

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H04J 14/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200610058117.0

[43] 公开日 2006年9月13日

[11] 公开号 CN 1832384A

[22] 申请日 2006.3.6

[21] 申请号 200610058117.0

[30] 优先权

[32] 2005.3.7 [33] EP [31] 05290507.2

[71] 申请人 阿尔卡特公司

地址 法国巴黎市

[72] 发明人 加布里埃尔·沙莱 帕特里斯·特朗
艾克·马多扬

[74] 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

代理人 王茂华

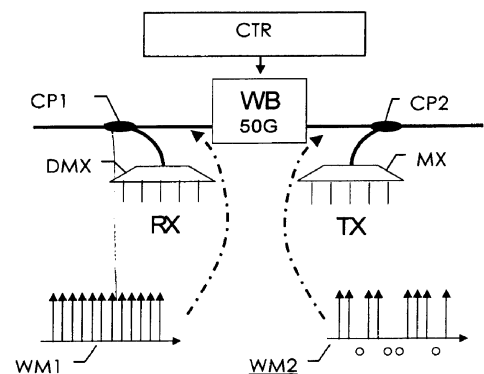
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页

[54] 发明名称

用于 DWDM 的波长栅格

[57] 摘要

为了允许在一个为较低比特率光波长信道 (A1 - A8) 的传输而设计的传送网络上传输较高比特率光波长信道 (C1 - C4), 较高比特率波长信道 (C1 - C4) 的波长相对于一个预先设定的 ITU 波长栅格失谐较低比特率波长信道 (A1 - A8) 的信道间隔 (S2) 的至少 30%。



1. 一种通过一个为传送包含较低比特率波长信道的波分复用信号而设计的光传送网络传输包含较高比特率波长信道的波长复用信号的方法，上述较高比特率波长信道具有较宽的规则的信道间隔，上述较低比特率波长信道具有较窄的信道间隔并且符合一个预先设定的波长栅格，上述方法包括步骤：

-产生在对应于上述较高比特率波长信道的波长的光信号，其中上述波长被从上述预先设定的波长栅格的对应波长失谐上述较窄信道间隔的至少 30%，以及

-组合上述光信号来形成上述波长复用信号用于传输。

2. 根据权利要求 1 的方法，包括步骤：

-在传送网络中通过使用一个可重配置光分插复用器阻塞与将被提取的光信号相对应的波长信道，来提取包含在上述波长复用信号中的至少一个上述光信号，其中在上述可重配置光分插复用器中来自上述预先设定的波长栅格的两个相邻波长被阻塞。

3. 根据权利要求 1 的方法，其中上述波长被从上述预先设定的波长栅格的对应波长失谐上述较窄信道间隔的 50%。

4. 根据权利要求 1 的方法，其中上述光传送网络为 50GHz 信道间隔的 10Gbit/s 数据信号的传输而设计，以及其中生成的上述将传送的光信号，其波长被相对于上述 100GHz 信道间隔的波长栅格失谐 25GHz 以及该光信号包含 40Gbit/s 数据信号。

5. 根据权利要求 1 的方法，其中上述光信号使用一种抑制载波调制方案进行调制。

6. 根据权利要求 1 的方法，其中上述光信号使用一种基于 DPSK 的调制方案进行调制。

7. 根据权利要求 1 的方法，其中将被传输的上述波长复用信号是包括至少一个上述失谐的较高比特率波长信道和至少一个未失谐的较低比特率波长信道的一个混合信号。

8. 一种光传输系统包括:

-至少一个用来从一个波分复用信号阻塞各个波长的波长阻塞器或者波长选择开关,其中上述波长阻塞器或者波长选择开关为操作这样的波分复用信号而设计,该波分复用信号包含具有较窄信道间隔并且符合一个预先设定的波长栅格的较低比特率波长信道;以及

-一个用于产生一个较高比特率光信号的光发射机,该光信号的波长对应于将传输的波分复用信号的一个较高比特率波长信道,其中上述较高比特率波长信道具有一个更宽的信道间隔,并且其中上述波长被从上述预先设定的波长栅格的对应波长失谐上述较窄信道间隔的至少 30%。

