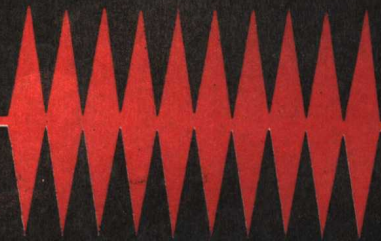


今日 电子技术

科学出版社



今日电子技术

丘复云 籍长国 苑宝纯等 编著

科学出版社

1990

内 容 简 介

本书是为适应人们对今日电子技术日益增长的兴趣,希望了解和跟踪今日电子技术的发展水平而编写的。

本书介绍了微电子技术、新一代计算机等 12 个今日电子技术领域的最新发展情况,取材广泛,资料新颖,叙述深入浅出,力图使不同层次的读者都能受益。

本书适于一般电子技术尤其是航空领域的电子技术工作者阅读,对于科技管理干部、大中专电子专业的师生也有较大参考价值。

今 日 电 子 技 术

丘复云 籍长国 苑宝纯 等编著

责任编辑 王鸣阳 陈方武

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

长春电影制片厂印刷厂印刷

1989 年 12 月 第 一 版 开本: 787×1092 1/32

1989 年 12 月 长春第一次印刷 印张: 9 7/8

印数: 0001—5200 字数: 205 000

统一书号: ISBN 7-03-001952-0/TN·84

定价: 5.43 元

前 言

在绚丽多彩的科技百花园中,电子技术堪称一枝奇葩。它应用之广,发展之快,成果之多,令人瞠目。电子技术的发展,对于科学技术的进步和社会的发展已经和正在产生越来越大的影响。

当前,关于电子技术的书籍浩如烟海,既有专业性很强的电子技术专著,又有涉及面广的通俗科普读物。本书试图在这两者之间做一种折衷的尝试,即把技术原理、实际应用和前沿动态融为一体。编者所努力的,是希望本书能为科技人员了解今日电子技术的概貌提供一本有价值的参考书,能为科技管理干部改善知识结构提供一份值得借鉴的综合资料,能为大中专学校改革教学内容,拓宽知识领域提供一本可适用的教材。

本书尽力涉猎今日电子技术前沿学科的新知识、新水平、新发展和新趋势,提供有关方面的最新材料,让读者既获得有用知识,又能产生兴趣。

全书共分十二章,包括微电子技术、新一代计算机、无线电导航技术、激光技术、现代通信、雷达技术、电子对抗、“三遥”技术、电子器件、超导、液晶和电子检测。

本书是教学实践的产物,参加编写的还有李长会、李昌浩、崔京学、吴贺谦和冯胜超同志。书中内容曾以讲座的形式与学员见面。这次出版虽经几次修改,但因时间仓促,水平有限,书中必然仍有不少谬误,敬请批评指正。

目 录

前 言	i
第一章 微电子技术	1
微电子学与微电子技术	1
微电子技术对社会的影响	11
微电子技术军事方面的应用	16
微电子技术发展的动向	20
第二章 新一代计算机	25
人工智能计算机(第五代计算机)	27
光计算机	39
生物计算机	44
第三章 无线电导航技术	47
无线电导航技术的基本原理	48
地面导航	51
卫星导航	55
无线电导航技术的展望	64
第四章 激光技术	67
激光的特点	67
激光的产生	70
激光器的种类	73
激光的应用	79
激光技术的未来	90

第五章	现代通信	97
	传统通信方式所面临的挑战	97
	数字通信	99
	卫星通信	104
	激光通信	110
	展望 21 世纪通信	120
第六章	雷达技术	124
	雷达面临的威胁	124
	现代雷达技术特点	128
	90 年代雷达的展望	135
第七章	电子对抗	147
	电子对抗的特点与作用	148
	电子对抗的形式	152
	电子对抗的展望	169
第八章	“三遥”技术	175
	遥测技术	175
	遥控技术	189
	遥感技术	203
第九章	电子器件	213
	真空器件	213
	光电器件	220
	固态器件	221
	其他器件	226
第十章	超 导	236
	超导体知识	237

