

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99803236.0

[43]公开日 2001年7月25日

[11]公开号 CN 1305668A

[22]申请日 1999.2.24 [21]申请号 99803236.0

[30]优先权

[32]1998.2.24 [33]SE [31]9800545 -7

[32]1998.5.12 [33]SE [31]9801642 -1

[86]国际申请 PCT/SE99/00256 1999.2.24

[87]国际公布 WO99/44317 英 1999.9.2

[85]进入国家阶段日期 2000.8.23

[71]申请人 艾利森电话股份有限公司

地址 瑞典斯德哥尔摩

[72]发明人 M·奥伯格 N·R·伍德

J·赫姆格伦

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

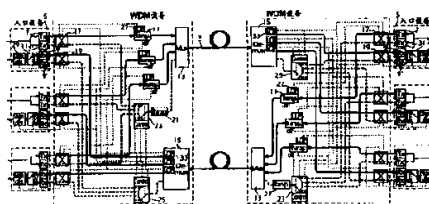
代理人 栾本生 王忠忠

权利要求书7页 说明书10页 附图页数10页

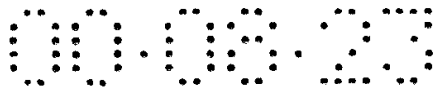
[54]发明名称 WDM 信道的保护

[57]摘要

一种光网包括一个通过两条光纤(3)连接两个节点(1)的双向链路,来自一个节点中的光发送机(7)的光输出信号被提供给发出被确切规定波长的光信号到功率组合器(13)的转发器(11),从功率组合器光信号被转交给在各自光纤上的其他节点。网络可以防止各种部件的故障。因此,在一个通常的转发器(11)有故障的情况下,一个备用转发器(21)可以接收一个光发送机(7)的光输出信号。备用转发器(21)也被连到组合器(13),光发送机(7)和接收机(9)可通过提供备用发送机(7')和备用接收机(9')来作备份。为了将一个发送机的输出连到一个通常的转发器或备用的转发器可以利用各种方案。例如,纵横开关(17,19)可被安排在一对通常的发送机和备用发送机的输出以及一对通常的接收机和备用接收机的输入;那末对于具有N-1个通常的发送机的节点,一个N:1开关(23)被安排在备用转发器(21)的输入。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1. 一种光 WDM 网包括至少两个由双向光链路相互连接的节点，
每个节点包括：

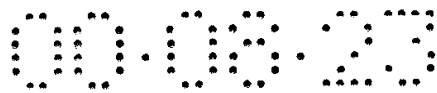
5 至少两对通常的光发送机和通常的光接收机，每对包括一个通常的光发送机，接收电信号并将接收到的电信号转换为被发出的第一光信号，和一个通常的光接收机，接收光信号并将它们转换为电信号，
和

10 通常的转发器，每个通常的转发器从此对的只是一个通常的光发送机接收被发出的第一光信号，并将接收到的信号转换为被发出的确切规定波长段的第二光信号，由不同的通常的转发器发出的第二光信号的波长段是互相分开的，

15 其特征在于每个节点还包括第一光多路转换器或组合器，用以接收由节点的通常的转发器发出的第二光信号，第一光多路转换器或组合器将第二光信号组合，以便在包含在将此节点和另一个节点互连的双向链路中的光纤上发出组合光信号（图 1-9）。

2. 依据权利要求 1 的 WDM 网，其特征在于每个节点还包括一个备用转发器，在节点的通常的转发器故障的情况下，被连到接收第一光信号，这预定是由通常的转发器接收的，并将接收到的第一光信号
20 转换为被发出的确切规定波长段的第三光信号，该波长段与由节点中通常的转发器发出的第二光信号的波长段是分开的，备用转发器被连到节点的第一光多路转换器或组合器以提供第三光信号到第一光多路转换器或组合器，将由节点的备用转发器发出的第三光信号与由节点的通常的转发器发出的第二光信号组合以便在光纤上发出组合的
25 光信号。（图 2-9）

3. 依据权利要求 2 的 WDM 网，其特征在于每个节点还包括第一光开关，每个第一光开关具有一个输入和一个第一输出及一个第二输出，第一光开关的输入被连到节点的通常的光发送机之一，第一输出被连到该通常的转发器，被连接到接收由节点的所述的通常的光发送机之一发出的第一光信号以便将在第一光开关输入上接收到的光信号
30 转交到该通常的转发器，第二输出被连接到备用转发器以便将在第一光开关输入上接收到的光信号转交到备用转发器，这取决于第一光开



关的位置。(图 2, 3, 7, 8)

4. 依据权利要求 3 的 WDM 网, 其特征在于节点中的每个通常的转发器被提供有一个输入损失检测器, 控制第一光开关, 其第一输出被连到通常的转发器。(图 2, 3, 7, 8)

5 5. 依据权利要求 2 的 WDM 网, 其特征在于每个节点还包括功率分光器, 每个功率分光器具有一个输入和一个第一输出与一个第二输出, 功率分光器的输入被连到节点的通常的光发送机之一, 以接收所述的通常的光发射机之一发出的第一光信号, 功率分光器的第一输出连到那个通常的转发器, 被连接接收由所述的通常的发送机之一发出的
10 的第一光信号, 以将在输入上接收到的光信号的第一份额转交到那个通常的转发器, 功率分光器的第二输出被连接以将在输入上接收到的光信号的第二份额转交到节点的备用转发器。(图 6, 9)

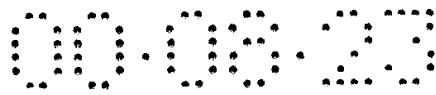
6. 依据权利要求 2-5 中任一项的 WDM 网, 其特征在于每个节点还包括一个第二光多路转换器或组合器, 具有一个连到备用转发器输入
15 的输出和连到节点的通常的光发送机的输入, 以接收由通常的光发送机发出的第一光信号并将在第二光多路转换器或组合器的输出上接收到的第一光信号转交到节点的备用转发器。(图 8)

7. 依据权利要求 2-5 中任一项的 WDM 网, 其特征在于每个节点还包括一个第二光开关, 具有一个输出和多个输入, 第二光开关的一个输入被安排用于并连到每个通常的转发器, 第二光开关的输出被连
20 到备用转发器的输入, 第二光开关被安排为将其输入之一连到它的输出, 以便将由节点的通常的光发送机之一发出的第一光信号转交到节点的备用转发器。(图 2-7, 9)

8. 一种 WDM 网, 包括至少两个由双向光链路相互连接的节点,
25 每个节点包括至少两对通常的发送机设备和通常的接收机设备, 每对包括一个通常的发送机设备和一个通常的接收机设备, 被安排分别发送和接收只有一个固定的, 单独的波长段或分离的确切规定的波长段的光信号,

其特征在于每个节点还包括:

30 一对备用的发送机设备和备用的接收机设备, 备用的发送机设备和备用的接收机设备被安排分别发送和接收只有一固定的确切规定的波长段的光信号, 该波长段与节点的通常的发送机设备和接收机设



备被安排分别发送和接收光信号所用的波长段不同，和

一个开关，以这样的方式被连接，如果节点的通常的发送机设备之一有故障，所述的通常的发送机设备之一的输入信号被通过此开关连到备用发送机设备的输入。（图 2-9）

5 9. 依据权利要求 8 的 WDM 网，其特征在于

节点每对通常的发送机设备和通常的接收机设备中的通常的发送机设备包括一个通常的光发送机和一个连到通常的光发送机的通常的转发器，通常的光发送机接收电信号并将接收到的电信号转换为被发出的第一光信号，通常的转发器接收由通常的光发送机发出的第一光信号并将接收到的第一光信号转换为被发出的某个波长段的第二光信号，该对的通常的发送机设备和通常的接收机设备被安排分别在此波长段内发送和接收光信号，和

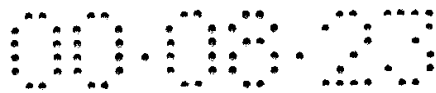
节点的一对备用发送机设备和备用接收机设备中的备用发送机设备包括至少一个备用发送机和一个连到备用发送机的备用转发器，备用转发器对于节点的所有备用发送机是公共的，并连到所述的所有和备用发送机，将接收到的信号转换为被发出的某个波长段的第三光信号，该对的备用发送机设备和备用接收机设备被安排分别在此波长段内发送和接收光信号。（图 2-7）

15 10. 依据权利要求 9 的 WDM 网，其特征在于节点的备用发送机设备的备用转发器被通过一个开关连到节点中所有通常的光发送机，以接收由节点的至少一个通常的光发送机发出的第一光信号。（图 2-7）

