

可连接 LEON3 SoC 的 1553B 总线系统中远程终端的设计

张 玉,付方发,肖立伊

(哈尔滨工业大学 微电子中心, 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘 要: 通过 RT-AHB 桥连接 1553B 总线终端 RT 与 AHB 总线,将 LEON3 SoC 接入了 1553B 总线系统. 设计了此连接模型中的远程终端,支持双重冗余总线操作,有设置非法命令字和消息差错位的能力,不使用测试手段位以避免减少可挂载的子系统数目,可输出其运行状态至子系统,提高了远程终端的可靠性和可配置性,且使其易于维护. 仿真结果表明,该远程终端能够实现协议规定功能和提出的优化设计.

关键词: 远程终端; MIL-STD-1553B 总线; LEON3 片上系统

中图分类号: TN402

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2014)04-0096-04

Design of Remote Terminal in 1553B Bus System Connected with LEON3 SoC

ZHANG Yu, FU Fang-fa, XIAO Li-yi

(Microelectronics Center, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China)

Abstract: This paper utilizes a RT-AHB bridge to complete the connection between a LEON3 SoC and a remote terminal of the 1553B bus. This paper designs the remote terminal which is one of the two key parts of 1553B bus, it can operate in dual standby redundant bus, set commands illegal from outside and set the message error bit, and it doesn't use the instrumentation bit to avoid the number of subsystems decreasing, and its state can be transferred to subsystems. The simulation results show that this remote terminal satisfies the 1553B agreement and its features designed in this paper work well.

Key words: remote terminal; MIL-STD-1553B data bus; LEON3 SoC

1 引言

近年来,我国在新型航空装备的研制中开始广泛采用 MIL-STD-1553B 标准协议^[1-4]. 因此研究 1553B 总线系统的设计具有重要的战略意义和实用价值.

而随着集成电路特征尺寸的不断减小,越来越多的功能可以在单个芯片中实现,SoC 可以满足现代电子产品高速、低功耗和移动化的要求,集成电路更加趋于 SoC 化. 因此实现 1553B 总线系统中与 SoC 的连接具有极大的实用意义. 此外,LEON3 开源微处理器软核拥有丰富的源码、编译环境和脚本,具有良好的可配置性和可移植性^[5],而且 LEON3 SoC 基于广泛应用的标准 AMBA 总线,因此可以较

好地模拟 SoC 产品. 本文面向将 LEON3 SoC 产品接入 1553B 总线的应用,设计了 1553B 总线的远程终端并进行了仿真.

2 1553B 协议和 LEON3 SoC 验证平台

1553B 总线上的信息流由命令字、数据字和状态字组成,具体含义如图 1 所示. 总线以曼彻斯特 II 型编码、半双工的方式进行数据信息传输,速率是 1 Mb/s,其一般采用多重冗余的拓扑结构以保证总线功能的可靠性. 1553B 总线定义了三种终端:总线控制器(BC),远程终端(RT),总线监控器(BM). 总线中唯一的 BC 处于主动地位,负责发送命令字和数据字并监控整个系统的信息传输;RT 是被动设备,负责响应 BC 和其他 RT 发出的消息;唯一的

BM 记录总线中传输的信息, 1553B 总线支持 BC→RT、RT→BC、RT→RT、BC→RT 广播、RT→RTs 广播、不带数据的方式代码、不带数据的方式代码“发送/接收命令”、不带数据的广播方式代码和带数据的广播方式代码等共十种消息格式. 其中消息间隔时间是 $4\ \mu\text{s}$, RT 响应时间是 $4\sim 12\ \mu\text{s}$. 如果在接收到的消息中检测出错误, 则 RT 需要根据不同的错误类型在规定时间内给予响应.



图1 字的格式

根据协议规定, RT 完成 1553B 总线和子系统之间的数据交互, 为了将 LEON3 SoC 接入 1553B 总线系统, 把 SoC 作为 RT 的一个子系统, 即通过 RT-AHB 桥连接至 1553B 总线的一个终端 RT, 如图 2 所示. RT 将接收到的 1553B 总线上的数据通过 RT-AHB 桥转换为 AHB 总线的读数据信号, 供 SoC 使用. 反之, SoC 的数据经过 RT-AHB 桥转换为 1 MHz 时钟域下的格式发送至 RT, 再由 RT 发送到 1553B 总线上, 实现 1553B 总线与 SoC 的数据传输. 另外, SoC 可读取 RT 的状态, 查看 RT 是否处于忙状态或者 RT 接收到的消息是否错误, 以判断是否与 RT 进行数据传输.

