

现代电子信息技术丛书

现代电子材料技术

——信息装备的基石

主编 沈能珏 副主编 孙同年 余声明 张臣

国防工业出版社

电子科学研究院组织编著

现代电子信
息技术丛书

现代电子材料技术

——信息装备的基石

主 编 沈能珏
副主编 孙同年 余声明
张 臣

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

现代电子材料技术:信息装备的基石/沈能珏主编. —北京:国防工业出版社, 2000.1

(现代电子信息技术丛书)

ISBN 7-118-02115-6

I. 电... II. 沈... III. 电子材料-生产工艺
IV. TN04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 14778 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京怀柔新华印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 17 ½ 387 千字

2000 年 1 月第 1 版 2000 年 1 月北京第 1 次印刷

印数:1—3000 册 定价:25.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

《现代电子信息技术丛书》编审委员会

名誉主任	胡启立	曹刚川			
主任	王金城	吕新奎			
常务副主任	童志鹏				
副主任	汪致远	王小谟	毕克允	殷鹤龄	于安成
	安卫国	熊和生	徐步荣	张仁杰	邱荣钦
委员	王政	夏乃伟	程淑清	杨星豪	侯印鸣
	何非常	黄月江	干国强	杨天行	石书济
	廖复疆	梅遂生	陈景贵	陈光禔	沈能珏
	张立鼎	瞿兆荣	徐泽善		

《现代电子信息技术丛书》总编委

总编	童志鹏		
副总编	邱荣钦	王晓光	
委员	李德珍	张国敏	

《现代电子材料技术》分册编著人员

主 编 沈能珏

副 主 编 孙同年 余声明 张 臣

编著人员 (按姓氏笔划排序)

张万鲲 张树人 张振亚

高陇桥 谢重木

序

信息技术是一个复杂的多层次多专业的技术体系,粗略地可以分为系统和基础两个层次。属于系统层的一般按功能分,如信息获取、通信、处理、控制、对抗(简称为 5C 技术,即 Collection, Communication, Computing, Control, Countermeasure 五个词的第一个字母)等;基础层技术一般按专业分,如微电子、光电子、微波真空电子等。

信息技术革命的火炬是由微电子技术革命点燃的,它促进了计算机技术、通信技术及其他电子信息技术的更新换代,迄今,尚未有尽期。信息技术革命推动产业革命,使人类社会经历了农业、工业社会后进入了信息社会。

大规模集成电路的集成度是微电子技术革命的重要标志,它遵循摩尔(Moore)定律,每 18 个月翻一番,预计可延伸到 2010 年。届时,每个芯片可包含 100 亿(10^{10})个元件,面积可达到 10cm^2 ,作为动态存储器的存储量可达 64Gb(吉比特),接近理论极限 10^{11} 个元件和 256Gb 存储量。微处理器芯片的运算速度每 5 年提高一个数量级,到本世纪末,每个芯片运算速度可达 10~100 亿次每秒,有人认为,实现 2000 亿次的单片微处理器在技术上是可能的。与此相适应,每芯片比特存储量与每 MIPS(兆指令每秒)运算量的成本将呈指数式下降,现在一个 100 兆指令/s 专用数字信号处理芯片只售 5 美元。如果飞机的价格也像微电子那样呈指数式下降的话,70 年代初买 1 块比萨饼的费用在 90 年代就可以买 1 架波音 747 客机。3 年内 1 部电话机将只用 1 块芯片,5 年内 1 台 PC 机的全部功能可在 1 个芯片上实现,6 年内 1 部 ATM 交换机的核心功能也可用 1 个单片完成。由于微处理器芯片价格持续不断地下降,构成了它广泛应用的基础。现在,在一般家庭、汽车和办公室中,就有 100 多个微处理器在工作,不仅是 PC 机,而且在电话机、移动电话机、电视机、洗衣机、烘干机、立体声音响、家庭影院中也有。1 辆高档汽车中包含 20 多种可编程微处理器,1 架波音 777 客机含有 100 多万行的计算机程序代码。

通信技术的进步还得力于光子技术的进步。光通信速率(比特每秒)每两年翻一番,现在实验室中已可做到 10^{12}b/s ,即可将全世界可能传输的全部通信量于同一时刻内在 1 根光纤中传送,或相当于 1s 内传输 1000 份 30 卷的百科全书。通信速率的提高和通信容量的增大,使光通信成本也不断降低,与 80 年代相比,降低了两个数量级。

