



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1754352 B

(45) 授权公告日 2011. 09. 21

(21) 申请号 200480004850. 3

(22) 申请日 2004. 02. 20

(30) 优先权数据

043644/2003 2003. 02. 21 JP

043643/2003 2003. 02. 21 JP

103094/2003 2003. 04. 07 JP

103092/2003 2003. 04. 07 JP

103093/2003 2003. 04. 07 JP

159829/2003 2003. 06. 04 JP

159828/2003 2003. 06. 04 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2005. 08. 22

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2004/001965 2004. 02. 20

(87) PCT申请的公布数据

W02004/075494 JA 2004. 09. 02

(73) 专利权人 日本电信电话株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 今宿互 岛野胜弘 滝川好比郎

大木英司 冈崎康敬

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 黄纶伟

(51) Int. Cl.

H04L 12/56(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开昭 62-214747 A, 1987. 09. 21, 全文.

JP 特开平 6-266684 A, 1994. 09. 22, 全文.

JP 特开 2002-271372 A, 2002. 09. 20, 全文.

JP 特开 2002-290449 A, 2002. 10. 04, 全文.

JP 特开平 6-311179 A, 1994. 11. 04, 全文.

CN 1303548 A, 2001. 07. 11, 全文.

WO 02/43416 A2, 2002. 05. 30, 全文.

JP 特开平 7-38953 A, 1995. 02. 07, 全文.

审查员 傅颖

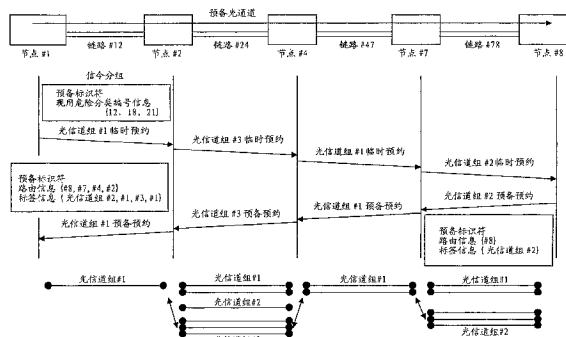
权利要求书 2 页 说明书 33 页 附图 58 页

## (54) 发明名称

用于进行通信网络中的通道的故障救济的装置和方法

## (57) 摘要

一种预备通道带宽确保方法,用于在通信网络的节点中,确保在现用通道不能使用时所切换的预备通道的带宽,其特征在于,包括预备通道带宽确保步骤:各节点对于相同起点终点连接且作为预备通道带宽而确保的L条(L是自然数)信道中的M条(M是小于等于L的自然数)信道,在所述预备通道的带宽确保时,把待确保的所述M条信道的识别编号信息和表示要进行带宽确保的通道是预备通道的识别信息通知给位于预备通道的终点方向的下游节点。



1. 一种预备通道带宽确保方法,用于在通信网络的节点中,确保在现用通道不能使用时所切换的预备通道的带宽,其特征在于,

所述预备通道带宽确保方法包括预备通道带宽确保步骤,在所述预备通道带宽确保步骤中,各节点对于相同起点终点连接且作为预备通道带宽而确保的 $L$ 条信道中的 $M$ 条信道,在所述预备通道的带宽确保时,把待确保的所述 $M$ 条信道的识别编号信息和表示要进行带宽确保的通道是预备通道的识别信息通知给位于预备通道的终点方向的下游节点,其中, $L$ 是自然数, $M$ 是小于等于 $L$ 的自然数。

2. 根据权利要求1所述的预备通道带宽确保方法,

其中,在通知的信息中包含想要设定的预备通道的现用通道所通过的链路和节点的危险分类编号信息。

3. 根据权利要求2所述的预备通道带宽确保方法,

其中,表示所述带宽确保的通道是预备通道的识别信息包含识别故障服务等级的识别信息。

4. 一种预备通道带宽确保方法,用于在通信网络的节点中,确保在现用通道不能使用时所切换的预备通道的带宽,其特征在于,

所述预备通道带宽确保方法包括如下步骤:

预备通道带宽确保步骤,各节点对于相同起点终点连接且作为预备通道带宽而确保的 $L$ 条信道中的 $M$ 条信道,在所述预备通道的带宽确保时,把表示要进行带宽确保的通道是预备通道的识别信息和赋予给所述预备通道的现用通道所通过的链路和节点的危险分类编号信息通知给位于预备通道的终点方向的下游节点,其中, $L$ 是自然数, $M$ 是小于等于 $L$ 的自然数;以及

把收容所述预备通道的预备信道组识别编号通知给位于预备通道的起点方向的上游节点的步骤。

5. 一种预备通道带宽确保方法,用于在通信网络的节点中,确保在现用通道不能使用时所切换的预备通道的带宽,其特征在于,

各节点将相同起点终点连接且作为预备通道带宽而确保的 $L$ 条信道中的 $M$ 条信道定义为信道组,其中, $L$ 是自然数, $M$ 是小于等于 $L$ 的自然数,

所述预备通道带宽确保方法包括如下步骤:

预备通道带宽确保步骤,在所述预备通道的带宽确保时,把表示要进行带宽确保的通道是预备通道的识别信息、赋予给所述预备通道的现用通道所通过的链路和节点的危险分类编号信息、以及成为所述信道组的成员的候选的各信道的识别编号信息通知给位于预备通道的终点方向的下游节点,其中,所述信道组是将多个预备预约的信道捆绑后基于一个识别编号信息进行一元管理的;以及

把收容所述预备通道的预备信道组识别编号通知给位于预备通道的起点方向的上游节点的步骤。

6. 根据权利要求1至5中任意一项所述的预备通道带宽确保方法,

包括如下的步骤:关于作为所述预备通道带宽而确保的信道,在需要与其它信道进行交换的情况下,至少将新的信道的识别编号信息通知给位于该信道的相对侧终端点处的节点。

7. 根据权利要求 1 至 5 中任意一项所述的预备通道带宽确保方法，其中，通道的切换单位是以波分复用方式在节点间传输的光通道单位。

8. 根据权利要求 1 至 5 中任意一项所述的预备通道带宽确保方法，其中，通道的切换单位是以时分复用方式在节点间传输的电通道或光通道单位。

9. 根据权利要求 1 至 5 中任意一项所述的预备通道带宽确保方法，其中，通道的切换单位是以信元、帧或分组复用方式在节点间传输的虚拟电通道。

10. 一种通道切换装置，用于在通信网络的节点中，确保在现用通道不能使用时所切换的预备通道的带宽，其特征在于，

所述通道切换装置具有预备通道带宽确保单元，各节点对于相同起点终点连接且作为预备通道带宽而确保的 L 条信道中的 M 条信道，在所述预备通道的带宽确保时，该预备通道带宽确保单元把待确保的所述 M 条信道的识别编号信息和表示要进行带宽确保的通道是预备通道的识别信息通知给位于预备通道的终点方向的下游节点，其中，L 是自然数，M 是小于等于 L 的自然数。

11. 根据权利要求 10 所述的通道切换装置，其中，所述识别信息包括识别故障服务等级的识别信息。

12. 一种通道切换装置，用于在通信网络的节点中，确保在现用通道不能使用时所切换的预备通道的带宽，其特征在于，

所述通道切换装置具有：

预备通道带宽确保单元，各节点对于相同起点终点连接且作为预备通道带宽而确保的 L 条信道中的 M 条信道，在所述预备通道的带宽确保时，该预备通道带宽确保单元把表示要进行带宽确保的通道是预备通道的识别信息和赋予给所述预备通道的现用通道所通过的链路和节点的危险分类编号信息通知给位于预备通道的终点方向的下游节点，其中，L 是自然数，M 是小于等于 L 的自然数；以及

把收容所述预备通道的预备信道组识别编号通知给位于预备通道的起点方向的上游节点的单元。

13. 根据权利要求 10 至 12 中任意一项所述的通道切换装置，其中，通道的切换单位是以波分复用方式在节点间传输的光通道单位。

14. 根据权利要求 10 至 12 中任意一项所述的通道切换装置，其中，通道的切换单位是以时分复用方式在节点间传输的电通道或光通道单位。

15. 根据权利要求 10 至 12 中任意一项所述的通道切换装置，其中，通道的切换单位是以信元、帧或分组复用方式在节点间传输的虚拟电通道。

## 用于进行通信网络中的通道的故障救济的装置和方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及大容量通道网络中的通道故障救济的装置和方法。

### 背景技术

[0002] 随着网络等的数据通信业务量的增大,正在研究导入现阶段具有 Tbit/s、不久的将来具有 10~100Tbit/s 以上的吞吐量的节点装置。作为实现具有这种大规模的传输能力的节点装置的手段,由于超越了电气处理的界限,所以光路由器变得有利。作为与光路由器有关的文献,有文献 1(K. Shimano et al., in Technical Digest of NFOEC' 2001, vol. 1, p. 5, 2001)、文献 2(K-I Sato et al., "GMPLS-Based Photonic Multilayer Router (Hikari Router) Architecture", An overview of traffic engineering and signaling technology, IEEE Comm. Mag. Vol. 40, pp. 96-101, March 2002) 等。

[0003] 在该光路由器中,针对各个节点分散地进行光通信网络的管理,光通道连接设定也根据各节点间的信令处理来进行。即,在使用光路由器的光通信网络中,针对各个节点自律分散地进行光通道的设定管理。

[0004] 在这种光通信网络中,作为在实现资源的有效利用的同时提供可靠性高的网络服务的手段,希望使用修复 (Restoration) 方式。该方式确保完全不同于现用光通道的路径中收容的预备光通道带宽,并且与救济其它现用光通道的预备光通道共用该预备光通道带宽。这样,可以节约网络全体为确保一定的可靠性而需要的预备光通道的资源,成为极其有效的手段。

[0005] 在自律分散控制的修复方式的研究(文献 3:R. Kawamura et al., "Implementation of self-healing function in ATM networks", Journal of Network and System Management, vol. 3, no. 3, pp. 243-264, 1995) 中,以在 ATM 网络中安装自愈 (Self Healing) 功能为主要目标,在故障发生前设定在 ATM 网络中设定的现用虚拟通道 (现用 VP)、和救济该现用虚通道的预备虚拟通道 (预备 VP) 二者。关于该 ATM 网络所定义的预备 VP 的预先设定,主要目标在于预备 VP 的路径设定。在 ATM 网络中设定的 VP 带宽可以以 MHz 为单位连续地设定,关于预备 VP 的带宽,假想了保证与现用 VP 相同的值的情况、以及保证比预备 VP 带宽更小的值的情况等各种情况,但是,关于收容针对各链路所定义的预备 VP 的预备带宽,不一定要设定成待救济的现用 VP 的带宽的总和。

[0006] 另外,要想像 SDH 通道和光通道那样在离散地设定带宽并且要求现用通道和预备通道的带宽完全相同的网络中安装基于自律分散控制的修复方式的自愈功能,不仅需要进行预备通道的路径设定,而且需要对确保预备通道的信令协议进行扩展。例如,如图 1 所示,当为节点 #1-#3-#6-#8 确保带宽来作为现用通道时,沿着该路径开通光通道。另一方面,只在节点 #1-#2-#4-#7-#8 中预约带宽来作为预备通道,要求在现用通道因某障碍而不能连接之前,该预备通道不进行实际的通道连接。

[0007] 在这种网络中,“信道”这样的概念在管理模型的构筑上是重要的。光网络分 op (光通道) 层、oms (光复用段) 层、ots (光传输段) 层 3 层来进行管理。op 层定义 op 路径

(trail)、oms 层定义 oms 路径、ots 层定义 ots 路径。

[0008] 如图 2 所示,光信道相当于在节点间定义的光区域的波段带宽,相当于收容 oms 路径的 op 连接。另外,在 SDH 传输网络的情况下,“信道”相当于在交叉连接节点间定义的 VC-3(50Mbit/s) 或者 VC-4(155Mbit/s) 带宽。

[0009] 另外,关于登记了利用预备通道的预备信道,具有以 1 个信道为单位进行管理的方式和以 M 个信道为单位进行管理的方式。图 3 是以 1 个信道为单位管理预备信道的方式,在预备光信道中登记有与光通道 (1)、(3)、(4) 共 3 条光通道对应的预备系统,实现了 1 对 3 共用预备修复。实际所需的预备信道数是现用通道的 1/3。

[0010] 在该例中,假设在现用光通道 (1) 中发生了故障,并且相关信道发生了切换的情况下,其它的现用光通道 (3)、(4) 变成在该区间不能确保预备带宽的状态。为了消除因该切换而不能保证故障救济的状态,利用新的路由选择处理对光通道 (3)、(4) 进行预备通道资源的再确保,产生与其相伴的预备系统的路由变更。在故障发生时,突然进行它们的再设定处理,有可能使网络运用产生故障。

[0011] 图 4 是以 M 个信道为单位管理预备信道的方式。预备信道组共由 2 条预备信道构成,登记有与光通道 (1)、(3) ~ (6) 共 5 条光通道对应的预备系统,实现 2 对 5 共用预备修复。实际所需的预备信道数在本例中是现用信道的 2/5。在该例中,即使现用光通道 (1) 发生故障,相关信道发生切换,其它现用光通道 (3) ~ (6) 也能使用剩下的 1 条预备信道进行救济。即,与以 1 个信道为单位管理预备信道的情况相比,可以大幅度地降低伴随故障切换的预备通道资源的再确保处理的发生频度。另外,将对于 N 条光通道登记 M 条预备信道的方式称为 M:N 共享修复方式。

[0012] 为了实现这种网络,要求有效地确保预备通道带宽的技术。

[0013] 另外,在以修复方式为基础的现用·预备通道的收容设计方法中,例如有:在以波分复用传输技术为基础的光通道网络中,相对于业务需求(光通道需求)估计链路所需的波长数的方式(文献 4:K. Nagatsu,“Photonic network design issues and application to the IPbackbone”,Journal of Lightwave Technology,vol.18,no.12,pp.2010-2018,Dec 2000)。这里,在发生单一链路故障的情况下,估计为了救济通过该链路的现用通道所需的波长数。

[0014] 同样的技术也可以适用于可以在物理线路上定义虚拟通道(VP)的 ATM 网络、可以定义标签交换通道(LSP)的 IP over MPLS, Ether over MPLS 网络。即,即使在链路故障时通过修复方式把为各个现用虚拟通道设定的带宽切换到预备路径,也能确保虚拟通道中设定的必要带宽。

[0015] 但是,在实际的网络运用中,只保证与单一的链路故障 r1 相对应的故障救济,有时候很难实现高品质的通信服务。该情况为:在发生了故障的链路的修复结束、并且被切换成预备路径的通道恢复成原来的现用路径之前,发生新的其它的链路故障 r2。此时,当通过预备通道的资源分配,共用用于救济因故障 r1 而切断的现用通道的预备通道、和用于救济因故障 r2 而切断的现用通道的预备通道时,有时候不能救济因故障 r2 而切断的现用通道,从而产生通道不工作状态。

[0016] 这样,在修复方式中,为了减少伴随着网络装置的一部分的故障而切换的多个现用通道相互确保同一预备通道带宽的竞争状态,以链路为单位自律地确保收容预备通道的

信道组所需的信道数或带宽的管理控制功能变得重要。

[0017] 另外,在共享修复方式中,为了尽量避免服务的中断,需要高速执行伴随着网络故障发生的现用光通道的切断救济。另外,作为与高速执行救济相关的技术,例如有在文献 5(K.Shimano et al.,“Demonstration of Fast Restoration for Distributed Control Plane on Photonic Network”, Technical Digest in ECOC,講演番号 7.4.2, Copenhagen, Sep. 2002) 中公开的技术。

[0018] 另外,要想使修复方式适用于像 SDH 通道、光通道等那样的需要现用通道和预备通道的带宽完全相同的网络,必须使用预先 100% 确保预备 SDH 通道或光通道的带宽的“预先分配修复方式”,但是,在该预先修复分配方式中,尤其需要高速进行向路径长度较长的预备通道进行的故障切换。

[0019] 另外,在网络中,在发生多重故障的情况下,有时候在共用备用通道的带宽的区间发生带宽确保的竞争,使故障救济失败。因此,要求尽可能地救济多重故障。

[0020] 另外,文献 2 所示的使用融合了以高可靠性交换机为基础的交叉连接技术和实现 IP 网络形式的分散控制的 GMPLS (Generalized Multiple Protocol Label Switching, 通用多协议标签交换) 技术的光路由器的网络如图 5 所示,与以往的 IP 网络不同,采用明确地分离数据面和控制面的结构,其中,数据面由传送通信网络的用户信息的交换功能部形成;控制面由传送通信网络的控制信号的控制装置形成。在这种结构中,需要抑制作为因控制面故障产生的恶劣影响而导致的数据面上设定的正常通道的切断和不必要的切换动作。

## 发明内容

[0021] 本发明的第 1 目的是提供一种为了实现共享修复方式而确保预备通道的带宽的预备通道带宽确保方法、以及实现该方法的通道切换装置。

[0022] 本发明的第 2 目的是提供一种在自律分散地控制的大容量通信网络中,动态地确保用于收容预备通道的信道组所需的信道数,实现与单一链路故障相对应的可靠的故障救济,并且即使对于多重链路故障,也能灵活地对应的预备通道带宽确保方法和通道切换装置。

[0023] 本发明的第 3 目的是提供一种在自律分散地控制、并且在链路上虚拟地设定的大容量虚拟通道网络中,动态地确保收容预备通道所需的带宽,实现与单一链路故障相对应的可靠的故障救济,并且即使对于多重链路故障,也能灵活地对应的预备通道带宽确保方法和通道切换装置。

[0024] 本发明的第 4 目的是提供一种能够在共享修复方式中高速地进行故障救济动作的高速通道切换方法和实现该方法的通道切换装置。

[0025] 本发明的第 5 目的是提供一种能够在预先分配修复方式中高速地向路径长度较长的预备通道进行故障切换的高速通道切换方法和通道切换装置。

[0026] 本发明的第 6 目的是提供一种能够通过分散控制高效地进行多重故障时的故障救济的通道管理装置。

[0027] 本发明的第 7 目的是提供一种网络控制装置,其可以抑制作为控制面故障所产生的恶劣影响而导致的数据面上设定的正常通道的切断和不必要的切换动作。

[0028] 本发明的第 1 目的通过以下的发明来达成。

[0029] 本发明的预备通道带宽确保方法,用于在通信网络的节点中确保在现用通道不能使用时所切换的预备通道的带宽,包含预备通道带宽确保步骤:各节点对于相同起点终点连接且作为预备通道带宽而确保的 L 条 (L 是自然数) 信道中的 M 条 (M 是小于等于 L 的自然数) 信道,在上述预备通道的带宽确保时,将待确保的上述 M 条信道的识别编号信息和表示要进行带宽确保的通道是预备通道的识别信息通知给位于预备通道的终点方向的下游节点。

[0030] 另外,本发明的一种预备通道带宽确保方法,用于在通信网络的节点中确保在现用通道不能使用时所切换的预备通道的带宽,包含预备通道带宽确保步骤:各节点将相同起点终点连接且作为预备通道带宽而确保的 L 条 (L 是自然数) 信道中的 M 条 (M 是小于等于 L 的自然数) 信道定义为信道组,保持指定该信道组的识别编号信息,

[0031] 在上述预备通道的带宽确保时,将待确保的上述信道组的识别编号信息和表示要进行带宽确保的通道是预备通道的识别信息通知给位于预备通道的终点方向的下游节点。

[0032] 另外,本发明的一种预备通道带宽确保方法,用于在通信网络的节点中确保在现用通道不能使用时所切换的预备通道的带宽,各节点将相同起点终点连接且作为预备通道带宽而确保的 L 条 (L 是自然数) 信道中的 M 条 (M 是小于等于 L 的自然数) 信道定义为信道组,包含:将成为上述信道组的成员的候选的各信道的识别编号信息、和表示上述信道组是预备资源的识别信息推荐给主节点的步骤;和预备信道组确保步骤:决定在上述主节点中作为上述信道组的成员而确保的各信道,并将该信道的识别编号信息通知给从节点。

[0033] 在上述预备通道带宽确保方法中,

[0034] 包含主从确认步骤:在具有邻接关系的 2 个节点间定义上述主节点和上述从节点,根据分配给该 2 个节点的节点识别编号的大小,将一方决定为主节点,将另一方决定为从节点。另外,在所通知的信息中也可以包含待设定的预备通道的现用通道所通过的链路和节点的危险分类编号信息。表示上述信道组是预备资源的识别信息也可以包含识别故障服务等级的识别信息。

[0035] 另外,也可以构成为:上述预备信道组确保步骤与上述预备通道带宽确保步骤同时起动,此时,上述主节点为位于预备通道的终点方向的下游侧节点,上述从节点为位于预备通道的起点方向的上游侧节点。

[0036] 另外,也可以包含如下的步骤:关于作为上述预备通道带宽而确保的 M 条信道,在需要将 M 条信道中的某条信道与没有作为预备通道带宽而确保的其它信道进行交换的情况下,至少将新的信道的识别编号信息推荐给位于该信道的相对侧终端点的节点。

[0037] 另外,本发明的一种通道切换装置,具有通道设定管理功能部,其用于确保在通信网络中设定的现用通道不能使用时所切换的预备通道的带宽,上述通道设定管理功能部包含:

[0038] 预备通道设定处理部,其具有对相同起点终点连接且作为预备通道带宽而确保的 L 条 (L 是自然数) 信道中的 Min 条 (Min 是小于等于 L 的自然数) 信道进行管理的功能;信令处理部,其在上述预备通道的带宽确保时,将从相邻的通道切换装置通知的 M 条信道的识别编号信息、和表示要进行带宽确保的通道是预备通道的识别编号信息作为输入,在检索了该预备通道的输出端口之后,将在该预备通道的输出侧确保的 Mout 条信道的识别编号信息输出给相邻节点。

[0039] 另外,本发明的一种通道切换装置,具有通道设定管理功能部,其用于确保在通信网络中设定的现用通道不能使用时所切换的预备通道的带宽,上述通道设定管理功能部包含:预备通道设定处理部,其具有将相同起点终点连接且作为预备通道带宽而确保的  $L$  条 ( $L$  是自然数)信道中的  $M$  条 ( $M$  是小于等于  $L$  的自然数)信道作为信道组来进行一体管理的功能;和信令处理部,其在上述预备通道的带宽确保时,将从相邻的通道切换装置通知的信道或信道组的识别编号信息、和表示要进行带宽确保的通道是预备通道的识别编号信息作为输入,在检索了该预备通道的输出端口之后,将在该预备通道的输出侧确保的信道或信道组的识别编号信息输出给相邻节点。

[0040] 在上述通道切换装置中,通道的切换单位是以波分复用方式在节点间传输的光通道单位、以时分复用方式在节点间传输的电通道或光通道单位、或者虚拟电通道。

[0041] 本发明的第 2 目的的一种预备通道带宽确保方法,用于在通信网络的节点中确保现用通道不能使用时所切换的预备通道的带宽,各节点保持相同起点终点连接且作为预备通道带宽而确保的  $L$  条 ( $L$  是自然数)信道中的  $M$  条 ( $M$  是小于等于  $L$  的自然数)信道的识别编号信息,当连接 2 个节点的链路中的信道组中登记的预备通道数为  $n$  ( $n$  是自然数),由于各危险分类编号  $r$  的切换因素而发生了从现用通道到预备通道的切换动作时切换成该  $M$  条信道中的任意一条的预备通道数为  $P(r)$ ,与各危险分类编号  $r$  对应的预备通道  $P(r)$  的最大值为  $\text{Max}\{P(r)\}$  时,将上述链路中的作为预备通道带宽而确保的信道数  $M$  设定为大于等于  $\text{Max}\{P(r)\}$  且小于等于  $n$ 。

[0042] 另外,本发明的一种预备通道带宽确保方法,用于在通信网络的节点中确保现用通道不能使用时所切换的预备通道的带宽,各节点将相同起点终点连接且作为预备通道带宽而确保的  $L$  条 ( $L$  是自然数)信道中的  $M$  条 ( $M$  是小于等于  $L$  的自然数)信道分别定义为信道组,并保持指定各信道组的识别编号信息,当连接 2 个节点的链路中的信道组中登记的预备通道数为  $n$  ( $n$  是自然数),由于各危险分类编号  $r$  的切换因素而发生了从现用通道到预备通道的切换动作时切换到相关信道组的预备通道数为  $P(r)$ ,与各危险分类编号  $r$  对应的预备通道数  $P(r)$  的最大值为  $\text{Max}\{P(r)\}$  时,将构成上述链路中的信道组的信道数  $M$  设定为大于等于  $\text{Max}\{P(r)\}$  且小于等于  $n$ 。

[0043] 另外,所谓的危险分类编号是指用于对作为网络的危险要素的单一链路故障、单一节点故障、或者作为它们的复合体的网络域进行管理的识别编号。例如,通过对节点 A 和节点 B 间的链路故障等的风险赋予 {1} 这样的编号来对危险进行管理。为了在这种网络中定义现用通道和预备通道,通过确保冗余性来实现高可靠性的通信服务,只要将该现用通道和预备通道设定成通过赋予了互相不同的危险分类编号的链路、节点或网络域即可。

[0044] 这里,各个信道组为了收容具有分别不同的故障服务等级的预备通道,对于多个  $m$  种类的故障服务等级,分别将  $M_1 \sim M_m$  条 ( $L = M_1 + M_2 + \dots + M_m$ ) 信道定义为信道组。另外,所谓的故障服务等级是指将各个通道的可靠性分成等级。例如,在网络发生故障的情况下,有时候因通信设备的绝对量暂时不足而不能维持所有通道的通信。此时,通过将各通道的可靠性分类,可以从与高可靠性对应的故障服务等级的通道开始优先地分配通信设备等,高效地运用网络,同时,对于接受通信服务的用户也可以要求与故障服务等级对应的价格。

[0045] 此时,对于上述链路中的各信道组和收容在它们中的预备通道,设定故障服务等级属性信息  $f$ ,并且,定义与该故障服务等级属性信息  $f$  对应的正值  $a(f)$ ,具有上述故障服

务等级属性信息  $f$  的预备通道收容在具有同一故障服务等级属性信息  $f$  的信道组中,在上述链路中构成故障服务等级属性信息  $f$  的信道组的信道数  $M$  在  $a(f) \times \text{Max}\{P(r)\}$  小于等于  $n$  的情况下,被设定为大于等于  $a(f) \times \text{Max}\{P(r)\}$  且小于等于  $n$ ;在  $a(f) \times \text{Max}\{P(r)\}$  超过  $n$  的情况下,被设定为小于等于  $n$ 。

[0046] 另外,本发明的一种通道切换装置,具有通道设定管理功能部,其用于确保在通信网络中设定的现用通道不能使用时所切换的预备通道的带宽,上述通道设定管理功能部具有如下的功能:保持相同起点终点连接且作为预备通道带宽而确保的  $L$  条 ( $L$  是自然数) 信道中的  $M$  条 ( $M$  是小于等于  $L$  的自然数) 信道的信道识别编号信息;当连接 2 个通道切换装置的链路中的信道组中登记的预备通道数为  $n$  ( $n$  是自然数),由于各危险分类编号  $r$  的切换因素而发生从现用通道到预备通道的切换动作时切换到该  $M$  条信道中的任意一条的预备通道数为  $P(r)$ ,与各危险分类编号  $r$  对应的预备通道  $P(r)$  的最大值为  $\text{Max}\{P(r)\}$  时,将上述链路中的作为预备通道带宽而确保的信道数  $M$  设定为大于等于  $\text{Max}\{P(r)\}$  且小于等于  $n$ 。

[0047] 另外,本发明的一种通道切换装置,具有通道设定管理功能部,其用于确保在通信网络中设定的现用通道不能使用时所切换的预备通道的带宽,上述通道设定管理功能部具有如下的功能:将相同起点终点连接且作为预备通道带宽而确保的  $L$  条 ( $L$  是自然数) 信道中的  $M$  条 ( $M$  是小于等于  $L$  的自然数) 信道分别定义为信道组,并保持指定各信道组的识别编号信息,当连接 2 个通道切换装置的链路中的信道组中登记的预备通道数为  $n$  ( $n$  是自然数),由于各危险分类编号  $r$  的切换因素而发生从现用通道到预备通道的切换动作时切换到相关信道组的预备通道数为  $P(r)$ ,与各危险分类编号  $r$  对应的预备通道数  $P(r)$  的最大值为  $\text{Max}\{P(r)\}$  时,将构成上述链路中的信道组的信道数  $M$  设定为大于等于  $\text{Max}\{P(r)\}$  且小于等于  $n$ 。

[0048] 对于上述链路中的各信道组和收容在它们中的预备通道,设定故障服务等级属性信息  $f$ ,并且,定义与该故障服务等级属性信息  $f$  对应的正值  $a(f)$ ,具有上述故障服务等级属性信息  $f$  的预备通道收容在具有同一故障服务等级属性信息  $f$  的信道组中,上述通道设定管理功能部包含如下的功能:作为在上述链路中构成故障服务等级属性信息  $f$  的信道组的信道数  $M$ ,在  $a(f) \times \text{Max}\{P(r)\}$  小于等于  $n$  的情况下,设定为大于等于  $a(f) \times \text{Max}\{P(r)\}$  且小于等于  $n$ ;在  $a(f) \times \text{Max}\{P(r)\}$  超过  $N$  的情况下,设定为小于等于  $n$ 。

[0049] 通道的切换单位可以是以波分复用方式在节点间传输的光通道单位、或者以时分复用方式在节点间传输的电通道或光通道单位。

[0050] 另外,本发明的第 3 目的可以通过以下的发明来达成。

[0051] 本发明的一种预备通道带宽确保方法,用于在通信网络的节点中确保现用通道不能使用时所切换的预备通道的带宽,各节点保持相同起点终点连接且事先确保的预备通道收容带宽  $L$  中的预备通道带宽  $M$  ( $M \leq L$ ),当连接 2 个节点的链路中的 VPI 组中登记的预备通道带宽的总和为  $b$ ,由于各危险分类编号  $r$  的切换因素而发生从现用通道到预备通道的切换动作时切换到该 VPI 组中的任意一个的预备通道带宽的总和为  $P(r)$ ,与各危险分类编号  $r$  对应的预备通道  $P(r)$  的最大值为  $\text{Max}\{P(r)\}$  时,将上述链路中的作为预备通道带宽而确保的带宽  $M$  设定为大于等于  $\text{Max}\{P(r)\}$  且小于等于  $b$ 。

[0052] 另外,本发明的一种预备通道带宽确保方法,用于在通信网络的节点中确保现用

通道不能使用时所切换的预备通道的带宽,各节点将相同起点终点连接且事先确保的预备通道收容带宽  $L$  中的预备通道带宽  $M$  ( $M \leq L$ ) 定义为 VPI 组,并保持指定各 VPI 组的识别编号信息,当连接 2 个节点的链路中的 VPI 组中登记的预备通道带宽的总和为  $b$ ,由于各危险分类编号  $r$  的切换因素而发生从现用通道到预备通道的切换动作时切换到该 VPI 组的预备通道带宽的总和为  $P(r)$ ,与各危险分类编号  $r$  对应的预备通道带宽的总和  $P(r)$  的最大值为  $\text{Max}\{P(r)\}$  时,将构成上述链路中的 VPI 组的预备通道带宽  $M$  设定为大于等于  $\text{Max}\{P(r)\}$  且小于等于  $b$ 。

[0053] 所谓 VPI 是为了收容 VP(虚拟通道)而定义的逻辑信道的识别编号,被称为 Virtual Path Identifier(虚拟通道标识符)。在节点间的链路单位中定义 VPI。

[0054] 这里,各个 VPI 组为了收容具有分别不同的故障服务等级的预备通道,对于多个  $m$  种类的故障服务等级,分别定义  $M_1 \sim M_m$  条 ( $L = M_1 + M_2 + \dots + M_m$ ) 预备通道带宽。

[0055] 此时,对于上述链路中的各 VPI 组和收容在它们中的预备通道,设定故障服务等级属性信息  $f$ ,并且,定义与该故障服务等级属性信息  $f$  对应的正值  $a(f)$ ,具有上述故障服务等级属性信息  $f$  的预备通道收容在具有同一故障服务等级属性信息  $f$  的 VPI 组中,在上述链路中构成故障服务等级属性信息  $f$  的 VPI 组的预备通道带宽  $M$  在  $a(f) \times \text{Max}\{P(r)\}$  小于等于  $b$  的情况下,被设定为大于等于  $a(f) \times \text{Max}\{P(r)\}$  且小于等于  $b$ ;在  $a(f) \times \text{Max}\{P(r)\}$  超过  $b$  的情况下,被设定为小于等于  $b$ 。

[0056] 另外,本发明的一种通道切换装置,具有通道设定管理功能部,其用于确保在通信网络中设定的现用通道不能使用时所切换的预备通道的带宽,上述通道设定管理功能部具有如下功能:保持相同起点终点连接且事先确保的预备通道收容带宽  $L$  中的预备通道带宽  $M$  ( $M \leq L$ ),当连接 2 个节点的链路中的 VPI 组中登记的预备通道带宽的总和为  $b$ ,由于各危险分类编号  $r$  的切换因素而发生从现用通道到预备通道的切换动作时切换到该 VPI 组中的任意一个的预备通道带宽的总和为  $P(r)$ ,与各危险分类编号  $r$  对应的预备通道  $P(r)$  的最大值为  $\text{Max}\{P(r)\}$  时,将上述链路中的作为预备通道带宽而确保的带宽  $M$  设定为大于等于  $\text{Max}\{P(r)\}$  且小于等于  $b$ 。

[0057] 另外,本发明的一种通道切换装置,具有通道设定管理功能部,其用于确保在通信网络中设定的现用通道不能使用时所切换的预备通道的带宽,上述通道设定管理功能部具有如下功能:将相同起点终点连接且事先确保的预备通道收容带宽  $L$  中的预备通道带宽  $M$  ( $M \leq L$ ) 定义为 VPI 组,并保持指定各 VPI 组的识别编号信息,当连接 2 个节点的链路中的 VPI 组中登记的预备通道带宽的总和为  $b$ ,由于各危险分类编号  $r$  的切换因素而发生从现用通道到预备通道的切换动作时切换到相关 VPI 组的预备通道带宽的总和为  $P(r)$ ,与各危险分类编号  $r$  对应的预备通道带宽的总和  $P(r)$  的最大值为  $\text{Max}\{P(r)\}$  时,将构成上述链路中的 VPI 组的预备通道带宽  $M$  设定为大于等于  $\text{Max}\{P(r)\}$  且小于等于  $b$ 。

[0058] 对于上述链路中的各 VPI 组和收容在它们中的预备通道,设定故障服务等级属性信息  $f$ ,并且,定义与该故障服务等级属性信息  $f$  对应的正值  $a(f)$ ,具有上述故障服务等级属性信息  $f$  的预备通道收容在具有同一故障服务等级属性信息  $f$  的信道组中,上述通道设定管理功能部还可以包含以下功能:对于上述链路中构成故障服务等级属性信息  $f$  的 VPI 组的预备通道带宽  $M$ ,在  $a(f) \times \text{Max}\{P(r)\}$  小于等于  $b$  的情况下,将其设定为大于等于  $a(f) \times \text{Max}\{P(r)\}$  且小于等于  $b$ ;在  $a(f) \times \text{Max}\{P(r)\}$  超过  $b$  的情况下,将其设定为小于等

于 b。

[0059] 本发明的第 4 目的是通过下面的发明达成的。

[0060] 本发明的一种高速通道切换方法,在通信网络的节点中,当现用通道不能使用时,起动预备通道来进行切换,各节点将相同起点终点连接且作为预备通道带宽而确保的 L 条 (L 是自然数) 信道中的 M 条 (M 是小于等于 L 的自然数) 信道定义为信道组,并将上述预备通道事先虚拟地收容在上述信道组中,在具有邻接关系的 2 个节点间,根据各自分配的节点识别编号的大小,将一方决定为主节点,将另一方决定为从节点,在起动收容在上述信道组中的预备通道时,从具有小 (或大) 识别编号的信道开始按顺序起动上述主节点,从具有大 (或小) 识别编号的信道开始按顺序起动上述从节点。

[0061] 另外,本发明的一种通道切换装置,具有通道设定管理功能部,其用于确保在通信网络中设定的现用通道不能使用时所切换的预备通道的带宽,该通道切换装置的特征在于,上述通道设定管理功能部具有:预备通道设定处理部,其具有将相同起点终点连接且作为预备通道带宽而确保的 L 条 (L 是自然数) 信道中的 M 条 (M 是小于等于 L 的自然数) 信道定义为信道组,并保持识别该信道组的识别编号的功能;信道管理数据库,其将上述信道组的识别编号和收容在上述信道组中的预备信道的识别编号关联起来进行保持;预备起动处理部,其在相邻节点之间输入输出预备通道起动信号,驱动交换机,从而进行预备通道切换。

[0062] 另外,具有如下的单元:在具有邻接关系的 2 个节点间,根据各自分配的节点识别编号的大小,将一方决定为主节点,将另一方决定为从节点,上述预备通道起动处理部具有如下的功能:在起动收容在上述信道组中的预备通道时,从具有小 (或大) 识别编号的信道开始按顺序起动上述主节点,从具有大 (或小) 识别编号的信道开始按顺序起动上述从节点。

[0063] 这里,通道的切换单位可以是以波分复用方式在节点间传输的光通道单位。另外,通道的切换单位也可以是以时分复用方式在节点间传输的电通道或光通道单位、或者以信元、帧或分组复用方式在节点间传输的虚拟电通道。

[0064] 第 5 目的可以通过下面的发明来达成。

[0065] 本发明的一种高速通道切换方法,将通过多条路径连接通信网络的 2 个地点的节点间的一条通道设为现用通道,将其它通道设为沿着始点 / 终点间的路径确保连接性的预备通道,当上述现用通道发生故障时,通过始点或终点节点的切换操作,进行从上述现用通道向上述预备通道的切换,在其它的现用通道发生故障时,开放上述预备通道的带宽作为收容用于进行其它现用通道的故障救济的预备通道的带宽。

[0066] 在该路径长度超过预定长度或者经由节点数超过预定数的情况下进行设定上述预备通道,在其它情况下设定只确保带宽的预备通道。

[0067] 另外,本发明的一种通道切换装置,当通信网络的 2 个地点的节点间设定的现用通道发生故障时,切换成在连接相同的 2 个地点的不同路径上设定的预备通道,具有:通道管理单元,作为上述预备通道,其将沿着该路径确保连接性的热态预备通道和只确保带宽的通常预备通道区别开来进行管理;共用上述热态预备通道所占有的带宽和上述通常预备通道所确保的带宽的单元。

[0068] 在上述通道切换装置中,可以包含收发识别信息的单元,该识别信息表示设定在

相邻节点间的预备通道是否是上述热态预备通道。另外,也可以包含如下的单元:当现用通道发生故障,沿着预备通道路径收发用于向预备通道切换的切换消息时,从上述通道管理单元中取得收容上述热态预备通道的信道带宽信息,选择包含该信道带宽的预备通道的切换目的地,作成切换消息。另外,可以包含如下的单元:在现用通道发生故障时,沿着救济该现用通道的热态预备通道的路径上的通道切换装置,传送设定为不向其它通道的故障救济开放热态预备通道的带宽的消息。

[0069] 本发明的第 6 目的通过下面的发明来达成。

[0070] 本发明的一种通道管理装置,确保通信网络中设定的现用通道不能使用时所切换的预备通道的带宽(信道),管理通道的连接/切换,其特征在于,具有通知单元,当检测出因收容所述预备通道的信道发生故障或者被其它预备通道使用而不能起动的预备通道时,将该预备通道不能起动的情况通知给该预备通道所经由的节点。

[0071] 上述通知单元可以采用如下的结构:通知包含上述预备通道所经由的各节点区间的不能起动的信息在内的信息。另外,所述通知单元可以构成为:将所述预备通道不能起动的信息追加到为了在从所述预备通道的始点节点到终点节点或者相反的方向上进行正常性确认而定期传送的预备通道管理消息中。

[0072] 在上述通道管理装置中可以具有:信道转用单元,其通过所述不能起动的通知,把握在其它节点区间不能确保信道的预备通道,将为了收容该不能起动的预备通道而分配的信道转用成收容其它通道的信道。

[0073] 另外,本发明的一种通道管理装置,确保通信网络中设定的现用通道不能使用时所切换的预备通道的信道,管理通道的连接/切换,其特征在于,具有:信道转用单元,在通过共用来确保收容多个预备通道组的多个信道、并对各预备通道组设定了优先级时,在收容所述预备通道组中的预定数的预备通道的信道不足的情况下,转用为了收容优先级比该预备通道组低的预备通道组而分配的信道组中的需要数量的信道。

[0074] 本发明的第 7 目的可以通过下面的发明来达成。

[0075] 本发明的一种网络控制装置,在将传送用户信息的数据面和传送控制信号的控制面分离开来的通信网络的节点中,对通道管理进行分散控制,其特征在于,具有:控制链路管理功能部,其进行所述控制面的正常性确认;通道管理数据库,其对所述数据面上设定的通道进行设定管理;信令处理部,其分别对所述通道进行正常性确认;以及定时器处理部,当对于所述各个通道取得正常性确认为止的正常确认经过时间超过阈值时,删除所述通道管理数据库中登记的通道管理信息,其中,所述控制链路管理功能部包括如下的功能:当检测出连接在自身节点上的控制链路的异常,并且确认了与控制链路对应的数据链路的正常性时,向所述定时器处理部输出定时器停止信号,所述定时器处理部包括如下的功能:通过所述定时器停止信号的输入,停止所述正常确认经过时间的定时器处理,所述信令处理部包括如下的功能:对于进行了所述定时器停止处理的通道,将该情况通知给通道所通过的所有节点。

