



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101999224 B

(45) 授权公告日 2014. 01. 29

(21) 申请号 200980112834. 9

(22) 申请日 2009. 03. 09

(30) 优先权数据

12/101, 603 2008. 04. 11 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2010. 10. 11

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2009/036548 2009. 03. 09

(87) PCT国际申请的公布数据

W02009/126390 EN 2009. 10. 15

(73) 专利权人 极进网络有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 奥勒恩·L·斯托克斯

苏尼尔·P·沙哈 阿尼尔·利姆

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理
有限责任公司 11258

代理人 宋鹤 南霆

(51) Int. Cl.

H04L 12/70 (2013. 01)

H04L 12/46 (2006. 01)

(56) 对比文件

W0 2007/144870 A1, 2007. 12. 21,

CN 101014035 A, 2007. 08. 08,

审查员 李锦玲

权利要求书3页 说明书6页 附图8页

(54) 发明名称

对虚拟专用 LAN 业务的冗余的以太网自动保护切换接入

(57) 摘要

这里公开的实施例提供了以太网自动保护切换 (EAPS) 接入网与虚拟专用 LAN 业务 (VPLS) 网络之间的冗余连通性。第一 VPLS 节点被设置以起到 EAPS 控制器节点的作用。第二 VPLS 节点被设置以起到 EAPS 伙伴节点的作用。第一 VPLS 节点和第二 VPLS 节点是通过伪线和 EAPS 共享链路来链接的。另外的 EAPS 节点也被设置。另外的 EAPS 节点彼此链接, 并且另外的 EAPS 节点中的一个被指定为主节点。链路也在 VPLS 节点与 EAPS 节点之间被建立, 以使得一个或多个 EAPS 环被形成。每个 EAPS 环都包括第一 VPLS 节点与第二 VPLS 节点之间的共享链路。EAPS 环被监控以检测链路故障。当第一 VPLS 节点与第二 VPLS 节点之间的伪线共享链路的故障被检测到时, 如果任一个 EAPS 节点具有到两个 VPLS 节点的路径, 则与第一 VPLS 节点相关联的所有伪线链路被无效。否则, 与第一 VPLS 节点相关联的现有伪线链路被维持。

1. 一种提供对虚拟专用 LAN 业务 VPLS 网络的冗余接入以提供以太网自动保护切换 EAPS 接入网与 VPLS 网络之间的连通性的方法,所述方法包括:

设置多个 VPLS 节点中的第一 VPLS 节点以起到 EAPS 控制器节点的作用;

设置多个 VPLS 节点中的第二 VPLS 节点以起到 EAPS 伙伴节点的作用,其中包括所述第一 VPLS 节点和所述第二 VPLS 节点在内的所述多个 VPLS 节点是通过伪线链路来彼此链接的,并且所述第一 VPLS 节点和所述第二 VPLS 节点是通过 EAPS 共享链路来彼此链接的;

建立耦合所述第一 VPLS 节点、所述第二 VPLS 节点和多个 EAPS 节点的 EAPS 环;

检测所述第一 VPLS 节点与所述第二 VPLS 节点之间的所述 EAPS 共享链路的网络故障;

响应于检测到所述故障而在所述多个 EAPS 节点中的任一个 EAPS 节点具有到所述第一 VPLS 节点和所述第二 VPLS 节点二者的路径时使与所述第一 VPLS 节点相关联的所有伪线链路无效;以及

响应于检测到所述故障而在所述多个 EAPS 节点中的任一个 EAPS 节点缺乏到所述第一 VPLS 节点和所述第二 VPLS 节点二者的路径时维持与所述第一 VPLS 节点相关联的现有伪线链路。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述第一 VPLS 节点和所述第二 VPLS 节点在正常情况下是活动的,其中所述第一 VPLS 节点包含控制器状态机,所述控制器状态机用于对所述多个 EAPS 节点中的每一个 EAPS 节点是否可访问所述第一 VPLS 节点和所述第二 VPLS 节点进行跟踪。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,还包括:

监视所述 EAPS 环;以及

响应于检测到所监视的 EAPS 环上的网络故障,而对所述多个 VPLS 节点上的转发数据库地址进行刷新。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中使与所述第一 VPLS 节点相关联的所有伪线链路无效还包括向所述多个 VPLS 节点中的、经由伪线链路与所述第一 VPLS 节点相耦合的 VPLS 节点传送对被无效的伪线链路的指示。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述第一 VPLS 节点与所述第二 VPLS 节点之间的伪线链路代替了部分的客户虚拟局域网。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述多个 EAPS 节点之一被指定为主节点,该主节点用于接收指示所述 EAPS 环中的网络故障的控制消息。

7. 根据权利要求 6 所述的方法还包括:

在正常操作期间阻止所述主节点的次级端口;以及

响应于检测到所述网络故障而对所述主节点的次级端口解除阻塞。

8. 根据权利要求 1 所述的方法还包括当所述第一 VPLS 节点检测到 VPLS 节点之间的共享链路被修复时重新建立 VPLS 节点之间的伪线链路。

9. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述 EAPS 接入网包含多个 EAPS 环,并且其中所述共享链路在所述多个 EAPS 环之间被共享。

10. 根据权利要求 9 所述的方法,其中起到所述 EAPS 控制器节点的作用的所述第一 VPLS 节点用于:

在所述共享链路故障时和所述多个并行的环中的任一个环完整时使与所述第一 VPLS

节点相关联的所有伪线链路无效,并且在所述多个并行的 EAPS 环全部故障时维持所有现有的伪线链路。

11. 一种提供对虚拟专用 LAN 业务 VPLS 网络的冗余接入以提供以太网自动保护切换 EAPS 接入网与 VPLS 网络之间的连通性的系统,所述系统包括:

用于设置多个 VPLS 节点中的第一 VPLS 节点以起到 EAPS 控制器节点的作用的装置;

用于设置多个 VPLS 节点中的第二 VPLS 节点以起到 EAPS 伙伴节点的作用的装置,其中包括所述第一 VPLS 节点和所述第二 VPLS 节点在内的所述多个 VPLS 节点是通过伪线链路 PW 来彼此经由端口链接的,并且所述第一 VPLS 节点和所述第二 VPLS 节点是通过 EAPS 共享链路来彼此经由端口链接的;

用于建立耦合所述第一 VPLS 节点、所述第二 VPLS 节点和多个 EAPS 节点的 EAPS 环的装置;

用于检测所述第一 VPLS 节点与所述第二 VPLS 节点之间的所述 EAPS 共享链路的网络故障的装置;

用于响应于检测到所述故障而在所述多个 EAPS 节点中的任一个 EAPS 节点具有到所述第一 VPLS 节点和所述第二 VPLS 节点二者的路径时使与所述第一 VPLS 节点相关联的所有伪线链路无效的装置;以及

用于响应于检测到所述故障而在所述多个 EAPS 节点中的任一个 EAPS 节点缺乏到所述第一 VPLS 节点和所述第二 VPLS 节点二者的路径时维持与所述第一 VPLS 节点相关联的现有伪线链路的装置。

12. 根据权利要求 11 所述的系统还包括用于监视所述 EAPS 环的装置,其中所述第一 VPLS 节点和所述第二 VPLS 节点在正常情况下是活动的。

13. 根据权利要求 11 所述的系统,其中所述多个 VPLS 节点中的每个 VPLS 节点包括用于转发 VPLS 的数据分组客户的转发逻辑组件。

14. 根据权利要求 11 所述的系统,其中所述多个 VPLS 节点中的每个 VPLS 节点包括用于向所述多个 VPLS 节点中的 VPLS 节点指示伪线链路的状态的伪线控制逻辑,其中所述多个 VPLS 节点经由端口被耦合到伪线链路。

15. 根据权利要求 11 所述的系统,其中所述 EAPS 接入网包含多个 EAPS 环,并且其中所述共享链路在所述多个 EAPS 环之间被共享。

16. 根据权利要求 15 所述的系统,其中起到所述 EAPS 控制器节点的作用的所述第一 VPLS 节点用于:

在所述共享链路故障时和所述多个并行的环中的任一个环完整时使与所述第一 VPLS 节点相关联的所有伪线链路无效,并且在所述多个并行的 EAPS 环全部故障时维持所有现有的伪线链路。

17. 一种用于提供以太网自动保护切换 EAPS 接入网与虚拟专用 LAN 业务 VPLS 网络之间的冗余连通性的方法,所述方法包括:

设置来自多个 VPLS 节点的第一 VPLS 节点和第二 VPLS 节点,所述多个 VPLS 节点是通过伪线链路来彼此链接的,其中所述第一 VPLS 节点和所述第二 VPLS 节点是通过 EAPS 共享链路来彼此链接的;

建立将所述第一 VPLS 节点与所述第二 VPLS 节点和多个 EAPS 节点相耦合的 EAPS 环;

检测双网络故障,所述双网络故障包括所述第一 VPLS 节点与所述第二 VPLS 节点之间的 EAPS 共享链路的故障,以及所述第一 VPLS 节点与所述第二 VPLS 节点丢失所述 EAPS 接入网上的业务的拷贝;以及

响应于检测到所述双网络故障而维持与所述第一 VPLS 节点相关联的所有伪线链路。

18. 根据权利要求 17 所述的方法,还包括:

检测仅所述第一 VPLS 节点与所述第二 VPLS 节点之间的所述 EAPS 共享链路的网络故障;以及

响应于检测到仅所述 EAPS 共享链路的网络故障而在所述多个 EAPS 节点中的任一个 EAPS 节点具有到所述第一 VPLS 节点和所述第二 VPLS 节点二者的路径时使与所述第一 VPLS 节点相关联的所有伪线链路无效。

19. 根据权利要求 17 所述的方法,其中所述第一 VPLS 节点起 EAPS 控制器节点的作用,并且其中所述第二 VPLS 节点起 EAPS 伙伴节点的作用。

20. 一种用于提供以太网自动保护切换 EAPS 接入网与虚拟专用 LAN 业务 VPLS 网络之间的冗余连通性的方法,所述方法包括:

设置来自多个 VPLS 节点的第一 VPLS 节点和第二 VPLS 节点,所述多个 VPLS 节点是通过伪线链路来彼此链接的,其中所述第一 VPLS 节点和所述第二 VPLS 节点是通过 EAPS 共享链路来彼此链接的;

建立将所述第一 VPLS 节点与所述第二 VPLS 节点和多个 EAPS 节点相耦合的多个并行的 EAPS 环,其中所述共享链路在所述多个并行的 EAPS 环之间被共享;以及

当所述共享链路故障时和所述多个并行的 EAPS 环中的任一个环完整时,使与所述第一 VPLS 节点相关联的所有伪线链路无效。

21. 根据权利要求 20 所述的方法,其中所述第一 VPLS 节点起 EAPS 控制器节点的作用以在所述多个并行的 EAPS 环全部故障时维持所有现有伪线,并且其中所述第二 VPLS 节点起 EAPS 伙伴节点的作用。

对虚拟专用 LAN 业务的冗余的以太网自动保护切换接入

技术领域

[0001] 本发明的实施例涉及计算机连网,并且更具体地涉及将 VPLS 网络与 EAPS 网络冗余地连接。

背景技术

[0002] 计算机网络对于商业和社团 (community) 而言正变得日益重要。成本效率、网络容量、可扩展性 (scalability) 和灵活性都是在建立和维护各种网络中的重要考虑事项。伴随着各种各样的服务、协议和技术,可能难以集成和 / 或提供不同类型的网络之间的连通性 (connectivity)。

[0003] 虚拟专用 LAN 业务 (VPLS) 是在 IP/MPLS 网络上提供基于以太网的多点到多点通信的一种途径。VPLS 使得地理上分散的站点能够通过经由伪线 (pseudowire) (PW) 连接站点来共享以太网广播域。

[0004] 由加州圣克拉拉的 Extreme Networks 提供的以太网自动保护切换 (EAPS) 是用于容错网络的解决方案。EAPS 规定了无环路的操作以及亚秒级的环恢复。EAPS 版本 2 (EAPsv2) 被配置了并使能,以避免在多个 EAPS 域共享共同链路的环境中的超级环路 (super loop) 的潜在性 (potential)。EAPsv2 功能使用了“控制器”和“伙伴”机制的概念。利用由控制器和伙伴交换的健康的协议数据单元 (PDU) 来验证被共享的端口状况。当共享链路坏掉时,所配置的控制器将会为每个被保护的 VLAN 开放仅仅一个片段端口 (segment port),将所有其他的片段端口保持在阻塞状态。

[0005] 题为“Virtual Private LAN Service (VPLS) Using Label Distribution Protocol (LDP) Signaling (利用标签分发协议 (LDP) 信令的虚拟专用 LAN 业务 (VPLS))”的因特网工程任务部 (IETF) RFC 4762 建议了使用冗余伪线 (PW) 来附接至 VPLS 核心网络。然而,此技术仅在单个附接节点是必要的情况下才适用。题为“VPLS Interoperability with CE Bridges (利用 CE 桥的 VPLS 互操作性)”的 IETF 草案也讨论了冗余接入到 VPLS 核心网络。然而,此技术没有设法解决 (address) 基于环的接入网,并且它仅仅使用到 VPLS 网络的单个活动的附接。类似地,题为“Pseudowire (PW) Redundancy (伪线 (PW) 冗余)”的 IETF 草案讨论了冗余接入到 VPLS 核心网络,但是未能设法解决基于环的接入网并且仅仅使用到 VPLS 核心网络的单个活动的附接。

发明内容

[0006] 这里公开的实施例提供了以太网自动保护切换 (EAPS) 接入网与虚拟专用 LAN 业务 (VPLS) 网络之间的冗余连通性。第一 VPLS 节点被设置以起到 EAPS 控制器节点的作用。第二 VPLS 节点被设置以起到 EAPS 伙伴节点的作用。第一 VPLS 节点和第二 VPLS 节点是通过伪线来链接的。该伪线在正常情况下是跨 EAPS 共享链路而被传输的。另外的 EAPS 节点也被设置。另外的 EAPS 节点彼此链接,并且另外的 EAPS 节点中的一个被指定为主节点。链路也在 VPLS 节点与 EAPS 节点之间被建立,以使得一个或多个 EAPS 环被形成。每个 EAPS 环

都包括第一 VPLS 节点与第二 VPLS 节点之间的共享链路。EAPS 环被监控以检测链路故障。当第一 VPLS 节点与第二 VPLS 节点之间的共享链路的故障被检测到时,如果任一个 EAPS 节点具有到两个 VPLS 节点的路径,则与第一 VPLS 节点相关联的所有伪线链路被无效。否则,与第一 VPLS 节点相关联的现有伪线链路被维持。

附图说明

[0007] 下面的描述包括了对附图的讨论,附图具有通过示例方式给予本发明的实施例的图示。绘图应当理解为示例而不是限制。如这里所使用的,提及一个或多个“实施例”要被理解为描述在本发明的至少一个实现方式中所包括的具体特征、结构或特性。因此,这里出现的诸如“在一个实施例中”或“在替代实施例中”之类的短语描述了本发明的各种实施例和实现方式,并且未必都指同一实施例。然而,它们也未必是互相排斥的。

[0008] 图 1 是示出根据各种实施例的 VPLS-EAPS 配置的框图。

[0009] 图 2 是示出根据各种实施例的 VPLS-EAPS 配置的框图。

[0010] 图 3 是示出根据各种实施例的 VPLS-EAPS 配置的框图。

[0011] 图 4 是示出根据各种实施例的 VPLS-EAPS 配置的框图。

[0012] 图 5 是示出根据各种实施例的 VPLS-EAPS 配置的框图。

[0013] 图 6 是示出用于根据各种实施例的 VPLS 网络与 EAPS 网络之间的冗余连通性的处理的流程图。

[0014] 图 7 是示出用于实践这里描述的各种实施例的合适计算环境的框图。

[0015] 图 8 是示出根据各种实施例的路由设备的框图。

具体实施方式

[0016] 如这里所提供的,方法、设备和系统实现了在虚拟专用 LAN 业务 (VPLS) 网络与以太网自动保护切换 (EAPS) 网络之间的冗余连通性。更具体地,到 VPLS 网络的多个活动的附接在各种实施例中被提供。

[0017] 图 1 是示出根据各种实施例的 VPLS-EAPS 配置的框图。如这里所使用的,VPLS-EAPS 配置涉及在 VPLS 网络与 EAPS 网络之间的多个附接点,这些附接在正常情况下是活动的。如所示出的,VPLS 核心节点 110、112、114 和 116 经由伪线而被链接。如这里所使用的,链路指在其上传输数据的任何线路或信道。这里所使用的伪线指用于跨越分组交换网络来模仿各种连网或电信服务的机制,例如使用以太网、因特网协议 (IP)、标签交换路径 (LSP) 和 / 或多协议标签交换 (MPLS) 等的那些机制。所模仿的服务可包括 T1 租用线路、帧中继、以太网、异步转移模式 (Asynchronous Transfer Mode) (ATM)、时分复用 (TDM) 或者同步光网络 (Synchronous Optical Networking) (SONET) / 同步数字系列 (Synchronous Digital Hierarchy) (SDH)。如题为“Pseudo Wire Emulation Edge-to-Edge [PWE3] Architecture (伪线仿真边缘到边缘 [PWE3] 体系结构)”的 RFC 3985 中所讨论的,伪线仅仅传送对于模仿如下的线路来说所必要的功能:该线路对一些具体的服务定义具有某些被要求的保真度。

[0018] 如图 1 所示,VPLS 核心节点 110 和 112 附接至 EAPS 接入环。不是使核心节点 110 或 112 起到 EAPS 主节点的作用,而是将分发节点 124 指定为主节点。当网络故障被在环

上检测到时,EAPS 系统中的主节点接收控制 VLAN 上的控制消息,该控制消息指示了网络故障。在正常操作期间,主节点阻止被保护的数据 VLAN 业务穿过其次级端口。在网络故障期间,主节点对其次级端口解除阻塞 (unblock),并且使被保护的数据 VLAN 业务穿过其次级端口。一旦故障已被修理,次级端口就被重新阻塞。在各种实施例中,不是 VPLS 节点的、EAPS 环中的任何节点都可被指定为 EAPS 主节点。在各种实施例中,附接至 EAPS 环的 VPLS 核心节点分别起到 EAPS 控制器和伙伴节点的作用。在图 1 中,核心节点 110 起到控制器节点的作用,同时核心节点 112 起到伙伴节点的作用。EAPS 控制器节点(例如核心节点 110)包括控制器状态机,该控制器状态机跟踪环上的 EAPS 节点是否可访问两个附接的 VPLS 节点(例如核心节点 110 和 112)。

[0019] 在各种实施例中,当 VPLS 客户 VLAN(或 VMAN) 附接至 EAPS 环时,如图 1 所示,核心节点 110 和 112 之间的 EAPS 环片段被去除,以有利于节点 110 和 112 之间的伪线连接。这里所使用的术语“共享链路”指通常在多个 EAPS 环之中共享的特定 EAPS 链路。虽然共享链路经常在多个 EAPS 环之中被共享,但是共享链路也可针对单个 EAPS 环而被维护。除了辅助多个 EAPS 环之中的端口管理以外,与共享链路相关联的功能和/或机制(例如控制器节点状态机等)可用来帮助管理 EAPS 与 VPLS 之间的通信。EAPS 主节点(例如节点 124)未必具有或接收与核心节点 110 和 112 之间的连接改变有关的任何信息。然而,假设连接改变需要配置在环上仅有一个端口的被 EAPS 保护的 VLAN,则核心节点 110 和 112 上的 EAPS 功能确实具有关于连接改变的信息。应当注意,此配置不改变 EAPS 控制 VLAN——EAPS 环仍然是完整的,并且 EAPS 主节点(例如节点 124)在环完好时仍然阻塞客户接入 VLAN 上的端口。

[0020] 图 2 示出链路故障的示例,在此情况下是在节点 122 与 124 之间。从连通性观点看,VPLS-EAPS 配置的各种实施例适当地处理了像图 2 所示的链路故障那样的接入环故障。当 EAPS 主节点(例如节点 124)(例如由于来自环上节点的链路故障通知、hello 超时等而)检测到拓扑改变时,在所保护的 VLAN 上,主节点对其次级端口解除阻塞。(与图 1 相比)图 2 中的唯一差别是链路故障以及随后的对主节点的次级端口的解除阻塞使节点 124 现在经由核心节点 112 而不是经由核心节点 110 而连接至 VPLS 网络。因此,连通性被恢复。

[0021] 当核心节点 110 与 112 之间的共享链路出现故障时,连通性恢复情景 (scenario) 改变。如图 3 所示,当共享链路出现故障时,EAPS 主节点(例如节点 124)再次对其次级端口解除阻塞(像每当接入环上存在故障时它所做的那样)。然而,当此情况发生时,两个 VPLS 核心节点(即节点 110 和 112)都可能接收到目的地不是 EAPS 接入环上的节点的任何业务的拷贝。例如,如果核心节点 110 与 112 之间的共享链路出现故障并且分发节点 126 正试图发送分组给 VPLS 核心节点 116,则核心节点 110 和 112 每个都可接收到分组的拷贝。这会导致重复的分组被发送进 VPLS 网络中。此外,假定可利用不同的路径(例如经由从节点 112 到节点 116 到节点 114 到节点 110 的路径)来重新建立核心节点 110 与 112 之间的伪线,此情景可导致 EAPS 接入环上的业务环路以及进入 VPLS 网络中的风暴 (storm)。为防止此情景发生,当核心节点 110 与 112 之间的共享链路出现故障时,VPLS 核心节点 110(起到 EAPS 控制器节点的作用)采取去除和/或无效掉与核心节点 110 相关联的所有伪线的动作。在图 3 中可看到伪线的去除。一旦伪线已被去除和/或无效,在 EAPS 接入网与 VPLS 网络之间行进的所有业务都通过 VPLS 核心节点 112。当核心节点 110(即控制器节点)检

测到节点 110 与 112 之间的共享链路被修复时,伪线被重新建立。

[0022] 当核心节点 110 去除其伪线时,核心节点 110 也向其 VPLS 对等体 (peer) (例如 VPLS 核心节点 114、116 和 112) 发信号以告知它们伪线不再是活动的。在一些实施例中,此信令通过完全地撤销伪线来实现。在其他实施例中,信令通过指示伪线的“待机”状态来实现。

[0023] 图 4 示出在共享链路 (即节点 110 与 112 之间的链路) 和接入环 (例如在节点 122 与 124 之间) 二者上的链路故障。在诸如此类的双故障情景中,不像仅仅共享链路出现故障的情景那样,VPLS 核心节点 110 和 112 都不接收环业务的拷贝。例如,在图 4 中,在此双故障情景中,分发节点 122 到 VPLS 网络的唯一路径是通过核心节点 110。类似地,分发节点 128 到 VPLS 网络的唯一路径是通过核心节点 112。因此,在故障链路之一是 VPLS 核心共享链路的双故障情景中,核心节点 110 维持它的伪线而不是去除和 / 或无效掉伪线。

[0024] 图 5 示出附接至 VPLS 核心网络的多个并行 EAPS 接入环。如所示出的,每个 EAPS 环既附接至核心节点 210 又附接至核心节点 212。每个 EAPS 环都共享节点 210 与节点 212 之间的链路 (即共享链路)。与共享链路相关联的功能和 / 或机制管理和 / 或维护可向 VPLS 网络传播的 EAPS 拓扑信息。这里,只要任一个并行 EAPS 环是完整的,就存在着到两个核心 VPLS 节点的路径——在此情况下,这两个核心 VPLS 节点是节点 210 和 212。当节点 210 与 212 之间的共享链路处于 (所示出的) 故障状态时,每个环上的 EAPS 主节点对其次级端口解除阻塞。对于图 5 所示的两个内部 EAPS 环而言,这不导致问题,因为这些环中的每一个都有环上的另外的链路故障,这另外的链路故障防止了这些环中的节点具有到两个 VPLS 核心节点 (即节点 210 和 212) 的路径。然而,外部的环没有其他的链路故障。因此,此外部的环上的分发节点 (例如 250、252、254 和 256) 确实具有到两个 VPLS 节点 210 和 212 的路径。应当注意,两个 VPLS 节点仍然对所有的接入环执行 L2 交换。因此,所有三个环上的所有节点都具有到两个 VPLS 节点的路径。如以上所讨论的,从 EAPS 环到 VPLS 网络上的两个核心节点的路径可导致接入环环路和 / 或 VPLS 风暴。因此,在具有附接至 VPLS 核心的并行 EAPS 环的实施例中,在任何的并行 EAPS 环都是完整的或“好的” (例如无链路故障) 并且共享链路是故障的情况下和时候,控制器节点 (例如核心节点 210) 必须使与控制器节点相关联的所有伪线无效。如果所有并行 EAPS 环都处于故障状态或“坏了” (例如,每个环上至少一个故障链路),则控制器节点 (例如节点 210) 不管共享链路的状态如何都维持它全部的现有伪线。下表示出了在各种实施例中要对控制器节点采取的恢复动作:

[0025] 表 1

[0026]

	核心链路状态	
环状态	核心链路好的	核心链路坏掉
任何并行环好的	PW 活动的	PW 不活动的
任何并行环坏掉	PW 活动的	PW 活动的

[0027] 在各种实施例中, (一个或多个) 接入环或 VPLS 网络上的拓扑的改变可能引起用来到达客户设备的 (一个或多个) 路径的改变。例如,在图 2 中,分发节点 124 会采用以到

达 VPLS 网络的其他部分的路径在节点 122 与 124 之间的链路的接入环上的故障之后改变。在该链路的故障之前,节点 124 经由核心节点 110 到达 VPLS 网络。在故障之后,节点 124 经由核心节点 112 访问 VPLS 网络。

[0028] 当 EAPS 主节点(例如图 1 中的节点 124、图 5 中的节点 222 等)检测到拓扑改变时,它向它的其他中转(transit)节点(即环上的其他节点)发送“刷新(flush)FDB”消息。在一些实施例中,刷新消息使得环的 MAC 地址被在环中的每个节点上重新学习。假定刷新消息是向环上的其他节点传播的 EAPS 消息,则刷新消息固有地不在 VPLS 网络上传播。此外,远程 VPLS 节点处的附接可以不使用 EAPS。利用以上的示例,VPLS 节点 114(图 2)将会预期经由 VPLS 节点 114 与 VPLS 节点 110 之间的伪线而找到节点 124。然而,一旦发生节点 122 与 124 之间的链路故障,在 VPLS 节点 114 未察觉拓扑改变并且被配置为在通过故障链路的路径上发送业务的情况下,经由 VPLS 节点 110 从 VPLS 节点 114 向节点 124 发送的任何业务将不会到达它的目的地。为了克服此问题,EAPS 在控制器和伙伴节点(例如节点 110 和 112)上向 VPLS 告知任何接收到的 EAPS “刷新 FDB”消息。控制器和伙伴节点然后可传播此信息,以使得其他 VPLS 节点可对它们各自的转发数据库(例如 MAC 地址等)进行刷新。例如,假定 MAC 地址是从特定发起节点学习来的(例如,VPLS 节点 116 从 VPLS 节点 112 学习节点 128 的 MAC 地址),则控制器和伙伴节点都向其他 VPLS 节点告知任何的拓扑改变。

[0029] 图 6 是示出用于 VPLS 网络与 EAPS 网络之间的冗余连通性的处理的流程图。两个 VPLS 节点被设置 310,以分别起到 EAPS 控制器节点和伙伴节点的作用。两个 VPLS 节点通过跨 EAPS 共享链路的伪线来链接。另外的 EAPS 节点也被设置 320。另外的 EAPS 节点彼此链接,并且另外的 EAPS 节点中的一个被指定为主节点。链路也在 VPLS 节点与 EAPS 节点之间建立,以使得一个或多个 EAPS 环被形成 330。每个 EAPS 环都包括第一和第二 VPLS 节点之间的共享链路。EAPS 环被监控 340 以检测链路故障。当第一和第二 VPLS 节点之间的伪线共享链路的故障被检测到 350 时,确定 360 是否任何的 EAPS 节点具有到这两个 VPLS 节点的路径。如果是,则使与控制器节点相关联的所有伪线无效 370。如果否,则维持 380 与第一 VPLS 节点相关联的现有伪线链路。

[0030] 图 7 是示出用于实践这里描述的各种实施例的合适计算环境的框图。共同地,希望这些组件表示各种类别的硬件系统,包括但不限于通用计算机系统和专门的网络交换机。

[0031] 计算机系统 700 包括处理器 710、I/O 设备 740、主存储器 720 和闪存 730,它们经由总线 780 而彼此耦合。主存储器 720 存储供处理器 710 使用的指令和数据,主存储器 720 可包括系统存储器(RAM)和非易失性存储设备(例如磁盘或光盘)中的一个或多个。此外,网络接口 770、数据存储装置 760 和交换结构(switch fabric)750 经由总线 780 彼此耦合。数据存储装置 760 表示由交换结构 750 用于转发网络分组或消息的、这里所描述的路由数据库(例如转发数据库表等)以及诸如分组缓冲器等之类的其他存储区。

[0032] 计算机系统 700 的各种组件可被重新布置在各种实施例中,并且一些实施例可以既不需要也不包括所有的以上组件。此外,额外的组件可被包括在系统 700 中,例如额外的处理器(例如数字信号处理器)、存储设备、存储器、网络/通信接口等等。

[0033] 在图 7 的例示实施例中,用于根据以上讨论的本发明在 EAPS 网络与 VPLS 网络之

间提供冗余连通性的方法和设备可被实现为由图 7 的计算机系统 700 运行的一系列软件例程。这些软件例程包括要由诸如处理器 710 之类的、硬件系统中的处理系统执行的多个指令或一系列指令。最初,系列的指令被存储在(例如,在路由管理器数据库中的)数据存储设备 760、存储器 720 或闪存 730 上。

[0034] 图 8 示出可用在各种实施例中的路由设备的各种组件。路由设备 810 包括 VPLS 控制组件 812、伪线 (PW) 控制组件 814、EAPS 控制组件 816 和桥控制组件 818。VPLS 控制组件 812 辅助建立包括多个 PW 的完整 VPLS。PW 控制组件 814 建立个别的 PW,并且将 PW 状态信息发信号给对等体。EAPS 控制组件 816 监视并控制 EAPS 操作。桥控制组件 818 监视并控制正常的 L2 桥操作。EAPS 控制组件 816 向 VPLS 控制 812 和 / 或 PW 控制 814 提供功能以及 EAPS 环连通性和 EAPS 共享链路的状态有关的信息。VPLS 转发逻辑组件 820、PW 转发逻辑组件 822 和桥转发组件 824 组合起来以在 PW 和 VPLS 客户之间转发数据分组。这些转发组件经由总线 826 而耦合。基于这些组件的逻辑,在路由设备端口 828 上对业务进行路由。例如,路由设备 810 是可用于图 2 的 VPLS 核心节点 110 和 / 或 112 的路由设备的示例。

[0035] 这里描述的各种组件可以是用于执行这里描述的功能的装置。这里描述的每个组件包括软件、硬件或它们的组合。组件可被实现为软件模块、硬件模块、专用硬件(例如专用硬件、专用集成电路(ASIC)、数字信号处理器(DSP)等)、嵌入式控制器、硬连线电路、等等。软件内容(例如数据、指令、配置)可经由包括计算机可读介质的制造品(article of manufacture)来提供,计算机可读介质提供表示可执行的指令的内容。该内容可使计算机执行这里描述的各种功能 / 操作。计算机可读介质包括以计算设备(例如计算机、PDA、电子系统等)可访问的方式来提供(即存储和 / 或传输)信息的任何机制,例如可记录的 / 不可记录的介质(例如,只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)、磁盘存储介质、光存储介质、闪存设备等)。该内容可以是直接可执行的(“对象”或“可执行的”形式)、源代码等。计算机可读介质还可包括可从它下载内容的存储装置或数据库。计算机可读介质还可包括在销售或交付的时候有内容存储于其上的设备或产品。因此,交付具有被存储的内容的设备、或者提供内容以用于通过通信介质下载可被理解为提供具有这里描述的这样的内容的制造品。

[0036] 除这里描述的以外,在不脱离本发明的公开实施例和实现方式的范围的情况下,可对本发明的公开实施例和实现方式进行各种修改。因此,应当以例示性而非限制性的意义来理解这里的图示和示例。应只参考所附权利要求来衡量本发明的范围。

