



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200310124839.8

[43] 公开日 2005年2月9日

[11] 公开号 CN 1578199A

[22] 申请日 2003.12.31

[21] 申请号 200310124839.8

[30] 优先权

[32] 2003.7.7 [33] KR [31] 2003-45887

[71] 申请人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

[72] 发明人 郑大光 五润济 黄星泽

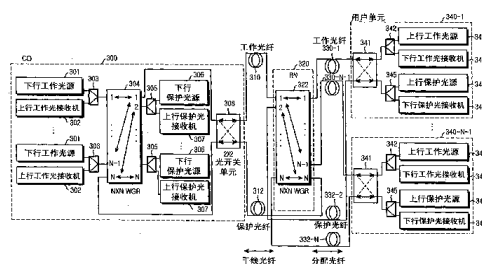
[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司  
代理人 戎志敏

权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 10 页

[54] 发明名称 自愈的波分复用—无源光网络系统

[57] 摘要

公开了一种包括中央局、远端节点和多个用户单元的自愈 WDM - 无源光网络系统, 该系统包括: 用于使 CO 与 RN 连接的干线工作光纤和干线保护光纤; 以及用于使 RN 与用户单元连接的分配工作光纤和分配保护光纤。CO 与干线工作光纤和干线保护光纤连接, 并且包括: 当发生故障或者通信失败时进行切换的  $2 \times 2$  光开关单元; 用于接收上行数据的上行工作光接收机和上行保护光接收机; 以及用于发送下行数据的下行工作光源和下行保护光源。每一个用户单元与分配工作光纤和分配保护光纤连接, 且包括: 当发生故障或者通信失败时进行切换的  $2 \times 2$  光开关单元; 用于接收下行数据的下行工作光接收机和下行保护光接收机; 以及用于发送上行数据的上行工作光源和上行保护光源。



1. 一种具有CO（中央局）、RN（远端节点）和多个用户单元的自愈WDM（波分复用）-PON（无源光网络）设备，包括：  
5 用于使CO与RN连接的干线工作光纤和干线保护光纤；以及  
用于使RN与用户单元连接的分配工作光纤和分配保护光纤，  
其中，CO包括：用于当发生故障或者通信失败时进行切换的 $2 \times 2$ 光开关单元；用于接收上行数据的上行工作光接收机和上行保护光接收机；以及用于发送下行数据的下行工作光源和下行保护光源；  
10 其中，每一个用户单元包括：用于当发生故障或者通信失败时进行切换的 $2 \times 2$ 光开关单元；用于接收下行数据的下行工作光接收机和下行保护光接收机；以及用于发送上行数据的上行工作光源和上行保护光源。
- 15 2. 根据权利要求1所述的设备，其特征在于：CO还包括 $N \times N$ 复用器/解复用器，用于对上行/下行工作/保护信号进行复用/解复用。
3. 根据权利要求1所述的设备，其特征在于：RN包括 $N \times N$ 复用器/解复用器，用于对从CO接收到的复用的下行工作/保护信号进行解复用，以及对从用户单元发送的上行工作/保护信号进行复用。
- 20 4. 根据权利要求1所述的设备，其特征在于：CO和用户单元中的每一个还包括：波分复用器（WDM），用于插入/分出上行/下行工作信号；以及另一WDM，用于插入/分出上行/下行保护信号。
5. 根据权利要求2或者3所述的设备，其特征在于： $N \times N$ 复用器/解复用器是WGR（波导光栅路由器）。
- 25 6. 根据权利要求1所述的设备，其特征在于：如果在使CO与RN连接的工作光纤中发生故障或者通信失败，则包含在CO和用户单元中的 $2 \times 2$ 光开关单元改变为连接状态，从而使CO通过保护光纤与用户单元进行通信。
- 30 7. 根据权利要求1所述的设备，其特征在于：如果在使RN与用户单元连接的工作光纤中发生故障或者通信失败，则在用户单元中包

含的 $2\times 2$ 光开关单元改变为连接状态，从而使C0通过保护光纤与用户单元进行通信。

8. 根据权利要求1所述的设备，其特征在于：如果在使RN与用户单元连接的工作光纤中发生故障或者通信失败，则在每一个用户单元和其余用户单元中包含的 $2\times 2$ 光开关单元、以及在C0中包含的 $2\times 2$ 光开关单元改变为连接状态，从而使C0通过保护光纤与用户单元和其余的用户单元进行通信。

9. 根据权利要求1所述的设备，其特征在于：如果在用户单元中包含的上行工作光源发生故障或者通信失败，则用户单元中包含的 $2\times 2$ 光开关单元改变为连接状态，并且驱动上行保护光源和下行保护光接收机，从而使C0与用户单元进行通信。

10. 根据权利要求1所述的设备，其特征在于：如果在用户单元中包含的下行工作光接收机中发生故障或者通信失败，则在该用户单元中包含的 $2\times 2$ 光开关单元改变为连接状态，并且驱动上行保护光源和下行保护光接收机，以便执行C0和用户单元之间的通信。

11. 根据权利要求1所述的设备，其特征在于：如果在C0中包含的下行工作光源中发生故障或者通信失败，则驱动下行保护光源和上行保护光接收机，并且在用户单元中包含的 $2\times 2$ 光开关单元改变为连接状态，从而使C0与用户单元进行通信。

12. 根据权利要求1所述的设备，其特征在于：如果在C0中包含的上行工作光接收机中发生故障或者通信失败，则用户单元中包含的 $2\times 2$ 光开关单元改变为连接状态，并且驱动下行保护光源和上行保护光接收机，以便执行C0和用户单元之间的通信。

13. 根据权利要求1所述的设备，其特征在于：如果在C0中包含的下行工作光源中发生故障或者通信失败，则驱动该下行保护光源和其余的下行保护光源，并且在C0中包含的 $2\times 2$ 光开关单元改变为连接状态，从而使C0与该用户单元和其余用户单元进行通信。

14. 根据权利要求1所述的设备，其特征在于：如果在C0中包含的上行工作光接收机中发生故障或者通信失败，则在C0中包含的 $2\times 2$ 光开关单元改变为连接状态，并且驱动下行保护光源和其余的下行保

护光源，以便执行CO与该用户单元和其余用户单元之间的通信。

15. 一种具有CO（中央局）、RN（远端节点）和多个用户单元的自愈WDM（波分复用）—PON（无源光网络）设备，包括：

5 用于使CO与RN连接的干线工作光纤和干线保护光纤；以及  
用于使RN与用户单元连接的分配工作光纤和分配保护光纤，  
其中，CO包括：用于接收上行数据的上行工作光接收机；用于  
发送下行数据的下行数据的下行工作光源；第一光开关单元，用于在  
干线工作光纤中发生故障或者通信失败时切换到连接状态，从而使CO  
通过干线保护光纤与用户进行通信，以及

10 其中，每一个用户单元包括：用于接收下行数据的下行工作光  
接收机；用于发送上行数据的上行工作光源；以及第二光开关单元，  
用于在分配工作光纤中发生故障或者通信失败时切换到连接状态，从  
而使CO通过分配保护光纤与用户进行通信。

15 16. 根据权利要求15所述的设备，其特征在于：所述CO还包括N  
×N复用器/解复用器，用于对上行/下行的工作/保护信号进行复用/  
解复用。

17. 根据权利要求15所述的设备，其特征在于：所述CO还包括  
下行保护光源和上行保护光接收机。

20 18. 根据权利要求15所述的设备，其特征在于：每一个用户单  
元还包括上行保护光源和下行保护光接收机。

19. 根据权利要求15所述的设备，其特征在于：所述CO和用户  
单元中的每一个还包括：波分复用器（WDM），用于插入/分出上行/下  
行工作信号；以及另一WDM，用于插入/分出上行/下行保护信号。

25 20. 根据权利要求16所述的设备，其特征在于：N×N复用器/解  
复用器是WGR（波导光栅路由器）。

## 自愈的波分复用一无源光网络系统

5

### 技术领域

本发明涉及一种WDM（波分复用）—PON（无源光网络）系统，更具体地说，涉及一种用于检测沿着断路上行/下行光源的故障和恶化问题及干线（trunk line）和分配光纤的恶化问题，并且从这样的问题中自动恢复的自愈的WDM—PON系统。

