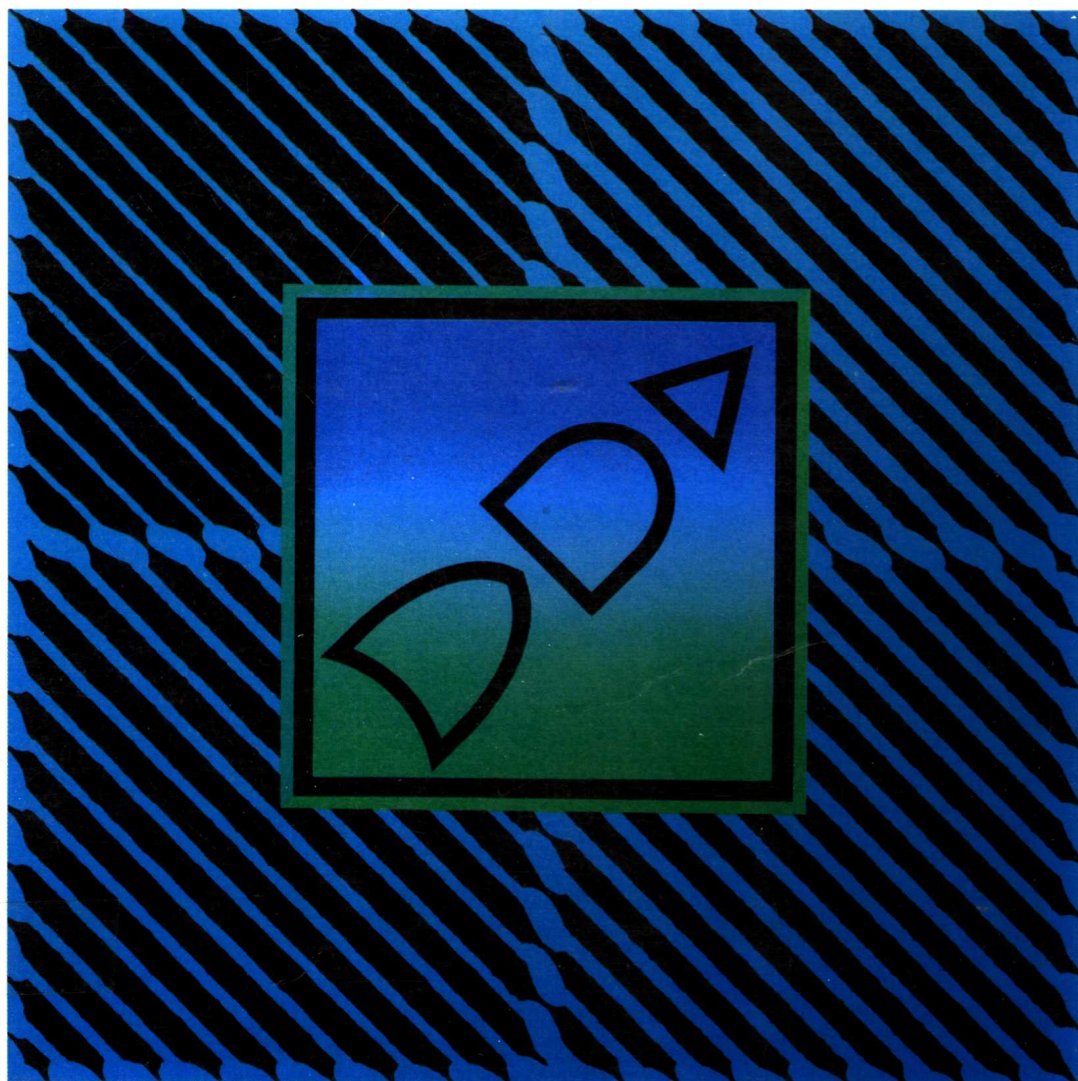


數位電路設計技術

許書務 編譯



全華科技圖書公司 印行



全華圖書

法律顧問：陳培豪律師

數位電路設計技術

許書務 編譯

出版者 全華科技圖書股份有限公司

地址 / 台北市龍江路76巷20-2號2樓

電話 / 5 8 1 1 3 0 0 (總機)

