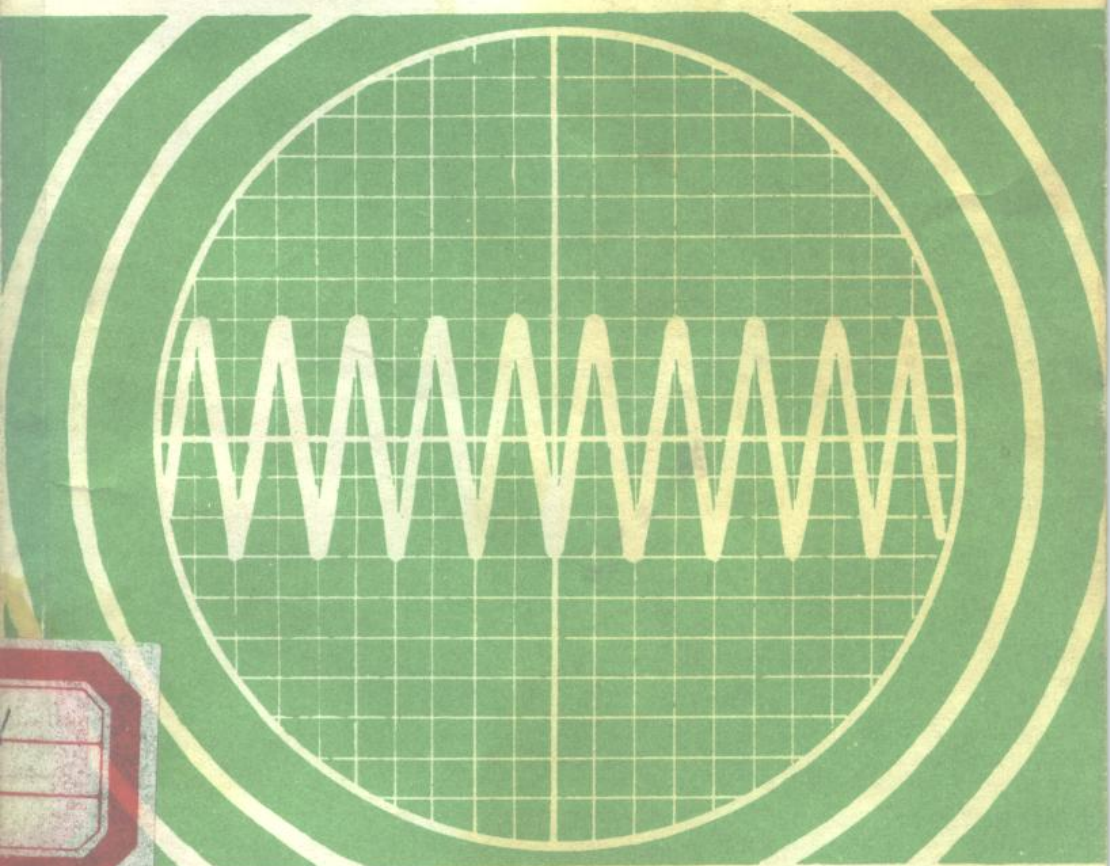


电子设备故障检修

郭云龙 编著

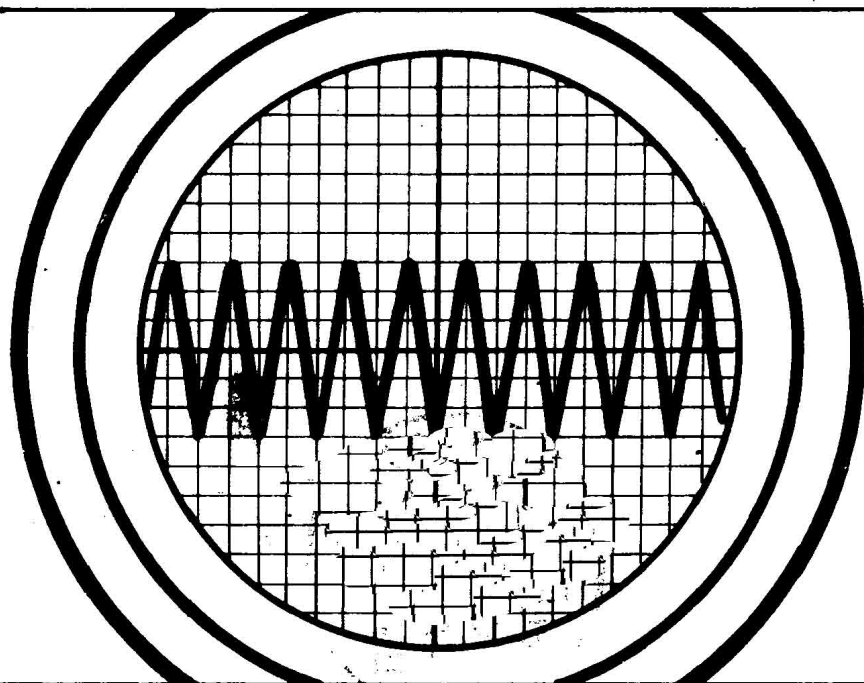
(上)



全华科技图书公司

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)

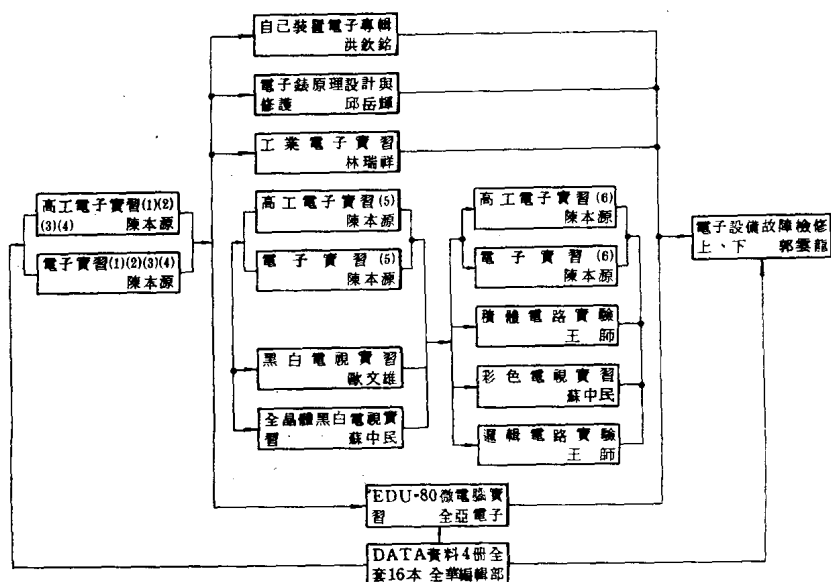
郭雲龍 編著

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

編輯部序

「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所提供給您的絕不只是一本書，而是這門學問的最新知識，由淺入深，且循序漸進。

現在，我們將這本「電子設備故障檢修」呈獻給您，使您經由本書了解各種電子設備之故障檢修原理與方法。由於本書之編成係參考了國外三本權威叢書：(1)DEREK CAMERON著的ADVANCED ELECTRONICS TROUBLE SHOOTING,(2)CLYDE N. HERRICK著的ELECTRONIC TROUBLE SHOOTING,(3)HER SHAL GARDNER著的HANDBOOK OF SOLID-STATE TROUBLE SHOOTING。彙集了所有固態電子設備可能發生故障之檢修原理與方法。為了使您能有系統地研習，我們將全華公司一套電子實作與修護系列叢書以流程圖方式列之於後，只要您按照順序詳加研讀，除可減少您摸索的時間外，並可使您具備電子實作與修護方面完整的知識，希望您能善加利用。