10

### 背景技术

典型地，WDM—PON系统使用分配给用户的特有波长，向用户提供超高速宽带通信服务。因此，WDM—PON系统可以确保通信的保密性，并且容易容纳各个用户请求的另外的通信服务或者增加的通信容量。此外，WDM—PON通过另外包括分配给新用户的特有波长，可以容易地增加用户的数据。然而，前述的WDM—PON系统可以使用另外的波长稳定器来控制CO（中央局）和各个用户端，以便稳定具有特定的激光波长的光源和光源的波长。这会造成接入到用户的高成本。由于接入到用户的高成本，该WDM—PON系统不再经济有效。为了实现成本有效的WDM—PON系统，最近已经开发出能够容易地管理波长的谱分割宽带光源。这包括具有非相干光的模式锁定Fabry—Perot激光器、以及作为WDM光源的反射型半导体光放大器（SOA）。

15

20

典型地，WDM—PON适用于双星形结构，以使光学线路的长度最短。更具体地说，单一的馈送光纤使CO与位于用户的附近区域内的RN（远端节点）连接，并且独立的分配光纤使RN与各个用户连接。将复用的下行信号通过干线传送到RN，并且由RN中包含的复用器/解复用器进行解复用。然后，将解复用的信号通过分配光纤传送到各个用户单元。将由用户单元创建的上行信号传送到RN，并且将该信号提供给RN中包含的复用器/解复用器。该上行信号由复用器/解复用器进行复

25

30

用，然后传送到CO。

WDM-PON系统通过分配给各个用户的波长，以较高的传送速率来传送大量的数据。在这样的系统中，上行或者下行光源会发生意外的故障和恶化事故，或者会发生干线和分配光纤的断路和恶化事故。

- 5 这可能会使WDM-PON系统丢失大量的数据，即使这样的事故只保持较短的时间。因此，需要WDM-PON系统快速地检测到这样的事故，并且从这样的事故中恢复。

- 然而，如果发生了这样的意外事故，CO和用户单元之间的直接通信线路断开，从而使CO和用户之间的通信模式无效。为了解决这个问题，WDM-PON系统还可以使用低速通信线路，从而造成了用于管理/监控位于CO和每一个用户单元之间的低速通信线路的额外成本。CO和用户通过低速通信线路相互通信，以便确定是否发生了意外事故，并且可以使用预定的时间来通知管理人员这样的事故。这造成了CO和用户单元之间的通信失败通知时间的增加。因此，必须开发自愈的WDM-PON系统，从而可以在实现的光学链路结构中，快速地识别上行/下行光源的故障和恶化问题、或者主干光纤和分配光纤的断路和恶化问题。此外，这样的自愈系统应该从检测到的故障、断路和恶化问题中自动恢复。

- 典型地，WDM光通信网络系统按照环形网的形式，配置了以规定间隔排列的多个光通信节点，以便从意外问题中自动地恢复。这样的意外问题包括传输光纤的断路或者恶化。原先已经提出了由两根工作光纤和两根保护光纤构成的四根自愈环光网络，以便实现双向通信。随着使用单根光纤的双向通信技术的日益发展，最近已经提出了一种环形光网络。这样的系统由单根工作光纤和单根保护光纤构成，以便减少传输光纤的数量，并且实现这样的双向通信。

- 图1a是传统的自愈环光纤的方框图。该自愈环光纤使用保护切换方法，该方法使用回环方式从传输光纤的通信失败中恢复。环形光网络系统的各个节点由光分插复用器/解复用器(OADM)10a-40a和10b-40b和2×2开关单元110-180构成，其中开关单元110-180用于保护切换。在这种情况下，OADM对通过内外环光纤传送的复用光信号进

行解复用，分出具有分配给每一个节点的波长的信号，依据传输数据对具有该波长的信号进行调制，以及将具有相同波长的调制信号与其他解复用信号一起进行复用。外环光纤4按照顺时针方向传送具有波长 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_N$ 的光信号。内环光纤2按照反时针的方向  
5 传送具有波长 $\lambda_{N+1}$ 、 $\lambda_{N+2}$ 、 $\lambda_{N+3}$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_{2N}$ 的光信号。

图1b是示出依据回环原理，对传输光纤链路的保护切换方法的方框图。如图1b所示，如果在传输光纤链路中出现通信失败，则该光网络系统使用位于故障链路的两端的 $2 \times 2$ 光开关单元，将光信号适配为回环信号。然后，该光系统按照相反的方向来传送充当回环信号的光信号，从而可以进行保护切换。例如，如果如图1b所示，在用于连接OADM 10a与OADM 20a的光纤链路中发生通信失败，则从OADM 10a传送到OADM 20a的光信号 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_N$ 通过开关单元120  
10 返回到OADM 10b。然后，OADM 10b通过内环光纤2，按照反时针方向传送接收到的光信号。将通过内环光纤2传送的光信号 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_N$ 从OADM 20b传送到OADM 20a，从而可以进行信号切换。  
15

如果环形网系统正常操作，则 $2 \times 2$ 光交换单元110—180处于直通（bar）状态，从输入端子i1接收到的信号被传送到输出端子o1，并且从输入端子i2接收到的信号被传送到输出端子o2。然而，如果环形网系统工作不正常，则 $2 \times 2$ 光开关单元110—180处于交叉状态。因此，施加到输入端子i1的信号被传送到输出端子o2，并且施加到输入  
20 端子o2的信号被传送到输出端子o1。

如果图1b中的光开关单元130处于交叉状态，则通过故障链路的信号、以及按照反时针方向从OADM 20b传送到OADM 10b的具有波长 $\lambda_{N+1}$ 、 $\lambda_{N+2}$ 、 $\lambda_{N+3}$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_{2N}$ 的光信号被适配为回环信号。因此，  
25 该信号通过外环光纤4，按照顺时针方向传送，并且通过光开关单元120从OADM 10a传送到OADM 10b。位于不与故障节点相邻的节点上的光开关单元保持在直通状态，而不需要任何状态转换。

自愈的WDM环形光网络系统按照环的形式配置了多个节点。虽然传输光纤可能会断路，但是节点仍然可以使用在断路传输光纤的相反  
30 方向上设置的另一光纤，进行彼此之间的通信。因此，自愈的WDM环

形光网络系统可以快速地由由断路光纤造成的通信失败中恢复，从而可以保持节点之间的通信状态。

然而，由于这样的节点按照环的形式相互连接，因此必须执行许多步骤。这些步骤包括：接收由复用器/解复用器进行复用/解复用的  
5 的一般信号。此外，接收到的一般信号可以被没有任何改变地输出；分出并且接收具有与每一个节点对应的波长的信号，以及将使用传输数据调制的相同波长信号添加到这些一般信号上。因此，前述的自愈WDM环形光网络系统必须使用具有价格昂贵的波分复用器/解复用器的OADM。如果在各个节点上的复用/解复用信号中损耗了大量的光功率，  
10 则自愈WDM环形光网络系统还必须使用光放大器来补偿损耗的功率，从而造成系统成本的增加。因此，传统的自愈WDM环形光网络系统不适合于注重经济效率的WDM-PON系统。

### 发明内容

15 因此，考虑到上述问题已经提出了本发明，并且本发明的目的是提出一种成本有效的自愈WDM-PON系统。

依据本发明，通过提出一种具有通过光纤连接的具有CO（中央局）、以及多个用户单元通过光纤与CO连接的RN（远端节点）的WDM（波分复用）-PON（无源光网络）设备，可以实现上述和其他目的。所  
20 述的设备包括：用于使CO与RN连接的干线工作光纤和干线保护光纤；以及用于使RN与用户单元连接的分配工作光纤、以及分配保护光纤。

所述CO与干线工作光纤和干线保护光纤连接。该CO包括：用于当发生故障或者通信失败时进行切换的 $2 \times 2$ 光开关单元；用于接收上行数据的上行工作光接收机和上行保护光接收机；以及用于发送下行  
25 数据的下行工作光源和下行保护光源。用户单元中的每一个与分配工作光纤和分配保护光纤连接。用户单元中的每一个包括：当发生故障和通信失败时进行切换的 $2 \times 2$ 光开关单元、用于接收下行数据的下行工作光接收机和下行保护光接收机；以及用于发送上行数据的上行工作光源和上行保护光源。

