

# トランジスタシンクロスコープ用 新形ブラウン管 140LB31

New Cathode Ray Tube 140LB31 for Transistorized Synchroscope

高田 正伸\* 藤田 努\* 小石川 進\*  
Masanobu Takada Tsutomu Fujita Susumu Koishikawa

## 要 旨

シンクロスコープのトランジスタ化が進むにつれて偏向感度が高く、小形でスペースファクタがよく、しかも観測精度の高いブラウン管が要求される。最近開発した日立 140LB31 は5形内面目盛角形のブラウン管で、メッシュ形静電偏向拡大方式が採用されており、これらの要求に応じた性能を持っている。本報告は従来のものと比較しながらこの球の動作機構、主要特性などについて述べたものである。

## 1. 緒 言

最近シンクロスコープのトランジスタ化が進むにつれて偏向感度が高く、小形軽量で、しかも観測精度の高いブラウン管が要求されるようになった。日立 140LB31 はこのような要求を考慮して開発された5形内面目盛形のブラウン管である。

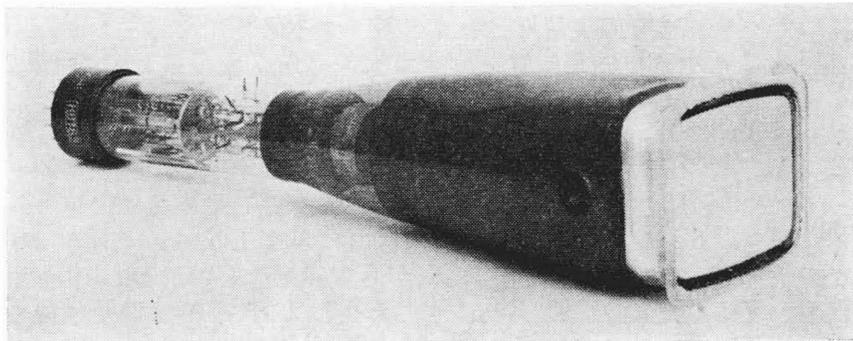


図1 日立 140LB31 の外観

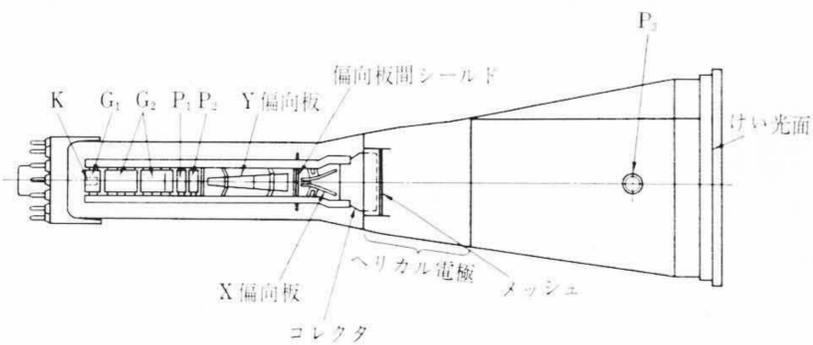


図2 日立 140LB31 の概略構造

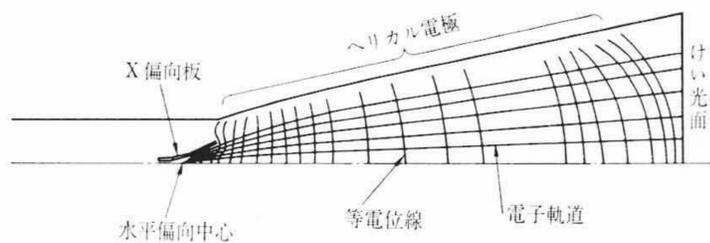


図3 ヘリカル後段加速球の電位分布と電子軌道

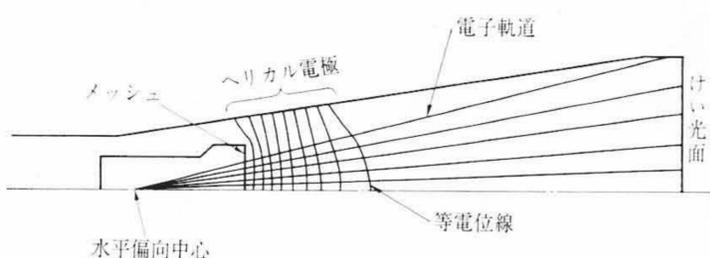


図4 メッシュ形静電偏向拡大球の電位分布と電子軌道

従来のヘリカル後段加速形ブラウン管では、ヘリカル電界の縁端効果によって偏向感度および有効偏向域が著しく低下する。

