきにくい周波数が選ばれており、カ ラー受像機で見るときは色副搬送波信 号で画面に色がつくのである。

本カメラ装置は大別するとカメラ部,操作部,制御部から構成される。 その系統図を第2図に示す。カメラ部ではプロゼクタによって投影された色

彩像を赤青緑の三原色像に光学的に分解し、カメラ偏向部で駆動される3個のビジコンによる赤青緑のカメラにより電気的信号に変換される。この赤青緑の三原色信号は操作部に送られ、シエージング増幅器にて画面のシエージングすなわち陰影を補償し、プロセシング増幅器にてブランキングそう入、ガンマ補償など成形して制御部に送る。必要に応じてマスキング増幅器を使用すれば、フィルムメ



第1図 TB-32形3ビジョンカラーカメラ装置外観



第2図 TB-32形3ビジョンカラーカメラ装置全系統図

ーカーの差による色の相違を合わせ、現像定着の過程による変化の補正や色のあせたフィルムの色を正常にもどしたり、またマスキングすなわち色を任意に変えて全然異なった感じの画に変装することができる。操作部にはカメラ制御盤があり、これによって別室に置いてあるカメラを遠隔操作するとともに、マスタモニタやカラーモニタにて信号を監視しながら最良の画が出るように調整することができる。操作部で完成した赤青緑の三原色信号は制御部カラープレクサで NTSC 方式のカラーテレビジョン信号に変換される。その

^{*} 日立製作所戸塚工場

^{**} 昭和電子株式会社

Ħ

他,制御部には各機器の電源や,電気的に色の縦じまを出して機器の調整に使用するカラーバー発生器,信号の振幅を較正するための正確なパルスを発生する較正パルス発生器,各機器を駆動する同期信号発生器がある。次に各部をさらに詳細に説明しよう。

2. カ メ ラ 部

カメラ部は本装置の心臓部であり、プロゼクタおよびカメラの二つから成るが、カメラはさらに細分すれば分光光学系とカメラユニット部およびカメラ偏向部に分かれる。

2.1 プロゼクタ

プロゼクタとしては 16 mm フィルムプロゼクタ, 35 mm フィルムプロゼクタあるいは 35 mm スライド プロゼクタなどが使用される。白黒テレビジョン用のプロゼクタと基本的には同じ動作をするが、相違点は次のとおりである。

- (1) 光源としては色温度を高くして色の再現を容易にし、また電源の安定度を上げて色温度の変化を 防がねばならない。
- (2) プロゼクタ光量制御には従来のように電源電 圧を変える方式では色温度が変化するので、円盤の NDフィルタを回転しその濃度を変えて光量を制御 する。
- (3) フィルムプロゼクタの一こま映写時フィルムの焼けるのを防止するための光量調整も以上の理由から特殊な方式を採用しなければならない。
- (4) カメラの分光光学系にて三色に分解されるために一つのビジョンあたりの光量が減少するので、 白黒テレビジョン用の3~10倍の光量が必要である。
- (5) 白黒テレビジョン用ではビジコンに直接投射するために結像寸法が 12.7×9.5 mm であるのに比して、カラー用では分光光学系があるためその結像寸法は大きく114×85 mm である。このため投射レンズの焦点距離を変えねばならない。

特に(5)の理由により光束が広がっているためプロゼクタの選択をする光学的切替器やマルチプレクサの反射鏡も大形となり、 切替時間の短縮や過度振動をおさえるために構造も複雑になるのはやむを得ない。

2.2 カメラ分光光学系

カラーテレビジョンの根本となる色の再生原理はヤング, ヘルムホルツの三原色説であり, グラスマンは 実験から次のような法則をうち立てた。

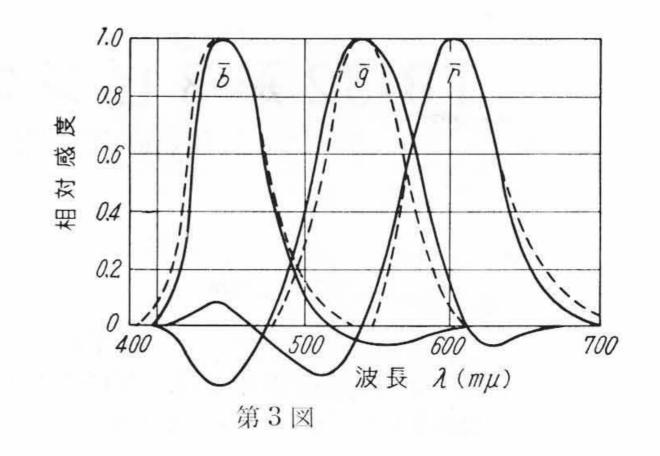
- (1) すべての色は三つの互に独立な色を混合すればできる。
- (2) 三色の混合比が等しければ色相と飽和度は同一である。
- (3) 二つの色を混ぜてできる色は、その各々を組成している三原色をそれぞれ混ぜたものを混ぜてできるものと同じである。
- (4) 混合色の明度はもとの色の明度の和である。