[0076] 上述控制链路管理功能部可以包含如下的功能:将连接在自身节点上的控制链路的异常通知给相邻节点;以及将从相邻节点通知的控制链路的异常通知给其它的相邻节点。

**附图说明**

- [0077] 图 1 是表示通信网络的结构例的图。
- [0078] 图 2 是表示网络的管理模型的图。
- [0079] 图 3 是说明以 1 个信道为单位管理预备信道的方式的图。
- [0080] 图 4 是说明以 M 个信道为单位管理预备信道的方式的图。
- [0081] 图 5 是表示使用了光路由器的网络的图。
- [0082] 图 6 是表示实施方式 1-1 的预备通道带宽确保方法中的网络管理模型的图。
- [0083] 图 7 是表示实施方式 1-1 的现用光通道和预备光通道的设定信令序列的图。
- [0084] 图 8 是表示实施方式 1-1 的预备光通道的设定信令序列的图。
- [0085] 图 9 是表示实施方式 1-2 的信令序列的图。
- [0086] 图 10 是表示实施方式 1-3 的信令序列的图。
- [0087] 图 11 是表示实施方式 1-4 的信令序列的图。
- [0088] 图 12 是表示实施方式 1-5 的通道切换装置的结构例的图。
- [0089] 图 13 是通道管理数据库 225 中保存的信息例的图。
- [0090] 图 14 是表示实施方式 1-6 的通道切换装置的结构例的图。
- [0091] 图 15 是表示实施方式 1-6 的通道切换装置的结构例的图。
- [0092] 图 16 是表示实施方式 2-1 的通道切换装置的结构例的图。
- [0093] 图 17 是表示本实施方式所使用的光通信网络的结构例的图。
- [0094] 图 18 是表示实施方式 2-1 中的预备通道设定 / 删除处理部 223 的预备通道设定处理序列的流程图。
- [0095] 图 19 是说明实施方式 2-1 中的预备通道设定处理序列的具体例 1 的图。
- [0096] 图 20 是说明实施方式 2-1 中的预备通道设定处理序列的具体例 2 的图。
- [0097] 图 21 是表示实施方式 2-2 中的预备通道设定 / 删除处理部 223 的预备通道设定处理序列的流程图。
- [0098] 图 22 是说明实施方式 2-2 中的预备通道设定处理序列的具体例 1 的图。
- [0099] 图 23 是说明实施方式 2-2 中的预备通道设定处理序列的具体例 2 的图。
- [0100] 图 24 是表示通道切换装置的其它结构例的图。
- [0101] 图 25 是表示实施方式 3-1 的通道切换装置的结构例的图。
- [0102] 图 26 是表示本实施方式所使用的通信网络的管理模型的图。
- [0103] 图 27 是表示本实施方式所使用的通信网络的结构例的图。
- [0104] 图 28 是表示实施方式 3-1 中的预备通道设定 / 删除处理部 223 的预备通道设定处理序列的流程图。
- [0105] 图 29 是说明实施方式 3-1 中的预备通道设定处理序列的具体例 1 的图。
- [0106] 图 30 是说明实施方式 3-1 中的预备通道设定处理序列的具体例 2 的图。
- [0107] 图 31 是表示实施方式 3-2 中的预备通道设定 / 删除处理部 223 的预备通道设定处理序列的流程图。
- [0108] 图 32 是说明实施方式 3-2 中的预备通道设定处理序列的具体例 1 的图。
- [0109] 图 33 是说明实施方式 3-2 中的预备通道设定处理序列的具体例 2 的图。
- [0110] 图 34 是表示网络的结构例的图。

- [0111] 图 35 是表示竞争例的图。
- [0112] 图 36 是表示高速通道切换方法所使用的光通信网络的结构例的图。
- [0113] 图 37 是表示实施方式 4-1 中的高速通道切换方法的信令序列的图。
- [0114] 图 38 是表示实施方式 4-1 的高速通道切换方法中的竞争控制例的图。
- [0115] 图 39 是表示实施方式 4-2 的通道切换装置的图。
- [0116] 图 40 是表示实施方式 4-3 的通道切换装置的图。
- [0117] 图 41 是表示实施方式 4-4 的通道切换装置的图。
- [0118] 图 42A、B 是表示预备通道带宽确保方法的一例的图。
- [0119] 图 43A、B、C 是表示以往的故障通知方法的图。
- [0120] 图 44A、B 是说明实施方式 5-1 的高速通道切换方法的图。
- [0121] 图 45 是表示以往的通道切换方法的一例的图。
- [0122] 图 46 是表示实施方式 5-2 的通道切换装置的图。
- [0123] 图 47 是表示多重故障发生时的状态的图。
- [0124] 图 48 是表示包含实施方式 6 的通道管理装置的通道切换装置的结构例的图。
- [0125] 图 49A、B、C 是表示预备通道起动不可消息的传送方法的图。
- [0126] 图 50 是表示实施方式 6 中的通道管理装置的管理例的图。
- [0127] 图 51 是表示实施方式 6 中的通道管理装置的其它管理例的图。
- [0128] 图 52 是表示信令处理例的图。
- [0129] 图 53 是表示硬态的问题点的图。
- [0130] 图 54 是表示实施方式 7-1、7-2 的网络控制装置中的状态迁移的图。
- [0131] 图 55 是表示实施方式 7-1 的网络控制装置的图。
- [0132] 图 56 是说明通道设定管理功能部 22 的动作例的图。
- [0133] 图 57 是说明控制链路管理功能部 23 的动作例的图。
- [0134] 图 58 是表示实施方式 7-2 的网络控制装置的图。

## 具体实施方式

[0135] 以下,参照附图对本发明的各实施方式进行说明。

[0136] [实施方式 1-1 ~ 1-7]

[0137] 作为实现基于背景技术中说明的修复方式的网络技术的手段,要想利用与现用通道的设定相类似的信令处理来确保预备通道的带宽,必须包含能明确预备通道的设定的识别信息。另外,要想有效地发挥修复方式的作用,必须登记备用通道,使得不会发生伴随着网络装置的一部分的故障而切换的多个现用通道相互确保同一预备信道带宽的竞争状态。作为防止这种竞争状态的手段,以链路为单位自律地确保预备信道组所需的信道数的管理控制功能也很重要。

[0138] 在实施方式 1-1 ~ 实施方式 1-7 中,对用于实现上述功能的技术进行说明。

[0139] (实施方式 1-1(预备通道带宽确保方法))

[0140] 本实施方式的预备通道带宽确保方法所使用的通信网络假设如图 1 所示。该通信网络是定义波长单位的光通道的光通道网络,由实现这些光通道的交叉连接的光交叉连接节点构成。

[0141] 光通道在始点节点 #1 至终点节点 #8 间被定义为点到点,在中继节点 #3、#6 中,为了避免与其它光通道的冲突,对光通道的波长进行波长变换。该光通道的带宽例如是 10Gbit/s,按照 ITU-T G.709 规范的 OTN 格式进行传输。另外,该光通道以 50GHz 的间隔收容在光纤链路中,在各光纤链路中,实现 32 波长的波分复用传输。

[0142] 在该网络中,根据图 6 所示的网络管理模型,对预备光通道所用的 L 条中的 M 条 OP 连接、即光信道进行管理上的捆绑,作为光信道组来进行管理。在图 6 中,●表示光纤标签,○表示波长标签,□表示预备光信道组标签的各接口,不仅对光信道,对光信道组也赋予识别编号。并且,预备光通道的带宽确保可通过指定各链路的预备光信道组来进行。

[0143] 图 7 是表示实施方式 1-1 的预备通道带宽确保方法中的现用光通道和预备光通道的设定信令序列的图。

[0144] 现用光通道的信令序列使用 RSVP-TE 协议。RSVP-TE 协议使 Path 消息从上游节点流向下游节点,在各节点临时预约光通道的设定所需的资源。当包含终点节点在内的途中经由节点的资源临时预约成功时,通过 Resv 消息从下游节点确保临时预约的资源。此时,记录该光通道所经由的节点和链路的危险分类编号信号,并通知给上游节点。

[0145] 当现用光通道的信令成功时,接着转移到预备光通道的信令序列。上游节点进行预备光通道的路径计算,但是,在路径计算时,利用上述 Resv 消息所通知的现用光通道的危险分类编号信息进行制约来决定预备光通道的路径,使得不经过具有该危险分类编号信息的链路或节点。这里,所谓的危险分类编号信息是赋予给节点或链路单体、或者它们的集合的故障场景 (failure scenario) 编号。决定预备光通道的路径,使得包含与现用光通道相同的故障场景。

[0146] 另外,本实施方式的“危险分类编号”的概念是基于 SRLG (Shared Risk Link Group (IETF 互联网草案 draft-ietf-inpo-framework-01.txt)) 的。SRLG 的技术是如下的技术:将各链路或节点装置的故障作为场景编号来进行管理,针对每个故障场景,事先决定救济现用线路的备用线路的设定路径。

[0147] 图 8 是表示实施方式 1-1 的预备光通道的设定信令序列的图。即使预备光通道的信令序列也使用 RSVP-TE 协议。

[0148] RSVP-TE 协议使 Path 消息从上游节点流向下游节点,在各节点处临时预约光通道的设定所需的资源。

[0149] Path 消息中具有表示该消息是预备光通道的设定的预备标识符、赋予给该预备通道的现用通道所经由的链路和节点的危险分类编号信息,这些信息保存在临时预约了资源的节点中。

[0150] 当包含终点节点在内的途中经由节点的资源临时预约成功时,通过 Resv 消息从下游节点“预备预约”所临时预约的资源。这里,通过指定作为预备资源而使用的光信道或光信道组的识别编号来进行“预备预约”,没必要进行光交换机的物理设定。Resv 消息包含收容该预备通道的预备光信道组识别编号。收容预备光通道的预备光信道组编号信息随每个链路而不同。在本实施方式中,在节点 #7-#8 之间选择信道组 2、在节点 #4-#7 之间选择信道组 1、在节点 #2-#4 之间选择信道组 3、在节点 #4-#1 之间选择信道组 1,从节点 #2 向节点 #1 发送的 Resv 消息中除了路由信息 (经由节点编号信息),还包含在各链路中选择的光信道组编号信息。节点 #1 (Ingress 节点) 通过接收上述信息,可以掌握相关预备光通道的

路径和选择预备波长信道组编号。

[0151] 本实施方式的方法通过共用作为现用光通道的故障救济所需的预备光通道资源的光信道,可以削减所需的光信道数,并且,通过将多个“预备预约”的光信道捆绑后基于一个识别编号信息进行一元管理,可以在网络整体中大幅削减预备光通道资源的管理对象数。另外,可以大幅降低伴随着切换发生的预备光通道资源的再确保处理的频度。

[0152] (实施方式 1-2(预备通道带宽确保方法))

[0153] 各节点保持光纤链路的利用状态、要用“预备预约”的各光信道组来救济的现用光通道的识别信息、通过该现用光通道的危险分类编号信息。伴随着使用“预备预约”的光信道组的预备光通道的追加、或者使用该光信道组“预备预约”的预备光通道的删除,构成该光信道组所需的光信道数发生变化。在该实施方式 1-2 中,示出了实施方式 1-1 的“预备预约”的光信道组的管理控制方法的追加例。

[0154] 图 9 示出了实施方式 1-2 的信令序列。这里,主节点和从节点是在具有邻接关系的 2 个节点间定义的,将分配给该 2 个节点的节点识别编号大的一方确定为主节点,将小的一方确定为从节点。或者也可以反过来。

[0155] 检测出了预备光通道的预备预约状态的变化了的从节点 #2 使用 Path 消息向主节点 #4 推荐构成光信道组的光信道的候选。主节点 #4 只选择所推荐的光信道 (1、2、3、4) 中的可用作光信道组的成员的光信道 (这里为 2、3、4),并使用 Resv 消息将该结果通知给从节点 #2。

[0156] 另外,即使没有在相邻节点间建立光信道组的情况下,也可以使用完全相同的序列。有时候在构成光信道组的光信道数为 0 或 1 的情况下进行光信道组的删除。

[0157] 这样,本实施方式示出了如下手段:在相邻节点间自律地进行收容预备光通道的光信道组的维持、建立、删除,自律分散地控制作为光信道组的成员的光信道。这样,可以灵活地改变收容预备光通道的光信道组的光信道数,可以实现网络资源的有效利用和针对现用光通道故障的高救济率。

[0158] (实施方式 1-3(预备通道带宽确保方法))

[0159] 在实施方式 1-3 中,示出了实施方式 1-2 的“预备预约”的光信道组的管理控制方法的变形例。这里,假设在相邻节点间自律地建立光信道组和构成光信道组的光信道。

[0160] 图 10 示出了实施方式 1-3 的信令序列。检测出了预备光通道的预备预约状态的变化了的从节点 #2 使用 Path 消息向主节点 #4 推荐构成光信道组的光信道的候选,但是,此时也通知光信道组的故障服务等级。主节点 #4 只选择所推荐的光信道 (1、2、3、4) 中的可用作光信道组的成员的光信道 (这里为 2、3、4),并使用 Resv 消息将该结果通知给从节点 #2。此时,也考虑光信道组的故障服务等级来选择成为成员的光信道。

[0161] 这样,本实施方式在相邻节点间自律地进行收容预备光通道的光信道组的维持、建立、删除,但是,通过定义光信道组的故障服务等级,可以根据故障服务等级来增减成为光信道组的成员的光信道数。即,对于高的故障服务等级,通过使多条光信道成为成员,可以实现高救济率。

[0162] (实施方式 1-4(预备通道带宽确保方法))

[0163] 在实施方式 1-4 中,示出了实施方式 1-2 的“预备预约”的光信道组的管理控制方法的变形例。这里,示出了如下的方法:在相邻节点间自律地建立光信道组和构成光信道

组的光信道,但是,与该光信道组的建立同时地进行预备光通道的“预备预约”。

[0164] 图 11 示出了实施方式 1-4 的信令序列。与预备光通道的临时预约同时地检测出了光信道组的预备预约状态的变化,的上游节点使用 Path 消息向下游节点推荐构成光信道组的光信道的候选。下游节点只选择所推荐的光信道(1、2、3、4)中的可用作光信道组的成员的光信道(这里为 2、3、4),将该结果追加到建立预备光通道的“预备预约”的 Resv 消息中,通知给上游节点。

[0165] 这样,本实施方式可以在预备光通道设定的同时建立作为现用光通道的故障救济所需的预备光通道资源的光信道组。根据预备光通道的设定要求,在作为光信道组的成员的光信道数不足的情况下,可以利用本实施方式的方法迅速地增加光信道组的光信道数。另外,在要收容预备光通道的光信道组不能确保所需信道数的情况下,该预备光通道的“预备预约”失败,但是也能迅速地进行这种处理,可以在短时间内进行使用其它路径的预备光通道的设定。

[0166] 另外,在以上示出的各实施方式中,作为通道的物理介质,以光(波长)通道为例进行记载,但是,也可以使用 SONET/SDH 的 VC-3、VC-4 通道;通过设定 ATM 的 VPI 标识符而实现的虚拟通道;通过 MPLS 技术实现的标签交换通道;通过 Ether 的 Tag-VLAN 技术实现的 Ether 通道中的任意一种。

[0167] 另外,在本发明的预备通道带宽确保方法中,包含如下的步骤:关于作为预备通道带宽而确保的 M 条信道,在由于收发器的故障等原因而需要将 M 条信道中的某条信道与未作为预备通道带宽而确保的其它信道进行交换的情况下,至少将新的信道识别编号信息推荐给该信道的相对侧终端点处的节点。

[0168] (实施方式 1-5(通道切换装置))

[0169] 图 12 是本发明的实施方式 1-5 中的通道切换装置的结构图。本实施方式的通道切换装置是实现上述预备通道带宽确保方法的各实施方式的装置。另外,在以后图示的装置的结构图间,对应的功能部赋予相同的参照编号。

[0170] 在图 12 中,通道切换装置由实现波长通道单位的交叉连接的光交换部 10、对其进行管理控制的管理控制功能部 20、信道管理数据库 15 构成。光交换部 10 由光交换功能部 11 和对光交换功能部 11 进行控制的交换控制部 12 构成。本实施方式的光交换部 10 使用 128×128 交换机,具有输入输出 4 条对光通道进行 32 波复用的光纤链路的能力。各光通道的传输速度为 2.5Gbit/s,在 SONET/OC-48 接口终结。

[0171] 控制线路由具有 155Mbit/s 的传输速度的 SONET/OC-3 线路构成。控制信号例如是用于取得光路由器网络的网络拓扑的 OSPF/IS-IS 协议分组、对分组交换机间设定的光通道进行设定/解除的 RSVP-TE/CR-LDR 协议分组、进行各光纤链路的故障监视的 LMP 协议分组。

[0172] 管理控制功能部 20 由以下部分构成:路由选择处理功能部(OSPF/IS-IS 协议处理功能)21,其安装有对这些控制信号协议进行处理的功能部,实现光通道的设定/解除/切换/路由选择;通道设定管理功能部(RSVP-TE/CR-LDR 协议处理功能)22,其进行光通道设定/解除信令;控制线路管理功能部(LMP 协议处理功能)23,其对传输控制信号的控制线路网进行故障监视;以及,IP 处理部 24。

[0173] 通道设定管理功能部 22 包含:作为 RSVP-TE 协议的核心的信令处理部 221、现用

通道设定 / 删除处理功能部 222、预备通道设定 / 删除处理功能部 223、预备通道起动处理部 224、通道管理数据库 225。

[0174] 另外,信令处理部 221 即使使用 CR-LDP 协议也是同样的。现用通道设定 / 删除处理功能部 222、预备通道设定 / 删除处理功能部 223、以及预备通道起动处理部 224 连接在信道管理数据库 15 上,现用通道设定 / 删除处理功能部 222 和预备通道设定 / 删除处理功能部 223 连接在路由选择处理功能部 21 上,现用通道设定 / 删除处理功能部 222 和预备通道起动处理部 224 连接在交换控制部 12 上。在现用通道设定时,向现用通道设定 / 删除处理功能部 222 输入 / 输出信令信息。同样,在预备通道设定时,向预备通道设定 / 删除处理功能部 223 输入 / 输出信令信息。

[0175] 信道管理数据库 15 具有可以定义多个预备光信道捆绑得到的光信道组来作为收容预备光通道的资源,从而进行管理的数据结构,使得可以基于图 6 的管理模型进行光信道管理,并且对光信道的状态进行监视。另外,信道管理数据库 15 包含光信道危险分类数据库,其保持:通道切换装置和与通道切换装置连接的各链路的危险分类编号信息、以及通道切换装置中收容的光信道或光信道组中登记的危险分类编号信息。

[0176] 预备光通道设定 / 删除处理功能部 223 将作为收容相同起点终点连接的预备通道的带宽而确保的 L 条(L 是自然数)信道中的 M 条(M 是小于等于 L 的自然数)信道作为信道组,进行一体管理。因此,赋予指定各信道组的识别编号,并且,选择作为光信道组的成员的光信道,将该光信道的识别信息与对应的光信道组识别编号关联起来输出到数据库中。

[0177] 信令处理部 221 将从相邻节点通知的预备通道起动信号输出给预备通道起动处理部 224,另外,将来自预备通道起动处理部 224 的预备通道起动信号输出给相邻节点。另外,在预备通道带宽确保时,如果从相邻的通道切换装置输入了相邻的通道切换装置所通知的待确保的信道或信道组的识别编号信息、和表示该通道是预备通道的识别信息,则信令处理部 221 将该信息分配给预备光通道设定 / 删除处理功能部 223。预备光通道设定 / 删除处理功能部 223 通过参照路由选择处理功能部 21 的路由表,检索该预备通道的输出端口,将该预备通道的输出侧确保的信道或信道组的识别编号信息输出给信令处理部 221,并通知给相邻节点。

[0178] 另外,在预备通道带宽确保时,也对相邻通道切换装置所通知的危险分类编号信息进行同样的处理。输入给信令处理部 221 的危险分类编号信息通过预备光通道设定 / 删除处理功能部 223 输入给信道管理数据库 15,并追加登记到为预备光通道所要确保的光信道或光信道组而登记的危险分类编号信息中,将光信道或光信道组的识别编号信息以及危险分类编号信息通知给相邻节点。

[0179] 预备光通道起动处理部 224 通过信令处理部 221 在相邻节点间输入输出预备通道起动信号。另外,预备光通道起动处理部 224 实际地进行预备通道起动处理,驱动交换机。

[0180] 另外,路由选择处理功能部 21 从控制线路管理功能部 23 和信道管理数据库 15 收集与自身节点连接的链路状态。接着,路由选择处理功能部 21 通过 IP 处理部 24 将所收集到的链路信息向其它相邻节点发送。同时,从其它相邻节点向路由选择处理功能部 21 通知由这些节点接收的所有的链路信息。根据该结果,在网络内的各节点上作成用于对光通道进行路由选择的 Next Hop 信息。

[0181] 所作成的 Next Hop 信息具有下述的数据结构。

[0182] 节点 ID 输出 IF

[0183] 10. 10. 105. 1 IF 1

[0184] 10. 10. 105. 2 IF 2

[0185] 10. 11. 106. 1 IF 1

[0186] 该信息的意思是,要想将光通道开通到例如 10. 10. 105. 1 这样的节点,需要从 IF 1 指示连接光通道。

[0187] 现用通道设定 / 删除处理部 225、预备通道设定 / 删除处理部 223 根据从上游节点通知的 Path 消息中包含的光通道的终点节点 ID 信息,检索路由选择处理功能部 21 中保持的 Next Hop 信息,并通过信令处理部 221 和 IP 处理部 24 从检索到的输出 IF 向下游节点发送 Path 消息。在信令处理部 221 中,在发出 Path 消息时,附加自身的 Node ID 信息。这样,在从终点节点向始点节点返回 Resv 消息时,可以经由发送了 Path 消息的节点。把通过这种处理而生成的现用通道 / 预备通道保存在通道管理数据库 225 中。信息以图 13 所示的数据结构保存在通道管理数据库 225 中。

[0188] 在图 13 所示的例子中,在本节点中设定 1 条预备通道,并且该预备通道是现用通道 2 的预备通道。另外,在保持该通道管理数据库 225 的节点具有 10 : 10 : 101 : 2 或 10 : 10 : 108 : 1 的 ID 的情况下,是现用通道和预备通道的终端点(即,在现用通道发生故障的情况下,向预备通道进行切换动作的点)。

[0189] 接着,对现用通道发生故障时的动作进行说明。光交换部 10 所检测出的故障通知信息被传送给预备通道起动处理部 224。根据该信息,从通道管理数据库 225 中检索应当进行故障切换的通道信息。根据检索到的通道信息判断是否应当发送故障切换命令,在需要发送故障切换命令的情况下,通过信令处理部 221 和 IP 处理部 24,沿着事先预约的预备通道路径通知预备光通道起动命令。

[0190] (实施方式 1-6(通道切换装置))

[0191] 图 14 是本发明的实施方式 1-6 中的通道切换装置的结构图。本实施方式的通道切换装置具有电交换部 30,以代替实施方式 1-6 的光交换部 10。电交换部 30 由以下部分构成:电交换功能部 31、对电交换功能部 31 进行控制的交换控制部 32、以及与管理控制功能部 20 交换控制信号的数字交叉连接接口(DCC-IF)33,实现 SONETOC-48 链路的 32×32 数字交叉连接。

[0192] 控制线路使用 SONETOC-48 的 DCC 信道构成。控制信号例如是用于取得网络拓扑的 OSPF/IS-IS 协议分组、对分组交换机间设定的通道进行设定 / 解除的 RSVP-TE/CR-LDR 协议分组、进行各光纤链路的故障监视的 LMP 协议分组。

[0193] 管理控制功能部 20 的结构与实施方式 1-5 相同。这里,代替光信道,对 SONET 中定义的 VC-4(155Mbit/s)信道进行管理控制。

[0194] (实施方式 1-7(通道切换装置))

[0195] 图 15 是本发明的实施方式 1-7 中的通道切换装置的结构图。本实施方式的通道切换装置具有电交换部 40,以代替实施方式 1-5 的光交换部 10。电交换部 40 由信元交换功能部 41、对信元交换功能部 41 进行控制的交换控制部 42、以及与管理控制功能部 20 交换控制信号的控制信号接口(IP over ATM)43 构成,可收容输入输出 32 条 SONETOC-48 链路,在它们之间实现信元交换。

[0196] 控制线路使用通信运营商的公共线路信号网络构成。控制信号例如是用于取得网络拓扑的 OSPF/IS-IS 协议分组、对分组交换机间设定的通道进行设定 / 解除的 RSVP-TE/CR-LDR 协议分组、进行各光纤链路的故障监视的 LMP 协议分组。

[0197] 管理控制功能部 20 的结构与实施方式 1-5 相同。这里,代替光信道,对 ATM 交换机间定义的 VPI 进行管理控制。针对每个节点间链路定义的 VPI 相当于收容光通道或电通道的信道。即,如图所示,在各节点装置中取得输入输出间的 VPI 的相关,相当于光通道或电通道的交叉连接动作。

[0198] 另外,本实施方式也可以适用于:可以通过使用 2.5 层的 MPLS 技术来提供针对 IP 分组业务的虚拟通道的标签交换路由器、可同样提供针对 Ether 帧的虚拟通道的 Ether over MPLS 交换机。

[0199] 如以上说明那样,本发明的实施方式 1-1 ~ 1-7 的预备通道带宽确保方法和通道切换装置,在离散地或固定地设定通道带宽并且要求现用通道和预备通道的带宽完全一致的网路中,通过共用作为现用通道故障救济所需的预备通道资源的信道,可以削减其需要数。

[0200] 另外,通过将多个“预备预约”的光信道捆绑后基于一个识别编号信息进行一元管理,可以在网络整体中大幅削减预备光信道资源的管理对象数。另外,可以大幅降低发生切换时伴随的预备通道资源再确保处理的频度。并且,可以在防止预备通道所需的设备量增加的同时,构筑高可靠性的通信网络。另外,对预备通道资源也定义了故障等级,可以对应于故障等级而改变预备通道救济率,实现服务级别的差别化。

[0201] [实施方式 2-1 ~ 2-3]

[0202] (实施方式 2-1)

[0203] 图 16 示出了实施方式 2-1 的通道切换装置的结构例。该结构与是方式 1-5 的通道切换装置相同。

[0204] 即,实施方式 2-1 的通道切换装置由实现波长通道单位的交叉连接的光交换部 10、对其进行管理控制的管理控制功能部 20、以及信道管理数据库 15 构成。光交换部 10 由光交换功能部 11 和对光交换功能部 11 进行控制的交换控制部 12 构成。另外,路由选择处理功能部 21 具有如下的功能:对各光纤链路定义成本,检索要设定的光通道的始点节点和终点节点间累计的光纤链路成本为最小的路径。该探索算法可以使用 Dijkstra(最短路径)算法。

[0205] 根据这种结构,预备光通道的设定只能针对各链路来指定收容预备光通道的光信道组。另外,为了与现用通道设定 / 删除处理部 222 共用光信道管理数据库 15,作为构成收容预备光通道的光信道组的光信道,可以控制成不设定现用光通道。这样,各节点可以以链路为单位自律分散地设定作为预备资源而“预备预约”的光信道。

[0206] 以下,主要对与实施方式 1-5 的通道切换装置的不同之处进行说明。

[0207] 图 17 示出了本实施方式所使用的光通信网络的结构例。当在节点 #1-#3-#6-#8 中确保带宽来作为现用通道时,沿着该路径开通光通道。另一方面,只在节点 #1-#2-#4-#7-#8 中预约带宽来作为预备通道,在现用通道因某种障碍而不能连接之前,不进行实际的通道连接。

[0208] 收容预备光通道的光信道组中记录有赋予给与要收容的预备光通道对应的现用

光通道的危险分类编号信息。这里,将现用光通道的路径所具有的故障场景作为危险分类编码信息,赋予 {12,18,21}。此时,添加危险分类编号信息 {12,18,21},作为收容与该现用光通道对应的预备光通道的光信道组的属性信息。在预备光通道设定时,依次从上游节点向下游节点通知该危险分类编号信息。各节点通过自身的信令处理部 221 将该危险分类编号信息登记在信道管理数据库 15 中。其结果,将危险分类编号信息与收容预备光通道的光信道组的识别编号信息关联起来,并保存到预备光通道路径上的所有节点的信道管理数据库 15 中。

[0209] 图 18 示出了实施方式 2-1 中的预备通道设定 / 删除处理部 223 的预备通道设定处理序列。当光信道组中登记的预备光通道数为  $n$ ,由于各个危险分类编号  $r$  的切换因素而发生从现用光通道到预备光通道的切换动作时切换到该光信道组的预备光通道数为  $P(r)$ ,针对该危险分类编号  $r$  得到的预备光通道数  $P(r)$  的最大值为  $\text{Max}\{P(r)\}$  时,预备通道设定 / 删除处理部 223 向信令处理部 221 发出设定成使构成光信道组的光信道数  $M$  大于等于  $\text{Max}\{P(r)\}$  且小于等于  $n$  的命令。例如,在构成光信道组的光信道数  $M$  小于  $\text{Max}\{P(r)\}$  的情况下,增加光信道数,在大于  $\text{Max}\{P(r)\}$  的情况下,削减光信道数,在相等的情况下,保持原状。

[0210] 这样,可以考虑赋予给现用光通道的危险分类编号信息来进行预备光通道的设定,收容相关预备光通道的信道组可以随时确认构成该信道组的光信道数,同时确保所需的信道数。

[0211] 例如,如图 19 所示,假设构成光信道组的当前光信道数  $M$  是 3,并设定 6 条预备光通道 A~F( $n=6$ )。在该光信道组中,当发生危险分类编号 {12} 的单一故障时,切换到该光信道组的预备光通道有 A,B,D 3 条,在  $r=12$  的情况下  $\text{Max}\{P(r)\}$  为 3。因此, $\text{Max}\{P(r)\}=M$ ,在该原来的状态下,针对危险分类编号 {12} 的故障发生,可以达成 100% 的救济。

[0212] 这里,例如在图 17 所示的节点 #2-#4 的链路区间 #24 中,如图 20 所示,针对由 3 条光信道构成的光信道组 ( $M=3$ ),追加设定具有危险分类编号 {12,18,21} 的与现用光通道对应的第 7 条预备光通道 X。在该情况下,由于在  $r=12$  时  $\text{Max}\{P(r)\}$  为 4,所以要想救济与危险分类编号 {12} 相对的所有现用光通道,3 条光信道是不够的。因此,如图 18 所示的序列那样,增设 1 条构成光信道组的光信道数 (在图 20 中,从空信道中追加信道 4),用 4 条光信道构成信道组。这样,对于通过危险分类编号 {12} 的链路的 4 条光通道,可以实现针对单一故障的 100% 的救济。

[0213] 这样,在本实施方式中,考虑到赋予给现用光通道的危险分类编号信息来进行预备光通道的设定,可以在实现针对单一故障的 100% 的救济的同时,尽量节约预备通道资源。另外,可根据光信道组所需的光信道数,动态地追加 / 削减属于该光信道组的光信道。

[0214] (实施方式 2-2)

[0215] 在本实施方式中,作为保存在信道管理数据库 15 中的信息,对收容预备光通道的光信道组追加故障服务等级的属性信息。其通过提供具有各种故障服务等级的光通道,实现因多重故障引起的通道不工作率的差别化,可以应对用户的细致的故障服务等级要求。

[0216] 图 21 示出了实施方式 2-2 的预备通道设定 / 删除处理部 223 的预备通道设定处理序列。这里,进行限制处理,使得只有与光信道组所保持的故障服务等级相同 (或者其以下) 的故障服务等级的现用光通道所对应的预备光通道收容在该光信道组中。

[0217] 定义与故障服务等级属性信息  $f$  相对应的正值  $a(f)$ , 来代替光信道组最少所需的光信道数  $\text{Max}\{P(r)\}$ , 作为故障服务等级属性  $f$  的光信道组所需的光信道数  $\alpha$ , 使用  $\min\{a(f) \times \text{Max}\{P(r)\}, n\}$ 。例如, 如图 22 所示, 假设构成光信道组的光信道数  $M$  是 5, 并设定 5 条预备光通道  $A \sim E (n = 5)$ 。在该光信道组中, 当发生危险分类编号 {2} 的单一故障时, 切换到该光信道组的预备光通道有  $A, B, C$  3 条, 在  $r = 2$  的情况下  $\text{Max}\{P(r)\}$  为 3。在实施方式 2-2 的情况下, 对于通过危险分类编号 {2} 的链路的 3 条光通道, 即使从当前的 5 条光信道中减去 1 ~ 2 条, 也能实现针对单一故障的 100% 的救济。

[0218] 对此, 在本实施方式中, 当将与故障服务等级属性“Gold”对应的值  $a(f)$  设为 2 时, 作为光信道组最少所需的光信道数  $\alpha$ , 使用  $\min\{2 \times 3, 5\} = 5$ 。该光信道数  $\alpha$  没有超过预备通道数  $n (= 5)$ 。这样, 可以实现与故障服务等级“Gold”对应的共用修复。即, 即使更多的现用光通道发生故障, 对于设定了高故障服务等级的现用光通道, 也能提高救济可能性, 并降低多重故障所引起的不工作率。

[0219] 另外, 如图 23 所示, 假设构成光信道组的光信道数  $M$  是 3, 并设定了 3 条预备光通道  $F \sim H (n = 3)$ 。在该光信道组中, 当发生危险分类编号 {3} 的单一故障时, 可供该光信道组的预备光通道有  $F, H$  2 条, 在  $r = 3$  的情况下  $\text{Max}\{P(r)\}$  为 2。另一方面, 当将与故障服务等级属性“Silver”对应的值  $a(f)$  设为 1 时, 作为光信道组最少所需的光信道数  $\alpha$ , 为  $\min\{1 \times 2, 3\} = 2$ 。因此, 如图 21 所示的序列那样, 构成光信道组的光信道数从当前的 3 条减去 1 条, 也能够实现与故障服务等级“Silver”对应的共用修复。

[0220] (实施方式 2-3)

[0221] 图 24 是本发明的通道切换装置的其它结构例。本结构例的通道切换装置具有电交换部 30, 以代替图 16 所示的结构例的光交换部 10。电交换部 30 由电交换功能部 31、对电交换功能部 31 进行控制的交换控制部 32、以及与管理控制功能部 20 交换控制信号的数字交叉连接接口 (DCC-IF) 33 构成, 实现 SONETOC-48 链路的  $32 \times 32$  数字交叉连接。

[0222] 控制线路使用 SONETOC-48 的 DCC 信道构成。控制信号例如是用于取得网络拓扑的 OSPF/IS-IS 协议分组、对分组交换机间设定的通道进行设定 / 解除的 RSVP-TE/CR-LDR 协议分组、进行各光纤链路的故障监视的 LMP 协议分组。

[0223] 管理控制功能部 20 的结构也相同。代替光信道, 对 SONET 中定义的 VC-4 (155Mbit/s) 信道进行管理控制。

[0224] 如以上说明那样, 根据实施方式 2-1 ~ 2-3 的发明, 可以实现预备通道设定的自动化, 并且, 在将预备通道的设备量抑制为最小限的同时, 实现针对单一链路故障的可靠的故障救济, 并且, 可以通过提供给用户的服务等级实现针对多重链路故障的不工作状态的发生率的差别化。

[0225] [实施方式 3-1 ~ 3-2]

[0226] (实施方式 3-1)

[0227] 图 25 示出了实施方式 3-1 的通道切换装置的结构例。本装置构成了实现 ATM 网络上定义的虚拟通道 (VP) 切换的 ATM 交换机。

[0228] 在该图中, 通道切换装置由 ATM 交换部 10、对其进行管理控制的管理控制功能部 20、ATM 链路信道管理数据库 15 构成。ATM 交换部 10 由交换功能部 11 和对交换功能部 11 进行控制的交换控制部 12 构成。该结构与实施方式 1-5、实施方式 2-1 的通道切换装置大

致相同,但不同点在于使用 VP 来代替光通道。各部分功能也是,除了使用 VP 来代替光通道之外,其余的与实施方式 2-1 的通道切换装置相同。

[0229] 管理控制功能部 20 由以下构成:路由选择处理功能部 (OSPF/IS-IS 协议处理功能) 21,其安装有对控制信号协议进行处理的功能部,实现 VP 的设定、解除、切换、路由选择;通道设定管理功能部 (RSVP-TE/CR-LDR 协议处理功能) 22,其进行 VP 设定 / 解除信令;控制线路管理功能部 (LMP 协议处理功能) 23,其对传输控制信号的控制线路网进行故障监视;以及,IP 处理部 24。

[0230] 路由选择处理功能部 21 具有如下的功能:为各 ATM 链路定义成本,检索要设定的 VP 的始点节点和终点节点间累计的 ATM 链路成本为最小的路径。该探索算法可以使用 Dijkstra(最短路径)算法。

[0231] 通道设定管理功能部 22 包含:作为 RSVP-TE 协议的核心的信令处理部 221、现用通道设定 / 删除处理部 222、预备通道设定 / 删除处理部 223、预备通道起动处理部 224、通道管理数据库 225。另外,信令处理部 221 即使使用 CR-LDP 协议,也是同样的。现用通道设定 / 删除处理部 222、预备通道设定 / 删除处理部 223、以及预备通道起动处理部 224 连接在 ATM 链路信道管理数据库 15 上,现用通道设定 / 删除处理部 222 和预备通道设定 / 删除处理部 223 连接在路由选择处理功能部 21 上,现用通道设定 / 删除处理部 222 和预备通道起动处理部 224 连接在交换控制部 12 上。在现用通道设定时,现用通道设定 / 删除处理部 222 输入输出信令信息。同样,在预备通道设定时,预备通道设定 / 删除处理部 223 输入输出信令信息。

[0232] ATM 链路信道管理数据库 15 构筑了对基于图 26 的管理模型的 ATM 链路信道进行管理的数据库。在 ATM 网络中,如图 26 所示,分 VC 层、VP 层、ATM 链路层 3 层进行管理。

[0233] 另外,ATM 链路信道管理数据库 15 包含危险分类数据库,其保持有:通道切换装置和与通道切换装置连接的各链路的危险分类编号信息、以及通道切换装置中收容的 ATM 链路中所登记的危险分类编号信息。

[0234] 这里,假定以 VP 为单位进行故障救济处理,将收容连接 2 个 ATM 交换机的链路中所设定的 VP 的带宽设为“信道”。设定 VP 标识符 (VPI) 作为识别收容各个 VP 的“信道”的手段。

[0235] 在本实施方式中,对预备通道的救济所用的带宽 M 的 VPI 和信道进行管理上的捆绑,作为信道组 (VPI 组) 来进行管理。可通过指定各链路的 VPI 信道组来进行预备通道的带宽确保。

[0236] 预备通道设定 / 删除处理部 223 将作为收容相同起点终点连接的预备通道的带宽而确保的 L 中的 M 条 ( $M \leq L$ ) 预备通道带宽分别作为 VPI 组,进行一体管理。因此,赋予指定各 VPI 组的识别编号,并且,选择成为 VPI 组的成员的信道,并将该信道的识别信息与对应的 VPI 相关联地输出到数据库中。

[0237] 信令处理部 221 将从相邻节点通知的预备通道起动信号输出给预备通道起动处理部 224,另外,将来自预备通道起动处理部 224 的预备通道起动信号输出给相邻节点。在预备通道带宽确保时,如果从相邻的通道切换装置通知了待确保的 VPI 或 VPI 组的识别编号信息、和表示该通道是预备通道的识别信息,则将这些信息分配输出给预备光通道设定 / 删除处理部 223。预备光通道设定 / 删除处理部 223 通过参照路由处理功能部 21 的路由

表,检索该预备通道的输出端口,将在该预备通道的输出侧确保的 VPI 或 VPI 组的识别编号信息输出给信令处理部 221,并通知给相邻节点。

[0238] 预备通道起动处理部 224 通过信令处理部 221 在相邻节点间输入输出预备通道起动信号。另外,预备通道起动处理部 224 实际进行预备通道起动处理,驱动交换机。

[0239] 根据这种结构,预备通道的设定只能针对各链路指定收容预备通道的 VPI 组。另外,为了与现用通道设定/删除处理部 222 共用 ATM 链路信道管理数据库 15,作为构成收容预备通道的 VPI 组的 VPI,可以控制成不设定现用通道。这样,各节点可以以链路为单位自律分散地设定作为预备资源而“预备预约”的 VPI。

[0240] 图 27 示出了本实施方式所使用的通信网络的结构例。当在节点 #1-#3-#6-#8 中确保带宽来作为现用通道时,沿着该路径开通光通道。另一方面,只在节点 #1-#2-#4-#7-#8 中预约带宽来作为预备通道,在现用通道因某种障碍而不能连接之前,不进行实际的连接设定。

[0241] 收容预备通道的 VPI 组中记录有赋予给与要收容的预备通道对应的现用通道的危险分类编号信息。这里,将现用通道的路径所具有的故障场景作为危险分类编码信息,赋予 {12, 18, 21}。此时,添加危险分类编号信息 {12, 18, 21},作为收容与该现用通道对应的预备通道的 VPI 组的属性信息。在预备通道设定时,依次从上游节点向下游节点通知该危险分类编号信息。各节点通过自身的信令处理部 221 将该危险分类编号信息登记在 ATM 链路信道管理数据库 15 中。其结果,将危险分类编号信息与收容预备通道的 VPI 组的识别编号信息关联起来,并保存到预备通道路径上的所有节点的 ATM 链路信道管理数据库 15 中。

[0242] 图 28 示出了实施方式 3-1 中的预备通道设定/删除处理部 223 的预备通道设定处理序列。当 VPI 组中登记的预备通道带宽的总和为  $b$ ,由于各危险分类编号  $r$  的切换因素而发生了从现用通道到预备通道的切换动作时切换到该 VPI 组的预备通道的总和为  $P(r)$ ,针对该危险分类编号  $r$  得到的预备通道的总和  $P(r)$  的最大值为  $\text{Max}\{P(r)\}$  时,预备通道设定/删除处理部 223 向信令处理部 221 发出设定成使构成 VPI 组的预备通道带宽  $M$  大于等于  $\text{Max}\{P(r)\}$  且小于等于  $b$  的命令。例如,在构成 VPI 组的预备通道带宽  $M$  小于  $\text{Max}\{P(r)\}$  的情况下,增加预备通道带宽,在大于  $\text{Max}\{P(r)\}$  的情况下,削减预备通道带宽,在相等的情况下,保持原状。

[0243] 这样,可以考虑赋予给现用通道的危险分类编号信息来进行预备通道的设定,收容该预备通道的 VPI 组可以随时确认构成该 VPI 组的预备通道带宽,同时确保所需的预备通道带宽。

[0244] 例如,如图 29 所示,假设 VPI 组的当前的确保后预备通道带宽  $M$  为 800Mbit/s,并设定 6 条预备通道 A~F(这里, $b = 1000\text{Mbit/s}$ )。在该 VPI 组中,当发生危险分类编号 {12} 的单一故障时,切换到该 VPI 组的预备通道有 A, B, D 3 条,在  $r = 12$  的情况下  $\text{Max}\{P(r)\}$  为 800Mbit/s。因此,  $\text{Max}\{P(r)\} = M$ ,在这样的状态下,针对危险分类编号 {12} 的故障发生,可以达成 100%的救济。

[0245] 这里,例如在图 27 所示的节点 #2-#4 的链路区间 #24 中,如图 30 所示,针对 VPI 组的当前的确保后预备通道带宽 ( $M = 800\text{Mbit/s}$ ),追加设定具有危险分类编号 {12, 18, 21} 的与现用通道对应的第 7 条预备通道 X。在该情况下,由于在  $r = 12$  时  $\text{Max}\{P(r)\}$  为 1000Mbit/s,所以要想救济与危险分类编号 {12} 相对的所有现用通道,800Mbit/s 的预备

通道带宽是不够的。因此,如图 28 所示的序列那样,将构成 VPI 组的预备通道带宽增加为 1000Mbit/s。这样,对于通过危险分类编号 {12} 的链路的 4 条通道,可以实现针对单一故障的 100%的救济。

[0246] 这样,在本实施方式中,考虑到赋予给现用通道的危险分类编号信息来进行预备通道的设定,可以在实现针对单一故障的 100%的救济的同时,尽量节约预备通道资源。另外,可根据 VPI 组所需的预备通道带宽,动态地追加 / 削减属于该 VPI 组的光信道。

[0247] (实施方式 3-2)

[0248] 在本实施方式中,作为信道管理数据库 15 中保存的信息,对收容预备通道的 VPI 组追加故障服务等级的属性信息。其通过提供具有各种故障服务等级的通道,实现因多重故障而引起的通道不工作率的差别化,可以应对用户的细致的故障服务等级要求。

[0249] 图 31 示出了实施方式 3-2 的预备通道设定 / 删除处理部 223 的预备通道设定处理序列。这里,进行限制处理,使得只有与 VPI 组所保持的故障服务等级相同 (或者其以下) 的故障服务等级的现用通道所对应的预备通道收容在该 VPI 组中。

[0250] 定义与故障服务等级属性信息  $f$  相对应的正值  $a(f)$ ,来代替 VPI 组最少所需的预备通道带宽  $\text{Max}\{P(r)\}$ ,作为故障服务等级属性  $f$  的 VPI 组所需的预备通道带宽  $\alpha$ ,使用  $\min\{a(f) \times \text{Max}\{P(r)\}, b\}$ 。例如,如图 32 所示,假设 VPI 组的预备通道带宽  $M$  是 800Mbit/s,并设定了 5 条预备通道 A ~ E ( $b = 1000\text{Mbit/s}$ )。在该 VPI 组中,当发生了危险分类编号 {2} 的单一故障时,切换到该 VPI 组的预备通道有 A, B, C 3 条,在  $r = 2$  的情况下  $\text{Max}\{P(r)\}$  为 600Mbit/s。在实施方式 3-1 的情况下,对于通过危险分类编号 {2} 的链路的 3 条通道,即使从当前的预备通道带宽 800Mbit/s 中减去 200Mbit/s,也能实现针对单一故障的 100%的救济。

[0251] 对此,在本实施方式中,当将与故障服务等级属性“Gold”对应的值  $a(f)$  设为 2 时,作为 VPI 组最少所需的预备通道带宽  $\alpha$ ,使用  $\min\{2 \times 600, 1000\} = 1000\text{Mbit/s}$ 。该所需的预备通道带宽  $\alpha$  没有超过预备通道带宽的总和  $b (= 1000)$ 。在该情况下,要想按照故障服务等级“Gold”来救济对应于危险分类编号 {2} 的现用通道,800Mbit/s 的预备通道带宽是不足的。所以,如图 31 所示的序列那样,将构成 VPI 组的预备通道带宽增加为 1000Mbit/s。这样,可以实现与故障服务等级“Gold”对应的共用修复。即,即使更多的现用通道发生故障,也可以针对设定了高故障服务等级的现用通道,提高救济的可能性,并降低多重故障所引起的不工作率。

[0252] 另外,如图 33 所示,假设 VPI 组的预备通道带宽  $M$  是 600Mbit/s,并设定了 3 条预备通道 F ~ H ( $b = 600\text{Mbit/s}$ )。在该 VPI 组中,当发生了危险分类编号 {3} 的单一故障时,切换到该 VPI 组的预备通道有 F, H 2 条,在  $r = 3$  的情况下  $\text{Max}\{P(r)\}$  为 300Mbit/s。另一方面,当将与故障服务等级属性“Silver”对应的值  $a(f)$  设为 1 时,作为 VPI 组最少所需的信道数  $\alpha$ ,为  $\min\{1 \times 300, 600\} = 300$ 。因此,如图 31 所示的序列那样,即使 VPI 组的预备通道带宽从当前的 600Mbit/s 减去 300Mbit/s,也能够实现与故障服务等级“Silver”对应的共用修复。

[0253] 在以上实施方式的说明中,以 ATM 的 VP 为例,但是对于按照相同的概念定义的 MultiProtocol Label Switch 路由器的 Label Switched Path 的故障救济,也可以同样地使用本发明。

[0254] 如以上说明那样,根据实施方式 3-1 ~ 3-2 的发明,可以实现预备通道设定的自动化,并且,可以在将预备通道的设备量抑制为最小限度的同时,实现针对单一链路故障的可靠的故障救济,并且,可以通过提供给用户的服务等级使得针对多重链路故障的不工作状态的发生率实现差别化。

[0255] [实施方式 4-1 ~ 4-4]

[0256] 在 M:N 共享修复方式中,为了尽量避免服务的中断,需要高速执行发生网络故障时伴随的现用光通道的切断的救济。在实施方式 4-1 ~ 4-4 中,对用于高速执行救济的技术进行说明。

[0257] 另外,M:N 共享修复方式针对各链路区间定义了 M 条预备光信道,并共用该预备光信道资源来作为 N 条现用光通道自身的备用资源。实际上,在发生故障而执行切换之前,对 M 条预备光信道资源进行管理的数据库处于只登记了将该 M 条预备光信道用作为预备光通道资源的现用光通道的识别编号信息的状态。即,在发生故障而将现用光通道切换成预备光通道之前,不能决定收容该预备光通道的光信道。

[0258] 这里,在自律分散型光通信网络中,要想实现基于 M:N 共享修复方式的高速救济,必须使发生故障时伴随的预备光通道的起动高速化。

[0259] 但是,在 M:N 共享修复方式中,由于在切换发生之前没有确定各链路区间的信道(在光网络的情况下为波长信道),所以产生了下面的问题。

[0260] 例如,如图 34 所示,当在节点 #1-#3-#6-#8 中确保带宽来作为现用通道(1),在节点 #4-#3-#6-#8 中确保带宽来作为现用通道(2)的状况下,如果在节点 #3-#6 间发生了链路切断,则通过该链路区间的现用光通道(1)、(2)发生切换动作。这里,假定在节点 #1-#2-#4-#7-#8 中产生现用光通道(1)的切换信令,在节点 #8-#7-#4 中产生现用光通道(2)的切换信令。此时,如图 35 所示,在节点 #4-#7 中,来自上游节点和下游节点两方的切换信令以 1/2 的概率竞争同一光信道。在节点 #7-#8 间也同样。当发生这种冲突时,必须通过冲突回避处理,在该 2 节点间进行光信道的再设定处理,从而成为妨碍高速切换实现的原因。在下面的各实施方式中,对解决该问题的技术进行说明。

[0261] (实施方式 4-1(高速通道切换方法))

[0262] 图 36 示出了本实施方式的高速通道切换方法所使用的光通道网络的结构例。当在节点 #1-#3-#6-#8 中确保带宽来作为现用通道(1),在节点 #4-#3-#6-#8 中确保带宽来作为现用通道(2),在节点 #4-#5 中确保带宽来作为现用通道(3),在节点 #5-#7 中确保带宽来作为现用通道(4)时,如果在节点 #3-#6 间发生了链路切断,则通过该链路区间的现用光通道(1)、(2)发生切换动作。此时,假定在节点 #1-#2-#4-#7-#8 中产生现用光通道(1)的切换信令,在节点 #8-#7-#4 中产生现用光通道(2)的切换信令。

[0263] 另一方面,在节点 #4-#7 的链路中定义 32 波的光信道,其中,确保为预备光通道设定用的光信道组为 2 波。假设在该光信道组中共登记了 4 条与现用光通道(1)~(4)对应的预备光通道。即,对应于 2 : 4 共享修复方式。

[0264] 图 37 示出了本实施方式的高速通道切换方法中的信令序列。这里,具有邻接关系的节点 #4, #7 使用 OSPF 或 LMP 协议的通信结果是:相互作为主节点和从节点来发挥作用。另外,在本实施方式中,将分配给该 2 个节点的节点识别编号大的一方确定为主节点,将小的一方确定为从节点。或者也可以反过来。信令序列可以使用 RSVP-TE 协议。

[0265] 这里,在节点 #4, #7 中,假设从双方输入了伴随着故障的预备光通道起动消息。此时,如果不进行任何处理,则发生以预定的概率争夺同一光信道的情况。所以,如图 38 所示,在从主节点 (#7) 向从节点 (#4) 通知预备光通道起动消息的情况下,起动具有小(或者大)识别编号的光信道。另一方面,在从从节点 (#4) 向主节点 (#7) 通知预备光通道起动消息的情况下,起动具有大(或者小)识别编号的光信道。这样,即使在通知了相反方向的预备光通道起动消息的情况下,也可以避免冲突的发生而高速地起动预备光通道。

[0266] 另外,在相继从主节点 (#7) 向从节点 (#4) 通知预备光通道起动消息的情况下,根据先后到达顺序依次从具有小(或者大)识别编号的光信道开始起动。另一方面,在相继从从节点 (#4) 向主节点 (#7) 通知预备光通道起动消息的情况下,根据先后到达顺序依次从具有大(或者小)识别编号的光信道开始起动。这样,即使在相继通知了相反方向的预备光通道起动消息的情况下,也可以降低冲突的发生概率而高速地起动预备光通道。

[0267] (实施方式 4-2(通道切换装置))

[0268] 图 39 是本实施方式的通道切换装置的结构图。该结构与实施方式 1-5 所说明的通道切换装置的结构相同。在本实施方式中,与实施方式 1-5 的不同点在于预备光通道起动处理部 224 等根据实施方式 4-1 所说明的方法起动预备光通道。

[0269] (实施方式 4-3(通道切换装置))

[0270] 图 40 是本实施方式的通道切换装置的结构图。本实施方式的通道切换装置具有电交换部 30,以代替实施方式 4-2 的光交换部 10。电交换部 30 由电交换功能部 31、对电交换功能部 31 进行控制的交换控制部 32、以及与管理控制功能部 20 交换控制信号的数字交叉连接接口(DCC-IF)33 构成,实现 SONETOC-48 链路的  $32 \times 32$  数字交叉连接。

[0271] 控制线路使用 SONETOC-48 的 DCC 信道构成。控制信号例如是用于取得网络拓扑的 OSPF/IS-IS 协议分组、对分组交换机间设定的通道进行设定/解除的 RSVP-TE/CR-LDR 协议分组、进行各光纤链路的故障监视的 LMP 协议分组。

[0272] 管理控制功能部 20 的结构与实施方式 4-2 相同。这里,代替光信道,对 SONET 定义的 VC-4(155Mbit/s)信道进行管理控制。

[0273] (实施方式 4-4(通道切换装置))

[0274] 图 41 是本实施方式的通道切换装置的结构图。本实施方式的通道切换装置具有电交换部 40,以代替实施方式 4-2 的光交换部 10。电交换部 40 由信元交换功能部 41、对信元交换功能部 41 进行控制的交换控制部 42、以及与管理控制功能部 20 交换控制信号的控制信号接口(IP overATM)43 构成,可收容输入输出 32 条 SONETOC-48 链路,在它们之间实现信元交换。

[0275] 控制线路使用通信运营商的公共线路信号网络构成。控制信号例如是用于取得网络拓扑的 OSPF/IS-IS 协议分组、对分组交换机间设定的通道进行设定/解除的 RSVP-TE/CR-LDR 协议分组、进行各光纤链路的故障监视的 LMP 协议分组。

[0276] 管理控制功能部 20 的结构与实施方式 4-2 相同。这里,代替光信道,对 ATM 交换机间定义的 VPI 进行管理控制。针对每个节点间链路定义的 VPI 相当于收容光通道或电通道的信道。即,如图所示,在各节点装置中取得输入输出间的 VPI 的相关,相当于光通道或电通道的交叉连接动作。

[0277] 另外,本实施方式也可以适用于:可以通过使用 2.5 层的 MPLS 技术来提供针对

IP 分组业务的虚拟通道的标签交换路由器、可同样提供针对 Ether 帧的虚拟通道的 Ether over MPLS 交换机。

[0278] 如以上说明那样,实施方式 4-1 ~ 4-4 的高速通道切换方法和通道切换装置在采用了 M:N 共享修复方式的分散控制通信网络中,可以避免相反的切换信令竞争同一光信道的状态,高速地起动预备光通道。

[0279] [实施方式 5-1、5-2]

[0280] 接下来,在预先分配修复方式中,对用于高速地向路径长度较长的预备通道进行故障切换的技术进行说明。

[0281] 在预先分配修复方式中,对为了传送 1 个通道中继 (path trunk) 而定义的现用通道和预备通道进行路径选择,使得除了始点终点节点外为相互不同的路径。另外,预备通道的路径在现用通道发生故障之前事先预约带宽,与所定义的用于救济其它现用通道的预备通道共用该预备通道带宽。

[0282] 例如,在图 42A、B 所示的例子中,分别通过危险分类编号 {11}、{12}、{13}、{14}、{15}、{16}、{17} 的链路将节点 #1-#2 间、节点 #2-#3 间、节点 #1-#4 间、节点 #2-#5 间、节点 #3-#6 间、节点 #4-#5 间、节点 #5-#6 间连接起来。假定当节点 #1-#2-#3-#6 间的现用光通道 A 通过危险分类编号 {11, 12, 15} 的链路、节点 #2-#3 间的现用光通道 B 通过危险分类编号 {12} 的链路、节点 #2-#5 间的现用光通道 C 通过危险分类编号 {14} 的链路时,预备光通道 A、B、C 分别设定在通过危险分类编号 {13、16、17}、危险分类编号 {14、17、15}、危险分类编号 {12、15、17} 的链路的路径上。

[0283] 这里,在与预备光通道相关的带宽共用中,共用预备光信道,使得即使通过现用光通道的危险分类编号 {11}、{12}、{14}、{15} 中的任意一个的链路发生单一故障也不妨碍救济。如之前所说明的那样,在修复方式中,由于通过危险分类编号 {12} 的链路的现用光通道数最大为 2,因此在故障发生时,可以充分地切换到预备光通道,预备光信道数是 2 条即可。修复方式通过对此进行最大限度的利用,可以大幅削减收容预备通道所需的网络设备量。

[0284] 另外,在从现用通道切换成预备通道时的预备通道路径上的节点中,需要一边可靠地进行物理的交叉连接设定(交换处理),一边迅速地将发生故障的现用通道切换成预备通道。此时的故障通知方法具有图 43A、B、C 所示的 3 种。

[0285] 如图 43A 所示,第 1 方法是从故障检测点的节点向网络全体散布故障通知的方法。多数情况下可以通过最短路径将故障通知从故障检测点的节点通知给预备通道上的各节点,可以实现高速的故障切换动作。但是,以伴随着故障发生而向网络全体发布故障通知为前提,实际的故障切换动作具有即使是不需要的节点也必须传送该故障通知等低效的一面。

[0286] 如图 43B 所示,第 2 方法是从故障检测点的节点向现用通道-预备通道的切换点的节点(在图中两个节点是相同的)通知发生了故障,并从该切换点的节点向预备通道上的各节点广播故障通知的方法。在该方法中,要事先决定将预备通道实际分配给各链路的哪个信道,这成为前提。

[0287] 如图 43C 所示,第 3 方法是从故障检测点的节点向现用通道-预备通道的切换点的节点(在图中两个节点是相同的)通知发生了故障,并从该切换点的节点按照路径顺序

将故障通知传送给预备通道上的节点的方法。

[0288] 第3方法与第1方法相比,由于必须从故障检测点向预备通道切换点节点通知发生了故障,所以故障救济动作容易延迟。但是,对于SDH通道或光通道的故障检测,不限于与故障发生点相邻的节点,可以在预备通道切换点进行检测。尤其在SDH通道的情况下,具有在故障发生时向下游通知异常发生信号(AIS)的功能,在光通道的情况下,也可以具有同样的功能,或者可以通过光通道信号本身的切断来进行检测。因此,对于SDH通道或光通道的故障救济,使用第3方法也能比较高速地进行预备通道切换。

[0289] 另外,第3方法与第2方法相比,由于可以一边传送故障通知一边从上游节点到下游节点(或者其逆方向)按顺序决定将预备通道分配给各链路的哪个信道,所以可以进行灵活的运用。

[0290] 但是,在利用该第3方法进行故障通知,并进行从现用通道向预备通道的故障切换的情况下,有不得不发生预定的延迟的情况。这是因为:交叉连接装置中的预备通道设定只不过是切换目的信道的“预约”,不进行物理的预备通道连接。即,沿着事先预约的预备通道的路径,按顺序传送发生故障时伴随的故障通知,必须在各节点实际地进行预备通道的连接设定,因此需要时间。具体来讲,是(1)光信号的传播速度所决定的预备通道的故障通知的传播延迟、和(2)各节点中的故障通知的传送延迟的累积。前者的延迟以每1000km 5毫秒的比例累积,后者的延迟以每1节点1~10毫秒的程度累积。因此,例如在要求50毫秒以内进行故障救济的修复方式中,事实上很难将预备通道的路径数设定为数节点以上,成为限制网络规模的主要原因。鉴于这一点,通过以下的各实施方式对进行高速切换的技术进行说明。

[0291] (实施方式5-1(高速通道切换方法))

[0292] 图44A、B是用于说明本实施方式的高速通道切换方法的图。在图44中,假设在节点#1-#2-#3-#4-#8间设定了现用通道A、在节点#1-#5-#6-#7-#8间设定了预备通道A、在节点#9-#10间设定了现用通道B、在节点#9-#6-#7-#10间设定了预备通道B。

[0293] 在本实施方式中,如图44A所示,在预备通道A的路径上的各节点中,针对能够估计故障通知传送的切换处理具有多大延迟(例如20毫秒以上)的预备通道,预先实现物理连接(在图中用实线表示)。将这种预备通道称为“热态预备通道”。另一方面,在预备通道B的路径上的各节点中,不进行物理连接,只预约预备通道带宽(在图中用虚线表示)。

[0294] 在路径长度超过了预定长度或者经由节点数超过预定数的情况下,设定热态预备通道。在预备通道A的始点节点#1中,复制与现用通道A相同的数据(在SDH传输系统中只是SDH帧的有效载荷部分),传送到终点节点#8。在现用通道A发生故障时,通过终点节点#8的APS(Automatic Protection Switching:自动保护切换)切换,从现用通道A切换到预备通道A。此时,由于预备通道A可以沿着预备通道路径在始点终点间确保连接性,所以在现用通道A发生故障时,只通过终点节点中的切换处理,即可以高速地进行从现用通道A向预备通道A的切换,而与预备通道路径长度无关。另外,对于以节点#8为始点、以节点#1为终点的逆方向的通道也同样。

[0295] 在通常的修复方式中,如图45所示,从始点节点#1到终点节点#8的预备通道A和从始点节点#9到终点节点#10的预备通道B只预约了预备通道带宽,路径上的各节点在故障切换前不进行物理连接。因此,预备通道A和预备通道B共用节点#6-#7间的带宽,并

且对等地处理。

[0296] 另一方面,在本实施方式中,对于作为热态预备通道而占有的带宽,允许作为救济其它现用通道的手段而开放。即,在节点 #6-#7 间设定了预备通道 B 时,在预备通道 A 和预备通道 B 共用节点 #6-#7 间的带宽的方面,可以与以往的预先分配修复方式一样获得预备带宽的共用效果。具体例在后面进行叙述。

[0297] 另外,以往的 1+1 保护方式在现用通道和预备通道中流动同一数据,在能够通过终点节点中的 APS 切换来应对现用通道的故障切换的方面与本实施方式的热态预备通道是相同的,但是,现用通道和预备通道双方事实上是作为“现用”来使用的,在预备通道所占有的带宽不能与其它预备通道共用的方面与本发明不同。

[0298] 另外,以往的 M:N 保护方式不在预备通道中流动现用通道的复制数据,在多个救济现用通道的预备通道间共用预备通道所占有的带宽,但是,这些现用通道是以相互设定在完全相同的始点终点间为前提的,无法设想如本实施方式那样在预备通道的任意区间实现带宽的共用。

[0299] 接着,参照图 44A、B 对本发明的通道切换方法的动作例进行说明。首先,如图 44A 所示,在设定现用通道 A、B 和预备通道 A、B 的默认状态下,将路径长度长的预备通道 A 设定为物理连接的热态预备通道。另一方面,对于预备通道 B,只预约带宽,不进行物理连接。这里,在节点 #6-#7 间,预备通道 A、B 共用同一光信道,但是,在节点 #6、#7 中,设定为连接预备通道 A。

[0300] 在该状态下,当现用通道 A 发生故障时,如图 44A 所示,通过 APS 切换,进行从现用通道 A 到预备通道 A 的切换。在该时刻,结束了从现用通道 A 向预备通道 A 的切换,将预备通道 A 作为现用通道开始利用。此时,从现用通道 A 的始点节点 #1 开始,按照路径顺序向预备通道 A 的路径上的各节点通知预备通道 A 已经切换成了现用通道。这与图 43C 所示的以往的故障通知方法相同,但是由于故障切换已经结束,所以故障通知的传送延迟不成为问题。根据该通知,预备通道 B 在节点 #6-#7 间禁止使用与预备通道共用的带宽,从预备通道 A 切换的现用通道维持物理连接的状态。

[0301] 另一方面,在图 44A 的默认状态中,当现用通道 B 发生故障时,在与预备通道 A 共用带宽的节点 #6、#7 中,物理连接被切换成预备通道 B。该状态如图 44B 所示。由此,预备通道 A 的连接暂时切断。另外,当修复现用通道 B 的故障,从预备通道 B 返回到现用通道 B 时,预备通道 A 的物理连接自动还原,发挥热态预备通道的功能。

[0302] 这样,对于路径长度短的预备通道,进行基于故障通知的故障救济处理,另一方面,对于路径长度长的预备通道,实现 APS 切换,并且,与路径长度短的预备通道共用预备通道带宽(光信道)。这样,无论发生了什么故障,都能在一定的时间内对所有的光通道进行故障救济。同时,可以与不使用热态预备通道的修复方式具有相同程度的预备通道带宽共用效果,可以兼具经济性和故障救济高速性。

[0303] (实施方式 5-2(通道切换装置))

[0304] 图 46 是本实施方式的通道切换装置的结构图。在该图中,通道切换装置由实现波长通道单位的交叉连接的光交换部 10、对其进行管理控制的管理控制功能部 20、信道管理数据库 15 构成。光交换部 10 由光交换功能部 11、对光交换功能部 11 进行控制的交换控制部 12、以及与管理控制功能部 20 交换控制信号的控制信号接口(IP over OSC) 13 构成。

- [0305] 管理控制功能部 20 的结构和动作除了通道管理部 225, 与实施方式 1-5 大致相同。
- [0306] 通道管理部 225 具有如下的单元: 将热态预备通道和不是热态预备通道的预备通道区别开来进行管理, 并且, 对于作为热态预备通道而占有的带宽, 允许作为救济其它现用通道的手段来进行带宽开放。
- [0307] 在该单元中, 具有通道中继识别编号信息和输入输出接口编号, 作为热态预备通道的属性信息, 示出了在除去了始点和终点节点的各节点中物理连接的情况, 并且, 示出了允许与其它预备通道共用带宽的情况。
- [0308] 另外, 通道设定管理功能部 22 包含收发识别信息的单元, 该识别信息表示在相邻节点之间设定的预备通道是否是热态预备通道。这样, 可以通过上述方法自律分散地在整个网络上进行高速故障救济。
- [0309] 另外, 通道设定管理功能部 22 包含如下的单元: 在故障发生时, 在沿着预备通路路径收发用于从现用通道切换成预备通道的切换消息时, 访问通道管理部 225, 以取得收容热态预备通道的信道带宽信息, 选择包含该信道带宽的预备通道的切换目的地, 作成切换消息。这样, 在图 44B 所示的情况中, 可以暂时解除物理连接的热态预备通道的设定, 重新设定以后要通过故障救济处理而开通的其它的预备通道。这使得可以对热态预备通道进行高速切换, 并且可以与不使用热态预备通道的修复方式一样实现带宽共用。但是, 假设热态预备通道之间不进行带宽共用。
- [0310] 另外, 通道设定管理功能部 22 在现用通道发生故障的情况下, 沿着救济该现用通道的热态预备通道的路径的通道切换装置, 传送所需的消息, 使得热态预备通道的带宽不向其它通道的故障救济开放。这样, 当将热态预备通道用作为现用通道时, 可以禁止其它预备通道使用热态预备通道的带宽。
- [0311] 如以上说明那样, 本实施方式 5-1、5-2 的高速通道切换方法和通道切换装置通过在多个预备通道(热态预备通道和通常的预备通道)中共用预备通道带宽, 可以削减网络整体所需的设备量。另外, 对于在通常的修复方式中比较困难的路径长度较长的预备通道, 也可以高速地进行从现用通道到预备通道的切换。
- [0312] [实施方式 6]
- [0313] 在图 42A、B 中说明的修复方式进行预备通道的带宽共用, 使得对于单一链路的故障可以进行 100% 的故障救济, 当在网络中发生多重故障的情况下, 在进行预备通道带宽共用的区间发生带宽确保的竞争, 有时候故障救济会失败。
- [0314] 例如, 在图 47 所示的例子中, 假设当在节点 #1-#3-#6-#8 间设定了现用光通道 A、在节点 #1-#2-#4-#7-#8 间设定了对应的预备光通道 A、在节点 #4-#5 间设定了现用光通道 B、在节点 #4-#7-#5 间设定了对应的预备光通道 B 时, 节点 #3-#6 间和节点 #4-#5 间的链路同时发生故障。在节点 #4-#7 间的 2 条预备光通道共用 1 条预备光信道的情况下, 要想救济这种多重故障, 预备光信道不足, 由于带宽确保而发生竞争。
- [0315] 在修复方式中, 对于这种多重故障发生时的竞争控制进行了各种研究。例如, 在文献 6(T. Yahara, R. Kawamura, "Virtual path self-healing scheme based on multi-reliability ATM network concept", IEEE Globcom' 97, vol. 3, pp. 3-8, 1997) 中, 提出了如下的方法: 将预备通道分成多个等级, 即使在向共用带宽的预备信道进行切换时发生了竞争, 也能进行调整。例如, 是定义预备通道的优先级, 在发生多重故障时优先救济

优先级高的预备通道。这样,可以高效地按顺序从优先级高的预备通道开始进行救济。

[0316] 另外,提出了如下的方法:向成为故障救济对象的所有的通道赋予故障救济的优先顺序,即使在向共用带宽的预备系统进行切换时发生了竞争,也能进行调整。在该方法中,在发生故障时,按顺序从优先顺序高的通道开始进行向预备系统的切换,即使在发生多重故障时也能高效地进行故障救济。

[0317] 但是,修复方式中的多重故障发生时的竞争控制是优先救济优先级高的预备通道,重点放在竞争时的调整上,而不是尽量地救济多重故障。另外,无论哪个都是通过集中进行通道管理的网络管理系统进行控制,在故障救济处理的高速性上存在问题,并且成为限制网络规模的原因。

[0318] 鉴于上述的点,对利用分散控制高效地进行多重故障时的故障救济的技术进行说明。

[0319] 图 48 示出本实施方式的包含通道管理装置的通道切换装置的结构例。在该图中,通道切换装置由实现波长通道单位的交叉连接的光交换部 10、对其进行管理控制的管理控制功能部 20、信道管理数据库 15 构成。光交换部 10 由  $64 \times 64$  的光交换功能部 11、对光交换功能部 11 进行控制的交换控制部 12、以及与管理控制功能部 20 交换控制信号的控制信号接口 (IP over OSC) 13 构成。另外,即使使用 8 条输入输出的 2.5Gbit/s 的 SDH 链路,并以 VC-4(150Mbit/s) 的单位进行交叉连接的交换功能部来代替光交换功能部 11,也是同样的。

[0320] 管理控制功能部 20 的结构和动作除了通道管理部 225,与实施方式 1-5 大致相同。

[0321] 本实施方式的通道管理装置 225 具有通过预备通道起动处理部 224 和信令处理部 221 将预备通道的设定状态通知给预备通道所经由的各节点的功能,当检测出收容预备通道的光信道发生故障或者被其它的预备通道使用而不能起动(不能进行故障救济)的预备通道时,将“预备通道起动不可消息”通知给该预备通道经由的节点。另外,也可以把握预备通道经由的各节点区间可否起动,将该信息填入到“预备通道起动不可消息”中。

[0322] 图 49A、B、C 示出了预备通道起动不可消息的传送方法。第 1 方法如图 49A 所示,从检测出预备通道不能起动的节点向该预备通道经由的节点广播“预备通道起动不可消息”。

[0323] 第 2 方法如图 49B 所示,从检测出预备通道不能起动的节点向该预备通道的始点节点通知“预备通道起动不可消息”,并向从该始点节点到该预备通道的终点节点间的各节点广播“预备通道起动不可消息”。

[0324] 第 3 方法如图 49C 所示,为了从预备通道的始点节点向终点节点(或者相反方向)进行正常性确认,使用定期传送的预备通道管理消息(在图中,为 RSVP-TE 协议的标准规格的 Hello 消息)。检测出预备通道不能起动的节点通过将“预备通道起动不可消息”追加到 Hello 消息中,可以对该预备通道所经由的所有节点进行通知。

[0325] 在接收到通过这种方法传送的“预备通道起动不可消息”的节点的通道管理装置中,作为预备通道的管理属性信息,可以把握可否起动预备通道,从而可以避免对不能起动的预备通道进行无用的切换处理。这样,可以避免包含不能起动的预备通道的多个预备通道之间进行相互确保带宽的无用的竞争。

[0326] 另外,通过事先把握不能利用预先预约的预备通道进行故障救济的情况,可以迅

速取得通过其它路径来救济现用通道等的对策。

[0327] 另外,在预备通道经由的节点中,由于可以把握在其它节点区间收容该预备通道的信道发生故障或者已经被其它预备通道利用的情况等该预备通道不能起动的情况,所以可以如下面所示的那样将该预备通道的信道转用到其它预备通道中,其它预备通道即使在发生多重故障时也能被救济的概率变高。

[0328] 图 50 示出了本实施方式的通道管理装置中的通道管理例。在图中,假设故障服务等级 1 的预备通道 A 单独分配光信道 1,故障服务等级 2 的预备通道 B、C、D 共用光信道 2。这里,当预备通道 A 在其它节点区间发生故障或者由于被其它预备节点使用而不能确保光信道的情况下,预备通道 A 不能起动,因此不能使用收容预备通道 A 的光信道 1。此时,假设在与预备通道 B、C 对应的区间发生多重故障,同时必须确保光信道,并且发生了针对所共用的光信道 2 的竞争。在这种状况下,如果利用图 49A ~ C 所示的方法通知预备通道 A 已经不能起动,则可以将收容预备通道 A 的光信道 1 转用为收容预备通道 B 或预备通道 C 的光信道。这样,对于多重故障,可以利用预备通道 B、C 实现同时救济。

[0329] 图 51 示出了本实施方式的通道管理装置中的其它通道管理例。在图中,假设故障服务等级 1 的预备通道 A、B 共用光信道 1,故障服务等级 2 的预备通道 C、D、E 共用光信道 2、3。这里,假设因多重故障的发生而使预备通道 A、B 要同时确保光信道 1。此时,为了救济预备通道 A、B 两方,将收容更低故障等级的预备通道 C、D、E 的光信道 2 或光信道 3 转用为收容预备通道 A 或预备通道 B 的光信道。这样,对于多重故障,可以利用预备通道 A、B 同时进行救济。

[0330] 如以上说明那样,在本实施方式的通道管理装置中,将不能确保在其它节点区间收容的信道的预备通道设为不能起动,并通知给该预备通道经由的节点,由此,在发生多重故障时可以避免包含不能起动的预备通道的多个预备通道之间的无用的竞争。

[0331] 另外,通过根据不能起动的预备通道的通知进行通道管理,转用提供给不可起动的预备通道的信道、或者转用提供给低故障服务等级的预备通道的信道,可以提高多重故障发生时的预备通道的起动成功概率。

[0332] [实施方式 7-1、7-2]

[0333] 如图 5 所示,使用了光路由器的网络采用数据面和控制面相分离的结构,其中,数据面由传送用户信息的交换功能部形成,控制面由传送通信网络的控制信号的控制装置形成。

[0334] 数据面是以 SDH 或 OTN(Optical Transport Network:光传输网)技术为基础的高可靠性网络。另一方面,控制面是以 Ether 交换机或 IP 路由器为基础的网络,一般是冗余度比数据面更高的网络结构。

[0335] 在作为 GMPLS 标准化组织的 IETF(Internet Engineering TaskForce:因特网工程任务组)中,进行 Link Management Protocol(LMP)的标准化,作为确认该控制面的正常性的协议(IETF:draft-ietf-ccamp-lmp-07.txt)。

[0336] LMP 如图 52 所示,在数据面中,在具有邻接关系的节点间,通过控制面的控制装置建立控制信道,并通过该控制信道在节点间相互交换只通知序列编号的 hello 分组。当该 hello 分组的交换失败时,作为控制信道的异常被检测出来。该 hello 分组的交换周期标准的是 10 ~ 100msec,可以高速进行异常检测。这里,在控制面存在异常的状态

(LMPDegrade State) 下,要求各节点的控制面故障不对正常的数据面带来坏的影响。例如,要求不因为将数据面中设定的通道的切断、控制信道故障误认为是链路断开而发生不必要的切换动作。

[0337] 另外,利用图 52 所示的通过控制面进行的信令处理来设定数据面的通道,但是,作为该设定的通道的维持管理的概念,具有硬态和软态。

[0338] 在硬态中,对于一旦设定好的通道,只要没有明确的切断命令,各节点中的通道设定状态被半永久地保存,维持使通道开通的交叉连接状态。该硬态的好处在于不需要对设定好的通道状态进行维持管理处理,即使在控制面发生故障的情况下也不会发生切断和不必要的切换动作。相反,当发生了节点不能通信那样的大规模灾害时,很难使用剩下的正常的网络装置重新构成高速网络。例如,如图 53 所示,当在节点 #1-#2-#3-#6 的路径中的节点 #2-#3 间发生故障,并且切换到节点 #1-#4-#5-#6 的路径时,对于节点 #1-#2-#3-#6 的通道没有故障通道切断命令,由于残留了无效通道,维持浪费网络资源的状态。

[0339] 另一方面,在软态中,所设定的通道利用通过控制面进行的周期性信令处理进行正常性确认。例如,在 RSVP-TE 协议中,在通道端间周期性地交换用于确认通道的正常性的 Hello 分组。另外,当在规定的时间内没有确认出正常性时,可以删除各节点中的通道设定状态,也可以消除使通道开通的交叉连接状态。这样,可以抑制无效通道的生成,并可根据通道登记删除错误,完全排除网络资源的浪费。另外,即使在大规模灾害时,也能迅速、自动地去掉需要删除的故障通道,可以通过网络的再构成而迅速地修复,并可提高发生异常时的网络运用的灵活性。

[0340] 硬态和软态各有利弊,例如,在硬态中,必须进行异常结束后的通道设定的后处理,但是,在软态中可以自动消除异常结束后的通道设定状态,所以,具有的优点是可以大幅削减软态控制的异常处理所需的软件开发量。但是,在软态中,必须严格定义上述控制面异常状态 (LMPDegrade State),并且必须进行控制面的故障不会对正常的数据面产生坏影响的高可靠性设计,这一点成为课题。

[0341] 这里,为了得到软态和硬态两者的优点,定义软硬态作为中间态。软硬态不是硬态那样的半永久的通道设定,而是在数日程度的故障中不删除通道设定的软态。软硬态适用于所谓的被称为现有服务 (Legacy service) 的电话、数字专用线、ATM 专用线。以往的软态提供给用于收容低品质等级的公众 IP 业务的线路。

[0342] 以下,在各实施方式中,对如下的网络控制装置进行说明:提供实现这种通道管理所需的控制功能,可以抑制作为控制面故障带来的恶劣影响而产生的数据面上设定的正常通道的切断和不必要的切换动作。

[0343] (实施方式 7-1)

[0344] 首先,对本实施方式的控制方法的概要进行说明。

[0345] 在本实施方式的网络控制装置中,首先,当正常确认经过时间超过阈值时,导入删除通道管理数据中登记的通道管理信息的软态。这里,从软态到硬态的状态迁移以在各节点中检测出控制面异常状态 (LMPDegrade State) 为契机。

[0346] 并且,在检测出 LMP Degrade 的节点中,确认与控制链路对应的数据链路的正常性,如果数据链路中没有异常,则将通过该数据链路的通道迁移为软硬态。另外,为了使该通道从软态迁移到软硬态,向该通道通过的所有节点进行通知以使它们认识到这个情况。

这样,可以抑制因控制面的故障而导致的数据面上设定的正常通道的切断和不必要的切换动作。

[0347] 另外,在能够确认控制链路的修复和确认数据链路的正常性的阶段进行从软硬态到软态的迁移。在这种情况下也同样向通道通过的所有节点进行通知以使它们认识到这个情况。图 54 示出了以上状态迁移的情况。

[0348] 图 55 示出了实施方式 7-1 的网络控制装置。在该图中,网络控制装置由实现波长通道单位的交叉连接的光交换部 10、对其进行管理控制的管理控制功能部 20、信道管理数据库 15 构成。光交换部 10 由光交换功能部 11 和对光交换功能部 11 进行控制的交换控制部 12 构成。本实施方式的光交换部 10 使用  $128 \times 128$  交换机,并具有输入输出 4 条对光通道进行 32 波复用的光纤链路的能力。各光通道的传输速度为 2.5Gbit/s,在 SONET/OC-48 接口处终结。

[0349] 控制线路由具有 155Mbit/s 的传输速度的 SONET/OC-3 线路构成。控制信号例如是用于取得光路由器网络的网络拓扑的 OSPF/IS-IS 协议分组、对分组交换机间设定的光通道进行设定/解除的 RSVP-TE/CR-LDP 协议分组、进行各光纤链路的故障监视的 LMP 协议分组。

[0350] 管理控制功能部 20 由以下构成:路由选择处理功能部(OSPF/IS-IS 协议处理功能)21,其安装有对这些控制信号协议进行处理的功能部,实现光通道的设定、解除、切换、路由选择;通道设定管理功能部(RSVP-TE/CR-LDP 协议处理功能)22,其进行光通道设定/解除信令;控制链路管理功能部(LMP 协议处理部)23,其对传输控制信号的控制线路网进行故障监视;IP 处理部 24。

