

[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

专利号 ZL 03142728.6

H04J 14/02 (2006.01)

H04B 10/12 (2006.01)

H04Q 3/52 (2006.01)

H04Q 3/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2007年10月10日

[11] 授权公告号 CN 100342677C

[22] 申请日 2003.6.16 [21] 申请号 03142728.6

[30] 优先权

[32] 2002.11.7 [33] KR [31] 68846/2002

[73] 专利权人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

[72] 发明人 金钟权 黄星泽 吴润济

[56] 参考文献

CN1219042 A 1999.6.9

EP1688114 A1 1995.12.20

EP0910187 A2 1999.4.21

US5790287 A 1998.8.4

审查员 彭 锐

[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

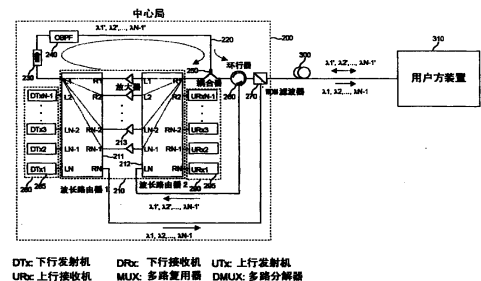
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 7 页

## [54] 发明名称

利用中心局产生的多波长光的环回的无源光纤网

## [57] 摘要

一种包括中心局和通过光纤链路连接中心局的用户装置的无源光纤网。中心局具有带第一至第四复用端口的路由部分，将从第四复用端口输入的多波长光分解到多个信道；放大并复用每个分解的信道，通过第一复用端口输出。分解并上行输出通过第三复用端口输入的光信号，复用下行光信号的信道，通过第二端口输出复用的信道。分光部分带有第一至第三分光端口并布置在使第一和第四复用端口连接的环形光波导上，使一部分输入到第一分光端口的多波长光经第二分光端口输出，和使其余多波长光通过连接第四复用端口的第三分光端口输出。环行器使经第二分光端口输入的多波长光发送到用户，和使从用户接收的上行光信号输出到第三复用端口。



1.一种包括一个中心局和至少一个用户方装置的无源光纤网，用户方装置通过一个用于从用户装置到中心局的上行通信和从中心局到用户方装置的下行通信的光纤链路与中心局连接，其中用户方装置根据波分复用光信号执行与中心局的通信，中心局包括：

路由部分，包括：

具有第三和第四多路复用端口以及第三和第四多路分解多端口的第二波长路由器，所述第二波长路由器用于将从第四多路复用端口输入的多波长光多路分解到多个信道，然后通过第三多路分解多端口输出，和将从第三多路复用端口输入的上行光信号多路分解到多个信道，然后通过第四多路分解多端口输出；

多个连接在第三多路分解多端口和第二多路分解多端口之间的光放大器，用于放大和输出输入的信道；

具有第一和第二多路复用端口以及第一和第二多路分解多端口的第一波长路由器，所述第一波长路由器接收输入到第二多路分解多端口的放大信道，多路复用所述接收的信道，和通过所述第一多路复用端口输出，和多路复用输入到所述第一多路分解多端口的信道，然后通过所述第二多路复用端口输出；

带有第一至第三分光端口并且布置在使第一和第四多路复用端口相互连接的环形光波导上的分光部分，用于使输入到第一分光端口的一部分多波长光通过第二分光端口输出，和使多波长光的其余部分通过与第四多路复用端口连接的第三分光端口输出；

环行器，用于使从第二分光端口输入的多波长光发送到用户方装置，和致使从用户方装置接收的上行光信号输出到第三多路复用端口；

连接在第一多路复用端口和第四多路复用端口之间的环形光波导，用于使从光放大器产生的放大自发发射能够在中心局中重复，以便能够用放大自发发射作为多波长光；

组合部分，用于使从用户方装置接收的上行光信号输出到环行器，将

从环行器输入的多波长光与从第二多路复用端口输入的下行光信号组合，并且将组合结果发送到用户方装置；和

光发送部分，用于将不同波长的信道输出到路由部分，

其中第一多路分解多端口与下行发射机相连，第四多路分解多端口与上行接收机相连。

2.根据权利要求 1 所述的无源光纤网，其中中心局进一步包括一个光接收部分，用于使从通过第三多路复用端口输入的所述上行光信号多路分解的每个信道转换成电信号。

3.根据权利要求 1 所述的无源光纤网，其中中心局进一步包括：

一个布置在环形光波导上的隔离器，用于通过输入的多波长光，和阻挡在与输入的多波长光相反的方向传播的光；和

一个布置在环形光波导上并且具有至少一个预定波长带宽的光带通滤波器。

4.根据权利要求 1 所述的无源光纤网，其中所述多个光放大器中的至少一个光放大器包括掺铒光纤。

5.根据权利要求 4 所述的无源光纤网，其中所述至少一个光放大器进一步包括一个用于利用掺铒光纤提供泵激光的泵激光源。

## 利用中心局产生的多波长光的环回的无源光纤网

### 技术领域

本发明涉及一种光通信系统，更具体地讲，涉及一种波分复用无源光纤网。

### 背景技术

波分复用（WDM）无源光纤网将光信号从中心局下行分配到每个用户。网络在中心局与用户之间的一个远端节点，利用一个诸如放大器和发射机之类的无源元件代替有源元件。同样地，通过无源元件将上行光信号与用户数据一起发送到中心局。在这种 WDM 无源光纤网中，中心局和远端节点都需要一个多路复用和/或多路分解上行和下行光信号的装置，并且中心局和用户都需要发射机和接收机。

