

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H04B 10/02

H04B 10/12

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00122735.1

[43] 公开日 2001 年 2 月 14 日

[11] 公开号 CN 1283902A

[22] 申请日 2000.8.10 [21] 申请号 00122735.1

[30] 优先权

[32] 1999.8.10 [33] US [31] 09/371,165

[71] 申请人 朗迅科技公司

地址 美国新泽西州

[72] 发明人 斯坦·鲁米西 古德·H·胡兹克
周建会

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事
务所

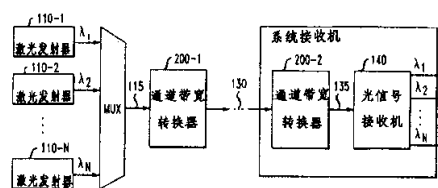
代理人 张 维

权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图页数 2 页

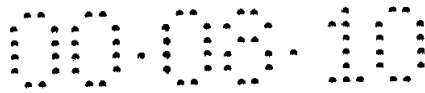
[54] 发明名称 用于光传输系统的通道波段转换装置

[57] 摘要

可以用于传送信息/数据的光通道数量通过使用具有发射机的光传输设备而得到极大地提高,该发射机输出具有第一带宽,例如 C 波段内相应波长的光信号,将该信号与具有第一带宽和第二带宽,例如 L 波段之间波长的光信号相组合,并且利用非线性频率转换器,处理该组合信号,以至少形成具有第二带宽内波长的光信号,该第二带宽内波长对应于第一带宽内光信号的波长。这样,用于 C 波段的设备也可以被用于处理第二波段内的光信号。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1.一种光传输系统，包括：

输出具有第一带宽内相应波长的光信号的发射机；

产生具有第一带宽和第二带宽之外波长的的光信号的光信号产生器；

以及非线性频率转换器电路，其将输出的光信号与产生的光信号相组合，接着至少产生具有第二带宽内波长的光信号，该波长与第一带宽内光信号波长相对应，并且将新产生的光信号输出到光传输路径。

2.根据权利要求 1 的光传输系统，其中转换器电路再生第一带宽内的光信号以及由信号产生器所产生的光信号，并且其中转换器电路包括可被这样调谐的过滤器，即只有第二带宽内的光信号被输出到光传输路径。

3.根据权利要求 1 的光传输系统，其中第一带宽为 C 波段，而第二波段为 L 波段。

4.根据权利要求 1 的光传输系统，其中第一带宽为 C 波段，而第二波段为 S 波段。

5.根据权利要求 1 的光传输系统，其中第一带宽为 L 波段，而第二波段为 S 波段。

6.根据权利要求 1 的光传输系统，还包括连接到传输路径的另一端的系统接收机，其中系统接收机包括：

非线性频率转换器电路，其将经过光传输路径接收的光信号与具有第二带宽和第三带宽之外波长的光信号相组合，接着至少产生具有第三带宽内波长的光信号，该波长与带宽内的光信号波长相对应，并且将新产生的光信号输出到输出终端，以及

光信号去复用器，其接收来自输出终端的光信号，去复用该光信号，并且将该去复用信号传送到相应的接收者。

7.根据权利要求 6 的光传输系统，其中第一带宽为 C 波段，而第二波段为 L 波段。

8.根据权利要求 6 的光传输系统, 其中第一带宽为 C 波段, 第二波段为 L 波段, 而第三波段为 S 波段。

9.根据权利要求 1 的本发明, 其中光信号产生器是一个波长可调谐的激光泵。

10.根据权利要求 9 的光传输系统, 其中第二带宽可以通过调谐激光泵的波长来选择。

11.一种光传输系统, 包括:

经过传输路径接收光信号的装置, 该光信号是具有第一带宽内相应波长的多个光信号的复合;

第一非线性频率转换器, 其将接收的光信号与具有第一和第二带宽之间波长的光信号相组合, 接着至少产生另一个光信号, 该光信号是具有第二带宽内波长的多个光信号的复合, 该第二带宽内的波长对应于第一带宽内的光信号的波长, 并且将其他复合光信号输出到相应的输出终端;