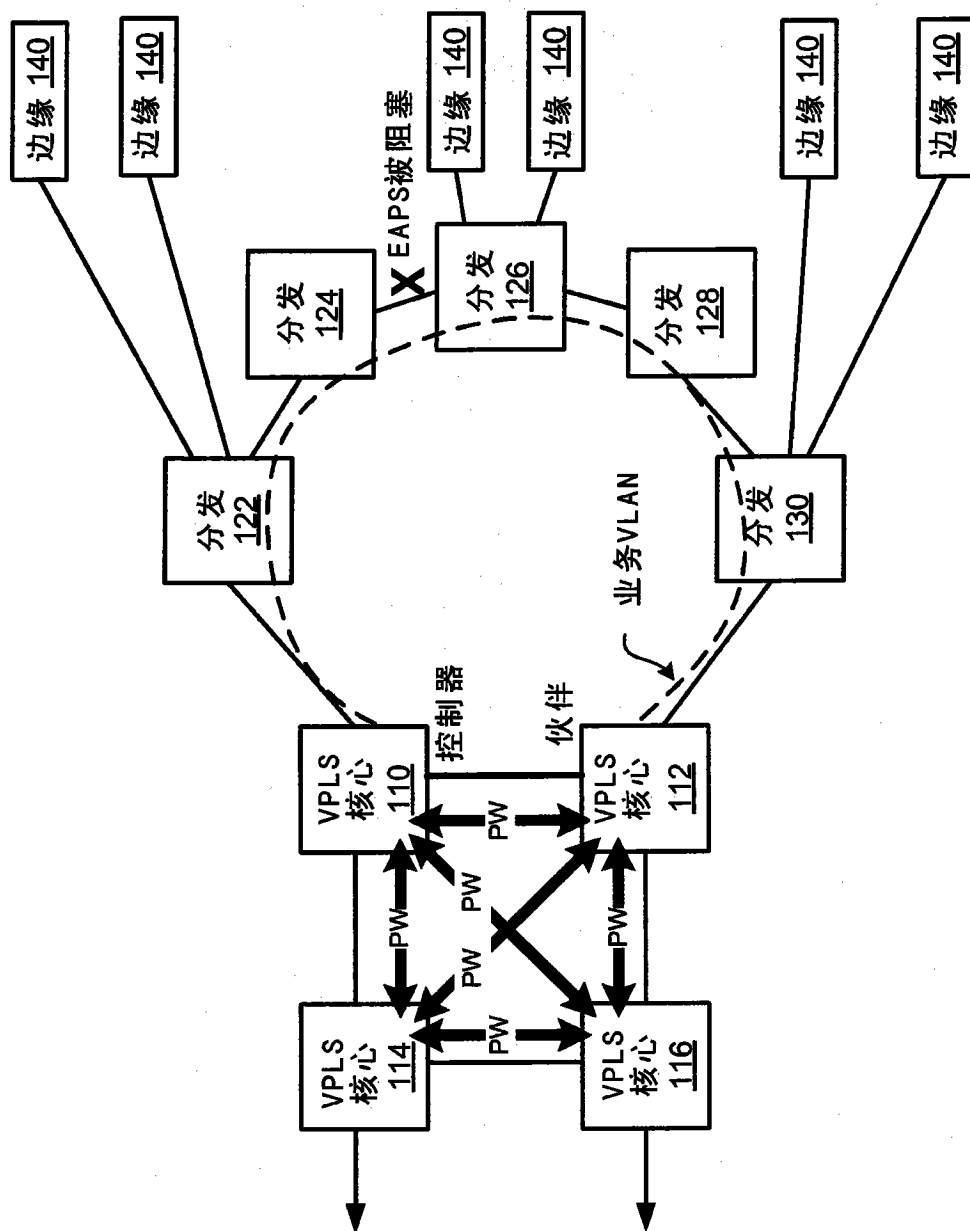


图 1

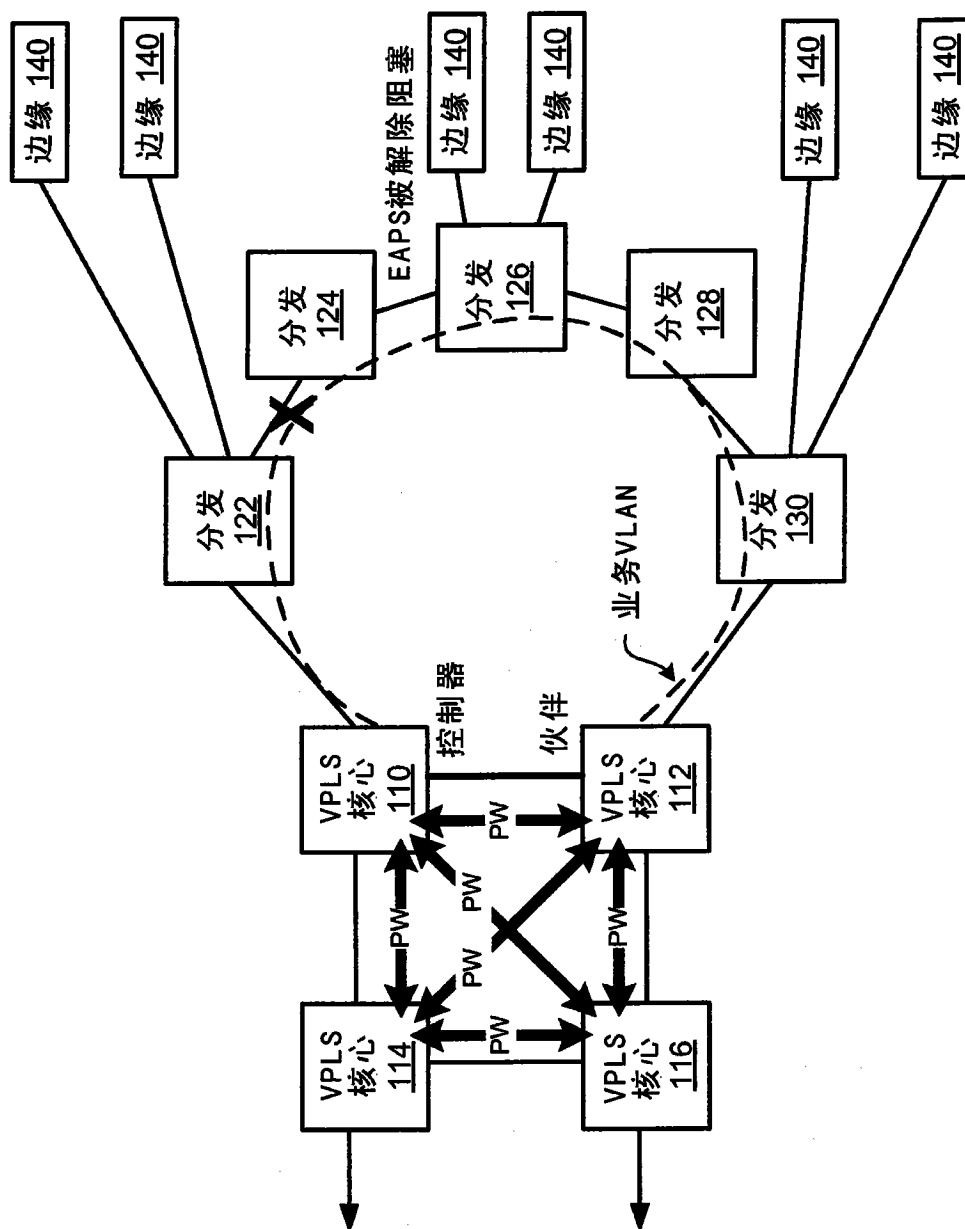


图 2

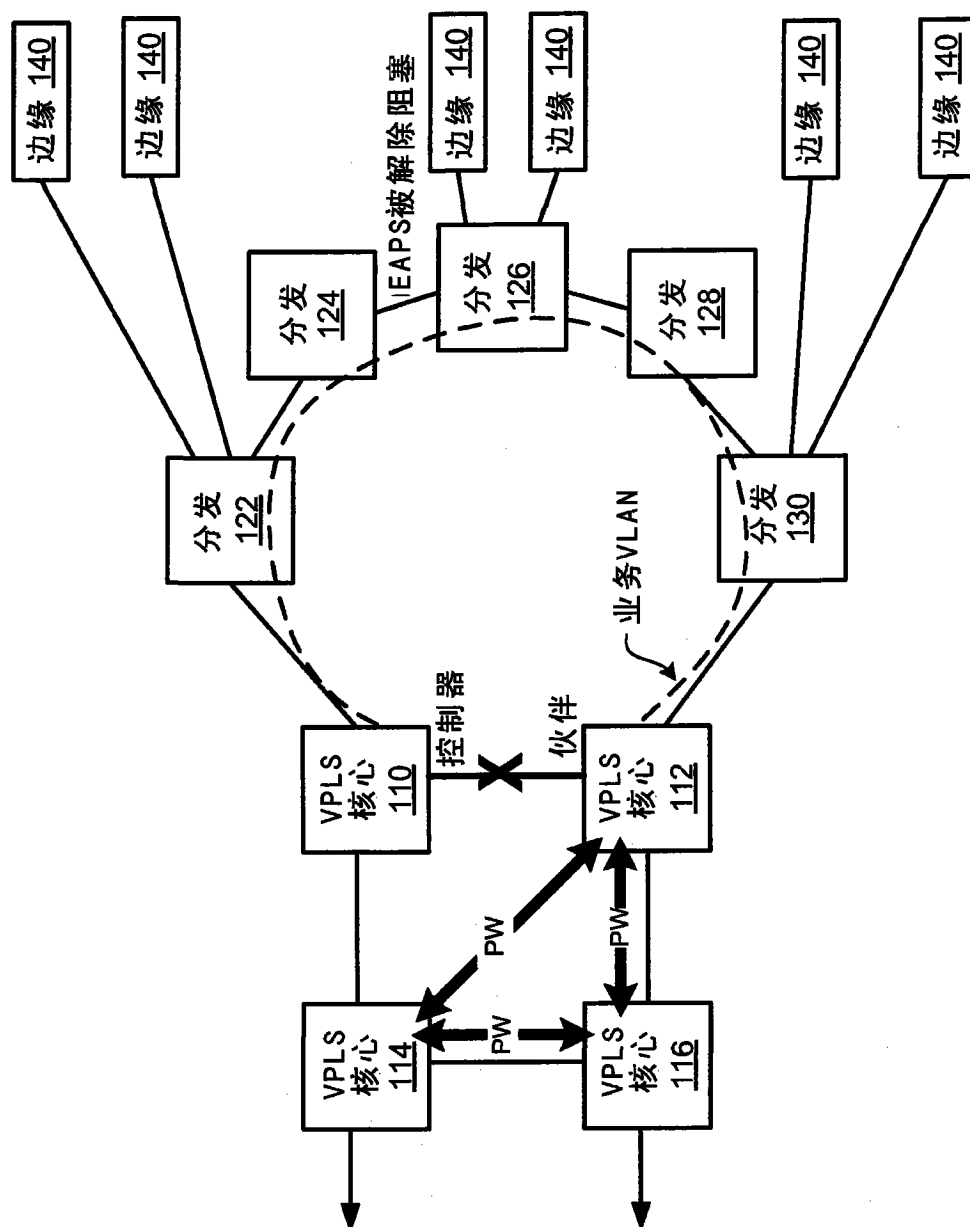


