



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1938997 B

(45) 授权公告日 2010.10.13

(21) 申请号 200580010257.4

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038

(22) 申请日 2005.04.06

代理人 李春晖

(30) 优先权数据

10/818,685 2004.04.06 US

(51) Int. Cl.

H04L 12/46(2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

H04L 12/56(2006.01)

2006.09.29

(56) 对比文件

(86) PCT申请的申请数据

US 6563832 B1, 2003.05.13, 全文.

PCT/GB2005/001332 2005.04.06

EP 1158724 A2, 2001.11.28, 全文.

(87) PCT申请的公布数据

US 20030152075 A1, 2003.08.14, 说明书第

W02005/099183 EN 2005.10.20

0073段, 图13.

(73) 专利权人 北电网络有限公司

US 6515993 B1, 2003.02.04, 全文.

地址 加拿大魁北克

T. Kawakami, G. Velev, N. Ogashiwa, H.

(72) 发明人 罗伯特·弗里希尼科

Ogawa. Method to Set up LSP using VLAN
TagSwitching, draft-kawakami-vlan-lsp-
signalling-00.txt. 2003, 全文.

尼戈尔·布拉格 西蒙·帕里

审查员 邹婷

彼得·阿什伍德·史密斯

戴维·艾伦 西蒙·布吕克赫尔默

马克·吉本

权利要求书 3 页 说明书 19 页 附图 14 页

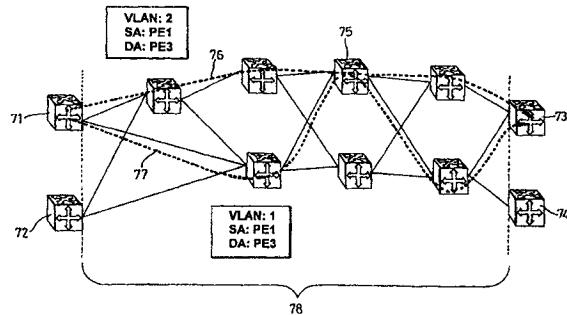
(54) 发明名称

在基于地址的运营商网络中的区分转发的方法、连接控制器和系统

(57) 摘要

本发明涉及在诸如以太网的基于地址的运营商网络中实现区分转发。描述了如下方法和连接控制器，其用于在包括诸如以太网交换机的节点(71-75和78)在内的基于帧的通信网络中建立连接(76,77)。所述连接是通过在不同节点上配置用于转发数据帧的映射来建立的。所述映射是映射自a)对应于连接的目的地(或源)节点(73)的目的地(或源)地址以及b)诸如VLAN标记的标识符两者的组合。所述映射是映射到所述不同节点的选定输出端口。通过使用目的地地址与标识符的组合，所述映射使得能够在节点(75)处对属于不同连接(76,77)的数据帧进行区分转发(即，在不同的输出端口上转发)，而不管所述不同连接是否具有相同的目的地节点。这实现了路由连接时的灵活性以及执行业务量管理的能力。

CN 1938997 B



1. 一种在基于帧的运营商网络 (20) 中的源节点 (22a ;71) 和目的地边缘节点 (22b ;73) 之间建立第一连接和第二连接 (76,77) 的方法, 该方法包括以下步骤 :

使第一连接与第一标识符相关联 ;

使第二连接与第二标识符相关联 ;

在所述基于帧的运营商网络的一节点 (22a, 24a, 24b, 26, 28, 71, 72, 75) 中, 配置在转发被发往所述目的地边缘节点且具有第一标识符的数据帧时所述节点使用的第一映射,

所述第一映射映射自以下组合 :

第一网络地址, 在所述基于帧的运营商网络的寻址方案中唯一地标识所述目的地边缘节点, 以及

第一标识符,

所述第一映射映射到所述节点的第一输出端口 ;

在所述基于帧的运营商网络的所述节点处配置在转发被发往所述目的地边缘节点且具有第二标识符的数据帧时所述节点使用的第二映射, 所述第二映射映射自第一网络地址和第二标识符的组合, 且映射到所述节点的第二输出端口, 该第二输出端口不同于所述节点的第一输出端口 ;

使用第一映射将被发往所述目的地边缘节点且具有第一标识符的数据帧通过第一输出端口来转发, 而不改变第一标识符 ; 以及

使用第二映射将被发往所述目的地边缘节点且具有第二标识符的数据帧通过第二输出端口来转发, 而不改变第二标识符 ,

其中, 所述第一和第二映射的配置建立用于转发数据帧的所述第一连接和所述第二连接的至少一部分, 所述第一和第二连接经过所述节点。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述基于帧的运营商网络是以太网网络, 并且节点是以太网交换机。

3. 根据权利要求 2 所述的方法, 其中所述第一标识符是从由 VLAN 标记或者其一部分以及 IEEE 802.1Q 字段或者其一部分组成的组中选出的一个。

4. 根据权利要求 2 所述的方法, 其中所述第一标识符包括 MPLS 标签或者其一部分。

5. 根据权利要求 2 所述的方法, 其中所述第一标识符包括 DiffServ 码点 (DSCP) 或者其一部分。

6. 根据权利要求 2 所述的方法, 其中所述第一标识符包括 IPv6 流标识符或者其一部分。

7. 根据权利要求 2 所述的方法, 其中所述数据帧是从由基于 MAC 帧传输的 MAC 帧以及基于 MAC 帧传输的 Pseudo-Wire 帧组成的组中选出的。

8. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述基于帧的运营商网络是 IP 网络, 并且节点是 IP 路由器。

9. 根据权利要求 8 所述的方法, 其中所述第一标识符是从由 MPLS 标签或者其一部分、DiffServ 码点 (DSCP) 或者其一部分以及 IPv6 流标识符或者其一部分组成的组中选出的一个。

10. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述配置是由网络的控制或管理平面执行的。

11. 根据权利要求 10 所述的方法, 其中所述控制平面是自动交换光纤网络 / 自动交換

传送网络。

12. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述网络是至少部分联网的。

13. 根据权利要求 2 所述的方法, 其中, 在网络的以太网交换机上禁止未知目的地地址广播功能。

14. 根据权利要求 2 所述的方法, 其中, 在网络的以太网交换机上, 未知目的地地址广播功能是速率受限的。

15. 一种在基于帧的运营商网络 (20) 中的源节点 (22a ;71) 和目的地边缘节点 (22b ; 73) 之间建立第一和第二连接 (76,77) 的连接控制器 (32a,32b,34a,34b,36,38), 所述连接控制器包括 :

信号发生器, 被设置为用于产生第一信号 (54), 以在该网络的一节点 (22a,24a,24b, 26,28,71,72,75) 中配置在转发被发往所述目的地边缘节点且具有第一标识符的数据帧时所述节点使用的第一映射,

所述第一映射映射自以下组合 :

第一网络地址, 其在所述基于帧的运营商网络的寻址方案内

唯一地标识所述目的地边缘节点, 以及

第一标识符,

所述第一映射映射到所述节点的第一输出端口 ;

该信号发生器被进一步设置为用于生成第二信号, 以在所述节点中配置用于在转发被发往所述目的地边缘节点且具有第二标识符的数据帧时所述节点使用的第二映射, 所述第二映射映射自第一网络地址和第二标识符的组合, 且映射到所述节点的第二输出端口, 该第二输出端口不同于所述节点的第一输出端口 ;

其中, 所述第一和第二映射的配置建立所述第一连接和所述第二连接的至少一部分, 以使被发往所述目的地边缘节点且具有第一标识符的数据帧通过第一输出端口来转发, 而不改变第一标识符, 并且使被发往所述目的地边缘节点且具有第二标识符的数据帧通过第二输出端口来转发, 而不改变第二标识符, 所述第一和第二连接经过所述节点。

16. 根据权利要求 15 所述的连接控制器, 其中所述网络是以太网网络, 并且节点是以太网交换机。

17. 根据权利要求 16 所述的连接控制器, 其中所述第一标识符是从由 VLAN 标记或者其一部分以及 IEEE 802.1Q 字段或者其一部分组成的组中选出的一个。

18. 根据权利要求 16 所述的连接控制器, 其中, 所述第一标识符包括 MPLS 标签或者其一部分。

19. 根据权利要求 16 所述的连接控制器, 其中, 所述第一标识符包括 DiffServ 码点 (DSCP) 或者其一部分。

20. 根据权利要求 16 所述的连接控制器, 其中, 所述第一标识符包括 IPv6 流标识符或者其一部分。

21. 根据权利要求 16 所述的连接控制器, 其中, 所述数据帧包括基于 MAC 帧传输的 MAC 帧。

22. 根据权利要求 16 所述的连接控制器, 其中所述数据帧包括基于 MAC 帧传输的 Pseudo-Wire 帧。

23. 根据权利要求 15 所述的连接控制器, 其中所述网络是 IP 网络, 并且节点是 IP 路由器。

24. 根据权利要求 23 所述的连接控制器, 其中所述第一标识符是 MPLS 标签或者其一部分。

25. 根据权利要求 23 所述的连接控制器, 其中所述第一标识符是 DiffServ 码点 (DSCP)。

26. 根据权利要求 23 所述的连接控制器, 其中所述第一标识符是 IPv6 流标识符或者其一部分。

27. 根据权利要求 15 所述的连接控制器, 其中所述连接控制器构成网络的控制或管理平面的至少一部分。

28. 根据权利要求 15 所述的连接控制器, 其中所述连接控制器是网络的单个节点。

29. 根据权利要求 15 所述的连接控制器, 其中所述连接控制器是网络的一组分布式节点。

30. 根据权利要求 27 所述的连接控制器, 其中所述控制平面是自动交换光纤网络 / 自动交换传送网络。

31. 一种基于帧的运营商网络系统 (20), 包括源节点 (22a; 71) 和目的地边缘节点 (22b; 73), 所述源节点和目的地边缘节点具有在该基于帧的运营商网络的寻址方案内的地址, 且在所述源节点和目的地边缘节点之间具有第一和第二连接 (76, 77), 该基于帧的运营商网络系统还包括 :

信号发生器, 被设置为用于产生第一信号 (54), 以在该网络的一节点 (22a, 24a, 24b, 26, 28, 71, 72, 75) 中配置在转发被发往所述目的地边缘节点且具有第一标识符的数据帧时所述节点使用的第一映射, 所述第一映射映射自以下组合 :

第一网络地址, 其在所述基于帧的运营商网络的寻址方案内

唯一地标识所述目的地边缘节点, 以及

第一标识符,

所述第一映射映射到所述节点的第一输出端口;

该信号发生器被进一步设置为用于生成第二信号, 以在所述节点中配置用于在转发被发往所述目的地边缘节点且具有第二标识符的数据帧时所述节点使用的第二映射, 所述第二映射映射自第一网络地址和第二标识符的组合, 且映射到所述节点的第二输出端口, 该第二输出端口不同于所述节点的第一输出端口;

其中, 所述第一和第二映射的配置在所述基于帧的运营商网络系统中建立所述第一连接和所述第二连接的至少一部分, 以使被发往所述目的地边缘节点且具有第一标识符的数据帧通过第一输出端口来转发, 而不改变第一标识符, 并且使被发往所述目的地边缘节点且具有第二标识符的数据帧通过第二输出端口来转发, 而不改变第二标识符, 所述第一和第二连接经过所述节点。

在基于地址的运营商网络中的区分转发的方法、连接控制 器和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及用于在基于地址的运营商网络中进行区分转发的方法、软件和设备。具体地，本发明涉及用于在本质上无连接的、基于地址进行转发的运营商网络（如以太网或 IP 网络）中进行区分转发并建立连接的方法、软件和设备。

背景技术

[0002] 多年来，电信运营商出于效率和经济原因，已经部署了分组交换网络来代替或者覆盖电路交换网络。分组交换网络，例如因特网协议 (IP) 网络或以太网网络本质上是无连接的，从而会遇到服务质量 (QoS) 问题。客户看重的是保证带宽和 QoS 的服务。

[0003] 运营商可以使用基于层 2 网络的多协议标签交换 (MPLS) 来在本质上无连接的网络上创建面向连接的标签交换通路（或通道），从而向客户提供确保 QoS 和带宽的服务。然而，MPLS 较不稳定并且标准复杂，运营商理想地期望一替代物。

[0004] 期望在运营商网络中使用以太网交换。以太网交换机在运营商网络中的使用具有互操作性（以太网与其它帧 / 分组 / 蜂窝数据结构（如 IP、帧中继和 ATM）之间的映射是公知的）和经济方面（以太网交换相对于例如 IP 路由器较为便宜）的优点。它还提供了另一显著优点，即，以太网交换是对来自运营商的广域网服务有需求的企业所使用的主要技术，从而能够以本地模式工作。

[0005] 然而，常规交换的以太网网络的性能与运营商向客户提供确保的服务的要求是不兼容的。运营商需要使多个网络联网 (mesh) 以用于负载平衡和弹性，即，在其周围必须有多个通路，并且进行业务量管理的能力，即，网络操作者对显式路由的不同带宽连接（或隧道）（通过其要传送业务量）的提供进行控制的能力。这对操作者提供了如下显著灵活性，即，所建立的物理网络并非必须对应于所提供的负载，并且因此能够容许使用模式的改变，而无需进行物理修改。

[0006] 相反地，常规以太网必须是简单连接的，即，在每个网络节点之间必须有一个，并且只有一个逻辑通路选择。因而，常规以太网网络由于弹性问题而不支持网络范围内的负载平衡，并且不能支持业务量管理。此外，单个故障对于所承载的全部负载的影响可能是显著的。

[0007] 已知扩展树协议，其通过检测物理环路并且逻辑上禁止连接以阻断这些环路，来使得物理上联网的以太网网络被逻辑转换成单连接网络。还已知扩展树协议，其能够检测物理连接的故障（由此分割完全连接的网络），并自动恢复一个或更多个先前禁止的物理连接，从而重新连接网络。这提供了一定程度的弹性。然而，运营商需要对他们的网络业务量路由进行安排，以使得弹性、灵活性和效率比扩展树所能实现的高很多。路由性能的级别最好是通过将业务量分隔到多个连接来实现，其中这些连接的路由是作为安排处理的一部分而确定的。

[0008] 在电器与电子工程师协会 (IEEE) 标准 802.1Q, 2003 版中描述了虚拟桥接的

LAN(或VLAN)。图1示出了被分成多个组成 LAN12 并经由兼容 VLAN 的媒体访问控制 (MAC) 桥 14 连接的常规 VLAN10。组成 LAN12 通常被提供给不同的兴趣团体,例如共享公共服务器或者具有共同的网络协议要求的用户。使用唯一的标识 (VLAN 标记或 VLAN ID) 来识别每个组成 LAN。广播业务量只在组成 LAN 内广播。其通过将整个网络 10 分割成多个小的广播域而有助于克服以太网的可扩缩性问题。VLAN 标记用于当在 MAC 桥之间的共享链路上转发业务量时在对于不同组件 LAN 的业务量之间进行区分。然而,标准 VLAN 标记的尺寸限于 12 比特,这继而限制了网络的规模,并将组成 LAN 的分割数限制为 4094,其中两个 VLAN 标记被保留为具有特殊含义,而不是用于常规分配。

