

偏向ヨーク付14形カラー受像管の開発

Development of Color Picture Tube Assembly with Neck Components Affixed

Recently, a bipotential focus type inline type electron gun featuring high precision performance was developed at Hitachi. In this electron gun a deflection yoke having special magnetic field distribution is combined with three electrodes. The picture tube using this new electron gun attains far better resolution than conventional tubes of similar size, and with its stripe screen structure it provides highly clear-cut picture quality.

Also, by employing newly developed cementing techniques with high reliability Hitachi succeeded in developing a 14 type ITC (Integrated Tube Component) featuring high color purity and color matching quality. The new achievement has already been commercialized.

鈴木弘史* Hirofumi Suzuki

松原 豊* Yutaka Matsubara

1 緒 言

今回開発した ITC⁽¹⁾ (Integrated Tube Components) と呼ぶ偏向ヨーク付カラー受像管は、1972年にアメリカ RCA 社より発表されたものにその端を発している。これは受像管、偏向ヨークの個々の動作原理については、特に本質的に目新しいというものではないが、その組合せ方、考え方などは今後のカラー受像管の姿を示唆するものであり、従来ばく然と考えられてきたものを具体的に実現したものと言える。この ITC という考え方は、今後種々の形において発展するであろうカラー受像管システムの新しい第一歩となるものである。

ITC の特長は後述するように、ダイナミック コンバーゼンス装置をいっさい不要とするとともに、受像管メーカーにおいて、偏向ヨーク、マグネット アセンブリーの取付け、調整を行ない、セットメーカーではカラー受像管の使用に際して、3 電子銃の動作点を選ぶだけで、白黒受像管とほぼ同じ取扱いで済むようにさせたところにある。この結果、セット組立上の工数低減、特に熟練者の必要な調整工程を排除できるという大きな特長がある。更に市場におけるサービスの容易さ、なによりもその品質の信頼性を高め得るものである。

今回開発した ITC は、同種のものに比較して電子銃の口径を大きくとり、優れた解像度を得ている点に特長がある。また、口径を大きくすることにより、電子ビーム間隔が大きくなり、色ずれが問題になるが、偏向ヨークの適切な磁界分布の追究により十分な特性を得た。ここでは、我々が独自にこれらの特性を追究した結果につき報告する。

2 ITC の動作原理と概要

カラー受像管において、電子ビームをインライン配列とし水平はピンクッション、垂直はバレル磁界の非点偏向磁界を組み合わせることにより、ダイナミックコンバーゼンスを省略する設計が可能となることは、すでに Hutter⁽²⁾、別所、大石らにより理論的に解析されている⁽³⁾。ITC はこの基本原理を利用したものであるが、これに加えて各部品精度の向上、偏向

コイル巻線の精密化、取付精度の向上がその技術的背景となっている。このために、高精度トロイダル巻き偏向ヨーク、一体化電極電子銃、偏向コイル調整取付機による精密調整取付と、その精度を保つために偏向コイルを接着する技術などが開発されている。

ITC の具体的構造は、電子銃はバイポテンシャルタイプを採用し、ドライブ信号を印加する陰極以外は、組立精度を上げるため 3 電子銃の各電極を一体化し、平行にインライン配置し、第 4 グリッドをオフセットすることによりスタティック コンバーゼンスを行なっている。偏向コイルは精度を上げるために、フェライトの一体コアに、プラスチックの巻線溝をモールド成形したリングを接着し、巻線分布による磁界分布の高い再現性を得ている。けい光面はハイブリッドタイプブラック ストライプ方式(以下、ブラック ストライプと略す)を採用し、地磁気の影響を減少させるとともに 3 色のトリオひずみを減じ、ピュリティ裕度と白色一様性の向上、画面のシャープネスと明るさの向上を図っている。ITC の調整、接着は、あらかじめカラー受像管のファンネル部にファンネル リングを接着した後、偏向コイルを Z 軸方向に移動しピュリティ調整を行なうと同時にマグネットにより、ピュリティ及びスタティック コンバーゼンス調整を行ないその後、偏向コイルを X、Y 方向に移動し、ダイナミック コンバーゼンスのエラーを最小にし、偏向コイル及びマグネットを接着固定する。中央コンバーゼンスの調整は、2 枚 1 組の 4 極及び 6 極マグネットで行なう。中央ビームの干渉による動きが小さく、調整が容易であるとともに、望ましい電子ビーム軌道が得られる。図 1 はスタティック コンバーゼンス調整原理を示すものである。このように、従来のようなコンバーゼンス用ポールピースを不要としたため、ITC の全長は従来方式の同サイズカラー受像管(CPT)に比べて約 30mm の短縮がなされている。表 1 は、今回開発量産化した 14 形 ITC の仕様を示すものである。