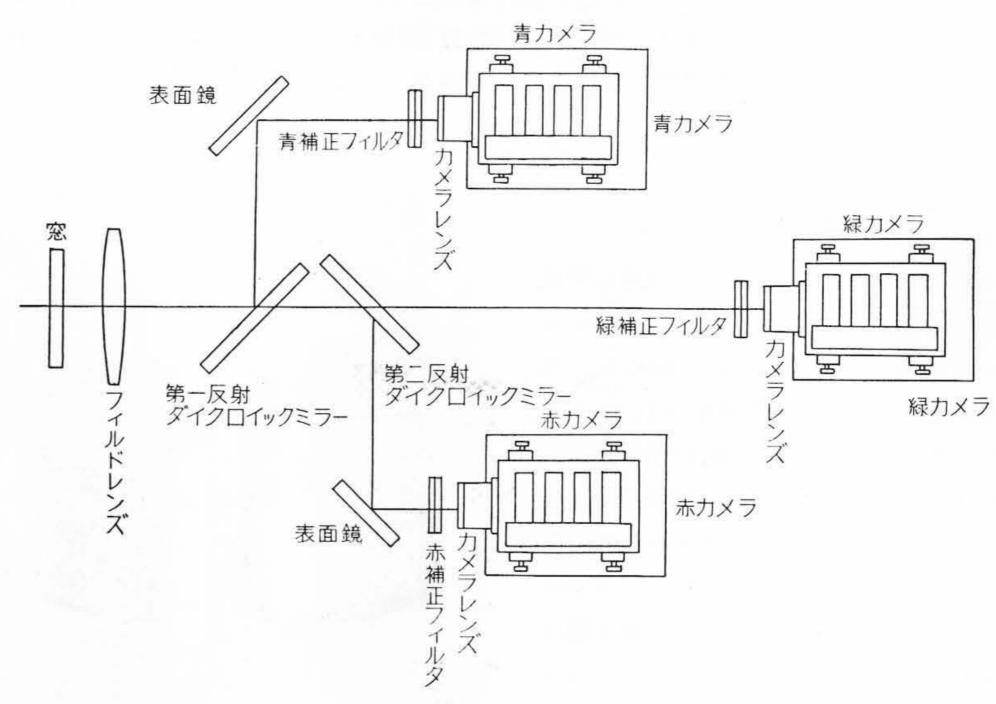
すなわち眼は任意の色を三原色の混合で同じ色と感じるので、その三原色で色を規定することができる。NTSC方式では三原色としては次のものを選定している。

赤 700 mμ

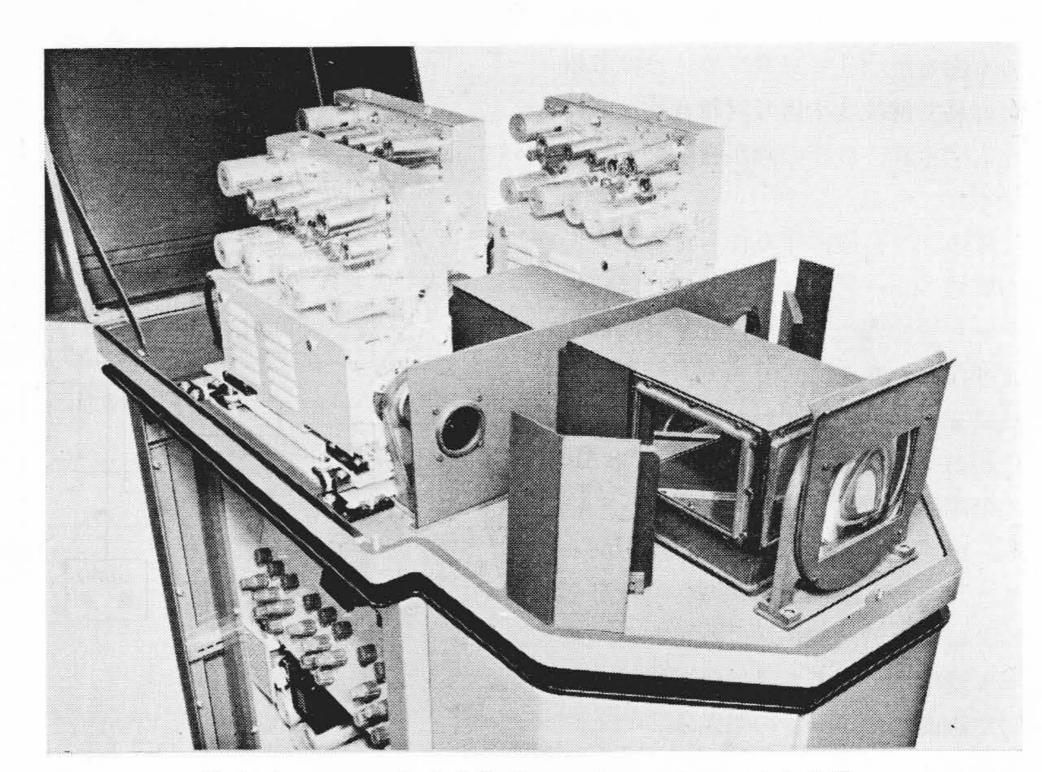
緑 546.1 m μ 青 435.8 m μ

各波長の色を表わすのに必要な三原色のスペクトルの強さは第3



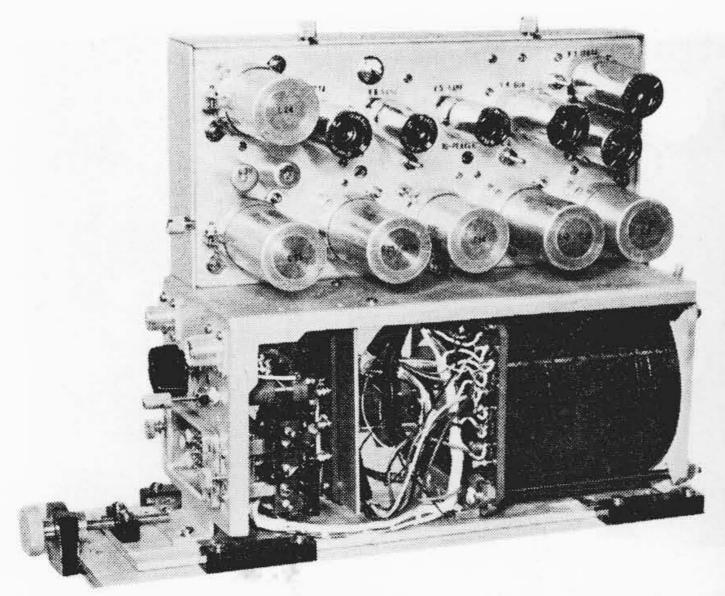


第4図 分光光学系部品配置図



第5図 カメラ分光光学系およびカメラユニット外観

図のとおりである。ある色を三原色を使用して再現するには、この図に示す振幅比に従って分解し、その強さに応ずる三原色の色を発色すればもとの色が再現できることになる。このような分光特性を有する光学的フィルタが分光光学系である。ただし図の負の部分は実現不可能であるので正の部分に合った特性にしている。第4図に光学系の部品の配置を示した。まずプロゼクタからの光学像はフィールドレンズに結像され、フィールドレンズにより集束されながら光束は第一反射ダイクロイックミラーにはいる。ダイクロイックミラーはガラス表面にうすく金属の膜を蒸着し、その多層膜の厚さによって光の干渉を起させるもので、青の成分を反射し、ほかの色は



