



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410092177.5

[45] 授权公告日 2009年7月15日

[11] 授权公告号 CN 100514931C

[22] 申请日 2004.10.8

[21] 申请号 200410092177.5

[30] 优先权

[32] 2003.10.7 [33] US [31] 10/679,287

[73] 专利权人 阿尔卡特公司

地址 法国巴黎

[72] 发明人 B·钱普林 J·格里巴

S·赫佳奇

[56] 参考文献

US6381649B1 2002.4.30

CN1376987A 2002.10.30

US6009078A 1999.12.28

审查员 林 牲

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

代理人 杨晓光 李 峥

权利要求书4页 说明书16页 附图8页

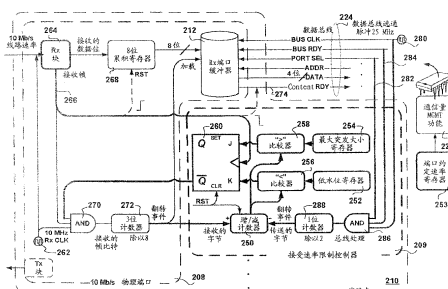
[54] 发明名称

线路卡端口保护速率限制器电路

[57] 摘要

用于链路层基于端口的硬件实现的接受速率限制控制的装置。该装置使用跟踪接收端口缓冲器占用率水平的单个的增减计数器。通过由帧接收信号和反馈帧接受控制信号所时间截短的接收线路速率时钟信号来增加单个的增减计数器。以从接收端口缓冲器中提取内容的服务水平协议 SLA 协商的约定速率来减小单个的增减计数器。比较器的输出被提供给主从触发器，该比较器确定何时端口接收缓冲器占用率水平低于低水位接收端口缓冲器占用率水平，以及确定何时接收端口缓冲器占用率水平高于最大突发大小，所述主从触发器产生帧接受控制信号，当端口接收缓冲器占用率水平转换在低水位和最大突发大小的接收端口缓冲器占用率水平之间时其表现出滞后。由于使用少量的逻辑门来接收内容，因此所实现的链路层基于端口的硬件实现的接

受速率限制控制的优点得自于以线路速率实时强制执行的确定的响应。



1. 一种物理端口控制器，包括下列装置：

a. 增减计数器，当通过相应的输入端口接收内容时，所述增减计数器的值被增加，以及以输入端口服务速率来减小所述增减计数器的值；

b. 最大突发大小寄存器，其保存相应于最大容量的值，其中，当以高于所述输入端口服务速率的速率通过输入端口接收内容时，所述最大容量是所述输入端口所允许接收的最大容量；以及

c. 第一比较器，其在将所述增减计数器的值和所述最大突发大小寄存器的值进行比较的过程中，当所述增减计数器的值大于所述最大突发大小寄存器的值时，实时提供接受速率限制控制信号，

其中，所述接受速率限制控制信号提供链路层的输入的基于端口的硬件实现的接受速率限制控制。

2. 如权利要求 1 所述的物理端口控制器，还包括约定速率寄存器，其保存表示所述服务速率的值，所述服务速率相应于服务水平协议约定速率，所述输入的基于端口的硬件实现的接受速率限制控制强制执行相应的服务水平协议。

3. 如权利要求 2 所述的物理端口控制器，其中，所述物理端口是以太网端口、异步传输模式端口、帧中继端口和同步光网络/同步数据层次结构端口之一。

4. 如权利要求 1 所述的物理端口控制器，其中，所述增减计数器的值表示接收端口缓冲器的缓冲器占用率水平。

5. 如权利要求 1 所述的物理端口控制器，还包括用于只在接收有效内容时增加所述增减计数器的值的装置。

6. 如权利要求 5 所述的物理端口控制器，其中，用于增加所

述增减计数器的值的装置响应于接收帧信号、线路时钟信号和所述接受速率限制控制信号的组合。

7. 如权利要求 1 所述的物理端口控制器，还包括用于减小所述增减计数器的值的装置。

8. 如权利要求 7 所述的物理端口控制器，其中，用于减小所述增减计数器的值的装置还包括以下装置之一：用于识别服务于所述输入端口的总线处理的装置，以及用于产生处于服务速率的信号列的装置。

9. 如权利要求 8 所述的物理端口控制器，其中，用于产生以服务速率的信号列的所述装置还包括约定速率寄存器，所述约定速率寄存器所保存的值用于对以下装置之一进行编程：可调节信号列产生器以及分频器，其中，所述可调节信号列产生器产生处于服务速率的信号列，所述分频器从与所述输入端口相关的线路速率时钟中得到处于服务速率的信号列。

10. 如权利要求 7 所述的物理端口控制器，还包括第二比较器，其在确定输入端口以低于所述服务速率的速率对内容进行接收的过程中，实时确定所述增减计数器的值是否小于在低水位寄存器中所指定的值。

11. 如权利要求 10 所述的物理端口控制器，还包括装置，用于当所述增减计数器转换的值在最大突发大小寄存器中所保存的最大突发大小值和低水位寄存器中所保存的低水位值之间时，在实现接受速率限制控制的过程中引起滞后。

12. 如权利要求 11 所述的物理端口控制器，其中，用于在实现接受速率限制控制的过程中引起滞后的所述装置还包括：主从触发器。

13. 如权利要求 12 所述的物理端口控制器，其中，所述主从触发器还包括 J-K 触发器。

14. 如权利要求 10 所述的物理端口控制器，还包括用于提供

对相应服务水平协议的不支持程度的评估的装置。

15. 如权利要求 14 所述的物理端口控制器，其中，用于提供对相应服务水平协议的不支持程度的评估的所述装置还包括丢弃帧计数器，其从所述接收帧信号和所述接受速率限制控制信号之间的逻辑组合中计算丢弃帧的数量。

16. 如权利要求 15 所述的物理端口控制器，其中，用于提供对相应服务水平协议的不支持程度的评估的所述装置还包括丢弃内容计数器，其从所述接收帧信号、所述接受速率限制控制信号和线路时钟信号之间的逻辑组合中计算所丢弃的内容量。

17. 包括如权利要求 1 所述的物理端口控制器的线路卡，在强制执行接受速率限制控制的过程中，所述物理端口控制器的操作确保与所述线路卡相关的相应输入端口的接收速率不超出最高服务速率，其中所述线路卡所连接的数据总线可运行在所述最高服务速率上。

18. 如权利要求 17 所述的线路卡，还包括下列装置之一：以太网线路卡、帧中继线路卡、异步传输模式线路卡和同步光网络/同步数据层次结构线路卡。

19. 包括多个如权利要求 1 所述的物理端口控制器的多端口线路卡，强制执行接受速率限制控制的多个所述物理端口控制器的组合操作在数据总线上，对于带宽的相应部分，为每个相应的输入端口强制执行带宽保留，其中所述多端口线路卡可被连接到所述数据总线上。

20. 如权利要求 19 所述的多端口线路卡，还包括下列装置之一：多端口以太网线路卡、多端口帧中继线路卡、多端口异步传输模式线路卡和多端口同步光网络/同步数据层次结构线路卡。

21. 包括多个如权利要求 1 所述的物理端口控制器的多端口网络节点，在强制执行接受速率限制控制的过程中，多个所述物理端口控制器的组合操作在数据总线上为每个输入端口保留相应

的带宽部分，其中所述数据总线服务于相应的多个物理端口。

22. 对输入端口强制执行速率限制控制的方法，其包括下列步骤：

- a. 当接收内容时，增加与输入端口相关的增减计数器的值；
- b. 以服务速率来减小所述增减计数器的值；
- c. 当确定所述增减计数器的值大于最大突发大小的值的时候，激活接受速率限制控制信号；以及
- d. 当确定所述增减计数器的值小于低水位值的时候，无效所述接受速率限制控制信号，

所述接受速率限制控制信号的激活和无效以所述服务速率在所述输入端口上强制执行所述服务水平协议，其中所述服务速率被设置在协商的服务水平协议的约定速率上。

23. 如权利要求 22 所述的方法，其中，减小所述增减计数器的值还包括以下步骤：通过用约定速率寄存器所指定的值来编程可调节时钟，从而产生以服务速率重复的信号列。

24. 如权利要求 22 所述的方法，其中，减小所述增减计数器的值还包括以下步骤：通过编程分频器来从与所述输入端口相关的线路时钟中得到信号列，从而产生以服务速率重复的所述信号列。

## 线路卡端口保护速率限制器电路

### 技术领域

本发明涉及分组交换通信，尤其涉及线路卡的基于输入端口的硬件实现的链路层接受（acceptance）速率限制的控制。

### 背景技术

在分组交换通信领域中，重要的是限制从通信网络节点之类的源点接受内容的接受速率，以确保：通信网络的传输基础结构不过载，即没有单个的源点过多地使用通信网络资源，从而导致对利用该网络的其它实体的损害，即服务水平协议（SLA）能够得以执行等等，其中，分组交换通信包括但不限于：X-25、互联网协议（IP）、帧中继（FR）、异步传输模式（ATM）、同步光网络（SONET）/同步数字系列（SDH）等等网络。

