分離輝度カラーカメラの彩度補正とY混合回路

NHK 総合技術研究所 元 木 紀 雄・林 宏 三
斎 藤 利 也・杉 本 昌 穂

分離輝度カラーカメラでは、分離輝度信号と色チャンネルから合成された輝度信号の相違から、原理上、色再現誤差が生じる。また輝度・色度チャンネル間に、 γ 、レベルなどの違いがあると、さらに大きな色再現ひずみが生じる。彩度補正はこれらを解消し、操作性を向上する方法である。Y混合回路は、分離輝度方式の特徴を生かしつつ、輝度信号の SN 比を改善する方法であり、通常 2~3 dB 改善できる。両回路とも 1968 年 10 月のメキシコオリンピックで使用され、好結果を得た。

1. ま え が き

分離輝度撮像方式¹⁾は、図 1 に示す系統図のように、NTSC 方式の輝度信号 Y' の代りに輝度信号用撮像管から取出した分離輝度信号 W' を使用しているので、3 管式のカラーカメラの輝度信号にくらべて、解像力、階調、SN 比の良好な輝度信号が得られる特徴をもっているが反面、カラー信号 M' を通常の NTSC テレビ受信機で受信する場合、 W' と Y' の相違により正しい色再現が得られない。ただしこのとき、色相の再現誤差はなく、彩度の再現誤差のみが生じる。NTSC 信号では、色相は色副搬送波の位相で、彩度情報は振幅で送っているの、彩度の再現ひずみは振幅を操作することにより補正でき

るはずであり、彩度補正²⁾はこれによっている。

また分離輝度方式は、上述のように白黒カメラと同程度の輝度信号を得られるが、さらに輝度信号の SN 比を向上させるために Y 混合回路²⁾を考案した。

両回路ともメキシコオリンピック中継用に製作した 4 管式分離輝度カラーカメラに付加し、画質、操作性の向上をはかったので、概要を報告する。

2. 彩 度 補 正

彩度補正の概念は、分離輝度カラーカメラの色再現ひずみ補正のために、すでに提案されているものであるが³⁾、回路構成の困難さなどの理由で、研究室における試作にとどまり、実用化されなかったものである。今回、比較的小形で高性能な回路を開発し、その考え方を拡張して実用化したので、以下に概要を述べる。

2.1 原 理

分離輝度カラーカメラでは、 R' 、 G' 、 B' から合成し

“Chrominance Corrector and Y-MIX Circuit for Separate Luminance Color Camera” by Toshio Motoki, Kozo Hayashi, Toshiya Saito and Masao Sugimoto (NHK Technical Research Laboratories, Tokyo).
テレビジョン方式回路研究委員会発表 (昭 43.11)

図 1 分離輝度撮像方式系統図 (点線でかこんだ部分が本論文で述べるもの)
Block diagram of the separate luminance color camera system.

た輝度信号 Y' を、単に分離輝度信号 W' で置きかえて送っているの、テレビ受信機で復調される三原色信号 R_r, G_r, B_r は(1)式に示すようになり、色再現ひずみ、特に彩度低下を生じる。

$$\left. \begin{aligned} R_r &= R' - Y' + W' \\ G_r &= G' - Y' + W' \\ B_r &= B' - Y' + W' \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

ただし、ダッシュは γ 補正を示す。

しかし、一般に存在する被写体では、彩度が低いので W' と Y' はほぼ等しくなり、大きな色ひずみは生じないと報告されている³⁾。撮像管の光電変換特性が同一である場合には、上に述べた報告は正しいが、輝度チャンネルと色チャンネルの光電変換特性が異なる場合、特にイメージオルシコン(I.O.)のように、ユー特性を示し、かつ動作ガンマが被写体の輝度分布によって変動して一義的にきまらない撮像管の場合には、被写体の彩度が低くても Y' と W' が大きく異なり、再現画像が不自然になることがある。また、輝度チャンネルに I.O. を使用した分離輝度カメラでは、I.O. をオーバーニーで使用したほうが、SN 比、解像力、白黒画像とのコンパチビリティなどの面から好ましいが、カラー画像としては、彩度がオーバーになったりして忠実な再生画像が得られない。これらの点を補正するためには、クロミナンス信号 E_c' を操して $E_c' \cdot W'/Y'$ とすれば、復調三原色信号は(2)式に示すようになり、

