

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

H04J 14/02

H04Q 3/52



# [12] 实用新型专利说明书

[21] ZL 专利号 03254934.2

[45] 授权公告日 2004 年 11 月 3 日

[11] 授权公告号 CN 2653792Y

[22] 申请日 2003.7.24 [21] 申请号 03254934.2

[73] 专利权人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路  
1037 号

[72] 设计人 刘德明 杨春勇 李 蔚 何 军

[74] 专利代理机构 华中科技大学专利中心

代理人 方 放

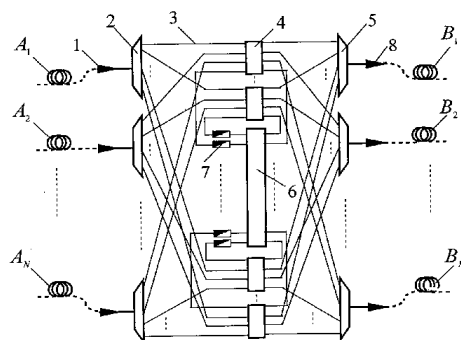
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 2 页

[54] 实用新型名称 全光波长路由交叉模块

[57] 摘要

本实用新型全光波长路由交叉模块，属于光通信领域，解决现有技术中存在的全波段连续可调谐激光光源难以实现和光开关集成规模有限的问题，达到动态波长交换、实现在全光网络中波长重用的虚波长信道路由。其结构包括掺铒光纤前置放大器、解复用器、光空间开关矩阵、复用器或者合波器、掺铒光纤功率放大器，(1)所述各解复用器 L 路输出分别连接 L 个光空间开关矩阵输入端，N 个解复用器波长相同的信号输出端连接到同一个光空间开关矩阵各输入端；(2)各光空间开关矩阵输出分别连接到 M 个复用器或者合波器，来自 L 个不同光空间开关矩阵的输出连接到同一个复用器或者合波器各输入端；L 是波长信号数目，为自然数；N 表示输入光纤链路数目，M 表示输出光纤链路数目，均为自然数。本实用新型不但能够实现动态光波长交换和方便波长模块特性升级，而且可以降低

低成本和技术难度，从而利于在网络节点设备中推广使用。



1. 一种全光波长路由交叉模块，包括  $N$  个掺铒光纤前置放大器、 $N$  个解复用器、 $M$  个复用器或者合波器、 $M$  个掺铒光纤功率放大器， $N$  路输入光纤中每一路输入光纤依次连接掺铒光纤前置放大器、解复用器， $M$  个复用器或者合波器各自连接掺铒光纤功率放大器，后者连接输出光纤形成  $M$  路输出，其特征在于：

(1) 所述各解复用器  $L$  路输出分别连接  $L$  个光空间开关矩阵输入端， $N$  个解复用器波长相同的信号输出端连接到同一个光空间开关矩阵各输入端；

(2) 各光空间开关矩阵输出分别连接到  $M$  个复用器或者合波器，来自  $L$  个不同光空间开关矩阵的输出连接到同一个复用器或者合波器各输入端；

每根输入光纤链路中的波分复用波长信号为  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_L$ ， $L$  是波长信号数目，为自然数；上述  $N$  表示输入光纤链路数目， $M$  表示输出光纤链路数目，均为自然数。

2. 如权利要求 1 所述的全光波长路由交叉模块，其特征在于：

(1) 它还包括输入和输出端口数均为  $L \times J$  的波长转换选择光空间开关矩阵和  $L \times J$  个固定波长转换器，其中每  $J$  个固定波长转换器对应  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_L$  中的一个波长，共对应  $L$  个波长；

(2) 其中波长转换选择光空间开关矩阵输入和输出端口数均为  $L \times J$ ， $L$  个光空间开关矩阵的输入端口数各为  $N+J$ 、输出端口数各为  $M+J$ ；

(3) 各光空间开关矩阵的  $J$  个输出端连接波长转换选择光空间开关矩阵的输入端，波长转换选择光空间开关矩阵的输出端每  $J$  个为一组，依次连接待转换波长的  $J$  个固定波长转换器、对应波长的光空间开关矩阵输入端；

