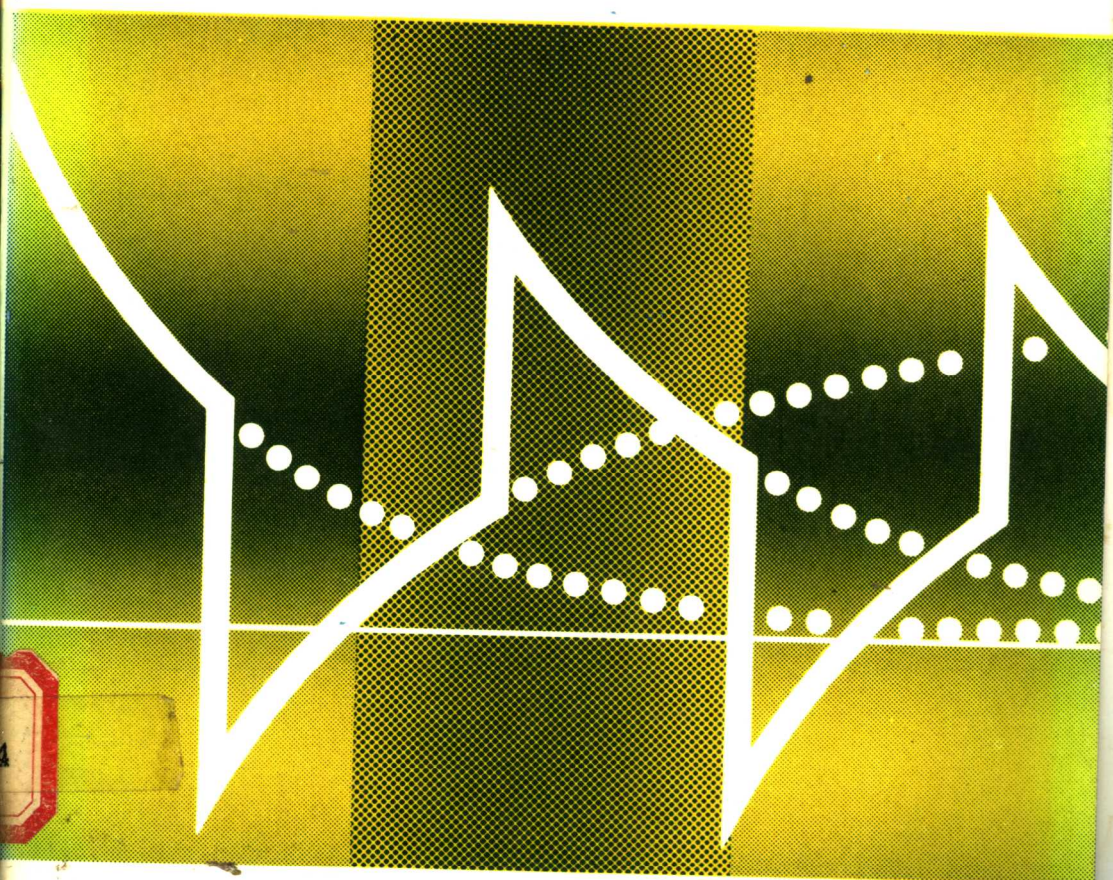


電子電路故障分析與檢修

蔡錦福 編譯



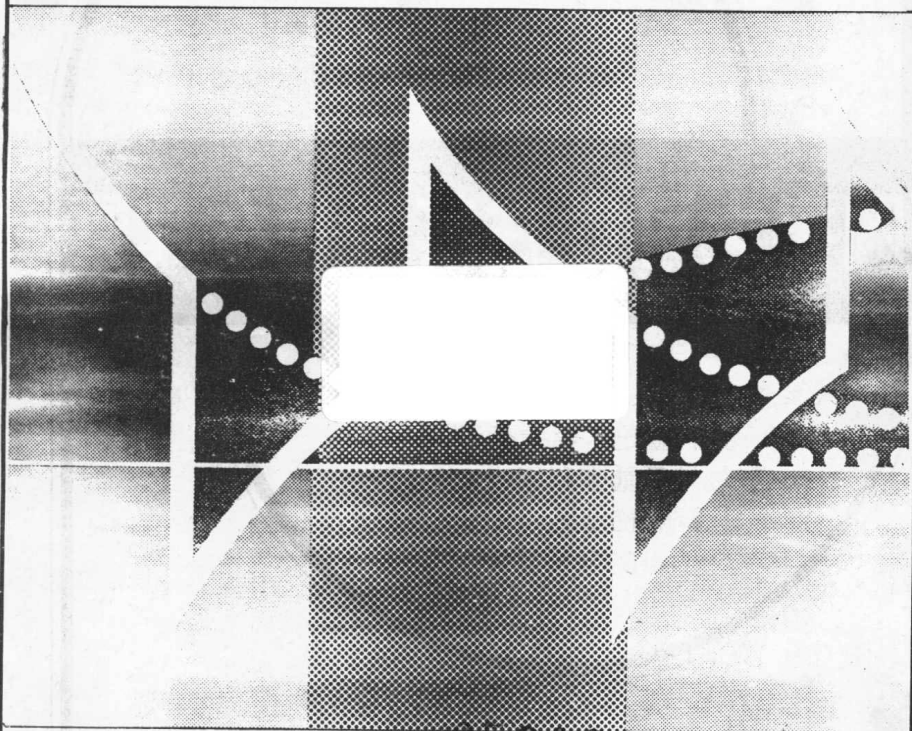
全華科技圖書公司印行

15週年紀念
1973-1988

中南圖書公司

電子電路故障分析與檢修

蔡錦福 編譯



659427



全華科技圖書公司印行

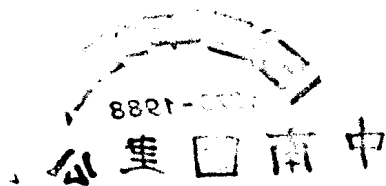


全華圖書 版權所有 翻印必究
局版台業字第0223號 法律顧問：陳培豪律師

電子電路故障分析與檢修

蔡錦福 編譯

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・541-5342
581-1362・581-1347
郵撥帳號：1 0 0 8 3 6
發行人 陳 本 源
印刷者 欣瑜彩色印刷廠
定價 新臺幣 170 元
再版 中華民國72年7月



感謝您

感謝您選購全華圖書！

希望本書能滿足您求知的慾望！

圖書之可貴 在其量也在其質

量指圖書內容充實、質指資料新穎够水準，我們就是本著這個原則，竭心盡力地為國家科學中文化努力，貢獻給您這一本全是精華的全華圖書。

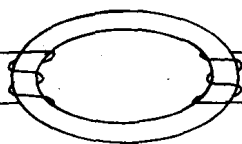
