

家庭用 VTR의 記錄密度 向上

權 炳 實

三星電子 總中央研究所長

家庭用VTR의 記錄密度는 最近 數年동안 急激히 向上되어 왔다. 最近 家庭用VTR 에는 단 1 m²의 磁氣tape 面積에 1時間동안 color TV 信號를 記錄할 수 있다.

즉 磁氣 tape, 磁氣 head의 性能이 向上되어 왔고 새로운 azimuth 記錄方式과 color 信號 記錄方式에 依하여 guard band를 除去하고 記錄 할 수 있도록 發展되어 왔다.

여기서는 이 새로운 記錄方式으로 開發에 成功한 家庭用 VTR의 高密度 記錄 技術을 紹介한다.

家庭用 VTR은 一般的으로 그림 1과 같이 回轉하는 drum에 附着된 video head가 磁氣 tape를 傾查져 走査(helical scan)하고 1本の TRACK에 TV의 1field (60 field sec) 分の 畫面을 記錄한다.

回轉 drum에 附着되어 있는 head의 數는 1 head에서 4 head가 있으나 現在는 표 1에 表示된 바와 같이 1 head, 2 head, 2head+1 (補助 head)方式의 裝置가 發表되고 있지만 가장 一般的인 2 head型이 있다.

이와 같이 磁氣記錄 再生裝置에서 記錄密度를 높이기 위해서는 analog 信號 1波長을 記錄하는 最小 記錄unit의 體積을 적게 하는 것이다.

- ① 記錄 波長λ를 짧게 한다.
- ② 記錄 track幅을 좁게 한다.
- ③ 記錄 媒體의 두께를 얇게 한다.
- ④ track와 track 사이의 guard band

를 除去한다.

등의 方法으로 體積을 적게 한다.

이와 같은 guardbandless 方式의 VTR이 日本의 sony, victor에서 商品化 되었고, Europe 地域에서는 西獨의 Grundig 社, 네델란드의 philps 社가 商品化 하고 있다.

NTSC color TV 方式을 採用한 guard bandless 記錄 方式은 이제 家庭用 VTR의 世界的인 標準方式이 되었다.

1. 記錄密度的 向上

最近 VTR은 黑白用의 경우 tape幅 12.7mm 1時間 錄面하기 爲하여 所要tape 面積은 8.68 m²이었다. 1966年경 color VTR은 tape 速度가 30cm/sec로서 1時間 tape所要量은 約 14 m²이었다.

