カラーテレビ受像機のセルフコンバーゼンス化

東京芝浦電気株式会社 杉 原 秀 行
下 間 武 敏

最近のカラーテレビ受像機は、ほとんどがセルフコンバーゼンス化となっている。この解説は、セルフコンバーゼンス化がいかに行われたかについて、その原理と実用化技術を中心に述べている。特にカラー受像管と偏向ヨークの基本的問題がいかに解決されたかについて、また、合わせて省資源、省エネルギー、省力化についても述べている。

1. ま え が き

すでに限界普及率に達しているカラーテレビ受像機は、買い替え、買い増し需要が中心となっている。しかし、家電製品の柱であることは依然として変りない。

1974年のオイルショック以来、性能向上とともに省電力、省資源の必要性から、これらを主とした技術開発が採りあげられて来た。特に受像管周辺回路を主体とした省電力をはじめ、使用部品の削減、小型化、低コスト化が進められてきた。その中でコンバーゼンス回路の簡易化、削減化技術は、ここ数年で急速に進展し実用化された。

全盛を誇っていたデルタ型3電子銃式カラー受像管は、現在ほとんどインライン型3電子銃式に置きかえられている。また、偏向ヨークの高精度化とともにカラーテレビ受像機はセルフコンバーゼンス方式となっている。

ここでは、カラーテレビ受像機のセルフコンバーゼンス化がいかに行われたかについて、受像管および偏向ヨークの新技术を中心として述べる。

2. セルフコンバーゼンス方式の原理

3ビーム方式カラー受像管の偏向収差に対しては種々の文献^{1)~3)}に詳しく解析されているので、ここでは簡単に説明する。

同報告¹⁾²⁾によると、同一円周上の任意点よりスクリーンに向かって収束してくる円錐形ビーム束のコンバーゼンスエラーは、

$$\begin{aligned} \Delta x &= (A_4 X_s^2 + B_5 Y_s^2) x_s' + (A_6 + B_6) X_s Y_s y_s'^2 \\ \Delta y &= (B_4 Y_s^2 + A_5 X_s^2) y_s' + (A_6 + B_6) X_s Y_s x_s'^2 \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、 X, Y は水平および垂直磁界による偏向距離、 x, y は無偏向ビームの座標、添字 s はスクリーン面上の値であることを示す。' (ダッシュ) は z に対する微分を表わし、 x', y' はそれぞれ水平・垂直軸に対する入射角を表わす。 A_n, B_n はそれぞれ水平・垂直磁界の偏向収差係数である (座標軸は図1参照)。

水平偏向 ($Y_s=0$) のみを考えると、コンバーゼンスエラーは (1) 式より、

$$\Delta x = A_4 x_s' X_s^2$$

$$\Delta y = A_5 y_s' X_s^2$$

これらが零となる条件は、

$$A_4 = \frac{3}{2} \int_{z_0}^{z_s} \frac{X'^2}{X_s^2} dz - 2k \int_{z_0}^{z_s} \frac{H_{II} 2(z-z_s)^2 X}{X_s^2} dz = 0 \quad (2)$$

$$\begin{aligned} A_5 &= \frac{1}{2} \int_{z_0}^{z_s} \frac{X'^2}{X_s^2} dz - k \int_{z_0}^{z_s} \frac{H_{II} 0'(z-z_s)^2 X'}{X_s^2} dz \\ &\quad + 2k \int_{z_0}^{z_s} \frac{H_{II} 2(z-z_s)^2 X}{X_s^2} dz = 0 \end{aligned} \quad (3)$$

ここで k は定数、 H_I, H_{II} はそれぞれ垂直、水平磁界を表わし、添字 0 および 2 はそれぞれ z 軸上磁界の y または x に関する微分の次数を表わす。すなわち添字 0 は z 軸上磁界分布、2 は非斉一性を表わす。

