撮像管に関する最近の研究と開発の動向

正会員 二 宮 輝 雄†

撮像管に関する最近の研究、開発、製品化の動向を、できるだけ広くとらえて要約したものである。

1. ま え が き

昨年の全国大会シンポジウムで、「……撮像管の全盛時代はまさにこれから始まろうとしている……現状から類推すると（我が国の撮像管）年間生産数が200万本を越えるのもそう遠くないと思われる」¹⁾と述べたが、1年経過して、今のところ、この前言は訂正しなくてよさそうである。昭和55年度の生産数は前年の1.4倍位に増加し、140万本位（日本電子機械工業会の統計に含まれない分も適当に加算した値）になっていると推定される。

ここ2,3年の急上昇は家庭用単管式カラーカメラの撮像管によるところが大きく、その他の撮像管も増加してきている。これにともなって、性能向上に対する注力も活発であり、多くの新しい改良開発やユニークな基礎研究がいろいろ行われている。これらの一部については、すでに、本誌にも解説記事がいくつか出ているので²⁾³⁾、本文では同じような解説を繰り返すことを避け、最近の研究、開発、製品化の動向をできるだけ広くとらえて要約することとした。

2. 光導電ターゲット

既存の各種光導電ターゲットの改良、あるいは目的に応じた変更がいろいろ行われた。放送用などの高画質化を目指した管の改善は精力的に進められており、サチコンではターゲットの出力浮遊容量を減らしてSN比を改善するため、出力取出しをピンリード形にした管が、1インチ管、2/3インチ管で製品化された⁴⁾。

プランピコンもセラミックシグナルリングを採用して改良はしているが、さらにいっそう改善した2/3インチ管の製品化が進められており⁵⁾、1インチ管でも開発が予定されている。

また、30ミリ管を1インチ管の光学サイズで縮小走査し、中央部分のみを使うことで、レジストレーションや解像度の一様性を高め、しかもネサ電極を必要最小の大きさにして、ピンリード形にした管の開発が、サチコン、プランピコン、レディコンなどについて外国数社で進められている。

これら一連のターゲット出力容量を減らす動きが活発になってきた裏には、ヘッドアンプの初段に使用するFETの低雑音化があり、これらを推進した蔭の力に負うところが大きい⁶⁾⁷⁾。これによって、ここ数年の間にアンプノイズが10dB近く改善されてきたことは注目に値しよう。

この他、3管式ではカメラのいっそうの小形軽量化をねらって、放送用レベルの1/2インチサチコンがRCAで開発、製品化された⁸⁾。400TV本での振幅変調度は40%と高い。プランピコンについても1/2インチ管の開発が海外で進んでいる。

新しい光導電材料としては、アモルファスシリコンのターゲットが注目されるが、まだ研究試作の段階にある⁹⁾¹⁰⁾。

次に、それぞれのターゲットについて、ここ数年の研究や開発の状況をごく簡単に述べる。

(1) Sb₂S₃ ビジコン

テレビネの画質改善のため、ビジコンのフレアについて検討された。フレアはネサ厚およびそれに接する薄い高真空蒸着層の膜厚と関係が深いことをつきとめ、フレア防止チップを付加することで4割位これを軽減させた。これによって、視覚的な解像感と雑音が改善された¹⁰⁾。

(2) プランピコン、PbO ビジコン

プランピコンはターゲットの膜厚が比較的厚く、1インチ管で15~20 μ mあり、これが解像力を制限していたが、これを11~15 μ mと薄くして解像力を上げ（垂直縞チャート5MHzにおける中心部の振幅変調度、緑用で40%から60%に）、膜厚を薄くしたことによる残

† 東京芝浦電気株式会社 総合研究所
"Recent Research and Developments on Camera Tubes" by Teruo Ninomiya (Toshiba Research and Development Center, Kawasaki)

像の増加は、ビーム温度の低いダイオードガンを開発して防いだ。1 インチ管の他、2/3 インチ管も製品化されている¹¹⁾。

PbO ビジコンについては、PbO の蒸着条件が多結晶膜の結晶配向性に影響を与えることを指摘し、膜厚方向に長辺をもつ結晶が多く並ぶような構造とすることで解像度を上げた研究がある¹²⁾¹³⁾。

(3) カルニコン

電子ビームの走査を休止して光パルスを照射し、信号電荷がターゲットにどの位保持するか調べられた¹⁴⁾。また残像特性を改良するため、CdSeO₃ と As₂Se₃ の間に Sb₂S₃ と As₂Se₃ を同時蒸着した層を入れ、暗電流を適度に増すことにより、立上り残像を改善した管や¹⁵⁾、As₂Se₃ 層を米粒状あるいは柱状が並立する構造とすることで、残像、立上り特性を改良した報告も出されている¹⁶⁾。

この他、CdSe 膜の一部を CdTe 化して 900 nm 近くまで近赤外感度をもたせた CdSe(Te)-As₂Se₃ 構造のターゲットがつくられた¹⁷⁾。暗電流は 1 インチ管で 2 nA 位、 γ は白色光、赤色光でほぼ 1 に近く、緑と青色光で約 0.9 である。量子効率は可視域で 0.8~0.9、伸長した近赤外域で 0.9~0.95 と高く、2,856 K の白色光感度は通常のカルニコンの 2 倍位ある。

