



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101076972 B

(45) 授权公告日 2011.01.26

(21) 申请号 200580029157.6

代理人 付建军

(22) 申请日 2005.06.30

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H04L 12/28 (2006.01)

10/891,546 2004.07.15 US

(56) 对比文件

(85) PCT申请进入国家阶段日

US 6538997 B1, 2003.03.25, 说明书第2栏第50行-第57行, 第4栏第1行-第17行, 第43行-第54行, 第5栏第9行-第25行, 附图2、5.

2007.02.28

US 20040037279 A1, 2004.02.26, 全文.

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2005/023312 2005.06.30

审查员 宗磊

(87) PCT申请的公布数据

W02006/019536 EN 2006.02.23

(73) 专利权人 利福斯通网络公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 瑟潘纳·洪高 普拉杉瑟·伊什瓦

拉胡·S·卡斯拉利卡

约翰·瑞吉拜 克里施南·桑卡兰

拉玛纳拉亚南·拉马克瑞施南

(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

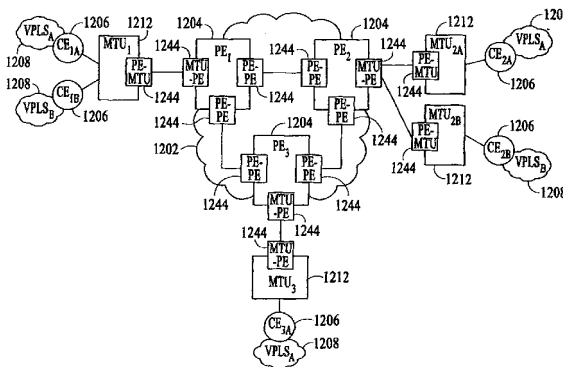
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 10 页

(54) 发明名称

获得与基于虚拟专用 LAN 服务 (VPLS) 的网络相关的路径信息

(57) 摘要

通过产生特定的层 2 帧 (这里称为“跟踪请求帧”), 进行源 MAC 过滤以识别跟踪请求帧, 以及当源 MAC 过滤识别出跟踪请求帧时, 产生特定的帧 (这里称为“跟踪答复帧”), 在基于 VPLS 的网络中获得路径信息。当识别出跟踪请求帧时, 路径信息被收集并被嵌入跟踪答复帧中。跟踪答复帧随后被发送给发起节点, 在所述发起节点, 路径信息被用于了解跟踪请求帧经过的路径。通过发送具有不同源 MAC 地址的多个跟踪请求帧, 从位于 VPLS 网络中的不同节点的源 MAC 过滤接收的路径信息可被收集, 并用于了解所关心的整个路径。



1. 一种获得与基于虚拟专用局域网服务 VPLS 的网络相关的路径信息的方法,包括:
产生层 2L2 跟踪请求帧;
将所述 L2 跟踪请求帧的源媒体接入控制 MAC 地址设置成跟踪值;
在基于 VPLS 的网络中转发所述 L2 跟踪请求帧;
比较所述 L2 跟踪请求帧的源 MAC 地址与过滤器 MAC 地址;
响应于所述比较产生跟踪答复帧;和
收集路径信息并将所述路径信息嵌入到所述跟踪答复帧中;
其中,所述跟踪值是使 L2 帧能够通过所述源 MAC 地址与所述过滤器 MAC 地址的比较而被识别为跟踪请求帧的值。
2. 按照权利要求 1 所述的方法,包括设置所述 L2 跟踪请求帧的源 MAC 地址,以匹配过滤器 MAC 地址。
3. 按照权利要求 1 所述的方法,其中响应于所述源 MAC 地址与所述过滤器 MAC 地址之间的匹配,产生所述跟踪答复帧。
4. 按照权利要求 1 所述的方法,包括在基于 VPLS 的网络中转发跟踪答复帧。
5. 按照权利要求 4 所述的方法,其中所述跟踪请求帧包括有效负载中的发起者 MAC 地址,还包括利用所述发起者 MAC 地址转发所述跟踪答复帧。
6. 按照权利要求 1 所述的方法,包括将所述 L2 跟踪请求帧的目的地 MAC 地址设置成客户 MAC 地址。
7. 按照权利要求 6 所述的方法,包括根据所述客户 MAC 地址,在基于 VPLS 的网络内转发所述 L2 跟踪请求帧。
8. 按照权利要求 1 所述的方法,包括将所述 L2 跟踪请求帧的目的地 MAC 地址设置成客户目的地 MAC 地址,以致所述 L2 跟踪请求帧经过与将要传输到客户 MAC 地址的客户帧相同的路径。
9. 按照权利要求 8 所述的方法,包括根据所述客户 MAC 地址,在基于 VPLS 的网络内转发 L2 跟踪请求帧。
10. 按照权利要求 1 所述的方法,包括在基于 VPLS 的网络的服务感知节点建立源 MAC 过滤器。
11. 按照权利要求 1 所述的方法,包括在面对多租户单元设备 MTU 的接口上的服务提供商边缘设备 PE 建立源 MAC 过滤器,所述源 MAC 过滤器被称为 MTU-PE 过滤器。
12. 按照权利要求 1 所述的方法,包括在面对 PE 的接口上的服务提供商边缘设备 PE 建立源 MAC 过滤器,所述源 MAC 过滤器被称为 PE-PE 过滤器。
13. 按照权利要求 1 所述的方法,包括在面对服务提供商边缘设备 PE 的接口上的多租户单元设备 MTU 建立源 MAC 过滤器,所述源 MAC 过滤器被称为 PE-MTU 过滤器。
14. 按照权利要求 1 所述的方法,包括:
在面对多租户单元设备 MTU 的接口上的服务提供商边缘设备 PE 建立源 MAC 过滤器,所述源 MAC 过滤器被称为 MTU-PE 过滤器;
在面对 PE 的接口上的 PE 建立源 MAC 过滤器,所述源 MAC 过滤器被称为 PE-PE 过滤器;
和
在面对 PE 的接口上的 MTU 建立源 MAC 过滤器,所述源 MAC 过滤器被称为 PE-MTU 过滤

器。

15. 按照权利要求 1 所述的方法,包括:响应于 L2 跟踪请求帧的源 MAC 地址与过滤器 MAC 地址的匹配,导致所述 L2 跟踪请求帧被上推到所述基于 VPLS 的网络的服务感知节点的控制平面并由操作、维护和管理 OAM 任务处理。

16. 按照权利要求 1 所述的方法,其中,所述 L2 跟踪请求帧包括 Etype 字段,其被设置在通过所述源 MAC 地址与过滤器 MAC 地址的比较而被识别为 L2 跟踪请求帧时使得所述 L2 跟踪请求帧被上推到服务感知节点的控制平面的值。

17. 按照权利要求 1 所述的方法,还包括:对所述基于 VPLS 的网络中的不同服务感知节点建立不同的过滤器 MAC 地址,并产生具有与所述不同的过滤器 MAC 地址对应的源 MAC 地址的不同的 L2 跟踪请求帧,以致路径信息可从所关心的路径中的不同服务感知节点的每一个中获得。

18. 按照权利要求 17 所述的方法,其中,所述不同的 L2 跟踪请求帧的目的地 MAC 地址具有相同的目的地 MAC 地址,以致所述不同的 L2 跟踪请求帧的每一个沿相同的路径而行,直到识别出源 MAC 地址匹配。

19. 一种获得与基于虚拟专用局域网服务 VPLS 的网络相关的路径信息的系统,包括:

用于产生层 2 L2 跟踪请求帧的装置;

用于将所述 L2 跟踪请求帧的源媒体接入控制 MAC 地址设置成跟踪值的装置;

用于在基于 VPLS 的网络中转发所述 L2 跟踪请求帧的装置;

用于比较所述 L2 跟踪请求帧的源 MAC 地址与过滤器 MAC 地址的装置;

用于响应于所述比较产生跟踪答复帧的装置;以及

用于收集路径信息并将所述路径信息嵌入到所述跟踪答复帧中的装置;

其中,所述跟踪值是使 L2 帧能够通过所述源 MAC 地址与所述过滤器 MAC 地址的比较而被识别为跟踪请求帧的值。

20. 按照权利要求 19 所述的系统,还包括设置所述 L2 跟踪请求帧的源 MAC 地址,以匹配过滤器 MAC 地址的装置。

21. 按照权利要求 19 所述的系统,其中,所述用于响应于所述比较产生跟踪答复帧的装置被配置为响应于所述源 MAC 地址与所述过滤器 MAC 地址之间的匹配,产生跟踪答复帧。

