

改良形サチコン“H8397A”の実用特性

Performance Characteristics of New SATICON “H8397A”

1975年ごろから急速に開発、普及が進んだ放送用小形カラーテレビジョンカメラは、1977年には10機種を超え、テレビジョン放送におけるあらゆる面で使用されている。1973年に製品化されたサチコン(登録商標)“H8397”は、その優れた特性及び種々の応用技術面の開発により、これらのカメラのほとんどに採用されてきた。最近この種カメラの開発はますます増え、その性能も向上している。“H8397A”はその要求にこたえて、電子銃の改良により残像を半減した。電子軌道解析による最適の構造設計を採用しており、解像度など他の特性は従来と同様高性能である。“H8397A”と応用技術の完成により、サチコンの画質は極めて優れ、かつ広範囲な使用条件でその高性能を発揮するため好評を得ている。

酒井英之* Sakai Hideyuki

江幡 茂* Ehata Shigeru

滝川 徹* Takikawa Tōru

1 緒 言

1970年代の後半になって、カラーテレビジョン放送での新しい要求として、ニュース番組では、機動性の高い取材用機器の必要性が、またスポーツ中継、ドラマ番組、スタジオ番組では多様なアングルからの撮像の必要性が非常に高まった。これに伴って高品位な画質を提供できる安定な小形カラーカメラの開発が始まった。1977年には18mm($\frac{9}{16}$ in)形撮像管を使用した放送用の高性能小形カラーカメラは10機種を超え、更に開発中のカメラと実用中の高品位CCTV(Closed Circuit Television)カメラを含めると約20機種を数えることができる。

サチコンはこのような小形、高性能カラーカメラに最適な撮像管として日本放送協会(NHK)と日立製作所の共同研究により開発され、1973年に放送用18mmサチコン“H8397”が製品化された。“H8397”は応用技術の開発と相まって、高解像度、高感度、高S/N(信号対雑音)比、低残像、良好な色再現性など多くの特徴とともに安定した信頼性と量産性を備え、前記の小形カラーカメラのほとんどに採用されてきた。1977年に残像改良形サチコン“H8397A”(以下、H8397Aと略す)の製品化により、いっそうこの種のカメラの画質向上が可能となった。この結果、サチコンは小形カラーカメラの分野でますます不動の地位を占めつつある¹⁾。

2 “H8397A”の構造と特徴

“H8397A”はH8397の高解像度特性、その他の特徴を变えることなく、電子銃の改良によって更に低残像化を実現したものである。その結果、必要なバイアス光量は従来の $\frac{1}{2}$ ないし $\frac{1}{4}$ で済み、特に低照度での残像改善効果が大きいのでカメラでの使用上の利点は大きい。また、光導電膜の構造は従来と全く同じであるため、サチコンターゲットのもつ特長はそのまま受け継がれている。

2.1 サチコンターゲットと管球構造

サチコンターゲットと管球構造については、既に幾つかの報告に詳しいので^{2)~5)}、それらの特徴について以下に概要を述べる。

(1) サチコンターゲットの特徴は、SnO₂透明導電膜との間に阻止形結合を形成したSe-As-Te系カルコゲン化合物の非晶

質蒸着膜である。光導電膜の解像度が良く、可視光全域でバランスの良い分光感度特性をもつ。特性変動の少ない信頼性の高い光導電膜であり、製造条件の標準化、高精度自動制御が可能であり、安定な量産ができる。

(2) 管球構造については“H8397”の製品化時に開発された設計技術による外管、電子銃及びその支持構造の高精度化とビームエミッションの安定化の技術を利用して、安定な量産が行なわれている。

(3) 管球製造技術についても既に、“H8397”でビーム透過率55%(従来より10%以上高透過率)の1,500本/inの高精細度ファインメッシュの開発など、種々の新技術が開発され総合性能が高い。

2.2 新形電子銃の開発

“H8397”の残像特性は、バイアス光照射による等価信号電流(以下、バイアス光電流という)を15~20nA与えることによって、標準撮像状態(信号電流200nA)で1%、低照度撮像の場合(信号電流50nA)で3.5%であった。一般にカラーカメラで残像が画質に及ぼす影響は、このレベルで実用上問題はないとされている。しかし、従来のカメラのバイアス光光源や光学系では、バイアス光電流が5~10nAまでが適当であって、それ以上ではバイアス光によるシェーディングが発生しやすく、光学系の設計が難しくなるなどの問題が起りやすく、このため、バイアス光電流を10nA以下に抑える新形管を開発した。

一般に撮像管では、残像は光導電性残像と容量性残像の2種があり、サチコンでは後者による残像がほとんどであると考えられている。したがって、サチコンの残像を改善するためには、ターゲットの容量を減少させるか、あるいはターゲットにランディングするビーム電流の軸方向エネルギー分布の広がりを小さくする二つの方法がある⁶⁾。ビーム電流のエネルギー分布の広がりは、電流密度の高い領域で発生し、撮像管の場合一般にカソード、G₁、G₂による強い集束電界による電子ビームのクロスオーバー部分である。図1はクロスオーバーの電流密度と残像値との関係を示したものである。同図で残像は実測値、ビーム電流密度はカソード電流値からシミュレ

