

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2017年8月3日 (03.08.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/128214 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04B 10/00 (2013.01) *H01S 5/065* (2006.01)
H04J 14/02 (2006.01) *H01S 3/098* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/072585
- (22) 国际申请日: 2016年1月28日 (28.01.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (72) 发明人: 罗俊 (LUO, Jun); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
冯志勇 (FENG, Zhiyong); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (74) 代理人: 北京中博世达专利商标代理有限公司 (BEIJING ZBSD PATENT & TRADEMARK AGENT LTD.); 中国北京市海淀区交大东路31号11号楼8层, Beijing 100044 (CN)。

- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

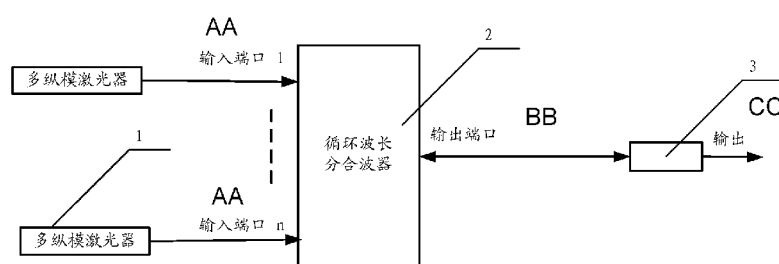
根据细则 4.17 的声明:

— 关于申请人有权申请并被授予专利(细则 4.17(ii))

[见续页]

(54) Title: LIGHT EMISSION DEVICE WITH TUNABLE WAVELENGTH

(54) 发明名称: 波长可调谐的光发射装置



- 1 Multi-longitudinal mode laser
2 Cyclic wavelength wave splitter/combiner
AA Input port
BB Output port
CC Output

图 1

(57) Abstract: A light emission device with a tunable wavelength, relating to the technical field of communications, and comprising a plurality of multi-longitudinal mode lasers (1), a cyclic wavelength wave splitter/combiner (2), and a reflector (3). The multi-longitudinal mode lasers output multi-longitudinal mode signals having a periodic frequency spacing, the period being Δf_{mode} ; the cyclic wavelength wave splitter/combiner performs periodically repeated filtering on the multi-longitudinal mode signals inputted from the multi-longitudinal mode lasers to obtain single-frequency signals, the repeated period of a filtering window being Δf_{band} , wherein Δf_{mode} is different from Δf_{band} , and Δf_{mode} and Δf_{band} are not integral multiples to each other, and then waves of the single-frequency signals are combined and output; the reflector reflects the signals with combined waves, and the reflected signals with combined waves then return to multi-longitudinal mode laser modules respectively through the cyclic wavelength wave splitter/combiner; the multi-longitudinal mode lasers lock the wavelengths of the returned single-frequency signals, and generate and output single-frequency signals with wavelengths identical to the locked wavelengths. The light emission device can solve the problem of high costs of a WDM system based on a laser with a tunable wavelength.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2017/128214 A1



本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种波长可调谐的光发射装置，涉及通信技术领域，包括多个多纵模激光器（1）、循环波长分合波器（2）和反射器（3）。多纵模激光器输出具有周期重复频率间隔的多纵模信号，周期为 Δf_{mode} ；循环波长分合波器对从多纵模激光器输入的多纵模信号进行周期重复滤波得到单频信号，滤波窗口重复周期为 Δf_{band} ，其中， Δf_{mode} 与 Δf_{band} 不同，且 Δf_{mode} 与 Δf_{band} 不互为整倍数关系，然后将多个单频信号合波并输出；反射器将合波信号反射，反射合波信号再次通过循环波长分合波器分别返回多纵模激光器模块中；多纵模激光器锁定反馈的单频信号的波长，生成与锁定的波长相同的单频信号并输出。这种光发射装置能够解决基于波长可调谐的激光器的 WDM 系统，成本过高的问题。

波长可调谐的光发射装置

技术领域

本发明涉及通信技术领域，尤其涉及一种波长可调谐的光发射装置。

背景技术

为提高网络传输容量，波分复用(Wavelength Division Multiplexing, WDM)技术进入城域接入以及数据中心的需求日益迫切，采用WDM技术可以成倍的提升单光纤的传输容量，并且引入波长维度进行网络管理和规划。WDM网络通常使用分布式反馈激光器(Distributed Feedback Laser, DFB)来发射波长信号，但是，WDM网络中需要多种不同波长的信号，而每一类型DFB激光器发射的波长是固定的，因此WDM网络需要包括发射不同波长DFB激光器的光收发模块，这样就会导致光收发模块类型的增加，进而提高了在备货、安装、运转与维护过程中成本。现有技术中采用波长可调谐的激光器来替代固定波长的DFB激光器，波长可调谐激光器的原理是基于两组梳状滤波的游标效应来实现波长调谐，梳状滤波的主要实现方案是在半导体激光器刻蚀分布式反馈布拉格光栅(Distributed Bragg Reflector, DBR)。采用波长可调谐的激光器不仅可以减少光模块的种类，还可以给网络管理和规划带来额外的灵活度。

现有技术中至少存在如下问题：DBR光栅的制作需要精细的制造工艺，这导致其制造成本高于普通的DFB激光器，并且波长可调谐的激光器实现波长的调谐需要复杂的多电极控制电流和控制算法，这增加了制造的复杂度率，进而提高了DBR可调谐激光器的成本。所以，基于波长可调谐的激光器的WDM系统并不能从根本上降低成本。

发明内容

本发明的实施例提供一种波长可调谐的光发射装置，能够解决基于波长可调谐的激光器的WDM系统，制造成本过高的问题。

为达到上述目的，本发明的实施例采用如下技术方案：

第一方面，本发明的实施例提供一种波长可调谐的光发射装置，包括多个多纵模激光器、循环波长分合波器和反射器；

所述多纵模激光器的输出端与所述循环波长分合波器的一个输入端连接，所述循环波长分合波器的输出端与所述反射器的输入端连接，所述反射器的输出端输出合波信号；

所述多纵模激光器输出具有周期重复频率间隔的多纵模信号，所述周期为 Δf_{mode} ；

所述循环波长分合波器对输入的多纵模信号通过输入端滤波窗口进行周期重复滤波，得出与所述循环波长分合波器的输入端滤波窗口对应的单频信号，所述循环波长分合波器将各输入端滤波后的单频信号合波并通过所述循环波长分合波器的输出端将合波信号输出至所述反射器，所述滤波窗口重复周期为 Δf_{band} ，其中， Δf_{mode} 与 Δf_{band} 不同，且 Δf_{mode} 与 Δf_{band} 不互为整倍数关系；

所述反射器将输入合波信号中预设部分功率的合波信号反射回所述循环波长分合波器，所述输入合波信号中除所述预设部分功率外的剩余信号从所述反射器的输出端输出；

所述循环波长分合波器接收所述反射器反射的合波信号后，将所述反射器反射的合波信号分离为单频信号，分别确定与各分离后单频信号对应的目标输入端滤波窗口以及与所述目标输入端滤波窗口对应的所述循环波长分合波器的目标输入端，将各分离后单频信号通过所述目标输入端反馈至与所述目标输入端连接的多纵模激光器；

所述多纵模激光器锁定所述循环波长分合波器反馈单频信号的波长，生成与所述循环波长分合波器反馈单频信号的波长相同的信号并输出。

结合第一方面，在第一方面的第一种实施方式中，所述多纵模激光器的输出端连接45度法拉第旋光器，所述法拉第旋光器的输出端连接所述循环波长分合波器的输入端。

结合第一方面或第一方面的第一种实施方式，在第一方面的第二种实施方式中，所述反射器为半透半反90度法拉第旋光镜。

结合第一方面或第一方面的第一种实施方式，在第一方面的第三种实施方式中，反射器包括光分路器和全反射90度法拉第旋光镜，所述光分路器将所述循环波长分合波器输出的合波信号分为两路，其中，一路连接全反射90度法拉第旋光镜的输入端，另一路将所述合波信号输出。

结合第一方面的第三种实施方式，在第一方面的第四种实施方式中，在所述光分路器和所述全反射90度法拉第旋光镜之间设置标准具Etalon。

结合第一方面或第一方面的第一至第三任一种实施方式，在第一方面的第五种实施方式中，所述循环波长分合波器包括循环阵列波导光栅和标准具Etalon，所述循环阵列波导光栅的输入端连接所述法拉第旋光器的输出端，所述循环阵列波导光栅输出端连接所述Etalon的输入端，所述Etalon的输出端连接所述反射器的输入端。

结合第一方面或第一方面的第一至第三任一种实施方式，在第一方面的第六种实施方式中，所述循环波长分合波器由N个串联的微环谐振腔构成，每个所述微环谐振腔对应所述循环波长分合波器的一个输入端，N个所述微环谐振腔的输出端串联一并输出，构成循环波长分合波器的输出端，每个所述微环谐振腔具有重复周期为 Δf_{band} 的滤波窗口，相邻两个所述微环谐振腔的滤波窗口之间相互间隔 Δf_{ch} ，其中， $\Delta f_{band}=N*\Delta f_{ch}$ ，N等于所述循环波长分合波器输入端个数。

第二方面，本发明的实施例提供一种波长可调谐的光发射装置，包括多个多纵模激光器、设置在每个所述多纵模激光器输出端的光分路器、所述循环波长分合波器和反射器；

所述光分路器将所述多纵模激光器输出的信号分为两路，其中一路与所述循环波长分合波器的一个输入端连接，另一路将所述多纵模激光器输出的信号输出，所述循环波长分合波器的输出端与所述反射器的输入端连接；

