

## 数字共焦显微仪压电陶瓷物镜驱动电源设计\* The Design for Digital Confocal Microscope Piezoelectric Ceramic Objectives Driving Power Supply

贺斌, 陈华, 石旭

HE Bin, CHEN Hua, SHI Xu

(广西大学计算机与电子信息学院, 广西南宁 530004)

(School of Computer, Electronics and Information, Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530004, China)

**摘要:**采用模块化设计思想,设计一种数字共焦显微仪压电陶瓷物镜驱动电源,并进行测试。该电源以 AT89S52 单片机作为主控芯片,控制 12 位 D/A 转换器 MAX538,再将 D/A 转换的输出电压用运算放大器 HA17741 构成的比例放大电路进行小电压放大,用来控制高压 DC-DC 转换器 BYH12-200S01。电源测试时,输出电压能在 16~200V 内数控可调,并且精度达 60mV,纹波电压小于 20mV,能够满足压电陶瓷物镜驱动的电压设计要求。

**关键词:**直流电压源 单片机 D/A 转换 高精度

**中图分类号:** TP302 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-7378(2009)04-0294-03

**Abstract:** This system uses Modular Designing idea and designs a Digital Confocal Microscope Piezoelectric Ceramic Objectives Driving power supply, and it has been tested. The power supply takes the single chip microcomputer system as a core, controlling the 12 bit D/A switching circuit, then the D/A conversion's Output Voltage is passed to Proportional amplifier composed of Operational Amplifier HA17741 for Small voltage amplification, and is used to control high voltage DC-DC converter BYH 12-200S01. The power supply is tested and its output voltage can range from 16 to 200V and it can be numerical controlled, then, the Accuracy reach 60 mV, Ripple voltage is less than 20mV, so it meets the designed requirements of Piezoelectric Ceramic Driving.

**Key words:** DC power supply, single chip microcomputer, D/A conversion, high precision

数字共焦显微技术是上世纪 90 年代出现的一种新型共焦显微技术<sup>[1]</sup>。该技术以生物光学显微镜为基础,通过驱动物镜与载物台的相对步进微位移,采集生物细胞的序列切片图像,并用计算机进行去卷积复原处理,获取高清晰显微图像,再通过三维重构,实现高分辨率的细胞层析和三维显示。

为了获得物镜与载物台高精度(数十纳米)的相

对步进位移,采用压电陶瓷控制技术,实现物镜驱动,是有效的手段之一。压电陶瓷物镜驱动器要有很高的驱动精度和频率响应特性<sup>[2]</sup>,而这些性能由其控制系统保证。控制系统主要由微机控制装置、驱动电源和检测传感装置 3 部分组成,其中驱动电源是整个控制系统设计的关键部件之一。如何实现一个输出电压范围大、分辨率高、动态响应快、稳定性好和驱动能力强的数控可调直流电压源是控制系统设计的关键。本文以 AT89S52 单片机为核心,利用软件控制,通过 D/A 转换和高压放大,设计了一种高精度、大范围数控的可调直流电压源。

收稿日期:2009-07-05

作者简介:贺斌(1985-),硕士研究生,主要从事单片机、嵌入式技术研究。

\* 广西大学科学基金项目(X071005),广西高校人才小高地建设创新团队计划项目([2007]71),南宁市科学研究与技术开发计划(200801028A),广西科学研究与技术开发计划项目(200907)资助。

## 1 设计原理

驱动电源和德国 piezosystem jena 公司的压电陶瓷匹配,其输入控制电压范围为 0~150V,行程 100um,物镜驱动最小步进位移 40nm。压电陶瓷制动器的位移与控制电压要求保持线性关系,其位移电压比为  $100\mu\text{m}/150\text{V} = 0.67\text{nm}/\text{mV}$ 。为达到 40nm 步进位移要求,驱动电源输出电压范围取 0~200V,同时要求后级 DC-DC 转换器输出的最小步进电压为 60mV。

