

中国激光

“超快激光微纳制造机理及新方法”专题

前 言

超快激光具有超强、超快、超精密的特性,是制造技术领域的前沿方向和重要生长点之一。超快激光与材料相互作用,改变材料的物态和性质,实现微米至纳米尺度或跨尺度的控形与控性,多年来一直备受关注。以往制造基础研究的观测/调控均局限于原子/分子及以上层面,以超快激光为工具的超快化学的诞生使电子层面的观测/调控成为可能,有望使制造新原理/新方法获得突破。激光与材料相互作用是一个复杂的非线性、非平衡、多尺度过程,目前仍急需发展完备的理论模型用于描述超快激光与材料相互作用,研究超快激光时/空/频域光场调控对材料电子动态和性质的影响机制与规律,突破超快激光微纳制造的瓶颈问题。在超快激光观测方面,若能有效测量激光与材料相互作用,对于理解光子与电子相互作用、电子与晶格相互作用等至关重要。但是,目前还没有完整的理论体系来解释空间光整形对微纳加工过程的影响规律。

在宏观层面,航空器关键构件的表面功能织构直接影响其在恶劣环境中的整体性能和运行状态。超快激光微纳制造技术可以实现对航空关键材料表面微纳米双级结构的精确调控和大面积制备,有望解决航空关键结构的超疏水抗结冰这一国际性难题。在微观层面,随着高度集成化、微型化、可穿戴式等智能电子系统的发展,迫切需要研发与其兼容的具有高储能密度、柔性、功能化集成的微型新能源器件。超快激光可以实现多维度电极材料的图案化及器件阵列制备与集成工艺相兼容,保证高质量、高均一性微型器件及其阵列的快速制备,实现目标器件结构和性能上的区域性可控加工,使微型新能源器件在柔性、可穿戴电子、微机电系统中得到应用。超快激光微纳制造能实现多尺度调控和高精度加工,在宏观航空器表面功能微纳结构(抗结冰、减阻、抗反射结构等)和微观新能源微型器件(微电池、微电容等)制造方面均有显

著优势。

本专题联合国内超快激光微纳制造的优势单位,包括清华大学、北京理工大学、吉林大学、中国科学技术大学、华中科技大学、中科院理化技术研究所、中南大学等,邀请国家重点研发计划项目“超快激光微纳制造机理及新方法”研究团队骨干成员供稿。面向国家重大需求,针对超快激光制造的共性关键科学和技术问题,在超快激光与材料相互作用多尺度理论与观测,超快激光时/空/频域调控微纳制造机理及新方法,航空关键构件的微纳米功能表面超快激光制造,微纳功能结构与新能源器件的超快激光制造等四方面,系统深入地呈现本项目及本领域的最新进展和发展趋势。

相关研究工作得到了科技部国家重点研发计划的专项支持(项目编号:2017YFB1104300),在此一并表示感谢!

曲良体,孙洪波,钟敏霖,李欣

2021 年 1 月 5 日