22. 按照权利要求 19 所述的系统,还包括在基于 VPLS 的网络中转发跟踪答复帧的装置。

23. 按照权利要求 22 所述的系统,其中所述跟踪请求帧包括有效负载中的发起者 MAC 地址,所述系统还包括利用所述发起者 MAC 地址转发跟踪答复帧的装置。

24. 按照权利要求 19 所述的系统,还包括将所述 L2 跟踪请求帧的目的地 MAC 地址设置成客户 MAC 地址的装置。

25. 按照权利要求 24 所述的系统,还包括根据所述客户 MAC 地址,在基于 VPLS 的网络内转发 L2 跟踪请求帧的装置,

26. 按照权利要求 19 所述的系统,还包括将 L2 跟踪请求帧的目的地 MAC 地址设置成客户目的地 MAC 地址,以致 L2 跟踪请求帧经过与将要传输到客户 MAC 地址的客户帧相同的路径的装置。

27. 按照权利要求 26 所述的系统,还包括根据所述客户 MAC 地址,在基于 VPLS 的网络

内转发 L2 跟踪请求帧的装置。

28. 按照权利要求 19 所述的系统,还包括位于基于 VPLS 的网络的服务感知节点的源 MAC 过滤器。

29. 按照权利要求 19 所述的系统,还包括:

位于面对多租户单元设备 MTU 的接口上的服务提供商边缘设备 PE 的源 MAC 过滤器,所述源 MAC 过滤器被称为 MTU-PE 过滤器;

位于面对 PE 的接口上的 PE 的源 MAC 过滤器,所述源 MAC 过滤器被称为 PE-PE 过滤器;
和

位于面对 PE 的接口上的 MTU 的源 MAC 过滤器,所述源 MAC 过滤器被称为 PE-MTU 过滤器。

30. 按照权利要求 19 所述的系统,其中,所述 L2 跟踪请求帧包括 Etype 字段,其被设置成在通过所述源 MAC 地址与过滤器 MAC 地址的比较而被识别为 L2 跟踪请求帧后使得所述 L2 跟踪请求帧被上推到服务感知节点的控制平面的值。

31. 按照权利要求 28 所述的系统,其中,所述不同的 L2 跟踪请求帧的目的地 MAC 地址具有相同的目的地 MAC 地址,以致所述不同的 L2 跟踪请求帧的每一个沿相同的路径而行,直到识别出源 MAC 地址匹配。

32. 一种基于虚拟专用局域网服务 VPLS 的网络中的服务感知节点,包括:

配置成比较输入的 L2 跟踪请求帧的源 MAC 地址与过滤器 MAC 地址的源媒体接入控制 MAC 过滤器;和

配置成响应于 L2 跟踪请求帧的源 MAC 地址与过滤器 MAC 地址之间的匹配,产生跟踪答复帧,以及收集路径信息,并将所述路径信息嵌入到所述跟踪答复帧的有效负载中的跟踪路径逻辑。

33. 按照权利要求 32 所述的服务感知节点,其中所述跟踪路径逻辑被配置成将来自所接收帧的有效负载的发起者 MAC 地址用作跟踪答复帧的目的地 MAC 地址。

获得与基于虚拟专用 LAN 服务 (VPLS) 的网络相关的路径信息

技术领域

[0001] 本发明涉及网络管理,更具体地说,涉及获得与基于虚拟专用局域网 (LAN) 服务 (VPLS) 的网络相关的路径信息的技术。

背景技术

[0002] 通过 MPLS 的虚拟专用 LAN 服务 (VPLS) 在地理分散的客户位置之间提供类似 LAN 的连通性。在“Virtual Private LAN Services over MPLS”, IETF draft-lasserre-vkompella-ppvnp-vpls-04.txt, 2003 年 3 月, 和“Virtual Private LAN Service”, IETF draft-kompella-ppvnp-vpls-02.txt, 2003 年 3 月, “Transport of Layer2 Frames over MPLS”, IETF draft-martini-l2circuit-trans-09.txt, 2002 年 4 月, 和“Encapsulation Methods for Transport of Layer2 Frames Over IP and MPLS networks”, IETF draft-martini-l2circuit-encap-mpls-04.txt, 2001 年 11 月中给出了通过 MPLS 实现 VPLS 的标准草案, 所有这些在此引为参考。

[0003] 参考图 1 说明 VPLS 的基本操作, VPLS 的基本操作涉及建立虚拟电路 (VC) 标签交换路径 (LSP) 和隧道 LSP (也称为“伪线”)。图 1 描述 MPLS 域 102, 三个服务提供商边缘设备 (PE) 105, 地理分散的客户边缘设备 (CE) 106 以及两个不同客户, 客户 A 和客户 B 的客户 LAN 108。图 1 还描述 PE 和在隧道 LSP 内传送的 VC LSP 的例子 (例如 VC_A LSP 和 VC_B LSP) 之间的对应隧道 LSP 110。操作上, 来自客户位置的以太网帧由 CE 交换或路由到 PE (也称为 MPLS 标签边缘路由器 (LER)) 之一。相应的 PE 根据输入端口或者标记 IEEE802.1q 的虚拟局域网 (VLAN) 标识符 (ID), 对帧分类。帧随后被映射到用户定义的转发等价类型 (FEC), 转发等价类型规定该帧如何被转发。FEC 查寻产生帧的输出端口和用于封装该帧的隧道和 VC 标签。图 2 描述实现 VPLS 的一种帧封装格式。帧格式的完整说明在上面引用的 IETF 文件“Encapsulation Methods for Transport of Layer2 Frames Over IP and MPLS networks”中描述。帧格式包括初始以太网帧 220, MPLS 标签栈 222, 和外部以太网首标 224。外部以太网首标识别在通过 MPLS 域的传送期间, 帧的下一中继段。位于 MPLS 标签栈顶部的标签是隧道标签, 它被用于通过隧道 LSP 越过提供商的 MPLS 域传送帧。位于 MPLS 标签栈底部的标签是 VC 标签, 它被出口 PE 用于确定如何处理正在离开 MPLS 域的帧。初始以太网帧是在地理分散的客户位置之间传送的客户帧。

[0004] 在穿过 MPLS 域 102 的传送中, MPLS 域中的干线标签交换路由器 (LSR) (未示出) 只查看帧的隧道标记, 从而穿过 MPLS 域交换帧。在倒数第二个中继段 (即, 出口 PE 之前的中继段), 位于 MPLS 标签栈顶部的隧道标签被除去, 所述帧只和 VC 标签一起被传给出口 PE。出口 PE 使用 VC 标签来确定如何处理所述帧。帧随后被转发给借助 VC 标签识别的输出端口。

[0005] 为了提高可缩放性, 可修改上面参考图 1 说明的 VPLS 体系结构。在上面描述的文件中, 改进可缩放性的标准化体系结构被称为分级 VPLS 或“HVPLS”。图 3 描述基于 HVPLS

的网络体系结构的一个例子,它包括位于 PE 304 和 CE 306 之间,从而产生具有集中星形排列的分级结构的层 2 设备,称为多租户单元 (MTU) 312。利用 HVPLS 体系结构,在 MPLS 域内的 PE 之间保持全网型隧道 310,同时在 PE304 和 MUT 312 之间建立辅助的 LSP 314。这种分级体系结构减少信令和帧复制开销,从而更易于部署大规模的 VPLS 服务。

[0006] 为了提供可行的 VPLS 服务,服务提供商必须能够测试在其基于 VPLS 的网络中节点之间的连通性。特别地,重要的是能够测试实际的客户通信量行进的路径。网络管理中常见的两类测试功能涉及测试两个节点之间的端到端连通性(通常称为“ping”测试)和了解通信量从一个节点行进到另一个节点的路径(通常称为“traceroute”或“tracepath”测试)。已为层 3 网络(例如 IP 网络)开发了公知的“ping”和“traceroute”功能。虽然 ping 和 traceroute 功能在 IP 网络中工作良好,不过这些功能完全移植到层 2 网络,比如基于 VPLS 的网络。提供层 2 ping 功能的解决方案已被实现和接受,但是不存在广泛接受的提供 traceroute 功能的技术。Stoke 等在 IETF 草案文件“Testing Hierarchical Virtual Private LAN Services”(draft-stokes-vkompella-ppvnpn-hvpls-oam-02.txt, 2003 年 6 月)中描述了一种提出的提供 traceroute 功能的解决方案。这种在基于 VPLS 的网络中提供 traceroute 功能的提案取决于当在 PE 交换隧道 LSP 时,保持 MPLS 隧道标签的存活时间(TTL)字段中的值。保留经过 LSP 交换的隧道标签中的 TTL 值难以实现,因为它需要将另外的信息从入口端口交换到出口端口。

