

MEMS 微機電技術

張志誠 著

微機電技術，

是奈米科技的前哨戰，

是科技界公認本世紀最關鍵的技術之一，

是先進國家競相投入的研究領域。

它以半導體製程為本，

整合光學、機電學、控制學、材料學、物理學、

化學及生化醫學，

製造出功能超強的微機電元件。

它在交通、通訊、醫療、生技、國防、航太的應用，

將啓動突破性的科技進展，

徹底改善人類的生活方式，

它也將是台灣經濟奇蹟再現的機會。

亞太優勢微系統公司

林敏雄

董事長

國立交通大學機械系

徐文祥

教授

國立台灣大學應力所

李世光

教授

華新麗華公司

程一麟

博士

聯合推薦

TA138
Z311

科學新視野
32

微機電技術

張志誠 著

微機電技術／張志誠著；-- 初版.-- 臺北市：商周出版：城邦文化發行，2002[民91]

面：公分.--（科學新視野：32）

參考書目：面

ISBN 986-7892-36-4（平裝）

I. 電機工程

448

91010671

科學新視野32

微機電技術

書名／微機電技術
作者／張志誠
主編／彭之琬
責任編輯／陳筱宛、彭之琬

發行人／何飛鵬
法律顧問／中天國際法律事務所周奇杉律師
出版／商周出版
台北市100愛國東路100號6樓
電話：(02) 23587668 傳真：(02) 23419479
e-mail：bwp.service@cite.com.tw

發行／城邦文化事業股份有限公司
台北市信義路2段213號11樓
聯絡地址：台北市100愛國東路100號4樓
電話：(02) 23965698 傳真：(02) 23979851
劃撥：1896600-4 城邦文化事業股份有限公司
城邦閱讀花園網址：www.cite.com.tw
e-mail：service@cite.com.tw

香港發行所／城邦（香港）出版集團有限公司
香港北角英皇道310號雲華大廈4樓，504室
電話：25086231 傳真：25789337 Email:citehk@hknet.com

新馬發行所／城邦（馬新）出版集團【Cite (M) Sdn. Bhd.(458372U)】
11,Jalan 30D/146, Desa Tasik, Sungai Besi, 57000,Kuala Lumpur,Malaysia
電話：603-90563833 傳真：603-90562833

封面設計／何偉靖
打字排版／極翔企業有限公司
印刷／連雲印刷事業有限公司
總經銷／農學社
電話：(02) 29178022 傳真：(02) 29156275

■2002年7月24日初版

售價260元

著作權所有，翻印必究

ISBN 986-7892-36-4

printed in Taiwan

億萬又億萬

——卡爾·沙根的科学沉思與人文關懷

Billions and Billions

Thoughts on Life and Death at the Brink of the Millennium

卡爾·沙根／著 丘宏義／譯 定價360元

本書是卡爾·沙根的最後著作，結集了沙根過去所寫文章中最精華的部分。在本書中沙根應用了我們對科學、數學，及太空的知識，來探討人生的問題，及許多關於環境及我們未來的重要問題。題材之廣闊，把我們帶到智識的上空翱翔，從棋戲的發明到火星上是否可能有生物，從週一夜的足球賽到美俄間的關係，從全球溫室效應到人工流產的辯論等等。

在另一篇描述個人思潮的親切小文中，我們看到作者內心最隱密的一面、看到他為生命而戰、看到他心愛的家庭的一面，看到他個人對死亡及上帝的觀點。

卡爾·沙根 (Carl Sagan)

生前為康乃爾大學天文暨太空科學系的大衛·鄧肯講座教授，及該校行星研究中心的領導人。美國太空總署水手號、航海家號及維京號等無人太空船的太空計畫顧問。他製作的電視影集《宇宙的奧秘》(Cosmos)全球計有五億人收看過，其同名書籍高踞《紐約時報》暢銷書排行榜達七十餘週之久。一生創作三十餘本書，其中《伊甸園之龍》(The Dragons of Eden)曾獲得一九七八年的普立茲獎；《接觸未來》(Contact)亦被改編成同名電影。沙根去世後，美國科學基金會盛讚：「他的研究工作改變了星際科學……他給人類的禮物是豐盛無比的。」

