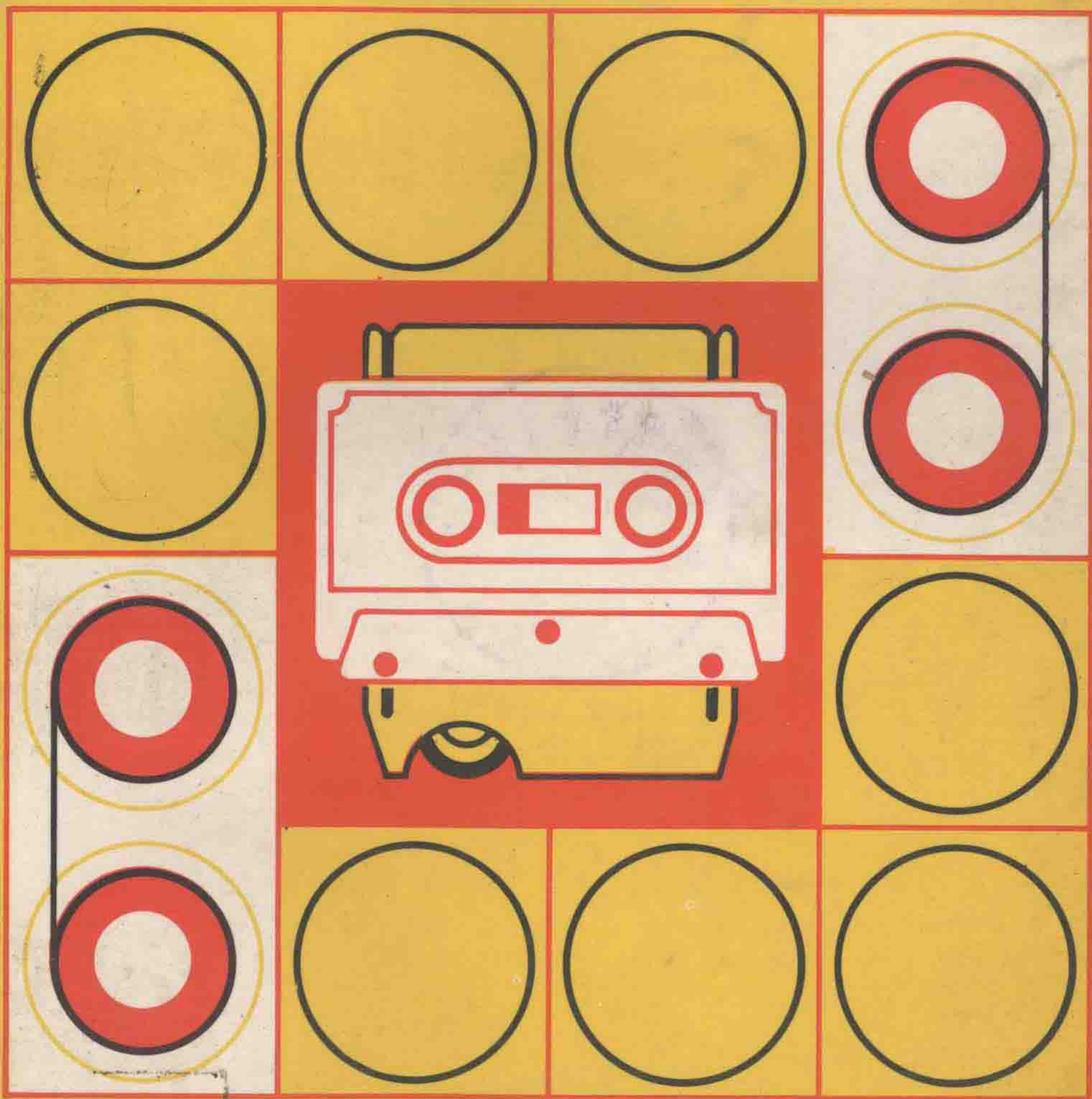


錄音機原理與實務

黃俊傑 編著



建宏書局總經銷

錄音機原理與實務

黃俊傑編著

建宏書局總經銷

版權所有・翻印必究
中華民國六十八年三月再版

錄音機

〔原理與實務〕

特價：平裝100元
精裝130元

編著者：黃俊傑

發行人：林世禎

出版社：建宏出版社

出版登記：局版台業字第1472號

總經銷：**建宏書局**

地址：台北市重慶南路一段63號

電話：381-8884・331-4516

郵撥：106910

序 言

社會工業化後，都市的喧嚷，工廠機器的噪雜聲音，使人們的生活，愈發緊張，造成心靈上的空虛。電視節目又是千篇一律的單調乏味，更令人精神疲勞，休閒時間的調濟愈來愈重要了。錄音機製造技術的不斷改進，扮演了重要的角色，使人們可以享受到從未有的聆聽方便，鬆弛精神的緊張。