[0007] 鉴于此,需要一种获得与基于 VPLS 的网络相关的路径信息的技术,该技术易于实现,并且反映实际的客户通信量行进的路线。

发明内容

[0008] 根据本发明,通过产生特殊的层 2(L2) 帧(这里称为“跟踪请求帧”),进行源 MAC 过滤以识别跟踪请求帧,和当源 MAC 过滤识别出跟踪请求帧时,产生特殊的帧(这里称为“跟踪答复帧”),在基于 VPLS 的网络中获得路径信息。当识别出跟踪请求帧时,路径信息被收集并被嵌入跟踪答复帧中。跟踪答复帧随后被发送给发起节点,在所述发起节点,路径信息被用于了解跟踪请求帧经过的路径。通过发送具有不同源 MAC 地址的多个跟踪请求帧,从位于 VPLS 网络中的不同节点的源 MAC 过滤接收的路径信息可被收集并用于了解所关心的整个路径。

[0009] 虽然利用不同的源 MAC 地址产生多个跟踪请求帧,不过具有的跟踪请求帧都使它们的目的地 MAC 地址被设置成相同的客户 MAC 地址。由于跟踪请求帧的目的地 MAC 地址相同,因此跟踪请求帧沿相同的路径而行,直到识别出源 MAC 地址匹配为止。另外,由于目的地 MAC 地址被设置成客户 MAC 地址,因此跟踪请求帧选择的路径模仿客户通信量选择的路径。

[0010] 根据结合附图,举例说明本发明的原理的下述详细说明,本发明的其它方面和优点将变得明显。

附图说明

[0011] 图 1 描述现有技术中已知的基于 VPLS 的网络,所述网络具有地理分散的客户边缘设备(CE),以及用于两个不同客户,客户 A 和客户 B 的客户 LAN。

- [0012] 图 2 描述用于实现 VPLS 的已知帧封装格式的例子。
- [0013] 图 3 描述现有技术中已知的基于 HVPLS 的网络体系结构的例子,它包括位于 PE 和 CE 之间的、产生具有集中星形排列的分级结构的层 2 MTU。
- [0014] 图 4 描述参考图 3 说明的基于 VPLS 的网络的一部分。
- [0015] 图 5 描述根据本发明的从其产生跟踪请求帧的发起服务感知节点和包括配置成识别跟踪请求帧的源 MAC 过滤器的接收服务感知节点。
- [0016] 图 6 描述根据本发明,在基于 VPLS 的网络中用于获得路径信息的帧的例子。
- [0017] 图 7 描述根据本发明的获得基于 VPLS 的网络中的路径信息的技术,其中在跟踪请求帧的源 MAC 地址和源 MAC 过滤器的过滤器 MAC 地址之间存在匹配。
- [0018] 图 8 描述其中在跟踪请求帧的源 MAC 地址和源 MAC 过滤器的过滤器 MAC 地址之间不存在匹配的情况。
- [0019] 图 9 描述如参考图 6 所述封装的跟踪请求帧的例子,其中表示了设置跟踪请求帧的特殊字段的细节。
- [0020] 图 10 描述如参考图 2 所述封装的跟踪答复帧的例子,其中表示了设置跟踪答复帧的特殊字段的细节。
- [0021] 图 11 描述根据本发明的获得基于 VPLS 的网络中所关心路径的路径信息的例证过程。
- [0022] 图 12 描述根据本发明的配有源 MAC 过滤器的图 3 的 H 基于 VPLS 的网络体系结构。
- [0023] 图 13 是根据本发明的获得与基于 VPLS 的网络相关的路径信息的方法的流程图。
- [0024] 图 14 是描述存在于基于 VPLS 的网络中的发起者服务感知节点,以及其它服务感知节点之一内的跟踪路径逻辑的功能方框图。
- [0025] 在说明书中,相同的附图标记可用于识别相同的部件。

具体实施方式

[0026] 图 4 描述参考图 3 说明的基于 VPLS 的网络的一部分。这部分的基于 VPLS 的网络表现了两个客户边缘设备 406 (CE_{1A} 和 CE_{2A}) 之间的利用基于 HPVLS 的体系结构的路径。该路径包括 MTU₁、PE₁、PE₂ 和 MTU_{2A}。如上所述,HPVLS 利用 LSP 310 和 314 来经过 MTU 和 PE 之间的中继段。为了在这种基于 HPVLS 的体系结构上实现 VPLS 服务,最好能够获得与客户的 VPLS 通信量在客户边缘设备之间选择的路径有关的路径信息。在图 4 的例子中,所关心的路径 430 跨越 CE_{1A} 和 CE_{2A} 之间的路径。

[0027] 根据本发明,在基于 VPLS 的网络中,通过产生特定的层 2 (L2) 帧 (这里称为“跟踪请求帧”),进行源 MAC 过滤从而识别跟踪请求帧,并且当源 MAC 过滤识别出跟踪请求帧时产生特定的帧 (这里称为“跟踪答复帧”),获得路径信息。当识别出跟踪请求帧时,收集路径信息并将其嵌入跟踪答复帧中。跟踪答复帧随后被发送给发起节点,在发起节点,路径信息被用于了解跟踪请求帧经过的路径。通过发送具有不同源 MAC 地址的多个跟踪请求帧,在基于 VPLS 的网络中的不同节点通过源 MAC 过滤接收的路径信息可被收集,并被用于了解所关心的整个路径。

[0028] 可在基于 VPLS 的网络中的任意两个服务感知节点之间实现获得与基于 VPLS 的网络相关的路径信息的技术。在整个说明中,服务感知节点是使用初始以太网帧来转发帧的

节点。即,服务感知基于 VPLS 的网络中查看初始以太网帧的首标来做出转发决定,而不是只查看被封装帧的 MPLS 标签的节点。例如,MTU 和 PE 是服务感知节点,因为在每个节点,一个 LSP(即,伪线)或者被启动或者被终止,并且该节点查看初始以太网帧来做出转发决定。在本领域中,服务感知节点还被称为“伪线交换节点”。相反,存在于 PE 之间或者存在于 PE 和 MTU 之间的中间节点(图 1、3 或 4 中未示出)根据 MPLS 标签(参见图 6 的帧格式)转发帧,而不查看初始以太网帧。

[0029] 图 5 描述从其产生跟踪请求帧的发起服务感知节点 540 和包括配置成识别跟踪请求帧的源 MAC 过滤器 544 的接收服务感知节点 542。为了源 MAC 过滤器来说,为了能够识别跟踪请求帧,必须使源 MAC 过滤器的过滤器 MAC 地址与跟踪请求帧的源 MAC 地址同等。具体地说,跟踪请求帧的源 MAC 地址必须被设置成由源 MAC 过滤器识别的值(这里称为“跟踪”值)。图 6 描述在基于 VPLS 的网络中用于获得路径信息的帧的例子。该帧具有与图 2 中的帧类似的格式,包括外部以太网首标 620 和 MPLS 标签栈 622。在图 6 的例子中,初始以太网帧 224 是被用于获得路径信息的跟踪请求帧 624。如图 6 中所述,跟踪请求帧的源 MAC 地址被设置成跟踪值,以致通过源 MAC 过滤,该帧可被识别成跟踪请求帧。

[0030] 返回图 5,源 MAC 过滤器 544 识别预先确定的过滤器 MAC 地址与输入帧的源 MAC 地址之间的匹配。在一个实施例中,源 MAC 过滤器是基于硬件的过滤器。可利用被预先设计为与接口的类型对应的过滤器 MAC 地址建立源 MAC 过滤器。例如,位于面对 MTU 的 PE 的过滤器(这里称为“MTU-PE 过滤器”)将具有第一过滤器 MAC 地址,位于与另一 PE 面对的 PE 的过滤器(这里称为“PE-PE 过滤器”)将具有第二过滤器 MAC 地址,位于面对 PE 的 MTU 的过滤器(这里称为“PE-MTU 过滤器”)将具有第三过滤器 MAC 地址。另一方面,源 MAC 过滤器可被设置成任何过滤器 MAC 地址,随后通过学习过程,被其它服务感知节点所获悉。如下详细所述,位于不同服务感知节点的源 MAC 过滤器必须利用不同的过滤器 MAC 地址,以致能够获得完整的路径信息。

[0031] 下面参考图 7 和 8 说明在基于 VPLS 的网络中获得路径信息的技术的基本操作。参见图 7,发起者服务感知节点 740 产生跟踪请求帧。随后利用参考图 6 说明的帧格式,将跟踪请求帧发送到基于 VPLS 的网络中。在某一时刻,跟踪请求帧遇到服务感知节点 742。在该服务感知节点,跟踪请求帧被源 MAC 过滤器 744 过滤。例如,假定跟踪请求帧的源 MAC 地址(例如 01-02-03-04-05-06)与源 MAC 过滤器的过滤器 MAC 地址(例如,01-02-03-04-05-06)匹配。在源 MAC 过滤器的匹配触发跟踪答复帧的产生。在一个备选实施例中,所述匹配导致跟踪请求帧被上推到服务感知节点的控制平面,并由控制平面中的基于软件的操作、维护和管理(OAM)任务处理。响应收到跟踪请求帧,OAM 任务收集与该服务感知节点相关的路径信息并产生跟踪答复帧。路径信息被嵌入跟踪答复帧的有效负载中,随后跟踪答复帧通过基于 VPLS 的网络被发给发起者服务感知节点。发起者服务感知节点使用嵌入跟踪答复帧中的路径信息来了解对应的跟踪请求帧经过的路径。一旦发现 MAC 地址匹配,并且触发了跟踪答复过程,跟踪请求帧就不会被再次从该服务感知节点转发。

[0032] 可利用不同的技术将跟踪答复帧发给发起者服务感知节点。在一个实施例中,发起者服务感知节点的 MAC 地址被嵌入跟踪请求帧的有效负载中。该 MAC 地址由 OAM 任务从跟踪请求帧的有效负载中读取,并被用作跟踪答复帧的目的地 MAC 地址。在另一实施例中,跟踪答复帧的目的地 MAC 地址被设成组播 MAC 地址。利用组播目的地 MAC 地址,跟踪答复

帧被推送给位于每个服务感知节点的 OAM 任务。OAM 任务根据被嵌入跟踪答复帧的有效负载中的发起者节点的 MAC 地址,转发跟踪答复帧。最终,跟踪答复帧到达发起者服务感知节点,在那里,跟踪答复帧由控制平面中的 OAM 任务识别。另一方面,在目标服务感知节点,可以使用诸如 SNMP 之类的带外机制来记录收到跟踪请求帧。

[0033] 图 8 描述其中在跟踪请求帧的源 MAC 地址和源 MAC 过滤器的过滤器 MAC 地址之间不存在匹配的情况。操作上,发起者服务感知节点 840 产生跟踪请求帧,通过利用参考图 6 描述的帧格式,该跟踪请求帧被发送到基于 VPLS 的网络中。在某一时刻,跟踪请求帧遇到服务感知节点 842。在该服务感知节点,跟踪请求帧被源 MAC 过滤器 844 过滤。例如,假定跟踪请求帧的源 MAC 地址(例如 01-02-03-04-05-06)与源 MAC 过滤器的过滤器 MAC 地址(例如,04-05-06-07-08-09)不匹配。由于在跟踪请求帧的源 MAC 地址与源 MAC 过滤器的过滤器 MAC 地址之间不存在匹配,因此不产生跟踪答复帧。在源 MAC 过滤器不存在匹配的情况下,如同任何其它帧那样处理跟踪请求帧(例如在服务感知节点的控制平面中),并按照其目的地 MAC 地址转发它。如果跟踪请求帧遇到的服务感知节点是沿着所关心路径的一个服务感知节点,那么如图 8 中所述将该跟踪请求帧转发给下一服务感知节点。注意如果跟踪请求帧遇到在发起者服务感知节点和任何其它服务感知节点之间的中间节点(即,非服务感知节点),那么将按照 MPLS 标签栈转发该帧,并不查看初始以太网帧。

[0034] 为了实现所需的功能,利用源 MAC 过滤收集路径信息涉及设置跟踪请求帧中的其它字段。图 9 描述如参考图 6 所述封装的跟踪请求帧 924 的例子,其中表示了设置跟踪请求帧的特殊字段的细节。具体地说,跟踪请求帧的目的地 MAC 地址 950 被设置成客户目的地 MAC 地址,以使跟踪请求帧沿和客户通信量相同的路径而行。可按照各种方式获得客户目的地 MAC 地址。例如,可用手从网络管理员获得客户目的地 MAC 地址,可通过自动发现过程自动获得客户目的地 MAC 地址,或者直接从难以到达某一 MAC 地址的客户位置获得客户目的地 MAC 地址。如上所述,跟踪请求帧的源 MAC 地址 952 被设置成跟踪值。跟踪请求帧的 Etype 954 被设置成当被源 MAC 过滤器识别出时,使该帧被推送给服务感知节点的控制平面的值。例如,Etype 可被设置成被称为“MAC-ping”Etype 的 Etype(即,0x8809,子类型 08),因为通过标准发展,这种 Etype 被识别成将帧推送到控制平面的 OAM 任务的 Etype。虽然这里描述的是 MAC-ping Etype,不过也可使用一种不同的 Etype,例如厂家专有 Etype。

[0035] 如上所述,跟踪答复帧被用于向发起者服务感知节点传递路径信息。图 10 描述如参考图 2 所述封装的跟踪答复帧的例子,其中表示了设置跟踪答复帧的特殊字段的细节。如上所述,如果发起者服务感知节点的 MAC 地址已知,那么跟踪答复帧的目的地 MAC 地址 1050 可被设置成发起者服务感知节点的 MAC 地址。可以使用备选的技术,比如将目的地 MAC 地址设置成组播地址。跟踪答复帧的源 MAC 地址 1052 被设置成产生跟踪答复帧的服务感知节点的 MAC 地址。跟踪答复帧的 Etype 1054 被设置成 MAC-ping 值,以致当跟踪答复帧到达发起者服务感知节点时,它将被推送给控制平面的 OAM 任务。跟踪答复帧的有效负载 1056 包括在发生匹配的服务感知节点收集的路径信息。例如,该路径信息可包括服务感知节点的类型(例如,PE 或 MTU),该服务感知节点相对于其它服务感知节点的方位(例如面对 PE 或 MTU),端口名称,输入端口,端口类型,VLAN ID,VLAN 的类型,VLAN 翻译信息,软件版本,配置状态,跟踪请求帧到达的 VPLS 客户 ID,过滤器信息,和交换名称。

[0036] 参考图 7-8 说明的操作涉及从单个服务感知节点获得路径信息。由于基于 VPLS 的

网络中所关心的路径一般包括一个以上的服务感知节点,因此必须存在从所关心的路径中的每个服务感知节点获得路径信息的机制。根据本发明的一个实施例,通过为位于每个服务感知节点的源 MAC 过滤器确定不同的过滤器 MAC 地址,并产生具有与所述不同的过滤器 MAC 地址对应的源 MAC 地址的跟踪请求帧,从每个服务感知节点获得路径信息。即,利用与每一个源 MAC 过滤器的过滤器 MAC 地址对应的源 MAC 地址,产生至少一个跟踪请求帧。当跟踪请求帧经过所关心的路径时,跟踪请求帧被位于沿所关心路径的不同服务感知节点的源 MAC 过滤器识别,从而跟踪答复帧被产生,并从不同的服务感知节点被发送给发起者服务感知节点。在发起者服务感知节点从不同的服务感知节点接收的跟踪答复帧包含路径信息,该路径信息被用于了解所关心的路径。

[0037] 虽然跟踪请求帧具有不同的源 MAC 地址,不过所有的跟踪请求帧具有相同的目的地 MAC 地址。由于跟踪请求帧的目的地 MAC 地址相同,因此每个跟踪请求帧沿相同的路径而行,直到识别出源 MAC 地址匹配为止。另外,如上所述,跟踪请求帧的目的地 MAC 地址被设置成客户 MAC 地址,以致跟踪请求帧选择的路径模仿客户通信量选择的路径。此外,通过源 MAC 过滤未被推送给控制平面中的 OAM 任务的跟踪请求帧在服务感知节点的控制平面中与常规客户通信量一样地处理。

[0038] 下同参考图 11 更详细地说明获得基于 VPLS 的网络中的所关心路径的路径信息的过程。首先,图 11 描述基于 VPLS 的网络中沿两个 CE 1106(例如 CE_{1A} 和 CE_{1B}) 之间的所关心路径的服务感知节点 1104 和 1112。所述服务感知节点和在图 4 的基于 HVPL 的体系结构中描述的服务感知节点相同。在一些服务感知节点内还描绘了源 MAC 过滤器 1144。源 MAC 过滤器的过滤器 MAC 地址被设置成与服务感知节点的类型和服务感知节点相对于其它服务感知节点的位置相对应。例如,面对 MTU₁ 的 PE₁ 接口配有 MTU-PE 过滤器,面对 PE₁ 的 PE₂ 接口配有 PE-PE 过滤器,面对 PE₂ 的 MTU_{2A} 接口配有 PE-MTU 过滤器,其中 MTU-PE、PE-PE 和 PE-MTU 过滤器被配置以不同的过滤器 MAC 地址。

[0039] 其次,图 11 相对于在获得与基于 VPLS 的网络中的所关心路径相关的路径信息中涉及的服务感知节点,说明了跟踪请求帧和跟踪答复帧的交换。操作上,具有与 MTU-PE 过滤器匹配的源 MAC 地址的第一跟踪请求帧由 MTU₁ 产生,并被发送到基于 VPLS 的网络中(参见交换 A)。当该跟踪请求帧经过基于 VPLS 的网络中的所关心路径时,该跟踪请求帧首先遇到 PE₁。PE₁ 将其源 MAC 过滤器应用于该跟踪请求帧,并发现源 MAC 匹配。源 MAC 匹配触发路径信息的收集和跟踪答复帧的产生。路径信息被嵌入跟踪答复帧的有效负载中,跟踪答复帧被发送给 MTU₁(即,发起者服务感知节点)。

