

2/3 in 静電集束ビジコン 8929 の開発

Characteristics of Small-size Electrostatic Focus Vidicon 8929

藤 田 昭* 大 竹 充** 惣 慶 博一*
Akira Fujita Mitsuru Ôtake Hiroichi Sôkei

A 2/3-inch diameter camera tube, 8929, utilizing electrostatic focus and magnetic deflection has been developed. The 8929 which employs a high-sensitive and low-lag photoconductor is designed for use in compact, light weight transistorized TV cameras for industrial and other closed-circuit TV systems.

1. 緒 言

従来、汎用ビデオシステム用撮像管としては、それぞれの用途に応じて、1 in 電磁集束電磁偏向ビジコン（以下、M-Mビジコンという）7735Aや2/3 in M-Mビジコン8823⁽¹⁾が使用されてきた。しかし、さらに取扱いが簡便で小形軽量の、汎用カメラ用ビジコンの要求が強かったが、今回この要求に添うものとして静電集束電磁偏向ビジコン（以下、S-Mビジコンという）8929を開発したので報告する⁽⁴⁾。このS-Mビジコン8929はM-Mビジコン8823と外径寸法、諸特性を同等にすることができ、加えてS-Mタイプとしたため、M-Mビジコン8823の場合に比べコイルアセンブリを含めた重量で約1/6、コイル外径で約2/3と小形軽量化された。光導電膜についてはM-Mビジコン8823同様、さらに、日立が開発したSb₂S₃高感度膜⁽²⁾を採用しているため、高感度、低残像である。解像度は中央部で550 TV本、周辺部で450 TV本、シェーディングは約15%と均一な画像が得られる。