移民火星

——紅色星球征服計劃

The Case for Mars

The Plan to Settle the Red Planet and Why We Must

羅勃·祖賓&理察·華格納／著 張玲／譯 定價360元

在關於火星的熱烈討論裡，羅勃·祖賓的《移民火星》風靡了整個美國。他的論證清晰扼要，相對於NASA的政策，祖賓博士提出他的獨特概念：「就地取材」。火星上豐富的資源，以及和地球頗為類似的環境條件告訴我們，火星的開拓不再在是遙不可及的未來夢想。

祖賓博士也大膽地建構出將火星改造為適合人類居住的工程藍圖。將火星「地球化」的構想引起了相當大的爭議，甚至促使人們反省人類在宇宙中的地位問題：我們是宇宙中唯一的生命嗎？在其他的星球上可能有生命存在嗎？而生命的定義又是什麼呢？當然，對於世界經濟開發的燃眉之急，這話題似乎更引人側目……。

羅勃·祖賓（Robert Zubrin）

洛克希德馬丁前資深工程師，「前鋒太空旅行」的創辦人，這是一個太空探勘研發公司。他目前是國家太空協會執行委員會的主席，公認為全美火星旅行理論的領導者。理察·華格納(Richard Wagner)，全國太空協會期刊Ad Astra的前任編輯。

語言本能

——探索人類語言進化的奧祕

The Language Instinct

How The Mind Creates Language

史迪芬·平克／著 洪蘭／譯 定價450元

這本《紐約時報書評》評為「令人讚嘆、充滿風趣，及無懈可擊的書」，是所有使用語言的人該看的書。

史迪芬·平克是舉世聞名的心理語言學家。在本書裡他強調：語言是大腦先天存在的一個配備，就像蜘蛛天生就會結網一樣；語言學習是語言本能的結果，而不是原因。

透過日常生活中的有趣例子，平克探究了有關語言的所有問題：包括語言的運作、計算、改變、演化；嬰兒是如何牙牙學語的；普遍語法的存在證據；洋涇濱語言的演變；語言藍圖的主宰性……。或許有一天，生物技術真能找到存於腦海裡的文法基因、語言基因。

史迪芬·平克（Steven Pinker）

為麻省理工學院教授、認知神經科學中心主任；他的研究曾獲得多種獎項。平克是公認繼喬姆斯基之後的語言學天才，他也是世界語言學與心智科學的領導人物。《語言本能》甫出版，立即登上《紐約時報》暢銷書榜；同時也奠定了平克在麻省理工學院（MIT）的地位。

揭開老化之謎

——從生物演化看人的生命歷程

Why We Age

What Science Is Discovering about the Body's Journey
through Life

史蒂芬·奧斯泰德／著 洪蘭／譯 定價300元

人類最長可以活到多少歲？軼史記載為150歲，但證實為假。許多科學證據顯示人類最長活不過120歲。人為什麼會老化？但在了解此問題之前，我們有必要先了解我們的身體如何老化，乃至最終死亡。

史蒂芬·奧斯泰德博士在本書中，以他的專業知識和生花妙筆，從演化生物學、比較動物學、人類學和基礎醫學等領域，帶領我們觀看老化的過程和科學發現，以及駁斥當代許多關於預防老化的種種療法。當然他也提出了符合科學觀點與人體健康的健康長壽方法。

本書以其精湛切身的論述，為國內學者大力推薦，並榮獲1998年《中國時報》年度十大好書。

史蒂芬·奧斯泰德（Steven N. Austad）

愛達荷大學動物學教授暨華盛頓大學醫學院教授。他是老化領域的頂尖專家，也是美國公視的科學顧問。定期於《科學美國人》和《自然歷史》等雜誌上發表文章。

穿梭超時空

Hyperspace

A Scientific Odyssey Through Parallel Universes, Time Warps, And the 10th Dimension

加來道雄／著 蔡承志、潘恩典／譯 定價360元

在我們身處的三次元空間之外，還有其他更高次元的空間存在嗎？我們可以改變過去嗎？有通往其他平行宇宙的通道嗎？我們都曾思考過這個問題，但有很長一段時間，科學家視這些觀念如敝屣，難登科學殿堂。如今，研究高等次元空間（超空間）已經成為科學界的研究焦點之一。

在本書中，作者以輕鬆幽默的平易之筆，帶領讀者進入這個最讓人興奮的現代物理研究，一窺第十次元、時間彎曲、黑洞、平行宇宙、時間之旅和宇宙崩墜之時，人類的最後出路。《紐約時報書評》稱讚本書為：「近期同類型書種中最好的一本……一趟震撼您想像力的科學驚奇之旅，不可思議。」

