

节点、通信方法和用于节点的程序

申请号：[200810093269.3](#)

申请日：2008-05-19

申请(专利权)人 [日本电气株式会社](#)

地址 日本东京都

发明(设计)人 [小笠原大作](#)

主分类号 H04L1/22(2006.01)I

分类号 H04L1/22(2006.01)I H04L12/46(2006.01)I
H04L12/56(2006.01)I H04L12/24(2006.01)I

公开(公告)号 101330370

公开(公告)日 2008-12-24

专利代理机构 [北京东方亿思知识产权代理有限责任公司](#)

代理人 [柳春雷](#)

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810093269.3

[51] Int. Cl.

H04L 1/22 (2006.01)

H04L 12/46 (2006.01)

H04L 12/56 (2006.01)

H04L 12/24 (2006.01)

[43] 公开日 2008 年 12 月 24 日

[11] 公开号 CN 101330370A

[22] 申请日 2008.5.19

[21] 申请号 200810093269.3

[30] 优先权

[32] 2007.5.17 [33] JP [31] 2007-131854

[71] 申请人 日本电气株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 小笠原大作

[74] 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限公司
代理人 柳春雷

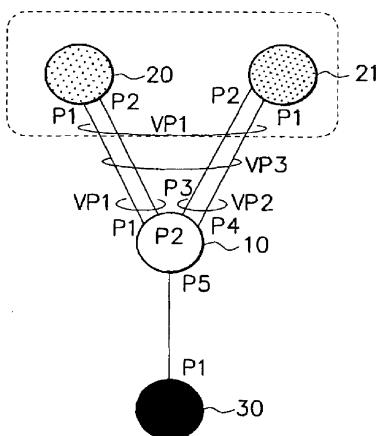
权利要求书 8 页 说明书 58 页 附图 21 页

[54] 发明名称

节点、通信方法和用于节点的程序

[57] 摘要

本发明提供了一种节点、通信方法和用于节点的程序。所述节点能够防止当链路故障发生时由于在通信量通信路径之间的转换而引起的问题。按照本发明的一个实施例，在节点 10 的端口中，在虚拟端口 VP1 中记录连接到在节点 10 和节点 20 之间的链路的端口 P1 和 P2，并且在虚拟端口 VP2 中记录连接到在节点 10 和节点 30 之间的链路的端口 P3 和 P4。在被分配到虚拟 LAG 组的虚拟端口 VP3 中记录虚拟端口 VP1 和 VP2。当在节点 10 和节点 20 之间的一个链路被断开时，节点 10 从在属于被分配到虚拟 LAG 组的虚拟端口 VP3 的虚拟端口中的、包括连接到链路的物理端口的虚拟端口发送已经从所述物理端口发送的帧。



1. 一种节点，其通过多个链路连接到其他节点，所述节点包括：

第一虚拟端口存储单元，其存储作为连接到节点之间的链路的多个物理端口的群组的虚拟端口和属于所述虚拟端口的多个物理端口之间的对应性；

第二虚拟端口存储单元，其存储作为多个虚拟端口的群组的主虚拟端口和属于所述主虚拟端口的多个虚拟端口之间的对应性；以及，

帧目的地确定单元，其确定用于发送所接收的帧的节点的物理端口，

其中，所述帧目的地确定单元对应于所接收的帧的目的地，指定不属于所述虚拟端口的物理端口或者作为多个物理端口的群组的虚拟端口，并且

当指定所述虚拟端口时，所述帧目的地确定单元将属于所指定的虚拟端口的物理端口中的、连接到无故障的链路的物理端口确定为用于发送帧的端口。

2. 按照权利要求1所述的节点，

其中，所述帧目的地确定单元包括：

端口指定单元，其对应于所接收的帧的目的地，指定不属于所述虚拟端口的物理端口或者作为多个物理端口的群组的虚拟端口；

物理端口指定单元，其在属于所述虚拟端口的物理端口中指定连接到无故障的链路的物理端口；

物理端口确定单元，其将由所述物理端口指定单元指定的所述物理端口之一确定为用于发送帧的端口；

主虚拟端口指定单元，其当所述物理端口指定单元不能在属于所述虚拟端口的物理端口中指定连接到无故障的链路的物理端口时，指定包括所述虚拟端口的主虚拟端口；

客户虚拟端口指定单元，其指定属于由所述主虚拟端口指定单元指定的主虚拟端口的虚拟端口；以及

虚拟端口确定单元，其在由所述客户虚拟端口指定单元指定的虚拟端

口中按照所接收的帧的目的地和来源确定虚拟端口，其中

当所述端口指定单元指定虚拟端口并且所述虚拟端口确定单元确定虚拟端口时，所述物理端口指定单元在属于所述虚拟端口的物理端口中指定连接到无故障的链路的物理端口。

3. 按照权利要求 2 所述的节点，还包括：

转发数据库存储单元，其存储转发数据库，在所述转发数据库中，所述物理端口或者所述虚拟端口被与输出信息相关联，所述输出信息用于指示用于向帧目的地发送帧的端口；

输出端口管理表存储单元，其存储输出端口管理表，所述输出端口管理表是其中用于接收帧的物理端口被与作为输出信息的物理端口或者虚拟端口相关联的数据库；

输出端口管理表记录单元，其将与第一虚拟端口存储单元中的、包括物理端口的虚拟端口相关联的物理端口和包括所述物理端口的所述虚拟端口记录在输出端口管理表中，以使得它们彼此相关联，并且将不属于任何虚拟端口的物理端口记录在所述输出端口管理表中，以使得所述物理端口与它们自身的物理端口相关联；以及

转发数据库记录单元，其当接收到帧时，从所述输出端口管理表搜索物理端口或者对应于接收到帧的物理端口的虚拟端口，并且将搜索到的作为输出信息的物理端口或者虚拟端口和作为目的地的所接收的帧的来源记录在所述转发数据库中，以使得所述目的地和所述输出信息彼此相关联，

其中，所述端口指定单元从所述转发数据库搜索对应于所接收的帧的目的地的物理端口或者虚拟端口，由此指定所述物理端口或者所述虚拟端口。

4. 一种节点，其通过多个链路连接到其他节点，所述节点包括：

第一虚拟端口存储单元，其存储作为连接到节点之间的链路的多个物理端口的群组的虚拟端口和属于所述虚拟端口的多个物理端口之间的对应性；

第二虚拟端口存储单元，其存储作为多个虚拟端口的群组的主虚拟端口和属于所述主虚拟端口的多个虚拟端口之间的对应性；以及，

帧目的地确定单元，其确定用于发送所接收的帧的节点的物理端口，

其中，所述帧目的地确定单元对应于所接收的帧的目的地，指定不属于任何虚拟端口的物理端口、作为每个包括多个物理端口的群组的虚拟端口、或者作为多个虚拟端口的群组的主虚拟端口，

当指定作为多个虚拟端口的群组的主虚拟端口时，所述帧目的地确定单元还指定属于所述主虚拟端口的虚拟端口，并且

当指定作为多个物理端口的群组的虚拟端口时，所述帧目的地确定单元将在属于所指定的虚拟端口的物理端口中的、连接到无故障的链路的物理端口确定为用于发送帧的端口。

5. 按照权利要求 4 的节点，

其中，所述帧目的地确定单元包括：

端口指定单元，其对应于所接收的帧的目的地，指定不属于任何虚拟端口的物理端口、作为每个包括多个物理端口的群组的所述虚拟端口、或者作为多个虚拟端口的群组的主虚拟端口；

物理端口指定单元，其在属于所述虚拟端口的物理端口中指定连接到无故障的链路的物理端口；

物理端口确定单元，其将由所述物理端口指定单元指定的物理端口之一确定为用于发送帧的端口；

主虚拟端口指定单元，其当所述物理端口指定单元不能在属于所述虚拟端口的物理端口中指定连接到无故障的链路的物理端口时，指定包括所述虚拟端口的主虚拟端口；

客户虚拟端口指定单元，其指定属于由所述主虚拟端口指定单元指定的主虚拟端口的虚拟端口或者属于由所述端口指定单元指定的作为多个虚拟端口的群组的主虚拟端口的虚拟端口；以及

虚拟端口确定单元，其在由所述客户虚拟端口指定单元指定的虚拟端口中按照所接收的帧的目的地和来源确定虚拟端口，其中

当所述端口指定单元指定作为每个包括多个物理端口的群组的虚拟端口并且所述虚拟端口确定单元确定作为多个物理端口的群组的虚拟端口时，所述物理端口指定单元在属于所述虚拟端口的物理端口中指定连接到

无故障的链路的物理端口。

6. 按照权利要求 5 的节点，还包括：

转发数据库存储单元，其存储转发数据库，在所述转发数据库中，作为每个包括多个物理端口的群组的虚拟端口的物理端口或者作为多个虚拟端口的群组的主虚拟端口被作为用于发送帧的端口的输出信息而与帧的目的地和帧的通信量标识符的组合相关联；

通信量管理表存储单元，其存储通信量管理表，所述通信量管理表是其中帧的通信量标识符被与作为输出信息的物理端口或者虚拟端口相关联的数据库；以及

转发数据库记录单元，其当接收到帧时，从所述通信量管理表中搜索对应于帧的通信量标识符的物理端口或者虚拟端口，并且将搜索到的物理端口或者虚拟端口以及所接收的帧的目的地和帧的通信量标识符的组合记录在所述转发数据库中，以使得所述目的地和所述输出信息彼此相关联，

其中，作为多个虚拟端口的群组的所述主虚拟端口可以与所述通信量管理表中的所述通信量标识符相关联，并且

所述端口指定单元从所述转发数据库中搜索对应于所接收的帧的目的地的物理端口或者虚拟端口，由此指定所述物理端口或者所述虚拟端口。

7. 按照权利要求 2 所述的节点，

其中，所述帧目的地确定单元包括：

广播帧发送端口选择单元，其当接收到广播帧时，选择物理端口或者对应于接收到广播帧的物理端口的虚拟端口，

当广播帧发送端口选择单元选择所述虚拟端口时，所述物理端口指定单元在属于所述虚拟端口的物理端口中指定连接到无故障的链路的物理端口。

8. 按照权利要求 3 所述的节点，

其中，所述帧目的地确定单元包括：

广播帧发送端口选择单元，其当接收到广播帧时，选择物理端口或者对应于接收到广播帧的物理端口的虚拟端口，

当广播帧发送端口选择单元选择所述虚拟端口时，所述物理端口指定

单元在属于所述虚拟端口的物理端口中指定连接到无故障的链路的物理端口。

9. 按照权利要求 5 所述的节点，

其中，所述帧目的地确定单元包括：

广播帧发送端口选择单元，其当接收到广播帧时，选择物理端口或者对应于接收到广播帧的物理端口的虚拟端口，

当广播帧发送端口选择单元选择所述虚拟端口时，所述物理端口指定单元在属于所述虚拟端口的物理端口中指定连接到无故障的链路的物理端口。

10. 按照权利要求 6 所述的节点，

其中，所述帧目的地确定单元包括：

广播帧发送端口选择单元，其当接收到广播帧时，选择物理端口或者对应于接收到广播帧的物理端口的虚拟端口，

当广播帧发送端口选择单元选择所述虚拟端口时，所述物理端口指定单元在属于所述虚拟端口的物理端口中指定连接到无故障的链路的物理端口。

11. 按照权利要求 7 所述的节点，

其中，当接收到广播帧的物理端口属于作为多个物理端口的群组的任何虚拟端口时，所述广播帧发送端口选择单元选择下述虚拟端口和物理端口，所述虚拟端口被设置在所述节点中，不包括接收到广播帧的物理端口，并且不属于作为多个虚拟端口的群组的任何主虚拟端口，所述物理端口不属于作为多个物理端口的群组的任何虚拟端口，并且

当接收到广播帧的物理端口不属于作为多个物理端口的群组的任何虚拟端口时，广播帧发送端口选择单元选择下述虚拟端口和物理端口，所述虚拟端口被设置在节点中并且不属于作为多个虚拟端口的群组的任何主虚拟端口，所述物理端口是不属于作为多个物理端口的群组的任何虚拟端口的物理端口中的除了接收到广播帧的物理端口之外的物理端口。

12. 按照权利要求 8 所述的节点，

其中，当接收到广播帧的物理端口属于作为多个物理端口的群组的任

何虚拟端口时，所述广播帧发送端口选择单元选择下述虚拟端口和物理端口，所述虚拟端口被设置在节点中，不包括接收到广播帧的物理端口，并且不属于作为多个虚拟端口的群组的任何主虚拟端口，所述物理端口不属于作为多个物理端口的群组的任何虚拟端口，并且

当接收到广播帧的物理端口不属于作为多个物理端口的群组的任何虚拟端口时，广播帧发送端口选择单元选择下述虚拟端口和物理端口，所述虚拟端口被设置在节点中并且不属于作为多个虚拟端口的群组的任何主虚拟端口，所述物理端口是不属于作为多个物理端口的群组的任何虚拟端口的物理端口中除了接收到广播帧的物理端口之外的物理端口。

13. 按照权利要求 9 所述的节点，

其中，当接收到广播帧的物理端口属于作为多个物理端口的群组的任何虚拟端口时，广播帧发送端口选择单元选择下述虚拟端口和物理端口，所述虚拟端口被设置在节点中，不包括接收到广播帧的物理端口，并且不属于作为多个虚拟端口的群组的任何主虚拟端口，所述物理端口不属于作为多个物理端口的群组的任何虚拟端口，并且

当接收到广播帧的物理端口不属于作为多个物理端口的群组的任何虚拟端口时，广播帧发送端口选择单元选择下述虚拟端口和物理端口，所述虚拟端口被设置在节点中并且不属于作为多个虚拟端口的群组的任何主虚拟端口，所述物理端口是不属于作为多个物理端口的群组的任何虚拟端口的物理端口中除了接收到广播帧的物理端口之外的物理端口。

14. 按照权利要求 10 所述的节点，

其中，当接收到广播帧的物理端口属于作为多个物理端口的群组的任何虚拟端口时，广播帧发送端口选择单元选择下述虚拟端口和物理端口，所述虚拟端口被设置在节点中，不包括接收到广播帧的物理端口，并且不属于作为多个虚拟端口的群组的任何主虚拟端口，所述物理端口不属于作为多个物理端口的群组的任何虚拟端口，并且

当接收到广播帧的物理端口不属于作为多个物理端口的群组的任何虚拟端口时，广播帧发送端口选择单元选择下述虚拟端口和物理端口，所述虚拟端口被设置在节点中并且不属于作为多个虚拟端口的群组的任何主虚

拟端口，所述物理端口是不属于作为多个物理端口的群组的任何虚拟端口的物理端口中除了接收到广播帧的物理端口之外的物理端口。

15. 一种通信方法，其被应用到一个节点，所述节点通过多个链路连接到其他节点，所述节点包括：第一虚拟端口存储单元，其存储作为连接到节点之间的链路的多个物理端口的群组的虚拟端口和属于所述虚拟端口的多个物理端口之间的对应性；第二虚拟端口存储单元，其存储作为多个虚拟端口的群组的主虚拟端口和属于所述主虚拟端口的虚拟端口之间的对应性；以及帧目的地确定单元，其确定用于发送所接收的帧的节点的物理端口，所述通信方法包括：

对于所接收的帧的目的地，指定不属于任何虚拟端口的物理端口或者作为多个物理端口的群组的虚拟端口；并且，

当指定所述虚拟端口时，将在属于所指定的虚拟端口的物理端口中的、连接到无故障的链路的物理端口确定为用于发送帧的端口。

16. 一种通信方法，其被应用到一个节点，所述节点通过多个链路连接到其他节点，所述节点包括：第一虚拟端口存储单元，其存储作为连接到节点之间的链路的多个物理端口的群组的虚拟端口和属于所述虚拟端口的多个物理端口之间的对应性；第二虚拟端口存储单元，其存储作为多个虚拟端口的群组的主虚拟端口和属于所述主虚拟端口的虚拟端口之间的对应性；以及帧目的地确定单元，其确定用于发送所接收的帧的节点的物理端口，所述通信方法包括：

对于所接收的帧的目的地，指定不属于任何虚拟端口的物理端口、作为多个物理端口的群组的虚拟端口或者作为多个虚拟端口的群组的主虚拟端口；

当指定作为多个虚拟端口的群组的主虚拟端口时，还指定属于所述主虚拟端口的虚拟端口；并且，

当指定作为多个物理端口的群组的虚拟端口时，将在属于所指定的虚拟端口的物理端口中的、连接到无故障的链路的物理端口确定为用于发送帧的端口。

17. 一种存储介质，用于存储一种用于节点的程序，其允许包括该节

点计算机执行帧目的地确定处理，所述节点通过多个链路连接到其他节点，所述节点包括：第一虚拟端口存储单元，其存储作为连接到节点之间的链路的多个物理端口的群组的虚拟端口和属于所述虚拟端口的多个物理端口之间的对应性；第二虚拟端口存储单元，其存储作为多个虚拟端口的群组的主虚拟端口和属于所述主虚拟端口的虚拟端口之间的对应性，所述帧目的地确定处理包括：

对于所接收的帧的目的地，指定不属于任何虚拟端口的物理端口或者作为多个物理端口的群组的虚拟端口；并且，

当指定所述虚拟端口时，将在属于所指定的虚拟端口的物理端口中的、连接到无故障的链路的物理端口确定为用于发送帧的端口。

18. 一种存储介质，用于存储一种用于节点的程序，其允许包括该节点计算机执行帧目的地确定处理，所述节点通过多个链路连接到其他节点，所述节点包括：第一虚拟端口存储单元，其存储作为连接到节点之间的链路的多个物理端口的群组的虚拟端口和属于所述虚拟端口的多个物理端口之间的对应性；第二虚拟端口存储单元，其存储作为多个虚拟端口的群组的主虚拟端口和属于所述主虚拟端口的虚拟端口之间的对应性，所述帧目的地确定处理包括：

对于所接收的帧的目的地，指定不属于任何虚拟端口的物理端口、作为多个物理端口的群组的虚拟端口或者作为多个虚拟端口的群组的主虚拟端口；

当指定作为多个虚拟端口的群组的主虚拟端口时，还指定属于所述主虚拟端口的虚拟端口；并且，

当指定作为多个物理端口的群组的虚拟端口时，将在属于所指定的虚拟端口的物理端口中的、连接到无故障的链路的物理端口确定为用于发送帧的端口。

节点、通信方法和用于节点的程序

技术领域

本发明涉及节点、通信方法和用于节点的程序，并且更具体地涉及能够改善通信可靠性的节点、通信方法和用于节点的程序。

背景技术

传送大量数据通信量的中枢网络要求即使在网络节点（以下简称为节点）之间的链路断开或者节点故障的情况下也能够防止通信中断的高可靠性。为了满足所述要求，已经开发了下面的技术：用于将多个链路虚拟为一个链路的链路冗余技术；以及用于将多个节点虚拟为一个节点的节点冗余技术。

当需要指定作为链路或者节点的最小单元时，所述链路或者节点分别被称为物理链路或者物理节点。即，在节点之间的实际链路被称为物理链路，并且在网络上安装的实际节点被称为物理节点。另外，通过冗余技术被虚拟为一个链路（被看作一个链路）的多个物理链路被称为虚拟链路。类似地，被冗余技术虚拟为一个节点（被看作一个节点）的多个物理节点被称为虚拟节点。此外，当简述链路或者节点时，其表示物理链路或者物理节点。

类似地，作为端口的最小单元被称为物理端口（或者简称为端口）。即，在节点中实际提供的端口被称为物理端口（或者简称为端口）。被虚拟为一个端口（被看作一个端口）的多个端口被称为虚拟端口。

非专利文件 1 (“IEEE Std 802.3ad Amendment to Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications”, “43. Link Aggregation”, IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc), 2000, pp 95-173) 公开了一种被称为 LAG（链路聚合）的端口冗余技术。LAG 是适用于在以太网（Ethernet）网络中提供

的以太网交换机（或者以太网节点）的端口冗余技术，其将在以太网交换机中提供的多个物理端口虚拟为一个物理端口，由此获得端口冗余。

“Ethernet”是注册商标。因为以太网交换机的端口与以太网交换机之间的链路一一对应，因此 LAG 可以被称为链路冗余技术。

通过 LAG 将虚拟端口设置如下：在以太网交换机中提供的多个物理端口被划分到同一 LAG 组中，并且与以太网的其他物理端口和虚拟端口的端口标识符不同的端口标识符被分配到所述 LAG 组。具体地，通过将对应于 LAG 组的组标识符的虚拟端口的端口标识符和属于 LAG 组的物理端口的端口标识符的虚拟端口的端口标识符记录在 LAG 组管理表 471（参见图 22）中来设置虚拟端口，这将在下文中描述。

被分配到 LAG 组的端口标识符表示用于指示虚拟端口的端口标识符，但是其可以与用于指示在以太网交换机中传送以太网帧的处理器中的物理端口的端口标识符类似地被处理。

当设置虚拟端口时，用于防止在 LAG 中的广播风暴的技术和用于确定帧目的地的技术被应用到属于 LAG 组的物理端口。

术语“广播风暴”表示下述状态，其中，网络的通信频带由于在通过多个链路彼此连接的以太网交换机之间的广播帧的连续传送而被侵覆（overwhelming），这导致在整个网络中的不稳定的通信状况。因为以太网交换机通过多个链路彼此连接的结构被称为环结构，所以从一个以太网交换机向另一个以太网交换机传送的广播帧连续返回到源以太网交换机，这引起了广播风暴。

在用于防止 LAG 中的广播风暴问题的技术中，被输入到属于 LAG 组的物理端口的以太网帧不从属于 LAG 组的另一个物理端口发送，由此防止广播风暴。

在用于确定帧目的地的技术中，当发送以太网帧的端口（输出端口）是虚拟端口时，以太网帧被发送到在属于对应于虚拟端口的 LAG 组的物理端口中的、连接到无故障的链路的物理端口之一。结果，即使当发生链路故障时，也可以连续地执行通信，因此改善了通信的可靠性。

此外，按照用于确定帧目的地的技术，以太网帧被分配到无故障的多

个链路以发送，这使得可以改善通信的可靠性，并且扩展在以太网交换机之间的通信频带。例如，已知负载平衡算法，该算法根据从一些或者全部下述参数获得的处理结果来确定以太网帧的输出端口，所述参数诸如在以太网帧的首标字段（header field）中存储的 VLAN（虚拟局域网）标识符、源 MAC 地址和目的地 MAC 地址。用于当以太网帧被分配到多个无故障的链路时使用所述负载平衡算法来确定帧目的地的技术已经被应用到市场中的大多数现有以太网帧通信系统。

接着，将参考附图来描述 LAG 的操作。图 16A-16C 是图解应用 LAG 的网络的示例的示图。

在图 16A 中所示的网络中，节点 100、节点 200 和节点 300 是以太网交换机。在节点 100 和节点 200 之间的两个链路被 LAG 虚拟为一个虚拟链路。在图 16A 中所示的网络中，节点 100 的端口 P1 和 P2 被记录在同一 LAG 组中，并且端口标识符 VP1 被分配到 LAG 组。因为节点 100 和节点 200 是独立节点，因此节点 100 的 LAG 组与节点 200 的不同。因此，按照节点 100 和节点 200 之间的两个链路被虚拟为一个虚拟链路的结构，即使当节点 100 和节点 200 之间的所述两个物理链路中的一个断开时，也可以使用另一物理链路在节点 100 和节点 200 之间连续地执行通信。

