

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97125565.2

[45] 授权公告日 2002 年 2 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 1078989C

[22] 申请日 1997.12.9 [24] 颁证日 2002.2.6

[21] 申请号 97125565.2

[30] 优先权

[32] 1996.12.9 [33] JP [31] 328279/96

[73] 专利权人 富士通株式会社

地址 日本神奈川县

[72] 发明人 寺原隆文

[56] 参考文献

US 5321541	1994. 6. 14	H04J14/02
US 5414548	1995. 5. 9	H04J14/00
US 5488500	1996. 1. 30	H04J14/02
US 5566014	1996. 10. 15	H04J14/02

审查员 秦力军

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

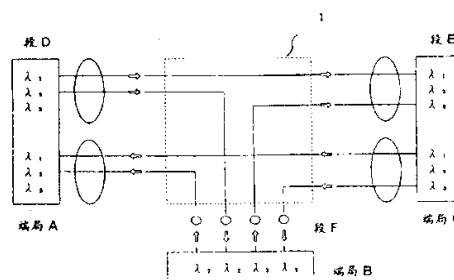
代理人 程天正 张志醒

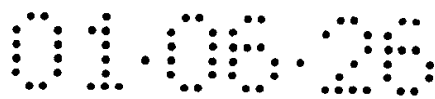
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图页数 13 页

[54] 发明名称 光波长复用和去复用设备及使用该设备的光传输系统

[57] 摘要

在 WDM 网络的正常段,光波长复用和去复用设备可以传输与损失的光信号等效的光信号。光波长复用和去复用设备包括具有多个输入、输出端口对和多个通道开关的光分插复用电路,它们中的每一个与多个输入输出端口对的一个对应对相连,以便中断输入到对应端口对的输入端口的光信号,并切换从对应端口对的输出端口到对应端口对的输入端口的光信号的通道。





权 利 要 求 书

1. 光波长复用和去复用设备, 包括:

多个输入和输出端口; 和

多个通道开关, 其每个与多个输入输出端口对中的一个对应端口

5 对连接, 用于中断输入到对应端口对的输入端口的光信号, 并将从对应端口对的输出端口输出的光信号的通道切换到对应端口对的输入端口。

2. 根据权利要求 1 的光波长复用和去复用设备, 其特征在于,

10 其中多个通道开关的每个包括具有两个输入端口和两个输出端口的光矩阵开关, 使得输入端口之一可根据控制信号开关和可连接至两个输出端口的任一个。

3. 根据权利要求 1 的光波长复用和去复用设备, 其特征在于,

15 其中多个通道开关的每个包括第一光矩阵开关, 它有两个输入端口和一个输出端口; 还包括第二光矩阵开关, 它有一个输入端口和两个输出端口;

第一光矩阵开关的第一输入端口与一个传输通道相连, 光信号输入到该传输通道;

第二光矩阵开关的第一输出端口与一个传输通道相连, 光信号从该传输通道输出;

20 第一光矩阵开关的输出端口与一个光分插复用电路的一个输入端口相连; 和

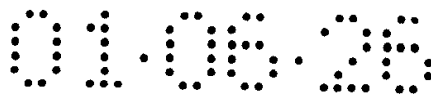
第二光矩阵开关的输入端口与光分插复用电路的一个输出端口相连; 及

25 所述第一和第二光矩阵开关由控制信号控制, 以使得第二光矩阵开关的第二输出端口与第一光矩阵开关的第二输入端口相连, 从而使光传输通道被切换。

4. 根据权利要求 3 的光波长复用和去复用设备, 其特征在于,

进一步包括在第二光矩阵开关的第二输出端口与第一光矩阵开关的第二输入端口之间的控制器。

30 5. 根据权利要求 1 的光波长复用和去复用设备, 其特征在于, 其中, 多个通道开关中的每一个包括第一和第二光矩阵开关, 其每一个有两个输入端口和两个输出端口,



第一光矩阵开关的第一输入端口与一个传输通道相连，光信号输入到该传输通道；

第二光矩阵开关的第一输出端口与一个传输通道相连，光信号从该传输通道输出；

5 一个光分插复用电路的一个输入端口与第一光矩阵开关的第一输出端口相连，

光分插复用电路的一个输出端口与第二光矩阵开关的第一输入端口相连，和

10 所述第一和第二光矩阵开关由控制信号控制，以使得第二光矩阵开关的第二输出端口与第一开关的第二输入端口相连，第一光矩阵开关的第二输出端口与第二光矩阵开关的第二输入端口相连，从而使光传输通道被切换。

6. 根据权利要求 5 的光波长复用和去复用设备，其特征在于，

15 进一步包括在第二光矩阵开关的第二输出端口与第一光矩阵开关的第二个输入端口之间的控制器，及在第一光矩阵开关的第二输出端口与第二光矩阵开关的第二输入端口之间的控制器。

7. 根据权利要求 1 的光波长复用和去复用设备，其特征在于，进一步包括：

20 在用于输入光信号的传输线路中提供的光耦合器，用于去复用从该传输线路输入的光信号；

光电二极管，用来将由光耦合器去复用的光信号转换为电信号；

25 一个控制电路，用来检测由光电二极管转换的电信号的大小、根据检测到的电信号的大小确定从传输线路传输的光信号的存在、并当未确定输入光信号的存在时，产生用以激活切换通道开关的控制信号。

8. 根据权利要求 1 的光波长复用和去复用设备，其特征在于，其中，光信号由监视信号所调制，和

光波长复用和解调设备进一步包含

30 在用于输入光信号的传输线路中提供的光耦合器，用于去复用从该传输线路输入的光信号，

光电二极管，用来将由光耦合器去复用的光信号转换为电信号，及

一个控制器，用来从通过光电二极管转换的电信号中解调出监视信号，并根据被调制的监视信号激活光开关以便切换传输线路。

9. 根据权利要求 7 的光波长复用和去复用设备，其特征在于，

进一步包括在光耦合器和光电二极管之间提供的光滤波器，该光

5 滤波器用于从去复用的光信号中提取出一定波长的光波长信号分量。

10. 一种光传输系统，包括：

第一、第二和第三端局；和

有多个输入和输出端口对的光波长复用和去复用设备；和

多个通道开关，其每个与多个输入输出端口对中的一个对应端口

10 对连接，用于中断输入到对应端口对的输入端口的光信号，并将从对应端口对的输出端口输出的光信号的通道切换到对应端口对的输入端口和通过光放大器与第一、第二和第三端局相连的光波长复用和去复用设备，用于去复用从第一端局向第二端局传输的波分复用光信号中的第一指定波长；用于复用具有其它波长的光信号与从第二端局向第二端局传输的光信号；以及用于去复用从第三端局向第二端局传输的波分复用光信号中的第二指定波长；用于复用具有其它波长的光信号与从第二端局向第三端局传输的具有其它波长的光信号，

其中从第二和第三端局向第一端局传输的光信号当第一端局和光波长复用和去复用设备之间产生故障时分别返回到第二和第三端局。

20 11. 根据权利要求 10 的光传输系统，其特征在于，

通过使用来自第一端局并具有指定用于向第二和第三端局传输的波长的光信号，从第二和第三端局向第一端局传输的光信号分别被返回到第二和第三端局。

说明书

光波长复用和去复用设备及使用该设备的光传输系统

5 本发明与用在波分复用 (WDM) 光通信网络中的光波长复用和去复用设备有关。

近年来, 应用波分复用技术的光通信网被广泛地研究和开发。

图 8 是一个光通信系统即 WDM 网络系统的方框图, 其中多个光波长复用和去复用设备被串联在一起。一对或多对光纤 OPF 用作上行和下行通信线路从而作为传输通道。

这个网络系统包括许多用于补偿光纤 OPF 损耗的光放大中继器 REP。每个光放大中继器有两个或多个用于下行和上行线路的光放大器 OAMP。

15 端局 A 到 D 传送许多波分复用光信号即 WDM 信号, 每个信号的波长都不同, 送到其中的一根光纤中。光波长复用和去复用设备 1 将 WDM 信号按波长分配到各传输通道以送往接收端局 A 至 D, 这些端局选择 WDM 信号的波长, 并接收对应于所选波长的信号。

