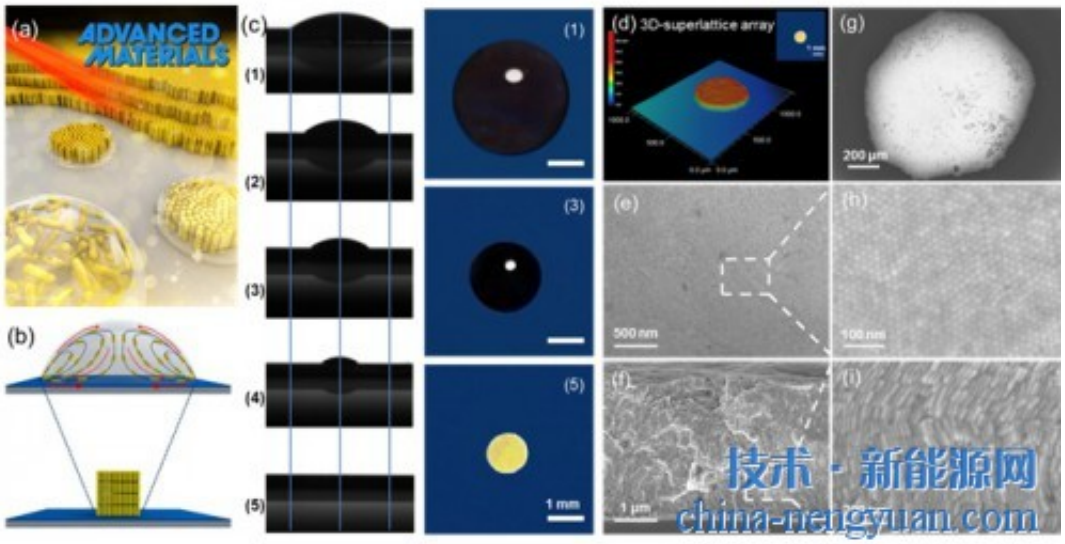
深圳先进院等在纳米自组装三维超晶格光学芯片研究中获进展



图：(a)Advanced Materials封面图片；(b) 液滴挥发自组装过程示意图；(c) 液滴挥发自组装过程；（d-i）纳米金超晶格结构三维图和扫描电子显微镜照片。

近日，中国科学院深圳先进技术研究院研究员喻学锋与香港城市大学教授朱剑豪合作，在纳米自组装三维超晶格光学芯片领域取得新突破。相关论文Evaporative Self-Assembly of Gold Nanorods into Macroscopic 3D Plasmonic Superlattice Arrays (DOI: 10.1002/adma.201505617) 已被材料学刊物Advanced Materials 封面报道(Inside Front Cover)。

纳米超晶格（superlattice）是一种由纳米颗粒周期性有序堆积而形成的新型超材料。超晶格结构中，有序排列的相邻纳米颗粒在光、电、磁等作用下会彼此互相作用，从而产生纳米颗粒本身不具备的整体集合性能，因而，纳米超晶格被认为是纳米材料向宏观器件的有效过渡，在显示、传感、太阳能电池、光纤通信等领域有着巨大的应用潜力。液滴挥发自组装技术是构筑超晶格结构的一种简单有效的传统方法。然而，溶剂挥发过程中，液滴内部的外向毛细流动会将悬浮的颗粒携带至液滴边缘，并在边缘沉积形成环状。这种人们熟知的“咖啡圈效应”（coffee-ring effect）往往导致纳米颗粒的不均匀沉积，从而严重影响其排列和有序自组装。因此，如何抑制“咖啡圈效应”，构筑宏观尺度的纳米自组装超晶格结构，是目前国际上相关领域亟待解决的难点问题。

为解决这一难题，该课题组成员李鹏辉、李泳等研究建立了一种反咖啡圈效应的方法，可有效控制液滴蒸发过程颗粒在基底表面的自组装行为。以金纳米棒为例，通过简单调控颗粒的表面化学性质和基底特性，即可实现金纳米棒致密、规则、垂直的超大规模自组装排列，成功实现构筑厘米尺度的三维超晶格结构，展现出极好的拉曼增强效应和光学均匀性。并且，通过详细的机理分析，给出了构筑这种三维超晶格的有效方法，可推广到各种不同的纳米材料中。

该项成果实现了厘米尺度三维超晶格光学芯片的大规模制备，可广泛用于表面增强拉曼光谱（SERS）、荧光增强、太阳能电池、生物芯片等诸多领域；更为重要的是，该项成果为突破“咖啡圈效应”的限制，实现超大规模纳米自组装提供了一种简单有效的方法，在纳米材料与宏观应用之间搭建起了桥梁，对纳米科学的发展具有重要意义。

该课题获得国家自然科学基金、广东省自然科学基金、深圳市科创委等项目资助。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/89706.html