2. S-Mビジコン8929の構造と動作原理

2.1 外形寸法

図1はS-Mビジコン8929の外観とコイルアセンブリ外観を示したものである。従来の2/3 in M-Mビジコン8823に比較し、S-Mビ

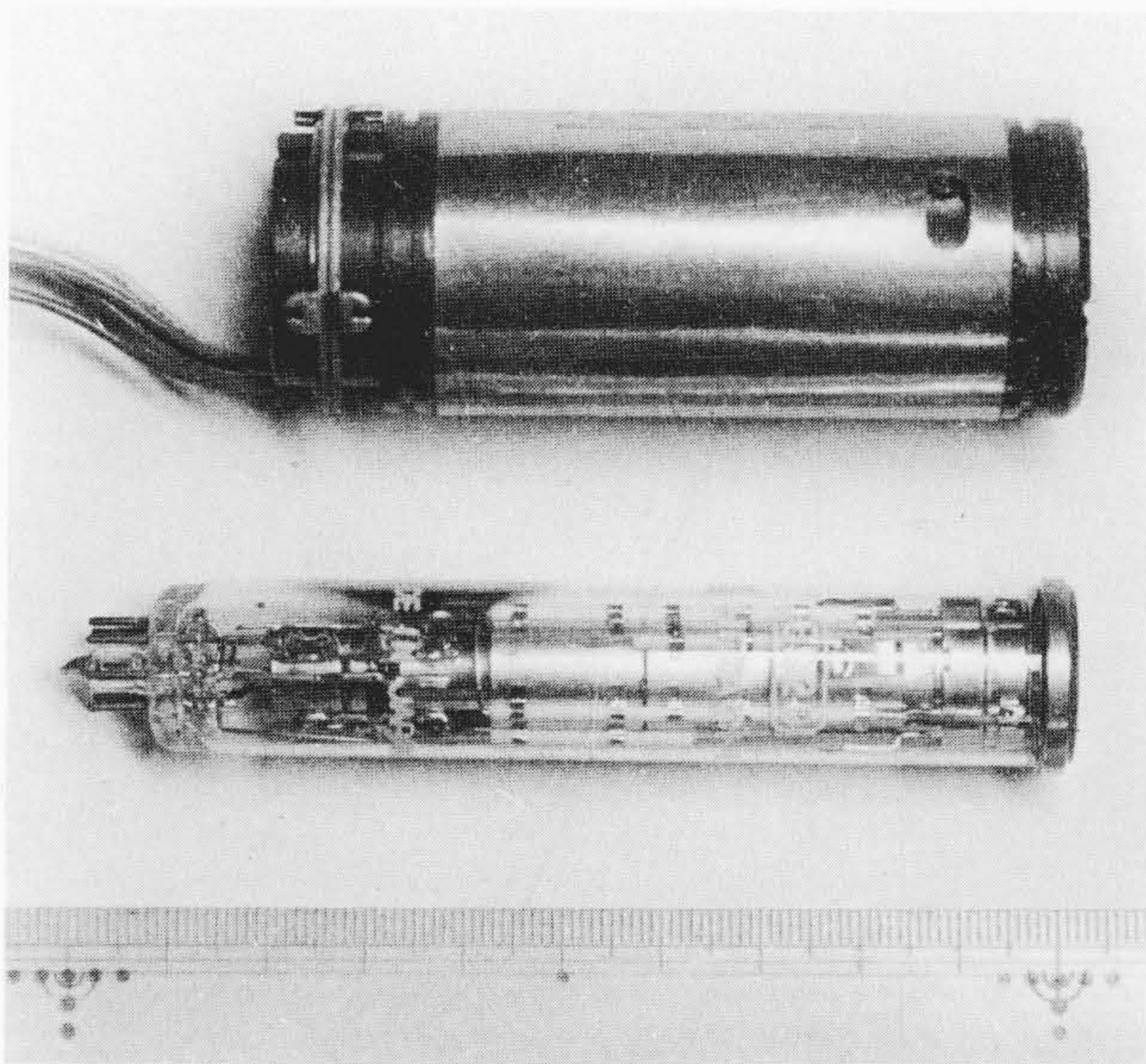


図1 S-Mビジコン8929の外観とコイルアセンブリ

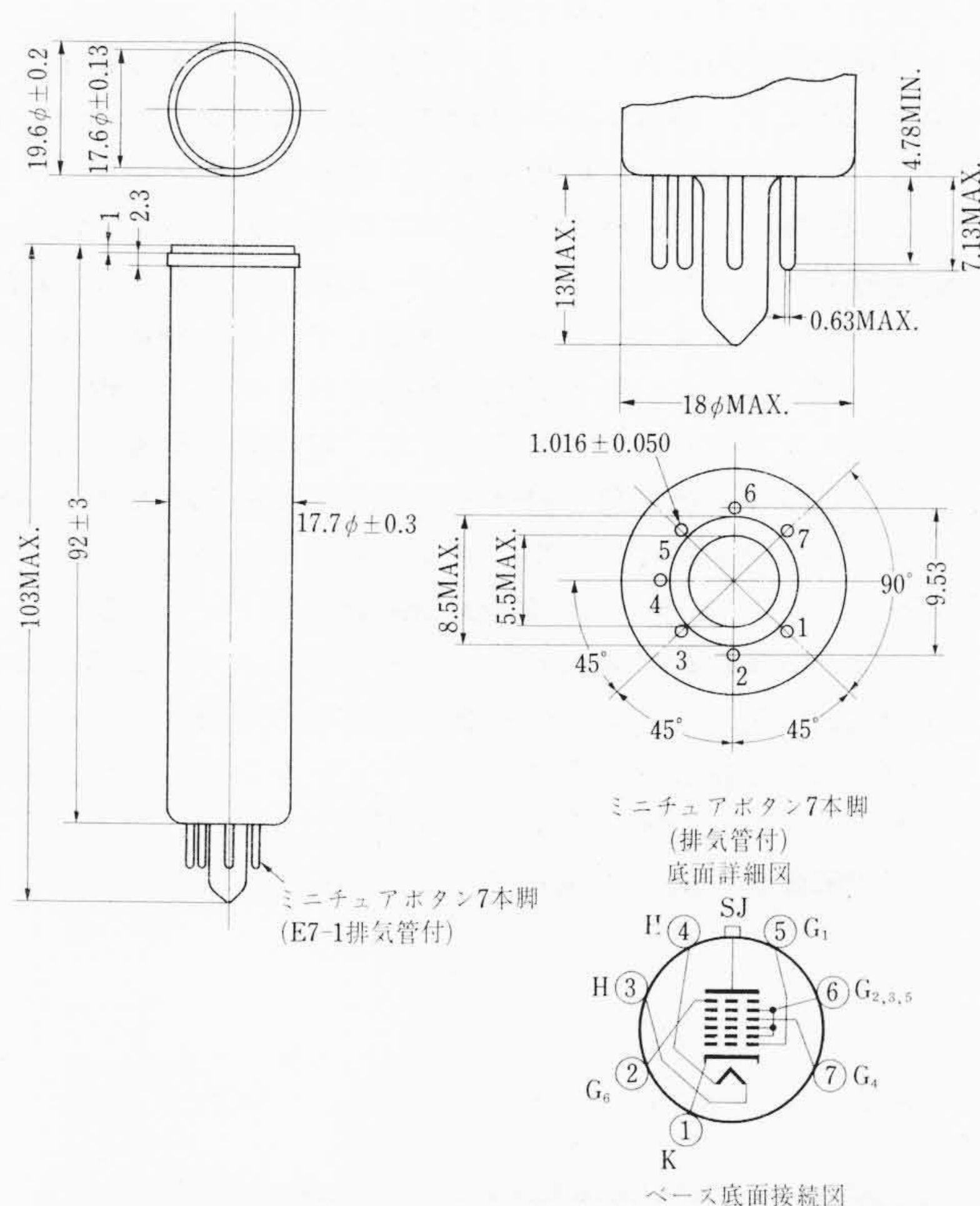


図2 S-Mビジコン8929の外形寸法と底面接続図

ジコン8929はS-Mタイプであるから集束コイルは不要となる。さらにM-Mビジコン8823と同じく6.3V×0.095Aの低電力ヒータを使用しているため、テレビカメラの小形軽量化および低電力化が可能となる。図2はS-Mビジコン8929の外形寸法と底面接続図を、表1はS-Mビジコン8929とM-Mビジコン8823の外形寸法およびコイルアセンブリの比較を示したものである。コイルアセンブリを含めて、S-Mビジコン8929をM-Mビジコン8823に比較すると重量で約1/6、コイル外径で約2/3と小形軽量化されている。

2.2 電極構造

S-Mビジコン8929のビーム集束は静電レンズで行なわれ、分離メッシュ電極を採用しているため、電極構造は1 in S-Mビジコン8134⁽³⁾と同様である。図3(a)はS-Mビジコン8929の電極構造を、図3(b)は主レンズG₃-G₄-G₅部分およびコリメーションレンズG₅-G₆部分の等電位線を示したものである。1 in S-Mビジコン8134では解像度特性の点からG₃とG₆を内部接続したプレフォーカス系をもつバイポテンシャルレンズ系を採用しているが、S-Mビジコン8929ではバイポテンシャルレンズおよびユニポテンシャルレンズの両方式について解像度、シェーディングなどの諸特性を比較検討したうえで、図3(b)に示したようにG₂, G₃, G₅を内部接続し

* 日立製作所茂原工場

** 日立製作所電子管事業部

表1 S-Mビジコン8929とM-Mビジコン8823
のコイルアセンブリ比較

コイルアセンブリ	S-Mビジコン8929		M-Mビジコン8823	
	長さ (mm)	80	80	
	直径 (mm ϕ)	30	45	
偏向コイル	水平コイル	重量 (g)	50	300
