

基于 PowerPC 的嵌入式系统硬件设计

刘丽君, 贺占庄, 李 灏

(西安微电子技术研究所, 陕西 西安 710054)

摘要:在本设计中,使用了 Motorola 公司的 RISC 处理器 PowerPC7410 作为核心处理器。该处理器是新一代 G4 处理器,具有高性能和低功耗的特点,外接一个 2Mbytes L2 Cache 作为二级缓存,以提高运算速度。以 Tundra 公司为 PowerPC 专门设计的桥芯片/存储器控制器 Tsi107 作为北桥芯片,利用 60X 总线和 PowerPC7410 相接,用以把 60X 总线信号转化为 PCI 总线信号,并管理 Flash 和 SDRAM。此设计充分利用 60X 总线高数据传输速率和优秀的连接性能,发挥了 MPC7410 的高可靠性和强大的处理能力,使该硬件平台具有优良的性能。

关键词:嵌入式; MPC7410; Tsi107 芯片组

中图分类号: TP303

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2008)02-0251-03

Hardware Design of Embedded System Based on PowerPC Processor

LIU Li-jun, HE Zhan-zhuang, LI Hao

(Xi'an Micro-Electronics Technology Institute, Xi'an 710054, China)

Abstract: In this design, the system uses PowerPC Processor 7410 of Motorola as the core processor. It is new generation PowerPC G4 processors with the character of high performance and low power-consuming. Connect the L2 cache to it to improve the speed. Use Tsi107 as north bridge chip. It is a bridge chip /memory controller designed by the Tundra corporation adapt to the PowerPC, uses 60X bus to connect it to MPC7410. Fully use the high speed and good connectable capability of 60X bus, the high credibility and powerful processing capability of MPC7410 in order to fully take the system have high performance.

Key words: embedded; MPC7410; Tsi107 chip

0 引言

PowerPC 是 1993 年 IBM, Apple 和 Motorola 公司(其半导体部门现在分拆为 Freescale 公司)联盟共同设计的。PowerPC 技术以 RISC(精简指令集计算机)为基础,该技术由 IBM 的 POWER(性能优化的增强 RISC)体系结构而来。PowerPC 中的 PC 代表 Performance Computing, PowerPC 即超强的高性能计算处理器。因 PowerPC 芯片具有高性能和低功耗的特点,主要应用在嵌入式系统。Freescale 的 PowerPC 主机处理器分为 MPC6XX, MPC7XX, MPC7XXX 几个系列,其中 MPC7XX 是属于 G3 系列, MPC7XXX 属于 G4 系列,这两个系列的性能均超过了 MPC6XX。MPC7410 是新一代 G4 处理器, G4 在 G3 的基础上在性能上有所提高,主要表现在支持对称多处理器(SMP)结构和引入了一流的 A1tiVec 技术来处理矢量运算。A1tiVec

技术是一个 128 位的 SIMD 矢量处理引擎,为摩托罗拉的第四代 PowerPC 提供了卓越的处理性能,使其数据处理能力有了数量级的提升。MPC7410 内部主频最高为 500MHz, 每个时钟周期最多可以执行 8 条指令,其中包括 4 条矢量运算(A1tiVec)指令和 2 条整型指令^[1]。通过加入 A1tiVec 技术,处理能力达到了 4G FLOPS。而 1.8V 的低电压操作大大降低了芯片的功耗,容易散热,从而大大提高了系统的稳定性。

1 特性介绍

系统结构框图如图 1 所示。

整个系统的设计分为三个部分:电源模块、PowerPC 部分和外围接口。

PowerPC 部分包括 PowerPC、L2 Cache、芯片组、SDRAM 和 Flash。外围接口包括以太网口、串口、具有 PCI 仲裁的系统 I/O 控制器 W83C553F。各部分特性介绍如下:

(1) 板内的主总线时钟是 100MHz, CPU 的主频是 500MHz;