因特网是全球信息基础设施的雏形,其发展速度惊人。现在每 0.4s 增加

一个用户,每4min增加一个网络。1996年联网数大于10万,联网主机数大于1000万,用户数大于7000万(预计到本世纪末,将大于2亿),PC机总量将达5亿,联网主机达3000万,信息量每5年翻一番。越来越多的公司、团体、机关、个人通过信息网络相互联接,其应用范围从单纯的电子函件通信扩大到远程合作(包括教育、诊断、办公、会议、协作等)、按需点播、多媒体文娱、电子商务、银行、支付等,人类社会生存与发展的另一维空间,即信息空间或称为赛博空间(Cyberspace)正在形成。如果说工业社会是建筑在汽车与高速公路上的话,信息社会则是建筑在信息与信息高速公路上的。政府、军队、经济、金融、电力、交通、电信等关键部门都要依赖于信息基础设施的正常运行。信息技术和信息产业的水平已成为综合国力的重要标志,也是国际竞争力的焦点与热点。

信息技术的飞跃发展及其渗透到各行各业的广泛应用,不仅推动了产业革命,而且也深刻地改变了人们的工作、学习和生活的方式。信息技术不仅扩展了人的视觉、听觉等感知能力,而且还渗透到思维领域,减轻或部分地替代人的脑力劳动,提高思维的效率和质量,实现人的思维能力的延伸,增强人的认知能力。信息作为事物的属性与相互关系的状态的表达是客观存在的,但不是显在的,很多是潜在的,有的是深埋的,有待挖掘与提炼。信息技术大大地丰富了信息采集的内容,提高了信息处理的能力,为人们对客观事物及其规律的认识提供了创新的工具,也为人们正确认识与有效改造主观世界和客观世界提供了源泉,将使社会的物质文明与精神文明建设得到极大的发展。

信息、能源与物质是人类社会赖以生存与发展的三大支柱。在信息社会中,信息是最重要的支柱和最重要的产业,它影响着其他两个支柱的健康发展,包括生产、传输、分配、运行、减少损耗、改善管理、提高效率、降低成本等等;同时,它还能不断地培育与发展新物质和新能源的发明与生产,不断地改善生态环境,从而使人类社会进入可持续发展的健康轨道。

信息革命在带动产业革命的同时也带动军事革命,使得军事技术、武器装备、作战思想、作战方式、战争形态、军事原则、军事条令与部队编成等都将发生深刻的变化。如果农业社会是冷兵器时代,工业社会是热兵器时代,那么信息社会则是信息兵器时代。信息、信息系统与信息化平台、武器与弹药成为战场上的主战兵器。信息优势成为传统的陆地、海洋、空中、空间优势以外的新的争夺领域,并深刻地制约着传统领域的战斗胜负,从而构成信息化战争的新形态。在这种战争中,战争胜负决定于敌对双方掌握信息与信息技术的广度与深度。信息不仅是兵力倍增器,它本身就是武器和目标,是双方必争的制高点。1991年初的海湾战争,被称为硅片战胜钢铁的战争,即源于这样的认识。它开启了赛博空间战、网络战、信息战等簇新的作战方式。

以信息优势为核心的军事革命是建筑在先进的指挥、控制、通信、计算机、情报、监视、侦察及其一体化的信息战能力的基础上的,这个众系之系(系统的系统)我国称为综合电子信息系统,与美军后来提出的 C⁴ISR/TW 相当,它由以下 6 部分组成。

1. 鲁棒的多探测器信息栅格网络。为作战部队提供作战空间感知优势。
2. 先进的指挥控制与作战管理栅格网络。为部队提供作战的先期规划、胜敌一筹的作战部署,执行作战指挥控制与一体化兵力管理能力。
3. 从探测器到射击器的栅格网络。为部队提供精确制导武器的动态目标管理、分配与引导,协同作战,一体化防空,快速战损评估和再打击能力。
4. 联合的通信、导航与定位栅格网络。提供可靠、安全、大容量与高精度的信息,以支持部队的机动行动,确保全面优势。
5. 信息进攻能力。采取侵入、操纵与扰乱等手段,阻碍敌人作战空间感知、认知与有效用兵能力。
6. 信息防护能力。保证我方信息系统的安全,防护敌方对我信息网络的利用、干扰和破坏。

