[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
H04L 12/28
H04L 29/06

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410101349.0

[43] 公开日 2005 年 6 月 22 日

[11] 公开号 CN 1630261A

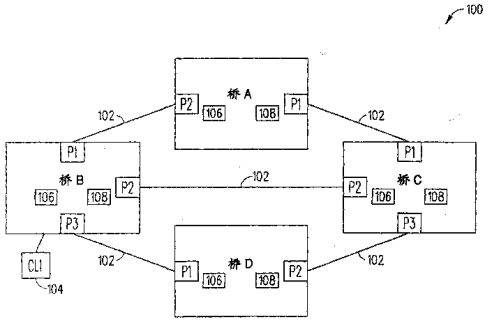
[22] 申请日 2004.12.17
[21] 申请号 200410101349.0
[30] 优先权
[32] 2003.12.20 [33] US [31] 10/741,687
[71] 申请人 阿尔卡特公司
地址 法国巴黎市
[72] 发明人 热西·V·鲁耶 纪尧姆·伊瓦尔迪 洛朗斯·罗斯
[74] 专利代理机构 北京市金杜律师事务所
代理人 张 维

权利要求书 4 页 说明书 14 页 附图 5 页

[54] 发明名称 在虚拟局域网中得到能达到的最佳连通性的方法

[57] 摘要

本发明公开了一种方法，用以全自动或半自动地配置由 IEEE 标准 802.1s™ – 2002 MSTP 标准或任何其它相当的标准，例如 IEEE 标准 802.1Q™ – 2003 管理的计算机网络，使得：(1) 如果可能，并且故障影响 MSTI 时，MSTP 最好通过激活某些链路，在 MSTI 中重新建立连通性，前述链路的激活确保 VLAN 内部连通性不会损失，前述 VLAN 映射到并且与该 MSTI 关联；以及 (2) VLAN 映射到某个 MSTI，后者的活跃拓扑覆盖了该 VLAN 的拓扑，这通过根据所需的 VLAN 拓扑设置该 MSTI 来确保实现。



ISSN1008-4274

1. 一种得到虚拟局域网（VLAN）内所能达到的最佳连通性的方法，该方法用于具有多个端口的桥，其通过链路连接到计算机网络的其它端口和桥，该计算机网络被分为多个 VLAN，包括步骤：

如果所述桥中的一个端口不属于映射到并且与多生成树实例（MSTI）相关联的 VLAN 的成员集，设置所述端口为高内部端口路径成本（IPPC）值；以及

如果所述桥中的一个端口属于映射到并且与 MSTI 相关联的 VLAN 的成员集，设置所述端口为低 IPPC 值。

2. 根据权利要求 1 的方法，其中所述桥工作在开放系统互连参考模型的第二层。

3. 根据权利要求 1 的方法，其中所述设置步骤以全自动或半自动方式执行。

4. 根据权利要求 1 的方法，其中：

所述高 IPPC 被设置成某个足够高的值，使得在计算机网络故障之后，如果需要多生成树协议（MSTP）指令一些端口开始转发数据业务，那么相应的端口是最后几个端口；以及

所述低 IPPC 被设置成充分低于高 IPPC 值的某个值，使得在计算机网络故障之后，如果需要 MSTP 指令一些端口开始转发数据业务，那么相应的端口是最先几个端口。

5. 根据权利要求 4 的方法，其中：

所述高 IPPC 可以是某个高于作为 VLAN 成员集一部分的端口的 IPPC 所用的任何值，理想情况下，介于它们编码所允许的最大值和最高的 IEEE 标准推荐值之间，而与连接到这些端口的链路的类型无关；以及

所述低 IPPC 值可以基于连接到这些端口的链路速度的 IEEE 标准推荐值。

6. 根据权利要求 1 的方法，其中利用多生成树协议（MSTP）引

擎来创建和配置所述 MSTI。

7. 一种具有多个端口的桥，其通过链路连接到计算机网络的其它端口和桥，该计算机网络被分为多个虚拟局域网（VLAN），所述桥包括：

多生成树协议（MSTP）引擎，用于创建和配置多个多生成树实例（MSTI）；

处理单元，用于创建VLAN成员集，将每个VLAN与适当的MSTI关联；

在一个 MSTI 中，如果所述桥的一个端口不是 VLAN 成员集的一部分，所述处理单元设置该端口的内部端口路径成本（IPPC）为高 IPPC；以及

在一个 MSTI 中，如果所述桥的一个端口是 VLAN 成员集的一部分，所述处理单元设置该端口的 IPPC 为低 IPPC。

8. 根据权利要求 7 的桥，其中所述桥工作在开放系统互连参考模型的第二层。

9. 根据权利要求 7 的桥，其中：

所述高 IPPC 被设置成某个足够高的值，使得在计算机网络故障之后，如果需要多生成树协议（MSTP）指令一些端口开始转发数据业务，那么相应的端口是最后几个端口；以及

所述低 IPPC 被设置成充分低于高 IPPC 值的某个值，使得在计算机网络故障之后，如果需要 MSTP 指令一些端口开始转发数据业务，那么相应的端口是最先几个端口。

10. 根据权利要求 9 的桥，其中：

所述高 IPPC 可以是某个高于作为 VLAN 成员集一部分的端口的 IPPC 所用的任何值，理想情况下，介于它们编码所允许的最大值和最高的 IEEE 标准推荐值之间，而与连接到这些端口的链路的类型无关；以及

所述低 IPPC 值可以基于连接到这些端口的链路速度的 IEEE 标准推荐值。

11. 根据权利要求 7 的桥，其中使用客户线接口的网管人员能够创建、维护、抑制一个或多个 MSTI，以及一个或多个 VLAN 及其到这些 MSTI 的关联。

12. 一种计算机网络，包括：

具有多个端口的桥，其通过链路连接到计算机网络的其它端口和桥，该计算机网络能够通过以下方式在桥之间转发数据帧：

创建和配置多个多生成树实例（MSTI），其活跃拓扑覆盖计算机网络中使用的虚拟局域网（VLAN）的拓扑；

创建 VLAN 成员集，将每个 VLAN 与适当的 MSTI 关联；

如果所述桥的一个端口不是 VLAN 成员集的一部分，所述处理单元设置该端口的内部端口路径成本（IPPC）为高 IPPC；以及

如果所述桥的一个端口是 VLAN 成员集的一部分，所述处理单元设置该端口的 IPPC 为低 IPPC。

13. 根据权利要求 12 的计算机网络，其中每个 MSTI 都利用多生成树协议（MSTP）引擎创建和配置。

14. 根据权利要求 12 的计算机网络，其中为每个 MSTI 重复所述 MSTI 和 VLAN 成员集创建步骤和所述设置步骤。

15. 根据权利要求 12 的计算机网络，其中所述 VLAN 成员集指示一个 MSTI 内每个桥中的端口，目的地为特定 VLAN 成员的数据业务应当被转发到这些端口。

16. 根据权利要求 12 的计算机网络，其中每个桥工作在开放系统互连参考模型的第二层。

17. 根据权利要求 12 的计算机网络，其中：

所述高 IPPC 被设置成某个足够高的值，使得在计算机网络故障之后，如果需要多生成树协议（MSTP）指令一些端口开始转发数据业务，那么相应的端口是最后几个端口；以及

所述低 IPPC 被设置成充分低于高 IPPC 值的某个值，使得在计算机网络故障之后，如果需要 MSTP 指令一些端口开始转发数据业务，那么相应的端口是最先几个端口。