所述多纵模激光器输出具有周期重复频率间隔的多纵模信号，所述周期为 Δf_{mode} ；

所述循环波长分合波器对输入的多纵模信号通过输入端滤波窗口进行周期重复滤波，得出与所述循环波长分合波器的输入端滤波窗口对应的单频信号，所述循环波长分合波器将各输入端录播后的单频信号合波并通过所述循环波长分合波器的输出端将合波信号输出至所述反射器，所述滤波窗口中心波长重复周期为 Δf_{band} ，其中， Δf_{mode} 与 Δf_{band} 不同，且 Δf_{mode} 与 Δf_{band} 不互为整倍数关系；

所述反射器将输入的合波信号 反射回所述循环波长分合波器；

所述循环波长分合波器接收所述反射器反射的合波信号后，将所述反射器反射的合波信号分离为单频信号，分别确定与各分离后单频信号对应的目标输入端滤波窗口以及与所述目标输入端滤波窗口对应的所述循环波长分合波器的目标输入端，将各分离后单频信号通过所述目标输入端反馈至与所述目标输入端连接的多纵模激光器；

所述多纵模激光器锁定所述循环波长分合波器反馈单频信号的波长，生成与所述循环波长分合波器反馈单频信号的波长相同的信号并输出。

结合第二方面，在第二方面的第一种实施方式中，所述多纵模激光器与所述光分路器之间设置的45度法拉第旋光器，所述反射器为半透半反90度法拉第旋光镜。

结合第二方面或第二方面的第一种实施方式，在第二方面的第二种实施方式中，所述循环波长分合波器包括循环阵列波导光栅和标准具Etalon，所述循环阵列波导光栅的输入端连接所述法拉第旋光器的输出端，所述循环阵列波导光栅输出端连接所述Etalon的输入端，所述Etalon的输出端连接所述反射器的输入端。

结合第二方面或第二方面的第一种实施方式，在第二方面的第三种实施方式中，所述循环波长分合波器由N个串联的微环谐振腔构成，每个所述微环谐振腔对应所述循环波长分合波器的一个输入端，N个所述微环谐振腔

的输出端串联一并输出，构成循环波长分合波器的输出端，每个所述微环谐振腔具有重复周期为 Δf_{band} 的滤波窗口，相邻两个所述微环谐振腔的滤波窗口之间相互间隔 Δf_{ch} ，其中， $\Delta f_{band}=N*\Delta f_{ch}$ ，N等于所述循环波长分合波器输入端个数。

第三方面，本发明的实施例提供一种波长可调谐的方法，用于光发射装置，所述光发射装置包括多个多纵模激光器、循环波长分合波器和反射器，每个所述多纵模激光器的输出端与所述循环波长分合波器的一个输入端连接，所述循环波长分合波器的输出端与所述反射器的输入端连接；所述方法包括：

所述多纵模激光器向所述循环波长分合波器输出具有周期重复频率间隔的多纵模信号，所述周期为 Δf_{mode} ；

所述循环波长分合波器对输入的多纵模信号通过输入端滤波窗口进行周期重复滤波，得出与所述循环波长分合波器的输入端滤波窗口对应的单频信号，所述滤波窗口重复周期为 Δf_{band} ，其中， Δf_{mode} 与 Δf_{band} 不同，且 Δf_{mode} 与 Δf_{band} 不互为整倍数关系；

所述循环波长分合波器将各输入端滤波后的单频信号合波并通过所述循环波长分合波器的输出端将合波信号发送至所述反射器；

所述反射器将接收的合波信号中预设部分功率的合波信号反射回所述循环波长分合波器，所述接收的合波信号中除所述预设部分功率外的剩余信号从所述反射器的输出端输出；

所述循环波长分合波器将所述反射器反射的合波信号分离为单频信号，并分别确定与各分离后单频信号对应的目标输入端滤波窗口以及与所述目标输入端滤波窗口对应的所述循环波长分合波器的目标输入端；

所述循环波长分合波器分别将各分离后单频信号通过所述目标输入端反馈至与所述目标输入端连接的多纵模激光器；

所述多纵模激光器锁定所述循环波长分合波器反馈单频信号的波长，并生成与所述循环波长分合波器反馈单频信号的波长相同的信号并输出；

当需要调谐所述多纵模激光器输出信号至目标波长的信号时，确定输出信号的当前波长；

计算所述多纵模激光器当前输出信号的波长与所述目标波长的差值 a ，以及所述 Δf_{mode} 与所述 Δf_{band} 之间的差值 b ；

将所述多纵模激光器输出信号的波长向靠近所述目标波长的方向调整，调整幅度为 $a/\Delta f_{\text{mode}}-1+b$ 。

第四方面，本发明的实施例提供一种波长可调谐的方法，用于光发射装置，所述光发射装置包括多个多纵模激光器、设置在每个所述多纵模激光器输出端的光分路器、所述循环波长分合波器和反射器；所述光分路器将所述多纵模激光器输出的信号分为两路，其中一路与所述循环波长分合波器的一个输入端连接，另一路将所述多纵模激光器输出的信号输出，所述循环波长分合波器的输出端与所述反射器的输入端连接；所述方法包括：

所述多纵模激光器向所述循环波长分合波器输出具有周期重复频率间隔的多纵模信号，所述周期为 Δf_{mode} ；

所述循环波长分合波器对通过所述光分路器输入的多纵模信号通过输入端滤波窗口进行周期重复滤波，得出与所述循环波长分合波器的输入端滤波窗口对应的单频信号，所述滤波窗口重复周期为 Δf_{band} ，其中， Δf_{mode} 与 Δf_{band} 不同，且 Δf_{mode} 与 Δf_{band} 不互为整倍数关系；

所述循环波长分合波器将各输入端滤波后的单频信号合波并通过所述循环波长分合波器的输出端将合波信号发送至所述反射器；

所述反射器将输入的合波信号反射回所述循环波长分合波器；

所述循环波长分合波器将所述反射器反射的合波信号分离为单频信号，并分别确定与各分离后单频信号对应的目标输入端滤波窗口以及与所述目标输入端滤波窗口对应的所述循环波长分合波器的目标输入端；

所述循环波长分合波器分别将各分离后单频信号通过所述目标输入端反馈至与所述目标输入端连接的多纵模激光器；

所述多纵模激光器锁定所述循环波长分合波器反馈单频信号的波长，

并生成与所述循环波长分合波器反馈单频信号的波长相同的信号并输出；

当需要调解所述多纵模激光器输出信号至目标波长的信号时，计算所述多纵模激光器当前输出信号的波长与所述目标波长的差值 a ，以及所述 Δf_{mode} 与所述 Δf_{band} 之间的差值 b ；

将所述多纵模激光器输出信号的波长向靠近所述目标波长的方向调整，调整幅度为 $a/\Delta f_{mode}-1+b$ 。

本发明实施例提供一种波长可调谐的光发射装置，本发明实施例中多个多纵模激光器、循环波长分合波器和反射器构成光发射装置，首先循环波长分合波器通过对多纵模激光器输出的多纵模信号进行滤波得出光发射装置所需波长的合波信号，然后反射器将部分功率的合波信号反射回循环波长分合波器，循环波长分合波器将合波信号分离后反馈至多纵模激光器，使多纵模激光器根据反馈的信号的波长确定输出信号的波长，从而使多纵模激光器持续输出确定波长的信号，即光发射装置能够持续输出所需波长的合波信号；设置循环波长分合波器的输入端滤波窗口周期重复，多纵模激光器输出多纵模信号的频率间隔周期和循环波长分合波器的输入端滤波窗口重复周期不同且不互为整倍数关系，可以使多纵模激光器输出多纵模信号时，同一时刻只有一个信号可以从循环波长分合波器的滤波窗口通过，得出与此输入端滤波窗口对应的单频信号，当需要调谐信号的波长时，只需要平移多纵模激光器输出信号的光谱，就可使多纵模激光器输出的另一个信号对应循环波长分合波器的另一个滤波窗口，即循环波长分合波器对输入的多纵模信号滤波后得出与此时输入端滤波窗口对应的单频信号，由于前后两次的输入端滤波窗口的中心波长不同，则前后两次滤波得到单频信号的波长也不相同，即实现输出信号波长的调谐，本发明实施例中，多纵模激光器和循环波长分合波器结构简单，制作过程不需要精细的制造工艺和复杂的算法，简化了激光器设计和制作过程，降低光发射装置的成本。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案，下面将对实施例或现

有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其它的附图。

图1为本发明一实施例提供的波长可调谐的光发射装置结构示意图；

图2为本发明一实施例提供的波长可调谐的光发射装置波长调谐示意图；

图3为本发明一实施例提供的波长可调谐的光发射装置结构示意图；

图4为本发明一实施例提供的波长可调谐的光发射装置结构示意图；

图5为本发明一实施例提供的波长可调谐的光发射装置结构示意图；

图6为本发明一实施例提供的波长可调谐的光发射装置结构示意图；

图7为本发明一实施例提供的波长可调谐的光发射装置结构示意图；

图8为本发明又一实施例提供的波长可调谐的光发射装置结构示意图；

图9为本发明又一实施例提供的波长可调谐的方法流程图；

图10为本发明又一实施例提供的波长可调谐的方法流程图。

具体实施方式

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例，都属于本发明保护的范围。

为使本发明技术方案的优点更加清楚，下面结合附图和实施例对本发明作详细说明。

本发明一实施例提供一种波长可调谐的光发射装置，如图1所示，包括多个多纵模激光器1、循环波长分合波器2和反射器3；所述多纵模激光器1的输出端与所述循环波长分合波器2的一个输入端连接，所述循环波长分合波器2的输出端与所述反射器3的输入端连接，所述反射器3的输出端输出合波信号；所述多纵模激光器1输出具有周期重复频率间隔的多纵模信号，所

