

一种新型高速 1553B 总线控制器的应用验证

樊 彬, 唐艺菁, 王剑峰, 柴 波

(西安微电子技术研究所, 陕西 西安 710054)

摘 要: LHB155310 是西安微电子技术研究所自主研发的一种新型高速 1553 总线控制器, 其传输速率可达到 10 Mb/s. 对 LHB155310 的工程应用进行可靠性验证. 系统试验的结果表明, LHB155310 完全满足实际工程需要, 并可在国内工业领域广泛推广.

关键词: 新型; 高速; 1553 总线

中图分类号: TN402

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2014)05-0087-03

The verified Application of a New High-speed 1553 Bus Controller

FAN Bin, TANG Yi-jing, WANG Jian-feng, CHAI Bo

(Xi'an Microelectronic Technology Institute, Xi'an 710054, China)

Abstract: LHB155310 is a new high-speed 1553 bus controller which made by Xi'an Microelectronics Technology Institute, its transition speeds up to 10 Mb/s. In this paper, we provide the reliability verification test for LHB155310's engineering application. The results show that it fully meets actual needs, and can be widely promoted in the field of domestic industrial aerospace.

Key words: new; high-speed; 1553 bus

1 引言

随着综合电子系统性能需求的不断提高, 高速 1553B 总线控制器已成为一种应用趋势. 由西安微电子技术研究所自主研发的高速 1553B 总线控制器 LHB155310, 在不改变原有的物理传输方式、网络拓扑结构以及传输协议的情况下, 传输速率达到了 10 Mb/s.

为了保证 LHB155310 在工程应用中的可靠性, 避免由于前期应用验证不充分而导致的问题, 依据 10 M 1553B 总线相关技术规范, 对其功能、性能、环境适用性、可靠性以及组网功能进行充分的验证.

2 LHB155310 介绍

LHB155310 是一款 10 Mb/s 1553 总线控制器混合电路, 集成了 10 Mb/s 1553 协议处理、总线收发、数据存储及主机接口功能, 完整实现了 1553B

协议中规定的总线控制器(BC)、远程终端(RT)、总线监视器(MT), 可实现具有双冗余总线通道的 10 Mb/s 1553 总线通信. 器件兼容 1 Mb/s 的 1553 协议, 可实现 1 Mb/s 的总线通讯. 该器件采用 MCM 技术和键合工艺, 使用高温一体化针栅阵列陶瓷封装, 管壳型号为 PGA70, 封装采用平行缝焊全密封工艺工作条件为: 电源电压: +5 VA、+5 VB; 5.0 V $\pm$ 0.25 V, V_{cc} : 3.3 V $\pm$ 0.33 V; 工作温度范围(T_A): -55 $^{\circ}$ C $\sim$ +125 $^{\circ}$ C; 外部时钟频率(f): 10 Mb/s 通讯速率为 30 MHz, 1 Mb/s 通讯速率为 12 MHz 或 16 MHz. 器件的重量为 19 $\times$ (1 $\pm$ 10%)g.

3 验证方案

3.1 验证方案设计

验证系统的设计首先要考虑总线的系统设计, 总线拓扑结构和总线控制方法则是系统设计的两个主要问题. 拓扑结构是终端接入总线的物理形式, 一般来说, 总线拓扑可分为单总线拓扑和多总线拓

扑. 单总线拓扑结构简单, 在航空航天领域有着广泛的应用, 但总线结构中最多仅能有 31 个远程终端. 多总线拓扑是单总线拓扑的扩展, 一般具有两种基本形式: 并行总线拓扑和层次总线拓扑^[1]. 多总线拓扑结构复杂, 在实际应用中使用较少. 1553B 总线拥有通道 A 和通道 B 两个通道, 可工作于单通道, 也可工作在热备份的双通道模式. 当工作于热备份的双通道模式时, 构成了 1553B 的容错结构^[2]. 1553B 总线的冗余结构模式可增强工作的可靠性, 在实际应用中均采用双冗余模式. 因此, 验证系统选择双冗余单总线结构.