(2) 式は、ピンクッション型 ($H_{II}^2/X_s > 0$) とすれば満足できる。(2) 式が成立するとして (3) 式を整理すると、

$$A_5 = \int_{z_0}^{z_s} \frac{X'^2}{X_s^2} dz + k \int_{z_0}^{z_s} \frac{H_{II} 0^2(z-z_s)^2}{X_s^2} dz > 0$$

すなわち $\Delta y \neq 0$ となる。

これは、前述した円錐形ビーム束を偏向した場合、ス

"Self-Convergence for Colour Television Receiver" by Hideyuki Sugihara and Taketoshi Simoma (Tokyo Shibaura Electric Co. Ltd., Saitama)

クリーンの任意点において常に一点に集束させることは不可能であることを証明している。

換言すれば、デルタ型3電子銃を用いた場合、セルフコンバーゼンス化は不可能なことを意味する。

次に、インライン型電子銃を使用する場合を考えてみると、このときは円錐ビーム束の水平断面内に存在するビームのみを考慮すればよく、 $y_s' = 0$ となるため(1)式より、

$$\begin{aligned} \Delta x &= (A_4 X_s^2 + B_5 Y_s^2) x_s' \\ \Delta y &= (A_6 + B_6) X_s Y_s x_s'^2 \\ B_5 &= \frac{1}{2} \int_{z_0}^{z_s} \frac{Y'^2}{Y_s^2} dz + k \int_{z_0}^{z_s} \frac{H_{10}' Y'(z-z_s)^2}{Y_s^2} dz \\ &\quad + 2k \int_{z_0}^{z_s} \frac{H_{12} Y(z-z_s)^2}{Y_s^2} dz = 0 \quad (4) \end{aligned}$$

(4)式の第1項と第2項の和は正となるため、 $B_5 = 0$ とするためには第3項を負、すなわち垂直偏向磁界をバレル型 ($H_{12}/Y_s < 0$) とすれば可能である。

$$\begin{aligned} A_6 + B_6 &= \int_{z_0}^{z_s} \left(\frac{X'}{X_s} \right) \left(\frac{Y'}{Y_s} \right) dz + 2k \int_{z_0}^{z_s} \left(\frac{H_{12}}{X_s} \right) \left(\frac{Y}{Y_s} \right) \\ &\quad + \left(\frac{H_{12}}{Y_s} \right) \left(\frac{X}{X_s} \right) (z-z_s)^2 dz \\ &\quad - \int_{z_0}^{z_s} \left(\frac{H_{10}'}{X_s} \right) \left(\frac{Y}{Y_s} \right) + \left(\frac{H_{10}'}{Y_s} \right) \left(\frac{X}{X_s} \right) (z-z_s) dz \quad (5) \end{aligned}$$

(2)、(4)式が成立する条件の下では、第2項は互いに相殺する。したがって第3項が正であれば(5)式は零にできる。これは磁界の非斉一性に無関係に、 z 軸上磁界分布 H_{10} 、 H_{12} (磁界強度のピーク位置) をコントロールすればよいことを示している。

以上より、インライン配列された電子銃と非点収差磁

界 (astigmatic field)、すなわち水平磁界はピンクッション型、垂直磁界はバレル型とすれば、見掛け上セルフコンバーゼンスが実現できる。このような非点収差磁界は、図1に示すように円錐形ビーム束をスクリーン面上に直線状にフォーカスさせるので、ラインフォーカス磁界と呼んでいる。

3. セルフコンバーゼンスシステム

インライン型3電子銃を利用したブラウン管の実用化は、1965年 General Electric 社の11形70°偏向りが初めてであり、両トロイダル方式の偏向ヨークと組み合わせ、コンバーゼンス補正を簡易化している。

その後、1968年ソニーがインライン方式トリニロン3ビーム単電子銃とセミトロイダル偏向ヨークで、また、1972年、東京芝浦電気がインライン3電子銃とセミトロイダル偏向ヨークの組合せで、コンバーゼンス補正を簡易化している。

