

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101102264 B

(45) 授权公告日 2011.07.20

(21) 申请号 200610098512.1

CN 1765085 A, 2006.04.26, 全文.

(22) 申请日 2006.07.04

CN 1578252 A, 2005.02.09, 说明书第2页第

(73) 专利权人 华为技术有限公司

3行至第4页第6行, 第5页倒数第4行至第9页
第1行及附图1-3.地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为
总部办公楼

审查员 杨颖

(72) 发明人 邓柱升

(74) 专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理
有限公司 11291

代理人 郭润湘

(51) Int. Cl.

H04L 12/56(2006.01)

H04L 12/28(2006.01)

(56) 对比文件

US 6870852 B1, 2005.03.22, 全文.

CN 1741499 A, 2006.03.01, 全文.

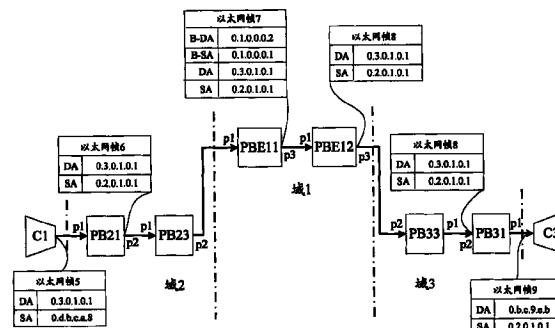
权利要求书 6 页 说明书 15 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种以太网转发数据的方法和一种以太网系
统

(57) 摘要

本发明公开一种以太网转发数据的方法与系统,包括:将以太网划分成多个网络域,给每一个网络域分配唯一域地址;所述每一个网络域中包含一个或多个网桥,给每一个网桥分配域内唯一网桥地址;给连接到域内网桥的用户设备或其它网络分配分域媒体接入控制 MAC 地址,包含其所属域对应的域地址、所连接的域内网桥对应的网桥地址以及区分不同用户设备或网络的客户地址;当网桥接收到以太网数据帧时,根据自身指定的学习掩码长度和配置的 MAC 学习匹配表,生成 MAC 转发匹配表;并根据数据帧中携带的分域目的 MAC 地址匹配本地保存的 MAC 转发匹配表,进行数据转发。采用本发明能有效减小网络中各网桥的 MAC 转发匹配表规模。



1. 一种以太网转发数据的方法,其特征在于,包括:将以太网划分成多个网络域,给每一个网络域分配唯一域地址;所述每一个网络域中包含一个或多个网桥,给每一个网桥分配域内唯一网桥地址;给连接到域内网桥的用户设备或其它网络分配分域媒体接入控制 MAC 地址,所述分域 MAC 地址包含其所属域对应的域地址、所连接的域内网桥对应的网桥地址以及区分不同用户设备或网络的客户地址;

当网桥接收到以太网数据帧时,根据自身指定的学习掩码长度和配置的 MAC 学习匹配表,学习数据帧中携带的分域源 MAC 地址,获取转发掩码长度,生成对应的转发匹配表表项存储到自己的 MAC 转发匹配表中;并根据数据帧中携带的分域目的 MAC 地址匹配本地保存的 MAC 转发匹配表,通过匹配到的对应表项中记录的网桥出端口进行数据转发或直接发送给目的用户设备。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,若接收到所述数据帧的各网桥在本地保存的 MAC 转发匹配表中没有匹配到对应表项,则将接收的数据帧广播给与自身相连接的其它网桥和用户设备。

3. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,根据每一个网桥在网络中的连接关系,指定唯一一个学习掩码长度;所述 MAC 学习匹配表包含:所述分域源 MAC 地址和对应的转发掩码长度。

4. 如权利要求 3 所述的方法,其特征在于,所述分域源 MAC 地址可以采用缺省设置。

5. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述 MAC 学习匹配表至少包含:所述分域源 MAC 地址,对应指定的学习掩码长度以及对应转发掩码长度。

6. 如权利要求 3、4 或 5 所述的方法,其特征在于,所述 MAC 转发匹配表至少包含:所述分域目的 MAC 地址,对应转发掩码长度和网桥出端口标识。

7. 如权利要求 6 所述的方法,其特征在于,各网桥 MAC 转发匹配表表项的具体生成方法,包括:

将所述分域源 MAC 地址采用网桥指定的学习掩码长度匹配配置的 MAC 学习匹配表,获得与该源 MAC 地址对应的转发掩码长度;

将接收的数据帧的所述源 MAC 地址与对应的转发掩码长度等长的高位地址字节作为 MAC 转发匹配表的目的 MAC 地址的对应高位地址字节,将目的 MAC 地址的其余低位地址字节置为 0;

将接收所述数据帧的网桥端口的对应端口标识作为所述 MAC 转发匹配表的网桥出端口标识。

8. 如权利要求 7 所述的方法,其特征在于,所述根据分域目的 MAC 地址匹配本地保存的 MAC 转发匹配表进行数据转发,具体包括:

获取所述 MAC 转发匹配表中存储的分域目的 MAC 地址与其对应转发掩码长度等长的高位地址字节,与所述数据帧的分域目的 MAC 地址的对应字节比较,若两者相同,则确定为匹配成功,通过该对应表项中记录的网桥端口发送所述数据帧。

9. 如权利要求 1 所述的方法,与用户设备相连接的客户侧网桥接收到用户设备发送的以太网数据帧时,首先将数据帧中携带的常规 MAC 地址置换成对应的所述分域 MAC 地址,再根据数据帧携带的分域目的 MAC 地址及网络结构,由该客户侧网桥或通过其它网桥将所述数据帧发送到目的用户设备。

10. 如权利要求 9 所述的方法,其特征在于,所述客户侧网桥还保存有反向 MAC 映射表;所述反向 MAC 映射表中记录各用户设备置换后的所述分域 MAC 地址和置换前的常规 MAC 地址。

11. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,将以太网中各个独立的接入网和汇聚网划分为不同的网络域。

12. 如权利要求 11 所述的方法,其特征在于,所述汇聚网所在网络域采用 MAC 堆栈技术。

13. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述分域 MAC 地址为单播 MAC 地址;所述分域 MAC 地址长度为 48 比特。

14. 一种以太网系统,其特征在于包括多个网络域,每一个网络域具有唯一域地址,每一个网络域中包含一个或多个网桥,每一个网桥具有域内唯一网桥地址;用户设备或其它网络通过所述网桥连接到该以太网系统,每一个用户设备或其它网络具有分域 MAC 地址,所述分域 MAC 地址包含其所属域对应的域地址、所连接的域内网桥对应的网桥地址以及区分不同用户设备或网络的客户地址;

所述每一个网桥包括:

学习匹配单元,存储配置的 MAC 学习匹配表,当网桥接收到以太网数据帧时,根据自身指定的学习掩码长度和配置的 MAC 学习匹配表,学习数据帧中携带的分域源 MAC 地址,获取对应转发掩码长度;

转发匹配表生成单元,根据所述分域源 MAC 地址和获取的转发掩码长度及数据帧接收端口,生成对应的转发匹配表项存储到自己的 MAC 转发匹配表中;

数据发送单元,根据数据帧中携带的分域目的 MAC 地址匹配本地保存的 MAC 转发匹配表,若匹配到的对应表项,则从对应端口发送所述数据帧;否则将接收的数据帧广播给与自身相连接的其它网桥和用户设备。

15. 如权利要求 14 所述的系统,其特征在于,所述转发匹配表生成单元包括:

转发掩码长度获取模块,将所述分域源 MAC 地址采用网桥指定的学习掩码长度匹配配置的 MAC 学习匹配表,获得与该源 MAC 地址对应的转发掩码长度;

目的 MAC 地址生成模块,将接收的数据帧的所述源 MAC 地址与对应的转发掩码长度等长的高位地址字节作为 MAC 转发匹配表的目的 MAC 地址的对应高位地址字节,将目的 MAC 地址的其余低位地址字节置为 0;

网桥出端口标识确定模块,将接收所述数据帧的网桥端口的对应端口标识作为所述 MAC 转发匹配表的网桥出端口标识。

16. 如权利要求 14 或 15 所述的系统,其特征在于,所述数据发送单元包括:

表项匹配模块,获取所述 MAC 转发匹配表中存储的分域目的 MAC 地址与其对应转发掩码长度等长的高位地址字节,与所述数据帧的分域目的 MAC 地址的对应字节进行比较,若两者相同,则确定为匹配成功,输出信号给第一数据发送模块;若 MAC 转发匹配表中没有相应的匹配项,输出信号给第二数据发送模块;

第一数据发送模块,将接收的数据帧通过对应匹配项中记录的网桥出端口发送到其它网桥或目的用户设备;

第二数据发送模块,将接收的数据帧广播给与自身相连接的其它网桥和用户设备。

17. 如权利要求 16 所述的系统,其特征在于,与用户设备相连接的客户侧网桥还包括 : 地址转换单元,当所述客户侧网桥接收到用户设备发送的以太网数据帧时,首先由所述地址转换单元将数据帧中携带的常规 MAC 地址置换成对应的所述分域 MAC 地址。

18. 一种以太网数据帧学习的方法,其特征在于,包括 :

