



## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410061753. X

[43] 公开日 2004 年 12 月 29 日

[11] 公开号 CN 1558337A

[22] 申请日 2000. 12. 29

[21] 申请号 200410061753. X

分案原申请号 00817984. 0

[30] 优先权

[32] 1999. 12. 29 [33] US [31] 09/474058

[71] 申请人 英特尔公司

地址 美国加利福尼亚州

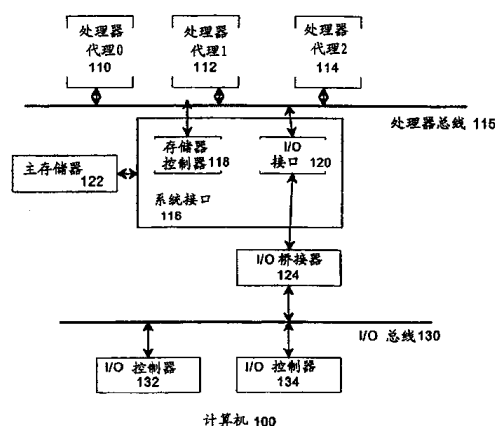
[72] 发明人 G·辛格 R·J·格雷尼尔  
S·S·保洛夫斯基 D·L·希尔  
D·D·帕克[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
代理人 邹光新 王 勇

权利要求书 6 页 说明书 28 页 附图 9 页

[54] 发明名称 四重抽吸总线体系结构和协议

[57] 摘要

一条双向多点处理器总线连接到多个总线代理。通过在多重抽吸信号模式中操作该总线能够增加总线吞吐量,在这种模式下多个信息单元由一个驱动代理以总线时钟频率倍数的速度驱动到一条总线上。驱动代理还激活一个选通脉冲以标识用于这些信息单元的采样点。用于一个请求的信息单元能够被驱动,例如,通过使用一种双重抽吸信号模式来进行,在该模式下两个信息单元在一个总线时钟周期内被驱动。用于一个数据线传输的数据单元能够被驱动,例如,通过使用一个四重抽吸信号模式来进行,在该模式下四个数据单元在一个总线时钟周期内被驱动。多个选通脉冲信号能够以一个偏移或者交错方案被临时激活以减小选通脉冲信号的频率。采样对称性能够通过仅仅使用一种类型的选通脉冲信号边沿(例如,上升沿或者下降沿)来标识采样点而得到改善。



1. 一个总线代理, 包含:

一个阻塞下一个请求信号引脚;

一个地址选通脉冲信号引脚;

判优逻辑, 能够在从先前一个判优阶段开始的两个时钟之后启动一个判优阶段, 并且能够在在地址选通脉冲信号引脚上发生一个地址选通脉冲信号的断定之后的两个总线时钟周期后在阻塞下一个请求信号引脚上接收一个阻塞下一个请求信号, 并且能够对所述阻塞下一个请求信号做出响应。

2. 如权利要求 1 所述的总线代理, 进一步包含:

一个四重抽吸的数据总线接口。

3. 如权利要求 2 所述的总线代理, 进一步包含:

一个双重抽吸的地址总线接口;

一个双重抽吸的请求总线接口。

4. 如权利要求 3 所述的总线代理, 其特征在于: 所述判优逻辑通过转换到一个停止状态, 尔后如果所述阻塞下一个请求信号在每两个时钟内保持在一个阻塞下一个请求采样点断定则保持在所述停止状态中, 来对所述阻塞下一个请求信号做出响应, 该停止状态阻止总线代理发布总线请求。

5. 如权利要求 1 所述的总线代理, 进一步包含:

多个数据引脚;

多个数据选通脉冲引脚;

一个用于一个具有总线时钟频率的总线时钟信号的公共时钟引脚;

数据选通脉冲产生逻辑, 用以在一个第一数据选通脉冲引脚和一个第二数据选通脉冲引脚上产生一个第一数据选通脉冲信号和一个第二数据选通脉冲信号, 其中所述第一数据选通脉冲信号和所述第二数据选通脉冲信号具有一个是所述总线时钟频率两倍的数据选通脉冲频率;

数据传输逻辑, 用以传输在所述多个数据引脚上与所述第一

数据选通脉冲信号的一个第一边沿同步的数据单元，并且也传输在所述多个数据引脚上与所述第二数据选通脉冲信号的一个第一边沿同步的数据单元。

6. 如权利要求 5 所述的总线代理，进一步包含：

多个地址引脚；

地址选通脉冲产生逻辑，用以产生一个第一地址选通脉冲，其中该第一地址选通脉冲具有与所述总线时钟频率相同的地址选通脉冲频率；

地址传输逻辑，用以传输在所述多个地址引脚上与所述第一地址选通脉冲的一个第一边沿同步的地址单元，并且也传输在所述多个地址引脚上与所述第一地址选通脉冲的一个第二边沿同步的地址单元。

7. 如权利要求 6 所述的总线代理，进一步包含：

多个请求引脚；

其特征在于：所述地址传输逻辑传输在所述多个请求引脚上与所述第一地址选通脉冲的一个第一边沿同步的请求单元，并且也传输在所述多个请求引脚上与所述第一地址选通脉冲的一个第二边沿同步的请求单元。

8. 如权利要求 1 所述的总线代理，进一步包含：

多个地址引脚；

多个请求引脚；

地址选通脉冲产生逻辑，用以产生一个第一地址选通脉冲，其中该第一地址选通脉冲具有一个与总线时钟频率相同的地址选通脉冲频率；

地址传输逻辑，用以传输在所述多个地址引脚上与所述第一地址选通脉冲信号的一个第一边沿同步的地址单元，并且也传输在所述多个地址引脚上与所述第一地址选通脉冲的一个第二边沿同步的地址单元，并且传输在所述多个请求引脚上与所述第一地址选通脉冲的一个第一边沿同步的请求单元，并且也传输在所述多个请求引脚上与所述第一地址选通脉冲的一个第二边沿同步的请求单元。

9. 如权利要求 8 所述的总线代理, 其特征在于: 所述第一地址选通脉冲包含两个实质上相同的地址选通脉冲。

10. 如权利要求 9 所述的总线代理, 其特征在于: 两个实质上相同的地址选通脉冲中的第一个与多个地址引脚和多个请求引脚的一个第一子集同步进行传输, 而且这两个实质上相同的地址选通脉冲中的第二个与多个地址引脚和多个请求引脚的一个第二子集同步进行传输, 该第二子集包含这多个地址引脚和多个请求引脚中不在第一子集里的剩余那些。

11. 如权利要求 1 所述的总线代理, 其特征在于: 所述总线代理是一个优先级代理, 所述优先级代理进一步包含:

一个优先级代理总线请求引脚, 其中所述判优逻辑能够在所述优先级代理总线请求引脚上用一个总线时钟周期的一个最小取消断定时间断定一个优先级代理总线请求信号。

12. 如权利要求 3 所述的总线代理, 其特征在于: 如果当接收阻塞下一个请求信号时总线代理处于空闲状态中, 则所述判优逻辑通过从一个空闲状态转换到调节状态, 以及如果阻塞下一个请求信号保持两个时钟以后被断定则所述判优逻辑通过从该调节状态转换到一个停止状态, 所述判优逻辑对所述阻塞下一个请求信号做出响应, 尔后如果所述阻塞下一个请求信号在每两个时钟内保持在一个阻塞下一个请求采样点处被断定, 则保持在所述停止状态中, 其中该停止状态阻止总线代理发布总线请求。

13. 一种方法, 包含:

断定一个第一请求信号作为一个第一事务的一个第一判优阶段的一部分;

在完成所述第一事务之前以一种流水线的方式断定一个第二请求信号作为一个第二事务的一个第二请求阶段的一部分;

断定一个地址选通脉冲信号作为第一事务的一个请求阶段的一部分;

在断定地址选通脉冲信号之后的两个总线时钟周期后接收一个阻塞下一个请求信号; 以及对所述阻塞下一个请求信号做出响应。

14. 如权利要求 13 所述的方法, 其特征在于: 所述第一请求信号由一个第一总线代理断定, 而且所述第二请求信号由一个第二总线代理断定。

15. 如权利要求 13 所述的方法, 其特征在于: 所述第一请求信号和所述第二请求信号由一个第一总线代理断定。

16. 如权利要求 13 所述的方法, 进一步包含:

在一个数据阶段中提供多个互补的选通脉冲信号对;

每个总线时钟周期中提供四个以一种源同步方式传输的数据单元连同所述多个互补的选通脉冲信号对。

17. 如权利要求 16 所述的方法, 进一步包含:

提供多个地址选通脉冲;

提供以一种源同步方式传输的每个总线时钟周期两个请求单元和两个地址单元连同所述多个地址选通脉冲。

18. 如权利要求 17 所述的方法, 其特征在于: 所述的提供四个数据单元包含:

提供与一对数据选通脉冲信号中第一个的第一种类型的一个第一边沿同步的一个第一数据单元;

提供与这对数据选通脉冲信号中第二个的第一种类型的一个第一边沿同步的一个第二数据单元;

提供与该对数据选通脉冲信号中第一个的第一种类型的一个第二边沿同步的一个第三数据单元;

提供与该对数据选通脉冲信号中第二个的第一种类型的一个第二边沿同步的一个第四数据单元。

19. 如权利要求 18 所述的方法, 其特征在于: 所述第一种类型的边沿是一个下降沿。

20. 如权利要求 19 所述的方法, 其特征在于: 所述的提供两个请求单元和两个地址单元包含:

提供与多个地址选通脉冲信号信号中至少一个的一个第一边沿同步的一个第一地址单元和一个第一请求单元;

提供与这多个地址选通脉冲信号中至少一个的一个第二边沿同步的一个第二地址单元和一个第二请求单元。

21. 如权利要求 20 所述的方法, 其特征在于: 所述第一边沿是一个地址选通脉冲下降沿, 而第二边沿是一个地址选通脉冲上升沿。

22. 如权利要求 13 所述的方法, 其特征在于: 响应包含: 转换到一个停止状态, 尔后如果所述阻塞下一个请求信号在每两个时钟内保持在一个阻塞下一个请求采样点被断定则保持在所述停止状态中, 其中该停止状态阻止总线代理发布总线请求。

23. 如权利要求 13 所述的方法, 其特征在于: 响应包含:

如果当接收阻塞下一个请求信号时总线代理处于空闲状态中, 则从一个空闲状态转换到一个调节状态; 如果阻塞下一个请求信号保持在两个时钟以后被断定则从该调节状态转换到一个停止状态;

如果所述阻塞下一个请求信号在每两个时钟内保持在一个阻塞下一个请求采样点被断定则保持在所述调节状态中, 其中该停止状态阻止总线代理发布总线请求。

24. 一个系统, 包含:

一个总线代理;

一个阻塞下一个请求信号引脚;

一个优先级代理总线请求输入引脚;

一个地址选通脉冲信号引脚;

总线代理判优逻辑, 能够在从先前一个判优阶段开始的两个时钟之后启动一个判优阶段, 并且能够在在地址选通脉冲信号引脚上发生一个地址选通脉冲信号的断定之后的两个总线时钟周期后在阻塞下一个请求信号引脚上接收一个阻塞下一个请求信号, 并且对所述阻塞下一个请求信号做出响应;

一个优先级总线代理, 包含:

一个优先级代理总线请求引脚;

优先级代理总线判优逻辑, 能够在所述优先级代理总线请求引脚上用一个总线时钟周期的一个最小取消断定时间断定一个优先级代理总线请求信号。

25. 如权利要求 24 所述的系统, 其特征在于: 所述总线代理

和所述优先级总线代理两者都进一步包含：

一个四重抽吸的源同步数据总线接口。

26. 如权利要求 25 所述的系统，其特征在于：所述总线代理和所述优先级总线代理两者都进一步包含：

一个双重抽吸的源同步地址总线接口。

27. 如权利要求 26 所述的系统，其特征在于：所述总线代理和所述优先级总线代理两者都进一步包含：

一个双重抽吸的同步请求总线接口。

28. 如权利要求 27 所述的系统，其特征在于：所述系统进一步包含多个依据一种公共时钟协议操作的控制信号。

## 四重抽吸总线体系结构和协议

### 技术领域

5 本发明通常涉及处理器,尤其涉及一种四重抽吸总线体系结构和协议。

随着当今软件和应用日益增加的复杂性和要求,需要处理器提供增加了的吞吐量和带宽。可能有一个或多个能够对限制计算机性能起作用的资源、诸如输入/输出(I/O)速度或者带宽、存储器容量等。

10 一个通常限制或者压制计算机性能的资源是处理器总线或者前端总线的速度和带宽,其中前端总线是在一个或多个处理器和芯片组之间提供的总线。例如,某些奔腾®处理器(诸如一个由 Intel 公司生产的 Pentium Pro®处理器)包含一个 64 比特的数据总线,并且能够在每个处理器时钟周期内传输 8 个字节,并且能够在 4 个时钟周期内传输一个

15 个 32 字节的高速缓存线。因此,如果处理器时钟在 100 兆赫(举例来说)处提供,则数据传送率将是 800 兆字节/秒。Pentium Pro 处理器体系结构的各种细节能够在 1996 年 1 月出版的、ISBN 1-55512-259-0、名为“Pentium Pro Family Developer's Manual, Volume 1: Specifications,”的书中找到。虽然一个 800 兆字节/秒的数据传送率足以满足许多应用,但是存在对提供一个提高了的数据传送率或者

20 带宽的一种处理器总线的需要。

### 发明概述

依据本发明的一个实施例,提供了一种经由一条多点总线从一个驱动代理向一个或多个接收代理传输信息的方法。向驱动代理和接收代理两者提供一个公共的总线时钟。一个总线事务从驱动代理发布到一个或多个接收代理,包含:(1)驱动代理以一个总线时钟频率倍数的速度驱动多个用于一个请求的信息单元到一条地址总线上;以及

25 (2)驱动代理激活一个第一选通脉冲信号以标识该接收代理应当何时采样在地址总线上被驱动的信息单元。该方法也包含从驱动代理向一个或多个接收代理传输数据,包括:(1)驱动代理以一个总线时钟频率不同倍数的速度驱动多个信息单元到一条数据总线上;以及(2)驱动代理激活一个第二选通脉冲以标识这一个或多个接收代理应当何时

30



采样被驱动到数据总线上的信息单元。

### 附图简要说明

5 通过以下对示范实施例的详细说明以及权利要求，以及阅读时结合的附图，所有这些构成了这个发明公开的一部分，本发明的上述和一个更好的理解将会是显然的。虽然以上和随后撰写和说明的公开集中于本发明的公开示例实施例，但是显然应该明白，它仅仅是作为说明和例子，而不是局限于此。本发明的精神和范围仅仅由附加权利要求中的项限制。

以下表示附图的简要说明，其中：

10 图 1 是一个框图，说明了一台依据本发明一个示例实施例的计算机。

图 2 是一个框图，说明了依据本发明一个实施例的一条处理器总线。

15 图 3 是一个时序图，说明了依据一个实施例，用于两个示例事务的示例总线事务的阶段关系。

图 4 是一个示例时序图，说明了依据一个实施例的公共时钟信号模式的示例操作。

图 5 是一个时序图，依据一个实施例说明了一个示例四重抽吸信号模式。

20 图 6 是一个时序图，依据一个实施例说明了一个示例双重抽吸信号模式。

图 7 是一个框图，说明了在事务阶段之间的最小等待时间或者延迟。

25 图 8 是依据一个实施例、用于在代理之间传输信息的一个装置的框图。

图 9 是依据另一个实施例、用于在代理之间传输信息的一个装置的框图。

### 用于实现本发明的最佳方式

#### I. 介绍

30 依据一个实施例，一条处理器总线连接到多个总线代理。因为某些类型的信号使用一个公共时钟信号模式进行传送，而其它类型的信号使用多重抽吸的信号模式进行传送，所以总线是可扩展的。

在一种公共时钟信号模式中，信号（诸如控制信号）能够以实质上与一个公共总线时钟频率相同的速度被驱动到总线上。在这种模式下，总线时钟的边沿标识用于采样被驱动到总线上的信号的点。

通过以多重抽吸信号模式操作总线能够增加总线吞吐量，在该多重抽吸信号模式中，多个信息单元由一个驱动代理以总线时钟频率倍数的速度驱动到总线上。驱动代理还临时地激活一个选通脉冲信号以标识用于在多重抽吸信号模式中被驱动的信息单元的采样点。用于一个请求的信息单元能够，例如，通过使用一个双重抽吸信号模式被驱动，在该双重抽吸信号模式中两个信息单元在一个总线时钟周期内被驱动。用于一个数据线传输的数据单元能够，例如，通过使用一个四重抽吸信号模式被驱动，在该四重抽吸信号模式中四个数据单元在一个总线时钟周期内被驱动。多个选通脉冲信号能够以一个偏移或者交错方案被临时激活以减小选通脉冲信号的频率。采样对称能够通过仅仅使用一种类型的选通脉冲信号边沿（例如，上升沿或者下降沿）来标识采样点而得到改善。此外，在事务阶段之间的最小延迟能够被修改以更接近地匹配在多重抽吸信号模式中的总线操作最大速度。

## II. 体系结构

图 1 是一个框图，说明了一台依据本发明一个示例实施例的计算机。计算机包括一个或多个处理器，包括一个处理器 110、一个处理器 112 和一个处理器 114。每个处理器还包括一个内部高速缓存（未显示）。

每个处理器还连接到一条公共处理器总线 117（也被称为主机总线或者前端总线）。图 2 是一个框图，说明了依据一个示例实施例的这条处理器总线 117。如图 2 所示，处理器总线 117 包括一条控制总线 202、一条地址总线 204 和一条数据总线 206。依据一个实施例，数据总线 206 包含许多信号，其包括 64 条数据线  $D[63:0]$  在内。地址总线 204 还包含许多信号，其包括 36 条地址线  $A[35:0]$  在内。处理器总线 117 包含一个总线时钟（BCLK）。总线时钟是共用的，而且经由处理器总线 117 中的控制总线 202 提供给所有代理。控制总线 202 也包含许多信号。地址总线 204、控制总线 202 和数据总线 206 中每个最好都为一条多点双向总线。依据一个实施例，术语“多点”意味着这些总线被连接到三个或更多的总线代理，这与一条仅仅连接在两个

总线代理之间的点对点总线相反。

一个系统接口 116 (或者芯片组) 也被连接到处理器总线 117 以把其它几个组件连接到处理器总线 117。系统接口 116 包含一个存储器控制器 118, 用于把一个主存储器子系统 122 连接到处理器总线 117。主存储器子系统 122 通常包含一个或多个存储卡和一个控制电路。系统接口 116 还包含一个输入/输出 (I/O) 控制器 120, 以把一个或多个 I/O 桥接器或者 I/O 设备连接到处理器总线 117。在如图 1 所示的这个计算机示例中, I/O 控制器 120 把一个 I/O 桥接器 124 连接到处理器总线 117。I/O 桥接器 124 用作一个总线桥接器, 以在系统接口 116 和一条 I/O 总线 130 之间进行连接。一个或多个 I/O 控制器 120 和 I/O 设备能够连接到 I/O 总线 130 上, 例如 I/O 控制器 132 和 I/O 控制器 134。I/O 总线 130 可以是一个 Peripheral Component Interconnect (外围组件互连, PCI) 总线或者其它类型的 I/O 总线。

### III. 代理

总线代理在处理器总线 117 上发布事务以传输数据和系统信息。总线代理是连接到处理器总线 117 的任何设备。可能有几种类别的总线代理:

(1) Central Agent (中央代理): 处理复位、硬件配置和初始化、特定事务和集中式的硬件错误检测和处理。一个例子是一个处理器。

(2) I/O Agent (I/O 代理): 使用 I/O 端口地址连接到 I/O 设备。能够是一个到另一条用于 I/O 设备总线的总线桥接器, 诸如一个 PCI 桥接器。

(3) Memory Agent (存储器代理): 提供对主存储器的访问, 诸如存储器控制器 118。

一个特定的总线代理能够在事务中具有以下几个作用中的一个或多个:

(1) Requesting Agent (请求代理): 发布该事务的总线代理。

(2) Addressed Agent (被寻址代理): 由该事务寻址的总线代理。还被称作 Target Agent (目标代理)。一个存储器或者 I/O 事务被发给识别该指定的存储器或者 I/O 地址的存储器或者 I/O 代理。一个延期答复事务被发给发布初始事务的那个代理。

(3) Snooping Agent (探听代理): 观察 (“探听”) 总线事务以保持高速缓存一致性的一个高速缓存总线代理。

(4) Responding Agent (响应代理): 提供对该事务响应的代理 (通常是被寻址的代理)。依据一个实施例, 响应代理使用该响应选通脉冲 RS[2 : 0] 来驱动该响应到控制总线上。

#### IV. 操作、事务和阶段

依据一个实施例, 在处理器总线 117 上的总线动作被分等级地组织成操作、事务和阶段。

操作是即使它在总线 117 上可能不是基本的但是对软件来说显得是基本的 (例如, 看起来是不可分的或者看起来是一次发生的) 一个总线过程。一个操作可以包含单个总线事务, 但是有时可以涉及多个总线事务, 或者是具有多个数据传输的单个事务。示例包括一个读操作、一个写操作、一个锁定的读取 - 修改 - 写入操作和延期操作。

事务是与单个总线请求有关的总线动作集合。一个事务从总线判优、以及 ADS # 信号 (指示一个地址正被驱动) 和一个事务地址的断定开始。事务被驱动, 例如来传输数据, 来查询一个改变了的高速缓存状态, 或者向系统提供信息。

阶段使用一组特定信号以传递一个特殊类型的信息。阶段能够包含: 判优, 请求, 探听, 响应和数据。不是所有的事务都包含所有的阶段, 而且某些阶段能够重叠。判优阶段是总线代理确定谁将是下一个总线拥有者 (一个代理在发布一个事务之前必须拥有总线) 的阶段。请求阶段是把事务发布到总线的阶段。探听阶段是迫使高速缓存一致性的阶段。响应阶段是被寻址的代理或者目标代理驱动一个事务响应到总线上的阶段。在数据阶段中, 请求或者响应或者探听代理驱动或接收事务数据。

经由处理器总线 117 传送的四个控制信号包含: 一个总线时钟 BCLK[1 : 0]、初始化信号 INIT # 和复位信号 RESET #。总线时钟 BCLK[1 : 0] 是差动总线时钟, 并且可以由一个时钟芯片或者时钟电路产生。两个总线时钟信号 BCLK[1 : 0] 逻辑上是相同的, 而且在物理上被路由为两个单独的信号以减少时滞。依据一个实施例, 所有代理驱动它们的公共时钟输出, 并且在总线时钟上升沿上锁存它们的公共时钟输入。每个处理器通过用一个或者多个数字去乘和/或除总线时钟

频率，从总线时钟 BCLK 信号中导出它的内部时钟。

依据一个实施例，RESET # 输入信号复位所有的总线代理到已知状态，并且使它们的内部高速缓存无效。被修改或者弄脏的高速缓存线内容丢失。在 RESET # 被取消断定之后，每个处理器以在配置期间定义的一个加电复位矢量开始执行。

依据一个实施例，INIT # 输入信号复位所有的处理器而不改变它们的内部高速缓存或者它们的浮点寄存器。每个处理器以在配置期间定义的一个加电复位矢量开始执行。

图 3 是一个时序图，依据一个实施例说明了用于两个示例事务的示例总线事务阶段关系。在上面显示了总线时钟 (BCLK [1 : 0]) 的周期 (1, 2, 3, 4, ... 17)。具有一个数字 1 的矩形指示用于事务 1 的各个阶段，而具有一个数字 2 的矩形指示用于事务 2 的阶段。能够从图 3 中看出，以一种流水线方式提供事务。例如，对事务 1 来说，判优发生在总线时钟周期 1 和 2 中，请求发生在周期 3 和 4 中，探听发生在周期 6 和 7 中，而且响应和数据传送发生在周期 13 和 14 中。因此，能够看出在初始请求阶段之后一个响应和数据传送可以发生许多个总线时钟周期。此外，在不同事务的阶段之间能有重叠。例如，用于事务 2 的判优阶段与用于事务 1 的请求阶段大约同时发生。

#### V. 信号模式

依据一个实施例，处理器总线 117 是可扩展的，并且支持两种信号模式。第一种是一个公共时钟信号模式，在该模式下所有的信号激活和采样或者锁存点相对于一个公共总线时钟 (BCLK #) 发生，其中该公共总线时钟 (BCLK #) 是在所有代理之间连续提供的。总线时钟通常由在一个母板上提供的一个时钟芯片或者时钟电路产生，并且对在一台计算机中的所有处理器或者代理是共用的。相对于公共总线时钟的信号计时被称为公共时钟 (1X) 信号模式。依据一个实施例，经由控制总线提供的许多控制信号使用该公共时钟 (1X) 信号模式进行传送。

第二种信号模式是一个多重抽吸信号模式，它允许一个由公共时钟信号模式支持的传输速度倍数的信息传输速度。因此，依据一个实施例，多重抽吸信号模式能够支持以公共 (即系统) 总线时钟频率倍数的速度、在代理之间经由处理器总线 117 传输信息。例如，多重抽

吸信号模式可以提供例如一个双重抽吸信号模式，或是可以提供一个四重抽吸信号模式，其中双重抽吸信号模式允许信息（例如，数据，地址或者其他信息）以公共时钟频率速度的两倍（2X）进行传输，而四重抽吸信号模式以总线时钟频率的四倍（4X）提供信息传输。为了便于以这样大于公共总线时钟的速度或者频率传输信息，驱动代理还发布或者提供一个被称为时序“选通脉冲”的伴生信号，该信号由接收器使用作为一个参考用于捕获或者锁存该多重抽吸的信息。

术语“断定”是指一个信号被驱动到它的有效电平（即，对一个低电平有效的信号来说，被驱动到零），而且术语“取消断定”是指信号被驱动到它的无效电平。在如下所述的某些时序图中使用了正方形、圆形和三角形符号以指示特定信号何时被驱动或者采样。正方形指示一个信号在那个时钟周期中被驱动（断定，启动）。圆形指示一个信号在那个时钟周期中被采样（观察，锁存）。圆形通常被用来在公共时钟（1X）信号模式中基于总线时钟（BCLK）的一个上升（或者下降）沿显示一个采样点。三角形指示一个信号基于被称为“选通脉冲”的一个伴生信号的一个上升或者下降沿被采样或者捕获。选通脉冲最好可以是仅仅在信息（例如，数据、地址、其它信息）传送期间内经由处理器总线通常在多重抽吸模式下被打开或者被激活。

#### A. 公共时钟信号模式

依据公共时钟（1X）信号模式的一个实施例，在处理器总线 117 上的所有代理被要求驱动它们的有效输出并且采样所需的输入。依据一个实施例，每个输入应该在总线时钟的上升沿上在一个有效采样间隔期间内被采样，而且一到下一个总线时钟沿上升就把它的效果或者结果向外驱动到总线 117 上。这个方法实例允许一个完整的总线时钟周期用于组件间的通信（信号传输和传播），以及在接收器处允许至少一个完整的总线时钟周期来解释这些信号并且计算和输出一个响应。因此，在一个代理在一个或多个总线时钟周期中把数据驱动到处理器总线上之后，在另一个代理能够驱动处理器总线 117 之前有一个总线时钟周期的暂停（例如，一个不工作周期或者不活动周期）。

图 4 是一个示例时序图，依据一个实施例说明了公共时钟（1X）信号模式的示例操作。当信号出现在处理器总线 117 上时显示该信号。显示了总线时钟（BCLK）的四个周期。还显示了两个额外的示例信号，

包括 A# 和 B#，它们可以是任何类型的信号。例如，A# 可以是来自于第一代理的一个第一控制信号，而 B# 可以是来自于第二代理的一个第二信号。第一和第二控制信号可以被提供作为一个例如信号交换或者总线协议的一部分。

- 5 如图 1 所示，信号 A# 在时钟周期 1 的上升沿（如在 A# 中的正方形所示）处被驱动（或者断定），并且在总线时钟周期 2 开始处的一个上升沿在该接收器处被锁存（如用于 A# 的圆圈所示）。因此，提供了时钟周期 1 用于信号传播。虽然 A# 在周期 1 的开始处被断定，但是它没有在该总线上被观察直到周期 2 的开始为止。然后，存在一个暂停或者不活动的时钟周期（在用于逻辑延迟和用于接收器解释该信号的总线时钟周期 2 期间）。该接收器然后在总线时钟周期 3 的开始处驱动或者断定 B# 信号（如用于 B# 的正方形所示），其在周期 4 的开始处由另一个代理观察和捕获（如用于 B# 的圆圈所示）。

- 10 依据一个实施例，一个处理器包含一个 64 字节的高速缓存线（而不是在某些奔腾处理器中使用的 32 字节高速缓存线）。因此，如果数据使用公共时钟（1X）信号模式和 64 条数据总线线传输，则 64 字节（一个高速缓存线）的数据能够在 8 个总线时钟周期内被驱动或者传输。然而，在许多应用中，有可能期望提供一个更快的数据传送率或者更大的带宽。

## 20 B. 多重抽吸信号模式

- 在许多实例中，处理器总线长度 117、电限制（包含用于穿过总线的信号传播等待时间）可以阻止增加处理器总线频率。因此，依据一个实施例，而不是增加处理器总线时钟频率，该多重抽吸信号协议通过以该总线时钟（BCLK）频率的一个倍数操作适当的总线信号组（例如，地址总线或者数据总线）来增加该数据传送率（经由该公共时钟信号模式）。

### 1. 一个四重抽吸信号模式的示例

- 30 在该四重抽吸信号模式中，该适当的总线信号组以该总线时钟（BCLK）频率的四倍（4X）进行操作。换句话说，在四重抽吸信号模式中，在一个总线时钟周期内（这是它在该公共时钟或者 1X 信号模式中驱动一个信息单元所需的时间）四个信息单元被驱动到该处理器总线 117 上。

图 5 是一个时序图，依据一个实施例说明了一个示例四重抽吸信号模式。虽然该四重抽吸信号模式能用于任何类型的信号，但是依据一个示例实施例，该四重抽吸信号协议用于传送数据。在图 5 中的显示了两个总线时钟周期和第三总线时钟周期的一部分。穿过该处理器总线 117 的传输时间（或者信号传播时间）的最坏情况是这样的，即在第一个信息单元已经锁存在该接收器处（接收代理）之前，第二个信息单元可以被驱动到在该驱动器处的处理器总线 117 上（即，该代理驱动信息到该处理器总线上）。

依据一个实施例，该驱动器（或者驱动代理）在该总线时钟（BCLK）周期的上升沿、以及该 25%、50%和 75%点发送或者驱动一个新的信息单元到该上升沿上。

该接收器也发送一个被称为数据选通脉冲信号的伴生定时信号来指示何时该接收器应当采样或者捕获该数据。该选通信号更可取地是只有当信息使用该多重抽吸信号模式发送时才被发送或者驱动（激活）。

因为该数据和选通信号由同一个驱动器或者源产生，该数据和选通脉冲将具有相同的路径。结果，该选通信号和数据信号应当具有相同的路径，因此具有大致相同的延迟。因此，由同时发送一个选通脉冲和数据的驱动器或者源实现的一个有利条件是，该数据信号和该选通信号将同阶段（或者同步）到达在每个在该总线 117 上的代理处。因此，这个一个驱动器即发送数据又发送一个时序选通信号的技术能够被称为是一个源同步传送。在该四重抽吸信号模式中，在每个总线时钟周期中应该有四个数据选通脉冲（例如，四个时序选通脉冲边沿），每一个用于四个数据单元中的一个。不幸地时，在以比较高的频率产生一个选通信号中可能出现的问题。在高时钟频率处，在该上升沿比率和该下降沿比率之间的差别能够是重要的。此外，可能难以提供一个具有 50%作业周期的时钟信号或者选通信号。结果，在某些高时钟频率处，该选通信号的上升沿和下降沿将不会用来标识采样点，因为这个可能产生不对称或者引入一定程度的时序不准。相反地，仅仅使用该选通脉冲两个边沿的一个（即，仅仅使用该选通信号的上升沿或者仅仅下降沿来采样或者捕获该四重抽吸数据）来获得更对称或者更统一的选通脉冲时序或者采样间隔可能是有利的。



如果仅仅使用了该选通脉冲的一个边沿，则这个一般将要求一个是该总线时钟频率倍数的时钟频率。在四重抽吸数据（每个总线时钟周期四个数据单元）的情况下，如果仅仅一个边沿用于时序则该选通信号频率应当是该总线时钟频率的四倍（4X）。

5 不幸地是，如果该处理器时钟频率是 100 兆赫（举例来说），则这将要求一个是 400 兆赫的选通信号频率（在这个示例中）。然而，一个是该总线时钟频率四倍的选通信号频率可能遇到不同于该发送数据或者信息的延迟，这能够在该接收器处影响该数据和选通脉冲的对齐。一种在传送的选通信号和传送的数据之间的未对准可能导致该接收器捕获坏的或者错误的数  
10 据。此外，在这样高的频率（例如 400 兆赫）处，信号衰减能够是非常高的。

因此，依据一个实施例，多个数据选通信号用于在每个总线时钟周期提供四个选通脉冲，而不用使用一个是该总线时钟频率四倍（4X）的一个选通脉冲频率。依据一个实施例，在该总线时钟频率两倍处分  
15 别提供两个数据选通信号（DSTBp#和 DSTBn#）。因此，如果该总线时钟频率是 100 兆赫，则当由该驱动器（或者驱动代理）激活或者产生时，两个数据选通信号每个都将具有一个 200 兆赫的频率。做为选择，能够使用四个数据选通信号（当激活时，每个和该总线时钟相同的频率），其每个选通信号都在每个总线时钟周期中提供一个选通脉冲或者下降沿。  
20

再次参考图 5 的时序图，该驱动器在总线时钟周期 1 的上升沿、以及 25%、50%和 75%点上发送或者驱动一个新的信息或者数据单元。被标志为 D1、D2、D3 和 D4 的数据单元用于在这个示例中的四个数据单元。这个实施例还使用两个数据选通信号、包括 DSTBp#和 DSTBn#。  
25 依据一个实施例，这两个数据选通信号是彼此异相（或者以一种交错或者偏移方案）产生的。这允许一个选通信号中来标识用于奇数数据单元（例如，D1、D3、D5...）的采样点，而另一个选通信号用于偶数数据单元（例如、D2、D4、D6, ...）。

虽然在图 5 的示例中仅仅显示了两个选通信号，但是任意数量的  
30 选通信号可用于标识用于一个源同步传送数据的采样点。如上所述，提供多个选通信号以便该选通信号两个边沿中的仅仅一个可用于标识采样点（或者选通脉冲）而同时降低该选通信号的频率，是尤其有利

的。举例来说，如果使用了一个 6X 抽吸协议（而不是四重抽吸），能够使用三个选通信号，其中所有三个选通信号能够被类似地偏移或者交错，以便选通脉冲 1 能够用于数据单元 D1 和 D4，选通脉冲 2 用于数据单元 D2 和 D5，而选通脉冲 3 用于数据单元 D3 和 D6，等。

5 依据一个实施例，该选通信号两个边沿中的仅仅一个用于标识或者同步数据采样点。在这个特定实施例中，仅仅该两个数据选通信号的下降沿用来标识用于采样该信息或者数据的点。该数据选通脉冲（或者该数据选通信号的下降沿）在四个信息或者数据单元每一个的中心。因此，该数据选通信号的四个下降沿（或者选通脉冲）将在该总线时钟（BCLK）周期的 12.5%、37.5%、62.5%和 87.5%点上发生。因此，这两个选通信号提供等间隔的选通脉冲或者下降沿。

10 如图 5 所示，在总线时钟周期 1 开始处，一个 DRDY# 被驱动到总线 117 上（如用于 DRDY# 的正方形所示）。DRDY# 指示有效数据已经放置在处理器总线 117 上并且必须被采样或者锁存。第一个数据单元（D1）在总线时钟周期 1 的上升沿处（如用于 D# (@driver) 的第一个矩形所示）被该驱动器驱动到处理器总线 117 上。第一个数据选通信号（DSTBp#）然后由该驱动器在第一个总线时钟周期的 12.5% 点处激活，如在 DSTBp# (@driver) 中的第一个正方形所示。因此，该用于第一个数据单元（D1）的选通脉冲（或者下降沿）置于第一个数据单元的中心。一旦一个选通信号已经被激活或者打开了，它一般继续激活直到数据已经驱动到总线上为止。

15 此外，一个第二数据单元由该驱动器在该总线时钟周期 1 的 25% 点处驱动，如用于 D# (@driver) 的第二个矩形所示。第二个数据选通信号（DSTBn#）在该总线时钟周期 1 的 37.5% 点处被激活并且提供一个置于第二个数据单元（D2）中心的下降沿（或者选通脉冲）。

20 同样地，第三和第四数据单元（分别为 D3 和 D4）在总线时钟周期 1 的 50% 点和 75% 点处被驱动。相应的数据选通脉冲（该数据选通信号的下降沿）由该驱动器在 62.5% 点（由该 DSTBp# 选通信号）和 87.5% 点（由该 DSTBn# 选通信号）处提供或者驱动。因为该数据选通信号由一个是该总线时钟频率两倍（2X）的频率提供，每个数据选通信号每 1/2 个总线时钟周期将提供一个选通脉冲或者下降沿。因此，该 DSTBp# 选通信号在该总线时钟周期的 12.5% 和 62.5% 点处提供下降沿或者选