最近，一直在 WDM 无源光纤网中进行尝试，以有效地实现一种供阵列波导光栅（AWG）使用的多路复用器和多路分解器，和经济地实现一种传输光源。更具体地将，最近发表了许多有关以简单和便宜的方式实现用于上行光信号传输的光源的方法的研究报告，其中光源是供用户使用的。

图 1 示出了一种惯用的 WDM 无源光纤网的结构。该 WDM 无源光纤网包括一个中心局 110，和分别通过光纤链路 120, 125 与中心局 110 连接的用户方装置 130, 140。在这里，用户方装置包括一个远端节点 130 和多个与远端节点 130 连接的用户 140。

中心局 110 包括多个光发射机 111，多个光接收机 114，一个多路复用器 112，和一个多路分解器 113。

每个光发射机 111 输出用对应的数据信号调制的并且具有不同波长的信道。例如，光发射机 111 利用一个适合于高容量数据传输的下行光信号的分布式反馈激光二极管（DFB LD）。

多路复用器 112 把从发射机 111 输入的信道多路复用到下行光信号中，然后，通过光纤链路 120 发送多路复用的下行光信号。例如，复用器

112 可以利用一种诸如  $1 \times N$  AWG 之类的无源元件。

多路分解器 113 把通过光纤链路 125 接收的下行光信号多路分解到多个信道中，然后输出多路分解的信道。多路分解器 113 也可以利用一种诸如  $1 \times N$  AWG 之类的无源元件。

光接收机 114 将从多路分解器 113 输入的每个信道转换成电信号。例如，光接收机 114 可以利用光电二极管。

用户方装置 130, 140 包括多路分解器 131, 多路复用器 132, 多个光发射机 142, 和多个光接收机 141。

多路分解器 131 将通过光纤链路 120 接收的下行光信号多路分解成多个信道，然后输出结果。

光接收机 141 把从多路分解器 131 输入的每个信道转换成电信号。

每个光发射机 142 输出多个用对应的数据信号调制的并且具有不同波长的信道。例如，光发射机 142 可以利用一个适合于相对较低容量数据发送的上行光信号的分频光源，或一个通过锁定多模激光二极管仅产生单一模式的光源。

多路复用器 132 把从发射机 142 输入的多个信道多路复用到上行光信号，然后通过光纤链路 125 发送多路复用的上行光信号。

但是，惯用的 WDM 无源光纤网存在着当利用分频光源或通过锁定多模激光二极管仅产生单一模式的光源作为发送上行光信号的光源时，上行光信号容量的突然增长造成的高容量光信号的发送使得网络操作不能进行，或造成发送差错率迅速增加的问题。另一个问题是，当使用诸如 DFB LD 之类的单模激光二极管作为发送上行光信号的光源时，构造用户方装置的成本增加。

## 发明内容

本发明致力于解决现有技术中发生的上述问题。本发明提供了一种不仅能够不管上行光信号的发送容量的增加而有效地容纳上行光信号，并且也能够节省构造用户方装置的成本的波分复用 (WDM) 无源光纤网络。

更具体地讲，本发明提供了一种包括一个中心局和至少一个用户方装置的无源光纤网，用户方装置通过一个用于从用户装置到中心局的上行通

信和从中心局到用户方装置的下行通信的光纤链路与中心局连接，其中用户方装置根据波分复用光信号执行与中心局的通信，中心局包括：路由部分，包括：具有第三和第四多路复用端口以及第三和第四多路分解多端口的第二波长路由器，所述第二波长路由器用于将从第四多路复用端口输入的多波长光多路分解到多个信道，然后通过第三多路分解多端口输出，和将从第三多路复用端口输入的上行光信号多路分解到多个信道，然后通过第四多路分解多端口输出；多个连接在第三多路分解多端口和第二多路分解多端口之间的光放大器，用于放大和输出输入的信道；具有第一和第二多路复用端口以及第一和第二多路分解多端口的第一波长路由器，所述第一波长路由器接收输入到第二多路分解多端口的放大信道，多路复用所述接收的信道，和通过所述第一多路复用端口输出，和多路复用输入到所述第一多路分解多端口的信道，然后通过所述第二多路复用端口输出；带有第一至第三分光端口并且布置在使第一和第四多路复用端口相互连接的环形光波导上的分光部分，用于使输入到第一分光端口的一部分多波长光通过第二分光端口输出，和使多波长光的其余部分通过与第四多路复用端口连接的第三分光端口输出；环行器，用于使从第二分光端口输入的多波长光发送到用户方装置，和致使从用户方装置接收的上行光信号输出到第三多路复用端口；连接在第一多路复用端口和第四多路复用端口之间的环形光波导，用于使从光放大器产生的放大自发发射能够在中心局中重复，以便能够用放大自发发射作为多波长光；组合部分，用于使从用户方装置接收的上行光信号输出到环行器，将从环行器输入的多波长光与从第二多路复用端口输入的下行光信号组合，并且将组合结果发送到用户方装置；和光发送部分，用于将不同波长的信道输出到路由部分，其中第一多路分解多端口与下行发射机相连，第四多路分解多端口与上行接收机相连。