トラブル対策シリーズ②

電子回路ノイズ&トラブル対策

的確な症状診断と故障防止のノウハウ技術

茂 木 充 著

C Q 出 版 社



前 言

從一部電子機器的開發，一直到實際使用的績效上為止，自始至終都存在著雜訊，故障的對策問題。

它正是本文目前所要加以特寫的，面對著今後經濟逐漸成長的時期，怎能不在這段接受評估的漫長時間內，找到一點革新的技術來呢？無論新的系統如何被開發，也會枝生出系統原有的新問題。故障的根源是永遠存在的。因此，經常要去討論「似懂非懂的雜訊對策」可說是電子界注定的命運。何況，對策的基礎通常是建立在精通「基本的實務」，與「溫故知新」的原則下，再以正確的方式去實施改善。除了考慮俗語所謂的「以牙還牙」，「以毒攻毒」等手段之外，幾乎沒有其他有效的方法了。

本書是CQ出版社所企劃的「故障對策系列」其中的一環。從電子電路的雜訊開始，進而在誤動作，故障方面，以加強IC化應用電路的技術。儘量使其成為平易解說的實務雜記，俾能在觀念上廣為接收與活用。

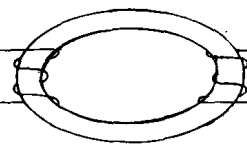
第 1 章爲雜訊產生的原因與防止對策，包括基本的故障診查表。第 2、3 章爲類比，數位電路的雜訊故障對策。第 4、5 章則爲接觸元件，實裝元件與介面電路等方面的故障對策，以及信賴度與 MIL 邏輯符號的見解，從各個角度來加以敘述。

