



梁北暉編著

晶體管常識問答

萬里書店出版



2-158

无锡轻工业学院

0393693

晶體管常識問答

梁北暉編著

江南大学图书馆



91531601



香港萬里書店出版

晶 體 管 常 識 問 答

梁北暉 編著

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 六 元

版權所有 * 不准翻印

(一九八〇年二月印刷)

前 言

本書採用一問一答的方式，系統地解答晶體管的初步原理及其使用法；晶體管在收音機與擴音機上的應用；低頻放大，變壓器耦合放大、功率放大、高頻和中頻、變頻和電源各部份均分類詳述。內容由淺入深，文字顯淺通俗，並有插圖近 180 幅，圖文對照，方便讀者參考閱讀。

但由於我們水平所限，掛一漏萬，在所難免，希讀者提出寶貴意見，俾再版時改進。

目 次

前 言

一、晶體管基礎知識.....	1
原子是怎樣構成的？.....	3
原子共有多少種類？.....	4
電子與原子核的關係如何？.....	4
原子是怎樣互相結合而組成物質的？.....	5
電子和電流的關係如何？.....	8
絕緣體、導體和半導體這三者的構成， 各有什麼不同？.....	9
為什麼半導體在加熱之後電流會增加，而導體在加熱 之後電流反而減少？.....	9
空穴（Hole）是什麼意思，它和電子有什麼關係？...	10
電子怎樣在空穴中運動？.....	10
什麼是不純半導體？.....	12
含有雜質的半導體重要性如何？.....	12
如果將施加的雜質改為微量的銦（In）於矽原子中， 其情形又如何？.....	14
晶體管的基本構造是怎樣的？.....	15
點接觸型晶體管又是什麼？.....	15
何謂接合型晶體管？.....	16

PNP型晶體管和NPN型晶體管有什麼不同呢？	17
製造晶體管用的半導體材料有哪幾種？	18
晶體管是怎樣做成的？	18
合金接合型晶體管是怎樣製造的？	19
用以上各種方法製造晶體管有什麼缺點？	21
高頻使用的晶體管製法是怎樣的？	21
還有其他的製造晶體管的方法嗎？	22
晶體管有多少種類？	23
晶體管的偏壓（Bias）和電子管的偏壓，其工作各有什麼不同？	26
電子管偏壓是怎樣取得的？	30
晶體管的偏壓是怎樣取得的？	31
晶體管還有沒有其他的偏壓法？	31
鍺晶體管和矽晶體管有哪差些別？	33
矽晶體管既然有這許多長處，為什麼不首先製造矽晶體管呢？	33
矽是不是較罕見的物質？	33
PNP管和NPN管在使用方法上有什麼不同？	34
只憑晶體管的型號，是否就可以直接知道它是屬於鍺質或是矽質的？	35
溫度變化對晶體管的工作，有些什麼影響？	35
什麼叫做 I_{CBO} ？	36
洩漏電流會引起哪些影響？	36
溫度變化會不會對 I_{CBO} 發生影響？	38
鍺和矽晶體管的 I_{CBO} 是否相同？	38
矽晶體管的頻率特性是不是較鍺晶體管好？	38
矽晶體管和鍺晶體管還有什麼差異？	39
晶體管的輸入阻抗及輸出阻抗意義如何？	40
電子管與晶體管的放大工作有何異同？	40

晶體管的放大工作原理是怎樣的？	40
輸入阻抗和電壓放大率有什麼關係？	44
負荷電阻和電壓放大率的關係是怎樣的？	45
晶體管的電流放大率和電壓放大率有什麼關係？	46
何謂功率增益？	47
什麼是晶體管的輸入阻抗？	47
何謂發射極接地、基極接地及集電極接地？	50
基極接地方式有什麼特點？	51
基極接地方式還有什麼優點？	53
怎樣得知晶體管的截止頻率？	53
集電極接地方式有什麼特點？	54
集電極接地方式有哪些優點？	55
發射極接地方式有哪些優點？	55
晶體管的工作點是怎樣決定的？	56
在晶體管放大電路中，除了集電極接地方式可以得到 高輸入阻抗之外，可還有別的方法？	58
二、簡單晶體管收音機原理	60
最簡單的晶體管收音機的構造是怎樣的？	60
簡單收音機的工作原理是怎樣的？	60
簡單收音機為什麼需要接用地綫？	61
為什麼有些收音機是不用天綫綫圈 L_1 的？	62
什麼叫靈敏度和選擇性？	62
廣播電台發射出來的高頻電波是什麼性質的電波？	62
晶體二極管的檢波作用如何？	63
二極管的極性接法如果顛倒了，是否仍能工作？	64
有時耳塞要並聯一個電容器，這個電容器究竟有什麼 作用呢？	65
接收是否要求電流的變化？	67

