

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



# [12] 发明专利说明书

H04J 14/02 (2006.01)

H04L 12/42 (2006.01)

H04B 10/20 (2006.01)

专利号 ZL 200410069721.4

[45] 授权公告日 2008 年 10 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 100428661C

[22] 申请日 2004.7.9

[21] 申请号 200410069721.4

[30] 优先权

[32] 2004. 2. 17 [33] JP [31] 2004 - 040167

[73] 专利权人 富士通株式会社

地址 日本神奈川县

[72] 发明人 中川刚二

[56] 参考文献

US2002/0031085A1 2002.3.14

US5452115A 1995.9.19

US6519064B1 2003.2.11

审查员 李 微

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 李 辉

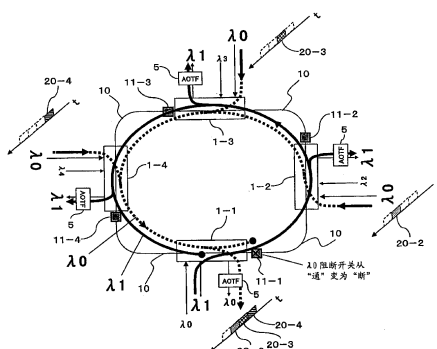
权利要求书 3 页 说明书 16 页 附图 17 页

## [54] 发明名称

用于光环网的信号收发方法及光节点

## [57] 摘要

用于光环网的信号收发方法及光节点。在各个客户端节点(1-2、1-3、1-4)上,通过一个分离端口选择性地接收相同波长的相同下行信号,并且通过一个插入端口以特定波长( $\lambda_0$ )向光环网发送上行信号。在用作为服务器节点的单个节点(1-1)上,以时间分割的方式,通过同一个分离端口接收由各个客户端节点以特定波长( $\lambda_0$ )发送的上行信号。这种设置使得用作为多播或广播发布的发送方的服务器节点可以正确地接收根据 IP 的 ACK 信号,从而可以在用作为发起多播或广播通信的发送方(服务器)节点和其它接收方(客户端)节点之间实现双向通信。



1、一种用于光环网中的信号收发方法，该光环网上连接有多个光节点（1-1、1-2、1-3、1-4），各个光节点具有多个插入端口和分离端口，这些光节点（1-1、1-2、1-3、1-4）之一用作为服务器节点（1-1），该服务器节点向用作为客户端节点的其它节点（1-2、1-3、1-4）发送下行信号，所述方法包括以下步骤：

在各个客户端节点（1-2、1-3、1-4）上，

通过所述多个分离端口中的一个选择性地接收相同波长（ $\lambda_i$ ）的相同下行信号；

通过所述多个插入端口中的一个以节点公共波长（ $\lambda_0$ ）向所述光环网发送上行信号，该节点公共波长（ $\lambda_0$ ）为所述多个光节点（1-1、1-2、1-3、1-4）所共有；以及

在服务器节点（1-1）上，

以时间分割的方式，通过所述多个分离端口中的一个分离端口接收从各个客户端节点（1-2、1-3、1-4）以所述节点公共波长（ $\lambda_0$ ）发送的上行信号；

发送不同于所述节点公共波长（ $\lambda_0$ ）的波长（ $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$  或  $\lambda_4$ ）的光；和

阻断所述节点公共波长（ $\lambda_0$ ）的光，从而防止所述节点公共波长（ $\lambda_0$ ）的光沿该光环网继续环行。

2、如权利要求1所述的信号收发方法，

其中，在所述各个客户端节点（1-2、1-3、1-4）上，以节点公共波长（ $\lambda_0$ ）在预先分配的时隙（20-2、20-3、20-4）中发送所述上行信号；并且

其中，在所述服务器节点（1-1）上，选择性地接收所述节点公共波长（ $\lambda_0$ ）的所述上行信号，并且通过所述一个分离端口接收所述预先分配的时隙中的所述上行信号。

3、一种具有多个插入端口和分离端口的光节点（1-1），该光节点在

光环网中用作为服务器节点，该光环网上连接有多个这种光节点（1-2、1-3、1-4）作为客户端节点，所述光节点（1-1）包括：

发送方装置，其通过所述多个插入端口中的一个以节点独特插入波长（ $\lambda_1$ ）发送下行信号，所述节点独特插入波长（ $\lambda_1$ ）对于各个光节点（1-1）是独特的，并发送不同于节点公共波长（ $\lambda_0$ ）的波长（ $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$  或  $\lambda_4$ ）的光，该节点公共波长（ $\lambda_0$ ）为所述多个光节点（1-1、1-2、1-3、1-4）所共有；

阻断装置，用于阻断所述节点公共波长（ $\lambda_0$ ）的光，从而防止所述节点公共波长（ $\lambda_0$ ）的光沿该光环网继续环行；和

接收方装置，其以时间分割的方式，通过所述多个分离端口中的一个接收由各个所述客户端节点（1-2、1-3、1-4）以所述节点公共波长（ $\lambda_0$ ）发送的上行信号。

4、如权利要求3所述的光节点，其中所述接收方装置包括：

波长选择单元（5），用于选择要通过所述一个分离端口接收的光的波长；和

节点公共插入波长时分接收单元，用于响应于所述波长选择单元（5）选择节点公共波长（ $\lambda_0$ ），通过所述一个分离端口以时间分割的方式接收由所述客户端节点（1-2、1-3、1-4）以所述节点公共波长（ $\lambda_0$ ）在预先分配的时隙（20-2、20-3、20-4）中发送的所述上行信号，所述节点公共波长（ $\lambda_0$ ）公共地分配给所有光节点（1-1、1-2、1-3、1-4）。

5、一种具有多个插入端口和分离端口的光节点（1-2、1-3 或 1-4），该光节点在光环网中用作为客户端节点，该光环网上连接有多个光节点（1-2、1-3、1-4），该光环网包括服务器节点（1-1），该服务器节点（1-1）发送不同于节点公共波长（ $\lambda_0$ ）的波长（ $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$  或  $\lambda_4$ ）的光，该节点公共波长（ $\lambda_0$ ）为所述多个光节点（1-1、1-2、1-3、1-4）所共有，并且该服务器节点（1-1）阻断所述节点公共波长（ $\lambda_0$ ）的光，从而防止所述节点公共波长（ $\lambda_0$ ）的光沿该光环网继续环行，所述光节点（1-2、1-3 或 1-4）包括：

接收方装置，其通过所述多个分离端口中的一个选择性地接收任意

波长 ( $\lambda_i$ ) 的下行信号; 和

发送方装置, 其通过所述多个插入端口中的一个使用预先分配给所述客户端节点 (1-2、1-3 或 1-4) 的时隙 (20-2、20-3 或 20-4) 以所述节点公共波长 ( $\lambda_0$ ) 向该光环网发送上行信号。

6、如权利要求 5 所述的光节点, 其中所述发送方装置包括节点公共插入波长时分发送单元, 用于通过所述多个插入端口中的所述一个, 使用所述预先分配的时隙 (20-2、20-3 或 20-4), 以所述光节点 (1-1、1-2、1-3、1-4) 公共的节点公共波长 ( $\lambda_0$ ) 发送所述上行信号。

7、如权利要求 4 或权利要求 6 所述的光节点, 其中所述节点公共插入波长阻断开关 (11-1、11-2、11-3 或 11-4) 包括:

第一  $1 \times 2$  光开关 (111), 用于接收通过所述光环网传输的光, 并选择性地将其接收到的光输出到两个输出端中的一个;

波长滤光器 (113), 用于阻断从所述第一  $1 \times 2$  光开关 (111) 的所述两个输出端之一输出的光中具有节点公共波长 ( $\lambda_0$ ) 的光; 以及

第二  $1 \times 2$  光开关 (112), 用于选择性地输出所述波长滤光器 (113) 的输出或者所述第一  $1 \times 2$  光开关 (111) 的两个输出中的另外一个。

8、如权利要求 6 所述的光节点, 其中所述节点公共插入波长时分发送单元通过所述插入波长端口沿所述光环网的两个方向以节点公共波长 ( $\lambda_0$ ) 发送所述上行信号。

9、如权利要求 4 所述的光节点, 其中所述节点公共插入波长时分接收单元选择性地接收沿所述光环网上的两个方向传输的节点公共波长 ( $\lambda_0$ ) 的光。

10、如权利要求 8 或权利要求 9 所述的光节点, 还包括网络开关 (16A-1、16A-2、16A-3、16A-4、16B-1、16B-2、16B-3 或 16B-4), 用于阻断或通过沿各个方向在所述光环网上传输的传输光束中的一方或双方。

## 用于光环网的信号收发方法及光节点

### 技术领域

本发明涉及一种光环网中的信号收发方法，本发明还涉及一种在该网络中使用的光节点。本发明特别涉及一种适合于在传输 WDM(波分复用)光信号的环网中使用的技术。

### 背景技术

随着最近以互联网业务为主的数据通信需求的剧增，需要具有大容量的超长距离的主干网。此外，用户使用的各种各样的服务也要求开发出具有高可靠性和灵活性的经济的网络。

特别地，由于光通信网络在开发信息通信网络的基础中起很重要的作用，所以希望在更广的范围内安装光通信网络并希望它们提供更完善的服务。鉴于在不久的将来将进入信息化社会，这种光通信网络已经得到了飞速的发展。这里，WDM 是一种在光传输系统中广泛使用的核心技术。在 WDM 中，复用不同波长的光信号，使得可以通过单根光纤传输多个信号。

为了在一定波长范围内在各个光通路上执行多种处理，在执行 WDM 传输的光节点上进行 OADM（光分插复用）控制，从而将特定波长的光信号分离（取出）或插入（添加），而无需将光信号转换为电信号。

为了实现这样的 OADM，需要用于选择可变预期波长的可变波长滤光器，并且广泛使用 AOTF（声光可调滤光器）作为这样的可变波长滤光器。

AOTF 通过声光效应（由于物质表面或者内部激发的声波而使光产生衍射）而引起光波导中的折射率变化，并使在光波导中传播的偏振光波旋转以分离/选择特定的光谱成分，从而滤出期望的波长。由于通过改变 RF（射频）值可以在 AOTF 中获得很宽的调谐范围，所以 AOTF 被作为构建 OADM 的一种重要器件。

图 16 (A) 显示了现有光 WDM 环网的完整网络结构, 而图 16 (B) 显示的是这种网络中配置的光分插复用 (OADM) 节点的结构。图 16 (A) 中的网络包括四个 OADM 节点 (光节点), 100、200、300、400, 它们通过光传输路径连接而形成环网。在 OADM 节点 100、200、300 和 400 上, 波长 (插入波长) 分别为  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 、 $\lambda_4$  的光信号 (插入光) 被插入到 WDM 环网 (此后简称为“环网”)。此外, 在各个 OADM 节点 100、200、300 和 400 上, AOTF 500 分离出不同于各个节点的插入波长的任意波长  $\lambda_i$  ( $i=1$  到 4) 的光信号 (分出光)。

如图 16 (B) 所示, 在各个节点 100、200、300 和 400 上, 抑制插入滤波器 600 用于插入插入光, 同时光耦合器 (CPL) 700 用于分离所有波长的 WDM 信号的功率, 然后分出光通过选择了期望波长的 AOTF 500。如图 17 (A) 所示, 由节点 100 插入的波长为  $\lambda_1$  的光按顺序传输到节点 200、300 和 400, 并且所有这些节点都可以分离出波长  $\lambda_1$  的光。这里, 如图 17 (A) 和 17 (B) 所示, 由节点 100 插入的波长  $\lambda_1$  的光沿着环网传播, 然后被节点 100 上的抑制插入滤波器 600 终止 (去除), 以防止该插入光继续沿着环网环行。

这样, 在环网中可以进行任意节点之间的通信。更确切地, 各个节点分配有自己的传输波长, 而可变波长滤波器 500 选择要接收的波长, 从而选择一个与之通信的节点。由于这种方法能够实现简单地以小时或者分钟为单位设置连接路径, 所以对于提供适合于按小时计的通信路径租用 (信道租用) 的网络很有用。

此外, 由于各个节点接收一个相同的波长, 从而可以实现多播通信和广播通信, 其中一个传输信号应该分别由多个站点和所有节点接收 (见图 17 (A))。因此, 这种网络对图像传送 (包括运动图像和静止图片) 和广播业务很有效, 预期图像传送和广播业务在不久的将来会得到发展。

下面的专利文献 1 和 2 提出了与这种环网相关的技术。专利文献 1 揭示了一种具有一个以上光分插复用节点的 WDM 光环网结构, 该光分插复用节点具有预先分配了特定波长的插入端口和用于选择任意波长的分离端口。专利文献 2 揭示了一种配置在 WDM 环网的环线上的滤光器, 该

滤光器用于去除预定波长的光，从而防止信号沿着网络连续地环行。

[专利文献 1]特开昭 55-165048 号公报

[专利文献 2]特开平 10-112700 号公报

然而，如图 17 (A) 所示，这种现有环网具有下列问题：当在该网络中进行多播或者广播通信时，信号仅在一个方向上流动。对于一些传输协议，利用图 17 (A) 的配置也可以实现多播通信。然而，在最近越来越多地使用的互联网协议 (IP) 的情况下，按照图 17 (A) 说明的方式不可能实现多播通信。

也就是说，在 IP 下，多播数据的发送方必须收到一个表示收到多播通信数据的确认 (ACK) 信号。然而，在图 17 (A) 的结构中，由于这种 ACK 信号的波长和时间随着其发送方而变化，所以多播数据发送方节点不可能通过同一个端口正确地接收这样的 ACK 信号，因此在图 17 (A) 的结构中不能实现 IP 下的多播或广播通信。更确切地，如图 17 (A) 所示，节点 100 通过控制 AOTF 500 来选择波长  $\lambda_1$ ，通过同一个端口来发送波长  $\lambda_1$  的光信号，该光信号随后在节点 200、300 和 400 处接收。与此相对照，在节点 100 处，无法由一个端口接收到由节点 200、300 和 400 分别在各自独特的波长  $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$  和  $\lambda_4$  上发送的信号。