9. 一种光网络元件,包括一个用来从一个波分复用信号阻塞各个波长的波长阻塞器或者波长选择开关,该波分复用信号包含具有较宽信道间隔的较高比特率波长信道,其中上述波长阻塞器或者波长选择开关为操作包含具有较窄信道间隔并且符合一个预先设定的波长栅格的较低比特率波长信道的波分复用信号而设计;以及一个用来控制上述波长阻塞器或波长选择开关的控制装置,该装置适于将上述波长阻塞器或波长选择开关配置成阻塞上述预先设定的波长栅格的两个相邻波长,以提取上述较高比特率波长信道的一个。

10. 一种通过一个为传送包含具有较宽信道间隔并且符合一个预先设定的波长栅格的波长信道的波分复用信号而设计的光传送网络传输一个包含具有较窄的规则的信道间隔的波长信道的波长复用信号的方法,上述方法包括步骤:

-产生在对应于上述较窄信道间隔的波长的光信号,其中上述波长被从上述预先设定的波长栅格的对应波长失谐上述较窄信道间隔的至少 30%,以及

-组合上述光信号来形成上述波长复用信号用于传输。

11. 根据权利要求 10 的方法,其中上述波长信号具有 10Gbit/s 的比特率和 25GHz 的信道间隔,并且其中上述波长被从上述预先设定的波长栅格的相应波长失谐 12.5GHz。

用于 DWDM 的波长栅格

相关申请的交叉引用

本发明基于优先申请 EP 05290507.2，这里通过参考将其纳入。

技术领域

本发明涉及通信领域，并且更具体地涉及一种通过光传送网络传输波长复用信号的方法。

背景技术

波分复用（WDM）是一种为了通过光传送网络共同传送将在稍微不同波长处的多个光信号组合在一起的技术。根据光信号的比特率，需要一个最小信道间隔来确保在传输之后所有的信道能够被正确地解复用。作为通常的规则，比特率越高，则所需要的信道间隔越大。

ITU-T 已经在 G.694.1—在这里通过参考将其纳入—中定义了多个信道间隔分别为 12.5GHz、25GHz、50GHz 和 100GHz 的波长栅格。在如今的 WDM 传送网络中所采用的比特率是 10Gbit/s，信道间隔为 50GHz。未来的传输网络将使用 40Gbit/s 的信号，需要 100GHz 的信道间隔。

在传送网络中需要网络元件来分别将各个波长信道上路至 WDM 信号和从 WDM 信号中下路各个波长信道。这样的网络元件也称为可重配置光分插复用器（ROADM）。通常，一个 ROADM 利用滤波器或波长光栅来提取各个信道，并且利用波长阻塞器从通过信号切断下路的信道，以便新的信道能够上路到对应于下路的信道的波长频带中。

如今这样的网络元件为信道间隔为 50GHz 的 10Gbit/s 设计。随着 40Gbit/s 传输的引入，所有这样的网络元件将必须被替换或升级到

100GHz 信道间隔，这导致了高成本并且对于 40Gbit/s 传输的引入是一个阻碍。如果旧设备能够被重新利用并且能够逐渐地引入 40Gbit/s，则将是非常有利的。

因此本发明的一个目的就是提供一种在一个为较低比特率光波长信道的传送而设计的传送网络上传输较高比特率光波长信道的方法。此外，本发明的一个目的是提供一种网络元件，其易适于较低和较高比特率光信道的传送。

发明内容

下面出现的这些和其他目的通过将较高比特率 WDM 信号的波长相对于 ITU 波长栅格失谐一个较低比特率 WDM 信号的信道间隔的至少 30% 来实现。

特别地，上述方法提供了通过一个为传送包含具有第二信道间隔并且符合一个预先设定的波长栅格的较低比特率波长信道的波分复用信号而设计的光传送网络传输包含具有第一信道间隔的较高比特率波长信道的波长复用信号。上述方法包括步骤：

-产生在对应于上述较高比特率波长信道的波长的光信号，其中上述波长被从上述预先设定的波长栅格的对应波长失谐上述第二信道间隔的至少 30%，以及

-组合上述光信号来形成上述波长复用信号用于传输。

对于光网络元件，上述目的通过提供一种控制装置来实现，该控制装置将光网络元件配置成阻塞上述预先设定的波长栅格的两个相邻波长，以提取包含在上述波长复用信号中的光信号中的一个。

