[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
H04J 14/02

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99124348.X

[45] 授权公告日 2003 年 11 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 1127825C

[22] 申请日 1999.11.26 [21] 申请号 99124348.X
[30] 优先权
[32] 1998.11.28 [33] GB [31] 9826108.4
[71] 专利权人 马科尼通讯有限公司
地址 英国考文垂
[72] 发明人 R·C·古德费洛
审查员 郭 琼

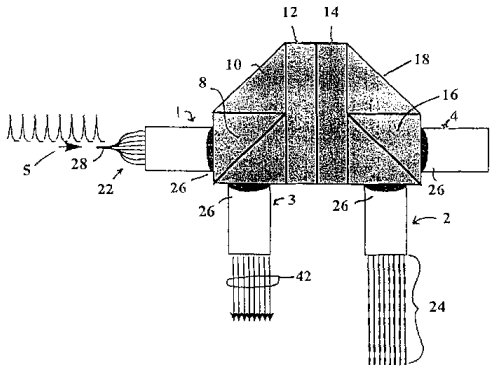
[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 吴增勇 张志醒

权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 6 页

[54] 发明名称 光子系统

[57] 摘要

一种光子系统，它包括：包含多个端口的光环行器；安排来接收多个空间分开的光信号的第一端口，其中每一个光信号都包括多种波长；光环行器安排来把多个光信号传送到第二端口，以便使它们成为空间分开的信号；设置在第二端口的多个波长滤光器，其中每一个都安排成与第二端口的多个光信号中不同的一个对准，多个波长滤光器中的每一个都用来选择性地反射包括在各个光信号中的多个波长中选定的波长，并选择性地让多个波长中的其它波长通过。



ISSN1008-4274

1. 一种光子系统，它包括:

包含多个端口的光环行器;

安排来接收多个空间分开的光信号的第一端口，其中的每一个光信号都包括多种波长，所述多个光信号安排来在所述第一端口上产生空间分开的光源阵列;

所述光环行器安排来把多个光信号传送到第二端口;

多个设置在所述第二端口上的波长滤光器，其中所述多个波长滤光器中的每一个都安排成与所述第二端口上的所述多个光信号中的不同的一个对准，所述多个波长滤光器中的每一个都用来选择性地反射包括在所述各个光信号中的多种波长中选定的波长，并选择性地让所述多种波长中的其它波长通过。

2. 权利要求 1 的光子系统，其特征在于包括分束器，后者安排在所述第一端口上，以便从单一的输入光信号提供多个空间分开的光信号。

3. 权利要求 1 的光子系统，其特征在于: 在所述第一端口上接收到的所述多个空间分开的光信号包括一个从所述光子系统以外输入的光信号和多个由所述多个波长滤光器传送的多个光信号。

4. 权利要求 3 的光子系统，其特征在于: 所述多个波长滤光器中的每一个都包括安排成与所述第二端口相邻的第一端和第二端;

所述光子系统还包括多个光波导，其中每一个光波导设置有与所述第一端口相邻的第一端和与不同的一个波长滤光器的第二端对准的第二端，每一个光波导都用来把所述多个光信号中的一个从各个滤光器引导到所述第一端口，以便在所述第一端口与所述输入光信号不同位置上进入所述光环行器。

5. 权利要求 4 的光子系统，其特征在于包括:

第三端口，它安排来接收一个或多个空间分开的外加的光信号，

其中每一个光信号都包括一种或多种波长，所述一个或多个空间分开的外加光信号安排来在所述第三端口上产生空间分开的外加光源或其阵列；

聚焦装置，用来在所述第一端口上产生每一个外加光源的影像，其中所述影像是空间分开的；

所述光子系统安排来把外加的光信号通过光环行器传送到第一端口，并从那里通过所述多个光波导中一个或多个传送到第二端口处的所述波长滤光器中的一个或多个；

所述一个或多个波长滤光器用来选择性地把与外加光信号相联系的所述一种或多种波长中的一些或全部传送到所述第二端口。

6. 权利要求 1 的光子系统，其特征在于包括:

第三端口，其中所述第一端口安排来接收在所述第三端口输入的包括多种波长的光信号，所述输入光信号安排来在所述第三端口产生光源；

聚焦装置，用来在所述第一端口上产生所述第三端口处光源的影像；

所述光子系统还包括设置在第一端口上的与所述第一端口处的所述输入光信号对准的滤光器，用来选择性地反射被包括在所述输入光信号中的多种波长中选定的波长，并选择性地让所述多种波长中的其它波长通过；

其中，设置在端口上的所述滤光器中的每一个都与用于循环回到同一个端口的、包括由相应的滤光器传送的波长的光信号的光波导相联系，以便在该端口上提供多个空间分开的光信号。

7. 权利要求 6 的光子系统，其特征在于还包括光波导，用来传送在一个端口的第一位置输出的光信号，并将其输入到同一端口或不同端口的一个不同的位置。

8. 权利要求 1 的光子系统，其特征在于包括第二光环行器和设置在所述第二光环行器某些端口上的其它多个滤光器，用以完成与以上

任何一个权利要求的所述第一光环行器和所述滤光器相似的功能;

