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 2013, 21(5) 1160-1166 ISSN: 1004-924X CN: 22-1198/TH

现代应用光学

菲涅耳微透镜芯模表面形貌的检测及加工误差分析

邹文栋,刘佳,王星星,江茂清,龚勇清

南昌航空大学 无损检测技术教育部重点实验室

摘要： 采用扫描白光干涉法对菲涅耳微透镜芯模表面浮雕结构进行了检测，并对元件表面微观形貌进行了三维重建。根据其表面形貌数据，引入幅度参数表征法，分别计算出横向线宽误差以及样品的系统刻蚀深度误差和随机刻蚀深度误差等纵向加工偏差。通过表面高度分布的偏斜度、表面高度分布的峭度等参数获得了有关微芯模表面误差和缺陷的量化信息。实验研究表明，扫描白光干涉法能精确定量化表征微芯模表面形貌特征，这对探索适用于新型微光学器件表面三维形貌误差的无损检测评价方法具有实际意义。

关键词： 菲涅耳微透镜 菲涅耳波带板 芯模 扫描白光干涉 三维形貌 加工误差

Measurement and fabrication error analysis of FZP core mould

ZOU Wen-dong,LIU Jia,WANG Xing-xing,JIANG Mao-qing,GONG Yong-qing

Key Laboratory of Nondestructive Testing of the Ministry of Education, Nanchang Hangkong University

Abstract: To obtain the surface topography of micro core mould for a Fresnel micro-lens, scanning white light interferometry was used to test its surface relief structure. Then, the surface micro topography of the Fresnel micro-lens was reconstructed. With obtained topography data and introduced amplitude parameters, the fabrication errors on transverse line width , longitudinal systematic etching depth and random etch depth of the Fresnel Zone Plate(FZP) were calculated, respectively. By surface height distribution parameters, such as skewness and kurtosis, the micro mandrel surface errors and quantitative defect information were obtained. Experimental results show that scanning white light interferometry can characterize the surface topography of micro core mould for Fresnel micro-lens quantitatively and exactly, and the method proposed has practical significance for a non-destructive testing and evaluation for three-dimensional surface morphology of micro-optics.

Keywords: Fresnel micro-lens Fresnel Zone Plate(FZP) core mould scanning white light interferometry three-dimensional topography fabrication error

收稿日期 2012-10-19 修回日期 2012-12-27 网络版发布日期 2013-05-24

基金项目:

江西省自然科学基金;江西省科技支撑项目;无损检测技术教育部重点实验室开放基金;南昌航空大学研究生创新基金

通讯作者: 邹文栋

作者简介: 邹文栋(1965-)，男，浙江余姚人，教授，硕士生导师，1986年于浙江大学获学士学位，1989年于华南师范大学获得硕士学位，主要从事微纳光子学及应用方面的研究。

