写真 1 高速動作蓄積管の外観

UDC 621.383.8

高速動作蓄積管

論文

東芝中央研究所 中山 良明
小田川 嘉一郎

1. は し が き

最近テルスターの開発、オリンピックなどの外部事情により、テレビの国際間交流が活発化しようとしており、テレビの帯域圧縮や、方式変換が現実の問題となってきた。

そのためには、適当な記憶装置や遅延素子が必要であり、VTR、磁気ドラムなどのディレイライン、蓄積管などが考えられる。そのうち、蓄積管（厳密には電気信号を入れて電気信号として出す信号変換形蓄積管）は有望なものの一つである。その理由は、機械的な可動部分がなく、したがって機械的な原因によるジッターがないこと、全電子的であり、時間軸の変換が容易であることなどの特長を有するからである。

信号変換形蓄積管には、格子制御読み取り方式のものと、容量放電方式のものがあり、国内ではもっぱら前者が研究開発されてきた^{1,2,3)}。ところが、この形式のものは、一度書き込んだ像を数万回も読み出すことができる代りに、新しい像を書き込む前に、消去、準備の動作をさせることが必要であり、かつ、かなりの時間を要する（数フレーム）。一方、容量放電方式の方は、読み取りと同時に蓄積像が消滅するので、1フィールド（または1フレーム）ごとにより書き込みと読み取りを切り替えることができるので、帯域圧縮、方式変換などの目的にはこの方が適している。

ところが、従来ある容量放電形蓄積管は、RCAが開発したラデコン⁴⁾およびそれと同系統のものである^{5,6)}。これは観測用ブラウン管に似た外形で、ターゲットはバ

これは容量放電方式の読み取りを行なう蓄積管で、従来のもものより10倍ぐらいい動作速度と高解像度を有している。たとえば、1フィールドごとにテレビ像の書き込み、読み取りをくりかえすことができ、すぐれた再生像が得られる。解像度は約700本以上、階調は約10段階、SN比は約70である。ターゲットに書き込みうる絵素数は約65万個、1絵素に書き込むのに必要な時間は約 7×10^{-8} sec以下である。テレビの帯域圧縮、方式変換、カラーカメラ、計算機などへの用途が期待される。

リヤ・グリッド形とよばれる構造を有している。これは、裏側が金属膜でおおわれた12~125 μ の絶縁板と、それに密接して張られた細かい金属網（バリヤ・グリッド）できている。このバリヤ・グリッドは、二次電子の再分布による解像度の低下の防止と、同一平面上でのグリッド作用の防止の役目をしている。しかし、金属網が絶縁板に密着あるいはごく近接しているために、それによる解像度の制限や、電子銃、ビームの太さによる制限のために、ラデコン形ではせいぜい240本（テレビ式）の極限解像度しか得られていない⁴⁾。

比較的最近になってMulard研究所がテニコンというビジコン形の容量放電方式蓄積管を開発し⁷⁾、フィリップスが製品を発表した⁸⁾。テニコンはターゲットは約5 μ の厚さで、ラデコン形のものよりは解像度がよく、正弦波を書き込んで、0.1 μ Aの出力電流をとり出したとき

著者紹介

なか やま よし あき

中山 良明 昭和15年、東北大学理学部物理教室卒。同年東京芝浦電気株式会社に入社。マツダ研究所に所属し、ブラウン管、撮像管など特殊電子管の研究試作に従事し今日に至る。現在中央研究所電子管研究部に所属。正会員。

お だ がわ かい ちろ う

小田川 嘉一郎 昭和27年、東京大学工学部電気工学科卒業。東京芝浦電気株式会社に入社し、中央研究所電子管研究部に勤務。撮像管、蓄積管等の研究に従事。昭和36年東京大学から工学博士号を授与される。正会員。

"A High Speed, High Resolution Storage Tube" by yoshiaki Nakayama and Kaichiro Odagawa (Tokyo Shibaura Electric Co., Central Research Laboratory, Kawasaki)

