

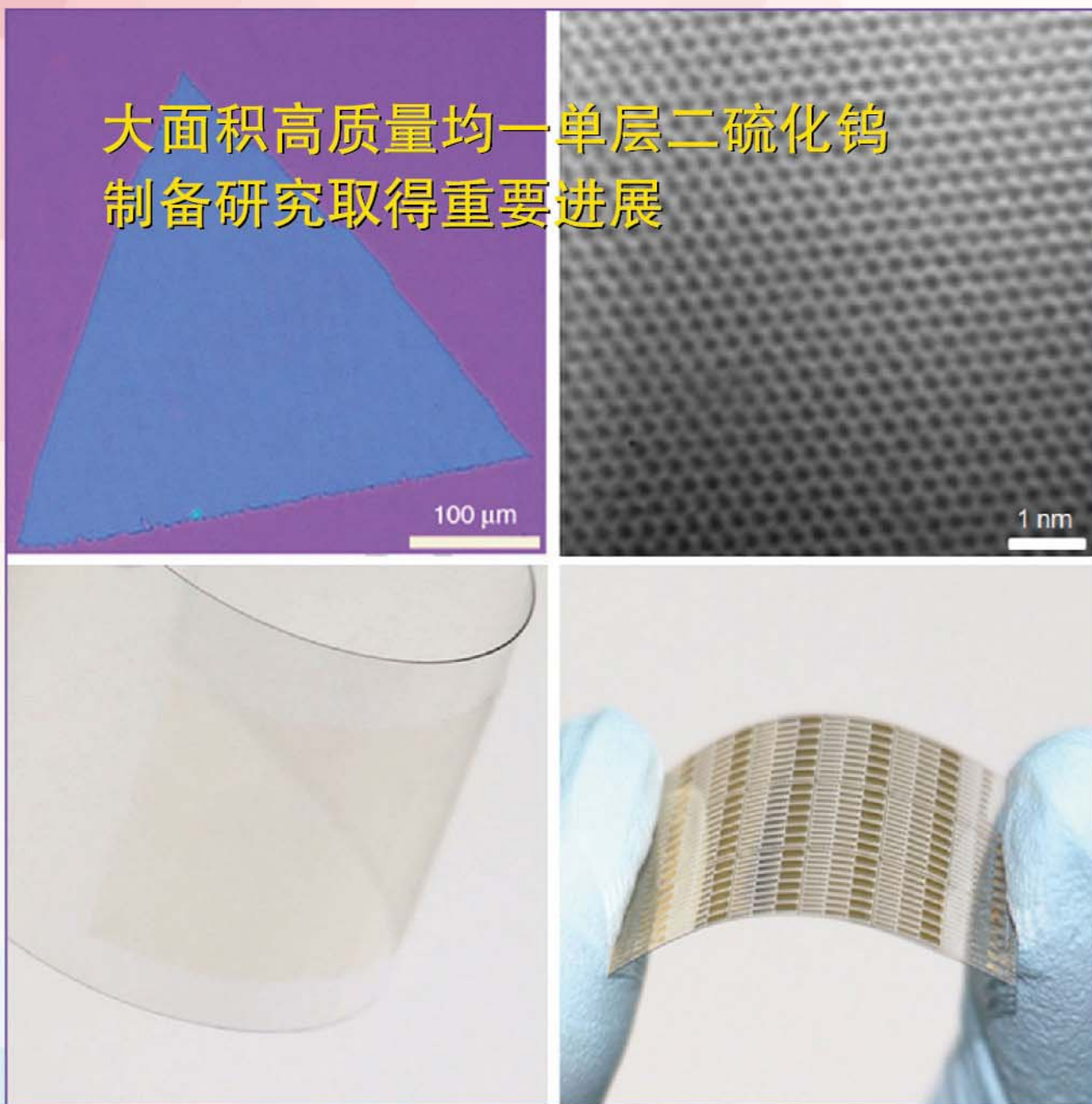
金属之光

9

中国科学院金属研究所
2015年 第9期 (总第172期)

INSTITUTE OF METAL RESEARCH, CHINESE ACADEMY OF SCIENCE

大面积高质量均一单层二硫化钨
制备研究取得重要进展



大面积高质量均一单层二硫化钨制备研究取得重要进展

二维过渡族金属硫化物 (Transition metal dichalcogenides, TMDCs) 是一类由过渡族金属原子和硫族非金属原子构成的二维晶体材料, 大都具有半导体特性 (如 MoX_2 和 WX_2 , 其中 $X=\text{S}, \text{Se}, \text{Te}$) 或超导特性 (如 NbX_2 和 TaX_2 , 其中 $X=\text{S}, \text{Se}$), 极大丰富了二维晶体材料的物性和应用。与多层材料不同, 单层半导体性 TMDCs 是直接带隙半导体, 量子产率高, 并具有显著的谷极化效应, 在柔性电子/光电子器件以及谷电子和自旋电子器件领域具有重要应用前景。