将以太网划分成多个网络域,给每一个网络域分配唯一域地址 ; 所述每一个网络域中包含一个或多个网桥,给每一个网桥分配域内唯一网桥地址 ; 给连接到域内网桥的用户设备或其它网络分配分域媒体接入控制 MAC 地址,所述分域 MAC 地址包含其所属域对应的域地址、所连接的域内网桥对应的网桥地址以及区分不同用户设备或网络的客户地址 ;

通过所述被划分为多个域的以太网的其中一个域的网桥端口,接收携带源 MAC 地址的以太网数据帧 ;

生成转发匹配表项,此表项包括目的 MAC 地址,转发掩码长度和网桥出端口标识 ; 其中,所述的目的 MAC 地址是由所述源 MAC 地址与所述转发掩 码长度匹配得到。

19. 如权利要求 18 所述的方法,其特征在于,源 MAC 地址至少由一个域地址和一个客户端地址组成,目的 MAC 地址至少由一个域地址组成,所述生成的转发匹配表项包括 :

根据学习掩码长度和 MAC 学习匹配表获得的转发掩码长度 ;

根据源 MAC 地址以及所述转发掩码长度生成所述转发匹配表项 ;

将所述转发匹配表项存储于 MAC 转发匹配表中。

20. 如权利要求 19 所述的方法,其特征在于,根据网桥在网络中的连接关系,给网桥指定所述学习掩码长度 ;

所述 MAC 学习匹配表包含 : 源 MAC 地址和转发掩码长度。

21. 如权利要求 20 所述的方法,其特征在于,所述 MAC 学习匹配表中的源 MAC 地址设置为缺省。

22. 如权利要求 19 所述的方法,其特征在于,所述 MAC 学习匹配表包括 : 源 MAC 地址,学习掩码长度以及转发掩码长度。

23. 如权利要求 19、20 或 22 所述的方法,其特征在于,所述获得的转发掩码长度包括 :

基于所述学习掩码的长度将所述以太网数据帧包含的所述源 MAC 地址与 MAC 学习匹配表进行匹配,获得与所述以太网数据帧包含的所述源 MAC 地址相匹配的 MAC 学习匹配表表项 ;

从所述匹配的 MAC 学习匹配表表项中获得所述转发掩码长度。

24. 如权利要求 19 所述的方法,其特征在于,所述生成的转发匹配表项包括 :

将接收的以太网数据帧的所述源 MAC 地址与对应的转发掩码长度等长的高位地址字节作为转发匹配表项的目的 MAC 地址的对应高位地址字节,将转发匹配表项的目的 MAC 地址的其余低位地址字节置为 0 ;

将接收所述以太网数据帧的网桥端口的对应端口标识作为所述转发匹配 表项的网桥出端口标识。

25. 如权利要求 19 所述的方法,其特征在于,进一步包括 :

根据所述 MAC 转发匹配表转发所述以太网数据帧。

26. 如权利要求 18 或 19 所述的方法,其特征在于,所述网桥端口是与用户设备相连接的客户侧网桥的端口,所述以太网数据帧由用户设备发送且还携带用户设备的常规源 MAC

地址,所述方法进一步包括 :

将以太网数据帧中包含的常规源 MAC 地址置换成所述源 MAC 地址 ;

生成一个反向 MAC 映射表,包括所述常规源 MAC 地址和设置为转换后的源 MAC 地址的分域目的 MAC 地址。

27. 一种以太网数据帧转发的方法,其特征在于,包括 :

将以太网划分成多个网络域,给每一个网络域分配唯一域地址 ; 所述每一个网络域中包含一个或多个网桥,给每一个网桥分配域内唯一网桥地址 ; 给连接到域内网桥的用户设备或其它网络分配分域媒体接入控制 MAC 地址,所述分域 MAC 地址包含其所属域对应的域地址、所连接的域内网桥对应的网桥地址以及区分不同用户设备或网络的客户地址 ;

通过所述被分为多个域的以太网的其中一个域的网桥端口接收以太网数据帧,所述以太网数据帧携带目的 MAC 地址 ;

生成包括目的 MAC 地址,转发掩码长度和网桥出端口标识的转发匹配表项,并保存到 MAC 转发匹配表,其中,所述的目的 MAC 地址由所述以太网数据帧携带的源 MAC 地址与所述转发掩码长度匹配得到,所述网桥出端口标识为接收所述以太网数据帧的网桥端口的标识 ;

从所述 MAC 转发匹配表中获得与以太网数据帧中的目的 MAC 地址相对应的转发匹配表项,此表项包括 : 目的 MAC 地址,转发掩码长度及网桥出端口标识 ;

通过所述转发匹配表项中指示的网桥出端口转发所述以太网数据帧。

28. 如权利要求 27 所述的方法,其特征在于,进一步包括 :

根据所述以太网数据帧的源 MAC 地址执行以太网数据帧学习。

29. 如权利要求 27 所述的方法,其特征在于,所述以太网数据帧的目的 MAC 地址至少包括一个域地址和一个客户地址 ;

由所述 MAC 转发匹配表获得转发匹配表项,包括 :

判断所述以太网数据帧的目的 MAC 地址的高位地址字节是否与所述 MAC 转发匹配表的转发匹配表项的目的 MAC 地址的对应高位地址字节相同,其中所述高位地址字节的长度为对应转发掩码长度,

如果相同则得到所述转发匹配表项 ;

所述转发所述以太网数据帧包括 :

通过获得的转发匹配表项中的网桥出端口标识对应的网桥出端口转发所述以太网数据帧。

30. 如权利要求 28 所述的方法,其特征在于,所述网桥端口是与用户设备相连接的客户侧网桥的端口,所述以太网数据帧由用户设备发送且还携带用户设备的常规源 MAC 地址 ;

所述方法进一步包括 :

将所述常规源 MAC 地址置换成源 MAC 地址,其中源 MAC 地址至少包括一个域地址和一个客户地址 ;

生成一个反向 MAC 映射表,包括所述常规源 MAC 地址和设置为转换后的源 MAC 地址的分域目的 MAC 地址。

31. 如权利要求 27 所述的方法,其特征在于,以太网的网络域采用 MAC 堆栈技术。

32. 如权利要求 27 所述的方法,其特征在于,所述太网数据帧的目的 MAC 地址为单播 MAC 地址;所述太网数据帧的目的 MAC 地址长度为 48 比特。

33. 一种以太网,其特征在于,包括多个网络域,每一个网络域具有唯一域地址,每一个网络域中包含至少一个网桥,每一个网桥具有域内唯一网桥地址,用户设备或其它网络通过所述网桥连接到该以太网,每一个用户设备或其它网络具有分域 MAC 地址,所述分域 MAC 地址包含其所属域对应的域地址、所连接的域内网桥对应的网桥地址以及区分不同用户设备或网络的客户地址;

其中,所述至少一个网桥用于:通过所述以太网的一个域的网桥端口接收以太网数据帧,所述以太网数据帧携带源 MAC 地址;生成包括目的 MAC 地址,转发掩码长度和网桥出端口标识的转发匹配表项,其中,所述目的 MAC 地址由所述源 MAC 地址与所述转发掩码长度匹配得到。

34. 如权利要求 33 所述的以太网,其特征在于,所述至少一个网桥被指定为根据存储在至少一个网桥中的 MAC 转发匹配表转发所述以太网数据帧。

35. 一种以太网桥,其特征在于,包括:用于通过所述网桥的网桥端口接收携带源 MAC 地址的以太网数据帧的单元;其中,所述网桥所在的以太网被划分成多个网络域,给每一个网络域分配唯一域地址;所述每一个网络域中包含一个或多个网桥,给每一个网桥分配域内唯一网桥地址;给连接到域内网桥的用户设备或其它网络分配分域媒体接入控制 MAC 地址,所述分域 MAC 地址包含其所属域对应的域地址、所连接的域内网桥对应的网桥地址以及区分不同用户设备或网络的客户地址;

用于生成包括目的 MAC 地址,转发掩码长度和网桥出端口标识的转发匹配表项的单元,其中,所述目的 MAC 地址由所述源 MAC 地址与所述转发掩码长度匹配得到。

36. 如权利要求 35 所述的网桥,其特征在于,其中所述源 MAC 地址包括至少一个域地址和一个客户地址;

所述网桥,具体包括:

学习匹配单元,用于存储至少包括转发掩码长度和源 MAC 地址的 MAC 学习匹配表,根据自身指定的学习掩码长度和配置的 MAC 学习匹配表,学习以太网数据帧中包含的源 MAC 地址,获取与以太网数据帧中包含的源 MAC 地址对应的 MAC 学习匹配表的表项;

转发匹配表生成单元,用于根据所述以太网数据帧的源 MAC 地址和从所述 MAC 学习匹配表的表项中获取的转发掩码长度,生成转发匹配表项存储到 MAC 转发匹配表中。

37. 如权利要求 36 所述的网桥,其特征在于,还包括:数据发送单元,用于根据 MAC 转发匹配表转发所述以太网数据帧。

38. 如权利要求 36 或 37 所述的网桥,其特征在于,所述转发匹配表生成单元包括:

转发掩码长度获取模块,从所述学习匹配单元获得的 MAC 学习匹配表的表项中获得转发掩码长度;

