

纳米科技与产业发展

信息动态

第 2 期(总第 234 期)

2015 年 2 月 15 日

主办单位：上海市纳米科技与产业发展促进中心

协 办：上海科学技术情报研究所

上海华明高技术（集团）有限公司

上海大学纳米科学与技术研究中心

新闻快讯

※※※※

强关联二维材料研究获得进展 复旦一成果发表于 《自然·纳米技术》

复旦大学物理系张远波教授课题组通过一种新的实验方法——可控电荷插层，实现了对强关联二维材料 $1T-TaS_2$ 晶体相变的全面研究。1 月 26 日，相关研究论文《二硫化钽薄层中的可控相变》发表于《自然·纳米技术》。论文第一和第二作者分别为复旦大学物理系 2012 级博士生於逸骏和 2011 级博士生杨昉

本期导读

- ◆ 上海光源铜钨催化剂原位 XAFS 研究取得重要进展（见第 3 版）
- ◆ 科学家成功研发可变形银纳米传感器（见第 6 版）
- ◆ 硅烯首次被成功制成晶体管可获得更快更小计算机芯片（见第 8 版）

原。这是该课题组一年内在纳米技术领域国际顶尖学术期刊《自然·纳米技术》刊发的第二篇论文。

目前，人们广泛关注的二维材料绝对大多数都是半导体，譬如材料领域最红火的石墨烯、二硫化钼等，但对于强关联二维材料的研究还远没有引起应有的重视。

强关联材料的性质比半导体材料更复杂丰富。不同于半导体材料内部电子可以被认为是独立运动、相互不产生影响的，强关联材料内部电子之间，存在很强的相互作用。这种电子或者电子与声子之间的强相互作用，导致了许多新奇的物理现象，如超导、金属—绝缘体转变、量子相变等等。强关联电子体系一直是材料学、物理学等领域的一个研究热点和难点。直到现在，各学科仍在对该体系进行合作研究，以了解强关联电子材料的复杂物理现象及其背后的物理机制。

复旦大学张远波课题组和中科大陈仙辉等课题组另辟蹊径，开展对强关联二维材料 $1T-TaS_2$ 的研究。课题组发现该二维材料中的电荷密度波可以通过改变样品的维度来进行调控。张远波课题组还发展了一个全新的电荷调控的实验方法：通过门电压对层状样品进行可控的锂插层，可以把样品电子浓度调控到前所未有的水平。

通过这个新方法，课题组观测到 $1T-TaS_2$ 二维材料中的电荷密度波以及超导相对电子浓度极其敏感，从而首次得到了 $1T-TaS_2$ 的完整相图。这项实验大大加深了当前对 $1T-TaS_2$ 中电荷密度波和超导相的理解和调控能力。

“我们的调控办法类似于电池的充放电过程。当充上电，材料的物性就会改变；不同程度的电量，材料的物性都不一样。通过调整‘电量’，可以让材料变得更导电或者更绝缘、有超导功能或者没有超导功能，实现材料的‘七十二变’。”张远波介绍。

上海光源铜铈催化剂原位 XAFS 研究取得重要进展

近日，上海应用物理研究所上海光源材料与能源部的司锐研究员与山东大学贾春江教授课题组合作，将催化剂“构效关系”研究与同步辐射原位 X 射线技术紧密结合，在一氧化碳选择性催化氧化反应方面取得重要进展，提出了对氧化铈负载的纳米铜催化剂活性结构物种进行甄别的一种有效表征方法，相关论文发表在《美国化学会·催化》杂志上 (ACS Catalysis, 2015, 5, 2088-2099)。

一氧化碳选择性氧化(CO-PROX 、 $\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$)是氢燃料电池中氢气纯化过程的关键反应，由于副反应——氢气氧化($\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$)的存在， CO-PROX 反应的转化率、选择性以及温度区间对于评价相关催化剂的性能至关重要。早期的研究表明：氧化铈负载的铜基催化剂对于 CO-PROX 反应具有较高的催化活性，但相关的活性物种与机理路径仍存在很多争论。司锐与贾春江课题组利用原位 X 射线吸收精细结构谱(XAFS)测试手段，结合 X 射线吸收近边谱(XANES)线性拟合以及扩展 X 射线吸收精细结构谱(EXAFS)数据拟合等分析方法，发现了对氧化铈纳米棒负载的铜催化剂活性结构物种的直接实验证据；通过不同反应条件下铜原子簇的电子结构（氧化还原态）和短程配位结构（Cu-O、Cu-Cu 配位数）与其 CO-PROX 活性之间的关联性，推测并验证了高分散 CuO_x ($x = 0.2-0.5$)原子簇较金属-载体强相互作用的 $\text{Cu}[\text{O}_x]\text{-Ce}$ ($x = 0.7-3.2$)结构具有更好的催化性能。该项工作的研究结果对于新型铜铈催化剂的设计以及相关原位结构表征方法均具有重要指导意义。

