

纳米科技与产业发展 信息动态

第 11 期(总第 287 期)

2018 年 11 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

※※※※

上海硅酸盐所在高储能新型无铅介质陶瓷材料研究 方面取得系列进展

随着不可再生能源的不断消耗和环境问题的日益严峻，开发和利用高性能、环保型储能材料成为当前科技和产业界的研究热点。介质储能电容器因其具有功率密度高、充放电速度快、稳定性优异和制造成本低等优势，在汽车电子、通信、航空、航天和尖端技术等领域显示出巨大的应用前景。

近年来，中国科学院上海硅酸盐研究

本期导读

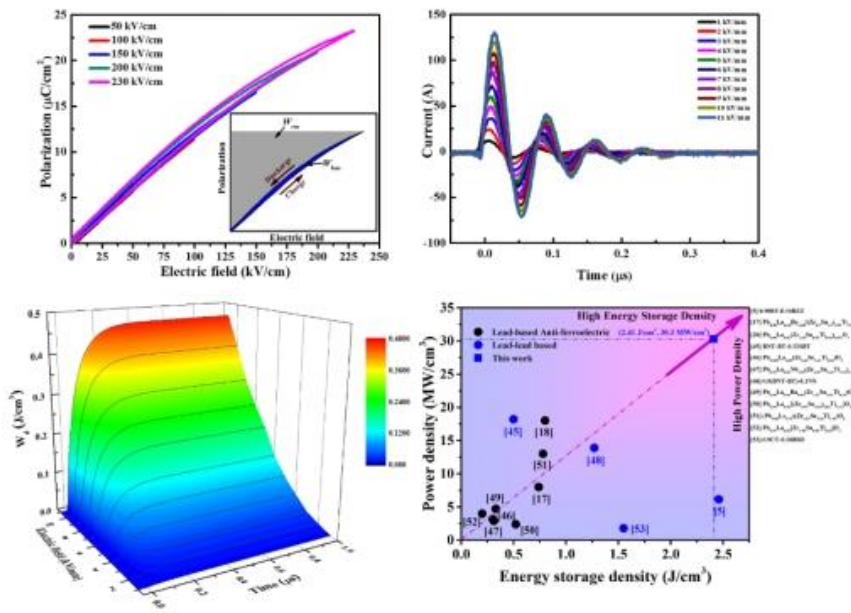
- ◆ 上海硅酸盐所召开中国科学院国际伙伴计划 2018 年度项目验收会（见第 4 版）
- ◆ 采取措施改进数据存储 映射内存材料中的纳米级变化（见第 7 版）
- ◆ 瑞典 ANS 发布石墨烯增强聚合物涂层（见第 13 版）

所董显林研究员团队开展了储能电容器用新型无铅介质材料的研究工作，并取得了系列研究成果。该团队以钛酸钡 (BaTiO_3) 为基体，设计并合成了一种新型高性能 BaTiO_3 -基弛豫铁电体 ($\text{BaTiO}_3\text{-Bi}(\text{Zn}_{1/2}\text{Sn}_{1/2})\text{O}_3$) 储能介质材料。通过在 BaTiO_3 基体中引入 $\text{Bi}(\text{Zn}_{1/2}\text{Sn}_{1/2})\text{O}_3$ ，形成 A 位、B 位离子无序，破坏了铁电长程有序，将铁电畴转化为极性纳米微区。利用极性纳米微区在外加电场下的快速响应，显著提高材料的储能密度和储能效率。该介质材料不仅兼具高储能密度 (2.41 J/cm^3) 和高储能效率 (91.6%)，而且其储能特性还表现出优异的温度 ($20\sim 160^\circ\text{C}$)、频率 ($1\sim 1000\text{Hz}$) 和疲劳 (105 次循环) 稳定性，可满足 X8R 电容器的要求。相关研究阐明了储能特性的高稳定性来源于极性纳米微区的“弱耦合弛豫行为”。该工作以 Hot Paper 的形式发表在 Journal of Materials Chemistry C (J. Mater. Chem. C, 2018, 6, 8528–8537) 上。