しかし、完全なセルフコンバーゼンス方式は1973年 RCA 社から PIT (Precision Inline Tube) と PST (Precision Static Toroid) ヨークの組合せで発表された (15VADP22, 同 TC01⁵⁾) のが最初である。これは、あらかじめ偏向ヨークをブラウン管上に調整して取付け固着したもので、ITC (Integral Tube Component) と呼ばれている。

RCA 社のセルフコンバーゼンスシステムに採用された新技術を表1に示す。

その後、セルフコンバーゼンス方式は急速に進展し、現在ほとんどの管種に実用化されている。大別すると、省電力と品位の兼ねあいでは中小型管 (20インチ以下) は90°管、大型管 (22インチ以上) は110°管が主流となっている。90°管は、両トロイダル偏向ヨークの固着方式からセミトロイダル偏向ヨークのクサビ止め方式に変わっている。セミトロイダル偏向ヨークの場合、偏向感度や上下ひずみ補正回路が削除できる点で優れている。大型110°管は、品位に対する要求が中小型管に比較して強い。省エネルギーとの兼ね合いで各社とも異なったシ

図1 セルフコンバーゼンスの原理 (ラインフォーカス磁界)

表1 RCA 社セルフコンバーゼンスシステム

項 目	内 容
電 子 銃	ユニタイズインラインガン
ス ク リ ー ン	たて型、ストライプスクリーン
コ マ 収 差	フィールドコントローラー
偏 向 ヨ ー ク	PST (Precision Static Toroid)
コンバーゼンス補正	ITC (Integral Tube Component)
スタティックコンバーゼンス	円形、多極式マグネット

表 2 現在のセルフコンバーゼンス方式 (代表例)

項目	偏向角度	90°	100°	110°		
				日本	米国	欧州
大きさ(インチ)		22以下	18~23			
電 子 銃		ユニタイズインラインガン				
ネック径 (mmφ)		23.1	29.1 36.5	23.1	36.5	
ス ク リ ー ン		ストライプスクリーン				
偏 向 ヨ ー ク		セミトロイダル			両トロイダル	両サドル
ラスタ	上下(%)	0~1.5			8~10	0~1.5
ひずみ	左右(%)	4~5	5~6	7~9	9~10	13~16
コンバーゼンス補正法および調整箇所		ITC クサビ固定 0			ITC 固着 (2)半固定	エレクトリカル 7

システムを採用している。

表 2 に代表的なセルフコンバーゼンスシステムを示す。

4. セルフコンバーゼンス技術

セルフコンバーゼンスの実用化にあたり、その基本的問題と、それがいかに解決されたかについて述べる。

4.1 スクリーン

セルフコンバーゼンス化は、非点収差磁界を必要とするため、スクリーン上での 3 電子ビームトリオ形状がひずむ。そのため、従来のドット型スクリーンでは、蛍光体ドットに対する電子ビームランディングが損なわれ、色純度が劣化する。

これに対して、スリット型シャドウマスクを使用し、縦方向に連続したストライプ型スクリーンが開発された。これは縦方向のランディングをフリーとすることで上記問題を解決したものであり、370AVB22 (1972 年, 東芝) で実用化されている。

図 2 にドット型スクリーンとストライプ型スクリーンを比較する。

4.2 電子銃

(1) 偏向磁界のコマ収差

セルフコンバーゼンス化のため非点収差磁界を形成す

図 2 ドット型スクリーンとストライプ型スクリーンの比較

図 3 偏向ヨークコマ収差

図 4 代表的フィールドコントローラー

ると、同時にコマ収差を生ずる。

そのため、見掛け上センタービームのラスタサイズが小さくなり、図 3 のようなコンバーゼンスエラーの原因となる。これには、電子銃の頭部に μ メタルを装着し、偏向磁界の電子銃側漏洩磁界と干渉させて、コマ収差を除去する方法が開発された⁶⁾。この μ メタルをフィールドコントローラーと呼んでおり、510DMB22 (1971 年, 東芝) で初めて実用化されたが、その後、種々改良されている。