述周期为 Δf_{mode} ；所述循环波长分合波器2对输入的多纵模信号通过输入端滤波窗口进行周期重复滤波，得出与所述循环波长分合波器2的输入端滤波窗口对应的单频信号，所述循环波长分合波器2将各输入端滤波后的单频信号合波并通过所述循环波长分合波器2的输出端将合波信号输出至所述反射器3，所述滤波窗口重复周期为 Δf_{band} ，其中， Δf_{mode} 与 Δf_{band} 不同，且 Δf_{mode} 与 Δf_{band} 不互为整倍数关系；所述反射器3将输入合波信号中预设部分功率的合波信号反射回所述循环波长分合波器2，所述输入合波信号中除所述预设部分功率外的剩余信号从所述反射器3的输出端输出；所述循环波长分合波器2接收所述反射器反射的合波信号后，将所述反射器3反射的合波信号分离为单频信号，分别确定与各分离后单频信号对应的目标输入端滤波窗口以及与所述目标输入端滤波窗口对应的所述循环波长分合波器2的目标输入端，将各分离后单频信号通过所述目标输入端反馈至与所述目标输入端连接的多纵模激光器1；多纵模激光器1锁定所述循环波长分合波器2反馈单频信号的波长，生成与所述循环波长分合波器2反馈单频信号的波长相同的信号并输出。

具体的，多纵模激光器1的实现方式，可以是基于法布里泊罗谐振腔或者环形谐振腔的半导体激光器。 n 个多纵模激光器1分别与循环波长分合波器2的 n 个输入端口相连接。反射器3可以为90度半透半返法拉第旋光镜(Faraday Rotation Mirror, FRM)，FRM将输入FRM的合波信号偏振态旋转 90° ，并将部分功率的合波信号反射，使其沿原路径分别反馈回到各多纵模激光器1中，而剩余合波信号则透射输出。

需要说明的是，多纵模激光器开始输出的为多纵模信号，循环波长分合波器2将多纵模激光器1输出的多纵模信号滤波为单频信号，然后合波输出到一根光纤端口，反射器3与循环波长分合波器2的输出端口连接，将一部分功率的合波信号经过循环波长分合波器2分波为单频信号后分别反馈回到各个多纵模激光器1中，多纵模激光器1锁定循环波长分合波器2反馈的单频信号的波长，在后续过程中生成与锁定的单频信号波长相同的单频信

号并输出至循环波长分合波器2的输入端，由此，多纵模激光器1、循环波长分合波器2的滤波窗口、以及反射器3，构成自注入反馈装置，可以实现把多纵模激光器1锁定在单纵模输出模式，从而保证多纵模激光器1在某一时刻输出一种波长的单频信号。多纵模激光器1的输出信号重复周期 Δf_{mode} ，与循环波长分合波器2每个输入端口的滤波窗口中心波长重复周期 Δf_{band} 存在频率偏差，即 Δf_{mode} 与 Δf_{band} 不同且 Δf_{mode} 与 Δf_{band} 不互为整倍数关系，由此，两者构成游标效应，其等效的自由光谱范围 (Free Spectrum Range, FSR) 为：
$$\text{FSR} = \Delta f_{\text{mode}} * \Delta f_{\text{band}} / (\Delta f_{\text{mode}} - \Delta f_{\text{band}})$$
，在一个FSR范围内，多纵模信号中有且只有一个激光器信号的波长与循环波长分合波器的滤波窗口中心波长相匹配，这样通过自注入反馈锁定，可以只允许波长匹配的纵模模式谐振，而其余波长不匹配的纵模模式均被抑制，实现将多纵模激光器的输出锁定在单频输出模式，且输出的单频信号波长与循环波长分合波器2滤波窗口中心波长对准。如果循环波长分合波器2的窗口与国际电信联盟标准栅格 (International Telecommunication Union standardization grid, ITU-T grid) 对准，那么循环波长分合波器2滤波锁定的单频信号波长也相应的与ITU-grid对准，因此本发明实施例的光发射装置无需额外的波长电流图调测，降低成本和使用的复杂度。另外，通过对多纵模激光器1的输出信号进行频移，频移量等于 Δf_{mode} 与 Δf_{band} 的差值，就可以实现多纵模将激光器1锁定的波长调谐到循环波长分合波器2下一个周期的滤波窗口，例如，如图2所示，循环波长分合波器2共有4个输入端口，输入端口之间间隔为 f_{ch} ，对应输入端口2的多纵模将激光器1输出波长为 $\lambda_{\text{mode}1}$ 、 $\lambda_{\text{mode}(1+m)}$ 和 $\lambda_{\text{mode}(1+2m)}$ 的多个纵模，当前状态下多纵模信号中 $\lambda_{\text{mode}1}$ 波长的信号与循环波长分合波器2中输入端口2的滤波窗口中心波长 λ_1 相匹配，则多纵模将激光器1经过自注入反馈，锁定波长为 λ_1 的信号，当需要锁定波长为 $\lambda_{(1+m)}$ 的信号时，调整多纵模将激光器1使频率向高频率方向移动 $\Delta f_{\text{band}} - \Delta f_{\text{mode}}$ 的频移量，波长为 $\lambda_{\text{mode}(1+m)}$ 的纵模信号将被频移至与循环波长分合波器2中输入端口2的滤

波窗口中心波长 $\lambda(1+m)$ 相匹配，则多纵模将激光器1经过自注入反馈，锁定波长为 $\lambda(1+m)$ 的信号，从而实现了波长调谐。

需要说明的是，本发明实施例的波长可调谐的光发射装置中，多个多纵模激光器1完全相同，这样可以进一步简化光发射装置的制作过程，降低成本。

本发明实施例中设置循环波长分合波器2的输入端滤波窗口周期重复，多纵模激光器1输出多纵模信号的频率间隔周期和循环波长分合波器2的输入端滤波窗口重复周期不同且不互为整倍数关系，可以使多纵模激光器1输出多纵模信号时，同一时刻只有一个信号可以从循环波长分合波器2的滤波窗口通过，得出与此输入端滤波窗口对应的单频信号，当需要调谐信号的波长时，只需要平移多纵模激光器1输出信号的光谱，就可使多纵模激光器1输出的另一个信号对应循环波长分合波器2的另一个滤波窗口，即循环波长分合波器2对输入的多纵模信号滤波后得出与此时输入端滤波窗口对应的单频信号，由于前后两次的输入端滤波窗口的中心波长不同，则前后两次滤波得到单频信号的波长也不相同，即实现输出信号波长的调谐，本发明实施例中，多纵模激光器1和循环波长分合波器2结构简单，制作过程不需要精细的制造工艺和复杂的算法，简化了激光器设计和制作过程，降低光发射装置的成本。

需要说明的是，对比传统的基于DFB/DBR等激光器的WDM光源，本发明实施例基于结构简单的法布里泊罗谐振腔或者环形谐振腔的半导体多纵模激光器，而且连接到循环波长分合波器2每一个端口的激光器都是相同的设计，这简化了激光器设计和制作，使系统整体成本可以降低。并且本发明实施例基于自注入反馈，多纵模激光器通过自注入反馈锁定至单频信号并输出，且单频信号波长自动对准循环波长分合波器2滤波窗口，而无需额外的调测，这降低了光发射装置的测试成本。

本发明实施例的一种实现方式中，如图3所示，多纵模激光器1的输出端连接45度法拉第旋光器4，法拉第旋光器4的输出端连接循环波长分合波

器2的输入端,由此45度法拉第旋光器4可以使循环波长分合波器2反馈的信号偏振态恢复到信号由多纵模激光器1输出时的状态。

本发明实施例的一种实现方式中,如图4所示,反射器3包括光分路器5,所述光分路器5将所述循环波长分合波器2输出的合波信号分为两路,其中,一路连接全反射90度法拉第旋光镜6的输入端,所述反射器为全反射法拉第旋光镜,另一路将所述合波信号输出。

如此,通过光分路器5将循环波长分合波器2输出的合波信号分为两路,连接全反射90度法拉第旋光镜6的输入端的一路用于信号反馈,另一路将所述合波信号输出,与半反半透90度法拉第旋光镜起到相同的作用。

本发明实施例的一种实现方式中,如图5所示,在所述光分路器和所述全反射90度法拉第旋光镜之间设置标准具Etalon8。

本发明实施例的一种实现方式中,如图6所示,循环波长分合波器2包括循环阵列波导光栅7和标准具Etalon8,循环阵列波导光栅7的输入端连接法拉第旋光器4的输出端,循环阵列波导光栅7输出端连接Etalon8的输入端,Etalon8的输出端连接反射器3的输出端,Etalon8与循环阵列波导光栅7的滤波窗口对齐,实现如前述的多纵模激光器自注入反馈波长锁定精度的控制。