11. 依据权利要求 8-10 中任一项的 WDM 网，其特征在于：

25 一个节点的每对通常的发送机设备和通常的接收机设备中的通常的接收机设备包括一个逆多路转换器或滤波器和一个连到逆多路转换器或滤波器的通常的光接收机，通常的光接收机将从逆多路转换器或滤波器接收到的光信号转换为电信号，逆多路转换器或滤波器对于节点中所有通常的光接收机设备是公共的并连在其上，和

30 节点的备用发送机设备和备用的接收机设备对中的备用接收机设备包括逆多路转换器或滤波器，包括在节点的所有通常的接收机设备中的通常的光接收机，和开关设备，开关设备具有连到通常的光接收机的输出，在每个瞬间，把从逆多路转换器或滤波器来的信号转交



到最多一个通常的光接收机。（图 2-7）

12. 依据权利要求 8-10 中任一项的 WDM 网，其特征在于：

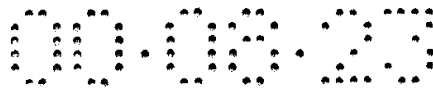
5 在节点中每对通常的发送机设备和通常的接收机设备中的通常的接收机设备包括一个逆多路转换器或滤波器，和一个连到逆多路转换器或滤波器的通常的光接收机，通常的光接收机将从逆多路转换器或滤波器接收到的光信号转换为电信号，逆多路转换器或滤波器对于节点的所有通常的光接收机是公共的并连在其上，

10 节点的备用发送机设备和备用接收机设备对中的备用接收机设备包括逆多路转换器或滤波器，备用光接收机将接收到的光信号转换为电信号，和一个开关设备，备用光接收机通过开关设备连到逆多路转换器或滤波器，开关设备具有连到逆多路转换器或滤波器的输入，以从逆多路转换器或滤波器接收光信号和连到备用光接收机的输出，在每个瞬间，将来自逆多路转换器或滤波器的信号转交到最多一个原来的备用光接收机。（图 2-7）

15 13. 依据权利要求 12 的 WDM 网，其特征在于从节点的逆多路转换器或滤波器转交到节点的备用光接收机之一的信号是处于与以下相同的波长段，即在节点中的一对备用发送机设备和备用接收机设备被安排分别发送和接收光信号的波长段。

20 14. 依据权利要求 13 的 WDM 网，其特征在于从一个节点的逆多路转换器或滤波器转交到该节点的备用光接收机之一的信号是处于与以下相同的波长段，即在一个通常的发送机设备和包括一个通常接收机和包含在一个对中的备用接收机的通常的接收机设备的对中的通常的发送机设备的波长段。

25 15. 一种 WDM 网包括至少两个由一个双向光链路相互连接的节点，每个节点包括至少两对通常的光发送机和通常的光接收机，每对包括一个通常的光发送机，接收电信号并将接收到的电信号转换为光信号和将光信号发到另一个节点，和一个通常的光接收机，从其他节点接收光信号并将接收到的光信号转换为电信号，其特征在于每个节点进一步包括备用光发送机，一个备用光发送机被安排与一个对中的一个通常的光发送机在一起，备用的光发送机和一个对中的通常的光发送机接收相同的电信号并将接收到的电信号转换为光信号，如果通常的光发送机有故障，备用的光发送机被安排发出光信号到其他节



点。(图 2-7)

16. 依据权利要求 16 的 WDM 网, 其特征在于每个节点还包括第一光开关, 每个第一光开关被连到一个对的通常的光发送机和备用的光发送机, 以便只从通常的光发送机和备用的光发送机之一转交光信号。(图 2, 3, 7)

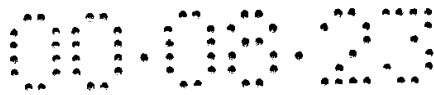
17. 依据权利要求 16 的 WDM 网, 其特征在于在一个节点中的每个第一光开关被安排在第一位置将通常的光发送机连到通常的转发器, 通常的转发器将接收到的光信号转换为被发出的一个确切规定的波长段的光信号, 在一个节点中的不同的通常的转发器的波长段是互相分开的, 由一个节点的通常的转发器发出的光信号被提供给一个光多路转换器或组合器, 将光信号组合, 在连到另一个节点的光纤上发送它们, 并在第一光开关的第二位置中, 将一个通常的发送机连到一个备用的转发器, 备用的转发器将接收到的光信号转换为被发出的一个确切规定的波长段的光信号, 备用转发器的波长段与节点中通常的转发器的波长段是分开的, 由备用转发器发出的光信号被提供给光多路转换器或组合器, 也发到光纤上。(图 2, 3, 7)

18. 依据权利要求 17 的 WDM 网, 其特征在于在一个节点的第一光开关之一的第一位置中, 连到所述的第一光开关之一的备用光发送机被通过所述的第一光开关之一连到经过第二开关的备用转发器, 第二光开关允许光信号从最多一个备用的光发送机到达备用的转发器。(图 2, 3, 7)

19. 依据权利要求 18 的 WDM 网, 其特征在于在一个节点的第一光开关之一的第二位置中, 连到所述的第一光开关之一的通常的光发送机被通过第一光开关连到经过第二开关的备用转发器, 第二光开关允许光信号从最多一个通常的光发送机到达备用的转发器。(图 2, 3, 7)

20. 依据权利要求 17-19 中任一项的 WDM 网, 其特征在于在一个节点的第一光开关之一的第二位置中, 连到所述的第一光开关之一的备用光发送机被连到各处通常的转发器。(图 2, 3, 7)

21. 依据权利要求 17-20 中任一项的 WDM 网, 其特征在于节点的每个通常的光发送机被连到一个通常的转发器, 一个通常的转发器是为每个通常的光发送机安排的, 一个通常的转发器被安排成将接收



器发出的光信号相同的波长段。

27. 依据权利要求 25 的 WDM 网，其特征在于从一个节点的逆多路转换器或滤波器转交给该节点备用光接收机之一的信号是处于与由一个通常的发送机和通常的接收机对中的通常的发送机发出的光信号相同的波长段，备用接收机被包括在一对中。

28. 一种在一个光 WDM 网中通过双向光链路连到另一个节点的节点，此节点包括：

至少两对通常的光发送机和通常的光接收机，每对包括一个通常的光发送机，接收电信号并将接收到的电信号转换为被发出的第一光信号，和一个通常的光接收机，接收光信号并将它们转换为电信号，和

通常的转发器，每个通常的转发器接收来自此对中仅一个通常的光发送机并将接收到的信号转换为被发出的一个确切规定波长段的第二光信号，由不同的通常的转发器之一发出的第二光信号的波长段是互相分开的。

其特征在于由被连接的第一光多路转换器或组合器接收由通常的转发器发出的第二光信号，第一光多路转换器或组合器将第二光信号组合，在包括在将此节点和其他节点相互连接的双向链路中的光纤上发出组合的光信号。（图 1-9）



说明书

WDM 信道的保护

技术领域

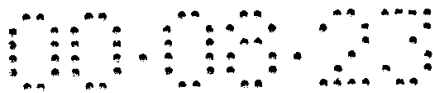
- 5 本发明涉及在发射机，转发器或接收机故障的情况下保护在 WDM 链路，环形电路或总线网络中各个长度的信道，尤其是涉及保护其中至少一条链路的网络，并涉及用于这种保护的节点。

背景

- 10 在远程通信中光纤已经用了好多年，主要由于它们的高可靠性，对电干扰不敏感和大容量。当然，希望在现有的远程通信网中尽可能有效地利用在它们网中的可用光纤，尤其是对于长距离通信，因为这样的光纤明显具有高的安装成本。通过在现有利用光纤的通信系统中引入波长划分多路复用 WDM，多个个别波长的信道可以在相同的光纤上传送，因而可增加在光纤上传送的信息。这样，安装更多光纤的需要可被搁置。当然，当改变为 WDM 系统时如果可能的话，远程通信的操作者们也想要利用他们的现有设备或者至少在最大可能的程度上利用他们的现有设备。

- 20 当在两节点之间建有单一光纤对的链路中使用 WDM 时，在每个瞬间从一个节点到另一个节点的所有信息将在光纤对之一上传送。因为在光纤对上传送非常大的信息量，这样一种链路的的中断将是极其麻烦的。因此，一个网络在有故障的链路上恢复通信或通信业务的能力是非常重要的。保护必须建立在利用光纤在光纤之间传送几个 WDM 信道的链路和网络中。可以引起故障的典型设备，当然是可被截断的光纤本身以及在发送和接收设备中的部件。

