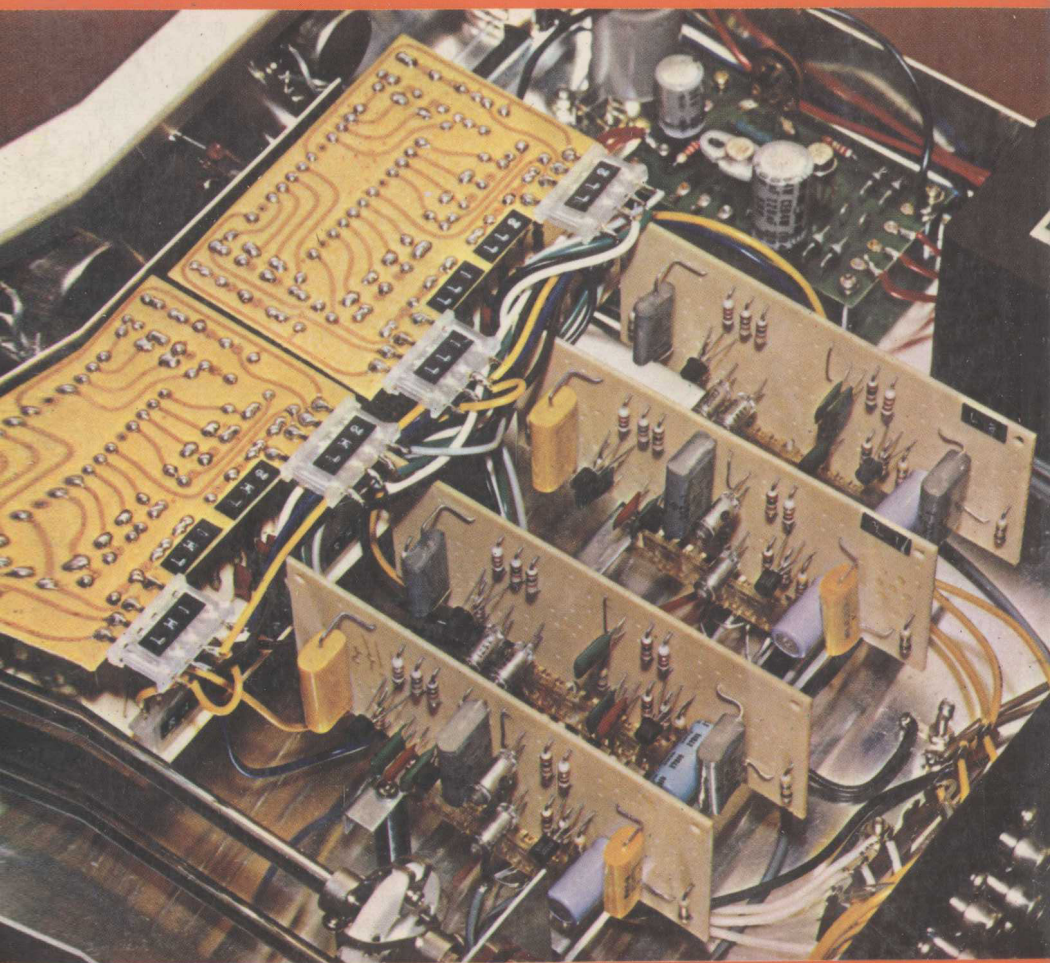


自製四聲道擴音機

4 CHANNEL AMPLIFIER



奧沢清吉著・曾煥燃編譯 萬里書店出版

自製4聲道擴音機

奧沢清吉著 曾煥燃編譯

香港萬里書店出版

自製4聲道擴音機

奧沢清吉著 曾煥燃編譯

出版者：萬里書店有限公司
香港北角英皇道486號三樓
電話：5-632411 & 5-632412

承印者：金冠印刷有限公司
香港北角英皇道499號六樓B座

定價：港幣十五元

版權所有 * 不准翻印

(一九八一年六月印刷)

編譯者的話

近幾年來，電聲技術發展得很快，4 聲道擴音機的出現便是其中一項驕人的成就。雖然 4 聲道擴音機的結構比較複雜，但由於它也是從立體聲擴音機的基礎發展起來的，因此在業餘的條件下，自己裝製也是可以的。

本書根據日本奧沢清吉氏的「4 聲道放大器」一書編譯而成。該書的特點是介紹電路的設計時比較淺顯易懂，剖析放大器的製作方法也比較詳盡；而且附有線路板設計及實體圖，這對於業餘愛好者來說，相信有很大幫助。

