高画質イメージオルシコン

NHK 技術研究所 吉 永 義 輝
立 谷 秀 夫
海 老 沢 茂

現用イメージオルシコンの画質の改善をはかる一方法として、フィールドメッシュの効果に着目し、その効果を強化するためにターゲット-フィールドメッシュ間隔を 3.6 mm にせばめたイメージオルシコンを試作したが、この試作管は放送用を目的としているのでそのまま現用カメラに合致し、製作的にもできるだけ簡単な構造に工夫されており、特性的にはフィールドメッシュによる効果とあわせて、ターゲットセッティングを高くすることによって標準セッティング 2V の場合と比べて、 S/N は 2 倍近くに改善し得ることについてのべている。

イメージオルシコンの画像には、特有の欠陥である偽信号の発生がともなう。これにはターゲットガラスを境にしてイメージ部で発生するブラックボラ、ホワイ、ハロー、ゴースト、クラウディングなどのターゲット二次電子の再分布に起因するものと、走査側で生ずるビームベンディングによる映像ひずみが主をなしている。イメージオルシコンが放送用撮像管の主体となっている現在、TV 画像の改善をはかるためには、まず第 1 に、これらの偽信号を軽減することが望ましい。現用イメージオルシコンの画質改善対策として、先に複合メッシュ形イメージオルシコン¹⁾²⁾の開発が行なわれ、ターゲット二次電子による偽信号の軽減に成功して放送用としても好結果を得た。したがって走査側のビームベンディングを防止すれば、イメージオルシコンの偽信号はほとんどなくなることになる。そのほかにターゲットにおけるエレメント間の容量による edge effect があるが、これはターゲット、メッシュ間隔に関連し、かつ尖鋭度などにも有効な面もあるので、欠点から除外して今回はふれていない。

本研究はこのビームベンディングを防止した放送用イメージオルシコンを製作する目的で行なわれたもので、その方法としてはフィールドメッシュの効果を極力活用したものである。すなわちターゲットとフィールドメッシュの間隔を 3.6 mm までせばめたもので、従来カラー用として使用されている 7513 形のそれとくらべると約

1/3 になっている。このためターゲット近辺の電極構造が変化した、この点はあくまでも現用カメラに手を加えず、そのまま使用できる構造になるまで実験的に試作改良を加え、遺憾なきを期した。その結果、この試作管ではビームベンディングは激減し、ターゲット面におけるコーナ・シェーディング、周辺解像度が改善され、そのうえターゲットのセッティング電圧を 5V 以上まで上げられるため、ターゲット利得の増加、 S/N の向上、かつターゲット二次電子の再分布量の減少をはかることができる。

フィールドメッシュがイメージオルシコンに適用されたのは 1953 年 EEVC の P807 形が最初で、ついで 1957

第 1 図 ターゲットセッティング電圧に対するターゲットメッシュの捕集能率

"High Quality Image Orthicon" by Yoshiteru Yoshinaga, Hideo Tatiya and Shigeru Ebisawa.

第2図 試作管の略図

年 RCA の 7513 形があり、最近では各種の形に利用されている。なお 7513 形以後、サプレッサ・グリッドを挿入してフィールドメッシュからの二次電子を防止したことは S/N の向上に大きな貢献となっている。これらはいずれもフィールドメッシュの効果を利用して画像の改善をはかっており、最近ではその効果を増加するため

銀粒とターゲット面までの距離は約190mm。図は銀粒の配置図を示すもので矢印はフィールドメッシュの線条方向を示す。

(a)

Ta-Mf 間隔
11.4mm (7513)

(b)

Ta-Mf 間隔 3 mm

(c)

Ta-Mf 間隔 3.6mm
(試作管)

