



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780008006.1

[43] 公开日 2009年3月25日

[11] 公开号 CN 101395858A

[22] 申请日 2007.3.27  
 [21] 申请号 200780008006.1  
 [30] 优先权  
 [32] 2006.3.28 [33] JP [31] 088273/2006  
 [86] 国际申请 PCT/JP2007/056480 2007.3.27  
 [87] 国际公布 WO2007/119534 日 2007.10.25  
 [85] 进入国家阶段日期 2008.9.5  
 [71] 申请人 日本电话株式会社  
 地址 日本东京  
 [72] 发明人 丸吉政博 铃木宗良 波户邦夫  
 南胜也

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司  
 代理人 黄纶伟

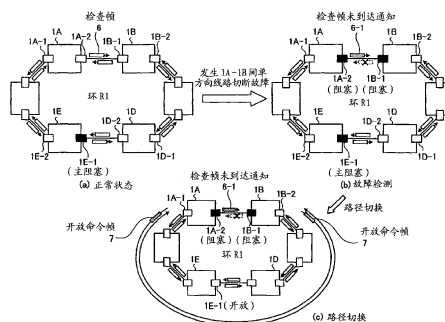
权利要求书4页 说明书25页 附图16页

## [54] 发明名称

环型冗余通信路径控制方法

## [57] 摘要

本发明涉及环型冗余通信路径控制方法，各个传送装置周期性地发送检查通信路径的检查帧，在一定时间未接收到检查帧时，检测通信路径的故障，并发送用于通知检查帧未到达的未到达通知帧，另外，在接收到未到达通知帧时，检测通信路径的故障。另外，各个传送装置在检测出故障时，将检测出故障的端口阻塞，从已阻塞的端口以外的另一端口发送用于命令开放主阻塞端口的开放命令帧，在接收到开放命令帧时，传送开放命令帧，在检测出故障而阻塞的端口以外的另一端口、或接收到开放命令帧的端口、或与端口构成相同的环型冗余通信路径的另一端口为主阻塞端口时，开放主阻塞端口。



1. 一种环型冗余通信路径控制方法，在通过将传送装置的两个端口与各个相邻的传送装置的端口连接来环状地连接多个传送装置、并冗余地构成沿相互相反的方向传送帧的帧传送路径的环型冗余通信路径下，

将把上述多个传送装置环状地连接的端口中的至少一个端口设为主阻塞端口，由此来唯一地选择上述帧传送路径，上述主阻塞端口即使在该环型冗余通信路径的正常状态下也处于阻塞状态，该环型冗余通信路径控制方法的特征在于，

各个上述传送装置包含以下步骤：

分别从与相邻的各个传送装置连接的各个端口向该相邻的各个传送装置周期性地发送检查帧的步骤，该检查帧用于检查与该相邻的各个传送装置之间的通信路径；

在与相邻的各个传送装置连接的端口在一定时间内未接收到从该相邻的传送装置发送的检查帧时，在该端口中检测上述通信路径的故障，从该端口向该相邻的传送装置发送用于通知检查帧未到达的情况的未到达通知帧的步骤；

当与相邻的各个传送装置连接的端口接收到从该相邻的传送装置发送的未到达通知帧时，在该端口中检测上述通信路径的故障的步骤；

当在与相邻的各个传送装置连接的端口中的任意一个端口中检测出故障时，阻塞检测出故障的该端口，从已阻塞的该端口以外的另一端口发送用于命令开放上述主阻塞端口的开放命令帧的步骤；

在接收到开放命令帧时，从与接收到该开放命令帧的端口构成相同的环型冗余通信路径的另一端口传送该开放命令帧的步骤；以及

在检测出故障而阻塞的上述端口以外的另一端口、或接收到上述开放命令帧的端口、或与该端口构成相同的环型冗余通信路径的另一端口为上述主阻塞端口时，开放该主阻塞端口的步骤。

2. 根据权利要求1所述的环型冗余通信路径控制方法，其特征在于，上述各个传送装置包含以下步骤：

对于通过未接收上述检查帧来检测故障的端口，在由该端口接收到检查帧时，在该端口中对修复进行检测，并中止来自该端口的上述未到达通知帧的发送的步骤；以及

对于通过接收上述未到达通知帧来检测故障的端口，当该端口在一定时间内未接收到未到达通知帧时，在该端口中对修复进行检测的步骤。

3. 根据权利要求2所述的环型冗余通信路径控制方法，其特征在于，在检测出故障的端口中检测出修复之后，

上述各个传送装置包含以下的步骤：

在将自身传送装置的任一个端口指定为上述主阻塞端口时，从指定的该端口向自身传送装置发送检查上述修复的修复检查帧的步骤；

在接收到上述发送给自身传送装置的修复检查帧时，阻塞被指定为主阻塞端口的上述端口，从已阻塞的该端口向自身传送装置发送用于命令开放已检测出上述修复的端口的修复开放命令帧的步骤；

在接收到发送给其他传送装置的修复检查帧时，从与接收到该修复检查帧的端口构成相同的环型冗余通信路径的另一端口传送该修复检查帧的步骤；以及

当接收到修复开放命令帧时，如果在自身传送装置中存在检测出上述修复的端口，则开放该端口的步骤。

4. 根据权利要求3所述的环型冗余通信路径控制方法，其特征在于，上述各个传送装置包含以下步骤：即，在接收到上述开放命令帧或修复开放命令帧时，将已学习了帧的传送目的地端口的传送表初始化。

5. 根据权利要求1至4中任意一项所述的环型冗余通信路径控制方法，其特征在于，

在如下的情况下，上述传送装置包含上述步骤，

即，存在多个上述环型冗余通信路径，构成多环型冗余通信路径，构成环型冗余通信路径的至少两个传送装置是还构成其他环型冗余通信路径的共用传送装置，

该共用传送装置的一个端口为构成该环型冗余通信路径以及该其他环型冗余通信路径的共用端口，

由与上述共用端口不同的另一第1端口构成该环型冗余通信路径，由与上述共用端口不同的另一第2端口构成该其他环型冗余通信路径。

6. 根据权利要求5所述的环型冗余通信路径控制方法，其特征在于，所述方法包含以下步骤：

在上述共用端口中检测出故障时，阻塞该共用端口，对于该共用端口所属的、预先设定为优先环的环型冗余通信路径，从构成该环型冗余通信路径的另一端口发送用于命令开放上述主阻塞端口的开放命令帧。

7. 一种环型冗余通信路径控制方法，在通过将传送装置的两个端口与各个相邻的传送装置的端口连接来环状地连接多个传送装置、并冗余地构成沿相互相反的方向传送帧的帧传送路径的环型冗余通信路径下，

将把上述多个传送装置环状地连接的端口中的至少一个端口设为主阻塞端口，由此来唯一地选择上述帧传送路径，该主阻塞端口即使在该环型冗余通信路径的正常状态下也处于阻塞状态，该环型冗余通信路径控制方法的特征在于，

上述各个传送装置包含以下的步骤：

从与相邻的各个传送装置连接的各个端口向该相邻的各个传送装置周期性地发送检查帧的步骤，该检查帧用于检查与该相邻的各个传送装置之间的通信路径；

当与相邻的各个传送装置连接的端口在一定时间内未接收到从该相邻的传送装置发送的检查帧时，在该端口中检测上述通信路径的故障，从该端口对该相邻的传送装置发送用于通知检查帧未到达的情况的未到达通知帧的步骤；

在与相邻的各个传送装置连接的端口接收到从该相邻的传送装置发送的未到达通知帧时，在该端口中检测上述通信路径的故障的步骤；

在接收到命令开放上述主阻塞端口的开放命令帧、即从具有通过未接收上述检查帧来检测故障的端口的传送装置、或具有通过接收上述未到达通知帧来检测故障的端口的传送装置中的任意一方发送的开放命令帧时，从与接收到该开放命令帧的端口构成相同的环型冗余通信路径的另一端口传送该开放命令帧的步骤；以及

在检测出故障而阻塞的上述端口以外的另一端口、或接收到上述开放命令帧的端口、或与该端口构成相同的环型冗余通信路径的另一端口为上述主阻塞端口时，开放该主阻塞端口的步骤，

所述方法还包括如下步骤：具有通过未接收上述检查帧来检测故障的端口的传送装置、或具有通过接收上述未到达通知帧来检测故障的端口的传送装置中的任意一方将检测出故障的该端口阻塞，从已阻塞的该端口以外的另一端口发送开放命令帧。

## 环型冗余通信路径控制方法

### 技术领域

本发明涉及使通信路径冗余化、并根据故障状况进行通信线路的切换的线路控制技术，尤其涉及适于通过环型冗余通信路径来实现冗余化的网络的环型冗余通信路径控制方法。

### 背景技术

当前，在通信企业提供的WAN(Wide Area Network: 广域网)业务中广泛采用了1+N型及1:N型的冗余结构，该冗余结构为了使用户的通信的可靠性提高而使通信企业网内的路径冗余化，并在发生了故障时切换线路来保护用户的通信。但是存在如下的问题，即为了在这些方式中构成冗余路径，而使链接数增加从而导致网络成本增大。因此，以较少的链接数就能够实现冗余化的环型冗余通信路径的采用取得了进展。

但是，在环型冗余通信路径中，当提供如广域以太网(注册商标)那样的多点对多点的通信路径的情况下，需要逻辑性地解除环路，在故障时进行路径切换的环控制。

因此，在非专利文献1所述的STP(Spanning Tree Protocol: 生成树协议)及、非专利文献2所述的RSTP(Rapid Spanning Tree Protocol: 快速生成树协议)等生成树类控制方法中，使环型冗余通信路径上的单个端口成为阻塞状态，由此来逻辑性地解除环结构。

但是在生成树类控制方法中，为了进行决定网络结构的路径计算而需要使用多种参数。因此存在如下的问题，即用于故障时路径切换的路径再计算成本变大，在路径切换中要耗费时间。

因此，在非专利文献3、4所述的基于环控制方式的EAPS(以太网(注册商标)Automatic Protection Switch: 自动保护切换)及非专利文献5所述的切换节点控制方法中，在环型冗余通信路径的主传送装置中，阻塞单方

的控制端口来逻辑性地解除环路，并发送在环型冗余通信路径中巡回的检查帧，在未接收到该检查帧时检测为故障，开放已阻塞的控制端口进行路径切换，由此来实现迅速的路径切换。

非专利文献1：IEEE802.1D-1998 Edition MAC bridges(8章)

非专利文献2：IEEE802.1D-2004 Edition MAC bridges(17章)

非专利文献3：RFC3619 Extreme Networks' Ethernet(注册商标)  
Automatic Protection Switching(EAPS) Version1

非专利文献4：安藤雅人，"LAN Switch技術～冗長化手法と最新技術～",pp.7-pp.9,Internet week 2003,[平成19年3月16日检索],因特网  
<[http://www.soi.wide.ad.jp/class/20030038/slides/40/index\\_1.html](http://www.soi.wide.ad.jp/class/20030038/slides/40/index_1.html)>

非专利文献5：安藤雅人，"LAN Switch技術～冗長化手法と最新技術～",pp.16-pp.19,Internet week 2003,[平成19年3月16日检索],因特网  
<[http://www.soi.wide.ad.jp/class/20030038/slides/40/index\\_1.html](http://www.soi.wide.ad.jp/class/20030038/slides/40/index_1.html)>

但是，在现有的环控制方式中，当检测出故障时，以开放主传送装置的控制端口来作为在故障位置解除环路的手段。从而，在发生了单方向线路断开时，尽管反方向线路导通但仍开放控制端口，所以导致单方向环路发生。另外，当由于传送迟延或传送装置内的传送缓冲器溢出而无法接收检查帧时，虽然实际上未发生故障但误检测出故障并开放控制端口。从而，导致环路发生。

为了解决该问题而考虑了以下的方式。即，由构成环型冗余通信路径的传送装置来决定主传送装置以及副传送装置，正常时阻塞主传送装置的控制端口，并开放副传送装置的控制端口，在检测出故障时，副传送装置阻塞控制端口，对主传送装置通知开放命令，主传送装置接收开放命令后开放控制端口。从而，在单方向线路切断的情况及抛弃了检查帧的情况下，可防止由故障的误检测而引起的环路的发生。

但该方式中，因为在故障发生时在故障位置以及副传送装置的控制端口这两个位置被逻辑性地阻塞，所以路径被分割成两条。在可以将环型冗余通信路径的多个线路中的一个线路作为主路径、仅在故障时使用其他线路的梯型冗余通信路径中是适合的，不过在应该在全部传送装置

之间确保路径的环型冗余通信路径中，则成为通信切断的原因。

因此，本发明的目的是提供这样一种环型冗余通信方法，其即使在单方向的线路切断的情况、或由于传送迟延或传送缓冲器的溢出等而抛弃了检查帧的情况下也能够防止环路的发生、且能够防止在发生故障时路径的分割的发生。

### 发明内容

在本发明中为了解决上述课题而采用了一种环型冗余通信路径控制方法，在通过将传送装置的两个端口与各个相邻的传送装置的端口连接来环状地连接多个传送装置、并冗余地构成沿相互相反的方向传送帧的帧传送路径的环型冗余通信路径下，将把上述多个传送装置环状地连接的端口中的至少一个端口设为主阻塞端口，由此来唯一地选择上述帧传送路径，上述主阻塞端口即使在该环型冗余通信路径的正常状态下也处于阻塞状态，该环型冗余通信路径控制方法的特征在于，各个上述传送装置包含以下步骤：分别从与相邻的各个传送装置连接的各个端口向该相邻的各个传送装置周期性地发送检查帧的步骤，该检查帧用于检查与该相邻的各个传送装置之间的通信路径；在与相邻的各个传送装置连接的端口在一定时间内未接收到从该相邻的传送装置发送的检查帧时，在该端口中检测上述通信路径的故障，从该端口向该相邻的传送装置发送用于通知检查帧未到达的情况的未到达通知帧的步骤；当与相邻的各个传送装置连接的端口接收到从该相邻的传送装置发送的未到达通知帧时，在该端口中检测上述通信路径的故障的步骤；当在与相邻的各个传送装置连接的端口中的任意一个端口中检测出故障时，阻塞检测出故障的该端口，从已阻塞的该端口以外的另一端口发送用于命令开放上述主阻塞端口的开放命令帧的步骤；在接收到开放命令帧时，从与接收到该开放命令帧的端口构成相同的环型冗余通信路径的另一端口传送该开放命令帧的步骤；以及在检测出故障而阻塞的上述端口以外的另一端口、或接收到上述开放命令帧的端口、或与该端口构成相同的环型冗余通信路径的另一端口为上述主阻塞端口时，开放该主阻塞端口的步骤。