- 25 在美国专利 No. 5, 299, 293 中公开了一种可用于 WDM 网的保护方案。对于光电发送机有故障的情况，将发送机的输入信号通过 n: 1 电开关连到备用发送机的输入。该备用发送机包括一个可调谐的激光器，用于在与故障发送机所用的波长相同的波长上发送信号。在美国专利 No. 5, 457, 556 中公开了防止光通信受 WDM 设备故障影响的设备。已出版的德国专利申请 44 33 031 公开了当第一条线路故障时，
30 在一条光线路中的信息流改道到另一条线路。在美国专利 No. 5, 218, 465 中描述了如何把有某些故障的通信业务改道到另一条冗余路径。



一种交叉连接开关接收所有的输入信号并可控地把每个信号切换到冗余路径。

在已出版的国际专利申请 WO 97/45977 “在数据通信和远程通信系统中的信道保护” (“Channel protection in data-communication and telecommunication systems”) 中，公开了一种利用 WDM 的光纤网，其中每个节点包括至少一个备用光电发送机和至少一个备用光电接收机。备用发送机和接收机使用备用波长。该网络是总线型的，具有通过节点的电信业务循环，在其中，节点根据需要分接脱离和/或加上 WDM 信道。

10 概述

本发明的一个目的是提供一种具有保护的光网，具体包括组成光网或者光网的部分的一种光的双向链路。

本发明的另一目的是提供一种光网和在此网中使用的节点，该网具有在许多不同故障部件的情形下保护工作的能力。

15 本发明的又一目的是提供在具有保护的光网中使用的节点，可以由比较耐用的标准部件建成，不需要，例如可调谐的激光器。

用于 WDM 网中由双向链路互连的节点的光发送机设备和接收机设备的保护方案中，安排一种开关，以便当发送机之一故障时，将其输入信号连到备用发送机，以使该发送机在未被其他发送机使用的波长上转交信号。在这样的双向链路节点上的光发送机和接收机可以是双份的，将备用的光发送机和备用的光接收机安排为每个通常的光发送机和每个通常的光接收机的备份。可连接转发器以接收要在连接节点的一条光纤上发送的信号，将接收到的光信号转换为确当规定波长的光信号。将该转发器的输出信号在一个光信号组合器或多路转换器中组合并由此在光纤上发送。在每个节点中，只有一个备用转发器被安排为其他的，通常的转发器的备份。采用包括光开关和/或光耦合器的方案，将来自通常的光发送机或备用光发送机的光信号转交给备用转发器，并由此在与通常转发器所用波长分立的波长上发送。

30 通常一个 WDM 网包括至少两个节点，通过双向光链路将它们相互连接。在这样一种网中的节点可以例如，包括至少两对通常的发送机设备和通常的接收机设备，以使每对包括一个通常的发送机设备和一



个通常的接收机设备。然后将这样一对设备安排分别发送和接收只有一个固定的，单独的确当规定的波长段的光信号，该波长段与其他对所使用的波长段是分开的。

5 这样一种节点可以还包括由一个备用发送机设备和一个备用接收机设备组成的一对。然后将这对备用发送机设备和备用接收机设备安排分别发送和接收只有一个固定的，确当规定的波长段的光信号，该波长段与对于节点的其他对的通常发送机设备和接收机设备所安排的分别发送和接收光信号的波长段不同。可以这样一种方式连接一个开关，如果节点的通常发送机设备之一故障，将所述的一个通常发送机设备的输入信号通过该开关连到备用发送机设备的输入。
10

一个节点的通常发送机设备和通常接收机设备组成的一对的通常发送机设备则可以包括一个通常的光发送机和一个连到该通常发送机的通常的转换器。将该通常的光发送机安排来接收电信号，并将接收到的电信号转换为被发送的第一光信号。将该通常的转发器
15 安排来接收由该通常的光发送机发出的第一光信号，并将接收到的第一光信号转换为被发送的某个波长段的第二光信号，其中将这一对的通常发送机设备和通常接收机设备安排来分别发送和接收该波长段的光信号。同样，由节点中的一个备用发送机设备和一个备用接收机设备组成的一对的备用发送机设备可以包括至少一个备用发送机和一个连到该备用发送机的备用转发器。该备用转发器对节点的所有备用发送机是公共的，并被连到所述的所有备用发送机，以便将接收到的信号转换为被发送的波长段的第三光信号，其中安排
20 该对的备用发送机设备和备用接收机设备在此波长段中分别发送和接收光信号。
25

包含在节点中的备用发送机设备里的备用转发器可通过一个开关连接到节点中的所有的通常光发送机，以接收节点中最多一个通常光发送机发送的第一光信号。

将在随后的说明书中阐明本发明的另外的目的和优点，其中一部分从描述中是显然的，或者可通过本发明的实践知道。通过装置在所附的权利要求书中具体指出的方法，过程，装置和组合可认识和理解
30 本发明的这些目的和优点。



保护，必须在链路中安排备用或待用信道。然后当部件之一有缺陷时可以使用备用信道。对于切换到这个备用信道的特定方案也必须被提供并且也必须在入口设备 5 中有冗余度。

在图 2 的方框图中示出一种有这样保护的双向 WDM 链路。在这种链路中入口设备 5 包含 1+1 的光学保护，在节点 1 中是 1:3，通常是 1:N，保护相应的三个 WDM 信道，在一般情况下是 N 个 WDM 信道。在一端每个入口设备 5，这样是为一个自己的信道作安排，包括一个工作的或通常的光发送机 7 和一个备用或待用光发送机 Tx' 或 7'，和一个工作的或通常的光接收机 9 和一个备用或待用光接收机 Rx' 或 9'。这些备用发送机 7' 和接收机 9' 可以一直处于工作状态，它们被供电并且发送机 7' 一直在发送与通常的发送机 7 发送的相同信号。

一种光学的 2×2 纵横空间开关 17，它的两个输入的第一个连到通常的发送机 7，它的第二输入被连到相同入口设备 5 的通常发送机和待用发送机对中的待用发送机 7'。同样，一个光学的 2×2 纵横空间开关 19，它的两个输出之一被连到通常的接收机 9 它的输出中另一个被连到相同入口设备 5 中通常接收机 9 和待用接收机 9' 对的待用接收机 9'。纵横开关有两个输入和两个输出并能处于两个状态或位置之一。在横的状态下，是在此被考虑的纵横开关的通常状态，它将第一输入连到第一输出和第二输入连到第二输出，完成一种“平行的”或“横的”连接。在纵的状态下，它是当纵横开关接收到一个控制信号时在此所考虑的状态，它将第一输入连到第二输出和第二输入连到第一输出，因而完成“交叉”连接。

在节点 1 中的 WDM 设备利用一个第四，待用信道，在一般情况下是第 $(N+1)$ 信道。因而在发送机侧，提供一个用于待用信道的转发器 21，它的输出也连到多路转换器或组合器 13，并且与常规的转发器 11 并行工作。因此每个转发器 11，21 将在其自己专用的波长上发送。在发送一侧的纵横开关 17 中，在正常的，该开关的横状态被连到通常发送机 7 的输出，被连到常规的转发器 11，它的其他输出，在正常的，纵横开关 15 的横状态被连到备用发送机 7'，被连到一个光学 4:1 空间开关 23 的一个输入，这种空间开关在一般情况下是用于从 $(N+1)$ 输入之一切换到一输出。因而 4:1 开关 23 的三



个输入在节点 1 的正常状态下被连到一个单独的备用发送机 7'。因此 4:1 开关 23 有一个输入并未连到任何设备。在节点 1 的正常工作中，没有部件有故障，4:1 开关 23 处于其第四位置，在其中它并不接收任何信号和并不发送任何信号。

5 在接收一侧，逆多路转换器 15 被安排用于将输入信号分离为四个单独的波长段，在一般情况下分离为 $(N+1)$ 个单独的，有区别的波长或波长段。逆多路转换器 15 的输出中的三个被连到各自的纵横开关 19 的输入，连到在节点 1 的正常状态下，在其中无元件是有缺陷的，连到通常接收机 9 的输入。逆多路转换器 15 的输出端，传送
10 在发送侧上由备用转发器 21 产生的波长段，被连到 1:4 光空间开关 25，在一般情况下连到 1: $(N+1)$ 开关。这种 1:4 开关 25 的三个输出被连到纵横开关 19 的其他一个输入，连到节点 1 正常工作中被连到备用接收机 9' 输入。1:4 开关 25 的第四输出被终止，因而无论何处也不传送任何信号。这也是 1:4 开关 25 的正常位置，在其中节点 1
15 的发送侧和接收侧中的所有部件正常地工作。

因而，在正常状态下，所有的纵横开关 17, 19 处于它们的横状态，因此传送信息的信号被从通常的发送机 7 发送到相应的通常的转发器 11，经过组合器 13，光纤链路 3 和逆多路转换器 15，到通常的接收机 9。热备份发送机 7 的输出信号传送到发送侧上的 4:1
20 开关 23 并在此终止，因为此开关并不处于从任何发送机接收任何输出的位置，因为它处于第四位置，一般情况下处于它的第 $(N+1)$ 位置。

现在将描述当在图 2 的双向链路中的某个设备有故障时可能发生的不同情况。

25 入口发送机 7 可能成为有故障的。这由转发器 11 检测，转发器通过各自的纵横开关 17 连到这个有故障的发送机 7，用通过在其输入端上提供的功率检测器 27 寻找在其输入端上的功率损失进行检测。转发器 11 的功率检测器 27 将信号发送到连到转发器输入端的纵横开关 17。然后纵横开关 17 从其横状态切换到纵状态。待用发送机 7'，
30 一直发送着与相同对的通常发送机和待用发送机中的通常发送机 7 相同的信号，其输出信号现在将被通过已经将其位置改变到交叉状态的纵横开关 17 经交叉路径引向相同的转发器 11。



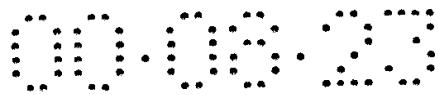
对于入口接收机 9 故障的情况，这种状态由入口设备 5 内部的信号处理电路检测，然后通过改变电开关 31 的位置来改变要从相同对的通常接收机和待用接收机中的待用接收机 9' 发出的输出。然后信号被发送到连到这一对的输入的纵横开关 19。接着纵横开关 19 从其横的状态切换到交叉状态，因而将光信号从逆多路转换器 15 直接引向此对中的工作着的待用接收机 9'。

常规转换器 11 之一也可能成为有故障的。由逆多路转换器 15 在接收侧检测，特别由功率测量设备 33 检测到的功率损失来实现，在接收侧 1:4 开关 25 和 4:1 开关 23 全都被切换到对应于有故障的波长的信道的位
10 置。1:4 开关 25 将其输入端连到纵横开关 19，接着连到预定接收光信号的接收机 9，现在光信号不出现或消失。4:1 开关 23 以相应的方式连接其输入端，通过纵横开关 17 连到属于与接收机 9 相同的入口设备 5，接收机 9 原是接收光信号，现在对其输出而言已经不出现。所述的纵横开关 19 和 17 被从它们的横状态切换到交叉状
15 态（纵状态）。对于无信号被接收的波长段，转发器 11 也被断开，在相同接收侧上的备用转发器 21 被激活。

在发送节点中，对于相同波长段将有功率损失，这由其逆多路转换器 15 感知，然后发送节点将按与接收节点相同的方式重新配置。对于两个通信方向，现在所考虑的信号从通常的发送机 7，通过其有关的现在处于纵状态的 2×2 纵横开关 17，传送到 4:1 空间
20 开关 23，然后信号被发送到发送节点中的备用转发器 21，从备用转发器 21 到波长组合器 13，从光纤 3 到逆多路转换器 15 并从逆多路转换器到其连到 1:4 开关 25 的输出端之一，连到处于其纵状态的校正纵横开关，然后直到此信道的通常接收机 9。这种情况也示
25 于图 3 中。

示于图 2 和 3 中的节点结构可用各种方式修改。因此，在图 4 中示出相同的基本节点结构，在其中连到发送机 7 和待用发送机 7' 的 2×2 纵横开关 17 已被删去。然后通常发送机 7 的输出信号被直接连到各自通常的转发器 11 和待用发送机 9' 的输入端，待用发送机 9' 始终
30 发送与通常发送机 7 相同的信号，通常发送机 7 直接连到 4:1 开关 23 的各个输入。

对于通常发送机 7 之一故障的情况，连到该有故障的发送机输出



的转发器 11 检测功率损失，然后该转发器 11 被断开，备用转发器 21 被激活。4:1 和 1:4 开关 23, 25 都被切换到对应于有故障发送机的位置。连到对应于有故障发送机 7 的接收机的纵横开关 19 被从其横状态切换到纵状态，这样，现在通常的接收机 9 从 1:4 开关 25 接收光信号。

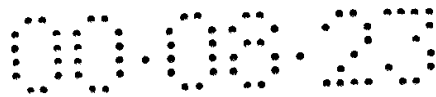
在有故障发送机 7 所在的其他的节点中，功率损失通过在其输出侧上各自的功率监测器 33 由逆多路转换器 15 检测。然后在此 4:1 和 1:4 开关 23, 25 被分别切换到接收或发送对应于已检测到功率损失信道的波长信道。连到接收机 9 的纵横开关 19 被从其横状态切换到纵状态，所以现在通常接收机 9 从 1:4 开关 25 接收光信号。在这一侧，各自的常规转发器 11 也被断开，并且激活备用转发器 21。

在切换完成以后，现在两个方向的通信从待用发送机 7' 传送到 4:1 开关 23，通过备用转发器 21，多路转换器 13 并送上光纤链路 3，在接收侧中，通过逆多路转换器 15 到 1:4 开关 25，从此开关的各个输出口到处于其纵状态的纵横开关 19，直到通常的接收机 9。

连到接收机 9 和 9' 的纵横开关 19 也可被取下。这种情况示于图 5 中。有故障的发送机 7 以与图 4 的节点设计相同的方式被检测。各个部件的所有切换也是相同的。当然没有控制信号可被传送到纵横开关 17, 19，因为它们已被取下。替代的是换向的光信号将不到达通常的接收机 9 而是到达通常接收机和待用接收机的各自的对中的待用接收机 9'。

图 4 和 5 的设计优点明显地在于在从发送机 7 到接收机 9 的光路中未安排纵横开关 17, 19 或者至少只安排一个纵横开关 19。其优点在于，如果发送机 7 故障，备用转发器 21 将被占用，它将不可能用它作为通常转发器 11 的备份。

示于图 6 中的另一个修改是用通常的 2×2 光纤耦合器 35 和连接在待用发送机 7' 和耦合器 35 之间的光通 - 断开关 37 一起来代替连到发送器的纵横开关 15。合成的功能将与用纵横开关 17 相同的。这种节点设计的优点在于在通常的发送机 7 以后的光路中没有纵横开关。不足之处是来自发送机 7 的光通过的光功率损失要增加 (-3dB)。在节点中的这个位置上通常这将是小的弊端。



在图 7 中示出另一个修改，其中直接连到接收机 9 和 9' 的每个 2×2 纵横开关 19 被用四个 1:2 50-50% 光纤耦合器 39 替代，这些耦合器被安排成由功率分割操纵的固定纵横功能，以便使来自逆多路转换器 15 的输出始终既可到达通常的接收机 9 又可到达待用的接收机 9' 并使得来自 1:4 光空间开关 25 的对应口的输出也同时到达这一对中的两个接收机 9, 9'。对于通常接收机 9 故障的情况，这将由在相同入口设备 5 中的信号检测器 29 检测，然后通过改变电开关 31 的位置自动改变到待用接收机 9'。没有更多的部件要被切换。这种结构的弊端是增加光损失，大约 -6dB。优点是在节点中需要较少的电控制线。

另一个修改是不使用备用发送机 7' 和/或备用接收机 9'。然后各个纵横开关 17, 19 被用简单的 1:2 开关 41, 43 代替，如图 8 中所示的节点设计示出的那样。然后 4:1 开关 23 也可用一个较简单的部件，连到备用转发器 21 输入的多路转换器 45 代替。当然，可以仍然包括 4:1 开关 23，如图 9 所示的节点设计的情况那样。在此所有的 2×2 纵横开关 17, 19 用 1:2 50/50% 分光器 47, 49 代替，使得来自发送机 7 的信号始终到达适当的通常的转发器 11 和 4:1 开关 23 的各个输入。在通常的转发器 11 故障的情况下，这被检测如上，然后 4:1 开关 23 被设置到各自位置，以致现在待用转发器 21 将传送通信业务。

在图 2-9 所示的节点设计中使用的空间开关，也就是，1:2 开关 41, 43, 2×2 纵横开关 17, 19 以及尤其是 1:4 和 4:1 开关 23, 25 可用并不完全是光学部件组成的替代开关来代替。引入这样一些可选件的理由是特别大的光开关矩阵并不认为是可靠的。图 10 中所示的 4:1 开关 51 中，接收机 53 被安排在将光信号转换为电信号的输入侧，电信号被提供给电开关 55，按在线路 57 上电控制信号的命令将所选的输入电信号切换到输出。利用与可被删去的备用转发器的波长适配的波长由发送机 59 将电信号转换为光信号。因此图 10 的开关 61 可被用于替代例如图 2 的开关 23 和备用转发器 21。