上述 J 表示输出值相同的固定波长转换器数目， $1 \leq J \leq N$ 。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的全光波长路由交叉模块，其特征在于所述各解复用器和光空间开关矩阵的连接、各光空间开关矩阵和复用器或者合波器的连接通过单模光纤。

## 全光波长路由交叉模块

### 技术领域

本实用新型属于光通信领域，特别涉及实现光交换、光路由的光交叉连接部件。

### 背景技术

现阶段，在全光网络中实现波长重用的虚波长信道路由，必须使用光波长转换器和光开关。目前使用较多的有光电光型波长转换器，其缺陷是破坏了通信信道的格式透明性，而切随着波长信道的增多，现有网络节点电子设备处理速度跟不上，形成电子瓶颈；此外在现有的技术水平上，光开关的集成规模有限。因此，Electronics Letters, 20<sup>th</sup>, March 2003 Vol. 39 No. 6 提出了如图 3 所示的光交叉连接器，其由掺铒光纤前置放大器 1、解复用器 2、单模连接光纤 3、复用器或者合波器 5、掺铒光纤功率放大器 8、大规模集成端口数的无阻塞光空间开关矩阵 9、全波段连续可调谐波长转换器 10 组成。一般来说，这种光交叉连接器对于航天、航空、宇宙探索等少数尖端领域是可行的，而用在网络节点设备等大众化光通信领域中既不妥当也无必要，因为全波段连续可调谐波长转换器 10 需要技术难度大且价格昂贵的高精度可调谐激光光源，这不利于在网络节点设备中推广使用；而受其结构限制，若采用技术水平较成熟的全光固定波长转换器，又不能实现动态的波长交换；加之，尽管采用了大规模集成端口数的无阻塞光空间开关矩阵 9，对于在全光网络中要实现密集波分复用

波长路由来说，其集成规模仍嫌不够；此外，不具有波长模块特性，可扩展性差。大规模集成端口数的无阻塞光空间开关矩阵 9 和全波段连续可调谐波长转换器 10，这两点是目前的技术难点，这两个器件的商品化还要做较多工作。

## 发明内容

本实用新型提供一种全光波长路由交叉模块，以解决现有技术中存在的全波段连续可调谐激光光源难以实现和光开关集成规模有限的问题，达到动态波长交换、实现在全光网络中波长重用的虚波长信道路由。

本实用新型的一种全光波长路由交叉模块，包括 N 个掺铒光纤前置放大器、N 个解复用器、M 个复用器或者合波器、M 个掺铒光纤功率放大器，N 路输入光纤中每一路输入光纤依次连接掺铒光纤前置放大器、解复用器，M 个复用器或者合波器各自连接掺铒光纤功率放大器，后者连接输出光纤形成 M 路输出，其特征在于：

(1) 所述各解复用器 L 路输出分别连接 L 个光空间开关矩阵输入端，N 个解复用器波长相同的信号输出端连接到同一个光空间开关矩阵各输入端；

(2) 各光空间开关矩阵输出分别连接到 M 个复用器或者合波器，来自 L 个不同光空间开关矩阵的输出连接到同一个复用器或者合波器各输入端；

每根输入光纤链路中的波分复用波长信号为  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_L$ ，L 是波长信号数目，为自然数；上述 N 表示输入光纤链路数目，M 表示输出光纤链路数目，均为自然数。

所述的全光波长路由交叉模块，当需要用于进行波长转换时，其进一步的特征在于：

(1) 它还包括输入和输出端口数均为  $L \times J$  的波长转换选择光空间开关矩阵和  $L \times J$  个固定波长转换器, 其中每  $J$  个固定波长转换器对应  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_L$  中的一个波长, 共对应  $L$  个波长;

(2) 其中波长转换选择光空间开关矩阵输入和输出端口数均为  $L \times J$ ,  $L$  个光空间开关矩阵的输入端口数各为  $N+J$ 、输出端口数各为  $M+J$ ;

