



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1708957 B

(45) 授权公告日 2010.07.07

(21) 申请号 200380102431.9

H04L 12/56(2006.01)

(22) 申请日 2003.10.27

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

US 2001/0005369 A1, 2001.06.28, 全文.

10/282, 846 2002.10.29 US

CN 1312631 A, 2001.09.12, 说明书第1页第1-4行、第1页倒数第7行、第4页第14行至第6页第6行、第8页第17行至第10页第3行、第11页倒数第10行至第12页第7行,附图2、8、14.

(85) PCT申请进入国家阶段日

2005.04.29

CN 1356806 A, 2002.07.03, 说明书第5页最后两行.

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2003/033886 2003.10.27

(87) PCT申请的公布数据

W02004/040855 EN 2004.05.13

同上.

(73) 专利权人 思科技术公司

地址 美国加利福尼亚州

US 5978378 A, 1999.11.02, 说明书第1栏第40-62行、第2栏第51行至第5栏第60行,摘要,附图3、4A、4B.

(72) 发明人 苏兰·萨米尼达·德西尔瓦

诺曼·W·芬恩

CN 1441573 A, 2003.09.10, 说明书第3页第4行至第4页第13行.

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限公司 11258

审查员 李晓莉

代理人 王怡

(51) Int. Cl.

H04L 12/46(2006.01)

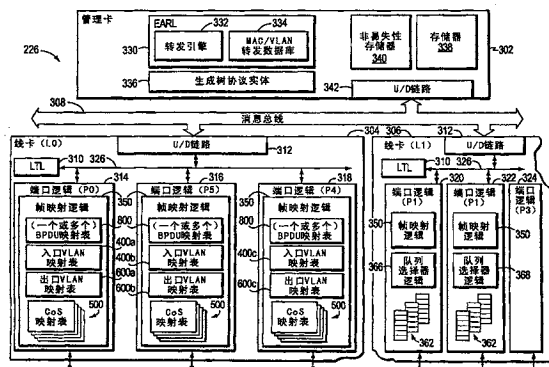
权利要求书 3 页 说明书 17 页 附图 8 页

(54) 发明名称

多层虚拟局域网 (VLAN) 域映射机制

(57) 摘要

一种系统在客户虚拟局域网 (VLAN) 域和提供商 VLAN 域之间映射网络消息。具体地说,中间网络设备的一个或多个端口包括帧映射逻辑,并且还可以包括多个高度灵活的、可编程的映射表。根据本发明,与客户 VLAN 相关联的接收到的帧被映射到提供商 VLAN,该提供商 VLAN 作为帧的客户 VLAN 和在其上接收到帧的具体端口的函数而被选择。帧也可以被映射到提供商 CoS 值,该提供商 CoS 值作为帧的客户 CoS 值、客户 VLAN 和在其上接收到帧的端口的函数而被选择。提供商 VLAN 标号和提供商 CoS 值可以被附加到帧上。提供商域中的转发决定至少部分地基于帧的提供商 VLAN 标号和提供商 CoS 值。



1. 一种在计算机网络内交换网络消息中使用的中间网络设备,其中,所述计算机网络包括相互隔离的一个或多个客户网络和一个或多个提供商网络,在被布署在提供商网络的边缘处并且被耦合到一个或多个客户网络的所述中间网络设备处接收的消息中的至少一些与客户虚拟局域网标号相关联,所述中间网络设备包括:

多个端口,被配置以发送和接收网络消息;

帧映射逻辑,被配置以处理在所述端口处接收的网络消息;和

入口虚拟局域网映射数据结构,所述入口虚拟局域网映射数据结构可由所述帧映射逻辑访问,并且被配置以将多个客户虚拟局域网标号映射到对应的提供商虚拟局域网标号,其中

所述帧映射逻辑基于被接收的网络消息的客户虚拟局域网标号和在其上接收所述消息的所述端口,访问所述入口虚拟局域网映射数据结构,并且将所述消息与所述提供商虚拟局域网标号相关联,从而使得所述消息包括客户和提供商虚拟局域网标号二者,所述客户和提供商虚拟局域网标号分别用在客户网络和提供商网络中。

2. 根据权利要求 1 所述的中间网络设备,其中,所述帧映射逻辑还被配置和安排以从所述中间网络设备的被选择的端口发送对其附有所述提供商虚拟局域网标号的所述接收的网络消息。

3. 根据权利要求 1 所述的中间网络设备,还包括转发引擎,所述转发引擎被配置和安排以对接收的网络消息做出转发决定,其中,所述转发引擎至少部分地基于与接收的网络消息相关联的所述提供商虚拟局域网标号,对所述接收的消息做出转发决定。

4. 根据权利要求 1 所述的中间网络设备,其中,所述接收的网络消息具有格式,并且所述消息的格式遵守电气电子工程师学会 IEEE 802.1Q 规范标准和交换机间链路协议中的一个。

5. 根据权利要求 1 所述的中间网络设备,还包括一个或多个可由所述帧映射逻辑访问的服务代价映射数据结构,每个服务代价映射数据结构由各自的索引值标识,其中

所述入口虚拟局域网映射数据结构还被配置以将多个客户虚拟局域网标号映射到在标识各自的服务代价映射数据结构中使用的对应的索引值,

被接收的网络消息与客户服务代价值相关联,并且

所述帧映射逻辑:(1) 基于接收的网络消息的客户虚拟局域网标号和在其上接收所述消息的端口,访问所述入口虚拟局域网映射数据结构,以便导出用于所述消息的索引值,并且(2) 访问与所述导出的索引值相关联的具体服务代价映射数据结构,以便导出用于与所接收到的网络消息相关联的提供商服务代价值。

6. 根据权利要求 5 所述的中间网络设备,其中,所述帧映射逻辑还被配置和安排以通过将所述提供商服务代价值附加到所述接收的网络消息,将所述提供商服务代价值与所述接收的消息相关联。

7. 根据权利要求 6 所述的中间网络设备,还包括多个传输队列,每个传输队列被配置以在由所述中间网络设备转发之前缓存网络消息,其中,所述网络消息基于所述消息的提供商服务代价值被放置在被选择的传输队列中。

8. 根据权利要求 7 所述的中间网络设备,其中

所述接收的网络消息具有遵守电气电子工程师学会 IEEE 802.1Q 规范标准的格式,并

且包括用户优先级字段和虚拟局域网标识符字段，

所述用户优先级字段携带所述消息的客户服务代价值，并且

所述虚拟局域网标识符字段携带所述消息的客户虚拟局域网标号。

9. 根据权利要求 1 所述的中间网络设备，还包括可由所述帧映射逻辑访问的出口虚拟局域网映射数据结构，所述出口虚拟局域网映射数据结构被配置以将多个通过访问入口虚拟局域网映射数据结构得到的提供商虚拟局域网标号中的每一个分别映射到与被映射的提供商虚拟局域网标号相同或者不同的提供商虚拟局域网标号，其中

在发送网络消息之前，所述帧映射逻辑访问所述出口虚拟局域网映射数据结构，并且通过将访问入口虚拟局域网映射数据结构得到的提供商虚拟局域网标号应用到所述出口虚拟局域网映射数据结构来确定要被包括在所述消息中的提供商虚拟局域网标号。

10. 根据权利要求 5 所述的中间网络设备，还包括可由所述帧映射逻辑访问的出口虚拟局域网映射数据结构，所述出口虚拟局域网映射数据结构被配置以将多个通过访问入口虚拟局域网映射数据结构得到的提供商虚拟局域网标号中的每一个分别映射到与被映射的提供商虚拟局域网标号相同或者不同的提供商虚拟局域网标号，其中

在发送网络消息之前，所述帧映射逻辑访问所述出口虚拟局域网映射数据结构，并且通过将访问入口虚拟局域网映射数据结构得到的提供商虚拟局域网标号应用到所述出口虚拟局域网映射数据结构来确定要被包括在所述消息中的提供商虚拟局域网标号。

11. 根据权利要求 10 所述的中间网络设备，其中，每个端口以分别配置的入口虚拟局域网映射数据结构、分别配置的一组服务代价映射数据结构和分别配置的出口虚拟局域网映射数据结构来配置。

12. 根据权利要求 11 所述的中间网络设备，其中，所述入口虚拟局域网映射数据结构、所述服务代价映射数据结构和所述出口虚拟局域网映射数据结构每个被配置为可单独编程的表。

13. 一种在具有多个用于发送和接收网络消息的端口的中间网络设备中用于将从客户域接收的网络消息映射到提供商域的方法，所述方法包括如下步骤：

在给定的端口处从所述客户域接收网络消息，所述网络消息与客户虚拟局域网标号相关联；

基于所述消息的客户虚拟局域网标号和在其上接收所述消息的所述给定的端口，获得提供商虚拟局域网标号；以及

通过将所述提供商虚拟局域网标号附加到所述网络消息，从而将所述网络消息与所述提供商虚拟局域网标号相关联，使得所述网络消息包括所述客户和提供商虚拟局域网标号二者，其中所述客户和提供商虚拟局域网标号分别用在客户域和提供商域中。

14. 根据权利要求 13 所述的方法，还包括如下步骤：编程至少一个数据结构，以包含客户虚拟局域网标号到提供商虚拟局域网标号的映射。

15. 根据权利要求 13 所述的方法，还包括如下步骤：从被选择的端口发送对其附加有所述提供商虚拟局域网标号的从所述客户域接收的所述网络消息。

16. 根据权利要求 13 所述的方法，其中，所述接收的网络消息还与客户服务代价值相关联，所述方法还包括如下步骤：

基于所述消息的客户服务代价值、所述消息的客户虚拟局域网标号和在其上接收所述

消息的所述给定的端口,获得提供商服务代价值;以及

将所述网络消息与所述获得的提供商服务代价值相关联。

17. 根据权利要求 16 所述的方法,其中,将所述网络消息与所获得的提供商服务代价值相关联的步骤包括如下步骤:将所述提供商服务代价值附加到所述网络消息上。

18. 一种在计算机网络内转发消息中使用的中间网络设备,其中,所述计算机网络包括相互隔离的一个或多个客户网络和一个或多个提供商网络,在被布署在提供商网络的边缘处并且被耦合到一个或多个客户网络的所述中间网络设备接收到的网络消息中的至少一些与客户虚拟局域网标号 and 客户服务代价值相关联,所述中间网络设备包括:

多个端口,被配置以发送和接收所述网络消息;

用于基于在给定的端口上接收的网络消息的客户虚拟局域网标号 and 在其上接收所述消息的所述给定的端口,获得提供商虚拟局域网标号的装置;

用于基于所述接收的网络消息的客户虚拟局域网标号、在其上接收所述消息的所述给定的端口和所述接收的消息的客户服务代价值,获得提供商服务代价值的装置;和

用于通过将所述提供商虚拟局域网标号 and 所述提供商服务代价值附加到所述被接收到的消息,从而将所述提供商虚拟局域网标号 and 所述提供商服务代价值与所述网络消息相关联,使得所述网络消息包括所述客户和提供商虚拟局域网标号以及所述客户和提供商服务代价值的装置,其中所述客户虚拟局域网标号 and 所述客户服务代价值将在所述计算机网络的客户网络中被使用,而所述提供商虚拟局域网标号 and 所述提供商服务代价值将在所述计算机网络的提供商网络中被使用。

多层虚拟局域网 (VLAN) 域映射机制

技术领域

[0001] 本发明涉及计算机网络,更具体地说,涉及已被分段为多个虚拟局域网 (VLAN) 的计算机网络。

背景技术

[0002] 计算机网络一般包括多个互连的实体。实体可以由诸如服务器和终端站之类的“源发 (source)” (即发送) 或“吸收 (sink)” (即接收) 数据帧的任何网络设备组成。一种常见的计算机网络是局域网 (“LAN”), 它一般指单个建筑或者校园中的私有网络。LAN 一般应用诸如以太网、FDDI 或令牌环之类的数据通信协议 (LAN 标准), 该数据通信协议定义由通信体系结构 (即协议栈) 的数据链路层和物理层执行的功能。

