

其他常见问答总结

飞秒激光应用？

飞秒激光应用？

超短、超强和高聚焦能力是飞秒激光的3大特点。飞秒激光脉宽可短至4 fs($1\text{ fs}=10^{-15}\text{ s}$)以内...，峰值功率高达拍瓦量级(10^{15} W)

聚焦功率密度达到 $10^{20}\text{--}10^{22}\text{ W/cm}^2$ 。飞秒激光可以将其能量全部、快速、准确地集中在限定的作用区域，实现对玻璃、陶瓷、半导体、塑料、聚合物、树脂等材料的微纳尺寸加工，具有其它激光加工无法比拟的优势：耗能低，无热熔区，“冷”加工；可加工的材料广泛：从金属到非金属再到生物细胞组织，甚至是细胞内的线粒体；高精度、高质量、高分辨率，加工区域可小于焦斑尺寸，突破衍射极限；对环境没有特殊要求，无污染。飞秒激光微加工是当今世界激光、光电行业中极为引人注目的前沿研究方向。世界各国学者在飞秒激光与材料相互作用机理研究方面已取得重大的进展，开发出以钛宝石激光器为主的飞秒激光微加工系统，开展了飞秒激光微纳加工的工艺研究，促进了多学科的融合，推动着飞秒激光微纳加工技术向着低成本、高可靠性、多用途、产业化的方向发展。飞秒激光微加工技术将在超高速光通讯、强场科学、纳米科学、生物医学等领域具有广泛的应用和潜在的市场前景。本文旨在综述飞秒激光微加工技术国内外的研究状况，介绍飞秒激光微加工的重要应用，展望其今后的发展趋势。

1 飞秒激光微加工系统的发展现状

飞秒激光出现以来，啁啾脉冲放大、以钛宝石晶体为主的增益介质、克尔透镜锁模。和半导体可饱和吸收镜等技术促使着它从染料激光器发展到自启动克尔透镜锁模激光器，以及后来的二极管泵浦全固态飞秒激光器和飞秒光纤激光器。为满足科研和生产进一步发展的要求，国内外学者仍然致力于飞秒激光器研究，纷纷搭建起微加工系统。飞秒激光系统由振荡器、展宽器、放大器和压缩器4部分组成。表1是近年来国内外最具有代表性的飞秒激光器、微加工系统。从表1可以看出：输出脉宽大约几百飞秒，真正短到几飞秒的甚少，因而平均功率较低，限制了它在商业中的应用，生产效率较低；工作稳定性提高，寿命延长，如畅销全球的CPA-21××系列的种子光有20年的平均无故障时间；实现MHz的重复频率输出；可调谐波长范围变广，加工精度、光束质量较高；利用它的超快特性，逐渐实现三维精细加工。但飞秒激光系统在小型化、可调可控性、实用性、全光纤等方面还有很大的发展空间。

飞秒激光加工微结构

基于能量高度集中、热影响区小、无飞溅无熔渣、不需特殊的气体环境、无后续工艺、双光子聚合加工精度可达 $0.7\text{ }\mu\text{m}$ 等优势，飞秒激光在诱导金属微结构加工应用方面和精细加工方面都取得了很大的进展。

(1)孔加工在1mm厚的不锈钢薄片上，飞秒激光进行了具有深孔边缘清晰、表面干净等特点的纳米级深孔加工；在金属薄膜上，钛宝石飞秒激光加工制备出了微纳米级阵列孔，孔径最小达 $2.5\text{ }\mu\text{m}$ ，孔直径在 $2.5\sim 10\text{ }\mu\text{m}$ 间可调，最小间距可达 $10\text{ }\mu\text{m}$ ，很容易实现 $10\text{--}50\text{ }\mu\text{m}$ 间距调整。

其他常见问答总结

2 光通信领域

光通信的高速率、大容量和宽带宽的发展方向，要求光电器件的高度集成化。而集成化的前提是光电器件的微型化。因此，光电器件的微型化是当前光通信领域研究的前沿和热点。近年来，相比传统的光电技术，飞秒激光微加工技术将成为新一代光电器件的制造技术。国内外学者在光波导的制备技术等诸多方面进行了有益的探索，取得了很大的进展。