テレビジョン

360 本（直径当たり 600 本）のところで約 47% の変動度がある⁸⁾。

これから記すものは、テレビの良い画像を取り扱えるようにさらに解像度を上げ、動作速度を速くしようとして、われわれが開発したもので、イメージオルシコンと似た構造を有している。そして下記のように解像度、動作速度、 SN 比など、従来のものよりもはるかにすぐれた性能のものが得られた。

以下、構造、動作原理、特性、応用などにつき述べる。

2. 構造

構造および動作電圧例を図 1 に示す。外形や内部構造は 3 インチ形イメージオルシコンに似ているので、イメージオルシコンカメラに若干の付属回路を付加して使用できる。

イメージオルシコンと異なるところはイメージ部で、電子ビームでターゲットに電荷像を書き込むために光電面はない。ターゲットは厚さ $70\mu\sim 1\text{mm}$ の絶縁物（たとえばマイカや石英ガラスなど）でできており、走査側と反対側に金属が付着している。走査側にはイメージオルシコンの場合と同様にきわめて銀を薄く蒸着してある。これは十分薄く、凝固作用により粒状性になっているので解像度の低下はもたらさない。これは低速度電子の反射率を下げるので、少ないビームで蓄積電荷を放電させることができる⁹⁾。実際にビーム変動度は蒸着しない場合に比べて数 10% 以上改善され、 SN 比が改善された。

ターゲットから数 mm はなれたところにフィールドメッシュが張られているが、イメージオルシコンの場合のようにビームベンド防止を行なう以外に、書き込み動作の時コレクタの役目もする。

電子銃も、ふつうのイメージオルシコンよりさらにすぐれた解像度を得るよう改造してある。

3. 動作

はじめに述べたように、格子制御方式では読み取りと書き込みの動作以外に、消去と準備の動作が必要である。

図 1 高速動作蓄積管の構造と動作電圧例

図 2 書き込み、読み取り動作時の電圧、電流

しかし、ここで述べる蓄積管は容量放電方式で、読み取りのとき消去、準備が自動的に行なわれるので、読み取り、書き込みの二つの動作を交互に切り替えればよい。そのときの電圧、電流の例を図 2 に示す。

まず、読み取り動作はイメージオルシコンと同様である。すなわち、あとで述べる書き込み動作によりターゲットの絶縁物の表面は、信号の大小に応じて約 +4V から 0V* になっている。ターゲット電圧 E_{ta} (背面金属へ加える電圧) は、たとえば +10V になっている。このとき無変調の電子ビームで走査すると、正電位のところにはビームが到達し、二次電子放出比 δ が 1 以下なので、その電位を 0V* になるまで降下させる。ビーム中の残りの電子は往路とほぼ同じ径路を通過して二次電子増倍部へ入る。書き込まれていない部分、すなわち 0V* の部分では電子は付着できないので、ビーム中の電子は全部追いつもどされる。このようにして二次電子増倍部からはイメージオルシコンのときと同様、数 μA ~ 10 数 μA の出力信号が得られる。イメージオルシコンの場合と同様に、読み取りビームはちょうど蓄積電荷を放電で

* 厳密には電子の初速度などの影響により陰極電位 (0V) よりも若干負になる。

図3 書き込みから読み取りまでの時間と解像度

きる範囲なるべく少なくした方がSN比がよくなる。

書き込みのときには、ターゲット電圧をたとえば +180V に上げてやると、絶縁物の表面は 0V から +175V へ上昇する。この 180V という電圧はビーム集束電極電圧、すなわちフィールドメッシュの電圧よりも約 30~50V 低い値として選ばれた値である。このとき、ビームを入力信号で変調しながら走査する。そうするとこのときは絶縁物の表面電位が高く、二次電子放出比 δ が 1 より大きいために、多くのビームでたたかれたところほど正に荷電し、表面電位はたとえば 175~179V になる。放出された二次電子はフィールドメッシュや電子銃の方へとられる。ラデコンと異なり、磁界があるので、ターゲットへふりもどって蓄積像を損なうことはない。

