

錄放影機之修護

——傅志忠編譯——



護修之機影放錄

傅志忠編譯

南台圖書公司印行

護修之機影放錄

平裝 100 元

精裝 130 元

發行人：鮑國雄
出版者：南台圖書公司
地址：台南市博愛路62號
電話：(062) 二三六〇八〇
郵政劃撥：三五八五八
印刷者：金益印刷廠
地址：台南市東榮街105號

本公司登記證・字號為行政院
新聞局局版台業字第一八七八號

中華民國六十九年五月初版

版權所有：請勿翻印

序

自“小型VTR”問世之後，倏忽又過了六年。這其間VTR技術的進步，更是突飛猛進，前年家庭式VTR也誕生了；這1/2吋卡式磁帶手提式錄放影機，不僅價格低廉，還可做為時2個鐘頭的錄影，無怪乎普受各界歡迎，銷售市場廣及歐美。由於成長率的飛躍，去年的生產量比前年增加二·六倍，共是七十六萬台（其中輸出四十萬台），今年可望突破百萬大關。

家庭式VTR有數種優點如下：

(1) 電視節目錄影再生

將喜愛的電視節目，或想再看一次的節目，錄在磁帶上，隨時可重新觀賞。也可錄下節目俟空閒時悠閒地欣賞。操作簡單。高級機種可使錄影磁帶的倍速再生、靜止畫面再生、慢動作畫面再生。

(2) 具有8厘米影片的視頻映像

將8厘米電影片錄在VTR磁帶上，即可在明亮的客廳，全家樂融融地觀賞。

VTR廠商的門市視頻中心，有做錄影服務。最近富士軟片公司也提供8厘米影片彩色幻燈片，靜止畫面等VTR的沖印服務，各地攝影材料行有代辦，只要一星期，即可取得VTR磁帶。

(3) 可做成有紀念性質的VTR錄影帶。

用彩色VTR攝影機，一面捕捉畫面一面伸縮調整而拍攝照片，然後將兩個畫面同時錄在磁帶上，如此即可製成富於變化的家庭式VTR錄影帶了。

(4) 可與其他機種配合

最近有數種小型輕量低價格的家庭式VTR攝影機新產品出現，與家庭式VTR配合，即可如拍攝8厘米影片那樣簡單地，自己操作將畫面錄於VTR磁帶上。因此，視需要，可充分機動調度。

(5) 可播放現成的 VTR 磁帶

市面發售的教育、文藝、記錄、音樂、運動等 VTR 磁帶都可播放。

(6) 其他用途

無論是廣播教材的再生，學校廣播節目的製作，商業資料的傳達，家庭式 VTR 都具備充分清晰的畫質。

所以家庭式 VTR 的作用很廣。爲使愛用者能夠充分利用，也爲使沒有專業知識的讀者充分了解，我編著了本書。對於家庭式 VTR 的學生兄弟彩色 VTR 攝影機，本人計劃另著一書詳述它的構造、選用及使用方法。二本書配合閱讀，即可充分活用 VTR 結構。

在此，感謝各 VTR 廠商多方協助，及提供資料。謝謝！

1978 年 7 月 原 正和

作者介紹

1949 任廣播電台工程負責人

1958 任東芝電氣公司

技術部企劃課長、宣傳課長、商品事業部副主任，資料室主任，日立電子營業部主管。

1976 退出日立電子公司

現 在 視頻結構研究所主持人

主要著作 「小型 VTR」日本廣播出版協會出版

譯 者 序

近二十年來由於電子工藝的突飛猛進，廣播電視方面更是發展迅速，電視由黑白進步到彩色電視，自從彩色電視開播以後，廣播電視又由彩色電視發展到彩色錄放影機，使我們的生活增添了不少樂趣，祇要您家有一部錄放影機，那麼您家就可成為一家小小電影院了。

自從VTR 開發為家庭錄放影機以後，廣受大眾的喜愛，雖然一部錄放影的價格要四、五萬元，但是，在裝置的體積方面，已縮小到和一般高級的卡式錄音機一般大小，而且錄影的收錄時間，由起先的30分鐘，進步為高密度錄影，時間增長為2小時，甚至增長為4小時，因此家庭錄放影機，在不久的將來就可進入實用階段，而且普及到大多數的家庭。

本書將以超高密度錄影技術的Beta format 和VHS 等兩種錄影方式來說明家庭錄放影機的動作原理和其操作方法，至於錄放影機的構造，將由最先開發的開盤式錄放影機介紹起，直到現在的卡式家庭錄放影機，以及各部門的電路分析、工作原理、錄影帶的記錄原理、磁頭的記錄原理等等都有詳盡的介紹。本書承王國權先生的協助整理，謹致謝意。