本書介紹的一些利用立體聲擴音機製作的模擬 4 聲道，其電路和一般擴音機基本一樣，因此假如需要裝製 OTL、OCL 擴音機，這裏介紹的電路也適宜作參考。

4 聲道擴音機是一種較新的電路設計，有關這方面的中文書籍尚不多見，本書有些專業名詞的翻譯，除根據「日、英、漢無線電技術辭典」及一些專業雜誌之外，一般都附有英文對照。筆者限於水平，書中如有錯漏處，希望讀者不吝見告，俾再版時改正。

曾煥燃 識於香港北角

1977年1月

目次

編譯者的話

第1章 4聲道擴音機的类型	1
1. 4聲道立體聲的方式	1
2. 各種製品的互換性	3
3. 裝製哪一種擴音機	4
第2章 電路設計基礎	7
1. 共通事項	7
1.1 本書使用的略語 1.2 計算和近似值 1.3 電源電壓的設定	
2. 發射極接地放大電路的設計	9
2.1 電路的動作 2.2 動作電流和負荷電阻的設計 2.3 發射極電阻的設計	
2.4 偏置電阻 R_1 和 R_2 的設計 2.5 交連電容器的設計	
2.6 射極旁路電容器的設計	
3. 射極輸出器電路的設計	19
3.1 射極輸出器電路的動作 3.2 負荷電阻及動作電流的設計	
3.3 偏置電阻 R_1 和 R_2 的設計 3.4 交連電容器的設計	
4. 直接交連的兩級放大電路的設計	23
4.1 直接交連的兩級放大電路的特徵 4.2 電壓的分配和動作電流	
4.3 Tr_1 電路的設計 4.4 Tr_2 電路的設計 4.5 各電容器的設計	
5. 差動放大電路的設計	27
5.1 差動放大電路的動作 5.2 動作電流及各電阻的設計	
6. 功率級的設計	30
6.1 功率級的電源電壓 6.2 功率管的集電極損耗 6.3 散熱器的設計	
7. 激勵級的設計	33
7.1 激勵級的電路 7.2 激勵管的選擇 7.3 R_{E2} 的設計	

7.4 輸入電阻的計算	7.5 前置激勵級的動作電流及負荷電阻的設計	
7.6 有消除電容的電路	7.7 消除電容的設計	
8. 頻率特性變換電路的設計		45
8.1 均衡元件的設計	8.2 CR 衰減型的音調控制	
	8.3 負回輸型的音調控制	
8.4 響度 (Loudness) 控制	8.5 濾波電路的設計	
第 3 章 標準型 12 管前置放大器		58
1. 設計		58
1.1 設計目標	1.2 晶體管的選擇	1.3 均衡放大器的增益和電源電壓
1.4 均衡特性和純增益	1.5 動作電流的決定方法	1.6 均衡放大器的設計
1.7 均衡元件的設計	1.8 射極輸出器電路	1.9 低截止濾波器
1.10 音調控制電路	1.11 音調放大器的設計	
1.12 和 DIN 連接器相接的元件	1.13 電源電路的設計	
2. 製作		82
2.1 使用的零件	2.2 綫路板的製作	2.3 機殼的加工
	2.4 裝製的方法	
2.5 調整和故障對策		
第 4 章 附矩陣電路的 16 管前置放大器		94
1. 設計		94
1.1 設計目標	1.2 三級直接交連電路	1.3 晶體管的選擇
1.4 動作電流的決定	1.5 均衡 (EQ) 放大器的設計	1.6 響度控制
1.7 電位器之後的電路	1.8 矩陣電路	
2. 製作		112
2.1 使用的零件	2.2 綫路板的製作	2.3 機殼的設計
	2.4 組裝	
2.5 調整及故障對策		
第 5 章 4CH 前置放大器		125
1. 設計		125
1.1 設計目標	1.2 晶體管的選擇	1.3 均衡放大器的設計
1.4 SQ 方式的解碼器	1.5 SQ 解碼器的設計	1.6 RM 解碼器
1.7 音調控制電路	1.8 電源電路	
2. 製作		140
2.1 零件	2.2 綫路板的製作和配綫	2.3 機殼的加工
	2.4 整體接綫	
2.5 調整		
第 6 章 2SA489+2SC789 4CH 後級放大器		158
1. 設計		158

