

纳米科技与产业发展 信息动态

第 6 期(总第 266 期)

2017 年 6 月 20 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

※※※※

2017 年中国（上海）石墨烯研讨会顺利召开

为了提升上海纳米科技的创新能力，提高上海石墨烯科技对战略性新兴产业的支撑作用，促进转型发展，上海市纳米技术协会于 2017 年 6 月 8 日在上海新国际博览中心举办“2017 中国（上海）石墨烯研讨会”，同期还举办了“2017 中国（上海）国际纳米技术展览会”。研讨会得到了中国材料研究学会、中国微米纳米技术学会、中国科学院上海硅酸盐研究所、上海市纳米科技与产

本期导读

- ◆ 钴铝氧化物介孔空心球催化材料研究取得进展（见第 3 版）
- ◆ 韩国研发纳米级 3D 打印技术将用于可穿戴设备（见第 6 版）
- ◆ 美国麻省理工学院开发出具备“深度学习”能力的新型可编程纳米光处理器芯片（见第 12 版）

业发展促进中心、北京纳米科技产业创新联盟、纳米技术及应用国家工程研究中心和上海理工大学等单位的支持，上海时空展览服务有限公司承办本次会议。研讨会由上海理工大学杨俊和教授担任主席，上海市纳米科技与产业发展中心闵国全主任在大会开幕式上作重要讲话，对上海石墨烯发展提出希望。来自高校、科研院所、企业的近 160 名参会代表出席并参与了大会专题研讨。

上海电气集团中央研究院新材料研究室主任廖文俊博士、中科院上海微系统与信息技术研究所狄增峰研究员、复旦大学彭慧胜教授（赵阳博士代作报告）、东华大学材料学院副院长王宏志教授、华东理工大学陈彧教授、中国科学院上海硅酸盐研究所毕辉研究员等专家从基础研究、产业化应用和工艺及装备制造等多角度对石墨烯科技的发展现状、存在的问题和未来的发展趋势做了 6 个专题报告，与会代表在专题报告结束后对石墨烯科技与产业的发展趋势和存在的问题进行了热烈的研讨和交流。

本次会议交流了石墨烯科技与产业的最新进展与成果，凝练发展目标与方向，为布局下一阶段上海纳米科技与产业发展提供了依据。





钴铝氧化物介孔空心球催化材料研究取得进展

近日，上海应用物理研究所材料与能源部的司锐研究员和山东大学贾春江教授、北京大学严纯华院士合作，在钴铝氧化物介孔空心球纳米材料的制备及在催化费托合成反应的“构效关系”方面研究取得进展。相关结果以全文的形式发表在环境催化领域权威期刊《应用催化 B》(Appl. Catal. B, 2017, 211, 176-187) 上。

由于高比例的暴露的表面活性位点，具有介孔结构的纳米空心球往往表现出较普通纳米粉体材料更为优越的催化性能。以往有关氧化物介孔空心球催化剂的制备过程繁多，合成条件苛刻，而对于活性较高且更为经济适用的化学流程的研究相对空白。此外，在能源催化领域中至关重要的费托合成反应 ($\text{CO} + \text{H}_2 \rightarrow (\text{CH})_x + \text{H}_2\text{O}$) 中，由于催化剂结构的复杂性和反应条件的极端性，费托合成催化剂的“构效关系”一直是研究的难点。针对以上问题，贾春江与严纯华课题组合作发现：充分利用表面活性剂作为介孔结构成型的模板，并优化 Co/Al 比例可达到稳定空心球形貌的目的，在溶液相中通过溶胶辅助的自组装过程，可控的获得了

具有高热稳定性的钴铝氧化物介孔空心球材料;司锐课题组进一步利用 X 射线吸收精细结构谱学(XAFS)技术, 针对反应中钴氧化物(CoO_x)与金属钴(Co)共生的表征难题, 在数据分析过程中以相近距离上的 Co-O 和 Co-Co 配位数分别作为 CoO_x 和 Co 相的结构贡献参数, 最终获得了具有 $\text{Co}(0)$ 电子结构的小尺寸钴纳米晶粒是费托合成反应活性中心的结论。该工作发展了对于介孔空心球纳米材料在原子层次上考察活性金属的结构变化及“构效关系”研究的实验方法。

