



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102197607 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 07

(21) 申请号 200980143096. 4

(22) 申请日 2009. 10. 26

(30) 优先权数据

12/260, 514 2008. 10. 29 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 04. 28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2009/062036 2009. 10. 26

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/051246 EN 2010. 05. 06

(73) 专利权人 思科技术公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 丹尼尔·比德尔曼 丹尼斯·法赫休·巴若斯

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限公司 11258

代理人 宋鹤

(51) Int. Cl.

H04B 7/185(2006. 01)

(56) 对比文件

US 20060153238 A1, 2006. 07. 13, 说明书第 1 页第 0003 段、第 3 页第 0031-0032、0036 段、第 6-7 页第 0065 段, 图 1、2 和 5.

CN 101080889 A, 2007. 11. 28, 说明书第 2 页倒数第 5 段至第 6 页第 3 段, 图 2.

US 20070233835 A1, 2007. 10. 04, 说明书第 1 页第 0012 段至第 3 页 0030 段.

US 20070202835 A1, 2007. 08. 30, 说明书第 2 页第 0028-0032 段、图 3.

CN 10144255 A, 2009. 05. 27, 全文.

US 20070030829 A1, 2007. 02. 08, 说明书第 2 页第 17-19 段.

CN 1951070 A, 2007. 04. 18, 全文.

审查员 李莎莎

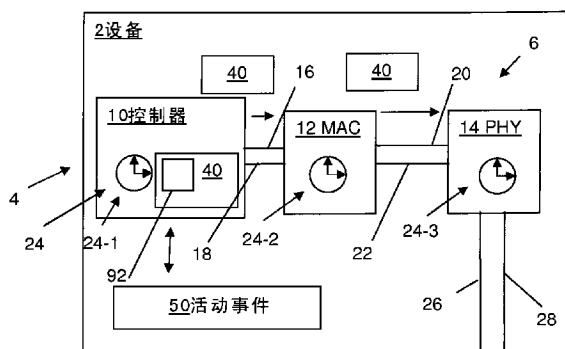
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

网络设备、网络设备的功率管理的方法和系统

(57) 摘要

在一个实施例中, 一种方法包括接收同步命令, 以在通信路径上的一组组件中的各个组件之间同步时间信息。该方法包括生成功率状态消息。该方法包括由第一组件向通信路径中的其余组件发送功率状态消息。功率状态消息被配置为在时段内将这组组件中的其余组件的功耗从第一功率量降低为第二功率量, 并且该时段与所同步的时间信息相关联。



1. 一种用于网络设备的功率管理的方法,包括:

由第一设备的一组组件接收同步命令,以在通信路径上的所述一组组件中的各个组件之间同步时间信息;

由所述一组组件中的第一组件生成功率状态消息;以及

由所述一组组件中的第一组件向所述通信路径上所述一组组件中的其余组件发送所述功率状态消息,所述功率状态消息被配置为在时段内将所述一组组件中的其余组件的功耗从第一功率量降低为第二功率量,所述时段与所同步的时间信息相关联。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中由所述一组组件中的第一组件生成所述功率状态消息包括由所述通信路径上的控制器生成所述功率状态消息,所述控制器与所述第一设备相关联;并且

其中向所述通信路径上的其余组件发送所述功率状态消息包括,由所述控制器向物理层(PHY)发送所述功率状态消息,所述PHY与所述设备相关联,所述功率状态消息被配置为在所述时段内将与所述第一设备相关联的所述PHY的功耗从第一功率量降低为第二功率量。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中由所述一组组件中的第一组件生成所述功率状态消息包括由所述通信路径上的控制器生成所述功率状态消息,所述控制器与所述第一设备相关联;并且

其中由所述一组组件中的第一组件向所述通信路径上的其余组件发送所述功率状态消息包括:

(i) 由所述控制器向物理层(PHY)发送所述功率状态消息,所述PHY与所述第一设备相关联,所述功率状态消息被配置为在所述时段内将与所述第一设备相关联的所述PHY的功耗从第一功率量降低为第二功率量,和

(ii) 由与所述第一设备相关联的所述PHY向具有所述通信路径上的一组组件的第二设备发送所述功率状态消息,所述功率状态消息被配置为在所述时段内将与所述第二设备相关联的所述一组组件的功耗从第一功率量降低为第二功率量。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中由与所述第一设备相关联的所述PHY向具有所述通信路径上的一组组件的第二设备发送所述功率状态消息包括,由与所述第一设备相关联的所述PHY向与所述第二设备相关联的PHY发送所述功率状态消息,所述功率状态消息被配置为在所述时段内将与所述第二设备相关联的所述PHY的功耗从第一功率量降低为第二功率量。

5. 根据权利要求3所述的方法,包括:响应于所述一组组件中的第一组件向所述通信路径上的其余组件发送所述功率状态消息,由所述一组组件的第一组件接收时间估计消息,所述时间估计消息指示出所述第二设备可进入与所述第二功率量相关联的第二功率汲取状态的时段,在所述时间估计消息中指示出的时段短于所述功率状态消息中指示出的时段。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中生成功率状态消息包括:

由所述一组组件中的第一组件检测与所述通信路径上的所述一组组件相关联的活动事件;和

响应于检测到所述活动事件,由所述一组组件中的第一组件生成所述功率状态消息。

7. 根据权利要求 6 所述的方法,其中由所述一组组件中的第一组件检测与所述通信路径上的所述一组组件相关联的活动事件包括,检测所述通信路径上所述一组组件的相对不活动。

8. 根据权利要求 6 所述的方法,其中由所述一组组件中的第一组件检测与所述通信路径上的所述一组组件相关联的活动事件包括,由所述一组组件中的第一组件检测所述通信路径上所述一组组件中的至少一个组件的发送缓冲器为空。

9. 根据权利要求 1 所述的方法,包括在所述时段期满之前,由所述一组组件的其余组件从所述第二功率状态转变到所述第一功率状态。

10. 根据权利要求 1 所述的方法,其中由所述一组组件中的第一组件生成所述功率状态消息包括,由所述一组组件中的第一组件调节所述功率状态消息的前导码,以指示出所述一组组件中的其余组件的功耗从所述第一功率量降低为所述第二功率量的时段。

