

双压电膜驱动微小机器人控制器的研究

周书华¹, 毛恺生², 吴善强², 朱银法³, 陈海初⁴

(1. 杭州职业技术学院 友嘉机电学院, 浙江 杭州 310018; 2. 中国计量学院 机械电子工程学院, 浙江 杭州 310018;

3. 丽水学院 工学院, 浙江 丽水 323000; 4. 南昌大学 机电工程学院, 江西 南昌 330031)

摘 要:设计了一种适用于双压电膜驱动的微小机器人控制器。控制器主要由信号发生电路及高压放大电路组成。信号发生电路采用直接数字信号合成器(DDS)技术及静态随机存储器(SRAM)内存查表技术,利用硬件描述语言(VHDL)和原理图描述方法对现场可编程门阵列器件(FPGA)进行设计,产生的信号通过集成功率运算放大器对机器人进行驱动控制。最后进行了控制器性能测试,完成了该控制器样机的试验。

关键词:双压电膜; 控制器; 直接数字信号合成器(DDS)技术

中图分类号: TP249

文献标识码: A

Research on Controller of a Piezoelectric Bimorph Micro Robot

ZHOU Shuhua¹, MAO Tangsheng², WU Shanqiang², ZHU Yinfa³, CHEN Haichu⁴

(1. Institute of Youjia mechanical & Electrical, Hangzhou Vocational & Technical College, Hangzhou 310018, China;

2. College of Machinery and Electronics, China Jiliang University, Hangzhou 310018, China;

3. Institute of Technology of Lishui University, Lishui 323000, China;

4. School of Mechanical & Electrical Engineering, Nanchang University, Nanchang, 330031, China)

Abstract: A micro robot's controller was designed for the bimorph actuator. The controller mainly consists of an arbitrary wave generator, an amplifier and interface. Based on DDS and the SRAM table look-up technology, a FPGA chip was designed by ways of VHDL language and schematic. The signal generator can generate arbitrary wave of high frequency resolution and high stability. The wave generated from the arbitrary signal generator is amplified to drive the bimorph actuator by a power amplifier. Experiments were carried out to evaluate feature of the controller.

Key words: bimorph actuator; controller; DDS technology

0 引言

微小机器人能进入一般机械结构无法进入的狭窄空间内完成检测和维修作业,具有广泛的应用前景。压电陶瓷驱动方式结构紧凑,能量密度大及响应快,是一种微小型机器人较理想的驱动方式^[1-4]。为了对双压电膜微小管道机器人实现控制,本文采用单片机和现场可编程门阵列器件(FPGA),基于直接数字信号合成器(DDS)原理及内存查表技术^[5-8],设计了双压电膜微小管道机器人的驱动控制器,对控制器样机进行了空载特性的实验测试。

1 双压电膜机器人驱动控制器设计

机器人控制系统如图1虚线框内所示。控制系统采用模块化设计思想,重点开展了控制器的信号发生模块、信号功率放大模块的设计研究。

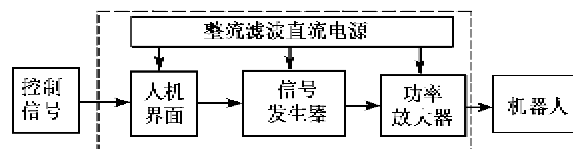


图1 机器人驱动控制系统构成

1.1 信号发生器设计

设计采用美国 ALTERA 公司的 FPGA 芯片 EPF10K10TC144,应用 MaxplusII 软件环境,利用原理图输入和硬件高级语言输入相结合的方法设计了基于 DDS 和静态存储器查表技术的信号发生器。信号发生器系统振荡部分由 24 位相位累加器和相位寄存器组成的 DDS 核心,13 位向上单步计数器,13 位双路数据选择开关,由数据分配器和串并转换

收稿日期:2012-09-11

基金项目:国家自然科学基金资助项目(50905083);浙江省自然科学基金资助项目(LY12E05011);浙江省“大学生创新”计划基金资助项目(2010R409001)

作者简介:周书华(1963-),男,浙江江山人,高级讲师,硕士,主要从事机械结构设计及机械结构运动学与动力学仿真的研究。E-mail: 1104915913@qq.com

值,测量输出方波频率的值,共测量20点,得到一次插值样条直线:

$$y=0.9997x-0.4185 \quad (2)$$

由式(2)可得,控制系统输出频率的最大非线性度为2.2%,考虑到仪器测量精度,忽略500 Hz以下的测试值,则可得控制系统输出频率的最大非线性度为0.0038%,如图6所示。