但是，因为仅仅一个物理链路连接在节点 100 和节点 300 之间，因此未向通过所述物理链路连接的节点 100 的端口 P3 和节点 300 的端口 P1 设置 LAG。

在图 16A 中，在节点 100 和节点 200 之间实现链路冗余，因为节点 200 在通信中起着重要作用。在这样的网络配置中，例如，节点 200 可以是服务器，节点 300 可以是节点 100 的客户端，节点 100 可以是连接所述服务器和所述终端的开关。或者，节点 200 可以是路由器，并且节点 200 也可以作为连接另一个网络（未示出）和节点 100 的网关。

端口 P1、P2 和 P3 中的每个包括接收以太网帧的输入端口和发送以太网帧的输出端口。假定在一个节点中的包括输入端口和输出端口的一个端口通过一个链路连接到在另一个节点中包括输入端口和输出端口的一个端口。例如，节点 100 的端口 P1 的输入端口和输出端口分别通过一个链路

连接到节点 200 的端口 P1 的输出端口和输入端口。

接着，将说明在图 16B 中所示的网络。在图 16B 中所示的网络中，节点冗余被应用到在图 16A 中所示的网络中的节点 200。因为节点冗余技术被应用到在图 16B 中所示的节点 200 和节点 210，因此节点 200 和 201 进行操作就像一个物理节点。节点 200 和节点 210 被冗余地配置，以便节点 200 的端口 P1 和节点 210 的端口 P1 被记录在同一 LAG 组中，并且端口标识符 VP1 被分配到 LAG 组。但是，将节点 200 的端口 P1 和节点 210 的端口 P1 记录在同一 LAG 组中的必要性依赖于节点冗余技术的种类。

如图 16B 中所示，可以使用任何节点冗余技术，只要它可以通过 LAG 将虚拟节点（节点 200 和节点 210）连接到另一个以太网交换机（节点 100）。

当在图 16B 中所示的节点 100 的端口 P1 和 P2 被记录在同一 LAG 组中并且端口标识符 VP1 被分配到 LAG 组时，节点 100 和由节点 200 和节点 210 构成的虚拟节点之间的链路被虚拟为一个物理链路。因此，节点 100 识别出在图 16B 中所示的网络配置与在图 16A 中所示的网络配置完全相同。

在图 16A 中所示的网络中，当节点 100 和节点 200 之间的两个链路之一断开时，可以连续地执行通信。但是，当节点 200 故障时，不可以执行通信。同时，在图 16B 中所示的网络中，即使当节点 200 故障并且节点 200 和节点 100 之间的链路断开时，节点 100 也可以连续地执行通信。类似地，即使当节点 210 故障并且节点 210 和节点 100 之间的链路断开时，节点 100 也可以连续地执行通信。

按照用于防止 LAG 中的广播风暴的技术，在图 16B 中所示的配置中，从节点 200 向节点 100 发送的以太网帧不会被传送到节点 210。类似地，从节点 210 向节点 100 发送的以太网帧不会被传送到节点 200。因此，可以防止广播风暴。

此外，按照用于确定 LAG 中的帧目的地的技术，连接到断开的链路的端口或者连接到故障的节点的端口不会被选择作为以太网帧的输出端口。因此，即使当链路故障发生时，也可以连续地执行通信。当无故障发

生时，节点 100 向节点 200 和节点 210 分配通信量。因此，也可以扩展通信频带。

如在图 16B 中所示的网络配置中那样，节点冗余技术和链路冗余技术的使用使得可以改善网络的可靠性。

接着，将说明在图 16C 中所示的网络。在图 16C 中所示的网络中，在图 16B 中所示的网络中的节点 100 和节点 200 之间的链路和节点 100 和节点 210 之间的链路被冗余地配置。这种结构可以进一步改善网络的可靠性。

在图 16C 中所示的网络中，节点 200 的端口 P1 和 P2 与节点 210 的端口 P1 和 P2 被记录在同一 LAG 组中，并且端口标识符 VP1 被分配到所述 LAG 组。如上所述，节点 100 和节点 210 中的 LAG 的设置依赖于节点冗余技术的种类。因此，节点 200 和节点 210 中的 LAG 的设置仅仅是说明性的，节点 200 的端口 P1 和 P2 与节点 210 的端口 P1 和 P2 不必然属于同一 LAG 组。

在节点 100 的物理端口 P1-P4 中，物理端口 P1 和 P2 连接到节点 100 和节点 200 之间的链路，并且物理端口 P3 和 P4 连接到节点 100 和节点 210 之间的链路。节点 100 的物理端口 P1-P4 被记录在同一 LAG 组中，并且端口标识符 VP1 被分配到所述 LAG 组。

以这种方式，节点 100 通过冗余链路连接到节点 200 和节点 210。因此，在图 16C 中所示的网络配置比在图 16B 中所示的网络配置具有更高的可靠性。

接着，作为与本发明相关的技术，将说明在图 16C 中所示的网络中使用的一般节点的配置的示例。图 17 是图解所述一般节点的配置的框图。下面将在图 16C 中所示的节点 100 作为一个示例来描述。如图 17 中所示，一般节点 100 包括输入端口 400-1 到 400-5、(frame switch) 410、输出端口 420-1 到 420-5、FDB 存储单元 430、输出端口管理表存储单元 440、广播帧发送允许端口管理表存储单元 450、端口管理表存储单元 460、LAG 组管理表存储单元 470、LAG 管理单元 480、端口状态管理单元 490、端口状态管理表存储单元 500 和设置接口单元 510。

节点 100 的输入端口 400-1 到 400-5 是在图 16C 中所示的节点 100 的端口 P1-P5 中的接收器侧端口。即，节点 100 的输入端口 400-1 到 400-5 接收从相邻节点 200、210 或者 300 发送的以太网帧。具体地，节点 100 的输入端口 400-1 接收从节点 200 的端口 P1 发送的以太网帧。节点 100 的输入端口 400-2 接收从节点 200 的端口 P2 发送的以太网帧。节点 100 的输入端口 400-3 接收从节点 210 的端口 P1 发送的以太网帧。节点 100 的输入端口 400-4 接收从节点 210 的端口 P2 发送的以太网帧。节点 100 的输入端口 400-5 接收从节点 300 的端口 P1 发送的以太网帧。

类似地，节点 100 的输出端口 420-1 到 420-5 是在图 16C 中所示的节点 100 的端口 P1-P5 中的发送机侧端口。即，节点 100 的输出端口 420-1 到 420-5 向相邻节点 200、210 或者 300 发送以太网帧。具体地，节点 100 的输出端口 420-1 向节点 200 的端口 P1 发送以太网帧。节点 100 的输出端口 420-2 向节点 200 的端口 P2 发送以太网帧。节点 100 的输出端口 420-3 向节点 210 的端口 P1 发送以太网帧。节点 100 的输出端口 420-4 向节点 210 的端口 P2 发送以太网帧。节点 100 的输出端口 420-5 向节点 300 的端口 P1 发送以太网帧。

节点 100 的帧开关 410 根据从节点 200、210 和 300 接收的以太网帧的以太网帧首标的内容和在 FDB 存储单元 430、广播帧发送允许端口管理表存储单元 450 和端口管理表存储单元 460 中存储的数据库中记录的信息来确定发送所接收的以太网帧的输出端口，然后从所确定的输出端口发送以太网帧。

节点 100 的 FDB 存储单元 430 是存储 FDB（转发数据库）的存储器件。FDB 是记录以太网帧的目的地信息和发送以太网帧的端口的端口标识符并且使得它们彼此相关联的数据库。发送以太网帧的端口的端口标识符不限于物理端口的端口标识符，其可以是虚拟端口的端口标识符。发送以太网帧的端口的端口标识符可以被称为输出信息。在 FDB 存储单元 430 中存储的 FDB 被节点 100 的帧开关 410 更新或者参考。

图 18 是图解节点 100 的 FDB 存储单元 430 中存储的 FDB 的示例的示图。作为以太网帧的目的地信息，目的地节点标识符（即目的地 MAC 地

址) 被记录在节点 100 的 FDB 存储单元 430 中存储的 FDB 431 中。另外, 在节点 (在此情况下是节点 100) 中提供的物理端口的端口标识符或者虚拟端口的端口标识符被记录在 FDB 中来作为对应于目的地节点标识符的输出信息 (目的地 MAC 地址)。例如, 在图 18 中所示的节点 100 的 FDB 431 的第一条目 (entry) 表示: 当所接收的以太网帧的目的地 MAC 地址是节点 200 的 MAC 地址时, 发送以太网帧的输出端口是端口 VP1。

从某个部件查看的节点表示包括所述部件本身的节点。

记录 FDB 中的以太网帧的目的地信息和输出信息之间的对应性的以太网交换机的操作一般被称为 MAC 地址学习。下面说明 MAC 地址学习的操作。

节点 100 的输出端口管理表存储单元 440 是存储输出端口管理表的存储器件。输出端口管理表是这样一种数据库, 其中, 输出信息与在节点 (在此情况下是节点 100) 中提供的物理端口 P1-P5 相关联, 并且指示当根据从在节点中提供的物理端口 P1-P5 接收的以太网帧而执行 MAC 地址学习时要被记录在 FDB 431 中的输出信息。帧开关 410 在 MAC 地址学习期间参考输出端口管理表, 由此搜索要被记录在 FDB 431 中的输出信息。

图 19 是图解在节点 100 的输出端口管理表存储单元 440 中存储的输出端口管理表的示例的示图。在输出端口管理表存储单元 440 中存储的输出端口管理表 441 中, 在 MAC 地址学习期间作为输出信息要被记录在 FDB 431 中的端口标识符被记录到接收以太网帧的物理端口的端口标识符 (在图 19 中为端口标识符 P1-P5)。例如, 在图 19 中所示的节点 100 的输出端口管理表 441 的第一条目表示: 当节点 100 的帧开关 410 使用由端口 P1 接收的以太网帧执行 MAC 地址学习时, 在所述以太网帧中存储的源 MAC 地址被记录在节点的 FDB 存储单元 430 中存储的 FDB 431 的目的地信息字段中, 并且端口标识符 VP1 被记录在输出信息字段中。

另外, 在节点 (在此情况下是节点 100) 中提供的物理端口的端口标识符被记录作为输出端口管理表 441 的初始值。因此, 当帧开关 410 在节点 100 开始后立即执行 MAC 地址学习时, 接收以太网帧的物理端口的端口标识符被作为输出信息记录在节点 100 的 FDB 431 中。

在初始状态后，LAG 管理单元 480 更新输出端口管理表 441。下面说明输出端口管理表 441 的更新。

节点 100 的广播帧发送允许端口管理表存储单元 450 是存储广播帧发送允许端口管理表的存储器件。所述广播帧发送允许端口管理表是这样一种数据库，其中，在节点中提供的物理端口与允许发送由物理端口接收的广播帧的所有端口相关联。当向另一个节点发送所接收的广播帧时，帧开关 410 参考所述广播帧发送允许端口管理表。

图 20 是图解在节点 100 的广播帧发送允许端口管理表存储单元 450 中存储的广播帧发送允许端口管理表的示例的示图。如图 20 中所示，在广播帧发送允许端口管理表 451 中，接收广播帧的物理端口的端口标识符（在图 20 中为端口标识符 P1-P5）被记录，使得其与允许发送广播帧的全部物理端口或者虚拟端口的端口标识符相关联。例如，在图 20 中所示的节点 100 的广播帧发送允许端口管理表 451 的第一条目表示：当端口 P1 接收广播帧时，仅仅端口 P5 被允许发送该广播帧。

广播帧发送允许端口管理表 451 被节点的 LAG 管理单元 480 更新。下面说明更新处理。

节点 100 的端口管理表存储单元 460 是存储端口管理表的存储器件。端口管理表是这样一种数据库，其中，记录有对于被分配到节点（在此为节点 100）的 LAG 组的每个虚拟端口以及对于不属于任何 LAG 组的每个物理端口的能够发送/接收以太网帧的物理端口的端口标识符。

由节点的 LAG 管理单元 480 更新端口管理表。下面说明 LAG 管理单元 480 更新端口管理表的操作。当向另一个节点发送所接收的帧时，帧开关 410 参考端口管理表。

在端口管理表存储单元 460 中存储的端口管理表中，在属于每个虚拟端口的物理端口中的、能够发送/接收以太网帧的物理端口的端口标识符被记录用于在节点中设置的每个虚拟端口的端口标识符。当属于虚拟端口的所有物理端口不能发送或者接收以太网帧时，对于虚拟端口的端口标识符而记录一个值（例如空值（NULL 值）），其指示没有能够发送或者接收以太网帧的物理端口。

此外，在端口管理表中，在节点（在此为节点 100）中提供的物理端口中，不属于在节点中设置的 LAG 组的物理端口的端口标识符被记录，使得其与它们自己的端口标识符或者用于指示没有能够发送/接收以太网帧的物理端口的值（例如空值（NULL 值））相关联。当不属于在节点中设置的任何 LAG 组的物理端口能够发送或者接收以太网帧时，物理端口的端口标识符被记录。当物理端口不能发送或者接收以太网帧时，指示没有能够发送/接收以太网帧的物理端口的值（例如空值（NULL 值））被记录。

图 21 是图解在节点 100 的端口管理表存储单元 460 中存储的端口管理表的示例的示图。在图 21 中所示的端口管理表 461 的第一条目表示：在属于虚拟端口 VP1 的物理端口中，端口 P1、P3 和 P4 能够发送或者接收以太网帧。另外，在图 21 中所示的端口管理表 461 的第二条目表示节点的物理端口 P5 能够发送或者接收以太网帧。

节点 100 的 LAG 组管理表存储单元 470 是存储 LAG 组管理表的存储器件。所述 LAG 组管理表是这样一种数据库，其中，在节点中设置的 LAG 组、被分配给该 LAG 组的虚拟端口标识符和属于该 LAG 组的物理端口彼此相关联。例如，在该数据库中，在节点中设置的 LAG 组的组标识符、被分配到 LAG 组的虚拟端口的端口标识符和属于该 LAG 组的物理端口的端口标识符彼此相关联。

设置接口单元 510 是用户界面，其允许节点管理员更新 LAG 组管理表（记录或者修改数据）。设置接口单元 510 被管理员操作，并且响应于来自管理员的指令而更新 LAG 组管理表。即，管理员操作设置接口单元 510 以将数据记录在 LAG 组管理表中。当更新 LAG 组管理表时，LAG 管理单元 480 参考 LAG 组管理表来更新输出端口管理表 441、广播帧发送允许端口管理表 451 和端口管理表 461。

被分配到 LAG 组的虚拟端口的端口标识符可以被记录，以便不同于被分配到在节点中设置的另一个 LAG 组的虚拟端口的端口标识符和在节点中提供的物理端口的端口标识符。另外，不能在多个 LAG 组中记录同一端口标识符。

另外，在节点中的每个处理器被配置以便确定端口标识符是物理端口还是虚拟端口。在说明书中所示的示例中，所述物理端口包括从“P”开始的端口标识符，并且所述虚拟端口包括从“VP”开始的端口标识符。以这种方式，可以将物理端口的端口标识符和虚拟端口的端口标识符区别开。

图 22 是图解在节点 100 的 LAG 组管理表存储单元 470 中存储的 LAG 组管理表的示例的示图。如图 22 中所示，在 LAG 组管理表 471 中，LAG 组的组标识符、被分配到 LAG 组的虚拟端口的端口标识符和属于该 LAG 组的一个或多个物理端口的端口标识符被记录以彼此相关联。在图 22 中所示的 LAG 组管理表 471 的第一条目表示虚拟端口的端口标识符 VP1 被分配到 LAG 组 LG1，并且物理端口 P1、P2、P3 和 P4 属于该 LAG 组。

节点 100 的 LAG 管理单元 480 参考在节点的 LAG 组管理表存储单元 470 中存储的 LAG 组管理表 471 来更新输出端口管理表 441 和广播帧发送允许端口管理表 451。另外，LAG 管理单元 480 参考 LAG 组管理表 471 和在端口状态管理表存储单元 500 中存储的端口状态管理表来更新端口管理表 461。下面参考图 23 来描述端口状态管理表。

节点 100 的端口状态管理单元 490 根据节点 100 的输入端口 400-1 到 400-5 是否能够接收以太网帧和节点 100 的输出端口 420-1 到 420-5 是否能够发送以太网帧来确定节点 100 的端口 P1-P5 的状态，并且将确定结果记录在节点 100 的端口状态管理表存储单元 500 中存储的端口状态管理表中。

此外，当节点的端口状态管理表被更新时，端口状态管理单元 490 向节点的 LAG 管理单元 480 通知端口状态管理表已经被更新。

节点 100 的端口状态管理表存储单元 500 是存储端口状态管理表的存储器件。端口状态管理表是管理节点中的每个物理端口的状态的数据库。具体地，端口状态管理表是这样的数据库，其中，在节点中的每个物理端口的端口标识符与用于指示物理端口是可用还是不可用的信息相关联。所述“可用的物理端口”表示能够发送/接收数据的物理端口，而“不可用的物理端口”表示不能发送/接收数据的物理端口。

端口状态管理单元 490 更新在端口状态管理表中的每个物理端口的可用或不可用的状态。另外，LAG 管理单元 480 参考所述端口状态管理表来更新输出端口管理表 441、广播帧发送允许端口管理表 451 和端口管理表 461。

图 23 是图解在节点 100 的端口状态管理表存储单元 500 中存储的端口状态管理表的示例的示图。如图 23 中所示，在节点中提供的物理端口的端口标识符和所述物理端口的状态被记录在端口状态管理表存储单元 500 中存储的端口状态管理表 501 中。当物理端口能够发送/接收以太网帧时，所述物理端口被记录为“可用状态”，而当物理端口不能发送/接收以太网帧时，物理端口被记录为“不可用状态”。例如，在图 23 中示出的端口状态管理表 501 的第一条目表示物理端口 P1 的端口状态为可用，因此物理端口 P1 能够发送/接收以太网帧。另一方面，在图 23 中所示的端口状态管理表 501 的第二条目表示物理端口 P2 的端口状态为不可用，因此物理端口 P2 不能发送/接收以太网帧。

接着，下面描述一般节点（参见图 17）的操作。以下，将说明在图 16C 中所示的一般节点 100 的 LAG 管理单元 480 的操作。

当节点 100 的管理员使用设置接口单元 510 来更新 LAG 组管理表 471 时（参见图 22），LAG 管理单元 480 根据在节点（在此为节点 100）的 LAG 组管理表存储单元 470 中存储的 LAG 组管理表 471 来更新节点的输出端口管理表 441、广播帧发送允许端口管理表 451 和端口管理表 461。接着，将描述更新每个表格的处理。

首先，将描述更新在输出端口管理表存储单元 440 中存储的输出端口管理表 441 的处理。假定，在节点中提供的物理端口被记录作为属于在经过更新的 LAG 组管理表 471 中的 LAG 组的物理端口。即，假定在节点中提供的物理端口的端口标识符被记录在 LAG 组管理表 471 中，以便与 LAG 组标识符和被分配到 LAG 组的虚拟端口的端口标识符相关联。在这种情况下，LAG 管理单元 480 将被分配到 LAG 组的虚拟端口的端口标识符作为要在 FDB 中被记录作为输出信息的端口标识符记录在输出端口管理表 441 中（参见图 19），以便与物理端口的端口标识符相关联。另外，

LAG 管理单元 480 将在节点中提供的物理端口中的、不属于任何 LAG 组的物理端口的端口标识符作为要在 FDB 中被记录作为输出信息的端口标识符而记录在输出端口管理表 441 中（参见图 19）。即，对于在节点中提供的物理端口中的、其标识符未被记录在 LAG 组管理表 471 中的物理端口，LAG 管理单元 480 将这些物理端口的端口标识符记录在输出端口管理表 441 中，以便使得这些物理端口与它们自己的端口标识符相关联。

例如，假定 LAG 组管理表 471 被如图 22 所示更新。在这种情况下，节点的物理端口 P1-P4 与虚拟端口的端口标识符 VP1 相关联。因此，LAG 管理单元 480 将虚拟端口的端口标识符 VP1 记录在输出端口管理表 441 中，以便与物理端口的端口标识符 P1-P4 的每个相关联。图 19 示出了在这种状态中的输出端口管理表。在节点的物理端口中的物理端口 P5 没有被记录在 LAG 组管理表 471 中。因此，如图 19 中所示，LAG 管理单元 480 记录所述物理端口的端口标识符 P5，以便该物理端口与它自己的端口标识符 P5 相关联。

当 LAG 组管理表 471（参见图 22）被更新时，LAG 管理单元 480 也更新广播帧发送允许端口管理表 451（参见图 20），如下所述。LAG 管理单元 480 确定在节点（在此为节点 100）中提供的物理端口的每个是否被记录作为属于在经更新的 LAG 组管理表 471 中的 LAG 组的物理端口。然后，LAG 管理单元 480 将作为属于 LAG 组的物理端口的、被记录在 LAG 组管理表 471 中的物理端口与在广播帧发送允许端口管理表 451 中它们自己的端口标识符相关联。另外，LAG 管理单元 480 记录有在被分配到所有的 LAG 组（除了包括物理端口的 LAG 组之外）和在节点中提供的物理端口的虚拟端口的端口标识符中的、不属于任何 LAG 组的所有物理端口的端口标识符。

同时，对于不属于任何 LAG 组并且未被记录在 LAG 组管理表 471 中的物理端口（被称为物理端口 A），LAG 管理单元 480 将被分配到每个 LAG 组的虚拟端口的端口标识符和在不属于任何 LAG 组的所有物理端口中的、除了物理端口 A 之外的所有物理端口的端口标识符记录在广播帧发送允许端口管理表 451 中，以便与物理端口 A 的端口标识符相关联。

例如，假定 LAG 组管理表 471 如图 22 中所示被更新。在这种情况下，LAG 管理单元 480 参考 LAG 组管理表 471 来确定物理端口 P1 属于 LAG 组 LG1，并且被记录在 LAG 组管理表 471 中。因此，LAG 管理单元 480 将物理端口 P1 记录在广播帧发送允许端口管理表 451 中，以便与不属于任何 LAG 组的所有物理端口的端口标识符 P5 相关联。在这个示例中，因为没有设置除了包括物理端口 P1 的 LAG 组之外的 LAG 组，因此不存在除了包括物理端口 P1 的 LAG 组之外的任何 LAG 组。因此，被分配到这些 LAG 组的虚拟端口的端口标识符未被记录，而是仅仅针对 P1 记录了 P5。图 20 示出了在这种状态中的广播帧发送允许端口管理表。类似地，仅仅 P5 与 P2-P4 相关联。另外，LAG 管理单元 480 参考 LAG 组管理表 471 确定 P5 不属于任何 LAG 组。因此，LAG 管理单元 480 将被分配到每个 LAG 组的虚拟端口（在本示例中为 VP1）的端口标识符记录在广播帧发送允许端口管理表 451 中，以便与 P5 相关联（参见图 20）。另外，因为在本示例中仅仅物理端口 P5 不属于任何 LAG 组，因此，该物理端口的端口标识符未被记录以与 P5 相关联。如上所述，当 LAG 组管理表 471 被如图 22 中所示更新时，LAG 管理单元 480 将广播帧发送允许端口管理表 451 设置为在图 20 中所示的状态。