18. 根据权利要求 17 的计算机网络，其中：

所述高 IPPC 可以是某个高于作为 VLAN 成员集一部分的端口的 IPPC 所用的任何值，理想情况下，介于它们编码所允许的最大值和最高的 IEEE 标准推荐值之间，而与连接到这些端口的链路的类型无关；以及

所述低 IPPC 值可以基于连接到这些端口的链路速度的 IEEE 标准推荐值。

在虚拟局域网中得到能达到的最佳连通性的方法

技术领域

本发明总体上涉及计算机网络，更具体地说，涉及一种方法，用于当在将虚拟局域网（VLAN）映射到由多生成树协议（MSTP）所管理的计算机网络时，在这些 VLAN 中得到能达到的最佳连通性。

背景技术

本发明针对开放系统互连（OSI）参考模型第二层的设备，它们受到 IEEE 标准 802.1s™-2002 多生成树协议（MSTP）或任何其它相当的标准，例如 IEEE 标准 802.1Q™-2003 的控制。这些设备经常被称为桥(bridge)。这些桥通常被组合在一起，形成可以分离成 VLAN 的计算机网络。有关 VLAN 以及如何才能将计算机网络分离成 VLAN 的具体讨论，参见 IEEE 标准 802.1s™-2002 和 IEEE 标准 802.1Q™-2003，其内容通过引用并入本发明。在计算机网络内，MSTP 提供了多生成树实例（MSTI），以转发分配给桥间任何给定的 VLAN 的数据帧。在发生了故障，从而影响了 MSTI（例如在 MSTI 中转发数据业务的链路之一发生了故障）时，MSTP 可能通过激活某些链路（也就是让这些链路开始转发数据业务），在该 MSTI 中重新建立连通性。激活这些链路中的一些可能无法确保维持映射到并且与 MSTI 关联的 VLAN 内的连通性。这会导致该 VLAN 内丧失连通性，当可以激活其它链路，并且这些链路的激活能够维持该 VLAN 内的连通性时，出现这种情况就不很理想。

目前解决这个问题的一种方法是通过一种这里称之为“修剪（pruning）MSTI”的过程。一般认为，通过消除多生成树桥协议数据单元（MST BPDU）中携带的 MSTI 配置消息，可以完成 MSTI 的“修剪”，前述 MST BPDU 由桥端口收发。基于 MSTP 的桥交换这

种 MST BPDU，以构造并维护 MSTI。当端口停止接收某个特定 MSTI 的 MSTI 配置消息时，该端口停止转发数据业务到该 MSTI，从而修剪该 MSTI。这种方案的缺陷在于，它阻止了“修剪的”MSTI 生成整个计算机网络，而这正是 MSTP 标准所要求的。因此，该方案实际上是一个不符合标准的解决方案。这样，就需要一种新的方案，可以用来提供在 VLAN 内可实现的最佳连通性，同时解决传统“修剪 MSTI”方案的上述缺陷。本发明的方法、桥和计算机网络能够满足这种需求和其它需求。

发明内容

本发明包括一种方法，用以全自动或半自动地配置由 IEEE 标准 802.1s™-2002 MSTP 标准或任何其它相当的标准，例如 IEEE 标准 802.1Q™-2003 管理的计算机网络，使得：（1）如果可能，并且故障影响 MSTI 时，MSTP 最好通过激活某些链路，在 MSTI 中重新建立连通性，前述链路的激活确保 VLAN 内部连通性不会损失，前述 VLAN 映射到并且与该 MSTI 关联；以及（2）VLAN 映射到某个 MSTI，后者的活跃拓扑（下面描述）覆盖了该 VLAN 的拓扑，这通过根据所需的 VLAN 拓扑设置该 MSTI 来确保实现。本发明还包括实现上述方法的计算机网络和桥。

附图说明

结合附图，参照后续详细描述，可以得到对本发明的更为完整的理解，在附图中：

图 1 是一种示例性计算机网络的框图，用以帮助描述本发明的第一特征；

图 2A 是标记为 MSTI 1 的示例性 MSTI 的框图，用于帮助描述本发明的第一特征；

图 2B 是标记为 MSTI 2 的示例性 MSTI 的框图，用于帮助描述本发明的第一特征；

图 3A 是标记为 VLAN 1 的示例性 VLAN 的框图，用于帮助描述本发明的第一特征；

图 3B 是标记为 VLAN 2 的示例性 VLAN 的框图，用于帮助描述本发明的第一特征；

图 4A 是框图，说明了图 3A 的 VLAN 1 如何映射到并与图 2A 的 MSTI 1 相关联，用于帮助描述本发明的第一特征；

图 4B 是框图，说明了图 3B 的 VLAN 2 为何不能映射到并与图 2A 的 MSTI 1 相关联，用于帮助描述本发明的第一特征；

图 4C 是框图，说明了图 3A 的 VLAN 1 为何不能映射到并与图 2B 的 MSTI 2 相关联，用于帮助描述本发明的第一特征；

图 4D 是框图，说明了图 3B 的 VLAN 2 如何映射到并与图 2B 的 MSTI 2 相关联，用于帮助描述本发明的第一特征；

图 5A 是框图，说明了按照本发明的第一特征，如何设置 MSTI 1 中的桥 A、B、C 和 D 内端口的内部端口路径代价（IPPC），其中 VLAN 1 映射到前述 MSTI 1；

图 5B 是框图，说明了按照本发明的第一特征，如何设置 MSTI 2 中的桥 A、B、C 和 D 内端口的 IPPC，其中 VLAN 2 映射到前述 MSTI 2；

图 6 是框图，是图 3A 所示的 VLAN 1 中桥 B 和 C 之间的链路故障时的示例性重收敛场景；

图 7 是框图，是图 3A 所示的 VLAN 1 中桥 B 和 C 之间的链路以及桥 B 和 D 之间的链路故障时的示例性重收敛场景；

图 8 是标记为 VLAN 3 的示例性 VLAN 的框图，用以帮助描述本发明的第二特征；

图 9 是标记为 MSTI 3 的示例性 MSTI 的框图，可以根据本发明的第二特征创建该 MSTI；

图 10 是框图，说明了图 8 的 VLAN 3 如何可以映射到并与图 9 的 MSTI 3 相关联，用于帮助描述本发明的第二特征；

图 11 是框图，说明了按照本发明的第一特征，如何设置 MSTI 3

中的桥 A、B、C 和 D 内端口的 IPPC，其中 VLAN 3 映射到前述 MSTI 3；以及

图 12 是按照本发明的两个特征的优选方法的基本步骤的流程图。

具体实施方式

参看图 1，其给出的框图示出了一种示例性计算机网络 100 的物理拓扑。该计算机网络 100 包括桥 A、B、C 和 D（只示出了 4 个），它们通过链路 102 互连在一起。每个桥 A、B、C 和 D 包括一个或多个端口 P1、P2 和 P3，每个端口通过链路 102 中的一条链路连接到另一个桥 A、B、C 或 D 中的一个端口。应当注意，计算机网络 100 内所示的桥 A、B、C 和 D 的数量的选择仅出于简化说明考虑，桥 A、B、C 和 D 的数量及其配置不应当是对本发明的一种限制。而且，应该理解，本发明还覆盖被配置成以形成一个或多个 MSTP 区域的桥。