* 日立製作所電子管事業部

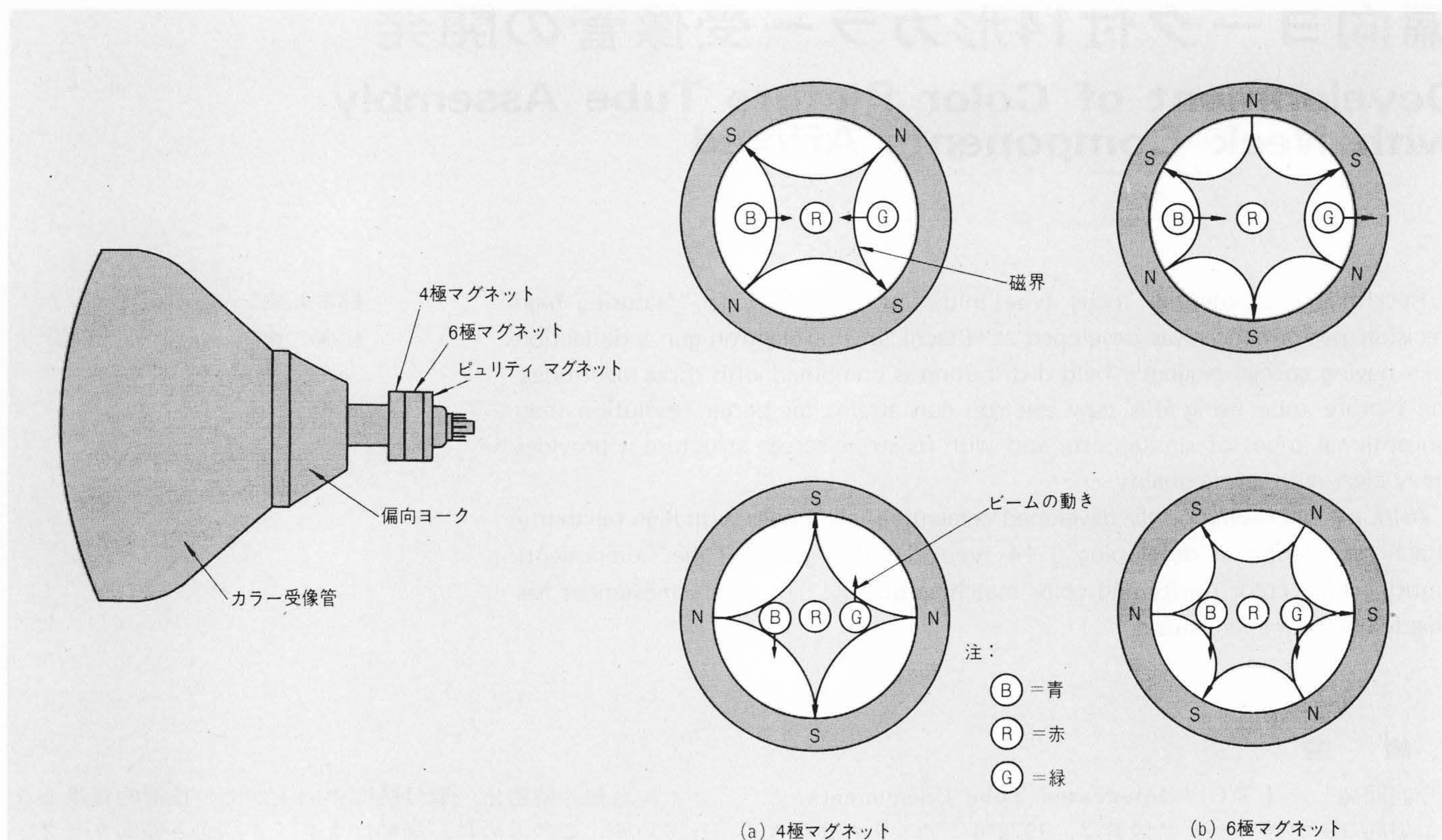


図1 コンバーゼンス マグネットによるビームの動き 新しいスタティック コンバーゼンス マグネットは、中央ビームへの影響が少なく調整が容易であるとともに、ポールピースを不要としている。

Fig. 1 Beam Movement by Convergence Magnets

3 けい光面

けい光面はスロット形シャドー マスクとストライプけい光面とを組み合わせたブラック ストライプ方式を採用している。これは、電子ビーム スポットとけい光体ストライプのレジストレーションは横方向成分のみを考えればよく、補正レンズ設計上の自由度が増し、理論的残留補正成分をゼロとすることができる。また、縦方向のレジストレーションを無視できることによる地磁気その他のピュリティ劣化の原因を減少させること、ビーム配列ひずみが5%と小さく、事実上のレジストレーション裕度の減少を最小にできること、したがって、ミス レジストレーションによる白色一様性劣化を最小にでき、十分な白色一様性を得ることができた。

画面周辺部におけるレジストレーション裕度の減少は、シャドー マスクの熱膨張によるピュリティの経時変化においても重大な問題となるが、開発した受像管は光学方式でブラック ストライプけい光面を形成しているので、けい光面露光後にシャドー マスクをエッチングしてスロット幅を拡大するという工程を除くことができ、したがって、シャドー マスクの強度を落とさず、熱膨張によるマスクのドリフトを軽減することができたとともにマスク変形その他工程上の問題も改善している。

本方式のスロット マスクにおいては、マスクのつなぎ部分によるモアレが重要な特性になる。スロット マスクによるモアレは横に走る単純なものであるがつなぎの縦ピッチを誤ると比較的目立ちやすいものである。このマスクは、横ピッチはビームとけい光体ストライプのレジストレーション余裕に関係するが、縦ピッチは全く独立に選べるため画質とモアレ

の条件からこれを決定できる。モアレを避ける条件は、電子ビーム走査線間隔とマスクつなぎ間隔との関係から干渉が目立たないところを選べばよいわけであるが、マスク ピッチ対ビーム間隔が3:1以上の高次の干渉においてもモアレに大きく影響する。今回のITCでは、これらの干渉によるモアレ本数ができるだけ多くなり、目立たないようなマスク ピッチを選んでいる。特に、国内向けと輸出用で走査線本数が異なる場合、各適正ピッチのマスクを使用する必要がある。

4 電子銃

ITCを実現するには従来のものに比べ一段と精度を高めた電子銃の開発が不可欠であり、解像度の高い大口径電子レンズと、3電子ビームの相互間隔の誤差の少ない組立精度を向上させた一体化電子銃を開発する必要がある。一体化電子銃にコンバーゼンス コンペンセータを用い、偏向ヨークのネック側の漏れ磁束と組み合わせて、3電子ビームの偏向感度を一致させ自動的にダイナミック コンバーゼンスをとる機能が付加されている。

開発した電子銃では、新しい偏向ヨークの開発により、中央の電子ビームと両側の電子ビームの間隔を大きくすることができた。電子ビームの間隔は6.6mmとし、この結果、主レンズの直径(内径)は6.0mmと大きくなり、またフォーカス電極を長くでき倍率を低下させることが可能になった。その他、ハローの輝度を低くしたプレフォーカス レンズ系を用いてブルーミングを少なくし、かつ主レンズ系の各種収差を補正して解像度を上げた。一般には解像度を上げるためにカソード ローディングを大きくする方法が有効であり多く採用されているが、寿命が短くなる傾向は避けられない。前述の方法をとっ

表1 14形ITC(370BLB22-TC01)と通常14形CPT(370AFB22)の仕様 ITCにおいては、けい光面、電子銃、ともに新しくなっており、全長は約30mm短くなっている。

Table 1 The Specifications of the 14" ITC and the Conventional Type 14" CPT		370BLB22-TC01	370AFB22
項目		カラーテレビ	
方式	構造	電磁偏向，静電集束，シャドーマスク形	
		偏向コイル付 自己集中形	電磁集中
構造	けい光面	ハイブリッドタイプ ブラックストライプ クリア86%	ブラックマトリックス クリア86%
	電子銃	一体化インライン形 BPF	△形UPF
	補強	ラグ付バンド補強	
偏向角		対角90度	
全長		329.6±9.5mm	363.5±9.5mm
最大径		372.6±3.0mm	372.6±3.0mm
ネック径		29.1 ^{+1.5mm} _{-0.7mm}	36.5±1.6mm
ヒータ		6.3V 0.75A	6.3V 0.9A
設計最大定格	陽極電圧	16-24kV	22.5kV
	集束電圧	6,000V	1,100V
	第2グリッド電圧	1,000V	1,000V
	第1グリッド電圧	—	-400V
	陰極電圧	+400V	—
使用例	陽極電圧	22kV	20kV
	集束電圧	3,920~4,620V	-75~400V
	第2グリッド電圧	445~780V	200V
	第1グリッド電圧	0V	-57~-125V
	陰極電圧	160V	0V
偏向ヨーク		表2参照	