此外，节点 100 的 LAG 管理单元 480 参考 LAG 组管理表 471 和在端口状态管理表存储单元 500 中存储的端口状态管理表 501（参见图 23）来更新在端口管理表存储单元 460 中存储的端口管理表 461。即，LAG 管理单元 480 参考 LAG 组管理表 471 来搜索被分配到在节点中设置的每个 LAG 组的虚拟端口的端口标识符。然后，LAG 管理单元 480 参考端口状态管理表 501 确定与每个被搜索到的虚拟端口的端口标识符相关联的一个或多个物理端口（属于 LAG 组的物理端口）是可用还是不可用，并且选择被确定为可用的所有物理端口的端口标识符。LAG 管理单元 480 将从 LAG 组管理表 471 搜索到的虚拟端口的端口标识符和在与每个虚拟端口的端口标识符相关联的物理端口中的、被确定为可用的所有物理端口的端口标识符记录在端口管理表 461 中，以便使得它们彼此相关联。在这种情况下，当被确定为不可用的物理端口的端口标识符被记录在端口管理表 461

中以便与每个被搜索到的虚拟端口的端口标识符相关联时，LAG 管理单元 480 从端口管理表 461 中删除被确定为不可用的物理端口的端口标识符。当没有被确定为可用的物理端口时，LAG 管理单元 480 将虚拟端口的端口标识符和用于指示没有能够发送/接收数据的物理端口的值记录在端口管理表 461 中，以便使得它们彼此相关联。在下面的说明中，将 NULL 值用作用于指示没有能够发送/接收数据的物理端口的值。

LAG 管理单元 480 参考端口状态管理表 501 来确定在节点的物理端口中的、不属于任何 LAG 组的物理端口的端口标识符（即未被记录在 LAG 组管理表 471 中的物理端口的端口标识符）是可用还是不可用。当确定这些物理端口可用时，LAG 管理单元 480 将这些物理端口的端口标识符记录在端口管理表 461 中，以便使得这些物理端口与它们自己的端口标识符相关联。另一方面，当确定这些物理端口不可用时，LAG 管理单元 480 将这些物理端口的端口标识符记录在端口管理表 461 中，以便使得这些物理端口与 NULL 值相关联。

图 21 示出了当 LAG 组管理表 471 如图 22 中所示被更新并且端口状态管理表 501 如图 23 中所示被更新时的端口管理表 461 的示例。在对应于虚拟端口的端口标识符 VP1 的物理端口 P1-P4 中（参见图 22），物理端口 P1、P3 和 P4 是可用的（参见图 23）。因此，在端口管理表 461 中，P1、P3 和 P4 与 VP1 相关联（参见图 21）。另外，因为不属于任何 LAG 组的物理端口 P5 是可用的（参见图 23），所以物理端口 P5 与在端口管理表 461 中的它自己的端口标识符 P5 相关联（参见图 21）。

当节点的 LAG 组管理表 471 被更新时以及当从节点的端口状态管理单元 490 通知节点的端口状态管理表 501 的更新时，LAG 管理单元 480 更新节点的端口管理表 461。另外，LAG 管理单元 480 可以查看在节点的端口状态管理表存储单元 500 中存储的端口状态管理表 501 是否在预定的时间间隔被更新，并且当其检查到端口状态管理表 501 已经被更新时，更新端口管理表 461。

接着，将描述图 17 中所示的一般节点的帧传送操作。图 24 是图解一般节点的帧传送操作的流程图。在下面的说明中，将描述在图 16C 中所示

的网络中，当节点 100 的端口 P5 接收到从节点 300 的端口 P1 发送的以太网帧并且然后节点 100 向节点 200 或者节点 210 发送以太网帧时一般节点传送以太网帧的操作。

当接收到从节点 300 的端口 P1 发送的以太网帧时，节点 100 的输入端口 400-5 向节点的帧开关 410 发送以太网帧。帧开关 410 确定所接收的以太网帧是否是单播帧（步骤 S1）。

当确定所接收的以太网帧是单播帧时（在步骤 S1 中为是），帧开关 410 使用在以太网帧的首标中存储的目的地 MAC 地址作为检索关键字来搜索节点的 FDB 存储单元 430 中存储的 FDB 431，以获取输出信息（步骤 S2）。即，帧开关 410 从 FDB 431 获取发送以太网帧的端口的端口标识符。

当在步骤 S2 中输出信息的获取失败时（步骤 S3 中为否），帧开关 410 使用接收所述以太网帧的接收端口（在这种情况下是 P5）的端口标识符作为检索关键字来搜索在广播帧发送允许端口管理表存储单元 450 中存储的广播帧发送允许端口管理表 451。然后，帧开关 410 获取与接收以太网帧的接收端口的端口标识符对应的所有端口标识符作为输出信息（步骤 S9）。假定产生了在图 20 中所示的广播帧发送允许端口管理表 451，则帧开关 410 获取对应于 P5 的 VP1。然后，帧开关 410 使用在步骤 S9 中获取的端口标识符作为输出信息来执行在步骤 S4 之后的处理。当在步骤 S9 中多个端口标识符被获取作为输出信息时，对于端口标识符执行步骤 S4、S5、S6 和 S11。

帧开关 410 使用通过搜索而获取的输出信息（在步骤 S9 或者步骤 S2 中获取的输出信息）作为检索关键字来搜索在节点的端口管理表存储单元 460 中存储的端口管理表 461，以获取对应于输出信息的端口标识符（步骤 S4）。在步骤 S4 中，从端口管理表 461 获取物理端口的端口标识符或者 NULL 值。

随后，帧开关 410 确定在步骤 S4 中获取的端口标识符是否是物理端口的端口标识符（步骤 S5）。当在步骤 S4 中 NULL 值被获取作为对应于输出信息的数据时，帧开关 410 确定出所述端口标识符不是物理端口的端

口标识符（在步骤 S5 中为否），并且丢弃所接收的以太网帧（步骤 S11）。然后，处理进行到步骤 S7。如果在步骤 S4 获取的数据不是 NULL 值，则帧开关 410 确定出所获取的端口标识符是物理端口的端口标识符（在步骤 S5 中为是），并且处理进行到步骤 S6。

在步骤 S4 中可以获取一个或多个物理端口的端口标识符。在步骤 S6 中，帧开关 410 选择在步骤 S4 中获取的端口标识符之一，并且从对应于所选择的端口标识符的物理端口发送所接收的以太网帧（步骤 S6）。

当在步骤 S4 通过搜索从端口管理表 461 获取到一个端口标识符时，帧开关 410 从对应于该端口标识符的物理端口的输出端口发送以太网帧。

另一方面，如果获取了多个端口标识符，则帧开关 410 选择多个端口标识符之一，并且在步骤 S6 从对应于所选择的端口标识符的物理端口的输出端口发送以太网帧。可以使用下述方法作为选择多个端口标识符之一的方法：在所接收的以太网帧中存储的一些或者所有信息项被用作参数，并且选择对应于这些参数的端口标识符之一。在以太网帧中存储的信息例如表示以太网帧的首标的内容或者在以太网帧的有效负荷中存储的信息。因此，例如，帧开关 410 可以使用在以太网帧中存储的目的地 MAC 地址、源 MAC 地址、VLAN 标识符和优先级来作为参数并且选择对应于这些参数的标识符之一。这样的确定用于输出以太网帧的端口的方法已经被应用于市场中的以太网交换机。选择多个端口标识符之一的方法（即确定在以太网帧的输出端口中的一个端口的方法）不限于上述方法。

在本示例中，假定节点 100 的所有的物理端口 P1-P5 都可用。在这种情况下，在端口管理表 461 中，物理端口 P1-P4 的端口标识符被记录，以便与 VP1 相关联。在步骤 S4 中，帧开关 410 获取对应于在步骤 S9 中获得的 VP1 的物理端口 P1-P4 的端口标识符。在步骤 S6 中，帧开关 410 选择物理端口 P1-P4 的端口标识符之一，并且从对应于所选择的端口标识符的物理端口发送以太网帧。

在步骤 S6 中发送以太网帧后，或者在步骤 S11 中丢弃以太网帧后，执行 MAC 地址学习（步骤 S7 和 S8）。在描述步骤 S7 和 S8 之前，将描述帧开关在步骤 S2 中使用目的地 MAC 地址作为检索关键字来搜索 FDB

431 以获取输出信息的操作（在步骤 S3 中为是）。当帧开关在步骤 S2 中使用目的地 MAC 地址作为检索关键字来搜索 FDB 431 以获取输出信息时，处理进行到步骤 S4。在步骤 S4、S5、S6 和 S11 中的处理与如上所述的相同。

另外，当在步骤 S1 中确定所接收的以太网帧不是单播帧时，即当所接收的以太网帧是广播帧时（在步骤 S1 中为否），处理进行到步骤 S9。在进行到步骤 S9 后，在步骤 S9、S4、S5、S6 和 S11 中的处理与如上所述的相同。

如上所述，在步骤 S6 中发送以太网帧后，或者在步骤 S11 中丢弃以太网帧后，执行 MAC 地址学习（步骤 S7 和 S8）。接着，将描述 MAC 地址学习。

在步骤 S6 中发送以太网帧后，或者在步骤 S11 中丢弃以太网帧后，帧开关 410 使用接收以太网帧的端口的端口标识符（在本示例中为 P5）作为检索关键字来搜索在节点的输出端口管理表存储单元 440 中存储的输出端口管理表 441，以获取对应于检索关键字的端口标识符（步骤 S7）。在步骤 S7 中获取的端口标识符作为输出信息将被记录在 FDB 431 中。假定建立了在图 19 中所示的输出端口管理表 441。在这种情况下，P5 被获取作为对应于检索关键字的端口标识符（在本示例中为 P5）。

在步骤 S7 之后，帧开关 410 将所接收的以太网帧的源 MAC 地址作为目的地信息记录在 FDB 431 中，并且将在步骤 S7 中获取的端口标识符作为对应于目的地信息的输出信息记录在 FDB 431 中（步骤 S8）。

上面已经描述了节点 100 向节点 200 或者节点 210 传送来自节点 300 的以太网帧的操作。节点 100 向节点 300 传送来自节点 200 或者节点 210 的以太网帧的操作与上述内容类似。

接着，将描述当断开链路时一般节点的故障恢复操作。作为示例，下面说明当在节点 100 的端口 P2 和节点 200 的端口 P2（参见图 16C）之间的链路断开时节点 100 的操作。

当连接到节点 100 的链路断开时，节点 100 的端口状态管理单元 490 在节点的端口状态管理表存储单元 500 中存储的端口状态管理表 501 中将

连接到断开链路的端口的状态从可用更新为不可用。当连接到端口 P2 的链路正如本示例中那样被断开时，端口状态管理单元 490 在端口状态管理表 501 中将端口 P2 的状态从可用更新为不可用。另外，端口状态管理单元 490 更新端口状态管理表 501，并且向节点的 LAG 管理单元 480 通知端口状态管理表 501 已经被更新。

从节点的端口状态管理单元 490 接收到通知的 LAG 管理单元 480 更新端口管理表 461。端口管理表 461 的更新处理与如上所述的相同。在本示例中，LAG 管理单元 480 从端口管理表 461 中删除端口 P2 的端口标识符。

以这种方式，节点 100 的帧开关 410 不选择端口 P2 来作为用于发送以太网帧的物理端口。即，当从属于包括端口 P2 的 LAG 组的端口发送以太网帧时，节点 100 的帧开关 410 选择了除了端口 P2 之外的端口 P1、P3 和 P4 的其中之一，并且从所选择的端口发送以太网帧。

因此，即使当节点 100 的端口 P2 和节点 200 的端口 P2 之间的链路被断开时，节点 100 也可以连续地与节点 200 和 210 通信。即使当节点 100 和节点 200 之间的另一个链路被断开时，或者即使当节点 100 和节点 210 之间的链路被断开时，执行与如上所述相同的处理。当任何其他链路断开时，执行与如上所述相同的处理。

相反，假定节点 100 的端口 P2 和节点 200 的端口 P2 之间的链路故障被恢复。在这种情况下，节点 100 的端口状态管理单元 490 在节点的端口状态管理表存储单元 500 中存储的端口状态管理表 501 中将连接到被恢复链路的端口的状态从不可用更新为可用。正如本示例，当连接到端口 P2 的链路被恢复时，端口状态管理单元 490 在端口状态管理表 501 中将端口 P2 的状态从不可用更新为可用。另外，端口状态管理单元 490 更新端口状态管理表 501，并且向节点的 LAG 管理单元 480 通知端口状态管理表 501 已经被更新。

从节点的端口状态管理单元 490 接收到通知的 LAG 管理单元 480 更新端口管理表 461。端口管理表 461 的更新处理与如上所述的相同。在本示例中，LAG 管理单元 480 将端口 P2 的端口标识符添加到在节点的端口

管理表 461 中的被分配到包括端口 P2 的 LAG 组的虚拟端口 VP1 中。

以这种方式，节点 100 的帧开关 410 可以再一次从端口 P2 发送以太网帧，因此，节点 100 可以返回到在链路故障发生之前的状态。

接着，将描述当节点故障发生时一般节点的故障恢复操作。

具体地，下面使用示例来描述一般节点的故障恢复操作，所述示例是将在下面描述的当在图 16C 中所示的节点 200 故障时节点 100 的故障恢复操作。

当节点 200 故障时，节点 100 的端口状态管理单元 490 识别出节点 100 的端口 P1 和 P2 被改变为不能发送/接收以太网帧的状态。此状态类似于当链路故障发生时，除了不能发送/接收以太网帧的多个端口之外。因此，除了其状态在端口状态管理表 501 中被从可用更新为不可用的端口的数量之外，节点 100 的操作类似于当链路断开时的操作。作为此操作的结果，即使当冗余节点 200 和 210 中的任何一个故障时，节点 100 仍可以连续地与另一正常节点通信。

另外，当节点 200 从故障恢复时的节点的操作与当链路从故障恢复时的操作相同。即，当链路从故障恢复时，一个端口将其状态从不可用改变为可用。但是，当节点 200 从故障恢复时，两个端口将其在节点 100 中的状态从不可用改变为可用。同样，除了其状态被从不可用改变为可用的端口的数量增加了之外，节点 100 的操作（具体是节点 100 的端口状态管理单元 490 和 LAG 管理单元 480 的操作）类似于链路故障恢复操作。

专利文献 1（日本未审查专利申请公布第 2002-232427 号）公开了一种频带控制设备，其中，中继到逻辑链路的一些物理链路被编组成子逻辑链路，并且所述子逻辑链路仅仅被分配用于满足特定条件的通信量。专利文献 1 还公开了一种用于向子逻辑链路分配与满足特定条件的通信量对应数量的物理链路的处理。

在图 17 中示出的应用 LAG 的一般节点具有下面的问题。例如，在图 16C 中所示的网络中，当节点 100 的端口 P1 和节点 200 的端口 P1 之间的链路被断开时，从节点 100 的端口 P1 向节点 200 的端口 P1 发送的通信量被从节点 100 的端口 P2-P4 中的任何一个发送到节点 200 或者节点 210。

在这种状态中，即使节点 100 的端口 P2 可以与节点 200 通信，节点 100 也可以从节点 100 的端口 P3 和 P4 向节点 210 发送已经从节点 100 的端口 P1 向节点 200 发送的通信量。当即使在节点 100 的端口 P2 可以与节点 200 通信时该节点 100 也可以向另一节点发送已经从节点 100 的端口 P1 向节点 200 发送的通信量时，会出现下面的问题。

例如，在图 16C 中所示的网络中，假定节点 200 和节点 210 是冗余的万维网服务器。在这种情况下，通信目的地节点被从节点 200 转换到节点 210，并且节点 200 使得已建立的会话不可用。因此，节点 210 可能重新建立会话，这导致网络的通信频带的浪费。

此外，例如，在图 16C 中所示的网络中，假定节点 200 和节点 210 是冗余路由器，用于将其他网络（未示出）连接到节点 100。在这种情况下，当从节点 100 通过节点 210 向目的地节点（未示出）传送的以太网帧比已经从节点 100 通过节点 200 向目的地节点传送的另一个以太网帧较早地到达目的地节点时，目的地节点不可能重新配置在以太网帧中存储的数据。

此外，在图 25 中所示的网络配置也被当作网络配置的一个示例。在图 25 中所示的网络配置中，在节点 100 和节点 200 之间和在节点 100 和节点 210 之间分别提供了由节点冗余技术配置的冗余节点 110 和 120。节点 110 和节点 200 通过冗余链路彼此连接。类似地，节点 120 和节点 210 通过冗余链路彼此连接。节点 100 通过一个链路连接到节点 110 和 120 的每个。在例如图 25 中所示的网络配置中，即使当节点 110 和节点 200 之间的链路之一断开，通信量被从节点 100 通过节点 110 向节点 200 发送的路径不被转换为从节点 100 到节点 210 的路径。即，可以解决由于一个链路的断开而导致的通信量通信路径被转换的问题。

但是，因为在图 25 中所示的网络配置复杂，所以构造网络需要高成本。另外，在图 25 中所示的配置中，因为在节点 100 和节点 110 之间以及在节点 100 和节点 120 之间没有使用冗余链路，因此降低了网络的可靠性。

在专利文献 1 中公开的技术不能解决通信量通信路径被转换的问题，

在所述专利文献 1 中，中继到逻辑链路的一些物理链路被编组成子逻辑链路，并且所述子逻辑链路仅仅被分配用于满足特定条件的通信量，并且向子逻辑链路分配与满足特定条件的通信量对应数量的物理链路。例如，如图 26 中所示，假定节点 100 和 200 通过冗余链路 171 和 172 彼此连接，并且节点 100 和节点 210 通过冗余链路 173 和 174 彼此连接。另外，假定在专利文献 1 中公开的技术被应用到网络中，链路 171-174 是逻辑链路，并且链路 171 和 172 是子逻辑链路。在这种情况下，当链路 171 和 172 之一断开时，链路 173 和 174 的任何一个被分配到子逻辑链路，以便保证子逻辑链路的通信量的通信频带。因此，即使节点 100 可以与节点 200 通信，节点 100 也向节点 210 发送通信量，并且通信路径被转换。

发明内容

本发明已经被建立来致力于解决上述问题，并且本发明的目的是提供一种能够解决因链路或者节点故障引起的通信量通信路径的转换而导致的问题并且可以构造高可靠性网络的节点、通信方法和用于节点的程序。

为了实现所述目的，本发明具有下面的特征。

<节点>

按照本发明的一个方面，提供了一种节点，其通过多个链路连接到其他节点。所述节点包括：第一虚拟端口存储单元，其存储虚拟端口和属于所述虚拟端口的多个物理端口之间的对应性，所述虚拟端口是连接到节点之间的链路的多个物理端口的群组；第二虚拟端口存储单元，其存储主虚拟端口和属于所述主虚拟端口的多个虚拟端口之间的对应性，所述主虚拟端口是多个虚拟端口的群组；以及，帧目的地确定单元，其确定用于发送所接收的帧的节点的物理端口。所述帧目的地确定单元对于所接收的帧的目的地指定不属于所述虚拟端口的物理端口或者作为多个物理端口的群组的虚拟端口。当指定虚拟端口时，所述帧目的地确定单元将在属于所指定的虚拟端口的物理端口中的、连接到无故障的链路的物理端口确定为用于发送帧的端口。

按照本发明的另一个方面，提供了一种节点，其通过多个链路连接到

其他节点。所述节点包括：第一虚拟端口存储单元，其存储虚拟端口和属于所述虚拟端口的多个物理端口之间的对应性，所述虚拟端口是连接到节点之间的链路的多个物理端口的群组；第二虚拟端口存储单元，其存储主虚拟端口和属于所述主虚拟端口的虚拟端口之间的对应性，所述主虚拟端口是多个虚拟端口的群组；以及帧目的地确定单元，其确定用于发送所接收的帧的节点的物理端口。所述帧目的地确定单元对应于所接收的帧的目的地指定不属于任何虚拟端口的物理端口、作为多个物理端口的群组的虚拟端口或者作为多个虚拟端口的群组的主虚拟端口。当指定作为多个虚拟端口的群组的主虚拟端口时，所述帧目的地确定单元还指定属于所述主虚拟端口的虚拟端口。当指定作为多个物理端口的群组的虚拟端口时，帧目的地确定单元将在属于所指定的虚拟端口的物理端口中的、连接到无故障的链路的物理端口确定为用于发送帧的端口。

<通信方法>

按照本发明的另一个方面，提供了一种通信方法，其被应用到一个节点，所述节点通过多个链路连接到其他节点，所述节点包括：第一虚拟端口存储单元，其存储虚拟端口和属于所述虚拟端口的多个物理端口之间的对应性，所述虚拟端口是连接到节点之间的链路的多个物理端口的群组；第二虚拟端口存储单元，其存储主虚拟端口和属于所述主虚拟端口的多个虚拟端口之间的对应性，所述主虚拟端口是多个虚拟端口的群组；以及帧目的地确定单元，其确定用于发送所接收的帧的节点的物理端口。所述通信方法包括：对于所接收的帧的目的地，指定不属于任何虚拟端口的物理端口或者作为多个物理端口的群组的虚拟端口；并且当指定虚拟端口时，将在属于所指定的虚拟端口的物理端口中的、连接到无故障的链路的物理端口确定为用于发送帧的端口。

按照本发明的另一个方面，提供了一种通信方法，其被应用到一个节点，所述节点通过多个链路连接到其他节点，所述节点包括：第一虚拟端口存储单元，其存储虚拟端口和属于所述虚拟端口的多个物理端口之间的对应性，所述虚拟端口是连接到节点之间的链路的多个物理端口的群组；第二虚拟端口存储单元，其存储主虚拟端口和属于所述主虚拟端口的多个

虚拟端口之间的对应性，所述主虚拟端口是多个虚拟端口的群组；以及帧目的地确定单元，其确定用于发送所接收的帧的节点的物理端口。所述通信方法包括：对于所接收的帧的目的地，指定不属于任何虚拟端口的物理端口、作为多个物理端口的群组的虚拟端口或者作为多个虚拟端口的群组的主虚拟端口；当指定作为多个虚拟端口的群组的主虚拟端口时，还指定属于所述主虚拟端口的虚拟端口；并且当指定作为多个物理端口的群组的虚拟端口时，将在属于所指定的虚拟端口的物理端口中的、连接到无故障的链路的物理端口确定为用于发送帧的端口。

