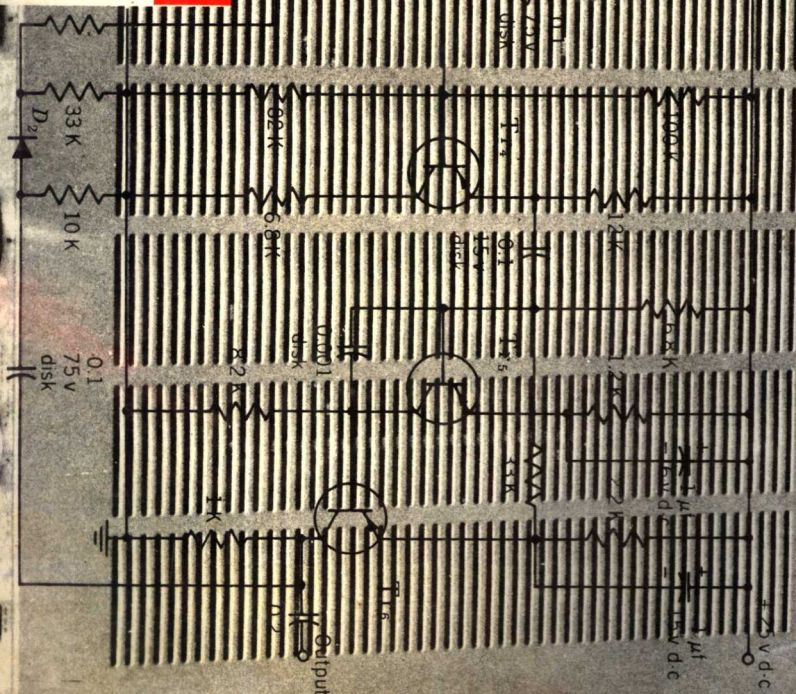


片方善治著・唐榮華譯



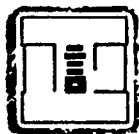
TN 710
2P 367

《精密電子科學叢書(23)》

電晶體放大電路設計法

片方善治著・唐榮華譯

正言出版社印行



電晶體放大電路設計法

譯 者：唐榮華 ◇ 特價一四五元

出版者 ☐ 正言出版社 ☐ 台南市衛民街三十一號 ☐ 郵政劃撥儲金帳戶三一六一四號 ☐ 電話 (〇六二) 二五二一五五 / 六號 ☐ 發行者 ☐ 正言出版社 ☐ 發行人 ☐ 王餘安 ☐ 本社業經行政院新聞局核准登記 ☐ 登記字號局版台業第〇四〇七號 ☐ 印刷者 ☐ 美光美術印刷廠 ☐ 台南市塩埕七號

68.12.初版

前 言

● 如本書中〈電晶體小史〉記載，電晶體係近年由美國所發明者。

當瞭解電晶體為有所展望時，始自 Western-Electric (WE)，美國第一流廠家，例如 General-Electric (GE)，RCA 等，迅速建立生產計劃，而於商品化 1~2 年間就進入企業化。

如此，電晶體被發明於美國而最初於美國被企業化，但於今日，則日本製電晶體製品很發達，且於世界各處可看到日本製電晶體製品。

● 電晶體製品中最受歡迎者為聲頻機器。可說為聲頻機器心臟部份之聲頻放大電路，加以整理，成為方便設計手冊者就是本書。由助聽器至 Hi-Fi——即僅選取電晶體放大器中之聲頻放大電路，將設計上實用所有項目，以新姿態整理者。