收稿日期:2007-05-12

作者简介:刘丽君(1983-),女,陕西西安人,硕士研究生,研究方向为计算机控制技术;贺占庄,博士,总工程师,研究方向为计算机应用技术。

(2) 2Mbytes 的外部 L2 Cache, 总线时钟是 100MHz;

(3) 256Mbytes SDRAM, 总线时钟是 100MHz;

(4) 32Mbytes Flash, 用于存储操作系统内核和用户上层程序;

(5) 1 个 10M/100M 以太网接口为系统提供以太网接入的物理通道, 通过该接口, 系统可以 10M 或 100Mbps 的速率接入以太网; 2 个串口, 使设计更具有通用性;

(6) 具有 PCI 仲裁的系统 I/O 控制器 W83C553F。

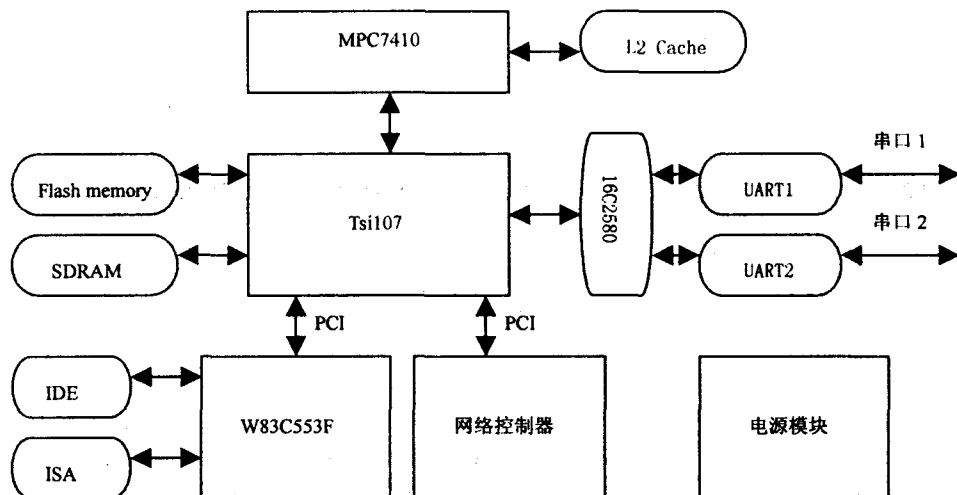


图 1 系统结构框图

2 硬件平台各部分设计

2.1 电源模块的设计

电源是系统的核心, 一个准确和稳定的电源对于系统的正常工作至关重要。整个硬件设计上有 4 种电源: 主电源 5V, PowerPC 内核电源 1.8V^[2]、芯片组内核电源 2.5V^[3] 和其余 I/O 总线电源 3.3V。对于 PowerPC 内核电源, 可通过隔离式 DC/DC 转换器 PT6464, 将 5V 外部直流电源转化为稳定的 1.8V。对于 2.5V 的芯片组内核电源可使用快速瞬态响应 5A 低压降稳压器将 5V 外部直流电源转化为 2.5V。对于 3.3V 的电源, 只需选择合适额定电流的 LDO 就能满足要求。

2.2 PowerPC 部分

Power PC 部分包含 PowerPC、L2 Cache、芯片组、SDRAM 和 Flash。

2.2.1 MPC7410 CPU 部分

MPC7410 提供了两种总线模式: 60X 总线和 MPX 总线, 不同的总线定义的信号也有所不同。总线的选择, 可通过 MPC7410 的 $\overline{\text{EMODE}}$ 信号来选择, 当 $\overline{\text{EMODE}}$ 信号在 $\overline{\text{HRESET}}$ 信号变为高电平时也为高电

平, 则选择了 60X 总线。反之, 当 $\overline{\text{EMODE}}$ 信号在 $\overline{\text{HRESET}}$ 信号变为高电平时为低电平, 则选择了 MPX 总线。由于 60X 总线优秀的连接性能和高数据传输速率, 在本设计中采用 60X 总线作为 MPC7410 和芯片组的连接。由于 Tsi107 是专门为 PowerPC 主机处理器设计的芯片组, 因此对于 60X 总线来说, 两者之间的硬件连接基本上是一一对应的。CPU 与 Tsi107 芯片组如图 2 所示。