(4) サチコン

開発初期の膜は As, Te の分布を再検討することで改良され、焼付がいっそう少なくなった。サチコン膜の詳細な動作機構は非晶質材料のため、解明しつくされていないが、その電子構造について適当なモデルを仮定して解析を行い、サチコン特性のかかなりの部分が、バンド的な振舞をするキャリアーによって支配されていると考えて説明できることがわかった¹⁸⁾。また、単管式カラーカメラに用いた場合の Sb₂S₃ 膜との比較報告もある¹⁹⁾。

なお最近、容量性残像をいっそう少なくするため、膜厚を 4 μ m から 6 μ m 位に増した 2/3 インチ管、1 インチ管も製品化されており、これらの管ではターゲット電圧が、従来の 50 V から 65 V に上げられている⁴⁾。

(5) ニュービコン

初期の膜は暗電流が、2/3 インチ管、25°C で 5 nA と多かったが、ZnSe 層に続く狭い禁止帯の Zn_xCd_{1-x}Te (In) 層が、暗電流発生源のひとつであることをつきとめ、その厚さや成分比を検討することで、1.5 nA に減らした²⁰⁾。また電子ビーム走査側につける無定形阻止層も暗電流を抑え、残像の低減に効果のあることが確かめられた²¹⁾。

近赤外増感形も製品化されているが、これはターゲッ

図1 グロー放電法でつくったアモルファスシリコンターゲットの構造

ト構造は変えず、CdTe 量を約 30% 増すとともに、In が中心となる増感センターを増すことで、可視域から約 940 nm の近赤外まで感度をもたせている²²⁾。この他、光入射側にある ZnSe 層を ZnS と CdS の固溶体に変更し、青感度を 25% 高めた管も製品化されていたが²³⁾、最近のカタログからは除かれている。また、単管式カラーカメラ用に開発されたニューコスビコンの光導電膜は、カラー用として過剰な長波長感度を削減し、低暗電流化してある²⁴⁾。

(6) シリコンビジコン

シリコンビジコンは、フィールドメッシュから発生する軟X線のために暗電流増加によるラスター焼付きを生じ、短寿命であったが、メサ形ターゲットの走査側に蒸着する抵抗膜に PbO を選ぶことで、メッシュ電圧 500 V、10,000 時間における暗電流増加 2 nA 以下と大幅に改善された²⁵⁾。

また、PbO 抵抗膜をつけた条件で、プレーナ形ターゲットとメサ形ターゲットを比較すると、後者は暗電流の増加が少なく、ビームランディング特性も優れ、解像度が高く、残像も少ない²⁶⁾²⁷⁾。

(7) アモルファスシリコンターゲット

SiH₄ をグロー放電で分解してつくる方法⁸⁾と SiH₄ の水素雰囲気中での反応性スパッタリングでつくる方法⁹⁾とが研究されており、共に阻止形ターゲットになるよう

図2 分光感度特性 (図1, タイプIのターゲット)

図3 スパッタリング法でつくったアモルファスシリコンターゲットの構造

図4 入射光子数で規格化した分光感度（図3のターゲット）

工夫している。前者で試作されたターゲットの構造、分光感度をそれぞれ図1、図2に示す。

光入射側の n 影層には燐をドーパしたタイプIと、Siの一部をN（窒素）で置換したタイプIIが試みられているが、タイプIIの分光感度は図2のタイプIの中で青感度のもっとも高い曲線に近い。3フィールド後の残像値は、2/3インチ管について信号電流 $0.2\mu\text{A}$ 、バイアスライト 5nA で約5%が得られている。

後者で試作されたターゲットの構造、分光感度をそれぞれ図3、図4に示す。残像は、バイアスライトなしで他は上と同じ条件で約9%であった。

3. 電子ビーム

3.1 電子ビーム系全般に関係するもの

電子ビーム径を決めるさまざまな要因を整理し、数表を多くとり入れて、ビーム径の限界を論じた報告²⁸⁾、ビジコン電極系で直接ビームスポットの電流密度分布を測定し、さらにクロスオーバー付近の状態を調べた研究²⁹⁾³⁰⁾、NEA 冷陰極を用いた場合に特有の撮像管電子レンズ系について解析し、ボンディングワイヤの影響なども含めて検討したもの³¹⁾、あるいは電極系製作技術の一端を紹介したもの³²⁾などがある。

3.2 電子銃

第1グリッドをカソードに対して正電位で動作させる層流形あるいは、準層流形電子銃はダイオードガンとも呼ばれ、最近とくに注目されてきた。この電子銃では電荷密度の上がるクロスオーバー点をもたないので、カソードから出た電子は途中で相互に干渉することが比較的少なく、ターゲットへ到達するときの速度分布も余り広がらない。そのため容量性残像の低減に効果があり、解像度を上げ、しかも残像を低くおさえるのに有利である¹¹⁾³³⁾。これについては本誌でも解説されているので²⁾、ここでは省略し、カソードに重点をおくこととするが、他に電子銃関係では、ACT ガン付プランビコンの解像度が改善され、1インチ管と30ミリ管で製品化された³⁴⁾。