这个系统的系统涉及众多先进的信息技术的横向与纵向的有机集成,它包括雷达和光电的有源与无源探测技术、有线和无线及固定和移动通信技术、计算机硬件和软件技术、精确导航定位技术、航天航空测控技术、信息安全保密技术、电子战技术等横向专业技术的集成;也涉及微电子技术、光子与光电电子技术、真空电子技术、压电与传感器技术等先进元器件技术,电子材料技术、电源技术、测试技术、先进制造技术等纵向基础技术的集成。当代军事革命要求在创新的军事思想指引下,发展有层次多专业的纵横集成的信息技术;同时,又要求在先进的信息技术驱动下,培育与发展新的军事思想,并在此基础上推动作战原则、军事条令与部队编成的变革,形成军事革命与信息革命的有机结合。

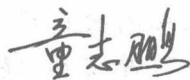
我们正处于世纪之交,党的第十五次代表大会的胜利召开,启动了有中国特色的社会主义事业在邓小平理论的指引下全面进入 21 世纪。我国的国防与军队现代化建设的跨世纪历史进程已经开始。为了适应军事革命环境下的高新技术军事斗争的需要,我军必须拥有信息优势,必须拥有以先进的综合电子信息系统为基础结构的性能优良的武器装备,必须提高部队素质,把人才培养推上新的台阶。

江泽民总书记非常重视人才的培养,他多次指示,要用高新技术知识武装全军头脑。在未来的信息化战场上,知识将成为战斗力的主导因素,敌对双方的较量将更突出地表现为高素质人才的较量。本丛书的编写出版就是为贯彻这个伟大号召提供系统基础知识。全书以先进的综合电子信息系统为龙头,

多层次、全方位地介绍相关的各项先进信息技术,既包括系统技术,也包括基础技术,共 17 个方面,荟萃成 17 个分册。丛书的编写以普及先进信息技术知识为目标,以中专以上文化程度,从事军、民用电子信息技术有关业务的技术人员和管理干部为主要对象,努力做到深入浅出,雅俗共赏,图文并茂,引人入胜,文字简练,语言流畅,学术严谨,论述准确,使其具有可读性、可用性、先进性、系统性与权威性。参加丛书各分册撰写的作者都是长期从事现代信息技术研究与发展的专家,他们在繁重的业务工作的同时,废寝忘食,长期放弃节假日的休息,辛勤耕耘,鞠躬尽瘁,为本丛书做出了卓越的贡献。他们以自己的模范行动,“努力成为先进思想的传播者、科学技术的开拓者、‘四有’公民的培育者和优秀精神产品的生产者”。我谨代表总编委向他们致以衷心的感谢!

本丛书的编写出版得到原国防科工委与原电子工业部领导的大力支持,得到国防工业出版社领导及责任编辑们的积极推动与努力,借此之机,向他们表示由衷的感谢!

中国工程院院士
原电子工业部科技委常务副主任



前 言

本书是《现代电子信息技术丛书》的一个分册。编写本书的主要目的是向读者介绍一些有广阔发展前景的电子材料,以及这些材料的发展沿革、物理和化学特性在军事和国民经济领域中的应用、发展现状和发展趋势。作者希望能起到抛砖引玉的作用。

电子材料是指电子工业所使用的具有功能特性、结构特性以及物理、化学性能等特定要求的材料。电子材料是庞大的材料家族中的佼佼者,它作为当代高新技术群体中的一个重要成员正从各方面进入科技、现代化国防建设和社会生活等各个领域,并进入千家万户。从人们日常生活中所用的半导体收音机、电视机、电子计算机、激光唱片,到工业上用于超声清洗、超声探伤的压电超声换能器,以及用于军事电子装备的战术指挥通信、激光测距、激光雷达、导弹制导、舰艇水下探测设备等,都有电子材料的贡献。电子材料的发展,不断地把人类文明推向更高层次,在当今信息时代,它是信息装备的基石,也是构成现代军事电子装备的物质基础和技术先导。半个世纪以来,众多研究人员在材料科学领域中不畏艰难,勇于探索,使一代又一代充满生机的新型电子材料脱颖而出,将一个变化万千、五彩缤纷的材料世界展现在人们面前。它以奇异的功能、优良的特性和举世瞩目的应用成果而引起人们的极大兴趣。电子材料正向多功能化、复合化、低维化和智能化方向发展,在 21 世纪电子信息技术的大舞台上,它将更加绚丽多彩,熠熠生辉。

