偏 平 受 像 管

正会員 大 越 明 男[†], 佐 藤 広 喜[†]

小形偏平受像管の商品開発にあたり、省電力化のために特に水平偏向系について検討を進め、管内に透磁率の良いフェライト材を内蔵することによって、水平偏向電力の低減に成功した。また、画面の上下による焦点ぼけについて、垂直静電偏向板と電子銃を内部接続し、垂直偏向波形を電子銃にも加えることによって、画面の垂直方向にダイナミックフォーカスをかけ、均一な画像にすることができた。

1. ま え が き

偏平受像管の基本構想は1953年¹⁾に始まり、国内でもNHK総合技術研究所²⁾、シャープ³⁾から発表され、一昨年、新日本電気⁴⁾から3インチサイズの管で発表されている。しかし、商品化されたものは最近までなく、昨年の1月にシンクレア・リサーチ⁵⁾から1982年中に発売するとのニュースがあった。

我々も4年前よりポケットブルテレビのディスプレイとして、偏平受像管の可能性について検討を始めた。その目標として、①できるだけ薄く、②画質が従来のブラウン管と同じ程度、③消費電力が少ないこと、④2インチサイズ(有効画面)で管ができるだけ小形であること、⑤その技術の延長で大形化、カラー化が可能なこと、⑥量産可能な方式であること、を目標にかかげて開発を進めて来た。その結果、管の厚さ16.5mm、幅55mm、長さ133mm、容積ほぼ55ccのコンパクトな管が完成した。

2. 偏平受像管の原理および構造

今回開発した偏平受像管の基本原理を図1に示す。電子銃が蛍光面の下の方に、蛍光面と平行に配置されている。この電子銃からとび出したビームが1次偏向部で垂直・水平方向に偏向されて蛍光面と背面電極(透明電極)の間に入射し、そのビームは蛍光面と背

図1 薄形電子管の原理図

面電極の間にできた電界により曲げられ、蛍光面にランディングする。

従来のブラウン管では、ビーム入射の反対側から蛍光面を見ているが、ここでは反対に、透明電極を通してビーム入射側の蛍光面を見る方式になっている。

3. 偏 向 方 式

偏平受像管と従来のブラウン管の違いは、図1のように蛍光面と背面電極(透明電極)の間で2次偏向を受ける点であって、1次偏向は従来のブラウン管と同じに行う。初め、管を薄くするために1次偏向をすべて静電方式で考えたが、静電偏向は、電磁偏向と違い偏向ひずみが大きく偏向角の小さい場合に適している。しかるに、この偏平受像管の特徴は、図1のように垂直の偏向角(10°)が非常に小さくなっていることにある。したがって、垂直偏向にのみ静電偏向を採用した。

また、この種の偏平受像管は、図1からわかるよう

[†] ソニー株式会社 開発研究所

"A Flat Cathode Ray Tube" by Akio Ohkoshi and Hiroki Sato (Electronic Devices Division, Development Center, Sony Corporation, Tokyo)

図 2 磁気回路の解析

に、同じ管の長さにする場合に偏向角（水平）が大きくなる。このサイズの従来管では水平偏向角が 40° であり、この偏平受像管では水平の最大偏向角が約 58° になっている。したがって、水平偏向電力が従来のブラウン管より 2 倍ほど大きくなる。一般に電子管で消費電力の大きい部分は水平偏向であり、この水平偏向電力を下げるために管内に透磁率の良いフェライト材の使用を検討した。

水平偏向系を図 2 のように空隙を有するコア入り電磁石としてあらわすと、この磁気回路のコアおよび空隙の磁気抵抗はそれぞれ、

$$R_c = \frac{l_c}{\mu_r S}, \quad R_g = \frac{l_g}{\mu_0 S}$$

で、全磁気抵抗は次式で与えられる。

$$R = R_c + R_g$$

この電磁石の巻数を N とし、電流 I を流した場合の磁束は、

$$\Phi = \frac{NI}{R_c + R_g} = \frac{NIS}{\frac{l_c}{\mu_r} + l_g}$$

$$\frac{l_c}{\mu_r} \rightarrow 0$$

であるから、

$$\Phi \approx \frac{NIS}{l_g}$$

となる。

ただしここで、 N ：巻数、 I ：電流、 l_c ：電磁石の長さ、 l_g ：電磁石の空隙、 S ：電磁石の断面積、 μ_0 ：真空の透磁率、 μ_r ：電磁石の比透磁率である。

したがって磁束は、空隙に反比例するから、空隙を小さくするために空間に透磁率の良い材料を入れた方がよい。

管厚が一定になるようにフェライトの厚さ (df)、ガラスの厚さ (dg)、およびフェライトの間隙 (da) をそれぞれ変えた場合についての消費電力について検討

図 3 消費エネルギーの解析結果

図 4 磁束分布

した結果が図 3 である。実際に管の中にフェライト材を入れた場合と入れない場合の磁束分布を図 4 に示した。その結果、水平偏向電力はフェライト材を内蔵しない場合の約 1/3 (150 mW 以下) に減少できた。