郵撥帳號 / 0 1 0 0 8 3 6 - 1 號

發行人 陳 本 源

印刷者 華 一 彩 色 印 刷 廠

門市部 全友書局(黎明文化大樓七樓)

地址 / 台北市重慶南路一段49號7樓

電話 / 3 6 1 2 5 3 2 • 3 6 1 2 5 3 4

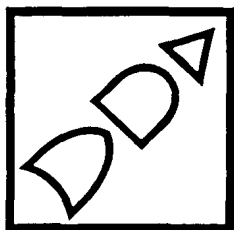
定 價 新臺幣 160 元

三版 / 76年 2 月

行政院新聞局核准登記證局版台業字第〇二二三號

版權所有 翻印必究

圖書編號 013987



原 版 序

本書主要使讀者學習到數位技術的基本要領。敘寫純粹以技術人員的實務經驗做綜合報告，誠屬入門到漸深入的參考書籍。故本書內容有關數學理論證明，以及教科書上的理論皆不列入討論，而以實務為主做描述。

現階段，系統元件都 IC 化，進一步到 LSI，因此設計方式已在於如何選擇 IC、相互連接為取向。但是，要完全而適當的做 IC 分類，實在困難，因所見到的 IC 化元件已為數不少，故只能朝著特殊式的分類，因此基本閘電路和 MSI 的組合，在設計時只要想好連接方法即可進行電路設計。

另外也有一種電子電路分類以電腦為着眼點，也就是設計上所選擇的 CPU，以語言決定分類的根據，這種分法在其他的書上都可見到，其中尤以微處理機用來做電路或系統的為最。不過，本書不說明 IC 內部的電路設計問題，只以前面所提到的 IC 如何互相連接，以及攫取一些基本閘和 MSI 等專技知識做討論。

用數位電路來解釋邏輯數學式，而化做電路的過程，不擬花太多時間來說明，而僅止於概論式而已，這也是筆者自認為與其他書籍不同的地方，其原因可由以下所舉的簡單例看出：如以 7400 和 74LS00 就沒辦法表現出不同的邏輯數學式來，如再加上 74HC00，這些元件的選擇範圍就變得更複雜了，何況今天所用的 TTL，到以後不會變化，已成為不可能的事。

又許多入門書都沒將各邏輯族列入，其實這部份如果我們知道的話，還可以多一次思考運用元件的機會，且進一步的利用 IC 變換的準位原則來設計電路，然而這方面一般說來所知

有限，故本書的重點乃偏重在介紹知名度頗高的 IC。

無庸贅言，選擇 IC 的原則都需符合耗電低的原則，如 74H00 用 1V 左右的電壓源，可以想像的，其 t_{pd} 是不堪使用的。另外值得注意的，TTL 要多少 MHz 才振盪？C-MOS 又如何？石英體呢？或者用什麼方法來振盪？製造者也沒有提供一個很好的方法，因為這些內部的電路、構造、原理及特性都需要有適當程度的瞭解，製造者才能構思出一個可靠的電路。因此，不能以上面談到的 IC 做分類，而需以其他方式來劃分，故筆者是以常用的 IC 做分類，這是很重要的。

每章的後半段都引用電晶體技術雜誌的實用電路例子（這些電路是筆者曾發表過的）。其中有些只變動一個元件做實例，以介紹設計方法，此在證實單一數位電路，設計方法便有很大的差異。

數位電路重於理解，只要將計算機當做一個黑箱（black box），技術人員便可熟練的使用。故本書介紹計算機的方式只談基本閘（gate）和 MSI 構成，而基本閘部份全部以 PLA 或 PAL，代替 P-ROM 的方法。

