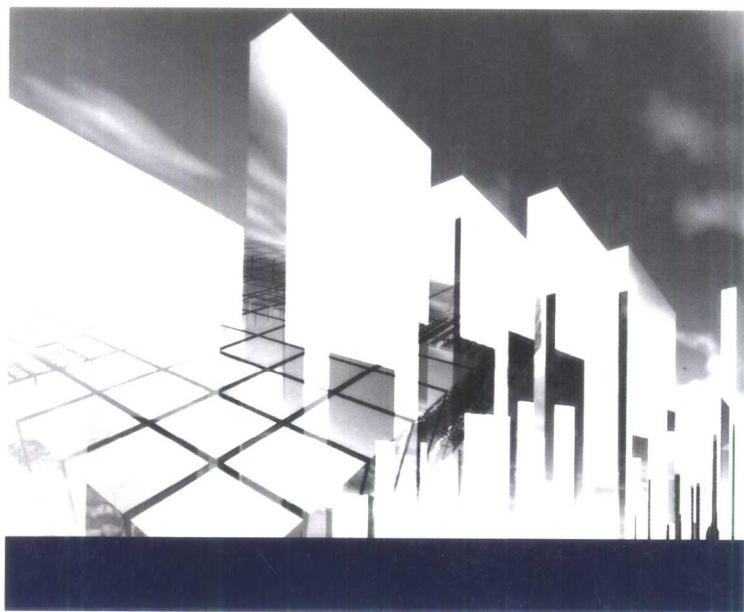


杨华明 宋晓岚 金胜明 编著

新型无机材料



Chemical Industry Press



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

新型无机材料

杨华明 宋晓岚 金胜明 编著



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

新型无机材料/杨华明, 宋晓岚, 金胜明编著. —北京: 化学工业出版社, 2004. 9
ISBN 7-5025-6141-2

I. 新… II. ①杨…②宋…③金… III. 无机材料
IV. TB321

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 096679 号

新型无机材料

杨华明 宋晓岚 金胜明 编著
责任编辑: 窦 臻 丁尚林
责任校对: 李 林
封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社
材料科学与工程出版中心 出版发行
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)
发行电话: (010) 64982530
<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
北京云浩印刷有限责任公司印刷
三河市前程装订厂装订
开本 720mm×1000mm 1/16 印张 26¼ 字数 498 千字
2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-6141-2/TB·86
定 价: 50.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

材料是人类赖以生存的物质基础，是科技进步的核心，是高新技术发展和社会现代化的先导，是一个国家科学技术和工业水平的反映和标志。因此 20 世纪 70 年代人们把材料、信息和能源誉为当代文明的三大支柱；20 世纪 80 年代以高技术群为代表的新技术革命，又把新材料、信息技术和生物技术并列为新技术革命的重要标志，世界各先进工业国家都把材料作为优先发展的领域。

材料是由无机非金属材料（简称无机材料）、金属材料和有机高分子材料三大类构成，其中无机材料因原料资源丰富、成本低廉，生产过程能耗低，产品应用范围广，能在许多场合替代金属或有机高分子材料，使材料的利用更加合理和经济，成为材料领域研究和开发的重点。传统无机材料主要包括陶瓷、玻璃、水泥和耐火材料等，其化学组成大多属硅酸盐类，故传统无机材料又称为硅酸盐材料，是工业和基本建设所必需的基础材料。新型无机材料是指新近发展起来和正在发展中的具有优异性能，对科技尤其是高新技术发展及新产业的形成具有决定意义的无机新材料。自 20 世纪 40 年代以来，在传统无机材料获得迅速发展的同时，涌现出一系列应用于新技术的高性能先进无机材料，包括结构陶瓷、功能陶瓷、特种玻璃、人工晶体、半导体材料等，在化学组成上早已不局限于硅酸盐，而包括其他含氧酸盐、氧化物、氮化物、碳与碳化物、硼化物、氟化物、硫系化合物、硅、锗、III-V 和 II-VI 族化合物等；在晶体结构上，其原子间的结合力主要为离子键、共价键或离子-共价混合键，高键能和高键强以及大极性赋予其高熔点、耐磨损、高硬度、耐腐蚀和抗氧化的基本属性，同时具有宽广的导电性、导热性、透光性和良好的铁电性、铁磁性、压电性以及举世瞩目的高温超导性；在形态上和显微结构上趋于多样化，薄膜、纤维和纳米材料、多孔材料、单晶和非晶态材料占有愈来愈重要的地位；在应用领域上已成为传统工业技术改造和现代高新技术、新兴产业以及发展现代国防和生物医学所不可缺少的重要组成部分而广泛应用于化工、冶金、信息、通讯、能源、环境、生物、空间、军事、国防等各个方面。