		(mH)	0.9	1.2
	垂直コイル	(Ω)	4.0	5.0
		(mH)	23	40
電偏向	水平	(mA _{p-p})	100	120
	垂直	(mA _{p-p})	20	23

たユニポテンシャルレンズ系を用いることにした。

レンズ系が球の外にあり、レンズ口径を大きくできる電磁レンズの場合と異なり、静電レンズは球に内蔵せねばならぬため、レンズ口径ービーム直径比に限度があり、収差の影響が大きい。したがって、S-Mビジコン8929ではレンズ口径を大にするため、 G_3 、 G_4 、 G_5 電極を同一の口径にし、かつビーム直径を絞るため $30\mu\phi$ のビームリミッティングアパーチャを使用している。静電レンズの場合はレンズ口径がビジコン管径に制限されるため、一般に球面収差は電磁レンズに比べ大であるうえに、電極系が複雑になっているから非点収差の悪影響を押えるため、電極系部品単体の精度およびそれらの組立精度の大幅な向上が要求された。

G_6 電極（メッシュ電極）には1,000line/inの銅メッシュを用い、メッシュ像が直接画面に現われたり、あるいはメッシュによるビート像が画面に現われて画質の劣化が生ずるのを防いでいる。また、 G_6 ー G_5 電極で構成されるコリメーションレンズにより、電子ビームがターゲット全面に垂直に入射するようにし、シェーディング、周辺解像度の向上を図っている。さらに、 G_6 ーターゲット

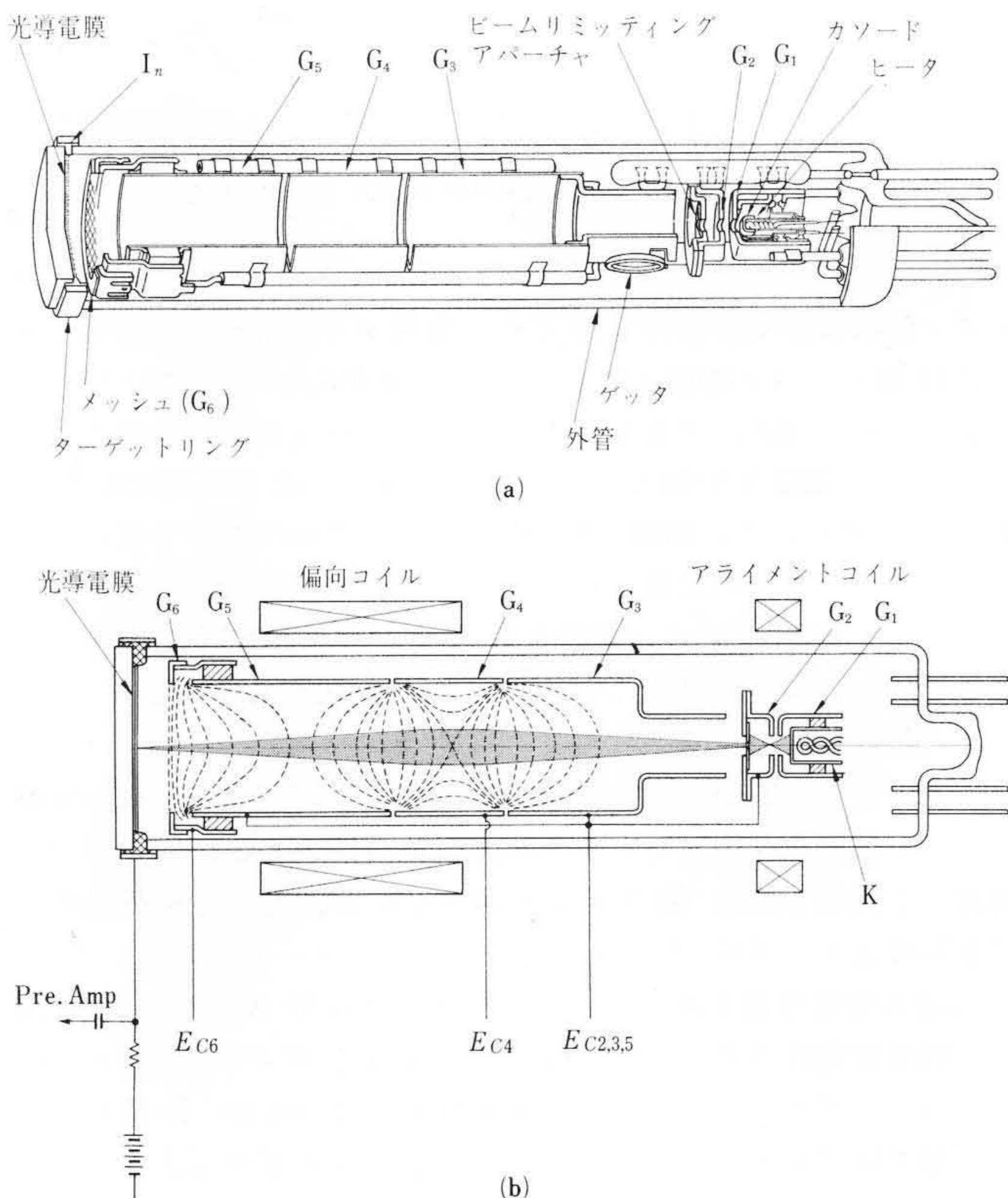


図3 S-Mビジコン8929の電極構造とレンズ系の電位分布

間隔、 G_5 ー G_6 間隔は標準使用条件において画像ひずみ、シェーディングなどの特性が最適になるように設計してある。

2.3 動作原理

S-Mビジコン8929の動作原理は従来の1in S-Mビジコン8134⁽³⁾などと同様であるので簡単に述べる。カソードから放射されたビームはカソードレンズ系を通り、ビームリミッティングアパーチャで細く絞られ、 G_3 ー G_4 ー G_5 電極により構成される静電レンズにより集束され、 G_5 ー G_6 電極によりコリメートされて、ターゲット全面にわたってほぼ垂直に到達する。ここで光により励起された光導電面によりこのビームは変調され、入射光の強さに応じた信号電流が得られる。

