最近のブラウン管

東京芝浦電気株式会社 常 田 朝 秀

視覚に直結する電子管として、また慣性を無視しうる計測器として近々 10 年の間に著しい進歩をとげた観測用ブラウン管について設計技術の動向を紹介し、さらにシンクロスコープ用、トランジスタ用、一般オシロ用、超高周波用などに分類概説した。また特殊なものとしてダークトレース管、記録管などの開発現状を紹介したものである。

テレビジョン放送が驚異的な発展をとげた今日、ブラウン管といえはすぐ受像管を連想しがちであるが、受像管以外のブラウン管の発展にも目ざましいものがあり、観測用、工業用、あるいは医学用機器などで重要な役割を果たしつつある。

観測用ブラウン管を例にとっても、10 年前には約 20 V/cm 程度の偏向感度のものが、ほぼ 1/10 の 2~3V/cm に達し、ヘリカル・アノードを応用した波形観測用後段加速形の高記録速度、高感度の性能はシンクロスコープ用としてパルス技術の開発に不可欠のものとなり、さらに超広帯域にわたり確実な動作特性を示す 0~3000 Mc 程度の進行波偏向系も実用化されてきた。

また多要素同時観測を目的とした多素子ブラウン管、トランジスタ・オシロスコープ用の小形低消費電力ブラウン管、あるいはレーダ管においても、多岐にわたる開発が行なわれている。

このほか特殊な方式として直視形蓄積管、ファイバ・オプティクス・ブラウン管、あるいはけい光膜のかわりに金属細線群を管外に引出した記録管などが実用の緒についた。また透明けい光膜、ダークトレース・スクリーンなど材料技術の面でも活発な動きがある。

本文は、いわゆる受像管を除いた上述の各種計測用ブラウン管について、それぞれの機能を解説し、あわせて最近の動向をまとめたものである。なお直視形蓄積管、透明けい光膜、ファイバ・オプティクスについては本誌 6 月“受像管特集”号に最近の動向が解説されているので、本項では省略した。

1. オシロ用ブラウン管

1897 年に Braun 博士によって考案された静電偏向形ブラウン管は、電子幾何光学の発展により一そう改良さ

れ、各種の測定機器の中でも、重要な地位を占めるに至った。その理由は、測定機器として電子ビームの動きを利用しているため慣性をほとんど無視することができるし、かつ光学顕微鏡にも対比すべき時間拡大器の役割を果たしているからである。オシロ用ブラウン管のこの機能は、主として管内に設けられた静電偏向電極の特性によるので、まず偏向系を主とした設計技術を概説し、シンクロスコープ用、トランジスタ・オシロ用など応用面に応じた分類にしたがって、最近の動向を紹介したい。

1.1 設計技術

偏向感度の向上をはかるためには偏向電極間隙を狭くするか、偏向電極長さを増してやればよいわけである。このようにすれば、ある程度感度は向上するが、偏向された電子ビームが途中で偏向電極に突入してしまい、けい光面に現われる波形が欠けてしまう。すなわち有効画面の大きさが減少してしまう場合がある。したがって所定の有効画面を保ちながら感度最大の偏向電極を求める問題は、偏向された電子ビーム軌道にそってこれと相接するような末広がりの曲面形状を決定してやるということになる。

偏向電極の中の電子の運動^{1),2),3)}は第 1 図の記号にしたがって、近似的に下式で表わされる。

第 1 図 偏向電極内の電子軌道説明図

“Recent Development of Cathode Ray Tubes for Oscilloscopes” by Asahide Tsuneta.

$$\left. \begin{aligned} m^{d^2y}/dt^2 &= eE_y \\ m^{d^2z}/dt^2 &= 0, E_y = -V/d \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

加速電圧 V_0 が一定であるとする(1)式は

$$d^2y/dz^2 = -E_y/2V_0E_y \quad (2)$$

ここで偏向電極間隙内の電界強度 E_y は平行平板の場合には z 軸に関して一定であったが、最大感度を与える第2図のような偏向板間隙内では z 軸にそって変化してゆくことになるので、改めて軸上電界強度分布 $E_y(z)$ として表わされる。