有些時候，收音機還會如圖 2—13 那樣，除了電阻之外，還並聯了一個電容器，這是什麼緣故？	68
什麼是高放式收音機？	70
高放式收音機的結構特點是怎樣的？	70
什麼叫做高頻放大和低頻放大？	71
高頻放大和音頻放大有什麼差別？	71
怎樣把檢波後之聲音電流放大？它的具體綫路又是怎樣的？	72
除了直接耦合方法之外，還有其他方法嗎？	73
用耳塞收聽的收音機，為什麼多是如圖 2—19 那樣，以自耦變壓器方式為多？	73
那麼用圖 2—19 的接法又有什麼好處呢？	74
什麼叫來復式收音機？	75
來復式收音機的工作原理是怎樣的？	76
高頻扼流圈 L_3 的作用是怎樣的？	76
圖 2—22 的檢波電路，為什麼要用兩個二極晶體管 (D1 和 D2)？	76
來復式收音機與高放式（直接放大式）收音機比較，哪一種效率好？	77
高放式和超外差式收音機，哪種較靈敏？	77
什麼叫做超外差收音機？	78
變頻級及中頻放大級的作用如何？	78
什麼叫做發射極接地？	78
什麼叫做負荷？	79
為什麼有些電路中的晶體管，需要使用散熱器？	80
電壓放大和電流放大有什麼區別？	80
晶體管的集電極有時接正電壓，而有時又接負電壓，這是什麼緣故呢？	81

有時見到簡單的放大電路圖，基極上接一電阻器 R_B ，	
如圖 2—29 所示，這有什麼作用呢？	82
在無線電書籍中經常看到「偏壓」二字，究竟是什麼	
意思？	85
在圖 2—34 中，除了負荷之電阻器外，還有三個電	
阻器，這些電阻器有什麼用途呢？	86
R_1 、 R_2 和 R_E 這三個電阻器怎樣使集電極電流穩定	
的？	87
晶體管的 h 參數是什麼意思？圖 2—34 的電路是怎樣使	
其參數平均化的？	88
怎樣計算偏壓電阻？	89
常用的偏壓電路有哪幾種？	90
自給偏壓是怎樣工作的？	91
什麼叫做增益？	92
什麼是輸入電阻？	92
三、低頻部份	94
什麼叫做低頻和低頻放大器？	94
為什麼需要低頻放大？	94
什麼叫做負荷綫？	94
負荷綫是怎樣繪製的？	95
特性圖如何說明放大工作？	97
不論怎樣高的輸入電壓也可以放大嗎？	99
當晶體管和拾音器和微音器連接時，為什麼常在基極	
上接一個電容器？	99
在一些電路中，有時並聯一個電容器於發射極電阻器	
的兩端，這是什麼作用呢？	101
有什麼方法增加電壓放大率？	103
說明電壓放大和功率放大有什麼分別？	104

什麼是變壓器耦合電路？	105
什麼叫變壓器的初級和次級？	105
變壓器怎樣能夠做到耦合？	106
在電路中使用的變壓器，多數以歐姆來表示，這是什 麼意思呢？	107
阻抗數值的用法是怎樣的？	107
變壓器的圈數比和阻抗比有什麼關係？	108
低頻放大電路為什麼使用變壓器耦合方式？	109
什麼是阻抗匹配？	111
前面提到微音器要用一個變壓器來配合，方能把微音 器的輸出功率全部輸送到晶體管的基極，那個變壓 器的圈數比既然是10：1，那麼它輸出的電壓不是 降低了嗎？	111
假設接用的微音器的內阻只有幾 Ω ，那要怎麼辦？	112
電阻電容器耦合電路是怎樣的？	112
電阻耦合和變壓器耦合各有什麼優缺點？	113
變壓器耦合放大的頻率特性既然較劣，何以仍然使用 呢？	113
在低頻放大中使用的晶體管，一般需要什麼條件才能 勝任？	114
前置放大器中的晶體管要選用低噪聲的，為什麼用普 通的晶體管不行呢？	114
使用什麼晶體管作低頻放大為適合呢？	114
什麼是負回輸？	115
負回輸有什麼作用？	115
負回輸對放大器的頻率特性有什麼影響？	116
若想調節音量的話，音量調節器（電位器）應放在哪 個位置？又應該有多少歐姆呢？	118
什麼是小訊號放大？	119

