

新形日立撮像管サチコン“H8397”の特性

New-developed Camera Tube SATICON “H8397”

カラーテレビ用カメラへの要望はまず高画質という点にあったが、テレビ放送が100%カラー化されるに至り、カラーテレビ用カメラに対し機動性、操作性も要求されるようになり、小形テレビ用カメラの性能向上が望まれた。このため、小形・高性能の撮像管の開発を行なうこととし、SATICON(サチコン)“H8397”を製品化した。

“H8397”は18mm形撮像管でありながら、25mm形に劣らぬ特性をもつもので、光導電膜には非晶質半導体のヘテロ接合をもつサチコン膜を使用し、且つ電極系は部品精度、組立精度を向上させ、更にヨークアセンブリも合わせ設計し、特性のばらつきが少ない撮像管である。“H8397”を用いた小形カラーテレビ用カメラは、放送局で運用されつつあり好評を得ている。

藤田 努* Tsutomu Fujita

丸山 瑛一** Eiichi Maruyama

1 緒言

我が国のカラーテレビ放送は、昭和35年9月に本放送が開始されて以来、年々カラー放送化が進行し、昭和48年にはテレビ放送は、ほぼ100%カラー放送化された。

それに伴い、カラーテレビ受像機の普及率は昭和49年、遂に90%を超えるに至り、セカンドテレビセットも白黒テレビ受像機からカラーテレビ受像機に移り変わりつつある。このような背景のもとで、視聴者は番組のもつ臨場性、同時性をよりいっそう求めるようになってきた。この要望に答える番組製作のため、テレビカメラの機動性、操作性が要望され、小形カメラの性能向上が望まれている。

このため、小形高性能の撮像管の開発を計画し、NHK総合技術研究所の指導の下で、非晶質Se系光導電材料の撮像管への応用を研究し、新しい撮像管サチコンを完成し⁽¹⁾⁽²⁾、18mm形として“H8397”を製品化した⁽³⁾⁽⁴⁾。この撮像管は、小形カメラに使用され、日本放送協会及び山陰中央テレビジョン放送株式会社に採用され好評を得ている。

この撮像管は、Se-As-Te系カルコゲン化合物を使用した光導電膜を採用しているため、その各元素の頭文字をとって“SATICON”(サチコン)と命名された。またこの光導電膜がサチコンの特性を左右するのでサチコン膜と称する。

2 設計

今回開発のサチコン“H8397”を使用した小形カメラの設計の基本的な考え方は、まず現用標準カラーテレビ用カメラと同等の画質が得られ、それに加えて、機動性、保守性を向上させることである。

具体的には、

- (1) 高感度化：2,000lxの照明下でレンズ絞りF4
- (2) 高S/N比：50dB以上
- (3) 高解像度：400TV本の変調度を45%
- (4) 低残像化：バイアス光の導入により1%以下
- (5) 軽量化：7.0kg
- (6) セットアップ時間の短縮

とし、これらカメラ性能要求を満足させることができる撮像管を開発することにした。

3 “H8397”の構造

図1に18mm形サチコン“H8397”と、その偏向ヨークアセンブリ“H8396”の構造を示す。主な特長は、(1)サチコン膜の採用、(2)電極精度向上、(3)コイルの精度向上である。

3.1 サチコン膜

図2にサチコン膜の構造を示す。ガラス製の面板上に酸化スズ透明導電被膜、Se-As-Te系カルコゲン化合物の非晶質蒸着膜及び三硫化アンチモン蒸着膜が順に重なっている。酸化スズ膜とSe-As-Te系カルコゲン化合物との間にヘテロ接合が形成されている。

すなわち、サチコン膜の構造的長は、

(1)阻止形光導電膜、(2)非晶質半導体、(3)ヘテロ接合を使用している点である。

阻止形構造の採用により、高感度、低残像及び広い分光特性が得られる。非晶質構造は、均一な構造であり、結晶性の膜の場合に問題になる結晶粒度による画面のざらがなく、スムーズな画質が得られ、高解像度となる。ヘテロ接合の窓効果により、阻止形接合部での光の利用が良く、高感度となる。

Seの光導電性は古くから知られ、昭和26年にはP. K. Weimer⁽⁵⁾が撮像管への応用を考えたが、赤色光感度不足と、結晶化による白きずの発生が問題であった。

サチコンでは、赤色光感度不足はテルルをドーピングすることにより、限界感度波長を600nmから700nmまで広げることができた。このため、カラーカメラ用の撮像管としての赤色光感度は十分となり、例えば、3,200°Kのカラーテレビ放送用の照明下で、赤、緑、青各三色用の出力信号電流比は比較的よくバランスし、優れたカラー信号が得られる。結晶化の問題はヒ素をドーピングすることにより避けることができた。サチコン膜はセレン、ヒ素及びテルルの分布を精密に制御する必要がある。その製法は、各元素の蒸発量を制御しながら、多数の面板に同時に真空蒸着するもので、安定しており、且つ特性のばらつきは少ない。