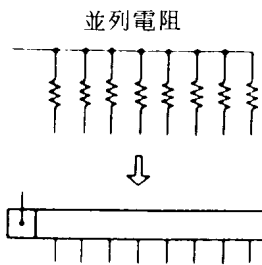
願有本書的引導，步向數位系統的頂峯。

<注意>

本書大都蒐集實作中所得測量的資料，但不一定是必然的，此乃以測定數個得出一個平均值，故在嚴密的設計裡，應取其真正的資料，亦即需取得製造者的保證數據值，加以選擇。

又電路圖上的電源電路，皆省略旁路電容，這一點希望讀者能先體諒。

本書所用的簡略符號說明如下



低速動作



× × × × L

高速動作



× × × × H

<IC型名>

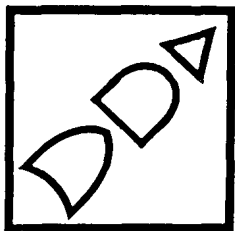
74, 74LS, 74S

74F, 74C, 74HC

TC40H etc.



' × ×



譯者序

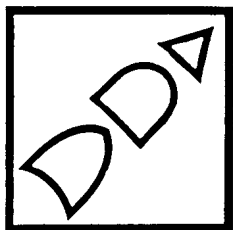
本書乃譯自日本CQ出版社中野正次所著的“デジタル回路設計”，其以數位應用的觀點共分四章敘寫，即數位元件的選擇、組合電路、順序電路及介面裝置等。原作者因出自工廠界，且常動手製作電路，故對於那種電路下應用那種元件，皆有獨到的見解，尤其所舉的電路，再配合自己的創見，誠可供工業界的技術人員及實驗室做研究的同好先進，做一參考。

看完本書您將會發現它有下列優點：

- (1) 依個人實作的體驗，鉅細靡遺的報告，使吾人在裝配有關電路免重蹈覆轍。
- (2) 使吾人知道數位元件好壞的判定、代換元件，及其基本測試方法。
- (3) 純以實用，不含太多學理、數學式及公式，使人易於領悟其中堂奧。
- (4) 使您具備邁向微電腦的基礎。

