

纳米材料研究及制备技术进展

◆张丛睿

(北京工商大学 北京市 100037)

摘要: 纳米材料在现代社会生产中十分常用,而相对于发达国家,我国纳米技术的研究起步较晚,发展还十分有限,本文主要从我国纳米技术的研究情况、纳米材料的种类以及应用范围、纳米材料的制备技术以及我国纳米材料研究技术的展望几个方面进行研究,希望有效推进我国纳米材料研究步伐。

关键词: 纳米材料; 研究; 制备技术; 进展

前言

由于我国纳米材料研究起步较晚,虽然经过几年的发展,取得一些成绩,但是,相对于发达国家来说,依然比较落后,一些主要技术依然要依靠技术引进。本文主要对我国纳米材料研究的情况以及相应的制备技术进行研究,希望能给广大研究人员一些启发,进而有效地推进我国纳米材料相关领域的研究。

1 我国纳米技术的研究现状

在我国,纳米技术的研究已经成为了一个十分热门的专业,据不完全统计,国内已经先后成立了60多个研究小组,从事纳米材料制备和应用研究的人员也在逐年增加。现有的纳米材料生产线先后采用了化学、物理等多种方式制备出了氧化物、合金与金属、碳化物、氮化物等多种纳米粉末材料^[1]。同时,建立了相应的生产体系,制作成了纳米块料、纳米薄膜等材料,成功研制出了具有较高性能、形状更加复杂、高致密度的纳米陶瓷材料。

但是需要注意的是,我国的纳米材料生产并没有实现产业化,很多的技术都还处于研发的过程中。要想将研究成果转化成生产力,还需要加强努力。要想做好我国的纳米技术研究工作,技术人员可以尝试从以下的几个方面着手:首先,要做好纳米技术的基础研究工作以及应用方面的研究工作。其次,要鼓励不同学科的研究人员参与到纳米技术的研究中,大家在各自的领域中交叉创新,并实现技术的集成。此外,要重视应用纳米技术来改变传统的产品,提升产品的技术含量。最后,要重点关注纳米生物学、纳米医学、纳米电子学等领域的研究。

2 纳米材料的种类及主要的应用范围

2.1 纳米材料的种类

纳米材料的种类有很多,主要包括:纳米纤维、纳米粉末、纳米复合材料、纳米膜、纳米结构、纳米块体等^[2]。其中,纳米粉末开发耗费的时间最长,相关技术也最成熟,同时纳米粉末也是其他纳米材料制备的前提。

纳米纤维的制备中,主要采用的是产度较长且具备纳米尺度的线状材料,纳米纤维材料可以用于新兴激光材料、微导线、发光二极管材料、微光纤材料的制作中。

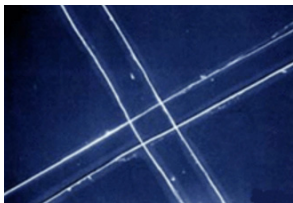


图1 纳米纤维

纳米粉末又被称作是超细粉或是超微粉,多数情况下指的都是粒度在100纳米以下的颗粒或是粉末,是一种处于分子、宏观物体、原子之间的固体颗粒材料。



图2 纳米粉末

纳米复合材料主要指的是不同类型的纳米微粒的复合,纳米

薄膜和纳米微粒的复合,常规块体与纳米微粒的复合,也包括不同材质的纳米薄膜自身的复合。这些化学材料都有属于自己的化学性能和物理性能,包括纳米复合陶瓷材料、纳米微晶稀土材料等已经受到了人们广泛的关注。

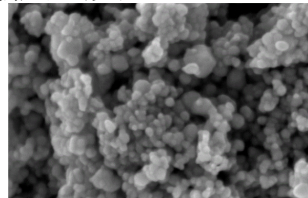


图3 纳米离子液体复合微粒

纳米膜包括致密膜与颗粒膜两种。其中,颗粒膜制备的主要原理就是将颗粒黏在一起,两层薄膜之间一般会有十分细小的间隙,相对于颗粒膜来说,致密膜之间的层致比较紧密,主要可以用于制作过滤器材、光敏材料等。

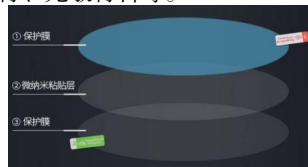


图4 纳米膜

纳米结构主要是将纳米尺度的物质按照一定的顺序排列在一起,其主要包括三维的体系、二维的体系、一维的体系,属于纳米材料中一个十分特殊的分支。

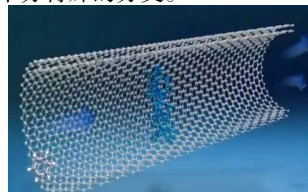


图5 纳米结构

纳米块体主要是通过控制金属液体结晶或是对纳米粉末进行高压处理得到的。



图6 液体封装的纳米级金属颗粒材料

2.2 纳米材料的主要应用范围

纳米材料的应用范围十分广泛,具体包括以下的几个方面:

首先,在磁学、光电子学、纳米电子学的领域有十分广泛的应用。纳米粒子有较强的宏观隧道效应,其能够最大限度地缩小微电子器件的体积。1997年,美国科学家成功研制出了移动单电子,其存储容量和速度相对于传统的材料来说都有了大幅度的提升,在这一研究成果的指导下,成功发明了量子计算机^[3]。2001年,荷兰科学家成功研制出了单电子纳米碳管晶体管。以上这些发明,都给人们的生活带来了巨大的变化。

其次,在生物学和纳米医学领域的应用。相对于我们体内的红血球、细胞的体积来说,纳米微粒的体积要小很多,这也为医学研究做出了巨大的贡献,现在已经得到了十分广泛的应用。借助SO₂微粒成功实现了人体细胞的分离,纳米微粒新型药物给广大患者带来了新的福音,局部定向治疗使癌症的治愈成为了可能。同时,生物芯片的研制也开始被广泛的应用于人类遗传诊断、药物开发、临床诊断等领域中。

此外,纳米材料的使用也很好地推动了国防科技领域的发展,例如:纳米电子元件就经常被作为虚拟战场上的实时联系工

具使用,同时利用纳米机械系统制作的小型机器人可以帮助我军完成危险性较大的打击任务,借助一枚小型运载火箭就可以发射千万颗卫星,同时,在隐身术的研究上,纳米材料也有非常好的表现。

另外,纳米材料也被广泛地应用于陶瓷材料的生产中。韧性较强的陶瓷材料在强腐蚀、高温等恶劣的工作环境中能够发挥其他材料所无法取代的重要作用。对于传统的陶瓷材料来说,脆性是一个一直都无法克服的缺点。纳米陶瓷材料就能很好地解决传统陶瓷材料脆性较强。容易损坏的问题,纳米材料具备和金属材料相似的超塑性,这也是在我国纳米材料研究领域,专家们一直在重点关注的一个问题。例如:符合纳米氧化钛陶瓷在180摄氏度的高温环境下,可以实现100%的塑性形变,及时是在室温的条件下,也可以实现塑性形变。

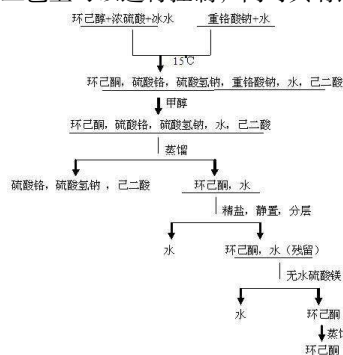
除了以上提到的应用途径之外,由于纳米颗粒材料具备表面反应活性高、表面积大、催化效率高、表面活性中心多、吸收能力较强等优势,因此,在化工催化领域有着十分优异的表现。例如:在火箭固体燃料中,将纳米镍粉主卧主要的催化反应剂,其燃烧效率可以增强至传统催化材料的100倍。北京大学李飞孝教授就成功借助液相纳米组装技术研制出了第四代燃油添加剂,使燃油的燃烧效率得到了大幅度的提升。

3 纳米材料的制备方式的发展

3.1 使用气相法进行制备

气相法主要指借助各种手段将不同的物质变为气体,使材料能在气体状态下产生化学反应或是物理变化,最后将得到的气体进行冷却,得到需要的纳米微粒。气相法又可以分为化学气相喷射法、化学气相凝聚法、化学气相反应法、气体中蒸发法等。其中,借助气体中蒸发法,科研人员已经制备出了30多种纳米合金以及金属材料、氧化物、纳米陶瓷粉体等。

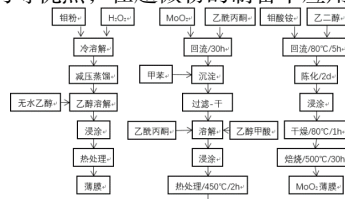
化学气相反应法技术也已经十分成熟,现已被广泛的应用于原子反应堆、特殊材料的制作、微电子材料的研制等领域[4]。同时,此项技术还可以用于金属材料的制备,包括金属氧化物、碳化物、氮化物、硼化物等,通过化学气相反应法制备的材料颗粒大小均匀,具有较好的分散性和较高的纯度,化学反应活性要优于其他材料,工艺上可以进行控制,同时具有过程连续的优点。