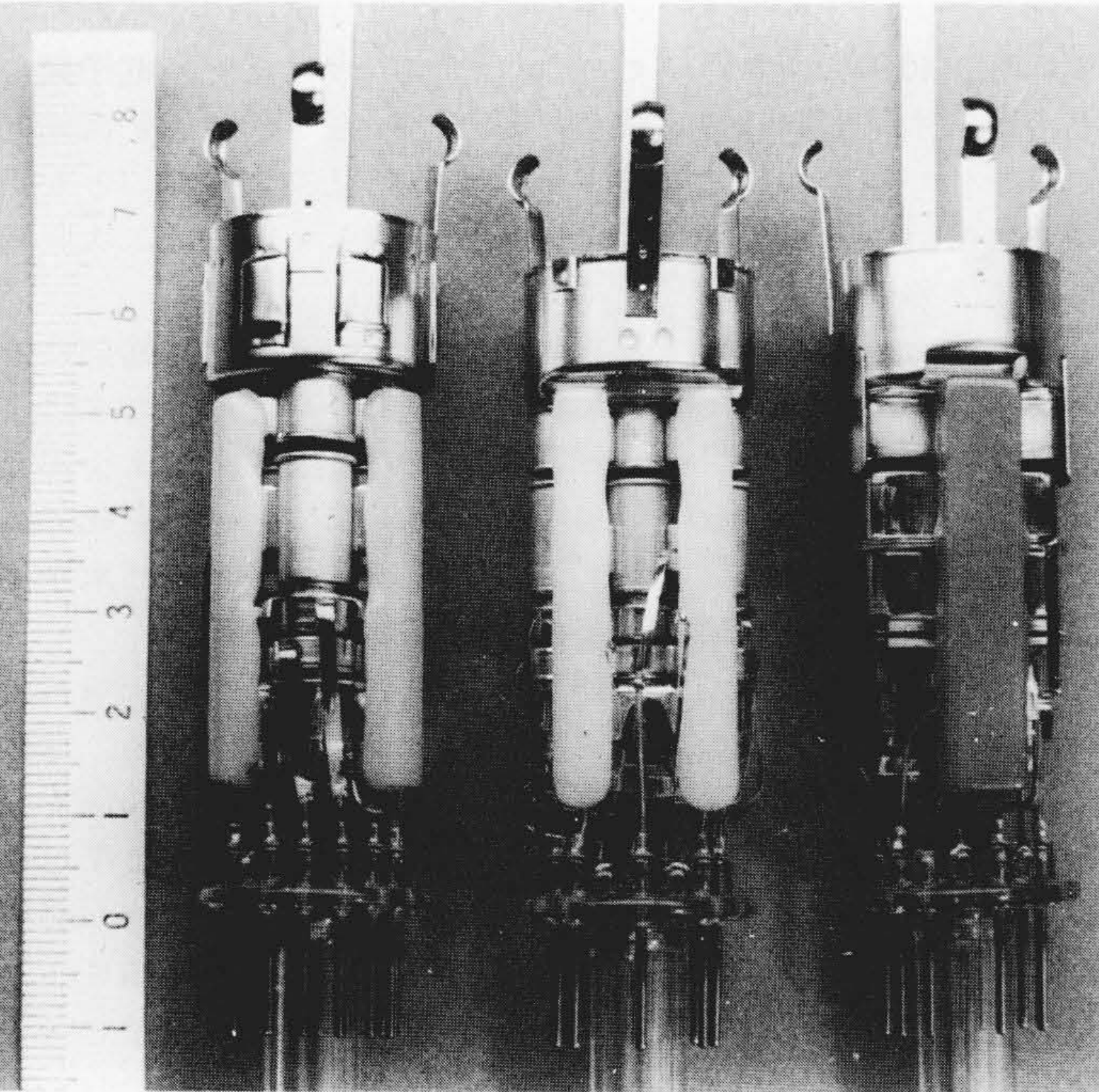


図2 各種電子銃左より△形，インライン，ITC ITC用電子銃は、電極が一体化されていて高精度となっている。

Fig. 2 Electron Guns of Various Configurations

たことにより、カソードローディングは29.1mmネック径△形電子銃と同一になり寿命に対する信頼性が高まった。また、電極を一体化することによる精度向上により、3電子銃のなかのカットオフ電圧最大最小比は1.35を保証することが可能となり、ラスト中心ずれも横±6mm，縦±5mm以内とすることができ、この調整機構を省略できる。図2はITC用一体化電子銃，インライン3電子銃及び△形電子銃の各写真を示すものである。

次に解像度に関し測定した結果を図3，4，5に示す。図中(A)は今回開発したITC，(B)は現在量産中の370BFB22(ダイナミックコンバーゼンスの補正を簡易形にした3電子銃方式インライン，90度偏向，29.1mmネック径カラー受像管)，(C)は電子ビームの間隔の小さい(5.1mm)，主レンズ径の小さい(内径4.1mm)電子銃を14形ITCに入れて試作したものである。図3はけい光面中央部のビーム径を目視にて測定したものであり、いずれもフォーカス電圧はモノスコープパターンを用いて、各素子にIk=100μA流したときの最良フォーカス電圧を印加し、陽極電圧は22kVとした。図4はけい光面中央部の水平単一ラストを、マイクロスポットアナライザを用いて輝度分布を測定したもので、目視による測定値(図3のEd=60V付近)は、図4の輝度分布の相対高さの1/10の位置の輝線幅に相当している。図5は、図4の輝度分布曲線をフーリエ変換して電子銃の周波数特性、つまり空間周波数特性を求めたものである。これらのデータから、今回開発したITC用電子銃が最も解像度の高いことが分かる。

なお、偏向ヨークの取差によりサイドビームの周辺解像度が落ちて全面フォーカス性が悪くなる傾向がある。一般にITCではミスコンバーゼンスを目立たせないために、赤電子銃として中央の電子銃を使用しているが、筆者らは偏向ヨークのコンバーゼンス特性を改善することにより、視感度の高い緑電子銃として中央の電子銃を使用することを可能とし、全面フォーカス性のよい画質を得ている。