	超导体材料	247
	超导体的应用	251
第十一章	液 晶	263
	液晶的基本概念	263
	液晶显示原理	267
	液晶显示器件	271
	液晶的应用前景	278
第十二章	电子检测	281
	传感器	281
	红外检测	290
	激光检测	295
	无线电检测	297
	自动检测系统	302

第一章 微电子技术

正在世界范围兴起的新技术革命,使人类社会对于知识、信息与科学技术的需求进入到一个新的层次。这次新技术革命中出现的新技术,不像从 18 世纪开始的产业革命那样是靠纺织机、蒸气机以及后来的电机等单一的技术发展起来的,而是依靠了一个技术群。这个技术群,包括了微电子技术、计算机技术、信息技术、生物技术、新材料技术、新能源技术、空间技术、海洋开发技术,等等。这些新兴技术相互促进、互相渗透,构成了改造客观世界的强大的生产力,使人类社会由“工业社会”进入到“后工业社会”,即“信息社会”。这其中,影响最为巨大的是微电子技术,它开创了所谓第二次产业革命,成为这次新技术革命的主要标志。

微电子学与微电子技术

众所周知,电子学是研究带电粒子在气体、真空或固体中运动规律的一项科学技术。

起初,电子学只局限于研究电子在气体和真空中的运动,并以此制造出各类电子管,使电子学进入到实用阶段。从此,电子技术便广泛应用于军事领域和许多民用领域。本世纪 40 年代,人们开始研究半导体中带电粒子的运动规律,发现了带有与电子相反电荷的新的载流子——空穴,并在此基础上发

明了双极型晶体管。接着在 50 年代,场效应晶体管和集成电路相继问世,电子学和电子技术便出现了一个新的分支,这就是微电子学和微电子技术。

微电子学是对电子产品(涉及系统、整机、部件和元器件)综合进行微型化设计和研究的一门学科。简言之,它是研究集成电路的科学。微电子学的发展不仅丰富了传统电子学的内容,还改变了它的许多概念和电子系统的设计思想,对诸如生物学、医学、机械学等传统学科也产生了深远的影响。

微电子技术则是以微电子学为基础,使电子产品微小型化的技术。这里所说的电子产品,包括了电子系统、电子设备、电子仪器、办公和家用电器、电子元器件等。任何电子产品的微小型化都有赖于电子元器件的微型化,因此可以说,微电子技术的核心是电子元器件的微型化。

人们追求电子产品的微小型化由来已久。早在第二次世界大战时期,航空电子学的发展就提出了小型化的要求。当时曾使用小型电子管和小型元器件来制造电子设备,成功地实现了电子产品的小型化。后来,随着超小型电子管的问世,电子产品又开始进入超小型化时代。50 年代初期发明晶体管以后,电子产品的超小型化更是发展迅速。这同一时期,还相应地生产出一整套超小型电子元件,如超小型电阻、电容、接插件、开关以及印刷电路板等。利用这些超小型电子元器件组装起来的整机和系统,自然也是超小型的。

50 年代后期,随着空间技术的发展和晶体管化计算机的推广使用,电子设备和电子系统变得愈来愈复杂和愈来愈庞大,对小型化的要求也更为迫切。与此同时,还提出了可靠性的

要求。当时影响可靠性的一个突出因素,是电路中焊点的虚焊。如何减少焊点,便成为提高可靠性的一个重要问题。薄膜技术的发展,使采用不同的薄膜把电阻、电容和连接线一起制作在一块基片上成为可能,从而使焊点尽可能的减少。若把晶体管焊接在这种基片上,就制成了薄膜混合集成电路。这就是50年代末人们提出的制造集成电路的思想。这一思想开辟了当时微小型化的道路。60年代初期,出现了硅平面工艺技术,这一技术很快就成为初期微电子技术的工艺基础。利用这种工艺,可以在一块基片上用同一种材料同时做出无源元件(电阻、电容)和有源元件(二极管、晶体管),也就是说,能在一块半导体基片上做出一个完整的电路,这就是单片集成电路。单片集成电路的出现为电子产品的微型化开辟了一条新路,开始了微电子技术的萌芽时期。那以后,集成电路的集成度便一直按照所谓摩尔定律,即按照每两年提高到四倍的速度迅速增加。直到1978年左右,其提高势头才稍有下降。70年代,微处理器以及超大规模集成电路的问世和发展,使微电子技术进入迅速发展的阶段。进入80年代,微电子技术已成为世人瞩目的一项高技术。