#### 附图说明

通过以下结合附图的详细说明，可以对本发明的上述特征和优点有更清楚的理解，在附图中：

图 1 示出了一种惯用的 WDM 无源光纤网的构造；

图 2 示出了根据本发明的波分复用 (WDM) 无源光纤网的构造;  
图 3 示出图 2 中所示的 WDM 无源光纤网中使用的波长带;  
图 4 示出了根据本发明第一实施例的用户方装置的构造;  
图 5 示出了根据本发明第二实施例的用户方装置的构造;  
图 6 示出了根据本发明第三实施例的用户方装置的构造; 和  
图 7 示出了根据本发明第四实施例的用户方装置的构造。

## 具体实施方式

以下参考附图详细说明本发明的优选实施例。

图 2 示出了根据本发明的一种波分复用 (WDM) 无源光纤网的构造。无源光纤网包括中心局 200 和用户方装置 310, 其中用户方装置 310 通过光纤链路 300 与中心局 200 连接, 并且根据波分复用光信号执行与中心局 200 的通信。

中心局 200 向用户方装置 310 发送用多波长光和数据信号调制的下行光信号, 并且从用户方装置 310 接收上行光信号。用户方装置 310 从中心局 200 接收多波长光 and 下行光信号, 将多波长光多路分解到多个信道, 将每个信道调制到数据信号中, 将调制的信道多路复用到上行光信号, 并且将多路复用上行光信号发送到中心局 200。

中心局 200 包括路由部分 210, 分光部分 250, 环行器 260, 组合部分 270, 光发送部分 280, 光接收部分 290, 隔离器 230, 和光带通滤波器 (OBPF) 240。

路由部分 210 包括第一和第二波长路由器 211 和 212, 和多个光放大器 213。

第二波长路由器 212 包括第三和第四多路复用端口  $L_N$  和  $R_1$ , 以及第三和第四多路分解多端口  $L_1$  至  $L_{N-1}$  和  $R_2$  至  $R_N$ 。第二波长路由器 212 将从第四多路复用端口  $R_1$  输入的多波长光多路分解到多个信道, 然后通过第三多路分解多端口  $L_1$  至  $L_{N-1}$  输出多路分解的信道。此外, 第二波长路由器 212 将从第三多路复用端口  $L_N$  输入的上行光信号多路分解到多个信道, 然后通过第四多路分解多端口  $R_2$  至  $R_N$  输出多路分解的信道。例如, 第二波长路由器 212 可以利用一个像  $N \times N$  阵列波导光栅这样的具有周期性

的、并且执行双向多路复用和多路分解的元件。

光放大器 213 与对应的第三多路分解多端口  $L_1$  至  $L_{N-1}$  连接，并且使从这些端口输入的信道放大和输出。此外，光放大器 213 起到多波长光源的功能。从每个光放大器 213 产生的放大自发发射 (ASE) 在连续地受到滤波、放大等之后转变成多波长光，然后作为多波长光发送到用户方装置 310。每个光放大器 231 包括一个掺铒光纤 (EDF)，和一个利用 EDF 提供泵激光的泵光源。

第一波长路由器 211 包括第一和第二多路复用端口  $L_1$  和  $R_N$ ，以及第一和第二多路分解多端口  $L_2$  至  $L_N$  和  $R_1$  至  $R_{N-1}$ 。第一波长路由器 211 将输入到第二多路分解多端口  $R_1$  至  $R_{N-1}$  的放大信道多路复用，然后将多路复用的信道通过第一多路复用端口  $L_1$  输出。此外，第一波长路由器 211 将输入到第一多路分解多端口  $L_2$  至  $L_N$  的信道多路复用，然后通过第二多路复用端口  $R_N$  输出多路复用的信道。例如，第一波长路由器 211 可以利用一个像  $N \times N$  阵列波导光栅这样的具有周期性的、并且执行双向多路复用和多路分解的元件。

第一波长路由器 211 的第一多路复用端口  $L_1$  和第二波长路由器 212 的第四多路复用端口  $R_1$  通过一个光波导相互连接，从而形成一个环形光波导 220。即，在开始从多个光放大器 213 产生的 ASE 通过第一多路复用端口  $L_1$  输出，经过滤波成为多波长光，然后作为多波长光输入到第四多路复用端口  $R_1$ 。此后，通过第二波长路由器 212 将多波长光多路复用到多个信道，然后在再输入到多个光放大器 213。多个光放大器 213 执行输入信道的放大和输出。通过第一多路复用端口  $L_1$  再次输出放大的信道。这一处理过程通过环形光波导 220 循环地反复进行。以这种方式，循环重复的 ASE 受到激发，从而可以把激发的 ASE 用作无源光纤网中的多波长光。这个产生的多波长光在用户方装置 310 调制，但是不是用数据信号调制。此外，将 ASE 的激发方向选择为发射或接收调制光信号的多路复用或多路分解方向的相反方向，从而能够阻碍可能通过第一和第二波长路由器 211, 212 产生的串音。

隔离器 230 布置在环形光波导 220 上。隔离器 230 允许通过输入的多波长光，但是不允许通过在输入的多波长光相反方向上传播的光。

OBPF 240 布置在环形光波导 220 上, 并且根据预定的波长带确定多波长光的一个波长带。例如, OBPF 240 可以利用一个带有沉积的多个薄膜的多层薄膜滤波器。

分光部分 250 带有第一至第三端口, 并且布置在环形光波导 220 上。分光部分 250 通过第二端口输出输入到第一端口的一部分多波长光, 并且通过第三端口输出剩余部分, 第三端口与第二波长路由器 212 的第四多路复用端口  $R_1$  连接。例如, 分光部分 250 可以利用一个诸如 Y-分路耦合器之类的  $1 \times 2$  光耦合器。

