文章编号:1008-0570(2006)07-2-0154-04

嵌入式微处理器与FLASH闪存的接口设计实现

The Design and Implementation of FLASH Interface for Embedded Mircoprocessors

(1.厦门理工学院 2.青岛理工大学)李春光[1] 赵 月[2] 王旭春[2]
Li,Chunguang Zhao,Yue Wang,Xuchun

摘要:嵌入式开发系统中,微处理器与FLASH存储器的接口设计是一个非常重要的环节。本文以高性能、低功耗的ARM9芯片S3C2410与FLASH芯片K9F1208UOM接口设计为例,具体介绍了嵌入式开发板设计中,S3C2410芯片与FLASH存储器的接口电路设计、控制与编程方法及实现,提出了一种性价比极高的解决方案。

关键词:嵌入式;FLASH存储器;接口
中图分类号:TP333　　**文献标识码**:A

Abstract: The design and implementation of interface between embedded microprocessors and FLASH memory is a crucial procedure in the development of the whole embedded system. In this study a novel design of interface, the controlling and the program implementation were discussed in detail taking the example of S3C2410 and K9F1208UOM. The high-performance, low power S3C2410 based on ARM can communicate with Flash memory correctly and efficiently using the interface design above discussed.

Keywords: embedded system, ARM, FLASH, interface design

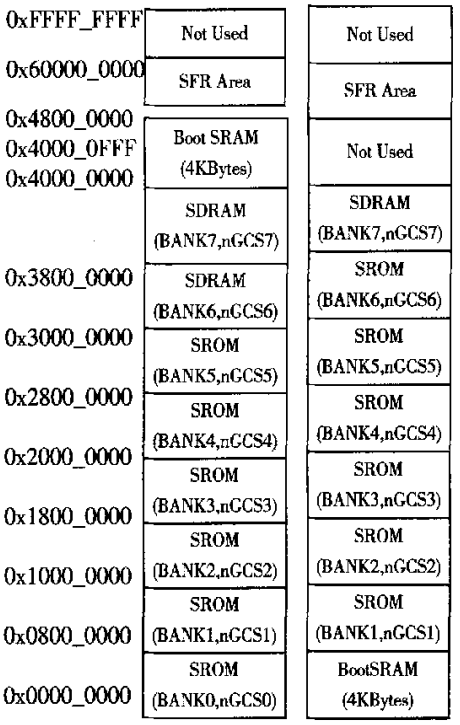
1 引言

目前,嵌入式系统在工业控制、消费类电子产品、通信系统、网络系统、无线系统等各领域中的正逐步兴起。ARM9作为一种32位的高性能、低成本、低功耗的嵌入式RISC微处理器,在嵌入式系统应用中备受关注。在嵌入式系统中,FLASH存储器不但具有掉电后信息不丢失的特性,而且它的功耗低、容量大、擦写速度快、可整片或分扇区在系统编程(烧写)、擦除,是用于装载系统的Bootloader程序、操作系统、数据和应用程序的核心。嵌入式微处理器ARM9芯片与FLASH存储器的接口电路设计是嵌入式系统设计中的一项重要技术,接口设计的稳定与否直接决定整个系统能否稳定、安全高效地运行。因此,研究FLASH存储器与嵌入式微处理器的接口设计,构造高性价比、低功耗、性能稳定的嵌入式系统是当今研究的热点问题。

2 基于ARM920T的S3C2410芯片

2.1 S3C2410简介

三星电子公司生产的S3C2410是基于ARM920T处理器核心、采用0.18微米制造工艺的微处理器,具有16KB指令和16KB数据Cache、MMU、支持TFT的LCD控制器、NAND闪存控制器、3路UART、4路DMA、4路带PWM的Timer、I/O口、RTC、8路10位ADC、Touch Screen接口、IIC-BUS接口、IIS-BUS接口、2个USB主机、1个USB设备、SD和MMC接口和2路SPI。S3C2410处理器最高可运行在268MHz。



