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(6) 1524-1530 ISSN: 1004-924X CN: 22-1198/TH

微纳技术与精密机械

应用于干涉显微镜的直线压电作动器

朱华,曹如意,菅磊

南京航空航天大学 机械结构力学与控制国家重点实验室

摘要： 提出了应用于干涉显微镜焦距调节的直线压电叠堆作动器和微动台。介绍了基于三角位移放大原理的压电作动器结构设计，利用ANSYS的APDL语言实现了对作动器钢架结构的建模，并采用Optimus中自带的差分进化算法（DE）对其结构尺寸进行了优化。制作了实验样机，激光干涉实验表明：当驱动电压信号幅值为40~100 V时，作动器位移放大倍数可以达到7。最后，将设计的直线作动器作为驱动核心安装在自行设计的微动台上，然后将组成的系统用于光学干涉显微镜。实验显示，整个系统在电压为24~40 V，阶梯增量电压为0.8 V时，步进分辨率可达23 nm，满足干涉显微镜细分干涉条纹所需要的直线位移分辨率的要求。

关键词： 干涉放大镜 三角放大原理 步进式压电作动器 结构优化 干涉条纹

Linear piezoelectric actuator applied to interference microscope

ZHU Hua,CAO Ru-yi,JIAN Lei

State Key Laboratory of Mechanics and Control of Mechanical Structures, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics

Abstract: A linear piezoelectric stack actuator used for the focus adjustment system of an interference microscope was proposed and a micropositioner was also developed. The structure of the actuator was designed based on the principle of triangle displacement amplification. The modeling of the steel frame structure was realized by parameter design language APDL in the ANSYS, and the parameters of the structure were optimized by the optimization algorithm of Differential Evolution (DE) in Optimus. A experimental prototype for the actuator was produced, and laser interferometric experiment shows that the actuator′ s amplification factor reaches 7 when the drive voltage is between 40 V and 100 V.Finally, the piezoelectric stack actuator was mounted on the micropositioner to be a driver for an interferometer. Experiments show that the step resolution of the micropositioner with flexure hinges has reached 23 nm under the system voltage of 24~40 V and an increment voltage of 0.8 V. These data meet the requirement of interferometric fringe of interference microscope for linear displacement resolution.

Keywords: interference microscope triangle amplification principle step piezoelectric actuator optimal design Interference Fringes

收稿日期 2012-11-13 修回日期 2013-01-13 网络版发布日期 2013-06-20

基金项目:

航空基金项目;国家自然科学基金项目（基于可交换clifford代数的彩色图像矩不变量研究）;南京航空航天大学基本科研业务费专项科研项目

通讯作者: 朱华

作者简介: 朱华（1978-），男，江苏东台人，副研究员，南京航空航天大学精密驱动研究所副所长，2007年于南京航空航天大学获得机械电子工程专业博士学位，长期从事新型超声电机的样机开发、机理分析、动力学优化设计及驱动控制等相关理论和技术的研究。
作者Email: hzhu103@nuaa.edu.cn