环行器 260 带有第一至第三端口。环行器 260 允许从分光部分输入到第一端口的多波长光和下行光信号发送到用户方装置 310, 并且允许从用户方装置 310 接收到第二端口的上行光信号通过第三端口输出, 第三端口与第二波长路由器 212 的第三多路复用端口  $L_N$  连接。

组合部分 270 带有第一至第三端口。组合部分 270 允许从用户方装置 310 接收到的上行光信号通过到第二端口, 但是它把从环行器 260 输入到第一端口的多波长光与输入到与第一波长路由器 211 的第二多路复用端口  $R_N$  连接的第三端口中的下行光信号组合, 然后把组合的结果发送到用户方装置 310。例如, 组合部分 270 可以利用一个 WDM 滤波器。

光发射部分 280 包括以一一对应的方式分别与第一波长路由器 211 的第一多路分解多端口  $L_2$  至  $L_N$  连接的多个光发射机 285。从多个光发射机 285 输出的不同波长的信道输入到第一波长路由器 211 的第一多路分解多端口  $L_2$  至  $L_N$  中。例如, 光发射机 285 可以利用一个适合于高容量数据传输的下行光信号的 DFB 激光二极管。

光接收部分 290 包括以一一对应的方式分别与第二波长路由器 212 的第四多路分解多端口  $R_2$  至  $R_N$  连接的多个光接收机 295, 并且将通过第四多路分解多端口  $R_2$  至  $R_N$  输入的多个信道转换成分离的电信号。例如, 光接收机 295 可以利用一个光电二极管。

用户方装置 310 接收来自中心局 200 的多波长光和下行光信号, 将多波长光多路分解到多个信道, 将多个信道调制到对应的分离数据信号中, 将调制的信道多路复用到上行光信号中, 然后将多路复用的上行光信号发送到中心局 200。由于多波长光是激光, 因此多波长光适合于发送高容量

的调制数据。

图3示出了图2中所示WDM无源光纤网中使用的波长带。第一和第二波长路由器211, 212具有相同的自由频谱范围(FSR), 并且在FSR上设定了下行光信号的一个波长带410。此外, 适当地设计路由器211, 212, 以便当把多波长光的波长带420设置为与下行光信号的波长带410不同时, 两个波长带的光信号能够适合于同时发送。OBPF 240的通带430被设定为FSR的整数倍, 它是该波长带的重复周期。多波长光具有与上行光信号相同的波长带。

图4示出了根据本发明第一实施例的用户方装置的构造。用户方装置500包括WDM滤波器510, 波长路由器520, 多个光接收机530, 多个环行器540, 和多个调制器550。

WDM滤波器510带有第一至第三端口。WDM滤波器510允许来自中心局200的多波长光和下行光信号通过第一端口接收, 其中多波长光通过第二端口输出, 而下行光信号通过第三端口输出。此外, WDM滤波器允许把通过第二端口输入的上行光信号通过第一端口发送到中心局200。

波长路由器520包括第一和第二多路复用端口 $L_1$ 和 $R_N$ , 以及第一和第二多路分解多端口 $L_2$ 至 $L_N$ 和 $R_1$ 至 $R_{N-1}$ 。波长路由器520将通过第一多路复用端口 $L_1$ 输入的多波长光多路分解到多个信道, 然后将多路分解的信道输出到第二多路分解多端口 $R_1$ 至 $R_{N-1}$ 。此外, 波长路由器520将通过第二多路复用端口 $R_N$ 输入的下行光信号多路分解到多个信道, 然后将多路分解的信道输出到多路分解多端口 $L_2$ 至 $L_N$ 。例如, 波长路由器520可以利用一个像 $N \times N$ 阵列波导光栅的具有周期性的, 并且在两个方向执行多路复用和多路分解的元件。

多个光接收机530以一一对应的方式分别与第一多路分解多端口 $L_2$ 至 $L_N$ 连接, 并且将通过第一多路分解多端口 $L_2$ 至 $L_N$ 输出的多个信道转换成分离的电信号。例如, 光接收机530可以利用一个光电二极管。

多个环行器540以一一对应的方式分别与第二多路分解多端口 $R_1$ 至 $R_{N-1}$ 连接, 并且带有第一至第三端口。每个环行器540将通过第二端口输入的信道输出到第三端口, 并且把通过第一端口输入的信道输出到第二端口。

多个调制器 550 以一一对应的方式分别与多个环行器 540 连接。每个调制器 550 使通过每个对应的环行器 540 第三端口输入的信道用对应的数据信号调制，并且输出到环行器 540 的第一端口。

图 5 示出了根据本发明的第二实施例的用户方装置的构造。用户方装置 600 包括一个 WDM 滤波器 610，一个波长路由器 620，多个光接收机 630，和多个 Fabry-Perot（法布里-珀罗）激光二极管 640。图 5 实施例与图 4 实施例的不同之处在于，用 Fabry-Perot 激光二极管 640 来代替环行器 540 和调制器 550 的组合。因此，这里不再重复说明的类似部分。

多个 Fabry-Perot 激光二极管 640 以一一对应的方式与波长路由器 620 的第二多路分解多端口  $R_1$  至  $R_{N-1}$  连接。Fabry-Perot 激光二极管 640 通过输入的对应信道自锁，使自锁波长的每个信道在输出之前用对应的数据信号调制。一种现有技术方法的频谱分割非相干 ASE，然后将频谱分割的结果注入到一个 Fabry-Perot 激光二极管中，从而将 Fabry-Perot 激光二极管的多种模式锁定到一个单一模式。但是，由于这种技术要求高功率的 ASE 和拼接频谱的窄带宽，因而它需要专门的技术。相反，当使用从中心局 200 产生的多波长光时，可以把相对高的功率的光和相对窄的带宽输入到多个 Fabry-Perot 激光二极管 640 中。因此，可以获得高的锁定效率和锁定稳定性。

