

広角偏向カラーテレビ用ICの開発

Development of IC's for Wide Deflection Angle Color TV

Five new types of monolithic IC's have been developed for use with a 110° deflection color TV set. Three of them are deflection system ones and the other two are of the small signal circuit. With the increase of deflection angle horizontal and vertical convergence of three beam currents and their pincushion distortions became difficult to correct by conventional passive component circuits. The authors have succeeded to improve the accuracy of the correction by using active correction techniques by the above three deflection system IC's.

The new IC's of small signal circuit include one for intermediate frequency amplification for improving picture quality and rejection of interference signals and the other having such functions as low level detection, noise elimination, AGC detection and synchronous separation. 20", 18" and 16", 110° deflection color TV sets using these IC's are in volume production and prove satisfactory performance.

佐藤允也* Mitsuya Satō
 広田亮一** Ryoichi Hirota
 岩崎忠彦*** Tadahiko Iwasaki
 佐藤直信* Naonobu Satō

1 緒 言

日立製作所におけるカラーテレビ用IC（集積回路）の第一次開発は、すでに昭和45年5月に完了し、ICを10石採用した90度偏向20形セットを量産化した⁽¹⁾。本報告はカラーテレビ用ICの第二次開発で、広角偏向（110度）の薄形カラーテレビに使用するICに関するものである。

カラーブラウン管の広角化によってセットは薄形にできるが、一方従来の90度偏向に比べコンバーゼンス、糸巻きひずみの補正量が大幅に増加する⁽²⁾。水平あるいは垂直コンバーゼンス回路を従来と同じ受動素子で構成したのでは補正の量や精度も十分でないうえ、12個もある調整用つまみ間の相互依存性のため調整に熟練を要し、生産性を低下させる原因となる。また糸巻きひずみの補正には従来からリアクタを用いているが、広角化によりリアクタはますますサイズが大きくなり、性能も十分得られないため、リアクタをぜひ省く必要に迫られた。そこで今回の開発にあたり、廉価なアクティブ素子を多用できるIC技術を活用し、コンバーゼンスおよび糸巻きひずみ補正回路をアクティブ化し、ICによる新しい回路方式を開発しモノリシックIC 3品種を完成した。

一方、信号系では第一次IC開発の際の経験、実績をもとに、画質、S/N、妨害排除能力および雑音消去能力のよりいっそうの向上を目的に、新たに映像中間周波増幅用ICを1品種、低レベル検波、雑音消去、AGC（自動利得制御）および同期分離用に1品種計2品種のモノリシックICを開発した。

今回の開発ではICの歩どまり向上のため、回路設計にあたっては負帰還をかけるなどして抵抗、トランジスタなどのIC内部素子のばらつきを吸収するようにし、内部素子に要求される精度を極力緩和した。またICの外形を14ピンのデュアルインライン・プラスチックパッケージに統一し、平均消費電力350mW以下、電源電圧25V以下、内部素子数を150程度にとどめるようにしてIC設計を標準化した。

一方、IC内の素子設計にあたっては、特に抵抗の絶対値、複数個の抵抗比精度をよくする新しい設計法を考え、歩どまりの向上を達成した。

2 回路構成

図1は今回開発したICを採用した広角偏向カラーテレビのブロック図である。本図中▷の三角で示したICは第一次ですでに開発したもので、それ以外の►の三角で示したICが今回新たに開発したものである。従来の90度偏向の場合には、信号系は映像中間周波増幅回路、低レベル検波回路、信号処理回路（雑音消去、AGC検波および増幅、同期分離回路）はそれぞれ別個のICに集積されていた。今回は低レベル検波および信号処理回路を1チップ化して1個のIC：HA 1155にまとめコストパフォーマンスの向上を図るとともに、検波レベルを上げることにより微分利得、微分位相を改善し、また送信側の同期信号の伸縮に対する安定性を増すような回路形式を採用している。映像中間周波増幅回路用IC：HA 1144は機能としては従来と同じであるが、混変調特性のよいFET VHFチューナ用リバースAGC回路を持ち、さらにS/N、フラッタ特性改善のための新しいRFディレイAGC切換回路を有している。

偏向系で新しく開発したICには3品種があり、その内容は次のとおりである。コンバーゼンス回路（色ずれ補正）は、広角偏向に適した回路を達成するために、従来の受動素子構成から、アクティブ素子を用いた新しい回路構成にし、新しく開発したHA 1146、HA 1147の2品種のICを備えている。HA 1146は図2に示すように、テレビ画面の上下の色ずれを補正する垂直コンバーゼンス回路であり、HA 1147は図2に示すように画面左右の色ずれを補正する水平コンバーゼンス回路である。また、HA 1147は同図に示すように画面のコーナ部分の色ずれを補正するコーナコンバーゼンス回路を新しく付加し、広角偏向に最も適した回路である。

垂直偏向回路では、HA 1148を開発して、垂直発振、前置励振および上下糸巻きひずみ補正回路の部分をIC化している。上下糸巻きひずみ補正は図3に示すように上下の糸巻状の偏向ひずみを補正するもので、従来は可飽和リアクタを用いて補正する方式が使用されていたが、ここでは新たに平衡変調器によって補正波形を発生するアクティブ方式を開発してIC