分组交换通信涉及协议数据单元（PDU）中所封装的内容段在通信网络节点之间的传送。每个PDU都具有被称为“帧”的内部组成，其包括帧起始标记和存储至少一个内容段的有效负载。PDU帧头和帧尾具有网络寻址信息以及（可能的）控制信息，以将每个PDU发到相应的传输路径上，所述传输路径在通信网络中贯穿于源和目的通信网络节点之间。

在涉及控制通信网络中传送内容的速率的相关领域中，采取了一种新颖的方法：

现有技术的美国专利 5, 313, 454 的标题为“单元网络的拥塞控制（Congestion Control for Cell Network）”，出版于1994年5月17日，授予Bustini，其描述了反馈控制机制，用于基于连接会话的拥塞预防，其中，相应虚连接的传输路径所经过的网络节点利用为虚连接所保留的带宽，来将单元级系统缓冲器的占用率报告给与虚连接相关的目标网络节点用于

解释 (interpretation)，利用为虚连接所保留的带宽，将反馈信号发送给与虚连接相关的源网络节点，其被期望用于相应地调节源网络节点的传输速率。尽管是具有创造性的，然而，所建议的解决方案：限于由端对端的预定连接所表征的 ATM 内容传输，虚拟连接在传输报告和反馈信号过程中引起带宽开销，在目标网络节点上涉及虚连接特定的报告踪迹 (tracking) 和解释，在源网络节点上需要反馈信号解释，并且最重要的是取决于源网络节点的合作，其实际上不总是可被依赖的。与用户 SLA 的顺应性相关的评估直接引出这样的问题，所述问题涉及源网络节点对就内容传输速率所约定的 SLA 的支持度 (adherence)。

其它发展集中在输出端口速率限制技术，以防止输出端口缓冲器过载。所述内容传送速率控制的方法不用于输入端口拥塞，因此也不用于在通信网络中限制内容接受速率。

现有技术的美国专利 6,205,155 的标题为“Apparatus and Method for Limiting Data Bursts in ATM Switch Utilizing Shared Bus”，出版于 2001 年 3 月 20 日，授予 Parrella，其描述了基于目的地址的内容传送速率控制的 ATM 单元过滤方法，以确保输出端口缓冲器不溢出。尽管在 ATM 交换中处理输出端口拥塞是具有创造性的，然而却没有规定对网络节点上在接收内容过程中的 SLA 的支持度进行评估。由于所述解决方案是目的地址特有的，所以其不应付拒绝服务攻击，所述攻击使得对多个网络地址的通信量泛滥，和/或设立大量虚连接，在内容被交换且输出到端口队列之前，两种情况都要求许多网络节点输入端口资源。

另一现有技术的美国专利 5,604,867 的标题为“System for Transmitting Data between Bus and Network having Device Comprising First Counter for Providing Transmitting Rate and Second Counter for Limiting Frames Exceeding Rate”，出版于 2003 年 2 月 18 日，授予 Harwood，其描述了一种系统，用于限制由网络节点从已被接受的内容中生成的多播和广播帧的数目，以确保共享总线和输出端口缓冲器不过载。两个计数器 (counter) 的实现还产生这样的问题，所述问题涉及在允许一

些内容突发的同时限制内容传送速率。尽管是具有创造性的，现有的方法不处理涉及对 SLA 的支持度的问题。此外，SLA 涉及由源网络节点所生成的所有类型的通信量，而不仅仅是多播和广播通信量。

如果在客户端设备 (customer premise equipment) 上实施所述输出端口传输速率限制控制，则在上述两种现有技术专利中所描述的输出端口传输速率限制控制将有益于在通信网络中限制内容接受速率。然而，由于客户端设备不是必需在服务提供商的控制范围内的，其耦合到阻碍上，用于客户正确且主动地限制上行输出端口速率，其中所述服务提供商管理相关的通信网络，因此，现有的解决方案不能被依靠，并且因而是不合格的。因此，尽管所述现有技术有所进步，但是，在聚集上行内容通信量的边缘装备上使用输出端口限制不处理这样的问题，所述问题涉及在边缘网络节点上对资源的输出端口争用。

此外，由源网络节点所产生的内容可作为连接特定通信量和连接较少通信量而被传送。尤其地，如果所用的下层内容传输协议不是面向连接的内容传输协议，则会包括大量的堆栈处理被应用于在连接层面上的传送速率限制 (典型地由高层内容传输协议所支持)。

图 1 是向客户 100 提供通信服务的互连通信网络设备的示例。通过客户端收发机 104 和接入链接 106，而向与客户网络 101 和/或客户节点 102 相关联的每个用户 100 提供对通信服务的接入。每个接入链接 106 都被物理连接到接入节点 120 的线路卡 (接口卡) 110 的端口 108 上，其中接入节点 120 被指定为通信网络 130 的边缘。

根据一种示范的方法，所传送的内容可以被接收其用于处理的特定网络节点当作内容流 (音频、视频、自动收报机纸带数据 (ticker tape data) 等等)，其被分为内容段，其中至少一个内容段在所传送的单独的 PDU 的有效负载中被分组进行传送。在特定的网络节点 (120) 上所强加的已知内容流 (content-stream-aware) 的速率限制控制：涉及已知流 (stream-aware) 的内容传输协议，例如但不限于：ATM；需要在每个被跟踪的内容流上下文中所传送的 PDU 的大量的踪迹，从而使用大量存储器；且因此典型地在



网络层或其上面的层上实现。

根据另一种示范的方法，在特定的网络节点（120）上强加的传送速率限制控制可处理这样的事情：特定客户的源网络节点 102 过量使用共享的通信网络资源，从而损害其它用户的 102 和 101/102。所传送的内容可通过冗余的接入链接 106 而绕过受故障影响的通信网络基础结构，所述接入链接 106 示出以供用户网络 101 所使用。从实现速率限制控制的网络节点 120 的特定观点来看，在网络节点 120 上，可以通过多冗余互连链接 106 来接收源自于这种不良源网络节点 102 的所传送的内容。可以知道的是，如果所述不良网络节点 102 通过客户网络 101 来使用通信服务，则根据客户网络 101 的实现，如果特定的不良用户网络节点 102 不能被单独地识别出来的话（网络寻址转换等），那么整个客户网络 101 也许都会被视为不良客户网络 101。基于源网络节点的速率限制控制：需要网络节点寻址的以及从那里所接收的 PDU 的大量的踪迹，因而使用大量存储器；且因而典型地在网络层或或其上面的层上实现。

网络层或高层的实现受到集中的协议栈处理的影响，所述协议栈处理是在检查每个所接收的 PDU 时所必需的。结合上述两种现有技术的示范方法，参考图 2 中所示的示范的在先技术的实现，使用了通信网络节点 120 的中央处理资源，其包括但不限于：系统（典型是，但却不限于接入节点）中央处理器 122、系统数据总线 124 上的带宽、中央存储器 126 等等。在网络层或高层的速率限制控制的尝试包括基于软件的解决方案，其虽然是灵活的且可定制的，但是缺乏规定的响应时间保证。缺乏规定的响应时间保证导致在传输路径中通信网络节点 120 上处理所接收的 PDU 时的可变的延迟，其还导致处理资源的过度使用，包括但不限于：存储器的开销、处理带宽的减少、过度的内容传输延迟、过度变化的 PDU 到达间的时间周期（抖动）等等。

由于在所接收的诸 PDU 已被存储到中央存储器 126 中之后在所接收的诸 PDU 上实现速率限制控制，因此，不良网络节点 102 可通过以高速率发送大量 PDU 而在系统数据总线 124 上产生对带宽的争用，在系统处理器

122 有机会评估行为良好的网络节点 102 受影响的程度之前, 所述争用会不公平地将其它物理端口 108 所接收的内容通信量赶出去, 所述其它物理端口 108 与行为良好的网络节点 102 相关联。

因此, 在实现内容通信量控制中需要解决上面提及的问题。

## 发明内容

根据本发明的一个方面, 提供了物理端口控制器。当通过相应的输入端口接收到内容时, 增加与物理端口控制器相关联的单个增减 (up-down) 计数器, 并且以输入端口上运行的速率来减小所述增减计数器。最大突发大小寄存器保存与最大内容量相对应的值, 所述最大内容量是当输入端口以超出所述输入端口运行速率的速率来接收内容时输入端口所允许接收的最大内容量。一 (第一) 比较器在将所述增减计数器的值和所述最大突发大小寄存器的值进行比较过程中实时提供接受速率限制控制信号。所述接受速率限制控制信号提供链路层输入的基于端口的硬件实现的接受速率限制控制。

根据本发明的另一个方面, 所述物理端口控制器包括保存代表端口运行速率的值的约定 (committed) 速率寄存器。以与服务水平协议约定速率相对应的运行速率, 输入的基于端口的硬件实现的接受速率限制控制强制执行相应的 SLA 协议。