30



## 附图说明

从以下结合附图所采用的详细描述中，本发明的上述和其他目的、特征和其他优点将变得更加容易理解，

5 图1a是示出使用传统链路保护切换方法的双向光通信网络系统的方框图；

图1b是示出用于双向光通信网络系统的保护切换方法的方框图；

图2是通常的WDM-PON系统的方框图；

10 图3是依据本发明的一个实施例的WDM-PON系统的方框图；

图4示出用于说明依据本发明的一个实施例的下行光源的波段和上行光源的波段的波形图；

图5示出用于说明依据本发明的一个实施例，位于CO和用户单元之间的WDM的输出信号特性的波形图；

15 图6a-6b是示出依据本发明的一个实施例，当在WDM-PON系统的传输光纤中发生通信失败时所执行的操作的方框图；

图7a-7b是示出依据本发明的一个实施例，当在WDM-PON系统的用户单元中包含的内部元件发生通信失败时所执行的操作的方框图；

20 图8a-8b是示出依据本发明的一个实施例，当在WDM-PON系统的CO中包含的内部元件发生通信失败时所执行的操作的方框图；

## 具体实施方式

25 现在将参考附图对本发明的实施例进行详细的描述。在附图中，即使在不同的图中示出，相同或者相似的元件也由相同的参考符号来表示。出于阐明和简化的目的，由于可能会使本发明的主旨不清楚，因此省略对其中所包括的已知功能和结构的详细描述。

依据本发明，自愈WDM-PON系统将备用组件与通常的WDM-PON系统的每一个元件进行连接，以便从故障或者通信失败中恢复。如果  
30 在通常的WDM-PON系统中发生故障或者通信失败，则依据本发明的自

愈WDM-PON系统可以使用备用组件治愈故障或者通信失败。

图2是通常的WDM-PON系统的方框图。如图2所示，该WDM-PON系统包括：CO（中央局）200、用于使CO 200与RN 220连接的单根工作光纤210、具有 $1\times M$  WGR（波导光栅路由器）的RN（远端节点）220、  
5 用于使RN220与各个用户单元240连接的许多另外的单根工作光纤230、以及多个用户单元240。

所述的CO包括：针对各个用户中的每一个的下行光源202和上行工作光接收机204、用于插入/分出上行/下行信号的波分复用器206、以及 $M\times 1$  WGR（波导光栅路由器）208。每一个用户单元240包括：  
10 上行工作光源244、下行工作接收机246、以及用于插入/分出上行/下行信号的波分复用器（WDM）242。

如果在通常的WDM-PON系统中包含的任一个内部组件中发生故障或者通信失败，则通常的WDM-PON系统不能够治愈对应的故障组件。因此，该系统不能够将自身恢复到正常状态。

图3是依据本发明的一个实施例的WDM-PON系统的方框图。如图3所示，依据本发明的WDM-PON系统还包括用于保护各个组件的保护组件。更具体地说，WDM-PON系统包括充当位于CO 300和RN 320之间的工作光纤的保护干线光纤312。因此，如果在单根干线光纤中发生故障，则保护干线光纤312充当工作光纤。此外，图3中的WDM-PON系统还包括：  
15 保护分配光纤332，当在使RN 320与用户单元连接的各个分配光纤330中发生故障时，所述的保护分配光纤332充当位于RN 320和各个用户单元之间的工作光纤。

WDM-PON系统的CO 300和用户单元340分别包括用于保护各个元件的保护组件。具体地说，CO 300包括针对各个用户中的每一个的下行工作光源301、以及上行工作光接收机302；用于插入/分出下行工作光源301和上行工作光接收机302所需要的上行/下行信号的WDM 303；以及下行保护光源306、以及上行保护光接收机307。该CO 300还包括：  
25 用于插入/分出下行保护光源306和上行保护光接收机307所需要的上行/下行信号的另一WDM 305、 $N\times N$  WGR 304、以及 $2\times 2$ 光开关单元308。  
30

每一个用户单元340包括：上行工作光源343和下行工作光接收机344；用于插入/分出上行工作光源343和下行工作光接收机344所需要的上行/下行信号的WDM 342；以及上行保护光源346和下行保护光接收机347。该用户单元340还包括：用于插入/分出上行保护光源346和下行保护光接收机347所需要的上行/下行信号的WDM 345、以及2×2光开关单元341。

如果在自愈WDM-PON系统中没有发生故障或者通信失败，则该自愈WDM-PON系统将按照如下方式操作。在将下行信号从CO 300传送到用户单元340的情况下，下行工作光源301使用传输数据对信号进行调制。然后将调制的信号施加到N×N WGR 304，并且进行复用。复用的下行信号通过处于直通状态的2×2光开关单元308，并且通过干线光纤310传送到RN 320。复用的下行信号由RN 320中包含的N×N WGR 322进行解复用。各个解复用的下行信号被传送到分配光纤330，并且被施加到对应的用户单元340。在用户单元340中，下行信号通过2×2光交换单元341，并且通过WDM 342施加到下行工作光接收机344，从而将该下行信号检测为电信号。

在将上行信号从用户单元340传送到CO 300的情况下，上行工作光源343使用传输数据对信号进行调制。调制的信号被施加到WDM 342和光开关单元341，并且传送到RN 320。施加到RN 320上的各个上行信号由WGR 322进行复用，并且传送到CO 300。复用的上行信号通过CO 300中包含的光开关单元308，并且由WGR 304进行解复用。解复用后的上行信号通过WDM 303施加到上行工作光接收机，从而将该上行信号检测为电信号。

图4示出了依据本发明的一个实施例的下行光源的波段和上行光源的波段的波形图。如图4所示，在单根光纤上同时传送上行/下行信号的双向WDM-PON系统分配了彼此不同的下行波段和上行波段。配置的充当复用器/解复用器的WGR形成了FSR（自由光谱区），并且具有周期性的通过特性，从而在即使上行和下行波段相互分离的情况下，也可以使用一个WGR同时对上行/下行信号进行复用/解复用。图5示意地示出了CO和用户单元中包含的WDM的通过特性。

如果在自愈WDM-PON系统中发生故障或者通信失败，则自愈WDM-PON系统将按照以下方式进行操作。

图6a-6b是示出依据本发明的一个实施例，在WDM-PON系统的传输光纤中发生通信失败时所执行的处理的方框图。图6a是示出当故障或者通信失败发生在干线工作光纤中所执行的处理的方框图，图6b是当故障或者通信失败发生在分配光纤中所执行的处理的方框图。

参考图6a，如果在干线工作光纤310中出现故障或者通信失败，则施加到CO 300中包含的所有上行工作光接收机302的输出信号、以及施加到所有用户单元中包含的所有下行工作光接收机344的输出信号没有被接收。因此，CO 300和用户单元340-1到340-N-1将2×2光开关单元308和341改变为交叉状态，从而使CO 300可以在干线保护光纤312上与各个用户进行通信。

例如，在将下行信号从CO 300传送到用户单元340的情况下，下行工作光源301使用传输数据对信号进行调制。调制的信号被施加到WDM 303和充当复用器/解复用器的N×N WGR 304，并且由N×N WGR 304进行复用。复用的下行信号通过处于交叉状态的2×2光开关单元308，并且通过干线保护光纤312传送到RN 320。该下行信号由RN 320中包含的N×N WGR 322进行解复用，并且通过分配保护光纤332传送到各个用户单元340-1到340-N-1。

在这种情况下，各个解复用的信号通过分配保护光纤332，从RN 320传送到用户单元340-1到340-N-1。因此，将用户单元340-1到340-N-1的2×2光开关单元341改变为交叉状态，从而可以从分配保护光纤332中接收下行信号。

参考图6b，如果故障或者通信失败发生在分配工作光纤330-1，则施加到CO 300中包含的对应上行工作光接收机302的输出信号、以及施加到用户单元340-1中包含的对应下行工作光接收机344的输出信号没有被接收。因此，将用户单元340-1中包含的2×2光开关单元341改变为交叉状态，从而使CO 300可以通过分配保护光纤332-2与用户单元340-1进行通信。