1.1 設計目標	1.2 散熱器的設計	1.3 功率級的 C、R	1.4 激勵級的設計	
1.5 前置激勵級的設計	1.6 偏壓電路的設計	1.7 差動電路的設計		
1.8 脈流濾波器的設計	1.9 負回輸 (NFB) 的設計	1.10 輸入電路的設計		
2. 製作				181
2.1 使用零件	2.2 綫路板的製作	2.3 機殼的設計和接綫		
3. 調整				188
第 7 章 使用集成電路 TH9013P 的 4CH 後級放大器				190
1. 設計				190
1.1 TH9013P 的規格	1.2 各零件的設計			
2. 製作				198
2.1 零件的選擇	2.2 組裝和調整			
第 8 章 附解碼器的 4CH Rear 放大器				202
1. 設計				202
1.1 設計目標	1.2 矩陣電路的設計	1.3 相移電路的設計		
2. 製作				208
2.1 本機的電路	2.2 零件的選擇	2.3 綫路板的製作	2.4 機殼的加工	
2.5 綫路板的測試和組裝	2.6 使用方法			
第 9 章 2SA490 + 2SC790 10W 立體聲後級放大器				226
1. 設計				226
1.1 設計目標	1.2 電源電壓的計算	1.3 功率晶體管的選擇		
1.4 散熱器的設計	1.5 功率級的設計	1.6 激勵級的設計		
1.7 前置激勵級的設計	1.8 偏壓電路的設計	1.9 第一級的設計		
2. 製作				244
2.1 使用的零件	2.2 綫路板的製作和接綫	2.3 調整		
第 10 章 2SA627 + 2SD188 30W 立體聲後級放大器				251
1. 設計				251
1.1 設計目標	1.2 電源電壓及放大器的增益	1.3 散熱器的設計		
1.4 功率級的設計	1.5 激勵級的設計	1.6 前置激勵級的設計		
1.7 第一級及輸入電路的設計	1.8 偏壓電路的設計			
2. 製作				263
2.1 使用的零件	2.2 綫路板的製作和接綫	2.3 製作和調整		
第 11 章 揚聲器接成矩陣方式的前 - 後級放大器				270

1. 設 計.....	270
1.1 揚聲器的矩陣接法 1.2 放大器的電路	
2. 製 作.....	278
2.1 使用的零件 2.2 綫路板的製作和接綫 2.3 整體接綫及調整	

第 1 章

4 聲道擴音機的类型

1. 4 聲道立體聲的方式

4 聲道立體聲 (4 Channel stereo) 的方式，大致上可分為 3 種。其中一種是圖 1.1 所示的、採用 4 個 (或 4 個以上) 微音器 (Mic.) 集音，再由錄音機錄音的型式。

重播時，用 4 組特性相同的重播裝置 (擴音機、揚聲器等)，揚聲器的排列方式與微音器的排列方式完全一樣。這種方法叫做獨立 (Discrete) 4 聲道，簡稱為 4-4-4 方式。

另一種是日本 Victor 的 CD-4 方式。這種方式的錄音如圖 1.2 所示，左邊的前後 (FL 和 RL) 信號和及信號差經 30KHz 的載波調頻錄音，右邊的前後 (RL 和 RR) 信號和及信號差亦經調頻錄音。CD-4 重播時，要採用和錄音時匹配的解調器 (Demodulator)。這種方式，業餘愛好者仿製時比較困難，而且唱機及唱頭不能夠使用原來 2 聲道的設備。

還有一種方式是矩陣 (Matrix) 方式，這種方式是錄音時將 4 聲道信號變換為 2 聲道信號，重播時，再轉換為 4 聲道的方式。現在，我們以某廠製機的電路為例，這種方式的矩陣電路的解碼器 (Decoder) 如圖