* 日立製作所電子管事業部

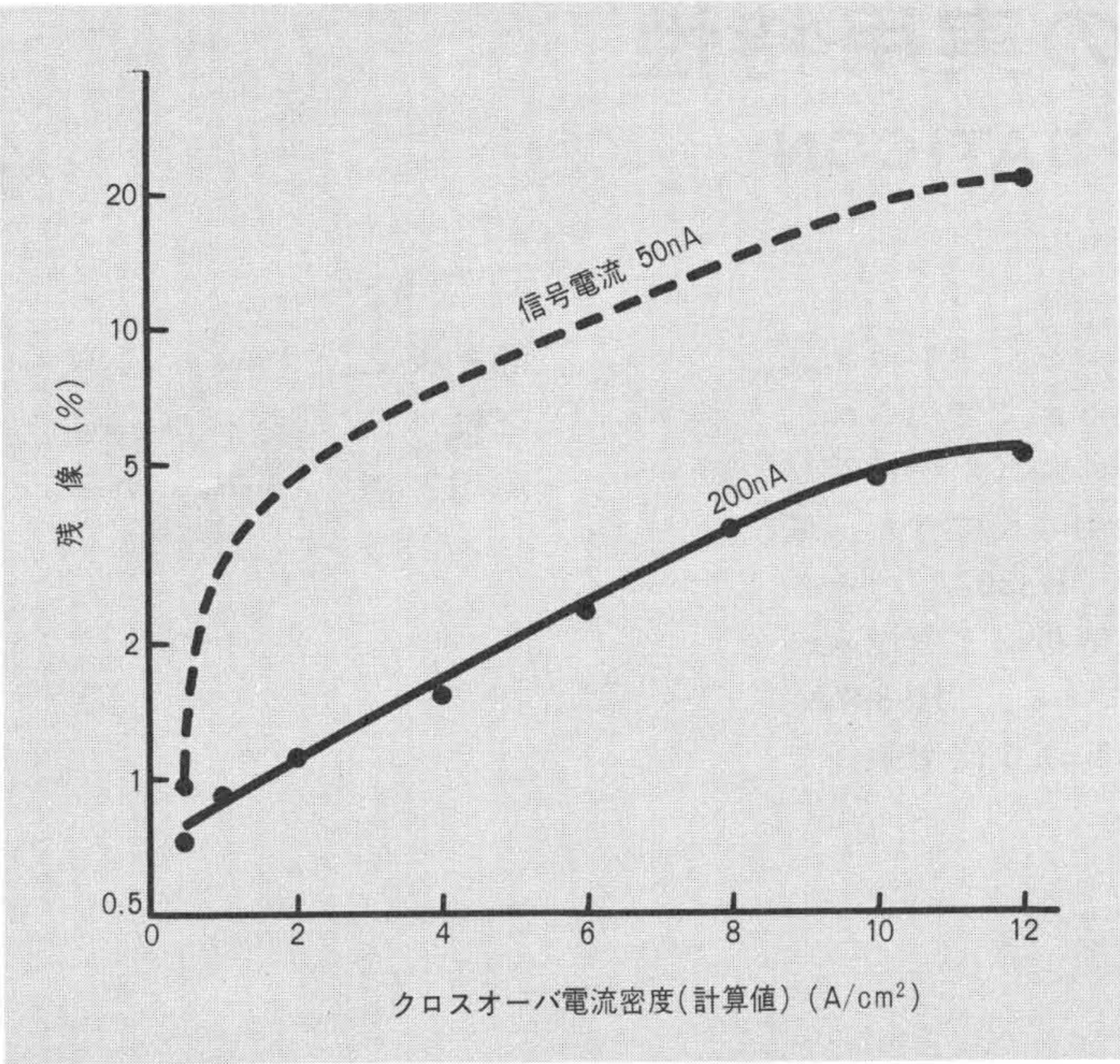


図1 2inサチコンのクロスオーバー電流密度と残像値(バイアスライト電流5nA) 残像のクロスオーバー電流密度依存性が明らかである。“H8397”では約5.5A/cm²であり、“H8397A”の場合は約3.5A/cm²に改善されている。