为了满足以上要求,采用模块化设计思想,以 AT89S52 单片机作为主控芯片,控制 12 位 D/A 转换器 MAX538,输出 0~5V 的数控电压,再将 D/A 转换的输出电压用运算放大器 HA17741 构成的比例放大电路进行小电压放大,放大后按比例相应输出到 0~10V 的直流电压,用来控制高压 DC-DC 转换器 BYH12-200S01,最后输出 0~200V 的电压。为方便调整输出电压和观察,还加上了按键控制模块和 4 位 8 段数码管显示模块。电源结构如图 1 所示。

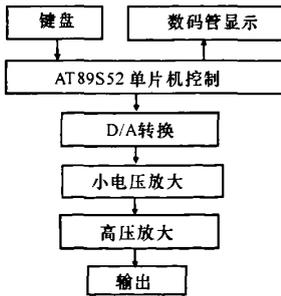


图 1 电源结构

## 2 设计方法

### 2.1 硬件设计

#### 2.1.1 数模转换模块

选用美信公司的 SPI 总线 12 位串行 D/A 转换芯片 MAX538。MAX538 与单片机 AT89S52 的接口电路如图 2 所示。MAX538 驱动程序如下<sup>[3]</sup>：

功能:由单片机向 MAX538 驱动模块串行写入控制数字量。

输入参数:da 为转换二进制值,如果参考电压为 4.096V,则输入的数值便是预期得到的电压(mV)。

#### 2.1.2 小电压放大模块<sup>[4]</sup>

将 MAX538 的输出端接到 HA17741 运算放大器的同相输入端,形成同相比例放大电路(图 3)。选

择电阻阻值使  $R_6/R_4 = 2$ ,则电压放大倍数  $V_o/V_i = 2$ 。由于电阻阻值总会存在误差,同时为了可以方便调整放大倍数,在电路中串联一个滑动变阻器调整反馈电阻  $R_{10}$ ,以确保  $(R_6 + R_{10})/R_4 = 2$ 。

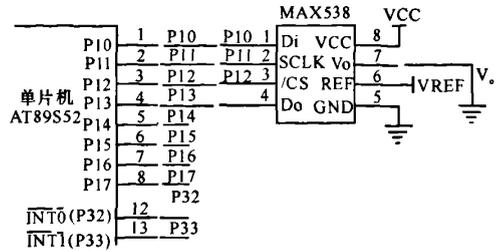


图 2 AT89S52 与 MAX538 的连接电路

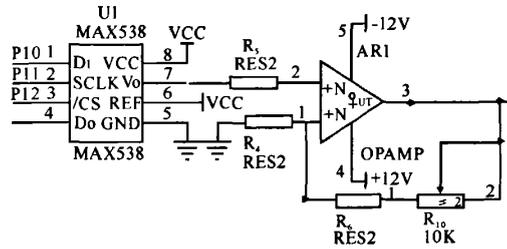


图 3 小电压放大电路

#### 2.1.3 高压放大模块

采用 DC-DC 升压技术,选择日本 BELLNIX 公司的高性能集成高压 DC-DC 转换器 BYH12-200S01。控制电路如图 4 所示,电源电压取 +15V。

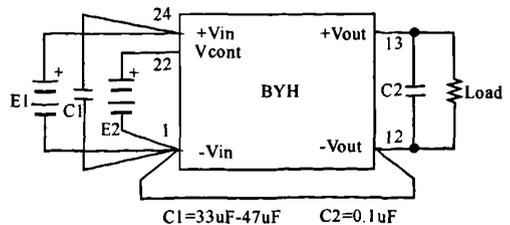


图 4 BYH12-200S01 控制电路

#### 2.1.4 控制模块

选择 AT89S52 单片机,并采用 4 \* 4 矩阵键盘作为电压按键控制模块。单片机的 P3 口用作键盘 I/O 口,键盘的列线接到 P3 口的低 4 位,键盘的行线接到 P3 口的高 4 位。同时利用中断扫描的方式选用 P1.3 口和 P1.4 口分别作为“+”,“-”调整电压源输出。

