

家庭用

彩色錄放影機

原 正和著 / 陳連春譯



羅拔書局印行



家庭用

彩色錄放影機

原 正和著 / 陳連春譯



羅拔書局印行

家庭用彩色錄放影機

編譯者：陳連春
出版兼：羅拔書局
發行

澳門大馬路381號二樓F座

印刷者：振興印刷公司
澳門龍崙街152號地下

H. K. \$ 20.00

譯者序

目前彩色電視機之普及率逐漸上昇，已成為一般家庭之日常用品。而關於彩色錄放影機，經過技術者20餘年之研究與改良，目前已發展出可供家庭用的，不但體積小，使用上也很方便。

有了彩色錄放影機（VTR），除了可以將所收看的電視節目記錄下來而保存，還可以一面觀看甲電台的節目而記錄乙電台之節目，而且配合最近發展出的電視攝影機（Video Camera），更可以隨心所欲錄製各種影像而保存下來。因此，雖然家庭用VTR之推出為最近兩三年以來之事，但是可以想像在不久的將來，將會更加普及，而與彩色電視機一樣，成為大家所競相購買之產品。

本書編譯之目的即在介紹此種新產品有關之知識，除了對於VTR之基本原理加以說明以外，並分別就最近之採用高密度記錄方式之VHS系統與 β -Format系統之動作原理，分機構部分與電氣部分加以解說。相信仔細研讀本書後，對於VTR之發展，原理，動作會有通盤之瞭解。

又，本書編譯目的也在於提高國內電子之技術水準，立意雖宏奈譯者才疏學淺，尚祈先進不吝指教。

譯者 陳連春

目 錄

第 1 章 VTR 之原理

1.1	VTR 之磁性記錄	1
1.2	影像之記錄再生	3
(1)	影像記錄再生之條件	3
(2)	記錄波長與影像磁頭之間隙	3
(3)	高頻信號之再生磁帶與磁頭之相對速度	4
(4)	低頻率之 FM 調變方式	5
1.3	利用旋轉磁頭記錄影像信號	8
(1)	旋轉磁頭之記錄方式	8
(2)	旋轉 2 磁頭方式	12
(3)	旋轉 1 磁頭方式	14

第 2 章 小型 VTR 之基本

2.1	錄影頭之旋轉與絞盤之驅動	18
(1)	旋轉磁頭與圓筒	18
(2)	標準之 2 馬達方式	19
(3)	單一馬達方式與制動伺服	20
(4)	利用直流馬達之驅動方式	20
2.2	磁帶之行走機構	22
(1)	錄影帶之行走系統	22
(2)	絞盤與夾帶轉輪	23
(3)	磁帶導向帶之重要功用	24

(4) 轉環之驅動系統·····	25
2.3 彩色影像信號之記錄方式 ·····	25
(1) 直接記錄彩色影像信號很困難·····	26
(2) 彩色影像信號之記錄方式·····	27
2.4 影像信號之記錄系統 ·····	30
(1) 輝度信號之記錄電路·····	30
(2) 副載波色信號之記錄電路·····	33
2.5 影像信號再生系統 ·····	34
(1) 記錄影像信號之記錄再生電路·····	34
(2) 輝度信號之再生電路·····	35
(3) 副載波色信號之再生電路·····	38
2.6 伺服電路系統 ·····	40
(1) 重要伺服機構之功能·····	40
(2) 磁頭伺服機構·····	40
(3) 絞盤伺服機構·····	43
(4) 反張力伺服機構·····	44
2.7 錄影磁頭之組合 ·····	44
(1) 複合形磁頭·····	45
(2) 單體形磁頭·····	45
2.8 錄影帶 ·····	51
(1) 錄影帶之構造·····	51
(2) 錄影帶之特性·····	51
(3) 錄影帶之種類·····	54

第3章 VHS方式 ½吋，卡式 VTR

3.1 功能與特點 ·····	60
3.2 VHS方式之規格 ·····	61

(1) 磁帶圖樣之規格	64
(2) 信號之記錄方式	65
(3) 卡式錄影帶之規格	66
3.3 錄影帶之行走與驅動系統	67
(1) 並聯上帶機構	68
(2) 旋轉磁頭之組合	71
3.4 VHS 方式之記錄方式	74
(1) Azimuth 高密度記錄方式	75
(2) P S 彩色方式	77
(3) D L - F M 方式	78
(4) B U 彩色方式	80
3.5 影像信號之電路系統	80
(1) 影像信號與聲音信號之流程	80
(2) 輝度信號之記錄電路	81
(3) 副載波色信號記錄電路	85
(4) 記錄影像信號之記錄再生電路	88
(5) 輝度信號再生電路	89
(6) 副載波色信號再生電路	92
3.6 伺服電路系統與機構控制系統	97
(1) 磁頭伺服電路	99
(2) 絞盤伺服電路	101
(3) 機構控制電路	102
3.7 各廠家之 VHS 方式之家庭用 V T R	103
(1) 松下電器之 "micro-88"	103
(2) 日立 "錄影座 V T - 4000 R"	107
(3) J V C 之 "倍速 V T R H R - 3600"	109
(4) J V C "手提式 V T R H R - 4100"	113