图 8 所示用于 WDM 网络的光波长复用和去复用设备通过组合其基本结构如图 9 所示的各光分插复用器 (OADM) 2 而构成。

20 光分插复用器 2 去复用从 WDM 信号中选出的一些光波长信号 ($\lambda_{d1}, \lambda_{d2} \dots \lambda_n$), 其中在主组传输光纤中传送的波长 $\lambda_{d1}, \lambda_{d2} \dots \lambda_n$ 被复用并被送到分支组的传输光纤, 如与端局 B 相连的传输光纤 10。然后复用器 2 将其余的光信号和从插入组传输光纤输入的光信号复用在一起, 例如, 插入组传输光纤可以是从端局 B 向光波长复用和解复用设备 1 进行传输以便向主组传输光纤输出信号的传输光纤 11。

25 一般选择去复用的光信号与被插入信号的光波长相同。具有上述特性的光分插复用器 2 可以利用波长复用和去复用单元来制造, 波长复用和去复用单元可以是介质多层滤波器、WDM 耦合器、光纤光栅和 AWG 或类似的装置。因此早已提出具有多种结构的波长复用和去复用单元, 见题目是《使用光纤光栅的光分插复用器及其限制因素的试验》
30 的第一篇文献(刊登在“电子、信息和通信工程师学会”的预备文件(1996

年)的第 747 页), 以及刊登在 1995 年 3 月的“光波技术杂志”, 13 卷, 第 3 册的第二篇文献《阵列波导 $N \times N$ 波长复用器的传输特性》。

如上所述, 实际的 WDM 光通信系统需要使用至少一对光纤作为上行和下行线路, 因此光波长复用和去复用设备 1 由至少两个或更多个图 9 所示的光分插复用器 2 组成。

图 10 是一个使用光分插复用器 2 的光波长复用和去复用设备 1 的建议结构示例。如图 10 所示, 光波长复用和去复用设备 1 包括一对分别用于上行和下行方向的光分插复用器 2, 而且每对光分插复用器 2 中的每一个与光纤 11 相连以用于去复用, 并且与光纤 10 相连以用于插入和复用。

在使用图 10 所示的光波长复用和去复用设备 1 的 WDM 光通信网络中, 由于光信号的某些损耗, 正常段的光信号电平方案发生变化, 在某一段处切断了传输光纤时, 这些光信号已通过正常段。

图 11 是一个简单 WDM 网络的框图示例, 它克服了建议的系统的不足。在图 11 的网络中, 段 D、E 和 F 分别处于端局 A、B、C 与光波长复用和去复用设备 1 之间。在段 D、E 和 F 的每一段需要中继器 REP 来保持预定的信号电平。

另外, 假设光波长复用和去复用设备 1 运用了图 10 所示的结构, 同时假设下图表 1 所示信号的每个波长被安排与每个终端局通信。

(图表 1)

端局 $A \Rightarrow B$ λ_2

端局 $B \Rightarrow A$ λ_2

端局 $B \Rightarrow C$ λ_3

端局 $C \Rightarrow B$ λ_3

端局 $C \Rightarrow A$ λ_1

端局 $A \Rightarrow C$ λ_1

因此, 具有图 12 所示的一个波长的光信号在每个传输通道传送, 进而图 12 中的图圈用来标志信号光纤。

在此我们考虑上述系统中段 D 的光缆被切断的情况。在此情况下, 端局 A 和 B 或端局 A 和 C 之间的通信通道被切断, 但是, 端局 B 和 C 之间的一条通信通道被保留, 因为段 E 和 F 是正常的。

因此, 即使段 D 的光缆被切断, 为了运行网络系统, 端局 B 和 C

之间的通信最好不受影响。然而，两个波长 λ_1 和 λ_3 在正常情况下在段E的传输通道中传送。相反，若段D的光缆被切断，只有一个波长 λ_3 被传送到段E的传输通道。

依此类推，若某一段的传输通道被切断，通过另一个正常段的传输通道的大量信号就会减少。

另一方面，在专用于海底光通信系统传统的光放大中继器中使用一个输出控制系统以便使平均光功率为一个常数。因此，假设通过正常段的传输通道的大量信号由于某一段光缆被切断而减少，那么在正常段中一个波长的信号电平方案最终也会改变。由于信号电平方案改变，光纤的非线性效应变强，在一定的情况下会使传输质量劣化。

为了克服上述问题，已经提供了一种功能，它可以控制光放大中继器的增益为一个常数，因此即使波长数目变化也不会引起信号电平方案的变化。

但是问题在于，为了获得控制光放大中继器增益功能的保持，光放大中继器的结构也变得复杂了。

问题的关键是，由于某段光缆被切断，在正常段中通过的某些光信号的下降引起正常段的信号电平方案的变化。

因此，本发明的目的是提供一种光波长复用和去复用设备，它们可以传输与损失的光信号等效的光信号从而克服WDM网络中的上述缺点。

本发明的另一个目的是提供一种包括通道切换功能的光波长复用和去复用设备，用于在WDM网络中传输与损失的光信号等效的光信号。

本发明的其它目的可以通过按照附图解释实施例的描述而变得十分清楚。

根据本发明的一个方面，提供了一种光波长复用和去复用设备，包括：多个输入和输出端口；和多个通道开关，其每个与多个输入输出端口对中的一个对应端口对连接，用于中断输入到对应端口对的输入端口的光信号，并将从对应端口对的输出端口输出的光信号的通道切换到对应端口对的输入端口。

根据本发明的另一个方面，提供了一种光传输系统，包括：第一、第二和第三端局；和有多个输入和输出端口对的光波长复用和去复用设备；和多个通道开关，其每个与多个输入输出端口对中的一个对应端口对连接，用于中断输入到对应端口对的输入端口的光信号，并将

从对应端口对的输出端口输出的光信号的通道切换到对应端口对的输入端口和通过光放大器与第一、第二和第三端局相连的光波长复用和去复用设备，用于去复用从第一端局向第二端局传输的波分复用光信号中的第一指定波长；用于复用具有其它波长的光信号与从第二端局向第二端局传输的光信号；以及用于去复用从第三端局向第二端局传输的波分复用光信号中的第二指定波长；用于复用具有其它波长的光信号与从第二端局向第三端局传输的具有其它波长的光信号，其中从第二和第三端局向第一端局传输的光信号当第一端局和光波长复用和去复用设备之间产生故障时分别返回到第二和第三端局。

10 图 1A 和 1B 是一个光波长复用和去复用设备的应用实例（图 1A，正常情况下；图 1B，缆断开时）及一个根据本发明使用该设备的 WDM 网络的框图。

图 2 是本发明的光波长复用和去复用设备的结构图，它改进了图 1 所示的功能。

15 图 3A 和 3B 是用作通道开关的光开关 20 到 23 的示意图（图 3A，正常情况下；图 3B，在切换条件下）。

图 4 是在光波长复用和去复用设备 1 中所采用的通道开关 20 到 23 的第一实施例。

图 5 是在光波长复用和去复用设备 1 中所使用的其它结构示例的通道开关 20 到 23。

5 图 6 是别的通道开关 20 到 23 的结构示例。

图 7 是在每个实施例中产生控制信号的示意图。

图 8 是一个光通信系统的示例，即一个使用光波长复用和去复用设备来构成网络的 WDM 网络系统。

10 图 9 是表示 WDM 网络中光波长复用和去复用设备 1 的一般结构的示意图。

图 10 是一个使用光分插复用器 2 的光波长复用和去复用设备的建议系统的结构图。

图 11 用来解释在某段光纤切断时通过正常段的某些光信号损耗所产生的问题。

15 图 12 是传送到每个传输通道的光信号的波长的示意图。

在下面的描述中，使用同样的参考数字来代表和标识对应的或相同的部件。

20 图 1A 和 1B 是表示依据本发明的光波长复用和去复用设备及使用该设备的 WDM 网络的结构框图。图 1A 为正常情况，图示的情况为图 12 中每个波长信号被分配在终端局 A、B 和 C 之间传送的一个光信号。

25 图 1B 表示段 D 的一条光缆被切断的情况。在这种情况下，按照本发明的光波长复用和去复用设备 1 在段 D 将输入和输出通道切断，在段 D，光缆被切断。而且，光波长复用和去复用设备 1 具有直接连接断开段侧的输入和输出端口的功能。