其中,循环波长分合波器2由一个有n个输入端口的循环阵列波导光栅7(Cyclic AWG),以及在其输出端口所连接的Etalon构成8。其中,循环阵列波导光栅7可以是普通高斯型或者平顶型,每一个输入端口都是周期性的滤波窗口。Etalon8与循环阵列波导光栅7的滤波窗口对齐,实现如前述的多纵模激光器自注入反馈波长锁定精度的控制。

本发明实施例的一种实现方式中,如图7所示,循环波长分合波器2由N个串联的微环谐振腔9构成,每个微环谐振腔9对应循环波长分合波器2一个输入端,N个微环谐振腔9输出端串联一并输出,构成循环波长分合波器2的输出端,每个微环谐振腔9具有重复周期为 Δf_{band} 的滤波窗口,且相邻两个微环谐振腔9的滤波窗口之间相互间隔 Δf_{ch} ,其中, $\Delta f_{band}=N*\Delta f_{ch}$,

N等于循环波长分合波器2输入端个数。

其中，每个微环谐振腔9都对应一个输入端口，且都具有周期性的滤波窗口，滤波窗口的自由光谱范围FSR都是一样的，其FSR对应循环波长分合波器2的 Δf_{band} 。各个微环谐振腔9滤波窗口谐振峰分别等间隔错开，相邻两个微环谐振腔的滤波窗口的间隔即为循环波长分合波器2的通道间隔 Δf_{ch} 。微环谐振腔的滤波带宽，实现如前述的多纵模激光器自注入反馈波长锁定精度的控制。

本发明又一实施例提供一种波长可调谐的光发射装置，如图8所示，包括多个多纵模激光器1、设置在多纵模激光器1输出端的光分路器5、所述循环波长分合波器2和反射器3；每个所述多纵模激光器1的输出端设置所述光分路器5，所述光分路器5将所述多纵模激光器1输出的信号分为两路，其中一路与所述循环波长分合波器2的一个输入端连接，所述循环波长分合波器2的输出端与所述反射器3的输入端连接，另一路将所述多纵模激光器1输出的信号输出；所述多纵模激光器1输出具有周期重复频率间隔的多纵模信号，所述周期为 Δf_{mode} ；所述循环波长分合波器2对输入的多纵模信号通过输入端滤波窗口进行周期重复滤波，得出与所述循环波长分合波器的输入端滤波窗口对应的单频信号，所述循环波长分合波器2将各输入端录播后的单频信号合波并通过所述循环波长分合波器2的输出端将合波信号输出至所述反射器，所述滤波窗口重复周期为 Δf_{band} ，其中， Δf_{mode} 与 Δf_{band} 不同，且 Δf_{mode} 与 Δf_{band} 不互为整倍数关系；所述反射器3将输入的合波信号反射回所述循环波长分合波器2；所述循环波长分合波器2接收所述反射器3反射的合波信号后，将所述反射器反射的合波信号分离为单频信号，分别确定与各分离后单频信号对应的目标输入端滤波窗口以及与所述目标输入端滤波窗口对应的所述循环波长分合波器2的目标输入端，将各分离后单频信号通过所述目标输入端反馈至与所述目标输入端连接的多纵模激光器1；多纵模激光器1锁定所述循环波长分合波器2反馈单频信号的波长，生成与所述循环波长分合波器2反馈单频信号的波长相同的信号并输出。

需要说明的是,所述多纵模激光器1与所述光分路器之间设置的45度法拉第旋光器,所述反射器3为半透半反90度法拉第旋光镜。

本发明实施例的一种实施方式中,所述循环波长分合波器包括循环阵列波导光栅和标准具Etalon,所述循环阵列波导光栅的输入端连接所述法拉第旋光器的输出端,所述循环阵列波导光栅输出端连接所述Etalon的输入端,所述Etalon的输出端连接所述反射器的输入端。

本发明实施例的又一种实施方式中,所述循环波长分合波器由N个串联的微环谐振腔构成,每个所述微环谐振腔对应所述循环波长分合波器的一个输入端,N个所述微环谐振腔的输出端串联一并输出,构成循环波长分合波器的输出端,每个所述微环谐振腔具有重复周期为 Δf_{band} 的滤波窗口,相邻两个所述微环谐振腔的滤波窗口之间相互间隔 Δf_{ch} ,其中, $\Delta f_{band}=N*\Delta f_{ch}$,N等于所述循环波长分合波器输入端个数。

本发明实施例的中循环波长分合波器2还可以由如图6和图7的实现方式实现,在此不再赘述。

需要说明的是,本发明实施例的波长可调谐的光发射装置中,多个多纵模激光器1完全相同,这样可以进一步简化光发射装置的制作过程,降低成本。

本发明实施例中设置循环波长分合波器2的输入端滤波窗口周期重复,多纵模激光器1输出多纵模信号的频率间隔周期和循环波长分合波器2的输入端滤波窗口重复周期不同且不互为整倍数关系,可以使多纵模激光器1输出多纵模信号时,同一时刻只有一个信号可以从循环波长分合波器2的滤波窗口通过,得出与此输入端滤波窗口对应的单频信号,当需要调谐信号的波长时,只需要平移多纵模激光器1输出信号的光谱,就可使多纵模激光器1输出的另一个信号对应循环波长分合波器2的另一个滤波窗口,即循环波长分合波器2对输入的多纵模信号滤波后得出与此时输入端滤波窗口对应的单频信号,由于前后两次的输入端滤波窗口的中心波长不同,则前后两次滤波得到单频信号的波长也不相同,即实现输出信号波长的调谐,本

发明实施例中，多纵模激光器1和循环波长分合波器2结构简单，制作过程不需要精细的制造工艺和复杂的算法，简化了激光器设计和制作过程，降低光发射装置的成本。

本发明又一实施例提供一种波长可调谐的方法，用于光发射装置，所述光发射装置包括多个多纵模激光器、循环波长分合波器和反射器，每个所述多纵模激光器的输出端与所述循环波长分合波器的一个输入端连接，所述循环波长分合波器的输出端与所述反射器的输入端连接；如图9所示，所述方法包括：

101、多纵模激光器向循环波长分合波器输出具有周期重复频率间隔的多纵模信号。

其中，周期为 Δf_{mode} ，即多纵模信号之间频率间隔的周期为 Δf_{mode} 。

102、循环波长分合波器对输入的多纵模信号通过输入端滤波窗口进行周期重复滤波，得出与循环波长分合波器的输入端滤波窗口对应的单频信号。

其中，滤波窗口重复周期为 Δf_{band} ，即滤波窗口中心波长的重复周期为 Δf_{band} ， Δf_{mode} 与 Δf_{band} 不同，且 Δf_{mode} 与 Δf_{band} 不互为整倍数关系。

103、循环波长分合波器将各输入端滤波后的单频信号合波并通过循环波长分合波器的输出端将合波信号发送至反射器。

104、反射器将接收的合波信号中预设部分功率的合波信号反射回循环波长分合波器，接收的合波信号中除预设部分功率外的剩余信号从反射器的输出端输出。

105、循环波长分合波器将反射器反射的合波信号分离为单频信号，并分别确定与各分离后单频信号对应的目标输入端滤波窗口以及与目标输入端滤波窗口对应的循环波长分合波器的目标输入端。

106、循环波长分合波器分别将各分离后单频信号通过目标输入端反馈至与目标输入端连接的多纵模激光器。

107、多纵模激光器锁定循环波长分合波器反馈单频信号的波长，并生成与循环波长分合波器反馈单频信号的波长相同的信号并输出。

108、当需要调谐多纵模激光器输出信号至目标波长的信号时，光发射装置计算多纵模激光器当前输出信号的波长与目标波长的差值 a ，以及 Δf_{mode} 与 Δf_{band} 之间的差值 b ；

109、光发射装置将多纵模激光器输出信号的波长向靠近目标波长的方向调整，调整幅度为 $a/\Delta f_{\text{mode}}-1+b$ 。

需要说明的是，本发明实施例中波长可调谐的方法适用于图1至图7所示的装置。

本发明实施例中循环波长分合波器2的输入端滤波窗口周期重复，多纵模激光器输出多纵模信号的频率间隔周期和循环波长分合波器的输入端滤波窗口重复周期不同且不互为整倍数关系，可以使多纵模激光器输出多纵模信号时，同一时刻只有一个信号可以从循环波长分合波器的滤波窗口通过，得出与此输入端滤波窗口对应的单频信号，当需要调谐多纵模激光器输出信号至目标波长的信号时，首先计算多纵模激光器当前输出信号的波长与目标波长的差值 a ，以及 Δf_{mode} 与 Δf_{band} 之间的差值 b ，然后将多纵模激光器输出信号的波长向靠近目标波长的方向调整，调整幅度为 $a/\Delta f_{\text{mode}}-1+b$ 即刻，本发明实施例中，只需要平移多纵模激光器1输出信号的光谱即可实现对光发射装置的波长调谐，实现过程简单，不需要精细的制造工艺和复杂的算法，降低光发射装置的成本。

本发明实施例的一种实施方式中，多纵模激光器的输出端连接45度法拉第旋光器，法拉第旋光器的输出端连接循环波长分合波器的输入端；则步骤101具体为：

1011、多纵模激光器通过法拉第旋光器向循环波长分合波器输出多纵模信号。

本发明又一实施例提供一种波长可调谐的方法，用于光发射装置，所述光发射装置包括多个多纵模激光器、设置在每个所述多纵模激光器输出

端的光分路器、所述循环波长分合波器和反射器；所述光分路器将所述多纵模激光器输出的信号分为两路，其中一路与所述循环波长分合波器的一个输入端连接，另一路将所述多纵模激光器输出的信号输出，所述循环波长分合波器的输出端与所述反射器的输入端连接；如图10所示，所述方法包括：