图金属材料环己酮的制备

3.2 使用液相法进行制备

稀土纳米氧化物的主要制备方式就是液相法。其中,以沉淀法应用最多,其出发点主要是均相的溶液,通过多种方式将溶剂与溶质分离,溶质会逐渐形成相应大小和形状的颗粒,进而得到需要粉末的前驱体,将得到的粉末前驱体进行热解操作,就可以得到纳米微粒,经常使用的制备方式主要包括溶胶-凝胶法、沉淀法、辐射化学合成法、水解法、乳液法、喷雾法、氧化还原法、溶剂法、蒸发溶剂热解法、溶剂法等。液相法在实验室和工业生产中的应用十分广泛,其主要具有生产运料容易取得、生产设备简单、粉质均匀等优点,在超微粉的制备中应用十分普遍。



图液相法

3.3 使用固相法进行制备

固相法在制备粉体的过程中,主要是通过固相到固相的方式

实现的,在实际的制备过程中,还会出现液相到固相、气相到固相的状态变化,其主要包括球磨法、热分解法、溶出法、固相反应法、活法放电法等。我国的纳米技术研究还成功的使用固相法制作出了纳米氧化铈,同时也有研究人员通过这种方式制备出了纳米陶瓷的粉体。

作为一种传统的制粉方式,固相法主要被用于粗颗粒的微细化工作中,由于其具有生产成本低、制备工艺简单、产量高等优点,加之近几年我国纳米研究领域气相粉碎、高能球磨等方式的出现,固相法在对颗粒度以及纯度要求不高的领域依然广泛适用。但是,固相法普遍存在效率低、能耗大、研磨过程中容易出现杂质等问题,固相法主要可以分成化学法和物理法两种。



图固相法

4 纳米材料研究前景的展望

由于纳米材料具备特殊光、磁、电、声、热、生物学、化学等方面的性能,因此被广泛的应用于国防工程、宇航、计算机工程、磁记录设备、生物工程、环境保护、化工、核工业等领域。不仅有效地推动了我国高科技领域的发展,同时,也给传统产业的发展注入了新的活力[5]。可以预见,随着纳米材料制备技术的不断发展以及纳米材料应用范围的不断拓宽,其必将会对其他产业以及化学工业的发展带来重大的影响。

在国际市场上,很多纳米材料已经开始进入到工业生产领域,很多国际上大型的化学公司也纷纷将纳米材料引入到自己的生产中。在日本、德国、美国等一些发达国家,还出现了很多专业考法纳米材料的公司,其中,日本的高技术陶瓷应用研究始终在行业的前沿。在未来,纳米材料的应用范围也会更加广泛,甚至有人曾经预言过:“一旦科研人员掌握了制造纳米级材料装置的技术,世界就会进入到纳米新时代。”

我国研究人员已经将纳米材料合成技术作为纳米研究领域的一项重点内容来对待。现阶段,我国已经拥有了专业的超微细粉体材料的生产单位,例如:铝粉的生产已经初具规模,另外,碳酸钙、氧化锆、氧化硅、氧化钛等材料的生产也应有非常好的发展。但是在我国,真正意义上的纳米材料合成技术还处于研究与探索的阶段,主要的纳米材料合成技术研究还局限于高校以及具备研究条件的科研院所。近几年,我国在纳米材料的生产中,很多技术还主要依靠国外引进,但是,随着研究的深入,一旦我们掌握了将普通化学材料转化成纳米材料的核心技术,经济效益十分可观,同时具有十分可观的市场前景。

可以预见,在不久的将来,我国纳米材料制备技术的研究也将出现新的突破,纳米材料在工业生产中也得到更加广泛的应用,同时,对于此项技术的研究,也希望相关单位能够给予高度的重视,为相关领域的研究提供更多的支持。

结语

综上所述,诺贝尔奖罗雷尔在接受采访时曾经提出过自己的观点:“在70年代,大力开展微米技术研究的国家现在都已经跻身发达国家的行列,而纳米技术的出现也给发展中国家的发展带来了新的机遇,做好纳米技术的研究工作,现在的发展中国家可能是未来的发达国家。”虽然纳米技术的研究还存在很多的问题,但是做好纳米技术研究成果的转化工作,将是我国社会发展不可多得的一个机遇。

参考文献:

- [1]陆静蓉,朱炳龙,李静,秦恒飞,岳喜龙,童霏,吴娟,樊红杰,周全法.纳米金材料的制备技术及应用研究进展[J].江苏理工学院学报,2018,24(06):33-37.
- [2]赵春荣,杨娟玉,卢世刚.一维SiC纳米材料制备技术研究进展[J].稀有金属,2014,38(02):320-327.
- [3]郭卫凡.纳米金属材料研究与制备技术新进展[J].科技信息,2013(25):71+88.
- [4]陈亚芳,王保国,陈晋芳.纳米复合材料的制备技术及应用进展[J].山西化工,2010,30(02):27-30+61.
- [5]翟旭东,徐政.利用生物技术制备纳米材料的研究新进展[J].中国粉体技术,2010,16(02):76-82.