Ta: ターゲット
Mf: フィールド
メッシュ

写真 1 ターゲット面における銀蒸着の状態

ターゲットとの間隔を 6 mm 程度までせばめられている。しかし放送用としてそれ以下のものは筆者等の知る限りまだ発表*されていない。筆者の 1 人は 7513 形が発表された当時から、ターゲットとフィールドメッシュの間隔をできるだけ狭くしてその効果を十二分に活用したイメージオルシコンの開発を提案していたが、種々の都合に阻まれ、ようやく 1959 年 10 月に着手し、最初の試作管ができ上ったのは 1960 年 1 月である。それ以来、間隔の検討および電極構造の改良を行ない、実用化の域に達したのは 1961 年 6 月である。

1. フィールドメッシュの効果³⁾

フィールドメッシュの作用はすでに衆知のごとく、ターゲットの走査面前の電界を一樣にしてターゲット全面

にわたってビームランディングを均一にすることであり、これによって周辺のシェーディング、解像度、ビーム変調度が改善される。また、ターゲット前面の電位傾度も高められるので、ビームペンディングによる映像ひずみも減少されるなど幾多の利点がある。したがって、この作用を強化するにはできるだけターゲットとの間隔を狭くし、メッシュの電圧を高くした方がよいことは当然考えられる。ここで筆者等の目的とするところはビームペンディングを少なくしてターゲットのセッティング電圧を高くすることにある。それはつぎのような理由により S/N を向上させるためである。

一般にイメージオルシコンにおけるターゲットのセッティング電圧は 2 V と定められているが、その主因はこのビームペンディングの影響を考慮したものと考えられる。そこでこの影響を無視して、各種の管でターゲット電圧を上げていった場合のターゲットメッシュの捕集能率を測定してみると第 1 図のような関係が得られ、2 V セッティングでは 40% 前後であるに対し、4 V セッティン

* 実験的には東芝(中山、宮代、テレビ用電子管研究委員会、資料 123号、1961、3、22)で間隔 50 μ のものを実施しており、その効果が発表されている。

グでは 80 % 程度の高エネルギーとなり、それだけターゲット利得が倍加する。よって、この性質を利用すれば S/N の向上をはかりうるわけである。

一方、イメージオルシコンに透過率 T_f のフィールドメッシュを挿入すると、メッシュからの二次電子が無視できるとしても、その S/N は $\sqrt{T_f}$ 倍だけ低下するため、これを補ない、なおかつ S/N を向上するためにはセッティング電圧を少なくとも 4 V 以上にする必要がある、当試作管はこれを満足するようフィールドメッシュの効果を活用したものである。

2. 構造および製作

試作管の構造の略図を第 2 図に示す。フィールドメッシュはターゲットから 3.6 mm のところに位置し、これに長さ 10 mm のスカートが付加している。これはビームホークス電極 (G_4) とフィールドメッシュ間の電場を均一にするためのものである。フィールドメッシュの内径は 41 mm で、ターゲットガラスの有効径 35.5 mm より大きくなっているため、ラストの端がフィールドメッシュのリングにかかって映像のコーナに白ピークを発生するようなことはなく、実際には 10% 以上のオーバー・スキャンが可能である。この構造では、もはや減速電極 (G_5) は不必要なので取り除いている。したがって G_5 用のショルダ・ピンにフィールドメッシュを接続してもよいが、試作管では管内で G_4 に接続している。なおターゲットスペーシングは高画質が目的なので 20 μ を採用している。その他、サプレッサ・グリッドを挿入した以外は、全部 5820 用の電極である。

以上ターゲット部のきわめて簡単な構造は特性を満足する以外に、製作的にも構造、組立、セシウムの流通などに考慮を払い、5820 形の製作工程そのままに合うよう工夫されたものである。ただイメージオルシコンではターゲットガラスの走査面にビームの反射電子を少なくするための銀を電子銃の先端部から真空蒸着しているが、その銀粒は普通 1 個であるのに対し、当試作管では等間隔で 8 個に分割している。この理由は写真 1 から明白である。すなわち 7513 のようにターゲットとフィールドメッシュの間隔 (11.4 mm) の広いものでは銀粒 1 個でも (a) のように銀の蒸着はほとんど一様なものとなる。しかし試作管のように狭くなった場合は、2 個に分割しても (b) のようにターゲット面にフィールドメッシュが投影された形で銀蒸着が行なわれる。そのため反射電子の防止が充分でなく、ビームのランディングエネルギーが低下する。したがってこの対策として 8 分割にして 8 方向から蒸着したところ (c) のような結果を得た。銀蒸着もほぼ一様になり、動作特性でも一応標準のビー