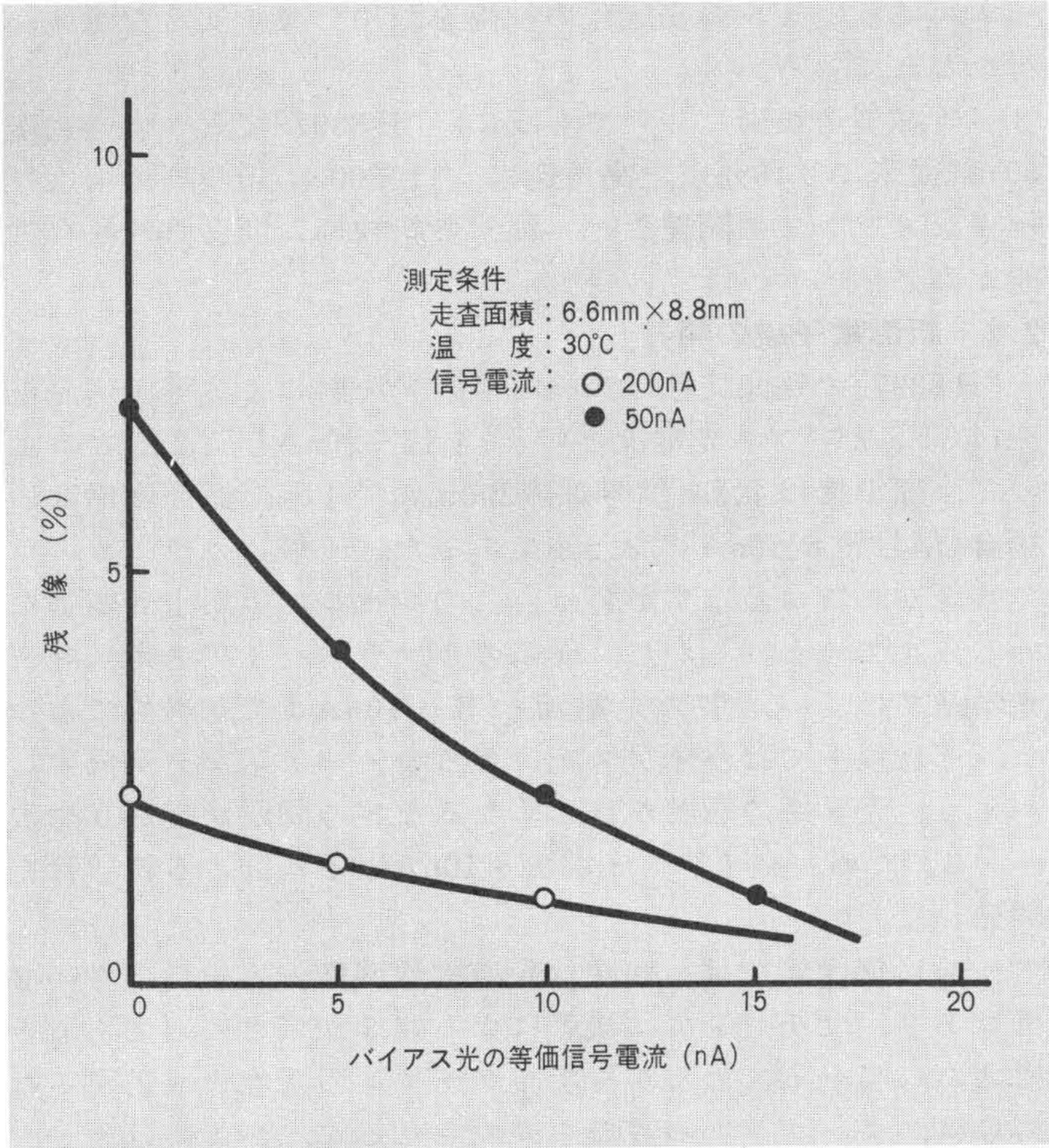


図2 低残像形サチコン“H8397A”の残像特性 入射光シャ断後50ms(3フィールド)後の残像値とバイアス光量との関係を、標準撮像状態(信号電流200nA)と低照度撮像(信号電流50nA)の場合について示す。バイアス光5～10nAで実用上十分な残像特性が得られる。

ーションしている⁷⁾。同図から残像のビーム電流密度依存性は明らかであり、これを改善するためには、動作カソード電流を下げることによってクロスオーバー電流密度を減少させることが有効である。一般にこのような電子銃設計では、解像

表1 “H8397A”と“H8397”の動作特性比較 コンピュータ解析により最適なC-G₁-G₂構造を決め、クロスオーバーでの電流密度を下げてビームエネルギー分布の広がりを抑えた。更にビームアパーチャを最適位置に設け、解像度は従来レベルと同等とした。

項 目	“H8397A”	“H8397”	単位
カソード電流	50	200	μA
クロスオーバー部電流密度	7	11	A/cm ²
変 調 度(400TV本)	45	45	%
残像(バイアスライト: 5 nA)	1.5	2.3	%

度の低下を伴う場合が多い。しかし、“H8397A”の電子銃の開発は“H8397”の電子軌道解析をもとにコンピュータシミュレーションにより、最適ビーム形状を求め、解像度特性を変えることなく最適構造を決定した。

この結果、残像は図2に示すように、バイアス光電流10nAのとき、標準撮像状態で従来の $\frac{2}{3}$ 以下、低照度撮像で $\frac{1}{2}$ の値となった。表1に“H8397”と“H8397A”の動作特性の改善効果をまとめて示す。

3 “H8397A”の実用特性

3.1 感度特性

サチコンの分光感度特性の特徴については、既に報告されているようにカラー撮像に最適な特性をもつ。更に、長波長側では800nm以上で完全にカットオフされ、分光光学系の赤外域での持上りの影響を全く受けない。したがって、赤外カットフィルタは不用で、しかも赤外光による混色がなく極めて色再現が良い。