小型化和轻量化一直是储能电容器的重要发展趋势。为此，该团队聚焦尚无文献报道的铌酸钠 (NaNbO_3) 体系。 NaNbO_3 的体积密度仅为 4.55g/cm^3 ，相比铁酸铋 (8.37g/cm^3)、钛酸钡 (6.02g/cm^3)、钛酸铋钠 (5.977g/cm^3) 等其它无铅介质材料体系，它在储能电容器的轻量化方面具有明显的优势。然而，电场诱导的亚稳态铁电性和碱金属钠元素挥发导致的耐电强度低制约了 NaNbO_3 在储能方面的应用。该团队先后采用顺电体调控和 A 位空位策略来增强 NaNbO_3 的储能特性，构筑了两种新型的 NaNbO_3 基储能介质陶瓷材料： $\text{NaNbO}_3\text{-SrTiO}_3$ 和 $\text{Na}_{1-3x}\text{Bi}_x\text{NbO}_3$ 。这两种 NaNbO_3 基储能介质陶瓷材料均表现出了优异的储能特性、充放电特性及稳定性，其中 $\text{Na}_{1-3x}\text{Bi}_x\text{NbO}_3$ 的综合储能特性（储能密度： 4.03J/cm^3 、储能效率：85.4%、功率密度： 62.5 MW/cm^3 ）为目前文献报道的最优值。该工作为 NaNbO_3 材料开辟了新的应用方向，同时也为设计高储能无铅介质材料提供了新的方法和思路。相关研究成果发表在 Journal of Materials Chemistry A (J. Mater. Chem. A, 2018, 6, 17896–17904) 和 ACS Sustainable Chemistry & Engineering (ACS Sustainable Chem. Eng.

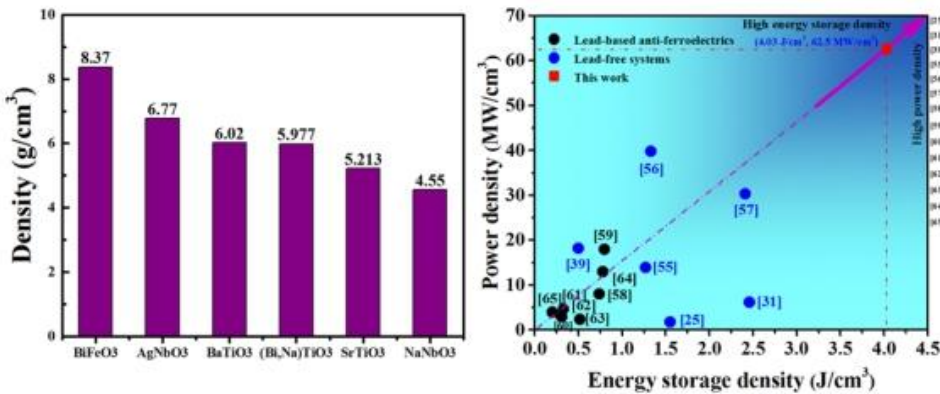
2018, 6, 10, 12755-12765) 上。

以上系列研究工作的论文第一作者是博士研究生周明星，论文共同通讯作者为董显林研究员和梁瑞虹研究员。



新型钛

酸钡基弛豫铁电体的储能和充放电特性
几种典型无铅介质材料体系的体积密度对比图（左）



和 $\text{Na}_{1-3x}\text{Bi}_x\text{NbO}_3$ 综合储能特性与文献对比图（右）

上海硅酸盐所召开中国科学院国际伙伴计划 2018 年度项目验收会

受中国科学院国际合作局委托，11 月 7 日，中国科学院上海硅酸盐研究所组织召开了中国科学院国际伙伴计划 2018 年度项目验收会。中国科学院国际合作局副局长李寅，综合处副处长张宁宁等参加了会议，会议由上海硅酸盐所副所长杨建华主持。

会上，“纳米畴铁电-反铁电陶瓷的前沿基础与应用研究项目”、“骨替代生物材料的免疫反应项目”、“纳米光催化复合过滤材料制备及其在空气净化中的应用研究项目”3 个项目的负责人分别就项目的完成度、项目成效、合作实效、能力建设和经费使用情况等作了汇报，专家组就有关问题进行了充分的质询并一致同意 3 个项目通过验收。与会人员就国际合作政策、环境等开展了深入交流与讨论。