显示模块用 2 个 4 位 8 段共阴数码管,并采用

动态扫描控制的显示方式。显示范围0~200V,显示精度0.05V。

### 2.2 软件设计

用C语言编写数码管显示驱动程序,显示给定值。键盘扫描程序通过读取不同的键值实现了“+”,“-”调整电压输出,单次步进60mV。当单片机查询到有按键信息时,便读取按键的键值,控制数码管显示该键值,执行相应键值对应的子程序,并控制MAX538完成D/A转换。同时记录当前写入MAX538的控制数字量,以便于电压的连续步进。软件工作流程如图5所示,主程序和判断程序流程如图6所示,键盘扫描程序流程(略)。

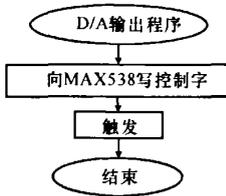


图5 D/A输出显示子程序流程

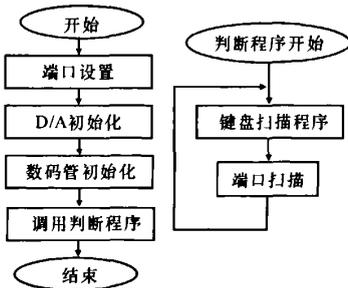


图6 主程序和判断程序流程

### 3 电源测试

采用直流稳压电源提供输入电压,当给定电压在16~200V内变化时,用数字万用表测量系数实际输出电压,测得实际输出电压按原设定电压均匀变化。当电压输出大于16V时,每按一次8号键,电压增加60mV;每按一次9号键,电压减少60mV。从图7可以看出,输出电压与输入电压呈线性关系,线性度非常好,几乎没有电压迟滞性,当电

压小于16V时,没有线性关系,不宜使用。故该电源能用的输出电压范围为16~200V。

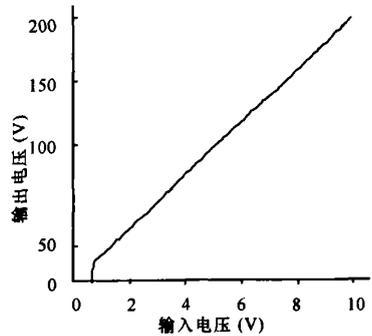


图7 输入输出电压测试曲线

系统给定电压在16~200V范围内变化时,输出电流误差绝对值在20mV以内。当输出为200V时,用示波器测量纹波电压为20mV。纹波系数为  $20\text{mV} / 200\text{V} * 100\% = 0.01\%$ ,可见纹波系数非常小,达到设计要求。

### 4 结束语

本文以单片机系统为核心,控制D/A转换,采用DC-DC升压的技术,设计和实现了一种输出电压能在16~200V内数控可调,精度达到60mV,纹波电压小于20mV的直流电压源。该电源电路结构简单,易于实现,满足了压电陶瓷对物镜驱动电压设计要求。

#### 参考文献:

- [1] 陈华,金伟其,苏秉华,等.数字共焦显微技术及其处理算法的进展[J].光电子技术与信息,2005,18(2):1-5.
- [2] 杨雪峰,李威,王禹桥.压电陶瓷致动器驱动电源的仿真及设计[J].微计算机信息,2009,25(1):1.
- [3] 李建宗.单片机原理及应用[M].西安:西安电子科技大学出版社,2008.
- [4] 华成英,童诗白.模拟电子技术基础[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [5] 孙立宁.宏微驱动精密工作台的研究及其在机器人装配中的应用[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,1993.
- [6] 王行之.AT89系列单片机接口技术[M].北京:北京航空航天大学出版社,1997.

(责任编辑:尹 闯)