新型无机材料的出现体现了材料科学与工程学科近几十年取得的重大成就，它们的应用对科技进步乃至军事、政治、经济、社会产生了重大的影响，为新技术划时代的突破创造了条件。可以说，微电子技术是在硅单晶材料和外延薄膜技术及集成电路技术的基础上发展起来，没有半导体单晶硅材料，就没有微电子工

业；激光振荡最初是在红宝石晶体中发现，迄今无机晶体和半导体在激光技术工作物质中占据重要地位；低损耗光导纤维的应用开辟了现代光纤通讯和传感技术的新纪元；氧化物陶瓷高温超导性是几十年来物理学和无机材料科学的最重大的发现；空间技术的发展也依赖于新型无机材料的应用，从第一艘宇宙飞船起就采用以无机新材料制成的隔热瓦、涂覆碳化硅的热解碳/碳复合材料等，高温、高强弦窗玻璃及各种温控涂层也普遍用于各种空间飞行器。以上例子充分说明，新型无机材料是各种新技术发展的关键所在，它本身也被视为当代新技术的核心而普遍受到重视。

任何重要的新材料得到广泛的应用，进而极大促进人类生活、科技进步乃至整个经济和社会的发展，都是建立在人们对其全面了解和正确认识基础之上的。目前，新型无机材料研究进展之速令世人瞩目。为了让人们能全面系统地了解 and 掌握各种新型无机材料研究开发的全貌及其应用，作者结合长期的教学经历和大量的研究工作，系统总结国内外相关领域的研究成果，编写了这本《新型无机材料》。本书共12章，包括绪论、新型陶瓷、人工晶体、特种玻璃、纳米材料、多孔材料、无机纤维、薄膜材料、生物材料、半导体材料、新能源材料及环境材料。全书在简述当代新型无机材料发展的基础上，紧扣新型无机材料组成—结构—性能的关联，系统介绍了各种新型无机材料的制备与合成、结构与性能、表征与应用，突出反映内容的现代化，注重无机材料新概念、新知识、新技术、新工艺和学科发展的最新动态；融合化学、冶金、材料的基础理论为一体，兼顾新型无机材料共性与个性的结合，实现多学科知识的交叉与渗透，充分体现新型无机材料在现代科技的重要地位。相信此书的出版对于弥补国内在此方面的不足，进一步丰富材料科学与工程相关专业教材、出版物和参考书意义重大。本书可作为大专院校材料科学与工程相关专业研究生及高年级本科教学用书和教师教学或研究生、本科生学习参考书，也可供有关专业师生、材料方面科研人员、工程技术人员、技术工人及企业家参考、阅读。

本书各章作者为：杨华明（第1、2、3、8、9章），宋晓岚（第4、5、7、10章），金胜明（第6、11、12章），全书由宋晓岚统稿。武汉理工大学林宗寿教授和中南大学梁叔全教授审阅了全书，并提出了许多宝贵的意见，作者对此表示衷心的感谢！