图7a—7b是依据本发明的一个实施例，当WDM—PON系统的用户单元中的内部元件发生通信失败时所执行的操作。图7a是示出在用户单元的上行工作光源中发生故障或者通信失败时所执行的处理的方框图，图7b是示出在用户单元的下行工作光接收机中发生故障或者通信失败时所执行的处理的方框图。

参考图7a，如果在用户单元340—1中包含的上行工作光源343中发生故障或者通信失败，则施加到CO 300中包含的对应上行工作光接收机302的输出信号没有被接收。因此，在用户单元340—1中包含的2×2光开关单元341将其当前状态改变为交叉状态。同时，驱动在用户单元340—1中包含的上行保护光源346和下行保护光接收机347，从而使CO 300可以与用户单元340—1进行通信。

参考图7b，如果在用户单元340—1中包含的下行工作光接收机344发生故障或者通信失败，则施加到下行工作光接收机344的输出信号没有被接收。因此，WDM—PON系统将用户单元340—1中包含的2×2光开关单元341的当前状态改变为交叉状态，从而使CO可以通过保护光纤332—2与用户单元进行通信。在这种情况下，如果施加到下行工作光接收机344上的输出信号没有被接收，则WDM—PON对上行保护光源346和下行保护光接收机347进行操作，从而使CO 300可以与用户单元340—1进行通信。

图8a—8b是依据本发明的一个实施例，当WDM—PON系统中的CO的内部元件发生通信失败时执行的操作的方框图。图8a是示出CO的多个下行工作光源中的任一个中发生故障或者通信失败时所执行的处理的方框图，图8b是示出CO的多个上行工作光接收机中的任一个发生故障或者通信失败时所执行的处理的方框图。

参考图8a，如果CO 300中包含的多个下行工作光源301中的任一个发生故障或者通信失败，则下行工作光源301的输出信号将不会被用户单元340—1中包含的对应下行工作光接收机344接收。因此，驱动CO 300中包含的下行保护光源306和上行保护光接收机307，同时用户单元340—1中包含的2×2光开关单元341将其当前状态改变为交叉状态，从而使CO 300可以通过分配保护光纤332—2与用户单元340—1

进行通信。

参考图8b, 如果CO 300中包含的多个上行工作光接收机302中的任一个发生故障或者通信失败, 则发送到上行工作光接收机302的输出信号没有被接收。因此, WDM-PON系统将用户单元340-1中包含的  
5 2×2光开关单元341的当前状态改变为交叉状态, 从而使CO 300可以通过分配保护光纤332-2与用户单元340-1进行通信。在这种情况下, 如果CO 300中包含的上行工作光接收机302的输出信号没有被接收, 则WDM-PON对下行保护光源306和上行保护光接收机307进行操作, 从而使CO 300可以通过分配保护光纤332-1与用户单元340-1进  
10 行通信。

如上所述显而易见, 通过使用N×N WGR、CO和用户单元中包含的上行/下行保护光收发机、以及用于使CO与用户连接的保护光纤, 依据本发明的自愈WDM-PON系统可以检测在用于使CO与用户单元连接的光纤、与每一个CO和用户单元中包含的上行/下行光收发机之间产  
15 生的故障或者通信失败, 并且可以从检测到的故障或者通信失败中恢复, 从而可以制造能够便于有效管理、并且从故障或者通信失败中恢复的经济有效的WDM-PON系统。

虽然出于说明的目的, 已经描述了本发明的优选实施例, 但是, 本领域的技术人员应该意识到: 在不脱离所附权利要求限定的本发明的  
20 的范围和精神的情况下, 可以进行各种修改、添加和替换。