目的 MAC 地址生成模块,将接收的数据帧的所述源 MAC 地址中的与所述转发掩码长度等长的高位地址字节作为 MAC 转发匹配表的转发匹配表项的目的 MAC 地址的对应高位地址字节,将转发匹配表项的目的 MAC 地址的其余低位地址字节置为 0;

网桥出端口标识确定模块,将接收所述数据帧的网桥端口的对应端口标识作为所述 MAC 转发匹配表的转发匹配表项的网桥出端口标识。

39. 如权利要求 37 所述的网桥，其特征在于，所述数据发送单元包括：

表项匹配模块，判断所述 MAC 转发匹配表的转发匹配表项的目的 MAC 地址中与对应转发掩码长度等长的高位地址字节，与所述以太网数据帧的目的 MAC 地址的对应高位地址字节是否相同；

如果相同，则获得一个转发匹配表项并发送成功消息；

若不同，则发送失败消息；

第一数据发送模块，根据成功消息将接收的数据帧通过获得的转发匹配表项中指示的网桥出端口发送到其它网桥或目的用户设备；

第二数据发送模块，根据失败消息将接收的数据帧广播给与自身相连接的其它网桥和用户设备。

40. 如权利要求 36 或 37 所述的网桥，其特征在于，还包括：

地址转换单元，当所述网桥为与用户设备相连的客户侧网桥时，将以太网数据帧中包含的常规源 MAC 地址转换成源 MAC 地址。

一种以太网转发数据的方法和一种以太网系统

技术领域

[0001] 本发明涉及以太网，尤其涉及一种以太网转发数据的方法和一种以太网系统。

背景技术

[0002] 在传统的以太网交换机中，采用基于对以太网帧中的源地址进行学习，根据目的地址进行转发的机制，通过分析来自所有相连网络的输入封包的源地址来学习网络的拓扑结构。例如，二层交换接收到通过线路 1 来自主机 A 的数据包，它就认为通过连接到线路 1 上的网络可以达到主机 A，通过这样的学习过程，二层交换就能建立起一张路由表。这种路由表的一个例子如下表 1 所示。

[0003] 表 1

[0004]

主机地址	端口号
11. 11. 11. 11. 11. 11	1
22. 22. 22. 22. 22. 22	1
33. 33. 33. 33. 33. 33	2
44. 44. 44. 44. 44. 44	3

[0005] 二层交换采用这种路由表作为数据包传输转发的基础。当二层交换从其中的一个端口接收到一个数据包时，它根据数据包的目的地址查找路由表，如果路由表中存在目的地址和网桥中某个端口的对应关系，数据包将通过相应的端口被转发出去，否则，数据包将通过除接收端口外的所有其他端口被转发出去。

[0006] 传统以太网交换机定位用于局域网中，在局域网中用户设备数量较少，从而交换机中需要建立的媒体接入控制 (Medium Access Control, MAC) 转发表项也相对较少。但是当以太网技术引入到城域网中时就出现了由于用户终端设备大增导致 MAC 转发表规模增加的问题，使得传统的以太网技术难以适应。为了解决以太网转发表的规模问题，当前业界引入了 MAC 堆栈 (MAC in MAC) 等技术（在 IEEE 802.1ah 中定义）。该技术的基本思想是在进入运营商网络的用户以太网帧前添加一个运营商以太网帧头，在运营商网络中根据新加的运营商以太网帧头进行学习和转发。

[0007] 图 1 表示出了传统以太网帧和 MAC in MAC 帧格式间的对应关系。图 1 中，传统以太网帧中的 DA 表示目的 MAC 地址，SA 表示源 MAC 地址，T/L(Type/Length) 为类型 / 长度域，Payload 表示载荷，CRC 为冗余校验；MAC in MAC 帧头包括：

[0008] B-DA : 表示目的边缘网桥 (Provider Bridge Equipment, PBE) 的 MAC 地址；

[0009] B-SA : 表示源边缘网桥的 MAC 地址；

[0010] B-TAG : MAC in MAC 封装格式中的一个字段，4 个字节，标识运营商网络内的业务隧道；

[0011] I-TAG : MAC in MAC 封装格式中的一个字段，标识运营商网络内相同业务隧道里的不同用户业务。

[0012] 在 MAC in MAC 帧中的 Payload 是将整个传统以太网帧作为负荷映射在 MAC in MAC

帧中进行承载。

[0013] 如图 2 所示, 为 MAC in MAC 网络结构示意图, 用户设备 (Client Equipment, CE) 连接到运营商 MAC in MAC 网络的边缘网桥设备 PBE, 在网络内部还具有内部网桥设备 (Provider Bridge, PB)。当用户设备发送出的用户以太网数据帧进入到 PBE 时, PBE 对该数据帧封装 MAC in MAC 帧头, 如图 1 所示。PB 设备使用 MAC in MAC 帧中的 B-MAC(即 :B-DA, B-SA) 进行学习转发, 对用户 MAC 不可见。当数据帧从 PBE 发送到外网时, 将 MAC in MAC 帧头剥离。

[0014] 由此可见, 对于运营商网络的 PE 设备, 只需要根据 PBE 的 B-MAC 进行学习 / 转发, 因此其内部 MAC 转发表的规模等于 PBE 的 MAC 地址数目, 与用户设备的 MAC 数目无关。从而大大降低了 PB 设备的转发表容量, 并提高了运营商网络的可扩展性。但对于边缘网桥 PBE, 因为其需要学习用户设备 MAC 与 B-MAC 间的对应关系, 所以 PBE 设备内的 MAC 转发表容量与用户设备 MAC 数目成正比。与传统以太网桥相比仍然没有得到改善, 同时增加了用户设备 MAC 到运营商 MAC in MAC 网络映射处理的复杂性。

[0015] 如上所述, MAC in MAC 技术降低了运营商网络内部以太网桥的 MAC 转发表规模。但对于边缘网桥, 其转发表的规模与传统以太网交换设备依然相当, 没有得到改善。

[0016] 发明内容

[0017] 本发明提供一种以太网转发数据的方法, 用以解决现有技术以太网网桥中存储的 MAC 转发表规模较大的问题。

[0018] 根据本发明提供的方法, 本发明另提供一种相对应的以太网系统。

[0019] 本发明方法包括: 将以太网划分成多个网络域, 给每一个网络域分配唯一域地址; 所述每一个网络域中包含一个或多个网桥, 给每一个网桥分配域内唯一网桥地址; 给连接到域内网桥的用户设备或其它网络分配分域媒体接入控制 MAC 地址, 所述分域 MAC 地址包含其所属域对应的域地址、所连接的域内网桥对应的网桥地址以及区分不同用户设备或网络的客户地址;

[0020] 当网桥接收到以太网数据帧时, 根据自身指定的学习掩码长度和配置的 MAC 学习匹配表, 学习数据帧中携带的分域源 MAC 地址, 获取转发掩码长度, 生成对应的转发匹配表项存储到自己的 MAC 转发匹配表中; 并根据数据帧中携带的分域目的 MAC 地址匹配本地保存的 MAC 转发匹配表, 通过匹配到的对应表项中记录的网桥出端口进行数据转发或直接发送给目的用户设备。

[0021] 根据本发明的上述方法, 若接收到所述数据帧的各网桥在本地保存的 MAC 转发匹配表中没有匹配到对应表项, 则将接收的数据帧广播给与自身相连接的其它网桥和用户设备。

[0022] 根据本发明的上述方法, 根据每一个网桥在网络中的连接关系, 指定唯一一个学习掩码长度; 所述 MAC 学习匹配表包含: 所述分域源 MAC 地址和对应的转发掩码长度。