上海应用物理所的博士生王旭参与了上述工作, 相关 XAFS 测试在上海光源 BL14W1 线站上完成。该工作得到国家自然科学基金、中科院百人计划、中科院战略性先导纳米专项的共同支持。

上海光源“梦之线”用户国际首次发现突破传统分类的新型费米子

继“外尔费米子”, “沙漏费米子”之后, 最近上海光源“梦之线”用户——中科院物理所团队在拓扑物态研究领域又取得了重大突破, 首次发现了突破传统分类的新型费米子——三重简并费米子, 为固体材料中电子拓扑态研究开辟了新的方向。这一研究成果于 2017 年 6 月 19 日在线发表在《自然》杂志上 (doi:10.1038/nature22390)。

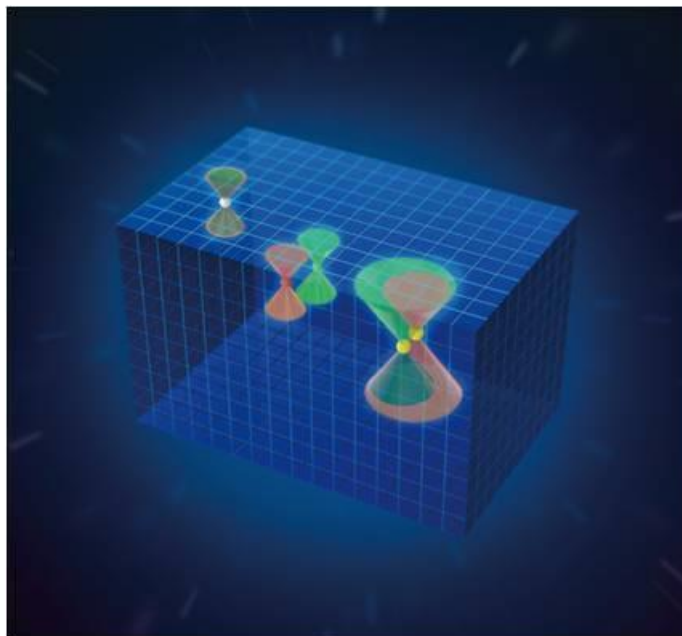
组成宇宙的基本粒子可分为玻色子和费米子, 现有的理论认为宇宙中可能存在三种类型的费米子, 即狄拉克 (Dirac) 费米子、外尔 (Weyl) 费米子和马约拉纳 (Majorana) 费米子。狄拉克费米子诸如电子、质子、中子已经被发现, 而外尔费米子和马约拉纳费米子还没有在高能物理实验中观测到。在固体材料中, 电子由于受周期性晶格势和电子-电子间相互作用而表现出不同于单个自由电子的集体行为, 即所谓的准粒子。固体中电子的准粒子可以表现出不同的基本粒子行为, 是基本粒子在固体

中的“影子”。2015 年，中科院物理所团队预言并观测到了 TaAs 晶体中的外尔费米子，为人们寻找新型费米子提供了启示。

由于固体材料中的电子所处的“固体宇宙”只满足不连续的分立空间对称性，不同于宇宙的连续时空对称性，使得在固体中可能存在传统理论中没有的新型费米子。寻找新型费米子是近年来拓扑物态领域一个挑战性的前沿科学问题，也是该领域国际竞争的焦点之一。

2016 年 4 月，中科院物理所理论团队预言在一类具有 WC 结构的材料中存在三重简并的电子态，其准粒子就是三重简并费米子，是不同于四重简并的狄拉克费米子和两重简并的外尔费米子的新型费米子；中科院物理所的丁洪研究员和钱天副研究员指导博士生吕佰晴在上海光源“梦之线”的高分辨光电子能谱实验站以及瑞士光源成功解析出 WC 家族中的 MoP 的电子结构，首次实验发现突破传统分类的三重简并费米子。理论预言指出，三重简并费米子态与狄拉克费米子和外尔费米子态不同，它对外加磁场的方向敏感，使得含有它的母体材料具有磁场方向依赖的输运性质，这些独特的性质也表现在近期实验所观察到的 WC 的方向依赖输运行为，以及 MoP 的极低电阻行为。对这一家族材料的奇特现象的探索开启了“材料宇宙”中新型粒子的研究；三重简并费米子的发现对促进人们认识电子拓扑物态，发现新奇物理现象，发展新型电子器件，以及深入理解基本粒子性质都具有重要的意义。

