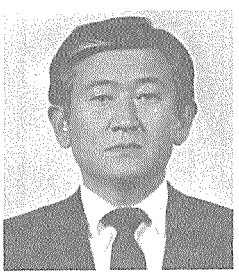
次世代 VTR의 新技術 動向



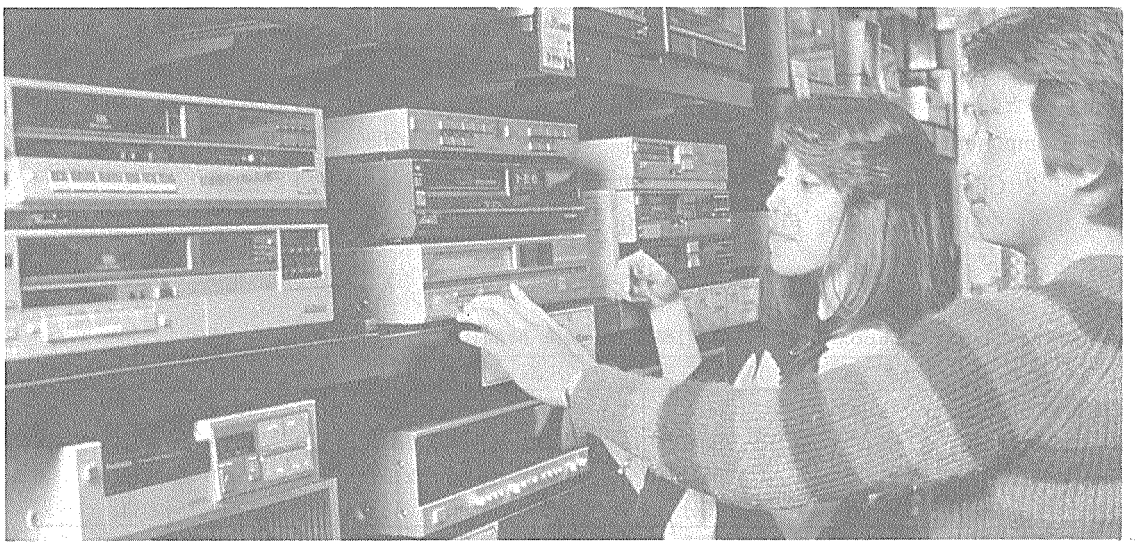
金 宣 東
(株)金星社 Video事業部長/理事

10년의 역사를 지닌 우리
우리나라의 VTR산업은
현재 세계 제 2 위의 생산국으로
발전하여 국내외적으로 家電産業의
주역으로 발돋움을 하여 세계 기술의
흐름을 파악하여 次世代 製品의 연구개발에
몰두하여 향후 전개될 아날로그에서
디지탈로의 요소기술에 대한
지속적인 연구와 투자가
이루어져야 하겠다.

금년은 韓國에서 VTR 開発을 시작한지 10年을 맞이하는 해로서 되돌아 보면 世界 第 2의 VTR 生産国으로 부상했으며, VTR이 国内·外的으로 家電産業의 주역으로서 향후 10年을 위한 新技術의 큰 흐름을 알아 보는 것은 技術의 전환점에서 큰 의미가 있다고 본다.

世界 家電製品의 주역은 約 10年을 주기로 世代 交替가 되고 있는데 흑백 TV, Color TV, VTR 순으로 새로운 走者를 맞이 해 왔으나 VTR에 있어서의 次世代는 과연 언제, 어떤 형태로 우리 앞에 나타날 것이며 次世代를 위하여 世界 技術의 흐름이 어떤 방향인가를 조명하여 밀어 닥치는 技術 壁에 대비해야 할 때이다.