不使用NAND Flash启动　　使用NAND Flash启动

图1　NAND Flash内存映射

2.2 S3C2410系统存储器映射

S3C2410将系统的存储空间分为8组(Bank),如图1所示。每组的大小是128MB,共1GB。Bank0到

李春光:副教授
基金资助:本研究受国家建设部科研基金资助
编号:03-3-006

万方数据

Bank5 的开始地址是固定的，用于 ROM 和 SRAM。Bank6 到 Bank7 用于 ROM、SRAM 或 SDRAM，这两个组可编程且大小相同。Bank7 的开始地址是 Bank6 的结束地址，灵活可变。S3C2410 采用 nGCS[7:0]8 个通用片选信号选择这些组。

S3C2410 支持从 NAND FLASH 启动，通过管脚 OM [1:0]=00 进行设定。用户可以将引导代码 Bootloader 和操作系统镜像存放在外部的 NAND Flash 中，并从 NAND Flash 引导启动。当系统在 NAND FLASH 启动模式下电复位时，内置的 NAND Flash 将访问控制接口，并将引导代码自动加载到起始地址空间为 0x00000000 的内部 SRAM(容量为 4KB)并且运行。之后，SRAM 中的引导程序将操作系统镜像加载到 SDRAM 中，操作系统就能在 SDRAM 中运行。

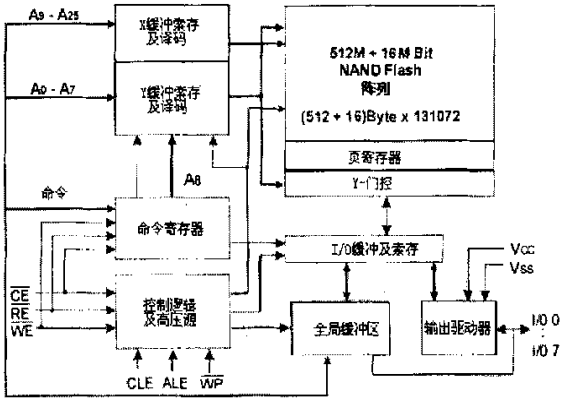


图 2 K9F1208UOM 的功能结构

3 FLASH 存储器 K9F1208UOM

现在市场上两种主要的非易失闪存技术是 NOR 和 NAND。NOR 的特点是芯片内执行，但是很低的写入和擦除速度大大影响了它的性能。NAND 结构能够提供极高的单元密度，可以达到高存储密度，并且写入和擦除的速度也很快。应用 NAND 的困难在于 FLASH 的管理和需要特殊的系统接口。

三星公司的 K9F 系列 NAND Flash 存储器有着容量大、功耗低、成本低、电气性能好的特点，是大容量 Flash 市场的有力竞争者。本系统采用的 NAND FLASH 存储器是 K9F1208UOM，单片容量 64MB。该器件采用 TSSOP48 封装，工作电压 2.7-3.6V。

3.1 器件功能结构

K9F1208UOM 的结构如图 2 所示。由以下几部分构成：

①存储阵列。整个存储阵列又可分为四个位面(plane)，每个位面含有 1024 个块和一个 528 字节的页寄存器；每一块分为 32 页，一页包含 528 字节，这 528 字节包含前 256 字节和后 256 字节以及空闲的 16 字节。

②地址译码器。它是一个二维的译码器，A0~A7 为 Y 方向译码器(列值)；A9~A25 为 x 方向译码器，选择页号；而 A8 是由命令寄存器决定的，用于选择页前 256 字节和后 256 字节。