由于本书涉及多学科交叉，内容广泛，信息量大，加之无机材料领域的新成果日新月异，以及作者水平有限，疏漏不妥乃至错误之处在所难免，希望得到读者的批评指正。同时，对书中所引用文献资料的中外作者致以诚挚的谢意！

编 者

2004年7月于中南大学

内 容 简 介

新型无机材料是指新近发展起来和正在发展中的具有优异性能、对科技尤其是高新技术发展及新产业的形成具有决定意义的无机新材料。本书在阐述新型无机材料的概念、分类、特点、结构与性能关系以及主要研究内容的基础上,全面系统地介绍了新型陶瓷、人工晶体、特种玻璃、纳米材料、多孔材料、无机纤维、薄膜材料、生物材料、半导体材料、新能源材料及环境材料等目前在国内外迅速发展的各种新型无机材料的组成、结构、性能、制备、应用及发展趋势。

全书在编写过程中坚持以增强新颖性、实用性为原则,以新型无机材料的功能化技术为主线,紧扣合成与制备、组成与结构、性能及应用之间的关系和规律,既突出新型无机材料的理论和应用,又体现本学科的前沿和发展方向;既着重于新知识和新理论的阐述,又充分反映多学科的融合和交叉。

本书既可作为大专院校材料科学与工程相关专业高年级本科及研究生教学用书,也可供有关专业师生、材料方面科研人员、工程技术人员及企业家参考和阅读。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 新型无机材料的发展概况	1
1.2 新型无机材料的分类	2
1.2.1 根据材料的性能进行分类	2
1.2.2 根据材料的应用性进行分类	3
1.3 新型无机材料的特点	3
1.4 新型无机材料的结构与性能关系	4
1.5 新型无机材料的研究内容	5
参考文献	6
第 2 章 新型陶瓷	8
2.1 新型陶瓷的分类	8
2.2 新型陶瓷的特点	9
2.2.1 新型陶瓷与传统陶瓷的区别	9
2.2.2 新型陶瓷的结构和性能特点	9
2.3 新型陶瓷的粉体制备	10
2.3.1 机械法制备粉体	10
2.3.2 粉体的化学合成	11
2.4 新型陶瓷的成型	15
2.4.1 原料预处理	15
2.4.2 注凝成型	16
2.4.3 直接凝固注模成型	17
2.5 新型陶瓷的烧结	19
2.5.1 聚合物热解直接制备技术	19
2.5.2 氧化烧结技术	19
2.5.3 原位合成技术	21
2.6 新型陶瓷的表面金属化	22
2.6.1 陶瓷的表面处理	22
2.6.2 银电极浆料的制备	22

2.6.3 涂覆工艺	23
2.6.4 烧渗工艺	23
2.7 新型陶瓷材料	23
2.7.1 电介质陶瓷	23
2.7.2 压电陶瓷	28
2.7.3 敏感陶瓷	29
2.7.4 铁电陶瓷	36
2.7.5 超导和磁性陶瓷	39
2.7.6 纳米陶瓷材料	41
参考文献	45
第3章 人工晶体	47
3.1 人工晶体的发展简史	47
3.1.1 从天然晶体到人工晶体	48
3.1.2 从电子材料到光电子材料	49
3.1.3 面向21世纪的人工晶体	50
3.2 人工晶体的分类	53
3.3 人工晶体的形成原理	53
3.3.1 相变过程和结晶动力学	54
3.3.2 成核机理	56
3.3.3 晶体生长的界面过程	59
3.3.4 晶体生长的输运过程	62
3.4 人工晶体的合成技术	64
3.4.1 单晶生长	64
3.4.2 气相生长	64
3.4.3 溶液生长	67
3.4.4 熔体生长	69
3.4.5 固相合成	73
3.5 新晶体材料设计	74
3.5.1 试错法和新晶体材料设计	74
3.5.2 半导体发光材料	75
3.5.3 非线性光学晶体	76
参考文献	80
第4章 特种玻璃	82
4.1 特种玻璃概述	82
4.1.1 特种玻璃的特点	82