(1) 熱陰極

酸化物陰極について、その寿命は酸化物層とその直下にある基体合金中の還元剤との相互反応によってきまり、基体金属にNi-4% W-Mgを用いたものよりもNi-Ba-Mgを用いた方が長寿命であること、速動形カソードについても、Ni-Ba-Mg形は30,000時間近く経過して、90~98%のエミッションを保持し、優れていることなどが確かめられた³⁵⁾。

含浸形カソードは高電流密度が得られ、寸法精度が高くつくれるなどの特長のために、高精細度用などにも使用されているが³³⁾、含浸材料を焼成するとき、炭酸ガスを含む雰囲気で行うと、完全溶融し、水分に対しても安定で良好な電子放射特性を示す³⁶⁾。

含浸形カソードでは、良質のカソード素材を製作することと同時に、適切な前処理技術および排気技術が重要であり、これらのプロセスや各種のガスによる被毒特性について調べられた。被毒を受け易いガスは H_2O 、 O_2 、Air、 SO_2 などであり、比較的被毒されにくいガスはCO、 CH_4 、 N_2 、Ar、 H_2 である³⁷⁾。

(2) NEA 冷陰極

撮像管に適用することをひとつの目的として研究が続けられ、最近GaP-GaAlP異種接合形およびGaP形について、かなり進んだ結果が得られている。前者の構造

図5 GaP-GaAlP 異種接合冷陰極の構造

図6 GaP-GaAlP 冷陰極のエミッション特性例 (E_c はコレクタ電位)

を図5に示す。この構造の冷陰極から得られたエミッション電流特性を図6に示す。図では2つの代表例が示されているが、diode-II ではバイアス電流2mA で $22\mu\text{A}$ という、高いエミッション効率が得られている³⁸⁾。

また、この異種接合形をCs, Sb, O_2 あるいはCs, Ag, O_2 で活性化するという新しい手段によって、0.1A 程度のエミッションを、6,000時間以上にわたって保持することができた³⁹⁾。これらの実験は $10^{-10} \sim 10^{-11} \text{ mmHg}$ 程度の超高真空中に排気した管で行われている。

GaP 形では、これを用いて層流形電子銃を作り、非晶質セレンおよびサチコンのターゲットで撮像管としての特性が調べられた。電子放射面は直径 $50\mu\text{m}$ の円形で、ターゲット上でビーム温度 600K、限界解像度 800TV 本が得られている。この実験は 10^{-7} Pa ($\approx 0.75 \times 10^{-9} \text{ mmHg}$) 以下の高真空中で行われた⁴⁰⁾。

3.3 集束偏向系

(1) 磁界集束磁界偏向形 (MM 形)

3管式カラーカメラやモノクロ用では、なお主流として多く用いられており、前者では特に小形化のため、全長を85mmに短縮した2/3インチ管もある⁴¹⁾。また、高解像度化のため、2ループ集束方式や2ループでしかも G_3 電極を2分割し、パイポテンシャルレンズを形成した複合集束方式が提案され、1インチビジコンで限界解像度 1,600TV 本を得ている⁴²⁾⁴³⁾。

変わったところでは、宇宙用などに集束コイルアセンブリーの軽量化と消費電力の削減をねらって、SmCo のような永久磁石を使用する研究が進んでいる⁴⁴⁾。

(2) 電界集束磁界偏向形 (SM 形)

単管式カラーカメラ用は、軽量化と低消費電力化のため、ほとんどがSM形になっているが、良質の画を得る

ために高い解像力とその周辺までの一様性が特に厳しく要求される。そこで、解像力を高めるためメッシュ電圧を1,500V前後に上げて使っているが、周辺解像度の低下を防ぐために、電子ビーム発散角を小さくする補助電極を設け、電界集束部を5極構造とした例や⁴⁵⁾、偏向収差を解析して、静電レンズ長を従来管より10%増し、偏向磁界の中心と静電レンズの中心との距離を従来管の3倍強に拡大した例などがある⁴⁶⁾。

(3) 磁界集束電界偏向形 (MS 形)

理想的な一様電磁界中でこの集束偏向が行われたとすると、集束面は平面となり、収差を生じない。また、管軸方向に放射された電子ビームは集束面でも垂直にランディングするなどの本質的には優れた方式である。さらに小形軽量、低消費電力の特長もあって、画質のいっそうの高度化とともに注目されてきている。

GE で15年位前に研究され、実用化されているが⁴⁷⁾、我が国でもこれに対する軌道解析が行われ、実際の撮像管のように電磁界が一樣でない場合を、定性的な分析を含めて解析し、ランディングエラーを補正し、縮小投影が可能なることを見出した⁴⁸⁾。

現在、単管式カラーカメラに一部で実用化されている⁴⁹⁾。また、ピラス形の層流形電子銃との組合せ実験も行われている⁵⁰⁾。

(4) 電界集束電界偏向形 (SS 形)

直交させた2組の平板形電極系によって、それぞれ水平と垂直方向の集束を順次行い、同時に各方向の偏向をも行わせる方式が、H. G. Lubyszynski らによって発表されていたが⁵¹⁾、これを見直す実験が日本で行われ、かなり良い結果が得られている。

