

米管开口是相对容易的,尤其是采用我们的催化气相沉积法制成的碳纳米管更容易开口。理论上表面张力较小($\gamma < = 190\text{mN/m}$)的材料,依靠毛细现象就能吸入碳纳米管,水和许多有机溶剂($\gamma < = 72\text{mN/m}$)都能润湿碳纳米管。这样,通过加压在碳纳米管内装入反应物分子是可能的。在碳纳米管这一特殊的场所中将化学反应限制在近似一维的空间,将会合成出高度立体选择性的目的产物,甚至可以进行较大分子的手性合成。同时可望制出一维分子线。一维分子线在正常环境下应是不稳定的,碳纳米管可以作为这种非稳态一维材料的合成场所和存储器。这种一维分子在特殊需要时可以通过减压等办法在气氛保护下释放出来,现场发挥作用。在碳纳米管内进行高分子的液晶合成,可制出定向排列的液晶棒和液晶膜,用于特殊的显示器。在碳纳米管表面包裹其它材料也可以得到一维纳米材料,比如在碳纳米管上可以镀镍而制出一维纳米磁性材料。该材料可在高密度存储方面得到应用。

13. 作为传感器 用碳纳米管去修饰电极,可以提高对 H^+ 等的选择性,从而制成电化学传感器。利用碳纳米管对气体吸附的选择性和碳纳米管的导电性,可以做成气体传感器。不同温度下吸附微量氧气可以改变碳纳米管的导电性,甚至在金属和半导体之间转换。在碳纳米管内局部填充碱金属可以形成 $p-n$ 结。在碳纳米管内填充光敏、湿敏、压敏等材料,可以制成纳米级的各种功能传感器。纳米管传感器将会是一个很大的产业。

14. 可溶性碳纳米管试剂 将碳纳米管经 $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{HNO}_3(3:1) \rightarrow \text{NaOH}(70^\circ) \rightarrow \text{SOCl}_2 \rightarrow$ 四氢呋喃($90 \sim 100^\circ$) $\rightarrow$ 十六烷基氨 $\rightarrow \text{CH}_3\text{Cl}$ 多步处理后,便得到碳纳米管 $-\text{CONHCH}_2\text{CH}_3$ 液体试剂。由这种试剂可以派生出一个崭新的碳纳米管化学反应领域。

15. 用作微区、放射性清洁及同位素分离 利用碳纳米管的吸附性和尺寸效应,可进行高难度的微区、放射性清洁及同位素分离。

16. 作为混纺材料 碳纳米管具有弹性高、密度低、绝热性好、强度高、隐身性优越、红外吸收性好、疏水性强等优点,它可以与普通纤维混纺来制成防弹、保暖、隐身的军用装备。有人说碳纳米管纺织的成功会使1951年上映的英国喜剧片“*The Man in The White Suit*”中幻想的无敌纤维成为现实。碳纳米管在聚乙烯醇和十六烷基磺酸钠中制成的纤维的弹性模量仍达 15GPa 。美国国防高新技术研究工

程局 DAPA(U. S. Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA)正在计划将碳纳米管制成智能化功能弹壳,它将具有制动、储能、能量转换及感应功能,因此可以制成仿鸟、仿昆虫的微型飞行器。

上述应用前景,取得突破的时间是先后不一的。微电子纳米化需要定向生长很好的纳米管且涉及到纳米刻饰等高技术,估计会在较远的时期内实现。场致发射源预计会在近期内实现工业化,因为日本已率先研制出纳米管显示器。在复合材料方面估计也会很快推向应用,因为高分子/碳纳米管复合材料对碳纳米管质量的要求不是很苛刻。另外,如果解决好纳米管中的碱金属电化学嵌入问题,碳纳米管在储氢、二次电池及超级电容器领域也会较快得到突破。