關於雜訊或故障對策的資料，雖然在特定的系統，零件方面，所提出的理論研討與實績報告特別的多。有許多狀況是僅在半導體元件並用時才會發生的，或者是由於簡別規格被疏漏的項目上所潛伏的因素。

本書中，打算就以上的觀點，對於這箇相當廣領域的課題，採取實用上的見解爲主體，加以一一解說。

各章的分類，舉例或有不當之處，重複，甚至於欠缺正確性的部分，以及借用圖面資料的地方。請參考本系列的其他本書，或別的專門書籍。如果能就此與本書的看法多少獲得共鳴，並得以活用之處，真是筆者萬幸！

444651/03



編輯部序

「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所將提供給您的，絕不只是一本書，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，循序漸進。

現在，我們將這本「電子電路故障分析與檢修」呈獻給您。本書譯自日本CQ出版之「電子回路ノイズ&トラブル對策」一書，針對線路設計圖上容易忽略的地方，探討產品失敗的因素，以及因應之道。其中對零件材料的選用、線路施工佈線方法等均有詳盡的敘述。尤其難得的是，書中所提「know how」的觀念，更是日本電子工業界累積多年的製作經驗，是其他書籍所無法找尋的。由本書將使您瞭解：

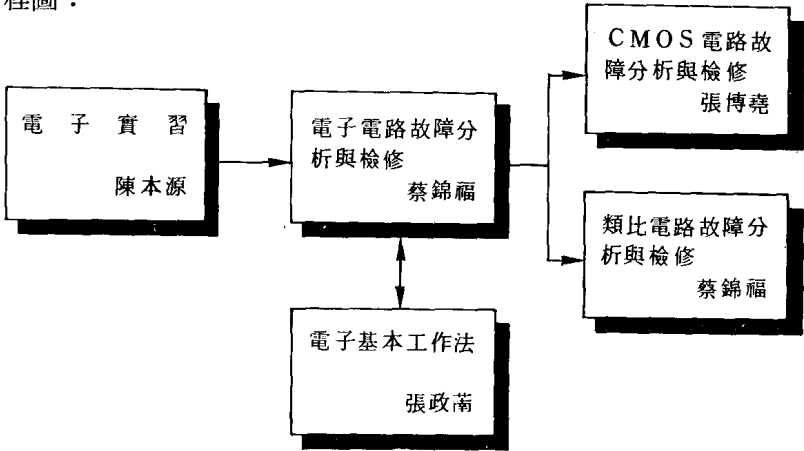
- (1) 電子機器經常產生誤動作原因。
- (2) 如何選用電子零件以配合圖面上的功能。
- (3) 怎樣才是完整、安全的設計。
- (4) 如何準確地施工。

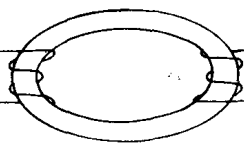
排解您製作電子電路時所遭遇的問題。

同時，爲了使您能有系統且循序漸進研習電子實作方面的叢書，我

們以流程圖方式，列出各有關圖書的閱讀順序，以減少您研習此門學問的摸索時間，並能對這門學問有完整的知識。若您在這方面有任何問題，歡迎來函連繫，我們將竭誠為您服務。

流程圖：





目 錄

第一章 雜訊干擾的產生與誤動作的原因	1
引起誤動作，一定有原因.....	1
誤動作的原因，干擾根源的調查和對策.....	3
雜訊根源處的對策.....	6
由於靜電的干擾以及漏電流的障礙.....	6
由於電磁性干擾的障礙.....	8
由於電磁波的干擾.....	11
由於電源波形失真的障礙.....	13
由於日光燈等放電管所造成的雜訊.....	13
由於汽車的雜訊.....	15
除了熱電動勢之外，由於接觸上所引起的雜訊障礙.....	16
運轉機器的雜訊障礙.....	18
由於負荷變動及電源電壓變動引起的障礙.....	19
受干擾裝置處的對策.....	21