3.2 電極構造

“H8397”は、最大外径19.6mm、全長105mm、重量25gであり、セパレートメッシュ形の電磁集束・電磁偏向形である。

電極部品及び組立の精度を高め、18mm形管であるにもかかわらず

* 日立製作所電子管事業部 ** 日立製作所中央研究所

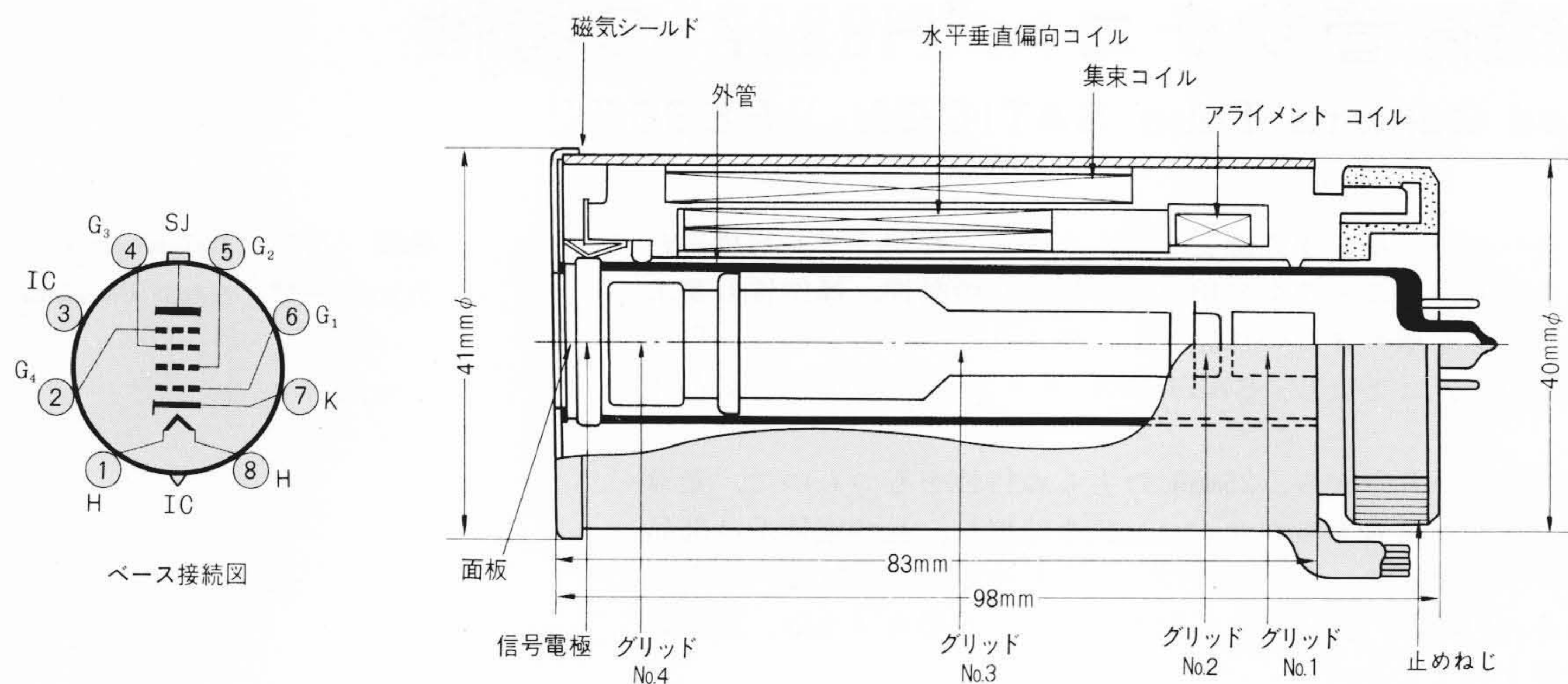


図1 サチコン“H8397”とそのヨークアセンブリH8396の構造 電極の部品精度、組立精度、ヨークアセンブリの部品精度及び組立精度を向上し、18mm形にもかかわらず25mm形と同等以上の画質が得られる。

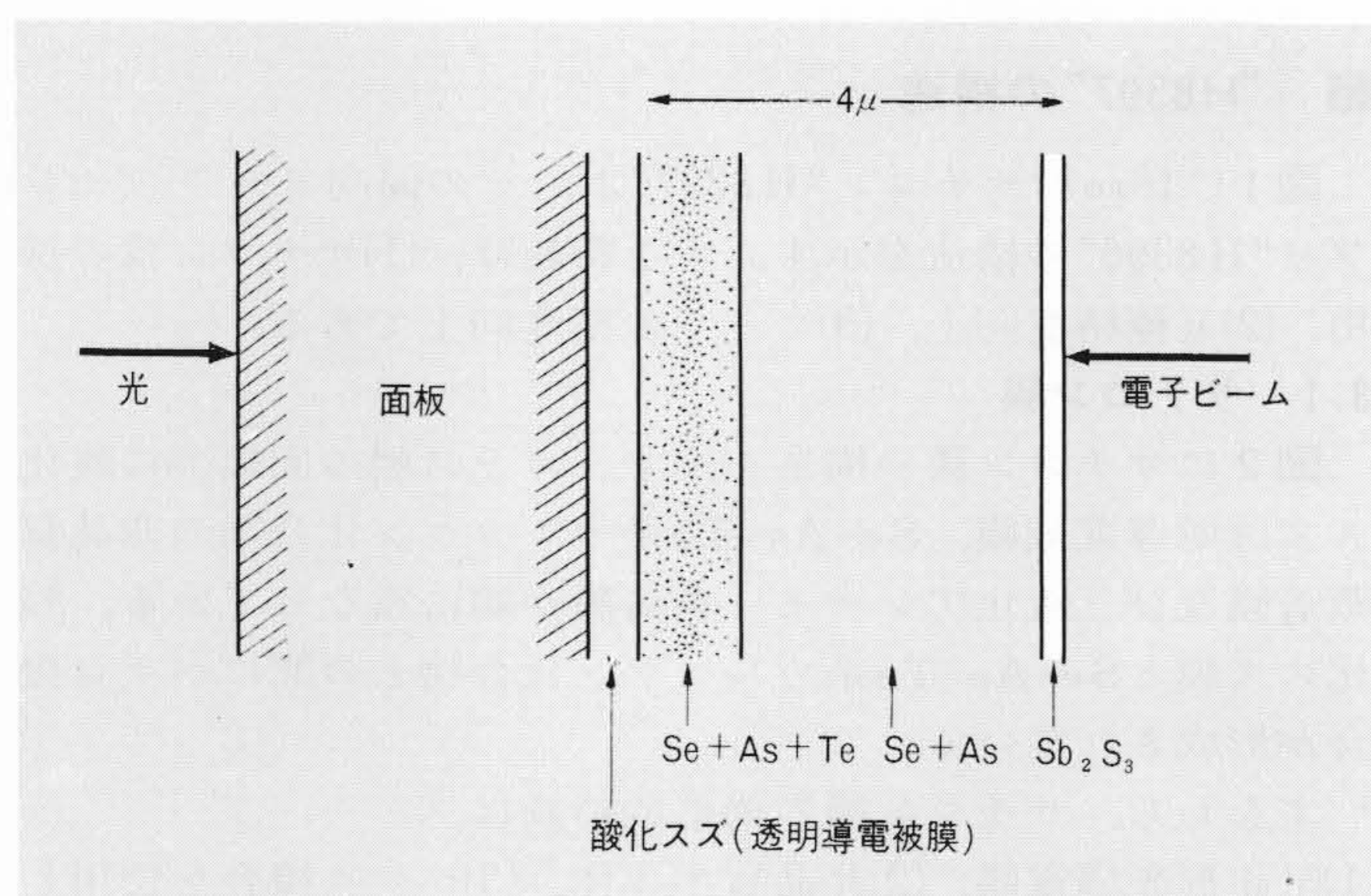


図2 サチコン膜の構造 サチコン膜の特長は、(1)SnO₂とSe-As-Te系カルコゲン ガラスとの間の阻止形接合、(2)非晶質蒸着膜、(3)ヘテロ接合である。このため、高解像度、高感度低残像が実現できた。図中・印は、Teの分布を模式的に示す。