③ 命令寄存器。命令寄存器把输入的命令暂存起来，根据不同的命令和控制线执行不同的操作。

④ 控制逻辑和高电压产生器。控制逻辑产生各种控制信号及产生用于对存储阵列进行编程的高压。

⑤ I/O 缓存、全局缓存及输出驱动。用于对输入及输出进行必要的缓存，以符合时序的要求；输出驱动加强带载能力。

3.2 引脚功能

K9F1208UOM 的其引脚功能见表 1。

表 1 K9F1208UOM 引脚功能

引脚	功能
I/00~I/07	数据输入输出端，芯片未选中为高阻态
CLE	命令锁存使能。高电平时，在/WE 上升沿将命令发送到命令寄存器
ALE	地址锁存使能。高电平时，在/WE 上升沿将地址输入到地址寄存器中
/CE	芯片选择控制。低电平时器件有效
/RE	数据输出控制；低电平有效时数据送到 I/O 总线上，列值加 1
/WE	写使能；I/O 口的命令、地址、数据在其上升沿被锁存
/WP	写保护。低电平有效，当它有效时，内部的高压生成器将会复位
R/B	指示器件的状态。0 为忙，1 为闲；开漏输出。
Vcc	电源端，3.3v
Vss	地端

4 S3C42410 与 FLASH 存储器的接口设计

K9F1208UOM 采用串行工作方式，且 8 位 I/O 端口采用地址、数据和命令复用的方法。这样既可减少引脚数，还可使接口电路简洁，为大容量固态文件存储器嵌入式设备提供了很好的解决方案。图 3 为本研究设计的 FLASH 存储器与 S3C2410 的实际接口电路。

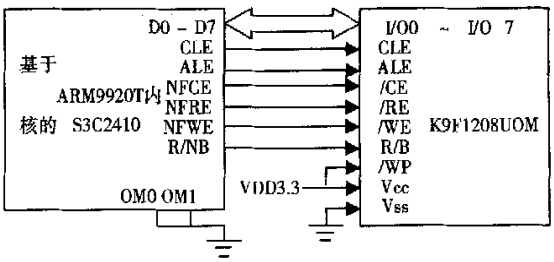


图 3 S3C2410 与 K9F1208UOM 连接图

5 FLASH 存储器的控制与编程

S3C42410 中的内部 NAND FLASH 控制器对 FLASH 存储器的管理提供了很好支持，相关的寄存器有：配置寄存器 NFCONF(地址 0x4e000000)、命令寄存器 NFCMD(地址 0x4e000004)、状态寄存器 NFSTAT(地址 0x4e000010)、数据寄存器 NFDATA (地址 0x4e00000c) 及地址设置寄存器 NFADDR (地址 0x4e000008)等。FLASH 存储器的操作包括对 FLASH

万方数据

的读取、擦除和烧写等。向特定寄存器写入地址和数据命令，就可对FLASH存储器进行烧写、擦除等操作，但操作必须按照一定的顺序，否则就会导致FLASH存储器复位而使操作命令无法完成。

5.1 FLASH存储器的控制方法

K9F1208UOM对528字节一页的写操作所需时间典型值是200μS,而对16K字节一块的擦除操作典型值也仅需2mS。每一页中的数据读出速度也很快,平均每个字节只需50μS,已经与一般的SRAM相当。图4为一个页读出的时序图,对页编程、块擦写等操作时序K9F1208UOM数据手册中有详尽的说明,限于篇幅,这里不再赘述。

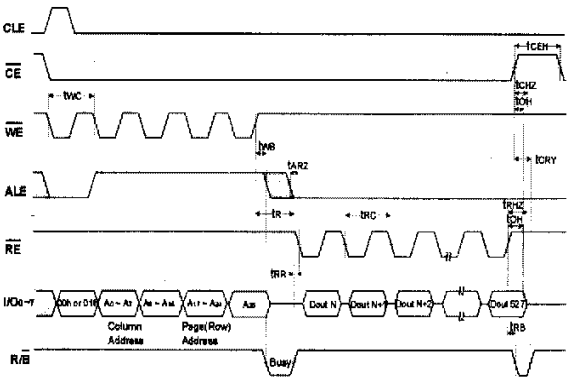


图4 一个页读出的时序图

5.2 FLASH存储器的编程示例

以进行页读出操作为例3，先要写入命令字(0x00),通知K9F1208UOM要进行读操作,然后顺序写入地址,读取状态寄存器判断是否已妥,如果是则读取数据,否则继续等待判断状态寄存器。应该注意的是,地址只需写入一次,便可以连续读出一个页528个字节数据。地址指针的调整是由K9F1208UOM内部逻辑控制的,不用外部干预。图5为一个页读出的程序流程图。页读出函数程序如下：