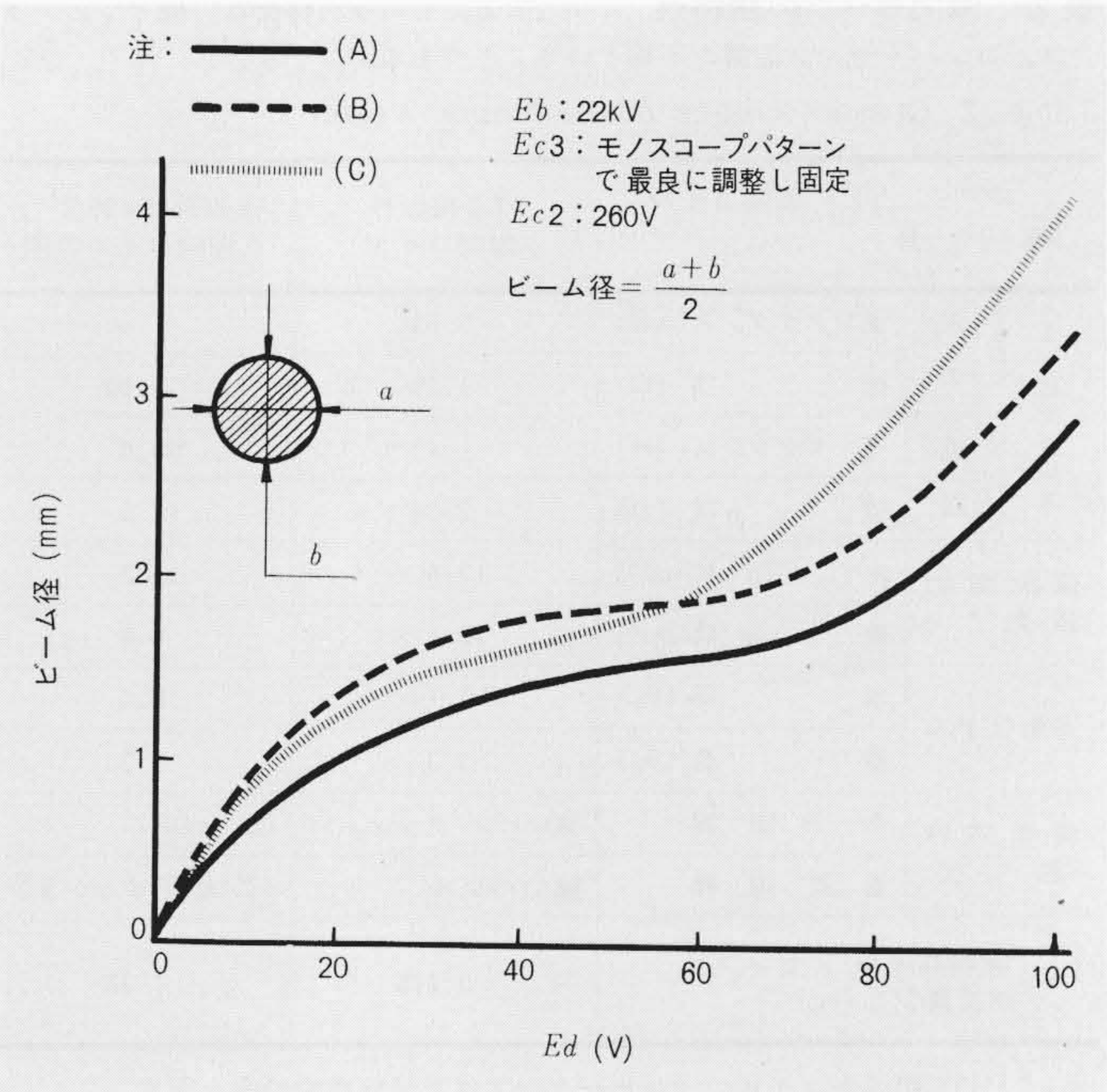


図3 Ed-ビーム径特性 あらゆるドライブ電圧に対して、ITC用電子銃のスポット径が最も小さいことが分かる。

Fig. 3 Ed vs Beam Size Characteristics

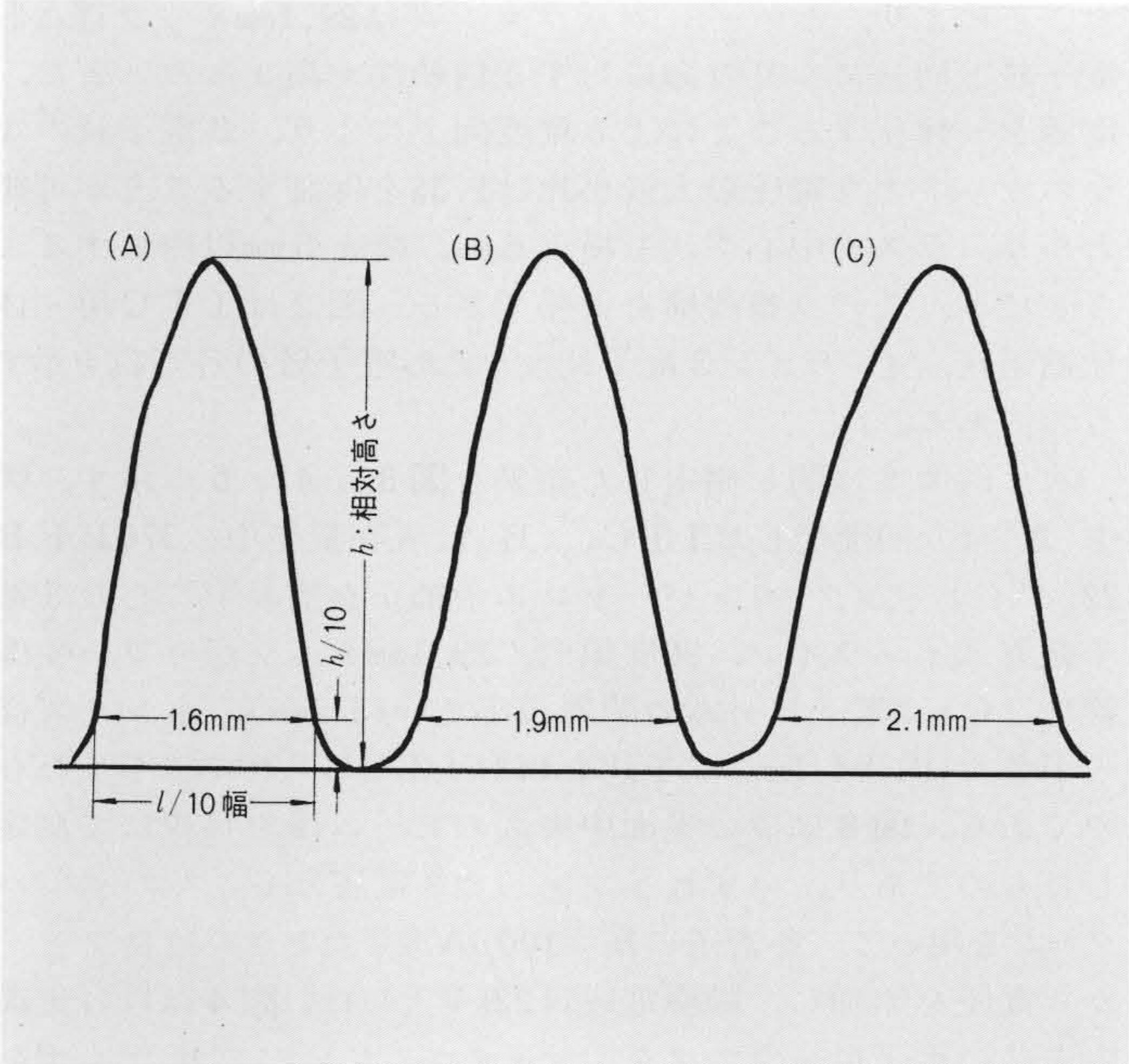


図4 ビームの輝度分布(1kは各1mA) ITC用電子銃のビームが最も細いことが分かる。
Fig. 4 Luminance Distribution of Beam (1k: 1mA)

5 偏向ヨーク

このシステムに用いられている偏向ヨークは、オールトロイダル形で前述のような構造を持つPST(Precision Static Troid)と呼ばれているものである。ITCシステムがこの形式の偏向ヨークを用いる理由は、設計的に巻線の分布をコントロールすることが容易なことから、製作精度を上げやす

