

基于 MSP430G2553 的简易智能电阻测量仪设计

徐明

(1. 武汉理工大学自动化学院, 湖北武汉, 430000; 2. 仙桃职业学院机电学院, 湖北仙桃, 433000)

摘要: 本作品以 MSP430G2553 微控制器为控制核心, 设计并实现了一简易电阻测量仪。该测量仪通过微控制器内部的片上 10 位 A/D 转换器, 实现电阻 - 电压转换, 具备自动量程转换和阻值实时测量显示等功能。整个系统测量误差 $\leq 1\%$, 具有测试精度高、速度快、功耗低、稳定性好、操作方便等特点, 有较好的实用价值。

关键字: 电阻; MSP430G2553; A/D 转换器

Design of Simple Intelligent Resistance Measuring Instrument Based on MSP430G2553

Xu Ming

(1. School of Automation, Wuhan University of Technology, Wuhan Hubei, 430000; 2. Department of Mechanical and Electrical Engineering, Xiantao Polytechnic Institute, Xiantao Hubei, 433000)

Abstract: The simple intelligent resistance measuring instrument is designed with an MSP430G2553 single chip computer as the core component. The system has realized resistance to voltage conversion through 10 bit A/D converter inside the microcomputer. It has the functions of automatic range switching and realtime resistance value measuring & displaying. The whole system measurement error is below 1%. It also has the features of high measurement precision, fast speed, low power consumption, good stability, easy operation and so on. It has good practical value.

Keywords: Resistance; MSP430G2553; A/D converter

DOI:10.16520/j.cnki.1000-8519.2017.10.009

0 引言

在电阻测量中, 采用机械万用表或数字万用表传统方法测量时, 由于需要手动调整量程和手动调零, 而且经过多次反复测量才能得到电阻值, 测量精度和效率低下, 日益满足不了人们的需要^[1]。随着科技的发展, 应用单片机技术来提高测量仪表的数字化、智能化程度已是仪器仪表领域的必然发展趋势^[2]。本文提出了一种基于 MSP430 单片机的电阻测量仪设计方案, 能实现 $1\Omega \sim 10M\Omega$ 手动测量, 并在 $1\Omega \sim 1M\Omega$ 测量范围内实现档位自动切换。

1 系统组成

系统主要由 MSP430 单片机控制模块、电阻 / 电压转换模块、量程转换模块、液晶显示模块和电源模块等构成, 其系统的框架如图 1 所示。其中电源模块为整个系统提供 $\pm 15V$ 直流电源, $+15V$ 转 $+5V$ 电源模块和 $+5V$ 转 $+1V$ 电源模块为电阻 / 电压转换模块输入端提供 $+1V$ 直流信号源。量程转换模块通过接收 MSP430G2253 微控制器的指令实现对电阻 / 电压转换模块的量程切换与控制。

2 系统硬件设计

2.1 量程转换模块

此模块设置有 100Ω 、 $10K\Omega$ 和 $1M\Omega$ 三个阻值的量程档位,

依次由继电器 U1、U2 和 U3 来选择控制。通过给量程转换选择口 P1 和 P2 输入 00、01 和 10 三组不同高低电平组合控制继电器的断开和闭合, 从而选择不同的量程电阻。控制端口 P1 和 P2 电平由微控制器 MSP430G2553 I/O 口信号控制, 三极管作为开关作用, 并联合在继电器线圈两端的二极管作为泄放二极管用来泄放电流以保护系统电源, 量程转换接口接到 R/V 转换模块相应端口。