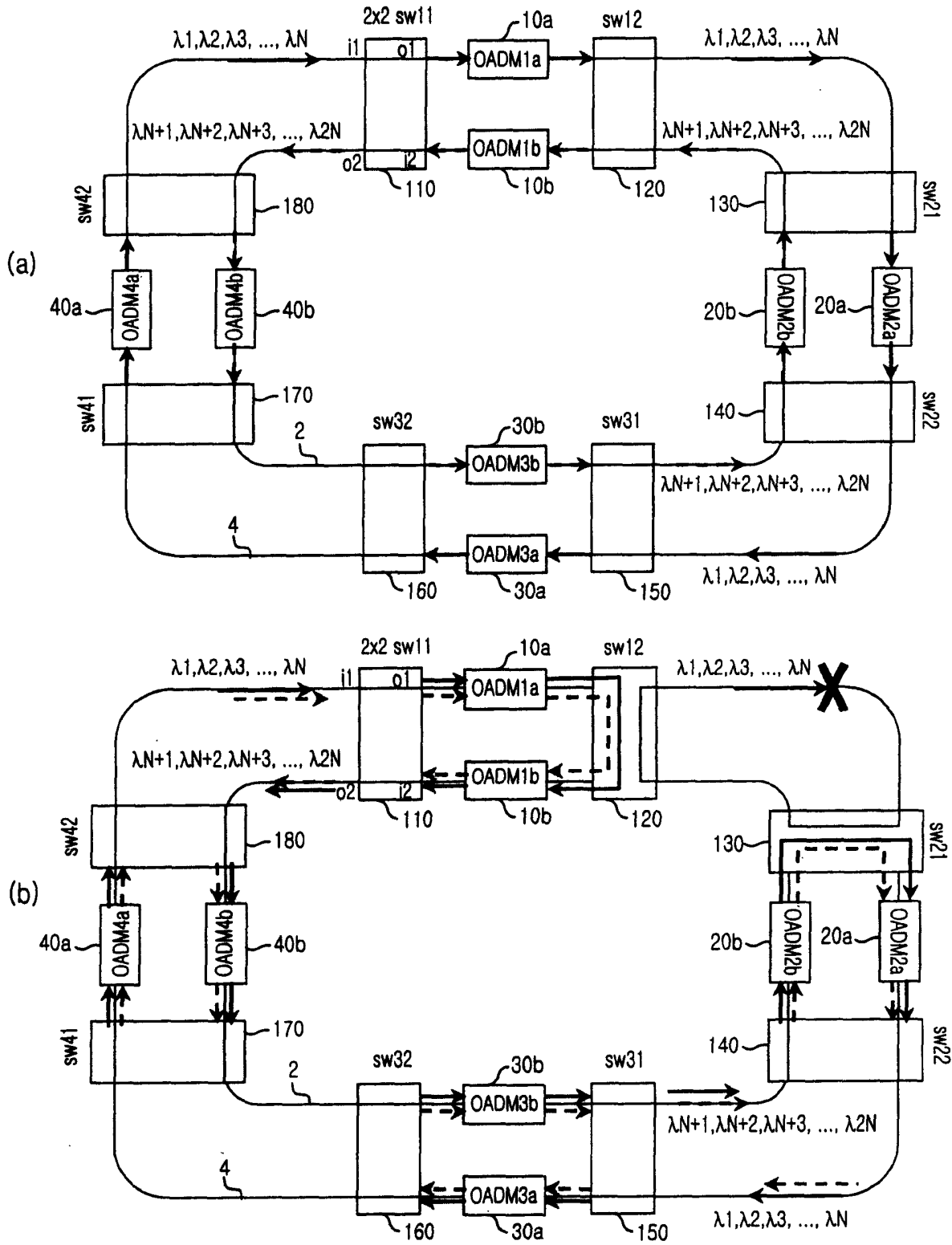


图 1

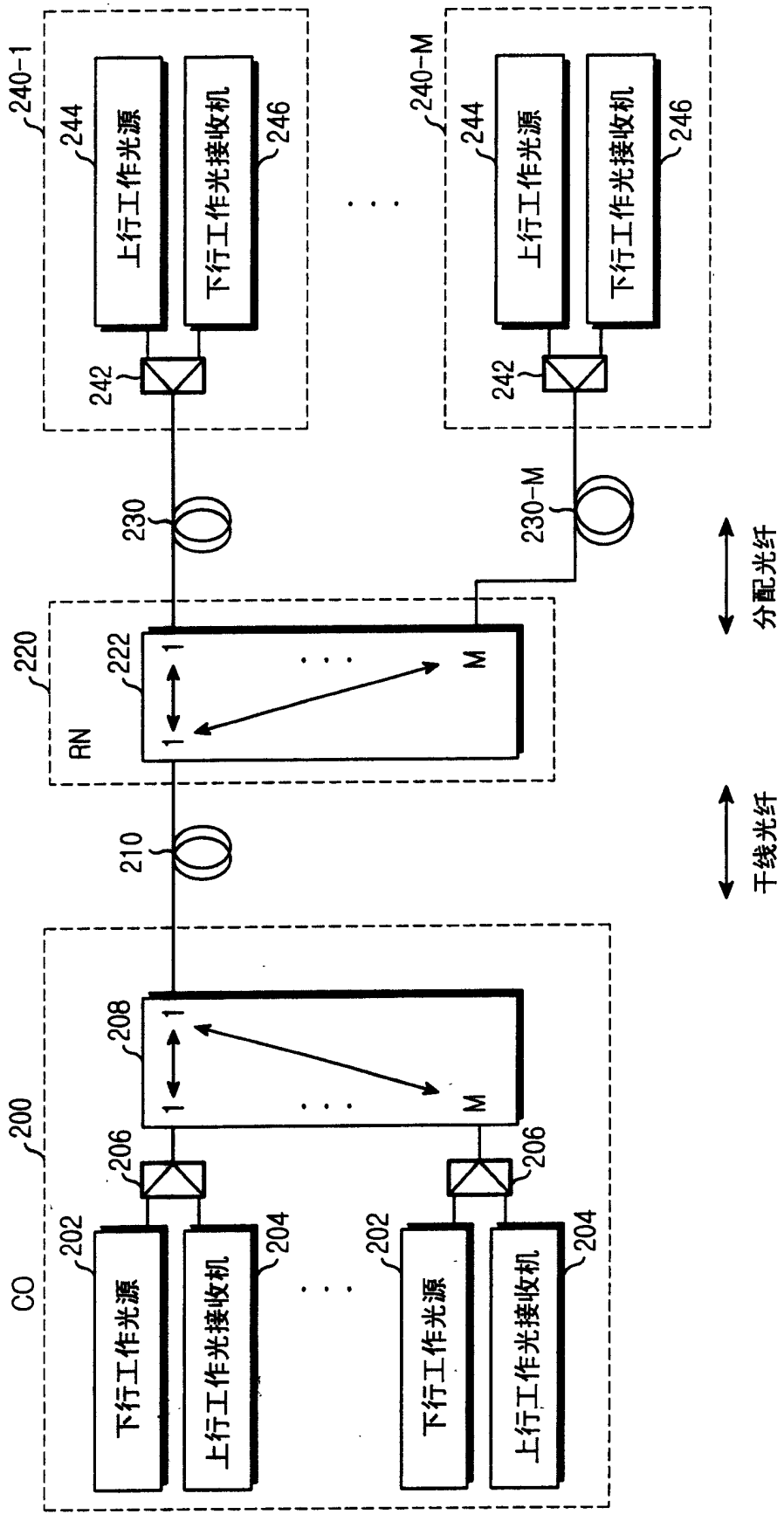


图 2



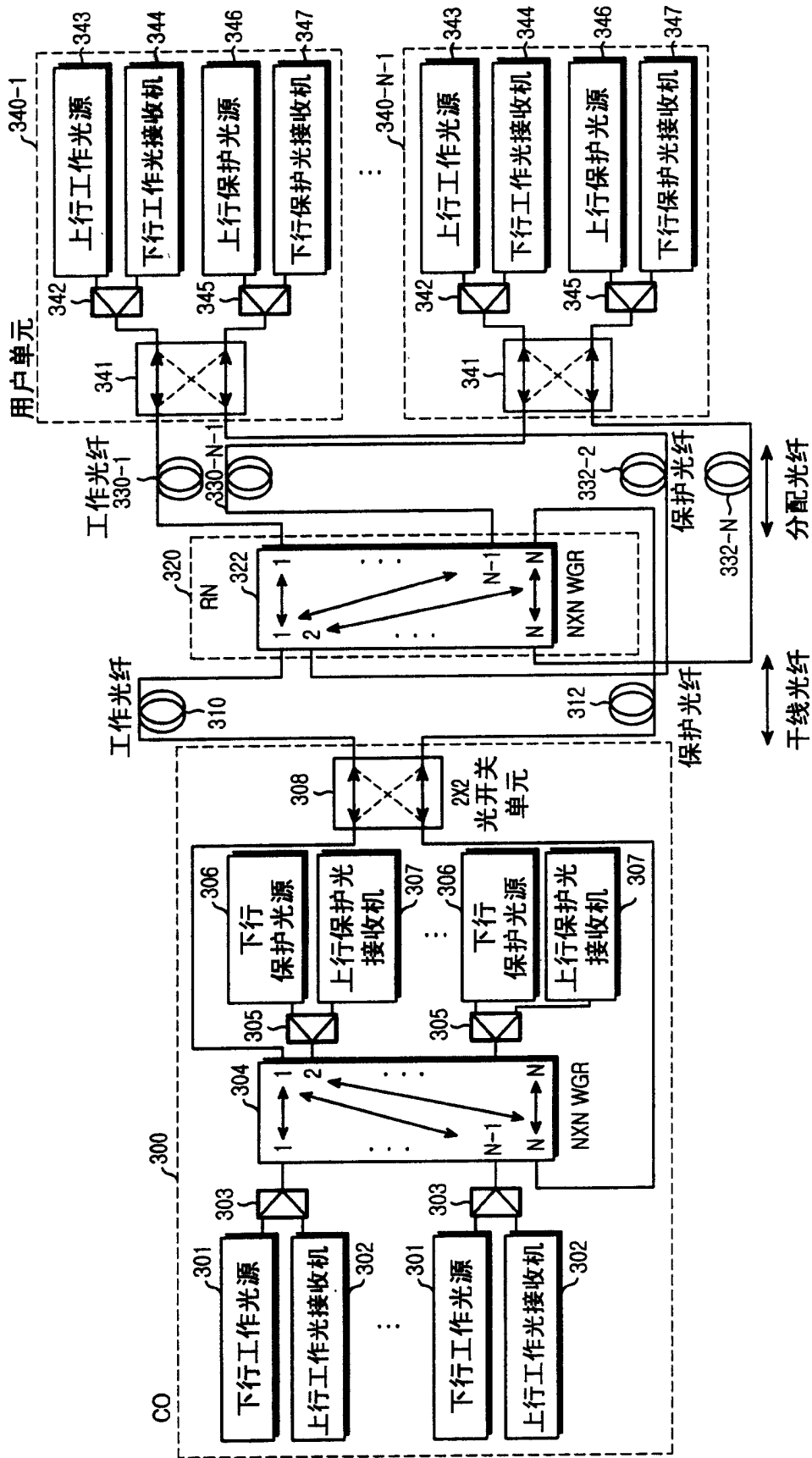