第4章 β -Format方式 $\frac{1}{2}$ 吋，卡式VTR

4.1 β -Format方式之規格	115
(1) 磁帶圖樣之規格	115
(2) 信號之記錄方式	118
(3) 卡式錄影帶之規格	119
4.2 β -Format方式之記錄方式	120
(1) 與水平同步信號同步之副載波色信號	121
(2) Azimuth記錄方式	122
(3) P I 彩色方式	122
(4) 非線性・預強調電路	124
4.3 功能與特點	125
4.4 錄影帶之行走與驅動系統	126
(1) 錄影帶之上帶機構	126
(2) 錄影帶之行走系統	129
(3) 採用1馬達之驅動方式	132
(4) 安全機構	132
4.5 影像信號電路系統	135
(1) 影像信號之流程	135
(2) 輝度信號記錄電路	137
(3) 副載波色信號之記錄電路	139
(4) 記錄影像信號之記錄再生電路	140
(5) 輝度信號再生電路	141
(6) 副載波色信號再生電路	142
(7) A F C電路，A P C電路	145
4.6 磁頭伺服電路系統與系統控制系	147
(1) 磁頭伺服電路	147

(2) 系統控制電路.....	148
4.7 β-Format方式各廠家之 VTR	148
(1) 東芝 “V Auto V-5300”	148
(2) 三洋 “ β -Code VTC-9100W”	150
(3) SONY “手提式 VTR SL-3100”	152

第 5 章 其他之家庭用 VTR

5.1 家庭用 VTR VX-2000	155
(1) 旋轉 1 磁頭方式之優點，缺點.....	156
(2) 卡式錄影帶之構造.....	156
(3) 錄影帶之上帶及行走系統.....	157
(4) 影像信號在錄影帶上全幅記錄.....	161
(5) 錄影頭與錄影帶行走系統之驅動機構.....	161
(6) 各種保護機構.....	162
(7) 補間同步電路.....	165
5.2 V Code II 方式	167
(1) V-Code II 方式之特點.....	169
(2) 規格與卡式錄影帶.....	171
(3) 錄影帶上帶機構與行走系統.....	174
(4) 驅動機構.....	177
(5) 垂直同步信號之再插入電路.....	179

附錄 I $\frac{1}{2}$ 吋，卡式 VTR 規格一覽表	181
---	-----

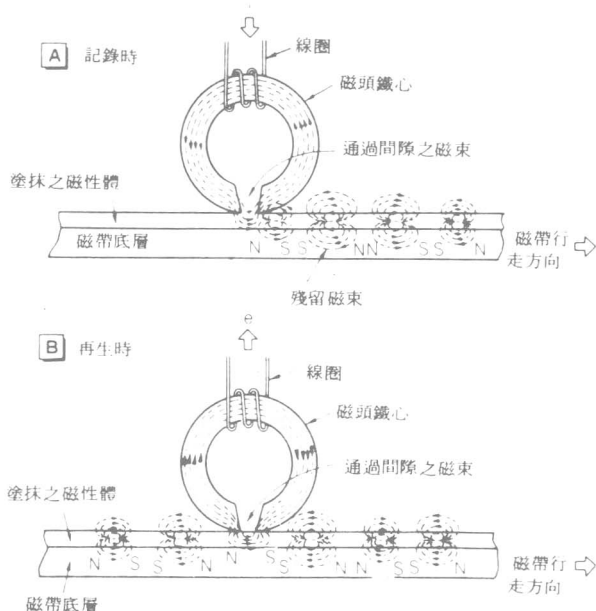
附錄 II 各公司家庭用 VTR 一覽表	182
----------------------------	-----

第1章 VTR之原理

1.1 VTR之磁性記錄

VTR 與錄音機一樣，都是在磁性帶子上塗上強磁性物質，利用磁頭接觸，而將電視之影像與聲音記錄在磁性帶子上，並可以將其再生，因此要瞭解VTR之構造之前，必需先瞭解磁性記錄之原理。