また、このフェライト板を垂直偏向板（静電）に共用することが当然考えられる。普通的全電磁偏向のように、水平・垂直方向が同一部分に重畳され、偏向部分を短くすることも可能となっている。電子管内にフェライト材を内蔵することによって心配されるガス放出について、図 5 にその分析と、その経時変化について示した。その結果、特にカソードに悪い物質もなく、ごく一般的なガスしか検出されていない。

4. セルフ・ダイナミック・フォーカス

次に、高圧端子についてみると、この偏平受像管は蛍光面、背面電極、偏向板（2 枚）、電子銃の高電圧電極 (G_4) の 5 個の高圧電極をもっている。管の製造および回路上から端子数はできるだけ少ない方がよい。

図 5 残留ガス分圧の経時変化

図 6 端子接続方法

図 7 偏向特性

(a) セルフ・ダイナミック・フォーカスを用いた場合

(b) セルフ・ダイナミック・フォーカスを用いない場合

写真 1

そのため片側偏向方式を採り、内部で電極の共通電位化を検討した。図 6 に種々の接続を示す。ここで Eb は最大高圧（蛍光面電圧）、Er は Eb より低い一定高圧（背面電極電位）、Ed は偏向電圧、Ec₃ は電子銃、G₃ 電極電圧。図 7 に、これらの接続に対する偏向特性を示した。

また偏向部分の電圧を蛍光面電圧と同じにするか、背面電極電圧と同じにするか 2 通り考えられる。消費電力の点から当然図 6 の 3 と 6 の方式は省いた。また、この偏平受像管の場合、画面の上下で電子銃からの距離が違うために、焦点ぼけが生じる。これを改良するためにフォーカス電極（G₃）にダイナミックフォーカスをかける方式も考えられる。そのために回路上負担がかかる。

図 6 の接続で 1 と 2 は垂直偏向板が電子銃の高電圧電極（G₄）と接続された方式である。垂直信号が偏向板にかかると G₃ 電極と間のレンズがかわり、ダイナミックフォーカスとして働く方式になっている。写真 1 にセルフダイナミックフォーカスがある場合とな

図 8 輝度特性

い場合の画面の写真を示した。

5. 反射形と透過形

従来のブラウン管では、蛍光面に直角に電子銃が配置されているために、蛍光面をビーム入射側から見ることは不可能である。しかし、この偏平受像管は、電子銃が蛍光面と平行に配置されているために、透明電極側から、すなわちビーム入射側から見る事が可能である。従来のブラウン管のような透過方式では、蛍光面のビーム入射面にアルミ (Al) のメタルバックが蒸着されており、この Al 膜のために入射ビームのエネルギー損失が生じている。図 8 に同じ電圧をかけた場合の明るさの比較を示す。実際の使用電圧 5.5 kV で、反射形の方が、ほぼ 2 倍の明るさになる。同じ明るさでは電流が半分ですみ、その分だけビームスポット径が改善され、画質が良好になった。

6. 電子銃および高電圧

電子銃は、管全体を短くするために、パイポテンシャルガンを使用した。カソードは、消費電力を少なくするために直熱カソードを採用した。蛍光面電圧は、省電力からできるだけ低い方がよい。しかし薄形電子管の場合、ビーム入射角が従来管と異なり斜め入射が避けられない。その結果、入射角 θ (20°) に対し、 $1/\sin \theta$ 倍にビームが大きくなる。

商品として、画質を下げることはできない。そこで画質を良くするために、蛍光面電圧を従来管より多少高めめの 5.5 kV に選び、ダイナミックフォーカス機能を持たせ、また反射形で電流を少なくして画質の改善を図った。その結果、解像度は中心部で 250 本以上が得られた。

7. ガラスおよびバルブ

偏平管の開発を始める場合に、最初の難問は、ガラス容器である。このガラス容器を従来のブラウン管形から考えるか、蛍光表示管形から考えるかによって、最終的に非常に異なった物になってしまう。筆者らのグループで、10 年以上前にプラニトロンといわれる放電多桁表示管が開発されている。このときガラス容器に対する開発が強力に進められ、進んだノウハウを有するに至った。管をできるだけ薄くするために蛍光表示管形の考えを採用した。

しかしカソード、ゲッター、電子銃までフリット炉を通す方式では、フリット焼成時、上記部品の酸化が心配される。また電子銃不良時の再生を考慮し、電子銃以降は従来のブラウン管の製法に従った。ガラス容器は、大きく分けてファンネル、パネル、ネック管の 3 つに分けられる。ファンネルは蛍光表示管のフロントガラスの製法とほぼ同じで板ガラスの成形であり、量産用に精度良くできている。パネルは 3.0 t のガラス板を切断し、 In_2O_3 の透明導電膜をコーティングしている。ネック管は 13φ の従来のブラウン管に使用されている物を使用し、ファンネル、パネルに接続される部分は多少の加工を加えている。蛍光面、偏向板を取り付けた後、ファンネル、パネル、ネック管の 3 体をフリットでシールする。それ以降の製法は従来管と同じである。