单层 WS_2 是一种重要的半导体性二维 TMDCs。目前制备单层 WS_2 的方法主要有机械剥离法、液相剥离法和以惰性非金属材料 (如 SiO_2/Si , Al_2O_3 等) 为生长基体的化学气相沉积 (CVD) 法。相比于前两种方法, CVD 方法虽然可以实现大面积二维 WS_2 的制备, 但由于范德华外延生长机制, 所得材料的层数可控性差, 难以获得大面积均一的单层材料, 并且材料晶粒尺寸小 (一般小于 100 微米), 存在大量的硫原子空位等结构缺陷, 导致其载流子迁移率很低。此外, 刚性的非金属生长基体与现有的卷对卷的柔性薄膜生产工艺以及柔性印刷电子工艺不兼容, 制约了其在柔性电子/光电子学方面的应用。

最近, 沈阳材料科学国家 (联合) 实验室先进炭材料研究部的任文才研究组在大面积高质量均一单层的 WS_2 的制备与柔性电子学应用研究方面取得了重要进展。他们基于二元相图分析和理论计算发现, 金是唯一在高温下不与硫反应生成硫化物的金属, 并且金具有催化活性, 可有效降低三氧化钨硫化过程的势垒, 且高温下金中钨原子的溶解度极低。在此基础上, 他们提出采用金为生长基体的表面催化常压 CVD 方法, 实现了高质量、均一单层的毫米级尺寸 WS_2 单晶以及大面积薄膜的制备。研究发现, 与铜上石墨烯的生长类似, 金的催化活性以及金中极低的钨溶解度, 使得金上 WS_2 的生长遵循自限制表面催化生长机制, 进而保证了均一单层的高质量 WS_2 晶体的生长。此外, 常压下制备的单层 WS_2 与金基体结合较弱, 因此可采用电化学鼓泡方法在不损坏金基体的情况下实现 WS_2 的高质量转移。该方法制得的单层 WS_2 具有很高的结晶质量, 表现出与机械剥离法制备的材料相比



大面积高质量均一单层 WS_2 单晶、薄膜及柔性透明薄膜晶体管阵列

拟的光学和电学性质 (远优于以惰性基体 CVD 生长的材料)。

此外, 他们利用金箔具有很好的柔性和化学稳定性的特点, 提出了卷对卷与电化学鼓泡

相结合的无损转移方法, 在不破坏金基体的情况下实现了大面积单层 WS_2 薄膜到柔性透明基体 (如 PET、PEN 等) 上的低成本连续转移。通过层层转移, 还可以制备出大面积柔性透明的双层、多层 WS_2 薄膜以及 WS_2 /石墨烯叠层异质结构功能薄膜。采用卷对卷的电化学鼓泡无损转移方法, 他们还实现了大面积柔性透明的单层 WS_2 薄膜晶体管阵列的制备, 柔性器件的电学性能与 SiO_2/Si 基体上器件相当, 并且在弯折上百次后电学性能不发生衰减。

高质量的均一严格单层 WS_2 单晶和薄膜的低成本、大面积制备, 为在柔性电子/光电子器件以及谷电子和自旋电子器件领域的应用奠定了材料基础。该成果得到了国家自然科学基金委杰出青年基金、重大项目、创新群体以及中科院重点部署项目等的资助, 于 10 月 9 日在 Nature Communications 上在线发表 (Nature Communications, 6:8569, DOI: 10.1038/ncomms9569, 2015)。

沈阳材料科学国家 (联合) 实验室马秀良研究组、孙东明、尹利长以及北京大学电子学系彭练矛研究组的研究人员也参与了这项工作。

全文链接:

<http://www.nature.com/ncomms/2015/151009/ncomms9569/full/ncomms9569.html>

定向凝固Al₂O₃/YAG共晶材料研究进展

目前应用于航空发动机、燃气轮机中的镍基单晶高温合金最高工作温度已达到1100-1150℃，接近其熔点温度（~1360℃）的85%，为了满足不断提高的涡轮进口温度要求，提高航空发动机和燃气轮机的热效率，研发能够在更高温度下稳定工作的新型超高温结构材料迫在眉睫。