图 3

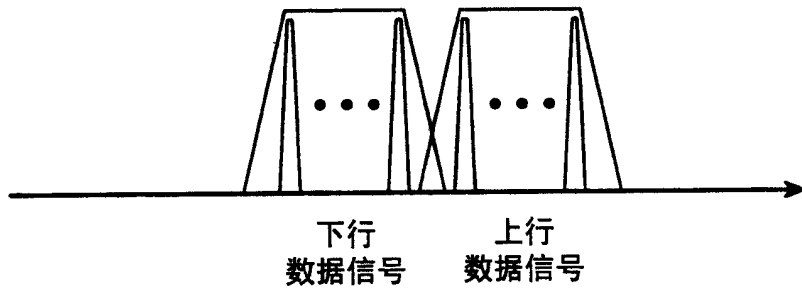


图 4

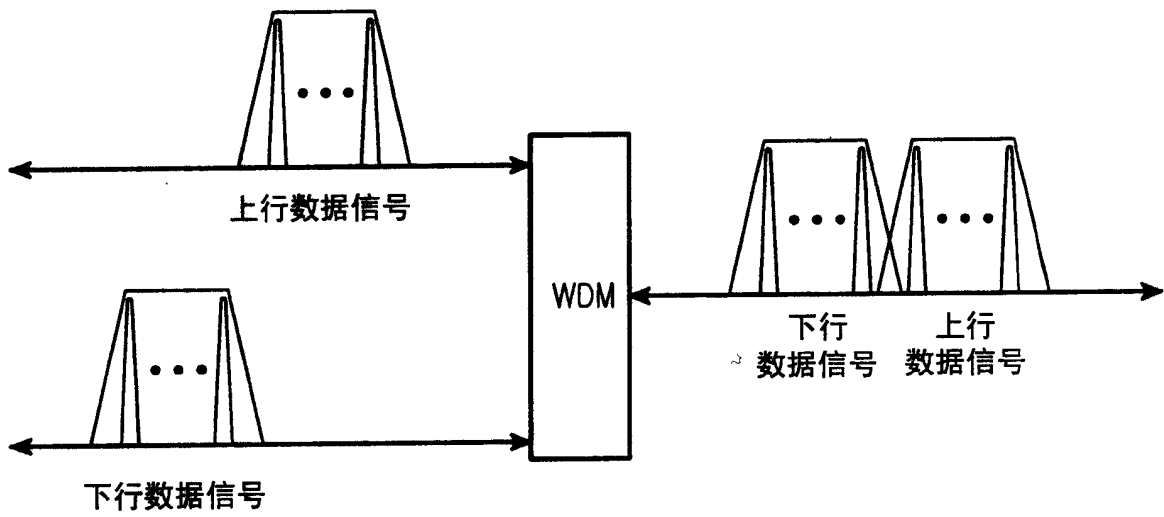


图 5

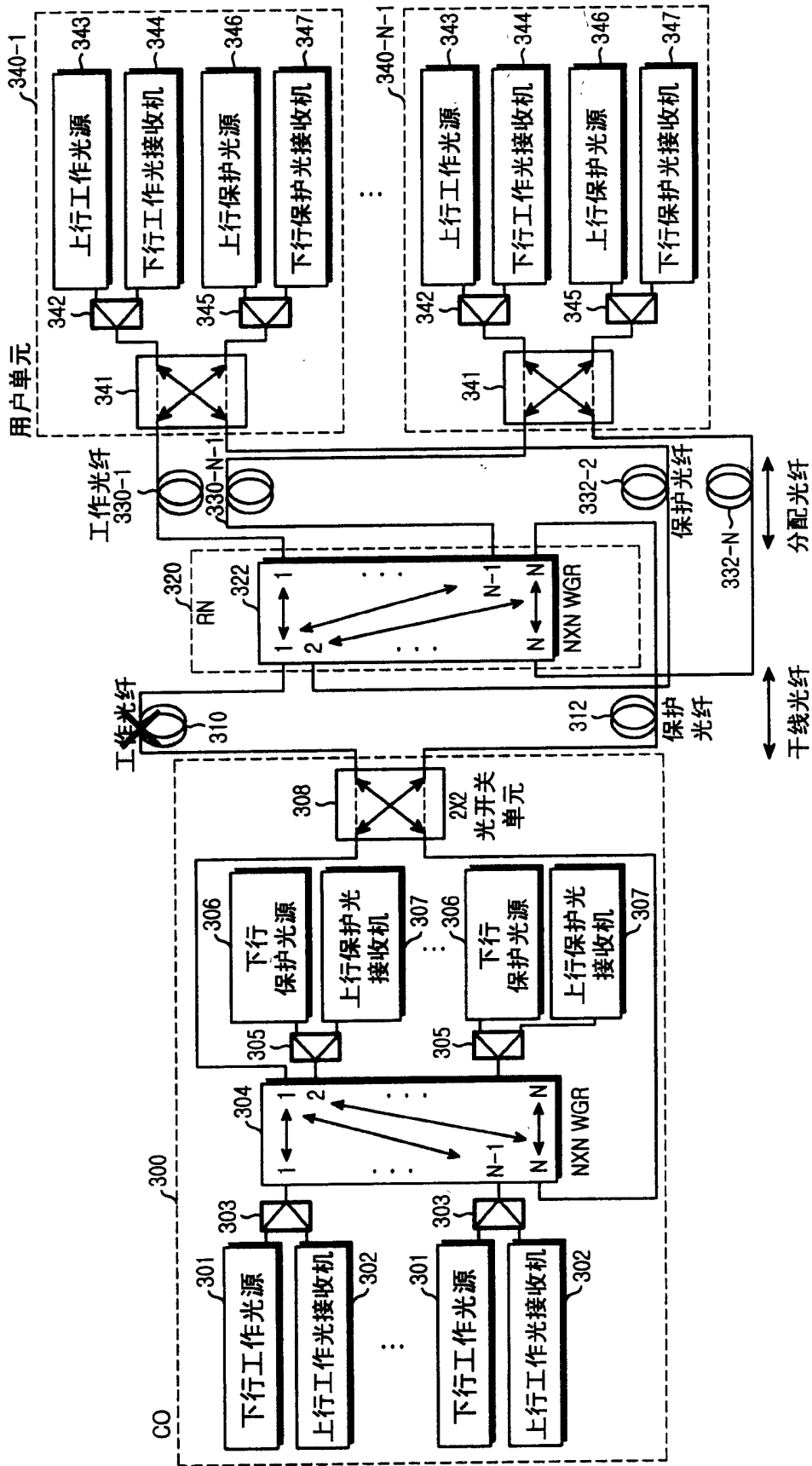