$$\left. \begin{aligned} R_r &= KR' \\ G_r &= KG' \\ B_r &= KB' \end{aligned} \right\} \quad (2) \quad \text{ただし、} K = W'/Y'$$

分離輝度方式により生ずる色度ひずみは取り除かれるとともに、光電変換特性が異なっているときも、輝度に対してクロミナンス信号が得られ、再現画像の不自然感はなくなる。

2.2 回路

彩度補正回路は、2.1 節で述べたように、クロミナンス信号 E_c' を $E_c' \cdot W'/Y'$ とすればよいから、 W'/Y' を得るための広帯域割算回路および、3.58 MHz の E_c' 信号を変調する乗算回路から構成される。

系統図を図 2 に示す。系統図からわかるように、割算回路は対数計算の手法とまったく同一で、 W' 、 Y' をそれぞれ対数変換し、それらの差を逆対数変換して W'/Y' を得ている。

対数および逆対数変換には、 pn 接合ダイオードの電流電圧特性を利用している⁴⁾。 pn 接合ダイオードの特性は(3)式で近似的に表わせるから、

$$i = I_s \exp(qv/mkT) \quad (3)$$

図 2 彩度補正系統図
Block diagram of chrominance corrector.

i : ダイオードの順方向電流

v : ダイオードの順方向電圧

q : 電子の電荷, I_s : 逆方向飽和電流

m : 勾配定数, k : ボルツマン定数, T : 絶対温度

このダイオードを定電流源・定電圧源駆動すれば、対数変換、逆対数変換特性が得られる。

いま、図 3 のような等価回路を考えると、割算特性は(4)式で表わせる。

$$i_0 = I_s \exp\left(\frac{qv_d}{mkT}\right) \frac{i_w + i_{dw}}{i_y + i_{dy}} \quad (4)$$

i_0 : W'/Y' に対応する電流

i_y, i_w : Y', W' にそれぞれ対応する電流

i_{dy}, i_{dw} : Y', W' を対数変換するダイオードのバイアス電流

v_d : 逆対数変換ダイオードのバイアス電圧

ただし、(4)式では、 T, m, I_s は各ダイオードについて同一と仮定しているの、これらの条件を満たすために、特性のそろったダイオードを同一温度で使用し、かつ良好な割算特性を得るために $i_w \gg i_{dw}, i_y \gg i_{dy}$ でなければならない。

理論的には、 pn 接合ダイオードの特性は(3)式に示したもので近似できるが、一般のダイオードでは順方向電流が mA オーダーになると、バルク抵抗のため電圧

$$\begin{aligned} e_w &= \frac{mkT}{q} \log \frac{i_w + i_{dw}}{I_s}, \quad e_y = \frac{mkT}{q} \log \frac{i_y + i_{dy}}{I_s} \\ i_0 &= I_s \exp \frac{q}{mkT} (e_w - e_y + v_d) = K \cdot \frac{i_w + i_{dw}}{i_y + i_{dy}} \\ K &\equiv I_s \exp \frac{qv_d}{mkT} \end{aligned}$$

図 3 割算等価回路
Equivalent circuit of divider.

