

“高性能表面抛光加工方法”

专题序言

目前对集成电路晶圆、硬脆软脆材料光学元件、增材制造复杂结构件等高性能零件的需求日益高涨，而抛光加工是这些高性能零件精密加工中一道关键工序，抛光加工质量对零件服役性能有至关重要的影响。高性能零件制造离不开高性能表面抛光加工机理与技术研究，所以策划本期“高性能表面抛光加工方法”专题，分享本领域研究进展，推动技术进步。

晶圆是集成电路制造的衬底材料，对其抛光加工机理及技术研究，是突破新一代集成电路用大尺寸晶圆精密抛光工艺的基础。阎秋生等研究了电芬顿反应条件优化及 6H-SiC 氧化效果，揭示了电芬顿参数生成羟基自由基最大浓度和自由基总量的影响规律，实现电芬顿反应对单晶 6H-SiC 氧化腐蚀的最大化，以优化可用于单晶 SiC 化学机械抛光的抛光液组份。路家斌等通过建立磁流变动压复合抛光动压模型分析抛光盘面结构化单元对动压效应的影响，进而优化结构化单元结构强化抛光效果，并利用径向往复运动的动态磁场实现柔性抛光头的更新和整形，提高抛光效率和质量。金刚石晶圆是未来理想的半导体衬底材料，郭晓光等综述了现有的金刚石晶圆加工方法，如化学机械抛光、摩擦化学抛光、热化学抛光等，介绍了基于分子动力学等模拟仿真方法的金刚石抛光机理研究进展，同时介绍了超薄金刚石晶片超精密加工技术面临的难点与挑战。

研磨加工工艺参数多、参数组合选择难度大，对工艺参数优化的研究有重要意义。陈松等基于双磁极研磨方法，通过研磨区磁场仿真与实验验证确定影响双磁极研磨压力的主要因素，解决平面研磨中压力不均匀及研磨间隙调整问题。陈燕等对 K9 光学玻璃超声振动复合研磨进行了探索，在传统研磨设备上配置超声振动辅助装置，利用响应面法优化超声振动复合研磨加工参数，获得了超声振动复合研磨最佳工艺参数。在此参数设置下，超声振动复合研磨取得了纳米级抛光表面，验证了光学玻璃超声振动复合研磨的可行性。李文辉等通过理论和仿真分析，确定了 30CrMnSi 导磁材料抛光 Halbach Array 永磁阵列最佳磁场布置方案，获得了理想的磁场强度和最佳磁场分布，从而提高了磁性研磨对 30CrMnSi 高强度结构钢的加工效率。为解决光学软脆材料研磨工艺参数高效优化问题，朱永伟等采用遗传算法优化的 BP 神经网络构建智能预测模型，通过遗传算法对神经网络的初始化权值和偏置进行优化，用样本数据集训练神经网络。利用神经网络的学习能力建立智能决策的数据库和规则库，最终建立了智能决策系统，显著提升了研磨工艺参数的决策效率，为研磨加工工艺决策提供了新思路。

抛光表面质量考核指标除了表面粗糙度，还包括硬度、表层残余应力和表面损伤，针对后三项指标的加工机理及参数优化同样重要。杨胜强等探索了含双氧水磨液对铝合金试件滚磨光整加工效果。通过滚磨加工实验及摩擦磨损实验，对滚磨光整后的铝合金样件进行表面粗糙度、表面形貌以及磨痕形貌检测，确定了含双氧水磨液滚磨光整加工铝合金零件的优化参数。肖贵坚等针对钛合金材料砂带磨削表面残余应力预测问题，引入热量系数构建出钛合金材料砂带磨削表面残余应力形成模型，通过仿真分析获得给定磨削参数下钛合金砂带磨削表面残余应力与时间关系图并进行实验验证，有效地表征出给定加工参数下的砂带磨削表面残余应力。隆志力等以氧化锆陶瓷为研究对象，分析了超声振动加工硬脆材料脆塑转变的临界条件，并进行旋转超声振动划痕与普通划痕对比试验，验证了理论分析的正确性，并确立了超声振动加工硬脆材料脆塑转变的临界条件。

金属增材制造目前发展势头强劲，但其成型表面质量较差，未经后处理加工无法满足高使役性要求。高航等对增材制造金属零件抛光加工研究进行了综述。针对增材制造金属零件成型表面的高粗糙度、表面质量的取向性等对抛光加工技术提出的挑战，以增材制造工艺、材质、结构形式，以及增材制造样件的抛光效果为主线，综述了电化学、激光、磨料流三种增材制造抛光技术的研究进展。

专题主编：孙玉文