相应地，该现有结构的另一问题是不能在光层 (optical layer) 通过 IP 信号进行图像传送和广播业务。

考虑到前述问题，本发明的一个目的是使作为多播或广播发布的发送方的光节点能够正确地接收 ACK 信号，从而在作为多播或广播通信的发起端的发送方 (服务器) 节点和其它接收方 (客户端) 节点之间实现双向通信。

## 发明内容

根据本发明，为了实现上述目的，提供了一种在光环网中使用的信号收发方法，该光环网上连接了一个以上的光节点，各个光节点具有多个插入端口和分离端口，其中一个光节点用作为服务器节点，用于向作为客户端节点的其它节点发送下行信号。所述方法包括以下步骤：在各

个客户端节点上，通过所述多个分离端口中的一个选择性地接收同一波长的相同下行信号；通过所述多个插入端口中的一个向该光环网发送特定波长的上行信号；以及，在所述服务器节点上，以时间分割的方式，通过所述多个分离端口中的一个接收从各个所述客户端节点在所述特定波长上发送的这些上行信号。

作为一个优选特征，在各个客户端节点上，以作为上述特定波长分配的节点公共波长，在预先分配的时隙中发送所述上行信号。在服务器节点上，选择性地接收所述节点公共波长的上行信号，并且由上述的一个分离端口接收所述预先分配时隙中的上行信号。此外，所述方法还包括在所述服务器节点上阻断所述节点公共波长的光的步骤。

作为另一个特征，在各个客户端节点上，以作为上述特定波长分配的节点独特插入波长，在预先分配给各个客户端节点的时隙中发送所述上行信号，该插入波长对于各个客户端节点是独特的。此外，在服务器节点上，与所述时隙同步地切换各个要由所述一个分离端口选择性接收的波长，从而以时间分割的方式，通过所述一个分离端口接收从所述客户端节点在所述节点独特插入波长上发送的上行信号。

作为一般的特征，提供了一种具有多个插入端口和分离端口的光节点，该光节点在光环网中用作为服务器节点，该光环网上连接了多个光节点作为客户端节点。所述光节点包括：发送方装置，其通过所述多个插入端口中的一个以节点独特插入波长发送下行信号，所述节点独特插入波长对于各个光节点是独特的；和接收方装置，其以时间分割的方式，通过所述多个分离端口中的一个接收由各个所述客户端节点在特定波长上发送的上行信号。

作为一个优选特征，所述接收方装置包括：波长选择单元，用于选择要通过所述一个分离端口接收的光的波长；和节点公共插入波长时分接收单元，用于响应于所述波长选择单元选择节点公共波长，通过所述一个分离端口，以时间分割的方式，接收所述客户端节点在预先分配的时隙中以所述节点公共波长发送的上行信号，所述节点公共波长是作为上述特定波长而公共地分配给所有光节点的。



作为另一优选特征，所述接收方装置包括：波长选择单元，用于选择要通过所述一个分离端口接收的光的波长；和波长时分选择接收单元，用于响应于波长选择单元与所述时隙同步地选择这样的节点独特插入波长，通过所述一个分离端口，以时间分割的方式，接收由所述客户端节点在预先分配的时隙中以所述节点独特插入波长发送的上行信号，所述各个节点独特插入波长被指定为上述特定波长。

作为另一个一般特征，提供了一种具有多个插入端口和分离端口的光节点，该光节点在光环网中用作为客户端节点，该光节点包括：接收方装置，其通过所述多个分离端口中的一个在任意波长上选择性地接收下行信号；和发送方装置，其通过所述多个插入端口中的一个使用预先分配给所述客户端节点的时隙以特定波长向光环网发送上行信号。

作为一个优选特征，所述发送方装置包括节点公共插入波长时分发送单元，用于通过所述多个插入端口中的一个使用所述预先分配的时隙以对于所有光节点公共的节点公共波长发送上行信号。此外，所述发送方装置包括节点独特插入波长时分发送单元，用于通过所述多个插入端口中的一个使用所述预先分配的时隙以节点独特插入波长发送上行信号，该节点独特插入波长对于各个光节点是独特的。

根据本发明，该服务器节点能够正确地接收一个以上客户端节点以时分方式通过同一个分离端口发送的上行信号。因此，作为多播或广播发布的发送方的服务器节点可以正确地接收根据 IP 等的 ACK 信号，从而可以在发起多播或广播通信的服务器节点和其它客户端节点之间实现双向通信。

此外，由于在服务器节点上阻断了用于传输来自所述客户端节点的上行信号的节点公共波长的光，所以可以防止所述节点公共波长的光继续沿着所述环网环行。

通过以下的详细说明，结合附图，可以更清楚地理解本发明的其它目的和更多特征。

## 附图说明

图 1 是显示根据本发明第一优选实施例的 WDM 环网（光环网）的结构方框图；

图 2 是示意性地显示图 1 中所述网络上的信号路径的视图，其目的是描述所述网络的工作方式（信号收发方法）；

图 3 是显示图 1 和图 2 中的节点公共插入波长阻断开关的结构方框图；

图 4 是显示图 1 和图 2 中的 OADM 节点的主要部分的结构方框图；

图 5 是显示根据所述第一实施例的第一变型的 WDM 环网的方框图；

图 6 是图 5 中所述网络上的信号路径的示意图，其目的是描述所述网络的工作方式（信号收发方法）；

图 7 是图 5 中所述网络上的信号路径的示意图，其目的是描述所述网络的工作方式（出现故障的情况下）；

图 8 是显示图 5 中 OADM 节点的主要部分的结构方框图；

图 9 (A) 是显示根据所述第一实施例的第二变型的工作（当前使用的）环网的结构方框图；

图 9 (B) 显示的是根据所述第一实施例的所述第二变型的保护（备用的）环网的结构方框图；

图 10 是显示根据所述第一实施例的所述第二变型的 OUPSR 的结构方框图；

图 11 (A) 是描述图 10 中 OUPSR 的工作方式（正常工作情况下）的视图；

图 11 (B) 是描述图 10 中 OUPSR 的运行方式（出现故障的情况下）的视图；

图 12 是示意性地显示根据所述第一实施例的第三变型的 OBLSR 的结构方框图；

图 13 (A) 是描述图 12 中 OBLSR 的工作方式（正常工作情况下）的视图；

图 13 (B) 是描述图 12 中 OBLSR 的工作方式（出现故障的情况下）的视图；

图 14 是显示根据本发明的第二优选实施例的 WDM 环网（光环网）的结构方框图；

图 15 是示意性地显示图 14 中的网络上的信号路径的视图，其目的是描述所述网络的工作方式（信号收发方法）；

图 16 (A) 是显示现有 WDM 环网的结构方框图；

图 16 (B) 是显示图 16 (A) 中的 OADM 节点的主要部分的结构方框图；

图 17 (A) 和图 17 (B) 是描述在现有 WDM 环网上进行多播通信或广播通信时的工作方式的视图。

### 具体实施方式

#### [A] 第一实施例：

图 1 是显示根据本发明第一实施例的 WDM 环网（光环网）的结构方框图。图 1 中的 WDM 环网包括四个 OADM 节点（光节点）1-1、1-2、1-3 和 1-4，它们通过光传输路径 10 连接而形成环形结构，并且各个节点 1-i ( $i=1$  到 4) 具有可变波长滤光器（声光可调滤光器：AOTF）5 和节点公共插入波长 ( $\lambda_0$ ) 阻断开关 11-i。这里，实际上图 1 中所示的 AOTF 5 和节点公共插入波长阻断开关 11-i 通常包含在节点 1-i 内，为了方便描述，显示为好像它们设置在节点 1-i 外部。

在本实施例中，所有节点 1-i 都具有公共插入波长（这里，波长为  $\lambda_0$ ）。在各个节点 1-i 上，节点公共插入波长端口使用预先分配给节点 1-i 的时隙通过时分复用传输数据（根据 IP 等的 ACK 信号）。在进行多播通信或广播通信的节点（例如，节点 1-1）上，其接收方端口在这样的时隙中接收由其它节点 1-j ( $j \neq i$ ) 传输的时分复用数据（见图 2）。这种设置使得进行多播或广播通信的节点可以执行双向通信。

下文中对该系统进行描述。在下面的描述中，将进行多播或广播的节点称为“父节点（服务器节点）”，而将接收该多播或广播信号的节点称为“子节点（客户端节点）”；将从服务器节点到客户端节点的信号流称为“下行流”，而将相反方向的信号称为“上行流”。

在下行路径上，与现有系统中相似，父节点以分配给所述父节点的传输波长（例如，波长为 $\lambda_1$ ，假定图2中的节点1-1作为父节点）向所有子节点1-2、1-3和1-4发送相同的信号。在子节点1-2、1-3和1-4上，通过AOTF（波长选择单元）5接收波长为 $\lambda_1$ 的信号。在上行路径上，进行TDMA（时分多址）接入控制来防止信号冲突。也就是，如图2所示，以如下的方式控制各个子节点1-2、1-3和1-4处的信号传输定时，该方式将从子节点1-2、1-3和1-4以节点公共插入波长 $\lambda_1$ 发送的上行光信号分别放置在特定的时隙20-2、20-3和20-4中。这里，可以通过诸如NMS（网络管理系统）的上游设备以集中的方式进行这种接入控制。另选地，当在环网中复用由子节点发送的上行光信号时，可以通过下行线路将考虑了传输时延而确定的传输定时从父节点的终端电路发送到子节点的终端电路，从而实现上述的接入控制。

这里，在本实施例中，由于各个节点1-i能够插入节点公共波长 $\lambda_0$ 的光，所以需要配备一些装置以防止节点公共波长 $\lambda_0$ 继续沿着环网环行。上述节点公共插入波长阻断开关11-i满足了此要求。也就是，对每个节点1-i配备这种节点公共插入波长阻断开关（下文中简称为“波长阻断器”）11-i，该波长阻断器能够仅阻断节点公共波长 $\lambda_0$ 的光或传输包括节点公共波长 $\lambda_0$ 在内的所有波长的光，从而防止节点公共波长 $\lambda_0$ 继续环行。

更确切地，如图2所示，假设节点1-1用作为父节点，将其波长阻断器11-1设置为使得仅阻断节点公共波长 $\lambda_0$ 的光，而将其它节点1-2、1-3和1-4的波长阻断器11-2、11-3和11-4分别设置为使得包括节点公共波长 $\lambda_0$ 在内的所有波长的光能够通过，以在父节点1-1的波长阻断器11-1处阻断节点公共波长 $\lambda_0$ 的上行光信号（传输其它波长），从而防止其沿着环网继续环行。在任何其它节点1-2、1-3和1-4用作为父节点的情况下，只需要把父节点1-i的波长阻断器11-i设置成这种阻断状态并把其它子节点1-j的波长阻断器11-j设置成这种通过状态。

通过一对1×2信道开关111和112和薄膜滤光器113的组合可以实现波长阻断器11-i，如图3所示。

这里，当接收到来自光环网的输入光时， $1 \times 2$  信道开关（第一  $1 \times 2$  信道开关）111 选择性地将光输出到两个输出端口中的一个。作为  $1 \times 2$  信道开关 111 的一个输出，薄膜滤光器（波长滤光器）113 阻断节点公共波长  $\lambda_0$  的光。 $1 \times 2$  信道开关（第二  $1 \times 2$  光开关）112 选择性地输出薄膜滤光器 113 的输出或者  $1 \times 2$  信道开关 111 的另外一个输出。将这些开关 111 和 112 形成为同时切换到相同的方向。另外，可以使用利用 AOTF 的抑制滤光器。

为了简化描述，图 1 和图 2 描述的节点  $1-i$  各自具有两个发送方（插入）端口和一个接收方（分离）端口。然而，例如，如果节点  $1-i$  具有四个接收方端口和发送方端口，则可以使用图 4 中的设置。

详细地，各个节点  $1-i$  包括： $1 \times 4$  光耦合器 12，其设置在发送方，用于组合包括节点公共波长在内的四个波长的插入光；抑制插入滤光器 14，用于将光耦合器 12 的输出光插入到光路径 10 中，并抑制由节点  $1-i$  发送的已经沿环网传播的插入光（除节点公共波长外）；光耦合器 15，用于从抑制插入滤光器 14 的输出中分离出部分输出光； $1 \times 4$  光耦合器 13，其设置在接收方，用于将来自光耦合器 15 的分离光分给四个端口；和多个波长选择滤光器（AOTF）5，光耦合器 13 的每个输出（分离端口）都有一个波长选择滤光器 5。

在该多个 AOTF 5 之一上选择节点公共波长  $\lambda_0$ ，从而使得它可以以时间分割的方式接收由子节点  $1-i$  发送的时分复用信号。

也就是，在父节点上， $1 \times 4$  光耦合器 12 和抑制插入滤光器 14 用作发送方装置，该发送方装置从其多个插入波长端口之一以节点独特插入波长向光环网发送下行信号。另一方面，在子节点上， $1 \times 4$  光耦合器 12 和抑制插入滤光器 14 用作发送方装置（节点公共插入波长时分发送单元），该发送方装置在预先分配给子节点的时隙，从它的一个插入波长端口以节点公共波长  $\lambda_0$  向光环网发送上行信号。

同时，在所述父节点上，光耦合器 13、光耦合器 15 和 AOTF 5 用作接收方装置（节点公共插入波长时分接收单元），该接收方装置响应于由 AOTF 5 选择的节点公共波长  $\lambda_0$  通过同一个分离端口时分地接收客户