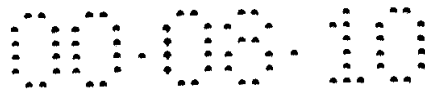
将其他复合光信号去复用成相应的分量光信号的去复用器;

光处理器, 其用多个其他接收到的光信号分量来替代同样数目的去复用后的光信号分量, 并且将剩下的去复用后的光信号分量与其他接收到的光信号分量复用, 将复用后的结果提供给第二非线性转换器; 并且

其中第二非线性转换器将复用后的结果信号与具有第二带宽与第三带宽之间波长的光信号相组合, 至少产生另一个光信号, 该光信号是具有第三带宽内波长的多个光信号的复合, 该第三带宽内的波长对应于第二带宽内的光信号的波长, 并且将第三带宽内的复合光信号输出到光传输路径。

12.根据权利要求 11 的光传输系统, 其中第一和第三带宽为 L 波段, 而第二带宽为 C 带宽。

13.根据权利要求 11 的光传输系统, 其中第一和第三带宽为 S 波段, 而第二带宽为 C 带宽。



说 明 书

用于光传输系统的通道波段转换装置

本发明涉及光信号传输系统，尤其涉及光信号波段转换装置。

经过光纤传送的光信号的波长一般在所谓的 C 波段内，其范围是从 1530 毫微米 (nm) 到 1562 毫微米。利用具有晶体和光栅的半导体激光器来得到 C 波段中光信号的波长，该半导体激光器是专门设计用来提供在这些波长上的光发射的。(众所周知，晶体提供激光器增益，而光栅将激光器锁定在增益带宽内的特定频率上。)光设备的设计者已经极大地扩展了用于 C 波段的通道数，并且现在正指望使用所谓的 L 波段(以及其他的传输波段，例如所谓的 S 波段)，来进一步增加可以被复用到光纤路径中的有用通道数。L 波段的范围是从 1562nm 到 1610nm。由于用作经过 C 波段传送光信号的传输设备被专门设计用于 C 波段，它不可能用于 L 波段(或者 S 波段)内的传输。原因是用于传送光信号的各种设备被专门设计工作在 C 波段，如上面对于 C 波段激光器所述的。也就是说，这种设备的性能峰值是在 C 波段，但是在 L 波段(以及其他的传输波段，例如 S 波段)会急剧地下降。因此，希望在 C 波段之外精确传输光信号的人需要巧妙地设计专用于所希望波段，例如 L 波段的发射机设备的增益，该发射机设备诸如激光器晶体和光栅以及复用设备。不利的是，将用于激光器以及其他传输设备的晶体和光栅设计成工作于不同于 C 波段的信号波段中，是很困难也很昂贵的。

我们通过使用专门设计用于 C 波段的设备，并且将 C 波段信号转换为诸如 L 或 S 波段的第二波段，来解决上述问题，并且输出转换后的信号来代替 C 波段的信号。具体地说，根据本发明的各个方面，发射机输出具有诸如 C 波段的第一带宽内各个波长的光信号。接着，C 波段的信号与具有第一带宽与诸如 L 波段的第二带宽之间波长的光信号组合。非线性频率转换器处理组合的信号，以至少形成具有第二带