根据本发明的再一个方面, 所述物理端口控制器包括这样的装置, 用于当所述增减计数器转换的值在最大突发大小寄存器所持有的最大突发大小值和低水位 (watermark) 寄存器所持有的低水位值之间时, 在实现接受速率限制控制的过程中引入滞后。

根据本发明的再一个方面, 所述物理端口控制器包括用于提供对相应 SLA 的不一致性程度进行评估的装置。

根据本发明的再一个方面, 提供具有强制执行相应 SLA 的物理端口控制器的线路卡。

根据本发明的再一个方面, 提供具有多个物理端口控制器的多端口线

路卡。所述多个强制执行接受速率限制控制的物理端口控制器的组合操作在数据总线上为每个相应的输入端口强制执行带宽保留，其中所述多端口线路卡可连接到所述数据总线。

根据本发明的再一个方面，提供具有多个物理端口控制器的多端口网络节点。所述多个强制执行接受速率限制控制的物理端口控制器的组合操作在数据总线上为每个相应的输入端口强制执行带宽保留，其中所述数据总线用于相应的多个物理端口。

根据本发明的另外的方面，提供一种对输入端口强制执行接受速率限制控制的方法。方法的步骤包括：当接收内容时，增加与输入端口相关联的单个增减计数器，以及以输入端口运行的速率来减小所述单个增减计数器。当确定所述单个增减计数器的值大于最大突发大小值的时候，激活接受速率限制控制信号，而当确定所述单个增减计数器的值小于低水位值的时候，使接受速率限制控制信号无效（deactivating）。接受速率限制控制信号的激活和无效就所述服务速率在输入端口上强制执行所述SLA，其中所述服务速率被设置在协商（agreed upon）的SLA约定速率上。

所实现的基于端口硬件的内容接受控制的优点得自于：由于用少量逻辑门来接收内容，因此以线路速率来强制执行的确定的响应。

## 附图说明

参考附图，通过以下示范实施例的详细描述，本发明的特征和优点将变得更加明显。

图1是示出了在通信服务支持下提供内容传输的典型互连通信设备的示意图；

图2是示出了现有技术的基于软件的和/或系统处理器辅助的内容传送速率控制的典型单元的示意图；

图3是根据本发明的示范实施例示出了示范的基于物理端口的硬件内容接受速率控制的实现的示意图；

图4是又一个根据本发明的示范实施例示出了另一个示范的基于物理

端口的硬件内容接受速率控制的实现的示意图；

图 5 是再一个根据本发明的示范实施例示出了另一个示范的基于物理端口的硬件内容接受速率控制的实现的示意图；

图 6 是再一个根据本发明的示范实施例示出了另一个示范的基于物理端口的硬件内容接受速率控制的实现的示意图；

图 7 是另外一个根据本发明的示范实施例示出了另一个示范的基于物理端口的硬件内容接受速率控制的实现的示意图；

图 8 根据本发明的示范实施例以图形表示了示范的物理端口上的示范的内容接受速率控制的通信模式；

图 9 所示的示意图根据本发明的示范实施例示出了示范的跟踪机制的实现，所述跟踪机制用于在对端口强制执行接受速率限制控制的过程中对被丢弃的内容的等级提供评估。

注意，附图中相同的特征具有相同的标记。

## 具体实施方式

接受速率控制解决方案可依赖于但不单纯依赖于：最终的所期望的控制类型、影响接受速率限制控制的可用的计算能力、传送速率限制控制的所期望的粒度、用于执行传送速率限制控制的通信装备等等。

根据本发明的示范实施例，用于：保护通信网络免于滥用、确保公平、并且提供通信网络资源利用的灵活性，同时强制遵守 SLA 协议；提供基于输入端口的硬件实现的链路层接受速率限制控制，不管通信是面向连接的还是无连接的、也不管其目的地而进行操作：

用于多端口线路卡 210 的基于输入端口的硬件内容接受速率控制的实现是具有特定关联的，其例子在图 3、图 4、图 5、图 6 和图 7 中示出。作为当前硬件线路卡设计的典型，考虑到市场驱动的因素，其诸如但不限于：小型化、外壳合并 (box consolidation)、低成本、增加的端口密度、增加的传输带宽等等；为了使线路卡 210 运行接近于最大数据总线 (224) 的吞吐量，帧和内容处理带宽被用尽——每个线路卡 210 的所有端口 208 的总

物理带宽大于网络节点系统数据总线 224 的带宽。

根据但不限于 n 端口以太网线路卡 210, n 端口 208 的一个相应端口 208 上的可用带宽的一部分通过客户 SLA 被约定用于上行链路方向中的内容传输, 其中每个所述 n 端口 208 都以相应的物理速率来工作。如果用户以超出 SLA 所指定的约定速率的速率来传输内容, 达到比所允许的最大突发大小还大的程度, 则一些所传输的内容将被丢弃, 直到最大(平均)传输速率降到或低于 SLA 所指定的约定速率为止。

必须分配 n 端口以太网卡 210 的共享资源, 以使得总带宽不会超出线路卡 210 上的共享资源的处理带宽, 数据总线 224 的带宽在其之间, 其中所述总带宽被约定给所有端口 208, 并且延伸到所有相应的用户 100。如果一个客户超出约定给其的带宽, 且因而如果线路卡 210 上的相应的端口 208 以超过 SLA 所协商的约定速率的速率来接收内容, 则与线路卡 210 上的其它 n-1 个端口 208 相关的至少一些其它客户 100 将不能根据其 SLA 而被服务。因此在强制执行接受速率限制控制的过程中, 必须确保根据客户 SLA 来配置端口 208, 为通过线路卡 210 所服务的所有被服务的客户所保证的所有约定速率的总计小于或等于系统数据总线 224 的带宽, 以防止帧丢失。典型地, 以等于或低于相应物理端口 208 可运行的物理速率、以及等于或低于数据总线 224 可运行的物理速率来为客户 100 分配相应的 SLA 约定速率。

多端口线路卡 210 被用在通信网络节点系统 120 之中——在此提出的解决方案也可被用在任何多端口网络节点装备之中, 其中多端口竞争有限的资源, 例如但不限于: 数据总线上的带宽。下面将就普通的多端口线路卡来描述所提供的解决方案, 以便将对上述问题的解决方案与其它内容处理任务分开, 其中所述其它内容处理任务典型地由通信网络节点所执行, 其包括但不限于: 排队规则、排队服务规则、缓冲器拥塞、交换、依赖于传输协议的问题等等。就线路卡在此提出的本发明的示范实施例的细节同样也可被用于多端口网络设备。

由于内容通信量传送模式在不同的时间范围上固有地突发 (bursty),

其代表通信服务的典型需求应用，因此要寻求灵活度。所期望的是，由于对内容传输的需要典型地是分散且集中的（突发的），以提供立即响应（作为瞬时快速的接入而被察觉，尽管根据 SLA 协议这是不能成立的），因此接受速率限制控制不要过分严格。因此所期望的是，在短时间期间内，当其它端口 208 暂时不传送内容时，瞬间有效的端口 208 接收超过其 SLA 协商的公平的带宽部分，当然长期的 SLA 协商的速率是被符合的。由于这个原因，在端口 208 和网络节点的通信量管理功能 222 之间，典型地使用中断（274）和/或轮询技术，以通知通信量管理功能 222 在相应的端口接收缓冲器 212 中可以得到内容。然而，如果其它端口 208 也是有效的，则由于分成活跃的端口 208 更加经常地使用更多的网络节点资源，其可能对应于不良客户网络节点 102，所以不应当多度地抑制通过其它端口 208 传送的内容。

根据本发明的示范实施例，特别参考图 3、图 4、图 5、图 6 和图 7，泄漏桶类型（leaky-bucket-type）的基于物理端口的接受速率限制的硬件实现的控制器 209 被用于所示的示范线路卡 210 上的每个端口 208。单个的增加计数器 250 被提供给每个端口 208，以便以减少的实现成本，通过跟踪端口接收缓冲器（212）的占用率来实现速率限制控制。每个端口还 208 提供第一寄存器，其可设置且保持对应于最大内容量的门限值，其中当临时以高于所述 SLA 协商的约定速率来对内容进行接收时，在有限时间的基础上，所述最大内容量为接收端口缓冲器 212 被允许存储的最大内容量。所述第一寄存器在这里被称为最大突发大小寄存器 254。如下文所述，所计划的是，当接收端口缓冲器的占用率超过在最大突发大小寄存器 254 中所保持的值时，实施速率限制控制。

根据本发明的示范实施例，计划继续被主动实施的接收速率限制控制（滞后），直到接收端口缓冲器占用率水平充分下降为止。每个端口 208 还提供第二寄存器，其可设置且持有对应于接收端口缓冲器 212 被允许存储的字节数的低水位值，期望当通过相应的物理端口 208 而被接收的帧又开始被接受时，接收端口缓冲器的占用率水平会持续下降。第二寄存器在