그후 1969 ~ 1971年 사이에 日本 電子機械

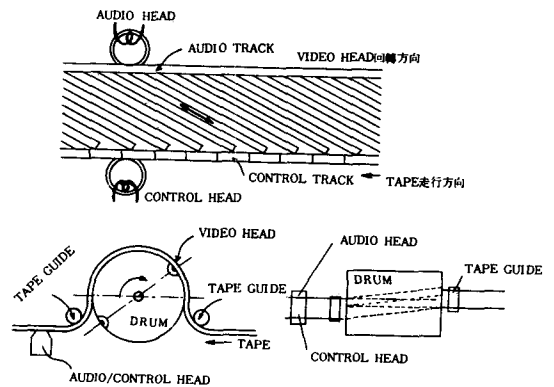


그림 1. Helical Scan 方式의 記錄개요

표 1. 各種 家庭用 VTR의 性能表

區 分	統一 1 型	U-MATIC	V. CODE II	β - MAX	HEAD α	VHS
TAPE 幅 mm	12.65	19.00	12.65	12.65	12.65	12.65
TAPE 두께 μm	30	27	20	20	20	20
VIDEOTRACK 幅 μm	110	85	60	58.5 (29.2)	48	58
VIDEO HEAD GAP μm	0.7~1	0.7~0.8	0.5~0.6	0.6	0.6	0.4
TAPE 速度 cm\sec	19.05	9.53	7.387 (3.694)	4.0 (2.0)	5.21	3.34
DRUM 徑 mm	115.8	110	81.3	74.5	48	62
相對速度 m\sec	11.1	10.4	7.73	6.9	9.09	5.8
AUDIO TRACK 幅(HOND) μm	1.0	0.8	1.0	1.05	0.4	1.0
CONTROL TRACK 幅 mm	0.8	0.6	0.8	0.6	0.7	0.75
連續記錄時間 分	6.0	60	60 (120)	60(120)	100	120
面積記錄密度 (m\時間)	8.68	6.5	3.38(1.69)	1.83(0.9)	2.38	1.52
記錄方式 VIDEO HEAD	2HEAD	2HEAD	2HEAD	2HEAD	1HEAD	2 HEAD
	HE2iCAL	HE2iCR2	HE2iCA2	HE2iCAR	HE2iCAL	HE2iCAL
輝度信號變調方式(MHZ)	FM3.1~4.5	FM3.8~5.4	FM3.1~4.5	FM3.5~4.8	FM3.1~4.6	FM3.4~4.4
COLOR 低域變換周波數	767	688	688	688	688	629

工業會 統一型 規格은 黑白과 color 를 똑 같이 8.68 m²의 磁氣tape面積에 1時間 錄面가 可能케 하였다.

Guard bandless 方式의 VTR 에는 統一型에 比하여 記錄密度가 10倍 以上 向上되어 있다.

불론 guard band를 除去하는 것 만이 記錄密度를 向上시킨 理由는 아니지만 큰 要因이라고 말할 수 있다.

2. 輝度 信號는 FM 記錄한다.

Guard bandless 方式을 採用하면 當然隣接track의 cross talk가 問題가 되는데 이를 除去하기 爲한 새로운 錄面再生 方式도 開發되었다.

最近 家庭用 VTR에 採用되고 있는 一般의 인 錄面方式에 對하여 간단하게 설명해 보면 다음과 같다.

TV의 映像信號周波數는 直流成分에서 4MHz 以上될 뿐만 아니라 NTSC color 合成信號의 경우는 그위에 周波數 interleave 形으로 3.58 MHz의 色副 搬送波가 실려 色信號가 重量되었다.

- 이 信號는 ① 記錄하는 最高 周波數가 높다.
- ② Oct -range 가 18OCT 以上 (例를 들면 30Hz ~ 4MHz) 으로 넓다.

이 理由는 audio 信號의 記錄에 利用되고 있는 交流bias 法이 利用되지 않는다. 그렇기 때문에 TV 信號를 輝度信號와 色副搬送波로 分離시켜 輝度信號는 周波數 變調하여 octave range를 좁게 하고 色副搬送波는 1MHz 以下の 低周波數로 變換한 後 이 두 信號를 mix 하여 記錄하고 있다.

VTR을 最初로 實用化 한 것은 1956年 美國의 ampex社가 回轉 4head로서 低搬送波

FM 記錄方式을 採用한 것이 最初이다.

當初의 放送用 VTR 에서는 變調信號가 4MHz 에 對하여 5MHz 로 低搬送波가 使用 되 었 지 만 最近에는 短波長 記錄이 可能 하기 爲에 10MHz 前後의 搬送波를 使用하는 裝置가 實用 化되어 있다.

이에 比하여 家庭用 VTR 은 本質的으로 記錄 帶域이 좁기 爲에 搬送波로 할때 4MHz 前後 를 使用한다. 그렇기 爲에 FM 記錄은 輝度 信號 뿐이고 色副搬送波는 再生信號에 包含되어 있는 時間軸 變動成分이 많기 爲에 放送用과 똑같이 NTSC 信號를 直接 FM 記錄할 수 없다.

따라서 3.5MHz 의 色副搬送波를 700KHz 前後의 低周波數로 變換하고 再生時 時間軸 變動 을 相殺시키는 方法을 採用하고 있다.

