

《制造用紫外激光器》项目简介

聂明明, 江业文, 陆富源, 柳强

清华大学精密仪器系, 北京 100084

《制造用紫外激光器》国家重点研发计划(项目编号:2017YFB1104500)旨在针对增材制造和激光制造需求,以制造用紫外激光器的核心关键技术突破、产品研发及产业化为主线,针对高功率、高重复频率 355/266 nm 紫外激光的产生(图 1)、紫外非线性光学三硼酸锂(LBO)和偏硼酸钡(BBO)晶体性能的提升、高功率紫外激光的产业化以及制造用紫外激光器的应用示范等开展研究,突破制造用紫外激光理论、设计、产业化以及应用的技术瓶颈,实现工业用紫外激光器产品化并建立生产线,对促进我国激光高端精细加工并实现“中国芯”具有重要意义。

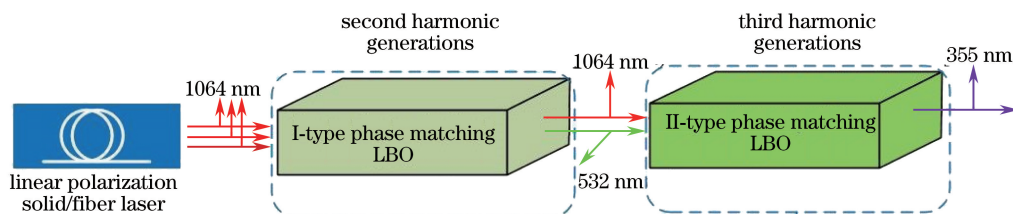


图 1 高重复频率、高功率 355 nm 紫外激光原理图

Fig. 1 Schematic of ultraviolet laser with high repetition rate and high power of 355 nm

根据项目任务,将项目分解为 5 个课题:1) 高功率、高重复频率 355 nm 紫外激光器关键技术研究;2) 高功率 266 nm 紫外激光器关键技术研究;3) 系列紫外激光器产业化研究;4) 高功率紫外晶体抗损伤技术及产业化研究;5) 紫外激光器应用示范。本项目各课题的划分遵循“用、产、学、研”互为依托、有机结合、闭环反馈、整体提升思路,通过各课题协同创新攻关,可以实现从制造用紫外激光器关键技术研发及其工程化设计、产业化生产到精密制造领域的示范应用这一完整链路的建立,增强我国在制造用紫外激光器领域的整体研发水平,提升我国紫外加工制造产业的核心竞争力。

围绕上述 5 个课题,需解决如下关键技术:1) 实现脉冲可编程的窄线宽高速调制半导体激光种子源和种子注入磷酸钛氧铷晶体扫描锁定技术;2) 半导体/光纤/固体混合放大过程中的受激布里渊散射抑制、偏振保持、模场匹配、光谱匹配、光场演化机制及光束质量调控的机理和方法;3) 非线性光学频率变换中的走离效应及其补偿机理、提高非线性光学频率变换效率的方法;4) 优化的助熔剂体系和大尺寸人工紫外非线性晶体生长方法、非线性紫外晶体表面膜系的损伤机理及高损伤阈值镀膜方法;5) 多物理场耦合的紫外激光器设计的高效工业化数值计算方法和优化设计理论、工业化紫外激光器仿真软件、紫外激光器光机电一体化数字样机仿真技术;6) 高性能紫外激光器的稳定性、可靠性集成设计及组装技术。

本项目将突破高功率、高重复频率 355/266 nm 紫外激光器的核心技术,并解决限制工业化制造用激光器性能提升的工程化技术问题,研制出功率为 40 W 以上、重复频率为 100 kHz 至 MHz 的 355 nm 纳秒级紫外激光器工程化样机和功率为 10 W 级、重复频率范围为 50~150 kHz 的 266 nm 纳秒紫外激光器工程化样机;建立半自动化紫外激光器批量装配生产线;完成紫外激光器 1000 台的销售量,其中功率大于 20 W 的激光器销售量不少于 100 台,功率大于 10 W 的激光器销售量不少于 200 台;实现项目研制紫外激光器在精密制造领域激光制造装备上的应用示范。

收稿日期: 2017-11-03; 收到修改稿日期: 2017-11-06

项目负责人: 柳强 (1971—), 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事激光技术方面的研究。E-mail: qiangliu@tsinghau.edu.cn