端节点在预先分配的时隙中以节点公共波长 $\lambda_0$ 发送的上行信号。另一方面，在子节点上，光耦合器13和15、以及AOTF 5用作为接收方装置，用于通过其多个分离端口之一选择性地接收任意波长的下行信号。

#### (A1) 第一变型

图5示意性地显示了根据第一实施例的第一变型的WDM环网。在图5的环网中，节点1-1、1-2、1-3和1-4通过一对光传输路径10A和10B（例如双芯光纤）连接，并且各个节点1-1、1-2、1-3和1-4均具有分别提供给光传输路径10A和10B的网络开关16A-1和16B-1、16A-2和16B-2、16A-3和16B-3、16A-4和16B-4。如在第一实施例的情况下，各个节点1-i具有节点公共波长 $\lambda_0$ （节点公共波长插入端口）和可变波长滤光器（AOTF）5。

在各个节点1-i上，光耦合器对分配给各个节点1-i的插入波长 $\lambda_i$ 的光和具有节点公共波长 $\lambda_0$ 的光进行组合。然后通过另一个光耦合器将组合后的光插入光纤传输路径10A和10B以沿相反的方向传输。另一方面，将在光传输路径10A和10B上传输的所有波长的光输入AOTF 5，该AOTF 5从其中分离任意波长的光。

在该示例中，将前述节点公共插入波长时分发送单元形成为使得在插入端口将相同的信号分离为两部分并将前述节点公共波长的分离信号送出到光环网，以沿两个方向传播。同时，将前述节点公共插入波长时分接收单元形成为组合从两个方向输入的上述节点公共波长的光信号，并且随后选择性地接收该光信号。

例如，如果各个节点1-i具有四个插入端口和分离端口，如图8所示，则 $2 \times 4$ 光耦合器12A复用包括节点公共波长 $\lambda_0$ 在内的四个波长的光，然后光耦合器14A和14B将该光插入光传输路径10A和10B，以沿相反方向传输。另一方面，光耦合器15A和15B分别从两个传输路径10A和10B分离WDM信号，以将这些信号输入 $2 \times 4$ 光耦合器12B，该 $2 \times 4$ 光耦合器12B然后将该WDM信号分到四个光路径中，以向每一个AOTF 5输入一个WDM信号。

这种设置实现了双向多播或广播通信，图6示意性地显示了其信号

路径。然而,在这种情况下,提供给光传输路径 10A 上的子节点 1-4 的网络开关 16A-4 和提供给光传输路径 10B 上的父节点 1-1 的网络开关 16B-1 都被断开(阻断所有波长)(其它网络开关闭合)。换句话说,节点 1-1 和 2-4 断开。

也就是,插入波长  $\lambda_1$  的下行信号从父节点 1-1 通过光传输路径 10A 沿逆时针方向(见实线箭头)传输,并且 AOTF 5 在各个节点 1-2、1-3 和 1-4 上选择性地接收波长  $\lambda_1$ 。此时,虽然父节点 1-1 还将相同波长  $\lambda_1$  的下行信号插入光传输路径 10B,但是由于网络开关 16B-1 是断开的,所以该信号不能传输到子节点 1-4。

同时,节点公共插入波长  $\lambda_0$  的上行信号从各个节点 1-2、1-3 和 1-4 通过光传输路径 10B 分别使用预定时间隙 20-2、20-3 和 20-4 沿顺时针(见虚线箭头)传输,并且 AOTF 5 在父节点 1-1 上选择性地接收波长  $\lambda_0$ 。通过这种方式,以时间分割的方式接收在时间隙 20-2、20-3 和 20-4 中以节点公共插入波长  $\lambda_0$  从子节点 1-2、1-3 和 1-4 发送的上行时分复用信号。

这里,虽然各个节点 1-2、1-3 和 1-4 也将节点公共插入波长  $\lambda_0$  的光插入光传输路径 10A,以沿与上述方向相反的方向传输,但是因为子节点 1-4 的网络开关 16A-4 断开,所以父节点 1-1 绝不会接收以相反的方向在光传输路径 10A 上传输的该光。

也就是说,提供给子节点 1-4 的网络开关 16A-4 在光传输路径 10A 上断开的设置,以及提供给父节点 1-1 的网络开关 16B-1 在光传输路径 10B 上断开的设置对于阻止波长  $\lambda_1$  的下行信号和波长  $\lambda_0$  的上行信号的继续环行很有利,同时可以避免两次接收来自光传输路径 10A 和 10B 的相同信号。这意味着各个节点 1-i 不再需要参照图 4 描述的抑制插入滤光器 14 来避免继续环行或者相同信号的重复接收,而仅闭合/断开所需的网络开关 16A-i 和 16B-i 就可以防止这样的问题。

通过这种方式,使用第一实施例的本变型,也可以在父节点 1-1 和子节点 1-2、1-3、1-4 之间进行双向多播或广播通信。即使所述父节点被其它节点 1-2、1-3、1-4 所替代,也仅需要适当地闭合/断开所需的网

络开关 16A-i 和 16B-i。

此外, 通过这种网络结构, 即使由于如图 7 所示或与之相似的任何损坏(光纤断裂)等而导致网络的一部分变得不可用(当光传输路径 10A 和 10B 断开时), 仍然可以建立双向多播或广播通信, 只要将节点 1-2 的网络开关 16A-2 和节点 1-3 的网络开关 16B-3 断开(其它开关闭合), 由此使得可以根据图 7 中的信号路径切换到保护路线。

具体地, 从父节点 1-1 以插入波长  $\lambda_1$  输出的下行信号(多播或广播信号)分别通过光传输路径 10A 和 10B 沿两个方向传输, 其中一个传输到子节点 1-2, 而另一个传输到子节点 1-4(见实线箭头), 并且各个子节点 1-2、1-3、1-4 通过 AOTF 5 选择性地接收该下行信号。另一方面, 从子节点 1-2、1-3 和 1-4 输出的上行信号依次整合到节点公共插入波长  $\lambda_0$  的时分复用信号中, 并通过光传输路径 10B 沿顺时针方向(见虚线箭头)传输。在父节点 1-1 上, 该 AOTF 5 分离节点公共插入波长  $\lambda_0$  的光信号, 以便以时间分割的方式接收该上行信号。同样地, 即使在别处的另一对节点之间发生断裂, 仅需断开设在断裂的光传输路径 10A 和 10B 上的网络开关 16A-i 和 16B-i 而其它网络开关闭合。

这样, 根据本实施例及其变型, 可以以低成本、紧凑的结构实现下列优点。

(1) 子节点 1-j 使用节点公共插入波长  $\lambda_0$  和 TDMA 系统进行接入控制, 从而使得父节点 1-i 可以通过同一个分离端口正确地接收来自子节点 1-i 的上行信号。因此可以在光层上进行根据 IP 等需要 ACK 信号的信号多播或广播发布。也就是, 作为多播或广播发布的源的父节点可以正确地接收这样的 ACK 信号, 并且可以在作为多播或者广播通信的源的父节点(发送方节点)和其它子节点(接收方节点)之间实现双向通信。从而, 可以提供适合用于图像(包括运动图像和静态图像)传送和广播型的业务的网络。

(2) 作为父节点的任意节点 1-i 可以多播和广播数据。参照图 2、图 6 和图 7, 已经描述了下述的示例, 其中节点 1-1 用作为发送节点公共插入波长  $\lambda_0$  的多播信号(或广播信号)的父节点, 该信号随后将由用作



为子节点 1-1、1-2 和 1-3 的其它节点接收。然而，通过改变将多个波长阻断器 11-i 中的哪一个设置成阻断状态，和/或通过改变将多个网络开关 16A-i 和 16B-i 中的哪几个设置成断开状态，所有节点 1-i 都可以用作父节点，以发起多播或广播通信。

### (A2) 第二变型

图 9 (A) 和图 9 (B) 显示了上述第二实施例的第二变型的示意图。图 9 (A) 显示了当前使用的（工作）环网的结构；图 9 (B) 显示了备用（保护）环网。如图 9 (A) 和 9 (B) 所示，除了 WDM 信号沿两个相反的方向传输之外，工作环网 1W 和保护环网 1P 中的每一个在结构方面均与图 1 中的环网相同。例如，如图 10 所示，在各个节点 1-i 上，光耦合器 6 把节点公共波长 ( $\lambda_0$ ) 的光和预先分配波长 ( $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$  和  $\lambda_4$ ) 的光分离为两部分，其中一个随后被插入到工作环网 1W 中的光传输路径 10 上，而另一个被插入到保护环网 1P 的光传输路径 10 上。由 AOTF 5 从两个环网 1W 和 1P（在这两个环网 1W 和 1P 上，该 WDM 信号沿相反方向传输）上选择性地接收任意相同波长  $\lambda_i$  的光，并通过工作/保护开关 7 选择分离波长  $\lambda_i$  的两束光。

这种设置实现了 OUPSR（光纤单向路径交换环）。也就是，如图 11 (A) 所示，在正常工作中，作为发送方端点的节点 1-1 通过各个环网 1W、1P 沿两个方向发送 WDM 信号，而在作为接收方端点的节点 1-3 上，工作/保护开关 7 选择具有相同波长  $\lambda_i$  的在环网 1W 上传输的光或者在环网 1P 上传输的光（例如，具有更高信号质量的一个）。

如果由于其间出现了如图 11 (B) 中所描述的故障而使节点 1-1 和节点 1-2 之间不能进行通信，则可以切换节点 1-3 上的工作/保护开关 7 来选择性地接收从与之前所选择的光的方向相反的方向输入的波长  $\lambda_i$  的光。该传输路径切换在很短的时间内进行，例如 50ms 或更短。此外，即使其它节点之间发生故障，在作为接收方的节点 1-i 上，同样地切换工作/保护开关 7 来处理该故障。

### (A3) 第三变型

虽然在前述的示例中工作环网 1W 和保护环网 1P 形成了 OUPSR，但

是还可以如图 12 中所示形成 OBLSR（光纤双向线路交换环）。更确切地，在光耦合器 6（已参照图 10 对其进行了描述）的位置处设置工作/保护开关 8，从而使得可以选择性地将节点公共波长  $\lambda_0$  的光和插入波长  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$  和  $\lambda_4$  的光送出到环网 1W 和 1P 之一。在本实施例和现有技术的几个视图中，除非另外描述，相同的标号和符号表示相同的部分或单元，所以在这里省略了它们的详细描述。

通过这种设置，如图 13 (A) 所示，在正常工作的情况下，在节点 1-1 上，工作/保护开关 8 切换到工作环网 1W 以沿逆时针方向在其上传输包括节点公共波长  $\lambda_0$  在内的 WDM 信号。在节点 1-3 上，工作/保护开关 7 选择工作环网 1W 以通过 AOTF 5 选择性地接收来自工作环网 1W 的波长  $\lambda_i$  的光。

如图 13 (B) 所示，例如，如果在节点 1-1 和节点 1-2 之间发生任何故障，则在节点 1-1 上，工作/保护开关 8 切换到沿与之前选择的方向相反的方向（顺时针）传输包括节点公共波长  $\lambda_0$  在内的 WDM 信号的位置。在节点 1-3 上，工作/保护开关 7 选择保护环网 1P 以通过 AOTF 5 选择性地接收来自保护环网 1P 的波长  $\lambda_i$  的光。这里，节点 1-1 和节点 1-3 上的传输路径切换在很短的时间内进行，例如 50ms 或更短。此外，即使其它节点之间发生故障，在发送方和接收方上的各个节点上，类似地切换工作/保护开关 7 和 8 来处理该故障。

这样，根据上述第二和第三变型，在任意节点 1-i 之间可以实现双向多播或广播通信的环网对于形成 OUPSR 或 OBLSR 是冗余的，从而提高了通信的可靠性。

#### [B] 第二实施例

图 14 是显示根据本发明第二实施例的 WDM 环网的结构方框图。在图 14 的 WDM 环网中，与第一实施例中类似，在任意节点 1-i 之间实现了双向多播或广播通信，但是没有使用节点公共波长  $\lambda_0$ 。

更确切地，对于各个子节点 1-j 独特的各个插入波长 ( $\lambda_j$ ) 端口使用分配给各个子节点 1-j 的时隙通过时分复用发送上行信号。在进行多播或者广播发布的父节点 1-1 的接收方（分离波长）端口上，AOTF 5 与

时隙的定时同步地逐个选择不同的波长，以通过其传输所选择的波长，由此以时间分割的方式接收从子节点 1-j 以节点独特插入波长 ( $\lambda_j$ ) 发送的上行信号。

例如，如图 15 中示意所示，与第一实施例类似，父节点 1-1 以其节点独特插入波长  $\lambda_1$  向各个子节点 1-2、1-3 和 1-4 发送下行信号。另一方面，子节点 1-2、1-3 和 1-4 使用预先分配给它们的时隙分别以它们的节点独特波长  $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$  和  $\lambda_4$  发送上行信号。换句话说，各个子节点 1-2、1-3 和 1-4 都具有发送方装置（节点独特插入波长时分发送单元），用于使用预先分配给各个节点 1-2、1-3 和 1-4 的时隙以节点独特插入波长通过它的多个插入端口中的一个发送上行信号，该节点独特插入波长对于各个节点 1-2、1-3 和 1-4 是独特的。

同时，在父节点 1-1 上，将通过光传输路径 10 传输的 WDM 信号输入 AOTF 5，切换该 AOTF 5 以便与前述时隙同步地以  $\lambda_4$ 、 $\lambda_3$  和  $\lambda_2$  的顺序逐个地选择波长，从而正确地接收来自子节点 1-2、1-3 和 1-4 的上行信号。换句话说，父节点 1-1 具有发送方装置（波长时分选择接收单元），其通过与时隙同步地切换 AOTF 5 以依次逐个地选择节点独特插入波长  $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$  和  $\lambda_4$ ，来通过同一个分离端口时分地接收在预先分配的时隙中从子节点 1-2、1-3 和 1-4 分别以节点独特插入波长  $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$  和  $\lambda_4$  发送的上行信号。