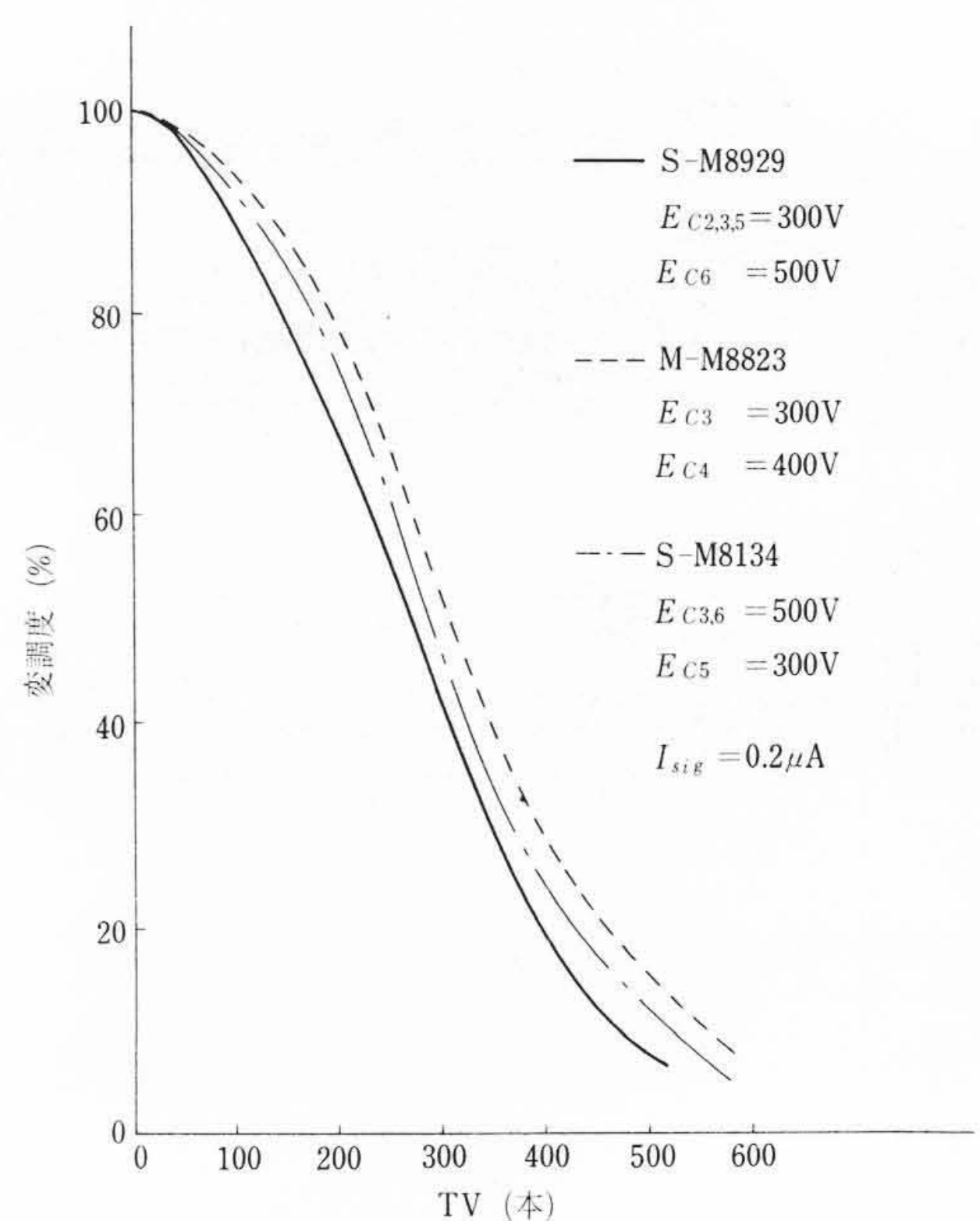
3. S-Mビジコン8929の電気的特性

S-Mビジコン8929の電気的特性のうち、その特長を示す項目について述べる。

3.1 解像度、シェーディング、偏向ひずみ

図4は $\frac{2}{3}$ in M-Mビジコン8823、1in S-Mビジコン8134と $\frac{2}{3}$ in S-Mビジコン8929の変調度を比較したものである。M-Mタイプに比較して、S-Mタイプはレンズ収差の影響を受けやすいが、変調度の低下を部品精度、組立精度の向上や $30\mu\phi$ のビームリミッティングアパーチャの使用により最小に押えることができ、中央部における、400TV本の変調度は約20%である。S-Mビジコン8929の目視法による解像度は中央部で500〜600TV本であり、周辺部でも約400TV本以上となる。S-Mタイプの特長は解像度の全面均一性が良いことである。

図4のS-Mビジコン8929のデータは $E_{C2,3,5}=300V$ 、 $E_{C6}=500V$ で動作させた場合であるが、 $E_{C2,3,5}$ 、 E_{C6} の電圧配分により解像度、シェーディング、偏向ひずみなどの諸特性が変化する。図5において、 $E_{C2,3,5}=300V$ 固定で E_{C6} を変化した場合と $E_{C6}=500V$ 固定で $E_{C2,3,5}$ を変えた場合の変調度、シェーディング、偏向ひずみの変化を示した。図5(a)、(b)は変調度の変化を示すものである。また、図5(c)、(d)、(e)、(f)はシェーディング、偏向ひずみを示すものである。シェーディングは $E_{C2,3,5}/E_{C6}$ の比が大きいほど増加し、偏向ひずみは $E_{C2,3,5}/E_{C6}$ 比が大きいほど減少する。すなわち、シェーディングと偏向ひずみとは電圧比 $E_{C2,3,5}/E_{C6}$ に対し増減の方向が反対である。シェーディング、偏向ひずみの両方の値を考慮