其中，所述第一光环行器和所述第二光环行器设置成彼此连通，使得从所述第一光环行器的选定的端口出发的光信号进入所述第二光环行器的输入端口。

9. 权利要求 8 的光子系统，其特征在于：所述第一光环行器和第二光环行器设置成彼此直接连通。

10. 权利要求 8 的光子系统，其特征在于：所述第一光环行器和第二光环行器设置成通过多个光波导彼此连通。

11. 权利要求 1 的光子系统，其特征在于：所述多个滤光器包括布喇格光栅。

12. 权利要求 1 的光子系统，其特征在于包括设置在所述光环行器以外的所述各光信号之一的路径中的光放大器。

13. 包括权利要求 1 的光子系统的光学分插复用器。

14. 包括权利要求 1 的光子系统的光网络。

15. 包括权利要求 1 的光子系统的远程通信网络。

16. 权利要求 1 的光子系统，其特征在于包括用来在所述第二端口上产生每一个光源的影像的聚焦装置，其中所述影像是空间分开的。

光子系统

技术领域

本发明涉及光子学领域，详细地说涉及通过波长选择对光信号进行控制、路由选择或交换的装置。

背景技术

图 1 中举例说明的光环行器是一种已知的光子装置，用于光信号或光束从一个端口到顺序的下一个端口(亦即从端口 1 到端口 2，2 到 3，3 到 4 等等)的单向传输，而不允许向相反方向传输(亦即从 2 到 1，3 到 2，4 到 3 等等)。于是在端口 1 输入的光线在端口 2 输出，在端口 2 输入的光线在端口 3 输出等等。这里的术语“光线”用来同时包括可见辐射和非可见辐射，例如适用于光子学目的的光信号。为了操纵几个光束，正如处理来自多根光纤的多个信号时所需要的那样，传统上需要几个光环行器。为了执行把载于光信号的不同波长的信道(亦即，波分复用(WDM)的波长信道)分开的全光学分出－插入(add-drop)功能，也需要多个光环行器。

随着其中多种波长信道载于单独一根光纤的 WDM 的推广，对用来独立地操作大量波长信道的紧凑价廉的装置的需求变得日益尖锐。

波长复用多信道光学网络中的要求是在网络节点上具有充分灵活的光分出－插入和交叉连接功能度。这意味着把数据载向该节点的任何波长信道都可以被插入到该节点若干个接收机中的任意一个上，而且该节点的任何发射机都可以重新利用该波长从该节点发送数据。

发明内容

为了实现这些功能，需要对 WDM(波分复用)波长信道进行交换和多路分解。可调谐反射光栅可以与光环行器一起使用，以便把包括 WDM 波长信道的信号分类为两组波长信道。为了实现具有 8，16，32 或更多信道的分出－插入功能，要求重复该分类功能许多次，这要求

使用大量的滤光器和光环行器。

本发明提供一种光子系统，它包括：包括多个端口的光环行器；安排成接收多个空间分开的光信号的第一端口，其中的每一个光信号包括多种波长，多个光信号安排成在第一端口上产生空间分开的光源阵列；安排成把多个光信号传送到第二端口的光环行器；设置在第一端口的聚焦装置，用来在第二端口上产生空间分开的光源影像阵列；安排在第二端口的多个波长滤光器，其中多个波长滤光器中的每一个都安排成与第二端口上的多个光信号中的不同的一个对准，这多个波长滤光器中的每一个都选择性地反映对包括在相应的光信号中的多种波长的选择，并选择性地让这多种波长中的其它波长通过。

本发明还提供一种光子系统，它包括第二光环行器，和设置在第二光环行器某些端口上的多个另外的滤光器，用以完成与第一光环行器类似的功能，其中第一光环行器和第二光环行器安排成彼此连通，使得从第一光环行器的选定端口出来的光信号在第二光环行器的输入端口进入第二光环行器。

本发明还提供包括本发明的光子系统的光网络。

本发明还提供包括本发明的光子系统的远程通信网络。

本发明还提供一种光子系统，它包括：包括多个端口的光环行器，第一端口安排成接收每一个包括多种波长的多个空间分开的光信号，所述光环行器安排成把多个光信号传送到第二端口，以便在第二端口产生多个空间分开的光信号；设置在第二端口的多个波长滤光器，其中所述多个波长滤光器的每一个都安排成在第二端口处与多个光信号中不同的一个对准，多个波长滤光器中的每一个用来选择性地反映对包括在相应的光信号中的多种波长的选择，并选择性地让多种波长中的其它波长通过。

附图说明

现将参照附图以举例方式描述本发明的实施例，附图中：

图 1 表示穿过先有技术光环行器的横截面；

图 2 以曲线形式举例说明先有技术光纤布喇格光栅在选择性地反

射单一波长信道时的操作;

图 3 表示本发明第一实施例的横截面;

图 4 表示本发明第二实施例的横截面;

图 5 表示本发明第三实施例的横截面; 以及

图 6 表示本发明第四实施例的横截面。

具体实施方式

参见图 1, 其中以举例方式示出了包括 1, 2, 3 和 4 四个端口的光环行器的一种实现方案。应该指出, 该光环行器的操作是不可逆的, 在端口 1 输入的光传输到端口 2, 但不能反过来。现将参照该图比较详细地描述光环行器。在这个实施例中, 透镜 6 位于端口 1 至 4 的每一个端口处的光环行器入口。这些透镜在相应输出端口处对在一个端口输入的光起聚焦作用。透镜并非必不可少的, 因为这种功能可以用诸如适当的曲面镜等其它聚焦装置来实现。

在端口 1 进入光环行器的光线遇到偏振光反射镜 8。偏振光反射镜 8 所起的作用是把光线分成两个正交的偏振光束, 它们沿着不同的路径通过光环行器。例如, 在端口 1 输入的光线被这样分开, 使得第一偏振的光线笔直穿过偏振光反射镜 8, 而正交偏振的光线被反射 90 度而到达反射镜 10, 在这里第二次被反射。在光环行器的中心是两个偏振旋转器, 其中的每一个所起的作用都是把入射光线的偏振旋转 45 度。第一偏振旋转器 12 所起的作用是可逆的, 原因是在一个方向(例如在该图中从左到右)通过的光线, 其偏振顺时针旋转, 而向相反方向(例如, 该图中从右到左)通过的光线, 其偏振逆时针旋转。相反, 第二偏振旋转器 14 是所谓法拉第旋转器, 其作用是不可逆的。法拉第旋转器材料的方向性受磁场影响, 而在实际上给它加上饱和磁场。在第一方向(例如, 在该图中从左到右)通过的光线, 其偏振被按第一方向, 例如顺时针旋转。在相反的方向(例如该图中从右到左)通过法拉第旋转器 14 的光线, 其偏振也是顺时针旋转。这两个一起安排在光环行器中心的不同类型的偏振旋转器的作用是在任何端口输入的所有光线都必须以如下方式通过这两个元件。以第一方向(在我们上述例子中从左