第 3 図 5820, 7513, 試作管の走査側の電位分布 (ターゲットを 0, G_4 を 100% として表わす)

ム変動を確保することができた。

なおフィールドメッシュがターゲットに近づいたためビームのぼけが少なくなり、メッシュのはぎ取りむら、目切れ、目づまりなどのきずが目立ちやすくなった。そのため、これらのきずの発生しない良質のメッシュの使用が必要である。

3. 特性

種々の特性を明示するために、試作管の代表的なもの

+4 V セット, $E_{g4}=252\text{ V}$

+4 V セット, $E_{g4}=170\text{ V}$

+4 V セット, $E_{g4}=120\text{ V}$

+4 V セット, $E_{g4}=90\text{ V}$

写真 2 7513 を 4 V セットにした場合,
 E_{g4} を変化したときの映像ひずみの状態

第 4 図 5820, 7513, 試作管の走査側における電位傾度

と新品の RCA 製 7513 との比較実験を行なった。以下この両者の差により諸特性を提示する。

1. 映像ひずみ

ビームペンディングによる映像ひずみの状態は Theile 等⁵⁾が行なっているようにオシロ波形から観測するのが定量的であるが、2 者の優劣を観る点ではモニタの映像そのものでも比較できるので、今回は全部この映像写真から観測した。

まず抵抗回路網アナログ装置を用いて 5820, 7513, 試作管の標準動作におけるターゲット近辺の電位分布を測定した。その結果と、これより求めた中心軸上の電位傾度を第 3 図, 第 4 図に示す。試作管は 7513 に対し約 5 ないし 6 倍, 5820 に対して約 8 倍の電界強度がある。

5820 のビームホークス電圧 (E_{g4}) は 140~180 V と規定されているが、この範囲では映像ひずみが目立ち画質が低下するので、実際に放送に使用するときにはこれを無視して約 230 V に上げている。この場合、若干コーナ・シェーディングが増加する傾向にあり不利ではあるが、それにも増して映像ひずみを軽減する方が重要なわけである。ただし、この場合のターゲットセッティング電圧は 2 V であり、ひずみの点からそれ以上にはできない。7513 では 2 V セッティングならば E_{g4} (=フィールドメッシュ電圧) の調整範囲 80~280 V いずれのループにおいても映像のひずみは目立たないが、4 V セッティング

← 4 V セット
 $E_{g4}=246\text{ V}$

6 V セット →
 $E_{g4}=246\text{ V}$

← 5 V セット
 $E_{g4}=246\text{ V}$

4 V セット →
 $E_{g4}=86\text{ V}$

写真 4 試作管ではターゲットセッティング電圧を 6 V まで上げてても映像ひずみが認められない

にすると顕著に現われ E_{g4} の低いほど画質の低下をきたす。この傾向を写真 2 に示す。これはテストパターン全体を撮像し、その中央の一部を拡大して写真に示したもので、 E_{g4} が 250 V の場合にはひずみも少なくなり良質の映像が得られる。しかし主被写体のバックが暗いとき、写真 3 に示すようなモワレが目立ち、実際には 200 V 以下でないといけない。7513 の場合も 5820 と同様に E_{g4} の調整範囲を $140\sim 180\text{ V}$ に規定しているが、その主な理由はこの点にあるものと思われる。

これに対し試作管は 4 V セッティングでは E_{g4} の調整範囲内いずれのループを使用しても画質に変化がなくモ

ワレの影響もうけない。したがって E_{g4} を 250 V 程度に高くし、セッティング電圧を 5 V 以上にすることが可能である。これらの状態を写真 4 に示す。