此外, 还可通过对 MPC7410 的 PLL 信号的设置产生不同的内核频率, 本设计采用 5 倍的频率系数, 即

CPU 主频为 500MHz。为了满足高的运算速度, 又由于 MPC7410 本身含有一个 L2 Cache 控制器及 32kbytes 的 L1 指令 Cache 32kbytes 的 L1 数据 Cache, 故可外接一个 2Mbytes 的 L2 Cache 缓存。

MPC7410 提供四种方式的软件控制省电模式。doze, nap 和 sleep 三种静态模式大大降低了电源损耗; 当功能单元空闲时, 一种动态电源管理模式会使这些单元自动进入低功耗运行, 而且不会对系统的运行性能、软件执行以及外围硬件造成影响。

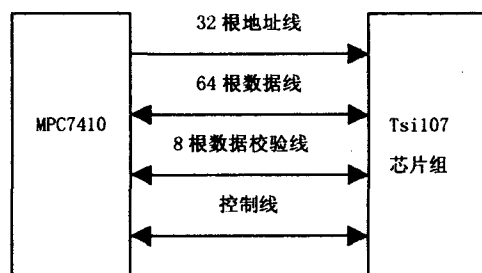


图 2 MPC7410 与 Tsi107 芯片组连接

2.2.2 Tsi107 芯片组

芯片组采用 Tundra 公司的 Tsi107, 它是为 PowerPC 专门设计的桥芯片/存储器控制器, 主要实现 PowerPC 到 PCI 的桥接功能, 同时管理 memory, 可以运行在高达 133MHz 的处理器总线频率。Tsi107 提供其他嵌入式应用必需的功能: 处理器总线接口, PCI 总线接口, 存储器控制器, 智能输入/输出 (I/O) 信息控制器, I²C 控制器, 嵌入式可编程中断控制器 (EPIC), 双通道集成 DMA 控制器, 时钟控制部分等^[4]。根据在电路中所起的作用不同, Tsi107 的工作方式可分为 host mode 和 agent mode 两种。在 host mode 模式中, 由

由 Tsi107 管理存储器和 PCI 总线部分,PowerPC 为整个系统的主 CPU。在 agent mode 模式中,Tsi107 用于和 PCI 主桥通信,Power PC 作为一个 PCI 设备,受 PCI 主桥的管理。本设计中 Tsi107 的工作方式为 host mode。

2.2.3 SDRAM 部分

在本设计中,SDRAM 用于存放用户的数据和代码,为程序的运行和保存临时文件提供空间。SDRAM 的管理由 memory 控制器来实现。Tsi107 提供了高速 SDRAM 控制器,数据宽度配置为 64 位。Tsi107 的 SDRAM 接口特点:SDRAM 器件必须与 SDRAM 的 JEDEC 规范兼容,32 位和 64 位数据可选宽度,支持页面式访问,支持 8 个物理 bank,最大支持 1GB 的存储大小。本设计中采用 5 片 MT48LC32M16A2 作为 SDRAM,其中的一片用于校验数据,SDRAM 的总容量为 256Mbytes。

