- 信学全大予, 1526
- 40) 原島ほか: エンファシスと帰還をともなう量子化方式の統一的な最適設計, 信学会方式研試, CS-70-118 (1971)
- 41) 安田ほか: ループ和零遷移図を用いた多値平衡符号の一般的構成方法, 信学会方式研試, CS-70-82 (1970)
- 42) R.F.W. Pease, et al: Exchange of Spattial and Temporal Resolution in Television Coding, Bell System Tech. J., **50**, 1 (1971) 191
- 43) J.O. Limb, et al: A Simple Interframe Coder for Video Telephony, Bell System Tech. J., **50**, 6 (1971) 1877
- 44) 芝田ほか: カラーテレビ信号直交変換 PCM 装置の試作, 信学会方式研試, CS-70-47 (1970)
- 45) 大平ほか: 直交変換 PCM 方式によるテレビ電話信号多重化端局方式の一提案, 信学会方式研試, CS-70-114 (1971)
- 46) 阿知葉ほか: 時間空間相関性によるテレビ信号帯域圧縮の一方式, 信学会方式研試, CS-70-112 (1971)
- 47) 今井, 画素マトリックス処理方式における誤差伝送, 昭46年信学全大予, 1517
- 48) 南: 新サービス情報伝送方式, テレビ誌, **25**, 6 (1971) 434
- 49) 山岸ほか: テレビ会議方式の検討, 昭47年信学全大予, 1759
- 50) D. Mitchell: Better Video Conference, Bell Labs. Record, **19**, 22 (1970) 19
- 51) 堂迫ほか: 新日本製鉄八幡製鉄所情報総合サービスシステムの導入, FUJITSU, **23**, 1 (1972) 61

UDC 621.385: 621.397

特集 テレビジョン年報

電子部品技術

1. 電子管

株式会社日立製作所 小 泉 喜 八 郎

1. ま え が き

最近よく、アフタカラーという言葉が使用されているが、電子管工業の分野では、過去2年間カラー受像管が王者の地位を占めており、それにかわる製品は出現していない。この事情は、今後の数年間も変わることはないようである。

そのため、大きな技術的進歩が認められる分野は、やはりカラー受像管であり、カラー受像機の普及度の増加にともなって、その開発競争は激化している。次いで活発な動きを見せているのは撮像管であり、単管方式のカラー用あるいは新形ターゲットの開発等で注目に値するものがある。また、計算機の出力表示、テレビ以外の目的の画像表示用の表示管の開発にも、見るべきものがある。

以下、送信管の発展をも含めて、各項目ごとに過去2年間の技術動向をたどってみよう。

2. 撮 像 管

小形、軽量かつ構造が簡単なプランビコンカメラは、現在放送用としてしっかりした地位を占めている。したがって、この方面の研究はほぼ一段落した様子である。撮像管で目覚ましい発展をした分野は、(1)1Vカラー用

ビジコン(主に工業用カラーカメラ)、(2)新ターゲット材およびヘテロジャンクション形ターゲット、(3)Siターゲットビジコン(テレビ電話用、暗視用)である。これらビジコン形撮像管の研究開発の発表が多い。

特に Si 単結晶上に光ダイオード列を多数並べ、これをターゲットとする Si ターゲットビジコン(以下 STV と略す)は W.E., T.I., RCA, GE, Philips など外国メーカーと並んで、日電、東芝、松下、日立なども商品化している。

2.1 ビジコン形撮像管

放送用カラーカメラは4/3形プランビコンが出現して小形軽量化されたが、引き続き野外カメラ用などに1形プランビコンが開発されている¹⁾²⁾。一方、プランビコンカメラの性能を向上させるための努力もなされている。すなわち、ターゲット面にバイアスライトをあて、暗電流レベルを数 nA に上げることにより、暗い場面でも充分低い残像値を得る方法などが工夫されている³⁾⁴⁾。

ビジコンの動作理論および実験関係も精力的な研究がなされ、緩速走査のターゲット電流⁵⁾、容量性残像の計算⁶⁾⁷⁾、残像測定方法に関するもの⁸⁾、容量性残像計算用グラフ⁹⁾、パルス応答¹⁰⁾などの報告がある。

工業用テレビカメラの小形化を目指した2/3形静電集束ビジコン¹¹⁾や、写真撮影用として開発された戻りビームを利用した高解像度ビジコン¹²⁾など、新しい電極系の開発も見逃せない。

“Electronic Component Techniques; 1. Electron Tubes” by Kiha-chiro Koizumi (Hitachi Ltd., Tokyo)

図1 ソニー方式

ビジコンの光導電面に関するものとしては、 Sb_2S_3 ターゲットの改良による高感度ビジコンの試作¹³⁾、 CdSe 蒸着膜を主材料とする高感度ターゲットの試作¹⁴⁾がある。禁止帯幅の異なる2種の材料の積層形、すなわちヘテロジャンクション形ターゲットも、 CdS 単結晶あるいは CdS-CdSe 混晶と As_2Se_3 蒸着膜について検討されている¹⁵⁾¹⁶⁾。

1V カラーは各社で種々の方式が提案されている。フィールド順次方式の残像対策として、ディスクメモリーを利用したものが発表された¹⁷⁾。フィルター内蔵形のものとしては、カラー信号取出しに周波数分離によるものが主流をなしているが、これらについても各種の改良がなされている^{18)~20)}。位相分離方式によるカラー信号取出しは、ビジコンの解像度を低下させると考えられていたが、図1に示すようなソニー社のトリニコン方式^{21)~23)}が発表され、実用化が可能になった。すなわち、透明導電膜をストライプ状にして、カラーインデックスを別々に取出す方式である。また、2管式による周波数分離方式²⁴⁾も発表されている。これらの各方式の問題点は価格、色再現性であり、今後の発展が期待される。

今期最も目覚ましい発展をとげたもののひとつは STV で、主特性および白きずなども安定し、実用化段階に入っている。一般に感度 $0.5\sim 0.6\mu\text{A/lx}$ 、残像 $10\sim 20\%$ 、解像度 500 本前後であるが、RCA、GE 社のものでは、残像 5%、解像度 700 本を示すものも得られている。

図2 ターゲット近傍の断面構造

STV の基本構造は図2に示すようになっているが、 p 形層としてエピタキシャル層を利用したもの (GE の Epi-con)²⁵⁾、 Au-Si ショットキーダイオードアレイを利用したもの²⁶⁾、 Si 単結晶- Sb_2S_3 異種接合²⁷⁾、 CdTe-Si ²⁸⁾²⁹⁾、などについても検討されている。

STV の基礎実験関係では、暗電流の検討³⁰⁾³¹⁾、黒ずじ状態欠陥の解析³²⁾、動作解析³³⁾³⁴⁾がある。明るいスポットを撮像したときに、スポットが大きく広がる、ブルミング現象は STV 特有のものであるが、これの防止法として、酸化マスクに窒化シリコンを利用した Local Oxidation of Silicon 法³⁵⁾が考えられている。イオン打ち込み法による p 形不純物拡散法でも良い結果を得ている³⁶⁾。一方、感度向上対策として、受光面側に SiO_2 の反射防止膜をつける方法³⁷⁾が発表されている。長寿命化のため STV は高温中で排気されるが、この高温に耐える抵抗層材料も見出されている³⁸⁾。