此时，如果节点 1-1 之外的任何其它节点 1-2、1-3 或 1-4 用作为父节点，则仅需要进行通过该父节点上的 AOTF 5 的波长的切换（选择）。

这样，根据本实施例，各个子节点 1-j 使用其预先分配的时隙以其节点独特插入波长  $\lambda_j$  发送上行信号。在进行多播或广播发布的父节点 1-i 上，AOTF 5 与时隙的定时同步地逐个按顺序选择（切换）这些波长。结果，可以正确地接收由子节点 1-j 以它们的节点独特插入波长 ( $\lambda_j$ ) 发送的上行信号，因此可以在任意节点 1-i 之间实现双向多播或广播通信，而不使用节点公共插入波长  $\lambda_0$ ，由此实现 WDM 信道的有效利用。

#### [C]其它变型

上述示例的光环网可以在节点数量和波长数量方面进行变型。甚至

通过这样的变型，可以实现前述实施例及其变型的类似效果和优点。

此外，本发明不局限于上述实施例，而是在不脱离本发明主旨的情况下，可以提出各种变化或变型。

例如，可以使用 ATM（异步传输模式）单元而不是时隙来进行以节点公共波长  $\lambda_0$  发送上行信号的接入控制。在这种情况下，各个 ATM 单元可以在其信息头等中存储发送该 ATM 单元的子节点的识别信息。结果，父节点能够识别上行信号的发送方，由此使得可以像上面的示例中一样进行双向多播或广播通信。

此外，节点公共波长  $\lambda_0$  不仅可以用于发送 ACK 信号，而且可以在没有使用信道时用于发送用户信号或者维护和监控信号。

根据本发明，如上所述，服务器节点可以正确地接收由一个以上客户端节点以时间分割的方式通过同一个分离端口发送的上行信号。因此，作为多播或广播发布的发送方的服务器节点可以正确地接收根据 IP 等的 ACK 信号，以使得可以在发起多播或广播通信的服务器节点和其它客户端节点之间实现双向通信。因此，本发明对于实现适合用于提供图像传送或广播型业务的光纤网络很有用。