[0009] 因特网管理任务组 (IETF) 公开了称为 draft-kawakami-mpls-isp-vlan-00.txt 的因特网草案。该文档描述了按照与使用 MPLS 标签对基于 MPLS 网络的交换进行标记的方式类似的方式,使用 VLAN 标记来标记以太网网络之间的交换,即,使用 VLAN 标记作为对属于层 2 隧道的标签交换通路 (LSP) 的入口处的业务量进行标记的标签,并且网络中的兼容 VLAN 的以太网交换机用作 VLAN 标记交换路由器。

[0010] 使用一个或多个 LSP 来形成连接。沿着该连接的中间节点可以可选地将导入 (inbound) 标签交换至不同的导出 (outbound) 标签。通过这种方式,VLAN 标记具有专用于任何给定本地节点的意义,并且重新使用 VLAN 标记的能力解决了 802.1Q 的可扩缩性问题。

[0011] 然而, draft-kawakami-mpls-isp-vlan-00.txt 中提出的方法的一个问题在于在兼容 802.1Q 的设备中最大只能定义 4094 个唯一的 VLAN 标记。这仍然限制了网络的灵活性并且增加了在网络上提供连接的复杂性。另一问题在于如果通常不创建短时间的环路,则连接一经提供,可能难于再被改道发送。

[0012] 另一个问题在于由于以太网帧中的帧校验序列 (FCS) 是基于该帧的有效载荷部分和头部计算的,所以每次在 LSP 的入口点或出口点处交换 VLAN 标记 (即,标签) 时,由于 VLAN 标记可能已被改变,因而需要重新计算 FCS。这需要对整个以太网帧执行计算功能。此外,从去除原 FCS 到添加新 FCS 的间隔期间,没有任何 FCS 的保护,该帧易于被损坏。

[0013] draft-kawakami-mpls-isp-vlan-00.txt 中提出的“标签交换”方法的又一问题在于其需要“校正链”,即,转发依赖于 LSP 上的每个部分标签转发链路要正确。与使用全局唯一地址信息进行转发的常规以太网相比,由于对于每个常规以太网,LSP 标签不是全局唯一的,所以如果一个值被不正确地映射为正在使用的另一值,则进行标签转译过程中的转发错误可能被隐藏。更为重要的是,从可行性角度来看,“标签交换”性能代表了相对于常规以太网交换功能以及当前的通信标准的显著变化。

发明内容

[0014] 本发明涉及使得能够在诸如以太网网络的基于帧的网络中建立连接。在以太网网络中建立连接的能力使得能够以可用于业务量管理目的的特定方式对网络资源进行分割,以将通路插入物理上不同的路由上来提高弹性,并且能够监控这些资源以用于性能目的、完整性检查、错误定位以及其它预防性验证目的。术语业务量管理广泛地用于本文件中,来指代建立并保持客户连接的服务质量同时允许所有者有效地操作他们的网络的功能。例如,确保没有链路过载,以优选的方式在网络上对连接进行负载平衡,通过对一些现有的连接进行改道发送来重新安排网络上的负载,进行业务量恢复行为,不同业务量类型的相对

优先级,准入控制(admission control),监管(policing),调度等。

[0015] 根据本发明的实施例,通过在一个或更多个网络节点中配置用于对诸如以太网帧的数据帧进行转发的映射,来在运营商网络中建立连接。映射是映射自 a) 对应于连接的目的地(或源)节点的目的地(源)地址(如 MAC 地址)和 b) 标识符的组合,其中对于以太网而言,该标识可以是 VLAN 标记的再次使用,从而 VLAN 标记不再必需对于子网是唯一的,而是只有当与目的地(或源)地址组合时必需是唯一的。这些映射是针对所述一个或多个节点的选定输出端口的。通过使用地址和标识符的组合,这些映射使得属于不同连接的数据帧能够被有区分地转发(即,在不同地输出端口上转发),而无论不同的连接是否可能具有相同的目的地(源)节点。这提供了路由连接中的灵活性,即,进行业务量管理的能力。读者应当注意,术语地址在本文件中是指对网络节点或者网络节点的入口接口或出口接口,或者网络节点的任何子单元(例如接口卡或者网络节点的封装模块)进行标识的任何手段。

[0016] 根据本发明的第一方面,提供了一种在网络中建立连接的方法,该方法包括以下步骤:

[0017] 在网络的一节点中,配置第一映射以在转发数据帧时使用,所述第一映射是映射自以下组合:

[0018] 第一网络地址,在网络的寻址方案中唯一地标识网络的第一节点,以及

[0019] 第一标识符,

[0020] 所述第一映射是映射到该节点的选定输出端口,

[0021] 所述配置由此建立用于转发数据帧的第一连接的至少一部分,所述连接经过所述节点,

[0022] 所述第一标识符是第一网络地址的限定符(qualifier),所述组合由此使得能够在所述节点处进行寻址到第一节点或来自第一节点的数据帧的区分转发。

[0023] 根据本发明的第二方面,提供了一种在网络中建立连接的连接控制器,所述连接控制器包括:

[0024] 信号发生器,被设置为用于产生第一信号,以在网络的一节点处配置在转发数据帧时使用的第一映射,所述第一映射是映射自以下的组合:

[0025] 第一网络地址,其在网络的地址方案内,唯一地标识了网络的第一节点,以及

[0026] 第一标识符,

[0027] 第一映射是映射到节点的选定输出端口;

[0028] 所述配置由此建立用于转发数据帧的第一连接的至少一部分,所述连接经过所述节点,

[0029] 所述第一标识符是第一网络地址的限定符,由此所述组合使得能够在所述节点处进行寻址到第一节点和来自第一节点的数据帧的区分转发。

[0030] 根据本发明的第三方面,提供了一种网络,包括配置有在转发数据帧时使用的第一映射的节点,所述第一映射是映射自以下的组合:

[0031] 第一网络地址,其在网络的地址方案内,唯一地标识了网络的第一节点,以及

[0032] 第一标识符,

[0033] 第一映射是映射到节点的选定输出端口;

[0034] 所述配置由此建立用于转发数据帧的第一连接的至少一部分,所述连接经过所述节点,

[0035] 所述第一标识符是第一网络地址的限定符,由此所述组合使得能够在所述节点处进行寻址到第一节点和来自第一节点的数据帧的区分转发。

[0036] 还提供了一种通信网络,包括被设置为进行上面提到的本发明的第一方面的方法的一个或多个节点。

[0037] 还提供了一种计算机程序,其被设置为进行上面提到的本发明的第一方面的方法。

[0038] 有利地,本发明使得能够按照高度灵活的方式在基于帧的网络中建立连接,使得能够进行网络范围内的业务量管理。此外,克服了在 draft-kawakami-mpls-isp-vlan-00.txt 中提出的方法中固有的特定问题(处理开销以及帧的易损性),这是因为没有进行标签交换。

[0039] 根据本发明的第四方面,提供了一种在基于帧的网络中建立连接的方法,所述方法包括以下步骤:在所述网络的一个或多个节点中,配置用于在转发数据帧时使用的第一映射,所述第一映射是映射自以下的组合:对应于网络的第一目的地节点的第一目的地地址,以及第一标识符,所述第一映射是映射到所述一个或多个节点的选定输出端口,或者映射到所述一个或多个节点中每一个的相应选定输出端口,由此建立经过所述一个或多个节点到所述第一目的地节点的第一连接的至少一部分。

[0040] 在一个实施例中,本发明的方法包括在所述节点的至少之一中构造在转发数据帧时使用的第二映射,所述第二映射是映射自以下的组合:第二目的地地址,其对应于网络的第二目的地节点,以及第二标识符,所述第二映射是映射到所述至少一个节点的选定输出端口,由此建立经过所述至少一个节点到所述第二目的地节点的第二连接的至少一部分,所述至少一个节点的选定输出端口对于第一映射和第二映射是不同的,由此使得在所述至少一个节点处能够进行与所述第一和第二连接相关的数据帧的区分转发。

[0041] 由此,有利地,例如,可以建立在路由时在一中间节点处汇聚然后再次分开的两个连接。

[0042] 在一个实施例中,第一和第二目的地地址以及第一和第二目的地节点是相同的。由此,例如,可以建立在一中间节点汇聚然后分开的两个连接,而不管该两个连接是否具有相同的目的地节点。这使得能够更为灵活地建立连接。

[0043] 在一个实施例中,所述第一和第二标识符是相同的。由此,例如,能够建立在一个或多个中间节点汇聚然后分开的两个连接,而不管所述两个连接是否使用相同的标识符。由此,对可以采用的值标识符的数量的限制不会显著地影响业务量管理的灵活性。

[0044] 优选地,网络是以太网网络,并且所述一个或多个节点是以太网交换机。优选地,所述标识符是 VLAN 标记。有利地,这使得能够使用常规和相对便宜的兼容 VLAN 的以太网交换机来采用业务量被管理的运营商网络,虽然该网络被以完全新颖和创新的方式来配置。

[0045] 在一个实施例中,通过网络的控制平面执行该配置。由此,运营商直接控制网络中的业务量管理连接的建立。优选地,控制平面是 ASON/ASTN。控制平面可以是集中式的或者分布式的。

[0046] 还提供了一种基于帧的通信网络,其包括被设置为执行上面提出的本发明的第一

方面 的方法的一个或多个节点。

[0047] 还提供了被设置为执行上面提出的本发明的第一方面的方法的软件。

[0048] 根据本发明的第五方面，提供了一种用于在基于帧的网络中建立连接的连接控制器，所述连接控制器包括：信号发生器，能够生成第一信号以在网络的传输节点中配置在转发数据帧时使用的第一映射，所述第一映射是映射自以下的组合：对应于网络的第一目的地节点的第一目的地地址，以及第一标识符，所述第一映射是映射到传输节点的选定输出端口，所述第一信号由此建立通过所述传输节点到所述第一目的地节点的第一连接的至少一部分。

[0049] 根据本发明的第六方面，提供了一种在基于帧的网络中建立连接的方法，所述方法包括以下步骤：在网络的多个节点中配置转发信息，所述转发信息使得所述节点能够根据数据帧的目的地地址和标识符的组合来转发数据帧。

[0050] 根据本发明的第七方面，提供了一种在基于帧的网络中进行数据业务量管理的方法，所述方法包括以下步骤：在网络中建立穿过网络的公共交换节点的第一和第二连接，配置所述转发节点以根据数据帧的目的地地址或标识符的差异不同地转发数据帧，由此，能够进行数据业务量管理。

[0051] 根据本发明的第八方面，提供了一种使得能够在基于帧的网络中建立连接的方法，所述方法包括以下步骤：在所述网络的第一多个节点中的每一个中配置从目的地地址与标识符的第一组合到所述第一多个节点的各个节点的选定输出端口的第一转发映射。

[0052] 根据本发明的第九方面，提供了一种在基于帧的网络中建立连接的连接控制器，所述连接控制器被设置为在第一传输节点中配置第一转发映射，所述第一映射是从目的地地址和标识符的第一组合映射到传输节点的第一输出端口。

[0053] 根据本发明的第十方面，提供了一种在基于帧的网络中转发数据帧的方法，所述方法包括以下步骤：在网络中建立第一连接，所述第一连接与目的地地址和标识的第一组合关联，并且根据数据帧的目的地地址和标识符，在网络中转发数据帧。

[0054] 本发明的其它方面将在所附权利要求中提出。根据以下说明，本发明的其它方面将显而易见。

[0055] 为了表示如何可以实现本发明，下面将仅以示例的方式并且参照附图来描述本发明的实施例。

附图说明

[0056] 图 1 示出了常规虚拟桥接 LAN；

[0057] 图 2 示出了根据本发明的构成运营商网络的以太网交换机的布局；

[0058] 图 3 示出了根据本发明的用于控制图 1 的以太网运营商网络的控制平面 / 传输平面架构；

[0059] 图 4 示出了根据本发明的被布置为提供客户站点之间的连接的图 1 的运营商以太网；

[0060] 图 5 示出了根据本发明的控制平面的节点如何与传输平面的以太网交换机进行交互来在运营商网络上建立连接；

[0061] 图 6 的流程图示出了根据本发明的将 VLAN 标记和目的地地址优选地用于运营商

网络上的不同连接中的数据业务量的区分转发；

[0062] 图 7 示出了根据本发明的对于具有相同源和目的地提供商边缘节点但是具有不同 VLAN 标记的两个业务量流进行区分转发的示例；

[0063] 图 8 示出了根据本发明的对于具有相同源提供商边缘节点和 VLAN 标记但是具有不同目的地提供商边缘节点的两个业务量流进行区分转发的示例；

[0064] 图 9 示出了根据本发明的对于具有相同目的地提供商边缘节点和 VLAN 标记但是具有不同源提供商边缘节点的两个业务量流进行汇聚路由的示例；

[0065] 图 10 示出了根据本发明的对于运营商网络上提供的客户 VPN 进行广播操作的稀疏 (sparse) 模式；

[0066] 图 11 示出了根据本发明的对于运营商网络上提供的客户 VPN 进行广播操作的密集 (dense) 模式；

[0067] 图 12 到 14 示出了根据本发明的用于提供虚拟个人 LAN 服务 (VPLS) 的布局。

具体实施方式

[0068] 下面仅以示例的方式描述本发明的实施例。这些示例代表了申请人当前所知的实践本发明的最佳方式，然而这些方式并不是可以实现本发明的唯一方式。

[0069] 为了对客户支持确保的 QoS，需要：

[0070] 1) 至少部分联网的运营商网络；

[0071] 2) 能够在任意两个边缘节点之间，在运营商网络上建立显式路由连接（业务量管理）；以及

[0072] 3) 能够使得任何带宽限制和 / 或转发规则应用于连接。

[0073] 本发明主要涉及能够在诸如以太网的基于帧的网络中实现上述要求 1) 和 2)。要求 3) 可以通过在控制平面中和 / 或连接的入口节点处使用诸如准入控制的常规机制（信任边缘策略，trusted-edge policing）来实现。下面更为具体地阐述实现要求 3) 的多个候选例。

[0074] 图 2 示出了根据本发明的构成运营商网络的以太网交换机和通信链路的布局。运营商网络群 20 包括以太网交换机 22a、22b、24a、24b、26 和 28。以太网交换机 22a、22b 和 26 位于运营商网络 20 的边缘，而以太网交换机 24a、24b 和 28 位于核心网中。在以太网交换机 22a、22b、24a、24b、26 和 28 之间提供有通信链路（如图 2 中的直线所示）。这些通信链路例如可以是跨越具有使用通用成帧规程 (GFP) (ITU-T 推荐 G. 7041/Y. 1303) 的以太网接口的、诸如 SONET/SDH 设备的光学设备的较长距离链路。

[0075] 注意，核心网交换机 24a、24b 和 28 是完全联网的，即，存在将各核心网交换机 24a、24b 和 28 相互连接的直接通信链路。边缘网络交换机 22a、22b 和 26 不是完全连接的，而是具有到核心网交换机 24a、b 或 28 的至少一个直接通信链路。读者将理解，所描述的特定网络布局是示例性的。通常，运营商网络可以通过实质上任何数量的以太网交换机实现，根据本发明，这些以太网交换机可以以全部联网或部分联网的方式连接。

[0076] 图 4 示出了根据本发明的运营商以太网如何可以提供客户站点之间的连接。示出了具有各自的地理上远离的以太网交换机对 (40a 和 40b, 42a 和 42b, 以及 44a 和 44b) 的三个客户分别经由边缘以太网交换机 22a 和 22b 连接到运营商网络 20。边缘交换机 22a 和

