当代新材料若干发展趋势

杨荣兴

（桂林工学院）

摘 要 当新代材料的发展趋势主要表现在复合材料、超导材料、集成电路材料、信息材料(电子材料)、智能材料、纳米材料、生物医用材料和新型晶体材料的研制与开发。

关键词 材料；发展趋势

中图号 TB3；TB33

材料、能源、信息是现代技术文明的三大支柱，而能源和信息技术的发展又受制于材料的进步程度，因此，材料是现代科学技术的支撑和保证。

当今任何工业发达国家都毫无向外地把开发新材料列入重点发展的高新技术领域，作为巩固国防、发展国民经济的重要手段。如日本提出的90年代四大技术，其中之一就是新材料；法国拟定的20项关键技术的第二项是材料科学；英国、德国投入新材料研究的人员和经费约占整个科研人员和经费的一半；俄罗斯将材料纳入统一的国家计划并给予优先安排；1991年美国国防部公布的20项关键技术中，涉及材料科学的有7项，占三分之一；美国提出的“星球大战”计划和西欧联合制订的“尤里卡”计划都一致将先进材料技术当作21世纪高技术竞争的制高点。随着现代科学技术的发展，新型材料不断问世，当今材料科学的发展趋势主要表现在以下材料的研制与开发上。

1 复合材料

不同种类材料的相互替代和复合，已是当前材料研究和应用的总倾向。单一的金属材料，无机非金属材料、有机高分子材料等虽然各有特点，但也有固有的缺点，因此，出现了许多新的复合材料[1~4]。所谓复合材料，就是把不同材料互相结合，取长补短，成为性能优异的新材料。

典型的复合材料，按结构组成可分为：树脂基纤维复合材料、金属基复合材料、陶瓷基复合材料、碳／碳复合材料和水泥基复合材料等；按功能性质可分为：导电功能复合材料、导磁功能复合材料、换能功能复合材料和屏蔽功能复合材料。

例如，将各种纤维材料与树脂基体复合在一起，经固化后形成的材料具有高强度、高模量、重量轻、耐磨蚀、抗疲劳、抗震、热膨胀系数小及稳定等特点，并且经处理后可以满足对电磁波的反射、透波等不同性能要求。目前，各种类型的纤维复合材料已广泛用于制作航天、航空、雷达、通信卫星的关键器件以及民用（如汽车制造工业）。

1995年3月22日收稿，5月29日改回。

作者简介：杨荣兴，男，1963年出生，讲师，现在中国地质大学（北京）攻读博士学位，无机硅酸盐材料专业。

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki

目前，在以锆钛酸铅（PZT）、复合钙钛矿型结构材料（PCM）、钛酸铅（PT）铁电陶瓷和聚偏二氟乙烯（PVDF）、聚三氟乙烯（PTRFE）、环氧树脂（ER）等原料制作复合压电功能材料方面取得了长足的进步。这种复合功能材料可通过改变组成配比来实现对压电性能参数的调控，以满足不同应用要求，因而在高灵敏变压力传感器、爆电换能器、冲击波探测器、水声换能器（声呐）等方面有重要作用。

最近 10 年发展起来的隐身材料[5]，利用其对电磁波的吸收和透波性能，制作成飞行器的结构应用材料或涂层材料而使飞行器具有明显的隐身效果。

与复合材料类似，材料表面处理技术和表面科学已成为材料科学的一个新的领域[6~7]。材料的表面涂层和气相沉积是近十几年来发展很快的一种新工艺，成为提高材料使用性能和寿命的有效途径[8]。离子注入技术使材料具有抗磨性或抗腐蚀性也在国内外得到应用或探索[9]。

2 超导材料

在超低温下失去电阻的物质，称之为超导体。自 1986 年瑞士科学家 Müller 等发现镧钡铜氧系液氮温区的超导体以后，经过各国科学家的努力，现已发现了几十种新的氧化物超导体。目前，国际上高温超导体的水平为：块材的临界转变温度 $T_C \geqslant 153K$（汞钡钙铜氧），薄膜的临界电流密度 J_C 在 77K，零磁场下为 $10^6 \sim 10^7 A/cm^2$，薄膜的微波表面电阻 R_S 在 77K、10GHz 时不大于 $130\mu\Omega$[4][2][10]。