從電源侵入的湧浪、脈波、雜訊·····	21
線路濾波器的特性與測定的問題所在·····	26
濾波器實裝上的注意·····	31
浸入信號輸出入電路及介面電路內的雜訊·····	32
由於靜電感應引起者·····	34
由於電磁感應引起者·····	37
由於共通阻抗引起者·····	39
降低共態雜訊的對策·····	41
由於反射所引起·····	43
接地與屏蔽的方法·····	44
印刷基板間的相互配線·····	48
對於電源雜訊引起誤動作上的評定與規格例·····	50
電路故障的診查表·····	54
工作上的故障檢查表·····	61

第二章 類比電路的雜訊與故障對策····· 65

雜訊對策的看法·····	65
類比 IC 的雜訊，低雜訊電晶體，FET·····	67
存在類比 IC 內的振盪與熱回授·····	71
類比 IC 的散熱設計與安全動作範圍·····	74
OPA 的概要與活用重點·····	78
聲頻電路的雜訊對策·····	87
高頻電路的故障對策·····	92
電源電路的故障對策·····	95
類比儀錶的故障對策·····	105
差動放大器的故障對策·····	108

A - D / D - A 轉換器與類比開關	111
A - D 轉換器	112
類比開關	115
V - F 轉換器	117
D - A 轉換器	119
IC 化的 PLL	120
靜音電路的問題所在	125

第三章 數位電路的雜訊與故障對策 129

數位電路的雜訊裕度與扇出	129
附有電流源的數位 IC	134
波形整形	138
介面電路的對策	139
數位 IC 的振盪	142
MOS IC 的雜訊對策	147
置位 / 復置電路	157
數位 IC 電容負荷的見解	162
線路驅動器 / 接收器的取用	166
不易遭受雜訊干擾的資料傳送系統	173

第四章 介面電路的雜訊與故障對策 183

接點故障與接觸零件	183
接點故障的見解	183
接觸油與效用上的問題所在	186
接觸零件的選擇與活用上的問題所在	188
接點保護與湧浪防止	202

震顛對策	207
機能耦合電路的活用	215
閘流體的雜訊與故障對策	223
零交越開關	227
齊納二極體的故障對策	235
遵守額定規格	237
漂移對策	238
雜訊	239
端子之間的電容量	239
放電管的故障對策	240
因負電阻特性而振盪	241
因雜散電容而振盪	241
在電位的峯、谷上振盪	241
電阻器的故障對策	244
功率上的衰減	246
對脈波負荷上的衰減	249
相對電壓上的衰減	250
電阻的溫度特性	250
電壓係數	251
高頻特性	251
雜訊特性	252
可變電阻器	253
電容器的故障對策	256
直流用電容器的使用電壓	257
使用在交流的電容器額定規格	259
電容器的衰退	260

實裝上的注意事項.....	261
電感線圈選定的要點.....	264
低雜訊電纜.....	267
印刷基板的干擾對策.....	269
運轉不均的雜訊測量.....	275
第五章 信賴性與數位機能上表現的故障對策	279
爲了信賴性以及因初期不良導致的故障防患於未然.....	279
信賴性對策.....	279
不良模型與特性惡化的把握.....	280
初期不良的探討.....	289
MIL 邏輯符號的看法與想法	290
數位量.....	291
狀態表示符號與主動.....	292
AND 以及 OR 的變形.....	294
反相器.....	297
放大器.....	298
正反器.....	299
輸入數目的增加.....	300
其他的符號.....	302
邏輯符號位置的指定，及 Gate 符號的尺寸.....	305
以 MIL 邏輯符號作成的邏輯設計.....	305
參考文獻.....	308

雜訊干擾的產生與 誤動作的原因

在許多影響正常動作的原因之中，有的是由於電路設計本身所潛在的不安定度，也就是在缺乏「最壞情況」的考慮之下，作出冒險的設計因而產生的，或者是由於使用不良的零件所致。但是對於這些現象如果能充份地注意其動作的極限，以及使用零件的選擇，則大半可以防患於未然。譬如；對於設計慎重地審查，召開圖面會議，以及要求廠家對零件作徹底的接收檢查，並且提出成績表等。