錄音機除了供欣賞優美的音樂用之外，更為大多數人用來學習各種學問，或當做言語保存及傳送的工具，它已逐漸成為我們生活的一部份。現在國產的錄音機尚不多，舶來品充斥市場，相信在不久的將來，必定可與輸入品一爭長短。

本書之編成是以日本松下電器株式會社錄音機事業部商品技術部長——津野尾忠昭所著的“磁帶錄音機”一書為藍本，加上其他美日參考資料及編著者從事開發設計研究與檢修實務經驗心得編著而成。全書共分十章，從錄音的原理設計製造技術至調整修理，取材廣泛，內容力求完美，希望本書對於錄音機研究與實務的讀者有所幫助。然而，由於編著者才疏學淺，又是公餘編寫，疏漏之處在所難免，尚祈諸先進惠予指正。本書的編成承蒙家嚴在譯語上的潤飾及指導，特此致最大的敬意。

錄音機原理與實務

目 錄

第 1 章 磁帶錄音機的起源和發展經過	1
第 2 章 磁帶錄音機的原理	8
2.1 磁帶錄音機的動作原理	8
2.1.1 磁帶錄音機的機能和構成	8
2.1.2 錄音，放音的原理	8
2.2 錄音方式的比較	9
2.2.1 磁化的現象	9
2.2.2 無偏壓錄音	10
2.2.3 直流偏壓錄音	11
2.2.4 交流偏壓錄音	12
2.3 交流偏壓的錄音	12
2.3.1 偏壓電流與錄音特性	12
2.3.2 偏壓電流和信號頻率的關係	13
2.3.3 信號頻率的位準和失真	14
2.4 錄音時的損失	14
2.4.1 錄音磁頭的渦流損失(R. Head Eddy Current Loss)	15
2.4.2 錄音減磁損失	16
2.4.3 自己減磁損失 (Demagnetization Loss)	17
2.4.4 厚度損失 (Tape Thickness Loss)	17
2.5 放音時的損失	18

2 錄音機原理與實務

2.5.1 放音磁頭的間隙損失	18
2.5.2 磁帶與磁頭的間隙損失	18
2.5.3 磁頭角度不準的損失 (Azimuth Loss)	19
2.5.4 放音頭的渦流損失 (P. Head Eddy Current Loss)...	19
2.6 抹音	20
2.6.1 直流抹音	21
2.6.2 交流抹音	21
第3章 磁帶錄音機的規格和性能	22
3.1 磁帶錄音機的音軌方式	22
3.2 磁帶錄音機的規格	23
3.3 磁帶錄音機之電氣性能和規格	26
3.3.1 電磁變換特性的標準	26
3.3.2 錄音位準	27
3.3.3 頻率補償特性	30
3.3.4 信號雜音比 (S/N 比)	35
3.3.5 高諧波失真率	41
3.3.6 串音 (Crosstalk) 和聲道分離 (Channel Separation)	42
3.4 磁帶錄音機的機械性能和規格	43
3.4.1 磁帶的速率偏差	43
3.4.2 WOW & Flutter	44
3.5 磁帶錄音機的 JIS 規格和測試法	45
第4章 電氣電路	53
4.1 電氣電路的構成	53
4.1.1 基本電路	53
4.1.2 依各種方式的電路構造	53

4.2 錄音輸入電路	54
4.2.1 錄音輸入的種類.....	54
4.2.2 錄音位準調整器的位置和錄音放大器的特性.....	58
4.2.3 錄音輸入電路之例.....	61
4.2.4 自動錄音位準調整.....	63
4.2.5 混音 (Mixing).....	67
4.3 錄音輸出電路	70
4.3.1 定電流電路.....	70
4.3.2 錄音等化電路.....	71
4.3.3 偏壓供給電路.....	79
4.4 偏壓振盪器	80
4.4.1 偏壓振盪頻率.....	81
4.4.2 偏壓波形的失真.....	82
4.4.3 振盪輸出的安定度.....	83
4.4.4 振盪電路實例.....	84
4.5 錄音位準指示電路	86
4.5.1 位準錶.....	87
4.5.2 位準錶電路.....	89
4.6 放音輸入電路	90
4.6.1 放音輸入電路的電晶體雜音.....	90
4.6.2 放音補償特性.....	95
4.6.3 放音輸入電路的阻抗.....	98
4.6.4 放音輸入電路的IC 化.....	100
4.7 放音輸出電路	106
4.7.1 輸出的種類.....	108
4.7.2 磁帶錄音座的放音輸出電路.....	109