201、多纵模激光器向循环波长分合波器输出具有周期重复频率间隔的多纵模信号。

其中，周期为 Δf_{mode} ，即多纵模信号之间频率间隔的周期为 Δf_{mode} 。

202、循环波长分合波器对通过光分路器输入的多纵模信号通过输入端滤波窗口进行周期重复滤波，得出与循环波长分合波器的输入端滤波窗口对应的单频信号。

其中，滤波窗口重复周期为 Δf_{band} ，即滤波窗口中心波长的重复周期为 Δf_{band} ， Δf_{mode} 与 Δf_{band} 不同，且 Δf_{mode} 与 Δf_{band} 不互为整倍数关系。

203、循环波长分合波器将各输入端滤波后的单频信号合波并通过循环波长分合波器的输出端将合波信号发送至反射器。

204、反射器将输入的合波信号反射回循环波长分合波器。

205、循环波长分合波器将反射器反射的合波信号分离为单频信号，并分别确定与各分离后单频信号对应的目标输入端滤波窗口以及与目标输入端滤波窗口对应的循环波长分合波器的目标输入端。

206、循环波长分合波器分别将各分离后单频信号通过目标输入端反馈至与目标输入端连接的多纵模激光器。

207、多纵模激光器锁定循环波长分合波器反馈单频信号的波长，并生成与循环波长分合波器反馈单频信号的波长相同的信号并输出。

208、当需要调谐多纵模激光器输出信号至目标波长的信号时，光发射装置计算多纵模激光器当前输出信号的波长与目标波长的差值a，以及 Δf_{mode} 与 Δf_{band} 之间的差值b；

209、光发射装置将多纵模激光器输出信号的波长向靠近目标波长的方向调整，调整幅度为 $a/\Delta f_{\text{mode}}-1+b$ 。

本发明实施例中循环波长分合波器2的输入端滤波窗口周期重复，多纵模激光器输出多纵模信号的频率间隔周期和循环波长分合波器的输入端滤波窗口重复周期不同且不互为整倍数关系，可以使多纵模激光器输出多纵模信号时，同一时刻只有一个信号可以从循环波长分合波器的滤波窗口通过，得出与此输入端滤波窗口对应的单频信号，当需要调谐多纵模激光器输出信号至目标波长的信号时，首先计算多纵模激光器当前输出信号的波长与目标波长的差值 a ，以及 Δf_{mode} 与 Δf_{band} 之间的差值 b ，然后将多纵模激光器输出信号的波长向靠近目标波长的方向调整，调整幅度为 $a/\Delta f_{\text{mode}}-1+b$ 即刻，本发明实施例中，只需要平移多纵模激光器1输出信号的光谱即可实现对光发射装置的波长调谐，实现过程简单，不需要精细的制造工艺和复杂的算法，降低光发射装置的成本。

需要说明的是，本发明实施例中波长可调谐的方法适用于图8所示实施例对应的装置。

以上所述，仅为本发明的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到的变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1、一种波长可调谐的光发射装置，其特征在于，包括多个多纵模激光器、循环波长分合波器和反射器；

所述多纵模激光器的输出端与所述循环波长分合波器的一个输入端连接，所述循环波长分合波器的输出端与所述反射器的输入端连接，所述反射器的输出端输出合波信号；

所述多纵模激光器输出具有周期重复频率间隔的多纵模信号，所述周期为 Δf_{mode} ；

所述循环波长分合波器对输入的多纵模信号通过输入端滤波窗口进行周期重复滤波，得出与所述循环波长分合波器的输入端滤波窗口对应的单频信号，所述循环波长分合波器将各输入端滤波后的单频信号合波并通过所述循环波长分合波器的输出端将合波信号输出至所述反射器，所述滤波窗口重复周期为 Δf_{band} ，其中， Δf_{mode} 与 Δf_{band} 不同，且 Δf_{mode} 与 Δf_{band} 不互为整倍数关系；

所述反射器将输入合波信号中预设部分功率的合波信号反射回所述循环波长分合波器，所述输入合波信号中除所述预设部分功率外的剩余信号从所述反射器的输出端输出；

所述循环波长分合波器接收所述反射器反射的合波信号后，将所述反射器反射的合波信号分离为单频信号，分别确定与各分离后单频信号对应的目标输入端滤波窗口以及与所述目标输入端滤波窗口对应的所述循环波长分合波器的目标输入端，将各分离后单频信号通过所述目标输入端反馈至与所述目标输入端连接的多纵模激光器；

所述多纵模激光器锁定所述循环波长分合波器反馈单频信号的波长，生成与所述循环波长分合波器反馈单频信号的波长相同的信号并输出。

2、根据权利要求1所述的光发射装置，其特征在于，所述多纵模激光器的输出端连接45度法拉第旋光器，所述法拉第旋光器的输出端连接所述循环波长分合波器的输入端。

3、根据权利要求1或2所述的光发射装置，其特征在于，所述反射器为半透半反90度法拉第旋光镜。

4、根据权利要求1或2所述的光发射装置，其特征在于，反射器包括光分路器和全反射90度法拉第旋光镜，所述光分路器将所述循环波长分合波器输出的合波信号分为两路，其中，一路连接全反射90度法拉第旋光镜的输入端，另一路将所述合波信号输出。

5、根据权利要求4所述的光发射装置，其特征在于，在所述光分路器和所述全反射90度法拉第旋光镜之间设置标准具Etalon。

6、根据权利要求1-4任一项所述的光发射装置，其特征在于，所述循环波长分合波器包括循环阵列波导光栅和标准具Etalon，所述循环阵列波导光栅的输入端连接所述法拉第旋光器的输出端，所述循环阵列波导光栅输出端连接所述Etalon的输入端，所述Etalon的输出端连接所述反射器的输入端。

7、根据权利要求1-4任一项所述的光发射装置，其特征在于，所述循环波长分合波器由N个串联的微环谐振腔构成，每个所述微环谐振腔对应所述循环波长分合波器的一个输入端，N个所述微环谐振腔的输出端串联一并输出，构成循环波长分合波器的输出端，每个所述微环谐振腔具有重复周期为 Δf_{band} 的滤波窗口，相邻两个所述微环谐振腔的滤波窗口之间相互间隔 Δf_{ch} ，其中， $\Delta f_{band}=N*\Delta f_{ch}$ ，N等于所述循环波长分合波器输入端个数。

8、一种波长可调谐的光发射装置，其特征在于，包括多个多纵模激光器、设置在每个所述多纵模激光器输出端的光分路器、所述循环波长分合波器和反射器；

所述光分路器将所述多纵模激光器输出的信号分为两路，其中一路与所述循环波长分合波器的一个输入端连接，另一路将所述多纵模激光器输出的信号输出，所述循环波长分合波器的输出端与所述反射器的输入端连接；

所述多纵模激光器输出具有周期重复频率间隔的多纵模信号，所述周期为 Δf_{mode} ；

所述循环波长分合波器对通过光分路器输入的多纵模信号通过输入端滤波窗口进行周期重复滤波，得出与所述循环波长分合波器的输入端滤波窗口对应的单频信号，所述循环波长分合波器将各输入端录播后的单频信号合波并通过所述循环波长分合波器的输出端将合波信号输出至所述反射器，所述滤波窗口中心波长重复周期为 Δf_{band} ，其中， Δf_{mode} 与 Δf_{band} 不同，且 Δf_{mode} 与 Δf_{band} 不互为整倍数关系；

所述反射器将输入的合波信号反射回所述循环波长分合波器；

所述循环波长分合波器接收所述反射器反射的合波信号后，将所述反射器反射的合波信号分离为单频信号，分别确定与各分离后单频信号对应的目标输入端滤波窗口以及与所述目标输入端滤波窗口对应的所述循环波长分合波器的目标输入端，将各分离后单频信号通过所述目标输入端反馈至与所述目标输入端连接的多纵模激光器；

所述多纵模激光器锁定所述循环波长分合波器反馈单频信号的波长，生成与所述循环波长分合波器反馈单频信号的波长相同的信号并输出。

9、根据权利要求8所述的光发射装置，其特征在于，所述多纵模激光器与所述光分路器之间设置的45度法拉第旋光器，所述反射器为全反90度法拉第旋光镜。

10、根据权利要求8或9所述的光发射装置，其特征在于，所述循环波长分合波器包括循环阵列波导光栅和标准具Etalon，所述循环阵列波导光栅的输入端连接所述法拉第旋光器的输出端，所述循环阵列波导光栅输出端连接所述Etalon的输入端，所述Etalon的输出端连接所述反射器的输入端。

11、根据权利要求8或9所述的光发射装置，其特征在于，所述循环波长分合波器由N个串联的微环谐振腔构成，每个所述微环谐振腔对应所述循环波长分合波器的一个输入端，N个所述微环谐振腔的输出端串联一并输

出，构成循环波长分合波器的输出端，每个所述微环谐振腔具有重复周期为 Δf_{band} 的滤波窗口，相邻两个所述微环谐振腔的滤波窗口之间相互间隔 Δf_{ch} ，其中， $\Delta f_{\text{band}} = N * \Delta f_{\text{ch}}$ ，N 等于所述循环波长分合波器输入端个数。

