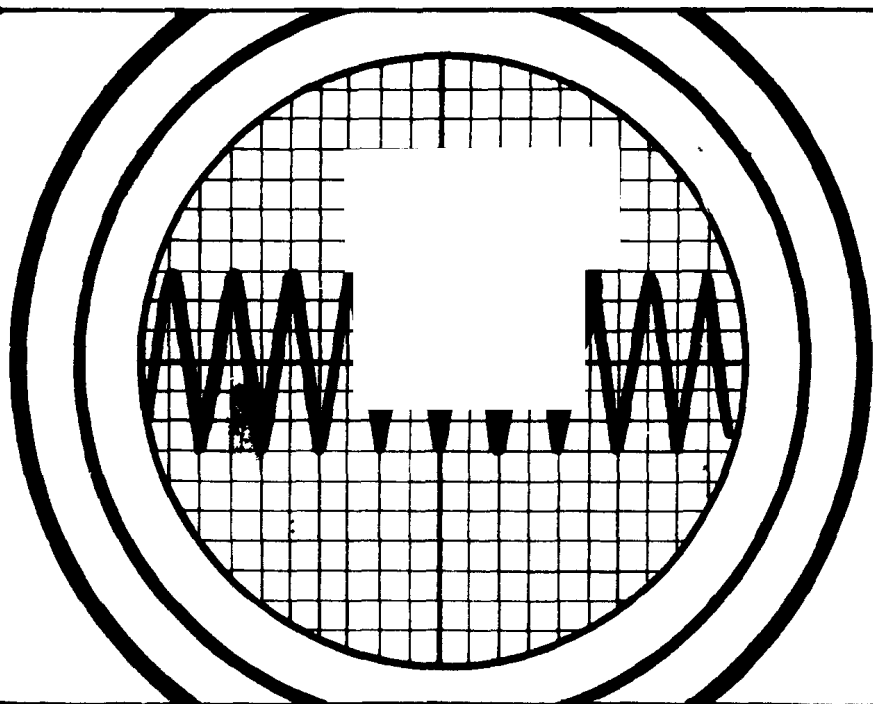


電子設備故障檢修(上)

郭雲龍 編著



全華科技圖書公司印行



全華圖書 版權所有 翻印必究

局版台業字第0223號 法律顧問：陳培豪律師

電子設備故障檢修(上)

郭雲龍 編著

出版者 全華科技圖書股份有限公司

北市龍江路76巷20-2號

電話：581-1300・564-1819

581-1362・581-1347

郵撥帳號：100836

發行人 陳 本 源

印刷者 欣瑜彩色印刷廠

定 價 新臺幣 150 元

再 版 中華民國71年12月

目 錄

第一章 固態原理及基本故障檢修步驟

1-1 半導體元件概論.....	1
1-2 功能上之組合及線路圖之應用.....	6
1-3 初步之邏輯分析及檢修之基本步驟.....	10
1-4 電子維護手冊內數值之應用.....	14
1-5 半導體裝置之測試.....	18
1-6 信號追蹤法之步驟及信號取代法之步驟.....	23
1-7 增益之測量.....	26
1-8 半導體裝置之按裝.....	27
1-9 電路板銲接之步驟.....	31
複習問題.....	33

第二章 測試用儀表，工具及附屬項目

2-1 概論.....	35
2-2 伏特—歐姆—毫安表 (VOM)	35
2-3 電晶體式萬用表 (TVM)	37
2-4 調幅 (AM) 及調頻 (FM) 信號產生器.....	39
2-5 掃描信號產生器.....	41
2-6 寬頻帶掃描頻率產生器.....	44
2-7 音頻振盪器.....	45
2-8 諧波失真表.....	47
2-9 相互調制失真表.....	48

2-10 方波產生器.....	50
2-11 脈衝產生器.....	52
2-12 示波器.....	53
2-13 電容器測試器.....	57
2-14 半導體裝置測試表.....	58
2-15 彩色信號產生器.....	60
2-16 手工具.....	60
2-17 測試架.....	67
複習問題.....	69