作为目前正在研发的超高温结构材料之一，定向凝固Al₂O₃/YAG共晶材料熔点高达1820℃，具有优异的高温强度，抗蠕变性能和抗氧化性能，工作温度可达1700℃左右，被视为潜在的单晶高温合金的替代材料。但是，Al₂O₃/YAG材料的脆性始终制约着它的发展和應用。提升Al₂O₃/YAG材料断裂韧性的方法之一是通过定向凝固工艺制备Al₂O₃/YAG单晶，减少孔洞，消除晶界。

近期，高温合金研究部与沈阳材料科学国家（联合）实验室高性能陶瓷研究部合作，开展了定向凝固Al₂O₃/YAG共晶材料的制备、组织和典型性能的研究，取得了初步进展，部分成果发表在Scripta Mater.

研究人员通过光悬浮区熔法制备了Al₂O₃/YAG共晶材料，对定向凝固过程中的组织演化，择优取向，相界面结构，三维空间结构等进行了系统的研究。研究发现，Al₂O₃/YAG是由单晶Al₂O₃和单晶YAG以一定的晶体学取向在

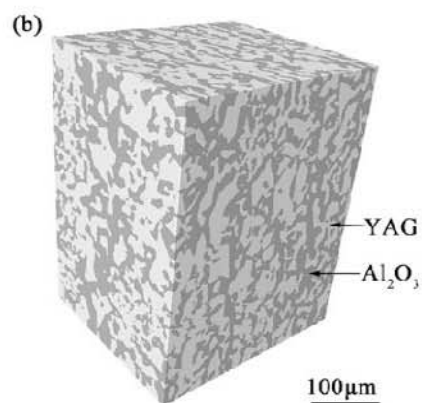


图1 单晶Al₂O₃/YAG材料

三维空间互相连通耦合而成；在定向凝固过程中Al₂O₃和YAG选晶不同步，Al₂O₃首先淘汰非择优取向形成单晶，而YAG需要更长的时间（生长距离）才能形成单晶，分析认为Al₂O₃和YAG不同的晶体结构是导致这一现象的原因。通过EBSD和高分辨电镜，确定单晶Al₂O₃/YAG中两相的晶体学关系是： $\{211\} \langle 011 \rangle \text{YAG} \parallel \{0003\} \langle 1100 \rangle \text{Al}_2\text{O}_3$ ，为了满足最低相界面能准则，Al₂O₃/YAG共晶的择优取向和单相独立的择优生长方向不同；Al₂O₃/YAG相界面结构是一种半共格结构，其错配度为-0.57%。

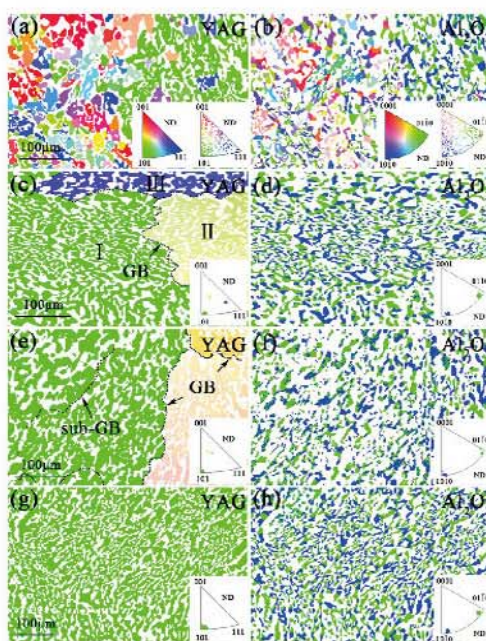


图2 定向凝固Al₂O₃/YAG不同生长部位(由上及下: 10 mm, 20 mm, 50 mm, 80 mm) 横截面EBSD图

在上述工作的基础上，课题组将利用自主研制的超高温定向凝固设备尝试制备大尺寸单晶Al₂O₃/YAG材料，进一步进行深入的组织和性能研究，为后续工程应用积累数据，奠定基础。