从而，因为阻塞了将发生了故障的线路或传送装置进行连接的端口、并在正常时开放阻塞的端口，所以即使在故障时阻塞了端口，也不会分割环型冗余通信路径而能够进行路径的切换。另外，因为在一定时间内未接收到检查帧时检测故障、并向相邻的传送装置发送检查帧未到达通知，所以在发生了单方向线路切断的线路中，连接该线路的两端的传送装置均能够检测线路故障。另外，因为检测出故障的传送装置将该检测出的端口阻塞，所以能够与两方向线路切断同样地来处理单方向线路切断，可防止单方向环路的发生。另外，在检测出故障的传送装置阻塞了该检测出的端口之后，从其他端口发送开放命令帧，在接收到开放命令帧的传送装置保持阻塞端口的情况下，开放该阻塞端口，因此可以在保持始终设有环的逻辑性终端点的状态下切换路径，这样能够防止环路的发生。

另外，根据本发明第一方面所述的环型冗余通信路径控制方法中的特征是，上述各个传送装置包含以下步骤：对于通过未接收上述检查帧来检测故障的端口，在由该端口接收到检查帧时，在该端口中对修复进行检测，并中止来自该端口的上述未到达通知帧的发送的步骤；以及对于通过接收上述未到达通知帧来检测故障的端口，当该端口在一定时间内未接收到未到达通知帧时，在该端口中对修复进行检测的步骤。从而，传送装置能够检测出故障的修复。

另外，根据本发明第二方面所述的环型冗余通信路径控制方法中的特征是，在检测出故障的端口中检测出修复之后，上述各个传送装置包含以下的步骤：在将自身传送装置的任一个端口指定为上述主阻塞端口时，从指定的该端口向自身传送装置发送检查上述修复的修复检查帧的步骤；在接收到上述发送给自身传送装置的修复检查帧时，阻塞被指定为主阻塞端口的上述端口，从已阻塞的该端口向自身传送装置发送用于命令开放已检测出上述修复的端口的修复开放命令帧的步骤；在接收到发送给其他传送装置的修复检查帧时，从与接收到该修复检查帧的端口构成相同的环型冗余通信路径的另一端口传送该修复检查帧的步骤；以及当接收到修复开放命令帧时，如果在自身传送装置中存在检测出上述

修复的端口，则开放该端口的步骤。从而，在阻塞端口后发送修复开放命令帧，接收到修复开放命令帧的传送装置在接收到修复开放命令帧之后开放阻塞端口，因此可以在保持始终设有环的逻辑性终端点的状态下切换路径，这样能够防止环路的发生。

另外，根据本发明第三方面所述的环型冗余通信路径控制方法中的特征是，上述各个传送装置包含以下步骤：即，在接收到上述开放命令帧或修复开放命令帧时，将已学习了帧的传送目的地端口的传送表初始化。从而，在故障发生时或故障修复时，接收到开放命令帧或修复开放命令帧的传送装置使传送表初始化，所以不会在基于伴随路径切换的传送表的传送路径和实际的传送路径之间发生不匹配。

另外，根据本发明第一方面至第四方面中任意一项所述的环型冗余通信路径控制方法中的特征是，在如下的情况下，上述传送装置包含上述步骤，即，存在多个上述环型冗余通信路径，构成多环型冗余通信路径，构成环型冗余通信路径的至少两个传送装置是还构成其他环型冗余通信路径的共用传送装置，该共用传送装置的一个端口为构成该环型冗余通信路径以及该其他环型冗余通信路径的共用端口，由与上述共用端口不同的另一第1端口构成该环型冗余通信路径，由与上述共用端口不同的另一第2端口构成该其他环型冗余通信路径。

另外，根据本发明第五方面所述的环型冗余通信路径控制方法中的特征是，包含以下步骤：在上述共用端口中检测出故障时，阻塞该共用端口，对于该共用端口所属的、预先设定为优先环的环型冗余通信路径，从构成该环型冗余通信路径的另一端口发送用于命令开放上述主阻塞端口的开放命令帧。从而，在多环型冗余通信路径中的共用线路中发生了故障时，将共用该共用线路的多个环型冗余通信路径中的仅一个环型冗余通信路径预先设定为优先环，仅利用该优先环发送开放命令帧来进行路径切换，因此能够防止跨越多个环型冗余通信路径的超级环路的发生。

另外，本发明涉及一种环型冗余通信路径控制方法，在通过将传送装置的两个端口与各个相邻的传送装置的端口连接来环状地连接多个传送装置、并冗余地构成沿相互相反的方向传送帧的帧传送路径的环型冗

余通信路径下，将把上述多个传送装置环状地连接的端口中的至少一个端口设为主阻塞端口，由此来唯一地选择上述帧传送路径，该主阻塞端口即使在该环型冗余通信路径的正常状态下也处于阻塞状态，该环型冗余通信路径控制方法的特征在于，上述各个传送装置包含以下的步骤：从与相邻的各个传送装置连接的各个端口向该相邻的各个传送装置周期性地发送检查帧的步骤，该检查帧用于检查与该相邻的各个传送装置之间的通信路径；当与相邻的各个传送装置连接的端口在一定时间内未接收到从该相邻的传送装置发送的检查帧时，在该端口中检测上述通信路径的故障，从该端口对该相邻的传送装置发送用于通知检查帧未到达的情况的未到达通知帧的步骤；在与相邻的各个传送装置连接的端口接收到从该相邻的传送装置发送的未到达通知帧时，在该端口中检测上述通信路径的故障的步骤；在接收到命令开放上述主阻塞端口的开放命令帧、即从具有通过未接收上述检查帧来检测故障的端口的传送装置、或具有通过接收上述未到达通知帧来检测故障的端口的传送装置中的任意一方发送的开放命令帧时，从与接收到该开放命令帧的端口构成相同的环型冗余通信路径的另一端口传送该开放命令帧的步骤；以及在检测出故障而阻塞的上述端口以外的另一端口、或接收到上述开放命令帧的端口、或与该端口构成相同的环型冗余通信路径的另一端口为上述主阻塞端口时，开放该主阻塞端口的步骤，所述方法还包括如下步骤：具有通过未接收上述检查帧来检测故障的端口的传送装置、或具有通过接收上述未到达通知帧来检测故障的端口的传送装置中的任意一方将检测出故障的该端口阻塞，从已阻塞的该端口以外的另一端口发送开放命令帧。

如上所述，根据本发明，即使在单方向线路切断了的情况、或由于传送迟延以及传送缓冲器的溢出等而抛弃了检查帧的情况下，也能够防止环路的发生。另外，还能够防止在发生故障时路径分割的发生。

附图说明：

图1是表示本发明一实施方式的环路控制系统的适用场合的图。

图2是表示传送装置的内部结构的图。

图3是表示在端口信息存储部、优先环信息存储部以及传送表存储部中所存储的信息的结构的图。

图4是表示在传送装置间传送且用于控制环的控制帧的格式的图。

图5是表示本发明一实施方式的环控制系统的动作概要的图。

图6是表示在发生了故障时传送装置的动作的流程图。

图7是表示在修复时接受了切回指示的传送装置的动作的流程图。

图8是表示在修复时接受了切回指示的传送装置以外的传送装置的动作的流程图。

图9是表示具有共用端口的多环型冗余通信路径的连接形态的图。

图10-1是表示正常时的各传送装置的端口信息存储部以及优先环信息存储部中所存储的信息的图。

图10-2是表示正常时的各传送装置的端口信息存储部以及优先环信息存储部中所存储的信息的图。

图11是说明在传送装置间发生了故障的情况的图。

图12是说明在共用线路中发生了故障的情况的图。

图13-1是表示故障时的各传送装置的端口信息存储部中所存储的信息的图。

图13-2是表示故障时的各传送装置的端口信息存储部中所存储的信息的图。

图14是说明在传送装置间发生的故障已修复的情况的图。

图15是表示在修复时的各传送装置的端口信息存储部中所存储的信息的图。

标号说明：

1 传送装置；1-1，1-2，1-3端口；2 环控制部；3，3-1，3-2，3-3 控制帧管理部；4 端口信息存储部；5 优先环信息存储部；6 检查帧；6-1 检查帧未到达通知帧；7 开放命令帧；8 修复检查帧；9 修复开放命令帧。

具体实施方式

以下，采用附图对本发明的实施方式进行详细的说明。

### [结构]

首先,对本发明实施方式的环控制系统的结构进行详细的说明。图1是表示本发明一实施方式的环控制系统的适用场合的图。该环控制系统由6台传送装置1A、1B、1C、1D、1E、1F构成,各传送装置分别具有两个端口1A-1、1A-2、~、1F-2。此外,图1的环控制系统为一例,本发明不被传送装置的台数及端口数量所限定。

传送装置1A、1B、1C、1D、1E、1F所具备的各个端口1A-1、1A-2、~、1F-2是属于环型冗余通信路径R1(环R1)的端口,各个端口与相邻的传送装置连接,从而构成环R1。

图2是表示图1所示的传送装置1A、1B、1C、1D、1E、1F的内部结构的图。在本实施方式中,传送装置1A、1B、1C、1D、1E、1F的内部结构相同,以下,将这些总称为传送装置1。传送装置1具有:端口1-1、1-2、1-3、环控制部2以及控制帧管理部3-1、3-2、3-3。环控制部2具有:端口信息存储部4、优先环信息存储部5以及未图示的传送表存储部,控制帧管理部3-1、3-2、3-3与端口1-1、1-2、1-3分别对应,并经由端口1-1、1-2、1-3来收发控制帧以及通常帧(包含由利用环型冗余通信路径的用户所收发的用户数据的帧)。

另外,在图2中例示了传送装置1具有端口1-1、1-2、1-3这三个端口的结构,不过本发明不限于此。例如,在传送装置1被用作如图1所示的单个环控制系统中的传送装置时,传送装置1只要具有至少两个端口即可。另一方面,如后述那样,在传送装置1被用作多环型冗余通信路径的环控制系统中的共用传送装置时,传送装置1只要具有至少三个端口即可。另外,在图2中例示了传送装置1的环控制部2具有优先环信息存储部5的结构,不过本发明不限于此。例如,在传送装置1被用作如图1所示的单个环控制系统中的传送装置时,并非一定要具有优先环信息存储部5。另一方面,如后述那样,在传送装置1被用作多环型冗余通信路径的环控制系统中的共用传送装置时,优选具有优先环信息存储部5。

图3是表示图2所示的端口信息存储部4以及优先环信息存储部5中所存储的信息的结构、以及图2中未图示的传送表存储部中所存储的信息的

结构的图。在端口信息存储部4中保存有端口信息，端口信息按照每一个端口ID由与该端口连接的相邻装置ID(相邻的传送装置的ID)、该端口的传送状态(例如，阻塞、开放、主阻塞、修复、NULL)以及该端口所属的环IDs构成。另外，在优先环信息存储部5中保存有优先环信息，优先环信息由针对装置ID(传送装置ID)的优先环ID构成。此外，在传送表存储部中所存储的传送表由传送控制帧以及通常帧所必需的信息构成，包含已学习的帧的传送目的地端口。

例如，如图3所示，传送表存储部具有：传送装置1接收控制帧和通常帧的端口即接收端口ID、与发送控制帧以及通常帧的送达地址相关的信息、以及输出这些帧的端口即输出端口ID。另外，虽然与本实施方式所设定的事例不同，但根据在环型冗余通信路径中所应用的协议，还考虑了传送表存储部由与跳数及成本相关的信息等构成的情况。

另外，在这里对表示端口传送状态的术语进行说明，“阻塞”是指端口关闭、仅传送控制帧而不传送通常帧的状态。在本实施方式中，当在端口中检测出通信路径的故障时，就“阻塞”该端口。另外，“开放”是指端口打开、不仅传送控制帧还传送通常帧的状态。在本实施方式中，后述的“主阻塞”端口以外的端口在该环型冗余通信路径的正常状态下设为“开放”端口。另外，“主阻塞”与“阻塞”同样是指端口关闭、仅传送控制帧而不传送通常帧的状态。不过，“主阻塞”与“阻塞”不同，其以唯一地选择帧传送路径为目的，即使在该环型冗余通信路径的正常状态下也阻塞。另外，“修复”与“阻塞”及“主阻塞”同样，是指端口关闭、仅传送控制帧而不传送通常帧的状态。在本实施方式中，当对检测出故障的端口检测修复时，将该端口设为“修复”端口，不过该环型冗余通信路径整体并未完全修复，所以成为不传送通常帧的状态。

图4是表示在图1及图2所示的传送装置间传送且用于控制环的控制帧的格式的图。检查帧6保存有：以太帧头(DA/发送目的地地址、SA/发送源地址)、自身的传送装置ID、未到达标志、优先环ID、非优先环IDs。这里，传送装置1在发送检查帧时，将未到达标志设定为“OFF”进行发送，在发送检查帧未到达通知时，将未到达标志设定为“ON”进行发送。即，

传送装置1将未到达标志被设定为“ON”的检查帧作为检查帧未到达通知6-1进行发送。另外，开放命令帧7、修复检查帧8以及修复开放命令帧9分别保存以太帧头(DA/发送目的地地址、SA/发送源地址)、种类、发送目的地的传送装置的ID、自身的传送装置的ID、优先环ID、非优先环标志。根据该种类来区别开放命令帧7、修复检查帧8以及修复开放命令帧9。此外，虽然图4未示出，但在控制帧中还有修复检查失败帧。