3. Guard bandless 記錄方式

輝度信號 - 低搬送波 FM 記錄, 色副搬送波 - 低 域變換多重 記錄이며 VTR 의 基本的인 錄面方 式의 guard bandless 方式에도 同一하다.

Guard band가 없을 경우는 隣接track 의 cr-oss talk 除去 處理方式이 追加된다.

Cross talk를 除去하기 爲해 새로이 追加되 는 方式에는

- ① 傾斜型 azimuth 記錄方式
- ② Pi (phase invert) 또는 PS (phase shift)方式

의 두가지가 있는데 ①은 輝度信號成分을 ②는 色信號成分을 除去하는 方式이다.

4. 輝度信號 cross talk 成分은 azimuth 記錄方式으로 除去한다

回轉 走査式 VTR 에서는 azimuth 記錄方式 을 利用하여 cross talk 를 除去한다.

즉, 記錄 head와 再生 head間에 φ° 의 傾斜 再을 두어 再生出力을 傾斜角이 0° 인 경우와 比較하여

$$LH = 20 \log_{10} \frac{\sin \frac{\pi \omega \tan \varphi}{\lambda}}{\frac{\pi \omega \tan \varphi}{\lambda}} \quad (\text{dB})$$

로 減쇄 된다.

여기서 ω : track 幅, λ : 記錄信號波長

그림 2에서 보는 바와 같이 磁氣head 製造 時 gap을 track 垂直方向에 對하여 θ° 傾斜지게 만들어 이 head를 "A" track의 記錄 再生에 使用하고 "B" track 側에는 逆方向으로 θ° 傾斜진 head를 使用 ($\varphi = 2\theta$) 하면 "A" track 側 head로 "B" track 側 head로 "B" track 을 再生 하여도 出力을 azimuth 損失 爲에 爲 크 게 減쇄되어 出力이 얻어지지 않는다.

즉, 2個의 video head를 相互 相對的으로 傾斜지게 하여 隣接track의 cross talk가 再 生時的 azimuth 損失로서 減쇄 되도록 하는 것 이 azimuth 記錄方式의 原理이다.

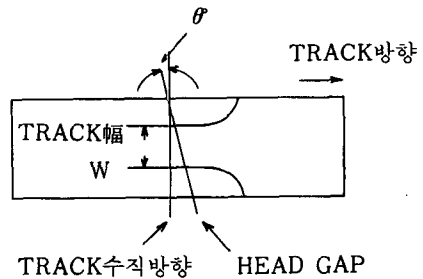


그림 2.

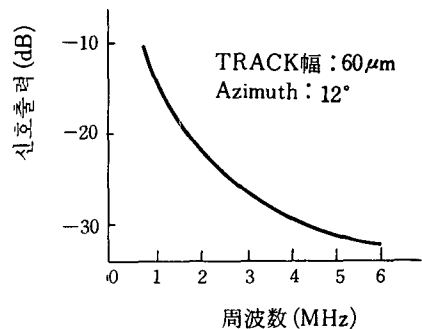


그림 3. 周波數 特性

이 効果는 記錄波長 λ 가 짧을수록 현저하며 그림 3은 track 幅 $60\mu m$, azimuth 角 12° 일때의 cross talk 對 主信號의 周波數 特性을 나타내고 있다.

記錄周波數가 $1MH_2$ 以上인 경우는 cross talk가 充分히 감쇄 되지만 $1MH_2$ 以下인 경우는 그 效果가 充分하지 못한다.

5. 色信號의 cross talk 除去

低域變換된 色信號의 記錄 再生時에 色信號의 cross talk를 除去하기 爲하여 β -max方式에서는 pi (phase invert color 記錄方式을 1 HS方式에서는 ps (phase shift) color 記錄方式을 採用하고 있다.

兩方式이 隣接track의 色信號 cross talk成分을 除去하는데 있어서는 별 차이가 없지만 實現手法이 서로 다른 것이 特徵이다.

