

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04L 29/08 (2006.01)

H04L 12/16 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610142899.6

[45] 授权公告日 2009年12月23日

[11] 授权公告号 CN 100574331C

[22] 申请日 2006.10.27

[21] 申请号 200610142899.6

[73] 专利权人 杭州华三通信技术有限公司

地址 310053 浙江省杭州市高新技术产业
开发区之江科技工业园六和路 310
号华为杭州生产基地

[72] 发明人 王明辉

[56] 参考文献

US6430695B1 2002.8.6

US6603741B1 2003.8.5

CN1592255A 2005.3.9

US6600755B1 2003.7.29

Carrier sense multiple access with collision de-
tection access method and physical layer specifica-
tions. LAN MAN Standards Committee. IEEE
Standard 802.3.1998 Edition. 1998

审查员 吴 荻

[74] 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公
司

代理人 陈 晨

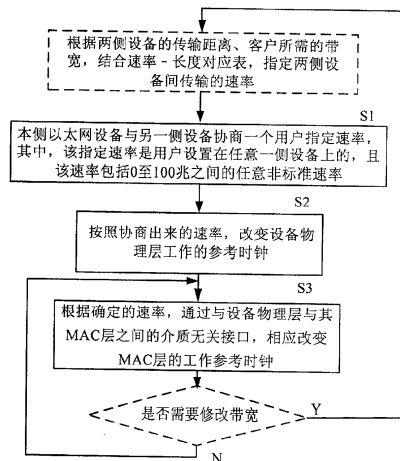
权利要求书 3 页 说明书 14 页 附图 4 页

[54] 发明名称

一种支持非标准速率的传输方法及传输设备

[57] 摘要

本发明提供一种支持非标准速率的以太网传输方法及传输设备，用于以太网链路两侧设备进行数据传输，该方法包括：步骤 1：本侧以太网设备与另一侧设备协商一个用户指定速率，其中，该指定速率是用户设置在任意一侧设备上的，且该速率包括 0 至 100 兆之间的任意非标准速率；步骤 2：按照步骤 1 协商出来的速率，改变设备物理层的参考时钟；步骤 3：根据确定的速率，通过与设备物理层与其 MAC 层之间的介质无关接口，相应改变 MAC 层的工作参考时钟。本发明可以为宽带用户订制不同带宽，并且通过采用预加重/接收均衡方式，结合适当降低传输速率，达到以太网宽带用户长距接入的目的。



1、一种支持非标准速率的以太网传输方法，用于以太网链路两侧设备进行数据传输，其特征在于，该方法包括如下步骤：

步骤 1：本侧以太网设备与另一侧设备协商一个用户指定速率，其中，该指定速率是用户设置在任意一侧设备上的，且该速率包括取值为 $0.5N$ 兆的任意非标准速率，其中， N 为 1 至 199 之间的整数，且 N 不等于 20；

步骤 2：按照步骤 1 协商出来的速率，改变以太网设备物理层的工作参考时钟。

2、根据权利要求 1 所述以太网传输方法，其特征在于，还包括：

步骤 3：根据协商出的速率，通过与设备物理层与其 MAC 层之间的介质无关接口，相应改变 MAC 层的参考时钟。

3、根据权利要求 2 所述以太网传输方法，其特征在于，所述介质无关接口为 MII 接口。

4、根据权利要求 1 所述的以太网传输方法，其特征在于，所述的两侧设备包括速率 - 长度对应表，用以根据两侧设备的传输距离、客户所需的带宽，指定两侧设备间传输的速率。

5、根据权利要求 1 所述的以太网传输方法，其特征在于，所述的步骤 1 具体包括：

步骤 11：根据本侧设备端口是否支持指定的速率，产生本侧设备端口支持的指定速率；

步骤 12：通过快速连接脉冲的下一页信息编码承载本侧设备端口支持的指定速率；

步骤 13：与另一侧设备端口交互快速连接脉冲；

步骤 14：根据两侧设备端口所支持的工作能力，协商出双方均支持的指定速率，执行步骤 15，否则进行标准速率的传输；

步骤 15：将协商出的指定速率保存在与介质无关接口的扩展状态寄存器中。

6、根据权利要求 1 所述的以太网传输方法，其特征在于，所述的步骤 2 具体包括：

步骤 21: 根据协商出的双方均支持的速率和标准参考时钟, 确定分频因子;

步骤 22: 通过设置直接数字频率合成器对标准参考时钟进行分频, 产生所需要的物理层参考时钟。

7、根据权利要求 2 所述的以太网传输方法, 其特征在于, 所述的步骤 3 具体包括:

步骤 31: 物理编码子层采用 100BASE-TX 模式工作;

步骤 32: 物理层通过介质无关接口以修改后的物理层参考时钟修改 MAC 层的参考时钟;

步骤 33: 两侧以太网设备的物理层与 MAC 层分别以修改后的参考时钟进行数据传输。

8、根据权利要求 2 所述的以太网传输方法, 其特征在于, 所述的步骤 3 包括:

步骤 311: 两侧以太网设备按照自协商的结果, 判断所述协商出的速率是否小于 10 兆, 如果是, 物理编码子层采用 10BASE-T 模式工作, 执行步骤 313; 否则, 执行步骤 312;

步骤 312: 物理编码子层采用 100BASE-TX 模式工作;

步骤 313: 物理层通过介质无关接口以修改后的物理层参考时钟修改 MAC 层的参考时钟;

步骤 314: 两侧以太网设备的物理层与 MAC 层分别以修改后的参考时钟进行数据传输。

9、根据权利要求 1—8 任一所述的以太网传输方法, 其特征在于, 该方法还包括: 两侧以太网设备的物理层均采用预加重/接收均衡的方式传输数据。

10、一种支持非标准速率的以太网传输设备, 其特征在于, 包括自协商模块, 用以和对端设备协商用户指定的取值为 $0.5N$ 兆的任意非标准速率, 其中, N 为 1 至 199 之间的整数, 且 N 不等于 20; 以及时钟生成器, 从自协商模块获取协商成功的速率, 并依此速率计算并生成设备物理层参考时钟。

11、根据权利要求 10 所述的以太网传输设备, 其特征在于, 所述自

协商模块在指定速率协商失败的情况下进一步协商标准速率。

12、根据权利要求 10 所述的以太网传输设备，其特征在于，所述自协商模块根据确定的速率，通过与设备物理层与其 MAC 层之间的介质无关接口，相应改变 MAC 层的参考时钟。

13、根据权利要求 10 所述的以太网传输设备，其特征在于，所述的时钟生成器包括：

标准时钟产生器，与外接晶振相连，产生标准参考时钟；

直接数字频率合成器，与所述的标准时钟产生器、自协商模块相连，用以根据自协商模块提供的协商速率，确定所需物理层参考时钟和标准参考时钟之间的倍数关系，对标准参考时钟进行分频。

14、根据权利要求 10 所述的以太网传输设备，其特征在于，还包括多模数模转换器和模数转换器，其中所述的多模数模转换器包括预加重模块，相应地，所述的模数转换器包括接收均衡模块。

15、根据权利要求 10 所述的以太网传输设备，其特征在于，还包括与介质无关接口相连 MAC 层包含工作频率可变的先进先出电路，该电路的工作频率为零到最大工作频率之间的任意值。

16、根据权利要求 12 所述的以太网传输设备，其特征在于，所述的介质无关接口为 MII 接口。

一种支持非标准速率的传输方法及传输设备

技术领域

本发明涉及以太网的传输技术，特别涉及一种支持非标准速率的传输方法及传输设备，更具体地说，涉及一种与 10BASE-T&100BASE-TX 兼容的，可任意指定速率的传输方法及传输设备。

背景技术

过去几年，宽带最后一公里接入的主要方式有以太网接入、不对称数字用户线（ADSL）接入和线缆调制解调器（Cable Modem）接入三种，其中又以 ADSL 为主。ADSL 接入在有限的条件下能够满足宽带用户的初级上网需求，如网页浏览、电子邮件（Email）收发以及 VOIP（Voice over Internet Protocol, IP 语音）等，但随着宽带业务的不断推出，尤其是诸如网络电视（IPTV），在线游戏等视频业务的兴起，需要更高的带宽，更易管理的网络结构以及更低成本的解决方案。

众所周知，以太网接入方式具有高带宽、高可靠性、易维护、低成本、广泛应用等诸多优势。传统的以太网接入技术只能为用户提供 10Mbps 或 100Mbps 的数据接入速率，请参阅图 1，图 1 为传统以太网支持 10BASE-T&100BASE-TX 以标准速率传输的物理层设备收发部分的结构示意图。如图所示，该物理层芯片设备包括模拟接口（即介质相关接口 MDI）、数模转换器（DAC）、多模数模转换器、时钟生成器、物理编码子层的 10BaseT&100BaseTX 处理模块以及介质无关接口（例如 MII、RMII 或 SMII 接口）的寄存器/管理控制模块。传统的物理层芯片设备按照自协商的结果，物理编码子层（physical coding sublayer 简称 PCS）在 10BASE-T 与 100BASE-TX 两种模式之间切换。以 MII 接口为例，对于 100BASE-TX，从 MII 接口传到物理编码子层的 100BaseTX 处理模块的 4-bits（一个奈培 nibble）宽的数据，经过 4B/5B 编码、扰码（Scramble）、和并串转换（Serialize），最后被 MLT-3 编码，通过数模转换器将信号

发送到双绞线上去；对于 10BASE-T，则是直接将串行化的数据经过 Manchester（曼彻斯特）编码，通过数模转换器将信号发送出去。接收过程是相反的过程。而相应的数模转换器一般是多模式的，对于 100BASE-TX 收发多阶传输 3（Multilevel Transmission 3 简称 MLT-3）编码的三电平信号，对于 10BASE-T 则收发 Manchester 编码的双电平信号。

在宽带接入领域或者是宽带接入市场，每户接入的平均带宽比较低。比如 2M 带宽就可以满足 DVD 清晰度的 IPTV 需求，6M 带宽就可以满足高清数字电视的需求。然而，传统的以太网接入技术不能为不同用户订制不同带宽，实现多种宽带速率的多种服务收费，其原因如下：

运营商在提供以太网宽带接入时，往往通过在局方设置承诺访问速率（Committed Access Rate 简称 CAR）规则、配置 line-rate（指定线路数据速率的端口配置命令）命令等来达到控制用户带宽目的。如用户要求 15M 带宽，在局方端口上就设置 15M 速率。这种方式对于使用测试仪器（例如 SmartBit 测试仪器）直接打报文测试，速率是非常准确的；但是使用 FTP（文件传输协议）服务器做大文件的下载测试，则速率大大小于指定速率。这是因为虽然设置了报文通过速率，但是两端网络接口仍然以 100M 速率发包，这样在网络设备端很快就超过了指定带宽，报文大量丢失；由于 FTP 是基于 TCP（传输控制协议）应用的，所以要重传这些报文，从而大大降低了实际的下载速度。在实验室里做这种测试，往往只能到指定速率的 60%左右。

另一方面，以太网由于存在端口间 100 米的铜缆传输距离限制，致使在进行最后一公里组网时显得设备分散、层次复杂；特别是对于低密度用户群的接入成本过高，造成投资回收困难。基于传统技术的以太网收发器，在信号经过长距离线缆传输衰减后，已无法正常工作。原因在于线缆对不同频率信号的幅频响应不一致，对高频部分信号衰减远大于对低频部分信号的衰减，造成了信号的变形、失真；同时，由于线缆对不同频率信号的相频响应不一致，使得信号码间串扰变得严重。一般情况下，传输速率越高，对线路质量的要求越高，传输距离也就越短。

为了达到增加距离的目的，一些厂商采用多种技术已经实现了长距物理层(PHY)芯片，主要通过使用新的编码方式、数字信号处理器(Digital

Signal Processing 简称 DSP) 均衡、多电平编码调制、电平漂移纠正和串扰抑制等技术来增强信号质量。其中有些技术也可以兼容 IEEE802.3 以太网标准, 且其传输距离大大增加, 10Base-T 传输距离达到 1000 米(标准 CAT5, 2 对), 100Base-T 传输距离达到 300 米(标准 CAT5, 2 对)。然而, 这些技术也大大增加了物理层芯片的制造成本, 且往往无法与标准的以太网收发器兼容。

发明内容

本发明的目的在于在以太网物理层通过任意指定速率(在 0 至 100 兆速率中任选) 实现为不同用户订制多种宽带速率, 从而更好更灵活地满足宽带用户的接入和多种服务收费服务; 另一方面, 通过采用预加重/接收均衡等方式, 结合适当降低传输速率, 达到以太网宽带用户长距且低成本接入的目的。

本发明提供一种支持非标准速率的以太网传输方法, 用于以太网链路两侧设备进行数据传输, 其特征在于, 该方法包括如下步骤:

步骤 1: 本侧以太网设备与另一侧设备协商一个用户指定速率, 其中, 该指定速率是用户设置在任意一侧设备上的, 且该速率包括取值为 $0.5N$ 兆的任意非标准速率, 其中, N 为 1 至 199 之间的整数, 且 N 不等于 20;

步骤 2: 按照步骤 1 协商出来的速率, 改变设备物理层的工作参考时钟。

优选地, 该方法还包括步骤 3, 根据协商出的速率, 通过与设备物理层与其 MAC 层之间的介质无关接口, 相应改变 MAC 层的参考时钟。

优选地, 所述介质无关接口为 MII 接口。

优选地, 所述的两侧设备包括速率 - 长度对应表, 用以根据两侧设备的传输距离、客户所需的带宽, 指定两侧设备间传输的速率。

优选地, 所述的步骤 1 具体包括:

步骤 11: 根据本侧设备端口是否支持指定的速率, 产生本侧设备端口支持的指定速率;

步骤 12: 通过快速连接脉冲的下一页信息编码承载本端设备端口支持的指定速率;

步骤 13: 与对侧设备端口交互快速连接脉冲;

步骤 14: 根据两侧设备端口所支持的工作能力, 协商出双方均支持的指定速率, 执行步骤 15, 否则进行标准速率的传输;

步骤 15: 协商出的指定速率保存在与介质无关接口的扩展状态寄存器中。

优选地, 所述的步骤 2 具体包括:

步骤 21: 根据协商出双方均支持的速率和标准参考时钟, 确定分频因子;

步骤 22: 通过设置直接数字频率合成器对标准参考时钟进行分频, 产生所需要的物理层参考时钟。

优选地, 根据所述的以太网传输方法, 所述的步骤 3 具体可以包括:

步骤 31: 物理编码子层采用 100BASE-TX 模式工作;

步骤 32: 物理层通过介质无关接口以修改后的物理层参考时钟修改 MAC 层的参考时钟;

步骤 33: 两侧以太网设备的物理层与 MAC 层分别以修改后的参考时钟进行数据传输。

优选地, 根据所述的以太网传输方法, 所述的步骤 3 具体还可以包括:

步骤 311: 两侧以太网设备按照自协商的结果, 判断所述协商出的速率是否小于 10 兆, 如果是, 物理编码子层采用 10BASE-T 模式工作, 执行步骤 313; 否则, 执行步骤 312;

步骤 312: 物理编码子层采用 100BASE-TX 模式工作;

步骤 313: 物理层通过介质无关接口以修改后的物理层参考时钟修改 MAC 层的参考时钟;

步骤 314: 两侧以太网设备的物理层与 MAC 层分别以修改后的参考时钟进行数据传输。

优选地, 该方法还包括: 两侧以太网设备的物理层均采用预加重/接收均衡的方式传输数据。

本发明还提供一种支持非标准速率的以太网传输设备, 包括自协商模块, 用以和对端设备协商用户指定的取值为 $0.5N$ 兆的任意非标准速率,

其中，N 为 1 至 199 之间的整数，且 N 不等于 20；以及时钟生成器，从自协商模块获取协商成功的速率，并依此速率计算并生成设备物理层参考时钟。

优选地，所述自协商模块在指定速率协商失败的情况下进一步协商标准速率。

优选地，所述自协商模块根据确定的速率，通过与设备物理层与其 MAC 层之间的介质无关接口，相应改变 MAC 层的参考时钟。

优选地，所述的时钟生成器包括：

标准时钟产生器，与外接晶振相连，产生标准参考时钟；

直接数字频率合成器，与所述的标准时钟产生器、自协商模块相连，用以根据自协商模块提供的协商速率，确定所需物理层参考时钟和标准参考时钟之间的倍数关系，对标准参考时钟进行分频。

优选地，所述以太网设备还包括多模数模转换器和模数转换器，所述多模数模转换器包括预加重模块，相应地，所述的模数转换器包括接收均衡模块。

优选地，根据所述的以太网传输设备还包括与介质无关接口相连 MAC 层包含工作频率可变的先进先出电路，该电路的工作频率为零到最大工作频率之间的任意值。

优选地，所述的介质无关接口为 MII 接口。

从上述技术方案可以看出，本发明为一种兼容 10BaseT&100BaseTX、可任意指定速率以太网物理层实现方法，为了实现数据多速率传输，一方面改变物理层的参考时钟，另一方面对 IEEE802.3 的自协商技术做必要修改，使得在兼容 10BASE-T&100BASE-TX 的同时，适应指定速率的特性要求。因此，本发明可以为宽带用户订制不同带宽，使得用户充分享用自己所订购的带宽实现多种宽带速率的多种服务收费，从而更好的满足以太网宽带接入市场的市场需求；并且，通过采用预加重/接收均衡、消除基线游离等方式，结合适当降低传输速率，达到以太网宽带用户长距接入的目的。

附图说明

图 1 为传统以太网支持 10BASE-T&100BASE-TX 以标准速率传输的设备收发部分的结构示意图；

图 2 为本发明实施例的支持非标准速率的设备收发部分的结构示意图；

图 3 为本发明实施例的支持非标准速率的以太网传输方法的流程图；

图 4 为采用预加重/接收均衡方式传输数据的支持非标准速率的设备的结构示意图。

具体实施方式

在以太网中的以 10BaseT&100BaseTX 相连接的两侧物理层设备进行支持非标准速率的物理层传输时，需要对两侧物理层设备进行改造。下面以物理层设备（芯片）为例进行详细介绍。

请参阅图 2，图 2 为本发明实施例的支持非标准速率的设备收发部分的结构示意图。如图所示，本发明在传统的以太网物理层设备收发部分结构的基础上，在时钟生成器中增加了直接数字频率合成器，并且本发明的自协商模块与图 1 中所示的传统自协商模块不同，该自协商模块用以使本端设备与对端设备协商用户指定的 0 到 100 兆的非标准速率；以及时钟生成器，从自协商模块获取协商成功的速率，并依此速率计算并生成设备物理层参考时钟，并且所述自协商模块在指定速率协商失败的情况下进一步协商标准速率。

本发明的时钟生成器包括标准时钟产生器和直接数字频率合成器（Direct Digital Frequency Synthesis 简称 DDS 或 DDFS）；标准时钟产生器，与外接晶振相连，产生标准参考时钟；直接数字频率合成器与所述的标准时钟产生器、自协商模块相连，用以根据自协商模块提供的协商速率，确定所需物理层参考时钟和标准参考时钟之间的倍数关系，对标准参考时钟进行分频。该直接数字频率合成器有别于其它频率合成方法的优越性能和特点成为现代频率合成技术中的佼佼者。具体体现在频率转换时间短、频率分辨率极高、输出相位连续、可编程和全数字化、控制灵活方便等方面，并具有极高的性价比。其最高工作频率以及噪声性能已接近并达到锁相频率合成器相当的水平。

在宽带用户有宽带需求时，首先根据两侧设备的传输距离、客户所需的带宽，结合速率 - 长度对应表，指定两侧设备间传输的速率。速率-长度表是对于不同的速率，不同的线缆测算可以传输的距离。在实际应用中，以 500K 作为带宽细分的粒度已经能充分满足业务细分要求，表 1 列举了以 500K 为级别划分的速率-长度表的示例格式：

表 1:

带宽	长度/线缆	长度/线缆
0.5M – 1M	2000 米/3 类线	3000 米/5 类线
1.5M – 5M	1500 米/3 类线	2500 米/5 类线
---	---	---

在确定采用以太网方式接入和数据传输速率后，需要在两端都做相应设置。如果在客户端作设置，则用户更改带宽选择时，需要局方去客户家里做更改，这是一件很麻烦的事情。所以，我们采用在局方设备端口上制定速率，通过自协商机制使得客户一侧也作相应更改。具体的，在局方设备上，在端口模式下，增加两条新的命令：

```
speed-prefered <speed>
```

```
speed-forced <speed>
```

指定速率 (speed) 为 0.5N 兆，其中，N 为 1 至 199 之间的整数，且 N 不等于 20。speed-prefered 命令使得两端最好协商出指定的速率，如果有一端不支持，还可以协商出 10/100M，从而与 IEEE 802.3 10BASE-T/100BASE-TX 兼容。speed-forced 命令则强制要求两端协商出指定的速率，如果有一端不支持，链路就不能建立起来。

请参阅图 3，图 3 为本发明实施例的支持非标准速率的以太网传输方法的流程图。该方法包括如下步骤：

步骤 1: 本侧以太网设备与另一侧设备协商一个用户指定速率，其中，该指定速率是用户设置在任意一侧设备上的，且该速率包括 0 至 100 兆之间的任意非标准速率；

步骤 2: 按照步骤 1 协商出来的速率, 改变设备物理层的工作参考时钟;

步骤 3: 根据确定的速率, 通过与设备物理层与其 MAC 层之间的介质无关接口, 相应改变 MAC 层的参考时钟。

上述步骤 1 具体包括:

步骤 11: 根据本端设备端口是否支持指定的速率, 产生本端设备端口支持的指定速率;

步骤 12: 通过快速连接脉冲的下一页信息编码承载本端设备端口支持的指定速率;

步骤 13: 与对端设备端口交互快速连接脉冲;

步骤 14: 协商出双方均支持的指定速率, 执行步骤 15, 否则进行标准速率的传输;

步骤 15: 将协商出的指定速率保存在与介质无关接口的扩展状态寄存器中。

在本实施例中, 自协商信息中的连接码字 (基本页), 描述了本端网络接口所支持的各种工作模式, 该工作模式包括速率。不同的选择域类型对应不同的技术能力域定义。下面表格给出 IEEE 802.3 标准下定义的各种技术能力及其编码, 如表 2 所示:

表 2

比特	技术	最低电缆要求
A0	10BASE-T	两对三类线
A1	10BASE-T 全双工	两对三类线
A2	100BASE-TX	两对五类线
A3	100BASE-TX 全双工	两对五类线
A4	100BASE-T4	四对三类线
A[5:7]	将来技术保留应用	