总线控制方法可分为固定 BC 方式和非固定 BC 方式. 固定 BC 方式下, 有一个固定的 BC 控制总线上的一切数据传输, 可以设置一个冗余 BC, 当总线上固定 BC 发生工作故障时, 冗余 BC 启动工作. 非固定 BC 方式下, 总线上有多个 BC, 但根据 1553B 总线通讯协议, 每个时刻最多仅有一个 BC 处于工作模式. 因此, 非固定 BC 方式下要解决 BC 控制权的转移问题, 会带来额外的系统开销, 降低总线效率, 通常适用于有多条总线的大型系统. 本系统的设计采用固定 BC 方式, 没有设计冗余 BC. 为保证对 LHB155310 的功能做充分验证, 使得每一种消息类型均能得到测试, 验证系统至少应该包括一个 BC, 一个 MT, 两个 RT.

3.2 验证计算机设计

验证计算机由 1553B 总线接口模块、逻辑控制模块、DSP 控制模块以及电源模块四部分组成. 硬件原理图如图 1 所示.

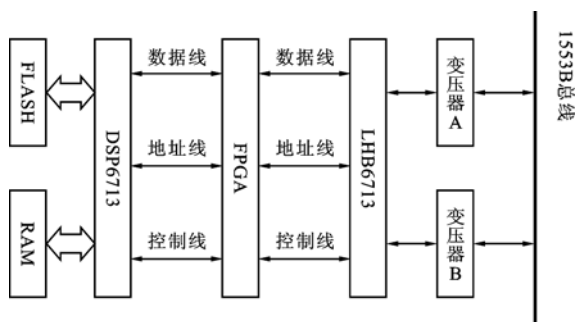


图 1 验证计算机硬件原理图

1553B 总线接口模块由 LHB155310、隔离变压器和时钟晶振组成, 其中隔离变压器为西安微电子技术研究所自主研发的配套隔离变压器. 该模块主要完成 1553B 总线消息的接收和发送, 1553B 总线和总线控制器 LHB155310 之间的电平转换以及总线和总线控制器间的隔离.

逻辑控制模块连接 DSP 控制模块和 1553 总线

接口模块, 选取 XC3S1000 作为 FPGA 芯片. 其主要功能为实现地址译码、逻辑控制、数据处理与 LHB155310 协议转换等功能. 通过预先编写的 DSP 程序产生相应的控制信号、地址信号、数据信号, 送至 FPGA 中. FPGA 通过对地址信号、控制信号译码以及相关数据处理, 产生对应的控制信号, 地址信号以及数据送至 LHB155310 中, 进而控制 1553 总线消息传输.

DSP 控制模块由一片 TMS320C6713 DSP, 一片外扩 FLASH 以及外扩 RAM 组成. 其主要功能为产生地址线信号、数据线信号、读写控制信号等信号, 与逻辑控制模块共同完成对 LHB155310 的操作.

电源模块由两块 TPS70302 组成, 外部输入 5 V 的电压, 经电源模块转化后为系统提供供电.

3.3 验证系统构成

验证系统完整的 1553B 网络由四台验证计算机、主总线(主干部分)、短截线(连接于各个验证计算机)、耦合器(主总线与短截线的链接)和终止器(连接于主总线两端)构成. 由于系统采用双冗余网络结构, 因此有总线 A 和总线 B 两套相同的网络结构. 验证系统网络结构图如图 2 所示.

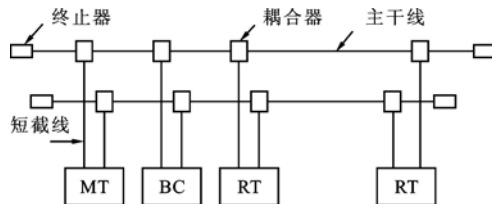


图 2 验证系统网络结构图

4 验证进程

完整的验证进程由工作模式验证、性能指标验证和环境适用性验证三部分组成.

4.1 工作模式验证

LHB155310 可工作在 BC、RT、MT 三种模式下, 因此对三种工作模式均做验证.