降下が大きくなる。他方、微小電流域でも、漏洩電流などにより、(3)式からはずれてくる。これらの点を改善し、対数変換用に作られたダイオードも存在するが⁵⁾、接合容量が大きく、広帯域の回路には使用できない。そこで、接合容量の小さい高速度スイッチ用ダイオードの対数変換特性の実測結果から、1S306、1S1516 などが良好であることがわかったので、これらを使用した。

乗算回路には、差動増幅器の利得制御特性を利用して、トランジスタを使用した差動増幅器は、乗算特性の直線性はすぐれているが、DP が最大 2° ぐらい生じる。FET を使用したものでは DP は 1° 以下と良好になるが、直線性がトランジスタの場合より悪くなる。本回路では、位相特性を重視して FET 使用の乗算回路を採用した。

図4に示す FET を使用した乗算回路の静特性からわかるように、位相回転を最大 1° 許容すると、クロマレベルを約6倍変化できる。入力クロマ信号の SN 比が、4 管式ではあまり良くないことを考慮すると、大量の補正はノイズを強調しすぎて画質を損うことになり、適度に飽和するほうが好ましい。したがって、直線範囲が6倍もあれば充分である。図5に乗算回路を示す。この回路ではクロミナンス信号 E_c' を実際に変調する部分と

図4 乗算回路の特性
 Characteristics of multiplier circuit.

図5 乗算回路
 Multiplier circuit.

並列に乗算信号 W'/Y' が出力に現われないように打消回路をつけている。図5に示していないが、 W'/Y' の LPF と、この打消回路および後段の BPF で、 W'/Y' の漏洩は -40 dB 程度になっている。

2.3 性能

彩度補正回路の演算特性は次の方法で測定した。

カラーコーダーの緑信号入力に 0.70 Vp-p のブランキング信号、輝度信号入力にペDESTAL 0.207 V 、ピーク値 0.620 V の 11 段の階段波を加えると、 $Y'=0.59\text{ G}'=0.413\text{ V}$ であるから、 W' (ペDESTAL)/ $Y'=0.5$ 、 W' (ピーク)/ $Y'=1.5$ のように W'/Y' の値が $0.5\sim 1.5$ まで、 0.1 間隔で得られる。一方、クロマ信号入力は、 G 信号入力に相当する一定の値が得られているので、彩度補正を ON すれば、クロマレベルが $E_c' \cdot W'/Y'$ 、すなわち $0.5\sim 1.5$ 倍まで変調されるので、該当する階段のレベルを測定すればよい。上記入力信号を基準レベルとし、基準レベルおよび基準レベルの -20 dB の場合についての実測値を図6に示す。図6からわかるように、 W'/Y' が $0.5\sim 1.5$ の範囲では、基準レベルの -20 dB のレベルでも補正值は正規の値の $\pm 0.5\text{ dB}$ 以内に入る。測定値は $0.5\sim 1.5$ 倍の範囲だけを示しているが、補正量、位相回転の許容誤差をいくぶん大きくすれば、 $0.3\sim 2.0$ 倍程度の補正が可能であろう。

上記特性を得るためには、(4)式で、信号電流のピーク (i_y, i_w) とバイアス電流 (i_{dy}, i_{dw}) の比が 100 対 1 以上必要であるため、対数変換用ダイオードの特性のそろったものを必要とするが、逆対数変換用ダイオードは動作範囲が狭いので、対数変換用ダイオードと同種であれば、特に選択の必要はない。また、割算部は直結の直流増幅器になっているため、温度変化により種々のドリフト、すなわち、割算結果のレベル、バランスなどの変動が起こる。これらについては個々の回路で温度補償して

図 6 彩度補正回路の演算特性
Characteristics of chrominance correction circuit.

あるが、帰還系がないため十分に除ききれず、また、対数変換用ダイオードの特性自身も変動するため、0.6dB/10°C 程度の W'/Y' のレベル変化が実測された。このため、割算部のみ簡単な恒温槽に入れることにした。

恒温槽は周囲温度を $-5^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ まで変化させたとき槽内に回路発熱とほぼ等しいヒーターを挿入して測定した結果、槽内温度変動 2°C 以下で、上記割算回路の温度特性から判断して、十分な性能をもっていることがわかる。なお、乗算回路の温度特性は、乗算回路の動作点により異なるが、 10°C あたり -0.2 dB 以下である。