李寅在会上表示，新时期中科院国际合作要努力遵循“促原创、补短板、强能力、扩影响”四原则，通过国际合作融合各方创新思想，掌握关键理论和技术，从而切实提升研究所的科技创新能力，不断扩大研究所的国际影响力。中国科学院作为国家的战略科技力量，要在服务国



家科技外交中发挥更大作用。他希望上海硅酸盐所能够积极拓展合作，从课题组间的合作，逐步拓展到机构间、领域间的合作，持续推动研究所创新能力的开放共享，推动共建科技创新共同体。此外，科技合作作为“一带一路”倡议的重要内容，中科院将继续谋划出台“一带一路”相关政策，进一步支撑“一带一路”科技合作体系的建设。



中国科学院国际合作局副局长李寅讲话

上海硅酸盐所举办第十二期“东生讲坛”中科院院士 邹志刚作报告

11月8日下午，中国科学院上海硅酸盐研究所在嘉定园区G楼3楼第2会议室举办了第十二期“东生讲坛”，邀请中国科学院院士、发展中国家科学院院士、南京大学教授邹志刚作为主讲嘉宾，为上海硅酸盐所近100名科研人员和研究生作了题为“光催化材料研究——面临的

机遇与挑战”的学术报告。上海硅酸盐所所长宋力昕、副所长杨建华、高性能陶瓷和超微结构国家重点实验室主任陈立东等出席讲坛，讲坛由杨建华主持。杨建华代表上海硅酸盐所向邹志刚院士作客第十二期“东生讲坛”表示热烈欢迎和诚挚感谢，并简要介绍了讲坛设立的相关背景。

邹志刚院士从各国对新能源汽车的布局谈起，引出氢能的主要制备方法，介绍了光催化材料的发展历程、光催化反应机理、优势和存在的困难。指出发展可见光响应光催化材料是实现高效太阳能转换的最重要途径之一。邹志刚院士团队专注于将能量密度低的太阳能转换为能量密度高的化学能，这也带来解决能源与环境问题的两个潜在方案：一是光催化分解水产氢，二是光催化还原 CO_2 制备碳基材料。他指出，目前提高太阳能转换效率的研究思路包括：发展完善可见光光催化材料设计理论，如晶体结构调控、能带结构调控等；发展提高量子转换效率的方法，如表面改性和修饰、纳米异质结、微结构调控等；完善光催化反应机理，如从中间产物，光催化与热电、磁场等协同效应方向考虑；开辟光催化新应用途径，如光催化还原 CO_2 制备碳氢燃料、光催化用于肿瘤治疗、探索地外生存与原位资源利用技术等。邹志刚院士的报告内容丰富，高屋建瓴。他幽默睿智的谈吐与渊博的学识，给与会人员留下深刻印象，让与会人员受益匪浅。

报告会后，宋力昕代表上海硅酸盐所向邹志刚院士赠送了纪念证书，邹志刚院士为“东生讲坛”第十二期讲座签名留念。

邹志刚，东京大学理学博士，南京大学教授，中科院院士，发展中国家科学院院士，长江学者，“973”首席科学家。从事环境能源材料研究，在 Nature、PRL、Angew Chem、JACS、Adv Mater 等期刊上发表论文 560 余篇，h 指数 72；获发明专利 77 项。承担国家重大基础研究计划 973 项目、国家自然科学基金重点项目、国家自然科学基金中日合作项目、科技部国际合作重大项目、教育部科学技术研究重大项目及江苏省高技

术项目等多项科研项目。获国家自然科学基金二等奖一项和江苏省科学技术一等奖两项。



邹志刚院士作报告

海外传真

☆☆☆☆

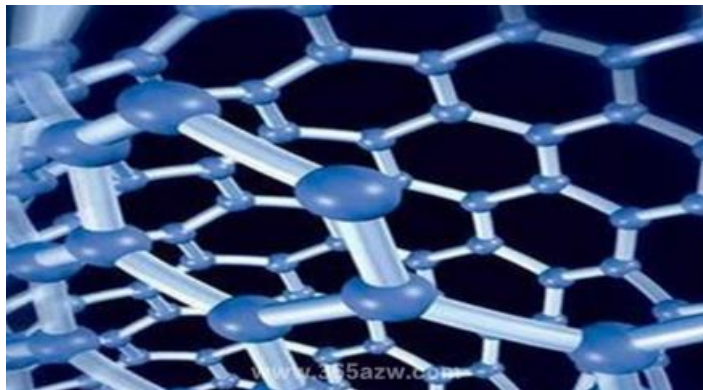
采取措施改进数据存储 映射内存材料中的纳米级变化

科学家团队在太赫兹范围内创造了世界上最强大的电磁脉冲，以精确控制数据存储材料如何切换物理形态。这一发现有助于找到缩小内存设备的方法，最终彻底改变计算机处理信息的方式。