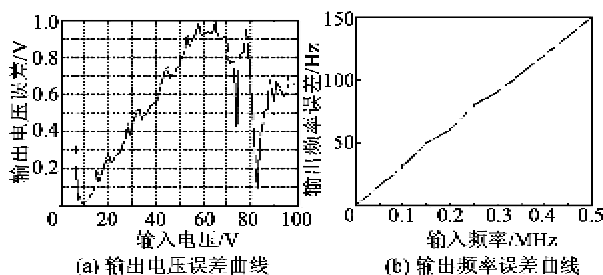


图6 控制系统输出电压、频率误差曲线

信号发生器输出锯齿波、方波、正弦波和三角波4种波形,图7为输出低频0.5 Hz时的输出波形。

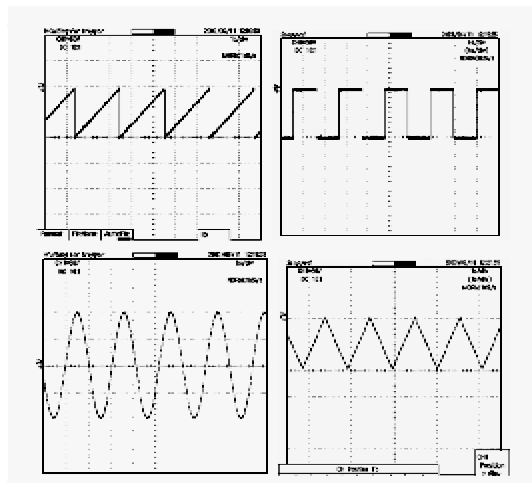


图7 0.5 Hz的4种输出波形

图8为控制系统功率输出端进行输出电压60 V,10 kHz带载35 nF锯齿波的测试。由图可看出,带载35 nF的功率波形完整性较好,信号畸变不严重。

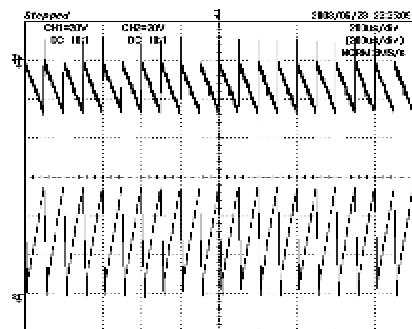


图8 控制系统带载35 nF动态特性测试

3 结束语

设计了基于双压电膜驱动的微小型管道机器人控制系统。信号发生器可产生任意波形,应用DDS及存储器查表技术,可输出频率分辨率高的任意波形信号,小信号通过功率运放进行功率放大,具备良好的容性负载驱动能力。

参考文献:

- [1] PARK K H, YOON K J. Application of piezo-composite actuator to control surface of small missile robot [C]//Sanya, 2007 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics, 2007, 1591 - 1595.
- [2] 蒋振宇, 李伟达, 祝宇虹. 一种谐振式微小型机器人移动机构[J]. 压电与声光, 2010, 32(4): 625-628.
JIANG Zhenyu, LI Weida, ZHU Yuhong. A micro locomotion mechanism based on the resonance[J]. Piezoelectrics & Acoustooptics, 2010, 32(4): 625-628.
- [3] OHMI F, CH ISATO K, HISAYUKI A. Development of the orthogonal micro robot for accurate microscopic operations [C]//Harbin, Proceeding s of the 2007 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation, IEEE, 2007, 416- 421.
- [4] 杜启亮, 张勤, 田联芳, 等. 压电陶瓷驱动微小型机器人的运动分析与仿真[J]. 西南交通大学学报, 2011, 46(3): 415-420.
DU Qiliang, ZHANG Qin, TIAN Lianfang, et al. Locomotion analysis and simulation of piezo-driven miniature robot[J]. Journal of Southwest Jiaotong University, 2011, 46(3): 415-420.
- [5] 袁纵横, 范刚. 基于FPGA的压电陶瓷驱动电源的设计与研究[J]. 压电与声光, 2011, 33(3): 414-417.
YUAN Zongheng, FAN Gang. The design and research of piezoelectric drive power based on the FPGA[J]. Piezoelectrics & Acoustooptics, 2011, 33(3): 414-417.
- [6] 陶涛, 方光荣, 姜楠, 等. IDM高性能驱动电源的研究[J]. 压电与声光, 2009, 31(2): 221-223.
TAO Tao, FANG Guangrong, JIANG Nan, et al. Study on a high quality driver of IDM[J]. Piezoelectrics & Acoustooptics, 2009, 31(2): 221-223.
- [7] 查智. 水下机器人运动控制中的仿人智能控制策略[J]. 重庆理工大学学报: 自然科学版, 2010(3): 89-94.
ZHA Zhi. Control strategy on human simulated intelligence in remotely operated vehicle sailing control[J]. Journal of Chongqing University of Technology: Natural Science, 2010(3): 89-94.
- [8] 张振鹏, 张剑, 赵洪, 等. 基于PA78的快速响应压电陶瓷驱动电源的研制[J]. 压电与声光, 2007, 29(4): 420-422.
ZHANG Zhenpeng, ZHANG Jian, ZHAO Hong, et al. Development of a PZT power supply with quick response based on PA78[J]. Piezoelectrics & Acoustooptics, 2007, 29(4): 420-422.