● 本書以翻閱左側偶數頁為說明，右側奇數頁為圖表類來形成。1 項目由所翻閱 2 頁單位各獨立，使讀者能夠理解，且盡量視覺性理解地考究者，但此一創意如何呢。

本書所載電路實例豐富，設計理論頗詳加敘述，並盡量搜集實際性資料，故任何時刻置於座右，則相信於解決問題時為一實用方便之書。

● 當購入本書時，請先著手於閱讀本書內容。羅馬詩人 D. M. Ausonius (AD 310~395 年代) 曾經說過：

「認為係艱難工作，但只要著手，則工作就已完成一半，剩下另一半請再著手，那麼不知不覺中工作已完成」。

不僅 Ausonius，筆者亦認為“先著手”乃為任何工作上最重要。請不要推延至明日而即刻著手於閱讀本書。

● 編纂之際，曾引用諸先輩賢達著作做參考。茲記於後以表謝意。

2 前 言

本書實驗資料由早川洋一君，圖類由熊谷桂嶽・湯澤宣子兩君做成。編輯時曾蒙本多清雄氏之協助，茲記以表謝意。

● 願本書能夠成為聲頻放大器入門者之精解座右銘書，想盡辦法使新創意豐富加以整理之本書，若受 100 萬人愛讀，則乃筆者之有生至慶。

片 方 善 治

目 錄

第一編 低位準放大電路

第一章 CR耦合放大電路

1	低位準放大電路	12
2	3種基本電路	14
3	電晶體的參數	16
4	偏壓之穩定化	18
5	溫度補償	20
6	射極接地方式放大電路	22
7	等效電路	24
8	放大電路第1段、第2段之電流、電壓計算	26
9	直流動作點之設定	28
10	h參數計算方法	30
11	第2段，中間段及第1段之增益	32
12	增 益	34
13	輸出及電路參數之計算方法	36
14	直流負載線	38
15	交流負載線	40

4 目 錄

16	依基本公式之電路設計	42
17	欲得低雜訊放大電路之初段設計重點	44

第二章 聲頻輸入電路

1	輸入電路	46
2	等化電路	48
3	等化電路實例	50
4	再生電路	52
5	音量調節電路	54
6	音品調節電路	56

第二編 中位準放大電路

第一章 中位準放大電路之具體例

1	中位準放大電路之放大段	62
2	設計時之注意事項	64
3	負反饋電路	66
4	負反饋之應用方法	68
5	輸入段、中間段、輸出段之應備特性	70
6	匹配及相位轉變	72
7	多段放大電路之設計基本公式	74

第二章 聲頻推挽式放大電路

1	設計順序	76
2	電路方式	78
3	負載電阻、尖峯集極電流之計算	80

4	集極損失	82
5	溫度補償電路之設計(可變電阻二極體之時)	84
6	溫度補償電路之設計(熱阻體之時)	86
7	驅動段之設計(1)	88
8	驅動段之設計(2)	90
9	增益、電源電壓等	92
10	反饋電路之解析	94

第三編 高位準放大電路(功率放大電路)

第一章 A類功率放大電路

1	功率放大電路	98
2	設計上應考慮之重點(1)	100
3	設計上應考慮之重點(2)	102
4	設計上應考慮之重點(3)	104
5	設計順序(1)	106
6	設計順序(2)	108
7	電流並聯反饋及電壓並聯反饋之等效電路	110

第二章 B類功率放大電路

1	B類功率放大電路	112
2	數個關鍵點	114
3	設計上應考慮之重點(1)	116
4	設計上應考慮之重點(2)	118
5	設計上應考慮之重點(3)	120
6	溫度補償設計公式	122

6 目 錄

7	輸出變壓器之設計	124
8	驅動變壓器之設計	126
9	3 晶體電晶體放大器	128

第三章 OTL 電路

1	OTL 電路	130
2	OTL 設計基本公式	132
3	SEPP 電路	134
4	SEPP 之設計例	136

第四章 聲頻電路之 AGC

1	控制段有關事項	140
2	設計例	142
3	一般穩定基準	144
4	欲使振盪穩定化時	145
5	欲使振盪穩定化之頻率特性之實現	148

第四編 電路設計之實際

第一章 設計改善之實例

1	特性之測量	152
2	特性之改良	154
3	穩定指數之計算	156
4	交越失真之改良	158
5	頻率特性之改良	160
6	改良後之特性測量(1)	162