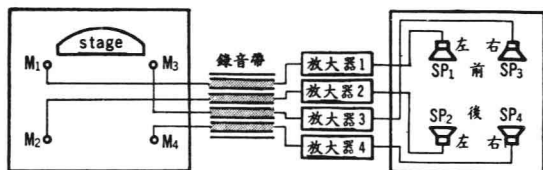


圖1.1 分離式 4 聲道

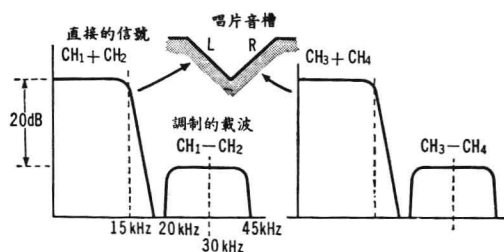


圖1.2 CD-4方式的錄音狀態

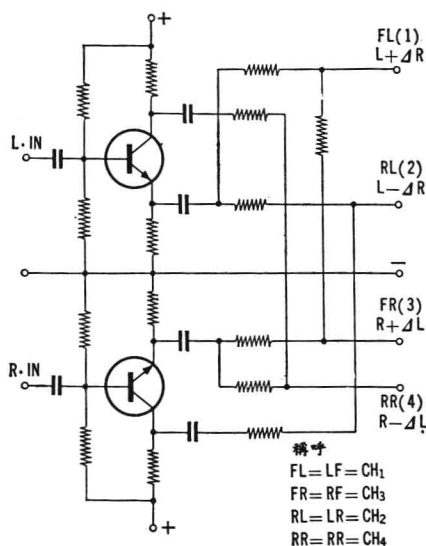


圖1.3 矩陣電路的解碼器電路

1.3 所示，左、右信號的混合方式，以 Δ 為混合常數(Blend numeral constant)或矩陣常數(Matrix numeral constant)，本書前方(Front side)的常數為 α ，後方(Rear side)的常數為 β 。

由於這種機的 Δ (α 及 β)是0.41，所以如圖1.4所示，隣聲道的分離(Separation)是3dB。前方的分離性是不好的，音域的廣度不足。考慮到這一點，可以變更 α 及 β 的範圍。

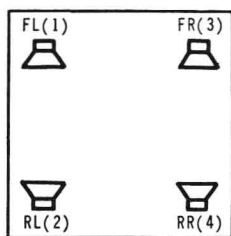


圖1.4 $\Delta = 0.41$ 的場合

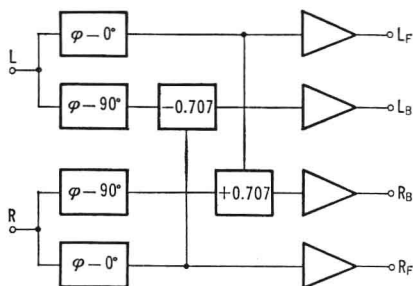


圖1.5 SQ矩陣解碼器的基本結構

不過，矩陣方式和2聲道有「兼容性」(Compatibility)，只要加設4-2變換電路，原來的2CH電路便可使用。使原來的2聲道電路改變為模擬4聲道。Sony (CBS) 的SQ方式，便是一種矩陣方式的電路。如圖1.5所示，相移電路(Shift circuit)其實亦即起了混合(Blend)的作用，不過圖1.5畫得比較簡單，其實內部還含有改良分離特性的邏輯電路。

矩陣式4聲道的分離特性，雖然比獨立4聲道差，但是由於它能夠利用原來的2聲道裝置，因此在4聲道還沒有完全普及時，還是受到一定的歡迎。

2. 各種製品的互換性

用錄音機組合的4-4-4方式，各廠的製品都可共用，如果是用唱機的4-4-4方式，就要配用特製的解調裝置才能夠使用。

一般矩陣方式(簡寫為RM)的4-2-4，混合常數大致已有統一規定，只是放大器製造廠的相移電路可能有些不同，但A廠的錄音機配上B廠的擴音機，或B廠的錄音機配上C廠的擴音機大致上是沒有什麼問題的。

3. 裝製哪一種擴音機

這個問題，相信是大家最關心的。一般人都會擁有一部 2 聲道的擴音機，假如就以原來的裝置為基礎，那麼踏上 4 聲道之路的最簡單方法，是將揚聲器接成矩陣方式。這時可以多買兩個揚聲器，如圖 1.6 那樣連接。這樣，後方 (Rear) 的信號是 L-R 及 R-L。如果採用 (b) 圖的接法，加入一個混合電阻，那麼可以規定 β 的值，這種接法留待第 11 章再作介紹。