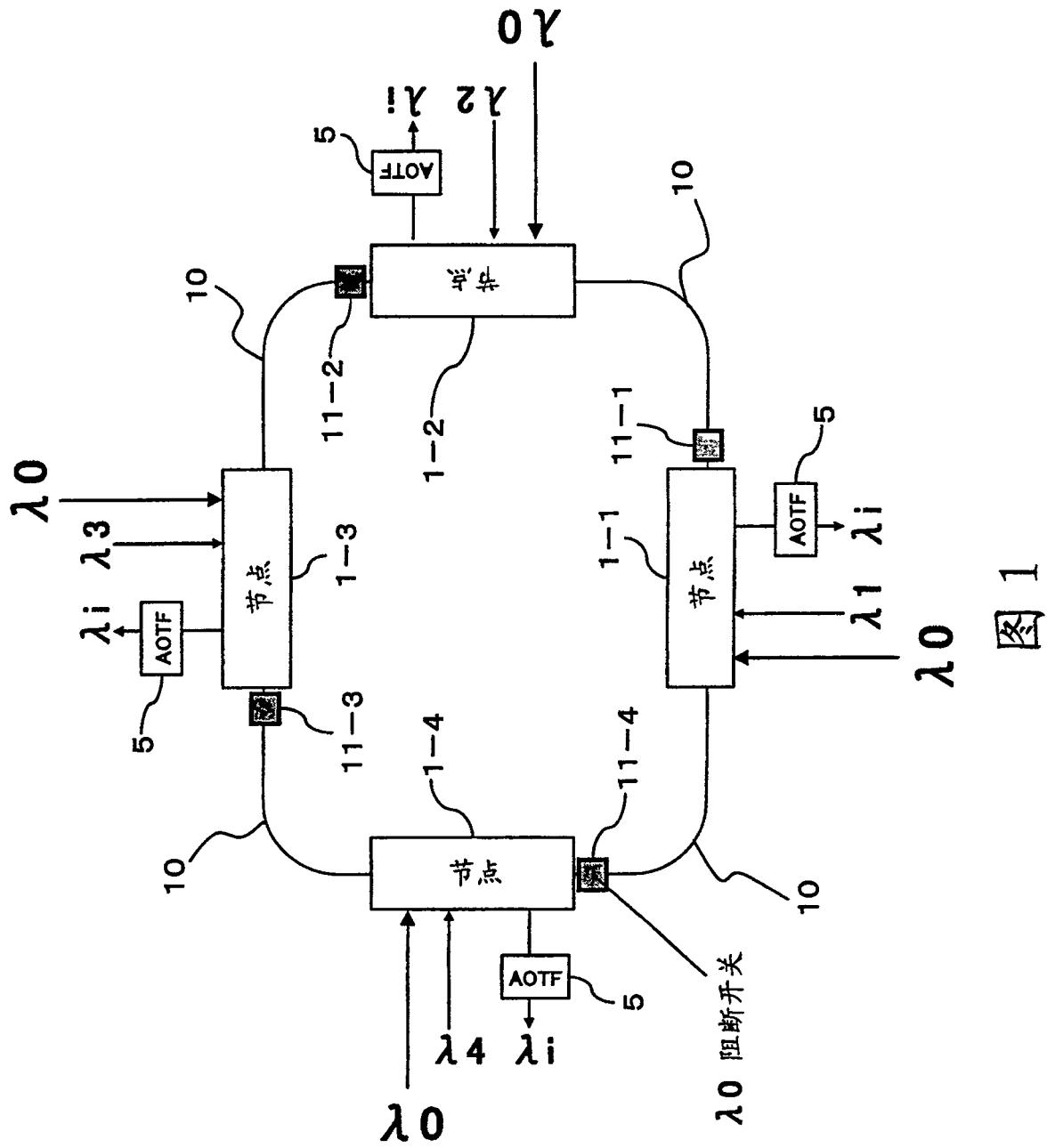


图 1

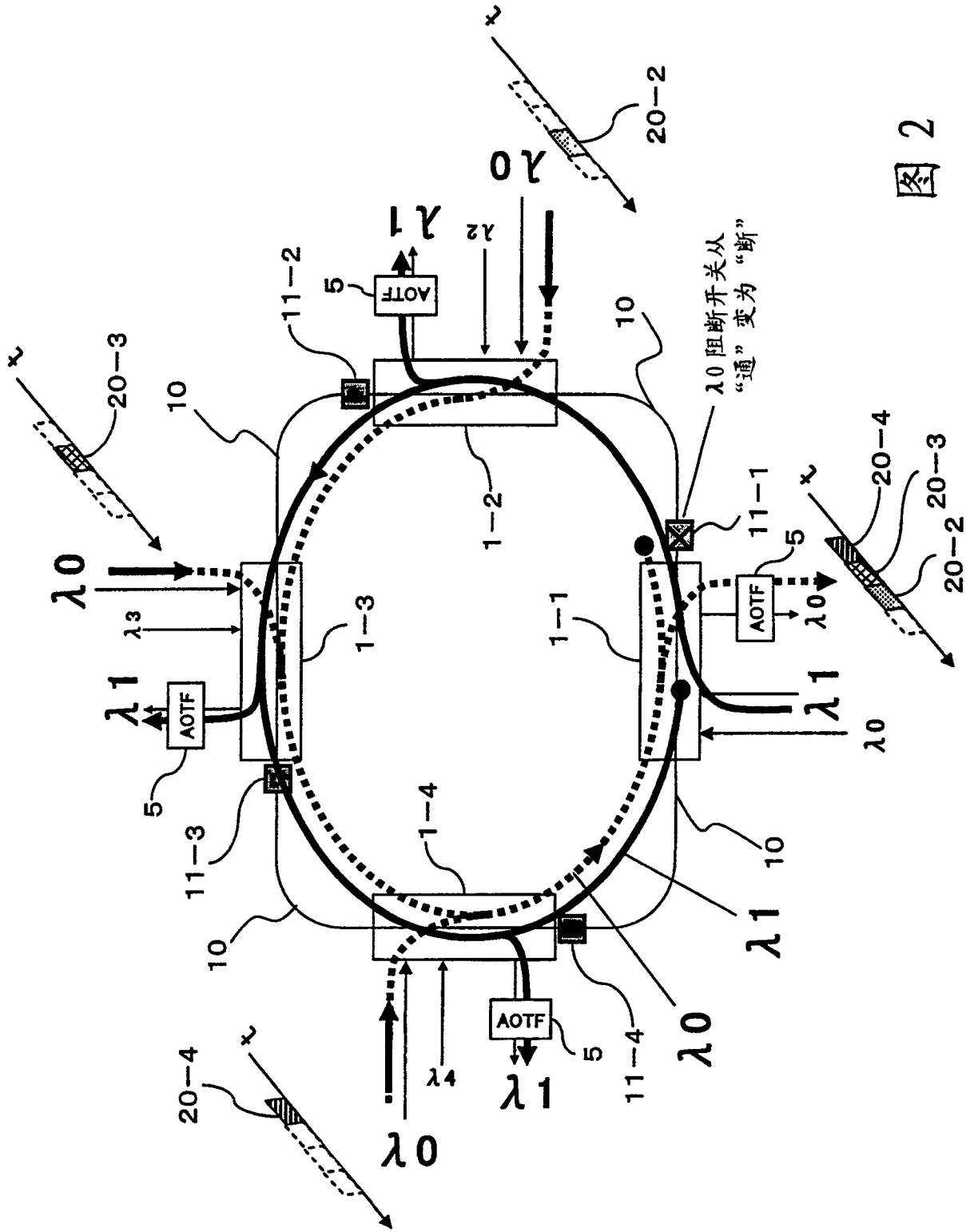


图 2

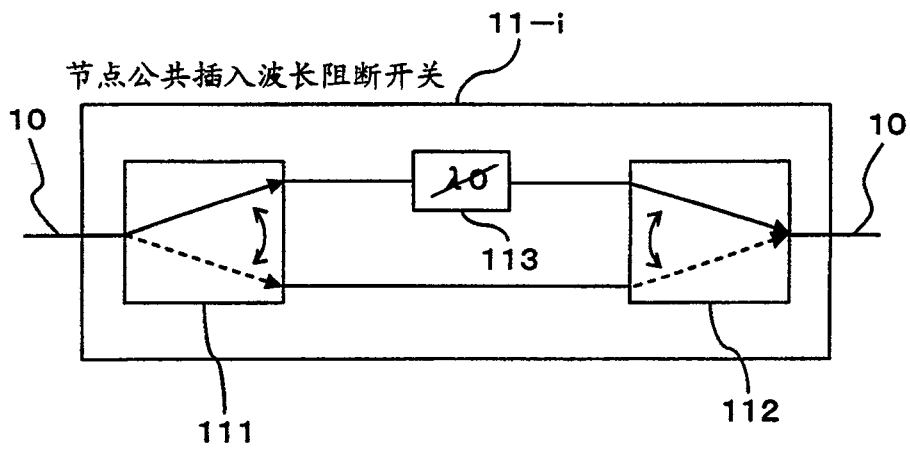


图 3

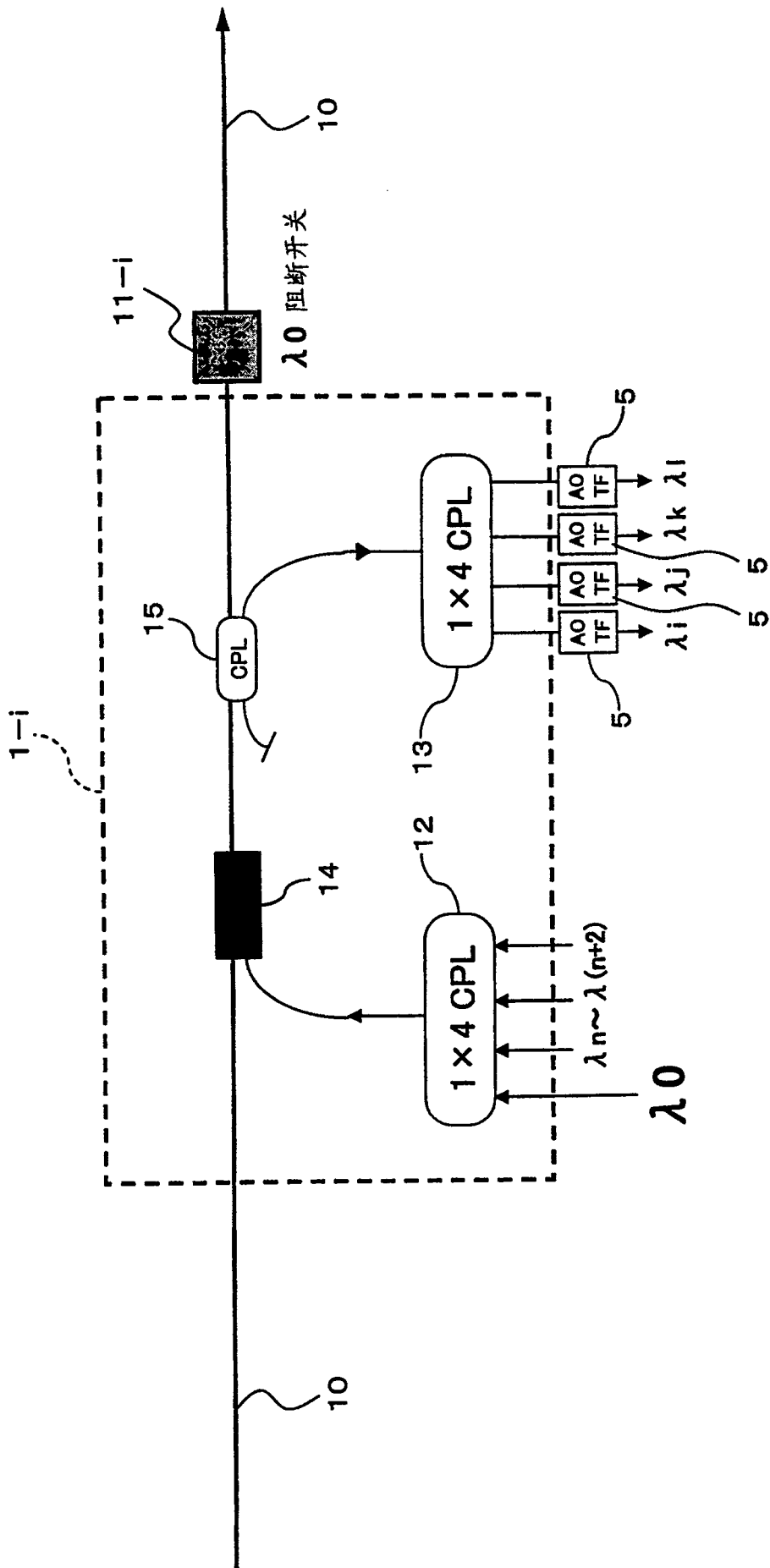


图 4



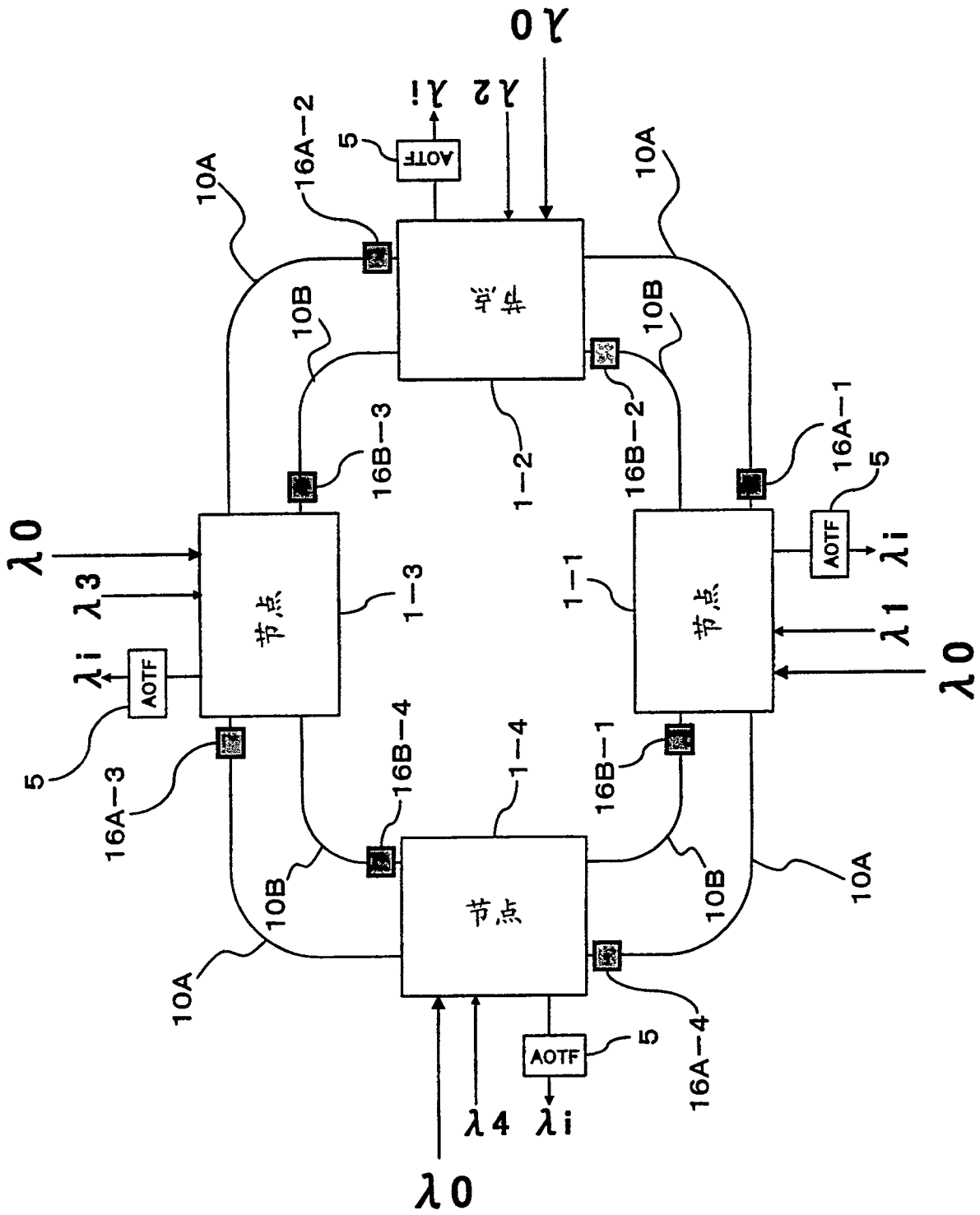


图 5