1対の平行平板電極をメッシュ電極で置き換え、全長を短縮した試作実験や⁵²⁾、さらにこのメッシュ電極をスリット構造に置き換える実験が行われた⁵³⁾。SS形はコイルアセンブリーが不要で、ランダムアクセススキャンの可能性もあり、これらの特長は今後、活かされるかも知れない。

また、単管式カラー用でとくに問題となる水平偏向直線性の垂直方向との相関をMM形、SM形、SS形について調べ、SS形で電極組立精度を上げた場合が最適との報告もある⁵⁴⁾。

3.4 ビームランディング

低速度ビームがターゲットを走査していくとき、ターゲットへの吸収のされ方を微細に考えると、ビーム断面の前縁は電位の高い部分に最初に接するので吸収が大きく、後縁では少なくなる。したがって、ビーム断面は円形でも、実効的に働く部分は、たとえば三日月形などに変形し、解像力には異質性が生じる。

この現象は古くから指摘されていたが、最近、近似的な仮定の下に精力的な解析が行われ、ビームの電流密度分布、ターゲットの蓄積容量、ビーム温度、信号電流、ビーム電流、ビーム集束角、走査線数、インターレース比などに関連して、いろいろ興味ある結果が得られている^{55)~58)}。また、シリコンターゲット特有の条件で1次元モデルをたてビームはガウス分布形と仮定した解析も行われている⁵⁹⁾。

解像度の測定は古くて新しい問題であり、使用するテストパターンの種類、管の各種の調整条件、信号増幅系の周波数特性、レンズなどの光学系の特性、画面中の位置などに関係し、単に400 TV本の振幅変調度が何%という数値だけでは判断しにくい問題を含んでいる。

これについて、測定に用いる縞パターンの走査線に対する角度が7種類あるテストチャート(RCA P-300)を作成し、解像力の異方性を含めて評価する方法が提案されており、実際の管について興味ある測定結果が得られている⁶⁰⁾。

一般に、走査方向と直交する垂直縞パターンで測定した方が、斜め縞パターンよりも大きい振幅変調度が得られるが、斜め縞でも、右下がりや左下がりで異なることが多い。一方を最良条件に調整すると、他方がひどく劣化することもおこるので、両者が同じ振幅変調度になるような、バランスのとれた条件を求めて測定すべきであるとの思想から、RCA P-200のテストチャートがつけられた⁶¹⁾。

容量性残像との関係については、すでに吉永をはじめ多くの解析があるが、最近、実測により求められるビームアクセプタンス曲線から残像を計算できるようになり、細部の解明がいっそう進んだ^{58) 62)}。また、回路的に容量性残像を改善する方法として、出力信号をカソードにうまくフィードバックして、入射光の有無による(走査直後の)面電位平衡点の差をなくし、残像の消滅を図る試みも行われているが、まだ実用化には至っていない^{63) 64)}。

残像測定については、マイコンを導入して精度の向上と省力化を図った報告⁶⁵⁾や、可変波長光パルス光源での測定報告がある⁶⁶⁾。

この他、高速度ビーム走査方式の特長を見直す解析と実験も行われている⁶⁷⁾。

4. 色分離フィルター内蔵形撮像管

20年以上にわたって、単管式や2管式カラーカメラの研究開発は続けられてきたが、本格的な量産が軌道にのり出したのは、ここ2~3年であり、それにともなって最近の画質は全般的にかなり良くなってきた。本誌に色

フィルター技術を含め、現在使われている各種の単管式カラーカメラについて、進歩の苦心の跡が解説されたばかりであるので³⁾、ここでは重複する記述を避け、ごく最近の動きに重点をおくこととする。

3年位前までは1インチ管が多かったが、現在はほとんどが2/3インチ管になっている。光導電膜には Sb_2S_3 を使用し、有機質の色フィルターを内蔵した管が圧倒的に多いが、サチコン膜を使用した管もかなり増加して、月産5桁の数(単一搬送波周波数分離方式・色搬送波周波数3.6 MHz・SM形、その他)になってきている。

またニュービコン膜の構造をカラー用に少し変え(前述)、無機質のダイクロックフィルターを内蔵した管も製品化された⁶⁸⁾。単一搬送波周波数分離方式・SM形で、色搬送波周波数は1インチ管が3.8 MHz、2/3インチ管が3.58 MHzである。

1/2インチ管はまだ製品化されていないが、VTR一体形カメラ用としての提案がなされており⁶⁹⁾、これに関連して、単一搬送波周波数分離方式で、色搬送波周波数が2/3インチ管と同等以上の1/2インチ管も試作されているとのことである。

3電極形では、赤緑青のストライプフィルターに合わせてネサ電極を分割し、同色どうしを接続するために立体配線を必要とするなど、より高度の製作技術が要るが⁷⁰⁾、業務用としての限界解像度450 TV本の3電極サチコン⁷¹⁾の他に、家庭用として面板付近の径だけを28.7 mmに広げた2/3インチSM形3電極ビジコン(走査面積 $7.2 \times 9.6 \text{ mm}^2$ 、全長114 mm max.)も製品化され、限界解像度は270 TV本に改良されている。

3電極形では出力浮遊容量が増すので、SN比の改善に工夫がこらされているが、メッシュ電極からも信号を取り出し、これを電極からの信号に加えることでSN比が若干改善されとの研究もある⁷²⁾。