图2中，传送装置1的环控制部2具有以下功能：

(1) 将端口1-1~1-3控制为“阻塞”“开放”“主阻塞”“修复”的状态的功能；

(2)将端口控制的结果存储为端口信息存储部4的传送状态的功能；

(3)从与接收控制帧的端口属于相同的环的另一端口传送该控制帧的功能(例如图1中，在传送装置1A的端口1A-1接收了控制帧时，从端口1A-2传送该控制帧。);

(4)将在未图示的传送表存储部中所存储的传送表初始化的功能；

(5) 在端口中未接收到检查帧6时、或接收到了检查帧未到达通知6-1时，阻塞该端口，然后从与该端口属于相同的环的另一端口发送开放命令帧7的功能；

(6)在接收到开放命令帧7时，开放端口信息存储部4的传送状态为“主阻塞”的端口的功能；

(7)在通过用户的操作指定了端口并输入切回指示时，发送修复检查帧8，从另一端口接收该修复检查帧8，在将该指定的端口设为“主阻塞”后，从该端口发送修复开放命令帧9的功能；

(8)在接收到修复开放命令帧9时，开放端口信息存储部4的传送状态为“修复”的端口的功能。

另外，传送装置1的控制帧管理部3(以下，将控制帧管理部3-1、3-2、3-3总称为控制帧管理部3。)具有以下功能：

(1)在从端口接收到控制帧时，向环控制部2通知该控制帧的功能；

(2)根据来自环控制部2的控制帧发送指示，从端口发送该控制帧的功能；

(3)在端口的传送状态为“开放”时，从属于相同的环的另一端口传送控制帧以及通常帧，在端口的传送状态为“主阻塞”“阻塞”“修复”时，仅传送控制帧而不传送通常帧的功能。

[动作]

接着，对本发明实施方式的环控制系统的动作进行详细的说明。图5是表示图1所示的环控制系统的动作概要的图。图5(a)、(b)、(c)分别表示正常状态时、检出故障时、路径切换时的动作状态。

在图5(a)中，各传送装置与相邻的传送装置之间相互收发检查帧6。此外，设传送装置1E的端口1E-1为“主阻塞”的状态。如前述的传送装置1的控制帧管理部3的功能(3)所示那样，传送装置1E经由已“主阻塞”的端口1E-1，与传送装置1D之间收发检查帧6以及开放命令帧7等控制帧，而不收发通常帧。从而，构成环控制系统的物理性的环R1在逻辑上具有终端点，所以不会发生通常帧的环路。

在图5(b)中，参照图6来说明在传送装置1A与传送装置1B之间从传送装置1B向传送装置1A的方向成为线路切断时的动作。在以下的说明中，图5和图6之间编号不同，请留意图6是遵从图2的编号。当从传送装置1B向传送装置1A的方向的线路发生切断时，传送装置1A在一定时间内未经由端口1A-2接收到检查帧6(步骤S6-2)，因此在端口1A-2中检测故障。在此情况下，即使在发生了检查帧6的传送迟延或传送装置1A内的传送缓冲器溢出时也能够检测出故障。然后，传送装置1A从检测出故障的端口1A-2发送检查帧未到达通知6-1(步骤S6-3)。并且，传送装置1A阻塞检测出故障的端口1A-2，将端口信息存储部4的传送状态改写为“阻塞”(步骤S6-5)。另一方面，当传送装置1B经由端口1B-1接收到检查帧未到达通知6-1时(步骤S6-12、6-4)，在端口1B-1中检测故障。然后，传送装置1B阻塞检测出故障的端口1B-1，将端口信息存储部4的传送状态改写为“阻塞”(步骤S6-5)。

图5(C)中，参照图6对进行路径切换的动作进行说明。传送装置1A以及传送装置1B经由与检测出故障的端口1A-2、1B-1属于相同的环R1的其他端口1A-1、1B-2，发送开放命令帧7(步骤S6-6~6-11)。另一方面，接



收到开放命令帧7的传送装置将传送表初始化，并经由与接收的端口属于相同的环R1的其他端口来传送该开放命令帧7(步骤S6-15~6-26)。在此情况下，当保持“主阻塞”端口1E-1的传送装置1E接收到开放命令帧7时，除了如前述那样使传送表初始化(步骤S6-19)并经由其他端口传送开放命令帧7(步骤S6-26)之外，还“开放”“主阻塞”端口1E-1，将端口信息存储部4的传送状态改写为“开放”(步骤S6-20~6-23)。

这里，在通过一定时间内未接收到检查帧6而检测故障的端口1A-2中，当此后接收到检查帧6时，传送装置1A的环控制部2检测出故障的修复，将端口信息存储部4的传送状态改写为“修复”。在此情况下，当故障修复时，传送装置1A的控制帧管理部3-1中止来自端口1A-2的检查帧未到达通知6-1的发送。另一方面，当通过接收到检查帧未到达通知6-1而检测故障的传送装置1B此后在一定时间内未经由端口1B-1接收到检查帧未到达通知6-1时，传送装置1B的环控制部2检测出故障的修复，并将端口信息存储部4的传送状态改写为“修复”。

根据图5以及图6所示的动作，在从传送装置1B的端口1B-1向传送装置1A的端口1A-2的方向发生了线路切断时，阻塞端口1B-1、1A-2，并且“开放”传送装置1E的“主阻塞”端口1E-1。从而，在发生了单方向线路切断时，可以一边防止发生单方向环路一边进行路径切换。其次还可防止发生路径分割，在环型冗余通信路径中，能够在全部的传送装置间确保路径。

接着，参照图6来进一步详细地说明图5(b)中在传送装置1A和传送装置1B之间从传送装置1B向传送装置1A的方向成为线路切断时的动作、和进行路径切换的动作。以下，按顺序说明传送装置1A的动作、传送装置1B的动作、传送装置1A、1B及1E以外的其他传送装置的动作、具有主阻塞端口的传送装置1E的动作。另外以下，图5所示的传送装置1A的端口1A-2为“1-1端口”，图5所示的传送装置1A的端口1A-1为“1-2端口”，图5所示的传送装置1B的端口1B-1为“1-1端口”，图5所示的传送装置1B的端口1B-2为“1-2”端口，图5所示的传送装置1E的端口1E-1为“1-1”端口，图5所示的传送装置1E的端口1E-2为“1-2”端口。另外，以下所说明的动作仅为一例，本发明的动作不限于此。

首先，对传送装置1A的动作进行说明，传送装置1A经由1-1端口(端口1A-2)与相邻的传送装置1B之间相互收发检查帧6(步骤S6-1)。这里，传送装置1A判定1-1端口(端口1A-2)是否接收到检查帧6(步骤S6-2)，所以在从传送装置1B向传送装置1A的方向成为线路切断时，传送装置1A判定为1-1端口(端口1A-2)未接收到检查帧6(步骤S6-2否定)。

于是，传送装置1A在控制帧管理部3-1中从1-1端口(端口1A-2)向传送装置1B发送用于通知检查帧还未到达的未到达通知帧6-1(步骤S6-3)。并且，传送装置1A在控制帧管理部3-1中对环控制部2通知已发送了未到达通知帧6-1的情况(步骤S6-4)。由此，传送装置1A在环控制部2中阻塞检测出故障的1-1端口(端口1A-2)，并将端口信息存储部4的1-1端口(端口1A-2)的传送状态改写为“阻塞”(步骤S6-5)。

接着，传送装置1A判定端口信息存储部4的1-1端口(端口1A-2)的环IDs是否保存了优先环信息存储部5的优先环ID(步骤S6-6)。这里在本实施方式中，端口信息存储部4的环IDs和优先环信息存储部5的优先环ID都为“RI”(步骤S6-6肯定)，所以传送装置1A取得在端口信息存储部4的环IDs中保存“RI”的1-2端口(端口1A-1)(步骤S6-13)。

然后，传送装置1A判定已取得的端口1-2端口(端口1A-1)的传送状态是否为“主阻塞”(步骤S6-8)。在本实施方式中，1-2端口(端口1A-1)的传送状态不是“主阻塞”(步骤S6-8否定)，所以传送装置1A在环控制部2中使传送表存储部初始化(步骤S6-9)，接着指示控制帧管理部3-2从端口1-2端口(端口1A-1)发送开放命令帧7(步骤S6-10)，该开放命令帧7用于命令开放主阻塞端口。另外此时，设送达地址为1-1端口(端口1A-2)的相邻装置即传送装置1B。然后，传送装置1A在控制帧管理部3-2中从1-2端口(端口1A-1)发送开放命令帧7(步骤S6-11)。

接着，对传送装置1B的动作进行说明，传送装置1B与传送装置1A同样，经由1-1端口(端口1B-1)与相邻的传送装置1A之间相互地收发检查帧6(步骤S6-1)，并判定1-1端口(端口1B-1)是否接收了检查帧6(步骤S6-2)。但是，传送装置1B还判定1-1端口(端口1B-1)是否接收到未到达通知帧6-1(步骤S6-12)，当从传送装置1B向传送装置1A的方向成为线路切断时，

传送装置1B判定为1-1端口(端口1B-1)接收到了未到达通知帧6-1(步骤S6-12肯定)。

然后,与传送装置1A同样,传送装置1B在控制帧管理部3-1中对环控制部2通知已接收到未到达通知帧6-1(步骤S6-4),在环控制部2中,阻塞检测出故障的1-1端口(端口1B-1),将端口信息存储部4的1-1端口(端口1B-1)的传送状态改写为“阻塞”(步骤S6-5),并判定端口信息存储部4的1-1端口(端口1B-1)的环IDs是否保存了优先环信息存储部5的优先环ID(步骤S6-6),取得在端口信息存储部4的环IDs中保存“RI”的1-2端口(端口1B-2)(步骤S6-13),判定已取得的端口1-2端口(端口1B-2)的传送状态是否为“主阻塞”(步骤S6-8),在环控制部2中使传送表存储部初始化(步骤S6-9),指示控制帧管理部3-2从端口1-2端口(端口1B-2)发送开放命令帧7(步骤S6-10),该开放命令帧7用于命令开放主阻塞端口,在控制帧管理部3-2中,从1-2端口(端口1B-2)发送开放命令帧7(步骤S6-11)。另外此时,送达地址为1-1端口(端口1B-1)的相邻装置即传送装置1A。

接着,对传送装置1A、1B及1E以外的其他传送装置的动作进行说明,由于其他传送装置判定1-2端口(或者也可以是1-1端口,不过以下设为在1-2端口接收)是否接收到开放命令帧7(步骤S6-15),因此当从传送装置1B向传送装置1A的方向成为线路切断时,判定为已接收到开放命令帧7(步骤S6-15肯定)。

然后,其他传送装置在控制帧管理部3-2中对环控制部2通知已接收到开放命令帧7(步骤S6-16)。并且,其他传送装置在环控制部2中从端口信息存储部4取得具有与开放命令帧7的优先环ID相同的环ID的1-1端口(步骤S6-17)。

接着,其他传送装置判定在开放命令帧7中被命令开放主阻塞端口的优先环是否与本装置的优先环相同(步骤S6-18),因为在本实施方式中相同(步骤S6-18肯定),所以其他传送装置在环控制部2中使传送表存储部初始化(步骤S6-19)。

然后,其他传送装置判定1-1端口的传送状态是否为主阻塞(步骤S6-20),由于在本实施方式中不是主阻塞(步骤S6-20否定),所以接着判

定1-2端口的传送状态是否为主阻塞(步骤S6-22), 由于在本实施方式中不是主阻塞 (步骤S6-22否定), 所以其他传送装置接着判定开放命令帧7的发送目的地装置ID是否为本装置ID(步骤S6-24)。

在本实施方式中, 开放命令帧7的发送目的地ID如上所述为传送装置1B或传送装置1A, 所以其他传送装置判定为不是本装置ID(步骤S6-24否定)。于是, 其他传送装置在环控制部2中指示对控制帧管理部3-1传送开放命令帧7(步骤S6-25)。然后, 其他传送装置在控制帧管理部3-1中从1-1端口传送开放命令帧7(步骤S6-26)。

接着, 对具有主阻塞端口的传送装置1E的动作进行说明, 传送装置1E与其他传送装置同样, 判定1-2端口(或也可以是1-1端口, 不过以下设为在1-2端口接收)是否接收了开放命令帧7(步骤S6-15), 当从传送装置1B向传送装置1A的方向成为线路切断时, 判定为已接收到开放命令帧7 (步骤S6-15肯定)。于是, 传送装置1E与其他传送装置同样, 在控制帧管理部3-2中, 对环控制部2通知已接收了开放命令帧7(步骤S6-16), 在环控制部2中, 从端口信息存储部4取得具有与开放命令帧7的优先环ID相同的环ID的1-1端口(端口1E-1)(步骤S6-17), 判定在开放命令帧7中被命令开放主阻塞端口的优先环是否与自身装置的优先环相同(步骤S6-18), 在环控制部2中使传送表存储部初始化(步骤S6-19)。

并且, 传送装置1E与其他传送装置同样, 判定1-1端口(端口1E-1)的传送状态是否为主阻塞(步骤S6-20), 不过因为在本实施方式中是主阻塞(步骤S6-20肯定), 所以传送装置1E开放1-1端口(端口1E-1), 将端口信息存储部4的1-1端口(端口1E-1)的传送状态改写为“开放”(步骤S6-21)。

然后, 传送装置1E判定1-2端口的传送状态是否为主阻塞(步骤S6-22), 不过因为不是主阻塞(步骤S6-22否定), 所以与其他传送装置相同, 判定开放命令帧7的发送目的地装置ID是否为自身装置ID(步骤S6-24), 因为判定为不是自身装置ID (步骤S6-24否定), 所以在环控制部2中指示对控制帧管理部3-1传送开放命令帧7(步骤S6-25), 在控制帧管理部3-1中, 从1-1端口(1E-1端口) 传送开放命令帧7(步骤S6-26)。