日立 140LB31 ではこの難点を救うためヘリカル電界の下端にメッシュ電極を設け縁端電界をシールドして従来の同レベルの球に比較して約2倍の偏向感度をもたせている。このメッシュ形ブラウン管では解像度が悪くなるとされていたが、日立 140LB31 では電子銃を長くして電子光学的拡大率を小さくし、また最終加速電圧を高くし、50MHz用として十分な性能をもっている。またけい光面に密着して目盛をつけた内面目盛方式をとり視差のない正確な観測が可能となっている。目盛の照明はブラウン管フェースプレートの前面にプラスチック板を接着し、その側面から豆ランプで光を入れる方式をとっている。目盛線と輝線の傾きはブラウン管のコーン部に取り付けた回転コイルの磁界で調整される。

以下、日立 140LB31 の特性その他についてその概要を述べる。

## 2. 概略構造および定格

図1は日立 140LB31 の外観写真を、図2は概略構造を示したものである。表1はその定格である。

## 3. メッシュ形静電偏向拡大の動作機構

メッシュ形静電偏向拡大方式（以下メッシュ拡大と略す）の動作を定性的に説明する。

図3および図4はそれぞれ従来のヘリカル後段加速球とメッシュ

表1 日立 140LB31 の 定 格

一 般 定 格		静 電	
集 束 方 式		静 電、偏 向 拡 大	
偏 向 方 式		466 mm	
全 長		長 径 125 mm, 短 径 85 mm	
バ ル ブ 径		51 mm	
ネ ッ ク 径		6.3 V	
ヒ ー タ 電 圧		0.3 A	
ヒ ー タ 電 流			
使 用 例			
第 3 陽 極 電 圧	(Eb3)	15,000 Vdc	
第 2 陽 極 電 圧	(Eb2)	2,400 Vdc	
第 1 陽 極 電 圧	(Eb1)	400~1,000 Vdc	
偏 向 板 シールド電圧	(Ei3)	2,400 Vdc	
偏 向 補 正 電 極 電 圧	(Eas)	2,400 Vdc	
後 段 偏 向 シールド電圧	(EPas)	2,385 Vdc	
コ レ ク タ 電 圧	(Ecol)	2,400 Vdc	
第 1 グリッド輝点消去電圧	(Eco)	-60~-100 Vdc	
偏 向 率			
X 軸	(DFX)	12.0~18.0 Vdc/cm	
Y 軸	(DFY)	3.0~5.5 Vdc/cm	
有 効 偏 向 域			
X 軸		10 cm/min	
Y 軸		6 cm/min	