ならずレジストレーションや解像度は25mm形管に匹敵するものとなった。特にレジストレーションの調整は、3管式カラーテレビ用カメラでは最も煩雑であり、しかも最も重要なものである。管とコイル及びカメラ組立上のエラーと回路定数の誤差を電氣的に補正するものであり、解像度を見掛け上落とすとともに見にくくする。従って、コイル、電極のばらつきを減らすため、特に次の点に注意を払った。

- (1) 電極はステムに120度間隔の3点で対称的に保持され、ヒータ又はヨークアセンブリなどからの熱による熱変形を抑えている。
- (2) 集束電極(第3グリッド)のシリンダは、ビジコンの場合より一けたの精度を向上させた。
- (3) 電極と外管との軸合せを改善するため、はめ合い精度を高めたアライナを採用した。
- (4) 外管の内径及び外径は、100μ以下の精度に仕上げた。

3.3 ヨークアセンブリ“H8396”

ヨークアセンブリ“H8396”の外径は、41mm、全長約98mm、重量約360gである。

コイルの設計では、レジストレーションを合わせやすく、且つ、ビームのランディングエラーを最少にすることとし、

- (1) ヨークアセンブリの軸と管球の軸とのセンチずれは50μ以下、傾きは0.03度以下となるようバルブの保持機構を改良

した。

- (2) ボビンにはエポキシ樹脂を用い、経時変化を従来の $\frac{1}{10}$ とした。
- (3) 磁気シールドは地磁気の影響をほとんど除去できる形状とした。
- (4) SN向上のため、プリアンプの初段の電界効果トランジスタ(FET)をヨークアセンブリにセットすることもできるようにした。

4 “H8397”の特性

この章では、“H8397”の一般特性と使用の際の注意事項について述べる。

4.1 分光感度特性

図3に示したように限界波長は700nm以上となり、可視光全域をカバーする。このため、3管式カラーテレビ用カメラに使用する場合でも、赤、緑、青各チャンネル用として特別に選別する必要はない。

4.2 暗電流の温度特性

図4に暗電流の温度特性を示す。暗電流は温度が9℃上昇するごとに倍になるが、値自体が低いため暗電流の温度変動で画質に影響を受けることはなく、ビジコンの場合のようにオプティカルブラックを付けなくても黒レベルは安定している。