11. 根据权利要求 1 所述的方法,其中由所述第一设备的一组组件接收所述同步命令包括,接收所述同步命令以在所述一组组件中的各个组件之间将时间信息同步到亚微秒的分辨率级别。

12. 根据权利要求 1 所述的方法,其中由所述一组组件中的第一组件生成所述功率状态消息包括由所述通信路径上的控制器生成所述功率状态消息,所述控制器与设备相关联;并且

其中由所述一组组件中的第一组件向所述通信路径上的其余组件发送所述功率状态消息包括,由所述控制器向与所述设备相关联的至少一个网络端口发送所述功率状态消息,所述功率状态消息被配置为在第一功率量和第二功率量之间转变所述至少一个网络端口的功耗。

13. 根据权利要求 1 所述的方法,其中由所述一组组件中的第一组件向所述通信路径上的所述一组组件中的其余组件发送所述功率状态消息以在所述时段内将所述一组组件中的其余组件的功耗从所述第一功率量降低为所述第二功率量包括,由所述一组组件中的第一组件发送所述功率状态消息以便以交错方式在所述时段内将所述一组组件中的其余组件的功耗从所述第一功率量降低为所述第二功率量。

14. 一种网络设备,包括:

在通信路径上的一组组件,该一组组件被配置为执行根据任一在前权利要求所述的方法。

15. 一种用于网络设备的功率管理的系统,包括:

在通信路径上的一组组件,该一组组件被配置为接收同步命令以在所述一组组件中的各个组件之间同步时间信息;

所述通信路径上的所述一组组件中的第一组件,该第一组件被配置为生成功率状态消息;并且

所述第一组件被配置为向所述通信路径上所述一组组件中的其余组件发送所述功率状态消息,所述功率状态消息被配置为在时段内将所述一组组件中的其余组件的功耗从第一功率量降低为第二功率量,所述时段与所同步的时间信息相关联。

## 网络设备、网络设备的功率管理的方法和系统

### 技术领域

[0001] 本公开一般地涉及网络设备的功率管理的领域。

### 背景技术

[0002] 计算机和信息网络使得计算机系统能够交换内容或数据。例如，局域网 (LAN) 在企业、校园和住所环境中的计算机化的设备之间提供通信并且使得能够进行内容交换。用于 LAN 通信的主要协议是以太网。以太网物理和数据链路层 (例如层 1 和层 2) 规范定义了计算机化的设备如何经由各种类型的物理连接 (例如双绞线、同轴电缆和光纤) 来交换内容。

[0003] 例如，被配置为在 LAN 上使用的计算机化的设备通常包括介质访问控制器 (MAC) 和物理接口收发器 (PHY)。常规的 MAC 由 IEEE-802.3 以太网标准来定义并且在计算机化的设备中被配置为数据链路层。常规的 PHY 将对应的 MAC 连接到物理介质，例如第 5 类双绞线，并且被配置为在 MAC 和物理介质之间交换数据。在接收模式中，PHY 从物理介质接收数据并且将数据解码为适合于进行接收的计算机化的设备的形式。在发送模式中，PHY 从计算机化的设备 (通常从 MAC) 得到数据，并且将数据转换为适合于使用中的物理介质的形式。

### 发明内容

[0004] 在一个方面，本申请公开了一种用于网络设备的功率管理的方法，包括：由第一设备的一组组件接收同步命令，以在通信路径上的所述一组组件中的各个组件之间同步时间信息；由所述一组组件中的第一组件生成功率状态消息；由所述一组组件中的第一组件向所述通信路径上所述一组组件中的其余组件发送所述功率状态消息，所述功率状态消息被配置为在一段时段内将所述一组组件中的其余组件的功耗从第一功率量降低为第二功率量，所述时段与所同步的时间信息相关联。

[0005] 在另一个方面，本申请公开了一种网络设备，包括在通信路径上的一组组件，该一组组件被配置为执行根据上述方面所述的方法。

[0006] 在另一个方面，本申请公开了一种用于网络设备的功率管理的系统，包括：在通信路径上的一组组件，该一组组件被配置为接收同步命令以在所述一组组件中的各个组件之间同步时间信息；所述通信路径上的所述一组组件中的第一组件，该第一组件被配置为生成功率状态消息；所述第一组件被配置为向所述通信路径上所述一组组件中的其余组件发送所述功率状态消息，所述功率状态消息被配置为在一段时段内将所述一组组件中的其余组件的功耗从第一功率量降低为第二功率量，所述时段与所同步的时间信息相关联。

### 附图说明

[0007] 根据附图中所示的本发明的具体实施例的以下描述，前述和其它目的、特征和优点将是明显的，遍及不同的视图，在附图中相似的标号指代相同的部分。附图不一定是按比

例绘制的,而是重点在于说明本发明的各个实施例的原理。

[0008] 图 1 示出了具有一组组件的计算机化设备的框图。

[0009] 图 2 是描绘了根据一个实施例的图 1 的计算机化设备的操作方法的流程图。

[0010] 图 3 示出了根据一个实施例的具有图 1 的计算机化设备的系统的第一框图。

[0011] 图 4 示出了根据一个实施例的具有图 1 的计算机化设备的系统的第二框图。

## 具体实施方式

### [0012] 概述

[0013] 与网络相关联的计算机设备在操作期间通常汲取相当大量的功率。这种对功率的相当大量的汲取背后的一种原因涉及设备汲取功率的时间量。就当前规定的以太网设备而言,在其操作期间,在处于活动操作模式或空闲操作模式时,相关联的 PHY 的功率汲取保持为相对恒定。例如,当处于活动操作模式中,例如当以 10 千兆比特 / 秒发送分组时,常规的 PHY 通常汲取或消耗大约 8 瓦特的功率。然而,当处于空闲操作模式中,例如当没有在发送分组时,常规的 PHY 消耗大约 7 瓦特的功率。因此,无论以太网设备是否活跃地与网络中的其它设备交换数据,以太网设备(特别是 PHY)都汲取功率。为了应对 PHY 的这种配置,IEEE P802.3az 项目(即高效节能以太网)定义了使得 PHY、MAC 和关联设备能够在没有数据要传送时降低功率使用的机制和通信。

[0014] 802.3az 标准所定义的机制和通信对于特定通信链路的发送和接收方向是独立地运行的并且对于所有通信链路是独立地运行的。因此,具有多个通信链路的设备通常不被配置为预测或控制每条链路何时在功率状态间转变。类似地,当流量突发经过通信设备的网络时,网络将经受不可预测的功率状态间的转变。希望具有多条通信链路的设备被配置为预测和控制设备的各种相关联的通信链路和相关联的 MAC 和 PHY 设备何时在功率状态间转变。类似地,希望网络中的多个通信设备被配置为协调功率状态转变,以便优化网络的功率使用和性能。

[0015] 通常,所公开的方法包括接收同步命令以便在通信路径上的一组组件中的每一个组件之间同步时间信息。该方法包括生成功率状态消息。该方法包括由第一组件向通信路径上的其余组件发送功率状态消息。功率状态消息被配置为在一段时段内将这组组件中的其余组件的功耗从第一功率量降低为第二功率量,并且该时段与所同步的时间信息相关联。

### [0016] 对示例实施例的描述

[0017] 图 1 示出了具有形成通信路径 6 的一组组件 4 的计算机化设备 2 的框图。在一种布置中,计算机化设备 2 被配置为以太网设备,例如个人计算机、因特网协议(IP)电话或接入点。在这样的布置中,计算机化设备 2 包括构成一组组件 4 的控制器 10、介质访问控制器(MAC) 12 和物理接口收发器(PHY) 14。在一种布置中,控制器 10 包括处理器或中央处理单元(CPU),并且布置有存储器与 MAC12 电通信。例如,控制器 10 包括布置为与 MAC12 电通信的发送路径 16 和接收路径 18。MAC14 被配置为数据链路层并且布置为经由发送路径 20 和接收路径 22 与 PHY14 电通信。尽管控制器 10 和 MAC14 示出为通信路径 6 上的分离组件 4,但是在一种布置中,控制器 10 和 MAC14 集成在一起作为单个组件。

[0018] PHY14 被配置为将 MAC12 连接到物理介质,例如第 5 类双绞线,并且被配置为在 MAC12 和物理介质之间交换数据。可以通过多种方式配置 PHY14。例如,PHY14 可被配置为

串行媒体独立接口 (SMII)、串行千兆媒体独立接口 (SGMII)、10 千兆附接单元接口 (XAUI) 或用于 XFP 的高速串行接口。

[0019] 如上所述,在常规 PHY 的操作期间,常规 PHY 的功率汲取在处于活动或空闲操作模式时保持相对恒定。为了降低 PHY14 在操作期间所汲取的功率量,沿着通信路径 6 的一组组件 4 被配置为允许基于时间控制在设备 2 操作期间组件 4 所汲取的功率。为了允许这种基于时间的控制,沿着通信路径 6 的一组组件 4 中的各个组件被一起同步,以使得关联于每一个组件 4 的每一个时钟(例如时钟信号)基本上与关联于其它组件 4 的各个其它时钟一致地操作。例如,计算机设备 2 中包含的控制器 10、MAC12 和 PHY14 中的每一个具有关联的时钟,例如晶体振荡器,其中各个时钟基本上相互一致地操作。在如图 1 所示的一种布置中,控制器 10、MAC12 和 PHY14 中的每一个具有关联的时钟 24(即分别为时钟 24-1、24-2 和 24-3),例如 IEEE1588 时钟。尽管每个组件 4 示出为具有它自己的时钟 24-1、24-2 和 24-3,但是可以通过多种方式配置各个组件 4 的时钟。在一种布置中,组件 4 的子集(即控制器 10、MAC12 和 PHY14 的某种组合)可集成到一起作为单个组件,例如单个专用集成电路(ASIC)的一部分,并且共享单个时钟,例如 IEEE1588 时钟。例如,MAC12 和 PHY14 可集成到一起作为单个 ASIC 的一部分,并且可共享单个时钟。在另一种布置中,控制器 10 可用时钟 24-1 来配置并且将时钟时间传送到 MAC12 和 PHY14。在又一种布置中,一个或多个时钟布置在组件 4 外部并且将时钟时间传送到每一个组件 4。

[0020] 尽管可以通过多种方式来实现组件 4 的同步,但是在一种布置中,使用 IEEE1588v2 标准来同步组件 4,以便精确地将组件 4 同步到相互的纳秒级别。在一种布置中,硬件时间戳协议(例如 IEEE802.1as 或 TicToc)可用于同步组件 4 的关联时钟 24。在这样的布置中,以相当精确的方式来同步每一个组件 4。因此,每一个组件 4 可被配置为在设备 2 的操作期间进入和退出低功率汲取状态,这将在下面被描述。

[0021] 图 2 是描绘了根据一个实施例的图 1 的计算机化设备 2 的操作方法的流程图 100。在操作期间,设备 2 被配置为使得在给定的时段内降低每一个组件 4 所汲取的功率量。

[0022] 在步骤 102,通信路径 6 上的一组组件 4 接收同步命令,该同步命令用于在这组组件中的各个组件之间同步时间信息。在一种布置中,设备操作者或系统管理员配置每一个组件 4 以使得每一个时钟 24 基本上一致地操作。例如,系统管理员将硬件时间戳协议(例如 NTP、802.1as 或 TicToc)作为同步命令应用到控制器 10、MAC12 和 PHY14,以便对相关联的时钟 24-1 到 24-3 进行同步。通信路径 6 上的组件 4 的同步使得在操作期间组件 4 之间抖动的存在最小化,由此使得能够在组件 4 之间进行精确的定时。尽管时钟 24 可被同步到多种分辨率级别,但是在一种布置中并且如步骤 110 中所示,同步命令在各个组件之间将时间信息同步到亚微秒的分辨率级别,以便提供相比于 NTP 相对更高的分辨率级别。

[0023] 在步骤 104,通信路径 6 上的这组组件 4 中的第一组件生成功率状态消息 40。例如,参考图 1,设备 2 的控制器 10 生成功率状态消息 40。功率状态消息 40 向组件 4 提供关于设备 2 的组件 4 将变为不活动并且进入降低的或相对低的功率汲取状态的时段的通知。尽管功率状态消息 40 可向组件 4 提供关于在任何时段内组件进入降低的或相对低的功率汲取状态的通知,但是在一种布置中,该时段短于设备 2 的端口的发送缓冲器变满所用的时间量。

[0024] 返回图 2,在步骤 106,第一组件向通信路径上的其余组件发送功率状态消息 40,

功率状态消息 40 被配置为在时段内将这组组件中的其余组件的功耗从第一功率量降低为第二功率量,该时段与所同步的时间信息 相关联。在一种布置中,参考图 1,在设备 2 的控制器 10 生成功率状态消息 40 之后,控制器 10 将功率状态消息 40 发送到 MAC12 和 PHY14 以使得 MAC12 和 PHY14 进入低功率汲取状态(相对于初始功率汲取状态)。

[0025] 例如,假设控制器 10 生成功率状态消息 40 并且经由发送路径 16 将功率状态消息 40 发送到 MAC12,该功率状态消息 40 指示出控制器 10 在 10 微秒的时期内将不会发送数据。在发送了功率状态消息 40 之后,控制器 10 停用与发送路径 16 的端口相关联的端口逻辑。通过停用与发送路径 16 的端口相关联的端口逻辑,控制器 10 汲取相对于端口活动时汲取的功率量降低了的功率量。

[0026] MAC12 接收功率状态消息 40 并且检查功率状态消息 40 的内容。例如,基于功率状态消息 40 的内容,MAC12 检测到在 10 微秒的时期内控制器 10 将不会发送数据。响应于该检测,MAC12 经由发送路径 20 将功率状态消息 40 发送到 PHY14。当 MAC12 将功率状态消息 40 发送到 PHY14 时,响应于功率状态消息 40,在 10 微秒的时期内 MAC 停用与发送路径 20 的端口相关联的端口逻辑。通过停用与发送路径 20 的端口相关联的端口逻辑,MAC12 汲取相对于端口活动时汲取的功率量降低了的功率量(即进入降低功率汲取状态)。

[0027] 当 PHY14 接收到功率状态消息 40 时,PHY14 检查功率状态消息 40 的内容。例如,基于功率状态消息 40 的内容,PHY14 检测到在 10 微秒的时期内控制器 10 将不会发送数据。响应于该检测,当 PHY14 经由发送路径 24 将功率状态消息 40 发送到第二设备时,在 10 微秒的时期内 PHY14 停用与发送路径 24 的端口相关联的端口逻辑。通过停用与发送路径 24 的端口相关联的端口逻辑,PHY14 汲取相对于端口活动时汲取的功率量降低了的功率量(即进入降低功率汲取状态)。例如,当以 10 千兆比特/秒发送分组时,MAC12 和/或 PHY14 可汲取大约 8 瓦特的功率。然而,在一种布置中,响应于接收功率状态消息 40 和停用与发送路径 24 的端口相关联的端口逻辑,PHY14 可汲取少于约 1 瓦特的功率(例如,在所汲取的功率量上降低大约 80%到 90%)。

[0028] 因为以相当精确的方式(例如通过使用硬件时间戳)来同步各个组件 4,所以各个组件 4 可被配置为在设备 2 操作期间基本上同时进入和退出低功率汲取状态。因此,该配置允许基于时间地控制通信路径 6 的组件 4 的多个部件,以便降低所汲取的功率量并且提供了设备 2 的节能。

[0029] 如上所述,MAC12 和 PHY14 被配置为响应于功率状态消息 40 在功率状态消息 40 指示的时段内进入降低功率汲取状态。因此,在时段期满时,MAC12 和 PHY14 启用与相应发送路径 16、20 相关联的端口逻辑并且退出低功率汲取状态。在一种布置中,如图 2 在步骤 108 所示,这组组件中的其余组件(即 MAC12 和 PHY14)被配置为在时段期满之前从第二功率状态(即低功率汲取状态)转变到第一功率状态(即相对更高的功率汲取状态)。例如,假设功率状态消息 40 指示出控制器 10 在 10 微秒的时期内将不会发送数据。MAC12 和 PHY14 中的每一个通过在小于 10 微秒的时段(例如 9 微秒的时期)内停用它们相关联的端口逻辑来进入第二或低功率汲取状态。在 9 微秒期满时,MAC12 和 PHY14 中的每一个重新启用它们相关联的端口逻辑,以便转变为第一或相对更高的功率汲取状态。通过在时段期满前从低功率汲取状态转变为高功率汲取状态,MAC12 和 PHY14 使得无意中丢掉或错过从控制器 10 发送的分组的可能性最小化,即使转变的时间远大于缓冲所用的时间也是如此。

[0030] 尽管控制器 10 可响应于许多情况而生成功率状态消息 40,但是在一种布置中,控制器 10 响应于检测到与设备 2 相关联的活动事件 50 而生成功率状态消息 40。例如,设备 2 可经历一天中设备 2 进入活动减少的时期的时候,在所述活动减少的时期(例如在上午 1 点到 5 点之间)中,设备 2 与网络上的其它设备进行有限的通信。在一种布置中,知道这种基本上规则的活动减少的时期的系统管理员可将控制器 10 配置为在一天中的这些时候生成功率状态消息 40。在另一个示例中,设备 2 可形成网络的一部分,设备 2 具有的带宽仅在有限的时间量内被使用(例如少于网络总可用性的 15%)。在该布置中,控制器 10 被配置为响应于检测到网络上设备 2 的相对不活动(例如在设备 2 和其它连接的设备之间出现最少的通信)来生成功率状态消息 40。在另一个示例中,控制器 10 被配置为响应于检测到 MAC12 或 PHY14 的发送缓冲器为空而生成功率状态消息 40。通过响应于检测到活动事件 50 而生成功率状态消息 40,控制器 10 优化了设备 2 的节能,同时使得对于与其它设备交换的通信的中断最小化。

[0031] 如上所述,设备 2 的组件 4(即控制器 10、MAC12 和 PHY14)的同步使得各个组件 4 被配置为在设备 2 操作期间基本同时进入和退出低功率汲取状态,以便降低所汲取的功率量并且提供了设备 2 的节能。在一种布置中,对跨越网络的互连设备的组件进行同步,以便使得多个设备能够在操作期间汲取降低了的功率量。

[0032] 例如,图 3 示出了网络 52 的示例,例如具有计算机化设备 2 的局域网(LAN)、以太网或广域网,所述计算机化设备 2(例如个人计算机)经由连接器或链路 25 与第二计算机化设备 60(例如第二个人计算机)互连。如图所示,设备 60 包括控制器 62、MAC64 和 PHY66。因此,在图 3 所示的本示例中,通信路径 6'包括设备 2 的控制器 10、MAC12 和 PHY14 以及第二设备 60 的控制器 62、MAC64 和 PHY66。控制器 62 包括布置为与 MAC64 电通信的发送路径 70 和接收路径 72。MAC64 布置为经由发送路径 74 和接收路径 76 与 PHY66 电通信。PHY66 布置为经由发送路径 78 和接收路径 79 与链路 25 电通信,该链路 25 进而布置为与关联于设备 2 的 PHY14 的接收路径 26 和发送路径 28 电通信。在所示的布置中,控制器 62、MAC64 和 PHY66 中的每一个具有关联的时钟 68(即分别为时钟 68-1、68-2 和 68-3)。

[0033] 在使用时,系统管理员通过将硬件时间戳协议应用到时钟 24、68 以使得时钟 24、68 基本一致地操作,来同步时钟 24、68。在该布置中,在控制器 10 生成功率状态消息 40 的情况下,功率状态消息 40 使得通信路径 6 上的组件 4(即设备 2 和设备 60 的组件)进入降低的或相对低的功率汲取状态。

[0034] 例如,假设控制器 10 生成功率状态消息 40(例如响应于检测到活动事件 50),该功率状态消息 40 表明在 10 微秒的时期内控制器 10 将不会发送数据。如上所述,响应于将功率状态消息 40 发送到 MAC12,控制器 10 停用与发送路径 16 的端口相关联的端口逻辑。而且在设备 2 内,响应于 MAC12 经由发送路径 20 向 PHY14 发送功率状态消息 40,MAC12 停用与发送路径 20 的端口相关联的端口逻辑。另外,在设备 2 中,响应于 PHY14 向第二设备 60 发送功率状态消息 40,PHY14 停用与发送路径 24 的端口相关联的端口逻辑。

[0035] 在第二设备 60 中,PHY66 经由链路或连接器 25 并且通过接收路径 78 从 PHY14 接收功率状态消息 40。当 PHY66 接收到功率状态消息 40 时,PHY66 检查功率状态消息 40 的内容。例如,基于功率状态消息 40 的内容,PHY66 检测到在 10 微秒的时期内,控制器 10 将不会发送数据。响应于该检测,当 PHY66 经由接收路径 76 向 MAC64 发送功率状态消息 40



时, PHY14 在 10 微秒的时期内停用与接收路径 78 的端口相关联的端口逻辑。通过停用与接收路径 78 的端口相关联的端口逻辑, PHY66 汲取相对于端口活动时汲取的功率量降低了的功率量(即, 进入降低功率汲取状态)。

[0036] MAC64 从 PHY66 接收功率状态消息 40 并且检测功率状态消息 40 的内容。例如, 基于功率状态消息 40 的内容, MAC64 检测到在 10 微秒的时期内, 控制器 10 将不会发送数据。响应于该检测, MAC64 经由接收路径 72 将功率状态消息 40 发送到控制器 62。当 MAC64 向控制器 62 发送功率状态消息 40 时, 响应于功率状态消息 40, MAC64 在 10 微秒的时期内停用与接收路径 76 的端口相关联的端口逻辑。通过停用与接收路径 76 的端口相关联的端口逻辑, MAC64 汲取相对于端口活动时所汲取的功率量降低了的功率量(即, 进入降低功率汲取状态)。进而, 当控制器 62 接收到功率状态消息 40 时, 控制器 62 检查功率状态消息 40, 控制器 62 在 10 微秒的时期内停用与接收路径 72 的端口相关联的端口逻辑以汲取相对于端口活动时所汲取的功率量降低了的功率量。在 10 微秒的时段结束时或接近结束时, 时钟 24、28 中的每一个使得其关联的组件从低功率汲取状态转变为高功率汲取状态。

[0037] 因为以相当精确的方式(例如通过使用硬件时间戳)来同步各个组件 4, 所以各个组件 4 可被配置为在设备 2 操作期间基本上同时进入和退出低功率汲取状态。就作为基于以太网的 LAN52 的一部分操作的设备而言, 设备 2、60 的这种配置减少了设备 2、60 在操作期间汲取的功率量。因为通常用作 LAN 的一部分的以太网设备和端口的数量相当大, LAN52 的所有设备的总功耗的这种降低可以是相当显著的, 在几千瓦的级别。

[0038] 上面的示例指示出设备 2 生成功率状态消息 40 并且经由发送路径(全体为 16、20 和 28)发送消息 40, 并且第二设备 60 经由链路 25 通过接收路径(全体为 79、76 和 72)接收功率状态消息 40。继续参考图 3, 在一种布置中, 用于各个设备 2、60 的发送路径和接收路径相互独立地操作。因此, 第二设备 60 的控制器 62 可生成功率状态消息 40 并且经由发送路径(全体为 70、74 和 78)将其向设备 2 发送, 同时, 设备 2 经由接收路径(全体为 18、22 和 26)接收功率状态消息 40。另外, 假设一个设备(例如设备 2)的发送路径和关联电路以及另一个设备(例如设备 60)的接收路径和关联电路将变得失去同步。在该情况下, 用于各个设备 2、60 的发送路径和接收路径的独立性使得与路径相关联的组件保持在相对高的功率汲取状态(即, 与沿着路径的组件相关联的端口保持为活动), 直到设备 2、60 能够重新建立同步为止。

[0039] 如上所述, 图 3 示出了具有计算机化设备 2 的网络 52 的示例, 所述计算机化设备 2(例如个人计算机)经由连接器或链路 25 与第二计算机化设备 60(例如第二个人计算机)互连。在一种布置中, 如图 4 中所示, 第二计算机化设备被配置为具有将设备 2 连接到网络 52 中的其它设备的一组端口 88 的交换机或路由器 80。在操作期间, 设备 2 的控制器 10 可生成功率状态消息 40 并且将其发送到交换机 80, 以使得交换机组件 82、84 和 86 在某个时段内进入降低功率汲取状态。然而, 由于交换机 80 的配置, 交换机可经由端口 88 从网络 52 中的其它设备接收分组。因此, 尽管控制器 10 向交换机 80 提供了进入降低功率汲取状态的持续时间, 但是该持续时间可能是太长的一个时期, 因为分组可以在任何时间到达交换机 80。因此, 响应于接收到功率状态消息 40, 在交换机组件 82、84 和 86 进入降低功率汲取状态之前, 交换机 80 向控制器 10 发送时间估计消息 90, 该时间估计消息 90 指示出交换机 80 可进入降低功率汲取状态的持续时间, 其中时间估计消息 90 中指示出的持续时间短于

功率状态消息 40 中指示出的持续时间。在向控制器 10 发送时间估计消息 90 之后,交换机 80 使得交换机组件 82、84 和 86 在持续时间消息 90 中指示出的持续时间内进入降低功率汲取状态。

[0040] 在一种布置中,在停用了交换机组件 82、84 和 86 之后但是在时间估计消息 90 中指示出的持续时间期间交换机在端口 80 接收到目的地为设备 2 的分组的情况下,交换机 80 被配置为将分组保存在队列中,直到时间估计消息 90 中指示出的持续时间期满为止。一旦交换机组件 82、84 和 86 从低功率汲取状态转变为相对更高的功率汲取状态,交换机 80 将分组发送到设备 2。

[0041] 尽管已经具体示出并描述了本发明的各个实施例,但是本领域技术人员将会理解,可在不脱离所附权利要求所限定的本发明的精神和范围的情况下,在其中做出各种形式和细节上的变化。

[0042] 在一个实施例中,系统可具有构成网络端口的设备 2 的多个实例。这些网络端口中的每一个将在控制器 10 控制的时候在功率状态之间转变。控制器 10 可协调这些状态转变以使得在特定时间汲取的功率最小化并且因此使得节能最大化。作为候选,控制器 10 可协调这些功率转变,以避免由多个端口的同时转变造成的功耗上的大的瞬时变化。这种协调可减少对系统的压力并且使得更有效的设计实现成为可能。作为候选,控制器 10 可协调这些功率转变以使得所汲取的总功率的变化最小化。这种最小化可使得能够更有效地利用电源,这导致能量的使用减少。

[0043] 例如,如上所述,功率状态消息 40 向组件 4 提供关于设备 2 的组件 4 将变得不活动并且进入降低或相对低的功率汲取状态的时段的通知。尽管功率状态消息 40 可以多种方式提供这种通知,但是在一种布置中,并且参考图 1 和图 2 的步骤 112,控制器 10 调节功率状态消息 40 的前导码 92,以指示出这组组件中其余组件的功耗从第一功率量降低为第二功率量的时段。例如,在一种布置中,控制器 10 设置前导码 92 中的比特,以表示组件(例如 MAC12 和 PHY14)将进入降低功率汲取状态的时段。

[0044] 在另一个示例中,与设备相关联的缓冲器在长于降低功耗状态的持续时间的时段内可能为空。在一种布置中,设备 2 被配置为在前述持续时间 期满之后,设备的缓冲器没有接收到分组的情况下,将组件 4 维持在降低功耗状态。例如,在该布置中,设备缓冲器中最后的分组的前导码 92 向每一个组件 4 指示出,每一个组件 4 在第一时段内进入降低功耗状态。缓冲器中最后的分组的前导码 92 还指示出,当第一时段期满时,如果组件的缓冲器中不存在分组,则组件 4 将在第二时段内重新进入降低功耗状态。然后,过程重复,直到组件 4 检测到它关联的缓冲器中存在分组为止。该过程使得对控制器 10 发送多个功率状态消息 40 的需要最小化,该多个功率状态消息 40 指示出当组件 4 相对不活动时组件进入连续的降低功耗状态的时间。

[0045] 而且,如上所述,功率状态消息 40 向设备 2 内或经由以太网或 LAN 连接的组件 4 提供关于设备 2 的组件 4 将变得不活动并且进入降低或相对低的功率汲取状态的时段的通知。该描述仅仅作为示例。在一种布置中,功率状态消息 40 向跨越广域网(WAN)布置的设备提供关于设备(例如交换机、路由器、服务器和其它计算机化的设备)将变得不活动并且进入降低或相对低的功率汲取状态的时段的通知。在该布置中,管理员对网络的设备进行同步。通过该同步,关于设备所需的特定发送和接收时间,管理员会考虑网络中的等待时

间。通过该同步,在第一设备检测到网络的一部分未被充分利用的情况下(例如,网络的带宽利用低于特定阈值),第一设备可向网络中的其它设备发送命令以使得这些设备在一段时间内进入降低功率汲取状态。尽管命令可使得网络中的所有设备同时进入降低功率汲取状态,但是在一种布置中,命令可使得网络中的设备以交错方式或者在不同时间进入降低功率汲取状态。通过以该方式对进入或离开一组端口的流量进行同步,该布置可跨越 WAN 或 LAN 使得节能最大化,同时减少由于功率负载变化造成的对电源机制的压力。

[0046] 参考图 1,计算机化设备 2 包括构成通信路径 6 的一组组件 4 的控制器 10、MAC12 和 PHY14。该描述仅仅作为示例。尽管示出了控制器、MAC12 和 PHY14,但是通信路径 6 可包括各种组件 4。例如,组件 6 可被配置为光学以太网组件(例如串行器/解串器)、端口发送电路、端口接收电路或电源。

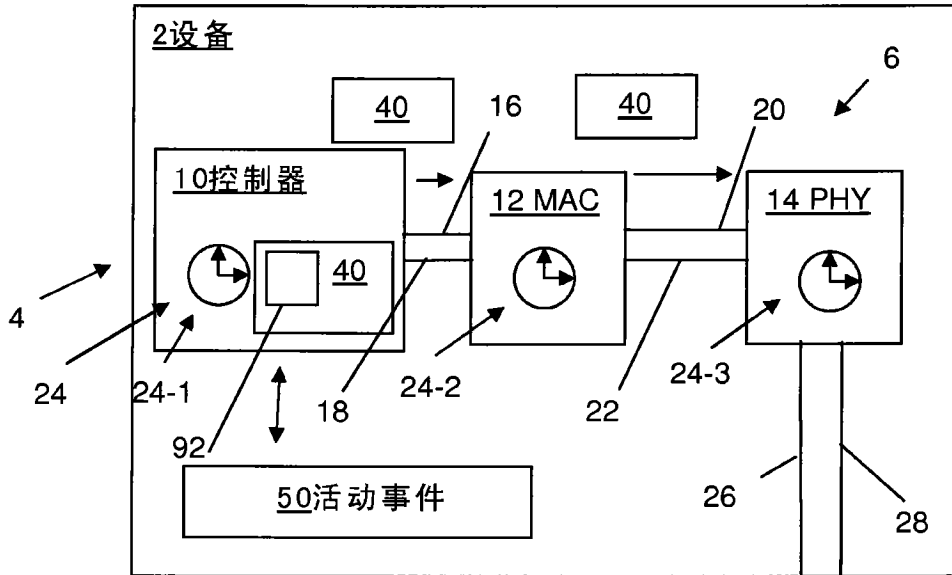


图 1

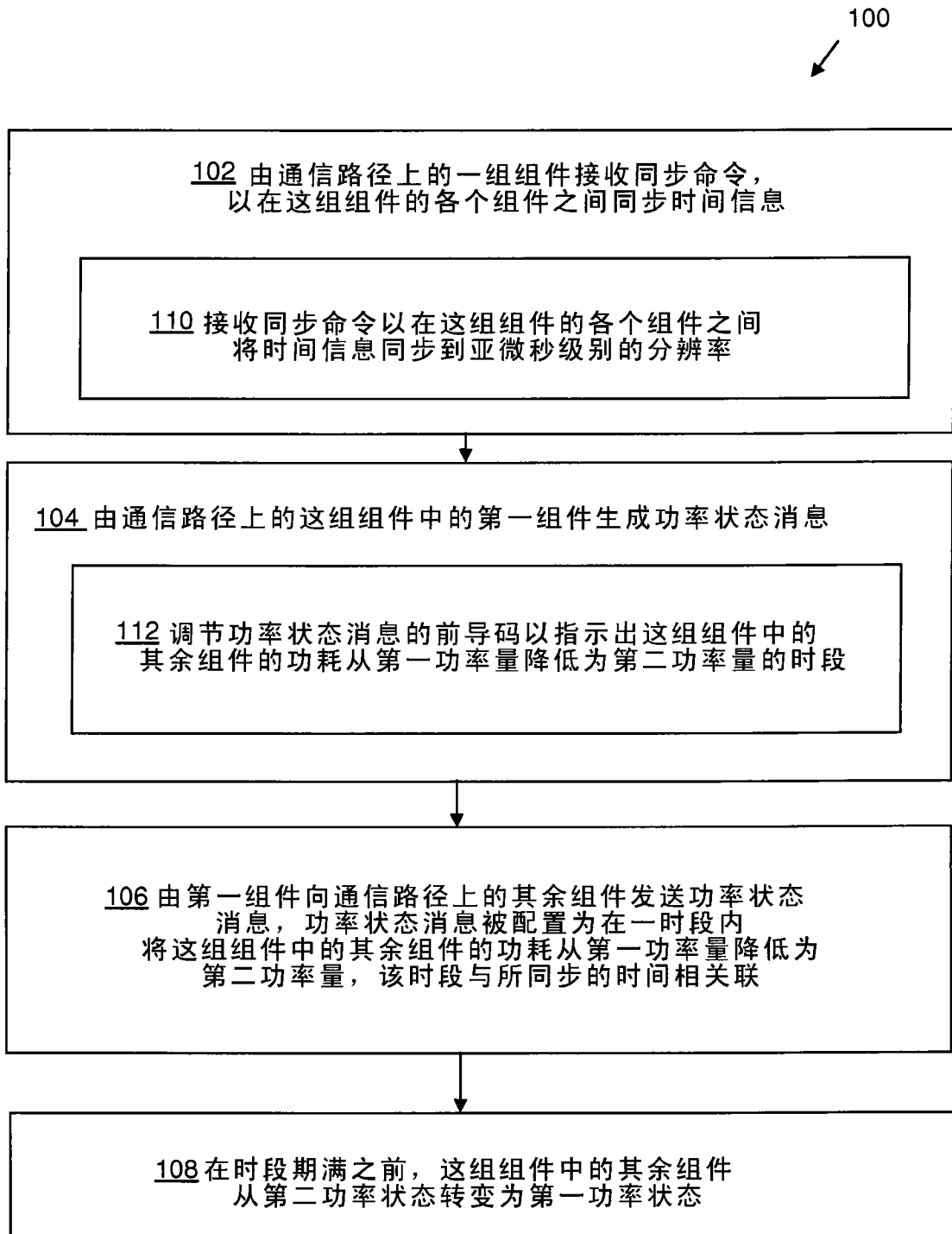


图 2

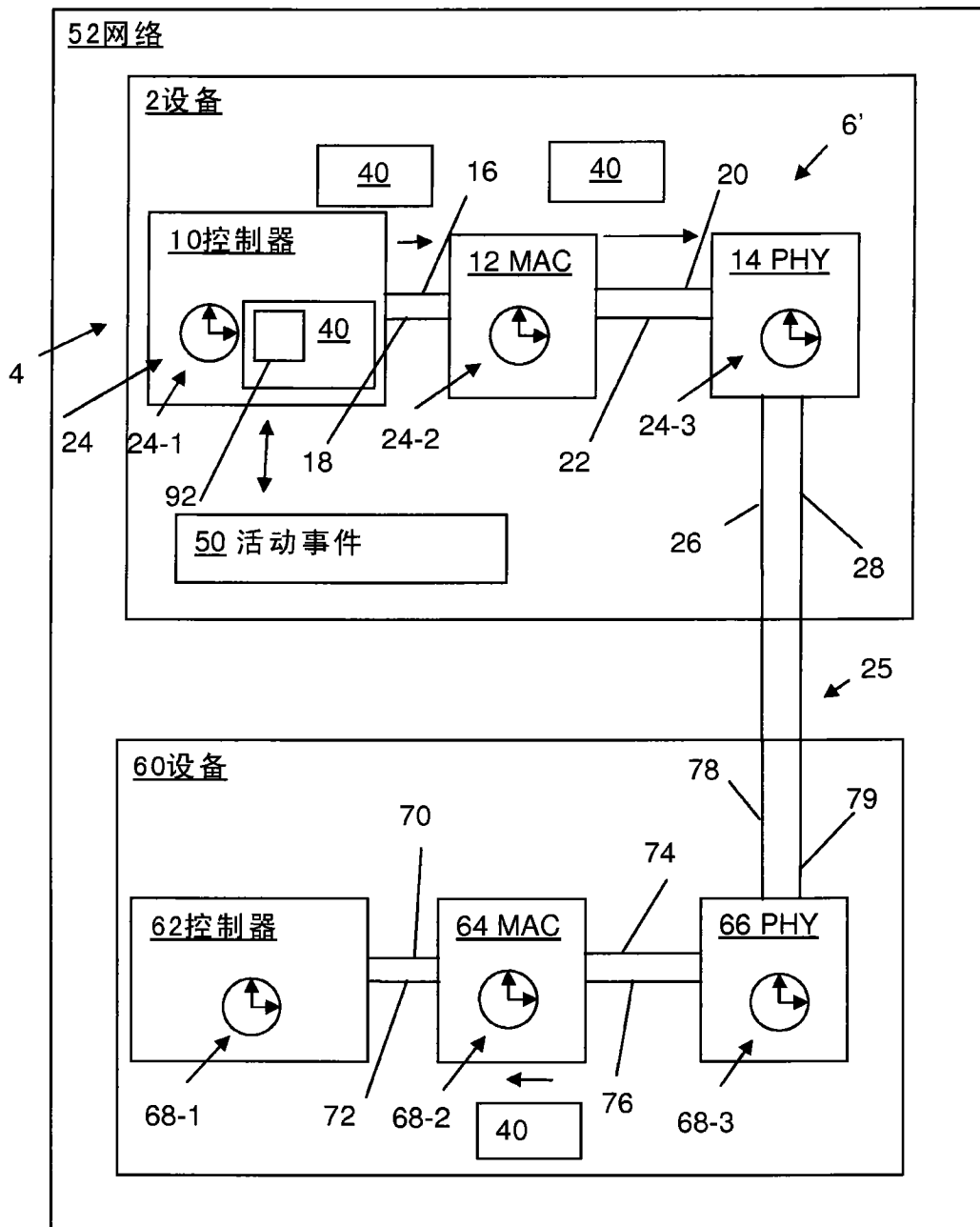


图 3

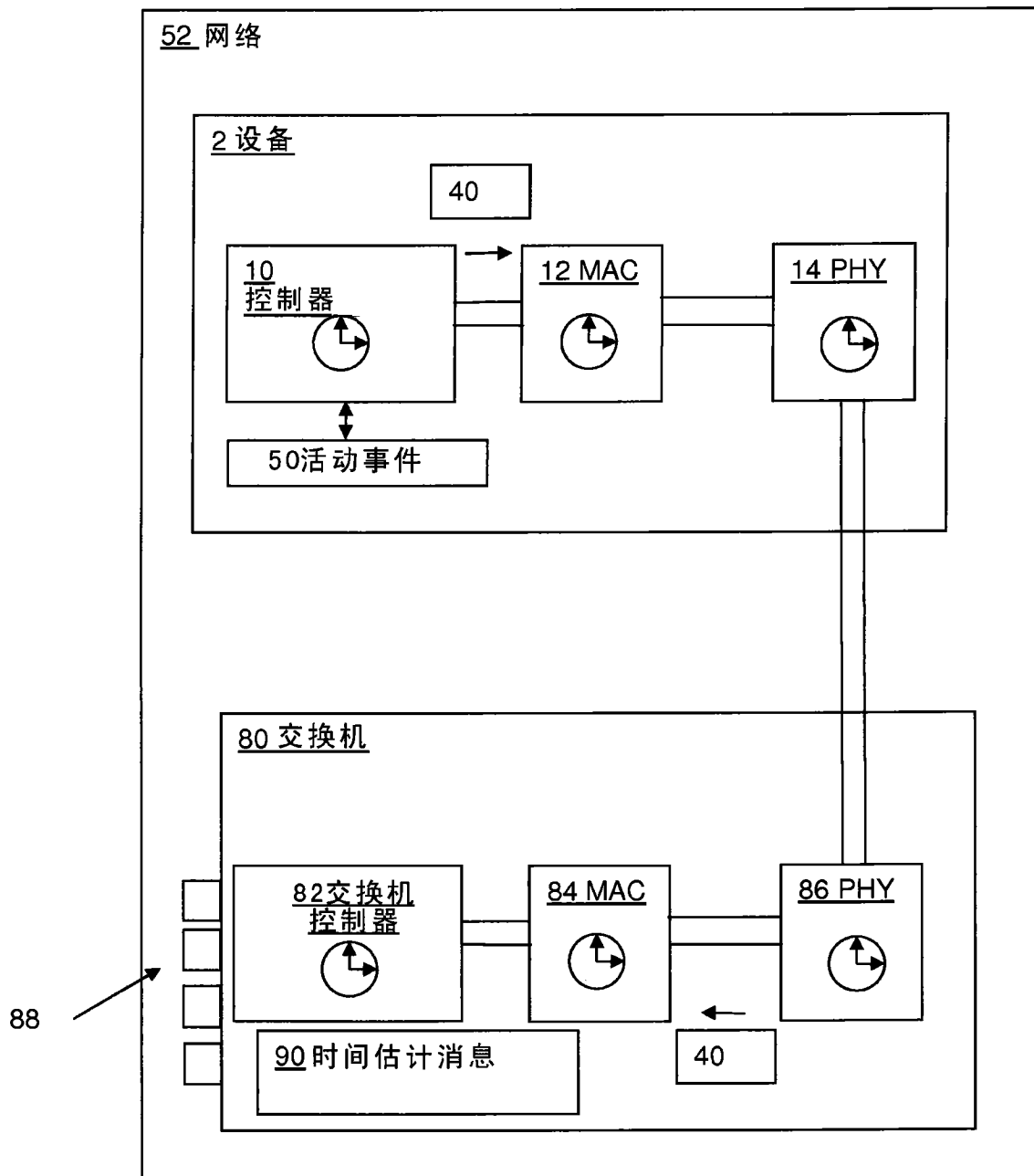


图 4