
激光散斑灰度光刻：制造高灵敏度柔性电容式压力传感器的新手段

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/28433.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！

激光散斑灰度光刻：制造高灵敏度柔性电容式压力传感器的新手段。柔性电容式压力传感器作为可穿戴电子设备中的核心部件之一具有广泛的应用前景。微结构的引入可显著提高电容式压力传感器的灵敏度性能。然而，微结构的常规制造方法如自然模板法、传统光刻、激光直写等仍存在形貌不可控和制造工艺复杂等问题。

近日，山西大学量子光学与光量子器件国家重点实验室全召民团队提出了一种基于激光散斑灰度光刻技术的随机（截）锥体阵列微结构制备方法，并将该微结构应用于高灵敏度柔性电容式压力传感器的研制中，实现对该类传感器的简单、快速、可控制造。

目前，该成果以Laser speckle grayscale lithography: a new tool for fabricating highly sensitive flexible capacitive pressure sensors为题发表在Light：Advanced Manufacturing。山西大学硕士生周永为论文第一作者，山西大学全召民教授为论文通讯作者。

激光散斑是由相干激光经粗糙介质散射后，散射光干涉形成的随机颗粒状光强分布。散斑光强的空间分布服从一阶的第一类贝塞尔方程，即呈现波浪状的强度分布。将紫外激光散斑光场作为光刻的曝光光场，可实现光刻胶的灰度曝光和用于制造随机（截）锥体阵列微结构。

激光散斑灰度光刻系统如图1所示，其由紫外激光光源、快门、扩束镜、反射镜、会聚透镜、工程漫射体组成。该系统具有曝光剂量和散斑尺寸可调的特点，其中，快门控制曝光时间，进而控制曝光剂量；会聚透镜与工程漫射体间的距离 L 和工程漫射体与晶圆间的距离 z 控制散斑尺寸。