光盘可能不再流行，但它们可能激发了下一代计算机纳米技术的灵感。CD 中的玻璃层由相变材料组成，当光脉冲导致层的小区域中的晶体生长或熔化时，该相变材料可以用信息编码。由电脉冲触发的相变材料 - 而不是光 - 将提供新的存储器技术，其操作比许多当前类型的存储器设备更稳定和更快速。此外，相变材料中的缩减存储位置可以增加存储密

度。但由于难以控制晶体生长 - 结晶 - 和熔化 - 非晶化 - 过程，这仍然具有挑战性。

在物理评论快报的一篇文章中解决了这个问题，由京都大学领导的一个科学家团队观察了应用高浓度的锗，锑和碲(或 GST)组成的相变材料中单个晶体的纳米级生长。有动力的太赫兹脉冲作为触发器。“在电场下结晶和非晶化的



一个原因很难控制的是与电输入相关的微米尺度的热扩散效应，这也有助于结晶，”该组织负责人 Hideki Hirori 解释道。“幸运的是，太赫兹技术已经成熟到可以使用短脉冲产生强电场同时抑制加热效应的程度。”

Hirori 和他的同事开发了一种太赫兹脉冲发生器，在一对金天线上提供超短和高强度的太赫兹脉冲。这些脉冲在 GST 样品中产生与电切换装置相当的电场。重要的是，这种方法大大减少了热扩散，因为太赫兹脉冲的持续时间极短 - 大约 1 皮秒或 10-12 秒 - 能够精确控制 GST 结晶的速率和方向。结晶区域在场的方向上在金天线之间以直线生长，每脉冲几纳米。

当团队跟踪逐步改变结晶同时增加太赫兹脉冲的数量时，他们惊讶地发现，在某一点之后，晶体电导率迅速加快而不是随着太赫兹强度的增加而上升。研究人员推测，晶体中各状态之间的电子跳跃会给系统带来意想不到的热源，从而促进结晶。Hirori 解释说：“我们的实验揭示了如何实现 GST 中纳米级和方向控制的晶体生长。我们还发现了一种应该有助于新器件设计的现象，并最终实现了这种材料快速稳定的数字信息处理潜力用“。

“分子容器法”让纳米石墨烯溶于水

日本熊本大学与东京工业大学的联合研究小组发明了一种“分子容器法”，利用胶束型胶囊使难溶性纳米石墨烯分子溶于水，并在基板上制作了高度定向的组织化薄膜。

纳米石墨烯是近年来热门的有机半导体和分子器件材料，但纳米石墨烯不溶于任何溶剂，科学家还未充分理解其基础特性。此次开发的方法把同时具备亲水性和疏水性两种分子结构的胶束型胶囊作为分子容器使用，利用分子间的相互作用将不溶性分子送入胶囊内，然后将不溶性分子运送到基板上，使其在基板上进行高度定向的有序排列，由此形成分子膜。“分子容器法”还可应用于更大结构的分子群。

改善细胞观察：柔性、透明、可佩戴的纳米晶片

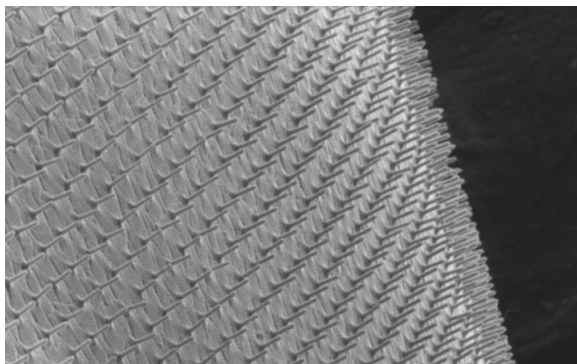
普渡大学的研究人员为纳米硅针晶片开发了一种新的柔性和半透明基底，以将精确剂量的生物分子直接输送到细胞中，并扩大观察机会。

