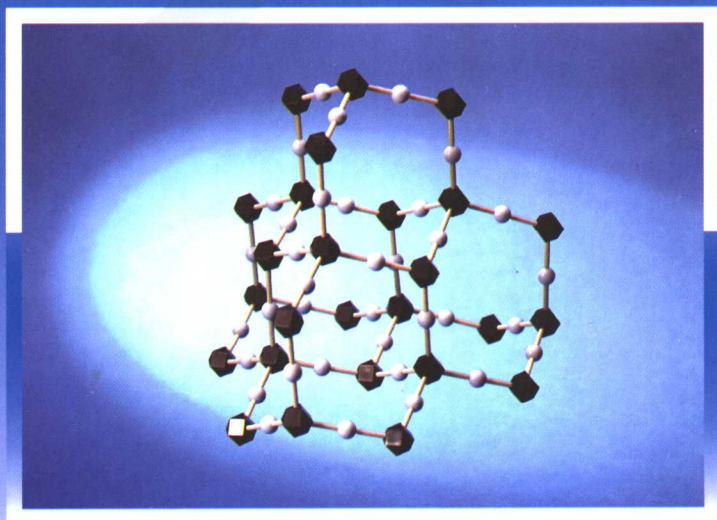


纳米技术新进展

NA MI JI SHU XIN JIN ZHAN

张全勤 张继文 编著



国防工业出版社

<http://www.ndip.cn>

纳米技术新进展

张全勤 张继文 编著

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

纳米技术新进展/张全勤,张继文编著. —北京:国防工业出版社, 2005.1

ISBN 7-118-03721-4

I. 纳... II. ①张...②张... III. 纳米材料
IV. TB383

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 122225 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)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 14 207 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

印数:1—5000 册 定价:26.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

纳米技术是在 20 世纪的最后十几年中产生并发展起来的一门高新技术,它是以纳米尺度为前提的新的材料科学技术,是以基础研究与应用研究同时兼容的技术。纳米技术是各学科、各产业的发展和产品更新换代的共同基础与起跳板。纳米技术推进了信息技术和生命科学更上一层楼,被公认为 21 世纪三大科技中最有可能产生突破的领域。它产生在信息技术和网络技术高度发展的鼎盛时期,有其必然性与必要性。

纳米技术以其纳米材料的超微细结构所显示出的物质固有的特异性能:小尺寸效应、表面效应、量子尺寸效应和量子隧道效应等而引人入胜,这是在宏观尺度上物质很难或不曾显现的。纳米技术的初期回报已经表明其威力巨大,奇迹层出不穷,实属划时代产物。

纳米技术是多学科交融的典范,是将量子力学效应工程化和技术化的最佳场合之一。科学家们正在努力利用一系列的从生物工程、化学工程、分子工程、微电子与半导体工程等借鉴而来的众多学科技术,拓展纳米技术。包括模仿人体 DNA 的工作原理:不仅为细胞提供生物编码指令序列,以便自我复制,而且还指导它们如何将单个分子组装成材料,比如头发和乳汁等。换句话说,许多纳米技术结构会自我组装来建造自我。在现代医学领域:纳米技术将使药物在人体内的传输更便捷,直接攻击病灶,歼灭癌细胞,做到“有的放矢”。环保领域:纳米技术能够高效治理工业三废,消除其对空气、水和海洋的污染,消除农药和化肥对土壤造成的破坏。工业领域:纳米技术可以促进化学反应效率提高;可使金属及合金材料增强力学性能;使橡胶、塑料等耐磨损、抗老化及其使用寿命提高;可使陶瓷制品富有韧性,打不烂、摔不碎。在生活领域:纳米技术将给人们带来舒适、安逸、健康长寿以及丰富多彩的物质享受等。

为配合当前社会各阶层人士对纳米技术知识的需要与了解,作者汇集国内外有关纳米技术和纳米材料大量文献与科技信息资料,经加工整理编撰成册,取名《纳

米技术新进展》。内容主要包括有纳米技术的基本概念;纳米材料目前有关的制备方法;纳米材料的结构体系与性能分析;纳米结构的检测及表征手段;应用事例介绍以及其发展前景;并着重分析了纳米技术与人们生活的联系,特别是有关纳米产业发展现阶段的商机与生财之道,这是直接影响纳米技术及其产业能否顺利拓展的关键。例如,本书 9.2.1 节中,作者以自己的知识和实践经验,倡导建立纳米粉体材料专业化“中试和工程放大”厂商机制,并提出了创建这种“中间服务厂商”行业的具体方案与措施。