由于 SDRAM 的频率较高,故在制作 PCB 板时,要注意布线的长度和路径,以保证信号的完整性。

2.2.4 Flash 部分

用于存储操作系统内的引导程序、存储操作系统内核和用户上层程序。Flash 的管理由 Tsi107 的 memory 控制器来实现。

PowerPC 部分是整个设计的关键和难点,由于 SDRAM 和 L2 Cache 的频率较高,对 PCB 布线也提出了更高的要求。

2.3 串口部分

串口的使用使本设计更具通用性,可以和具有相同类型串口的设备进行通信。串口部分通过 UART 通讯控制器 16C2850 来实现,它带有 128 字节的 FIFO 和半双工控制^[5]。要完成最基本的串行通信功能,实际上只需要 RXD, TXD 和 GND 即可,但由于 RS-232-C 标准所定义的高、低电平信号与 16C2850 所定义的高、低电平信号完全不同,16C2850 的串口信号是 TTL 电平,而 RS-232-C 标准电平采用负逻辑方式,标准逻辑“1”对应 -3V~-15V 电平,标准逻辑“0”对应 +3V~+15V 电平,显然,两者间要进行通信必须经过信号电平的转换,才可以输出正确的串口信号。本设计中采用 MAX3232 作为监控串口的电平转换芯片。

2.4 网口部分

网口部分的设计基于芯片组 Tsi107 控制的 PCI 总线,基本框图如图 3 所示。主要由 Intel 82559,网络隔离变压器和 RJ45 三部分组成。其中 82559 是一个高集成度、高性能、低功耗 10/100Mbps 快速以太网控制器,专用于局域网到桌面的解决方案,如作为服务器(Server)、个人计算机(PC)和移动平台(Mobile Plat-

form)的入网接口,符合 LOM (LAN On Motherboard)设计规范。它的物理尺寸只有 15mm * 15mm,是一款高性价比芯片。82559 通过片上的命令和状态寄存器经由 PCI 总线和 PowerPC 通信。82559 包含了 MAC 控制器和物理层接口,可工作在半双工模式(half duplex mode)和全双工模式(full duplex mode),可提供介质无关接口(MII)^[6]。H1 102 是一个网络隔离变压器,82559 通过网络隔离变压器驱动 RJ45 网线接口,用来支持 10/100BASE-T,实现与外界通信。

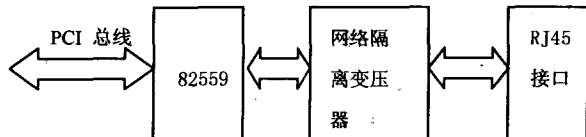


图3 网口部分具体实现

2.5 具有 PCI 仲裁的系统 I/O 控制器

在本设计中,使用了具有 PCI 仲裁的系统 I/O 控制器 W83C553F,它与 Tsi107 通过 PCI 总线相连。为了更好地和外部的存储器件相接,用一个 IDE 接口与 W83C553F 的 IDE 控制器相接。此外,又通过 W83C553F 的 ISA 总线桥进行了 ISA 总线扩展,以满足更多的需要。

3 结束语

本设计中采用了高性能的 MPC7410 CPU 为核心处理器,在性能和稳定性方面提供了有力保证,以 Tsi107 作为北桥芯片搭建了嵌入式系统的硬件平台。可以在此基础上,选择相应的嵌入式操作系统,再进行相关驱动程序和上层应用程序的开发。通过所需接口与用户各自的开发系统相连,最终可设计实现各种需要的产品,应用前景广阔。

参考文献:

- [1] Freescale Semiconductor. MPC7410 RISC Microprocessor User's Manual[M]. [s.l.]:Freescale Semiconductor,2002.
- [2] Freescale Semiconductor. MPC7410 RISC Microprocessor Hardware Specifications[M]. [s.l.]: Freescale Semiconductor,2005.
- [3] Tundra Semiconductor Corporation. Tsi107 Hardware Specifications[M]. [s.l.]: Tundra Semiconductor Corporation, 2005.
- [4] Tundra Semiconductor Corporation. Tsi107 PowerPC Host Bridge User Manual[M]. [s.l.]:Tundra Semiconductor Corporation,2006.
- [5] EXAR Corporation. XR16C2850 UART WITH 128-byte FIFO's AND RS-485 HALF DUPLEX CONTROL[M]. [s.l.]:EXAR Corporation,1998.
- [6] Intel Corporation. 82559 Fast Ethernet Multifunction PCI/CardBus Controller[M]. USA: Intel Corporation,2005.