

拉曼检测仪器用干涉滤光片综述

刘博文, 高 鹏, 王瑞生, 赵帅锋, 任少鹏, 董 明, 陈一凡, 秦 瑞

(沈阳仪表科学研究院有限公司, 辽宁 沈阳 110043)

摘 要:介绍了拉曼检测仪器用干涉滤光片(简称拉曼滤光片)的应用场景和功能,研究分析了其光谱指标对拉曼检测仪器性能和精度的影响,包括光谱透射率、光谱反射率、背景截止度、截止陡度等。为满足拉曼滤光片光学指标的精准光谱测试需求,推荐了分光光度计测试及相关测试参数的设置方法。此外,还介绍了采用溅射镀膜工艺制造高性能拉曼滤光片的方法及优势。最后,对拉曼滤光片的发展进行了总结和展望,为拉曼滤光片在科学研究和产业化应用中提供参考。

关 键 词:拉曼检测仪器;拉曼滤光片;光学指标;分光光度计;溅射镀膜

中图分类号:O432

文献标识码:A

文章编号:1002-0322(2023)06-0037-05

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2023.06.06

Review on Interference Filters for Raman Detection Instruments

LIU Bo-wen, GAO Peng, WANG Rui-sheng, ZHAO Shuai-feng,

REN Shao-peng, DONG Ming, CHEN Yi-fan, QIN Rui

(Shenyang Instrument Science Research Institute Co., Ltd., Shenyang 110043, China)

Abstract: This paper introduces the application scenarios and functions of interference filters in Raman detection instruments (abbreviated as Raman filters), and analyzes the influence of its spectral indicators on the performance and accuracy of Raman detection instruments, including spectral transmittance, spectral reflectance, background, steepness, etc. In order to meet the precise spectral test requirements of Raman filter performance indicators, the spectrophotometer detection and the setting method of related detection parameters are recommended. In addition, the method and advantages of using sputtering coating technology to manufacture high-performance Raman filters are introduced. Finally, the development of Raman filters is summarized and prospected, so as to provide references for Raman filters in scientific research and industrial applications.

Key words: Raman detection instrument; Raman filter; optical index; spectrophotometer; sputtering coating

1928 年,印度科学家 Raman 在汞灯照射液态苯的光散射实验中,首次发现拉曼效应^[1]。受限于汞灯作为单色光源,拉曼散射效应很弱,研究领域局限在化学分子振动谱方面。直到 1960 年美国物理学家 Maiman 发明了红宝石激光器^[2],逐渐替代汞灯作为单色光源,拉曼光谱研究领域拓宽至固体、液体、气体等多个形态的物质。但激光相比拉曼散射光强度高出很多数量级,为了将激光与拉曼散射光有效分离,需通过双联甚至三联单色仪的方式来对激光进行抑制,系统整体结构笨重。

1990 年, Puppels 等首次提出利用一组相互平行的拉曼陷波滤光片替代部分级联单色仪,将激

光强度降低 $10^8 \sim 10^9 \text{W/mm}^2$, 检测到的拉曼信号强度增强至 4 倍,可以同时实现正反斯托克斯检测^[3]。这不仅提高了仪器的检测精度,整体结构也得到简化。

随着市场对无损、实时快速、信息量丰富、分析效率高的检测技术需求剧增,拉曼检测技术得到了快速发展,在生物医学^[4]、化学分析^[5]、环境监测^[6]、刑事侦查^[7]、考古研究^[8]等领域得到了广泛的应用。同时,为能够有效抑制检测系统的杂散光,输出高质量的拉曼信号,提高仪器的检测精度,光学薄膜器件也更具多样化和功能性,已研制和生产出可以满足拉曼检测仪器不同应用场景需求的干涉滤光片(简称“拉曼滤光片”)。目

收稿日期:2023-04-15

作者简介:刘博文(1992-),男,吉林省四平市人,工程师,硕士。

通讯作者:高鹏,教授级高工。