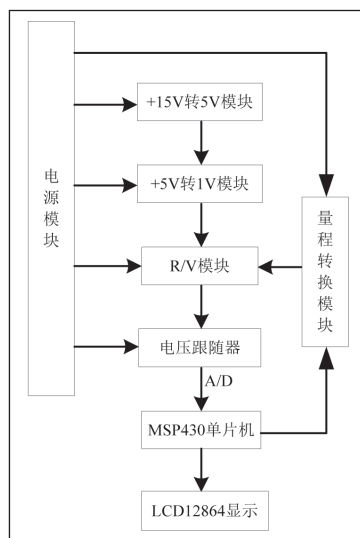


图1 系统总体设计方案

基金项目: 湖北省教育科学“十二五”规划 2012 年度立项课题(2012B397) —— 电子设计竞赛引导下的《单片机》与《C 语言》课程整合研究。

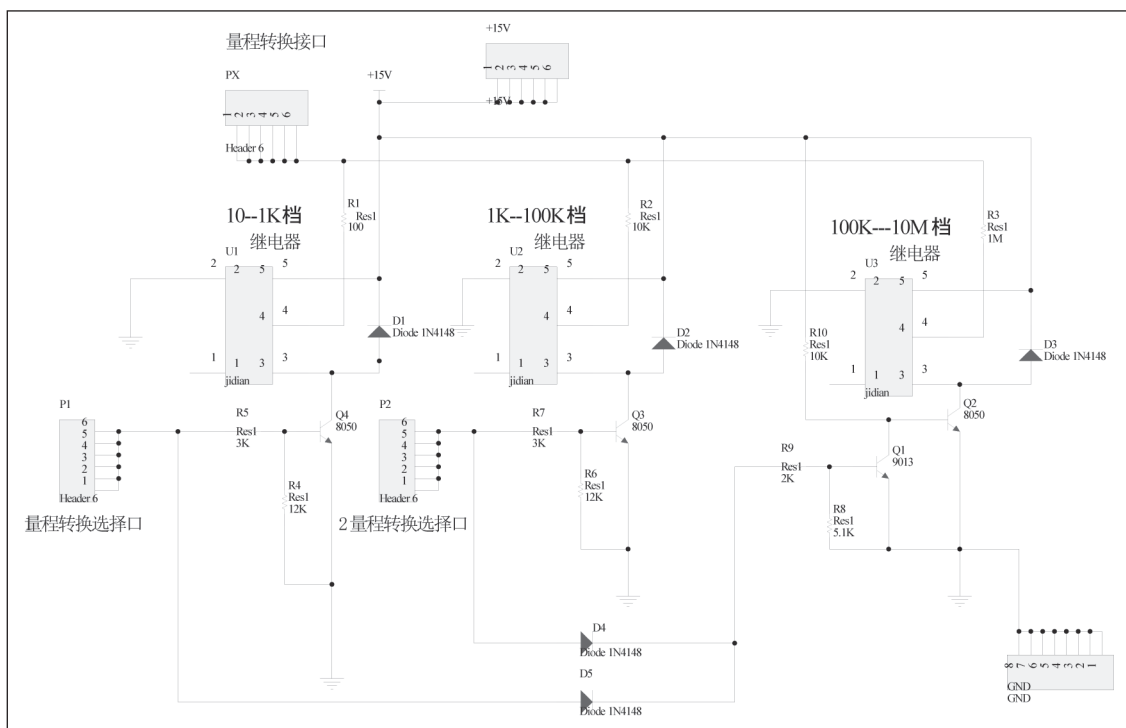


图2 量程转换模块电路图

2.2 R/V 转换模块

电路选用高精度、低噪声运算放大器 OPA2227，采用经过退耦处理的 $\pm 15V$ 双电源供电。第一级运放的同向输入端接 $+1V$ 稳压源，其反向输入端接量程转换电路以选择不同档位量程电阻。不同的档位量程电阻产生不同值的电流，电流通过被测电阻所产生的电压降也不同，因而单片机的电压采样值也不同。串联第二级电压跟随器用以减小其输出的偏置电流从而使输出电压稳定。采用精准的 $7.4K\Omega$ 和 $3.6K\Omega$ 串联分压电路，目的是将第二级输出的电压转换至 $0V \sim 3.6V$ ，方便单片机采样。