根据本发明的另一个方面，提供了一种方法，用于通过一个为传送包含具有较宽信道间隔并且符合一个预先设定的波长栅格的波长信道的波分复用信号而设计的光传送网络传输一个包含具有较窄的信道间隔的波长信道的波长复用信号。上述方法包括步骤：

-产生在对应于上述较窄信道间隔的波长的光信号，其中上述波长被从上述预先设定的波长栅格的对应波长失谐上述较窄信道间隔

的至少 30%，以及

-组合上述光信号来形成上述波长复用信号用于传输。

在这种情形中，任意两个相邻的波长信道可被例如 ROADMs 的常规网络元件阻塞。

附图说明

下面将参考附图来描述本发明的优选实施方式，其中

图 1a 示出了用于 10Gbit/s 传输的预先设定的波长栅格；

图 1b 示出了由 ITU-T 推荐的用于 40Gbit/s 传输的波长栅格；

图 1c 示出了根据本发明的优化的波长栅格；

图 2 示出了一个可重配置光分插复用器的工作原理；

图 3a 示出了在用于 10Gbit/s 传输的预先设定的波长栅格中由可重配置光分插复用器执行的波长阻塞；

图 3b 示出了采用 ITU-T 波长栅格的 40Gbit/s 信道的相同的波长阻塞；

图 3c 示出了采用根据本发明的优化的波长栅格的对 40Gbit/s 信道的相同的波长阻塞；

图 4 示出了使用本发明的 Q 因子的测量曲线；

图 5 示出了波长失谐对使用本发明的不同波长的影响；

图 6 示出了具有发射机和接收机的先有技术的光传输系统；并且

图 7 示出了本发明的第二个方面。

具体实施方式

图 1a 示出了 400GHz 子带 SB 中一个 WDM 信号的例子，该子带包含 10Gbit/s 光信号的 8 个波长信道 A1-A8。由于它们的 10Gbit/s 的数据调制，上述各个光信号具有某个宽度。这需要应用 50GHz 的间隔 S2 来完全地分离上述 WDM 信号中的各个信道。

图 1b 示出了当在与 ITU-T 波长栅格相对应的波长组合具有 40Gbit/s 光信号的 4 个波长信道 B1-B4 的情形。因为由于它们的更高

比特率调制而上述各个光信号宽于上面的情况，因此信道之间的波长间隔 $S1$ 必须更大，即 100GHz 。作为另一个结果，上述得到的 WDM 信号将不完全适合在同一子带 SB 中。如所能观测到的，信道 B1 在波长尺度的左端处延伸出上述子带 SB。

因此本发明的一个基本思想是为 40Gbit/s 信号使用一个波长栅格，其相对于 ITU-T 波长栅格偏移。这在图 1c 中示出。WDM 信号包括四个波长信道 C1-C4，其分别相对于信道 A1、A3、A5 和 A7 的的波长偏移 25GHz ，也就是一个与 10Gbit/s 栅格的信道间隔的一半相对应的数量 X。由于这种去谐，来自上述四个波长信道 C1-C4 的四个光信号完全适合在 400GHz 子带 SB 中。

图 2 示出了一个可重配置光分插复用器 (ROADM)。它包含一个连接到输入光纤的第一耦合器 CP1。充当无源光分离器的耦合器 CP1 的主输出连接到一个波长阻塞器 WB，而上述耦合器 CP1 的分离器输出连接到一个波长解复用器 DMX。上述波长阻塞器 WB 的输出连接到一个第二光耦合器 CP2 的第一输入，该耦合器的第二输入连接到一个波长复用器 MX。上述耦合器 CP2 的输出连接到输出光纤。一个控制器 CTR 控制上述波长阻塞器 WB 的配置。

由耦合器 CP1 所分离出的信号部分馈送至解复用器 DMX，该解复用器分离包含在其中的各个波长信道，选择出那些配置为下路的信道，并且使这些信道在相应的支路端口处可利用。通过信号即来自上述耦合器 CP1 的主信号仍然包含这些下路的信道。这个信号被图示为图 2 中的信号 WM1。为了空出这些波长信道以便新的信号能够上路到其中，上述通过信号被馈送至波长阻塞器 WB。

