

(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5月4日 (04.05.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/071376 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04J 14/04 (2006.01) H04J 14/02 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/095682
- (22) 国际申请日: 2016年8月17日 (17.08.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510724181.7 2015年10月29日 (29.10.2015) CN
- (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: 冀瑞强 (JI, Ruiqiang); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 付生猛 (FU, Shengmeng); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 宋小鹿 (SONG, Xiaolu); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 陈微 (CHEN, Wei); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (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))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR PROCESSING LIGHT SIGNAL

(54) 发明名称: 处理光信号的装置和方法

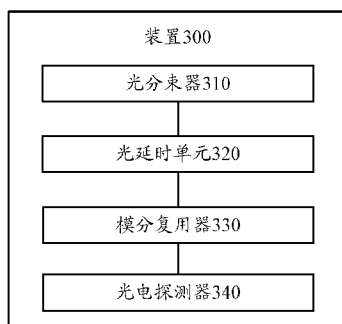


图3

300 DEVICE
310 OPTICAL BEAM SPLITTER
320 LIGHT TIME DELAY UNIT
330 MODE DIVISION MULTIPLEXER
340 PHOTOELECTRIC DETECTOR

(57) Abstract: A device (300) and method for processing a light signal. The device comprises: an optical beam splitter (310) for performing beam splitting processing on the light signal to obtain a plurality of light components; a light time delay unit (320) for performing time delay processing on the plurality of light components obtained by the optical beam splitter (310) performing beam splitting processing; a mode division multiplexer (330) for performing mode conversion on the plurality of light components, obtained by the light time delay unit (320) performing time delay processing, to obtain a plurality of light components, wherein guided modes corresponding to any two light components of the plurality of light components obtained from mode conversion are different, and the mode division multiplexer (330) is also used for superimposing the plurality of light components, obtained from mode conversion, to obtain a light superimposed signal; and a photoelectric detector (340) for converting the light superimposed signal, obtained by the mode division multiplexer (330) performing superimposition, into a current signal. The device (300) can superimpose a plurality of light components in a light domain, and reduce the number of photoelectric detectors (340).

(57) 摘要: 一种处理光信号的装置 (300) 和方法, 包括: 光分束器 (310), 用于对该光信号进行分束处理, 以得到多个光分量; 光延时单元 (320), 用于对光分束器 (310) 分束处理得到的多个光分量进行延时处理; 模分复用器 (330), 用于对光延时单元 (320) 延时处理得到的多个光分量进行模式转换, 以得到多个光分量, 其中, 经过模式转换得到的多个光分量中的任意两个光分量对应的导波模式不同; 模分复用器 (330) 还用于对经过模式转换得到的多个光分量进行叠加, 得到光叠加信号; 光电探测器 (340), 用于将模分复用器 (330) 叠加得到的光叠加信号转化为电流信号。该装置 (300) 能实现在光域内对多个光分量的叠加, 并减少光电探测器 (340) 的数目。

处理光信号的装置和方法

技术领域

本发明实施例涉及光通信领域，并且更具体地，涉及一种处理光信号的装置和方法。

背景技术

在光通信系统中，光信号的畸变或损伤可能会导致系统无误码工作的容限降低，进而影响系统的正常工作。在现有技术中可以采用前馈均衡器（Feed-Forward Equalizer, FFE）对光信号进行补偿或者均衡处理，下面以图1中的FFE为例对现有技术补偿或者均衡光信号的过程进行简单的介绍。如图1所示，该FFE由光栅耦合器、延时单元、光分束器以及双输入光电探测器（Double Input Photo Diode, DIPD）组成。下面对该FFE处理光信号的过程进行详细的描述。

存在码间干扰的光信号 $X(t)$ 从光栅耦合器输入，接下来光信号 $X(t)$ 在进入到光分束器1后被分成两束，其中 X_0 分量直接被 $DIPD_1$ 接收；剩余部分光信号经过延时单元1延时后，经光分束器2被分为两束，其中 X_1 分量由 $DIPD_2$ 接收；剩余部分光信号经过延时单元2延时后，经光分束器3被分为两束，其中 X_2 分量由光分束器4选通进入 $DIPD_1$ 或者 $DIPD_2$ ；剩余部分光信号经过延时单元3延时后，经光分束器5又被分为两束，其中 X_3 分量由光分束器6选通进入 $DIPD_3$ 或者 $DIPD_4$ ； X_4 分量经过延时单元4延时后，经光分束器7选通进入 $DIPD_3$ 或者 $DIPD_4$ ；在图1中，由于 $DIPD_2$ 和 $DIPD_4$ 接地， $DIPD_1$ 和 $DIPD_3$ 接偏置电压，因此 $DIPD_1$ 和 $DIPD_3$ 分别将光分量转化得到的电流信号 i_1 和 i_3 的符号为正，而 $DIPD_2$ 和 $DIPD_4$ 分别将光分量转化得到的电流信号 i_2 和 i_4 的符号为负，这样最终输出的电流为 $DIPD_1$ 和 $DIPD_3$ 的电流值之和减去 $DIPD_2$ 和 $DIPD_4$ 的电流值之和。