(3) 各光空间开关矩阵的  $J$  个输出端连接波长转换选择光空间开关矩阵的输入端, 波长转换选择光空间开关矩阵的输出端每  $J$  个为一组, 依次连接待转换波长的  $J$  个固定波长转换器、对应波长的光空间开关矩阵输入端;

上述  $J$  表示输出值相同的固定波长转换器数目,  $1 \leq J \leq N$ 。

所述的全光波长路由交叉模块, 所述各解复用器和光空间开关矩阵的连接、各光空间开关矩阵和复用器或者合波器的连接可以通过单模光纤。

本实用新型与现有技术相比, 具有如下主要优点:

其一. 提供一种由商品化的无阻塞全光空间开关交换矩阵与全光固定波长转换器组合成的离散波长转换器, 能够实现波长转换器可选的动态光波长交换, 减低了技术难度。

其二. 使用低成本的固定波长转换器与光开关矩阵的结合, 达到全波段连续可调谐波长转换器相近的性能, 并且使用的光开关的端口规模不会很大。

其三. 增加链路中的波长数不需要改变整个光交叉连接器主体结构, 可扩展性强, 能实现制造低成本的全光波长路由器。

因此, 有利于在网络节点设备中推广使用。

**附图说明**

图 1 是本实用新型的全光波长路由交叉模块示意图。

图 2 是本实用新型需要波长转换器的全光波长路由交叉模块结构示意图。

图 3 是一种常见的光交叉连接器的结构示意图。

图 4 是本实用新型和图 3 所示的光交叉连接器的性能曲线。

### 具体实施方式

下面结合实施例及附图对本实用新型作进一步说明。

本实用新型的一种全光波长路由交叉模块，其结构如图 1 所示：包括掺铒光纤前置放大器 1、解复用器 2、光空间开关矩阵 4、复用器或者合波器 5、掺铒光纤功率放大器 8。图 2 所示的可用于波长转换的全光波长路由交叉模块还包括波长转换选择光空间开关矩阵 6 和固定波长转换器 7。通过单模连接光纤 3，解复用器 2、光空间开关矩阵 4 和复用器或者合波器 5 依次连接，光空间开关矩阵 4、波长转换选择光空间开关矩阵 6、固定波长转换器 7 和 4 依次连接。

上述掺铒光纤前置放大器 1、解复用器 2、光空间开关矩阵 4、复用器或者合波器 5、固定波长转换器 7、掺铒光纤功率放大器 8，可以有若干个，其数目等同或不同。光空间开关矩阵 4 和波长转换选择光空间开关矩阵 6，可采用美国生产的 OMM 115-320\*1-0-4-\*型号系列产品，也可以采用其它型号产品。固定波长转换器 7，可采用法国生产的 ALCATEL1901ICM 型号产品，也可以采用其它型号产品。

图 1、图 2、图 3 中： $A_1$ 、 $A_2$ ... $A_N$  表示一组来自于不同链路的输入光纤（表示信号输入端），各光纤包含光波分复用信号。 $B_1$ 、 $B_2$ ... $B_M$  表示一组离开该交叉连接器的光纤（表示信号输出端），每根光纤携带有重新组合的光波分复用信

号。 $N$ 、 $M$  是自然数，分别表示输入光纤链路数目、输出光纤链路数目，其可以相等或不相等。

图 4 中：曲线 1 和曲线 2 分别对应图 2 的全光波长路由交叉模块和图 3 所示光交叉连接器的性能曲线。两条曲线对应输入、输出光纤链路数目均为  $N=M=16$ ，每根输入、输出光纤链路中包含的波分复用信号数目均为  $L=32$ ，此条件下，横轴表示连接占用率，竖轴表示阻塞概率。在连接占用率小于百分之五十的情况下，阻塞性能显示本实用新型的全光波长路由交叉模块能满足经常情况下网络阻塞小于百分之五十的运行状态。

本实用新型工作原理是：

每根光纤链路中的波分复用波长信号数目为  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_L$ ，中的若干个或者全部，因此各光纤链路中的波长信号数目可以相等或者不相等，所有光纤链路中的不同波分复用波长信号的最大数目为  $L$ ， $L$  为自然数。来自不同输入光纤链路  $A_1, A_2 \dots A_N$  的一组波分复用信号（图 1 左端），通过掺铒光纤前置放大器 1（EDFA，数量为  $N$ ）补偿各自的信号衰减以后进入相应的光解复用器 2（DEMUX），光解复用器 2 的个数为  $N$ ，把从各光纤链路  $A_1, A_2 \dots A_N$  中解复用出来的相同波长信号（ $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_L$ ）编组（符号  $\lambda$  结合下标表示不同的波长信号），波长信号相同均为  $\lambda_i$ （ $i$  为从 1 到  $L$  的自然数）的波长信号通过单模光纤 3 连接输入到同一个无阻塞光空间开关矩阵 4，图 1 中 4 左端对应输入，右端对应输出，其输入端口数等于输入的光纤链路数目  $N$  加  $J$  即  $N+J$ ，其输出端口数等于输出的光纤链路数目  $M$  加  $J$  即  $M+J$ ， $J$  是从 1 到  $N$  的自然数之一；整个全光波长路由交叉模块中这种光开关矩阵 4 的配置数目为



系统使用的最大波长数  $L$ 。在波长路由算法的电控制器的作用下，任意一个输入端口的光信号  $\lambda_i$  可被无阻塞光空间开关矩阵 4 指配交换到任意输出端口，从无阻塞光空间开关矩阵 4 每个输出端口得到的光信号  $\lambda_i$  如果需要波长转换就被连接到一个波长转换选择光空间开关矩阵 6，（图 2 中 6 右端对应输入，其左端对应输出，其输入和输出端口数相等且均为  $L \times J$ ）和多个固定波长转换器 7（图 2 中右端为输入端，左端为输出端，输出值相同的波长转换器的数目为  $J$ ，输出值不同的波长转换器组的数目为  $L$ ）组成的离散型波长转换器的输入端，此时原来光波长信号  $\lambda_i$  中的信息通过固定波长转换器 7 转换为  $\lambda_k$  可以交换到指定的载波波长  $\lambda_k$ （ $k$  不等于  $i$ ，表示不同波长之间的相互转换，相同的波长不能相互转换）上，实现波长交换，转换后的波长信号  $\lambda_k$  又被重新输入到输入端与该波长相同并且均为  $\lambda_k$  的光开关矩阵 4，以重新选择路由；如果波长信号  $\lambda_i$  不需要波长转换就被无阻塞光空间开关矩阵 4 按照路由规则指配交换到那些和复用器或者合波器 5 相连接的 4 的输出端口，然后通过单模光纤连接到复用器或者合波器 5 的输入端口，其接法是从同一个无阻塞光空间开关矩阵 4 输出端口中不能有超过一个连接到复用器或者合波器 5，也即是说与复用器或者合波器 5 输入端相连接的单模光纤只能来自于不同的无阻塞光空间开关矩阵 4 输出端。复用器或者合波器 5 的输入端口数目均为  $L$ ，模块中所需配置的复用器或者合波器 5 数目为  $M$ （ $M$  为自然数，一般和  $N$  相等，也可以不相等）。经过选路的光波长信号应当都要通过均衡功率以后分别输出到相应的复用器复用或者合波器合波，然后通过掺铒光纤功率放大器 8（数量为  $M$ ）送入到光纤链路（ $B_1, B_2, \dots, B_M$ ），向下一级光路由节点（其中可以包含相同于本实用新型的全光波长路由交