[0040] 与交换 A 的过程并行,具有与 PE-PE 过滤器匹配的源 MAC 地址的第二跟踪请求帧由 MTU₁ 产生,并被发送到基于 VPLS 的网络中(参见交换 B)。当该跟踪请求帧经过所关心的路径时,该跟踪请求帧首先遇到 PE₁。PE₁ 将其源 MAC 过滤器应用于该跟踪请求帧,但是未发现任何匹配。该跟踪请求帧由 PE₁ 如同任何其它帧那样地处理,并按照其目的地 MAC 地址沿基于 VPLS 的网络转发。该跟踪请求帧接下来遇到 PE₂。PE₂ 将其源 MAC 过滤器应用于该跟踪请求帧,并发现匹配。源 MAC 匹配触发路径信息的收集和跟踪答复帧的产生。路径信息被嵌入跟踪答复帧的有效负载中,跟踪答复帧被发送给 MTU₁(即,发起者服务感知节点)。

[0041] 与交换 A 和 B 的过程并行,具有与 PE-MTU 过滤器匹配的源 MAC 地址的第三跟踪请求帧由 MTU₁ 产生,并被发送到基于 VPLS 的网络中(参见交换 C)。当该跟踪请求帧经过所

关心的路径时,该跟踪请求帧遇到 PE₁ 和 PE₂。PE₁ 和 PE₂ 都将它们的源 MAC 过滤器应用于该跟踪请求帧,但是未发现任何匹配。该跟踪请求帧如同任何其它帧那样被处理,并且由 PE₁, 随后由 PE₂ 按照帧的目的地 MAC 地址沿基于 VPLS 的网络转发。该跟踪请求帧接下来遇到 MTU_{2A}。MTU_{2A} 将其源 MAC 过滤器应用于该跟踪请求帧,并发现匹配。源 MAC 匹配触发路径信息的收集和跟踪答复帧的产生。路径信息被嵌入跟踪答复帧的有效负载中,跟踪答复帧被发送给 MTU₁ (即,发起者服务感知节点)。

[0042] 作为交换 A、B 和 C 的结果,在 MTU₁ (即,发起者服务感知节点) 收到三个跟踪答复帧。这三个跟踪答复帧携带路径信息,所述路径信息包括例如服务感知节点的类型 (例如, PE 或 MTU), 该服务感知节点相对于其它服务感知节点的方位 (例如面对 PE 或 MTU), 端口名称, 输入端口, 端口类型, VLAN ID, VLAN 的类型, VLAN 翻译信息, 软件版本, 配置状态, 跟踪请求帧到达的 VPLS 客户 ID, 过滤器信息, 和交换名称。发起者服务感知节点结合所有的路径信息, 从而了解所关心的路径。由于跟踪请求帧使用客户目的地 MAC 地址, 因此跟踪请求帧选择的路径模仿客户通信量选择的路径。这样, 上述技术提供服务感知节点的数据平面配置的准确表征。

[0043] 为了在 VPLS 或 H 基于 VPLS 的网络上整个网络地实现上述技术, 必须在服务感知节点的 VPLS 接口配置源 MAC 过滤器。图 12 描述图 3 的 H 基于 VPLS 的网络体系结构, 包括可被安装, 从而如上所述收集路径信息的源 MAC 过滤器的位置和类型。在图 1 的例子中, MTU₁ 具有面对 PE₁ 的 PE-MTU 过滤器。PE₂ 具有面对 MTU₁ 的 MTU-PE 过滤器, 面对 PE₂ 的 PE-PE 过滤器, 和面对 PE₃ 的 PE-PE 过滤器。类似于 MTU₁ 配置 MTU_{2A}、MTU_{2B} 和 MTU₃, 而类似于 PE₁ 配置 PE₂ 和 PE₃。操作上, 通过从最近的 MTU 将跟踪请求帧发送到基于 VPLS 的网络中, 可确定任意两个 CE 之间的路径。例如, 通过将跟踪请求帧从 MTU₁ 发送到基于 VPLS 的网络中, 能够确定 CE_{1A} 和 CE₃ 之间的所关心路径。由于跟踪请求帧的目的地 MAC 地址被设置成所需的客户 MAC 地址, 因此跟踪请求帧将通过和客户报文分组相同的路径经过基于 VPLS 的网络, 直到跟踪请求帧遇到匹配的源 MAC 过滤器为止。一旦遇到匹配的源 MAC 过滤器, 就触发跟踪答复过程。

[0044] 图 13 是获得与基于 VPLS 的网络相关的路径信息的方法的流程图。在步骤 1302, 产生 L2 跟踪请求帧。在步骤 1304, 在基于 VPLS 的网络中转发 L2 跟踪请求帧。在步骤 1306, 比较 L2 跟踪请求帧的源 MAC 地址与过滤器 MAC 地址。在步骤 1308, 响应所述比较产生跟踪答复帧。

[0045] 图 14 是描述存在于基于 VPLS 的网络中的发起者服务感知节点 1440, 以及其它服务感知节点 1442 之一内的跟踪路径逻辑 1460 和 1462 的功能方框图。位于服务感知节点的跟踪路径逻辑被配置成支持上面参考图 4-13 说明的功能。具体地说, 位于发起者服务感知节点的跟踪路径逻辑 1460 支持如上所述的跟踪请求帧的产生。位于另一服务感知节点的跟踪路径逻辑 1462 支持如上所述的路径信息的收集和跟踪答复帧的产生。源 MAC 过滤器 1444 执行如上所述的输入 L2 帧的源 MAC 过滤。一般来说, 用软件具体体现跟踪路径逻辑, 不过也可用硬件、固件或者软件、硬件和固件的任意组合来具体体现跟踪路径逻辑。

[0046] 通过利用远程网络管理技术, 可在任何服务感知节点发起跟踪路径功能。例如, 通过利用命令行接口 (CLI) 或 SNMP, 能够发起跟踪路径功能。

[0047] 虽然 L2 帧的源 MAC 地址一般被用于识别供源 MAC 学习之用的帧的来源, 如上所

述,源 MAC 被设置成用于将该帧识别成跟踪请求帧的人工值。将跟踪请求帧的源 MAC 地址设置成人工值可提供一种识别跟踪请求帧的有效机制。

[0048] 在整个说明书内,基于 VPLS 的网络包括 H 基于 VPLS 的网络体系结构。

[0049] 如果源 MAC 过滤器未被配置以 VLPS 网络中的其它服务感知节点已知的预定过滤器 MAC 地址,那么在跟踪请求帧被发送到网络中之前,必须发现源 MAC 过滤器的过滤器 MAC 地址。利用不同的技术可实现源 MAC 过滤器的过滤器 MAC 地址的发现。一种技术涉及在 VLPS 网络中发送探测帧来收集过滤器 MAC 地址信息。可在 OAM 帧的指定的类型、长度、值 (TLV) 字段中收集和传送过滤器 MAC 地址。对本发明来说,收集过滤器 MAC 地址信息的特定技术不是关键性的。

[0050] 可在不同于 VPLS 的网络环境中实现上述获取路径信息的技术。例如,可在利用例如 GRE、L2TP 或 IPSEC 的其它允许隧道的网络中实现路径收集技术。