本书共分九章。第一章 概论——主要介绍电子材料的概念、分类、特点、地位和作用以及发展现状、发展趋势。第二章 晶体材料的结构、物性和制备技术——主要论述单晶材料的结构、物性及其制备技术、加工技术。通过上述两章内容的阐述,使读者对电子材料有一个整体认识,形成一个能贯穿其它各章节的思路和基本概念。第三章至第九章分别介绍了半导体材料,光电子材料,压电与声光晶体材料,磁性材料,电子陶瓷材料,纳米材料和真空电子器件用材料等七大类新型电子材料,重点阐述它们的分类方法、结构与性质、作用机理、制备方法与应用以及发展现状、发展趋势等。

在本书的编写过程中得到许多专家、教授和科技人员的大力支持和热情帮助。负责各章编写工作的成员是:第一章 张臣,第二章 张万鲲、张树人,第三章 孙同年、谢重木,第四章 张振亚,第五章 张万鲲,第六章 余声明,第七章 张树人,第八章 谢重木,第九章 高陇桥。此外,以下人员也参加了本书的撰稿工作:关兴国、章其麟、张荣桂、张文俊、何美芬、陈秉克、孙文红、夏明颖、高山、陈世达、臧和贵、张克从、关铁梁、徐寿颐、易全瑞、陈元富、韩志荃、朱荣杰、马昌贵、韩忠德、彭自安等。《现代电子信息技术丛书》副主编邱荣钦对本书进行了审核。国防工业出版社以及原电子工业部第四十六研究所等研究单位和高等院校对本书的编写给予了大力支持,在此一并深表感谢。

由于时间和水平的限制,书中会有错误或不妥之处,敬请读者批评指正。

作 者

目 录

第一章 概论	1
1.1 电子材料家族成员及其特性	1
1.1.1 庞大的材料家族	1
1.1.2 引人注目的特性	3
1.2 未来战争与电子材料	6
1.2.1 现代军事电子装备的物质基础和技术先导	7
1.2.2 提高军事电子装备作战能力的关键	7
1.2.3 促进军事电子装备小型化、轻量化的可靠保证	8
1.3 走向未来的电子材料	8
1.3.1 抢占“制高点”	8
1.3.2 踏上新的征程	9
参考文献	11
第二章 晶体材料的结构、物性和制备技术	12
2.1 概述	12
2.2 晶体材料的结构和物性	13
2.2.1 晶体的结构	13
2.2.2 单晶材料的物性	17
2.2.3 单晶材料的缺陷	20
2.2.4 多晶材料	23
2.3 晶体材料的制备技术	25
2.4 晶体材料的加工技术	32
参考文献	34
第三章 半导体材料	35
3.1 概述	35
3.1.1 什么是半导体材料	35
3.1.2 半导体材料的结构和特性	35
3.1.3 半导体材料的分类	40
3.2 元素半导体材料	41
3.2.1 硅材料	41
3.2.2 其它元素半导体材料	47
3.3 化合物半导体材料	48
3.3.1 III—V族化合物半导体材料	48
3.3.2 II—VI族化合物半导体材料	53

3.3.3	Ⅳ—Ⅳ族化合物半导体材料	54
3.3.4	三元化合物半导体材料	56
3.3.5	化合物半导体材料的发展趋势	57
3.4	外延材料	58
3.4.1	硅外延材料	58
3.4.2	砷化镓气相外延材料	58
3.4.3	金刚石薄膜	60
3.4.4	碳化硅薄膜材料	62
3.5	半导体微结构材料	63
3.5.1	半导体微结构材料的基本概念	63
3.5.2	半导体微结构材料的分类方法	65
3.5.3	“能带工程”与材料结构设计	67
3.5.4	半导体微结构材料的生长方法	69
3.5.5	半导体微结构材料的应用	73
	参考文献	73
第四章	光电子材料	74
4.1	概述	74
4.2	激光晶体	75
4.2.1	激光晶体的组成及工作原理	75
4.2.2	激光晶体的主要类型	81
4.2.3	激光晶体的应用	85
4.2.4	激光晶体的发展趋势	88
4.3	红外探测器材料	91
4.3.1	红外探测器材料分类	91
4.3.2	几种重要的红外探测器材料及其应用	93
4.3.3	红外探测器材料的发展趋势	97
4.4	非线性光学晶体	101
4.4.1	非线性光学晶体的工作原理	101
4.4.2	几种主要的非线性光学晶体	102
4.4.3	非线性光学晶体的应用	104
4.4.4	非线性光学晶体的发展趋势	107
4.5	光纤材料	108
4.5.1	光纤工作原理	108
4.5.2	光纤的主要类型	111
4.5.3	光纤的应用	114
4.5.4	光纤的发展趋势	117
4.6	显示用液晶材料	118
4.6.1	液晶的基本概念	118
4.6.2	液晶显示(扭曲向列型)原理	120
4.6.3	显示用液晶材料的类型及特性	122
4.6.4	显示用液晶材料的发展趋势	124
	参考文献	124