超导材料将最先应用于电子学上、将有效地增加频带宽度、降低发射功率、抑制相位噪声，提高系统的灵敏度。在计算机、集成电路上可以大大缩小其尺寸，超导多层布线可以大大提高信号传输速度和集成度，而做成 SQUID 后可用于医学、生物、大地物理无损检测等方面的磁学精密测量。此外，超导大型磁体在磁共振断层扫描、高能加速器、能量存储、电力输运等方面也是必不可少的[11]。

3 集成电路材料

集成电路是信息科学与技术的基础。目前主要是单晶硅、砷化镓、磷化铟等半导体材料，构成了集成电路的主体材料。随着集成度的增加，线宽的缩小，运算速度的增加，对单晶质量要求愈来愈高[12]。

近年来，由于分子束外延（MBE）、金属有机化学气相沉积（MOCVD）和化学束外延（CBE）等先进材料生长设备及技术的创新和不断完善，促进了半导体超薄层微结构材料的迅速发展，使微电子和光电子器件的设计从传统的“杂质工程”发展到“能带工程”。由超晶格材料构成的异质结构、超晶格量子阱等，对超高速电子器件、负阻振荡器件、平面阵列红外探测器、多量子阱异质结激光器和光学双稳态器件起着关键作用[13~14]。

超晶格材料在生长、加工方面较成熟，在均匀性、可控性和产量方面有明显的优势。1987 年美国贝尔实验室研制成砷化镓／砷化镓铝量子阱红外探测器，现已制成 128× 128 六面阵成像器件。

4 信息材料（电子材料）

信息，是通信、计算机和控制技术的统称。信息材料包括信息的获取、传输、存储、显

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki

示及处理有关的材料。由于信息的传递媒介是电子和光子，主要是电子，所以又称为“电子材料”。信息材料主要有如下几种:

4.1 铁电压电陶瓷材料

铁电陶瓷是指一类具有自发极化且极化方向可随外电场偏转定向的功能陶瓷材料。铁电陶瓷可实现压力和信号之间的可逆能量转换。利用这一压电效应，可制作大功率超声、水声换能器，还可制作通信机用的滤波器、高压点火及引爆器、压电陀螺、压电振动加速度计、流体监控器、压电变压器、压电蜂鸣器以及无声超声检测探头等。另外，利用透明铁电陶瓷的光电记忆效应，一次及二次电光效应，可制作图像显示装置、光记忆元件和光调制器及核爆护目镜[15]。

4.2 敏感陶瓷材料

敏感陶瓷材料是功能陶瓷的一个分支，它可以用电信号的方式对外部环境包括热、光、温、湿、压力及气氛等条件的变化作出反应，从而在传感技术的发展进程中扮演十分重要的角色。不同类型的敏感陶瓷制作的传感器可以模仿不同的生物功能来实现信息的转换，如声音传感器、光学视觉传感器、气氛和湿度嗅觉传感器等[16]。这些特殊功能器件在航空航天、自动化控制等技术领域具有巨大的应用价值。

4.3 信息存储材料

磁存储介质材料是应用最为广泛的信息存储材料[15][17]。近年来，国外重点发展了磁粉和钡铁氧化磁粉，并由颗粒涂布型磁存储介质向连续薄膜型存储介质方向发展。已制备出矫顽力 $H_C \geqslant 120$ kA / m，颗粒尺寸$\leqslant$ 20 nm。的金属磁粉。利用铁粉制备的涂布型磁盘已商品化，13.34 cm 的双面软磁盘容量已达 16～20 MB。

信息可擦写的磁光盘存储材料是由美国 IBM 公司首先提出的，并在 1990 年有磁光驱动器和 13.34 cm 磁光盘销售，1993 年底推出 8.89cm 磁光盘。13.34cm 磁光盘能提供 1GB 的信息容量，1994 年已达到 10～20GB，相当于目前 1～2 万张软磁盘。第一代磁光材料是非晶稀土-过渡金属合金连续薄膜，典型材料是 Tb-Fe-Co（铽-铁-钴）薄膜，制备方法主要采用真空溅射技术。典型的第二代磁光材料主要是铋、镓代镝石榴石（DYIG）材料。