시대의 흐름에 따른 끊임없는 변화는 인간의 욕구를 부르고 이 욕구는 무한한 도전과 새로운 창조를 낳아 새로운 技術과 製品으로 형태를 갖추게 되는데 VTR에서의 변화는 규격적 측면에서 단순한 録画, 再生의 의미를 초월하여 視感, 聴感의 증가로 인한 高画質, 高音質化의 추구는 先進技術 保有国에서 수년 전부터 開発 및 製品化가 증가되고 있으며, 高画質化를 위한 新規格의 제정이 이미 완료되어 즉, VHS 規格에서의 拡張 규격인 S. VHS(Super VHS)와 Beta 규격의 ED Beta, 8㎜ Video의 HB(High Band) 8㎜ 등의 新規格化에 따른 高画質 製品이 이미 世界 市場에서 増加一路로 관련 기술의 高度化가 가속되고 있다. 또한 機能的 측면에서 기존 Analog 方式의 VTR 機能의 한계를 극복하기 위하여 Digital Memory를 이용한 特殊 再生의 효과를 최대화시킨 多機能 VTR로 技術的 진보를 촉진시키고 있는데 이는 画像処理 技術의 倍加와 記録 媒体인 Tape에 Digital을 직접 記録 再生하는 새로운 방식의 次世代 VTR, 즉 「Digital VTR」로 세대 교체되는 초보 단계라고도 할 수 있다.



흑백TV에서 컬러TV로, 또 고품위 TV시대로 변천하면서 VTR도 아날로그에서 디지탈로 변모하고 있다.

VTR에 있어서 技術 動向은 우리나라의 家電 技術 地位가 어디에 있고 어떻게 진로를 잡을 것인가 하는 것보다 世界 家電 技術의 추구가 어떤 방향이며 무엇을 위해 硏究의 땀이 흘려지고 있느냐 하는 것에 우리는 지대한 관심을 가져야 하고, 이를 위해서는 日本의 VTR 硏究 지향 目標가 무엇이고, 進行 程度 및 그들이 추구하는 技術의 흐름을 주시해야 할 필요가 있다.

따라서 이 Digital VTR의 硏究 開発은 国内에서도 이미 기업체들이 硏究에 착수했지만 특히 日本에서는 日立製作所, 日本 Victor, 松下電器産業, Sony, 三洋電機 등이 현행 NTSC TV 방식용을, Canon이 高品位 TV用을 各社 나름대로의 규격으로 치열한 연구 경쟁을 하고 있고(또 하나의 次世代 VTR 후보인 HDTV用 VTR(Muse 方式用)은 日立製作所, Sharp, Sanyo, 東芝, 三菱, 松下電器 등이 시험제작을 했다), 유럽에서는 네덜란드의 Philips가 PAL TV 방식용으로 '86年에 학회 발표를 했다.

本 硏究 開発은 1970年代 후반에 시작하여 그 성과는 放送用이나 業務用이 실용화되고 있고 금년 4月에 美国 Las Vegas에서 개최한 NAB(National Association of Broadcasters) Show에서 Sony, 日立電子, Ampex 3社가 Digital VTR을 출품하여 호평을 받은 바 있다. (D－2 규격 Composite방식)

技術的으로는 日本 등에서 4～5年 後에 Digital VTR의 실용화가 가능하리라 보여지나 현행 Analog VTR이 世界市場에 너무 넓게 퍼져 있고, 호환성이 없으므로 Digital VTR의 상품화는 ①高画質, 高音質 ②長時間 記録 ③小型 ④多機能의 조건이 필요하다.

따라서 Digital VTR의 최대의 장점은 高画質에 있다. 지금의 Analog VTR(VHS)은 영상신호를 Analog로 Tape에 記録·再生을 하지만 Digital VTR에서는 영상신호를 Digital로 변환하여 Tape에 직접 記録·再生하는 방식으로 영상신호를 8bit 量子化해서 記録 再生할 때 S/N은 約 56dB(例 : Sony의 業務用 実用機)로 현행 Analog VTR보다 約 10dB이 높다. 음성도 CD나 DAT와 비슷한 高音質을 얻을 수 있다. 이것만으로는 충분하지 못하고 Digital VTR은 현행 方式의 한계를 넘지 않으면 안되는데, 현행 TV 方式 中 Composite 방식은 放送帯域 前提의 帯域 압축기술로 휘도 신호내에 실려 있는 色信号를 완전히 분리하는 것이 어렵기 때문에 Crosstalk에 의한 画質劣化가 발생한다. 여기에 비해 Component 방식은 처음부터 輝度信号와 色信号를 분리해서 취급하기 때문에 画質

劣化가 없고, 또한 현행 TV 放送의 水平 解像度는 이론적으로 輝度信号가 약 320 TV 本, 色信号가 120~40 TV 本이지만 国際 規格으로 결정된 Component 信号, Digital 부호화 방식(4 : 2 : 2 Component 부호화 방식에서는 輝度信号가 약 520 TV 本이고, 色信号가 약260 TV 本으로 월등히 높다.