第三章 正常與不正常之電壓與波形分析

3-1 概論.....	71
3-2 基本半導體電路之電壓極性.....	72
3-3 由於電晶體損壞而改變直流分配的情況.....	76
3-4 電晶體操作電壓之範圍.....	80
3-5 基本波形與失真波形.....	81
複習問題.....	91

第四章 音頻放大器之故障檢修

4-1 基本放大器概論.....	91
4-2 在電路板上的直接測試方法.....	97
4-3 色碼.....	102
4-4 信號追蹤法的測試應用.....	105
4-5 基本的失真分析與測試.....	107
4-6 放大器中干擾的來源及消除方法.....	111
4-7 放大器中產生自激振盪的原因及消除方法.....	112
4-8 干擾及自激振盪的識別與排除.....	114
4-9 放大器中的雜音及消除.....	116

複習問題.....	118
-----------	-----

第五章 固態電源供應器之故障檢修

5-1 概論.....	119
5-2 普通整流濾波器之形態.....	122
5-3 電壓一倍數放大之電源供應器.....	131
5-4 具調節功能之電源供應器之維護.....	133
複習問題.....	145

第六章 調幅無線電接收機之故障檢修

6-1 概論.....	147
6-2 初步的故障檢修方法.....	148
6-3 系統的故障檢修步驟.....	151
6-4 如何確認出損壞級之部位.....	153
6-5 信號追蹤法步驟之應用.....	160
6-6 弱輸出癥狀之故障檢修.....	162
6-7 失真分析.....	164
6-8 選擇性不良癥狀之分析.....	168
6-9 振盪器漂移之問題.....	169
6-10 調幅收音機之調整步驟.....	169
複習問題.....	172

第七章 調頻收音機之故障檢修

7-1 概論.....	175
7-2 故障癥狀的初步分析.....	178
7-3 在調頻電路中的信號導入測試.....	179
7-4 調頻立體聲接收機之故障檢修.....	184
7-5 複合式還原器電路之校準.....	199

複習問題.....	203
-----------	-----

第八章 固態四聲道裝備之故障檢修

8-1 概論.....	205
8-2 S Q 四聲道解碼電路.....	213
8-3 喇叭位置之安排及室內之傳音性.....	213
8-4 四聲道解碼器之故障檢修.....	217
複習問題.....	219

第九章 錄音機之故障檢修

9-1 概論.....	221
9-2 錄音頭.....	222
9-3 交流偏壓 (AC BIAS)	224
9-4 電子系統之維護.....	227
9-5 機械部份之故障檢修.....	234
9-6 錄音機使用方波及正弦波之檢查法.....	241
複習問題.....	246

第十章 黑白電視機之故障檢修

10-1 概論.....	247
10-2 方塊圖分析.....	250
10-3 選台調諧 (前置端) 部份之故障檢修.....	254
10-4 中頻放大器之故障檢修.....	257
10-5 視頻放大器之故障檢修.....	259
10-6 AGC 部份之故障檢修.....	259
10-7 垂直偏向之故障檢修.....	263
10-8 水平掃描電路及高壓之故障檢修.....	265
10-9 同步部份之故障檢修.....	268

10-10	圖像—頻道之故障檢修.....	273
10-11	波形分析.....	282
10-12	電視機之調整.....	289
	複習問題.....	295

固態原理及基本故障檢修步驟

1-1 半導體元件概論

半導體有很多種類型，其所具之電阻值介於金屬（導體）與絕緣體之間。半導體之電荷載體在某一範圍隨溫度之增高而增加，例如，傳統的銻二極體當其裝置之溫度升高超過室溫時，銻二極體內的電子與電洞數便隨之增加，如果溫度太高時，二極體將燒燬。注意銅或鐵等金屬具有相反之溫度特性，換言之，銅線之電阻將隨溫度之增高而增加。因此銅具有正的溫度係數，而銻二極體具有負的溫度係數。當然假如銅線的溫度被過分增高的話，也會被燒燬。

有效的半導體裝置，電路及系統故障之檢修，必須對半導體裝置的作用，電路的作用及系統的操作，有基本上的瞭解。半導體裝置的基本類型有：光導體，熱阻體，信號二極體，整流體，齊納二極體，補償二極體，變容二極體，雙極電晶體，單極電晶體，變阻體，矽控整流體，三極交流轉換體及積體電路等。圖 1-1 所示為硫化鎘（CdS）光導體或光控電阻之