1553B 总线上消息的传输都是由 BC 激励和控制的, BC 模块可以说是整个总线消息传输系统的大脑. 系统通过对总线控制器 BC 对数据的传输进行管理, 同步系统时钟, 控制各节点间的数据流向与传输的数据内容, 并进行控制^[3]. 1553B 总线上传输的消息共有十种格式, 即 BC TO RT 消息, RT TO BC 消息, RT TO RT 消息, 方式指令(不带数据字), 发送方式指令(带数据字), 接收方式指令(带数据字), BC TO RT 广播消息, RT TO RTS 广播消

息,广播方式指令(不带数据字),广播方式指令(带数据字)。这 10 种消息类型覆盖了 1553B 的所有通信消息类型,因此 BC 模式的验证包含这 10 种类型。

RT 模式验证可分为子地址测试验证和内存测试验证两个方面。子地址测试验证要求测试时将 RT 测试终端的每个子地址(子地址 1~子地址 30)遍历测试,RT 子地址通过软件编程设置。RT 内存管理分为单消息模式、双缓冲模式和循环缓存模式三种模式,对内存测试的验证包含这三种内存模式的验证。

MT 工作方式是总线监控(Bus Monitor)方式。设置为此方式的终端只作为接收终端,该终端不会向总线发送任何数据,即使对 Monitor Mode 等方式字也不作响应^[4]。MT 模式验证可分为字监控模式验证、可选择消息监控模式验证和 RT/可选择消息监控模式验证三种。对于每一种 MT 模式验证,均对十种消息类型模式进行验证。

验证结果表明,每一个 LHB155310 节点均可在 BC/RT/MT 三种模式下正常工作。

4.2 性能指标验证

性能指标验证包括 A/B 通道切换的测试、RT 响应时间的测试、长线测试、通讯强度测试和波形测试。

A/B 通道切换的测试是为了验证 LHB155310 控制器总线切换能力。控制器采用冗余设计,拥有 A、B 两路总线通道,通过软件设置配置寄存器可实现通道选择和通道切换功能^[5]。

RT 响应时间的测试为了验证系统中 RT 响应时间是否满足相关规范要求。RT 响应时间 T 为 BC 发送命令的最后一个位时(校验位)的过零点到 RT 回发状态字的同步头的过零点之间的时间,采用示波器测量的方法。

长线测试是为了验证 LHB155310 能否满足长距离传输的要求。测试环境采用西安微电子技术研究所的环境适用性模拟实验室 1553 总线测试系统。通过测量波形有无衰减情况,并监测总线数据,检测是否发生非法数据,来判断是否满足长距离测试要求。

通讯强度测试是为了验证 LHB155310 的可靠性设计,通过不间断进行消息传输,监视总线数据,检测是否发生非法数据。测试时间不低于 1 小时。

波形测试包括输出特性、输入特性、波特率、信号变化率以及其他特性的测试。输出特性包括输出

电压 V_{pp} 、输出噪声 V_{rms} 、输出动态失调电压 V_R 以及输出波形上升下降时间。输入特性包括输入阻抗测试、输入共模电压、阈值电压。其它特性测试包括过零点稳定性、输出对称性以及输出隔离度。

试验结果表明,LHB155310 各项性能指标均符合要求。

4.3 环境适用性验证

环境适用性验证主要是通过模拟实际使用中的复杂的环境,以检验产品在某种特定工作环境下的可靠性。在环境适用性验证前,先对产品进行三防(防潮、防霉、防盐雾)处理。

环境适用性验证可分为环境应力筛选和例行试验两个部分。环境应力筛选包括温度循环试验、随即振动试验和电应力的功率老练试验。例行试验则包括温度试验、湿热试验、振动试验、冲击试验、加速度试验以及模拟运输试验。