位相分離形では Sb_2S_3 膜の他に⁴⁹⁾、2/3インチサチコンのMS形で、色搬送波周波数4.5 MHz、水平解像度300 TV本のカメラが商品化されているが、この他同系統の管で、色搬送波周波数6 MHz、水平解像度410 TV本のカメラも発表されている⁷³⁾。この管では色フィルターのピッチは赤緑青1組で $27 \mu\text{m}$ 、1色あたり $9 \mu\text{m}$ と細くなっている。

5. 特殊用途の撮像管

5.1 高精細度用

NHKで進められている走査線数1,000本以上の高精細度テレビジョンの研究の一環として、2インチリターンビームサチコンや1インチ高品位テレビ用サチコンが開発された。数十MHz以上の帯域になると、直接ター

ゲット電極から信号を取り出すよりも、イメージオルシコンのように信号成分を含むリターンビームを管内で2次電子増倍し、大きい出力として取り出す方がSN比が改善される。

そこでリターンビーム形の2インチサチコンが開発されたが⁷⁴⁾、これを2,125本の走査線で動作させ、高解像度の白黒CRTに表示すると、見なれたテレビの画とはかなり異質の、きめの細かい、きれいな写真を見ているような画面が得られる。しかし、この管はターゲットの蓄積容量が7,000pF位あり、そのため残像が多く、動きの多い普通の被写体には使用できない。

そこで、1,125本の高精細度テレビ用に充分な解像力をもち、しかも残像の少ない撮像管が開発された³³⁾。これは1,600TV本以上の解像度をもつ1インチサチコンで、含浸形カソードを使用し、G1の径が15 μ m以下の特殊なダイオードガンを用いて、ビーム温度を1,700Kに下げている。そのため、バイアスライトなしの条件でも、3フィールド後の残像値は1% (信号電流0.5 μ A)以下になっている。

中央部における振幅変調度は右下りの斜め縞チャートで、1,000TV本において33% (レンズの振幅変調度72%を含んだ値で、信号電流0.5 μ A、3倍のビームセット)である。

また、高解像度システム用にダイオードガンの30ミリプランビコンもつくられており、5MHzにおける中央部の振幅変調度は、EIAJ B₂チャート (垂直縞)を使用し、 $V_{G4}=675V$ 、 $V_{G3}=300V$ 、ビーム電流0.6 μ A、信号電流0.3 μ Aで、約75%になっている。

5.2 超高感度用

近接集束形SECビジコンについては10年位前、プロキシコンの商品名でFernsehとWestinghouseが共同開発しているが、技術的問題がいろいろ残され、その後も解決の努力が続けられていた。最近の状況ははっきりしていないが、我が国でマルチアルカリ光電面によって、高感度で寿命の長い近接形を製作する技術が開発されるとともに、過大な入射光に対し安定で丈夫なMgOターゲットや、さらにこの特長の上にいっそうの画質改善を行ったMgF₂ターゲットの開発、抑制メッシュの除去によるSN比の改善などの成果が得られた⁷⁵⁾⁷⁶⁾。通常の10倍以上の高感度で、かなりの画質が期待できる。

また、この近接形光電面の製作技術を用いて、近接集束形イメージインテンシファイヤー (I.I.)が開発された⁷⁷⁾⁷⁸⁾。この近接I.I.形とファイバープレート付サチコンを結合したカラーカメラの実験も行われ、標準カメラの15~20倍の感度が得られている⁷⁵⁾。この他、超高感度監視用として、I.I.と直接結合できるファイバープ

レート付ニュービコンが製品化されている⁷⁹⁾。

イメージ管のターゲット部にCCDのイメージセンサーを組み込み、これに光電面からの光電子をフォーカスさせる条件で数kV以上の速度で射突させ、高い利得を得るようにした超高感度撮像管SIT/CCDが開発された。光電子の加速電圧を4~12kV位に変化させることで感度を調節でき、SIT (Silicon-Intensifier Target) 管と同様、最大2,000倍位の電子増倍ができる。しかし、SIT管と異なり、残像がなく、ブルーミングも少ないとのことである。水平限界解像度240TV本、垂直限界解像度480TV本である⁸⁰⁾。

マイクロチャンネルプレートを組み込んだ近接集束形I.I.をCID (Charge-Injection-Device) イメージセンサーとファイバープレートで結合したIntensified CIDカメラも製品化されている。光電面は可視域 (S-20) 以外に真空紫外 (CsI/MgF₂) から近赤外 (S-1) までいろいろと選択でき、フェースプレートの最大入力照度は $0.5 \times 10^{-4} \text{fc}$ の超高感度である⁸¹⁾。

5.3 不可視光用、その他

人工衛星からのオーロラ観測を目的として、真空紫外域にのみ高い感度をもつ撮像蓄積管が開発された。MgF₂の面板とKBr光電面を用い、マイクロチャンネルプレート (MCP) を2枚組み込むことで最大 10^5 倍位の利得を得ている。MCPの入力側表面に直接光電面を蒸着して、イメージ部分を不要とし、走査側は電界集束電界偏向形として、小形軽量化を図っている。全長160mm、外径は光電面側41mm、走査側25.4mmで、解像度200TV本が得られている⁸²⁾。