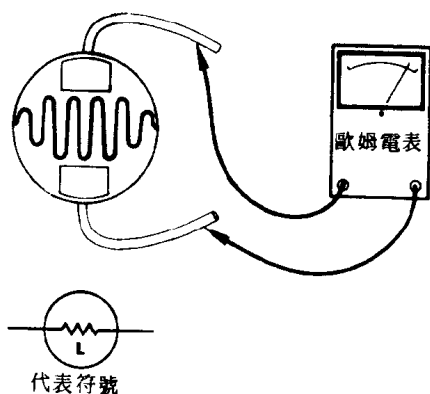


圖 1-1 硫化隔 (CdS) 光控電阻器電阻之測量

半導體電阻變化，它的電阻值從光亮時之 100 歐姆變化到完全黑暗時之 0.5 百萬歐姆。我們可以發現不論歐姆電表的極性為何，光導體的電阻值測量出來都是一樣，其特性不會產生變化。

熱阻體 (Thermistor) 是另一種半導體具電阻變化性之例子。在基本上熱阻體是某些金屬氧化物所形成的球狀物。例如，當它的溫度從 0°C 增加到 100°C ，典型而言此裝置之電阻將由 1000 歐姆降低到 100 歐姆，如果熱阻體之溫度繼續增高到燒燬點，典型上它的電阻將降到 10 歐姆。我們將可發現不論歐姆電表的極性如何，熱阻體的電阻相同。注意如果熱阻體操作在高於其額定溫度限制時，熱阻體會受到損壞。另一方面，光導體暴露在極強光線下也不會損壞，然而若置於過度高的溫度下仍會受到損毀。

半導體二極體具有順向電阻（低電阻）與逆向電阻（高電阻）值。如圖 1-2 所示為某一歐姆電表置於 $R \times 10$ 檔上，我們可發現此鍺二極體測出之順向電阻為 70 歐姆，而其逆向電阻為無限大。然後，假如另以一歐姆電表測量在半導體裝置上加一些不同值的測試電壓，我們可能讀到其順向電阻為 100 歐姆。但是，在此所述的重點是在正常操作下半導體二極體具有一低值之順向電阻及一非常高之逆向電阻。另一基本觀點是有關順向偏壓時，在其接合處有電壓降，因此，在典型之電流流通時，鍺二極體在

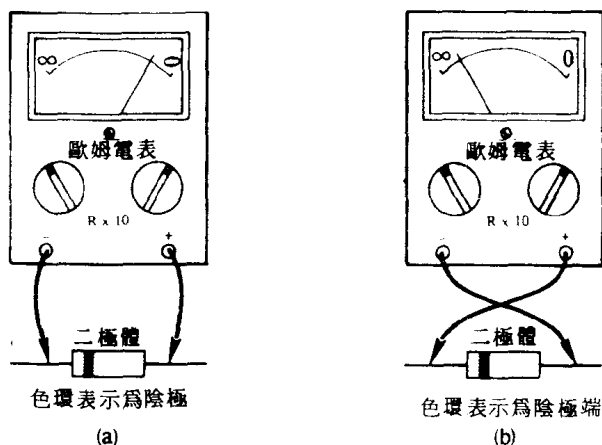


圖 1-2 順向與逆向電阻值的測量 (a) 順向電阻為 70 歐姆 (b) 逆向電阻為無限大

順向偏壓時之接合處將有約 0.25 伏特之電壓降，而矽二極體則約有 0.6 伏特之電壓降。

雙極電晶體具有兩個接合處，且每一接合處都有一順向電阻與一逆向電阻值，通常，射——基極間之順向電阻值稍小於集電——基極間之電阻值，如圖 1-3 所示。有一些雙極電晶體在射——基極間與集電——基極間，將顯示出具有相同的順向電阻值。如果兩接合處有不同的順向電阻值，則由射極到集電極間之電阻值將隨歐姆電表之極性而定，通常此為極高之電阻值，故歐姆電表必須操作在高檔，即 $R \times 1000$ 。在圖 1-3 例子中，射——集電極之間具有 1 百萬歐姆之順向電阻值。注意，如果電晶體是 PNP 型，則所有的測試極性都要反過來。