\* 日立製作所茂原工場

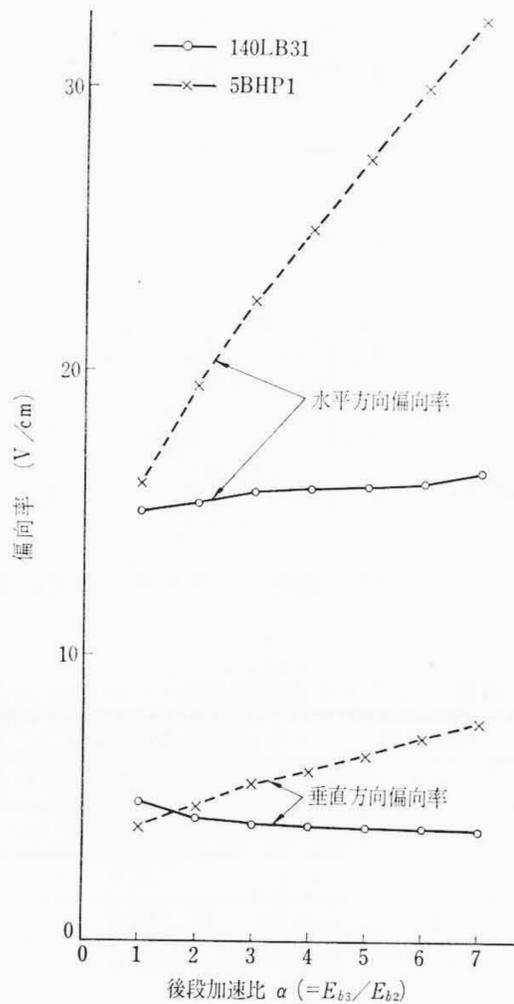


図5 後段加速比に対する偏向率

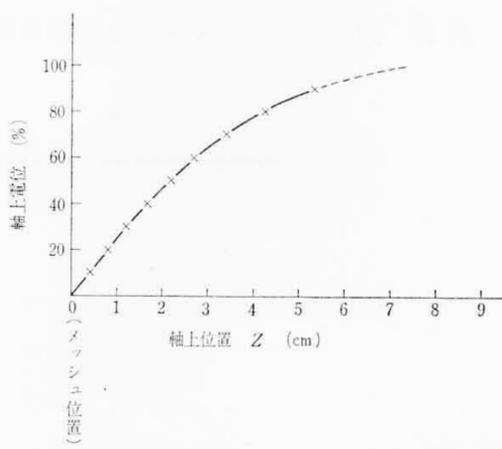


図6 メッシュ拡大球の軸上電位分布

拡大球について、電子計算機を用いて電位分布とその電子軌道を求めたものである。この図からメッシュ拡大球ではヘリカル電極部での電子ビームの集束が小さくなり、偏向感度が著しく改善されていることがわかる。図5は後段加速比を変えたときの偏向率の変わる様子を示したものである。従来球の例として5BHP1をとった。

以下後段加速比 ( $E_{b3}/E_{b2}=\alpha$ ) と偏向率の関係を検討する。

図4から軸上電位分布を求めると図6のようになる。この曲線はほぼ放物線状と考えてよく、(1)式のように表現することができる。

$$V(Z) = -1.88Z^2 + 27.4Z \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 $Z$ : メッシュ位置を基準とした軸上距離

$V(Z)$ : 軸上電位

このように軸上電位分布が放物線状のときは電子に働く半径方向の力が管軸からの距離に比例するとして計算する、いわゆる双曲線レンズとして取り扱うことができる。その計算法については Kurt Schlesinger 氏<sup>(1)</sup>の研究がある。

いま各部の寸法とその記号を図7のように表わすと偏向拡大率  $S=(D_2/a)$  は(2)式のように表わされる。

$$S = \frac{1}{M\sqrt{\alpha}} \left[ 1 - \frac{a+l+b}{L} \right] \quad \dots\dots\dots (2)$$

ただし、  $\alpha = E_{b3}/E_{b2} \quad \dots\dots\dots (3)$

$$M = \frac{\cosh \phi_a}{\cosh \phi_b} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\phi_a = \tanh^{-1} \frac{a}{\sqrt{2}l} \sqrt{\alpha-1} \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$\phi_c = \sqrt{2} \tan^{-1} \frac{\sqrt{\alpha-1}}{1+\sqrt{\alpha}} \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$\phi_b = -(\phi_a + \phi_c) \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$b = l \sqrt{\frac{2\alpha}{\alpha-1}} \tanh \phi_b \quad \dots\dots\dots (8)$$

以上の(2)~(8)式に日立140LB31の数値を代入して、 $a/L$ をパラメータとして後段加速比 $\alpha$ と偏向拡大率 $S$ の関係を求めると図