図3はサチコンの分光特性に合わせて開発された分光光学系の特性を示すものである。この分光光学系を用いたときの

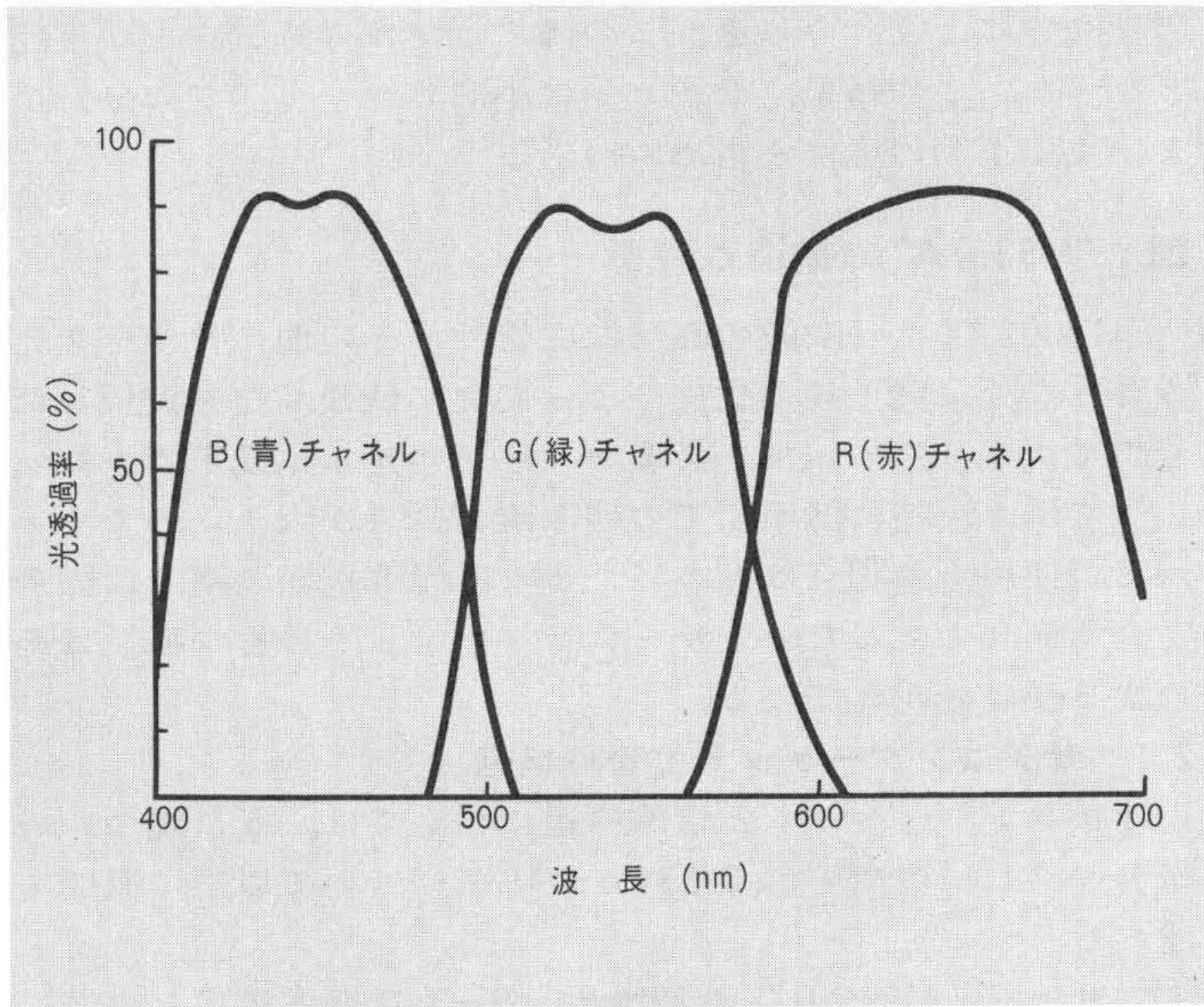


図3 サチコンに適した分光光学系FUJINON TVC-665の特性 透過率が高く、サチコンに適した分光感度特性をもつ。この特性の分光光学系を採用したカメラでは、被写体照度2,000 lx、レンズ絞りF4 + $\frac{1}{2}$ でR(赤)、G(緑)、B(青)各チャンネルの信号電流はそれぞれ160nA、200nA、100nAが得られる。