三、我国碳纳米管研究现状

中国科学院早就将“碳纳米管及其相关纳米材料”项目确定为院知识创新工程重大项目,并先后于2000年6月、10月两次召开香山科学会议,专门规划中国的纳米科学;2000年10月30日又成立了纳米技术中心,从事纳米技术及相关研究。科技部宣布“十五”将重点支持纳米技术及产业。中科院物理所、沈阳金属所、成都有机化学所、清华大学、北京大学、厦门大学以及香港科技大学、香港浸会大学都先后开展了碳纳米管的研究。国家自然科学基金也资助了类似的研究。可以说我国的碳纳米管研究起步基本与国际同步,并取得了较高成果,已有数篇论文发表在*Science*和*Nature*上。但是我们应该清醒地看到,现在国际上关于碳纳米管的研究重点已经转移到它的应用研究上了。*Science*和*Nature*最新的文章都是关于它的应用;而我国已发表的文章基本上都是关于它的制备。即使制备方面,我国关于单壁碳纳米管的放大生产仍落后于美国。显然,最终真正竞争激烈的还是它的应用。碳纳米管的应用无论在哪一领域形成产业,都将会带来高额利润。一般来说,由于精密加工业的相对不发达,我国在应用研究和技术转化方面总是滞后。目前,我国已相继开展了碳纳米管在吸波材料、二次电池、超级电容器、催化材料等领域的应用研究。无论如何要在碳纳米管的某些应用研究方面形成优势。这是我国赶超国际科技先进水平面临的一次重大挑战和机遇,必须予以高度的重视。

(责任编辑 王宏章)

科技动态

我国聚合物—层状硅酸盐纳米复合材料研究取得重要进展

在国家自然科学基金支持下,中国科学院化学研究所漆宗能研究员及其研究组成功发明了聚合物纳米复合材料的制备新方法,在多种高分子纳米复合材料的研究中取得理论研究和工业化开发突破性进展,为我国大幅度提高大品种塑料性能和工业技术水平,改善高分子材料的品种结构提供了新技术,对我国在该领域形成和发展自己的理论、拥有自主知识产权具有重要意义。

漆宗能等采用插层复合法实现了高分子与层状硅酸盐片层在纳米尺度上的复合。复合过程中,如何将单体或

聚合物插进蒙脱土层状硅酸盐片层之间,以形成厚度为1纳米,长、宽约为100纳米的片层并均匀分散在聚合物中是关键的一步。他们从对热力学原理的分析、蒙脱土结构的研究和蒙脱土表面的修饰入手,实现了蒙脱土的有机化,成功地探索出了这种纳米复合材料的制备新方法。

更具有突破性的是:他们在聚苯乙烯/蒙脱土、聚对苯二甲酸乙二酯/蒙脱土等纳米复合材料的结构表征中,意外地发现了这些体系表现出液晶行为和自组装现象,(下转第24页)

达序列的显微阵列杂交,便可用来加速拟南芥突变系的鉴定。

五、对农业商务的潜在影响

虽有平行表达监测,但功能分析会有助于研究人员更好地理解植物生长发育的基本机理,随着组织类型、发育阶段、激素和除草剂处理、遗传背景和环境条件等综合函数的表达信息数据库的逐步完善,与植物生物学有关的许多方面的基因显微阵列有可能为基因组序列信息和功能分析的相互连结提供一种方法。新近利用 cDNA 显微阵列对草莓和牵牛花进行表达监测的试验表明,DNA 芯片技术可以直接应用于农业生物技术。

某些特定的研究领域都具有显著的商业意义。由于植物激素在植物生长发育中的核心作用,植物激素作用的过程中以显微阵列为基础的基因表达分析将是重要的商业项目。基因与环境的相互作用对植物特别重要,并将形成另一个有趣的研究领域,显微阵列将有助于植物生物技术公司对转基因植物进行快速分析。这些数据将有可能对表达模

式与优良性状(诸如受精、结实、产量以及对环境和害虫等的抗性)进行基因组尺度的相关分析。最终将有可能通过对转基因品系的芯片分析而减少田间试验的费用。利用显微阵列技术来了解小分子对基因表达的影响将可能加速除草剂的发现并阐明其作用机理。在基因测序和诊断中利用显微阵列,将显著加速 DNA 多态性的鉴定,而这种快速鉴定又有可能促进动植物育种。多态性标记还有大量其他应用价值,包括动植物传染病的诊断与预后等。最近的研究结果表明,DNA 芯片在试验中可同时分析成千上万种多态性。DNA 芯片技术在农业中的近期应用在很大程度上取决于有效投入的显微阵列技术能否供农业研究人员应用。一些私有公司的主要活动表明,完整的显微阵列系统将很快以可接受的价格出售,并应用到农业生产中。以分子显微阵列术为基础的植物基因组分析正在孕育着植物育种和农业生物技术的一场革命。