その他、 Si ターゲットの利用面として、 Si ターゲットが電子線に感ずることを利用した Si 電子増倍形 (SEM) 撮像管³⁹⁾⁴⁰⁾は暗視用、ライナックテレビ用⁴¹⁾に利用されている。また、X線像や電子線像を直接撮像する試みもなされている⁴²⁾⁴³⁾。

2.2 イメージ形撮像管

イメージオルシコンではターゲット径を拡大して蓄積容量を増し、信号電流を大きくすることによって、SN 比を改善した3形イメージオルシコンが開発され、カラーカメラに応用されている⁴⁴⁾。実験に関するものとしては Double Layer Target の焼付きに関する報告⁴⁵⁾がある。

SEC ビジコンの改良も引き続き行なわれ、ターゲット材としての KCl の特性調査⁴⁶⁾や新材料として CsI の特性を調べたもの⁴⁷⁾が報告されている。一方、イメージ部を従来の静電集束形を電磁集束形 (写真1)に変更することにより、解像度、SN 比、などが向上を示している⁴⁸⁾。

3. 受 像 管

3.1 生産状況

米国におけるテレビ受像機の生産は 1970 年に約 940

写真1 磁界形 SEC 管 (NHK 技研で開発)

万台, 1971 年に 1,105 万台と約 18% 増加している。そのうち 56% がカラー受像機である。その一方, 日本, 台湾, メキシコなどよりの輸入セットも年々増加の傾向を示し, 1971 年ではカラー受像機の 130 万台と白黒受像機の 420 万台が輸入で占められているものと思われる。その影響で, 米国内ではカラー受像管の生産は活発であるが, 白黒受像管の生産は大幅に減少し, 最盛時に比し約半数に近い白黒受像管工場が閉鎖されている。

わが国におけるカラー受像機の普及率は, 1970 年末で約 40%, 1971 年末で約 60% と急速な伸びを示している。一方, 白黒受像機はほぼ全家庭にゆきわたり, かつ大形受像機はカラー化されているなど不利な状況にあるが, パーソナルテレビ化あるいは対米輸出などに支えられ, 1970 年で 600 万台, 1971 年で 550 万台と若干の減少はあるが, 強気の生産が行なわれている。したがって, これらに見合う受像管の生産は, 図 3 に示すように 1971 年末に約 1,353 万本, 1971 年末に約 1,330 万本(うちカラー用 700 万本, 白黒用 630 万本)となっている(電子機械工業会統計による)。1970 年 9 月頃からカラー受像管が, 白黒受像管を上まわった生産になっている。また, カラー受像機の普及率が低い間は大形機が大部分を占めていたが, 60% に近い普及率になるにしたがい, 多様化してきている。表 1 はこの間の事情を示すもので, カラー受像管の生産でも 13~18 形の比率が高まってきている。この傾向は今後さらに強まってくると思われる。

3.2 白黒受像管

図 3 テレビ受像管生産状況推移 (電子機械工業会による)

表 1 カラー受像管の生産比率

サイ ズ	1970 年 (%)	1971 年 (%)
12 形 以下	0.5	1.3
13, 14 形	4.8	11.4
15, 16 形	11.6	11.1
17, 18 形	7.1	19.4
19 形 以上	76.0	56.9

ここ数年来, 白黒受像管は技術的にあまり進展を示していない。わずかに蛍光体の黄色成分に (ZnCd)S-Cu-Al を用いて, 10% 程度の輝度向上が行なわれた程度である。ヨーロッパでは補強法にプッシュスルー形が流行している模様である。

わが国における白黒受像管の動向は, 次の 3 つの条件によって大きく変わってきている。すなわち,

- (1) 米国の白黒受像管の生産縮小による影響
- (2) 白黒受像機のパーソナル化
- (3) コードレス化

である。

(1) 項については, 米国および台湾への供給が 1970 年, 1971 年と年々増加し, かつ, 12 形以下の小形のみならず 17~23 形管まで供給することになり, 米国の偏向ヨークに合ったネッククリアランスを持つようにバルブの内面形状も改善したり, HEW の X 線規制に合格するように 3.35% Pb 入りガラスの採用が行なわれている⁴⁹⁾。

(2) 項については, 12 形以下が白黒受像管の約 80% を占めることから, ネック径もほとんどが 20mmφ に変わり, 低 E_{c2} タイプが大半を占めている⁵⁰⁾。

(3) 項に関しては, 最近急速に進められており, 10 形以下のコードレスタイプや超小形管と時計, ラジオなどのコンビネーションタイプが出まわっている。このためネック径も 13mmφ とし, ヒーターも 12V, 75mA 級, あるいは 11V, 82mA の 5~9 形管が生産され出している。

その他, 14~17 形も受像機のトランジスタ化に合わせて, 90° 偏向, 20mmφ ネック化が行なわれている。

3.3 カラー受像管

わが国のカラー受像機の普及率は 1971 年末で 60% を越えようとしているが, この 2 年間における技術的な進歩について述べる。

ブラックマトリックス方式は, 20 形ははじめこの 2 年間で 18, 16, 14 形とほとんど中形以上に採用されはじめている。

Zenith 方式と RCA 方式があるが⁵¹⁾, わが国ではほとんど前者が使用されている。Zenith 方式では従来の電子ビーム径と蛍光体ドット径の関係をほぼ逆にして, 蛍光体を電子ビームより小さく(従来の電子ビーム径程度)し, かつ蛍光体ドットの隙間を黒鉛のような光吸収物質でうめる方式で, 外光反射を少なくできることから, ガラスの透過率を上げて, 従来の約 2 倍の明るさにすることができる。最大の難点は, 製作工程の増加による製造コストの増加で, 特に蛍光体ドット塗布後にシャドウマスクを再エッチして, 孔径を大きくするなどの手段がと

表 2 受像管バルブのX線吸収係数

波長 (Å)		0.63	0.6	0.56	0.49	0.44	備 考
白黒素地	9008(ティント)		16.9				
	9008-L (PbO: 2.35%)		19.6				
	9010(グレイ)		16.0				
	9008 HL (PbO: 3.35%)		22.3				
カラーパネル	9024 (ダークティント)		17.2				Baガラス
	9026-G (グレイ)	19.6	16.9	14.6	10.1	7.5	
	9026(ティント)	"	"	"	"	"	
	9040 (ダークティント)	25.9	22.3	19.0	12.8	10.0	Srガラス
	9041(ティント)	"	"	"	"	"	
	9047(グレイ)	"	"	"	"	"	
ネフカ ルアラ ン	0129	40.5	34.0	30.0	20.5	15.2	
	0136(ハイレッド)	69.1	58.0	51.0	34.9	25.9	
ネ ッ ク	0120(TVT用)	95.1	79.0	70.2	48.1	35.6	
	0128(CTV用)	50.9	44.0	37.0	25.8	19.1	
	0137(CTV用)	109.3	92.0	80.5	55.0	41.0	

られている。これに対し、レバーシブル感光剤の検討や露光台の光源系の検討により、大きなシャドウマスク孔から小さな蛍光体ドットを塗布する方式などが検討されている模様である。