一个波长阻塞器是一种能够选择性地阻塞、穿过或衰减各个信道而同时最小衰减地穿过通过信道的设备。一个波长阻塞器能够用排列在解复用器和复用器之间的多个开关来实现，例如在 US 6,504,970 中所描述的。因为上述 ROADM 是为 10Gbit/s 传输而设计的，所以波长阻塞器 WB 具有为每一个 50GHz 波长信道的开关或“闸”。在本实施方式中，四个波长信道将下路，因此波长阻塞器 WB 关闭相应的四

个闸以阻塞这些波长。得到的通过信号被图示为图 2 中的信号 WM2。复用器 MX 组合在与这些被阻塞的波长相对应的波长的新的光信号，并且经由耦合器 CP2 将这些信号上路到通过信号。

波长阻塞器和波长栅格的关系在图 3a 中示出。与图 1a 相似，一个 WDM 信号包含 8 个具有 10Gbit/s 数据调制的波长信道 A1-A8，这些信道具有 50GHz 间隔。波长阻塞器的每个闸对应于某个带通滤波器。作为例子，示出了三个带通滤波器 DR1、DR2 和 DR5。当这三个闸关闭时，分别对应的波长信道 A1、A2 和 A5 将从上述 WDM 信号清除，而所有其他信道，即 A3、A4、A6、A7 和 A8 可以穿过。

图 3b 示出了该波长阻塞器对波长信道 B1-B4 的影响，这些信道具有 40Gbit/s 数据调制，具有 100GHz 的信道间隔，如 ITU-T 所定义的。这个例子中信道 B1-B4 分别对应于信道 A2、A4、A6 和 A8 的波长。由于更高的比特率调制，光信号比 10Gbit/s 调制的要宽。因此，上述波长阻塞器的一个通带不能衰减一个完整的波长信道。因为来自一个波长信道的光信号在两边上与上述波长阻塞器的相应通带重叠，所以需要关闭三个相邻的闸来清除这个波长信号，但是这样也影响了邻居信道。因此，ITU-T 波长栅格的使用就需要替换这个网络中的所有波长阻塞器。

相反地，图 3c 示出了波长阻塞器对以上面所描述方式相对于 ITU-T 栅格进行偏移的 WDM 信号的影响。波长 C1-C4 相对于 ITU-T 栅格偏移 25GHz。由于这种失谐，上述波长处于波长阻塞器的两个相邻通带中间。因此通过关闭闸 DR1 和 DR2，可以从上述 WDM 信号中清除完整的波长信号 C1 而不影响邻居波长信号 C2。这意味着通过为每个波长信道关闭两个而非仅一个闸，已有的为 10Gbit/s 传输设计的波长阻塞器能够被重新用于 40Gbit/s 传输。这能够使从 10Gbit/s 平稳过渡到 40Gbit/s 而不需同时替换所有的设备。而且，本发明也使得能够使用其中并行地使用 10Gbit/s 和 40Gbit/s 信道的混合 WDM 信号。

图 4 在一个信道的测量曲线中示出了失谐波长对系统性能的影响

响。该测量计划使用 10 个标准 LEAF 光纤跨度和两个 50GHz 波长阻塞器，其必须能通过一个光测试信号。

较低的曲线示出了用 40Gbit/s 数据利用 NRZ 调制方案(不归零)调制的一个光测试信号。25GHz 的失谐对应于波长尺度上的 0.2nm。可以看到代表系统性能的 Q 因子在 0.2nm 的偏移处明显地下降。在这种情形中 0.15nm (即 50GHz 间隔的 30%) 的失谐将足够获得上面所描述的至少一些益处。

较高的曲线是一个用 40Gbit/s 数据利用抑制载波 (CS-) RZ (归零) 调制的光测试信号的测量。可以从图 4 看出，当使用 CS-RZ 调制时，一个 0.2nm 的失谐完全不影响系统性能。Q 因子对波长的轻微依赖是由于上述实验中的信道的能量偏移，这通常可以避免。

图 5 示出了利用 CS-RZ 调制的十个波长信道的波长失谐对 Q 因子的影响。黑色的菱形表示未失谐波长信道，而空圆圈代表被失谐 0.2nm 的波长信道。上述测量显示不能观测到明显的性能下降。