なお、書き込み電子流の量は適当に調節して、最大信号のときターゲットの表面電位の変化が数V以内になるようにしなければならない。これがあまり大きくなるとビームベンディングにより再生像の画質がそこなわれる。また、最大変化電圧が小さくなると出力信号が減り、SN比が低下する。

読み取り、書き込みの切り替えは、手動でもできるが一瞬しか映像信号が得られないので、回路で自動的に切り替えるようにした方がよい。そのとき G_1 、ターゲットおよび G_4 の電圧を切り替える (図1, 2参照)。 G_4 電圧の切り替えは、書き込みと読み取りのときターゲット

図4 水平駆動パルスに同期して正弦波を書き込んで解像度を測定する方法

電圧が変化するのに伴って、ビームの集束電圧が若干ずれるのを直すためである。

なお、正常でない動作状態になった場合のことについては付録で述べる。

4. 特性

4.1 解像度

解像度がよいことが、この管の最大の特長の一つである。

まず、ターゲットの材料を決定するために、数種の絶縁材料を用いて予備実験した結果を図3に示す。これは簡単に判定するために、モノスコープの信号を1フレーム書き込み、それを読み出して、映像監視器の像を見て測定した値で、厳密な値ではない。イメージオルシコンのガラスターゲットをそのまま用い、 50μ 離して走査側と反対側にメッシュをはったものでは、1秒でいどでも相当に解像度が低下すること、テレックスでは数秒で低下すること、マイカや石英ガラスでは数10秒たっても低下しないことがわかる。これらの低下は、ターゲット面での漏洩電流にもとづくもので、抵抗率 ρ から考えても妥当な結果である。

結局、マイカ、あるいは石英ガラスがよいことがわかり、これらをターゲットに使用した。また、解像度をよくするために電子銃も改造した。

解像度の厳密な測定は、書き込み信号として、モノスコープ信号を用いずに正弦波信号を用いて行なった。モノスコープ信号ではそれ自身周波数特性をもっており、高周波の成分が小さくなるからである。この正弦波は水平同期パルスと同期をとってある。測定の系統図を図4に示す。なお、書き込み用の正弦波の振幅や、読み取りのビーム電流の大きさは、あらかじめモノスコープ信号により最適値をもとめそれに合わせた。もちろん読み取りの映像増幅系の周波数特性はあらかじめ校正しておく。

上記の方法により実測した例を図5の曲線Aに示す。

図5 高速動作蓄積管の解像度(正弦波レスポンス)

書き込み1フィールド、読み取り1フィールド、ラスター: 縦 $2/5D$ 、横 $4/5D$ 、 D はターゲットの有効直径。

図6 高速動作蓄積管の解像度(図5をテレビ式に換算)

これにより 4 Mc のときの変調度が 58%, 6 Mc のときが 30% であることがわかる。なお、これはターゲット内に縦横 2:4 の方形ラスタで、書き込み、読み取りを 1 フィールドずつ交互にくりかえして測定した値である。ふつうは 3:4 で動作させるが、縦を 2 にしたのはビームの飛越し走査の影響を減らすためである。

ふつう撮像管の解像度は、テストパターンを撮像して、あるくさびの本数での変調度で表わすことが多い。これは方形波入力に対するレスポンスである。それと比較したい場合は、上記の正弦波入力に対するレスポンスを次式により変換すればよい¹⁰⁾。すなわち

$$r(f) = \frac{4}{\pi} \left[R(f) - \frac{1}{3} R(3f) + \frac{1}{5} R(5f) - \dots \right]$$

ただし

f : 正弦波または方形波のくりかえし周波数

$r(f)$: 方形波を入れたときのレスポンス

$R(f)$: 正弦波を入れたときのレスポンス

この式を用いて、図5曲線Aをまず方形波に対するレスポンスに変換したのが図5の曲線Bである。次にテレビ標準方式を考慮してくさびの本数に対応させて示したのが図6である。この例では 400 本の変調度が 48%, 600 本のが 19% である。なお、このサンプル管のターゲットは膜厚が 70 μ のもので、SN 比は 60~70 ぐらいである。図6には、ラデコンに関する発表値⁴⁾も併せ記した。この場合 200 本での変調度が 25% である。