[0351] 通道设定管理功能部 22 具有:信令处理部 221、现用通道设定/删除处理部 222、预备通道设定/删除处理部 223、预备通道起动处理部 224、对数据网络中设定的通道进行设定管理的通道管理数据库 225、定时器处理部 226。信令处理部 221 不仅进行通道的新设、删除、通道的故障修复时伴随的切换通知处理,还具有通过在通道设定后定期地在通道端间收发 Hello 分组来维持通道设定的功能。

[0352] 信令处理部 221 如图 56 所示,将 Hello 分组的到达和进行 Hello 处理的通道识别编号通知给定时器处理部 226,定时器 226 对与相关通道对应的定时器处理进行复位。

[0353] 即,对于现用通道和预备通道的各个通道,通过定期的 Hello 分组交换来维持通道设定,对于各通道,定时器处理部 226 生成定时器处理的进程或实例。当通过定时器处理使所经过的正常确认经过时间超过阈值时,删除通道管理数据库 225 中登记的通道管理信息,并且,操作对光交叉连接间的波长信道进行管理的信道管理数据库 15,将删除的通道所占有的信道状态迁移为空状态。另外,消除光交换部 10 的交叉连接状态。以上,实现了软态的通道维持管理。

[0354] 另外,在明确分离控制面和数据面的网络中,像下面那样实现可靠性高的网络。控制链路管理功能部 23 如图 57 所示,当检测出连接在自身节点上的控制链路发生异常,并且确认与控制链路对应的数据链路的正常性时,通过发生了故障的控制信道向定时器处理部 226 输出定时器停止信号,该定时器处理部 226 对进行了设定维持(Hello 分组的交换)的通道进行定时器处理。另外,进行定时器停止处理的通道仅限于通过发生了故障的控制信道进行 Hello 分组交换的通道。相关通道的检索是通过从信令处理部 221 向现用设定/删

除处理部 222、预备通道设定 / 删除处理部 223 进行询问来进行的。

[0355] 定时器处理部 226 根据该定时器停止信号的输入, 停止对所设定的通道的正常确认经过时间进行的定时器处理。这样, 不会进行伴随着控制链路故障的意外的通道切断处理。即, 将这些通道从软态迁移到软硬态。

[0356] 另外, 信令处理部 221 随着控制链路的故障, 对通过该控制链路进行 Hello 分组交换的通道进行定时器停止处理。其结果, 对于从软态迁移到硬态的通道, 将该情况通知给通道经由的所有节点。这样, 在所设定的通道的全部区间, 从软态迁移到软硬态。另外, 作为通知从软态迁移到软硬态的手段, 使用 RSVP-TE 或 CR-LDP 等信令协议。

[0357] (实施方式 7-2)

[0358] 图 58 是实施方式 7-2 的网络控制装置的结构图。本实施方式的网络控制装置具有电交换部 30, 以代替实施方式 7-1 的光交换部 10。电交换部 30 由用于实现 SDH 帧 VC-4(155Mbit/s) 单位的交叉连接的  $32 \times 32$  数字交叉连接交换功能部 31、对其进行控制的交换控制部 32、以及与管理控制功能部 20 交换控制信号的数字交叉连接接口 (DCC-IF) 33 构成。

[0359] 控制线路使用 STM16 信号的 DCC 信道构成。控制信号例如是用于取得网络拓扑的 OSPF/IS-IS 协议分组、对分组交换机间设定的通道进行设定 / 解除的 RSVP-TE/CR-LDR 协议分组、进行各光纤链路的故障监视的 LMP 协议分组。

[0360] 管理控制功能部 20 的结构与实施方式 7-1 大致相同, 但是控制链路管理功能部 23 具有功能追加。其追加: 将与自身节点连接的控制链路的异常通知给相邻节点的功能、将从相邻节点通知的控制链路异常通知给其它相邻节点的功能。这样, 将控制链路的故障通知给控制区域全体, 并将该控制区域内设定的所有通道从软态迁移到软硬态。同时, 暂时停止通过该控制区域的 VC-4 通道的新设定, 实现通道运用的稳定化。即, 对于控制链路的故障, 向通信网络中导入软态, 同时在一定的区域内抑制伴随着软态的导入而产生的 VC-4 通道的切断动作、不必要的切换动作, 可以确保通道运用的稳定化。

[0361] 另外, 在本实施方式中, 适用于实现 SONET/SDH 帧的 STS-3/VC-4 通道的网络构建的数字交叉连接网络, 但是也适用于 ATM 网络的虚拟通道、MPLS 网络的标签交换通道的管理控制。

[0362] 另外, 当将控制链路的故障通知给控制区域全体时, 将通过与控制链路对应的数据链路的通道的识别编号信息通知到该控制区域内, 由此可以只将数据连路上设定的通道从软态迁移到软硬态。

[0363] 如以上说明那样, 实施方式 7-1、7-2 的网络控制装置通过软态的导入, 可以实现因通道管理的异常处理软件的开发量的减少而带来的成本的削减。

[0364] 另外, 确认与控制链路对应的数据链路的正常性, 如果数据链路没有异常, 则将通过该数据链路的通道迁移为软硬态, 由此, 可以抑制因控制面的故障而导致的数据面上设定的正常通道的切断和不必要的切换动作。这样, 可以得到不被控制面的可靠可靠性左右的高可靠性的网络。

[0365] 另外, 本发明不限于上述实施例, 在权利要求的范围内可以进行各种变更和应用。

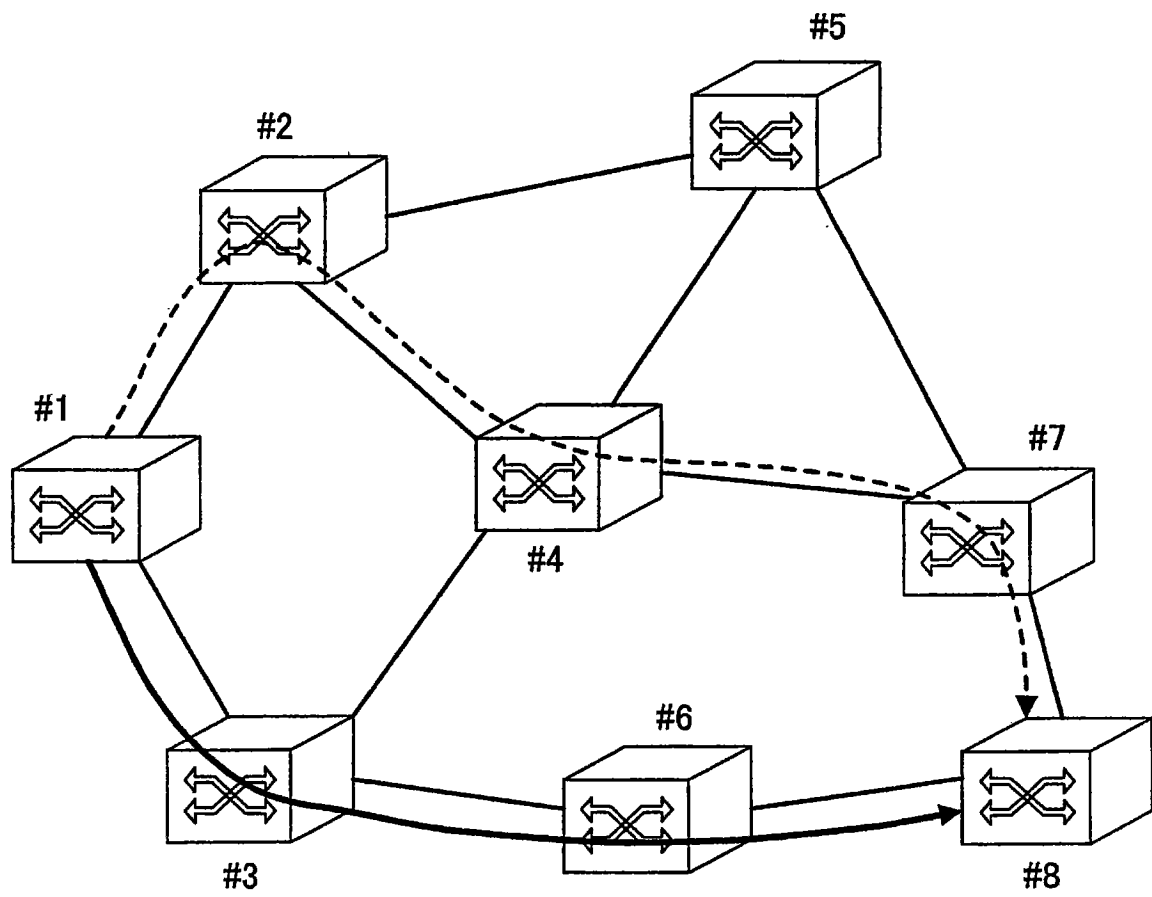


图 1

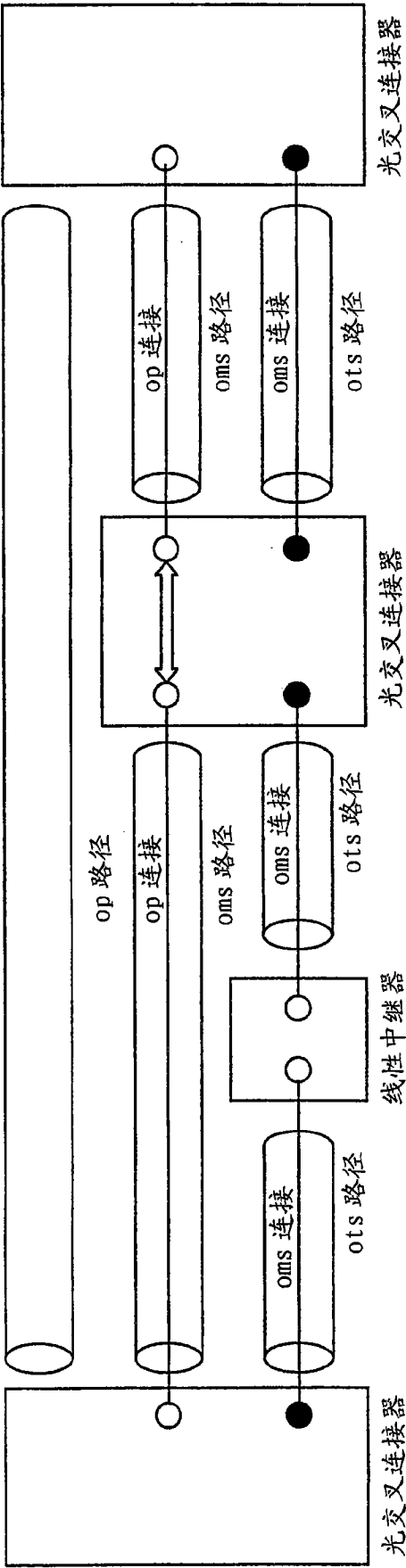


图 2

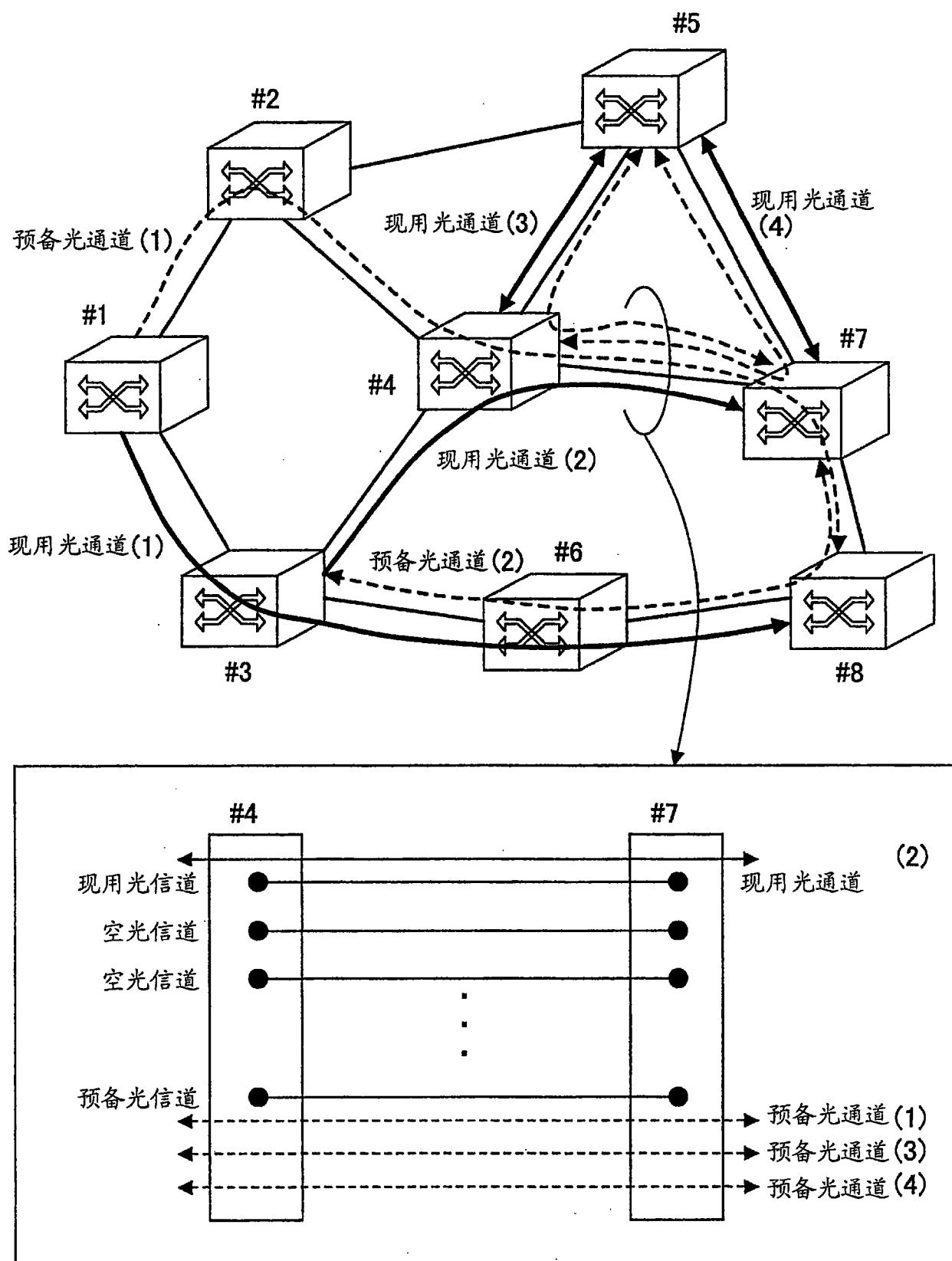


图 3

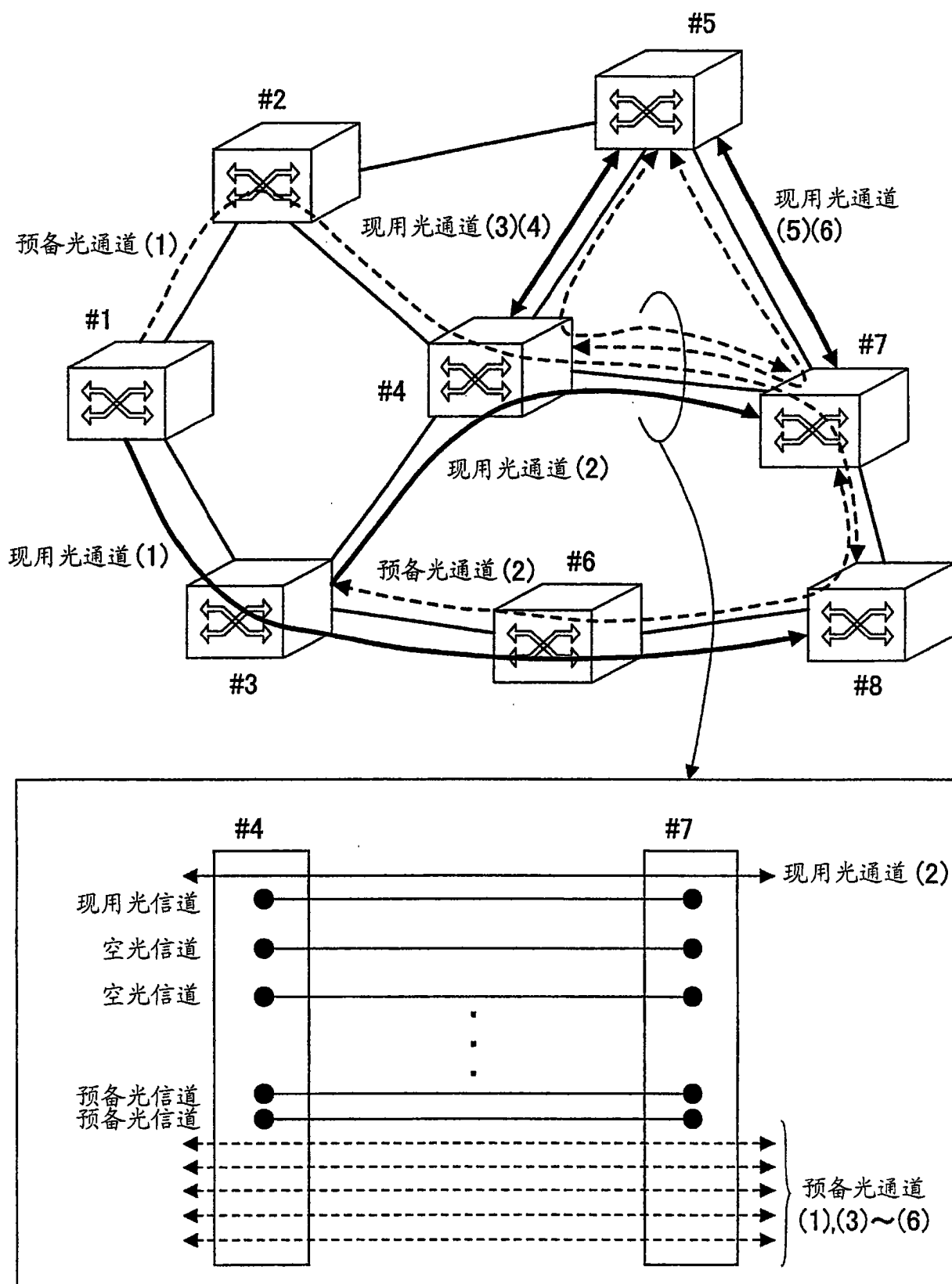


图 4

## GMPLS 控制面

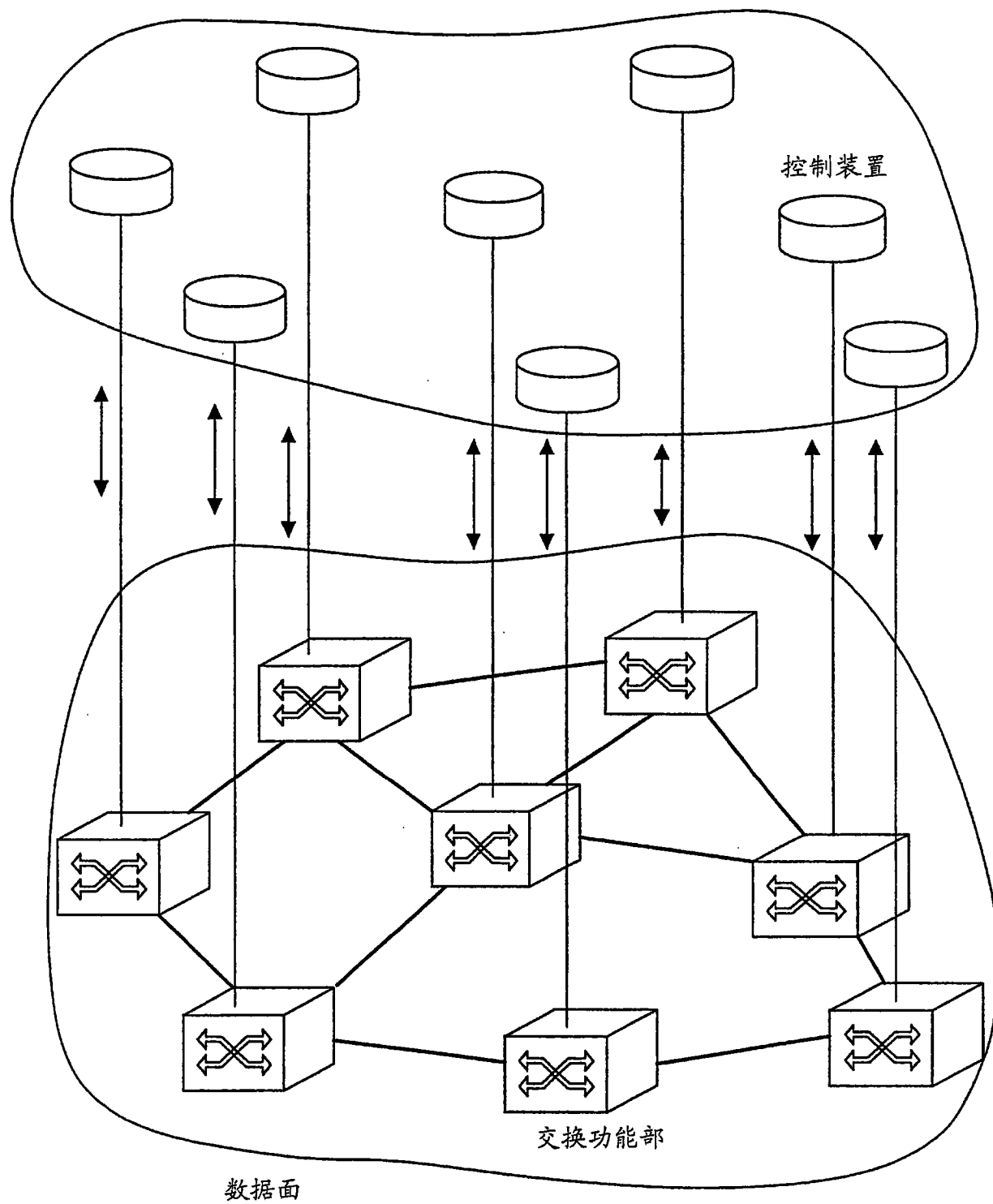


图 5

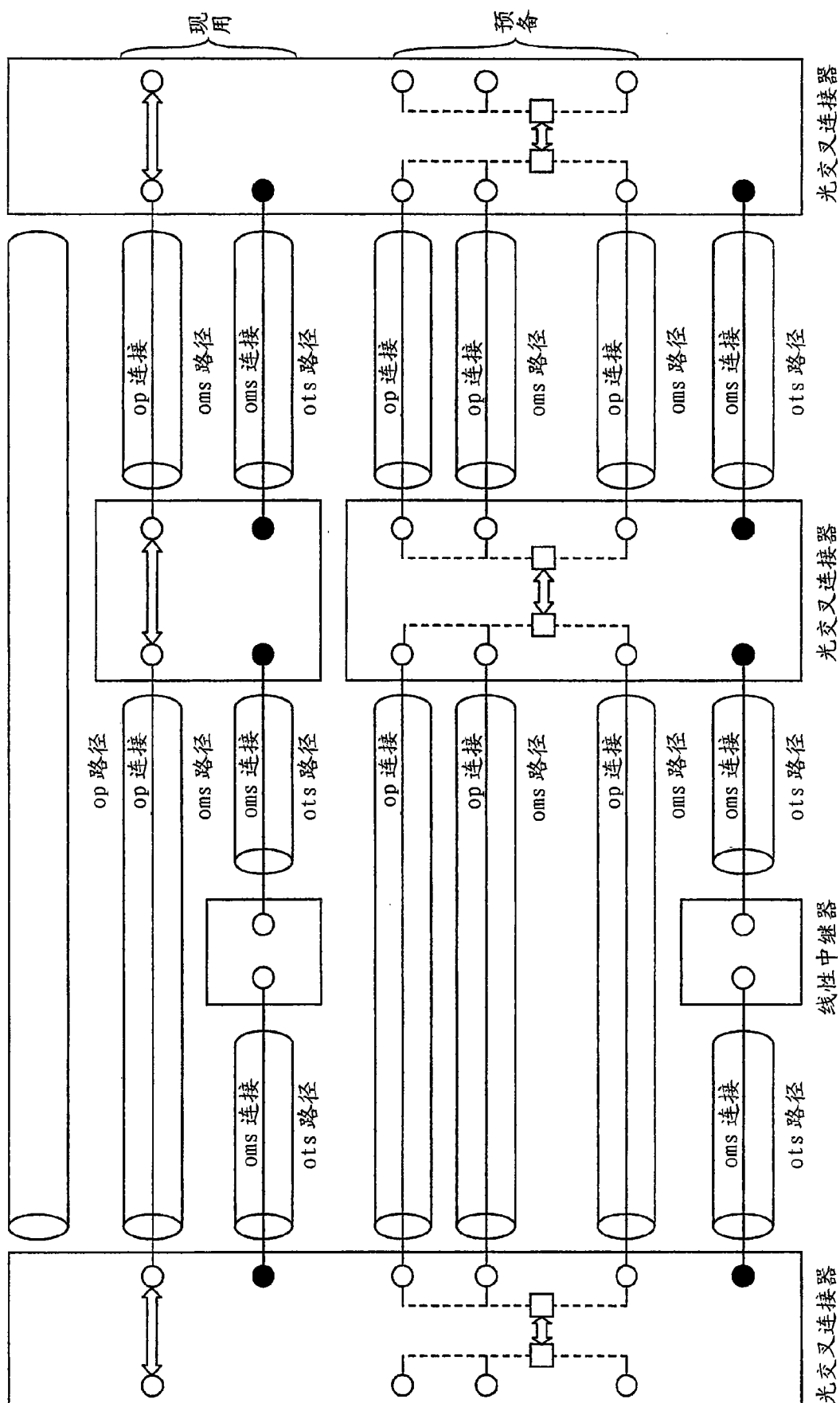


图 6

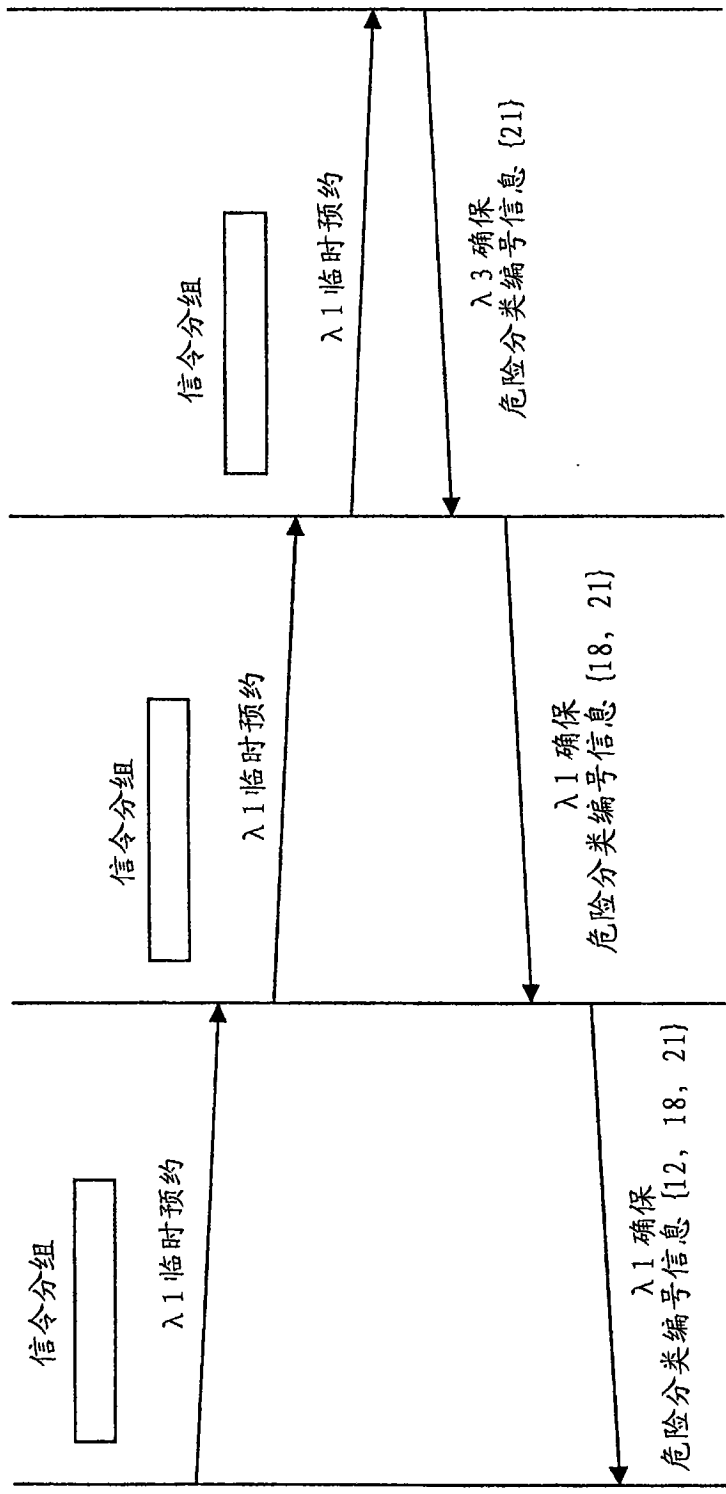
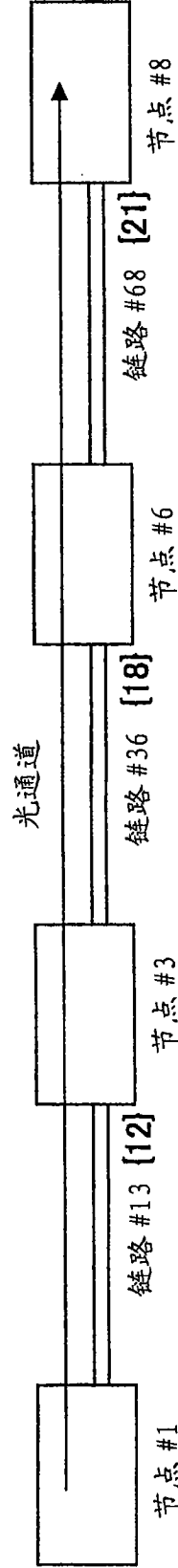


图 7

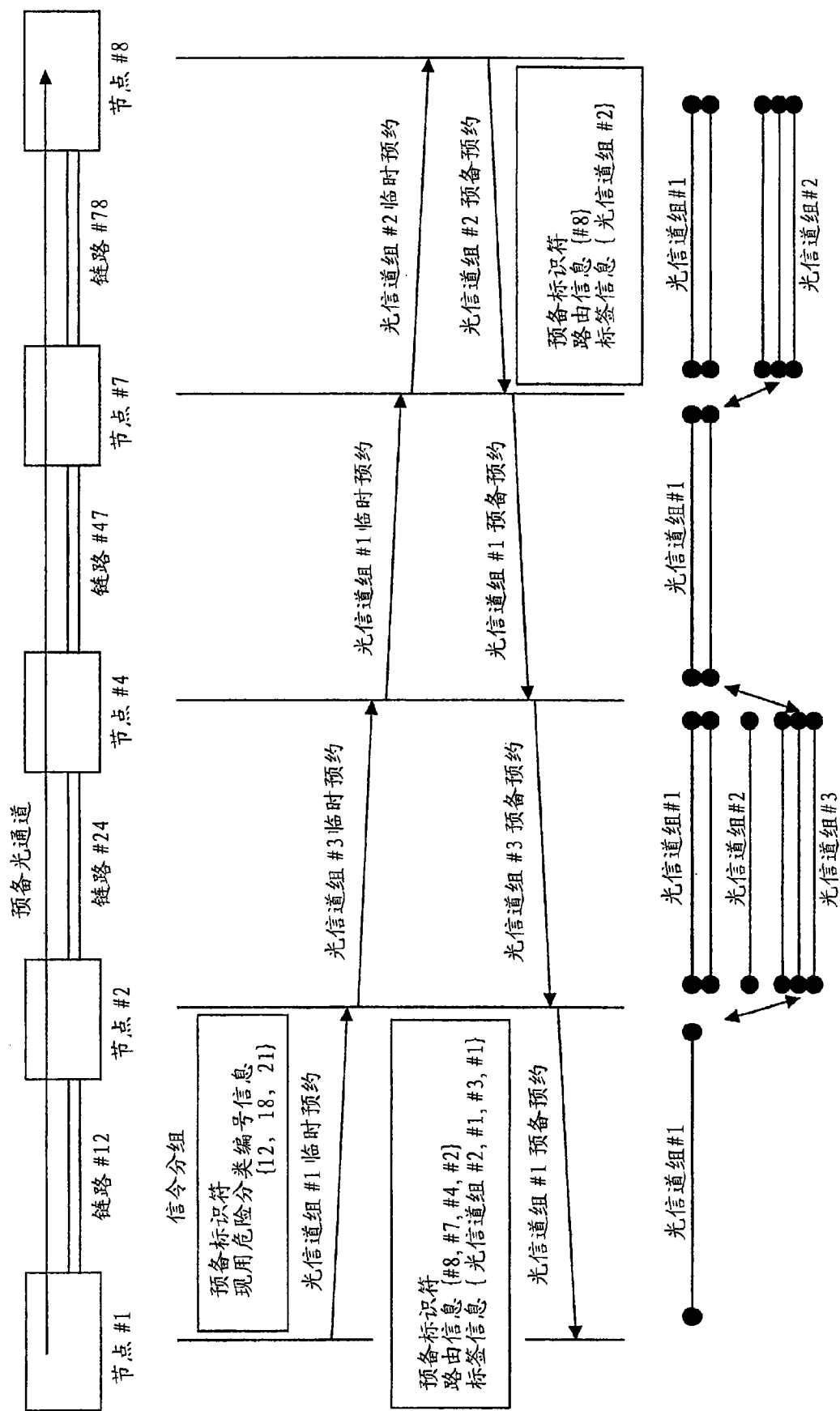
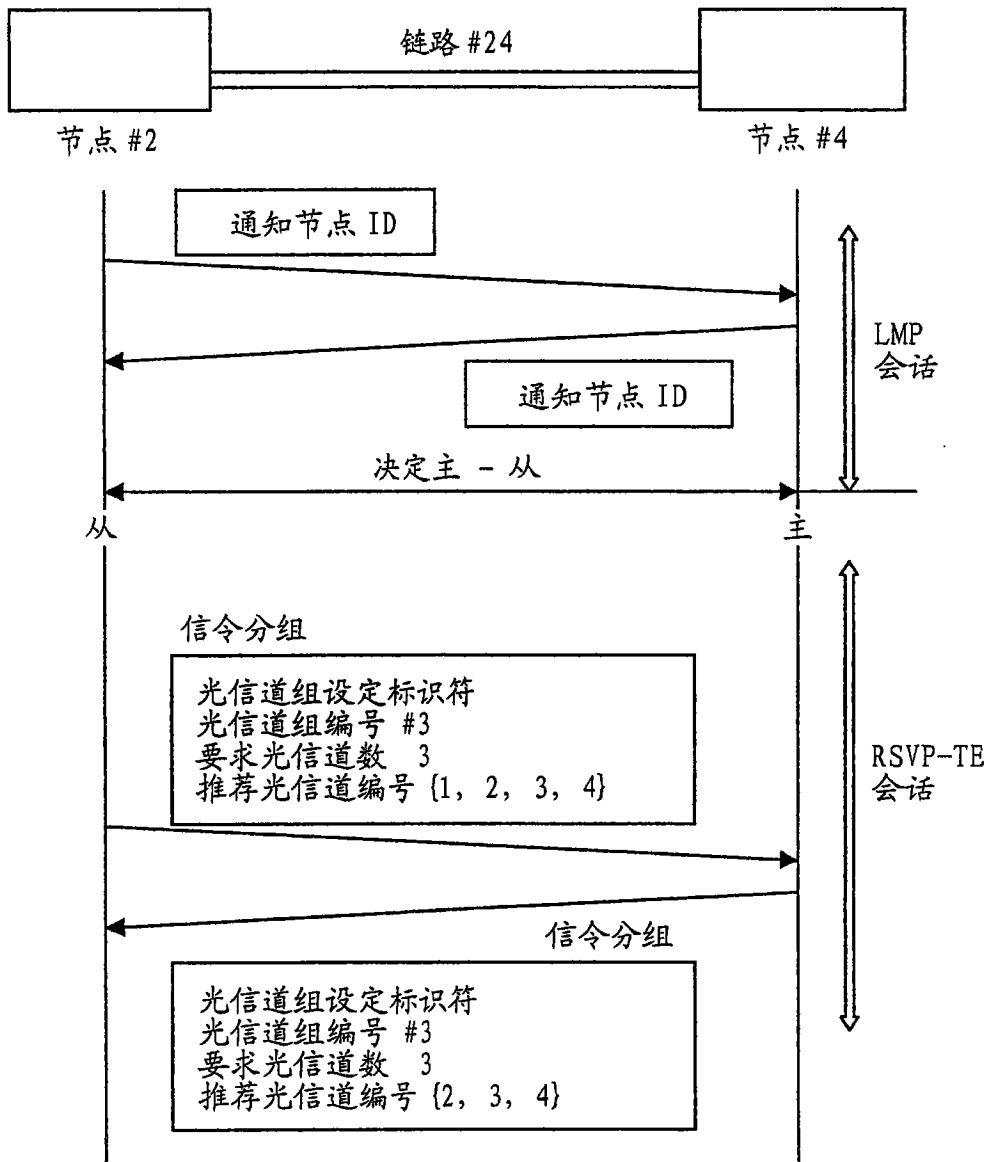


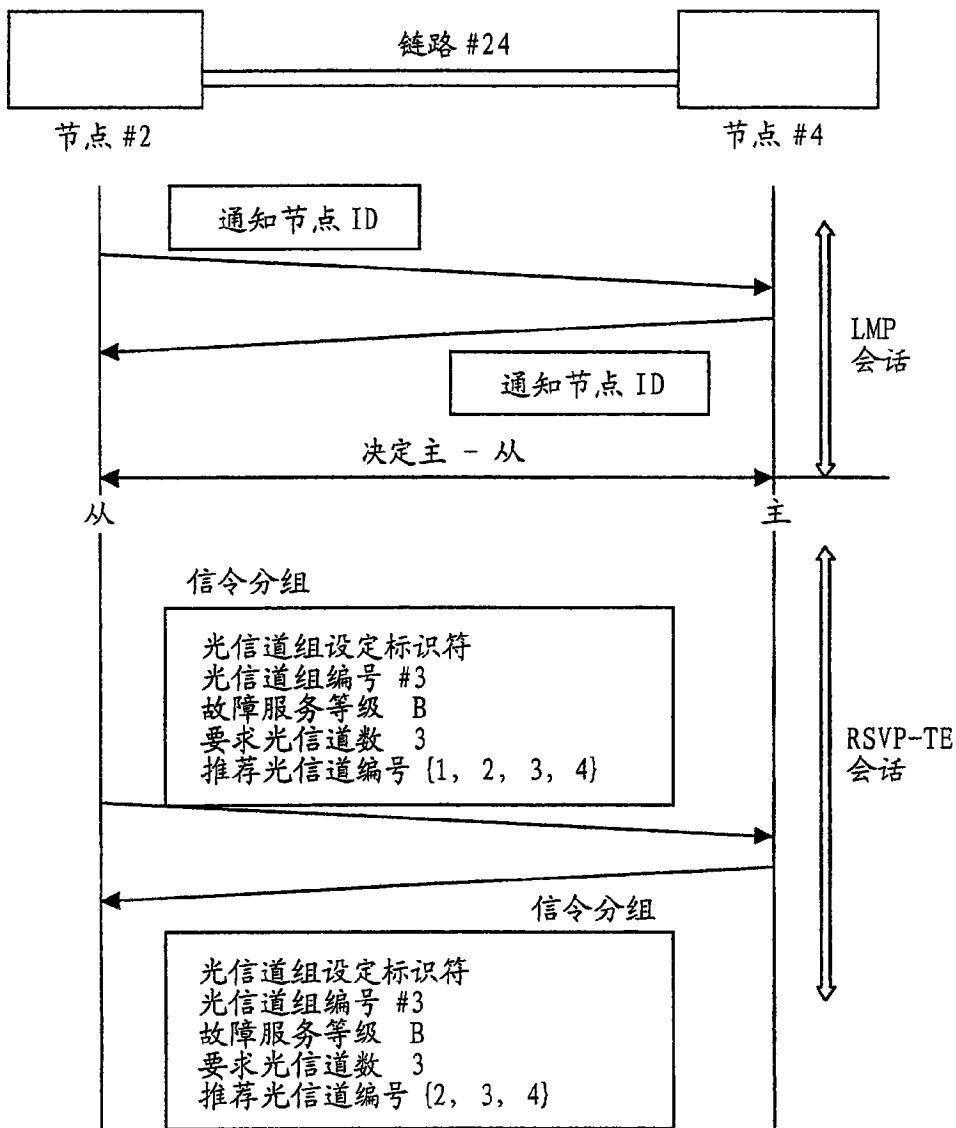
图 8



信令确立后的光信道组构成列表

|        |                  |
|--------|------------------|
| 光信道组编号 | #1               |
| 光信道数   | 1                |
| 光信道编号  | {1}              |
| 光信道组编号 | #2               |
| 光信道数   | 4                |
| 光信道编号  | {10, 11, 12, 13} |
| 光信道组编号 | #3               |
| 光信道数   | 3                |
| 光信道编号  | {2, 3, 4}        |