以上, 通过图6的流程图对发生了线路切断故障时的路径切换的动作

进行了说明。接着，通过图7的流程图对从故障开始修复直至恢复正常状态为止的动作进行说明。

这里，在本发明的环型冗余通信路径控制方法中，构成环型冗余通信路径的多个传送装置中的任一个传送装置的任一个端口被指定为主阻塞端口，有时根据操作员的操作来进行该指定，有时还预先指定在修复时应该将哪个端口设为主阻塞端口。以下，对根据操作员的操作来指定的情况进行说明，不过无论是哪种情况，都能够同样地适用本发明。另外在前一情况下可认为，以根据操作员的操作所进行的指定为契机，开始用于修复的动作，另一方面在下一情况下认为，具有所指定的端口的传送装置自动开始用于以下说明的修复的动作、或者在某种条件下开始。另外，在根据操作员的操作来指定的情况下，有时操作员直接操作具有指定为主阻塞端口的端口的传送装置，有时还通过来自远程的通信来操作该传送装置，不过无论是哪种情况，都可以同样地适用本发明。

此外，对于选择哪个传送装置来作为具有指定为主阻塞端口的端口的传送装置，如上述事例中的传送装置1E那样，有再次选择原来具有主阻塞端口的传送装置的方法，还有选择其他传送装置的方法，不过无论哪种方法都可以同样地适用本发明。以下，对于选择哪个传送装置来作为具有指定为主阻塞端口的端口的传送装置未作明示，最初对已选择的传送装置的动作进行说明，接着，对其他传送装置的动作进行说明。

在图2中，该动作是由于检测出故障而使传送装置1的端口1-1的传送状态成为“阻塞”之后再成为“修复”。在图7中，当环控制部2接收到通过操作员的操作指定了端口1-1的切回指示时(步骤S7-1)，对控制帧管理部3-1通知修复检查帧8的发送指示(步骤S7-2)。控制帧管理部3-1经由端口1-1发送以自身的传送装置为发送目的地的修复检查帧8(步骤S7-3)。

并且，控制帧管理部3-1判断是否经由端口1-1接收了修复检查失败帧、以及是否接收了以自身的传送装置为发送目的地的修复检查帧8(步骤S7-4、7-5)，在接收了修复检查失败帧时，判断为相同的环型冗余通信路径还没有从故障的发生中修复，从而进行出错处理。另外，在经由端口1-2接收了修复检查帧8时(步骤S7-5)，对环控制部2通知已接收了修复

检查帧8(步骤S7-6)。

另外，修复检查失败帧如下所述，是为了如下意义而发送的：在检测出故障的传送装置中，由于检测出故障而将传送状态设为“阻塞”的端口还未被改写为“修复”，一直保持“阻塞”的状态，所以通过该传送装置通知还未修复的情况。

控制帧管理部3判断端口信息存储部4的端口1-1的环IDs和端口1-2的环IDs是否保持有相同的环ID(步骤S7-7)，在未保持有相同的环ID的情况下进行出错处理。在保持有相同的环ID的情况下，环控制部2将端口1-1设定为“主阻塞”，将端口信息存储部4的端口1-1的传送状态改写为“主阻塞”(步骤S7-8)。环控制部2使传送表初始化(步骤S7-9)，对控制帧管理部3-1通知修复开放命令帧9的发送指示(步骤S7-10)，控制帧管理部3-1经由端口1-1发送以自身传送装置为发送目的地的修复开放命令帧9(步骤S7-11)。从而，从故障状态修复为正常状态。

接着，通过图8的流程图，对在图7所示的修复动作中从故障开始修复直至正常状态为止的其他传送装置1的动作进行说明。该动作表示经由传送装置1(该传送装置1是与图7的传送装置1不同的装置。)的端口1-1来接收通过图7所示的步骤7-3、7-10所发送的修复检查帧8以及修复开放命令帧9的情况。在图8中，当控制帧管理部3-1经由端口1-1接收到修复检查帧8时(步骤S8-1)，对控制帧管理部3-1通知已接收修复检查帧8的情况(步骤S8-2)。环控制部2从端口信息存储部4取得保持有与修复检查帧8的环ID相同的ID的端口ID(端口1-2)(步骤S8-3)。

环控制部2根据端口信息存储部4来判断端口1-2的传送状态是否为“阻塞”(步骤S8-4)。在是“阻塞”的情况下，环控制部2对控制帧管理部3-1通知发送修复检查失败帧(步骤S8-5)，控制帧管理部3-1经由端口1-1发送修复检查失败帧(步骤S8-6)。在不是“阻塞”的情况(即，因为未检测出故障所以是“开放”的情况或是“修复”的情况)下，环控制部2对控制帧管理部3-2通知传送修复检查帧8(步骤S8-7)，控制帧管理部3-2经由端口1-2传送修复检查帧8(步骤S8-8)。

此外，控制帧管理部3-1在经由端口1-1接收了修复开放命令帧9时(步

骤S8-9),对环控制部2通知已接收了修复开放命令帧9的情况(步骤S8-10)。环控制部2使传送表初始化(步骤S8-11),根据端口信息存储部4判断端口1-1的传送状态是否为“修复”(步骤S8-12),在为“修复”的情况下,开放端口1-1,将端口信息存储部4的该传送状态改写为“开放”(步骤S8-13)。并且,判断端口1-2的传送状态是否为“修复”(步骤S8-14),在为“修复”的情况下,开放端口1-2,将端口信息存储部4的该传送状态改写“开放”(步骤S8-15)。而且,环控制部2对控制帧管理部3-2通知传送修复开放命令帧9(步骤S8-16),控制帧管理部3-2经由端口1-2传送修复开放命令帧9(步骤S8-17)。

另外上述例子说明了在检测出故障的传送装置中,当还未修复时该传送装置发送修复检查失败帧,发送了修复检查帧的传送装置侧接收该修复检查失败帧,从而进行出错处理的例子,不过本发明不限于此。例如,在检测出故障的传送装置中,当还未修复时该传送装置可仅抛弃已接收的修复检查帧而不用发送修复检查失败帧。于是,修复检查帧未传送到该传送装置之后的传送装置,结果,发送了修复检查帧的传送装置侧不接收该修复检查帧,所以不进行用于修复的处理(将指定的端口设为主阻塞端口的处理等)。根据该方法,例如发送修复检查帧的传送装置侧周期性地发送修复检查帧,在接收到修复检查帧的情况下,进行用于修复的处理,通过这样的结构,可始终监视是否能够修复的状况。

#### [动作/多环型冗余通信路径]

以上,采用图1~图8,对单个环型冗余通信路径的环控制系统的动作进行了说明。接着采用图9~图15对多环型冗余通信路径的环控制系统的动作进行说明。图9是表示多环型冗余通信路径的环控制系统正常时的动作概要的图。该环控制系统由10台传送装置1A、1B、1C、1D、1E、1F、1G、1H、1J、1K构成,各传送装置分别具有图9所示的端口。此外,该环控制系统仅为一例,本发明不被传送装置的台数及端口数量所限定。

传送装置1A、1B、1C、1F所具备的各个端口、传送装置1D所具备的端口1D-1、1D-2以及传送装置1E所具备的端口1E-1、1E-2是属于多环型冗余通信路径中的一个环R1的端口,各个端口通过与相邻的传送装置连接,从而构成环R1。另外,传送装置1G、1H、1J、1K所具备的各个端

口、传送装置1D所具备的端口1D-3、1D-2以及传送装置1E所具备的端口1E-1、1E-3是属于多环型冗余通信路径中的一个环R2的端口，各个端口通过与相邻的传送装置连接，从而构成环R2。此外，由该环控制系统构成的环数量为2，不过本发明不被该环数所限定。

这里，传送装置1D的端口1D-2以及传送装置1E的端口1E-1为共用端口，在环R1中将主阻塞端口设为传送装置1C的端口1C-2，在环R2中将主阻塞端口设为传送装置1K的端口1K-2，由此来唯一地控制全部传送装置的通信路径。

图10-1以及图10-2是表示在图9所示的正常时的各传送装置的端口信息存储部4以及优先环信息存储部5中所存储的各信息的图。在端口信息存储部4内，可知图9所示的端口中的传送装置1C的主阻塞端口1C-2以及传送装置1K的主阻塞端口1K-2的传送状态为“主阻塞”，其他端口的传送状态为“开放”。

另外，图11是表示在传送装置1A和传送装置1B之间从传送装置1B向传送装置1A的方向成为线路切断、发生了故障时的动作的图，图12是表示在传送装置1D和传送装置1E之间的共用线路中发生了故障时的动作的图。图13-1以及图13-2是表示在图11以及图12所示的故障时的各传送装置的端口信息存储部4中所存储的各个信息的图。在端口信息存储部4中，在发生图11的故障时，可知传送装置1A的端口1A-2以及传送装置1B的端口1B-1的传送状态从“开放”被改写为“阻塞”，传送装置1C的端口1C-2的传送状态从“主阻塞”被改写为“开放”。另外，在发生图12的故障时，可知传送装置1D的端口1D-2以及传送装置1E的端口1E-1的传送状态从“开放”被改写为“阻塞”，传送装置1C的端口1C-2的传送状态从“主阻塞”被改写为“开放”。

另外，图14是表示在图11所示的传送装置1A和传送装置1B之间的从传送装置1B向传送装置1A的方向成为线路切断而发生了故障之后该故障已修复时的动作的图。图15是表示在图14所示的修复时的传送装置1A、1B的端口信息存储部4中所存储的各信息的图。在端口信息存储部4中，在图14的修复时，可知传送装置1A的端口1A-2以及传送装置1B的端口



1B-1的传送状态从“阻塞”被改写为“修复”。

参照图11、图13-1以及图10-1，对在传送装置1A和传送装置1B之间从传送装置1B向传送装置1A的方向成为线路切断而发生了故障时的传送装置1A的动作进行说明。由于传送装置1A未经由端口1A-2接收到检查帧6，所以控制帧管理部3-2经由端口1A-2发送检查帧未到达通知6-1。另外，控制帧管理部3-2对环控制部2通知已发送检查帧未到达通知6-1的情况，环控制部2阻塞端口1A-2，将端口信息存储部4的端口1A-2的传送状态改写为“阻塞”(参照图13-1)。根据端口信息存储部4，端口1A-2的环IDs是“R1”，传送装置1A的优先环信息存储部5的优先环ID也是“R1”(参照图10-1、图13-1)，所以环控制部2从端口信息存储部4中取得在环IDs中保持“R1”的端口1A-2以外的“端口1A-1”、以及端口1A-2的相邻装置ID“1B”。而且，环控制部2使传送表初始化。然后，环控制部2对控制帧管理部3-1通知向传送装置1B发送将优先环ID设为R1的开放命令帧7，控制帧管理部3-1经由端口1A-1发送开放命令帧7[发给1B][R1]。

同样，参照图11、图13-1以及图10-1，对传送装置1A与传送装置1B之间从传送装置1B向传送装置1A的方向成为线路切断而发生了故障时的传送装置1B的动作进行说明。当传送装置1B的控制帧管理部3-1经由端口1B-1接收到检查帧未到达通知6-1时，对环控制部2通知已接收到检查帧未到达通知6-1的情况。环控制部2阻塞端口1B-1，将端口信息存储部4的端口1B-1的传送状态改写为“阻塞”(参照图13-1)。根据端口信息存储部4，端口1B-1的环IDs是“R1”，传送装置1B的优先环信息存储部5的优先环ID也是“R1”(参照图10-1、图13-1)，所以环控制部2从端口信息存储部4中取得在环IDs中保持“R1”的端口1B-1以外的“端口1B-2”、以及端口1B-1的相邻装置ID“1A”。然后，环控制部2使传送表初始化。并且，环控制部2对控制帧管理部3-2通知向传送装置1A发送将优先环ID设为R1的开放命令帧7，控制帧管理部3-2经由端口1B-2发送开放命令帧7[发给1A][R1]。

同样，参照图11、图13-1以及图10-1，对在传送装置1A与传送装置1B之间从传送装置1B向传送装置1A的方向成为线路切断而发生了故障的情况下、接收了来自传送装置1B的开放命令帧7[发给1A][R1]时的传送

装置1C的动作进行说明。当传送装置1C的控制帧管理部3-1经由端口1C-1接收到开放命令帧7[发给1A][R1]时,对环控制部2通知已接收到开放命令帧7的情况。环控制部2从端口信息存储部4中取得在环IDs中保持“R1”的、接收了开放命令帧7的端口1C-1以外的端口即端口ID“端口1C-2”(参照图10-1、图13-1)。并且,端口1C-2的传送状态不是“阻塞”、且开放命令帧7的优先环ID“R1”与传送装置1C的优先环信息存储部5的优先环ID“R1”一致(参照图13-1),所以使传送表初始化。此外,因为端口1C-2的传送状态为“主阻塞”,所以环控制部2开放端口1C-2,将端口信息存储部4的端口1C-2的传送状态改写为“开放”(参照图13-1)。然后,环控制部2对控制帧管理部3-2通知向传送装置1A传送将优先环ID设为R1的开放命令帧7,控制帧管理部3-2经由端口1C-2传送开放命令帧7[发给1A][R1]。

同样,参照图11以及图10-2,对在传送装置1A和传送装置1B之间从传送装置1B向传送装置1A的方向成为线路切断而发生了故障的情况下、接收了来自传送装置1C的开放命令帧7[发给1A][R1]时的传送装置1D的动作进行说明。当传送装置1D的控制帧管理部3-1经由端口1D-1接收到开放命令帧7[发给1A][R1]时,对环控制部2通知已接收到开放命令帧7的情况。环控制部2从端口信息存储部4中取得在环IDs中保持“R1”的、接收了开放命令帧7的端口1D-1以外的端口即端口ID“端口1D-2”(参照图10-2)。并且,端口1D-2的传送状态不是“阻塞”、且开放命令帧7的优先环ID“R1”与传送装置1D的优先环信息存储部5的优先环ID“R1”一致(参照图10-2),所以使传送表初始化。然后,环控制部2对控制帧管理部3-2通知向传送装置1A传送将优先环ID设为R1的开放命令帧7,控制帧管理部3-2经由端口1D-2,传送开放命令帧7[发给1A][R1]。传送装置1E、1F与传送装置1D进行同样的动作。

