

国外动态

可将氢气分子裂解和重整的非金属化合物

针对工业燃料电池在加氢、储氢及生产氢气过程中存在的问题,研究人员已经制备了一种质量轻的非金属化合物,这种化合物可以不费力地将 H_2 分子裂解和重整。

具有上述功能的非金属化合物非常稀有,而且是众多研究人员寻找的目标所在,因为大多数工业上使用的含有金属的加氢催化剂都有毒,环境不友好,质量重,价格贵。

位于美国安大略湖温莎大学(University of Windsor)的化学教授 Douglas W. Stephan, 研究生 Gregory C. Welch 及其同事合成了一种硼酸磷,这种化合物在加热的时候可以释放出 H_2 形成硼烷,室温下,硼烷与 H_2 反应使硼酸盐再生。

在硼酸磷分子中,质子与磷连在一起,氢化物离硼原子较远,研究人员认为质子跨过芳烃连接单元迁移到氢化物上,两者结合释放出氢气;在逆反应过程中, H_2 连在硼上,然后氢键断裂质子迁移到磷上。

研究人员指出,该化合物仅能结合质量分数为 0.25% 的氢气,这个含量远远低于实际应用的储氢材料中的 6% ~ 9%。

其他非金属体系如硼酸铵也显示出良好的应用前景,因为该体系能够容纳很多氢气。但是 Stephan 指出,当这些化合物失去氢时,产物为氯化硼,这种氯化硼难以转化为硼酸铵。

该研究小组还研究了可以容纳更多氢气的不同体系,但是 Stephan 说,一种更有前景的技术可能是将这种化合物作为催化剂和其他体系一起使用。

C&EN, 2006, 84(47): 21

可控制易挥发物形成的牛奶低温处理法

大部分牛奶在 75℃ 条件下加热 15 s 可去除细菌,在冰箱中保质期大约为 20 天,而在超高温(135 ~ 150℃)工艺条件下加热牛奶 3 ~ 5 s,室温下保存,牛奶的保质期可以延长至 6 个月左右,但是这种技术会令饮料产生难闻的气味,这

些气味来自易挥发的硫化物、醛类化合物以及甲基酮类化合物。

美国奥勒冈州立大学(Oregon State University)的 Michael C. Qian 及其同事通过使用高静压技术(压力高达 620 MPa)处理牛奶,研究人员发现,这种方法可以在室温或是高于室温条件下杀死牛奶中的细菌,但是高压下所产生的异味较少。研究人员利用诸如固相微抽取法、气相色谱和脉冲火焰光度检测等方法发现,高压处理工艺对牛奶中易挥发成分的影响在 25℃ 时可以忽略,但是在 60℃ 时非常显著。高温处理时会形成己醛、正庚醛和壬醛以及硫化氢,但是低温处理时不会产生上述物质。这项技术可使冷藏牛奶的保质期延长至少 45 天。

C&EN, 2006, 84(46): 11

透射比及吸光度被改良了的半导体制造用高折射率液体

日本三井化学(三井化学)公司开发了一种高折射率液体“ハビロン”,它用于半导体制造用曝光装置中,折射率高达 1.642(以往材料的折射率为 1.635)。该液体材料用于一种浸液曝光装置中,这种浸液曝光装置用于制造电路线宽为 30 nm 的下一代半导体。

浸液曝光是一项在半导体制造的曝光工序中,在透镜和硅晶片之间填满折射率比空气高的纯水,使微细的电路图案曝光的技术。高折射率液体是一种代替纯水的材料,通过提高折射率,能使更加微细的电路制造得以实现。该公司开发的高折射率液体除折射率提高以外,透射比为 99%,吸光度为 0.05,均好于以往的材料,能够抑制光能的损失。接触角是衡量硅晶片附着性的指标,由于其比纯水的接触角要小,所以使用时在晶片表面无残留。此外,该公司还确立了去除由于吸光等而分解的分子、使材料再生的技术。