7	改良後之特性測量(2)	164
8	綜合特性之檢討	166
9	聲頻放大器改良後之電路圖	168

第二章 聲頻電路 20例

1	電晶體助聽器	170
2	2 W 放大器(1)	172
3	2 W 放大器(2)	174
4	2 W 放大器(3)	176
5	變態 A 類放大器	178
6	B 類放大器	180
7	8 W 主放大器	182
8	10 W B 類 P P 放大器	184
9	小型接收器	186
10	6 晶體無線電收音器	188
11	2 頻帶電晶體收音器	190
12	口袋型膠帶式錄音器放大電路	192
13	口袋型膠帶式錄音器電路例	194
14	映像中頻放大電路	196
15	50 W 輸出 OTL 放大器	198
16	OTL 2W 輸出 Hi-Fi 放大器	200
17	50 W · Hi-Fi 放大器	202
18	再生方形波之高性能 OTL 放大器	204
19	中繼用混合放大器	206
20	三用音品控制電路	208

8 目 錄

附 錄 209

1. 溫度穩定 2. 偏壓穩定 3. 偏壓變化之影響及其他
4. 電容器及變壓器之決定 5. 電路試驗

參考、引用文獻 214

索 引 216

電晶體小史(1)~(4) 10/60/96/150

設計備忘錄 隨處

第一編 低位準放大電路

電晶體小史(其一)

1838年 M. Faraday 於測量硫化銀 (Ag_2S) 導電率時，首先發現該導電率隨著溫度升高而增加，此現象係半導體特有現象而與金屬為相反效果。

到1873年，W. Smith 發現硒晶體電路元件曝露於光，則電阻就減少。於1874年，德人 Braun 發現於硫化鉛 (PbS) 接一細金屬針者具有整流作用。同年，英人 Schuster 亦發現於氧化銅線表面壓上一細線者具有整流作用。

再於1876年，英人 W. Adams 及 R. Day 發明硒光電池，並於調查特性中發現硒之整流特性，於1877年 Braun 亦單獨發現硒之整流特性。

繼於1879年，E. Hall 發現今日所謂之「Hall 效應」現象，由此發現始有電氣傳導有關粒子之電荷正負或其濃度之決定等線索。自這時，如上記顯示半導體特有現象之材料種類及其實驗資料逐漸變為豐富。

另方面，半導體特有現象之發現之外，於1888年德人 H. Hertz 發現電磁波之存在及其檢測法，於容易接受電磁波條件時，確認了所並置金屬球間之跳火花。此後電磁波檢出方法之研究急速進展，而於1890年 E. Branly 發明了粉末檢波器 (Coherer-detector)。即，依玻璃管內 2 電極間電阻之減少，測知電磁波之到達。

但，粉末檢波器具有感度較差及僅可再生符號信號等缺點，而逐漸由其他型式檢波器取代。即於1901年 R. Fessenden 以細白金線浸於硝酸液中，開發了改良型檢波器，不僅符號信號且連續信號亦可再生。(續於 60 頁)

第一章 CR耦合放大電路

1.1 ● 低位準放大電路	12
1.2 ● 3種基本電路	14
1.3 ● 電晶體的參數	16
1.4 ● 偏壓之穩定化	18
1.5 ● 溫度補償	20
1.6 ● 射極接地方式放大電路	22
1.7 ● 等效電路	24
1.8 ● 放大電路第1段、第2段之電流、電壓計算	26
1.9 ● 直流動作點之設定	28
1.10 ● h參數計算方法	30
1.11 ● 第2段、中間段及第1段之增益	32
1.12 ● 增益	34
1.13 ● 輸出及電路參數之計算方法	36
1.14 ● 直流負載線	38
1.15 ● 交流負載線	40
1.16 ● 依基本公式之電路設計	42
1.17 ● 欲得低雜訊放大電路之初段設計重點	44

12 第1編 低位準放大電路

1.1 ● 低位準放大電路

處理耳朵可聽到頻率（ $20 \sim 20,000 \text{ Hz}$ ）範圍之電路謂之聲頻電路（Audio-circuit）。聲頻電路中，依所處理信號位準之大小，其電路構成法有所不同。因此將聲頻電路分類為如下三類。