* 日立製作所半導体事業部 ** 日立製作所家電研究所 *** 日立製作所横浜工場

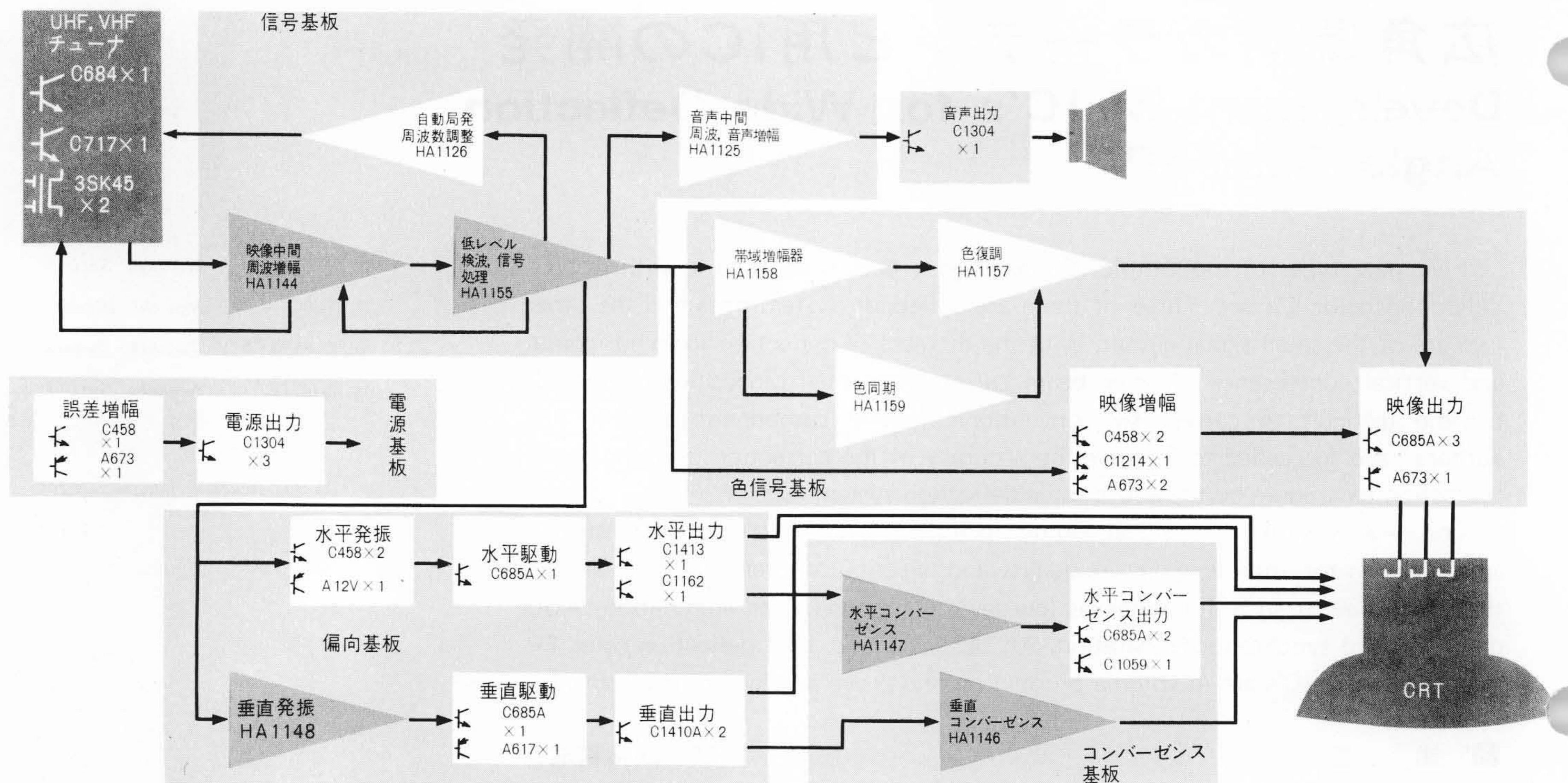


図1 広角偏向カラーテレビブロック図 ▶で示したICが今回新たに開発したもの、▷は前回開発済みのものを示す。信号系2品種、偏向系3品種、合計5品種のモノリシックICを新しく開発した。

Fig. 1 Block Diagram of 110° Deflection Color TV

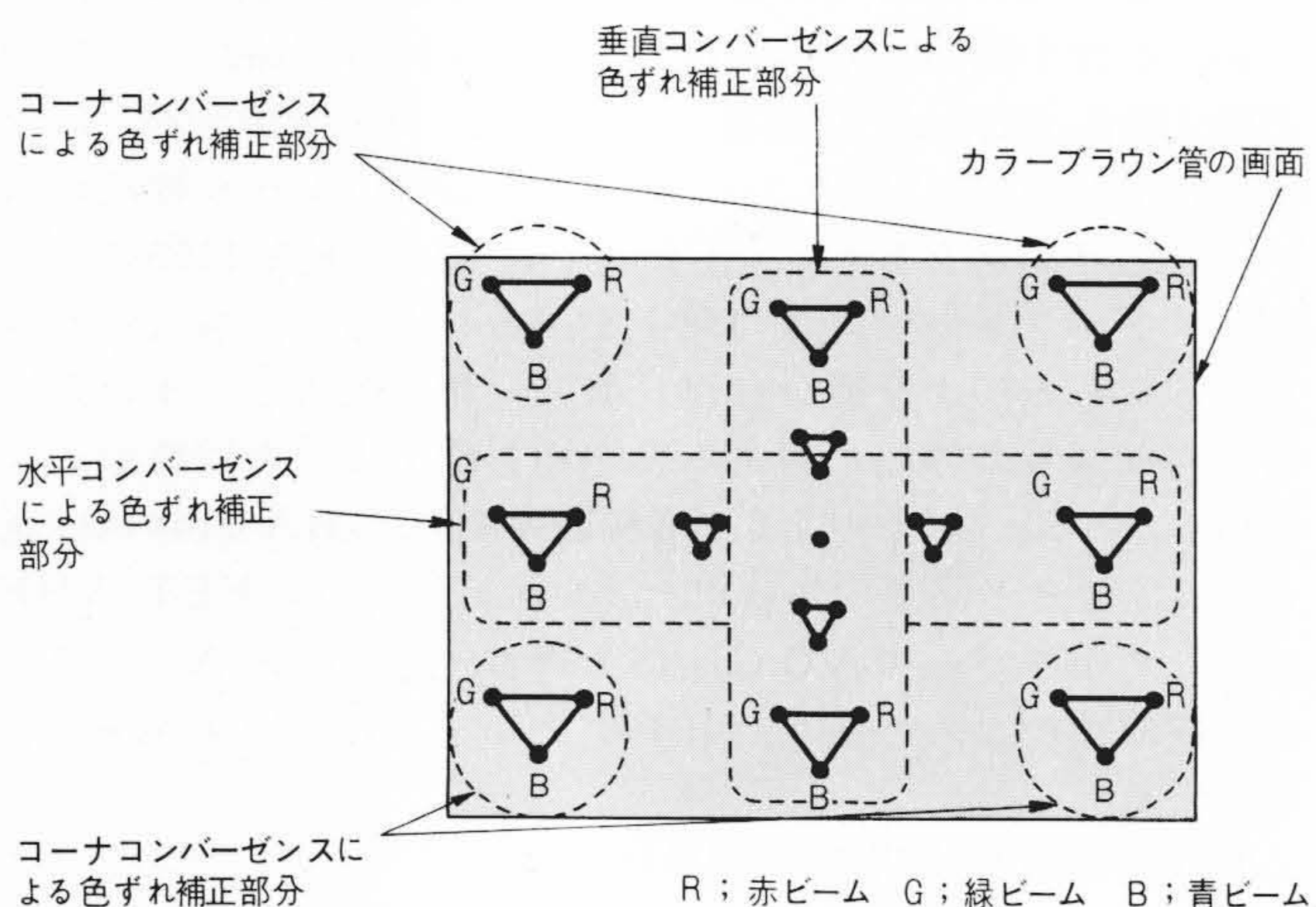


図2 コンバーゼンス補正前の色ずれ 白色の点を受像したとき、コンバーゼンス補正を行なわないと図に示すような色ずれを生ずる。

Fig. 2 Misconvergence without Convergence Correction

化を達成したものである。この方式の開発により、上下糸巻きひずみ補正の性能を向上し、広角偏向に適した回路にしている。

3 各ICの設計目標と回路上の特長

3.1 映像中間周波増幅 (PIF) 用IC

本IC: HA 1144は図4に示すようにPIF初段、2段目、VHFチューナ用リバースAGC回路、UHFチューナ用フォワードAGC回路およびデイレイAGC切換回路から構成されている。このICは前回開発したHA 1121を改良したもので、その改良目標は、