4.1.2	特种玻璃的分类	84
4.1.3	特种玻璃的制备和加工	87
4.2	光学玻璃	89
4.2.1	无色光学玻璃	89
4.2.2	滤色玻璃	92
4.2.3	耐辐照玻璃	92
4.2.4	防护玻璃	92
4.3	光功能玻璃	93
4.3.1	激光玻璃	93
4.3.2	声光玻璃	95
4.3.3	磁光玻璃	96
4.3.4	非线性光学玻璃	99
4.3.5	光致变色玻璃	103
4.3.6	电致变色玻璃	105
4.4	电功能玻璃	107
4.4.1	超声延迟线玻璃	107
4.4.2	电介质玻璃	108
4.4.3	基板玻璃	110
4.5	微晶玻璃	111
4.5.1	微晶玻璃的分类	111
4.5.2	微晶玻璃的性质及应用	112
4.5.3	微晶玻璃的核化、晶化与成核剂	113
4.5.4	微晶玻璃基本生产过程	114
4.6	多孔玻璃	115
4.7	玻璃材料的研究与发展	116
	参考文献	117
第5章	纳米材料	119
5.1	纳米材料的发展与分类	119
5.1.1	纳米科技的兴起	119
5.1.2	纳米材料的研究与发展	119
5.1.3	纳米材料的分类	120
5.2	纳米颗粒	122
5.2.1	纳米效应	122
5.2.2	纳米颗粒的特性	124
5.2.3	纳米颗粒制备方法	129

5.2.4 纳米颗粒尺寸的评估	139
5.3 纳米固体材料	142
5.3.1 纳米固体材料的结构	142
5.3.2 纳米固体材料的性能	145
5.3.3 纳米固体材料制备方法	159
5.3.4 纳米结构的测试技术	162
5.4 纳米材料的应用	164
5.4.1 在力学方面的应用	164
5.4.2 在光学方面的应用	164
5.4.3 在医学方面的应用	165
5.4.4 在磁学方面的应用	165
5.4.5 在电学方面的应用	166
参考文献	168
第6章 多孔材料	170
6.1 多孔材料及分类	170
6.2 微孔材料	170
6.2.1 微孔材料的结构及特点	170
6.2.2 微孔材料的合成及机理	171
6.2.3 微孔材料的改性技术	178
6.2.4 微孔材料的应用	181
6.3 介孔材料	185
6.3.1 介孔材料的特性	185
6.3.2 介孔材料的合成及机理	187
6.3.3 介孔材料的应用	193
6.4 大孔材料	196
6.4.1 大孔材料的特点	196
6.4.2 大孔材料的合成及机理	196
6.4.3 大孔材料的应用	198
6.5 多孔材料合成展望	198
6.5.1 介孔复合体	198
6.5.2 复合分子筛及定向设计合成	200
6.5.3 手性孔道和多维孔道材料	203
参考文献	205
第7章 无机纤维	207
7.1 光导纤维	207

7.1.1	光导纤维的研究与发展	207
7.1.2	光导纤维结构与特性参数	208
7.1.3	光导纤维制备工艺	214
7.1.4	玻璃光导纤维对玻璃材料的要求	216
7.1.5	光导纤维的应用	217
7.1.6	石英玻璃光纤	219
7.1.7	氟化物玻璃光纤	222
7.1.8	硫化物光纤	226
7.2	增强纤维	226
7.2.1	纤维增强复合材料的增强效应	227
7.2.2	增强纤维的特性与种类	228
7.2.3	新型无机增强纤维品种与性能	230
7.2.4	碳(石墨)纤维	230
7.2.5	含硅化合物系列纤维	235
7.2.6	氮化硅纤维	237
7.2.7	氧化铝系列纤维	238
7.2.8	硼纤维	239
7.2.9	玻璃纤维	240
7.2.10	新型晶须	242
7.2.11	增强纤维的研究展望	243
	参考文献	244
第8章	薄膜材料	246
8.1	薄膜材料的性质	246
8.2	薄膜材料的制备技术	247
8.2.1	真空蒸镀	247
8.2.2	溅射成膜	250
8.2.3	化学气相沉积(CVD)	253
8.2.4	分子束外延	256
8.3	薄膜材料的特点	258
8.3.1	二维材料的特点	258
8.3.2	薄膜材料制备过程决定的特点	258
8.3.3	薄膜制备方法实现的特点	259
8.4	薄膜材料的表征	260
8.4.1	薄膜厚度的测量	260
8.4.2	薄膜结构的表征方法	261