什麼叫做激勵電路？	119
-----------	-----

四、功率放大部份.....121

A類放大的特點是怎樣的？	122
--------------	-----

圖4—2中的單管放大電路，晶體管集電極電流是怎

樣決定的？	122
-------	-----

圖4—2的單管放大電路，大約有多少功率輸出呢？

這個電路中需要留意的有哪幾點？	124
-----------------	-----

何謂B類放大？

什麼是單管放大和推挽放大電路？	125
-----------------	-----

晶體管推挽電路有哪些特點？

怎樣理解B類推挽功率的工作圖？	127
-----------------	-----

為什麼B類推挽功率放大的效率較A類為佳？

輸出變壓器是在怎樣的情形下使用的？	129
-------------------	-----

推挽功率放大的輸入變壓器及輸出變壓器的規格是怎

樣選擇的？	130
-------	-----

普通的收音機的輸出功率大約是多少？

只看綫路圖，是否可以知道輸出功率是多少呢？	132
-----------------------	-----

請詳細說明交叉失真是在怎樣的情況下產生的？

有什麼辦法可以防止交叉失真？	134
----------------	-----

什麼叫做熱敏電阻？

熱敏電阻有什麼用途？	136
------------	-----

什麼叫溫度補償？

晶體二極管可以代替熱敏電阻的作用嗎？	138
--------------------	-----

什麼叫壓敏電阻（VARISTORS）？它和晶體二極管

有什麼不同？	140
--------	-----

為什麼在A類放大電路中不使用熱敏電阻器或變阻

器？	142
----	-----

有需要用耳塞收聽的話，在一般收音機中，是怎樣接

耳塞的？	143
------	-----

常常看見擴音機中有所謂的 OTL 式,它到底是什麼?	143
OTL 電路輸出用的電解電容器,何以需要有大電容呢?	144
OTL 的輸出功率和使用電壓,負荷電阻之間有什麼關係呢?	144

五、高頻、中頻部份 146

什麼叫高頻放大?	146
磁性天線是什麼?	146
超外差收音機中的中頻放大,是否可算是高頻?	146
普通市面上的晶體管收音機,多是沒有高頻放大這一級的,這是什麼緣故呢?	146
請說明高頻放大電路的具體工作情形是怎樣的?	147
在高頻放大電路中以綫圈為負荷較好抑或以調諧電路為負荷較好呢(圖 5 - 2)?	149
為什麼要把天線接收到的高頻電壓輸至另外一個綫圈上才輸入晶體管的基極?	150
超外差式收音機中的中頻放大電路的工作是怎樣的?	151
電源接在 IFT 的初級綫圈的抽頭上,而不接在另一端,這是什麼緣故?	152
為什麼要接中和電容器?	153
在圖 5 - 13 中是怎樣決定中和電容器的電容量的?	155
超外差收音機中的中頻,使用的是什麼頻率?	157
是否可以使用指定以外的晶體管作 IF (中頻) 放大?	157
IF 電路中的晶體管集電極電流,大約要有多少才算標準?	157
IF 電路中的晶體管的發射極電阻,大約用多少歐姆為合?	157
電子管 IF 放大用的是一級,而晶體管則是兩級,這是什麼緣故呢?	158

IFT 是怎樣構造的？.....	158
超外差收音機是需要三個 IFT 的，這三個 IFT	
是同一樣的嗎？.....	159
怎樣分別這三個 IFT？.....	160
IFT 調節不良有什麼反應？.....	160
六、變頻部份	161
超外差收音機為什麼要把高頻變成中頻？.....	161
變頻的原理是怎樣的？.....	162
什麼叫做振盪？.....	164
發電機發生交流電流，可以叫做振盪嗎？.....	165
如何才能產生振盪呢？.....	165
如果將變壓器的接法像圖 6—7 那樣接連，仍一樣能	
工作嗎？.....	166
這麼說來，振盪靠的是正回輸？.....	167
有時振盪出來的聲音是「必必」聲，有時則是「砵	
砵」聲，頻率是不相同的，這是什麼緣故呢？.....	167
用什麼方法可以產生 1,000 Hz 的振盪？.....	168
什麼叫做本地振盪.....	169
超外差接收機的本地振盪電路是怎樣的？.....	169
超外差收音機中有哪幾種變頻方式？.....	170
什麼晶體管適宜於變頻工作？.....	170
使用他勵式變頻時，兩個負擔工作的晶體管都可以調	
節，以得到最佳的工作點。為什麼普通的收音機是	
採用自勵式呢？用他勵式豈不更好？.....	170
採用自勵式時，有沒有方法可以證實電路是否起振	
盪？.....	171
自勵式晶體管工作時以有多少集電極電流為最適宜	
呢？.....	171

