

石墨烯

Structure Search



网站主页 >> CAS数据库列表 >> 石墨烯

石墨烯

- 石墨烯是什么?
- 发现历史
- 物理性质
- 石墨烯的制备
- 氧化石墨还原途径
- 微机械力剥离法制备石墨烯
- 石墨烯的表征
- 石墨烯的应用
- 市场前景展望



石墨烯, 结构式

石墨烯

CAS号:	
英文名称:	graphene
英文同义词:	graphene
中文名称:	石墨烯
中文同义词:	石墨烯;还原石墨烯;石墨烯纳米片
CBNumber:	CB22470900
分子式:	
分子量:	0
MOL File:	Mol file

化学性质	安全信息	用途	供应商	19
------	------	----	-----	----

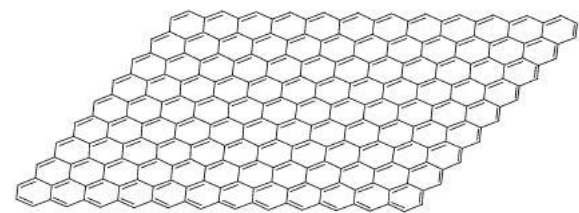
石墨烯化学性质

安全信息

石墨烯性质、用途与生产工艺

石墨烯是什么?

石墨烯又称“单层石墨片”，是指一层密集的、包裹在蜂巢晶体点阵上的碳原子，碳原子排列成二维结构，与石墨的单原子层类似。2004年，二维结构石墨烯的发现推翻了“热力学涨落不允许二维晶体在有限温度下自由存在”的认知，震撼了整个物理界，它的发现者---英国曼切斯特大学物理和天文学系的Geim 和Novoselov也因此获得了2008年诺贝尔物理学奖的提名。与碳纳米管相比，石墨烯有完美的杂化结构，大的共轭体系使其电子传输能力很强，而且合成石墨烯的原料是石墨，价格低廉，这表明石墨烯在应用方面将优于碳纳米管。与硅相比，石墨烯同样具有独特优势：硅基的微型计算机处理器在室温条件下每秒钟只能执行一定数量的操作，然而电子穿过石墨烯几乎没有任何阻力，所产生的热量也非常少。另外，石墨烯本身就是一个良好的导热体，可以很快地散发热量。由于具有优异的性能，如果由石墨烯制造电子产品，则运行的速度可以得到大幅提高。速度还不是石墨烯的唯一优点。硅不能分割成小于10nm 的小片，否则其将失去诱人的电子性能；与硅相比，石墨烯被分割时其基本物理性能并不改变，而且其电子性能还有可能异常发挥。因而，当硅无法再分割得更小时，比硅还小的石墨烯可继续维持摩尔定律，从而极有可能成为硅的替代品推动微电子技术继续向前发展。



石墨烯 分子结构

发现历史

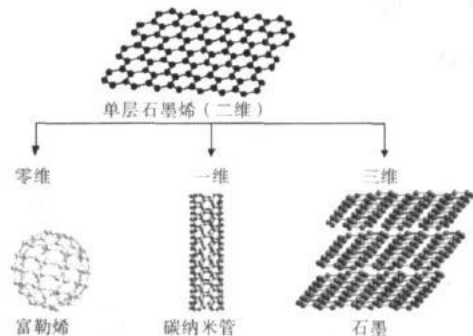
在近20年中，碳元素引起了世界各国研究人员的极大兴趣。自富勒烯和碳纳米管被科学家发现以后，三维的金刚石、“二维”的石墨、一维的碳纳米管、零维的富勒球组成了完整的碳系家族。其中石墨以其特殊的片层结构一直以来是研究的一个热点。石墨本体并非是真正意义的二维材料，单层石墨碳原子层(Graphene)才是准二维结构的碳材料。单层石墨碳原子层是指一个C 原子层厚度的石墨，C-C间依靠共价键相连接的蜂窝状结构层。人们一直在试图找到一种方法来制备出碳元素的准二维材料。