(1) 高利得化

耐妨害特性を完全なものにするため、PIF回路に高次の同調回路、トラップをそう入し選択度特性を急しゅんにす

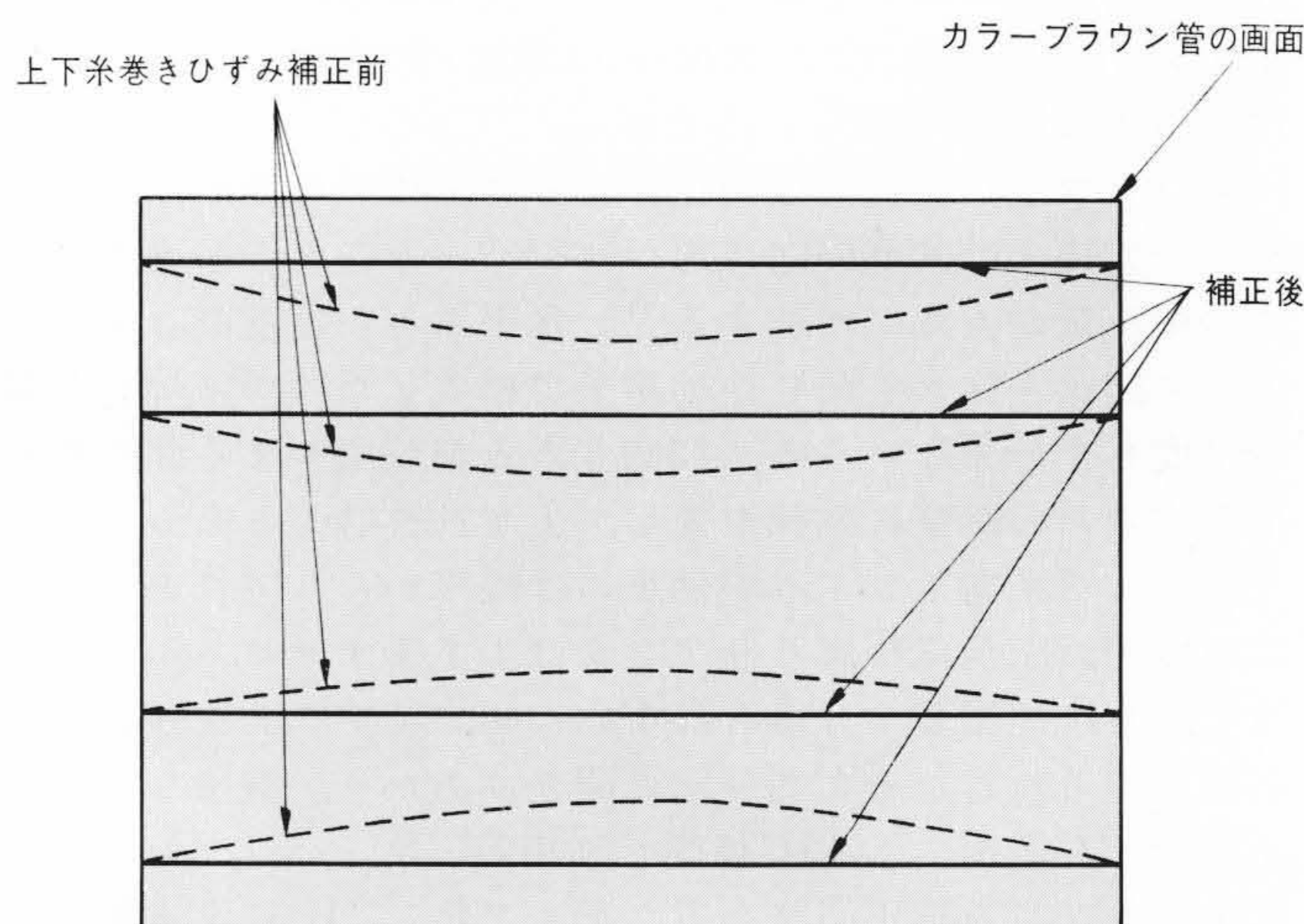


図3 画面上の上下糸巻きひずみ 実線で示すような水平線を受像したとき、上下糸巻きひずみ補正を行なわないと点線で示すような糸巻き状のひずみを生ずる。

Fig. 3 Top & Bottom Pincushion Distortion

る必要がある。同調回路の増加によるそう入損失の増大に対しても利得不足とならぬよう電圧利得を従来より約10dBアップし67dBが得られるようにする。

(2) 強電界でのS/Nの改善

このためにはPIFの利得減衰に対しても雑音指数が悪化しない回路を開発する必要がある。またチューナが利得減衰を開始する中電界以上でPIFに若干の追加減衰をさせる方式も効果的で採用することにした。