米国におけるテレビ受像機からのX線漏洩についてはHEW から 1970 年 1 月に第 1 次規制、同年 6 月に第 2 次規制、1971 年 6 月からは第 3 次規制が適用されている。米国の Bureau of Radiological Health のメンバーの調査によれば⁵²⁾、1968～1969 年に作られた米国製カラー受像機では、第 3 次 X 線規制の条件ではカラー受像管にかかる電圧は 0 ビーム電流時で 37kV、0.5mA で 30～31kV と非常に高く、従来の 9020 系ハードガラスでは不十分であることが認められた。この結果として Sr 入りの 9040 系ハードガラスが開発され、1970 年から使

図 4 カラー受像管パネル X 線量 (注: $I_k=1\text{mA}$)

表 3 従来タイプとスケアドコーナートタイプの対比

5:4 従来タイプ	4:3 スケアドコーナートタイプ
25 形 (23V)	26 形 (25V)
22 形 (20V)	22 形 (21V)
19 形 (18V)	20 形 (19V)
17 形 (16V)	18 形 (17V)
15 形 (14V)	16 形 (15V)
13 形 (12V)	14 形 (13V)

用されている⁴⁹⁾。また、JEDEC は X 線リミット曲線の制定やパブリケーション 64A により X 線測定法の統一をはかっている⁵³⁾。わが国においてもこの X 線対策バルブを 1971 年初より全面的に使用し始めている。

表 2 は受像管各種バルブの X 線吸収係数を示した。また図 4 は 9040 系ガラスを用いた 20 形カラー受像管のパネル方向の X 線量の測定例である。

わが国のカラー受像管は 1969 年頃から 4:3 のアスペクト比の螢光面を有する 20 形のスケアドコーナートタイプに移行し始めたが、1970 年、1971 年にかけて、各サイズともこの方向に移行している⁵⁴⁾(表 3 参照)。

110° 管の開発は 1969 年頃から報告されているが、生産量は少なく引き続き多くの改良が行なわれている。広角偏向にともなう問題点のひとつは、周辺における電子ビームの三角形がくずれて螢光体ドットとのランディングが悪くなることである⁵⁵⁾。これを補正するため水平偏向ヨークに差動電流を流し、図 5 に示すような修正磁界を作り、四隅における電子ビームの形を正三角形に近づける方法や⁵⁶⁾、PST (Precision static toroid) と称する偏向ヨークを用いて、周辺の電子ビームの形状を改善する方法⁵⁷⁾が発表されている。また、インライン方式電子銃を用い、シャドウマスクの孔の配列を電子ビームの配列に沿うよう検討した報告や⁵⁸⁾、角形コーン、36mmφ ネックを用いたものが発表されている⁵⁹⁾。表 4 は各種方式の特性比較を示した。そのほか、多数の不連続面をもつ補正レンズによる螢光体ドット塗布法も発表されている⁶⁰⁾。

110° 管では偏向角が大きいため、シャドウマスクの熱

図 5 水平偏向ヨークの差動電流により生ずる修正磁界

表 4 各種管系の特性比較

カラー受像管	ネック径 (mm)	偏 向 系				ビームランディング				そ の 他		
		ヨーク	タイプ	差動電流の有無	同一ネックシャドウまでのフルバック (mm)	平均ビームトリオ比				コンバーゼンス	フォーカス	
						E-W	S-N	SSE-SSW	NNE-NNW		よ さ	ダイナミックフォーカス
RCA 25V 90° システム	36.5	XD4099-D2	サドル	なし	14	1.21	0.86	1.16	1.19	基準	基準	なし
25V 110° 細ネックサドルヨーク	29.1	XD4269-A4	サドル	なし	10	1.33	0.83	1.19	1.18	90° より悪い	90° よりよい	なし
A66-140X 太ネック 24V 110° 系	36.5	AT1060	ダイナミックサドル	あり	8	1.16	0.89	1.08	1.21	コーナーが90° よりやや悪い	90° よりややよい	あり
RCA A67-150X 細ネック PST 25V 110° 系	29.1	XD4422-J12	PST	なし	7	1.21	0.84	1.20	1.20	90° と同等	90° よりややよい	なし

図 6 トリニトロン電子銃の断面とビーム軌道

膨張によるハイライト時の色の経時変化（水平線上で中心より約 3/4 付近に出やすい）については、シャドウマスクとフレームの溶接法を変えて 1/3 に軽減した方法も報告されている⁶¹⁾。ヨーロッパタイプでは 36mmφ ネック管が多いが、内部磁気シールドを用いているものもある⁶²⁾。

トリニトロン管は従来 13 形以下が主であったが、16 形、18 形とも製品化されている。16 形は 29mmφ ネックであるが、18 形は 36mmφ ネックを用い、第 1 グリッド以下も図 6 に示すように互いに独立している⁶³⁾。静電コンバーゼンス電圧はキャビティーキャップから給電し、動コンバーゼンスは電磁方式を用いるなど、大幅な変更が行なわれている。

1 ビームカラー受像管については、フォトマルチプライヤーを用いたインデックス方式において、縦長のビームスポットを作る Astigmatic 電子銃を用い、25 形 110° で 1.5mA までのカラー映像が得られている⁶⁴⁾。また、ユニレイシステムと称し、同様にフォトマルチプライヤーを用いた方式が米国で発表されたが、詳細な報告はな

い⁶⁵⁾。

蛍光体の開発については、希土類系蛍光体以来特記すべき研究はないが、Eu を用いた蛍光体の発光機構については G. Blasse と A. Bril によって報告されている⁶⁶⁾。また、受像管内の残留ガスについての動向および寿命終期における残留ガスについて、三角はオメガトロンを用いて測定し、寿命終期においては、Ar や He が主ガスになっていることを報じている⁶⁷⁾。

4. 特殊ブラウン管

4.1 表示用ディスプレイブラウン管

電子計算機の入出力情報などの表示用のディスプレイブラウン管が各種開発されている。5 形から 16 形に至る各種があり、静電集束、電磁偏向方式が多く、とくに蛍光面の周辺部まで全面にわたり鮮明な画像が得られるよう設計されている⁶⁸⁾。

蛍光体は従来からの長残光 P7 のほかに P39 が実用された。P39 は単層膜のため解像度が良く、かつフリッカーも目立たないため、表示用として今後広く使われよう。

その他、多ビームブラウン管が開発された⁶⁹⁾。5×7 (35 本) のビームをマトリックス電極系によってスイッチングして所望の文字、図形を得ている。駆動回路が簡略化される利点もある。

4.2 記録管

ファクシミリが次第に普及してきて、高速化が要求されている。電子走査のオプティカルファイバー管が動作の安定性などから最も広く実用化されている^{70)~73)}。

記録面は A4 判 (210mm)、解像度は 16 本/mm (ファイバー径 25μm) 程度の特性をもち、かつ、静電集束化や陰極高圧から陽極高圧への変更など、回路の簡略化ははかられている。しかし、まだファイバーをフェースプ

写真2 プリズムファイバー管

写真3 5形フライングスポット管(E2616B)

レート全面に使用するには高価なので、中央部のみに使用している。蛍光体は短残光の微粒子蛍光体をむらなく塗布する技術を開発するほか、短残光で焼付きにつよく、しかも、発光能率の良い新蛍光体の開発も行なわれている。