关于准二维晶体的存在性, 科学界一直存在争论。早在1934年Peierls等就认为准二维晶体材料由于其本身的热力学不稳定性, 在室温环境下会迅速分解或拆解。1966年Mer-min和Wagner提出Mermin-Wagner理论, 也声称不存在二维晶体材料。但单层石墨烯作为研究碳纳米管的理论模型得到了广泛的关注。直到2004年, 英国曼彻斯特大学的物理学教授Geim等用一种极为简单的微机械力剥离方法得到了单层石墨烯晶体, 才引起了科学界新一轮的“碳”热潮。Geim等利用纳米尺寸的金制“鹰架”, 制造出悬挂于其上的单层石墨烯薄膜, 发现悬挂的石墨烯薄膜并非“二维扁平结构”, 而是具有“微波状的单层结构”, 并将石墨烯单层结构的稳定性归结于其在“纳米尺度上的微观扭曲”。

参考资料: 石墨烯的制备与表征研究 华侨大学材料科学与工程学院 李旭, 赵卫峰, 陈国华

物理性质

Par toens 等研究发现, 当石墨层的层数少于10层时, 就会表现出较普通三维石墨不同的电子结构。我们将10层以下的石墨材料(Graphene 和Few-layer graphenes) 统称为石墨烯材料(Graphenes)。石墨烯(Graphenes) 分解可以变成零维的富勒烯, 卷曲可以形成一维的碳纳米管, 叠加可以形成三维的石墨。石墨烯材料的理论比表面积高达2600m²/g, 具有突出的导热性能(3000W/(m.K)) 和力学性能(1060GPa), 以及室温下高速的电子迁移率(15000cm²/(V.s))。石墨烯特殊的结构, 使其具有完美的量子隧道效应、半整数的量子霍尔效应、从不消失的电导率等一系列性质, 引起了科学界巨大兴趣, 石墨烯正掀起一股研究的热潮。自2004年之后, 关于石墨烯的研究报道如雨后春笋般涌现, 在Science、Nature上相关报道就有400余篇, 又一场碳化学的革命正在悄然兴起。



单层石墨烯及其派生物示意图

石墨烯的制备

关于石墨烯的研究最早始于20世纪70年代, Clar等利用化学方法合成一系列具有大共轭体系的化合物, 即石墨烯片。此后, Schmidt等科学家对其方法进行改进, 合成了许多含不同边缘修饰基团的石墨烯衍生物, 但这种方法不能得到较大平面结构的石墨烯。

石墨烯的制备大体可分为物理方法和化学方法。其中, 化学方法研究得较早, 主要是以苯环或其他芳香体系为核, 通过偶联反应使苯环上6个碳均被取代, 然后相邻取代基之间脱氢形成新的芳香环, 如此进行多步反应使芳香体系变大, 但该方法不能合成具有较大平面结构的石墨烯; 物理方法主要以石墨为原料来合成, 不仅原料便宜易得, 而且可得到较大平面结构的石墨烯, 因而目前关于此方面的研究比较多。

氧化石墨还原途径

石墨是一种憎水性物质, 与其相比, 氧化石墨(图3) 拥有大量的羟基、羧基等基团, 是一种亲水性物质。其层间距(0.7~1.2nm)也较石墨的层间距(0.335nm)大。石墨常用的氧化方法主要有3种: Standenmaier法、Brodie法、Hummers法。氧化石墨上C原子属于sp³杂化, 与石墨相比氧化石墨的导电性很差。但相对于石墨, 由于氧化石墨层表面含有大量的官能团, 因此氧化石墨和改性氧化石墨与许多聚合物基体有较好的相容性。氧化石墨和改性氧化石墨在锂离子电池负极材料和阻燃复合材料方面的应用引起了广泛的关注。