图 3

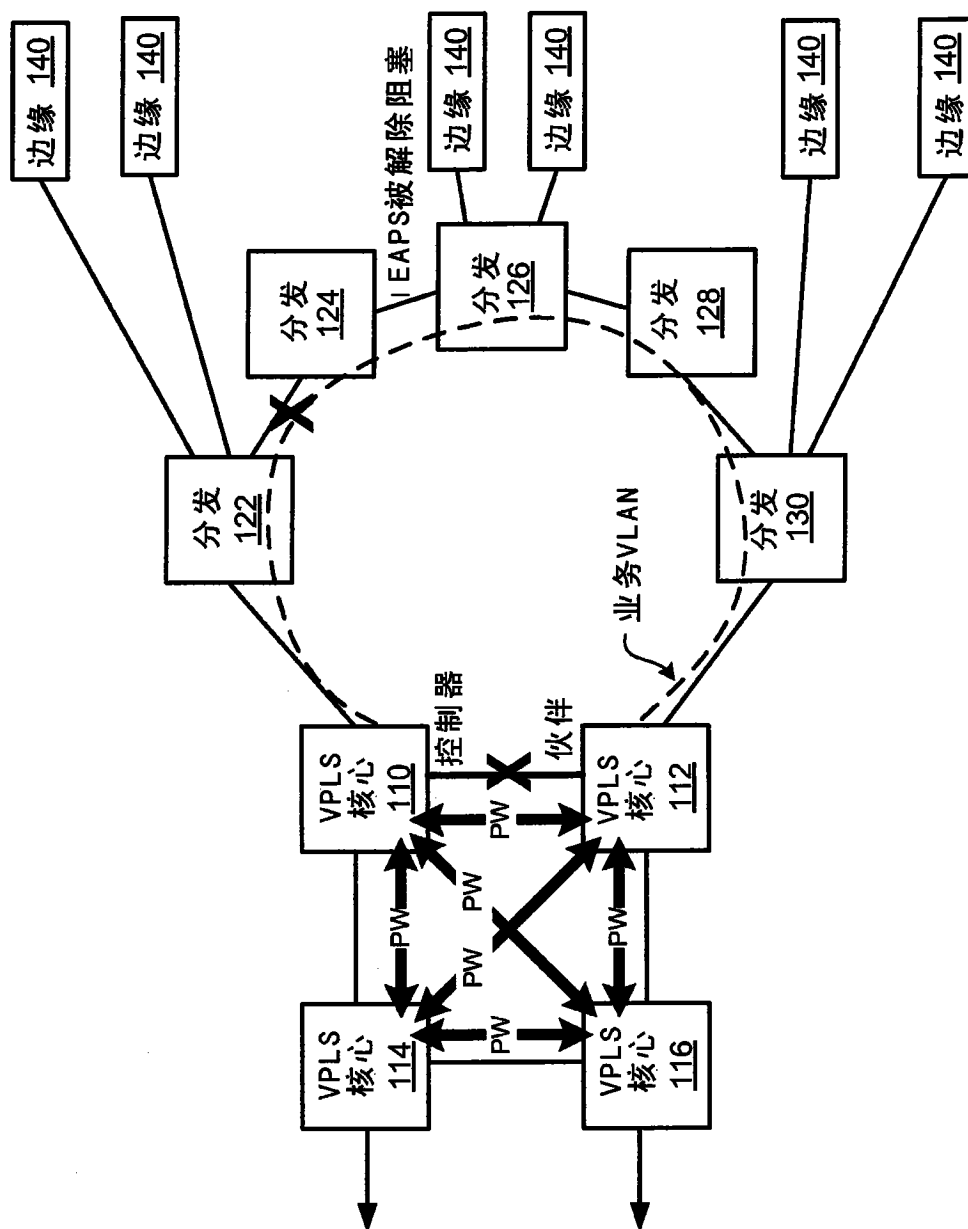


图 4

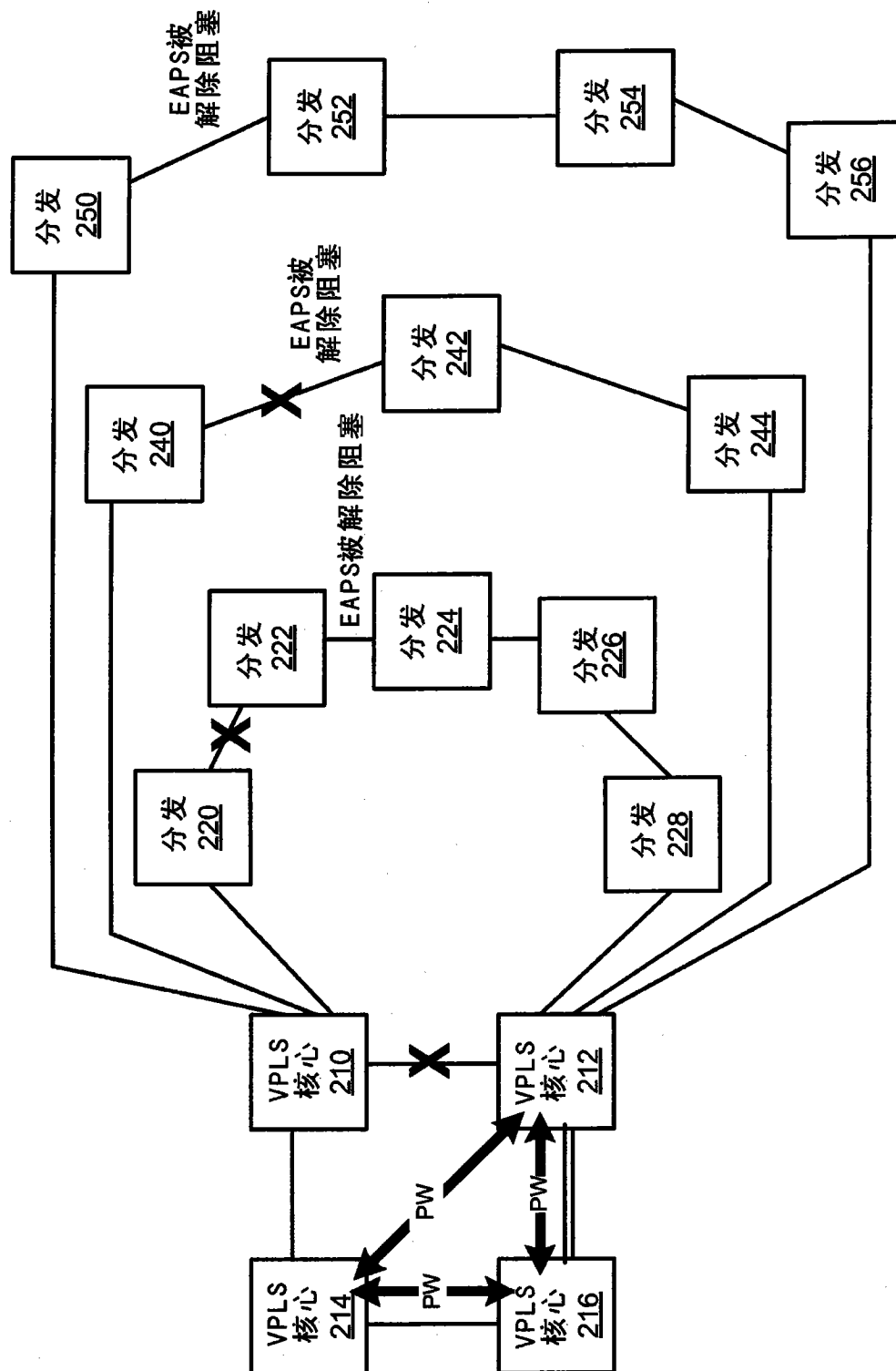


图 5