<用于节点的程序>

按照本发明的另一个方面，提供了一种用于节点的程序，其允许包括该节点的计算机执行帧目的地确定处理，所述节点通过多个链路连接到其他节点，所述节点包括：第一虚拟端口存储单元，其存储虚拟端口和属于所述虚拟端口的多个物理端口之间的对应性，所述虚拟端口是连接到节点之间的链路的多个物理端口的群组；第二虚拟端口存储单元，其存储主虚拟端口和属于所述主虚拟端口的多个虚拟端口之间的对应性，所述主虚拟端口是多个虚拟端口的群组，所述帧目的地确定处理包括：对于所接收的帧的目的地，指定不属于任何虚拟端口的物理端口或者作为多个物理端口的群组的虚拟端口；并且当指定虚拟端口时，将在属于所指定的虚拟端口的物理端口中的、连接到无故障的链路的物理端口确定为用于发送帧的端口。

按照本发明的另一个方面，提供了一种用于节点的程序，其允许包括该节点的计算机执行帧目的地确定处理，所述节点通过多个链路连接到其他节点，所述节点包括：第一虚拟端口存储单元，其存储虚拟端口和属于所述虚拟端口的多个物理端口之间的对应性，所述虚拟端口是连接到节点之间的链路的多个物理端口的群组；第二虚拟端口存储单元，其存储主虚拟端口和属于所述主虚拟端口的虚拟端口之间的对应性，所述主虚拟端口是多个虚拟端口的群组，所述帧目的地确定处理包括：对于所接收的帧的目的地，指定不属于任何虚拟端口的物理端口、作为多个物理端口的群组的虚拟端口或者作为多个虚拟端口的群组的主虚拟端口；当指定作为多

个虚拟端口的群组的主虚拟端口时，还指定属于所述主虚拟端口的虚拟端口；并且当指定作为多个物理端口的群组的虚拟端口时，将属于所指定的虚拟端口的物理端口中的、连接到无故障的链路的物理端口确定为用于发送帧的端口。

附图说明

图 1 是图解按照本发明的包括节点的网络的配置的示例的示图。

图 2 是图解按照本发明的节点的配置的示例的框图。

图 3 是图解按照本发明的 FDB 的示例的示图。

图 4 是图解按照本发明的虚拟 LAG 组管理表的示例的示图。

图 5 是图解按照本发明的 LAG 组管理表的示例的示图。

图 6 是图解按照本发明的虚拟端口关系管理表的示例的示图。

图 7 是图解按照本发明的输出端口管理表的示例的示图。

图 8 是图解按照本发明的广播帧发送允许端口管理表的示例的示图。

图 9 是图解按照本发明的端口管理表的示例的示图。

图 10 是图解按照本发明的节点的帧传送操作的示例的流程图。

图 11 是图解按照本发明的节点的帧传送操作的示例的流程图。

图 12 是图解按照第二示例性实施例的节点的配置的示例的框图。

图 13 是图解通信量管理表的示例的示图。

图 14 是图解按照第二示例性实施例的 FDB 的示例的示图。

图 15 是图解按照第二示例性实施例的 MAC 地址学习处理的流程图。

图 16A-16C 是图解应用 LAG 的网络的示例的示图。

图 17 是图解一般节点的配置的框图。

图 18 是图解一般节点的 FDB 的示例的示图。

图 19 是图解一般节点的输出端口管理表的示例的示图。

图 20 是图解一般节点的广播帧发送允许端口管理表的示例的示图。

图 21 是图解一般节点的端口管理表的示例的图。

图 22 是图解一般节点的 LAG 组管理表的示例的示图。

图 23 是图解一般节点的端口状态管理表的示例的示图。

图 24 是图解一般节点的帧传送操作的流程图。

图 25 是图解网络的配置的一个示例的示图。

图 26 是图解网络的配置的另一个示例的示图。

具体实施方式

以下，参考附图描述本发明的示例性实施例。

(第一示例实施例)

图 1 是图解按照本发明的第一示例性实施例的包括节点的网络的配置 30 的示例的示图。按照本发明的节点 10 被连接到其他节点 20、21 和 30。节点 20 和 21 被冗余地配置。节点 10 的端口 P5 通过一个物理链路连接到节点 30 的端口 P1。节点 10 的端口 P1 通过一个物理链路连接到节点 20 的端口 P1，并且节点 10 的端口 P2 通过一个物理链路连接到节点 20 的端口 P2。另外，节点 10 的端口 P3 通过一个物理链路连接到节点 21 的端口 P2，节点 10 的端口 P4 通过一个物理链路连接到节点 21 的端口 P1。

在图 1 中所示的网络的配置中，在按照本发明的节点 10 中设置 LAG 组（或者虚拟端口），如下所述。按照本发明的节点 10 的端口 P1 和 P2 被记录在同一 LAG 组中，并且虚拟端口的端口标识符 VP1 被分配到该 LAG 组。另外，按照本发明的节点 10 的端口 P3 和 P4 被记录在同一 LAG 组中，并且虚拟端口的端口标识符 VP2 被分配给该 LAG 组。此外，节点 10 的虚拟端口 VP1 和 VP2 被记录在同一虚拟 LAG 组中，并且虚拟端口的端口标识符 VP3 被分配到该虚拟 LAG 组。术语“虚拟 LAG 组”表示一组虚拟端口。虚拟端口的端口标识符也被分配到虚拟 LAG 组。

本发明与在图 17 中所示的一般节点的不同之处在于：作为虚拟端口组的虚拟 LAG 组被设置，并且虚拟端口的端口标识符被分配给该虚拟 LAG 组。即，在图 17 中所示的一般节点中，多个物理端口被虚拟为一个物理端口。但是，在本发明中，多个虚拟端口被虚拟为一个物理端口。通过将虚拟端口的端口标识符记录在虚拟 LAG 组管理表 521 中，执行向虚拟 LAG 组记录虚拟端口以及向虚拟 LAG 组分配虚拟端口的端口标识符，这将在后面描述。虚拟 LAG 组管理表 521 也在下面被说明。

同样，节点 10 通过多个链路连接到被虚拟为一个节点的多个其他节点（节点 20 和 21）。通过对对应的链路连接到被虚拟为一个节点的多个节点（节点 20 和 21）的物理端口组（LAG 组）被定义为一个虚拟端口。另外，包括多个虚拟端口的组（虚拟 LAG 组）被定义为一个虚拟端口。在本实施例中，所述虚拟 LAG 组是在被虚拟为一个节点的多个其他节点中设置的一组虚拟端口。例如，在节点 10 中，针对节点 20 的虚拟端口 VP1 和针对节点 21 的虚拟端口 VP2 属于一个虚拟 LAG 组，并且包括虚拟端口 VP1 和 VP2 的所述虚拟 LAG 组被称为一个虚拟端口。

然而，节点 10 不连接到其他的虚拟化的节点，但是节点 10 可以通过多个链路连接到一个物理节点。连接到多个链路的节点 10 的物理端口组（LAG 组）可以被定义为虚拟端口，并且一组虚拟端口（虚拟 LAG 组）可以被定义为一个虚拟端口。

此外，当节点 10 通过多个链路连接到多个其他虚拟化的节点（节点 20 和节点 21）时，多个组的物理端口（而不是一个组（LAG 组）的物理端口）可以通过多个链路连接到另一个节点。例如，在图 1 中所示的节点 10 可以通过四个链路连接到节点 20，并且其可以通过两个链路连接到节点 21。在这种情况下，在通过多个链路连接到节点 20 的节点 10 的四个物理端口中，可以将两个物理端口的组（LAG 组）定义为一个虚拟链路，并且可以将另外两个物理端口的组定义为另一个虚拟链路。另外，可以将两个虚拟链路的组（虚拟 LAG 组）定义为一个虚拟端口。

在下面的说明中，如图 1 中所示，节点 10 通过多个链路连接到被虚拟化为一个节点的多个其他节点（节点 20 和 21），并且连接到被虚拟化为一个节点的多个节点（节点 20 和 21）中的每个的物理端口的组（LAG 组）被定义为一个虚拟端口。此外，在下面的说明中，针对节点 20 的虚拟端口 VP1 和针对节点 21 的虚拟端口 VP2 属于一个虚拟 LAG 组，包括虚拟端口 VP1 和 VP2 的虚拟 LAG 组被定义为一个虚拟端口。

在下面的说明中，节点 10 表示按照本发明的节点，而不是一般节点。

图 2 是图解按照本发明的第一示例性实施例的节点 10 的配置的示例

的框图。在图 2 中，与在图 17 中所示的一般节点的相同的部件以相同的标号表示。按照本发明的节点 10 包括输入端口 400-1 到 400-5、帧开关 41、输出端口 420-1 到 420-5、FDB 存储单元 430、输出端口管理表存储单元 440、广播帧发送允许端口管理表存储单元 450、端口管理表存储单元 460、LAG 组管理表存储单元 470、LAG 管理单元 48、端口状态管理单元 490、端口状态管理表存储单元 500、设置接口单元 51、虚拟 LAG 组管理表存储单元 520 和虚拟端口关系管理表存储单元 530。

节点 10 的输入端口 400-1 到 400-5 是在图 1 中所示的节点 10 的端口 P1-P5 中的接收器侧端口。即，节点 10 的输入端口 400-1 到 400-5 接收从相邻的节点 20、21 或者 30 发送的以太网帧。具体地，节点 10 的输入端口 400-1 接收从节点 20 的端口 P1 发送的以太网帧。节点 10 的输入端口 400-2 接收从节点 20 的端口 P2 发送的以太网帧。节点 10 的输入端口 400-3 接收从节点 21 的端口 P1 发送的以太网帧。节点 10 的输入端口 400-4 接收从节点 21 的端口 P2 发送的以太网帧。节点 10 的输入端口 400-5 接收从节点 30 的端口 P1 发送的以太网帧。

类似地，本发明的节点 10 的输出端口 420-1 到 420-5 是在图 1 中所示的节点 10 的端口 P1-P5。即，输出端口 420-1 到 420-5 向相邻节点 20、21 或者 30 发送以太网帧。具体地，节点 10 的输出端口 420-1 向节点 20 的端口 P1 发送以太网帧。节点 10 的输出端口 420-2 向节点 20 的端口 P2 发送以太网帧。节点 10 的输出端口 420-3 向节点 21 的端口 P1 发送以太网帧。节点 10 的输出端口 420-4 向节点 21 的端口 P2 发送以太网帧。节点 10 的输出端口 420-5 向节点 30 的端口 P1 发送以太网帧。

节点 10 的帧开关 41 根据从其他节点接收的以太网帧的内容和在 FDB 存储单元 430、广播帧发送允许端口管理表存储单元 450、端口管理表存储单元 460 和虚拟端口关系管理表存储单元 530 中存储的数据库中记录的信息来确定用于发送所接收的以太网帧的输出端口，然后从所确定的输出端口发送以太网帧。

节点 10 的 FDB 存储单元 430 是存储 FDB（转发数据库）的存储器件。在按照本发明的节点 10 的 FDB 存储单元 430 中存储的 FDB 与在图

17 中所示的一般节点 100 的 FDB 存储单元 430 中存储的相同。即，在按照本实施例的节点中存储的 FDB 是记录以太网帧的目的地信息和输出信息（发送以太网帧的端口的端口标识符）以使它们彼此相关联的数据库。例如，在图 3 中所示的 FDB 431 通过 MAC 地址学习被存储在 FDB 存储单元 430 中。由帧开关 41 执行的 MAC 地址学习与由一般节点执行的相同。但是，在节点 10 中，连接到同一节点的物理端口被记录在一个 LAG 组中，并且被分配到所述 LAG 组的虚拟端口被记录在虚拟 LAG 组中，另外，连接到冗余节点 20 和 21 的虚拟端口被记录在同一虚拟 LAG 组中，结果，向冗余节点 20 和 21 输出不同的信息项。

在本实施例中，物理端口的端口标识符或者被分配到 LAG 组的虚拟端口的端口标识符被存储在 FDB 431 的输出信息字段中。

节点 10 的输出端口管理表存储单元 440 是存储输出端口管理表的存储器件。在节点 10 的输出端口管理表存储单元 440 中存储的输出端口管理表与在图 17 中所示的一般节点的输出端口管理表存储单元 440 中存储的相同。即，在按照本发明的节点中存储的输出端口管理表是这样一种数据库，其中，节点的物理端口 P1-P5 与输出信息项相关联。所述输出端口管理表示出了当根据从在节点 10 中提供的物理端口 P1-P5 接收的以太网帧而执行 MAC 地址学习时要被记录在 FDB 431 中的输出信息。类似于在图 17 中所示的一般节点，在该节点中提供的物理端口的端口标识符被记录作为输出端口管理表的初始值。

节点 10 的广播帧发送允许端口管理表存储单元 450 是存储广播帧发送允许端口管理表的存储器件。所述广播帧发送允许端口管理表与在图 17 中所示的一般节点 100 的广播帧发送允许端口管理表存储单元 450 中存储的相同。即，在按照本发明的节点中存储的所述广播帧发送允许端口管理表是这样一种数据库，其中，节点的物理端口与允许发送由节点的每个物理端口接收的广播帧的所有端口相关联。

节点 10 的端口管理表存储单元 460 是存储端口管理表的存储器件。在节点 10 的端口管理表存储单元 460 中存储的端口管理表与在图 17 中所示的一般节点 100 的端口管理表存储单元 460 中存储的相同。即，在按照

本发明的节点中存储的端口管理表是这样一种数据库，其中，可以发送或者接收以太网帧的物理端口的端口标识符被记录在被分配到节点的 LAG 组的虚拟端口和不属于任何 LAG 组的物理端口中。

节点 10 的 LAG 组管理表存储单元 470 是存储 LAG 组管理表的存储器件。在节点 10 的 LAG 组管理表存储单元 470 中存储的 LAG 组管理表与在图 17 中所示的一般节点 100 的 LAG 组管理表存储单元 470 中存储的相同。即，在按照本发明的节点 10 中存储的 LAG 组管理表是这样一种数据库，其中，被分配到在节点中设置的 LAG 组的虚拟端口的端口标识符与属于所述 LAG 组的物理端口相关联。例如，所述 LAG 组的组标识符、被分配到所述 LAG 组的虚拟端口的端口标识符和属于所述 LAG 组的物理端口的端口标识符被记录在 LAG 组管理表中，以便使得它们彼此相关联。以这种方式，多个物理端口被划分为一个 LAG 组。

与在图 17 中所示的一般节点类似，被分配到 LAG 组的虚拟端口的端口标识符可以与被分配到在节点中设置的另一个 LAG 组的虚拟端口的端口标识符和在节点中提供的物理端口的端口标识符不同。另外，同一物理端口不能被记录在多个 LAG 组中。

节点 10 的端口状态管理表存储单元 500 是存储端口状态管理表的存储器件，在节点 10 的端口状态管理表存储单元 500 中存储的端口状态管理表与在图 17 中所示的一般节点 100 的端口状态管理表存储单元 500 中存储的相同。

节点 10 的端口状态管理单元 490 的操作与在图 17 中所示的一般节点 100 的端口状态管理单元 490 的相同。即，节点 10 的端口状态管理单元 490 确定节点的端口 P1-P5 中的每个是可用还是不可用，并且将确定结果记录在节点的端口状态管理表存储单元 500 中存储的端口状态管理表中。

例如，节点 10 的端口状态管理单元 490 监控连接到每个端口的输入端口和输出端口的链路的电信号电平或者光信号电平。当端口的输入端口或者输出端口的电信号电平或者光信号电平小于预定阈值时，端口状态管理单元 490 可以确定所述端口不可用，当其大于预定阈值时，端口状态管理单元 490 可以确定所述端口可用。但是，节点 10 的端口状态管理单元

490 确定端口的状态的方法不限于此。例如，当存在在预定时间不连续地接收可以从相邻的节点以预定时间间隔被发送的分组的端口时，端口状态管理单元 490 可以确定所述端口不可用。

节点 10 的虚拟 LAG 组管理表存储单元 520 是存储虚拟 LAG 组管理表的存储器件。所述虚拟 LAG 组管理表是这样一种数据库，其中，被分配到在节点（在本实施例中为节点 10）中设置的虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符与属于所述虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符相关联。例如，在所述数据库中，在节点中设置的虚拟 LAG 组的组标识符、被分配到所述虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符和属于所述虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符彼此相关联。

节点 10 的管理员使用设置接口单元 51 来设置虚拟 LAG 组管理表。另外，节点的 LAG 管理单元 48 参考所述虚拟 LAG 组管理表。

图 4 是图解在节点 10 的虚拟 LAG 组管理表存储单元 520 中存储的虚拟 LAG 组管理表的示例的示图。如图 4 中所示，虚拟 LAG 组的组标识符、被分配到所述虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符和属于所述虚拟 LAG 组的一个或多个虚拟端口的端口标识符被记录在虚拟 LAG 组管理表存储单元 520 中存储的虚拟 LAG 组管理表 521 中，以便使得它们彼此相关联。在图 4 中所示的虚拟 LAG 组管理表 521 的第一条目表示虚拟端口的端口标识符 VP3 被分配给虚拟 LAG 组 VLG1，并且虚拟端口 VP1 和 VP2 被记录在所述虚拟 LAG 组中。另外，在 LAG 组管理表存储单元 470 中存储的虚拟 LAG 组管理表被按照图 5 所示设置。

即，虚拟端口的端口标识符 VP1 被分配到 LAG 组 LG1，并且物理端口 P1 和 P2 被记录在该 LAG 组中。另外，虚拟端口的端口标识符 VP2 被分配到 LAG 组 LG2，并且物理端口 P3 和 P4 被记录在该 LAG 组中。在这种情况下，物理端口 P1 和 P2 属于虚拟端口 VP1，并且物理端口 P3 和 P4 属于虚拟端口 VP2。如图 4 中所示，因为虚拟端口 VP1 和 VP2 属于虚拟端口 VP3，因此物理端口 P1-P4 属于虚拟端口 VP3。

被分配到虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符和属于所述虚拟 LAG 组的一个或多个虚拟端口的端口标识符被记录在虚拟 LAG 组管理表 521

中，以便与所述虚拟 LAG 组的组标识符相关联。以这种方式，执行向虚拟 LAG 组记录虚拟端口和向所述虚拟 LAG 组分配虚拟端口的端口标识符。

与在图 17 中所示的一般节点不同，在本发明中，因为使用了虚拟 LAG 组管理表 521，因此多个虚拟端口可以被虚拟化为一个物理端口。

类似于在图 17 中所示的一般节点，可以确定端口标识符是物理端口还是虚拟端口。

此外，被分配到虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符可以与在节点中设置的另一个虚拟端口的端口标识符不相同。另外，一个虚拟端口不能属于多个虚拟 LAG 组。

此外，被分配到记录在节点的 LAG 组管理表中的 LAG 组的虚拟端口或者被分配到记录在节点的虚拟 LAG 组管理表中的虚拟 LAG 组的虚拟端口可以属于所述虚拟 LAG 组。

所述虚拟 LAG 组通过属于虚拟 LAG 组的虚拟端口而与在节点 10 中提供的物理端口相关，所述物理端口诸如是属于在所述虚拟 LAG 组中包括的虚拟端口的物理端口或者属于在所述虚拟 LAG 组中包括的主虚拟端口的虚拟端口的物理端口。在这种情况下，所述物理端口属于与包括该物理端口的虚拟端口相关联的虚拟 LAG 组或者被分配到所述虚拟 LAG 组的虚拟端口。相反，所述虚拟 LAG 组包括通过属于所述虚拟 LAG 组的虚拟端口而与其相关的物理端口。

LAG 组和虚拟 LAG 组之间的唯一差别是它们是否包括物理端口或者虚拟端口，因此，所述 LAG 组和虚拟 LAG 组在概念上基本相同。因此，在 LAG 组管理表存储单元 470 中存储的 LAG 组管理表 471（参见图 5）和在虚拟 LAG 组管理表存储单元 520 中存储的虚拟 LAG 组管理表 521（参见图 4）可以被集成成为一个数据库。即，在图 2 中，LAG 组管理表存储单元 470 与虚拟 LAG 组管理表存储单元 520 分离地被提供，但是它们是相同的存储器件。通过集成 LAG 组管理表 471（参见图 5）和虚拟 LAG 组管理表 521（图 4）而获得的数据库可以被存储在所述存储器件中。

节点 10 的虚拟端口关系管理表存储单元 530 是存储虚拟端口关系管

理表的存储器件。所述虚拟端口关系管理表是管理包括虚拟端口的虚拟 LAG 组的数据库。具体地，在该数据库中，在节点中设置的单独虚拟端口与被分配到包括所述单独的虚拟端口的虚拟 LAG 组的虚拟端口相关联。例如，在节点中设置的单独虚拟端口的端口标识符和被分配到包括所述单独虚拟端口的虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符被记录在虚拟端口关系管理表中，以便使得它们彼此相关联。在节点中设置的虚拟端口包括被分配到所述虚拟 LAG 组地虚拟端口以及被分配到 LAG 组的虚拟端口。

虚拟端口关系管理表由节点的 LAG 管理单元 48 更新，并且被节点的帧开关 41 参考。

图 6 是图解在节点 10 的虚拟端口关系管理表存储单元 530 中存储的虚拟端口关系管理表的示例的示图。在节点中设置的每个虚拟端口的端口标识符和被分配到包括所述虚拟端口的虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符被记录在虚拟端口关系管理表存储单元 530 中存储的虚拟端口关系管理表 531 中，以便使得它们彼此相关联。例如，在图 6 中所示的虚拟端口关系管理表 531 的第一条目表示虚拟端口 VP1 属于对应于虚拟端口 VP3 的虚拟 LAG 组 VLG1。另外，当虚拟端口不属于任何虚拟 LAG 组时，用于指示所述虚拟端口不属于任何虚拟 LAG 组的值（在本实施例中为 NULL 值）被记录，以便与所述虚拟端口的端口标识符相关联。例如，在图 6 中所示的虚拟端口关系管理表 531 的第三条目表示虚拟端口 VP3 不属于任何虚拟 LAG 组。

设置接口单元 51 是允许节点管理员更新所述 LAG 组管理表和虚拟 LAG 组管理表（记录或者修改数据）用户界面，并且被实现为输入器件，诸如键盘。设置接口单元 51 由管理员操作，并且响应于来自管理员的指令而更新所述 LAG 组管理表和所述虚拟 LAG 组管理表。即，设置接口单元 51 允许管理员将数据记录在 LAG 组管理表和虚拟 LAG 组管理表中。

节点 10 的 LAG 管理单元 48 更新输出端口管理表、广播帧发送允许端口管理表、端口管理表和虚拟端口关系管理表。

接着，说明按照本发明的节点 10 的操作。

首先，将说明节点 10 的 LAG 管理单元 48 的操作。假定节点 10 的管

理员已经使用设置接口单元 51 更新了节点的 LAG 组管理表 471（参见图 5）或者虚拟 LAG 组管理表 521（参见图 4）。然后，LAG 管理单元 48 根据在节点的 LAG 组管理表存储单元 470 中存储的 LAG 组管理表 471 和虚拟 LAG 组管理表存储单元 520 中存储的虚拟 LAG 组管理表 521 中设置的内容更新所述输出端口管理表、广播帧发送允许端口管理表、端口管理表和虚拟端口关系管理表。