微电子学和微电子技术在新概念、新结构和新工艺的基础上,开辟出一条电子产品的微小型化道路。它突破了以往电子学依靠小型化电子管和小型化晶体管以及其他微小型元件来组装整机电路的思想和方法,而是让整个复杂电路与其所包含的元件融为一体来达到微小型化(集成化)的目的。随着在单块晶片上集成的元器件的数目愈来愈多,电路、整机和电子系统之间的界限变得愈来愈模糊。由于一块集成电路可以包含上百万个晶体管,单块电路就能构成一个独立的电子系统,

因此,微电子技术的涵义已经变得十分广泛。

微电子技术目前仍是方兴未艾,近 20 多年来取得了长足的进步,今天仍在向着更大的深度和广度发展。现代的微电子技术,大体上可以分为集成电路技术、片状无引线元器件技术和表面安装技术三大部分,我们下面将分别加以介绍。

集成电路技术

集成电路技术是微电子技术的重要支柱,而硅单片集成电路又是集成电路的主流。整个 60 年代,硅单片集成电路,特别是硅单片数字集成电路,得到了充分发展,它推动了计算机工业的突飞猛进,而后者又向集成电路提出了新的要求。1970 年,第一块 1K MOSRAM(金属-氧化物-半导体随机存贮器)大规模集成电路问世;1971 年,Intel 公司的 4 位集成微处理器研制成功,这两项成就是微电子技术发展的一个重要里程碑。在 70 年代,集成电路技术曾相继发生过许多重要变革。首先,在工艺方面,先后采用多晶硅、离子注入掺杂、干法刻蚀、投影光复印、电子束制版以及等平面隔离等技术,使加工的条宽由 10—12 微米下降到 2 微米左右,相应地 MOS(金属-氧化物-半导体)电路栅介质膜厚度也由 2000 埃下降到 300 埃左右。其次,计算机的器件模拟、电路模拟、逻辑模拟、版图设计和制作,以及工艺模拟和计算机辅助测试等新技术的相继采用,导致了微电子产品突飞猛进的进步。以 DRAM(动态随机存贮器)为代表的器件,集成度由 1970 年的 1 千位提高到 1973 年的 4 千位、1975 年的 16 千位和 1978 年的 64 千位。微处理器在不到十年的时间里,也由 4 位和 8 位发展到 70 年

代末的 16 位,并开始有了单片集成的微型计算机。

大规模集成电路出现后,它的集成度差不多每年提高一倍,数量和品种不断增加,成本不断下降。进入 80 年代,又出现了超大规模集成电路。现在,256 千位动态随机存贮器和 16 位微处理器已在大量生产,1 兆位存贮器和 32 位微处理器等超大规模集成电路也已经不再是个别厂家的专利产品,4 兆位的存贮器芯片也正在研究。预计到 1990 年,将会出现 16 兆位乃至 64 兆位动态随机存贮器的极大规模集成电路芯片。到那时,一块芯片上将要集成 $10^7 - 10^8$ 个元件。目前微处理器芯片设计的一个特点,就是大量引入大型机的指令集,把两个或多个这样的芯片组合起来,能够让微处理器具有大型机的功能。除此之外,在微处理器的设计中采用简化指令集(RISC)技术。这种技术的设计思想是基于计算机在执行程序时,全部指令集中仅有很少一部分是经常使用的。简化指令集技术,就是只让计算机直接执行这种核心指令子集,而其他不常用的操作,则通过核心指令子集的指令序列来执行。这样做,不仅缩短了指令的执行周期,而且能大量节约芯片面积。简化指令集微处理器的运算速度要比目前大部分机种快到 4 至 10 倍。为了进一步提高集成电路的集成度,人们除了横向缩小元件尺寸,使线宽达到微米、亚微米级以外,还在向纵向发展,研制多层集成电路。这就是所谓的三维集成电路或者说立体集成电路。

