

科學圖書大庫

數位電子學, 8080A 微計算機

程式編寫與介面設計

(上 冊)

譯者 熊 台 屏

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

監修人 徐銘信 發行人 王洪鎧

科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

中華民國六十八年三月二十七日初版

數位電子學, 8080A 微計算機

(上 冊)

基本定價 4.60

譯者 熊台屏 美國加州大學系統科學碩士

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝惠顧。

(67)局版臺業字第1810號

出版者 財團法人 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686 號
7815250 號

發行者 財團法人 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第 1 5 7 9 5 號

承印者 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四段一五一號 電話 9719739

譯 序

從電子設備、各種儀器中，我們不難發現一種貌似“小甲蟲”，兩邊對稱伸出許多接頭的東西。裡面有我們稱之為“神奇薄片”的小東西，那就是積體電路晶方——電子產品的心臟。以往由許多單獨電晶體組成成千成百的電路，如今卻由邊長 0.4 公分的正方形晶方替代（晶方大小視其功能複雜性而不同，目前製造的成品，其邊長由 0.1 公分至 0.6 公分不等）。如何把複雜繁多的電路安排在這麼小的晶方上，這種工夫就是日新月異的積體電路技術。由於積體電路晶方的主要原料，矽，是地球表面蘊藏量僅次於氧的元素。所以，這種神奇薄片造價很便宜，易於大量製造。今天，通訊工程、自動控制、化工、紡織、航空等工業，家庭電器、汽車中都有它的踪影。它的影響力及重要性可想而知了。

本教材著重於積體電路晶方在微計算機中的應用，上下兩冊合成一個單元。微電子學、微計算機程式編寫及微計算機介面的設計，本教材均一併予以討論。讀者毋需具備微電子學與微計算機的基本知識便可研讀本書。對於那些想獲得有關微電子學及微計算機最新技術的專業人員及學生而言，本書是很好的自修參考教材。

本書係本教材的上冊，章節甚多，茲將各章內容摘述於後，以供讀者參考：

第一章介紹數位碼及不同數位碼間的轉換。第二章說明指令、簡字符號、機器語言、微計算機程式、記憶位址等觀念。第三章介紹作業碼、裝置碼及 8080 A 微計算機的一些常用指令。第四章討論 MMD - 1 微計算機的構造及用法，並說明實驗的規則。第五章介紹一些簡單程式的作業情形。第六章討論暫存器及對暫存器進行作業的指令。第七章介紹四種常用閘及其真值表。第八章說明邏輯指令與邏輯運算的規則。第

HTS/6/02

九章介紹SK-10 毋需銲接配線板與如何利用它進行各項實驗。第十章說明積體電路、扇入、扇出等觀念並介紹積體電路晶方的識別號碼。第十一章討論正反器與門鎖。第十二章介紹解碼器。第十三章討論計數器及其製作。第十四章介紹如何利用開晶方來控制數位信息在某數位裝置與另一數位裝置間的流動。第十五章介紹非定態、單定態、與雙定態元件並討論單定態複振器的用法。

本書附錄列出了一些參考書籍及名詞解釋。實驗所要用到的電路板，附錄中也有簡要的說明。對讀者來說，這些都很有用處。

本書專有名詞的翻譯係根據國立編譯館編訂之電子工程名詞。承蒙徐氏基金會慨允出版本書，在此深誌謝忱！翻譯期間，父母及內人對我的關懷與協助，使本書的翻譯工作得以順利完成，特於譯序中表示我衷心的感謝。

譯者才疏學淺，付梓匆忙，謬誤或疏漏之處在所難免，尚請專家、學者、讀者們多賜指正。

熊臺屏 謹識

中華民國六十七年四月三十日
於岡山

原 序

歡迎電子新革命的到來。十年之中，積體電路技術已將數位積體電路晶方由昂貴而內部僅含有簡單邏輯功能與少數電晶體的電子元件轉變為含有近萬個電晶體在內的高度複雜元件。於晶方上製作計算機已成功了！它包含了所有的東西——中央處理機讀/寫記憶器、唯讀記憶器、與介面電路——都是數位計算機所需要的。數年內，花上美金一百元到兩百元，你便可購得這類的晶方。1982 年之前微計算機存在的數目將達十億。目前，在美國僅有二十五萬部袖珍型計算機與大型計算機。這是不是一個計算機革命呢？顯然是的。

教育上，我們相信新電子革命將產生許多重要的機會與變化：

- 更多學生，包括工程師、化學家、生物學家、物理學家、農業科學家、生化學家、與實驗心理學家將需要學習有關的數位技術與微計算機。
- 布林代數 (Boolean algebra)，坎諾映像 (Karnaugh mapping) 等理論課程對於大多數對數位技術發生興趣的學生將變得較不重要，計算機學系的學生將接觸更多數位硬體，例如數位電子學與微計算機的實驗課程。許多學生也將有他們自己的微計算機。
- 微計算機在專科學校與大學校園內被採用的數目將達數百個。也許數千個呢！
- 數位電信與數位控制課程的重要性將會增加。