22b 与客户交换机 40a、40b、42a、42b、44a 和 44b 之间的通信链路可以是诸如 T1、E1 租赁线的专用链路,或者诸如数字定户线 (DSL) 的接入链路。

[0077] 运营商边缘交换机 22a、22b(以及图 2 中的 26) 可以被逻辑上分为单个提供商边缘 (PE-) 核心 (Core) 以及一个或多个 PE-Edge。PE-Edge 是入口 / 出口点,在该点,客户业务量进入或离开提供商网络,即,运营商网络 20。PE-Core 优选地使用媒体访问控制 (MAC) 将来自客户的进入以太网业务量封装在 MAC 封装 (或者视需要,基于 MAC 封装的 Pseudo-Wire(伪线路)) 中,并经由运营商网络转发封装后的业务量。本实施例优选地为一种限制所需的表条目数量的机制,因为只需识别运营商网络的 MAC 地址空间,而无需识别可能独立改变的整个客户 MAC 地址空间。类似地,PE-Core 对送出的以太网业务量进行解封装 (拆封),并将拆封后的业务量经由适当的 PE-Edge 转发到客户。VLAN 标记用于在逻辑 PE-Core 处提供客户分割,每个不同的客户站点连接到具有唯一 VLAN 标记的每个边缘交换机。可以使用层叠 VLAN(即, VLAN 封装或 Q-in-Q 中的 VLAN) 来保护客户业务量所使用的任何 VLAN 标记。

[0078] 例如,客户交换机 42a 可以经由通信链路 46a 将以太网业务量发送到边缘交换机 22a 的逻辑 PE-Edge。边缘交换机 22a 的逻辑 PE-Core 使用边缘交换机 22a 的 MAC 地址作为源地址、使用适当出口点的 MAC 地址 (在这种情况下为边缘交换机 22b) 作为目的地地址,来对其它以太网帧中的各以太网帧进行封装。封装后的业务量被经由在运营商网络 20 的通信链路 48 上建立的连接转发到边缘交换机 22b。考虑到来自多个客户的业务量将要经由相同的连接进行路由,通常可以对连接进行中继 (trunk)。另选地,本领域技术人员将理解,分离的连接 48 可以用于各客户。在边缘交换机 22b 的 PE-Core,拆除原始帧的封装,并将它们经由边缘交换机 22b 的 PE-Edge、在通信链路 46b 上发送到客户交换机 42b。

[0079] 读者应当理解,在本发明的另选实施例中,逻辑 PE-Edge 还可以物理地与逻辑 PE-Core 分离,并且可以位于客户处,而 PE-Core 优选地位于运营商的中央局或运作点 (PoP)。读者还应当理解,其它边缘交换机 26(图 2) 也可以连接到客户站点,并且可能必须对客户提供运营商网络 20 上的两个或更多个地理上远离的站点之间的连接性。

[0080] 下面将要描述如何布置运营商网络 20 来建立用于转发经封装的以太网业务量的连接。连接可以被定义为如下实体,其被配置为在网络中将数据从源节点传输到一个或多个宿节点。

[0081] 如上所述,运营商网络 20 至少必须部分联网,即,在至少一些 (优选地,全部) 网络节点之间必须有多于一个的可能通路。由此,如下所述,以太网 MAC 地址自动获知功能优选地应当至少被部分去激活。

[0082] 在启动时 (或者重启时),常规交换以太网像“经典”以太网局域网 (LAN) 那样运行,即,在整个网络上广播每个以太网帧。由此,在一个端口处接收以太网帧的每个交换机将该帧在每个其它端口上进行广播。重复该处理直到该帧被其它交换机接收,由此在整个网络上广播该帧。

[0083] 提供 MAC 地址自动获知功能以提高交换以太网中的配置效率。以太网帧具有与它们的源和目的地以太网交换机对应的源和目的地 MAC 地址。(此处,以太网交换机是指一终端系统,因而其被配置有至少一个 MAC 地址。) 当源交换机发出的以太网帧被中间或目的地以太网交换接收时,接收交换机查看接收该帧的端口以及该帧的源地址。然后,其建立一个

转发表以在将来的帧交换中使用。该转发表将目的地地址映射到输出端口，并且其是使用接收帧的源地址以及接收该帧的输入端口来建立的。随着时间，网络建立转发状态，以使得能够有效地进行以太网帧的交换，而不再依赖于广播。

[0084] 由此，可以看出，使用自动获知的常规交换以太网必须是简单连接的，即，在网络的每个节点之间必须有一个通路，并且仅有一个通路。如果在任意两个节点之间有多个通路，则从源节点接收帧的输入端口将不能可靠地指示对要传向该节点的未来业务量进行转发的正确输出端口。以太网交换机上的转发表的不一致性可能导致帧的环路。此外，如果在网络的一部分中存在任何环路，则任意广播分组将在该环路中持续复制，并且该复制分组将在整个网络上转发，并且只受限于相关的链路容量。这不可避免地导致网络的毁灭性故障。

[0085] 根据本发明，不是使用自动获知来配置以太网交换机中的转发表，而是使用全新的以太网控制平面来直接配置转发表。图 3 示出了用于控制图 1 的以太网运营商网络的控制平面 / 传输平面架构。优选地，可以使用 ITU-T 自动交换传送网络 (ASTN)，有时称为自动交换光纤网络 (ASON)。在 ITU-T 推荐 G.8080 中提出了 ASTN 的常规架构规范。

[0086] 控制平面 30 包括与运营商网络 20 的以太网交换机 22a、22b、24a、24b、26 和 28 中的每一个相对应的多个连接控制器 32a、32b、34a、34b、36 和 38（为了清楚，在图 3 中并非所有的连接控制器都被标记）。概念上认为控制平面 30 位于包括运营商网络 20 的以太网交换机 22a、22b、24a、24b、26 和 28 的传输平面 32 之上。连接控制器 (CC) 30 是逻辑代理，每个对应于传输平面 32 中的各个以太网交换机（其代表 ASTN 术语方面的交叉连接）。每个 CC 使用连接控制接口 (CCI) 信令（如图 3 中的虚线所示）来控制其各个交换机的交换。CCI 信号传输用于直接配置运营商网络 20 的以太网交换机 22a、22b、24a、24b、26 和 28 所使用的转发表。CC 可以使用网络到网络接口 (NNI) 来在它们自身之间通信。典型地，CC 将使用 NNI 信令来交换涉及它们的操作状态以及它们的通信链路状态（尤其是容量）的信息。可以使用当前称为 Y.17ethOAM 的 ITU-T 预备标准或者 IEEE 标准 802.1ag 来提供其它控制平面功能，诸如心跳 (heartbeat)、ping 和电路监控。

[0087] 虽然 CC 32a、32b、34a、34b、36 和 38 在逻辑上与以太网交换机 22a、22b、24a、24b、26 和 28 分离，但是读者应当理解，它们可以以分布式控制平面模式实现在相同的物理节点中。此外，一个 CC 可以控制趋向于更为集中化的控制平面模型的一个或多个以太网交换机。此外，NNI 信令可以出现在用于传输用户信息量的相同通信链路上。

[0088] 图 5 示出了控制平面 30 如何与传输平面 32 交互以在运营商网络 20 上建立点到点连接。通常，该连接是双向的，但是这可以仅被认为是两个单向点到点连接的组合。例如，通过监督网络管理节点（未示出）或者分布式网络管理系统或者模块来产生如下请求，以请求建立规定了运营商网络 20 上的所需带宽和显式路由的连接。根据考虑了运营商网络的拓扑的常规路由协议、网络资源的操作状态以及现有和将来可能的连接的带宽需求，确定显式路由。图 5 中所示的示例连接所要采取的路由跨越通信链路 48 上的以太网交换机 22a、24a、24b 和 22b。由于这些连接共享 SONET/SDH 跟踪的许多质量，所以可以再利用已经对于 SONET/SDH 跟踪管理所开发的管理系统来管理本发明中的连接，例如北方电信 (Nortel) 的光网络管理器 (Optical NetworkManager)。优点在于，当采用本发明所提供的网络布局时，已经使用 SONET/SDH 跟踪管理系统的运营商网络无需投资新的管理系统。该路由还可以通

过以自组织形式在 CC 之间进行直接 NNI 信号传输来建立。

[0089] 建立连接的请求首先被发送给 CC32a。在接收到该请求时,CC32a 检查交换机 22a 与 24a 之间的通信链路是否具有足够的容量来支持所需的带宽。如果是,则将连接建立请求消息 50 转发给规定了所需带宽和显式路由的 CC34a。然后,CC34a 检查交换机 24a 与 24b 之间的通信链路是否具有足够的容量来支持所需的带宽。该处理继续进行,直到连接建立消息请求 50 到达 CC32b。沿着该路由,可选地,CC 保留它们各自的交换机的带宽以及通信链路,以避免出现对相同资源进行争用连接的紊乱状况。

[0090] 当连接建立请求消息 50 到达 CC32b 时,如果沿着整个通路有足够的带宽来支持所需的连接,则 CC32b 将连接建立请求消息 52 发送回 CC34b、CC34a,并最终到 CC32a。在连接建立响应消息 52 穿过这些 CC 时,每个 CC 将 CCI 信令 54 发送到其各自的交换机,以配置每个交换机的转发表,由此建立对于建立连接所需的转发状态。

[0091] 应当理解,上述的在运营商网络 20 上建立连接的机制只是示例性的,还可以使用其它的已知机制。例如,在极限情况下对几个而非所有以太网交换机进行控制的集中化 CC 中,可以进行所有准入控制。在另一示例布局中,可以使用监督管理功能来计算用于连接的路由,并且同时进行必要的准入控制;这继而简化了 CC 的任务。另一示例为监督管理功能或 CC 咨询专用和集中化或者分布式带宽管理器或者策略确定模块,来进行准入控制。

[0092] 如何使用运营商网络 20 的以太网交换机的转发表来支持连接是本发明的关键方面,并且将具体描述。

[0093] 通常,任何时候,在运营商网络上都建立有成千上万的连接。这些连接将共享运营商网络的物理资源,即,交换机和通信链路。由此,在任何时间点,每个交换机通常都具有通过其建立的大量连接。然而,每个交换机必须能够根据特定连接(正在通过其发送业务量)的显式路由请求来转发数据业务量。类似的场景为,运营商网络需要建立来自相同源节点的多个连接,到相同目的地节点的多个连接,以及来自相同源节点并到相同目的地节点的多个连接。然而,为了进行业务量管理,后面的连接可能需要通过网络上的物理上不同的多个路由来建立。此外,这些路由可能需要在运营商网络内再次汇集和分叉。为了支持连接中的这种路由灵活性,需要每个交换机能够区分在不同连接中传送的数据业务量,并且据此进行转发。

[0094] 然而,常规交换以太网无法进行此操作。如上所述,常规以太网交换机只是基于将目的地地址映射到输出端口的转发表(通过自动获知而建立),来转发业务量。从而,常规以太网交换机不能区分具有相同目的地地址的数据业务量,虽然其可以与多个不同的连接关联。

[0095] 根据本发明,VLAN 标记用于使得能够区分在运营商网络上建立的连接,由此能够进行区分转发。优选地,IEEE 802.1Q 中定义的 VLAN 标记可以以全新的方式被采用,即,使得运营商网络 20 的以太网交换机能够兼容 802.1Q VLAN,但是被设置为使用目的地地址和 VLAN 标记的组合来转发数据业务量。优选地,这通过再利用每个以太网交换机中的现有功能来实现,从而存储用于所配置的每个 VLAN 标记的多个独立的转发表,其中 VLAN 标记用于映射(或者索引)到转发表,并且每个转发表用于将目的地地址映射到输出端口。然而,在本发明中,转发表的组被布置为提供从目的地地址和 VLAN 标记的组合到输出端口的映射。

[0096] 根据优选实施例,VLAN 标记只在目的地地址的情况下有意义。这样,VLAN 标记的

分配逻辑上是针对拥有该目的地地址的节点而本地化的,此处,该节点称为目的地节点。由此,在请求新连接的点处,其目的地节点将对该连接分配 VLAN 标记,以与该节点对应的目的地地址组合来使用。VLAN 标记将被分配,以使得没有如下的到该目的地地址的现有连接共享 VLAN 标记,该现有连接的路由与该新连接交叉并且随后与该新连接分叉。这使得,在需要进行区分转发的地点(在分叉点),分叉连接的目的地地址/VLAN 标记对是不同的。

[0097] 另外的限制可以是针对如在其它情况下所描述的分配,以在无意地去除了其中对于用于连接的所有 VLAN 标记没有完全禁止未知广播(broadcast-on-unknown)的网络中部分路由的情况下提高病态(pathological)性能。

[0098] 另选地,为了简单,但是以 VLAN 标记使用的扩缩性的减小为代价,目的地节点应当对将要用于给定目的地地址的每个连接分配唯一的 VLAN 标记。

[0099] 所分配的 VLAN 标记应当被应用于如下位置的分组:在路由中连接首先分叉或者可能分叉的位置,以及 / 或者业务量首先进入业务量管理域的位置。在没有进行封装的情况下,该位置通常是连接首先分离业务量的地方,例如被层 3-7 过滤所分离。在进行客户数据封装的优选方法中,包含封装点的节点是采用 VLAN 标记的优选逻辑位置。

[0100] 在朝向连接的出口的类似点处,应当去除 VLAN 标记。假设目的地节点被识别为要移除上面分配的 VLAN 标记的适当点,则允许该目的地节点使用目的地地址/VLAN 标记对,可能与分组到达的入口端口相结合,与在解释有效载荷的情况下一样。

[0101] 识别客户附接接口的逻辑概念(notion)是有用的。客户附接接口终止到特定客户的特定服务的每个端点。可能存在与一个端口或几个端口关联的一个或多个客户附接接口。这些接口可以对应于与该同一客户关联的不同服务或者与不同客户关联的相同 / 不同服务。对于这些端口处的入口业务量,附件接口的功能最为复杂,因为需要识别哪些进入分组对应与其相关的服务。

[0102] 本领域技术人员应认识到,存在很多方式可以识别要经由给定连接传输的分组,并且决定是在源节点(相对于解封装 / 去标记目的地)处进行的纯本地功能,因而在多个采用标记的节点之间,该决定可以不同。然而,客户附接接口 / 服务 / 连接关联的几个示例可能有助于澄清:

[0103] - 面向客户的特定物理端口、封装模块、封装服务 ID 与给定连接之间的关联。

[0104] - 面向客户的特定物理端口、客户 VLAN 标记、封装模块、封装服务 ID、给定连接,以及被设置为用于标识业务量的可接受量的策略器之间的关联。

[0105] - 识别 SIP 信令 VOIP 流并且对其建立新连接的层 3- 层 7 交换机。随后,该交换机建立适当的过滤器来识别该流的所有分组,并将适当的 VLAN 标记附加到其分组,从而沿着所建立的连接路由这些分组。

[0106] - 特定连接、封装模块和具有虚拟客户地址空间以太网交换机实例的端口的封装服务 ID 之间的收件箱逻辑关联(按照下文的 VPLS 说明)。

[0107] - 节点的物理端口(隐含地包括从具有已知的目的地 MAC 地址的端口接收的所有分组的服务,)、该节点处的 VLAN 标记应用模块和给定的连接之间的关联。

[0108] 此处,术语“服务实例标识符”用于定义标识了客户附接接口的标识符,其也可以被称为封装服务 ID,或者另选地称为扩展服务 LAN ID 或者服务实例标识符(如 IEEE 802.1ah 的当前草案中所述)。