図4 S-Mビジコン8929とM-Mビジコン8823
S-Mビジコン8134の中央変調度比較

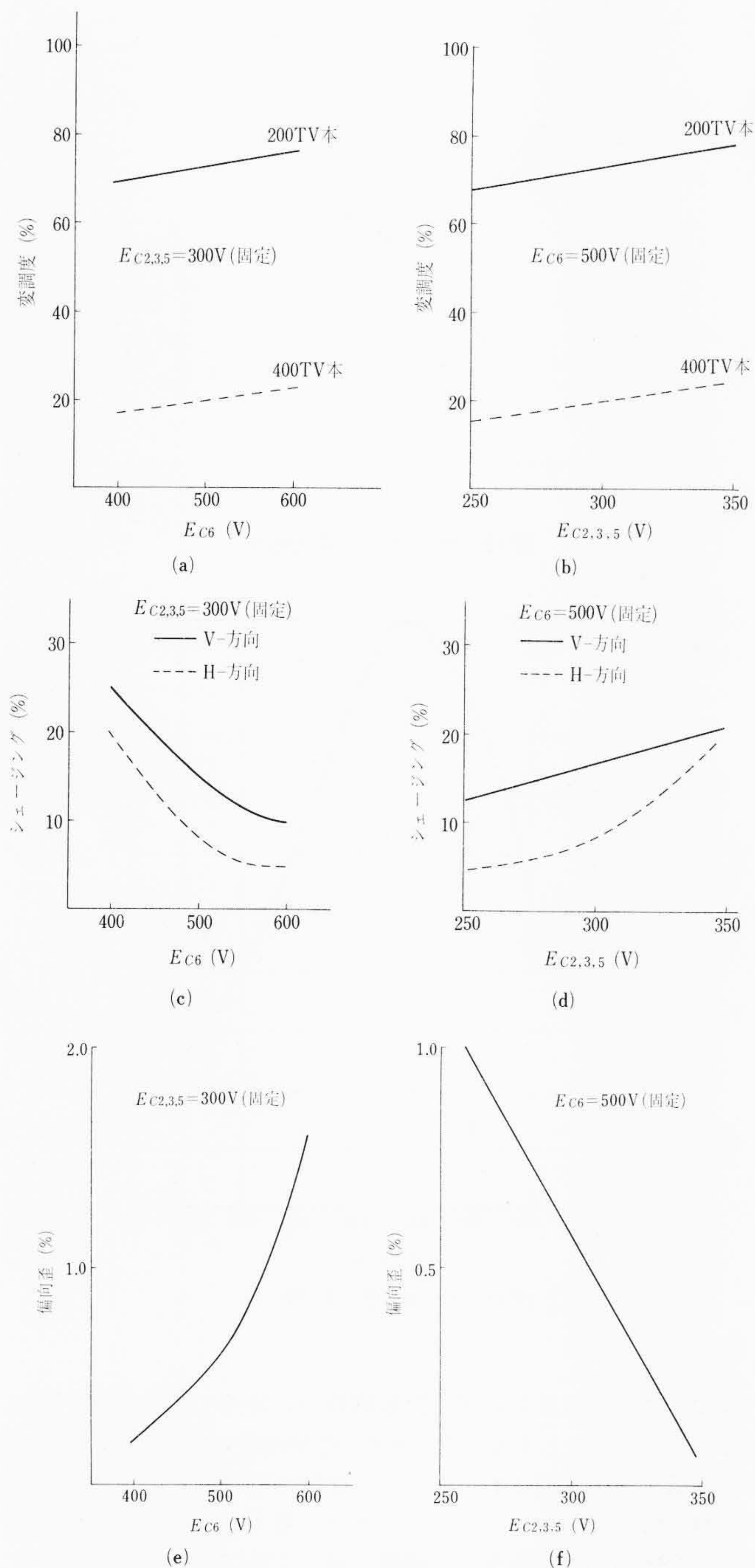


図5 変調度、偏向ひずみ、シェーディングの電圧特性

するとS-Mビジコン8929の最適動作電圧は $E_{c2,3,5}=300\text{V}$ の場合 $E_{c6}=500\text{V}$ である。この電圧配分における代表的なS-Mビジコン8929の中央変調度は200TV本で約70%、400TV本で約20%、シェーディングは約15%、偏向ひずみは約0.6%である。S-Mビジコンの特長はシェーディングが小さいことと、偏向ひずみが、電磁レンズの場合のS字ひずみはなく、単純なピンクッションあるいはバレルタイプのひずみとなって現われることである。また、中央-周辺の解像度の差が少ない利点があげられる。

その他に解像度に影響をもつものとしてアライメント調整が考えられる。S-Mタイプでは集束レンズの有効径が小さいため、レンズ収差の影響を受けやすく、アライメント調整ずれによる解像度の低下はかなり大きい。図6はアライメント補正磁界の最良調整時からの調整ずれ量と解像度低下の例を示したもので、図6からわかるように調整ずれ量が0.3G以下であれば解像度の低下は無視できる。したがって、アライメント補正に永久磁石を使用す

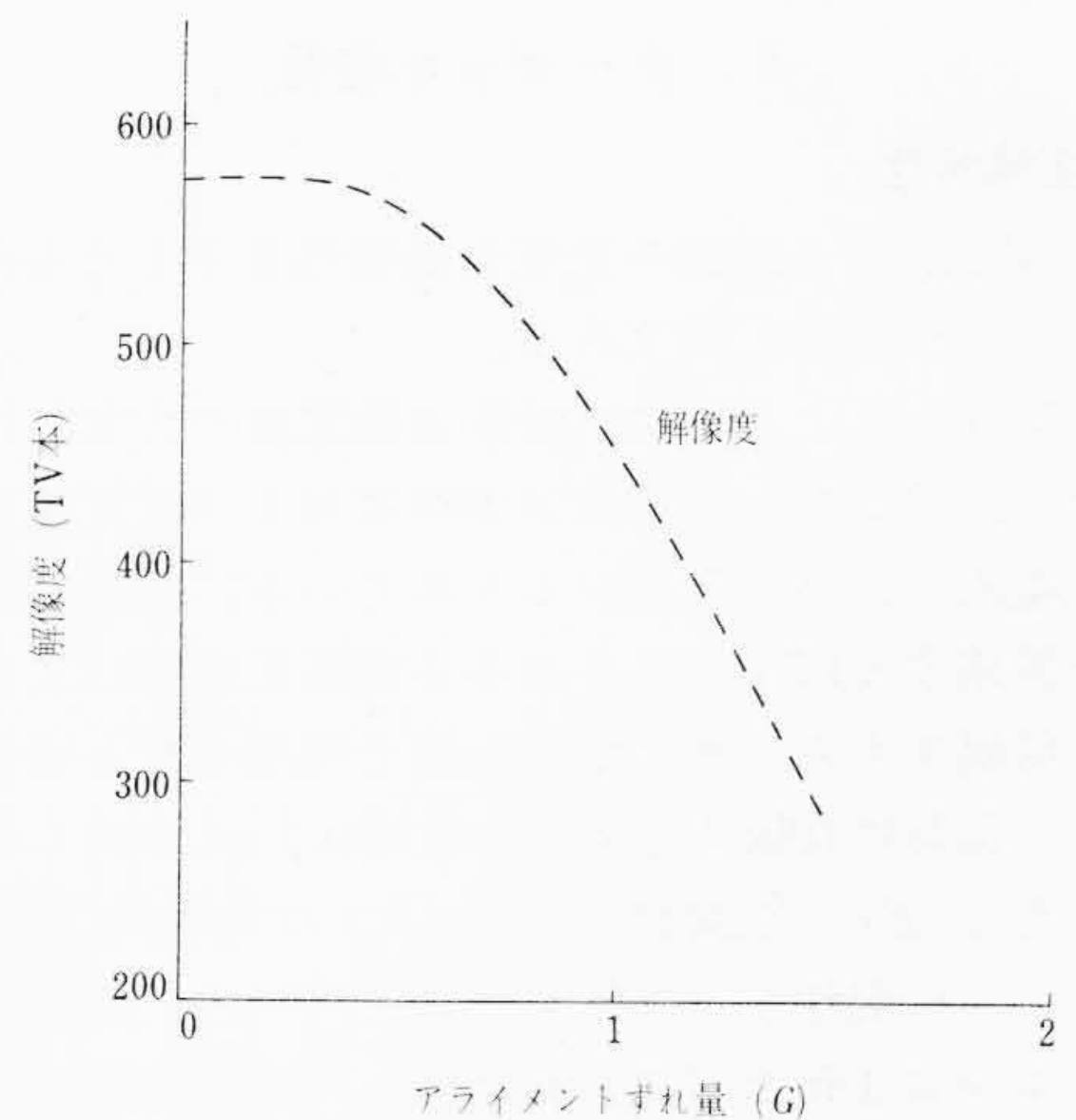


図6 アライメント磁界の調整ずれと解像度の関係

る場合、永久磁石の最小磁界を0.3G以下に調整できるものでなければならない。

このようにアライメント調整は十分に行なう必要がある。調整方法として付録を利用すれば簡便である。

3.2 ビームセッティング量と変調度

ビームのセッティングはターゲットのハイライト部の蓄積電荷をちょうどディスチャージするようにすれば本来よいわけであるが、被写体からの入射光量が一定していない場合が多いので、ビーム量をオーバ気味にしておき常にビーム不足にならないようにしている。したがって、ハイライト部をちょうどディスチャージする電子ビーム量に対して解像度の劣化を伴わずに過剰に許容できる電子ビームの量の大小で、ビジコンの解像度の一特性を評価することができる。