[0023] 所述分域源 MAC 地址可以采用缺省设置。

[0024] 所述 MAC 学习匹配表至少包含: 所述分域源 MAC 地址, 对应指定的学习掩码长度以及对应转发掩码长度。

[0025] 所述 MAC 转发匹配表至少包含: 所述分域目的 MAC 地址, 对应转发掩码长度和网桥出端口标识。

- [0026] 根据本发明的上述方法,各网桥 MAC 转发匹配表表项的具体生成方法,包括:
- [0027] 将所述分域源 MAC 地址采用网桥指定的学习掩码长度匹配配置的 MAC 学习匹配表,获得与该源 MAC 地址对应的转发掩码长度;
- [0028] 将接收的数据帧的所述源 MAC 地址与对应的转发掩码长度等长的高位地址字节作为 MAC 转发匹配表的目的 MAC 地址的对应高位地址字节,将目的 MAC 地址的其余低位地址字节置为 0;
- [0029] 将接收所述数据帧的网桥端口的对应端口标识作为所述 MAC 转发匹配表的网桥出端口标识。
- [0030] 根据本发明的上述方法,所述根据分域目的 MAC 地址匹配本地保存的 MAC 转发匹配表进行数据转发,具体包括:
- [0031] 获取所述 MAC 转发匹配表中存储的分域目的 MAC 地址与其对应转发掩码长度等长的高位地址字节,与所述数据帧的分域目的 MAC 地址的对应字节比较,若两者相同,则确定为匹配成功,通过该对应表项中记录的网桥端口发送所述数据帧。
- [0032] 根据本发明的上述方法,与用户设备相连接的客户侧网桥接收到用户设备发送的以太网数据帧时,首先将数据帧中携带的常规 MAC 地址置换成对应的所述分域 MAC 地址,再根据数据帧携带的分域目的 MAC 地址及网络结构,由该客户侧网桥或通过其它网桥将所述数据帧发送到目的用户设备。
- [0033] 所述客户侧网桥还保存有反向 MAC 映射表;所述反向 MAC 映射表中记录各用户设备置換后的所述分域 MAC 地址和置換前的常规 MAC 地址。
- [0034] 根据本发明的上述方法,将以太网中各个独立的接入网和汇聚网划分为不同的网络域。
- [0035] 所述汇聚网所在网络域采用 MAC 堆栈技术。
- [0036] 所述分域 MAC 地址为单播 MAC 地址;所述分域 MAC 地址长度为 48 比特。
- [0037] 本发明另提供一种以太网系统,包括多个网络域,每一个网络域具有唯一域地址,每一个网络域中包含一个或多个网桥,每一个网桥具有域内唯一网桥地址;用户设备或其它网络通过所述网桥连接到该以太网系统,每一个用户设备或其它网络具有分域 MAC 地址,所述分域 MAC 地址包含其所属域对应的域地址、所连接的域内网桥对应的网桥地址以及区分不同用户设备或网络的客户地址;
- [0038] 所述每一个网桥包括:
- [0039] 学习匹配单元,存储配置的 MAC 学习匹配表,当网桥接收到以太网数据帧时,根据自身指定的学习掩码长度和配置的 MAC 学习匹配表,学习数据帧中携带的分域源 MAC 地址,获取对应转发掩码长度;
- [0040] 转发匹配表生成单元,根据所述分域源 MAC 地址和获取的转发掩码长度及数据帧接收端口,生成对应的转发匹配表表项存储到自己的 MAC 转发匹配表中;
- [0041] 数据发送单元,根据数据帧中携带的分域目的 MAC 地址匹配本地保存的 MAC 转发匹配表,若匹配到的对应表项,则从对应端口发送所述数据帧;否则将接收的数据帧广播给与自身相连接的其它网桥和用户设备。
- [0042] 所述转发匹配表生成单元包括:
- [0043] 转发掩码长度获取模块,将所述分域源 MAC 地址采用网桥指定的学习掩 码长度

匹配配置的 MAC 学习匹配表,获得与该源 MAC 地址对应的转发掩码长度;

[0044] 目的 MAC 地址生成模块,将接收的数据帧的所述源 MAC 地址与对应的转发掩码长度等长的高位地址字节作为 MAC 转发匹配表的目的 MAC 地址的对应高位地址字节,将目的 MAC 地址的其余低位地址字节置为 0;

[0045] 网桥出端口标识确定模块,将接收所述数据帧的网桥端口的对应端口标识作为所述 MAC 转发匹配表的网桥出端口标识。

[0046] 所述数据发送单元包括:

[0047] 表项匹配模块,获取所述 MAC 转发匹配表中存储的分域目的 MAC 地址与其对应转发掩码长度等长的高位地址字节,与所述数据帧的分域目的 MAC 地址的对应字节进行比较,若两者相同,则确定为匹配成功,输出信号给第一数据发送模块;若 MAC 转发匹配表中没有相应的匹配项,输出信号给第二数据发送模块;

[0048] 第一数据发送模块,将接收的数据帧通过对应匹配项中记录的网桥出端口发送到其它网桥或目的用户设备;

[0049] 第二数据发送模块,将接收的数据帧广播给与自身相连接的其它网桥和用户设备。

[0050] 与用户设备相连接的客户侧网桥还包括:

[0051] 地址转换单元,当所述客户侧网桥接收到用户设备发送的以太网数据帧时,首先由所述地址转换单元将数据帧中携带的常规 MAC 地址置换成对应的所述分域 MAC 地址。

[0052] 本发明具有如下优点:

[0053] 1、本发明将以太网划分成多个网络域,给每一个网络域分配唯一域地址;每一个网络域中包含一个或多个网桥,给每一个网桥分配域内唯一网桥地址;给连接到域内网桥的用户设备或其它网络分配分域 MAC 地址,其中,分域 MAC 地址包含其所属域对应的域地址、所连接的域内网桥对应的网桥地址以及区分不同用户设备或网络的客户地址;当网桥接收到以太网数据帧时,根据自身指定的学习掩码长度和配置的 MAC 学习匹配表,学习数据帧中携带的分域源 MAC 地址,获取转发掩码长度,生成对应的转发匹配表项存储到自己的 MAC 转发匹配表中。由此可见,本发明的分域 MAC 中,不同的 MAC 字节分别用以表示所属域、所关联的网桥以及不同的客户端,因此,在指定各网桥的学习掩码长度和配置网桥的学习匹配表时,可以根据不同网桥在网络中的连接关系进行灵活设置;使得网桥转发匹配表中各个目的地址对应的转发掩码长度小于 MAC 字节总长度(48 个 bit),这样,多个分域 MAC 地址只要其对应高位地址字节与 MAC 转发匹配表中存储的分域目的 MAC 地址与其对应转发掩码长度等长的高位地址字节相同,就认为匹配成功,可以根据该表项进行数据转发或发送,即多个分域目的 MAC 地址共用 MAC 转发匹配表中的一条表项,不需要象现有技术一样给每一个目的 MAC 地址存储一条对应的转发匹配表项,从而减少了 MAC 转发匹配表中所需包含的表项数量,减小了各网桥的 MAC 转发匹配表规模。

[0054] 2、采用本发明还可以与现有技术中的 MAC in MAC 技术相结合,同样可以减小 MAC in MAC 供应商边缘网桥的 MAC 转发匹配表规模。

附图说明

[0055] 图 1 为传统以太网帧和 MAC in MAC 帧格式间的对应关系示意图;

- [0056] 图 2 为现有技术 MAC in MAC 网络的组成结构示意图；
- [0057] 图 3 为采用本发明方法时网桥内部处理过程示意图；
- [0058] 图 4 为本发明实施例分域以太网系统结构示意图；
- [0059] 图 5 为采用图 4 所示网络结构由用户设备 C3 发送数据帧到用户设备 C1 的数据帧处理过程示意图；
- [0060] 图 6 为采用图 4 所示网络结构由用户设备 C1 发送数据帧到用户设备 C3 的数据帧处理过程示意图；
- [0061] 图 7 为本发明以太网系统中的网桥功能模块结构示意图。

具体实施方式

- [0062] 下面用具体实施例对本发明方法进行详细描述。
- [0063] 本发明分域 MAC 地址格式的规划如下：
- [0064] IEEE802.3 中定义的 MAC 地址是 48 比特的无符号二进制数，其中全 1 表示广播地址，第一个元组最低比特为 1 表示组播地址，其他表示单播地址。在以太网络中，每一个设备使用一个单播地址唯一表示。
- [0065] 在实际的运营商以太网络中，一般划分为接入网与汇聚网两部分。接入网负责接入用户的业务，然后再通过汇聚网互通或上行到骨干网。在本发明中，可以基于运营商实际的接入、汇聚网将以太网划分成多个网络域，给每一个网络域分配唯一域地址；每一个网络域中包含一个或多个网桥，给每一个网桥分配域内唯一网桥地址；给连接到域内网桥的用户设备或其它网络分配分域 MAC 地址，其中，分域 MAC 地址包含其所属域对应的域地址、所连接的域内网桥对应的网桥地址以及区分不同用户设备或网络的客户地址；如下表 2 所示：

[0066] 表 2

[0067]

域地址	域内网桥地址	网桥内客户地址
-----	--------	---------

- [0068] 为了保证兼容性，可以使分域 MAC 地址为单播 MAC 地址。
- [0069] 网络中各网桥基于分域 MAC 地址进行学习与数据转发的具体方法如下：
- [0070] 如图 3 所示，给每个网桥根据其在网络中的连接关系指定 MAC 学习掩码长度并配置对应的 MAC 学习匹配表；当网桥接收到以太网数据帧时，根据自身指定的学习掩码长度和配置的 MAC 学习匹配表，学习数据帧中携带的分域源 MAC 地址，获取转发掩码长度，生成对应的转发匹配表项存储到自己的 MAC 转发匹配表中；数据帧转发逻辑根据数据帧中携带的分域目的 MAC 地址匹配本地保存的 MAC 转发匹配表，根据匹配到的对应表项进行数据转发。

[0071] 图中实线表示数据帧的路径，虚线表示内部学习转发操作的控制关系。

[0072] MAC 学习匹配表的字段结构如下表 3 所示：

[0073] 表 3

[0074]

MAC 学习匹配表	
分域源 MAC 地址	转发掩码长度（比特）

[0075] 表 3 中,每一行表示配置的一条 MAC 学习表项,由两列(即两个字段)组成。其中,分域源 MAC 作为匹配用,转发掩码长度表示对应于该分域源 MAC 在生成 MAC 转发表项时的转发掩码长度。为了避免对经过网桥的数据帧每一个可能的分域源 MAC 都配置一个学习匹配表项,可以采取对同一网桥仅配置一个 MAC 学习掩码,并在 MAC 学习匹配表中使用缺省学习匹配项。

[0076] 另外一种可选的方式是基于每一个分域源 MAC 配置一个对应的学习掩码长度,如下表 4 所示:

[0077] 表 4

[0078]

MAC 学习匹配表		
分域源 MAC 地址	学习掩码长度（比特）	转发掩码长度（比特）

[0079] 表 4 中的这种方式可以进一步提高分域源 MAC 学习的处理弹性,但是相应增加了处理的复杂度。下文仅以基于网桥配置学习掩码的方式(即一个网桥仅配置一个学习掩码)阐述本发明。

[0080] MAC 转发匹配表结构如下表 5 所示:

[0081] 表 5

[0082]

MAC 转发匹配表		
分域目的 MAC 地址	转发掩码长度（比特）	出端口标识

[0083] 表 5 中,每一行转发表项由三列组成(即包含三个字段)。分域目的 MAC 和转发掩码长度用来匹配数据帧中的目的 MAC 地址,出端口标识表示匹配到该 表项的数据帧从该端口发送出去。

[0084] 下面举例说明学习和转发过程。假设指定给网桥的 MAC 学习掩码长度设为 32,MAC 学习匹配表配置如下表 6 所示:

[0085] 表 6

[0086]

MAC 学习匹配表	
分域源 MAC 地址	转发掩码长度 (比特)
0.2.0.1.0.0	48
缺省	16

[0087] 学习过程如下：

[0088] 1) 当网桥从端口 p1 接收到一个数据帧, 其分域源 MAC 地址是 0.2.0.1.1.1, 网桥取该分域源 MAC 地址的前 32 比特 (即配置的 MAC 学习掩码长度) 在 MAC 学习匹配标准中进行匹配。匹配到 [0.2.0.1.0.0, 48] 表项, 获得转发掩码长度是 48 比特, 从而生成 MAC 转发匹配表表项 [0.2.0.1.1.1, 48, p1]。

[0089] 2) 当网桥从端口 p2 接收到一个数据帧, 其分域源 MAC 地址是 0.3.0.1.1.1, 网桥取该源 MAC 地址的前 32 比特在 MAC 学习匹配标准中进行匹配。匹配到 [缺省, 16] 表项, 获得转发掩码长度是 16 比特, 从而生成 MAC 转发匹配表表项 [0.3.0.0.0.0, 16, p2]。

[0090] 网桥上最终生成的 MAC 转发匹配表如下表 7 所示：

[0091] 表 7

[0092]

MAC 转发匹配表		
目的 MAC 地址	转发掩码长度 (比特)	出端口
0.2.0.1.0.1	48	p1
0.3.0.0.0.0	16	p2

[0093] 数据帧转发过程如下：

[0094] 当网桥从端口 p1 接收到一个数据帧而且其分域目的 MAC 是 0.3.0.1.1.1 时, 根据 MAC 转发匹配表匹配到 [0.3.0.0.0.0, 16, p2], 即 0.3.0.1.1.1 取前 16 比特与 0.3.0.0.0.0 相等, 得到出端口为 p2。将数据帧从 p2 端口转发出去。

[0095] 另外, 在 MAC in MAC 网络也可以应用本发明的上述方法, 只需在表项中增加一列 B-MAC, 其处理方式和上面类似。

[0096] 下面, 通过一个具体的网络实例来详细描述本发明的技术方案。

[0097] 如图 4 所示, 将以太网划分成 3 个网络域, 分别为域 1、域 2 和域 3, 其中域 2 和域 3 接入网络, 负责接入用户业务; 域 1 为汇聚网络, 完成域 2 和域 3 间的数据互通。C1、C2、C3 及 C4 为用户以太网设备。

[0098] 每一个域中包括有一个或多个网桥, 其中 PB21、PB22、PB31 及 PB32 为客户端侧接入网桥, 完成对用户业务的接入功能; PB23、PB33、PBE11、PBE12 及 PBE13 为域间互联网桥。其

中,PBxx 设备可以是 IEEE 802.1d.1q/.1ad 等以太网桥设备,PBExx 可以是 IEEE802.1ah 的 MAC in MAC 供应商边缘以太网桥设备。

[0099] 对于图 4 中的两层示例网络,一种可能采用的分域 MAC 格式如下表 8 所示:

[0100] 表 8

[0101]

分域 MAC 格式			
字段含义	域地址	客户侧网桥号	客户设备号
长度(字节)	2	2	2

[0102] 其中:

[0103] ●域地址 :表示接入用户业务的运营商网络域;

[0104] ●客户侧网桥号 :表示接入用户业务的运营商网桥,属于不同域内的网桥号可以相同;

[0105] ●客户设备号 :表示客户侧网桥接入的不同用户设备,属于不同客户侧网 桥的客户设备号可以相同。

[0106] 基于以上规则,对图 4 中的分域网络的域地址、客户侧网桥号以及客户设备号进行的资源分配分别如下表 9、10、11 所示:

[0107] 表 9

[0108]

域地址分配表	
域	域地址
域 1	0x01
域 2	0x02
域 3	0x03

[0109] 表 10

[0110]

域内客户侧网桥号分配表	
客户侧网桥	分配号
PB21	0x01
PB22	0x02
PB31	0x01
PB32	0x02

[0111] 表 11

[0112]

客户设备号分配表	
客户设备	分配号
C1	0x01
C2	0x02
C3	0x01
C4	0x02

[0113] 此外,为了有效利用分域 MAC 格式中的信息,还需配置各网桥的学习掩码和 MAC 学习匹配表。

[0114] 对于域 1 中的网桥 PBE11 和 PBE12,对接收到的用户数据帧只需根据分域 MAC 中的域地址信息就可以进行转发,因此 PBE11 和 PBE12 的学习掩码和转发掩码长度可以设为 16 个比特。PBE11 和 PBE12 的 MAC 学习匹配表如下表 12 所示:

[0115] 表 12

[0116]

PBE11&PBE12 学习匹配表	
分域源 MAC 地址	转发掩码长度 (比特)
缺省	16

[0117] 对于域 2 中的网桥 PB21,从端口接收的域内用户数据帧需要根据 48 比特的全 MAC 地址才能识别出转发路径,因此,当分域源 MAC 地址为本域地址时,其对应的转发掩码长度为 48 个比特;而发送到域 3 的用户数据帧只需要根据 16 比特的域地址就可以转发,这样 PB21 的学习掩码可以指定为 16 个比特,缺省的分域源 MAC 地址对应的转发掩码长度为 16 个比特。PB21 配置的 MAC 学习匹配表如下表 13 所示:

[0118] 表 13

[0119]

PB21 MAC 学习匹配表	
分域源 MAC 地址	转发掩码长度 (比特)
0.2.0.0.0.0	48
缺省	16

[0120] 同理,对于域 3 中的 PB31,其配置的 MAC 学习匹配表如下表 14 所示:

[0121] 表 14

[0122]

PB21 MAC 学习匹配表	
分域源 MAC 地址	转发掩码长度 (比特)
0.3.0.0.0.0	48
缺省	16

[0123] 对于域 2 中的网桥 PB23, 域内用户数据帧需要根据 32 比特的域地址 + 网桥号识别出转发路径, 因此, 其对应的转发掩码长度为 32 个比特; 而发送到域 3 的用户数据帧只需要根据 16 比特的域地址就可以转发, 这样, PB23 的学习掩码可以指定为 16 个比特。PB23 配置的 MAC 学习匹配表如下表 15 所示:

[0124] 表 15

[0125]

PB23 MAC 学习匹配表	
分域源 MAC 地址	转发掩码长度 (比特)
0.2.0.0.0.0	32
缺省	16

[0126] 同理, 对于域 3 中的 PB33, 其配置的 MAC 学习匹配表如下表 16 所示:

[0127] 表 16

[0128]

PB33 MAC 学习匹配表	
分域源 MAC 地址	转发掩码长度 (比特)
0.3.0.0.0.0	32
缺省	16

[0129] 现假设用户设备 C1 的常规 MAC 地址是 0.d.b.c.a.8, 用户设备 C3 的常规的 MAC 地址是 0.b.c.9.e.b。PBE11 网桥 B-MAC 是 0.1.0.0.0.1, PBE12 网桥 B-MAC 是 0.1.0.0.0.2。用户设备 C3 发送出一个广播以太网帧 1, 其中目的 MAC 地址是全 F, 其数据帧转发流程示意图如图 5 所示, 包括如下步骤:

[0130] 步骤 11 :PB31 从 p1 端口收到用户设备 C3 发出的该广播以太网帧 1 后, 会根据预先配置的分配资源将以太网帧 1 中的源 MAC 地址置换成新的分域 MAC 地址如 0.3.0.1.0.1, 从而构造成一个新的以太网帧 2, 并建立一个反向 MAC 映射表 [0.3.0.1.0.1, 0.b.c.9.e.b], 如下表 17 所示:

[0131] 表 17

[0132]

PB31 反向 MAC 映射表	
分域目的 MAC 地址	转换后常规 MAC 地址
0. 3. 0. 1. 0. 1	0. b. c. 9. e. b

[0133] 步骤 12 :PB31 基于配置的 PB31MAC 学习匹配表对以太网帧 2 进行分域源 MAC 地址学习。0. 3. 0. 1. 0. 1 取前 16 比特与 PB31MAC 学习匹配表中的 [0. 3. 0. 0. 0. 0, 48] 最佳匹配, 得到转发匹配掩码是 48, 从而生成 MAC 转发匹配表表项 [0. 3. 0. 1. 0. 1, 48, p1]。PB31 将以太网帧 2 从 p2 端口发送出去。