上述均衡器通过多个光分束器可以逐步将光信号分成多个光分量，并且通过延时单元实现对这些光分量的延时处理，最后利用光电

探测器将经过延时处理后的多个光分量分别转化为电流信号，然后再对多个电流信号进行叠加，得到叠加电流信号。这样就将初始输入的光信号转化成了电流信号，实现了对光信号的补偿或均衡。但是，该均衡器是对各个光分量先进行延时处理，然后将各个光分量转化为电流信号后才能进行叠加，可见该均衡器并不能在光域内实现对各个光分量的叠加，而是需要将各个光分量分别转化为电流信号才能进行叠加，因此，当光分量的数目较多时，需要的高速光电探测器的数目也比较多，一方面高速器件的增加不利于器件成本降低，也使得均衡器的结构比较复杂，如光波导、高速光电探测器的芯片设计会更加复杂；另一方面，并联多个高速光电探测器，会导致均衡器整体电学带宽降低，不利于对光信号的处理。

发明内容

本发明实施例提供一种处理光信号的装置和方法，以实现在光域内对多个光分量的叠加，并减少光电探测器的数目。

第一方面，提供一种处理光信号的装置，包括：光分束器，用于对所述光信号进行分束处理，以得到多个光分量；光延时单元，用于对所述光分束器分束处理得到的多个光分量进行延时处理；模分复用器，用于对所述光延时单元延时处理得到的多个光分量进行模式转换，以得到多个光分量，其中，经过模式转换得到的多个光分量中的任意两个光分量对应的导波模式不同；所述模分复用器还用于对所述经过模式转换得到的多个光分量进行叠加，得到光叠加信号；光电探测器，用于将所述模分复用器叠加得到的光叠加信号转化为电流信号。

结合第一方面，在第一方面的一种实现方式中，所述模分复用器具体用于将所述光延时单元延时处理得到的多个光分量转化为横电波TE模中的不同模式。

结合第一方面或其上述实现方式中的任一种，在第一方面的另一种实现方式中，所述装置还包括：光开关，用于接收所述光延时单元延时处理得到的多个光分量，并选择所述光开关的第一类输出端口或

者第二类输出端口输出所述多个光分量；所述模分复用器具体用于：对所述光开关的第一类输出端口输出的光分量进行模式转换，并对模式转换的结果进行叠加，得到第一光叠加信号；对所述光开关的第二类输出端口输出的光分量进行模式转换，并对模式转换的结果进行叠加，得到第二光叠加信号。

结合第一方面或其上述实现方式中的任一种，在第一方面的另一种实现方式中，所述光电探测器具体用于：将所述模分复用器输出的所述第一光叠加信号转化为第一电流信号；将所述模分复用器输出的所述第二光叠加信号转化为第二电流信号；对所述第一电流信号和所述第二电流信号进行叠加，得到电流叠加信号。

结合第一方面或其上述实现方式中的任一种，在第一方面的另一种实现方式中，所述光信号为包含多种波长的光信号，所述装置还包括：波分解复用器，用于对所述模分复用器输出的所述光叠加信号进行分波处理，以得到多个光叠加信号，其中，所述多个光叠加信号中的任意两个光叠加信号的波长不同；所述光电探测器具体用于将所述波分解复用器输出的所述多个光叠加信号转化为多个电流信号。

结合第一方面或其上述实现方式中的任一种，在第一方面的另一种实现方式中，所述装置为光均衡器或光电混合均衡器。

结合第一方面或其上述实现方式中的任一种，在第一方面的另一种实现方式中，所述模分复用器为基于非对称的DC耦合器的模分复用器或者基于Y分支或者多模干涉耦合器（multimode interference coupler, MMI coupler）为基础来实现的。

结合第一方面或其上述实现方式中的任一种，在第一方面的另一种实现方式中，光分束器可以是基于级联的马赫-曾德干涉仪为基础构成的光分束器。

第二方面，提供一种处理光信号的方法，包括：对所述光信号进行分束处理，以得到多个光分量；对所述多个光分量进行延时处理；对延时处理得到的多个光分量进行模式转换，以得到多个光分量，其中，经过模式转换得到的多个光分量中的任意两个光分量对应的导波模式不同；对所述经过模式转换得到的多个光分量进行叠加，得到光