表 1 現行 Cassette Tape의 表面積

Tape	表 面 積
VHS(標準 Mode160分)	12.65㎜×327m=4.1㎡
β (βⅡ Mode200分)	12.65㎜×246m=3.1㎡
8㎜(120分)	8.0 ㎜×106m=0.85㎡
DAT(120分)	3.8 ㎜× 60m=0.23㎡

表 2 映像을 Digital Component방식으로 기록할 때 録画 時間(例)

Tape	表面積(㎡)	非 圧 縮	1/2圧縮	1/4圧縮	Cassette外形 Size(㎜)
VHS(160分)	4.1	260分	510分	1,010分	188×104×25
β (200分)	3.1	200分	395分	780分	156× 96×25
8㎜(120分)	0.85	55分	108分	215分	95× 63×15
DAT(120分)	0.23	15分	30分	59分	73× 54×11

註) 映像 信号는「4 : 2 : 2 Component 符号化」방식(216Mbit/sec)을 非圧縮 時 기본 Bit Rate로 하였으며, 음성 Data는 2Mbit/sec를 가산한 것을 기록 Rate로 했다.

표 3 各社 Digital VTR試作期의 規格

	Sony	松下電器産業	日立製作所	三洋電機
学会 発表	'87.10	'87.6	'85.2	'87.10
Tape幅	8㎜	1/2inch	1/2 inch	1/2 inch
Drum径	40㎜	62㎜	62㎜	62㎜
Drum 回転 数	3,600rpm	1,800rpm	5,400rpm	3,600rpm
Tape 速度	21.5㎜/sec	11.0㎜/sec	133㎜/sec	50.0㎜/sec
相対 速度	7.5m/sec	5.8m/sec	17.4m/sec	11.6m/sec
Video Head	1Channel×2	2Channel×2	2 Channel×2	2 Channel×2
Track pitch	15μm	9.7μm	40μm	21.6μm
最短 記録 波長	0.5μm	0.57μm	0.72μm	0.64μm
記録密度	102Kbit/inch	89Kbit/inch	71Kbit/inch	75Kbit/inch
Bit面積	3.8μ㎡	2.8μ㎡	14.4μ㎡	6.9μ㎡
Tape磁性 材料	Metal 蒸着	Metal蒸着	Metal塗布	Metal塗布
映像 信号 Coding方式	Component 『3 : 1 : 0』 8bit	Composite(4fsc) 8bit	Composite(3fsc) 및 Component 8bit	Composite(3fsc) 6bit
映像 圧縮法	適応型 Dynamic Range Coding	Sub-Nyquist Sampling Hadamard 変換 +Vector量子化	No	No
Bit Rate(画像)	25Mbit/sec	25Mbit/sec	86Mbit/sec	52Mbit/sec
音声	No	No	No	44.1KHz, 14bit 2 Channel
変調 方式	Scrambled NRZ	8/10 Block Code CRCC(16bit)	8/9 Block Code	Scrambled NRZ
再生 出力 検出 方式	Partial Response	積分 検出	積分 検出	積分 検出
Error Correction	*No	Reed solomon code	-	Reed solomon code
記録 速度	30Mbit/sec	40Mbit/sec	96Mbit/sec	68.5Mbit/sec
記録 時間	80分	720分	30分	120分

錄画 時間의 長時間化는 Tape의 表面積과 記錄 密度에 의해 결정된다.

우선 1bit의 情報를 기록하기 위한 Tape의 면적을 현재의 목표치 1㎛²로 해서 Component 信号를 기록할 때 각 Tape의 錄画 時間은 대략 表2와 같이 상상된다.