宽内的波长的光信号，该波长对应于第一带宽内的光信号的波长。转换后的信号接着被提供给相应输出终端，例如光传输路径。

本发明的这些以及其他方面将通过随后的详细描述以及附图得到理解。其中：

图 1 是可以实现本发明原理的光传输系统的概括方框图；

图 2 是图 1 的通道转换器的方框图；

图 3 是描述将第一波段中的信号波长转换到第二波段中信号波长的方式的功率图；

图 4 描述了一个利用本发明原理的具体应用；

图 5 描述了另一个利用本发明原理的具体应用。

体现本发明原理的示意性光传输系统以简化的形式示于图 1。尤其是，光传输系统包括多个常规的激光发射器 110-1 到 110-N，复用器 120，通道波段转换器 200-1 以及 200-2，光传输路径 130，以及光接收器 140。每个发射机输出一个相应的带信息光信号，该光信号具有 C 波段内唯一的波长 λ_i 。光通道分别与发射机 110-1 到 110-N 相联。这 N 个通道由它们各自的波长 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3 \dots \lambda_N$ 所识别，这些通道彼此之间被充分分开，以防止相邻通道中的信号彼此干扰。例如这种间隔可以是 20GHz 或更少。发射机 110-1 到 110-N 输出的信号被在常规的光 MUX 120 中组合(复用)，并且接着被输出到通道波段转换器 200-1。根据本发明，通道波段转换器 200-1 将第一波段，例如 C 波段内光信号的波长转换到第二波段，例如 L 波段内的相应波长，并且将产生的复合信号输出到光传输路径 130。光传输路径 130 可以包括一个或多个放大器(未示出)。连接到路径 130 另一端的通道波段转换器 200-2 接收根据第二波段内信号形成的复合光信号，并且将这些信号的波长转换回第一波段，例如 C 波段内的相应波长。转换器 200-2 接着将转换后的复合光信号提供给接收机 140。接收机 140 将接收的复合光信号去复用成 C 波段内原来的分量光信号，并且将分量信号 λ_1 到 λ_N 输出到各自的输出路径。

通道波段转换器(CBC)200-i 的概括方框图被示于图 2。CBC 200-I

是非线性频率转换器，它包括例如为半导体激光泵的内部入口的激光泵 10，耦合器 15，可选择的光放大器 20，波长 (λ) 转换器 25—示意性地为一个所谓的周期性连接的铌酸锂 (LiNbO₃) 波导管—以及光信号过滤器 30。具体地说，激光泵 10 包括被设计成输出光信号的晶体以及光栅，该光信号具有大约在第一和第二光波段，例如在 C 波段与 L 波段之间的中点的频率。

一个由激光器 10 输出的信号的示意性实例在图 3 中被示为信号 “a”，信号 “a” 具有一个大约在第一和第二波段之间的波长，该第一和第二波段在图中分别被示为 C 波段和 L 波段，并且根据能量守恒定律，第二波段的信号位于激光泵信号的光谱图像上，以及第一波段的输入波中。回到图 2，耦合器 15 可以是常规的 WDM 组合器，它将激光泵 10 的输出与输入的复合信号相组合，该复合信号根据第一波段内波长的光信号而形成，并且将产生的信号提供给可选择的放大器 20。放大器 20 利用预定放大因素来放大组合的信号，并且将放大的信号输出到非线性波长转换器 25。（因该注意的是，如果激光泵输出足够功率的信号则不需要放大器 20。）

尤其是，波长转换器 25 利用类似于四路波混合的非线性两步函数来处理组合的信号。首先，激光泵信号与输入的信号光混合，其次，这种混合的结果是，激光泵信号被散射成所需要波长带中的新信号。如果出现了多个输入信号波长，那么第二步处理对于每个这种输入波长，产生转换后的波长。换一种方式说，第二步在所需要的波段，例如 L 波段中生成每个这种输入波长的镜像。因此波长转换器 25 输出 (a) 第一带宽中的原始信号，(b) 第二波段中的对应信号以及 (c) 激光泵信号。光过滤器 30 以常规方式传递并输出第二（所需要的）波段中的光信号，并且抑制第一波段中的原始光信号以及激光泵信号。

图 4 示出了一种应用，其中在第二波段中传送的光信号可以利用被设计成放大第一波段中的光信号的光放大器来放大。具体地说，通道波段转换器 410 接收根据具有第二波段中波长（在图中被指定为 λ_{2B} ）的一个或多个光信号形成的光信号，并且以如上所述的方式来处

理该信号。这样一来，转换器 410 将光信号输出到路径 411，该路径延伸到光放大器 415 的输入端，前述光信号根据具有第一波段中波长（在图中被指定为 λ_{1B} ）的对应信号而形成。光放大器 415 被用于放大第一波段中的信号，因而能够放大在其输入端接收的信号，并且将信号的放大版本输出到路径 416，该路径延伸到通道波段转换器 420。接着，通道波段转换器 420 以如上所述的方式处理在其接收段接收的信号，并且输出具有第二波段中波长的对应信号，用于经过路径 421 的传输，所有这些都是根据本发明的一个方面。有利的是，不必重新设计用于放大一个波段中的信号的光放大器，以便放大另一个波段，即第二波段中的信号。