序 言

由於電子技術之快速進步，特別是在固態領域中尤為可觀，因此對於闡明半導體方面之故障檢修技巧之通用書籍，不論是作為自修或是教學用之需求已極為迫切。本書乃參考 Clyde N. Herrick 所著之“Electronic troubleshooting”，Hershal Gardner 所著之“Handbook of solid-state troubleshooting”，Derek Cameron 所著之“Advanced electronic troubleshooting”三書，以及其他無線電技術之論著等編譯而成的。本書主要在加強半導體裝置，以及其相關電路及系統方面之實用故障檢修之論述，並在理論方面維持足夠即止。全書分為二十章，其所精選出的主題廣泛，包括基本檢修之步驟，儀器及工具應用，正常與不正常電壓及波形之分析，固態放大器，電源供應器，調幅及調頻無線電接收機，四聲道裝備，磁帶錄音機，黑白電視機，閉路電路電視攝影機及視頻磁帶錄影機，彩色電視機，控制電路，特殊無線電裝備，電子琴，電子儀表故障檢修，運算放大器，海上電子裝備，數位裝備以及MATV/CATV系統等之論述。

全書着重於半導體電路之分析及測試之方法，並說明運用的技巧。對於各主題的論述偏向於儀器之應用，因為對現代之半導體電路想要有效率的進行故障檢修，必須同時對基本及較為複雜的測試儀表均能運用，測試之技術及步驟依序介紹包括萬用電表，電晶體式萬用表，信號追蹤器，示

波器，半導體測試器，電容器測試器，掃描產生器，電視檢驗圖，邏輯探針，邏輯夾及數位產生器等。示波器及向量圖形受重視的程度與電壓表及歐姆表相當，而諧波失真表及互調制分析器又與音頻振盪器及方波產生器同等重要。數位邏輯探針與觸發掃描示波器一樣的詳細的解說。總之，全書所強調的是針對故障癥狀之分析，儀表之應用，以及測試結果之解說。

此書是假設讀者們已具有基本電學，電子學，無線電原理，電視機原理及基本數位計算機原理之認識，如果已讀過電機及電子儀表與測量將更有助益。然而一仔細的讀者將可從上述之物理及基本電學、電子學課程中所獲得之基本知識而可完全吸收本書之內容。數學式子在文中儘量減至最少，而且全書中儘量作圖型化之處理，如果讀者們已讀完算術、代數，幾何及基本三角學者將可更容易的瞭解所敘述之故障檢修之步驟及作評估。此書之各原作者都具有多年之教學經驗，而且是集體創益，很適合於高工及專科之教學之用。

本書得以順利編譯完成，首先要感謝全華蕭培雄先生提供原書之資料，濟業電子公司廠長張國雄先生之推介。筆者曾在濟業工程部服務五年，現任職於電信研究所檢驗部門，但筆者學識有限，編寫若有遺漏之處，希望先進之士及讀者予以指正。

郭 雲 龍 謹識于六十七年四月

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 SQ 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，傳統的鎢二極體當其裝置之溫度升高超過室溫時，鎢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，而鎢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

2 電子設備故障檢修（上冊）

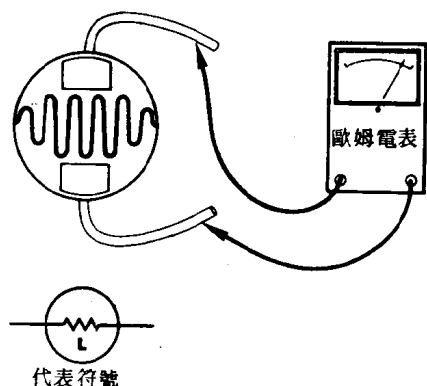


圖 1-1 硫化隔 (CdS) 光控電阻器電阻之測量

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上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