可以看出，计算机网络 100 包括多个冗余的通信路径。例如，从桥 B 到桥 A 至少有三条不同的通信路径，包括：从桥 B 到桥 A 的路径#1；从桥 B 到桥 C 到桥 A 的路径#2；从桥 B 到桥 D 到桥 C 到桥 A 的路径#3。这些冗余路径的存在，使得在组成链路 102 的任意一条，或者桥 A、B、C 或 D 发生故障时，计算机网络 100 的某些部分不会被隔离。但是这种冗余也导致了非常不愿意看到的环路的生成。为了避免生成环路，桥 A、B、C 和 D 执行 MSTP，将计算机网络 100 的物理拓扑减少成一个没有环路（‘树’）并且完全连接（‘生成’）的活跃拓扑。图 2A 和 2B 给出了两个示例性 MSTI，分别用 MSTI 1 和 MSTI 2 表示，它们这样的配置方式使得没有在计算机网络 100 中形成环路，同时在计算机网络 100 中桥 A、B、C 和 D 之间保存了简单的全连通性。与 MSTI 1 和 MSTI 2 中“虚线”链路 102 相连的端口不转发数据业务。因此，“虚线”链路 102 不是 MSTI 1 或 MSTI 2 的活跃拓扑的一部分。MSTI 的活跃拓扑是由这些链路 102 构成的拓扑，其中连接到这些链路 102 的端口转发数据业务。因此，MSTI 1

和 MSTI 2 中“虚线”链路 102 不是 MSTI 1 或 MSTI 2 的活跃拓扑的一部分，但如果由 MSTP 命令，它们所连接的端口开始转发数据业务，例如当计算机网络 100 中出现了故障时（见图 6），那它们就可以变成 MSTI 1 或 MSTI 2 的活跃拓扑的一部分。

该计算机网络 100，更具体地说，桥 A、B、C 和 D 及其端口可以被网管人员配置成能够识别一个或多个 VLAN。图 3A 和 3B 给出了可以在计算机网络 100 内生成的两个示例性 VLAN，标记为 VLAN 1 和 VLAN 2。可以看出，指派给 VLAN 1 的数据业务不应当在桥 A 和 B 或在桥 A 和 C 之间转发。同时，指派给 VLAN 2 的数据业务不应当在桥 B 和 C 之间直接转发。VLAN 1 和 VLAN 2 中“虚线”链路 102 表明了在 VLAN 1 和 VLAN 2 中其它链路 102 之一出现故障时，可以使用的可选链路 102。

参看图 4A-4D，示出了 VLAN 1 和 VLAN 2 映射到并且与 MSTI 1 和 MSTI 2 相关联的各种场景。如图 4A 所示，VLAN 1 可以适当地映射到并且与 MSTI 1 相关联，因为 MSTI 1 的活跃拓扑完全覆盖了 VLAN 1 的拓扑。但是，如图 4B 所示，VLAN 2 不应当映射到或者与 MSTI 1 相关联，因为 MSTI 1 的活跃拓扑没有完全覆盖 VLAN 2 的拓扑。具体来说，如果 VLAN 2 映射到并且与 MSTI 1 相关联，那么桥 A 和 B 之间的数据应当被丢弃。同样，如图 4C 所示，VLAN 1 不应当映射到或者与 MSTI 2 相关联，因为 MSTI 2 的活跃拓扑没有完全覆盖 VLAN 1 的拓扑。具体来说，如果 VLAN 1 映射到并且与 MSTI 2 相关联，那么桥 B 和 C 之间的数据应当被丢弃。但是，如图 4D 所示，VLAN 2 可以适当映射到并且与 MSTI 2 相关联，因为 MSTI 2 的活跃拓扑完全覆盖 VLAN 2 的拓扑。图 4A-4D 中的“粗线”链路 102 表明在 MSTI 1 和 MSTI 2 的活跃拓扑中，但是没有在 VLAN 1 和 VLAN 2 的拓扑中的链路 102。

如上所述，VLAN 1 应当映射到并且与 MSTI 1 相关联，VLAN 2 应当映射到并且与 MSTI 2 相关联（见图 4A 和 4D）。这种关联导致了针对每个 VLAN，就单个 MSTI 的 VLAN 成员集的定义。每个 VLAN

成员集包括桥 A、B、C 或 D 中所有端口 P1、P2 或 P3，目的地为特定 VLAN 成员的数据业务应当被转发给这些端口。为了更详细地描述 VLAN 成员集，请参看图 5A 和 5B。图 5A 中的框图说明了桥 A、B、C 或 D 中哪些端口 P1、P2 或 P3 是 VLAN 1 中成员集的一部分。具体来说，桥 A、B、C 或 D 中端口 P1、P2 或 P3 可以如下划分：

- 桥 A:
  - 端口 1: 不是 VLAN 1 的成员集的一部分
  - 端口 2: 不是 VLAN 1 的成员集的一部分
- 桥 B:
  - 端口 1: 不是 VLAN 1 的成员集的一部分
  - 端口 2: 是 VLAN 1 的成员集的一部分
  - 端口 3: 是 VLAN 1 的成员集的一部分
- 桥 C:
  - 端口 1: 不是 VLAN 1 的成员集的一部分
  - 端口 2: 是 VLAN 1 的成员集的一部分
  - 端口 3: 是 VLAN 1 的成员集的一部分
- 桥 D:
  - 端口 1: 是 VLAN 1 的成员集的一部分
  - 端口 2: 是 VLAN 1 的成员集的一部分

图 5B 中的框图说明了桥 A、B、C 或 D 中哪些端口 P1、P2 或 P3 是 VLAN 2 中成员集的一部分。具体来说，桥 A、B、C 或 D 中端口 P1、P2 或 P3 可以如下划分：

- 桥 A:
  - 端口 1: 是 VLAN 2 的成员集的一部分
  - 端口 2: 是 VLAN 2 的成员集的一部分
- 桥 B:

- 端口 1：是 VLAN 2 的成员集的一部分
- 端口 2：不是 VLAN 2 的成员集的一部分
- 端口 3：是 VLAN 2 的成员集的一部分

- 桥 C：
  - 端口 1：是 VLAN 2 的成员集的一部分
  - 端口 2：不是 VLAN 2 的成员集的一部分
  - 端口 3：是 VLAN 2 的成员集的一部分
- 桥 D：
  - 端口 1：是 VLAN 2 的成员集的一部分
  - 端口 2：是 VLAN 2 的成员集的一部分

在生成了 VLAN 成员集并且将 VLAN 映射到并且与适当的 MSTI 相关联之后，执行本发明的第一特性。也就是说，在桥 A、B、C 和 D 中，并且对应的 MSTI 不是 VLAN 成员集的一部分的“阴影”端口 P1、P2 和 P3 的 IPPC 被设置成高 IPPC(HiIPPC)值，HiIPPC 值的选择使得 MSTP 在计算机网络故障之后，如果需要指令一些端口开始转发数据业务，那么相应的端口是最后几个端口。例如，端口 P1、P2 和 P3 的 IPPC 的值可以设置成高于 VLAN 成员集的一部分的端口的 IPPC 值，理想情况下，介于它们编码所允许的最大值和最高的 IEEE 标准推荐值（例如，参见 IEEE Std 802.1s™-2002 或 IEEE Std 802.1Q™-2003）之间，而与连接到这些端口 P1、P2 和 P3 的链路 102 的类型无关。此外，在桥 A、B、C 和 D 中，并且对应的 MSTI 是 VLAN 成员集的一部分的端口 P1、P2 和 P3 的 IPPC 被设置成低 IPPC(LoIPPC)值，LoIPPC 值需要选择得比 HiIPPC 足够低，使得 MSTP 在计算机网络故障之后，如果需要指令一些端口开始转发数据业务，那么相应的端口是最先几个端口。例如，端口 P1、P2 和 P3 的 IPPC 的值可以基于连接到这些端口 P1、P2 和 P3 的链路 102 的链路速度（例如，参见 IEEE Std 802.1s™-2002 和 IEEE Std 802.1Q™-2003），设置成 IEEE 标准推荐值。可能设置通过“虚线”链路 102 彼此相连