図7は信号電流 $0.2\mu\text{A}$ の場合のS-Mビジコン8929と2/3in M-Mビジコン8823のビームセッティング量と変調度の関係を比較したものである。横軸のセッティングビーム量とは白パターン撮像による $0.1\sim0.6\mu\text{A}$ の信号電流 (I_{sig}) に対しちょうどディスチャージするように E_{c1} を調整したときのビーム電流をそれぞれ $0.1\sim0.6\mu\text{A}$ とみなして I_{sig} で表わしたものである。縦軸は $I_{sig}=0.2\mu\text{A}$ に対する変調度を示している。S-Mビジコン8929はM-Mビジコン8823に比較してオーバビーム特性が劣るのは避けられない。この理由は静電レンズ系での収差による影響がS-Mタイプのほうが顕著なためと考えられる。

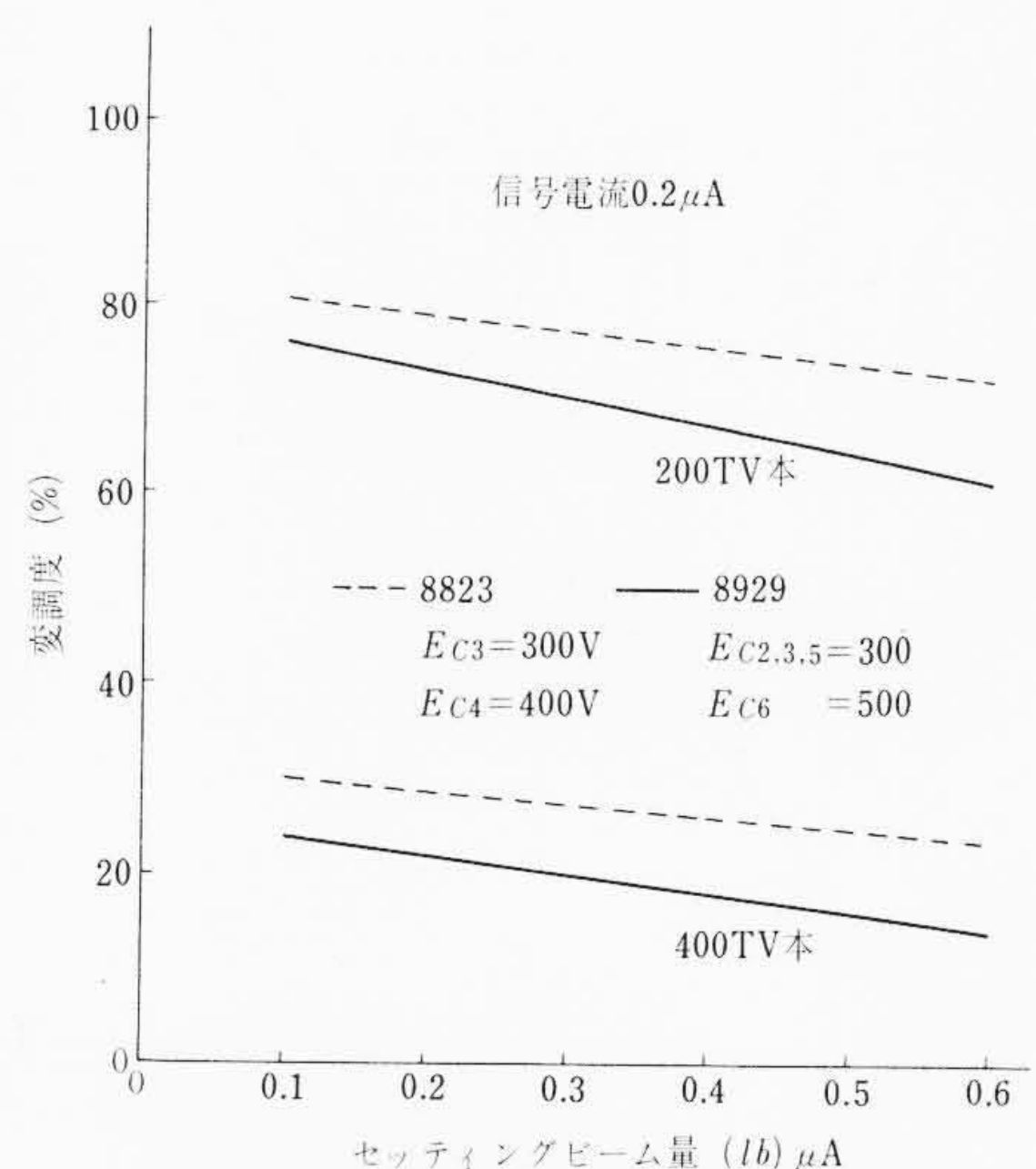


図7 変調度のビーム電流特性

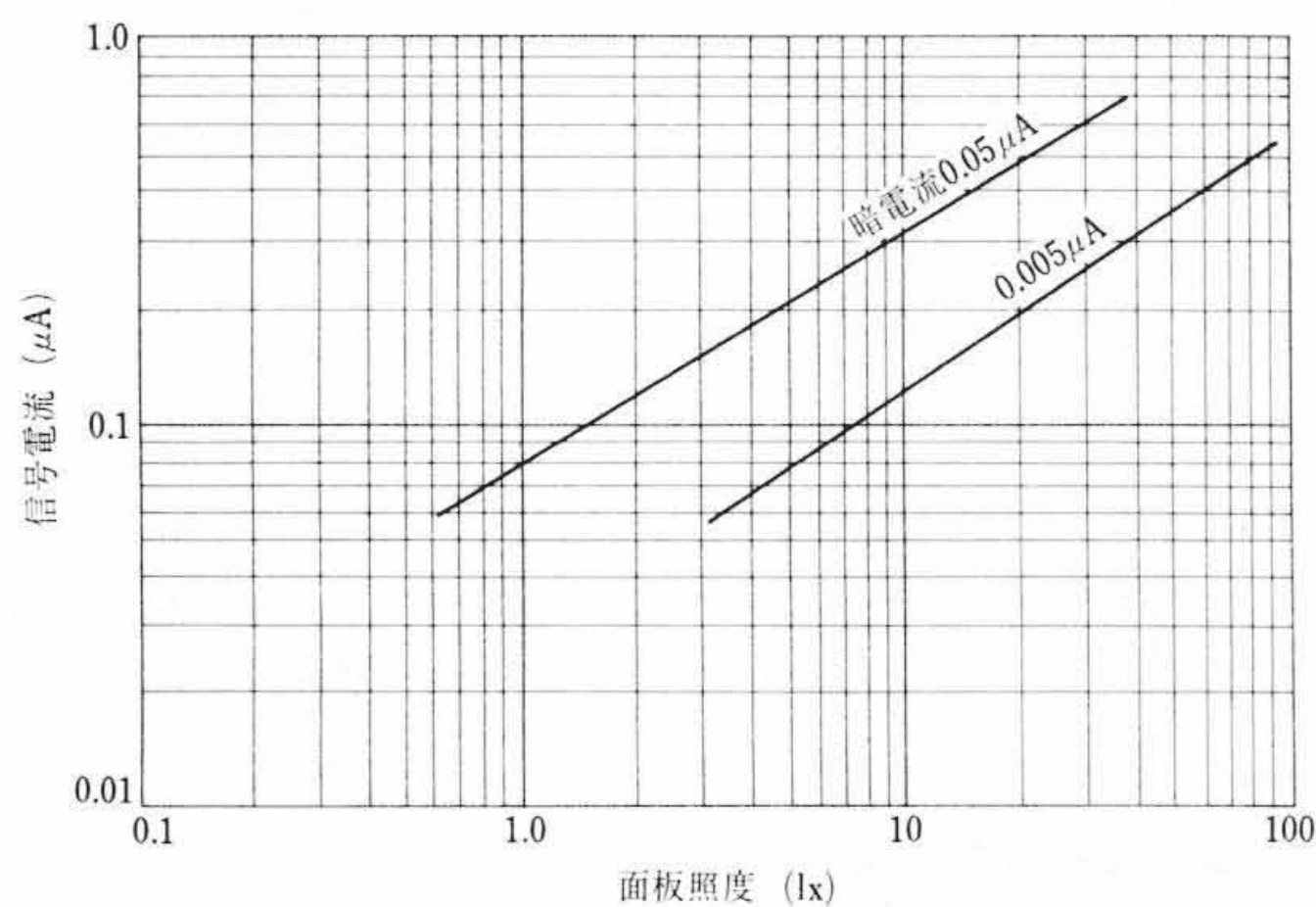
4. ターゲット特性

4.1 光電変換特性

図8はS-Mビジコン8929の光電変換特性を示したもので、図から光電変換の γ 値は約0.65である。

一般にビジコンによる映像の画質は暗電流の大きさによって左右されるため、ビジコンの感度は面照度および暗電流を一定にしたときの光電流で表わす方法がとられている。しかし、S-Mビジコン8929を使用するITVカメラの多くがEE機構によるターゲット自動調整機構をもち、出力電流一定で使用される場合が多いので、日立では面照度10lxのとき出力電流0.3 μ Aが得られるようにターゲット電圧(E_{sj})を調整し、そのときの暗電流(I_d)が0.05 μ A以下となるように製作上コントロールしている。走査面積の小さい $\frac{2}{3}$ in ビジコンは1in ビジコンに比較して光電感度の面で不利となるが、日立が開発した Sb_2S_3 の高感度膜を採用し、この点をカバーしている。

