光学 精密工程
OPTICS AND PRECISION ENGINEERING
核心期刊
主管：中国科学院
主办：中国科学院长春光学精密机械与物理研究所
中国仪器仪表学会
主编：曹健林

光学精密工程 2012, 20(10) 2176-2183 ISSN: 1004-924X CN: 22-1198/TH

现代应用光学

用于红外晶体双折射测量的单1/4波片法

唐玉国[1], 何淼[1,2], 崔继承[1,2], 巴音贺希格[1], 陈少杰[1,2]

1. 中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130033;
2. 中国科学院大学, 北京 100039

摘要： 提出了一种基于单1/4波片法的测量方法以实现红外波段光学晶体双折射光程差的精确测量。采用厚度差小于一个周期厚度的两个样品进行比对,有效克服了单1/4波片法测量厚度的限制。依照此原理研制了测试波长为3.39 μm的晶体双折射测试设备。应用琼斯矩阵理论,推导了存在主要误差因素时的信号光强解析表达式,并由此分析了起偏器方位角误差、1/4波片定位精度、样品方位角偏差、检偏器旋转定位精度对测量结果的影响,综合评价了本测量方法的精度。实验结果表明,应用研制的设备实测标准1/4波片的双折射光程差误差为0.003 76 μm,相对误差为0.44%,满足系统要求。得到的结果表明,采用基于单1/4波片法的新测量方法能够有效、精确测得红外晶体的双折射光程差。

关键词： 红外晶体 双折射测量 单1/4波片法 精度分析

Senamont based measuring method for birefringence of infrared crystal

TANG Yu-guo[1], HE Miao[1,2], CUI Ji-cheng[1,2], Bayanheshig[1], CHEN Shao-jie[1,2]

1. Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China;
2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China

Abstract: A method based on the Senamont method was proposed to precisely measure the birefringence of an infrared crystal. Two specimens with the Optical Pass Differences (OPD) within 1 wavelength caused by the birefringence were compared to overcome the measured OPD limit of Senamont method and to extend the method to the infrared band. According to the new method, a set of apparatus for measuring the birefringence of infrared crystal was developed. Moreover, by applying the Jones matrix, the expressions of signal intensity with various error sources were proposed to analyze precisely the influences of the error sources including the azimuth error of a polarizer, the orientation error of the quarter wave plate, the azimuth error of the specimen and the orientation error of the analyzer, then the measuring precision of this method was evaluated. The experiment results indicate that the measured OPD error for a standard quarter wave plate is 0.00376 μm, and the relative error is 0.44%, which is within the precision and satisfies the system targets.

Keywords: infrared crystal birefringence measurement Senamont precision analysis

收稿日期 2012-03-05 修回日期 2012-05-18 网络版发布日期

基金项目:

国家创新方法工作计划专项资助项目(No.2008IM040700);吉林省科技支撑计划资助项目(No.20106011)

通讯作者: 何淼,E-mail:helen.he@yahoo.com.cn

作者简介: 唐玉国(1967-),男,吉林人,理学博士,研究员,博士生导师,1989年于吉林工业大学获学士学位,1995年于中国科技大学获博士学位,主要从事光谱仪器及医用光谱技术的研究。E-mail:tangyg@yiliaoyiqi.com
作者Email: helen.he@yahoo.com.cn

参考文献：

[1] 谈恒英,郁道垠. 工程光学[M]. 北京:机械工业出版社,2006. TAN H Y, YU D Y. *Engineering Optics* [M]. Beijing: China Mechanical Press,2006. (in Chinese) [2] BORN M, WOLF E. 光学原理[M]. 北京:科学出版社,1978. BORN M, WOLF E. *Principles of Optics* [M]. Beijing: Science Press,1978.(in Chinese) [3] 王皖燕. 晶体学和晶体材料研究的进展[J]. 科技导报,2002,3:26-28. WANG W Y. Progress in the research of crystal[J]. *Science and Technology Review,2002,3:26-28.*(in Chinese) [4] 李德惠. 晶体光学[M]. 北京:地质出版社,1993. LI D H. *Crystal Optics*[M]. Beijing: Beijing China Geology Press,1993.(in Chinese) [5] 玄伟佳,王东光,邓元勇,等. 双折射滤光器的误差分析与性能优化[J]. 光学 精密工程. 2010,18(1):52-59. XU W J, WANG D G, DENG Y Y, *et al*.. Error analysis and performance optimization of birefringent fliter[J]. *Opt. Precision Eng.,* 2010,18(1):52-59.(in Chinese) [6] 苏美开,宋连科,李艺,等. 波片测量中的补偿法[J]. 应用激光,1999,10(5):220-22. SU M K, SONG L K, LI Y, *et al*.. Compensation method for measuring wave plates [J]. *Applied Lasers*, 1990, 10(5):220-222. (in Chinese) [7] 孙英姿,王东光,张洪起,等. 红外波片相位延迟的测试方法及精度分析[J]. 光学学报. 2006,26(5):665-668. SUN Y Z, WANG D G, ZHANG H Q, *et al*.. Method and precision analysis for measuring retardation of infrared wave plate[J]. *Acta Optica Sinica, 2006,26(5):665-668.*(in Chinese) [8] 张志勇,邓元勇,王东光,等. 几种波片位相延迟测量方法的比较[J]. 光学 精密工程. 2007,15(11):1678-1685. ZHANG ZH Y, DENG Y Y, WANG D G, *et al*.. Comparison and analysis of several methods for measuring waveplate retardation [J]. *Opt. Precision Eng.,* 2007,15(11):1678-1685.(in Chinese) [9] 沈奕,王勇竞,姜言森,等. 延迟膜光谱分析测试系统及应用[J]. 光学 精密工程. 2009,17(5):964-968. SHEN Y, WANG Y J, JIANG Y S, *et al*.. Measuring and analyzing system for retardation films at different wavelengths[J]. *Opt. Precision Eng.,* 2009,17(5):964-968.(in Chinese) [10] 宋连科,李国华,代作晓,等. 0.29~2.5μm波段晶体双折射率的连续偏光干涉测量[J]. 光电子·激光,1996,7(6):356-360. SONG L K, LI G H, DAI Z X, *et al*.. Continuous birefringence measurement in 0.29 to 2.5μm range by polarization interfering[J]. *Optics · Laser. 1996,7(6):356-360.*(in Chinese) [11] 赵培,吴福全,郝殿中,等. 1/4波片延迟量的位相调制椭偏测量法[J]. 光学学报,2006,(26)3:379-382. ZHAO P, WU F Q, HAO D ZH, *et al*.. Measurement of the delay of the quarter wave plate by phase modulated ellipsometry[J]. *Acta Optica*