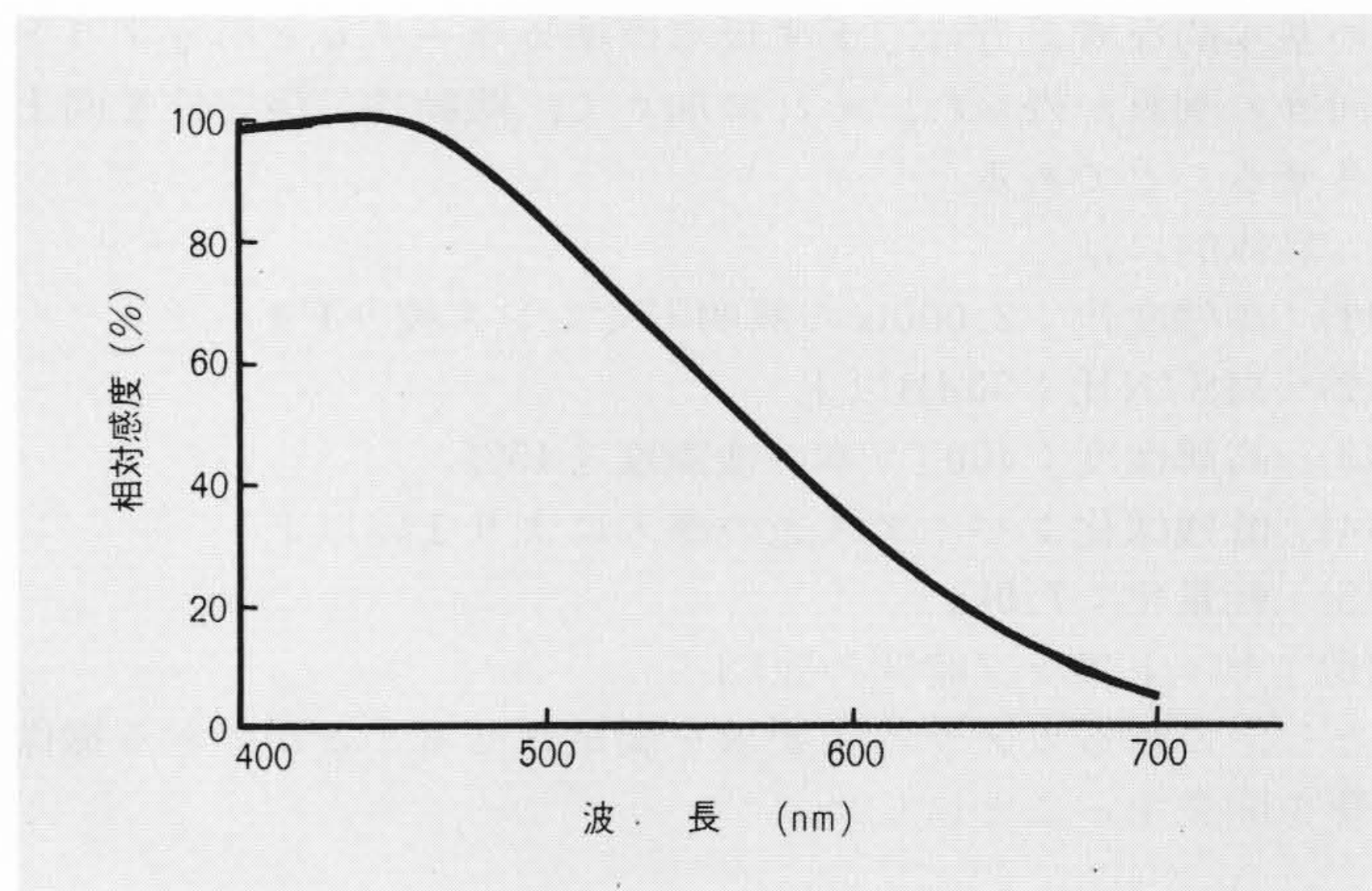


図3 サチコンの分光特性 テルルのドープにより、可視域全域に感度があり、3管式カラーカメラに使用し、バランスの良い色信号が得られる。

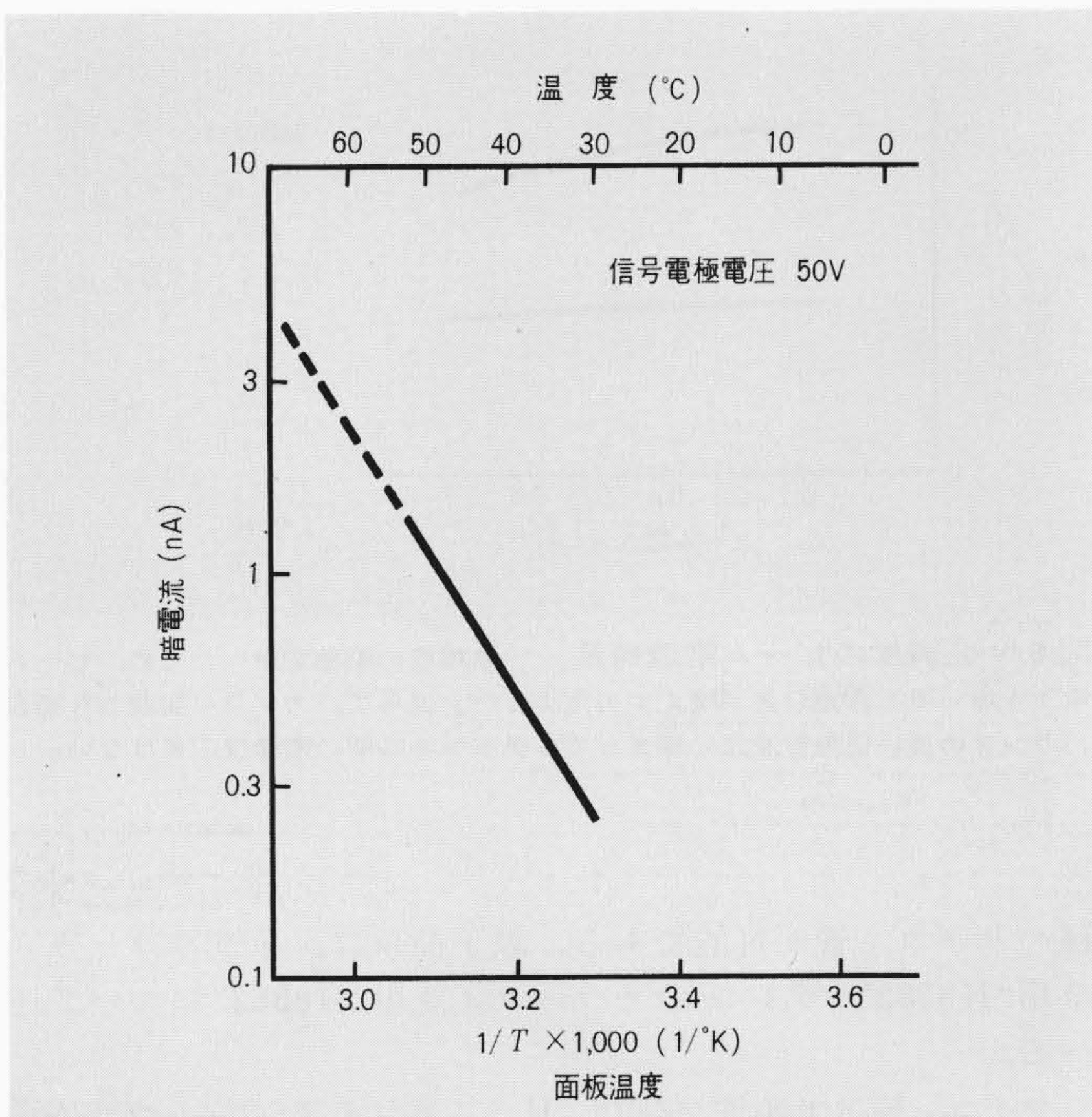


図4 暗電流の温度依存性 暗電流は通常の使用温度域では1 nA前後であり、画質を劣化させることはない。

4.3 光電変換特性

図5は光電変換特性を示したもので、ガンマは0.95であり、入射光の色に依存しない。しかも、後述するようにフレヤも少ないため、ホワイトバランスの調整は容易である。