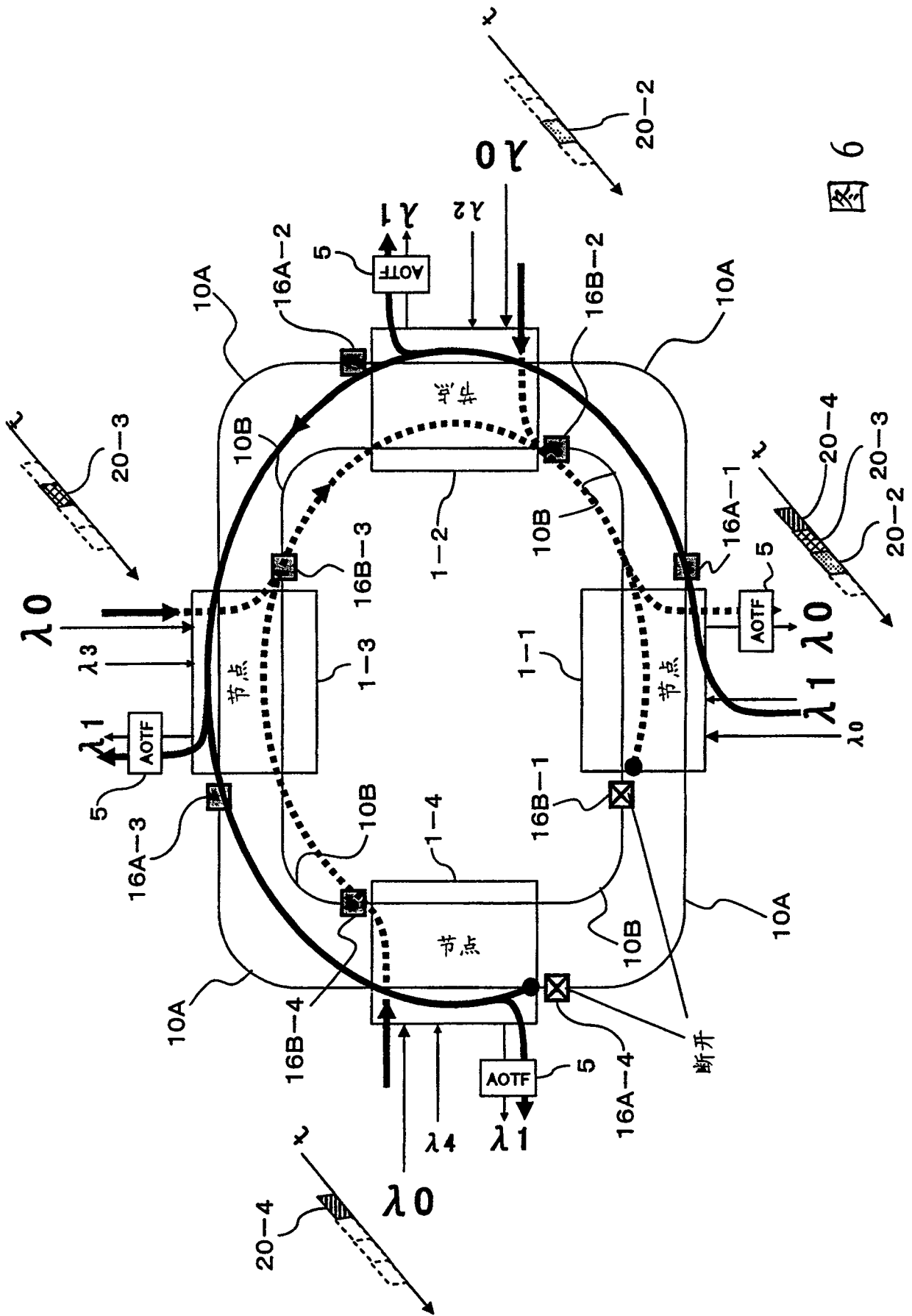


图 6

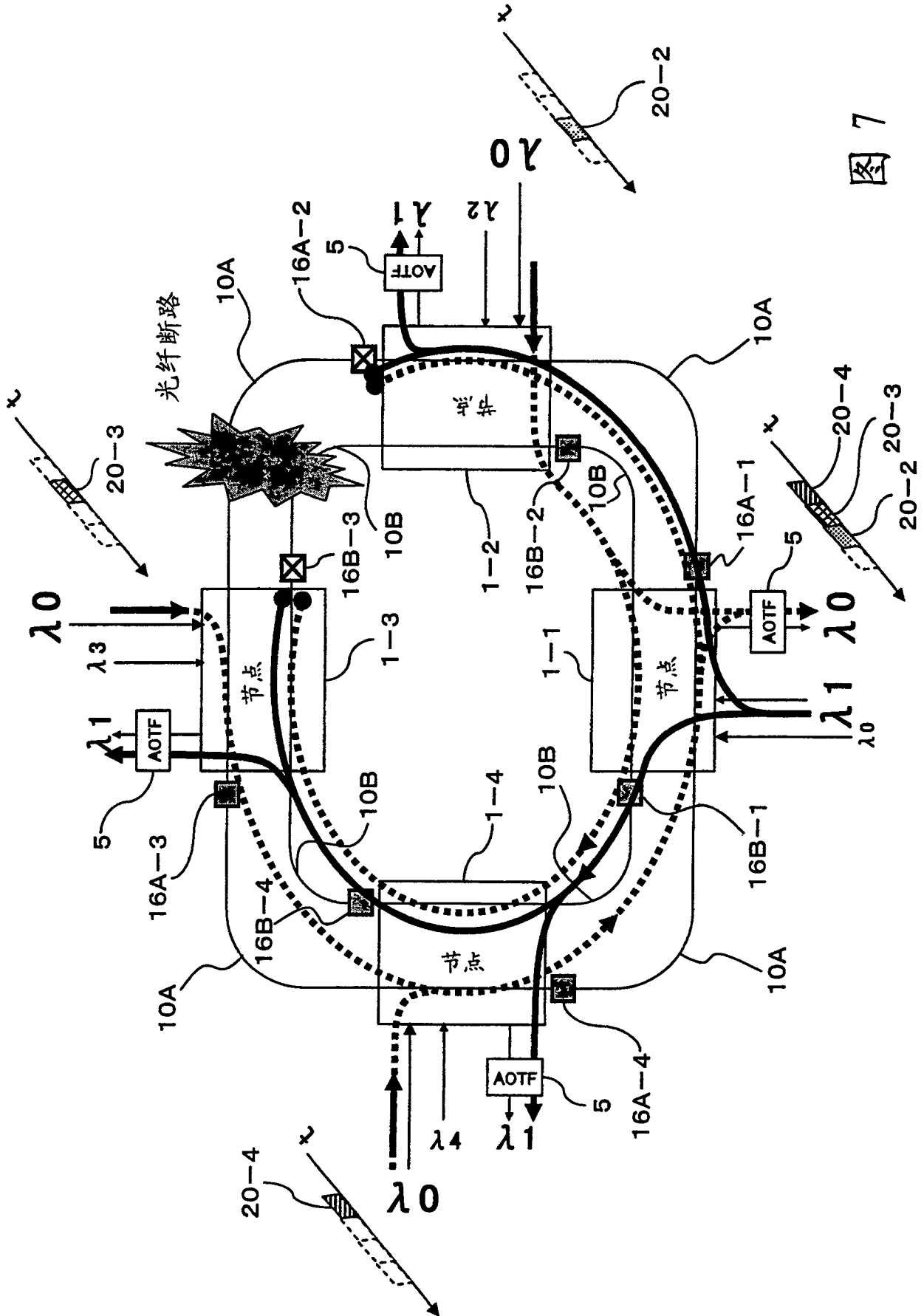


图 7

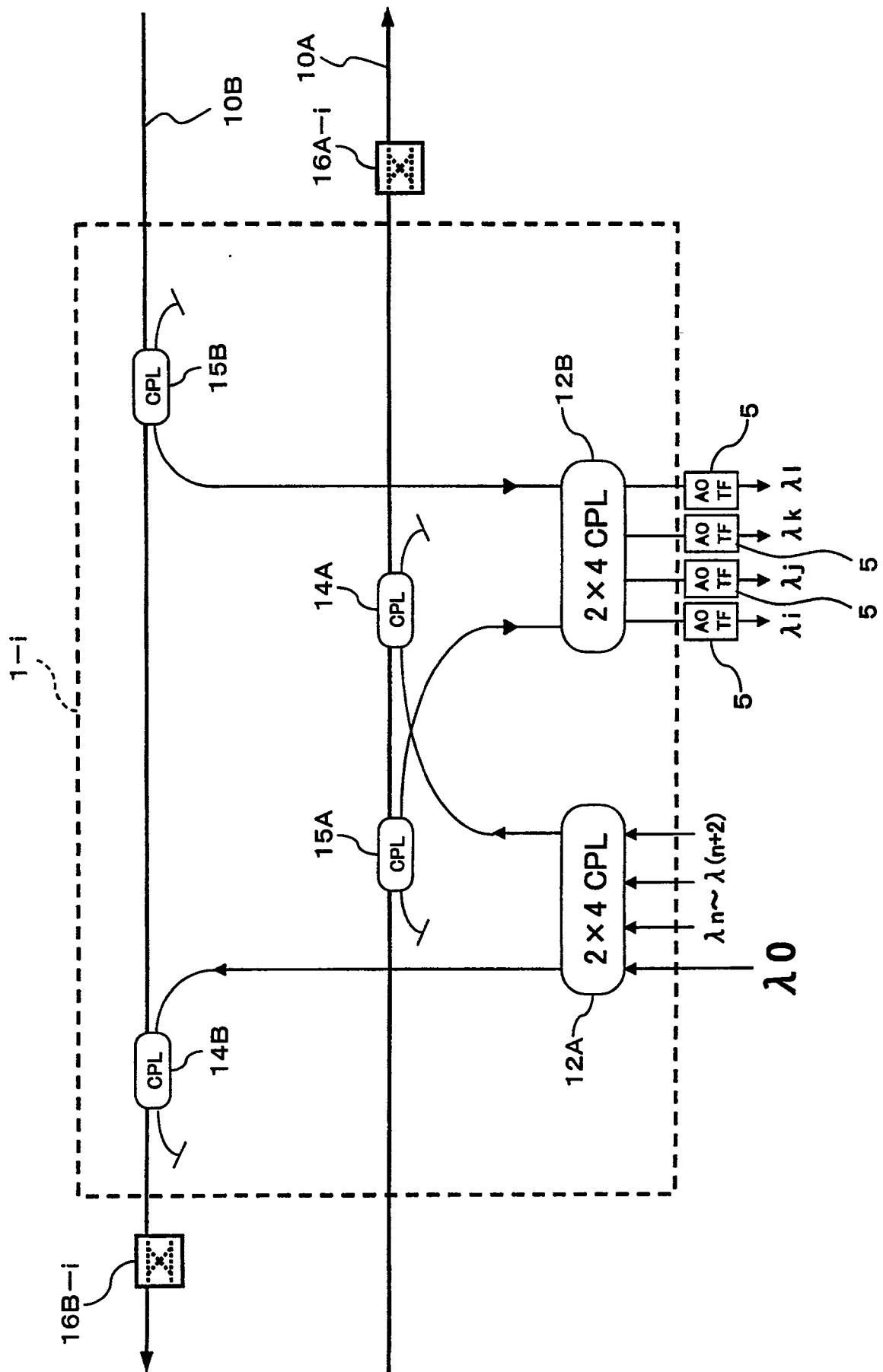


图 8

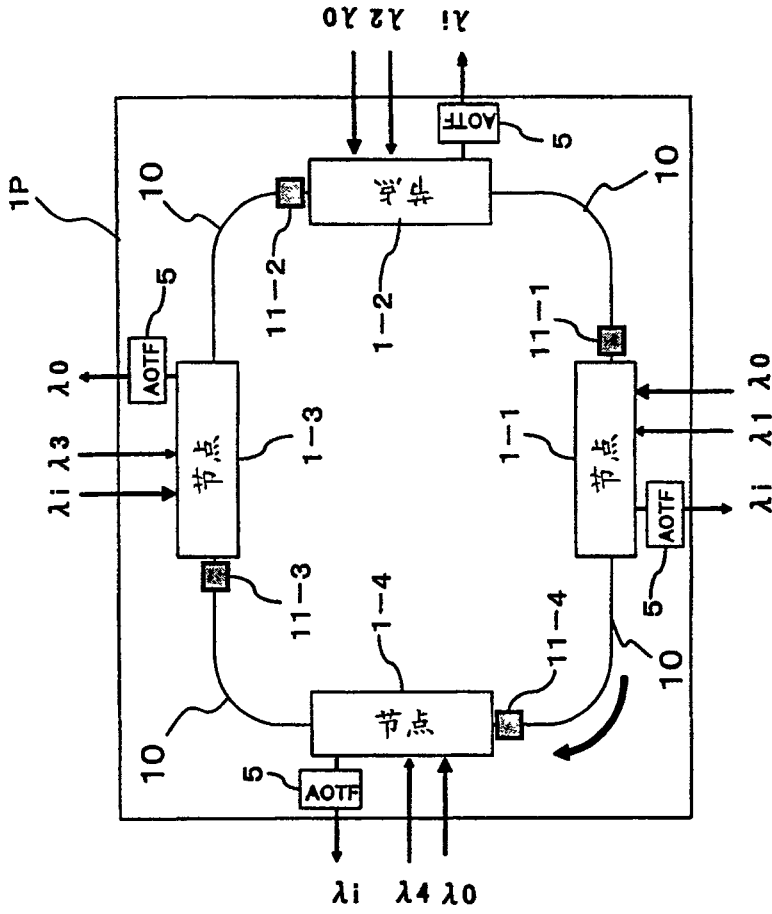


图 9B

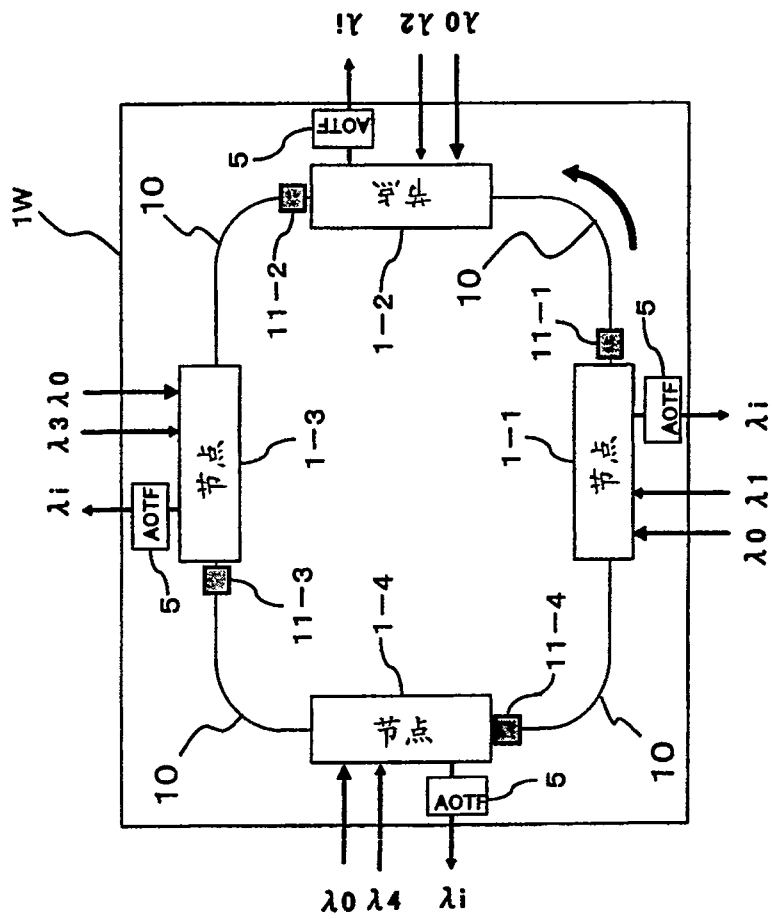


图 9A

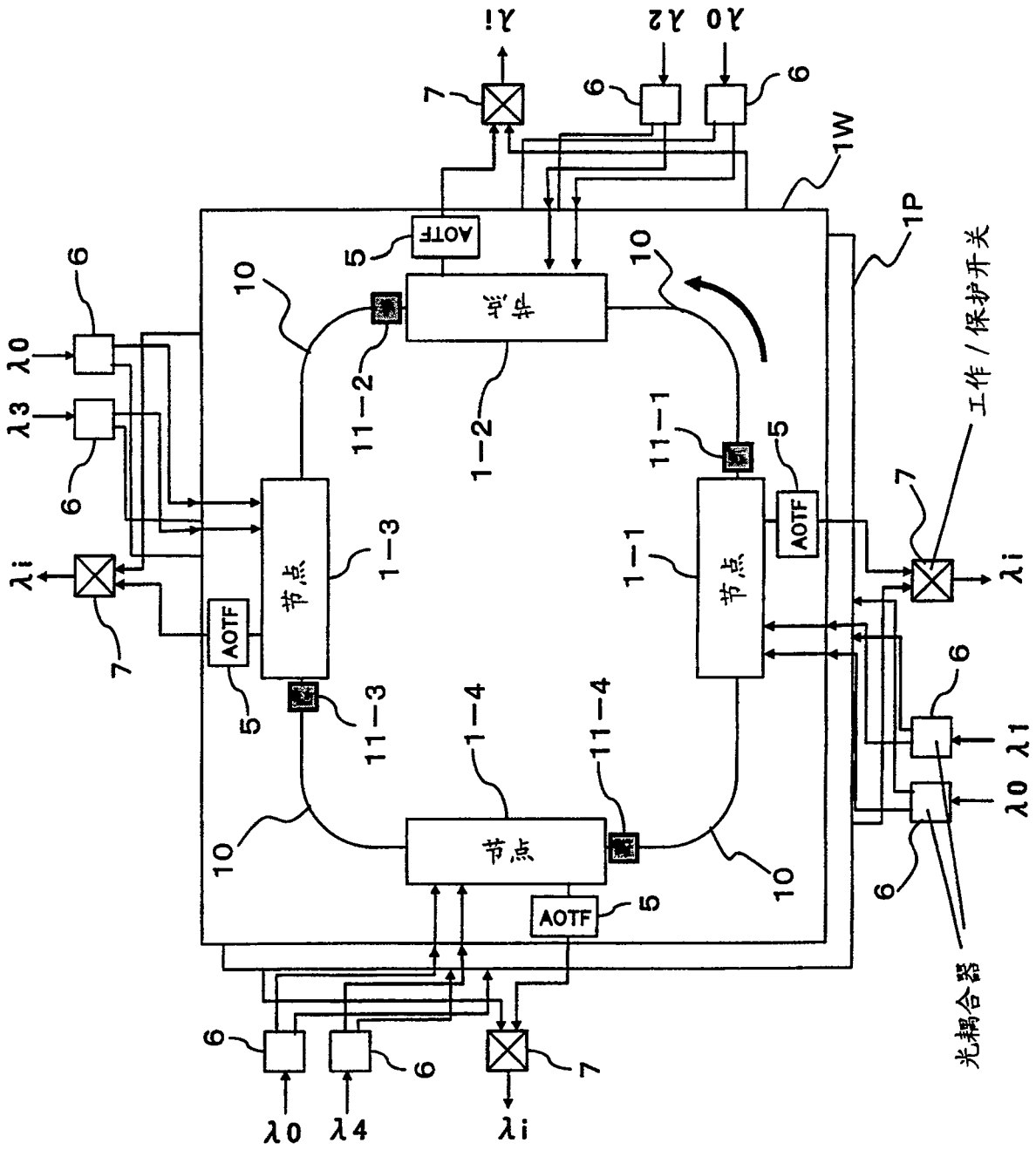