相变光盘材料是利用晶体结构 2 种状态的转变，如非晶态到晶态、或者是由一种结构的非晶态到另一种结构的非晶态的转变来实现信息存储，并由 2 种状态对光的折射率或反射率不同来读出信息。日本和美国的产品已于 1992 年投放市场，利用的材料是硒（Se）碲（Te）复合半导体薄膜材料，在激光的照射下从晶体向非晶态转化实现信息存储[18]。实用的 13.24 cm 相变光盘容量可达 150MB，但存取时间比磁光盘长，反复擦写次数较磁光盘少。

5 智能材料

由于近代高科技的迅猛发展，和自动化、信息化、计算机技术化的需要，材料科学正向智能化的方向转变。

智能材料是一种能模仿生命系统，同时具有感知和激励双重功能的材料。它既能感知环境状态的变化，又能自动作出类似有生命物质自适应的智慧反应（包括自诊断、损伤自抑制、自修复、自控制等功能）。实际上，这已不仅是材料，而且是一种结构或系统[19~20]。目前，用于飞机结构方面的智能材料研究较多[21]，例如锆酸铅压电材料和电流变液体（ERF）等。

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki

智能材料是一门交叉学科，集高技术传感器、功能材料、结构材料及微电子技术于一体，为材料科学、化学、物理、自动控制、机器人、计算技术等众多领域所共同关注的一门跨世纪的高新技术领域。

今后智能材料的发展，将以其结构的构思、智能材料新的制备方法（分子和原子控制、粒子束技术、中间相和分子聚集等）、自适应材料和结构、智能超分子和膜、智能凝胶、智能药物释放体系、神经网络、微机械智能光电子材料等的综合研究为主要方向。

6 纳米材料

纳米材料，是指显微结构中的物相具有纳米（nm）级尺度的材料。它是80年代中期发展起来的一种新型材料，由颗粒尺寸为纳米级的超微粒子经过特殊的压制、烧结技术或溅射而成。纳米材料在力、热、磁、光、吸波、敏感等方面有着比通常结构下的同成分材料特殊得多的性能[15],[22~25]。运用纳米材料制备技术可精确地控制材料的结构、直至达到分子层次上的有序。而分子组装技术又可以按特定的功能要求，比较方便地将不同类的有机材料、生物材料、无机分子簇组装在一起，从而提供了新一代性能优化的功能材料。

纳米材料研究中最引人注目的焦点之一是纳米陶瓷[23]，它具有塑性和韧性的效果。纳米陶瓷的制备为根本解决陶瓷脆性开辟了新的途径，是材料科学领域具有战略意义的事件，目前已制备出形变率为400%的超塑性二氧化锆陶瓷。

7 生物医用材料

此类材料目前已形成了很大的产业，且以每年13%的速度增加，包括人工器官、生物传感器、生物技术、血液制品、药物输送机构和外科材料等方面。

常用生物材料有金属（钛、不锈钢、钼铬钼合金）[26]、陶瓷[16]（氧化铝、铝酸钙、生物玻璃）、碳素材料及多种高分子材料和复合材料[27]。到目前为止，除了神经系统外，几乎各种器官都能用生物材料做出来并具有较好的生物功能[28]。例如，生物活性玻璃陶瓷、是对人类进行硬组织修复的重要材料，它在体内不分解、化学性质稳定、耐腐蚀、相容性好，能与硬组织直接结合（因为它含有人类骨骼中的主要无机盐——磷灰石晶体）。该材料的多孔性、使软组织可以长入（当孔隙小于50 μm时），硬组织也可以长入（当孔隙大于100 μm时）。

随着生物医学工程的发展，生物功能材料的研究必将进一步深入。

8 新型晶体材料

新型晶体材料，在国防科技和高新产业中日益受到重视和应用。其中，激光晶体是固体激光系统的心脏，是激光技术的物质基础[18,29]。包括用于高功率、可调谐固体激光器和激光核聚变的激光晶体材料，如掺钕铝石榴子石（Nd^{3+}: YAG）、钕玻璃、红宝石、掺钛蓝宝石（Ti: Al_2O_3）、掺钕钒酸钇（Nd: YVO_4）、掺钬或铬或铥的钇铝石榴子石（Ho: Cr: Tm: YAG）、可调激光晶体、激光倍频晶体等等。