30 在正常条件下，波长为 λ_1 和 λ_2 的光信号被插入段 D 的输入端口。然后具有波长 λ_1 和 λ_2 的光信号从输出端口被输出，按此方式，具有相同信号波长和相同波长号数的 WDM 信号通过一对上行和下行线路光纤，因此，根据本发明，光波长复用和去复用设备 1 直接连接光缆断开时具有相同波长的输入和输出端口。

如图 1B 所示，等同于正常条件下的 WDM 信号的 WDM 信号在正常的段 E 中传送，因此，信号电平方案没有发生变化。

图 2 是本发明中光波长复用和去复用设备 1 具有图 1 所示功能的结构示例。在图 10 所示的提议的光波长复用和去复用设备的每个输入和输出段具有用于切换通道的光开关 20 到 23。

图 3A 和 3B 是用作通道开关的光开关 20 到 23 的功能示意图。

5 图 3A 所示为正常情况，在图 3A 中，光信号被输入到输入端口 I，并从输出端口 O 输出。相反，图 3B 所示为异常情况。在图 3B 中，根据一定的条件，被输入到输入端口 I 的光信号被切断，同时从输出端口 O 输出的光信号的一条通道被切换以便返回输入端口 I。

10 图 4 所示是光波长复用和去复用设备 1 中使用的通道开关 20 到 23 的一实施例。在图 4 中，使用 2×2 光矩阵开关 201 作为通道开关。

2×2 光矩阵开关 201 有两个输入端口和两个输出端口。在正常情况下， 2×2 光矩阵开关 201 有一个输入端口①与传输通道相连，其中光信号被输入到光分插复用器 2，另有一个输出端口②与传输通道相连，其中光信号从光分插复用器 2 输出，还有一个输出端口③与光分插复用器 2 的输入端口 IP 相连，另一个输入端口④与光分插复用器的输出端口 OP 相连。

这样就有可能在切断的线路 PO 处使用通向 2×2 光矩阵开关 201 的控制信号将来自通道输出端口③的光信号切换到输入端口④。

这种情况就与图 3B 所示的通道切换相同。

20 例如， 2×2 磁光开关（见第三篇文献，标题为《DC 自由偏移钛：铌酸锂(Ti:LiNbO₃)低辐射损耗光开关》，刊登在“电子、信息和通信工程师学会 1996 年，295 页），应用光电效应的铌酸锂马赫曾德尔（LiNbO₃ Mach-Zehnder）型光开关（见第四篇文献，标题为《 2×2 磁光开关》，刊登在“电子、信息和通信工程师学会”1996 年，259 页）、使用半导体放大器的光开关（见第五篇文献《 2×2 门型光开关的高速和低串音开关特性》，刊登在“电子、信息和通信工程师学会”，1996 年，538 页）、或机械光开关都可以使用或用作在本发明中所用的 2×2 光开关。

30 图 5 所示是在光波长复用和去复用设备中使用的通道开关 20 到 23 的结构示例。图 5 所示的通道开关由 2×1 光开关 202 和 1×2 光开关 204 组成。

2×1 光开关 202 包括两个输入端口和两个输出端口。两个输入端口

中的任何一个与一个输出端口相连。1×2 光开关 204 进一步包括一个输入端口和两个输出端口，两个输出端口的任何一个作为一个输出端口。

在正常条件下，光开关 202 和 204 的每一个由控制信号控制，以便使 2×1 光开关 202 的输入端口①与传输通道相连，信号由该传输通道而被输入到光波长复用和去复用设备 1。1×2 光开关 204 的输出端口②与传输通道相连，信号从这儿输出。2×1 光开关 202 的输出端口③与光波长复用和去复用设备 1 的输入端口相连，而且 1×2 光开关 204 的输入端口与光波长复用和去复用设备 1 的输出端口相连。

另外，1×2 光开关 204 的其它输出端口通过信号电平控制器 203 与 2×1 光开关 202 的其它输入端口相连，该信号电平控制器例如是光放大器或光衰减器或类似的器件。

因此，有可能通过控制信号在中断线路上将 2×1 和 1×2 光开关 202 和 204 切换到光通道 PO 和 P1，以便将来自 1×2 光开关 204 的输入端口④从光波长复用和去复用设备 1 的输出端口输出的光信号通过电平控制器 203 返回到 2×1 光开关 202 的输出端口③。这种情况与图 3B 所示的通道切换的情况相同。进而，在这个实施例中光信号通过电平控制器 23 被返回。因此，使用控制器 203 容易达到与正常电平对应的电平。

例如，磁光开关、利用电光效应的铌酸锂马赫曾德尔型开关、使用半导体放大器的光开关、机械开关或类似的器件可以用作 2×1 和 1×2 光开关 202 和 204。

图 6 所示是通道开关 20 到 23 的其它结构示例。在这个例子中，包括两个 2×2 光开关 205 和 206。

2×2 光开关 205 的输入端口①和 2×2 光开关 206 的输出端口②分别与一个传输通道（信号由该传输通道而被输入到光波长复用和去复用设备 1）和另一个传输通道（信号该从传输通道输出）相连。而且，2×2 光开关 205 的输出端口③和 2×2 光开关 206 的输入端口④分别与光波长复用和去复用设备 1 的输入端口 IP 和输出端口 OP 相连。

然后，2×2 光开关 206 的其它输出端口和输入端口通过电平控制器 203 和 207 分别与 2×2 光开关 205 的其它输入端口⑤和其它输出端口⑥相连。

利用这种结构，有可能将一条中断线路 PO1 - 电平控制器 203 - 中断线路 PO2 的路由切换到另一条中断线路 PIO - 电平控制器 207 - 中

断线路 PI1 的路由。

与图 5 所示的结构相比，不同点在于通道切换是从供发送用的传输通道输入信号的通道切换到下行传输通道，也有可能将通道切换到上述的中断线路 PIO - 电平控制器 207 - 中断线路 PI1 的路由。

- 5 当中断点的传输通道被恢复之后，需要这条通路路由来检查系统的状况。

而且，即使通道在非正常情况下或检查系统时被切换，也有可能传输与正常情况等效的光功率，因为在两个 2×2 光开关 205 和 206 之间提供了电平控制器 203 和 207（例如是光放大器、光衰减器或类似的部件）。

10 图 7 是上述实施例中控制信号产生的示意图。在图 7 中，参考数 200 是在每个实施例中用于切换通路的光开关。

被输入到光波长复用和去复用设备 1 的信号被输入到通道开关 20 到 23。然后，光耦合器 210 对输入到光开关 200 的信号的一部分进行去复用。在对信号进行去复用之后，去复用的信号通过光滤波器 211 送到光电二极管 212 以转换成电信号。控制器 213 监视被转换的电信号。

15 光耦合器 210 和光电二极管 212 之间安排的光滤波器 211 通过从具有不同波长或 ASE 噪声的光信号中分离出被监控的光信号从而保证良好的监视灵敏度，一个波长选择器件（例如介质多层滤波器、光纤光栅、体衍射光栅或类似器件）可以作为光滤波器。

20 随后，控制器 213 监视并检测电信号的大小，这些电信号从光信号转变过来以确定从传输通道传输的输入光信号的存在。若没有输入信号，控制器 213 产生控制信号来激活光开关 200，以便切换通道，如以上每个实施例中所解释的那样。

- 25 根据光开关 200 的类型，切换通道的工作原理是不同的。

为了产生控制信号以便在光波长复用和去复用设备 1 中切换通道，并不仅限于图 7 所示的结构。例如，还可以通过将接收到的由监视控制信号调制的光信号转换为电信号、从电信号解调出监视控制信号、并根据解调出的监视控制信号激活光开关 200。

- 30 在海底光通信系统中已经提出许多种实用的方法来在端局与中继器之间传输监视控制信号。例如，将监视控制信号累积（Pile up）和调制到欲进行传输的数据信号（即主信号）上的方法或调制具有与主信