この管の解像度がすぐれているのは、二次電子増倍部を付けたために、ターゲットの容量を小さくでき、少ないビームで書き込み、読み取りができるためである。これに関しては、あとで考察のところで述べる。

4.2 残像

ビジコン形撮像管の残像には、光導電物質自身の残像と、容量放電形残像の 2 種類を考えなければならないが、蓄積管では後者のみを考えればよい。これはターゲット容量とビームインピーダンスによるものである。

この蓄積管では、上にも述べたように、二次電子増倍部を有しているので、少ない電荷を蓄積すればよく、タ

図7 高速動作蓄積管の残像特性

ターゲットの膜厚: Aは 70 μ , Bは 1 mm

図8 電子銃の特性

ーゲットの容量を小さくできる。すなわち、ターゲットの膜厚は 70 μ ~1 mm で、二次電子増倍部なしの数~数 10 倍の厚さであり、またビジコンの 3~7 μ に比しても数 10 倍の厚さである。3:4 の方形走査の場合、ビジコンのターゲットの面積は $0.95 \times 1.27 = 1.21 \text{ cm}^2$ であり、この蓄積管の面積は $2.16 \times 2.88 = 6.05 \text{ cm}^2$ 、面積比は 5 倍である。結局ふつうのビジコンに比し、ターゲットの容量は約 $1/10$ しかないので、残像はかなり小さくなることが予想される。

テレビ式に用いたときの残像の目安として、2 フィールド書き込み、6 フィールド読み取りを行ない、オシロスコープでラインセレクトして測定した結果を図7に示す。ターゲットが 70 μ のもので、第3フィールド目の残像が 10数% でビジコンと同等以上である。1 mm の膜厚のものでは第2フィールド目から全然残像がないと

(a) モノスコープの出力波形

(b) 高速動作蓄積管からの再生波形

写真 2 モノスコープ信号を書き込み、再生したときの電圧波形

とがわかった。膜厚が厚いにもかかわらず、イメージオルシコンに近い SN 比が観察された。このように SN 比の低下が少ないのは、絶縁物の表面の絵素間の容量の方が主にきいてくるためであろう。

4.3 書き込み速度

電子銃の特性を図 8 に示す。テレビ信号の場合、1 フレームすなわち $1/30$ 秒間で書き込むのにカットオフからの変調電圧は 20V 前後である。解像度は図 5 から 700 本とすると、全絵素数は $(700)^2 \times 3/4 \approx 65$ 万個となる。したがって 1 絵素当たりの書き込み時間は 7×10^{-8} sec となる。テレビの画像ほど SN 比、階調が要らない場合は、書き込み速度を 10 倍ぐらい速くすることは可能であると思われる。このときは 1 絵素当たりの書き込み速度は数 nsec になる。

4.4 読み取り速度

読み取り速度も書き込み速度とはほぼ同様に考えられる。ただし、テレビ方式での実験で、読み取りのときは書き込みよりも若干多くのビーム電流を要するので、その分だけ書き込みのときより動作速度はおそくなるであろう。

4.5 入力—出力変換特性

入力—出力変換特性は、テレビ画像などを取り扱う場合などは、階調特性に影響を与える。

入力—出力変換特性は電子銃の γ およびターゲットの蓄積電荷放電特性により主に影響される。ターゲットの書き込み特性も若干影響があるが、ふつうは γ はほぼ 1 であろう。それはターゲットの絶縁物の表面電位がフィールドメッシュ電圧と同電位になると飽和特性を示すことが予想されるが、フィールドメッシュよりもたとえば 20~30V 以上低い電圧では、入射ビームに比例して正電荷の蓄積が行なわれると考えられるからである。なお、この書き込み時のターゲット表面電位の変化は数 V 程度なので、それによる二次電子放出比の変化の影響は無視できるであろう。電子銃の γ は図 8 から約 2 である。