通脉冲，而 DSTBp#选通信号在该总线时钟周期的 37.5%和 87.5%点处提供下降沿或者选通脉冲。因此，能够看出这两个数据选通信号 (DSTBp#和 DSTBn#) 是彼此交错或者不同相的。这允许交替选通信号以每四分之一总线时钟周期 (在两个数据选通信号之间) 就提供一个下降沿 (或者选通脉冲)。这提供了每总线时钟周期四个选通脉冲或者下降沿，用于每个总线时钟周期标识四个数据单元的采样或者捕获点，同时降低每个选通脉冲的频率。此外，因为同一个边沿 (在这个示例中为下降沿) 用于在每个数据选通信号中的选通脉冲，时序和电路被简化了。

10 依据一个实施例，为了确保正确操作，信息从该驱动代理传递到任何接收器的等待时间应当小于或等于一个总线时钟减去该输入锁存器的准备时间。这将避免，如果该接收器在下一个阶段期间变为总线所有者，在用于后续数据阶段的数据线上的竞争。

图 5 还显示了在该接收器处的数据捕获。在该信号 (数据和数据选通脉冲) 由该驱动器驱动之后，这些信号沿着处理器总线 117 向下传送并且到达该目标或者接收器。第一个数据单元在接收器处接收，如 D# (@receiver) 信号所示。第一个数据单元 (D1) 在第一个选通脉冲上被采样或者捕获，其为 DSTBp# (@receiver) 的第一个下降沿。用于该 DSTBp# (@receiver) 的第一个三角形标识用于采样或者捕获第一个数据单元的选通脉冲或者点，而用于 DSTBp# (@receiver) 的第二个三角形标识用于在该接收器处采样该第三个数据单元的点或者选通脉冲。类似地，用于第二个数据选通信号 (DSTBn# (@receiver)) 的两个三角形标识用于让该接收器采样或者捕获第二和第四个数据单元 (D2、D4) 的点。

25 如图 5 所示，第一个数据单元 D1 可以在时钟 2 开始处的上升沿之后，以及在时钟周期 2 (下一个时钟周期) 的 12.5%点处被采样或者捕获 (选通) 到该接收器中。(如在这里使用的那样，术语“捕获”、“采样”和“锁存”被泛泛地使用以意指大致相同的事情)。然而，用于所有数据单元的数据没有被锁存到该接收器里，直到总线时钟周期 3 的上升沿为止。因此，虽然在接近总线时钟周期 2 开始处接收和捕获数据单元 D1，但是所有数据对于接收器都是不可用的，直到总线时钟周期 3 开始为止。该接收代理更可取地是包括一个足够存储八个

数据单元的 FIFO (先进先出) 缓存。这八个数据单元 FIFO 足够大来存储一次数据传送的四个单元以及用于下一次传送的下一个四个单元。这允许四个新的数据单元被接收和捕获, 同时前四个数据单元正从该 FIFO 弹出或者锁存到接收器中。它的净效果是该公共时钟信号模式带宽的四倍, 并且具有增加的、用于在该接收器或者设备内部锁存的第一个信号群的等待时间的效果。

此外, 依据一个实施例, 多条线用来运载两个数据选通信号每一个的多个拷贝 (DSTBp# 和 DSTBn#)。依据一个实施例, 有四个 DSTBn# 信号和四个 DSTBp# 信号, 如在以下表格中表示的那样。

10

数据选通脉冲有效区的示例实施例

数据信号	选通脉冲
D [15: 0] #	DSTBp0#, DSTBn0#
D [31: 16] #	DSTBp1#, DSTBn1#
D [47: 32] #	DSTBp2#, DSTBn2#
D [63: 48] #	DSTBp3#, DSTBn3#

这四个 DSTBp# 信号逻辑上是相同的, 四个 DSTBn# 信号也是如此, 但是每一个数据选通信号物理上用该请求信号的一个子集 (即, 该数据线的子集) 路由以减少在数据和数据选通信号之间的计时变形或者不一致。

图 8 是依据一个实施例、用于在代理之间传输信息的一个装置的框图。第一个总线代理 802 连接到第二个总线代理 832。第一个总线代理 802 包含一个数据选通脉冲发生器 1 / 接收器 1, 用于经由第一个双向数据选通信号线 820 产生和接收第一个数据选通信号 (例如, DSTBp#); 以及一个数据选通脉冲发生器 2 / 接收器 2 用于经由第二个双向数据选通信号线 822 产生和接收第二个数据选通信号 (例如, DSTBn#)。总线代理 802 还包含一个总线收发器 806, 该总线收发器 806 包含一个传送电路用于传送或者驱动数据信号到数据总线或者数据信号线 826 上, 以及一个接收电路用于接收经由该数据信号线 826 接收的数据信号。第二个总线代理 832 类似地包含一个数据选通脉冲发生器 1 和一个数据选通脉冲发生器 2 用于分别产生两个数据选通信

号到数据选通信号线 820 和 822 上。一个公共（或者系统）总线时钟发生器 810 提供该公共或者系统总线时钟到总线代理 802 和 832。

## 2. 把地址总线速度和数据总线相匹配

5 依据一个实施例，该高速缓存线尺寸已经增加到 64 个字节（在某些奔腾处理器中的高速缓存线是 32 个字节）。因此，使用该四重抽吸信号协议和具有 64 条数据线的数据总线宽度，一条高速缓存线（或者 64 个字节）能够在两个总线时钟周期中传送或者传输： $64 \text{ 个字节} = (2 \text{ 个周期}) \times (4 \text{ 抽吸/周期})$ （每抽吸 8 个字节）。

10 然而，在某些奔腾处理器中，一个请求（包含一个地址）在三个总线时钟周期中传送。用于某些奔腾处理器请求阶段的三个总线时钟周期包含下列：

周期 1 -子阶段 a -地址（经由地址总线提供），以及一种类型请求（例如，读，写）。

15 周期 2 -子阶段 b -该请求的辅助详细信息，包括字节使能、长度等（经由地址线或者地址总线提供）。

周期 3 -一个不工作周期或者往返周期，其允许在该总线上的信号变为静止，以允许另一个代理驱动该总线。

20 因此，依据一个实施例，一个高速缓存线能够在两个总线时钟周期中经由该数据总线传送。然而，在某些奔腾处理器中，地址和请求时序要求三个总线时钟周期用于传送一个请求。因此，在某些奔腾处理器中，地址总线时序或者带宽不匹配在上述实施例（看到图 5）中描述的、改进的四重抽吸数据总线的速度。一个更缺乏和更有价值的资源是该数据总线宽度和数据总线带宽。因此，依据一个实施例，更可取的是让该数据总线带宽压制或者限制处理器总线，而不是地址总线带宽。因此，为了防止地址总线减速或者压制该处理器总线，期望调整在地址总线上的地址和请求时序以至少匹配该数据总线的带宽或者速度（在这个示例中，用于在该数据总线上传输一个高速缓存线）。

25 因此，依据一个实施例，该经由地址总线提供的、请求阶段的时序和速度被调整为匹配该数据总线的整体速度。保持该不工作周期或者往返周期是符合需要的。因此，依据一个示例实施例，地址总线被双重抽吸以在一个总线时钟周期中提供两个信息单元（请求的子阶段 a 和子阶段 b）。

### 3. 一个双重抽吸信号模式的示例

通常，依据一个实施例，一个该双重抽吸信号模式中以该总线时钟 (BCLK) 频率的两倍 (2X) 操作该适当的总线信号组。图 6 是一个时序图，依据一个实施例说明了一个示例双重抽吸信号模式例子。虽然任何信号都可以是双重抽吸的，但是在这个实施例中地址总线是双重抽吸的。

参考图 6，该 ADS# 信号在请求阶段开始处变低。在该双重抽吸信号模式中，以它使用该公共时钟信号模式驱动一个单元所花费的时间 (即，在一个总线时钟周期期间)，把两个信息单元驱动到总线上。由于传输时间 (或者在该处理器总线 117 上的信号传播时间) 可以在第一个单元被锁存在接收器 (或者多个) 处之前在该驱动器处驱动第二个信号群或者信息单元。依据一个实施例，该驱动器在该总线时钟周期的上升沿和 50% 点上发送一个新的信息单元。

如图 6 所示，在总线时钟周期 1 开始处的下降沿开始的第一半总线时钟周期 1 上发送提供事务地址的请求子阶段 a (Aa)。在从总线时钟周期 1 的 50% 点开始的第二半总线时钟周期 1 上发送提供用于该事务的某些辅助详细信息的、该请求子阶段 b (Ab)。在图 6 中这两个信息单元显示为用于 A# (@driver) 线的 Aa 和 Ab 的两个矩形 (Aa 指示经由地址线提供的、该请求的子阶段 a，而 Ab 指示经由地址线提供的、该请求的子阶段 b)。因此，因为两个信息单元 (Aa 和 Ab) 在一个总线时钟周期期间被传送或者发送，所以地址总线是双重抽吸的。

此外，因为用于该请求的信息将使用一个双重抽吸信号模式发送 (每一总线时钟周期两个信息单元)，所以该信息更可取地是从一个源同步传送发送。因此，除了这两个信息单元之外，该驱动器还驱动或者激活一个地址选通信号，来每一个总线时钟周期 (当激活时) 提供两个地址选通脉冲。地址选通脉冲提供或者标识用于采样在地址总线上发送的这两个信息单元 (Aa 和 Ab) 的点。

依据一个实施例，使用的一个地址选通信号 (ADSTB#) 与总线时钟 (BCLK) 具有相同的频率。然而，为了在一个总线时钟周期期间提供两个选通脉冲，地址选通信号的下降沿和上升沿都将被用作选通脉冲或者标识用于这两个经由地址总线提供的信息单元的采样点。如图 6 所示，该驱动器在总线时钟周期 1 的 25% 点处激活一个地址选通信号

(ADSTB#)，这是在信息单元 1 (Aa) 的中心时刻。依据一个实施例，用于第一个信息单元的地址选通脉冲 (Aa 或者该请求的子阶段 a) 被提供为该 ADSTB# 信号的下降沿 (在总线时钟周期 1 的 25% 点处驱动)，而用于第二信息单元 (Ab 或者请求的子阶段 b) 的地址选通脉冲被提供为该 ADSTB# 信号的上升沿 (在总线时钟周期的 75% 点处驱动)。

即使地址选通脉冲具有一个与总线时钟相同的频率，但是该总线时钟将不会被用作用于该信息单元的选通信号，因为该总线时钟信号在适当时间不提供上升和下降沿。此外，该总线时钟信号总是激活的 (与一个选通信号仅仅在一个源同步传送期间被激活相反)。地址选通信号用来提供选通脉冲用于这两个信息单元的脉冲或者采样点，是因为该地址选通信号能够被激活 (打开) 和取消激活 (关闭) 而不管总线时钟的状态或者阶段。通过让该从同一个源驱动的选通脉冲作为信息，在这选通脉冲中的延迟匹配在该信息中的延迟，由此允许同时有多于一位在一条线上。

该信息单元 (Aa 和 Ab) 以及地址选通信号沿着处理器总线 117 传送并且在总线时钟周期 2 开始处到达接收器。如图 6 所示，第一个信息单元 (Aa) 在该 ADSTB# (@receiver) 信号的下降沿上被捕获或者采样，而且第二个信息单元在该 ADSTB# (@receiver) 信号的上升沿被捕获或者采样，如在该 ADSTB# (@receiver) 信号上的两个三角形所示。因此，能够看出，当该数据是有效 (并且应当被捕获) 时，该接收器基于来自该驱动器的一个指示确定性地捕获该数据或者信息。

依据一个实施例，数据从该驱动代理传送到任何接收器的等待时间应当小于或等于一个总线时钟周期减于该输入锁存器的准备时间。如果该接收器变为下一个阶段的所有者的话，这将会避免在用于第二个或者后续阶段的地址线 (或者地址总线) 及其他线上的竞争。它的净效果是该公共时钟信号模式带宽的两倍，并且具有增加的、用于在该组件或者接收器内部锁存的第一个信号群的等待时间的效果。

依据一个实施例，该接收器包含四个单元的 FIFO 缓存，用于在该请求阶段期间存储经由地址总线传输的四个信息单元。这允许来自一个请求子阶段 a 以及子阶段 b 的单元在 FIFO 中被接收和捕获，同时允许同时来自前一个请求子阶段 a 和子阶段 b 的单元从该 FIFO 中读出并且被锁存在接收器处。

因此，依据一个实施例，以和该总线时钟相同的频率，使用单个地址选通信号来提供用于经由地址总线传送的两个信息单元的选通脉冲。在这些用于地址选通脉冲的频率处（和总线时钟信号频率相同），信号衰减不是一个问题。此外，在该选通脉冲作业周期中的任何不对称不会形成一个问

5 题，因为每一个总线时钟周期仅仅传输两个信息单元。因此，和该总线时钟具有相同频率的单个地址选通能够被用作地址选通信号，其中该地址选通的下降和上升沿都被用作选通脉冲。