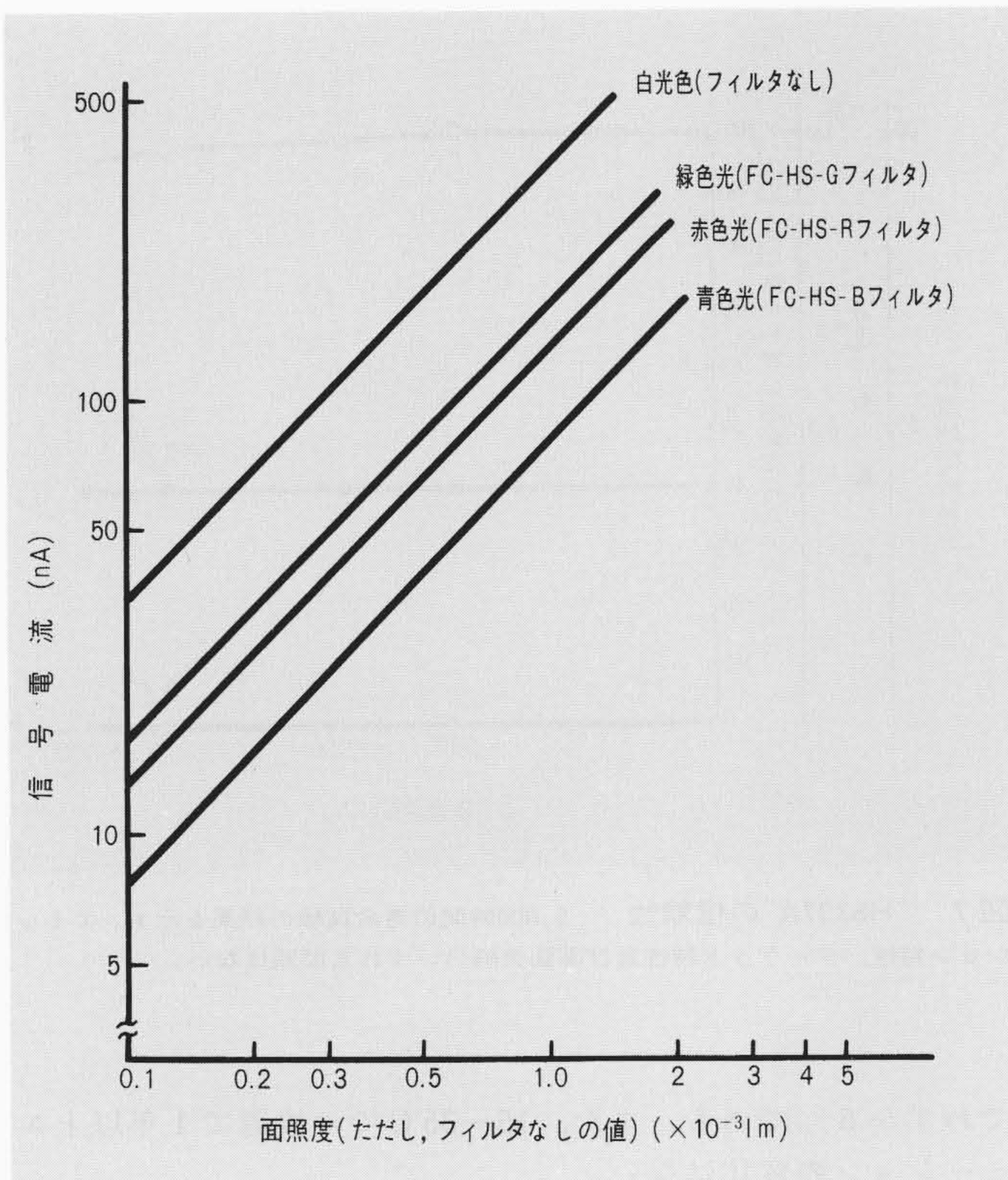


図4 光電変換特性 サチコン用分光光学系“FUJINON TVC-665”と同一の特性をもつ測定用色フィルタ(FC-HSフィルタ)を用いた光電変換特性でガンマは約1である。

“H8397A”の光電変換特性を図4に示す。実際のカメラでの感度は、被写体照度2,000lx、レンズ絞りF4 + $\frac{1}{2}$ でG(緑)チャネルの信号電流200nAが得られ、このときR(赤)チャネル160nA、B(青)チャネル100nAの信号電流がそれぞれ得られる。

3.2 解像度

サチコンではターゲット自体の解像度が高い。このため、高解像度電子銃の特性が十分発揮される。一般にガンマ値が1に近い撮像管では出力信号電流が入射光に比例して増大する。そのため、ダイナミックレンジを大きくとるにはビーム電流量を少なくとも信号電流の3倍以上に設定することが望ましい。“H8397A”では“H8397”の解像度特性がそのまま受け継がれており、図5に示すように、ビーム電流が標準設定の0.6 μ Aで400TV本の変調度は45%、ビーム電流0.8 μ Aでも約40%以上である。この値は1インチ形PbOビジコンより高い値である。更に、信号電流値に対する解像度特性は、図6に示すように標準撮像状態の3倍の信号電流(0.6 μ A)に対して400TV本の変調度の低下は極めて少なく、PbOビジコンと比較して変化は $\frac{1}{2}$ 以下である。また、入射光の色に対する解像度差は全くない。したがって、サチコン3管カラーカメラでは、チャネル間の解像度差がなく多様な撮像条件下で常に高解像力が得られる。

この高解像力は、“H8397A”の低残像特性と相まって動きの激しい被写体に対しても十分確保されている。

3.3 レジストレーション安定性

“H8397A”のレジストレーションについては、管球及びヨークアセンブリの高精度な設計、並びにその製造技術に関して既に報告されている^{4), 5), 8)}。ここではカメラの実用特性面よりみたレジストレーション安定性について述べる。