这里会被称为低水位寄存器 252。

线路卡 210 的实现包括但不限于以太网线路卡 210 的实现。以太网线路卡 210 上的所述链路层硬件实现的接受速率限制控制强制执行 SLA 协商的约定速率，平等地对待所传送的所有类型的内容通信量，而不管与之关联的源/目的网络节点，其中所述内容通信量包括：面向连接的通信量、无连接的通信量、区分优先权的通信量（prioritized traffic）、区分的通信量（differentiated traffic）、虚拟局域网（VLAN）通信量等等。

根据在图 3、图 4 和图 5 中所示的本发明的示范实施例的示范实现，由用户 100 以及由此的相应端口 208 所指定的协商的约定速率信息被提供给与网络节点系统 120 相关的通信量管理模块 222 中，并特别地被存储在约定速率寄存器 253 中。根据别处所描述的端口服务规则来操作的通信量管理模块 222 至少以平均水平，对每个物理端口 208 以对应于其的约定速率来进行服务。以下参考端口选择信号 282 来提供更多的细节。

相应地，假定通信量管理模块 222 平均以约定速率来使接收端口缓冲器 212 被清空，比较器 256 和 258 通过监视端口接收缓冲器的占用率水平，分别地确定内容接收速率是否符合所述 SLA 协商的约定速率。

假定所述系统以约定速率服务于接收端口缓冲器 212，仅仅当以高于约定速率的速率来接收内容时，内容才在接收端口缓冲器 212 中累积；如果以低于约定速率的速率来接收内容，则接收端口缓冲器的占用率水平保持为零。第一比较器 258 确定何时所述端口的接收缓冲器占用率水平高于由最大突发大小寄存器 254 所指定的最大突发大小的门限值。所述第一比较器 258 的输出被提供给“J-K”触发器 260 的“J”输入。应该理解的是，J-K 触发器代表一大类被称为主-从触发器的电子元件，这里所提供的关于硬件的基于端口的速率限制控制器 209 的操作的描述仅是为了示例性的参考和使用 J-K 触发器。

接收块 264 从与之相连的物理（接入）链接（106）所接收的信号中，检测并提取有效的接收帧标记和有效的接收帧比特。参考将低水位水平设置为零，下面将提供关于“有效”帧和“有效”比特的更多信息。所提取

的有效帧标记被用于得到“接收帧”信号 266，其中当正对有效帧进行接收时，所述信号被保持为逻辑有效。在其所提供的接收帧信号 266 的上升沿，J-K 触发器 260 被时钟锁定。在接收下一帧时，J-K 触发器提供接受速率限制控制信号 Q-bar，如下文所述，所述信号被用于在端口接收缓冲器 212 中抑制（接受）随后所接收的帧的存储。

随着所述接收端口缓冲器 212 的占用率水平下降，所述第二比较器 256 确定所述端口的接收缓冲器 212 的占用率水平是否低于低水位寄存器 252 中所保存的低水位值。第二比较器 256 的输出被提供给 J-K 触发器 260 的“K”输入。由于当对帧进行接收时被 J-K 触发器 260 时钟锁定（266），来自于 J-K 触发器 260 的输出 Q-bar 的接受速率限制控制信号展示了如上述所寻找的期望的滞后特征。

应当理解的是，使用 J-K 触发器 260，通过硬件实现获得了滞后，所述硬件实现采用以最小的实现成本采用少量的逻辑门/电子元件，其确保：执行的稳定性、完全启动（clean start up）、以及对测试的支持。还可采用其它主-从触发器，提供多种的其它特征和其它优化。

将简要地描述实现细节的余下部分，以说明所提供的链路层的基于输入端口的硬件实现的接受速率限制控制的其它操作和特征。

根据图 3 所示的示范实施例的示范实现，在相应的链接 106 上，典型地以 10Mb/s 的额定线路速率来传送内容。10MHz 的接收时钟 262 被提供给端口 208，以在从所接收的信号中提取有效比特的过程中辅助接收块 264。

所述接收帧信号 266 的上升沿还被用于复位累积寄存器 268，此后，所述累积寄存器 268 收集由接收块 264 所提取的帧比特的有效序列。累积寄存器 268 具有所选择的累积宽度，其涉及所述内容接受控制的粒度。根据图 3 所示的示范实现，累积宽度为 8 比特，且因此检测字节水平粒度的与 SLA 的一致性，所述内容接受速率限制控制被用于所接收的帧。

线路时钟信号（262）和所述接收帧信号 266 被提供给多输入 AND 门 270，所述多输入 AND 门 270 产生信号列，其在帧正被接收时，实时地在



每个有效的且被允许的帧的整个持续期间，以线路速率进行重复。允许进行关于是否有特定的帧被接收的确定，由来自于 J-K 触发器 260 的 Q-bar 输出的接受速率限制控制信号来提供所述确定。

由于在累积寄存器 268 中对帧比特进行累积，所以相应的比特计数器 272 计算有效的接受帧比特，并且当累积寄存器 268 充满时翻转，其中所述比特计数器 272 具有相应于累积寄存器 268 的累积宽度的计数宽度，所述有效的接受帧比特是根据由 AND 门 270 所输出的所述信号列而被接收的。根据图 3 所示的示范实现，比特计数器 272 的翻转事件被使用，以将累积寄存器 268 中所存储的帧字节加载到接收端口缓冲器 212 中。字节计数寄存器 272 的翻转事件还被增减计数器 250 所使用，以增加被添加到接收端口缓冲器 212 上的字节的数目。对于对通信量管理功能 222 的接收端口缓冲器 212 中的信号内容可用性，辅助接收端口缓冲器电路（未示出）产生源自于接收帧信号 266 的下降沿的内容就绪信号 274。

接收端口缓冲器 212 通过数据总线 224 被清空。数据总线 224 上的处理典型地以由数据总线选通脉冲 280 所提供的不同时钟频率来运行。

根据图 3、图 4 和图 5 所描述的示范实现，可以通过计数总线处理从接收端口缓冲器 212 中读取内容，来跟踪从接收端口缓冲器 212 的实际内容提取。选择特定端口 208，以被通信量管理模块 222 所服务，从而通过使用端口选择信号 282 而从相应的接收端口缓冲器 212 中提取帧。从通过多输入 AND 门 286 示范实现的所述总线时钟信号（280）、所述相应的端口选择信号 282 以及总线就绪信号 284 等的逻辑组合中，识别从特定端口 208 的接收端口缓冲器 212 中读取内容的总线处理实例。

在每个数据总线处理中从端口接收缓冲器 212 中所提取的内容量依赖于数据总线 224 的（数据）宽度。根据图 3 所示的本发明示范实施例的示范实现，所述数据总线选通脉冲 280 以 25MHz 的频率来运行，且数据总线 224 为 4 比特宽——在每个总线时钟周期（280）期间在数据总线 224 上处理半字节。

根据图 3 所示的本发明示范实施例的示范实现，1 比特计数器 288（或

者 D 触发器) 被用于将从接收端口缓冲器 212 中所提取的半字节的数量转换为所提取的字节的数量。标记所提取的字节边界的 1 比特计数器 288 的翻转事件 (或者 D 触发器的输出) 被提供给增减计数器 250, 以在跟踪接收端口缓冲器 212 的占用率的过程中减小其值。

图 4 和图 5 描述了本发明示范实施例的其它示范实现, 用于 100Mb/s 和 1Gb (千兆字节) 的端口 208, 其分别采用: 100MHz 和 1GHz 的接收时钟; 16 比特和 32 比特的累积寄存器 268; 4 比特和 5 比特的累积计数器 272; 分别以单字和双字来跟踪接收端口缓冲器占用率的单个的增减计数器 250; 分别以 100MHz 和 333MHz (280) 运行的 16 比特和 32 比特的数据总线 244。

由于通信量管理模块 222 以在约定速率寄存器 253 中所指定的所述 SLA 协商的约定速率来服务于接收端口缓冲器 212, 所以在本发明示范实施例的示范实现的稳定状态操作中实现了所期望的链路层硬件执行的基于输入端口的接受速率限制控制。

低水位寄存器 252 的低水位门限值在理论上可被设为零, 然而实际上为零的低水位门限值将需要在网络节点 120 上集中使用大量的资源。肯定地, 如上面关于字节计数器 272 的操作所述的那样, 以线路速率来接收内容。由于线路速率通常大于约定速率, 所以相应的收发机 104 传输内容承载帧和空白帧。典型地, 空白帧被如此进行标记, 这里所提及的有效帧相应于内容承载帧。对最大突发大小寄存器 254 和低水位寄存器 252 的值的选择不仅仅要考虑 SLA 协议, 也要考虑相应的物理端口的物理内容接收特性。

