
椭圆偏振飞秒激光的高效直写

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/23303.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！

椭圆偏振飞秒激光的高效直写。

光激发是自然界中光与物质相互作用的最重要表现之一，例如植物的光合作用，生物的视觉，摄影和材料的激光加工。通常认为，物质吸收的光越多，产生的材料改性就越强。然而，在飞秒激光对玻璃的加工中，情况并非如此。

飞秒($1\text{ fs}=10^{-15}\text{ s}$)激光脉冲有着超短脉冲时间和超高峰值功率的特点，所以可以在透明材料中快速精确地沉积能量并获得超高的三维空间分辨率，从而被广泛应用在眼科手术、三维集成光学、量子光学、微流控器件、光学器件制备和光存储等领域。然而，很多观察到的物理现象并没有完备的解释。另一方面，相对较低的加工速度和较高的加工成本限制了飞秒激光加工技术的实际应用。

双折射，即光波入射到各向异性介质中分解成振动方向互相垂直，折射率不同的两种偏振光，是光学中一种常见的现象。常用的光学元件，如半波片和偏振片等，都是基于晶体的双折射性质制备的。

玻璃本身并没有双折射性质。研究者已经证明了聚焦的飞秒激光脉冲可以在石英玻璃中诱导产生具有双折射性质的周期性的纳米光栅结构。

这种灵活可控的双折射已经被应用于(1)具有无限寿命的高密度多维光存储;(2)制备高损伤阈值的几何相位器件和矢量光转换器。纳米结构形成的物理机理以及如何提高其制备效率一直是研究的热门话题。

创新研究

近日，英国南安普顿大学的Peter G. Kazansky教授领导的课题组证明了椭圆偏振的飞秒激光脉冲能在石英玻璃中产生更强的双折射改性(图1)。尽管椭圆偏振的光脉冲(椭圆度为0.6)的吸收率只有线性偏振光的40%左右，但却能产生1.5倍的相位延迟。换言之，利用椭圆偏振的飞秒激光脉冲，我们可以用更少的能量产生更强的材料改性。这种双折射改性内部是随机分布的各向异性的纳米孔，它们有着高达99%的光学透射率，远远高于传统的基于纳米光栅的双折射改性。

图1 不同椭圆偏振度的飞秒激光脉冲写入的双折射改性。(a)不同椭圆偏度写入的双折射体素和(b)测量的相位延迟。(c)不同椭圆偏度光脉冲的吸收率。

相比于线性偏振的脉冲，椭圆偏振的光脉冲能在石英玻璃中产生了占空比更大的纳米小孔(图2)。各向异性的纳米孔的形成包含两个部分：纳米孔的产生和纳米孔的拉伸。作者提出，椭圆偏振光脉冲所产生的最强的材料改性是纳米孔的产生和拉伸平衡后的结果。

一方面，纳米孔的拉伸是基于近场增强效应，这意味着线性偏振光可以最大化的拉伸纳米孔。另一方面，圆偏振光可以产生更多的纳米孔。因为通过隧道电离，圆偏振光能更有效的激发石英玻璃中低电离能的缺陷，从而产生占空比更大的纳米孔。

通常认为，多光子电离在飞秒激光对透明材料的加工中占主导地位。但这项研究揭示了对激光诱导的低激发能的缺陷的隧穿电离，是石英玻璃中纳米结构形成的关键。

图2 超快激光写入的双折射结构。(a)双折射图像。(b)各向异性纳米孔的扫描电子显微镜图像。

椭圆偏振飞秒激光写入已经被应用到五维永久光存储中，其数据读出准确率接近100%。相比于传统的线偏振光写入，椭圆偏振光能以更少的脉冲数和更小的能量写入相同质量的数据点，从而提高数据存储速度。

另一方面，具有超高透射率和高损伤阈值的几何相位器件以及矢量光转换器的制备时间也被大幅度降低，有望在高功率激光器和紫外激光器中得到应用。

相关成果以Efficient ultrafast laser writing with elliptical polarization为题发布于Light Science Applications。本论文主要作者是英国南安普顿大学的博士生雷雨昊，共同通讯作者是Peter G. Kazansky教授。主要合作者包括拉脱维亚大学的Linards Skuja教授和东芬兰大学的Yuri Svirko教授。现工作于吉林大学的王磊副教授和于颜豪工程师亦对本文做出重要贡献。(来源：LightScienceApplications微信公众号)

相关论文信息：↑ <https://www.nature.com/articles/s41377-023-011098-2>

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性;如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任;作者如果不希望被转载或者联系转载稿费等事宜，请与我们联系。

作者：雷雨昊等 来源：《光：科学与应用》

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