2.4 彩度補正の効果

上記性能の彩度補正回路を組込んだカラーコーダーと3インチ I.O+3P カメラとによる画質を評価して、次のような効果があることがわかった。

4 管式カメラをニーポイント以下で使った場合は、彩度補正の効果は少ないが、飽和度の高い原色、特に赤で彩度の上がることわかる。ニーポイントを越して動作させたときは、輝度信号が I.O により圧縮されるため彩度が不自然に高くなるが、彩度補正によりニーにかかっている部分のクロマレベルが圧縮されて好ましい彩度になる。このとき、彩度補正によるノイズの増加はほとんど認められない。

また、4 管式カメラでは、色チャンネルの白バランスをとるとともに、色チャンネルと輝度チャンネル相互間のレベルも適正に調整しないと、彩度が高すぎたり、低すぎたりして、自然な画像が得られない。しかし、彩度補正回路の働きにより、彩度の高いものは低く、逆に彩度の低いものは高くなるように補正されるため、常に輝度信号に対応したクロマ信号が得られ、カラー画像が視覚的に好ましいものになる。すなわち、クロマ信号レベルが輝度信号レベルに追従するので、輝度チャンネル本位の操作をして白黒画像を良好にすれば、カラー画像も良好になる。

以上要約すると、彩度補正回路は、分離輝度カメラの輝度・色チャンネル間に、ニーポイント、 γ 、レベルの相違があっても、それらを自動的に補正して、正しい色再現をもたらすとともに、操作性の向上にも役立つわけである。

3. Y 混合回路

輝度チャンネルに I.O を使用した分離輝度方式カラーカメラは、輝度信号の尖鋭度、白黒カメラとのコンパチビリティ、コントラスト比の圧縮などについてすぐれた性能をもっているが、輝度信号の SN 比は 3P カメラのそれより劣る。特に光量が充分にある場合の 3P カメラと比較した場合、SN 比の差が顕著になる。Y 混合回路は分離輝度方式の特徴を生かしつつ、輝度信号の SN 比を改善する方式である。

3.1 原理、特徴

図 7 に示す系統図からわかるように、輝度信号の低周波成分のみを二乗正弦波 フィルターで分離して、 Y' または G' の低周波成分と、一部または全部置換しているの、合成された輝度信号 Y_M は、(1) 水平方向のレジストレーションずれによる輝度信号の解像力低下を少なくおさえて、輝度信号の SN 比を改善できる。(2) 色チャンネルのノイズスペクトラムが三角分布している場合、色チャンネルの SN 比が悪くても輝度信号の SN 比改善が大きい。(3) 輝度チャンネルの撮像特性がよくなっていない場合、色再現性が改善される。(4) 輝度に I.O、色チャンネルにビジコン系の撮像管を使用した場合、尖鋭でかつ階調のすぐれた輝度信号が得られるなどの効果がある。

3.2 SN 比改善効果

SN 比改善量を次に検討する。輝度チャンネル、緑チャンネルのノイズ分布は、それぞれ、平坦分布、三角分布とし*、ウエイティング関数の伝達特性は、 $V(f)=1/(1+f/f_w)$ 、 $f_w=2.0\text{ MHz}$ で表わせるものとする。また、

図 7 Y 混合系統図
Block diagram of Y-mix system.

* クランプにより、ノイズ分布が変化するはずであるが、第一近似として変化しないとする。

混合回路は二乗正弦波特性のフィルターを使用しているが、遮断周波数 f_c で急激に切れているものとする。緑信号の混合量を α として SN 比改善量を計算した結果を図 8 に示す。図 8 実線は $f_c=1.5\text{MHz}$ 、点線は $f_c=4.5\text{MHz}$ 、すなわち、フィルターを使用しないで単純に G' と W' を混合したもので、両者を比較するために同じ図に記入してある。緑チャンネルの SN 比が輝度チャンネルより良いときには、Y 混合回路の輝度信号の SN 比改善量（図 8 実線 C）は単純に混合した場合（図 8 点線 c）より少ない。しかし、分離輝度方式のカメラでは、一般に色チャンネルの SN 比が輝度チャンネルより悪いから、上記のようなことはまず起こり得ず、図 8 の A または B で示される場合が一般的である。

図 8 Y 混合回路による SN 比改善量
Improvement of luminance signal SNR by Y-mix system.