如已经发现的，对于本发明的目的，例如 CS-RZ 的抑制载波调制方案要优于 NRZ 调制。另一种对于本发明能够很好的工作的调制方案是 DPSK (差分相移键控) 或者 RZ-DPSK。应当理解抑制载波调制方案从根据本发明的信道偏移得益最多。对于非抑制载波调制方案，上述中心载波可能正好位于波长阻塞器的两个“像素 (pixel)”之间的一个“谷值 (dip)”上，这导致了更高的插入损耗。

根据本发明，40Gbit/s 光发射机现在可以应用在一个包括为 10Gbit/s 传输而设计的波长阻塞器的网络系统中，只要发射机的发射波长按以上所描述进行失谐。为了使例如包括波长阻塞器的 ROADM 或者可重配置光交叉连接器的网络元件与本发明相兼容，需要控制波长阻塞器的各个闸的各个网络元件的控制器适合于关闭两个相邻闸，以阻塞包含在波长复用信号中的一个 40Gbit/s 光信号。该控制器典型地是一个例如计算机工作站的可编程设备，从而可以通过简单的软件更新进行必要的改变。而且，本发明影响一个传送网络中的发射机端，因为发射机必须适合于发射在失谐的波长的光信号，也影响接收机

端，其必须适合于解复用上述失谐的波长信道。

图 6 示出了一个使用频带复用和解复用的先有技术 WDM 系统。一个发射机 TX 包括一个组合 400GHz 宽度的 12 个子带的频带复用器 MB。每个子带包括 8 个信道间隔为 50GHz 的波长信道。为每个子带提供一个复用器 M1、M2，...。包括 12×8 个信道的复用信号被馈送至一个传输线路，其包括多个光放大器 AMP 和光纤跨度 F。一个接收机 RX 包括一个频带解复用器 DMB，其将所接收的 WDM 信号分离成 400GHz 宽度的 12 个子带。每个子带接着被传递到各自的解复用器 DM1、DM2，...，解复用器将上述子带分离成它的信道间隔为 50GHz 的 8 个组成波长信号。

在传输线路中的某处有一个可重配置光分插复用器，其类型如参考图 2 所描述的。应当理解根据本发明，发射机和接收机将被更改为支持 40Gbit/s 比特率和 100GHz 的信道间隔的光信号，但如上面所描述的，这些光信号相对于 50GHz 波长栅格进行波长偏移。

本发明的另一个方面如图 7 中所示。在图 7a 中，400GHz 子带 SB 被信道间隔为 50GHz 的 8 个常规 10Gbit/s 波长信道所占用。图 7b 提出了使用信道间隔为 25GHz 的 16 个波长信道，但这些波长信道相对于 ITU 波长栅格作半信道间隔，即 12.5GHz，的波长偏移。

在这种情形中，波长阻塞器的每个“像素”将下路或上路两个信道。波长阻塞器的像素 DR1、DR2 和 DR5 在图 7b 中示出，它们分别覆盖了子带 SB 中 16 个信道的信道 1-4、9 和 10。在图 7c 中，这些信道被波长阻塞器从子带 SB 中移除。在本发明的这个方面中，同样的基本思想，即关于半信道间隔的波长偏移，在一个相似的环境中进行实施并且获得相同的益处，即使用已有的 ROADMs 用于更高带宽系统（每个子带 2×8 个信道而不是 1×8 个信道）。

一个替代波长阻塞器的波长选择开关（WSS）可以同样应用在本发明的环境中。波长选择开关（WSS）是一个具有一个输入和 N 个输出（通常为 9 个）的 $1 \times N$ 设备。每个输入波长能够被定向至 N 个输出端口中的任何一个。也能够发送多个波长到同一个输出。输出波长能够被独立地衰减和阻塞。