記錄再生頭(head)如圖1—1 所示，在環狀之鐵心(core) 的一



〔圖1—1〕利用磁頭產生之記錄再生模式圖

2 家庭用彩色錄放影機

部分有很細小之間隙，鐵心上繞有線圈，當有電流流過線圈時，便會產生起磁力，在鐵心之內部產生磁力線，但是在磁束之通路上有間隙 (gap) 存在，此一部份之磁束便從一極通到另一極，在間隙之空氣較鐵心內之磁性阻抗 (reactance) 為高，因此磁束不會成細束狀通過，而是擴展在間隙之周圍產生漏磁。

當塗上氧化鐵粉之磁性帶子與磁頭接觸時，磁力線經過磁阻抗較低之鐵心，由間隙之一極通往另一極，構成一個迴路，稱為磁路 (close loop)。在此場合磁力線 (磁束) 通過磁性帶子，便將上面的氧化鐵磁化。

因此，當磁帶與磁頭接觸並以一定之速度前進時，磁帶上的磁性粒子在離開間隙的瞬間，便受到磁化，而有殘留磁性，其大小與流過磁頭之電流成比例。也即在磁性帶子上磁化之圖樣 (Pattern) 與所加入磁頭之信號相對應。(如圖 1 - 1 A)。

如果所記錄之信號為正弦波時，在磁帶所記錄之磁化強度便沿着磁帶之方向而做正弦波狀之變化。磁帶之記錄波長與磁帶之速度成比例，而與所記錄之頻率成反比例。可以用下面之公式表示。

$$\text{記錄波長 (cm)} = \frac{\text{磁帶之速度 (cm/sec)}}{\text{信號之頻率 (HZ)}}$$

當再生的時候，受磁化後之磁帶與記錄時相同構造之磁頭接觸，如圖 1 - 1 (B) 所示，磁帶行走時，在磁帶上所記錄之磁性圖樣由於漏磁之緣故而向兩面輻射，當與磁頭之間隙接觸時，便經由此間隙耦合 (coupling) 而通過透磁性較高之鐵心，由鐵心之某一磁極經過鐵心中央而通往另外一個磁極，再回到磁帶，完成一個迴路。通過鐵心中央之磁束密度是與磁頭間隙瞬間所接觸之磁帶部分之磁化狀態的平均值成比例。

因此，鐵心中央所通過之磁束密度之變化是隨着磁帶上之磁化狀

態而變化，鐵心上之線圈所感應之電壓也相對應地變化。

1.2 影像之記錄再生

如果影像信號之記錄再生能夠與錄音機一樣，採用固定磁頭方式，價格將會很便宜，使用也較方便，此為長年以來，研究專家所努力之方向但仍尚未能達到很實用化之地步，其理由可以根據以下之說明而瞭解。

(1) 影像記錄再生之條件

VTR 之製作上最困難之處為記錄再生之影像信號，由於影像信號之頻率分佈從直流至4.5MHz，而聲音信號之頻率分佈為30~15,000Hz之程度，以最高頻率相比較，相差約300倍。

利用磁帶記錄再生如此寬頻帶之信號，其必要條件如下：

- (1) 再生磁頭之間隙儘量狹窄。
- (2) 磁頭與磁帶之相對速度儘量快。
- (3) 需將影像信號調變成為另一個頻率範圍，使其分佈之階度(Octave)變為狹窄，然後再記錄之。

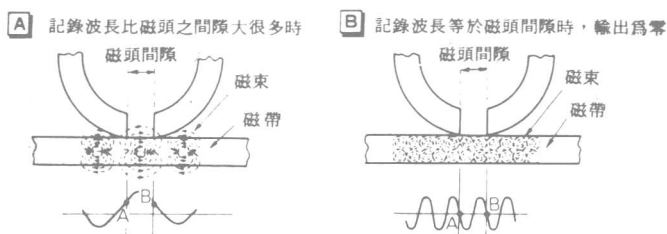
今，針對上述之三個條件說明之。

(2) 記錄波長與影像磁頭之間隙

此處僅考慮高頻信號之再生。圖1—2所示的為記錄後之磁帶上之磁性圖樣與再生磁頭之關係。A圖為所記錄之信號波長較長之場合，如前所述磁頭之輸出電壓是與在間隙處所接觸之磁帶之磁化平均值成比例。在B圖之場合，信號波長較短，如果此波長與磁頭之間隙相等，則間隙內磁化之平均值，正負抵消而成為零，因此磁頭之輸出為零。