圖 1-4 所示之接合場效電晶體顯示出不同類型之電阻讀值。換言之，順向與逆向讀值僅發生在閘極與源極之間及閘極與洩極之間，而從源極到洩極之間其電阻讀值相同，不受歐姆電表極性的影響。注意不論歐姆電表放在任何檔，源極與洩極間之電阻值仍然相同，換言之，源——洩極間之電阻值是線性的。另一方面，從閘極到源極間或閘極到洩極間之接合電阻

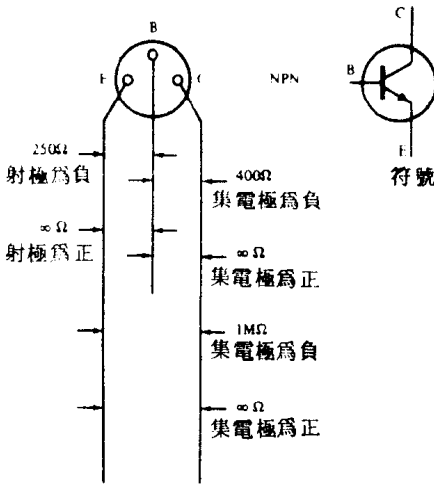


圖 1-3 雙極電晶體之接合電阻值

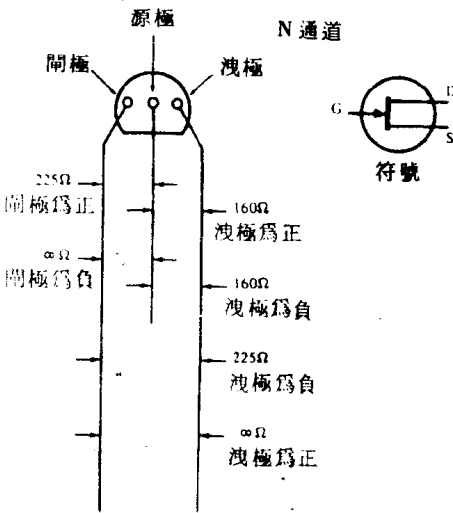


圖 1-4 接合場效電晶體之電阻值

是非線性的，此非線性在實用上之重要性是在接合處如果用歐姆電表測量其順向電阻值，用不同的檔測量時將得到不同的數值。同時要注意歐姆電表測試棒色碼之極性不需要正確的選擇。換言之，紅棒可能表示負極而黑棒為正極。因此可照圖 1-5 所示，用一直流電壓表來核對歐姆電表的極性。

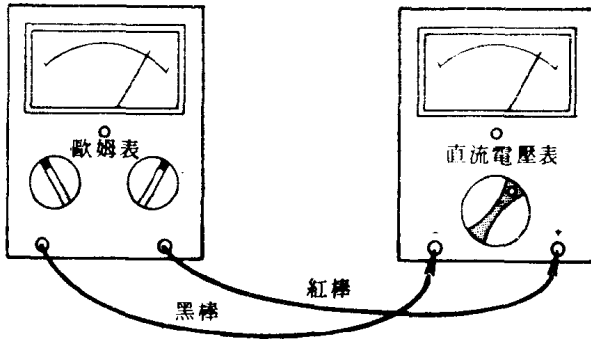


圖 1-5 電壓表的指針在歐姆表紅棒為正極時向右偏移。

開極絕緣場效電晶體 (IGFET) 又稱為金屬氧化物基片場效電晶體 (MOSFET)，其與接合場效電晶體 (JFET) 不同之處是在開極與半導體源——洩極基片間沒有接合面存在，亦即 MOSFET 其開極與源極間及開極與洩極間所顯示出之電阻為無限大。然而 MOSFET 在源極與洩極間所顯示出有限的電阻值則與 JFET 的情況相同。要小心注意——普通的 MOSFET，如果其開極端與源極端間或與洩極間沒有連結在一起，則很可能使其受到損毀。此危險性之存在是因為在開極片中只有極薄的絕緣，——“浮動” (floating) 之開極很可能將拾取足夠的靜電而使絕緣破壞致使 MOSFET 損壞。因此，不論何時要從電路上移出 MOSFET 時，要確實用某種金屬連接其開極端與源極端間或洩極端間。