硅集成电路技术不仅在数字集成电路方面取得了巨大成就,在模拟集成电路方面的发展也十分令人鼓舞。例如,在高精度的数/模和模/数变换器、各种运算放大器、各种稳压电源

以及在电视机、录音机和录相机上所使用的集成电路，五花八门，层出不穷。同时，为了满足高频、高速的需要，砷化镓单片集成电路也正在崛起。砷化镓集成电路的运算速度，为最快的硅集成电路的3至6倍。砷化镓微波单片集成电路已经并正在成为雷达、微波中继通信、卫星通信设备中的重要部件。砷化镓超高速数字集成电路还是未来超高速计算机所用的数字集成电路的主要候选者。此外还有混合集成电路技术，它不仅能将分立的有源元件集成在一块厚薄膜电路基片上，还能够将多个单片集成电路集成在一起，因此在制作上有高度的灵活性。现在已有人将118个大规模集成电路集成在一块90×90平方毫米的多层陶瓷片上，形成超大规模混合集成电路，用在信息处理机中，这就是所谓“二次集成”技术。这种混合集成电路，具有比任何单片集成电路都高得多的集成度，而且能适应高精度、大功率的需要，易于满足多品种、小批量生产的要求，因而正在得到人们愈来愈大的重视。

人们除了把集成电路技术应用于传统电子线路的集成化，还将它应用于光电子学，研制集成光路。这种技术叫做光集成技术或者集成光学，其目的在于得到微型化的光通信设备和光计算机所需要的微型器件和部件。

片状或无引线元器件技术

半导体集成电路可以将许多电子元器件集成在一块芯片上，完成一定的电路功能。但由于种种原因，总还有许多元器件无法集成在同一块半导体芯片上。要构成一个整机或系统，除使用集成电路外，往往还需要许多别的分立的电子元器件，

如电阻、电容和电感等。由此可见,要实现电子整机和系统的微小型化,必须设法把种类和数量繁多的分立电子元器件微型化。为了满足这种要求,便产生了片状或无引线元器件技术。这是一种把分立的元器件微型化的技术,其中也包括集成电路的微封装技术,其特点是使元器件或集成电路片状化或无引线化。

无引线或片状电子元器件的封装类型,按其形状大体可分为矩形、圆形和扁平形三类。炭膜电阻器、金属膜电阻器、陶瓷电容器、有机薄膜电容器、云母电容器、钽或铝电解电容器、电感器、微调电位器和微调电容器等,都可以做成矩形片状元件;炭膜电阻器、金属膜电阻器、陶瓷电容器、钽或铝电解电容器及线绕电感器等,常常做成圆柱形无引线元件。为了适应表面安装的需要,二极管、晶体管及集成电路,正在采用各种扁平封装的形式。统治了集成电路工业 20 多年的双列直插式封装形式,正逐渐让位给小型化扁平封装(SO 型)、塑料 J 型引线芯片载体封装(PLCC 型)和无引线陶瓷芯片载体封装(LCCC 型)等形式。随着集成度的增加,集成电路输入和输出引线数也随之增加,从而使管壳尺寸增大。例如,一块 64 根引线的双列直插式集成电路的管壳尺寸为 0.9×3.2 平方英寸,实际上是其所封装的芯片尺寸的 50 倍。一块集成了 100 万个元件的芯片,需要上百根引线,这时仍用双列直插式管壳来封装显然是不合适的。采用 PLCC 或 LCCC,引线从四面出来,就可以大大缩小管壳尺寸。若进一步缩小引线间距,管壳还可以做得更小。

无引线片状元件有许多优点。首先,由于片状元件没有

引线,很小很薄,这就极大地减小了它的分布参数,从而提高了电子元件的工作频率(可高达1千兆赫),可以组装出高频设备。其次,由于减少了大量引线材料,各个元件的电功耗下降,从而导致电子整机的成本下降,功耗降低,温升减小。第三,无引线片状元件的形状和尺寸高度统一和标准化,易于快速进行高密度的自动化安装,从而使电子整机的生产效率大为提高,导致成本大幅度下降。第四,这种元器件还可以在印刷电路板上实现两面安装,从而使电子产品能在小型、轻量和薄型方面达到新的水平。除此之外,片状元件还有利于利用电子计算机进行辅助设计(CAD)、辅助制造(CAM)和辅助检测(CAT),因此,借助简单的软件,就可以实现电路部件的自动设计、自动安装和自动检测。日本松下公司从1977年起就在利用CAD-CAM-CAT系统把片状元件组装成新型的混合集成电路功能块,实现了功能块电路的动态组装。这种功能块,充分发挥片状元件的特点,克服了制造通用混合集成电路工艺复杂和成本高的缺点,生产效率高,性能好,价格低,质量稳定可靠,具有很强的竞争力。总之,片状或无引线元器件技术使电子元件和电子整机都发生了重大变革,在小型、轻量、薄型、成本和性能方面,把电子产品推进到了一个新的水平。