通过以上的动作,在共用端口1D-2、1E-1以外检测出故障时进行路径切换,由此能够保持图11所示的多环型冗余通信路径的全部传送装置间可进行通信的状态。另外,将检测出单方向线路切断的端口1A-2、1B-1阻塞,并利用开放命令帧7来开放主阻塞端口1C-2,由此能够防止单方向线路切断所导致的单方向环路的发生及误检测出故障所导致的两方向环

路的发生。

接着，参照图12、图13-2以及图10-2，对传送装置1E与传送装置1D之间双方向成为线路切断而发生了故障时的传送装置1D的动作进行说明。传送装置1D未经由端口1D-2接收到检查帧6，所以控制帧管理部3-2经由端口1D-2发送检查帧未到达通知6-1。另外，控制帧管理部3-2对环控制部2通知已发送了检查帧未到达通知6-1的情况，环控制部2阻塞端口1D-2，将端口信息存储部4的端口1D-2的传送状态改写为“阻塞”(参照图13-2)。根据端口信息存储部4，端口1D-2的环IDs是“R1、R2”，传送装置1D的优先环信息存储部5的优先环ID是“R1”(参照图10-2)，所以环控制部2从端口信息存储部4中取得在环IDs中保持“R1”的端口1D-2以外的“端口1D-1”、以及端口1D-2的相邻装置ID“1E”。此外，环控制部2使传送表初始化。然后，环控制部2对控制帧管理部3-1通知向传送装置1E发送将优先环ID设为R1的开放命令帧7，控制帧管理部3-1经由端口1D-1发送开放命令帧7[发给1E][R1]。传送装置1E与传送装置1D进行同样的动作。

同样，参照图12、图13-1以及图10-1，对在传送装置1E与传送装置1D之间双方向成为线路切断而发生了故障的情况下、接收了来自传送装置1D的开放命令帧7[发给1E][R1]时的传送装置1C的动作进行说明。当传送装置1C的控制帧管理部3-2经由端口1C-2接收了开放命令帧7[发给1E][R1]时，对环控制部2通知已接收到开放命令帧7的情况。环控制部2从端口信息存储部4中取得在环IDs中保持“R1”的、接收了开放命令帧7的端口1C-2以外的端口即端口ID“端口1C-1”(参照图10-1)。并且，端口1C-1的传送状态不是“阻塞”且开放命令帧7的优先环ID“R1”与传送装置1C的优先环信息存储部5的优先环ID“R1”一致(参照图10-1)，所以使传送表初始化。此外，因为端口1C-2的传送状态是“主阻塞”，所以环控制部2开放端口1C-2，将端口信息存储部4的端口1C-2的传送状态改写为“开放”(参照图13-1)。然后，环控制部2对控制帧管理部3-1通知向传送装置1E传送将优先环ID设为R1的开放命令帧7，控制帧管理部3-1经由端口1C-1传送开放命令帧7[发给1E][R1]。

通过以上的动作，当在多环型冗余通信路径的共用端口1D-2、1E-1

间发生了故障时，如图12所示仅在优先环R1中进行路径切换，由此在环R2中不开放主阻塞端口1K-2，所以能够防止发生跨越多个环型冗余通信路径的超级环路。

接着，参照图14，对在传送装置1A与传送装置1B之间发生的故障修复、端口1A-2、1B-1成为修复状态时，输入了指定端口1C-2的切回指示的情况下的传送装置1C的动作进行说明。当通过操作员的操作输入了针对端口1C-2的切回指示时，传送装置1C的环控制部2对控制帧管理部3-2通知向传送装置1C发送修复检查帧8，控制帧管理部3-2经由端口1C-2发送修复检查帧8[发给1C]。利用其他传送装置传送了该修复检查帧8[发给1C]，结果当传送装置1C的控制帧管理部3-1经由端口1C-1接收到修复检查帧8[发给1C]时，对环控制部2通知已接收到修复检查帧8的情况。根据端口信息存储部4，端口1C-1的环IDs“R1”与端口1C-2的环IDs“R1”一致，所以环控制部2将端口1C-2设为主阻塞，将端口信息存储部4的端口1C-2的传送状态改写为“主阻塞”。然后，环控制部2对控制帧管理部3-2通知向传送装置1C发送修复开放命令帧9，控制帧管理部3-2经由端口1C-2发送修复开放命令帧9[发给1C]。

同样，参照图14以及图15，对在传送装置1A和传送装置1B之间发生的故障修复、端口1A-2、1B-1成为了修复状态时输入了针对端口1C-2的切回指示的情况下的传送装置1A的动作进行说明。当传送装置1A的控制帧管理部3-1经由端口1A-1接收到修复检查帧8[发给1C]时，对环控制部2通知已接收到修复检查帧8的情况。环控制部2从端口信息存储部4中取得保持与在修复检查帧8中所保持的环ID“R1”相同的ID的端口ID“端口1A-2”。并且，根据端口信息存储部4，端口1A-2的传送状态不是“阻塞”，所以环控制部2对控制帧管理部3-2通知向传送装置1C传送将优先环ID设为R1的修复检查帧8，控制帧管理部3-2经由端口1A-2传送修复检查帧8[发给1C]。

另外，当传送装置1A的控制帧管理部3-1经由端口1A-1接收到修复开放命令帧9[发给1C]时，对环控制部2通知已接收到修复开放命令帧9的情况。环控制部2使传送表初始化，根据端口信息存储部4，端口1A-2的传

送状态为“修复”，所以开放端口1A-2，将传送装置A的端口信息存储部4的端口1A-2的传送状态改写为“开放”。而且，环控制部2对控制帧管理部3-2通知向传送装置1C传送修复开放命令帧9，控制帧管理部3-2经由端口1A-2传送修复开放命令帧9[发给1C]。传送装置1B与传送装置1A进行同样的动作。

在通过以上动作修复了故障时，将指定的端口1C-2设为主阻塞之后，在故障位置处开放已阻塞的端口1A-2、1B-1，所以可防止环路的发生，并且能够切回到正常时的状态。

如以上那样，根据本发明的实施方式，在由于发生故障而进行路径切换时，将检测出故障的端口阻塞，之后开放主阻塞端口。由此，尽管发生两方向线路切断以及单方向线路切断，在发生故障时不会产生环路而能够进行切换。另外，即使在误检测出故障时进行路径切换，也能够防止环路的发生。

另外，根据本发明的实施方式，将连接已发生故障的线路或装置的端口阻塞。从而，不用分割路径就能够因发生故障而进行路径切换。

另外，根据本发明的实施方式，在修复了故障时，阻塞指定的端口，然后开放因故障而阻塞的阻塞端口。从而，不会发生环路而能够进行切回。

另外，根据本发明的实施方式，在共用端口中检测出故障时，通过一个优先环来进行路径切换。从而，在多环型冗余通信路径中，能够防止由于路径切换而发生超级环路。

以上，举出实施方式来说明了本发明，不过本发明不限于上述实施方式，只要在不脱离其主旨的范围内就能够进行各种变更。另外，在达成本发明目的并发挥效果的范围中，可进行适宜变更来进行安装。例如，在上述实施方式中，将一个环的传送装置的数量设为6，不过不限制为该数量。另外，采用VLAN(Virtual Local Area Network, 虚拟局域网)等的识别符，可以将环型冗余通信路径在逻辑上复用。此时，主阻塞端口的位置可针对每一个VLAN而不同。另外，开放命令帧7或修复开放命令帧9不需要经由通常的通信路径，可利用管理者的操作或其他方法根据

来自外部的指示，来给予要经由的通信路径信息。

另外，在上述实施方式中说明了通过不接收检查帧来检测故障的传送装置、和通过接收未到达通知帧来检测故障的传送装置双方分别阻塞检测出故障的端口并分别发送开放命令帧的方法，不过本发明不限于此。例如，仅有通过不接收检查帧来检测故障的传送装置(如上述例所述仅有传送装置1A)阻塞检测出故障的端口(1A-2端口)并向传送装置1B发送开放命令帧的方法，或者在通过不接收检查帧来检测故障的传送装置和通过接收未到达通知帧来检测故障的传送装置之间预先给予优先次序，例如决定在何种状况下由哪个传送装置发送开放命令帧等，并根据该决定由传送装置发送开放命令帧的方法等，都同样可以适用本发明。

另外，作为检测出故障的传送装置双方阻塞端口、发送开放命令帧的方法的优点，可以举出运用管理该环型冗余通信路径的运用管理者易于确定通信路径的故障位置；以及由于利用两个系统来发送开放命令帧，所以便于可靠地发送等优点。

#### 产业上的可利用性

如上所述，本发明的环型冗余通信路径控制方法有助于如下的情况，即：通过将传送装置的两个端口分别与相邻的传送装置的端口连接来环状地连接多个传送装置，在冗余地构成了沿相互相反的方向传送帧的帧传送路径的环型冗余通信路径下，通过将把上述多个传送装置环状地连接的端口中的至少一个端口作为即使在该环型冗余通信路径的正常状态下也处于阻塞状态的主阻塞端口，来唯一地选择上述帧传送路径，由此，即使在单方向线路切断了的情况、以及由于传送延迟或传送缓冲器溢出等而抛弃检查帧的情况下，也能够防止环路的发生，且能够防止发生故障时的路径分割的发生。