另一种可能性是利用背靠背接收机和发送机，如图 11 的 4:1 开关 63 所示。因而输入光信号由接收机 64 接收，在其中被变换为电信号，发送到光电发送机 65。发送机 65 受在一条适当的控制线 67 上的



电信号控制并当它被激活时，将利用备用转发器的波长发送光信号。发送机的输出全都连到光多路转换器，然后将光多路转换器的输出连到光纤 3，以致备用转发器可被删除。图 11 中所示的开关 63 可用于替代例如图 2 的开关 23 和备用转发器。

5 一个纵横开关 71 为了用作图 2 中所示的开关 17, 19, 可被设计为如图 12 中所示。两个输入光终端被连到光电接收机 73, 将光信号转换为电信号。电信号被提供给开关矩阵 75, 按在线路 77 上适当的电信号的控制实现纵横功能。电纵横开关 75 的两个输出被连到光电发送机 79 的输入。

10 虽然本发明的特定实施方案已经在此作了展示和描述, 应该认识到, 对于本领域的技术人员来说将容易进行许多附加的改进, 修改和变更。因此, 更概括地说本发明并不限于在此所示和描述的具体细节, 代表性的设备和用作说明的例子。因而, 可以做各种修改而不偏离由所附的权利要求及其等同物所规定的总的发明构思的精神或范围。因此, 应该理解, 所附的权利要求意在覆盖落在本发明真正的精神
15 和范围内的所有这样的修改和变更。