紫外線用としては、この他に電界集束形イメージ管の試作報告がある。ファイバープレートを入力側に使用できないので、石英の平板上に光電面を形成し、近接メッシュで光電子を加速する方法で周辺解像度を上げている。光電面、螢光面は共に16mm ϕ で、MCPを用いない時の限界解像度は4,000 $\text{\AA}$ の単色光で測って、中心55lp/mm、周辺30lp/mmである⁸³⁾。

焦電形赤外線ビジコンについては、DTGS*を焦電材料とし、解像力を上げるため、これを図7に示すようにイオンビームエッチングで細かく分割した構造のターゲットが発表され、図8のような結果を得ている⁸⁴⁾。

この他、信号の読出しに関するものとして、高真空中に封じた管でバイアス電流を得る方法が提案されている。これは、焦電材料PVF₂ (polyvinylidene fluoride) ターゲットの走査側に微細なストライプ電極あるいは細か

* DTGS: deuterated triglycine sulphate の略称で、TGS 中の一部の水素を重水素で置換し、キュリー温度を (49°C から) 61°C 上げ、焦電係数も向上させた材料。

図 7 モザイク状ターゲットの部分拡大図

図 8 モザイク状ターゲットと一様構造ターゲットの最小分解温度の比較

いモザイク電極を蒸着し、その上を適度の抵抗値をもつ高抵抗膜で覆ったものである⁸⁵⁾。

この他、 PVF_2 形でガス封入管を含め、電子ビーム系について検討した報告⁸⁶⁾や焦電形ビジコンの出力画像を見易くするための信号処理についての報告がある⁸⁷⁾。

X線用ではその PbO ターゲット膜の構造と暗電流、降伏電圧、残像などとの関係が調べられた⁸⁸⁾。光導電形の不可視光ビジコンとしては赤外線用、紫外～可視光用、X線用が国内でも製品化されているが⁸⁹⁾、この他、特殊用途にイメージディセクターもつくられており、MM 形 (26mm ϕ , 38mm ϕ , 75mm ϕ)、SS (38mm ϕ) 形がある⁸⁹⁾。

6. む す び

ここ5年位の動きの中から、とくに新しいところに重点を置いてまとめた。この分野でも我が国は量質共にトップレベルにあって活況を呈している。したがって、本文の内容も国内のものが多く、海外の状況については調査の行き届いていない面もあるかと思う。終りに本文作成にあたり、最新情報を寄せられた多くの諸兄に深謝する。

(昭和56年5月11日受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) 二宮：撮像管における新技術の展開，テレビ大全，S-5 (1980) 433
- 2) 小楠：ダイオードガン方式撮像管，テレビ誌，34，8 (1980) 726-730
- 3) 小特集 小形カラーカメラ，テレビ誌，35，3 (1981)

176-199

- 4) 形名 H9366 (2/3インチ)，H9369 (1インチ)，日立カタログ (1980)
- 5) 形名 XQ 3427，松下電子 (1981)
- 6) 坂井：低出力容量化ビジコンと前置増幅器，テレビ誌，29，8 (1975) 648-652
- 7) 和久井：サチコンと小形カラーカメラへの応用，NHK技研月報，19，10 (1976) 378-384
- 8) I. Shimizu, S. Oda, K. Saito, H. Tomita, E. Inoue: Studies on Primary Photocurrent of a-Si: H Using Xerographic and Vidicon Technique, Conf. Tetrahed. Bond. Amorph. Semicond., Arizona (1981)
- 9) 今村，阿高，高崎，草野，石岡，平井，丸山：アモルファスシリコンを用いた撮像管，信学技報，ED 80-62 (1980)
- 10) 野々部，大久保，原田，梶山，市川：フレアー防止ビジコンの特性，テレビ大全，2-9 (1977)
- 11) 荒木，永山：ダイオードガンプランビジコン，テレビ技報，3，17，ED-461 (1979)
- 12) 梶山，島，星山，門田：酸化鉛ターゲットビジコン“ユービコン” LD 6024，日電技報，120 (1977) 104
- 13) 星山，門田，嶋，梶山： PbO ビジコンの解像度の改善，テレビ大全，2-8 (1977)
- 14) 遠藤，山本，岩沢，吉田：カルニコンの信号保持特性，テレビ大全，3-6 (1976)
- 15) 吉田，林元，長栄：カルニコンの立ち上がり残像の改善，テレビ大全，2-9 (1978)
- 16) 真鍋，吉田，林元，長栄：カルニコンターゲットの膜構造の改造，テレビ大全，2-7 (1977)
- 17) 真鍋，吉野，長栄，林元，吉田：赤外増感カルニコンの試作，テレビ大全，2-8 (1978)
- 18) 宇田，丸山，坪井，山田，後藤：非晶質カルコゲナイド系撮像管の動作解析，テレビ大全，3-11 (1976)
- 19) 飯田，藤田，市川：単管撮像管における三硫化アンチモン膜とサチコン膜の比較，テレビ大全，2-10 (1978)
- 20) 藤原，倉本，近村，深井：高感度撮像管“ニュービコン”の暗電流，テレビ大全，3-12 (1976)
- 21) 藤原，近村，倉本，深井：ニュービコン膜のブロッキング効果，テレビ大全，2-6 (1977)
- 22) 板垣，山本，藤原：近赤外増感型ニュービコン，テレビ学会電子装置研資，ED-303 (1976)
- 23) 倉本，藤原，柴田，深井，山本，板垣：ニュービコンの青感度向上，テレビ学会技報，1，6，ED-357 (1977)
- 24) 形名 S 4121 (1インチ)，S 4131 (2/3インチ)，松下電子 (1981)
- 25) 藤，河野：シリコンビジコンの軟X線損傷とその防止，信学技報，ED 75-84 (1976)
- 26) 花岡：新型シリコンビジコンの低照度特性，日電技報，116 (1977) 64
- 27) 花岡，高崎，村山：シリコンビジコンのビームランディング特性，信学技報，ED 76-27 (1976)
- 28) 小楠：電子ビーム径の限界とその要因，テレビ学会電子装置研資，ED-316 (1977)
- 29) 作左部，井上，木内：ビジコンの電子ビームスポットの直接測定，テレビ学会電子装置研資，ED-238 (1975)
- 30) 木内，作左部：ビジコンの電子ビームの直接測定Ⅱ，テレビ学会電子装置研資，ED-300 (1976)
- 31) 本多，畑中，安藤：NEA 冷陰極を用いた撮像管電子レンズの解析，テレビ大全，3-3 (1980)
- 32) 岡崎，奥出，倉重，小楠，朝比奈：精密微細加工，組み立て技術の撮像管への適用とその動向，テレビ学会技報，4，43，ED-561 (1981)
- 33) 磯崎，熊田，奥出，小楠，後藤：高品位TV用1インチ