到右)通过旋转器的光线在元件 12 处其偏振顺时针方向旋转 45 度，并在元件 14 中再顺时针方向旋转 45 度，结果总共旋转 90 度。但是，从相反方向(在我们的例子中从右到左)通过旋转元件的光线在偏振元件 14 中其偏振顺时针方向旋转 45 度，而在元件 12 中逆时针方向旋转 45 度，结果总共旋转 0 度，亦即该光线笔直地通过，总体上其偏振方向不变。

现将通过描述光线从端口 1 穿过光环行器到端口 2 的光线的行进过程来举例说明图 1 中光环行器的操作。如前所述，在端口 1 处输入的光线穿过透镜 6，碰到偏振光反射镜 8，在这里具有输入光线的第一偏振的那部分笔直通过偏振光反射镜，而正交偏振的光线被该偏振光反射镜反射 90 度。正如上面解释的，作为穿过偏振旋转元件 12 和 14 的结果，笔直穿过偏振光反射镜的光线将经历总共 90 度的偏振旋转。然后该光线碰到第二偏振光反射镜 16。现在该光线与由第一偏振光反射镜 8 透射的光相比具有正交偏振，因此将被反射 90 度，并在端口 2 射出。

在第一偏振光反射镜 8 处被反射的正交偏振的这部分输入光线在反射镜 10 上经历第二次反射 90 度，并随后通过偏振旋转元件 12 和 14，如上所述，以与透射过第一偏振光反射镜 8 的光线完全一样的方式经历一次总共 90 度的偏振旋转。离开偏振旋转元件 12 和 14 之后，该光线再次被第二镜子 18 反射 90 度，以便如图所示，从顶部进入第二偏振光反射镜 16。但是，进入偏振光反射镜 16 顶部的光线由于在旋转元件 12 和 14 中经历 90 度旋转而具有不同的偏振，因而笔直穿过第二偏振光反射镜 16 从端口 2 射出。

类似地，在任何一个端口处进入光环行器的光线按其偏振被分开，并取分开的路径，因而从适当的端口出来。现将简单地描述在端口 2 处输入的光线的光路，以演示光环行器的不可逆操作。在端口 2 输入的具有第一偏振的光线将在第二偏振光反射镜 16 中被反射，使之从右到左地穿过偏振旋转元件 14 和 12。如上所述，这在偏振方面在总体上不引入旋转，使得从旋转元件 12 和 14 进入第一偏振光反射镜 8

的光线与被第二偏振光反射镜16反射的光线具有相同的偏振，结果该光线也被第一偏振光反射镜8反射90度，因而不是从端口1而是从端口3射出。类似地，在端口2输入并透过第二偏振光反射镜16的光线经过第一偏振光反射镜8(在反射镜10和18处被反射，并穿过旋转元件12和14之后)，使得该光线也从端口3射出。

现将参照图2简要地描述先有技术的光纤布喇格光栅(FBG)滤光器。FBG通过提供可调谐反射滤光器而在光子学领域找到应用。传统的FBG滤光器乃是一根光纤或其中安排了一系列的布喇格衍射光栅的光波导阵列(例如，暴露在紫外全息辐射下)。该光栅这样安排，使得它们在狭窄的波长带上反射入射光。另外，可以通过，例如局部加热或拉伸光纤而使被反射的波长适应特定光栅。为了与波长信道配合使用而安排的FBG滤光器一般都这样制造，使得光栅反射光的波长带刚好错过相应的WDM波长信道的波长，但当启动特定的光栅时，反射波长带会移位，使得包括要求的波长信道的波长带，于是该波长信道被反射。作为另一方案，可以这样制造FBG滤光器，使得每一个光栅都反射WDM波长信道，但当被启动时，使其失谐以便让该信道通过。这样FBG滤光器便提供一种从载于单根光纤的多个这样的信道中提取特定的WDM波长信道的方便方法。图2上面一条曲线表示包括4个信道的典型的WDM信号。下面一条曲线表示3个FBG的反射率：该曲线的较低电平表示透射，而该曲线的较高电平表示反射。正如从该图可以看到的，一个FBG已经将其反射波长带移动到与这些波长信道中的一个的波长一致的位置：从而该波长信道通过反射而从其它波长信道中分离出来。

现将参照图3描述利用光环行器以及FBG把单个信道插入和分出的设备。

图3表示按照本发明第一实施例的光子系统，其中由一系列峰5示意地表示依靠分开的光束输入的多个光信号同时在单一个光隔离器中循环，并利用多个FBG滤光器隔离。与图1中共用的元件用相同的标号表示，并且这里将不再进一步描述。

本发明的设备提供多信道光环行器(MCOC)，这指的是一种能够独立地为以多种波长信道的形式传输的、就是说、以多个不同的光波长的形式传输的多个信号选择路由的光环行器。本实施例不同于先有技术之处在于：输入信号的功率被平分成多个分开的光束，每个光束载有同样的信息，亦即所有波长信道被包含在原始输入信号中。具有足够宽的通带的传统的分光器 22 可以用于此目的。

参照图 3，分光器 22 安排来产生邻近光环行器端口 1 的光源阵列。透镜和其它聚焦装置 26 插在光源阵列和光环行器端口 1 处的输入端之间，并且导致在光环行器相应的输出端(在本例中是端口 2)产生光源阵列的影像。在端口 2 处，安排多个波长滤光器(例如， FBG)24，一个滤光器安排成与由端口 1 处光环行器输入处的透镜在端口 2 处产生的每一个光源影像对齐，使得来自分光器 22 的每一个输出端的光线都进入各滤光器 24 中不同的一个。波长滤光器 24 包括一个 FBG 元件系列或“链”，每一个元件设计成“转换”(亦即，反射或通过)特定的信道波长。

波长滤光器 24 具有依据哪一个 FBG 元件被激励而选择性地反射一个或多个与到达端口 1 的光环行器输入端上的波长信道对应的光波长(或“颜色”)。这样反射的光将建立与光环行器第二端口(端口 2)相邻的光源阵列。

于是端口 2 处的每一个波长滤光器接收来自端口 1 的输入端的所有波长信道。工作时可以使每一个滤光器把不同的波长(与不同的波长信道对应的)或一组波长反射回到光环行器。在端口 2 处反射回到光环行器的光线将从端口 3 出来。端口 2 处插在光环行器和这些滤光器之间的聚焦装置使端口 2 处的光源阵列的影像在端口 3 处产生。因此，在端口 3 处可以建立光源阵列，每一个光源对应于一个或几个不同的输入波长信道。不被端口 2 处特定波长滤光器反射的任何波长信道都将通过滤光器，并从滤光器远离该端口的一端透射出来。

另一种方法是，可以使端口 2 处的每一个波长滤光器反射除在端

口 1 处输入的波长信道以外的所有波长信道。若使每一个滤光器都不反射(亦即，使其传送)不同的波长信道，则可以在波长滤光器远离端口 2 的端部建立光影像阵列，每一个光源都对应一个不同的输入波长信道。

在这些波长滤光器的每一个远端都可以连接光波导(例如，光纤或波导，未示出)，以便引导由滤光器传递的波长信道向前传输。类似地可以在端口 3 安排光波导阵列 42，以便引导从该端口出来的任何一个波长信道向前传输。每一个端口 3 光波导都会需要精确地与在端口 3 处产生的相应影像精确对准，所述影像是由在端口 2 处把光线反射回到光环行器的一个滤光器产生的光源产生的。

于是通过控制多个波长滤光器的反射率，即可利用单一的光环行器选择性地交换多种波长信道，使得可以为任何一个所需要的波长信道或所需要的波长信道组合选择到达端口 2 或 3 处的任何一个输出波导的路由。

于是利用单一的光环行器建立一个灵活和紧凑的 WDM 用的多信道光多路分解器和组合器。

通过在光学系统中实现足够小的象差，即可把信道之间的串扰保持在可以接受的限度内。每一个信道的费用随着信道数目的增大而减小。波导阵列组件(不是一维就是二维阵列)可以用来安排几个输入光束，使之可以通过光环行器系统成象。

图 4 表示本发明的第二实施例。参见图 4，输入信号 5 输入到端口 2 而不是端口 1，但在实际上用哪个端口输入都没有关系，因为无论由于光环行器的工作方式而选择哪个端口，本发明都一样有效。

对于借助单个光波导 30(亦即，光纤或波导)馈入光环行器上的输入端口(这里是端口 2)的输入信号不使用分光器。输入光波导 30 与从光环行器的下一个端口(这里是端口 3)环行过来的其它多个波导 32 共享输入端口 2 。在图 4 的装置中，端口 3 有效地承担起图 3 中端口 2 所完成的功能。端口 2 处的聚焦装置 26 在端口 3 处形成每一个光源的

影像，所述每一个光源与终结于端口 2 的每一个(亦即，输入的和环行的)光波导相对应。在端口 3 处，与这样形成的每一个影像对准的是波长滤光器 34(诸如光纤布喇格光栅)，可以对其进行控制以反射或透射选定的一个或多种波长信道，后者是根据用于传播这些信道的光波长来区分的。

因此端口 3 处滤光器 34 中的第一个与端口 2 处入射的输入信号的影像对准。该输入信号将包括由输入光波导传输的所有波长信道。可以控制所述第一个滤光器，以便选择性地把在端口 2 处输入端接收的波长信道中的一个在端口 3 处反射回到光环行器。在光环行器的端口 3 输入的光线从端口 4 出来。其它波长信道，亦即不被这个第一滤光器选择用于反射的波长信道将从各滤光器 34 中的第一个的远离端口 3 的端部出来。该滤光器的这个远端连接到环行而在与输入光波导不同的点上终结于端口 2 的光波导 32 中的一个。端口 2 上的聚焦装置 26 在端口 3 处建立这种环行信号(现在它包含除由第一滤光器所选择的一个以外的全部波长信道)的第二影像。这个第二影像与端口 3 处滤光器 34 中的第二个对准，控制该滤光器以便选择性地反射第二个波长信道，令其从端口 4 出来。由于第二个滤光器处于端口 3 处与第一滤光器不同的位置，所以被选择的第二波长信道将在端口 4 处在与所选择的第一波长信道的不同的位置出来。未被选择的波长信道将再次通过有关的滤光器传播，并再次环行到端口 2 进入光波导 32 中终结于与头两个波导不同的位置的另一个波导。这种环行以类似的方式重复，同时不同的波长信道被每一个循环开始处的一个滤光器选择性地反射，直至每一个波长信道都被选择从端口 4 独特的位置出来为止。这样对于 n 个输入波长信道，将需要 n 个滤光器 34 和 n-1 个从端口 3 循环到端口 4 的光波导 32 。波长信道(因而环路 32)数量大时，最好可以把光放大器(未示出)集成在环路 32 之一的环路内，以补偿所引入的衰减。可以在端口 4 设置光波导阵列 44，以便引导从该端口出来的任何一个波长信道向前传输。

因此，如上所述，实现了与第一实施例的装置所实现的相同的功能，但不需要分光器。

现将参照图 5 描述下一个实施例。给定上述第二实施例中描述的装置，若输入波长信道中有一些信道不被选择在端口 4 输出，则最好插入来自其它来源的波长信道。

正如图 5 所举例说明的，在这个实施例中，外加的信号 36 通过外加的输入光波导 38 出现在端口 1，以便在端口 1 邻近光环行器的输入端产生一个光源阵列。插在光环行器和端口 1 处的光源阵列之间的聚焦装置 26 在端口 2 处产生这些光源的影像。端口 1 处的外加输入光波导 38 这样定位，使得在端口 2 处产生的影像不与输入波导 30 重合，但却与从端口 3 出发而环行的其它波导 32 中的一些重合。借助于光环行器的操作，在端口 3 处输入的信号通过光环行器传播，并从端口 4 出来。如上所述，端口 1 的光源在端口 2 处的每一个影像都与波导 32 中的一个对准，可以令端口 1 处输入的信号通过波导 32 中选定的一个到达端口 3 处波长滤光器 34 中的一个。若使该波长滤光器让与该信号所传输的波长信道对应的波长通过，则该波长信道将在端口 3 再次进入光环行器，并从端口 4 出来。

若这个外加波长信道由其中通过而通到端口 3 的滤光器设置成不反射任何一个波长信道，则(i)设有来自输入信号的辐射在端口 2 的这个位置上被反射回到端口 3，以便在端口 4 出来，而且(ii)从端口 1 出来的通过端口 2 和光波导 32 中适当的一个的全部辐射将通过滤光器 34 中相应的一个、在从端口 2 输入的辐射可能进入的同一位置进入端口 3，从端口 2 输入的辐射只要被滤光器 34 中同一个反射回来就会在上述位置进入端口 3。结果，在端口 1 处输入并通过端口 3 的相应的滤光器的波长信道，只要在端口 3 被该滤光器反射，就将会像从端口 2 输入的波长信道那样，沿着同一个输出光波导 40 从端口 4 出来。

若决定包括从端口 2 输入的波长信道而不是在端口 1 处输入的相应的波长信道，则所有需要作的是激励端口 3 处滤光器 34 中相应的一

个来反射与该信道对应的波长。

现将参照图 6 描述另一个实施例。在这个实施例中，多信道多路分解和/或组合所需要的输入信号通过多信道光环行器(MCOC)的次数减少了。在前一个实施例的装置(见图 5)中，对于 n 个波长信道，要求 n+1 次通过 MCOC，同时要求在端口 2 和 3 之间环行 n-1 次。随着 n，波长信道的个数增加，信号衰减也变得明显，而且成本和复杂性增大。

在图 6 的装置中，这样安排每一个波长滤光器 46， 50 和 54，使得滤光器所接收的波长信道的一半通过，并反射其另一半。控制在光环行器顺序的端口上对准的滤光器，以便反映对来自前一滤光器的波长信道的不同选择。因此，对于 n 个波长信道，任何一个信道都将通过光环行器最多$(\log_2 n)+1$ 次，并通过 $\log_2 n$ 个滤光器。

图 6 表示由 8 个在端口 1 输入的波长信道组成的输入信号(由信号峰 5 示意地代表)，尽管本发明可以采用更多或更少的输入波长信道。滤光器 46 在端口 2 反射这些波长信道中的 4 个，使得波长信道分成两组，每组 4 个，一组被反射回端口 2，使得它们在第一位置通到端口 3，第二组透过滤光器，通过光波导 48 循环回到端口 2 的第二位置，以便在第二位置上通过光环行器传播到端口 3 。这个过程在端口 3 处重复，其中这些每组 4 个波长信道的两组中的每一组都由滤光器 50 再分成两组(在这种情况下每组两个波长信道)，并通过光环行器(或者在被滤光器 50 反射之后，或者通过光波导 52 循环回来之后)被传播回到端口 4 的 4 个不同的位置。在端口 4 这些组(现在是每组两个波长信道)再次被滤光器 54 一分为二，结果 8 个分开的波长信道在端口 4 处(或者被滤光器 54 反射之后，或者通过光波导 56 循环回来之后)回到光环行器，从端口 1 出来，每一个处在不同的位置。对于 8 个信道，端口 1 需要配置 9 个波导，亦即一个用于输入信号， 8 个波导用于输出。

如同前述，通过选择波长滤光器 46， 50 和 54 的反射特性，任何一个输入波长信道都可以输出到任意一个输出波导。这种装置使用该装置的全部 4 个端口来多路分解 8 个信道。

因此，对于8个信道，需要通过4次，输出从输入信号所用的同一端口出来(假定采用该图所示的光环行器设计)。若信号在 3 个端口中的每一个端口处都被滤光器反射，它就会与在该输入信号的同一位置上返回到输入端口。为了避免所选择的被成象的输出光束中的一个从端口 4 返回端口 1 处的输入信道，而不是指定的输出信道，使用一个额外的光波导环路58来使在端口4出来的适当信号移到端口3上的不同位置，并从那里(通过端口 4 处的滤光器)在与输入信号不同位置上到达端口 1 的输出端。为了对多于8个信道进行多路分解，需要的通过次数比光环行器上的端口多。这意味着，有些端口必须使用不止一次。这产生如下问题：它可能导致端口上的同一位置被使用不止一次。有必要使用某种移位装置，把光信号的位置从端口的一个位置移到不同的位置上。在信号透过相关的滤光器并循环回到同一端口的地方，这会自动发生，但是对于反射信号需要采取额外的措施。实现这一点的一个途径是把一个端口专门用于一系列环行回来的光波导，后者把在该端口上接收的信号在同一端口的不同位置上收回到光环行器，从而为通过光环行器该端口作另一次“环行”提供机会。

另一个因素是实际的光纤布喇格光栅滤光器不能 100%地反射选定的频率，以致尽管反射的信号可以纯粹地限制在一个信号通道，但任何透射的信号也会具有任何选定用于反射的信道的成分，因而是不纯。其结果是，理想上，每一个由 MCOC 多路分解器输出的信号都将是反射信号，而不是透射信号。为了做到这一点需要精心选择分路算法。或者，可以在装置内加入附加的反射级，以便改善选定的波长信道的波长纯度。