[0109] 图 6 例示了在如上所述分配 VLAN 标记的阶段以后在以太网交换机处接收以太网帧（步骤 60）之后的操作，其中交换机首先基于在该帧中包含的 VLAN 标记选择转发表（步骤 62）。然后，交换机基于包含在该帧中的目的地地址来选择输出端口（步骤 64）。最后，交换机在选定输出端口上转发该帧（步骤 66）。

[0110] 将这种使用 VLAN 标记与目的地地址的组合来进行区分转发的方法与现有技术方法相比。IEEE 802.1Q 是现有技术的实例，其中将 VLAN 定义为网络资源的分割。例如，在端口方面定义这些网络资源。VLAN 是特定端口集合，网络中所有端口的子集。更具体地，将端口的子集连接，以使得数据帧只可以在该子集内的任意端口（而不是网络的其它部分）之间流动。该布局的直接后果是，网络中的与第一子集分离（即，未连接）的任何其它端口子集必须具有不同的 LAN 标记。然而，在本发明的方法中，即使是分离子集中的网络的所有端口也可以具有相同的 VLAN 标记。这是因为网络资源的划分是通过将 VLAN 标记与目的地 MAC 地址组合而实现的。上面已经描述了本发明中配置网络以使得能够进行连接的区分转发的过程。

[0111] 上面参照图 1 描述的现有技术的兼容 VLAN 的桥实现了如下结构，通过其，VLAN 标记首先被用于确定该标记的有效性，然后用于访问转发表，以根据 MAC 地址确定如何转发该帧。本发明再利用了该相同的结构实现，来从功能上使得 VLAN 标记和目的地 MAC 的组合确定区分转发行为。使用该结构实现（虽然并非完全必要）的优点在于使得现有硬件以太网交换机被再利用。然而，配置转发表的手段和规则与现有技术不同：根据本发明，使用上述连接建立处理将转发表中的与要在运营商网络上建立的连接对应的 VLAN 标记和条目直接配置到适当的以太网交换机。在使用封装的优选实施例中，通过对于这些帧给予所选择的 VLAN 标记以及目的地地址（即，出口 PE-Core 的 MAC 地址），数据业务量在进入运营商网络（更具体地，在入口 PE-Core 处）之后，与特定连接关联。在这种情况下的封装将确保从客户接收的原以太网帧将不会在本处理中被改变。

[0112] 图 7 和 8 示出了如何可以使用 LAN 标记和目的地地址的组合来区分连接。图 9 示出了因为在组合 VLAN 标记与目的地地址以及选择端口时缺乏充分的区分而导致的与其它单个连接的汇集。图 7 到 9 分别示出了：运营商网络上的连接包括 4 个提供商边缘以太网交换机 71、72、73 和 74（对应于 PE1、PE2、PE3、PE4），核心 78 中的以太网交换机包括核心以太网交换机 75，以及核心交换机与边缘交换机之间的通信链路（为了清楚，省略参考标号）。

[0113] 在图 7 中，连接 76 和 77 均具有相同的源地址（边缘以太网交换机 71-PE1）和目的地地址（边缘以太网交换机 73-PE3）。然而，连接 76 和 77 所经过的路由是不同的。具体地，可以看出，在核心以太网交换机 75 处，连接 76 和 77 汇集，随后立即分叉。尽管对于共同的目的地地址，核心以太网交换机 75 也能够根据属于连接 76 的帧和属于连接 77 的帧的不同的 VLAN 标记，将它们区分开来（并据此转发它们）。由此，例如，连接 76 中的数据业务量具有 VLAN 标记 2，然而连接 77 中的数据业务量具有 VLAN 标记 1。

[0114] 在图 8 中，连接 80 和 82 具有相同的源地址（边缘以太网交换机 71-PE1），并且被给予相同的 VLAN 标记（在这种情况下，VLAN 标记为 1），但是却具有不同的目的地地址（连接 80 具有边缘以太网交换机 73-PE3，而连接 82 具有边缘以太网交换机 74-PE4）。连接 80 和 82 所经过的路由也是不同的。具体地，可以看出，在核心以太网交换机 75 处，连接 80 和 83 汇集，然后在朝着它们的目的点分叉之前沿着相同的通路前进。尽管帧具有共同的 VLAN

标记,核心以太网交换机 75 仍能够根据它们的不同目的地地址区分属于连接 76 的帧与属于连接 77 的帧(并且据此对它们进行转发)。

[0115] 从图 7 和 8 可以看出,根据目的地地址和 VLAN 标记的组合实现对于属于不同连接的以太网帧的区分。两个中任一个的不同可以用于实现连接所需的区分转发。

[0116] 图 9 示出了如何因为在组合 VLAN 标记与目的地地址以及选择端口时缺乏充分的区分而导致的与其它单个连接的汇集。在图 9 中,连接 90 和 92 可以具有相同的目的地地址(边缘以太网交换机 73-PE3),并且被给予相同的 VLAN 标记(在此情况下 VLAN 标记为 1),但是具有不同的源地址(连接 90 具有边缘以太网交换机 71-PE1,而连接 92 具有边缘以太网交换机 72-PE2)。连接 90 和 92 所经过的路由也是不同的,但是这只是因为数据业务量被从不同的入口点,即,边缘以太网交换机 71 和 72,送入运营商网络。一旦路由器在核心以太网交换机 75 处汇集,则它们保持汇集,直到它们到达边缘以太网交换机 73。这是因为它们具有相同的目的地地址和 VLAN 标记,并且无法单独根据目的地地址和 VLAN 标记的组合来区分它们。

[0117] 在网络中的任意两个点之间建立多个连接的能力的优点不仅在于弹性,还在于服务维护。本发明的一个方面优点是能够布置“断前进行 (make before break)”连接,以改变传输特性、所安排的维护周围的路由等。通路改道可以相对于网络是全局的,即,从源边缘到目的地边缘,或者可以是局部的,即,原通路上的任意两个给定节点之间的通路的一部分被改道。

[0118] 有利地,只需要可以以此方式交换业务量的实际装置改变用于一连接的任意给定方向的单个节点处的转发规则。可以通过对新连接简单地提供不同 LAN 标记,然后在原连接的入口点处使用这些以太网帧的 MAC 头部中的 VLAN 标记来对数据业务量流进行改道发送。以这种方式对数据流进行改道发送不会丢失任何帧,因为新连接可以与旧连接同时地建立,并且新的以太网帧传向该新连接,而早先的帧仍旧在旧连接上传输。另选地,该 VLAN 标记和目的地 MAC 地址可以被配置在不在现有通路上的节点中,而是被布置为使得第一个和最后一个这种节点直接连接到现有通路上的节点。然后,通过只改变连接到第一个这种新节点的现有通路的节点上的端口,将所有后续传输的帧在该新通路上进行转发。新通路和旧通路的帧可以被布置为按照图 9 所示继续向下游出现。另选地,可以在保护路径上预先(即,早于任何检测到的故障)建立连接。由此,在故障情况下对数据流进行改道传输进一步更为简单和迅速,因此入口点可以立即开始在预先建立的连接上进行帧传输。优选地,并且与常规电路交换网络不同,预先建立的连接在实际使用之前不占用带宽。由此,可以实现保护机制,而不会产生网络资源不足以利用。如果工作通路与保护通路相比,具有不同的通路延迟,则可以在保护通路与工作通路之间的一个或更多个汇集点处进行缓冲,以避免由于工作通路与保护通路之间的改道引起的帧传输顺序变乱。另外或者另选地,可以使用序列标记以使得能够重新排列帧,例如,通过这种方式,可以实现完全的无错误(无差错)转换。

[0119] 以太网网络中的连接的另一优点是能够有组织地增长网络,即,新节点和链路可以被引入网络,而不会引起与现有节点、链路、连接或业务量的任何干扰。任何新连接都可以通过附加资源来建立。此外,现有业务量可以通过上述任何方法被切换到新资源上。因而,在管理真实和实际网络中具有极大的灵活性。

[0120] 至此,在图 9 中业务量被合并或者被多路复用(业务量只在出口节点处聚集)的环境下只是描述了点到点(即,单播)连接和多点到单点连接的建立。然而,根据本发明,通过下面将要描述的以太网也可以建立点到多点连接或者多点到多点连接。常规以太网交换机能够进行组播服务。通常,这是通过将转发表配置为使得对于给定的组播目的地地址具有多于一个的输出端口(但是不必为所有输出端口)。根据本发明,对于较小规模的组播操作,可以如上所述但是使用 VLAN 标记与映射为选定以太网交换机的多于一个的输出端口(但不必为所有输出端口)的组播地址的组合来配置点到多点连接。然而,该方法只对于较小规模的组播操作适用。

[0121] 根据本发明,支持大量点到多点或者多点到多点连接的运营商网络可以被配置为使用如上所述建立的多个单播连接而在具有以太网 MAC 地址的网络上模拟的弹性分组环(RPR)。在虚拟专用网络(VPN)服务的情况下,即,存在对于各数据帧的有限的兴趣团体的情况下,给出以下描述。设想了两个操作模式:对于许多客户具有较少站点的稀疏模式,以及对于较少客户具有许多站点的密集模式。在名为 Virtual Private Networks Within a Packet Network Having A MeshTopology 的申请人未决 US 专利申请序号 10/698,833(北方电信网络参考号 15877R0) 的一个申请中详细描述了这些机制,在此通过引用并入该文献。下面将参照图 10 和 11 简要描述操作的密集模式和稀疏模式。

[0122] 图 10 示出了对于许多客户具有较少站点的广播操作的稀疏模式。图 10 示出了运营商网络 20 的一部分,包括完全联网的核心网 100 的一部分、PE-Core 边缘以太网交换机 104 以及 PE 边缘以太网交换机 102。在 PE-Core 交换机 104b 处从客户站点接收广播业务量 106a。注意,该业务量是在特定客户 VPN 的情况下广播的,而不是在运营商网络内整体组播的。该业务量被封装并被置于在被四个单方向连接 108a 到 d 所模拟的 RPR 上。该四个连接被建立为如上所述的点到点连接。继而在每个连接中转发业务量,直到该业务量再次到达在 PE-Core 交换机 104b 处的起始点。当接受到封装帧时,这四个连接中的每一个端点确定是否处理该帧以经由所连接的 PE-Edge 边缘以太网交换机 102 发布到客户。这是根据帧中包含的广播目的地地址,以及附在这些以太网交换机上的客户站点的 VPN 成员来进行的。处理这些帧涉及对它们进行解封装,然后按照一个或多个 PE-Edge 边缘以太网交换机 102 的需要复制它们。可以看出,对于操作的稀疏模式中的广播业务量,无需专用带宽,因为四个点到点连接可以是被中继,即,它们可以用于承载非广播数据以及其它客户数据,无论是否是广播。

[0123] 图 11 示出了较少客户具有很多站点的广播操作的密集模式。图 11 示出了承载网络 20 的一部分,与图 10 一样,其包括完全联网的核心网 100 的一部分、PE-Core 边缘以太网交换机 104a 到 d 以及 PE 边缘以太网交换机 102。在 PE-Core 交换机 104b 处从客户站点接收广播业务量 106c。注意,如上所示,该业务量是在特定客户 VPN 的情况下广播的,而不是在运营商网络内整体组播的。该业务量被封装并被在单方向连接 110b 上转发到核心交换机 116a。单方向连接 110b 可以被中继。在核心交换机 116a 处,使用各对相邻节点之间的双向连接在核心交换机 116a 到 d 之间的连接所模拟的双向 RPR112 上转发业务量。RPR 专用于特定客户的广播业务量,并且未被中继。这是通过使用用于在 RPR 中转发的唯一 VLAN 标记实现的。

[0124] 在 RPR112 附近、在一个方向或者另一方向上将业务量转发到核心交换机 116a 到

d 中的每一个,只要该方向对于每个核心交换机是最短的。每个核心交换机在单方向连接 114 上广播所接收的帧,以使得 PE-Core 交换机 104a 到 d 中的每一个接收业务量。然后,对于上述广播操作的稀疏模式,各 PE-Core 交换机确定是否要处理帧以将其经由其所连接的 PE-Edge 边缘以太网交换机 102 发布到客户。这是基于帧中包含的广播目的地地址进行的,并且涉及按照一个或多个 PE-Edge 交换机 102 的要求对它们进行解封装和复制,以向上传送到客户站点。

[0125] 图 12 到 14 示出了根据本发明可以如何提供虚拟专用 LAN 服务 (VPLS) 的实例布局。在 VPLS 中,可能地理上远离的主机被提供有基于运营商网络的任意到任意通信性能,这使得主机仿佛其直接与专用局域网 (LAN) 连接一样运行。根据本发明,在联网的以太网运营商网络上提供 VPLS,在该网络上可以如上所述建立连接。在每个图中,运营商网络群 20 包括以太网交换机 (为了清楚,只示出了位于网络边缘的以太网交换机)。

[0126] 在图 12 中,示出了一个示例布局,其中 4 个地理上远离的客户站点 (未示出) 分别连接到 4 个运营商边缘节点 120、122、124 和 126,这些节点本身经由根据本发明在运营商网络上建立的连接 130 以全部联网形式互连,以提供 VPLS。在该布局中,运营商边缘节点 120、122、124 和 126 中的每一个对 PE-Core 提供与用于客户附件的物理端口关联的常规以太网功能。然而,未知广播功能、经由远程 PE-Core 可达的客户地址的 MAC 获知等没有与核心网侧上的物理以太网端口关联,而是与参与 PE-Core 之间的。根据本发明建立的点到点连接的联网关联。由此,通过在入口 PE-Core 处进行分组复制、然后进行封装并在运营商域中进行单播,而进行广播的。所获知到的每个客户的 MAC 地址与用于到达远程 PE-Core 的运营商网络地址和 VLAN 关联。

[0127] 在图 13 中,示出了另一示例,其中 4 个地理上远离的客户站点 (未示出) 分别连接到 4 个运营商边缘节点 120、122、124 和 126,这些节点本身经由根据本发明在运营商网络上建立的连接 132、134 和 136,在集线器和辐条 (spoke) 布局中连接,以提供 VPLS。连接到运营商边缘节点 120 的交换机 / 路由器用作集线器,而分别连接到运营商边缘节点 122、124 和 126 的主机或交换机 / 路由器用作辐条。该交换机 / 路由器可以被客户拥有,或者可以被运营商拥有,位于中央局中,并且用于将服务提供给多于一个的客户。该交换机 / 路由器是运营商网络中的单个实体,其需要获悉客户的 MAC 地址。具体而言,所获知到的每个客户 MAC 地址与用于到达远程 PE-Core 的运营商网络地址和 VLAN 标记关联。如果使用单个物理交换机来支持多个客户,则可以使用常规 VLAN 技术来确保在交换机 / 路由器中分离客户。该集线器交换机 / 路由器不仅负责提供与其相连的主机和连接到其它客户站点的主机之间的通信,而且负责对连接在任意两个其它客户站点之间的主机之间的通信进行转发。在后一情况下,业务量经过运营商网络上的两个连接,例如,从运营商边缘节点 122 到运营商边缘节点 120 的连接 132,以及从运营商边缘节点 120 到运营商边缘节点 124 的连接 134。在运营商边缘节点 120 处,在经过了连接 132 之后,业务量从运营商网络出现。该集线器交换机 / 路由器识别出该业务量是针对另一客户站点的,并且将其经由连接 134 交换 / 路由回运营商网络。

