

科学研究

科研动态

科研机构

学术活动

科技奖励

仪器设备共享平台

## 科研动态

首页 > 科学研究 > 科研动态 > 正文

### 我院刘冰冰教授团队研究成果发表在《自然》

时间: 2021-11-25 点击: 900

北京时间2021年11月25日凌晨00时, 吉林大学刘冰冰教授、姚明光教授团队在国际顶级学术期刊《自然》(Nature) 上发表了题为“Ultrahard bulk amorphous carbon from collapsed fullerene”的新成果。

寻找新型碳材料一直是材料领域的前沿科学问题。作为自然界中最丰富的元素之一, 碳具有多种杂化成键方式, 形成的碳材料结构丰富、性质迥异, 应用也极为广泛, 因此, 几乎每一种新碳材料的发现都引发了研究热潮。课题组采用自主发展的大腔体压机超高压关键技术, 利用C60碳笼压致塌缩形成的“非晶碳团簇”这一新的构筑基元, 探索了其在20-37 GPa压力范围内的温压反应相图, 首次成功实现了毫米级近全sp<sup>3</sup>非晶碳块体材料的合成。相关重要结果如下:

1)首次实现了近全sp<sup>3</sup>非晶碳块体材料的合成: 首次给出富勒烯C60在高温超高压区间(20-37 GPa)的反应相图, 在苛刻的温压条件下, 合成出了高质量、毫米级、透明的近全sp<sup>3</sup>非晶碳, sp<sup>3</sup>碳含量最高可达97.1%。

2)破解了近全sp<sup>3</sup>非晶碳的结构难题: 通过同步辐射技术与高分辨电镜技术结合, 发现其是由具有短/中程序的四配位类金刚石sp<sup>3</sup>碳团簇形成的非晶结构。

3)发现了近全sp<sup>3</sup>非晶碳具有优异的力、热、光学性能, 创下多项非晶材料之最: 近全sp<sup>3</sup>非晶碳的光学带隙高达2.7 eV; 维氏硬度高达102 GPa (9.8 N载荷下), 杨氏模量达到1182 GPa, 可与金刚石相媲

美；热导率高达26 W/mK，是目前非晶材料中发现的硬度、热导率、模量最高的材料。

4)实现了非晶碳sp<sup>3</sup>含量与性能的精细调控：通过改变压力实现了对非晶碳中sp<sup>3</sup>含量的调控，发现了非晶碳sp<sup>3</sup>含量与光学带隙、热导率的正相关规律，获得了系列光学带隙可调（1.8 eV-2.7 eV）的非晶碳材料，比非晶硅、锗具有更大的带隙以及调控范围，为非晶材料的应用开辟了新的空间。

 [https://news.jlu.edu.cn/\\_local/3/3A/1D/7BE0FCFB014A5C90E973144327E\\_EFEC146F\\_4EFCB.png](https://news.jlu.edu.cn/_local/3/3A/1D/7BE0FCFB014A5C90E973144327E_EFEC146F_4EFCB.png)

图1.a, 高质量sp<sup>3</sup>非晶碳块材的光学照片； b, sp<sup>3</sup>非晶碳样品的PDF分析； c, sp<sup>3</sup>非晶碳样品的维氏硬度测量； d, sp<sup>3</sup>非晶碳样品的热导率和硬度与其他非晶材料的比较。

这些突破性成果被Nature审稿人高度评价为“世界上很少有研究小组的大腔体压机技术能够达到这么高的温压条件”，“非晶材料领域的重大进展”，“为超硬材料家族添加了独特的一员”，“提供了新颖的物理特性表征，对凝聚态物理和化学领域都是原创且极其有趣的”。值得一提的是，富勒烯C<sub>60</sub>发现至今已有30多年历史，刘冰冰教授研究团队自1996年起一直从事富勒烯及相关碳材料的高压研究。早在2006年，课题组便取得了系列突破，获得了多种压致聚合富勒烯材料；提出了共晶与高压相结合的新思想，发现了一类由压致C<sub>60</sub>塌缩形成的“非晶团簇”构筑的长程有序碳结构（OACC结构），是继晶体、非晶和准晶后又一全新的结构类型，与合作者发表在Science上【Science, 2012, 337, 825】。随后进一步在C<sub>70</sub>等大碳笼、金属富勒烯等其他系列共晶体系中再现了这种新结构，通过调控非晶碳团簇的尺寸以及这种结构的对称性和周期，创制了一类全新碳材料【Adv. Mater., 2014, 26, 7257; Adv. Mater., 2015, 27, 3962; Adv. Mater., 2018, 30, 1706916; J. Am. Chem. Soc., 2020, 142, 7584】。正所谓“十年磨一剑，砺得梅花香”，该研究成果是课题组在富勒烯高压研究领域长期积累的基础上的再次突破。

该研究成果第一完成单位为吉林大学超硬材料国家重点实验室，论文共同第一作者为尚宇琛博士、刘兆东教授、董家君博士，姚明光教授与刘冰冰教授为论文共同通讯作者。该成果是与中科院物理所汪卫华院士，瑞典于默奥大学B. Sundqvist教授，美国卡内基研究院费英伟研究员，吉林大学电子显微镜中心张伟教授，以及上海同步辐射光源的林鹤研究员等共同合作完成的。该工作得到了国家重点研发计划项目和国家自然科学基金委项目的资助。

文章链接：<https://www.nature.com/articles/s41586-021-03882-9>

上一条：[王宁教授课题组研究成果发表在《Matter》](#) 下一条：[物理学院马琰铭教授连续五年入选科睿唯安全球“高...”](#)

地址：吉林省长春市前进大街2699号 邮编：130012 版权所有：吉林大学物理学院 © 2017 电话：0431-85166112 邮箱：wlxy@jlu.edu.cn