的“非阴影”端口 P1、P2 和 P3 的 IPPC 值高于通过“非虚线”链路 102 彼此相连的“非阴影”端口 P1、P2 和 P3。所有端口 P1、P2 和 P3 的 IPPC 的设置都可以是全自动或者半自动的。在后一种情况下，可以通过例如命令行接口（CLI）104（见图 1），辅助或指导网管人员选择 IPPC 的值。CLI 104 是连接到桥或者是桥的一部分的设备，它使得人能够与桥交互。这种交互可以是直接或间接的，也就是操作人员可以提供输入或者从桥接收输出，可以实时生成输入/输出，或者从一个或多个文件中检索或堆存于这些文件中，例如供后续审查或者自动处理。CLI 104 可以工作于一个或多个桥。应当理解，图 1 中只是展示了一个 CLI 104，但在一个或多个桥上可以有多于一个 CLI 104。

本发明的第一特性的应用导致 MSTP 最好激活链路 102，在故障 MSTI 中重新建立连通性，前述链路 102 的激活确保了 VLAN 内的连通性不受损失，前述 VLAN 映射到并且与该 MSTI 关联。此外，这种技术考虑了由 IEEE 标准 802.1s™-2002 或任何其它相当的标准，例如 IEEE Std 802.1Q™-2003 所要求的所有物理链路 102，并且确保不被 VLAN 所用的链路 102 非常昂贵，它们只是在迫不得已时才被使用，这通常意味着不再能达到所需的 VLAN 拓扑，下面会予以详细解释。

在应用了本发明的第一特性之后，如果 VLAN 中有一个或多个链路 102 故障，可以通过激活 VLAN 中其它可用的“虚线”链路 102 来绕过故障链路 102。图 6 示出的场景中，在桥 B 和 C 之间的链路 102 故障，桥 B 和 D 之间的链路 102 随后被激活时，VLAN 1 内部的连通性得以维持。图 7 示出的另一场景中，当 VLAN 1 中两条链路 102 故障导致 MSTP 激活 VLAN 1 之外的两条高成本“粗线”链路 102 来重新建立 MSTI 1 中的连通性时，VLAN 1 内部的连通性无法维持。在这种场景下，VLAN 1 内部的连通性丧失，尽管这是预期行为，因为 VLAN 1 没有覆盖整个物理拓扑。

现在参看图 8-11，这些图用来辅助描述本发明的第二特性。第

二特性一般用于这样一种情况，在尝试将 VLAN 映射到所有已有 MSTI 的活跃拓扑之后，任何 MSTI 的活跃拓扑都没有完全覆盖 VLAN，也就是说，在 VLAN 和任何 MSTI 之间不匹配。这种情况下，按照本发明的第二特性，可以使用中央网管系统（例如基于简单网管协议-SNMP），基于已有信息配置物理拓扑中涉及的所有桥，从而全自动创建和配置一个新的 MSTI，后者匹配以前不匹配的 VLAN。或者，在没有中央管理的情况下，可以采用半自动处理来实现本发明的第二特性，其中通过例如 CLI 104，辅助和指导网管人员创建和配置新的 MSTI。在有了新的 MSTI 之后，选择桥中的端口 P1、P2 和 P3 的 IPPC 值，避免丢弃 VLAN 的数据业务，这在前面针对本发明的第一特性描述过。应当理解，本发明的第二特性除了在 VLAN 不匹配已有 MSTI 时，用于创建和配置 MSTI 之外，还可以用于任何情况下创建和配置 MSTI。

为了更好地描述本发明的第二特性，参看图 8，该图给出标记为 VLAN 3 的示例性 VLAN，可以由网管人员在计算机网络 100 中创建和配置，导致适当的 VLAN 成员集的生成。这个 VLAN 成员集包括桥 A、B、C 或 D 中所有端口 P1、P2 或 P3，目的地为 VLAN 3 的成员的数据业务应当被转发到这些端口。再次参看图 2A 和 2B，可以容易地看出，VLAN 3 不应当被映射到并且与 MSTI 1 或 MSTI 2 的活跃拓扑相关联，因为桥 B 和 D 之间的 VLAN 3 的数据业务要被丢弃。正是此时，本发明的第二特性应当被激活来半自动或全自动地创建和配置适当的 MSTI。图 9 给出可以创建的标记为 MSTI 3 的示例性 MSTI，其活跃拓扑完全覆盖 VLAN 3 的拓扑。这样，VLAN 3 应当被映射并且与 MSTI 3 相关联。但是，应当注意到，VLAN 1 和 VLAN 2 不应当被映射到，也不应与 MSTI 3 相关联。为了帮助更为详细地描述该 VLAN 成员集，参看图 11。在图 11 中，有框图说明了桥 A、B、C 或 D 中哪些端口 P1、P2 或 P3 是 VLAN 3 的成员集的一部分。具体来说，桥 A、B、C 或 D 中端口 P1、P2 或 P3 可以如下划分：

- 桥 A:
  - 端口 1: 不是 VLAN 3 的成员集的一部分
  - 端口 2: 不是 VLAN 3 的成员集的一部分
- 桥 B:
  - 端口 1: 不是 VLAN 3 的成员集的一部分
  - 端口 2: 不是 VLAN 3 的成员集的一部分
  - 端口 3: 是 VLAN 3 的成员集的一部分
- 桥 C:
  - 端口 1: 不是 VLAN 3 的成员集的一部分
  - 端口 2: 不是 VLAN 3 的成员集的一部分
  - 端口 3: 不是 VLAN 3 的成员集的一部分
- 桥 D:
  - 端口 1: 是 VLAN 3 的成员集的一部分
  - 端口 2: 不是 VLAN 3 的成员集的一部分

在生成了 VLAN 成员集并且将 VLAN 映射到并且与适当的 MSTI 相关联之后，执行本发明的第一特性。也就是说，在桥 A、B、C 和 D 中，并且 MSTI 3 中不是 VLAN 成员集的一部分的“阴影”端口 P1、P2 和 P3 的 IPPC 被设置成 HiIPPC 值。此外，在桥 A、B、C 和 D 中，并且 MSTI 3 中是 VLAN 成员集的一部分的“非阴影”端口 P1、P2 和 P3 的 IPPC 被设置成 LoIPPC 值。所有端口 P1、P2 和 P3 的 IPPC 的设置都可以是全自动或者半自动的。在后一种情况下，可以通过例如 CLI 104，辅助或指导网管人员选择 IPPC 的值。

同样，本发明的第一特性的应用导致 MSTP 最好激活链路 102，在故障 MSTI 中重新建立连通性，前述链路 102 的激活确保了 VLAN 内的连通性不受损失，前述 VLAN 映射到并且与该 MSTI 关联。此外，这种技术考虑了由 IEEE 标准 802.1s™-2002 或任何其它相当的标准，例如 IEEE Std 802.1Q™-2003 所要求的所有物理链路 102，并