2. 光電変換特性およびターゲット利得

当試作管におけるターゲットセッティング電圧をパラ

写真 3 7513 で E_{g4} を高い値 (262 V) にしてビームフォーカスをとったときに映像に重畳して現われるモワレ (入射光を零にしてモワレだけを示した)

第 5 図 試作管の光電変換特性

第6図 セッティング電圧の変化に対するビーム変調度 (試作管と7513の比較)

メータとした光電変換特性を第5図に示す。これは図中に示すように周辺が真暗で中心部に輝点を設けた透過形パターンにより得たもので、この曲線は他種のイメージオルシコンとくらべ別に変わりはないが、ターゲットのセッティング電圧を変化することによって利得、ガンマなどがどのように変わるかを示したものである。図から、完全飽和点はいずれのセッティング電圧でも大体レンズ絞り5.6のところであり、飽和点まではセッティング電圧が低いほど緩やかな丸味を帯び、高いほど直線部分が增加していることがわかる。このことは第1図に示したターゲットメッシュの捕集能率から考えれば妥当である。そのためガンマはセッティング電圧が高いほど高くなる傾向にあるが、実際の被写体でも同じ結果が認められている。一方、これらの特性から動作時のレンズ絞りを定めることは難かしいが、実際の被写体(グレースケールパターンなど)で調べた結果では、セッティング電圧を2Vから6Vまで変えてもレンズ絞りは1/2絞り程度開くだけ

である。したがって高セッティングにしてもレンズ絞りから見た感度低下はほとんど問題にならないばかりでなく、2~3倍のターゲット利得が得られるので総合的に感度は増加する。

3. ビーム変調度および S/N

ターゲットのセッティング電圧を2Vから4Vに上げた場合、ビーム変調度が低下する状態を7513と比較して第6図に示す。周辺部の値は映像の対角線上でコーナから10%内側に相当した部分で、相対した2点の平均値を求めたものである。7513では4Vセッティングにすると、中心、周辺部ともにビーム変調度は、2Vセッティング時の中心部の値を100%とすると70%に低下するが、試作管では90%以上を保持している。これは写真2、写真4で7513はビームベンディングの影響がかなり顕著であるが、試作管ではほとんど皆無である状態からも見られるように、ビームベンディングの差によるものと考えてよいと思う。また第7図に実際の測定から求めた試作管のS/N値を示す。S/Nはセッティング電圧の上昇とともに向上し、2Vから4Vにした場合には約1.5倍(ターゲット利得は2.7倍)に改善されることがわかる。したがって、これらの結果は、イメージオルシコンで高セッティングを可能にしてS/Nの改善をはかろうとした初期の目的を充分満足したものとといえる。

第7図 試作管のセッティング電圧に対するS/N

セッティング電圧2Vの場合

セッティング電圧4Vの場合

写真5 ターゲットのセッティング電圧を高くすることによってブラックボダの減少する程度を示したもの

[注] 各々のセッティング電圧に対して、中心輝点の明るさはノーポイント光量の20倍、周辺の明るさはノーポイント光量の1/2

4. 偽信号の減少

高セッティングによるもう1つの大きな利点は第1図で示したように二次電子の捕集能率が高まる結果、ターゲットへの再分布二次電子が減少してブラックボードが減少することである。この軽減程度を写真5に示す。これはセッティング電圧2Vと4Vにおいて、被写体の照度は両者のセッティング電圧に対して中心輝点はニーポイントの20倍、周辺部はニーポイントの1/2倍に調整し、モニタ管の輝度、増幅器の出力、ペダスタルなどを一定に保った場合における両者の比較を行なったもので、高セッティングによる効果が明瞭に現われている。

以上で試作管の特長とするところが大体明らかにされたわけである。そのほかに必然的な結果ではあるが、ターゲットリングに近接したところまでのいわゆる周辺解像度が、他種のイメージオルシコンより優れていることも見逃がせない。