ファクシミリ原稿送信用としてプリズムファイバー管が発表されて注目を集めている⁷⁰⁾(写真2参照)。その他に、電子透過記録管、薄窓記録管、静電記録管などについても開発が続けられている⁷⁰⁾。

4.3 フライングスポット管

フライングスポット管については、従来からのフィルム送像用のほかに新たな用途として、OCRとEVRとが登場してきた。従来の5CNP16のほかに、5形(写真3)と3形が開発されている。電磁集束、電磁偏向形で解像度は $25\sim 48\mu\text{m}$ を有している⁶⁸⁾⁷⁴⁾。

技術的には高精度電子銃の組立法の確立、P36、P37、PYP(1)など、高輝度でかつ使用中の輝度劣化の少ない蛍光体の開発、微粒子蛍光体をち密につける塗布技術の開発など、多くの問題を解決している。また、フェースプレートのガラスもブラウニングの少ないセリウム入ガラスが使われている⁷⁴⁾。

EVR用には、3形と小形化したり、静電集束化するなど、セットの低価格化をめざしている。従来のP16蛍光体の残光時間 $0.1\mu\text{s}$ はEVRに使う場合、解像度上問題が残っているので、短残光で、かつ輝度劣化の少ない蛍光体の開発が期待されている。

4.4 その他

高解像度管への要求が高まっている折から、ひとつの方法として集束偏向方式が提案されている⁷⁵⁾⁷⁶⁾。これは

蛍光面の直前にもう1個の集束コイルを設け、偏向に同期して集束レンズの位置を変えることによって、従来管にくらべ数倍の解像度をもたせられるとしている。

ITVのビューファインダー用として1.5~4.5形の受像管⁷²⁾や、テレビ電話用として、アスペクト比1:1.12のものが開発されている⁷⁷⁾。

5. テレビ放送用送信管

わが国で使用されているテレビ放送用送信管は、VHF帯では極管、UHF帯では極管、進行波管、クライストロンであるが、ここ数年来のこれらの技術的進歩は、放送局の無人化、カラー化、UHF化と相まって、主に大電力化に向けられた。しかし製品としては1969年ではほ出そろい、ここ2年間は概して製品改良にとどまっているとみられる。以下、主なる開発製品について述べる。

5.1 テレビ放送用4極管

極管ではVHF帯で強制空冷4極管7F71R⁷⁸⁾が開発された。本管は出力1kWのとき帯域幅6MHz(1dB)で14dBの利得が得られ、励振段の固体化が可能となった。写真4に7F71Rを示す。

5.2 UHF テレビ放送用クライストロン

大電力クライストロンE3753⁷⁹⁾が開発された。本管は同期尖頭出力80kWであり、コレクタの冷却は液冷を採用している。写真5はE3753を示す。

10kWクラスの球では、小形軽量化をはかった1AV70⁸⁰⁾、1AV75⁷⁸⁾、1AV72/H3044⁷⁸⁾が開発された。表5にこれらクライストロンの主な動作特性を示した。写真6は1AV70を、写真7は1AV72を示す。

外国ではSiemens社で進行波クライストロン⁸¹⁾を開発した。本管は中空ビームを用いた高能率、高利得管で

写真4 強制空冷4極管(7F71R)

表 5 UHF テレビ放送用クライストロン

形 名	周 波 数 (MHz)	ヒーター電圧 (V)	ヒーター電流 (A)	ビーム電圧 (kV)	ビーム電流 (A)	出 力 (kW)	利 得 (dB)	空 胴	全 (mm) 長	冷 却 (コレクタ)
E 3753	470~600	9	4	28	9.3	80	40	自 蔵	1,795	液 冷
1A V70	470~690	7.5	20	14	2.4	12.5	40	自 蔵	1,400	蒸発冷却
1A V75	470~690	7.5	20	14	2.4	12.5	40	自 蔵	1,350	強制空冷
1A V72	470~690	5.5	42	12.5	2.8	12.5	40	自 蔵	1,230	蒸発冷却

写真 5 クライストロン (E3753)

写真 6 クライストロン
(1A V70) 写真 7 クライストロン
(1A V72)

新しいテレビ用送信管として注目される。

5.3 準ミリ波帯進行波管

準ミリ波は衛星放送，ワイドテレビ，教育情報放送，CATV などの発達に伴い，今後大いに利用されるものと思われる。現在，この帯域の電力増幅管としては進行波管が主であるが，今後はいっそうの高出力化と高能率

表 6 衛星通信地上局用進行波管

形 名	周 波 数 (GHz)	ビーム電圧 (kV)	ビーム電流 (A)	飽和出力 (kW)	冷 却
E3804	11.4~12.4	19	1.5	6	液冷
M7895	26.5~28.5	15.3	0.4	0.6	液冷

化をはかり，信頼度の高い管球の開発が行なわれるものと思われる。表 6 に衛星地上局用として，新たに開発された E3804⁸²⁾，M7895⁸³⁾ の主な特性を示す。

〔参 考 文 献〕

- 1) 松下カタログ (XQ-1070)
- 2) 和久井ほか：放送用カラーカメラに対する 1 インチプランビコンの適応性について，テレビ全大予，4-5 (1970)
- 3) 川崎ほか：パイアスライト方式による残像軽減，テレビ全大予，4-3 (1970)
- 4) 松本ほか：プランビコンカラーカメラの残像軽減，NHK 技研月報，13, 2 (1970) 66-71
- 5) 吉田：ビジコンの繰速走査のターゲット電流，テレビ誌，24, 4 (1970) 271-280
- 6) O. Yoshida, et al: Calculation of Image Lag in Vidicon-Type Camera Tubes—I. Beam Discharge Lag and Total Image Lag, Including Photoconductive Lag, Japan. J. Appl. Phys., 10, 9 (1971) 1203-1211
- 7) O. Yoshida: Calculation of Image Lag in Vidicon-Type Camera Tubes. II. Image Lag for Moving Object: Dynamic Image Lag, Japan. J. Appl. Phys. 10, 9 (1971) 1212-1219
- 8) K. Shimizu, et al: Measurements of Lags in Vidicons Using GaP Red Emitting Diodes as a Light Source, Japan. J. Appl. Phys., 10, 9 (1971) 1220-1224
- 9) 設楽：容量性残像の計算グラフ，NHK 技術研究，23, 4 (1971) 47-53
- 10) 恒岡ほか：ビジコン形撮像管のパルス応答，テレビ全大予，3-12 (1971)
- 11) 相原：18mm 静電集束形ビジコン，テレビ全大予，3-9 (1971)
- 12) O. H. Schade, Sr.: Electron Optics and Signal Read Out of High-Definition Return Beam Vidicon Cameras, RCA Rev., 31, 1 (1970) 60-119
- 13) 吉川ほか：三硫化アンチモンを使用した高感度ビジコンの特性，テレビ学会電子装置委資，No. 68
- 14) K. Shimizu, et al: Characteristics of Experimental CdSe Vidicons, IEEE Trans., ED-18, 11 (1971) 1058-1062
- 15) 岡本ほか：CdS 単結晶を用いた光導電型撮像管，テレビ全大予，3-6 (1970)
- 16) 岡本ほか：CdS と CdSe の結晶を用いた光導電型撮像管，テレビ全大予，3-17 (1971)
- 17) 猪山ほか：単管式フィールド順次式撮像同時変換方式カラーカメラ，テレビ学会方式回路委資，31-1
- 18) 長原ほか：周波数分離式単管カラーテレビカメラ，テレビ学会方式回路委資，22-13
- 19) 信時ほか：周波数多重化単管カラーカメラ用フィルター内蔵ビジコン，テレビ学会電子装置委資，87
- 20) 江藤ほか：周波数分離形高解像度単管カラーカメラ，テレビ方式回路委資，31-2
- 21) 窪田ほか：電子インデックス方式による単一撮像管カラーカメラ，