该公司使用氟化氙激光光源的浸液曝光装置是目前最先进的,用于生产电路线宽 45 nm 的半导体。该公司接下来将计划转用极端紫外线光源进行曝光,同时,如果曝光缓慢,则计划采用高折射率液体的氟化氙浸液曝光等的替代技术。工業材料(日),2006,54(12): 14

使用熔融纺线法的纤维素系纤维的开发

日本东丽(東レ)公司开发了一种纤

维素系新型纤维“フォレッセ”,它使采用熔融纺线法的纤维制造成为可能,这在世界上尚属首次。“フォレッセ”来源于植物的纤维素而不是化石原料作为原料,并且采用在纺线工序中不使用溶剂的熔融纺线法,所以是环境友好的。如果采用该纤维进行纺织,则能够制造出具有适度的吸放特性、良好的显色性、独特的光泽感等纤维素系织品特征的超轻织品(缘于中空线的使用)、超软织品(缘于极细线的使用)等高功能织品,这是用以往的纤维素系纤维所得不到的。

来自于棉花或木浆的纤维素由于羟基引起的氢键的存在而使分子链彼此之间的结合极为牢固,所以通常情况下,即使加热也不会熔融。因而,在以往的纤维素生产中均采用使用有机溶剂的熔融纺线法,以使纤维素溶解。该公司发现:通过将纤维素的羟基用适当的取代基进行精密的化学修饰,能够在不损坏纤维具有的机械特性的情况下得到良好的流动性,因而使以往认为不可能的熔融纺线取得成功。

此次,以该技术作为基础,充分运用该公司多年积累的使用聚酯和尼龙的纺线技术,创造出迄今为止无法得到的划时代的纤维素纤维织品:采用表观密度小于 1 的中空线制成的超轻织品和采用直径为 3 μm 的极细纤维制成的超软织品等。工業材料(日),2006,54(12): 14 - 15

强度可与金属相媲美的热塑性树脂弹簧

英国 Victrex 公司和日本三井化学(三井化学)公司合并组建的企业ビクトレックス・エムシー公司生产的热塑性树脂 Victrex PEEK,由于纯度高,抗磨损性好,机械强度和抗药品性能优异,而被工业用接头的大生产厂家 Colder Products 公司用作其快速接头新产品的弹簧材料使用。

快速接头是一种只需按一下按钮就能用一只手取出连接阀以简单地分离或连接管路的连接部件。以往的高纯度流体处理装置中所使用的接头存在下述问题:内置的金属接头所溶出的金属离子会污染流经接头的流体。

该公司为解决上述污染问题,采用和金属具有同等强度、对浓硫酸以外的化学物质具有耐药品性的 Victrex PEEK

树脂作为接头用弹簧的材料。该公司预测此材料也可应用在金属污染危险管理严格的半导体及显示器的制造中,以及要求高纯度的医药品制造装置及分析仪器等中。 工業材料(日),2006,54(12):15

极端紫外线用光致抗蚀剂的开发

日本东京应化工业(東京応化工業)公司和日立制作所(日立製作所)在日本新能源开发组织(NEDO)的委托事业中得到技术研究组合、超尖端电子技术开发机构的协助,开发了一项基本技术,该技术涉及极端紫外线(EUV)平版印刷用正型及负型低分子光致抗蚀剂材料,该材料是半间距(32 nm)系列之后的半导体器件批量生产工序中的关键所在。

该光致抗蚀剂材料的开发是一项对应 NEDO 的基础技术研究支援制度“50 nm 以后”的、关于分子控制纳米平版印刷材料的委托事业,上述 EUV 平版印刷的性能测试是根据 NEDO 委托事业“极端紫外线 EUV 曝光系统开发计划”之研究项目“EUV 平版印刷用抗蚀剂的评价”中的“ASET”研究内容进行的。如果采用新开发的光致抗蚀剂材料,则 2012 年左右所预期的半间距 32 nm 系列之后的 EUV 平版印刷所要求的 30 nm 以下的高精度以及高生产性的超微加工将成为可能,并且 32 nm 系列以后的半导体器件的批量生产也显示出可行性,同时,为半导体器件的高性能与低成本的实现开辟了成功之路。