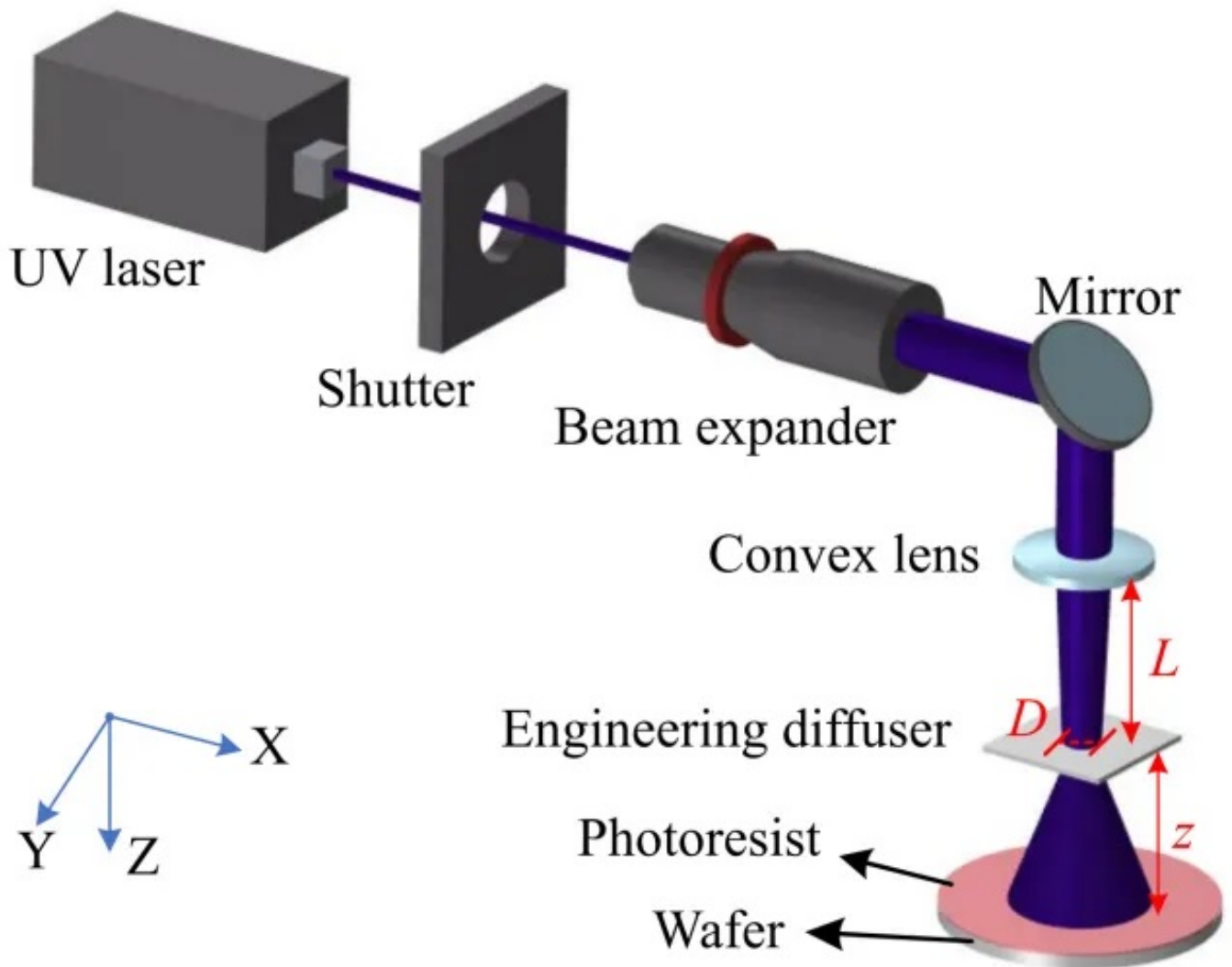


图1：激光散斑灰度光刻系统

基于该激光散斑灰度光刻系统，团队制造了在散斑尺寸分别为 $2.5\ \mu\text{m}$ 、 $5\ \mu\text{m}$ 、 $10\ \mu\text{m}$ 、 $15\ \mu\text{m}$ 和欠曝光、正常曝光、过曝光模式下的随机（截）锥体阵列微结构。通过将光刻胶上的微结构图案两步转移至PDMS，得到如图2所示的PDMS微结构。