- テレビ全大予, 4-3 (1971)
- 22) 黒川ほか: 電子インデックス方式による単一撮像管カラーカメラ, テレビ学会電子装置委資, 97
- 23) 黒川ほか: トリニコンカラーカメラ, 電子インデックス撮像管によるカラーテレビジョンカメラ, テレビ学会方式回路委資, 31-4
- 24) 舟橋ほか: 2管式小形カラーカメラ, テレビ学会方式回路委資, 31-2
- 25) W. E. Engler, et al.: The "Epicon" Array: A New Semiconductor, Array Type Camera Tube Structure, Appl. Phys. Letters, **16**, 5 (1970) 202-205
- 26) 山戸ほか: 表面障壁シリコンビジコン, NHK 技研月報, **13**, 12 (1970) 8-12
- 27) 木下ほか: シリコン単結晶を用いた光導電型撮像管, テレビ全大予, 3-19 (1971)
- 28) 白水ほか: 異種材料接合形シリコンターゲット, テレビ学会電子装置委資, 91
- 29) 山戸ほか: 蒸着 CdTe-Si ヘテロ接合ターゲット, テレビ全大予, 3-18 (1971)
- 30) 竹本ほか: シリコンターゲットビジコンの暗電流, テレビ全大予, 3-1 (1970)
- 31) 土沼ほか: シリコンビジコンの暗電流, テレビ全大予, 3-20 (1971)
- 32) 市川ほか: シリコンターゲットビジコンの黒スジ状の欠陥, テレビ全大予, 3-2 (1971)
- 33) 久保ほか: シリコン単結晶をターゲットに用いた撮像管について, National Technical Rep., **16**, 1 (1970) 33-38
- 34) W. E. Beale, et al.: Picturephone Silicon Target Signal Analysis, Bell Syst. Tech. J., **49** (1970) 921-952
- 35) J. A. Apples: Local Oxidation of Silicon: New Technical Aspects, Philips Res. Repts., **26** (1971) 157-165
- 36) K. A. Picker, et al.: Electrical Properties of Silicon Diode Array Camera Targets Made by Boron Ion Implantation, Appl. Phys. Letters, **19**, 2 (1971) 43-44
- 37) 山戸ほか: Si ビジコンの SiO_2 による分光特性の改善, テレビ全大予, 3-21 (1971)
- 38) 清水ほか: シリコンターゲットの Resistive Sea, テレビ全大予, 3-3 (1970)
- 39) 宮代ほか: シリコン電子増倍形撮像管, テレビ学会電子装置委資, 80
- 40) S. Miyashiro, et al.: Silicon Electron Multiplication (SEM) Camera Tube, IEEE Trans., **ED-18**, 11 (1971) 1023-1028
- 41) 伊藤ほか: ライナックテレビジョン, テレビ学会電子装置委資, 83
- 42) 芦川ほか: シリコンターゲットビジコンの電子線・X線像観察への応用, テレビ全大予, 3-4 (1970)
- 43) 芦川ほか: Si ターゲットビジコンのX線感度, テレビ誌, **25**, 9 (1971) 715-720
- 44) 高橋ほか: 拡大ターゲット形イメージオルシコンの3IOカラーカメラへの適用, NHK 技研月報, **13**, 2 (1970) 28-33
- 45) T. Hoshiyama, et al.: Analysis of After Image in Double Layer Target Image Orthicon, NEC Research & Development, **18** (1970) 55-63
- 46) 河村ほか: SEC ビジコン用 KCl ターゲットの諸性質, テレビ全大予, 3-7 (1971)
- 47) 木下ほか: CsI 透過形二次電子面, テレビ全大予, 3-2 (1971)
- 48) 佐藤ほか: 磁界集束形 ECC 管, テレビ学会電子装置委資, 102
- 49) 小泉, 伊藤: 受像管からのX線放射についての現況, テレビ学会電子装置委資, 99
- 50) 東芝レビュー, 電子管, **25**, 3 (1970) 372
- 51) 小泉: 最近のカラー受像管, テレビ誌, **24**, 6 (1970) 410
- 52) D. R. Smith, et al.: "In-Plant Survey of TV Receiver for X-Radiation Emission Capability" BRH/DEP 70-24 (Sep. 1970)
- 53) JEDEC Publication 64A Dritt 4/3/70
- 54) 生垣: カラー受像管・最近の動向, 放送技術, **5** (1971) 122-386
- 55) 小泉, 宮崎: テレビ受像系の走査, テレビ誌, **25**, 10 (1971) 778
- 56) 安藤: 20 形, 110 度偏向トランジスタカラーテレビの開発, National Tech. Rep., **16**, 6 (1970) 703
- 57) C. W. Thierfelder: RCA Large-Screen Narrow-Neck 110° Color Television System, IEEE Trans., **BTR-17**, 3 (1971) 141
- 58) Y. Naruse, et al.: An Improved Shadow-Mask Design for In-Line Three-Beam Color Picture Tubes, IEEE Trans., **ED-18**, 9 (1971) 697
- 59) 常田ほか: 新しい 110° 偏向カラー受像管の開発, テレビ全大予, 9-8 (1971)
- 60) E. Yamazaki, et al.: US Pat. 3,628,850 (1971.12)
- 61) 河村ほか: 110 度偏向カラー受像管, 日立評論, **53**, 8 (1970) 811
- 62) H. Seifert: Farbbildröhren mit 110°-Ablenkwinkel, Tech. Mitt. AEG-Telf., **60**, 3 (1970) 161
- 63) 森尾, 田中: ソニー18形トリニコンカラーテレビの回路とサービスポイント, テレビ技術, **18**, 10 (1970) 74
- 64) J. Hasker: Astigmatic Electron Gun for the Beam-Indexing Color Television Display, IEEE Trans., **ED-18**, 9 (1971) 703
- 65) 大石: "米ワンビームカラー B 管開発に成功" の話題について, 電波科学 (1972.1) 241
- 66) G. Blasse, et al.: Characteristics Luminescence, Philips Tech. Rev., **31**, 10 (1970) 304
- 67) 三角: 受像管の残留ガス, 日立評論, **53**, 2 (1971) 139
- 68) 東芝レビュー, 電子管, **26**, 3 (1971) 394
- 69) 丹地ほか: 文字図形表示用多ビーム陰極線管, テレビ学会電子装置委資, 75
- 70) 宮崎ほか: 高速ファクシミリ用記録管の開発, National Tech. Rep., **16**, 1 (1970) 39
- 71) 岸川ほか: 高速ファクシミリ用オプティカルファイバー管とその応用, FUJITSU, **22**, 2 (1971) 75
- 72) 東芝レビュー, 電子管, **26**, 3 (1971) 393
- 73) 長田ほか: 高速ファクシミリの開発, 日立評論, **53**, 7 (1971) 63
- 74) 本ほか: 高解像度フライングスポット管, FUJITSU, **22**, 2 (1971) 93
- 75) 後藤ほか: 高精度陰極線管とその図形処理への応用, テレビ学会電子装置委資, 69
- 76) 大岩ほか: 陰極線管の分解能の改良について, テレビ学会電子装置委資, 70
- 77) 西田ほか: 超小形CRTの開発とその応用, National Tech. Rep., **16**, 1 (1970) 1
- 78) 電子機械工業会登録仕様書 7F71R, 1AV75, 1AV72
- 79) 門野ほか: UHF 大電力クライストロン E3753 について, テレビ学会 UHF 研委資, 15-72
- 80) 吉田ほか: UHF 大電力クライストロン 1AV70, FUJITSU, **21**, 4 (1970)
- 81) H. Bittorf, et al.: Das UHF-Wanderfeld Klystron, ein neuer Röhren type für Fernsender, Internationale Electronische Rundschau, **25**, 2 (1971)
- 82) 東芝レビュー, 電子管, **25**, 3 (1970)
- 83) 物井ほか: 準ミリ波衛星通信地球局用送受信装置およびその部品, 東芝レビュー, **22**, 1 (1970)