说明书附图

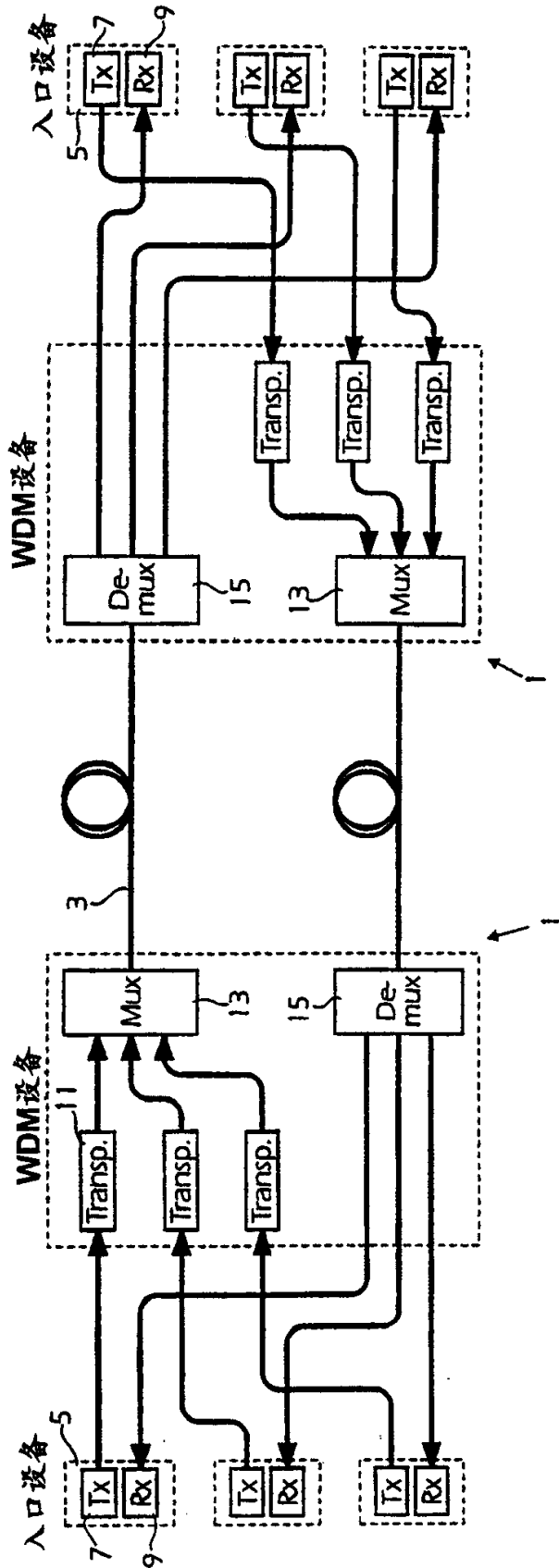


图 1

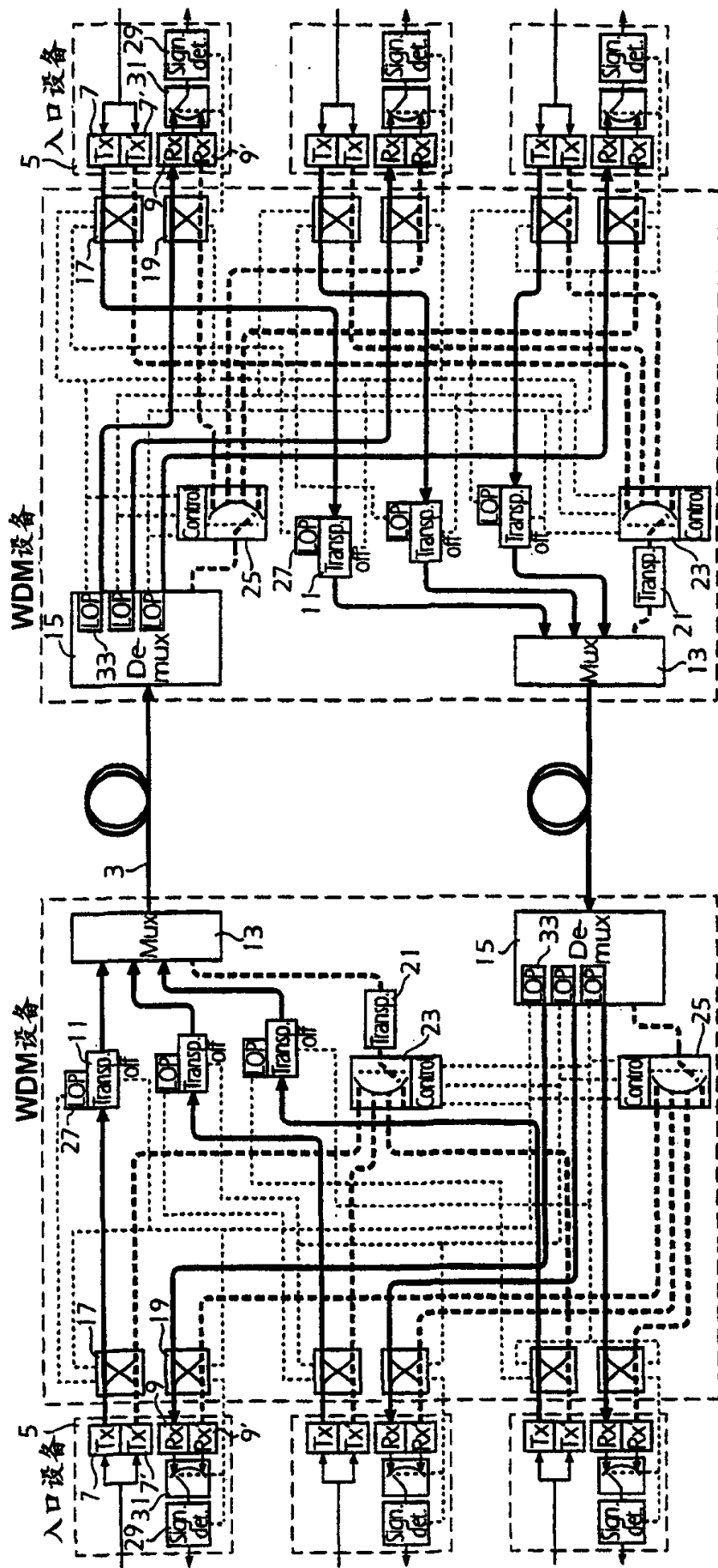


图 2

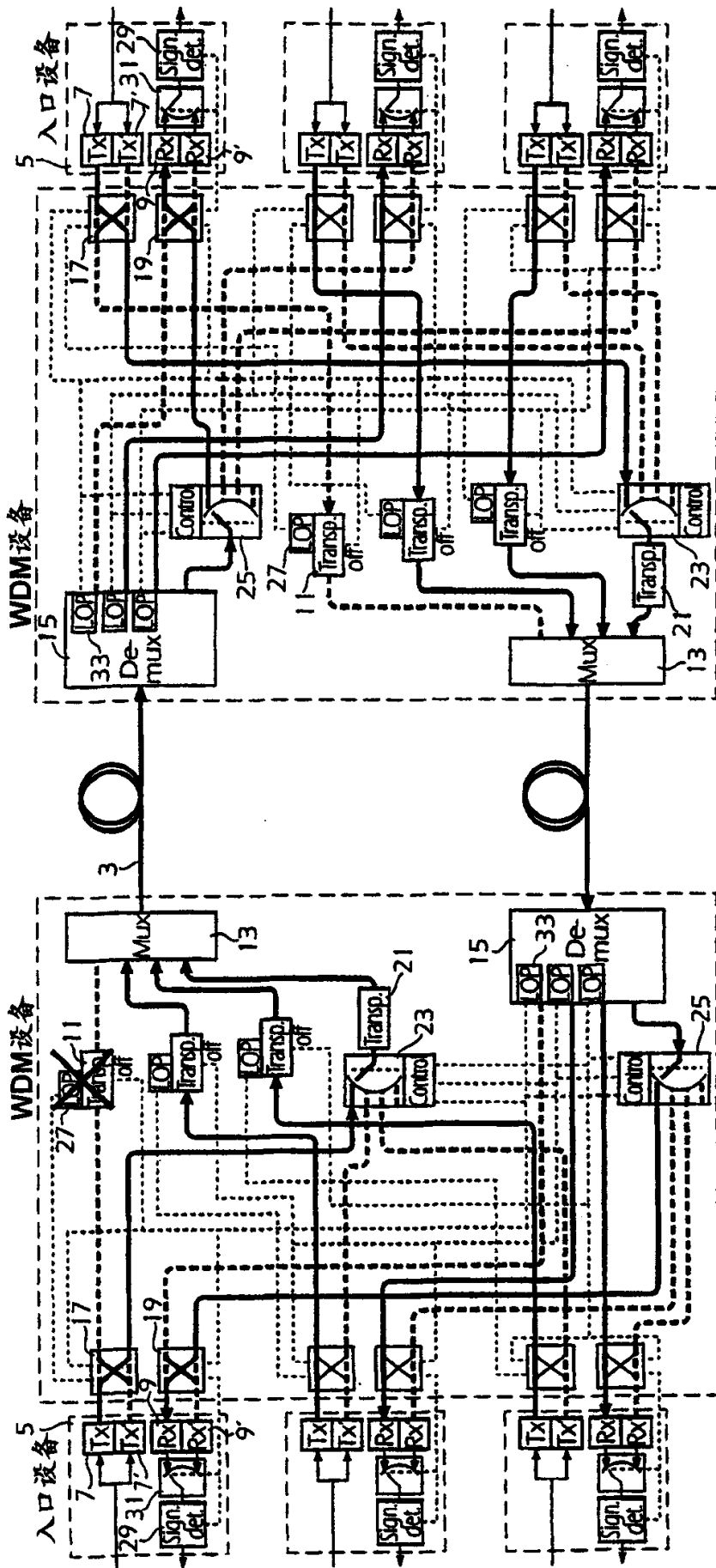


图 3

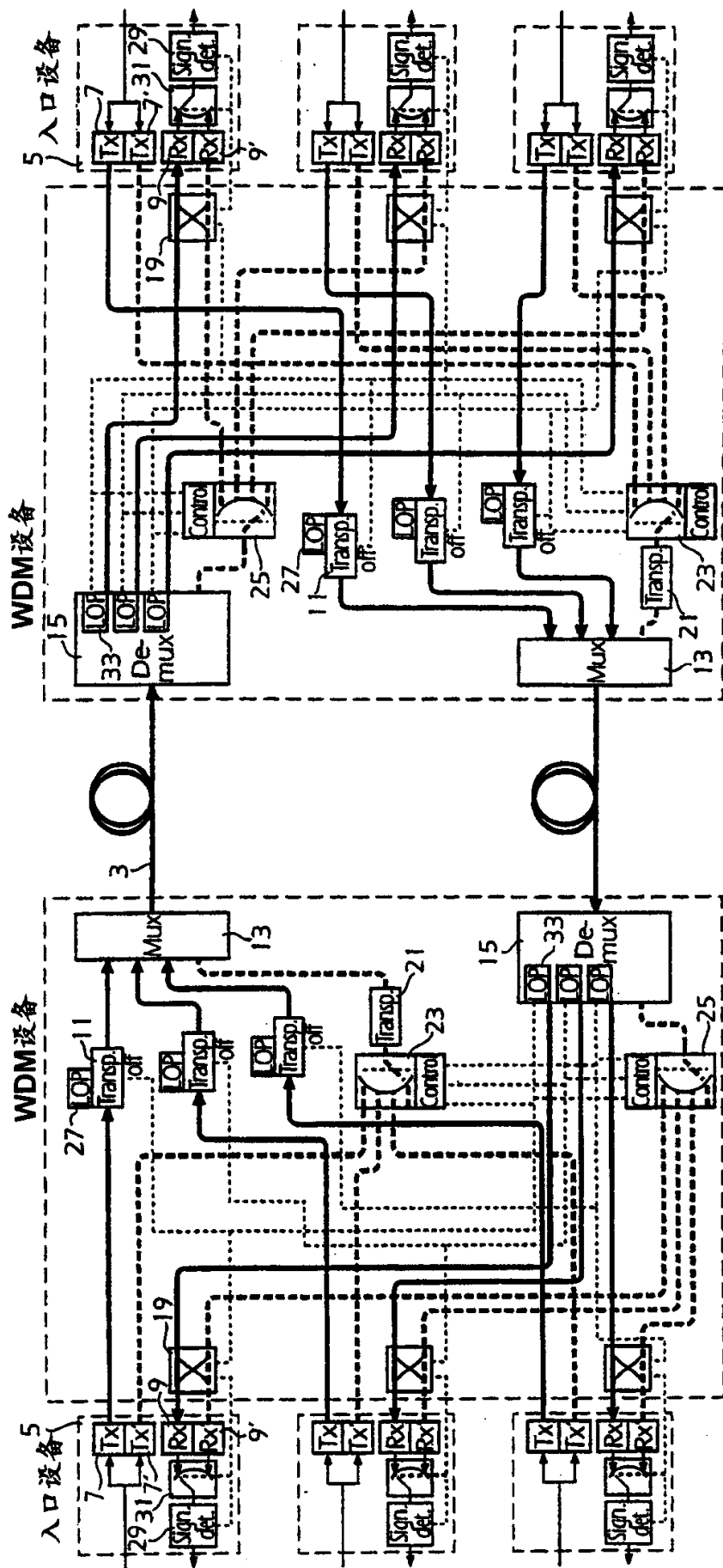