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki

参考文献

1 赵家祥、周瑞发等. 先进复合材料及其应用研究的现状与发展趋势. 复合材料学报, 1993, (3): 18, 35～36; (4): 7～8
2 吴人洁. 复合材料的未来发展. 机械工程材料, 1994 (1): 16～20
3 Koczak M J. Advanced materials for future industries needs and seeds (Proceeding of zth JISSE). Japan SAMPE, 1991. 713
4 师昌绪. 高技术新材料的现状与展望. 机械工程材料, 1994 (1): 3, 6, 34
5 宋焕成, 仲伟虹. 飞机隐身技术与复合材料. 航空制造工程, 1994 (12): 11～12
6 刘列, 子克等. 吸波涂层材料技术的现状与发展. 宇航材料工艺, 1994 (1): 1～9
7 北京化工编辑部. 新型表面处理剂及表面处理新工艺, 北京化工, 1994 (2): 45
8 王渠东, 喷射沉积金属基复合材料的研究进展. 兵器材料科学与工程, 1994 (2): 11～18
9 姚维康. 抗环境腐蚀耐热材料的发展. 机械工程材料. 1994 (2): 6～15
10 朱孝信. 超导材料的发展近况. 武汉造船, 1994 (1): 29～37
11 林良真. 我国超导技术应用研究进展. 电工电能新技术. 1994 (3): 25～30
12 张尚安等. 大尺寸$Bi_{12}SiO_{20}$单晶生长的研究. 量子电子学. 1994 (1): 71～76
13 孙鸿涛等. 多晶$BaTaO_3$陶瓷的纳米非均匀性与电性能. 硅酸盐学报. 1994 (2): 134～140
14 段树坤. InP系量子阱结构的MOVPE生长. 稀有金属. 1994 (4): 305～312, 314
15 杨遇春. 高新材料若干进展. 稀有金属. 1994 (6): 449～455
16 董人禾等. 压电陶瓷的生物阶效应. 无机材料学报. 1994 (4): 471～474
17 Katsumi Tanigaki. Materials Science and Engineering. 1993, B19 (1–2), 135
18 胡关钦等. 激光/磁光复合功能晶体-Nd: $Bi_4Ge_3O_{12}$. 无机材料学报, 1994 (3): 275～280
19 张刚. 智能型复合材料. 航空制造工程. 1994 (6): 31～32
20 唐国宏等. B_4C-TiB_2-W_2B_5复合材料研究. 航空学报. 1994 (6): 761～764
21 赵晓鹏等. 智能材料及其在航空工业中的应用前景. 航空制造工程, 1994 (5): 9～11
22 赵义善. 引人注目的高新材料——纳米材料. 航空制造工程. 1994 (16): 29～31
23 温树林等. 陶瓷界面和晶界精细结构研究最新进展. 无机材料学报. 1993 (3): 382～384
24 陈敬中. 纳米科技材料的发展与展望. 地质与勘探, 1994 (2): 32～38
25 李玲. 超细粉体材料的发展与展望. 地质与勘探. 1994 (2): 39～41
26 唐农轩等. 医用金属材料及其应用(五). 稀有金属材料与工程, 1993 (1): 77～81
27 曾其蕴等. 生物复合材料的特征及仿生的探讨. 复合材料学报. 1993 (1): 1～8
28 薛淼. 医用生物材料研究进展. 国内外医学科学进展. 1985 162～167
29 涂朝阳. 激光新材料Nd^{3+}: $Li_6Y(BO_3)_3$晶体的助溶剂生长. 硅酸盐学报. 1993 (6): 568～571

SOME PROGRESSES AND TRENDS IN MODERN MATERIALS

Yan Rongxing

(*Guilin Institute of Technology*)

Abstract This article deals with some new progresses and trends in modern materials, that is, compound material, superconductive material, message material (electronic material), intelligent material, nanometer material, biomaterial and medical materials, and new crystal material.

Key words material; progress and trend

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki