



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101785256 B

(45) 授权公告日 2013. 05. 29

(21) 申请号 200780100391. 2

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2007. 06. 28

H04L 12/703 (2013. 01)

H04J 3/08 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日
2010. 02. 20

审查员 郝政宇

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2007/056482 2007. 06. 28

(87) PCT申请的公布数据

W02009/000327 EN 2008. 12. 31

(73) 专利权人 爱立信电话股份有限公司
地址 瑞典斯德哥尔摩

(72) 发明人 R·马蒂诺蒂 D·卡维利亚

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 柯广华 李家麟

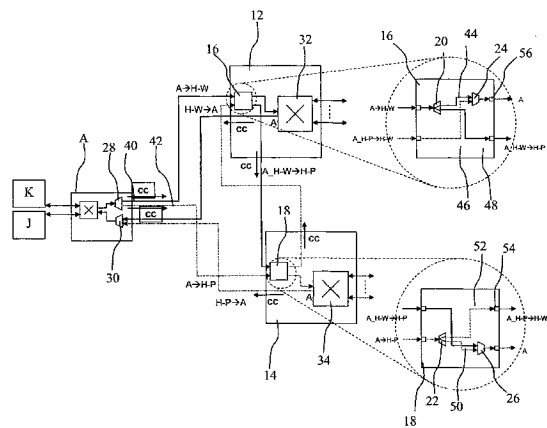
权利要求书2页 说明书16页 附图18页

(54) 发明名称

通信网络的保护机制

(57) 摘要

本发明涉及面向连接的分组交换通信网络, 具体来说, 涉及这种网络的保护机制。描述了在通信网络中使用经由核心保护路径与工作集线器通信的保护集线器的路径保护的方法。工作集线器经由相应工作路径与至少一个提供商边缘装置通信, 保护集线器经由相应保护路径与至少一个提供商边缘装置通信。该方法包括: 检测通信网络中的故障; 向至少一个提供商边缘装置、工作集线器和保护集线器指明通信网络中的故障; 以及在工作路径的故障情况下使用核心保护路径或者在核心保护路径的故障情况下并行使用工作路径和保护路径。



1. 在通信网络 (10) 中使用经由核心保护路径与工作集线器 (12) 通信的保护集线器 (14) 的路径保护的方法, 所述工作集线器 (12) 经由相应工作路径与至少一个提供商边缘装置 (A, B, C, D, E) 通信, 所述保护集线器 (14) 经由相应保护路径与所述至少一个提供商边缘装置 (A, B, C, D, E) 通信, 所述方法包括:

检测所述通信网络 (10) 中的故障 (60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190);

向所述工作集线器 (12)、所述保护集线器 (14) 和所述至少一个提供商边缘装置 (A, B, C, D, E) 中至少之一指明所述通信网络 (10) 中的所述故障; 以及

在所述核心保护路径的故障的情况下, 在所述至少一个提供商边缘装置中发起将待通过所述工作路径发送的业务量复制到所述保护路径上以便并行使用所述工作路径和所述保护路径。

2. 如权利要求 1 所述的方法, 还包括使用操作和维护 (OAM) 消息来检测和 / 或指明所述故障。

3. 如权利要求 2 所述的方法, 其中, 所述 OAM 消息包括下列中至少之一:

a) 用于检查路径的连通性的连续性检查 (CC) 消息;

b) 用于在所述网络中传播故障指示的告警指示信号 (AIS) 消息;

c) 用于标识单向链路故障的远程缺陷指示 (RDI) 消息; 以及

d) 用于指明工作集线器 (12) 与所述保护集线器 (14) 之间连通性的丢失的缺少对齐指示 (MAI) 消息。

4. 如以上权利要求中任一项所述的方法, 还包括复制输入到所述工作集线器 (12) 的业务量流, 以及将一个副本传递到所述保护集线器 (14) 并且传递另一个副本以便在所述通信网络中向前传送。

5. 如权利要求 1、2 或 3 所述的方法, 还包括提供输入到所述提供商边缘装置 (A, B, C, D, E) 的业务量流的副本, 并且将一个副本传递到所述工作集线器 (12), 其中在检测到所述故障时将另一个副本传递到所述保护集线器 (14)。

6. 一种用于通信网络的路径保护系统, 包括经由核心保护路径与工作集线器 (12) 通信的保护集线器 (14), 所述工作集线器 (12) 经由相应工作路径与至少一个提供商边缘装置 (A, B, C, D, E) 通信, 所述保护集线器 (14) 经由相应保护路径与所述至少一个提供商边缘装置 (A, B, C, D, E) 通信, 所述系统设置成:

检测所述通信网络 (10) 中的故障 (60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190);

向所述工作集线器 (12)、所述保护集线器 (14) 和所述至少一个提供商边缘装置 (A, B, C, D, E) 中至少之一指明所述通信网络 (10) 中的所述故障; 以及

在所述核心保护路径的故障的情况下, 在所述至少一个提供商边缘装置中发起将待通过所述工作路径发送的业务量复制到所述保护路径上以便并行使用所述工作路径和所述保护路径。

7. 如权利要求 6 所述的路径保护系统, 其中, 所述提供商边缘装置 (A, B, C, D, E) 中的每个提供商边缘装置与所述工作集线器 (12) 的相应工作保护装置 (16) 关联。

8. 如权利要求 6 或 7 所述的路径保护系统, 其中, 所述工作集线器 (12) 还提供有工作

以太网交换机 (32)。

9. 如权利要求 6 或 7 所述的路径保护系统,其中,所述保护集线器 (14) 还提供有保护以太网交换机 (34)。

10. 如权利要求 8 所述的路径保护系统,其中,所述工作以太网交换机 (32) 的相应前向数据库实时更新。

11. 如权利要求 9 所述的路径保护系统,其中,所述保护以太网交换机 (34) 的相应前向数据库实时更新。

12. 如权利要求 6 或 7 所述的路径保护系统,还包括使用操作和维护 (OAM) 消息来检测和 / 或指明所述故障。

13. 如权利要求 12 所述的路径保护系统,其中,所述 OAM 消息包括下列中至少之一:

- a) 用于检查路径的连通性的连续性检查 (CC) 消息;
- b) 用于在所述网络中传播故障指示的告警指示信号 (AIS) 消息;
- c) 用于标识单向链路故障的远程缺陷指示 (RDI) 消息;以及
- d) 用于指明工作集线器 (12) 与所述保护集线器 (14) 之间连通性的丢失的缺少对齐指示 (MAI) 消息。

通信网络的保护机制

技术领域

[0001] 本发明涉及面向连接的分组交换通信网络,具体来说,涉及这种网络的保护机制。

背景技术

[0002] 存在面向连接的分组交换网络中可使用的许多类型的保护机制。这种保护机制目的在于在网络中的路径、链路或装置的故障的情况下提供对网络的保护,以使通信服务的中断最小。这类保护机制的另一目的是在网络中的故障的情况下避免业务量(traffic)的损失。

[0003] 已知的是在按照标准 IETF RFC 4762 来操作分级虚拟专用 LAN 服务(H-VPLS)的网络中提供保护机制。H-VPLS 实现以太网多点对多点第 2 层虚拟专用网络(VPN)服务。有助于已知保护机制的 H-VPLS 的一个特征是网络装置自动发现并且向其它网络装置发信号通知与特定 VPN 的关联以使网络装置查询和了解 VPN 关联的能力。这种自动化行为通过使用作为以太网内嵌入的操作、管理和维护(OAM)能力的一部分的消息来实现,如标准 ITU-T G. 808.1 中所述。

[0004] 与按照 H-VPLS 工作的现有保护机制关联的一个问题在于,它们因跟踪 VPN 关联所需的大量 OAM 消息而易于出现配置差错。此外,集中操作机制要求网络装置询问集中服务器以便了解 VPN 关联。这些集中操作机制向整个网络添加附加管理功能,这可在网络管理方面施加沉重负担。因此,要求网络提供商以这种网络管理的形式来‘消耗’其网络中的资源。

[0005] H-VPLS 中提供的已知保护机制的另一个问题在于,它们没有提供用于提供“载体(carrier)类”服务的足够可靠性水平。这种载体类服务是下一代网络(NGN)所需的,并且按照可测量方式来定义,以便确定特定技术是否具有所需的服务质量。通常存在其中特定技术必须表现良好以便被称作载体类服务的 5 个类别。这 5 个类别包括服务要求、网络要求、安全要求、操作要求和网络设计要求。例如,确定服务要求可包括使用数学公式来计算作为按照 ITU-T G. 107 的所谓“R 值”的语音质量的量度(measure)。确定其它类别的方式是众所周知的,且不作进一步描述。

[0006] 当前可用的保护机制可能没有达到提供载体类服务所需的标准。这种载体类服务必须能够在网络中的多种故障、如工作(working)路径和保护路径的一部分同时出故障的情况下提供保护。这种双重故障可能比较普遍,因为工作和保护路径可在物理上位于地下的同一管道中,所述管道在都市区域中可能被反复挖掘和覆盖,以便对电、气、水或其它服务执行维护。其中在工作路径和保护路径主动传送网络中业务量并且接收器负责判定使用哪个业务量流的常规 1+1 保护无法用于在双重故障的情况下提供保护。此外,其中仅在工作(working)路径传送业务量但在发生故障时将保护路径分配并且用于发送业务量的常规 1:1 保护也无法用于在双重故障的情况下提供保护。甚至无法使用已知的子网络连接保护(SNCP)来执行从双重故障的恢复。

[0007] 所需的是一种向通信网络提供保护机制以便提供载体类服务并减少上述问题的

改进方式。

发明内容

[0008] 根据本发明的第一方面,提供在通信网络(10)中使用经由核心保护路径与工作集线器(worker hub)(14)通信的保护集线器(12)的路径保护的方法,工作集线器(12)经由相应工作路径与至少一个提供商边缘装置(A, B, C, D, E)通信,保护集线器(14)经由相应保护路径与至少一个提供商边缘装置(A, B, C, D, E)通信,该方法包括:

[0009] 检测通信网络(10)中的故障(60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190);

[0010] 向工作集线器(12)、保护集线器(14)和至少一个提供商边缘装置(A, B, C, D, E)中至少之一指明通信网络(10)中的故障;以及

[0011] 在工作路径的故障的情况下使用核心保护路径;或者在核心保护路径的故障的情况下并行使用工作路径和保护路径。

[0012] 提供路径保护的这种方式的优点在于,业务量可在多个故障、例如在工作路径有一个故障而在保护路径有另一个故障的提供商边缘装置之间的两个故障或者核心保护路径的单个故障的情况下受到保护。本发明允许业务量在故障的情况下在工作与保护集线器之间路由或者使用工作和保护路径。这种布置在网络可靠性方面极为有利。现有技术的保护方案仅在单个故障的情况下才有恢复力(resilient),由此,如果发生第二故障,则两个提供商边缘装置之间的连接可能丢失。该解决方案提供一种比现有技术更鲁棒的、提供对通信网络的保护的方式。

[0013] 优选地,该方法还包括使用操作和维护(OAM)消息来检测和/或指明故障。

[0014] 优选地,OAM消息包括下列中至少之一(也许两个、三个或四个):

[0015] a) 用于检查路径连通性的连续性检查(CC)消息;

[0016] b) 用于在网络中传播故障指示的告警指示信号(AIS)消息;

[0017] c) 用于标识单向链路故障的远程缺陷指示(RDI)消息;以及

[0018] d) 用于指明工作集线器与保护集线器之间连通性的丢失的缺少对齐指示(missing alignment indication:MAI)消息。

[0019] 该方法还可包括复制输入到提供商边缘装置的业务量流,并将一个副本传递到工作集线器且将另一个副本传递到保护集线器。该方法还可包括复制输入到工作集线器的业务量流,并将一个副本传递到保护集线器且传递另一个副本以便在通信网络中向前传送。这种操作网络的方式可适用于1+1保护。

[0020] 该方法还可包括提供输入到提供商边缘装置的业务量流的副本,并且将一个副本传递到工作集线器,其中在检测到故障时将另一个副本传递到保护集线器。该方法还可包括提供输入到工作集线器的业务量流的副本,并且传递一个副本以便在通信网络中向前传送,其中在检测到故障时将另一个副本传递到保护集线器。这种操作网络的方式可适用于1:1保护。

[0021] 该方法还可包括在提供商边缘装置接收来自工作集线器的业务量流以及来自保护集线器的业务量流的副本,并且选择要使用哪个业务量流。

[0022] 根据本发明的另一个方面,提供一种用于通信网络的路径保护系统,包括经由核

心保护路径与工作集线器 (14) 通信的保护集线器 (12), 工作集线器 (12) 经由相应工作路径与至少一个提供商边缘装置 (A, B, C, D, E) 通信, 保护集线器 (14) 经由相应保护路径与至少一个提供商边缘装置 (A, B, C, D, E) 通信, 该系统设置成:

[0023] 检测通信网络 (10) 中的故障 (60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190);

[0024] 向工作集线器 (12)、保护集线器 (14) 和至少一个提供商边缘装置 (A, B, C, D, E) 中至少之一指明通信网络 (10) 中的故障; 以及

[0025] 在工作路径的故障的情况下使用核心保护路径上的业务量流; 或者在核心保护路径的故障的情况下并行使用工作路径和保护路径。

[0026] 优选地, 提供商边缘装置中的每个与工作集线器的相应工作保护装置关联。

[0027] 优选地, 工作保护装置具有: 工作复制器, 可操作成复制输入业务量流, 并设置成将业务量流的一个副本传递到保护集线器且传递业务量流的另一个副本以便在通信网络中向前传送。

[0028] 优选地, 工作保护装置具有: 相应工作选择器, 可操作成从向其输入的至少两个业务量流中选择一个业务量流。

[0029] 优选地, 提供商设备装置中的每个与保护集线器的相应备用保护装置关联。

[0030] 优选地, 备用保护装置具有: 相应保护复制器, 可操作成复制输入业务量流, 并设置成将业务量流的一个副本传递到工作集线器且传递业务量流的另一个副本以便在通信网络中向前传送。

[0031] 优选地, 备用保护装置具有: 相应备用选择器, 可操作成从向其输入的至少两个业务量流中选择一个业务量流。

[0032] 优选地, 每个提供商边缘装置具有: 相应提供商复制器, 可操作成复制输入到提供商边缘装置的业务量流, 并设置成将业务量流的一个副本传递到工作集线器且将业务量流的另一个副本传递到保护集线器。

[0033] 优选地, 每个提供商边缘装置具有: 相应提供商复制器, 可操作成复制输入到提供商边缘装置的业务量流, 并设置成将业务量流的一个副本发送到工作集线器且在检测到故障时将业务量流的另一个副本发送到保护集线器。

[0034] 优选地, 路径保护系统还包括: 工作复制器, 复制输入到工作集线器的业务量流, 并且发送一个副本以便在通信网络中向前传送, 其中在检测到故障时将另一个副本发送到保护集线器。

[0035] 优选地, 每个提供商边缘装置具有: 相应提供商选择器, 可操作成接收来自工作集线器的业务量流以及来自保护集线器的业务量流的副本, 其中边缘装置选择器设置成选择要使用哪个业务量流。

[0036] 工作集线器和 / 或保护集线器还可提供有以太网交换机。以太网交换机的相应前向 (forward) 数据库实时地进行更新。这种实时更新降低了在故障情况下业务量丢失的可能性, 因为复制业务量的目的地始终存储在保护集线器或工作集线器的以太网交换机的任一个的前向数据库中。

[0037] 优选地, 路径保护系统使用操作和维护 (OAM) 消息来检测和 / 或指明故障。

[0038] 优选地, OAM 消息包括下列中至少之一 (可选地包括两个、三个或四个):

- [0039] a) 检查路径连通性的连续性检查 (CC) 消息 ;
- [0040] b) 在网络中传播故障指示的告警指示信号 (AIS) 消息 ;
- [0041] c) 标识单向链路故障的远程缺陷指示 (RDI) 消息 ;以及
- [0042] d) 指明工作集线器与保护集线器之间连通性的丢失的缺少对齐指示 (MAI) 消息。
- [0043] 根据本发明的另一个方面,提供一种用于通信网络的第一保护装置,具有:用于接受通信业务量的第一和第二输入以及用于输出通信业务量的第一和第二输出;第一复制器,用于产生从第一输入所接收的第一通信业务量流的第一和第二副本,并且用于将第一通信业务量流的第一副本发送到第一输出;以及第一选择器,用于接收来自第一复制器的第一通信业务量流的第二副本以及来自第二输入的第二通信业务量流的第一副本,第一选择器设置用于将第一通信业务量流或者第二通信业务量流的第一副本发送到第二输出。
- [0044] 优选地,第一保护装置与具有用于接受通信业务量的第三和第四输入以及用于输出通信业务量的第三和第四输出的第二保护装置通信,第一输出与第四输入通信且第三输出与第二输入通信,第二保护装置还包括:用于从接收自第三输入的第二通信业务量流产生第二通信业务量流的第一副本以及第二通信业务量流的第二副本的第二复制器,第二复制器还设置用于将第二通信业务量流的第一副本发送到第三输出;第一选择器,用于接收来自第二复制器的第二通信业务量流的第二副本以及来自第四输入的第一通信流的第一副本,第二选择器设置用于将第一通信业务量流的第一副本或者第二通信业务量流的第二副本发送到第四输出。
- [0045] 根据另一个方面,提供一种通信网络的工作集线器,并且还包括第一保护装置。
- [0046] 根据另一个方面,提供一种通信网络的保护集线器,并且还包括第二保护装置。
- [0047] 根据另一个方面,提供一种使用本发明的方法、路径保护系统或者第一或第二保护装置的通信网络。

附图说明

- [0048] 通过以下参见附图仅作为示例所示的优选实施例的描述,本发明的其它特征将会显而易见,其中:
- [0049] 图 1 示出面向连接的分组交换网络;
- [0050] 图 2 根据本发明的一个实施例示出图 1 所示网络中用于 1+1 保护的部分中的业务量流;
- [0051] 图 3-5 示出图 2 所示网络部分中通信路径的故障的图解表示;
- [0052] 图 6 和图 7 示出分别在图 2 所示网络部分中的工作集线器和保护集线器的故障的图解表示;
- [0053] 图 8 是表示图 2-7 所示保护装置的复合功能的简图;
- [0054] 图 9 根据本发明的一个实施例示出图 1 所示网络中用于 1:1 保护的部分中的业务量流;
- [0055] 图 10-16 示出图 9 所示网络部分中通信路径的故障的图解表示;
- [0056] 图 17 示出面向连接的分组交换网络中的多种故障;以及
- [0057] 图 18 针对 1+1 保护详细示出图 17 的多种故障。

具体实施方式

[0058] 图 1 示出一般表示为 10 的面向连接的分组交换网络，它用作提供本发明的实施例的参考网络。网络 10 具有工作集线器 12 和保护集线器 14。工作集线器 12 和保护集线器 14 分别与 5 个提供商边缘装置 A、B、C、D、E 进行通信。工作集线器 12 和保护集线器 14 还相互进行通信。提供商边缘装置 A 与两个客户边缘装置 J、K 进行通信。提供商边缘装置 B 与一个客户边缘装置 L 进行通信。提供商边缘装置 C 与两个客户边缘装置 M、N 进行通信。提供商边缘装置 D 与一个客户边缘装置 O 进行通信。提供商边缘装置 E 与一个客户边缘装置 P 进行通信。图 1 中的通信路径用实线表示。要领会，提供商边缘装置 A、B、C、D、E 与工作集线器 12 或者保护集线器 14 之间的路径可穿过 (cross) 许多附加网络装置，例如网络节点，为了清楚起见已经将其省略。

[0059] 将针对 1+1 和 1:1 保护提供本文所述的实施例。这些术语采取它们在数据通信领域中的标准含义。图 2 根据本发明的一个实施例示出图 1 所示网络中用于 1+1 保护的一部分中的业务量流。具体来说，图 2 示出客户边缘装置 J 和 K、提供商边缘装置 A 以及工作和保护集线器 12、14 之间的业务量流。工作集线器 12 和保护集线器 14 经由双向核心保护路径相互通信。工作和保护集线器 12、14 中的每个具有保护装置 16、18，它们在图 2 右侧的圆圈中以放大图像示出。为了简洁起见，仅示出保护装置 16、18，但是要领会，在现实世界实现中，各提供商边缘装置 A、B、C、D、E 会与工作集线器 12 和保护集线器 14 中的相应保护装置相关联。参照图 18 进一步说明这个原理。

[0060] 图 2 中，各保护装置 16、18 具有相应的复制器 20、22 和选择器 24、26。提供商边缘装置 A 还具有复制器 28 和选择器 30。各复制器 20、22、28 工作以便从一个输入业务量流产生两个相同的业务量流。各选择器 24、26、30 工作以便从向其输入的两个业务量流中选择一个业务量流。工作和保护集线器 12、14 中的每个还提供有具有根据已知布置的前向数据库 (forward database) 的已知以太网交换机 32、34。

[0061] 在图 2 中，使用了表示客户边缘装置 J 和 K、提供商边缘装置 A 以及工作和保护集线器 12、14 之间的业务量流的符号 (notation)。例如，符号 A \textcircled{R} H-W 表示从提供商边缘装置 A 到工作集线器 12 的业务量流。类似地，符号 A_H-W \textcircled{R} H-P 表示从与提供商边缘装置 A 相关联的工作集线器 12 到保护集线器 14 的业务量流。

[0062] 工作和保护集线器 12、14 使用以太网中嵌入的已知操作、管理和维护 (OAM) 能力相互通信。在下文提供的实施例中，使用表示以下消息的符号：

[0063] - 检验链路或节点的状态以及检查连通性的连续性检查 (CC) 消息。

[0064] - 传播可以是整个网络通用的或者是特定提供商边缘装置特定的故障指示的告警指示信号 (AIS) 消息。

[0065] - 标识单向链路故障的远程缺陷指示 (RDI) 消息。

[0066] - 声明工作与保护集线器之间的连通性丢失的缺少对齐指示 (MAI) 消息，它仅应用于 1:1 保护机制。

[0067] 虽然在以太网中 CC、AIS 和 RDI 消息是从标准 OAM 消息已知的，但是 MAI 消息不是已知的并且表示网络 10 的操作的新命令。

[0068] 图 2 中，网络项之间的实线表示工作路径，而虚线表示携带工作路径上的业务量的副本的保护路径。这个图示出在没有存在任何故障的情况下客户边缘装置 J 和 K、提供商

边缘装置 A 以及工作和保护集线器 12、14 的正常操作。在这种正常操作下,业务量从客户边缘装置 K 或 J 传播到提供商边缘装置 A。然后,业务量由提供商边缘装置 A 的复制器 28 分为两个相同路径(或者在需要时分为更多相同路径,但是两个相同路径对于当前实施例的目的就足够)。这些路径中之一是工作路径 40,另一个是保护路径 42。工作路径 40 上的业务量传递到工作集线器 12 的保护装置 16,这由符号 A[®]H-W 表示。在保护装置 16,业务量再次被保护装置 16 的复制器 20 分为两个相同路径(或者在需要时分为更多相同路径,但是两个相同路径对于当前实施例的目的就足够)。这些路径 44 中之一上的业务量传递到保护装置 16 的选择器 24。另一路径 46 上的业务量传递到保护装置 16 的输出 48,其中它进一步传递到保护集线器 14 的保护机器 18,这由符号 A_{H-W}[®]H_P 表示。在保护机器 18 中,业务量传递到选择器 26。

[0069] 保护路径 42 上的业务量传递到保护集线器 14 的保护装置 18,这由符号 A[®]H-P 表示。在保护装置 18,业务量再次被保护装置 18 的复制器 22 分为两个相同路径(或者在需要时分为更多相同路径,但是两个相同路径对于当前实施例的目的就足够)。这些路径 50 中之一上的业务量传递到保护装置 18 的选择器 26。另一路径 52 上的业务量传递到保护装置 18 的输出 54,其中它进一步传递到工作集线器 12 的保护机器 16,这由符号 A_{H-P}[®]H-W 表示。在保护机器 16 中,业务量传递到选择器 24。

[0070] 在正常操作时并且在没有存在任何故障的情况下,工作集线器保护装置 16 的选择器 24 从路径 44 选择被传递到保护装置 16 的输入 56 的业务量。然后将业务量传递到以太网交换机 32 以便在整个网络 10 中向前传送。在以太网交换机 32 所接收的被送往客户边缘装置 J、K 的业务量沿工作路径从以太网交换机 32 发送到提供商边缘装置 A 的选择器 30,这由符号 H-W[®]A 表示。以类似方式,在保护集线器 14 的以太网交换机 34 所接收的被送往客户边缘装置 J、K 的业务量沿保护路径从以太网交换机 34 发送到提供商边缘装置 A 的选择器 30,这由符号 H-P[®]A 表示。在正常操作时并且在没有存在任何故障的情况下,选择器 30 选择来自以太网交换机 32 的工作业务量流,并且根据需要将它传递到客户边缘装置 J、K。

[0071] 图 2 还示出连续性检查(CC)消息,它们在各个设备项之间发送,以便使用以太网中嵌入的 OAM 功能来检查各个路径的连续性。一个 CC 消息示出在提供商边缘装置 A 的复制器 28 与工作集线器 12 的保护装置 16 之间传递。另一 CC 消息示出在工作集线器 12 的以太网交换机 32 与提供商边缘设备 A 的选择器 30 之间传递。另一 CC 消息示出在工作集线器 12 的保护装置 16 与保护集线器 14 的保护装置 18 之间传递。另一 CC 消息示出在保护集线器 14 的保护装置 18 与工作集线器 12 的保护装置 16 之间传递。另一 CC 消息示出在提供商边缘装置 A 的复制器 28 与保护集线器 14 的保护装置 18 之间传递。另一 CC 消息示出在保护集线器 14 的以太网交换机 34 与提供商边缘设备 A 的选择器 30 之间传递。这些 CC 消息用于检查连通性,由此检测工作或保护路径的业务量流故障或者工作集线器 12 与保护集线器 14 之间的通信故障。这类 CC 消息根据预定周期发送。

[0072] 图 3 是示出图 2 实施例的通信路径中的故障的图解表示。具体来说,图 3 示出在 60 示出的提供商边缘设备 A 与工作集线器 12 之间路径的故障以及保护机制如何工作以利用 1+1 保护。在图 3 的故障情形中,工作集线器 12 的保护装置 16 与提供商边缘装置 A 的复制器 28 之间的路径以及工作集线器 12 的以太网交换机 32 与提供商边缘装置 A 的选择

器 30 之间的路径均已经出故障。在这种情形中,从提供商边缘装置 A 的复制器 28 到工作集线器 12 的保护装置 16 的 CC 消息被发送但未被接收到。从工作集线器 12 的以太网交换机 32 到提供商边缘装置 A 的选择器 30 的 CC 消息也被发送但未被接收到。工作集线器 12 因为存在连通性的丢失而检测到存在故障,并且将 RDI 消息发送给提供商边缘设备 A。类似地,提供商边缘设备 A 因为存在连通性的丢失而检测到存在故障,并且将 RDI 消息发送给工作集线器 12。但是,由于提供商边缘装置 A 与工作集线器 12 之间的路径已经出故障,所以这些 RDI 消息未被接收到。

[0073] 在已经检测到故障之后,工作集线器 12 将 AIS 消息从保护装置 16 发送到保护集线器 14 的保护装置 18。AIS 消息被工作集线器 12 用于通知保护集线器 14 关于提供商边缘装置 A 与工作集线器 12 之间连通性的故障。AIS 消息传播故障指示,并且通知保护集线器 14 工作集线器 12 这时正使用来自保护集线器 14 的业务量的副本。实际上,AIS 消息激活来自保护集线器 14 中保护机器 18 的复制业务量的使用。

[0074] 来自客户边缘装置 K 或 J 的业务量这时流向提供商边缘装置 A,并且继续流向保护集线器 14 的保护机器 18,其中保护装置 18 的复制器 22 将业务量的一个副本发送到保护集线器 14 的交换机 34 以便在网络 10 中向前传送,并且将业务量的另一个副本发送到工作集线器 12 中保护装置 16 的选择器 24。然后,选择器 24 选择这个业务量流发送到工作集线器 12 的交换机 32,以便在网络 10 中向前传送。由于工作集线器 12 与提供商边缘设备 A 之间的路径已经出故障,所以来自工作集线器 12 中交换机 32 的业务量没有被发送到提供商边缘装置 A。送往提供商边缘设备 A 的业务量改为被从保护集线器 14 的交换机 34 进行发送。要领会,如果保护集线器 14 的交换机 34 存在故障,则工作集线器 12 的交换机 32 仍然可用于通过网络 10 向前发送业务量。

[0075] 参照图 3 所述的保护机制也可工作在单向故障的情况下,例如当只有从工作集线器 12 到提供商边缘装置 A 的路径出故障时。在这种情形中,只有工作集线器 12 的以太网交换机 32 与选择器 30 之间的路径已经出故障。从工作集线器 12 的交换机 32 到提供商边缘装置 A 的选择器 30 的 CC 消息被发送,但是没有被提供商边缘装置 A 的选择器 30 接收到,这表示连通性的丢失。作为响应,提供商边缘装置 A 将 RDI 消息发送到工作集线器 12 的保护装置 16。工作集线器 12 通过接收到这个 RDI 消息而检测到存在故障,并且将 AIS 消息从工作集线器 12 的保护装置 16 发送到保护集线器 14 的保护装置 18。AIS 消息传播故障指示,并且通知保护集线器 14 工作集线器 12 这时正使用来自保护集线器 14 的业务量的副本。AIS 消息激活来自保护集线器 14 中保护机器 18 的复制业务量的使用。

[0076] 以类似方式,如果只有从提供商边缘装置 A 到工作集线器 12 的路径出故障,则针对图 3 所述的保护机制也起作用。在这种情形中,从提供商边缘装置 A 的复制器 28 到工作集线器 12 的保护装置 16 的 CC 消息被发送但未被接收到,这表示连通性的丢失。作为响应,工作集线器 12 的以太网交换机 32 将 RDI 消息发送到提供商边缘装置 A 的选择器 30。工作集线器 12 检测到存在故障,并且将 AIS 消息从工作集线器的保护装置 16 发送到保护集线器 14 的保护装置 18。AIS 消息传播故障指示,并且通知保护集线器 14 工作集线器 12 这时正使用来自保护集线器 14 的业务量的副本。AIS 消息激活来自保护集线器 14 中保护机器 18 的复制业务量的使用。

[0077] 图 4 是示出在 70 示出的提供商边缘设备 A 与保护集线器 14 之间路径的故障以及

保护机制在响应时如何工作的图解表示。在图 4 的故障情形中,保护集线器 14 的保护装置 18 与提供商边缘装置 A 的复制器 28 之间的路径以及保护集线器 14 的以太网交换机 34 与提供商边缘装置 A 的选择器 30 之间的路径均已经出故障。在这种情形中,从保护集线器 14 的保护装置 18 到提供商边缘装置 A 的复制器 28 的 CC 消息被发送但未被接收到。在保护集线器 14 的以太网交换机 34 与提供商边缘装置 A 的选择器 30 之间的 CC 消息也被发送但未被接收到。保护集线器 14 因为存在连通性的丢失而检测到存在故障,并且将 RDI 消息发送到提供商边缘设备 A。类似地,提供商边缘设备 A 因为存在连通性的丢失而检测到存在故障,并且将 RDI 消息发送到保护集线器 14。但是,由于提供商边缘装置 A 与保护集线器 14 之间的路径已经出故障,所以这些 RDI 消息未被接收到。

[0078] 在已经检测到故障之后,保护集线器 14 将 AIS 消息从保护装置 18 发送到工作集线器 12 的保护装置 16。AIS 消息被工作集线器 12 用于通知保护集线器 14 关于提供商边缘装置 A 与工作集线器 12 之间的连通性的故障。AIS 消息传播故障指示,并且通知工作集线器 12 它无法使用来自保护集线器 14 的业务量的副本。

[0079] 来自客户边缘装置 K 或 J 的业务量以常规方式流向提供商边缘装置 A,并且继续流向工作集线器 12。要领会,如果工作集线器 12 的交换机 32 存在故障,则保护集线器 14 的交换机 34 仍然可用于通过网络 10 向前发送业务量。

[0080] 参照图 4 所述的保护机制也可工作在单向故障的情况下,例如当只有从保护集线器 14 到提供商边缘装置 A 的路径出故障时。在这种情形中,只有保护集线器 14 的交换机 34 与选择器 30 之间的路径已经出故障。从保护集线器 14 的交换机 34 到提供商边缘装置 A 的选择器 30 的 CC 消息被发送,但是被提供商边缘装置 A 的选择器 30 接收,这表示连通性的丢失。作为响应,提供商边缘装置 A 将 RDI 消息发送到保护集线器 14 的保护装置 18。保护集线器 14 通过接收到这个 RDI 消息以及从保护集线器 14 的保护装置 18 到工作集线器 12 的保护装置 16 的 AIS 消息而检测到存在故障。AIS 消息传播故障指示,并且通知工作集线器 12 它无法把来自保护集线器 14 的业务量发送到提供商边缘装置 A。

[0081] 以类似方式,如果只有提供商边缘装置 A 与保护集线器 14 之间的路径出故障,则针对图 4 所述的保护机制也起作用。在这种情形中,从提供商边缘装置 A 的复制器 28 到保护集线器 14 的保护装置 18 的 CC 消息被发送但是没有被复制器 28 接收到,这表示连通性的丢失。作为响应,保护集线器 14 将 RDI 消息发送到提供商边缘装置 A 的选择器 30。保护集线器 14 检测到存在故障,并且将 AIS 消息从保护集线器的保护装置 18 发送到工作集线器 12 的保护装置 16。AIS 消息传播故障指示,并且通知工作集线器 12 它无法使用来自保护集线器 14 的业务量的副本。

[0082] 图 5 是示出在 80 示出的工作集线器 12 与保护集线器 14 之间的路径的故障以及保护机制如何工作的图解表示。在图 5 的故障情形中,保护集线器 14 的保护装置 18 与工作集线器 12 的保护装置 16 之间的路径已经出故障。在保护集线器 14 的保护装置 18 与工作集线器 12 的保护装置 16 之间的 CC 消息被发送但未被接收到。工作集线器 12 和保护集线器 14 因为它们之间存在连通性丢失而检测到故障。对所检测故障进行响应,工作集线器 12 将 RDI 消息发送到保护集线器 14,并且保护集线器 14 将 RDI 消息发送到工作集线器 12。但是,由于工作集线器 12 与保护集线器 14 之间的路径已经出故障,所以这些 RDI 消息未被接收到。各集线器 12、14 则进行工作,好像其它集线器 12、14 没有工作那样,并且提供商边

缘装置 A 进行关于要使用哪个业务量流的判定。

[0083] 如果提供商边缘装置 A 判定使用保护集线器 14, 则来自客户边缘装置 K 或 J 的业务量这时流向提供商边缘装置 A, 并且继续流向保护集线器 14 的保护机器 18, 其中保护装置 18 的复制器 22 将该业务量的副本发送到保护集线器 14 的交换机 34 以便在网络 10 中向前传送。由于工作集线器 12 与保护集线器 14 之间的路径已经出故障, 所以来自复制器 22 的业务量的副本没有被发送到工作集线器 12。被送往提供商边缘设备 A 的业务量被从保护集线器 14 的交换机 34 进行发送。

[0084] 如果提供商边缘装置 A 判定使用工作集线器 12, 则来自客户边缘装置 K 或 J 的业务量这时流向提供商边缘装置 A, 并且继续流向工作集线器 12 的保护机器 16, 其中保护装置 16 的复制器 20 将该业务量的副本发送到工作集线器 12 的交换机 32 以便在网络 10 中向前传送。由于工作集线器 12 与保护集线器 14 之间的路径已经出故障, 所以来自复制器 20 的业务量的副本没有被发送到保护集线器 14。被送往提供商边缘设备 A 的业务量被从工作集线器 14 的交换机 32 进行发送。

[0085] 参照图 5 所述的保护机制也可工作在单向故障的情况下, 例如当只有从工作集线器 12 到保护集线器 14 的路径出故障时。在这种情形中, 只有工作集线器 12 的复制器 20 与保护集线器 14 的选择器 26 之间的路径已经出故障。从工作集线器 12 的复制器 20 到保护集线器 14 的选择器 26 的 CC 消息被发送, 但是没有被选择器 26 接收到, 这表示连通性的丢失。作为响应, 保护装置 16 将 RDI 消息发送到保护集线器 14 的保护装置 18, 它也未接收到。工作集线器 12 这时知道它无法将业务量复制到保护集线器 14, 但它可从保护集线器 14 接收由提供商边缘装置 A 复制的业务量。

[0086] 以类似方式, 如果只有从保护集线器 14 到工作集线器 12 的路径出故障, 则针对图 5 所述的保护机制也起作用。在这种情形中, 只有保护集线器 14 的复制器 22 与工作集线器 12 的选择器 24 之间的路径已经出故障。从保护集线器 14 的复制器 22 到工作集线器 12 的选择器 24 的 CC 消息被发送, 但是没有被选择器 24 接收到, 这表示连通性的丢失。作为响应, 保护装置 18 将 RDI 消息发送到工作集线器 12 的保护装置 16, 它也未接收到。保护集线器 14 这时知道它无法将业务量发送到工作集线器 12, 但它可从工作集线器 12 接收由提供商边缘装置 A 复制的业务量。

[0087] 图 6 示出图 2 所示网络部分中工作集线器 12 的故障 90 以及保护机制如何工作以利用 1+1 保护的图解表示。在图 6 的故障情形中, 工作集线器 12 与提供商边缘装置 A 之间的路径以及工作集线器 12 与保护集线器 14 之间的路径均已经出故障。在这种情形中, 在工作集线器 12 的保护装置 16 与保护集线器 14 的保护装置 18 之间的 CC 消息被发送但未被接收到。从工作集线器 12 的以太网交换机 32 到提供商边缘装置 A 的选择器 30 以及从复制器 28 到工作集线器 12 的保护机器 16 的 CC 消息也被发送但未被接收到。保护集线器 14 因为存在与工作集线器 12 的连通性的丢失而检测到存在故障, 并且将 RDI 消息从保护机器 18 发送到工作集线器 12。类似地, 提供商边缘设备 A 因为存在连通性丢失而检测到存在故障, 并且将 RDI 消息从复制器 28 发送到工作集线器 12 的保护机器 16。但是, 由于工作集线器 12 已经出故障, 所以这些 RDI 消息未被接收到。

[0088] 在检测到故障之后, 保护集线器 14 接管并且使用业务量在保护集线器 14 的副本。实际上, 故障激活在保护集线器 14 的复制业务量的使用。来自客户边缘装置 K 或 J 的业务

量这时流向提供商边缘装置 A, 并且继续流向保护集线器 14 的保护机器 18。

[0089] 保护机器 18 的选择器 26 选择来自提供商边缘装置 A 的业务量的副本以将其继续传递到保护集线器 14 的交换机 34 以供在网络 10 中向前传送。

[0090] 图 7 示出图 2 所示网络部分中保护集线器的故障 100 以及保护机制如何工作以利用 1+1 保护的图解表示。在图 7 的故障情形中, 保护集线器 14 与提供商边缘装置 A 之间的路径以及工作集线器 12 与保护集线器 14 之间的路径均已经出故障。在这种情形中, 在工作集线器 12 的保护装置 16 与保护集线器 14 的保护装置 18 之间的 CC 消息被发送但未被接收到。从保护集线器 14 的以太网交换机 34 到提供商边缘装置 A 的选择器 30 以及从复制器 28 到保护集线器 14 的保护机器 18 的 CC 消息也被发送但未被接收到。工作集线器 12 因为存在与保护集线器 14 的连通性的丢失而检测到存在故障, 并且将 RDI 消息从保护机器 16 发送到保护集线器 14。类似地, 提供商边缘设备 A 因为存在连通性丢失而检测到存在故障, 并且将 RDI 消息从复制器 28 发送到保护集线器 14 的保护机器 18。但是, 由于保护集线器 14 已经出故障, 所以这些 RDI 消息未被接收到。

[0091] 在检测到故障之后, 工作集线器 12 知道它无法使用来自保护集线器 14 的业务量的副本。来自客户边缘装置 K 或 J 的业务量继续流向提供商边缘装置 A, 并且继续流向工作集线器 12 的保护机器 16。保护机器 16 的选择器 24 从提供商边缘装置 A 选择业务量以将其继续传递到工作集线器 12 的交换机 32 以供在网络 10 中向前传送。

[0092] 图 8 是表示图 2-7 所示的保护装置 16 和 18 的复合功能的简图。在图 8 的右手侧, 保护装置 16 和 18 示为在 62 相互通信。这两个保护装置 16 和 18 的复合功能在 64 示出。这个复合功能表明, 保护装置 16、18 可在概念上被认为一起工作以便提供对网络 10 的保护。虽然每个保护装置 16、18 例如当只有它们中之一出故障时可单独工作, 但是它们也一起工作。复合功能在保护装置 16、18 的两个出口 (egress) 点 56、58 提供在 66、68 示出的所选入口 (ingress) 业务量流的两个副本。

[0093] 参照图 1-8 所述的保护机制还允许公用于如 ITU-T G. 808.1 第 19 小节中所述的保护机制的已知技术的管理命令, 例如“手动”、“强制”、“锁定”和“清除”。一旦已经发生故障并且硬件或软件项是固定或者更新的, 则这类管理命令被用于维护目的。

[0094] 要领会, 参照图 1-8 所述的保护机制允许以太网交换机 32、34 的前向数据库的实时更新。这种实时更新降低了在故障情况下业务量丢失的可能性, 因为复制业务量的目的地始终存储在以太网交换机 32、34 中任一个的前向数据库中。

[0095] 图 9 根据本发明的一个实施例示出图 1 所示网络中用于 1:1 保护的部分中的业务量流。与图 2 实施例相似的特征用相似参考标号示出。具体来说, 图 9 示出客户边缘装置 J 和 K、提供商边缘装置 A 以及工作和保护集线器 12、14 之间的业务量流。在这个实施例中, 工作和保护集线器 12、14 没有保护装置, 但提供有具有根据已知布置的前向数据库的相应以太网交换机 32、34。提供商边缘装置 A 具有提供商交换机 29 和选择器 30。

[0096] 图 9A 中所使用的、提供商边缘装置 A 与保护集线器 14 之间的符号 A \otimes H-P 和 H-P \otimes A 以及工作集线器 12 与保护集线器 14 之间的符号 H-W \otimes H-P 和 H-P \otimes H-W 仅表示 OAM 消息流, 以及在正常工作条件下且在没有任何故障存在的情况下不存在业务量流。

[0097] 图 9 中, 网络项之间的实线表示工作路径, 而虚线表示作为在要求其携带业务量才这样做的提供路径的保护路径。该图示出在没有任何故障存在的情况下客户边缘装置 J

和 K、提供商边缘装置 A 以及工作和保护集线器 12、14 的正常工作。在这种正常工作下,业务量从客户边缘装置 K 或 J 传播到提供商边缘装置 A。然后,业务量被提供商交换机 29 发送到工作集线器 12 的以太网交换机 32,以供在网络 10 中向前传送。把从更宽网络 10 到以太网交换机 32 的入局业务量发送到提供商边缘装置 A 的选择器 30,以便向前传送到客户边缘装置 K、J。在正常工作下并且在没有任何故障存在的情况下,来自工作集线器 12 的业务量被提供商边缘装置 A 的选择器 30 选择。在工作集线器 12 与保护集线器 14 之间提供双向通信路径。也在提供商边缘装置 A 与保护集线器 14 之间提供双向通信路径。

[0098] 图 9 还示出 CC 消息,它们在各个设备的之间发送,以便使用以太网中嵌入的 OAM 功能来检查各个路径的连续性。一个 CC 消息示出在提供商边缘装置 A 的提供商交换机 29 与工作集线器 12 的以太网交换机 32 之间传递。另一个 CC 消息示出在工作集线器 12 的以太网交换机 32 与提供商边缘设备 A 的选择器 30 之间传递。另一个 CC 消息示出在工作集线器 12 的以太网交换机 32 与保护集线器 14 的以太网交换机 34 之间传递。另一个 CC 消息示出在保护集线器 14 的以太网交换机 34 与工作集线器 12 的以太网交换机 32 之间传递。另一个 CC 消息示出在提供商边缘装置 A 的提供商交换机 29 与保护集线器 14 的以太网交换机 34 之间传递。另一个 CC 消息示出在保护集线器 14 的以太网交换机 34 与提供商边缘设备 A 的选择器 30 之间传递。CC 消息用于检查连通性,由此检测工作或保护路径中的故障,并且根据预定周期来发送。

[0099] 图 10 是图 9 的实施例所示网络部分中通信路径的故障的图解表示。具体来说,图 10 示出在 110 示出的提供商边缘设备 A 与工作集线器 12 之间的路径的故障以及保护机制如何工作以利用 1:1 保护。在图 10 的故障情形中,工作集线器 12 的以太网交换机 32 与提供商边缘装置 A 的提供商交换机 29 之间的路径以及工作集线器 12 的以太网交换机 32 与提供商边缘装置 A 的选择器 30 之间的路径均已经出故障。在这种情形中,从提供商边缘装置 A 的提供商交换机 29 到工作集线器 12 的以太网交换机 32 的 CC 消息被发送但未被接收到。从工作集线器 12 的以太网交换机 32 到提供商边缘装置 A 的选择器 30 的 CC 消息也被发送但未被接收到。工作集线器 12 因为存在连通性丢失而检测到存在故障,并且将 RDI 消息发送到提供商边缘设备 A。类似地,提供商边缘设备 A 因为存在连通性丢失而检测到存在故障,并且将 RDI 消息发送到工作集线器 12。但是,由于提供商边缘装置 A 与工作集线器 12 之间的路径已经出故障,所以这些 RDI 消息未被接收到。

[0100] 在已经检测到故障之后,工作集线器 12 将 AIS 消息从以太网交换机 32 发送到保护集线器 14 的以太网交换机 34。AIS 消息被工作集线器 12 用于通知保护集线器 14 关于提供商边缘装置 A 与工作集线器 12 之间的连通性的故障。AIS 消息传播故障指示,并且通知保护集线器 14 工作集线器 12 这时将使用来自提供路径的业务量的副本。实际上,AIS 消息激活从提供商交换机 29 到保护集线器 14 的以太网交换机 34、到工作集线器 12 的以太网交换机 32 的提供路径的使用。

[0101] 来自客户边缘装置 K 或 J 的业务量这时流向提供商边缘装置 A,并且继续流向保护集线器 14 的以太网交换机 34,以便在网络 10 中向前传送。由于工作集线器 12 与提供商边缘设备 A 之间的路径已经出故障,所以来自工作集线器 12 的交换机 32 的业务量没有被发送到提供商边缘装置 A。被送往提供商边缘设备 A 的业务量改为从保护集线器 14 的交换机 34 进行发送。要领会,如果保护集线器 14 的交换机 34 存在故障,则工作集线器 12 的交换

机 32 仍然可用于通过网络 10 向前发送业务量。

[0102] 参照图 10 所述的保护机制也可工作在单向故障的情况下,例如当只有从工作集线器 12 到提供商边缘装置 A 的路径出故障时。在这种情形中,只有工作集线器 12 的以太网交换机 32 与选择器 30 之间的路径已经出故障。从工作集线器 12 的交换机 32 到提供商边缘装置 A 的选择器 30 的 CC 消息被发送,但是没有被提供商边缘装置 A 的选择器 30 接收到,这表示连通性的丢失。作为响应,提供商边缘装置 A 将 RDI 消息发送到工作集线器 12 的以太网交换机。工作集线器 12 通过接收到这个 RDI 消息而检测到存在故障,并且将 AIS 消息发送到保护集线器 14 的以太网交换机 34。AIS 消息传播故障指示,并且通知保护集线器 14 工作集线器 12 这时将在提供路径上向其发送业务量以便向前传送到提供商边缘装置 A。实际上,AIS 消息激活从工作集线器 12 的以太网交换机 32 到保护集线器 14 的以太网交换机 34 的提供路径的使用。

[0103] 以类似方式,如果只有从提供商边缘装置 A 的提供商交换机 29 到工作集线器 12 的以太网交换机 32 的路径出故障,则针对图 10 所述的保护机制也起作用。在这种情形中,从提供商交换机 29 到工作集线器 12 的以太网交换机 32 的 CC 消息被发送但未被接收到,这表示连通性的丢失。作为响应,工作集线器 12 的以太网交换机 32 将 RDI 消息发送到提供商边缘装置 A 的选择器 30。工作集线器 12 检测到存在故障,并且将 AIS 消息从工作集线器 12 的以太网交换机 32 发送到保护集线器 14 的以太网交换机 34。AIS 消息传播故障指示,并且通知保护集线器 14 工作集线器 12 这时将在提供路径上从其接收业务量以便向前传送到网络 10。实际上,AIS 消息激活从提供商交换机 29 到保护集线器 14 的以太网交换机 34、到工作集线器 12 的以太网交换机 34 的提供路径的使用。

[0104] 图 11 是示出在 120 示出的提供商边缘设备 A 与保护集线器 14 之间的路径的故障以及保护机制在响应时如何工作的图解表示。在图 11 的故障情形中,提供商边缘装置 A 的提供商交换机 29 与保护集线器 14 的以太网交换机 34 之间的路径以及保护集线器 14 的以太网交换机 34 与提供商边缘装置 A 的选择器 30 之间的路径均已经出故障。在这种情形中,从保护集线器 14 的以太网交换机 34 到提供商边缘装置 A 的复制器 30 的 CC 消息被发送但未被接收到。从提供商边缘装置 A 的提供商交换机 29 到保护集线器 14 的以太网交换机 34 的 CC 消息被发送但未被接收到。保护集线器 14 因为存在连通性丢失而检测到存在故障,并且将 RDI 消息发送到提供商边缘设备 A。类似地,提供商边缘设备 A 因为存在连通性丢失而检测到存在故障,并且将 RDI 消息发送到保护集线器 14。但是,由于提供商边缘装置 A 与保护集线器 14 之间的路径已经出故障,所以这些 RDI 消息未被接收到。

[0105] 在已经检测到故障之后,保护集线器 14 将 AIS 消息从以太网交换机 34 发送到工作集线器 12 的以太网交换机 32。AIS 消息被保护集线器 14 用于通知工作集线器 12 关于提供商边缘装置 A 与提供商集线器 14 之间的连通性的故障。AIS 消息传播故障指示,并且通知保护集线器 14 工作集线器 12 无法使用来自提供路径的业务量的副本。

[0106] 来自客户边缘装置 K 或 J 的业务量以常规方式流向提供商边缘装置 A 并且继续流向工作集线器 12。要领会,如果工作集线器 12 的交换机 32 存在故障,则保护集线器 14 的交换机 34 仍然可用于通过网络 10 向前发送业务量。

[0107] 参照图 11 所述的保护机制也可工作在单向故障的情况下,例如当只有从保护集线器 14 到提供商边缘装置 A 的路径出故障时。在这种情形中,只有保护集线器 14 的以太

网交换机 34 与提供商边缘装置 A 的选择器 30 之间的路径已经出故障。从保护集线器 14 的交换机 34 到提供商边缘装置 A 的选择器 30 的 CC 消息被发送但是被接收到,这表示连通性的丢失。作为响应,提供商边缘装置 A 将 RDI 消息发送到保护集线器 14 的以太网交换机 34。保护集线器 14 通过接收到这个 RDI 消息而检测到存在故障,并且将 AIS 消息从以太网交换机 34 发送到工作集线器 12 的以太网交换机 32。AIS 消息传播故障指示,并且通知工作集线器 12 它无法把来自保护集线器 14 的业务量发送到提供商边缘装置 A。

[0108] 以类似方式,如果只有从提供商边缘装置 A 与保护集线器 14 之间的路径出故障,则针对图 11 所述的保护机制也起作用。在这种情形中,从提供商边缘装置 A 的提供商交换机 29 到保护集线器 14 的以太网交换机 34 的 CC 消息被发送但未被接收到,这表示连通性的丢失。作为响应,以太网交换机 34 将 RDI 消息发送到提供商边缘装置 A 的选择器 30。保护集线器 14 检测到存在故障,并且将 AIS 消息从保护集线器 14 的以太网交换机 34 发送到工作集线器 12 的以太网交换机 32。AIS 消息传播故障指示,并且通知工作集线器 12 它无法使用来自保护集线器 14 的业务量的副本。

[0109] 图 12 是示出在 130 示出的工作集线器 12 与保护集线器 14 之间的路径的故障以及保护机制如何工作的图解表示。在图 12 的故障情形中,保护集线器 14 的以太网交换机 34 与工作集线器 12 的以太网交换机 32 之间的路径已经出故障。在保护集线器 14 的以太网交换机 34 与工作集线器 12 的以太网交换机 32 之间的 CC 消息被发送但未被接收到。工作集线器 12 和保护集线器 14 因为它们之间存在连通性丢失而检测到故障。响应于所检测故障,工作集线器 12 将 RDI 消息发送到保护集线器 14,并且保护集线器 14 将 RDI 消息发送到工作集线器 12。但是,由于工作集线器 12 与保护集线器 14 之间的路径已经出故障,所以这些 RDI 消息未被接收到。然后,每个以太网交换机 32、34 将 MAI 消息发送到提供商边缘装置 A,它通知提供商边缘装置 A 在工作集线器 12 与保护集线器 14 之间存在连通性的丢失。提供商边缘装置 A 通过将业务量发送到两个集线器 12、14 而起反应,使得并行使用工作路径和保护路径。

[0110] 来自客户边缘装置 K 或 J 的业务量这时流向提供商边缘装置 A,并且被充当复制器的提供商交换机 29 复制到工作集线器 12 和保护集线器 14。然后,业务量通过相应以太网交换机 32、34 传递,以便在网络 10 中向前传送。

[0111] 参照图 12 所述的保护机制也可工作在单向故障的情况下,例如当只有从工作集线器 12 到保护集线器 14 的路径出故障时,这在图 13 中在 140 示出。在这种情形中,只有工作集线器 12 的以太网交换机 32 与保护集线器 14 的以太网交换机 34 之间的路径已经出故障。从工作集线器 12 的以太网交换机 32 到保护集线器 14 的以太网交换机 34 的 CC 消息被发送但未被接收到,这表示连通性的丢失。作为响应,以太网交换机 32 将 RDI 消息发送到保护集线器 14 的以太网交换机 34,它也未接收到。保护集线器 14 的以太网交换机 34 也将 RDI 消息发送到工作集线器 12 的以太网交换机 32,它被接收到。工作集线器 12 这时知道它无法将业务量发送到保护集线器 14,但它可从保护集线器 14 接收被提供商边缘装置 A 复制的业务量。然后,以太网交换机 34 将 MAI 消息发送到提供商边缘装置 A,它通知提供商边缘装置 A 在工作集线器 12 与保护集线器 14 之间存在连通性的部分丢失。提供商边缘装置 A 通过将业务量发送到集线器 12、14 二者而起反应,使得并行使用工作路径和保护路径。来自客户边缘装置 K 或 J 的业务量这时流向提供商边缘装置 A,并且被充当复制器

的提供商交换机 29 复制到工作集线器 12 和保护集线器 14。然后,业务量通过相应以太网交换机 32、34 传递,以便在网络 10 中向前传送。

[0112] 以类似方式,如果只有从保护集线器 14 到工作集线器 12 的路径出故障、如图 14 中在 150 示出,则针对图 13 所述的保护机制也起作用。在这种情形中,只有从保护集线器 14 的以太网交换机 34 到工作集线器 12 的以太网交换机 32 的路径已经出故障。从保护集线器 14 的以太网交换机 34 到工作集线器 12 的以太网交换机 32 的 CC 消息被发送但未被接收到,这表示连通性的丢失。

[0113] 作为响应,以太网交换机 34 将 RDI 消息发送到工作集线器 12 的保护装置 16,它也未被接收到。保护集线器 14 的以太网交换机 34 也将 RDI 消息发送到工作集线器 12 的以太网交换机 32,它被接收到。保护集线器 14 这时知道它无法将业务量发送到工作集线器 12,但它可从工作集线器 12 接收被提供商边缘装置 A 复制的业务量。然后,以太网交换机 32 将 MAI 消息发送到提供商边缘装置 A,它通知提供商边缘装置 A 在工作集线器 12 与保护集线器 14 之间存在连通性的部分丢失。提供商边缘装置 A 通过将业务量发送到集线器 12、14 二者而起反应,使得并行使用工作路径和保护路径。来自客户边缘装置 K 或 J 的业务量这时流向提供商边缘装置 A,并且被充当复制器的提供商交换机 29 复制到工作集线器 12 和保护集线器 14。然后,业务量通过相应以太网交换机 32、34 传递,以便在网络 10 中向前传送。

[0114] 图 15 示出图 9 网络部分中在 160 示出的工作集线器 12 的故障以及保护机制如何工作以利用 1:1 保护的图解表示。在图 15 的故障情形中,工作集线器 12 与提供商边缘装置 A 之间的路径以及工作集线器 12 与保护集线器 14 之间的路径均已经出故障。在这种情形中,在工作集线器 12 的以太网交换机 32 与保护集线器 14 的以太网交换机 34 之间的 CC 消息被发送但未被接收到。从工作集线器 12 的以太网交换机 32 到提供商边缘装置 A 的选择器 30 以及从提供商交换机 29 到工作集线器 12 的以太网交换机 32 的 CC 消息也被发送但未被接收到。保护集线器 14 因为存在与工作集线器 12 的连通性丢失而检测到存在故障,并且将 RDI 消息从以太网交换机 34 发送到工作集线器 12。类似地,提供商边缘设备 A 因为存在连通性丢失而检测到存在故障,并且将 RDI 消息从提供商交换机 29 发送到工作集线器 12 的以太网交换机 32。但是,由于工作集线器 12 已经出故障,所以这些 RDI 消息未被接收到。保护集线器 14 这时知道它无法与工作集线器 12 进行通信或者向其发送业务量。然后,以太网交换机 34 将 MAI 消息发送到提供商边缘装置 A,它通知提供商边缘装置 A 在工作集线器 12 与保护集线器 14 之间存在连通性的丢失。提供商边缘装置 A 通过将业务量发送到保护集线器 14 起反应,使得使用保护路径。来自客户边缘装置 K 或 J 的业务量现在流向提供商边缘装置 A,并且被提供商交换机 29 交换到保护集线器 12。然后,业务量通过以太网交换机 34 传递,以便在网络 10 中向前传送。

[0115] 图 16 示出图 9 网络部分中在 170 示出的保护集线器 14 的故障以及保护机制如何工作以利用 1:1 保护的图解表示。在图 15 的故障情形中,保护集线器 14 与提供商边缘装置 A 之间的路径以及工作集线器 12 与保护集线器 14 之间的路径均已经出故障。在这种情形中,在工作集线器 12 的以太网交换机 32 与保护集线器 14 的以太网交换机 34 之间的 CC 消息被发送但未被接收到。从保护集线器 14 的以太网交换机 34 到提供商边缘装置 A 的选择器 30 以及从提供商交换机 29 到保护集线器 14 的以太网交换机 34 的 CC 消息也被发送

但未被接收到。工作集线器 12 因为存在与保护集线器 14 的连通性的丢失而检测到存在故障,并且将 RDI 消息从以太网交换机 32 发送到保护集线器 14。类似地,提供商边缘设备 A 因为存在连通性丢失而检测到存在故障,并且将 RDI 消息从提供商交换机 29 发送到保护集线器 14 的以太网交换机 34。但是,由于保护集线器 14 已经出故障,所以这些 RDI 消息未被接收到。工作集线器 12 这时知道它无法与保护集线器 14 进行通信或者向其发送业务量。然后,以太网交换机 32 将 MAI 消息发送到提供商边缘装置 A,它通知提供商边缘装置 A 在工作集线器 12 与保护集线器 14 之间存在连通性的丢失。提供商边缘装置 A 通过继续将业务量发送到工作集线器 12 而起反应。来自客户边缘装置 K 或 J 的业务量流向提供商边缘装置 A,并且继续被发送到工作集线器 12。然后,业务量通过以太网交换机 32 传递,以便在网络 10 中向前传送。

[0116] 上述实施例的优点在于,在如图 17 所示的多个故障的情况下保护业务量。该图示出提供商边缘装置 A 与 C 之间的两个故障。具体来说,从工作集线器 12 到提供商边缘装置 C 以及从提供商边缘装置 A 到保护集线器 14 的路径均已经出故障。这种双重故障比较常见,因为例如工作和保护路径可在物理上处于地下的同一管道。上述实施例允许业务量被从提供商边缘装置 A 路由到工作集线器 12,并且继续路由到保护集线器 14,在哪里可将它发送到提供商边缘装置 C。这种布置在网络可靠性方面极为有利。现有技术的保护方案仅在单个故障的情况下才有恢复力,由此,如果发生第二故障,则提供商边缘装置 A 与 C 之间的连接丢失。双重故障的情况下的恢复无法按照现有技术使用已知子网络连接保护 (SNCP) 或者已知的 1+1 保护来执行。

[0117] 在图 2-8 的具有 1+1 保护的 1+1 实施例的情况下,提供增加的优点:以太网交换机 32、34 的前向数据库被实时更新。这是因为业务量的副本被提供给保护集线器 14,并且具有确保客户端站之间的连通性而没有业务量损失的效果。具有 1:1 保护的图 9-16 的实施例没有这种增加的优点,因为没有复制保护路径上的业务量,并且只提供保护路径。与针对 1+1 保护的图 2-8 的实施例相比,载体类的等级在针对 1:1 保护的图 9-16 的实施例中略低,但是这种等级的实现成本更低,因为较少网络资源永久地处于使用中。

[0118] 图 18 相对于图 2-8 的 1+1 实施例更详细地示出图 17 所示的双重故障。图 18 中,与图 2-8 的实施例相似的特征用相似的参考标号示出。图 18 示出与工作集线器 12 和保护集线器 14 通信的两个提供商边缘装置 A、B。提供商边缘装置 B 与客户边缘装置 L 通信。提供商边缘装置 A 具有工作集线器 12 和提供商集线器 14 中每个之间的双向路径,并且与工作集线器 12 的保护装置 16 和保护集线器 14 的保护装置 18 关联。提供商边缘装置 B 具有工作集线器 12 和保护集线器 14 中每个之间的双向路径,并且与工作集线器 12 的保护装置 182 和保护集线器 14 的保护装置 184 关联。提供商边缘装置 B 还具有复制器 186 和选择器 188。

[0119] 图 18 示出提供商边缘装置 B 与保护集线器 14 之间路径的故障 190 以及提供商边缘装置 A 与工作集线器 12 之间路径的故障 200。业务量这时从客户边缘装置 K 或 J 流向提供商边缘装置 A,并且经由路径 40 继续流向保护集线器 14。然后,业务量在保护集线器 14 的保护装置 18 被复制,并且一个副本被传递到工作集线器 12 的保护装置 16 且继续传递到工作集线器 12 的以太网交换机 32。然后,将业务量从以太网交换机 32 发送到提供商边缘装置 B 的选择器 188。业务量的另一个副本传递到保护集线器 14 的以太网交换机 34。业

务量还从客户边缘装置 L 流向提供商边缘装置 B, 并且继续流向工作集线器 12。然后, 业务量在工作集线器 12 的保护装置 182 被复制, 并且一个副本传递到保护装置的保护装置 184, 并且继续传递到保护集线器 14 的以太网交换机 34。业务量的另一个副本传递到工作集线器 12 的以太网交换机 32。然后, 将业务量从以太网交换机 34 发送到提供商边缘装置 A 的选择器 30。以这种方式, 提供商边缘装置 A 和 B 能够在故障 190、200 的情况下仍然保持相互通信。

[0120] 本领域的技术人员会理解, 提供商边缘装置 A、B、C、D、E 在提供商边缘网络的边缘, 并且客户边缘装置 J、K、L、M、N、O、P 在客户边缘网络的边缘。提供商和客户网络的这类部分在整个网络 10 中开始和结束的位置可改变, 使得在一些实施例中, 提供商边缘装置 A、B、C、D、E 可能实际上不在提供商网络的边缘, 而是稍微在提供商网络中。此外, 在一些实施例中, 客户边缘装置 J、K、L、M、N、O、P 可能实际上不在提供商网络的边缘, 而是稍微在客户网络中。

[0121] 本领域技术人员要领会, 上述实施例特别但不是排他地与用于提供多点对多点以太网服务的集中星型 (Hub and Spoke) 网络相关。术语“工作集线器”和“保护集线器”是一般术语, 它们涉及可以是日常可操作的 (即工作集线器) 或者在检测到网络中的故障时可操作的 (即保护集线器) 的节点的操作设备项。提供商边缘装置 A、B、C、D 和 E、客户边缘装置 J、K、L、M、N、O 和 P、工作集线器 12 以及保护集线器 14 之间的路径经由可以是光纤的链路, 使得可存在相同链路中包含的来自网络 10 或另一网络的许多路径。

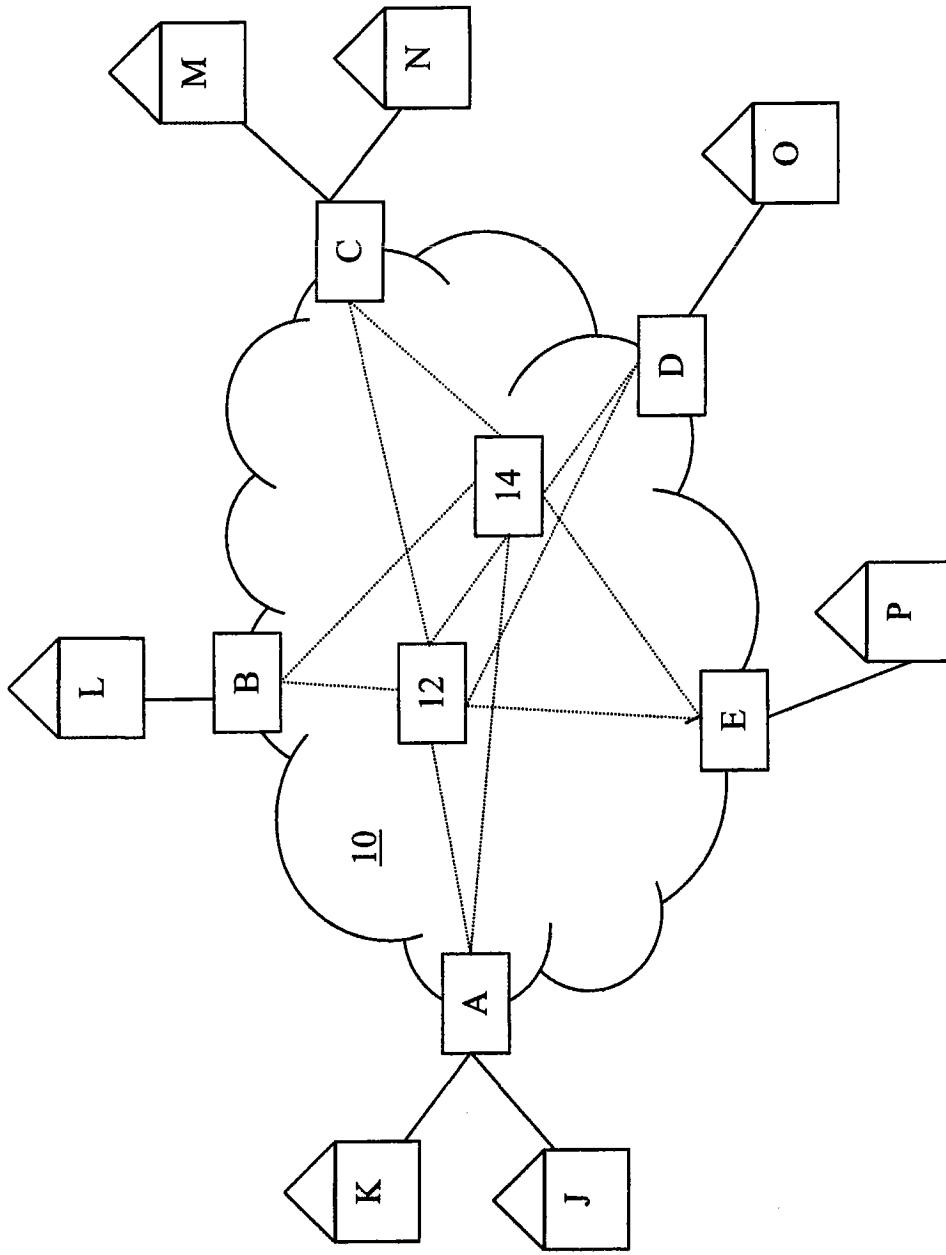


图 1

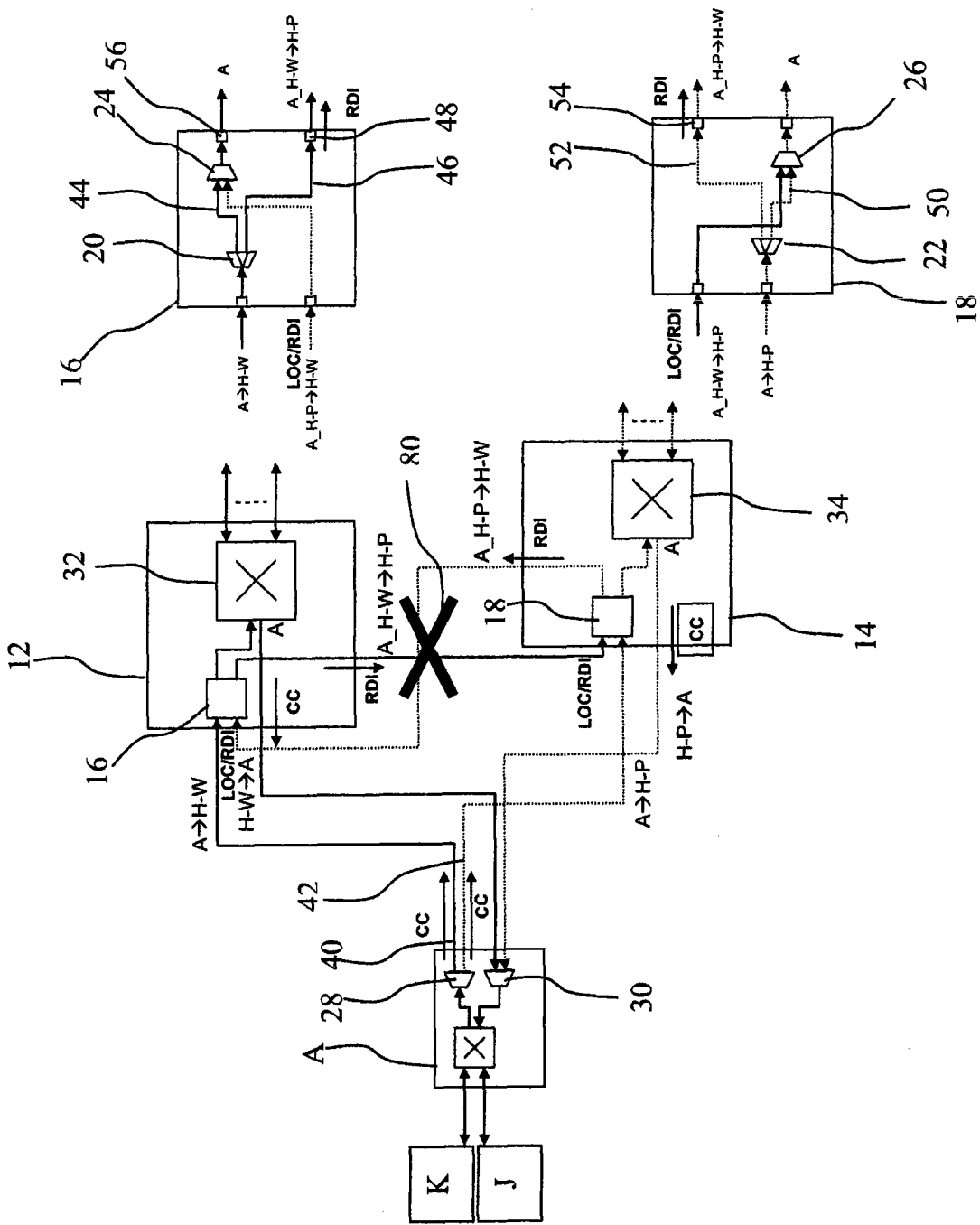


图 5

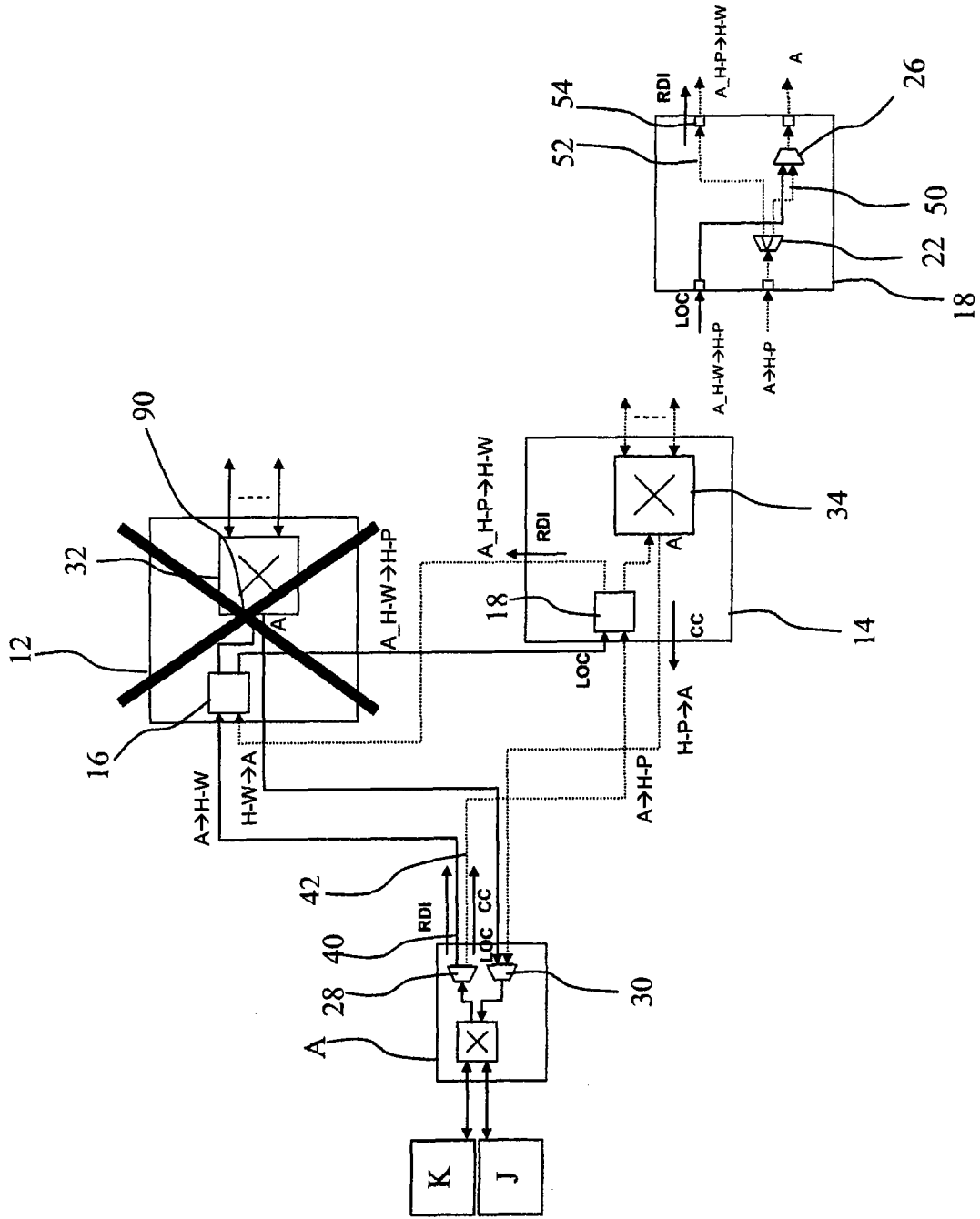


图 6

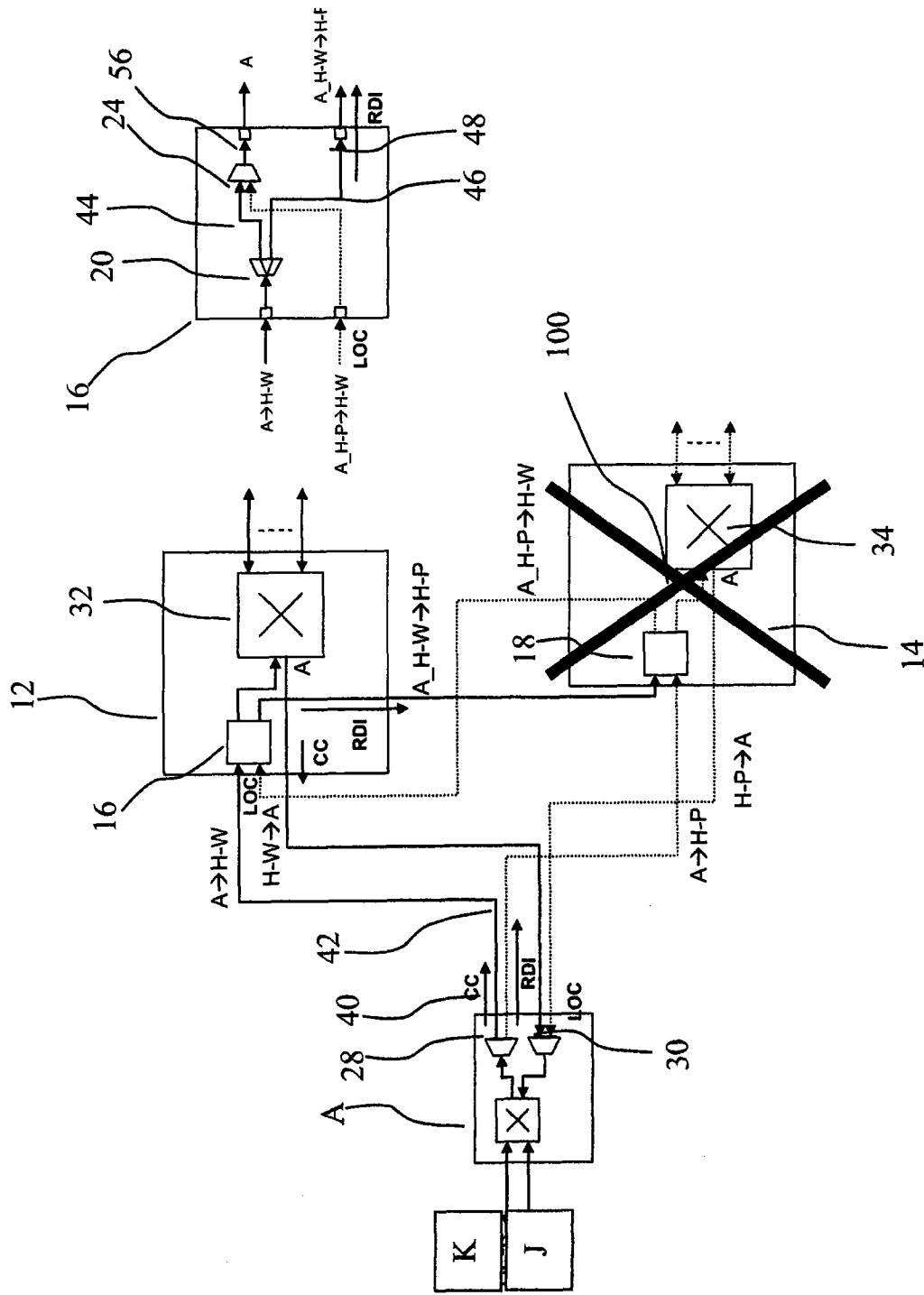


图 7

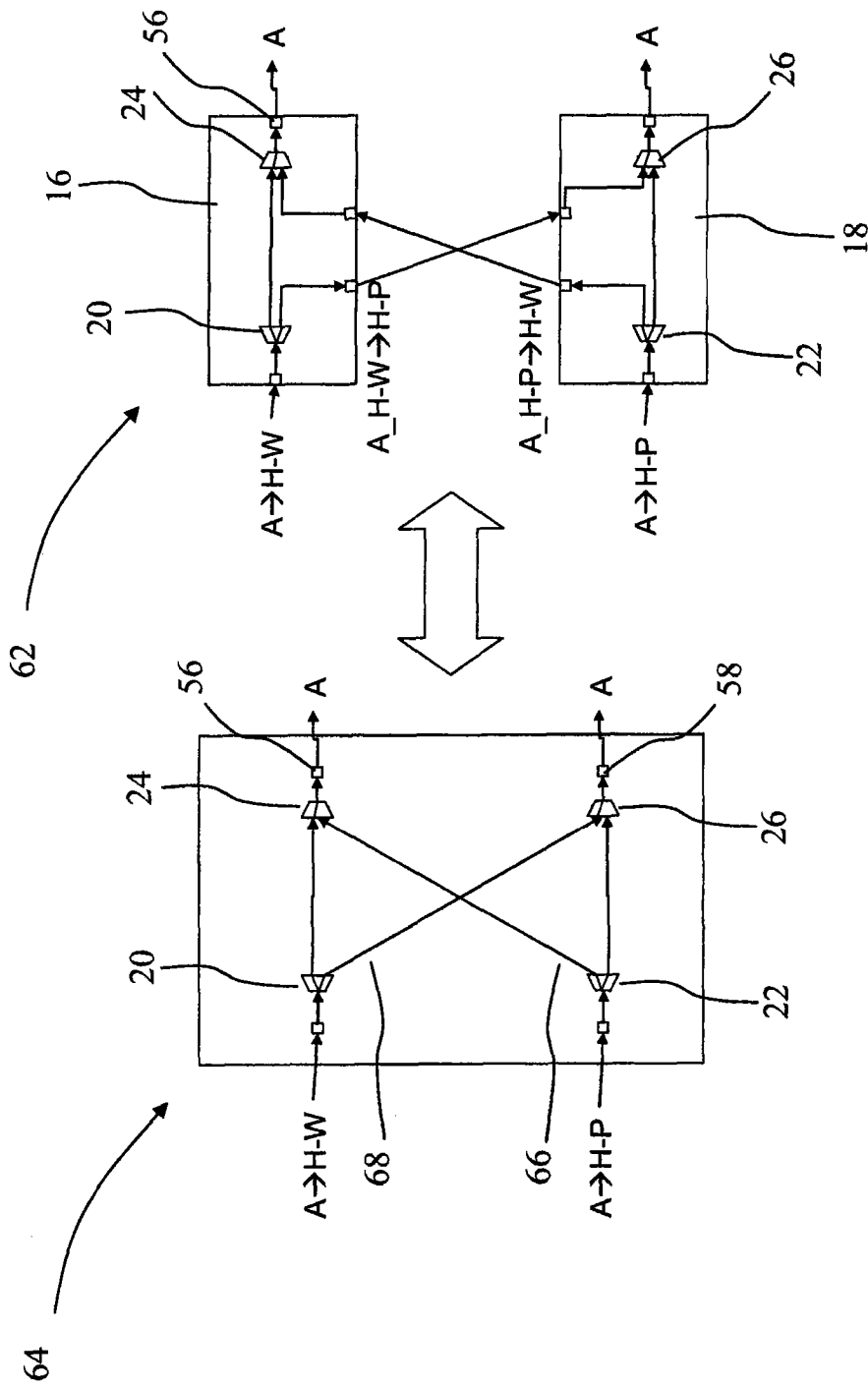


图 8

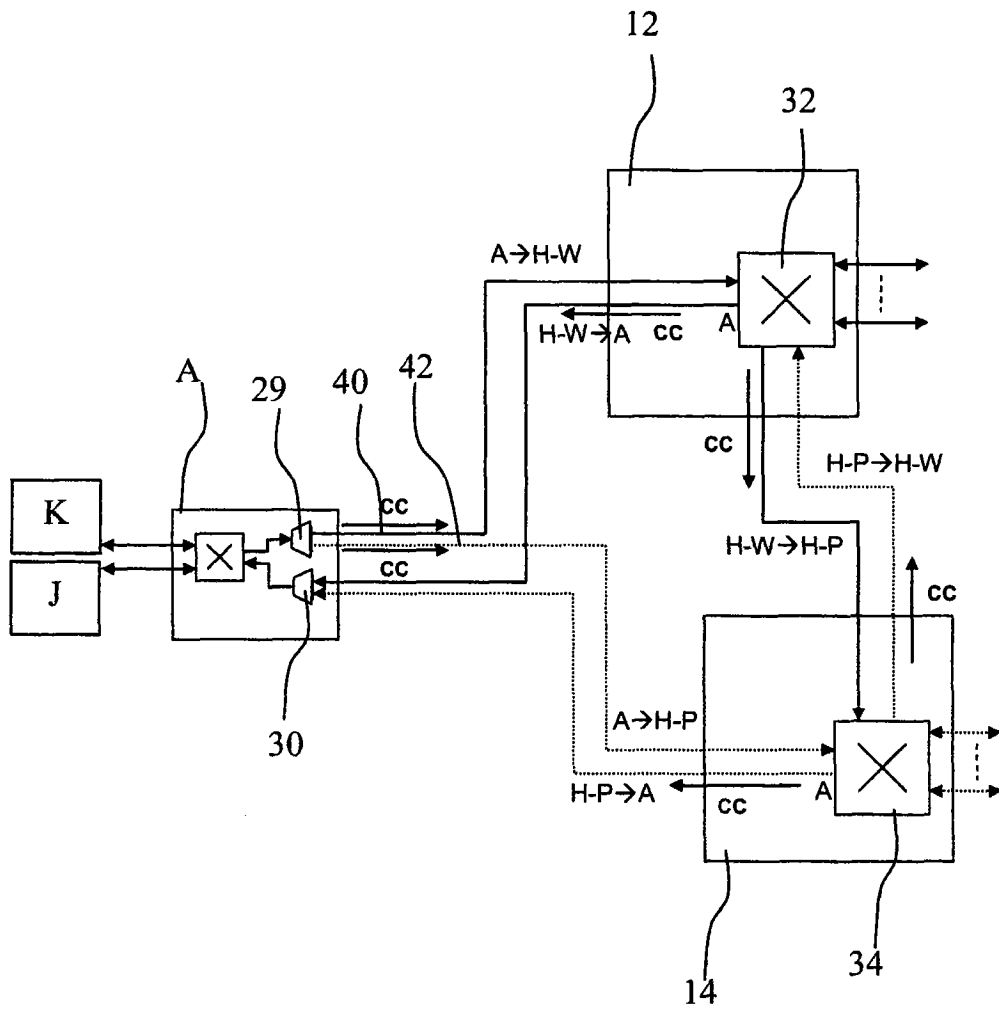


图 9

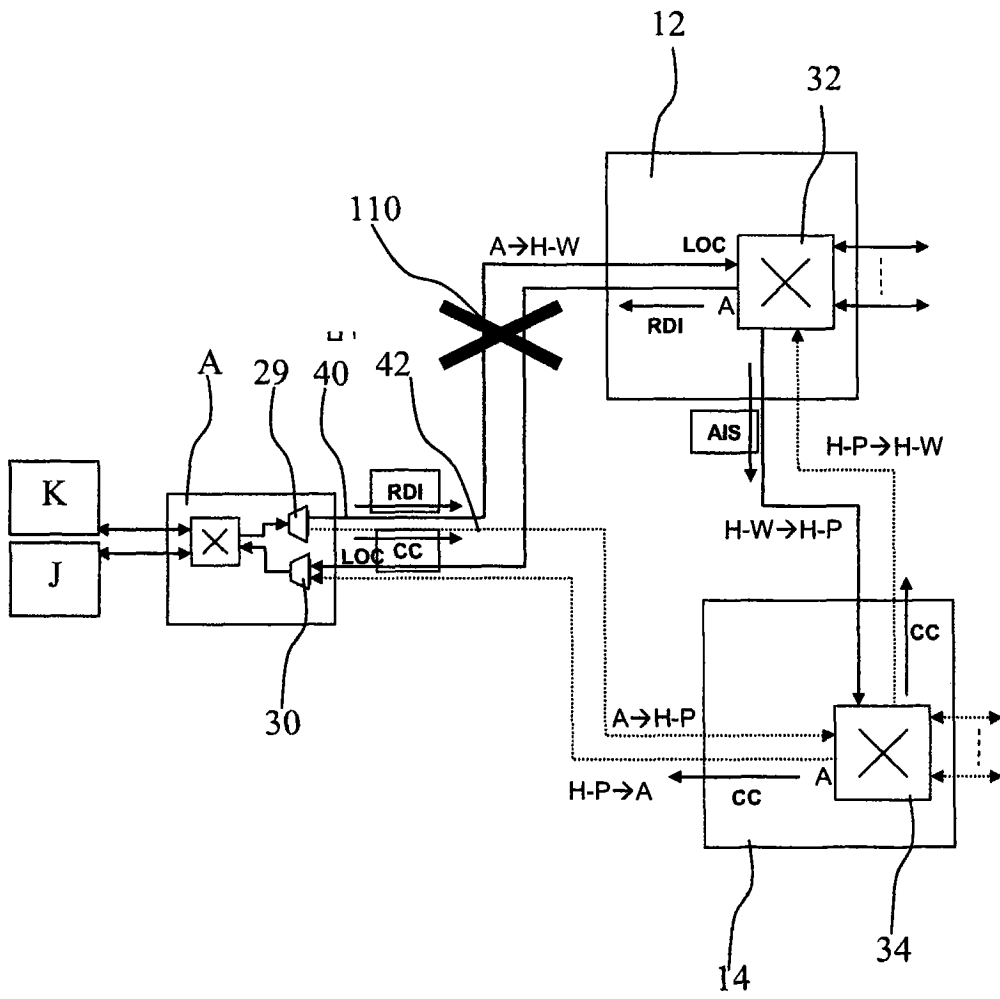


图 10

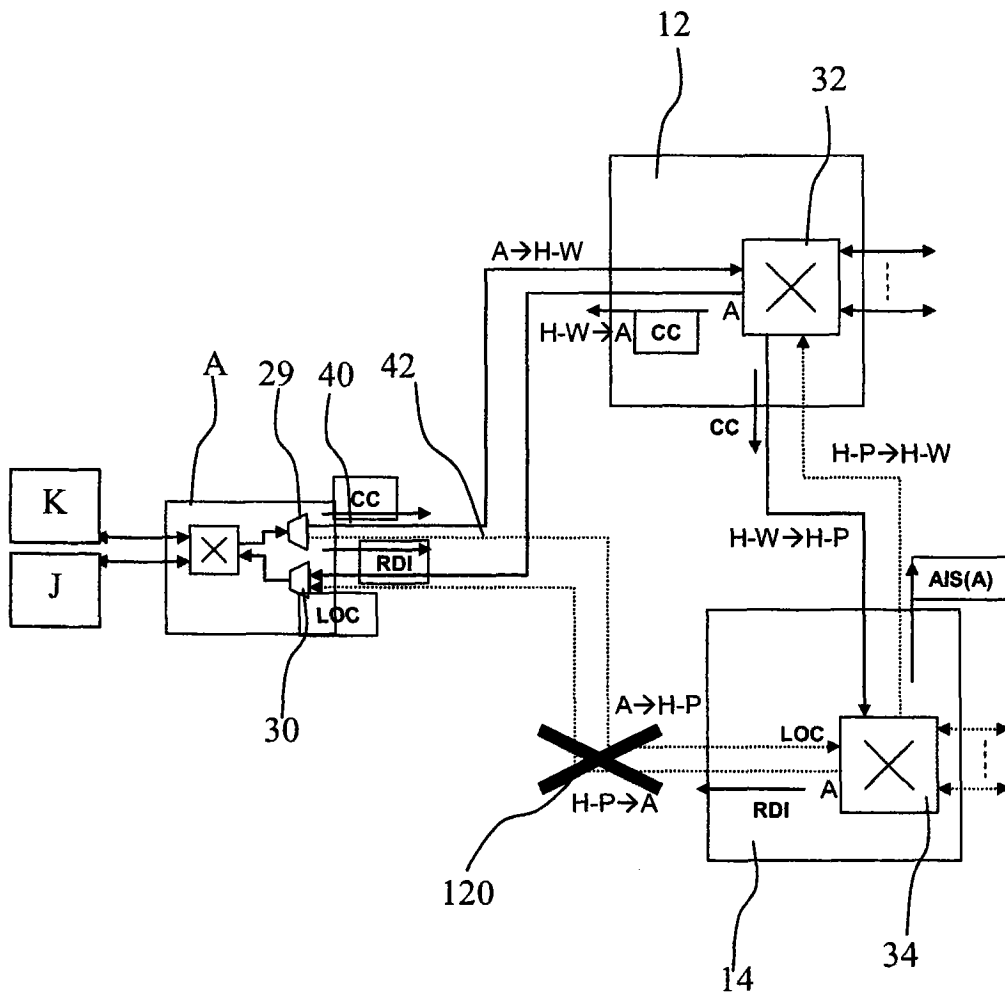


图 11

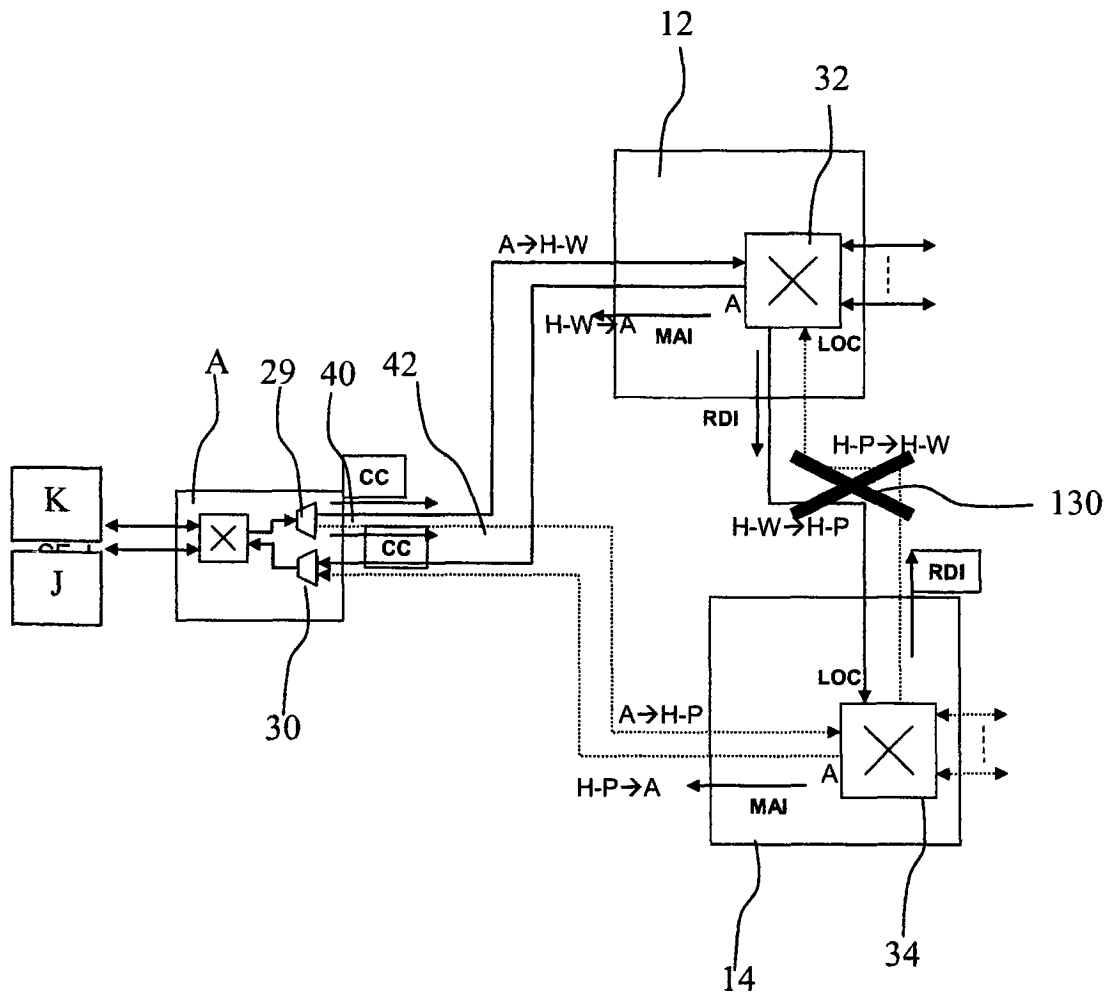


图 12