- サチコン, テレビ学会技報, **3**, 4, ED-447 (1979)
- 34) 永山: 高解像度 ACT “プランビコン”, National Tech. Rep., **25**, 2 (1979)
- 35) 寺島, 梶原, 植野: Ni-Ba-Mg 基合金によるカソードの特性, テレビ学会技報, **3**, 11, ED-452 (1979)
- 36) 柴田, 木村, 桜井: 含浸形カソードの概要と特性改良について, テレビ学会技報, **3**, 11, ED-453 (1979)
- 37) 樋口, 小林, 設楽: バリウム含浸型陰極の排気特性とガス被毒特性, テレビ学会技報, **3**, 11, ED-454 (1979)
- 38) H. Kan, T. Nakamura, H. Katsuno, M. Hagino, T. Sukegawa: New Structure GaP-GaAlP Heterojunction Cold Cathode, IEEE Trans., **ED-26**, 11 (1979) 1759-1766
- 39) H. Kan, T. Nakamura, H. Katsuno, M. Hagino, T. Sukegawa: New activation methods for long-life and highly stable GaP-GaAlP heterojunction cold cathodes, J. Appl. Phys., **51**, 6 (1980) 3404-3408
- 40) Y. Hatanaka, T. Kawai, T. Sukegawa, T. Ando, R. Nishida: A Camera Tube with NEA Cold Cathode, IEEE Trans., **ED-28**, 1 (1981) 72-76
- 41) 境, 滝川, 岩崎: 短縮形撮像管による小形ハンディカメラ, テレビ全大, 4-16 (1979)
- 42) 作左部, 木内: 1 インチビジコンの 2 ループ集束方式, テレビ学会技報, **3**, 30, ED-466 (1979)
- 43) 昆, 作左部, 木内: 1 インチビジコンの 2 ループ CMF 集束方式, テレビ全大, 3-5 (1980)
- 44) C. I. Coleman, W. A. Delamere, et al: Recent Developments in Permanent Magnet Focusing Assemblies for Image Intensifiers and Camera Tubes, Advances in Electronics and Electron Physics, **52** (1979) 89-99
- 45) 長原, 天野, 池村, 石橋, 渡辺, 渡辺: 家庭用カラーカメラ, テレビ誌, **35**, 3 (1981) 184
- 46) 丸山, 福島: 静電集束・電磁偏向形撮像管の偏向収差解析, 信学技報, ED 80-45 (1980)
- 47) K. Schlesinger, R. A. Wagner: A Mixed-Field Type Vidicon, IEEE Trans., **ED-14**, 3 (1967) 163-170
- 48) 嶋崎, 難波, 田川, 沢井, 窪田: 電磁集束・静電偏向型ビジコンの軌道解析, テレビ学会電子装置研資, ED-320 (1977)
- 49) 窪田, 嶋崎: トリニコンカラーカメラ, テレビ学会技報, **2**, 24, ED-422 (1979)
- 50) 倉重: 層流形電子銃の MS 形撮像管への適用, テレビ学会技報, **4**, 27, ED-536 (1980)
- 51) H. G. Lubszynski, et al: New all-electrostatic vidicon, Proc. IEE, **116**, 3 (1969) 339-347
- 52) 西田, 加藤: 新しい集束偏向系を用いた全静電型ビジコンの試作, 静大電子工学研報, **8**, 2 (1973) 47-52
- 53) 渡辺, 永井, 杉淵: ビジコン用静電型電子銃, 信学技報, ED 76-110 (1977)
- 54) 富井: 撮像管における水平偏向直線性の垂直相関, テレビ全大, 3-1 (1978)
- 55) 倉重: 低速度ビームランディングにおけるセルフシャープニング効果 (第 2 報), テレビ学会技報, **2**, 15, ED-398 (1978)
- 56) 倉重: 低速度ビームランディングにおけるセルフシャープニング効果 (第 4 報), テレビ学会技報, **3**, 4, ED-446 (1979)
- 57) 倉重: 低速度ビームランディングにおけるシャープニング効果 (第 5 報), 信学技報, ED 80-46 (1980)
- 58) 畑中, 青山, 安藤: 撮像管ビーム系と解像度および残像, 信学技報, ED 80-119 (1980)
- 59) W. V. McCollough: A Model for Signal Generation in Silicon Target Camera Tube, Advances in Electronics and Electron Physics, **52** (1979) 63-73