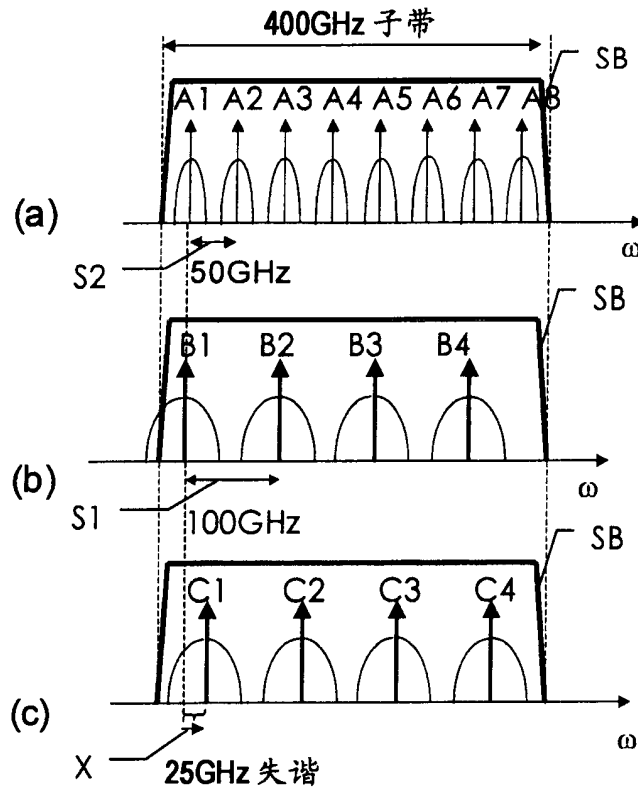


图 1

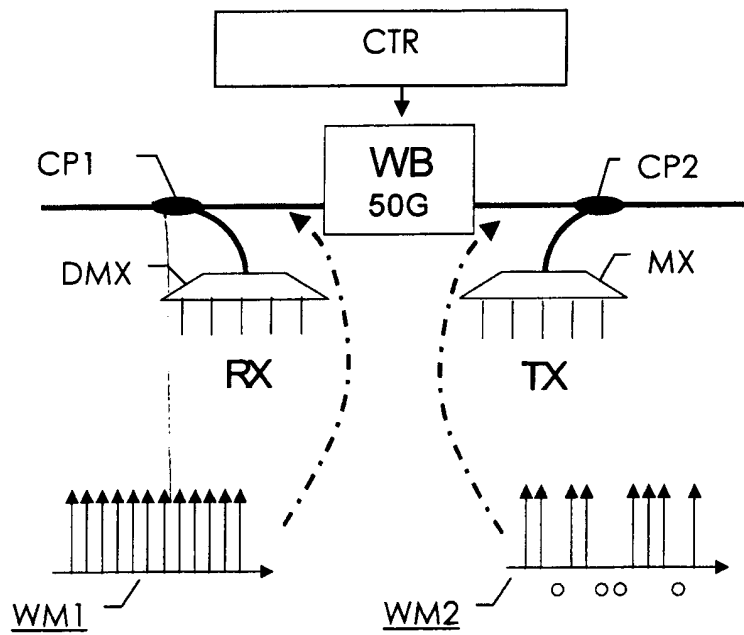


图 2

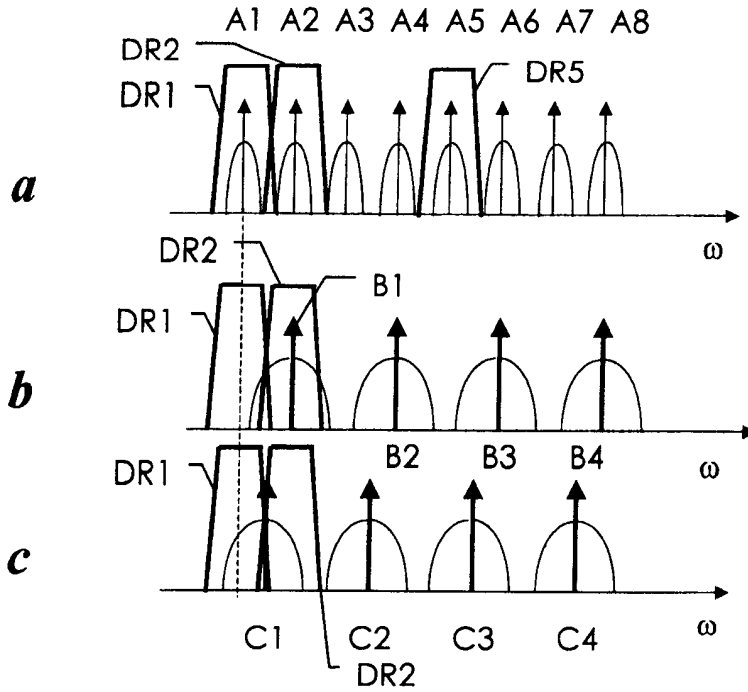