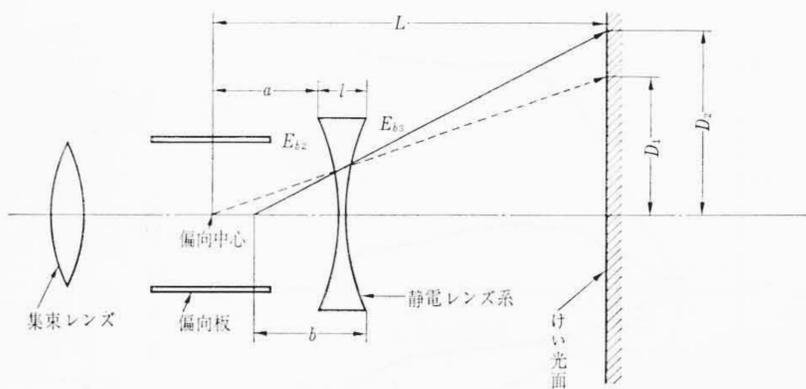


図7 拡大レンズ部の寸法と記号

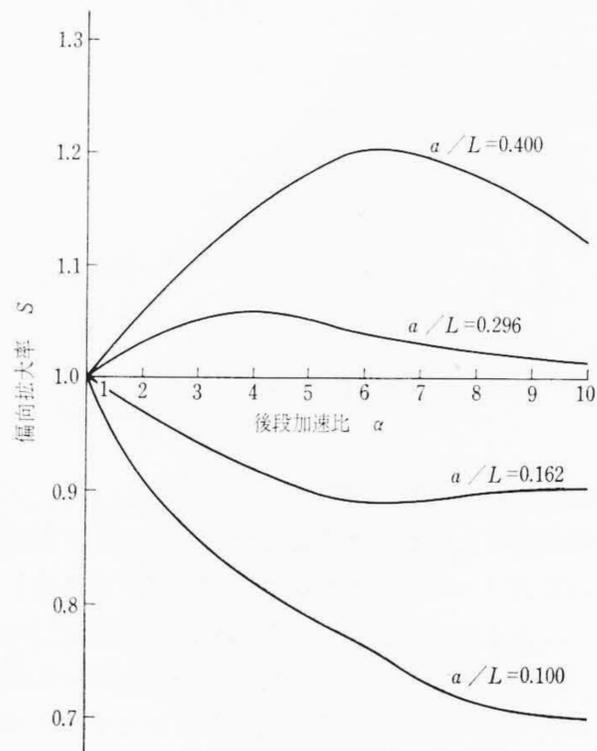


図8 偏向拡大率の計算結果

8のようになる。水平方向を  $a/L=0.162$ , 垂直方向を  $a/L=0.296$  とすれば、偏向中心から拡大レンズまでの距離の大きい垂直方向では、後段加速しないときに比べて約6%の拡大をうける。またその距離の小さい水平方向では逆に約3%の縮小を受ける。

4. 動作特性

表1の動作条件における主要特性を以下に記す。

4.1 偏向拡大率

後段加速比 $\alpha$ に対する偏向拡大率の変化を図9に示す。同時に偏向拡大しない球の例として5BHP1の特性を点線で示した。図8の計算結果を図9にプロットして比較すると、水平方向ではよく一致しているが垂直方向では一致しない。これは計算の前提として発散電界を回転対称であると仮定したが、実際のブラウン管では角形になっているため垂直方向の発散電界成分が強くなっていることが原因と考えられる。

次に5BHP1では $\alpha$ に対して水平偏向、垂直偏向ともほぼ同じカーブで縮小されているのに対して、140LB31では水平は若干減少しているが、垂直では増加するという全く逆の性質を示すことが特長である。

また両者の偏向感度を比較すると、140LB31は水平方向で約2倍、垂直方向で約1.8倍になっている。しかし140LB31の垂直有効偏向域は5BHP1のそれを1.5倍であるから、両者の偏向域を同じにして比較すると(5BHP1のそれを1.5倍に拡げる)偏向感度は約2.5倍に上がったことに相当するわけである。