[0134] 步骤 13 :PB33 从 p1 端口收到以太网帧 2, 基于配置的 PB33MAC 学习匹配表进行分域源 MAC 地址学习。0. 3. 0. 1. 0. 1 取前 16 比特与 [0. 3. 0. 0. 0. 0, 32] 最佳匹配, 得到转发匹配掩码是 32, 从而生成 MAC 转发匹配表表项 [0. 3. 0. 1. 0. 0, 32, p1]。PB33 将以太网帧 2 从 p2 端口发送出去。在生成的该表项中, 0. 3. 0. 1. 0. 0 表示目的 MAC 地址, 由于转发掩码长度为 32, 所以前 4 个高位地址字节与分域源 MAC 地址 0. 3. 0. 1. 0. 1 的前 4 个高位地址字节相同, 后 2 个低位地址字节设置为 0。

[0135] 步骤 14 :PBE12 从 p3 端口收到以太网帧 2, 基于配置的 PBE12MAC 学习匹配表进行分域源 MAC 地址学习。0. 3. 0. 1. 0. 1 使用缺省匹配并得到转发匹配掩码是 16 个比特, 从而生成 MAC 转发匹配表表项 [0. 3. 0. 0. 0. 0, 16, N/A, p3]。表项中 N/A 表示不包含 MAC in MAC 帧头 ;PBE12 将以太网帧 2 增加 MAC in MAC 帧头生成以太网帧 3 从 p1 端口发送出去。

[0136] 步骤 15 :PBE11 从 p3 端口收到以太网帧 3, 基于配置的 PBE11MAC 学习匹配表进行分域源 MAC 地址学习。分域源 MAC 地址 0. 3. 0. 1. 0. 1 使用缺省匹配并得到转发匹配掩码是 16 个比特, 从而生成 MAC 转发匹配表表项 [0. 3. 0. 0. 0. 0, 16, 0. 1. 0. 0. 0. 2, p3]。表项中 0. 1. 0. 0. 0. 2 表示 PBE12 的分域 MAC 地址, PBE11 将以太网帧 3 去掉 MAC in MAC 帧头生成以太网帧 4 从 p1 端口发送出去。

[0137] 步骤 16 :PB23 从 p2 端口收到以太网帧 4, 基于配置的 PB23MAC 学习匹配表进行分域源 MAC 地址学习。分域源 MAC 地址 0. 3. 0. 1. 0. 1 使用缺省匹配并得到转发匹配掩码是 16 个比特, 从而生成 MAC 转发匹配表表项 [0. 3. 0. 0. 0. 0, 16, p2]。PB23 将以太网帧 4 从 p1 端口发送出去。

[0138] 步骤 17、PB21 从 p2 端口收到以太网帧 4, 基于配置的 PB21MAC 学习匹配表进行分域源 MAC 地址学习。分域源 MAC 地址 0. 3. 0. 1. 0. 1 使用缺省匹配并得到转发匹配掩码是 16 个比特, 从而生成 MAC 转发匹配表表项 [0. 3. 0. 0. 0. 0, 16, p2]。PB21 将以太网帧 4 从 p1 端口发送出去。

[0139] 之后, C1 可能向 C3 发送出一个单播以太网帧 5。其中, 目的 MAC 地址是 C3 设备经 PB31 转换后的分域 MAC 地址 (0. 3. 0. 1. 0. 1), 源 MAC 地址是 C1 设备的常规 MAC 地址 (0. d. b. c. a. 8)。其数据帧转发流程示意图如图 6 所示, 包括如下步骤 :

[0140] 步骤 21 :PB21 从 p1 端口收到用户设备 C1 发出的该单播以太网帧 5 后, 会根据预先配置的分配资源将以太网帧 5 中的常规源 MAC 地址置换成本发明的分域 MAC 地址 0. 2. 0. 1. 0. 1, 从而构造成一个新的以太网帧 6, 并建立一个反向 MAC 映射表 [0. 2. 0. 1. 0. 1, 0. d. b. c. a. 8], 如下表 18 所示 :

[0141] 表 18

[0142]

PB21 反向 MAC 映射表	
分域目的 MAC 地址	转换后常规 MAC 地址
0.2.0.1.0.1	0.d.b.c.a.8

[0143] 步骤 22 :PB21 基于配置的 PB21MAC 学习匹配表对以太网帧 6 进行分域源 MAC 地址学习。0.2.0.1.0.1 取前 16 比特与 [0.2.0.0.0.0, 48] 最佳匹配, 得到转发匹配掩码是 48, 从而生成 MAC 转发匹配表表项 [0.2.0.1.0.1, 48, p1]。PB21 通过查找 PB21MAC 转发匹配表 : 目的 MAC 地址 0.3.0.1.0.1 与 [0.3.0.0.0.0, 16, p2] 最佳匹配, 将以太网帧 6 从 p2 端口发送出去。

[0144] 步骤 23 :PB23 基于配置的 PB23MAC 学习匹配表对以太网帧 6 进行分域源 MAC 地址学习。0.2.0.1.0.1 取前 16 比特与 [0.2.0.0.0.0, 32] 最佳匹配得到转发匹配掩码是 32 个比特, 从而生成 MAC 转发匹配表表项 [0.2.0.1.0.0, 32, p1]。PB23 通过查找 PB23MAC 转发匹配表 : 目的 MAC 地址 0.3.0.1.0.1 与 [0.3.0.0.0.0, 16, p2] 最佳匹配, 将以太网帧 6 从 p2 端口发送出去。

[0145] 步骤 24 :PBE11 从 p1 端口收到以太网帧 6, 基于配置的 PBE11MAC 学习匹配表进行分域源 MAC 地址学习 :0.2.0.1.0.1 使用缺省匹配得到转发匹配掩码是 16 个比特, 从而生成 MAC 转发匹配表表项 [0.2.0.0.0.0, 16, N/A, p1]。PBE11 通过查找 PBE11MAC 转发匹配表 : 目的 MAC 地址 0.3.0.1.0.1 与 [0.3.0.0.0.0, 16, 0.1.0.0.0.2, p3] 最佳匹配, 将以太网帧 6 增加 MAC in MAC 帧头生成以太网帧 7 从 p3 端口发送出去。

[0146] 步骤 25 :PBE12 从 p1 端口收到以太网帧 7, 基于配置的 PBE12MAC 学习匹配表进行分域源 MAC 地址学习 : 分域源 MAC 地址 0.2.0.1.0.1 使用缺省匹配得到转发匹配掩码是 16 个比特, 从而生成 MAC 转发匹配表表项 [0.2.0.0.0.0, 16, 0.1.0.0.0.1, p1]。PBE12 通过查找 PBE12MAC 转发匹配表 : 分域目的 MAC 地址 0.3.0.1.0.1 与 [0.3.0.0.0.0, 16, N/A, p3] 最佳匹配, 将以太网帧 7 去掉 MACin MAC 帧头生成以太网帧 8 从 p3 端口发送出去。

[0147] 步骤 26 :PB33 从 p2 端口收到以太网帧 8, 基于配置的 PB33MAC 学习匹配表进行分域源 MAC 地址学习 : 分域源 MAC 地址 0.2.0.1.0.1 使用缺省匹配并得到转发匹配掩码是 16 个比特, 从而生成 MAC 转发匹配表表项 [0.2.0.0.0.0, 16, p2]。PB33 通过查找 PB33MAC 转发匹配表 : 分域目的 MAC 地址 0.3.0.1.0.1 与 [0.3.0.1.0.0, 32, p1] 最佳匹配, 将以太网帧 8 从 p1 端口发送出去。

[0148] 步骤 27 :PB31 从 p2 端口收到以太网帧 8, 基于配置的 PB31MAC 学习匹配表进行分域源 MAC 地址学习 : 分域源 MAC 地址 0.2.0.1.0.1 使用缺省匹配并得到转发匹配掩码是 16 个比特, 从而生成 MAC 转发匹配表表项 [0.2.0.0.0.0, 16, p2]。PB31 通过查找 PB31MAC 转发匹配表 : 目的 MAC 地址 0.3.0.1.0.1 与 [0.3.0.1.0.1, 48, p1] 最佳匹配, 同时根据反向 MAC 映射表 [0.3.0.1.0.1, 0.b.c.9.e.b] 将目的地址置换为 0.b.c.9.e.b 构造成新的以太网帧 9, 从 p1 端口发送出去。

[0149] 经过以上步骤, 网桥 PBE11、PBE12、PB21、PB23、PB31、PB33 生成的 MAC 转发匹配表

分别如下表 19、20、21、22、23、24 所示。

[0150] 表 19

[0151]

PBE11 MAC 转发匹配表			
分域目的 MAC 地址	转发掩码长度 (比特)	目的 B-MAC	出端口标识
0.2.0.0.0.0	16	N/A	p1
0.3.0.0.0.0	16	0.1.0.0.0.2	p3

[0152] 表 20

[0153]

