

超高陡度长波通拉曼滤光片的研制

白皓宇, 姚春龙, 董 明, 秦 瑞, 白永浩, 王奕楠

(沈阳仪表科学研究院有限公司, 辽宁 沈阳 110043)

摘 要:长波通滤光片是拉曼光谱仪中滤除瑞利散射光的重要光学元件, 更高的陡度能进一步提升其检测精度和范围。介绍了超高陡度长波通膜系设计方案与超多膜层高精度膜厚控制技术, 基于磁控溅射技术实现了超高陡度长波通滤光片产品的制造。测试表明该产品的陡度优于 0.5%, 通带波纹优于 4%, 可实现 532 nm 激光附近最低 100 cm^{-1} 的低波数拉曼检测。

关 键 词:长波通滤光片; 陡度; 磁控溅射; 拉曼检测

中图分类号: O484.4+1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0322(2024)04-0012-05

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2024.04.03

Development of Ultra-High Steepness Edge Long Wave Pass Raman Filter

BAI Hao-yu, YAO Chun-long, DONG Ming, QIN Rui, BAI Yong-hao, WANG Yi-nan

(Shenyang Academy of Instrumentation Science Co., Ltd., Shenyang 110043, China)

Abstract: Long wave pass filters are important optical components in Raman spectrometers that filter out Rayleigh scattering light, and higher steepness can further improve their detection accuracy and range. The design scheme of ultra-high steepness long wave pass film system and high-precision film thickness control technology of ultra-multiple film layers were introduced. The ultra-high steepness long wave pass film product manufacturing was achieved based on magnetron sputtering technology. The test results show that product has a steepness of better than 0.5% and a passband ripple of better than 4%, which can achieve a minimum of 100 cm^{-1} low wavenumber Raman detection near 532 nm laser.

Key words: long wave pass filter; steepness; magnetron sputtering; raman detection

拉曼检测是现代检测分析技术的重要组成部分, 在生物、医学、材料、食品、爆炸物识别、环境等检测领域有着重要地位^[1-6]。拉曼滤光片是应用于拉曼光谱仪器中的关键光学元件, 典型拉曼滤光片包括长波通滤光片、短波通滤光片、分色镜型滤光片、陷波型滤光片以及带通滤光片^[7]。长波通滤光片能够有效截止对拉曼信号产生严重干扰的瑞利散射光^[8-9], 使斯托克斯散射拉曼信号通过, 随着其陡度(截止背景 OD6-50%T)的提升, 使拉曼光谱仪可以对更低波数拉曼位移的物质进行检测, 从而有效提升其检测精度以及范围。

陡度越高的长波通滤光片制备难度越大, 这主要是由于在设计和镀膜过程中存在通带波纹难以优化以及超多层薄膜的膜厚精度难以控制

的问题, 通带波纹优化和高精度膜厚控制技术是解决该问题的关键因素。目前, 国外滤光片企业在拉曼滤光片领域有着较深的技术积淀, 如美国 Chroma、Semrock 公司, 其相关技术处于国际先进水平, 长波通拉曼滤光片产品最高陡度达到优于 0.2%^[10]。我国拉曼滤光片的研制还处于较低水平, 陡度一般达到 2.0% 左右, 2022 年沈阳仪表院研制了陡度优于 1.0% 的长波通滤光片^[11]。

随着拉曼检测技术的快速发展, 具有低波数检测能力的高分辨率拉曼光谱仪受到越来越多的关注^[12]。受中美关系的影响, 实现拉曼光谱仪核心器件超高陡度拉曼滤光片的国产化替代变得尤为迫切, 本文介绍了陡度优于 0.5% 的超高陡度长波通拉曼滤光片膜系优化设计技术以及高精度膜厚控制技术, 并基于等离子反应磁控溅

收稿日期: 2023-10-23

作者简介: 白皓宇(1996-), 男, 辽宁省辽阳市人, 本科, 工程师。