所期望的网络节点系统 (120) 的操作可得益于大量的帧在其被从所述端口接收缓冲器 212 中提取之前在所述端口接收缓冲器 212 中被累积, 以优化与网络节点系统 212 的操作相关的以及别处所描述的其它方面 (274)。非常肯定地, 尽管对所提出的解决方案的描述涉及接收端口缓冲器 212, 然而, 由最大突发大小寄存器 254 所保存的最大突发大小门限值以及由低水位寄存器 252 所保存的低水位值可在用于跟踪、识别和缓解输入端口拥

塞的电路中分别被使用。以下所描述的本发明的示范实施例的示范实现使用这样的方法，其还从输入端口拥塞的减缓中分离接受速率限制控制。

根据本发明的示范实施例，在不对相应于从端口接收缓冲器 212 的内容提取的实际数据总线 224 的处理进行跟踪的情况下，可基于“伪”接收端口缓冲器占用率水平和“伪”接收端口缓冲器服务速率来实施链路层硬件实现的接受速率限制控制。

图 6 描述了本发明示范实施例的示范实现，用于 100Mb/s 端口 208，其使用：100MHz 接收时钟；8 比特累积寄存器 268；3 比特累积计数器 272；以字节跟踪接收端口缓冲器伪占用率的单个的增减计数器 250；和以 333MHz 运行的 32 位数据总线 244。如上所述，基于实际的内容接收和接受来增加所述（伪）接收端口缓冲器的占用率，并以对应于 SLA 协商的约定速率的恒定速率来减少所述（伪）接收端口缓冲器的占用率。

与端口的接受速率限制控制器 209 相关的约定速率寄存器 253 存储数值用于对可调节时钟 257 进行编程，以产生与 SLA 约定速率相应的频率的信号列，并且因此表示预期的伪接收端口缓冲器服务速率。所述信号增减计数器 250 使用所述信号列，以使用 SLA 协商的约定速率来减小其值，所述约定速率平均来说被预计为通信量管理功能 222 对端口接收缓冲器 212 进行服务的速率。

根据图 7 所示的本发明示范实施例的另外的实现，所述约定速率寄存器 253 保存被用于从接收时钟 262 中获取具有其部分速率的信号列的值，所述约定速率寄存器 253 的值被用于对分频器 259 进行编程。

在减小单个的增减计数器 250 的过程中所使用的信号列与如图 7 所示的端口接收时钟 262 是同步还是不同步，这涉及是否使用同步增减计数器 250，并且被留给设计选择。

通过跟踪伪接收端口缓冲器占用率的所述信号增减计数器 250，所述低水位寄存器 252 的低水位门限值可被设为零。

通过可调时钟 257 或分频器 259，在端口 208 未接收内容的较长时期内，所述单个增减计数器 250 有可能取负值（如果未被检查），其中所述

可调时钟 257 或分频器 259 导致增减计数器 258 以恒定速率被减小，而不管接收端口缓冲器 212 的占用率水平如何。为缓解所述情况，可以使用饱和计数器，其被设计为在零以下不减小单个的增减计数器 250 的值。然而，为了减少成本，从计数器值的负数位得到的信号可以被用于将增减计数器复位为零。

图 8 描述了由所提供的示范的接受速率限制控制所产生的通信量模式，其中在接收大量内容突发的端口 208 上强制执行所述接受速率限制控制。只要当端口 208 的（伪）端口接收缓冲器占用率水平超出了最大突发大小时，就根据接受速率限制控制信号 Q-bar 对帧进行丢弃，在接收速率下降到低水位门限值之下之后，当所述接收端口缓冲器 212 为空时，接受速率限制控制信号被复位。

可选择地，在端口 208 支持基于信用（credit-based）的仲裁而未进行传输的期间，单个的增减计数器 250 的值可被允许取负值，以便为了有利于所述线路卡 210 上的其它端口，而给予端口 208 暂时不要求服务的信用。这样的低级别的控制显示在 290 中。

当使用少量逻辑门来接收内容时，通过以线路速率实时强制执行的确定的响应来实现这里所提供的基于端口的硬件接受速率限制控制。

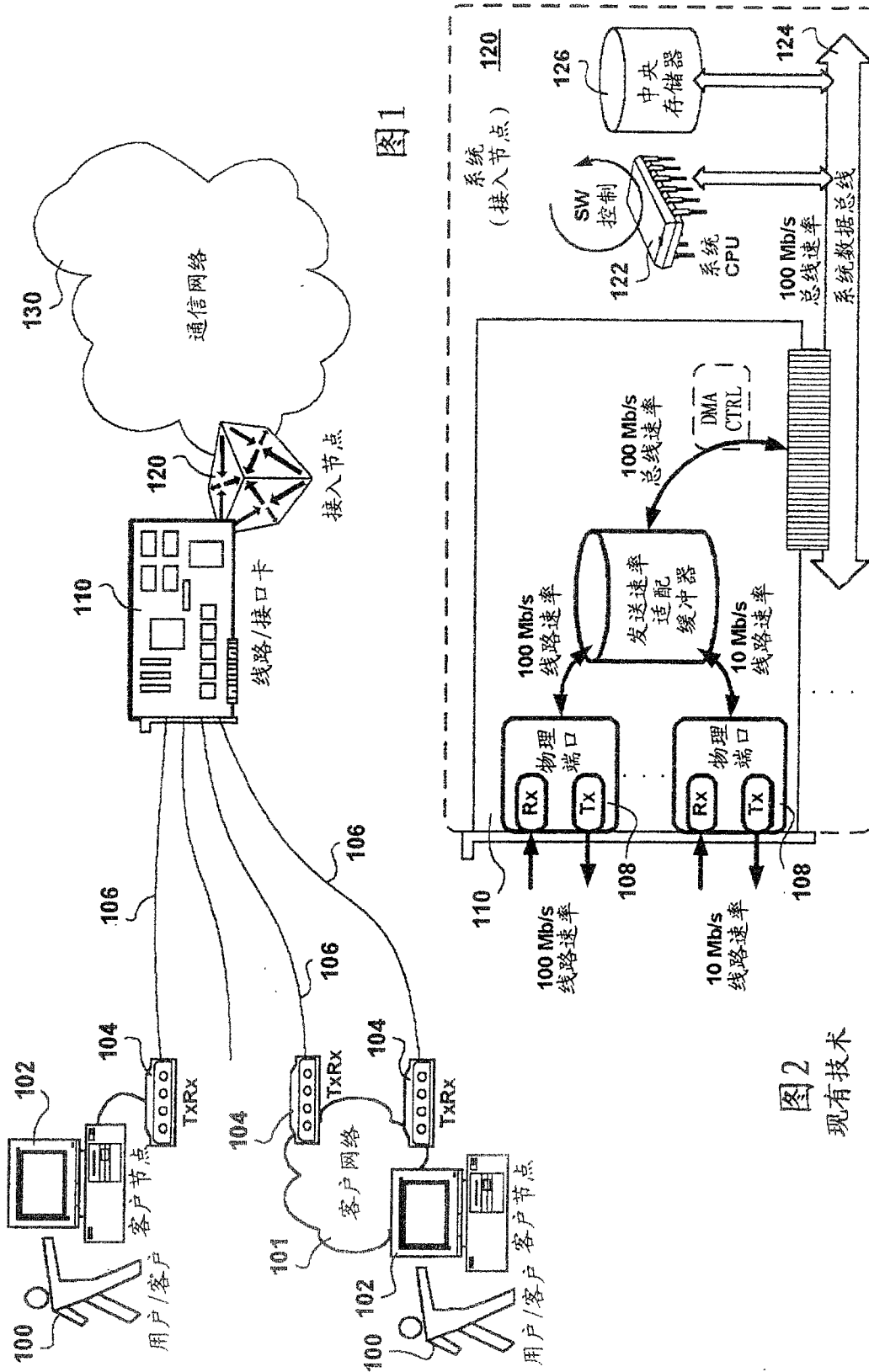
通过扩展，可以知道，通过细节的适当改变、上面所提供的解决方案可被用在经由接入链接将服务提供商网络连接到广域网(WAN)的连接中。