图 10

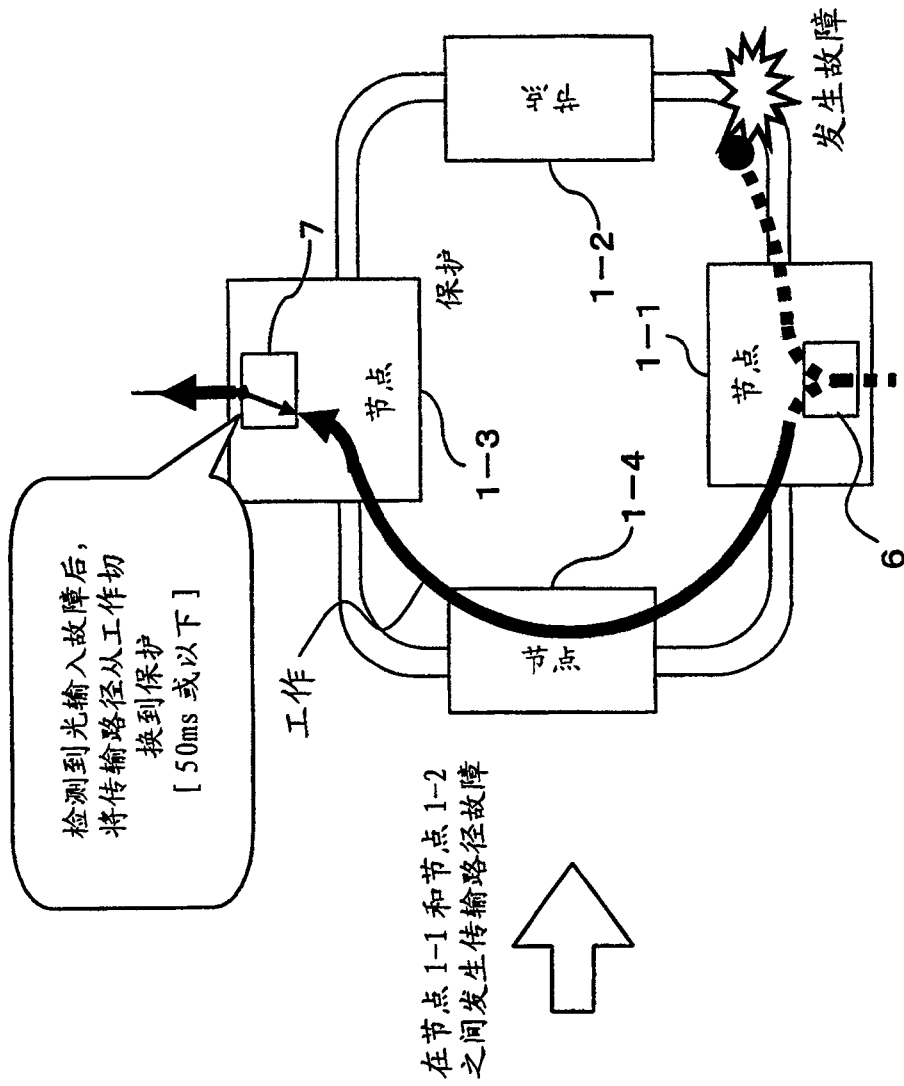


图 11A

在节点 1-1 和节点 1-2 之间发生传输路径故障

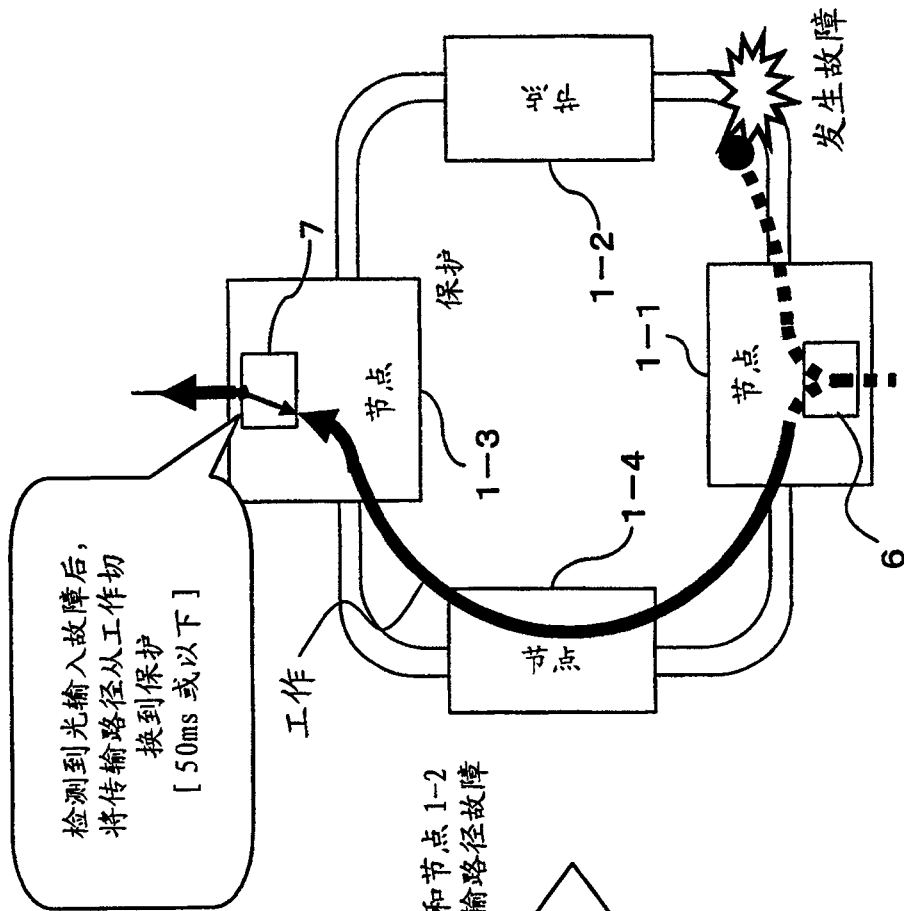


图 11B

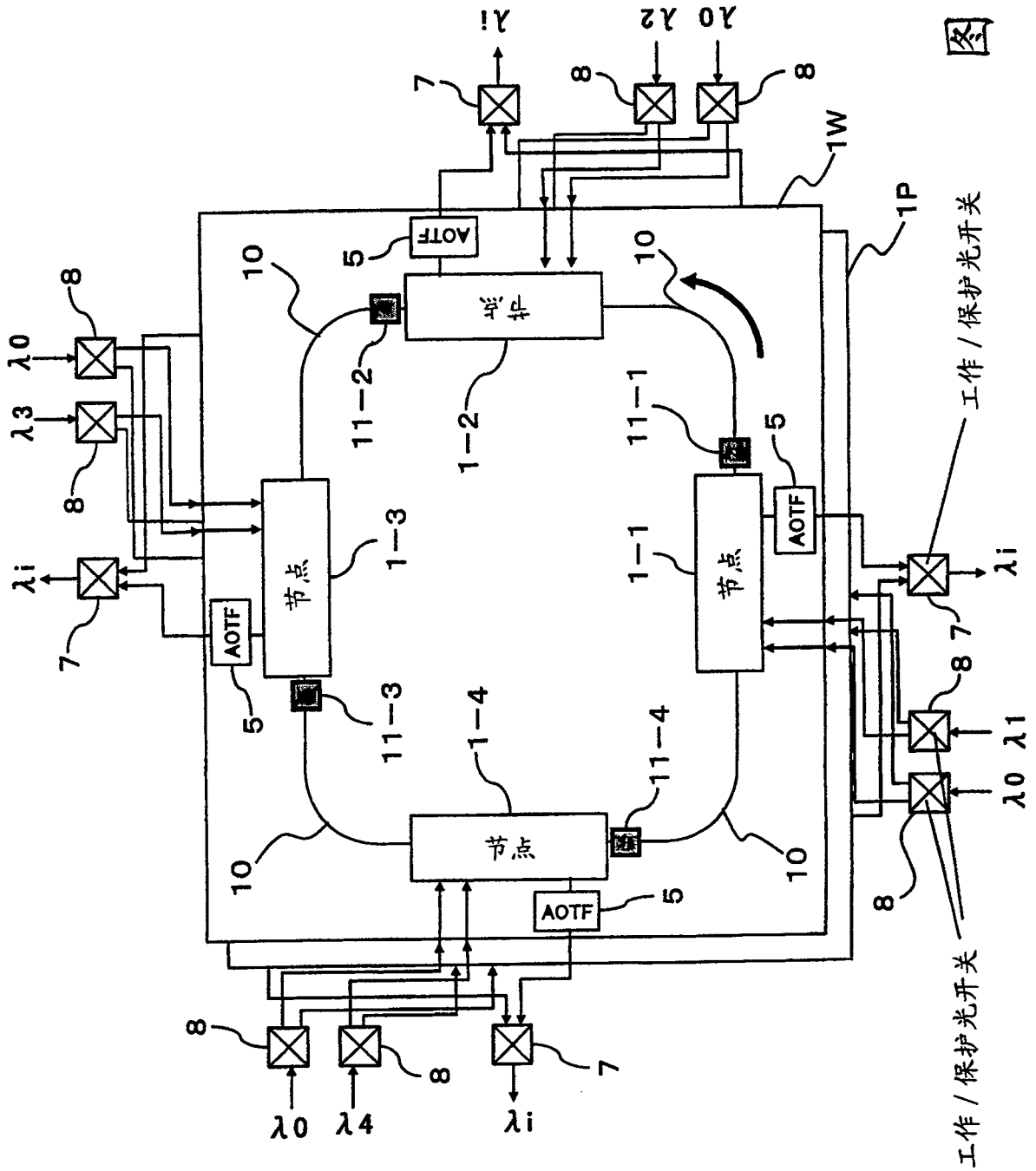


图 12



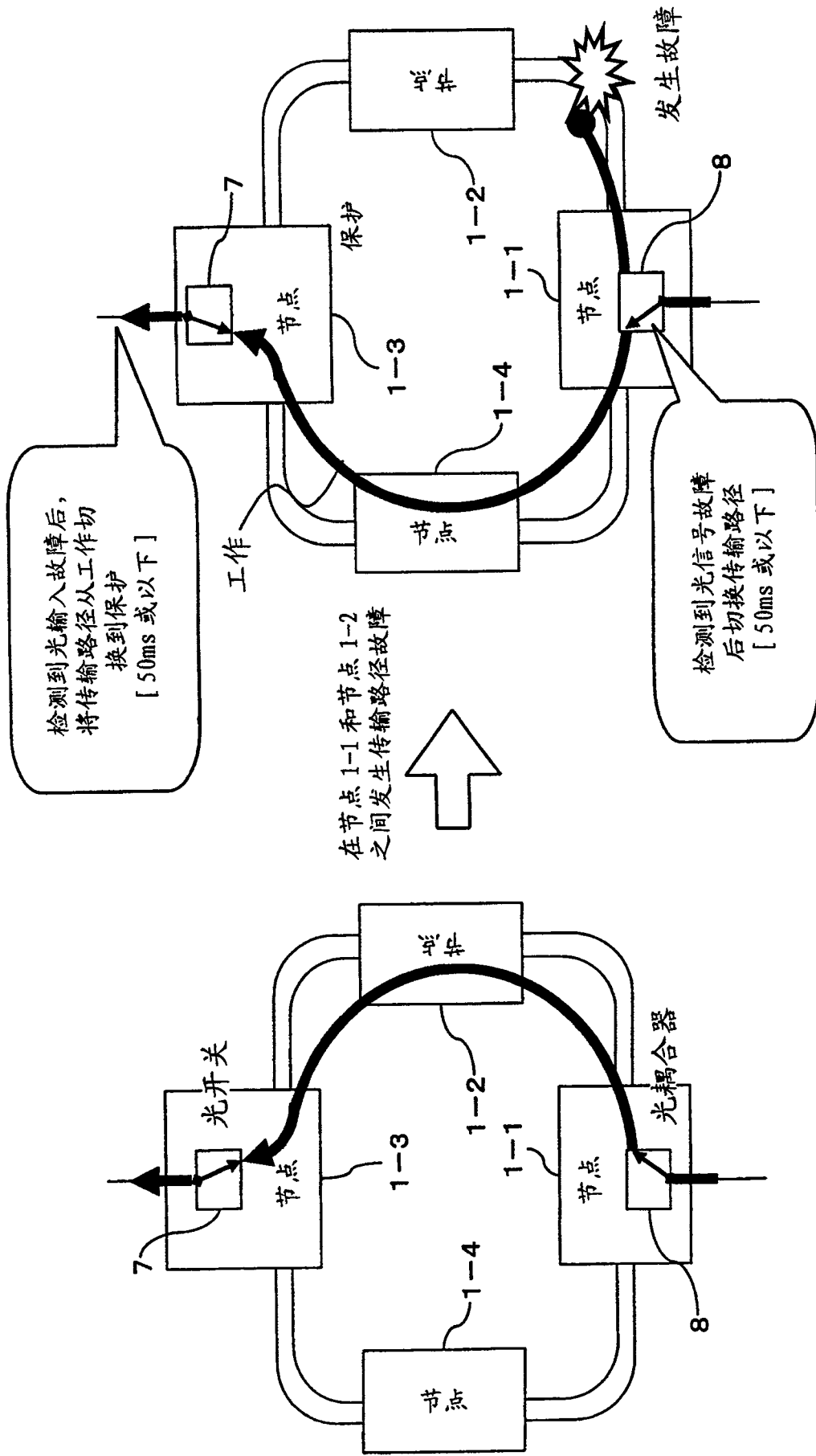


图 13B

图 13A