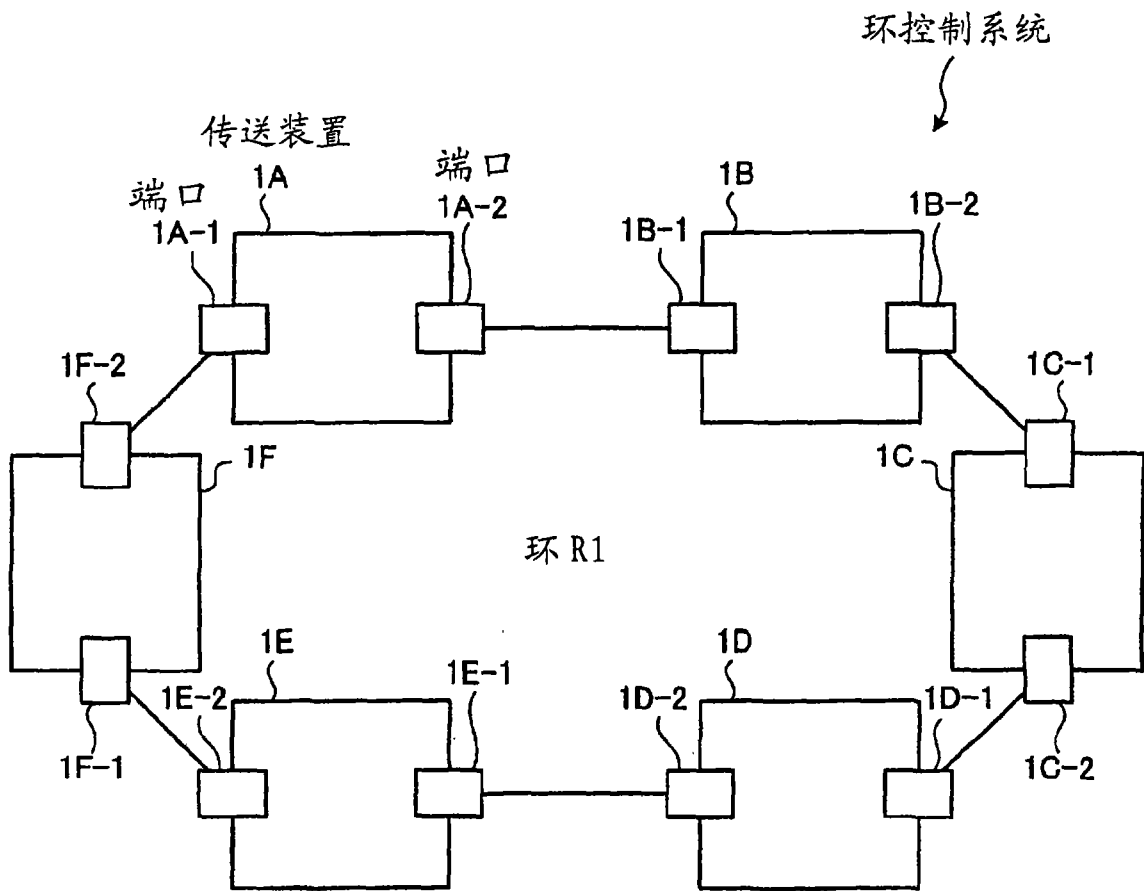


图 1

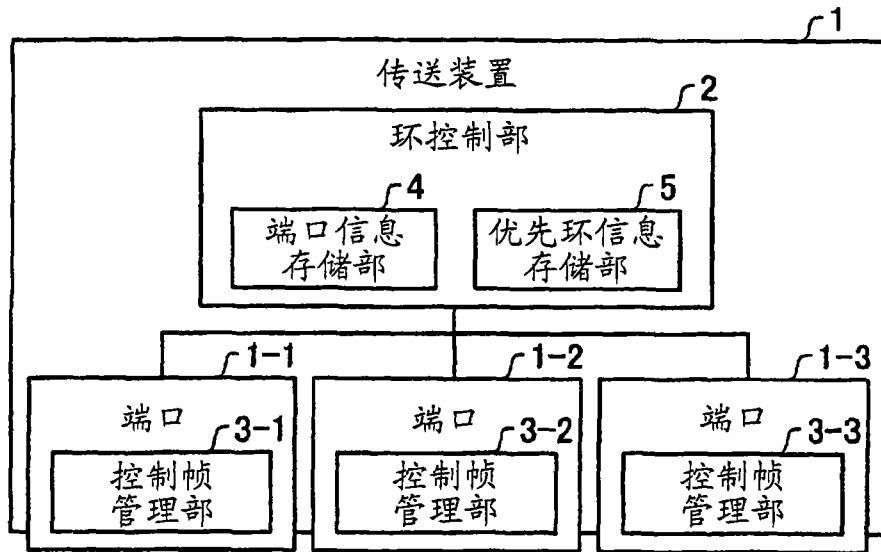


图 2

优先环信息存储部 5

装置 ID	优先环 ID

端口信息存储部 4

端口 ID	相邻装置 ID	传送装置	环 IDs

传送表存储部

接收端口 ID	帧的送达地址	输出端口 ID

图 3



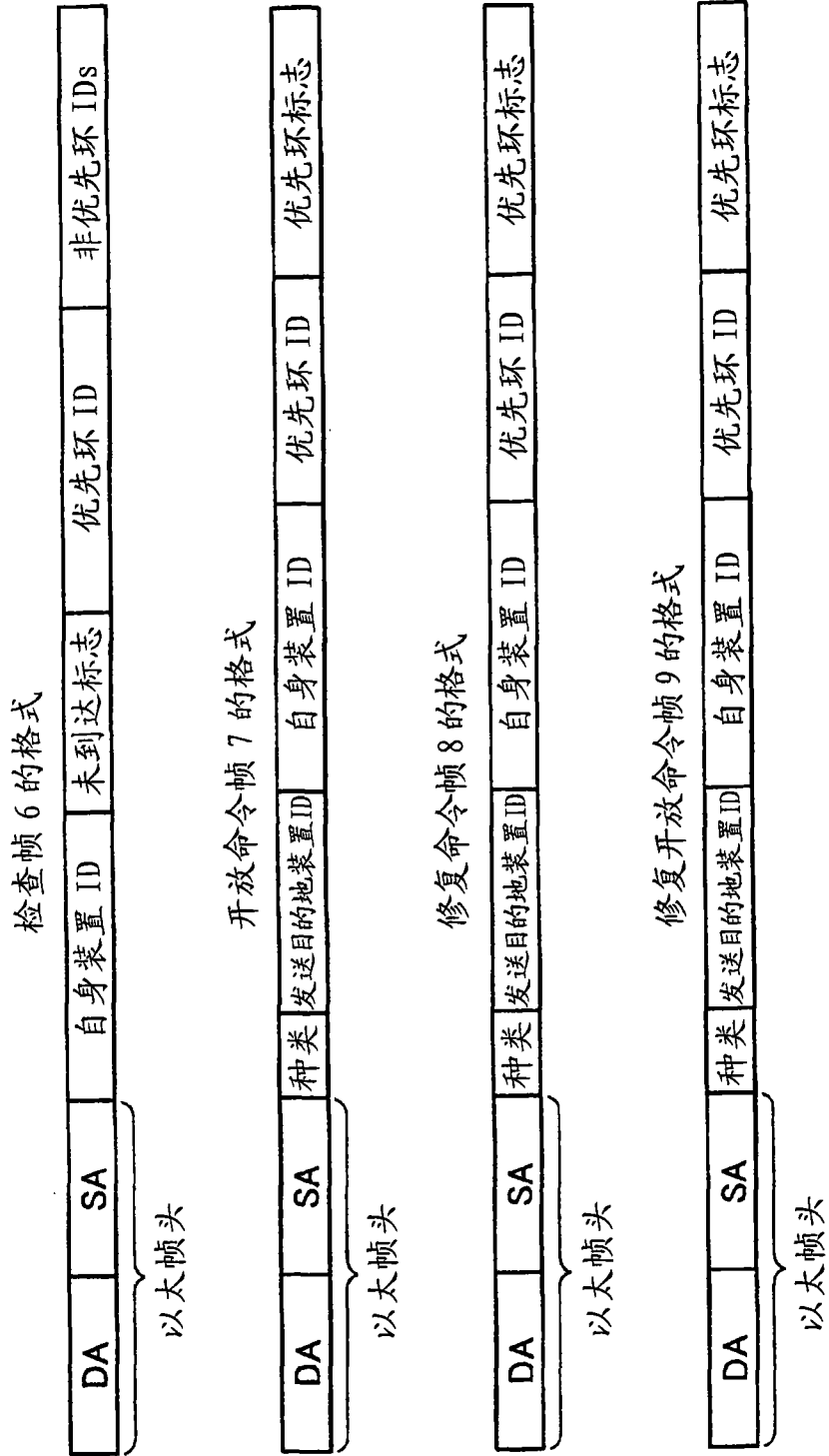


图 4

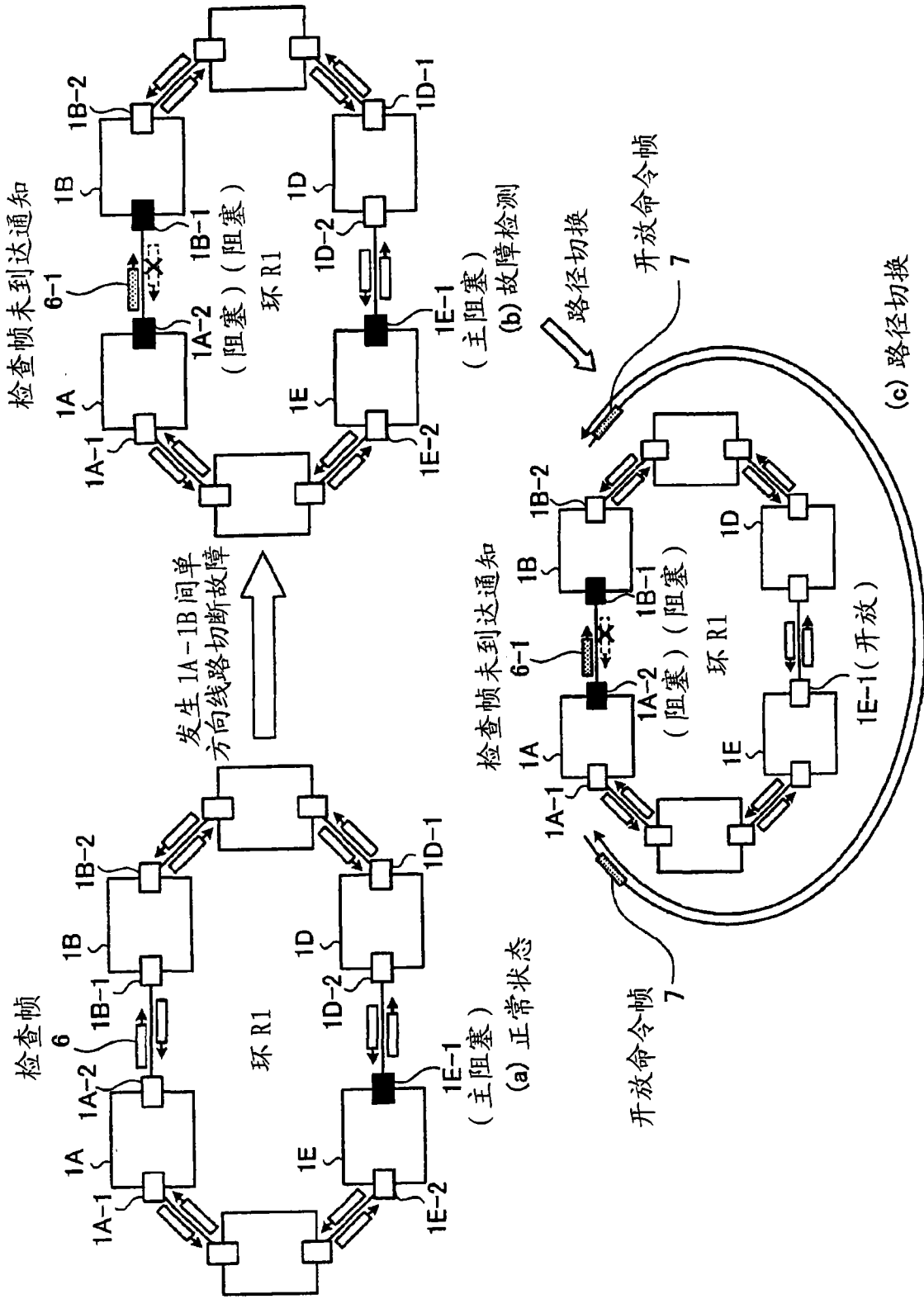


图 5

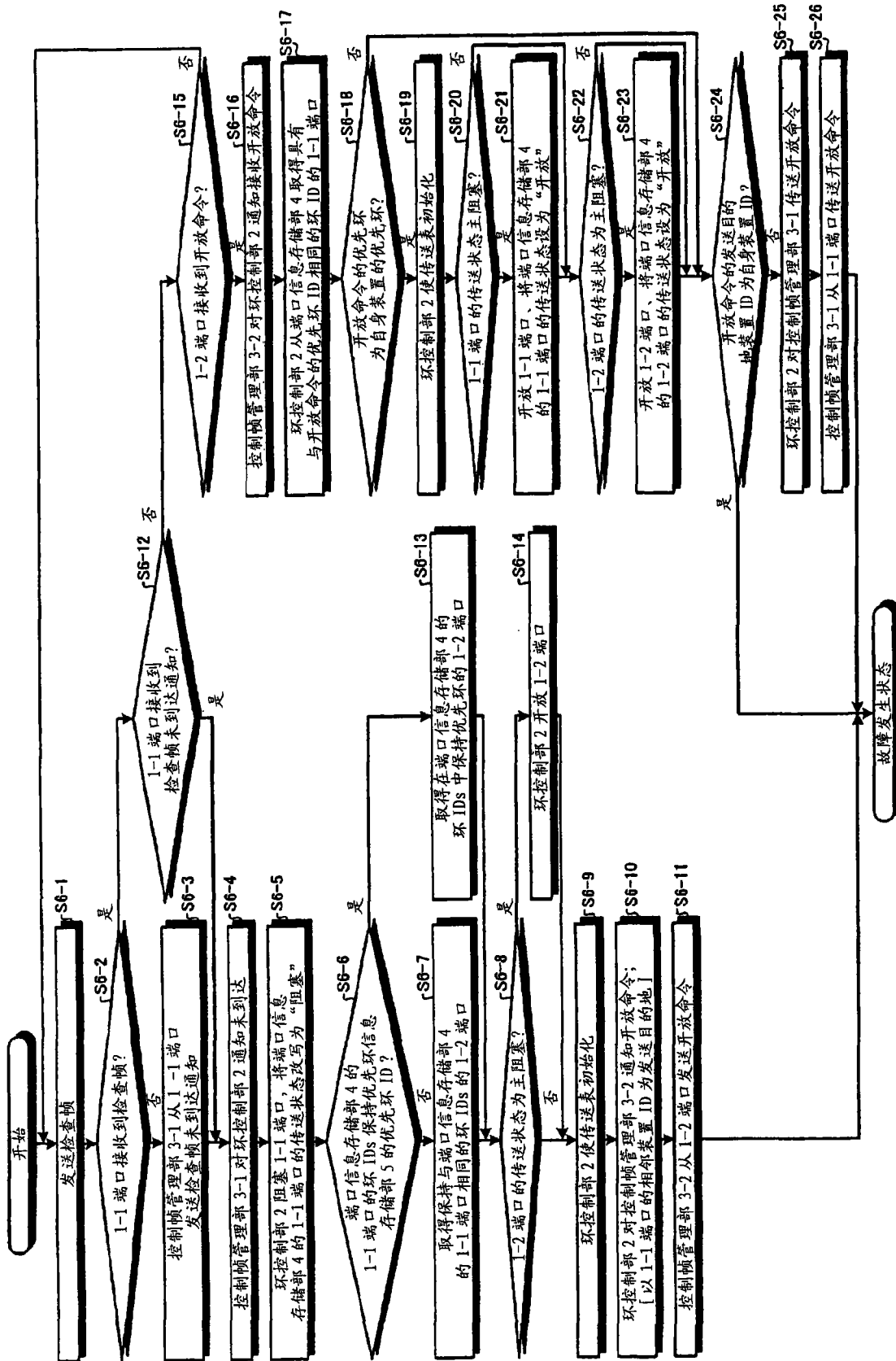


图 6

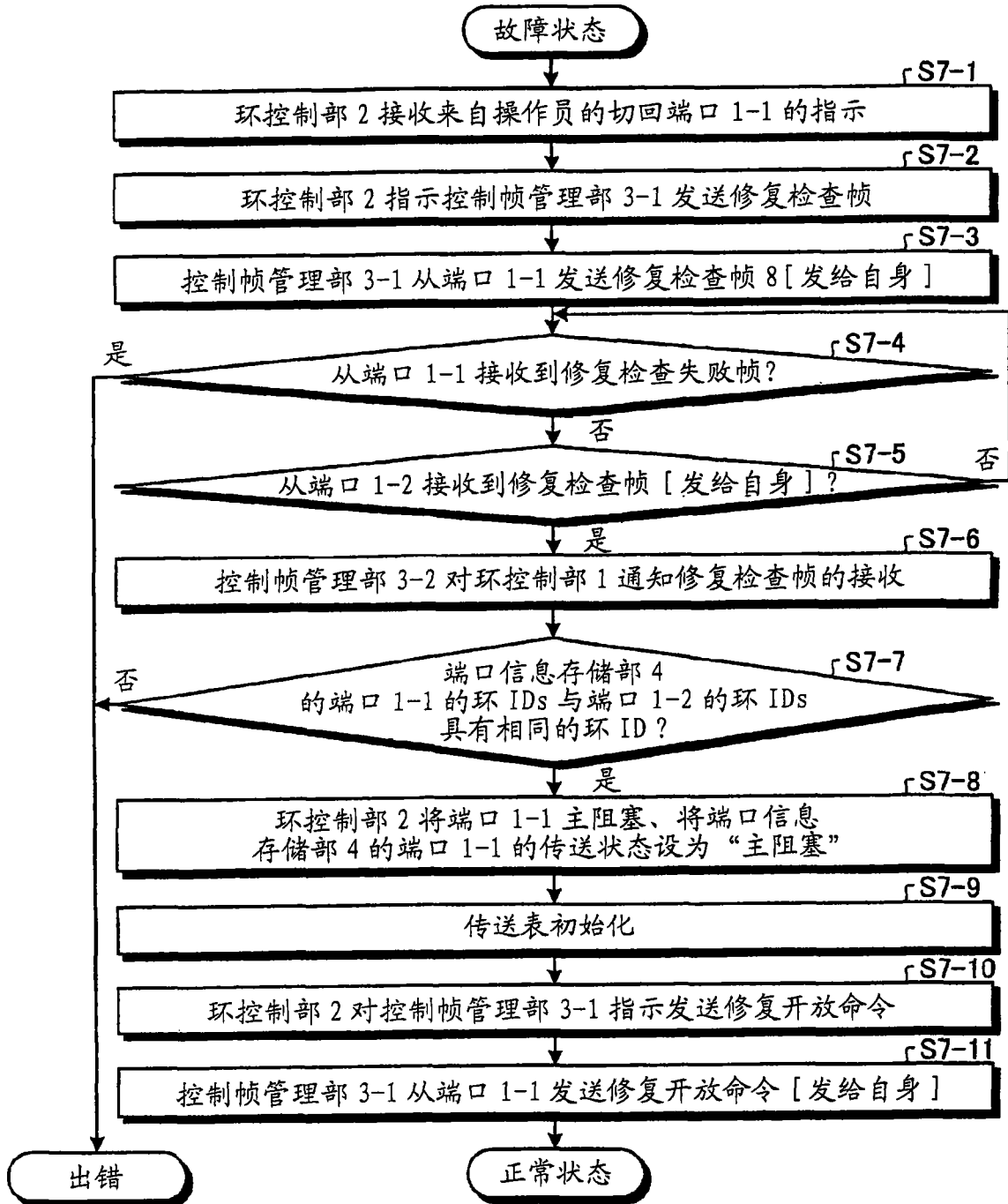


图 7

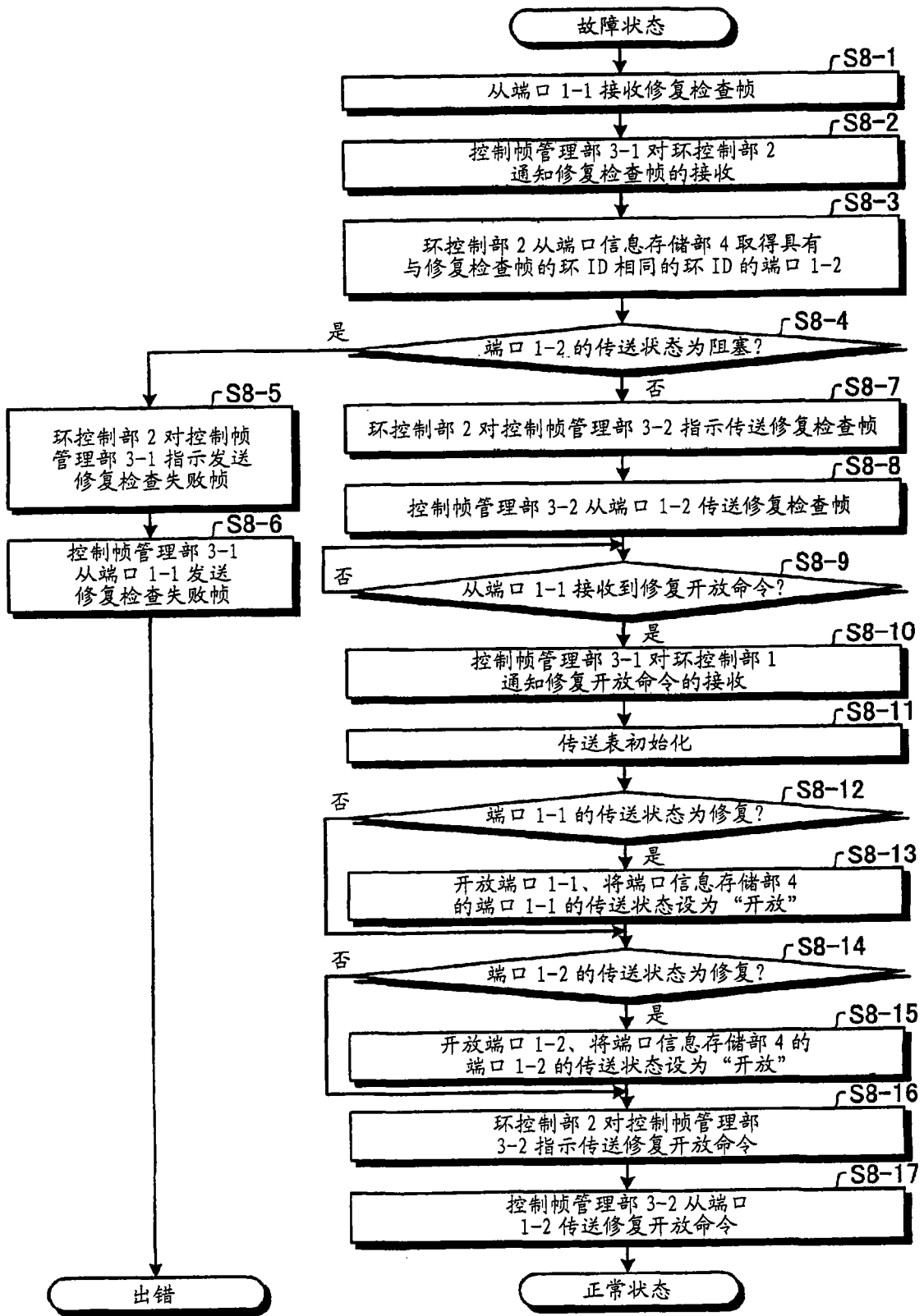


图 8

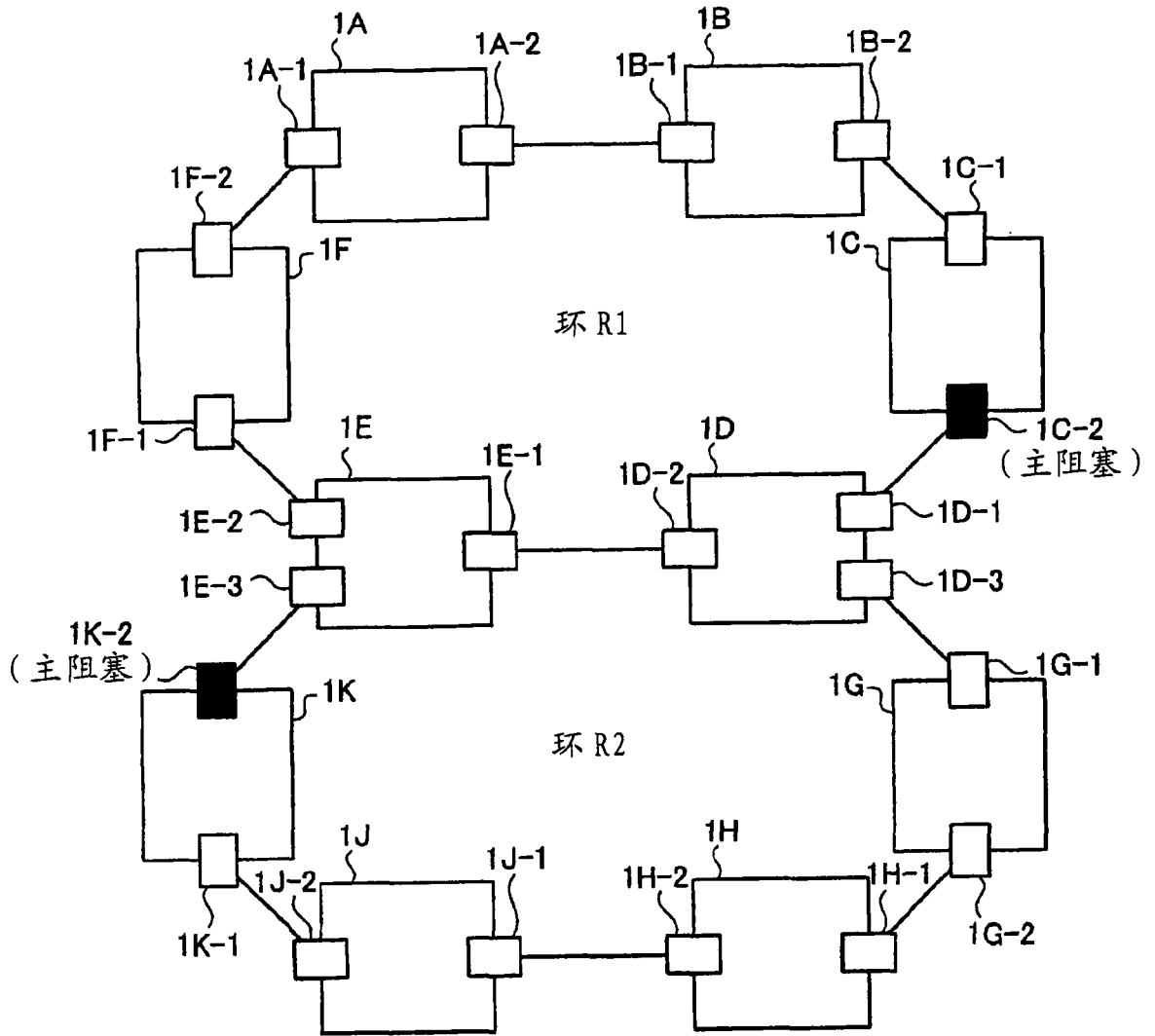


图 9