做为选择，能够使用多个（或者两个）地址选通信号，其中每个地址选通信号的仅仅一个边沿被用作一个选通脉冲。举例来说，能够使用在周期1的25%点处被激活（具有一个下降沿）的第一个地址选通信号以及在周期1的75%点处被激活（具有一个下降沿）的第二个地址选通信号。因此，该两个地址选通信号的激活点将被偏移或者交错。因为在一个总线时钟周期期间仅仅驱动两个单元，地址选通信号的频率能够被选定为和该总线时钟频率一样，或者为另一个频率。

10

图9是依据另一个实施例、用于在代理之间传送信息的一个装置的框图。第一个总线代理802连接到第二个总线代理832。第一个总线代理802包含一个地址选通发生器940用于产生一个地址选通信号（例如，ADSTB#）到一个双向地址选通信号线920上。总线代理802还包含一个总线收发器906，地址总线收发器906包含一个传送电路用于传送或者驱动地址及其他信号到地址及地址信号线926上，以及一个接收电路用于接收经由地址信号线926接收的信号。第二总线代理832类似地包含一个地址选通发生器942，用于产生一个地址选通信号到该双向地址选通信号线920上。第二总线代理832还包含一个总线收发器936，该总线收发器936包含一个接收电路和一个传输电路，分别用于经由地址信号线926传输信号和接收信号。

15

20

25

如上所述，使用该四重抽吸信号模式，一个高速缓存线的数据传送能够在两个总线时钟周期内被传输；而使用该双重抽吸信号模式，一个地址请求能够在两个总线时钟周期内被传输。因此，地址总线和数据总线都具有相同的峰值吞吐量，这提供了一条平衡的处理器总线。除非另作说明，如果不是全部至少大多数保持信号使用该公共时钟（1X）信号模式传输。

30

VII. 重调该总线协议到2个时钟周期的新拍率



如上所述，该处理器总线通过使用多重抽吸信号协议提供增加了的请求和数据带宽。在请求带宽（在地址总线上）和数据带宽（在数据总线上）中的增加不需要增加该数据总线宽度（64 线），不使用一个昂贵的时钟或者路由拓扑结构，而且同时保持和在某些奔腾处理器中使用的总线协议相同的总线协议基本类型。

在某些奔腾处理器中，一个公共时钟信号模式使用 64 条数据线来在每个总线时钟周期传送八个字节数据，其允许一个 32 字节的高速缓存线在四个总线时钟周期中传送。依据本发明的一个实施例，该高速缓存线增加到 64 个字节，而且一个四重抽吸信号模式（每个总线时钟周期传送 32 个字节）可用于在两个总线时钟周期中发送 64 个字节高速缓存线。此外，某些奔腾处理器中，在三个总线时钟周期中传送一个请求，包括总线时钟周期 1 中的子阶段 a、在周期 2 中的子阶段 b、以及用于周期 3 的一个转向周期（或者不工作周期）。依据本发明的一个实施例，一个双重抽吸信号模式在地址总线上使用，以在单个总线时钟周期中传输或者传送该请求的两个子阶段 a 和 b，这将该请求阶段的长度减少到两个总线时钟周期，这与一个高速缓存线传输的长度（也是两个总线时钟周期）相匹配。因此，因为一个请求阶段具有两个总线时钟周期长度，而且一个高速缓存线传输需要两个总线时钟周期，该处理器总线的拍率或者拍频可以通常被认为是两个总线时钟周期。

依据本发明的一个实施例，该总线协议被重调或者修改以把在连续阶段开始之间的等待时间或者延迟调整到更接近地匹配用于该处理器总线的、两个总线时钟周期的新拍频。图 7 是一个框图，说明了在事务阶段（包括判优、请求、探听和响应阶段）之间的最少等待时间延迟。显示了用于两个事务（事务 1 和事务 2）的判优（Arb）、请求（Req）、探听和响应（Resp）阶段。显示的数字用来指示在阶段之间的一个等待时间或者延迟。第一个数字指示如在某些奔腾处理器中实现的那样，在阶段开始之间的总线时钟周期的最小数目，而第二个数字（其括号内）指示在该总线协议被调整或者重调以更接近地匹配两个总线时钟周期的新拍频之后，在阶段之间新的最小等待时间。如果仅仅显示了一个数字，则这指示在某些奔腾处理器和该发明的一个实施例之间，在阶段之间的延迟或者等待时间中没有变化。

如上所述，在图 7 中显示的、在阶段之间的最小等待时间一般是两个总线时钟周期。参考图 7，用于一个事务（例如，事务 1）的、在一个判优阶段开始和一个请求阶段开始之间的最小等待时间在两个总线时钟周期处保持不变。从一个事务的请求阶段开始到一个事务的探听阶段开始的最小等待时间已经从四个总线时钟周期减少到三个周期。在一个探听阶段开始和一个响应阶段开始之间的最小等待时间在两个总线时钟周期处保持不变。在请求阶段开始和一个目标代理能够断定 TRDY#信号时候之间的最小等待时间已经从三个总线时钟周期减少到两个总线时钟周期。从断定该 TRDY#信号到一个响应阶段开始的最小等待时间在两个总线时钟周期处保持不变。

此外，在连续事务的同一个或者相应阶段之间的最小等待时间已经被修改为更接近地匹配两个时钟周期的拍频。再次参考图 7，在连续的判优阶段之间的最小等待时间（例如在事务 1 的判优阶段开始和事务 2 的判优阶段开始之间的最小等待时间）已经从三个总线时钟周期减少到两个周期。该在连续请求阶段之间的最小等待时间已经从三个总线时钟周期减少到两个。该在连续探听阶段之间的最小等待时间已经从三个总线时钟周期减少到两个。而且，该在连续响应阶段之间的最小等待时间已经从三个总线时钟周期减少到两个。

将结合对在阶段之间的等待时间下降有贡献的、对该总线协议的某些改变或者修改（在发生等待时间减少的地方）的一个简要说明，对每一个阶段进行描述。

当一个请求代理不拥有该总线时，事务从一个判优阶段开始，其中一个请求代理变为该总线所有者。在该请求代理变为该总线所有者之后，该事务进入该请求阶段。在该请求阶段的第一个子阶段（子阶段 a），和该事务地址和足够的信息一起驱动一个 ADS#信号（指示有效地址）以开始探听和存储器存取。在该请求阶段的第二个子阶段（子阶段 b），用于该请求的各种辅助信息被驱动到总线 117 上，包括字节使能（指示哪个数据字节将在该数据线上提供）、一个延期 ID、事务长度及其他事务信息。在一个总线时钟周期期间驱动第一个和第二个子阶段。结果，依据一个实施例，该请求信息（例如，它的大部分经由地址总线提供）据说具有一个 2x 数据传送率。

依据一个实施例，每个事务都具有一个探听阶段。由该探听阶段

产生的探听指示为一个事务驱动的地址是否引用在任何总线代理的高速缓存中的一个正确或者修改了(脏)的高速缓存线。该探听结果还指示一个事务是否将按次序完成,或者可以为可能的无序完成延期。如果一个代理没有准备通过扩展该探听阶段来探听的话,该代理能够

5 使用一个探听停止延迟一个事务。

现在将描述每一个阶段,并且突出该被实现以减少在阶段之间的等待时间的差别(在合适的地方)。

1) 判优阶段: 没有事务能够被发布直到该总线代理拥有该处理器总线 117 为止。如果想要驱动该事务到该处理器总线 117 上的代理还没有拥有该总线 117, 这一个事务仅仅需要具有这个阶段。依据一个实施

10 例, 提供了一个支持两种类型总线代理的总线判优协议, 该总线代理为: 对称代理、以及优先级代理。在总线 117 上的处理器一般作为对称代理进行判优。优先级代理(例如, 系统接口 116)通常以该 I/O 子系统(I/O 桥 124 或者 I/O 代理)和存储器子系统(位于主存储器

15 子系统 122 中的存储器代理)名义进行判优。

一个可用于为总线所有权判优的示例信号群显示如下(如在这里使用的那样, #符号指示有效低电平信号):

示例判优信号

引脚/信号名	引脚助记符	信号助记符
对称代理总线请求	BR [3: 0] #	BREQ [3: 0] #
优先级代理总线请求	BPRI#	BPRI#
堵塞下一个请求	BNR#	BNR#
锁定	LOCK#	LOCK#

20

处理器总线 117 允许多个代理同时为该总线 117 判优。该对称代理基于循环轮流优先权方案为总线 117 进行判优。该判优方案确保所有的对称代理公平地进入一个请求阶段。每个对称代理都具有一个唯一的、在重置处分配的代理 ID (例如, 代理 0, 1, 2, 3) 而且将以循环

25 次序发生判优。在重置之后, 代理 0 具有最高的优先级, 继之以代理 1、2、和 3。每个对称代理保持一个反映最近总线所有者的对称代理 ID 的公共轮流 ID。在每个判优事件上, 如果没有其他较高优先级的动作

阻止该总线使用的话，该具有最高优先级的对称代理变为所有者并且可以进入该请求阶段。优先级代理比对称所有者具有更高的优先级。

一个对称代理通过断定它的  $BREQ_n\#$  信号来请求总线。基于在  $BREQ [3:0]$  上采样的值以及最后的对称总线所有者，所有代理能够同时  
5 确定下一个对称总线所有者。一个优先级代理通过断定  $BPRI\#$  来要求该总线，其临时地覆盖该判优方案，因为没有别的对称代理将发布另一个解锁的总线事务直到  $BPRI\#$  被采样为不活动为止。该优先级代理总是下一个总线的所有者。 $BNR\#$  信号能够由任何总线代理断定以堵塞进一步的事务被发布到该总线上（通常当系统资源诸如缓存是满的而且不能容纳另一个事务时使用）。 $LOCK\#$  信号的断定指示该总线代理正执行  
10 不可被中断的、一个基本的总线事务序列。

该优先级代理能够在它产生它的最后请求的同一个周期中取消断定  $BPRI\#$  并且释放总线所有权。在某些奔腾处理器中，在断定  $BPRI\#$  信号之后，该  $BPRI\#$  信号必须被取消断定至少两个总线时钟周期。这匹  
15 配老的 3 个总线时钟周期比率（在某些奔腾处理器中），所以提供了对称代理和优先级代理对该总线的平衡访问。依据一个实施例，该协议被改变为在  $BPRI\#$  信号被断定之后需要该  $BPRI\#$  信号被取消断定仅仅至少一个总线时钟周期。在一个当前实施例中的改变支持两个总线时钟周期拍率，一个总线时钟周期用于断定以及一个周期用于取消断定。  
20 定。

应当注意：该  $BNR\#$  信号可用于延迟进一步的请求，例如，当一个代理不具有足够的资源来支持另一个事务时。依据一个实施例，基于三个状态实现以及确定一个请求停止协议：

1) 空闲：在这个状态中，一个代理发布请求的能力不由该  $BNR\#$  请求停止协议限制，而是仅仅由该总线的所有权以及由该请求比率限制。在某些奔腾处理器中，在  $ADS\#$  被采样断定之后三个时钟周期，发生  
25 在该空闲状态中的  $BNR\#$  取样点。依据一个实施例，该  $BNR\#$  取样点在该  $ADS\#$  信号被采样断定之后被调整为发生两个时钟周期（而不是三个）。当一个代理在自由状态中试图停止一个新的请求产生时，该代理在从  $ADS\#$  开始一个有效的  $BNR\#$  取样点之前的时钟周期内驱动  $BNR\#$  为有效。在下一个时钟周期内，所有的代理在一个  $BNR\#$  取样点上监视一个活动的  $BNR\#$  并且转换为停止状态。  
30

2) 调节: 一旦一个代理具有该总线的所有权并且已经保持了最大的 ADS#比率, 一个代理可以在这个状态发布一个请求。该 BNR#采样点是在该调节状态的第一个时钟周期。当在该调节状态中时, 如果 BNR#在一个 BNR#采样点上被采样为有效, 则该状态转移到停止状态。如果  
5 BNR#在一个 BNR#采样点上被采样为无效, 则该状态转移到空闲状态。

3) 停止: 在这个状态中, 一个代理可以不发布一个请求, 直到在 BNR#采样点采样的 BNR#是无效为止。该 BNR#采样点在当进入该停止状态时的总线时钟周期以及其它后续时钟周期中开始, 只要 BNR#在它的采样点处被采样为有效。在一个重置事件 (要么 INIT#要么 RESET#)  
10 之后, 一个请求停止状态总是被初始化为停止。一个代理能够通过每两个时钟周期断定 BNR# (在有效采样点之前) 来延伸该停止状态。如果 BNR#在停止状态的同时没有被采样为有效, 这该请求停止状态将转换到调节状态。

因此, 要求该 BPRI#信号被断定之后仅仅至少一个总线时钟周期  
15 (而不是两个) 被取消断定, 并且调整在该空闲状态中的 BNR#采样点到发生在该 ADS#信号被采样为断定之后两个时钟周期 (而不是三个), 可以把在连续判优阶段开始之间的最小等待时间从三个总线时钟周期减少到两个总线时钟周期。

2) 请求阶段: 请求阶段是其中该事务实际上被发布或者驱动到总线上的阶段。依据一个实施例, 该请求阶段是一个持续的公共总线时钟周期。该请求阶段包括两个子阶段, 包括子阶段 a (在该请求阶段的第一半期间) 和子阶段 b (在该请求阶段的第二子阶段期间)。包括事务地址的请求信息在该请求阶段期间传送。该请求阶段从断定该 ADS#信号、地址选通脉冲信号开始。这里是可用于传送一个请求的示例信  
20 号组。  
25

示例请求信号

引脚名	引脚助记符	信号名	信号助记符	号
地址选通脉冲	ADS#	地址选通脉冲	ADS#	1
请求命令	REQ[4:0]#	请求 <sup>a</sup>	REQa[4:0]#	5
		扩展请求 <sup>b</sup>	REQb[4:0]#	
请求选通脉冲	ADSTB[1:0]#	请求选通脉冲	ADSTB[1:0]#	2
地址	A[35:3]#	地址 <sup>a</sup>	Aa[35:3]#	33
		保留 <sup>b</sup>	Ab[35:32]#	
		属性 <sup>b</sup>	ATTR[7:0]#or Ab[31:24]#	
		延期 ID <sup>b</sup>	DID[7:0]#or Ab[23:16]#	
		字节使能 <sup>b</sup>	BE[7:0]#orAb [15:8]#	
		扩展功能 <sup>b</sup>	EXF[4:0]#or Ab[1:0]#	

注意:

5 a. 这些信号在该请求阶段的第一个子阶段(子阶段 a)期间在该指示的引脚上驱动。

b. 这些信号在该请求阶段的第二个子阶段(子阶段 b)期间被驱动。

10 因此,该事务地址在 Aa [ 35: 3] (其中“A”指示地址线或者地址总线 204 而且“a”指示在子阶段 a 期间传送指示信号)上传送,而描述该事务的附加信息(例如,字节使能、属性、扩充功能)在 Ab [ 35: 3] (“b”指示附加信息在子阶段 b 期间经由地址线传送)上传送。ADS# 的断定定义了请求阶段的开始。更可取地是 ADSTB [ 1: 0] #应当在 ADS#被断定的每个总线时钟周期中被触发一次,而不是在任何其他周期中。该 REQa [ 4: 0] #和 REQb [ 4: 0] #标识该事务类型。

15 依据一个实施例,该请求能够被驱动到该处理器总线上:

- 1) 在所有权观测之后的时钟周期; 以及
- 2) 在为前一个事务断定 ADS#之后的两个或更多时钟周期, 以及

3) BNR#被观察为无效时, 以及

4) 如果不由这个代理激活的 LOCK#, 被观察为无效。

某些奔腾处理器在断定前一个事务的 ADS#之后, 在该请求能够被驱动到该处理器总线上之前, 要求三个时钟周期的最小延迟。为了把在连续事务请求阶段之间的最小等待时间从三个时钟周期减少到两个时钟周期, 依据一个实施例, 一个代理可以在断定前一个事务的 ADS#信号之后仅仅两个总线时钟周期之后把该请求驱动到该总线上。如上所述, 该 ADS#信号标识该请求阶段的开始, 并且指示该请求的子阶段 a 正被驱动到该处理器总线上, 该子阶段 a 包括一个地址 (经由地址总线提供) 和该请求 (经由该 REQ# [ 4 : 0 线提供)。

3) 探听阶段: 依据一个实施例, 该处理器总线支持用于多个高速缓存代理的高速缓存一致性。一致性 (或者数据一致性) 确保具有多级高速缓存和存储器和多个高速缓存代理的一个系统或者计算机给出一个共享存储器模型, 其中更可取地是没有代理曾经读取旧的 (或者错误的) 数据并且按要求动作能够被串行化。一条线是在该高速缓存代理中的高速缓存单元。依据一个实施例, 一条高速缓存线是 64 个字节, 但是能够使用其他尺寸的高速缓存线。

该高速缓存协议把线与状态相关联并且定义控制状态转换的规则。每条线在每个高速缓存中都具有一个状态。依据一个实施例, 存在有四个线状态, 包括: M (修改), 其指示该线在这个高速缓存中并且包含该线一个比在存储器中的更新的值, 而且该线在所有其他代理中是无效的; E (排它) 指示该线是在这个高速缓存中并且与在存储器中的值相同, 并且在所有其他代理中是无效的; S (共享) 指示该线是在这个高速缓存中, 包含和在存储器中的相同的值, 并且可以在其他代理中; 而且 I (无效) 指示该线在这个高速缓存中不是可用的并且应当从另一个高速缓存或者代理处取出。

探听阶段是其中执行高速缓存一致性的阶段。以下是能够在一个探听阶段期间使用的探听信号示例列表:

## 示例探听信号

信号功能	管脚名	驱动器
保持一个不修改的高速缓存线	HIT#	具有共享线的代理
点击以修改高速缓存线	HITM#	具有脏的线的代理
推迟事务完成	DEFER#	响应代理

在该探听阶段，所有高速缓存代理驱动它们的探听结果并且参与到高速缓存一致性解决中。该代理为几乎所有的存储器事务，这就是说不是它拥有的，产生内部探听结果。所有高速缓存代理（探听代理）在这个阶段使用 HIT#和 HITM#信号驱动它们的探听结果到该总线上。在该探听阶段期间断定 HIT#，以指示包含请求的数据的一条高速缓存线的一个拷贝驻留在另一个代理在这个接口上的高速缓存中。在该探听阶段期间断定 HITM#，以指示包含请求的数据的一条高速缓存线的一个修改拷贝驻留在另一个代理在这个接口上的高速缓存中。如果 HIT#和 HITM#在一个探听阶段期间由一个代理同时断定，则已经发生了一个探听停止并且当前探听阶段应当被延伸。在该探听阶段期间断定 DEFER#，以指示当前事务不保证能够完成。

在某些奔腾处理器中，探听结果在 ADS#信号被断定之后四个时钟周期被驱动，并且从前一个事务的探听阶段开始至少三个时钟周期。然而，依据一种实施例，这些最少等待时间被修改了以更接近地匹配该处理器总线的新拍频。依据一个实施例，该探听结果现在可以在 ADS#信号被断定之后三个时钟周期（即在该请求阶段开始之后三个总线时钟周期）驱动并且在前一个事务的探听阶段之后至少两个时钟周期（即在于前一个事务的探听结果被驱动到该总线上之后至少两个时钟周期）驱动。因此，用于 HIT# / HITM# / DEFER#信号（探听结果）的最大激活比率从每三个总线时钟周期一次变为每两个总线时钟周期一次。注意由于该请求阶段被缩短了一个周期，从该请求阶段（子阶段 B）结尾到该探听阶段的等待时间保持同样。

4) 响应阶段：在这个阶段，该响应代理驱动该事务响应到处理器总线上。在该请求阶段启动的请求进入一个由每个总线代理保持的排序队列。响应代理是负责完成在该排序队列顶端的事务的代理。该响应代理是由该事务在请求阶段期间寻址的设备或者代理。以下是能够



在该响应阶段使用的一个示例信号组:

示例响应信号

类型	信号名	号
响应状态	RS [2: 0] #	3
响应奇偶校验	RSP#	1
目标准备好	TRDY#	1

- 5 该事务响应在该 RS [ 2 : 0 ] #信号上被编码。可能的响应示例包括: 一个标准数据响应 (其中该响应代理被要求与该响应一起传输读取的数据)、一个重试响应 (当在探听阶段期间断定 DEFER#时指示该事务必须被重试)、一个延迟响应 (其中该响应代理或者回应代理承诺将来使用该推迟答复事务完成该事务)、一个没有数据响应 (其中没有数据将由该寻址的代理返回), 等。TRDY#由该响应代理断定以指示它准备接受写入或者写回数据, 等。该 RSP 信号提供用于该 RS 信号
- 10 的奇偶校验。

在某些奔腾处理器中, 该响应能够在前一个事务的响应阶段之后最少三个总线时钟周期之后被驱动。依据一个实施例, 这个在连续事务的响应阶段之间的最小等待时间被调整为更接近地匹配该处理器总线的新拍频。依据一个实施例, 该响应能够在前一个事务的响应之后

15 最少两个总线时钟周期之后被驱动。这个最小等待时间一般受可以延伸这个等待时间的其他限制影响。由于该双重抽吸信号模式用于该请求信号, 每两个总线时钟周期就能够驱动一个响应一次 (相比之下, 某些奔腾处理器每三个总线时钟周期一次)。

20

一个请求启动事务是一个其中该请求代理已经写入要传输的数据的事务。该被寻址的代理断定 TRDY#以指示它从该打算执行一个写操作的请求代理接收数据的能力。在某些奔腾处理器中, 该 TRDY#信号能够在用于同一个事务的 ADS#信号被断定之后最少三个总线时钟周期之后

25 被断定。一般地其他能够延长这个等待时间的限制。这个等待时间被修改为更接近地匹配该处理器总线新的拍频。依据一个实施例, 一个被寻址的代理能够在用于同一个事务的 ADS#信号被断定之后最少两个总线时钟周期之后断定该 TRDY#信号。注意从该请求阶段结尾到 TRDY#

的等待时间保持不变。

- 5) 数据 (传输) 阶段: 在该数据阶段期间, 数据经由处理器总线 117 在不同的总线代理之间传输。基于该请求阶段, 一个事务包含一个“请求启动” (写) 数据传送、一个“响应启动” (读) 数据传送、或者没有数据传送。该数据阶段可以与用于一个事务的请求阶段相一致。

以下是能够在该数据阶段中使用的一个信号示例列表:

示例数据信号

类型	信号名	号
数据就绪	DRDY#	1
数据总线忙	DBSY#	1
数据选通脉冲	DSTBp [3: 0] # DSTBp [3: 0] #	8
数据	D [63: 0] #	64
数据倒置	DINV [3: 0] #	4
数据奇偶校验	DP [3: 0] #	4

10

- DRDY#指示有效数据已经放置在总线 117 上并且必须被锁存。该数据总线所有者为每个总线时钟周期断定 DRDY#, 在该总线时钟周期中将要传输有效数据。DRDY#能够被取消断定为在该数据阶段中插入等待状态。DBSY#可用于在第一个 DRDY#断定之前并且在连续的 DRDY#断定之间, 为一个多重总线时钟数据传送保持该数据总线 DINV [3:] #用来指示该数据位已经由该数据源反转了。

- 20 数据总线 206 (图 2) 的数据信号 D [63: 0] #提供了在总线代理之间的一个 64 位数据通路。为了一个部分传输, 包括 I/O 读取和 I/O 写事务, 该字节使能信号 (BE [7: 0] #) 确定该数据总线的哪个字节将包含该有效数据。该 DP 信号可被用于为该数据信号提供奇偶校验。

依据一个实施例, 数据可以使用一个四重抽吸 (即, 4X) 源同步锁存协议来传输, 其中该数据信号 D [63: 0] 被用来在单个总线时钟周期内传送四个 8 字节数据单元。第一个 8 字节 (以爆发次序) 由

该总线时钟的第一个四分之一传送，在总线时钟的第二个四分之一中传送第二个 8 字节单元，在该总线时钟的第三个四分之一中传送该第三个 8 字节单元以及在该总线时钟的第四个四分之一中传送第四个 8 字节单元。如果要被传输的数据是 1 到 8 字节长，则该数据能够在该总线时钟的第一个四分之一中传输，而且如果该数据是 9-16 字节长，则该数据能够在该总线时钟的头两个四分之一中传输。

在这里具体说明和 / 或描述了本发明的几个实施例。然而，应当理解：本发明的修改和变化由上述示教所覆盖并且在附加权利要求的范围之内，而不背离本发明的精神上和想要的范围。