4.4 残像特性

“H8397”の残像はほとんど容量性残像と見なされ、バイアスライトで残像を低減できる。バイアス光の量としては、信

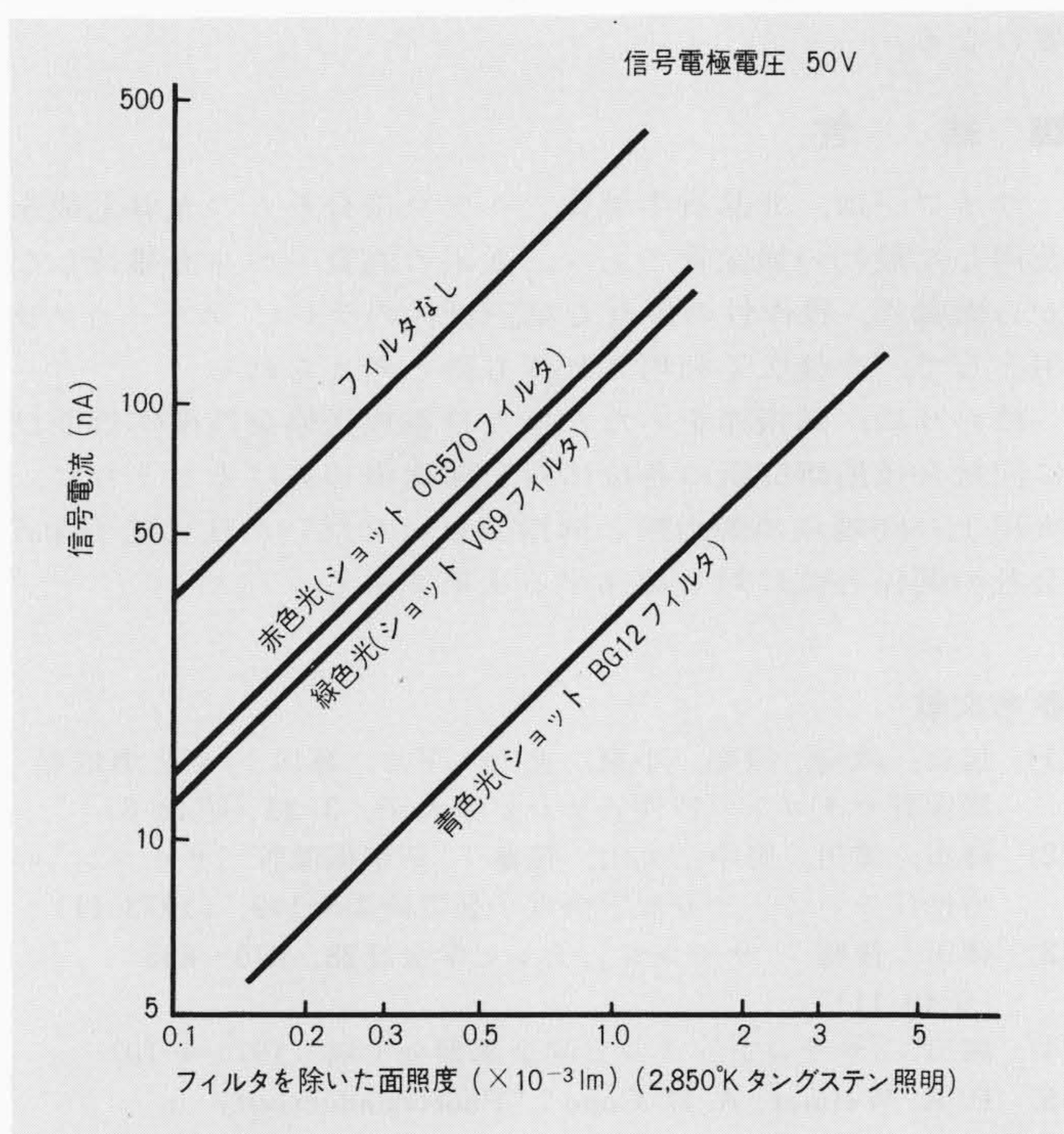


図5 光電変換特性 傾斜(ガンマ値)が1であるため、色信号のホワイトバランスが取りやすい。但し、NTSC(National Television Systems Committee)信号を得るには、ガンマ値を0.45にする補正回路が必要である。