8.4.3 薄膜成分的表征方法	261
8.4.4 薄膜附着力的测量方法	262
8.5 薄膜功能材料	263
8.5.1 半导体薄膜	263
8.5.2 电学薄膜	265
8.5.3 信息记录用薄膜	267
8.5.4 敏感薄膜	268
8.5.5 光学薄膜	269
参考文献	270
第9章 生物材料	271
9.1 生物材料的发展简史	271
9.2 生物材料的分类	273
9.2.1 按材料属性分类	273
9.2.2 按材料的生物性能分类	275
9.3 生物材料的特征与评价	276
9.3.1 组织反应	276
9.3.2 生物相容性	278
9.3.3 生物相容性评价	281
9.3.4 效果显示功能	282
9.4 生物材料的合成与应用	283
9.4.1 生物金属材料	283
9.4.2 生物陶瓷材料	288
9.4.3 生物高分子材料	296
9.4.4 复合生物材料	298
9.4.5 新型生物材料	299
9.5 生物材料的表面修饰	301
9.5.1 表面固定蛋白质	302
9.5.2 表面固定氨基酸	303
9.5.3 表面固定多肽	303
9.5.4 微模型技术修饰	304
9.5.5 生物材料的表面结构特征修饰	305
9.6 生物材料的发展趋势展望	306
参考文献	308
第10章 半导体材料	309
10.1 半导体材料分类	309

10.1.1	元素半导体	309
10.1.2	化合物半导体	310
10.1.3	固溶体半导体	311
10.1.4	非晶态半导体	312
10.1.5	有机半导体	312
10.2	半导体材料的结构与键合	312
10.2.1	金刚石结构	312
10.2.2	闪锌矿和纤锌矿结构	313
10.2.3	氯化钠结构	315
10.2.4	四面体共价键与轨道杂化	315
10.3	半导体材料的物理基础	316
10.3.1	导电特性	316
10.3.2	能带结构	317
10.3.3	载流子的散射与迁移率	317
10.3.4	非平衡载流子	319
10.3.5	p-n 结	320
10.3.6	异质结和超晶格	324
10.3.7	半导体的光、热、电、磁性质	325
10.4	半导体材料中的杂质	329
10.4.1	杂质的种类	329
10.4.2	杂质对半导体材料电学性能的影响	330
10.5	元素半导体中的缺陷	330
10.5.1	点缺陷	331
10.5.2	位错	331
10.5.3	堆垛层错	332
10.5.4	化合物半导体中的缺陷	332
10.6	典型半导体材料	333
10.6.1	硅材料	333
10.6.2	锗材料	337
10.6.3	砷化镓材料	338
10.6.4	碲镉汞材料	339
10.6.5	镓砷磷材料	339
10.6.6	薄膜半导体材料	339
10.6.7	高温半导体材料	340
10.6.8	非晶半导体材料	342