图 6 示出了根据本发明的第三实施例的用户方装置的构造。用户方装置 700 包括一个波分复用器 710，多个 WDM 滤波器 720，多个光接收机 750，多个环行器 730，和多个调制器 740。

波分复用器 710 包括一个单一的多路复用端口  $L_1$ ，和多个多路分解多端口  $R_1$  至  $R_{N-1}$ 。波分复用器 710 将输入的各个多波长光和下行光信号多路分解到多个信道，然后将多路分解的信道输出到多个多路分解端口  $R_1$  至  $R_{N-1}$ ，或多路复用通过多个多路分解端口  $R_1$  至  $R_{N-1}$  输入的信道，然后将多路复用的信道发送到中心局 200。

多个 WDM 滤波器 720 以一一对应的方式分别与多个多路分解端口  $R_1$  至  $R_{N-1}$  连接，并且带有第一至第三端口。在每个 WDM 滤波器 720 中，将通过第二端口输入的信道中那些构成多波长光的信道通过第二端口输出，并且将那些构成下行光信号的信道通过第三端口输出。此外，将通过

第二端口输入的信道输出到第一端口。

多个环行器 730 以一一对应的方式分别与多个 WDM 滤波器 720 连接，并且带有第一至第三端口。每个环行器 730 将通过第二端口输入的信道输出到第三端口，并且将通过第一端口输入的信道输出到第二端口。

多个调制器 740 以一一对应的方式分别与多个环行器 730 连接。每个调制器 740 使通过每个对应环行器 730 的第三端口输入的信道用对应的数据信号调制，然后将调制的信道输出到环行器 730 的第一端口。

多个光接收机 750 以一一对应的方式分别与多个 WDM 滤波器 720 连接。每个光接收机 750 将通过每个对应 WDM 滤波器 720 的第三端口输入的信道转换成一个分离的电信号。例如，光接收机 750 可以利用一个光电二极管。

图 7 示出了根据本发明第四实施例的用户方装置的构造。用户方装置 800 包括一个波分复用器 810，多个 WDM 滤波器 820，多个光接收机 840，和多个 Fabry-Perot 激光二极管 830。图 7 实施例与图 6 实施例的不同之处仅在于，使用了 Fabry-Perot 激光二极管 830 来代替环行器 730 与调制器 740 的组合。因此，在这里不再重复说明中的对应部分。

多个 Fabry-Perot 激光二极管 830 以一一对应的方式分别与多个 WDM 滤波器 820 连接。当 Fabry-Perot 激光二极管 830 被通过每个对应 WDM 滤波器 820 的第二端口输入信道自锁时，激光二极管 830 使自锁波长的每个信道用对应的数据信号调制，然后输出调制的信道。

如上所述，根据本发明的利用从中心局产生的多波长光的回送的 WDM 无源光纤网的优点在于，在中心局产生要从用户发送的上行光信号的多波长光，然后提供给用户，从而使光纤网能够有效地操作，并且能够与用户数量增加成正比地获得成本效率。作为一个附加的优点，将激光用作多波长光给光纤网提供了足够大的容量来容纳高容量的用户数据。

尽管本发明是通过参考其特定优选实施例显示和说明的，但是熟悉本领域的人员应当知道，在形式和细节上可以有各种不同的改变，而不脱离附属权利要求定义的本发明的精神和范围。