ターゲットの放電特性は、書き込みのときのように簡単には考えられない。それは 0~3V の低電圧での電子の反射率が必ずしも一定とはかぎらないし、また、ターゲットの 0V 付近ではビーム中の電子の速度分布による影響が大きいからである。

実際には、写真 2 a に示すようなモノスコープ信号波形を入れたとき、出力波形は写真 2 b、再生像は写真 3 のようになった。また、イメージオルシコンで写真を撮像して、それを 1 フレームごと書き込み、読み取りをくりかえしたときの出力信号を写真 4 に示す。これらから、階調は 10 段階以上の階調が再現でき、非常に良いことがわかる。

なお、写真 2 の波形から、再生像では γ が若干大きくなる傾向が認められるので、必要の場合は入力信号の γ を小さくして書き込めば、さらに階調特性が良くなるであろう。

4.6 SN 比

出力信号中のノイズは主として電子ビームのショット雑音である。任意の出力電流 I_s 中の SN 比は次式で表

写真 3 モノスコープ信号を高速動作蓄積管に書き込み、再生した像（書き込み、読み取り各 2 フィールドくり返し）

図9 二次電子増倍部のある蓄積管と、ない蓄積管のSN比の比較（計算値：付録1参照）

わされる。

$$S/N = \frac{I_s}{K\mu\sqrt{2e}(i_b - i_s)F} \propto \frac{i_s}{\sqrt{i_b - i_s}} = \sqrt{i_s} \sqrt{\frac{m}{1-m}}$$

ただし i_b はビーム電流， i_s はターゲットへのランディング電流， $m = i_s/i_b$ はビーム変調度， e は電子の電荷， F は帯域幅， μ は二次電子増倍部の利得， K はその中の雑音付加率およびターゲットへビームがランディングするときの雑音付加の影響を考慮に入れたもので、1.3～1.7 ぐらいと思われる¹¹⁾。

これから， i_s を大きくすること， m を大きくすることがSN比をよくするのに必要なことがわかる。これはイメージオルシコンの場合と同様である。イメージオルシコンと同様に，ターゲットの走査側に銀をうすく蒸着すると，数dB SN比が改善されることが認められた⁹⁾。

上式から計算すると，テレビ式の使用法で $F=8\text{Mc}$ で $S/N=70$ を得ようとするとき，図9からもわかるように， $i_s=0.02\mu\text{A}$ となる。次にこの i_s を得るのに適したターゲットの絶縁物の厚さ d を求めてみよう。 i_s は $i_s = CV/\eta T$ で表わされる。ただし， C はターゲットの静電容量， V は絶縁物の表面の電圧変化， T は1フレーム時間， η は有効走査時間を表わす係数， $V=5\text{V}$ ， $T=1/30\text{sec}$ ， $\eta=0.76$ を入れると， $C=101\text{pF} \approx 100\text{pF}$ を得る。使用面積が3:4の内接長方形で 6.05cm^2 であり，絶縁物の誘電率が5と仮定すると，膜厚は 270μ となる。

イメージオルシコン 5820 のSN比は帯域幅 5.5Mc のとき，絶対測定で¹¹⁾ 約35であるが，高速動作蓄積管ではそれと比べ，再生画像や出力波形から判断して，平均70ぐらいであると思われる。

4.7 偽似信号

イメージオルシコンのようなブラックボードなどの偽信号がないのは当然であるが，ターゲットの膜厚を1

mmにしても白ぶちも表われず，シェーディングも少ない。また，ラデコン形蓄積管の場合は，メッシュがターゲットに密接しているので，それによる偽信号が生じうるが，ここで述べた蓄積管では，メッシュが数mmはなれているので，それによる影響はない。