[0003] 常常使用一个或多个中间网络设备来将 LAN 耦合到一起, 并且允许相应的实体交换信息。例如, 可以使用网桥在两个或多个 LAN 或者终端站之间提供“桥接”功能。一般来说, 网桥是一个计算机, 包括被耦合到 LAN 或终端站的多个端口。用于将网桥相互耦合的端口一般称为干线端口 (trunk port), 而用于将网桥耦合到 LAN 或终端站的端口一般称为接入端口。桥接功能包括在源端口处接收来自发送实体的数据, 并且将该数据传递到至少一个目的地端口, 以转发给接收实体。

[0004] 虽然网桥可以在通信协议栈的各个级别运行, 但是它们一般在第 2 层 (L2) 运行, 该层在 OSI 参考模型中被称为数据链路层, 并且包括逻辑链路控制 (LLC) 子层和媒体访问控制 (MAC) 子层。在数据链路层的数据帧一般包括头部, 头部包含称作源地址的源发消息的实体的 MAC 地址, 以及称作目的地地址的消息被发往的实体的 MAC 地址。为了执行桥接功能, L2 网桥检查在源端口上接收到的每个数据帧的 MAC 目的地地址。然后该帧被切换到与该 MAC 目的地地址相关联的 (一个或多个) 目的地端口上。

[0005] 通常称作路由器的其他设备可以在更高的通信层上运行, 例如 OSI 参考模型的第 3 层 (L3), 它在传输控制协议 / 因特网协议 (TCP/IP) 网络中对应于因特网协议 (IP) 层。在 IP 层的分组也包括包含有 IP 源地址和 IP 目的地地址的头部。路由器或 L3 交换机可以将接收到的数据帧从 LAN 标准 (例如, 以太网) 重组或转变到另一种标准 (例如, 令牌环)。因此, L3 设备常常被用于互连不相似的子网。

[0006] 虚拟局域网

[0007] 诸如 LAN 之类的计算机网络也可以被分为一系列逻辑网络段。例如, 1995 年 2 月 28 日授权给 Ross 的美国专利 No. 5, 394, 402 (“’ 402 专利”) 公开了用于将网桥的任何端口与任何具体分出的网络组相关联的安排, 该专利通过全文引用结合于此。具体地说, 根据 ’ 402 专利, 通过使用将端口与具体虚拟局域网 (VLAN) 标号 (designation) 虚拟地关联起来的 VLAN 安排, 可以将具体网桥的任何数目的物理端口与网桥中的任何数目的组相关联。更具体地说, Ross 公开了一种网桥或集线器, 其将 VLAN 标号与至少一个本地端口相关联, 并且进一步将那些 VLAN 标号与从已被分配了 VLAN 标号的任何端口发送来的消息相关联。

[0008] 用于每个端口的 VLAN 标号被存储在集线器的存储器部分,使得集线器每次在本地端口上接收到消息时,该端口的 VLAN 标号就与消息相关联。利用流处理元件实现关联,所述流处理元件基于在其上发起消息的本地端口,在存储器部分中查找 VLAN 标号。除了'402 专利之外,电气电子工程师学会 (IEEE) 已经发布了用于虚拟桥接局域网的标准,标识为 IEEE 802.1Q 规范标准。

[0009] 在许多情形中,希望将多个这种网桥或集线器互连,以便扩展网络中的端口的 VLAN 关联。实际上,Ross 阐明了他的 VLAN 安排的目的是允许具有相同 VLAN 标号的所有网络端口和实体通过将 VLAN 标号与每个消息相关联来交换消息。从而,那些具有相同 VLAN 标号的实体好像它们都是相同 LAN 的一部分一样工作。VLAN 配置的网桥和集线器被特别配置,以防止在具有不同 VLAN 标号的网络的部分之间交换消息,以便保持每个 VLAN 段的边界。诸如路由器之类的在 L2 上运行的中间网络设备可以在不同的 VLAN 段之间中继消息。IEEE 802.1Q 规范标准还要求向网络消息的头部添加 VLAN 标识符 (VID) 字段。可以用与消息的 VLAN 标号相对应的数字值 (0-4095) 来加载 VID 字段。为了管理方便,常常用不同的颜色关联每个 VLAN 标号,例如红、蓝、绿等。

[0010] 图 1 是遵守 IEEE 802.1Q 规范标准的数据链路 (例如,以太网) 帧 100 的局部框图。帧 100 包括头部 102、数据字段 104 和帧校验序列 (FCS) 字段 106。头部 102 包括 MAC 目的地地址 (DA) 字段 108、MAC 源地址 (SA) 字段 110 和指定数据字段 104 大小的长度 / 类型字段 111。根据 802.1Q 规范标准,头部 102 还包括位置紧随 DA 和 SA 字段 108、110 之后的标签头部 112。

[0011] 标签头部 112 包括将帧标识为 IEEE 802.1Q 类型帧的标签协议标识符 (TPID) 字段 114,以及标签控制信息字段 116,标签控制信息字段 116 依次包括多个子字段,包括用户优先级字段 118、规范格式指示符 (CFI) 字段 120 和虚拟局域网标识符 (VID) 字段 122。CFI 字段指示 VID 字段 122 的位顺序是规范的还是非规范的。VID 字段 122 用来指定帧的虚拟局域网 (VLAN) 标号。

[0012] 用户优先级

[0013] 用户优先级字段 118 准许网络实体选择要被施加到帧 100 上的期望的优先级。具体地说,称作 802.1p 规范标准的 IEEE 附录定义了 8 个可能的用户优先级值 (0-7),每个值与特定的流量类型相关联。如 802.1p 规范标准所指定的,建议的用户优先级值和它们的对应流量类型如下所示。

[0014]	<u>用户优先级值</u>	<u>流量类型</u>	<u>描述</u>
[0015]	1	后台大量	传输
[0016]	2	多余 / 保留	n/a
[0017]	0	最佳努力当	前 LAN 流量
[0018]	3	极大努力	最佳努力类型的服务 (例
[0019]			如对组织的最重要客户)
[0020]	<u>用户优先级值</u>	<u>流量类型</u>	<u>描述</u>
[0021]	4	受控负载	重要商务应用
[0022]	5	视频 (< 100 毫秒延迟和抖动)	最小抖动
[0023]	6	声音 (< 10 毫秒延迟和抖动)	通过 LAN 的单向传输

[0024]	7	网络控制	以“必须到达那里”需求
[0025]			为特征来维护并支持网络
[0026]			基础设施

[0027] 中间网络设备可以具有每端口多个传输队列,并且依据 802.1p 规范标准,可以基于帧的用户优先级值,将帧分配给目的地端口的不同队列。例如,将用户优先级为“0”的帧放置到级别“0”队列(例如,非加快流量),而将用户优先级为“3”的帧放置到级别“3”队列中。此外,存储在较高级别队列(例如,级别 3/极大努力)中的帧优选地在存储在较低级别队列(例如,级别 1/后台)中的帧之前被转发。这通常称作优先级排队。从而,通过将用户优先级字段 118 的内容设置为具体的值,网络实体可以影响帧通过网络的速度。

[0028] 如果一个具体的中间网络设备具有每个端口少于 8 个的队列,则可以将几种 IEEE 流量类型合并。例如,如果只出现 3 个队列,则队列 1 可以容纳最佳努力、极大努力和后台流量类型,队列 2 可以容纳受控负载和视频流量类型,并且队列 3 可以容纳声音和网络控制流量类型。IEEE 802.1p 规范标准也认可中间网络设备可以重新生成接收到的帧的用户优先级值。即,中间网络设备可以转发具有与当接收到帧时该帧具有的用户优先级值不同的用户优先级值(仍旧在范围 0-7 中)的帧。不过,标准推荐保留优先级值不变。

[0029] 城域网 (MAN)

[0030] 在许多实例中,利用点到点链路、微波收发机、卫星连接等可以将多个 LAN 和 / 或终端站互连,以形成可以跨越数个城区、整个城市和 / 或例如旧金山湾区域的整个城市区域的城域网 (MAN)。MAN 一般互连位于物理上彼此远离但仍在城市区域中的各个校园和 / 或建筑中的多个 LAN 和 / 或终端站。传统的 MAN 一般依赖于采用在现有公共交换电话网 (PSTN) 的同步光网络 (SONET) 上运行的异步传输模式 (ATM) 的网络装备。由于大多数 LAN 利用以太网标准,所以在一个 LAN 处创建的网络消息或帧必须从以太网格式转变成 ATM 信元,以在 SONET 链路上发送。ATM 信元然后必须被转变回以太网格式,以传递到目的地 LAN 或终端站。这种将每个网络消息从以太网转变到 ATM,并且再转变回去的需求要求 MAN 包括昂贵的连网装备。MAN 提供商也不得不租借或者以其他方式获得对 SONET 链路的接入。结果,建立和运行 MAN 可能是昂贵的。

[0031] 另外,希望将许多不同的网络连接到 MAN。然而,这些不同的网络中的至少某些可能仍然使用完全相同的 VLAN 标号来标识它们的流量。一旦这种流量进入 MAN,则难以确定该流量是从哪个具体网络发起的。这可能导致由 MAN 产生的转发错误。

发明内容

[0032] 简要地说,本发明涉及用于在客户虚拟局域网 (VLAN) 域和提供商 VLAN 域之间映射网络消息的系统和方法。更具体地说,诸如网桥之类的中间网络设备具有多个端口,用于在计算机网络中交换诸如帧之类的网络消息。计算机网络可以包括相互隔离的一个或多个客户网络和一个或多个提供商网络。此外,网桥可以被布置在提供商网络的边缘处,并且被耦合到多个客户网络。根据本发明,网桥的端口被特定地配置以运行为客户边界端口(耦合到客户网络)或者提供商端口(提供到提供商网络的其他部分的连通性)。在客户边界端口处,从客户网络接收已经具有 VLAN 标号(在这里称作帧的客户 VLAN 标号)的帧。在客户边界端口上接收到的帧还可以包括指定期望的服务对待水平的服务代价 (CoS) 字段(这

里称作帧的客户 CoS 值)。

[0033] 根据本发明,网桥基于在其上接收到帧的具体端口和它的客户 VLAN 标号,选择提供商或者传送 VLAN 标号,以与从客户网络接收到的每个帧相关联。网桥也可以基于在其上接收到帧的具体端口、帧的客户 VLAN 标号以及它的客户 CoS 值,选择提供商 CoS 值,以与帧相关联。在示例性实施例中,所选择的提供商 VLAN 标号和提供商 CoS 值被附加到接收到的帧上,接收的客户帧保持不变。然后,通过提供商网络传送新的帧。在提供商网络中的其他中间网络设备在做出转发决定中利用帧的提供商 VLAN 标号和提供商 CoS 值。在将帧传输出提供商网络之前,可以将帧的提供商 VLAN 标号和提供商 CoS 值剥离。

[0034] 在示例性实施例中,提供商网络的网桥被配置以包括帧映射逻辑,以及在选择或者导出提供商 VLAN 标号和提供商 CoS 值中使用的一个或多个高度灵活的映射表,以与从客户网络接收到的帧相关联。具体地说,每个网桥都包括一个或多个入口 VLAN 映射表,一个或多个出口 VLAN 映射表,一个或多个 CoS 映射表和一个或多个网桥协议数据单元 (BPDU) 分类 / 转换表。在优选的实施例中,每个端口具有其自己的一组这样的表。一旦在给定的端口上从客户网络接收到帧,网桥就使用给定的边界端口和帧的客户 VLAN 标号(如果存在的话),对入口 VLAN 映射表执行查找,来选择适当的提供商 VLAN 标号以与帧相关联,并且标识适当的 CoS 映射表。然后,网桥使用帧的客户 CoS 值,对标识出的 CoS 映射表执行查找,来选择适当的提供商 CoS 值以与帧相关联。包括提供商 VLAN 标号和提供商 CoS 值的帧可以被传递到转发引擎,转发引擎标识要从其传输帧的一个或多个出站 (outbound) 端口。帧从标识出的出站端口的传输至少部分依赖于帧的提供商 VLAN 标号,其可以被用作到出口 VLAN 映射表的索引。此外,出口 VLAN 映射表可以被用来修改正在提供商网络中传送的帧,以及正退出提供商网络的帧。例如,出口 VLAN 映射表可以用来确定是否要将附加到帧的提供商 VLAN 标号与帧一起传输。