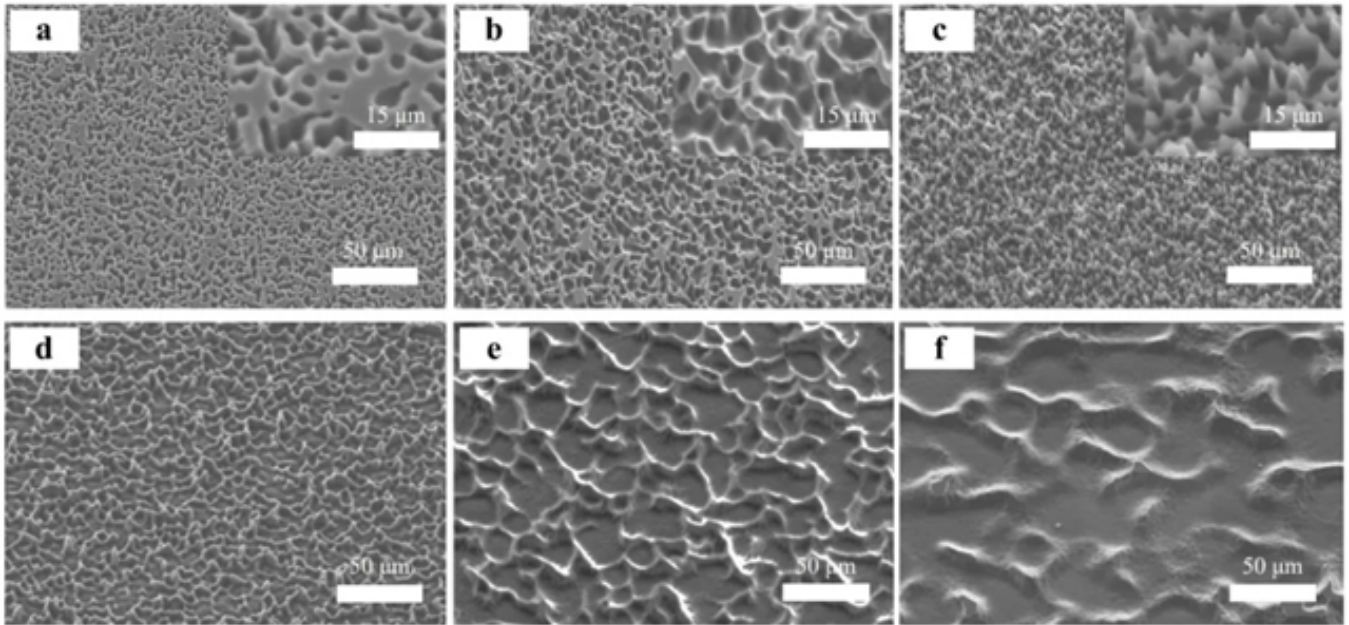


图2：不同散斑尺寸和曝光模式下得到的PDMS随机（截）锥体阵列微结构

通过将PDMS随机（截）锥体阵列微结构与PVDF高介电层组装，得到PDMS-PVDF-PDMS三明治电容式压力传感结构，如图3（a）所示。测试结果表明，该传感器在0-100 Pa压力范围的最大灵敏度达19.76 kPa⁻¹，如图3（b）所示。

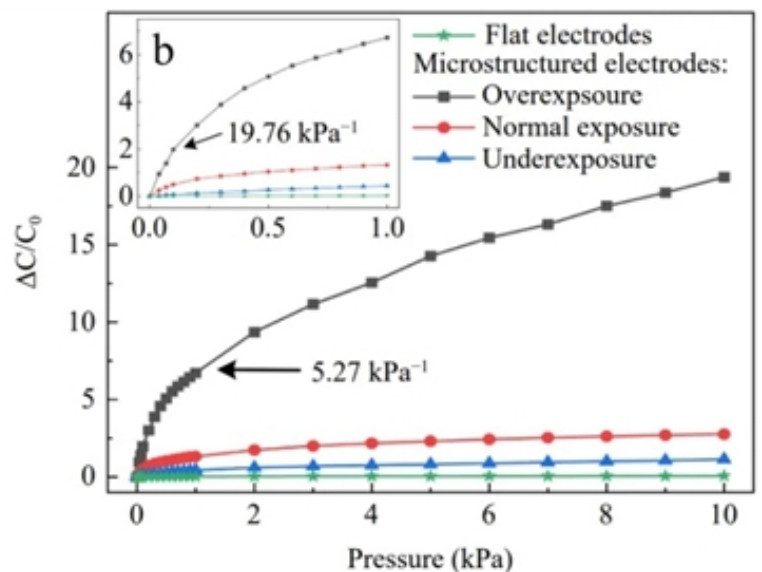
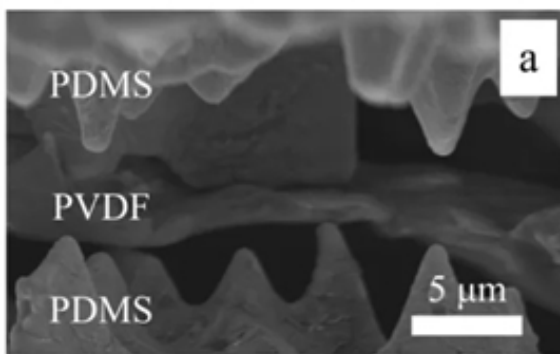


图3：PDMS-PVDF-PDMS三明治电容式压力传感结构和传感器的灵敏度测试结果

该传感器可检测的最低压力阈值为1.9 Pa，在10000次循环测试下，表现出良好的稳定性和一致性。团队最终将该传感器应用于可穿戴的生理信号检测和触觉反馈检测，证实了激光散斑灰度光刻技术在制备高灵敏柔性电容式压力传感器中的可行性。

本研究将经典的激光散斑现象应用于光刻工艺，实现随机（截）锥体阵列的简单、快速、可控制造，提高电容式压力传感器的灵敏度。该方法为微结构的制造提供了新的解决思路，且有望于在

更多相关领域中得到应用。（来源：先进制造微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.37188/lam.2024.016>

作者：仝召民等 来源：《光：先进制造》

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](https://www.iikx.com)转发