表2 偏向ヨークの諸特性 ITC用偏向ヨークの特徴は、低インピーダンス、コンバーゼンス装置が不要ということである。

Table 2 Characteristics of Deflection Yokes

項目		偏向コイル	ITC用試作偏向コイル	従来形36φ90度△偏向コイルの例
インピーダンス	水平	インダクタンス(mH)	0.630	1.80
		抵抗(Ω)	1.28	2.00
	垂直	インダクタンス(mH)	1.43	19.4
		抵抗(Ω)	2.22	12.9
偏向電力指数**	水平	(mHApp ²)	17.6	17.2
	垂直	(ΩApp ²)	19.1	8.8
糸巻ひずみ	水平	(%)	4.1	5.4
	垂直	(%)	3.3	5.3
偏向磁界形状	水平磁界		強いピンクッション	弱いバレル
	垂直磁界		強いバレル	弱いピンクッション
偏向コイルアセンブリ総重量*** (kg)			0.775	1.32

注：* ITC用偏向コイルのインピーダンスは直列接続での値を示す。
** 加速電圧Eb=20kVにおける値。
*** スタティックコンバーゼンス及びコンバーゼンス基板、取付用部品も含めた重量。

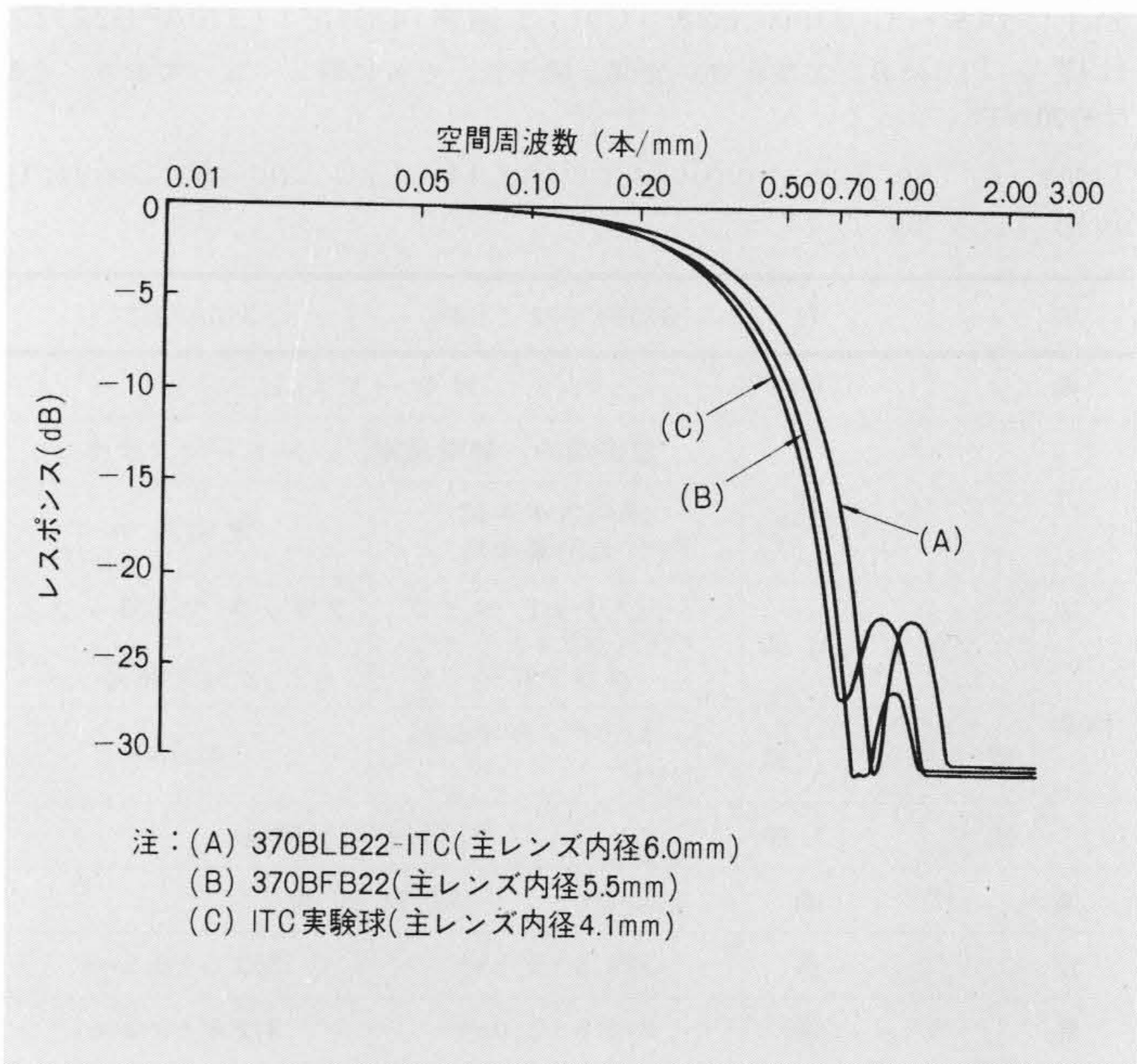


図5 各電子銃の空間周波数特性 今回開発した電子銃が最も優れた空間周波数特性をもっている。
Fig. 5 Spatial Frequency Characteristics of Electron Guns

いことによるものであり、本質的なものではない。そこで、回路とのマッチングを考えたセミトロイダル形偏向ヨークによるITCも考えられ、併せて開発を進めている。表2はこれらの偏向ヨーク諸特性を、36φネック90度偏向△用サドルヨークと比較して示すものである。オールトロイダル形偏向ヨークが低インピーダンス(特に垂直巻線)なのは、巻数が少ないことに起因している。また、垂直偏向電力がサドル形に比較して大きいのは、この形式の偏向コイルでは放熱が良好なため銅量を節約していることによるものである。

セルフコンバーゼンスの原理については前述のように、すでに昭和40年別所ら⁽²⁾によって、またインライン配列電子銃の場合は、水平偏向磁界を強いピンクッション状に、垂直偏向磁界を強いバレル状にすることによって達成し得ることが指摘されている。実際の場合、大きな問題となるのは二次収差の補正と残留ミスコンバーゼンスである。

本システムにおける二次収差の補正は、電子銃先端部に強磁性小片(コンバーゼンスコンペンセータ)を付けることにより行なっている。コンペンセータの構成は図6に示すようなもので、Aはシールドの効果を持ち、両側のビームを磁界に対してシールドする。また、Bはエンハンサと呼ばれ水平偏向磁界を中央ビーム付近に集中させる効果をもつ。

原理的に取り除くことの難しい残留ミスコンバーゼンスは対角偏向部に生ずるものであり、画面サイズ、偏向角、電子ビーム間隔と密接なつながりを持っており、三者が大きくなるにつれ残留ミスコンバーゼンスの量も増加する。ITCを設計する場合は、このことを十分考慮した総合的判断が必要となる。図7は今回開発した14形ITCの場合、偏向ヨークの設計ミスコンバーゼンスを示すものである。電子ビーム間隔6.6mmで、最大ミスコンバーゼンスは0.5mmとなっている。