譯者 傅志忠

目 錄

第1章 磁帶錄影原理

1.1	磁帶錄影與磁性記錄	1
1.2	影像記錄的重現	3
(1)	影像信號記錄重現所須的條件	3
(2)	重現波長和磁頭的間隙	3
(3)	高頻率之重現應加速磁帶與磁頭的相對速度	4
(4)	低頻率可採用FM調變的方式	5
1.3	使用旋轉磁頭記錄影像信號	9
(1)	旋轉磁頭的記錄方式	9
(2)	旋轉二磁頭方式	12
(3)	旋轉單磁頭方式	14

第2章 小型錄放影機的基本原理

2.1	磁頭的旋轉和絞盤的驅動	19
(1)	旋轉磁頭和圓筒	19
(2)	以雙馬達方式的傳動	21
(3)	單一馬達方式和自動伺服機構	21
(4)	直流馬達的驅動方式	22
2.2	錄影帶的運轉機構	22
(1)	錄影帶的運轉系統	22
(2)	絞盤 (Capstan) 和壓滾輪 (Pinch Roller)	24
(3)	導引帶的重要任務	25

(4)	帶盤的驅動系統	26
2.3	彩色影像信號的記錄方式	27
(1)	彩色影像信號不易直接記錄	27
(2)	彩色映像信號的記錄方式	29
2.4	映像信號記錄系統	31
(1)	亮度信號的記錄電路 (LPF, AGC, Pre-emphasis)	31
(2)	載送色信號的記錄電路	35
2.5	映像訊號重現系統	36
(1)	記錄映像訊號的重現電路	36
(2)	亮度訊號的重現電路	37
(3)	載送色訊號的重現電路	40
2.6	自動控制迴路系統	41
(1)	自動控制裝置之任務	41
(2)	磁頭控制機構 (Head Servo)	42
(3)	絞盤自動控制機構 (Capstan Servo)	44
(4)	反向張力自動控制機構 (Back tension Servo)	45
2.7	影像磁頭的構造	46
(1)	複合型磁頭	46
(2)	單體型磁頭	47
2.8	影像磁帶	52
(1)	影像磁帶的構造	52
(2)	影像磁帶的特性	53
(3)	影像磁帶的種類	56

第3章 VHS方式

3.1	機能和特徵	59
3.2	VHS 方式的規格	61
(1)	磁性信號的規格	62

(2)	訊號的記錄方式	64
(3)	卡匣的規格	65
3.3	錄影運轉和驅動系統	67
(1)	並行裝置 (Parallel Leading) 機構	69
(2)	旋轉磁頭組合 (Head Assenbly)	70
3.4	VHS 的記錄方式	74
(1)	方位高密度的記錄方式	74
(2)	P.S 彩色記錄方式	76
(3)	DL-FM 方式	77
(4)	BU 彩色方式	79
3.5	映像訊號電路系統	79
(1)	映像訊號和聲音訊號的流程	79
(2)	亮度訊號記錄電路	82
(3)	彩色訊號的記錄電路	85
(4)	記錄映像訊號的重現電路	86
(5)	亮度訊號重現電路	87
(6)	彩色訊號重現電路	91
3.6	伺服電路和機控電路	96
(1)	磁頭伺服電路	97
(2)	絞盤伺服電路	100
(3)	機器控制電路	101
3.7	各家公司以 VHS 方式製造的家庭錄放影機	101
(1)	松下電器的 Marco	101
(2)	日立 “VTR Dech” VT-4000R	104
(3)	勝利牌 “倍速 VTR ” HR-3600	107
(4)	勝利牌 “手提型 VTR ” HR-4100	111

第4章 β 形方式 $\frac{1}{2}$ 英吋卡式 VTR

4.1	β 形式方式之規格	113
(1)	磁性錄影帶圖形之規格	113
(2)	信號的記錄方式	117
(3)	卡匣之規格	117
4.2	β format 方式之記錄方式	118
(1)	和水平同步信號同步的繫色信號	119
(2)	方位性記錄方式	120
(3)	反相彩色方式	121
(4)	非直線加強 (non-linear emphasis) 電路	122
4.3	功能及其特長	124
4.4	錄影帶之運行與驅動系統	126
(1)	錄影帶之裝載裝置	126
(2)	錄影帶的運行系統	127
(3)	採取單馬達驅動之方式	131
(4)	安全裝置	133
4.5	影像信號之電路系統	133
(1)	影像信號之流程	133
(2)	亮度信號之記錄電路	134
(3)	繫色信號記錄電路	139
(4)	記錄影像信號之記錄重現電路	140
(5)	亮度信號重現電路	141
(6)	繫色信號再生電路	143
(7)	AFC 電路、APC 電路	145
4.6	伺服電路系統	148
(1)	磁頭伺服系統	148
(2)	系統控制電路	149
4.7	β format 方式之各公司的 VTR	150
(1)	東芝 "V Auto V-5300"	150