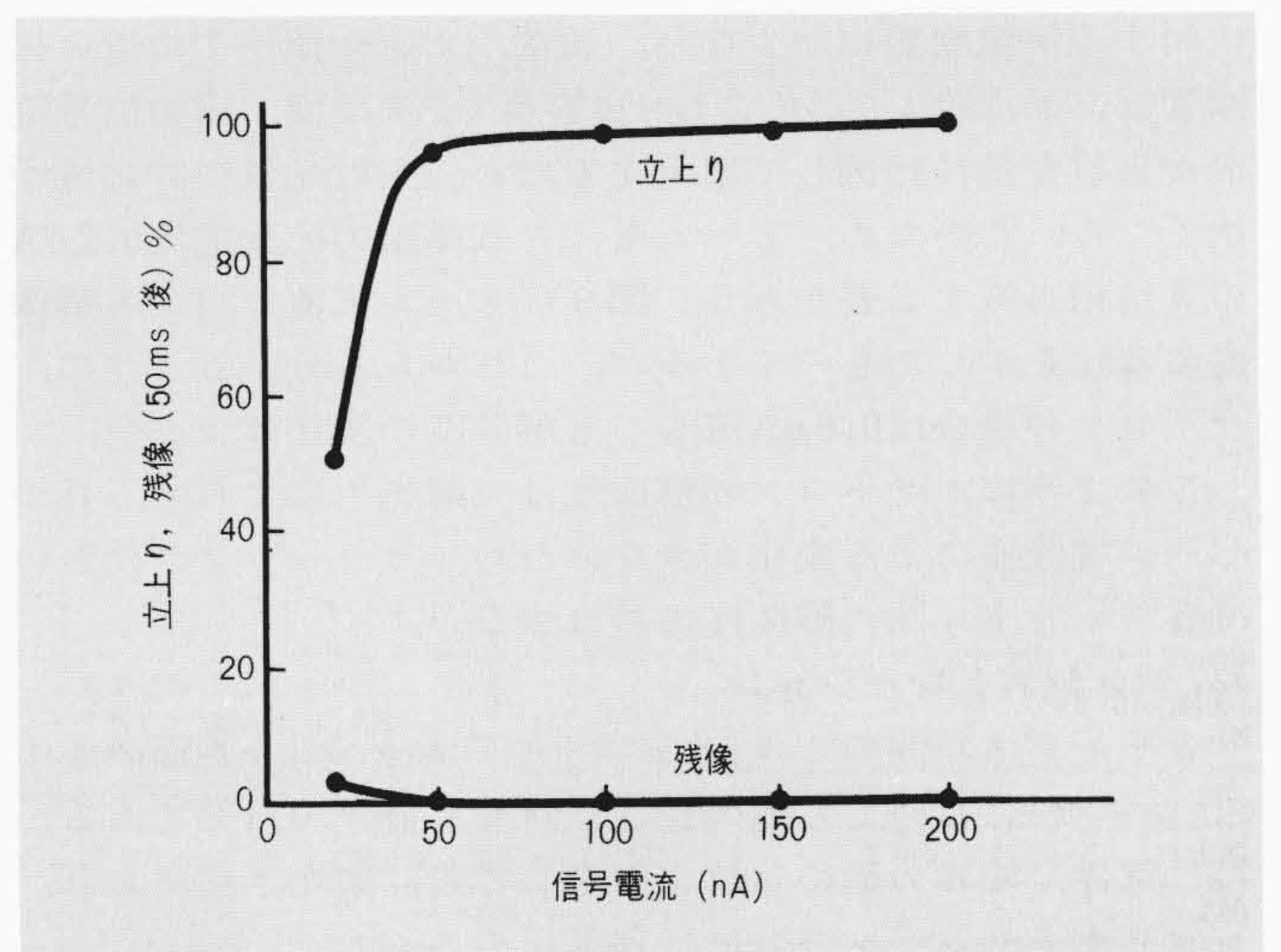


図6 残像立ち上り特性 バイアス光を20nA(信号電流換算)入れたときの入射光を断後50ms後の残像(Decay lag)と、入射光照射後50ms後の立ち上り(Build up lag)の入射光による信号電流依存性を示す。信号電流が50nA以上では残像は問題とならない。

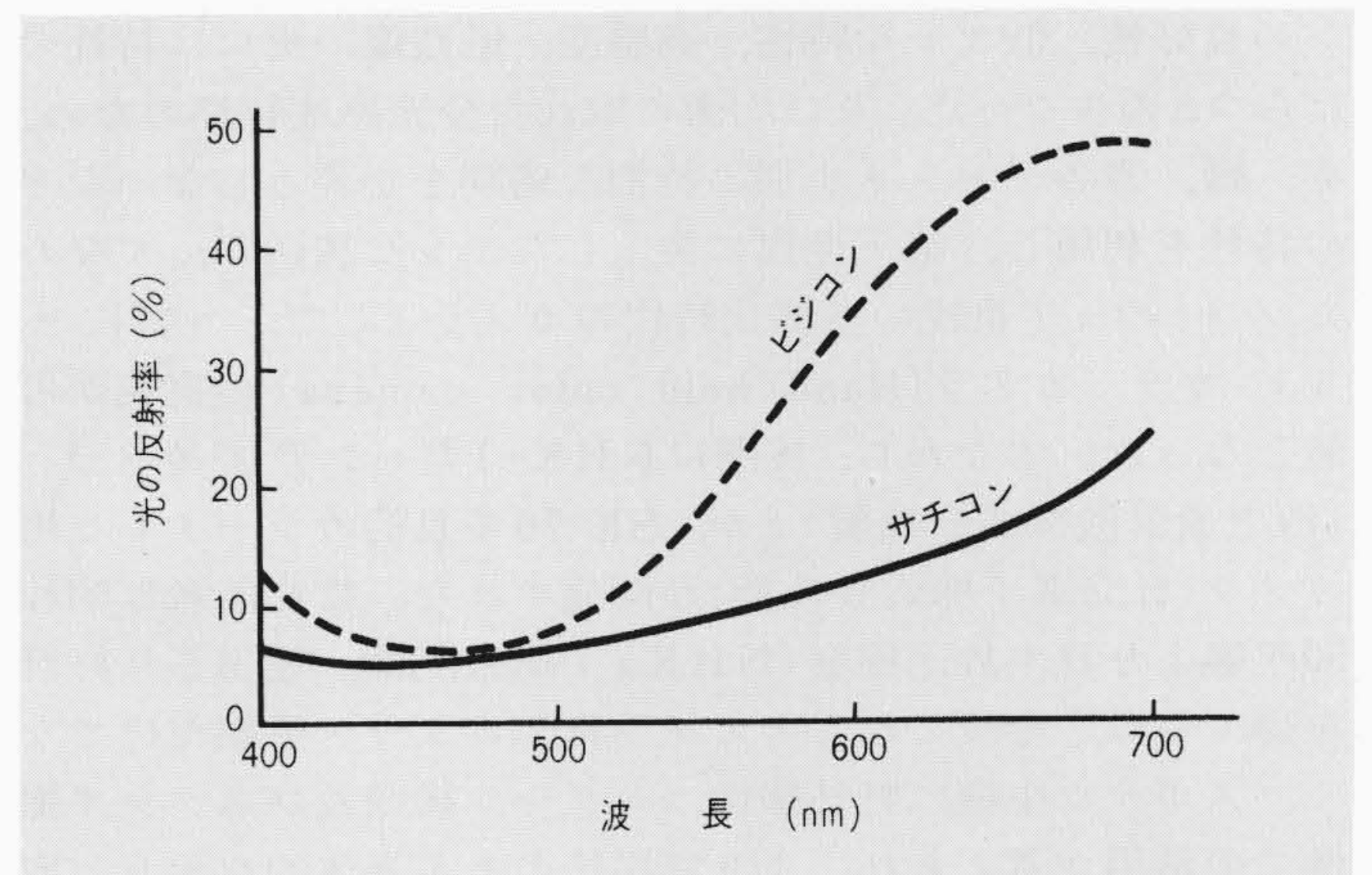


図7 分光反射率特性 サチコンの反射率が低いため、かぶり現象がなく、黒信号レベルの安定度が高い。

号電流で20nA導入することにより、残像特性は著しく改善できる。図6に、バイアス光による信号電流を20nA流した場合、入射光を断したあと50ms後の残像及び立ち上りを示す。50 nA以上の出力信号電流で、残像はほとんどゼロといえる。

4.5 フレヤ

図7にサチコン膜の反射特性を示す。反射率が低いため、明るい被写体を写した場合、いわゆるかぶり現象が暗部に現われるフレヤ現象は少なく、黒信号レベルの安定度が良い。

フレヤの絶対値は、撮像管面板の光学的反射率はもちろん、その他、分解光学系、テーキングレンズ、更には塵埃などに依存する。ビシコンと比較のため、同一のカラーテレビ用カメラを使用してフレヤ量を測定した結果、フレヤ量はビシコンに比べ1/5程度であった。

4.6 解像度

サチコン膜の場合、真空蒸着のためスムーズな表面であり、且つ、Teをドーピングした活性層が薄いため解像度が良い。図8に変調度カーブを示す。

サチコンの場合、色によって変調度が変わらぬばかりでなく、高精度部品及び高精細組立法の採用により、ビーム電流

に対する解像度変化が少ない。通常、ガンマ値が1に近い撮像管は、前述のように色合わせは容易である反面、出力信号電流が入射光量に比例して増大するため、入射光量の許容域が狭くなる。このため、ビーム電流を基準出力信号電流 $0.2\mu\text{A}$ の3倍相当流す必要がある。図9はビーム電流に対する解像度の変化を示したものであるが、これからも分かるように、サチコンの場合は $0.6\mu\text{A}$ 流しても解像度の変化は少ない。