图 9



信令确立后的光信道组构成列表

|        |                  |
|--------|------------------|
| 光信道组编号 | #1               |
| 故障服务等级 | A                |
| 光信道数   | 1                |
| 光信道编号  | {1}              |
| 光信道组编号 | #2               |
| 故障服务等级 | C                |
| 光信道数   | 4                |
| 光信道编号  | {10, 11, 12, 13} |
| 光信道组编号 | #3               |
| 故障服务等级 | B                |
| 光信道数   | 3                |
| 光信道编号  | {2, 3, 4}        |

图 10

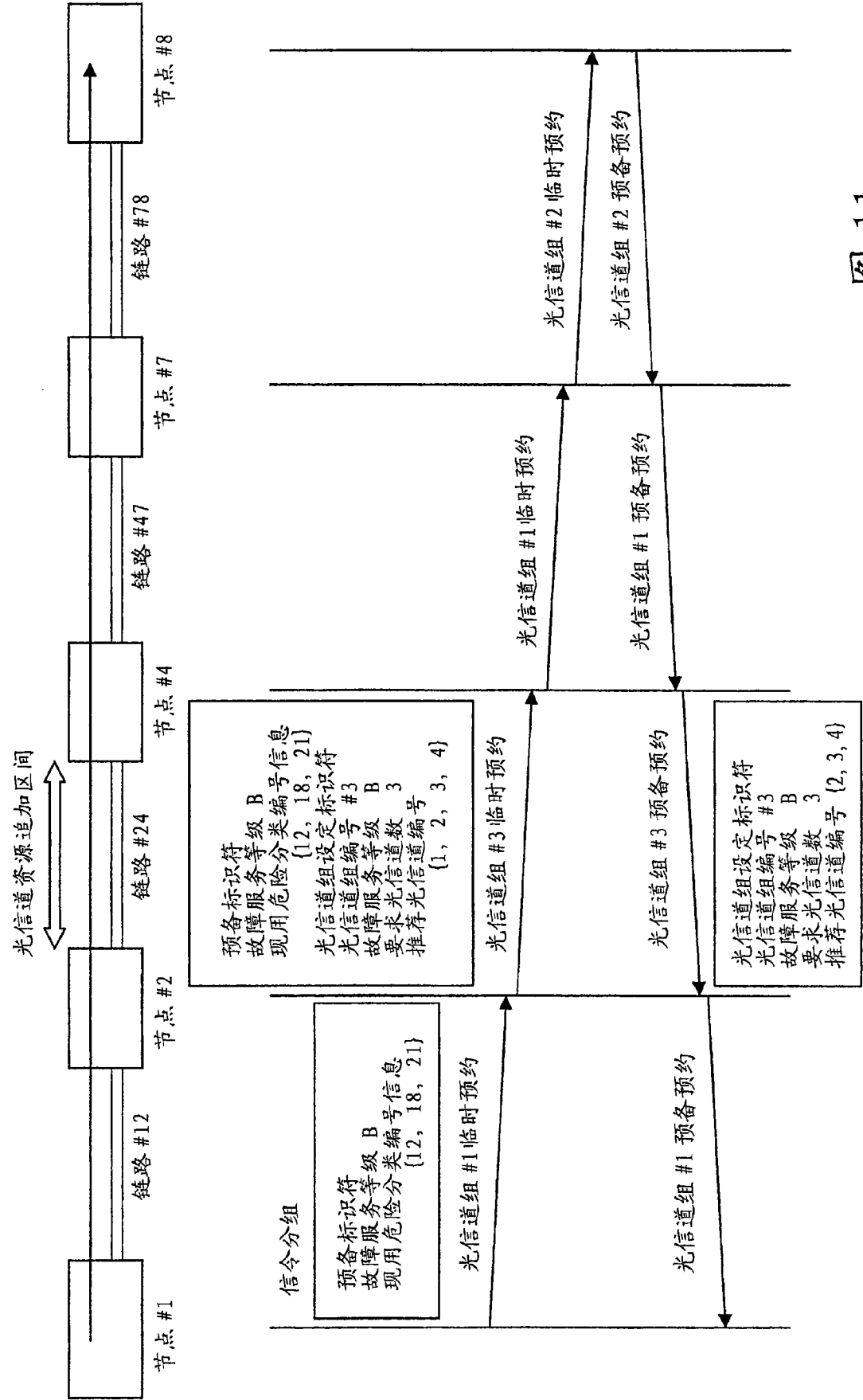


图 11

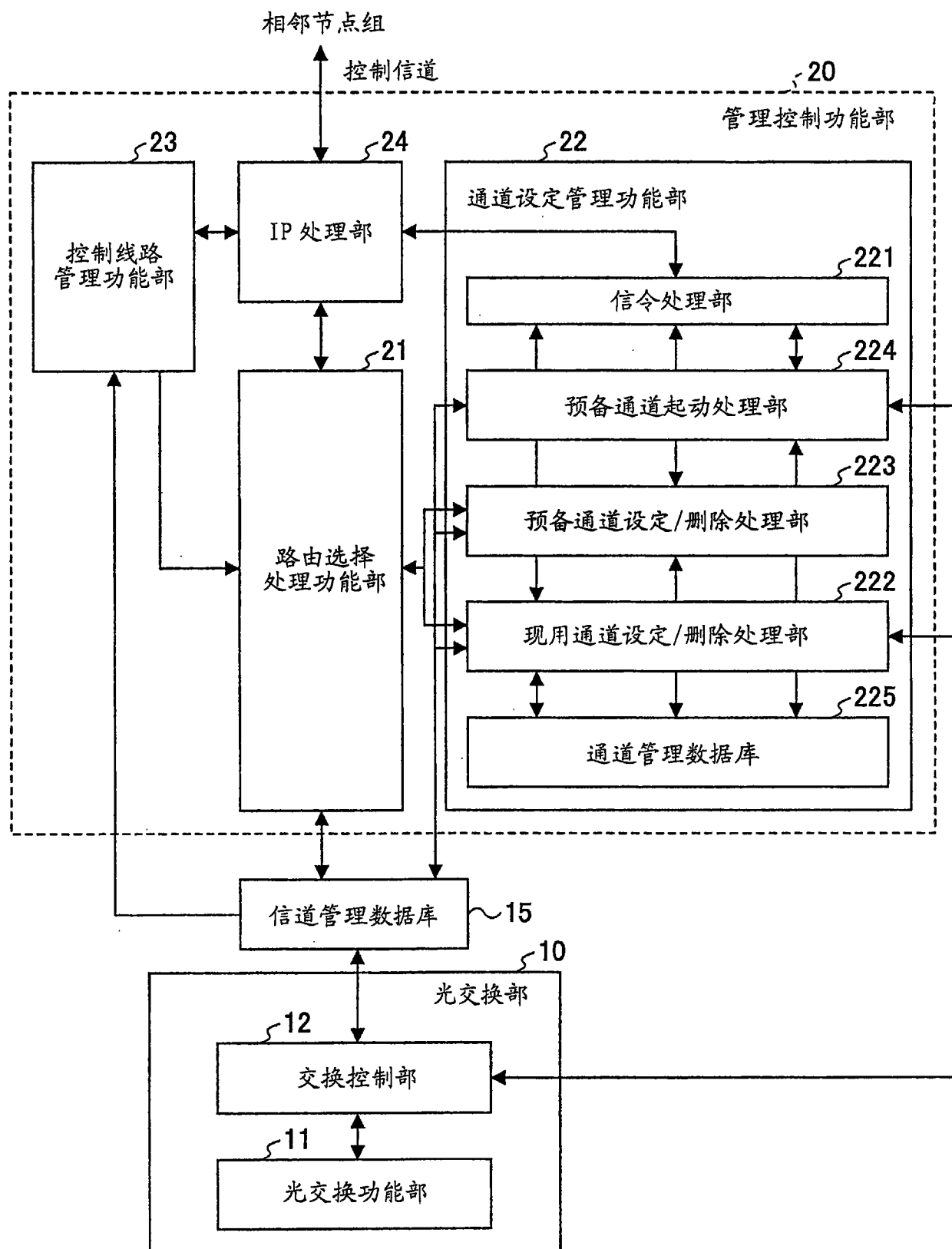


图 12

| ID | 现用 / 预备 | 始点节点ID      | 终点节点ID      | 输入IF · Label | 输出IF · Label |
|----|---------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| 1  | 现用      | 10:10:101:1 | 10:10:109:1 | 3/4          | 1/1          |
| 2  | 现用      | 10:10:101:2 | 10:10:108:1 | 4/1          | 3/1          |
| 2  | 预备      | 10:10:101:2 | 10:10:108:1 | 4/1          | 5/3          |
| 3  | 现用      | 10:10:103:2 | 10:10:107:1 | 2/1          | 3/3          |
| 4  | 现用      | 10:10:104:2 | 10:10:106:1 | 1/1          | 5/1          |

图 13

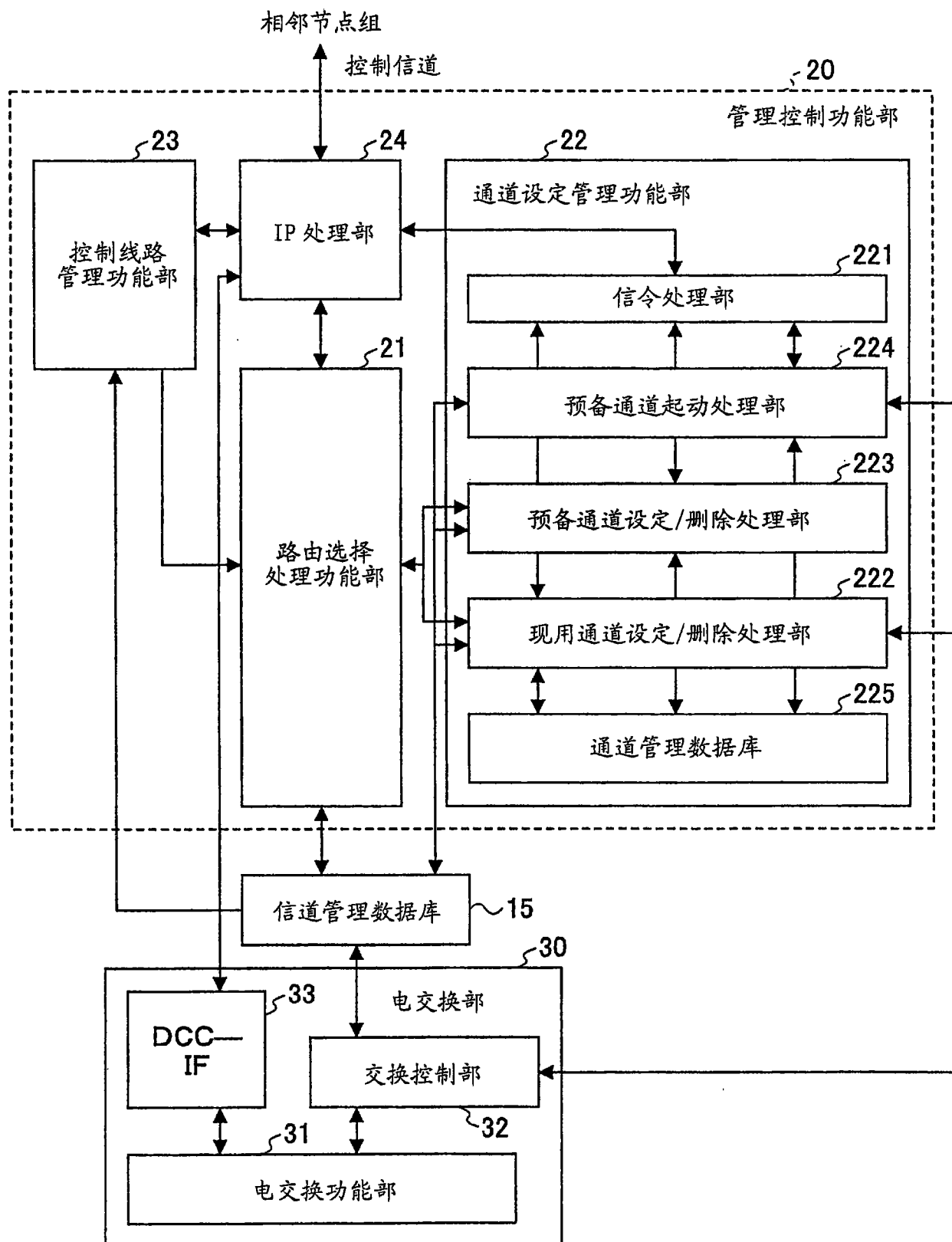


图 14

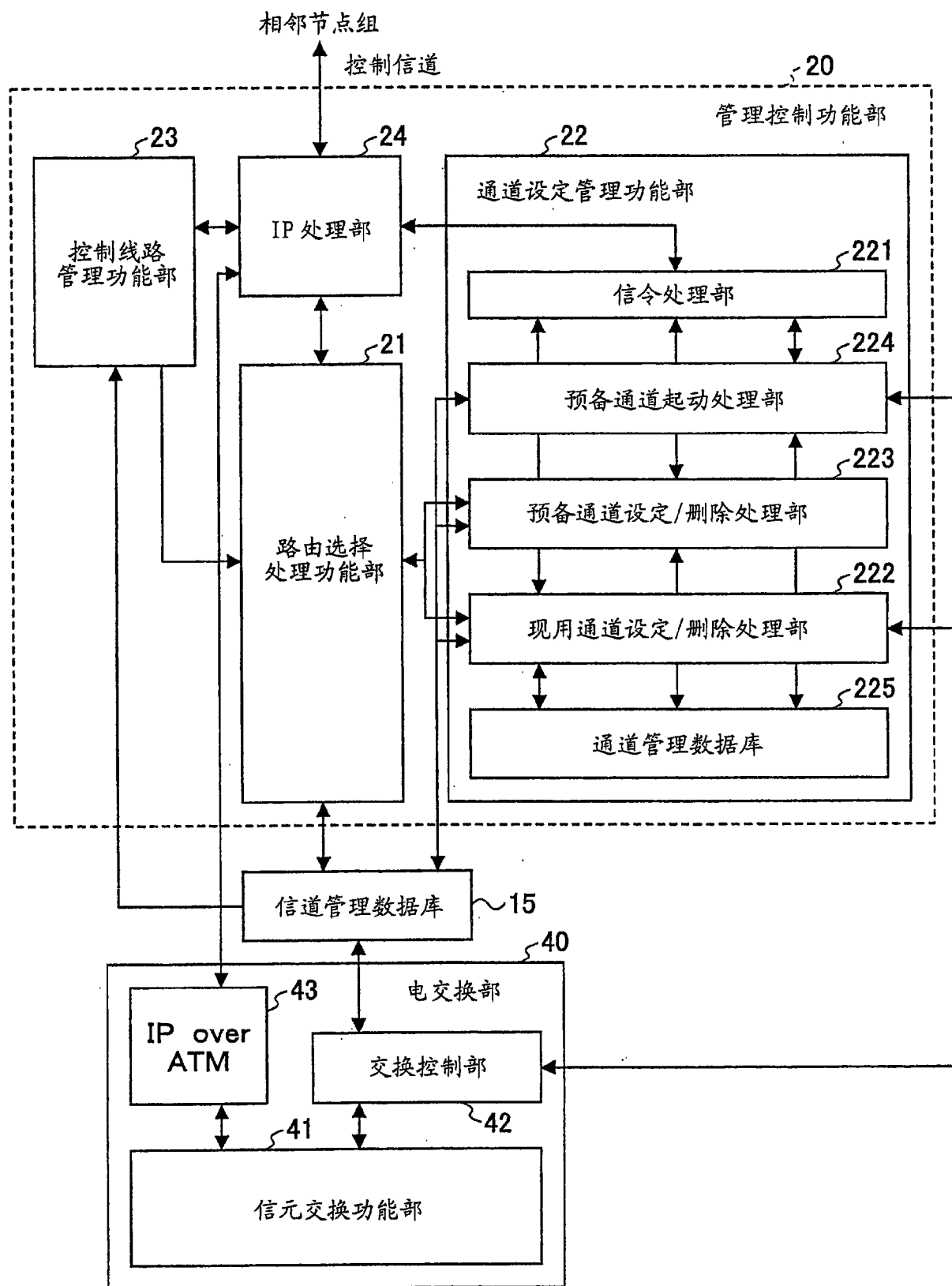


图 15

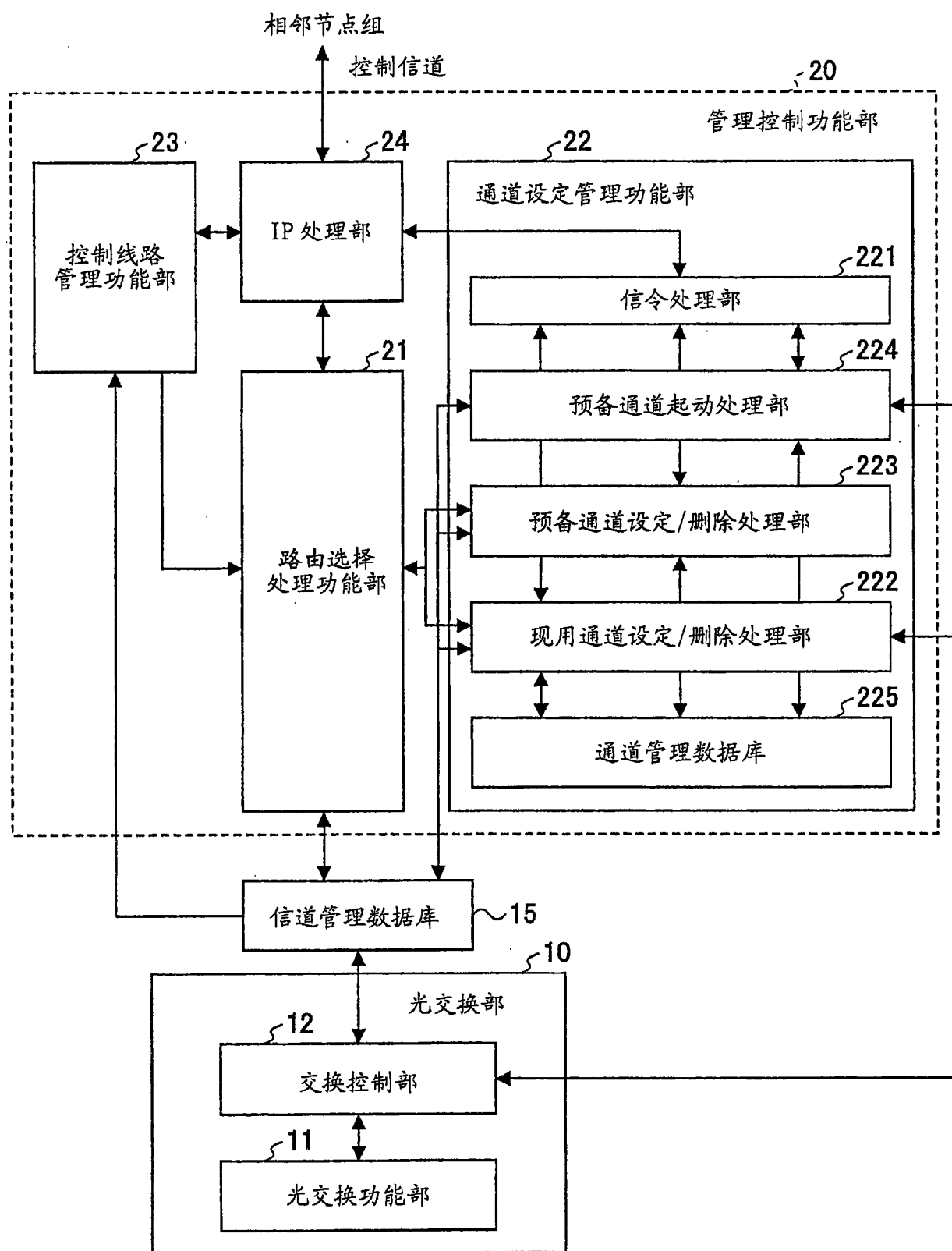


图 16

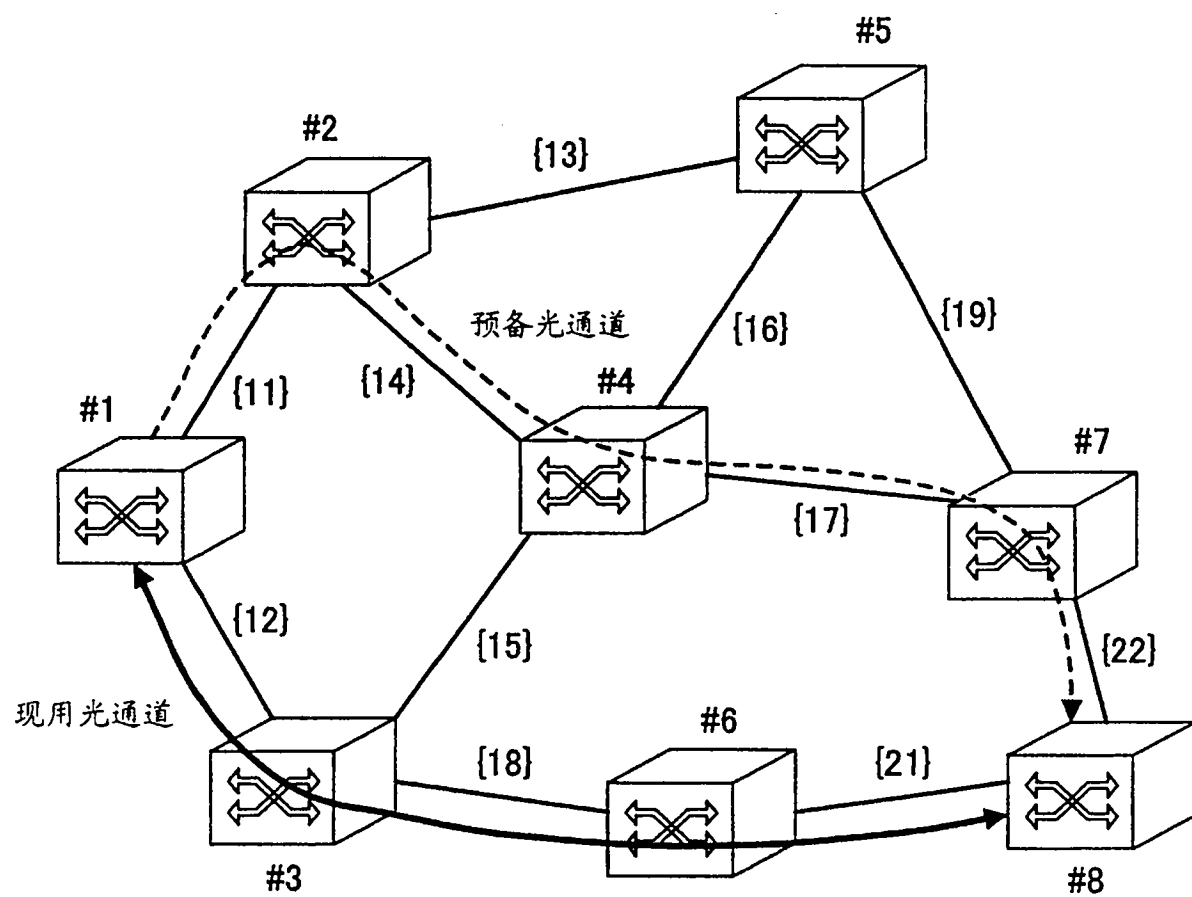


图 17

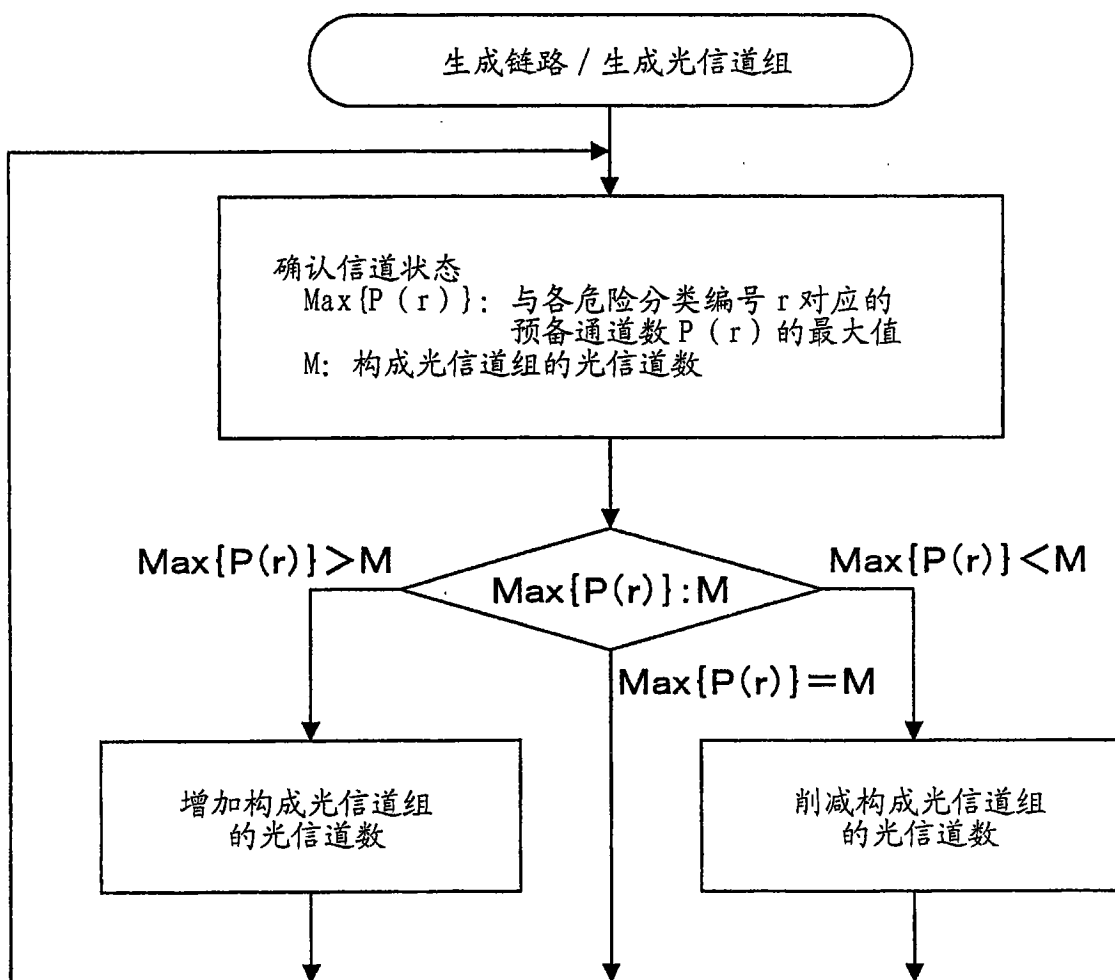


图 18

|        |                     |                                                                                            |
|--------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 信道组编号  | {N}                 | <div><div>M=3</div><div>Max {P(r)}=3 (r=12)</div><div>↓</div><div>Max {P(r)}=M</div></div> |
| 信道数    | {3}                 |                                                                                            |
| 构成信道编号 | {1, 2, 3}           |                                                                                            |
| 预备通道 A | 危险分类编号 {12, 13, 14} |                                                                                            |
| 预备通道 B | 危险分类编号 {12, 13}     |                                                                                            |
| 预备通道 C | 危险分类编号 {11, 14}     |                                                                                            |
| 预备通道 D | 危险分类编号 {12, 15}     |                                                                                            |
| 预备通道 E | 危险分类编号 {11, 15, 16} |                                                                                            |
| 预备通道 F | 危险分类编号 {16}         |                                                                                            |

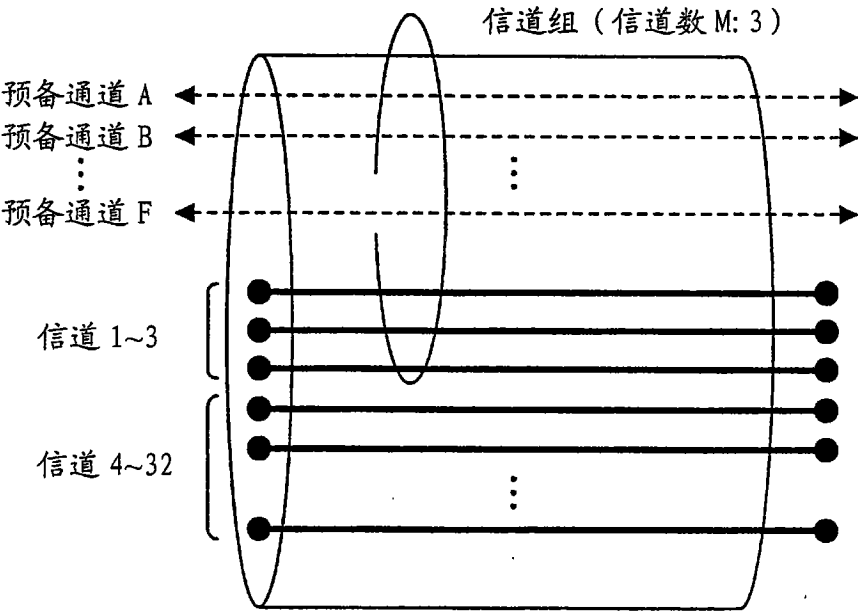


图 19

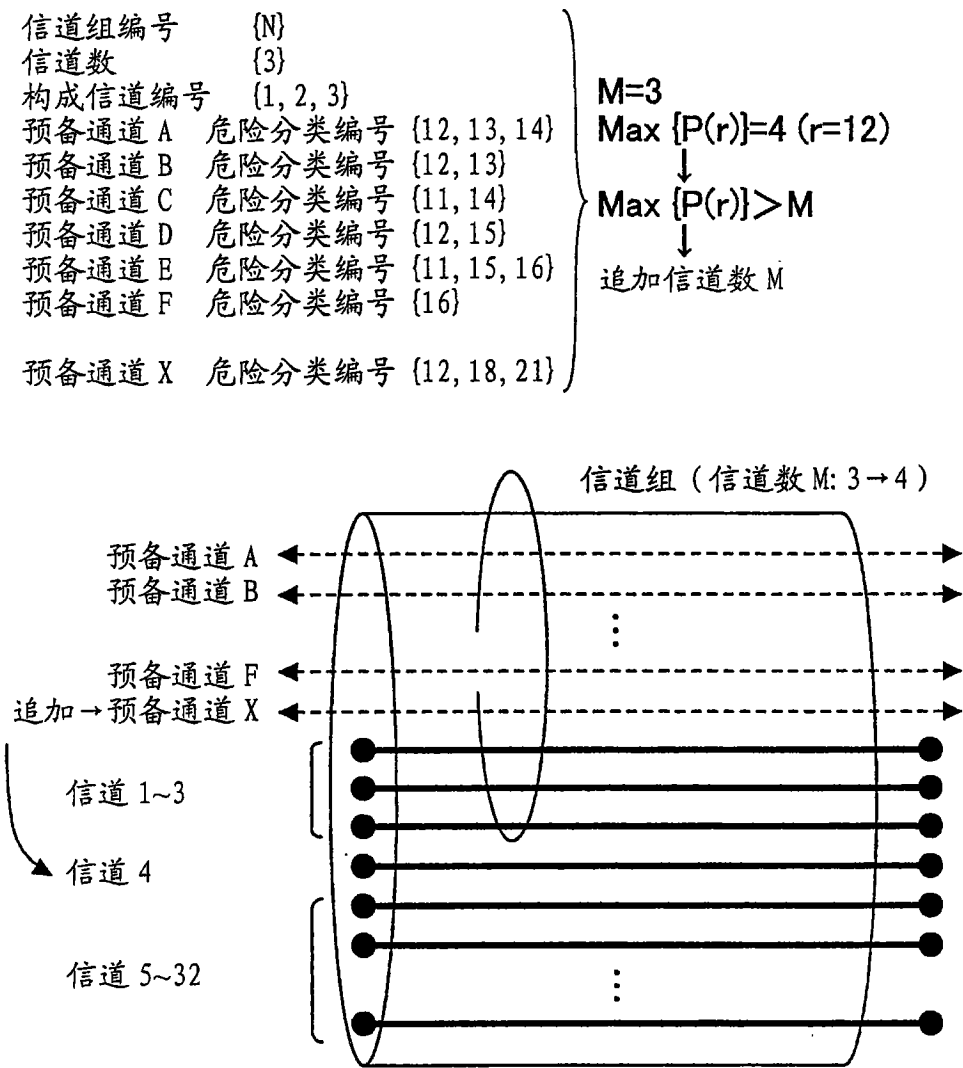


图 20

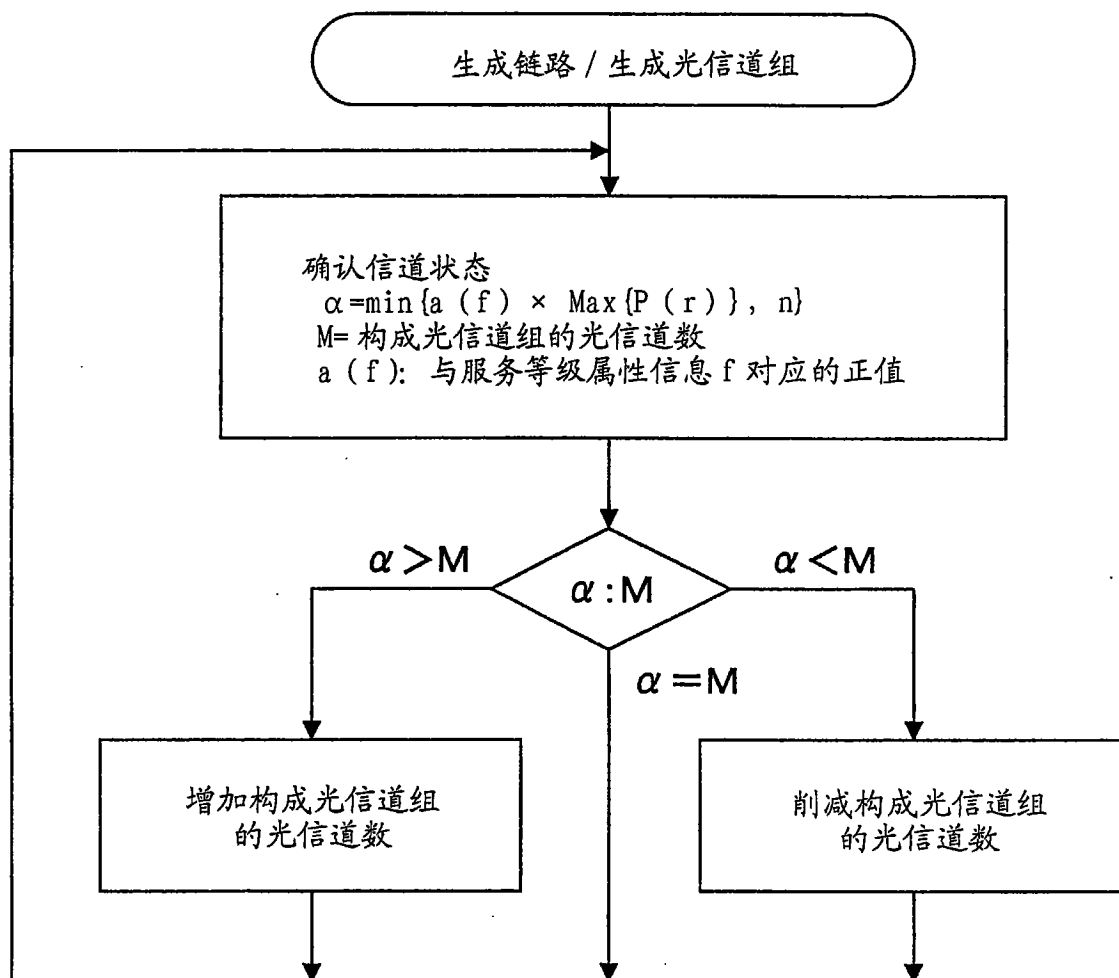


图 21

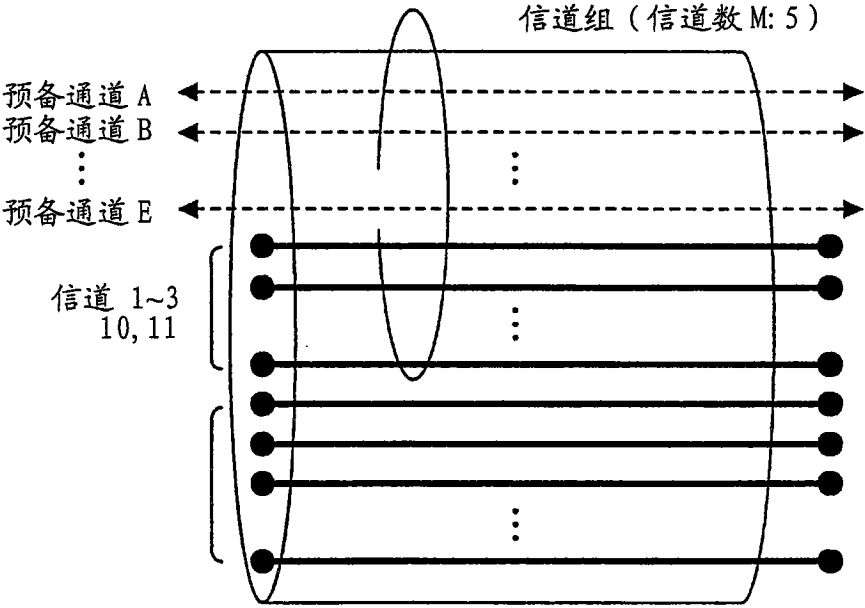
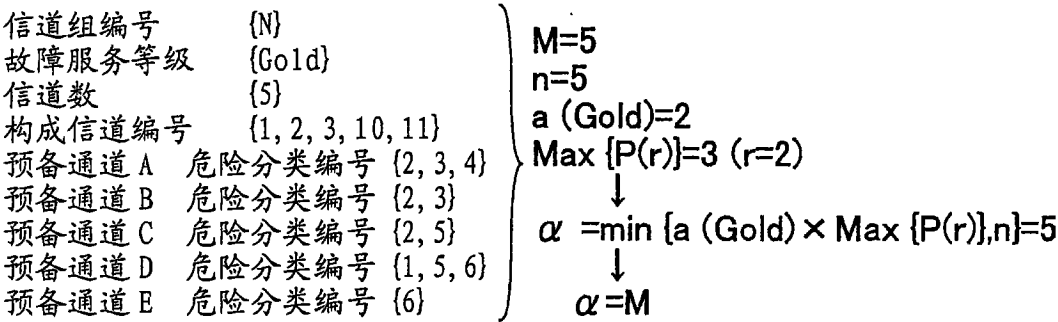


图 22

|        |               |   |                                                                         |
|--------|---------------|---|-------------------------------------------------------------------------|
| 信道组编号  | {N}           | } | M=3                                                                     |
| 故障服务等级 | {Silver}      |   | n=3                                                                     |
| 信道数    | {3}           |   | a (Silver)=1                                                            |
| 构成信道编号 | {4, 5, 6}     |   | Max {P(r)}=2 (r=3)                                                      |
| 预备通道 F | 危险分类编号 {3, 4} |   | ↓                                                                       |
| 预备通道 G | 危险分类编号 {5, 6} |   | $\alpha = \min \{a(\text{Silver}) \times \text{Max } \{P(r)\}, n\} = 2$ |
| 预备通道 H | 危险分类编号 {1, 3} | ↓ | $\alpha < M$                                                            |