加來道雄（Michio Kaku）

紐約市立大學理論物理學教授。哈佛大學畢業，加州大學柏克萊分校物理博士。著書《超越愛因斯坦》(*Beyond Einstein*)、《量子場論》(*Quantum Field Theory*)和《超弦入門》(*Introduction to Superstrings*)。過去十年當中，他每週也主持一個一小時長的電台科學節目。

預知宇宙紀事

The Whole Shebang

A State-of-the-Universe(s) Report

提摩西·費瑞斯／著 林淑貞、林宏濤／譯 定價320元

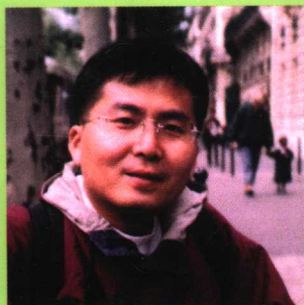
哥白尼告訴我們，人類以及這微小的星球不是宇宙的中心。克卜勒把哥白尼的圓形太陽軌道修正為橢圓形的。伽利略又加上慣性定律，使星球在虛空中周行不息。牛頓從墜落的蘋果演繹出萬有引力，建立了古典物理學，以及受自然律支配的規律宇宙。愛因斯坦用狹義相對論推倒了牛頓的蘋果車，想像一個四度的空間或時空的連續函數，在那裡，兩點的最短距離是條曲線。

就在這時候，波爾和普朗克看到另一個瑰麗的世界，在奇詭的量子力學裡，粒子在同時間可以在不同的地方振動。

在我們這一代，霍金透視到黑洞的奇蹟，粉碎了愛因斯坦的理論。在《預知宇宙紀事》裡，著名的科普作家費瑞斯，透過探討宇宙起源之謎，預測了未來的宇宙論。

提摩西·費瑞斯 (Timothy Ferris)

著名的科學作家，NASA的顧問，在四所大學任教，是加州柏克萊大學的榮譽教授。曾獲美國物理研究院、美國科學促進協會諸獎。他的著作曾提名國家圖書獎和普立茲獎。本書並榮獲《紐約時報》一九九七年年度最佳圖書。



作者簡介

張志誠

美國德州貝勒大學 (Baylor University, Waco, Texas, USA)
) 國際新聞碩士。曾任美國德州KCTF公共電視台執行製作
 、環球電視台新聞部製作人、《PC Office雜誌》專案召集
 人、華新麗華股份有限公司行銷服務中心專案經理。譯有：
 《下一次世界大戰》《矽谷之星》。



本書簡介

「微機電系統」(Micro-Electro-Mechanical System, MEMS; 歐洲稱為微系統技術, 台灣習以微機電技術稱之) 是以微米(Micrometer)為設計、製造及運作單位的科技概念, 四十多年前由諾貝爾物理學獎得主理查·費曼(Richard Feynmann)提出後, 經過科學家們多年的開發, 終於在上個世紀末的最後十年逐漸成熟。

微機電系統, 是一種利用製造半導體的技術, 整合光學、機電學、控制學、材料學、物理學、化學及生化醫學等領域的知識, 並且將之微小化的超精密加工技術, 它是由多種科技整合而成的新技術。舉凡交通、通訊與消費性電子、光電顯示、醫療保健、生醫環保、國防航太等環節, 均可發現微機電的蹤跡, 它也是奈米科技發展的必然具體成果。「微機電技術」可以說是半導體產業中, 另行衍生的一個分支產業。

本書以淺顯的筆法與例示來說明微機電技術的歷史、原理、研發、應用及趨勢, 並從消費市場來觀察微機電技術未來的應用與市場潛力。本書是國內第一本寫給大眾的「微機電技術」入門書。不論是想了解科技新發展, 或有心投身此一新興產業、尋求獲利豐厚的新投資標的, 本書都是不可錯過的唯一選擇。

科學新視野
32

微機電技術

張志誠 著

〈出版緣起〉

開創科學新視野

何飛鵬

有人說，是聯考制度，把台灣讀者的讀書胃口搞壞了。

這話只對了一半；弄壞讀書胃口的，是教科書，不是聯考制度。

如果聯考內容不限在教科書內，還包含課堂之外所有的知識環境，那麼，還有學生不看報紙、家長不准小孩看課外讀物的情況出現嗎？如果聯考內容是教科書佔百分之五十，基礎常識佔百分之五十，台灣的教育能不活起來、補習制度的怪現象能不消除嗎？況且，教育是百年大計，是終身學習，又豈是封閉式的聯考、十幾年內的數百本教科書，可囊括而盡？