[0035] 网桥也可以包括或者能够访问某些资源或服务,例如,优先级队列、过滤器设置、队列选择策略、拥塞控制算法、高速链路等,以在转发网络消息中使用。可以基于帧的提供商 CoS 值,选择具体的(一个和多个)资源以在转发帧中使用。

附图说明

[0036] 下面参考附图描述本发明,其中:

[0037] 图 1(先前讨论的)是现有技术的帧的框图;

[0038] 图 2 是计算机网络的高度简化的图;

[0039] 图 3 是图 2 的计算机网络的中间网络设备的高度简化的局部功能图;

[0040] 图 4、图 5、图 6 和图 8 是图 3 的设备所使用的映射表的高度简化的示图;以及

[0041] 图 7 是根据本发明的网络消息的高度简化的局部框图。

具体实施方式

[0042] 图 2 是计算机网络 200 的高度简化的示图。计算机网络 200 包括城域网 (MAN) 202 和多个客户网络,例如客户网络 204-214。也被称作提供商网络的 MAN 202 除了其他服务之外还提供到客户网络 204-214 的互连服务。在示例性实施例中,每个客户网络 202-214 包括多个诸如个人计算机、工作站、服务器之类的实体或主机,它们都在大体相同的位置,并

且互连形成一个或多个局域网 (LAN),使得实体可以相互源发或吸收数据帧。如这里所使用的,术语“大体相同的位置”是指在单个校园或者在粗略的单个城区的区域中的单个建筑或多个建筑。可以通过一个或多个诸如在通信栈的第 2 层 (L2) 运行的交换机或网桥之类的客户操作的中间网络设备,将客户网络 204-214 的 LAN 互连。

[0043] 客户网络 204-214 一般属于不同的组织,例如组织 A、组织 B 和组织 C。具体地说,组织 A 包括客户网络 204(A1)、210(A2) 和 214(A3)。组织 B 包括客户网络 206(B1) 和 212(B2)。组织 C 包括客户网络 208(C1)。优选地,通过多个链路(例如链路 216-223)将每个客户网络 204-214 耦合到 MAN 202。如上所述,客户从 MAN 202 获得诸如互连服务之类的各种服务,使得第一客户网络(例如,客户网络 204(A1))的实体可以与另一个客户网络(例如,客户网络 214(A3))的实体通信。其他服务包括向客户提供到其他网络的接入,例如将客户与一个或多个因特网服务提供商 (ISP) 互连,并且创建允许不同的客户相互通信的外联网 (extranet)。

[0044] 本领域的普通技术人员将认识到也可以以其他方式使用本发明。

[0045] 客户网络中的至少一些可以被组织到各自的客户网络管理员所选择的多个虚拟局域网 (VLAN) 段中。即,可以用 VLAN 标号给诸如帧之类的穿过每个客户网络的网络消息加标签。可以根据 IEEE 802.1Q 规范标准(通过全文引用结合于此)和/或根据来自 Cisco Systems 公司的交换机间链路 (ISL) 协议(如共同拥有的美国专利 No. 5,742,604 所描述的,其也通过全文引用结合于此),给帧加标签。

[0046] MAN 202 包括多个互连的中间网络设备,例如网桥或交换机 226-232。具体地说,可以通过多个提供商链路 234-240 将交换机 226-232 互连。此外,诸如交换机 226 之类的每个交换机包括多个用于接收和转发消息的端口 302。可以分别地标识每个交换机的端口 302,例如端口 0(P0)、端口 1(P1)、端口 2(P2) 等。根据本发明,提供商交换机的被耦合到客户网络的那些端口 302(例如,被耦合到客户网络 204、208 和 206 的交换机 226 处的端口 P0、P3、P4 和 P5) 被称作“客户边界端口”,而被耦合到 MAN 202 中的其他设备的端口(例如被耦合到设备 228 和 232 的端口 P1 和 P2) 优选地被称作“提供商端口”。

[0047] 图 2 的计算机网络 200 仅仅是为了说明的目的,并不是要限制本发明。实际上,计算机网络 200 通常将包括更多的客户网络(也许数以千计)和其他的 MAN。

[0048] 图 3 是诸如交换机 226 之类的 MAN 202 的交换机的局部功能图。交换机 226 优选地包括管理卡 (supervisor card) 302 和多个线卡 (line card) 或模块 304 和 306(例如,线卡 0 和 1)。管理卡 302 和线卡 304 和 306 通过高速消息总线 308 互连。此外,每个线卡 304 和 306 具有本地目标逻辑 (LTL) 存储器 310、上行/下行链路 (U/D 链路) 接口电路 312 和多个端口逻辑电路,例如在线卡 304 处的端口逻辑电路 314、316 和 318,以及在线卡 306 处的端口逻辑电路 320、322 和 324。每个端口逻辑电路定义或者建立物理端口 302(图 2),用于向计算机网络 200(图 2) 发送网络消息和从计算机网络 200 接收网络消息。每个线卡 304 和 306 可以包括其他组件,例如微处理器、存储器等。每个线卡的端口逻辑电路通过布置在各自的线卡上的本地总线 326 相互互连,并且与 LTL 310 和 U/D 链路 312 互连。

[0049] 端口逻辑电路 314(P0)、316(P5)、318(P4) 和 324(P3) 可以对应于在交换机 226 处配置的客户边界端口,端口逻辑电路 320(P1) 和 322(P2) 可以对应于在交换机 226 处配置的提供商端口。

[0050] 管理卡 302 被配置并被编程,以执行所选择的交换机范围 (switch-wide) 功能,例如,参与并计算至少 MAN 202 的 (一个或多个) 活动拓扑,以及为穿过多于一个线卡的网络消息做出转发决定。为了提供这种转发决定,管理卡 302 优选地包括编码地址识别逻辑 (EARL) 电路 330,EARL 电路 330 执行线卡 304 和 306 的端口 P 之间的所有转发决定。为此,EARL 电路 330 包含被配置以产生唯一目的地端口索引值的至少一个媒体访问控制 (MAC)/VLAN 转发数据库 334 和转发引擎 332。布置在线卡 304 和 306 上的 LTL 310 实现“本地”转发决定,即,在相同线卡的端口之间的转发决定。

[0051] 管理卡 302 还包括生成树协议 (spanning tree protocol, STP) 实体 336,STP 实体 336 在计算至少 MAN 202 中的一个或多个活动拓扑中进行协作。管理卡 302 还可以包括或者可以访问用于存储包括 STP 参数在内的配置和其他参数的主存储器 338 和非易失性存储器 340。在管理卡 302 处的 U/D 链路 342 提供到消息总线 308 的连通性。

[0052] 高速消息总线 308 优选地是用来对在插入交换机 226 的各种卡 302、304 和 306 之间的数据传输进行控制的交换矩阵。每个线卡的 U/D 链路 312 基本上在本地总线 326 与消息总线 308 之间进行接口。可以在由相应的 U/D 链路 312 驱动的各自的本地总线 326 上接收对各种 LTL 存储器 310 的输入。交换机 226 还包括公共总线 (未示出),该公共总线类似地将线卡 304 和 306 与管理卡 302 互连,以支持在卡 302、304 和 306 之间的带外 (out-of-band) 通信。

[0053] 应当理解,管理卡 302 可以包括其他组件,例如用于运行各种协议的 (一个或多个) 网络管理处理器、它自己的端口逻辑电路 (P)、本地目标逻辑 (LTL) 存储器和本地总线。

[0054] 与本发明一起使用的合适的中间网络设备平台包括来自 San Jose, California 的 Cisco Systems 公司的可购买到的 Catalyst 4000 和 6000 系列交换机。

[0055] 根据本发明,每个端口优选地包括用于处理在各自的端口处接收到的帧的帧映射逻辑 350。具体地说,如果被使能,则帧映射逻辑 350 选择提供商 VLAN 标号和提供商 CoS 值,以与在各自的客户边界端口处接收到的每个帧相关联。每个帧映射逻辑 350 包括或者以其他方式可以访问入口 VLAN 映射表 400 和多个 CoS 映射表 500,以在导出要被关联到接收到的帧上的适当的提供商 VLAN 标号和适当的提供商 CoS 值中使用。在优选的实施例中,在每个端口逻辑电路 314、316、318、320、322 和 324 处提供分别的入口 VLAN 映射表 400 和相同的或者分别的一组 CoS 映射表 500。例如,在端口 P0 处的帧映射逻辑 350 可以包括入口 VLAN 映射表 400a,在端口 P5 处的帧映射逻辑 350 可以包括入口 VLAN 映射表 400b,等等。

[0056] 每个帧映射逻辑 350 还包括出口 VLAN 映射表 600 和一个或多个网桥协议数据单元 (BPDU) 映射表 800。如入口 VLAN 映射表 400a-c 一样,每个端口优选地配置有不同的出口 VLAN 映射表 600。

[0057] 另外,包括充当提供商端口的那些端口 (例如,端口 P1 和 P2) 在内的每个端口还可以包括多个传输队列,这些传输队列总地用端口 P1 处的标号 362 和端口 P2 处的标号 364 指定。包括提供商端口 P1 和 P2 在内的每个端口还可以包括被可操作地耦合到各自的传输队列 362 和 364 上的队列选择器逻辑 366 和 368。如这里所述的,每个单独的传输队列被配置来缓冲网络消息或帧,以通过各自的端口转发。具体队列的选择依赖于帧的 CoS 值;具体地说,它的提供商 CoS 值。例如,可能存在用于每个 CoS 值的分别的传输队列,或者与多个 CoS 值相关联的帧可以被放置到相同的队列中。队列选择器逻辑 366 和 368 也可以被

配置或被编程,以实现已知的拥塞避免策略或算法,例如加权公平队列(WFQ)、随机早检测(RED)加权随机早检测(WRED)等。

[0058] 在优选的实施例中,通过被配置来产生序列逻辑电路和协作状态机的组合逻辑和多个寄存器,在硬件中实现帧映射逻辑 350,例如除了其他设备之外,通过一个或多个专门设计的专用集成电路(ASIC),或者现场可编程门阵列(FPGA)和/或内容可寻址存储器(CAM)。或者,可以通过含有与这里描述的方法相关的程序指令的一个或多个软件模块或库来实现帧映射逻辑 350,这些程序指令可由一个或多个处理元件执行,处理元件例如是布置在端口或线卡处的微处理器,或者布置在管理卡处的网络处理器。可以在任何计算机可读介质上存储和/或执行软件模块或库。然而,本领域的技术人员将认识到可以利用包括固件在内的各种软件和硬件的组合来实现本发明。

[0059] 应当理解,线卡 304 和 306 和/或端口逻辑电路 314-324 可以包括其他组件。例如,每个端口逻辑电路 314-324 优选地包括颜色阻塞逻辑电路(Color Blocking Logic circuit)(未示出),如名为“Color Blocking Logic Mechanism for High-Performance Switch”的共有美国专利 No. 5,764,636 中所描述的,其通过全文引用结合于此。每个端口还可以具有用于存储要在消息总线 308 上发送的消息的多个队列或缓冲器,以及在这些缓冲器之间进行选择的队列选择器。

[0060] 还应当理解,每个端口优选地包括所描述的所有功能。然而,依赖于端口的功能或角色,可以通过管理动作将诸如导出提供商 VLAN 和提供商 CoS 值之类的某些功能禁用。

[0061] 图 4 是在交换机 226 的端口 P4 处配置的入口 VLAN 映射表 400c 的高度简化的示意图。表 400c 优选地至少逻辑地组织为这样的表或阵列:该表或阵列具有多个列和行,它们的交叉点定义用于存储信息的记录或单元。具体地说,表 400c 具有客户 VLAN 列 402、提供商 VLAN 列 404、CoS 表索引列 406、移除客户 VLAN 列 408 和 BPDU 列 410,以及多个行 412a-h。对于每行,在列 402 的单元中存储有客户 VLAN 标号,在提供商 VLAN 列 404 的单元中存储有提供商 VLAN 标号,在列 406 中存储有 CoS 表索引值,在移除客户 VLAN 列 408 中存储有标志,并且在 BPDU 列 410 中存储有标志。通过填充表 400 的行 406a-h,网络管理员可以将一个或多个客户 VLAN 标号关联或映射到所选择的或期望的提供商 VLAN 标号、CoS 表索引、移除客户 VLAN 标志和 BPDU 标志。此外,因为每个端口优选地具有它自己的入口 VLAN 映射表 400,所以在给定的交换机中,从而在不同的交换机之间,可以逐端口地改变客户 VLAN 标号到提供商 VLAN 标号、CoS 表索引、移除客户 VLAN 标志和 BPDU 标志的关联。即,在端口 P4 处的入口 VLAN 映射表 400c 可以具有第一组映射,而在端口 P0 处的入口 VLAN 映射表 400a 可以具有与第一组不同的第二组映射。

[0062] 入口 VLAN 映射表 400c(该表控制提供商 VLAN 的关联,并标识对于在端口 P4 处接收到的帧的合适的 CoS 映射表)例如将接收到的用客户 VLAN 标号“10”加标签的帧映射到提供商标号“16”,并将接收到的用客户 VLAN 标号“11”或“12”加标签的帧映射到提供商 VLAN 标号“10”。用客户 VLAN 标号“20”、“21”或“22”加标签的进入帧都与提供商标号“11”相关联。如行 406g 和 406h 中所示,没有用 VLAN 标号加标签的进入帧(例如,传统的以太网帧)以及用除了行 406a-f 中所示的之外的任何客户 VLAN 标号加标签的进入帧与提供商 VLAN 标号“12”相关联。此外,用客户 VLAN “10”加标签的进入帧被映射到与索引“2”相对应的 CoS 映射表,用客户 VLAN “11”加标签的帧被映射到与索引“1”相对应的 CoS 映

射表,等等。

[0063] “加标签的帧”指诸如帧 100(图 1)之类的具有标签头部 112,并且在 VID 122 字段中带有 VLAN 标号的网络消息。或者,加标签的帧可以对应于来自 Cisco Systems 公司的 ISL 帧格式。

[0064] 如图所示,利用本发明,依赖于已被用以对接收到的消息加标签的客户 VLAN 标号,可以将不同的提供商 VLAN 标号与在给定的提供商边界端口处接收到的不同的网络消息相关联。此外,可以将多个客户 VLAN 标号(例如,客户 VLAN 标号“11”和“12”)与相同的提供商 VLAN 标号(例如,提供商标号 10)相关联。同时,在被耦合到客户网络 204(A1)的端口 P5 处,客户 VLAN 标号“10”、“11”和“12”可以都被映射到提供商 VLAN 标号“32”。

[0065] 图 5 是在交换机 226 的端口 P4 处配置的具有索引值“7”的入口 CoS 映射表 500c 的高度简化的示图。表 500c 优选地至少逻辑地组织为这样的表或阵列:该表或阵列具有多个列和行,它们的交叉点定义用于存储信息的记录或单元。具体地说,表 500c 具有客户 CoS 值列 502、提供商 CoS 值列 506 和多个行 506a-h。基于接收到的帧在它的用户优先级字段 118(图 1)中记载的 CoS 值,表 500c 的每行将接收到的帧映射到提供商 CoS 值。通过在入口 VLAN 映射表 400 的列 406 中指定的索引,来标识被选择用于导出提供商 CoS 值的具体 CoS 表 500。通过填充行 506a-h,网络管理员可以将各种客户 CoS 值关联或映射到所选择的或期望的提供商 CoS 值。此外,因为每个端口优选地具有它自己的客户 VLAN 到 CoS 表索引的映射,所以在 MAN 202 中,可以逐端口地改变客户 CoS 值到提供商 CoS 值的关联。

[0066] 图 6 是在交换机 226 的端口 P2 处配置的出口 VLAN 映射表 600d 的高度简化的示图。表 600d 优选地至少逻辑地组织为这样的表或阵列:该表或阵列具有多个列和行,并且它们的交叉点定义用于存储信息的记录或单元。具体地说,表 600d 具有提供商 VLAN 列 602、添加 VLAN 列 604、提供商 VLAN 列 606、CoS 表索引列 608,以及多个行 610a-g。在每行中,有在对应于列 602 的单元中的提供商 VLAN、在对应于列 604 的单元中的添加 VLAN 标志,以及在对应于列 608 的单元中的 CoS 表索引值。依赖于在添加 VLAN 列 604 中的标志设置,在对应于提供商 VLAN 列 606 的单元中也可以存在具体的 VLAN 标号。图 6 基本上图示了用于由原始 VLAN 为“15”的干线端口使用的出口映射表。

[0067] 应当理解,表 400c、500c 和 600d 的内容都仅仅是示意目的,并且在操作中,依赖于要由各自的端口执行的功能,表可以被不同地编程。也可以不同地修改和/或标注或描述表的内容。例如,对于面向提供商网络的一部分而不是客户网络的端口,假设表 400 已在这种端口上被使能,则入口 VLAN 映射表 400 的客户 VLAN 列 402 应被更准确地称为帧(或提供商)VLAN 列。提供商网络中的帧可以不再具有客户 VLAN。此外,对于面向客户网络而不是提供商网络的端口,则出口 VLAN 映射表 600 的提供商 VLAN 列 606 应被更准确地称为客户 VLAN,因为它是通过这样的端口被添加到帧上的客户 VLAN(假设各自的添加 VLAN 单元被设置了)。本领域的技术人员将认识到可以做出其他改变或修改。

[0068] 本发明的操作

[0069] 假设布置在客户网络 206(B1)中的网络实体生成要被传递到布置在客户网络 212(B2)中的网络实体的网络消息,其中客户网络 206(B1)和 212(B2)都对应于组织 B。源实体优选地将消息封装到一个或多个未加标签的以太网帧中。在该帧的 DA 字段中,客户网络 206 中的源实体加载客户网络 212 中的目标实体的 MAC 地址。在该帧的 SA 字段中,源实

体加载它自己的 MAC 地址。在客户网络 206 中,通常由接收帧的第一交换机或网桥用客户 VLAN 标号给以太网帧加标签。可以根据来自 CiscoSystem 公司的 ISL 帧格式或者根据 IEEE 802.1Q 规范标准格式,或者根据某些其他 VLAN 帧格式,给帧加标签。假设通过在如图 1 所示的源地址字段 110 之后插入标签头部 112 来根据 IEEE 802.1Q 规范标准给以太网帧加标签。具体地说,首先接收帧的客户网络 206 中的网桥或交换机将例如“20”的 VLAN 标号加载到 VID 字段 122 中。客户网络 206 中的网桥或交换机也可以将例如“3”的 CoS 值加载到帧的用户优先级字段 118 中。应当理解,一般作为一个具体端口的函数来单独确定由网桥或交换机所选择的 VLAN 标号(即,VLAN 标号“20”),该具体端口是在其上从源实体接收到未加标签的帧的端口。

[0070] 根据本发明,该 VLAN 标号和 CoS 值是“客户”VLAN 标号和“客户”CoS 值。

[0071] 然后,用 VLAN 加标签的帧被路由通过客户网络 206,并且转发到在客户网络 206 和 212 之间提供连通性的 MAN 202。应当理解,依赖于配置客户网络 206 中的链路的方式,在加标签的帧穿过客户网络 206 时,可以一次或多次将它从 IEEE 802.1Q 格式转变到 ISL 格式。

[0072] 假设用 VLAN 加标签的帧在 MAN 202 中的交换机 226 的客户边界端口 P4 处被接收。用 VLAN 加标签的帧被端口 P4 的端口逻辑电路 318 捕捉。根据本发明,帧映射逻辑 350 首先确定是否用客户 VLAN 给帧加了标签。如果没有,则帧映射逻辑优选地访问默认帧 VLAN 表(未示出),来导出用于该帧的默认“客户”VLAN 和默认“客户”CoS 值。然后,帧映射逻辑 350 从 VID 字段 122 提取帧的客户 VLAN 标号(即,“20”)(或者在未加标签的帧的情形中,导出的默认“客户”VLAN)。帧映射逻辑 350 还从用户优先级字段 118 提取帧的客户 CoS 值(即,“3”)(或者导出的默认“客户”CoS 值)。基于所提取的客户 VLAN 标号,帧映射逻辑导出用于所接收的帧的提供商 VLAN 标号、CoS 表索引值和入口 VLANBPDU 标志状态。为了导出该信息,端口 P4 处的帧映射逻辑 350 优选地使用所提取的客户 VLAN 标号,对它的入口 VLAN 映射表 400c(图 4)进行查找。如入口 VLAN 映射表 400c 的行 412d 所指示的,客户 VLAN “20”映射到提供商 VLAN “11”、CoS 表索引“7”和入口 VLAN BPDU 标志状态“否”。

[0073] 接下来,帧映射逻辑 350 导出要与接收到的帧相关联的适当的提供商 CoS 值。为了导出适当的提供商 CoS 值,帧映射逻辑 350 对由来自匹配的行 412d(图 4)的 CoS 表索引值所标识的具体 CoS 映射表,即对应于索引“7”的 CoS 映射表,也就是表 500c(图 5),执行查找。如入口 CoS 映射表 500c 的行 506d 所指示的,客户 CoS 值“3”映射到提供商 CoS 值“4”。如下所述,然后,帧映射逻辑然后确定所接收的帧是否是 BPDU 消息。

[0074] 假设该帧不对应于 BPDU 消息。端口 P4 处的帧映射逻辑 350 然后将消息驱动到交换机的消息总线 308 上。帧映射逻辑 350 优选地被配置为对包含有所导出的提供商 VLAN、提供商 CoS 值和入口 VLAN BPDU 标志状态的帧生成分别的总线头部,例如数据总线(DBus)头部,而不是用导出的提供商 VLAN 标号和提供商 CoS 值来替换客户 VLAN 标号和客户 CoS 值。可以包括诸如目的地地址之类的其他信息的 Dbus 头部可以被附加到原先接收到的帧 100 上。

[0075] 原始帧 100 和 Dbus 头部然后经由本地总线 326 和 U/D 链路 312 被驱动到交换机的高速消息总线 308 上,以由管理卡 302 接收。在管理卡 302 处,转发引擎 332 优选地利用帧的目的地地址字段 108 的内容和它的提供商 VLAN,来对转发数据库 334 执行查找,以导出

或标识要从其转发帧 600 的（一个或多个）出站端口。转发引擎 332 还可以通过将帧的源地址存储在转发数据库 334 中而获知（learn）它。假设转发引擎 332 确定要从端口 P2 转发帧。转发引擎 332 优选地命令对应于端口 P2 的端口逻辑电路 322 转发帧。转发引擎 332 还将帧和 DBus 头部发送到端口 P2。或者，包括端口 P2 在内的每个端口可以与管理卡 302 同时从消息总线 308 接收帧和 DBus 头部。

[0076] 端口 P2 处的帧映射逻辑 350 访问它的出口 VLAN 表 600d，以确定是否应当在从端口 P2 转发之前，将提供商 VLAN 和提供商 CoS 值附加到帧 100，以及如果应当的话，那些值应当是什么。具体地说，帧映射逻辑 350 使用已与帧相关联的提供商 VLAN（即，VLAN “11”），对它的出口 VLAN 表 600d（图 6）执行查找。提供商 VLAN “11”对应于行 610b，行 610b 在列 604 处指示在转发之前应当将 VLAN 添加到帧。行 610b 的对应于列 606 的单元指定要被附加到帧的具体提供商 VLAN，即 “11”。