与一些化学物质发生反应, 得到改性石墨。而这种氧化石墨的有机改性也可使氧化石墨表面由亲水性变为亲油性、表面能降低, 从而提高与聚合物单体或聚合物之间的相容性。因而增强了氧化石墨和聚合物间的粘接性。氧化石墨经过适当的超声波震荡处理极易在水溶液或者有机溶剂中分散成均匀的单层氧化石墨烯溶液, 这为人们制备大量单层石墨烯提供了可能。

微机械力剥离法制备石墨烯

2004年Geim等用一种极为简单的方法---微机械剥离法(Micromechanical cleavage) 成功地从高位向热解石墨上剥离并观测到单层石墨烯。

以1mm厚的高取向高温热解石墨为原料, 在石墨片上用干法氧等离子体蚀蚀出一个5Lm深的平台(尺寸为20Lm)2mm, 大小不等), 在平台的表面涂上一层2Lm厚的新鲜光刻胶, 焙固后, 平台面附着在光刻胶层上, 从石墨片上剥离下来。用透明光刻胶可重复地从石墨平台上剥离出石墨薄片, 再将留在光刻胶里的石墨薄片在丙酮中释放出来, 将硅片浸泡其中, 提出, 再用一定量的水和丙酮洗涤。这样, 一些石墨薄片就附着在硅片上。将硅片置于丙酮中, 超声除去较厚的石墨薄片, 而薄的石墨薄片(d<10nm) 就被牢固地保留在SiO₂表面上(这归结于它们之间较强的范德华力和毛细管作用力)。

微机械剥离法是最初用于制备石墨烯的物理方法。这种方法的缺点是: 费时费力, 难以精确控制, 重复性较差, 难以大规模制备。

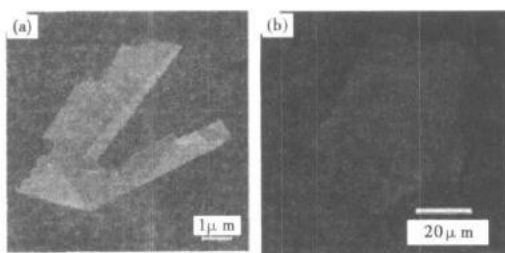
石墨烯的表征

单层石墨烯之所以至今才被人们发现, 是因为表征手段的限制。目前表征石墨烯的有效手段主要有: 原子力显微镜、光学显微镜、Raman光谱。

原子力显微镜的应用使得观测到单层石墨烯成为可能。单层石墨烯由于其厚度只有0.335nm, 在扫描电子显微镜(SEM) 中很难被观测到, 只有在原子力显微镜(AFM) 中才能清晰的观测到。原子力显微镜是表征石墨烯材料的最直接有效的手段。

然而基于微机械剥离方法制得的石墨烯, 产量很低, 并且在微量的剥离物中掺杂着很多多层石墨片, 直接用原子力显微镜观测, 效率很低。Geim等发现单层石墨烯附着在表面覆盖着一定厚度(300nm) 的SiO₂层Si晶片上, 在光学显微镜下便可以观测到。这是由于单层石墨层和衬底对光线产生一定的干涉, 有一定的对比度, 因而在光学显微镜下可以分辨出单层石墨烯。

利用光学显微镜观测石墨烯, 为石墨烯的表征提供了一个快速简便的手段, 使得石墨烯得到进一步精确表征成为可能。



原子力显微镜下(a)和光学显微镜下(b)观察到的石墨烯晶体

石墨烯的应用

由于石墨烯具有比表面积大、电导率高等优点, 因而可以作为电极材料、传感器、储氢材料等。

石墨烯表面的含氧基团可与水及OH⁻形成氢键, 晶体外延型的1-2层石墨烯可灵敏地感知表面的离子密度, 从而可以作为很好的pH传感器。

石墨烯的表面可吸附气体分子，而不同的气体分子可以作为电子给体或受体，从而引起电导率的变化，这与固态气体传感器的作用机制相似。

在储氢材料方面，合金如LaNi5、TiFe、MgNi等都有储氢能力。其中，La和Ti合金为低温(<150e)储氢材料, 但其储氢能力低(<2wt%); Mg 合金为高温储氢材料，虽然理论储氢量很高，但它的吸附P解吸动力学不稳定。此外，合金不仅价格昂贵而且比重大, 因而在很大程度上限制了其实际应用。在新型储氢材料的开发研究中，人们发现碳纳米管以及石墨烯等都有很好的储氢能力，而且这些材料的价格低廉，能够大幅度降低成本。

