物理所三维手性超材料的折叠加工

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/3864.html

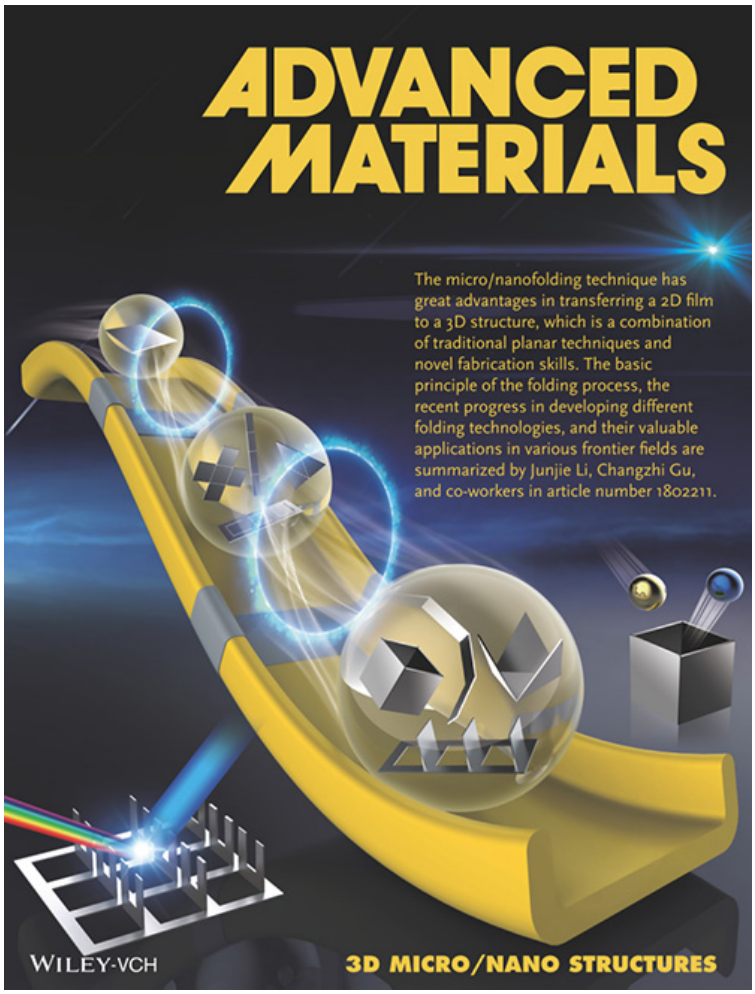
本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

物理所三维手性超材料的折叠加工。与二维微/纳结构相比，三维微/纳结构具有更大空间自由度、更丰富和更新奇的功能特性，在力学、生物医学、微电子及微纳光子学等领域展示出巨大优势和应用前景。然而，目前主流的微/纳米制造技术是基于平面工艺，不能直接用于三维微/纳米结构的加工。近年来，三维加工方法和技术已有较大的进展和突破，如多层叠加、激光三维直写和3D打印等，但是在纳米尺度上进行可控的三维加工仍面临巨大挑战。

最近，中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心微加工实验室博士研究生杨盛焱，博士刘哲，研究员杨海方、李俊杰、顾长志等人，建立并完善了一种基于离子束应变诱导的三维折叠纳米结构加工方法，并与合作者一起在构筑三维超材料和实现光场调控特性方面取得新进展。基于宏观传统折纸工艺(Origami)带来的灵感，他们提出了聚焦离子束(FIB)应变诱导的折叠加工方法，可以实现从微米到纳米尺度的可控折叠或弯曲加工，尤其在三维结构精度、尺度和空间取向的加工方面展示出明显的优势。这种方法灵活直接、加工精度高、简单实用，并与平面工艺兼容，具有结构自由度高及三维构型动态可控等特点，是一种非常具有前景的三维加工新方法。由于他们在这一领域的代表性工作，为材料领域国际期刊Advanced Materials【31(2019) 1802211】撰写了一篇综述文章，系统介绍了三维折叠加工方法的物理机制、加工工艺及其在微纳米器件应用上的研究进展和未来前景与挑战，并被选为当期的Frontispiece。同时，他们还制定了《微纳加工离子束辐照应变诱导三维纳米结构与器件的加工方法》团体标准(T/BSPT 002—2018)，并已发布。这是我国首次制定的两项关于纳米加工方法的团体标准之一，为我国纳米制造的发展战略提供了支撑。目前正在申报制定国家标准，并已通过初审。