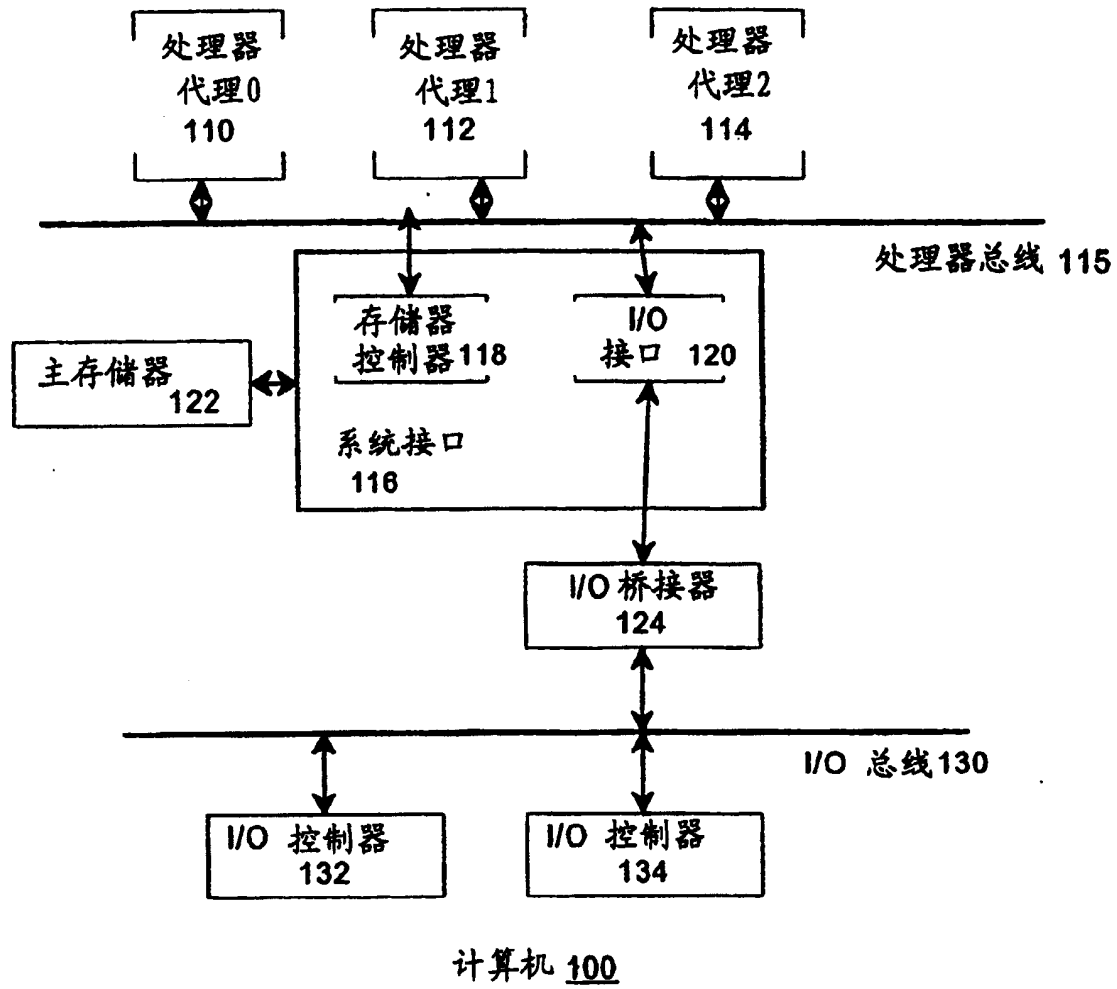
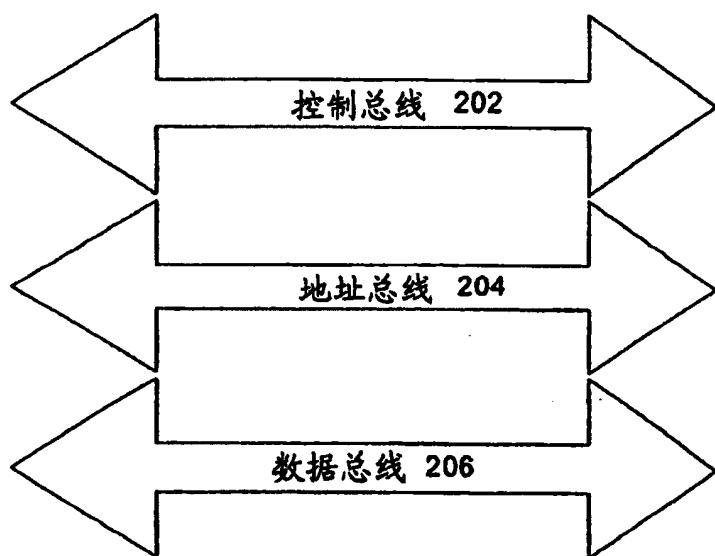