且确保不被 VLAN 3 所用的链路 102 非常昂贵，它们只是在迫不得已时才被使用，这通常意味着不再能达到所需的 VLAN 拓扑。

下面参看图 12，示出的流程图给出了当 VLAN 按照本发明的两个特性映射到 MSTP 所管理的计算机网络 100 时，得到这些 VLAN 内能达到的最佳连通性的优选方法 1200 的基本步骤。开始于步骤 1202，桥 A、B、C 和 D 中的 MSTP 引擎 106 用于创建和配置 MSTI（见图 2A 和 2B）。这些 MSTI 的活跃拓扑可以通过让 MSTP 配置尽可能多的必要 MSTI，或者让网管人员影响尽可能多适当的必要 MSTI 的创建和配置来得到。在前一种情况下，创建的 MSTI 的活跃拓扑可以覆盖，也可以不覆盖网管人员预计使用的 VLAN 的拓扑。在后一种情况下，网管人员可以在步骤 1202 或在方法 1200 的任何一点，按照本发明的第二特性创建和配置 MSTI（见图 9），其活跃拓扑覆盖预计使用的 VLAN 的拓扑（见图 3A 和 3B）。在步骤 1204，桥 A、B、C 和 D 中的处理单元 108 为每个 VLAN 创建 VLAN 成员集，将每个 VLAN 映射到并且与适当的 MSTI 关联（见图 5A、5B）。在步骤 1206，按照本发明的第一特性，桥 A、B、C 和 D 中的处理单元 108 将一个 MSTI 中桥 A、B、C 和 D 中的任何端口 P1、P2 和 P3 的 IPPC 值设置成 HiIPPC 值，如果该端口不是 VLAN 成员集的一部分（见图 5A 和 5B 的阴影端口）。最后，在步骤 1208，按照本发明的第一特性，桥 A、B、C 和 D 中的处理单元 108 将一个 MSTI 中桥 A、B、C 和 D 中的任何端口 P1、P2 和 P3 的 IPPC 值设置成 LoIPPC 值，如果该端口是 VLAN 成员集的一部分（见图 5A 和 5B 的非阴影端口）。计算机网络 100 随后可以工作，而本发明的第一特性有助于维持 VLAN 内的最佳连通性。

通过前面的描述，本领域技术人员很容易就能理解，本发明提供了一种全自动或半自动配置计算机网络桥中端口的 IPPC 的方法，并且全自动或半自动创建足够多的新的必要 MSTI 来确保适当的 VLAN 连通性。此外，该方法没有像现有技术那样“修剪”任何 MSTI，它保持了与 IEEE 标准 802.1s™-2002 或任何其它相当的标准，例如

IEEE Std 802.1Q™-2003 的一致性。

应当理解，在只有一个 VLAN 映射到一个 MSTI，或者其文本内容修改待定时，当多于一个 VLAN 但是这些 VLAN 具有相同的拓扑（也就是它们的拓扑共同拥有所有的链路 102），映射到一个 MSTI 时，上面描述的本发明效果最好。但是，应当理解，本发明可以扩展来包容多于一个 VLAN 映射到一个 MSTI，并且那些 VLAN 的拓扑不同（也就是说它们的拓扑具有大于等于 0 个共同链路 102，但不是所有的链路 102）的情况。在这种情况下，该方案可能不如前面的情况效果好，也就是说，可能不是所有时候都能达到最佳连通性。一部分原因是 IPPC 基于端口定义，而不是同时基于端口和 MSTI 中的 VLAN。当多于一个 VLAN 映射到一个 MSTI，并且这些 VLAN 没有共同的拓扑时，不属于任何 VLAN 成员集的端口的 IPPC 应当被设置成 HiIPPC 值 V1。随后，属于一个或多个 VLAN 成员集但是不属于其它 VLAN 成员集的端口应当被设置成较高的值，但低于 V1。这些较高值的选择应当由网管人员来决定，从而能够照顾那些连通性保持一贯最为重要的 VLAN。理想情况下，连接到所有 VLAN 共享的链路 102 的端口的 IPPC 可能设置为 LoIPPC 值，低于较高值。本发明的第二特性可以客户化，从而提供给网管人员假设场景，显示将 MSTI 内端口的 IPPC 值设置为选定值的连通性结果会是怎样。本发明的第二特性还可以整合算法（例如自动计算许多这些假设场景），其目标是提供给网管人员一个或多个 IPPC 集。每个集合可以包含足够多的信息，允许全自动或半自动设置 MSTI 中每个端口的 IPPC，从而确保映射到该 MSTI 的每个 VLAN 内达到最高的连通性。

在以上描述中，端口的 IPPC 针对每个 MSTI 定义。应当理解，定义成 MSTP 部分的中央和内部生成树（CIST）包括一个或多个内部部分，在 MSTP 区域内部单独考虑时，每个部分都是一个 MSTI，第 0 号 MSTI。这样，第 0 号 MSTI 内端口的 IPPC 也可以按照本发明第一特性中描述的那样设置。应当理解，按照本发明第一特性中描述的 IPPC 的设置可以扩展到不仅仅包括 MSTI，而且包括任何相

当的单个生成树。MSTI 是单个生成树，在与同样是单个生成树的其它 MSTI 一起考虑时，形成了一组单个生成树，通常称为多生成树。类似于 IEEE 标准 802.1D™-1998 中定义的生成树算法和协议（STP）和 IEEE 标准 802.1w™-2001 中定义的快速生成树算法和协议(RSTP)也可以用于创建、配置和维护一个或多个单个生成树。类似于 MSTP 的这些算法和协议都依赖于 Radia Perlman 所发明的生成树算法，在她的由 Addison-Wesley 出版公司出版的题为“Interconnections Second Edition Bridges, Routers, Switches, and Internetworking Protocols”的书中描述，其内容在这里并入。后一种算法用于生成单个生成树。在作为本发明第一特性的一部分，如上应用 IPPC 设置于任何单个生成树时，IPPC 应当被称为端口路径成本（PPC）。还应当理解，这些单个生成树中的一个或多个可以在计算机网络 100 中利用任何前述算法和协议（例如 STP 或 RSTP）工作，一个或多个 VLAN 可以映射到并且与它们中的任何一个关联。

下面是与本发明关联的一些其它特性和优点的列表：

- 本发明是对 MSTP 的正常工作可能产生不利影响的“修剪 MSTI”传统方法的一种改进。
- 本发明非常用户友好，因为可以自动检测出需要设置 IPPC 为较高值的端口，以半自动或全自动方式适当地选出这些 IPPC 的值。
- 本发明支持创建 MSTI 或者提供创建 MSTI 时的指导。该步骤是本发明的第二特性，如果存在适当的 MSTI，其可以省略。
- 本发明维持了基于 MSTP 桥接 LAN 的所有操作。因此，它维护了与已有基于 MSTP 的设备的完全的互操作性，不需要标准化。
- 本发明包括一种配置 MSTP 的一种方法，使得：
    - 如果可能，并且故障影响 MSTI 时，MSTP 最好通过激活某些链路，在 MSTI 中重新建立连通性，前述链路的激活确保 VLAN 内部连通性不会损失，前述 VLAN 映

射到并且与该 MSTI 关联。

- VLAN 映射到某个 MSTI，后者的活跃拓扑覆盖了该 VLAN 的拓扑，这通过根据所需的 VLAN 拓扑设置该 MSTI 来确保实现。

尽管在附图以及前面的详细描述中给出了本发明的一种实施方式，但应当理解，本发明并不受限于公开的实施方式，而是在不偏离后续权利要求书所提出和定义的本发明的精神的前提下，可以有许多重新整理、修改和替换。

