

宁波材料所开发出新型等离子激元结构色材料及制备技术

作者：, 日期：2020-06-24

亚波长微纳结构中，表面等离子激元共振(SPR)吸收(或辐射)特定频段的可见光，产生等离子激元结构色。与传统化学颜料、染料相比，等离子激元结构色源于材料微纳结构与光子的相互作用，因而可克服化学显色组分复杂、环境污染且回收难、机械性能和抗老化性较差等问题，在超高分辨率显示、光学生化传感、防伪加密、光信息存储等领域应用广泛。开展等离子激元结构色材料、制备技术及显色机理方面的研究，具有重要的科学研究意义和现实应用意义。

人工金属微纳结构是产生等离子激元结构色的实物载体。目前基于模板法或微纳加工(光刻、激光直写、离子束刻蚀或纳米压印等)手段的等离子激元结构色的研发遇到瓶颈，主要是制备样品面积小、垂直集成兼容性差、材料的应用价值与制备材料所需设备的价值不匹配等，新技术研发势在必行。其中采用直接生长法来构建等离子激元结构色是最有希望的新一代技术，它不仅能实现大面积制备，而且能够实现材料的垂直集成生长。直接生长法完全脱离了模板法和微纳加工工艺的束缚，可全无机化，界面质量高，跟CMOS工艺和材料体系选择相兼容，集成时容易实现有源化，为等离子激元动态响应提供最底层的支撑。

中国科学院宁波材料技术与工程研究所曹鸿涛团队高俊华博士，研究生胡海博、臧睿等利用金属和陶瓷共溅射生长技术，制备了金属纳米线阵列/陶瓷复合超材料薄膜，纳米线阵列的特征几何尺寸可按需定制，工艺可控、可重复，如图1所示。由于贵金属/电介质界面数量巨大，从而引发了丰富的等离子激元效应(金属/电介质界面处电磁波与自由电子耦合产生共振)；另外，区别于传统的开放式结构(如微纳加工制备的纳米孔、柱、锥等)，贵金属/电介质界面不与空气接触，是封闭式的等离子激元微纳结构，客观上为显色稳定性和耐久性提供了结构保障。在此基础上，以复合超材料薄膜层为基本要素(Building block)，构建了透明衬底/Building block layer/超薄介质gap层/金属镜面层的等离子激元结构色膜系结构，如图1所示。通过制备参数作用下的材料微结构调控，在CMYK色坐标下实现了蓝绿、黄和品红基础色。同样地，在RGB色坐标下，实现了除红绿蓝三基色以外的丰富的颜色(图1和2)，色域宽且色彩饱满，反射式显色对角度不敏感，甚至可构建超黑吸收。所制备的样品在大气环境下放置一年后，无论是颜色外观还是显色光谱均保持稳定，凸显了封闭式等离子激元微纳结构的优势。为了提高红色、绿色显色的色彩饱和度，团队也提出了改进型的膜系结构。通过光学理论模拟结合高通量样品制备和参数提取，结果表明，新型等离子激元结构显色源于纳米微腔的多模、多阶驻波的形成，通过调控等离子激元微纳结构参数和横向等离子激元共振模间的电磁耦合，在可见光波段形成选频吸收进而产生反射式显色。该研究所构建的结构色膜系在一个磁控溅射腔体中和室温条件下逐层沉积，衬底选择自由度高(可刚可柔，可导电可绝缘)，图2展示了实验室设备条件下制得的幅面10cm×10cm的样品，鉴于磁控溅射沉积设备是半导体、光学膜工业常用的成熟装置，所以，研发的制备技术有望进行工业放大，利于加速推动等离子激元材料的应用开发进程。

该项研究与宁波大学、上海同步辐射光源开展了紧密的合作，相关工作发表在*Advanced Functional Materials*, 2020, 2002287上(论文链接：<https://doi.org/10.1002/adfm.202002287>)。以上工作得到浙江省万人计划科技创新领军人才、浙江省自然科学基金和宁波市科技创新团队计划等项目的支持。

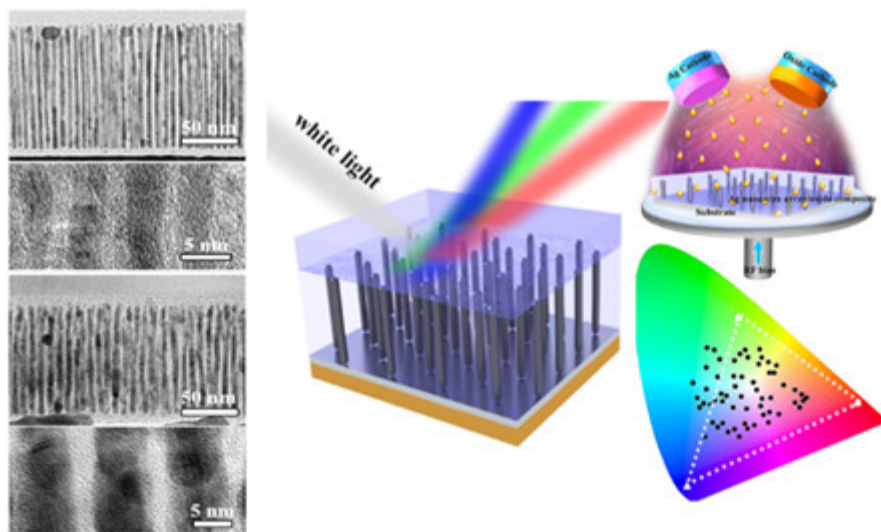


图1 Ag纳米线阵列微结构的精细调控及新型等离子激元结构色材料和制备

相关文档

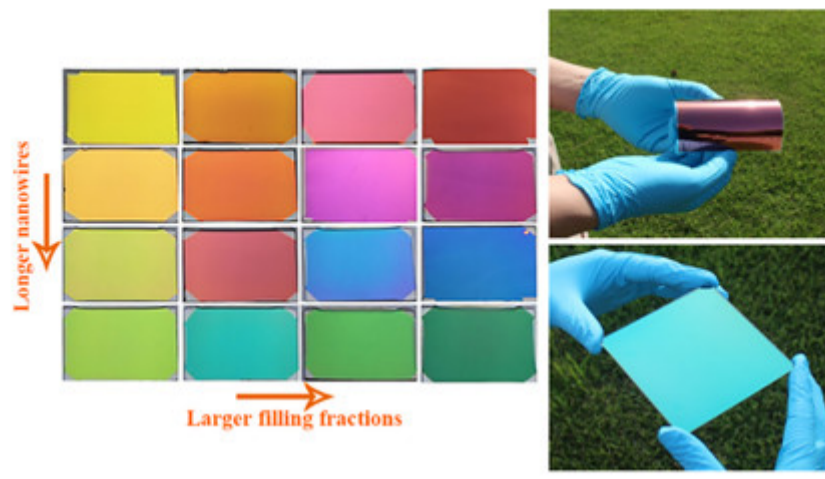


图2 等离子激元结构色板和大面积柔性样品

(纳米实验室 高俊华)

[打印本文](#) | [加入收藏](#) | [回到顶部](#)



中科院宁波材料所
CNITECH, CAS

中国科学院宁波材料技术与工程研究所 © 2007- 2021 版权所有
浙江省宁波市镇海区中官西路1219号 邮编: 315201