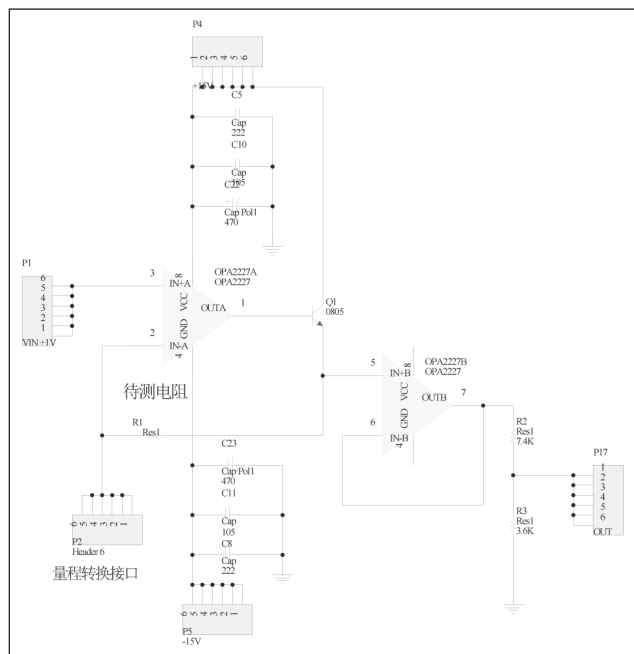


图3 R/V 转换模块电路图

3 系统软件设计

软件采用结构化设计方法，主要以 MSP430 微控制器内部运算模块为核心，负责对采样的电压值数据进行运算处理、数字滤波，并将电阻值测量结果送至 LCD 液晶屏上实时显示^{[4][5]}。主程序流程图如图 4 所示。

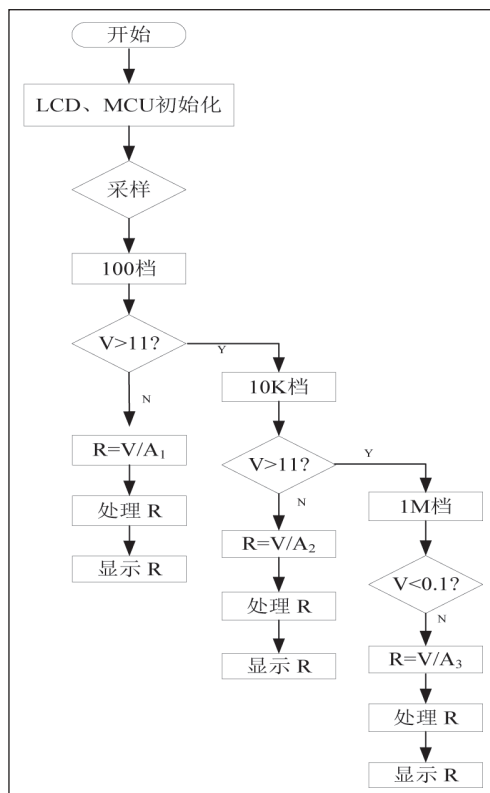


图4 主程序流程图

(下转第 17 页)

小,同时为了兼顾耐功率的考虑,采用两级器件并联方式的拓扑结构,如图3所示。其中两条微带线 MLIN1 和 MLIN2 在理论上长 $\lambda/4$ 时,可获得较高的隔离度;不过,在宽带开关的设计中,需要顾全整个带内的性能,因此适当调整长度。第一级器件选择栅宽较长的器件,在开关电路的关态下提供较大的隔离度;第二级器件选择栅宽较短的器件,参与电路匹配,增大隔离度而又不引入较大的插损。

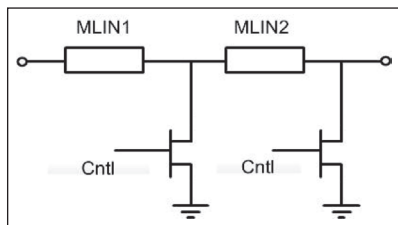


图3 开关电路一条支路的拓扑结构

1.2 流片与测试结果

本文设计的收发前端芯片采用 $0.25\mu\text{m}$ GaNpHEMT 工艺进行流片验证,并进行载片装配测试,测试结果如图4和图5所示。在 $+28\text{V}/-2\text{V}$ 工作电压下,图4所示可以看出发射路功放的饱和输出功率在频带内为 33dBm (其输入功率为 $+13\text{dBm}$),功率附加效率 39% 。图5中显示的是接收路的开关特性。可见其插入损耗为 0.6dB ,隔离度在频带内高于 37dB 。