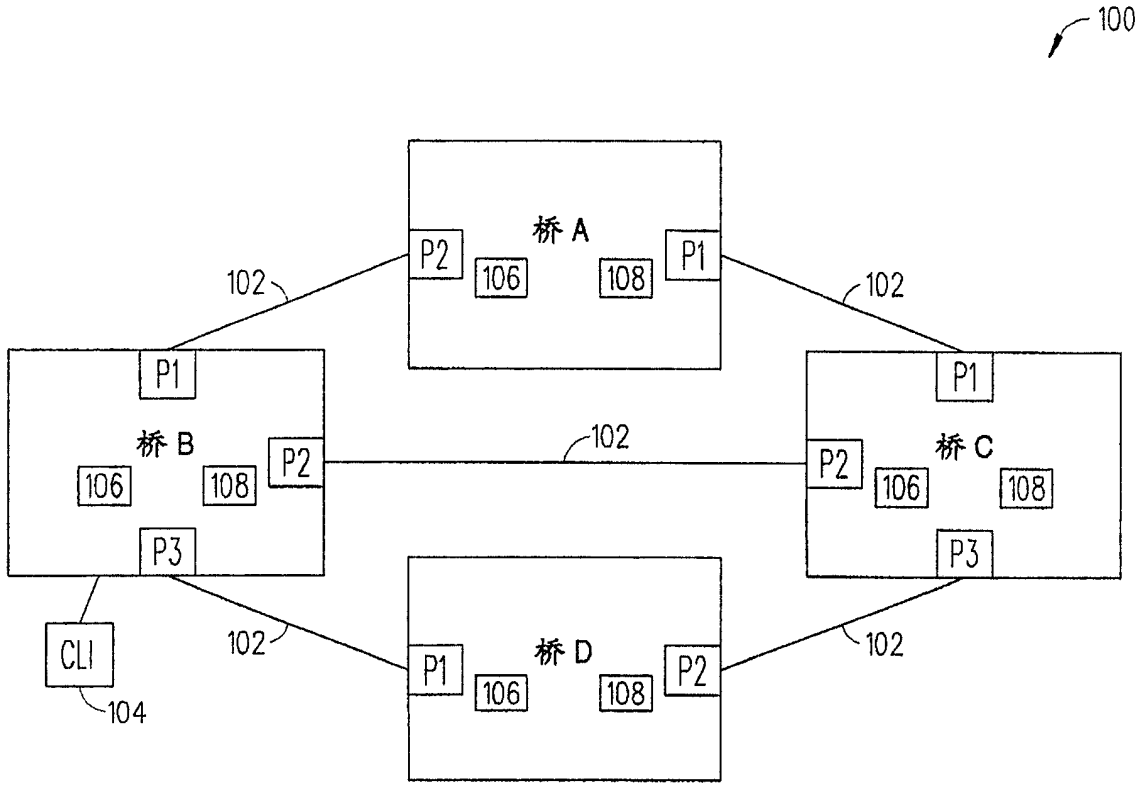

100
桥 A
P2
106
108
P1
102
102
P1
桥 B
P2
102
106
108
P3
P1
桥 C
P2
106
108
P3
CLI
104
102
102
桥 D
P1
106
108
P2

图 1

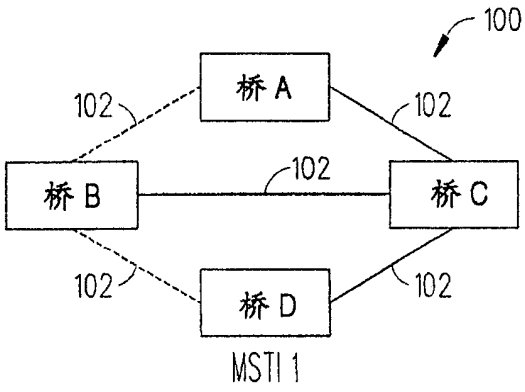

100
桥 A
102
102
桥 B
102
桥 C
102
102
桥 D
MSTI 1

图 2A

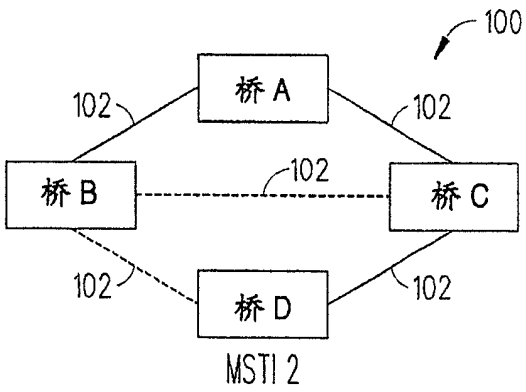

100
桥 A
102
102
桥 B
102
桥 C
102
102
桥 D
MSTI 2

图 2B

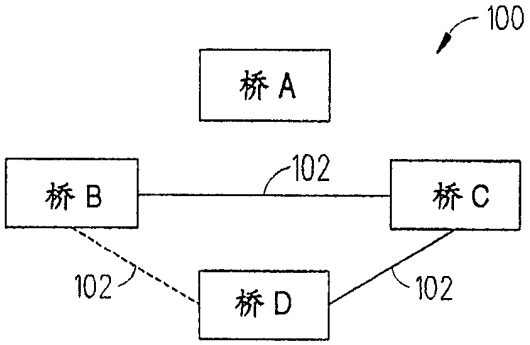


图 3A

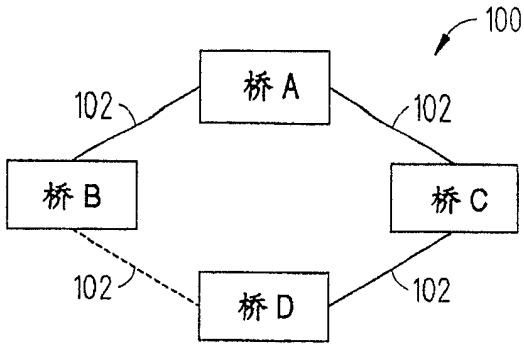


图 3B