従来この $E_y(z)$ は偏向板間隙に反比例するという仮定で取扱われてきていたが、第3図に示すように $E_y(z) = V/\rho \cdot \theta$ として算出した方が、より高感度の偏向系が得られる⁴⁾ことがわかった。

すなわち第2図の記号にしたがって

$$\left. \begin{aligned} E_y(z) &= V/(\rho \cdot \theta) \\ \rho &= (y+g)/(dy/dz) \\ \theta &= \tan^{-1}(dy/dz) \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

これより $E_y(z)$ を算出すると

$$E_y(z) = -V/(y+g) \left\{ 1 + \frac{1}{3} (dy/dz)^2 + \dots \right\} \quad (4)$$

したがって求める最大感度の偏向電極形状は(4)式を(2)式の E_y に代入して

$$d^2y/dz^2 = (V/2V_0) \cdot (1/y+g) \left\{ 1 + \frac{1}{3} (dy/dz)^2 \right\}$$

これを解くと下式が得られる。

$$z = \frac{1}{\sqrt{3}} \int \frac{dy}{\sqrt{\left(\frac{y+g}{g}\right)^{V/3V_0} - 1}} \quad (5)$$

(5)式の数値解の一例が第4図である。同図はたとえば加速電圧 1000 V で、偏向電圧 $V=24$ V のときに最大偏向量を示す電極形状は $V/3V_0=0.008$ となるので、実線 0.008 の曲線がこの偏向板の断面形状を示し、この断面上の任意の点まで偏向されてきた電子ビームの偏向角 $\tan \theta$ は、該点より z 軸に平行にひいた直線が点線で

↑ 第3図 開口平板形偏向電極間隙の電界強度算出説明図

第4図 最大感度を与える偏向電極形状の計算例→

第1表 偏向感度、最大偏向角(有効径)に応じた偏向電極形状の選定基準

V/V_0	θ	偏向系種類
0.03 以下	10° 以下	1 段折曲げまたは多段折曲げ平板系 多段折曲げ平板系
	10° 以上	
0.03~0.05	20° 以下	1 段折曲げ平板系または開口平板系 多段折曲げ平板系
	20° 以上	
0.05~0.1	20° 以下	1 段折曲げ平板系または開口平板系 多段折曲げ平板系
	20° 以上	
0.1 以上	20° 以下	開口平板系または平行平板系 1 段折曲げ平板系または開口平板系
	20° 以上

第2図 最大感度の偏向電極形状説明図

示される曲線 0.008 と交わる位置によって求められるようになっている。実際、管の設計には加工上の難易を考慮して、この曲線を直線近似した多段折曲げ形偏向板が常用されている。

したがって偏向板の形状に平行平板形、先端間隙を拡げた開口平板形、あるいは1段折曲げ、多段折曲げ形などがあり、それぞれの選択は⁴⁾第1表に示すように、要求される偏向感度、最大偏向角に応じて、およその区分がたてられている。

このほか偏向感度の向上には、けい光面を遠ざける方法がある。この場合、加速電圧が低いと電子ビームの相互反撥作用^{5),6)}により輝点がボケてくる。これをさけるために加速電圧を上げると、逆に偏向感度が低下するので好ましくない。かような観点より、加速電圧に応じたけい光面までの距離が限定されてくる。反撥作用を考慮

第5図 集束電圧を変えた場合の電子ビーム半径最小点の軌跡

$V_0=1,500\text{V}$, $I=50 \times 10^{-6}\text{Adc}$, $R_0=0.75\text{mm}$ (1.5mmφ)

$$k = \frac{V_{r0}^2 \cdot V_{z0}^{1/2}}{I} = (0.6 \sim 5.0) \times 10^{20} \text{ 範囲}$$

第6図 各種加速電圧 (V_0) に対する集束電子ビームの最小半径となる点の軌跡

$I=50 \times 10^{-6}\text{Adc}$, $R_0=0.75\text{mm}$ (1.5mmφ), $V_0=\text{Variable}$

して電子ビームの半径が最小となる点を求めたものが第5図である。また、この最小点の軌跡を各種の加速電圧について算出したのが第6図である。この結果、電子銃口よりけい光面までの距離は、加速電圧に応じて第2表のように限定⁴⁾されてしまう。