图 6A

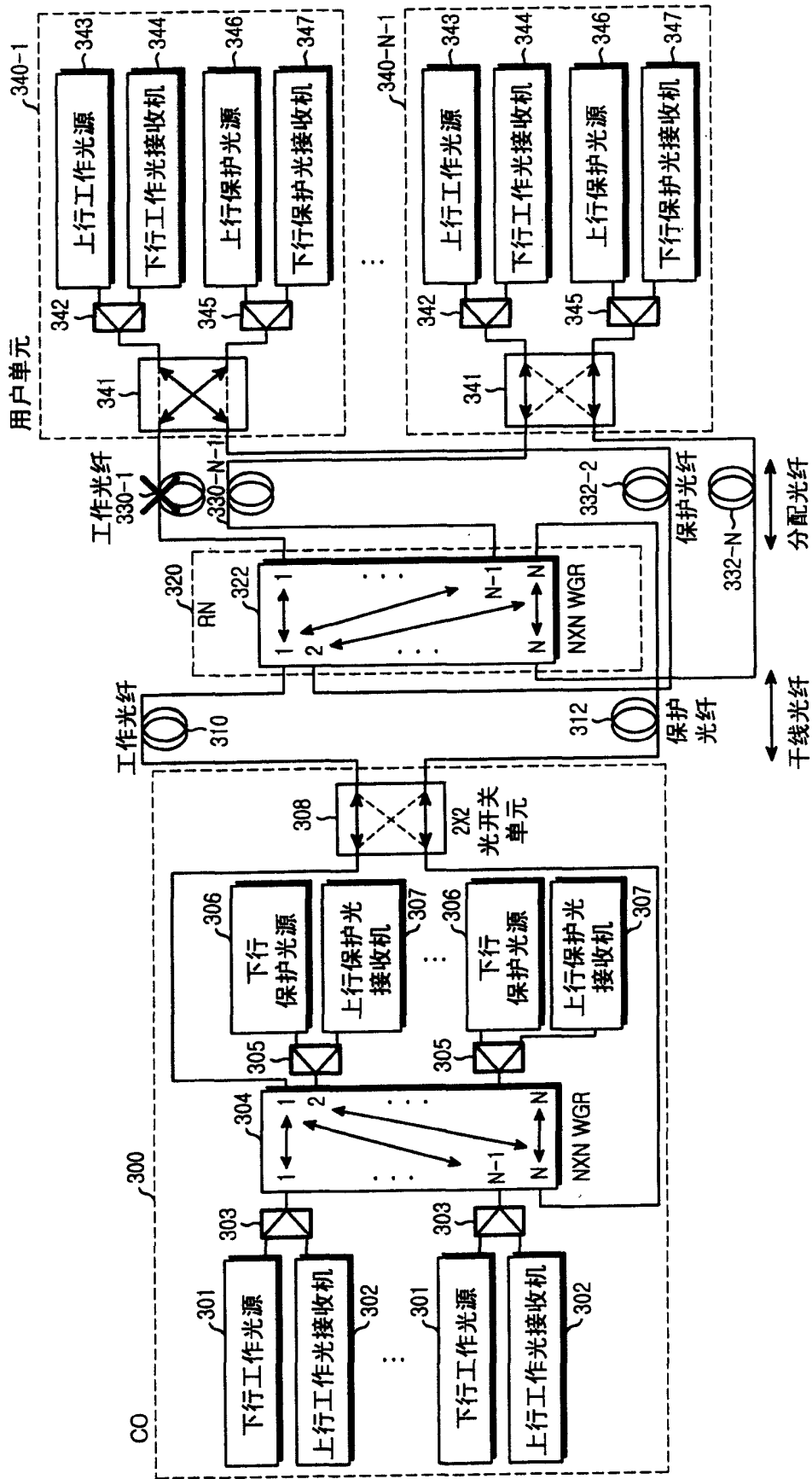


图 6B

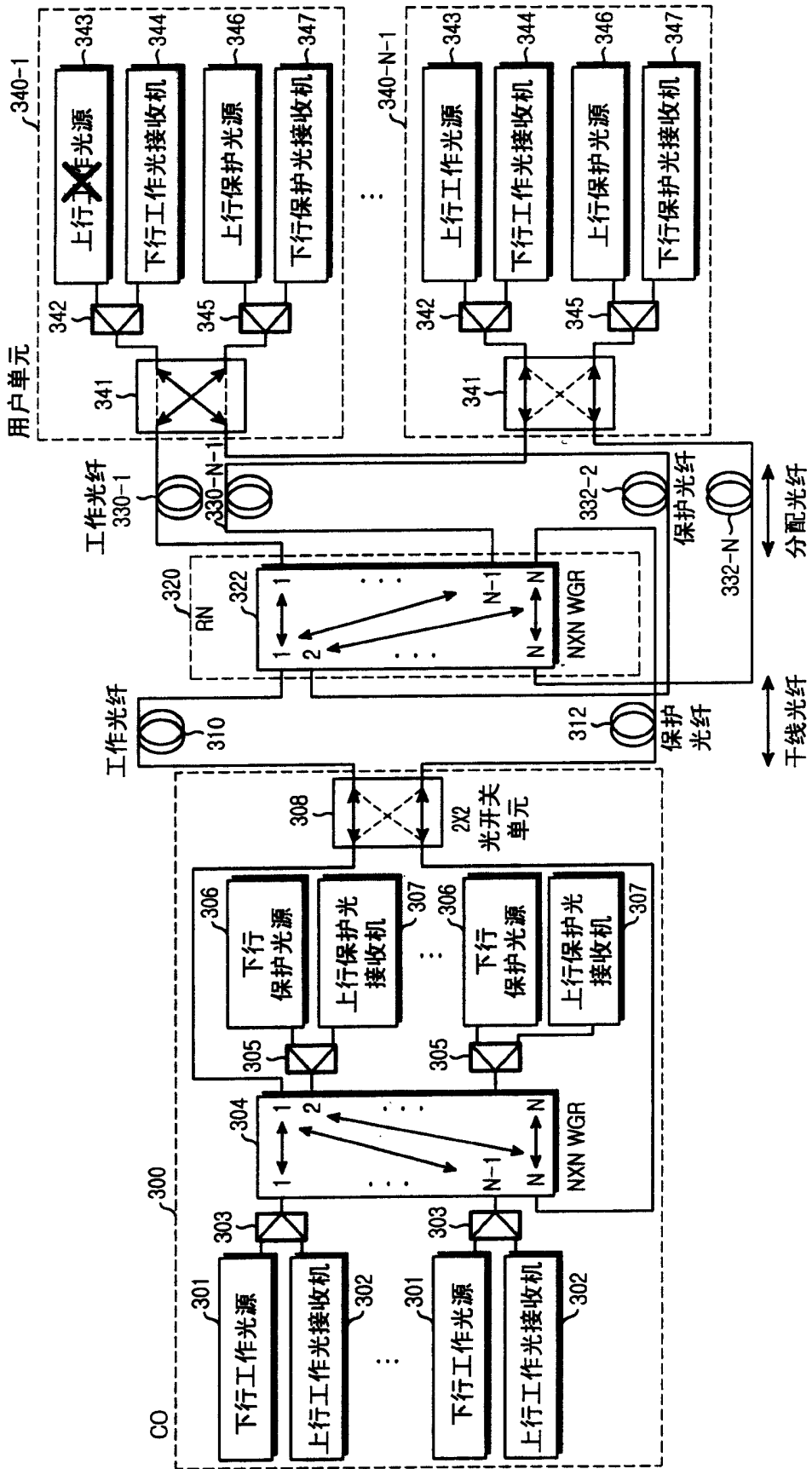


图 7A