- (2) 三洋 “ β code VTC-P 100W ”152
- (3) 新力 “手提式VTR SL-3100 ”153

第5章 其它型式家庭VTR

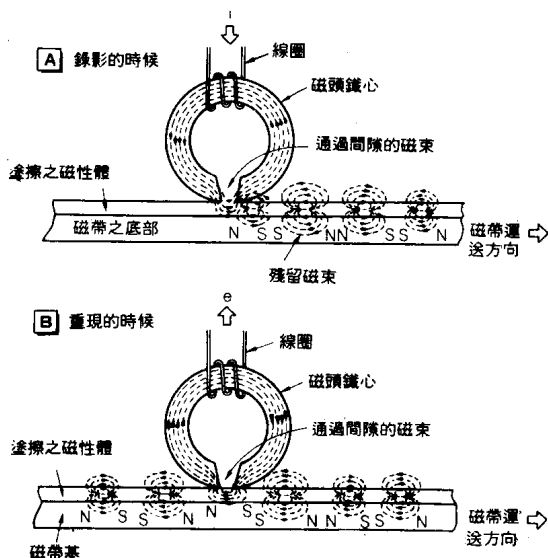
- 5.1 家庭VTR VX-2000156
 - (1) 單磁頭旋轉方式之優點與缺點157
 - (2) 卡式匣之構造158
 - (3) 磁帶之捲帶與運行系統159
 - (4) 把影像信號記錄在磁帶之全寬上162
 - (5) 磁頭與磁帶之運行系統之驅動機構162
 - (6) 各種保護裝置165
 - (7) 間插同步電路166
- 5.2 V Code II 方式170
 - (1) V Code II 方式之特長170
 - (2) 卡式錄影帶之規格173
 - (3) 磁帶之捲帶裝置與運行系統175
 - (4) 驅動機構179
 - (5) 垂直同步信號之再插入電路180

第 1 章 磁帶錄影原理

1.1 磁帶錄影與磁性記錄

磁帶錄影 (Video Tape Recorder 縮寫為 VTR) 和錄音機一樣，是利用塗擦強磁性物質的磁帶與磁頭接觸，而把電視影像和聲音記錄成磁性信號，然後使之重現的裝置，因此談到磁帶錄影之前，必須先了解磁性記錄的原理。

記錄磁頭與重現磁頭如圖 1-1 所示，是在環狀鐵心 (core) 之一



(圖 1-1) 磁頭記錄與重現的模式圖

部分設有非常狹窄的間隙 (gap)，然後捲上綫圈而成爲一種電磁鐵，此種電磁鐵在綫圈通過信號電流時，會產生磁動勢，而在鐵心有感應磁力綫發生，可是由於磁力綫所經過的路徑有充滿空氣的間隙阻隔，所以在間隙旁的磁力綫要從一個磁極跳到另一個磁極時，因爲此間隙的磁阻高於鐵心，結果磁力綫無法順利通過間隙，而向外擴張在間隙周圍另外形成磁場。

使用塗抹氧化鐵粉的磁帶接觸磁頭的時候，也就是說使用磁阻比空氣低的磁性體經由磁頭間隙而過，則磁束將由一個磁極轉移到磁帶上，透過磁帶，磁束再由另一磁極回到鐵心，而完成磁路。此時，通過磁帶的磁束會磁化所塗抹的氧化鐵粉。

當使磁帶接觸磁頭的同時，以一定的速度移動磁帶，則磁帶上的磁性粒子，在離開間隙的那一瞬間，立即被磁化，而留下殘留磁束，其所留下之殘留磁束的大小與流過磁頭的磁束成比例，簡單的說，磁頭所加的信號大小即在磁帶上形成了磁性信號如圖 1 - 1 A。