記録速度に関しては、電子ビーム電流を多量に利用できないので加速電圧の大小が決定的な要因となっている。くり返し 500 c/s の単一パルス基準として目視観測しうる輝線の走査速度と加速電圧の関係を検討した結果⁴⁾は第3表のようになり、要求された記録速度に応じて、採用すべき加速電圧の目安を示している。

このように偏向感度も記録速度も、ともに向上したいという相反する要請を妥協させるために、偏向系を通過した後で改めて再加速する後段加速方式が再吟味され、従来のバンド形後段加速方式では後段加速電界との間に形成される収斂静電レンズのため偏向感度の低下がはなはだしいので、ヘリカル・アノードを応用した後段加速方式^{7),8),9)}が実用化された。さらにメッシュ・レンズを用いて偏向拡大を行なわせるものも、一部実用化されている。

第2表 加速電圧とけい光面距離の限界

第2陽極電圧 (E_{b2})Vdc	Z_m (cm)
500	7 以下
1000	13 "
1500	13 "
2000	24 "
3000	30 "

第3表 加速電圧と記録速度の関係

加速電圧 (Vdc)	記録速度 ($\mu\text{s/cm}$)
2000	10
4000	1
6000	0.1
10000	0.01

第7図 後段加速比 (E_{b3}/E_{b2}) と偏向感度の低下の度合

1.2 シンクロスコープ用ブラウン管¹⁰⁾

超広帯域用のものについては別にふれることにし、パルス測定のためには通常 0～

100Mc ないしは 200Mc 程度までの広帯域増幅器を必要とし、その出力電圧は大きく望めない。したがって高感度のブラウン管が要請される。また走査速度が速いので、記録速度も 0.01 $\mu\text{s/cm}$ 以上が望ましい。

これらの特性を満たすためには、前節の最大感度を与える偏向電極形状設計法などが有効に应用されている。また記録速度を増大させるための後段加速方式は偏向感度の低下が少く、かつ図形ひずみにもすぐれているヘリカル・アノード形¹¹⁾が採用され、最終加速電圧は 10kV 程度になっている。第7図はヘリカル・アノード形と一段バンド形後段加速方式の偏向感度低下度合を比較したものである。けい光膜は高電圧で能率よく、かつ適当な残光性をもった P2 が常用されている。実用管は第4表のように 5 形フェースのものが主で、偏向感度は Y 軸 6 V/cm, X 軸 30 V/cm で 0.01 $\mu\text{s/cm}$ 程度の記録速度がある。

1.3 トランジスタ用ブラウン管

半導体素子の発達に応じて、オシロスコープの取扱いを簡易化するとともに、消費電力の低減をはかるためにトランジスタ化の方向が活発に行なわれている。これに

第4表 シンクロスコープ用ブラウン管の例

名 称	特 性	備 考
T-321P 2	加速電圧 4000V Y軸感度/ 有効径 $\frac{V_{dc}}{cm}$ /38mm X軸感度/ 有効径 $\frac{V_{dc}}{cm}$ /63mm 全 長 346mm	Tr シンクロ用 Deflection Unblanking
75 UB 2	3000V $\frac{V_{dc}}{cm}$ /40mm $\frac{V_{dc}}{cm}$ /57mm 425mm	Tr シンクロ用 ヘリカル後段加速方式
130 HB 1	3000V $\frac{V_{dc}}{cm}$ /100mm $\frac{V_{dc}}{cm}$ /116mm 425mm	一般シンクロ用 一般バンド形後段加速方式
5 BHP 2	10000V $\frac{V_{dc}}{cm}$ /40mm $\frac{V_{dc}}{cm}$ /100mm 464mm	広帯域シンクロ用 ヘリカル後段加速方式
5 CLP 31	10000V $\frac{V_{dc}}{cm}$ /60mm $\frac{V_{dc}}{cm}$ /100mm 508mm	広帯域シンクロ用 偏向増幅方式
T-555	10000V $\frac{V_{dc}}{cm}$ /40mm $\frac{V_{dc}}{cm}$ /100mm 470mm	広帯域2現象シンクロ用 ヘリカル後段加速方式
130 GB 2	8000V $\frac{V_{dc}}{cm}$ /60mm $\frac{V_{dc}}{cm}$ /100mm 500mm	同 上

