

| |
|---|
| 2023年招生计划 |
| 六、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介 |
| <div>1. 博士论文研究方向： 蓝宝石的超声辅助磁流变抛光技术及材料去除机理研究</div> <div>选题类别：<input type="checkbox"/> 基础性研究 <input type="checkbox"/> 应用性研究 <input type="checkbox"/> 工程技术攻关研究</div> <div><input type="checkbox"/> 新开辟的研究方向 <input checked="" type="checkbox"/> 已有研究方向的继续 <input type="checkbox"/> 其他</div> |
| <div>2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介</div> <p>蓝宝石凭借其耐高温、耐磨损、抗热冲击和透光性好等优点而具有广阔的应用前景，尤其是作为LED衬底和半球形整流罩材料。但其硬度高、脆性大和化学惰性强等特性也使其表面超精密加工很难取得理想效果。而蓝宝石工件的表面状态、加工精度直接关系着实用性能和使用寿命。因此对蓝宝石材料的精密加工技术开展深入研究，提高蓝宝石器件的使用性能，将对进一步提高蓝宝石材料的应用具有重要意义。磁流变抛光以其不产生亚表层损伤而区别去其他精密抛光技术，为克服其材料去除率低的缺点，本文将超声振动与磁流变抛光相结合，以改善蓝宝石材料的抛光效率。同时，本文制备了Fe3O4/SiO2核壳磨粒来解决抛光时磁流变液中的磁性颗粒与抛光磨粒分布不均匀的问题。通过计算机仿真与抛光实验两方面对半球形蓝宝石的超声辅助磁流变抛光技术进行研究，并对蓝宝石在抛光过程中的材料去除机理进行深入研究。</p> <p>主要研究内容如下：</p> <div>1 为解决传统磁流变抛光过程中抛光磨粒容易在磁流变液内聚集或缺失的问题，通过溶胶凝胶法制备Fe3O4/SiO2核壳磨粒用于蓝宝石材料的磁流变抛光，并对其形貌、物相组成及磁性能进行了表征。通过对比试验验证制备的核壳磨粒相比于传统的混合磨粒对蓝宝石材料具有更好的抛光性能，并以抛光后蓝宝石晶片的表面粗糙度和材料去除率为评价指标筛选出适用于蓝宝石材料的最佳核直径与壳厚度。通过对抛光过程中力数据的分析，建立正压力与剪切力的数学模型以及更加精确的材料去除率预测模型，并实验验证。</div> <div>2. 基于建立的抛光力模型和材料去除率模型，将多点材料去除方法和抛光运动轨迹相结合，建立半球形蓝宝石在超声辅助磁流变抛光过程中的材料去除率MRR和表面粗糙度Ra的数学模型来预测抛光结果。通过计算机仿真研究磁场发生器中磁铁的数量和磁极排列方式对抛光区域的磁场强度及磁场分布的影响，然后以抛光后蓝宝石半球的材料去除率和表面粗糙度为指标，确定适用于半球形蓝宝石的磁场发生器中磁铁的数量和磁极排列方式。最后研究不同的试验参数对半球形蓝宝石超声辅助磁流变仿真结果的影响。</div> <div>3. 对半球形蓝宝石的超声辅助磁流变复合抛光进行试验研究，并对上一章的仿真结果进行试验验证。介绍了抛光试验机的结构组成及工作原理，然后通过正交试验方法对半球形蓝宝石超声辅助磁流变抛光中的关键工艺参数进行试验设计，分别以材料去除率、表面粗糙度和综合效应为评价指标筛选出最佳抛光工艺。最后分析不同的工艺参数对半球形蓝宝石超声辅助磁流变抛光结果的影响，并与仿真结果进行对比。</div> <div>4 通过有限元方法对蓝宝石表面的化学反应层进行单颗及多颗磨粒的刻划仿真，分析刻划过程中刻划力与划痕形貌的变化。在刻划实验机上对蓝宝石表面化学反应层进行单簇磁流变颗粒的刻划实验，观察刻划后蓝宝石的划痕形貌、材料失效形式与变形机制。以计算机仿真和试验两方面来揭示蓝宝石在磁流变抛光过程中的表面材料去除机理。</div> |
| <div>3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况</div> <p>光学系统隔振技术平台研究</p> |