このように、サチコンの解像度は入射光色によらず、且つビーム電流値による変化が少ないため、カラーカメラにおいて各チャンネル間の解像度の差は少ない。

4.7 レジストレーション

3チャンネル間のミス レジストレーションは、画面の4すみ(コーナ)においても縦の長さに対して最大0.4%である。特に電界、磁界の軸の一致に留意して設計製作されており、レジストレーション合わせは容易にできる。

4.8 寿命特性

昭和48年以来、寿命試験を断続的に行なっており、既に1万時間を経過したものもあるが特に問題を生じていない。

5 応 用

18mm形サチコン“H8397”は、高解像度、レジストレーションの良好性、低フレヤ特性、高感度、低残像、更には特性のばらつきの少ない点、及び均衡の取れた分光感度特性のため、赤、緑、青各チャンネル別の特別な選別を必要としないなどの特性を利用し、第三世代に突入したテレビ放送⁽⁶⁾、すなわちソフトウェア重視の多様化時代のカメラとして、ハンドヘルドカラーカメラ(Hand held color camera)の実現が可能となった。すなわち、実際にNHK-I型ハンディカメラ(池上通信機株式会社製)とか、SK-70多目的カラーテレビ用カメラ(日立電子株式会社製)が開発された。特に前者は昭和50年春より日本放送協会(NHK)7局に配備、運用され好評を得ている。今後これらのカメラは、ニュース番組だけでなく、スポーツ中継、野外撮像、ステージ撮像及びスタジオ撮像での活用が考えられ、より臨場感のある立体的なテレビ取材が可能になるものと期待される。