在下面的说明中，将在如下条件下描述节点 10 的 LAG 管理单元 48 的操作：在图 1 中所示的网络中，节点 10 的端口状态管理表被如图 23 所示设置；节点 10 的 LAG 组管理表 471 被如图 5 中所示设置；并且节点 10 的虚拟 LAG 组管理表 521 被如图 4 所示设置。

节点 10 的 LAG 管理单元 48 对在输出端口管理表存储单元 440 中存储的输出端口管理表的进行设置的操作与用于在图 17 中所示的一般节点 100 的 LAG 管理单元 480 对输出端口管理表进行设置的操作相同。即，当节点的物理端口的端口标识符被记录在 LAG 组管理表 471 中以便使得它们与 LAG 组标识符和被分配到 LAG 组的虚拟端口的端口标识符相关联时，LAG 管理单元 48 将物理端口的端口标识符和被分配到 LAG 组的虚拟端口的端口标识符记录在输出端口管理表中，以便使得它们彼此相关联。另外，LAG 管理单元 48 将节点的物理端口中不属于任何 LAG 组的物理端口的端口标识符记录在输出端口管理表中，以便使得它们与它们自身的端口标识符相关联。

图 7 是图解如上所述设置的输出端口管理表的示例的示图。如图 5 中所示，在 LAG 组管理表 471 中，物理端口的端口标识符 P1 和 P2 与虚拟端口的端口标识符 VP1 相关联。因此，LAG 管理单元 48 记录与物理端口的端口标识符 P1 相关联的虚拟端口的端口标识符 VP1，正如在图 7 中所示的输出端口管理表 441。这适用于物理端口的端口标识符 P2。另外，在 LAG 组管理表 471 中，物理端口的端口标识符 P3 和 P4 与虚拟端口的端口标识符 VP2 相关联（参见图 5）。因此，LAG 管理单元 48 记录与物理端口的端口标识符 P3 相关联的虚拟端口的端口标识符 VP2，正如在图 7 中所示的输出端口管理表 441。这适用于物理端口的端口标识符 P4。

因为所述物理端口 P5 未记录在 LAG 组管理表 471 中，因此 LAG 管理单元 48 将物理端口的端口标识符 P5 记录在输出端口管理表 441 中，以便它与其本身的端口标识符 P5 相关联（参见图 7）。

接着，将说明节点 10 的 LAG 管理单元 48 对在广播帧发送允许端口管理表存储单元 450 中存储的广播帧发送允许端口管理表进行设置的操作。图 8 是图解由 LAG 管理单元 48 对广播帧发送允许端口管理表 451 进行设置的示例的示图。

如下所述，对于在节点中提供的物理端口的每个端口标识符，LAG 管理单元 48 将节点的物理端口的端口标识符、虚拟端口的端口标识符或者节点的物理端口的端口标识符和虚拟端口的端口标识符两者记录在广播帧发送允许端口管理表 451 中作为广播帧发送允许端口（允许发送广播帧的端口）的端口标识符。

LAG 管理单元 48 参考 LAG 组管理表 471 确定在节点中提供的每个物理端口是否属于在节点中提供的任何 LAG 组。当物理端口的端口标识符被记录在 LAG 组管理表 471 中与任何虚拟端口的端口标识符相关联时，LAG 管理单元 48 确定该物理端口属于在节点中设置的任何 LAG 组。在 LAG 组管理表 471 中，当物理端口的端口标识符未与任何虚拟端口的端口标识符相关联时，LAG 管理单元 48 确定该物理端口不属于在节点中设置的任何 LAG 组。

LAG 管理单元 48 设置广播帧发送允许端口管理表 451 的操作依赖于物理端口属于在节点中设置的任何 LAG 组还是其不属于在节点中设置的任何 LAG 组。

当属于在节点中设置的任何 LAG 组的物理端口（以下称为物理端口 T）的端口标识符和广播帧发送允许端口的端口标识符被记录以便使得它们彼此相关联时，LAG 管理单元 48 工作如下。当存在满足第一条件的虚拟端口时，LAG 管理单元 48 物理端口 T 的端口标识符和满足第一条件的所有虚拟端口的端口标识符记录在广播帧发送允许端口管理表 451 中，以便使得它们彼此相关联。所述第一条件是：虚拟端口被设置在节点中，不包括物理端口 T，并且不属于任何虚拟 LAG 组。满足第一条件的虚拟端口

作为这样的虚拟端口，其是由物理端口 T 接收的广播帧的发送允许端口。即，当在 LAG 组管理表 471 中存在不与物理端口 T 的端口标识符相关联的虚拟端口的端口标识符并且在虚拟 LAG 组管理表 521 中存在不与被分配到所述虚拟 LAG 组的任何虚拟端口的端口标识符相关联的虚拟端口的端口标识符时，LAG 管理单元 48 记录物理端口 T 的端口标识符和所述虚拟端口的端口标识符，以便使得它们彼此相关联。另外，当存在满足第二条件的物理端口时，LAG 管理单元 48 将物理端口 T 的端口标识符和满足第二条件的所有物理端口的端口标识符记录在广播帧发送允许端口管理表 451 中，以便使得它们彼此相关联。所述第二条件是：存在不属于在节点中设置的任何 LAG 组的物理端口。满足第二条件的虚拟端口作为这样的虚拟端口，其是由物理端口 T 接收的广播帧的发送允许端口。即，在节点的物理端口的端口标识符中，当在 LAG 组管理表 471 中存在不与被分配到 LAG 组的任何虚拟端口的端口标识符相关联的物理端口的端口标识符时，LAG 管理单元 48 记录物理端口 T 的端口标识符和所述物理端口的端口标识符，以便使得它们彼此相关联。

当不属于在节点中设置的任何 LAG 组的物理端口（以下称为物理端口 S）的端口标识符和广播帧发送允许端口的端口标识符被记录以便使得它们彼此相关联时，LAG 管理单元 48 工作如下。当存在满足第三条件的虚拟端口时，LAG 管理单元 48 将物理端口 S 的端口标识符和满足第三条件的所有虚拟端口的端口标识符记录在广播帧发送允许端口管理表 451 中，以便使得它们彼此相关联。所述第三条件是：虚拟端口被设置在节点中，并且不属于任何虚拟 LAG 组。满足第三条件的虚拟端口作为这样的虚拟端口，其是由物理端口 S 接收的广播帧的发送允许端口。即，在 LAG 组管理表 471 中记录的虚拟端口的端口标识符中，当在虚拟 LAG 组管理表 521 中存在不与被分配到虚拟 LAG 组的任何虚拟端口的端口标识符相关联的虚拟端口的端口标识符时，LAG 管理单元 48 记录物理端口 S 的端口标识符和所述虚拟端口的端口标识符，以便使得它们彼此相关联。另外，当存在满足第四条件的物理端口时，LAG 管理单元 48 将物理端口 S 的端口标识符和满足第四条件的所有物理端口的端口标识符记录在广播

帧发送允许端口管理表 451 中，以便使得它们彼此相关联。所述第四条件是：物理端口不属于在节点中设置的任何 LAG 组，并且是除了物理端口 S 之外的物理端口。满足第四条件的虚拟端口作为这样的虚拟端口，其是由物理端口 S 接收的广播帧的发送允许端口。即，在节点的物理端口的端口标识符中，当在 LAG 组管理表 471 中存在不与被分配到 LAG 组的虚拟端口的任何端口标识符相关联的、除了物理端口 S 之外的物理端口的端口标识符时，LAG 管理单元 48 记录物理端口 S 的端口标识符和所述物理端口的端口标识符，以便使得它们彼此相关联。

当通过上述的 LAG 管理单元 48 的上述操作而如图 5 中所示更新 LAG 组管理表 471 并且如图 4 中所示更新虚拟 LAG 组管理表 521 时，在广播帧发送允许端口管理表存储单元 450 中存储的广播帧发送允许端口管理表 451 如图 8 中所示。

例如，如图 5 中所示，物理端口 P1 属于 LAG 组 G1。对于物理端口 P1，没有满足第一条件的物理端口（在节点中设置的不包括物理端口 P1 并且不属于任何虚拟 LAG 组的虚拟端口）。另外，物理端口 P5（在节点中设置的不属于任何 LAG 组的物理端口）满足第二条件。因此，LAG 管理单元 48 记录 P1 和 P5，以便使得它们彼此相关联（参见图 8）。LAG 管理单元 48 通过如上所述的同一方法来记录物理端口 P1-P4。物理端口 P5 不属于在节点中设置的任何 LAG 组。被分配到虚拟 LAG 组的虚拟端口 VP3（在节点中设置的并且不属于任何虚拟 LAG 组的虚拟端口）满足第三条件。物理端口 P5 不满足第四条件（物理端口是除了物理端口 P5 之外的物理端口，并且不属于在节点中设置的任何 LAG 组）。因此，LAG 管理单元 48 记录 P5 和 VP3，以便使得它们彼此相关联（参见图 8）。以这种方式，建立了图 8 中所示的广播帧发送允许端口管理表 451。

如上所述，建立了广播帧发送允许端口管理表 451。帧开关 41 接收广播帧并且执行如图 10 中所示的步骤 S9，这将在下面描述。在这种情况下，当接收到广播帧的物理端口属于作为多个物理端口的群组的任何虚拟端口时，帧开关 41 选择：一个虚拟端口，其被设置在节点中，不包括接收广播帧的物理端口，并且不属于作为多个虚拟端口的群组的任何虚拟端

口；以及一个物理端口，其不属于作为多个物理端口的群组的任何虚拟端口。另外，当接收到广播帧的物理端口不属于作为多个物理端口的群组的任何虚拟端口时，帧开关 41 选择：虚拟端口，其被设置在节点中，并且不属于作为多个虚拟端口的群组的任何虚拟端口；以及物理端口，其是不属于作为多个物理端口的群组的任何虚拟端口的物理端口中的除了接收到广播帧的物理端口之外的物理端口。

接着，将说明节点 10 的 LAG 管理单元 48 对在节点的端口管理表存储单元 460 中存储的端口管理表进行设置的操作。图 9 是图解由 LAG 管理单元 48 设置的端口管理表 461 的示例的示图。首先，节点 10 的 LAG 管理单元 48 参考在 LAG 组管理表存储单元 470 中存储的 LAG 组管理表 471 来搜索被分配到在 LAG 组管理表 471 设置的每个 LAG 组的虚拟端口的端口标识符。然后，LAG 管理单元 48 参考在端口状态管理表存储单元 500 中存储的端口状态管理表 501 来确定与每个被搜索的虚拟端口的端口标识符相关联的一个或多个物理端口（属于 LAG 组的物理端口）是可用还是不可用。然后，LAG 管理单元 48 选择被确定为可用的所有物理端口的端口标识符。LAG 管理单元 48 将从 LAG 组管理表 471 搜索到的虚拟端口的端口标识符和在对应于所搜索到的端口标识符的物理端口中的、被确定为可用的所有物理端口的端口标识符记录在端口管理表 461 中，以便使得它们彼此相关联。在这种情况下，当与被搜索的虚拟端口的端口标识符相关联并且被确定为不可用的物理端口的端口标识符被记录在端口管理表 461 中时，LAG 管理单元 48 从端口管理表 461 删除被确定为不可用的物理端口的端口标识符。当确定物理端口对于每个虚拟端口的端口标识符是可用还是不可用并且没有被确定为可用的物理端口时，LAG 管理单元 48 将虚拟端口的端口标识符和用于指示没有可以发送或者接收数据的物理端口的值（NULL 值）记录在端口管理表 461 中，以便使得它们彼此相关联。该操作与图 17 中所示的一般节点 100 的 LAG 管理单元 480 设置端口管理表 461 的操作相同。

但是，节点 10 的 LAG 管理单元 48 还执行下面的操作。LAG 管理单元 48 参考在虚拟 LAG 组管理表存储单元 520 中存储的虚拟 LAG 组管理

表 521、LAG 组管理表 471 和端口状态管理表 501。然后，LAG 管理单元 48 将属于虚拟 LAG 组的虚拟端口中的、包括处于可用状态的物理端口的虚拟端口的端口标识符记录在端口管理表 461 中，以便与被分配到每个虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符相关联。具体地，LAG 管理单元 48 针对每个虚拟 LAG 组执行下面的操作。LAG 管理单元 48 参考虚拟 LAG 组管理表 521 读取被分配到虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符和属于所述虚拟 LAG 组的每个虚拟端口的端口标识符。然后，LAG 管理单元 48 参考 LAG 组管理表 471 读取与属于所述虚拟 LAG 组的每个虚拟端口的端口标识符相关联的物理端口的端口标识符。然后，LAG 管理单元 48 参考端口状态管理表 501 确定所述物理端口是可用还是不可用。随后，LAG 管理单元 48 确定在属于所述虚拟 LAG 组的每个虚拟端口中是否包括在与虚拟端口的端口标识符相关联的物理端口的端口标识符中的、可用物理端口的端口标识符。

LAG 管理单元 48 将在属于所述虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符中的、仅仅包括在与虚拟端口相关联的物理端口的端口标识符中的可以获得的物理端口的端口标识符的物理端口的端口标识符记录在端口管理表 461 中，以便与被分配到虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符相关联。因此，不包括在与虚拟端口相关联的物理端口的端口标识符中的、可用物理端口的端口标识符的虚拟端口的端口标识符被删除。当在属于虚拟 LAG 组的虚拟端口中没有包括可用物理端口的虚拟端口时，LAG 管理单元 48 将被分配到虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符和 NULL 值记录在端口管理表 461 中，以便使得它们彼此相关联。即，当在对应于属于虚拟 LAG 组的所有虚拟端口的端口标识符的物理端口的标识符中没有可用物理端口的端口标识符时，LAG 管理单元 48 将被分配到虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符和 NULL 值记录在端口管理表中，以便使得它们彼此相关联。

当节点 10 的端口状态管理表被如图 23 所示设置时，通过 LAG 管理单元 48 的上述操作，LAG 组管理表 471 被如图 5 所示更新，并且虚拟 LAG 组管理表 521 被如图 4 所示更新，在端口管理表存储单元 460 中存储的端口管理表 461 如图 9 所示被建立。

当从节点的端口状态管理单元 490 向 LAG 管理单元 48 通知节点的端口状态管理表 501 已经被更新时并且当节点的 LAG 组管理表 471 或者虚拟 LAG 组管理表 521 被更新时，LAG 管理单元 48 更新节点的端口管理表 461。另外，LAG 管理单元 48 可以查看在预定的时间间隔是否更新了在节点的端口状态管理表存储单元 500 中存储的端口状态管理表 501。当查看到端口状态管理表被更新时，LAG 管理单元 48 可以更新端口管理表 461。

接着，将说明节点 10 的 LAG 管理单元 48 对在节点的虚拟端口关系管理表存储单元 530 中存储的虚拟端口关系管理表 531 的操作。

LAG 管理单元 48 参考 LAG 组管理表 471 和虚拟 LAG 组管理表 521，以将被分配到包括虚拟端口的虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符记录在虚拟端口关系管理表 531 中，以便与在节点中设置的所有虚拟端口的端口标识符相关联。

在节点中设置的虚拟端口的端口标识符表示在 LAG 组管理表 471 中的被分配到 LAG 组的虚拟端口的端口标识符和在虚拟 LAG 组管理表 521 中的被分配到虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符。LAG 管理单元 48 从虚拟 LAG 组管理表 521 搜索被分配到虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符，所述虚拟 LAG 组包括由这些端口标识符（其被称为端口标识符 U）指示的虚拟端口，并且 LAG 管理单元 48 将所述虚拟端口的端口标识符 U 和被分配到包括所述虚拟端口的虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符记录在虚拟端口关系管理表 531 中，以便使得它们彼此相关联。当 LAG 管理单元 48 未能搜索到被分配到包括由端口标识符 U 表示的虚拟端口的虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符时，LAG 管理单元 48 将端口标识符 U 和用于指示虚拟端口不属于虚拟 LAG 组的值（NULL 值）记录在虚拟端口关系管理表 531 中，以便使得它们彼此相关联。

当通过 LAG 管理单元 48 的上述操作，LAG 组管理表 471 如图 5 中所示被更新，并且虚拟 LAG 组管理表 521 如图 4 所示被更新时，在虚拟端口关系管理表存储单元 530 中存储的虚拟端口关系管理表 531 如图 6 中所示。

如上所述，LAG 管理单元 48 根据节点的 LAG 组管理表 471、虚拟 LAG 组管理表 521 和端口状态管理表 501 的内容来更新输出端口管理表 441、广播帧发送允许端口管理表 451 和端口管理表 461。按照其中帧开关 41 直接参考节点的 LAG 组管理表 471、虚拟 LAG 组管理表 521 和端口状态管理表 501 的节点结构，可以提供没有输出端口管理表 441、广播帧发送允许端口管理表 451 和端口管理表 461 的节点结构。但是，在这种节点结构中，会在传送大量通信量的网络（诸如中枢网络）中对形成帧开关 41 的电子装置施加过大的负荷。因此，优选的是使用在图 2 中所示的节点结构，以便改善帧传送吞吐量并且减少延迟。

接着，将说明按照本发明的节点的帧传送操作。图 10 和 11 是图解按照本发明的节点的帧传送操作的示例的流程图。在所述流程图中，与在图 24 中所示的由一般节点执行的处理的相同的步骤以相同的标号标号。

当从其他节点接收到以太网帧时，节点 10 的输入端口 400-1 到 400-5 向节点的帧开关 41 发送所接收的以太网帧。帧开关 41 确定所接收的以太网帧是否是单播帧（步骤 S1）。例如，当以太网帧的目的地 MAC 地址不是广播地址时，帧开关 41 可以确定所述以太网帧是单播帧。当以太网帧的目的地 MAC 地址是广播地址时，帧开关 41 确定所述以太网帧不是单播帧。

当确定出所接收的以太网帧是单播帧时（在步骤 S1 中为是），帧开关 41 使用在所述以太网帧的首标中存储的目的地 MAC 地址作为检索关键字来搜索在节点的 FDB 存储单元 430 中存储的 FDB 431，以获得输出信息（步骤 S2）。即，帧开关 41 从 FDB 431 获取发送以太网帧的端口的端口标识符。

当帧开关 41 在步骤 S2 未获取输出信息时（在步骤 S3 中为否），帧开关 41 使用接收以太网帧的接收端口的端口标识符作为检索关键字来搜索在广播帧发送允许端口管理表存储单元 450 中存储的广播帧发送允许端口管理表 451。然后，帧开关 41 获取对应于接收到以太网帧的接收端口的端口标识符的所有端口标识符来作为输出信息（步骤 S9）。

当确定出所接收的以太网帧不是单播帧（在步骤 S1 中为否）时，帧

开关 41 也使用接收以太网帧的接收端口的端口标识符作为检索关键字来搜索广播帧发送允许端口管理表 451，并且获取对应于接收端口的端口标识符的所有端口标识符来作为输出信息（步骤 S9）。

当确定出所接收的以太网帧不是单播帧时（即当所接收的以太网帧是广播帧时）并且当帧开关在步骤 S2 未获取到输出信息时，处理进行到步骤 S9，以当发送帧时发送广播帧，如上所述。

在步骤 S9 中获取作为输出信息的端口标识符后，帧开关执行在步骤 S4 后的处理。当在步骤 S2 中使用目的地 MAC 地址作为检索关键字而搜索 FDB 431 以获得输出信息时（在步骤 S3 中为是），帧开关也执行在步骤 S4 后的处理。在步骤 S4 中，帧开关 41 使用通过搜索而获取的输出信息（在步骤 S9 或者步骤 S2 中获得的输出信息）作为检索关键字来搜索在节点的端口管理表存储单元 460 中存储的端口管理表 461，由此获取对应于所述输出信息的端口标识符（步骤 S4）。在步骤 S4 中，帧开关从端口管理表 461 获取物理端口的端口标识符、虚拟端口的端口标识符或者 NULL 值。另外，可以获取多个物理端口的端口标识符来作为所述物理端口的端口标识符。类似地，可以获取多个虚拟端口的端口标识符来作为所述虚拟端口的端口标识符。

在步骤 S4 后，帧开关 41 确定在步骤 S4 中获取的端口标识符是否是所述物理端口的端口标识符（步骤 S5）。当确定在步骤 S4 中获取的端口标识符是所述物理端口的时（在步骤 S5 中为是），处理进行到步骤 S6。当确定在步骤 S4 中获取的端口标识符不是所述物理端口的端口标识符时，即当所述端口标识符是虚拟端口的端口标识符或者当 NULL 值被获取时（在步骤 S5 中为否），处理进行到步骤 S12。

在步骤 S12 中，帧开关 41 确定在步骤 S4 中获取的端口标识符是否是虚拟端口的端口标识符。当确定步骤 S4 中获取的端口标识符是虚拟端口的端口标识符（在步骤 S12 中为是）时，处理进行到步骤 S13。当确定在步骤 S4 中获取的端口标识符不是虚拟端口的端口标识符时，即当获取到 NULL 值时（在步骤 S12 中为否），处理进行到步骤 S14。

在步骤 S13 中，帧开关 41 选择在步骤 S4 中获取的虚拟端口的端口标

识符之一，并且将所选择的端口标识符当作输出信息。

如上所述，在步骤 S4 中，可以获得多个虚拟端口的端口标识符来作为所述虚拟端口的端口标识符。在步骤 S13 中，帧开关 41 选择多个虚拟端口的端口标识符之一。如果在步骤 S4 中获取到一个虚拟端口的端口标识符，则帧开关 41 可以选择该端口标识符。

在步骤 S13 中，帧开关 41 按照针对形成同一通信量的帧选择同一虚拟端口的端口标识符的算法来选择虚拟端口的端口标识符。术语“通信量”表示通过划分在源和目的地之间的通信期间的所有通信数据而产生的一组帧。所述源和目的地不限于节点，而它们可以是终端或者在终端中安装的软件。帧开关 41 按照一个算法来选择端口标识符，所述算法可以在接收到帧 A 并且进行到步骤 S13 时和当接收到对于源和目的地公共的帧 A 和帧 B 并且进行到步骤 S13 时选择相同虚拟端口的端口标识符。

下面说明针对形成同一通信量的帧选择同一虚拟端口的端口标识符的算法的示例。当处理进行到步骤 S13 时，帧开关 41 对虚拟端口的端口标识符进行排序。例如，帧开关 41 以由端口标识符指示的比特串表示的值的降序（或者升序）从 0 开始将端口标识符编号。帧开关 41 可以将由所接收的以太网帧的目的地地址的比特串表示的值和由源地址的比特串表示的值的和除以要选择的端口标识符的数量，并且以对应于余数的次序来选择端口标识符。例如，当选择虚拟端口的端口标识符 VP1 和 VP2 之一时，端口标识符 VP1 是第零端口标识符，而端口标识符 VP2 是第一端口标识符。帧开关 41 将由所接收的以太网帧的目的地地址的比特串表示的值和由源地址的比特串表示的值的和除以要选择的端口标识符的数量（在本实施例中为 2）。当余数是 0 时，帧开关选择端口标识符 VP1。当余数是 1 时，帧开关选择端口标识符 VP2。另外，此算法是针对形成同一通信量的帧选择同一虚拟端口的端口标识符的算法的一个示例。帧开关 41 可以按照除了上述之外的算法来选择端口标识符，只要它们可以针对形成同一通信量的帧选择同一虚拟端口的端口标识符即可。