自勵式和他勵式哪一種好？·····	172
實際的自勵式變頻電路是怎樣的？並說明它的工作？·	172
無論接收訊號頻率是多少，中頻永遠都能保持在 455 KHz，這用什麼方法達成呢？·····	174
廣播頻段即中波段的變頻晶體管，用的發射極電阻是否比 其他 I F 晶體管為大？·····	175
有時一架自製的 6 管超外差收音機，不能接收高頻訊 號，測試振盪電壓時，知其不產生振盪，這是什麼 原因引起的呢？·····	175
七、電源部分 ·····	176
晶體管電源有哪幾種？·····	176
收音機常採用的半波整流方法，工作原理是怎樣的？·	176
怎樣決定二極管的耐壓？·····	179
什麼叫做全波整流？·····	180
全波整流的工作原理怎樣？·····	181

一、晶體管基礎知識

在日常生活中，人們所接觸到的，或不能直接接觸的物質，其中某些是較易導電的。所謂導電的意思，即是說，若加一電壓於此物質的話，它的內部便有很多電流流過。有良好導電性能的物質，叫做良導體（例如我們所熟悉的銅、鐵、銀等都是良好的導體）。不導電的物質，稱為不導體或絕緣體（例如雲母、玻璃、塑料等）。介乎這兩者之間的物質，叫做半導體。用一句電學中的術語來說，導體本身的電阻是很小的。電阻是電壓和電流的比。電阻以歐姆為單位，以符號 Ω 代表。電壓以伏特為單位，以符號V代表。而電流是以安培為單位，以符號A代表。它們之間的關係是

$$\text{電阻}(\Omega) = \frac{\text{電壓}(V)}{\text{電流}(A)}$$

以上這一個公式據說是由歐姆發現的，故此叫做“歐姆定律”，這相信大家都很熟悉了。

普通表示某些物質的電氣性能，即是表示此物質是否為導體、半導體抑或為不導體，都以它的電阻的

大小來表示。我們知道，物質的電阻大小是與其長度成比例；與其斷面積成反比例的。故以 1 立方厘米（ cm^3 ）時的電阻來表示，這電阻叫做物質的固有體積電阻。各種常見物質的固有體積電阻的大小，如圖

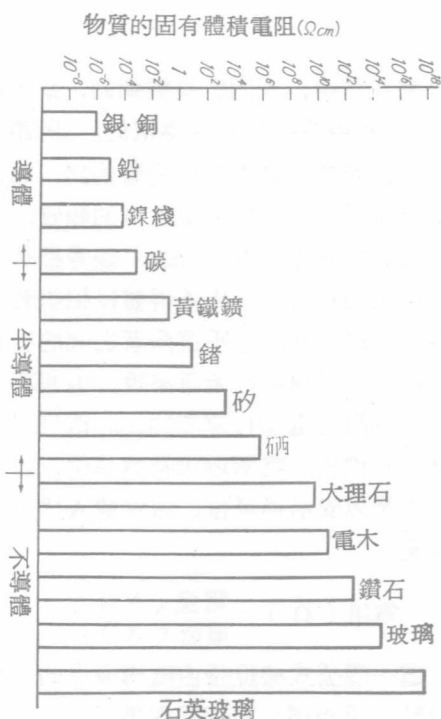


圖 1—1 電阻小電流便大

1—1 表中所示。

從這一表中可以知道不導體和導體的固有體積電阻是相差很遠的。而固有體積電阻在此兩者之間的，就是半導體。細看半導體的固有體積電阻，它是比較接近導體的固有體積電阻一邊的。表中的鍺（Ge）和矽（Si），便是屬於半導體物質。

半導體除在固有體積電阻上和導體、不導體有所不同外，還有其他特別的性質。例如硒和二氧化銅的整流作用，與及導體的電阻是與溫度成反比例的，當溫度上升時，其電阻反為減小。而半導體的電阻是與溫度成正比例的，溫度愈高，其電阻則愈大。為什麼物質具有這些性能，而且又各有不同呢？這些問題牽涉到原子的構造以及物質中的原子與原子間的結構等。以下我們將用一問一答的方式來解釋這些問題。

問 原子是怎樣構成的？

答 把物質分割成不能再分割的粒子（無論是生物、植物或是礦物），這些微小的粒子稱為分子。把分子再以化學的方法來分解，可再分出更加微小的粒子，這粒子便稱為原子。這亦即是說，凡物質皆由原子組成。而原子本身，又由原子核（Core）及電子（Electron）所組成，原子核位於原子的中心位置，電子則在原子核的四周，圖 1—2 便是一個原子的構造圖。