ただ，解像度が非常によいので，テレビの画像を書き込み，読み取ったときに，モアレパターンやフリッカーが生じることがある。これは，フォーカスをわずかながらせばなくなることができる。ウォブリングによってもなくなることができるであろう。また垂直方向の書き込み寸法を縮小すると，読み取りビームによる取り残しが減り，モアレパターンやフリッカーをなくなることができる。

5. ふつうのイメージオルシコンを高速動作蓄積管として動作させること

ふつうのフィールドメッシュ入りのイメージオルシコンを，上に述べた高速動作蓄積管として動作させることができることは，その構造から想像できるであろう。

写真4 イメージオルシコンからの信号を高速動作蓄積管に書き込み，再生した像（書き込み，読み取り各2フィールドずつくり返し）

写真5 イメージオルシコン 7513 を高速動作蓄積管式に動作させたときの出力像（光電面を使用せず，電気信号から信号を書き込む。書き込み，読み取り各2フィールド）

実際に 7513 形イメージオルシコンを用い、入射光は用いずに、電子銃で書き込み後、再生した像を写真 5 に示す。きれいな像が得られ、シェーディングなどもない。

これと上記蓄積管との差は解像度である。モノスコープ信号を書き込み、直後に読み取る方法で約 500 本程度の解像度が得られた。しかし、読み取りまでの時間が長くなると図 3 で示したように急速に解像度が低下する。またスロー・スキャンの場合も同様に解像度が下がるであろう。

6. 応 用

以上述べたように、この蓄積管は次のような特長を有している。

- ① 読み取りと同時に消去、準備も完了するので、すぐに次の書き込みを行なえる。
- ② 解像度がとくにすぐれており、蓄積絵素数が多い。絵素数は約 65 万個で、階調が 10 段階以上分別できるので、650 万以上の情報がターゲットに蓄積される。
- ③ 動作速度が速い。1 絵素の書き込み時間、読み取り時間がほぼ 7×10^{-8} sec である。
- ④ SN 比が平均 70 ぐらいいで良い。
- ⑤ 白ぶち、ブラックボタなどの偽似信号がない。
- ⑥ 全電子式なので、機械的なジッタなどない。

これらの特長を利用して、記憶、遅延、時間軸変換、図形変換などの種々の方面での応用が可能である。

たとえば、現在すぐ考えられるものにも、テレビの 1 フィールドの映像を劣化させずに、1 フィールドまたは任意の時間おくらせて、テレビジョンの帯域圧縮を行なうことができる。また、読み取りの走査速度を変えれば、標準方式変換もできる。そのほかレーダ像の蓄積や移動目標の分離、計算機その他のデータ処理装置の記憶素子として応用できる。

7. む す び

以上、イメージオルシコンと似た構造の高速動作、高解像度の蓄積管につき、動作原理、諸特性、応用などについて述べた。この種の容量放電方式の蓄積管の中では理論的にも(付録参照)、実際にも最もすぐれた特性をもっているため、テレビの帯域圧縮、方式変換、計算機などに実用されれば幸いである。

なお終わりに、本研究のきっかけを作って下さった国際電々研究所 榎本、渡辺両氏および東芝中研の八木氏、激励下さった NHK 技術研究所の各位、指導、討論いただいた岡部部長ならびに関係各位、土井、根石両君をはじめ試作、測定に努力いただいた諸氏に深く感謝の意を表します。

図 10 絶縁物の二次電子放出比 δ および絶縁物の表面電位の変化

付録 1. 二次電子増倍部なしの蓄積管との比較

二次電子増倍部のないラデコン形、あるいはビジコン形の蓄積管と、上に述べた二次電子増倍部付きのものについて、SN 比、動作速度、解像度などについて理論的に比較、検討してみよう。

まず、同じ SN 比を得るために、ターゲットに蓄積するのに必要な電荷量を比較してみる。

二次電子増倍部付きのものは、本文 4.6 で述べた式で表わされる。一方、二次電子増倍部なしのものでは¹¹⁾、

$$(S/N)_2 = \frac{i_s}{\sqrt{2e i_s F + \frac{4kT}{R} + \frac{4kT}{R^2} R_o F (1 + \frac{4}{3} \pi^2 R^2 C^2 F^2)}}$$