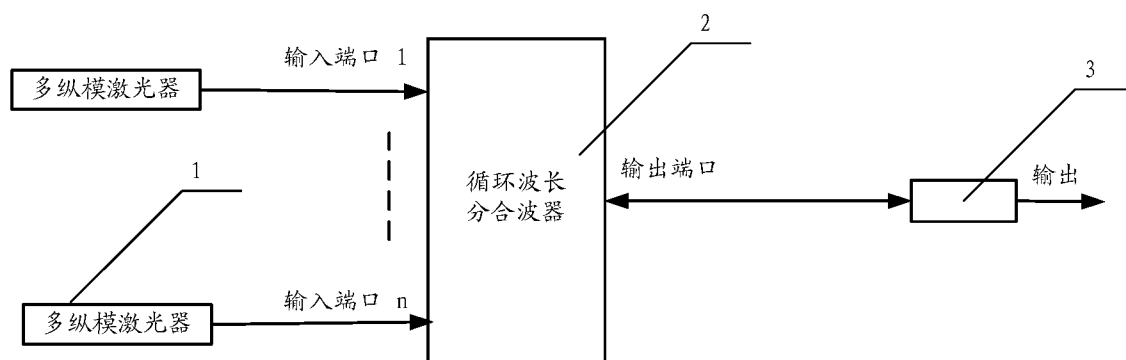


图 1

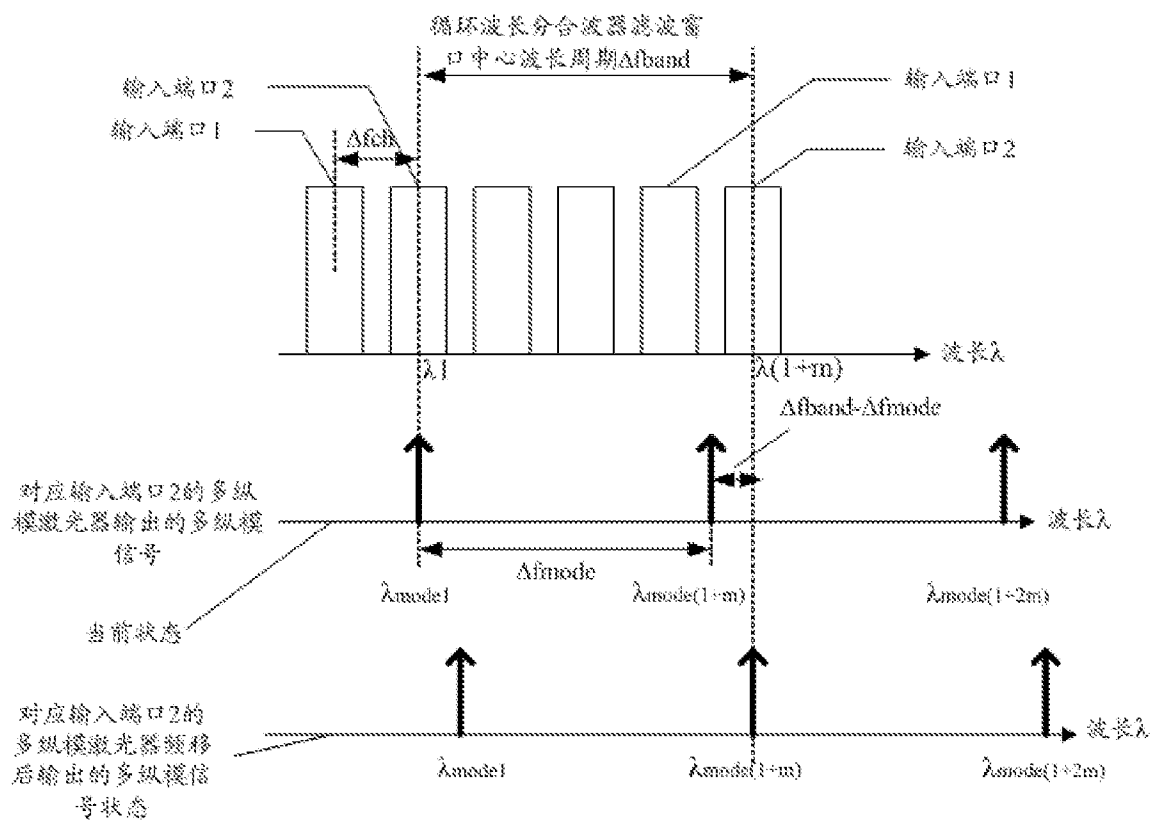


图 2

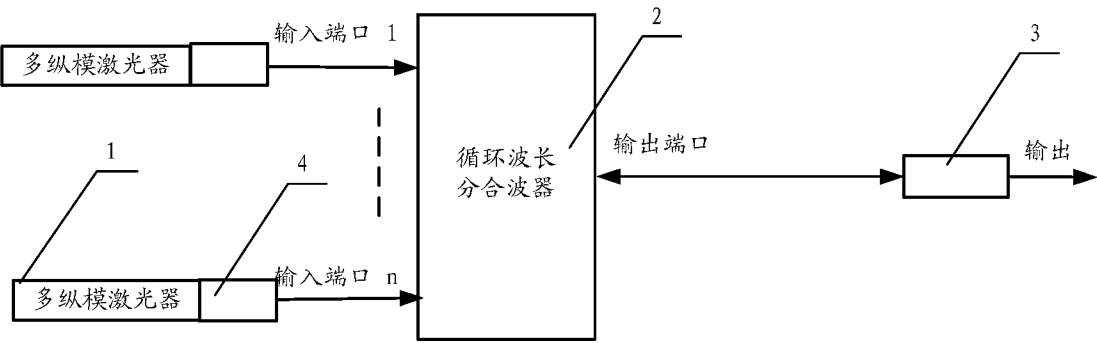


图 3

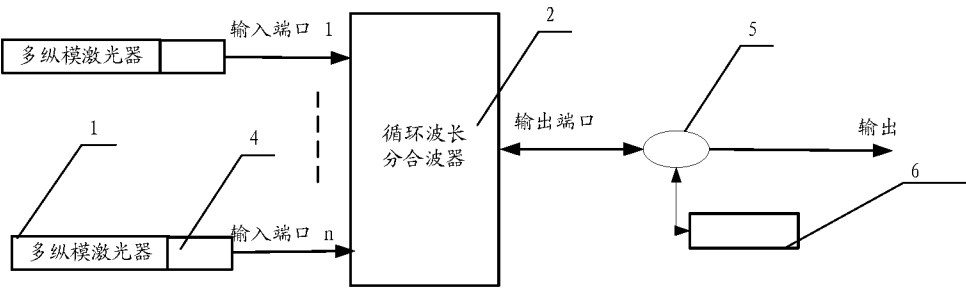


图 4

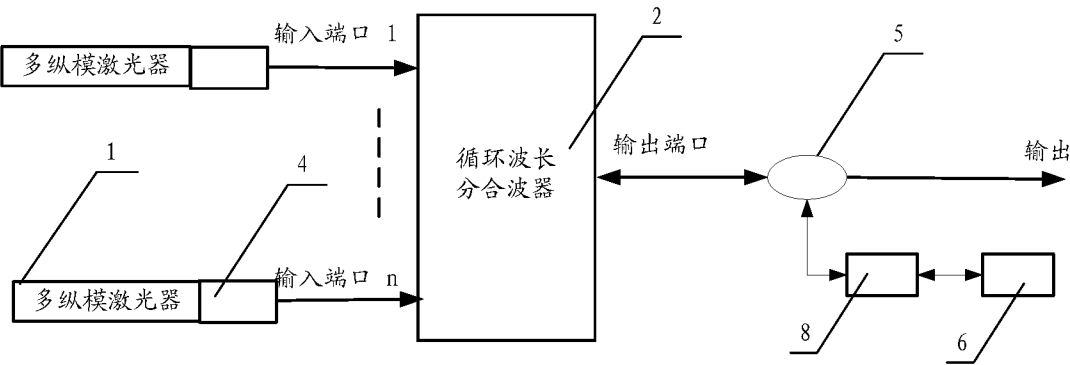


图 5

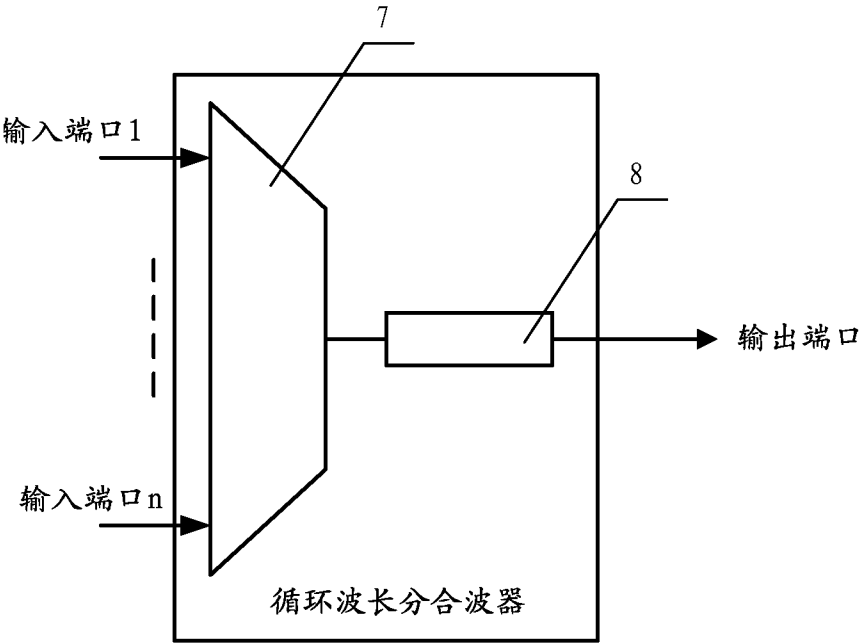


图 6

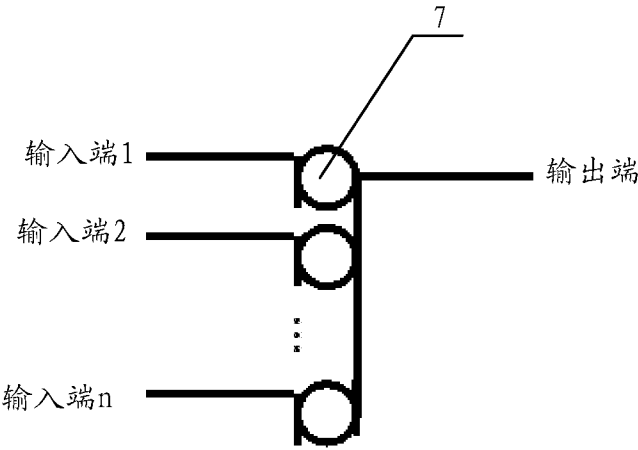


图 7

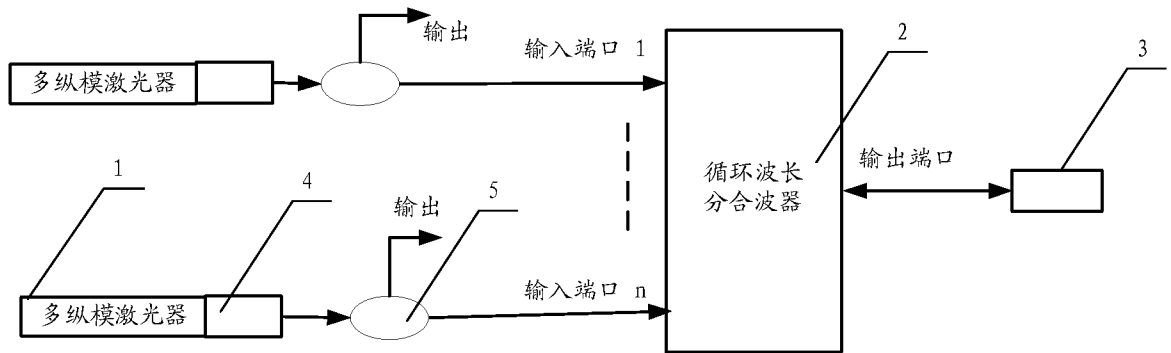


图 8

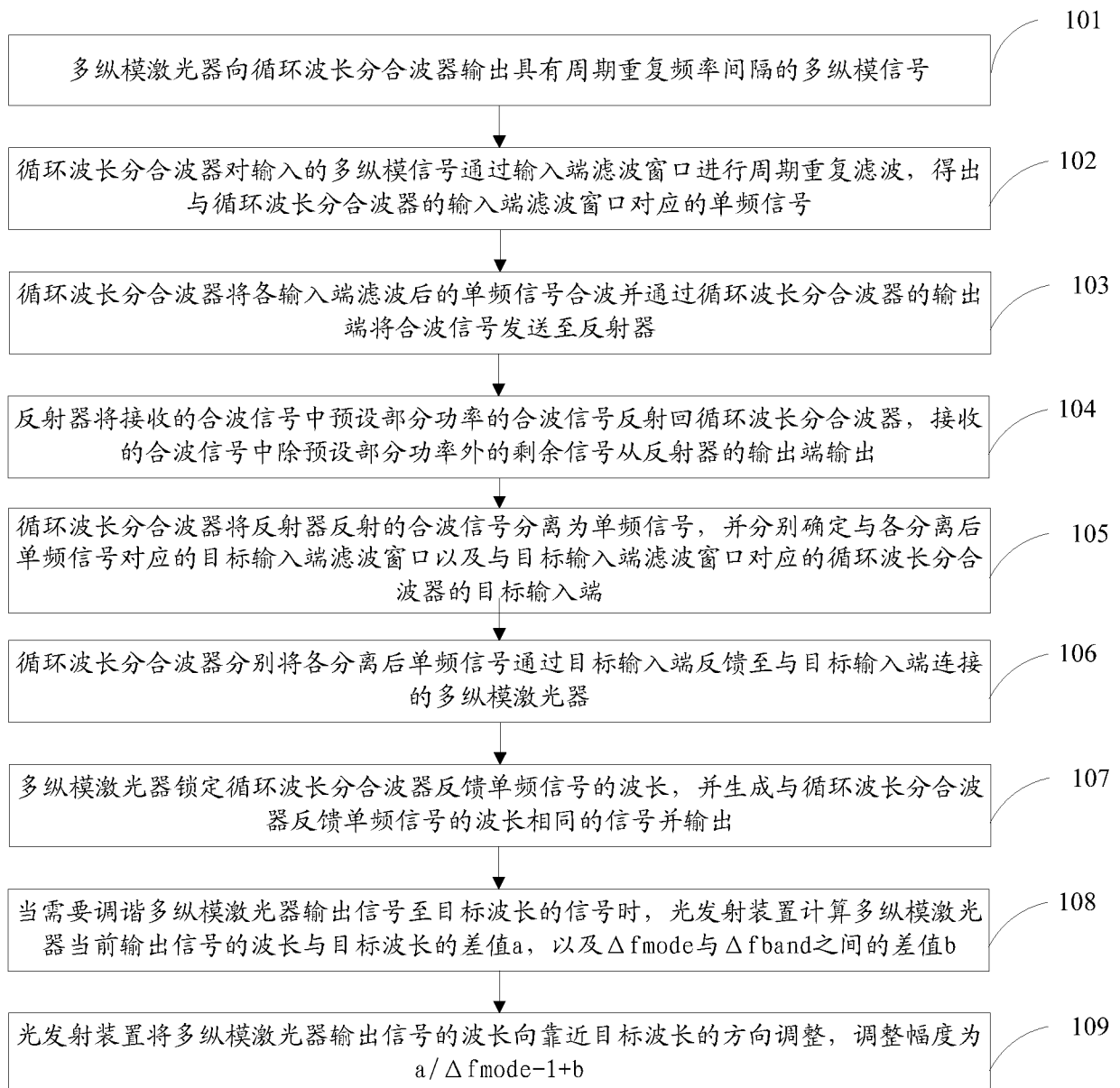


图 9

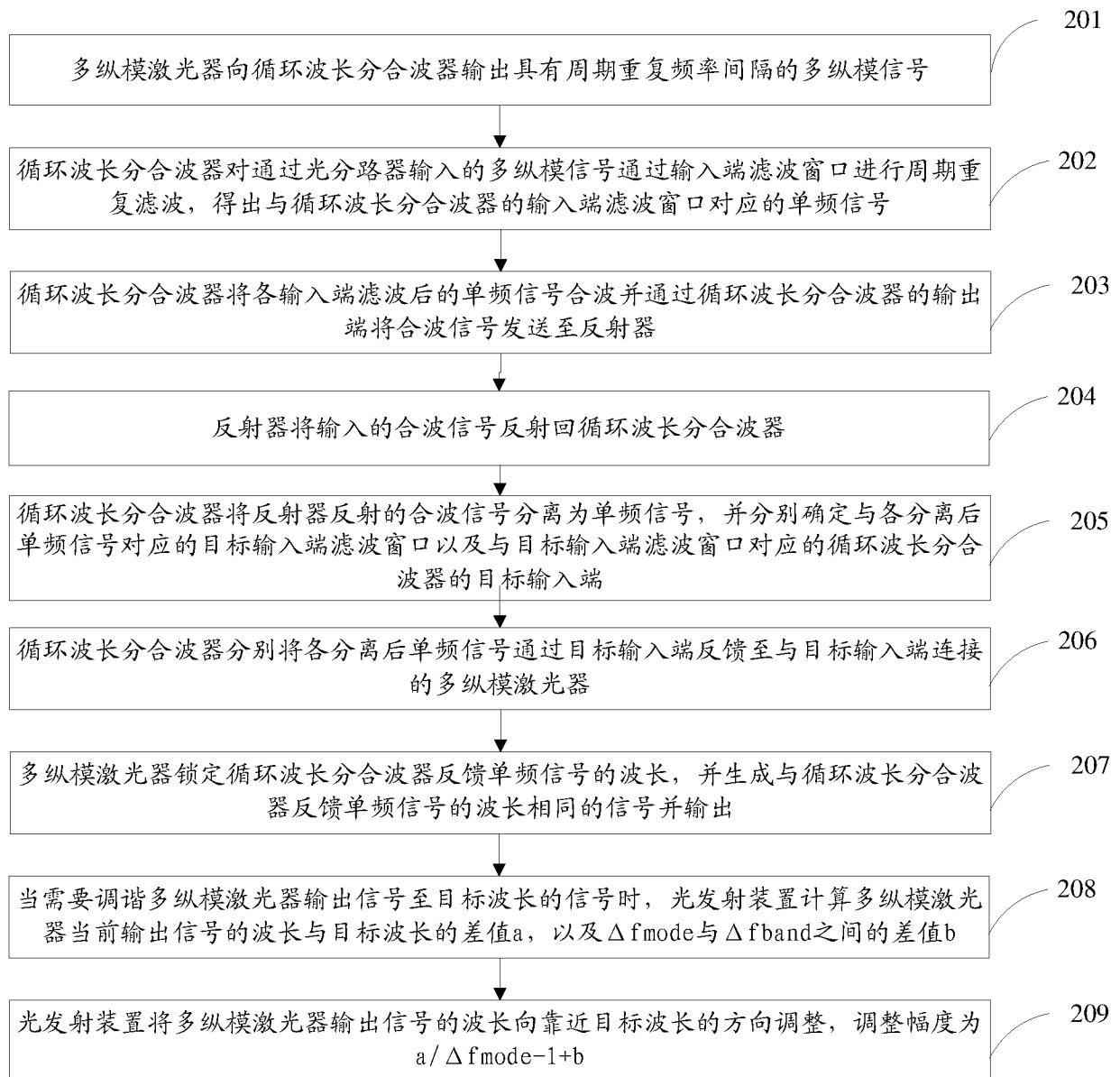


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2016/072585

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B 10/00 (2013.01) i; H04J 14/02 (2006.01) i; H01S 5/065 (2006.01) i; H01S 3/098 (2006.01) i
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04B 10; H04J 14; H01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; VEN: laser, beam split???, reflect???, filter???, period?, cycle

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102082610 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 01 June 2011 (01.06.2011) description, paragraphs [0044]-[0079], and figures 6-14	1-11
A	CN 102388547 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 21 March 2012 (21.03.2012) the whole document	1-11
A	CN 101827288 A (FIBERHOME TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES CO., LTD.) 08 September 2010 (08.09.2010) the whole document	1-11
A	US 2015010305 A1 (FUTUREWEI TECHNOLOGIES INC.) 08 January 2015 (08.01.2015) the whole document	1-11
A	CN 104538841 A (ACCELINK TECHNOLOGIES CO., LTD.) 22 April 2015 (22.04.2015) the whole document	1-11
A	CN 104966989 A (ACCELINK TECHNOLOGIES CO., LTD.) 07 October 2015 (07.10.2015) the whole document	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 19 October 2016	Date of mailing of the international search report 27 October 2016
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer ZHU, Yachen Telephone No. (86-10) 62085856

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/072585

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102082610 A	01 June 2011	KR 101266036 B1	21 May 2013
		KR 20120025467 A	15 March 2012
		WO 2011066775 A1	09 June 2011
		CN 102082610 B	30 July 2014
CN 102388547 A	21 March 2012	WO 2011110126 A2	15 September 2011
		CA 2833624 A1	15 September 2011
		TW I452852 B	11 September 2014
		RU 2013152014 A	27 May 2015
		WO 2011110126 A3	08 March 2012
		AU 2011226481 A1	28 November 2013
		TW 201246819 A	16 November 2012
		SG 194545 A1	30 December 2013
		JP 2014515903 A	03 July 2014
		EP 2482472 B1	04 September 2013
		JP 5778335 B2	16 September 2015
		CA 2833624 C	26 July 2016
		US 8971709 B2	03 March 2015
		PT 2482472 E	04 December 2013
		KR 20130140869 A	24 December 2013
		AR 086361 A1	11 December 2013
		ES 2436858 T3	07 January 2014
		CN 102388547 B	11 March 2015
		EP 2482472 A2	01 August 2012
		AU 2011226481 B2	29 January 2015
		US 2012269516 A1	25 October 2012
		RU 2562808 C2	10 September 2015
		EP 2482472 A4	21 November 2012
		KR 1519939 B	13 May 2015

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/072585

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
		SG 194545 B	11 July 2014
CN 101827288 A	08 September 2010	None	
US 2015010305 A1	08 January 2015	US 9407395 B2	02 August 2016
		WO 2015003144 A1	08 January 2015
CN 104538841 A	22 April 2015	WO 2016095265 A1	23 June 2016
CN 104966989 A	07 October 2015	None	

A. 主题的分类 H04B 10/00(2013.01)i; H04J 14/02(2006.01)i; H01S 5/065(2006.01)i; H01S 3/098(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类																							
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) H04B 10; H04J 14; H01S 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNABS;CNTXT;VEN: 激光, 分光, 分束, 分波, 合束, 合波, 反射, 滤波, 周期, laser, beam split???, reflect???, filter???, period?, cycle																							
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 102082610 A (华为技术有限公司) 2011年 6月 1日 (2011 - 06 - 01) 说明书第[0044]-[0079]段、图6-14</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102388547 A (华为技术有限公司) 2012年 3月 21日 (2012 - 03 - 21) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101827288 A (烽火通信科技股份有限公司) 2010年 9月 8日 (2010 - 09 - 08) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2015010305 A1 (FUTUREWEI TECHNOLOGIES INC) 2015年 1月 8日 (2015 - 01 - 08) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104538841 A (武汉光迅科技股份有限公司) 2015年 4月 22日 (2015 - 04 - 22) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104966989 A (武汉光迅科技股份有限公司) 2015年 10月 7日 (2015 - 10 - 07) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 102082610 A (华为技术有限公司) 2011年 6月 1日 (2011 - 06 - 01) 说明书第[0044]-[0079]段、图6-14	1-11	A	CN 102388547 A (华为技术有限公司) 2012年 3月 21日 (2012 - 03 - 21) 全文	1-11	A	CN 101827288 A (烽火通信科技股份有限公司) 2010年 9月 8日 (2010 - 09 - 08) 全文	1-11	A	US 2015010305 A1 (FUTUREWEI TECHNOLOGIES INC) 2015年 1月 8日 (2015 - 01 - 08) 全文	1-11	A	CN 104538841 A (武汉光迅科技股份有限公司) 2015年 4月 22日 (2015 - 04 - 22) 全文	1-11	A	CN 104966989 A (武汉光迅科技股份有限公司) 2015年 10月 7日 (2015 - 10 - 07) 全文	1-11
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
A	CN 102082610 A (华为技术有限公司) 2011年 6月 1日 (2011 - 06 - 01) 说明书第[0044]-[0079]段、图6-14	1-11																					
A	CN 102388547 A (华为技术有限公司) 2012年 3月 21日 (2012 - 03 - 21) 全文	1-11																					
A	CN 101827288 A (烽火通信科技股份有限公司) 2010年 9月 8日 (2010 - 09 - 08) 全文	1-11																					
A	US 2015010305 A1 (FUTUREWEI TECHNOLOGIES INC) 2015年 1月 8日 (2015 - 01 - 08) 全文	1-11																					
A	CN 104538841 A (武汉光迅科技股份有限公司) 2015年 4月 22日 (2015 - 04 - 22) 全文	1-11																					
A	CN 104966989 A (武汉光迅科技股份有限公司) 2015年 10月 7日 (2015 - 10 - 07) 全文	1-11																					
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																							
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																							
国际检索实际完成的日期 2016年 10月 19日		国际检索报告邮寄日期 2016年 10月 27日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 朱雅琛 电话号码 (86-10)62085856																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/072585

检索报告引用的专利文件				公布日 (年/月/日)		同族专利		公布日 (年/月/日)	
CN	102082610	A	2011年 6月 1日	KR	101266036	B1		2013年 5月 21日	
				KR	20120025467	A		2012年 3月 15日	
				WO	2011066775	A1		2011年 6月 9日	
				CN	102082610	B		2014年 7月 30日	
CN	102388547	A	2012年 3月 21日	WO	2011110126	A2		2011年 9月 15日	
				CA	2833624	A1		2011年 9月 15日	
				TW	I452852	B		2014年 9月 11日	
				RU	2013152014	A		2015年 5月 27日	
				WO	2011110126	A3		2012年 3月 8日	
				AU	2011226481	A1		2013年 11月 28日	
				TW	201246819	A		2012年 11月 16日	
				SG	194545	A1		2013年 12月 30日	
				JP	2014515903	A		2014年 7月 3日	
				EP	2482472	B1		2013年 9月 4日	
				JP	5778335	B2		2015年 9月 16日	
				CA	2833624	C		2016年 7月 26日	
				US	8971709	B2		2015年 3月 3日	
				PT	2482472	E		2013年 12月 4日	
				KR	20130140869	A		2013年 12月 24日	
				AR	086361	A1		2013年 12月 11日	
				ES	2436858	T3		2014年 1月 7日	
				CN	102388547	B		2015年 3月 11日	
				EP	2482472	A2		2012年 8月 1日	
				AU	2011226481	B2		2015年 1月 29日	
				US	2012269516	A1		2012年 10月 25日	
				RU	2562808	C2		2015年 9月 10日	
				EP	2482472	A4		2012年 11月 21日	
				KR	1519939	B		2015年 5月 13日	
				SG	194545	B		2014年 7月 11日	
CN	101827288	A	2010年 9月 8日	无					
US	2015010305	A1	2015年 1月 8日	US	9407395	B2		2016年 8月 2日	
				WO	2015003144	A1		2015年 1月 8日	
CN	104538841	A	2015年 4月 22日	WO	2016095265	A1		2016年 6月 23日	
CN	104966989	A	2015年 10月 7日	无					