

采用 Virtex-5 嵌入式三态以太网 MAC 进行设计

利用 Virtex-5 10/100/1000 的以太网 MAC，可以实现灵活的以太网系统

作者：Nick McKay
Xilinx 公司
高级设计工程师

Soma Potluri
Xilinx 公司
高级设计工程师

Stuart Nisbet
Xilinx 公司
高级设计工程师

以太网是一个占据绝对优势的固线连接标准。Xilinx® Virtex™-5 以太网媒体接入控制器(以太网 MAC)模块提供了专用的以太网功能,它和 Virtex-5 RocketIO™ GTP 收发器以及 SelectIO™ 技术相结合,能够让用户与各种网络设备进行连接。在 Virtex-5 器件中,以太网 MAC 模块作为一个硬件块集成在 FPGA 内部。

在 Xilinx 设计环境中,以太网 MAC 是一个库原语,名为 TEMAC。该原语包括一对 10/100/1000 Mbps 的以太网 MAC。每个 Virtex-5 LXT 器件含有四个以太网 MAC 模块;因此,一个 Virtex-5 LXT 设计能够融合两个 TEMAC 原语。利用标准的 Xilinx 产品,您可以建立一系列量身定制的数据包处理和网络端点产品。Xilinx 还提供了一种超频模式,它能够使底板的连接速率高达 2,000 Mbps。

基于 Virtex-4 FX 以太网 MAC, Xilinx 开发出了 Virtex-5 以太网 MAC,较之前者,后者在全局时钟使用、串行接口的灵活性以及软件控制复杂度方面都有了较大的改进。

本文将介绍 Virtex-5 器件中的以太网

MAC 模块的功能集,同时描述 Virtex-5 和 Virtex-4 FX 以太网 MAC 之间的区别,指出一些潜在的应用,探索如何使用标准的 Xilinx 工具将以太网 MAC 融入用户的设计。

支持的接口

Virtex-5 以太网 MAC 完全符合 IEEE802.3 规范。图 1 显示了一个以太网 MAC 的模块结构图。

物理接口

您可以单独配置每个以太网 MAC 的物理接口,使其作为五种不同的以太网接口中的一种进行工作。

媒体独立接口(MII),吉比特媒体独立接口(GMII)和简化的吉比特媒体独立接口(RGMII)是并行接口。它们通常连接到一个外部物理层(PHY)芯片以提供速率为 10/100/1000 Mbps 的 BASE-T 功能。同时它还支持速率为 10/100 Mbps 的半双工操作以及各种速率条件下的全双工操作。

串行吉比特媒体独立接口和 1000 BASE-X 是串行接口,它们使用以太网

MAC 中的物理编码子层(PCS)和物理媒体接入子层(PMA)部分。它们连接到 Virtex-5 RocketIO GTP 串行收发器。当与并行接口一起使用时,SGMII 提供了速率为 10/100/1000 Mbps 的全双工 BASE-T 功能。该串行接口大大减少了与外部 PHY 芯片相连的引脚数量。

当将以太网 MAC 配置成 1000 BASE-X 模式时,PCS/PMA 模块与 RocketIO 收发器一起工作,能够提供与吉比特转换器(GBIC)或者小型可插式(SFP)光纤收发器进行直接连接所需要的所有功能。这可以避免 1000 BASE-X 网络应用所需的外部 PHY 芯片。

控制接口

主机接口为接入以太网 MAC 模块配置寄存器提供了通道。配置选项的示例中包括巨帧使能、暂停、单播地址设置以及帧检验序列生成。

可以通过通用主机总线或者设备控制寄存器(DCR)总线(当与处理器连接时)对主机接口进行访问。另外,每个以太网 MAC 还有一个可选的管理数据 I/O (MDIO)接口。它允许对外部 PHY 的管理寄存器和以太网 MAC 中 PCS/PMA 内部的物理接口管理寄存器进行访问。