图 5 示出了另一种应用，其中在第二波段中传送的光信号可以利用被设计成处理第一波段中光信号的光设备来处理。在该应用中，外部激光泵 505-I 将转换泵信号（图 3 中的信号 “a”）提供给它相应的通道波段转换器。这样，除了激光泵，相同的通道转换器可以被用于不同的应用中。然而，外部泵将被定做成用于特定的应用。类似地，通道转换器 510 接收光信号，该光信号根据具有第二波段中波长（在图 5 中被指定为 λ_{2B} ）的一个或多个光信号而形成，并且以如上所述的方式处理该信号。这样一来，转换器 510 将根据具有第一波段中波长（在图 5 中被指定为 λ_{1B} ）的对应信号形成的信号，输出到路径 511，该路径延伸到常规光去复用器（例如所谓的 WDM 去复用器）。光去复用器 515 被用于去复用第一波段中的信号，因而能够去复用在其接收段接收的信号，并且将该去复用信号（ λ_1 到 λ_N ）输出到并行路径中的相应一个，该路径延伸到光信号处理器 525。假设处理器 525 执行所谓的递减函数，其中带信息信号 λ_3 和 λ_4 被从去复用信号流中去除（递减），并且以信号 “b” 和 “c” 形式提供给外部应用（未示出）。同时假设处理器 525 执行所谓的增加函数，其中其他的带信息信号 “b” 和 “c” 从外部信号源接收（未示出）。处理器 525 接着通过将信号 “b” 和 “c” 加到以信号 λ_3 和 λ_4 的形式提供给光信号复用器 530 的并行流中。复用器 530 接着将在其输入端接收的分量信号复用到路

径 531 中，该路径延伸到通道波段转换器 535。通道波段转换器 535 以如上所述的方式处理在其输入端接收的信号，并且将具有第二波段中波长的对应信号输出到传输路径 536(根据由外部激光泵 505-2 提供的信号的波长)，所有这些都根据本发明的一个方面。对于本发明的其他方面，激光泵 505-2 的波长可以被设置，以便转换后的光信号在例如 S 波段的第三波段，而不是例如 S 波段的第二波段。

因而应该认识的是，尽管在此示出的本发明在特定示意性实施例的上下文中被描述。本领域技术人员应该能够设计出各种可替换的设置，这些设置尽管没有在此明示或描述，但体现了本发明的原理，并且在其精神和范围之内。例如，上述激光泵可以是一个波长可调谐的激光泵，其中所需要的波长可以通过调谐可调谐激光泵的波长来选择。