号的波长不同的波长的光信号的幅度的方法，都可用来传输监视控制信号。

即使使用上述方法中的任何一种，根据本发明的光波长复用和去复用设备也可用于传输监视控制信号的情况。

- 5 如以上实施例所述，根据本发明，在光信号传输系统中即使某一段的传输通道被中断，也有可能使得实现正常段传输通道的信号电平方案不改变，不会发生由光纤非线性效应的影响而引起的传输质量劣化。

- 10 本发明还可以以不偏离其精神或本质的其它各种形式来实施。因此本实施例应认为是所附权利要求限定的本发明的范围的各个方面，本发明不受上述描述限制，而且在权利要求书中等效的意义和范围内的各种变型都应包括在本发明内。

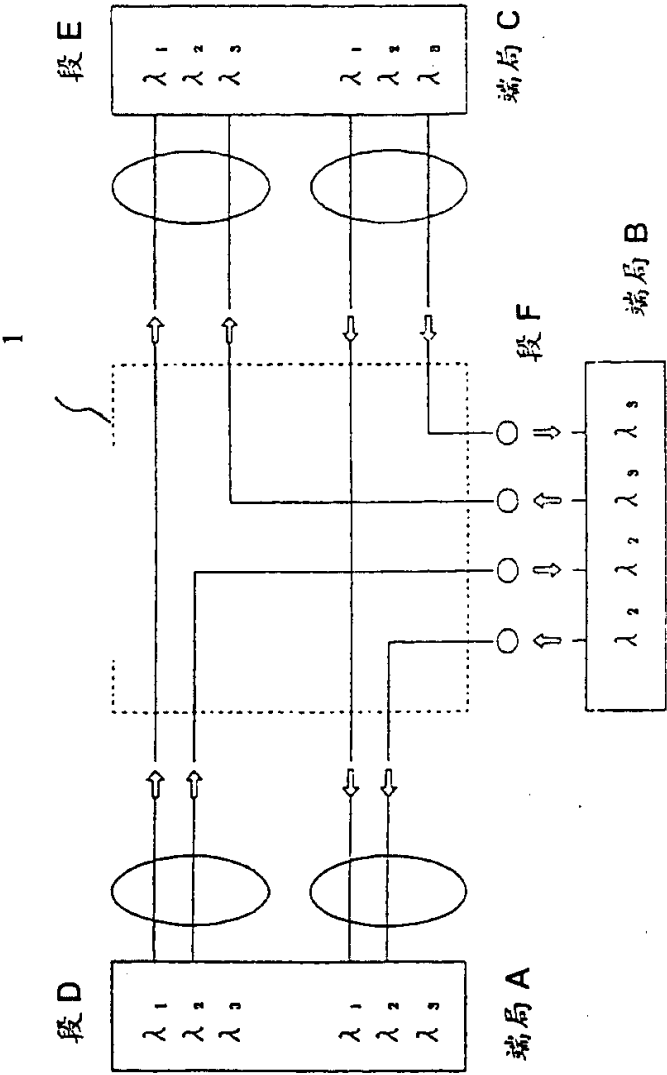


图 1A

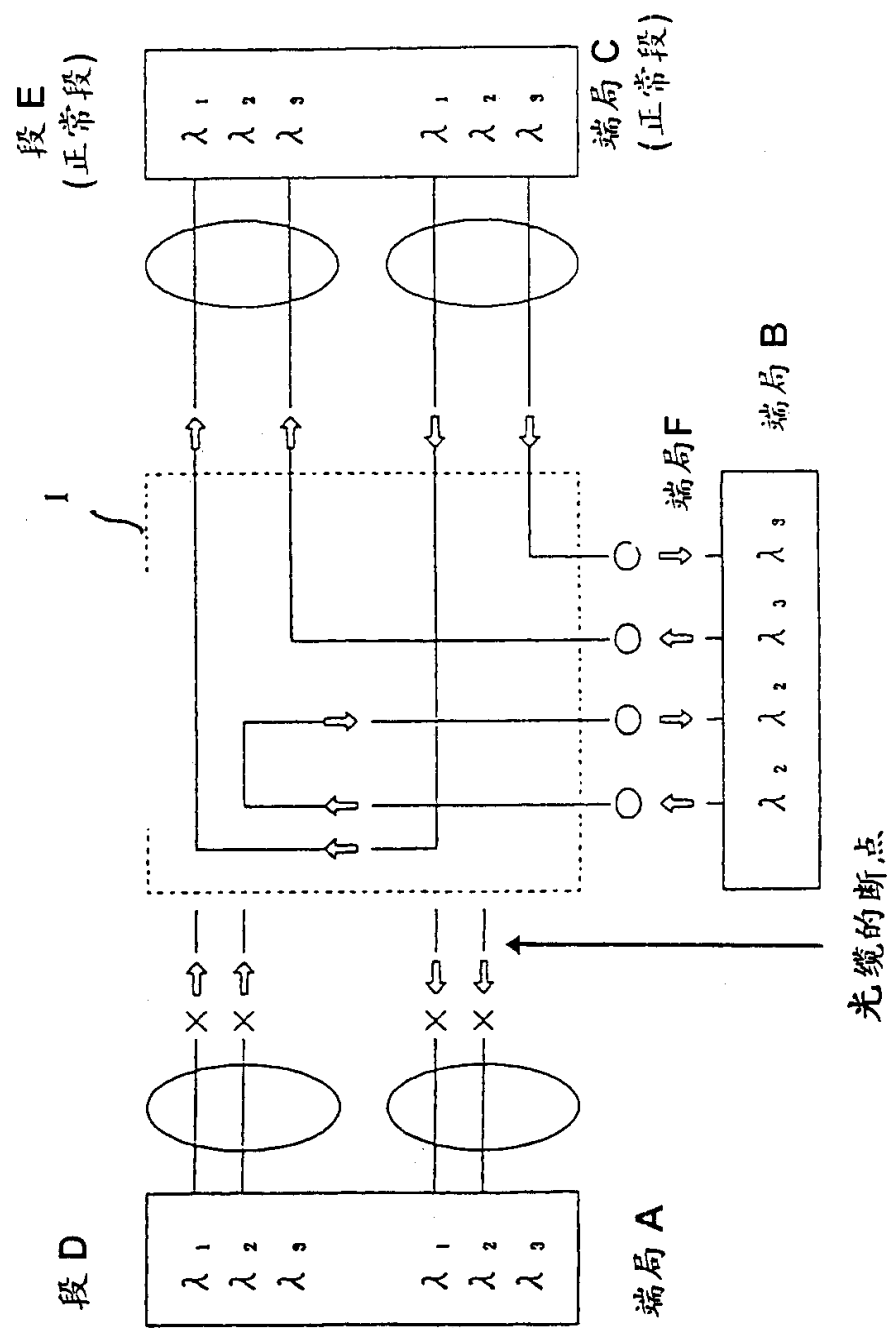


图 1B