此实验研究成果由中科院物理所、上海光源“梦之线”和瑞士光源 ADRESS 线站合作完成。“梦之线”是中科院物理研究所、上海应用物理研究所以及大连化学物理研究所合作建设成功的世界一流的同步辐射光电子实验系统，于 2015 年 6 月通过验收。运行开放至今，“梦之线”实验团队与中科院物理所、上海微系统所、北京大学、中国人民大学、复旦大学等多个研究组合作，取得了包括“外尔费米子”、“沙漏费米子”、“大能隙材料 ZrTe₅ 的拓扑边界态”等重要成果，发表在 Physical Review X、Science Advances 等杂志上。



固体材料中实验发现的三种费米子：四重简并的狄拉克费米子（左）、两重简并的外尔费米子（中）、三重简并的新型费米子（右）。

海外传真

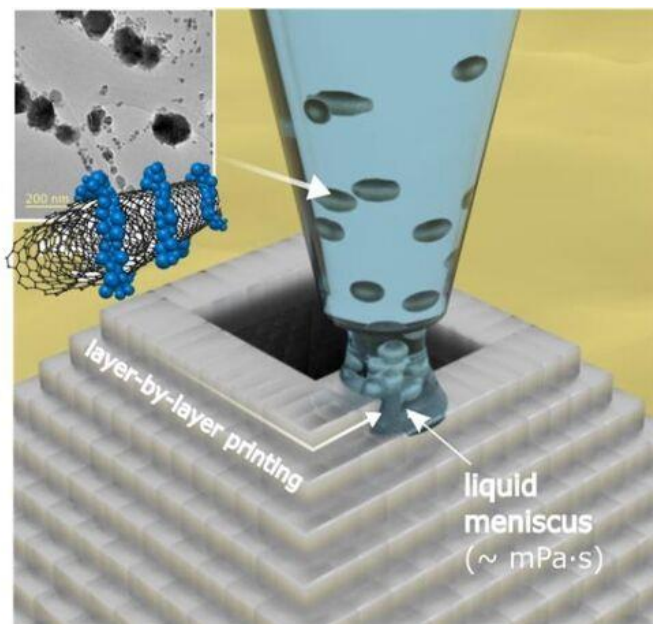
☆☆☆☆

韩国研发纳米级 3D 打印技术 将用于可穿戴设备

韩国电气技术研究所(KERI)教授 Seung Kwon Seol 带领的科研团队研发出一种新型打印技术，即通过新型喷嘴打印出具有高导电的 3D 多壁碳纳米管(MWNT)，或将有助于可穿戴技术的发展。

科研人员称，为实现高质量打印，油墨不会在通过喷嘴时结块堵塞，通过采用聚乙烯吡咯烷酮包裹碳纳米管油墨的技术，使流体油墨快速凝固。

这项新突破能够促使各种 3D 微结构的形成,便于穿戴设备以及可弯曲电子产品等必备部件的研发。研发人员表示:“现有的 3D 打印技术在使用上依然受限,而我们取得的最新突破可以增强 3D 打印技术的多功能性,能够在未来生产可穿戴产品所需的各种部件。”他们还称,该项技术能够有助于 3D 打印技术的推广,同时还提高了先进概念产品的整合自由度。



目前,该项成果已经刊登于国际纳米权威期刊 ACSNano 以及 ACS 应用材料和界面(ACS Applied Materials & Interfaces)上。

俄专家用纳米材料制成新型血样采集卡

莫斯科国立大学化学系和莫斯科钢铁合金学院专家发现,传统血样采集卡的储血滤纸含有纤维素,纤维素复杂的微观结构会导致血液中的成分积聚其中。将干燥血样还原成液态以便检测时,部分血液成分无法与滤纸纤维素分离,致使检测结果不准,无法进行血液成分定量分析。