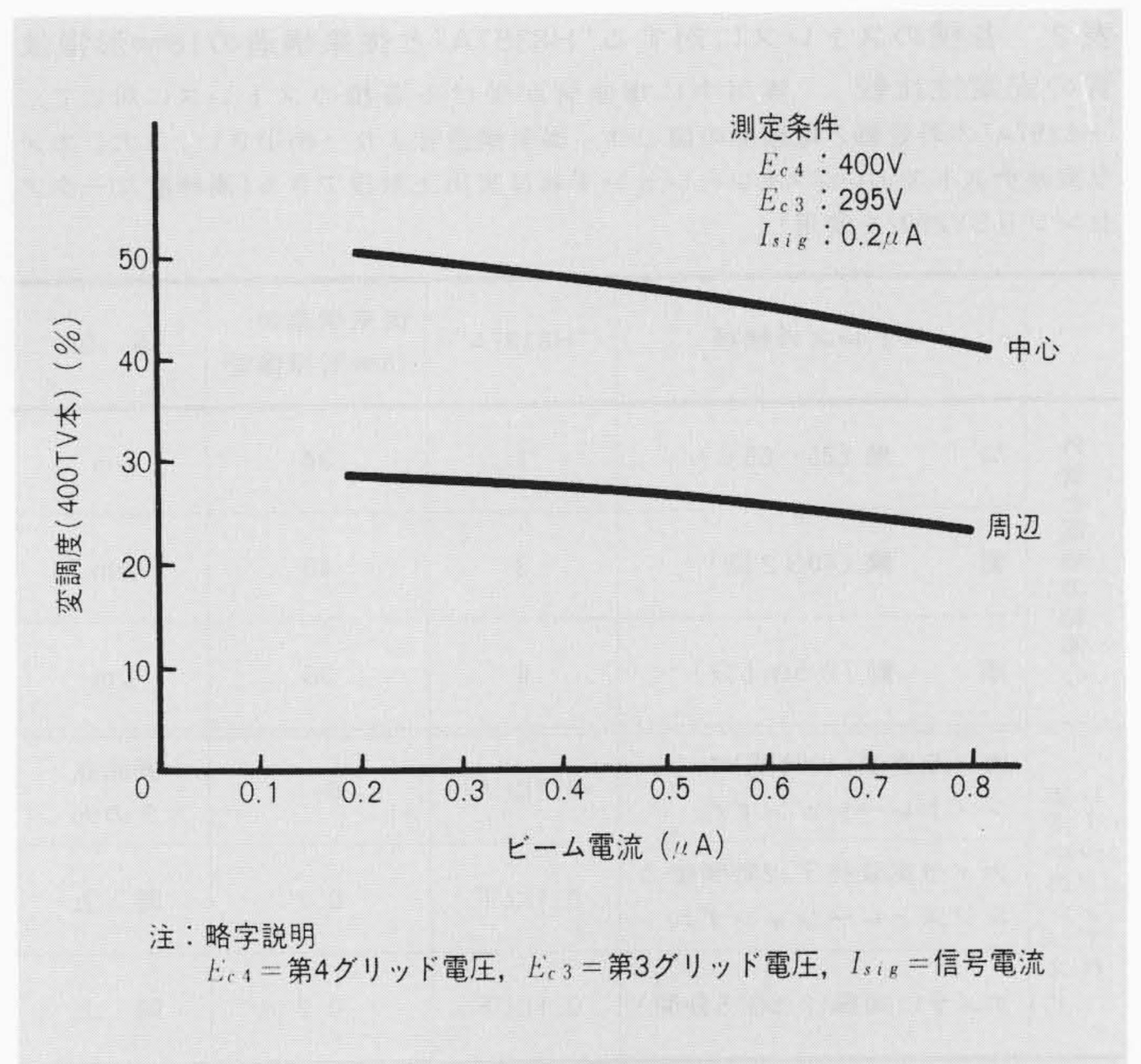


図5 “H8397A”のビーム電流に対する変調度特性 高解像度特性は“H8397”と同等である。精度の高い電子銃の採用により、ビーム電流の依存性は少なく、ビーム電流0.8 μ Aでも変調度約40%が得られる。