그림 4는 β -max方式의 色信號 記錄再生의 樣相을 나타낸 것이다. 記錄時 "A" track 에는 位相 그대로 色信號를 記錄하고 "B" track 에는 水平走査線 1本 (1H)에 따라 色信號位相을 180° 反轉시켜 記錄한다.

따라서 "A" track을 再生할 경우 "B" track의 cross talk成分은 1H delay된 成分과 合해져 소거된다.

또한 "B" track의 再生은 位相復元後 그대로 1H delay line을 通過한 成分과 合해져 소거된다.

그림 5는 pi color 記錄方式의 記錄再生系統圖이다. 色副搬送 低域變換 多重記錄 方法에 比하여 位相反轉과 1H delay line을 갖는 comb filter가 追加된 block이다. VHS方式의 ps color 記錄方式은 위에서 說明한 pi方法과는 多少 差異이 있다.

그림 6은 이方式의 說明圖이다. 色信號는 1 水平走査期間 (1H)마다 90° 씩 位相變位시켜 記錄한다.

그림에서 보는 바와 같이 "A" track 에는

A_1, A_2, A_3, A_4 의 順으로 色信號가 記錄되고 A_1 를 0° 로 하여 A_2, A_3, A_4 는 $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ 씩 反時計 方向으로 變位시켜 記錄한다. "B" track은 "A" track의 反對 方向이다.

再生時에는 記錄時와 逆位相 變位시켜 再生하고 이 信號는 그대로 1H delay line을 통한 成分과 合하여 진다.

이렇게 함으로써 隣接track의 cross talk 成分을 소거한다. 그림 8은 ps color方式의 記錄系로서 入力 video 信號에서 水平同期信號를 分離하고 이를 40 배배한 $629KH_2$ 를 만들어 90° 씩 位相이 다른 4種類로 分離하여 1H씩 切替한다.

그림에 表示한 바와 같이 이 $629KH_2$ 波와 XTAL發振器의 $3.58MH_2$ 波의 合인 $4.21MH_2$ 를 使用하여 色副搬送波를 $629KH_2$ 低域으로 變換시킨다.

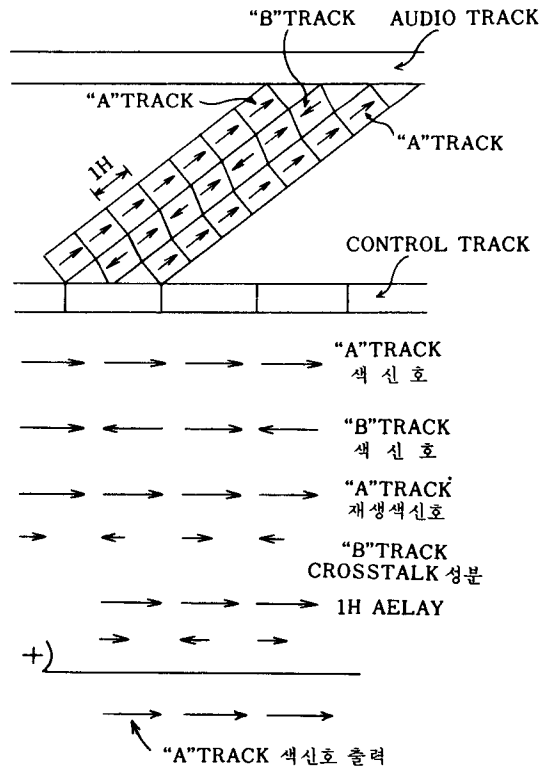


그림 4. Pi (phase invert)方式의 cross talk 除去

再生은 水平同期信號를 再生信號側에서 얻는
點이 다르지만 位相變位器는 記錄時와 同一하
게 作用한다.

6. S/N 比의 改善

위에서는 guard band less 방식에 의한, 高
密度記錄의 實際를 소개 하였다.