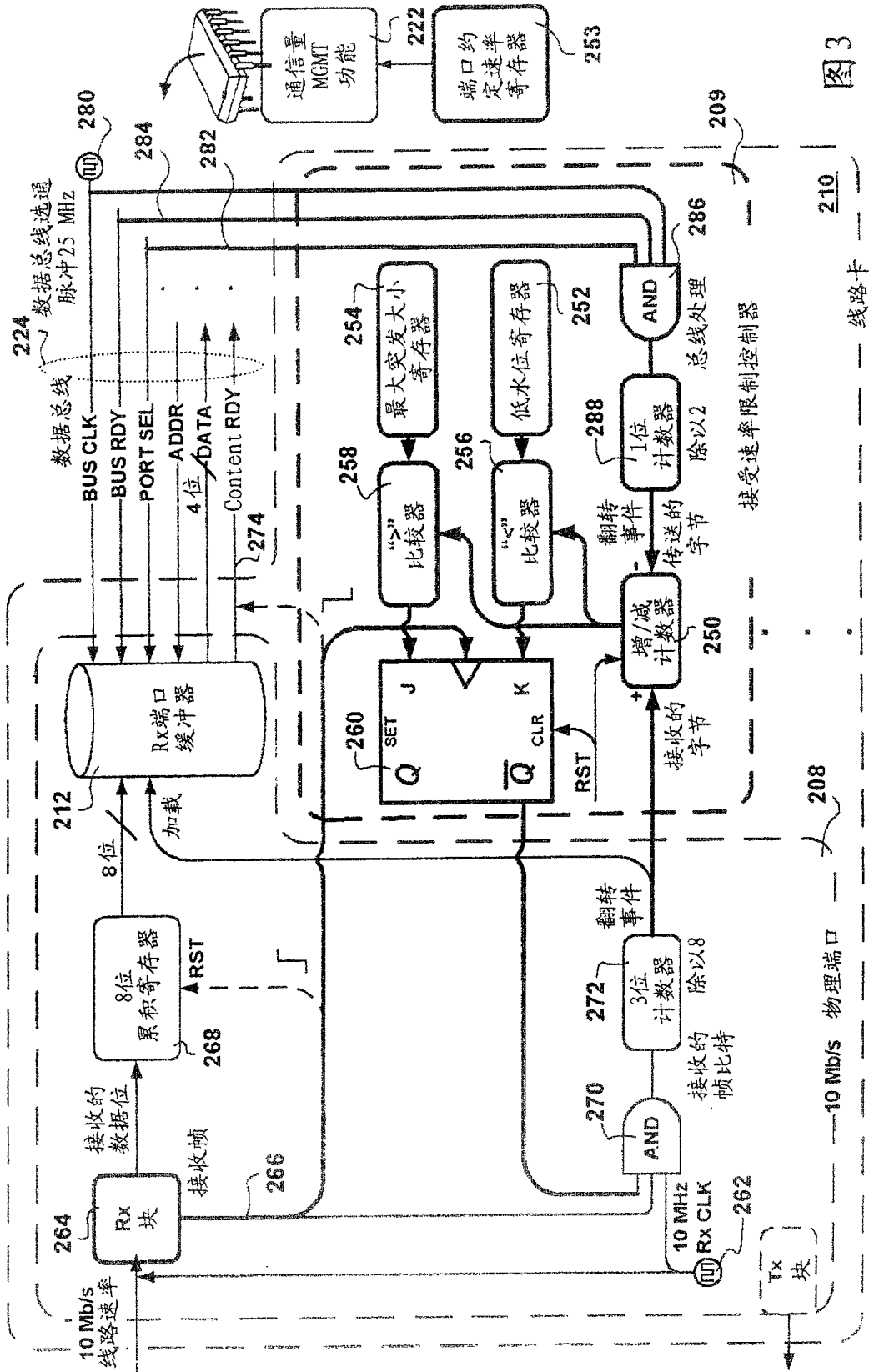
除了上面所提及的以太网的特定实现的好处之外，可在支持其它的内容传输协议的多端口线路卡 208 上实现一般描述的链路层的基于端口的硬件实现的接受速率限制控制，其中所述内容传输协议包括但不限于：X-25、IP、FR、ATM、SONET/SDH 等等。根据诸如但不限于 ATM 单元传输的采用固定大小的帧的内容传输协议，就所传送的帧来使用帧级别的接受速率限制控制。

如图 9 所示，在有效抑制帧接受期间，通过计算所接收的有效帧标记和/或的有效帧比特，根据帧丢弃和/或所丢弃的内容的数量，可以给用户 100 (/101) 提供对相应的约定速率的（非）支持度的程度，所述约定速率

在相应的 SLA 中被协商并且被指定。所述示范的 J-K 触发器 260 所输出的 Q 信号与接收帧信号 266 进行逻辑 AND 运算 292，结果信号被提供给丢弃帧计数器 294。所述示范的 J-K 触发器 260 所输出的 Q 信号还与接收帧信号 266 以及接收时钟信号 (262) 进行逻辑 AND 运算 296，结果信号被提供给丢弃内容计数器 298。