また、この偏向ヨークは磁界をひずませているため、磁界とビームのミスアラインメントに対しミスコンバーゼンスが大きく変化する。逆に、本システムでは特別なダイナミッ

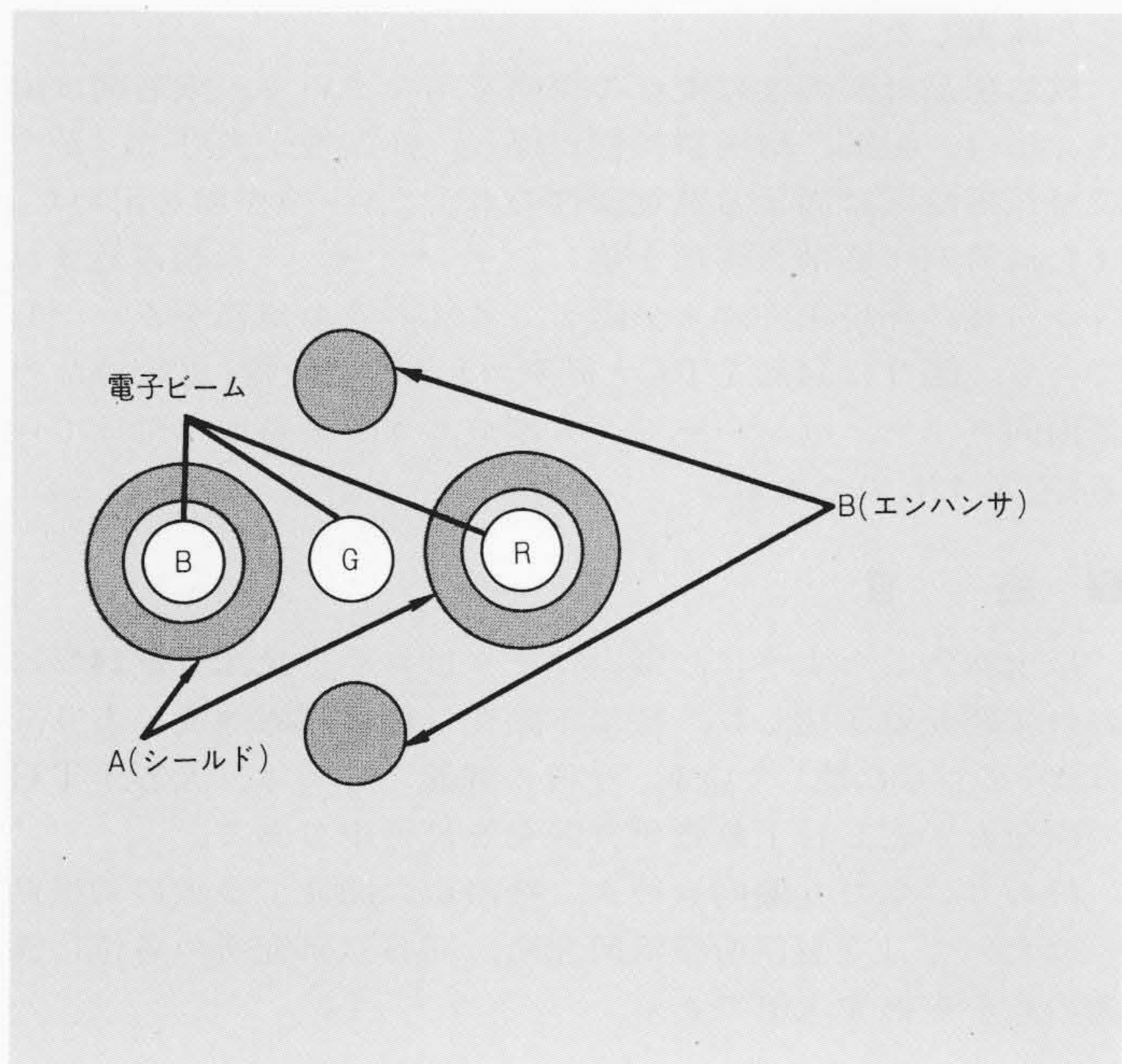


図6 コンバーゼンス コンペンセータ シールドはサイド ビーム (B, R)の垂直偏向感度を抑えるようにエンハンサはセンタ ビーム(G)の水平偏向感度を上げるように働く。

Fig. 6 Convergence Compensator

ク コンバーゼンス装置を有しないため、コンバーゼンス調整は偏向ヨークとビームのアラインメント調整によって行ない、調整後偏向ヨークを受像管に固着する方式をとっている。偏向ヨークに対するビームの偏心とミス コンバーゼンスの関係は図8に示すとおりである。この種のミス コンバーゼンスは偏向ヨーク、電子銃などの精度を決定する場合にも重要であり、実際の場合のミス コンバーゼンス レベルはこれらの精度と図7に示した設計的に残存しているミス コンバーゼンスの総和となる。