客户端接口

发送器的客户端接口将帧传送给以太网 MAC。当接收到的数据小于最短的以太网帧长度时,发送器将该数据加长,并且保持最小的帧间距;但是,您可以增加间隔的长度,还可以通过配置发送器在帧中添加一个帧检验序列。一个单独的流控制接口允许您生成暂停帧。在半双工模式下,信号发送之间存在冲突,在有效冲突情况下,需要进行帧重发。

接收器接口检验传入帧和信号帧误差。这里分别提供了好帧信号和坏帧信号。还可以通过配置以太网 MAC 以便在检测到有效的暂停帧之后,暂停和重新启动帧传输。

客户端接口的数据的宽度通常是 8 位或者 16 位。8 位接口主要针对标准的以太网应用,它利用一个 125 MHz 的时钟产生 1,000 Mbps 的数据率。当使用 16 比特模式时,可以在不提高客户端接口时钟频率的条件下将数据率提高到 2,000 Mbps。

每个以太网 MAC 都会输出一些统计向量,其中含有发送和接收数据通路上所

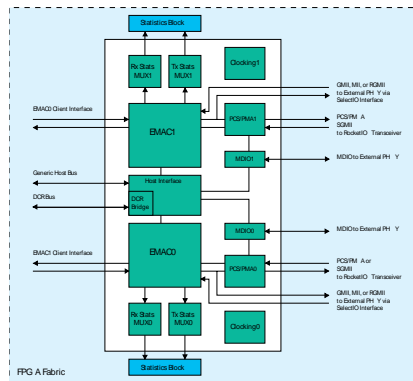


图 1 - Virtex-5 以太网 MAC 的模块结构图

看到的以太网帧的信息。Xilinx CORE Generator™ 软件免费提供了一个外部统计模块。该统计模块对每个以太网 MAC 的发送和接收数据通路上的所有统计信息进行累加。

Virtex-5 以太网 MAC 的新特性

在 Virtex-4 FPGA 中，仅仅实现数据通路就会消耗多达四个全局时钟缓冲器：其中两个分别用于发送和接收客户端接口逻辑，另外两个分别用于发送和接收的物理接口逻辑。在 Virtex-5 FPGA 中，Xilinx 添加了一个时钟使能特性。您可以把生成的时钟用于所有客户端逻辑的物理接口。内部产生的时钟使能，为在每个接口保持正确的数据吞吐率提供了一个方法。这种方法使所需的时钟缓冲器数目减少了一半。

DCR 总线寻址

现在 Virtex-5 DCR 接口为每个以太网 MAC 提供了一个单独的基地址。这使得共享 DCR 总线接口对软件驱动程序成为透明的。软件不再需要知道每个单独以太网 MAC 的位地址；硬件根据基地址自动选择正确的比特位。

串行接口改动

Xilinx 对串行接口的操作做了一些改动。随着一个可编程链接计时器的加入，自动检测功能变得更加灵活。您可以在改变自动检测进程时序的同时缩短仿真时间。

新添加的单向模式根据 IEEE802.3ah-2004 规范进行单向传输功能。一旦使能，不管有效输入是否出现在接收端，以太网 MAC 都会进行传输。

最后，以太网 MAC 和收发器可以产生回环。这使得在回环状态中能够将闲置状态传输给链接对象，从而确保该链接保持活动性。

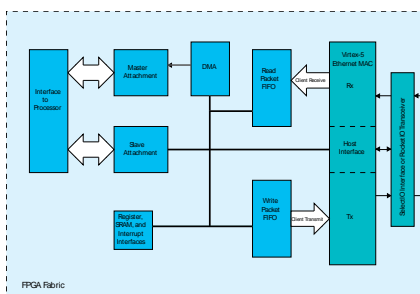


图 2 - 在 Virtex-5 FPGA 上，MAC 连接到一个处理器

Virtex-5 以太网 MAC 使用的模型

Virtex-5 以太网 MAC 的多功能性使其可以应用在众多领域。比如，您可以：

- 可以将该以太网 MAC 连接到一个在网络处理或者远程监测系统中运行协议栈的处理器上，如图 2 所示。
- 将以太网 MAC 连接到一个在 FPGA 上实现的数据包处理系统，例如校验和计算及验证的卸载引擎或者远程直接存储器访问设计。
- 针对数据包的存储、桥接或者交换应用，将多个以太网 MAC 连接到专用数据包 FIFO 和外部存储器。