4 錄音機原理與實務

4.8 錄音、放音的切換電路.....	111
4.9 電源電路.....	114
4.10 附屬電路.....	115
4.10.1 減輕雜音電路 (Noise Reduction Circuit)	115
4.10.2 聲音加聲音系統 (Sound with sound)	118
4.10.3 聲音重疊系統 (Sound on Sound)	118
4.10.4 回音錄音 (Echo Recording)	119
4.10.5 立體、單音切換	119
4.10.6 揚聲器監聽開關 (聲音監聽開關)	121
4.10.7 停止開關	121
4.10.8 等化線路開關	122
4.10.9 自動反轉式錄音的特性切換開關	122
4.11 綜合電路和特性.....	123
4.11.1 綜合電路	123
4.11.2 綜合特性	123
4.11.3 立體磁帶錄音座	123
第5章 主要的電氣部品.....	127
5.1 磁氣錄音磁帶	127
5.1.1 磁氣錄音帶的構造和種類	127
5.1.2 基帶	129
5.1.3 磁性層	130
5.1.4 磁氣錄音磁帶的規格和性能	134
5.1.5 薄形磁帶.....	140
5.1.6 卡式磁帶	140
5.1.7 高性能磁帶	142
5.1.8 磁帶用轉盤	147

5.1.9 卡式型.....	147
5.1.10 8音軌盒帶 (8 Track Cartridge).....	149
5.1.11 環繞式卡式 (Endless cassette).....	150
5.2 磁氣磁頭.....	150
5.2.1 磁氣磁頭的構造	150
5.2.2 鐵心的材料	151
5.2.3 放音磁頭	153
5.2.4 錄音磁頭	158
5.2.5 錄音、放音磁頭	160
5.2.6 抹音磁頭	160
5.2.7 磁頭間隙的形狀和性能	161
5.2.8 磁頭的經時變化	162
5.2.9 熱壓鐵族磁頭 (Hot Press Ferrite Head)	164
5.2.10 交叉場磁頭 (X-Field Head)	169
5.2.11 複合磁頭	169
第6章 磁帶的驅動機構	171
6.1 磁帶驅動機構的構成與動作.....	171
6.1.1 磁帶驅動機構的構成	171
6.1.2 放音 (Play)	172
6.1.3 快送 (Fast Forward) 和重繞 (Rewind)	172
6.1.4 停止 (Stop)	172
6.2 磁帶的定速驅動機構	173
6.2.1 磁帶的定速驅動機構的構成	173
6.2.2 磁帶驅動力	174
6.2.3 磁帶行走狀態	177
6.2.4 磁帶速率	178

6 錄音機原理與實務

6.2.5 抖擺率 (Wow, Flutter)	180
6.2.6 耐久性	185
6.2.7 主驅動軸驅動機構	186
6.3 轉盤 (reel) 機構	193
6.3.1 捲取轉盤 (take-up reel) 機構	193
6.3.2 供給轉盤 (Supply reel) 機構	201
6.4 制動機構 (Brake Mechanism)	204
6.4.1 制動的方向性	204
6.4.2 制動的種類和構造	206
6.4.3 制動的性能	208
6.5 磁帶行走路徑	
6.5.1 導帶輪 (Guide Roller) 和阻抗輪 (impedance Roller)	209
6.5.2 導帶器 (Tape Guide)	211
6.5.3 磁帶洗淨器 (Cleaner Post)	212
6.5.4 自動停止開關 (Automatic Shut-off Switch)	213
6.5.5 磁頭配置與調整機構	213
6.5.6 墊片 (Pad)	214
6.5.7 磁帶移離器 (Tape Shifter)	215
6.5.8 張力臂 (Tension Arm)	215
6.6 力學系之電氣的等效電路	215
6.6.1 磁帶行走系的電氣等效電路	215
6.6.2 飛輪驅動的電氣等效電路	218
6.7 動作切換機構	218
6.7.1 一馬達方式動作切換	218
6.7.2 三馬達方式的動作切換	218