이 表에서 보는 바와 같이 1/2″ Tape (VHS나 Beta 이하 1/2″라고 함)를 사용할 경우는 Data를 압축하면 현행 VTR 이상의 錄画 時間이 실현된다. 8㎜ Video Tape의 경우도 1/2로 압축을 하면 거의 2시간 가까이 되고, 1/4로 압축하면 3시간 가량이 된다. 따라서 1/2″나 8㎜ Tape를 사용하면 현 VTR 이상의 錄画 時間이 가능하다.

현행 VTR은 표준 Mode와 장시간 Mode가 있는데, 장시간 mode에서는 Tape의 진행속도를 느리게 하고 記錄 track 폭을 좁게 해서 Tape의 소비량을 줄이고 있기 때문에 画質은 그만큼 떨어진다.

Digital VTR로 현행 VTR (Analog VTR) 의 장시간 Mode에 지지않을 장시간 기록 시간을 내지 않으면 사용자로부터 외면당할 수밖에 없는데, 이 문제는 Data의 壓縮率을 증가시키면 간단하나 압축률이 너무 증가하면 画質의 劣化가 커진다.

그러나 Digital VTR에서는 현행 VTR 방식과 같이 1개의 기계에 画質과 錄画時間 양쪽을 생각하여 非壓縮 또는 壓縮率을 크게한 압축 Mode를 절환할 수 있도록 하는 방법이 있고, Track Pitch는 변화하지 않고서(현 Ana-

日本Victor	Philips	Canon(HDTV)	放送用 D-1(Sony)	放送用 D-2(Sony)
'86. 4	'87. 6	'87. 10	実用化	実用化
1/2 inch	1/2 inch	1/2 inch	19㎜	19㎜
62㎜	65㎜	62㎜	75㎜	96. 4㎜
3,600rpm	1,500rpm	3,600rpm	9,000rpm	5,400rpm
33. 35㎜/sec	-	33㎜/sec	286㎜/sec	131. 7㎜/sec
11. 6m/sec	5. 08m/sec	11. 6m/sec	35. 0m/sec	27. 4m/sec
2Channel×2	2 Channel×2	3 Channel×2	2 Channel×2	2 Channel×2
15㎛	11㎛	15㎛	40㎛	39㎛
1. 3㎛	0. 84㎛	0. 5㎛	0. 9㎛	0. 854㎛
32Kbit/inch	60Kbit/inch	102Kbit/inch	54Kbit/inch	59Kbit/inch
9. 4㎛²	4. 6㎛²	3. 8㎛²	18㎛²	16. 7㎛²
酸化鉄	CrO_2	Metal塗布	酸化鉄	Metal塗布
Composite(4fsc)	Composite(4fsc PAL)	Component	Component 『4:2:2』	Composite(4fsc)
7bit	8bit	8bit	8bit	8bit
Sub-Nyquist Sampling DPCM	Sub-Nyquist Sampling DPCM	Sub-Nyquist Sampling DPCM	No	No
22Mbit/sec	22Mbit/sec	112Mbit/sec	216Mbit/sec 有効(167Mbit/sec)	114Mbit/sec 有効(94Mbit/sec)
No	No	No	48KHz, 16bit 4 Channel	48KHz, 16bit 4 Channel
8/10 Block Code	NRZI	4·4/8変換 NRZI	Scrambled NRZ	-
-	Partial Response	積分 検出	積分 検出	積分 検出
Reed solomon code	Reed solomon code	Reed solomon code	Reed solomon code	Reed solomon code
35. 7Mbit/sec	24Mbit/sec	138Mbit/sec	227Mbit/sec	127Mbit/sec
120分	480分	120分	94分(L-Tape)	94分(M-Tape)

log VTR은 記録 Pitch를 변화시켜서 長時間化 하고 있음) 記録 速度를 가변하는 방법이 있는데 技術的인 문제는 없기 때문에 画質과 압축을 적당한 비로 조정하면 현행 VTR을 능가하는 장시간 기록이 가능하다고 본다.