叉模块)传送光波长信号。

简言之，光纤通信网络中的波长信号通过本实用新型，任意输入链路端口的光波长信号可以选择交换到任意的输出光纤链路端口，并能实现按指配要求的波长交换。举例说明  $N=M=8, L=16, J=1$  时，本实用新型所需的掺铒光纤前置放大器 1 的个数为 8，类型为  $1 \times 8$  解复用器 2 的数目为 8 个，光空间开关矩阵 4 的数目为 16 个（其输入输出端口数均为  $N+1=9$ ），波长转换选择光空间开关矩阵 6 的个数为 1 个（其输入输出端口数均为 8），固定波长转换器 7 的个数为 8 个，类型为  $8 \times 1$  复用器或者合波器 5 的个数为 8，掺铒光纤功率放大器 8 个数为 8。

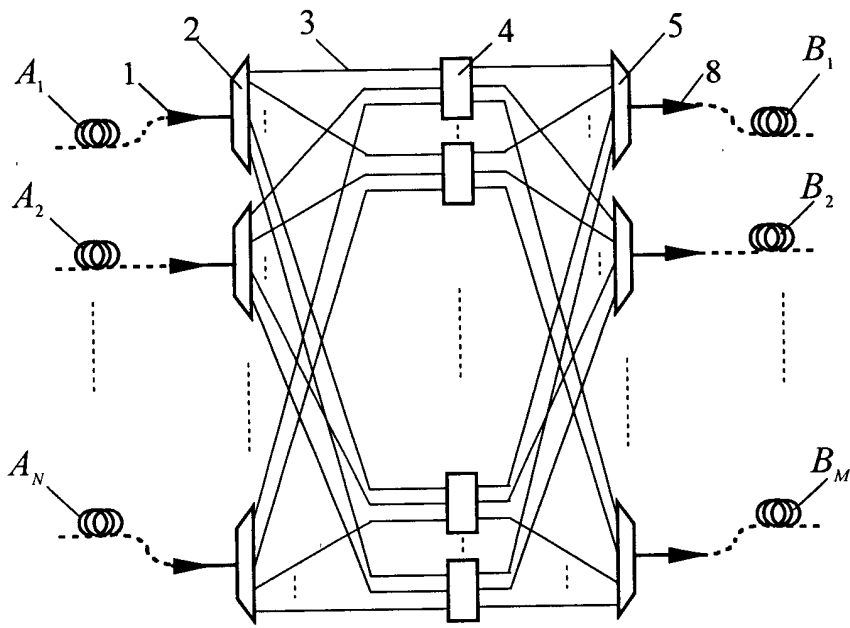


图 1

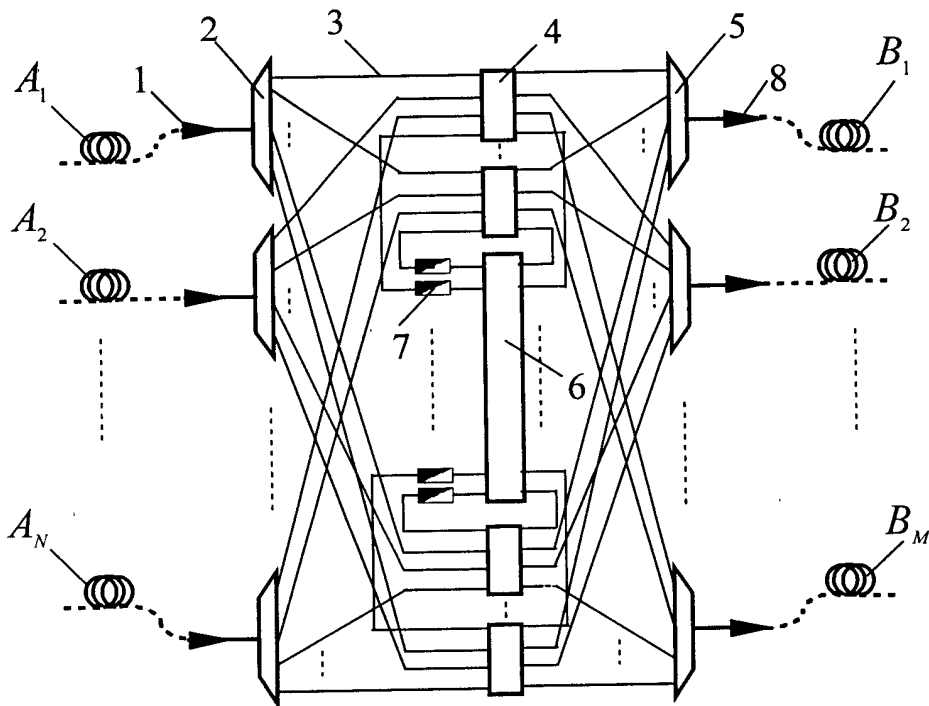


图 2

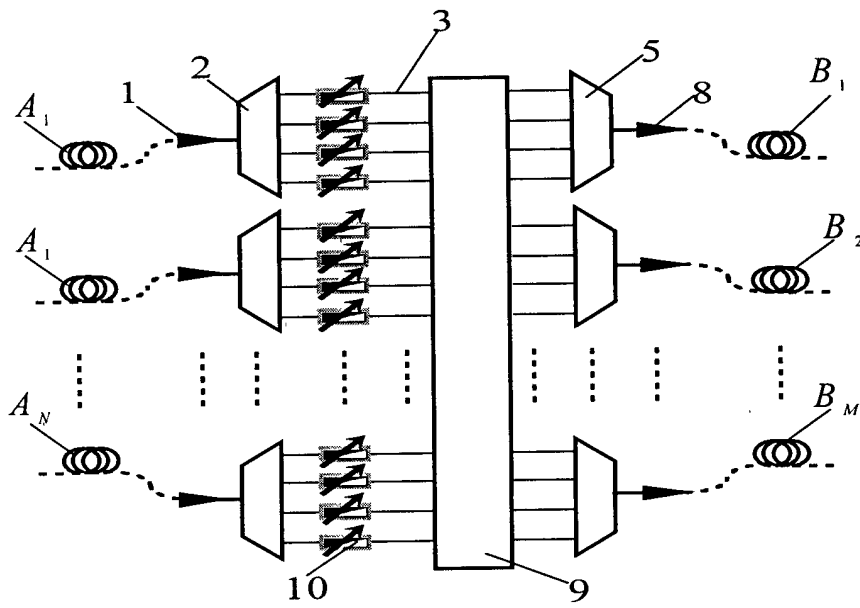


图 3

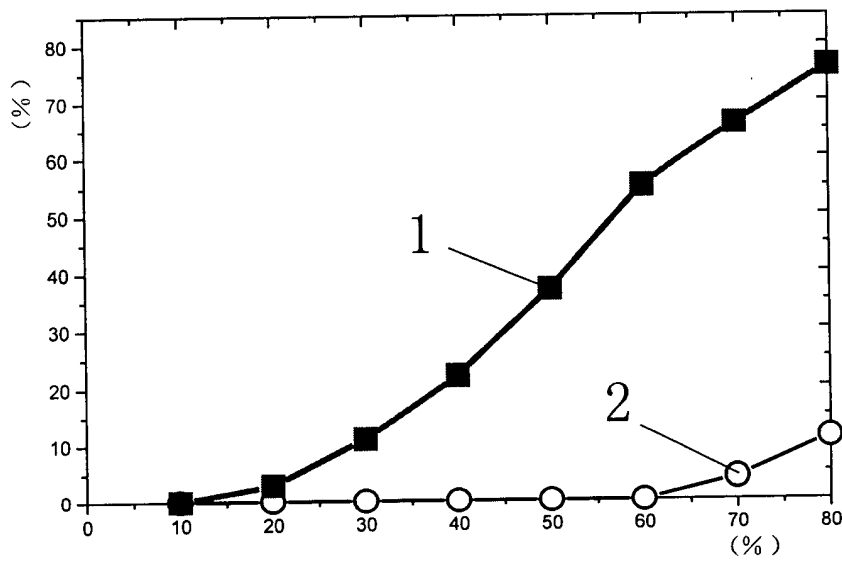


图 4