(3) PIF段での混変調改善

FET化によりチューナの混変調特性が改善されても、PIF段の許容入力小さければ効果がないので、PIF段の混変調特性改善をめざした。

上記の目標達成のため、中間周波増幅部に2段直結広帯域差動増幅回路を採用し、利得減衰は差動増幅部のエミッタに

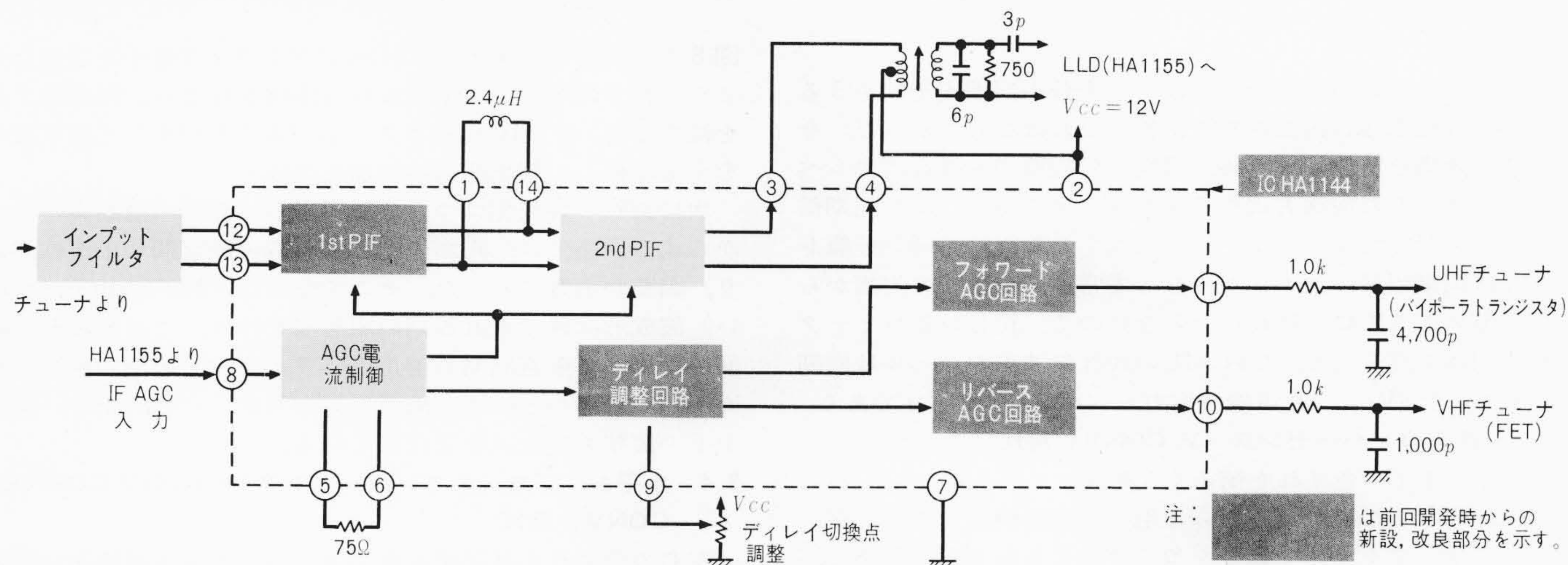


図4 映像中間周波増幅用IC HA1144系統図 チューナにて中間周波に変換されたTV信号は、1st PIF, 2nd PIFで増幅され、3rd PIF (HA1155に内蔵) に送られる。一方、HA1155で検波されたAGC電圧は1st, 2nd PIFに加えられ、IF増幅器の利得制御を行なう。チューナの利得制御はディレイ調整回路で任意の点より利得制御が可能である。なお、チューナAGC出力としては、バイポーラトランジスタ用(UHF), FET用(VHF)との両極性の電圧が取り出せる。

Fig. 4 IC HA1144 System for Intermediate Picture Frequency Amplification

ダイオードをそう入し、ここに流す電流を減らして行なっている。58MHzで高利得低雑音をうるため、増幅部素子を微細化するとともに、最大利得時ダイオードのインピーダンスが極力小さくなるようにしてある。この結果、50dBの利得減衰時でもPIF段の雑音指数は14dBの低い値に維持できるとともに、追加減衰方式の採用とあいまって、強電界領域で画面のS/Nは従来より5dB以上改善され53dBが実現できた。上述のダイオードによる利得減衰方式はPIFの混変調特性にも好結果をもたらし、微分利得1dBになるPIF段許容入力107dBμが達成できた。

3.2 低レベル検波 (LLD) および信号処理 (SPC) 用IC

本IC: HA1155は図5に示すようにPIF: HA1144で増幅された信号を低レベルで検波し、ビデオ信号と音声中間周波信号に分離し、あわせて雑音除去、尖(せん)頭値AGC検波

および同期分離のいわゆる信号処理の機能を有している。このICの開発目標は次のようである。

(1) 低レベル検波方式の忠実度の向上

低レベル検波方式は元来IF高調波妨害が少ないという特長があるが、反面検波器の動作点が非直線部分にあるため、画像の直線性との関連で設計がむずかしい欠点があった。この両者を満足する新しい回路を開発することにした。

(2) 同期伸縮に対する安定性向上

同期信号は信号全体の大きさの25%に管理されているが、実際の受信状態では10~40%に変動することがある。このような場合でも同期は安定していなければならない。

まず(1)項の目標の実現のため、低レベル検波器の前に利得12dBの3rd PIFを設け、検波器入力レベルを600mVrmsに上げ、75%白レベルにおける微分利得を1dB以内に押えること