第6図 カメラユニット外観

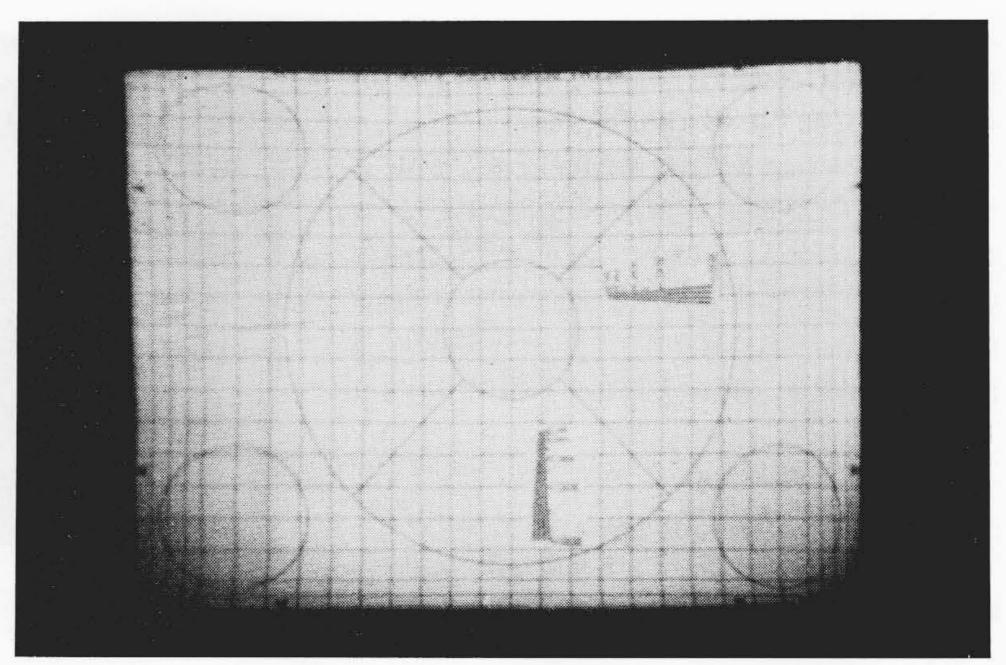
透過する。RCAのカメラでは第一反射は一様反射であり、結果的に赤青緑の光量の差が大きく青の光量が特に不足気味であるので、本装置ではこの点を次のように改良した。すなわち反射した青の成分の像は表面鏡で向きを変え、さらに青補正フィルタを通して理論値どおりの青の通過特性にし、結像レンズにて青カメラビジコン面上に結像させる。第一反射ダイクロイックミラーを通過した赤と緑の成分は第二反射ダイクロイックミラーによって緑が通過、赤が反射し、それぞれの補正フィルタにて通過特性を補正し、結像レンズでそれぞれのカメラのビジコン面上に結像させる。なおダイクロイックミラーの金属蒸着面は湿気により劣化しやすいので、これをケースに納め、シリカゲルにより湿気を除き長期間色特性に変化を起さぬようにした。第5図に分光光学系の外観を示す。

2.3 カメラユニット

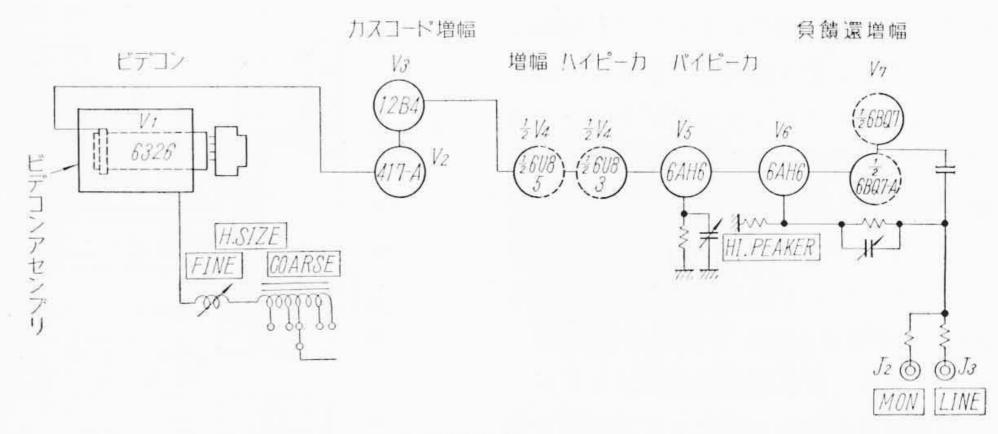
本ユニット中一番重要なものはビジコンのビームを 集束偏向させるビジコンアセンブリであり、ビジコン には感度,解像度,均一性の特にすぐれた日立ビジコン 6326を使用している(第6図)。

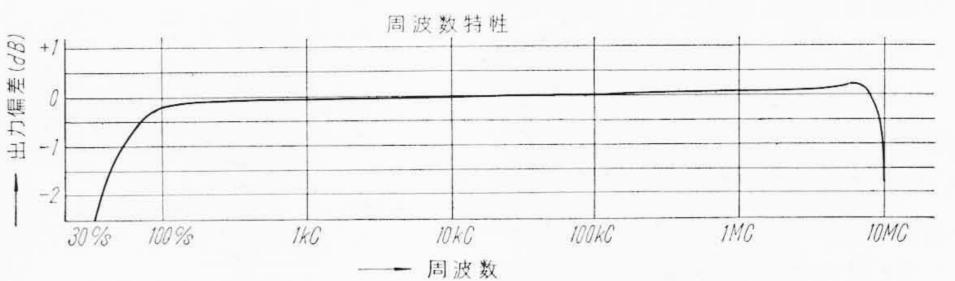
赤、青、緑各カメラユニットとも偏向 が完全に一致しておらず、ひずみがある と三色の重ね合せがずれてちょうど印刷 ずれが出たような画になってしまう。こ のためアセンブリは白黒カメラ用より大 形に作られ、偏向ひずみも少なくしてい る。この重ね合せはレジストレーション チャートを撮影して試験する。第7図に 三色重ね合せたときの像を示してある。 これによれば中心部はもちろん周辺部も ほとんど合っており、最悪の部分でも走 査線2本分以内に十分はいっている。