[0077] 应当理解，通过包括分别的要被添加的提供商 VLAN 列 606，本发明可以被配置为一旦交换机 226 接收到帧，就通过入口 VLAN 映射表 600，添加不同于与帧 100 相关联的提供商 VLAN 的提供商 VLAN。例如，出口 VLAN 映射表 600d 的行 610e 指示出：与提供商 VLAN “14” 相关联的帧应当仍被端口 P2 转发，其中对其附加了提供商 VLAN “13”。另外，如果将出口 VLAN 映射表 600d 的给定行的添加 VLAN 条目 604 设置为否，则在转发之前，没有提供商 VLAN 要被附加到帧。例如，行 610f 指示与提供商 VLAN “15” 相关联的帧不应当在转发之前具有任何被附加到它们上的提供商 VLAN。

[0078] 出口 VLAN 映射表 600 的每行 610 也可以在与列 608 相对应的单元中标识具体的 CoS 映射表，例如，行 610b 指定 CoS 映射表 “7”。相应地，端口 P2 处的帧映射逻辑 350 访问与索引值 “7” 匹配的 CoS 映射表。帧映射逻辑 350 访问这个具体的 CoS 映射表，并且使用帧的客户 CoS 值（即，“3”）为帧导出相应的提供商 CoS 值。假设由索引值 “7” 标识的出站端口 P2 处的 CoS 映射表将客户 CoS 值 “3” 映射到提供商 CoS 值 “4”。

[0079] 应当理解，依赖于对端口 P2 处的出口表 600 和 CoS 表 500 编程的方式，该提供商 CoS 值可以与通过入站（inbound）端口 P4 与帧关联的提供商 CoS 值相同，或者可以不同。即，由索引值 “7” 标识的端口 P2 处的 CoS 映射表可以包含客户 CoS 值到提供商 CoS 值的与端口 P4 处由索引值 “7” 所标识的 CoS 映射表相同或者不同的映射。

[0080] 图 7 是被附加了提供商 VLAN 和提供商 CoS 值的提供商帧 700 的优选格式的高度简化的框图。提供商帧 700 包括头部 702、数据字段 704 和帧校验序列（FCS）字段 706。头部 702 包括目的地地址（DA）字段 708、源地址字段 710、客户 VLAN 头部字段 712 和长度 / 类型字段 714。头部字段 708、710 和 712 以及数据字段 704 含有与原始接收的帧 100（图 1）的相应字段相同的信息。具体地说，客户 VLAN 头部字段 712 包括客户 TPID 字段 716、客户用户优先级字段 718、客户规范格式指示符（CFI）字段 720 和客户 VLAN ID（客户 VID）字段 722，这些字段含有与原始接收的帧的字段 114、118、120 和 122（图 1）中相同的信息。

[0081] 提供商帧的头部 702 中也包括有提供商 VLAN 头部 724，提供商 VLAN 头部 724 依次包括提供商 TPID 字段 726、提供商用户优先级字段 728、提供商 CFI 字段 730 和提供商 VLAN ID（提供商 VID）字段 732。提供商 VLAN 头部 724 也可以被配置为包括一个或多个标志（未示出）。

[0082] 在转发提供商帧 700 之前，长度 / 类型字段 714 和 FCS 字段 706 中所包含的值通

常被重新计算。

[0083] 在示例性实施例中,提供商 TPID 字段 726 是 16 位,提供商用户优先级字段 728 是 3 位,提供商 CFI 字段 730 是 1 位,并且提供商 VID 字段 732 是 12 位。

[0084] 帧映射逻辑 350 优选地将导出的提供商 CoS 值(即,“4”)加载到提供商用户优先级字段 728 中。提供商 CFI 字段 730 优选地被设置以指示提供商 VID 字段 732 的位顺序是规范的还是非规范的。在提供商 VID 字段 732 中,帧映射逻辑 350 优选加载导出的提供商 VLAN 标号,即“11”。提供商 TPID 字段 726 优选地被设置为与由 IEEE 802.1Q 规范标准所规定的不同的值,以便区分提供商帧和 802.1Q 帧,并且将它标识为提供商帧。

[0085] 应当理解,提供商 VLAN 头部 724 可以采用其他形式和/或可以在其他位置被附加到帧上。例如,可以省略提供商 CFI 字段 730。

[0086] 一旦已经如出站端口 P2 处的出口 VLAN 映射表 600d 的匹配的行 610b 处所要求的生成了提供商帧 700,则提供商帧 700 被缓存在所选择的传输队列 364。基于被输入到帧的提供商用户优先级字段 728 中的提供商 CoS 值(即,“4”),选择具体的传输队列。就是说,基于由出站端口 P2 通过它的出 VLAN 映射表和各自的 CoS 映射表所导出的提供商 CoS 值,选择传输队列。在选择用于缓存提供商帧 602 的合适的传输队列中,如用户优先级字段 118(图 1)中所包含的帧的原始(即,客户)CoS 值优选地不被出站端口 P2 使用。

[0087] 另外,在端口 P2 处的颜色阻塞逻辑确定是否可以从出站端口 P2 转发提供商帧 700。具体地说,颜色阻塞逻辑确定出站端口 P2 是否在对于提供商 VLAN 标号的转发生成树状态中,所述提供商 VLAN 标号是如出站端口 P2 处的出口 VLAN 映射表 600 所确定的那样与帧相关联的提供商 VLAN 标号。这里,帧与提供商 VLAN “11”相关联。假设端口 P2 在对于 VLAN “11”的转发状态中,从而准许从端口 P2 转发提供商帧 700。如果端口在对于 VLAN “11”的阻塞生成树状态中,则颜色阻塞逻辑会阻止从端口 P2 发送提供商帧 700。在确定是否可以从出站端口 P2 转发提供商帧 700 中,如客户 VID 字段 722 中所包含的帧的客户 VLAN 标号优选地被被端口 P2 处的颜色阻塞逻辑电路使用。换句话说,即使端口在对于帧的客户 VID 字段 722 中所包含的 VLAN 标号(即,帧的原始 VLAN 标号)的阻塞生成树状态中,提供商帧也可以从给定的出站端口被转发(只要端口在对于帧的提供商 VLAN 标号的转发状态中)。

[0088] 当提供商帧 700 到达其相应的传输队列的头部,并且队列选择器逻辑 368 激活该传输队列时,提供商帧 700 从交换机 226 的出站端口 P2 被转发。即,提供商帧 700 被驱动到链路 240 上,并且在 MAN 202 的交换机 232 处被接收。因为提供商 VLAN 标号和提供商 CoS 值已经与提供商帧 700 相关联,并且被附加到提供商帧 700,所以交换机 232 不需要重计算或重确定这些值。实际上,交换机 232 这个端口的帧映射逻辑电路可以被禁用。交换机 232 优选地利用如 DA 字段 708 中所包含的帧的目的地地址以及如提供商 VID 字段 732 中所包含的它的提供商 VLAN,以标识交换机 232 要从其传输帧的(一个或多个)出站端口。每个出站端口可以利用如提供商用户优先级字段 728 中所包含的帧的提供商 CoS 值,以确定应当被用来缓存提供商帧 700 的具体传输队列。另外,在每个出站端口处的颜色阻塞逻辑利用如提供商 VID 字段 732 中所包含的帧的提供商 VLAN 标号,结合端口的生成树状态,以确定是否可以从各自的出站端口转发提供商帧 700。

[0089] 这个过程在 MAN 202 中的其他交换机处被重复。

[0090] 在交换机 230 处,转发引擎确定是否应当从耦合到客户网络 212 的端口传输提供

商帧 700。在这种情形中,与客户网络 212 耦合的交换机的出站端口处的出口 VLAN 映射表被编程,以指示在将帧转发到客户网络中之前是否应当将客户 VLAN 附加到帧。出站端口将帧所关联的提供商 VLAN 用作进入出口 VLAN 映射表的索引。例如,如果与匹配的表条目(例如,行 610f)的列 604 相对应的单元被设置为否,则 VLAN 头部不被附加到帧。这一般是其中帧仍具有它自己的原始客户 VLAN 的情形。匹配的表条目仍然可以指定在与列 608 相对应的单元处的 CoS 表索引值。如果这样,则帧映射逻辑 350 使用帧的客户 CoS 值访问这个 CoS 表,导出提供商 CoS 值。在选择用于在传输之前缓存帧的适当的传输队列中,可以利用这个提供商 CoS 值。

[0091] 在确定是否要转发帧中,在交换机 230 的出站端口处的颜色阻塞逻辑利用与帧内部关联的提供商 VLAN。然后,交换机 230 将原始帧 100 传输到客户网络 212(B2) 中。

[0092] 在将帧转发到目的地实体中,客户网络 212 中的中间网络设备使用 VID 字段 122 的客户 VLAN 标号和用户优先级字段 118 的客户 CoS 值。

[0093] 如图所示,本发明的帧映射逻辑 350 基于接收到的帧的客户 VLAN 标号和在其上接收到帧的具体的进站端口,将每个接收到的帧映射到提供商 VLAN 标号。然后,在通过提供商网络(即,MAN 202)转发帧中,优选地利用这个提供商 VLAN 标号。类似地,基于接收到的帧的客户 CoS 值、客户 VLAN 标号和在其上接收到帧的端口,将每个接收到的帧映射到提供商 CoS 值。在提供商网络中,中间网络设备在路由和转发帧中优选地利用所分配的提供商 VLAN 标号和提供商 CoS 值。

[0094] 此外,出口 VLAN 映射表的添加允许客户 VLAN 和客户 CoS 值被导出,并且在将帧转发到客户网络中之前被附加到帧。

[0095] 另外,被附加到帧的提供商 VLAN 标号和 / 或提供商 CoS 可以在提供商网络(即,MAN 202)中的每个(或者至少多于 1 个)中间网络设备处被重新计算。类似地,在 MAN 202 中的每个中间网络设备可以导出不同的提供商 VLAN 和 / 或提供商 CoS,以在内部处理帧中使用,而在转发帧之前仍附加相同的提供商 VLAN 和提供商 CoS 值。布置在 MAN 202 中的每个(或者多于 1 个)中间网络设备可以转发没有任何提供商 VLAN 头部 724 的帧。实际上,在实现不同的映射范例以达到不同的目的和 / 或由 MAN 202 提供不同的服务方面,本发明的表安排给网络管理带来了高度的灵活性。

[0096] 应当理解,也可以将头部 702 转换成其他第 2 层(L2)头部,例如多协议标记交换(MPLS)、虚拟通道(VC)、帧中继等。如果 MAN 202 被划分成多个通过在第 3 层(L3)或更高层处运行的互连组构(fabric)互连的提供商网络(例如,公知的因特网),这可能是有利的。但是,由头部 102 和数据字段 104 组成的客户帧仍旧保持原样。就是说,这些字段将保持不被修改。

[0097] 还应当理解,提供商交换机可以包括被多个端口访问的一个(或者多于 1 个)入口 VLAN 映射表 400、一个(或者多于 1 个)CoS 映射表 500 和一个(或者多于 1 个)出口 VLAN 映射表,而不是在每个端口处具有分别的入口 VLAN 映射表 400、分别的 CoS 映射表 500 和分别的出口 VLAN 映射表 600。在这种情形中,表 400、500 和 600 可以具有为每个端口留出的区。

[0098] 本领域的技术人员将认识到也可以有其他的替换。例如,可以省略 CoS 映射表,并且将它们的信息合并到入口和出口 VLAN 映射表中。

[0099] 另外,也可以在根据其他 VLAN 加标签方案而配置的链路上使用本发明,例如来自 Cisco Systems 公司的交换机间链路 (ISL) 协议。就是说,可以将 VLAN 头部添加到 ISL 格式化的帧上。