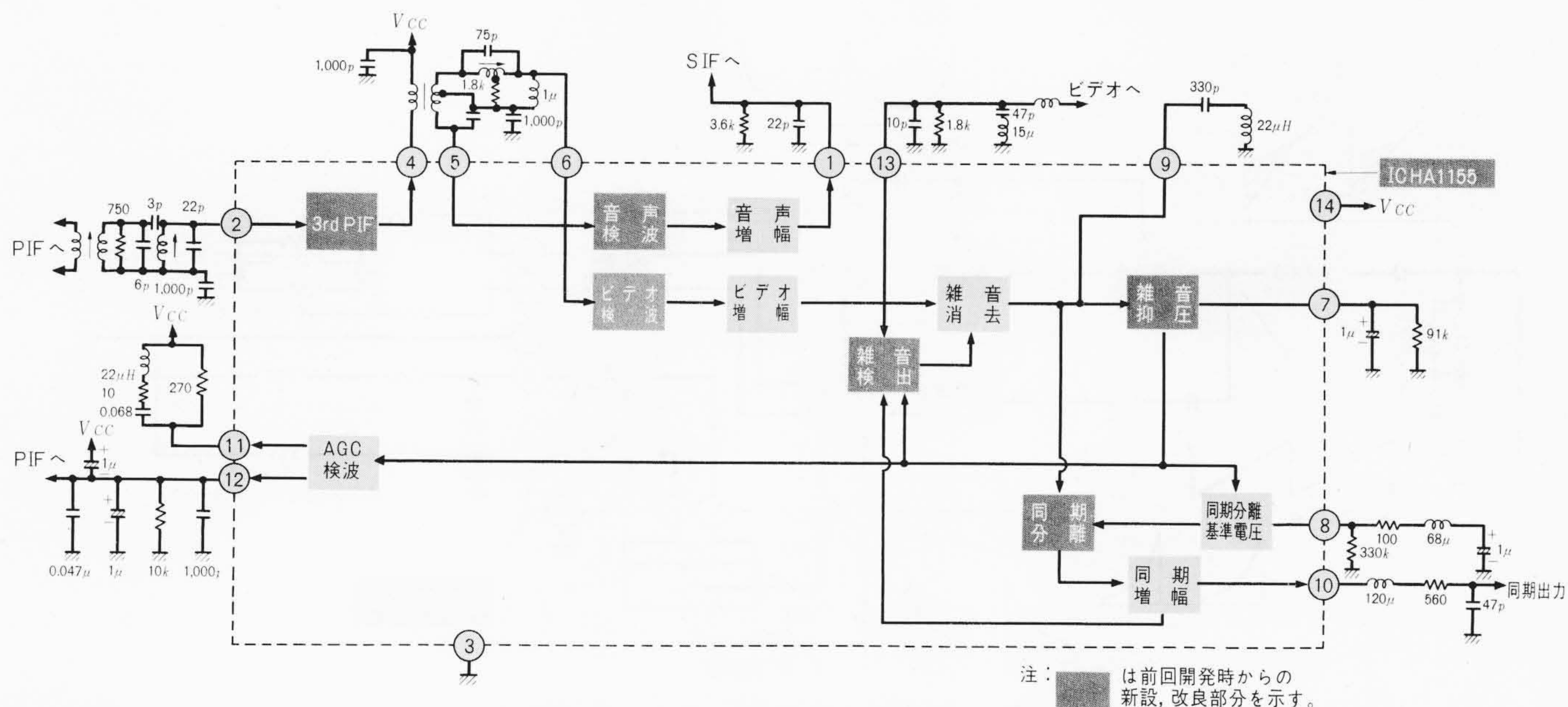


図5 低レベル検波および信号処理IC HA1155系統図 2nd PIF (HA1144に内蔵) より送られてきたIF信号は3rd PIFでさらに増幅された後、音声信号、ビデオ信号に分けられ検波され、おのおのSIF, ビデオ増幅器へ送られる。また検波されたビデオ信号は雑音消去回路で雑音を取り除いた後、同期分離、増幅され水平、垂直同期信号を得る。この信号はAGC検波回路にも送られビデオ信号のピーク値に対応したAGC電圧を得る。

Fig. 5 IC HA1155 System for Low Level Detection and Signal Processing

ができた。

(2)項のうち、同期信号伸長に対し十分な同期安定性をうるためには従来雑音消去性能を犠牲にせねばならなかった。今回この矛盾を解決するため、同期信号期間のみ雑音消去レベルを大きくした回路方式を考案し好結果を得た。また同期信号圧縮に対して同期の安定性を確保するために、同期分離レベルは同期信号の大小にかかわらず常に同期信号の尖端から一定値のところになければならないので、新しい差動ピーク検波回路を開発した。なお本ICの映像検波出力レベルは同期正極性で $1.6V_{P-P}$ 、音声検波出力レベルは $300mV_{P-P}$ である。

3.3 垂直コンバーゼンス (V. CONV) 用IC

従来、上下の色ずれを補正する垂直コンバーゼンス回路は、L、C、Rなどの受動素子のみを用いた回路構成であったが、ここでは、アクティブ素子を多く使用する新方式を開発し、補正性能を向上して、広角偏向に適した補正回路にするとともに、IC化のメリットを十分発揮できるような方式にしている。

今回開発したアクティブ垂直コンバーゼンスの系統図は図6に示すとおりである。点線内がIC化したHA1146の部分である。このICの開発目標は次のとおりである。

(1) 性能向上

補正能力を増加するとともに補正波形を改善して、補正後の残留色ずれを減少し、広角偏向においても、従来の90度偏向以上の色ずれ補正性能を達成する。

(2) 調整の容易化

画面上部の調整と下部の調整間の相互干渉をなくして、上下調整の独立化を図り、調整の簡易化を達成する。

次に上記の目標達成方法について、まず(1)の性能向上について説明する。色ずれ補正に必要なパラボラ波形は、垂直偏向回路に生ずるのこぎり波を積分して作っているが、従来の受動素子のみから成る回路構成では、十分な積分作用を行なうことが困難であり、コンバーゼンス補正後に残留色ずれを生じた。今回開発したアクティブ垂直コンバーゼンスでは、

図6の系統図に示すようにIC内のアクティブ素子を活用したミラー積分器を用いて十分な積分作用を行ない、残留色ずれを減少した。またIC内のアクティブ素子を利用して補正波形を十分増幅し、補正能力の増加を達成した。

次に調整の容易化について説明する。従来の受動素子のみから成る回路では、画面の上部と下部の調整間に干渉性があり、調整が困難であった。そこで今回は、IC内の矩形(くけい)波成形回路で垂直周期の矩形波を作り、これを波形分離回路に加えて垂直周期の補正用パラボラ波を周期の前半(画面上部に対応)と後半(画面下部に対応)に時分割し、画面上下の調整を完全に独立化している。

3.4 水平およびコーナコンバーゼンス (H. CONV, CORNER. CONV) 用IC

左右の色ずれを補正する水平コンバーゼンス回路を、従来の受動素子構成からアクティブ素子を用いる回路構成にし、さらに従来補正能力をもたなかったコーナ部分の色ずれを補正するコーナコンバーゼンス回路を新しく付加し、補正性能を向上して、3.3で述べた垂直コンバーゼンスと同様広角偏向に適した新方式を開発するとともに、IC化に適した方式にしている。

今回開発した水平およびコーナコンバーゼンスの系統図は図7に示すとおりである。点線内がIC化したHA1147の部分である。このICの開発目標は次のとおりである。

(1) 性能向上

水平コンバーゼンスの補正能力を増加するとともに、補正波形を改善して、補正後の残留色ずれを減少し、広角偏向においても従来の90度偏向以上の色ずれ補正性能を達成する。