カメラユニットの系統図および特性を 第8図に示す。ビジコンの信号電極から 得られた映像信号は前置増幅器で増幅されて送り出されるが、ビジコンの信号対 雑音比は非常によく、カメラとしての信 号対雑音比はほとんど初段の映像増幅管で決ってしまう。本カメラ初段にはそのため417Aと12B4より成るカスコード 回路を使用し、高gmの三極管としての

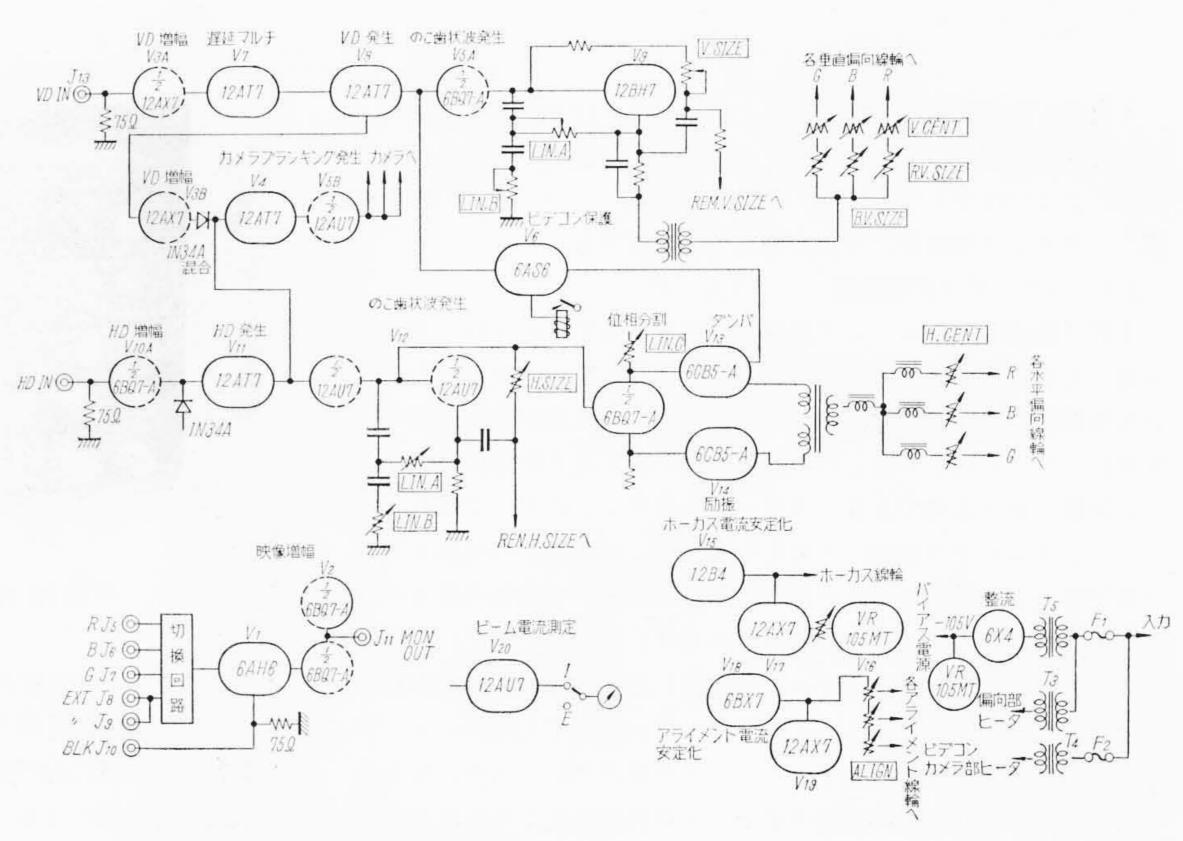


第7図 レジストレーションチャートによる三色重ね合せ試験





第8図 カメラユニット系統図および特性



第9図 カメラ偏向部系統図

Ħ

低雑音特性と五極管としての高入力インピーダンスを 持たせている。このため信号対雑音比は信号 0.2 μA (p-p)に対し 42~48 dB (RMS) が得られている。