[0128] 在图 14 中,示出了另一示例布局,其中 6 个地理上远离的客户站点 (未示出) 分别连接到 6 个运营商边缘节点 140、142、144、146、148 和 150,这些节点本身经由根据本发明在运营商网络上建立的连接 138、以双集线器和辐条布局连接,以提供 VPLS。连接到运营商

边缘节点 140 和 142 的交换机 / 路由器均用作集线器, 而分别连接到运营商边缘节点 144、146、148 和 150 的主机或交换机 / 路由器用作辐条。如图 13 的布局, 集线器交换机 / 路由器不仅负责提供与它们相连的主机和与其它客户站点连接的主机之间的通信, 而负责转发与任意两个其它客户站点连接的主机之间的通信。在后一情况下, 如图 13 的布局所示, 业务量可以经过两个连接或者三个连接, 如果客户站点不是直接通过单个连接连接到单个集线器交换机 / 路由器的话。

[0129] 应当理解, VPLS 的其它布局可能具有以全部联网方式、单个或多个集线器和辐条布局或者它们两个的组合的方式连接的任何数量的客户站点。布局的选择很大程度上取决于不同客户站点中的兴趣团体, 或者它们之间所需的带宽。在其它实施例中, 所述两个或多个集线器交换机 / 路由器可以被提供在各个客户站点处, 每个经由多个连接连接到一个或更多个其它客户站点, 从而提供负载平衡和弹性。用于提供 VPLS 的连接对于客户是唯一的, 或者考虑到多个客户使用中继连接而被中继。

[0130] 当根据本发明建立的被管理的连接按照 [ref to 16898ROUS01U] 所公开地实现时, 还可以用于支持根据 RFC2547 的所管理的层 3 任意到任意 VPN。该公开描述了使用汇接路由设备作为逻辑集线器与辐条网络拓扑中的虚拟集线器而使得能够实现所管理的虚拟专用网络化方案。这对于通常用于支持任意到任意服务的 PE-Core 之间的完全联网连接性, 提供了可管理的另选。

[0131] 对于本领域技术人员很显然, 对于层 3 处的汇接交换点的各个 VPN 的指定限制了从支持特定 VPN 的所有 PE-Core 流过所述汇接交换机的业务量流, 从而根据本发明在所有 PE-Core 和汇接交换机之间建立连接使得也可以在传输层中开发出在层 3 处进行的确定和预测, 如在 2007 年 8 月 4 日提交的未决美国专利申请 10/910,685 中所描述的。

[0132] 已经提到了数据平面监控功能, 如心跳、ping 和使用当前称为 Y.17ethOAM 的 ITU-T 预备标准的连接监测。这些方法可以用于如下执行端到端连接监控和故障检测。在一个实施例中, 将定义的并且公知的 EtherType 分配给操作和维护 (OAM) 帧, 如心跳或 ping 消息, 这些消息经过在网络中使用相同目的地地址和 LAN 标记建立的端到端连接而被发送, 如同在数据平面业务量经过这些连接发送一样。EtherType 字段不是用于在网络中进行转发, 而是用于在网络边缘处过滤来自数据帧的 OAM 业务量。然后, 可以将 OAM 帧转发到 OAM 系统, 由此, 诸如心跳或 ping 消息的 OAM 帧将在网络中按照与数据平面帧相同的方式被转发, 并且由此与数据平面帧的命运相同。由此, OAM 业务量可以用于故障检测以及端到端连接监测。在第二实施例中, OAM 业务量不是在与数据平面业务量相同的连接上转发。而是, 使用与用于数据平面业务量的连接的一个或更多个不同的目的地地址建立分离的 OAM 连接。单个 OAM 连接至少与单个数据平面连接部分共同路由, 并且有可能完全共同路由, 从而 OAM 帧至少在共同路由部分上与数据帧的命运相同。然而, 不同的目的地地址对应于 OAM 管理系统或服务器的该一个或多个地址。有利地, 这避免了需要在网络边缘节点处对 EtherType 进行线路速率过滤。在另一实施例中, 另外有利的是, 有偏好地在网络上布置 OAM 连接的较大分离的联网, 该联网可以被监测和使用以通过互连性“三角测量”故障的位置。这可以用于确定受影响的数据平面连接, 而在任意一个单独的 OAM 连接与任意一个单独的数据平面连接之间共享较少的命运。

[0133] Ping 或者心跳帧的频率可以用于调整用于检测故障的时间间隔的分配。故障的检

测可以用于将保护开关触发到适当配置的保护路径，并且该触发可以以硬件或者软件形式实现。另选地，可以在触发保护开关之前在更高级别的系统中对报警信号进行过滤，从而提高网络的控制。连接中的端到端 OAM 可以限制发送 ping 和心跳的频率，从而使得网络不会因该业务量类型而过载。在另一实施例中，恶意在以太网交换机之间的每个单独的链路上，或者在端到端连接的多段上实现 ping 和心跳。通过直接咨询每一端处的以太网交换机中的转发表，这种链路或段上检测到的任何故障都与其所实现的连接直接相关。该警告信号状态可以沿着所有各个连接或者其中一些传播到端点，从而触发上述相同的保护机制。然而，链路或段心跳可以按照比端到端连接更高的频率来发送，这大大降低了网络过载的程度，因为链路和端的数量少了很多。

[0134] 为了在根据本发明建立的连接上实施 QoS 要求，例如带宽确保，可以如上所述，在入口节点处实现准入控制和策略实施。准入控制还可以在也如上所述的控制平面或管理平面中进行。通过根据客户的以下中的一个或更多个，对客户业务量进行分类从而可以提供不同类型的服务以用于业务量转发：VLAN 标记、IEEE 802.1p 优先级别、DiffServ 码点 (DSCP)、MPLS EXP 比特等。分类可以被映射为运营商 VLAN 标记，或者使用 IEEE 802.1p 或者 802.1ad 严格的优先级别，以用于在运营商网络中进行例如标注和分离。本领域技术人员应当理解，可以按照与本发明兼容的很多方式区分服务类型，这可以通过很多不同的可能字段将进入帧的显式标注映射为网络 20 中的显式标注，通过很多不同的可能字段将进入帧的显式标注映射为网络 20 中的隐式标注，以及将进入帧中的不同的可能字段的隐式分类映射为网络 20 中的对于给定连接的隐式转发处理。本领域技术人员应当理解，通过来自网络 20 的这些帧，可以在出口处对原标注进行重新映射或重新标注。在运营商网络的节点处对于转发资源的竞争可以通过以下方法解决：1) 使用严格的优先级调度方案（诸如 IEEE 802.1p），其中高优先级的帧通常优先于低优先级的帧被转发；2) 使用加权的公平队列调度方案，其中低优先级的帧类别也有一定比例转发资源，虽然该比例低于高优先级帧类别的比例；或者 3) 使用区分丢弃适当调度机制，其中对于不同的业务量类别而言，对于进入要在以太网交换机的输出端口输出的队列的帧所采用的丢弃率（队列充满率函数）是不同的。在上述 3) 中，在相当的队列填充程度情况下，低优先级的业务量类别的丢弃率高于高优先级的业务量类别的丢弃率。由此，在输出队列被充满时，较低优先级帧的丢弃比例高于较高优先级帧。然而，在上述 1) 和 2) 中不同，不会出现不同类别的业务量之间的帧无序，因为只有一个队列有效。这样的优点在于，允许具有所确保的带宽连接的客户使用业务量的较低优先级类别、以一致的带宽限制发出信号 (burst)，而不会引入可能的帧无序。本领域技术人员应当理解，可以根据使用 VLAN 标记和目的地 MAC 地址的组合以及在必要的情况下该帧的任何其它字段来进行区分连接转发的能力，将分类、标注、重标注、监管和调度这些机制中的任意一个或全部应用于业务量。

[0135] 上面已经描述了如何在联网的以太网运营商网络上通过在网络节点中配置转发表来建立连接，以及如何可以在这些连接上转发数据。读者应当理解，可以通过从建立了连接的每一个节点处删除配置数据，来删除连接。重要的是，可以删除所有这样的配置数据来避免网络故障或低效。在接收到寻址到一未知目的地（即，没有对于该目的地地址所配置的转发状态）的帧时以太网交换机的默认行为是在所有输出端口上将该帧广播出去。在简单连接的网络中，该行为是适当的。但是，对于联网的拓扑，该行为可能是毁灭性的。通过部

部分删除连接（特别是在连接的入口点处保留配置数据，而在沿着朝向出口点或者包括出口点的连接上的其它点处删除配置数据的情况下），存在以下可能：PE 的以太网帧可能进入网络，但是到达了一个没有用于转发这些帧的配置数据的点，结果导致不期望的广播行为。此外，部分删除连接可能产生因意外而配置的转发环。

[0136] 对于部分删除连接的问题的一个解决方案是改变构成运营商网络的以太网交换机的行为，以使得不是广播未知业务量，而使这些交换机丢弃分布，并且可能发出警告，对所丢弃的分布进行记录或者计数。然而，改变以太网交换机的基本行为可能需要硬件修改。而这可能不是优选地。然而，常规以太网交换机通常提供称为速率限制的软机可配置功能。优选地，在运营商网络的所有或者大部分交换机处，使用速率限制，对于包括未知广播业务量在内的广播业务量，将速率设置为零，或者如果无法为零，则为低速率。

[0137] 在这无法实现的情况下，可以使用其它预防方法来使部分删除连接的问题最小化。一个方法是使用块列表，也被称为接入控制列表或 ACL。常规以太网交换机提供阻隔列表（通常为有限长度），该阻隔列表可以用于指定特定目的地 MAC 地址，以使得所接收的寻址到这些被阻隔的地址的以太网帧被丢弃，而不是转发。通过在网络的所有或者大部分节点处，阻隔提供商边缘节点的许多（而不是全部）MAC 地址中的 MAC 地址，可以使部分删除连接的潜在危险最小，而不会过于限制在网络上建立连接时的运营商灵活性。注意，需要在网络的不同节点处阻隔不同的 MAC 地址。一般，在给定节点处，阻隔列表只包括对于以下提供商边缘节点的 MAC 地址，即，不可能通过所述给定节点建立到该提供商边缘节点的连接。该方法对于大型网络不容易扩缩（阻隔列表中的有限数目的条目可能因大量提供商边缘的大数目而用尽）。然而，注意，为了防止环路，只需要阻隔任意环路中的一个节点处的差帧。由此，所阻隔的目的地地址的“扩大”可以在网络上较慢地进行，并且仍旧提供一定程度地防止环路生成，由此更为有效地使用有限的块列表容量。

[0138] 虽然在本发明中使用 LAN 标记以使得在网络上建立连接时具有灵活性，但是删除连接状态的败完全可能产生业务量的环路传输。具体地，在对于任何单个给定 VLAN 标记保持有逻辑环路的情况下，即，定义物理环路的节点的输出端口保持配置有任何单个 VLAN 标记的组成的情况下，将产生该问题。由此，使部分删除连接的问题最小化的另一预防方法是使用彼此排他的 VLAN 标记池来分配到或从相邻或附近提供商边缘节点的连接。由此，例如确保到或从提供商边缘节点 PE1 的所有连接对于到或从相邻提供商边缘节点 PE2 的所有连接具有不同的 VLAN 标记。通过这种方式，通过部分删除连接不可能意外地形成包括 PE1 和 PE2 两者的环路，这是因为根据定义，在 PE1 和 PE2 中保持的状态将使用不同的 VLAN 标记。该方法可以被概括为通过使用 n 个彼此排他的 VLAN 标记池分配到或从 n 个相邻提供商边缘节点的连接。n 被选择为足够大以尽可能分离使用 VLAN 标记池，同时在建立到或从任何特定提供商边缘节点的连接时提供足够的灵活性（考虑到只有 4094 个可能的 VLAN 标记）。对于较小的运营商网络，可能可以使各提供商边缘节点使用不同的 VLAN 标记池。然而，虽然 VLAN 标记池很小，但是对于较大运营商网络，需要在拓扑结构中远离的提供商边缘节点处再利用 VLAN 标记池，否则将损害连接建立时的灵活性。无需手动管理的另一实施例是使每个以太网设备在要分配的 VLAN 范围中选取随机的起始点。

[0139] 应当理解，可以采用以上方法的组合来使部分删除连接的问题最小化。

[0140] 也可以实现混和模式网络，之所以称为混和模式网络是因为它们将常规以太网、

802.1Q 或者其它转发模式与本发明的面向连接的转发模式同时组合。在混和模式网络中，使用兼容 VLAN 的生成树协议和自动地址获知，将一部分 VLAN 标记空间（例如 VLAN 标记 1-2048）分配给常规模式以太网转发和操作。如上所述，将另一部分 VLAN 标记空间（例如 VLAN 标记 2049-4096）分配给面向连接的模式的以太网转发。注意，使用两个或更多个这种 VLAN 空间创建了在相同物理网络上逻辑分离的转发模式网络。在一个模式中的以太网交换机中安装的转发状态（例如通过自动地址获知和生成树）与安装在另一模式中的以太网交换机中的转发状态（例如通过根据本发明的控制平面连接建立过程）的不同之处在于分配有不同的 VLAN 标记空间。由此，一个模式中的转发状态，以及用于安装或者删除这种转发状态的机制不会影响另一模式中的业务量的转发，反之亦然。

[0141] 在混和模式以太网网络中，优选地，面向连接的以太网模式被给予的转发优先级高于常规以太网模式，从而可以对于面向连接的以太网模式连接保证 QoS（具体地，带宽和延时）。这可以通过使用例如 IEEE 802.1p 严格优先级，对属于面向连接的以太网模式 VLAN 空间的帧分配较高优先级别来实现。从而，常规以太网模式转发可能被提供为尽力 (best effort) 服务，并且在总体网络负载允许的情况下，可能用于使得能够在一致的带宽确保下发出客户确保的连接。混和模式以太网网络的另一可能示例是将 VLAN 标记空间的一部分（例如 VLAN 标记 1 到 1024）分配给常规模式以太网转发，而将另一部分（例如 VLAN 标记 1025 到 2048）分配给 VLAN 标记交换（例如在 draft-kawakami-mpls-isp-vlan-00.txt 中所描述的），并且将另一部分（例如 VLAN 标记 2049 到 4096）分配给上述的面向连接模式的以太网转发。有利地，不同转发模式之间的控制平面规格 (metrics) 可能被“泄漏”（即，被有目的地通信），以使得，例如，生成树在虚拟拓扑结构上汇集，这将避免主要使用面向连接模式链路的负荷较重。这是对上述的使用优先级来减轻模式之间的资源冲突的附加手段。

[0142] 虽然上面已经参照使用 VLAN 标记来使得能够在建立不同连接以及转发与不同连接关联的数据业务量时具有灵活性，描述了实施例，但是读者应当理解可以使用其它标记或标识。例如，可以使用 MPLS 标签。在这种情况下，将 MPLS 标签附加、预加或者插入以太网帧中，并且网络中的以太网交换机基于以太网目的地地址和 MPLS 标签的组合进行转发。注意，这与 MPLS 标签的常规使用完全不同，因为所述 MPLS 标签并不是用于标签交换。