参考文献：

[1]LIU Y, HIGUCHI T, FUNG R. A novel precision positioning table utilizing impact force of spring-mounted piezoelectric actuator [J]. Precision Engineering, 2003,27(1):22-31. [2]杨开明，叶佩青，游华云，等. 直线电机精密工作台扰动观测器设计[J]. 机械科学与技术，2005，24(12)：1430-1432. YANG K M,YE P Q,YOU H U，et al.. Design of disturbance observer based on linear motor precision stage[J]. Mechanical Science and Technology, 2005,24(12):1430-1432.(in Chinese) [3]戴一帆，李圣怡，罗兵，等. 扭轮摩擦驱动系统研究[J]. 国防科技大学学报，1999，21(2)：85-88. DAI Y F,LI SH Y,LUO B, et al.. Research on twist-roller friction drive system [J]. Journal of National University of Defense Technology, 1999，21(2)：85-88. (in Chinese) [4]LOBONTIU N, GOLDFARB M, GARCIA E.A piezoelectric-driven inchworm locomotion device [J]. Mechanism and Machine Theory, 2001,36(4):425-443. [5]迟冬祥，颜国正，丁国清. 基于惯性-摩擦原理的PZT驱动四自由度微驱动器的研究[J]. 光学 精密工程，2001，9(2)：135-138. CHI D X, YAN G ZH, DING G Q. Inertia-friction based 4 D.O.F. micro-actuator driven by PZT [J]. Opt. Precision Eng., 2001,9(2):135-138.(in Chinese） [6]姜文锐，卢泽生. 一种大行程高精度微执行器的研究[J]. 传感技术学报，2006，19(5)：1555-1558. JANG W R，LU Z SH. A Micro-actuator with high-resolution and large-stroke drive features[J].Chinese Journal of Sensors and Actuators, 2006,19(5):1555-1558.(in Chinese) [7]汪红兵，李志荣. 直线型超声波电动机压电作动器的位移特性研究[J]. 微特电机，2010,(4)：30-32. WANG H B,LI ZH R. Displacement characteristic analysis of the piezoelectric actuator for linear uiltrasonic motors[J].Small & Special Electrical Machines,2010,(4):30-32.(in Chinese） [8]GRIFFITH J E, MILLER G L, GREEN C A. A scanning tunneling microscope with a capacitance-based position monitor-based position monitor[J]. Journal of Vacuum Science & Technology B: Microelectronics and Nanometer Structures, 1990,8(6):2023-2027. [9]张栋. 压电工作台微定位系统建模与控制技术[D]. 山东：山东大学，2009. ZHANG D. Modeling and Control Technology of Piezoelectric ally Driven Micro-positioning Stage[D].Shandong：Shandong University,2009.(in Chinese) [10]陈兵芽，刘莹，胡敏，等. 微执行器的研究与展望[J]. 微纳电子技术，2005，(12)：561-565. CHEN B Y,LIU Y, HU M, et al.. The research and prospect of microactuator [J]. Micronanoelectronic Technology,2005,(12):561-565. (in Chinese) [11]PETITNIOT J, DES ROCHETTES H, LECONTE P,

et al.. Experimental assessment and further development of amplified piezo-actuators for active flap devices[C]. 8th International Conference on New Actuators, Bremen, Germany, 2002. [12]MA H, YAO S, WANG L, et al.. Analysis of the displacement amplification ratio of bridge-type flexure hinge [J]. Sensors and Actuators A: Physical, 2006,132(2):730-736. [13]LELETTY R, CLAEYSSEN F, LHERMET N, et al.. New amplified piezoelectric actuator for precision positioning and active damping[C].SPIE,1997,3041:496-504. [14]杜习波，陈西平，张斌，等. 基于三角原理的压电驱动微位移定位机构的设计与分析[J]. 现代机械，2009,(5)：34-36. DU X B,CHEN X P,ZHANG B, et al.. Design and analysis of micro-displacement mechanism for motion position with piezo-actuator based on triangle principle [J]. Modern Machinery,2009,(5):34-36. (in Chinese) [15]CLAEYSSEN F, DUCAMP A, BARILLOT F, et al.. Stepping Piezoelectric Actuators Based on APAs: 11th International Conference on New Actuators, Bremen, Germany, 2008[C].

本刊中的类似文章

1．王希军, 苏少昌.纳米磁微粒的双扫描干涉激光散斑实验[J]. 光学精密工程, 2012,20(12): 2633-2637

2．张星, 宁永强, 曾玉刚, 秦莉, 刘云, 王立军.980 nm高功率垂直腔面发射激光列阵的单元结构优化[J]. 光学精密工程, 2011,19(9): 2014-2022

3．王福吉, 贾振元, 刘巍, 赵显嵩.复合薄膜磁致伸缩系数求解及悬臂梁结构优化[J]. 光学精密工程, 2011,19(8): 1832-1837

4．王福吉 贾振元 刘巍 赵显嵩.复合薄膜磁致伸缩系数求解及悬臂梁结构优化[J]. 光学精密工程, 2011,19(8): 0-0

5．单宁.基于DE算法的双波长光纤F-P传感系统结构优化[J]. 光学精密工程, 2009,17(2): 301-305

6．贾学志,金光,张雷.空间相机外遮光罩结构设计与优化[J]. 光学精密工程, 2008,16(8): 1560-1566

7．曹华梁;程祖海;余亮英.用干涉条纹图像重建反射镜的三维面形[J]. 光学精密工程, 2007,15(4): 599-603

8．胡企千, 刘梅.空间太阳望远镜镜筒桁架的优化[J]. 光学精密工程, 2003,11(2): 151-156

9．韩昌元, 武晓东, 张晓辉.刀口干涉仪[J]. 光学精密工程, 1994,2(1): 45-48