因具有以上特點，乃不憚淺陋，利用課餘時間譯出，期能供數位愛好者做一參考，以略盡個人在電子教學綿薄之力。

許書務 於台北



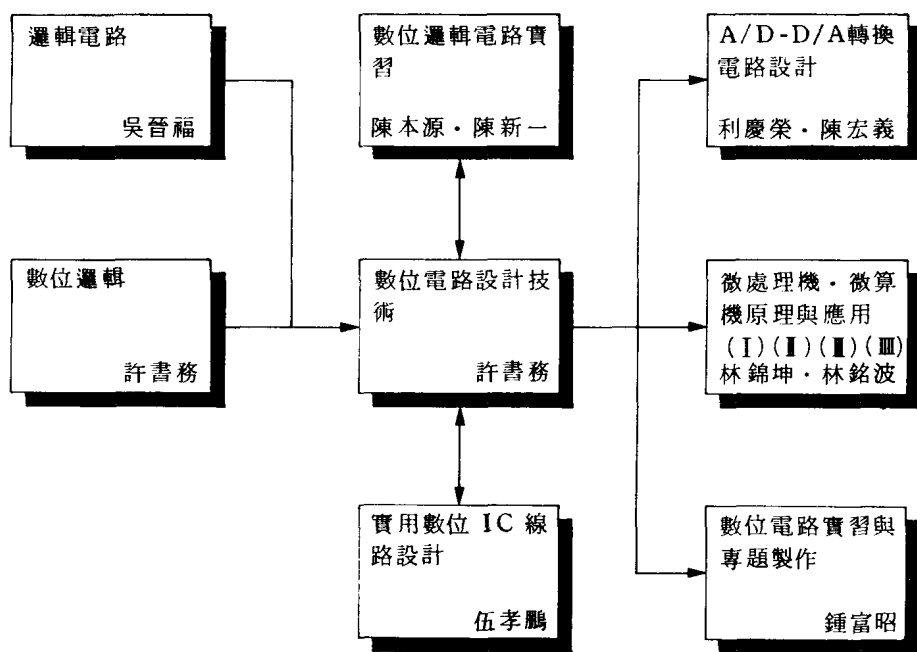
編輯部序

「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。

現在我們就將這本「數位電路設計技術」呈獻給您。本書係專對邏輯實例深入剖析，期使讀者具有數位基礎之後，再根據本書的指引而對數位設計具有更深一層的了解。全書主要討論元件之選擇、組合邏輯、順序邏輯及介面裝配實例，內容輕鬆易懂、實例繁多，尤其對於元件好壞之判斷及如何代換與測試，皆有非常詳細的解說，除可做為大專數位邏輯實習課程之參考外，更是微電腦硬體的基礎導讀。

同時，為了使您能有系統且循序漸進研習數位設計方面叢書，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



帶動工業升級 推展科技中文化

——全華願與您同勉共努力



【電腦語言】

0701	APPLE BASIC程式設計範例	160
0620	M-BASIC程式設計手冊	245
1101	IBM PC/XT BASIC應用500題	260
0884	APPLE BASIC 的應用--電路分析	270
0635	6502組合語言程式設計	180
A036	如何發揮APPLE監督程式	240
1105	Z-80機械語言控制	140
1054	IBM PC&XT 組合語言入門指南	250

【微電腦·微處理機】

1149	電腦繪圖概論	190
------	--------	-----

1220	BASIC圖形處理技術	190
1013	微電腦圖形處理技巧	170
0937	微處理機	180
0447	最新微電腦辭典	190
0477	圖解280原理與使用	120
1130	圖解Z-80原理與應用進階	210
0208	Z-80微算機原理與應用	110
0531	Z-80指令圖解手冊	210
0504	8-BIT微處理器實用系統硬體設計	160
0690	圖解8086原理與使用	130
0809	16-BIT個人電腦入門	180
0592	APPLE電腦介面原理	160
1063	APPLE II應用專題製作	220
0957	微電腦軟體原理與應用	170
0929	APPLE II電路分析與故障檢修	170

●上列書價若有調整，請以最新目錄為準●

B₁

0965	軟式磁碟機原理與應用	150	0559	穩壓電源電路集	220
0973	小教授MPF-1監督程式解析	200	1212	放大器電路設計指南	190
0734	Z-80與工程型小教授微電腦MPF-IP	350	1047	電子裝置測試技術	140
0845	小教授工程型微處理機專題製作	290	0939	光電元件應用技術	150
1219	介面電路	近期出書	0475	電子電路故障分析與檢修	170
0852	IEEE-488原理與應用	150	0554	類比電路故障分析與檢修	190
1037	RS-232C 介面技術應用	120	0704	電源電路故障分析與檢修	170
1118	微電腦實用介面電路設計	180	0702	高頻電路故障分析檢修	200
0732	微電腦工業控制(基礎篇)	180	1031	轉換式電源供給器設計技巧	160
0601	微電腦工業控制(應用篇)	280			
0921	微電腦控制手冊	220			
0616	自製微電腦機械控制	210			
0686	微處理機工業應用	210			
0887	自動控制專題製作	280			
0838	8048/8049微電腦	180			

【積體電路】

0494	運算放大器手冊	150
0817	運算放大器原理與應用	220
1103	常用綫性IC資料手冊	320

【數位邏輯】

0639	數位計算機電子學	250
0797	實用數位IC線路設計	300
0383	基本硬體技術	130
0496	數位電路與微處理機	220
0553	IC應用電路集	190
0535	數位電路實習與專題製作	280
0293	CMOS電路原理與應用	140
0791	全世界TTL/IC特性手冊	330
0523D	最新TTL IC規格表(85年版)	180
0524D	最新CMOS IC規格表(85年版)	150
0799	IC定時器手冊	220
0943	A/D-D/A轉換電路設計	170
0987	數位電路設計技術	160