雖然有這些變化，但有一件事情實質是不會改變的：學生在學校中的修業時間。或許連畢業所需的學分數亦將減少。教育家將面臨的問題是如何把上述課題納入不同課程中而不減少其他重要的課程。這應如何

才能做到？恐怕祇有將數個課程統合在一起而僅論及重要觀念罷了。

本系統教材討論數位電子學、微計算機介面電路的設計、與微計算機程式編寫，便是試圖將這三個課題合成一個統一連貫的課程。這個課程是配合著實驗的實施，因為我們相信這是表現新電子革命之刺激與重要的最佳方法。這三個論題被討論的份量大約相同；你將學到如何編寫微計算機程式，如何設計微計算機與外圍數位裝置間的介面電路、及從數位觀點去了解外圍裝置的作業。重要的數位觀念將與積體電路晶方（integrated circuit chips）及微計算機程式一起予以說明，這通常是在同一章或相鄰的章節中並行討論。

本系列教材的讀者毋需具備數位電子學或微計算機的基本知識。你要把微計算機與積體電路晶方視成功能模組（functional modules）。接觸這些教材後，你將慢慢了解它們的基本作業特性。我們不討論它們如何的被製成，因為製作技術很複雜，且每隔數年就會有所改變。

積體電路晶方實驗叢書之五與六（Bugbooks V and VI）是一系列配合實驗的教材，以不同方式來探討電子學的領域。不像其他的電子學基本課程，一開始便要你做基本電子配件（component）如電阻器、電容器、二極體、與電晶體的實驗，我們是一開始便直接介紹積體電路晶方給讀者，這也就是我們所稱之為“小爬蟲（bug）”的東西。我們也立即介紹邏輯開關、監視燈、脈衝器與顯示器給大家；並告訴你如何使用輔助機能；此外我們也提供一些將積體電路晶方與這些裝置予以關連在一起的實驗。所有這些都是 Bugbooks I and II. Logic & Memory Experiments Using TTL Integrated Circuits 所討論的重點。

當你熟悉了數位電子學基本觀念並了解如何利用積體電路晶方進行數位電路接線的技術後，我們便要你接觸更複雜的數位晶方及數位系統。你將學習製作一個萬用非同步接收器／發射器（universal asynchronous receiver/transmitter；UART）以做為簡單電路與電報打字機間的數位通訊裝置，你也將學到如何設計以 8080 為基礎之微計算機的介面電路，同時也將學到與微計算機程式編寫及介面電路設計有關的重要觀念。藉助於七十頁的 Bugbook IIA. Interfacing &

Scientific Data Communication Experiments Using the Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART) and 20 mA Current Loops, 我們可以進行UART晶方的實驗。8080 微計算機介面電路設計及程式編寫的原理及技術在 592 頁的 Bugbook III, Microcomputer Intertacing Experiments Using the Mark 80 R[®] Microcomputer, an 8080 system 一書中有詳細的說明。Bugbook IV 討論 8255 可編寫程式之周邊介面電路晶方的用法, 寫此序言時, 該書仍在準備階段。我們將之延後出版, 爲的是要完成 Bugbooks V and VI 兩書。

積體電晶體方實驗叢書之五與六, 包含二十三章共 870 頁, 是數位電子教育的一項實驗。如前所述, 我們正試圖將數位電子學、微計算機介面電路設計、與微計算機程式編寫等課題統合成一個單獨統一的課程。事實上, 我們是將 Bugbooks I, II 與 III 中的材料取來組合而成這麼一套單獨的實驗教材。微計算機程式編寫與介面電路設計的觀念與技術都將在你學習基本數位觀念與用 7400, 7402, 7404, 7442, 7475, 7490, 7493, 74121, 74125, 74126, 74150, 7415, 74154, 74181, 與 74193 等常用 TTL 積體電路晶方進行實驗的同時予以討論。早先教材中的部分材料被省略, 加入許多新的材料, 尤其在微計算機部分。

我們相信數位電子將逐漸趨向於微計算機的使用。果真如此, 教育學府便會受到激勵而將在學生早期的課程中介紹微計算機。對大學生而言正確, 那麼對於想獲知數位電子學最新知識的專業科學家與工程師而言自然也是正確。積體電路晶方實驗叢書之五與六便是爲這些人編寫的。