一例として、 $f_c=1.5\text{MHz}$ 、 G 混合量 $\alpha=0.4$ 、 G チャンネルの weighted noise power が W チャンネルの weighted noise power の $+5.0\text{dB}$ とすると、Y 混合回路を使用したほうが SN 比の改善量が約 1.5dB 多いことがわかる（図 8 A₁ 点と a₁ 点参照）。

一般的に f_c および α は、輝度・緑チャンネルの SN 比の差、レジストレーションずれの度合、色再現性、階調などの関数となり、最適値が存在するはずである。3.4 節で述べる視覚実験に使用した 4 管カメラについて、 f_c および α を変えて視覚評価した結果では、 $f_c \div 1.5\text{MHz}$ 、 $\alpha=0.4 \sim 0.5$ が最も好ましいことがわかった。

3.3 Y 混合回路の色再現に及ぼす影響

Y 混合回路では輝度信号の一部を緑信号で置換しているため、当然色再現に与える影響が問題になるので、撮像特性を種々仮定して色再現誤差を電子計算機でシミュレートした。この場合、誤差の表示方法が問題になるがテレビ系には適当なものがないため、ここでは CIE の勧告による物体色の三次元等歩度座標を使用した⁶⁾。撮像特性は、撮像管の光電変換特性も含めて RGB チャンネルについては NTSC 理想特性、輝度チャンネルは $\bar{y}$ 特性および S-10 特性とし、光源の演色性評価に使用される 15 色の色紙について計算を行なった。

計算に使用した被写体（色紙）の C 光源に対するデータおよび輝度撮像特性が $\bar{y}$ 、S-10 特性のときの計算結果を表 1 に示す。表 1 からわかるように、色再現誤差は被写体により影響が異なるが、全体の傾向として、 $\bar{y}$ 特性のときは混合量の増大につれていくぶん再現誤差も大

表 1 Y 混合による色再現誤差
Reproduced color error of Y-mix system.

色 紙 デ ー タ				混 合 量					
マンセル表示	x	y	Y	W'	0.2	0.4	0.6	0.8	G'
無 彩 色	0.310	0.316	100.0	0.3/0.3	0.3/0.3	0.3/0.3	0.3/0.3	0.3/0.3	0.3
7.5 R 6/4	0.375	0.331	29.9	0.4/2.1	0.4/2.4	1.1/2.6	1.8/2.9	2.6/3.1	3.4
5 Y 6/4	0.385	0.395	28.9	0.5/6.8	0.6/5.2	0.7/3.6	0.8/2.0	1.0/0.5	1.1
5GY 6/4	0.373	0.495	30.4	1.1/9.7	2.0/6.5	3.0/3.3	3.9/0.3	4.9/2.8	5.8
2.5 G 6/6	0.287	0.401	29.3	0.8/3.9	2.1/1.6	3.4/0.6	4.6/2.8	5.9/4.9	7.1
10BG 6/4	0.258	0.306	30.7	0.4/2.6	1.0/2.8	1.7/3.0	2.3/3.2	3.0/3.4	3.6
5PG 6/8	0.241	0.244	29.7	0.6/9.2	0.4/7.3	0.2/5.4	0.1/3.5	0.1/1.6	0.3
2.5 P 6/8	0.284	0.242	29.6	0.6/8.7	0.5/6.0	1.7/3.2	2.9/0.4	4.0/2.4	5.2
10 P 6/8	0.325	0.263	31.5	0.7/5.8	0.7/3.3	2.2/0.8	3.7/1.7	5.3/4.2	6.8
4.5 R 4/13	0.567	0.307	11.5	6.4/5.6	2.6/2.0	1.2/1.7	5.4/5.8	10.3/10.5	16.5
5 Y 8/10	0.438	0.462	59.1	1.9/13.8	2.3/10.1	2.7/6.5	3.0/3.0	3.4/0.5	3.8
4.5 G 5/8	0.254	0.410	20.1	1.4/1.4	2.9/0.6	4.3/2.6	5.8/4.6	7.2/6.6	8.6
3PB 3/11	0.155	0.151	6.4	4.9/19.1	4.4/16.0	3.9/12.8	3.4/9.7	2.9/6.1	2.4
5YR 8/4	0.372	0.353	57.3	0.4/5.2	0.3/4.5	0.5/3.8	0.8/3.0	1.2/2.3	1.6
5GY 4/4	0.353	0.432	11.7	0.5/5.9	1.1/3.9	1.8/2.0	2.4/0.1	3.0/1.8	3.7
1YR 6/4	0.377	0.344	32.7	0.4/3.0	0.3/2.9	0.7/2.8	1.3/2.7	1.9/2.6	2.4
色再現誤差平均				1.33/7.07	1.37/4.71	1.84/3.44	2.66/2.86	3.56/2.35	4.54