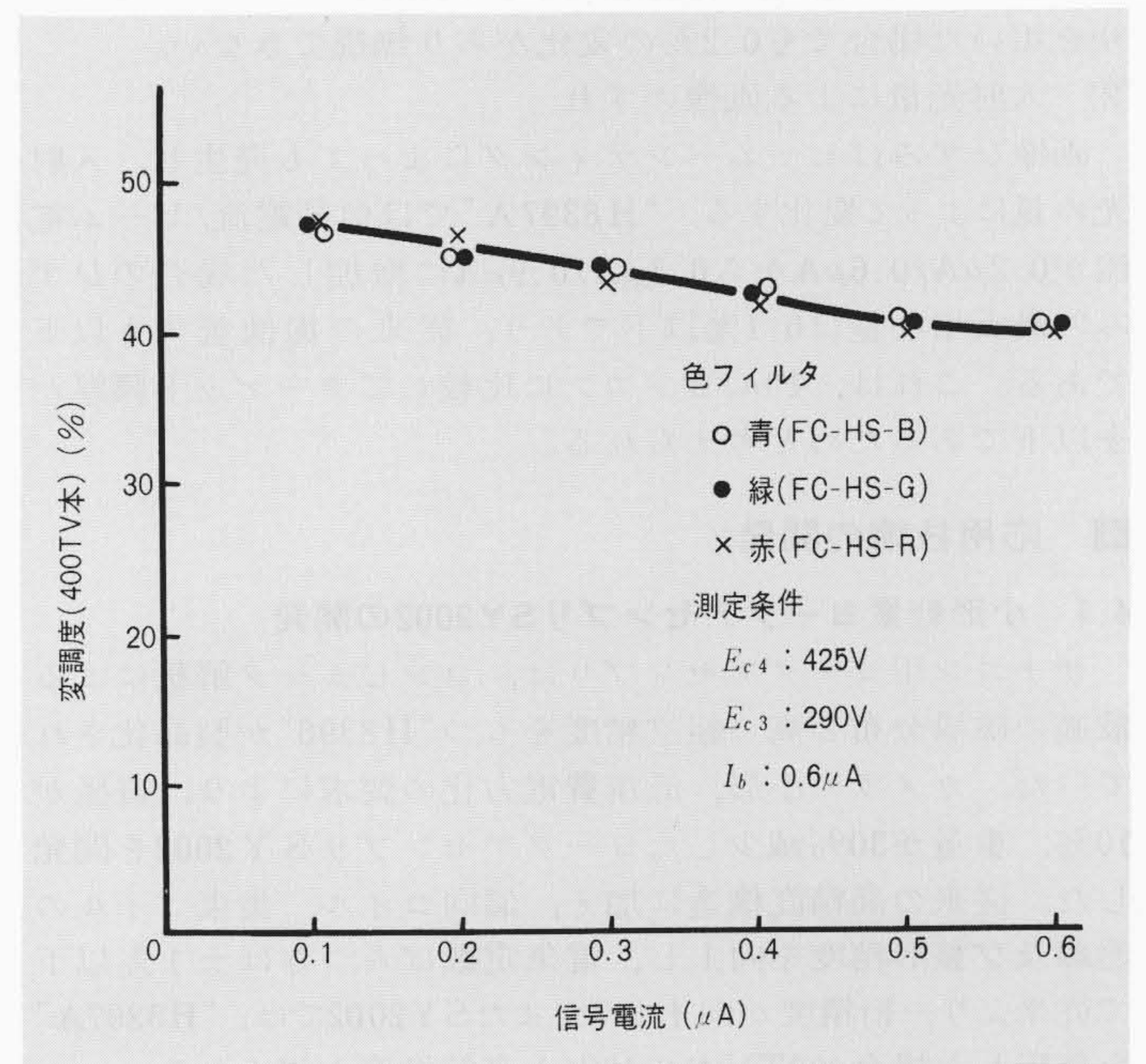


図6 “H8397A”の信号電流に対する変調度 サチコンは信号電流量に対する解像度の変動が少ないため、広範囲の撮像条件に対して高解像度の画質が確保できる。

(1) ストレスに対するレジストレーション安定性

表2上段に振動、衝撃、温度などのストレスによる電極軸のずれ量を示す。18mm形放送用サチコンでは、8ピンシステム構造にすることによって、120度間隔3点支持を行なった結果、運用中の高精度が確保されている。従来形の18mm形撮像管の電極軸ずれ量は、外管とヨークアセンブリの軸ずれを無視しても約0.1%のレジストレーションずれに相当するのに対して、“H8397A”では0.01%以下で全く無視できる。また、表2の下段は実際のカメラで、振動及びランニング動作と放

表2 各種のストレスに対する“H8397A”と従来構造の18mm形撮像管の安定性比較 実用中に撮像管が受ける各種のストレスに対して，“H8397A”の外管軸と電極軸の偏心は，従来構造管より一桁小さい。また，カメラ実装テストでのレジストレーションずれは実用上無視できる（高精度ヨークアセンブリSY2002を使用）。

	ストレスの種類	“H8397A”	従来構造の18mm形撮像管	単位
外管と電極の軸偏心	加熱（25～65℃）	1	34	μm
	衝撃（40G 2回）	3	40	μm
	振動（2.5G 5分）	6	36	μm
実用中のレジストレーションずれ	カメラ実装（12時間）中のレジストレーションずれ	0.1以下	0.1	画面高さの%
	カメラ実装終了12時間後のレジストレーションずれ	0.1以下	0.2	同上
	カメラに加振（2.5G 5分間）	0.1以下	0.2	同上

置に対してレジストレーションの変化を実測したものであり，“H8397A”では0.1%（0.5TV本）以下で読み取り誤差内である。一方，従来構造の撮像管では，高精度のヨークアセンブリを用いた場合でも0.2%の変化があり無視できない。

(2) 入射光量による画像のずれ

画像ひずみはビームベンディングによっても発生し，入射光の量によって変化する。“H8397A”では信号電流/ビーム電流が0.2μA/0.6μAから0.3μA/0.9μAに増加した場合のひずみの最大増加量は0.1%以下であり，従来の撮像管の1/2以下である。これは，PbOビジコンに比較してターゲット膜厚が1/2以下であるためと考えられる。

4 応用技術の開発¹⁾

4.1 小形軽量ヨークアセンブリSY2002の開発

サチコン用ヨークアセンブリは，コンピュータ解析による最適の磁場分布と高い組立精度をもつ“H8396”が製品化されていた。カメラの小形，低消費電力化の要求により，直径が10%，重量が30%減少したヨークアセンブリSY2002を開発した。従来の高精度構造に加え，偏向コイル，集束コイルの巻線及び整形精度を向上し，電気定数ばらつきは±1%以下で従来より一桁精度が向上した。またSY2002では，“H8397A”を使用した場合400TV本で48%と高解像度が得られる。

4.2 新形バイアスライトの開発

光源に発光ダイオードを使用し，小形，長寿命で消費電力が少なく，小形カラーカメラに最適なバイアスライトを開発した。消費電力は3チャンネルで0.1W以下であり，従来の白熱ランプを使用したものの約1/10である。小形なためヨークアセンブリの前面に内蔵が可能であり，光学系の分光特性と無関係に各チャンネルのバイアスライト量を最適値に調整できる。これにより，バイアスライト光源をもたないカメラや平行形分光光学系のカメラでもサチコンの使用は容易である⁹⁾。