说明书附图

图 1

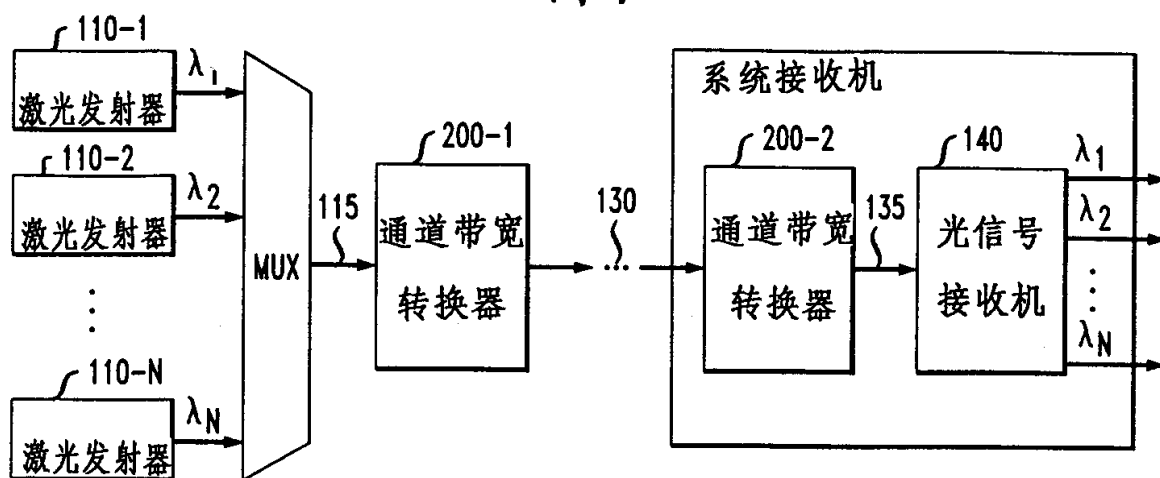


图 2

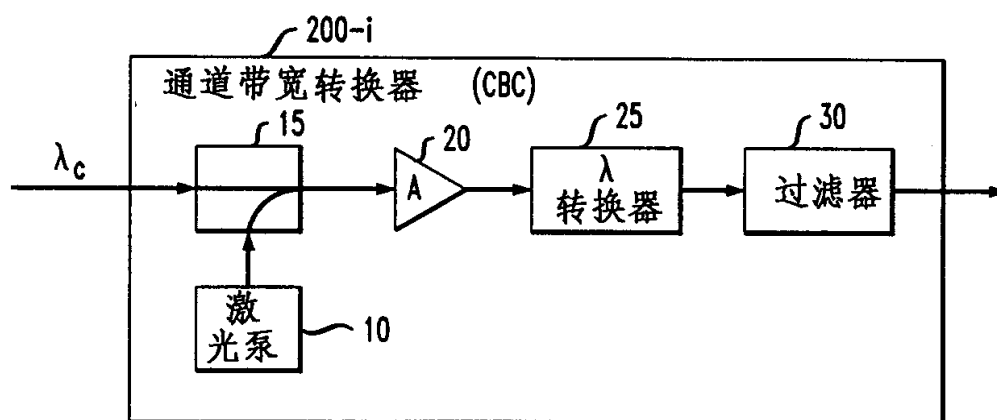


图 3

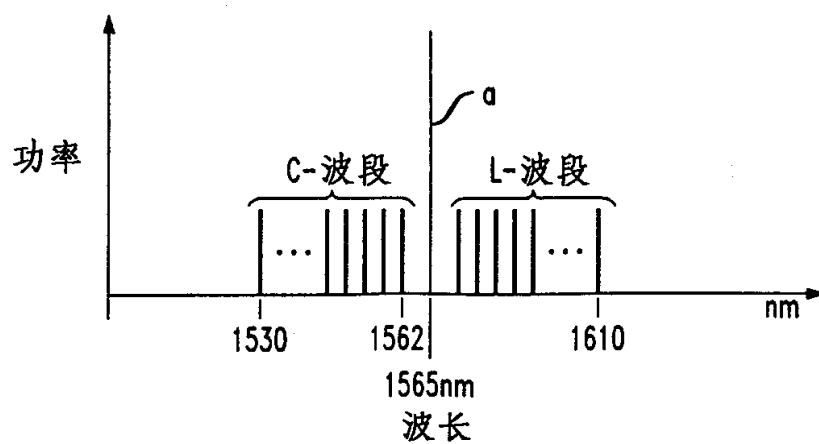


图 4

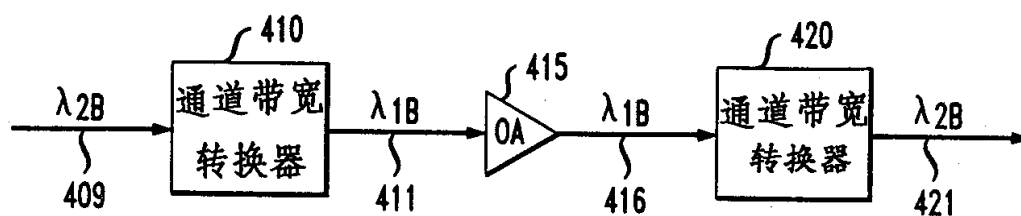


图 5