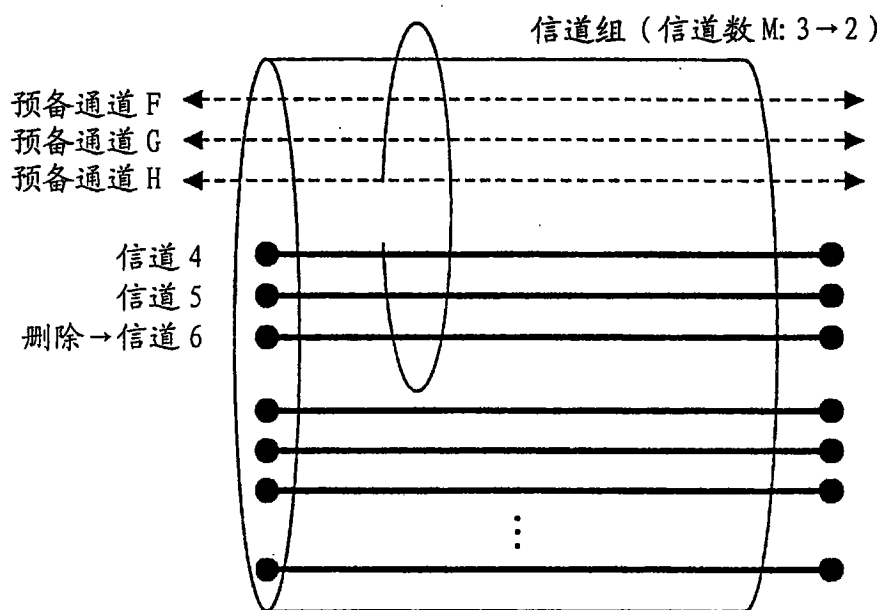


图 23

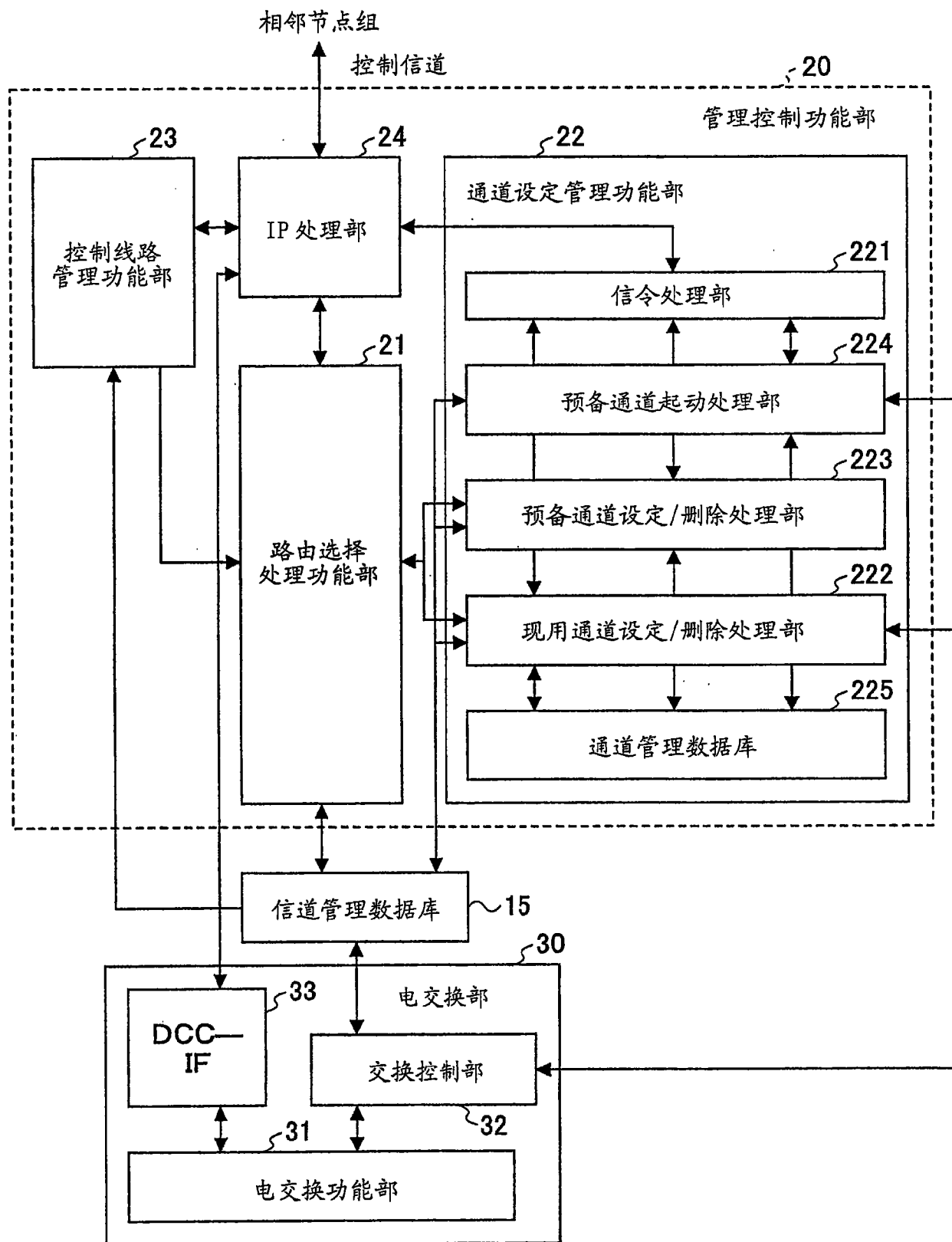


图 24

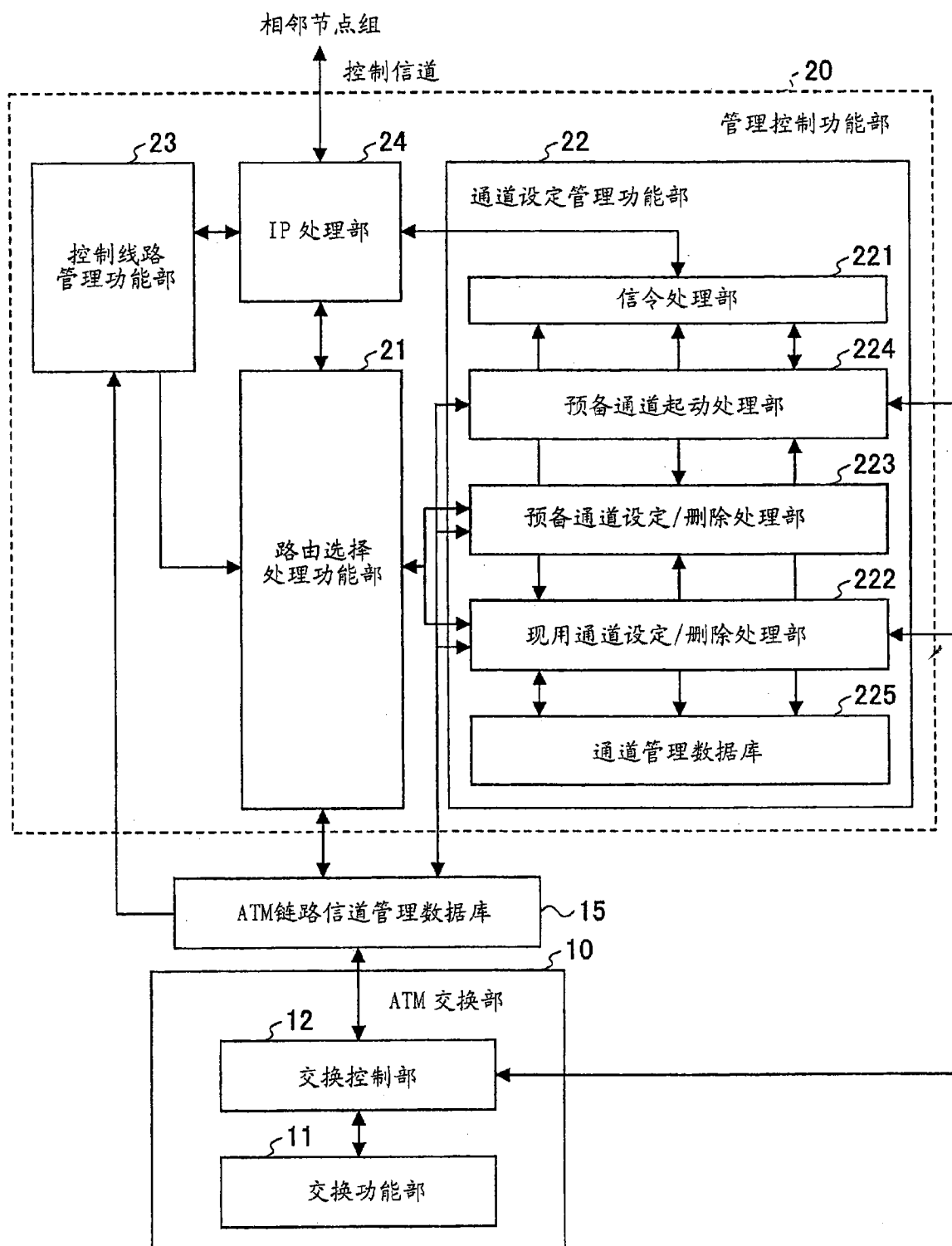


图 25

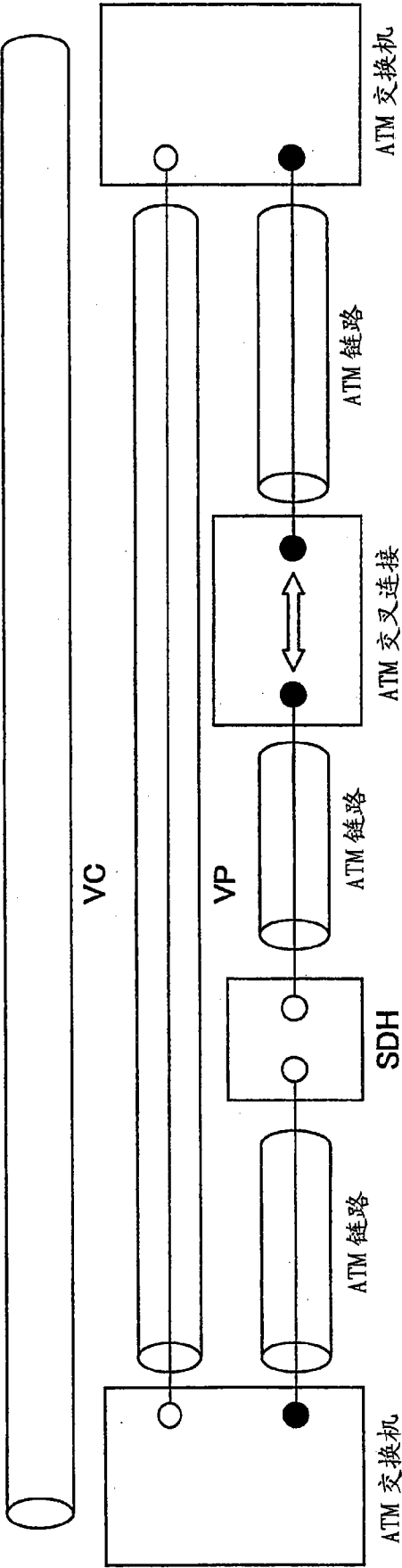


图 26

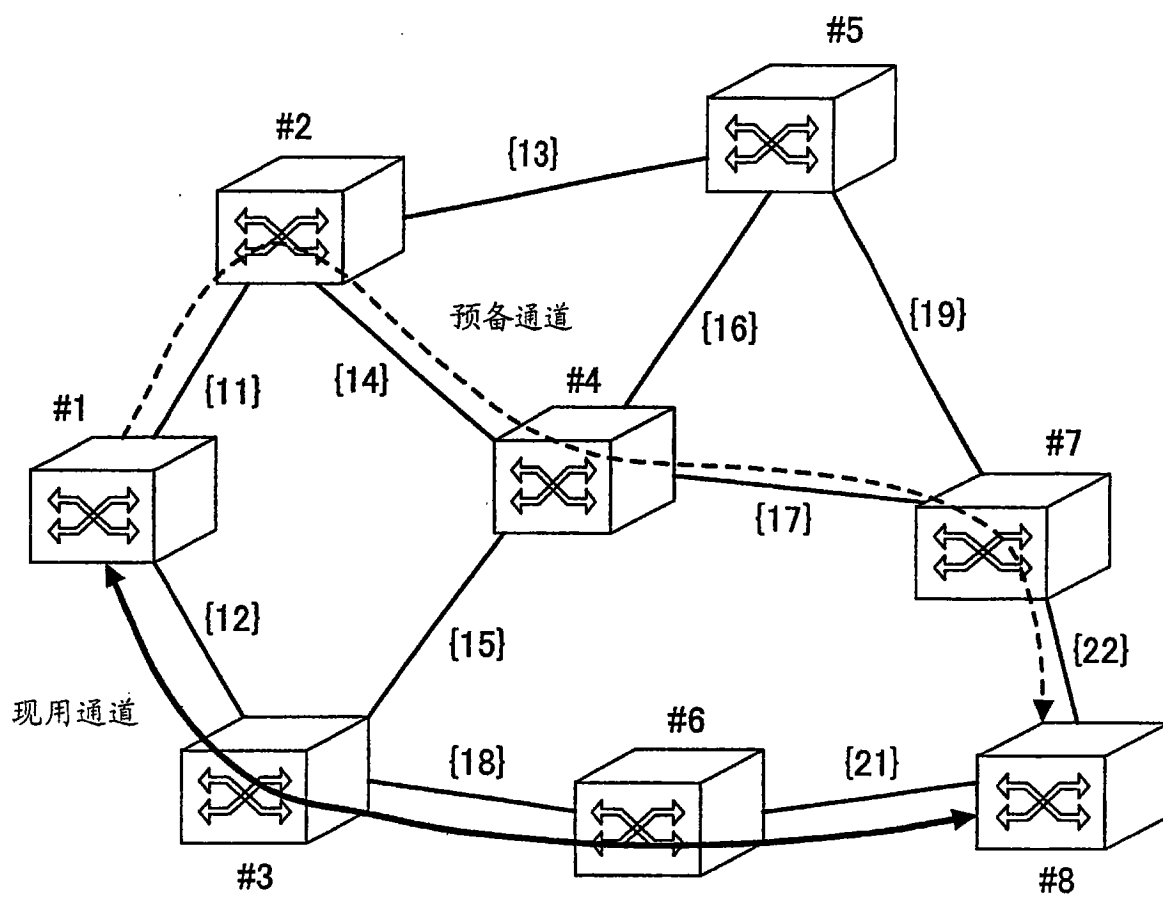


图 27

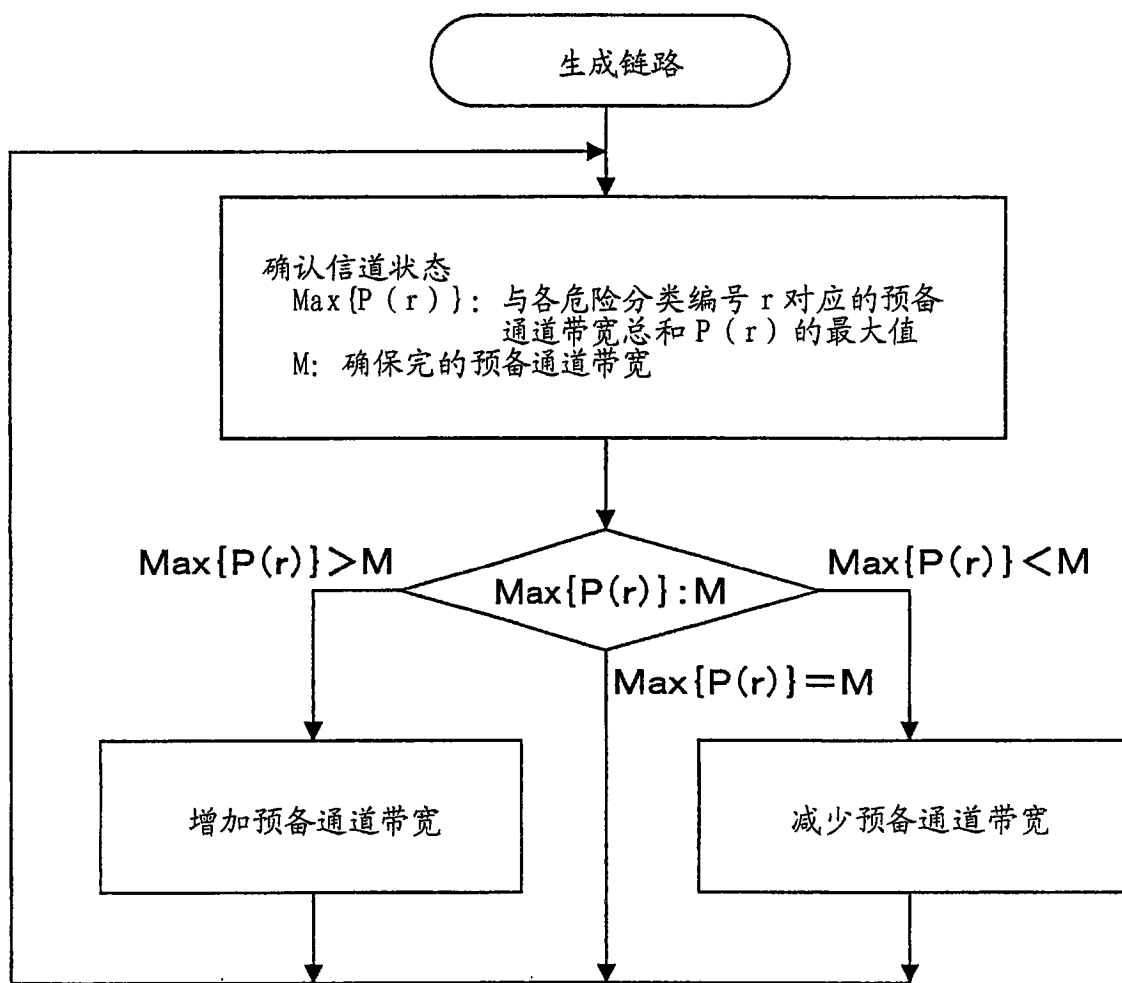


图 28

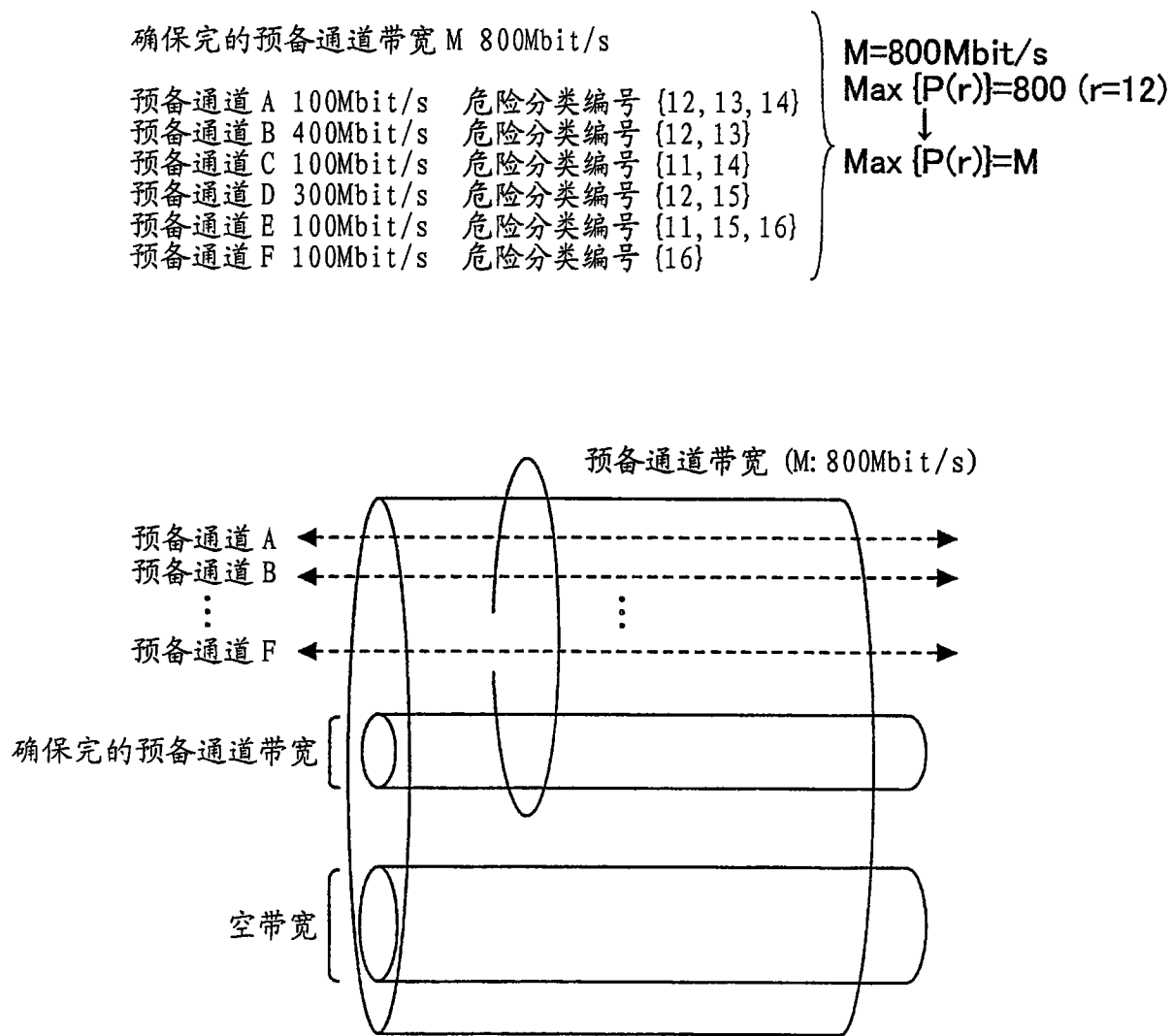


图 29

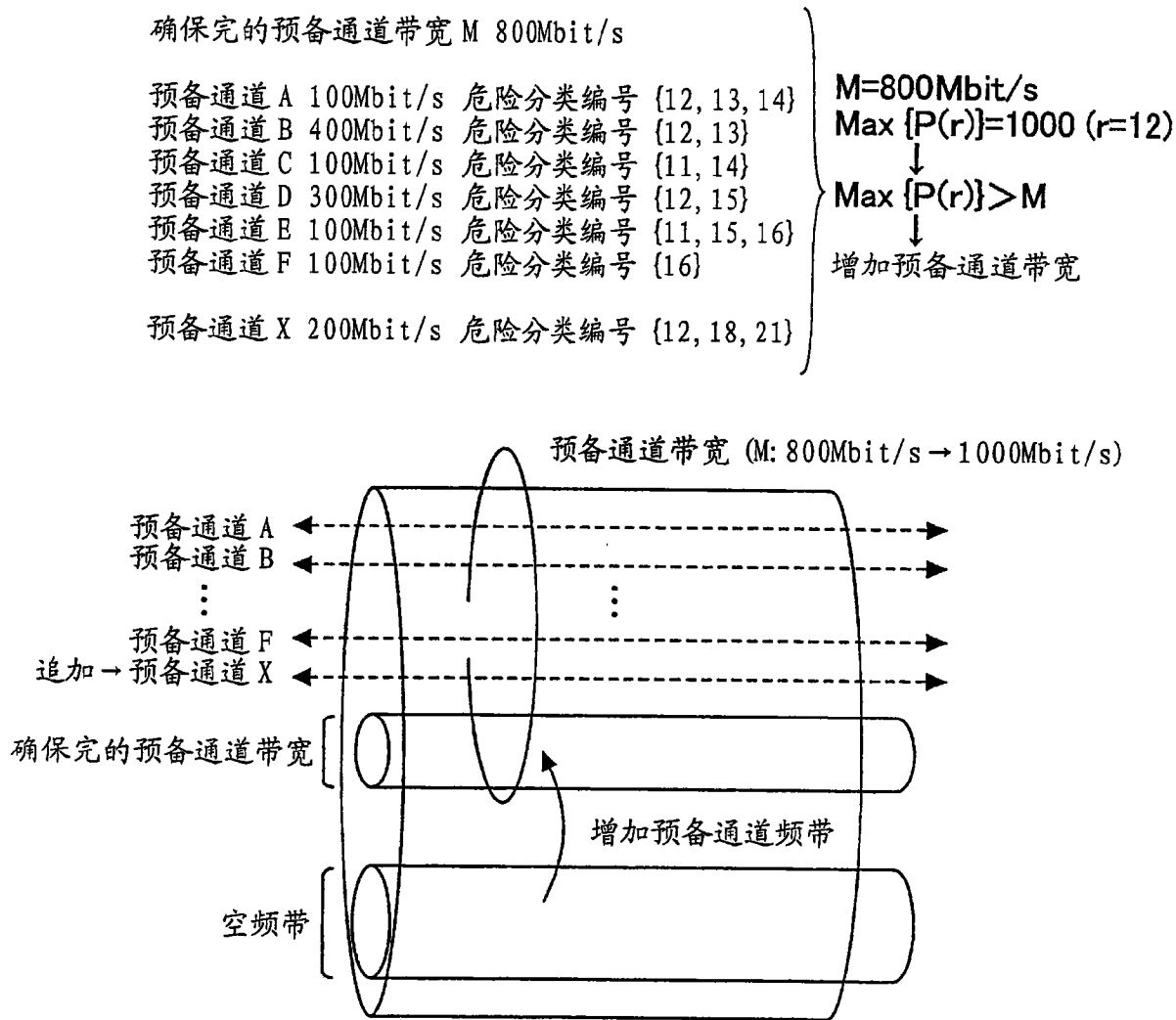


图 30

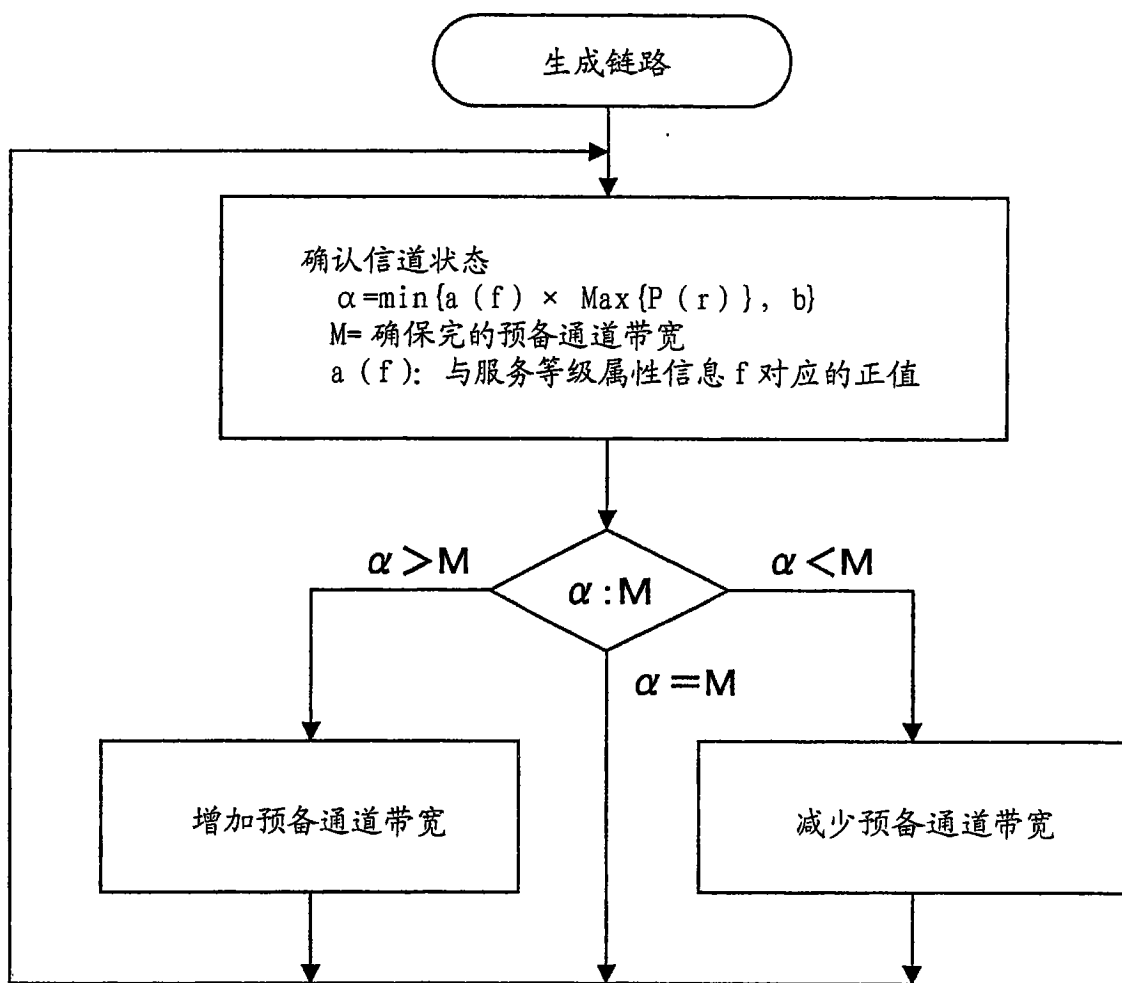


图 31

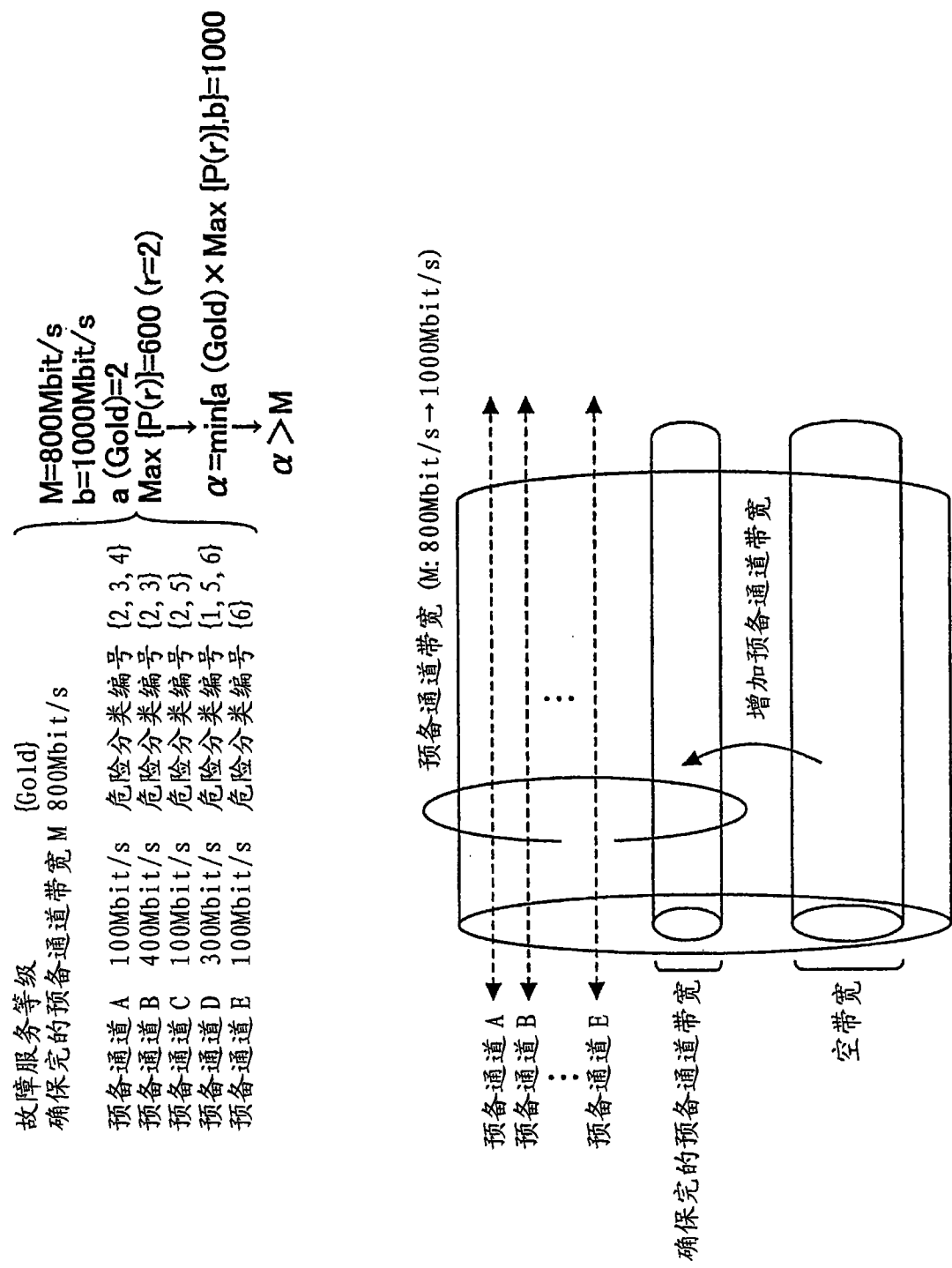


图 32

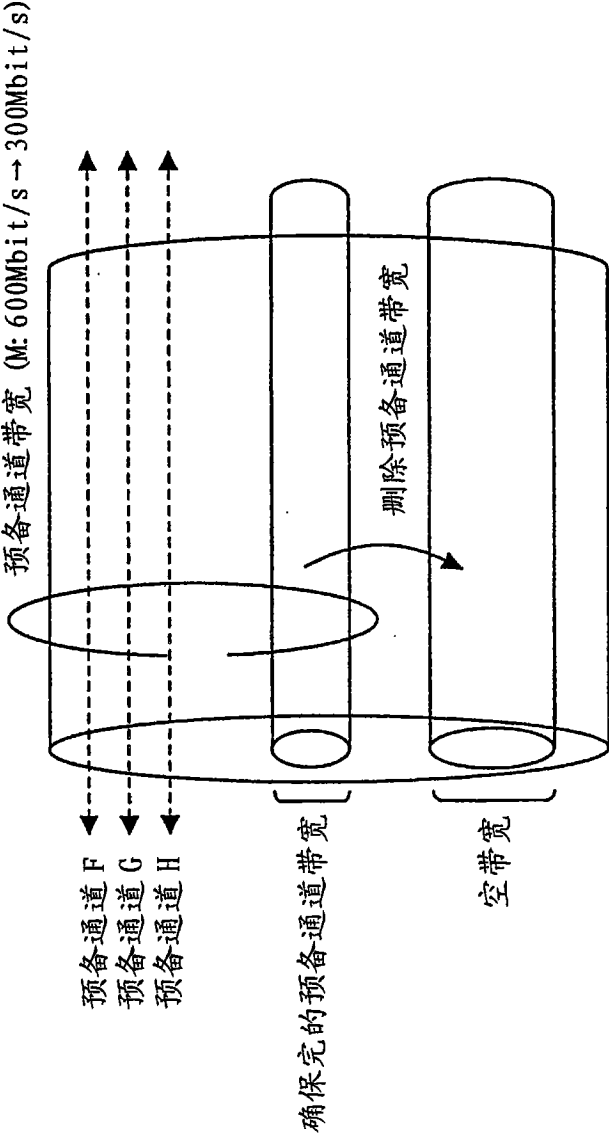
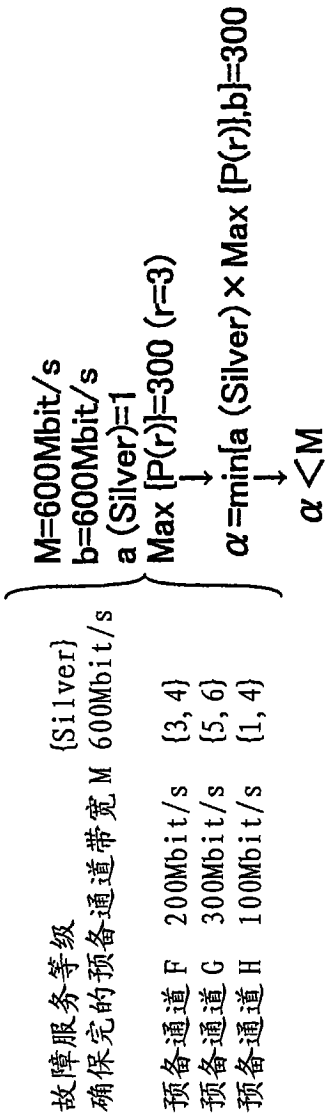