本发明与 10BASE-T/100BASE-TX 兼容, 所以在基本页中支持 A0、A1、A2、A3 等能力。

自协商功能除了可以发送基本页信息来进行信息的交换，还可以通过发送下一页信息来进行额外信息的交换。在基本页中将下一页比特标志设为有效，并通过发送下一页信息的功能来进行额外的信息的交换。下一页信息的编码又分为两种，一种是消息页编码，另外一种是非格式化页编码，消息页是用来定义一套消息的，非格式化页在某一消息页后发送，用来表示这一消息的数据信息，一个消息页后面可以跟随不止一个非格式化页。

例如可以在消息页中的消息域分配一个新的消息的标志（消息域包含 11 个比特，可以支持 2048 个有效消息）300，这个 300 号的信息就表示是要使用一个指定的速率来协商，在消息页后面的非格式化页的非格式化域中，下一页中非格式化域的含义如表 3 所示：

表 3

位 (Bit)	名称 (Name)	解释 (Discription)
U[0:7]	速率选择	$2^8 = 256$ 表示指定速率的 2 倍
U[8]	双工模式	1 = Full Duplex (全双工) 0 = Half Duplex (半双工)
U[9:10]	保留部分	

这里 U[0:7]是指特定的速率，它由 8 个比特组成，因此可以代表任意 0 到 255 之间的数字，我们用它来表示端口配置速率的 2 倍数字，例如，如果指定速率为 1.5，这里就是 3，通过乘 2 转换为整数形式。这样，我们就在基本页所支持的 4 种模式（不包括 100BASE-T4）的基础上，又增加了两种新的模式：

Defined-Speed <speed> duplex 以及

Defined-Speed <speed>

另一方面，客户端的一方也要表明自己可以支持这种任意指定速率的模式，以使得本端一侧设备完成设置。所以我们规定，在没有指定的速率的情况下，网络接口也要发送下一页信息，通过把 U[0:7]设置为全零来表示自己对这种能力的支持。表 4 显示了双方 Defined-Speed（指定速率）模式的协商情况：

表 4

本地设备类型	远端设备类型	协商结果	
		本地设备	远端设备
Defined-Speed <i>speed</i> [duplex]	Defined-Speed <i>speed</i> [duplex]	Defined-Speed <i>speed</i> [duplex]	Defined-Speed <i>speed</i> [duplex]
Defined-Speed <i>speed</i> [duplex]	Defined-Speed 0 [duplex]	Defined-Speed <i>speed</i> [duplex]	Defined-Speed <i>speed</i> [duplex]
Defined-Speed 0 [duplex]	Defined-Speed <i>speed</i> [duplex]	Defined-Speed <i>speed</i> [duplex]	Defined-Speed <i>speed</i> [duplex]
Defined-Speed 0 [duplex]	Defined-Speed 0 [duplex]	Nothing happened	
Defined-Speed 0 [duplex]	Not support	Nothing happened	
Not support	Defined-Speed 0 [duplex]	Nothing happened	
Not support	Not support	Nothing happened	
Defined-Speed <i>speed</i> [duplex]	Defined-Speed <i>speed</i> [duplex]	Fault Detected	

上表中[duplex]表示此参数在这里是可选的。经过协商后，双方的 Defined-Speed 模式一定是相同的，可以有 Defined-Speed <speed> duplex, Defined-Speed <speed>, Nothing happened 以及 Fault Detected 几种结果；其中，Fault Detected 表示协商不成功，两端设备不能通信；Nothing happened 表示 Defined-Speed 模式是无效的，按照其他的能力模式继续协商。

所述的步骤 14 还可以区分出 speed-prefered 与 speed-forced 两条命令的差别。如果使用 speed-prefered 命令，则本端发送的基本页信息包含了与 10BASE-T、100BASE-TX 兼容的 4 种模式，所以当对方不支持 Defined-Speed 模式时，也可以协商成功；如果使用 speed-forced 命令，

则本端发送的基本页信息就不包含与 10BASE-T、100BASE-TX 兼容的 4 种模式，当对端不支持 Defined-Speed 模式时，就无法协商成功。这样就可以强迫对端必须使用支持 Defined-Speed 模式的网卡，并保证不能超越所定购的带宽。

综上所述，结合基本页所支持的 4 种模式，本发明能支持以下按优先级从高到低的次序列出的 6 种模式：

- 1) Defined-Speed <speed> duplex
- 2) Defined-Speed <speed>
- 3) 100BASE-TX full duplex
- 4) 100BASE-TX
- 5) 10BASE-T full duplex
- 6) 10BASE-T

在确定双方均支持的包括指定速率的扩展工作模式后，为了方便查询协商结果的工作模式状态，可以将所述的扩展工作模式存储在物理层和 MAC 层与介质无关接口的扩展状态寄存器中。MII（介质无关接口）管理寄存器组包含 32 个不同的寄存器，Register 1 表示状态寄存器，如下表所示。

表 5

位	名称	描述	读/写
1.15	100BASE-T4	1=PHY 支持 100BASE-T4 0= PHY 不支持 100BASE-T4	只读
1.14	100BASE-X 全双工	1=PHY 支持 100BASE-X 全双工 0= PHY 不支持 100BASE-X 全双工	只读
1.13	100BASE-X 半双工	1=PHY 支持 100BASE-X 半双工 0= PHY 不支持 100BASE-X 半双工	只读
1.12	10Mb/s 全双工	1=PHY 支持 10Mb/s 全双工 0= PHY 不支持 10Mb/s 全双工	只读
1.11	10Mb/s 半双工	1=PHY 支持 10Mb/s 半双工 0= PHY 不支持 10Mb/s 半双工	只读
1.10	100BASE-T4 全双工	1=PHY 支持 100BASE-T4 全双工 0= PHY 不支持 100BASE-T4 全双工	只读
1.9	100BASE-T4 半双工	1=PHY 支持 100BASE-T4 半双工 0= PHY 不支持 100BASE-T4 半双工	只读
1.8	扩展状态	1=Register15 保存扩展状态信息 0= Register15 不保存扩展状态信息	只读