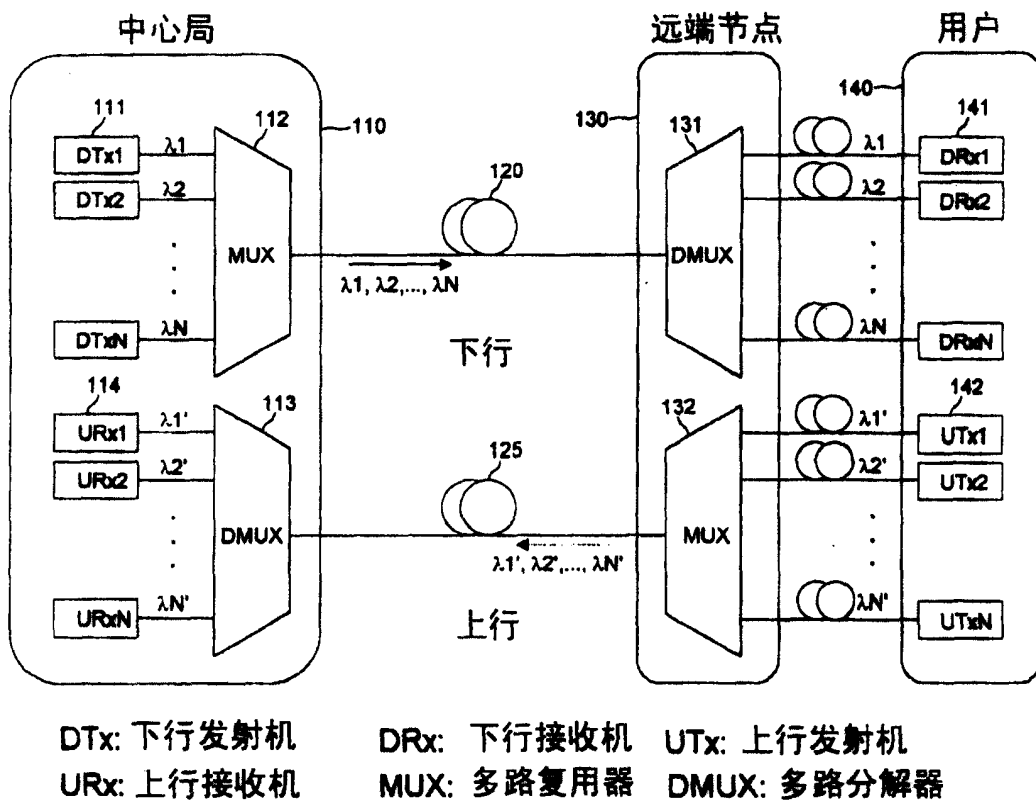
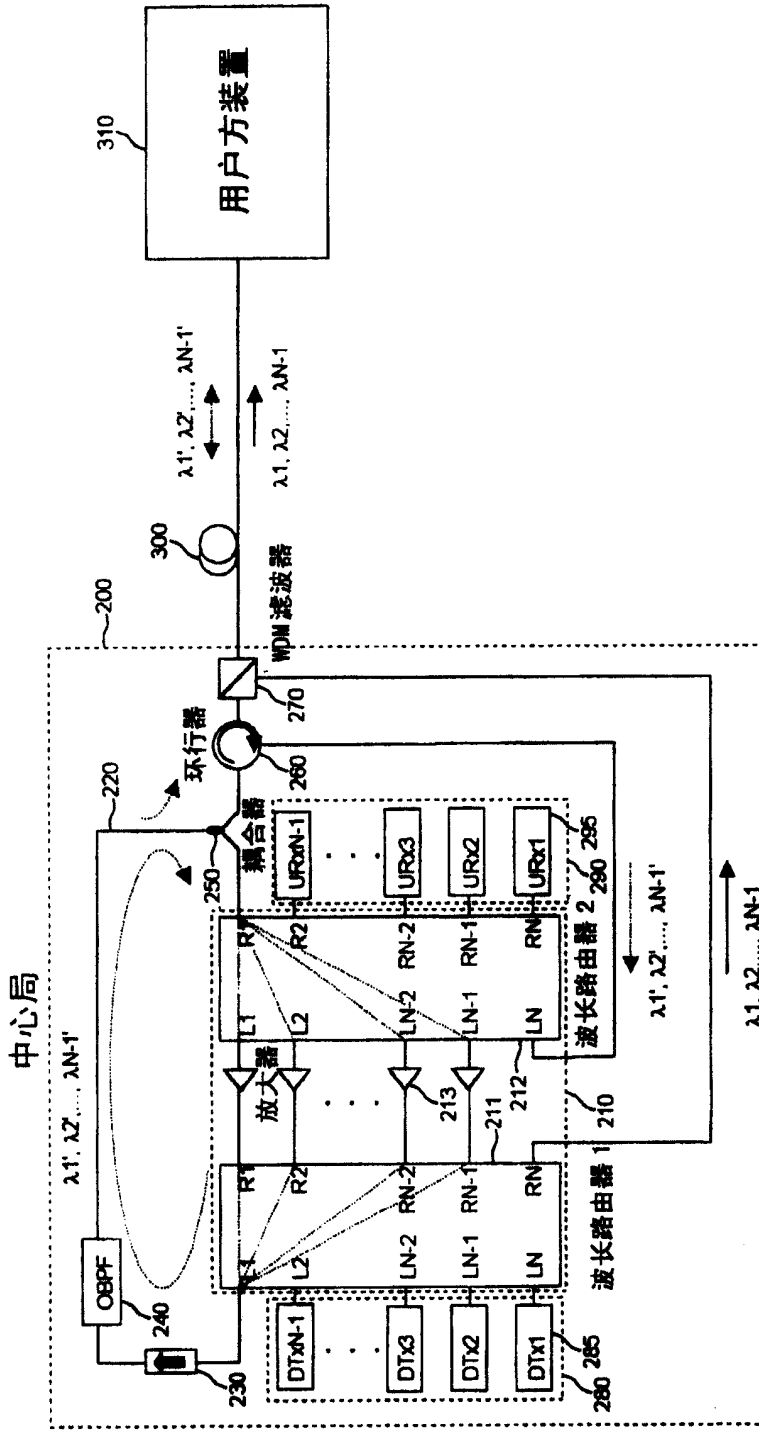


图 1



DTx: 下行发射机    DRx: 下行接收机    UTx: 上行发射机  
 URx: 上行接收机    MUX: 多路复用器    DMUX: 多路分解器