图 33

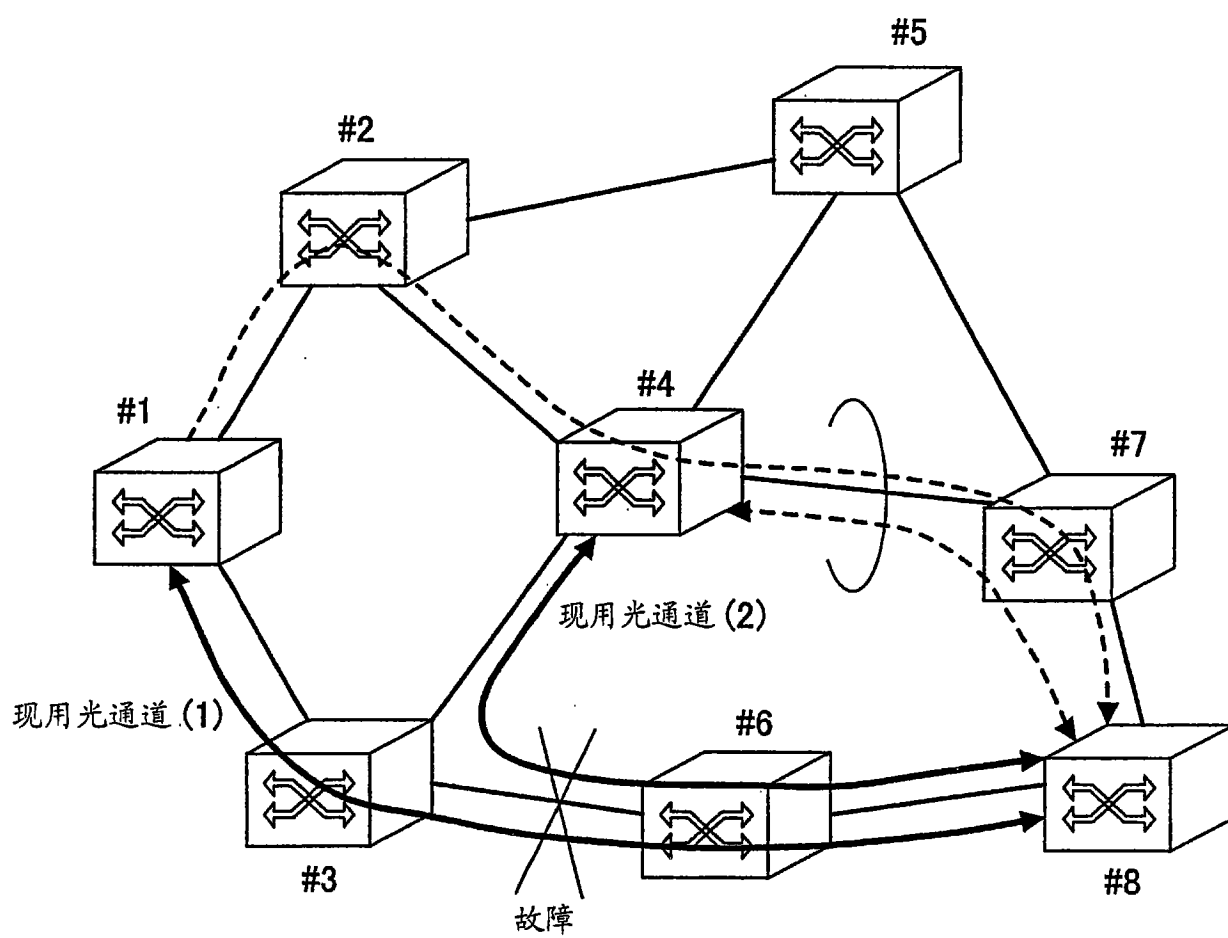


图 34

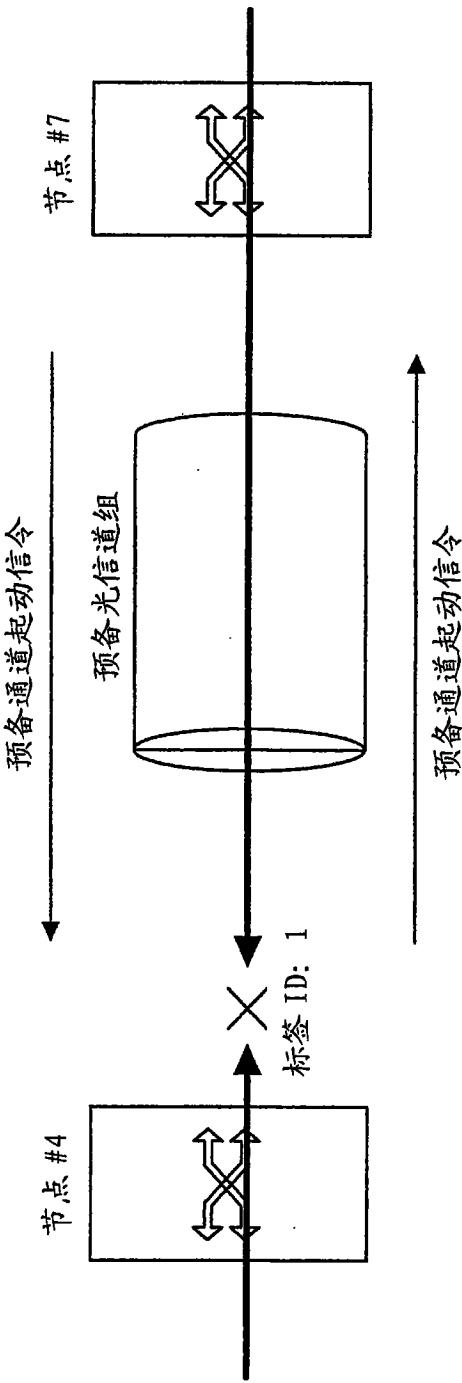


图 35

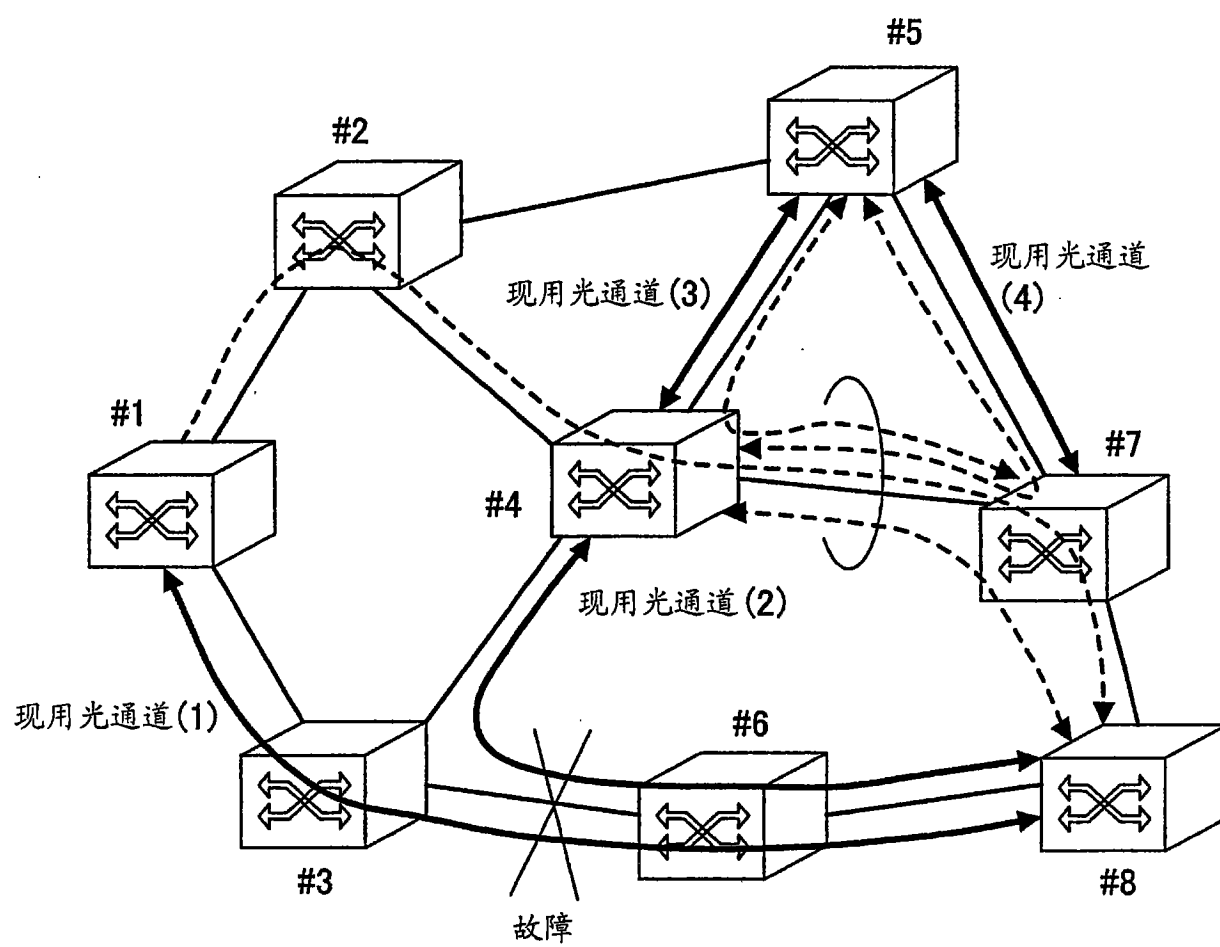


图 36

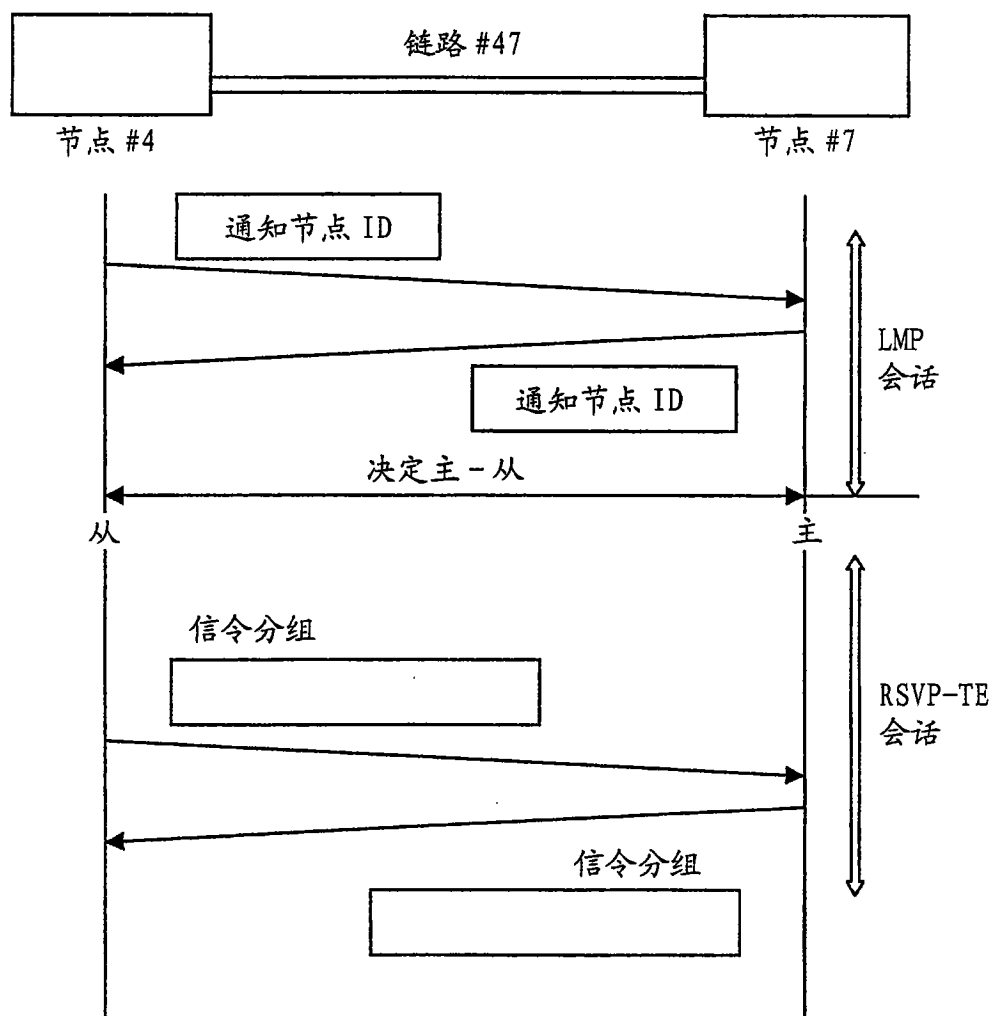


图 37

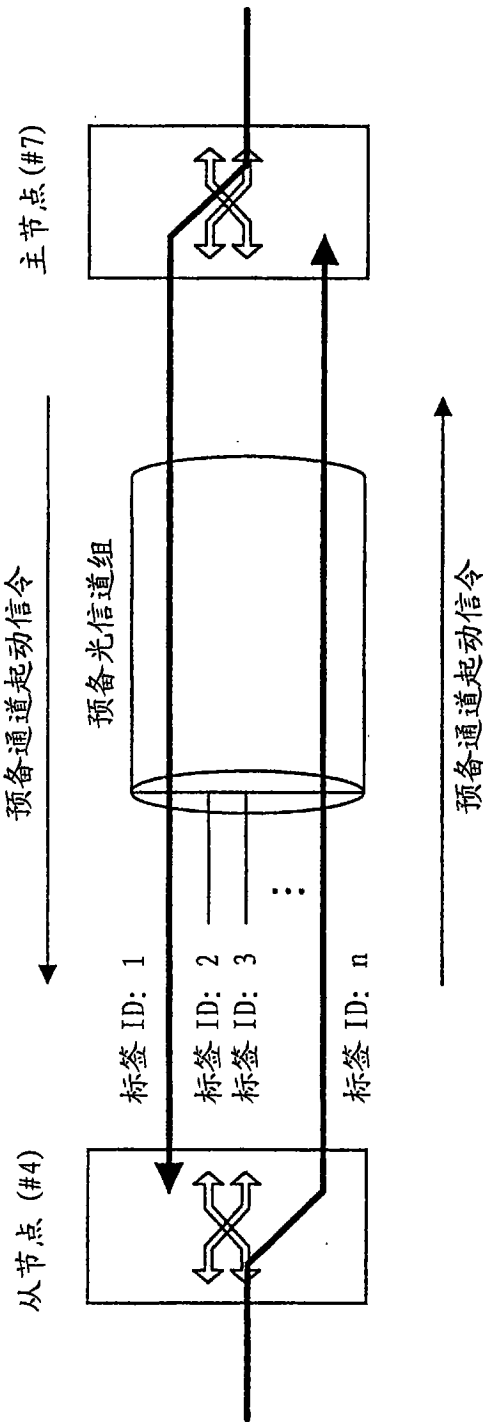


图 38

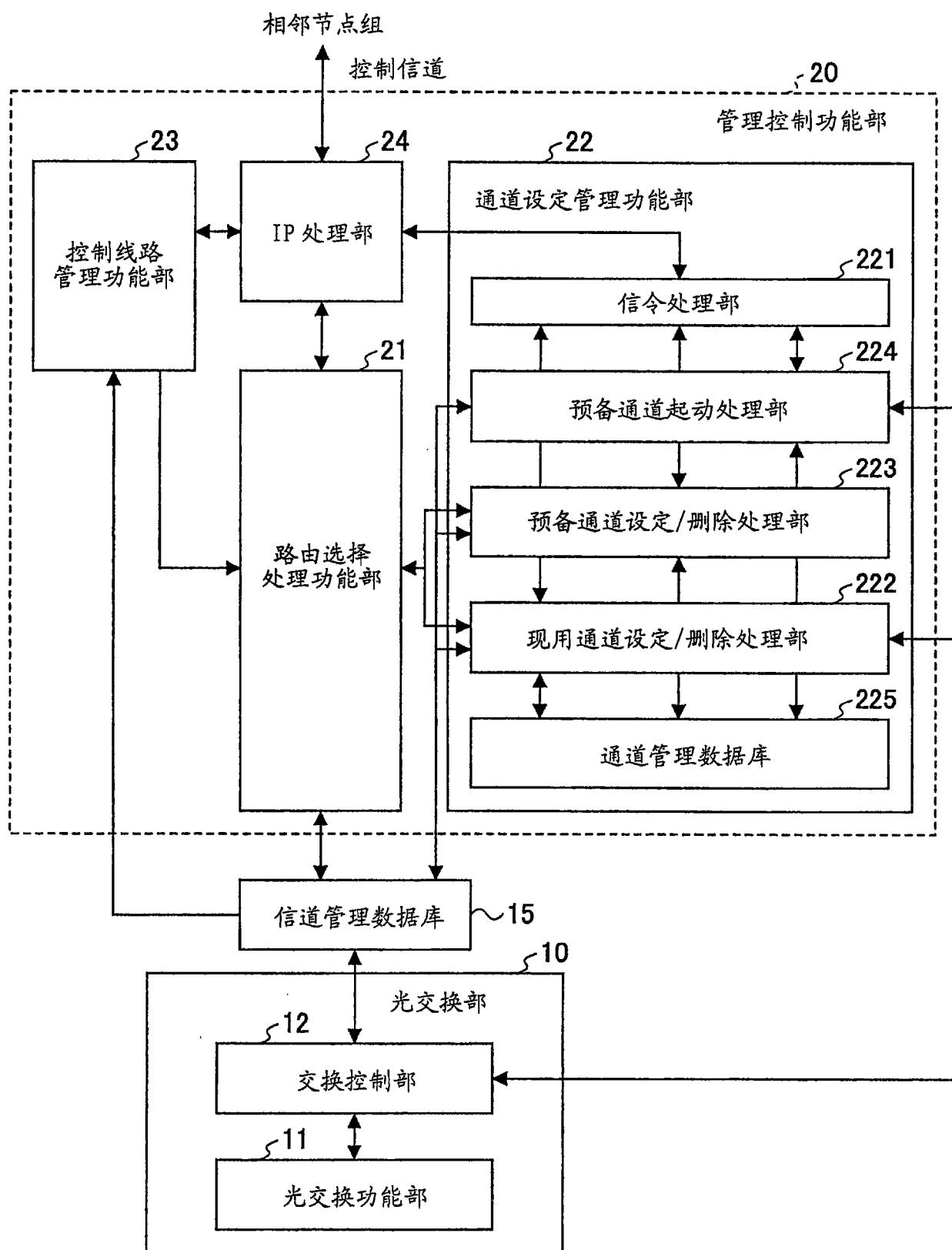


图 39

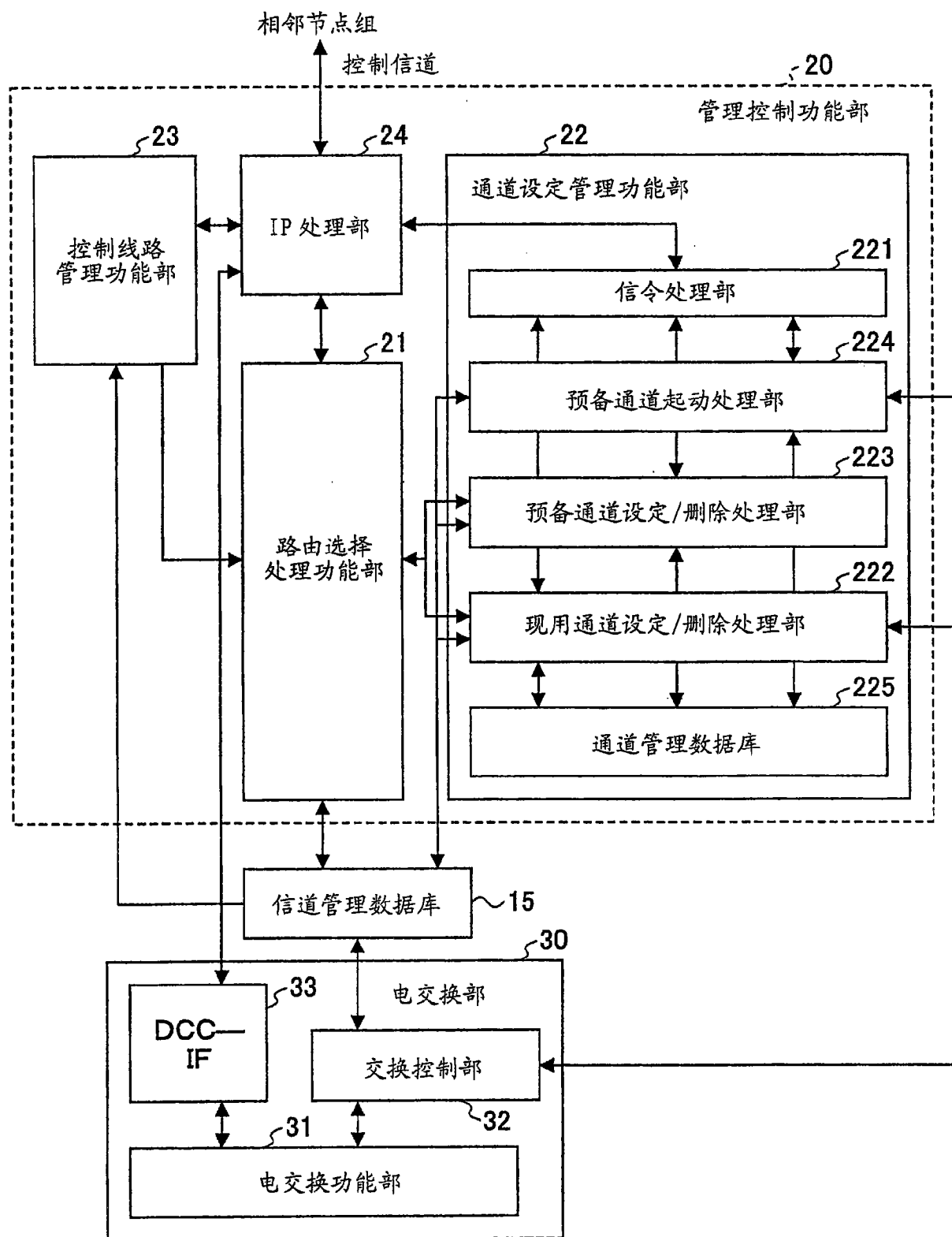


图 40

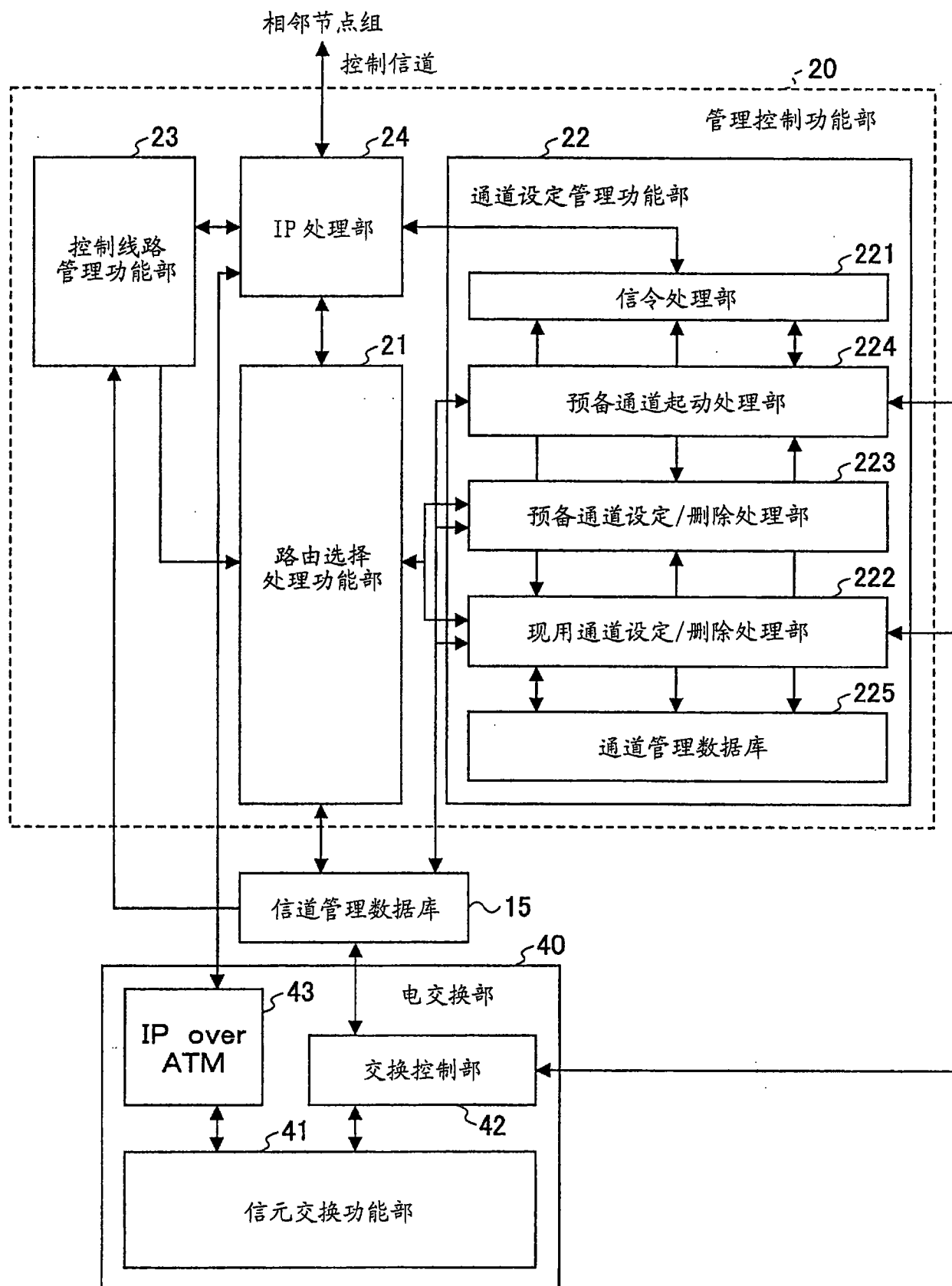


图 41

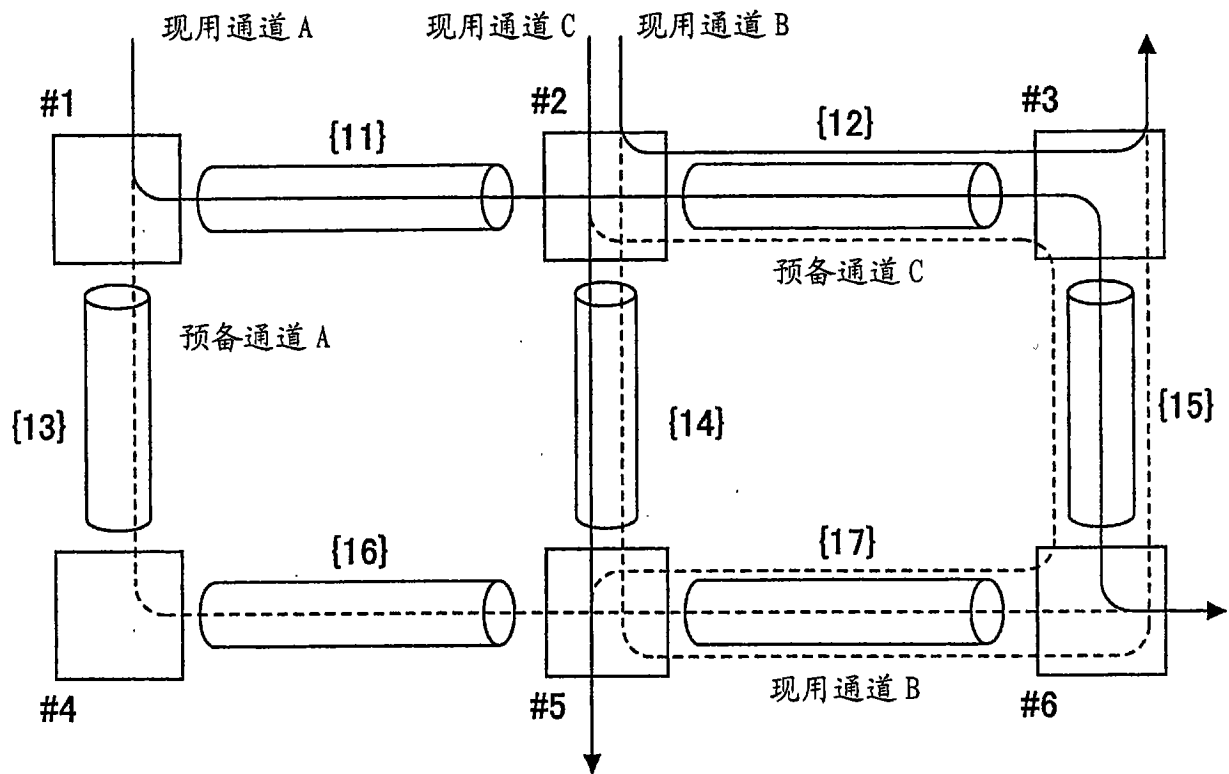


图 42A

管理节点 #5-#6 间的链路的数据

- 预备通道 A: 现用通道 A 的危险分类编号 {11, 12, 15}
- 预备通道 B: 现用通道 B 的危险分类编号 {12}
- 预备通道 C: 现用通道 C 的危险分类编号 {14}

↓  
通过危险分类编号 {12} 的链路的现用通道数为 2 (最大)