“这意味着可以将八或九个纳米硅针注射到单个细胞中而不显著损伤细胞。因此，我们可以使用这些纳米硅针将生物分子输送到细胞或甚至具有最小侵袭性的组织中，”普渡大学韦尔登生物医学工程学院和机械工程学院的助理教授 Chi Hwan Lee 说。

一位外科医生在黑色素瘤患者的手背上做手术。普渡大学的研究人员正在为晶片开发一种新的柔性和半透明的基底，以便将精确剂量的生物分子直接输送到细胞中，并扩大观察机会。研究人员说，皮肤癌治疗可能是一小部分应用。

纳米硅针晶片被放置在皮肤、肌肉或组织之间，在那里递送精确剂量的生物分子。商业上可用的硅纳米针贴片通常是在刚性和不透明的硅片上构建的。刚硬会引起不适，不能长时间留在人体内。

“为了解决这个问题，我们开发了一种方法，能够将垂直有序的纳米硅针从其原始硅晶片物理转移至生物贴片，” Lee 说。“这种纳米针贴片不仅柔软而且透明，因此还可以同时实时观察细胞和纳米针之间的相互作用。”有关这项新工序的研究成果发表在 Science Advances 杂志。来自韩国汉阳大学和美国普渡大学韦尔登生物医学工程学院和机械工程学院的合作者得到了美国空军科学研究办公室和韩国科学和信息技术的联合支持，以完成这项研究。纳米针部分嵌入在薄的、柔软的、透明的生物补丁中，这种生物补丁可以穿在皮肤上，并且可以传递受控剂量的生物分子。



蛛丝由 2500 多根纳米线束组成 拥有惊人的力量

一根蛛丝的强度是同等重量钢丝的五倍，研究人员一直致力于探究其原因。据英国《每日邮报》报道，最新的研究发现，蛛丝实际上是由 2500 多根纳米线束构成，是其拥有惊人力量的原因。

目前，研究棕色遁蛛的科学家们已取得了突破。研究人员发现，蛛丝并不是单一的一根，而是由多根微小的“纳米线束”组合而成。

研究小组应用极其灵敏的原子力显微镜技术，在分子水平上检测蛛丝的结构。美国威廉与玛丽学院应用科学系的科学家 Hannes Schniepp 表示，“我们一直期望发现蛛丝是单质体，但事实上，它是一种微小型‘电缆’，由众多纳米线构成。每一根纳米线都是由蛋白质构成的细线，直径不到百万分之一英寸。”

一根棕色遁蛛蛛丝由大约 2500 根纳米线构成。此外，Schniepp 和 Wang 开发出了棕色遁蛛蛛丝的结构模型，揭示了这种蛛丝其他有趣的结构特征。研究发现，构成棕色遁蛛蛛丝的纳米线或纳米纤维不像绳子那样编织或扭曲，而是平行排列。这一突破可以让研究人员更容易地制造出人造蛛丝。Schniepp 和 Wang 还发现，这些纳米线很容易彼此分离，表明纳米纤维之间的化学键相对较弱，而纳米线结构的强度取决于每根纳米线的长度。

香港浸大研发纳米材料可早期检测与诊断阿尔兹海默症

阿尔兹海默症是常见的脑神经退化症，可导致患者失去认知和社交能力。如果患者能尽早确诊阿尔兹海默症，可及早以药物治疗。阿尔兹海默症患者脑中一种重要的病理标志物是“老年斑”，如能成功检测这些“老年斑”，便有望及早诊断。

浸大研究团队在小鼠脑内检测出阿尔兹海默症的蛋白标志“老年斑”。团队将一种能够与这种“老年斑”结合的花青素分子和“超顺磁氧化铁纳米粒子”结合成新材料。实验证明，新材料可成功穿过实验小鼠的“血脑屏障”，准确检测“老年斑”，发出荧光，用于磁力共振造影，而且具有高分辨率。