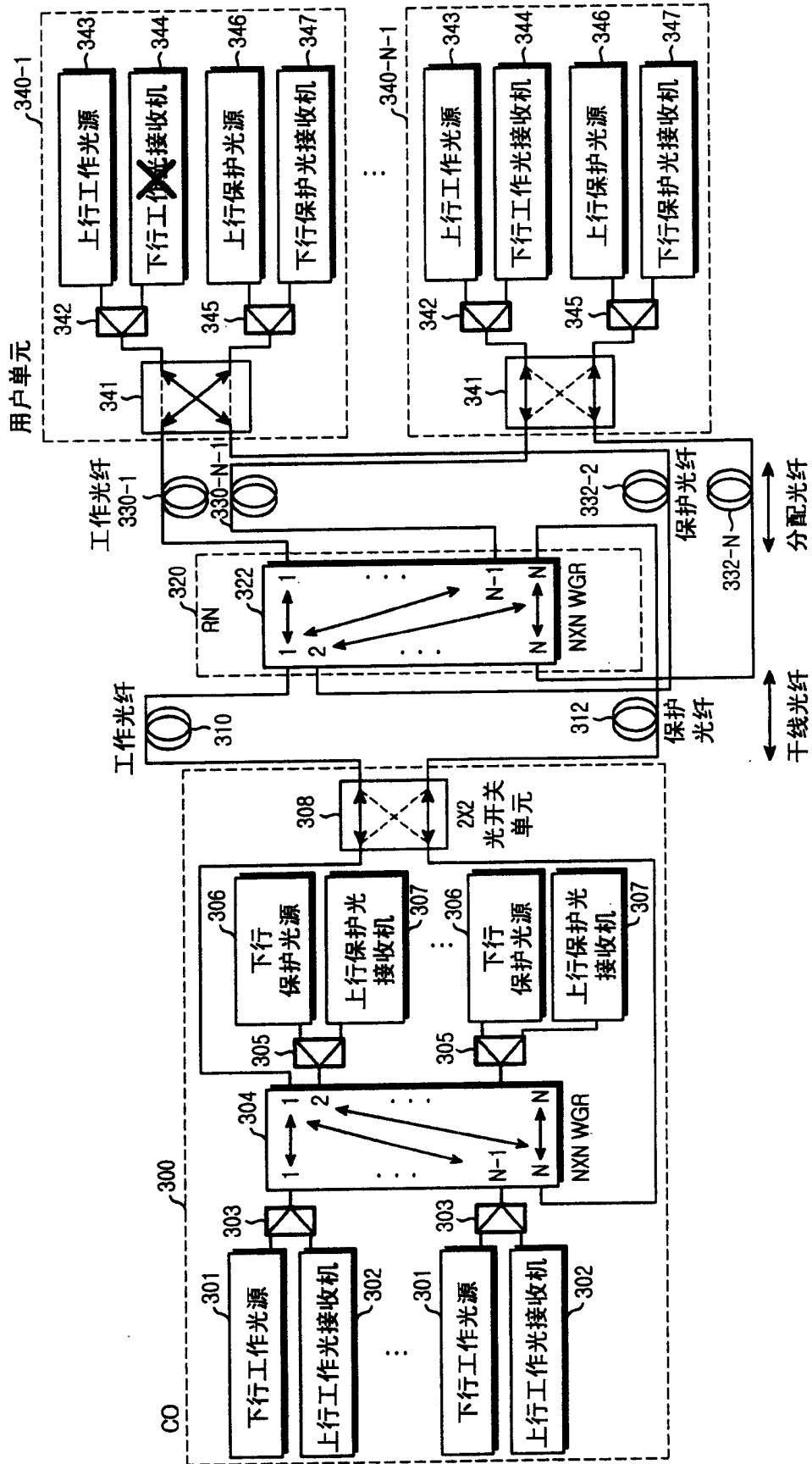


图 7B

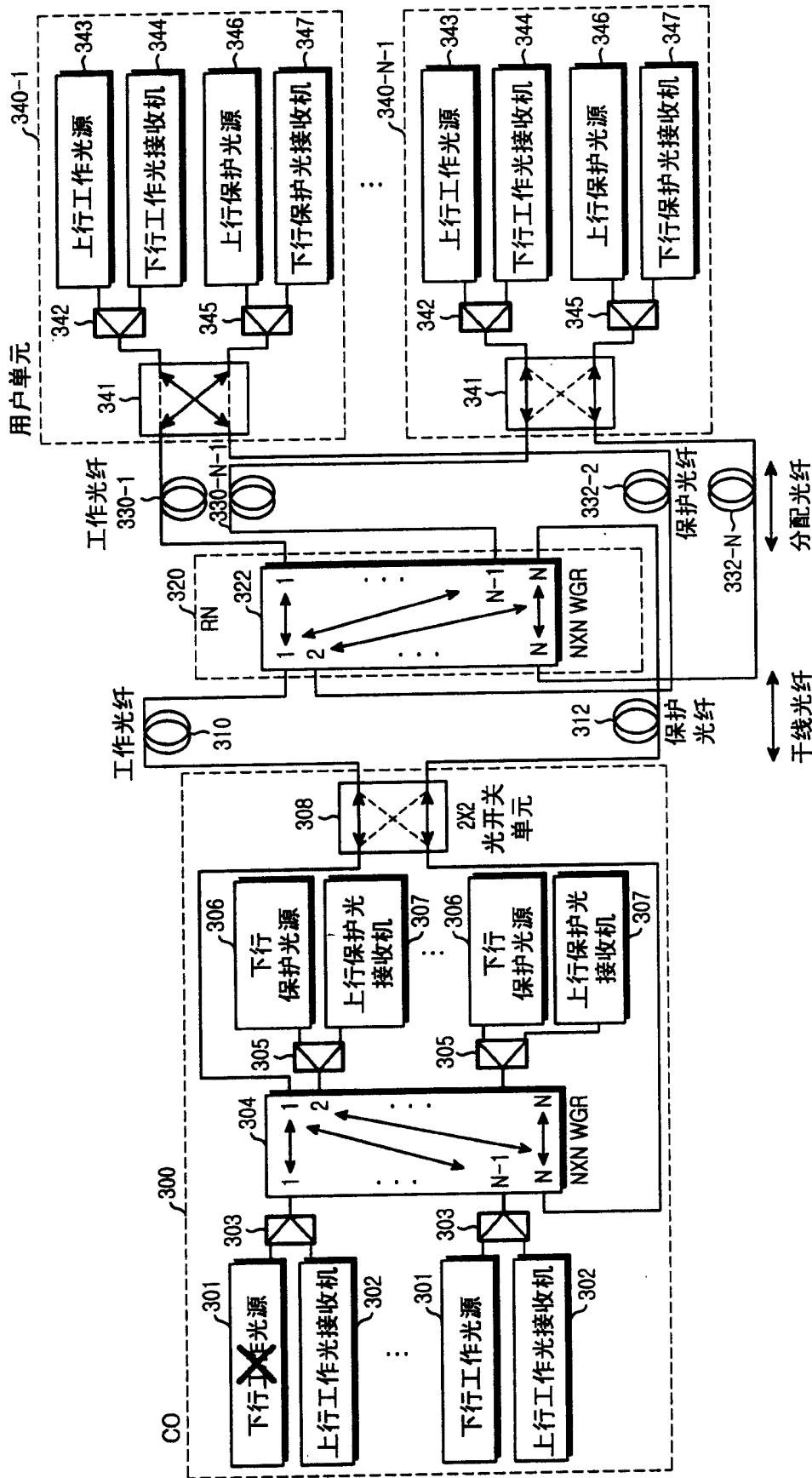


图 8A

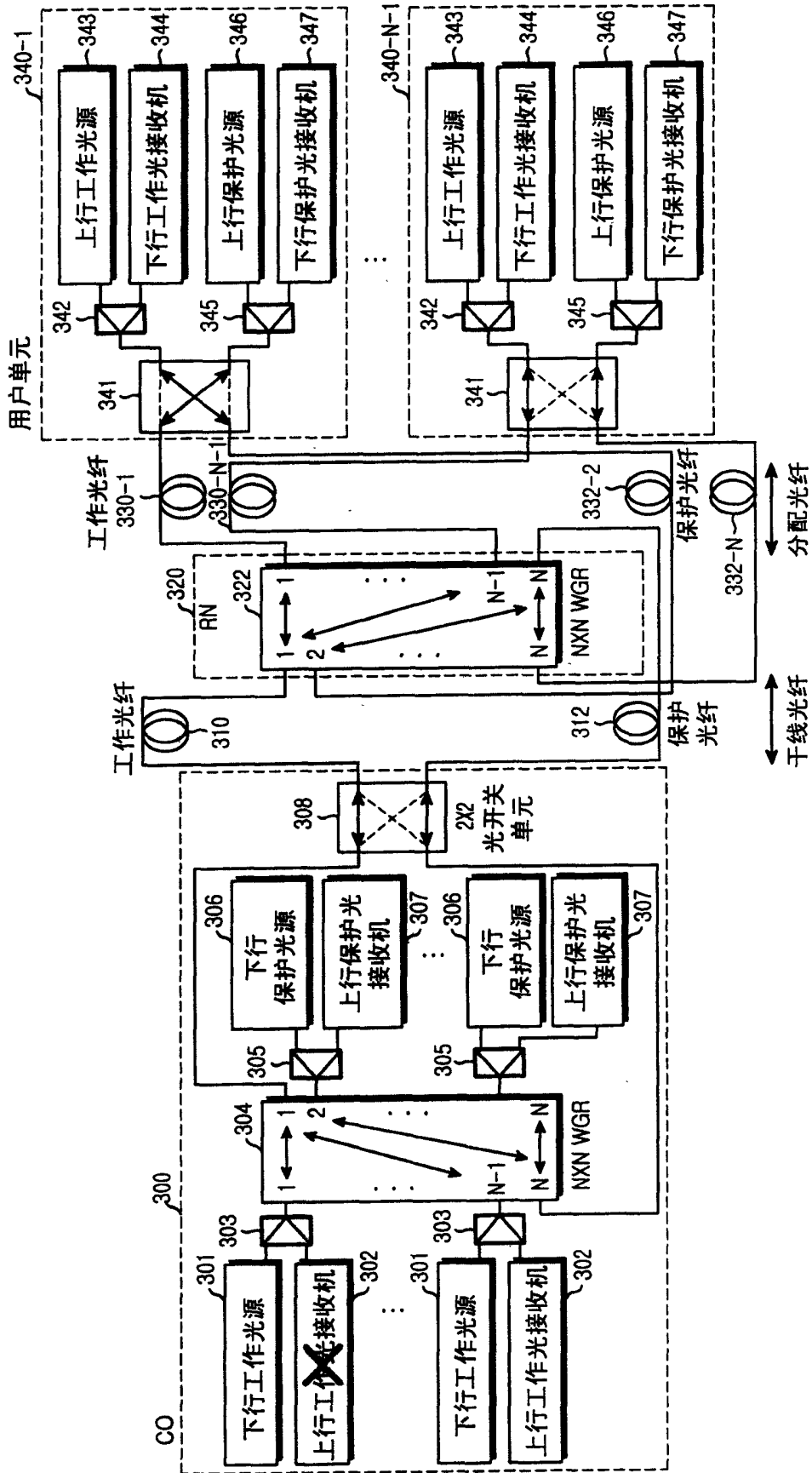


图 8B