

导 读

自1960年问世以来,激光作为能源与工具的新型制造技术开始登上历史舞台,引领着制造行业进入激光制造的新时代。早期的激光制造技术由于主要依靠激光与物质相互作用的热效应,加工表面粗糙,从而导致精度不足,实际应用受到严重限制。随着激光技术的蓬勃发展,激光制造技术逐渐衍生出激光微纳加工,被应用于材料微纳级的精密加工需求。

激光微纳加工主要是通过激光与物质的相互作用,改变物质的物态和性质,实现微米乃至纳米尺度或跨尺度的控形与控性。由于激光微纳加工在能量密度、作用的空间和时间尺度、制造体吸收能量的可控尺度都可分别趋于极限,而使制造过程所利用的物理效应、作用机理完全不同于传统制造,其制造复杂结构的能力与品质更是远高于传统制造。如超快激光加工,以其特有的超短脉宽和超高峰值性能,使材料在被照射时瞬间转变成等离子体态,大大减少了热效应的影响。又如基于光化反应的准分子激光冷加工,可以规避由于热熔产生的加工缺陷,有效提高了加工精度。激光微纳加工的显著优势更是催生了大批新产品(如大规模集成电路、MEMS/NEMS等)、大批产品的高性能化(如航空发动机、燃气轮机、太阳能电池等)和相应的高新技术产业群。

世界各国科研人员越来越重视激光微纳加工技术的研究,运用了各种新的设备和技术,投入了大量的人力、物力、财力。我国作为制造业大国,也有自己的优势和特色,如我国学者刷新了激光加工分辨率的纪录,将激光微纳加工的应用领域拓展至微电子、微机械、微光学、微流体、仿生学、生物制造等。2016年,我国更是将“增材制造和激光制造”列入国家重点研发计划,将获得约亿元量级国家科研经费的大力支持,前景大好,令人瞩目,相信激光微纳加工将会成为中国制造不可或缺的重要组成部分。

本期专题根据各行业应用领域对微纳米尺寸结构与日剧增的加工需求,进一步突出激光技术作为一项重要的微纳结构加工手段所发挥的重要作用和产生的新问题,特邀请本领域专家学者阐述最新研究趋势的蓝海战略和成熟市场的典型应用,以期进一步促进相关理论、技术及应用的协同发展,实现经济转型并提升人们的生活品质。

专题刊登的文章包括四篇综述和七篇研究论文。《双光束超分辨激光直写纳米加工技术》一文综述了基于双光束超分辨激光加工技术超光学衍射极限的基本原理,并回顾该技术在改善加工线宽及分辨率等方面的研究进展,以及在相关领域中的应用,并就如何实现低成本、高效率、大面积、多功能性材料加工存在的挑战和未来发展方向进行了讨论;综述文章《飞秒激光过饱和掺杂硅材料的研究及发展》总结飞秒激光与硅相互作用的基本理论和几种物理模型,介绍了其在相关领域的应用,并对飞秒激光过饱和掺杂及改性硅的发展前景作出展望;《激光制备超疏水表面研究进展》根据激光器的脉冲宽度分类,通过刻蚀后材料表面形貌和润湿性特征对激光制作超疏水表面的基本理论和典型工艺方法进行介绍和总结,并对超疏水表面的工业化应用前景进行了分析;《紫外激光器及其在微加工中的应用》介绍了紫外激光器的发展过程,并对目前主要用于微加工的两类紫外激光器:准分子激光器和全固态激光器的工作原理和技术特点进行了简要概述,重点讨论了紫外激光在半导体、光学元件和聚合物等领域的技术发展和应用现状,并进一步对未来研究方向进行预测和展望。

基于飞秒、皮秒以及纳米激光微纳加工在医疗器件、航空航天以及金属表面工程等领域中面临的高效加工需求,本期的研究论文报道了利用飞秒贝塞尔光用于可磁驱动微管道的高效加工,表面微结构金属干式电极制造及细菌粘附性能研究,恒温基底对 Al_2O_3 基共晶陶瓷组织及硬度的影响,皮秒激光微制造 As_2Se_3 玻璃红外增透性表面以及激光清洗机理等。这些综述和研究论文将让读者对激光微纳加工的研究现状、趋势和应用前景有更深刻的认识,也能为相关领域研究人员提供有益的帮助。

专题特邀组稿人:

厦门大学 周 锐