该项研究的相关 XAFS 实验在上海光源 BL14W1 线站、美国 NSLS 光源 X18B 线站上完成，上海光源材料与能源部的杜培培博士与黄宇营研究员参与了部分工作。该工作得到中科院“百人计划”项目、国家自然科学基金、中科院战略性先导纳米专项的共同资助。

上海光源两项用户成果入选“2014年中国十大科技进展新闻”

1月31日，由中国科学院院士和中国工程院院士评选的“2014年中国十大科技进展新闻”在京揭晓，上海光源两项用户成果——“甲烷高效转化研究获重大突破”、“首次获人源葡萄糖转运蛋白结构”入选。

中科院大连化学物理研究所包信和院士领衔的团队基于“纳米限域催化”的新概念，创造性地构建了硅化物晶格限域的单中心铁催化剂，成功实现了甲烷在无氧条件下选择活化，一步高效生产乙烯、芳烃和氢气等高价化学品。与天然气转化的传统路线相比，该技术彻底摒弃了高耗能的合成气制备过程，大大缩短了工艺路线，反应过程本身实现了二氧化碳的零排放，碳原子利用效率达到100%。该项研究的相关成果发表在《科学》杂志上。有关专家认为：这是一项“即将改变世界”的新技术，未来的推广应用将为天然气、页岩气的高效利用开辟新的途径。目前，这项技术相关的专利申请已进入美国、俄罗斯、日本、欧洲等国家和地区。该课题组在上海光源 X 射线吸收精细结构谱线站（BL14W1）针对纳米 0.5% Fe@SiO₂ 体系开展了原位 XAFS 实验，BL14W1 线站在实验和数据处理两个方面提供了相应的技术支持，为成果的发表作出了重要贡献。

清华大学医学院颜宁教授研究组利用上海光源生物大分子晶体学线站（BL17U1）在世界上首次解析了人源葡萄糖转运蛋白 GLUT1 的晶体结构，利用 GLUT1 的晶体结构可以精确地定位与疾病相关的突变氨基酸，初步揭示了其工作机制及相关疾病的致病机理。该成果不仅是针对葡萄糖转运蛋白研究取得的重大突破，同时为理解其他具有重要生理功能的糖转运蛋白的转运机理提供了重要的分子基础，揭示了人体内维持生命的基本物质进入细胞膜转运的过程，对于人类进一步认识生命过程具有重要的指导意义。该成果在《自然》杂志发表后，诺贝尔化学奖得

主布莱恩·克比尔卡评价：“针对人类疾病开发药物，获得人源转运蛋白结构至关重要，因此这是一项伟大的成就。”该成果对于研究癌症和糖尿病的意义不言而喻。这也是国际上竞争十分激烈的领域，上海光源为我国科学家在国际竞争中胜出提供了有力的支撑。

全色显示纳米材料全新描绘彩色世界

南京工业大学、南京邮电大学和新加坡国立大学的一组研究人员在《自然·纳米技术》发表论文，介绍他们开创性地设计并制备出的一种全色显示纳米材料，可在不同红外激光脉冲的激发下，发出颜色连续可调的全色域可见光，表现出发光颜色的刺激响应性。

该研究负责人、中国科学院院士、南京工业大学校长黄维教授告诉科技日报记者，传统的发光材料受限于固定波段、单一颜色发光，运用最广的二维彩色显示系统，需要通过调控红、绿、蓝三种发光材料的颜色通道以及它们相互之间的叠加得到彩色显示效果，对加工工艺以及器件稳定性都有很高的要求，也限制了显示器分辨率的进一步提高。

新开发的透明无机纳米材料可以“全色”发光，不需要独立的红、绿、蓝三基色，每个纳米颗粒就是一个像素点，直接把分辨率提高到纳米级。更为重要的是，将这些在可见光条件下透明的纳米颗粒均匀分散在三维空间中。通过肉眼不可见激光的激发和调制，纳米颗粒可以发出多种不同颜色的可见光，从而实现真正意义上的真实立体彩色显示，并在空间三个维度都达到纳米级的极限分辨率，突破了传统显示方法，为立体显示技术提供了一条革命性的思路和途径。

该项研究的另一位负责人、新加坡国立大学刘小钢教授指出，在吸收近红外光后，处于内层的离子发射蓝光，外层的离子发射红光或绿光。整个核壳结构的平均尺寸仅为30—40纳米。