小型化를 위해서는 Cassette Tape의 Size와 직결된다고 할 수 있는데 이는 壓縮比, 記録 密度, 記録 時間 등의 상관 관계가 있기 때문에 현행 8㎜와 1/2″ Tape의 중간Size의 크기가 좋다고 생각된다. 또한 VTR은 대별하면 Home Table Tape과 Camera 一体型(Movie)의 2 형태로 분류되기 때문에, 현 실용화되고 있는 업무용 Digital VTR의 Tape Size의 L・Size(366×206×33㎜)와 M・Size(254×150×33㎜), S・Size(172×109×33㎜) 3종류와 같이 Tape의 Size를 복수화할 필요가 있다.

VTR의 多機能化에 있어서 영상의 특수효과는 현행 VTR에서도 Slow Motion, Cue, Review 등의 Analog 방식과 순간적으로 映像画面을 Digital Memory에 저장했다가 다시 볼 수 있거나 여러 화면을 동시에 연출시키는 Digital Memory式의 特殊 映像效果를 만들고 있으나 Digital VTR의 경우는 映像의 모든 신호처리를 Digital로 하고 있기에 자기가 좋아하는 영상을 어떤 형태로든지 자유자재로 조작하고 만들어 볼 수 있으며 多数의 복사를 하여도 画質에 劣化가 없고, Computer Graphic에 의한 움직이는 画像 Media가 생활에 즐거움을 더해 줄 수 있기에 製品에 있어서 승부가 될 수 있다.

VTR은 단순한 映像과 音声의 기록재생뿐만 아니고, 어떤 형태로든지 Data만 있으면 기록이 가능하기 때문에 大容量의 기억장치로 이용할 수 있는 또 하나의 장점이 있다.

현재 Digital 記録을 하고 있는 DAT를 Computer의 周辺記憶装置로 사용하도록 規格案이 日本의 Sony와 美国의 H・P社로부터 공동提案되고 있으며, Digital VTR이 대용량 記憶装置로서의 응용에 기대가 크기 때문에 혹자는 장래는 VTR이라고 부르지 않고 무엇이든지 기억하는 「Black Box」라고 하고 싶다고 한다. 한발 더 나아가면 ISDN(Integrated Services Digital Network : 統合 Digital 通信網)과 연결하여 映画나 Video Game, Software 등을 각家庭에서 Service 받을 수 있는 날이 다가오고 있다.

지금 현실로 다가오고 있는 과제는 규격의 제정이다. 外国의 関聯会社들은 各社 나름대로의 독자적인 규격으로 출발하여 불꽃 튀는 연구를 계속하고 있으나 各会社마다 기술적인 기록 Format나 映像의 改善, Bit-Rate 壓縮法, 壓縮率, 変調・検出 方式, Cassette Tape크기 등이 각기 다른 점과 画質 등의 改善 여지가 남아 있기 때문에 8㎜나 DAT의 간담회처럼 規格 検討의 Working Group이 凡世界的 차원에서 발족되어야 한다.