雙開極 MOSFET 除了具有兩個開極片外，在基本上與普通 MOSFET 相同。它們被應用在比較複雜的電路，與故障檢修步驟有關的預防措施範圍與上述注意相同，換言之，無論何時當雙開極 MOSFET 還沒有連接到電路上，必須在每一開極端與源極端間加上短路裝置，任何一開極片都不

能使其處在“浮動”之情況。然而，如圖 1-6 所示，已具保護裝置的雙開極 MOSFET 就不需如上所述之預防措施。換言之，此型之 MOSFET 具有背對背的齊納二極體裝入可傍路掉任何過大開極電壓到源極片上，亦即，雙開極具保護裝置時，對靜電不需任何預防措施，而能隨時加以運用。

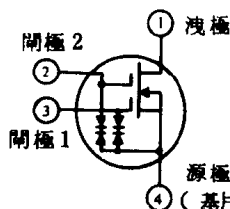


圖 1-6 內部具有保護裝置之雙開極 MOSFET

當用歐姆電表來測量開極保護 MOSFET 之開極到源極間之電阻，其電阻讀值隨加於表上之測試電壓而定。許多歐姆表不能供給足夠之測試電壓使齊納二極體導通，以致在該晶體於正常情況下將顯示出無限大之電阻讀值而當測試電壓足以使齊納二極體導通時，能使儀表顯示出一很低的電阻讀值。

1-2 功能上之組合及線路圖之應用

故障癥狀之產生大多是由於裝備本身功能失常所引起的，因此，一位故障檢修者必須熟悉功能上之組合及電路作用，才能在分析故障癥狀時，有事半功倍之效。電路功能之組合通常以方塊圖來表示，如圖 1-7 之例示。注意一作用方塊圖，例如中頻放大器部份，可能包含超過一級之放大。方塊圖同時也是一基本信號之流程表（flow chart），因此，圖 1-7 中所示之箭頭是表示輸入信號流經各接收機組合部份之流程。

在圖 1-7 中有一些方塊具有放大作用，而另一些方塊則具有振盪器，檢波器、整流器、濾波器之作用。因此，我們應對每個電路之基本型態及其作用有所瞭解，例如圖 1-8 節錄使用在放大器電路中基本電晶體電路之作用；而圖 1-9 所示為混波器或差頻（heterodyne）電路之動作原理。所以很顯然的，如果我們不能對電路之作用具有深刻的認識，就很難分析出

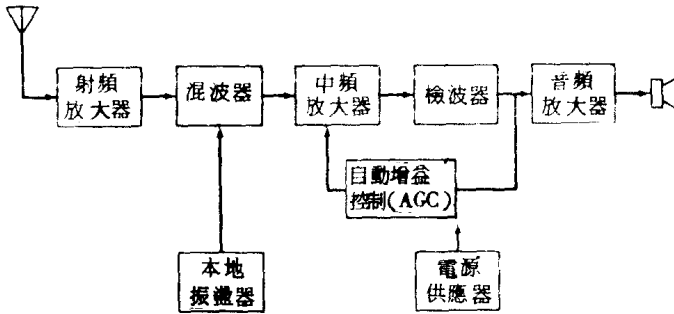
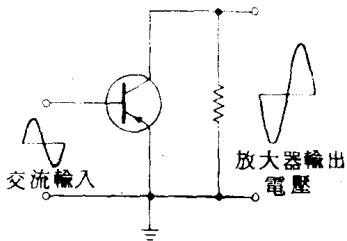
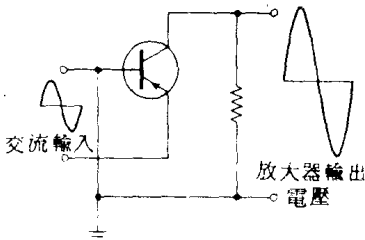