図8の光電変換特性は室温(約25 $^{\circ}$ C)における測定である。一般に Sb_2S_3 蒸着膜は動作時のターゲット部分の温度により暗電流が増加する。図9は Sb_2S_3 蒸着膜の温度特性を示したもので、この図から明らかなように暗電流は周囲温度(ほぼターゲット部分



注：光源は白熱電球 2,870 $^{\circ}$ K

図8 光電変換特性

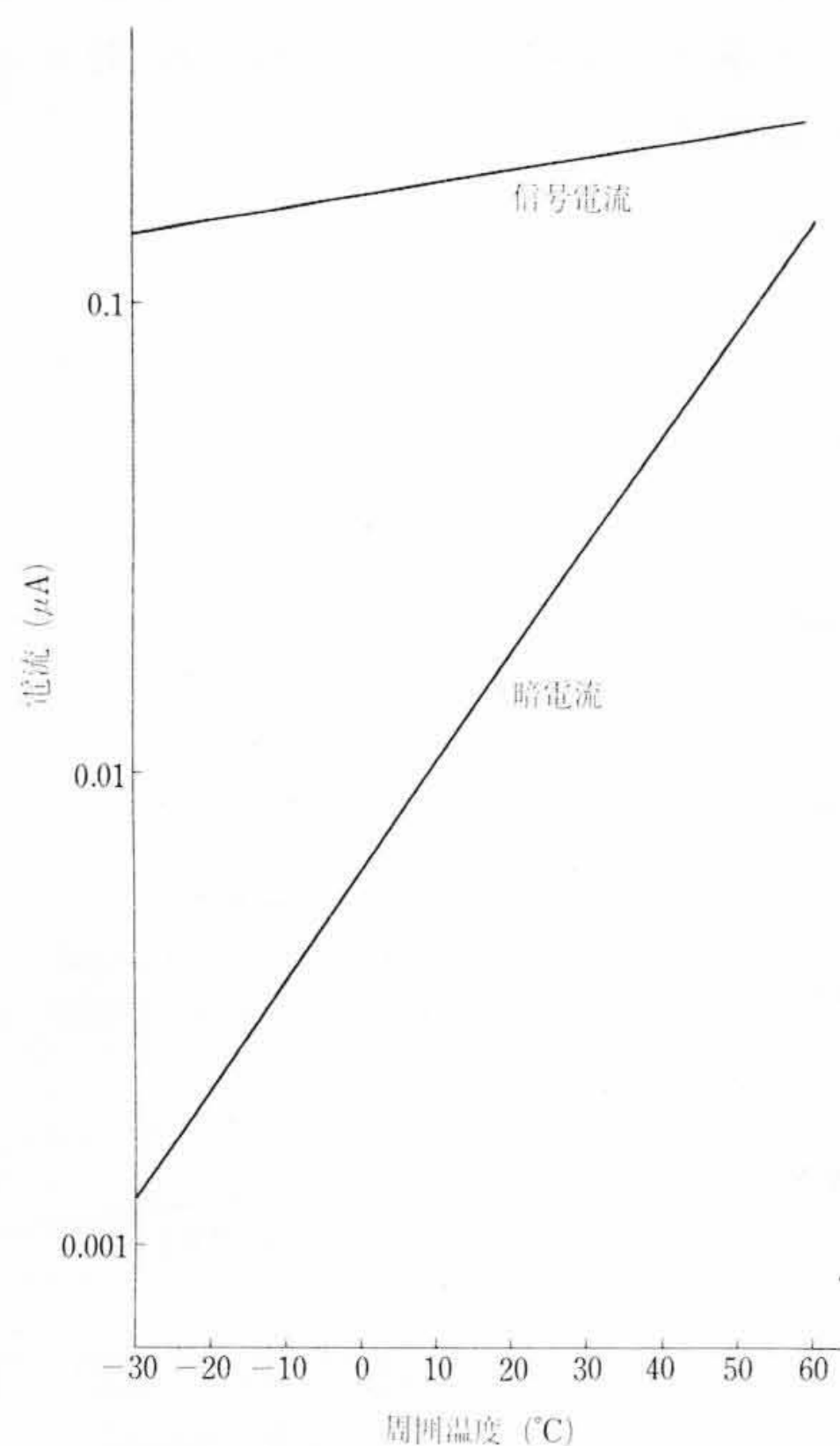


図9 信号電流と暗電流の温度特性

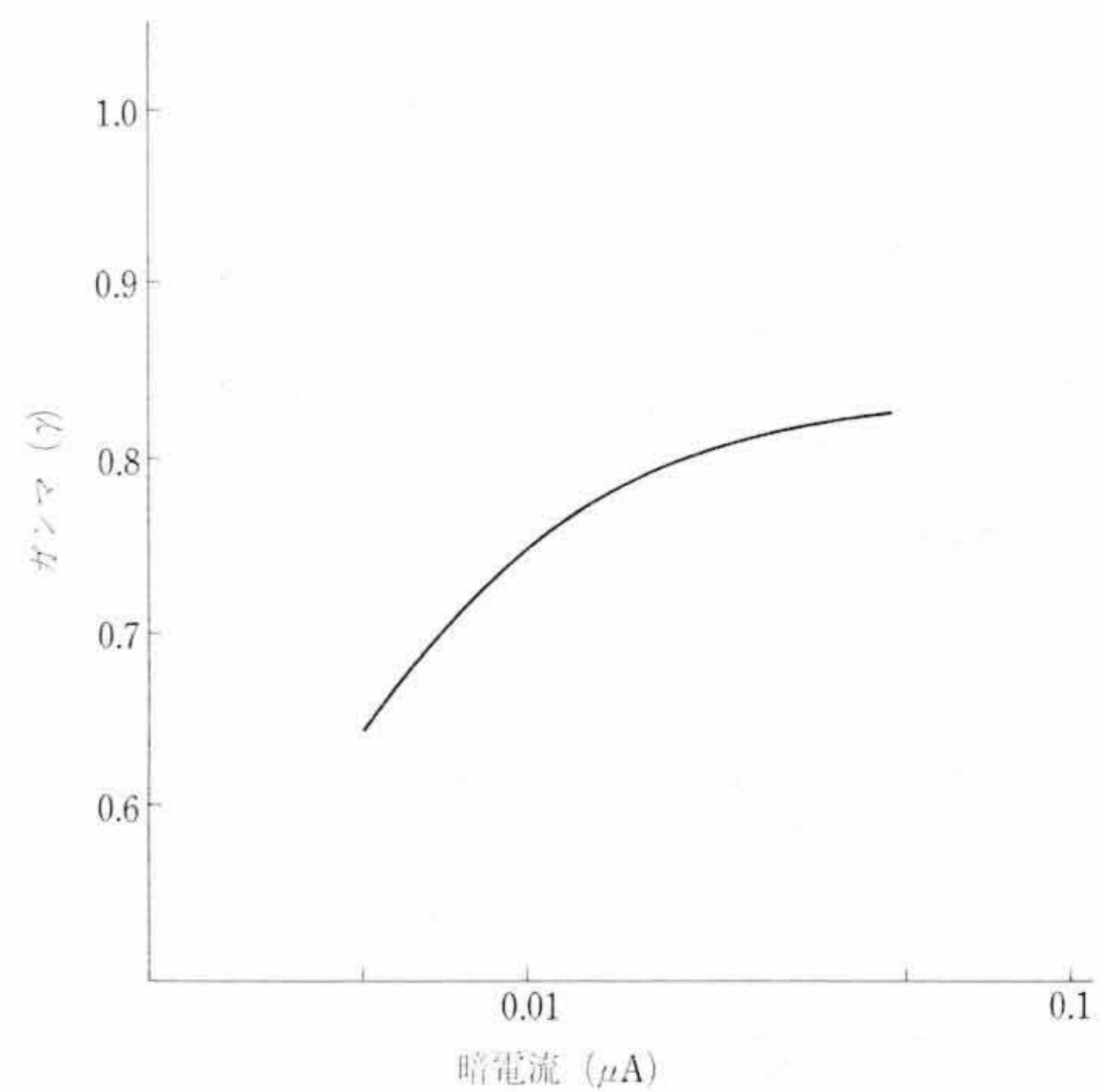


図10 ガンマ対暗電流特性

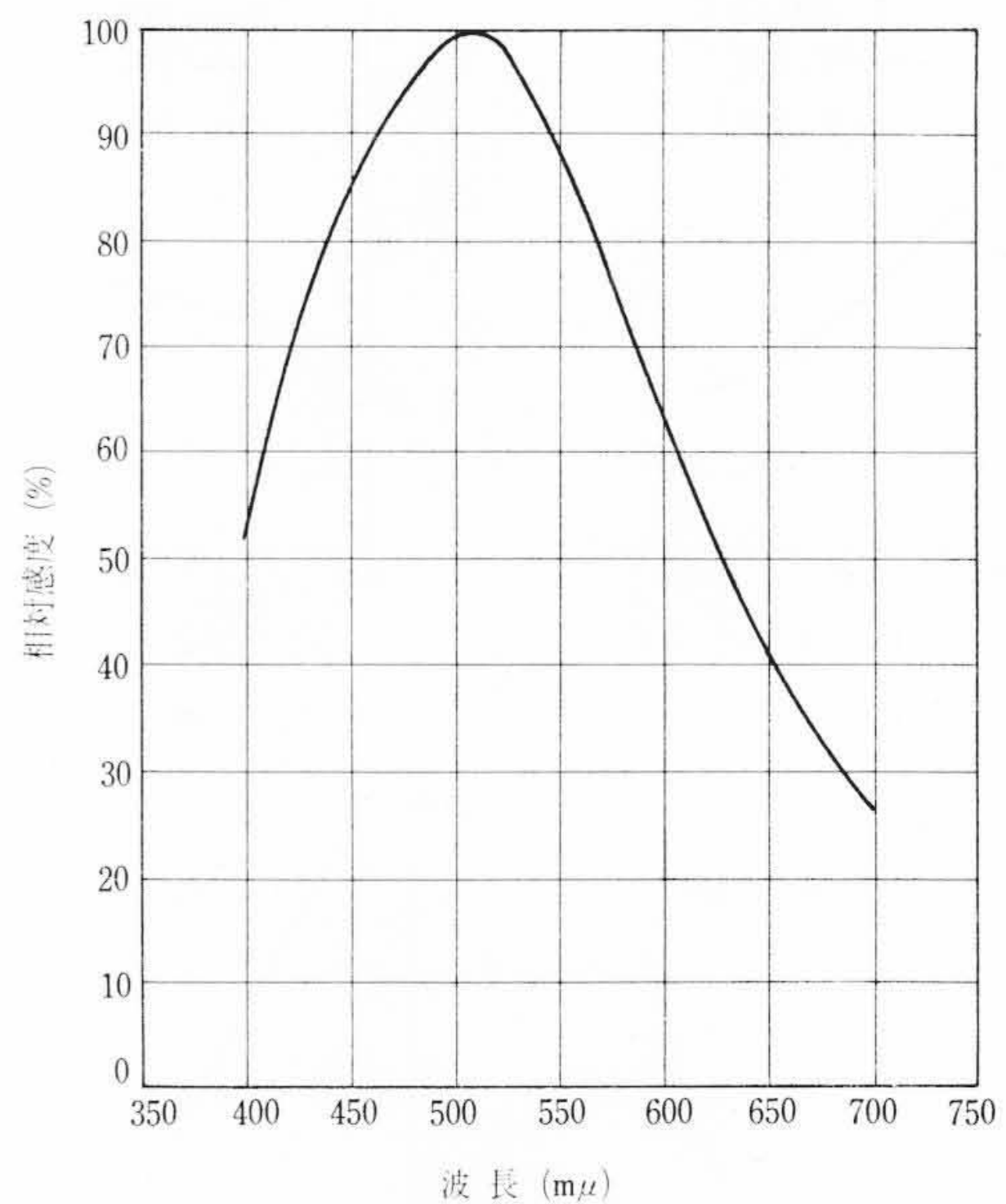


図11 分光感度特性

の温度と考えられる) に対し指数関数的に増加するが、信号電流の変化は少ない。したがって、カメラの使用時の温度が高い場合、画質の低下を引き起こす。モノクロ画像の場合、暗電流増加による画質の低下は少ない。しかし、カラー用として使用する場合、暗電流変動の影響は大きく、画質は著しく低下する。したがってこの場合には、Optical Black検出回路やAutomatic Set Up 回路などの使用により、暗電流部分の変動を補正する必要がある。

図9において周囲温度に対して I_d が指数関数的に変化することを示したが、この I_d 変化は γ 値の変動をもたらすので、カラーカメラに使用する場合問題となる。図10は I_d と γ の関係を示したものである。一般に I_d が増加すると γ 値は高くなる。おのおのビジコンの γ 値変化が同一であれば2V、3Vカラーカメラに使用してもさほど問題を生じないが、各ビジコンにおいて γ 値の変化が同一でない場合、2V、3Vカラー用カメラでは問題となるので、EE機構の採用には十分考慮を払わなければならない。

図11はS-Mビジコン8929の分光感度特性を示したものである。

4.2 残像特性

S-Mビジコン8929の残像特性は図12に示すとおりで、光しゃ断後の時間に対する信号電流の残存率を示したものである。光しゃ断後50msの信号電流の残存率は約20%である。