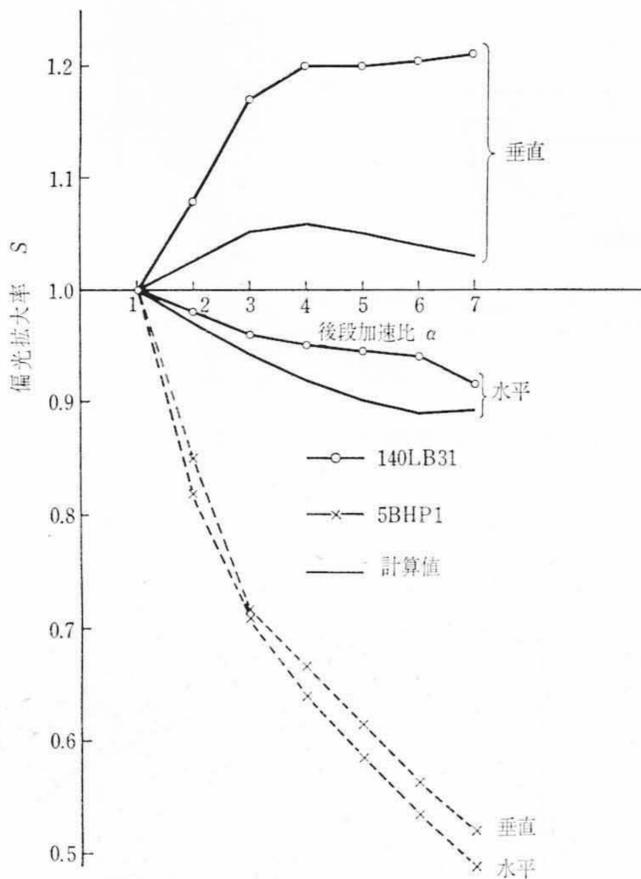


図9 偏向拡大率の実験結果

4.2 解像度

従来からメッシュ拡大球では解像度の低下が問題になっていた。この原因の一つは拡大レンズが電子ビームに対して発散効果を持つことによるものである。すなわち、偏向拡大しないときはクロスオーバーの像は主レンズによってけい光面上の一点に集束されるのみである。これに対して偏向拡大したときは主レンズによる像はあらかじめ拡大レンズとけい光面の間集るよう結ばれ、拡大レンズの発散効果によってけい光面上に像として結ばれることになる。したがって拡大率を大きくとるほどクロスオーバーの像はけい光面に拡大されて結ばれることになる。140LB31ではできるだけ解像度を上げるためにクロスオーバーと主レンズの間隔を5BHP1より約30%長くとりクロスオーバー像の主レンズでの拡大率を小さくしている。

もう一つの解像度低下の原因は、メッシュの個々の穴がレンズ作用をもっていることである。すなわち、メッシュの穴は非常に小さな集束レンズの集りと考えられ、このため電子ビームはメッシュ穴に対応して非常に細かく分割される結果、けい光面上ではメッシュのパターンが観測される。140LB31では750メッシュを使用しているので定格条件ではメッシュパターンは見えない。

図10は輝線幅をラスタ圧縮法で測り、けい光面電流に対して表わしたものである。5BHP1に比べると輝線幅は4/3~3/2倍程度になっているが、けい光面中央部と周辺部とで輝線幅がほとんど変わらず全面フォーカス性は非常によい。これは偏向拡大すると電子ビームが偏向板によって偏向される度合い(偏向角)が小さくてもよいことになり、このため偏向電界による偏向集束作用の影響をあまり受けなためと考えられる。

4.3 偏向リニアリティ

拡大レンズとして平面メッシュを用いた場合、メッシュ近辺におけるヘリカル電界によるレンズ効果がブラウン管の管軸付近と軸から離れた部分とで違ってくるため、いわゆる球面収差を生じやすい。このためけい光面周辺部で偏向拡大率が大きくなり偏向リニアリティがそこなわれる傾向が出る。