参考文献

[1] 李凌,马文丽.DNA 芯片技术研究进展.中国生物化学与分子生物学报,2000,16(2):151~155

(以下略去全部 14 篇英文文献)

(责任编辑 王宏章)

科技动态

我国取得了信息存储密度比国外相关研究 高一个数量级的重要成果

在国家自然科学基金的连续资助下,中科院北京真空物理开放实验室、中科院化学所、北京大学电子学系、北京大学化学学院科研人员组成的联合科研小组,采用与国外不同的原理、设计和方法,设计、制备了一系列新型有机复合和有机分子信息存储薄膜,成功地实现了高密度的信息存储,在有机超高密度信息存储材料领域取得了一系列突破性进展,在《应用物理快报》(Appl. Phys. Lett.)、《物理评论快报》(Phys. Rev. Lett.)等国际上有重要影响的杂志上发表了多篇论文。

1996 年他们采用自行设计、合成和制备的全有机复合薄膜作为电学信息存储材料并利用扫描隧道显微镜 (STM) 成功地得到了信息点直径为 1.3 纳米的信息存储点阵,信息点直径较国外报道的研究结果小近一个数量级,是现已实用化的光盘信息存储密度的千万倍以上,奠定了我国在该研究领域的国际领先地位。之后他们制备了多种新型有机薄膜,做出了信息点大小分别为 0.7 纳米和 0.8 纳米的信息图案,两个信息点的最小间距分别为 1.2 纳米和 0.6 纳米,仅为国外信息存储密度的几十分之一且非常稳定,在连续 2 000 次的读取过程中没有发生可观察到的变化。同时他们在自组织生长有机复合薄

膜中第一次发现了奇特的“海马”构型,对其进行了物理解释和计算模拟,为有机薄膜在超高密度信息存储中的应用提供了相应的理论基础。

1999 年他们在新型有机复合薄膜上写入信息记录点图案“A”,在薄膜表面施加反向电压脉冲可以进行信息点的擦除。信息记录点的写入和擦除机理是薄膜在纳米尺度的晶体结构变化,其结果为实验和理论计算所证实。

2000 年,他们在一种新型有机分子薄膜上成功地实现了目前最小点径(0.6 纳米)信息点阵的写入,相应的存储密度比国外 1998 年的结果又提高了一个数量级,是目前世界上信息存储密度最高的材料。在两个小时的扫描过程中,信息记录图案非常稳定,没有发生可观察到的变化。同时他们在从小面积信息点阵向信息存储器件发展方面,成功实现了较大面积晶态有序有机材料薄膜的制备问题,为有机信息存储材料应用于信息存储器件迈出了重要的一步。

这项基础性、前沿性的研究成果,有望对新一代信息存储光盘的发展产生深刻影响,为我国在该领域形成自己的理论、发展具有自主知识产权的信息存储材料和技术打下了基础。

(国家基金委供稿)

(上接第 19 页)

而聚苯乙烯和聚对苯二甲酸乙二酯及蒙脱土各自均不具有液晶性、不表现出液晶行为。这一结果在世界上首次被我国学者发现并证实。此发现突破了已有的液晶分子结构理论,对丰富和发展液晶高分子理论乃至受限空间高分子凝聚态理论具有重要科学意义。

特别值得指出的是,用蒙脱土负载催化剂聚合制得的纳米复合超高分子量聚乙烯合金材料,比不含纳米蒙脱土的聚合物易于加工成型,成功解决了这种高分子材料加工的难题,同时又保持了其优良性能。用这种纳米复

合材料直接挤出制备的新型管材,具有优异的综合性能。

同时由此发展而来的插层复合法制备聚合物/层状硅酸盐纳米复合材料,是制备“传统材料基础上的新一代高分子及其复合材料”的理想途径,被誉为 21 世纪初期聚合物材料领域的“超新星”,且蒙脱土在我国资源丰富、价格低廉。他们已将具有应用前景的成果以技术入股方式组建了“北京联科纳米有限公司”,有些成果已在多家大公司进行工业化实验,开始走向产业化。

(国家基金委供稿)