图 3

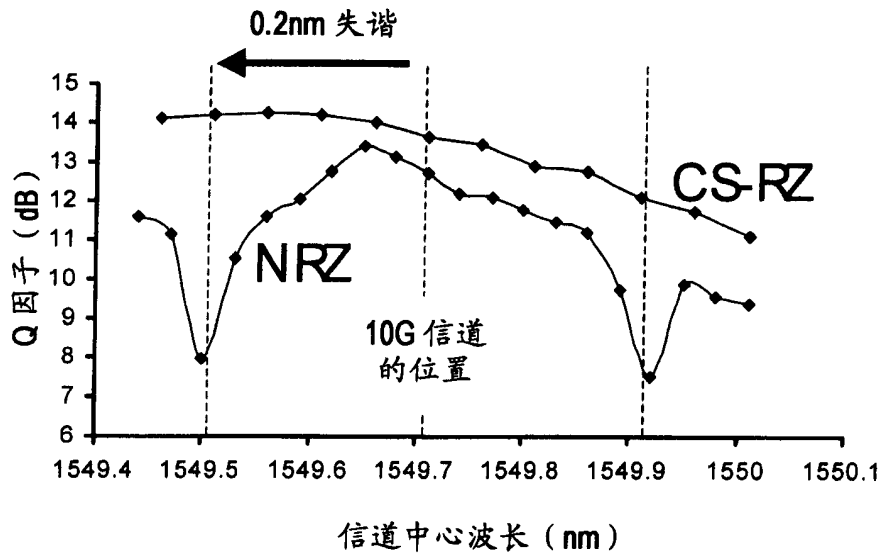


图 4

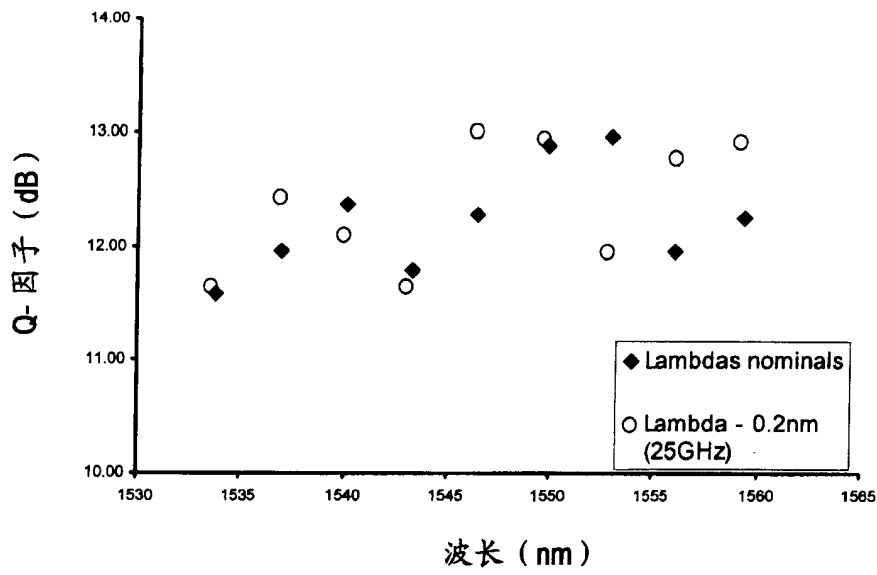
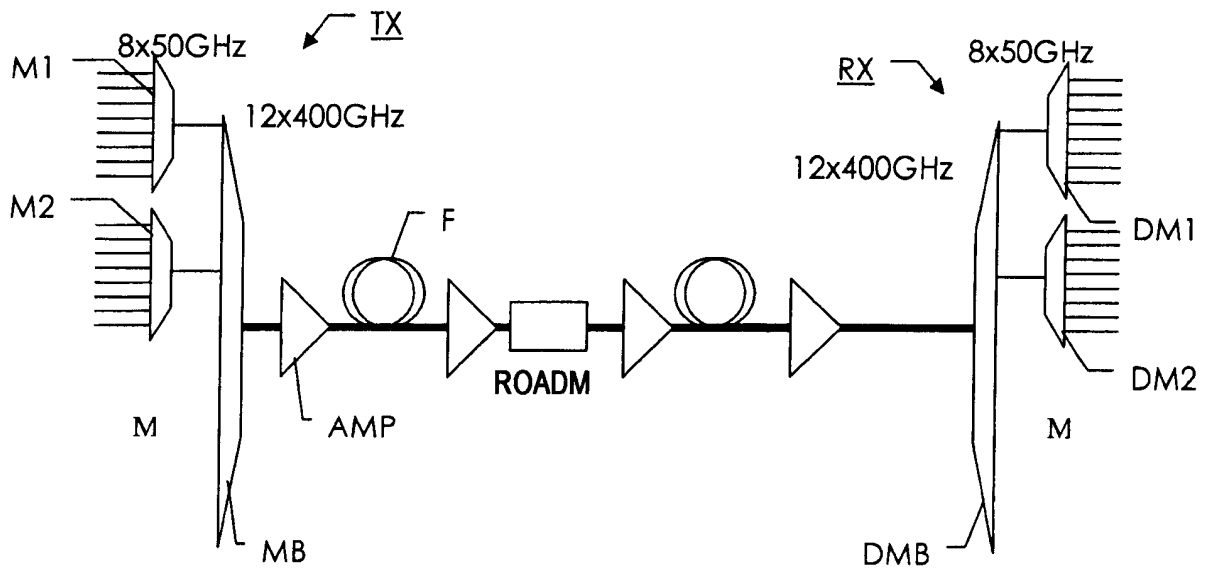