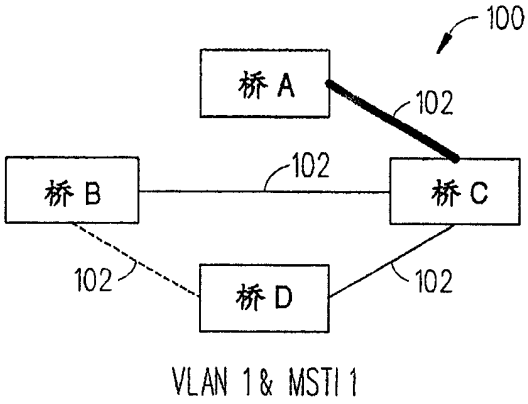


图 4A

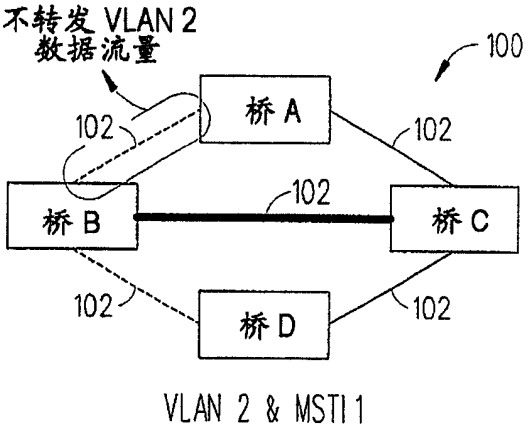


图 4B

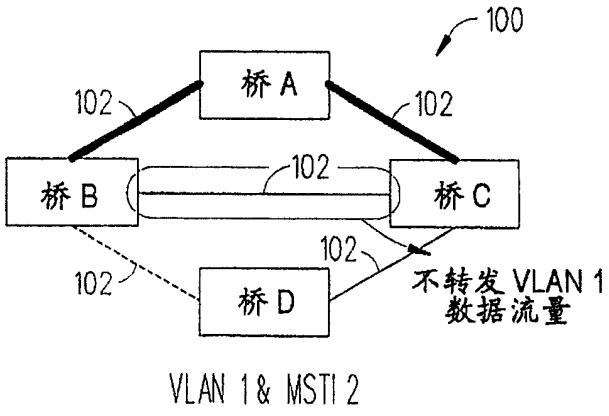


图 4C

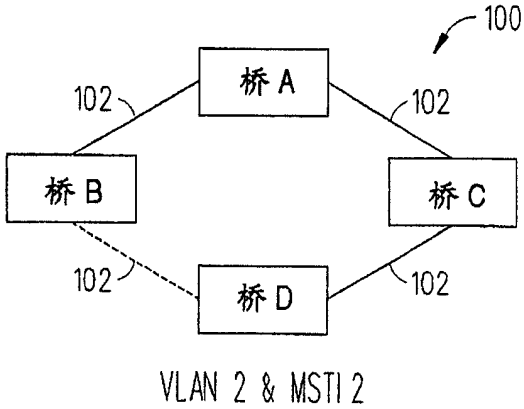


图 4D

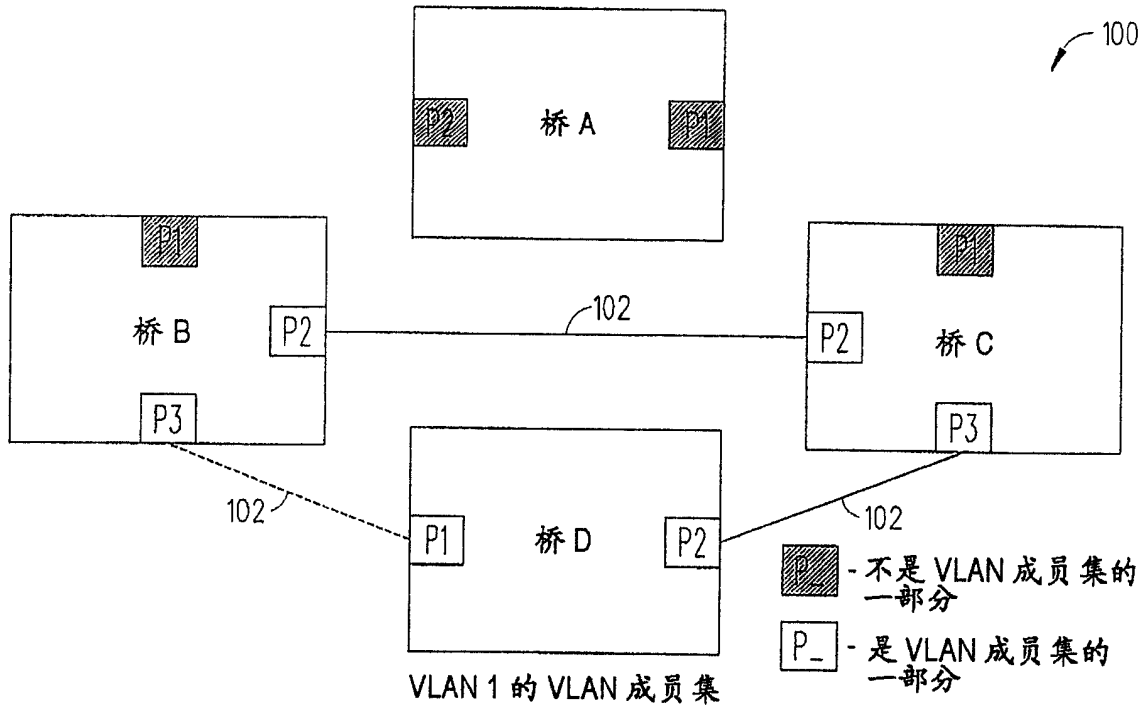

100
桥 A
P2
P1
桥 B
P1
P2
P3
102
桥 C
P1
P2
P3
102
102
桥 D
P1
P2
P_ - 不是 VLAN 成员集的一部分
P_ - 是 VLAN 成员集的一部分
VLAN 1 的 VLAN 成员集

图 5A

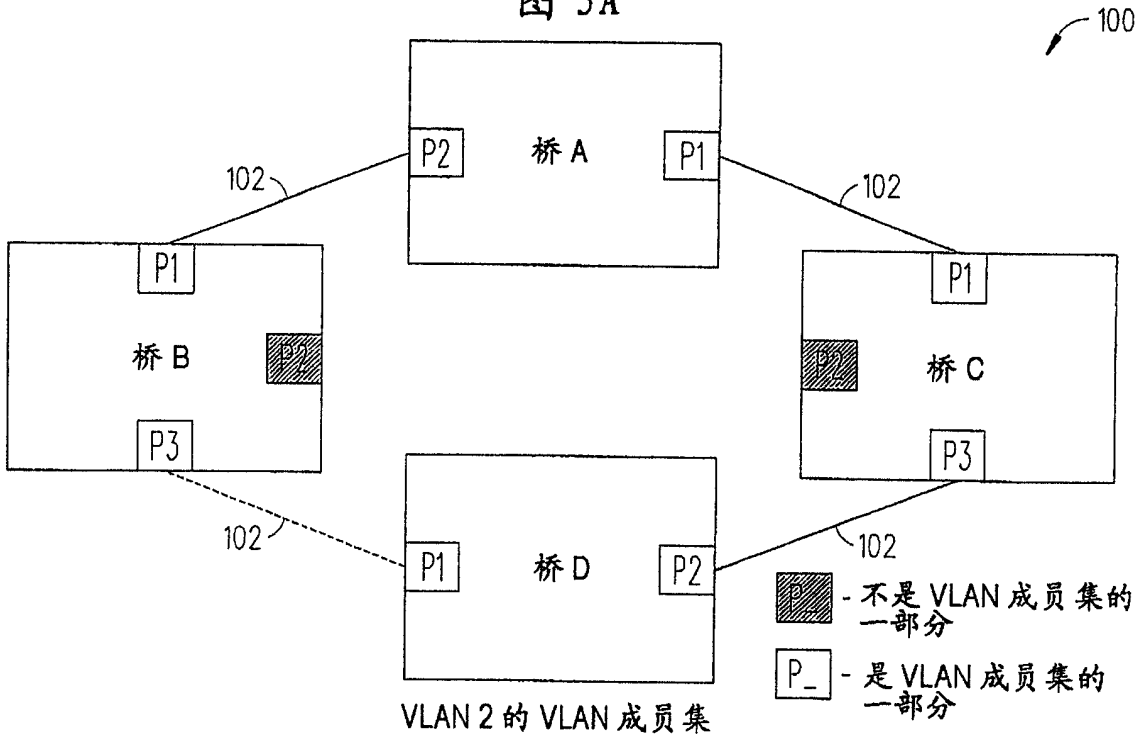
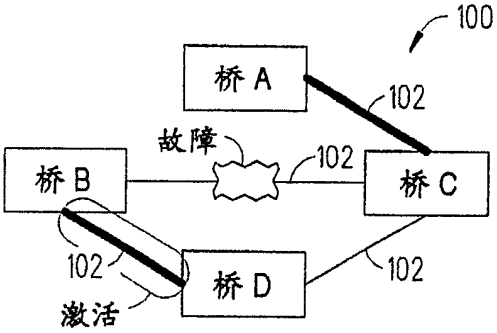
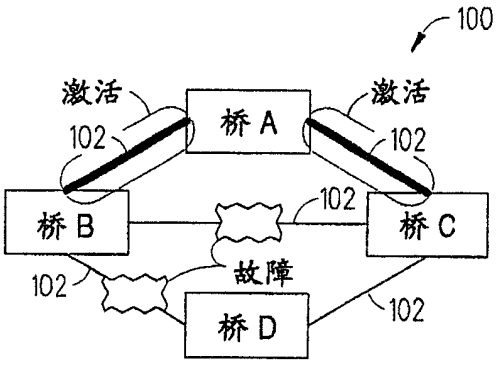