PBE12 MAC 转发匹配表			
分域目的 MAC 地址	转发掩码长度 (比特)	目的 B-MAC	出端口标识
0.2.0.0.0.0	16	0.1.0.0.0.1	p1
0.3.0.0.0.0	16	N/A	p3

[0154] 表 21

[0155]

PB21 MAC 转发匹配表		
分域目的 MAC 地址	转发掩码长度 (比特)	出端口标识
0.3.0.0.0.0	16	P2
0.2.0.1.0.1	48	p1

[0156] 表 22

[0157]

PB23 MAC 转发匹配表		
分域目的 MAC 地址	转发掩码长度 (比特)	出端口标识
0.2.0.1.0.1	32	P1
0.3.0.0.0.0	16	P2

[0158] 表 23

[0159]

PB31 MAC 转发匹配表		
分域目的 MAC 地址	转发掩码长度 (比特)	出端口标识
0.3.0.1.0.1	48	P1
0.2.0.0.0.0	16	P2

[0160] 表 24

[0161]

PB33 MAC 转发匹配表		
分域目的 MAC 地址	转发掩码长度 (比特)	出端口标识
0.3.0.1.0.0	32	P1
0.2.0.0.0.0	16	P2

[0162] 以上用具体实施例对本发明方法进行了详细描述。

[0163] 根据本发明的上述方法，本发明提供一种相对应的以太网系统，其结构示意图如图 4 所示，包括多个网络域，每一个网络域具有唯一域地址，每一个网络域中包含一个或多个网桥，每一个网桥具有域内唯一网桥地址；用户设备或其它网络通过所述网桥连接到该以太网系统，每一个用户设备或其它网络具有分域 MAC 地址，所述分域 MAC 地址包含其所属域对应的域地址、所连接的域内网桥对应的网桥地址以及区分不同用户设备或网络的客户地址。

[0164] 所述每一个网桥的功能结构示意图如图 7 所示，包括：

[0165] 学习匹配单元 11，存储配置的 MAC 学习匹配表，当网桥接收到以太网数据帧时，根据自身指定的学习掩码长度和配置的 MAC 学习匹配表，学习数据帧中携带的分域源 MAC 地址，获取对应转发掩码长度；

[0166] 转发匹配表生成单元 12，根据分域源 MAC 地址和获取的转发掩码长度及数据帧接收端口，生成对应的转发匹配表项存储到自己的 MAC 转发匹配表中；

[0167] 数据发送单元 13，根据数据帧中携带的分域目的 MAC 地址匹配本地保存的 MAC 转发匹配表，若匹配到的对应表项，则从对应端口发送所述数据帧；否则将接收的数据帧广播给与自身相连接的其它网桥和用户设备。

[0168] 网桥中与用户设备相连接的客户侧网桥还包括：

[0169] 地址转换单元 14，当客户侧网桥接收到用户设备发送的以太网数据帧时，首先由其地址转换单元将数据帧中携带的常规 MAC 地址置换成对应的分域 MAC 地址。

[0170] 其中，转发匹配表生成单元包括：

[0171] 转发掩码长度获取模块，将分域源 MAC 地址采用网桥指定的学习掩码长度匹配配置的 MAC 学习匹配表，获得与该源 MAC 地址对应的转发掩码长度；

[0172] 目的 MAC 地址生成模块,将接收的数据帧的源 MAC 地址与对应的转发掩码长度等长的高位地址字节作为 MAC 转发匹配表的目的 MAC 地址的对应高位地址字节,将目的 MAC 地址的其余低位地址字节置为 0 ;

[0173] 网桥出端口标识确定模块,将接收数据帧的网桥端口的对应端口标识作为所述 MAC 转发匹配表的网桥出端口标识。

[0174] 其中,数据发送单元包括 :

[0175] 表项匹配模块,获取 MAC 转发匹配表中存储的分域目的 MAC 地址与其对应转发掩码长度等长的高位地址字节,与数据帧的分域目的 MAC 地址的对应字节进行比较,若两者相同,则确定为匹配成功,输出信号给第一数据发送模块;若 MAC 转发匹配表中没有相应的匹配项,输出信号给第二数据发送模块;

[0176] 第一数据发送模块,将接收的数据帧通过对应匹配项中记录的网桥出端口发送到其它网桥或目的用户设备;