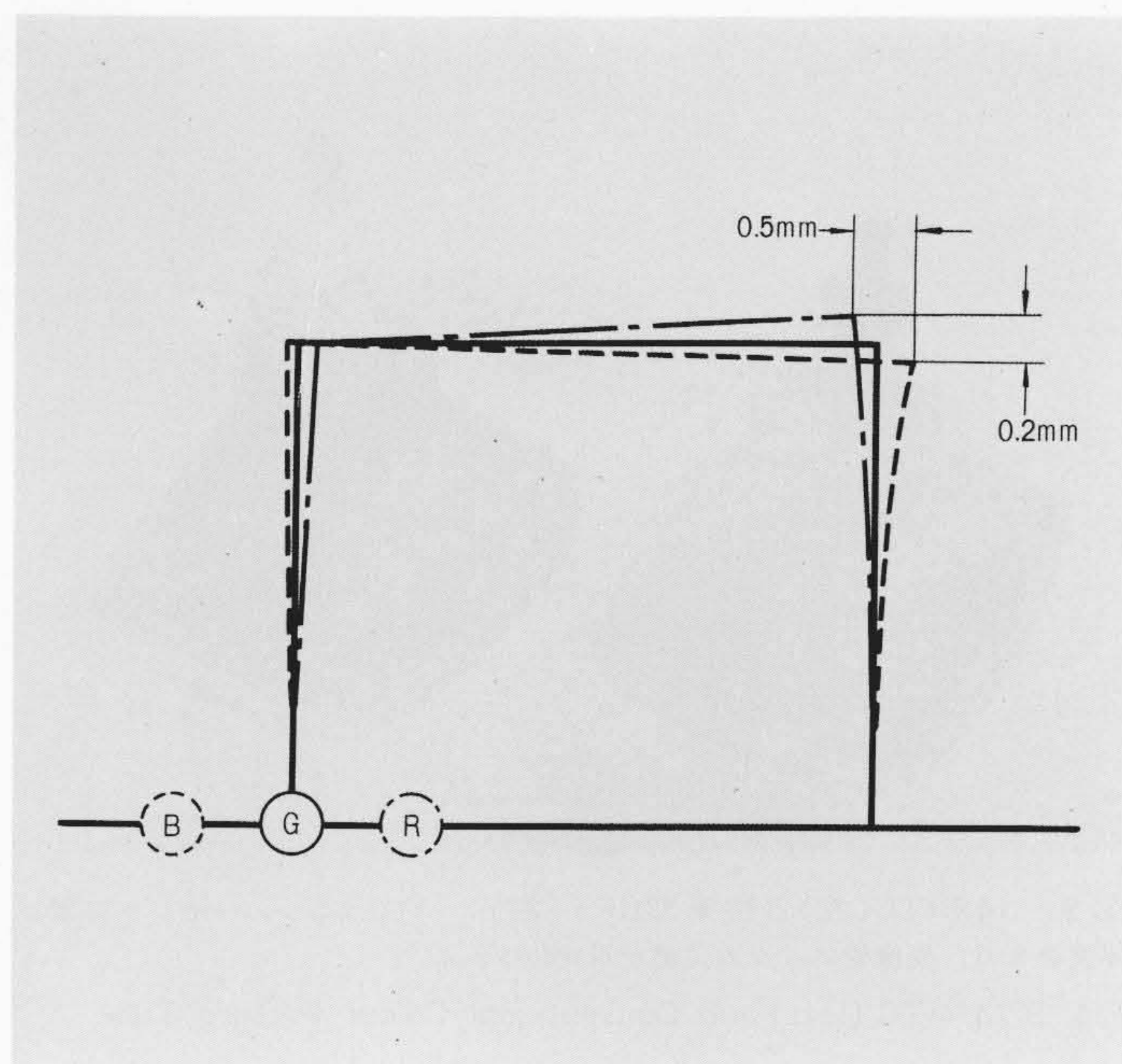
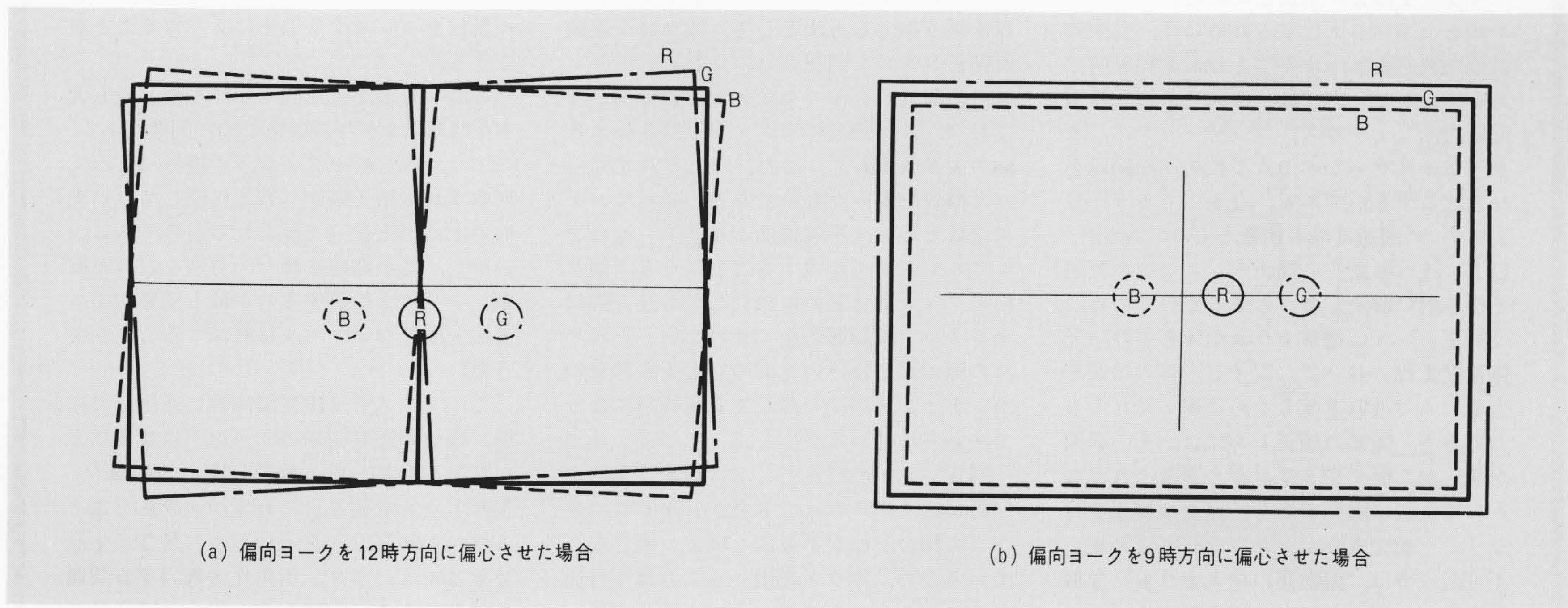


図7 残留ミス コンバーゼンス 設計中心にあるITCにおいてはミス コンバーゼンスは最大0.5mmにまで抑えることができる。

Fig. 7 Remaining Misconvergence (With the Errors of Deflection Yoke and Electrongun Eliminated)

6 調整及び接着

ITCは受像管メーカーが、高精度に設計、製造したカラー受像管と、高精度に設計し組み立てられた偏向ヨークを用いて調整、接着固定し出荷する方式である。輸送、保管、取付けはもとより、カラーテレビ セットに組み込まれ、最終顧客に渡ってからのあらゆる使用条件下でも、その精度が十分保証されている。このことは換言すると、設計、製造時において、調整、接着作業については従来にも増して高い信頼性が要求されることになった。



(a) 偏向ヨークを12時方向に偏心させた場合

(b) 偏向ヨークを9時方向に偏心させた場合

図8 偏向ヨークに対するビーム偏心により生ずるミス コンバーゼンス 偏向コイルが上下方向に偏心すると赤、緑、青色がねじれるようにまた左右に偏心すると偏向サイズが変わったような色ずれを生ずる。

Fig. 8 Misconvergence Caused by the Beam Misalignment with Respect to the Deflection Yoke