所提供的实施例仅仅是示范的，本领域的技术人员可以知道，在不脱离本发明的精神的前提下，可对上述实施例做出变化。本发明的范围由所附的权利要求单独定义。





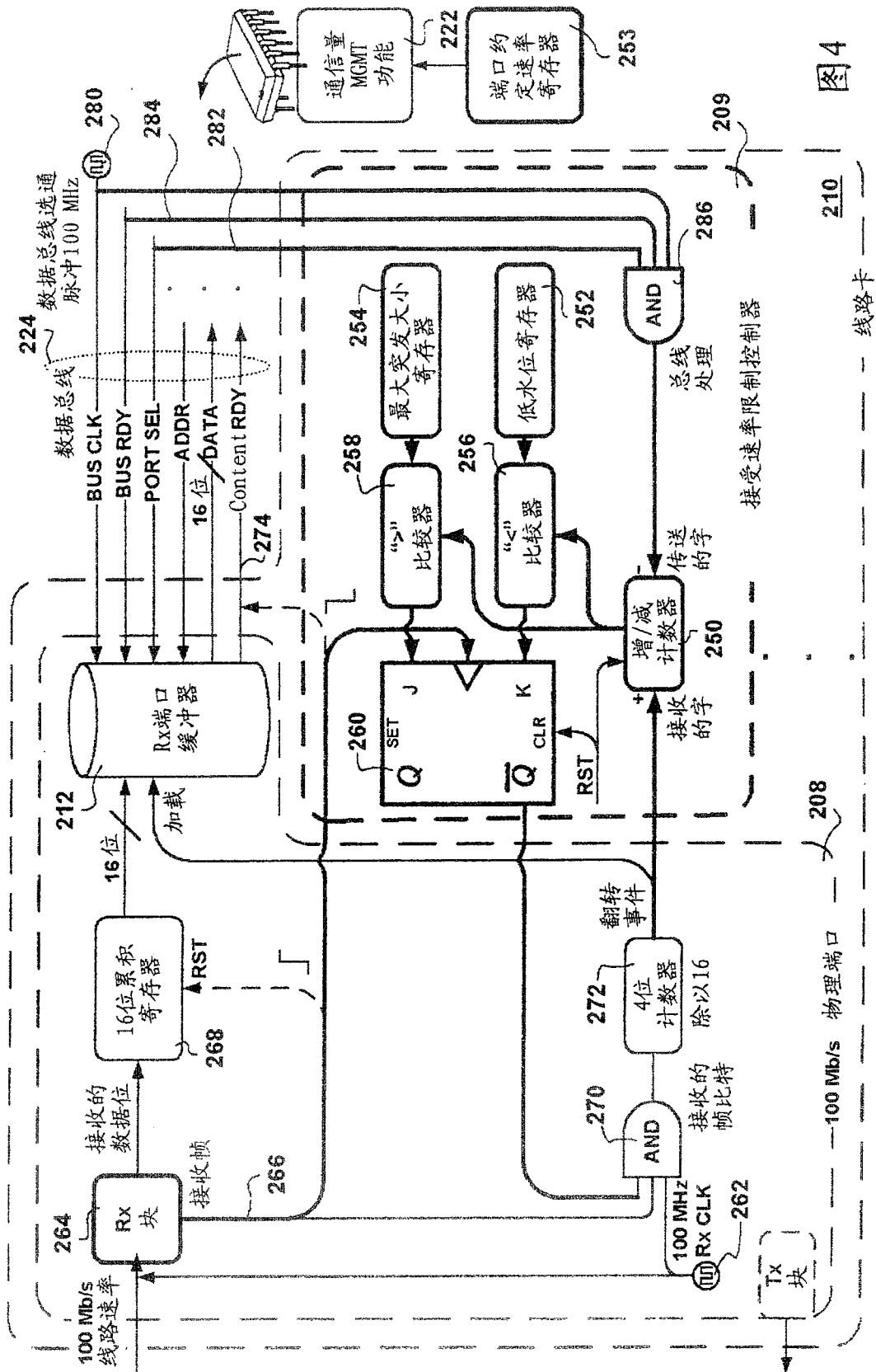


图 4



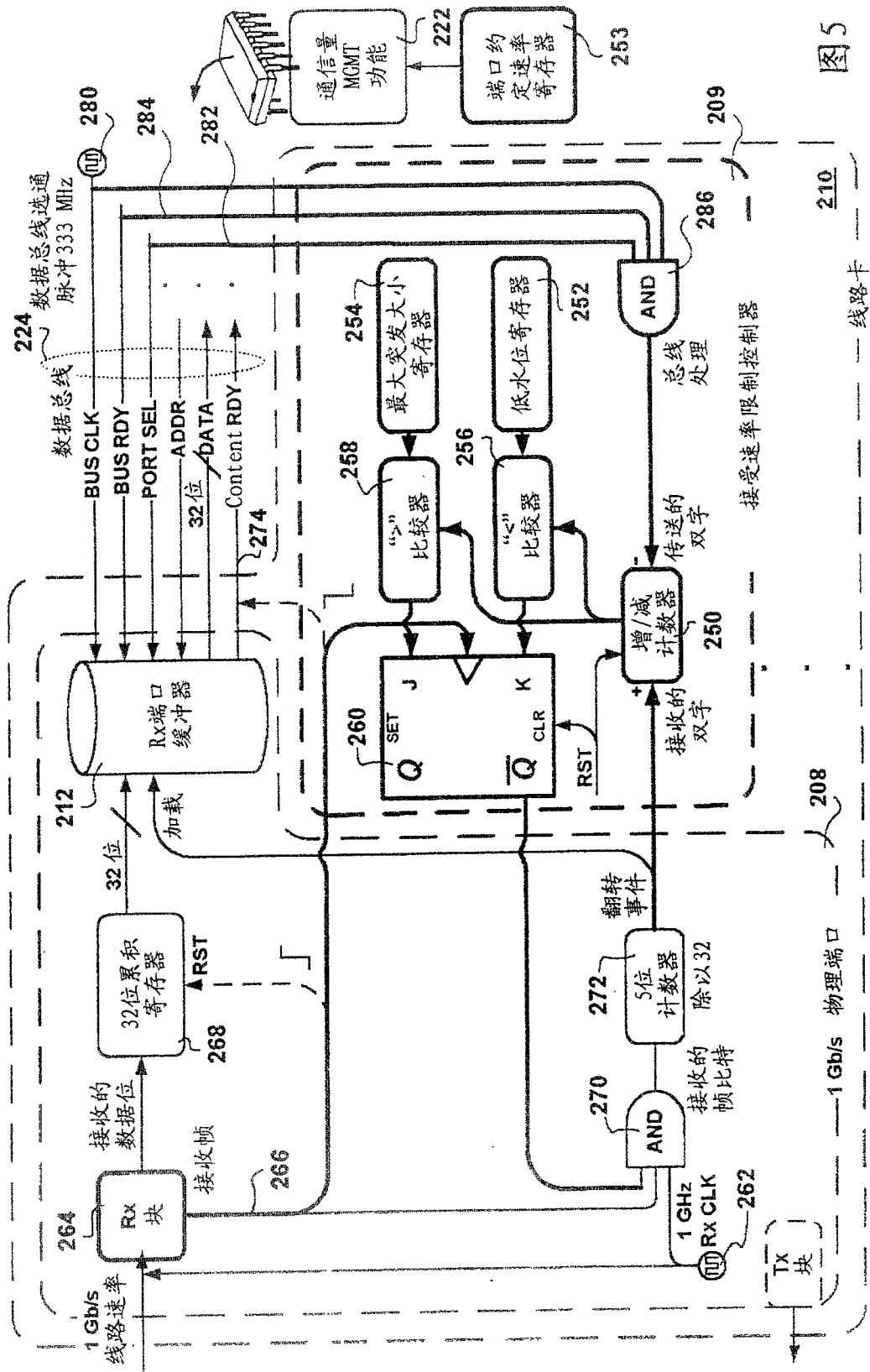


图5