サチコン膜の応用として、上述の18mm形“H8397”以外に各

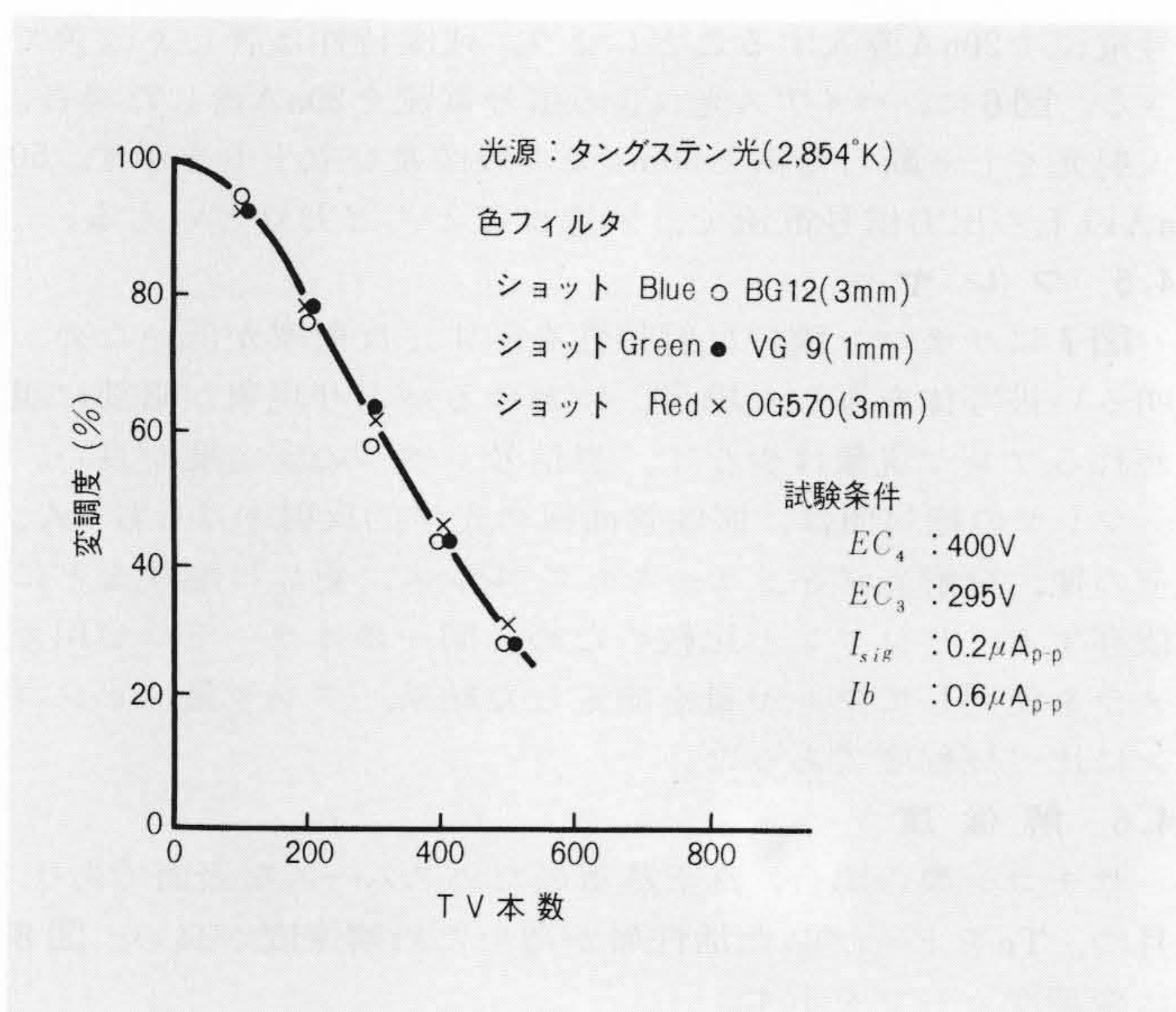


図8 サチコン“H8397”の変調度特性 400TV本で変調度45%と、25mm管相当である。また、入射光色による差もない。

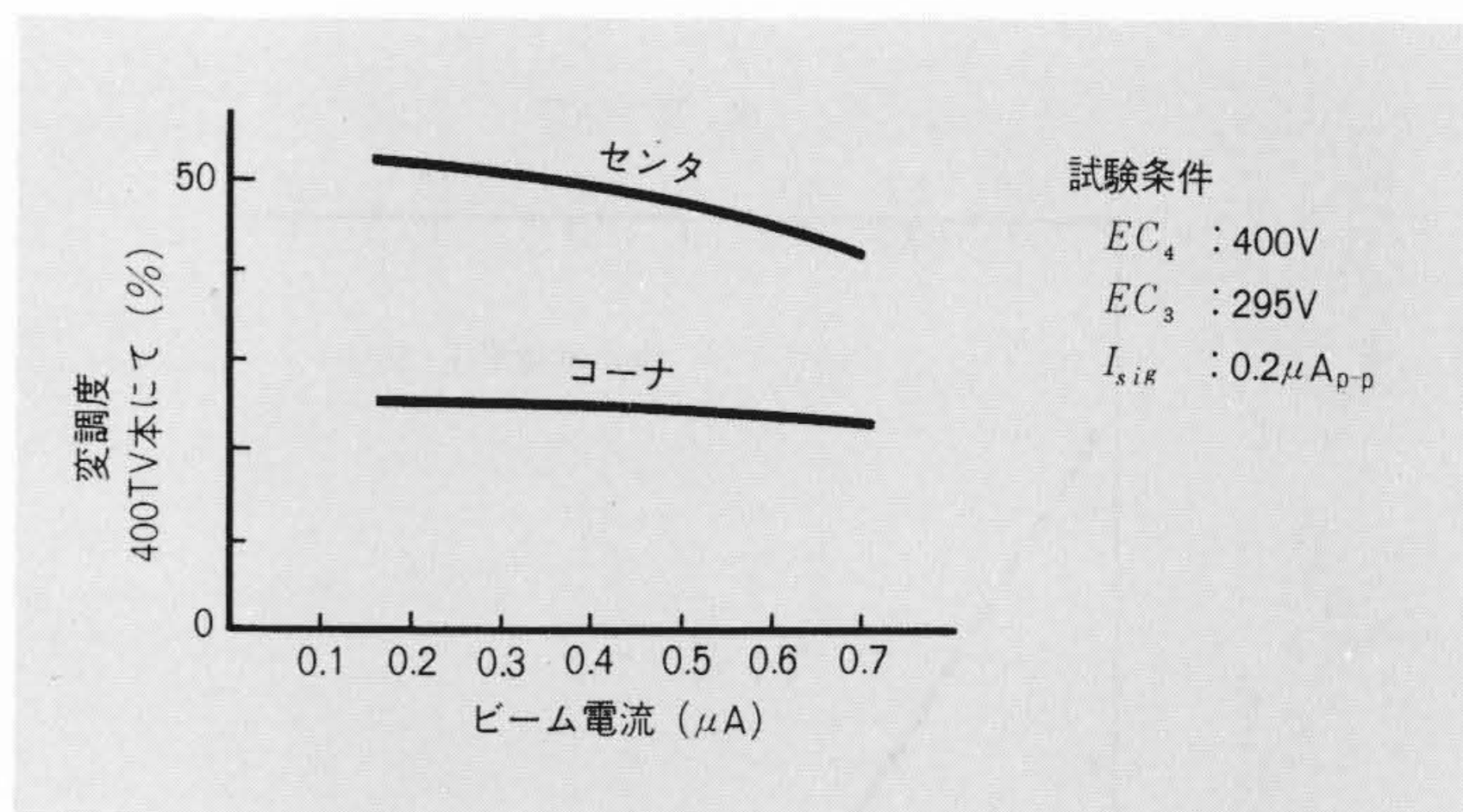


図9 変調度のビーム電流特性 高精度の電極を用いたため、ビーム電流を増しても非点収差が増えず劣化少ない。従って、カメラに実装した場合バランスの良い信号電流比と相まって3チャンネル間の解像度の差はない。

種のサチコン管が可能である。以下簡単に、単管カラーカメラ用“H8383”、テレシネカラーカメラ用“H8362”について述べる。

サチコン膜は生産性が高く、且つストライプフィルタの内蔵が可能である。単管カラーカメラ用撮像管“H8383”は、日本放送協会の携帯型録画カメラシステムに使用されるFP-1600J形単管カラーカメラ(日立電子株式会社製)に採用されている。ガンマ特性及び青感度と赤感度のバランスの良いことから、色再現性の高い単管カラーカメラが得られる。解像度はストライプフィルタにより決まり、240TV本であるが、感度は照明2,000lxにおいて、絞りF5.6で標準撮像ができる。

テレシネカラーカメラには、25mm形サチコン“H8362”が適している。ビジコンに比べて、ガンマ特性、膜シェーディング、フレヤ特性、解像度及び感度が優れ、画質の向上は顕著である。しかし、カソード変調によるシェーディング補正ができぬため、投光機のもつ光学的シェーディングを補正するため、変調シェーディング補正回路及び残像対策のバイアスライトが必要になる。

6 結 言

サチコンは、非晶質半導体のヘテロ接合をもつ光導電膜を使用した最初の撮像管であり、従来の画質レベルを維持しながら機動性、操作性の優れた第三世代のテレビカラーカメラ用として、今後広く利用されるものと考えられる。

終わりに、御指導をいただいた日本放送協会技術本部並びに同総合技術研究所の各位に対し深謝申しあげるとともに、実用上の問題点の御指摘と御指導をいただいた日立電子株式会社の関係各位に対し感謝する次第である。

参考文献

- (1) 後藤、磯崎、設楽、小泉、丸山、平井、藤田：「新光導電形撮像管サチコンの特性」テレビ全大予、3-23(昭48-6)
- (2) 藤田、滝川、野中、丸山、後藤：「新型撮像管“サチコン”の特性について」テレビ学会電子装置研委No.140、(1973-11)
- (3) 藤田、後藤：「サチコン」テレビ学会誌28、879~883(昭49-11)
- (4) 藤田：「サチコン」テレビ学会講習会予稿(1975-4-10)
- (5) P. K. Weimer, A. D. Cope: "Photoconductivity in Amorphous Selenium" RCA Rev. 12, 314~334 (1951)
- (6) 和久井：「第三世代におけるテレビカメラ」テレビ全大予、4-11(昭48-6)