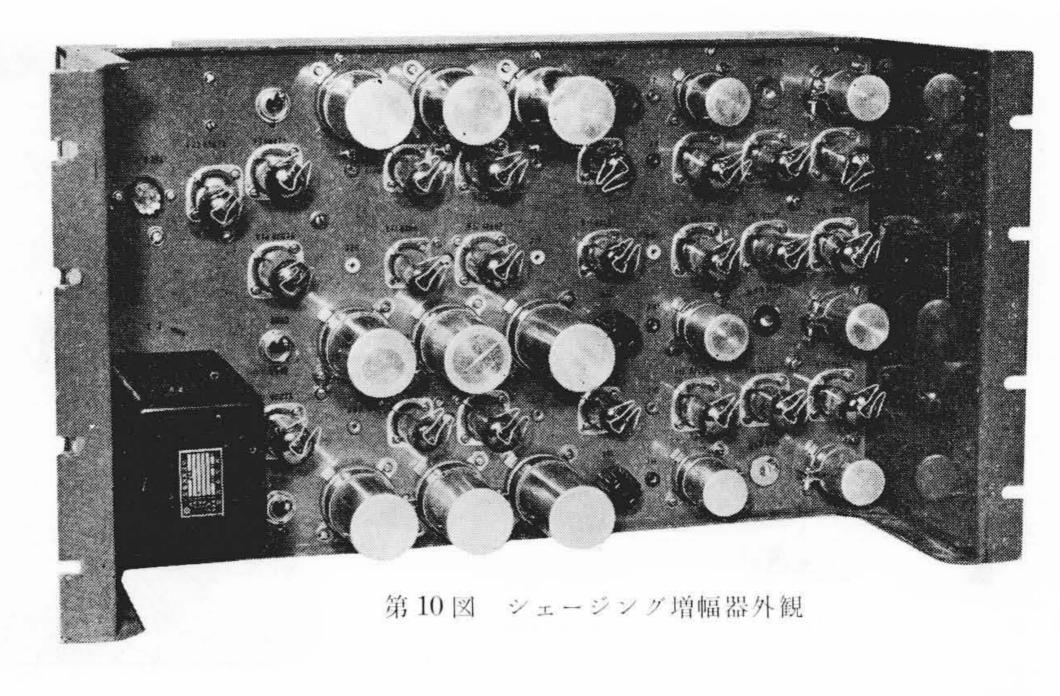
映像増幅器の周波数特性は第8図のように 8 Mc ま で平坦にのびているので、解像度の劣化は主としてビ ジョンの電子ビームの有限なひろがりのためにおきて いる。このままでも水平500本,垂直350本以上は解 像しているが, さらに制御部のアパーチャ補償器で補 償することにより、非常に解像度のすぐれたすっきり した画が得られる。

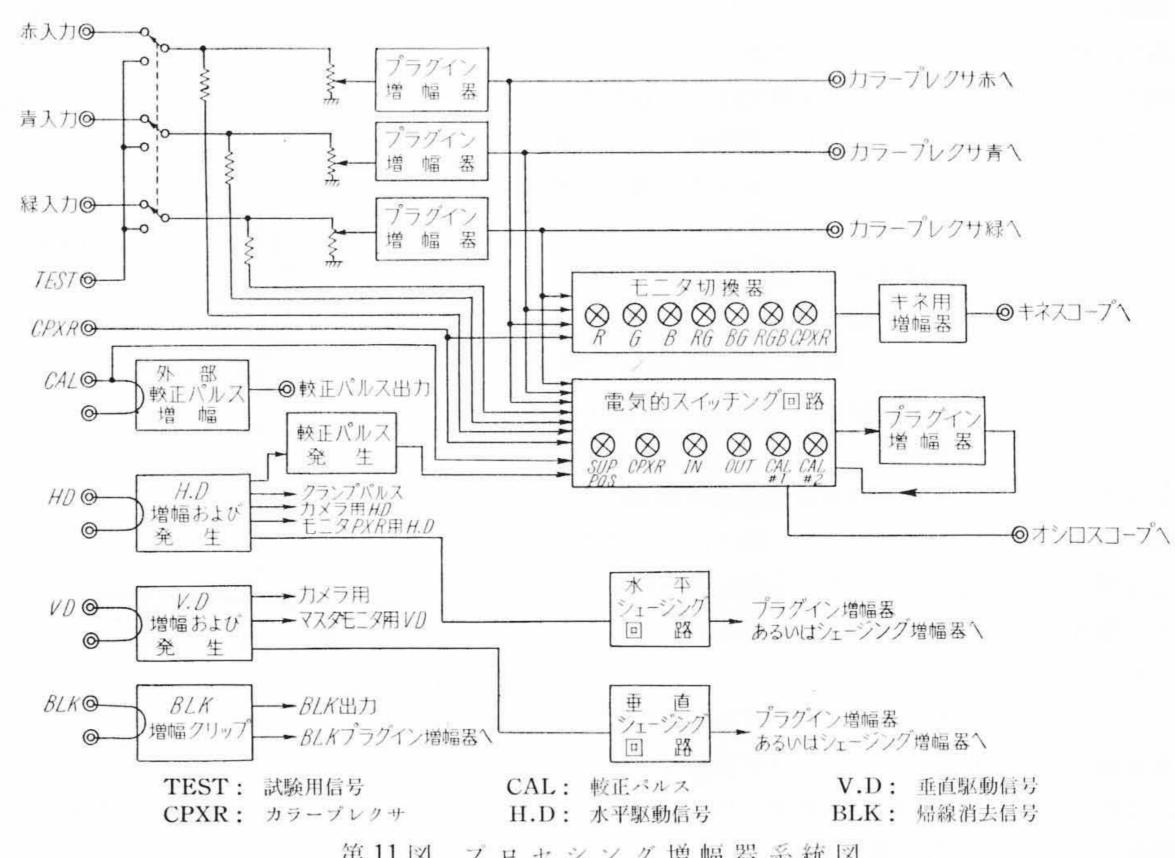
2.4 カメラ偏向部

これはカメラの下部に納められており, カメラユニ ットを駆動する偏向回路および各映像信号を監視する 映像増幅器が主体をなしている。その系統図を第9図 に示す。

水平垂直偏向とも外部よりの駆動信号 から内部で新たに駆動信号を作り直し, 外部からの駆動信号が変化しても振幅は 変化せずに安定な偏向ができるようにし ている。カメラユニットのビジコンアセ ンブリは並列に接続され、緑を基準に振 幅と直線性を合わせられるようになって いる。なおビジョンの偏向が停止したと きは、ビジョンを焼損するおそれがある ので,水平垂直偏向からパルスを検出し, 一方でもなくなれば継電器によりビジュ ンの加速電極電圧を落してビジョンを保 護している。

モニタ増幅器はカメラのそばで映像を 監視しながら調整ができるように,赤, 青,緑の単独あるいは二つの混合,三つ の混合のときに赤, 青, 緑の各出力レベ ルが等しくなるように増幅し外部に出し ているものである。このためカメラユニ ットの調整あるいは重ね合せの調整など が可能である。