[0051] 这里使用的网络“层”由国际标准化组织公布的开放式系统互连 (OSI) 模型定义。

[0052] 虽然举例说明了本发明的具体实施例,不过本发明并不局限于这里举例说明的具体形式或结构。本发明只由权利要求限定。

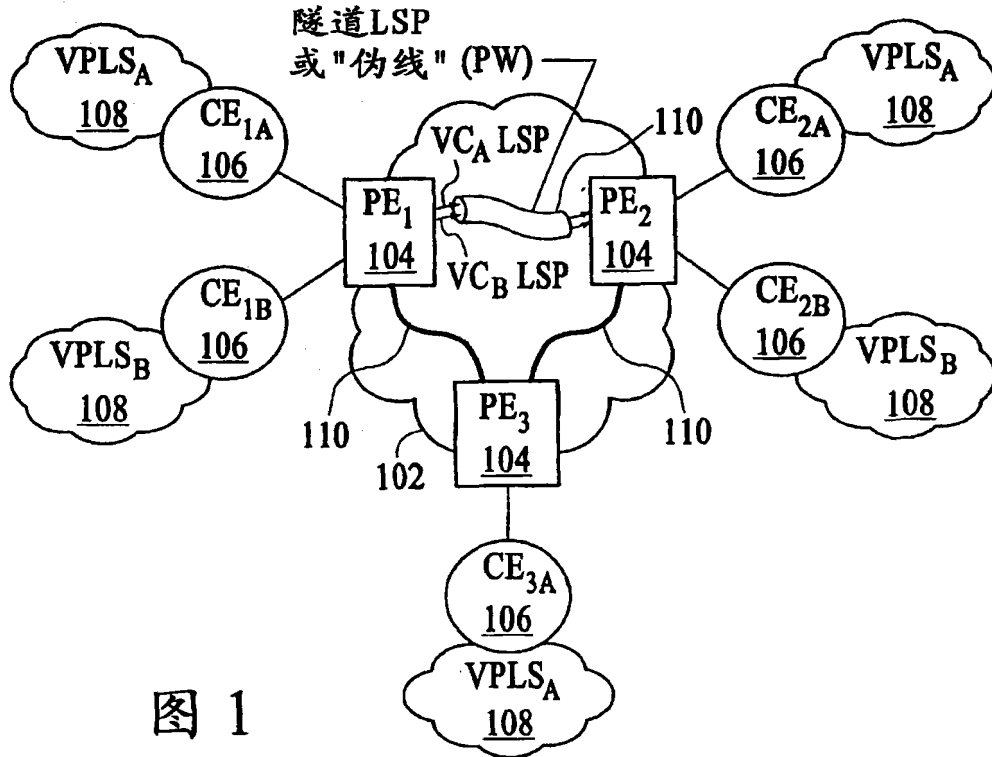


图 1

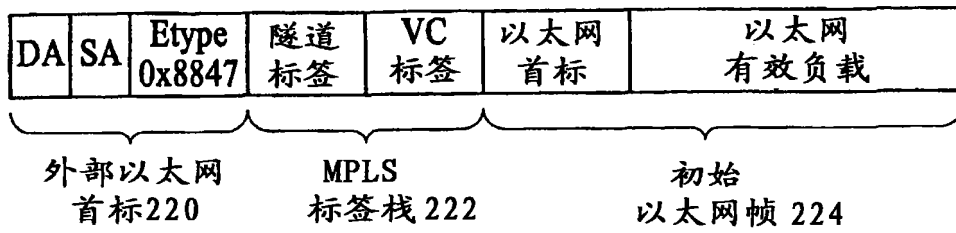


图 2

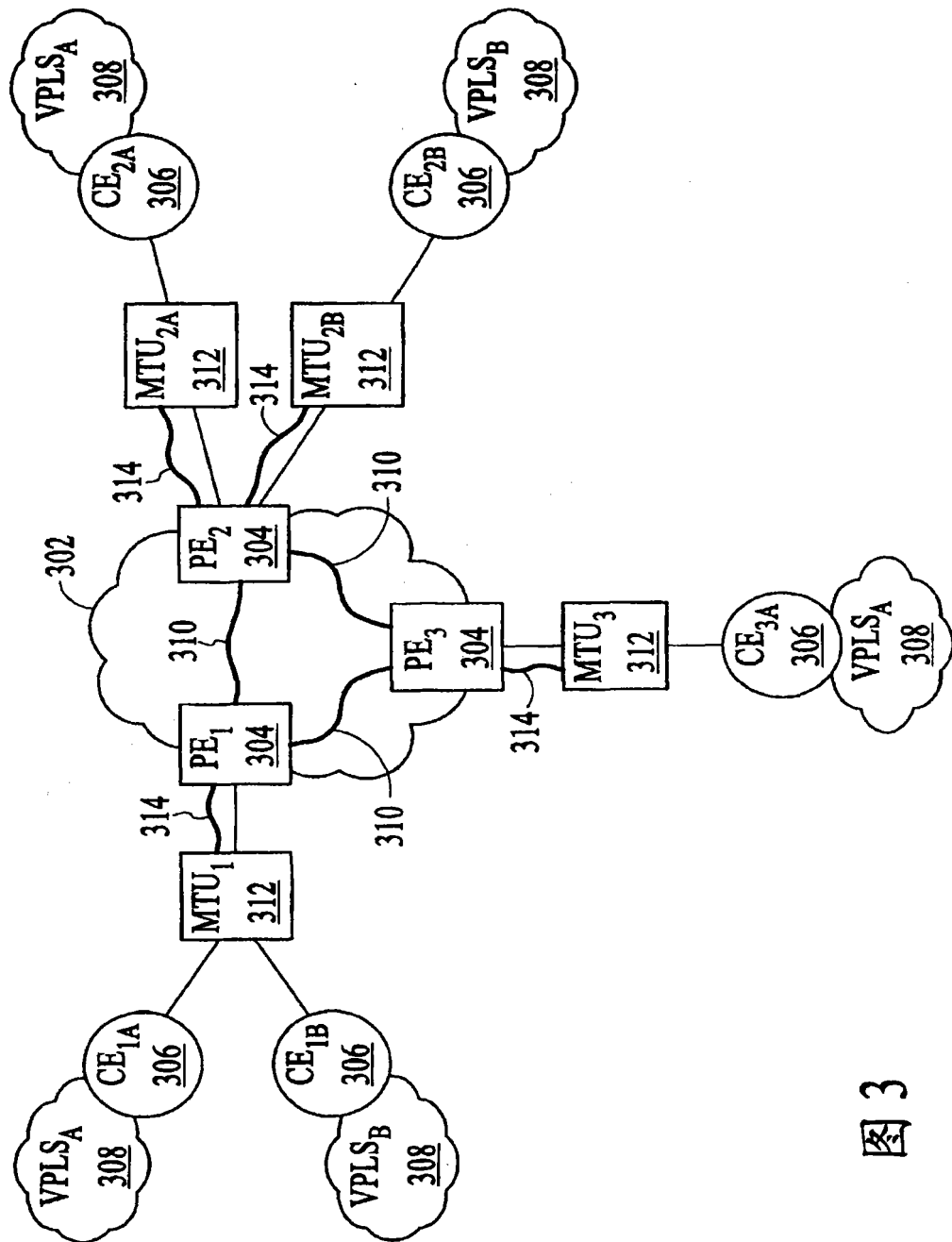


图 3

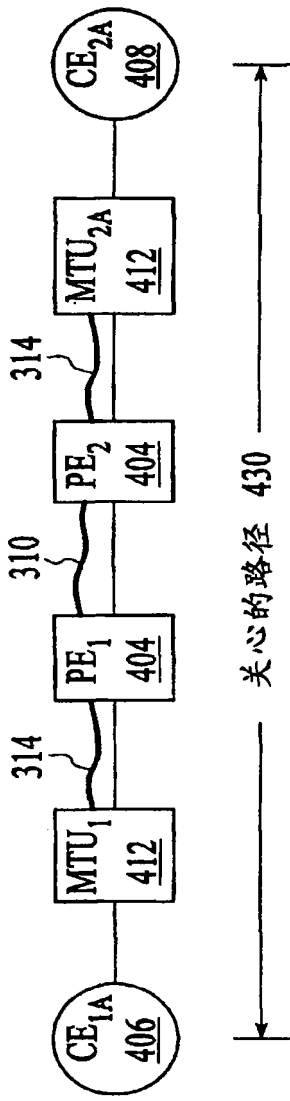