试验结果表明,LHB155310 在各试验条件下均能正常工作,符合环境适用性要求。

5 验证结论

工作模式验证主要通过软件编写完成测试,通过 BC 节点组织消息的传输,并判断消息传输的正确性;RT 节点根据 BC 传输的指令字响应消息;MT 节点则负责监视总线上消息的传输并保存监视到的消息。经测试,LHB155310 满足相关规范的功能要求。

性能指标测试验证中的 A/B 通道切换测试,通讯强度测试可通过软件实现,并在功能模式验证中一并完成。RT 响应时间的测试通过示波器测量的方法完成的。长线测试通过改变总线电缆的长度和节点数目完成。通过验证表明,LHB155310 的性能指标满足相关规范的性能要求。

环境适应性的验证通过高低温试验箱、振动台、离心试验台等专用设备完成,按照相关技术规范完成试验条件的设置,然后设备加电,运行软件,根据软件显示的消息传输结果判断是否满足环境适用性。经试验验证,LHB155310 在各种环境状态下均能正常工作,满足环境适用性的要求。

6 结束语

本文对 LHB155310 的应用以及验证系统的设计作了详细的描述,并按照 10M 1553B 相关规范以及验证方案完成了全部的试验。试验结果表明,高速

(下转第 93 页)

cation for pedestrian counting [C]//Proceedings of Sixth International Conference on Image Processing and its Applications. Dublin, German: IEEE, 1997: 535-540.

- [2] Lin Shengfu, Chen Jawyeh, Chao Hungxin. Estimation of number of people in crowded scenes using perspective transform at ion [J]. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics (Part A), 2001, 31 (6): 645-654.
- [3] 于海滨,刘济林. 应用于公交客流统计的机器视觉方法[J]. 中国图像图形学报, 2008, 13(4): 716-722.
- [4] Bartolini F, Cappellini V, Mecocci A. Counting people getting in and out of a bus by real-time image-sequence processing[J]. Image and Vision Computing, 1994, 12 (1):36-41.
- [5] 王睿,张广军,阎鹏. 基于光流分层方法的平面 3D 运动估测[J]. 光学技术, 2007, 33(1):102-105,109.
- [6] 李超,熊璋,赫阳,等. 基于帧间差的区域光流分析及其

应用[J]. 计算机工程与应用, 2005, 41 (31): 195-198.

作者简介:



何扬名 男,(1973—),博士,讲师. 研究方向为数字图像处理.

杜建强 男,(1968—),博士,教授. 研究方向为数字图像处理和数据库.

汪灿华 男,(1978—),硕士,讲师. 研究方向为生物医学工程和数字图像处理.

熊光耀 男,(1975—),硕士,副教授. 研究方向为计算机算法.

(上接第 89 页)

1553B 总线控制器 LHB155310 以及其套片(变压器和耦合器)可以满足恶劣环境条件下嵌入式计算机或电子产品整机功能、性能、环境适用性、稳定运行性、可靠性,填补了国内对 4 MB/s 以上高速 1553B 总线网络产品的空白,可在国内工业领域广泛推广.

参考文献:

- [1] 邵金剑,邵宗良. 1553B 总线拓扑及通讯协议设计[J]. 计算机工程, 2011, 37(10):269-271.
- [2] 陈建明,丑力,刘军辉. 1553B 总线系统的可靠性计算[J]. 国外电子测量技术, 2010, 29(9):36-38.
- [3] 杨卫军,许化龙,晔向勇. 基于 1553B 总线的嵌入式网络 BBC 设计与实现[J]. 微电子学与计算机, 2007, 24

(1):63-65.

- [4] 颜猛,蒋轩祥. 1553 总线 BC/BBC 配置下总线管理软件的研究与实现. 微电子学与计算机, 2003, 20(1):20-22.
- [5] MIL-STD-1553 designer's guide sixth edition[R]. USA:Data Device Corporation, 1999.

作者简介:

樊彬 男,(1986—),硕士研究生. 研究方向为计算机应用技术.

唐艺菁 女,(1977—),高级工程师. 研究方向为计算机系统结构.

柴波 男,(1963—),研究员,硕士生导师. 研究方向为嵌入式计算机系统设计及应用技术研究.