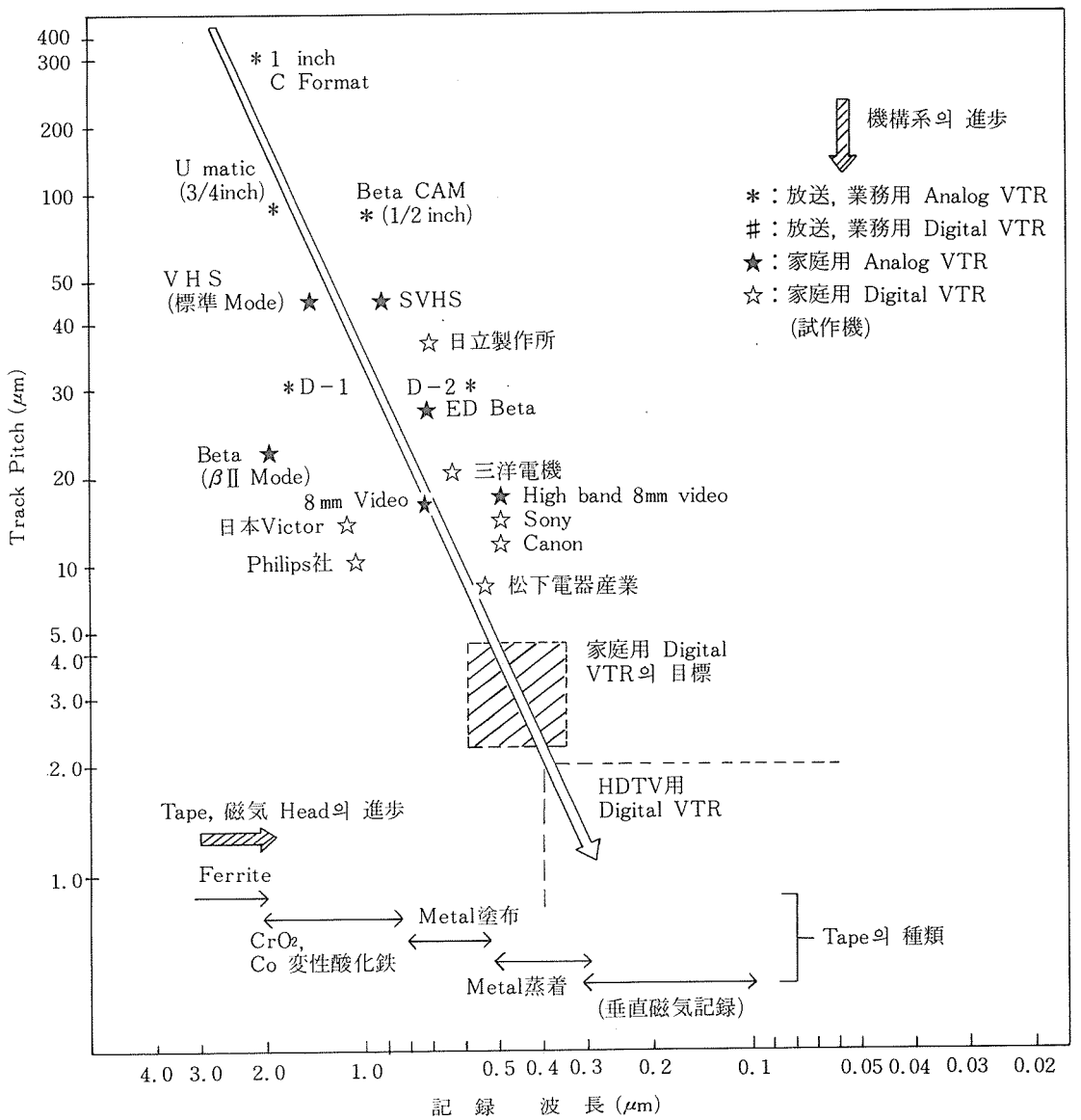
현재 외국에서 研究 開発되고 있는 Digital VTR의 현황을 表3에 나타내었다.

表3에서 보는 바와 같이 Sony는 8㎜ Video, 他社는 1/2″ VTR을 사용했고 또한 Sony 外의 各社에서는 映像 信号를 복수 Track에 분할하여 기록한다. 試作期에 사용한 Tape를 酸化鐵系, Metal 塗布 및 蒸着系 Tape가 있으나 금후는 Metal 蒸着系 Tape를 중심으로 開発이 진행될 것으로 보며, bit 当 Tape 면적을 최소화하기 위하여 많은 연구를 하고 있다.

1bit에 해당하는 Tape 화적을 최소화하기 위해서는 画積 $= P \cdot \frac{\lambda m}{2}$ ($\frac{P:\text{Track pitch}}{\lambda:\text{最短 記録 波長}}$)의 공식에서와 같이 Track pitch(P)과 記録 波長(λm)을 적게 할 수밖에 없다. 이 때문에 機構系의 精密度가 높고, 再生 出力이 큰 Tape, 높은周波数까지도 손실이 적은 磁気 Head 등이 필요하다. 海外学会 발표에 의하면 Tape에 記録密度가 10年에 30倍가 되었는데 현재는 1bit 당 2.8μm^2 정도이고 数年 後면 1μm^2 벽을 깨뜨릴 수 있다고 본다.