图 2

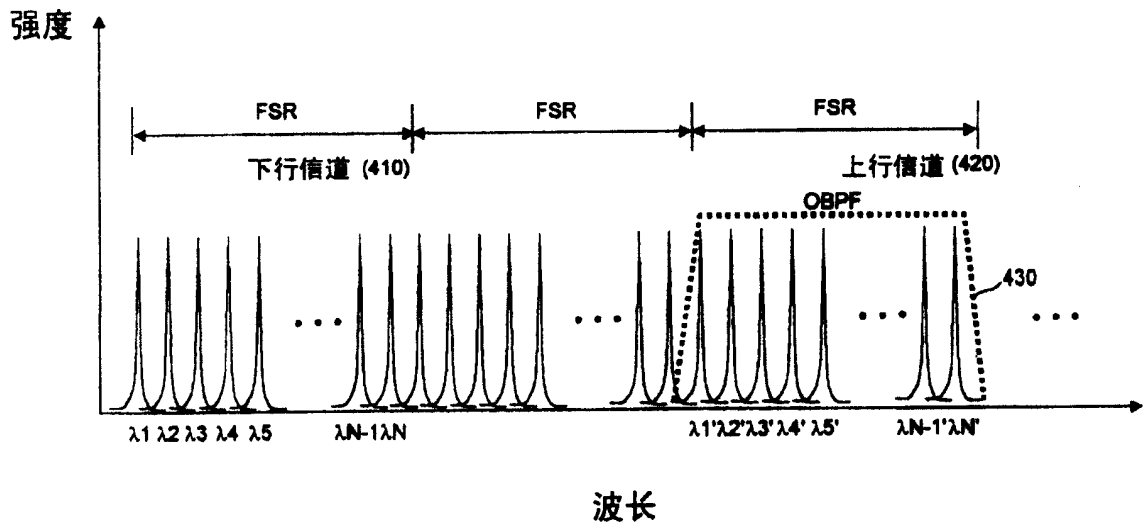


图 3

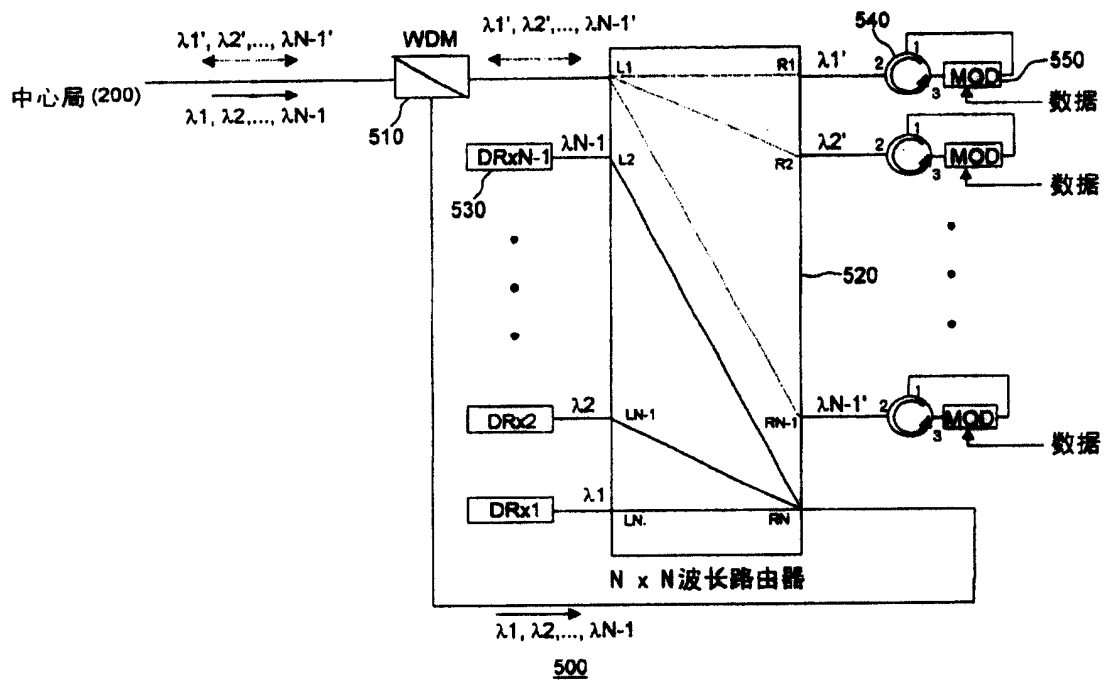


图 4

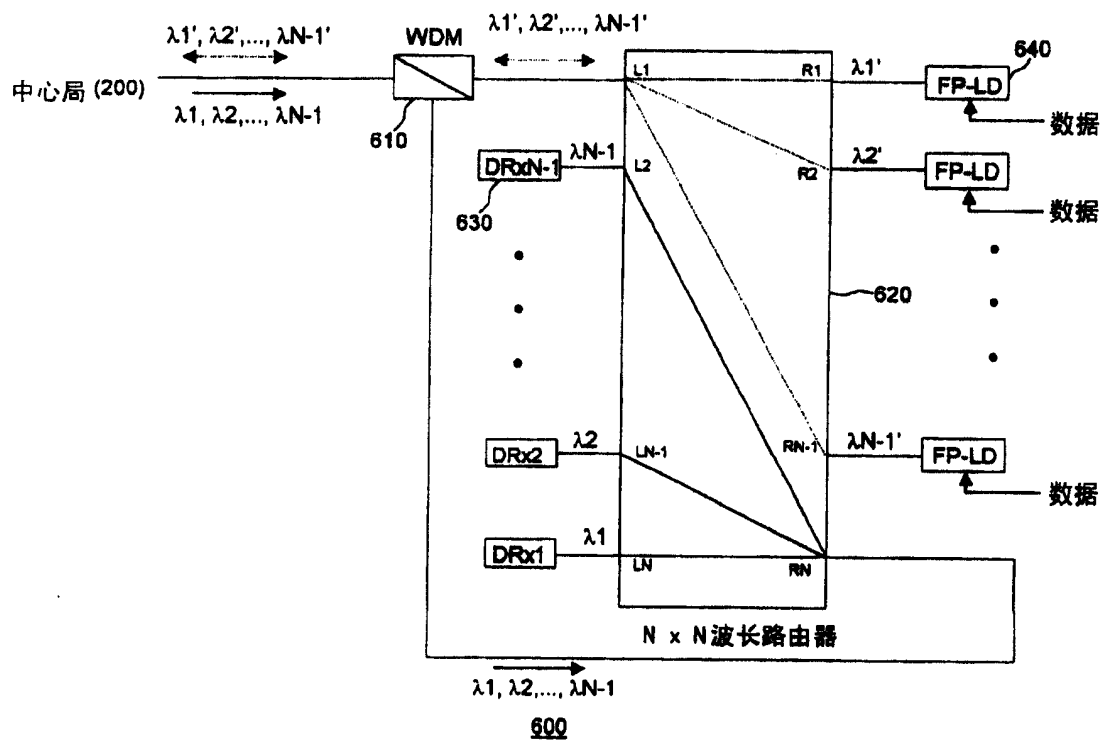