假如所欲記錄的信號爲一正弦波，則記錄在磁帶上的磁化強度，必須隨着磁帶的長度和方向，呈正弦波之變化，也就是說，記錄在磁帶上的記錄信號之波長，應等於輸入信號一個週期的長度，而且，磁帶記錄信號之波長與磁帶的速度成正比，而與記錄訊號的頻率成反比，公式如下：

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

重現時，如圖 1 - 1(B) 所示，是將錄有信號的磁帶經由和記錄磁頭同一構造的重現磁頭表面運轉而過，則記錄在磁帶上之磁性信號將會產生洩露磁場，此洩露磁場則會輻射在磁帶的兩面。當磁帶與磁頭間隙接觸時，則已錄有磁性信號的磁帶便藉重現磁頭的間隙跨越過，而輻射在磁帶兩面的洩露磁場，便向導磁力較周圍空氣爲高的鐵心通過，而從鐵心的一個磁極吸入鐵心中，透過鐵心從另一個磁極再回到磁帶上，而完成磁路。通過鐵心中之磁力綫切割綫圈的磁通密度，任何瞬時都比例

於間隙上的磁帶之磁化狀態的平均值。

所以隨着磁帶通過重現磁頭的間隙，磁帶磁化狀態依磁性信號而變化，則使通過鐵心的磁通密度有所變化，結果捲在鐵心的綫圈，便隨着磁化信號之變化，而感應出變化電壓。

1.2 影像記錄的重現

各位也許以為錄音機既然能夠把聲音信號的記錄重現，則磁帶錄影機的影像重現亦是容易處理的事，而且成本也應該十分的低廉，關於這一點，許多專家學者都想研究開發出固定磁頭式的錄放影機，然而到目前為止，尚未達到普遍實用化的水準。其原因將詳細說明如下，首先應了解目前錄放影機的基本構造和性質：

(1) 影像信號記錄重現所須的條件

錄放影機在製造上之所以困難，是因為錄影帶上記錄的影像信號重現時，具有從直流成份到 4.5MHz 如此寬濶的頻帶寬之緣故，而錄音機所使用的頻率約從 30 ~ 15,000Hz，兩者相差約有 300 倍之多。

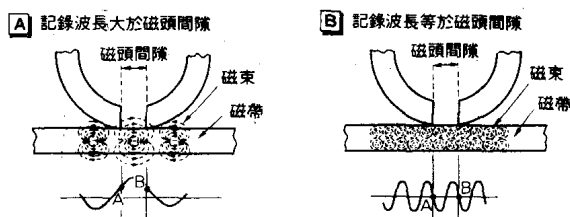
要想使磁帶上如此寬濶的頻率重現時，則必須具備下列條件：

- ① 重現磁頭的間隙要儘量的狹窄。
- ② 磁頭與磁帶的相對速度儘量加快。
- ③ 影像信號應先加以調變後再行記錄，以使寬頻帶的頻率可容於狹窄的 octave（八音度）範圍內。

以上三個條件容後再詳細說明：

(2) 重現波長和磁頭的間隙

首先提到高頻率的重現，如圖 1-2 所示乃是記錄在磁帶上的磁性信號與重現磁頭間隙的關係。A 圖是信號波長較長的情況下，其重現時的狀態，如前所述，接觸於間隙的磁帶其磁化的平均值，隨時都在改變



〔圖 1—2〕 磁頭的間隙必須小於最高記錄波長的一週

，結果從磁頭就可獲得輸出電壓。B 圖的波長短，其波長剛好等於重現磁頭間隙的情況，在此情況下，磁頭在間隙內磁化的平均值等於 0，所以無法從磁頭獲得輸出電壓。

當記錄在磁帶的信號其波長趨近於和磁頭間隙之頻率相等時，則重現磁頭的輸出電壓將急速下降，有時甚至使其輸出變成零。因此重現磁頭間隙之設計，最好設計在記錄重現時最高頻率波長的 $1/2$ 以下，而重現磁頭的間隙在製造上受很多的限制。目前一般家庭用錄放影機重現磁頭間隙都設計在 $0.5\text{Micron}(\mu)$ 左右。

(3) 高頻率之重現應加速磁帶與磁頭的相對速度

假如可能的話，最小磁頭的間隙被製造出來，一般認為可以處理的最高頻率，亦隨之被決定下來，其實不然，如前所述，有一件重要的因素如下：

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

其中 λ 為記錄波長 (cm)， v 為磁帶速度 (cm/sec)， f 為信號之頻率 (Hz)。就算記錄在磁帶的波長、頻率皆相同，但只要加快磁帶運轉的速度，就可以使記錄波長變長，所以，儘可能使磁帶的速度高速運轉，這一點是相當重要的。