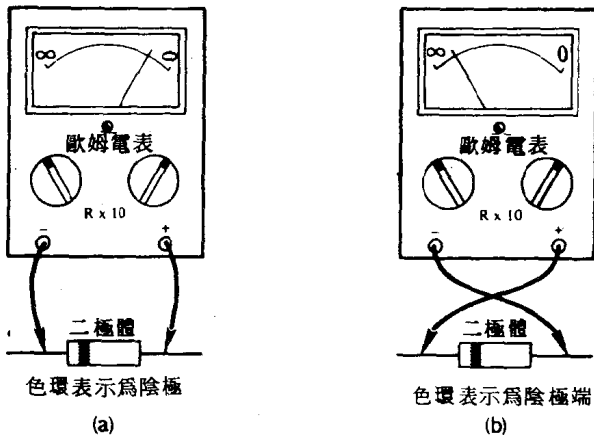


圖 1-2 順向與逆向電阻值的測量 (a) 順向電阻為 70 歐姆 (b) 逆向電阻為無限大

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

4 電子設備故障檢修（上冊）

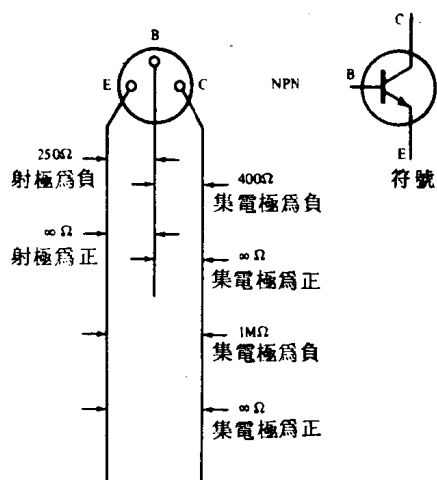


圖 1-3 雙極電晶體之接合電阻值

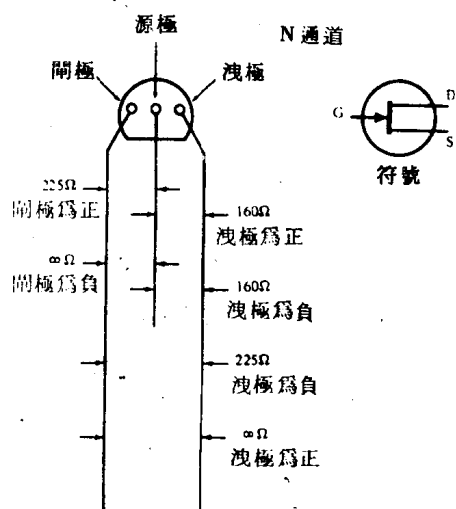


圖 1-4 接合場效電晶體之電阻值

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。

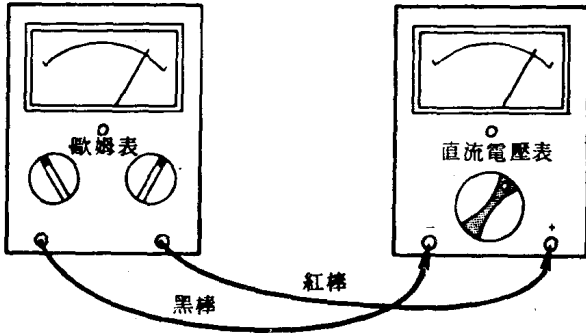


圖 1-5 電壓表的指針在歐姆表紅棒為正極時向右偏移。

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，已具保護裝置的雙閘極 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閘極電壓到源極片上，亦即，雙閘極具保護裝置時，對靜電不需任何預防措施，而能隨時加以運用。

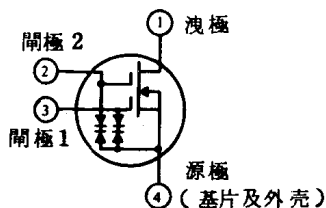


圖 1-6 內部具有保護裝置之雙閘極 MOSFET

當用歐姆電表來測量閘極保護 MOSFET 之閘極到源極間之電阻，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