2. 半導体デバイス

株式会社日立製作所 荻 川 幹 雄

1. ま え が き

過去2年間、半導体デバイスの分野では多方面にわたる進展が見られたが、依然として半導体工業においてはSiデバイスが主流の位置を占めている。特にわが国において積極的に技術開発が進められたカラーテレビ受像機のトランジスタ化、IC化、電子式卓上計算機の量産化に伴って、Si素子の生産数の増加はきわめて顕著なものがある。IC→MSI→LSIと急激な発展をとげているSi集積回路の次の大きな目標はメモリー用途であり、その線に沿った、研究、開発、製品化の動きが活発化している。

一方、従来から電子管が独占的立場を堅持してきた撮受像の分野でも、電荷結合形素子の発明、液晶、プラズマ等のディスプレイ素子の発展があり、撮受像デバイスの固体化の方向に刺激を与えつつある。

発光素子の分野では、可視の発光ダイオードはすでに量産が始まっており、室温連続発振の成功により半導体レーザーも実用化への途をたどりつつある。

本稿では過去2年間の半導体デバイスの発展の過程をたどることにするが、紙数の制限があるので、システムあるいは装置と密接に関係する分野は他稿にゆずり、主として国内の研究、開発を中心にして、半導体デバイス自体の動きを紹介することにしたい。

2. 材料、プロセス

最近、汎用性のある新材料が発見される傾向は以前に比較して少なくなっており、材料の純度、結晶の完全性という面での発展が主になってきている。特にSiの分野では集積度および歩留りの向上を目指して、より欠陥の少ない製作プロセスが各方面で地道に研究されている。

この分野での国内の大きな成果として、東芝の完全結晶素子技術(Perfect Crystal Technology)の開発¹⁾がある。これは通常の熱拡散、特に濃度の高いエミッタ拡散では不純物の導入により格子ひずみが増加し、結晶欠陥が発生しやすくなる傾向を改善したもので、不純物を

ドーブした酸化膜(doped oxide)からSi中にAsおよびPを同時拡散することがその骨子となっている。欠陥の減少により、低雑音化、高周波化という素子特性の向上が見られ、特にリニヤ素子用として注目されている技術である。

また、熱拡散にかわる不純物導入法として注目を浴びたイオン注入技術も、実験的段階を脱して、実際の素子を製作するうえでの問題点を中心に検討が進められている。さらに従来法ではpn接合が作りにくかったCdS等II-VI化合物での接合形成の有力な手段になっている。イオン注入については、本誌に徳山の詳細な解説²⁾がある。

集積回路の製作上不可欠な微細加工法の発展として、従来の光にかわる電子線加工法の開発³⁾が進み、限定的な用途ではあるが、1 μ m以下の超微細加工に実際に利用されはじめています。

Si以外のものとしては、発光ダイオード、高周波素子用として、GaAs、GaP等の結晶の成長法、その完全性についての検討⁴⁾が進んでいるが、まだSi技術に比較して全体的に遅れた段階にあると見てよいであろう。

3. 集 積 回 路

Si集積回路はバイポーラおよびMOSの2種に分類できる。前者はnsあるいはそれ以下の超高速化、後者は数十～数百ns程度の中・低速領域で大容量、低コスト化をねらいとしており、その分担分野が固まりつつある。

バイポーラ集積回路の分野では、1～2ns程度の超高速論理用として、通研によるNTL(Non Threshold Logic)⁵⁾、通産省超大型電子計算機プロジェクトの一環としての日立によるハイブリッドLSI⁶⁾の開発がある。いずれも国内で開発、製品化されたものとして注目に値する。

集積回路で重要視される多層配線の新機軸として、Alの陽極酸化を利用した段差のないプレーナ配線技術が日電で開発⁷⁾され、世界的な注目を浴びた。

また、バイポーラ集積回路の集積度を画期的に向上させる新技術として、図1に例示したような従来の接合アイソレーションにかわる酸化物のアイソレーション方式(ISOPLANAR)が開発⁸⁾され、実際の製品に適用される段階に来ている。この方式は、窒化膜および精密EP

¹⁾“2. Semiconductor Devices” by Mikio Ashikawa (Hitachi Ltd., Tokyo)

図1 ISOPLANAR 法

(気相成長)技術がその根幹となっている。

MOS 集積回路では、Al ゲート p チャネル形 LSI はすでに完成技術の域に達している。マスク合わせの不要なセルフアラインドゲート方式として、多結晶 Si を用いる Si ゲート⁹⁾あるいは Mo ゲート方式¹⁰⁾が開発され、前者はすでに各社で製品化されている。この方式により MOS の高速化が達成されつつある。

また、高速のメモリー用途をねらって、 n チャネル形に関心が集まり、その研究、開発が活発化している。この系統の国内の研究としては、日電の基板バイアス方式¹¹⁾、日立の Al_2O_3 方式¹²⁾の報告がある。さらに低電力、高速度形として、C-MOS (相補形) 方式¹³⁾が登場しつつある。

カラー受像機用の IC、同期信号発生器、分配器等、映像関連機器用の IC の開発が盛んであるが、その内容については他稿で紹介がある。

上記の紹介とは系統が異なるが、集積回路を支える基幹技術のひとつである回路解析、レイアウト等の電子計算機設計技術 (CAD) の進歩を無視することはできない。ますます集積度が高くなりつつある LSI の設計においては、CAD はすでに不可欠な技術となりつつある。その発展動向については、本誌に可児による解説¹⁴⁾がある。

4. 撮像デバイス

撮像装置の固体化のひとつの方向は、光ダイオード、光トランジスタ等の接合形光電変換素子を2次元的に配列し、シフトレジスタを利用した走査回路でパルス順次的に信号を読取る方式である。走査回路は集積化技術の面から MOS シフトレジスタで構成するのが普通であり、小池らによるシフトレジスタの総括¹⁵⁾、大石らによる走査回路の解説¹⁶⁾がある。