要する特性としてはヒータ電力の軽減，偏向感度の向上は当然として，さらに比較的低加速電圧で動作することが要請されている。ヒータ電力は従来 6.3 V, 600 mA (3.8 W) のものが主であったが，約 1~1.5 W 形のもものが開発され，けい光面のメタルバック製造技術も加速電圧 2~3000 V 程度を目標として検討されている。管種としては3形フェースを主力としてヘリカル・アノード形後段加速方式が採用されている。

掃引時に輝点を明るくするためのアンブランキング・パルスの印加方法としては，半導体回路との結合を容易にするため負高電圧の第1グリッドへの印加をやめて，電子銃部分に別途に偏向板を組み込み，輝点を掃引しない休止期間中は電子ビームをけい光面外に振り飛ばしたままにして待期させ，掃引の開始とともに輝点がけい光面に現われるようにしたデフレクション・アンブランキング法などを採用したものが開発されている。所要周波数帯域はまだトランジスタ回路の側の制約が大きく 0~5 Mc 程度が主で，25 Mc までのものが試作され始めた程度であり，ブラウン管自体の周波数特性を重要視する段階には至っていない。

1.4 その他のオシロ管

多素子観測用のものもシンクロスコープなどの高級オシロに用いられ始めたので，従来の2要素管 130TB1, 5SP1 などでは偏向感度，記録速度が不十分となり，新たに 130FB1, 130GB2 などが開発され，また国内においても要素の増加をはかる計画が進められ，7YP7など5要素程度のもので国産化される気運にある。この種多要素管では表示輝線の平行度，位相ひずみなどが新

第8図 偏平形オシロ管説明図

(a) 偏向拡大説明図

(b) 静電偏向拡大レンズ基本形

第9図 偏向拡大の方式説明図

たな問題として発生し，偏向電極形状を非対称にしたり，あるいは縁辺を曲折げるなどして特性の向上をはかっている。

管球構造を偏平化する試みも NHK 技研¹²⁾ を主体として進められている。第8図に示すように時間軸方向に相当広い画面を採ることができるものであり，動作としては通常の現象軸 (Y軸) 偏向板で偏向された電子ビームはコリメータ・レンズでその進路が管軸に平行になるように補正され，けい光面の裏側に分割して配置された時間軸 (X軸) 偏向板に導かれる。この分割されたX軸偏向板の電位が順次低くなるにしたがって，電子ビームはけい光面に突入し，ここに輝点を形成し，現象波形が観察されるようになっている。

偏向感度をより一そう向上させるために発散性の静電レンズを，偏向系とけい光面の間に置いて偏向拡大を行なう方式¹³⁾も検討されている。発散性静電レンズをつくるためには第9図のようなメッシュを用いるので，このメッシュの細孔により輝点直径の増大が併発し，偏向の直線性も崩れてくるので偏向拡大率の限界が定められてしまい，通常2~3倍くらいが限度である。

5 CLP 31 は英国において開発されたものであり，最

第5表 けい光膜の種類

名 称	けい光色	残光性	備 考
P 1 (B 1)	緑	普 通	ビーム加速電圧が低い場合には最も能率がよく発光する。一般観測用として最も多く使用されるけい光面である。発光の分光分布特性は視感度に近い。
P 2 (B 2)	青 緑	長い緑	長い残光を有するけい光面で、比較的低いビーム加速電圧から高い加速電圧の範囲にわたって能率がよく、ビーム電流の少ない場合（たとえば単掃引）には発光率はP 1よりすぐれている。
P 7 (B 7)	青	きわめて長い黄	二重層のけい光面で形成され、電子ビームによって第1層が青く発光し（残光性が短い）この光によって第2層が発光し、長い黄色の発光を生ずる。レーダー用けい光面として発達したもので、発光に蓄積作用がある。
P11 (B11)	青	短 い	残光が短く発光波長は写真フィルムの感度に近く、写真撮影用として最も適している。
P16 (B16)	すみれ	きわめて短い	最も残光時間が短く、フライングスポット用ブラウン管に用いられる。
P24 (B24)	青 緑	きわめて短い	残光短く、カラー用フライングスポット用ブラウン管に用いられる。