従来リニアリティの測定は偏向電圧に対して偏向距離を測定するという方法をとってきたが、これではけい光面上の局所的なリニア

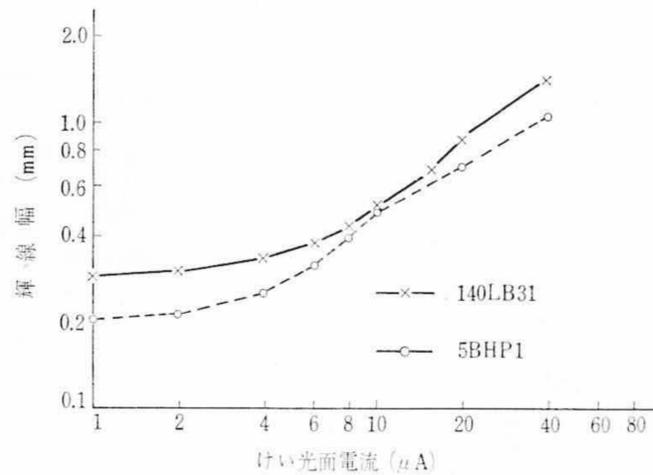


図10 けい光面電流に対する輝線幅特性

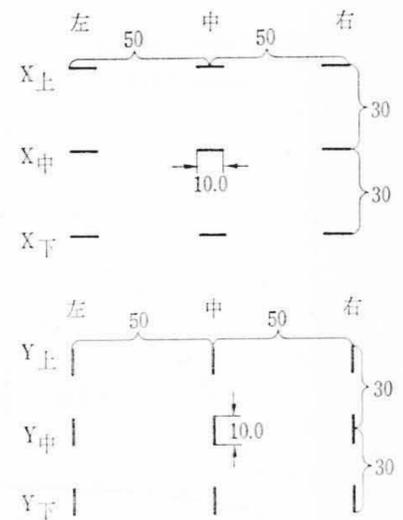


図11 偏向リニアリティ測定位置

表2 偏向リニアリティ特性

		140LB31	5BHP1
X 上	右	10.2	9.9
	中	10.0	10.0
	左	10.1	9.8
X 中	右	10.1	10.0
	中	10.0	10.0
	左	10.0	9.8
X 下	右	10.2	9.8
	中	10.0	10.0
	左	10.0	9.8
Y 上	右	10.3	10.0
	中	10.3	9.8
	左	10.0	10.0
Y 中	右	10.3	10.0
	中	10.0	10.0
	左	10.0	10.0
Y 下	右	10.3	10.0
	中	10.0	9.8
	左	10.3	10.0

リティの変化が不明確になりやすいので、パルス電圧によってけい光面中心で二つの輝度を出し、この間隔を正確に10mmに合わせておき、これを図11に示した位置に移動させてその間隔の変化からリニアリティを求めた。

表2から周辺部で若干拡大されているが、従来からの測定法である有効偏向域の25%と75%までの偏向率の比で表わすと約1.5%となりほとんど問題ないと考えられる。

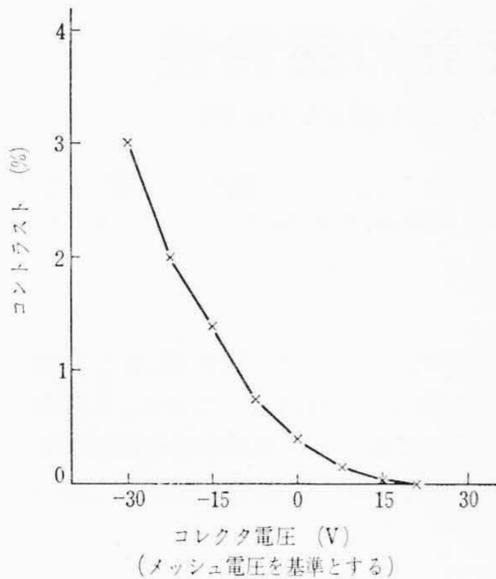
4.4 コントラスト

メッシュ形のブラウン管ではコントラストの低下も大きな問題となりやすい。これは電子ビームがメッシュに当たり、メッシュから出る二次電子がけい光面に達しコントラストを悪くするためである。これを防ぐために140LB31ではメッシュに近接してその電子銃側にコレクタ電極を設けた。コレクタ電極の捕集効果は図12に示したようにメッシュ電極より約15V以上にすれば十分であることがわかる。

5. 内面目盛の照明法と輝線の角度補正

5.1 内面目盛の照明

フェースプレート内面の目盛は光学的な寸法で描かれている。目盛の照明は管外に取り付けられた2個の豆ランプで行なわれるが、



(コントラストは輝線の明るさに対するバックグラウンドの明るさの割合で示す)