偏向ヨーク自身でコマ収差を除去した例もあるが、それについては 4. 3 項に述べる。

図 4 にフィールドコントローラーの一例を示す。

(2) フォーカス

非点収差磁界により、画面周辺で電子ビームスポット形状が楕円状にひずむ (デフレクションデフォーカス)。そのため画面周辺の解像度が劣化し、特に広角偏向管においてその傾向が著しい。

電子銃のプリフォーカス部に非点収差レンズを使用する方法 (1975 年, A 67-610 X, RCA ; 1975 年, A 66-500 X, Philips) や、電子銃頭部に配置した μ メタルを使用し、漏洩偏向磁界を用いて、電子ビーム形状を成形する方法 (1975 年, 670 LB 22) により改良されている。

前者は画面中央での解像度劣化を伴ない、後者

写真 1 各種電子銃

- A: 多段収束ユニタイズ型
B: BPF ユニタイズ型
C: BPF 型
D: BPF 型デルタ型電子銃
- インライン電子銃

はセンタービームに対する補正がむずかしく、完全でない。

最近では Zenith の発表した ABLE Tube (1976 年) の Tripotential 型電子銃に始まった多段収束型電子銃の開発がある⁷⁾⁻¹²⁾。これらは、主フォーカスレンズによる球面収差を軽減し、電子ビームスポットサイズを小さくしている (約 30%)。フォーカスの一様性とブルーミング特性を改良したものであり、90° 偏向管において性能向上が著しい。

(3) 組立て精度

セルフコンバーゼンスカラー受像管においては、部品やそれらの組立て精度がそのままコンバーゼンス品位に影響を及ぼす。これは従来の受像管のようにダイナミックコンバーゼンス調整素子がないためで、電子銃の組立て精度は特に重要である。

前述の 15 VADP 22 には、ユニタイズ型電子銃が使用されている。これは、3つの開孔をプレス加工により同時成型した一体電極を用いて、3電子銃全体を一本化したものである。従来の独立3電子銃に比較すると、電子ビームアライメント精度は 1/2~1/3 になり、現在広く使用されている。写真 1 に種々の電子銃を示す。

4.3 偏向ヨーク

特に偏向磁界の精度向上に努力がはらわれた。RCA では、1970 年に PST ユークを発表している。これは、A 67-150X (デルタ型電子銃、110° 偏向¹³⁾) 用として発表されたものであるが、15 VADP 22 にも使用されている。PST ユークは、一本化されたリング状のコアを使用し、その前後開口端に巻線ガイドリングを嵌合させている。水平・垂直のコイルは共にコアに対してトロイダル状に巻線されているため、コア内面形状とガイドリングにより正確に位置決定され、精度の良い磁界分布が形成

される。

Philips では、オールサドル型偏向ヨークを使用したセルフコンバーゼンスカラー受像管を発表している (A 66-500 X, 1975 年¹⁴⁾)。この偏向ヨークには、セクショナルワインディング方式が取り入れられている。これは、サドル型ヨークを小セクションに分割して成型することで精度向上を図ったものである。また、同偏向ヨークは、開口部に切り出し部を設けたコアを使用し、漏洩磁束分布を調整することによりコマ収差を除去している点が注目される。

最近では、偏向感度に優れ、かつ上下ラスタースhiftを除去できるセミトロイダル型偏向ヨークが普及している。この方式は、PST ユークにくらべ巻線精度は劣るが、最適磁界設計の自由度はむしろ大きい。総合的なコンバーゼンス特性は同等である。写真 2 に各種偏向ヨークを示す。