图 1



处理器总线 115

图 2

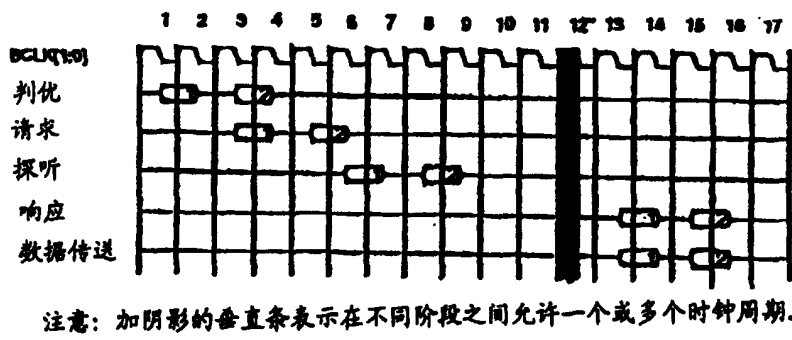


图 3

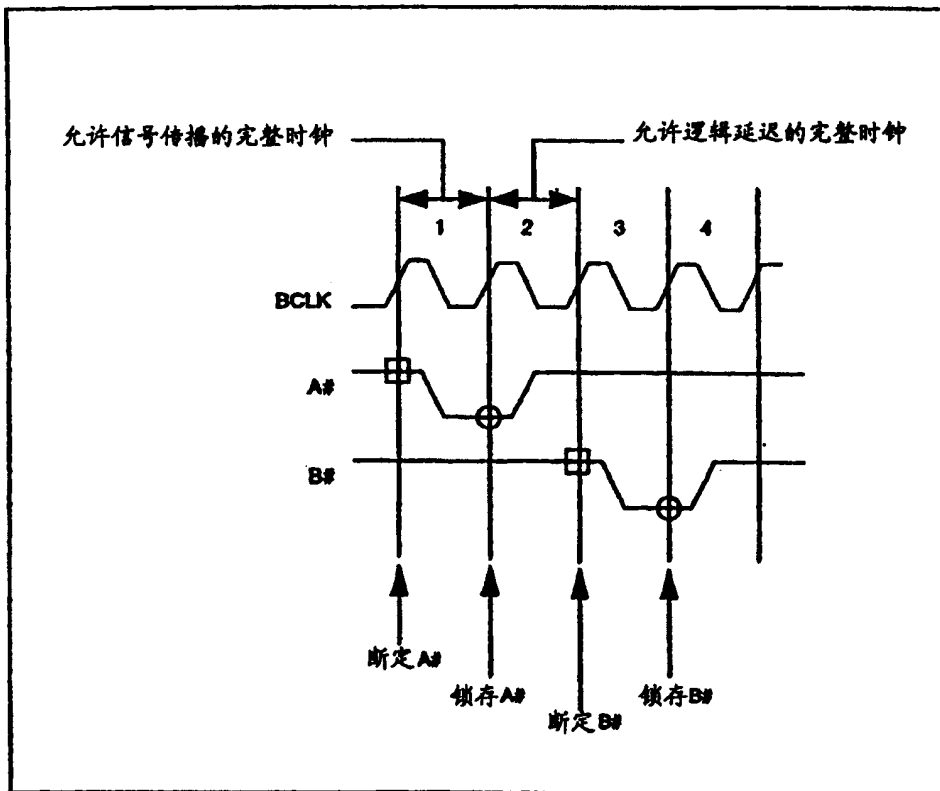


图 4

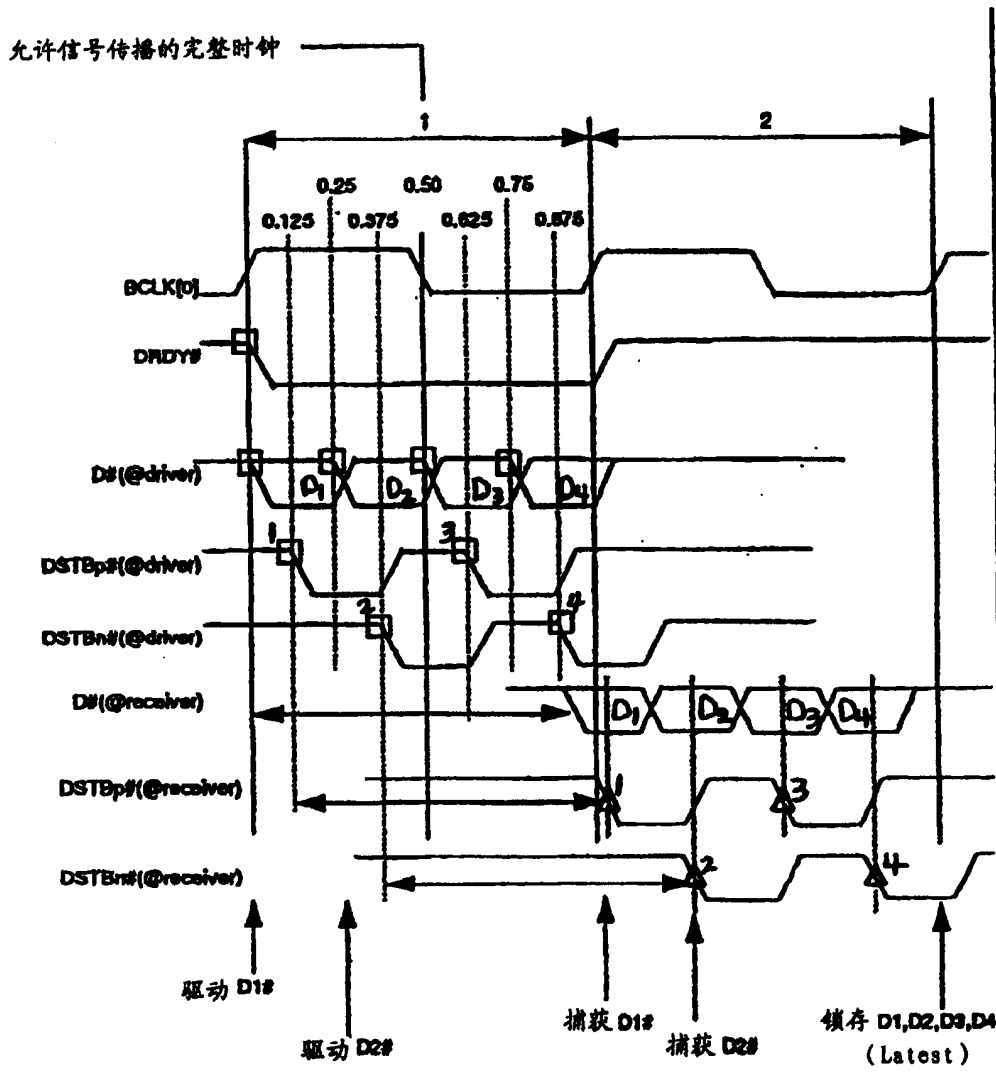


图 5



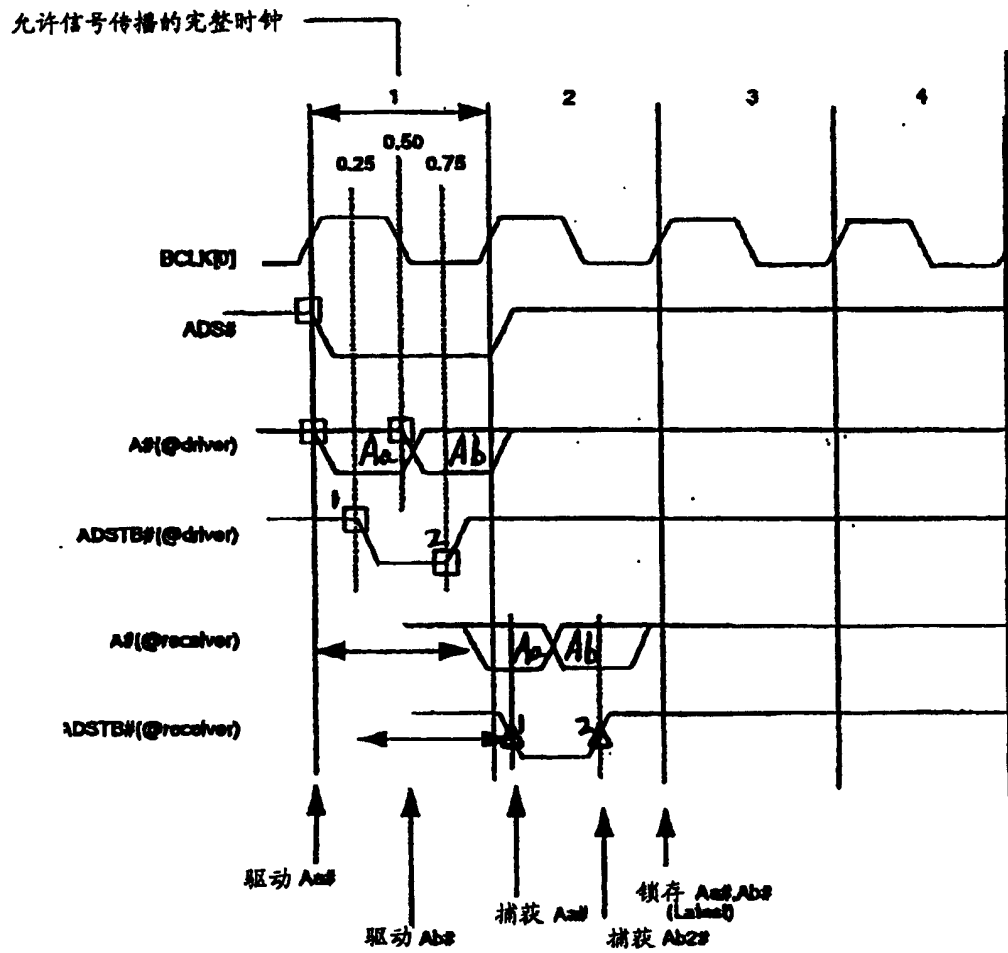


图 6

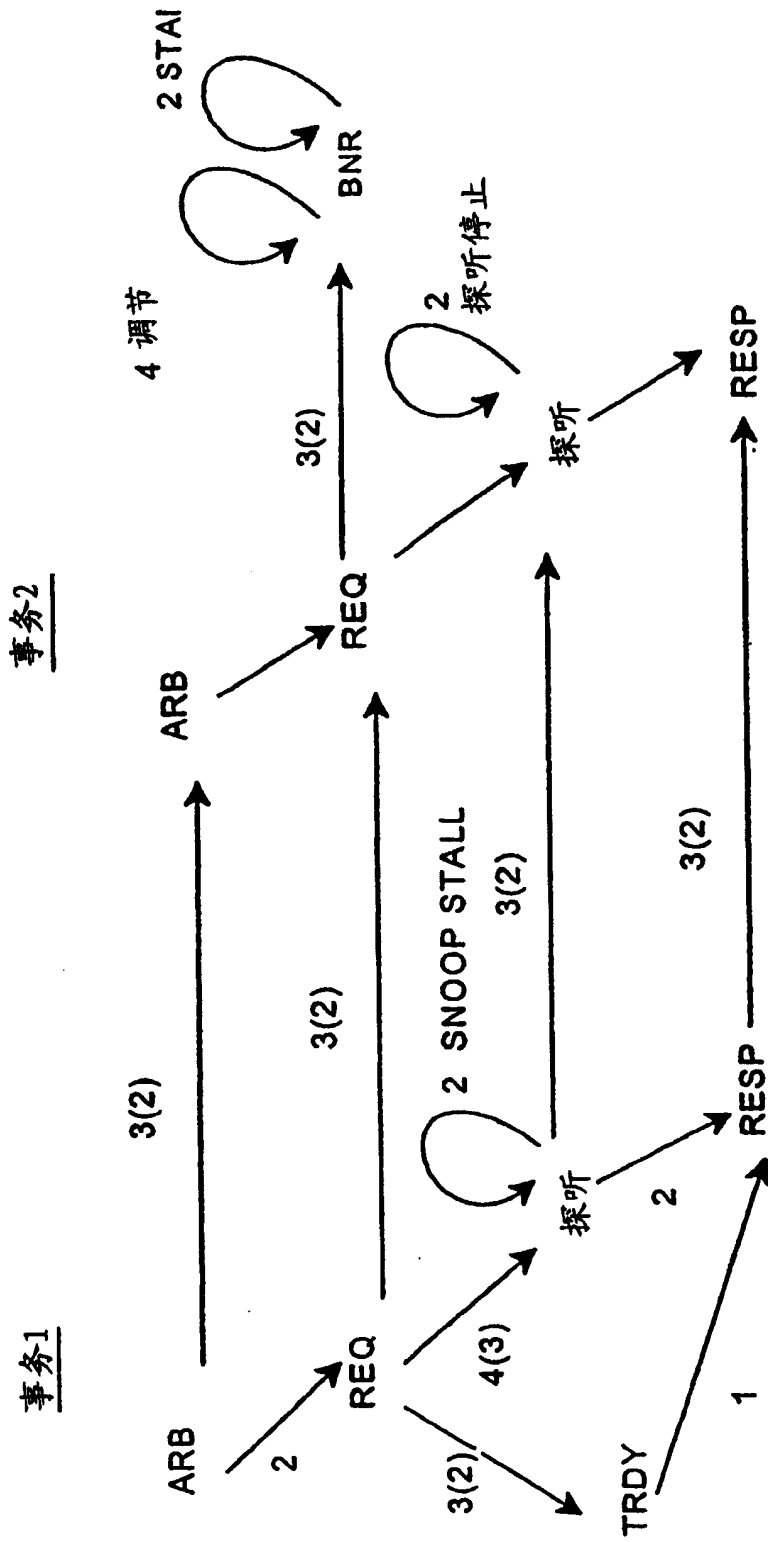


图 7

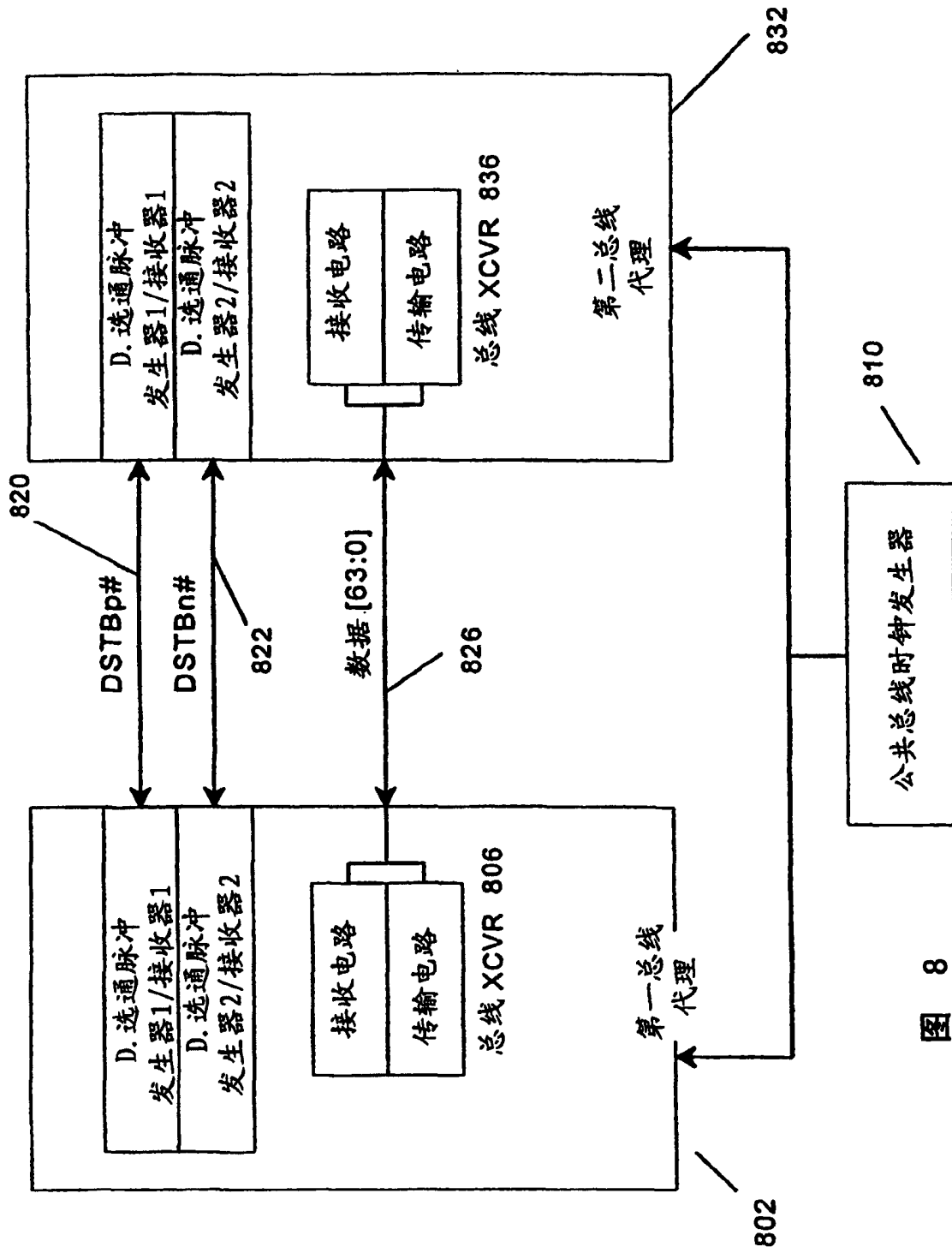


图 8

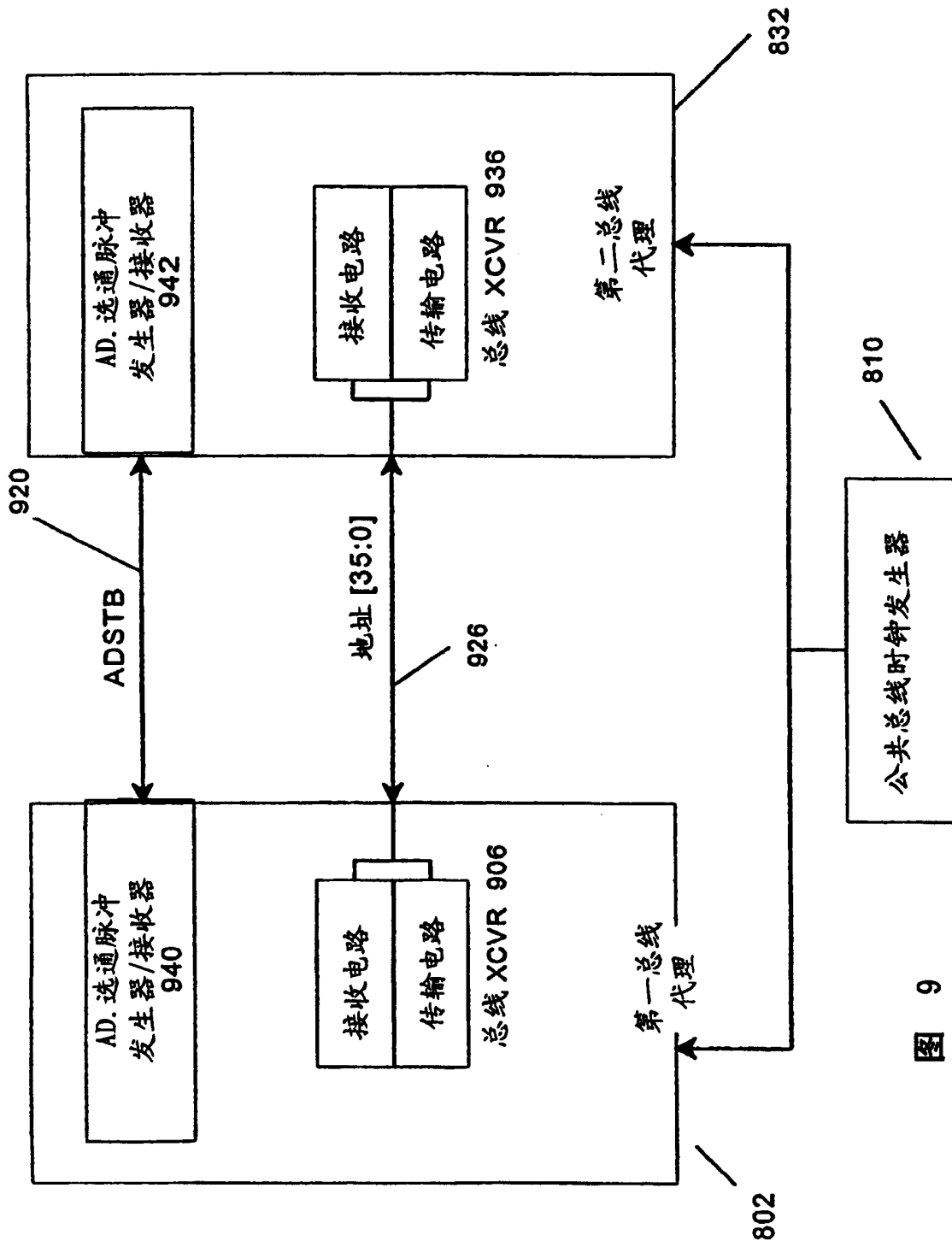


图 9