図1.에서는 VTR의 記録密度를 Track Pitch와 最短 記録波長으로서 나타냈으며, 이를 보면 VTR技術의 방향을 알 수가 있다. 현재 발표된

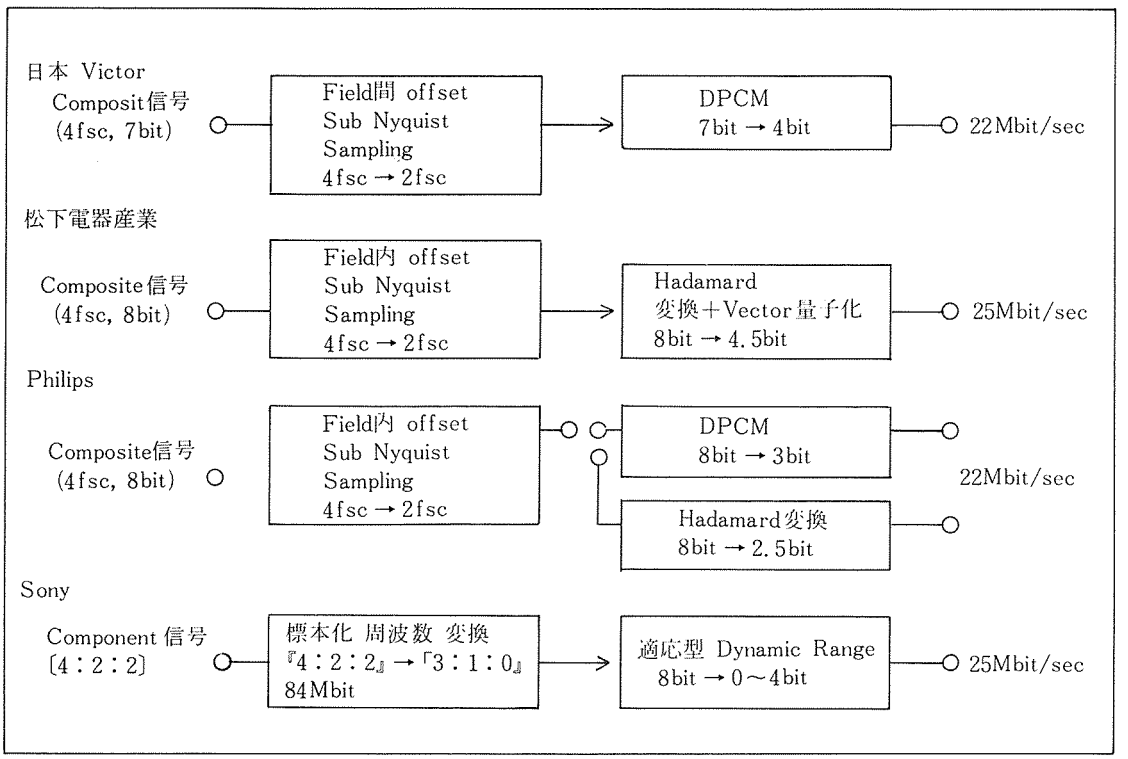
図 1. 各種 VTR의 記録 密度 比較



것 중에서 최소의 Track Pitch는 松下電器의 9.7μm이며, 最短 記録波長은 Sony 및 Canon의 0.5μm, 1bit 当 제일 적은 기록면적은 2.8 μm^2으로 松下電器의 試作機에서 발표되었다.

最短 記録波長의 진보는 기록모체(Tape) 나 Head 등 材料 部品의 진보라고 말할 수 있다. 例를 들면 현행 VTR에서는 再生 Level이 크고, 高周波 특성을 개선한 Tape의 실용화가 記録波長을 짧게 하고 高画質을 실현하는데 원동력이 된다. 통상 記録波長을 짧게 하면 再生出力이 작아져서 Data의 Error率이 증가하게 되는데 高周波 특성을 개선하기 위해서는 Tape 표면의 磁性体의 粒子를 곱게 하는 것과 동시에 粒子의 밀도를 올릴 필요가 있다. 따라서 Digital VTR에서는 새로운 특성의 Tape가 필요하게 되는데, 이에는 종래 Tape에 비해서 高周波에서 再生出力이 큰 Metal 蒸着 Tape가 유력한 후보가 된다. Tape의 磁性 材料에 따