【音響・電視・通信】

0528	擴音器原理與製作(一)前置放大器	160
0671	擴音器原理與製作(二)音質控制器	160
0866	數位雷射音響	160
0972	有綫電視系統原理	210
0344	錄放影機原理與檢修	180
0737	錄放影機電路分析與調整檢修	290
0839	數位電視	230
0894	電腦電視	260
0919	衛星電視廣播技術	160
1039	實用衛星電視工程	140

【電子學・電子實習・電子電路】

0624	電子學名詞詳解	290
0607	印刷電路板設計與製作	180
0508	轉換式電源供給器	170

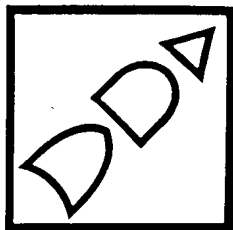
【工業電子・自動控制】

0320	閥流體實用手冊	210
0641	轉換器介面手冊	160
0670	檢測器原理與使用	150
0803	感測與轉換器	210
0587	察覺器(Sensor)原理與應用	260
1070	感測器與微電腦介面	170

全華數位邏輯相關圖書

- 585 數位電子電路及應用
蔡國瑞編譯
20K / 456頁 / 240元
- 639 數位計算機電子學
(第二版)
薛福隆·廖福源編譯
18K / 440頁 / 250元
- 797 實用數位IC線路設計
伍孝鵬編譯
20K / 744頁 / 300元
- 553 IC應用電路集
戴奎生編譯
18K / 272頁 / 190元
- 535 數位電路實習與
專題製作
鍾富昭編著
16K / 416頁 / 280元
- 799 IC定時器手冊
林銘波編譯
25K / 424頁 / 220元
- 307 CMOS電路故障
分析與檢修
張博堯編譯
25K / 218頁 / 130元

● 上列書籍為七十四年定價，尚
後若有調整請以最新目錄為準



目 錄

1	選擇最適當的元件以決定設計方法	1
1.1	邏輯 IC	2
1.1-1	不同族的 IC	2
1.1-2	TTL 或 C-MOS	4
1.1-3	邏輯族的特殊 IC	5
1.1-4	邏輯族混合使用及替換	16
1.1-5	不同 IC 相同特性的接腳配置問題	23
1.2	介面元件	28
1.2-1	由不同邏輯準位變換到另一個邏輯準位	28
1.2-2	線接收器 (line receiver) 及線路驅動器 (line driver)	42
1.2-3	廣泛應用的驅動器	47
1.2-4	隔離器 (isolator)	49
1.3	專用 IC	52
2	組合電路及基本電路	57
2.1	設計的目的 (必須達到的條件)	58
2.2	元件的特性及組合電路	59
2.2-1	C-MOS 電路的低電壓特性	59
2.2-2	TTL 的頻率計數器	61
2.2-3	電晶體的速度	62
2.2-4	基本閘的變換	63
2.2-5	二極體邏輯	65

2.2-6	微分電路	69
2.2-7	位址解碼	71
2.2-8	以 C-MOS 代替集極開路的電路	75
2.2-9	驅動解碼	76
2.2-10	鍵編碼	77
2.2-11	多選擇邏輯	81
2.3	基本電路	83
2.3-1	兩個準位輸出的計時器	84
2.3-2	計時器的穩定問題	85
2.3-3	閉延遲計時器 (OFF delay timer)	86
2.3-4	累計計時器	88
2.3-5	555 的特殊使用方法	89
2.3-6	超長時間的計時器	90
2.3-7	計時器的切換	92
2.3-8	連動可變的計時器	94
2.3-9	50% 工作比的振盪器	97
2.3-10	VCO (電壓控制振盪器)	98
2.3-11	加裝基本閘的振盪電路	102
2.3-12	石英晶體振盪器	104
2.3-13	LC 振盪器	107
2.3-14	起始重置電路	108
2.3-15	電壓檢出	110
2.3-16	微電源電路	111