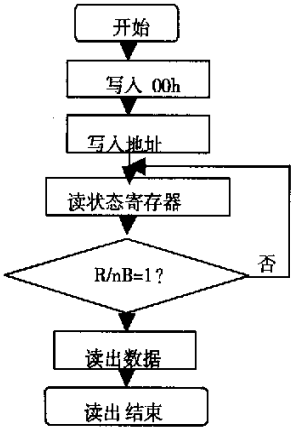


图5 页读出流程图

```
#include <config.h>
#define __REGb(x) (*(volatile unsigned char *)(x))
#define __REGi(x)  (*(volatile unsigned int *)(x))
#define NF_BASE  0x4e000000
#define NFCONF   __REGi(NF_BASE + 0x0)  //配置寄存器地址
#define NFCMD    __REGb(NF_BASE + 0x4)  //命令寄存器地址
#define NFADDR   __REGb(NF_BASE + 0x8)  //地址设置寄存器地址
#define NFDATA   __REGb(NF_BASE + 0xc)  //数据寄存器地址
#define NFSTAT__REGb(NF_BASE + 0x10) //状态寄存器地址
#define BUSY 1
inline void wait_idle(void) {
int i;
while(! (NFSTAT & BUSY))for(i=0; i<10; i++); //查询状态寄存器
}
#define NAND_PAGE_SIZE 512                    //页大小为512字节
#define NAND_BLOCK_MASK (NAND_PAGE_SIZE - 1)
int nand_read_page (unsigned char *buf,  unsigned long start_addr, int size)
{   int i, j;
if ((start_addr & NAND_BLOCK_MASK) || (size & NAND_BLOCK_MASK)) {
return -1;  /* 有效性判断 */
}
NFCONF &= ~0x800;     /* 芯片使能 */
for(i=0; i<10; i++);
for(i=start_addr; i < (start_addr + size);) {
NFCMD = 0;     /* 读命令 */
NFADDR = i & 0xff;  /* 写地址 */
NFADDR = (i >> 9) & 0xff;
NFADDR = (i >> 17) & 0xff;
NFADDR = (i >> 25) & 0xff;
wait_idle();  //查询等待
for(j=0; j < NAND_PAGE_SIZE; j++, i++) {  *buf = (NFDATA & 0xff);
buf++;                                  /* 读页 */
}  }
NFCONF |= 0x800; /* 芯片使能无效 */
return 0;
```


万方数据

6 结束语

嵌入式开发系统中,微处理器与FLASH存储器的接口设计是一个非常重要的环节。FLASH存储器接口设计与编程对于嵌入式应用系统的性能提升至关重要。本文所介绍的接口电路设计方法已运用于嵌入式开发系统中,成功构建并挂接了JFF2文件系统。该方法同样适合于其他K9系列FLASH存储器与ARM9微处理器接口的应用设计。

参考文献:

[1]郭恭,林知明,郭 云. 基于ARM微处理器和uClinux的串行通信的设计与实现[J],微计算机信息.2005.3:158-160

[2] Samsung Electronics Limited. Datasheet of k9f1208uom.

[3] Bootloader vivi documentation. http://www.mizi.com/

作者简介:李春光,男,1967.12,厦门理工学院 计算机系 副教授,主要研究方向:嵌入式系统开发与设计 Email: lichunguang@qtech.edu.cn.

Biography: Li Chun-guang, associate professor, Department of Computer Engineering, Xiamen University of Technology, Research Interest: Development and Design of Embedded Systems.