圖 1-7 超外差式無線電接收機之方塊圖



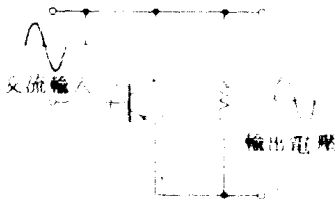
(a) 共通射極

電壓增益：270 倍
 電流增益：35 倍
 功率增益：26 dB
 輸入電阻：1.3 K 歐姆
 輸出電阻：40 K 歐姆
 (產生器之內阻為 1 K 歐姆)



(b) 共通基極

電壓增益：380 倍
 電流增益：0.98
 功率增益：26 dB
 輸入電阻：34 歐姆
 輸出電阻：1 M 歐姆
 (產生器之內阻為 1 K 歐姆)



(c) 共通集電極

電壓增益：1
 電流增益：36 倍
 功率增益：15 dB
 輸入電阻：350 K 歐姆
 輸出阻抗：500 歐姆
 (產生器之內阻為 1 K 歐姆)

圖 1-8 基本電晶體電路之動作

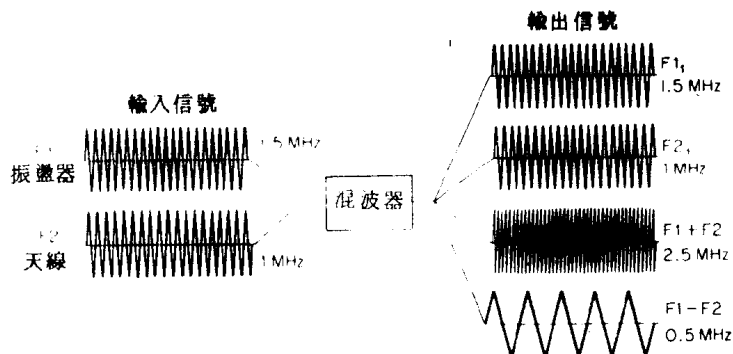


圖 1-9 基本混頻器或差頻電路之作用

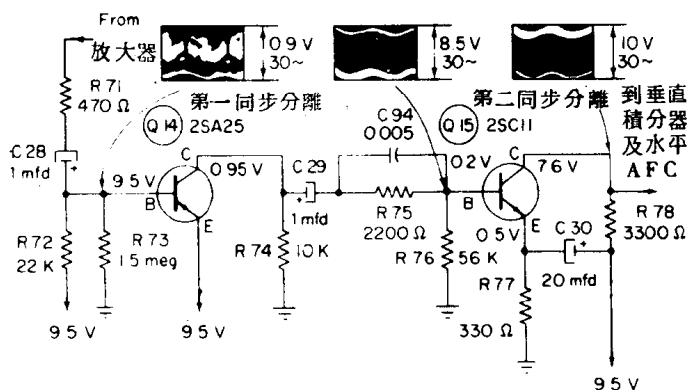


圖 1-10 一詳細之線路設計圖

故障之因果關係，以致對於所觀察到之故障癥狀是由於那一個電路之異常所致，我們就無法知悉。

在一故障癥狀已經確定是在接收機之特定部份時，除了方塊圖之外還需要附加一線路圖。基本之線路圖就像圖 1-10 顯示出零件及電路之連接，在一些場合中這些資料就已足夠。例如，如果檢修者推測最可能引起已知故障癥狀之原因，是在振盪器部份之電容器損壞，於是他可以利用一基本線路圖以確定可能之懷疑部份。因為一基本線路圖可以顯示出其包含有

多少個電容器，以及每個電容器是如何連接到像電晶體及線圈等主要接腳上。

另一方面，一基本線路圖在許多的故障情況中，並不夠用。因為當一故障癥狀之原因不能明朗化，並具有相同或然率之各種可能性時，我們就需要作詳細的電性測量及測試，才能正確的找出損壞之零件或情況。這些詳細的故障檢修步驟是依靠記載有正常操作電壓值，零件數值及信號波形之完整線路圖之供應。例如，圖 1-10 所示之零件數值及型式，正常直流操作電壓值及峯到峯電壓值之正常信號波形。有一些詳細之線路圖同時記載了有信號與無信號情況下之直流電壓值，這些增加之資料對於分析一不易捉摸之故障情況時，非常有幫助。