(1) セミトロイダル型

(2) 両トロイダル型

(3) 両サドル型

写真 2 各種偏向ヨーク

(a) コンバーゼンスエラー
(ITC 前)

(b) ITC 後

図 5 コンバーゼンスエラーと ITC による補正

4.4 ITC

カラー受像管主部品の精度向上は、前述した手段により行われてきたが、それらの組立て誤差に基づくミスコンバーゼンスを解決する問題が残った。すなわち、露光、パネルとファンネルのシーリング、電子銃の封入等の工程で生ずる種々のばらつきによりカラー受像管中心軸と電子ビーム軌道の不一致が起き、図 5 のようなコンバーゼンスエラーが現われる。

ITC は、このようなコンバーゼンスエラーを除くため考えられたものである。この技術は前述した 15 VAD TC01 に導入され実用化された。ITC は、電子ビーム軌道と偏向磁界中心軸が一致するように偏向ヨークを位置調整し、ファンネルコーン部に固定したものである。固定法としては、ファンネルコーン部にあらかじめ接着剤により固定されたファンネルリングを介して偏向ヨークをファンネル部に接着する方法 (15 VADTC01) で行われた。

最近では、偏向ヨークを後部ネック部に固定した後、傾斜させてミスコンバーゼンスを調整し、偏向ヨーク前部とファンネルとの間隙をゴム製のクサビで埋め込む方法が行われている。作業性に優れ、材料コストも安価なため、後者の方が一般的になりつつある。

5. 省資源、省エネルギー、省力化

セルフコンバーゼンス方式は、テレビ受像機の省資源、省エネルギー、省力化に大きく寄与している。

デルタ型電子銃のコンバーゼンス補正回路は、約 30 点の部品を必要とし、調整 12 カ所以上、回路の消費電力は約 10~13W である。

インライン型電子銃の採用による簡易コンバーゼンス方式では、部品点数約 8 点、調整 3 カ所、回路の消費電力約 2~3 W となり、セルフコンバーゼンス方式では、これらはまったく不要となる。

しかし当初のセルフコンバーゼンス方式に採用している PST ヨークは、コアの長径、短径にはめこまれたガ

イド溝つきリングに垂直・水平巻線をして 1 列にしてトロイダル巻きにしているため偏向感度が悪く、低インピーダンスとなっている。そのため、セミトロイダルヨークに比較し、垂直で約 2 倍、水平で約 1.3 倍の偏向電力が必要である。このため偏向回路設計上、大出力の半導体素子が必要となり、また電源電圧も高くする必要が生ずる。これにより回路部品が増加し、消費電力も増大する。

消費電力低減の要求が強い日本では、偏向感度に優れたセミトロイダル型偏向ヨークで、セルフコンバーゼンス化を実現している。特に 90° 偏向管では PST ヨークに代り主流となっている。

写真 3 に 36.5φmm ネック、デルタ型電子銃を使用したカラー受像管と、偏向ヨークおよびコンバーゼンスユニットの組合せを、写真 4 に 29.1φmm ネック、インライン型電子銃を使用したセルフコンバーゼンス方式カラー受像管と偏向ヨークおよびスタティックコンバーゼンス、ピュリティーマグネットの組合せを示す。

また、セルフコンバーゼンス方式は、テレビ受像機の量産工程での省力化に寄与している。

コンバーゼンス補正を必要とする場合は、テレビ受像

写真 3 デルタ型電子銃受像管とネックコンポーネント

写真 4 インライン型電子銃受像管とネックコンポーネント (セルフコンバーゼンス方式)

機製造工程で、カラー受像管に偏向ヨーク、コンバーゼンスユニットを取付け、色純度やコンバーゼンスの調整を行っていたため、製造工程が複雑であった。

セルフコンバーゼンス方式の場合は、それらの調整は事前にできるため、テレビ受像機製造ラインでは単一部品として取扱うことができる。そのため製造ラインが簡略化され、作業時間も短縮されている。