絵素数の点では安藤ら¹⁷⁾による光ダイオード MOST を組合せた 100×100 アレイの報告があり、また、その設計法についても詳細な説明がある。また、光トランジスタと MOST を組合せた 52×52 アレイの報告が佐々見ら¹⁸⁾により発表されている。しかし、両者とも走査回路をも同一基板上に集積化するには至っていない。おのおの1絵素当りの構成を図2に示しておく。

図2 固体撮像デバイスの絵素構成

上記撮像デバイスの基本的な問題点は2つである。ひとつは歩留りとの関係で、撮像管に匹敵する解像度を出すための最低条件である 500×500 素子程度でも無欠陥で製作できるプロセス技術ができ上がっていないことにある。他は、パルス走査に伴うスパイク雑音であり、フィルター法、サンプリング法等が提案されているが、本質的な解決策はまだ見出されていない。

固体撮像の一応用分野として、OCR (文字読取)、ファクシミリ等を目標にした1次元の光センサーアレイが開発されている。国内では、安藤らの報告¹⁹⁾、国外では、Fairchild から製品²⁰⁾が発表されている。いずれも光ダイオードの1次元アレイを MOS 走査回路で走査する型のものである。

次に撮像デバイス分野での新たな発展を期待させるものとして、CCD (電荷結合素子) の発明²¹⁾がある。これは図3に示したように、酸化膜下に貯わえた電荷を順次移送するのが基本原理になっている。これに関しては安藤の解説²²⁾が本誌に掲載されている。CCD は同一の素子が光電変換と走査の両機能をもっていること、その構造が簡単で、容易に集積化できるという特徴をもっている。その動作解析、電荷の移送方法、構造の改良につ

図3 CCD, BBD の基本構造

ては米国で多くの報告が発表²³⁾されている。国内では電荷移送の解析が原²⁴⁾、最近の研究成果が4件半導体 TRS 研究委²⁵⁾で、イメージデバイスとしての実験結果が谷川ら²⁶⁾により発表されている。CCD の問題点は電荷の移送効率にあるが、最近 Tompsett により 99.98% 以上の効率を得ることができたとの報告²⁷⁾がある。

基本思想は CCD と同じであるが、静電容量に貯わえた電荷を MOS スイッチを利用して転送する BBD (Bucket Brigade Device) の研究も行なわれており、アナログディレイライン用として Sangster らの報告²⁸⁾、イメージ用としては Weimer の報告²⁹⁾がある。問題は CCD と同じく電荷の移送効率の向上にある。その基本構造を図 3 に併示しておく。また、通研により単接合トランジスタを利用して電子-正孔プラズマの効果によりオン状態を順次転送するプラズマ結合形デバイスが発表³⁰⁾されている。

CCD, BBD とともに撮像デバイスのみではなく、シフトレジスタとしてメモリー用、アナログディレイラインなど画像情報処理用の用途が考えられ、その背景に iS 技術をもっていることが強味であり、その将来は注目値する。

5. 発光および表示デバイス

発光ダイオード (LED) の開発は、赤外から可視、可視の中でも赤から緑へと、発光波長の短波長化へと動向が移りつつある。その詳細については、前田³¹⁾、赤崎³²⁾による解説がある。

一方、発光効率の高い赤外用 LED と赤外可視変換蛍光体を組合せて可視光の LED として使用する動きも盛んである。LED と蛍光体をプレーナ状に構成した GE 社の数字表示装置³³⁾の構成を図 4 に示しておく。

また、半導体レーザー研究者の多年にわたる目標であった室温連続発振レーザーが、GaAs と $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ のヘテロ接合を利用して、Hayashi³⁴⁾、Alferov ら³⁵⁾によって実現され、光通信、ホログラフィー等のレーザー応

図 4 赤外可視変換蛍光体を用いた数字表示素子

用分野に刺激を与えている。

ブラウン管にかわる固体デバイスの開発は、撮像用デバイスと並んで関連技術者の大きな夢のひとつになっているが、まだ画質の点でブラウン管に匹敵するデバイスが出現する可能性は見出されていない。むしろ、その前段階である文字、数字の表示装置の実用化に勢力が注ぎこまれているのが現状であろう。

LED をマトリックス状に配列して表示用使用する試みは各方面で行なわれているが、Loebner³⁶⁾による GaAsP を用いた $32 \times 50 = 1,600$ 素子のマトリックスの試作が現状では最高のものであろう。国内では中田ら³⁷⁾の報告がある。

固体素子ではないが、平面形表示装置としてプラズマディスプレイの開発、実用化が進んでいる。国内では中山ら³⁸⁾によるディスプレイパネルの詳細な報告があり、外部から 3 相クロックパルスを加加することにより、電離した荷電粒子の拡散を利用して走査を行なうことが考えられ、Barroughs 社で製品化³⁹⁾されている。これらの詳細については安藤の解説²²⁾がある。また、同系統のものであるが、堀ら⁴⁰⁾により狭窄放電を利用した 48×65 絵素のパネル表示装置の試作結果が発表されている。

液晶も RCA 社より発表されて以来、実用化をねらいとした研究、開発⁴¹⁾が活発な分野である。他のデバイスと異なり、外部光源を利用するという特徴をもっており国内では時計の文字盤表示への応用等⁴²⁾が試みられている。

EL の分野でも着実な発展が見られ、松下から X 線像観測用の表示装置の製品化が発表⁴³⁾されている。

上記したディスプレイ用デバイスについては、詳細な解説が、西沢⁴⁴⁾、藤井⁴⁵⁾、三輪⁴⁶⁾によって行なわれている。

6. メモリー用の新形半導体素子

コアにかわる次期の計算機用メモリー素子として、半導体メモリーの研究、開発が盛んであり、4 章でふれた CCD, BBD も、その一環としてとらえることもできる。本章ではまだ開発段階ではあるが、今後の発展が期待できる新形のメモリー半導体素子の研究動向を概観してみる。

不揮発性、大容量化の可能性を含んだものとして、磁性半導体を利用した円形磁区素子がある。その最初の報告は BTL より 1967 年に発表⁴⁷⁾されているが、実用デバイスとして注目を集め出したのは、1969 年の Bobeck の発表⁴⁸⁾以来である。その後の発展はやはり Bobeck の報告⁴⁹⁾がくわしい。国内では飯田⁵⁰⁾、坪谷⁵¹⁾による解説がある。写真 1 に示したのは、鴨下ら⁵²⁾による 43 ビッ

写真 1 43ビット磁気バブルシフトレジスター
(TmFeO₃ 薄膜, バブル直径 120 μm)

図 5 各種 MOS 形メモリー素子の構造

トシフトレジスターの顕微鏡写真である。

一方、Si 技術を背景にして、MOS 構造の絶縁膜中に何らかの方法で電荷を注入、保持する不揮発性のメモリー素子の研究がある。この型は現状では固定あるいは半

固定のメモリーを目標としており、情報の消去はX線、電子線あるいは電気的パルスによって行なわれるが、まだ技術的難点が多い。

この種の素子を電荷の注入法によって分類すると、アバランシェ形とトンネル形の2つに大別できる。前者の例としては、Intel 社の FAMOS⁵³⁾ (Floating Gate Avalanche MOS), 東芝の AMOS⁵⁴⁾ (Avalanche MOS), 電総研による2ジャンクション MOS⁵⁵⁾ がある。後者は絶縁物である SiO₂ の厚さ約 50 Å を境にして、その上では Fowler-Nordheim 形、下では Direct 形に分類される。前者の例として RCA 社の MNOS⁵⁶⁾, ソニー社の MAOS⁵⁷⁾ がある。上記各素子の構造断面を図 5 に示しておく。