在圖 1-10 之例示中所記載之直流電壓值是在有正常信號加入時之情況。如果沒有信號呈現時， Q_{15} 之基極及射極將停留在零伏特，而其集電極之電位將為 9.5 伏特。我們要注意的是 Q_{15} 在有信號時，為何其射極產生 0.5 伏特之偏壓，而在基極產生 0.2 伏特之偏壓，為何集電極電位為 7.6 伏特。此級中之電路作用摘要如下：

- 1 在無信號情況下， Q_{15} 之偏壓是成為乙類操作。
- 2 在無信號情況下， Q_{15} 截止而其集電極電壓將等於供應電壓（9.5 伏特）。
- 3 在有信號情況下， Q_{15} 之基極受到一交流波形之驅動，並且在驅動波形之正向偏移時，電晶體才導通。
- 4 在 Q_{15} 導通期間，在 R_{78} 之兩端將產生 $I R$ 電壓降，於是此電壓降從供應電壓減去後，集電極之平均電位小於供應電壓值。
- 5 當 Q_{15} 導通時，電子流經 C_{30} 流到 Q_{15} 之射極，於是在 C_{30} 左邊之電極具有平均不足量之電子，故 Q_{15} 射極為 0.5 伏特之正偏壓。
- 6 因為 Q_{15} 基極受到輸入信號之驅動而達到飽和，某些供應電壓在驅動信號之正峯值時輸送到基極電路。此過程 Q_{15} 之基極留下了平均 0.2 伏特之正偏壓。
- 7 因為基極及射極有偏壓電位而產生信號之傳輸， Q_{15} 平均而言大部份

時間偏壓是截止狀態，故在有信號情況時其操作為丙類放大。

8 雖然供應電壓是 9.5 伏特，但 Q_{15} 集電極之波形之峯到峯值電壓却為 10 伏特。此額外之 0.5 伏特是 Q_{15} 基極在有驅動信號時使 Q_{15} 達到飽和期間所供給的。

接着，讓我們來研究在圖 1-10 中， Q_{14} 此級之電路動作。此電晶體之偏壓是作乙類操作，故其基極及射極停留在 9.5 伏特。注意其基極是由一相當低——水準之信號其振幅約為 0.9 伏特來驅動。所以雖然 Q_{14} 基極在輸入信號之正半週受驅動而成為導通，但電晶體在任何時間都不能達到飽和。因此在 Q_{14} 級中，信號產生之偏壓可予略去，並且在實際上無信號與有信號情況之間，也沒有直流電位之分別。同時也由於此緣故 Q_{14} 級之電壓增益為 9.4 而 Q_{15} 級之電壓增益僅為 1.2。

1-3 初步之邏輯分析及檢修之基本步驟

我們將可發現邏輯之思考，對於所有的故障檢修步驟是很重要的。例如參照圖 1-11，我們考慮一故障癥狀：當接收機之頻率轉盤從波段之低頻端往高頻端調諧時，進行之信號顯現變弱而且收不到電台。則首先我們可以推測變頻級中之振盪器作用可能瀕臨界限值。於是有好幾種可能之零件損壞。在這種情況中之邏輯分析要靠經驗或統計資料來判斷。因此，如果 Q_2 是使用一經濟型之塑膠包絡電晶體，則可合理的推測是電晶體之不良，但如果 Q_2 是高級之電晶體，則我們之懷疑將指向振盪器電路中，其固定電容器之一可能變質產生漏電。注意，雖然射極或基極之電阻器，也可能變質而造成振盪器電路動作異常或損壞，但此種原因引起之故障機會較少。其他的可能性，例如線圈破損或接點不良，其發生的可能性從統計之觀點來說，就更少了。

直流電壓之測量，是最基本的故障檢修步驟之一。在各種情況中，電路動作所產生之特定之直流電壓分配並非完全是簡單的，所以電子修護人員對於電路動作應有充分的知識。注意，通常是先測量供應電壓，因為如