为解决这一问题,研究人员将数种金属纳米颗粒合成为一种多孔隙的无机吸附材料,并把该材料制作成薄膜,敷设在与血液接触的储血滤纸表面。这种薄膜的微观结构可显著降低血液成分在其中的积聚水平。在通过冲洗将干燥的血样恢复成液态时,待检血液成分可充分融入液态血样。

研究人员介绍，与俄一些实验室现用的传统血样采集卡相比，新型采集卡还可使血样变干速度快一倍。而且，即使用上述新材料以手工方式小批量制作血样采集卡，也会比实验室目前进口的传统血样采集卡便宜约 78%。若采用工业化生产，价格还会更低。

研究人员介绍，他们计划今年完成对这一新技术的所有测试。若进展顺利，新型血样采集卡将首先用于兽医检测，以对偏远地区农场中成千上万的家禽和牲畜进行大规模检疫采血。

韩国研发纳米发电机 只需摩擦就能给手机充电

乔治亚理工的科学家从 2012 年开始，一直在探索纳米级静电发电机（TENGs）的应用和商业前景。所谓的 TENGs 简单来讲就是通过摩擦产生静电发电。

最近，韩国蔚山国立科技研究所（UNIST）的研究团队攻克了一个阻碍 TENGs 技术广泛应用的技术难关——产出电量低的问题。为了解决这一问题，他们发明了一种新型聚合物作为电介质材料。

TENGs 设备本身是由两种可以互相摩擦的不同材料组成，通过摩擦，像玻璃、尼龙这样的材料可以放出电子，而像硅、特氟龙这样的材料正好吸收电子。TENGs 将摩擦产生的机械能转化成电能，可以为小型电子设备提供电力。

UNIST 的研究者们在研究 TENGs 设备时发现，虽然它的特性很有用，



但是摩擦发电的方式有一些缺陷。比如摩擦中材料无法均匀接触，摩擦导致材料磨损严重，静电对潮湿环境十分敏感，电力输出时损耗较大。所以，这个韩国研发团队最初将研究重点放在提升电量输出方面，但是，在研发的过程中，他们可能解决了一些与 TENGs 相关的环境问题。

他们在 Science Advances 上发表的设备与乔治亚理工的研究很相似。但是，UNIST 发明的新型聚合物电介质能够从电极中吸取更多电量，输出电力也更多。

UNIST 的一位研究者，也是论文的共同作者 Jeong Min Baik 在 IEEE Spectrum 的邮件采访中说道：“为了提升输出电量，我们尝试发明新的聚合物作为更有效的电介质，研发出了新的设备结构来减少内部电量损耗。作为一个材料科学家，我认为合成最佳的聚合物作为有效的电介质是非常重要的。”

这种新型聚合物的电容率（用来测量材料在电场中存储电量能力）几乎是原有材料的两倍。在电容率上面的增长也使得其电荷密度比其他纳米发电机多出一倍。另外，当研究者将偶极方向对准薄膜时，材料的电荷接受特性大幅提高，电量输出提升了 20 倍。

Baik 和他的同事相信，输出电电力的大幅提升可以使 TENGs 技术更好的适用于充电设备中。Baik 的下一步工作是利用升级的聚合物 TENGs 为智能手表充电 1%。他说到：“为了实现这个步骤，我将会设计一种新的电介质层，并对聚合材料再次进行整合。”

中美科学家新发现:以纳米材料激发免疫系统抗癌

近日，复旦大学附属中山医院袁恒锋博士与美国学者姜闻博士（来自安德森癌症中心）以及梅奥诊所的科研团队共同在国际知名期刊《自然纳米技术（Nature Nanotechnology）》杂志，发表题为《多价生物特异性纳米微粒靶向免疫治疗癌症》（Multivalent bi-specific nanobioconjugate

engager for targeted cancer immunotherapy)》的研究论文。研究项目主要通过设计新型抗癌纳米颗粒来积极地调动整个机体免疫系统来杀死癌细胞，并促进身体产生自己的记忆系统，从而使得肿瘤复发最小化。