R, G, B 撮像特性: NTSC 理想特性

W' : $\bar{y}$, S-10 特性

A/B: A は $\bar{y}$, B は S-10 特性のときの色再現誤差

きくなるが、 $S-10$ 特性のときは適当な混合量で再現誤差の平均値が最小になる点が存在している。

したがって、輝度撮像特性を $\bar{y}$ にする補正フィルターを省略して、フィルターによる光量損失を減らし、色再現の悪くなる分を Y 混合回路により補正するという使用法も考えられる。

3.4 Y 混合回路の画質の視覚評価

3.1 節で述べた特徴を確認するため、実際に 4 管式分離輝度カラーカメラを使用して視覚実験を行なった結果を示す⁷⁾。撮像管の種類、動作条件などは次に示すものである。

	撮 像 管	SN 比	r 補正
輝度チャンネル	4415	8段階 JIS グレイスケール 2 段半つぶし	0.7
R チャンネル	アーセコン*	39.2 dB	0.45
G チャンネル	アーセコン	40.1 dB	0.45
B チャンネル	アーセコン	32.0 dB	0.45

ただし SN 比は白色雑音をはめこみ、視覚的に測定したもの。

実験では、 Y 混合回路に $f_c=1.7\text{ MHz}$ の二乗正弦波フィルターを使用し、 G 信号混合量は約 50% である。12 人のテレビ技術者により、輝度信号を W' 、 Y_M 、 Y' の 3 種切替えた場合の画質を視覚評価した。表 2 は色票をもった人物のバストショットを撮像し、実際の被写体とモニター上の画像とを比較して、

評 価 点		ノイズ、レジずれ、色再現などについて
6	非常に良い	認められない
5	良 い	ちょっと認められる
4	やや 良い	認められるが気にならない
3	やや 悪い	いくぶんじゃまになる
2	悪 い	じゃまになる
1	非常に悪い	使用不能

として評価したものである。なお、総合画質については 3 種の輝度信号に対する順位で示してある。

表 2 の結果から、 Y_M の画質の彩度、色相は W' より良好で、肌色については Y' より好ましい。尖鋭度は Y' と W' の中間、SN 比、階調は 3 方式中最良である。以上の結論は 3.1 節で述べた特徴から予想できるものもあるが、肌色の色再現、階調については、理論的には Y' が最良のはずであり、何か他の要素が入っているものと考えられる。肌色について考えられる理由は、 Y_M と Y' の解像力の差であり、階調については、 W' のオルシコン調よりも Y_M のオルシコン調とビジコン調の中間の階調が視覚的に好ましいということではないかと考えられる。

総合画質の評価結果は、 Y_M の場合が最良となつては

* As_2Se_3 を用いた光導電形撮像管

表 2 3 種類の輝度信号に対する画質評価結果
Result of subjective quality-grading tests on three luminance signals.