積體電晶方實驗叢書之五與六是適合於自修的書籍。所有實驗與復習題的答案都可於書中尋得。進行實驗時, 我們會告訴你應觀察什麼。那些人能成功地使用這些書? 這些書適合的讀者與 Bugbooks I 至 III 等書所適合的讀者相同。你根本不需要具備數位電子學或微計算機的基本知識。若你有能力組織並抓住新觀念, 將習得知識適用於新情況, 進行實驗時小心完成數位電路的接線, 你便能從這些書中得到許多樂趣。積體電路晶方實驗叢書之五與六對於那些想獲得有關數位電子學及微計

算機最新技術的專業人員而言是很好的自修教材。請記住 Bugbooks I 至 III 所討論的內容與這兩本書相同，討論時也許更深入，或許用稍有不同的方式探討。

我們發現這套書籍在美國或國外的課堂及學者都廣泛採用著。其中一些書正被翻譯為德文、日文、法文、義文、利文、中文、與馬來西亞文。若你對翻譯的進一步細節，或對翻譯成其他語言有興趣，請與我們連絡。

我們發現另外的電子領域也需要教學方面的書籍以配合實驗來討論更專門性的問題。此一需要已由另一系列書籍：Bugbook Application Series 完成了。此一系列的第一本書是 The 555 Timer Applications and Sourcebook, with Experiments 由 Howard Berlin 編寫。Howard 剛完成他在此系列的第二本書，The Design of Active Filters, Experiments, 目前正準備著第三本書，Designing with Operational Amplifiers, with Experiments. Stanley Wolf 博士正在編寫此系列書籍中有關示波器理論及使用的部分。我們期望這一系列教材能快速成長，祇要我們找到一些電子領域內所需的作者能符合我們編書的型態後便進行這一套實驗書籍的編纂。

數位電子學及微計算機介面電路設計的短期班課程在維吉尼亞工藝學院與州立大學 (Virginia Polytechnic Institute & State University) 的推廣教育中心及分部 (Continuing Education Center and Extension Division) 開班。需要詳細資料者請寫信或打電話給 Dr. Norris H. Bell, Continuing Education Center, Blacksburg, Virginia 24061, 電話號碼是 (703) 951-6328。這個短期班的授課人員有 Deter Rony, David Larsen, Paul Field, 與 Frank Settle (維吉尼亞軍事學院, Settle 博士是 Digital Directions 的編輯, 此書敘述, 教學技巧、應用、及數位電子學與微計算機方面的有用產品)。Jonathan A. Titus 先生及 Christopher A. Titus 博士也負責微計算機的短期班課程; 寫信至 Tychon Inc., Blacksburg, Virginia 24060

便可與他們連絡，Jonathan設計了Mark 80及Dyna-Micro R[®]（或MMD-1）微計算機，Christopher 在微計算機程式編寫與系統設計方面也有很豐富的經驗。

我們再次感謝那些對我們努力教育給予支持的人。Murray Gallant 先生與E & L 儀器公司支助Tychon公司的Jon Titus，使MMD-1 微計算機得以發展完成。Bob Veltri 先生提供我們許多很好的硬體照片。我們的太太們也不再那麼有耐心了。聽到那麼多讚美微計算機的話與獲知“時髦家庭”觀念後，他們都期望我們將計算機介面的觀念應用到家務事中去。

Peter R. Rony, David G. Larsen,
與Jonathan A. Titus
1977年三月於Blacksburg, Virginia
24060

目 錄

譯 序

原 序

第一章 數位碼

引 言.....	1
目 標.....	1
語言、通訊、與訊息.....	2
二進位寫碼.....	3
數 元.....	3
數位碼.....	4
二進位碼.....	4
八進位碼.....	7
復習題.....	10
題 解.....	11

第二章 微計算機程式編寫概論

引 言.....	14
目 標.....	14
計算機是什麼？.....	15
微計算機是什麼？.....	15
計算機程式是什麼？.....	16

指 令.....	16
簡字符號.....	17
機器語言.....	18
一個簡單的程式.....	19
數元組.....	20
字.....	20
記憶體.....	21
記憶位址.....	22
記憶位置的範圍.....	22
高效與低效記憶位址.....	23
復習題.....	24
題 解.....	26

第三章 8080 微計算機的一些指令

引 言.....	28
目 標.....	28
作業是什麼？.....	29
多數元組指令.....	29
記憶數元組的類型.....	32
作業碼.....	32
資料數元組.....	33
裝置碼.....	33
高效與低效位址數元組.....	33
8080 A 的一些指令.....	34
指令數元組術語.....	34
累積器.....	35
無作業：NOP	35
暫停：HLT	36
將累積器予以增量：INR A.....	36
將緊隨資料數元組移到累積器：MVI A	36