図13は周囲温度と光しゃ断後200msの信号電流の残存率変化を示したもので、この種ビジコンは原理的に周囲温度が高くなれば

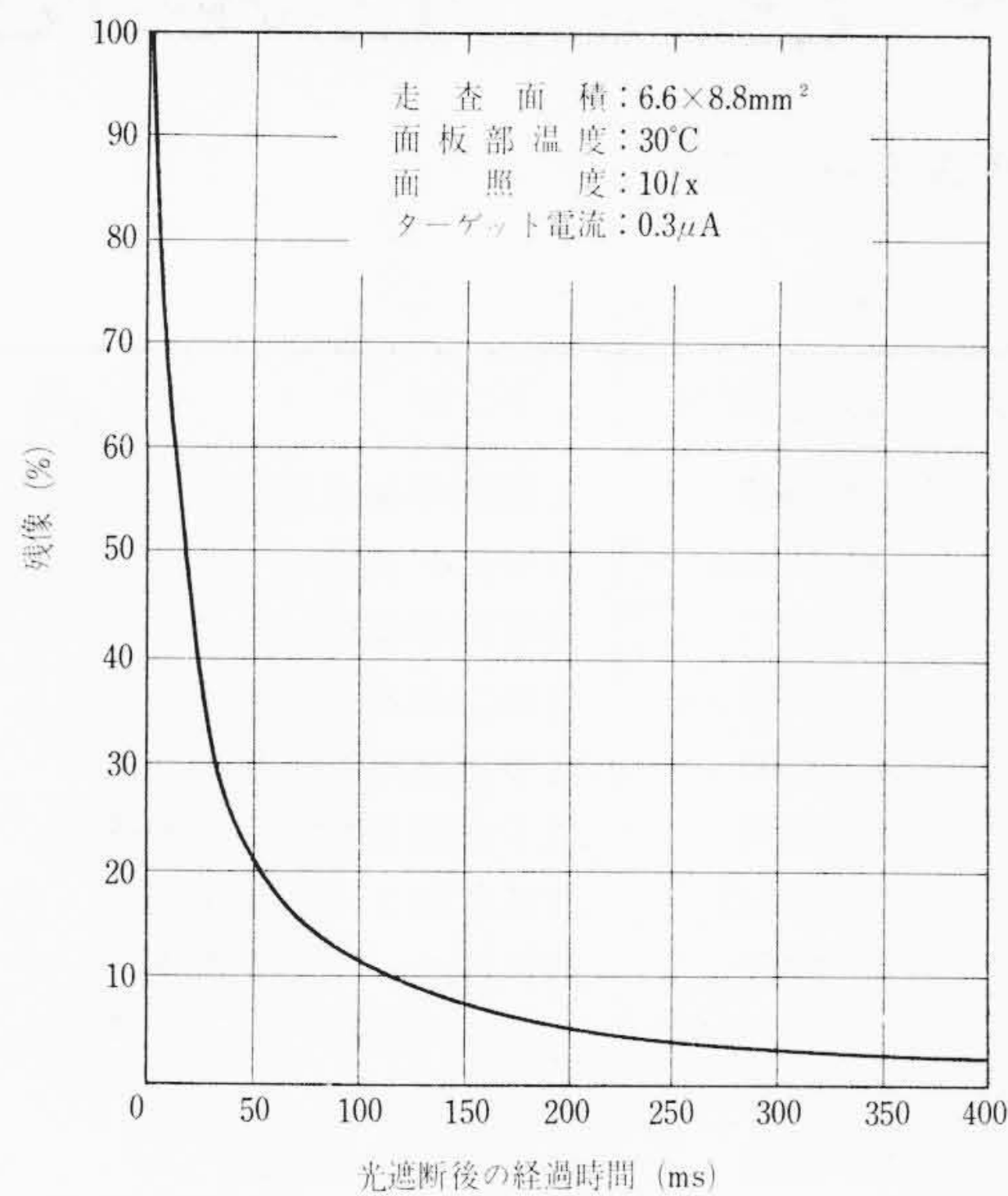


図12 残像特性

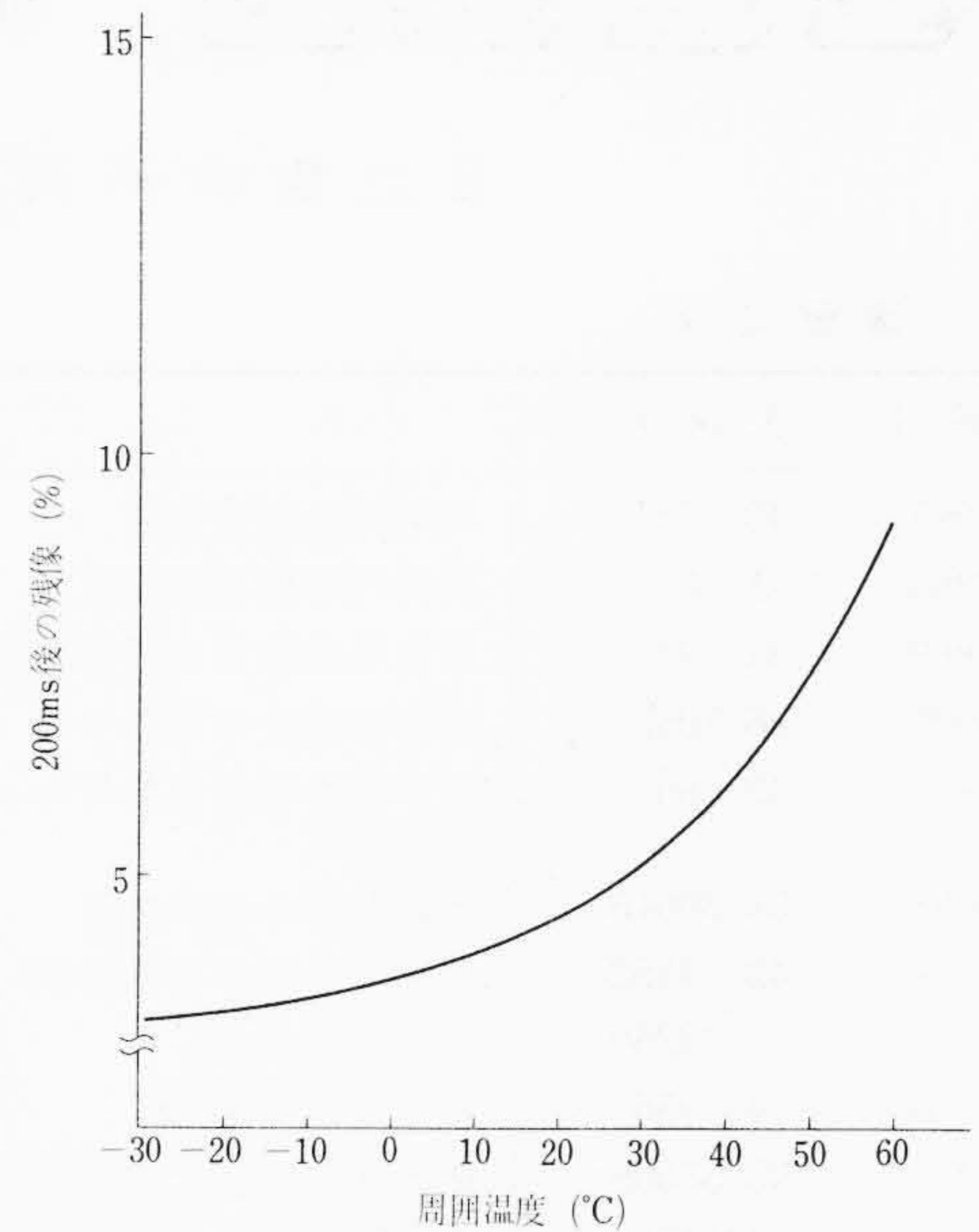


図13 残像の温度特性

残像も長くなる。したがって、カメラの使用状況を十分に考慮する必要がある。

5. 結 言

2/3 in S-Mビジコン8929はM-Mビジコン8823に比べ、コイルアセンブリを含めて考えると、コイル径において約2/3、重量において1/6となり、テレビカメラの小形軽量化を可能にしている。静電レンズを使用すると集束電力が不要になることに加えて偏向電力も少なくてよいので、M-Mビジコン8823使用カメラより低電力化することができる。電気的特性は電極組立精度の向上などによりM-Mビジコン8823と同等とすることができた。本S-Mビジコン8929は今後、ITV用ビジコンの主流になるとともに、カラーカメラへの応用も考えられる。

最後にS-Mビジコン8929の開発にあたり終始ご指導いただいた日立製作所五十嵐特殊管部部长、中田特殊管開発部部长をはじめ多くのかたがたに深く感謝する。

付録 オートアライメント調整方法

- (1) アライメント磁界を最小にする。
- (2) G_4 電極に20Hz、10V_{P-P}程度の方形波をオシレータより結合コンデンサーを通して印加する。
- (3) RETMA解像度チャート中央部に45度で交さしている2本の斜線がぶれないように、かつ細くなるようにアライメントマグネットを調整する。
- (4) G_4 電極へのパルスの印加を停止し、フォーカス電圧を再調整し、解像度、シェーディングを確認する。

以上の方法でアライメント調整を行えば、調整ずれによる影響は無視できる。

参 考 文 献

- (1) 滝川ほか：日立評論 52, 1019 (昭45-11)
- (2) 吉川ほか：日立評論 52, 458 (昭45-5)
- (3) 吉川ほか：放送技術 113 (昭42-2)
- (4) 藤田ほか：テレビジョン学会全国大会 (1972) 3-5

お詫びと訂正

本誌第54巻第10号掲載写真の説明に誤りがありましたので、下記のように謹んで訂正いたします。

大阪府の関係各位にご迷惑おかけいたしましたことを、深くお詫び申し上げます。

記

訂 正 個 所	正	誤
表紙の写真説明	大阪府南部広域下水鴻池処理場納め集中監視制御盤	大阪市南部広域下水鴻池処理場納め集中監視制御盤
75頁図9の写真説明 (補足説明の部分)	大阪府南部広域下水鴻池処理場集中監視制御盤を示す。	大阪市南部広域下水鴻池処理場集中監視制御盤を示す。