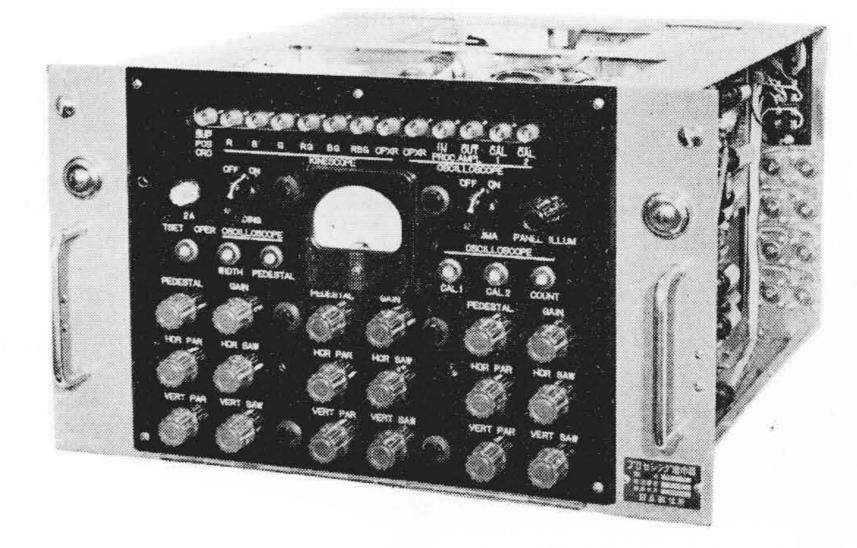
第11図 プロセシング増幅器系統図

3. 操 部 作

本装置を運転するときは、すべて操作部より行うようになってい る。操作部にはカメラやプロゼクタの遠隔操作盤なども収容してい るが,ここでは主としてシエージング増幅器,プロセシング増幅 器,マスキング増幅器,モニタ類について述べる。

3.1 シエージング増幅器

本器は後述のプロセシング増幅器と組合わせてシエージング信号 を得るもので、カメラの出力映像信号のシエージングひずみ、すな わち撮像管の撮像面の感度の不均一性や, カメラ光学系の周辺の照 度変化とかプロゼクタなどの照度の不均一性による映像信号のひず みの補償を行うものである。カラーテレビジョンにおいてはシエー ジングひずみにより画面に色変化をきたし, 色彩再生の品位を著し く低下させる。従来の単なるのこぎり波やパラボラ波形の混合のみ により補償する方式では、あるレベルだけしか補償できない欠点が ある。たとえば明るい画面で一様に補償したとしても、画面が暗く なると色むらが出てしまうことになる。これを防ぐためにシェージ ング信号で映像信号を変調することにより明るさによる色むらを防 ぐことができる。変調回路はダイオードの内部抵抗がそれにかかる 電圧により変化することを利用したもので,赤、青、緑各チャネル



第12図 プロセシング増幅器外観

独立に調整するようになっている。本機は操作卓の下部に取付けら れている。第10図はその外観図である。

3.2 プロセシング増幅器

本器は操作部の主体であり, 画質の良否も本機の操作一つで決ま るといっても過言ではない。本器の系統図を第11図に示す。本器 にはプラグイン増幅器を4個そう入し、シエージング増幅器がない場合の垂直、水平シエージング補償、帰線消去信号そう入、ケーブル補償、ガンマ補償などを行っている。ガンマ補償をかけたときに黒レベルの位置が変化すると色が目だって変化するので、そのクランプ回路にはフィードバック形を用い長時間の安定度を保証している。本器の機能は次のとおりである。

- (1) 水平垂直のシエージング信号の発生
- (2) ケーブル長に応じた遅延時間の可変なクランプパルスの発生:
- (3) 正規のレベルを表示する較正用パルスの発生
- (4) マスタモニタの波形監視部に赤,青,緑の波形を個々に観測するための20c/s階段波の発生
- (5) マスタモニタやカメラなどを駆動する駆動信号 の振幅や幅の安定化

また本器内にはマスタモニタの映像および波形監視の 切換押ボタンがあり、映像または波形を選択し、各調整 器により最良の画となるよう調整することができる。

3.3 マスキング増幅器

本器は3ビジョンカラーカメラ装置に必要不可欠のものではないが、緒言にて述べたようにフィルム自身の欠陥を補償するためのもので、色づきを良くし、色相を調整するものである。

動作を簡単に説明すれば、三原色の入力信号を適当に 混合し色相、飽和度を変えるのであるが、その調整時に 白バランスがくずれぬようにしてある。入出力の関係を 式で表わせば次のとおりである。

ただし R_1 =赤入力, G_1 =緑入力, B_1 =青入力

すなわち本器は他色の混合の割合である係数 A を調整するものである。この式よりわかるように飽和度は原画の色の補色の変装信号を加減することにより変る。また原画の色相をほかの三原色の一つあるいは二つに移すには、求める一色あるいは二色の補色を含んでいる変装信号を加えればよい。

3.4 七 二 夕 類

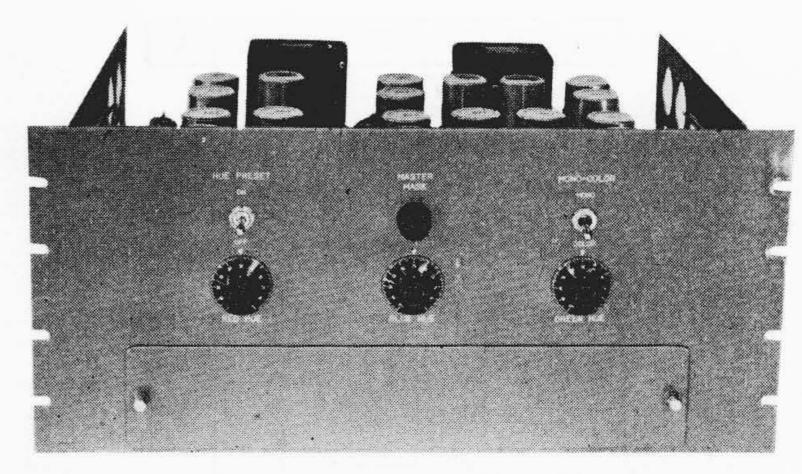
この装置の出力信号を最良にするためのモニタとして,信号の波 形および詳細な画面を監視するマスタモニタと,画面の色を監視す るためのカラーモニタを使用している。