10.7 半导体材料的新进展·····	346
10.7.1 国内外半导体材料的研究进展·····	346
10.7.2 半导体材料展望·····	348
参考文献·····	348
第11章 新能源材料 ·····	350
11.1 概述·····	350
11.1.1 材料的作用·····	350
11.1.2 新能源材料的任务及面临的课题·····	351
11.2 二次电池·····	352
11.2.1 储氢材料·····	352
11.2.2 锂离子电池·····	356
11.2.3 镍氢电池·····	366
11.3 燃料电池·····	370
11.3.1 燃料电池的特点与工作原理·····	370
11.3.2 燃料电池材料·····	372
11.3.3 燃料电池展望·····	378
参考文献·····	379
第12章 环境材料 ·····	380
12.1 环境材料的发展·····	380
12.1.1 环境材料的历史背景·····	380
12.1.2 环境材料的研究内容·····	381
12.1.3 材料的资源化·····	383
12.2 环境材料的评价方法·····	384
12.2.1 环境材料的判据·····	384
12.2.2 LCA 评价方法·····	386
12.2.3 其他评价方法·····	394
12.3 无机环境材料·····	396
12.3.1 无机环境材料概述·····	396
12.3.2 无机电子废弃物的利用·····	396
12.3.3 天然非金属矿物材料·····	398
12.3.4 光降解催化剂·····	399
参考文献·····	407

第 1 章 绪 论

新型无机材料是指新近发展起来和正在发展中的具有优异性能和特殊功能，对科学技术尤其是对高技术的发展及新产业的形成具有决定意义的无机新材料。新型无机材料例如光电子信息材料、功能陶瓷材料、能源材料、生物医用材料、超导材料、功能高分子材料、先进复合材料、智能材料以及生态环境材料，是当前最为人们关注的新材料领域，也是各国科学工作者研究和开发的热点。

材料的使用和发展是标志人类进步的重要里程碑。在人类即将进入知识经济信息时代的今天，材料与能源、信息并列为现代科学技术的三大支柱，其作用和意义是不言而喻的。现代科学技术的迅猛发展，使得适应高技术的各种新型功能材料尤如雨后春笋，不断涌现，它们给技术进步、新产业的形成，乃至整个经济和社会的发展带来重大影响。

1.1 新型无机材料的发展概况

材料是人类社会生活的物质基础，材料的发展导致时代的变迁，推进人类的物质文明和社会进步，例如“石器时代”、“铜器时代”和“铁器时代”等。为了生存和发展，人类一方面从大自然中选择天然物质进行加工和改造，获得适用的材料，另一方面通过物理化学加工方法研制合金、玻璃、陶瓷、合成高分子材料来满足生产和生活的需要。人们在使用这些材料时，有的是利用某些材料具有抵抗外力的作用而保持自己的形状和结构不变的优良力学性能，这些材料统称为结构材料；另一些则是通过光、电、磁、声、热、化学、生物化学等作用后，使材料具有特定的功能，主要利用其光学、磁性、超导、声学、环境和智能等特性，利用它们来制备具有记录、储存、传导、光电转换等功能元器件，这些材料总称为功能材料。

随着社会进步和高技术的发展，必然要求与之适应的各种新材料，尤其是新型无机材料。例如，航天空间技术、海洋开发技术、生物医学工程技术等尖端技术的开发，迫切要求与之适应的新型材料。20 世纪 60 年代，随着微电子工业的

发展，促进了半导体材料的迅速发展。70 年代人们把信息、材料和能源誉为当代文明的三大支柱。80 年代以来，一场以高技术为中心的新技术革命，在欧美和日本等国兴起，并迅速波及世界各国和地区，又把新材料、信息技术和生物技术并列为新技术革命的重要标志，就是因为材料与国民经济建设、国防建设和人民生活密切相关。

总之，由于高技术发展的需要，强烈刺激现代材料向功能材料方向发展，使得新型功能材料异军突起，其进展之速令世人瞩目，赋予高技术以新的内涵，促进了各种高技术的发展和应用的实现。