当在步骤 S4 中用作检索关键字的输出信息是被分配到虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符时，处理进行到步骤 S13。当源和目的地接收到共

同的以太网帧时，使用被分配到虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符作为输出信息来执行步骤 S4、S5 和 S12，然后，处理进行到步骤 S13。在步骤 S13 中，通过上述的算法来选择虚拟端口的端口标识符。以这种方式，可以从属于虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符选择相同的端口标识符。

在步骤 S13 中，帧开关 41 选择一个虚拟端口的端口标识符，并且处理再一次进行到步骤 S4。帧开关 41 重复地执行步骤 S4、S5、S12 和 S13，直到在步骤 S4 中获取到一个或多个“物理端口”的端口标识符或者 NULL 值。

当在步骤 S4 中获取的端口标识符不是虚拟端口的端口标识符时，即当获取到 NULL 值时（在步骤 S12 中为否），帧开关 41 确定在步骤 S4 中被用作检索关键字的输出信息是否是物理端口的端口标识符（步骤 S14）。

当确定在步骤 S4 中被用作检索关键字的输出信息是物理端口的端口标识符时（在步骤 S14 中为是），帧开关 41 丢弃所接收的以太网帧（步骤 S11），并且处理进行到步骤 S7。

当确定在步骤 S4 中被用作检索关键字的输出信息不是物理端口的端口标识符时（在步骤 S14 中为否），处理进行到步骤 S15。在步骤 S15 中，帧开关 41 使用在步骤 S4 中被用作检索关键字的输出信息（在此情况下是虚拟端口的端口标识符）作为检索关键字来搜索在虚拟端口关系管理表存储单元 530 中存储的虚拟端口关系管理表 531（参见图 6），以获得被分配到包括所述虚拟端口的虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符（步骤 S15）。

然后，帧开关 41 确定在步骤 S15 中搜索的结果是否是 NULL 值（步骤 S16）。当确定在步骤 S15 中搜索的结果是 NULL 值时（步骤 S16 的是），帧开关 41 丢弃所接收的以太网帧（步骤 S11），并且进行到步骤 S7。

另一方面，当确定在步骤 S15 中搜索的结果不是 NULL 值时（步骤 S16 为否），处理进行到步骤 S4，并且使用在步骤 S15 中获取的虚拟端口

的端口标识符作为输出信息来重复在步骤 S4 后的处理。当处理从步骤 S16 进行到步骤 S4 时，帧开关 41 可以使用在步骤 S15 中获取的虚拟端口的端口标识符作为检索关键字来搜索端口管理表 461。

当确定在步骤 S4 中获取的端口标识符是物理端口的端口标识符时（在步骤 S5 中为是），帧开关 41 从在步骤 S4 中获取的端口标识符选择一个物理端口的端口标识符（在此情况下是物理端口的端口标识符），并且从对应于所选择的端口标识符的物理端口发送所接收的以太网帧（步骤 S6）。另外，如上所述，在步骤 S4 中，可以获取多个虚拟端口的端口标识符作为所述虚拟端口的端口标识符。

当在步骤 S4 中获取到仅仅一个物理端口的端口标识符时，可以在步骤 S6 中选择该端口标识符。另一方面，当获取了多个物理端口的端口标识符时，帧开关 41 可以按照下述内容在步骤 S5 中选择一个端口标识符。例如，帧开关可以使用在所接收的以太网帧中存储的信息的一些或者全部信息项作为参数，并且选择对应于所述参数的端口标识符。例如，当处理进行到步骤 S6 时，帧开关 41 对物理端口的端口标识符进行排序。例如，帧开关 41 以由指示端口标识符的比特串表示的值的降序（或者升序）从 0 开始对端口标识符编号。帧开关 41 可以将由作为参数的信息的比特串表示的值除以要选择的物理端口的端口标识符的数量，并且以对应于余数的次序来选择端口标识符。例如，当物理端口的端口标识符 P1 和 P2 之一被选择时，端口标识符 P1 是第零端口标识符，而端口标识符 P2 是第一端口标识符。帧开关 41 将所述参数除以要选择的端口标识符的数量（在本实施例中为 2）。当余数是 0 时，帧开关选择端口标识符 P1。当余数是 1 时，帧开关选择端口标识符 P2。例如，在以太网帧的有效负荷或者首标中存储的信息（例如目的地 MAC 地址、源 MAC 地址、VLAN 标识符和优先级）可以被用作所述参数。

在步骤 S6 中发送以太网帧后，或者在步骤 S11 中丢弃以太网帧后，帧开关 41 使用接收所述以太网帧的接收端口的端口标识符作为检索关键字来搜索在节点的输出端口管理表存储单元 440 中存储的输出端口管理表 441，以获取对应于所述检索关键字的端口标识符（步骤 S7）。在步骤 S7

中获取的端口标识符可以作为输出信息被记录在 FDB 431 中。在步骤 S7 后，帧开关 41 将所接收的以太网帧的源 MAC 地址作为目的地信息记录在 FDB 431 中，并且将在步骤 S7 中获取的端口标识符作为对应于目的地信息的输出信息记录在 FDB 431 中（步骤 S8）。

当在步骤 S9 中获取多个端口标识符作为输出信息时，帧开关 41 对于每个端口标识符执行在步骤 S4 后的处理。

接着，将说明当链路断开时按照本发明的节点 10 的故障恢复操作。在此，将说明当在图 1 中所示的网络中节点 10 的端口 2 和节点 20 的端口 2 之间的链路断开时的按照本发明的节点 10 的故障恢复操作。

当连接到节点 10 的链路断开时，节点 10 的端口状态管理单元 490 在节点的端口状态管理表存储单元 500 中存储的端口状态管理表 501 中将连接到断开链路的端口的状态从可用更新为不可用。当正如本示例中那样连接到节点 10 的端口 P2 的链路断开时，节点 10 的端口状态管理单元 490 在端口状态管理表 501 中将端口 P2 的状态从可用更新为不可用。此外，端口状态管理单元 490 更新端口状态管理表 501，并且向节点的 LAG 管理单元 48 通知端口状态管理表 501 已经被更新。

从节点的端口状态管理单元 490 接收到所述通知的 LAG 管理单元 48 更新端口管理表 461。按照本发明的节点的 LAG 管理单元 48 更新端口管理表 461 的操作已经在上面描述过。在本示例中。LAG 管理单元从端口管理表 461 删除端口 P2 的端口标识符。

上述的操作与在图 17 中所示的当链路断开时一般节点 100 更新端口管理表 461 的操作相同。但是，在图 17 中所示的一般节点 100 中，从节点 100 的端口 P2 向节点 200 传送的单播以太网帧（参见图 16C）在故障发生之前就被传送到属于包括端口 P2 的虚拟端口 VP1 的物理端口 P1、P3 和 P4 的任何一个中。因此，在图 16C 中所示的网络中，以太网帧的目的地节点可以从节点 200 被改变到节点 210。

同时，在按照本发明的节点 10 的物理端口中，连接到同一节点的物理端口被记录在同一 LAG 组中，并且被分配到 LAG 组的虚拟端口被记录在该虚拟 LAG 组中。另外，连接到冗余节点 20 和 21 的虚拟端口被记录

在同一虚拟 LAG 组中。结果，在 FDB 431 中，对于冗余节点 20 和 21 设置了不同的输出信息项。此外，建立了端口管理表 461，在端口管理表 461 中，能够接收/发送以太网帧的物理端口的端口标识符被分配到节点的 LAG 组的每个虚拟端口和不属于任何 LAG 组的每个物理端口中。如上所述，在链路断开后，仅仅在端口管理表 461 中记录的物理端口的端口标识符 P1 属于在节点 10 的 FDB 431 中被设置作为输出信息的虚拟端口 VP1。因此，在按照本实施例的节点 10 中，即使如上所述断开链路，也不会有以太网帧的目的地节点从节点 20 到节点 21 的改变。

在图 17 中所示的一般节点 100 中，恐怕在链路断开之前从节点 100 的端口 2 向节点 200（参见图 16C）传送的广播以太网帧的目的地节点将会被改变到节点 210。

但是，在按照本发明的节点 10 中，当在步骤 S4 中用作检索关键字的输出信息是被分配到虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符并且从属于虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符中选择所述虚拟标识符之一时，在步骤 S13 总是选择同一端口标识符。例如，假定当广播以太网帧被传送时，在步骤 S9 从在图 8 中所示的广播帧发送允许端口管理表 451 中获取 VP3（被分配到虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符）。则当处理经由到步骤 S4、S5 和 S12 进行到步骤 S13 时，帧开关 41 按照对于形成同一通信量的帧选择同一虚拟端口的端口标识符的算法来选择虚拟端口的端口标识符。因此，在链路故障发生前后从属于虚拟端口 VP3 的虚拟端口 VP1 和 VP2 中选择虚拟端口 VP1 的操作没有变化。结果，以太网帧的目的地节点没有变化。

同样，按照本发明，当节点 10 和节点 20 之间的链路中的仅一条链路断开时，以太网帧的目的地节点不改变，这防止了由于重新建立会话导致的通信频带的浪费的问题或者以太网帧的顺序的改变的问题。

当在节点 10 和节点 20 之间的另一链路断开并且因此在节点 10 和节点 10 之间的两个链路都断开时，节点 10 传送以太网帧的操作如下所述。

在这种情况下，节点 10 的端口状态管理单元 490 在端口状态管理表 501 中将端口 P1 的状态从可用状态改变到不可用状态，并且向 LAG 管理

单元 48 通知端口状态管理表 501 已经被更新。然后，LAG 管理单元 48 更新端口管理表 461。结果，在图 9 中所示的端口管理表 461 中，对应于 VP1 的信息被更新为 NULL 值。另外，因为属于虚拟端口 VP1 的两个物理端口 P1 和 P2 都不可用，因此仅仅端口标识符 VP2 对应于在图 9 中所示的端口管理表 461 中的虚拟端口 VP3。

在这种情况下，假定接收到作为单播帧的以太网帧，并且在步骤 S2 中 VP1 被搜索作为输出信息。则在步骤 S4 中，帧开关 41 使用输出信息 VP1 作为检索关键字来从端口管理表 461 获取到 NULL 值。结果，在步骤 S4 后，处理经由 S5、S12 和 S14 进行到步骤 S15。在步骤 S15 中，帧开关使用在步骤 S4 中用作输出信息的 VP1 作为检索关键字来搜索虚拟端口关系管理表 531（参见图 6），以获取被分配到包括虚拟端口 VP1 的虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符 VP3。然后，处理再一次进行到步骤 S4，并且帧开关使用端口标识符 VP3 作为检索关键字来搜索端口管理表 461。在这种情况下，对于节点 10 的端口管理表 461 中的虚拟端口 VP3，仅仅包括可用物理端口的虚拟端口 VP2 的端口标识符被记录。因此，帧开关 41 使用端口标识符 VP3 作为检索关键字来从端口管理表 461 中获取 VP2。

其后，VP2 作为虚拟端口的端口标识符。因此，处理经由步骤 S5 和 S12 进行到步骤 S13，并且帧开关 41 将属于虚拟端口 VP2 的物理端口 P3 和 P4 的其中之一选择作为用于发送所接收的单播以太网帧的物理端口。

当从节点 30 接收的以太网帧被广播发送时，帧开关在步骤 S9 中从广播帧发送允许端口管理表 451 获得 VP3。然后，帧开关 41 在步骤 S4 中使用 VP3 作为检索关键字来从端口管理表 461 获取 V2。然后，处理经由步骤 S5 和 S12 进行到步骤 S13，并且帧开关 41 将属于虚拟端口 VP2 的物理端口 P3 和 P4 的其中之一选择作为用于广播发送所接收的以太网帧的物理端口。

如上所述，当节点 10 和节点 20 之间的两个链路都被断开并且节点 10 从节点 20 彻底断开时，以太网帧的目的地节点首先从节点 20 改变到节点 21。

接着，将说明当连接到节点 10 的另一个节点故障时的故障恢复操作。

在节点 10 和另一个节点之间的连接故障表示在另一个节点和节点 10 之间的所有链路断开。因此，执行当多个链路断开时的上述恢复操作。例如，当节点 20 故障时，执行与当节点 20 和节点 10 之间的两个链路都被断开时相同的恢复操作。当节点 21 故障时，也执行与当节点 21 和节点 10 之间的两个链路都断开时相同的恢复操作。

按照本实施例，可以构造能够解决当链路断开时形成通信量的帧的顺序的改变的问题的、具有高可靠性的网络。

在图 1 中所示的网络的配置仅仅是说明性的，而且包括按照本发明的节点的网络的配置不限于在图 1 中所示的网络的配置。

此外，在如上所述的实施例中，通过 LAG 组管理表存储单元 470 来实现第一虚拟端口存储单元。通过虚拟 LAG 组管理表存储单元来实现第二虚拟端口存储单元。帧开关 41 实现帧目的地确定单元。

所述帧目的地确定单元可以包括：端口指定单元，其对应于所接收的帧的目的地来指定不属于虚拟端口或者作为多个物理端口的虚拟端口的物理端口；物理端口指定单元，其指定在属于虚拟端口的物理端口中的、连接到无故障的链路的物理端口；物理端口确定单元，其将由所述物理端口指定单元指定的物理端口之一确定作为用于发送帧的端口；主虚拟端口指定单元，其当所述物理端口指定单元在属于所述虚拟端口的物理端口中不能指定连接到无故障的链路的物理端口时，指定包括所述虚拟端口的主虚拟端口；客户虚拟端口指定单元，其指定属于由所述主虚拟端口指定单元指定的主虚拟端口的虚拟端口；以及，虚拟端口确定单元，其在由所述客户虚拟端口指定单元指定的虚拟端口中，按照所接收的帧的目的地和来源来唯一地确定虚拟端口。当所述端口指定单元指定多个虚拟端口并且所述虚拟端口确定单元确定所述虚拟端口时，所述物理端口指定单元在属于所述虚拟端口的物理端口中指定连接到无故障的链路的物理端口。

在上述实施例中，所述端口指定单元由执行步骤 S2 的帧开关 41 实现。所述物理端口指定单元由在步骤 S2 和步骤 S13 后执行步骤 S4 的帧开

关 41 实现。所述物理端口确定单元由执行步骤 S6 的帧开关 41 实现。所述主虚拟端口指定单元由执行步骤 S15 的帧开关 41 实现。所述客户虚拟端口指定单元由在步骤 S15 后执行步骤 S4 的帧开关 41 实现。所述虚拟端口确定单元由执行步骤 S13 的帧开关 41 实现。

以下的配置也是可用的。所述帧目的地确定单元包括广播帧发送端口选择单元，当广播帧被接收时，该广播帧发送端口选择单元选择物理端口或者对应于接收到广播帧的物理端口的虚拟端口。当广播帧发送端口选择单元选择虚拟端口时，物理端口指定单元在属于所述虚拟端口的物理端口中指定连接到无故障的链路的物理端口。

此外，以下配置也是可用的。当接收到广播帧的物理端口属于作为多个物理端口的群组的任何虚拟端口时，所述广播帧发送端口选择单元选择：虚拟端口，该虚拟端口被设置在节点中，不包括接收广播帧的物理端口，并且不属于作为多个虚拟端口的群组的任何主虚拟端口；以及物理端口，该物理端口不属于作为多个物理端口的群组的任何虚拟端口。当接收到广播帧的物理端口不属于作为多个物理端口的群组的任何虚拟端口时，所述广播帧发送端口选择单元选择：虚拟端口，该虚拟端口被设置在节点中并且不属于作为多个虚拟端口的群组的任何主虚拟端口；以及物理端口，该物理端口是不属于作为多个物理端口的群组的任何虚拟端口的物理端口中的、除了接收到广播帧的物理端口之外的物理端口。

在上述实施例中，所述广播帧发送端口选择单元由执行步骤 S9 的帧开关 41 实现。

此外，以下配置也是可用的。按照本实施例的节点还包括：存储转发数据库的转发数据库存储单元，在该转发数据库存储单元中，物理端口或者虚拟端口与输出信息相关联，所述输出信息指示用于向帧目的地发送帧的端口；存储输出端口管理表的输出端口管理表存储单元，所述输出端口管理表是这样一种数据库，其中，用于接收帧的物理端口与作为输出信息的物理端口或者虚拟端口相关联；输出端口管理表记录单元，该输出端口管理表记录单元将物理端口和包括所述物理端口的虚拟端口记录在输出端口管理表中，以便使得它们彼此相关联，所述物理端口与包括在第一虚拟

端口存储单元中的虚拟端口的物理端口的虚拟端口相关联，并且输出端口管理表记录单元将不属于任何虚拟端口的物理端口和物理端口记录在输出端口管理表中，以便使得它们彼此相关联；以及转发数据库记录单元，其当接收到帧时从输出端口管理表中搜索物理端口或者对应于接收到帧的物理端口的虚拟端口，并且将作为输出信息的所搜索的物理端口或者虚拟端口以及作为目的地的所接收的帧的来源记录在转发数据库中，以便使得它们彼此相关联。所述端口指定单元从转发数据库搜索对应于所接收的帧的目的地的物理端口或者虚拟端口，由此指定物理端口或者虚拟端口。

在上述实施例中，转发数据库存储单元由 FDB 存储单元 430 实现。所述输出端口管理表存储单元由输出端口管理表存储单元 440 实现。所述输出端口管理表存储单元由 LAG 管理单元 48 实现。所述转发数据库记录单元由执行步骤 S7 和 S8 的帧开关 41 实现。

（第二示例实施例）

接着，将描述本发明的第二示例实施例。在本发明的第二示例性实施例中，节点 10 也被包括在图 1 中所示的网络的配置中。在图 2 中所示的按照第一示例性实施例的节点中，在 FDB 431 的输出信息字段中记录被分配到 LAG 组的物理端口的端口标识符或者虚拟端口（即其中每个是多个物理端口的群组的虚拟端口）的端口标识符。相反，在按照第二示例性实施例的节点中，在 FDB 431 的输出信息字段中记录物理端口的端口标识符、被分配到 LAG 组的虚拟端口的端口标识符和被分配到虚拟 LAG 组的虚拟端口（即作为多个虚拟端口的群组的虚拟端口）的端口标识符。

在下面的说明中，对于每种通信量，可以在按照第二示例性实施例的节点 10 的 FDB 的输出信息字段中记录物理端口的端口标识符、被分配到每个 LAG 组的虚拟端口的端口标识符或者被分配到虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符。

用于识别通信量种类的识别信息被称为通信量标识符。作为通信量标识符，可以使用下述的任何一种：在所接收的以太网帧中存储的目的地节点标识符（目的地地址）；源节点标识符（源地址）；VLAN 标识符；通

信量的优先级；以及这些标识符中的一些或者全部的组合。在本实施例中，所述 VLAN 标识符被用作通信量标识符。

图 12 是图解按照第二示例性实施例的节点 10 的配置的示例的框图。在按照第二示例性实施例的节点中，与按照第一示例性实施例的节点的相同的部件以相同的标号来表示，并且将省略对它们的详细说明。按照第二示例性实施例的节点 10 包括输入端口 400-1 到 400-5；帧开关 41a、输出端口 420-1 到 420-5、FDB 存储单元 430、输出端口管理表存储单元 440、广播帧发送允许端口管理表存储单元 450、端口管理表存储单元 460、LAG 组管理表存储单元 470、LAG 管理单元 48、端口状态管理单元 490、端口状态管理表存储单元 500、设置接口单元 51、虚拟 LAG 组管理表存储单元 520、虚拟端口关系管理表存储单元 530 和通信量管理表存储单元 540。

通信量管理表存储单元 540 是存储通信量管理表的存储器件。在通信量管理表存储单元 540 中存储的通信量管理表是这样一种数据库，其中通信量标识符和被记录在按照这个实施例的在 FDB 中的作为输出信息的端口标识符彼此相关联。在该通信量管理表中，虚拟端口的端口标识符或者物理端口的标识符与通信量标识符相关联。与通信量标识符相关联的虚拟端口的端口标识符可以是被分配到 LAG 组的虚拟端口的端口标识符或者被分配到虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符。

图 13 是图解通信量管理表的示例的示图。在图 13 中所示的通信量管理表 541 中，VLAN 标识符被用作通信量标识符。如图 13 中所示，在通信量管理表 541 中，作为输出信息的端口标识符与通信量标识符相关联（在本实施例中为 VLAN 标识符）。另外，在图 13 中，被分配到虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符与 VLAN 标识符相关联。

当存储有由通信量管理表 541 指示的通信量标识符的以太网帧被由对应于通信量标识符的端口标识符指示的物理端口或者属于由对应于通信量标识符的端口标识符指示的虚拟端口的物理端口接收时，通信量管理表 541 指示作为输出信息的端口标识符可以被记录在在 FDB 中，以与通信量标识符和目的地信息的组合相关联，所述目的地信息是以太网帧的源

MAC 地址。例如，在图 13 中所示的通信量管理表 541 的第一条目表示：当属于 VP3 的物理端口接收具有第一 VLAN 标识符的通信量时，VP3 被记录在 FDB 432 中的输出信息字段中（参见图 14）。

帧开关 41a 在 MAC 地址学习期间参考通信量管理表 541。

在本实施例中，设置接口单元 51 也被用作被节点管理员使用来更新通信量管理表 541（记录或者修改数据）的用户界面。设置接口单元 51 被管理员操作来响应于来自管理员的指令而更新通信量管理表 541，并且更新 LAG 组管理表 471 或者虚拟 LAG 组管理表 521。

此外，第二示例性实施例与第一示例性实施例的不同在于：节点 10 包括通信量管理表存储单元 540，并且在 FDB 存储单元 430 中存储的 FDB 的内容与在第一示例性实施例中的不同。在第一示例性实施例中，在 FDB 中，目的地信息（目的地节点的节点标识符）与输出信息相关联。

相反，在第二示例性实施例中，在 FDB 存储单元 430 中存储的 FDB 中，输出信息与目的地信息和通信量标识符的组合相关联。另外，作为输出信息，物理端口的端口标识符、被分配到 LAG 组的虚拟端口、被分配到虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符可以被记录在 FDB 中。

图 14 是图解按照第二示例性实施例的 FDB 存储单元 430 中存储的 FDB 的示例的示图。如图 14 中所示，在按照本实施例的 FDB 432 中，作为输出信息的端口标识符被记录，以便与目的地信息和通信量标识符（在本实施例中为 VLAN 标识符）的组合相关联。例如，在图 14 中所示的第一条目表示：VP3 是包括第一 VLAN 标识符并且其目的地为节点 200 的以太网帧的输出端口。

在按照第二示例性实施例的节点 10 中提供的帧开关 41a 执行与按照第一示例性实施例的帧开关 41 相同的操作，以发送所接收的以太网帧，但是，在 MAC 地址学习处理中，帧开关 41a 与按照第一示例性实施例的帧开关 41 不同。