將累積器資料輸出到輸出裝置：OUT	37
無條件跳越：JMP	37
將累積器內容直接予以儲存：STA	38
復習題	39
題 解	40
 第四章 MMD-1 微計算機	
引 言	41
目 標	41
基本微計算機	42
(一) 目的	42
(二) 如何使用MMD-1 微計算機	42
(三) 說明	43
實驗規則	51
實驗指導格式	52
(一) 目的	52
(二) 積體電路晶方腳構圖	52
(三) 電路概要圖	52
(四) 程式	52
(五) 步驟	52
(六) 問題	52
注意要點	53
實驗介紹	54
實驗一	54
實驗二	56
實驗三	57
實驗四	58
實驗五	60
實驗六	61
復習題	63

題 解.....	64
----------	----

第五章 8080 微計算機的一些簡單程式

引 言.....	67
目 標.....	67
計 算 機 程 式 是 什 麼 ？.....	67
復習一些 8080 A 指令.....	68
如何列出程式？.....	68
程式起始位置的選擇.....	69
第一個程式.....	70
第二個程式.....	70
第二個程式的一些變化.....	71
第三個程式.....	71
第四個程式.....	72
第五個程式.....	73
第六個程式.....	74
實驗介紹.....	74
實驗一.....	75
實驗二.....	76
實驗三.....	77
實驗四.....	78
復習題.....	79
題 解.....	80

第六章 暫存器與暫存器指令

引 言.....	81
目 標.....	81
暫存器是什麼？.....	81
一般用途暫存器.....	82
8080 A 指令組.....	83

暫存器的解碼.....	85
移動暫存器的資料：MOV	85
將緊隨資料數元組移到暫存器：MVI	86
增量於暫存器：INR	88
減量於暫存器：DCR	88
不為零的跳越：JNZ	88
第一個程式.....	89
第二個程式.....	89
第三個程式.....	90
第四個程式.....	91
第五個程式.....	92
實驗介紹.....	94
實驗一.....	95
實驗二.....	96
實驗三.....	96
實驗四.....	98
實驗五.....	100
實驗六.....	102
復習題.....	105
題 解.....	106

第七章 邏輯閘與真值表

引 言.....	108
目 標.....	108
數位裝置是什麼？.....	108
閘是什麼？.....	109
真值表是什麼？.....	110
真值表為什麼被用來使用著？.....	111
閘的使用.....	111
閘的符號.....	112

及開	114
反及開	115
反相器	116
或開	117
反或開	117
唯或開	119
及或反開	120
緩衝器/驅動器	120
較為複雜的遮沒電路	121
復習題	124
題解	129

第八章 邏輯指令

引言	133
目標	133
邏輯指令是什麼？	133
單數元邏輯運算的真值表	134
布林代數	134
多數元邏輯運算	136
非	138
棧摩根定理	138
求累積器的補數：CMA	139
將暫存器與累積器做及的運算：ANA	140
將暫存器與累積器做唯或的運算：XRA	140
將暫存器與累積器做或的運算：ORA	141
緊隨邏輯運算：ANI，XRI，與ORI	141
邏輯指令的概述	142
為什麼你需要邏輯指令？	142
將資料從輸入裝置輸入到累積器：IN	144
第一個程式	145

第一個程式的變化	146
第二個程式	147
第三個程式	148
第四個程式	149
實驗介紹	150
實驗一	151
實驗二	152
復習題	154
題 解	155

第九章 配線板接線的介紹

引 言	159
目 標	159
什麼是配線板接線？	160
塑膠製母需銲接配線板	160
母需銲接配線板的用法	162
輔助機能是什麼？	163
將電源接到配線板	164
電路板是什麼東西？	167
符號與概要圖	168
一些簡單的概要圖	172
實驗規則	174
實驗指導格式	175
(一) 目的	175
(二) 積體電路晶方腳構圖	175
(三) 電路概要圖	175
(四) 程式	175
(五) 步驟	176
(六) 問題	176
有助益的提示與建議	176

(一) 接線·····	176
(二) 毋需銲接配線板的接線·····	177
(三) 輔助機能電路板·····	178
實驗介紹·····	179
實驗一·····	180
實驗二·····	182
實驗三·····	185
實驗四·····	186
實驗五·····	188
實驗六·····	191
實驗七·····	192
實驗八·····	193
實驗九·····	194
實驗十·····	196
復習題·····	199
題 解·····	200

第十章 積體電路晶方

引 言·····	201
目 標·····	201
積體電路是什麼？·····	201
積體電路晶方的表示符號·····	203
7408 二輸入及聞·····	207
7400 二輸入反及聞·····	208
7432 二輸入或聞·····	208
7402 二輸入反或聞·····	209
7486 唯或聞·····	210
7404 反相器·····	210
7410 三輸入反及聞·····	211
7420 四輸入反及聞·····	211