これまでのべたことは、いわば静的条件における結果であるが、実際の放送現場における動的条件ではその効果がどのような結果を生み、またどのような面に最も有効であるかについての結果を得るため、早急に現場試用を試みたいと考えている。しかし、いずれにしてもこれまでに実施された複合メッシュ形イメージオルシコンによる放送、あるいは3吋形と4 1/2吋形イメージオルシコンのスタジオにおける比較実験⁶⁾の経験にもとづけば、被写体の照明条件や管のセッティング条件を工夫すれば必ずその真価が発揮されるものと期待している。

4. む す び

フィールドメッシュをターゲットに近づけ、その効果を強化した当試作管は筆者等が目的としたターゲットのセッティング電圧を5V程度の高い値にすることが可能

となり、ターゲット利得、 S/N の向上をはかり得ることについてのべた。

この形のイメージオルシコンを白黒用に使用する場合には、レンズ絞りの決定などに多少の厳密さを増す以外は大体問題なくその性能を発揮し得るものと思うが、カラー用の場合にはレジストレーションに関係のある補正電極のないのが不利もしくは欠点とも考えられる。これはコイルアセンブリにも関連し複雑ではあるが、補正電極を挿入した試作管も作って実験を行なっているので、必要な補正量を調査のうえその対策を施したいと考えている。なお放送試用と平行して、ターゲットの高セッティング動作による管の寿命なども調べてゆきたい。

この試作管で G_8 用のショールズ・ピンを利用すれば、完全な互換性のある複合メッシュ形にすることもできるので、イメージオルシコンの画質改善対策上から考えてこれを“高画質イメージオルシコン”と呼ぶことにして、現在この形の試作管の試作を行なっている。

終りに本研究に終始御指導と御鞭撻を賜った山下次長、実験の協力と種々御検討をいただいた撮像管研究室ならびに製作を担当された電子管試作研究室の各位に感謝する。

(昭和37年3月26日受付)

[参 考 文 献]

- 1) 中山、宮代、小田川：イメージオルシコンの黒ぶち効果改善、テレビ誌 13 (1959) 396-401
- 2) 二宮、海老沢：複合メッシュ型イメージオルシコン、NHK 技研、13 (1961) 384-398
- 3) 中山、宮代、辻：イメージオルシコンのビームの曲りの解析、TV用電子管研究委員会資料 No.143 (昭 36.9)
- 4) 吉永：イメージオルシコンの SN 比に関する諸問題、TV用電子管研究委員会資料 No.120 (昭 36.2)
- 5) R.Theile u.F. Pilz: Übertragungsfehler der Superorthikon-Fernseh Kameraröhre, A.E.Ü. 11 (1957) 17-32
- 6) 吉永、橋渡、多田、梅原：イメージオルシコンの画質評価 (7389と5820)、テレビ誌 15 (1961) 729-734.

テレビジョン学会編集委員

編集長	鈴木桂二	N H K
幹事	池田辰雄	日本テレビ
"	黒田秀郎	日電
"	宇都宮敏夫	東大
"	中野道夫	電気大
"	樋渡涓二	N H K
"	三宅康友	日電大
"	吉永義輝	N H K
"	藤村安志	N H K
委員	浅見不二雄	N H K
"	奥田友称	東芝
"	小原啓義	早大
"	岸源也	東工大
"	杉田和夫	日電研
"	村主康雄	電波協
"	高橋重雄	電波協

委員	野口嘉彦	電監
"	林和夫	N H K
"	福喜多久	N H K
"	藤原忠義	コロムビア
"	前田晴雄	松下
"	宮崎源太郎	日立
"	矢島経久	ビクター
"	山田達也	東芝
"	渡辺義雄	東京放送
"	森本盛通	研
地方委員	木村久生	朝日放送
"	柴田幸男	東北大
"	関口存哉	日立
"	吉田和夫	教育テレビ