5 信頼性

図7に5,000時間での寿命試験結果を示す。

(1) エミッション

3倍オーバビーム設定でエミッションの変化は5,000時間

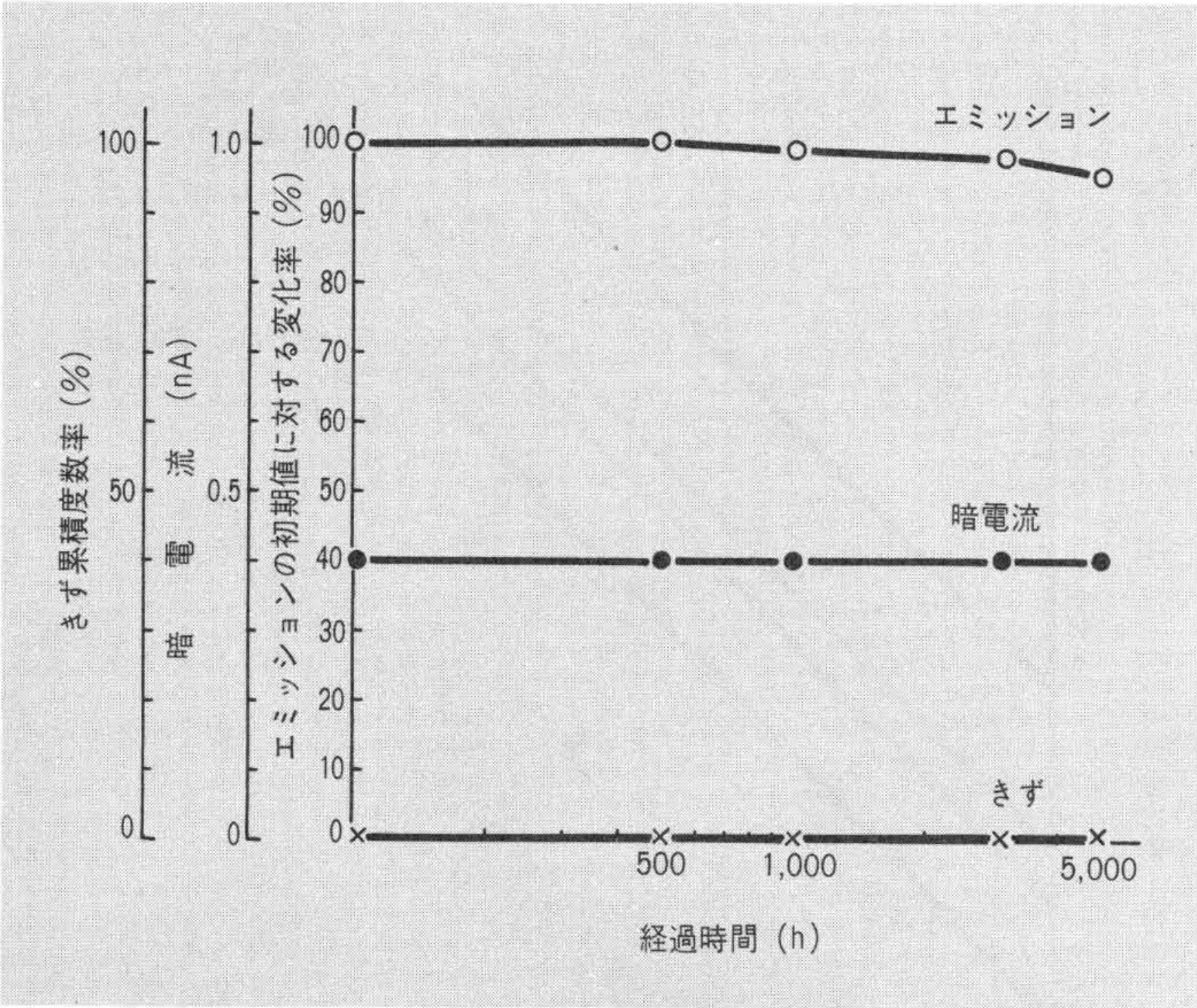


図7 “H8397A”の信頼性 5,000時間の寿命試験の結果を示す。エミッション特性，ターゲット特性及び画面欠陥のいずれも問題はない。

でわずか5%である。また，15～35℃での放置で1年以上エミッションの変化はない。

(2) ターゲット特性

5,000時間で暗電流の変化はない。これはターゲットの質的变化がないことを示し，残像，焼付などの変化も無視できる。ターゲット製造工程での徹底的なきず発生因子の防止によって，図示のように使用中のきず発生は認められない。

6 結 言

サチコンは小形で高画質のカラーカメラを実現できた撮像管として内外で認められ，機動性の高い放送用カメラに広く採用されている。また，25mm形サチコン“H8362”がテレシネカメラに，18mm工業用サチコン“H9311”が高品位CCTV用カメラ，教育用カメラに急速に採用されつつある。

終わりに，御指導いただいた日本放送協会技術本部及び同総合技術研究所の各位に対し深謝申しあげる。また，実用特性上の問題点の御指適と御指導をいただいた関係各位に対し感謝する次第である。

参考文献

1) 酒井ほか：SMPTE117回コンファレンス予稿（1976-10）
2) 後藤ほか：新光導電形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（昭49-11）
4) 藤田，丸山：新形日立撮像管サチコン“H8397”の特性，日立評論，58，327，（昭51-4）
5) 二宮，和久井，後藤，設楽：SATICON AND ITS APPLICATION TO SMALL-SIZED COLOR TV CAMERAS NHK TECHNICAL MONOGRAPH（1976）
6) 二宮，長谷川，和久井：撮像工学，92（昭50コロナ社）
7) 福島ほか：NEW 18mm Saticon H8397A，ITS & T 第10回国際シンポジウム レコード C-7
8) 滝川，福田：カラーカメラ用ヨークアセンブリの解析，電気学会電子技術専門委（昭51-11）
9) 藤田ほか：新型撮像管サチコン，3学会合同電子装置研究会資料（1976-2）