ただし、 R : 負荷抵抗、 C : R に並列に入る静電容量、 k : ボルツマンの常数、 T : 室温 (°K)、 R_o : 初段管の等価雑音抵抗

いま、ターゲットにランディングする電流 i_s を横軸にとって両者を比較すると、図 9 のようになる。ただし $F=4\text{Mc}$ または 8Mc 、 $R=50\text{K}\Omega$ 、 $R_o=270\Omega$ 、 $T=300^\circ\text{K}$ 、 $C=30\text{pF}$ 、 $K=1.5$ と仮定している。

図 9 からたとえば $S/N=100$ を得ようとするとき、二次電子増倍部なしのものでは、10 倍のランディング電流が必要となり、 $S/N=40$ の場合は 26 倍も必要となる。これは、それだけターゲットに余計な電荷を書き込まなければならないことを意味しており、それだけ動作速度や解像度がわるくなる。すなわち、同じ解像度を得ようとするとき、二次電子増倍部付きの方が 10 倍以上動作速度を速くできることを示している。

付録 2. ターゲット(絶縁物)表面電位の変化

ターゲットの絶縁物の表面がある電位のときに、電子でたたくと、その電位がどのように変化して、いかなる電位で平衡に達するかを考えよう¹²⁾。

これは、以上の高速動作蓄積管の動作と次に述べる異常平衡状態をはっきりさせるために役立つと思われる。

まず、ある物質自身の二次電子放出比 δ (δ =二次電

子流/一次電子流)は、一般に図 10 の実線で表わされる。横軸は絶縁物に衝突する一次電子の速度で、陰極を 0V とすると絶縁物の表面電位 V_{pr} で表わされる。これが 0V 以下では、ターゲットにきた電子は全部おいかえされるので、 $\delta=1$ である。数 V でいどでは到来した電子の一部が反射され、他は付着するので、 δ は 1 以下である。数 10V ～数 1000V では到来した電子のエネルギーが大きくなり、たたき出された二次電子の方が多くなるので、 δ は 1 よりも大きくなる。しかし、さらに電圧が高くなると、到来した電子のエネルギーが大きすぎて、物質の中に深く入りすぎるので、かえって δ は 1 以下に下がる、ふつう数 10V および数 1000V で $\delta=1$ になるが、これらの電圧を V_{cr1} , V_{cr2} で表わす。

いま、 $V_{pr} < V_{cr1}$ (図 10 の点 A) では $\delta < 1$ なので、絶縁物の表面には電子が付着して電位が次第に下がって 0V で平衡する (点 B)。また $V_{cr2} > V_{pr} > V_{cr1}$ (図 10, C 点) では $\delta > 1$ なので、絶縁物の電位は次第に上がる。ところがいま、絶縁物から出た二次電子を捕集するコレクタの電圧を V_{col} とすると、 $V_{pr} < V_{col}$ では、絶縁物から出た二次電子はコレクタにとられるが、 $V_{pr} > V_{col}$ ではコレクタにとられにくくなって、二次電子はふたたび絶縁物にふりもどってしまう。その結果、実効的な二次電子放出の曲線は点線 (C → D → E) で示すようになり、E 点で平衡に達する。このときの絶縁物の表面電位 V_{eq} は V_{col} よりやや高い電圧であるが、それは二次電子の初速度によるものである。

もし、 V_{pr} が V_{col} よりも相当に高い状態 (点 F) の場合は、二次電子はすべてふりもどってくるので、この場合も G 点を通して E 点で平衡する。

けっきょく、絶縁物の表面電位は適当な長さの時間、一次電子でたたかれると、平衡点 E または準平衡点 B で安定する。B 点が準平衡点なのは、ターゲット電位が負の場合は、絶縁物の表面電位は B 点へは移動してこないからである。