項目	輝度 信号	評価		
		最大	最小	平均
色 相(色票)	Y'	5	3	4.42
	W'	5	2.7	4.06
	Y_M	5	3	4.27
色 相(肌色)	Y'	5	3	3.75
	W'	5	2.7	3.73
	Y_M	5	3	4.03
彩 度(色票)	Y'	5	3	4.33
	W'	5	3	3.83
	Y_M	5	2.7	4.08
彩 度(肌色)	Y'	5	3	4.17
	W'	5	2.7	3.98
	Y_M	5	2.7	4.27
尖 鋭 度	Y'	3.7	2	2.31
	W'	6	4	4.89
	Y_M	6	3	4.00
ノ イ ズ	Y'	5	2	3.90
	W'	4	2	2.92
	Y_M	5	3	4.00
階 調	Y'	5	2	3.11
	W'	5	3	3.61
	Y_M	5	3	4.21
総 合 画 質 (3 方式の 順 位)	Y'	3	3	3.00
	W'	1	2	1.45
	Y_M	1	2	1.36

いるが、 W' の総合画質評価点と非常に近い。項目数から判断すれば、このような結果が出たのは、やはり尖鋭度の差が大きく作用したものと思われる。

4. 彩度補正および Y 混合回路の問題点

先に述べたように、彩度補正回路は広範囲の Y' 、 W' のレベルで正確な補正を行なうことができるが、通常カメラを調整するとき、暗部の SN 比改善、彩度を高くするなどの理由で、色チャンネルのペダスタルを切って使用することが多く、このため、 $W' \approx 0$ にもかかわらず $Y' = 0$ となり、 $W'/Y' = \infty$ 、すなわち彩度を非常に高くするように回路が働き、とんでもない色を強調したり、SN 比を悪化させたりする。これを防ぐために、 i_{dw} 、 i_{dy} をピークの $1/20 \sim 1/30$ 程度にしておき、暗部での演算率を変えてやるようにしなければならない。しかし、このようにバイアス電流を大量に流すと、レベルに比例して割算結果の値が変わってきて精度が下る。

たとえば、 i_{dw} 、 i_{dy} がピークの $1/100$ のときには、 RGB 三信号を同時に 10dB 程度下げても、クロマレベルの変化はモニター上でほとんどわからないが、上記のようなバイアス電流を大量に流した状態では、かなりの彩度低下となる。

次の問題点は、輝度・クロマチャンネル間にレジずれがあるとときに起こるエッジの強調効果（色縁をつける）である。この現象は、瞬時のレジずれと考えられる輝度・クロマチャンネル間の残像または立上り時間の相違によっても起こる。レジずれによるものは割算回路で帯域制限しているので（500 kHz）、垂直方向（画面上では横線の色縁）にのみ現われる。二次元のLPFを使用すれば軽減できるが、回路が複雑になるという欠点がある。これについては何らかの工夫が必要であろう。現実での使用結果では、通常は許容されると思われるレジずれも強調

されて許容値を割るようで、かなり正確にレジ合わせをしなければならないとのことである。

残像、立上りによるものは、特殊な被写体を高速でパン、チルトしなければ起こらないが、発生すると非常に見にくい画像になる。これについても、バイアス電流をピークの1/20~1/30程度流すことにより、ほとんど問題にならない程度にまで軽減できる。

いずれにせよ、上記現象により彩度補正回路本来の性能を下げて使用しなければならず、それだけ彩度補正の効果は低下していることになる。

図9 カラーコーダーアダプター系統図
Block diagram of color coder adaptor.

图10 彩度補正回路
The circuit of chrominance³ corrector.

图11 Y 混合回路
Y-mix circuit.