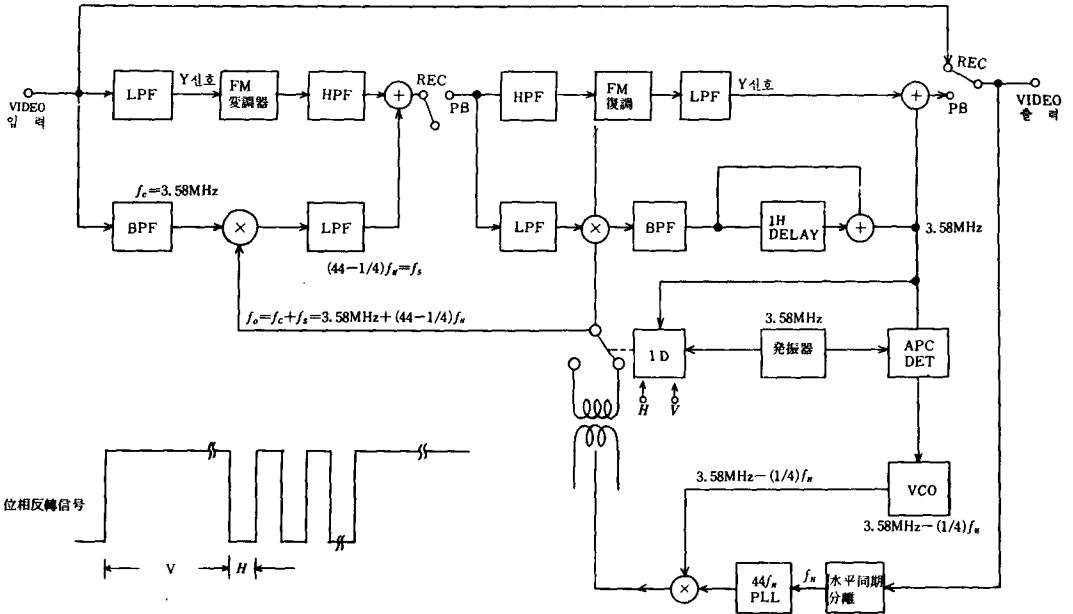
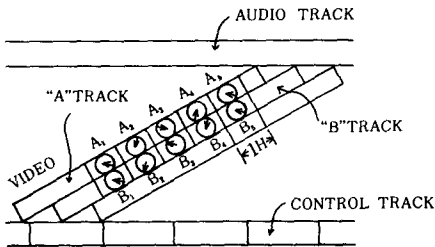


그림 5. Pi color 기록 방식의 기록 재생계



⊙ 화살표는 기록 색 신호의 위상을 表示.

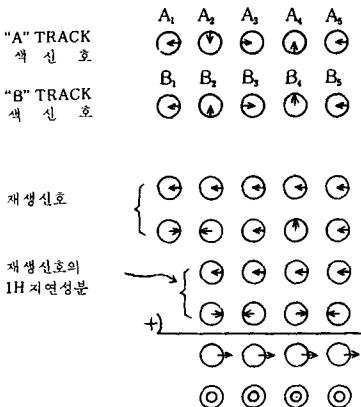


그림 6. Ps 방식의 cross talk 除去

VHS 방식에서는 주로 tape 와 head 의 相對速度를 低速化하는 對策으로 DL (double limit) FM 방식을 採用하고 있다. 一般적으로 記錄波長을 λ , 記錄하는 信號의 周波數를 f 라고 하면 $f = V/\lambda$ 의 關係가 있다.

여기서 V 는 tape 와 head 의 相對速度이다. 이 關係에서 높은 周波數 f 를 記錄하기 爲하여는 相對速度 V 를 대단히 빨리 하든가 記錄波長 λ 를 짧게 해야 한다. λ 는 各種의 再生損失 때문에 극단적으로 짧게 할 수 없으므로 通常 V 를 빠르게 한다.