此即表示當磁性帶子所記錄之信號波長與磁頭間隙相近時，輸出就

4 家庭用彩色錄放影機



〔圖 1 - 2〕磁頭之間隙必需小於最高記錄波長之一周期。

劇減少，在極端之場合下，輸出成為零。因此，再生磁頭間隙之大小必需為記錄再生最高頻率信號之 $\frac{1}{2}$ 波長以下，目前家庭用 V T R，磁頭間隙為 $0.5\mu\text{m}$ 以內。

（ 3 ） 高頻信號之再生，磁帶與磁頭之相對速度

記錄波長與記錄信號頻率以及磁帶之速度關係如下式所示：

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

此處， λ ：記錄波長（cm）， v ：磁帶速度，

f ：頻率（Hz）

根據此式可以知道在相同信號頻率下，如果磁帶行走之速度愈快，則記錄波長愈長，磁頭之間隙就可以大些。

今假設磁帶之速度為 38cm/s ，信號頻率為 15kHz ，則記錄波長為 25μ （微米），因此磁頭間隙必需為 13μ 以下。但是如果信號頻率由 15kHz 變為 200kHz ，則要使信號再生，必需使磁帶速度增快或者使磁頭間隙減小。

因此，磁頭間隙如果為 2.5μ ，磁帶速度為 38cm/s ，則可以再生 75kHz 之信號，如果磁帶速度增為100倍，即 $3,800\text{cm/sec}$ ，同一個

磁頭可以再生至7.5MHz之信號。但是如果磁帶速度如此快，則記錄一小時之信號需要140,000m之長的磁帶，實為不可能之事，因此必需採用轉動磁頭之方式，使磁帶與磁頭之相對速度為3,800cm/s，此才為高明之手段。

(4) 低頻率之FM調變方式

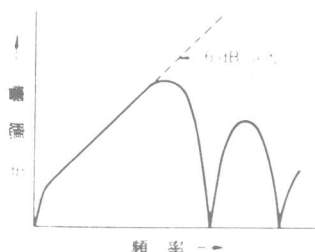
至目前為止，所討論的大多是高頻率之問題，今再考慮低頻率信號之情況。

〈不壓縮階度範圍則記錄困難〉

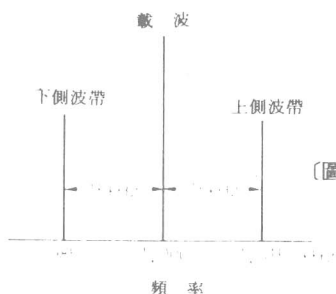
再生時，磁頭所發生之電壓大小並非與磁帶上所記錄之殘留磁束的大小成比例，而是與磁束變化之比率（也即是信號頻率）成比例。如果磁帶靜止在磁頭上，則磁化後之圖樣雖然經由漏磁而通過鐵心之中央，但是並不能從線圈上取出電壓，只有當磁帶有轉動，磁束有變化時，才能取出電壓。

圖1-3所示的為再生磁頭之輸出特性，根據此圖可以知道在比較低之頻率範圍內，頻率減半時，磁頭之輸出也減半。也即是每一個階度(Octave)減少6dB。

今以記錄有20Hz~20kHz信號之磁帶的再生為例，如果20kHz之信號再生輸出夠大，但是在10kHz時，則輸出減為一半。5kHz時



(圖1-3) 再生磁頭之輸出特性



〔圖 1-4〕利用1000kHz之載波調變15kHz之AM波之波譜

，再減為一半，至於20Hz之情況則減為1000分之1(60dB)，輸出雜音甚至大於輸出信號，SN比必然惡化。因此，目前之VTR，頻率分佈範圍大多在10個階度之範圍內。

另外，電視之影像信號，即使忽略直流成分，其頻率之分佈範圍從30Hz至4.5MHz，其階度為17個以上。如果將此等信號直接記錄在磁帶上，則其動態範圍(Dynamic Range)為100dB 以上，在低頻之情況下，SN比一定差，同步信號也會失真，完全不實用。因此要將影像信號記錄在磁帶之前，必需將其頻率範圍緊縮，以改善低頻率信號之特性。今，就此點再詳加說明。

〈低載波殘留傍波帶之記錄方式〉

今以30Hz~15kHz 之聲音信號為例說明之，此一頻率分佈範圍為9個階度，如果用1,000kHz為載波做振幅調變(AM)，傍波帶之分佈為載波頻率之上下15kHz內，也即是從985kHz至1,015kHz，其頻帶寬為 $1015 - 985 = 30\text{kHz}$ 。為調變信號之2倍(圖 1-4)。985 kHz 為調變波之最低頻率，頻率分佈在不到一個階度之範圍內，其整個範圍為原來信號之2倍。如果載波之頻率愈高，則調變後之頻率分佈範圍之階度也愈小。