负责率领这项研究的浸大化学系教授黄文成表示，目前临床检测脑神经退化症主要通过正电子断层造影术，但费用昂贵，分辨率低，更需使用放射性的追踪试剂，给病人带来一定风险。

黄文成说，浸大团队研发的新材料无放射性、无毒，也可穿过“血脑屏障”，是远红外线成像和磁力共振成像的理想试剂，可用在早期诊断和更有效监测阿尔兹海默症。浸大这项研究成果已取得美国专利，而相关研究论文已于国际知名学术期刊《Small》发表。

基于生物学和纳米技术的新 mRNA 靶向递送平台

以色列特拉维夫大学（TAU）探索了一种生物学方法来指导装载有编码蛋白质“游戏改变者”的纳米载体到特定细胞。这种开创性的方法在治疗无数恶性肿瘤、炎症性疾病和罕见的遗传性疾病方面可能有用。

以色列特拉维夫大学生命科学学院分子细胞生物学研究所，精密纳米医学实验室主任 Dan Peer 教授领导这项研究。该研究发表在 Nature Communications 杂志上。

在过去的几年中，包裹信使 RNA 的脂质载体在改变许多致病蛋白质表达方面显示极其有效。但是将这些信息引导到特定的细胞仍然是一个重大的挑战。“在我们的新研究中，我们利用携带 mRNA 的载体——通过称为 ASSET 的生物平台携带一组遗传指令的纳米载体——来靶向免疫细胞中编码抗炎蛋白的遗传指令。” Peer 教授说。“我们能够证明靶细胞中的特异性的抗炎蛋白缓解了结肠炎的症状和疾病严重程度。”

这项研究是革命性的。它为导入一种能够编码细胞中任何缺乏蛋白质的 mRNA 铺平了道路，并直接可应用于遗传、炎症和自身免疫性疾病，更不用说癌症，癌症只是某些基因过度表达。

这种名为 ASSET(Anchored Secondary scFv Enabling Targeting)的技术使用生物学方法将纳米载体引导到特定细胞中以促进基因操作。

“本研究开辟了细胞特异性递送 mRNA 分子的新途径，并最终可能引入特异性抗炎(白细胞介素 10)mRNA 作为炎症性肠病的新治疗模式，” Veiga 说。“靶向 mRNA 从而导致蛋白质生产既有治疗作用又有研究应用，”她总结说。“展望未来，我们打算利用靶向 mRNA 递送来研究治疗炎症性疾病、癌症和罕见遗传病的新疗法。”

产业信息



三星新机未来或将会采用石墨烯电池

三星目前正在研发石墨烯电池，并且已经获得了成功并申请了相关的专利，石墨烯电池比锂电池更活跃，超导性更优，可在多种环境下进行使用，使用寿命长，对于大部分用户来说可能两年左右就会觉得手机电池电量大幅度下降，如果使用石墨烯电池的话，使用寿命预计可达四年到六年左右。

瑞典 ANS 发布石墨烯增强聚合物涂层

瑞典的 ANS 公司推出了一个新产品，Tricolit GO，这是当今市场上第一种石墨烯增强的低摩擦涂层，即日起可从 ANS 购得 Tricolit 的喷雾罐或散装。该产品可用于减少摩擦和磨损。ANS 声称石墨烯的使用使得涂层的机械强度和耐磨性增加了 10 倍。



ANS 首席技术官 Boris Zhmud 透露，ANS 使用来自英国的 Applied Graphene Materials 的石墨烯分散体。TrimiTo GO 仍然被认为是一种“实验”产品。这项发展是由瑞典的 SIO Grafen 资助的。ANS 看到了这个产品的潜在应用。Zhmud 说，“增强石墨烯的涂层系统可以有效地弥合传统聚合物结合固体润滑剂涂层和由 PVD 工艺生产的更昂贵的自润滑硬质涂层之间的性能差距。”

上海市纳米科技与产业发展促进中心 地址：上海市徐汇区嘉川路 245 号 邮编：200237 电话：021- 64101616
上海科学技术情报研究所 地址：上海市永福路 265 号 邮编：200031 电话：64455555-8427 传真：64377626
责任编辑：卞志昕 电子邮件：zxbian@libnet.sh.cn 石海峰 电子邮件：shihai Feng@snpcc.org.cn