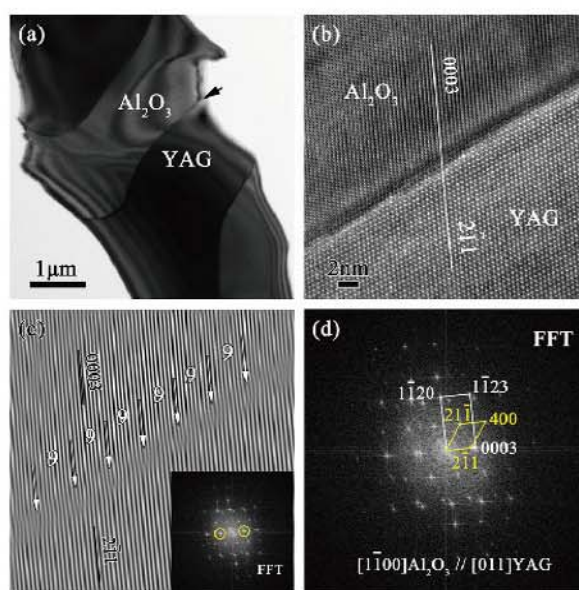


图3 单晶Al₂O₃/YAG材料相界面结构

秋色



吕明 作品



吕明 作品



张静娣 作品



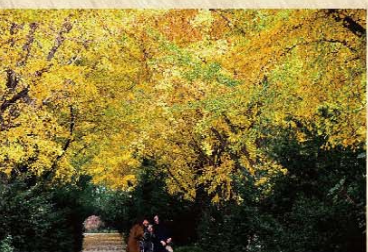
张静娣 作品



张静娣 作品



张静娣 作品



余百身 作品



余百身 作品



余百身 作品



张静娣 作品



张静娣 作品



张静娣 作品

那一年，那些事

作者：P.S

那一年，有一所学校，有一个班级，那里面有你们也有我；后来，又有一场考试，考试完了，我们也散了。
——题记

那一年，我们班的教室很大，教室后面有大片的空地，每到下课，那里就成我们娱乐的天堂。男生的力气好像很大，课桌里装着满满的书，但他们也可以毫不费力地把四张桌子拼在一起，中间摆几本牛津词典，构成一个简易乒乓球台，紧接着耳边就会传来此起彼伏的欢呼声。有时，那里也会被当做足球场，墙上乌七八糟的全是黑印，足球还会偶尔“出界”误伤群众。那时，一千个“小当家”的空袋可兑换一个足球，于是，干脆面就成了班里大部分同学的早餐和零食。最终，在大家快把干脆面吃吐了的时候换到了足球，可是没过多久，它就被一脚踢爆了。

那一年，姚明还没有退役，科比也还没有老。总是在第三第四节课，男生们在桌子底下偷偷地刷着手机，紧张地关注着比赛的进程。那时的2G网络还很慢，那时的诺基亚还很“高大上”，可是这丝毫不会影响到大家对NBA的热情。我还记得班里面有好多篮球报纸，常常在不想学习的时候拿来看看，慢慢地我也认识了好多篮球明星，也会在每天中午吃饭时，把台换到体育频道，关注赛事进展。还有我那个超级厚脸皮的同桌，每每问他借个什么东西时，他都会说一句“叫我詹姆斯”。

那一年，周杰伦还没有结婚，mp3还特别流行。

总是有人在晚自习的时候，带着耳机偷偷听歌，偶尔还会跟着哼唱起来，心情high了就忘记自己还带着耳机，唱的很大声。这时，全班都齐刷刷地盯着那个人等着看好戏，老师走到他身旁把手伸到他的眼前，只有他一脸茫然地不知道刚刚发生了什么。

那一年，《小时代》才刚刚开始，《最小说》上连载。那时我们没有很多零花钱，而一本《最小说》要十元钱，于是大家就你一本我一本的买来传阅。每月初拿到《最小说》的时候，那心情简直和过年似的，兴奋无比。一万字的连载非要看上一个晚自习，还依然意犹未尽。每篇连载的最后总会留下悬念，我们就那么叽叽喳喳地讨论个没完没了。现在，《小时代4》已经上映了，坐在电影院里哭红了眼睛的我，脑海里浮现的都是当年的一幕幕，“我们说好不分离，要一直一直在一起”……

那一年，多少动人的故事发生，多少灿烂的笑容绽放，一幅幅画面，一声声呼唤，充满活力的我们在应试教育的夹缝中自得其乐；那一年，快乐没有被考试压瘪，青春没有因呵斥变色，天真活泼的我们在高考的征途中留下了激情和快乐。