Sinica. 2006,(26)3:379-382.(in Chinese) [12] GEORGE B, EARL C, KENNETH G. Interferometric Null method for measuring stress-induced birefringence[J]. *Applied Optics,1974,13(7):1660-1669.* [13] RUMMEL S P,REEDY H E,HERRIT G L. Residual stress birefringence in ZnSe and multispectral ZnS[J]. *SPIE,*2286:132-141. [14] ROUKE J L,MOORE D T. Birefringence measurements in gradient-index rod lenses[J]. *Applied Optics,1999,38(31):6574-6580.* [15] COCHRAN E R,CHIAYU A. Interferometric stress birefringence measurement[J]. *Applied Optics,1992,31(31):6702-6706.* [16] 苏大图,赵立平,沙定国,等. 光学测试技术[M]. 北京:北京理工大学出版社,1996. SU D T, ZHAO L P, SHA D G, *et al.. Optical Testing Technology*[M]. Beijing: Beijing institute of technology press, 1996.

本刊中的类似文章

1．于国权 郭劲 李岩 王建军 崔爽.激光角度欺骗干扰内场仿真系统精度分析[J]. 光学精密工程, 2013,21(10): 2610-2616

2．寇婕婷, 吴娜, 巴音贺希格, 唐玉国, 齐向东, 于宏柱.凹面光栅衍射效率测试仪精度分析和优化[J]. 光学精密工程, 2012,20(6): 1225-1232

3．王显军.光电轴角编码器细分信号误差及精度分析[J]. 光学精密工程, 2012,20(2): 379-386

4．许杰, 蒋山平, 杨林华, 肖大舟, 张景川.卫星结构件常压热变形的数字摄影测量[J]. 光学精密工程, 2012,20(12): 2667-2673

5．李延伟, 远国勤.面阵彩色航空遥感相机前向像移补偿机构精度分析[J]. 光学精密工程, 2012,20(11): 2439-2443

6．孙莹,，万秋华，王树洁，佘容红，卢欣然，梁立辉,.航天级光电编码器的信号处理系统设计[J]. 光学精密工程, 2010,18(5): 1182-1187

7．王书新, 李景林, 刘磊, 齐光, 任建岳.大尺寸焦平面空间相机调焦机构的精度分析[J]. 光学精密工程, 2010,18(10): 2239-2243

8．许杰,汪逸群.高集成度新型摆镜驱动模块的研制[J]. 光学精密工程, 2009,17(12): 2997-3000

9．王向军;韩双来.弹落点坐标测量系统的快速校准方法及精度分析[J]. 光学精密工程, 2005,13(6): 686-690

10．王国民, 姚正秋, 马礼胜, 李国平.大型天文望远镜高精度摩擦传动的研究[J]. 光学精密工程, 2004,12(6): 592-597

11．曾志雄, 胡晓东, 高立民.天顶摄影仪轴系误差对垂线偏差测量精度的影响及其修正方法[J]. 光学精密工程, 2004,12(1): 6-10

12．张葆.陀螺经纬仪精度分析[J]. 光学精密工程, 1994,2(6): 59-66

13．佟晓冬, 王立鼎, 张玉玲.高精度渐开线样板的测量[J]. 光学精密工程, 1993,1(4): 34-38

14．赵连军 刘恩海 张文明 赵汝进.单目三点位置测量精度分析[J]. 光学精密工程, 0,(): 0-0

15．王显军.光电轴角编码器细分信号误差及精度分析[J]. 光学精密工程, 0,0(): 0-0