工具和 IP 支持

Xilinx 通过 CORE Generator 软件、LogiCORE™ IP 和参考设计对以太网 MAC 提供支持。

Virtex-5 以太网 MAC 封装

图 3 显示了一个 HDL 封装的模块结构图，它可以从 Xilinx 的 CORE Generator 工具中获得。

以太网 MAC 是一个具有 162 个端口和 79 个参数的复杂组件。封装文件使您可以仅对特定应用所需端口的参数和接口轻松进行设置。它们的另外一个优势是简化了时钟和物理 I/O 资源的使用。

分级结构使您可以针对自己的应用抽取正确的封装。

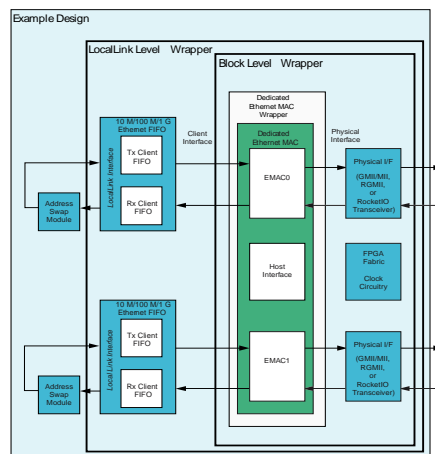


图 3 - Virtex-5 以太网 MAC 封装的模块结构图

- 以太网 MAC 封装。在最低级别，实体化一个单独的或者双以太网 MAC，同时在 CORE Generator GUI 中将它的属性设置成您偏好的选项。所有未使用的输入端口接地，未使用的输出端口保持开路状态。
- 模块级别的封装。在下一层级，对物理接口以及所要求的时钟资源进行实体化。这包括用于串行接口的 RocketIO GTP 收发器。同时针对您的配置对时钟进行优化，并且利用时钟将输出同步到您的设计。
- LocalLink 级别的封装。在该级别，将 FIFO 添加到客户端发送器和接收器接口。FIFO 能够处理接收时坏帧的丢失并且以半双工模式对帧重新传输。LocalLink 可以作为后端接口使用。
- 示例设计的封装。顶层具有一个演示设计，在这个设计中接收到的数据经过回环重新发送给发送器。您可以将该设计下载到一个开发板上，然后利用网络设备对该接收器发出激励，从而演示硬件中以太网 MAC 的操作过程。激励该设计的接收器输入和监视该设计发送器输出的测试台也包含在 CORE Generator 软件中。

LogiCORE IP 和参考设计

现有的大部分 Virtex-4 以太网 MAC 文档都可以在 Virtex-5 以太网 MAC 上重复使用。例如，《以太网内核硬件演示平台》(XAPP443, <http://www.xilinx.com/cn/bvdocs/appnotes/xapp443.pdf>) 同样适用于 Virtex-5 以太网 MAC。LogiCORE IP，比如以太网统计，已经支持这种新的架构。

结论

Virtex-5 以太网 MAC 为各种网络接口提供了一个经济合算的解决方案，使您能够以 10/100/1000 Mbps 的速率连接到 BASE-X 和 BASE-T 网络。Xilinx 的软件工具和 IP 同样为您充分利用该以太网 MAC 的改进特性提供了相应支持。

欲获得更多信息，欢迎访问 Xilinx 网站上的 Virtex-5 链接，
www.xilinx.com/cn/virtex5/。