随着微细化的进展,以闪存、微处理器等为代表的半导体器件高集成化成为可能,从而实现了大容量、高性能以及低成本,但是,目前最尖端的微加工中,使用波长 193 nm 的 ArF 激光光源作为曝光光源,这一波长对于实现 30 nm 以下的微加工是困难的。为了实现半间距 32 nm 以下的微加工,日本及欧美国家在其各自的社团主体进行了波长 13.5 nm 的 EUV 平版印刷技术的开发。

此次开发成功的光致抗蚀剂采用已经被应用的化学增幅型反应机理,通过优化实现了和以往相同的高灵敏度。技术概要如下:①兼具耐热性、耐腐蚀性及显影特性的、相对分子质量为 1000 左右的低分子聚苯酚的开发;②用于实现光致抗蚀剂材料批量生产的材料设计;③能够应对正型、负型 2 种图像的形成。

化学工業時報(日),2007(2614):2

利用光催化剂的牙科用漂白剂面市

日本三菱ガス化学公司上市了一种牙科用漂白剂“ピレーネ”,它用于牙科医院进行的变色牙的漂白。

一直以来,牙科医院进行的变色牙的漂白均使用高浓度过氧化氢为主体的漂白材料,但是,在处理之际对牙肉的谨慎保护是必要的,此外,处理过程中和处理后的疼痛以及知觉过敏症状时有发生,因而研究人员寻求开发一种安全且高效的漂白材料。三菱ガス化学公司运用迄今为止积累的过氧化氢的应用技术,开发了一种兼具漂白效果和高安全性的牙科用漂白材料,其主要成分为:浓度为现有产品 1/10 左右的过氧化氢和具有光催化功能的二氧化钛。ピレーネ是通过低浓度过氧化氢和二氧化钛的混合液照射特定波长的光,使过氧化氢和光催化剂反应以产生活性氧,由该活性氧分解污垢成分,从而达到漂白的目的。由于使用低浓度的过氧化氢,所以能抑制处理中和处理后的疼痛以及知觉过敏。并且,该漂白剂几乎不伤害牙齿表面的牙釉质,临床试验结果表明,处置后的颜色反复现象也极少。

化学工業時報(日),2007(2614):3

用于丰田高级车的减震器芯材料

日本积水化成工业(積水化成工業)公司使用聚乙烯/聚苯乙烯复合树脂发泡体ピオセラン制得的减震器芯材料,已经被日本丰田汽车公司于 2006 年 9 月销售的高级品牌车雷克萨斯 LS460 所采用,并开始供货。

日本国内的汽车生产厂家把提高碰撞安全性能作为重要课题,赋予汽车各部位以安全功能的工作十分活跃,为了对应汽油价格上涨 and 环境保护所带来的燃料费用上扬的需要,开展了减轻汽车质量的研究。通过运用该公司的独家技术(任意组合聚苯乙烯的刚性和聚乙烯的弹性的技术),能够获得汽车部件所要求的高能量吸收性。与以往的发泡树脂(发泡聚丙烯)的成型品相比,ピオセラン的成型品通过形状设计能够减轻 10%~15% 的质量。由于可以用常用的发泡聚苯乙烯成型机成型,所以与以往的发泡树脂相比,通过优化加工可以降低 15%~20% 的成本。积水化成工业公司

针对日本国内汽车生产厂家的海外生产据点的扩大,将开始在中国大陆和台湾供货,此外,预计于 2007 年 11 月位于美国田纳西州的工厂完成后,也将开始在美国供货,并且正在着手于欧洲供货据点的调查。该公司的目标为 2008 年实现销售额比 2005 年翻 3 番,即销售额达到 100 亿日元(含包装材料等)。