- 60) L. D. Miller: A New Method of Specifying the Resolving Power of Television Camera Tubes Using the RCA P-300 Test Chart, SMPTE J., **89** (1980) 249-256
- 61) R. G. Neuhauser: Measuring Camera-Tube Resolution with the RCA P 200 Test Chart, RCA 資料 (1979)
- 62) 倉重: 撮像管電子ビーム系と容量性残像との因果関係, NHK 技術研究, **30**, 2 (1978) 45-57
- 63) 谷岡: フィードバック法による撮像管の残像改善効果, 第 29 回 NHK 四国管内技報会予 (1976) 28-29
- 64) 倉重: フィードバック法による撮像管容量性残像改善の電子ビーム光学的検討, テレビ学会技報, **1**, 6, ED-351 (1977)
- 65) 高木, 清水, 山下: マイクロコンピュータを導入した撮像管用残像測定器の開発, テレビ学会技報, **3**, 4, ED-448 (1979)
- 66) 首藤, 小堀, 児玉, 増田, 高橋, 宮地: 可変波長光パルス光源による残像測定の検討, テレビ全大, 3-1 (1980)
- 67) 竹才: 高速度ビーム走査による光導電形撮像管, テレビ学会技報, **2**, 3, ED-388 (1978)
- 68) 藤原, 田中, 矢野, 青木, 児玉, 関口: 新構造ストライプフィルターを用いた単管カラー撮像管, テレビ学会技報, **4**, 43, ED-562 (1981)
- 69) 電波新聞 (昭 56. 2. 12)
- 70) 笹野, 中野, 松丸, 筒井, 西村, 長原: 3 電極方式単管カラーカメラ用ビジコン, テレビ誌, **29**, 6 (1975) 485-490
- 71) 長原, 天野, 池村, 石橋, 渡辺, 渡辺: 家庭用カラーカメラ, テレビ誌, **35**, 3 (1981) 190-192
- 72) 高橋, 長原: 3 電極管のメッシュ電極からの信号検出, テレビ全大, 3-2 (1978)
- 73) Y. Kubota, T. Kakizaki: An ENG Colour Camera Using Single Pick-up Tube, International Broadcasting Convention Report (1980)
- 74) Y. Isozaki: The 2-In Return-Beam Saticon, SMPTE J., **87**, 8 (1978) 489-493
- 75) 河村: 近接集束形 SEC ビジコン, NHK 技術研究, **32**, 2 (1980) 45-73
- 76) T. Kawamura, S. Okude, S. Okazaki, H. Washida, K. Yano: Proximity Focused SEC Vidicon with Porous MgF₂-Ag Target, Advances in Electronics and Electron Physics, **52** (1979) 51-61
- 77) 柳沢, 河村: 近接形イメージンテンシファイヤの開発とその応用, テレビ学会技報, **3**, 44, ED-488 (1980)
- 78) 形名 E 5801, E 5801(B), 東芝カタログ (1980)
- 79) 山本: ファイバプレート付 “ニュービコン”, National Tech. Report, **25**, 2 (1979) 298-308
- 80) 形名 C 21205, RCA カタログ (1979)
- 81) 形名 F 4546, ITT カタログ (1979)
- 82) 鈴木, 木下, 中山, 金田, 丹羽: 真空紫外線用撮像蓄積管, テレビ誌, **33**, 2 (1979) 114-119
- 83) 木下, 加藤, 鈴木: 紫外線用イメージ管, テレビ全大, 3-8 (1980)
- 84) P. J. Pool, D. J. Pedder: A Pyroelectric Vidicon with Reticulated Target, Advances in Electronics and Electron Physics, **52** (1979) 23-30
- 85) 岡本, 畑中, 安藤, 西田: 高真空動作用焦電型ターゲットの構造, テレビ全大, 2-2 (1978)
- 86) 岡本, 畑中, 青山, 安藤: PVF₂ 焦電ビジコンにおける電子ビーム系の検討, テレビ全大, 3-2 (1980)
- 87) 寺西, 大庭, 高橋, 山香: 焦電ビジコンの信号処理, テレビ学会技報, **4**, 27, ED-535 (1980)
- 88) 河合, 中山, 内山, 野上: X 線ビジコンターゲットの蒸着結晶膜, 電気関係学会東海支部連大予 (1980) 427
- 89) 浜松テレビカタログ
- 90) 形名 BC 4398 B, G, R, RCA 資料 (1981)