图 5

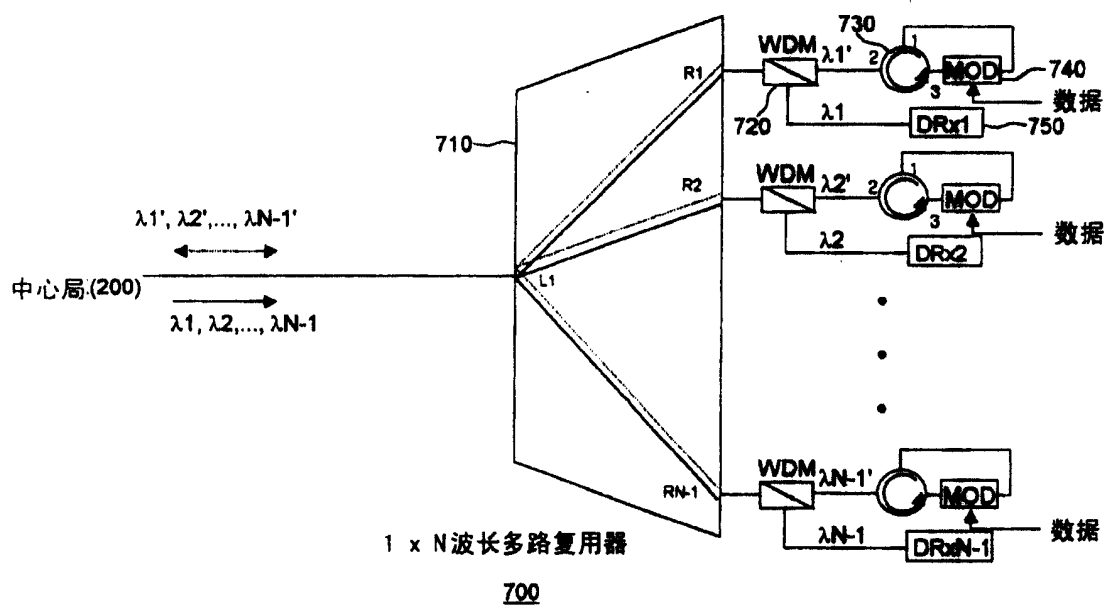


图 6

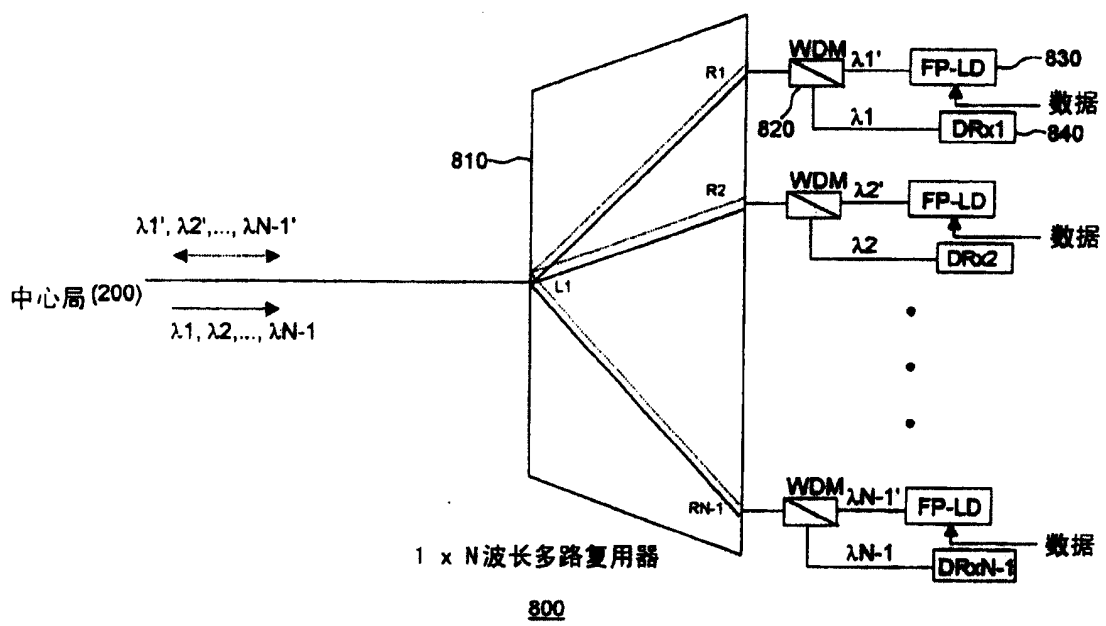


图 7