第五章 压电与声光晶体材料	125
5.1 概述	125
5.2 压电晶体材料	127
5.2.1 晶体的压电效应和逆压电效应	127
5.2.2 什么是压电晶体材料	128
5.2.3 压电晶体材料的应用	130
5.3 热释电晶体材料	133
5.3.1 晶体的热释电效应	133
5.3.2 什么是热释电晶体材料	134
5.3.3 热释电晶体材料的应用	135
5.4 铁电晶体材料	138
5.4.1 晶体的铁电性	138
5.4.2 什么是铁电晶体材料	140
5.4.3 铁电晶体材料的应用	142
5.5 电光晶体材料	144
5.5.1 晶体的电光效应	144
5.5.2 什么是电光晶体材料	144
5.5.3 电光晶体材料的应用	146
5.6 声光晶体材料	150
5.6.1 晶体的声光效应	150
5.6.2 什么是声光晶体材料	151
5.7 磁光晶体材料	153
5.7.1 晶体的磁光效应	153
5.7.2 什么是磁光晶体材料	154
5.7.3 磁光晶体材料的应用	156
参考文献	157
第六章 磁性材料	158
6.1 概述	158
6.1.1 磁现象与磁性材料	158
6.1.2 磁性材料的磁化特性及其参数	159
6.1.3 磁性材料的分类	161
6.1.4 磁性材料与军事电子技术	162
6.1.5 磁性材料的发展	163
6.2 永磁材料	164
6.2.1 永磁材料的基本特性及主要参数	164
6.2.2 几种主要的永磁材料	166
6.2.3 永磁材料的应用	168
6.2.4 永磁材料的发展趋势	169
6.3 软磁材料	170
6.3.1 软磁材料特性及主要参数	170
6.3.2 几种主要软磁材料	171

6.3.3 软磁材料的应用	173
6.3.4 软磁材料的发展趋势	175
6.4 旋磁(微波)铁氧体材料	175
6.4.1 旋磁(微波)铁氧体材料的性能参数	175
6.4.2 常用旋磁(微波)铁氧体材料	176
6.4.3 旋磁(微波)铁氧体材料的应用	176
6.5 磁记录与磁存储材料	177
6.5.1 磁记录与磁存储材料的效应及有关特性	178
6.5.2 磁记录与磁存储的基本原理及材料分类	178
6.5.3 几种主要的磁记录与磁存储材料	179
6.5.4 磁记录与磁存储材料的应用	181
6.6 新型磁性材料	182
6.6.1 非晶态磁性合金	182
6.6.2 磁性液体	184
6.6.3 巨磁致伸缩材料	186
6.7 微波吸收材料	188
6.7.1 磁性微波吸收材料及基本特性	188
6.7.2 铁氧体微波吸收材料	189
6.7.3 复合铁氧体微波吸收材料及吸收体	189
6.7.4 微波吸收材料的应用	190
参考文献	191
第七章 电子陶瓷材料	192
7.1 概述	192
7.1.1 电子陶瓷材料的基本概念	192
7.1.2 电子陶瓷材料的作用和地位	193
7.2 介电陶瓷材料	194
7.2.1 陶瓷的介电性	194
7.2.2 电容器陶瓷	195
7.2.3 微波陶瓷	197
7.2.4 集成电路(IC)基片用陶瓷	198
7.2.5 电致伸缩陶瓷	200
7.3 铁电陶瓷材料	201
7.3.1 陶瓷的铁电性	201
7.3.2 压电陶瓷	202
7.3.3 热释电陶瓷	204
7.3.4 电光陶瓷	204
7.3.5 铁电存储器用陶瓷薄膜	205
7.4 导电陶瓷材料	206
7.4.1 陶瓷的导电性	206
7.4.2 热敏半导体陶瓷	207
7.4.3 湿敏半导体陶瓷	208
7.4.4 气敏半导体陶瓷	209