表面安装技术

电子元器件在去掉引线和小到一定程度以后,就难以用手工来组装整机。这样,快速自动安装技术便应运而生。片状元件的快速自动安装技术又称为表面安装技术,就其广义的涵义而言,这种技术包括了基板的设计和制造,各种片状元件的

研制,表面安装方法和自动安装机,焊接和键合技术,以及封装技术和可靠性技术。

表面安装技术属于高密度安装技术,于 60 年代后期首先在瑞士钟表工业中被采用,目的是减小钟表内电子部件的体积。目前,表面安装技术已经成为微电子技术的一个重要组成部分。片状元件的表面安装工艺流程如图 1.1 所示,其他流程都是它的变种。把印刷电路板清洁处理后,用丝网印刷法在

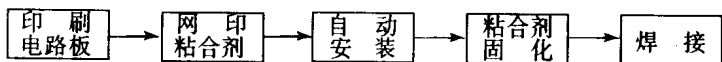


图 1.1 片状元件表面安装工艺流程

其上涂上粘合剂,接着安装片状元件,然后再通过加热或用紫外线照射,使粘合剂固化,将元件焊接好。这一切都是在一条自动化流水线上完成的。

将片状元件安装到印刷电路板上的方法主要有多件式、单件式和序列式三种。在多件式中,自动安装机的机械手每次在电路板上安装多个元件;单件式,一次安装一个元件,一件一件地顺序安装;序列式,利用单手或多手将元件顺序安装在置于 X-Y 工作台的电路板上。目前使用的焊接方法则有浸焊和再流焊两种。前者是将元件浸入熔化的焊料中进行焊接,后者是对焊区的焊料加热,使之再熔化实现焊接。再流焊法的好处是元器件不需先行胶粘,通常用于厚膜和薄膜电路,也用于普通印刷电路板,但只适合作单面安装。浸焊法,虽然元器件必须先用胶粘上再进行焊接,但可以在印刷电路板的两面

进行安装,能够大大提高装配密度。

表面安装技术所用的元器件是无引线的,因此不需要在印刷电路板上打孔,更不需要把元器件的引线打弯和插入板孔内,以及将多余的引线头切除。这样,印刷电路板的利用率得到进一步提高,安装工序也大为简化。表面安装技术可以说是整机的第三代自动化安装技术(第一代自动化安装技术是在印刷电路板上手工装插元件和浸焊;第二代自动化安装技术是让带引线的元件自动插入),是安装技术的又一次飞跃。预计这种技术将在 90 年代得到推广。

微电子技术的内容并不只限于前面提到的几部分,实际上,人们在各个方面都在对微小型化进行研究和探索。例如,实现大容量信息传输,过去一直是使用同轴电缆,它的缺点是尺寸大,造价高,安装不方便。现在,使用光导纤维,具有尺寸小(用直径只有 100-200 微米的光导纤维做成十芯光缆,其直径也只有 1 厘米左右),造价低,通信容量大,保密性强,安装方便等优点,这就是传输线微型化的成果。另外,为适应微电子技术发展的需要,各种机电元件,如开关、继电器、接插件和电声器件(送话器和受话器)等,也都必须微型化,否则就不能匹配。同时,人们还在深入研究电子在固体中的运动规律,希望能找到新的功能材料和应用新的物理效应来制造新的功能器件,以求得电子产品的进一步微型化。

综上所述,我们可以看出微电子技术的特征是元器件固体化,部件集成化,产品微小型化,加工精细化,装配高密度化;而微电子技术产品的特点则是体积小,重量轻,功耗低,可靠性高,材料省,价格低,功能强。