纳米材料工程从研究—开发—产业(R&D&P)化过程中至关重要的环节就在“中试和工程放大”上。此两个环节由专业厂商统盘经营,与该工程的周期、资金、目标质量三大要素皆大有裨益。有识之士抓住时机,切莫失之交臂。

本书采取的笔法主要是考虑到以下社会群体的阅读需求与参考:①作为纳米技术的知识交流,面向一般科研、工程技术人员的新知识补充,以触发其创新思维活动。②作为纳米技术的信息传播,面向公务人员,文、教、医、卫知识阶层。③作为纳米技术产业的商机启示,

对工商实业界有识之士提供经营选择知识储备。④纳米技术的普及,面向社会宣传,目的在于理性地维护和参与发展纳米技术,造福人类。

作者长期从事大型机械、光学仪器和粉体机器的开发、设计和制造以及科技信息研究工作,曾参与济南倍力粉体技术工程有限公司贝利粉体加工中心的微粉机器研发及生产工艺。在粉体工程、微粉及超微粉方面颇有深入的探索。

本书出版过程承蒙九三学社李佐成、方震诸位的帮助得以顺利完成,特此致谢。

此书成稿仓促,水平有限,错误在所难免,敬请广大读者提出批评指正,诚表谢意。

张全勤

2004年10月

目 录

第一章 纳米技术的基本概念

1.1 纳米技术	2
1.1.1 纳米技术产生的背景	2
1.1.2 纳米技术的意义与内涵	7
1.2 纳米技术的发展过程	10
1.3 纳米技术的预备知识	13
1.3.1 组成物质的原子和分子	13
1.3.2 材料的基础知识	20
1.3.3 材料改性应知	40
1.4 纳米技术与纳米材料	42
1.4.1 纳米材料是纳米技术的 重要组成部分	42
1.4.2 纳米材料是纳米技术	

更进一步发展的基础	44
1.5 明万物之微,创未来之著	44
1.6 纳米材料	46
1.6.1 纳米材料的定义	46
1.6.2 纳米材料研究的内涵	47
参考文献	47

第二章 纳米材料的结构与特性

2.1 纳米材料的结构	59
2.1.1 纳米材料的结构类型	59
2.1.2 纳米粒子	61
2.1.3 纳米薄膜	62
2.1.4 纳米流体材料	68
2.1.5 纳米态水	73
2.1.6 纳米相块体材料	75
2.1.7 纳米碳管与富勒烯	77
2.1.8 纳米带	80
2.1.9 纳米结构组装体系	82
2.1.10 纳米涂层	87
2.2 纳米材料的特异性能	88

2.2.1 表面效应	90
2.2.2 小尺寸效应	93
2.2.3 量子尺寸效应	99
2.2.4 量子隧道效应	100
参考文献	102

第三章 纳米材料的进展及制备方法

3.1 纳米材料进展历程	106
3.2 纳米微粒(粉体)制备	107
3.2.1 物理方法	108
3.2.2 化学方法	112
3.3 纳米晶粒结构材料的制备	116
3.3.1 惰性气体蒸发—原位加压法	116
3.3.2 高能机械球磨法	116
3.3.3 气相沉积法	117
3.3.4 高压压制法	117
3.3.5 非晶晶化法	117
3.3.6 深度塑性变形法	118
3.3.7 有序自组装法(化学组装法)	118
3.3.8 机械熔合法	119

3.4 纳米材料制备后续工艺	119
3.4.1 纳米粉体的团聚与分散	119
3.4.2 表面改性	121
3.4.3 超细粉碎	124
参考文献	125

第四章 纳米材料的应用

4.1 化工石油产品中的应用	128
4.1.1 催化剂	128
4.1.2 橡胶制品工业上的应用	131
4.1.3 塑料工业中的应用	134
4.1.4 涂料工业中的应用	137
4.1.5 粘接剂和密封胶应用	145
4.1.6 纤维中的应用	145
4.1.7 有机玻璃中的应用	149
4.2 医药保健领域的应用	149
4.2.1 纳米药物载体	150
4.2.2 人工器官与组织	152
4.2.3 中药现代化	153
4.2.4 早期诊断系统	155