3

順序電路及其應用 115

3.1	基本順序電路及計數器	116
3.1-1	異步微分電路的注意要點	116
3.1-2	同步微分電路	117
3.1-3	同步單發元件	118

3.1-4	鏈波計數的計時器	120
3.1-5	同步計數器	121
3.2	順序電路的應用	124
3.2-1	動態鍵編碼	124
3.2-2	動態 RAM 的再新電路	127
3.2-3	音頻產生器 (tone generator)	129
3.2-4	位元圖型產生器 (bit pattern generator)	131
3.3	位元處理系統的設計	135
3.3-1	BPU 的指令體系	137
3.3-2	BPU 的硬體	139
3.3-3	BPU 的軟體	143
3.3-4	BPU 系統的擴充	144
3.4	順序電路的高速化、高積體化	147
3.4-1	以 PAL 做 BPU 更換	148
3.4-2	以 PLA 做 BPU 更換	150
3.4-3	以 P-ROM 做 BPU 更換	154

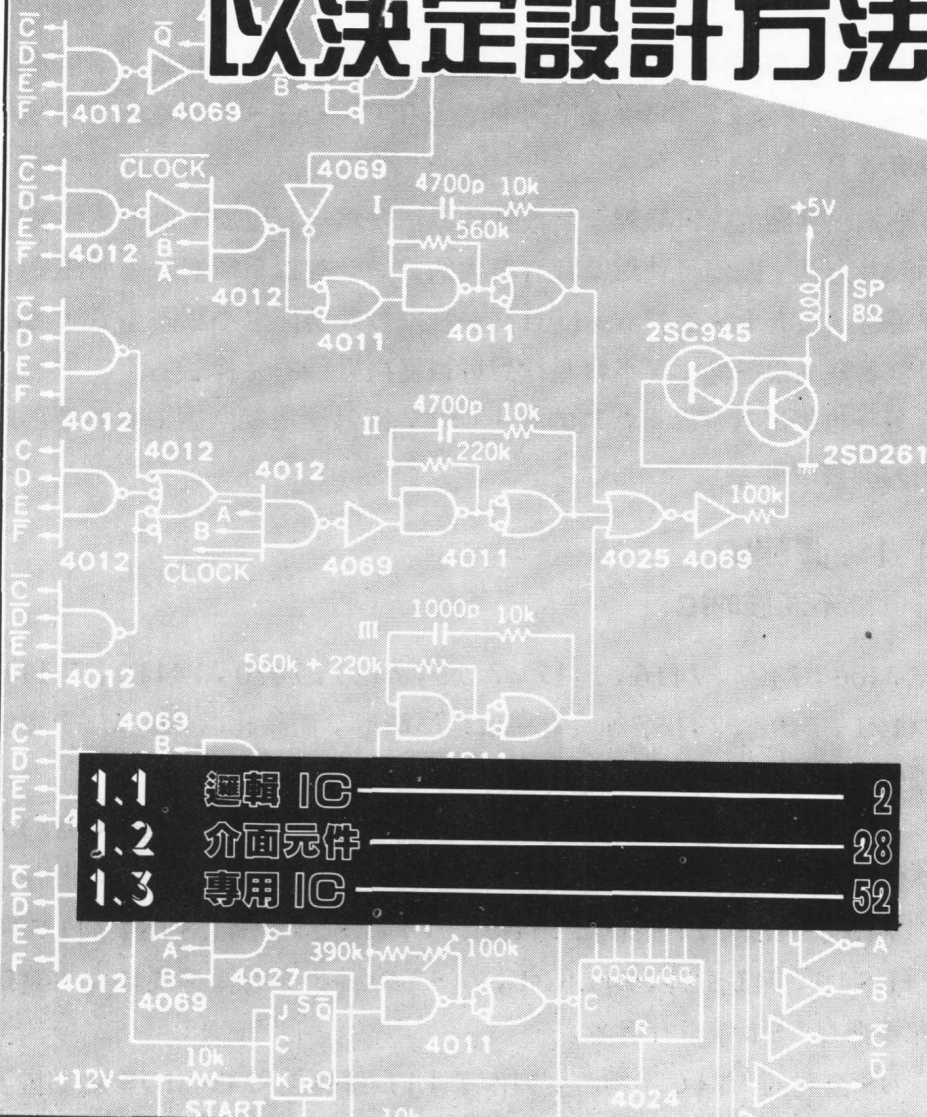
4

介面實際裝配 159

4.1	計算機介面	160
4.1-1	即時鐘 (real-time clock) 介面	160
4.1-2	連接即時鐘 (real-time clock) 介面	162
4.1-3	不規則性變動的多位元輸出	165
4.2	驅動器	167
4.2-1	分離式驅動器 (discrete driver)	167
4.2-2	以 555 做驅動器	171
4.2-3	光耦合的多路驅動器	172
4.2-4	P-MOS 的驅動器	173
4.2-5	AC 線路的驅動器	175
4.3	光耦合的耐雜訊量	177

4.3-1	共模耐雜訊量的實際測量	177
4.4	實用數位隔離器	186
4.4-1	以光耦合做高速隔離器	186
4.4-2	0 ~ 10 MHz 的脈衝變壓隔離器	188
4.4-3	16 位元的脈衝變壓隔離器	189
4.4-4	A-D 轉換的雙向隔離器	191
4.5	實際裝配要點	195
4.5-1	類比電路的各項注意要點	195