作者Email: 18979106189@189.cn

参考文献：

[1]龚勇清，刘智怀，高益庆，等. 一种二元光学元件阵列微芯模的工艺设计研究[J]. 应用光学， 2009,30(2):304-308. GONG Y Q, LIU ZH H, GAO Y Q, et al.. Process design for micro core mould of binary optical element [J]. Journal of Appl. Opt., 2009, 30(2):304-308. (in Chinese) [2]杨国光. 微光学与系统[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2008. YANG G G. Micro-optics and System [M]. Hangzhou: Zhejiang University Press, 2008. (in Chinese) [3]杨天博,郭宏,李达成. 白光扫描干涉测量算法综述[J]. 光学技术, 2006, 32(1):115-120. YANG T B, GUO H, LI D CH. The summary of algorithms for white-light scanning interferometry [J]. Optical Technique, 2006, 32(1):115-120. (in Chinese) [4]邹文栋, 黄长辉, 欧阳小琴,等. 合金韧窝断口三维微观形貌的白光相移干涉检测重构及分形表征[J]. 中国机械工程. 2010，21（22）:2675-2678. ZOU W D, HUANG CH H, OUYANG X Q, et al.. White light phase-shifting interferometer detection, reconstruction and fractal characterization of alloy dimple fracture 3D microstructure [J]. China Mechanical Engineering, 2010,21(22):2675-2678. (in Chinese) [5]邹文栋,黄长辉, 欧阳小琴,等. 合金韧窝断口微观形貌的扫描白光干涉三维检测重构及Motif表征[J].机械工程学报， 2011,47(10):8-13. ZOU W D, HUANG CH H, OUYANG X Q, et al.. Scanning white-light interferometric measurement, 3-D reconstruction and motif evaluation of alloy dimple fracture microtopography [J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2011,47(10):8-13. (in Chinese) [6]DONG W P, SULLIVA P J, STOUT K J. Comprehensive study of parameters for characterization 3-D surface topography-Ⅲ[J]. Wear, 1994,178(1):29-43. [7]DONG W P, SULLIVAN P J, STOUT K J. Comprehensive study of parameters for characterization 3-D surface topography-Ⅲ[J]. Wear,1994,178(1):45-60. [8]邹文栋, 黄长辉, 郑玲, 等. 用扫描白光干涉术检测合金韧窝断口微观三维形貌 [J]. 光学 精密工程, 2011， 19(7):1612-1618. ZOU W D, HUANG CH H, ZHENG Q, et al.. Measurement of microscopic surface topography of alloy dimple fracture by scanning white-light interferometry [J]. Opt. Precision Eng., 2011, 19(7):1612-1618. (in Chinese) [9]李思涛，叶嘉雄. 二元光学元件的制作及其误差分析[J]. 光电子技术与信息, 2000,13(5):24-29. LI S T, YE J X. Fabrication and error analysis of binary optical elements [J]. Optoelectronic Technology & Information, 2000,13(5):24-29. (in Chinese) [10]李红军，赵晶丽. 二元光学元件制作过程中的线宽误差[J]. 光电子·激光, 2000,11(3):279-281. LI H J，ZHAO J L. Linewidth error in fabrication of binary optical element [J]. Journal of Optoelectronics·Laser, 2000,11(3):279-281. (in Chinese) [11]郑学哲，严瑛白, 金国藩, 等. 对准误差对二元光学器件衍射效率的影响[J]. 光电子·激光,1997,8(4):241-245. ZHENG X ZH, YAN Y B, JIN G F, et al.. Effect of alignment error on binary optics element efficiency [J]. Journal of Optoelectronics·Laser, 1997,8(4):241-245. (in Chinese) [12]徐德衍，王青. 现行光学元件检测与国际标准[M].北京：

科学出版社,2009. XU D Y, WANG Q. Test and International Standard for Contemporary Optical Components [M]. Beijing: Science Press, 2009. (in Chinese) [13]李成贵, 董申. 三维表面微观形貌的表征参数和方法[J]. 宇航计测技术, 1999, 19(6):33-43. LI CH G, DONG SH. The parameters and methods of characterizing 3-D surface microtopography [J]. Journal of Astronautic Metrology and Measurement, 1999,19(6):33-43. (in Chinese)

本刊中的类似文章

1．戴美玲 杨福俊 何小元.基于双频彩色光栅投影测量不连续物体三维形貌[J]. 光学精密工程, 2013,21(1): 7-12

2．邹文栋, 黄长辉, 郑玱, 徐周珏, 董娜.用扫描白光干涉术检测合金韧窝断口微观三维形貌[J]. 光学精密工程, 2011,19(7): 1612-1619

3．姜宏志, 赵慧洁, 李旭东, 李 冬.用于强反射表面形貌测量的投影栅相位法[J]. 光学精密工程, 2010,18(9): 2002-2008

4．李旭东, 崔 磊, 赵慧洁, 姜宏志.双振镜点扫描三维形貌测量系统[J]. 光学精密工程, 2010,18(7): 1648-1653

5．孙萍,王瑜,莫晓丽,谢敬辉,刘大禾.扫描全息术中菲涅耳波带板的衍射问题分析[J]. 光学精密工程, 2009,17(5): 1001-1007

6．姜 宇[1,2];杨国辉[3].基于光栅投影技术的刀具磨损三维特征提取方法[J]. 光学精密工程, 2007,15(3): 390-395

7．孙萍, 谢敬辉.3-D成像新技术——光学外差扫描全息术[J]. 光学精密工程, 2003,11(5): 502-507

8．邹文栋 董娜 黄长辉 徐周珏 郑玱.基于扫描白光干涉的合金韧窝断口微观三维形貌检测表征[J]. 光学精密工程, 0,0(): 0-0