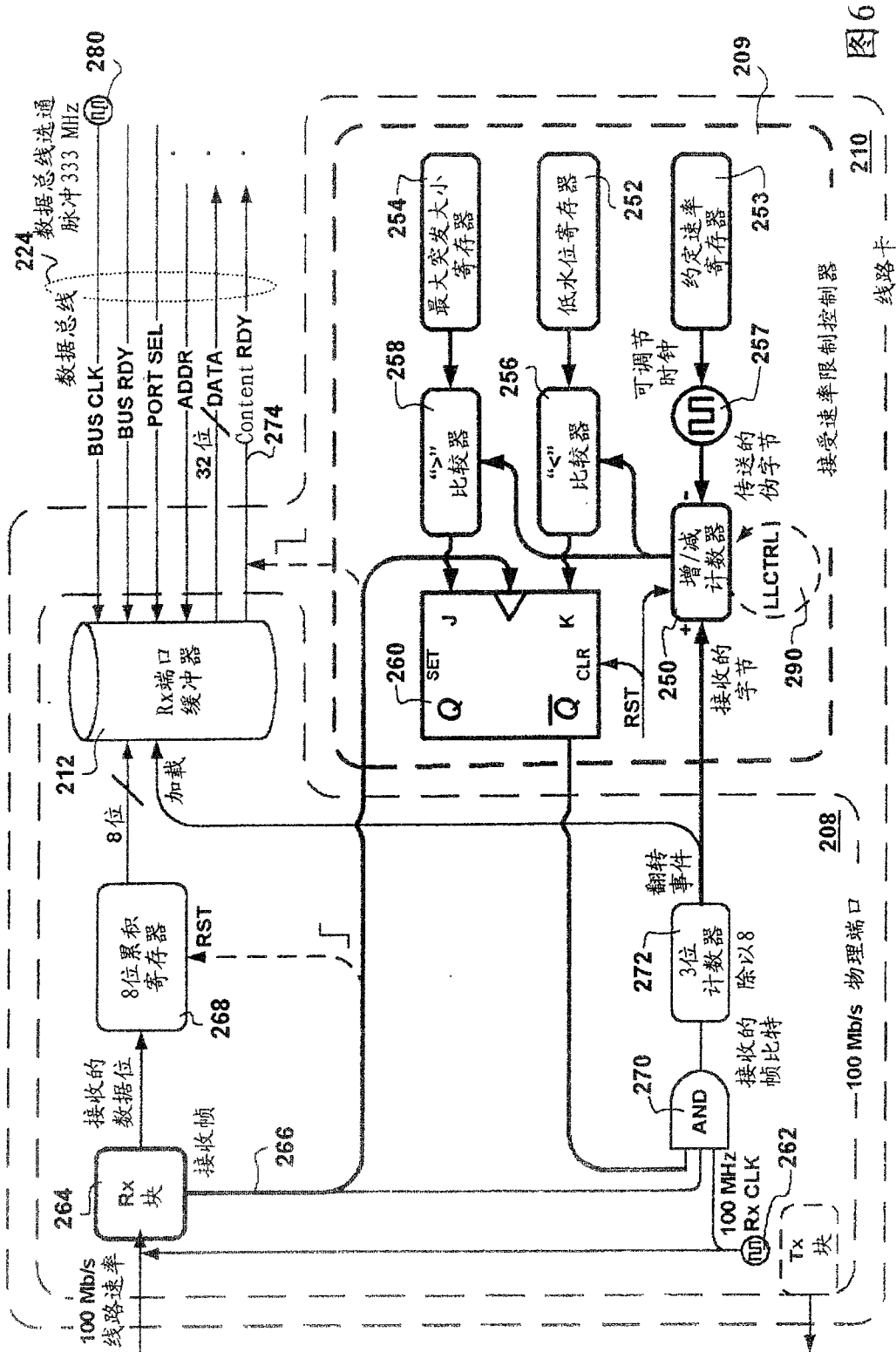


图6

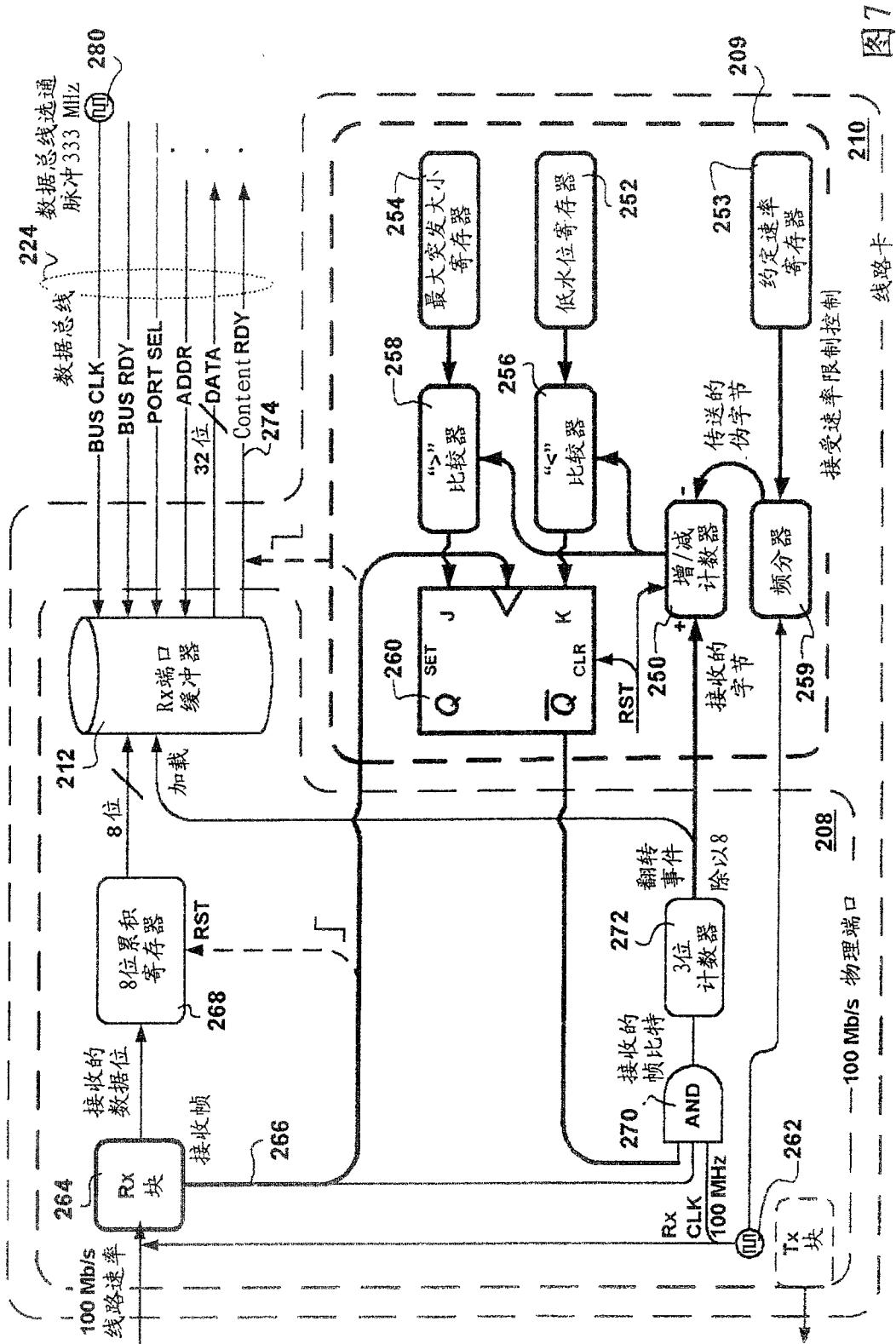


图7

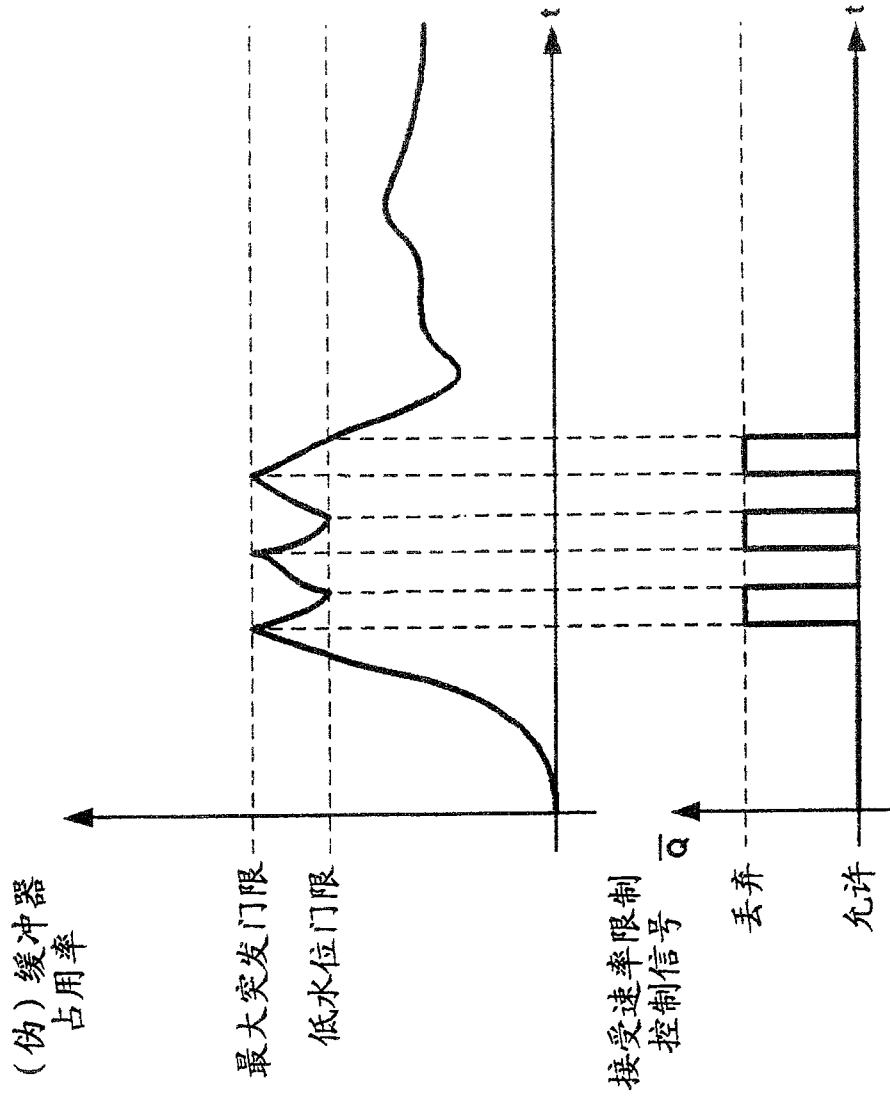


图8

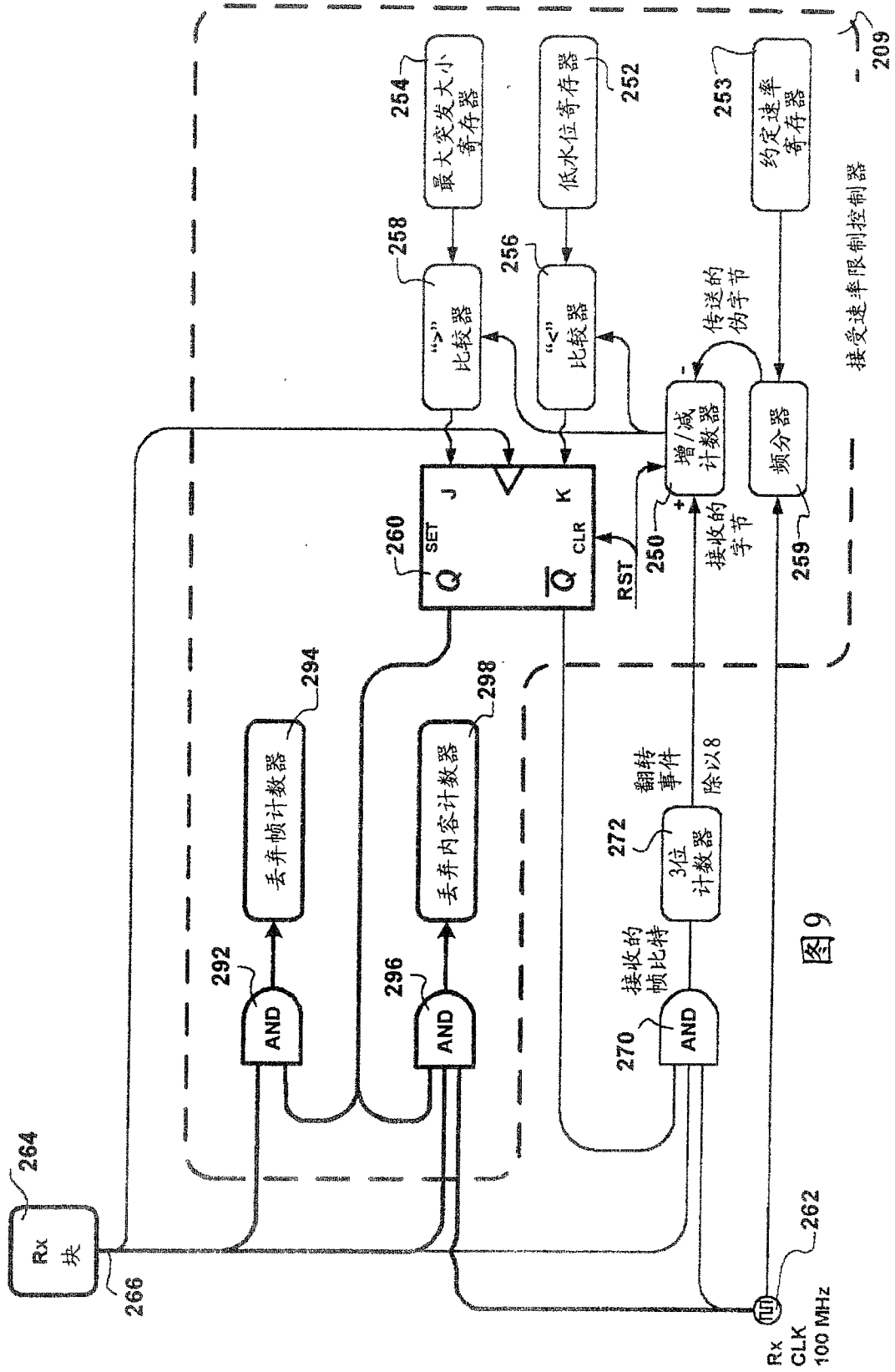


图9