[0100] 隧穿客户 BPDU 消息

[0101] 在另一方面中,本发明将配置网桥协议数据单元 (BPDU) 消息不加修改地从客户网络隧穿 (tunnel) 过 MAN 202。在为网络 200 计算单个活动拓扑中,MAN 202 不与各个客户网络 204-214 协作。而是,在 MAN202 中,网桥 226-232 优选地利用多生成树协议 (MSTP) 计算一个或多个分别的活动拓扑,所述多生成树协议 (MSTP) 如 IEEE Draft 802.1s/D13 规范标准中所描述的,其通过全文引用结合于此。由给定的组织的客户网络中的中间网络设备生成的 BPDU 消息优选地被隧穿通过 MAN 202,并且传递到给定的组织的其他计算机网络中。

[0102] 在示例性实施例中,通过利用映射表来将接收到的帧分类为三种可能类型中的一种来实现这个目标,三种可能的类型是:数据帧、提供商 BPDU 消息或者客户 BPDU 消息。此外,交换机稍有不同地对待每种类型的帧。具体地说,数据帧被交换机转发,并且源地址被存储到交换机的转发数据库 334 中,即源地址被获知。在入站端口和被标识的(一个或多个)出站端口处,数据帧也经历颜色阻塞逻辑。在入站端口处,提供商 BPDU 消息不经历颜色阻塞逻辑。它们被发送到生成树协议实体 336,并且被用在被交换机计算的一个或多个活动拓扑的计算中。提供商 BPDU 消息的源地址不被获知,并且提供商 BPDU 消息不被交换机转发。另一方面,客户 BPDU 消息不被发送到生成树协议实体 336,即,不在交换机的生成树协议执行中利用。它们被转发,但是它们的源地址不被获知。在入站端口和出站端口处,客户 BPDU 也经历颜色阻塞逻辑。另外,客户 BPDU 的目的地 MAC 地址优选地被转换成所选择的多播地址,使得它们可以被“隧穿”过 MAN 202。

[0103] 在示例性实施例中,本发明通过利用在每个端口处提供的 BPDU 表 800 实现这些目标。在优选的实施例中,每个端口存在 3 种 BPDU 表:BPDU 识别和转换表;入口 BPDU 分类和转换表;以及出口 BPDU 分类和转换表 800c。图 8A 是 BPDU 识别和转换表 800a 的高度简化的示图,表 800a 至少逻辑地被组织为这样的阵列:该阵列具有多个列和行,它们的交叉点定义用于存储信息的单元。具体地说,BPDU 识别和转换表 800a 具有地址掩码列 802、旧目的地 MAC 地址列 804、新目的地 MAC 地址列 806、CoS 表索引列 808 和多个行 810a-h。地址掩码列 802 的单元包含要被应用到在各自行的列 804 和 806 中所包含的相应地址的掩码。旧目的地 MAC 地址列 804 的单元被编程为包含期望从客户网络接收到的 BPDU 消息的网桥多播目的地地址。新目的地 MAC 地址列 806 的单元被编程为包含可以将接收到的 BPDU 消息的网桥多播目的地地址转换到的多播地址。CoS 表索引列 808 的单元被编程为包含在各自端口处分配给 CoS 映射表的索引值。

[0104] 图 8B 是入口 BPDU 分类和转换表 800b 的高度简化的示图,表 800b 至少逻辑地被组织为这样的阵列:该阵列具有多个列和行,它们的交叉点定义用于存储信息的单元。具体地说,表 800b 具有 BPDU 找到列 822、入口 VLAN BPDU 标志列 824、转换列 826、可选的结果列 828 和多个行 830a-c。BPDU 找到列 822 通过匹配表 800a 的行 810,指出接收到的帧是否被认为是 BPDU。相应地,列 822 的单元可以被断言 (assert) (例如,设置为是) 或者反断言 (de-assert) (例如,设置为否)。入口 VLANBPDU 标志列 824 指出由接收到的帧的入口 VLAN

映射表 400 的匹配的行 421 的列 410 所指定的入口 VLAN BPDU 标志的状态。相应地,列 824 的单元也可以被断言或者反断言。转换列 826 被编程为指定是否应当转换满足了各自行的列 822 和 824 中所指定的条件的接收到的帧的目的地 MAC 地址。

[0105] 图 8C 是出口 BPDU 分类和转换表 800c 的高度简化的示图,表 800c 至少逻辑地被组织为这样的阵列:该阵列具有多个列和行,它们的交叉点定义用于存储信息的单元。具体地说,表 800c 具有出口 BPDU 找到列 842、转换列 844、可选的结果列 846 和多个行 848a-b。出口 BPDU 找到列通过匹配表 800a 的行 810,指出要从各自端口被转发的帧是否被认为是 BPDU。相应地,列 842 的单元可以被断言(例如,设置为是)或者反断言(例如,设置为否)。转换列 844 被编程为指定是否应当转换满足了各自行的列 842 中指定的条件的要被转发的帧的目的地 MAC 地址。

[0106] 如上所述,一旦在给定的端口(P)处接收到帧,帧映射逻辑 350 首先确定接收到的帧是否是未加标签的。如果是,则帧映射逻辑可以访问默认的帧 VLAN 表来导出默认的“客户”VLAN 和默认的“客户”CoS 值,以与该帧相关联。接下来,帧映射逻辑利用帧的客户 VLAN 来对端口的入口 VLAN 映射表 400 执行查找,以导出提供商 VLAN、CoS 表索引值和 BPDU 标志值。假设表 400 的匹配的行 412 的入口 VLAN BPDU 标志被断言了,例如,被设置为是。接下来,帧映射逻辑将帧的客户 CoS 值用作索引来访问所标识的 CoS 映射表,并且导出提供商 CoS 值。然后,帧映射逻辑 350 使用帧的目的地 MAC 地址,在端口的 BPDU 识别和转换表 800a(图 8A)中执行查找。就是说,列 802 的每个掩码被应用到帧的目的地 MAC 地址,并且结果与旧目的地 MAC 地址列 804 的相应单元的内容相比较,以查看是否与表 800a 的任何行 810a-h 相匹配。进一步假设接收到的帧在表 800a 的行(例如,行 810c)上匹配或“命中”。在响应中,帧映射逻辑提取在与行 810c 相对应的列 806 的单元处存储的新目的地 MAC 地址和在与行 810c 相对应的列 808 的单元处存储的 CoS 表索引值。

[0107] 然后,帧映射逻辑 350 使用来自 BPDU 识别和转换表 800a 的匹配/不匹配条件的结果(在这种情况下,也被称作“是”条件的匹配)和来自表 400 的列 410 的 BPDU 标志的状态(在这种情形中为“是”),作为进入入口 BPDU 分类和转换表 800b 的索引。这种情形对应于行 830b,其使得帧映射逻辑将接收到的帧分类为客户 BPDU,并如列 826 所指定的,转换它的目的地 MAC 地址。具体地说,帧映射逻辑用从表 800a 的匹配的行(即,行 810c)提取的新目的地 MAC 地址值来替换接收到的帧的目的地 MAC 地址。帧映射逻辑还访问由从表 800a 的列 808 提取的索引所指定的 CoS 映射表,并且导出提供商 CoS 值以与客户 BPDU 相关联。接下来,帧映射逻辑 350 清空(例如,反断言)对于接收到的帧而产生的 DBus 头部中包括的 BPDU 标志字段,从而使得客户 BPDU 帧绕过交换机的生成树实体 336。替代地,具有新目的地 MAC 地址的帧被发送到交换机的转发引擎,使得可以给出转发决定。帧映射逻辑 350 还断言在 DBus 头部中的“不获知”标签字段,该字段阻止 EARL 330 将帧的源地址存储在它的过滤数据库中,即,阻止获知源地址。

[0108] 在优选实施例中,新目的地 MAC 地址是多播地址,该多播地址被选择使得来自作为客户网络一部分的给定组织的 BPDU 消息优选地从被耦合到与给定组织相对应的客户网络的 MAN 202 的每个端口转发(如果从 MAN 202 到该客户网络有多于一个端口,甚至回到相同的客户网络)。新目的地 MAC 地址被选择使得 MAN 202 的交换机不将它们识别为 BPDUMAC 地址。相应地,在 MAN 202 中,经转换的客户 BPDU 消息被隧穿,好像它们是常规多

播消息一样。

[0109] 如果接收到的帧不与表 800a 的任何行 810 相匹配,则该帧的 BPDU 找到状态为否。在这种情形中,帧被分类为数据帧,如表 800b 的行 830a 所指示的,而不管与帧相对应的入口 VLAN BPDU 标志的状态,如“X”所指示。此外,如果接收到的帧与表 800a 的行 810 相匹配,但是从入口 VLAN 映射表 400 所导出的入口 VLAN BPDU 标志为否,则所接收的帧被分类为提供商 BPDU,如表 800b 的行 830c 所指示。在响应中,帧被发送到交换机的生成树协议实体 336,并且在交换机的生成树协议的执行中使用它的内容。

[0110] 应当理解,通过包含表 400 的入口 VLAN BPDU 标志列 410,与一个或多个客户 VLAN 相关联的 BPDU 帧于是可以被隧穿,而与其他客户 VLAN 相关联的帧不被隧穿。

[0111] 在从给定的出站端口转发帧之前,帧映射逻辑 350 优选地使用帧的目的地 MAC 地址在端口的 BPDU 识别和转换表 800a(图 8A)中执行查找。就是说,列 802 的每个掩码被应用到帧的目的地 MAC 地址,并且这次将结果与新目的地 MAC 地址列 806 的相应单元的内容相比较,以查看是否存在与表 800a 的任何行 810a-h 的匹配。假设要被转发的帧在表 800a 的行(例如,行 810d)上匹配或“命中”。在响应中,帧映射逻辑提取在与行 810d 相对应的列 804 的单元处存储的旧目的地 MAC 地址。然后,帧映射逻辑 350 使用来自 BPDU 识别和转换表 800a 的匹配/不匹配条件的结果(在这种情况下,被称作“是”条件的匹配),作为进入出口 BPDU 分类和转换表 800c 的索引。这种情形对应于行 848b,其使得帧映射逻辑如列 844 所指定地转换帧的目的地 MAC 地址。这里,帧映射逻辑用从表 800a 的匹配的行(即,行 810d)提取的旧目的地 MAC 地址值来替换接收到的帧的目的地 MAC 地址。换句话说,返回帧的原始目的地 MAC 地址。然后,具有旧目的地 MAC 地址的帧通过端口转发。

[0112] 应当理解,一般只在面向客户网络的端口上使能出口 BPDU 分类和转换表 800c。类似地,客户 BPDU 消息的转换优选地发生在 MAN 202 的边缘或边界处。在 MAN 202 中,地址已经被转换为多播值的客户 BPDU 消息简单地被转发。

[0113] 本领域的技术人员将认识到,表 800b 和/或 800c 的内容可以被修改来实现其他期望的动作或结果。

[0114] 本发明的灵活的 VLAN 映射表也可以被编程为允许 MAN 202 提供具体的服务,例如将主客户网络连接到分支客户网络、在客户网络和一个或多个因特网提供商(ISP)之间提供接入、创建由不同的客户使用的外联网,等等。

[0115] 将主客户网络连接到分支客户网络

[0116] 假设客户网络 204(A1)是具有许多 VLAN 段的主客户网络,使得在交换机 226 处接收的网络消息以客户 VLAN 被加了标签。还假设客户网络 210(A2)是分支客户网络,使得整个网络 210 与单个 VLAN 相关联,例如,客户 VLAN “10”。此外,假设在客户网络 210(A2)中布置的中间网络设备没有被配置为识别或传送加标签的帧。本发明的表可以容易地被配置以支持这种安排。