4.2.5	保健应用	156
4.3	电子工业领域的应用	156
4.3.1	纳米电子器件	157
4.3.2	功能材料中的应用	174
4.4	生物技术方面的应用	176
4.4.1	纳米生物材料	176
4.4.2	纳米生物器件	177
4.5	环保和能源方面的应用	181
4.5.1	绿色能源	181
4.5.2	环境保护	188
4.6	陶瓷工业产品中的应用	191
4.6.1	纳米陶瓷的特征	192
4.6.2	纳米陶瓷材料产品状况	194
4.7	其他特异功能的应用	199
4.7.1	表面疏水、疏油性材料	200
4.7.2	纳米材料中的一簇奇葩	203
	参考文献	205

第五章 纳米技术与日常生活

5.1	纳米技术,生活需求	208
-----	-----------------	-----

5.1.1	生活理性化	208
5.1.2	生活得更健康	211
5.2	纳米技术改变了人们的生活	220
5.2.1	衣	220
5.2.2	食	223
5.2.3	住	224
5.2.4	行	225
5.2.5	用	226
	参考文献	228

第六章 纳米结构的检测与表征手段

6.1	扫描隧道显微镜及其原理	230
6.2	主要几种功能显微镜简介	233
6.2.1	原子力显微镜(AFM)	233
6.2.2	低温扫描隧道显微镜(STM)	234
6.2.3	弹道电子发射显微镜(BEEM)	235
6.3	扫描隧道显微技术的应用	235
6.3.1	实现操纵原子	236
6.3.2	表面纳米级刻蚀加工	237
6.3.3	研究和利用单原子	238

6.3.4 STM 检测与观察研究	240
参考文献	241

第七章 纳米技术与人类的认知

7.1 开辟了人类认识物质世界的新领域	244
7.1.1 揭示物质构成的奥秘	244
7.1.2 敞开了知识创新、技术创新的源头 ...	247
7.1.3 多学科交融、原始创新	250
7.1.4 纳米技术将遵循可持续发展原则	251
7.2 纳米技术将引发一场新产业革命	253
7.2.1 新的技术精度标准——纳米(nm)	253
7.2.2 量子信息技术	257
7.2.3 军事技术的变革	260
7.2.4 生物技术的变革	264
7.3 如何面对纳米技术的发展	266
7.3.1 消极观点与呼声	266
7.3.2 正确应对,建立社会约束机制	271
7.3.3 倡导纳米技术的“天人合一”	274
7.3.4 仿效大自然	275
参考文献	277

第八章 纳米技术蕴藏着巨大财富

8.1 纳米技术领域的世界角逐	280
8.1.1 世界各国的战略部署	280
8.1.2 纳米技术孕育着一场“无硝烟大战” ...	287
8.1.3 创造竞争优势	291
8.1.4 人才争夺	294
8.2 蕴藏巨大的财富	296
8.2.1 纳米技术,节约资源	297
8.2.2 新的经济增长点	298
8.2.3 创造财富	301
8.2.4 有利生态平衡	304
参考文献	306

第九章 期盼着的纳米时代

9.1 纳米技术的初级阶段	310
9.1.1 纳米产业崛起	311
9.1.2 纳米粉体材料为产业龙头	313
9.1.3 不平衡发展,市场效应	315
9.1.4 财富聚积	317

9.1.5	知易行难	319
9.2	孕育巨大商机	320
9.2.1	专业化“中试、工程放大”厂商	321
9.2.2	纳米粉体材料企业	328
9.2.3	纳米技术改造传统产业	330
9.2.4	纳米生物技术在医药产业中的应用 ...	339
9.3	激活并带动上、下游一批产业群新生	343
9.3.1	带动微电子、信息、网络、计算机等 产业飞跃发展	344
9.3.2	激活生物学向产业化迈进	345
9.3.3	促进化工产业大发展	358
9.3.4	材料科学及其产业成为发展热点	360
9.3.5	纳米机械与其配套产业的发展	362
9.3.6	激发其他产业发展与新生	383
9.4	产业前景展望	384
	参考文献	387

第十章 新世纪的产业革命

10.1	新世纪产业革命的意义与实质	390
10.1.1	意识形态潜移默化	391

10.1.2	世界经济格局分化与整合	395
10.1.3	体现人的价值	398
10.2	纳米技术主导的产业革命	402
10.2.1	带给传统产业的革命	402
10.2.2	给农业领域带来的大变革	405
10.2.3	给第三产业带来生机	411
10.3	新概念、新理论的出现	412
10.3.1	建立新的理论	413
10.3.2	推行新的技术标准	415
10.4	世界科技中心的变迁	418
10.4.1	历史上世界科技中心的形成与 转移	418
10.4.2	新产业革命的到来世界科技中心 将转向中国	422
10.4.3	21 世纪看中国	428
	参考文献	430