在上述任何一个实施例的最佳实施方案中，多个光信号以平行光束的形式通过光环行器。

本发明不限于任何特定形式的光环行器，而本专业的技术人员都会意识到，利用其它形式的光环行器，例如端口数目不同的光环行器的替代实施例都落在本发明的范围内。本专业的技术人员还会意识

到，若由于，例如，不同波长的信道的数量大而使例如，通过光环行器的次数变得过大，则本发明可以通过多个连接的光环行器来实施比较有利，这并不落在本发明的范围以外。在这样一种装置(未示出)的一个实施例中，把第一个光环行器的最后一个端口安排成与第二个光环行器的第一个端口连通。这些光环行器可以通过光波导相互连接或直接瓦连，事实上从第一光环行器倒数第二个端口直到第二光环行器的第二个端口成像，而第一光环行器的最后一个端口和第二光环行器的第一端口或者彼此接触或者紧密相邻。外加的光环行器可以以类似的方法连接，以形成光环行器“链”。采用有限端口数目的光环行器，在例如，根据需要用光放大器适当地增强信号的情况下，这样一种装置可以加上任意数目的端口。

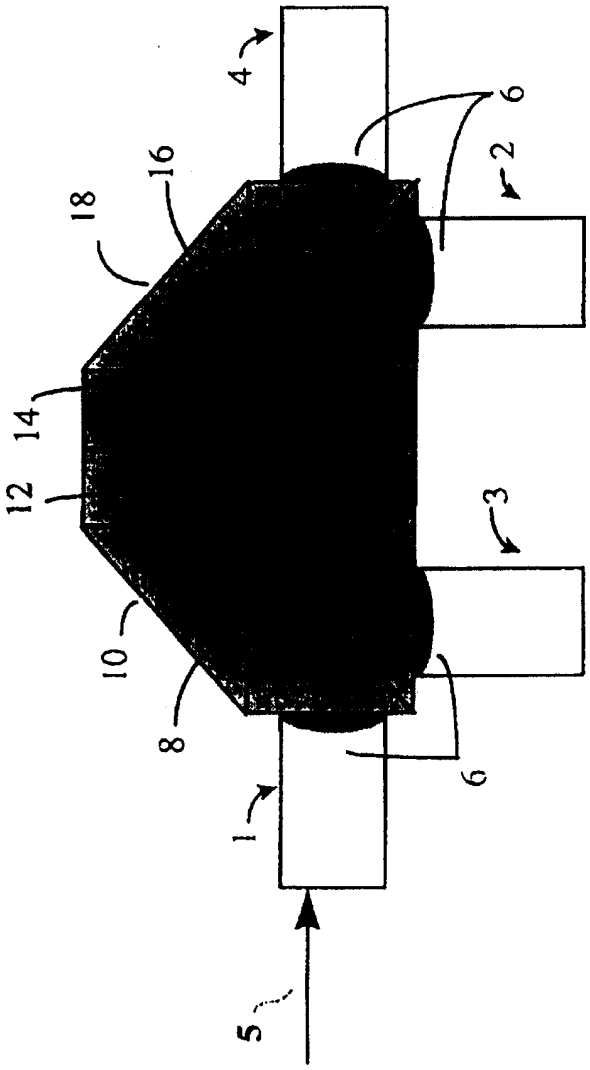


图 1 先有技术