如上所述，除了 MAC 地址学习之外，在按照第二示例性实施例的节点 10 中提供的帧开关 41a 执行与按照第一示例性实施例的帧开关 41 向另一个节点发送（传送）所接收的以太网帧的操作相同的操作。即，当从另

一个节点接收到以太网帧时，按照第二示例性实施例的帧开关 41a 执行在图 10 中所示的步骤 S1 后的操作。在步骤 S1-S6、步骤 S9 和步骤 S11-S16（参见图 10 和 11）中，帧开关 41a 执行与按照第一示例性实施例的帧开关 41 相同的处理。但是，在步骤 S2 中，帧开关 41a 从 FDB 432 获取对应于在所接收的以太网帧中存储的 VLAN 标识符和目的地 MAC 地址的输出信息。

接着，将描述按照第二示例性实施例的由帧开关 41a 执行的 MAC 地址学习。帧开关 41a 在例如图 10 中所示的步骤 S6 或者 S11 后执行 MAC 地址学习。图 15 是图解按照第二示例性实施例的 MAC 地址学习处理的示例的流程图。

帧开关 41a 例如在步骤 S6 中发送以太网帧，或者在步骤 S11 中丢弃所接收的以太网帧，并且进行到步骤 S17。但是，因为在步骤 S17 中使用了在所接收的以太网帧中包括的通信量标识符，因此帧开关 41a 在步骤 S11 中丢弃以太网帧之前提取在以太网帧中包括的通信量标识符。在本实施例中，因为 VLAN 标识符被用作通信量标识符，因此在下面的描述中，所述通信量标识符被称为 VLAN 标识符。

在步骤 S17 中，帧开关 41a 使用在所接收的以太网帧中包括的 VLAN 标识符作为检索关键字来搜索通信量管理表 541（参见图 13），以获取对应于 VLAN 标识符的端口标识符（步骤 S17）。在步骤 S17 中，帧开关 41a 获取在 FDB 432 中记录的端口标识符来作为输出信息。

然后，帧开关 41a 确定在步骤 S17 中端口标识符的获取是否成功以及接收以太网帧的端口是否属于由在步骤 S17 中获取的端口标识符指示的虚拟端口（步骤 S18）。接着，将描述当在步骤 S17 中端口标识符的获取成功时的处理。在步骤 S18 中，当在步骤 S17 中获取的端口标识符是虚拟端口的端口标识符时，帧开关 41a 使用所获取的端口标识符作为检索关键字来从端口管理表 461 获取虚拟端口或者属于所述虚拟端口的物理端口的标识符。在这种情况下，当从端口管理表 461 获取到虚拟端口的端口标识符时，帧开关 41a 使用所获取的虚拟端口的每个端口标识符作为检索关键字再一次从端口管理表 461 获取虚拟端口或者属于虚拟端口的物理端口的端

口标识符。帧开关 41a 重复地执行搜索端口管理表 461 的处理，直到从端口管理表 461 获取到物理端口的端口标识符。例如，假定在步骤 S17 中建立了在图 9 中所示的端口管理表 461 并且获取了 VP3。在这种情况下，帧开关 41a 使用 VP3 作为检索关键字从端口管理表 461 中获取 VP1 和 VP2。因为 VP1 和 VP2 是虚拟端口的端口标识符，因此帧开关 41a 使用 VP1 和 VP2 作为检索关键字获取 P1、P3 和 P4。当接收到以太网帧的物理端口的端口标识符被包括在从端口管理表 461 获取的物理端口的端口标识符中时，帧开关 41a 确定接收到以太网帧的端口属于由在步骤 S17 获取的端口标识符表示的虚拟端口（在步骤 S18 中为是）。另一方面，当接收到以太网帧的物理端口的端口标识符未被包括在所获取的物理端口的端口标识符中时，帧开关 41a 确定接收到以太网帧的端口不属于由在步骤 S17 中获取的端口标识符表示的虚拟端口（在步骤 S18 中为否）。

当在步骤 S17 中端口标识符的获取成功并且确定出接收以太网帧的端口属于由在步骤 S17 中获取的端口标识符表示的虚拟端口时（在步骤 S18 中为是），处理进行到步骤 S8a。如果否（在步骤 S18 中为否），则处理进行到步骤 S7a。

当在步骤 S17 中获取的端口标识符是物理端口的端口标识符并且包括接收以太网帧的物理端口的端口标识符时（在步骤 S18 中为是），处理进行到步骤 S8a。另一方面，当在步骤 S17 中获取的端口标识符是物理端口的端口标识符而不包括接收到以太网帧的物理端口的端口标识符时（在步骤 S18 中为否），则处理进行到步骤 S7a。

如果在步骤 S17 中端口标识符的获取失败时（在步骤 S18 中为否），则处理进行到步骤 S7a。

在步骤 S8a 中，帧开关 41a 使用所接收的以太网帧的源 MAC 地址作为目的地信息将所接收的以太网帧中存储的目的地信息和 VLAN 标识符的组合以及输出信息记录在 FDB 432 中，以便使得所述组合与输出信息相关联（步骤 S8a）。如果在步骤 S18 中的确定结果是“是”并且然后在步骤 S18 后马上执行步骤 S8a，则帧开关 41a 将在步骤 S17 中获取的端口标识符作为输出信息记录在 FDB 432 中。

当在步骤 S18 中的确定结果是“否”时，例如当在步骤 S17 中端口标识符的获取失败时或者当接收到以太网帧的端口不属于由在步骤 S17 中获取的端口标识符表示的虚拟端口时，帧开关 41a 使用接收到以太网帧的物理端口的端口标识符作为检索关键字来搜索输出端口管理表 441，以获取对应于所述检索关键字的端口标识符（步骤 S7a）。然后，处理进行到步骤 S8a。即使当在步骤 S7a 后执行步骤 S8a 时，帧开关 41a 也将所接收的以太网帧的源 MAC 地址使用作为目的地信息，以将在所接收的以太网帧中存储的目的地信息和 VLAN 标识符的组合以及输出信息记录在 FDB 432 中，以便使得所述组合与输出信息相关联。但是，在步骤 S7a 中获取的端口标识符被作为输出信息记录在 FDB 432 中。

除了被分配到 LAG 组的物理端口和虚拟端口的端口标识符之外，所述 MAC 地址学习还可以使得被分配到虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符被记录在 FDB 的输出信息字段中。

因此，在步骤 S2 中，帧开关 41a 可以使用在以太网帧的首标中存储的目的地 MAC 地址和 VLAN 标识符的组合作为检索关键字来搜索 FDB 432，以除了被分配到 LAG 组的物理端口和虚拟端口的端口标识符之外还获取作为输出信息的、被分配到虚拟 LAG 组的虚拟端口（作为多个虚拟端口的群组的虚拟端口）的端口标识符。

在这种情况下，在步骤 S4 中，帧开关 41a 使用被分配到虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符作为检索关键字来搜索端口管理表 461，以获取属于所述虚拟端口的虚拟端口的端口标识符（步骤 S4）。然后，处理经由步骤 S5 和 S12 进行到步骤 S13。在这种情况下，帧开关 41a 选择在前面的步骤 S4 中获取的虚拟端口的端口标识符之一。步骤 S13 的处理与按照第一示例性实施例的步骤 S13 的处理相同。

在第一示例性实施例中，在步骤 S15 中获取被分配到虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符后执行步骤 S13（参见图 11），然后执行步骤 S16、S4、S5 和 S12。在第二示例性实施例中，即使当不执行步骤 S15 时，在步骤 S2 中也可以获取被分配到虚拟 LAG 组的虚拟端口的端口标识符，然后，处理经由步骤 S4、S5 和 S12 进行到步骤 S13，以选择属于被分

配到虚拟 LAG 组的虚拟端口的虚拟端口的端口标识符之一。

下面详细说明此处理。假定设置了在图 13 中所示的通信量管理表 541 并且生成了在图 14 中所示的 FDB 432。当从在图 1 中所示的节点 30 接收到具有第一或者第二 VLAN 标识符的以太网帧时，首先，节点 10 在步骤 S2 中获取包括虚拟端口 VP1 和 VP2 的虚拟端口 VP3 的端口标识符来作为输出信息。然后，在步骤 S4 中，获取属于虚拟端口 VP3 的虚拟端口 VP1 和 VP2，并且处理经由步骤 S5 和 S12 进行到步骤 S13，以选择虚拟端口 VP1 和 VP2 其中之一。然后，再一次执行步骤 S4，以获取属于虚拟端口 VP1 的物理端口的端口标识符 P1 和 P2 或者属于虚拟端口 VP2 的物理端口的端口标识符 P3 和 P4，并且在步骤 S6 中确定用于发送以太网帧的物理端口。

当接收到具有除了第一或者第二 VLAN 标识符之外的 VLAN 标识符的以太网帧时，与第一示例性实施例类似，在步骤 S2 中获取物理端口的标识符或者被分配到 LAG 组的虚拟端口的端口标识符，然后执行在步骤 S2 后的处理。

在上述的示例中，因为具有第一或者第二 VLAN 标识符的通信量可以被发送给节点 20 或者节点 21，因此可以通过将虚拟端口 VP3 记录在节点 10 的 FDB 432 的输出信息字段中来分散通信量负荷，从而扩展通信频带。

在第二示例性实施例中，通过 LAG 组管理表存储单元 470 来实现第一虚拟端口存储单元。通过虚拟 LAG 组管理表存储单元来实现第二虚拟端口存储单元。通过帧开关 41a 来实现帧目的地确定单元。

此外，所述帧目的地确定单元可以包括：端口指定单元，其对应于所接收的帧的目的地指定不属于任何虚拟端口的物理端口、作为其中每个包括多个物理端口的群组的虚拟端口或者作为多个虚拟端口的群组的主虚拟端口；物理端口指定单元，其在属于虚拟端口的物理端口中指定连接到无故障的链路的物理端口；物理端口确定单元，其将由所述物理端口指定单元指定的物理端口之一确定为有发送帧的端口；主虚拟端口指定单元，其当所述物理端口指定单元不能在属于虚拟端口的物理端口中指定连接到无

故障的链路的物理端口时，指定包括所述虚拟端口的主虚拟端口；客户虚拟端口指定单元，其指定属于由所述主虚拟端口指定单元指定的主虚拟端口的虚拟端口或者属于由所述端口指定单元指定的、作为多个虚拟端口的群组的主虚拟端口的虚拟端口；以及虚拟端口确定单元，其在由所述客户虚拟端口指定单元指定的虚拟端口中，按照所接收的帧的目的地和来源而唯一地确定虚拟端口。当端口指定单元指定作为其中每个包括多个物理端口的群组的虚拟端口并且所述虚拟端口确定单元确定出作为多个物理端口的群组的虚拟端口时，物理端口指定单元可以在属于所述虚拟端口的物理端口中指定连接到无故障的链路的物理端口。

在第二示例性实施例中，通过执行步骤 S2 的帧开关 41a 来实现所述端口指定单元。通过在步骤 S2 和 S13 后执行步骤 S4 的帧开关 41a 来实现物理端口指定单元。通过执行步骤 S6 的帧开关 41a 来实现物理端口确定单元。

通过执行步骤 S15 的帧开关 41a 来实现主虚拟端口指定单元。通过在步骤 S15 或者 S2 后执行步骤 S4 的帧开关 41a 来实现客户虚拟端口指定单元。通过执行步骤 S13 的帧开关 41a 来实现虚拟端口确定单元。

此外，在第二示例性实施例中，通过执行步骤 S9 的帧开关 41a 来实现广播帧发送端口选择单元。

按照本实施例的节点还可以包括：存储转发数据库的转发数据库存储单元在该转发数据库存储单元中，物理端口、作为其中每个包括多个物理端口的群组的虚拟端口或者作为多个虚拟端口的群组的主虚拟端口作为用于指示用于发送帧的端口的输出信息而与帧的目的地和帧的通信量标识符的组合相关联；存储通信量管理表的通信量管理表存储单元所述通信量管理表是这样一种数据库，其中，帧的通信量标识符与作为输出信息的物理端口或者虚拟端口相关联；以及转发数据录记录单元，其当接收到帧时，从通信量管理表搜索对应于所述帧的通信量标识符的物理端口或者虚拟端口，并且将所搜索到的作为输出信息的物理端口或者虚拟端口以及所接收的帧的目的地和所述帧的通信量标识符的组合记录在转发数据库中，以便使得它们彼此相关联。作为多个虚拟端口的群组的主虚拟端口可以与在通

信量管理表中的通信量标识符相关联，并且端口指定单元可以从转发数据库搜索对应于所接收的帧的目的地的物理端口或者虚拟端口，由此指定物理端口或者虚拟端口。

此外，在第二示例性实施例中，通过 FDB 存储单元 430 来实现所述转发数据库存储单元。通过通信量管理表存储单元 540 来实现所述通信量管理表存储单元。通过帧开关 41a 来实现转发数据库记录单元。

在上述的实施例中，按照本发明的节点包括处理单元，诸如帧开关 41 (或者帧开关 41a) 和 LAG 管理单元 48，但是本发明不限于此。所述节点可以包括现有的计算机和存储器件，并且用于在存储器件中存储的节点的程序可以允许所述计算机执行处理单元的功能。

虽然已经参考示例性实施例具体示出和描述了本发明，但是本发明不限于这些实施例。本领域内的普通技术人员将会明白，在不脱离由所附的权利要求限定的本发明的精神和范围的情况下，可以在形式和细节上进行各种改变。

本申请基于并要求于 2007 年 5 月 17 日提交的第 2007-131854 号日本专利申请的优先权的权益，其公开内容通过引用而被全部结合于此。

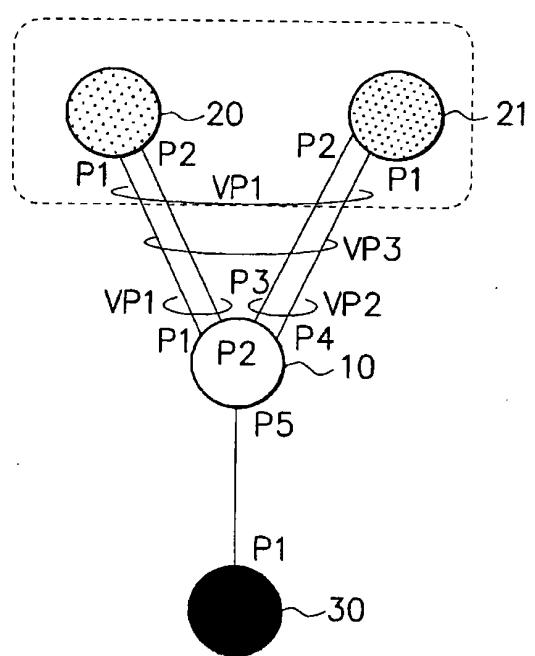


图 1

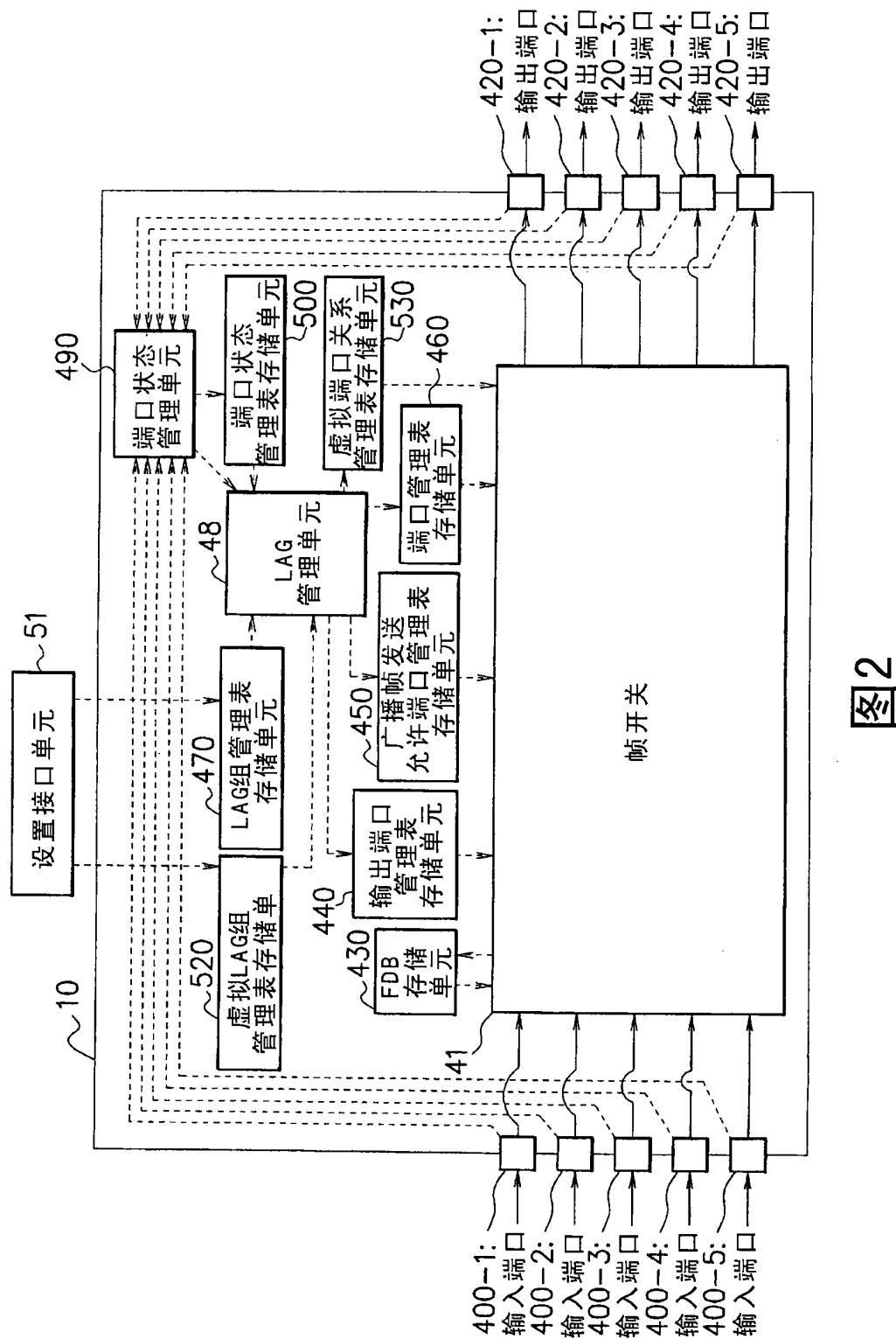


图2

目的地节点的节点标识符 (目的地信息)	输出端口的端口标识符 (输出信息)
节点200的MAC地址	VP1
节点210的MAC地址	VP2
节点300的MAC地址	P5

431

图3

虚拟LAG组的组标识符	被分配到虚拟LAG组的虚拟端口的端口标识符	属于虚拟LAG组的虚拟端口的端口标识符
VG1	VP3	VP1, VP2
		521

图4

LAG组的组标识符	被分配到LAG组的虚拟端口的端口标识符	属于LAG组的物理端口的端口标识符
LG1	Vp1	P1,P2
LG2	Vp2	P3,P4

471

图5

虚拟端口的端口标识符	被分配到包括虚拟端口的虚拟LAG组的虚拟端口的端口标识符
VP1	VP3
VP2	VP3
VP3	NULL

531

图6

物理端口的端口标识符	端口标识符
P1	VP1
P2	VP1
P3	VP2
P4	VP2
P5	P5

441

图7

物理端口的端口标识符	允许发送广播帧的端口的端口标识符
P1	P5
P2	P5
P3	P5
P4	P5
P5	VP3

451

图8

端口标识符	端口标识符
VP1	P1
VP2	P3,P4
VP3	VP1,VP2
P5	P5

461

图9

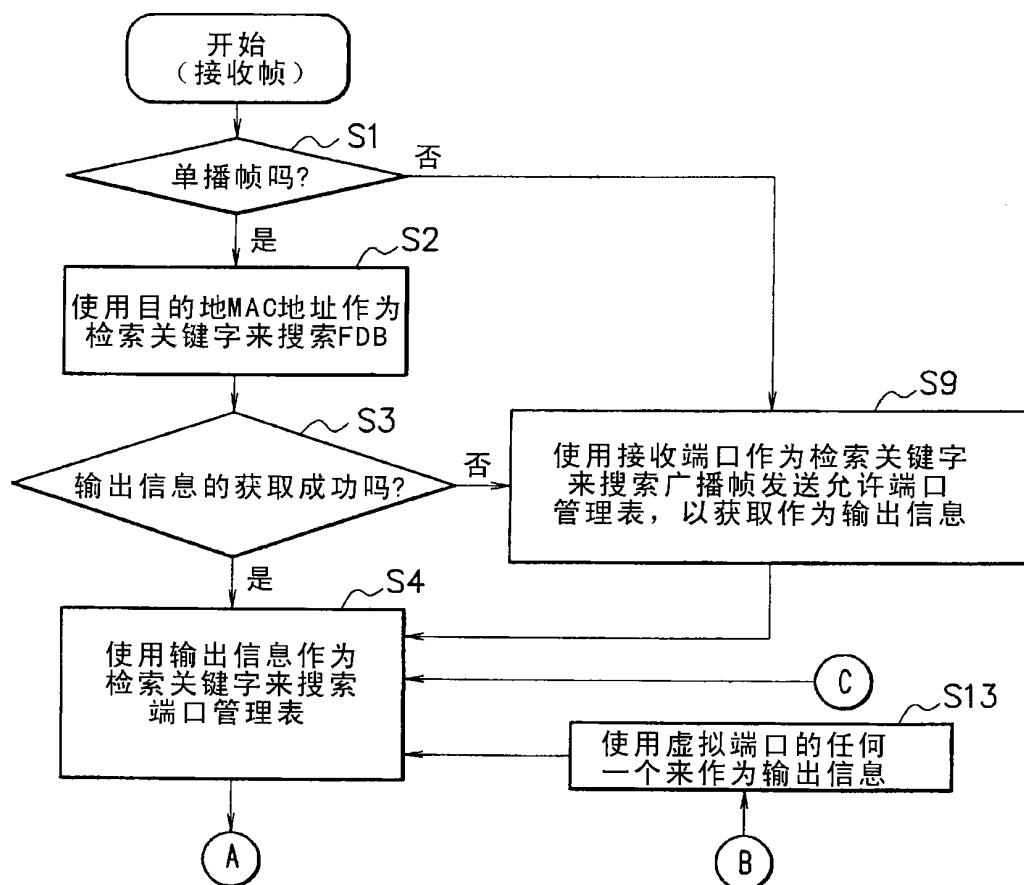
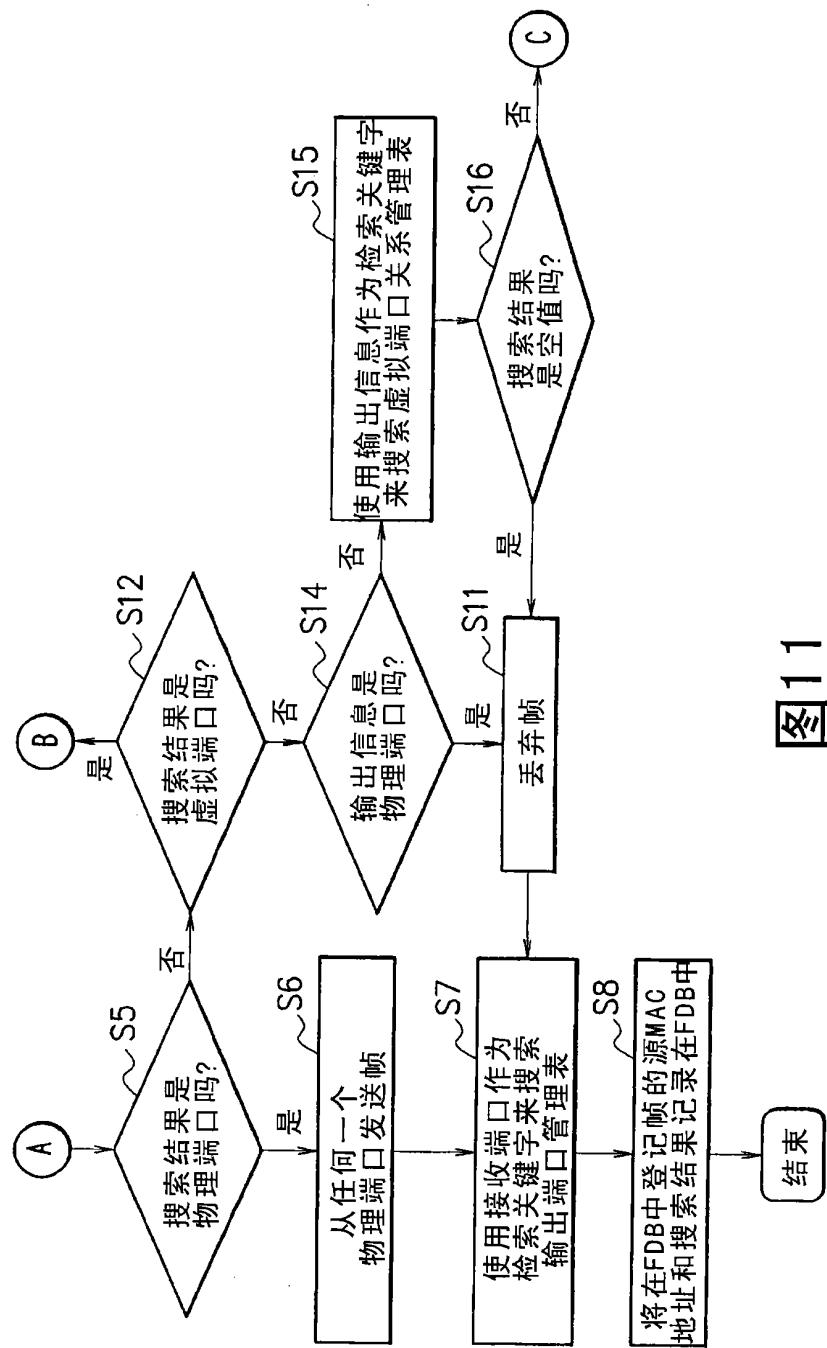