6. む す び

以上、セルフコンバーゼンスに伴うカラー受像管の周辺技術、および省資源、省エネルギーについて述べてきたが、今後さらにその傾向は強まると予想される。例えば、左右ラスタースミ補正回路の削除や偏向電力の低減等のテーマが今後も取り上げられるだろう。

偏向電力の面では、偏向角やネック径の検討も進められている。性能やスペースファクターとのからみもあり、中小型カラー受像管では 76°, 55° 偏向, 20 φmm ネック, 大型管では 100° 偏向等が検討されている。

また、さらにカラー受像管の精度向上が追求されるだろう。それによりネックコンポーネントの簡略化または省略により管内に内蔵する方法や、現在行っている ITC 工程を省略するといった省力化も追求され、白黒受像機なみの省資源、省エネルギー、省力化が追求されるだろう。

う。

性能の面では、最近のビューデータ、テレテキストのようなカラー受像機の新用途も開かれつつあり、特に画面周辺部の解像度の向上に対する要求は一段と厳しくなっている。このため電子銃の改良に加えて、偏向ヨーク自身によるデフレクションデフォーカスの改良も取り上げられている。

(昭和 53 年 9 月 6 日受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) J. Haantjes, et al: Philips Res. Rep., **12** (1957) 65-97
- 2) J. Haantjes, et al: Philips Res. Rep., **14** (1959) 46-68
- 3) 別所ほか: テレビ学会テレビ用電子管研資 (1964)
- 4) R. A. Budd: IEEE Trans., **BTR-16**, 2 (1970)
- 5) RCA 技術資料 (15 VADP 22, 15 VADTC 01) (May, 1975)
- 6) 太田ほか: 東芝レビュー, **27**, Nov. (1972) 1007-1010
- 7) 吉田ほか: テレビ学会技報, ED 364 (1978)
- 8) J. W. Schivartz, et al: IEEE IEDM (1976)
- 9) RCA 受像管発表展示会資料 (Aug. 1977)
- 10) 小川ほか: テレビ学会技報, ED 353 (1977) 12
- 11) 野坂ほか: 三菱電機技報, **52**, 6 (1978)
- 12) 福島ほか: テレビ学会技報, ED 77-71 (1977)
- 13) RCA Engineering Note PIX-312 (Dec. 1970)
- 14) Mullard: 20 AX for 110° Colour Television (1975)

テレビジョン学会誌 3 月号 予定目次

- 【ふおーかす】 画像通信の未来……………成蹊大 窪田啓次郎
- 【技術解説】 周波数拡散通信方式……………郵政省 塚本賢一
テレビ多重に伴う CIN ダイプレクサーの諸特性と問題点
……………テレビ朝日 桑野繁夫・日電 青山憲太郎・東芝 北岡晃一
撮像管の運用と管理……………NHK 安国五雄
集積回路の CAD ……………東芝 吉田憲司
- 【研究動向】 最近のマス・コミュニケーション研究……………NHK 後藤和彦
- 【技術の話題】 現像液の再生について……………富士フィルム 岩野治彦
南極昭和基地よりのテレビ中継……………NHK 高橋道清・副島延寿
- 【論文・資料】 閉曲線情報処理による湖の識別……………東工大 安居院猛・中嶋正之・伊藤忠芳
イメージカヴァリー・ダウンコンバーターの解析……………NHK 内海要三・小西良弘
- 【講座】 テレビ・ラジオ技術者のためのマイクロコンピュータ: 応用編
(第 17 回) 9. 放送技術への応用 (II) ……………中日電子 大矢 隆
- 【現場だより】 沖電気工業株式会社画像機器開発グループ……………沖電気 大平隆夫
- 【会議レポート】 CCIR・SPM に出席して……………NHK 泉 武博
1978 International Electron Devices Meeting 報告……………富士通研 篠田政一