(2) 調整の容易化

画面左部と右部の調整間の相互干渉をなくし、左右調整の独立化を図り、調整の簡易化を達成する。

(3) コーナコンバーゼンス回路の付加

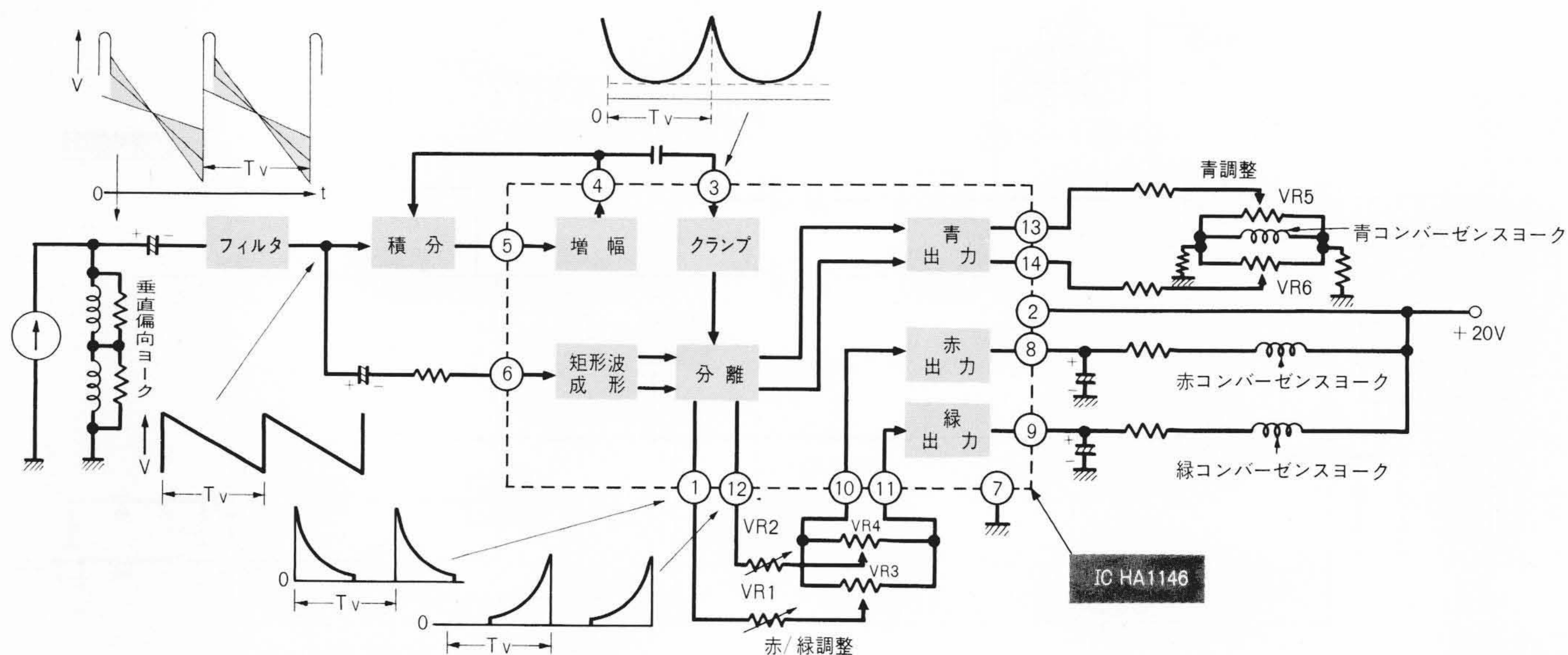


図6 垂直アクティブ・コンバーゼンスIC HA1146系統図 垂直偏向回路より得たのこぎり波をミラー積分回路で積分してパラボラ波を作り、これを分離回路でパラボラ波を前後に分離し、出力増幅、調整回路を経て、コンバーゼンスヨーク(CY)にパラボラ波電流を流し上下の色ずれ補正を行なう。

Fig. 6 IC HA1146 System for Vertical Active Convergence

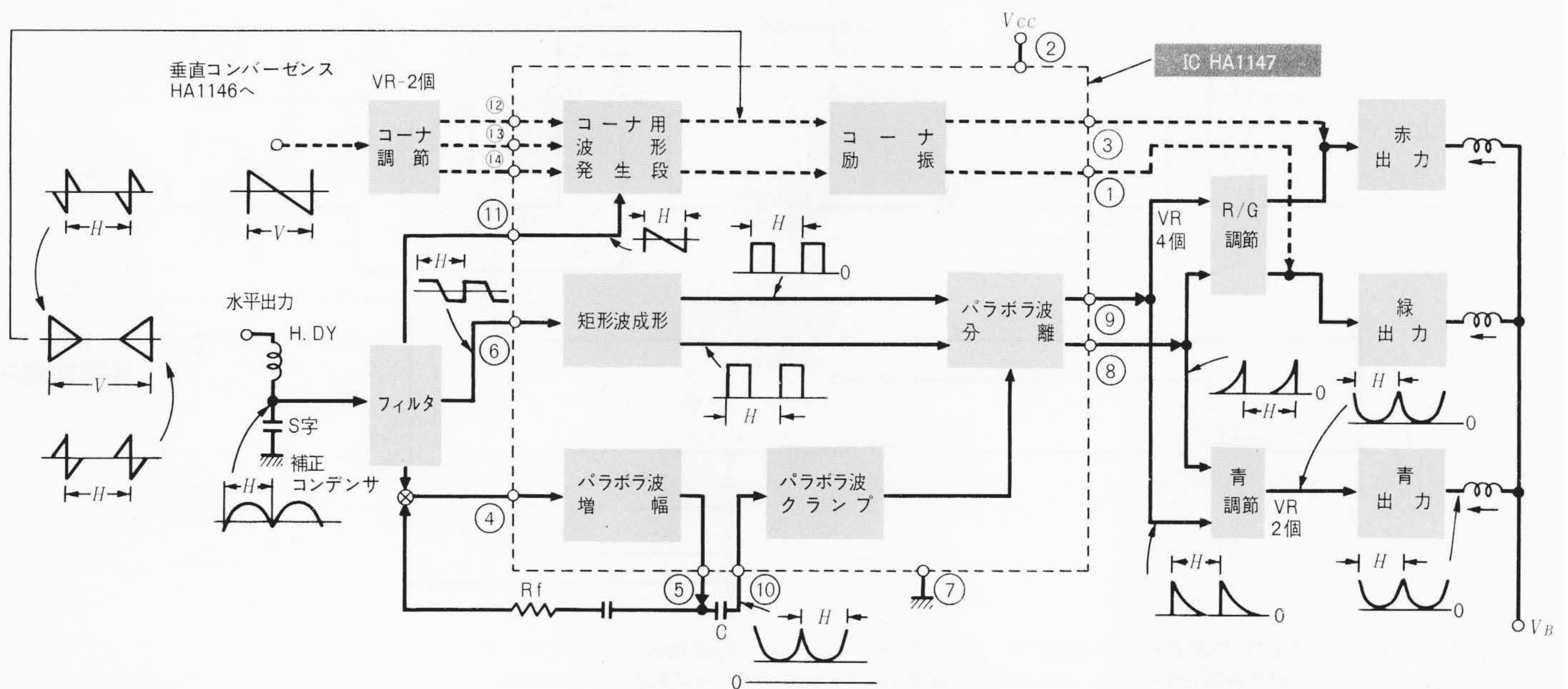


図 7 水平およびコーナコンバーゼンスIC HALL47系統図 水平偏向回路より得たバラボラ波とこれを微分して作ったのこぎり波を加算し、水平コンバーゼンス補正波形を得、水平周期ののこぎり波を垂直周期ののこぎり波で平衡変調し、コーナコンバーゼンス補正波形を得、分離回路、調整回路、出力回路を経てコンバーゼンスヨークに補正電流を流す。

Fig. 7 IC HAI147 System for Horizontal and Corner Convergence

従来にない画面コーナ部分の色ずれを補正する機能を付加し、コーナ部分の残留色ずれを減少して、広角偏向に適した回路とする。

次に上記の目標達成方法について、まず(1)の性能向上について説明する。今回開発したアクティブ水平コンバーゼンスでは、**図7**の系統図に示すように、水平偏向回路に生ずるパラボラ波形と、これを微分して作ったのこぎり波をIC内のアクティブ素子を利用した演算増幅器構成の加算器で正確な加算をして補正波形を作り、補正後の残留色ずれを減少している。またIC内のアクティブ素子を利用して、補正能力を増加し、広角偏向に適した水平コンバーゼンス回路を達成している。

次に(2)の調整の容易化については、3.3に述べた垂直コンバーゼンスの場合と同様なので省略する。

(3)のコーナコンバーゼンスは、**図7**に示すようにIC内の平衡変調器によって、水平周期ののこぎり波を垂直周期ののこぎり波で平衡変調して補正波形を発生している。コーナコンバーゼンスは、コーナ部分の色ずれを減少するとともに、偏向ヨークの設計に自由度を増し、偏向ヨークの歩どまり向上も達成している。