目前，研究人员已使用此技术在含有该类纳米材料的透明基板中画出彩色的三维图形，可用肉眼直接观察。

参与研究的新加坡国立大学洪明辉教授表示，该技术在生物检测和防伪，特别是货币和文件防伪等方面具有良好的应用前景。

海外传真

☆☆☆☆

科学家成功研发可变形银纳米传感器

2012年的时候朱永博士（Dr.YongZhu）和他率领的美国北卡罗来纳州立大学研究团队利用银纳米线成功开发出具备高导电性和弹性的导体，当时他就表示使用这项技术能将其用作打造戴多功能传感器的可穿戴电子设备。经过接近两年多的研发，近日该研究团队成功宣布开发出这样一个多功能传感器。

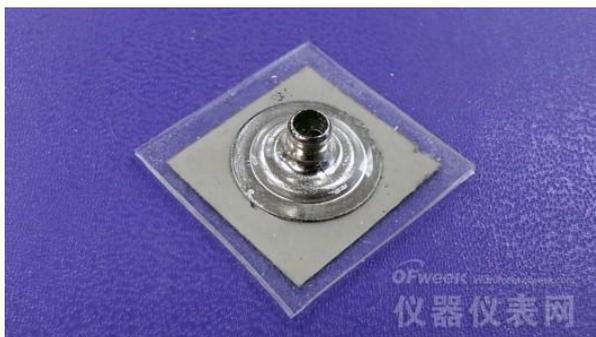
该团队中的 ShanshanYao 博士称：“这项技术源于物理变形或者称之为边缘电池变化。他和我们智能手机上的触控非常类似，不过却能够有更加优秀应用，这种可以拉升的传感器能够充当机器人的类人皮肤，能够监测诸如拇指、膝盖的运动。”

半导体纳米结构焊料

美国科学家最近发现，名为 chalcogenidometallates 的化合物十分适合作为连接半导体组件的焊接材料。这种材料不会污染半导体，所以在制造晶体管、印刷电子及光电组件品时，可以用来它制作干净的电接触。

一般大众熟知的管线焊接主要是在两块金属连接处填入焊填金属(焊料)，焊料的熔点比两种金属都低，其作用相当于“胶水”。这种方法

也经常用于微电子产品，但不同的是，目前没有任何技术能够在不破坏半导体特性的情况下，将半导体接在一起。相较于金属与金属的接面仍然表现出欧姆导体的行为，半导体与半导体的接口会因为捕获电荷



载子或费米能阶对不齐，而形成肖基能障(Schottky barrier)，因此对杂质与结构缺陷极为敏感。举例来说，电子束微影术经常被用来在奈米结构上制造电接触，这种技术除了昂贵、耗时，还容易引入杂质，因为制程中使用的阻剂和溶剂会残留，污染样本。

为避免这些问题，使用 bottom-up 的方式(例如焊接)会较为妥当，但理想的半导体焊料在结构与成分上应该要很接近所连接的半导体。由芝加哥大学 Dmitri Talapin 所领导的研究团队宣称以镉、铅和铋所合成的 chalcogenidometallates 正符合此要求，可以用来连接许多具有技术重要性的 II-VI、IV-VI 和 V-VI 族半导体。

芝大研究人员发现 $\text{Na}_2\text{Cd}_2\text{Se}_3$ 焊料可以在不破坏半导体电性下，接合 CdSe 纳米结晶。他们用已焊接过的 CdSe 纳米结晶制造场效晶体管，并测量其电子迁移率。结果显示高达 $210 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ ，这是以溶液处理的无机半导体场效晶体管中的最佳数值。此数值也证明材料中的晶界并未含有许多电荷传输瓶颈。该团队也使用 Na_2CdTe_2 成功焊接 CdTe 晶体。

硅烯首次被成功制成晶体管 可获得更快更小计算机芯片

由意大利和美国科研人员组成的团队首次创建出基于硅烯材质的晶体管。他们发表在《自然·纳米科技》杂志上的论文描述了如何研制这种出了名挑剔的材料。

硅烯是一种由单个原子厚度的硅制成的材料，就像石墨烯一样，被证明具有超凡脱俗的导电性能，这意味着它在未来电子产品中将大有用武之地，特别是人们对获得更快或更小的计算机芯片抱有无限希望的情形下。

问题是，硅烯非常难制备，用单张硅烯来完成工作更是难上加难。距离物理学家提出硅烯如何作用的理论已经有 8 年之久了，从那以后，很多个团队试图创造这种材料，但大多数都没有成功。

人们发现，让单张硅烯材料产生作用成为阻碍它实现应用等一系列问题的关键。在这次新的尝试中，研究人员不仅制备出了这种材料，还发现了一种方法，足以驯服它来制造微晶体管。