另一個方法是，多裝一部內藏解碼器的 2 聲道後級放大器，這時電

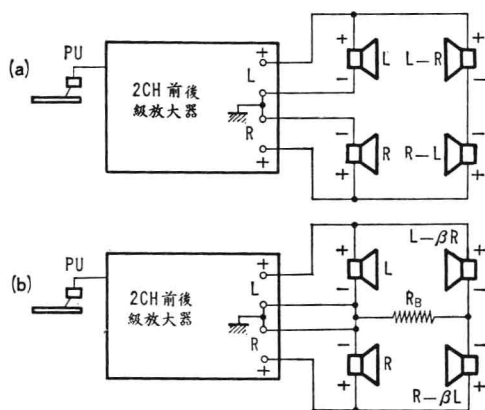


圖 1.6 揚聲器的矩陣接法

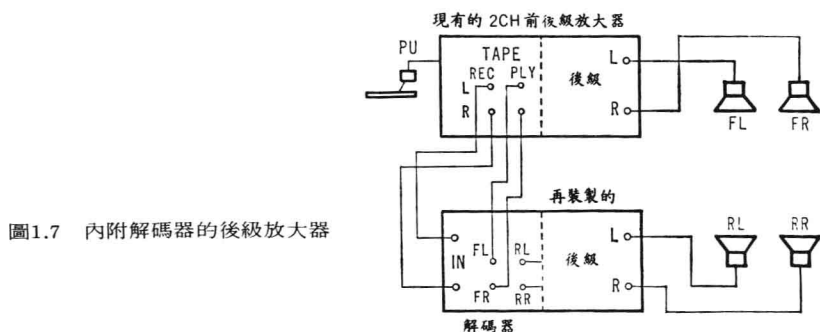


圖 1.7 內附解碼器的後級放大器

路的接法如圖 1.7 所示，從 2 聲道的 TAPE 錄音端子將 2 聲道信號取出，變換為 4 聲道，前方的信號由 TAPE 的再生端子加入，經原來的 2 聲道後級放大器放大，後方的信號則由加設的後級放大器放大。

這種電路的製作方法第 8 章將作介紹。

如果已有一部 2 聲道的前-後級擴音機及一部 2 聲道的後級擴音機，那麼可以如圖 1.8 所示，只是裝製一個解碼器便可以改裝為 4 聲道。

如要將 2 聲道的前置放大器改為 4 聲道化，那麼可以如圖 1.9 所示，加附一個解碼器。第 3 章介紹的前置放大器是專為初次裝製擴音機的人而設的，第 4 章介紹的製作，則設置了振幅矩陣電路。

如只擁有前置放大器的話，可如圖 1.10 那樣，裝製一部 4 聲道後級

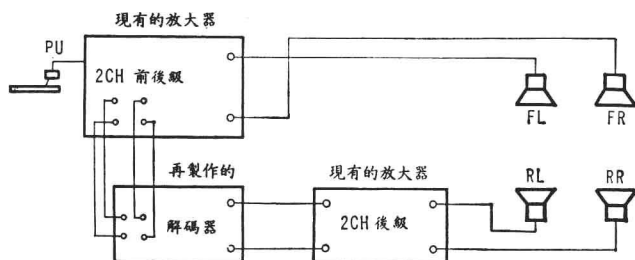


圖 1.8 解碼器的製作



圖 1.9 4 聲道化

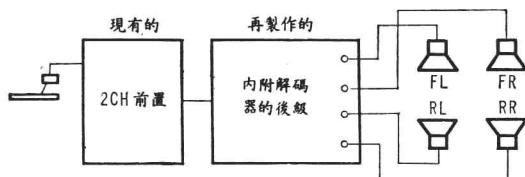


圖 1.10 只是 2 聲道前置的場合

放大器。不過爲避免擴音機太過複雜，可將解碼器和 4 聲道後級放大器分開來裝製。

初次裝機的朋友，可先研究第 3 章及第 9 章的前置及後級放大器，或直接裝製第 11 章的前-後級擴音機，有了一定的基礎後，才慢慢添加其他裝置。

第 2 章

電路設計基礎

1. 共通事項

1.1 本書使用的略語

解釋半導體製品，常要用到許多畧語，以下是本書會用到的畧語及其代表的意思。

r_i 晶體管本身的輸入電阻，從 h 參數求 r_i 時：

$$r_i = h_i - \frac{h_o \cdot h_f}{h_o + \frac{1}{R_L}}$$

式中，右方的第二項數值很小，可視為 $r_i = h_i$ 。在要求較嚴密的場合，大多以阻抗（Impedance）來表示，本書如無特別指明，則用 r_i 表示純電阻。

R_i 信號源或者是輸入阻抗，如圖 2.1(a) 的電路， $R_i \doteq r_i$ ，(b) 的電路， $R_i \doteq r_i + h_{fe} \cdot R_E$ （ h_{fe} 是電流放大係數）。圖 2.1 的 R_1 及 R_2 的數