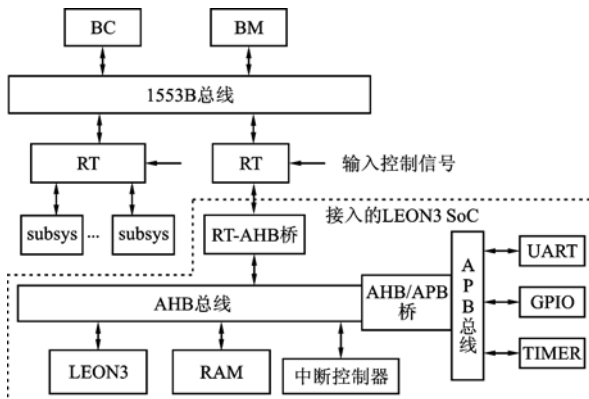


图2 将 LEON3 SoC 接入 1553B 总线系统的模型

3 远程终端的设计

3.1 远程终端的结构

远程终端的结构如图 3 所示, 包括两个曼彻斯特解码器、两个字译码及错误检测单元、方式代码处理单元、状态字设置单元、存储器、子系统接口和发

送控制及曼彻斯特编码单元. 这是根据 1553B 协议规定远程终端需要完成的操作而设计的.

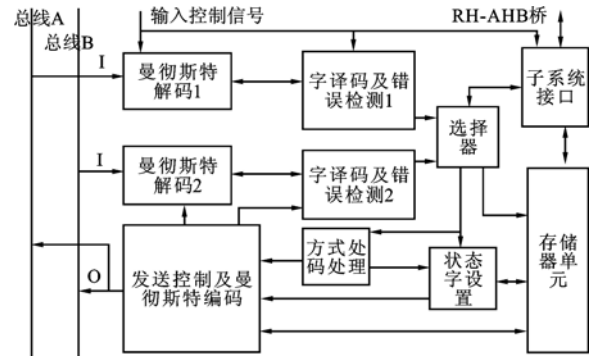


图3 远程终端的框架

总线上以曼彻斯特 II 型编码的串行消息进入远程终端后, 曼彻斯特解码单元将其转换为非归零类型, 并根据消息中字的同步头及同步头后的十位分辨出字的类型. 字译码及错误检测单元对解码后的字进行译码, 并依据协议进行错误检测. 若检测出接收到的字是方式代码命令, 则交由方式代码处理单元进行处理. 在非方式代码的情况下, 如果是接收命令, 则将确认正确的数据字存储到存储器单元内并由子系统接口读取, 如果是发送命令, 则由子系统接口向存储器写入数据字. 发送控制及编码单元接收状态字设置单元输出的状态字, 同时读取存储器中的数据字或上一命令字, 按照协议要求连续进行曼彻斯特编码, 将字由非归零类型转换成曼彻斯特型编码并发送至总线.

3.2 远程终端的优化设计

本文对 RT 进行了优化设计, 支持更多的 1553B 总线可选功能, 提高了远程终端的可配置性, 并且有利于系统维护.

(1) 双重冗余总线设计

本文采用双重总线的结构建模, 这是因为 1553B 协议规定可以采用多重冗余总线的拓扑结构, 当一条总线故障时, 由另一条处于热备份状态的总线完成信息传输, 而两条总线足以满足可靠性的要求. 为了实现双冗余总线的功能, 本设计中 RT 使用两个相同的曼彻斯特解码单元分别与两条总线相连, 两个解码单元各连接一个错误检测单元, 从而形成了 RT 的两条输入通路. 两个检错单元各包含一个寄存器, 存储一个脉冲型变量表示此通路接收到了有效的命令字, 当脉冲出现时将另一通路的输出清零, 以保证 RT 在同一时刻只处理一条消息, 而且能够完成使用冗余总线时的替换有效命令字操作. 若 RT 处理消息完毕或处理超时, 则对应的寄存器