6.8 附屬機構	220
6.8.1 暫停裝置 (Pause)	220
6.8.2 磁帶計數器 (Tape counter)	220
6.8.3 磁帶上位置檢出與動作切換	220
6.9 操作機構	227
6.9.1 單方向式操作機構	227
6.9.2 自動反轉方式的操作機構	230
6.10 自動反轉方式 (Automatic Reverse)	231
6.10.1 自動反轉方式的磁帶定速驅動方式	231
6.10.2 自動反轉方式的磁頭配置	232
6.10.3 一馬達自動反轉方式的具體例	234
6.11 自動捲取機構 (Automatic Threading)	239
6.12 卡式錄音機的卡式磁帶裝填方法	240
6.12.1 卡式的着脫	240
6.12.2 卡式由前面裝填方法 (Loading)	241
6.12.3 卡式自動變換 (Cassete Auto Change)	242
6.13 8 音軌盒帶的驅動機構	246
6.13.1 驅動原理	246
6.13.2 音軌切換機構	247
6.13.3 快送	248
6.13.4 錄音	249
6.13.5 盒帶式自動排斥	249
第7章 磁帶錄音機使用馬達	250
7.1 馬達種類	250
7.2 交流馬達	251
7.2.1 感應馬達	251

8 錄音機原理與實務

7.2.2 磁場同步馬達.....	254
7.3 直流馬達	257
7.3.1 機械調速馬達 (Mechanical Governor motor)	257
7.3.2 電子調速馬達 (Electronic Governor motor).....	259
7.3.3 伺服馬達 (Servo Motor)	260
7.3.4 無電刷馬達.....	261
7.4 馬達的防振構造	263
第8章 立體磁帶錄音機的未來	264
8.1 高傳真化 (HiFi 化)	264
8.1.1 卡式立體.....	264
8.1.2 轉盤式立體.....	267
8.1.3 8 音軌立體.....	267
8.2 多聲道化 (Multi Channel)	267
8.3 錄音放音過程中發生的雜音減低方法	270
8.3.1 錄音、放音過程中壓縮、伸長引起的雜音減低原理...	270
8.3.2 杜比 (Dolby) 方式的雜音減低系統	271
第9章 錄音機的測試與調整	273
9.1 測試設備	273
9.1.1 測試磁帶.....	273
9.1.2 卡式力矩測試磁帶 RP- 8063 N	275
9.1.3 張力計 (Tension Gauge) 和彈簧計 (Spring Gauge)	275
9.1.4 轉盤式張力的測試轉盤	276
9.1.5 測試儀器	276
9.2 磁頭高度和角度調整	279

9.2.1 卡式型調整	279
9.2.2 轉盤式調整	280
9.2.3 角度調整 (Azimuth Adjustment)	281
9.3 偏壓頻率	284
9.3.1 測試設備	284
9.3.2 測試步驟	284
9.4 抹音電流	285
9.4.1 轉盤式	285
9.4.2 卡式型	286
9.4.3 直流抹音型	286
9.5 偏壓電流	287
9.5.1 測試設備	287
9.5.2 測試步驟	287
9.6 綜合頻率響應	290
9.6.1 測試設備	290
9.6.2 測試步驟	290
9.7 串音	293
9.7.1 聲道之間的串音 (轉盤式立體錄音座)	293
9.7.2 音軌之間的串音	296
9.8 磁帶速率測試	298
9.8.1 測試設備	298
9.8.1 測試步驟	298
9.9 抖音與擺音率	301
9.9.1 測試設備	301
9.9.2 測試步驟	302
9.10 壓帶輪的壓力測量	303

10 錄音機原理與實務

9.10.1 測試設備	303
9.10.2 測試步驟	303
9.11 捲取張力	307
9.11.1 卡式型	307
9.11.2 轉盤式 3 馬達型	307
9.11.3 轉盤式 1 馬達型	309
9.11.4 7吋轉盤用 4吋軸與繞滿磁帶的 7吋轉盤轉矩互換 法.....	309 310
9.11.5 調整方法	313
9.12 後張力（轉盤式）	313
9.12.1 3 馬達型	314
9.12.2 1 馬達型	315
9.12.3 調整方法	316
9.13 制動張力測試（轉盤式）	316
9.13.1 1 馬達型	316
9.13.2 3 馬達型.....	316
9.13.3 如何決定轉矩	317
9.13.4 制動原則	317
9.14 磁帶墊片壓力（轉盤式）	318
9.14.1 墊片壓力測試	318
9.14.2 墊片壓力的調整	318
9.14.3 適當墊片接觸和墊片影響.....	319
9.15 機械自動停止裝置（卡式型）	320
9.15.1 自動停止裝置的測試	320
9.15.2 自動停止壓力的確定	320
9.16 8 音軌盒帶測試與調整	