该研究团队与英国伯明翰大学教授张霜合作，在利用微纳三维折叠加工方法构筑手性超材料实现自旋光分辨与选择性传输方面取得突破。他们设计并加工出具有内禀手性特征的三维折叠超表面结构，实现了自旋光分辨和巨大的圆二色性值(CD)，解决了自旋光有效调控中的关键难题。在这一过程中，他们利用电子束光刻在氮化硅薄膜上制备了反镜像对称排布的金属劈裂谐振环，然后利用聚焦离子束应变诱导加工技术，将劈裂谐振环沿着一定的空间角度进行折叠，从而获得具有高构型自由度的折叠超表面。这种具有深亚波长厚度的折叠超表面能够使得一种自旋态的光高效率通过该器件，而另一种自旋态的光则被反射或吸收。实验结果表明，随着折叠角度的优化，这种折叠超表面在红外波段的圆二色性值可高达0.7。这种折叠超表面结构具有深亚波长特性，能高效地调控不同自旋光的传播行为，从而实现光学波段高性能、微型化光自旋开关器件，在微型圆偏振器、自旋探测器、自旋光信息处理、手性光学成像和非线性光学等领域具有广泛应用前景。该项研究成果于1月4日在线发表在Nano Letters (DOI: 10.1021/acs.nanolett.8b04521)上，并被选作封面文章。

以上工作得到科技部、国家自然科学基金委员会和中科院的资助。


ADVANCED MATERIALS
The micro/nanofolding technique has great advantages in transferring a 2D film to a 3D structure, which is a combination of traditional planar techniques and novel fabrication skills. The basic principle of the folding process, the recent progress in developing different folding technologies, and their valuable applications in various frontier fields are summarized by Junjie Li, Changzhi Gu, and co-workers in article number 1802211.
WILEY-VCH
3D MICRO/NANO STRUCTURES