正常接收了数据字且从 169 ns 开始将其发送给了子系统,并且 RT2 未对此广播命令返回状态字,符合协议要求,实现了外部设置非法命令字的功能。

时间	同步头	RT解码得到的字	RT1发送的字	RT1传给子系统的字
128 ns	000111	11111000010000111	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
162 ns	XXXX	11111000010000111	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
167 ns	XXXX	11111000010000111	1110000000110000000001	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
168 ns	XXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1110000000110000000001	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
169 ns	XXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
时间		RT2发送的字	RT2传给子系统的字	
168 ns		XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	
169 ns		XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	10100101001100001	
170 ns		XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	01110101001001110	
171 ns		XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	01000101011001001	

图7 外部设置非法命令字和消息差错位设置

(4) 双重冗余总线设计

A 和 B 两条总线只有在替换有效命令字操作时才同时活动,其它情况下最多只有一条总线处于活动状态,这里对这一操作进行仿真。假设 RT1 正在使用总线 A、解码单元 1 和检错单元 1 构成的通路处理发送命令时,总线 B 在最小消息间隔(4 ns)内(3 ns)发送了一条有效的接收命令,RT1 的响应如图 8 所示,RT1 在 48 ns 时将正在处理的总线 A 发送的发送命令替换成了总线 B 发送的接收命令,并从 88 ns 开始接收总线 B 发送的数据字,RT1 于 131 ns 处返回了状态字并在 133 ns 和 134 ns 时将数据字传递给了子系统,完成了替换有效命令字操作。

时间	通路选择后的命令字	通路选择后的数据字
46 ns	00001100010000110	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
47 ns	00001100010000110	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
48 ns	00001000010000100	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
88 ns	00001000010000100	01110101001001110
128 ns	00001000010000100	01000101011001001
时间	RT发送的字	RT传给子系统的字
128 ns	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	0000000001000110
131 ns	11100000010000000000	0000000001000110
133 ns	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	01110101001001110
134 ns	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	01000101011001001

图8 替换有效命令字仿真图

5 结束语

本文设计了 1553B 系统挂载 SoC 的模型中的远程终端,仿真结果表明所设计的远程终端实现了协议规定的数据传输和错误处理,支持广播模式传输。另外所进行的优化设计均得到了仿真实验验证,其中双冗余总线结构提高了远程终端的可靠性,允许设置非法命令字和消息差错位功能提高了远程终端的可配置性,命令字和状态字的区分方法未使用测试手段位使得远程终端可连接最大数目的子系统,而可输出状态字功能使子系统的数据传输更加可靠。

参考文献:

- [1] 马贵斌,周国奇,田珂. 军用数据总线技术发展综述[J]. 电光与控制, 2010,17(6):45-53.
- [2] Condor Engineering. MIL-STD-1553 Tactoria [EB/OL]. [2013-04-20]. CA: condor, 6, 39. <http://defense.ge.ip.com/download/white-papers-mil-std-1553-tatorial-gtt-711a/11743>.
- [3] Michael Hegarty. MIL-STD-1553 Evolves with the Times [EB/OL]. [2013-04-20]. NY: www. ddc. web. com/commercial/default. html
- [4] 唐剑,王勇. MIL-STD-1553B 总线曼彻斯特码编码器的 CPLD 实现[J]. 技术与市场, 2008(5):52-53.
- [5] 孔璐,吴武臣,侯立刚,等. 基于 LEON3 的 SOC 平台设计与 SPI 嵌入[J]. 微电子学与计算机, 2010,27(3):173-176.

作者简介:

张玉女, (1989—), 硕士研究生. 研究方向为集成电路设计。

(上接第 95 页)

- [9] 黄晓涛,李莎. 基于危险理论的多代理异常入侵检测研究[J]. 计算机仿真, 2008,(1):42-47.
- [10] 刘安伦. 基于反馈平衡的铁路通信网络优化调度算法[J]. 科技通报, 2013,4(29):82-84.

作者简介:

鲁莹女, (1981—), 硕士, 讲师. 研究方向为电子与通信

技术。

杨胜全 男, (1975—), 高级工程师. 研究方向为水下武器弹道跟踪、水声信号处理。

徐全元 男, (1979—), 硕士, 副教授. 研究方向为语音信号处理。

柳继勇 男, (1977—), 硕士, 高级工程师. 研究方向为图像处理。