此次中美联合团队开发出了一种纳米颗粒，可以特异性识别癌细胞，并持续进行精准攻击，让癌细胞“无处可逃”！

研究团队已经开始研发新一代的免疫纳米药物，并探索纳米颗粒预防癌症远期复发、原位癌症多发转移的可能性。研究人员认为：纳米医学未来将成为治疗甚至治愈癌症的有利手段，但是仍有很长的一段路要走。目前已经开始二代产品的毒性测试，以期将来能够运用到人体上。同时，纳米免疫颗粒的生产方法、大批量生产工艺、剂量测试等研究也正在中山医院紧锣密鼓的进行着。目前全世界有太多的病人遭受着癌症的折磨与恐慌，研究者希望纳米医学能够为这些病人带来曙光。

澳洲科学家用纳米管在芯片上培育脑细胞

信号从一个神经元出发，抵达另一个神经元，如是形成了人类思维。这些连接是怎样形成的？我们所知甚少。为了了解脑信号的处理过程，澳大利亚科研人员在半导体芯片上造了一个纳米管支架，它可以帮助脑细胞生长、形成回路。最近，科研人员在《纳米通讯》（Nano Letters）杂志上介绍了新设备。

未来我们也许可以看到大脑芯片，不过科研人员开发的神经支架相去还很遥远。澳大利亚国立大学生物材料工程师高塔姆（Vini Gautam）说，它的确可以帮助科学家了解神经元是怎样生长的，又是如何连接的。

要在实验室重建神经元回路，对科学家来说一直是一个挑战。大脑神经元的连接与沟通方式是有秩序的。但在实验室内细胞的重建却是随意的，受到实验条件的限制，回路与真实大脑的回路不一样。

高塔姆和同事创造一个环境，引导神经元生长，让它们建立自然、协同的连接。为了达到目标，研究团队制造了一个纳米管支架，它是用磷化铟制造的。这种半导体材料用在纳米电子中，所以相当有名，比如制造 LED、太阳能电池时就会用到它。高塔姆说，没有人用磷化铟与大脑细胞建立连接。

研究人员将纳米管排列成方形网格，每个支架上放置约 50 个啮齿动物的脑细胞，然后加入培养液，观察它们的生长状况。

几天之后，神经元生成了神经突。在大脑内部，长而薄的神经突从细胞体伸展出来，与其它神经元连接，结点就是突触。在高塔姆的纳米管支架上，神经元长出神经突，它们在晶格上扩张，通过突触与其它细胞连接。

高塔姆说：“我以前观察过许多神经元细胞。”不过这些神经元细胞的生长是随意的。她还说：“这一次不同，我用显微镜观察支架，发现一个惊人的现象：细胞的突触以直线的形式排成网格。”

这是一件好事，意味着突触的生长是可以用支架的形状引导的，研究人员可以控制它的生长。与此同时，细胞以自然的方式连接，细胞之间的通信也是协同的，正如大脑一样。将上述因素整合在一起，我们就可以得出一个结论：支架是一个很好的平台，可以帮助科学家研究生物神经元回路。

研究团队用扫描电子显微术监控细胞的生长，用功能性钙成像技术评估神经元的沟通效果。

现在研究团队已经优化了支架，它可以更好模拟大脑的生理特征，研究人员用它调查神经元回路的形成机制。高塔姆希望他们可以最终开发出大脑假体，如果人的神经元回路因为受伤或者疾病出现问题，可以用假体修复。

美国麻省理工学院开发出具备“深度学习”能力的新型可编程纳米光处理器芯片

近年来，基于模仿大脑经验积累学习方式的“深度学习”计算机系统已经成为计算机科学领域的热点话题。除了可进行人脸识别和语音识别的软件之外，这些计算机系统还可用于搜索大量的医疗数据找出可用于诊断的方法或者为潜在的新药物查找化学式。

然而，这些系统所要执行的计算任务即使对性能最强大的计算机来说也是高度复杂和苛刻的。

近日，麻省理工学院的一个研究团队开发出一种可用光代替电执行模式识别运算任务的新方法，能极大地改善系统执行特定深度学习运算任务的速度及功耗。该研究成果已发表在《自然光子学》期刊上。

研究团队的马林索尔贾希克教授指出，多年来很多研究人员都对光学计算机提出了主张，但是人们越是过分期望，往往事与愿违。虽然很多提出的光子计算机主张都被证明是不切实际的，但此次由麻省理工学院研究团队研发的光基神经网络系统却很有希望应用于深度学习领域。