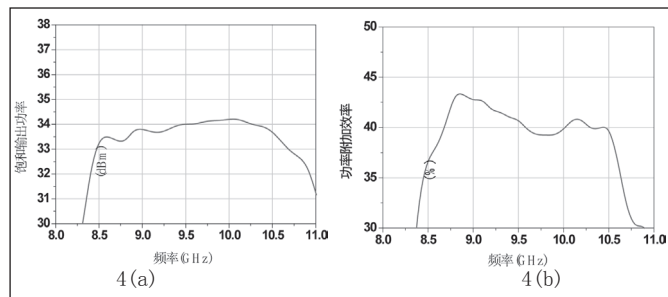


图4 发射路功放实测曲线

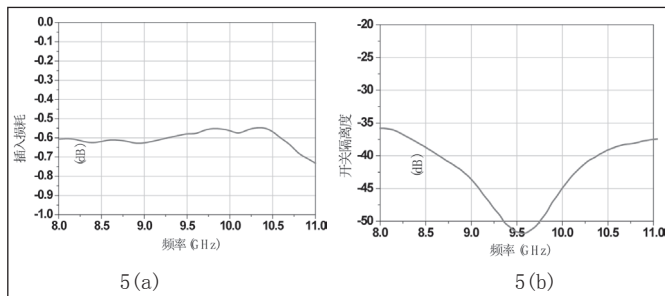


图5 接收路开关实测曲线

2 结论

本文由T/R收发前端设计理论出发,采用氮化镓pHEMT工艺,使用ADS软件进行了芯片的各单元电路以及多功能电路的设计。通过流片和测试,验证了单片设计方法和思路的正确性和可行性,性能指标达到预期设计值,满足工程化应用。下一步的工作主要对发射功率及开关耐功率进行提升,满足更高功率的应用需求。

参考文献

- [1]Fadhel M.Ghannouchi,Mohammad S.Hashmi.Load-Pull Techniques with Applications to Power Amplifier Design.Springer,2013.
- [2]I.D.Robertson and S.Lucyszyn,et al. RFIC and MMIC Design and Technology.The institution of Engineering and Technology, London,United Kingdom.

作者简介

刘福海(1964,5,20),男,汉族,籍贯河北乐亭,硕士,工程师,研究方向:半导体材料及微波器件。

(上接第21页)

4 系统测试结果

利用设计制作的电阻测试仪,分别选用不同档位的多个不同阻值电阻进行测量,并与标称值进行比较,数据结果如表1所示。

表1 各个档位阻值测量数据

测量量程	实际值 (Ω)	测量值 (Ω)	绝对误差 (Ω)	相对误差 (%)
100	52	51.4	0.6	-1.167
100	562	560	2	-0.357
10K	50.9K	51K	0.1k	0.196
100	0.24K	0.2436K	0.0036k	1.234
10K	0.18M	0.1804M	0.0004M	0.221
1M	2.98M	2.97M	0.01M	-0.337

5 总结

详细介绍了一种简单实用的智能电阻测试仪的设计方法,实现了手动3个档位100、10K、1M的电阻测试,并能够在三个档位间自动切换,具有自动显示小数点和单位的功能。测试结果准确,实用性强。从实验的各项数据分析,该电阻测量仪能较好地

地达到设计要求,具有功耗低,稳定性高,操作方便等特点。

参考文献

- [1]宋武,宋艳丽.简易自动电阻测试仪的设计[J].黄冈职业技术学院学报,2011(12):100-102.
- [2]石从刚.基于MSP430F149的高精度电阻测试仪的设计[J].仪表技术,2013(5):29-32.
- [3]徐明.基于MSP430G2553的智能脉搏测试仪设计[J].自动化应用,2015(6):78-79.
- [4]胡大可.MSP430系列超低功耗16位单片机原理与应用(第三版)[M].北京航空航天大学出版社,2006.
- [5]MSP430Gx53, Mixed Signal Microcontroller[J].SLAS735-SEPTEMBER 2012,http://www.ti.com

作者简介

徐明(1977年11月),男,湖北仙桃人,副教授,武汉理工大学访问学者,主要研究领域为嵌入式系统及应用。