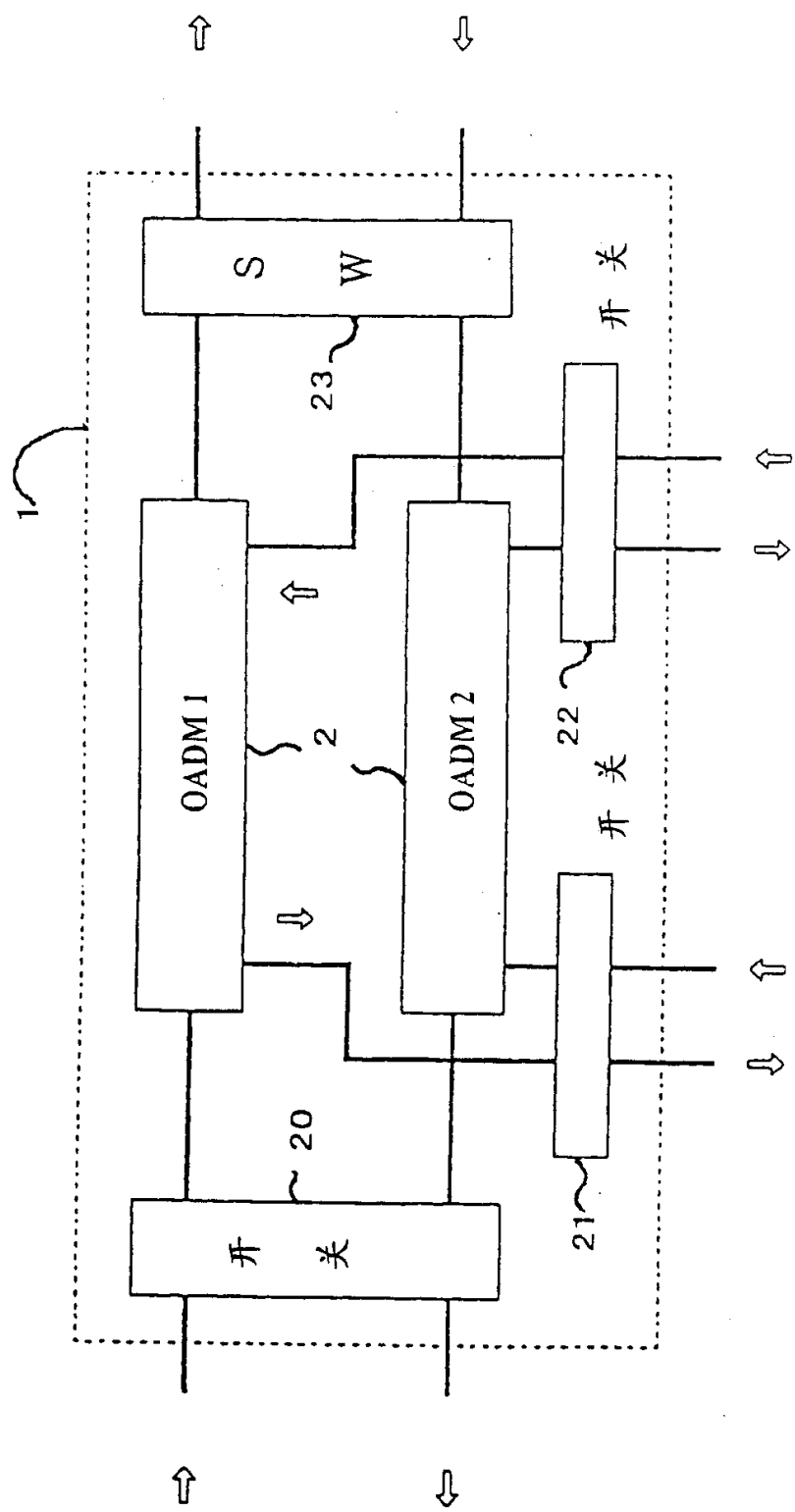


图 2

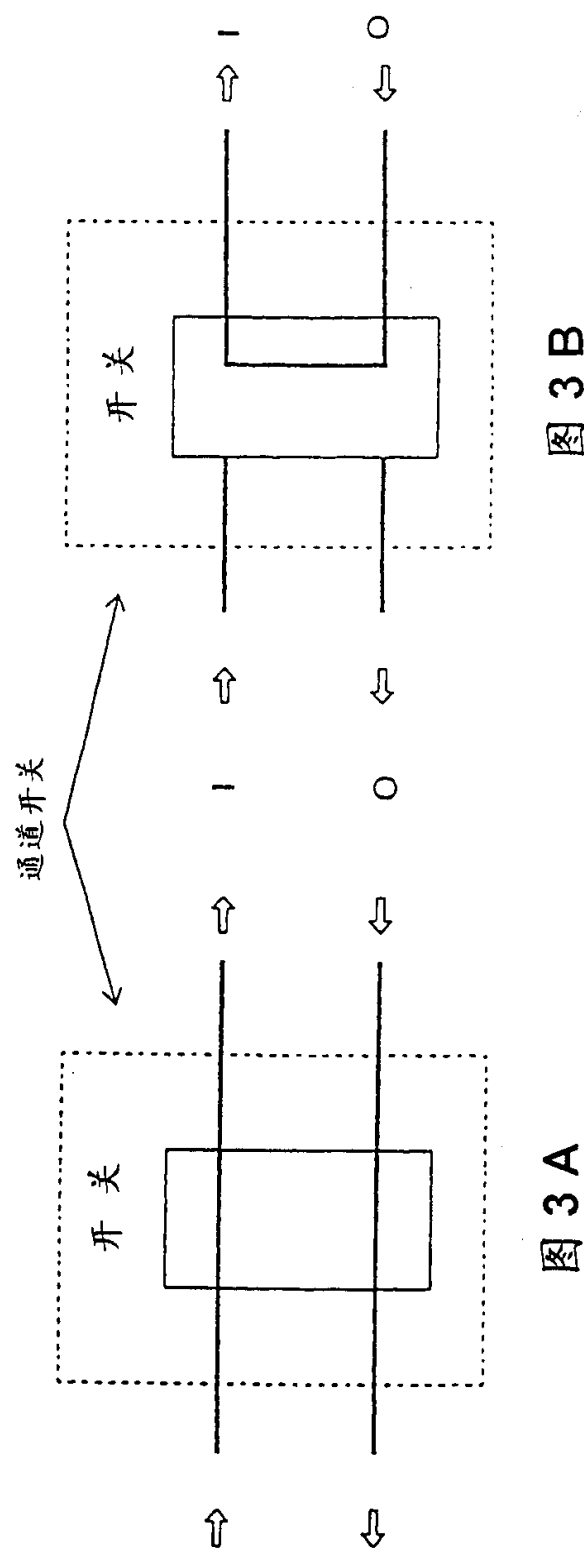


图 3 B

图 3 A

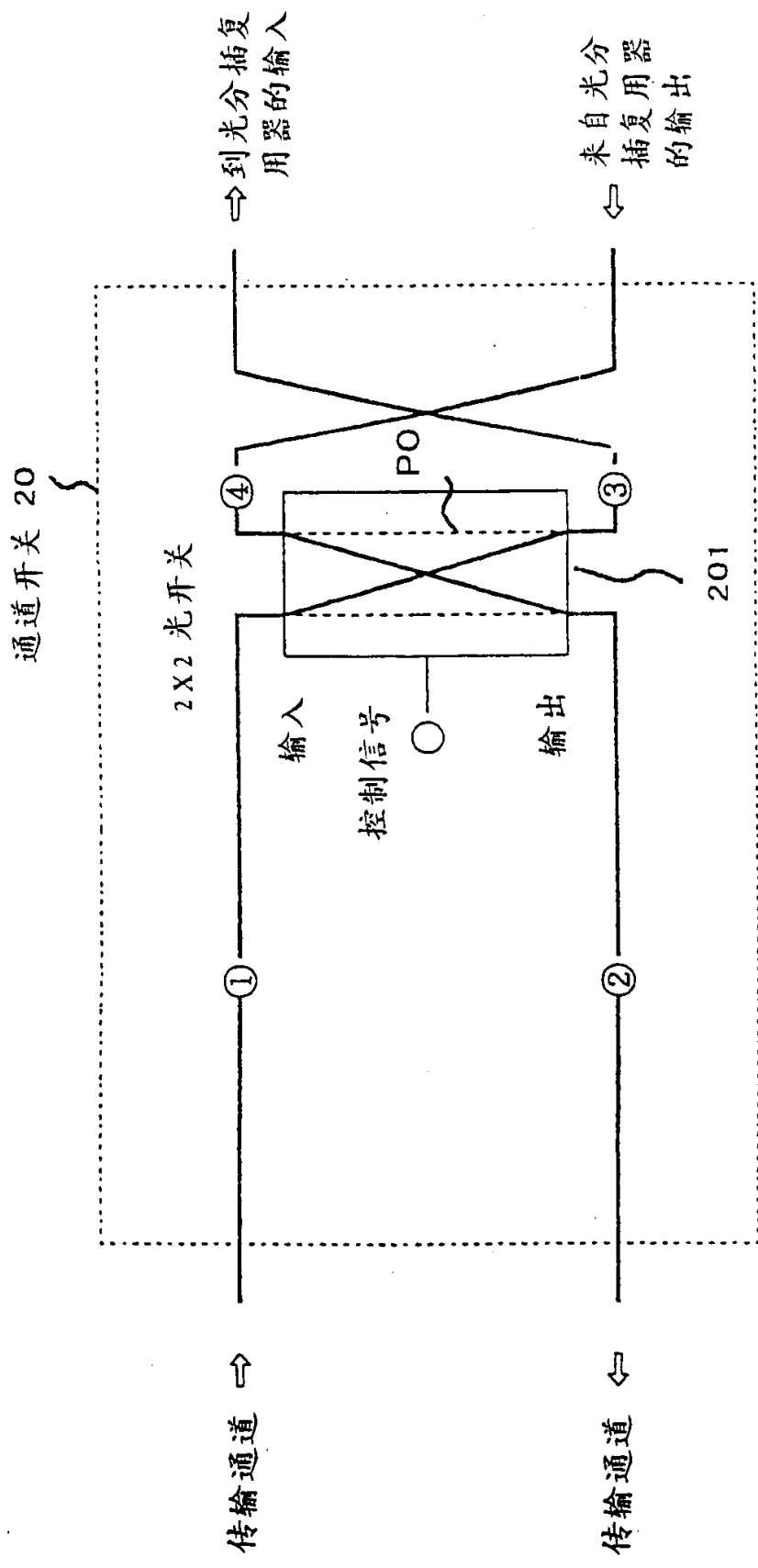


图 4

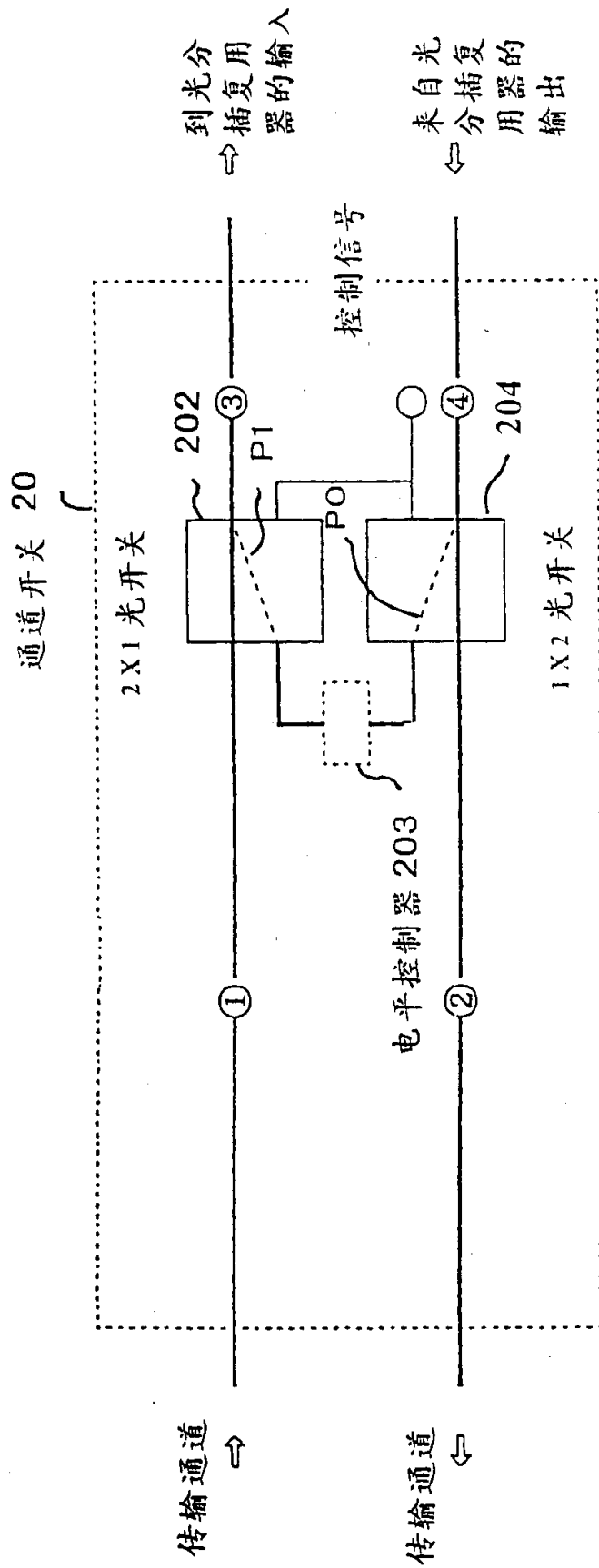


图 5

6
[X]