[0117] 具体地说,在交换机的端口 P0 和 P5 处的入口 VLAN 映射表 400 被配置为具有对于用客户 VLAN “10”加标签的消息的条目,其使得一旦那些消息进入 MAN 202,客户 VLAN 字段从那些消息移除。这通过断言(例如,设置为是)各自条目的移除客户 VLAN 单元实现,其中所述条目例如是条目 412a(图 4),它将客户 VLAN “10”映射到提供商 VLAN “16”,并且它的移除客户 VLAN 单元被设置为是。从而,当从客户网络 204 接收到消息时,在端口 P0 和 P5

处的帧映射逻辑 350 将那些帧映射到提供商 VLAN 15, 并且利用 CoS 映射表“2”来导出提供商 CoS 值。帧映射逻辑 350 还从接收到的帧中移除客户 VLAN 字段 114、118、120 和 122 (图 1), 并且添加提供商 VLAN 字段 726、728、730 和 732。利用提供商 VLAN 和提供商 CoS 值, 具有提供商 VLAN 字段 (但是没有客户 VLAN 字段) 的帧通过 MAN 202 被转发到交换机 230。

[0118] 在交换机 230 处, 各自的出口 VLAN 映射表被配置以命令帧映射逻辑剥离提供商 VLAN 字段 726、728、730 和 732。因为客户 VLAN 字段 114、118、120 和 122 已被剥离 (回到当帧第一次在 MAN 202 处被接收时), 所以当提供商 VLAN 字段被交换机 230 剥离时, 帧实质上转换成了标准的 (即, 未加标签的) 帧格式, 例如传统的以太网。然后, 未加标签的帧被转发到客户网络 210 中。

[0119] 如所示的, MAN 202 可以被用于取得用客户 VLAN 加标签的帧, 以及在将帧转发到分支客户网络中之前剥离那些客户 VLAN, 所述分支客户网络未被配置为识别或传送加标签的帧。但是, 帧在 MAN 202 中被转发时, 它们仍与提供商 VLAN 和提供商 CoS 值相关联。

[0120] 另一方面, 交换机 230 从客户网络 210 (A2) 接收未加标签的帧, 所述未加标签的帧被预定用于与组织 A 相对应的其他网络, 例如客户网络 204 (A1)。用默认的帧 VLAN 表配置交换机 230 的各个端口和 / 或它的入口 VLAN 映射表包括用于将没有客户 VLAN 的帧映射到提供商 VLAN 和提供商 CoS 值的条目, 例如, 条目 412g。具体地说, 当未加标签的帧在 MAN 202 中转发时, 条目或行 412g 将未加标签的帧映射到提供商 VLAN“16”, 并且使用 CoS 映射表“4”来导出用于帧的提供商 CoS 值。

[0121] 此外, 如果希望的话, 在交换机的端口 P0 和 P5 处的出口 VLAN 映射表可以被配置来在将从客户网络 210 (A2) 接收到的帧转发到客户网络 204 (A1) 中之前, 将客户 VLAN 字段添加到那些帧上。具体地说, 在交换机 226 处的端口 P0 和 P5 的出口 VLAN 映射表可以被配置为包括这样的行 (例如, 行 610g): 该行在把帧转发出 MAN 202 到客户网络 204 (A1) 中之前, 将 VLAN 添加到帧 (由 MAN 202 最初接收的没有任何客户 VLAN 的帧)。行 610g 指定与提供商 VLAN“16”相关联 (但是没有客户 VLAN 字段) 的帧应当具有在转发之前被添加的 VLAN。此外, 要被添加的 VLAN 是 VLAN“10”, 即与来自客户网络 210 (A2) 的帧相关联的客户 VLAN。交换机 226 从而生成具有图 1 中所示的格式的帧。在 VID 字段 122 中, 交换机 226 输入 VLAN“10”。在用户优先级字段 118 中, 交换机 226 输入从如出口 VLAN 映射表 600d 的行 610g 所示的 CoS 映射表“4”导出的 CoS 值。

[0122] 向客户提供到 (一个或多个) ISP 的接入

[0123] 假设客户 A 使用客户 VLAN“30”来标识打算用于第一 ISP (例如, ISP 1) 的帧。一旦进入 MAN 202, 用客户 VLAN“30”加标签的客户帧就被映射到选择出的被分配给 ISP 1 的提供商 VLAN, 例如“100”。如果 ISP 不能处理加 VLAN 标签的帧, 则将面向客户 A 的各自的入口 VLAN 映射表进一步被配置来移除客户 VLAN 标签。这种帧只带有提供商 VLAN“100”而通过 MAN 202 转发。面向 ISP 的端口的出口 VLAN 映射表被编程, 使得 ISP 接收未加标签的帧。在相反的方向中, MAN 202 从 ISP 接收未加标签的帧。入口 VLAN 映射表可以被配置来将未加标签的帧与提供商 VLAN“100”相关联。用提供商 VLAN“100”加标签的帧通过 MAN 202 转发。面向客户网络的端口的出口 VLAN 映射表将用提供商 VLAN“100”加标签的帧映射到导致帧映射逻辑添加客户 VLAN“30”的条目。相应地, 在将帧转发到客户网络中之前, 被设置为“30”的客户 VLAN 标志被附加到帧上。

[0124] 应当理解,使用不同的客户 VLAN 来接入 ISP 1 的不同客户可以仍然都映射到 MAN 202 中的提供商 VLAN “100”。因此,MAN 202 只需要为 ISP 1 提供单个 VLAN 域,即使许多不同的客户正在接入 ISP1。此外,给定的客户可以接入许多不同的 ISP。在这种情形中,客户可以通过选择不同的客户 VLAN 来指示它希望接入的具体 ISP。然后,这些客户 VLAN 中的每个可以被映射到与相应的 ISP 相关联的不同的提供商 VLAN。

[0125] 客户外联网接入

[0126] 如上所述,MAN 202 可以被用来创建一个或多个可以由不同的客户用来相互通信的外联网。例如,客户 A 可以将客户 VLAN “50”用于与外联网 1 相对应的流量,而客户 B 将客户 VLAN “60”用于外联网 1。被布置在面向客户 A 的网络的 MAN 202 的端口处的入口 VLAN 映射表可以被编程以将客户 VLAN “50”映射到提供商 VLAN “200”,并且使得客户 VLAN 从帧剥离。面向客户 B 的端口的出口 VLAN 映射表可以被编程以将提供商 VLAN “200”映射到客户 VLAN “60”,并且使得在将帧转发到客户 B 的网络中之前,客户 VLAN “60”被添加到帧上。在相反的方向中,将在 MAN 202 中从客户 B 接收的用客户 VLAN “60”加标签的帧被映射到提供商 VLAN “200”,并且移除它们的客户 VLAN 标签。在退出 MAN 202 并进入客户 A 的网络之前,与提供商 VLAN “200”相关联的帧被映射到客户 VLAN “50”,并且各自的出口 VLAN 映射表被编程以使得在传输到客户网络 A 中之前,VLAN “50”被添加到帧上。

[0127] 本领域的技术人员将认识到,根据本发明的高度灵活的 VLAN 映射表,可以实现许多其他的安排。

[0128] 本发明的 VLAN 映射表的添加允许端口与传统的接入或干线端口功能不同地操作。尽管如此,表仍可被编程,使得端口展现传统的接入或干线端口的行为。

[0129] 前面的描述已经针对了本发明的特定实施例。但是,很清楚,可以对所描述的实施例做出其他变化和修改,并且获得它们的某些或全部优点。例如,本发明可以与运行不同类型 LAN 标准的计算机网络一起使用,例如令牌环、帧中继、无线等。因此,所附权利要求的目的是覆盖落入本发明的真实精神和范围内的所有这些变化和修改。

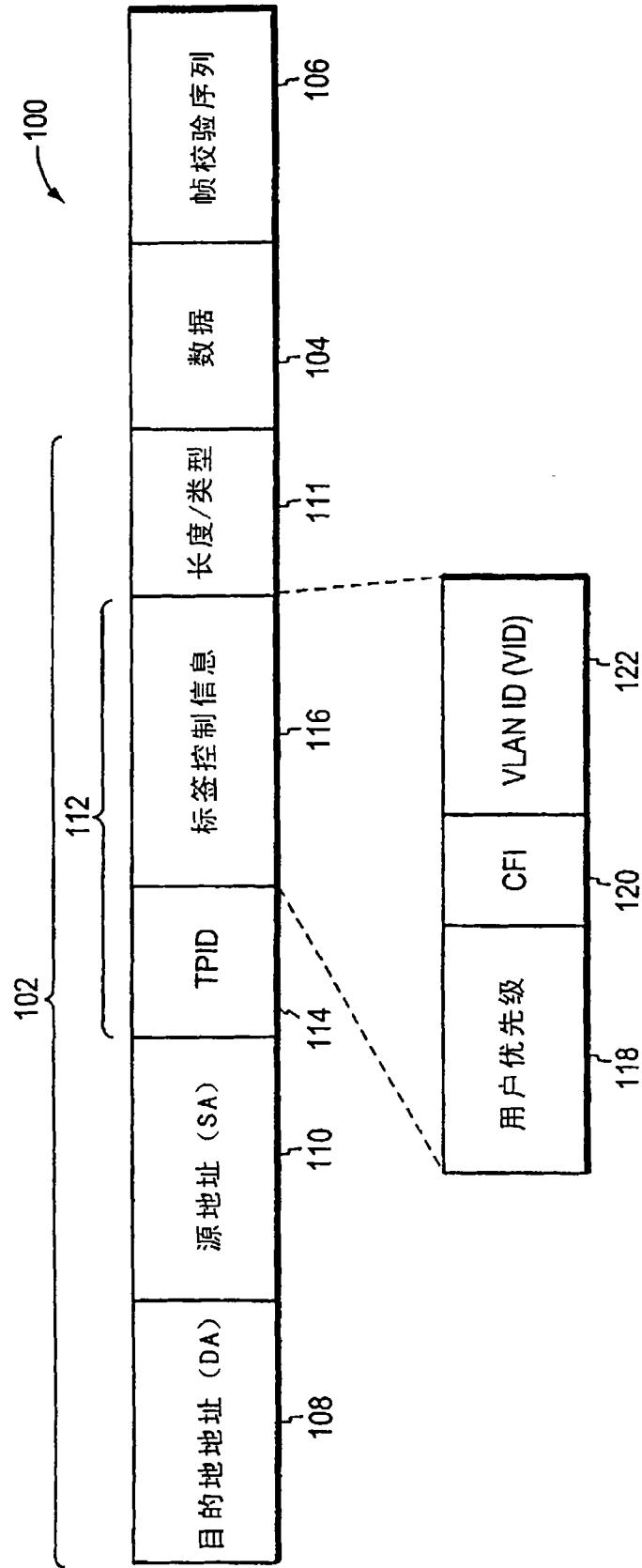


图1
(现有技术)