[0143] 此外，虽然上面参照以太网和以太网帧描述了实施例，但是本领域技术人员应当理解，本发明通常适用于任何基于帧、基于分组或者基于蜂窝的交换网络，无论是 OSI 层 2 还是层 3 网络中，也适用于包括帧、分组和蜂窝的数据结构。在以下权利要求中，术语基于帧的网络或者同类术语应当表示任何这种交换网络，并且术语帧或者同类术语应当表示任何这种数据结构。例如，在包括 IP 路由器的联网的 IP 网络可以用于路由 IP 分组。常规开放最短路径转发 (OSPF) 控制平面机制将被禁止以使得能够直接配置转发或路由表。在这种情况下，可以将路由器配置为基于 IP 目的地地址和 VLAN 标记的组合、MPLS 标签、DiffServ 码点、IPv6 流标签、服务类型、业务量类别或者其它这种字段，或者特别添加以用作标识的可选字段，来进行路由。在使用 IP/IP、IP/MPLS 和 Pseudo-Wire/IP 或类似形式的封装来保持基于该转发层的客户分离时，这尤其有用。

[0144] 还应当理解，可以使用目的地地址之外的地址来与限定标识符组合，以便能够根据本发明进行区分转发，由此使得能够建立连接。具体地，可以基于与源节点对应的数据帧的源地址进行转发。此外，可以基于数据帧中包含的任何地址字段或者专门添加到数据帧

的地址字段，进行转发。此外，可以基于源地址和目的地地址的组合，或者基于单个地址字段进行区分转发，该单个地址字段可以唯一地寻址足够大的节点空间，此外可以使地址能够进行数据帧的区分转发。读者应当理解，上述方法可以在常规数据处理硬件上运行的硬件或软件的形式实现。

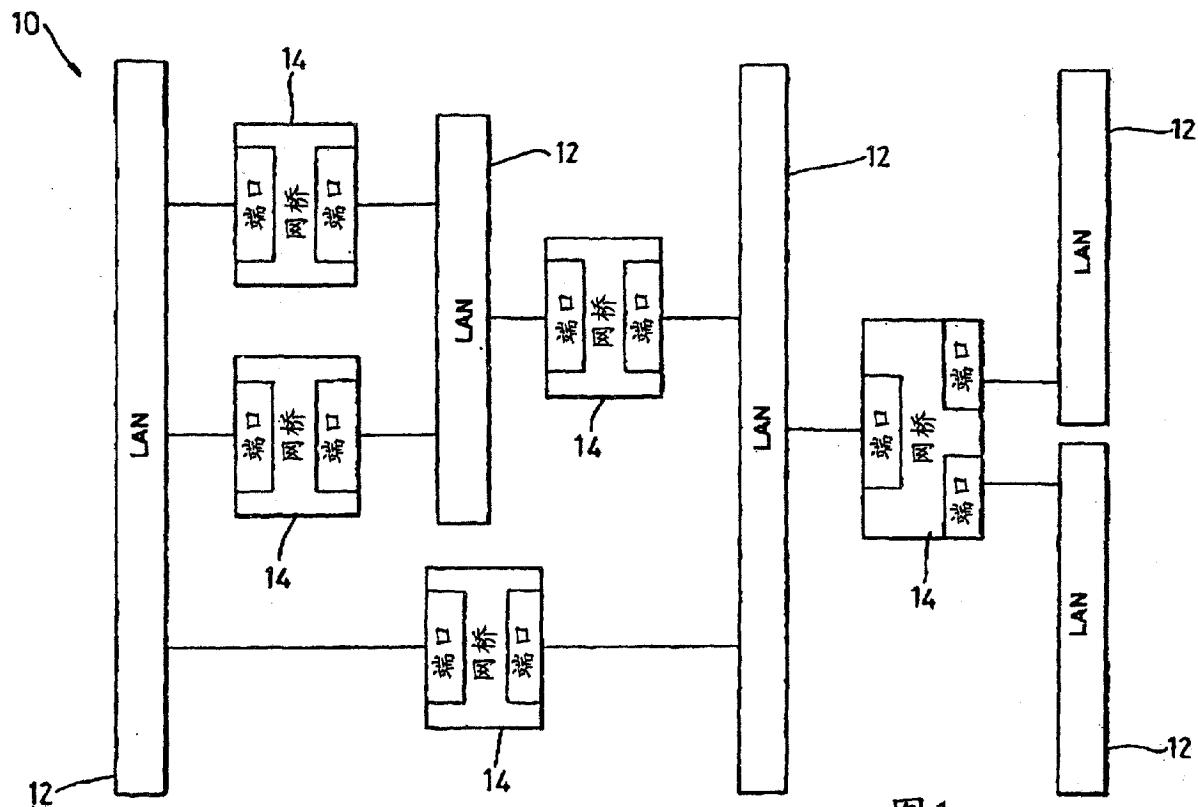


图 1
(现有技术)