電視之影像信號頻率分佈為從直流成分至4.5MHz，如果採用AM之方式調變，調變波之頻率必需比影像信號高很多，假設為20M

Hz，則上傍波帶為 $20+4.5=24.5\text{MHz}$ ，在如此高的頻率下，磁頭之間隙必需再減少，磁帶與磁頭之相對速度也必需增加很多，此都有困難。因此不採用AM之方式。

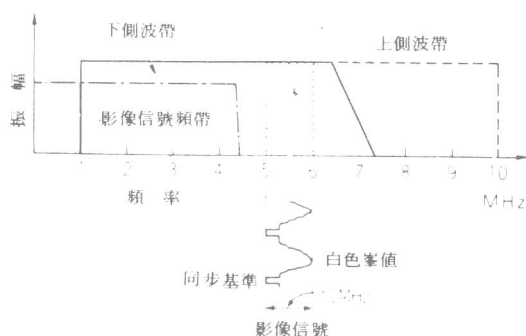
如果採用FM（頻率調度）方式，則有許多優點。首先第一，由於載波之頻率隨調度信號之大小而變化，振幅為一定，可將信號之全部頻譜在接近磁帶飽和基準附近記錄，以改善SN比。又，由於振幅為一定，也無需記錄偏壓。

其缺點為由於載波頻率很高，對調變信號而言其最高頻率偏移也很大，會有無數個上下傍波帶存在，不能使用在VTR上。

因此，VTR所選擇之FM載波頻率在影像信號之最高頻率附近。此稱為低載波FM方式。頻率偏移(ΔF)與調變頻率(f)之比 $\Delta F/f$ 稱為FM之調變指數。如果選擇調變指數為1以下，（實際上選擇0.4以下），則FM信號之傍波帶也如AM般地分佈，為調變信號之2倍，幾乎為上下一次傍波帶，因此整個傳送頻帶寬可以變窄。以NHK之聲音FM廣播為例，載波為82.5MHz，頻率偏移 ΔF 為 $\pm 75\text{kHz}$ ，聲音最高頻率為20kHz，因此調變指數 $\Delta F/f = 75\text{kHz}/20\text{kHz} = 3.75$ 。又，在VTR之場合，從影像信號之黑基準(black level)至白色峯值(white peak)，其頻率偏移為 ΔF ，所記錄之最高頻率為4.5MHz，而除去同步部分後之影像信號，其頻率偏移為2.1MHz，因此 $\Delta F/f = 2.1\text{MHz}/4.5\text{MHz} = 0.467$ 。又，統一1型之VTR，其 $\Delta F/f = 0.98\text{MHz}/3\text{MHz} = 0.326$ 。

實際上，VTR尚採用其他對策使頻率分佈變得狹窄。今，調變後之影像信號之同步信號先端為5MHz，白色峯值為6MHz，頻率偏移為1MHz。其傍波帶為10MHz（圖1-5）。

因此，如果將上側傍波帶之大部分切除，或為大大衰減，僅利用下側傍波帶1~6MHz之範圍。則成為所謂的殘留傍波帶方式，此一頻率分佈之階度為2.6個，與影像信號之分佈範圍相比較，狹窄多了。



〔圖 1-5〕低載波殘留傍波帶 FM 之頻率分佈之一例子。

〈除去輸出信號之基準變動〉

VTR 之再生輸出由於影像磁頭與磁帶間的接觸不均勻，以及使用數個磁頭，各磁頭之輸出特性不同，因此再生輸出會有變動。如果使用 FM 調變波，可以利用限制電路而將變動之部分除去。

1.3 利用旋轉磁頭記錄影像信號

（1）旋轉磁頭之記錄方式

利用磁頭在磁帶上高速行走之方法是由美國 Ampex 公司開發成功的。4 個轉動磁頭的 VTR 自 1956 年產品化以來，就廣被全世界之電視廣播台所採用。

接着高頻帶 (high band) 方式 (使用較高頻率之 FM 載波) 之彩色 VTR 開發後，美麗之彩色畫像便能被忠實地記錄與再生。目前，逐次改良，色彩更為逼真鮮明。(照片 1-1)。

今簡單地說明 4 個磁頭方式之 VTR。如圖 1-6 所示，磁頭平均各以 90 度等分在直約 5cm 的圓盤上 (head drum)。磁頭之間隙與圓盤之旋轉軸平行，此圓盤直接裝在馬達之轉動軸上，以每秒 240 轉