(361005 厦门理工学院计算机系)李春光

(266033 青岛理工大学)赵月 王旭春

(Department of Computer Engineering, Xiamen University of Technology, Xiamen 361005) Li, Chunguang

(Qingdao Technological University, Qingdao 266033) Zhao,Yue Wang,Xuchun

通讯地址:(361005 厦门市思明南路394号 厦门理工学院 计算机系办公室)李春光

(投稿日期:2005.10.31)(修稿日期:2005.11.27)

(接83页)本文所用的实验电机是24V,20W,额定转速为2000r/min的三相六极无刷直流电机。在H_PWM-L_ON调制方式下,运行于额定转速时的实测波形如图4所示。从图中可以看出,该方法能保证电机可靠地运行。

4 结论

本文采用单片机从软件算法上实现了无位置传感器无刷直流电机的转子位置信号检测,取代了传统的使用比较器获得转子位置信号的方法。这种设计方法结构简单,软件算法比较灵活,只须使用单片机从软件算法上就能成功地获得反电动势过零点。实验结果证明了这一设计方法的可靠性。

参考文献:

[1]Gui-Jia Su, and John W. McKeever. Low Cost Sensorless Control of Brushless DC Motors with Improved Speed Range. IEEE. 2002: 286~292

[2]Jianwen Shao, Dennis Nolan, and Thomas Hopkins. Improved Direct Back EMF Detectionfor Sensorless Brushless DC (BLDC) Motor Drives. IEEE. 2003:300~305

[3]Jianwen Shao, Dennis Nolan, Maxime Teissier, and David Swanson. A Novel Microcontroller-Based Sensorless Brushless DC (BLDC) Motor Drive for Automotive Fuel Pumps. IEEE Transactions on Industry Applications. 2003,9(6): 1734~1740

[4]Zhigan Wu, Jin Wang, Jiangping Ying, Jianhong Zeng. Sensorless Brushless DC Motor Drive for Air -conditioner Compressor. 968~971

[5]郁继宗,彭树生. 基于PIC单片机的以太网数据采集与控制电路设计[J],微计算机信息.2005.2:72-74

作者简介:王世德,男,1979年7月,汉族。哈尔滨工业大学深圳研究生院在读硕士生,电力电子与电力传动专业。主研方向:电机驱动技术, E-mail: wangshide_2003@136.com;张东来,男,汉族,教授,主研方向:电力电子、数字信号处理、无损检测等。

Biography: WANG Shi-de, male, 1979.7, Han. Graduate student in Shenzhen Graduate School of Harbin Institute of Technology, major: power electronics and motion control. Main research: the applications of motor drive technology. ZHANG Dong-lai, male, Han, professor. Main research: power electronics, digital Signal processing, nondestructive testing etc.

(518055 哈尔滨工业大学深圳研究生院)王世德 张东来

(Shenzhen Graduate School of Harbin Institute of Technology, Shenzhen 518055, China)Wang,Shide Zhang,Donglai

通讯地址:(518055 深圳市南山区西丽镇深圳大学城哈工大校区D422)张东来

(HIT Campus D422 of Shenzhen University Town, XiLi, Shenzhen, China, 518055) Zhang,Donglai

(投稿日期:2005.12.8) (修稿日期:2006.1.10)

本刊宗旨

IT与自控技术在工业自动化中的应用

智能传感器、智能仪表、智能执行机构、数据采集、变频器、PLC、电源、电力电子、工控机、工控软件、工控系统、DCS、现场总线、嵌入式系统、嵌入式软件、PC/104、单片机、OPC、TCP/IP、internet、工厂自动化、企业网络、过程控制、制造业自动化、楼宇自动化:安防工程、电梯控制、暖通空调控制、给排水控制、电水煤气三表数据采集、家电控制、家庭机器人。工业机器人、微型机器人、微型机械、数控机床、CAD、CAE、CAM、军事设施智能化、武器装备智能化、车辆智能化、船舶智能化、航空航天器智能化、运输交通系统智能化与自动化、电信系统(有线、无线、宽带、交换)智能化、信息系统安全防毒、防黑客、金融、商业设施自动化、农业大棚智能化、养殖环境自动化、环保设施自动化……。均为本刊论文发表范畴,同时也是读者群,更是广告刊登寻找的客户。

地址:北京海淀区皂君庙14号院鑫雅苑6号楼601室
微计算机信息编辑部 邮编:100081
电话:010-62132436(T/F) 010-62192616
http://www.autocontrol.com.cn;E-mail:control-2@163.com

万方数据