图 4

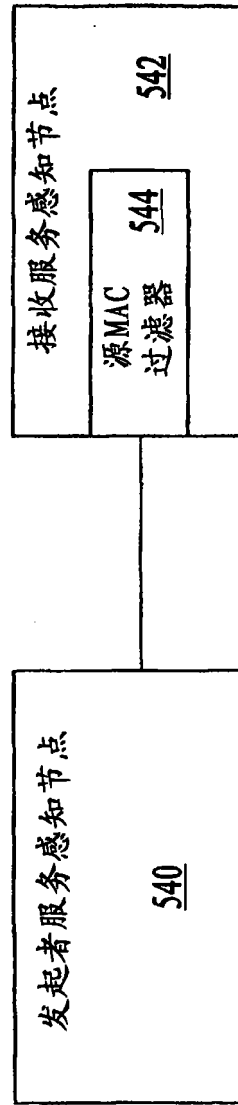


图 5

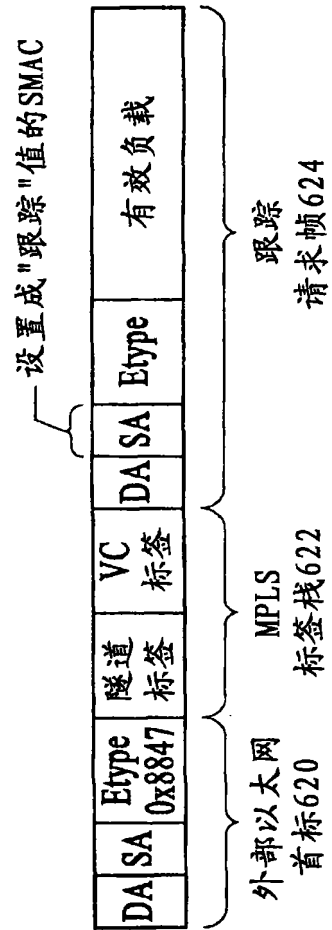
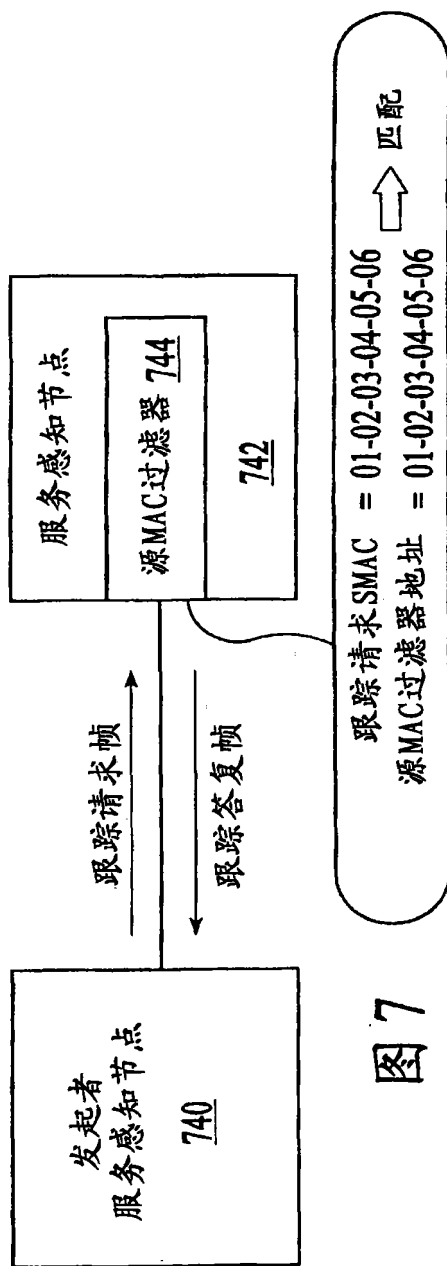


图 6



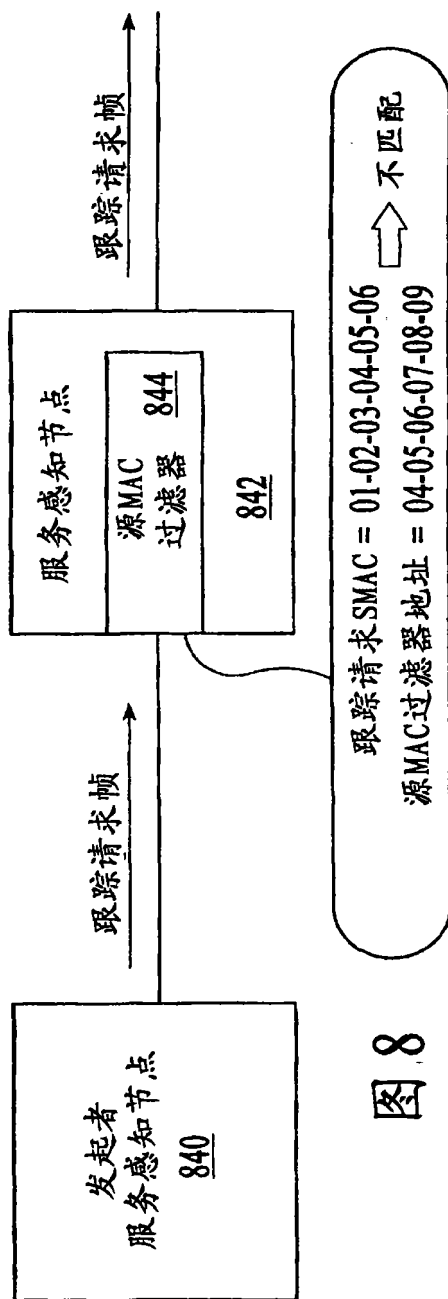
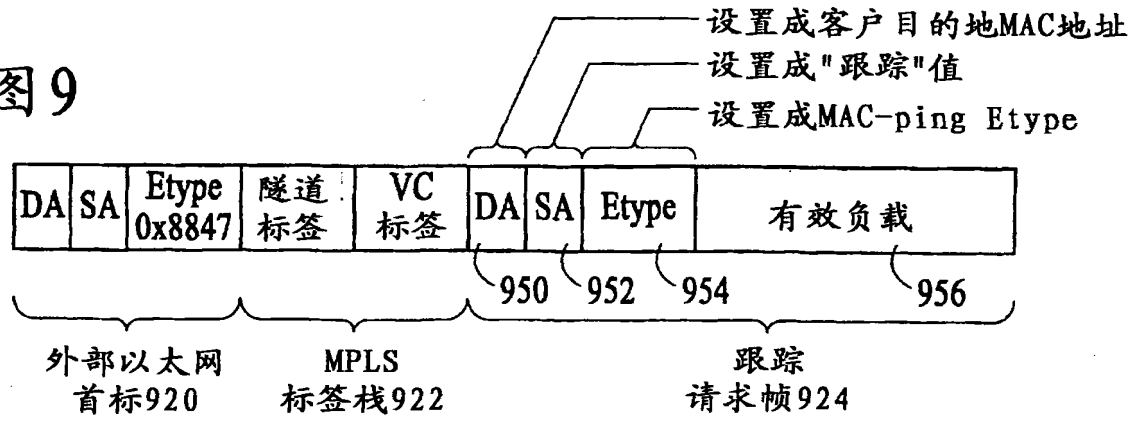
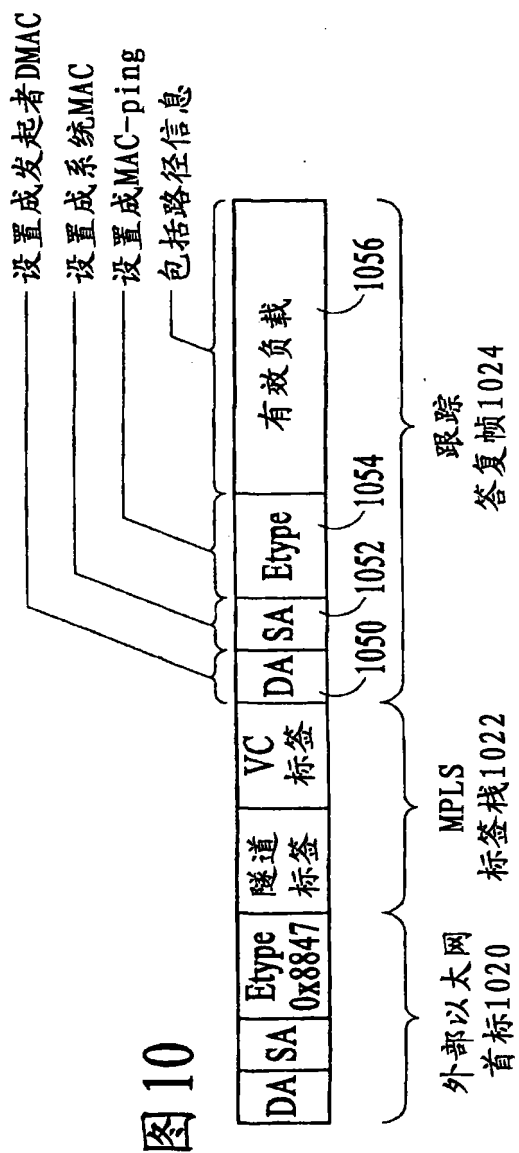