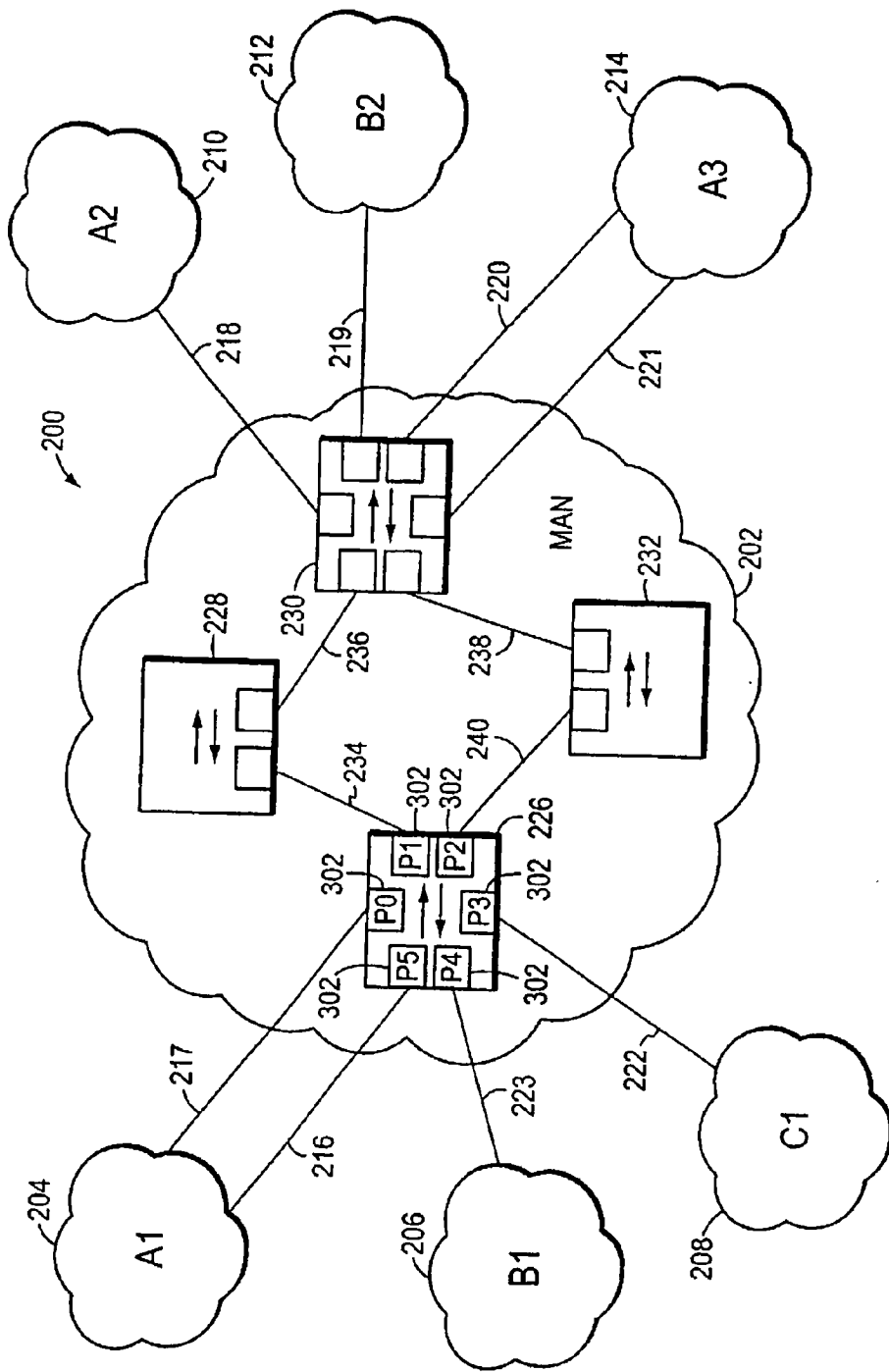


图2

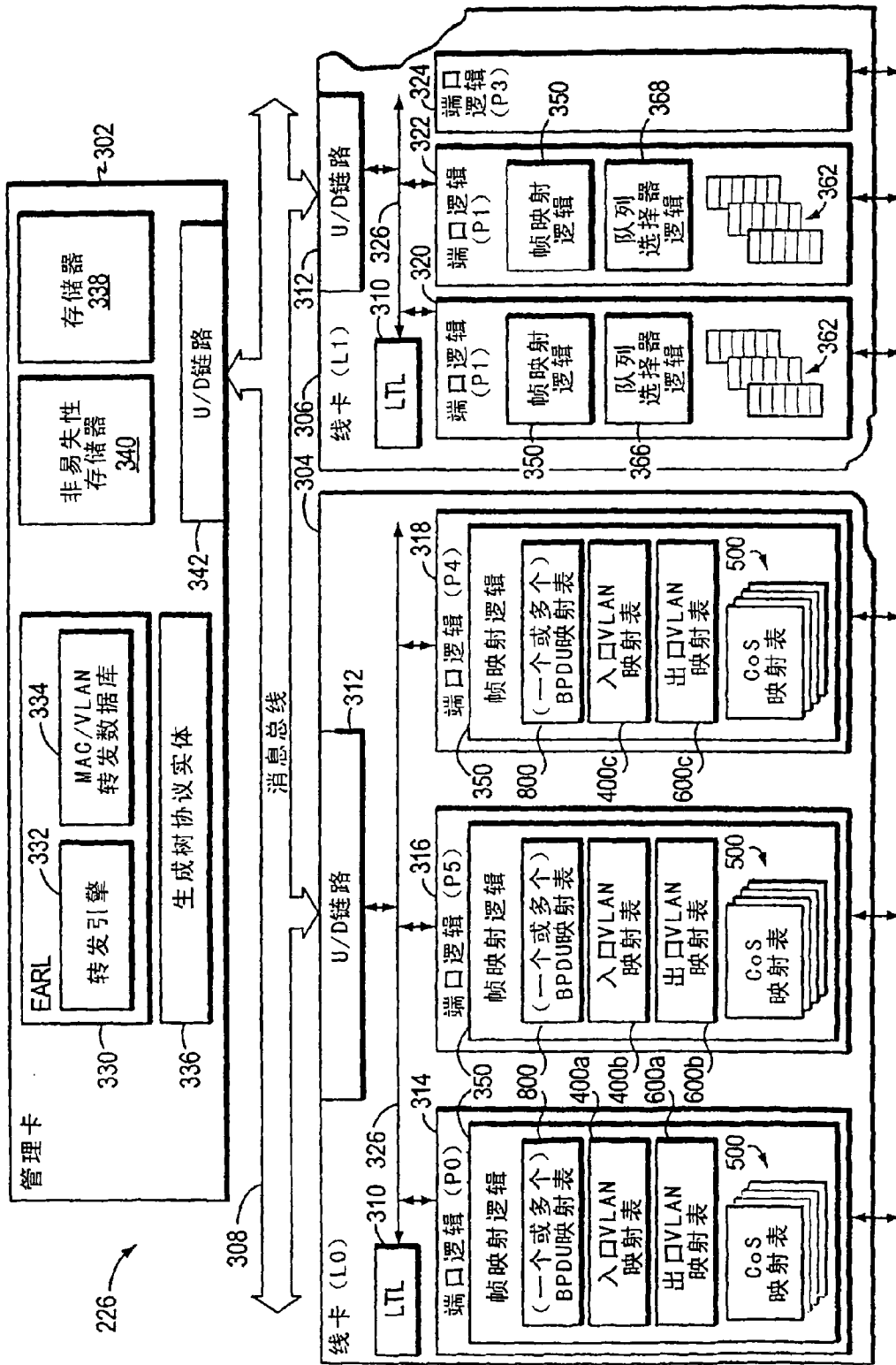


图3

400c
↓

入口VLAN映射表 (端口P4)				
客户VLAN	提供商VLAN	CoS表索引	移除客户VLAN	入口VLAN BPDU标志
10	16	2	Y	N
11	10	1	N	N
12	10	3	Y	N
20	11	7	N	N
21	11	6	N	N
22	11	7	N	N
无	16	4	N	Y
其他	12	0	N	N

402 404 406 408 410

~ 412a
~ 412b
~ 412c
~ 412d
~ 412e
~ 412f
~ 412g
~ 412h

图 4

500c
↓

CoS映射表 (索引7)	
客户CoS值	提供商CoS值
0	3
1	3
2	4
3	4
4	4
5	7
6	7
7	7

502 504

~ 506a
~ 506b
~ 506c
~ 506d
~ 506e
~ 506f
~ 506g
~ 506h

图 5

600d
↓

出口VLAN映射表 (端口P2)			
提供商VLAN	添加VLAN	要被添加的 提供商VLAN	CoS表索引
10	Y	10	1
11	Y	11	7
12	Y	12	3
13	Y	13	5
14	Y	13	2
15	N	--	1
16	Y	10	4

602
604
606
608

~ 610a

~ 610b

~ 610c

~ 610d

~ 610e

~ 610f

~ 610g

图 6

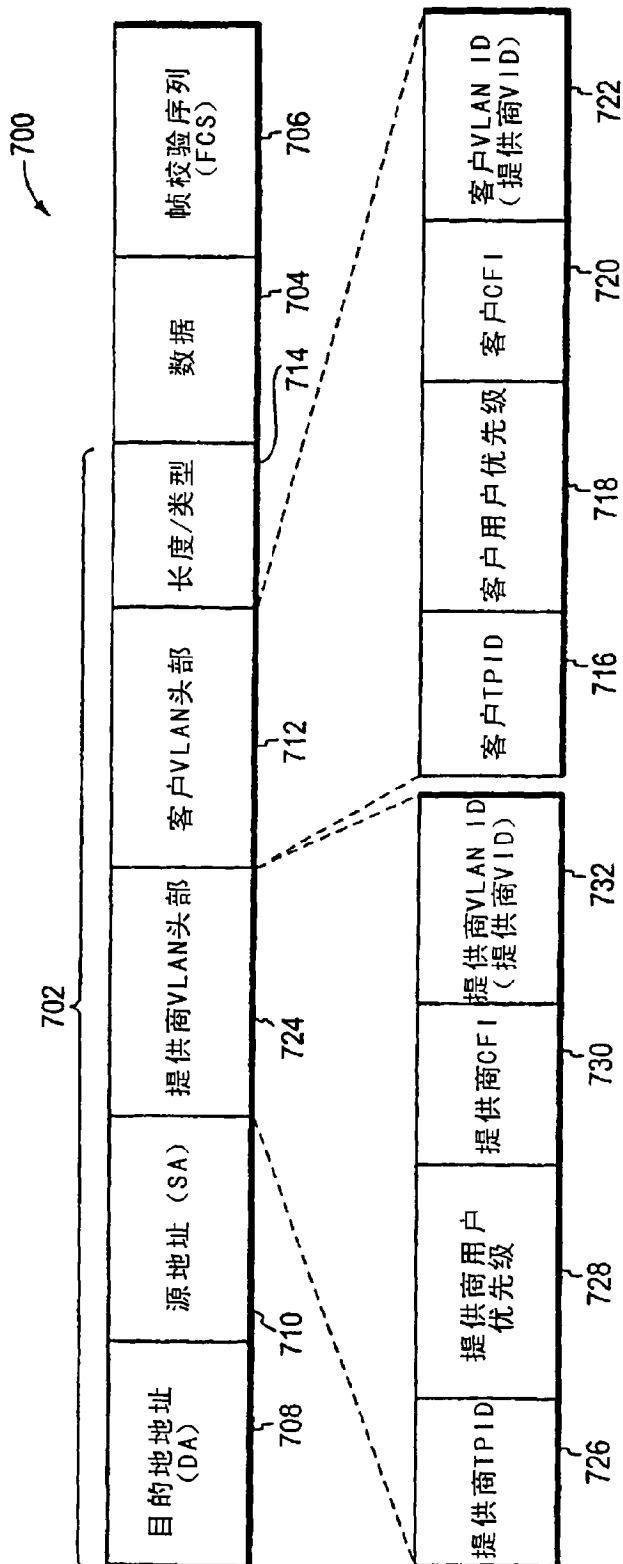


图7

800a

BPDU识别和转换表			
地址掩码	旧目的地MAC地址	新目的地MAC地址	CoS表索引

802
804
806
808

~ 810a

~ 810b

~ 810c

~ 810d

~ 810e

~ 810f

~ 810g

~ 810h

图 8A

800b

入口BPDU分类和转换表			
BPDU找到	入口VLAN BPDU标志	转换	结果
否	X	否	将帧分类为数据， 将帧发送到转发引擎， 获知源地址
是	是	是	将帧分类为客户BPDU， 转换目的地MAC地址， 将帧发送到转发引擎， 不获知源地址
是	否	否	将帧分类为提供商BPDU， 将帧发送到生成树协议实体

822
824
826
828

830a

830b

830c

图 8B

800c
↓

出口BPDU分类和转换表		
出口BPDU找到	转换	结果
否	否	无操作
是	是	转换目的地MAC地址

842 844 846

848a
848b

图 8C