第 10 図 多段電極形偏向系

第 11 図 並行ら旋偏向系

終加速電圧 10 kV で Y 軸偏向感度は 1.5 V/cm 程度になっている。

一般オシロ管の用途は単に観測用オシロスコープだけでなく、第5表のように目的に応じたけい光膜と組合わせてローレン、方探などの航海計測器、麻酔深度計などのように医療用機器、あるいはエンジン・スコープ、超音波探傷器など、およそ電気信号に変換可能なあらゆる部門の現象観測に本来の特長を発揮している。

2. 超高周波オシロ用ブラウン管^{14) 15) 16)}

1組の偏向電極を相対して配置した偏向系では観測周波数が高くなると、電子がこの偏向系を通過している時間内に偏向板に供給されていた信号電圧が変化してしまい、偏向電

圧と偏向量が比例しなくなり、波形観測の役にたたなくなる。

1932年、Hollman¹⁷⁾がこの関係を解析して以来、高周波特性の向上をはかった種々の試みが行なわれてきたが、1947年、進行波管が発明されるにおよび、これを採用した進行波偏向系が開発され、今日ほぼ実用の域に達した。

通常の平板形偏向系では 200 Mc 程度の信号電圧になると、偏向感度が約 70% 程度に低下してしまう。そこで電子の通過速度に応じて信号電圧が逐次偏向電極上に相応じて進行するような工夫が必要となる。

第10図は多段電極方式で、偏向板の容量と付加した小インダクタンスにより低域周波回路を形成させ、信号の伝搬速度が電子ビームの通過速度と一致するように工夫したものである。この方式では約 1000 Mc くらいまでがやっとなら。

さらに 3000 Mc 程度までのものとしては、前記の多段電極方式における集中定数的遅延回路を、たとえば第11図のようなヘリカル形の分布定数的偏向系によって具体化することが必要となってくる。

これらの進行波形偏向系ブラウン管を動作させるための超広帯域増幅器の製作はきわめて困難であり、信号波形は直接偏向系に印加される場合が多い。したがって、ブラウン管それ自身の偏向感度は相当高くなければならぬが、これもまた際限なく向上させうるものではないので、感度の表示としては分解能的観点より輝点直径を基準にして、この輝点直径だけの量を偏向させるのに必要な電圧を採用する場合が多い。たとえば EG & G 社の KR-3 形は加速電圧 20 kV、スポット直径は 0.05 mm で、Y 軸 0.054 V/スポット直径、X 軸 0.3 V/スポット直径の感度があり、それぞれの偏向系は 100 Ω のヘリカル形で、2000 Mc にて -3 dB の周波数特性をもっている。実際観測は拡大鏡を用いるか、ないしは写真撮影をするわけであるが、像が尖鋭であるため十分実用しうる程度であり、μs 程度のパルス技術には不可欠の測定機器となってくる。

第6表 超高周波オシロ管代表例

名 称	特 性					備 考
	加速電圧	Y 軸感度/有効径	X 軸感度/有効径	限界周波数	特性インピーダンス	
T-581 P2	10 kV	5.1 $\frac{\text{Vdc}}{\text{cm}}$ /40mm	19.5 $\frac{\text{Vdc}}{\text{cm}}$ /100mm	300Mc	900 Ω	Tektronix 社
T-519	24 kV	10 $\frac{\text{Vdc}}{\text{cm}}$ /20mm	50 $\frac{\text{Vdc}}{\text{cm}}$ /60mm	1000Mc	125 Ω 不平衡	Tektronix 社
KR-3	20 kV	55 $\frac{\text{mVdc}}{\text{Trace width}}$ /10mm	0.2 $\frac{\text{Vdc}}{\text{Trace width}}$ /15mm	2000Mc	100 Ω 平 衡	EG & G 社

第6表は商品化された超高周波オシロ管の概略を示したものである。

3. ダークトレース・スクリーン管¹⁸⁾

過渡現象の観測は写真撮影によるか、残光性けい光膜をもったブラウン管が使用されていたが、前者では測定記録に手間取るとか、後者では記録速度があまり速くなく、かつ残光時間も十分でないなどの欠陥があった。これらの不便を補うものとして、数年前より直視形蓄積管、およびダークトレース・スクリーン管が開発されてきた。