图 8

图 9





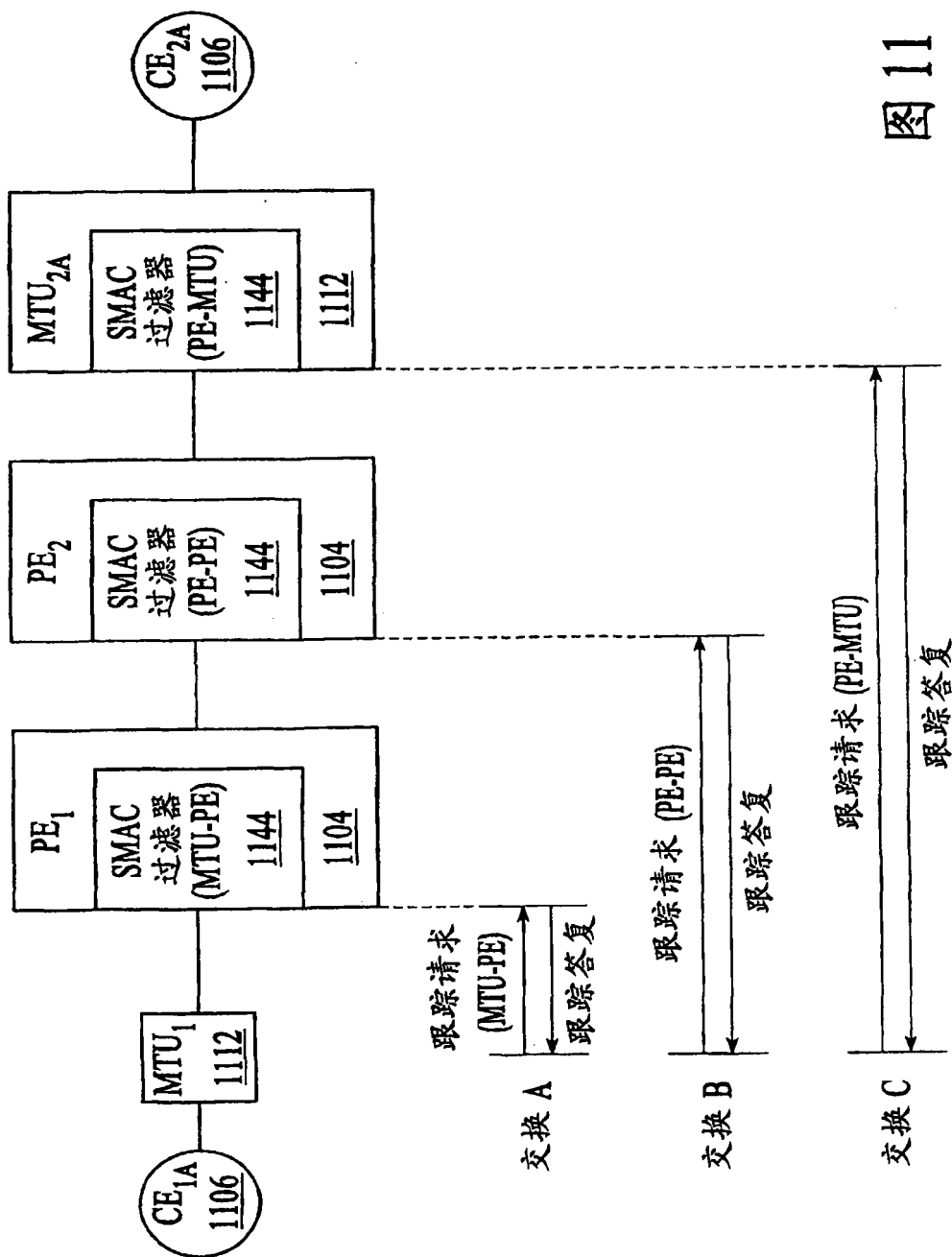


图 11

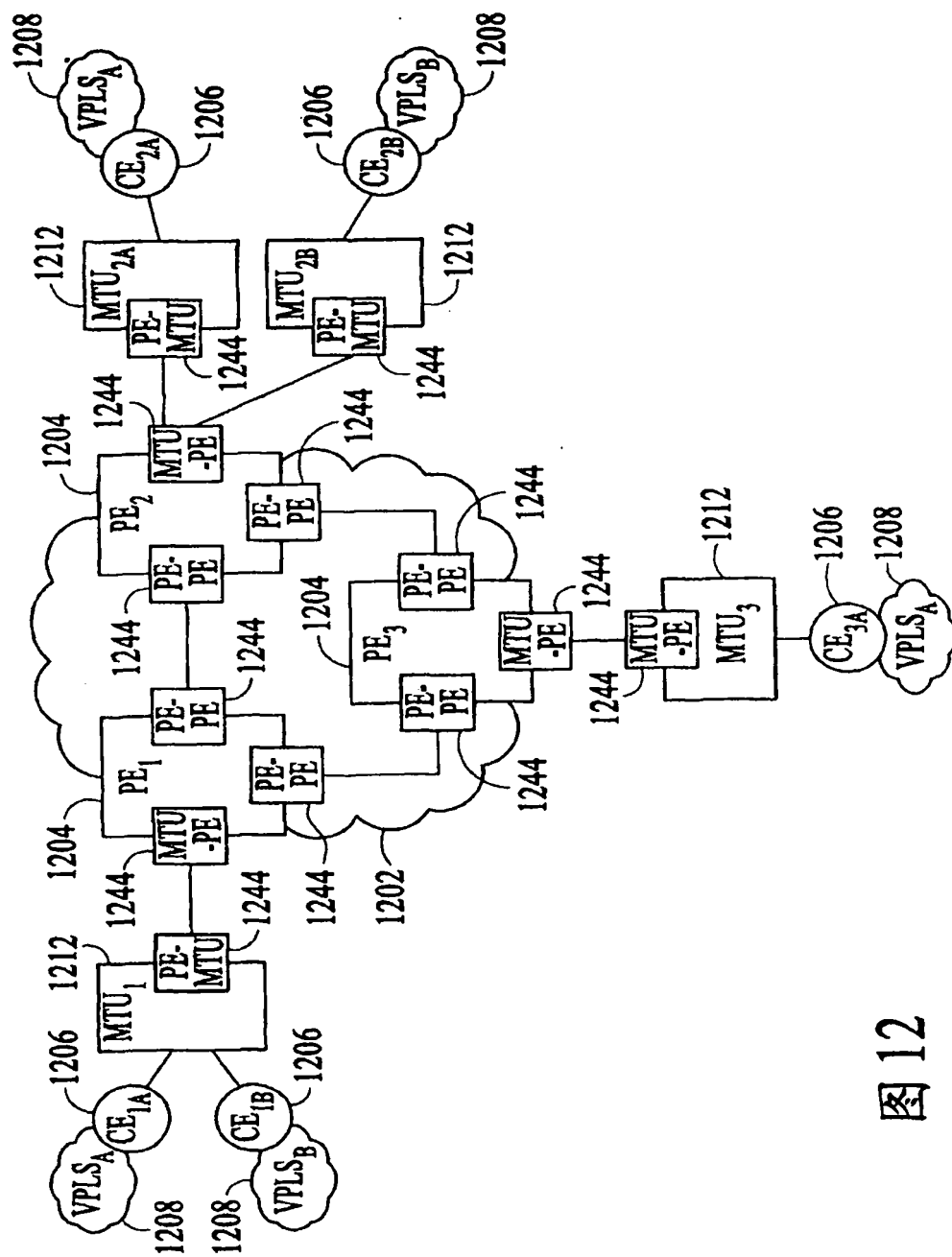


图 12

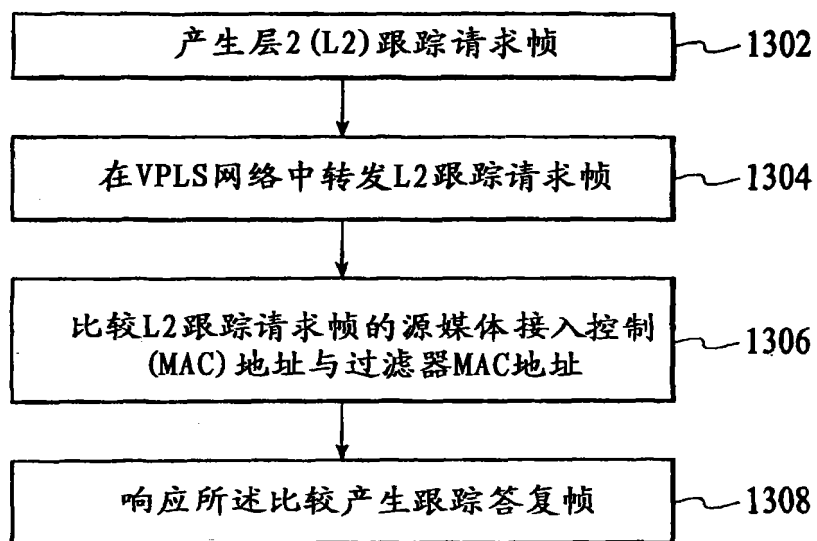


图 13

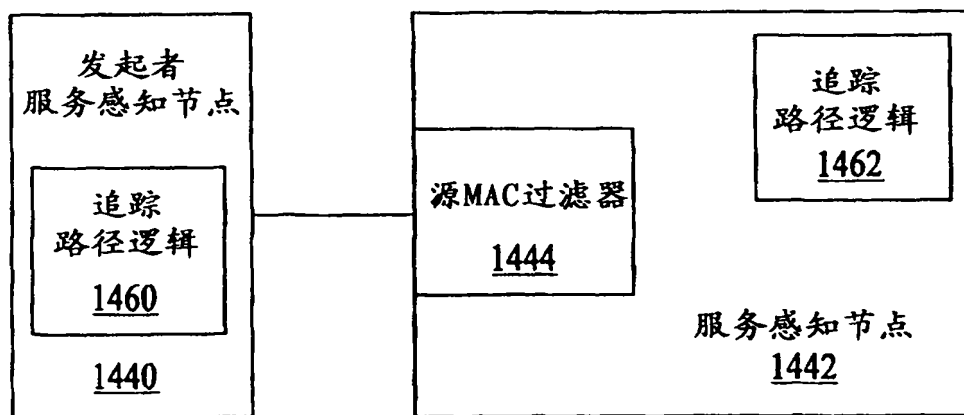


图 14