石墨烯有很好的导电性，与有机材料的接触电阻小(石墨烯P并五苯:0116)0118M8; 银P并五苯:1156M8;铜P并五苯:118M8)，可与有机材料兼容, 因而是很好的电极材料。

市场前景展望

随着人们对石墨烯研究的不断深入以及制备方法的改进，石墨烯在复合材料、纳米器件和储氢材料等领域得到了广泛的关注。石墨烯的导电性好，有望代替硅生产超级计算机; 它的质量轻、强度高, 不仅可用来开发出纸片般薄的超轻型飞机材料、超坚韧的防弹衣, 甚至能让科学家梦寐以求的213万英里长的太空电梯成为现实。然而，要想使石墨烯材料产品化，真正为人们所用, 必须能够得到大量结构完整的高质量石墨烯。这就要求提高现有制备工艺的水平。微机械法显然不能满足未来工业化的要求。氧化石墨还原法虽然能够以相对较低的成本制备出大量的石墨烯，使得其在复合材料和防静电涂料等领域有很大的应用前景，然而石墨烯的电子结构以及晶体的完整性均受到强氧化剂严重的破坏，将使其电子性质受到影响，一定程度上限制了其在精密的微电子领域的应用。化学生长法可以制备出大面积连续且性能优异的石墨烯薄膜半导体材料，而且现有的半导体加工技术也可以对石墨烯薄膜材料进行剪裁修饰，使得化学生长法制备出的石墨烯材料在微电子领域有着巨大的应用潜力。然而化学沉积法制备石墨烯的途径还在进一步探索、完善中，现阶段工艺的成熟以及较高的成本都限制了其大规模应用。如何大量、低成本制备出高质量的石墨烯材料应该是未来研究的一个重点。虽然科学家已经在此方面做了很多努力，但仍无法实现其工业生产，因而，关于石墨烯的合成方法研究仍是一个研究热点。此外，科学家们将更多关注如何通过化学的方法对其进行修饰，进一步提高其各方面性能，促进器件化、工业化、商品化的进程。

石墨烯 上下游产品信息

上游原料

下游产品

石墨烯 生产厂家

全球有 19家供应商 中国 19 ▼ 石墨烯国内生产厂家

供应商	联系电话	传真	电子邮件	国家	产品数	优势度
上海碳源汇谷新材料科技有限公司	0086-021-64307535	0086-021-64308976	sonaldo0103@163.com	中国	6	60
南京先丰纳米材料科技有限公司	15261867733 025-68256996		sale@xfnano.com	中国	270	60
雷丁试剂	18013409632	051085625359	sales@reading-chemicals.com;	中国	15200	58
上海卜微应用材料技术有限公司	18930491979 021-64112762		1460837389@qq.com	中国	477	58

石墨烯相关搜索:

石墨烯   进口氧化石墨烯   氧化硅基底单晶单层石墨烯   氧化石墨烯分散液片径50-200NM   进口CVD铜基单层石墨烯膜   氮掺杂石墨烯   进口CVD塑料基底单层石墨烯膜   进口三维石墨烯泡沫(无支撑或在镍基底上)   进口CVD氧化硅基底单层石墨烯膜   石墨烯纳米片   单层石墨烯   羧基化石墨烯分散液   负载四氧化三钴纳米粒子还原石墨烯   氧化石墨烯膜   石墨烯膜(抽滤法)   进口PET基单层石墨烯膜   氨基-甲酰基咪唑修饰还原石墨烯   进口CVD硅基底单层石墨烯膜

功能材料   无机材料, 新型纳米材料   石墨烯纳米片   还原石墨烯   石墨烯   graphene