8. ラスターひずみ

この偏平受像管の場合、そのままの偏向では扇形形のラスターを生じる。このために、台形ひずみ補正と円弧ひずみ補正が必要になってくる。

8.1 台形ひずみ補正

画面上部と下部では水平偏向角が異なるため、例え

図 9 台形ひずみ補正

ば一定の偏向角 θ_1 で水平走査すると台形ひずみ (A-B-D-C) が発生する。図 9 から明らかなように、偏向角は下方に走査するに従って大としなければならない。これは、垂直期間において発生するひずみなので、水平の偏向電流を垂直周期の鋸歯状波で振幅変調してやればよい。この結果、水平方向のサイズは一定となる。具体的には、水平偏向出力に供給する +B 電源を垂直周期変調することによって目的を達している。

8.2 円弧ひずみ補正

図 10 に示すように、いま最上部 P において水平偏向すると、垂直方向のビームの到着距離は一定であるために、水平走査の軌跡は弧を描く。これらは水平期間内に発生するひずみであり、この垂直方向のビーム到着距離の差 Δl はほぼ、

$$\Delta l \approx L\theta^2/2$$

となる。

この補正は、垂直の偏向波形に水平鋸歯状波を積分して得られる凸の水平周期のパラボラ波を重畳して補正を行う。その他、たる形ひずみ補正もあるが、全部回路で補正を加え、水平・垂直の偏向リニアリティー

図 10 円弧ひずみ補正

写真 2 偏向リニアリティー補正後の画面

図 11 偏向リニアリティー

を補正した画面が写真 2 であり、それをグラフ化したものが図 11 である。

9. 偏向ヨーク

写真 3 に示すように、偏向ヨークの形状は電子管の形状に合わせ、薄く、小形であることを条件に設計した。同時に偏向ヨークの省電力化も行った。

偏向ヨークの設計で、偏向ヨークを薄くするためにコイルをトロイダル方式に横方向に巻きつける方式もある。この方式は、磁界分布が広く分布しているために、それほどパワーが下がらない。コイルをバルブ厚み方向に巻きつける図 12 のような、くら形方式の方が有効である。このくら形方式にも、片側方向に巻きつける方式と両側に巻く方式がある。表 1 に、その測定データを示した。

写真 3 偏向ヨーク

表 1 各種偏向ヨークの特性

タイプ	L (μH)	50 gauss 発生の電流 I (A)	$\frac{1}{2} LI^2$ (J)
(a)	776.7	0.66	169×10^{-6}
(b)	504.2	0.68	117×10^{-6}

図 12 くら形方式の偏向ヨーク

図 13 水平偏向ヨークのインダクタンスによる消費電力の変化

両側巻きの方が、インダクタンス L が小さくパワーも少なくなる。偏向ヨークは可能なかぎり薄い方が、セットにまとめる際、この扁平受像管の特徴を十分に活かせるが、このテレビセットはハンディーなために、ユーザーの取扱いが厳しいものと予想される。したがって、偏向ヨークの上下のフェライト板を 3 mm 厚の板を用いて耐荷重 20(N) をクリアするように設計した。偏向コイルの電気仕様の検討には、電源電圧とコイルのインダクタンスをパラメーターに消費電力の関係を調べた。

図 14 偏向ヨークの磁極と内蔵フェライト板との比による水平偏向の消費電力の変化

図 13 にそのデータを示した。電源電圧が高くなるにつれて消費電力が少なくなっている。しかし、約 10 V 付近からは変化が少なく、回路上から 14.5 V に電源電圧を選んだ。また、偏向ヨークの磁極と内蔵フェライトについて、消費電力の点から、その長さおよび幅について、図 14 に示すように最適条件があり、長さ 0.22、幅 1.2 という結果になった。写真 3 のように全体の厚さが 23 mm とかなり薄い偏向ヨークを完成した。

10. 今後の展開

今回は 2 インチサイズのを試作したが、大きいサイズも可能で、4 インチのものは昨年の当社創立 35 周年の展示会に出品されている。

扁平受像管は今までに種々開発されているが、今回我々が初めて商品として完成できたのは、FLAT TV の企画を行ったデザイングループおよび商品にした各事業部の方々の御協力によるものであり、感謝する。

(昭和 58 年 2 月 8 日受付)

【参考文献】

- 1) W. R. Aiken: "A Thin Cathode-Tube", Proc. IRE, p. 1599 (Dec., 1957)
- 2) 高橋正彦: "扁平受像管の電子光学系の研究", NHK 技報, 16, 6, p. 1 (1964)
- 3) 三戸, 上野: "扁平受像管", テレビ誌, 23, 3, p. 191 (1969)
- 4) 石飛ほか: "扁平ブラウン管の開発", 新日電技報, 14, 3, p. 117 (1980)
- 5) C. Sinclair: "Small Flat Cathode Ray Tube", SID Int'l Symposium Digest of Tech. Papers, 12, p. 138 (1981)