

等离子抛光石英玻璃特性研究 *

郑才国^{1,2}, 陈庆川¹, 聂军伟¹, 李民久¹, 陈美艳¹

(1.核工业西南物理研究院, 四川 成都 610041; 2.成都理工大学工程技术学院, 四川 乐山 614007)

摘 要: 离子束具有加工精度高、可控性好、加工面洁净无污染等优点, 利用其加工超光滑光学元件可避免传统机械加工方法所带来的亚表面损伤。本文将射频等离子体应用于石英玻璃的加工, 对射频等离子体抛光效应进行了研究。分析通过改变离子束的能量、束流和入射角等工艺参数, 对抛光效果的影响。试验结果表明, 表面粗糙度 RMS 随着离子束能量的增大先降低后升高, 离子束抛光能量为 600eV 时, 粗糙度到达最小, 为 1.73RMS/nm, 离子束束流为 200mA 时, 粗糙度到达最小为 1.26RMS/nm。表面粗糙度随抛光时间增加先降低后升高。

关 键 词: 离子束抛光; 入射角; 射频离子源; 表面粗糙度

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1002-0322(2020)04-0072-05

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2020.04.15

Study on Characteristics of Plasma Polished Quartz Glass

ZHENG Cai-guo^{1,2}, CHEN Qing-chuan¹, NIE Jun-wei¹, LI Min-jiu¹, CHEN Mei-yan¹

(1. Southwestern Institute of Physics, Chengdu 610041, China;

2. The Engineering and Technical College of Chengdu University of Technology, Leshan 614007, China)

Abstract: Ion beam has the advantages of high machining accuracy, good controllability, clean and pollution-free processing surface, etc. Using ion beam to fabricate ultra-smooth optical elements can avoid the subsurface damage caused by traditional machining methods. In this paper, RF plasma was applied for processing of quartz glass, and the polishing effect of RF plasma was studied. The influence of process parameters such as ion beam energy, beam density and angle of incidence on the polishing effect was analyzed. The test results show that the surface roughness RMS first decreased and then increased with the increase of ion beam energy. When the ion beam polishing energy was 600eV, the roughness reached the minimum of 1.73RMS/nm, and when the ion beam beam was 200mA, the roughness reached the minimum of 1.26RMS/nm. As the polishing time increases, the surface roughness decreases and then increases.

Key words: ion beam polishing; angle of incidence; RF ion source; surface roughness

石英玻璃由于优良的理化性能常被用作航空航天大功率激光器件和激光核聚变装置器件的制作材料。但是它硬度高、脆性大、断裂韧度差,属典型的硬脆难加工材料^[1]。为了对该材料进行抛光加工,国内外学者做了大量的研究工作,如河南工程学院李娜等^[2]采用传统沥青和聚氨酯抛光技术以及磁流变加工技术加工石英玻璃元件表面,中南大学刘德福等^[3]用软性粒子对

石英玻璃进行抛光,河北工业大学王仲杰等^[4]采用化学机械磨削对石英玻璃加工,但这些加工方法不可避免会使材料表面产生微裂纹和残余应力等亚表面损伤^[5-6]。20 世纪 80 年代末,美国、日本、德国等国科学家先后开展了等离子体加工方面的研究^[7],实现原子量级的无应力、非接触式精密切除加工。但也是在最近十几年才取得突破性进展,国内起步较晚,国防科大率先开

收稿日期: 2019-06-17

作者简介: 郑才国(1977-),男,重庆市潼南县人,博士生,副教授。 通讯作者: 陈庆川,研究员,博导。

* 基金项目: 国家自然科学基金(11475059); 乐山市重点科技计划项目(19GZD039); 成都理工大学工程技术学院院级基金项目(C122017029)。