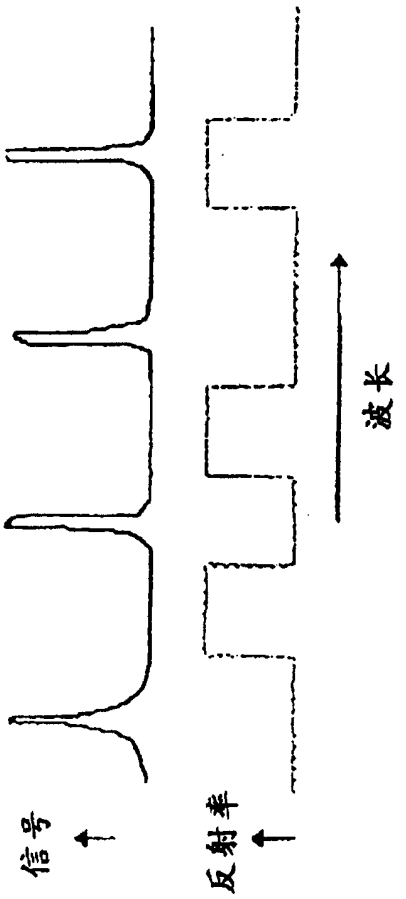


图 2 先有技术

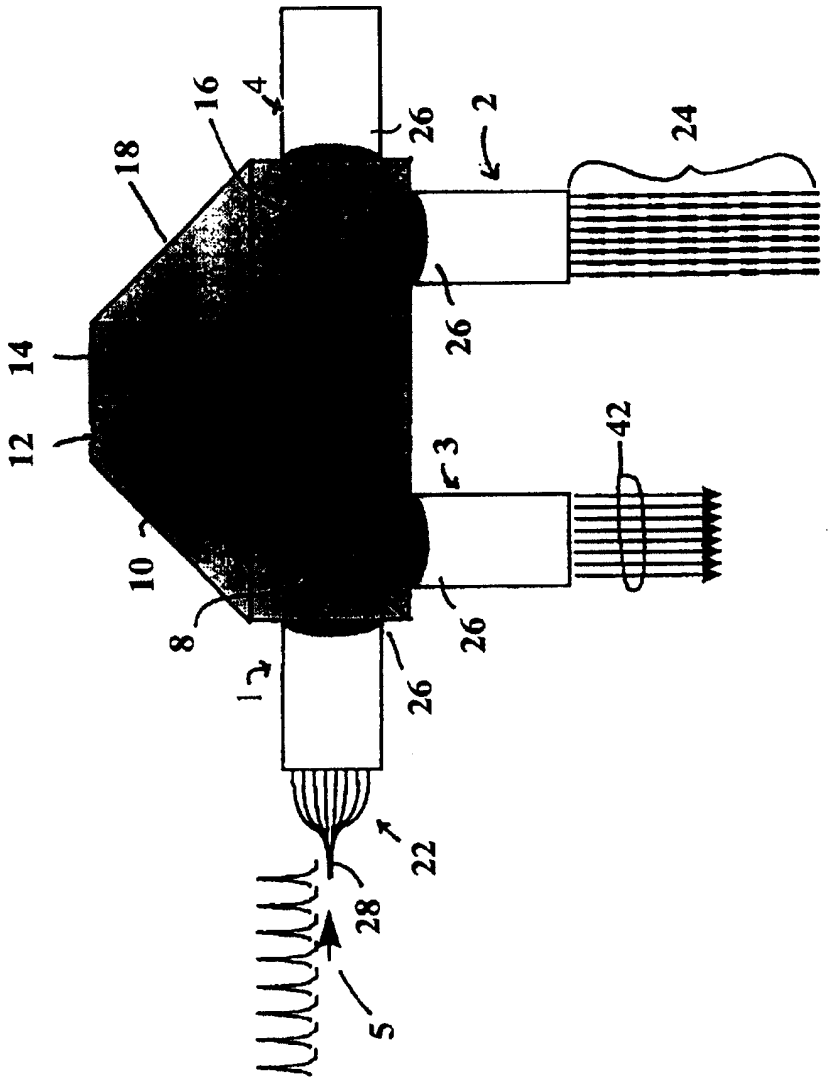


图 3

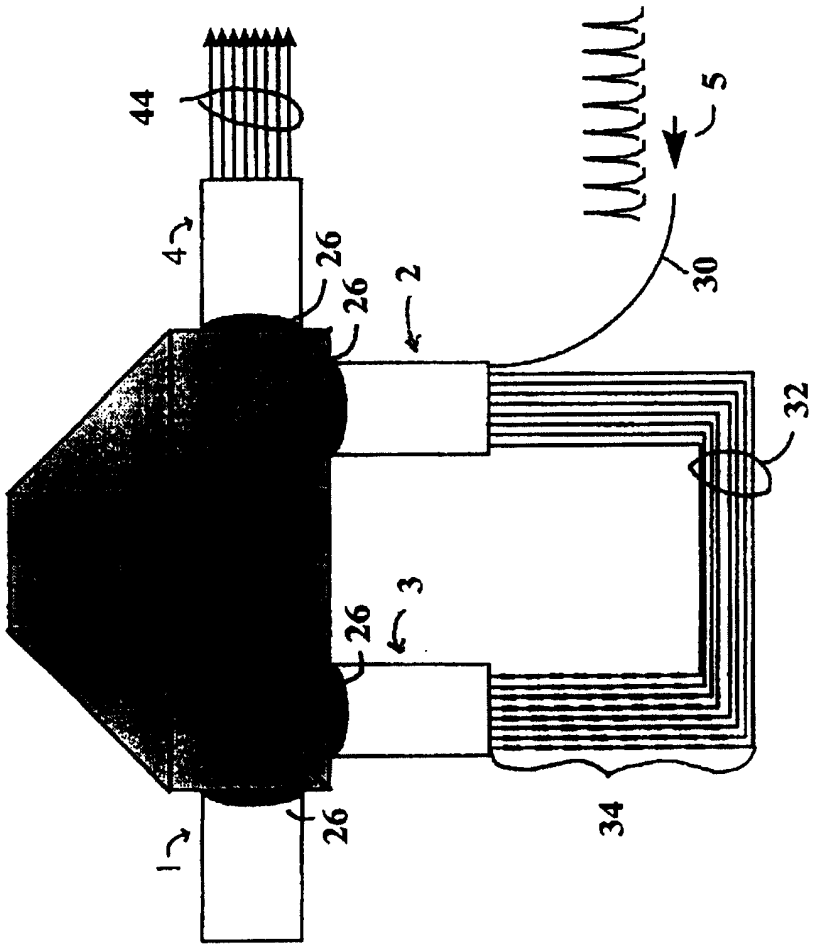


图 4

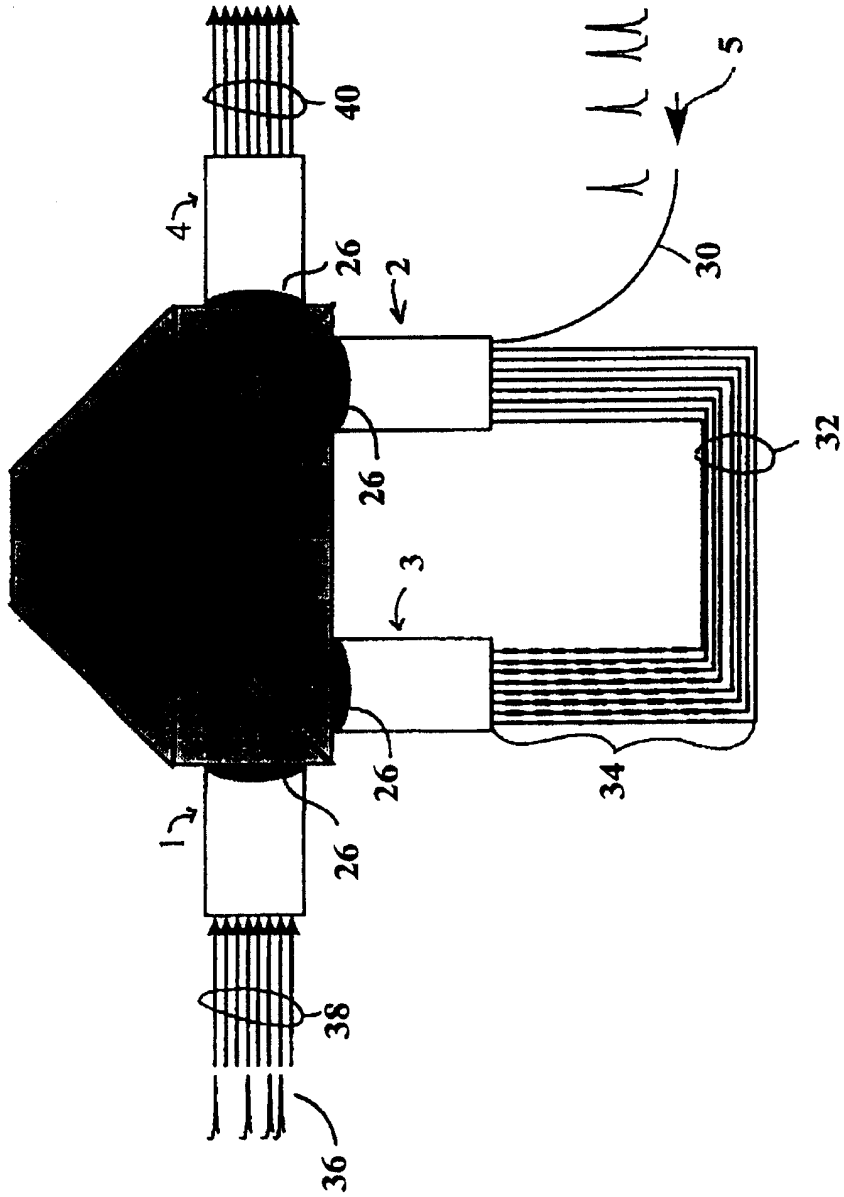


图 5

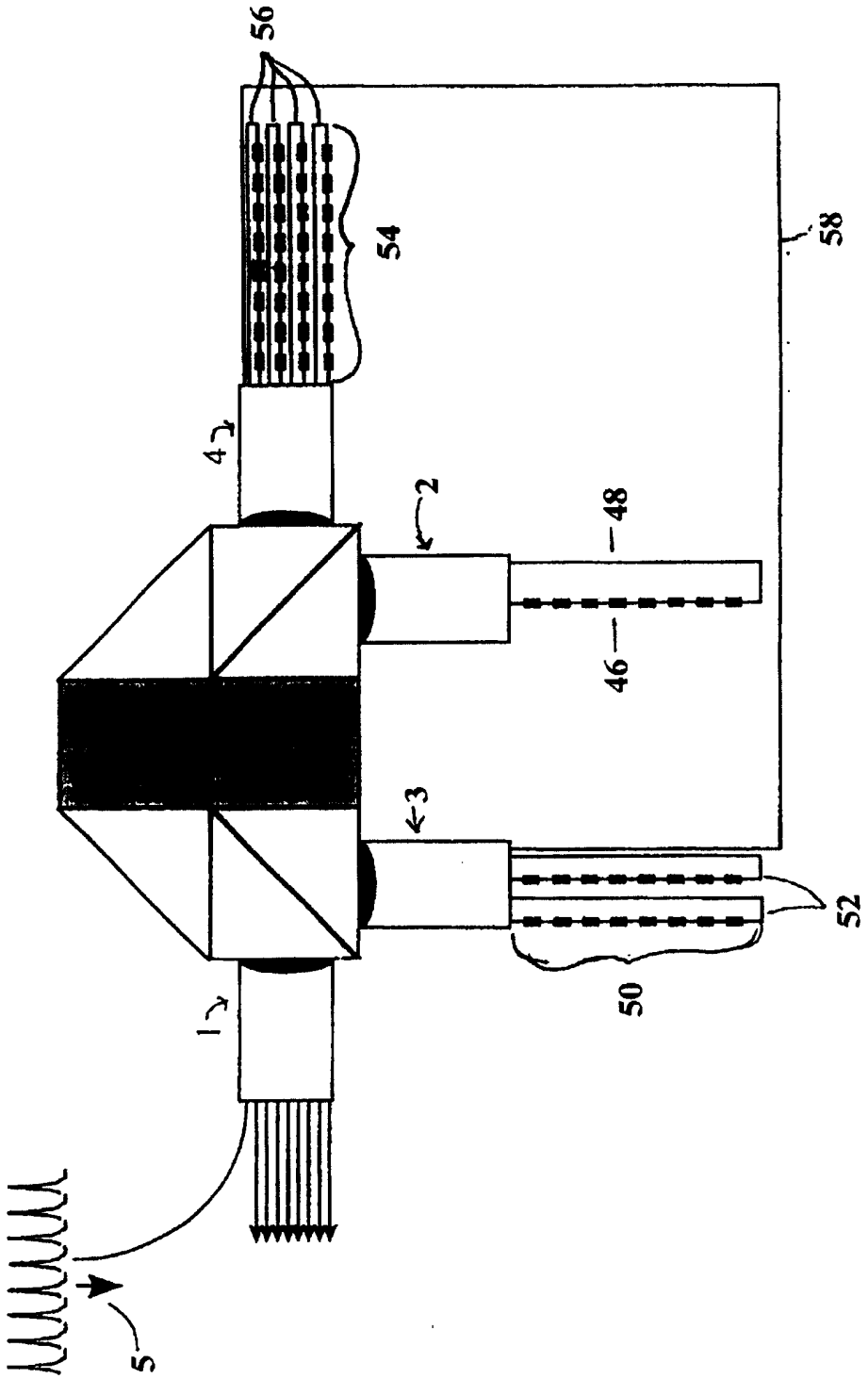


图 6