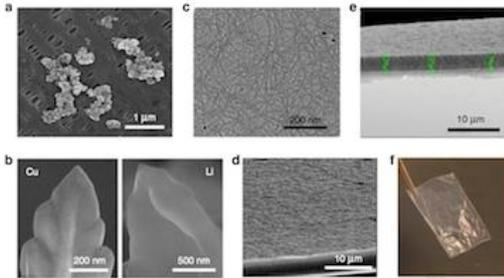
据物理学家组织网 2 月 4 日（北京时间）报道，为了让这个纳米级别的材料乖乖合作，研究人员第一次在镀有氧化铝的银条上生成了一些硅烯层。一旦生成，硅烯层从培养基上剥落，将银排斥到二氧化硅晶片的另一面，银随后被塑造成允许硅烯单层被用作晶体管的电触点。

该团队报告称，他们已经创建了几个这种晶体管，且其在真空中工作具有稳定性。他们还声称，到目前为止，硅烯的表现没有辜负预测其属性的理论假设。

尽管他们在技术上已经创建了基于硅烯的晶体管，但是，这个过程能否在商业化应用中大规模使用还不清楚，还有更多的深入研究要做。

如果能够攻克难关，团队成员相信，未来的电子元器件中硅烯的应用会比石墨烯更容易，毕竟目前绝大多数的芯片设计都是硅基的。

芳酰胺纳米纤维制造更好的电池隔膜



美国 Michigan 大学的研究者制造出了一种新型纳米材料，被称为芳酰胺纳米纤维，其强度与碳纳米管相当，但相对于 Kevlar 更容易制造，也更为便宜。这种材料能有效抑制置于固态离子电池阴阳两极间

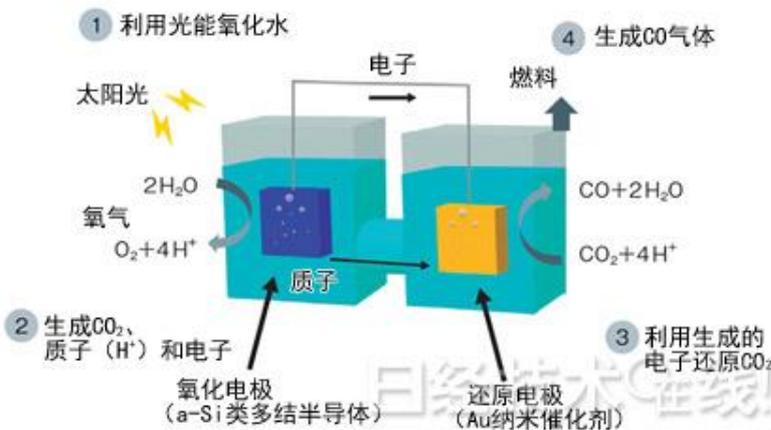
离子传输隔膜中的枝晶生长，从而使这些设备更为安全、性能更优。

产业信息



金纳米触媒实现人工光合效率 1.5%

东芝试制了模仿植物光合作用的“人工光合作用”系统，可利用水 (H₂O)、二氧化碳 (CO₂) 和太阳能制造有机物。利用入射光能量除以生成的一氧化碳 (CO) 能量所得的转换效率达到了 1.5%。据介绍，这个数值可媲美植物中效率较高的藻类的光合作用。例如，在养殖环境下培育的小球藻的能量转换效率约为 2%。



东芝公司和 SK Hynix 公司联合开发纳米压印半导体 光刻技术

为加快推进下一代半导体光刻技术——纳米压印光刻（NIL）技术的研发，东芝公司与 SK Hynix 公司于 2014 年 12 月达成联合开发的基本意向，2015 年 2 月 5 日，双方正式签订协议。

NIL 技术，是存储器进一步精细化所不可或缺的下一代半导体光刻设备的候选技术。与当前所使用的一般在描绘电路图的光掩模上照射激光而完成硅晶片转录的光刻技术相比，NIL 技术则将深挖型电路图直接紧贴硅晶片而进行转录，其加工将更加精细化。

此前，东芝公司一直与各家半导体制造设备及材料厂商联合推进 NIL 技术的开发。将自己的半导体制造工艺技术与半导体制造设备及材料厂商的技术相结合，以实现 NIL 技术在设备和工艺流程方面的应用。而这次，东芝公司通过与 SK Hynix 公司合作共同开发纳米压印光刻技术，不仅可以削减开发成本，还可进一步加快该技术的市场应用。东芝公司称公司今后将积极推进 NIL 技术和极紫外光刻技术等下一代光刻技术的研发，切实促进存储器产品的精细化，进一步加强存储器业务。

今年 4 月份，在东芝横滨事业部，两家公司的技术人员将共同启动 NIL 工艺要素技术开发，并计划 2017 年实现成果转化。