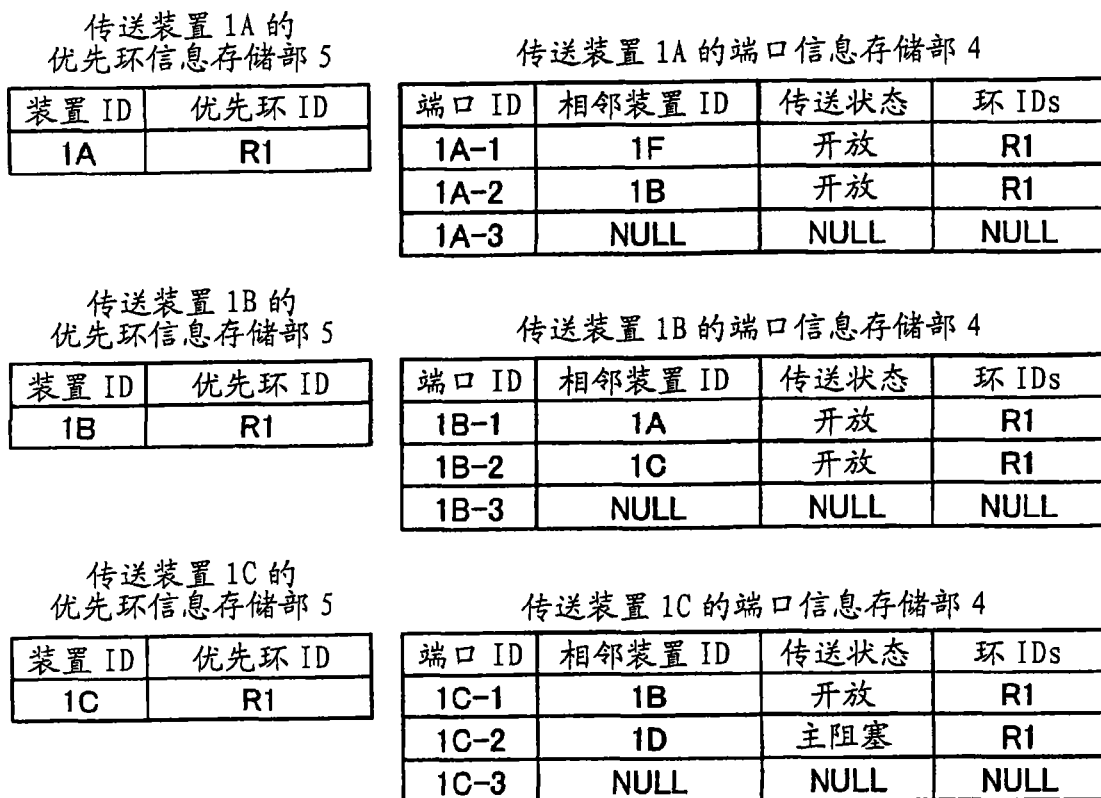


图 10-1

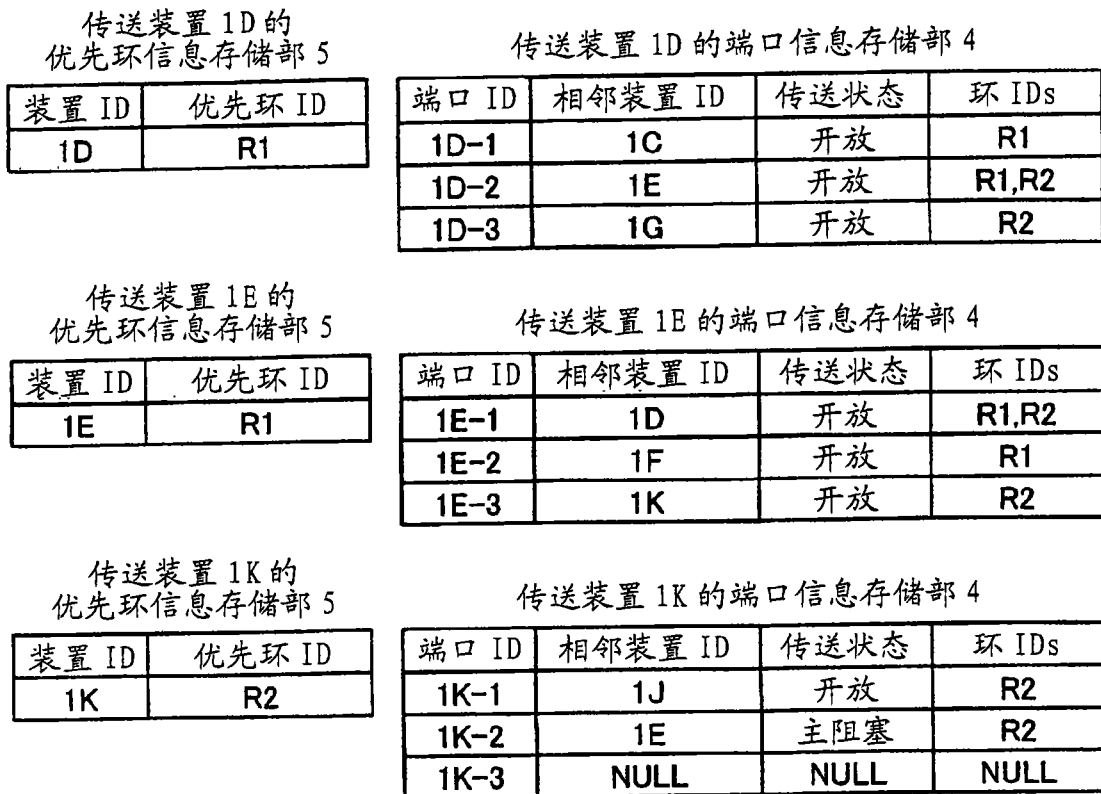


图 10-2



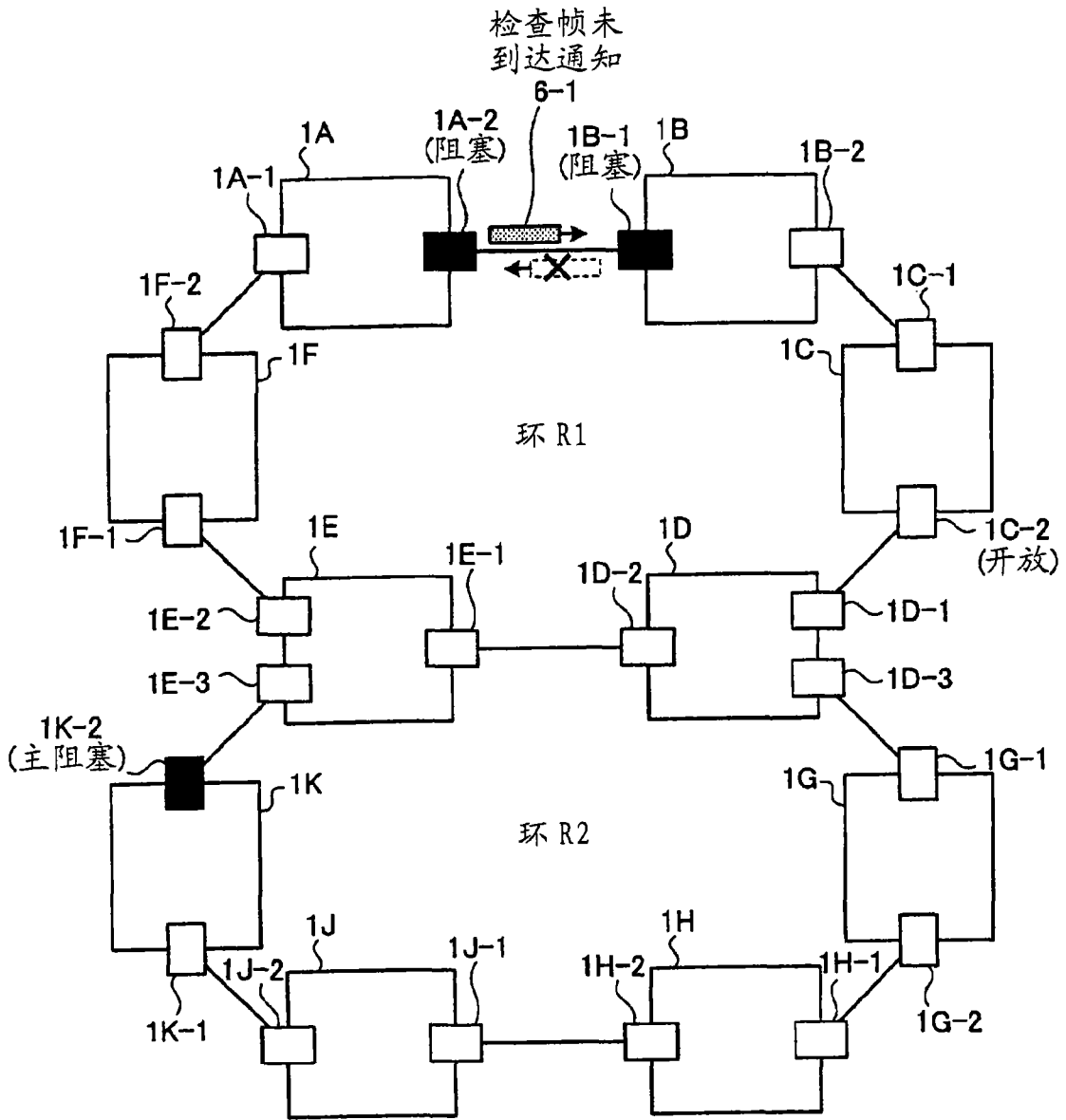


图 11

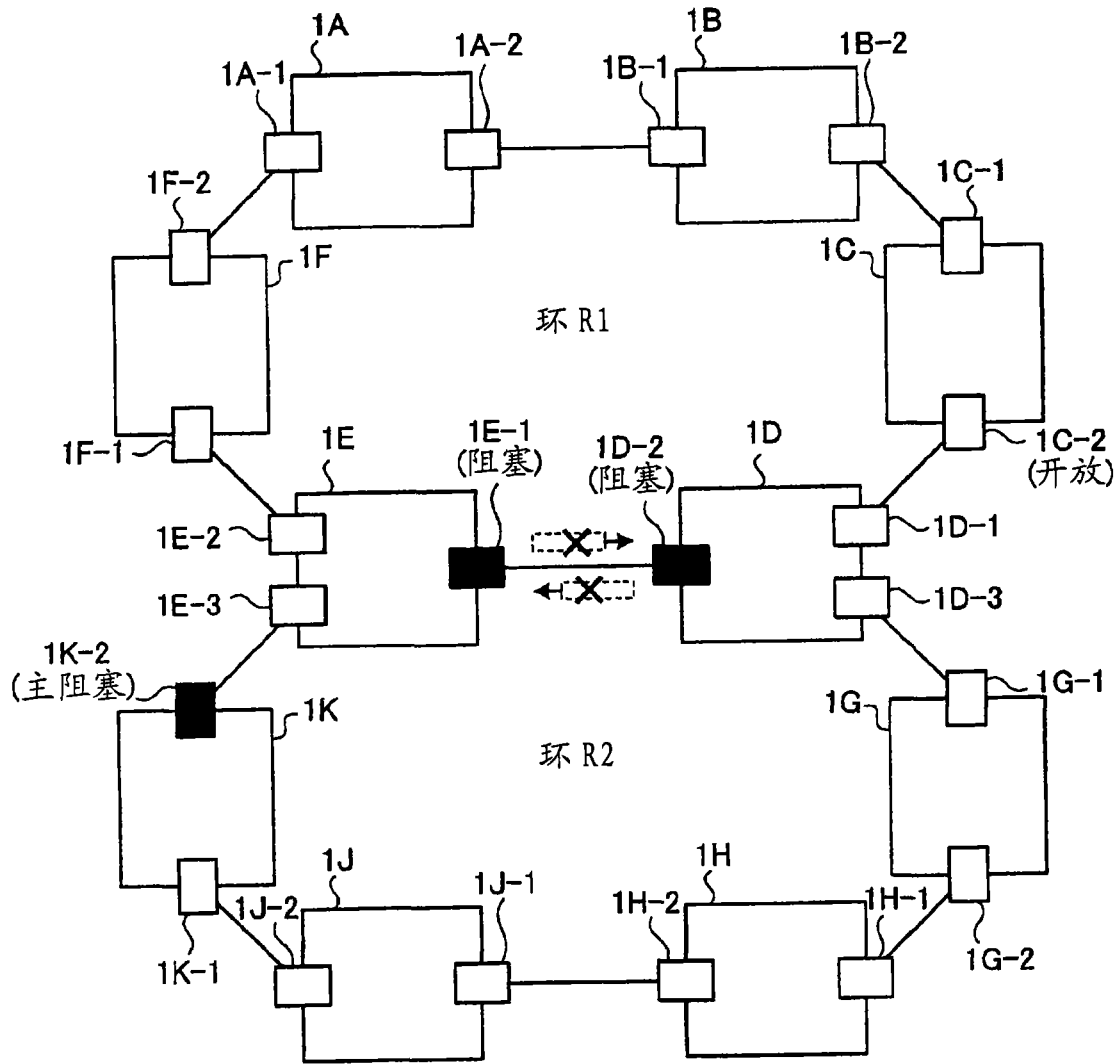


图 12

传送装置 1A 的端口信息存储部 4

端口 ID	相邻装置 ID	传送状态	环 IDs
1A-1	1F	开放	R1
1A-2	1B	阻塞	R1
1A-3	NULL	NULL	NULL

传送装置 1B 的端口信息存储部 4

端口 ID	相邻装置 ID	传送状态	环 IDs
1B-1	1A	阻塞	R1
1B-2	1C	开放	R1
1B-3	NULL	NULL	NULL

传送装置 1C 的端口信息存储部 4

端口 ID	相邻装置 ID	传送状态	环 IDs
1C-1	1B	开放	R1
1C-2	1D	开放	R1
1C-3	NULL	NULL	NULL

图 13-1

传送装置 1D 的端口信息存储部 4