注) 1) 特に記入なき抵抗はすべて $1/2W$ 、ただし印内は $1/4W$ とする。

2) 抵抗の単位は Ω , コンデンサの単位はF.

3) AC, アースおよびリー配線を除き同軸配線とする。

4) 印部品は前面パネル取付部品、印は恒温槽。

Y混合回路については、プランビコンの解像力がI.Oにくらべ劣るため、Y混合により垂直解像力が低下するが、混合率 20% ではほとんど問題にならない。混合率 40% では垂直解像力の低下がはっきり認められるが、その代償としての SN 比改善のほうがより大きい。

5. む す び

彩度補正の概念は以前から提案されてきたものであるが、精度の高い広帯域の割算回路の製作が困難であったため、実用化されずにいたものである。この彩度補正回路と、新しい考えの Y 混合回路により、分離輝度カラーカメラ、特に I.O とビジコン系の撮像管を組合せたカラーカメラの画質、すなわち、SN 比、階調、彩度などと運用性を向上させるため、今回メキシコオリンピック中継用カラーカメラに、カラーコーダーアダプターとして実用機を付加したものである。彩度補正、Y 混合回路は、それぞれ外形寸法 209×69×149 mm のユニットにまとめてあり、アダプターは電源を加えて 3 ユニットで構成されている。

メキシコオリンピック中継では、彩度補正回路は 3 中継車、12 台のカラーカメラ全部に全期間にわたって使用され、良好な結果を得た。一方、Y 混合回路は 1 中継車で使用され、SN 比改善に効果があった。使用条件は G

混合、混合率 40% である。

まだ実績は短い、現在までの使用経験では充分現業の使用に耐えて、当初予定した性能を安定に発揮している。

なお、図 9～図 11 にカラーコーダー、アダプター系統図、彩度補正および Y 混合回路の実用回路を示しておく。

本装置研究の機会を与えられたテレビ研究部の寺山部長、坂田副部長、実用機開発製作にいろいろ配慮いただいた 開発部 和久井主任研究員、技術本部演奏設備部吉田弘職員、および東芝小向工場の関係各位に感謝します。

(昭和 44 年 2 月 4 日受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) 林：分離輝度信号を用いたカラーテレビ撮像方式，NHK 技術研究，15，8 (1963)
- 2) 元木ほか：分離輝度カメラの彩度補正と Y ミックス回路，第 3 回テレビ学会全大予，4-2 (1967)
- 3) I. C. Abrahams: Analysis of Color Error in Color Television Cameras, J. SMPTE, 72, 8 (1963)
- 4) G. E. Platzer: Using Transistor Circuits to Multiply and Divide, Electronics, Apr. 4 (1966) 109
- 5) 日本無線カタログ
- 6) G. Wyszecki: Proposal for a New Color-Difference Formula, JOSA, 53, 313
- 7) 斎藤，元木：4 管式分離輝度カラーカメラの試験結果，NHK 技研部内談話会資料 (昭 41.12.23)

今月の表紙

1" カラーカメラ用

10×アンジェニューズームレンズ

東京都中央区銀座 1-5-6

株式会社 ナック

1" カラーカメラ用に新たに開発されたズームレンズであり、小型、軽量、カラー再現の忠実度と種類の豊富さが、その特長です。

10倍ズームレンズで、世界市場において定評のある、ビー・アンジェニュー社(仏)の開発したもので、すでに、フィリップス社の各種カラーカメラに装着されています。

性能は下記の通りです。

	焦点距離	絞 値	至近距離	重 量	バックフォーカス	ガラス厚
10×14E11	14～140 mm	f/1.6	95 cm	7500 g	88.97 mm	66.4 mm
10×14L11	14～140 mm	f/1.8	95 cm	7000 g	88.97 mm	66.4 mm
10×15T11	15～150 mm	f/1.9	140 cm	3000 g	{ 77.17 mm 82.16 mm	65.2 mm
10×25T11	25～250 mm	f/4.0	170 cm	2700 g	88.90 mm	65.2 mm