图 4

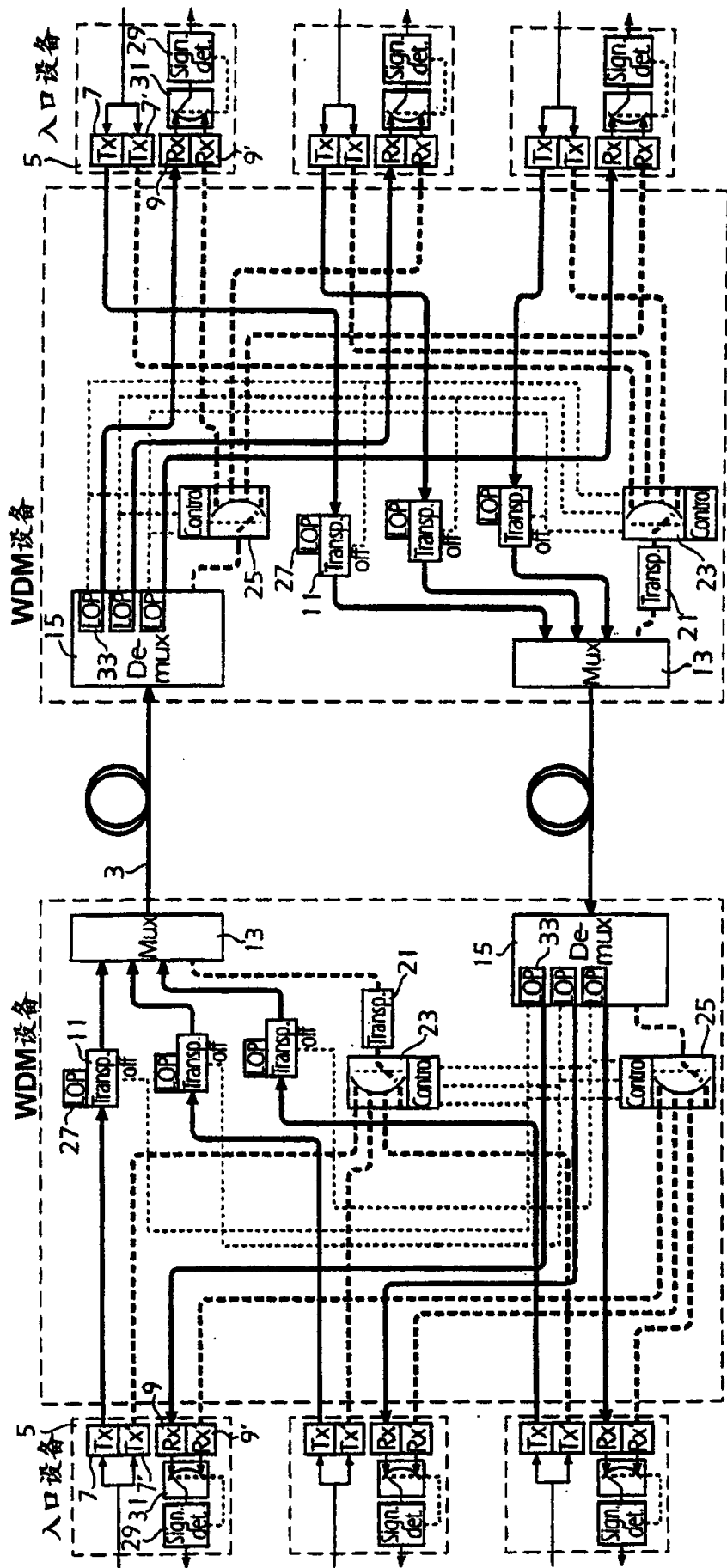


图 5

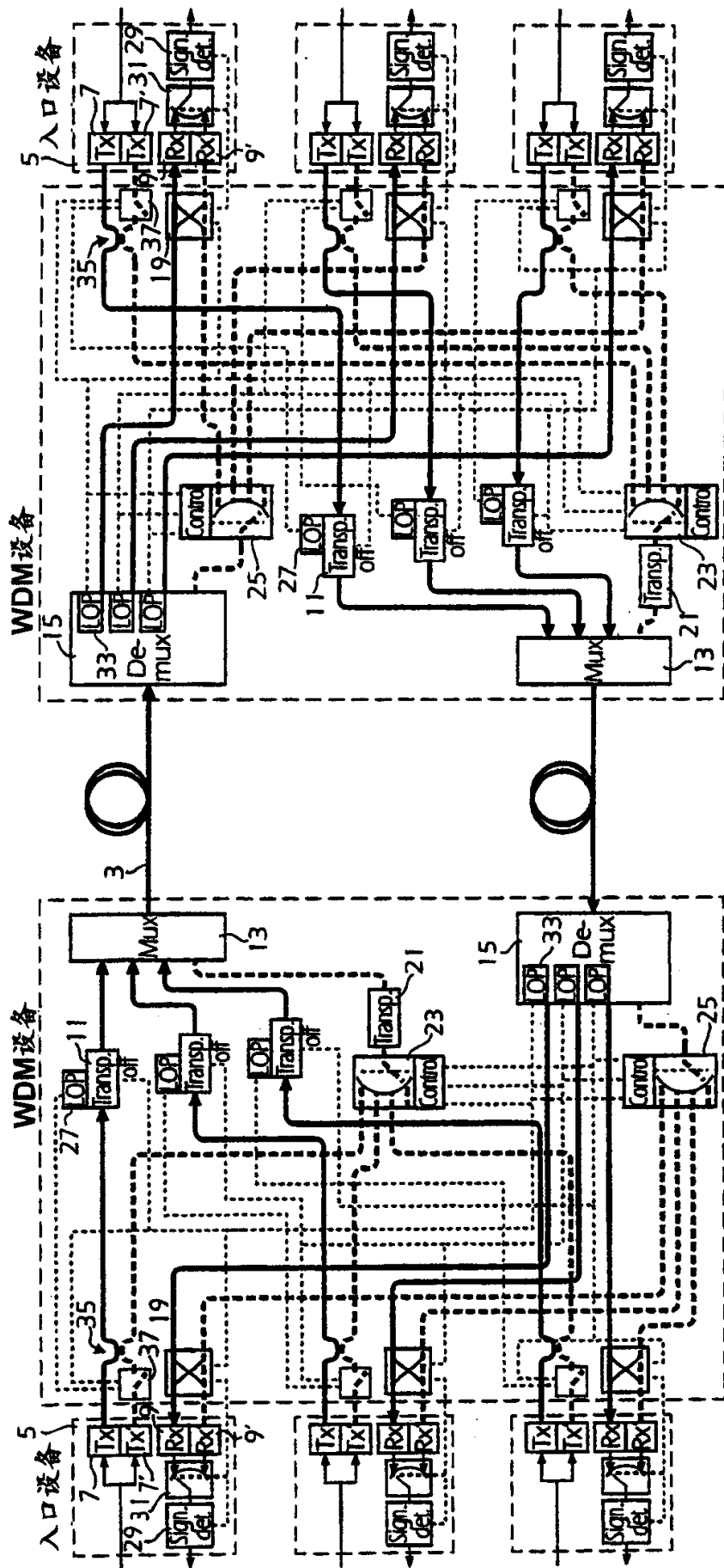


图 6

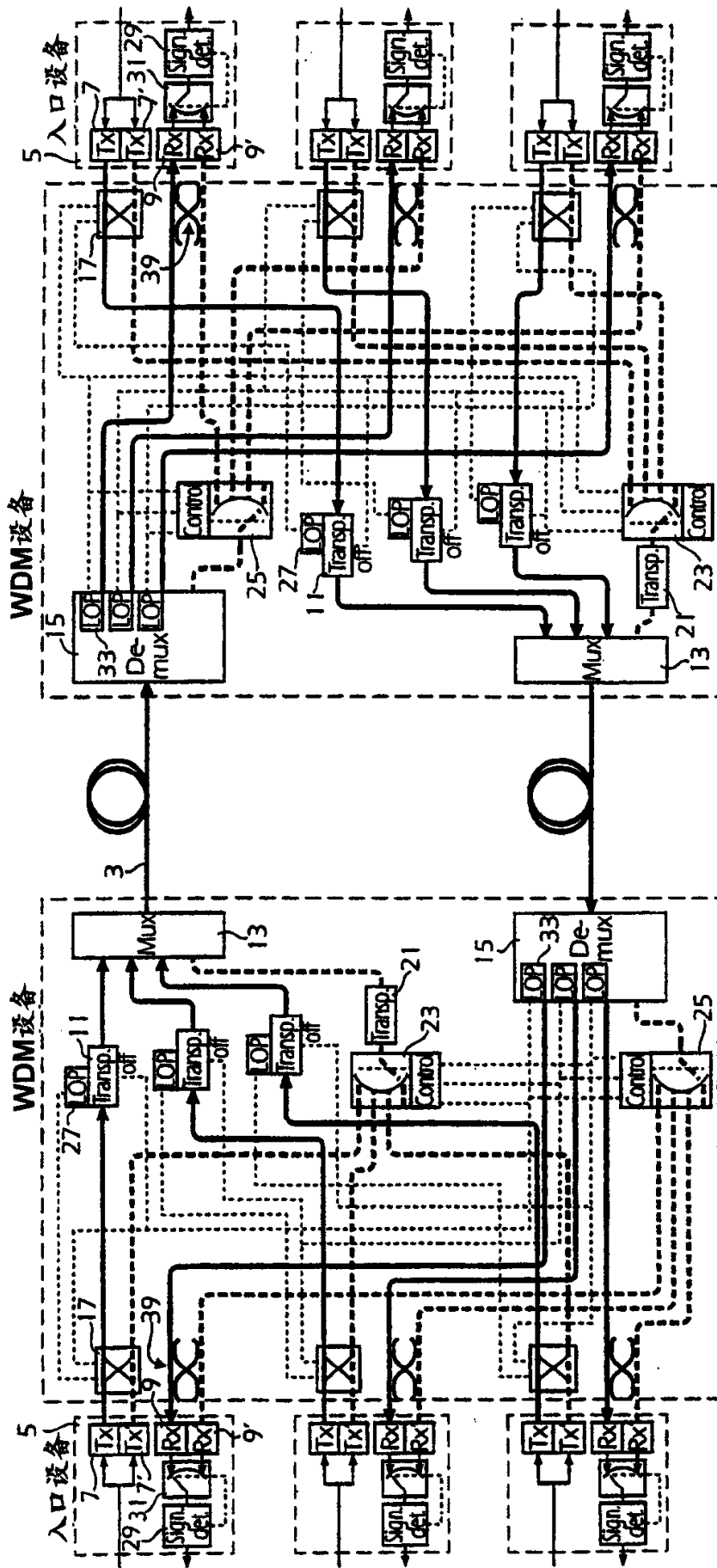


图 7