图10



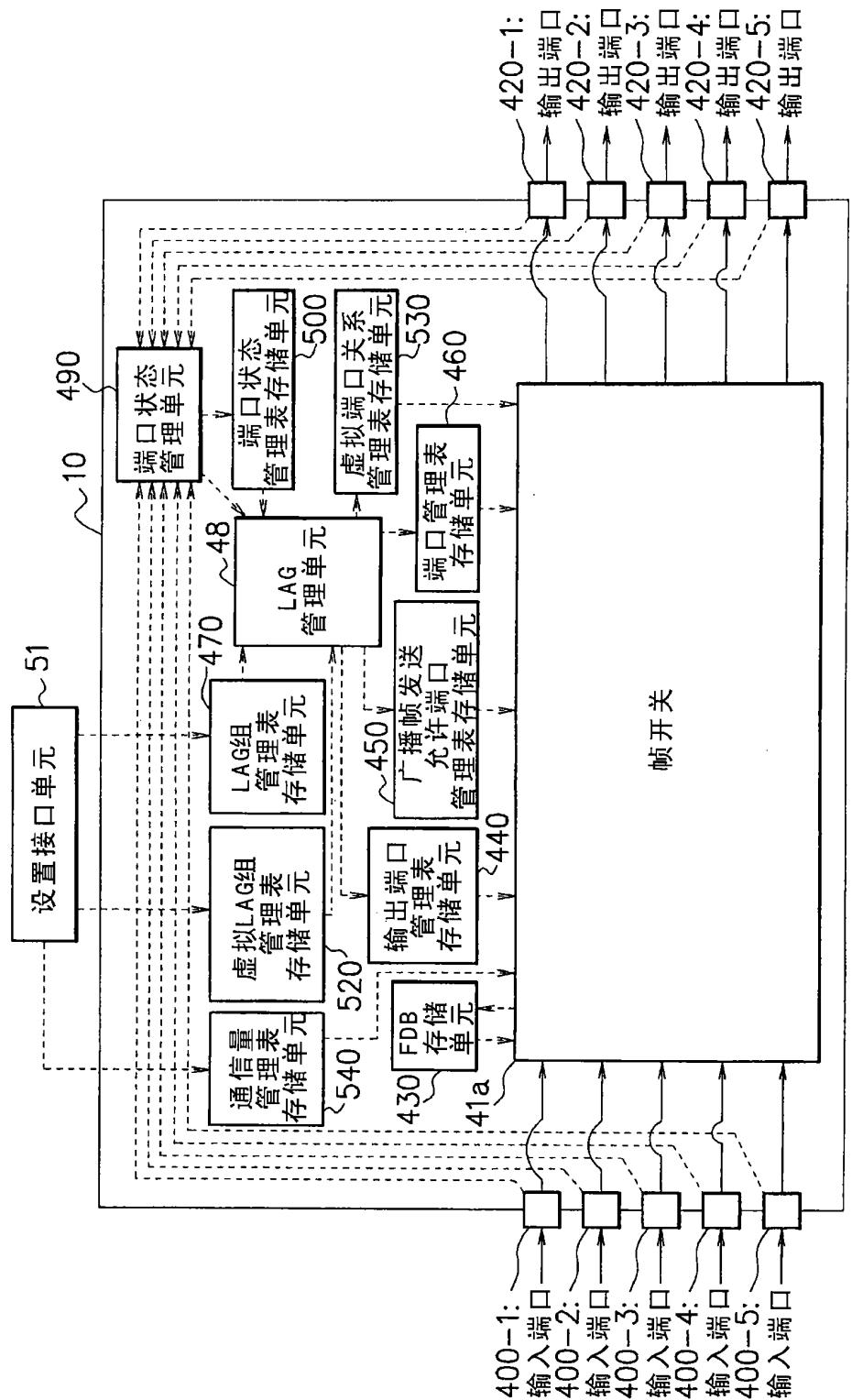


图 12

VLAN标识符	端口标识符
1	VP3
2	VP3

541

图13

目的地节点的节点标识符 (目的地信息)	VLAN标识符	输出端口的端口标识符 (输出信息)
节点200的MAC地址	1	VP3
节点200的MAC地址	2	VP3
节点200的MAC地址	3	VP1
节点300的MAC地址	1	P5
节点300的MAC地址	2	P5
节点300的MAC地址	3	P5

432

图14

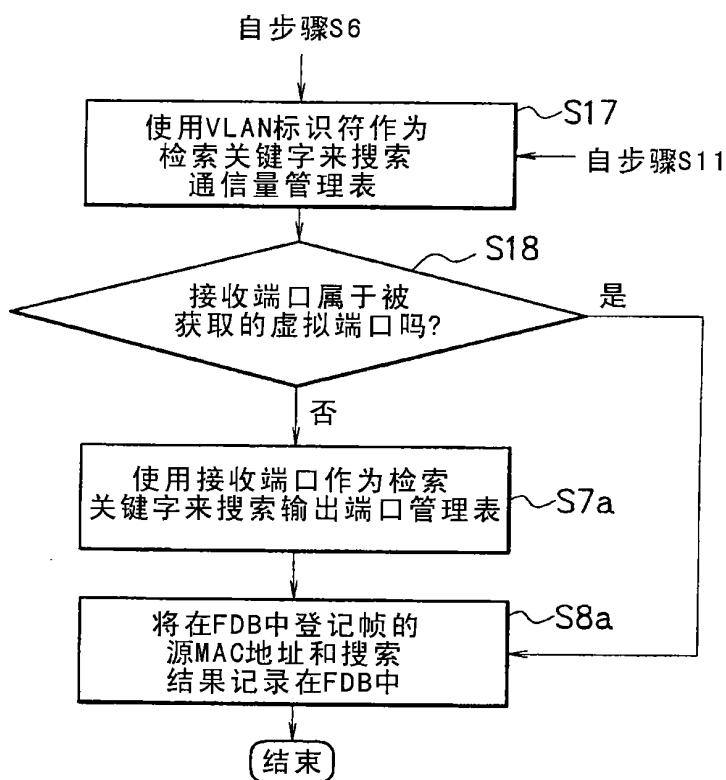


图15

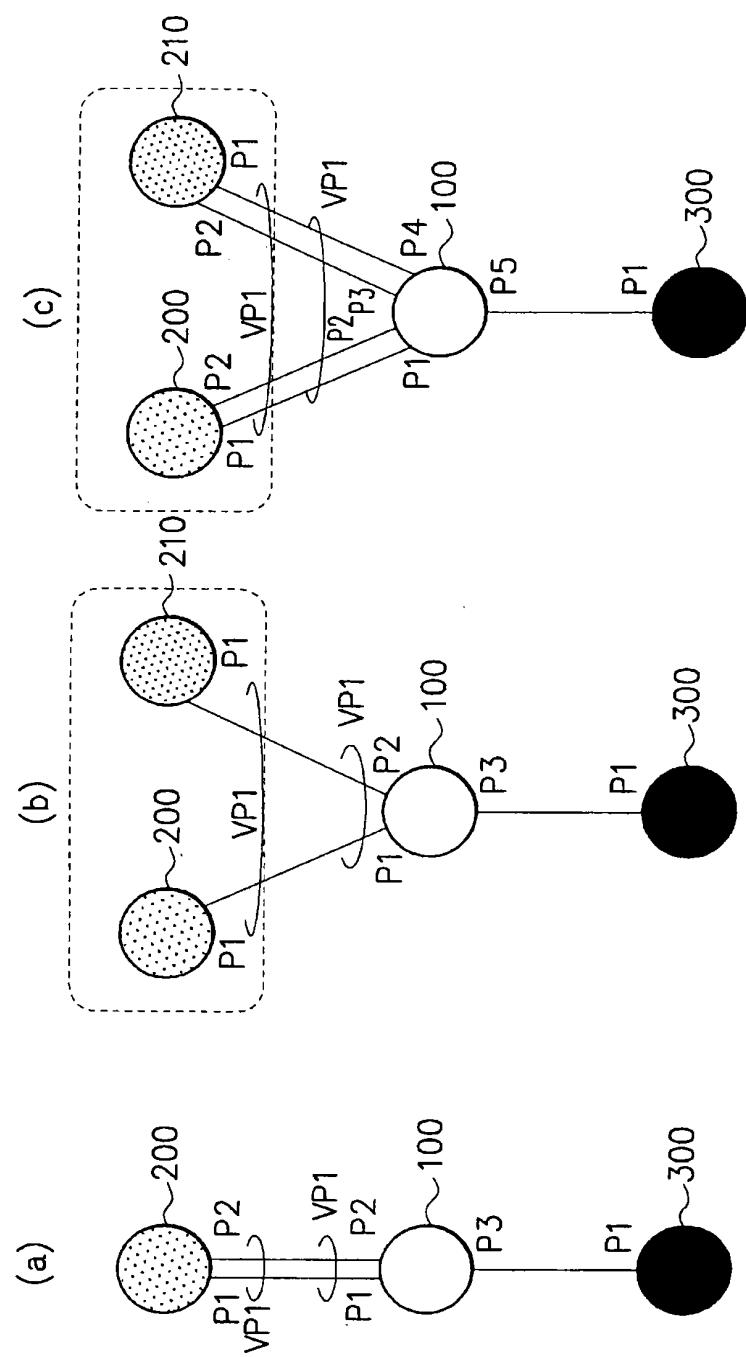
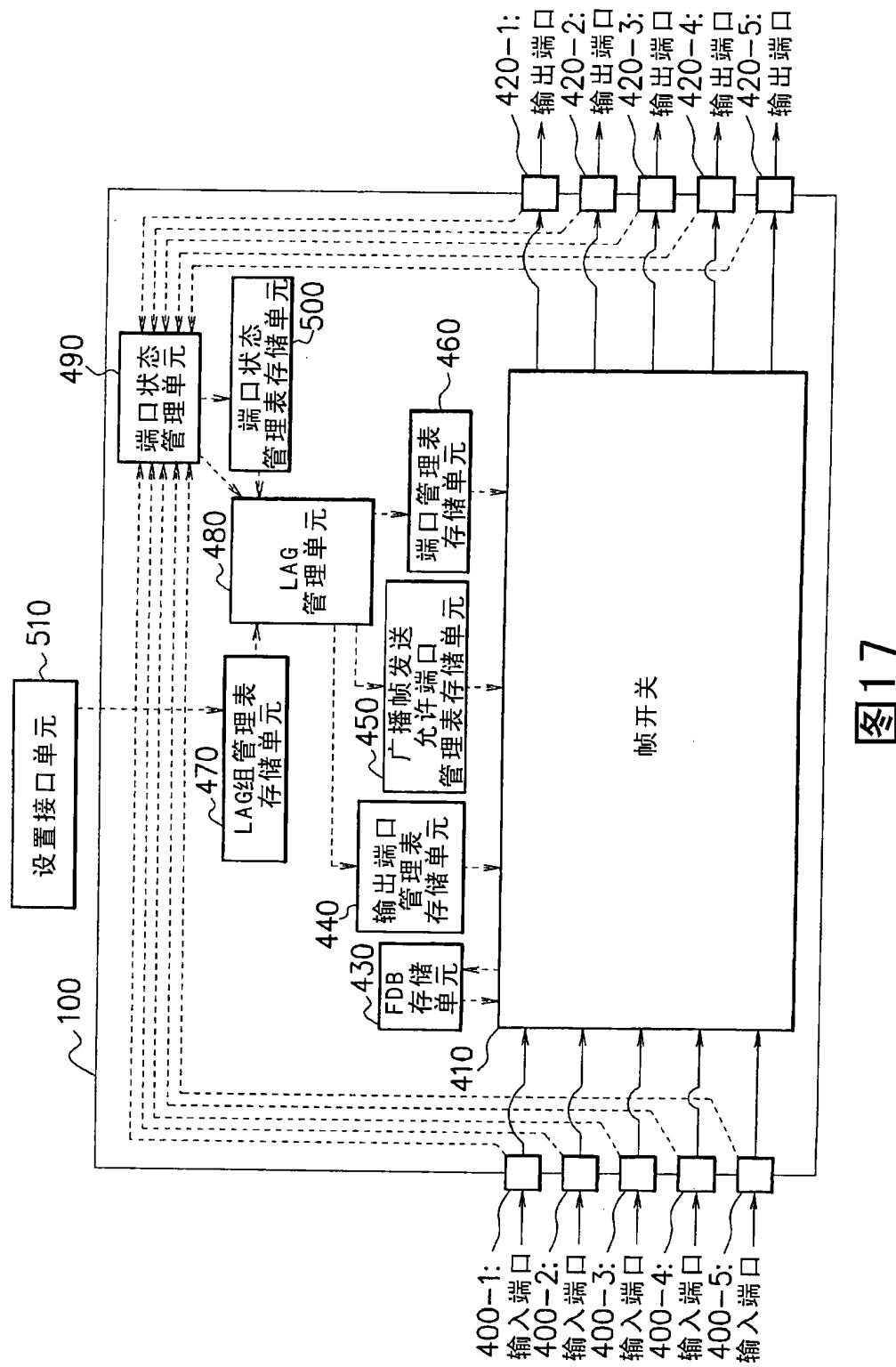


图16



目的地节点的端口标识符 (目的地信息)	输出端口的端口标识符 (输出信息)
节点200的MAC地址	VP1
节点210的MAC地址	VP1
节点300的MAC地址	P5

431

图18

物理端口的端口标识符	在FDB中被记录作为输出信息登记的端口标识符
P1	VP1
P2	VP1
P3	VP1
P4	VP1
P5	P5

441

图19

物理端口的端口标识符	允许发送广播帧的发送端口的端口标识符
P1	P5
P2	P5
P3	P5
P4	P5
P5	VPI

图20

451

端口标识符	端口标识符
VP1	P1,P3,P4
P5	P5

461

图21

LAG组的组标识符	被分配到LAG组的虚拟端口的端口标识符	属于LAG组的物理端口的端口标识符
LG1	VPI	P1,P2,P3,P4

471

图22

物理端口的 端口标识符	端口状态
P1	可用
P2	不可用
P3	可用
P4	可用
P5	可用

501

图23

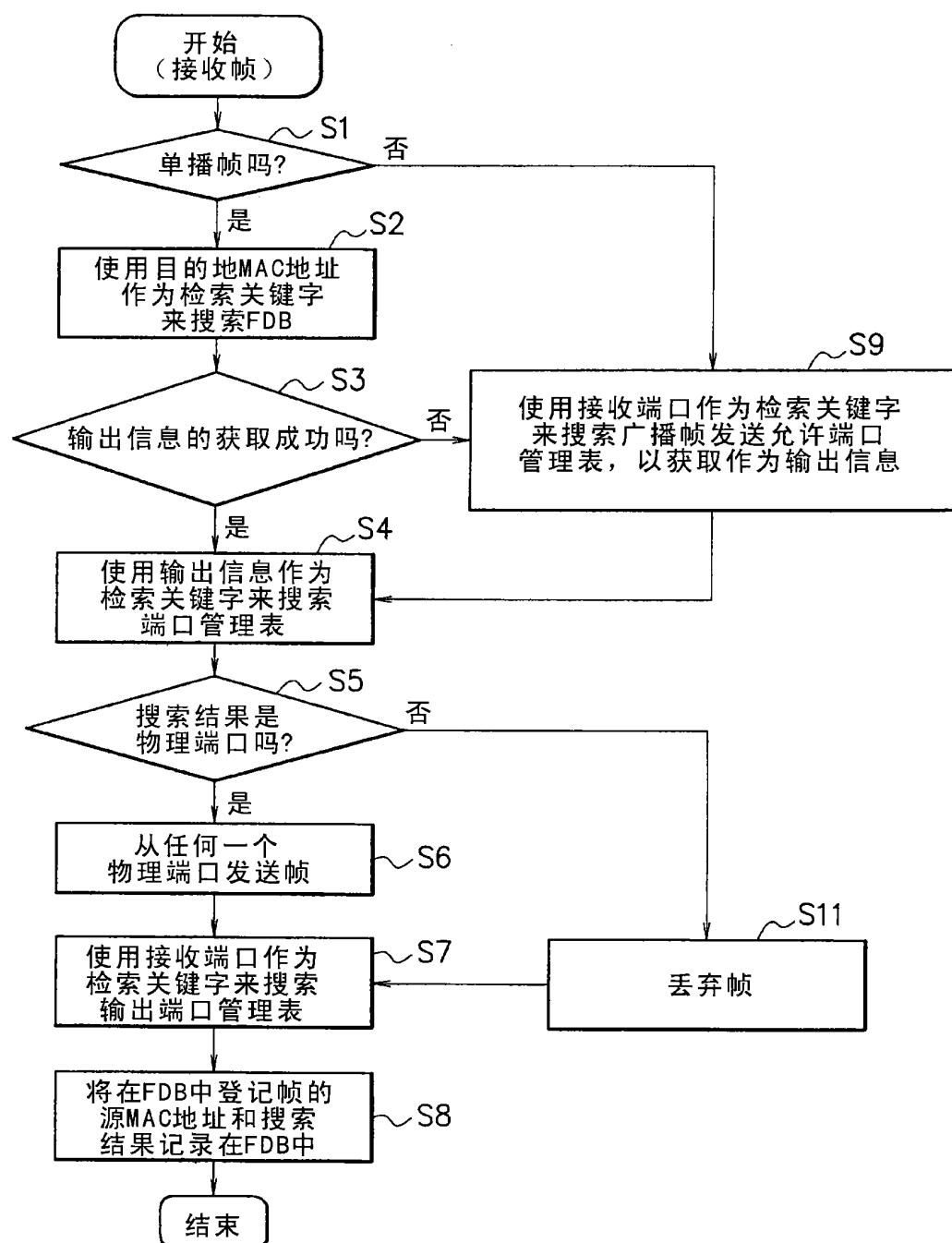


图24

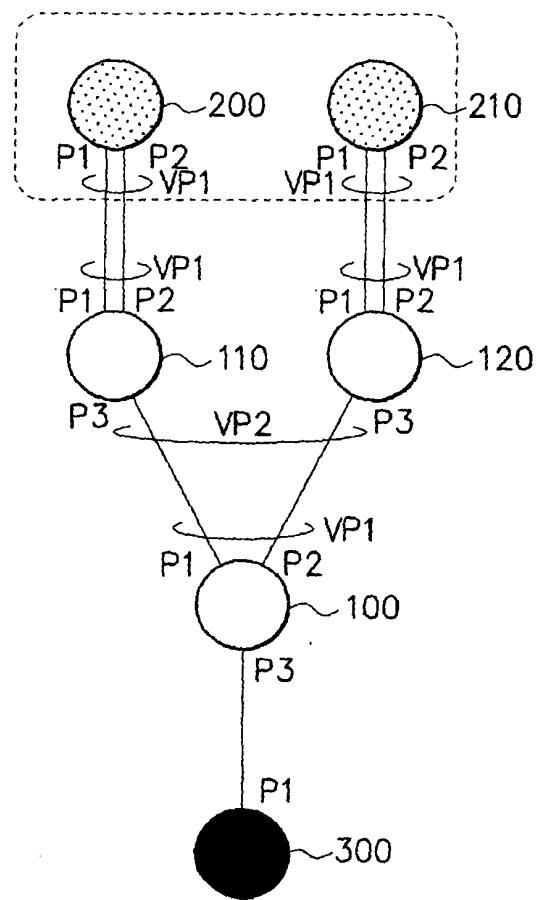


图25

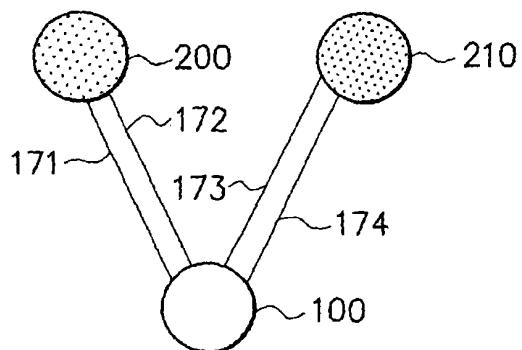


图26