直視形蓄積管はけい光面直前にメッシュ電極を設け、この上に記録用電子ビームを用いて電荷パターン像を画かせ、別に設けられた低加速電子ビームがけい光面に到達する度合を、前記の電荷パターンにより制御して画像を再現させる方式のものであり、本誌6月号“特殊用受像管”においても解説されているので省略し、長残光性スクリーン管として実用化されたダークトレース・スクリーン管について、その動向を概説したい。

KClなどの結晶に電子線をあてると、その部分が暗紫色に着色して見えるようになる。これは、電子衝撃によって結晶内に可視光線を吸収する部分が発生したためであって、この着色部分はそのままにしておけば相当長時間、たとえば24時間程度へても見分けられる程度に残っている。

この部分をやや加熱すると着色部分は消失し、再び電子線をあてると着色させることができる。ダークトレース・スクリーン管とはこの着色特性を利用したものであり、通常KCl結晶をマイカ板などの上に蒸着した膜として利用され、P10けい光膜として登録されている。したがって本管の現象波形は発光する部分として画かれるのではなく、外部光によって暗紫色に見える着色波形を観測する方式のものである。メッシュ構造をもった直視形蓄積管などにくらべ安価に供給できる可能性があり、消去速度、記録速度などは直視形蓄積管におよばないが、用途に応じてはかなり重宝なものであり、走査速度10μs/cm以下の蓄積形オシロスコープとして発展するものである。

すでにブラウン管としてはDumont社よりAS-17-20が、またこれを用いたオシロスコープ430形が発表されており、従来の残光性けい光膜P7に代わるものとして注目されている。

4. 記 録 管

ブラウン管を用いた記録方式としては、従来から短波長側の発光色を呈するP11けい光膜をもった普通のオ

第11図 静電印刷管説明図

第12図 Charactron 構造説明図

シロ管と光学系を組合わせたものが用いられていたが、記録速度の向上、機器の簡易化を目標としてファイバ・オプティクス・ブラウン管、静電印刷管¹⁹⁾などが開発されてきた。後者の静電印刷管は電子写真法を利用するものであり、けい光膜のかわりにヘッド・プレートと称する金属性導線を埋込んだフェース・プレートを採用している。このヘッド・プレートには太さ25μφくらいの金属線が0.1mm間隔程度に埋込まれ、管の内外に通ずるように工夫されている。この金属細線に流入した電子ビームは、ヘッド・プレートの外表面に接しながら巻きとられている透電紙上に、信号に応じた電荷像を形成することになる。したがって荷電着色粉末をふりかけ、全体を加熱して電子写真法と同様に画像を得ることができる。第12図はこの操作の説明図である。実用管としてはLittonのPrintapix B3A2などが発表されている。

またキャラクトロン管²⁰⁾などのように、けい光面上に信号に応じて文字、数字などを表示する方式のものもある。第13図は本管の構造説明図であるが、所定の文字、数字を切り抜いた“マトリックス・プレート”と称する金属板が組込まれている。信号に応じて電子ビームはこの文字または数字の1つを通り抜けるようにセレクショ

ン・プレートによって偏向される。ついでリファレンス・プレートにより集束レンズの中央を通り抜けるよう補正され、けい光面上にちょうど焦点を結ぶように集束作用を受ける。このあと偏向ヨークの作用により、けい光面上のどの位置に文字を現わすかが定められる。実用管では口径 1~21 インチまでのものが市販されている。

5. む す び

ブラウン管の応用機器は近々 10 年の間に、きわめて広範囲にわたって開発され、機器の進歩と相まって、その性能も著しく向上してきた。慣性を無視しうる計測器として、また視覚に直結する電子管として、ブラウン管は今後も一そう進歩発展するものと考えられる。

本文は極力その現状と開発の方向を解説したつもりであるが、関係各位の御参考になれば幸いである。

(昭和 38 年 5 月 25 日受付)

[参 考 文 献]