图 5



先有技术

图 6

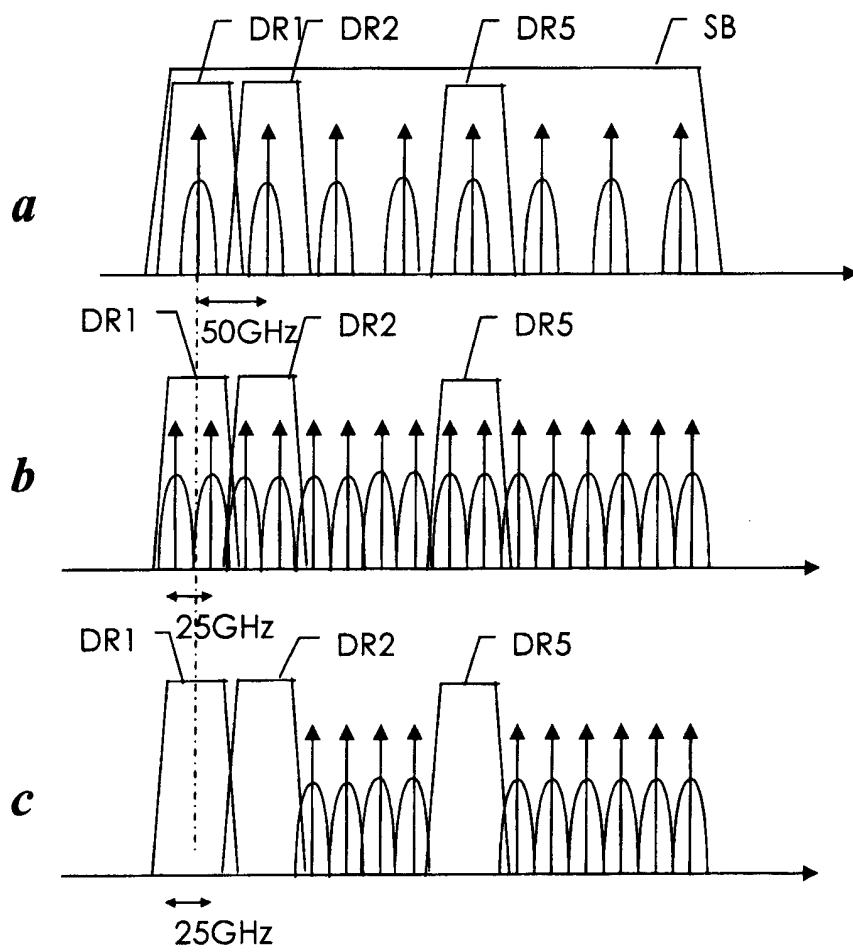


图 7