可是，我們在實際上所遭遇到故障，光在電路圖中就有很多不可預料者，其原因何在？下面列舉這些故障原因的實例，並請一起來研究吧！

引起誤動作，一定有原因

從圖面上來看，理應正確動作者，實際上並非如此。即使對書面上的設計具有相當的自信，可是一經照圖裝置令其動作後，就立即出現了故障，而在論及這一連串的故障時却有了困難。反之，對於調整及修理

擁有優越技術的也大有人在。這種人，對於症狀能夠確實地分析原因的所在。同時，偵查到自己能夠理解該症狀為止。不但能確認基本動作現象，而且是利用了固有的經驗。

這兒所謂的經驗是指久經世故者，難以言辭來形容，故稱之為“訣竅”（know how）。

另外，在現場實際上所體驗到的故障是，由所謂理論上設計失誤所造成的障礙較少，此種情況在書面上就可作某程度的防止。我們更感困擾的是，雖然已在圖面上作理論方面的充分檢討後，可是實際上所安裝的型態却無法安定的動作，並作出所期待的性能。

已完成品或正在調整階段的故障，絕大部分是在於零件的配置與接線不良，或者對於設置環境的適應性等等。雖然應付對策相當地困擾，可是在組合的階段中，對現場知識有豐富經驗的人，於配線的尺寸和方位的要點上具有充分的心得者，事實上故障的發生也較少。

因而，有關電路動作原理當然要充分了解，最困難之點，是如何把「輸入電路的阻抗為何？」「接地的方法何者較佳？」等這些問題，下意識地在腦中勾出。若能從電路圖上看出端倪，並具有圖面中所無法寫出的“訣竅”（know how）技術者，那真是專家了。

所以在本項目中，完全是有關於組合成品的故障解決方針的一種見解。而，在電路圖裏，雖然理論上形成故障的原因即使是微乎其微，可是前面所提到的也有證實的必要。況且即使被使用的零件沒有不良品，也必須要滿足設計階段所想要的性能才行。

接下來所要說的是誤動作原因的查明。雖然理論上已作保留某種裕度的正確設計，可是照圖接線却没有正確的動作，這是不知何處進入無法預料的信號。諸如正反器不必要的回饋，單擊多諧振盪器（one-shot multivibrator）的激發等所謂不可預料的動作。因此像這種妨礙正常動作的信號，統稱為雜訊（noise）。

因而，限制於上面所述的條件下，診查誤動原因的工作，就祇剩下雜訊的來源和受雜音干擾所在的偵查了。而且此種情況下，連接零件的接觸不良，也看成是一種雜訊根源。所以其干擾來源是：

(1) 來自本身系統內所產生的雜訊。

(2) 由外面進入的雜訊。

等不同來處必須清楚地區分出來。

由於直接判斷雜訊是否來自本身系統內，有較多的困難。所以夾有雜訊部份的信號，甚至於雜訊本身，能夠直接觀測的部分，例如電源電路的各線等等。可以接入示波器觀測雜訊參拌的程度和其特徵。

而後，反覆巡視是否有與其同時出現的機械動作裝置（例如電解放電加工機等的電磁接觸器、螺旋管、溫度控制器、工作機等等），或者固定周期的振盪裝置（脈波產生器、高頻振盪器、超音波洗滌裝置等等）。利用此方法來查證本身系統內的雜訊根源也是有效的，如此，將方便於交流電源線路的雜訊，DC 電源的漣波（ripple）和波尖（spike）雜訊等的偵查。

又，機殼的接地線與其他裝置成為共通的時候，暫時將此接地線移開看看。因為在接地線上常有意意外的大電流經過，與它產生相互干擾。

在避去不談「殊途同歸」的原則下希望能保持作單獨接地，總之，在來歷不明的共同接地線之中，務必先得了解會有多餘的電流流動。

如此，若能查明根源的所在，接著就是檢討如何處理雜訊根源，被干擾裝置與被干擾電路的對策。務必儘力不使本身的系統造成雜訊公害。又在設計製作新的系統時，於事前充分調查過的設置場所的環境，務必要將此結果反映在設計上。

誤動作的原因，干擾根源的調查和對策

查明誤動作的原因是相當吃力的工作，儘管到了現場而不試作實際