不知不觉间，已然过去十年了，亲爱的朋友们，你们都过的可好？

雪国的舞女

作者：凌雨玲

灰蓝的天地，灰蓝的你，
吞噬起丝丝的雪花，
却难说出那句别离，
寂寞睡不着的夜里，
只有我一个身影，
在窗前看着天国中的浮云而叹息，

雪凌乱的，没有声音，
秋影不再斑驳，
只剩下冬舞的魂，
静静的，默默的，

纤纤冰雨化成幻变的玉指，
你的裙拂过我泪流的面庞，
你走了，
雪花凝聚成了舞女的灵，
踏着凄冷的风，
消失在远方。

春华哪堪几度霜，
秋月谁与共孤光，
就在这没有月的灰蓝的夜，
在这雪花漫天的舞季，

我送别着翩翩彩蝶，
翩翩红妆。

这漫天的雪花啊，
带走我吧，
带走我的灵魂，
我也想在这雪国的舞女，
就那么尽情的舞，
尽情的欢笑，
一步一步，
向往那浮云之上的光芒，

好冷，好冷的雪啊，
即使你冷漠的看着我，
冷漠的转身，
冷漠的坠落，
冷漠的融化，

我爱你，
就在这雪的夜，
舞女流着泪，
说，
我爱你。



9月20日至23日，由中国科学院金属研究所和中国核能行业协会联合主办的第四届核电站材料与可靠性国际研讨会在沈阳召开。来自国内外共计69家单位的190余人参加了此次研讨会。与会代表围绕“核电关键部件设计制造中的材料问题”、“辐照导致的材料降质与耐辐照材料的开发”、“核电关键部件的热老化、寿命与安全评价”、“蒸汽发生器传热管材料的腐蚀”、“核电站水化学”、“核电关键部件的应力腐蚀”和“核电材料腐蚀的先进分析技术”等主要议题进行了交流和讨论。



9月17日，中国工程物理研究院科技委汪小琳副主任来所作题为“中物院铜系材料科学研究进展”的师昌绪系列讲座。



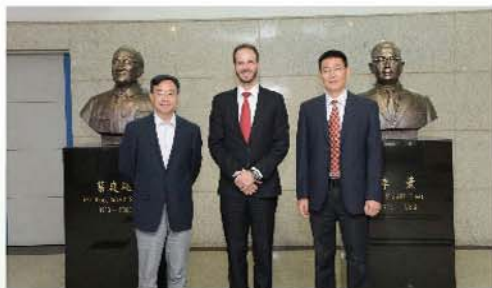
9月11日，由党办、工会主办以“铭记历史、缅怀先烈、珍爱和平、开创未来”为主题的“纪念抗日战争胜利70周年”文艺汇演在葛庭燧楼前隆重举行。

400余人观看了此次晚会。所党委副书记郝欣，党委副书记、副所长谭若兵，工会主席孙晓峰出席晚会。



9月10日至12日，第六届金属研究所-韩国材料研究所

轻合金双边研讨会在金属所召开，韩国材料研究所前所长李龙泰和前副所长朴鲁光等8名科技人员参加会议。双方科研人员在钛合金与块体非晶合金、先进铝合金、轻合金的先进加工方法等三个主题交流报告14篇。



9月9日下午，奥地利驻华大使馆科技参赞 Helmut Spitzl先生访问金属所，杨锐所长、张健副所长接待了Helmut Spitzl参赞一行。

9月1日，上海核工程研究设计院郑明光院长、顾国兴副院长、贺寅彪副总工程师一行7人访问金属所。双方签署了战略合作协议，郑明光院长作了师昌绪系列讲座。



仇凤江

高温合金研究部铸造高温合金课题组，主要从事多晶空心叶片研制、冶金缺陷的形成机理及控制方法研究等工作。

兴趣爱好：旅游、羽毛球



张雪

金属腐蚀与防护实验室熔盐腐蚀组，主要从事导电耐蚀涂层的制备及性能研究。

兴趣爱好：读书，跑步



我来 Show!

李相伟



高温合金研究部605组，工作期间主要从事整体铸造涡轮盘研制以及单晶合金显微孔洞缺陷的研究。

人生格言：日有为，宵有得；息有存，瞬有养
兴趣爱好：跑步、旅行

许磊



材料特种制备与加工研究部多糖课题组，主要从事基于微波化学的多糖和多糖基材料的研发及应用研究工作。

贾文博

功能薄膜与界面研究部，主要从事微纳加工与III-V族氮化物半导体材料的研究。

兴趣爱好：游泳，羽毛球



赵书彦



材料环境腐蚀研究中心纳米复合涂料组，从事纳米复合涂料的制备及纳米复合涂层腐蚀机理的研究工作。

兴趣爱好：音乐、摄影、羽毛球

人生格言：踏踏实实做人，认认真真做事。