上記素子の詳細な解説記事が電子材料 (1972. 1) に掲載されている。

7. む す び

以上、半導体デバイスの進展の跡をたどってきたが、何分にも多岐にわたる分野であるので、筆者の不注意、知識の欠如により見落している成果も多々あると思うがその点のご容赦いただきたく考える。

いずれの分野でも事情は同じであろうが、短期間のうちに実に数多くの着想が提案されるが、それが実用化されるためには数年の歳月にわたる地道な努力の積み重ねが必要であり、その過程で大部分の着想は陽の目を見ずに消え去ってしまう。本稿で紹介した種々の研究、開発が実りある成果を生み、半導体分野が特にわが国で新しい発展をとげることを期待してまとめにかえることにする。

(参 考 文 献)

- 1) 米沢ほか: 昭46年電気四学会連大予, No. 76
- 2) 徳山: テレビ誌, 25 (1971) 455
- 3) A. N. Broers, et al: Septième Congrès International Électronique, Grenoble (1970)
- 4) 飯田ほか: 昭46年電気四学会連大予, No. 77
赤井ほか: 同上, No. 78
- 5) 向井: 信学論誌, 54-C (1971) 466
- 6) 杉山ほか: 電子材料 (1971. 3) 21
- 7) H. Tsunemitsu, et al: 1969 IEDM, Session 18-4 (1969. 10)
D. P. Teltzer, et al: Electronics, 44, March 1 (1971) 52
- 8) J. A. Appels, et al: Philips Res. Repts., 25 (1970) 113
(Appels の paper では, LOCOS という略語が用いられている)
- 9) F. Faggin, et al: Solid State Electronics, 13 (1970) 1125
- 10) D. M. Brown: IEEE Trans., ED-18 (1971) 931
- 11) R. Igarashi, et al: 1967 FJCC Digest of Papers, (1967) p. 499
(電波新聞, 昭 47. 2. 24 に製品化の記事あり)
- 12) 増原ほか: 信学会半導体トランジスタ研究会資料, No. SSD 70-8 (1970. 5)
- 13) T. Klein: IEEE J., SC-4 (1969) 122
R. M. Swanson: 1972 ISSCC, FAM 16-5 (1972. 2)
- 14) 可見: テレビ誌, 25 (1971) 514
- 15) 小池ほか: 電気学会集積回路専門委資料, No. IC-46-10 (1971. 10)

- 16) 大石ほか: テレビ誌, **25** (1971) 801
- 17) 安藤ほか: テレビ誌, **26** (1972) 33
- 18) 佐々見ほか: テレビ学会固体画像変換委資, No. 48 (1971.2)
- 19) 安藤ほか: テレビ全大予, 3-22 (1971)
- 20) Fairchild 社カタログ
- 21) W.S. Boyle, et al: BSTJ, **49** (1970) 587
- 22) 安藤: テレビ誌, **25** (1971) 824
- 23) G.F. Amelio, et al: IEEE Trans., **ED-18** (1971) 986
M.F. Tompsett: ibid., **ED-18** (1971) 992
(その他, 最新のものとして, 1972 ISSCC で数件の発表がある)
- 24) 原: 信学論誌, **54-C** (1971) 340
- 25) 信学会半導体トランジスタ研委資, No. ECT-72-15~18 (1972.2)
- 26) 谷川ほか: 信学会電子装置研委資, No. ED 71-30 (1971.9)
- 27) M.F. Tompsett, et al: IEEE Trans., **ED-18** (1971) 992
- 28) F.L.J. Sangster, et al: IEEE J., **SC-4** (1969) 131
- 29) P.K. Weimer, et al: IEEE Trans., **ED-18** (1971) 996
- 30) 鈴木ほか: 第3回固体素子コンファレンス (1971.9)
- 31) 前田: 信学誌, **54** (1971) 700
- 32) 赤崎: テレビ誌, **25** (1971) 354
- 33) Electronics, **43**, 10, May 11 (1970) 89
- 34) I. Hayashi, et al: IEEE J., **QE-5** (1969) 211
- 35) Zh.I. Alferov, et al: Sov. Phys. Semiconductors, **3** (1970) 1107
- 36) E.E. Loebner: 1970 IDEA Symposium Digest of Papers, Soc. for Information Display, (1970) p.17
- 37) 中田ほか: 電子材料 (1970.3) 121
- 38) 中山ほか: 信学会電子装置研委資, [No. ED 70-23, ED 70-32, ED 71-17 (1970-1971)]
- 39) Electronics, **43**, 5 (1970)
- 40) 堀ほか: テレビ全大予, 9-19 (1971)
- 41) RCA 社の総合報告として, Electronics, **43**, 14, July 6 (1970) 64 がある
- 42) C. Cohen: Electronics, **43**, 14, July 6 (1970) 69
- 43) 松下TVニュース
- 44) 西沢: 信学誌, **53** (1970) 465
- 45) 藤井: 信学誌, **54** (1971) 1380
- 46) 三輪: テレビ誌, **25** (1971) 681
- 47) A.H. Bobeck: BSTJ, **46** (1967) 1901
- 48) A.H. Bobeck, et al: IEEE Trans., **MAG-5** (1969) 514
- 49) A.H. Bobeck, et al: 17th Annual Conf. on Magnetism & Magnetic Materials, Abstracts 1F-1 (1971.11)
- 50) 飯田: 信学誌, **53** (1970) 1672
- 51) 坪谷: 信学誌, **53** (1970) 1680
- 52) 鴨下ほか: 電子材料 (1971.12)
- 53) D.F. Bentchkowsky: 1971 ISSCC, THAM 7-3
- 54) 原ほか: 信学会半導体トランジスタ研委資, No. SSD 71-3 (1971.4)
- 55) 垂井ほか: 第3回固体素子コンファレンス, No. 5-4 (1971)
- 56) J.T. Wallmark, et al: RCA Rev., **30** (1969) 335
- 57) 佐藤ほか: 電子材料 (1972.1) 22

今月の表紙

可搬形放送用ハイバンド VTR SV-7400

SV-7400 形 VTR は小型中継車用録画専用機として開発した4ヘッド方式ハイバンド VTR です。録画性能は据置用ハイバンド VTR と同等であり、映像ヘッドや録画テープの互換性もあります。

電子回路の IC 化, デジタルサーボ方式の採用等により信頼性に秀れほとんど無調整化されております。また, リールモータの小形化, キャプスタンモータ, 真空ポンプ, ヘッドブロー用モータの DC 化等により機構部品が大幅に小形軽量化され, 総重量約 85 kg, 外形寸法 750(幅)×500(奥行)×400(高さ) mm となっています。したがってライトバン程度の小形車に搭載することができます。

録画モニター用としてヘテロダイン方式カラー位相安定器を内蔵しており, 高品質のカラー再生ができ緊急の場合オンエアも可能です。