図 2. 各社 画像 圧縮法



른 통상의 周波数 対 再生 Level을 보면 Metal 蒸着(1331 Oe) >Metal 蒸着(1105 Oe) >Metal 塗布(1485 Oe) > Ba-Ferrite(929 Oe) > 高抗磁力 Co 変性 酸化鐵(1014 Oe) > Co変性 酸化鐵(670 Oe) > Co 変性 酸化鐵(652 Oe)≪ ( )内 抗磁力≫ 順으로 나타난다. 또한 記録波長의 한계는 磁性体의 특성외 Tape와 Head의 간격에도 의존되는데 이는 높은 周波数에서는 이 간격 손실이 크게 나타나기 때문이다. 이 손실을 줄이기 위해서는 Tape 표면의 凹凸을 低減시키고 Head와 磁性体의 거리를 작게 한다. 그런데 표면을 거울처럼 하면 접촉면적이 증가하고 마찰계수가 커지게 되고 Tape가 Drum 표면에 달라 붙어서 주행성에 영향을 미쳐(이때는 폭이 좁은 8㎜ Tape가 유리하다) Jitter가 증가한다. 통상 이 때문에 蒸着 Tape의 경우는 潤滑剤層이 필요하다.

記録密度의 향상은 Track Pitch가 중요한 역할을 하는데, Pitch는 機構系의 향상이 중요하지만 機構 精密度 의존에는 한계가 있으므로 Dynamic Tracking 방식의 연구가 계속되고 있다.

Dynamic Tracking 방식이란 圧電 Actuator 끝에 Video Head를 부착하고 Track의 폭 방향으로 움직이면서 録画된 Track을 자동적으로 추적하여 再生 및 変速 再生時 Noise가 없게 하는 Tracking 방식으로 일부 현행 VTR에 적용되고 있다.

Digital VTR 技術의 또 하나의 큰 Point 는 画像의 壓縮 技術에 있다. 여기에는 通信 分野와는 큰 차이가 있는데 하나는 통신에 비해 연속적으로 큰 Data Error가 있는 경우를 고려하지 않으면 안된다. 例를 들면 Tape에 흠이 있으면 Burst 형상에 Error가 발생한다. 또 Slow Motion이나 高速 Search(Cue, Review)에서 Head가 Track 間을 타고 넘어설 때 큰 Error가 발생한다. 이러한 Error가 발생해도 画面 전체에는 Error의 파급이 미치지 않도록

설계되지 않으면 안된다. 이 때문에 Error Correction 能力을 강화하기 위해 화면을 Block으로 나누어서 압축하고, Error의 영향이 Block 內에서만 미치도록 하는 방법과 3個 会社가 채용하고 있는 DPCM으로 주변의 画素Data를 사용하여 假想의 예측된 Data를 만들어 실제의 標本化로 지정해 둔 情報 Data값을 비교하여 誤差만을 量子化시켜 출력시키는 방법이다. 이 外에도 松下電器는 Hadamard 변환과 Vector量子化를 병용하여 사용하고 Sony는 適応型 Dynamic Range Coding 방식을 사용하고 있다.

또 通信分野의 画像 壓縮은 TV 電話 등에서처럼 画質을 어느 정도 희생하더라도 壓縮率을 크게 하여 伝送 容量을 적게 하는 방법도 있다. 그러나 Digital VTR에서는 画質이 우선이므로 画質 劣化가 없는 방법으로 선정하기 위해서 各社는 여러가지 방법으로 壓縮率을 올리는 多数의 방식을 組合해서 사용하고 있다. 各社 画像 壓縮法은 図2와 같다.

결론적으로 技術의 흐름은 「인간의 基本欲求인… 더 편리하고 더 좋은 것」을 만족시키기 위해서 수많은 창조의 땀을 흘리면서 보이지 않는 기술벽을 허물고 있다.

TV가 흑백 TV에서 Color TV 時代로, 또 高品位 TV 時代로 변천하듯이 Analog VTR에서 Digital VTR로 변모해가는 과정에 있는 오늘, 우리는 VTR 技術도 外国의 研究開発을 지켜만 볼 수 없다고 생각하며 현 VTR 技術의 延長線上에 있는 技術이므로 이를 바탕으로 各 부분의 要素 技術에 대한 지속적인 研究와 投資가 향후 전개될 Digital VTR 時代를 위한 초석이 될 것이다.