1.7	保留	1=PHY 支持 100BASE-T4 0=PHY 不支持 100BASE-T4	只读
1.6	前导符抑制	1=PHY 接受不含前导符的管理帧 0=PHY 不接受不含前导符的管理帧	只读
1.5	自协商完成	1=自协商过程完成 0=自协商过程未完成	只读
1.4	远端错误	1=检测到远端错误 0=未检测到远端错误	只读
1.3	自协商能力	1=具有自协商能力 0=不具有自协商能力	只读
1.2	链路状态	1=链路 up 0=链路 down	只读
1.1	超常帧检测	1=检测到超常帧 0=未检测到超常帧	只读
1.0	扩展能力	1=具有扩展能力 0=不具有扩展能力	只读

从表 5 可以看出，上述的几种基本模式，对于 Defined-Speed 模式肯定是不支持的。因此，在本实施例中，将该寄存器的 0 比特扩展能力位（Extended Capability bit）置为 1，然后采用未使用的某个寄存器，如寄存器 16 作为扩展状态寄存器，来保存 Defined-Speed 模式的状态。

两侧设备自协商出双方均支持的速率后，自协商模块控制两侧以太网收发器按照确定的速率模式产生相应的物理层参考时钟。其步骤 2 具体包括：

步骤 21：根据双方均支持的速率和标准参考时钟，确定分频因子；

步骤 22：通过设置直接数字频率合成器对标准参考时钟进行分频，产生所需要的物理层参考时钟。

通常物理层芯片一般使用外接的晶振或者电子振荡器来触发时钟生成器从而产生参考时钟（如图 2 所示），大多数芯片采用固定的 25MHz 参考时钟。在本实施例中，使用了直接数字频率合成器（Direct Digital Frequency Synthesis 简称 DDS 或 DDFS）方便地实现了分频的要求。例如，对于 10M 的情况，可以根据指定带宽，通过设置，使得直接数字频率合成器产生相应的参考时钟，将参考时钟降到 2.5MHz，从而达到改变数据传输速率、增大传输距离的目的。

步骤 3 根据确定的速率，通过与设备物理层与其 MAC 层之间的介质

无关接口，相应改变 MAC 层的参考时钟。具体地说，MAC 层与物理层（PHY）之间可以使用 MII 接口，10BASE-T/100BASE-TX 的 MAC 层通过 MII 每发送一个 nibble（奈培）（4 个比特），要等待物理层的确认才可以发送下一个 nibble（奈培），所以其发送时钟是由物理层的时钟控制的；同时其接收时钟也是从 PHY 层接收的数据中恢复的，因此改变了物理层的参考时钟，MAC 层的时钟也自然随之改变，并不需要在调整 MAC 的时钟了，从而实现了两侧以太网收发器以所述的参考时钟进行物理层与 MAC 层接口的速度匹配。

由于在本实施例中的物理编码子层所采用的工作模式有两种，因此，步骤 3 的其中之一具体实现步骤如下：

步骤 31：物理编码子层采用 100BASE-TX 模式工作；

步骤 32：物理层通过介质无关接口以修改后的物理层参考时钟修改 MAC 层的参考时钟；

步骤 33：两侧以太网收发器的物理层与 MAC 层分别以修改后的参考时钟进行数据传输。

步骤 3 的另一种实现方式的具体步骤为：

步骤 311：两侧以太网收发器按照自协商的结果，判断所述的传输速率是否小于 10 兆，如果是，物理编码子层采用 10BASE-T 模式工作，执行步骤 313；否则，执行步骤 312；

步骤 312：物理编码子层采用 100BASE-TX 模式工作；

步骤 313：物理层通过介质无关接口以修改后的物理层参考时钟修改 MAC 层的参考时钟；

步骤 314：两侧以太网收发器的物理层与 MAC 层分别以修改后的参考时钟进行数据传输。

也就是说，物理编码子层采用 100BASE-TX 模式工作还可以根据具体情况在 10BASE-T 和 100BASE-TX 模式工作之间进行切换。上述两种物理编码子层的工作模式选定后，再通过直接数字频率合成器的设置改变参考时钟，实现指定速率。

此外，所述的与介质无关接口相连 MAC 层包含先进先出电路，该电路的工作频率为零到最大工作频率之间的任意值。例如，MAC 中包含两

个先进先出电路（first-in-first-out 简称 fifo）接收 FIFO（Rx fifo）和发送 FIFO（TX fifo），它们的工作频率范围不一定满足 PHY 时钟的变化要求。因此，为完全排除工作频率的限制，在 MAC 中应选择没有频率的限制的 fifo 器件，即可以工作在 $[0, f_{max}]$ 的任意频率上的 fifo 器件。

请参阅图 4，图 4 为本发明实施例的采样了预加重/接收均衡的方式传输数据的支持非标准速率的物理层设备的结构示意图。如图所示，多模数模转换器包括预加重模块，相应地，模数转换器包括接收均衡模块。由于降低了传输速率，已经大大延伸了传输距离；为了进一步提高信号质量，本发明还采用了成本较低和成熟的技术，进一步提高传输距离，例如预加重/接收均衡等技术。预加重技术的作用为：通常线缆对信号中低频成分的传输性能优于高频成分，发送器预先对这种信号衰减进行补偿，对要发送的信号在发送前进行一定程度的放大处理，使被发送信号到达远距离接收对端时信号不至于由于严重的传输损耗而被衰减得完全淹没在噪声之中，而根本无法将其恢复。接收均衡的作用为：接收均衡通过对接收数据运用相对频率特征来补偿信道的损耗特征，用来校正线缆上的信号变形、失真。