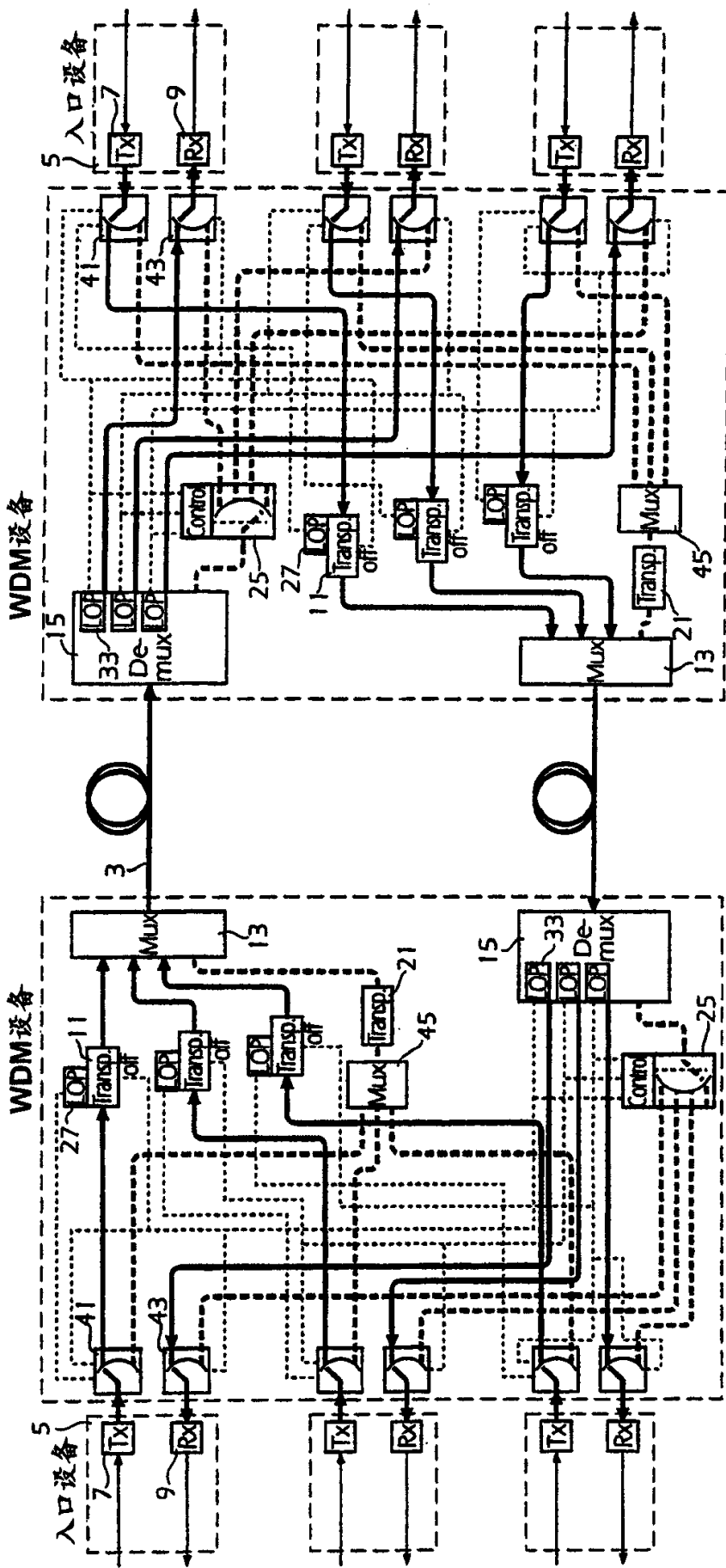


图 8

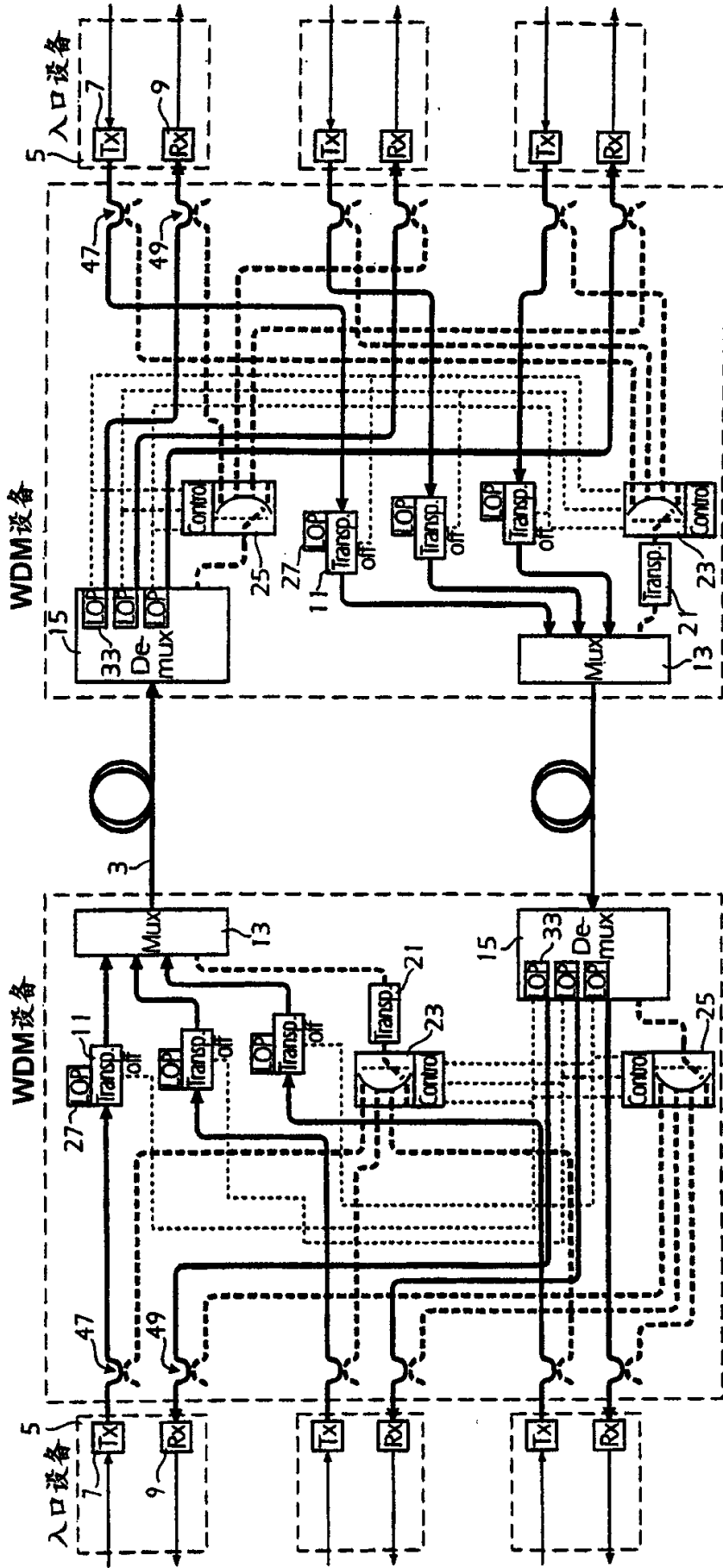


图 9

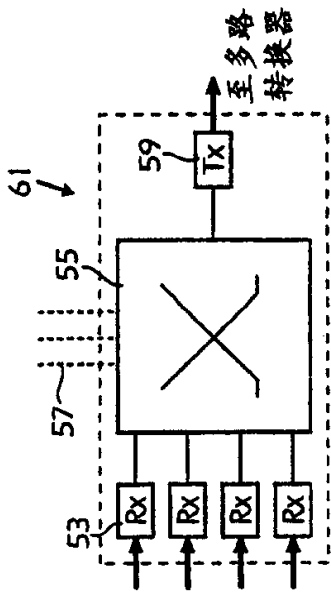


图 10

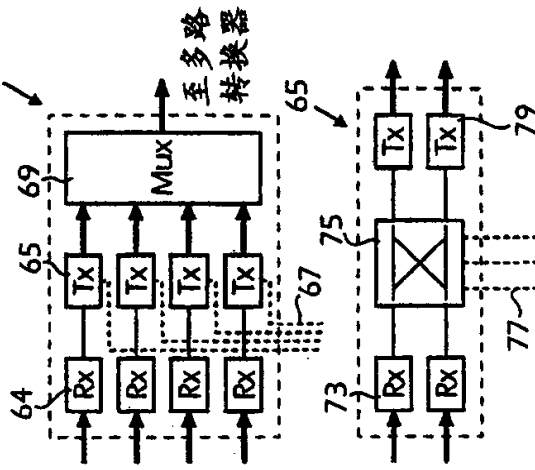


图 11

图 12