3.5 垂直発振および上下糸巻きひずみ補正 (V.OSC, T&B PCC) 用IC

上下糸巻きひずみ補正波形は従来、可飽和リアクタを使用して発生していたが、今回はこれをIC内の平衡変調器で発生する新方式を開発し、補正性能を向上して、広角偏向に適した補正回路にするとともに、IC化のメリットに適した方式とした。

今回開発した垂直偏向および上下糸巻きひずみ補正の系統図は図8に示すとおりである。点線内がIC化したHA1148の部分である。このICの開発目標は次のとおりである。

- (1) 上下糸巻きひずみ補正の性能向上
- (2) 軽量化とコスト低減

(1)の性能向上は次のようにして達成している。図8の系統図に示すように、IC内の平衡変調器で、直線性のよい補正波形を発生するとともに、これをIC内のアクティブ素子を利用

して十分増幅し、補正能力を増加して広角偏向に適した上下糸巻きひずみ補正回路とした。

また(2)の軽量化とコスト低減は、従来、上下糸巻きひずみ補正波形の発生には、可飽和リアクタを使用していたが、これをIC内の平衡変調器で発生することにより達成した。

4 素子設計

4.1 標準化

今回のカラーテレビ用ICの開発にあたり、設計スピードの向上、量産効果による原価低減、量産時の生産管理のしやすさを目的に、素子設計の標準化を図った。標準化のために今回採用した点は、

- ### (1) パッケージの統一

コストが最も安くかつ信頼度実績のあるデュアルインライン・プラスチック14ピンパッケージに統一した。リードフレーム材は従来のコパールの代わりにリン青銅を採用し、熱抵抗を下げ消費電力に余裕を持たせた。

- ## (2) IC内素子サイズの標準化

小信号用NPN, PNPトランジスタおよび抵抗に基準サイズを決めた。動作電流が基準より大きい素子については素子サイズを n 倍化した。

- ### (3) IC製造プロセス条件の標準化

- #### (4) レイアウト設計の標準化

組立歩どまりの向上，組立工数低減のため，ペレット内のボンディング部分の標準化を行なった。

4.2 抵抗の高精度化

リニアICを高い歩どまりで生産するためにはプロセスレベルの向上とともに特性ばらつきの要因を押える必要がある。ばらつきの要因のなかではIC内のトランジスタ特性のばらつき、抵抗の絶対値、複数列の抵抗比のばらつきがおもなものである。今回の開発では拡散抵抗の設計に際して、以下の点に留意し良好な結果を得た。すなわち、

- (1) 低抵抗から高抵抗まで抵抗の絶対値の設計に統一した補正係数を採用した。

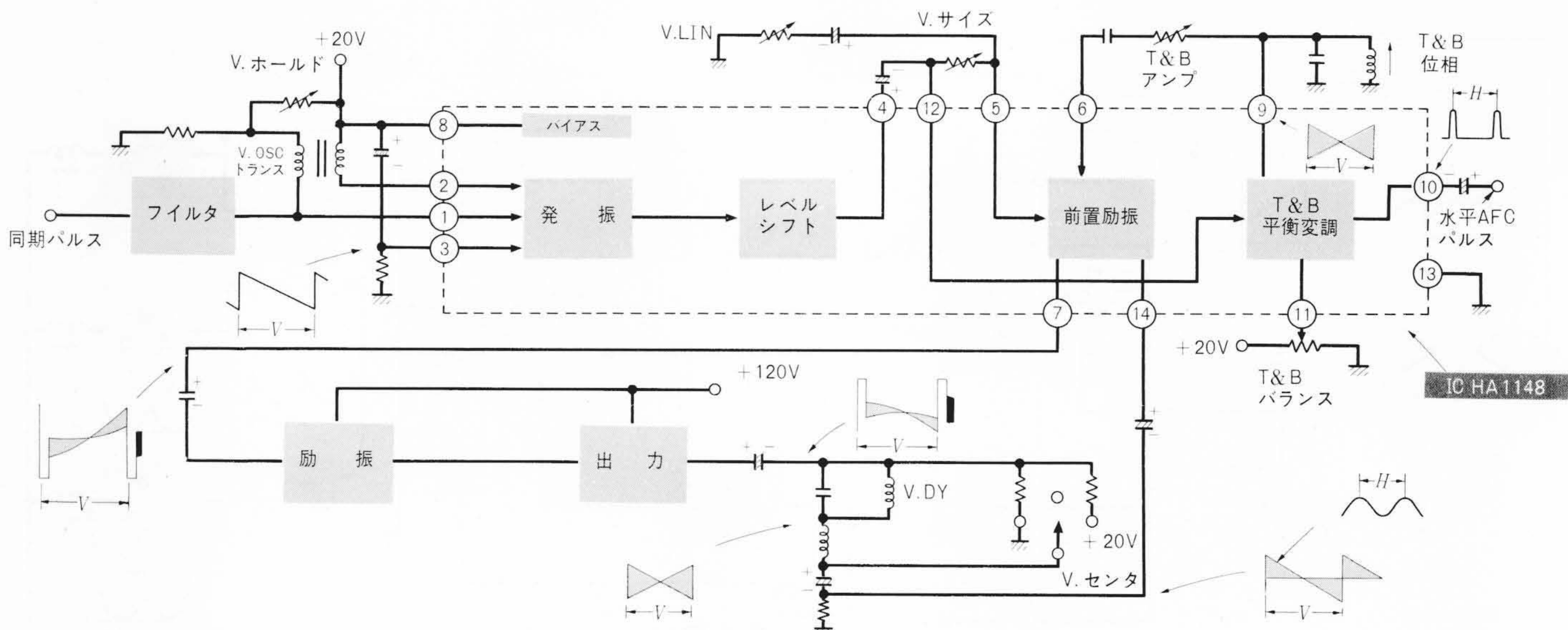


図8 垂直発振および上下糸巻きひずみ補正IC HA1148系統図 垂直発振出力と水平AFCパルスを平衡変調し、上下糸巻きひずみ補正信号を得、これを垂直前置発振回路で垂直偏向信号に重畳し、垂直発振、出力回路を経て垂直偏向ヨークに補正電流を流す。

Fig. 8 IC HA1148 System for Vertical Oscillator and Top & Bottom Pincushion Correction

表1 今回開発のテレビ用IC一覧表 下表は今回開発した5品種の機能、素子数（トランジスタ、ダイオード、抵抗、容量の合計）またセットでの使用電源電圧を示す。これらICはいずれも汎用性のあるデュアルインライン・プラスチック14ピンパッケージである。