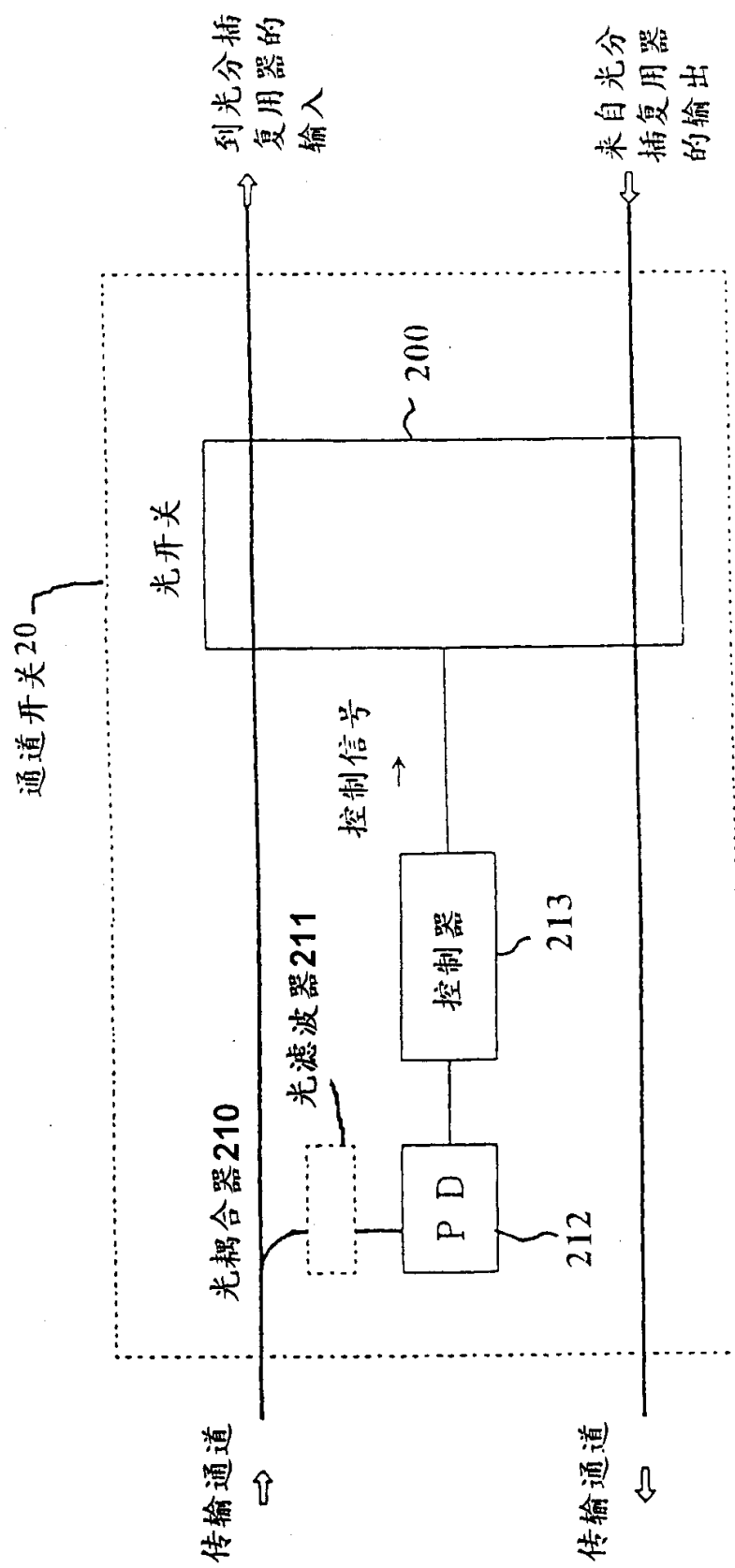


图 7

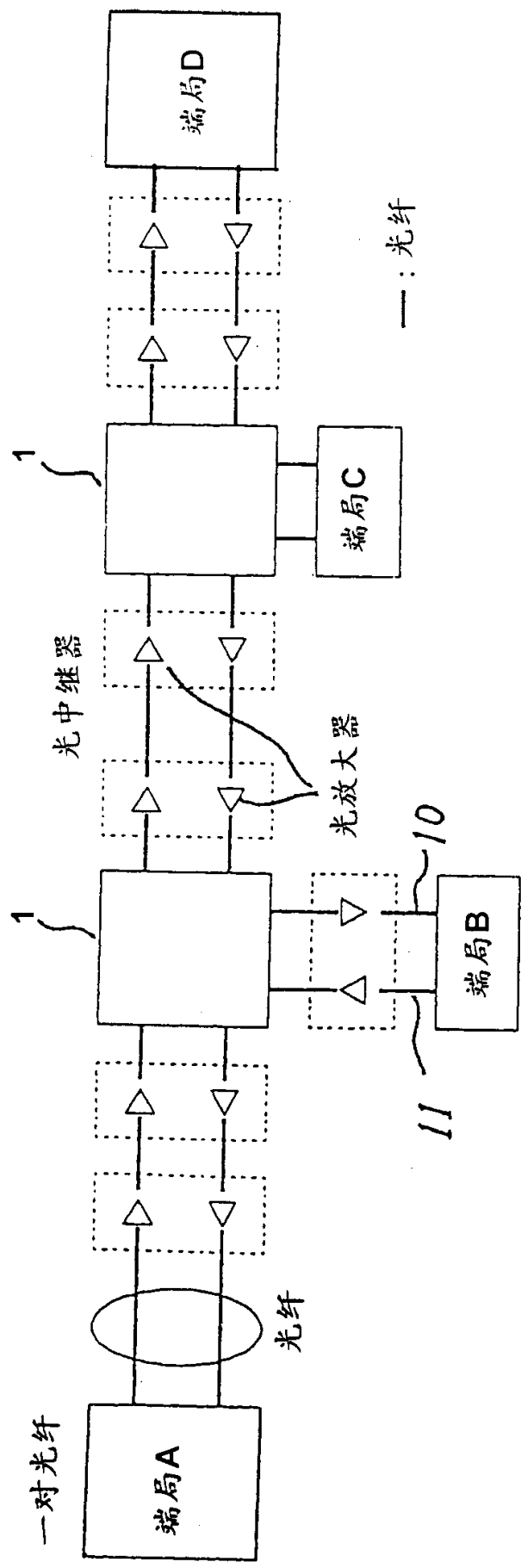
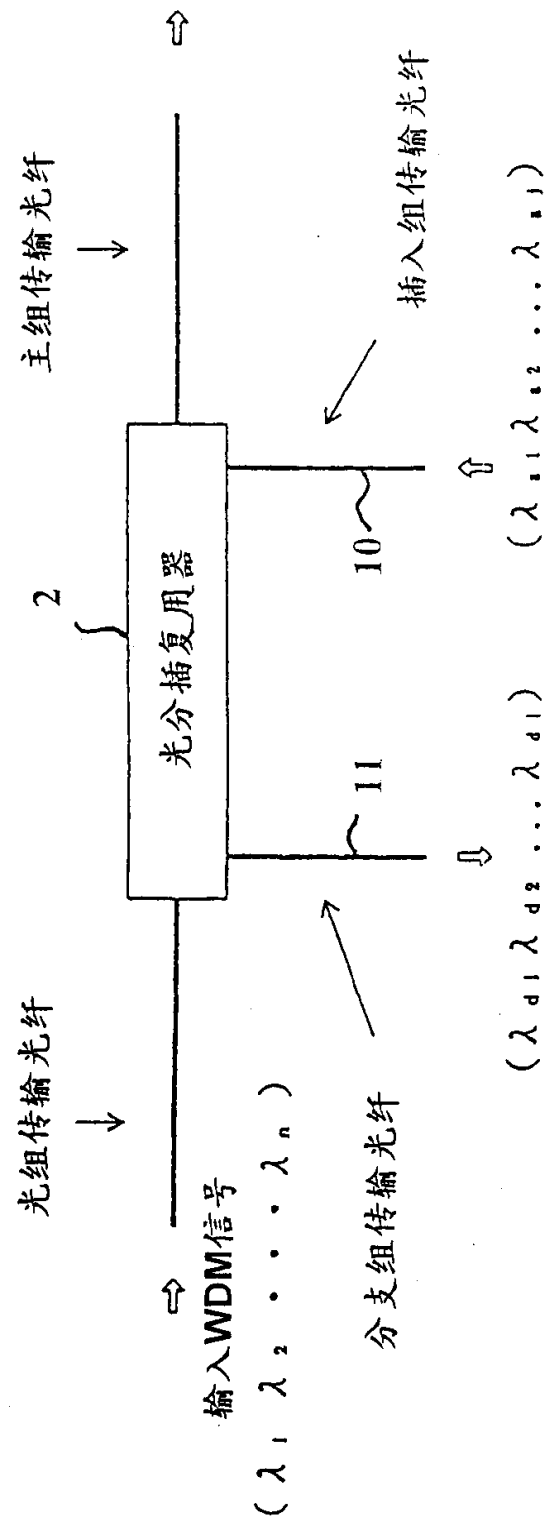