化学工業時報(日),2007(2614):4

具有高度柔软性的绝缘保护膜用树脂的开发

日本产业技术综合研究所(産業技術総合研究所)和昭和电工(昭和電工)公司共同开发了一种绝缘保护膜用树脂,它具有高度的柔软性,这对于电子部件的小型轻量化、高性能化、长寿命化来讲是有用的。

绝缘保护膜用树脂能用于大型显示器乃至手机等的所有电子部件和配线的保护材料,一般使用环氧树脂作为原料,但从长期绝缘特性的观点看,环氧树脂中存在的氯化物将产生不利影响。以往,仅作为杂质混入的水解氯被当作有害成分,但目前发现树脂中的有机氯化物的氯在长期使用中会发生脱氯化反应,会引起电路短路问题的发生。为了避免这样的问题发生需要提高树脂的耐热性,但是这样又会损坏柔软性,成为部件小型轻量化的障碍。环氧树脂一般以环氧氯丙烷为原料生产,但是在生产时有大量的副产物氯化钠和氯化钙生成,废弃物处理的负担也很大,为了改善电绝缘性特性,必须除去残存的氯,这需要花费高昂的精制成本。此次开发的绝缘保护膜用树脂是首先合成二官能性环氧单体,它是二烯烃化合物为原料,采用过氧化氢进行选择性的环氧化而得到的,该二烯烃是为了用于电子材料而专门设计的化合物。过氧化氢是一种在反应后不产生水以外副产物的无污染氧化剂,但由于其氧化能力弱,用于反应时必须采用催化剂进行活化。因此,该研究小组开发了一种高活性和高选择性的新型催化剂,从而使选择性环氧化取得成功,使该二官能性环氧单体齐聚。同时,该研究小组开发了一种和环氧基反应的最佳固化剂,从而得到高功能性树脂。在该技术中,环氧化合物和固化剂分子设计的自由度均很高,能够实现绝缘特性和柔软性的均衡调节。此外,新开发的固

剂光学特性优良,可用于热固化性光学膜,而且也有望用于液晶显示器用膜。

化学工業時報(日),2006(2615):4

用于有机薄膜晶体管的新材料

日本广岛大学(広島大学)的研究小组开发了一种新型高功能有机半导体材料,这种材料适用于有机薄膜晶体管(TFT),这种有机 TFT 有望用于将来的各种器件。

有机 TFT 作为一种新型电子器件而备受瞩目,它运用了有机材料中质轻、柔软、环境负荷低等的特征。有机半导体材料与现在的主流产品硅半导体器件相比,其载流子的移动度低,所以研究的重要课题之一是提高移动度。近年来,一种贴近非晶硅性能的有机 TFT 被开发出来,但存在在空气中劣化和随时间变化的稳定性低等问题。这被认为主要是由于材料的化学稳定性欠佳所引起的,因而该研究组在分子科学水平通过研究,探索了一种具有稳定性且高性能的有机半导体材料。这种材料是含有硫原子的稠环芳香族化合物,由于可以从工业上使用的中间体为原料容易制得,所以廉价且大量合成是可能的。并且,在组入到 TFT 的情况下,移动度最大达到了 $2.0 \text{ cm}^2/\text{Vs}$,几乎可与以往报道的有机 TFT 的最高性能相媲美。以往的有机 TFT 材料,只有在高真空中测定(为防止空气劣化)或者在高度密封的情况下才能显示这样的性能。而此次开发的材料即使是在空气中在普通的条件下测定,也能很好地再现高移动度。

目前半导体薄膜的形成基本使用真空蒸镀工序,该公司今后将开展下述研究:适合使用喷墨法或旋涂法等廉价成膜工序的可溶性半导体材料的应用开发,以及以在集成电子器件中的安装作为前提的、具有电稳定性和多种基板适应性的材料的开发。