下面舉一簡單的例子加以說明，設若以每秒 38 公分速度運轉的磁帶，且在磁帶上記錄下 15kHz 的信號，則磁帶上被記錄的波長成為 25 Micron(μ)，爲了充分的重現 15kHz 之信號如前面所述，磁頭間隙之設計應爲前波長的 $1/2$ 以下，也就是磁頭之間隙在 13Micron(μ)以下。但要把高頻率由 15kHz 加到 200kHz，並使記錄信號能充分的重現，則必須加快磁帶的運轉速度或使磁頭之間隙更狹窄，有時這兩種方法都必須同時採用才可以。

現在把磁頭之間隙定爲 2.5μ ，那麼每秒以 38cm 速度運轉的磁帶，就可重現至 75kHz。假如將磁帶運轉的速度增加爲原來的 100 倍，即 3800cm/sec，就是使用同一磁頭，也能重現到 7.5MHz。可是以這種速度運轉的磁帶，若要錄下 1 小時的記錄，則須約 140000 公尺的磁帶，是多麼浪費的方法。但若磁帶和磁頭的相對速度爲 3800cm/sec 時，一切問題就解決了，即是採用旋轉磁頭，關於這一點容後再述。

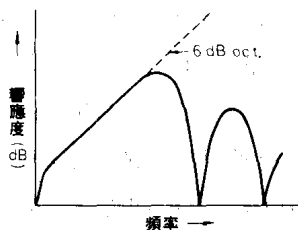
(4) 低頻率可採用 FM 調變的方式

前面只提到高頻率的重現，現在我們來研究低頻率重現的各種有關問題。

<利用 FM 的調變壓縮 Octave 的範圍>

首先須了解重現時，磁頭所輸出的電壓，不是和記錄在磁帶上殘留磁束的大小成比例，而是和磁束的變化成比例，也就是和頻率之高低成比例。若使已錄好的磁帶靠近磁頭，而使之停止運轉，雖然有一部分從磁帶磁化信號漏洩的磁束會透過磁頭的鐵心，但是却不能自綫圈中取出信號電壓，這是因爲磁頭所產生的電壓大小，並非和通過鐵心磁束的多寡成比例，而是和磁束之變化率成比例的。因此須移動磁帶，才能產生信號電壓，這一點是應加以注意的。

請看圖 1-3，此係通以一定的磁頭電流，而當磁帶重現時，令其頻率改變，所繪出的輸出曲線，也就是所謂的輸出特性曲線。在較低頻率範圍內，頻率減半，則磁頭的輸出信號亦減半，一般認爲每 Octave



〔圖 1—3〕

重現磁頭的輸出特性

會減少 6dB。

現在將具有 20Hz~20kHz 頻率的試驗磁帶，重現到 20kHz 時，就可獲得充分的信號，但若頻率衰減為 10kHz 時，也就是 Octave 減半時，輸出亦隨着減半（6dB），當頻率再衰減到 5kHz 時，輸出又減為 10kHz 的一半。最後衰減到 20Hz 時，再與 20kHz 時的輸出相比，則將衰減到其原來的 $1/1000$ （60dB），因此磁帶的雜音比將會變大，而所錄下來的信號非常微弱，雜音比信號還大，幾乎無法使用。而目前所使用的磁帶，在記錄方式上都只能夠處理在 10Octave 範圍內。另一方面，視頻影像信號即使忽略了直流成分，也須從 30Hz ~ 4.5MHz 以上的寬頻帶，但如改為 Octave 計算的話，就成為 17 Octave 以上。假如將如此寬頻帶的信號直接記錄在磁帶上，那麼磁帶的動態範圍（Dynamic Range）成為 100dB 以上，而在低頻率方面的 SN 比極端劣化。而且，同步信號會發生失真，亦無法使用，所以錄放影機之影像信號處理上，都把影像信號改為低載波的 FM 信號再記錄在磁帶上，並將頻帶容納於數 Octave 範圍內，以改善低頻域之頻率特性，這一點於下一節將詳細說明。

<以低載波殘留旁波帶方式記錄>

現在將 30 Hz ~ 15kHz 的聲音信號，加以探討一下，此頻帶範圍約在 9Octave 內，若載波頻率選 1000 kHz，並以此聲音信號對載波施以振幅調變（AM）的話，則旁波帶將分別在上下各擴展 15kHz，而調變波則容納在 985 kHz ~ 1015 kHz 的頻帶內，頻帶寬為 1015 kHz - 985 kHz