4.5-2	隔離部份的注意要點	196
4.5-3	高速度邏輯的注意要點	197
4.5-4	電路圖的描畫方法	197

選擇最適當的元件 以決定設計方法



近年來由於流行用新邏輯族系列的 IC，因此常用的數位 IC 也不斷的推陳出新。在前幾年，計算機的週邊裝置因和 C-MOS IC 混用，故在位元、驅動能力、保護對策、邏輯的共通性等出現了很多問題，所以在設計上常要避免這些問題。不過，現在已有改變，因為要求在速度上、驅動能力上等的 IC 已出品了，例如以 TTL 為主流的 LS 系列以及 C-MOS 的 HC 系列等皆屬之。

另外，TTL 也具有 AS 系列而且有快速度的 ECL 之 10K 系列，以及以 ALS 系列的快速 LS，至於耗電小的標準 TTL-ALS 系列亦朝着這方面在研究改良。

不過已存在的邏輯族裡，新設計的方法雖然一直增加，但仍承襲着以往的設計方法，雖尚可使用，却有很大的缺失。有以下情形時需加注意(1)標準邏輯族沒有 LS 邏輯族，(2)且同一種編號其功能也不相同，更何況各邏輯族名稱又很紛亂，實不容易找到可以變換更替的元件。

另外也提出有別於邏輯族的專用 LSI，因其應用範圍廣，主要是它具有很大的靈敏度。

◆1.1 邏輯IC

1.1-1 不同族的IC

7406, 7407, 7416, 7417, 7423, 7425, 7470, 74110, 74111, 74121, 7497, 74167 等沒有一個是標準型，而除此以外的 MSI 皆屬於標準型，因此，其數量很多。

7401 和 74H01 的接法不相同，7451 和 74LS51 功能迥異，但 7454 和 74LS54 完全相同。

74ALS133, 74S260, 74LS11, 74LS21, 74LS15, 74LS18, 74LS19, 74LS24, 74LS31, 74S140 等也是非標準型 IC，其實這種非標準型 LSI 種類有很多。

NS 公司的“74C 系列”就製作了 TTL 邏輯族和 C-MOS 的裝置互換工作，其編號皆以 74C9××，原廠家的 TTL 就沒有這種編號。

東芝的高速 C-MOS“TC 40H 系列”就是 RCA 的 C-MOS“CD