1.2 新型无机材料的分类

新型无机材料的分类比较复杂，分类的标准各不相同，一般可以按材料的性能和用途进行分类。

1.2.1 根据材料的性能进行分类

根据新型无机材料的性能，可将其分为新型陶瓷、非晶态材料、无机橡胶、薄膜材料、高温无机涂层等，而各类材料根据性能又分为多种类型，具体见表 1-1。

表 1-1 新型无机材料的种类、性能和用途

种 类		性 能	用 途
新型陶瓷	高温陶瓷	1500℃以上高温短期使用的陶瓷材料 1200℃以上高温长期使用的陶瓷材料	用于空间和军事技术，柴油机耐热部件
	高强陶瓷	高强韧性、超塑性等	模具、轴承、化工设备、高速切削刀具等
	超硬陶瓷	热稳定性及化学稳定性好等	
	电子陶瓷	具有压电、光电、电光等	电子工业
	超导陶瓷	超导性能	电子、能源、信息、交通生物学等
	磁性陶瓷	具有较大的磁导率和矫顽力、硬度高等性能	微波器件、量子无线电等尖端部门
	光学陶瓷	透明、红外光、荧光性能好	激光技术、发光材料、光导纤维等
	生物陶瓷	生物和化学功能	生物器官等
人工晶体		高硬度、高耐腐蚀性并有压电、热释电等	激光、光电子技术、电子技术、超导技术
非晶态材料	无机纤维	强度高、质轻	航空航天工业
	光学纤维	工作频率高、频带宽、通讯容量大	远距离通讯光缆、光电控制等
	特种玻璃	非晶态硅、半导体玻璃，透红外玻璃等	多种用途

续表

种 类	性 能	用 途
无机橡胶	具有良好的热稳定性和阻燃性	阻燃和防火材料
薄膜材料	具有高选择过滤性	用于无公害、节能、绿色化学工业
高温无机涂层	保护底基不受高温氧化、耐腐蚀等	空间技术、机械、汽车和化工等

1.2.2 根据材料的应用性进行分类

按照新型无机材料应用的技术领域进行分类,主要可分为信息材料、电子材料、电工材料、计算机材料、敏感材料、能源材料、航空航天材料、生物材料等,根据应用领域的层次和效能还可以进一步细分。应该指出,由于新型无机材料的种类很多,功能繁杂,结构特点不一,应用领域广泛,上述的分类是相对的。考虑多方面的因素,本书采用混合分类法。主要列出对于材料理论、结构功能和应用特性密切相关的类别,包括新型陶瓷、人工晶体、特种玻璃、纳米材料、多孔材料、无机纤维、薄膜材料、生物材料、半导体材料、新能源材料 and 环境材料。

1.3 新型无机材料的特点

在晶体结构上无机材料的结合力主要为离子键、共价键或离子-共价混合键。这些化学键所具有的特点,例如高的键能和键强、大的极性,赋予这一大类材料以高熔点、高强度、耐磨损、高硬度、耐腐蚀和抗氧化的基本属性,宽广的导电性、导热性和透光性以及良好的铁电性、铁磁性和压电性,举世瞩目的高温超导性也是新近在这类材料上发现的。

在化学组成上,随着新型无机材料的发展,无机材料已不局限于硅酸盐,还包括其他含氧酸盐、氧化物、氮化物、碳与碳化物、硼化物、氟化物、硫系化合物、硅、锗、Ⅲ-V族及Ⅱ-VI族化合物等。其形态和形状也趋于多样化,薄膜、纤维、单晶和非晶材料占有越来越重要的地位。为了取得优良的材料性能,无机材料在制备上普遍要求高纯度、高细度的原料并在化学组成、添加物的数量和分布、晶体结构和材料微观结构上能精确加以控制。

新型无机材料具体表现为正在发展、具有优异的性能和应用前景的特征,与传统材料之间没有明显的界限,传统材料通过采用新技术、提高技术含量、提高性能,大幅度增加附加值可成为新型材料,而新型材料经过长期生产与应用之后也就成为传统材料。新型无机材料为高技术密集型材料,具有如下的显著特点。