付録 3. 異常動作から正常動作へもどす方法

本文で述べた高速動作蓄積管が正常に動作しているときは、図 10 において、書き込みのときは C → C', 読み取りのときは A' → B である。ところが場合によって、異常な動作状態になって、再生像が得られなくなることがある。これには二つの状態がある。

第一は、読み取り動作において、点 B で平衡する代わりに E 点で平衡してしまうことである。これは、たとえば読み取りビームが不足の場合などにおいて、読み取りのときの絶縁物表面電位が V_{cr1} よりも高くなると生じる。こうなると、読み取り動作でターゲットの背面電極電圧

が 5V なのに、絶縁物の表面電位はたとえば 230V ぐらいになる (図 1)。これを正常な状態にもどすことには、まず読み取りビームをカットオフし、書き込みビームは無変調にして多くし、フィールドメッシュの電圧をたとえば 227V から 170～180V ぐらいまで下げる。そうすると、二次電子はすべて絶縁物にふりもどり、絶縁物の表面電位は 405V ぐらいから 170～180V ぐらいに下がって、ターゲットの背面電極 (180V) との電位差が減り、正常になる。次に書き込みビームを減らし、読み取りビームを十分に流すと、読み取りのときの準平衡点 B に表面電圧が到達する。次は徐々に書き込み信号を入れる。さらに読み取りビームをちょうど書き込まれた電荷を放電するのに必要なだけ、またはやや多目な値に調節し、正常な書き込み、読み取りが行なわれる。

第二の異常な動作は、上とは逆に何らかの原因で、書き込み動作のときに絶縁物の表面電位が B 点で平衡に達してしまう場合である。この場合、絶縁物の表面は、背面電極に達して -180V になっている。これを正常な状態にもどすには、まず読み取り、書き込みともビームをカットオフし、ターゲットの背面電極の書き込み電圧をふつうよりも約 70V (V_{cr1} よりも高い電圧) 高くする (すなわち約 250V)。そうすると、書き込み動作時の絶縁物の表面電位は 70V になる。次に書き込みビームのみを無変調で流すと、表面電位は 230V ぐらいまで上がる。それからターゲットの背面電極電圧を徐々に下げて 180V までもどす、その後で書き込みビームを切り、読み取りビームを流すと、ターゲットの表面電位は読み取り動作のときに B 点に平衡し正常な状態にもどる。

(昭和 38 年 11 月 13 日受付)

【参考文献】

- 1) 吉永, 佐藤, 前原, 山戸: 低加速走査信号変換蓄積管, テレビ誌, 12 (昭 33-10) 442-447.
- 2) 中山, 小田川: 信号変換蓄積管 M7021, テレビ誌, 15 (昭 36-3) 135-142.
- 3) 中山, 小田川, 田中: 走査変換蓄積管, テレビ誌, 15 (昭 36-7) 401-404.
- 4) Arthur S. Jensen: The Radechon, A Barrier Grid Storage Tube, RCA Rev. XVI (1955-6), 197-215.
- 5) CSF (仏) カタログ: TCM 13X.
- 6) EMI (英) カタログ: 9511A (VX 5075).
- 7) B.W. Manly and P. Schagen: The Tennicon: A High Resolution Information Storage Tube, Adv. in Elec. & Elec. Phys. XVI, (1962) 287-298.
- 8) Philips Tentative Data: Information Storage Tube 'Tennicon' 56010 (1962-1).
- 9) 小田川: イメージオルシコンにおけるビームランジング, 信学誌, 41 (昭 33-9) 850-856.
- 10) 長谷川: モノスコープのスポットと偽像の性質, テレビ誌, 15 (昭 36-9) 529-533.
- 11) 中山, 小田川, 長谷川: 撮像管のノイズ, テレビ誌, 17 (昭 38-1) 7-12.
- 12) M. Knoll and B. Kazan: Storage Tube and Their Basic Principles, John Wiley and Sons, Inc., New York (1952).