9.16.1 磁頭角度調整	321
9.16.2 磁頭高度調整	322
9.16.3 串音	324
第 10 章 錄音機之故障症狀、原因與檢修方法.....	326
10.1 電源部	326
10.1.1 電源不通（交、直流均不通）.....	326
10.1.2 交流電源不通（乾電池可以）.....	327
10.1.3 乾電池不能動作（交流電可以）.....	328
10.2 放音系	328
10.2.1 不能放音或聲音小	328
10.2.2 放音時失真過大	329
10.2.3 高頻的聲音不出（頻率特性不良）.....	330
10.2.4 低頻聲音不出（微微聽到 KIN、KIN 聲）.....	330
10.2.5 串音（Crosstalk）.....	331
10.2.6 發生振盪	331
10.2.7 交流雜音（Hum）.....	332
10.2.8 雜音	332
10.3 錄音系	333
10.3.1 不能錄音	333
10.3.2 錄音能力低下.....	334
10.3.3 錄音聲音失真.....	334
10.3.4 錄音時 AGC 不動作.....	335
10.3.5 錄音時的高音不足	335
10.3.6 錄音雜音或抹音雜音過大時.....	336
10.3.7 不能抹音或不能完全抹音	336
10.4 機械部份	336

12 錄音機原理與實務

10.4.1 磁帶不能動（馬達不轉）.....	336
10.4.2 磁帶不能動（但馬達會轉）.....	337
10.4.3 磁帶速率快或慢.....	337
10.4.4 能快送及重繞，但速率較慢時.....	339
10.4.5 磁帶不規則的走動或捲曲.....	339
10.4.6 磁帶空轉.....	340
10.4.7 自動停止不動作.....	340
10.4.8 在放音中自動停止錯誤動作.....	341
10.4.9 抖擺率（WOW）.....	341
10.4.10 機械的個別部品故障現象.....	342
10.4.11 磁帶錄音機擴大器的各部動作和現象.....	343

第6章 磁帶錄音機的起源與發展經過

磁帶錄音機究竟在何時，何種狀況中構想出來的呢？將來會有怎樣的發展？思考這個問題是非常有趣的。西元1964年美國I. I. T（依利諾工科學大學）附屬研究所的Marvin Camras博士到日本演講中發表了如下的講詞：「西元1888年美國The Electrical World雜誌，登載Oberlin Smith的文獻（參考圖1.1），Smith利用電磁感應作用的原理，把信號記錄在磁性體的帶上，就有可能再從磁帶提出信號，所以後世的年青人利用自己的聲音信號記錄在磁性體的帶上，再用此磁帶捲在小轉盤上，送給自己心愛的人，藉此作為感情的傳聲筒。但當時，未經過實驗與理論的證明，只是一種夢想與預言而已，經過80年後的今天，這夢想已經實現，如今磁帶錄音機非常的發達，依照Smith的預言，已能普遍的使用磁帶錄音機來作聲音的傳遞。所以又有人對磁帶錄音機的未來提出預言，將來磁帶錄音機是不使用馬達與機械而是整套緊密的組成，可能把各項情報收集在其中，帶在衣袋自由行動，又可和銀行的電子計算機連接，最後作為通貨之使用的構想這些都有可能。

Camras博士的預言是否能實現，目前還是未知數，但其夢想確是磁帶錄音機理想的佳境，現在磁氣記錄技術的進步，將接近其理想，並非言過其實。

世界上最初的磁氣錄音機是西元1898年丹麥的科學家 Valdemar Poulsen 發明的，他利用電話機的電流，如圖1.2用鋼線為磁性體，使長的磁性體部分磁化，來記錄聲音經過的道路，此鋼線裝在窗上，在鋼線上吊着帶有電磁石滑車，接在電話機的送話器上，對送話器講話，由這邊建築物的窗，走到對方建築物的窗時，鋼線就被磁化了。

* Oberlin Smith : Some Porm of Phonograph, The Electrical World , P. 116 (1888 - 09)