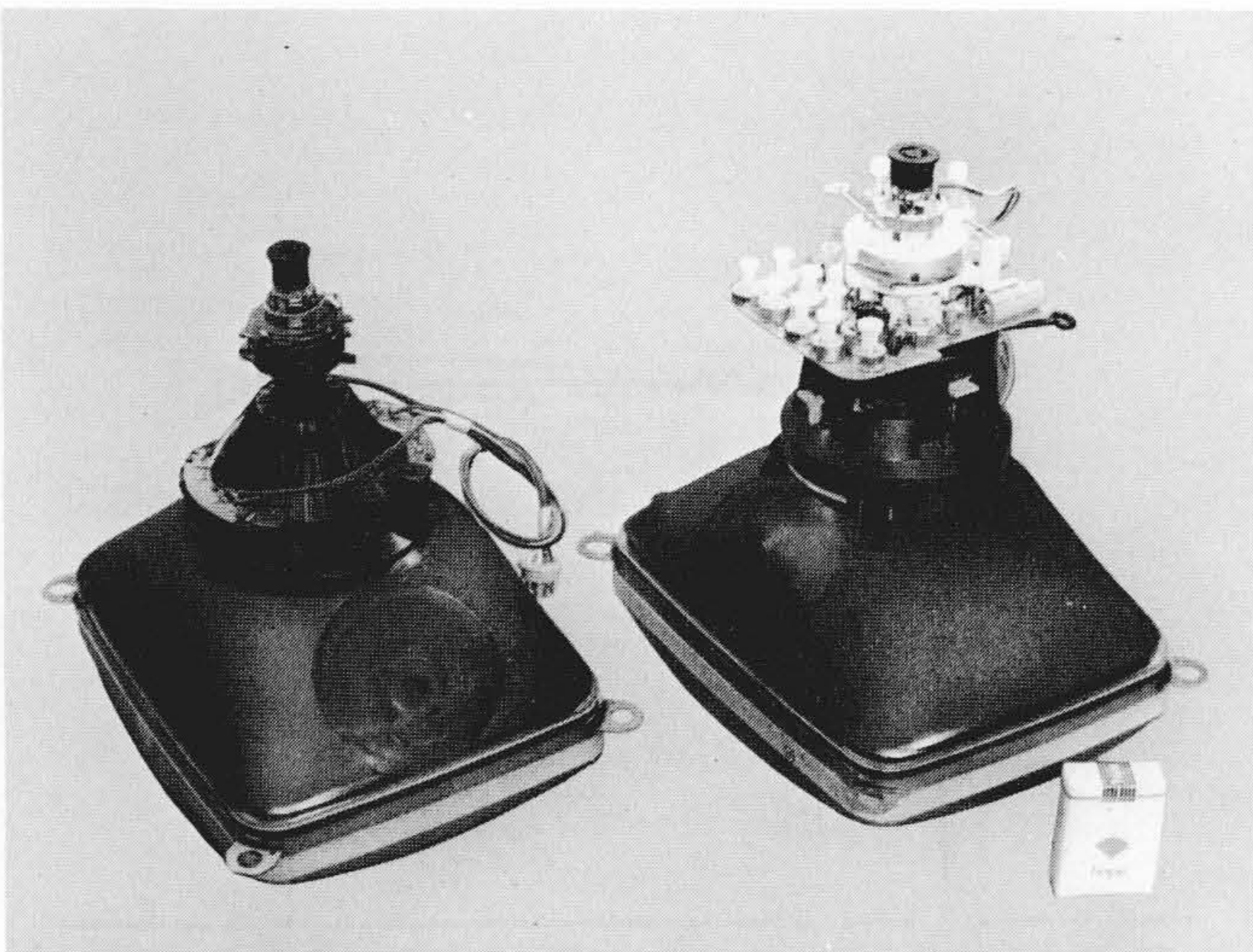


図9 14形ITC(左)と従来形CPT(右) ITCはコンバーゼンス装置が不要となり、受像管ネック周辺部が単純化される。

Fig. 9 14" ITC (left) and Conventional Colour Picture Tube

まずカラー受像管と一体の偏向ヨーク、マグネット アセンブリーなどが振動、衝撃により変化しないよう作られていることが不可欠の条件となる。すなわち、調整時には十分シャドー マスク及び電子銃の熱的安定を図り、外部磁界及び地磁気の影響、ふんい気条件による影響を十分考慮した。また前述のようにシャドー マスクには熱膨張の補正を施し、電子銃は一体化することによりヒータの熱による機械的変形や、ネック部の高圧電界などにより発生するコンバーゼンス ドリフ

トを除去した。

成形部品は難燃性に優れた樹脂を用いている。接着剤は耐熱、耐湿、耐振、耐衝撃特性が優れ、作業性が良好で、かつ調整後短時間に固まる熱加塑性のポリアミド系樹脂を用いた。また接着剤にも消炎処理を施し、テレビ セットに組み込まれてからの環境条件に十分耐え、各種の安全規格をカバーしている。図9は14形ITCと従来のカラー受像管(比較のために偏向ヨーク、コンバーゼンス調整ユニットを取り付けている)を示すものである。

7 結 言

以上報告したように、偏向ヨーク付カラー受像管を14形において開発量産化した。特に本開発目標は高解像度にあり、ほぼその目標に達している。今後の課題としては、大形ITCの開発を予定し目下鋭意研究開発を続行中である。

終わりに当たり偏向ヨーク、接着剤の開発で多大の御援助いただいた日立製作所横浜研究所、同日立研究所の各位に感謝の意を表わす次第である。

参考文献

- (1) R.L.Barbim, R.H.Hughes. "New RCA Color Picture Tube System for Portable TV Receiver" IEEE SPRING CONFERENCE CHICAGO ILLINOIS 13 (JUN.1972)
- (2) R.G.E.Hutter, "Electron Beam Deflection" T.Appl. Physics 18, 740 (1947)
- (3) 別所, 大石「ブラウン管における電磁偏向の実用的解析」NHK 技術研究17, 367 (昭40-6)



カラー受像管製造用不連続面補正レンズ

東京大学 小倉磐夫, 日立製作所 山崎映一, 他2名

テレビジョン 27-6, 461 (37)(昭48-6)

カラー受像管の全長を短縮し、カラーテレビをコンパクト化するためには、受像管の偏向角を大きくすることが最も効果的である。しかし一方では、偏向角の増大は偏向電力、フォーカス、コンバーゼンス、カラーピュリティなどの点で技術的な問題をひき起こすものである。なかでもカラーピュリティの問題は最も困難なものであるが、以下に述べる新しい補正レンズはこの問題を根本的に解決しようとするものである。

補正レンズは通常カラー受像管のけい光体露光工程において、電子ビームの軌跡を光ビームで近似させるために用いられるものである。従来の補正レンズは、その表面が滑らかな面でできており、またそれがゆえに補正には限界があり、完全な補正を行なうことができなかった。そしてこの補正不可能成分は、偏向角の増大とともに急激に増大し、例えば20形110度偏向の場合には我々の経験では残留誤差を $50\mu\text{m}$ 以下にすることは不可能になる。

このような連続面レンズの誤差補正の限界を乗り越える方法として、我々は不連続面補正レンズを開発した。この新しいレンズの表面は数百個のセグメントに分割されており、それぞれのセグメントは $8\text{mm}\times 8\text{mm}$ の大きさを持ち、また、それぞれ定められた傾斜をもったものである。従ってレンズ全体としては不連続面となり、一種のフレネルレンズを形成することになる。個々のセグメントは互いに独立しており、隣接セグメントの影響を全く受けない。それぞれの面の傾斜はけい光面の対応する部分のランディング誤差を修正する屈折角によって決められている。

補正レンズの材料としては従来ガラスが一般に広く用いられてきた。しかしこのレンズの場合、面が不連続な段違い面となっているため、ガラスを用いることは不可能となる。そこでこの場合、アクリル樹脂を用いた。レンズの製作は、まず正確な傾斜面をもった多数のブロックを用意し、これ

を組み合わせる金型とし、この金型でアクリル素材をプレスすることにより作ることができる。

このレンズを実用化するに当たり最も大きな問題となったのは格子縞の問題である。つまり、個々のセグメントの境界によって形成される格子縞が、露光に際してけい光面の上に影となって現われるものである。しかし、この問題も種々の方法を試みた結果、レンズを揺動するのが最も効果的で、実用上問題ないレベルに軽減することができた。

このレンズを110度偏向管に応用した結果、残留誤差を従来の50%以下にすることができ、白色均一性も格段に向上した。また、生産上からも露光台にわずかの修正を加えるだけで90度偏向管と同等の容易さで生産できるようになり、広角化に起因する問題を解消することができた。以上110度管で説明したが、90度管に応用しても好結果が得られることは当然である。