7.4.5 压敏半导体陶瓷	209
7.4.6 离子导电陶瓷	211
7.4.7 高温超导陶瓷	211
参考文献	213
第八章 纳米材料	214
8.1 概述	214
8.1.1 什么是纳米材料	214
8.1.2 纳米材料的分类与特性	215
8.1.3 纳米材料的制备方法和应用前景	216
8.2 纳米磁性材料	217
8.2.1 纳米磁性材料的基本概念与介观磁性	217
8.2.2 什么是纳米磁性材料	219
8.2.3 纳米磁性材料的应用	224
8.3 纳米陶瓷材料	226
8.3.1 纳米陶瓷的基本概念	226
8.3.2 纳米陶瓷粉体及薄膜的制备技术	227
8.3.3 纳米陶瓷的性能	228
8.4 硅基纳米发光材料	229
8.4.1 多孔硅发光材料	230
8.4.2 硅基低维发光材料	230
8.5 纳米碳分子材料	232
8.5.1 纳米巴基球材料	232
8.5.2 纳米碳管	235
参考文献	237
第九章 真空电子器件用材料	238
9.1 概述	238
9.2 特种 W、Mo 合金	240
9.2.1 W—Cu 和 Mo—Cu 合金	240
9.2.2 W—Re 合金	242
9.3 强化铜和弥散无氧铜	243
9.3.1 非弥散强化铜	243
9.3.2 弥散强化无氧铜	244
9.4 真空电子器件用特种陶瓷	245
9.4.1 BN 陶瓷	246
9.4.2 衰减陶瓷	248
9.5 真空电子器件用吸气剂	250
9.5.1 单质型(Zr、Ti)吸气剂	250
9.5.2 锆铝吸气剂	251
9.5.3 锆石墨吸气剂	251
9.5.4 锆钒铁吸气剂	251
9.6 真空电子器件用阴极	251

9.6.1 钨钨阴极的改进型	252
9.6.2 氧化物阴极	253
9.6.3 大电流密度的新型阴极	253
9.7 其它特种材料	254
9.7.1 钨—钨合金	254
9.7.2 真空微电子器件用材料	255
参考文献	257
缩略语	258

第一章 概 论

一部由石器时代开始的人类文明史,从某种意义上说,也可称之为世界材料发展史。材料发展史迸发着人类智慧的火花。电子材料是材料领域中的精华,它既普通又深奥。说“普通”,是因为它与每一个人的衣食住行息息相关;说“深奥”,是因为它包含着许多人充满希望又颇具困惑的难解之谜,不断地吸引人们去追求、去探索。在信息时代,电子材料是信息装备的基石;在未来高技术战争中,电子材料是现代化电子装备系统的基础和先导,也是实现我国国防科技现代化的重要前提和保证。21 世纪的材料将更加异彩纷呈,前景广阔。

1.1 电子材料家族成员及其特性

1.1.1 庞大的材料家族

一、电子材料的含义

材料是人类赖以生存和发展的物质基础,它是指能制成用于生活和生产的物品、器件、构件、机器和其它产品的那些物质。材料是物质,但不是所有物质都可以称为材料,如食品、药物和设备仪器等,它们是物质,但一般都不算是材料。电子材料是指电子工业所使用的具有功能特性、结构特性以及物理、化学性能等特定要求的材料,它广泛应用于国民经济和现代化国防建设两大领域。在未来电子战争中,能满足飞机、舰艇、潜艇和导弹等导航与制导系统,飞机、卫星、雷达等侦察、预警系统,军事通信和指挥控制系统,舰艇、潜艇水下探测和战场测距系统,以及电子对抗、火控系统等电子装备系统要求的新型电子材料称为军用电子材料,它是电子材料的重要组成部分。多数军用电子材料都具有军民两用性质,与普通电子材料相比,它是具有直接的或潜在的、未来的军事需求背景的新型电子材料。它的研制对我国国防科技和军事电子的发展具有举足轻重的作用。

二、电子材料的分类

电子材料是一个庞大的家族,门类繁多,品种复杂,在分类方法上至今尚没有一个统一的标准。常见的分类方法是把它们分为功能材料和结构材料两大类。

功能材料的概念最初是由美国贝尔实验室的摩顿(Morton)博士在 1965 年提出来的,后来受到世界材料界的重视。在我国《辞海》中,把功能解释为“事功和能力;功效;作用”。根据功能材料的性能特征和用途,把功能材料定义为:具有优良的电学、磁学、光学、声学、力学、化学和生物功能及其互相转化的功能,被用于非结构目的之高技术材料。它犹如人体的“五官”和神经系统,能对周围环境(如温度、压力、湿度、气体等)的变化及时作出反应。功能材料以材质分类,可分为无机功能材料、有机功能材料和复合功能材料三大类,如表 1.1 所列;以功能分类,可分为磁功能材料、电功能材料、光功能材料、热功能材料、力功能材料和化学功能材料,如表 1.2 所列。