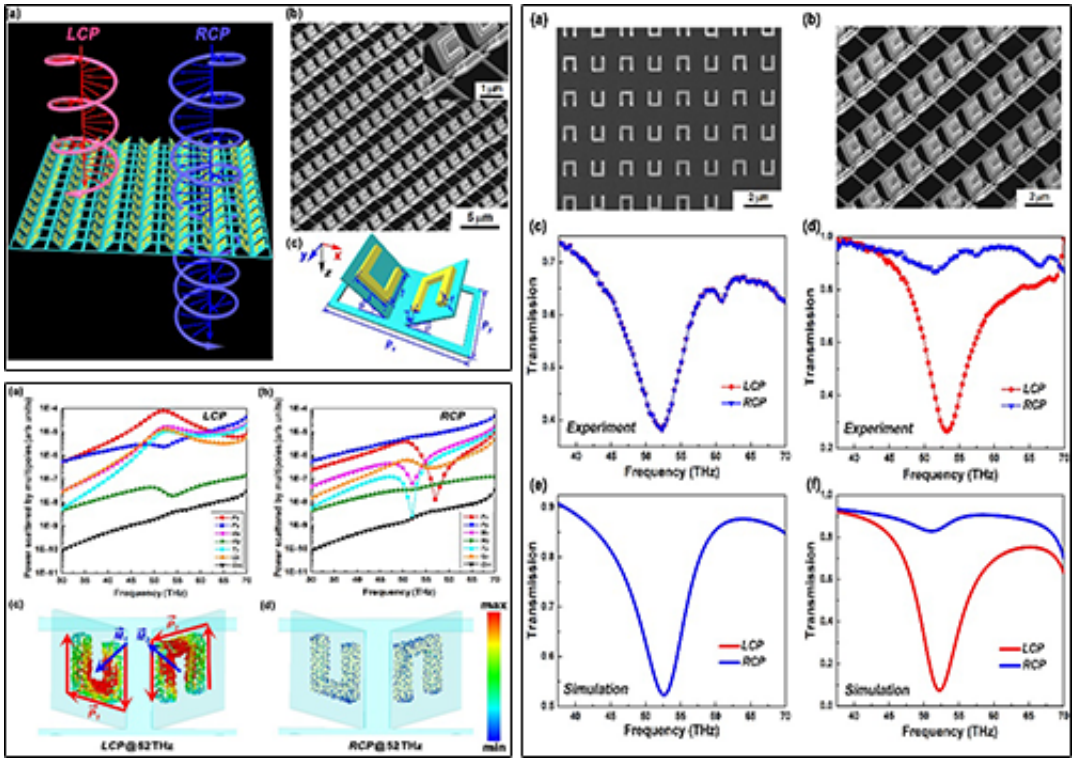

LCP
RCP
Experiment
Simulation
Transmission
Frequency (THz)
LCP@52THz
RCP@52THz

图2. 利用折叠超表面实现自旋光选择性透射示意图和折叠超表面的SEM图(左上图);多极矩辐射谱和表面电流分布揭示折叠超表面手性光学响应的物理机制(左下图);实验测得和理论计算获得超表面对左旋和右旋圆偏振光的透射谱和实验测得和理论计算获得的折叠超表面(折叠角度q=50 °)对左旋和右旋圆偏振光的透射谱(右图)。

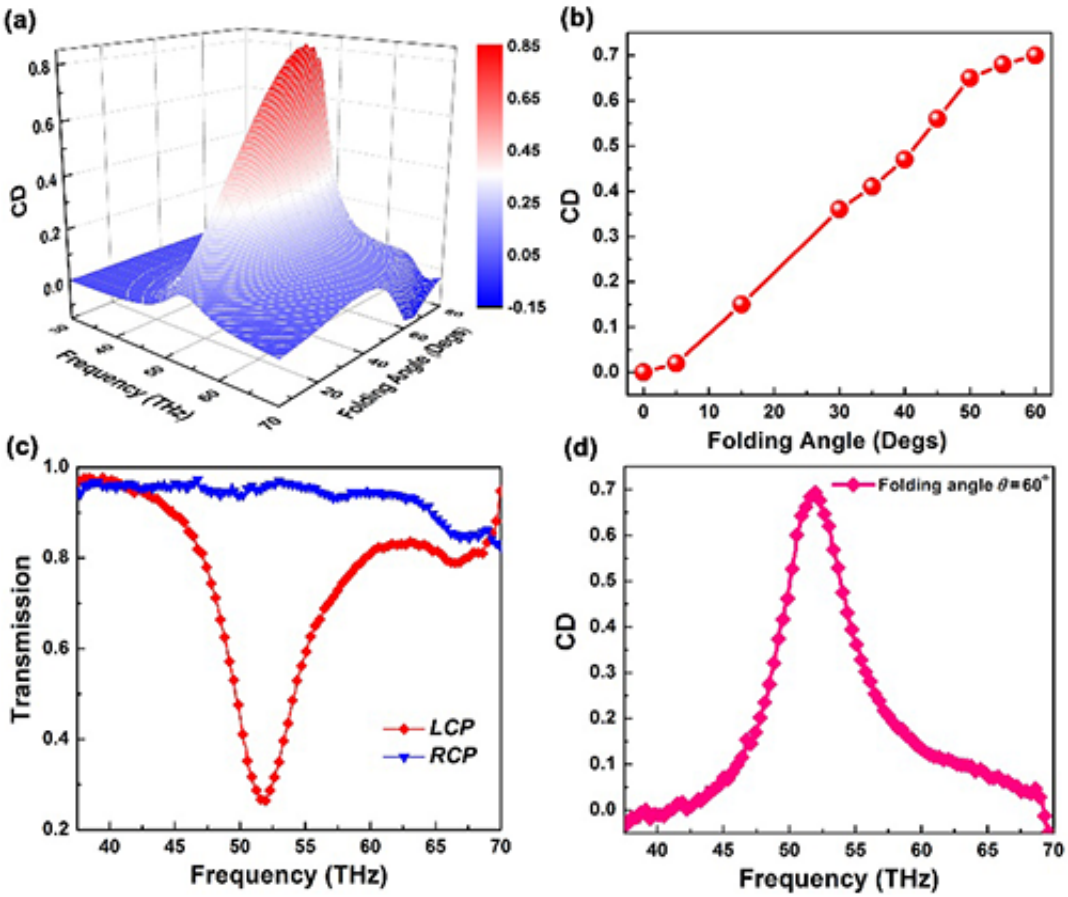


图3. (a) 理论计算获得的圆二色谱随着折叠角度的变化; (b)
实验测得的圆二色谱随着折叠角度的变化; (c)
折叠角度为60 ° 时，实验测得折叠超表面的左旋和右旋光透射谱;
折叠角度为60 ° 时，折叠超表面的圆二色性曲线。

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发