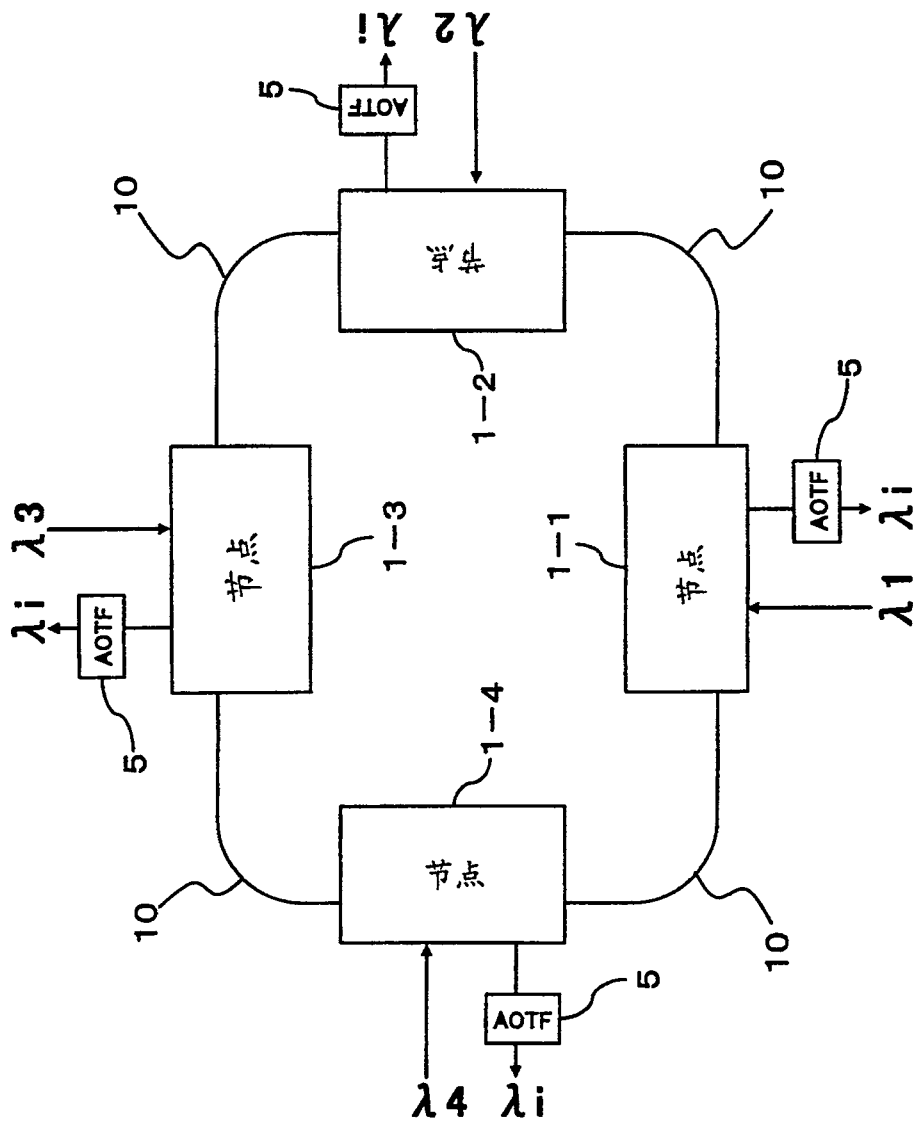


图 14

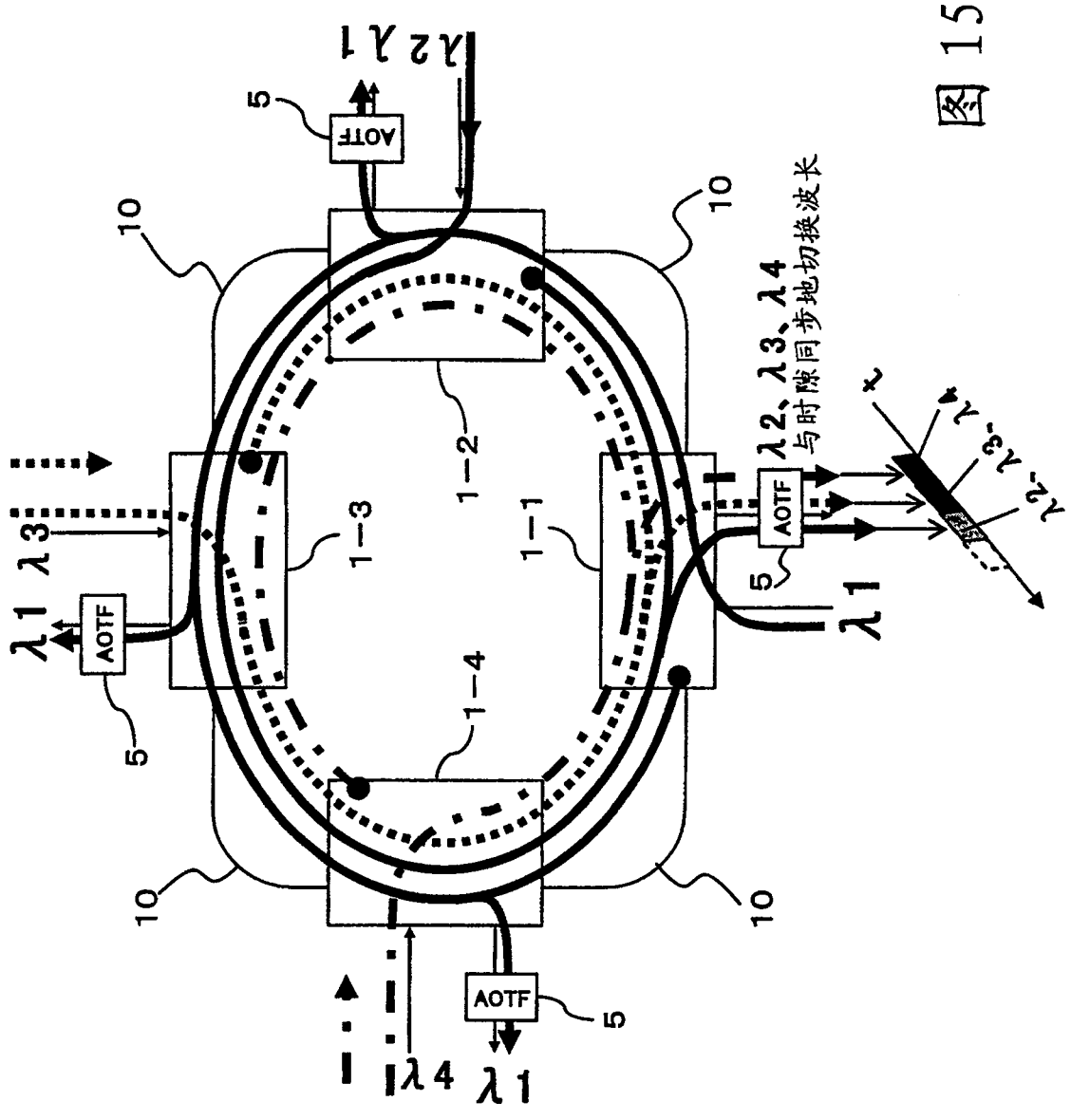


图 15

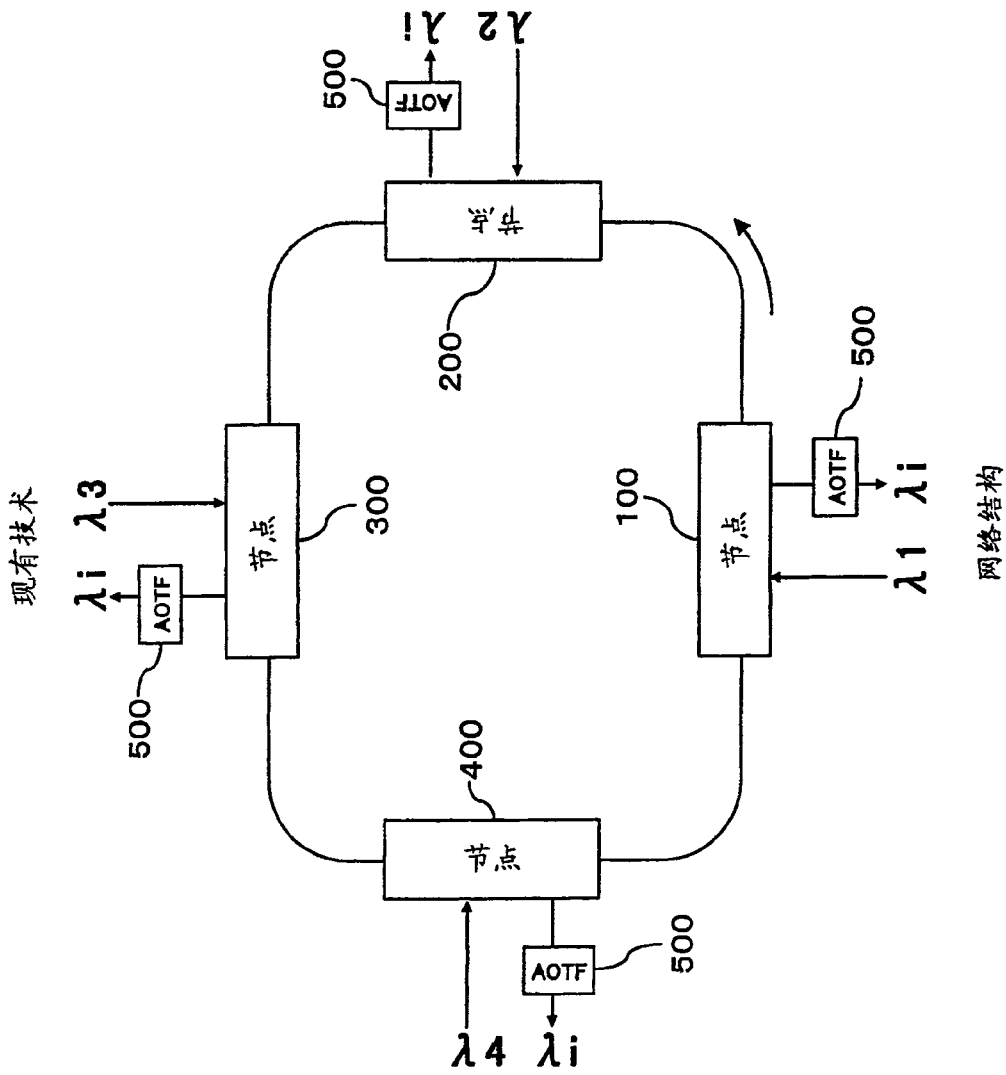


图 16A

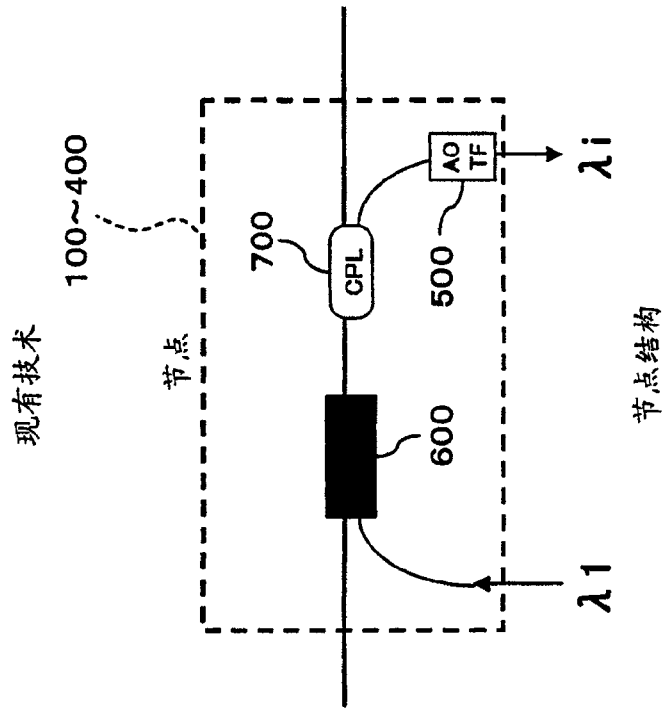


图 16B

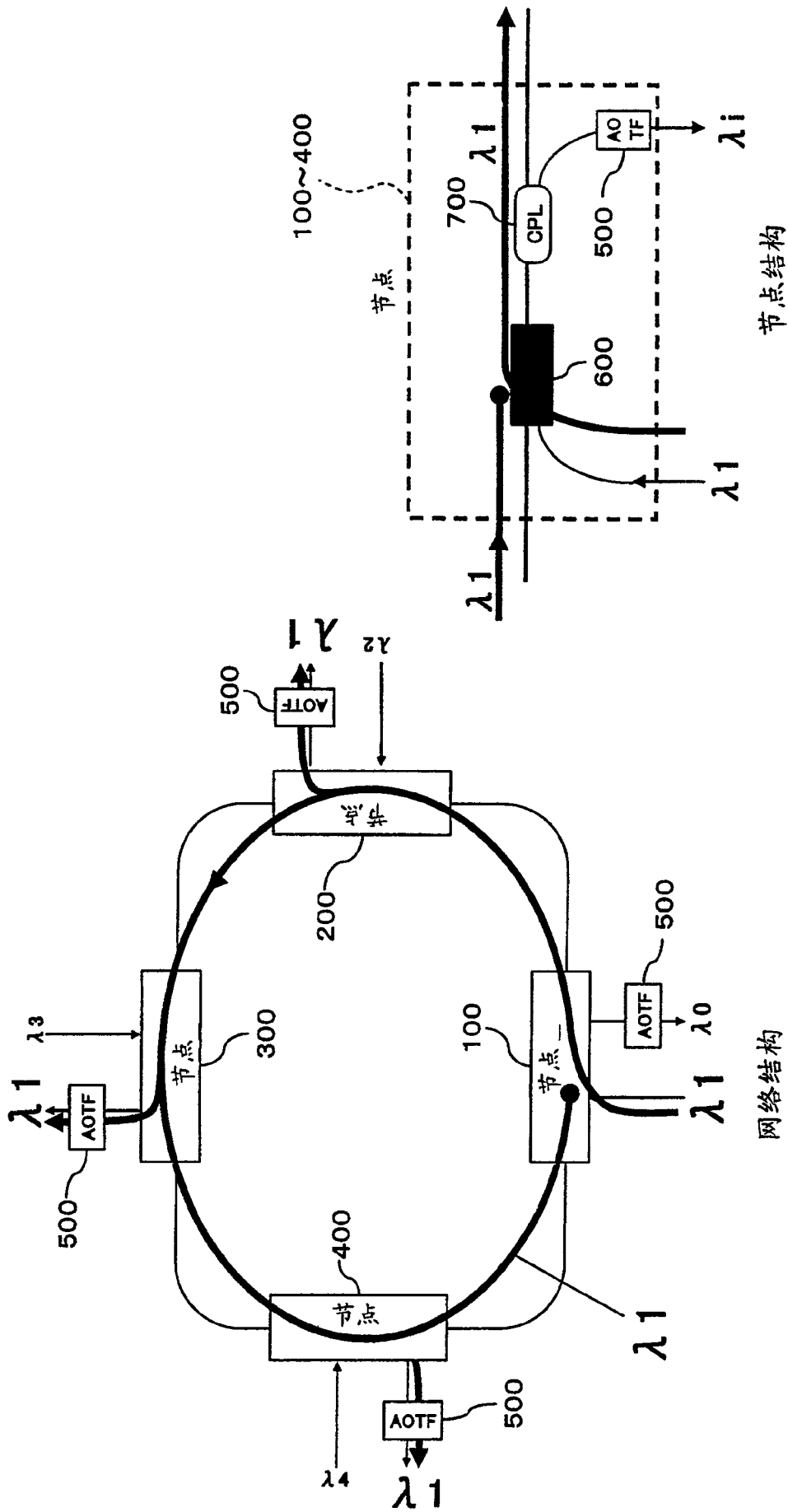


图 17A  
现有技术

图 17B  
现有技术