- 1) Hutter, R. G. E. : Electron Beam Deflection, Part 1, Small Angle Deflection Theory, Jour. Appl. Phys., Vol. 18, Aug. (1947), 740-758
- 2) I. G. Maloff and D. W. Epstein : Electron Optics in Television, McGraw-Hill, New York, (1938)
- 3) V. K. Zworkin and others : Electron Optics and Electron Microscope, McGraw-Hill, New York, (1946)
- 5) 常田朝秀 : ブラウン管用静電偏向系, 東芝レビュー, 15, 4(1960. 4), 411
- 5) B. J. Thompson and L. B. Headrick : Spacecharge, Limitation on the Focus of Electron Beams, Proc. IRE, Vol. 28, July (1940), 318-324.
- 6) J. R. Pierce : Theory and Design of Electron Beams, D. Von Nostrand Co. Inc. New York, (1940).
- 7) J. R. Pierce : After Acceleration and Deflection, Proc. IRE, Vol. 29, Jan. (1941), 28-31.
- 8) 小泉喜八郎 : 後段加速電極系について, 昭 34 電気四学会論文集, 865.
- 9) Schleisinger, K. : Progress in the Development of post-Acceleration and Electrostatic Deflection, Proc. IRE, Vol. 44, No. 2, May (1956), 659.
- 10) J. E. Day : Recent Development in the Cathode Ray Oscilloscope, Advances in Electronics, Vol. X, Academic Press INC., New York, (1958), 239-299.
- 11) 常田朝秀 : 後段加速ブラウン管, 東芝レビュー, 14, 12, (1959. 12), 1250.
- 12) 高橋正彦 : 偏平オツシロ管, テレビ誌, 13, 10, (1959. 10) 437.
- 13) D. J. Dolon & Wilfrid F. Niklas : Scan Magnification in TV Picture Tubes, Trans. IRE, Vol. BTR-6 No. 2 July (1960), 20-30.
- 14) 大脇健一, 中村正, 前田晴雄 : 超高周波オツシログラフ, 日刊工業新聞社, 昭和 33 年 3 月.
- 15) S. T. Smith, R. V. Talbot, C. H. Smith : Cathode-Ray Tube for Recording High Speed Transients, IRE, 40 (1952).
- 16) H. Maeda & others : Electron Deflection Systems of traveling Wave Cathode-Ray Tube, Le Vide (1957).
- 17) H. E. Hollman : Die Braunsche Rohre beisehr hoher Frequenzer, HFTEA, 40, (1932)
- 18) W. D. Nottingham : Cathode-Ray Tube Displays, Section 18.11~18.25, p. 664~705, MIT, Radiation Lab. Series, McGraw Hill.
- 19) R. W. Grews P. Rice : The Videograph Tube a new Component for high speed Printing, IRE, Trans. on Electron Devices, Sept. (1961).
- 20) J. T. McNaney : The type CI 9 K charactron tube & its applications to air surveillance systems, IRE Convention Records, Part 5, (1955).

トランジスタ化, VTR 中継に活躍

朝日放送はかねて芝電気と共同で、トランジスタ化ビデオテープレコーダを開発中であったが、このほど開通した名神高速道路の中継に初めて使用し、その番組は東京、名古屋へもネットワークされ、7 月 15 日にオン・エアされた。

本装置は中継車に積込むため特別に立形に設計されたもので、床面積が非常に少なくてすみ、中継車にカメラ 3 台をふくむ一さいの機器とともに収められ、内蔵の発電装置により、走行しながら録画することができる。所要電力は再生時 600 W, 録画時でも 800 W ですむので、とくに中継車を改造せず、そのまま使用している。

走行中は電源の関係で冷房ができず、車内温度は 40℃ にも上がったが、一応の録画はできる。しかし安定に働く範囲は 35℃ 以下のようなので、この点を目下対策中である。

オン・エアまでの 1 カ月にわたる走行試験から、温度、ゴミ、ホコリ以外は、心配された車の振動にも非常に強く、国道以外の舗装していない道路上の走行録画においても、完全に安定な映像が得られた。

テープトランスポートをふくむ装置全体は、高さ 160cm の標準幅ラック 2 本にすべて収められ、その占有床面積は 0.5m² にすぎ

ない。方式は 4 ヘッド方式で最大 90 分リールまで使用でき、ディレーネット装置を内蔵しているのでヘッドの互換性は十分である。写真は中継車の後部の扉を開いて本装置を見たところである。