化学工業時報(日),2006(2615):5

粉末状合金纳米颗粒的开发

日清制粉グループ总公司和日清エンジニアリング公司最近采用高频热等离子法联合开发了一种能以粉末状态进行供料的合金纳米颗粒。

迄今为止,合金纳米颗粒的制备以湿法为主流,多为液体分散系统,而多元合金的制备存在困难。该公司开发的合

金纳米颗粒的制造方法是将多种原料粉末(合金粉)置于等离子火焰中使之蒸发,在制造过程中使之合金化,赋予非热黏砂性和高的氧化抑制制度,从而生成粉末状合金纳米颗粒。新开发的纳米颗粒有银-铂体系(平均粒径 $30 \sim 50 \text{ nm}$ 、热黏砂性低)、铜-镍粉末(平均粒径 $20 \sim 40 \text{ nm}$ 、氧化抑制度高)。该技术除可制备二元体系合金以外,还可制备多元体系合金粉末。与湿法相比,该技术价格低廉,可用于布线基板电路形成的导电性油墨及导电性浆糊以及其他的电子电路部件的金属材料等材料的制备。

化学工業時報(日),2006(2616):3

组织融合性优异的骨修复材料

日本科学技术振兴机构(JST)组成了一支研究开发团队,进行关于组织融合性优异的骨修复材料的研究开发,并成立了风险企业 advanced medix(アドバンスド・メディックス)。

在整型外科、脑神经外科、口腔外科等领域广泛使用人造关节、人造脊椎、人造牙根等,它们一般由机械强度高和耐腐蚀性优异的钛金属和钛合金构成。但是,由于这些材料不能直接和骨头结合,所以难以保证长时间后仍然维持稳定的固定状况。因此,该研究团队开发了一种生物活化处理技术,能够赋予钛金属及钛合金可以和骨头自然结合的功能。这种经生物活化处理过的金属可通过简单的水溶液处理和加热处理来精密控制表面的纳米结构,从而在生物体内短时间形成类似于人骨的磷灰石层,借助该层和人骨自然结合。该研究小组还弄清了对钛多孔体施加的生物活化处理在生物体内是以高的骨传导能和高的骨诱导能两者并存的方式表达的,在世界上首次开发了具备骨传导能和骨诱导能的多孔钛生物活性脊椎填充人造骨。

该团队还开发了一种和骨进行结合的生物活性骨粘合剂,它是将其新开发的具有生物活性的氧化钛微粒混合到骨粘合剂、组合物中得到的。该生物活性骨粘合剂显示高的机械强度,能够克服目前广泛用于固定人造骨的骨粘合剂所存在的松弛和安全性问题。今后,该研究小组还将对钛以外的金属应用生物活化处理技术,从而实现年销售额 1 亿日元以上的目标。

化学工業時報(日),2006(2616):3

可生产煤焦油和洁净煤的煤热解过程

美国煤炭转化(Convert Coal Inc., CCI)公司正在开发一项煤中温热解过程 SynCrude-Syncoal(SC2),这项工艺既可以得到煤焦油,又可以提高来自劣质煤的煤焦燃料的燃烧效率。CCI 公司董事长 Ebbe Skov 在最近科罗拉多州丹佛市召开的美国西部燃料研讨会上阐述了该工艺。

Skov 指出,SC2 工艺适用于大多数低硫含量的劣质煤,这种煤通常含有超过 30%(质量分数,下同)的水分和 32% 的易挥发物质。将煤碾成 $0.635 \text{ cm} \times 1.27 \text{ cm}$ 大小的颗粒,用煤热解步骤释放的热将其干燥,然后在 1000°C 左右热解,可以回收大约一半的易挥发物质,其可作为煤焦油。这种煤焦油可以通过氢化得到供冶炼用合成原油。该热解步骤用质量分数约为原料的 5% 的副产煤气作为燃料。

Skov 指出,干燥和热解步骤的结合使煤焦产物的热密度比原料煤的热密度高 40%。该过程同样可以去存在于煤中的 50%~70% 的硫、20%~40% 的氮和大约 90% 的挥发性汞,这样可以使电厂满足 2010 年洁净空气国际规则中有关 SO_2 和 Hg 的排放标准。