■ 低位準放大電路 ■ 中位準放大電路 ■ 高位準放大電路

所謂低位準係輸入位準、輸出位準各為如下。

輸入位準 = -30 dBm （ $1 \mu\text{W}$ ）以下。

輸出位準 = 0 dBm （ 1 mW ） $\sim +10 \text{ dBm}$ （ 10 mW ）以下。

茲即刻感到者，由於雜訊之發生，所需低位準信號是否會受損，則確有其危險。且欲調整信號之音量或音品時亦容易發生失真。具有如此問題者就是低位準放大電路。所以於設計時，低位準放大電路特有問題就發生。

低位準放大電路時，於集極特性曲線所限制極小部份，主要以直線性動作。雜訊之同時亦應考慮動態範圍（Dynamic-range）。

那麼於低位準放大電路所使用電晶體究竟選何種電晶體才好呢？其答案是低頻電壓放大用低雜訊電晶體。低雜訊用電晶體大部份於 1 KHz 時，雜訊指數為 5 dB 以下較多。集極電流為 $0.5 \sim 1.0 \text{ mA}$ ，選集極電壓為 $2 \sim 4 \text{ V}$ 左右者。茲將電晶體記號及名稱各表示於次頁表 1.1 及表 1.2。

表 1.1 各種電晶體記號 (E = 射極 C = 集極 B = 基極)

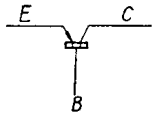
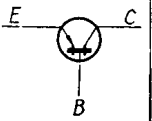
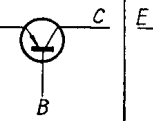
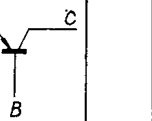
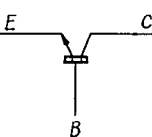
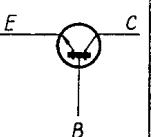
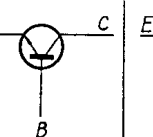
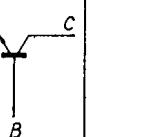
pnp 型				
npn 型				

表 1.2 電晶體名稱〔電子機械工學會制定 (日本)〕

(1) 數字	(2) S	(3) 文 字	(4) 數字	(5) 文 字
0 = 光電 晶體	S = 表示 半導體製 品	A = 高頻用 pnp 型	註冊順 序號碼	改良最初製品 順序, 自 A, B 至 E
1 = 二極 體		B = 低頻用 pnp 型		
2 = 3 極 電晶體		C = 高頻用 npn 型		
		D = 低頻用 npn 型		

(例) (1) (2) (3) (4) (5)
 2 S D 65 A

1.2 ● 3種基本電路

聲頻放大電路能夠以真空管或以電晶體組成，但，最近大部份以電晶體組成。因以電晶體組成者為小型且輕、消耗功率少，無發熱量、低電壓可動作、耐震、耐衝擊及使用壽命長之故。

然於電晶體聲頻放大電路亦有不少欠點。例如，依溫度變化之特性變化，對過負載為脆弱以及電路設計較難等。

如上述，其短處有設計艱難之點，然不僅依熟練可得解決，且以適當入門書籍亦可得解決。本書宗旨實乃在於此。

接線法於電晶體有3種方式。即，射極接地方式，基極接地方式及集極接地方式之3種（圖1.1）。

如圖1.2所示射極未被直接接地，但交流性為輸入，輸出共通電極，故仍被稱為射極接地方式。

如圖1.3未任何接地時，任何處均可接地，但着眼於輸入、輸出共通電極為射極，則不難明瞭為共通射極方式或被稱為共通射極。

聲頻放大電路常採用射極接地方式。其理由乃自表1.3得知，輸入阻抗及輸出阻抗均為中等級，故不取阻抗匹配而得以CR耦合使用，且功率增益大之故。雖頻率特性較差，但上述長處抵補其欠缺。