マスタモニタは従来の白黒テレビジョン用のものに比べ下記の点 が改良されている。

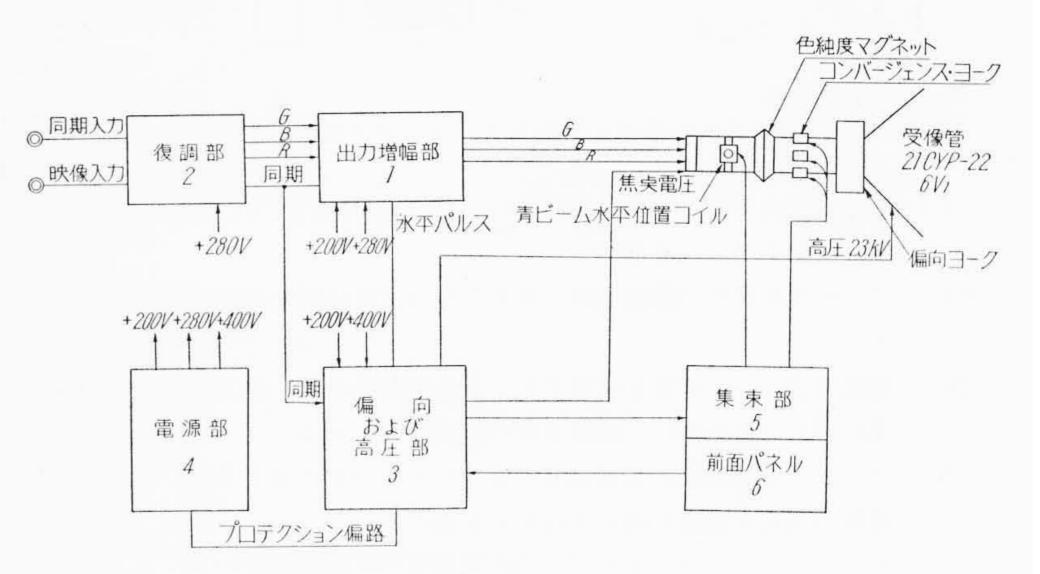
- (1) キネスコープとオシロスコープを独立に使用できる。
- (2) 赤,青,緑の各信号を分離観測できるように20c/sの階段 波の入力端子があり,複合色映像信号観測時には連動して 掃引の時定数が変化する。
- (3) 周波数特性が高周波まで平坦ではっきりした画面と正確な 波形の観測ができる。

もちろん,このマスタモニタは白黒テレビジョン用としても使用 できる。

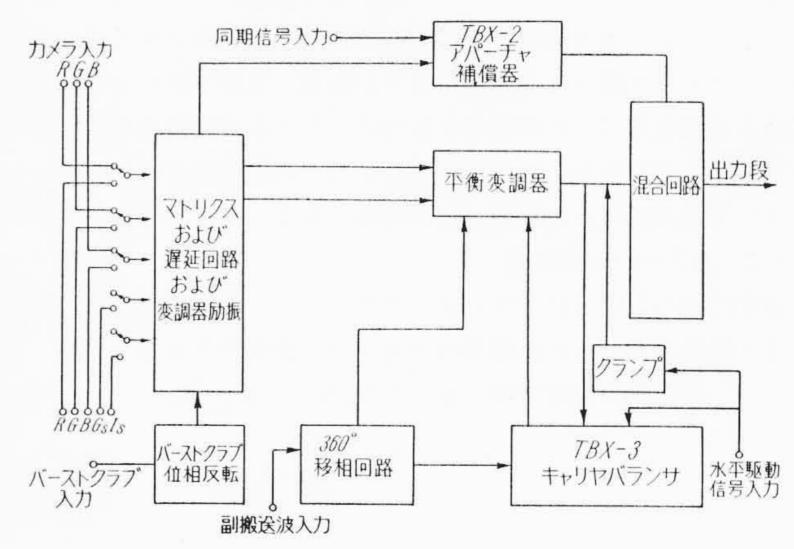
カラーモニタには 21 形の 3 電子銃ブラウン管を用い, NTSC 方式による信号を最も忠実に再現できる回路を使用している。系統図を 第14 図 に示す。映像入力信号はまず復調部にて色副搬送波を複調して色度信号とし、輝度信号とともにマトリクス回路で赤、青、緑の信号にし、出力増幅部で増幅して受像管にはいり三原色の輝点をたたいてそれぞれの画を出す。復調部で映像信号から分離された同期信号で受像管の偏向および高圧発生部を駆動する。偏向出力の



第13図 マスキング増幅器外観



第14図 カラーモニタ系統図



第15図 カラープレクサ系統図

一部はコンバーゼンス回路にはいり画の重なり具合を合わせる。

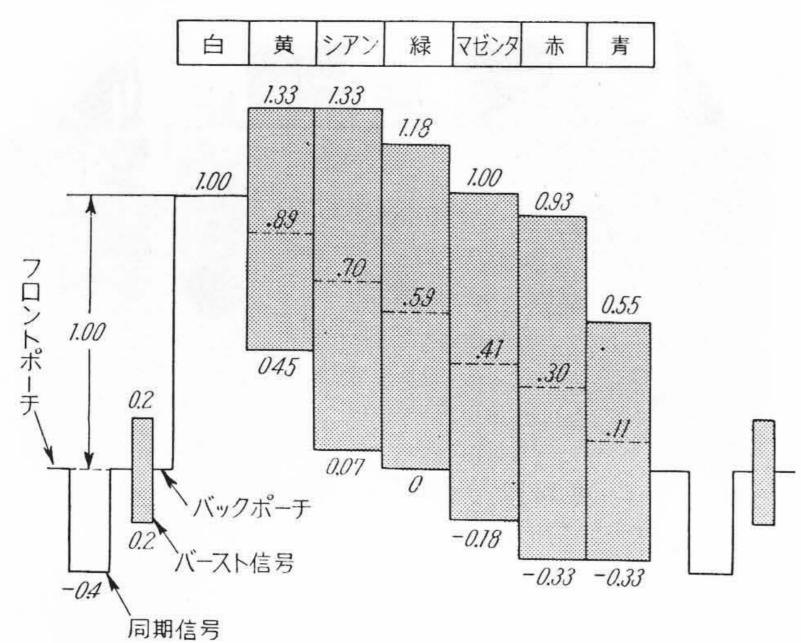
4. 制 御 部

ここには主として赤, 青, 緑各信号を NTSC 方式の映像信号に変換するカラープレクサ,電気的にパタンを出すカラーバー発生器, 全装置を同時に駆動するための同期信号発生器および電源類が含まれ架に組込まれている。