CCI 公司设计了一个配有 500 MW 燃煤电厂的日产 10 000 t 的 SC2 装置,该装置每天为电厂产生 5 000 t 的煤焦,附加 7 500 桶相对密度为 0.91 的合成原油。Skov 称,该 SC2 装置将会商业化,煤焦油的价格将超过 35 美元/桶。虽然 CCI 公司没有对整个工艺进行测试,但是 Skov 指出,过去已经对工艺的关键部分进行了测试,并且装置与现有矿物处理使用的装置相同。

Chemical Engineering,2006,113(12):10

棕榈油产量的增加推进石油基柴油的生产量

尽管最近生物柴油得到大量生产,但是这些燃料也存在一些问题,如里程低、较低温度下性能差,以及对发动机部件具有损害作用。同时,生物柴油通常由来自植物油如棕榈树和油菜籽的脂肪酸进行甲酯化反应得到,该生产工艺成本相对较高,并且产生大量甘油副产物。位于日本东京的 Nippon Oil 和 Motor Corp

2家公司通过直接使用植物油的方式联合开发了一种可以避免这些问题的工艺,以增加传统石油基柴油燃料的产量。

新工艺中,棕榈油首先与来自石油冶炼厂残油真空蒸馏的真空汽油(VGO)混合,然后将含棕榈油体积分数约为20%的混合物进行氢化裂解。Nippon Oil公司指出,与纯VGO氢化裂解产物相比,将棕榈油加入到VGO中可以增加柴油机油用汽油的含量(35%~40%)而不改变其速度,产物具有与传统汽油相似的性能。这2家公司还计划共同开发和商业化这项技术。

Chemical Engineering, 2006, 113(12):11

二氧化碳监测和鉴定 (CO₂ ReMoVe)项目

布鲁塞尔欧洲委员会主管研发的董事长发起了一项为期5年的研究项目,主要研究长期潜在地对碳进行捕捉储存的技术,被称为二氧化碳监测和鉴定(CO₂ ReMoVe)项目。该项目将研究在挪威的北海 Sleipner 油田、Snøhvit 油田和安哥拉的南撒哈拉沙漠以及德国德 Ketzin 地区开采的油气田场地中注入二氧化碳(CO₂)。该研究通过将CO₂压缩和注入到油田中而不是将其释放到大气中的方法来实现从产自油田的天然气中分离二氧化碳的工作。

该项目的目的是为了验证CO₂的地质储存的长期可靠性,并着手对必需的监测CCS开采科学标准进行研究和开发。这些分析检测方法有三维地震技术、电磁检测、油田内流体采样和土壤检测技术。

该项目由荷兰应用科学研究院(Netherlands Organization for Applied Scientific Research)协调,涉及来自11个国家的28个合作伙伴。该项目的基金来自两部分:欧洲委员会(European Commission)提供800万欧元和欧洲工业部提供700万欧元。

Chemical Engineering, 2006, 113(12):11

利用脉冲电场对食品进行 巴氏法灭菌

新西兰奥克兰大学(University of Auckland)工程院化学与工程系的副教授 Mohammed Farid 和 Sally Alkhafaji 利用脉冲电场(PEF)处理单元对埃希氏大肠杆菌

(*Escherichia coli* bacteria)进行灭活。该脉冲处理单元包括多路PEF处理室;在保证液体食品中温度升高最小化的同时,该处理室在处理区提供均一的电场分布。基于绝缘栅的高压脉冲发生器双极晶体管(IGBTs)使PEF单元能够在短时间内产生高场强。