图 8



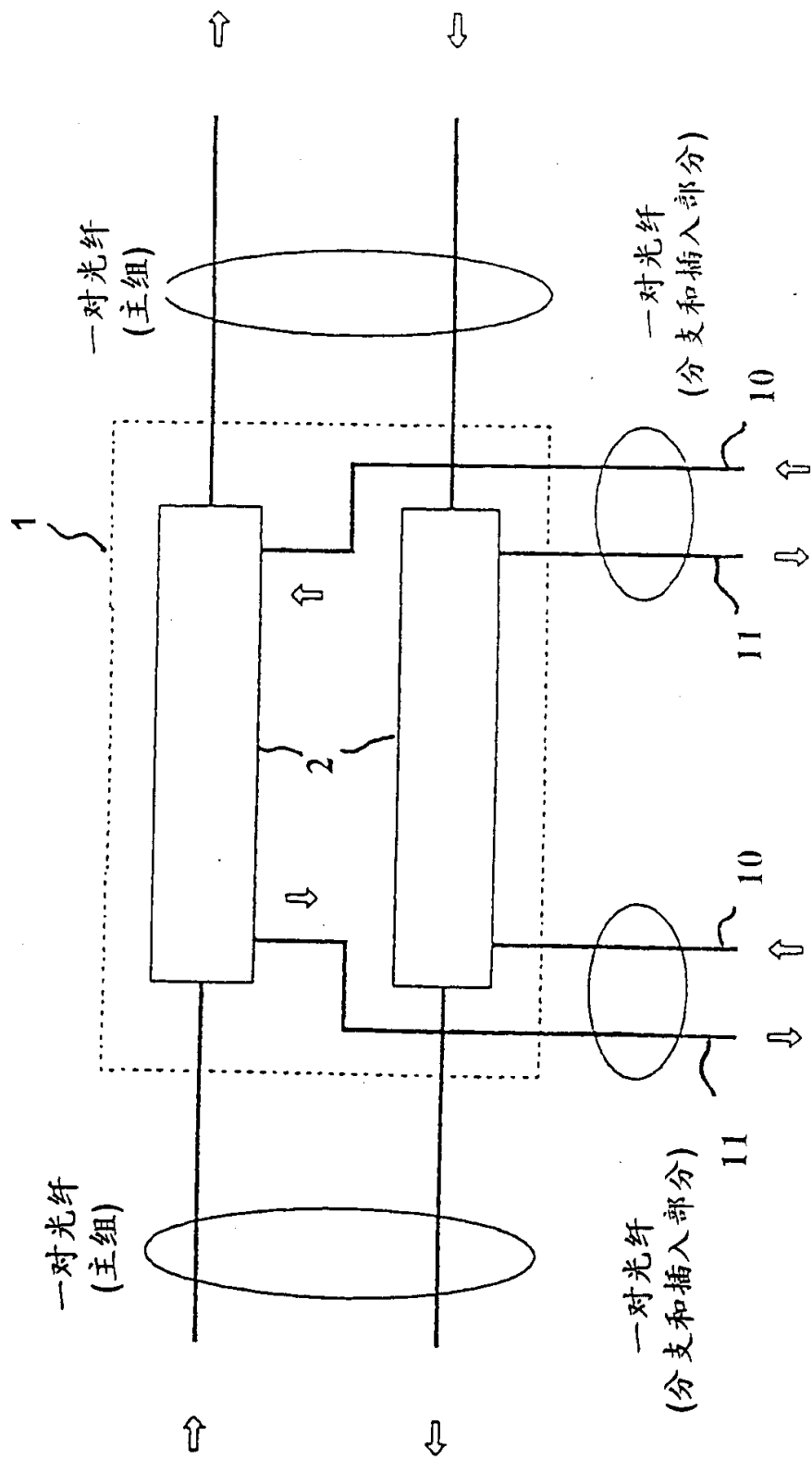


图 10

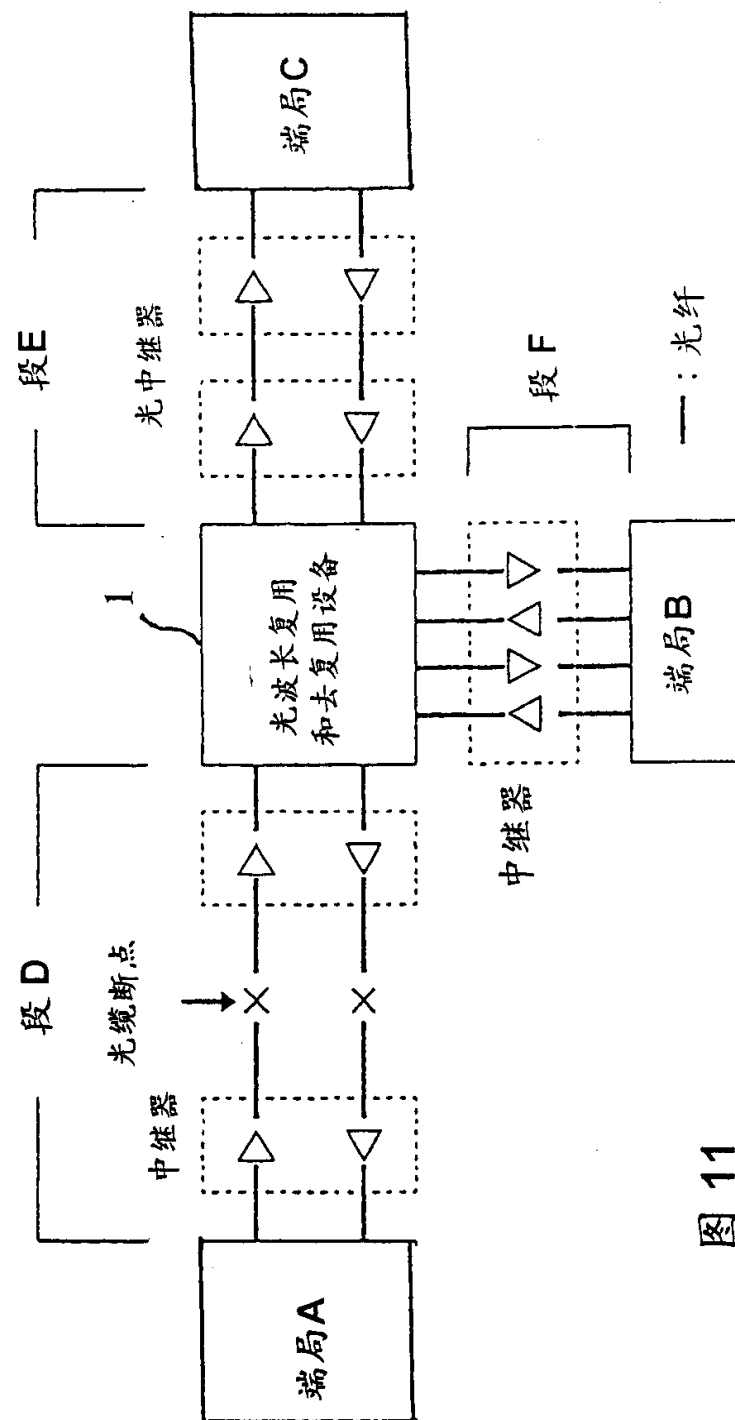


图 11

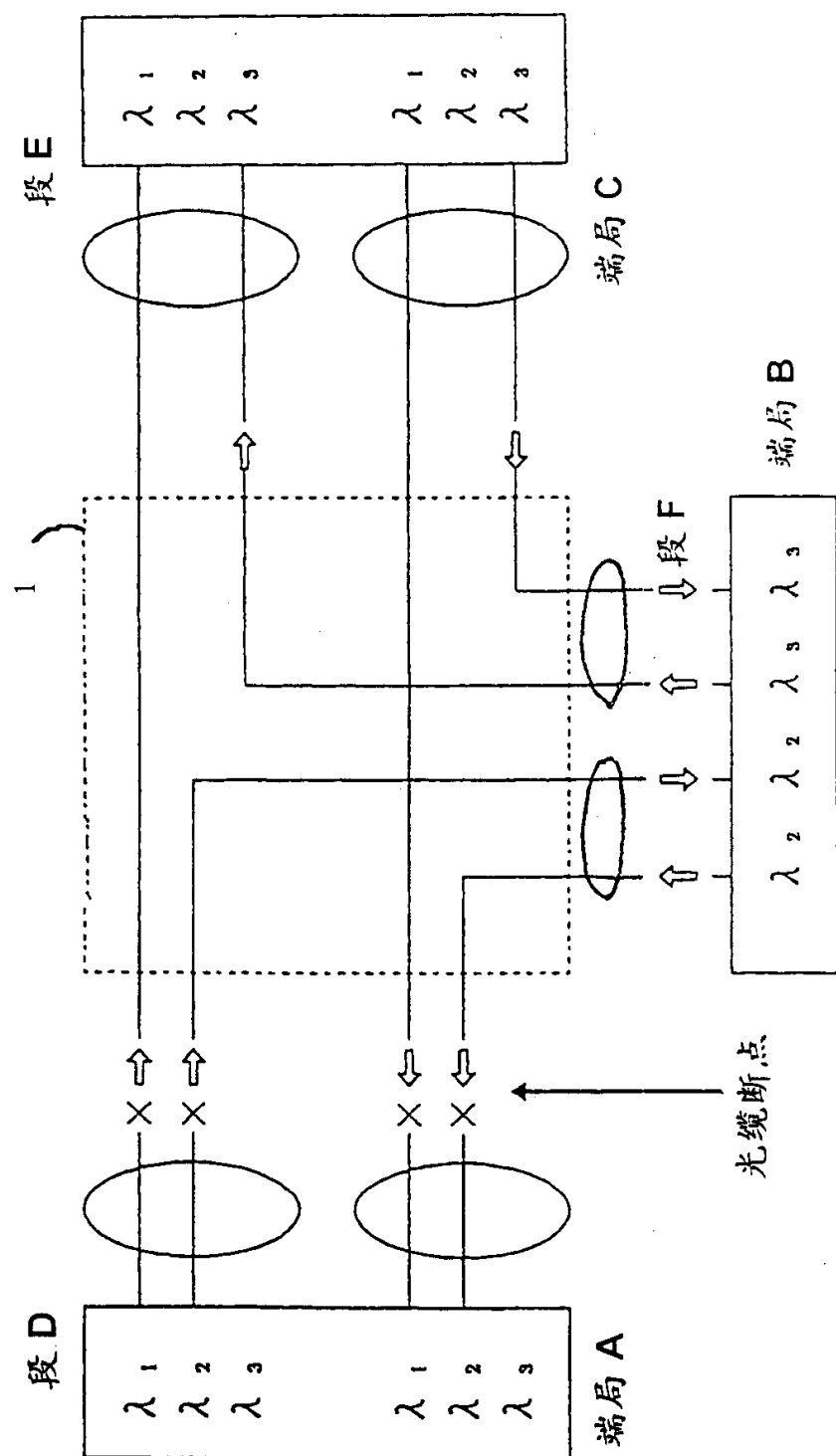


图 12