V 를 빠르게 하면 높은 周波數 영역까지 記錄再生에 問題가 있고 特히 画面이 어두운데서 밝은 장면으로 急히 變하는 部分에 反轉現象이 發生하기 쉬우므로 VHS 방식에서는 V 를 5.8m/sec로 하고 反轉現象을 防止하기 爲하여 再生信號를 復元한 後 limit를 2回 걸어주는 DL -

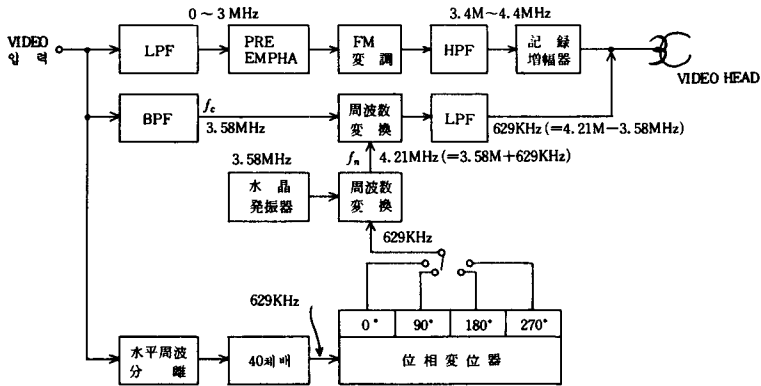


그림 7. Ps color 방식의 기록계

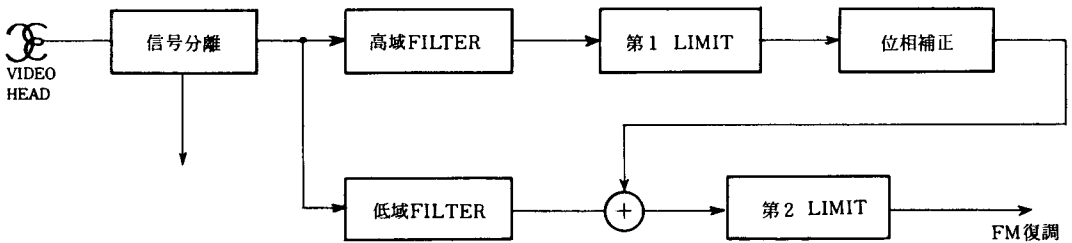


그림 8. DL-FM 방식의 再生回路

FM 방식으로 S/N 비를 3dB 改善하고 있다.

그림 8은 DL-FM 방식의 再生回路 一部를 表示한 것이다.

DL-FM 방식은 再生信號를 高域과 低域으로 分離하고 高域만 最初limit를 걸고 다시 低域과 混合하여 다시 한번 limit를 걸어주는 방식이다.

7. 注目 받는 AST 技術

위에서 家庭用 VTR의 高密度 記錄方式에 對하여 說明한 바와 같이 guard band less 記錄方式이 實現됨에 따라 track 幅이 좁아져 現在 放送用 VTR에 一部 導入되고 있는 automatic scan tracking 技術이 家庭用 VTR에 適用되면 新機能이 追加될 可能性도 있다.

AST란 例를 들면 電歪材料 위에 head를 取附시켜 上下의 振動에 依하여 記錄 track 위를 正確하게 走査하는 것이며 앞으로 PCM 錄面技術 등이 家庭用 VTR에 實用化 되기 전까지는

guard bandless 방식이 中心的 記錄方式이 되고 있다.

8. 結 論

現在 家庭用 VTR의 수요는 世界的으로 增加 迫勢에 있으며 技術的으로 家庭用 VTR의 機能도 점차 多樣化되어 Still, Fineslow, Frame Frame 등의 速度 調整 機能이 追加된 新製品이 發表되고 있으며 VTR의 生産技術도 急速히 向上되어 基本性能向上에 기여하고 있으므로 數年內에 새로운 映像時代가 到來할 전망이다.

參 考 文 獻

1. Home Video, 原正和
2. 回轉 HEAD方式 Video Tape Record 技術「National Technical Report Vol.21」