12.4~22.8 kV/cm 的电场强度用于处理悬浮于模拟牛奶超滤膜中的 *E. coli* 菌 ATCC 25922。研究人员使用了 17 ms 的均衡二级脉冲、2.5 ms 的脉冲以及 200 Hz 的频率。体系提供少于 0.5 ms 的短脉冲增加和跌落时间,这样可以增加 PEF 处理的效率。研究人员指出,当耗散功率一定时,增加场强可以增强细菌灭活效果。他们的研究结果显示了由电场对细菌灭活的作用强于功率或流经处理介质的电流的作用。在细菌灭活过程中,处理温度具有重要作用。在 PEF 处理过程中,悬浮温度的升高可以增强膜的断裂。

Chemical Engineering, 2006, 113(12):12

用于制备碳纳米管的 小型反应体系

到目前为止,碳纳米管(CNTs)是通过在惰性氛围的大型高温炉中由控制得。日本 Microphase 公司已经商业化一个仅需要液体试剂而不是复式气体柱的制备CNTs的简单体系。为了研究和开发CNTs的应用,该公司还设计了小规模生产CNTs的单元。

该体系由一个真空室组成,该真空室设有2个加热阶段:第1个阶段蒸发液体溶剂,如乙醇等;第2个阶段加热涂有催化剂的基材。为了制备CNTs,首先要排掉反应仓中的空气,然后用乙醇蒸气充满反应仓,乙醇蒸气与热基材(约600℃)接触并分解。30 min后,基材(面积25 cm²)上就会覆盖上2~20 μm长(长度与催化剂和反应条件有关)的多层CNTs。与常用的制备过程相比,该制备体系产生的烟量少,生成的CNTs纯度高,并且长度相近。

Chemical Engineering, 2006, 113(12):10

可控功能化纳米管

一项最新研究表明,通过一种新型的电化学方法,单个分子可以以共价键的方式连接在单个的碳纳米管上。该技

术提供了一种对纳米管壁进行可控功能化以及探询化学反应发生的新途径。

新方法将单个的分子(该体系所用为链霉抗生物素蛋白)以共价形式连接到一个碳纳米管电路上(电极为黄色)。在分子电子学领域,研究人员运用多种方式来操控单个分子,并将它固定在一组电极簇中。这种思想可用于构造单分子电路和探测它们的电子性能,目标是了解如何组装和开发精微高密度分子级电子设备。但是,制造极小的电极、把分子(平均每个电路一个)精确地组装到正确的位置以及检测电路中分子的存在都是极具挑战性的难题。

目前,美国加利福尼亚大学 Irvine 分校(University of California, Irvine)的研究人员报道了一种简单的制造方法,该方法不需要复杂的分子操作和高级的制造工艺。首先制备电路,每个电路都包含一个单独的单壁碳纳米管;然后,用一种酸性的电解质溶液处理纳米管,该过程在一个可实时监测电路电导率的电化学反应仓中进行。

通过应用电气化学电势,研究人员可以控制一个电化学反应;该反应会引起电导率的大幅度改变,这是由单个的氧化反应活动所致。微秒级的分解过程可以切断电压和化学反应,因此,仅用一个化学活动就可以停止反应。

这种方法是物理化学副教授 Philip G. Collins, Brett R. Goldsmith 和 John G. Coroneus(研究生)以及他们的同事共同开发的。据 Collins 报道,新方法的一个显著特点是,电导率依赖于最初的高纯度和无缺陷纳米管中的缺陷(连接处的变化)的形成。例如,当纳米管暴露在硝酸或硫酸溶液中时,电子氧化作用会中断碳原子的 sp² 杂化;当硝酸或硫酸基团形成 C—O 键并且连接在纳米管壁上时,会导致电导系数发生较大变化。

该研究小组声称,纳米管用小分子修饰后,那些独立的化学功能团可以进行进一步的化学反应,而电路的电导系数的变化则会控制这些反应。他们表示,以电子测量法和显微方法为基础,单个的镍簇和金标识的链霉抗生物素蛋白分子可以被连接在纳米管壁上。该小组目前正在寻找用这种方法来探测抗体-抗原相互作用及其他类型的生物反应机理的途径。

C&EN, 2007, 85(2): 8