4.1 カラープレクサ装置

カラープレクサ装置はカラープレクサとアパーチャ補償器,キャリヤバランサが一組になって使用される。第15回の系統図からわかるようにカラープレクサは次のような動作をする。

- (1) 赤,青,緑の三原色信号をマトリクス回路により輝度信号と二つの色度信号に分ける。
- (2) 所定の沪波器を通して二つの色度信号を帯域制限し、さらに色幅搬送波を二つの色度信号で直角変調する。



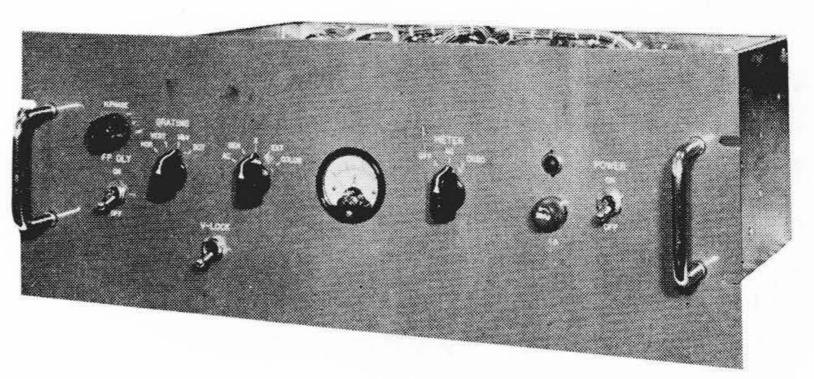
第16図 カラーバー信号のときのカラープレクサ出力波形

- (3) 標準同期信号および色同期用のバースト信号を適当な振幅,位相でそう入する。
- (4) 二つの色度信号の帯域制限による信号の遅延時間を補償する。
- (5) 他にカラープレクサを使用するとき色副搬送波の位相を相 互に合わせるために、副搬送波の位相を合わせる。
- (6) アパーチャ補償器にて撮像管の電子ビームの太さによる解 像度の劣化を補償し画のきれあじをあげる。
- (7) キャリヤバランサにより二つの色度信号の平衝変調器の不 平衝分を補正し、常に平衝状態に保つ。

本カラープレクサにカラーバー発生器の信号を入れて各色の信号を出したときの出力波形を**第16**図に示す。図示のように同期信号のバックポーチ部分に色同期用信号があり、これと信号中の色副搬送波の位相を比べて色相信号を検知するとともに振幅より色度信号を検知するのである。白色は色がないので色副搬送波はない。ハッチをしてある部分が色副搬送波の部分である。

4.2 カラーバー発生器

前項で述べたようにカラープレクサ,カラーモニタ,その他, 伝送機器の特性を調べるのに標準のパターンを出すのが本器である。カラーバーの配列は輝度の順に並べられ,左より白, 黄,シアン, 緑,



第17図 カラー用同期信号発生器外観

マゼンタ,赤、青となっている。また特殊試験信号も出るようになっている。

4.3 カラー用同期信号発生器

本器は全トランジスタ化され、NHK 技術研究所のご指導のもとに世界で初めて製品化されたもので、外観は 第17 図 のとおりである。真空管式に比べ架に装着したときのパネル幅は約1/5に縮少し、消費電力も 1/30 できわめて経済的である。真空管式の場合には、標準周波数発生器、バーストフラグ発生器、同期信号発生器、電源などにパネルが分れ、架の大半を占めるが、本器の場合全部一パネルにはいり高さは 177 mm に収容されている。

4.4 電 源

本装置の電源には安定化管として1本で500mAの制御ができる6336Aを3本使用している。一つの電源の出力が280V1.5Aと大出力であるため3ビジョンカラーカメラ装置を本電源2個でまかなうことができ、装置の小形化、床面積の経済などに役立っている。すなわち1架に本電源、カラープレクサ、開閉器盤、リレー用電源などを実装してなお余裕があり、従来の電源だけで1架を占有していた状態より大きく進歩している。

5. 結 言

以上述べたように、われわれは放送用3ビジョンカラーカメラ装置を完成し、満足すべき結果を得ることができた。

ただ,色の再現性についてはフィルムにて撮影するときの照明,露出,あるいは現像などにもさらに検討を加える必要があると思う。

終りに、本装置の製作にあたり種々ご指導いただいた日本テレビ 技術局の磯部長、能村課長に厚く感謝の意を表する次第である。

1961

日

1/

次

No. 11

◎ルームクーラとまちがえられた話……石井好子
 ◎トランジスタがともす車両用蛍光灯
 ◎いつも春を乗せて快適なドライブ
 ◎新時代の温風暖房装置
 ◎日立ハイライト 「家庭から寒さを閉め出す日立技術」
 ◎電気とガスと石油で暖かく
 ◎パイプのなかのホープ「ヒタレックスパイプ」

◎明日への道標
 ○電線百話第11話「2,400人を見分ける話」
 ◎製鉄所ではたらくポンクプルを設める
 ○マイククロウェス・プルを設める
 ○新しい照明施設「青葉通りの水銀灯照明」
 ○日 立 だ よ りの水りり 所りりの水りり 所りり

発 行 所 日 立 評 論 社 取 次 店 株式会社 オ ー ム 社 書 店 東京都千代田区丸の内1丁目4番地振 替 口 座 東京 71824番 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