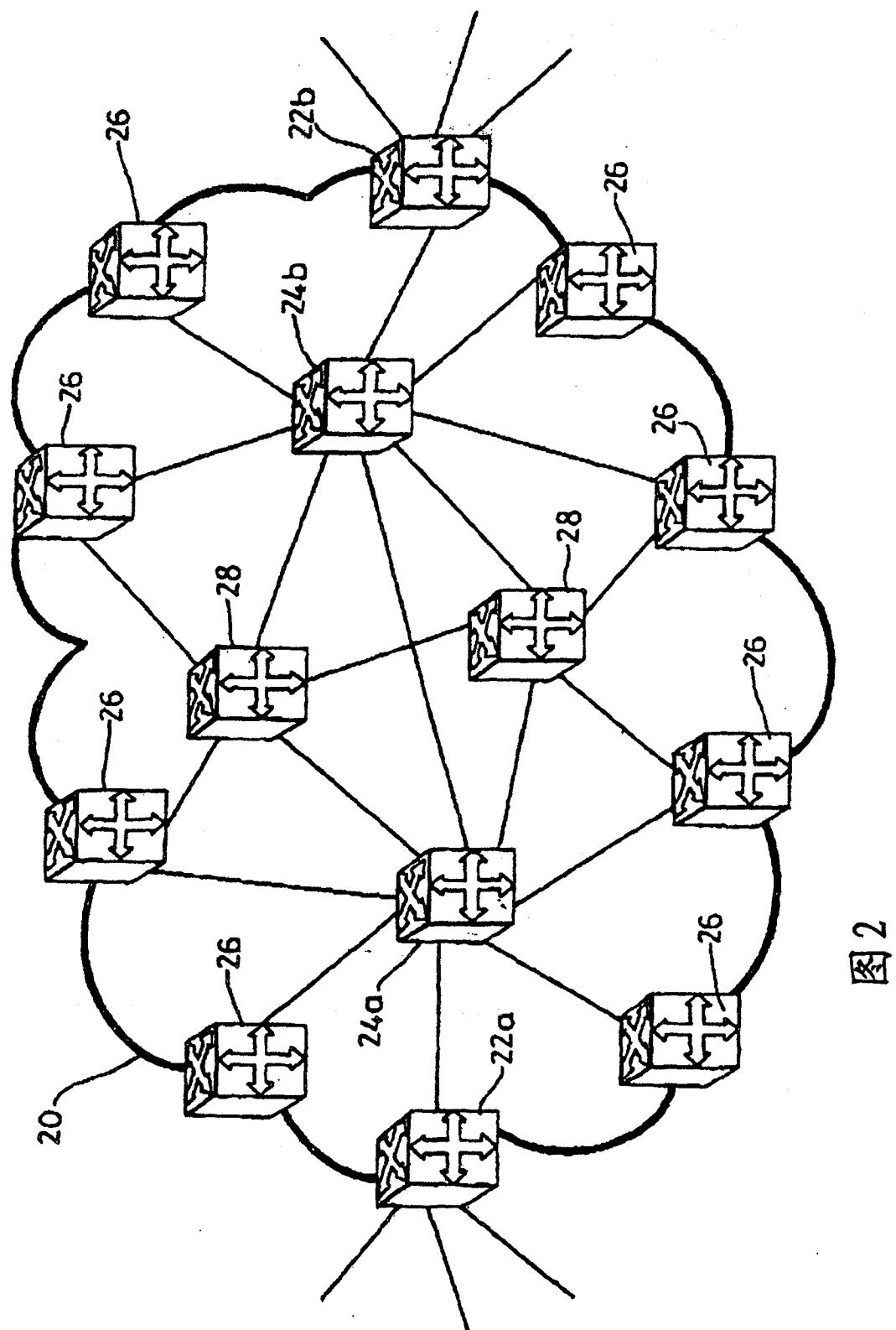


图 2

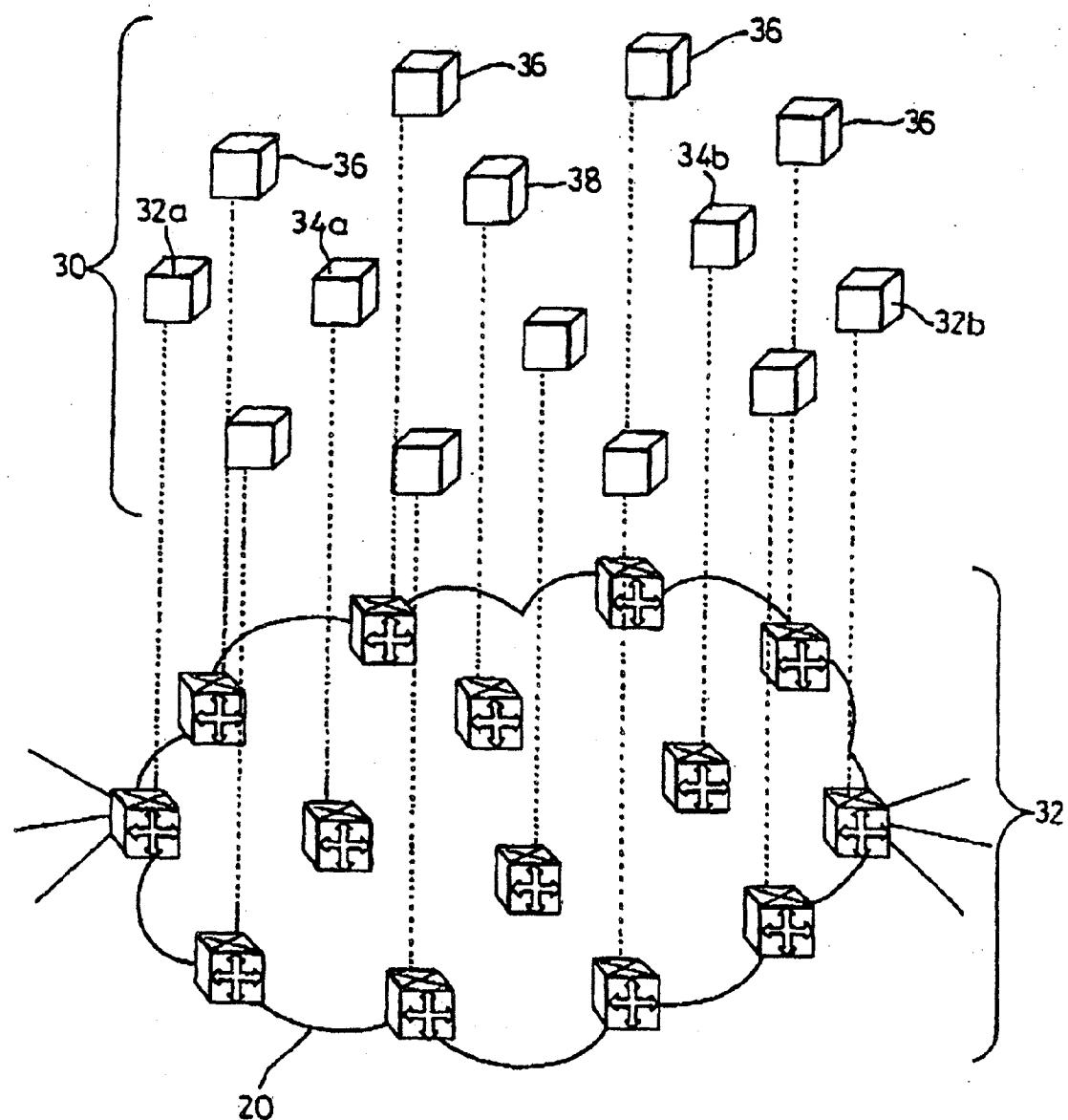


图 3

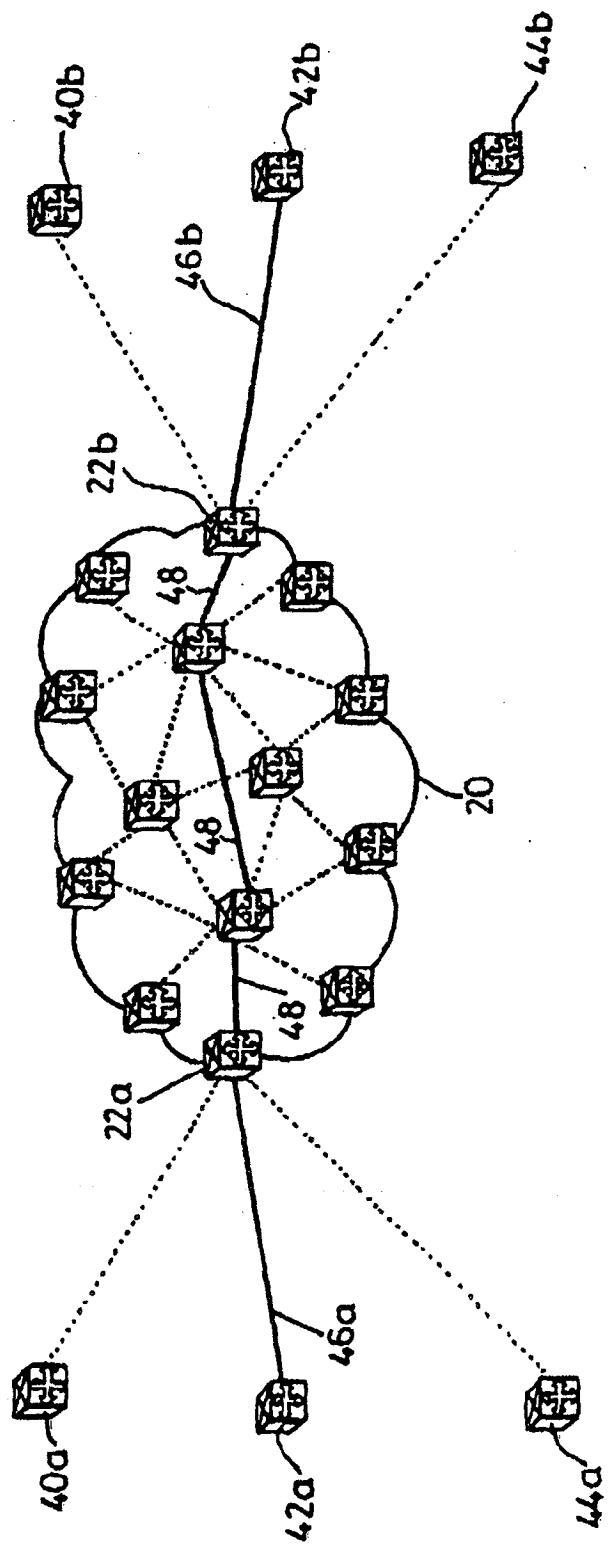


图 4

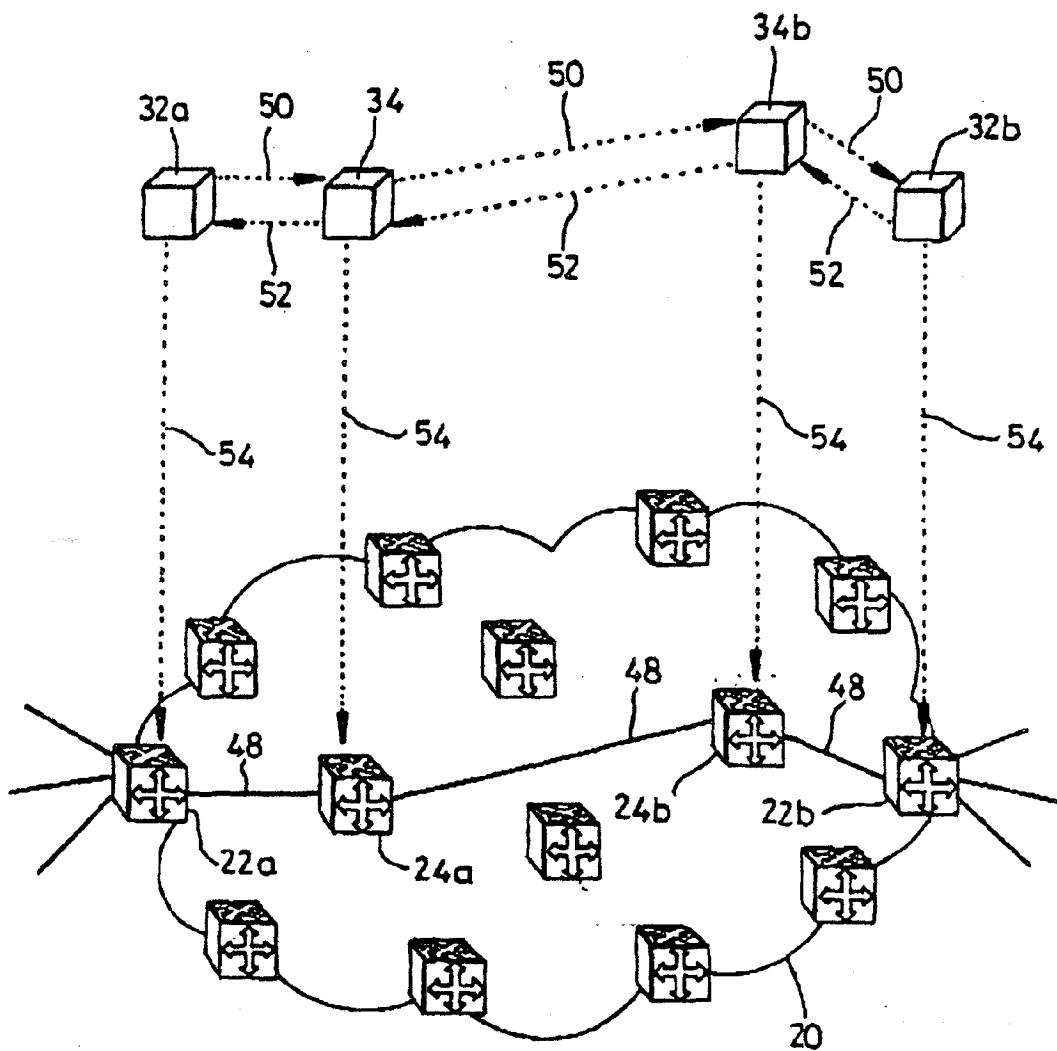


图 5

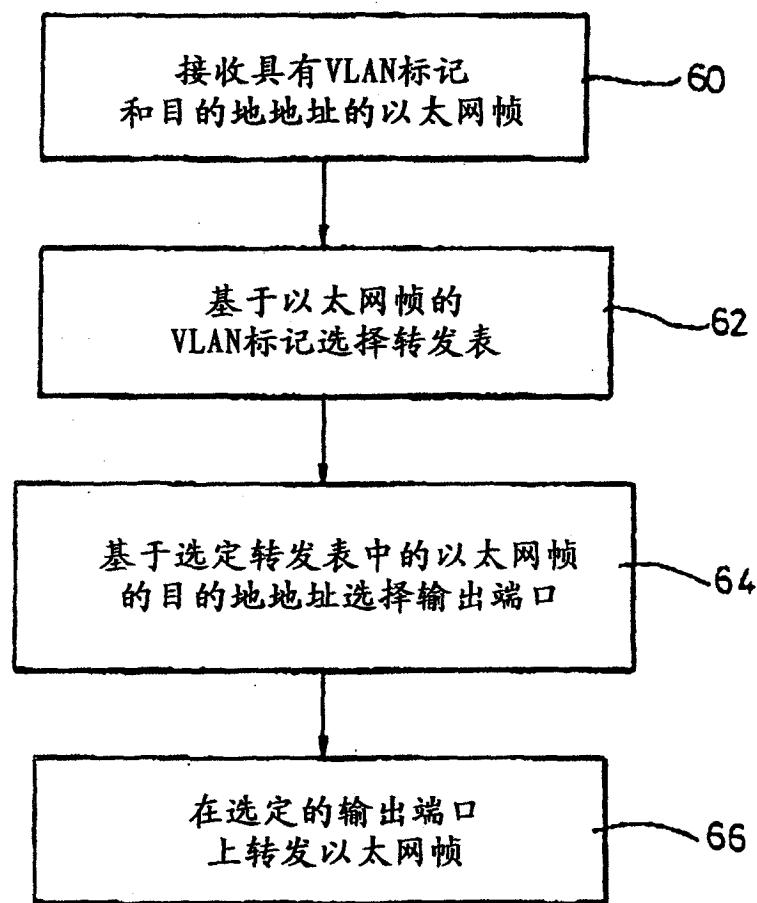
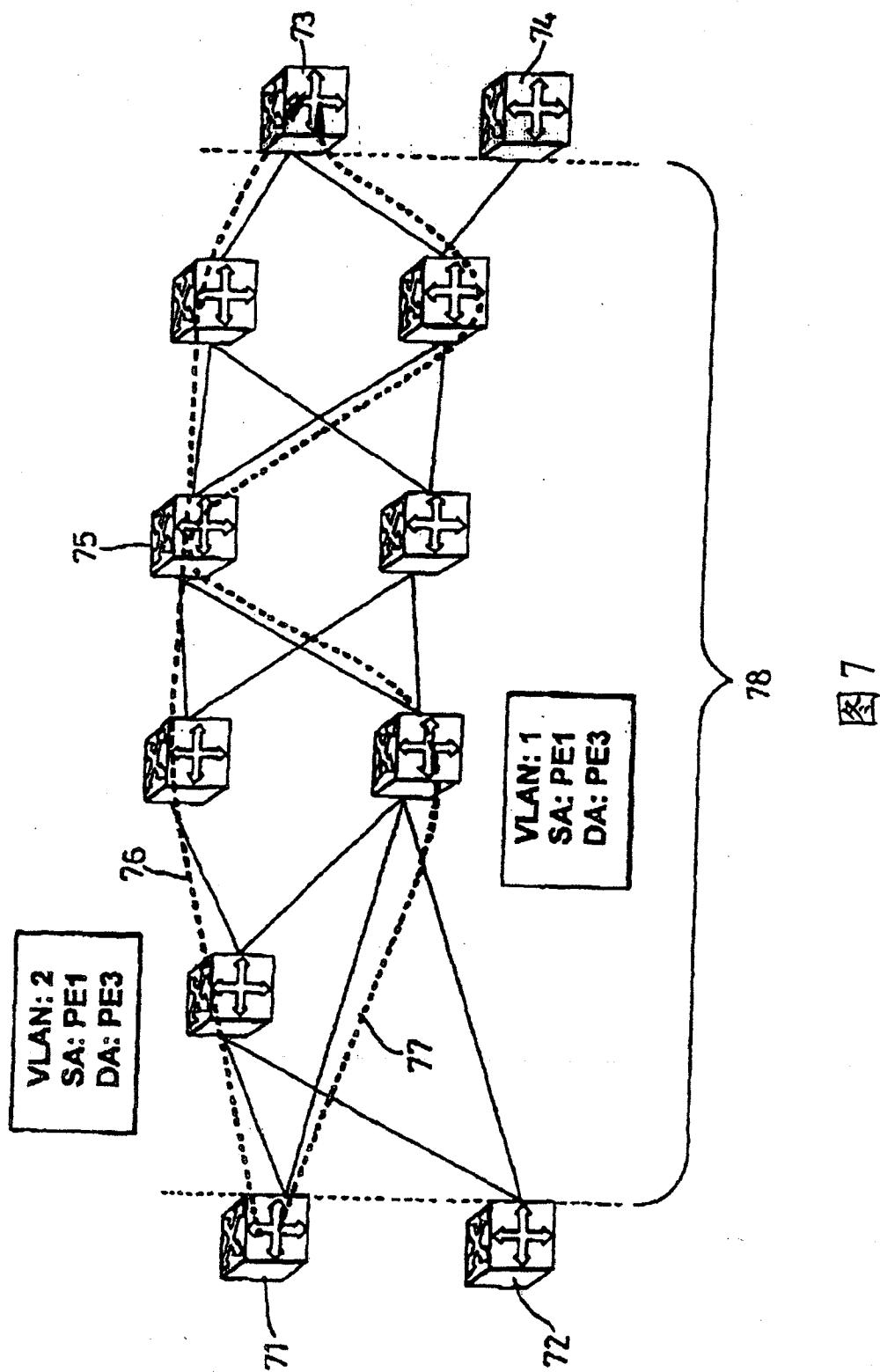
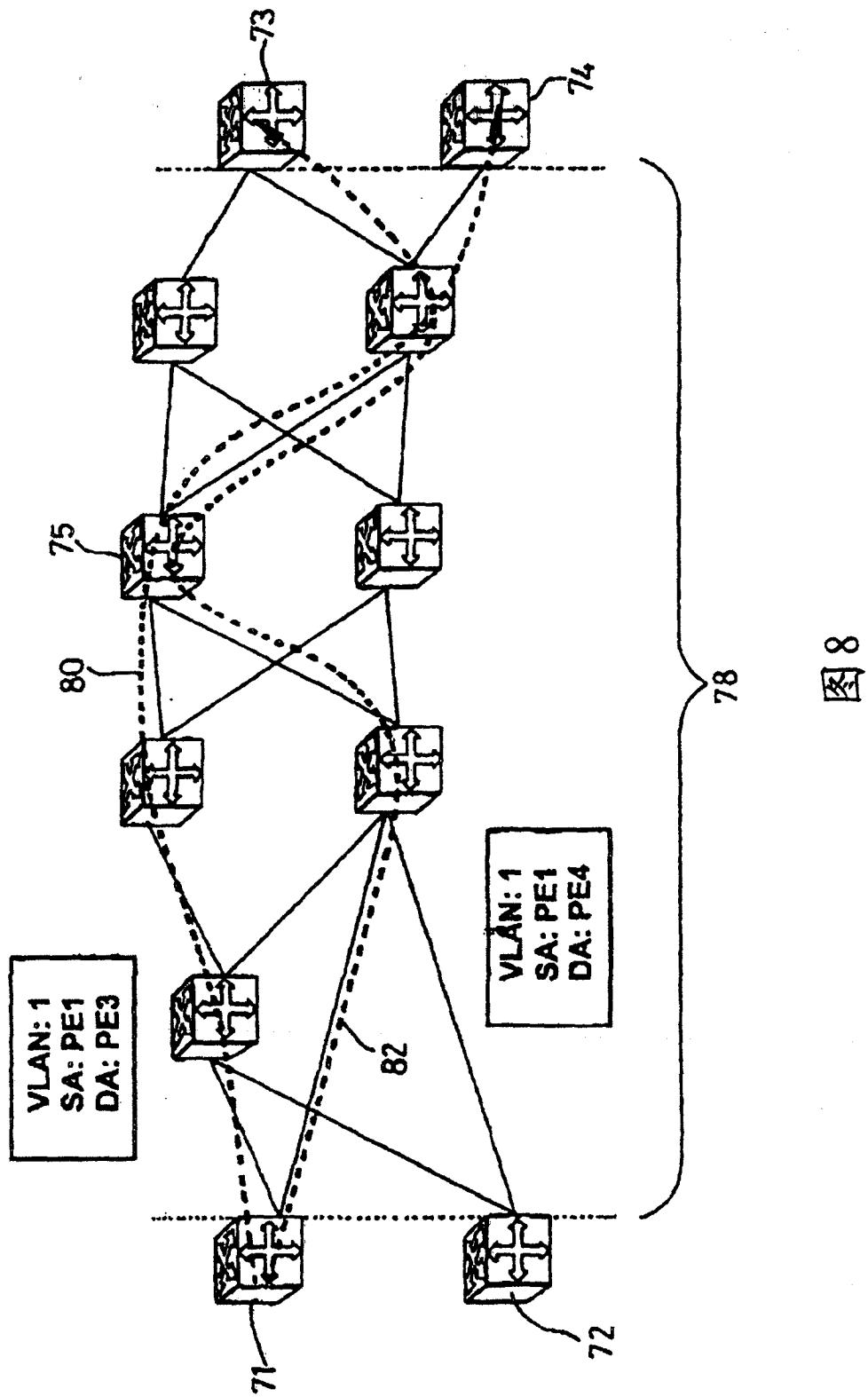
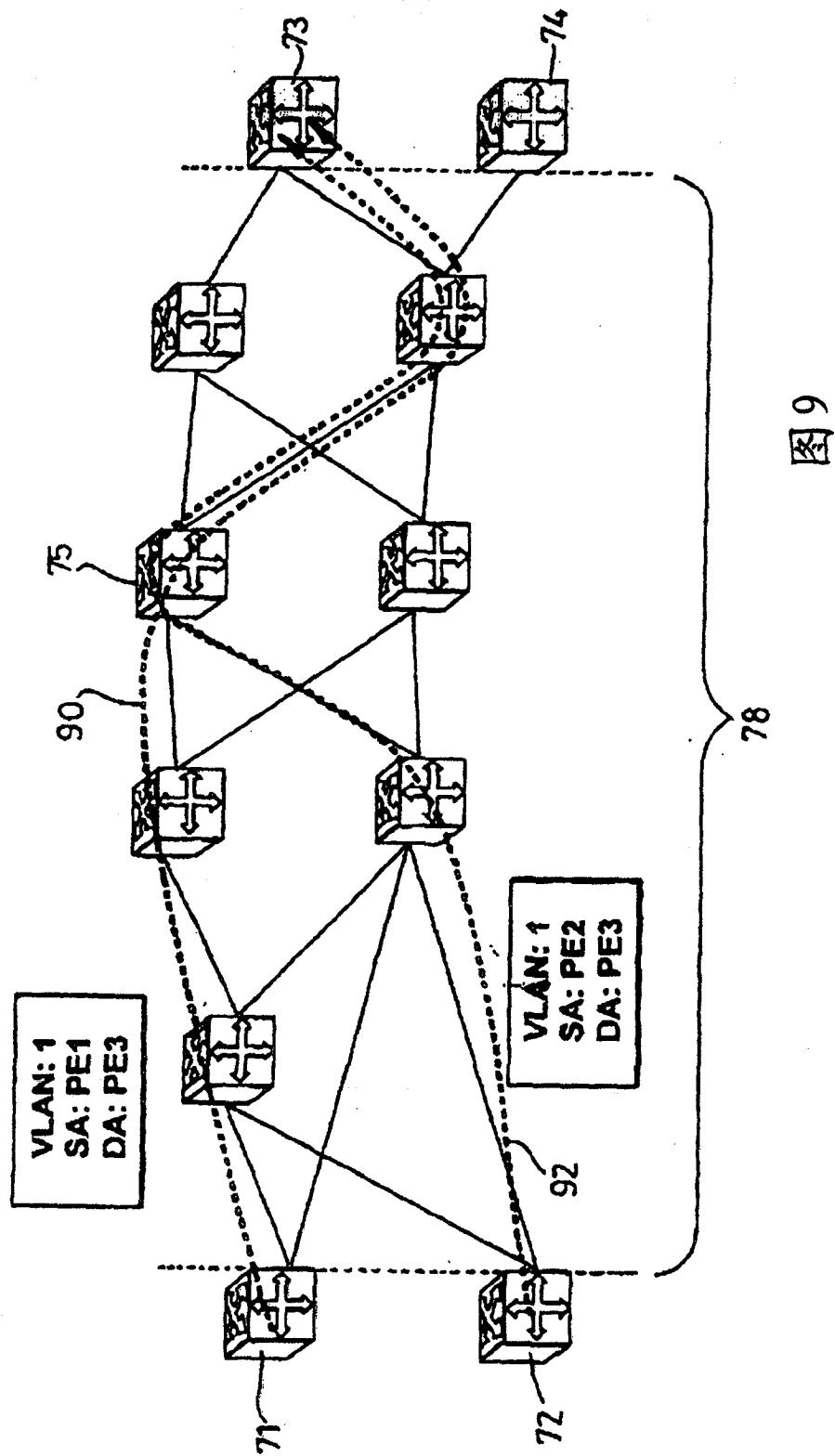