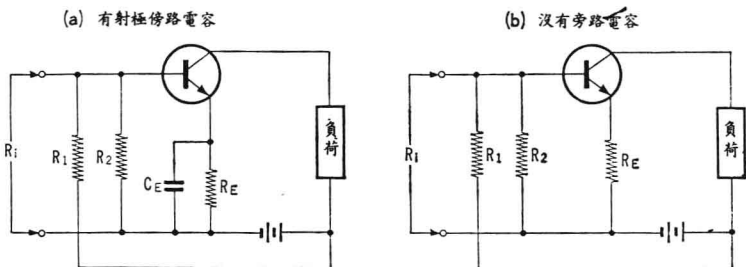


圖2.1 輸入電阻

值如果低於 r_i ，那麼 $R_i = r_i // R_1 // R_2$ ，不過一般 $R_1 > R_2 > r_i$ ， R_1 和 R_2 可以省畧。

但是，在 (b) 的電路中， $R_2 < (r_i + h_{fe} \cdot R_E)$ 很多，因此不能省畧。

r_o 。晶體管本身的輸出電阻。如果根據 h 參數的公式來計算是很複雜的，一般可簡化為 $r_o = 1/h_o$ 。

R_o 。從負荷所見的輸出電阻。如圖 2.2 所示，接上晶體管的負荷電阻 R_L 後， $R_o = r_i // R_L$ 。但是一般並聯負回輸 (NFB) 還沒有接上時， $r_o > R_L$ ，所以概略的計算可視為 $R_o = R_L$ 。

h_{FE} 直流電流放大係數。

1.2 計算和近似值

晶體管電路的設計方法有 2 種，其中一種是妥協性設計。

例如圖 2.2 的 $R_1(R_2)$ ，阻值低時相對於溫度變化來說比較穩定，但是信號電流和電源電流的消耗亦要考慮，具體決定時便要從這兩方面作出近似的設計。本書並非什麼學術性專著，設計時，亦以不出現故障便算。而事實上，實際設計時，憑經驗來決定往往是一個快捷的方法，因為半導體元件的誤差性較大，採用概略的計算方法，大致是沒有什麼問題的。

1.3 電源電壓的設定

電源電壓的大小直接關係到輸出功率的高低，晶體管要能起放大作用，離開了電源電壓的供應是不行的。

圖 2.3 是 2 點電源方式的後級放大器的輸出和電源電壓、電流的關

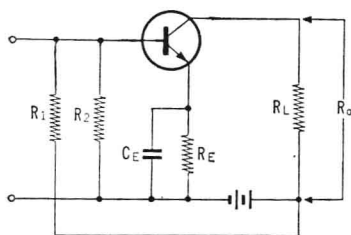


圖 2.2 輸出電阻

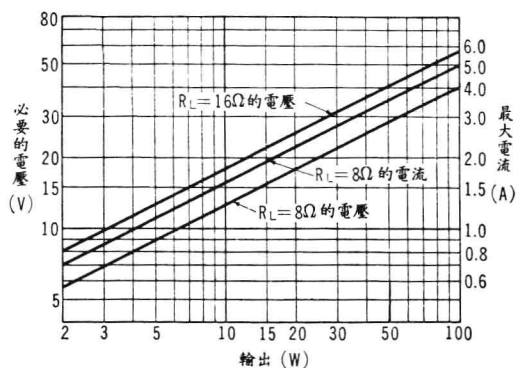


圖2.3 必要的電壓、電流

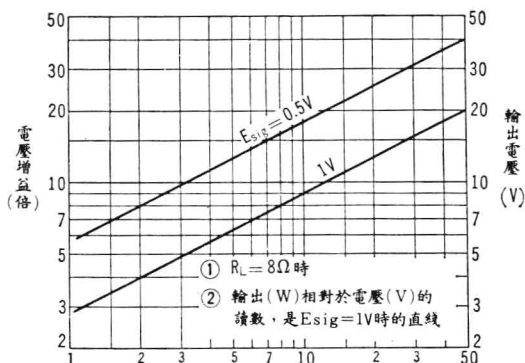


圖2.4 必要的電壓增益

係，圖中的電壓是晶體管正常時的數值，電流則為峯值。

圖 2.4 是希望獲得的輸出和必要的增益（倍數）的對比曲線。

2. 發射極接地放大電路的設計

2.1 電路的動作

小信號放大電路一般採用圖 2.5 (a) 的發射極接地電路方式，放大動作是 A 類。當在電路的輸入端加入一信號電壓 e_i 時，經過輸入電