「科學新視野系列」正是企圖破除閱讀教育的迷思，為台灣的學子提供一些體制外的智識性課外讀物；「科學新視野系列」自許成爲一個前導，提供科學與人文之間的對話，開闊讀者的新視野，也讓離開學校之後的讀者，能真正體驗閱讀樂趣，讓這股追求新知欣喜的感動，流盪心頭。

其實，自然科學閱讀並不是理工科系學生的專利，因為科學是文明的一環，是人類理解人生、接觸自然、探究生命的一個途徑；科學不僅僅是知識，更是一種生活方式與生活態度，能養成面對周遭環境一種嚴謹、清明、宏觀的態度。

千百年來的文明智慧結晶，在無垠的星空下閃閃發亮、向讀者招手；但是這有如銀河系，只是宇宙的一角，「科學新視野系列」不但要和讀者一起共享，大師們在科學與科技所有領域中的智慧之光；「科學新視野系列」更強調未來性，將有如宇宙般深邃的人類創造力與想像力，跨過時空，一一呈現出來，這些豐富的資產，將是人類未來之所倚。

我們有個夢想：

在波光粼粼的岸邊，亞里斯多德、伽利略、祖沖之、張衡、牛頓、佛洛依德、愛因斯坦、普朗克、霍金、沙根、祖賓、平克……，他們或交談，或端詳撿拾的貝殼。我們也置身其中，仔細聆聽人類文明中最動人的篇章……。

（本文作者為商周出版發行人）

〈專文推薦〉

二十一世紀無所不在的高科技

林敏雄博士

身為「微機電技術與產業落根台灣」的推動者，很高興目睹《微機電技術》一書的出版。本書以簡單化、生活化與小說情節化闡明微機電技術與產品應用，這是將二十一世紀無所不在之微機電高科技融入社會，喚起民衆注意與應用創新思考的有效途徑。

微機電技術從概念提出到某些全新創新型產品的開發導入市場，已經歷了近四十年的光陰，由於其為跨多重領域且具高複雜性與難度的整合技術，加之對創新產品應用之摸索，始至二十一世紀初才開花結果。也因此，讓台灣這後起之秀較早期之產業更有舞台可資扮演。

台灣微機電產業今日之情景，如同一九九五年推動光電技術之發展到光電產業的成熟展開具有同樣的情境。產品發展策略應專注且基於資訊電子、半導體、通信等產業之優勢基礎上，注入微機電技術於既有產品上強化其功能與微小化，以利攻佔有百分之九十微機電市場之既有取代型產品，發揮台灣產業鏈特色。

台灣微機電技術與產品之投資，可說是在適當的時點佐以本書之出版，激發大眾的參與，假以時日，該新興技術與產業定會在台灣欣欣向榮的高度成長，再創另一成功產業事蹟。

（本文作者為亞太優勢微系統股份有限公司董事長）

〈專文推薦〉

第二波的台灣經濟奇蹟

李世光教授

微機電系統的發展可上溯至四十年前；一九六五年諾貝爾物理獎得主理查·費曼 (Richard Feynman) 在一九六〇年的一席演講中，清楚的勾勒出微機電系統發展之具體藍圖。拜半導體製程技術迅速發展之賜，八〇年代起微機電系統的研究也逐漸成熟，目前大家所熟知的噴墨印表機中所使用的熱氣泡式噴墨頭，即是微機電技術的重要體現。

微機電系統之生產方式類似積體電路，基本上是以矽晶圓製程為主體再加上一些外加步驟。它同時是一種多元整合技術，可發展及應用於生物科技、工業製造程序及元件、半導體技術、通訊技術、資訊領域及一般家用電子等領域。一九九〇年代初期廣受歐美日等先進國家之關注，各國政府均投入大量研究經費發展微機電系統。經過全球十餘年來的努力與投資，微機電系統已逐漸自以往以製造科技推動 (Technology Push) 改為以平台載具拉動 (Application Platform Pull) 之典範，除前述所提噴墨印表機應用外，目前另一些微機電技術最大的應用，當屬磁碟機內的「巨磁阻磁頭」、液晶投影機中的