需要说明的是，上述包括非标准速率的扩充工作模式的传输方法，可以应用于 10BASE-T/100BASE-T2 或 10BASE-T/100BASE-T4 兼容的情况，只是在实现时对自协商部分做少量修改即可。另外，数字分频器也可以只实现整数分频，这时就要对于可以实现的速率做限制，使得对应的参考频率可以被 25MHz 整除。

本发明虽以较佳实施例揭示如上，然其并非用以限定本发明的范围，任何本领域的技术人员，在不脱离本发明的精神和范围内，当可做些许的更动与润饰，因此本发明的保护范围当视所附的权利要求所界定的范围为准。

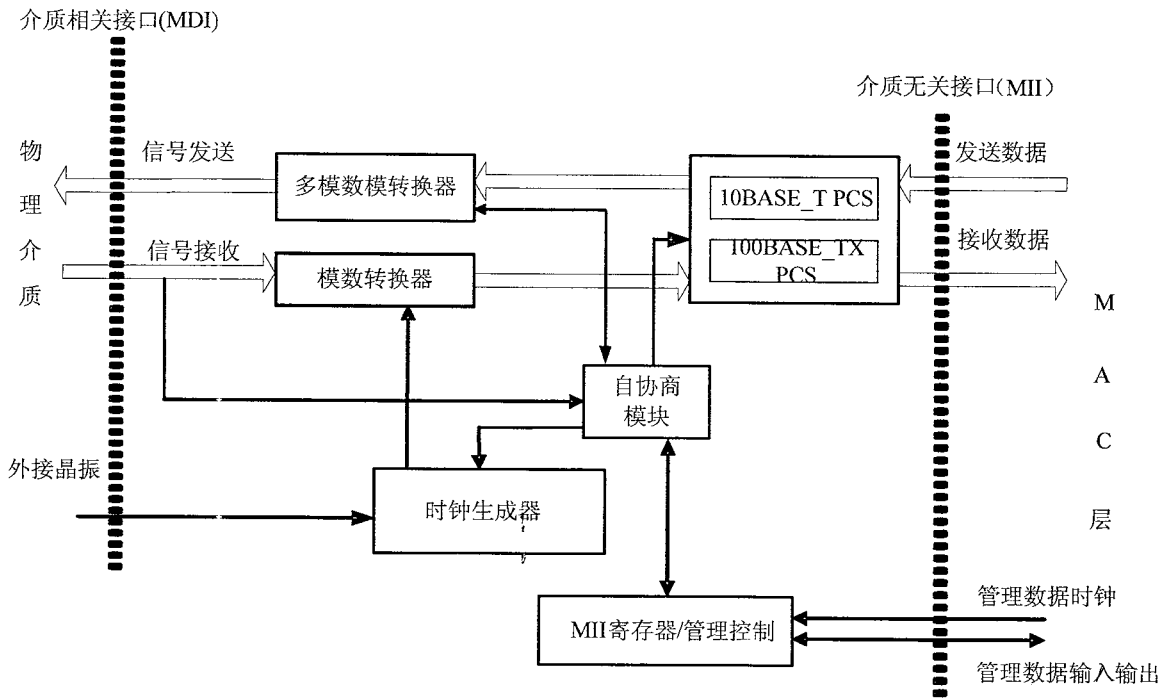


图 1

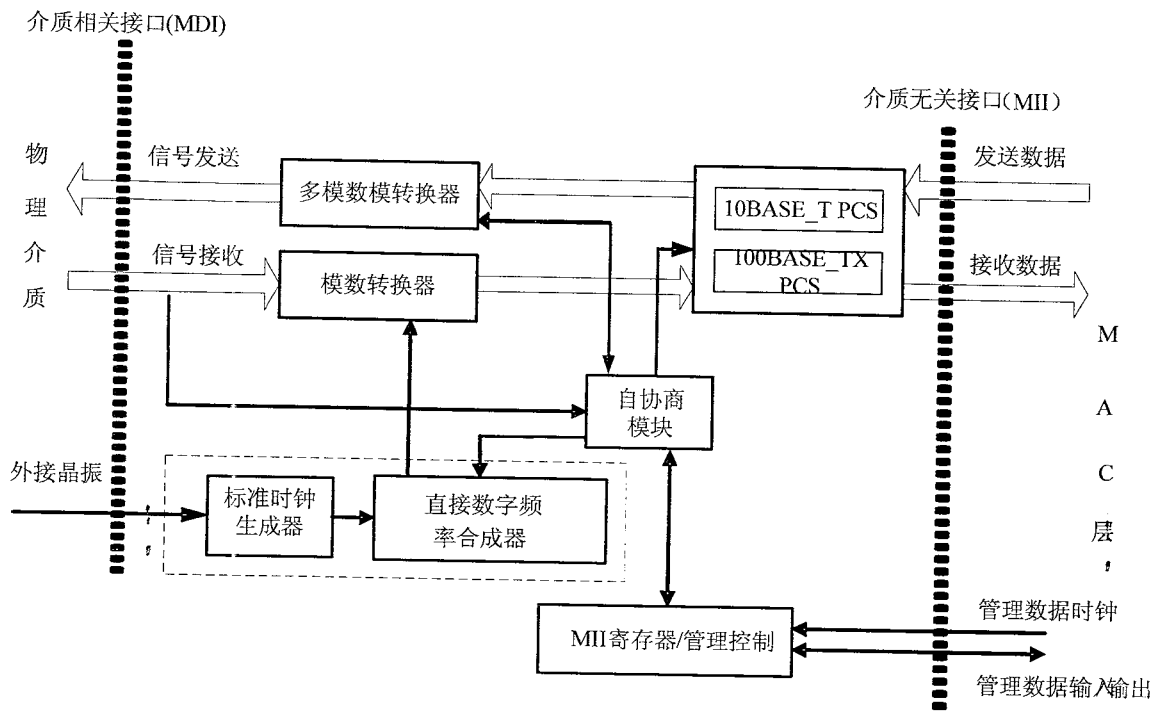


图 2

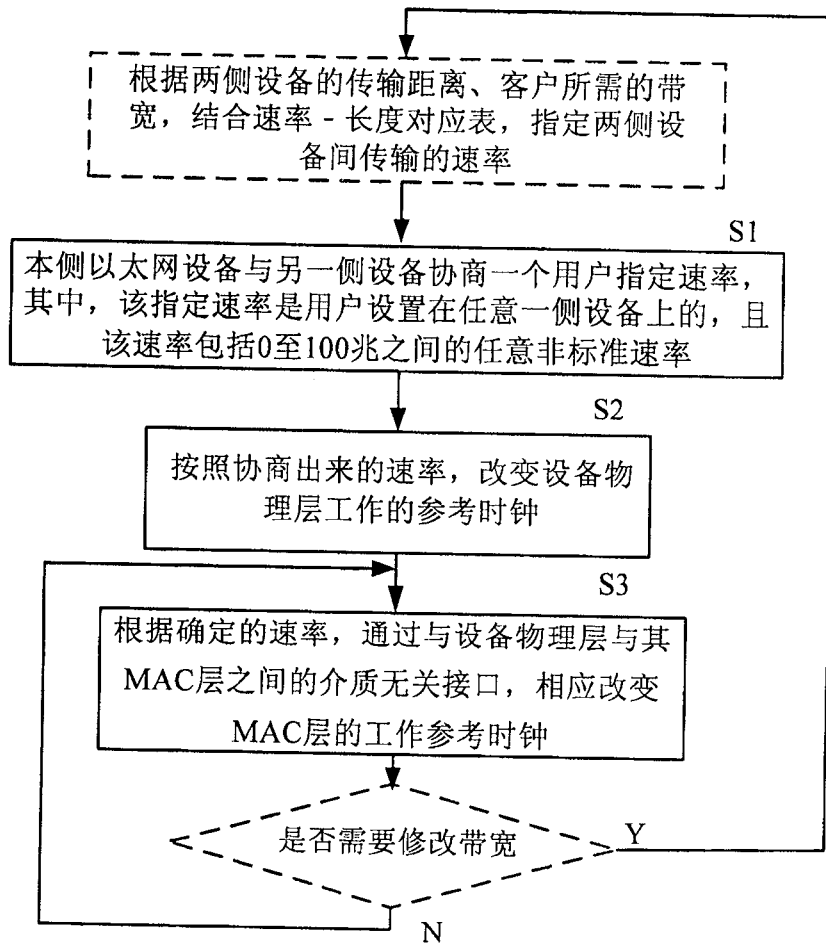


图 3

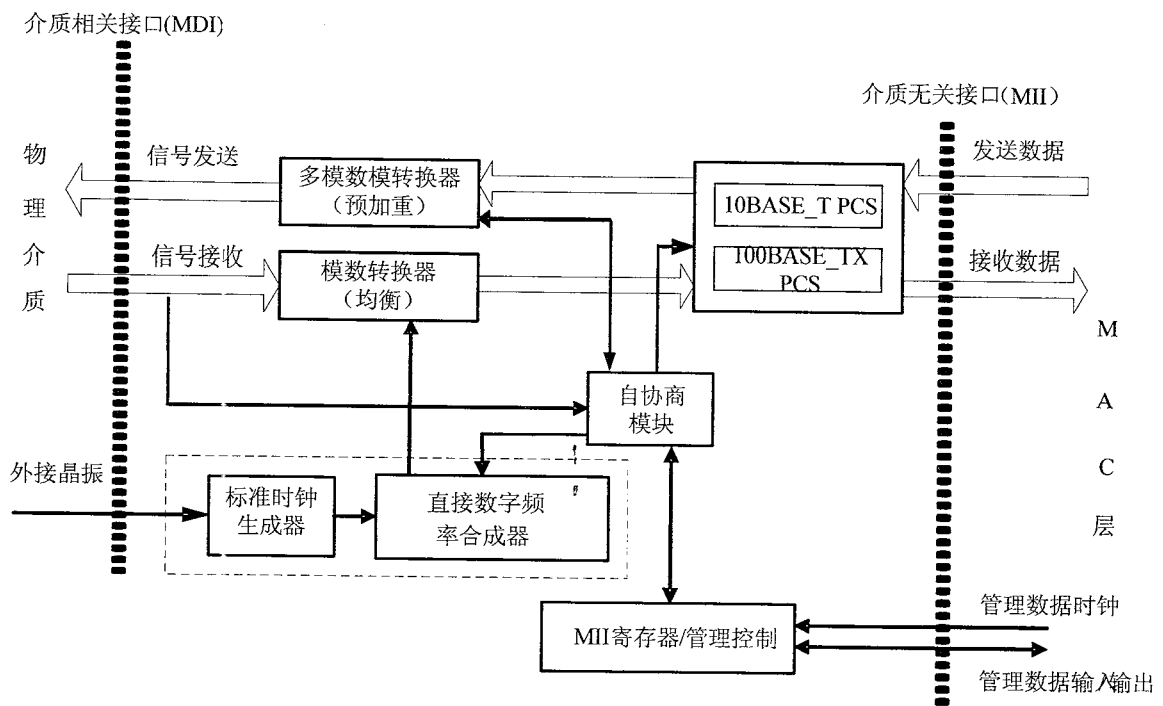


图 4