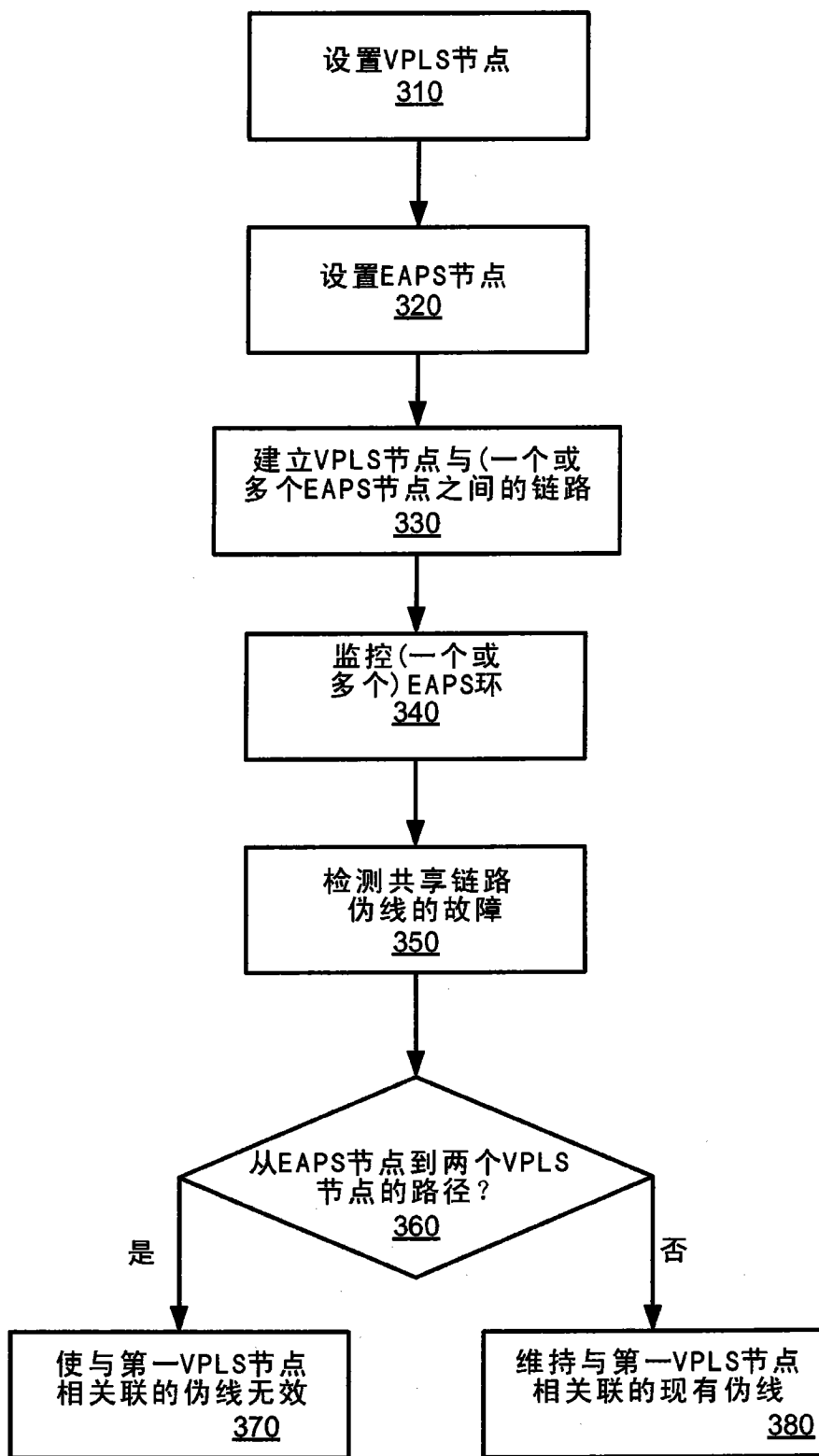


图 6

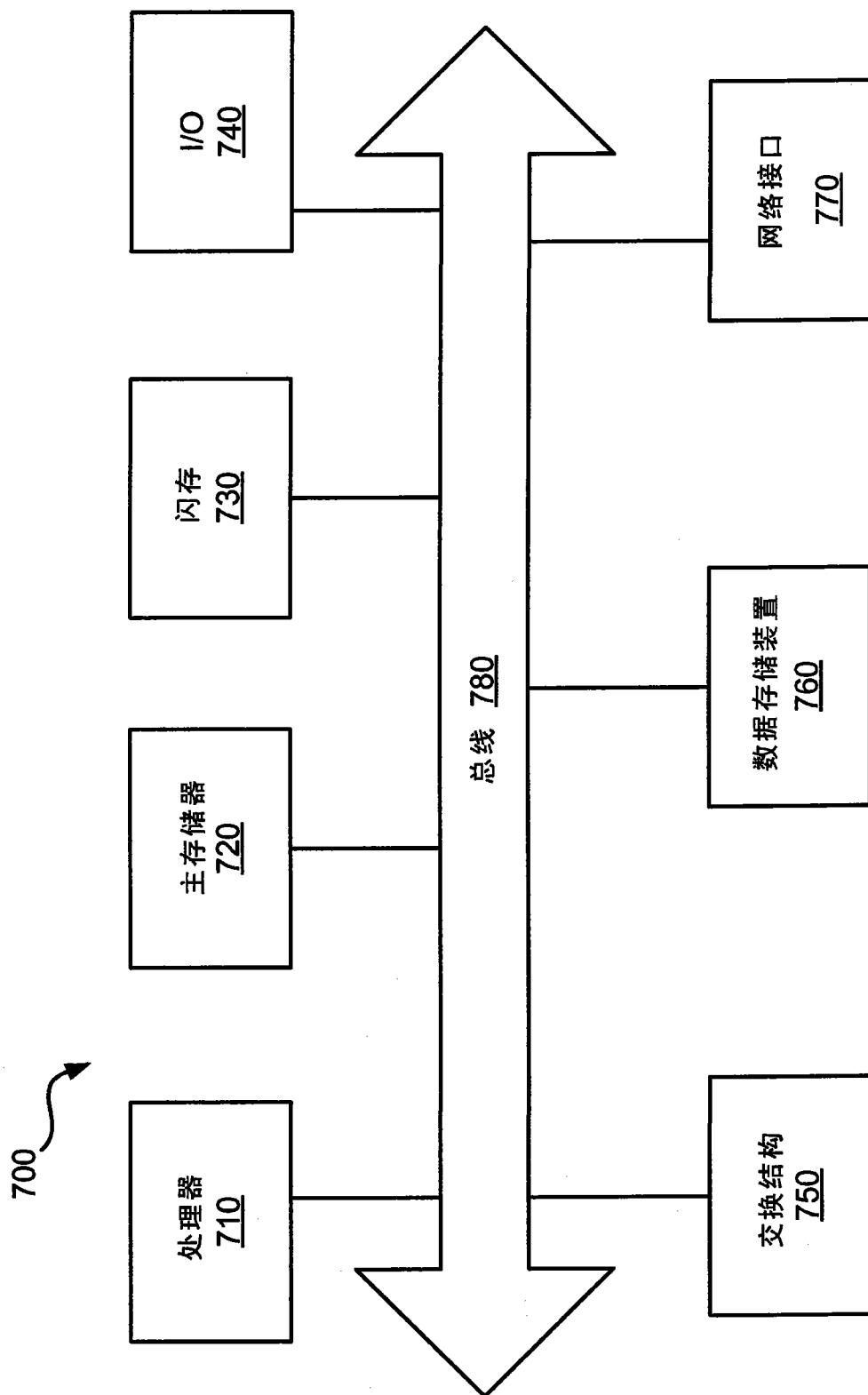


图 7

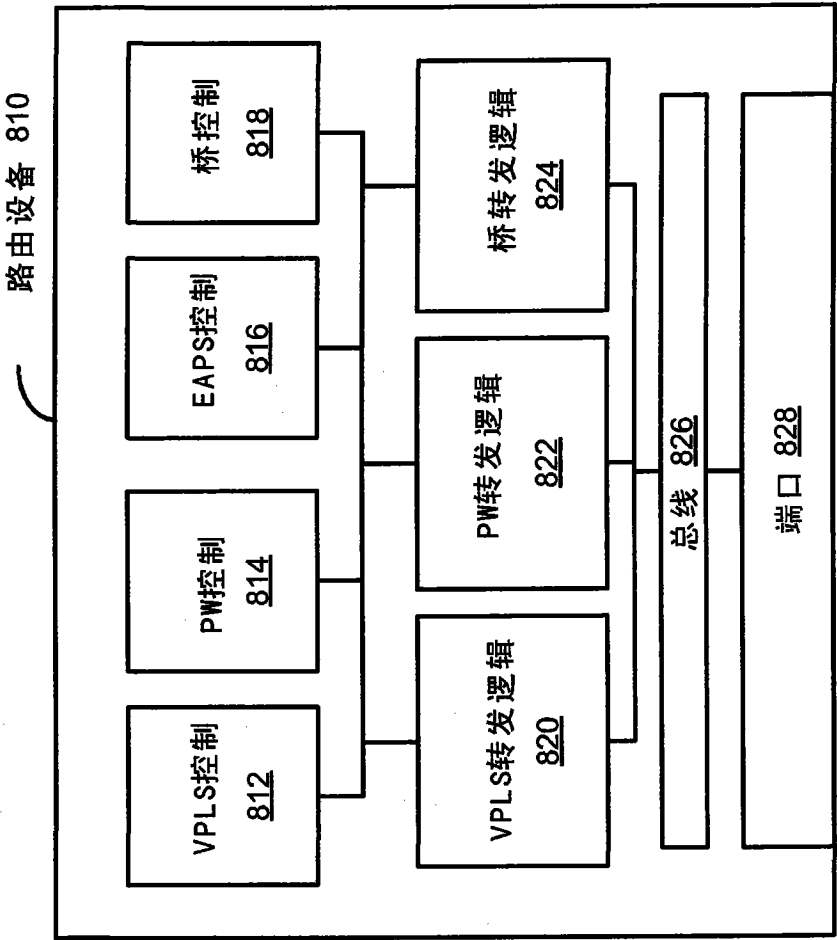


图 8