(1)光波导的制备光波导易于和光纤通信系统耦合且损耗小，在频域中呈现出丰富的传输特性，成为光纤器件的研究热点。与离子注入法和热扩散型离子交换法等目前常用的制作方法相比，飞秒激光制作波导在室温环境下进行，过程简单，波导结构在高温时仍能保持良好的质量和稳定性。美国学者用飞秒激光制备的增益光波导长1 cm，可产生3 dB / cm的信号增益。大阪大学的Watanabe W等用85 fs、重复频率1 kHz、单脉冲能量1.5 μ J的钛蓝宝石激光制作的多模干涉波导阵列，实现了高阶模输出。目前，利用计算机精密控制飞秒激光加工平台，可以在材料内部的任意位置制得任意形状的二维、三维或单模光波导。

(2)光栅的制备光栅在光通讯、色散补偿、光纤传感等领域中发挥着不可替代的作用。光产业的发展，对光栅提出了更高的要求：不同几何形状排列，如六角阵列光栅；在光纤内部刻划，如Bragg(布拉格)光纤光栅。传统加工方法工序繁杂、制作的光栅稳定性差、寿命短。而飞秒激光微加工克服了这些缺点，永久性改变折射率，改变量高达0.05，实现直接刻划，顺应了现代光栅微型化和多样化的发展趋势。Mihailov S等人采用钛宝石飞秒激光在掺锗通信光纤纤芯上获得的反射Bragg光栅，具有折射率调制范围广，温度稳定性高的特点。

(3)光子晶体的制备光子禁带和光子局域是光子晶体的两大特征，使其极有可能取代大多数传统的光学产品。但是微米甚至亚微米级三维复杂光子晶体的制备技术是急需解决的关键问题。飞秒激光双光子聚合法灵活，加工精度高，是制备光子晶体的理想选择。Sun H B等人采用飞秒激光制出任意晶格的光子晶体，它能单独地为单个原子选址。Serbin J等人采用飞秒激光双光子聚合得到结构尺寸小于200 nm，周期为450 nm的三维微结构和光子晶体。Markus Deubel采用飞秒激光直接扫描法制出应用于无线电通信的三维光子晶体。国内的戴起勋等制出杆、层间距均5 μ m，共4层，分辨率为1.1 μ m的层状木堆型光子晶体。

(4)光存储使用高分辨率存储材料无疑会增加记录密度，而采用超短激光进行亚微米级操作会得到更好的效果。飞秒激光多光子吸收作用引起材料的永久性光致还原现象，为超高密度三维立体光存储提供了一个全新的思路，存储密度可达 10^{13} bits / cm³。其特点：快速的数据读、写、擦写、重写；并行数据随机存取；相邻数据位层间串扰小；存储介质成本低。飞秒激光三维立体光存储技术成为当前海量存储技术发展的一个新研究方向。

(5)微通道的制备聚合物力学性能好，具有生物相容性，而且飞秒激光光束几乎可以毫无衰减地到达透明材料内部的聚焦点，入射激光唯有在该点位置才能获得较高的功率密度，发生非线性多光子吸收和电离，实现材料内任意部位三维微结构的直写。采用150 fs钛蓝宝石脉冲激光在聚甲基丙烯酸甲酯(Polymethyl Methacrylate : PMMA)内制备出最小直径2 μ m、最长10 mm的微通道，道壁光滑且没有裂纹，没有损坏透明材料表面，这种微通道将广泛用于生物医学技术如DNA拉伸、微统计分析系统等。

相关产品：[onefive 低噪声飞秒激光器](#) [低噪声皮秒激光器](#)

其他常见问答总结

标签: [飞秒激光](#)

(唯一的)问答 ID: #1020

作者: RAYSCI

更新时间 : 2017-11-22 10:35