[0177] 第二数据发送模块,将接收的数据帧广播给与自身相连接的其它网桥和用户设备。

[0178] 综上所述,采用本发明能有效减少网桥中 MAC 转发匹配表中所需包含的表项数量,减小各网桥的 MAC 转发匹配表规模。

[0179] 本发明还可以与现有技术中的 MAC in MAC 技术相结合,达到减小边缘网桥的 MAC 转发匹配表规模的目的。

[0180] 显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

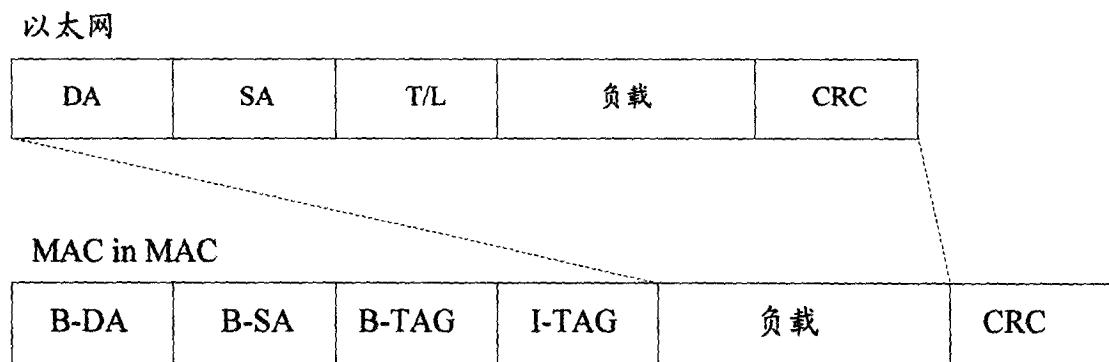


图 1

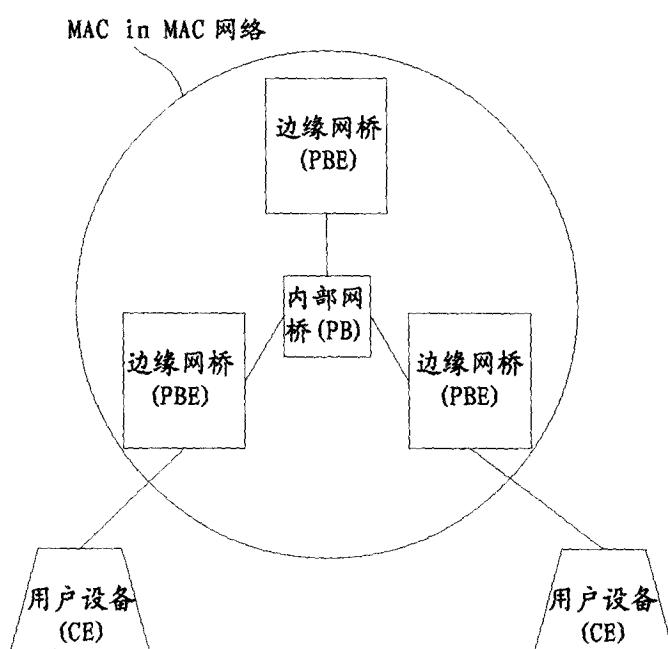


图 2

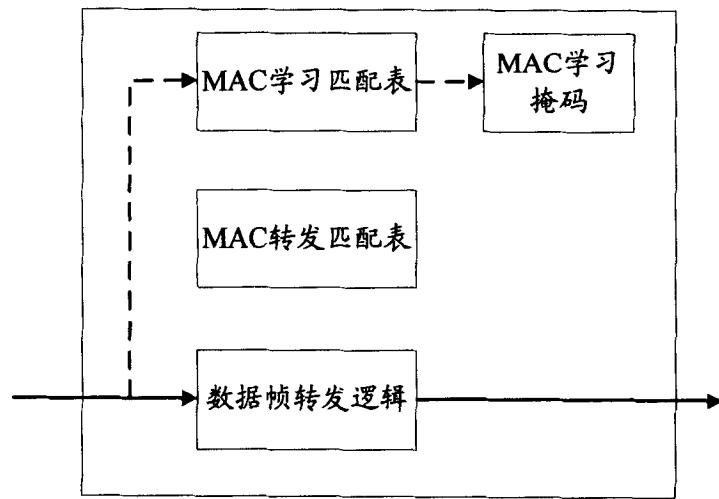


图 3

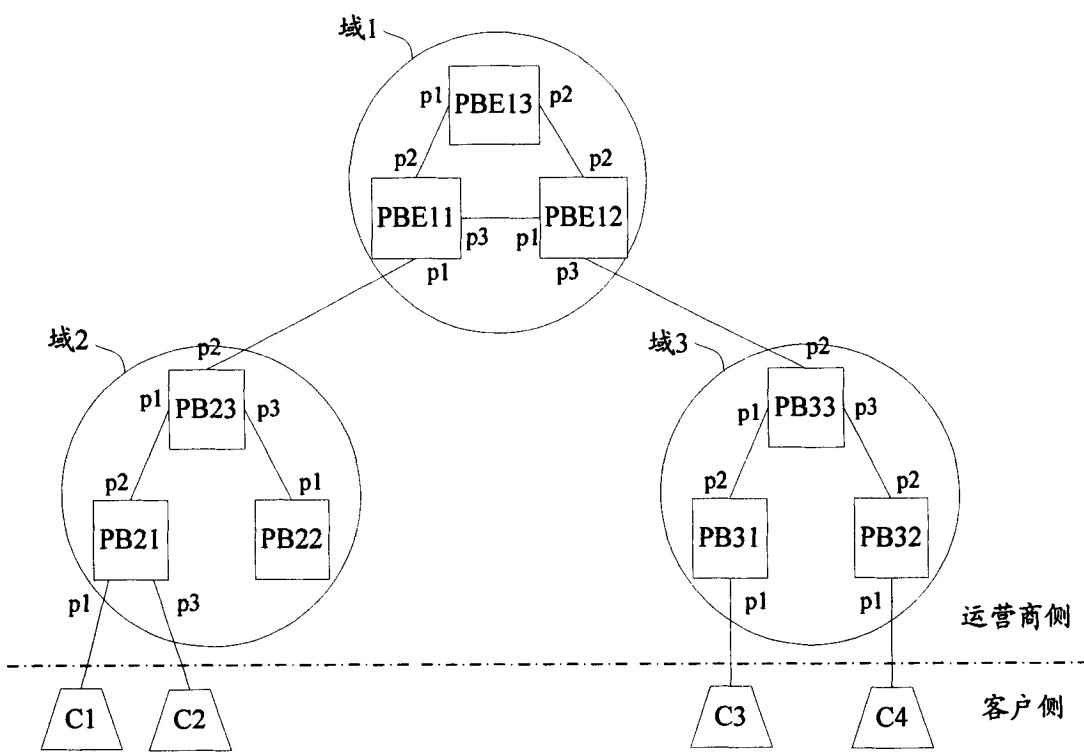


图 4

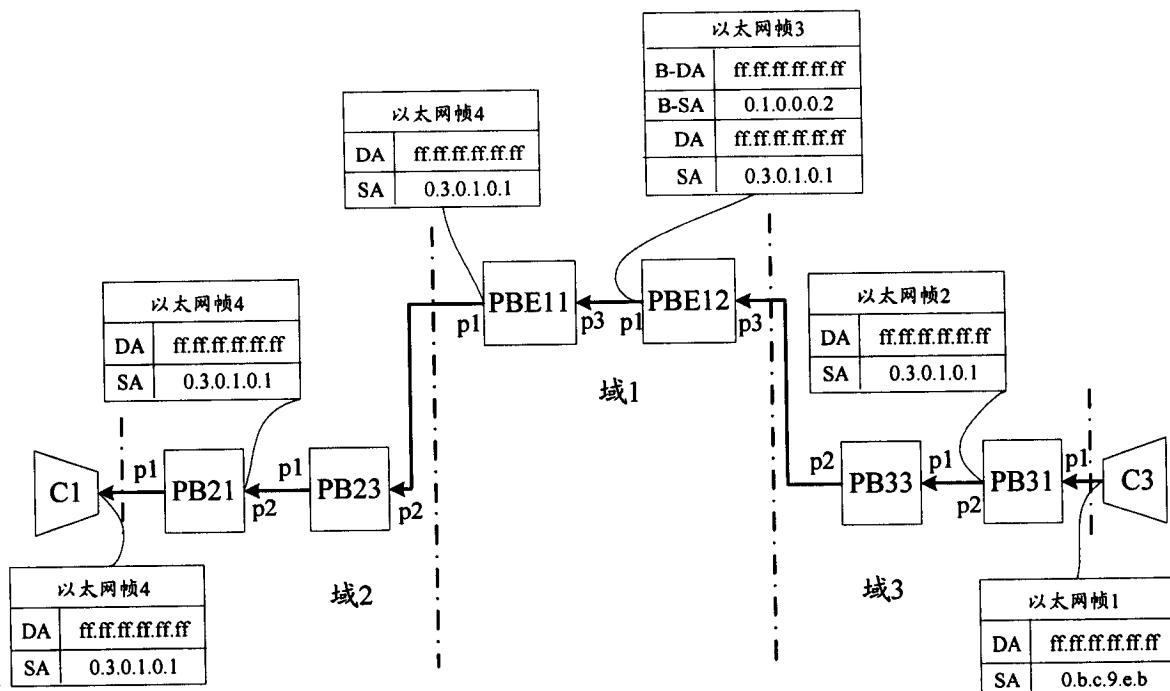


图 5

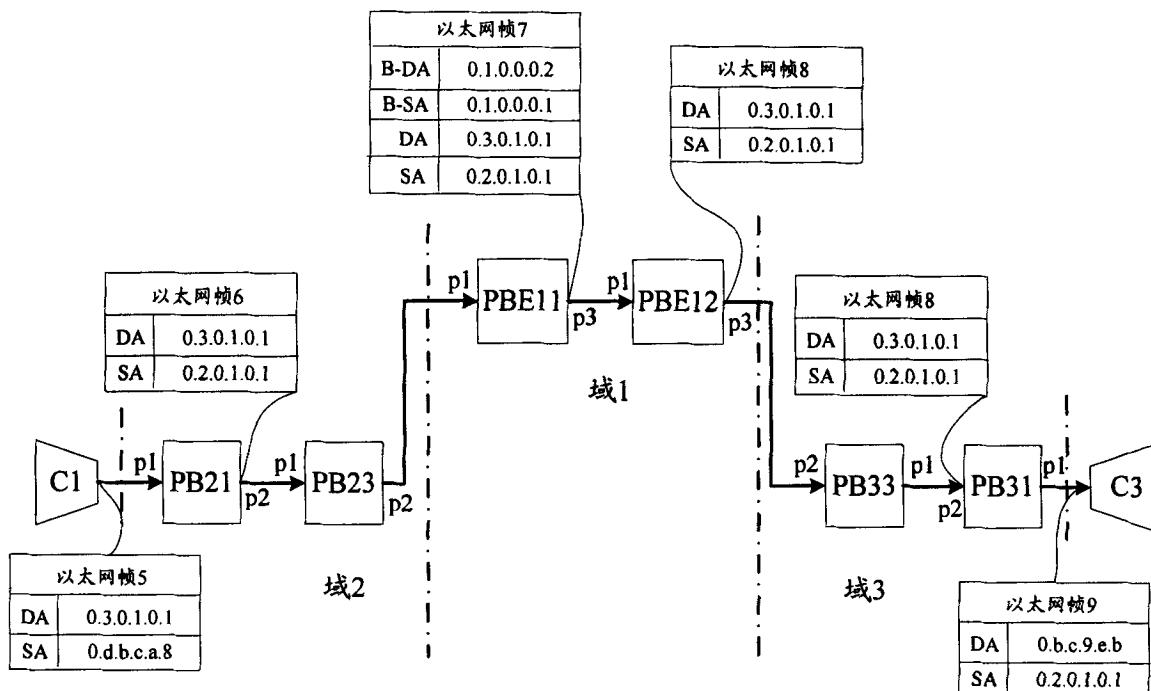


图 6

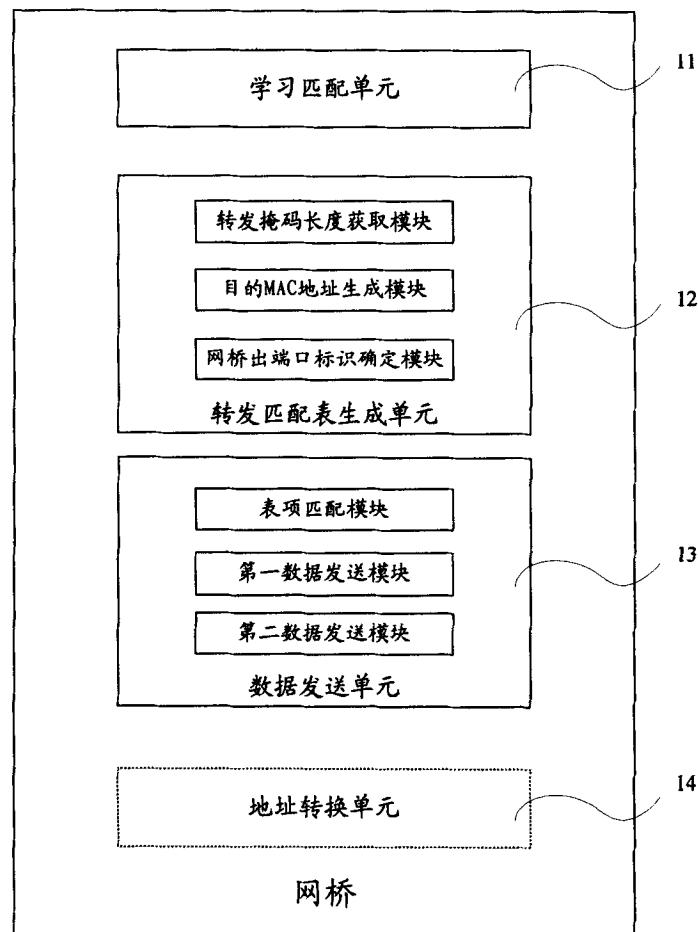


图 7