Table 1 Newly Developed IC's for TV

形名	機能	素子数	電源電圧(V)
HA1144	映像中間周波増幅(初段, 2段), フォワードおよびリバースAGC回路, デリレイ調整回路	76	12
HA1155	映像中間周波増幅(3段), 低レベル検波(映像, 音声), 雑音消去, 同期分離および増幅, AGC検波	117	12
HA1146	垂直コンバーゼンス, 出力増幅	77	20
HA1147	水平およびコーナコンバーゼンス	103	"
HA1148	垂直発振および上下糸巻きひずみ補正	63	20

(2) 抵抗比精度を向上させるために、形状、配列およびペレット内での地理的配置に特別の考慮を払った。

ここでは、特に(1)の補正係数について述べる。

拡散抵抗の抵抗値 R は、層抵抗 $\rho_s(\Omega/\square)$ 、幾何学的な抵抗幅 W 、抵抗長 L を用いて、

$$R = \rho_s \left(\frac{L}{W} + K \right) = \rho_s \frac{L}{W} + R_d + R_w + R_c$$

と表わされる。

ここに、 K は補正係数で、C. Y. Ting⁽³⁾の解析結果に従えばコンタクト部分での電流集中による分 R_d 、コンタクト幅 W' が W よりも小さい場合の補正項 R_w およびコンタクト部の接触抵抗 R_c に分けられる。

われわれは図9に示すように、実験的にTingの理論値が正しいことを確認のうえ拡散抵抗の設計に採用した。特に R_w については抵抗寸法を $W=W'$ とすることにより無視できることを確認し、 R_c についてはわれわれのプロセス条件のもとでは 2Ω 以下であり、いずれもほとんど無視できることを明らかにし、抵抗の高精度化を実現することができた。

今回開発のテレビ用ICの一覧表は表1に示すとおりである。

5 結 言

以上報告したように、広角偏向カラーテレビ受信機用に5

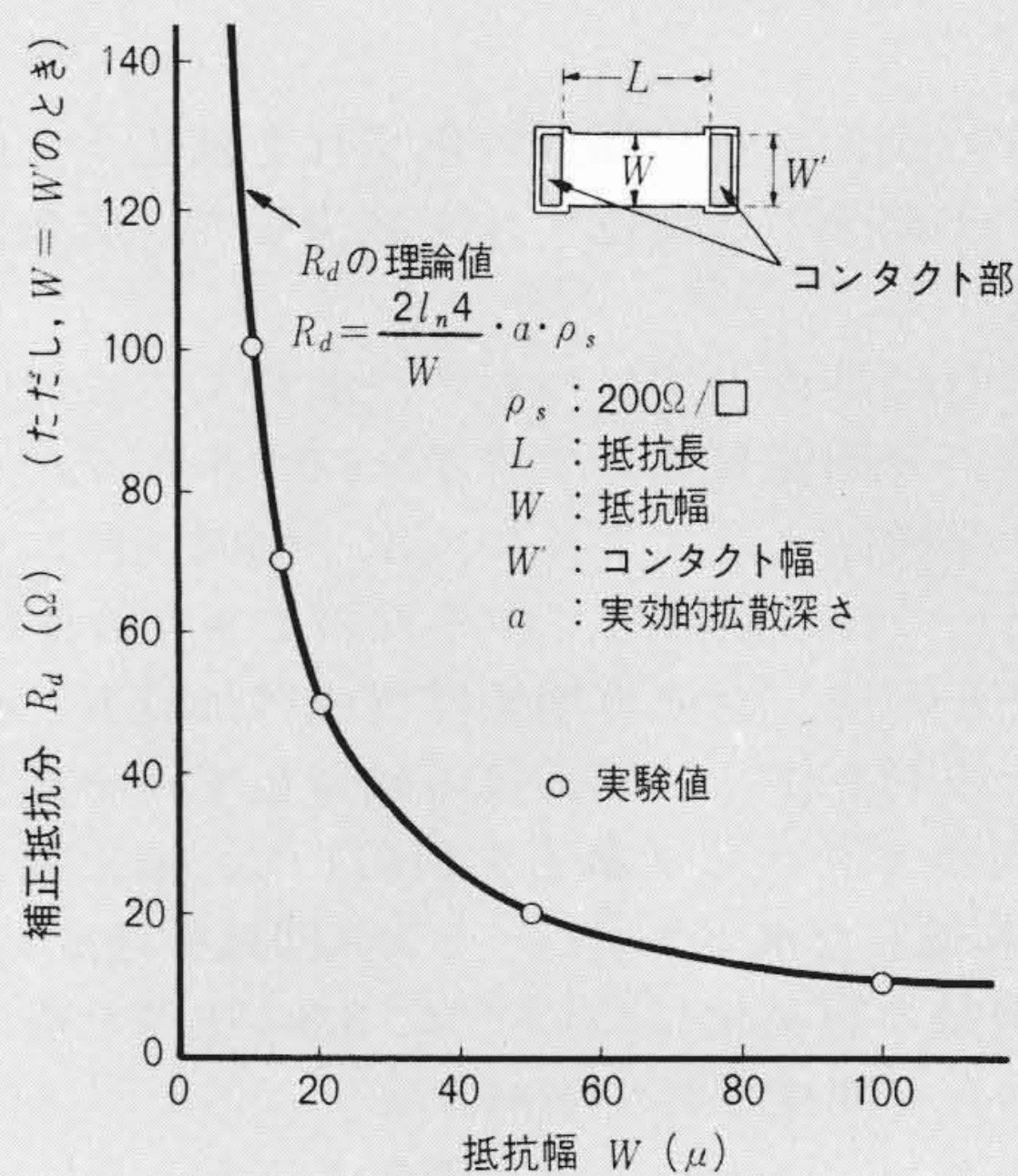


図9 補正抵抗値の抵抗幅依存性 リニアIC用抵抗は、一般に使用されている抵抗値 $R = \frac{L}{W} \rho_s$ の式を使用して設計を行なうが、より設計精度を上げるため理論および製造条件を考慮し上表の補正值を使用し今回良好な結果を得た。

Fig. 9 Correction Term, R_d as a Function of Resistance Width

品種のモノリシックICを開発し、広角化に伴って生ずる色ずれなどの問題点を解決した。

またICの素子設計にあたり、素子の標準化、高精度化を図り、高歩どまりを達成した。

なお、これらのICを実装した広角偏向カラーテレビは現在量産中であり、十分な性能を発揮している。

終わりに臨み、本開発にあたり、終始ご指導、ご協力を賜わった各位、特に、日立製作所電子管事業部、横浜工場、家電研究所、半導体事業部の関係各位に深く感謝の意を表する次第である。

参考文献

- (1) 北村, 鍋山: 日立評論 53, 785 (昭46-8)
- (2) 広田, 岩崎, 金森: 日立評論 53, 788 (昭46-8)
- (3) C. Y. Tingほか: Solid-State Elec., 14, 433 (June 1971)