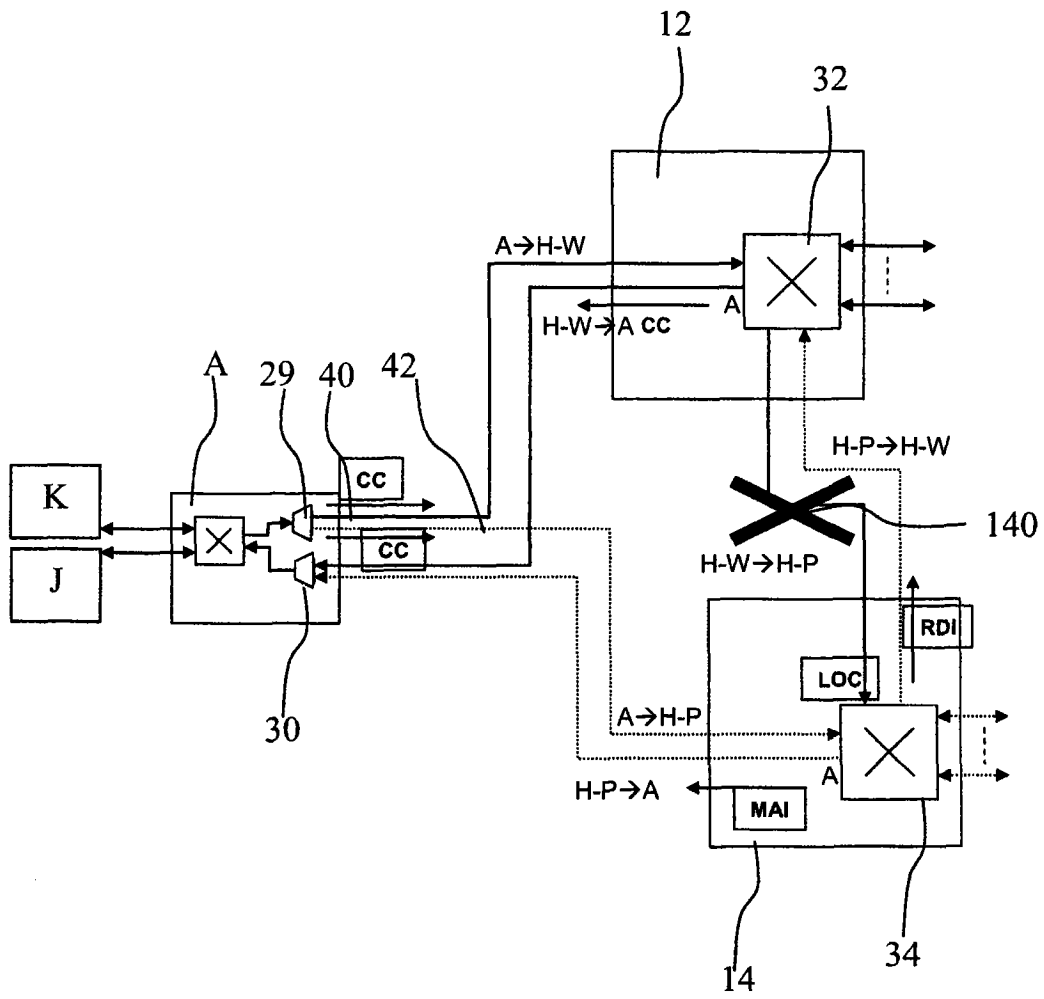


图 13

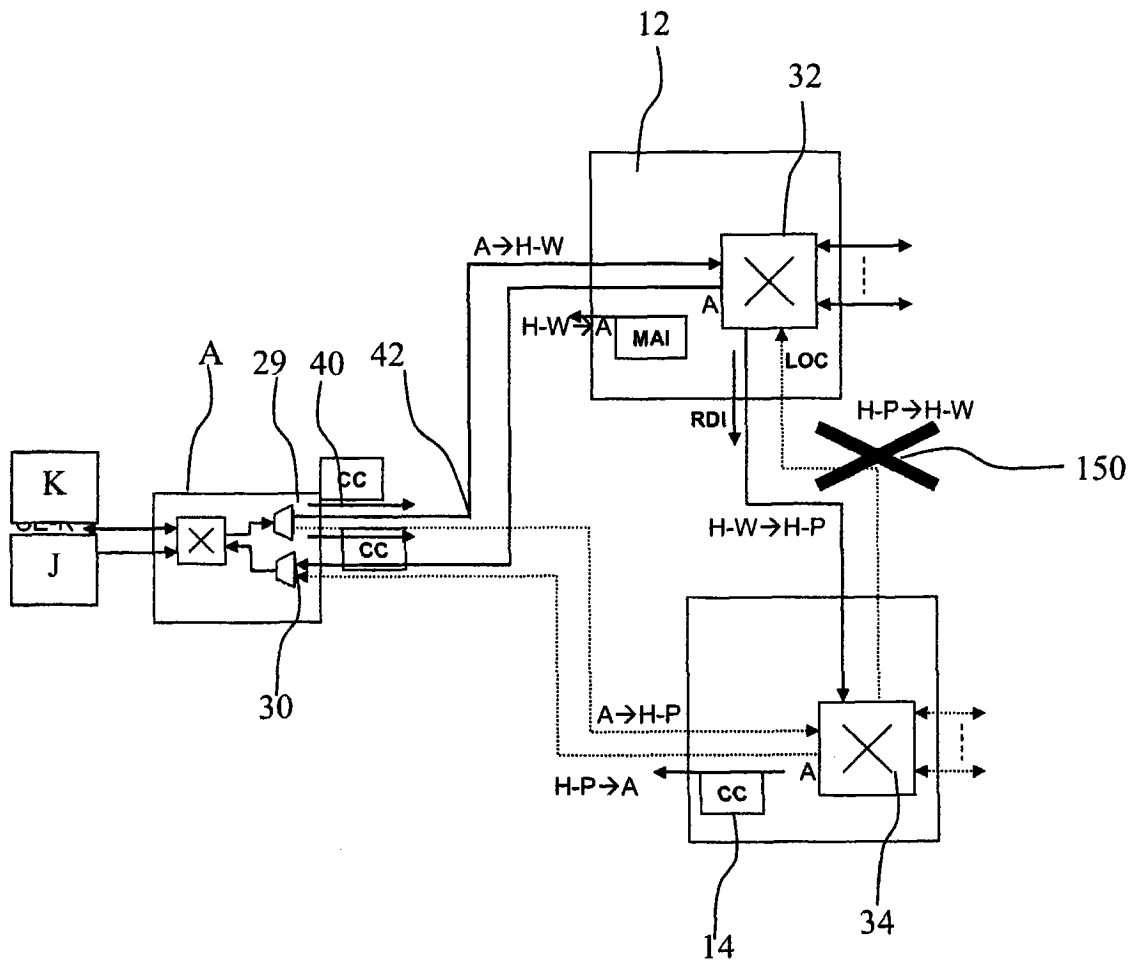


图 14

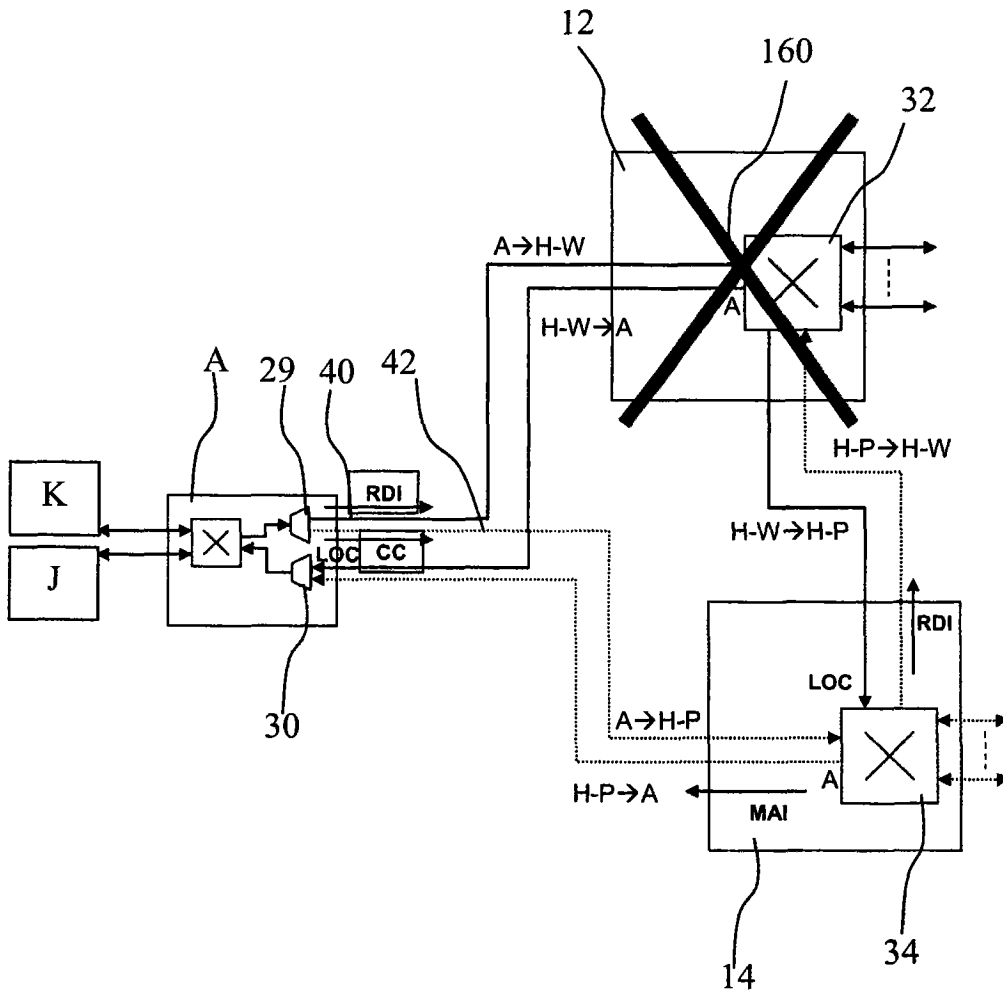


图 15

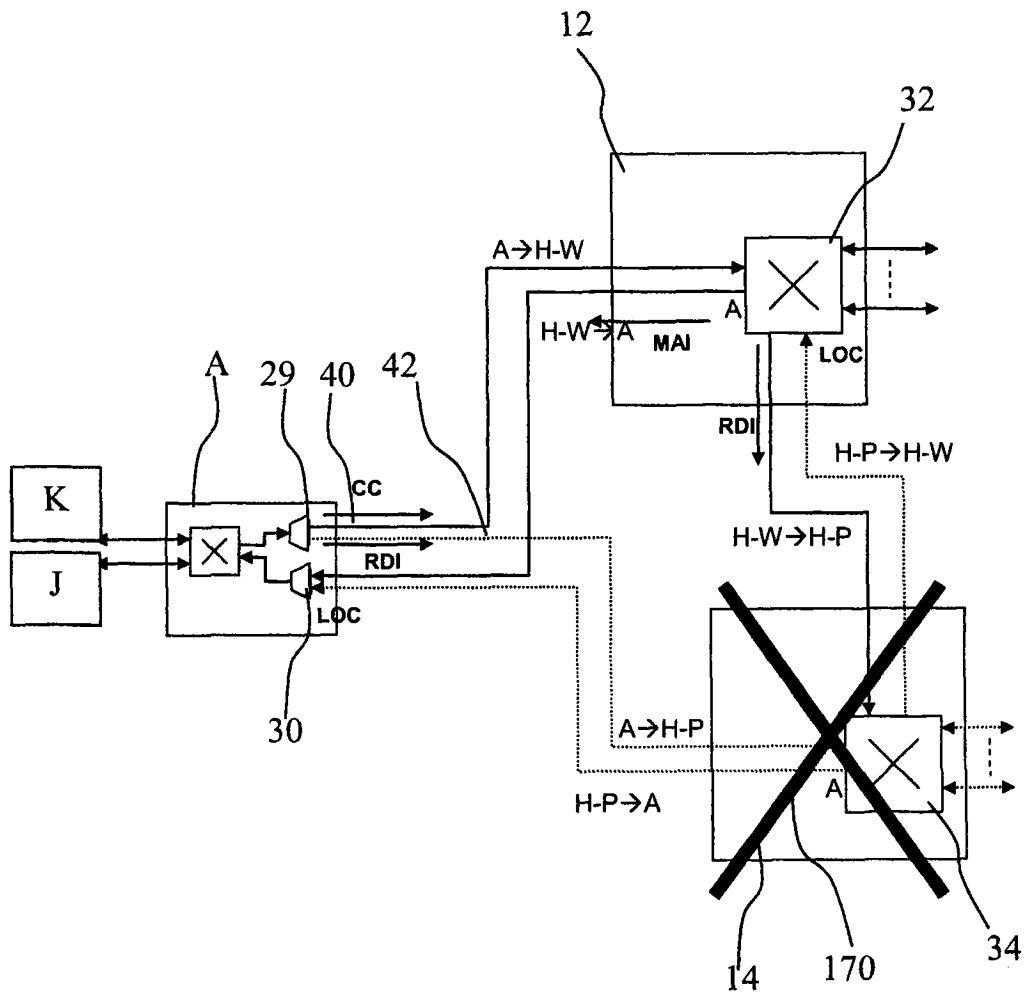


图 16

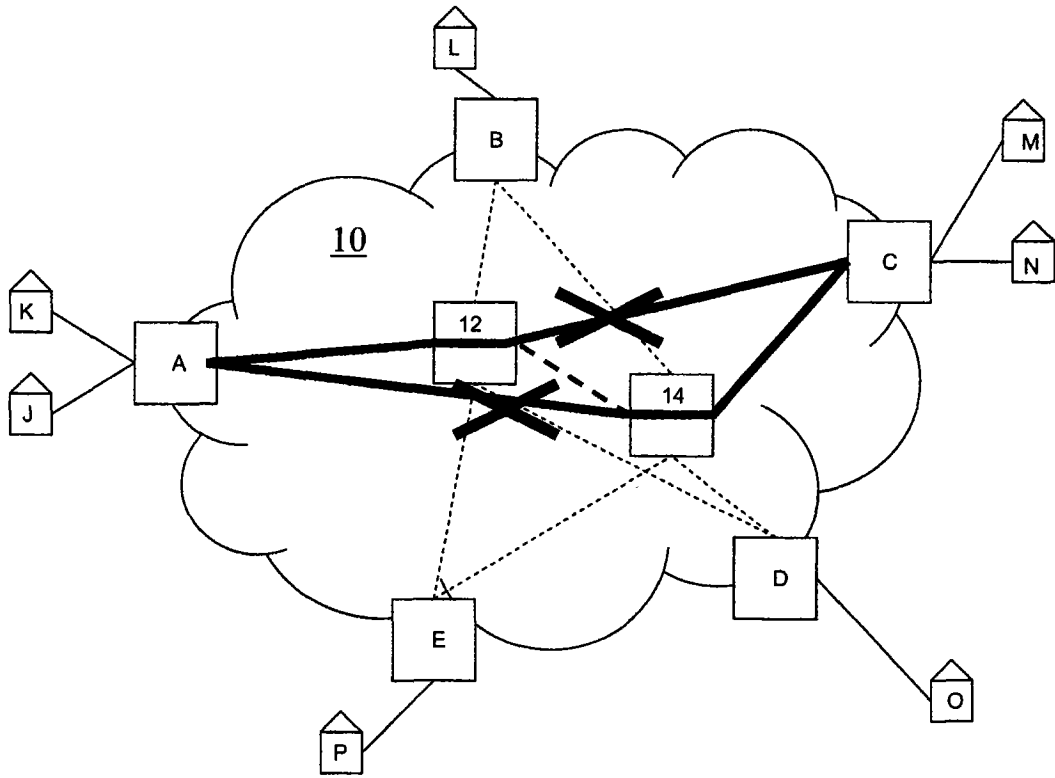


图 17