端口 ID	相邻装置 ID	传送状态	环 IDs
1D-1	1C	开放	R1
1D-2	1E	阻塞	R1,R2
1D-3	1G	开放	R2

传送装置 1E 的端口信息存储部 4

端口 ID	相邻装置 ID	传送状态	环 IDs
1E-1	1D	阻塞	R1,R2
1E-2	1F	开放	R1
1E-3	1K	开放	R2

传送装置 1K 的端口信息存储部 4

端口 ID	相邻装置 ID	传送状态	环 IDs
1K-1	1J	开放	R2
1K-2	1E	主阻塞	R2
1K-3	NULL	NULL	NULL

图 13-2

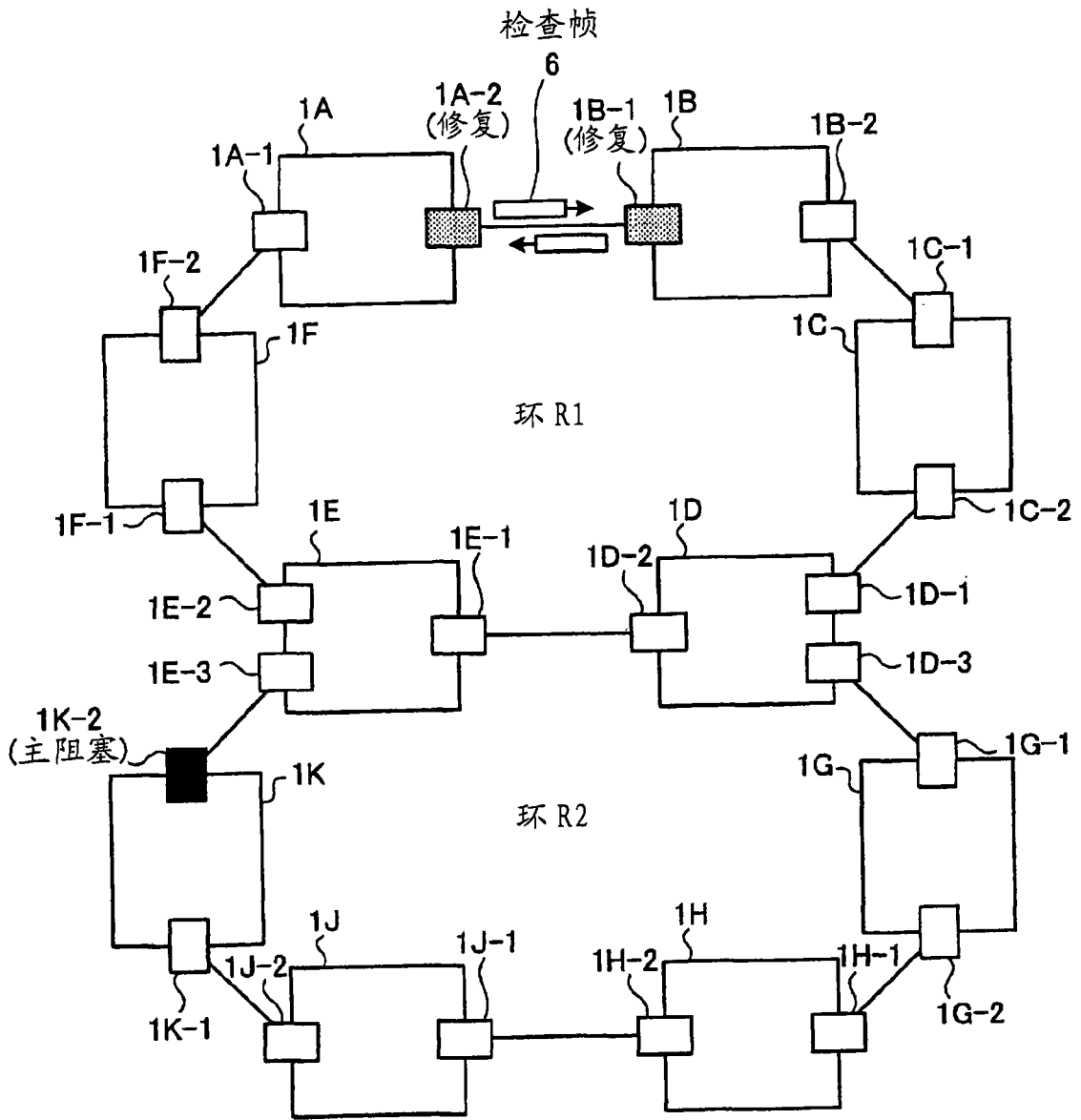


图 14

传送装置 1A 的端口信息存储部 4

端口 ID	相邻装置 ID	传送状态	环 IDs
1A-1	1F	开放	R1
1A-2	1B	修复	R1
1A-3	NULL	NULL	NULL

传送装置 1B 的端口信息存储部 4

端口 ID	相邻装置 ID	传送状态	环 IDs
1B-1	1A	修复	R1
1B-2	1C	开放	R1
1B-3	NULL	NULL	NULL

图 15