↓  
与危险分类编号 {12} 的链路故障对应的预备光信道数为 2

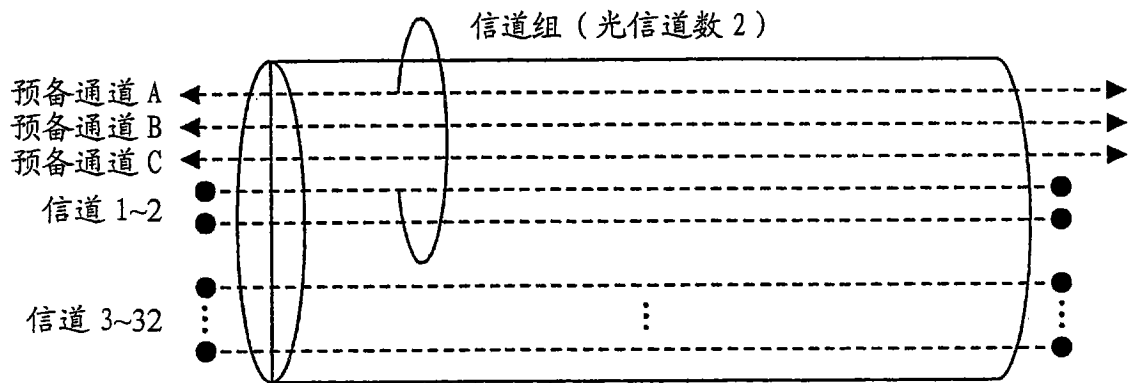


图 42B

散布方法

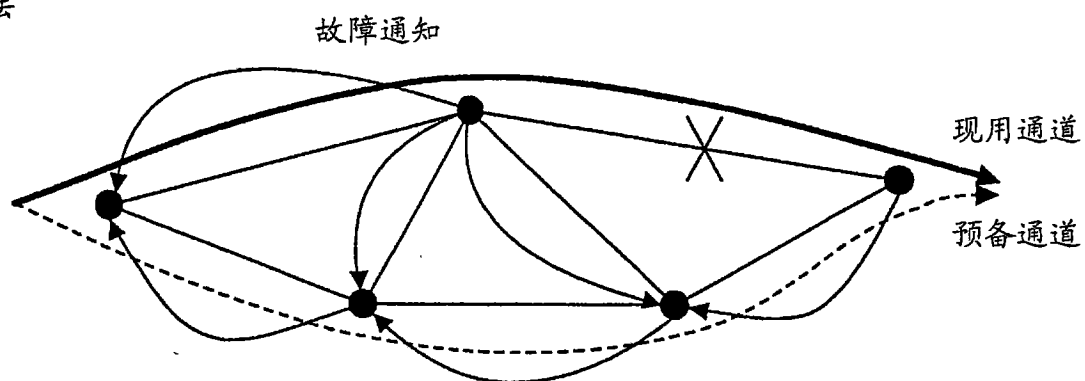


图 43A

组播方法

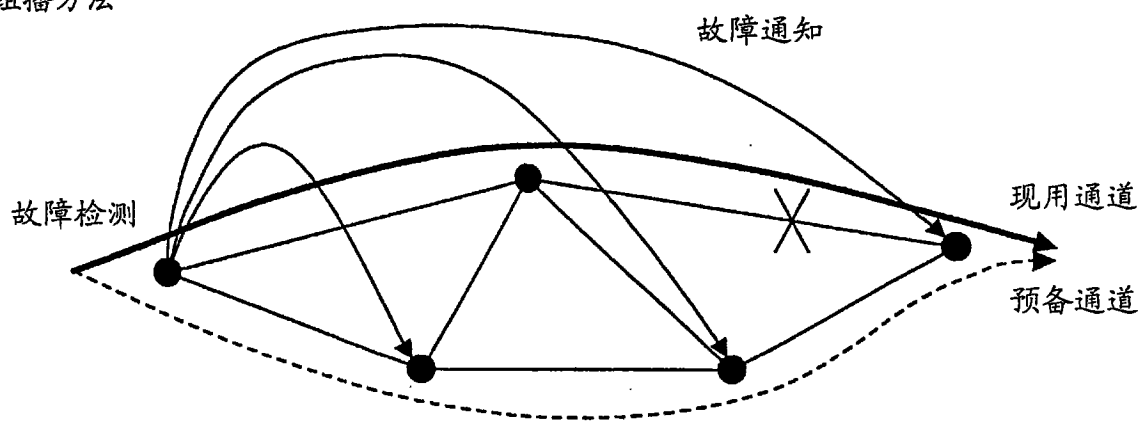


图 43B

单播方法

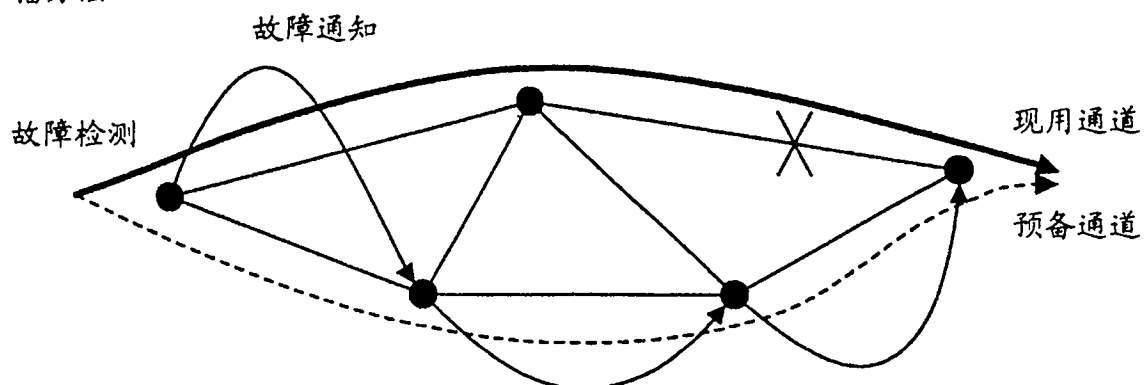


图 43C

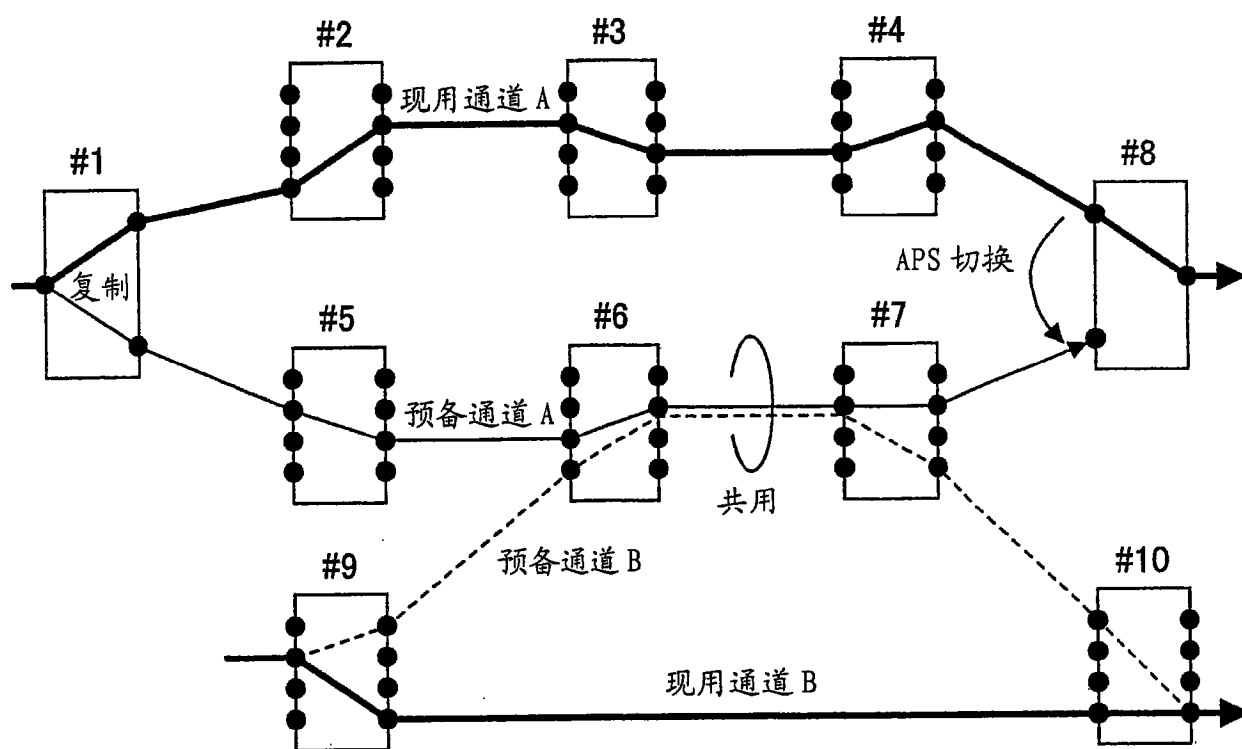


图 44A

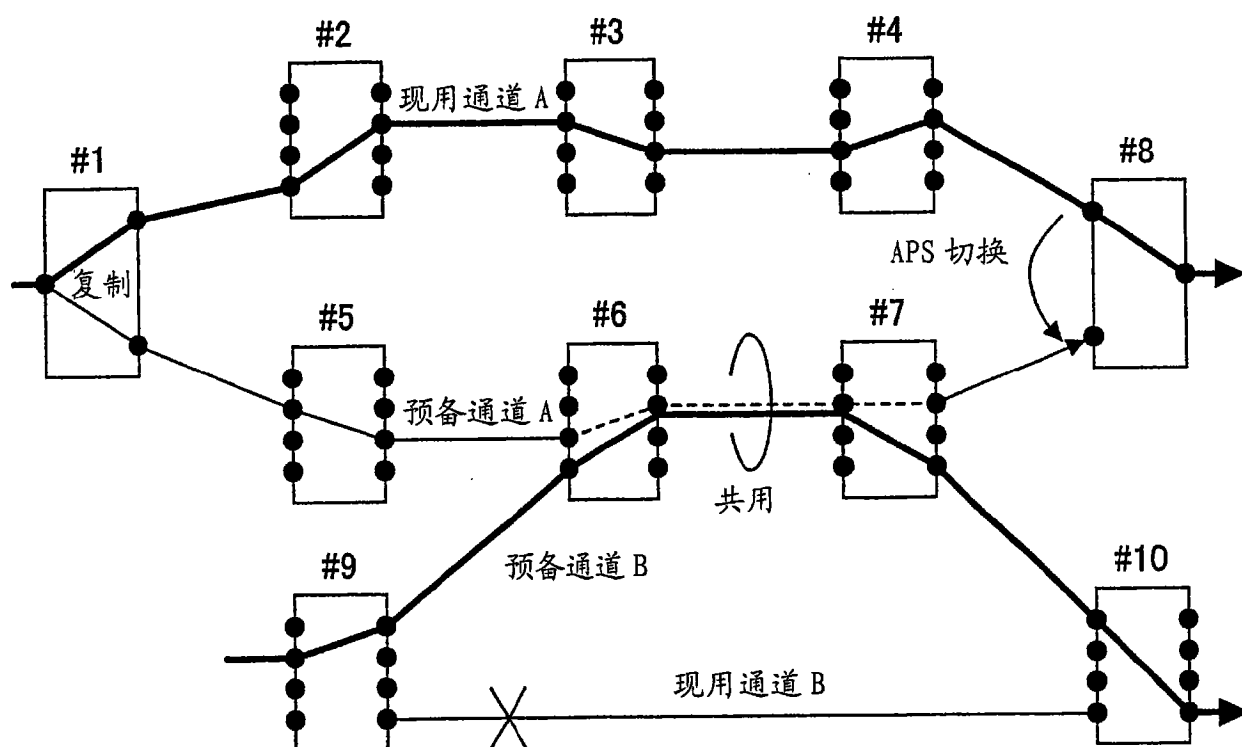


图 44B

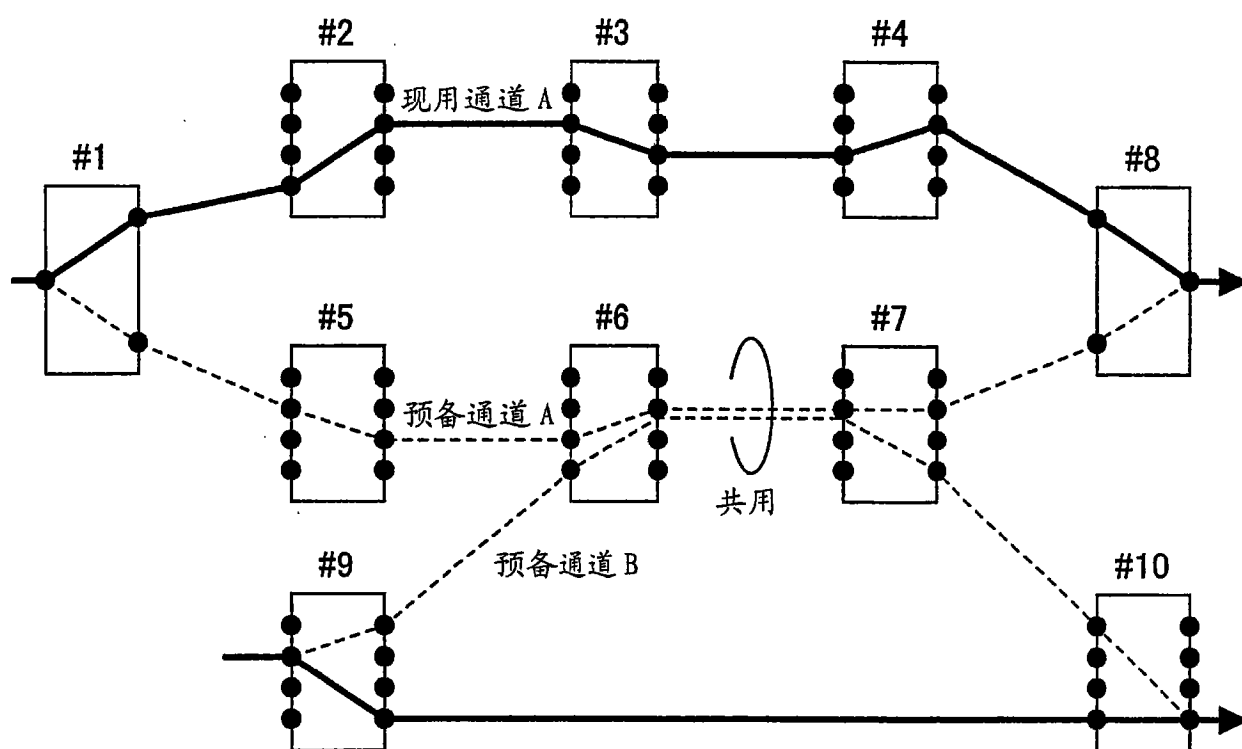


图 45

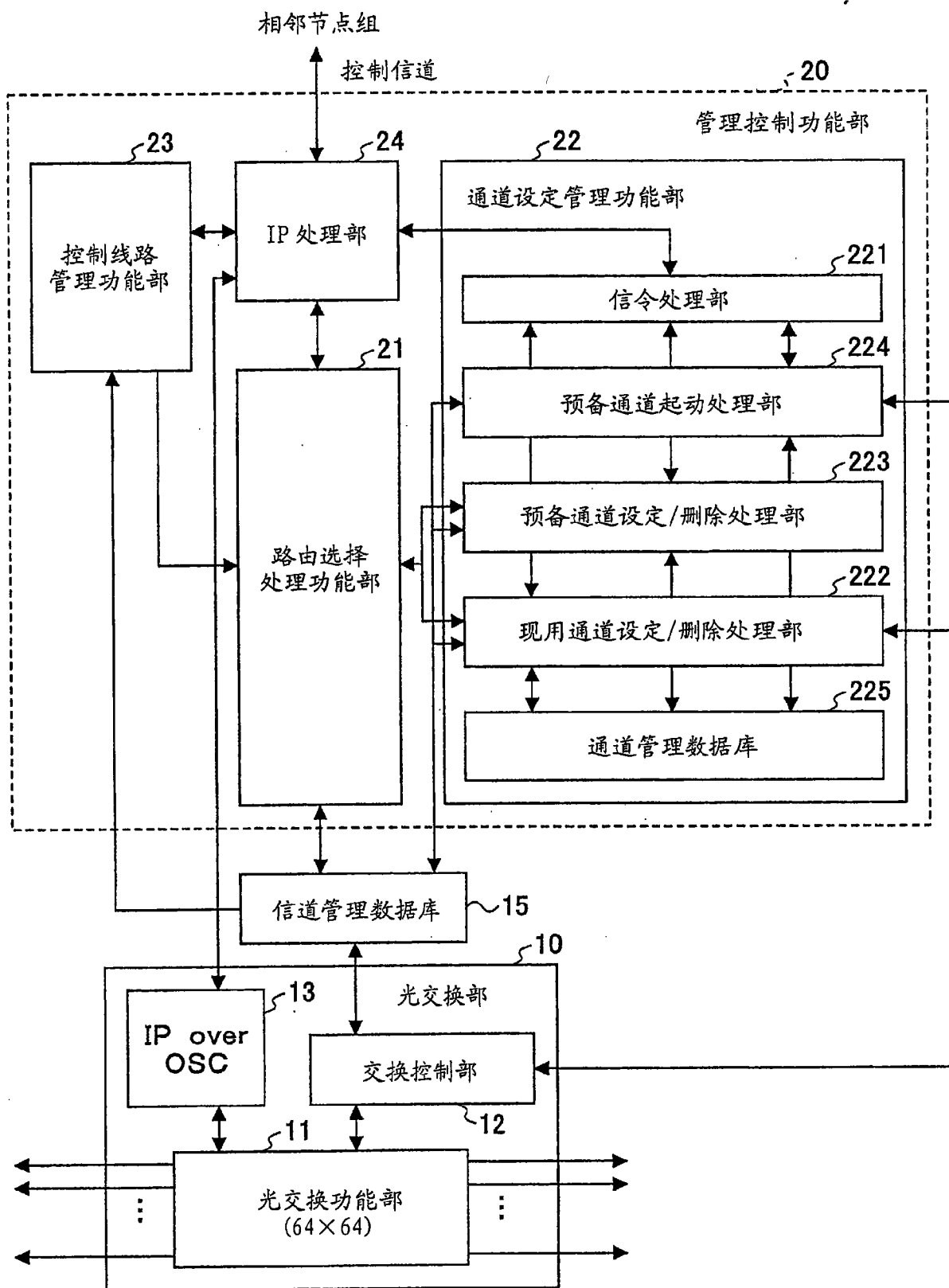


图 46

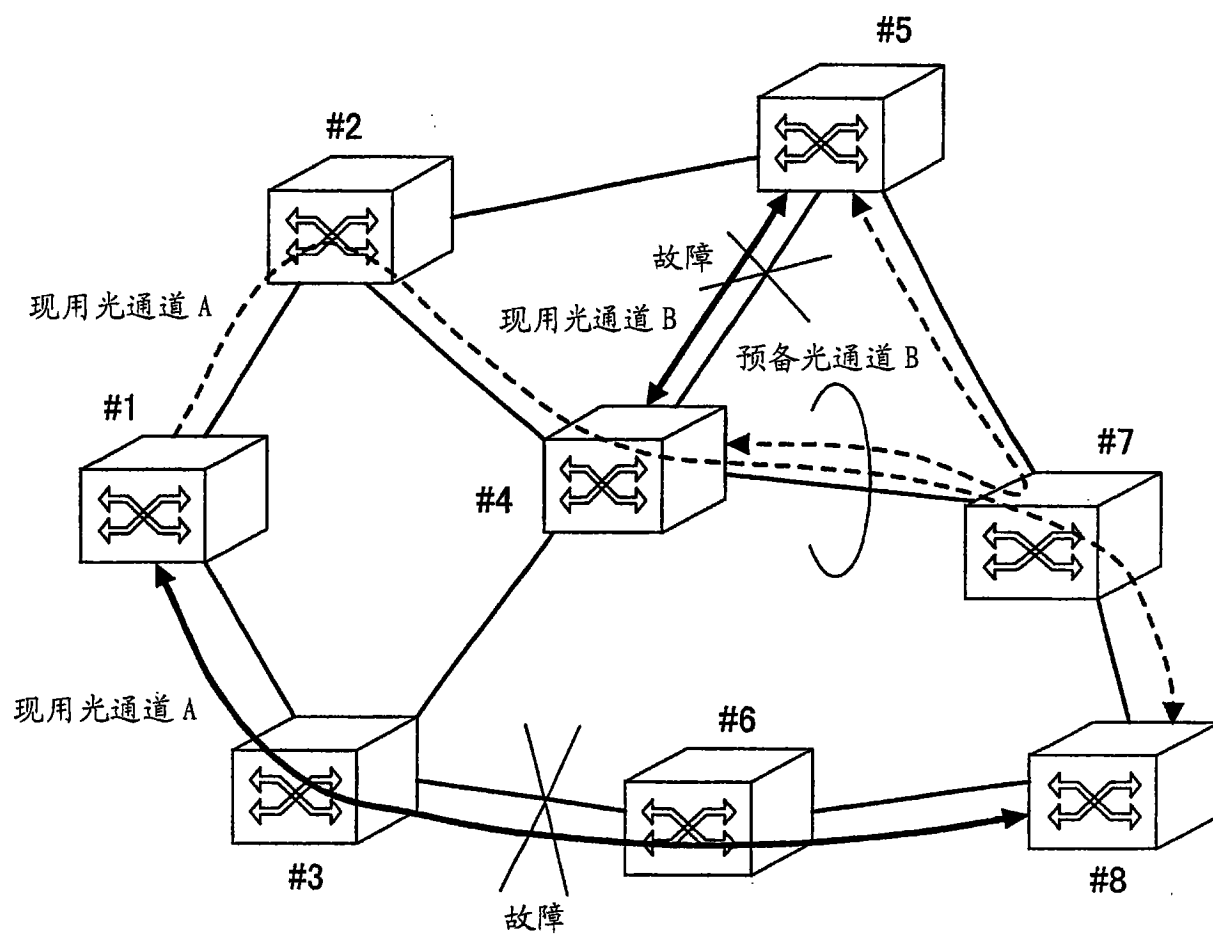


图 47

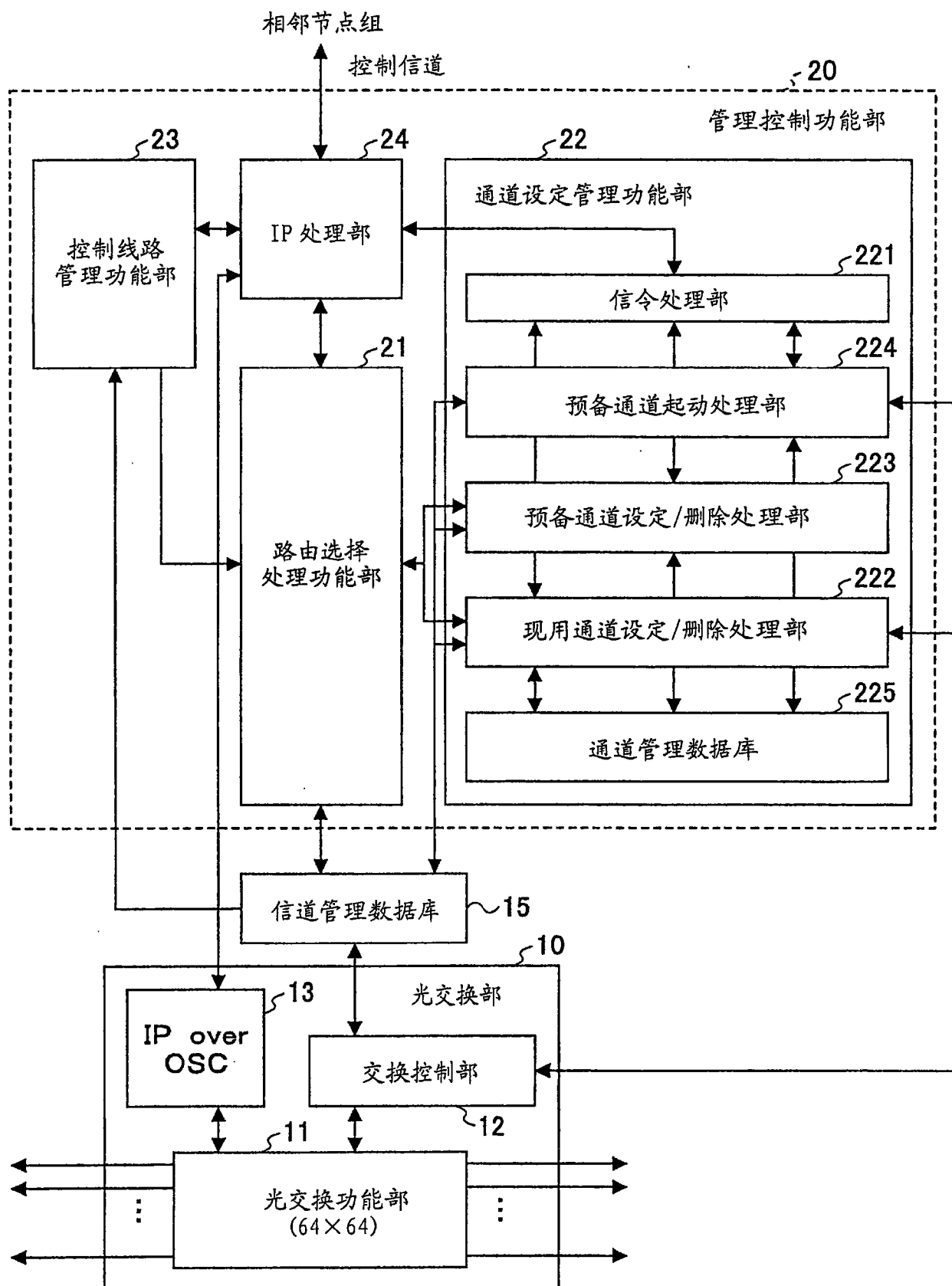


图 48

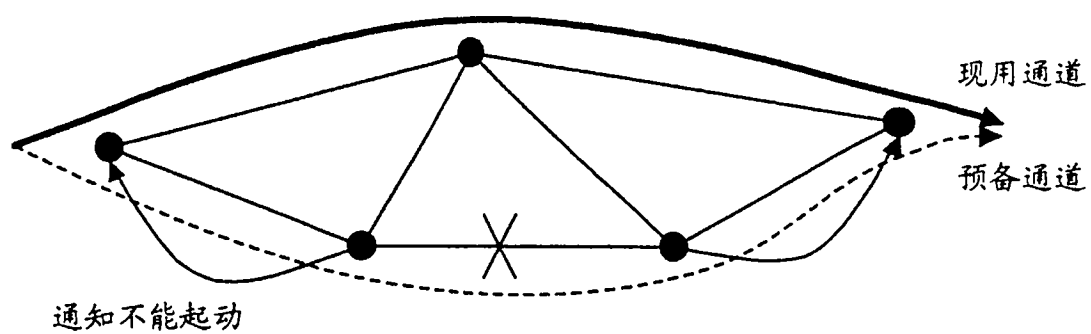


图 49A

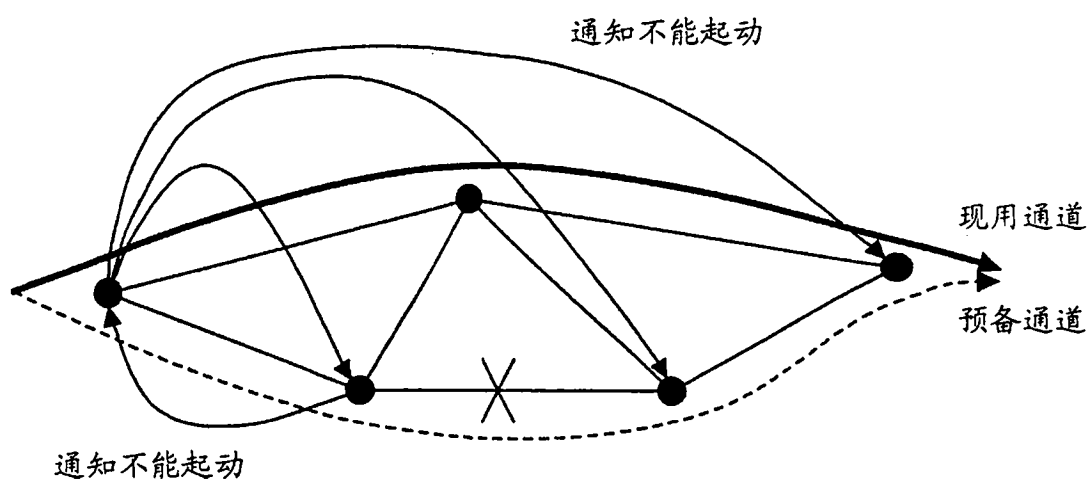


图 49B

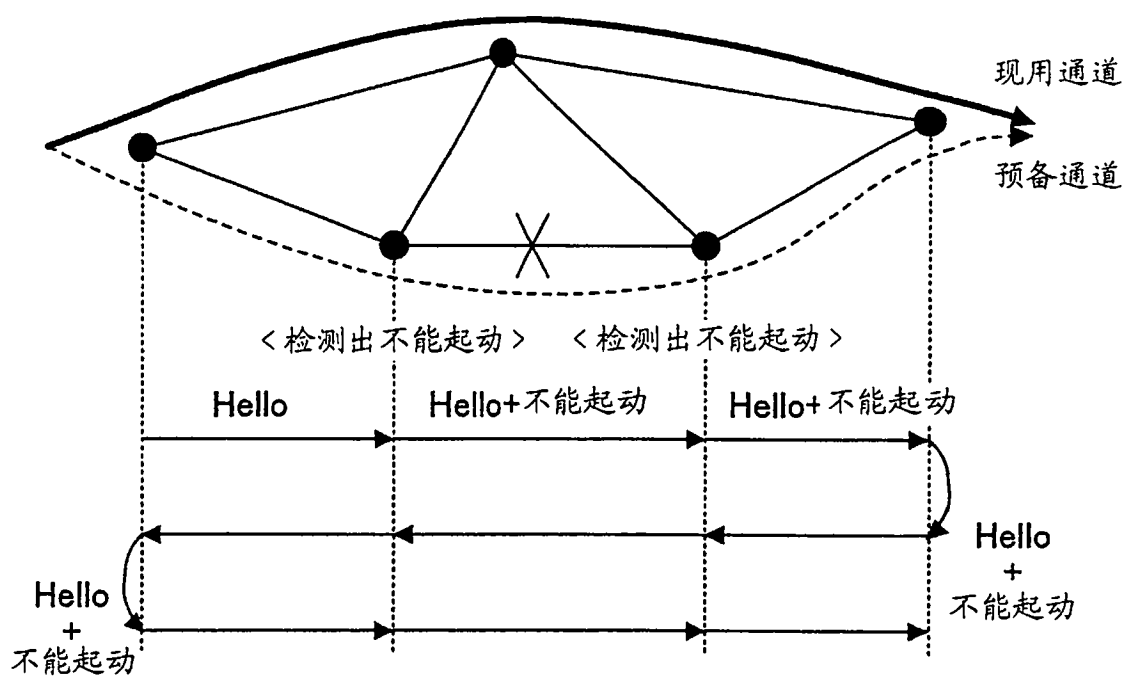


图 49C

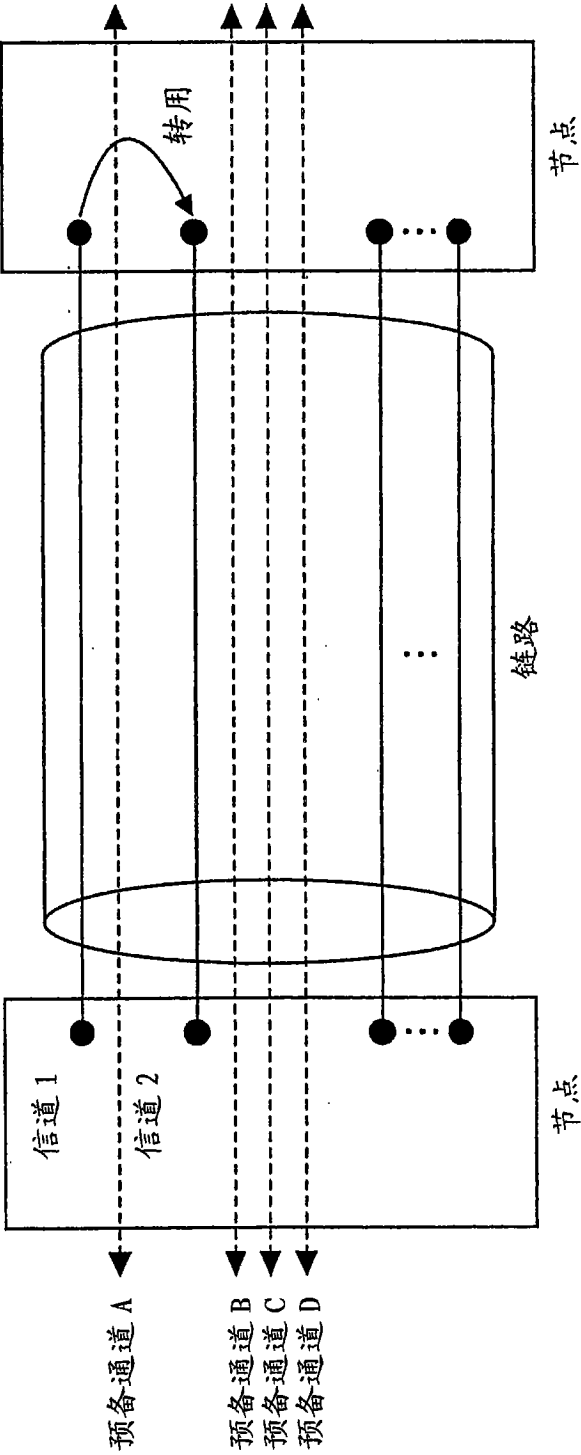


图 50

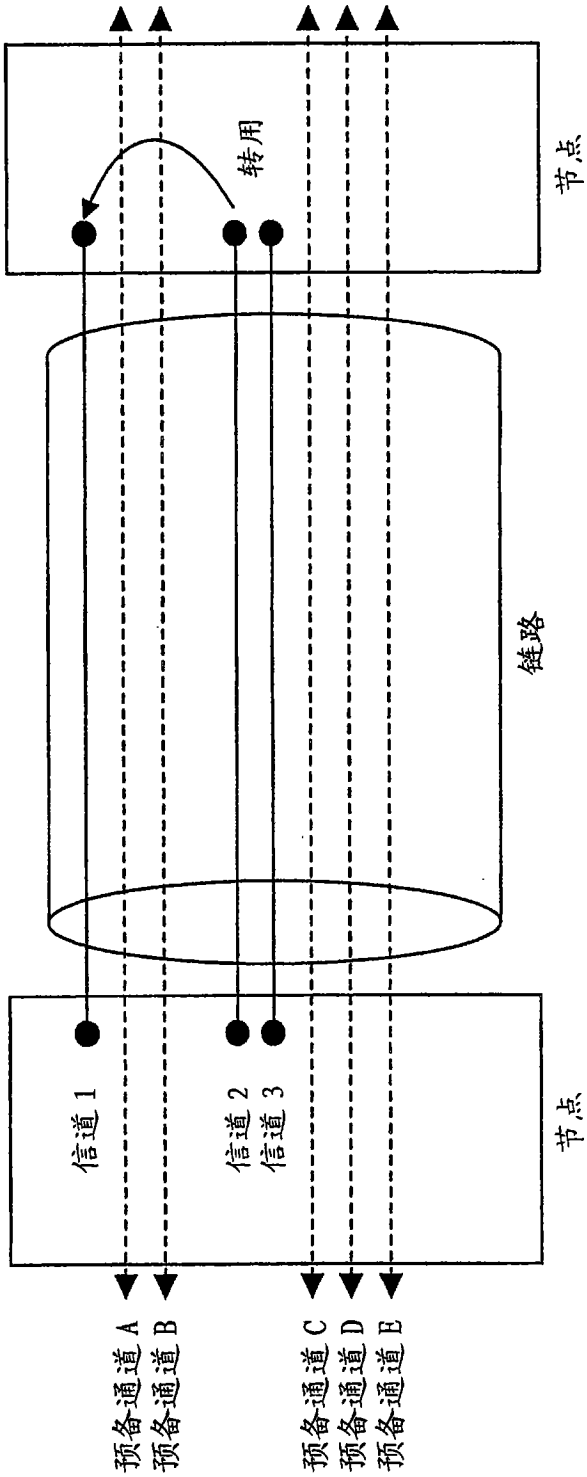


图 51

## GMPLS 控制面

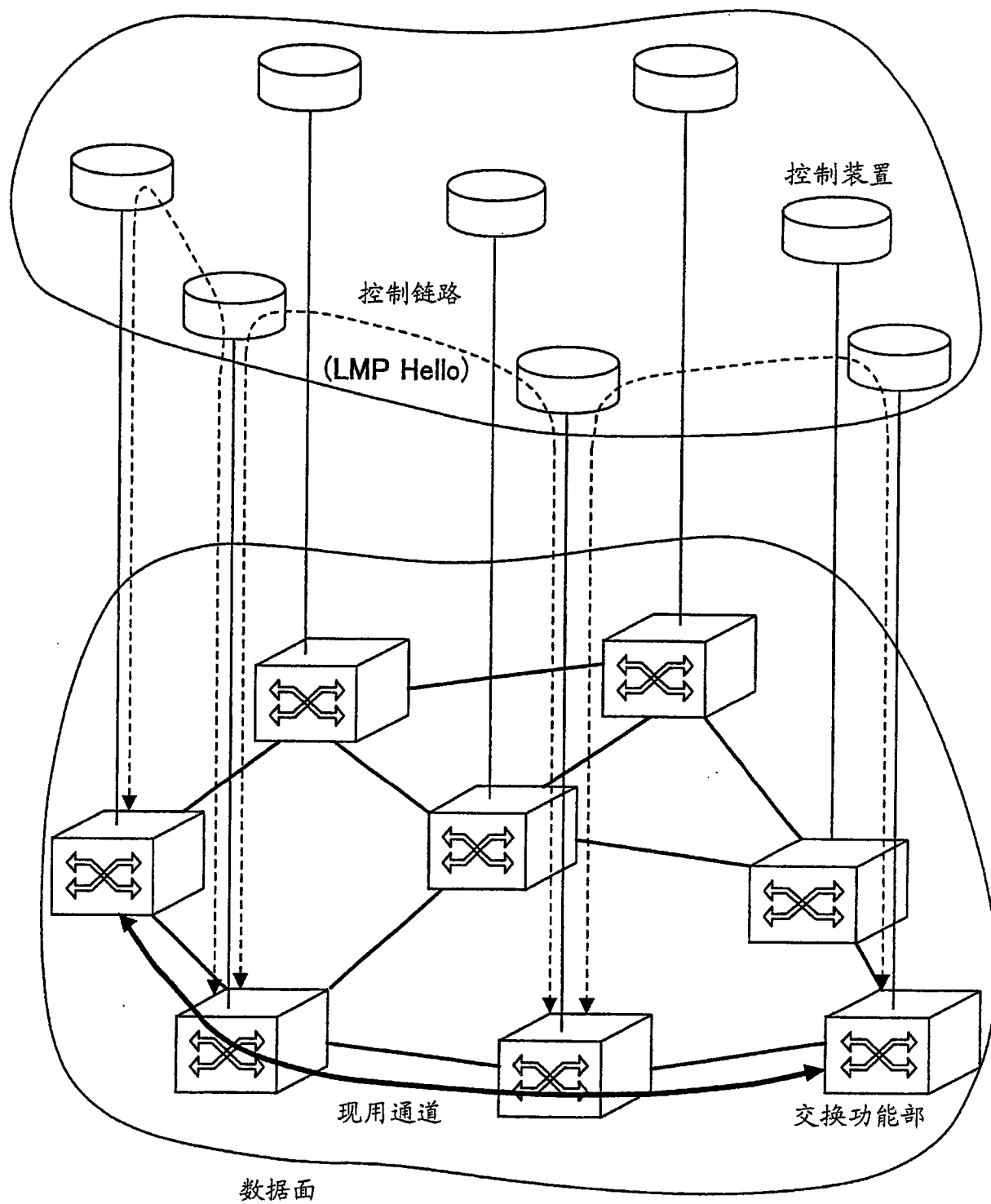


图 52

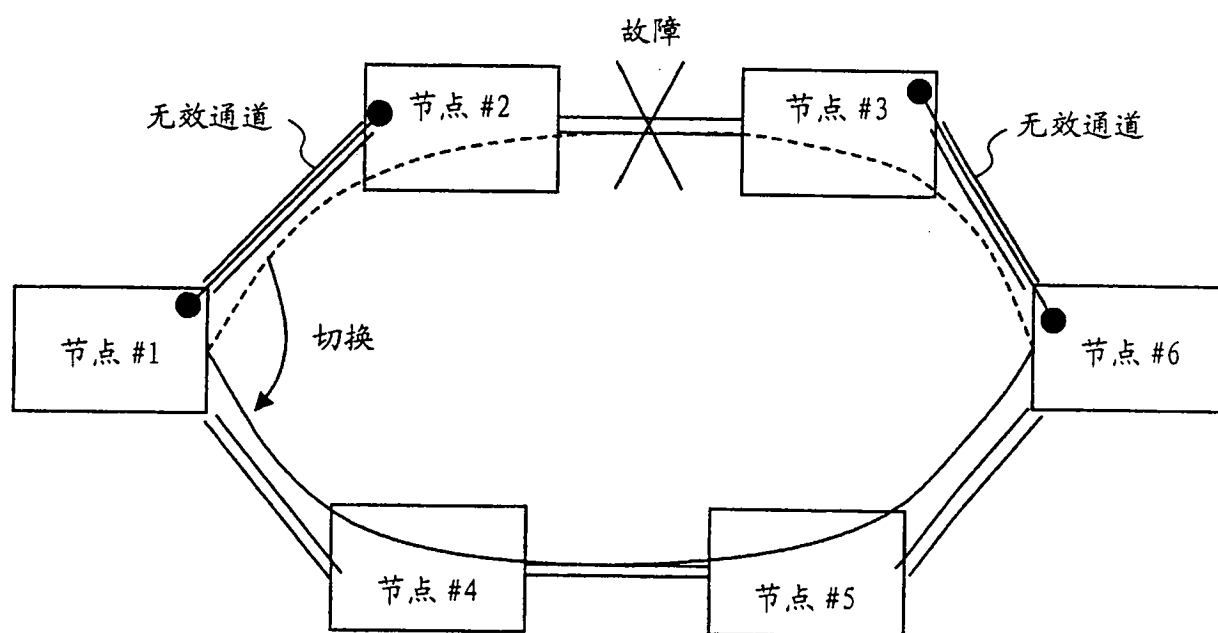


图 53

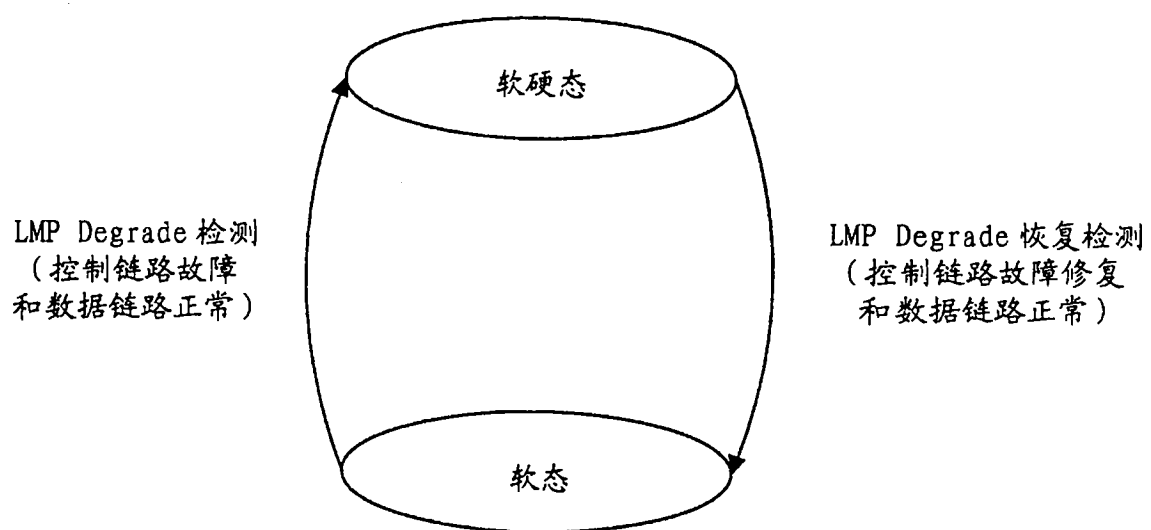


图 54

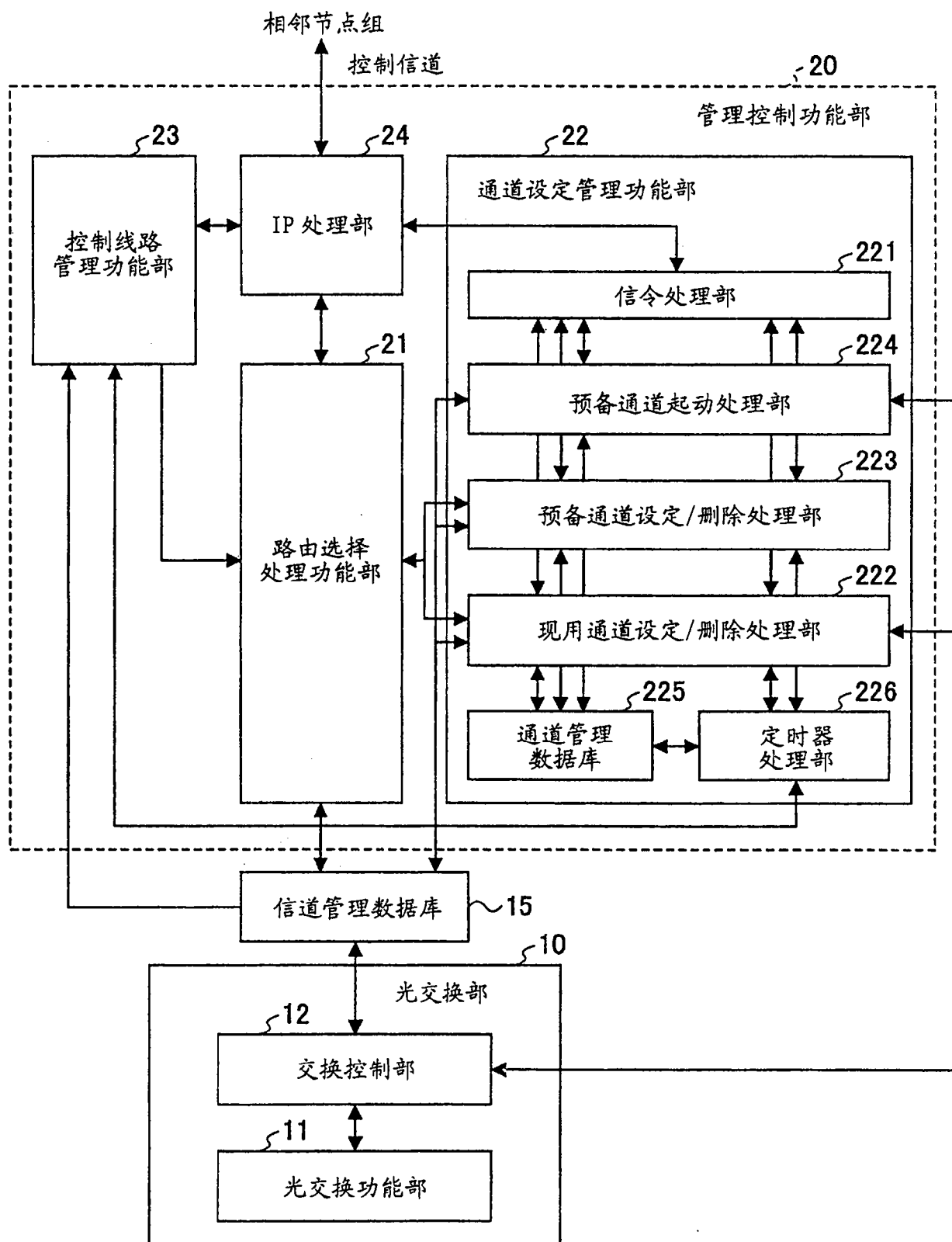


图 55

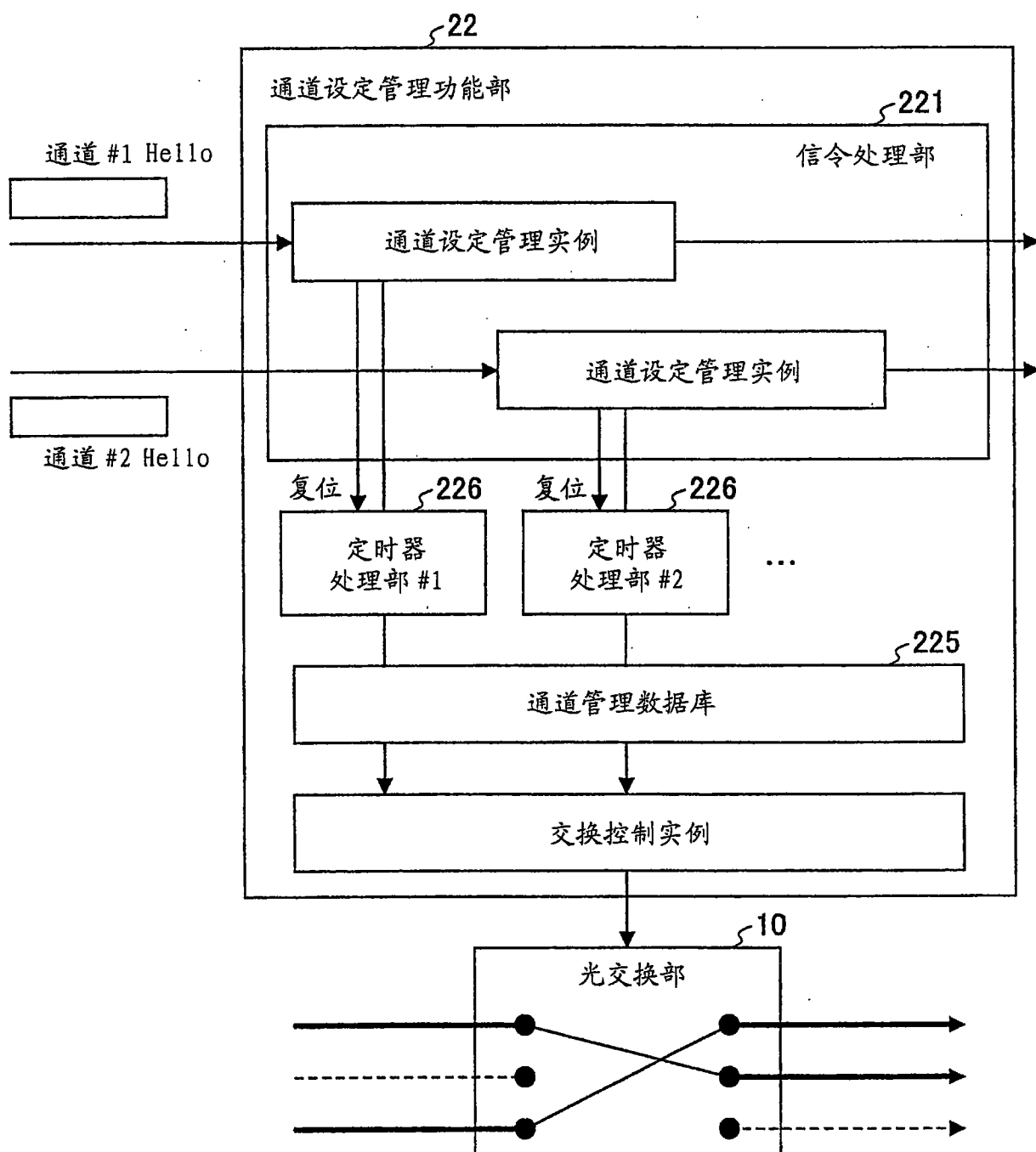


图 56

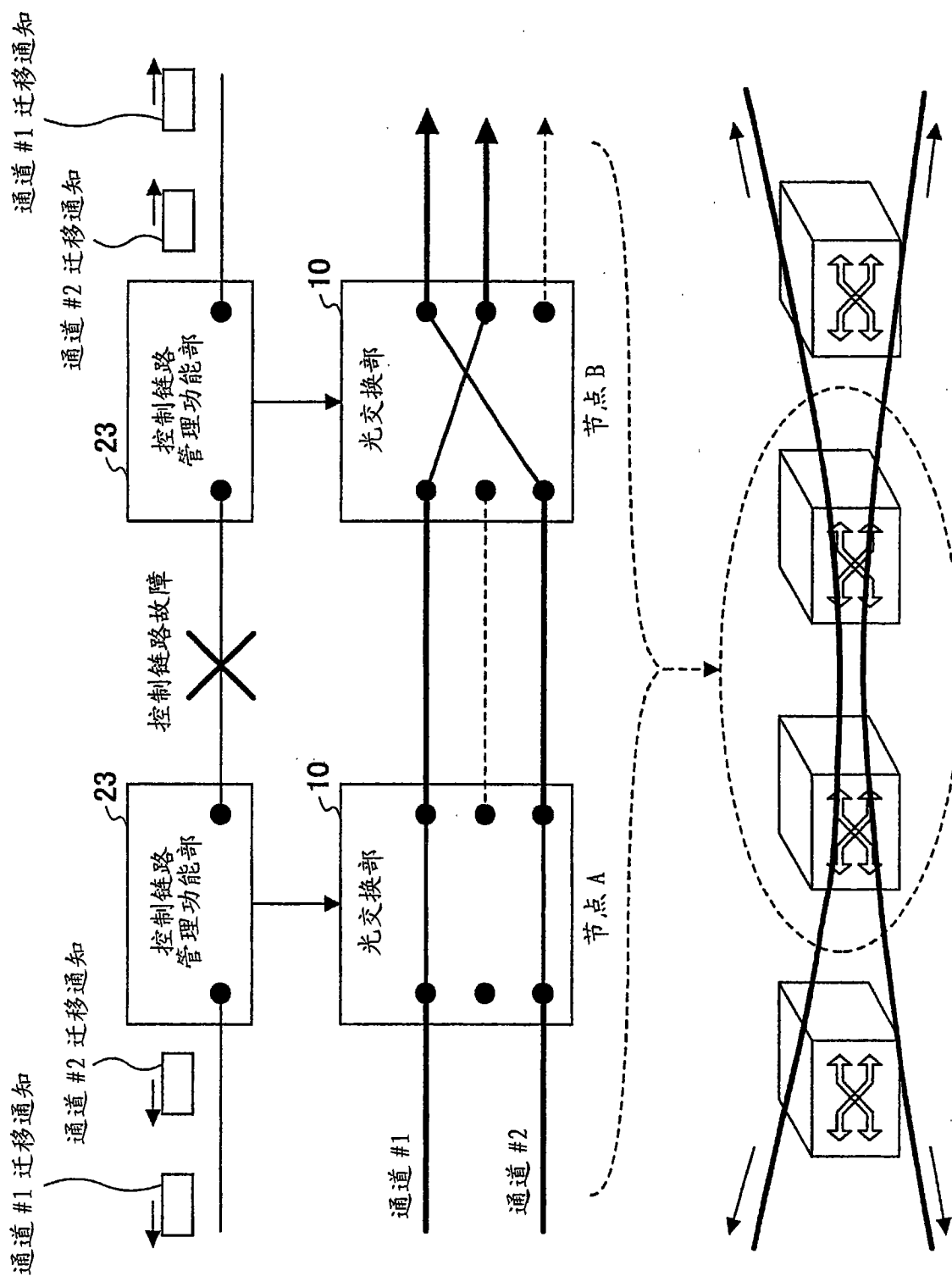


图 57

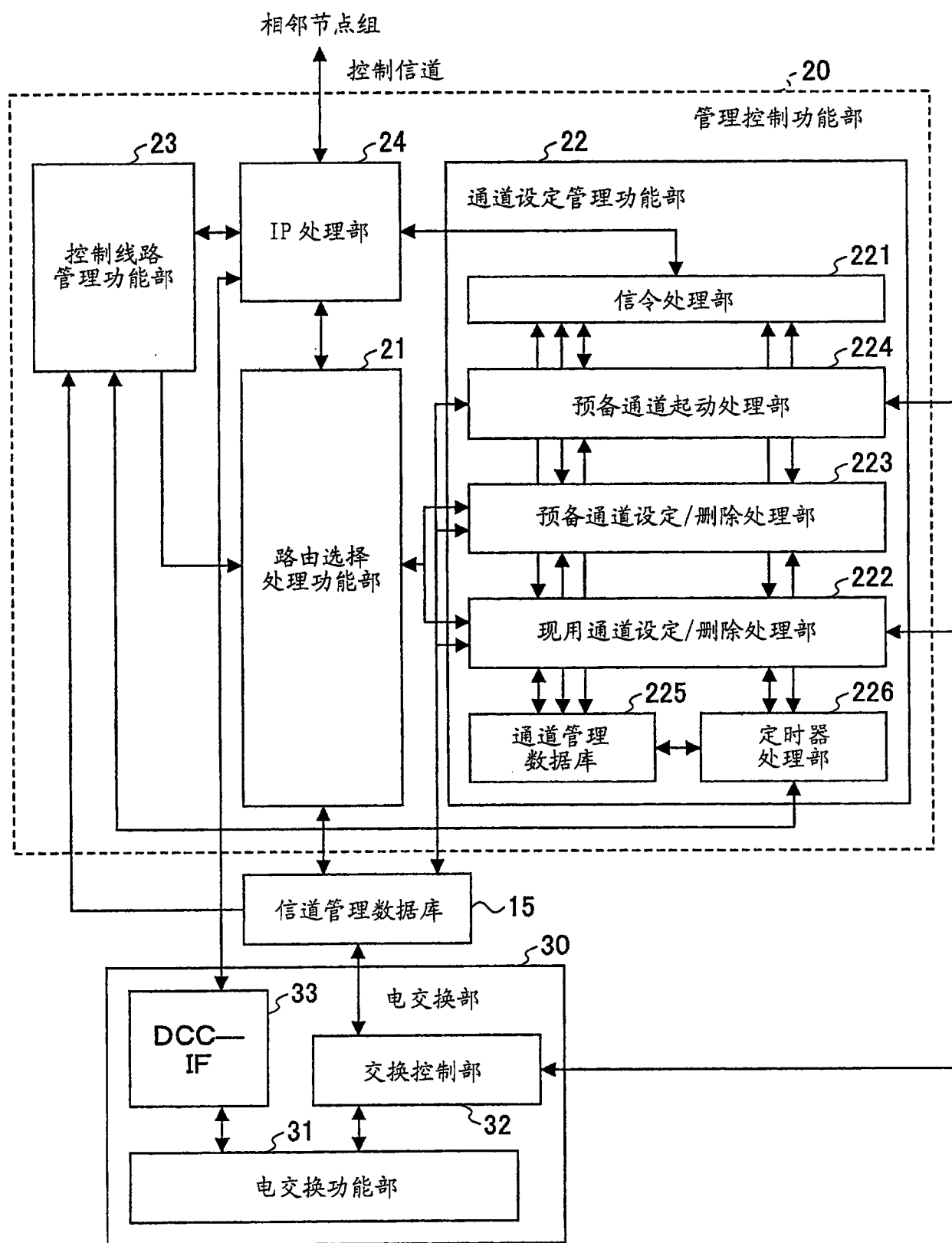


图 58