图 6







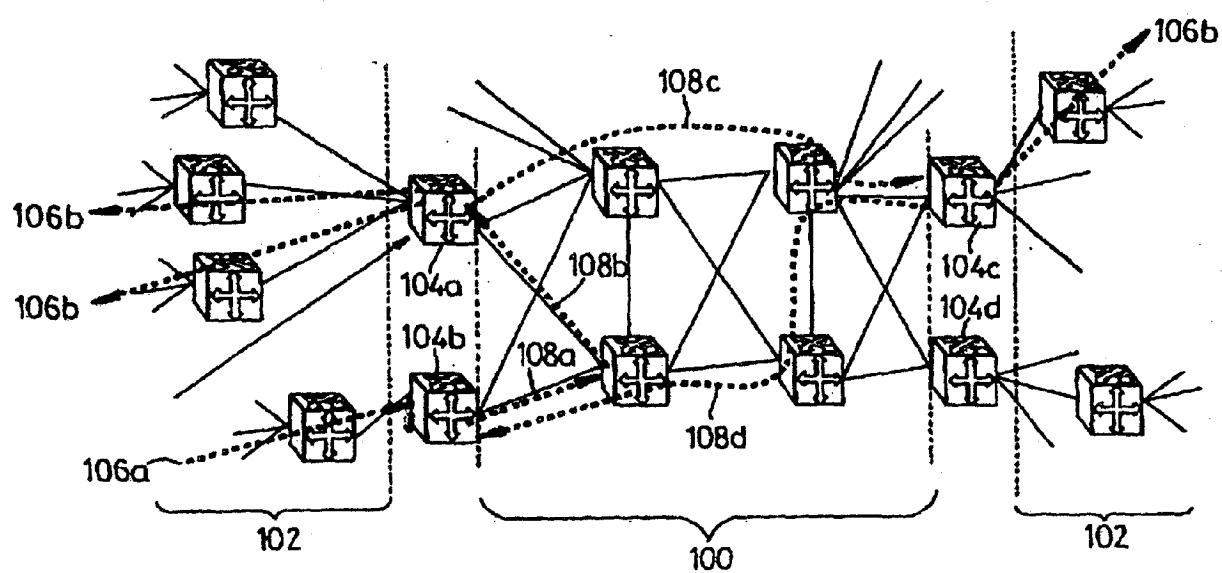


图 10

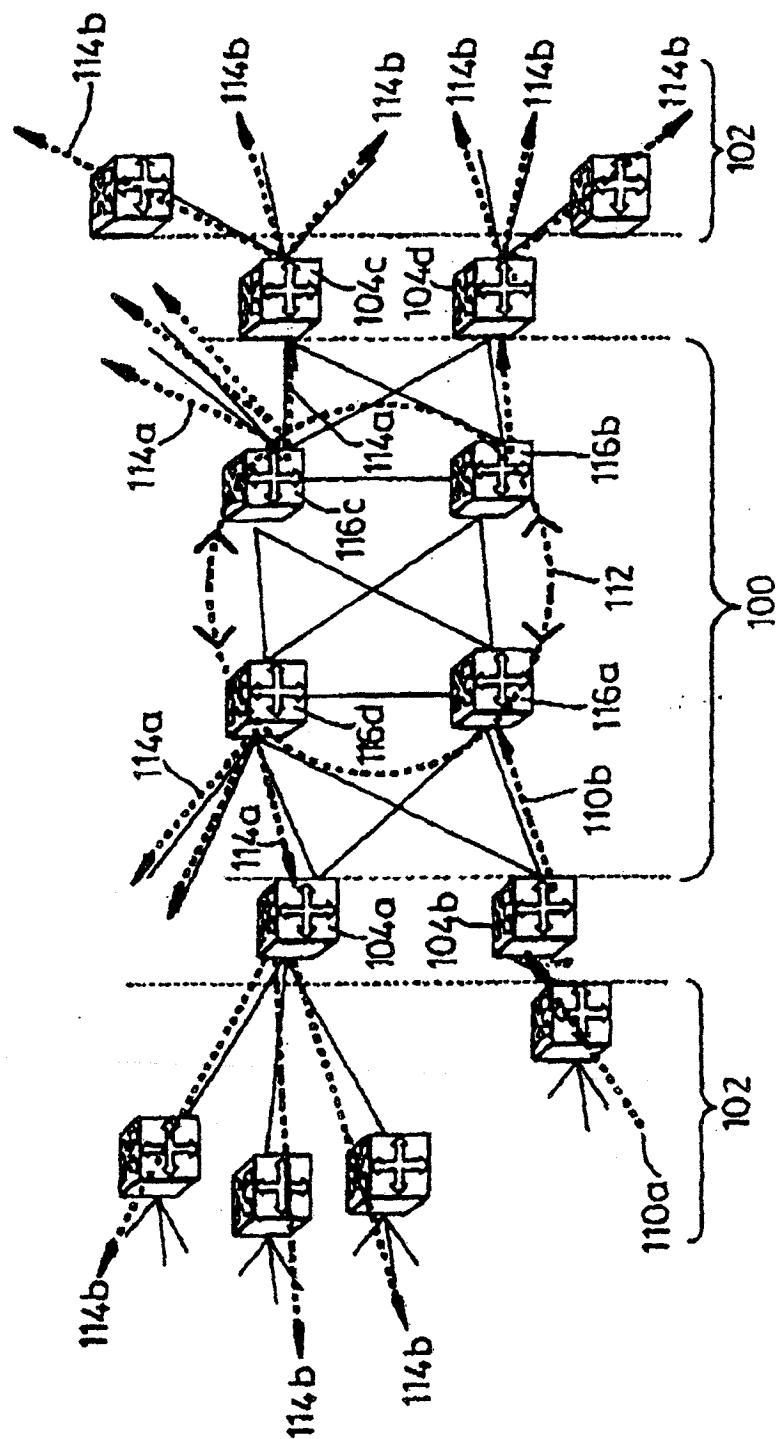


图 11

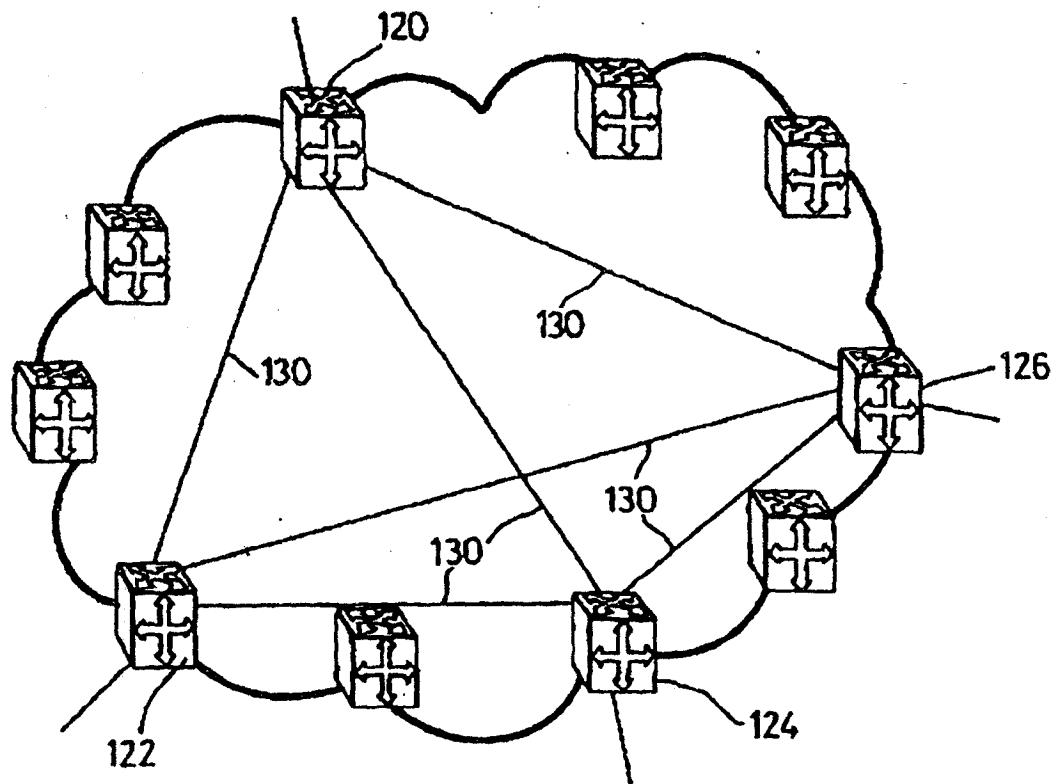


图 12

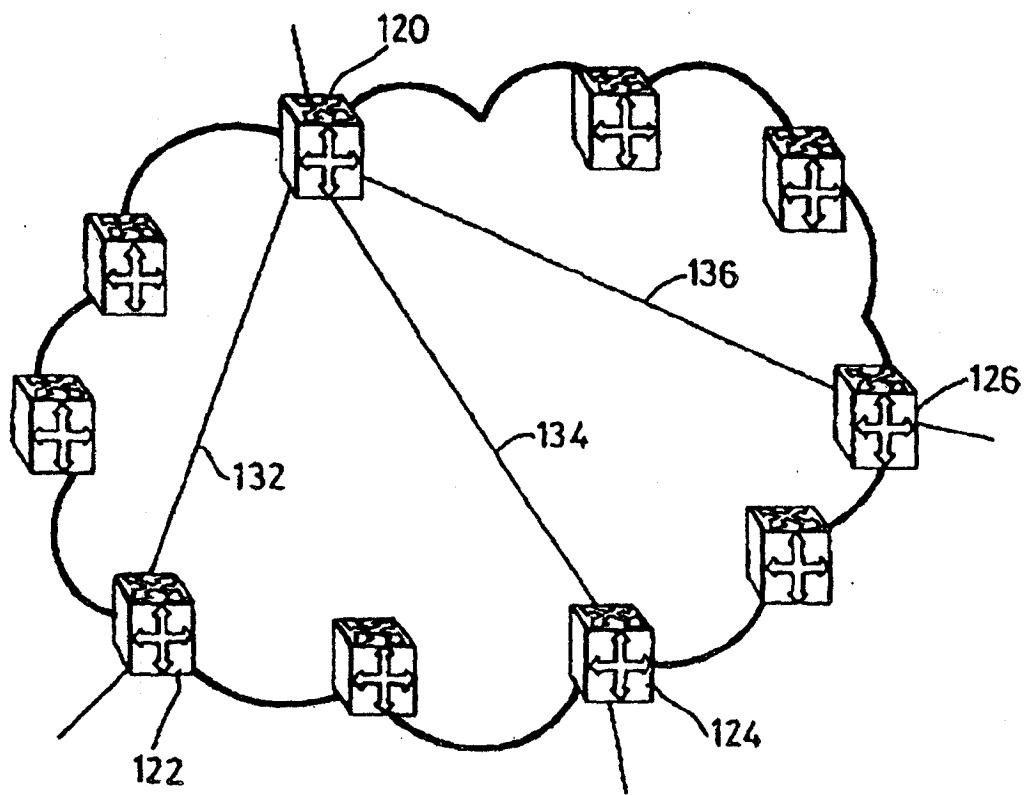


图 13

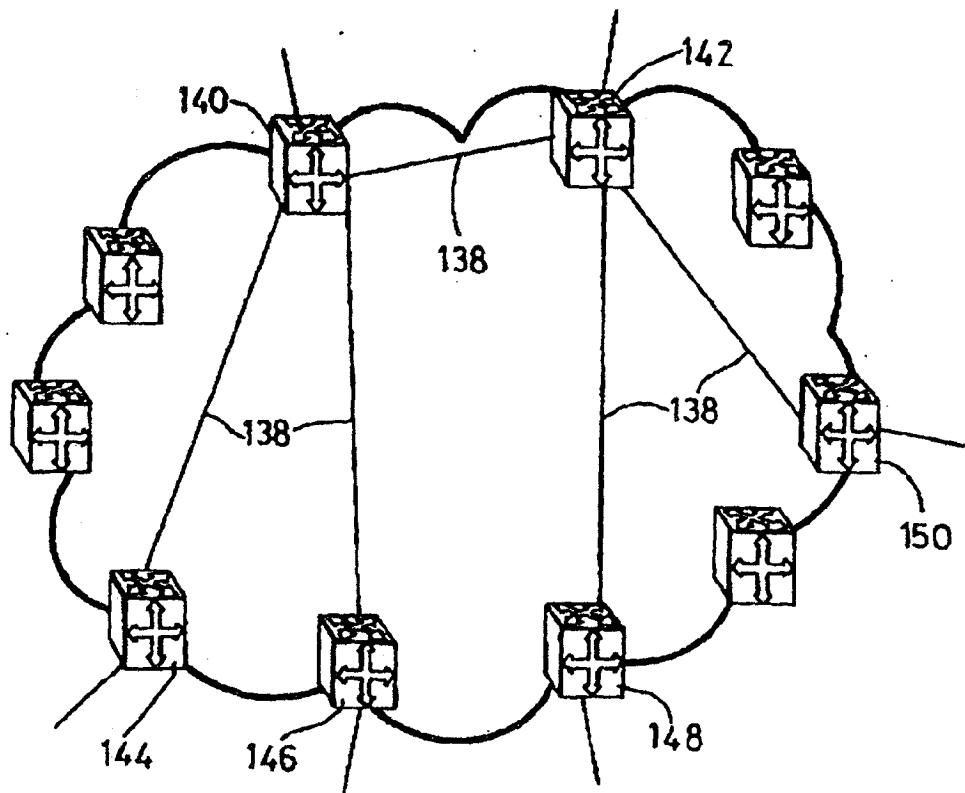


图 14