100
桥 A
P2
P1
102
102
桥 B
P1
P2
P3
桥 C
P1
P2
P3
102
102
桥 D
P1
P2
P_ - 不是 VLAN 成员集的一部分
P_ - 是 VLAN 成员集的一部分
VLAN 2 的 VLAN 成员集

图 5B



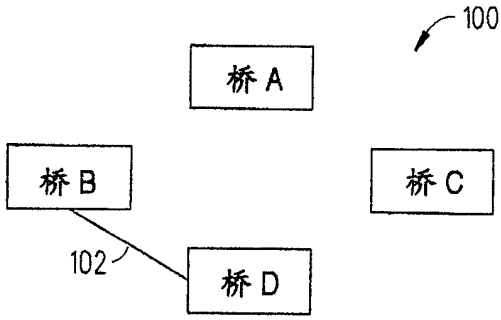
VLAN 1 故障

图 6



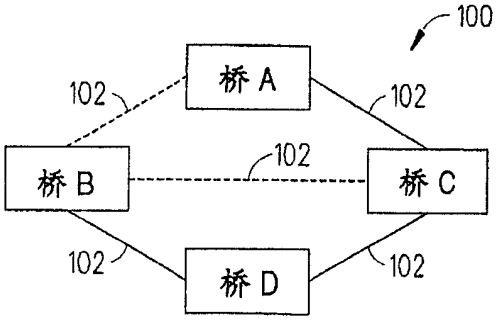
VLAN 1 中双重故障

图 7



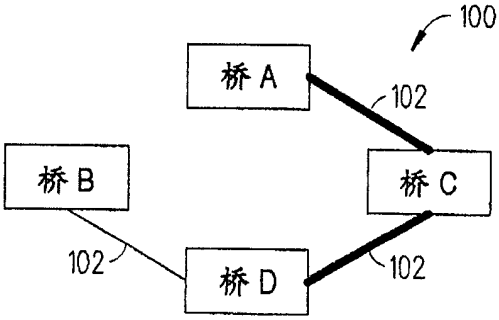
VLAN 3

图 8



MSTI 3

图 9



VLAN 3 & MSTI 3

图 10

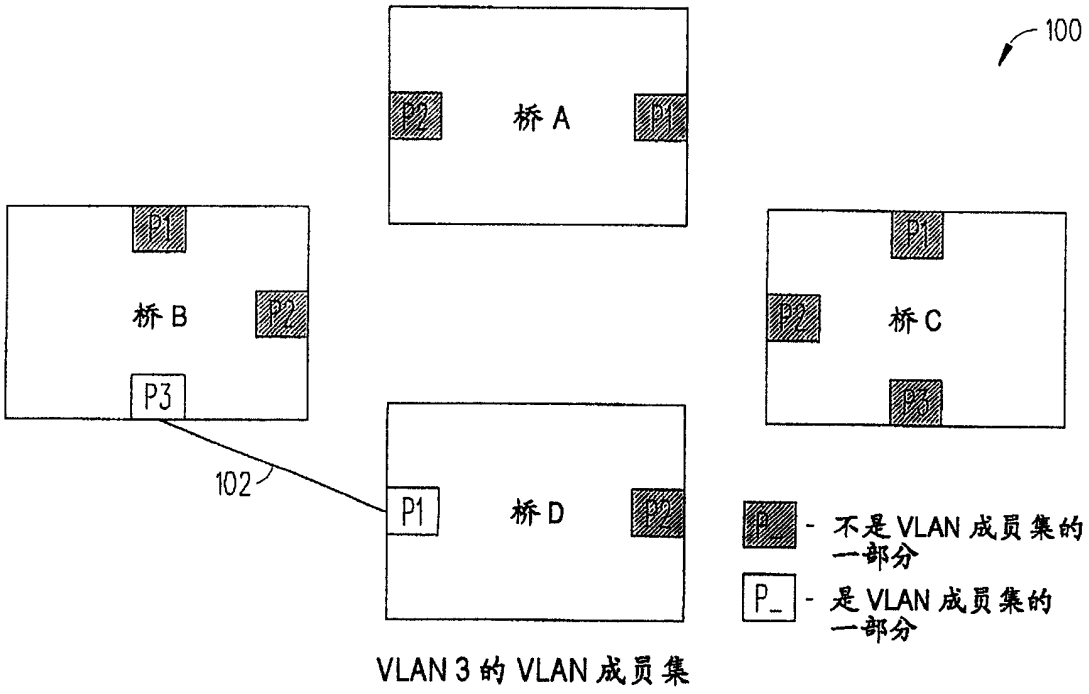

100
桥 A
P2
P1
桥 B
P1
P2
P3
桥 C
P1
P2
P3
102
桥 D
P1
P2
P_ - 不是 VLAN 成员集的一部分
P_ - 是 VLAN 成员集的一部分
VLAN 3 的 VLAN 成员集

图 11

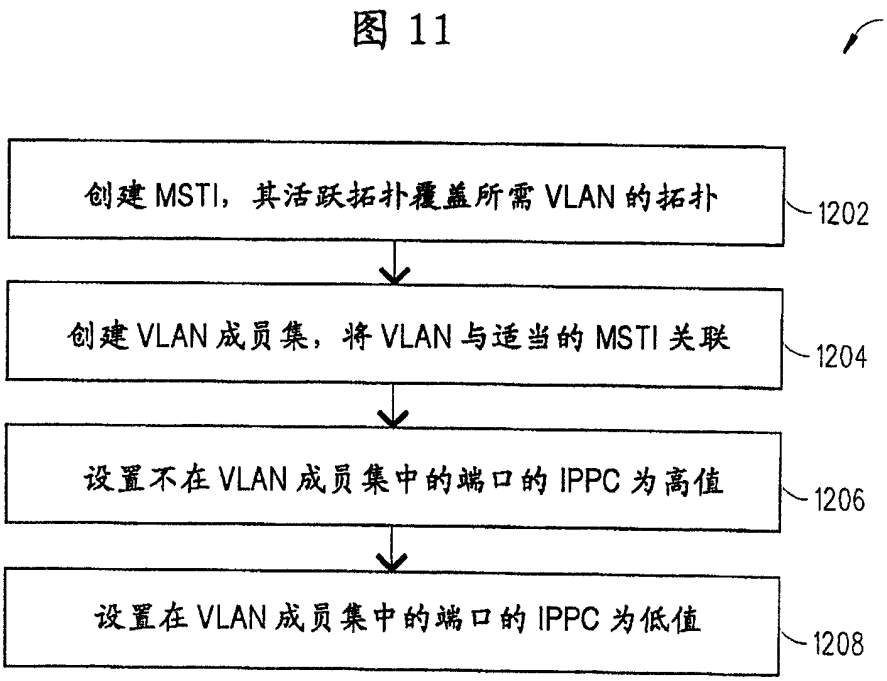

1200
创建 MSTI，其活跃拓扑覆盖所需 VLAN 的拓扑
1202
创建 VLAN 成员集，将 VLAN 与适当的 MSTI 关联
1204
设置不在 VLAN 成员集中的端口的 IPPC 为高值
1206
设置在 VLAN 成员集中的端口的 IPPC 为低值
1208

图 12