传统计算机架构在进行需要某些重要神经网络任务的计算时，往往效率很低。这种典型的任务包括需要用大量 CPU 或者 GPU 芯片进行密集性计算的重复性矩阵乘法运算。

经过多年研究后，麻省理工研究团队终于找到了利用光来进行计算的方法。索尔贾希克教授说：“通过调试芯片，就可以在几乎不耗能的情况下瞬间完成矩阵乘法运算。目前我们只是展示了关键构筑模块而非整个系统。”

通过类推的方式，索尔贾希克教授指出甚至一个普通的眼镜镜片都可以对穿过它的光波实施复杂的运算（所谓的傅里叶变换）。在新的光学芯片中光束进行运算的方式虽然更为一般但也利用了相似的原理。新

方法利用多束光波之间相互作用产生的干涉图形来传达预计的运行结果。研究人员将这种器件称之为可编程的纳米级光处理器。

研究人员指出，使用此架构的光芯片，原则上在用典型人工智能算法进行运算时的速度要比传统电子芯片快很多，且每个操作的功耗只有电子芯片的千分之一。利用光进行矩阵乘法运算的天然优势就在于速度的提升和功耗的降低。在用人工智能算法进行计算时最耗能和最费时的部分就是密集矩阵的乘法。

新型可编程纳米光处理器利用以可重构的方式进行相互连接的波导阵列对进行特定计算的光束进行编程。处理器通过一系列的光波导对光进行传导。实现研究团队的完整方案需要一个可进行非线性激活函数运算的设备交叉层来模拟大脑神经元的活动方式。

为了验证和展示这一概念，研究团队设置可编程纳米光处理器来实现一个可识别 4 个基本元音的神经网络。即使研究团队所使用的系统还处于最初级的阶段，但目前已经可以达到 77% 的准确率。相比之下，传统系统的准确率大约为 90%。研究人员指出，针对新系统准确率的提升目前并没有实质性的障碍，应该会比较容易实现。

研究人员还指出，除去模式识别，新型可编程纳米光处理器还可以应用于其他领域，如数据传输过程中的信号处理等。与其他需要先将模拟信号转变为数字信号形式的方法相比，新型可编程纳米光处理器在进行高速模拟信号处理时的速度要快很多，因为光天然就是一种模拟信号媒介，可直接在模拟信号的范畴进行信号处理而无需进行转换。

研究团队最后指出，要使该系统得以应用，他们还需要付出更多的时间和精力；然而，一旦该系统被成功放大和完善，便可以得到很多用户的青睐，如数据中心或安全系统等。该系统也将为自动驾驶汽车或无人机的发展带来福音。

IBM 推出 5 纳米工艺芯片 预计 2020 年量产

IBM 宣布联手 Global Foundries、三星合作研发出了 5 纳米制造工艺芯片，可在一个手指甲大小的芯片上装配 300 亿个晶体管，预计在 2020 年实现大规模量产。

目前，最先进芯片使用带有 10 纳米宽电路的 FinFET 制程，英特尔等公司已能够用 FinFET 制程打造安装有 100 亿或 150 亿个晶体管的芯片。

IBM 研究院半导体技术研究副总裁穆克什·凯尔表示，芯片行业正在努力突破 FinFET 的设计，因为这种设计无助于集成电路规模的进一步扩大。随着芯片设计人员尝试集成更多的晶体管，芯片正面临晶体管泄露的问题。

据了解，IBM 使用了一种新型晶体管，即堆叠硅纳米板，将晶体管更致密地封装在一起。纳米板晶体管通过 4 栅极去发射电子，这与当前通过 3 栅极发射电子的 FinFET 晶体管不同。“从几何学上来说，FinFET 无法再继续扩大规模。”凯尔说。

IBM 指出，性能增强可以加速认知计算能力、物联网和其他云端数据密集型应用程序的发展。能耗降低意味着，智能手机和其他移动设备中的电池充一次电使用的时间将比现在的设备长一两倍。

IBM、Global Foundries、三星组成的合作组织在日本 VLSI 技术和电路大会上公布了这款芯片。IBM 不会生产这种芯片，生产工作由 Global Foundries 和三星负责，而这两家公司也可以选择获得 5 纳米工艺的授权。