微纳3D打印，更精准更宏观

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/18125.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！

微纳3D打印，更精准更宏观。



飞秒激光直写无机纳米结构的光场分布示意图。（郑美玲提供）

飞秒激光被用于眼科手术治疗近视，已经为人熟知。

但它能做得远不止于此。飞秒激光直写作为一种有效的三维微纳精细加工技术，可以在多种透明光学材料中实现微小型光子学器件的制备。

中科院理化所仿生智能界面科学中心郑美玲团队在前期工作积累上，近日在不同期刊连发两篇相关成果，推动飞秒激光直写技术再向前一步。

《先进材料技术》：仿生响应型水凝胶微致动器

在以《飞秒激光微加工pH驱动三维仿捕蝇草水凝胶驱动器》为题发表在《先进材料技术》的成果中，该团队合成了刺激响应型光刻胶前驱体，并结合结构设计，采用飞秒激光直写技术制备了4D刺激响应型水凝胶微结构。

水凝胶微致动器在显微操作、微机器人、微流体、智能传感器等领域的应用非常重要。然而，要实现水凝胶微致动器在微纳尺度上的精确制备及可控操纵，仍存在巨大挑战。

作者利用刺激响应型光刻胶，通过优化飞秒激光直写参数及激光加工路径，获得了响应行为可控的4D水凝胶微结构。通过改变激光加工参数来调节水凝胶微结构局部区域的交联密度，从而获得可控的pH响应行为，变形时间短至1.2秒，恢复时间为0.3秒。

在此基础上，受捕蝇草捕获行为的启发，研究人员设计并加工了仿生不对称水凝胶微致动器，通过pH触发，实现和调节了其形状变化，成功地捕获了单个或多个微颗粒，并可控地实现了微颗粒的同时释放或顺次释放。

该成果使智能水凝胶微致动器的制备成为可能。

《自然—通讯》：使用近红外光进行3D无机材料的光刻微加工

另一篇发表于《自然—通讯》的文章《多光子三维光刻实现λ/30无机特征尺寸》，阐述了该团队与合作伙伴在飞秒激光超衍射纳米光刻技术制备3D无机纳米结构研究方面取得的进展。

激光3D打印技术是制备三维无机微结构的重要手段之一，但是在制备无机微结构时，其特征尺寸和加工分辨率受到材料和光学衍射极限的限制，难以实现纳米尺度制备。

该工作中，研究团队利用飞秒激光与物质的非线性相互作用，通过多光子吸收引起的雪崩电离效应，实现了无机光刻胶氢倍半硅氧烷（HSQ）的飞秒激光超衍射纳米光刻，突破了前人提出的HSQ无法使用可见和近红外光进行光刻微加工的局限。

作者系统研究了激光能量、扫描速度和扫描方式等加工参数对特征尺寸的影响规律，通过精细调节激光的加工参数，成功得到了自支撑的33纳米和26纳米HSQ纳米结构，实现了λ/30（激光波长1/30）的特征尺寸，并制备出了具有优异的耐高温和耐溶剂性能的3D无机微结构，构筑了多种基于无机纳米结构的光子学微器件和仿生微结构。

这项工作为基于HSQ微结构的新型无机纳米器件的研究奠定了坚实基础。

《纳米快讯》：实现跨尺度微纳复杂结构的新途径

微纳尺度上的3D打印可以实现任意三维，并且精度很高，但谈到这个技术到目前为止最大的遗憾，郑美玲告诉《中国科学报》，在工业中几乎没有做成过产品，因为这种技术制备大结构器件的效率很低。这也是该团队目前的一个研究方向。

在稍早些由《纳米快讯》发表的成果《无掩模光学投影纳米光刻实现λ/12超分辨率和高效跨尺度结构图案化》中，他们部分解决了这个痛点问题。

郑美玲团队与合作伙伴以波长为400纳米的超快激光作为光源，利用数字微镜芯片（DMD）生成图案化光场，发展了无掩模光学投影超衍射纳米光刻技术，突破光学衍射极限的限制，获得了仅为激光波长1/12（λ/12）的32
纳米光刻线宽，高效制备了数百微米尺度与纳米尺度并存的跨尺度微纳结构。

此外，通过计算机控制更改所需的DMD生成图案化光场，便捷实现了多种跨尺度微纳结构图案制备，经过简单重复该过程，还可以实现多样化图形的批量制备。

无掩模光学投影超衍射纳米光刻技术，为跨尺度微纳复杂结构图案化提供了高效、便捷的新技术途径，有望在涉及电子、光学和生物等领域的微纳米器件的研究与开发中得到广泛应用，并实现定制化微纳结构与器件的低成本、高效率、批量制造。期刊审稿人评价该技术为真正开创性的成果。（来源：中国科学报张楠）

相关论文信息：

https://doi.org/10.1002/admt.202200276

https://doi.org/10.1038/s41467-022-29036-7

https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.1c00559

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。
作者：郑美玲等 来源：《先进材料技术》

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