図12 コレクタの捕集効果

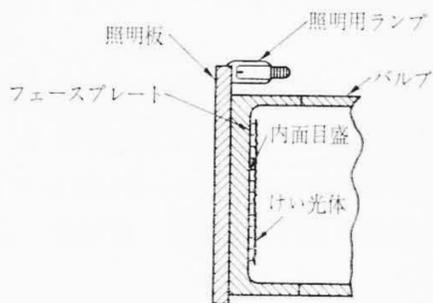


図13 目盛部断面図

その際光が有効に目盛を照明するようにフェースプレート前面に透明なアクリルプレートを接着した。図13はこれらの配置を示したものである。目盛の明るさは従来の外部目盛方式と比較してもほぼ同等な明るさをもっている。

### 5.2 輝線の角度補正

ブラウン管を使用する場合、掃引方向と目盛線の向きが完全に一致していることが必要である。このためブラウン管の外部に輝線回転用のコイルを設けて輝線の向きを目盛に合わせる方法をとっている。このコイルの装着位置は水平偏向板より約50mm けい光面側に寄った位置が回転能率が最も良い。140 LB 31 では回転能率は0.8 AT/deg である。

次に特に精密な測定を行なう場合の直交度補正コイルについて述べる。水平輝線と垂直輝線の直交度は上記のような回転補正を行な

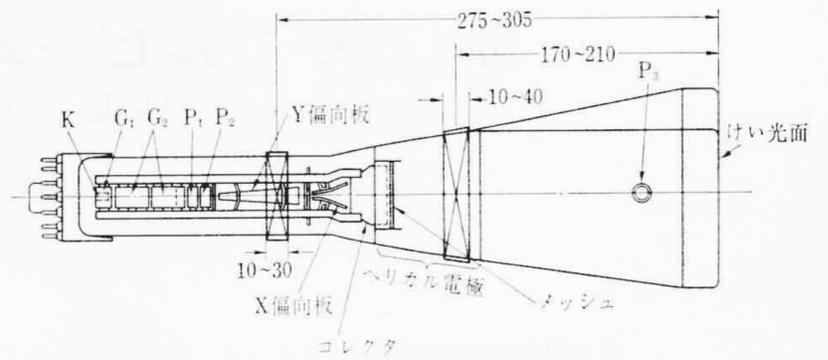


図14 回軸コイルおよび直交度補正コイルの位置

うと若干直交性がそこなわれるため、外部コイルを用いて直交度補正をすることが必要である。直交度補正コイルの位置は垂直偏向板に対応する位置に設けるのがよく、それ以外の位置では能率も悪くスポット形状もそこなわれる。直交度補正コイルの能率は8 AT/deg である。

図14にこれらコイルの位置関係を示す。

## 6. 結 言

以上トランジスタシンクロスコープ用として開発された日立ブラウン管 140 LB 31 の動作機構、主要特性などについて報告した。この球はすでにシンクロスコープ<sup>(4)</sup>として発表され良好な結果をえている。

最近電子計算機をはじめとして電子機器のトランジスタ化に伴い、小形軽量でしかも観測精度の高いブラウン管の要求はますます強くなりつつあり、今後解像度、リアリティなどの性能をさらに向上させてゆく予定である。

最後に本球の開発当初よりご鞭撻(べんたつ)いただいた日立電子株式会社の関係各位に厚く感謝の意を表する。

## 参 考 文 献

- (1) K. Schlesinger: Electron Trigonometry-A new Tool for Electron-Optical Design. Proc. IRE, 49, p. 1538~1549 (Oct. 1961)
- (2) H. Neil Frihart, Norwan W. Parker, Illes P. Csorba: Recent Development in Scan Magnification. Proc. IRE International Convention Record, Part 7, p. 167~174 (Mar. 1961)
- (3) H. B. Law, L. Davne, E. G. Ramberg: The Enhanced-Scan Post-Acceleration Kinescope. RCA Rev. 22, p. 603~622 (Dec. 1961)
- (4) 山田ほか: 日立評論 48, 641 (昭41-5)