叠加信号；将所述光叠加信号转化为电流信号。

结合第二方面，在第二方面的一种实现方式中，所述对延时处理得到的多个光分量进行模式转换，包括：将经过延时处理的多个光分量转化横电波TE模中的不同模式。

结合第二方面或其上述实现方式中的任一种，在第二方面的另一种实现方式中，在对延时处理得到的多个光分量进行模式转换前，所述方法还包括：

接收经过延时处理后的多个光分量，并选择光开关的第一类输出端口或者第二类输出端口输出所述经过延时处理后的多个光分量；所述对延时处理得到的多个光分量进行模式转换，包括：对所述光开关的第一类输出端口输出的光分量进行模式转换，并对模式转换的结果进行叠加，得到第一光叠加信号；对所述光开关的第二类输出端口输出的光分量进行模式转换，并对模式转换的结果进行叠加，得到第二光叠加信号。

结合第二方面或其上述实现方式中的任一种，在第二方面的另一种实现方式中，所述将所述光叠加信号转化为电流信号，包括：将所述第一光叠加信号转化为第一电流信号；将所述第二光叠加信号转化为第二电流信号；对所述第一电流信号和所述第二电流信号进行叠加，得到电流叠加信号。

结合第二方面或其上述实现方式中的任一种，在第二方面的另一种实现方式中，所述光信号为包含多种波长的光信号，在将所述光叠加信号转化为电流信号之前，所述方法还包括：对所述光叠加信号进行分波处理，以得到多个光叠加信号，其中，所述多个光叠加信号中的任意两个光叠加信号的波长不同。所述将所述光叠加信号转化为电流信号，包括：将所述多个光叠加信号转化为多个电流信号。

本发明实施例中，通过模分复用器将多个光分量进行模式转换得到了对应不同导波模式的多个光分量，这样就能在光域内实现对多个光分量的非相干叠加，从而实现了在光域内对光信号的补偿或均衡。此外，通过对多个光分量的叠加减少了光分量的数目，从而减少了光电探测器的数目。

附图说明

图1是现有技术中的前馈均衡器的示意图。

图2是基于抽头延时线的有限冲激响应滤波器的示意图。

图3是本发明实施例的处理光信号的装置的示意性框图。

图4是基于级联马赫-曾德干涉仪的1:3可调光分束器的结构示意图。

图5是本发明实施例的模分复用器的结构示意图。

图6是本发明实施例的处理光信号的装置的示意性框图。

图7是本发明实施例的处理光信号的装置的示意性框图。

图8是本发明实施例的处理光信号的方法的示意性流程图。

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他实施例，都属于本发明保护的范围。

为了便于理解，现结合图2对如何实现对光信号的均衡或者补偿做简单的介绍。图2是基于抽头延时线的有限冲激响应(Finite Impulse Response, FIR)滤波器的示意图，抽头延时线是一种非常经典的结构，它可以用来消除光信号中的因各种来源产生的码间干扰(Inter-symbol interference, ISI)，如光纤中的色度色散、偏振模式色散、光滤波器的窄带效应等。在图2中，该FIR滤波器包含N(N为大于等于1的整数)个延时单元，N+1个增益元件，输入信号x(t)依次经过N个相同的延时单元，每经过一个延时单元之前和经过最后一个延时单元之后的N+1个抽头经过增益元件后叠加输出，最后得到输出信号y(t)，具体说来， $y(t) = c_0x(t) + c_1x(t-\tau_d) + c_2x(t-2\tau_d) + \dots + c_Nx(t-N\tau_d)$ ，其中，延时单元的取值 τ_d 与码元速率相关，实际应用时，可以反复调整各个分量的增益，同时用示波器观察均衡器输出信号y(t)的眼图，当

$y(t)$ 的眼图张开最大时就完成了各个分量的增益的设置, 这时该滤波器对输入信号 $x(t)$ 进行补偿的效果最好。实际应用中为了实现对光信号的均衡或补偿, 通常先将光信号转化为电信号, 然后再采用上述FIR滤波器对该电信号进行补偿或者均衡, 然后再将该电信号转化为光信号, 这时得到的光信号就是已经经过补偿或者均衡处理后的光信号。在实际过程中, 经常先把光信号转化为电信号后再做其它的处理, 因此, 采用该FIR滤波器对光信号转化来的电信号进行补偿或者均衡处理后, 可以不将电信号再转化为光信号, 而是可以直接对该电信号进行后续的其它处理。这样通过该FIR滤波器就间接的实现了光信号的补偿或者均衡。

图3是本发明实施例处理光信号的装置的示意性框图。图3的装置300包括光分束器310、光延时单元320、模分复用器330以及光电探测器340。

光分束器310, 用于对接收到的光信号进行分束处理, 以得到多个光分量。

上述光分束器310可以根据需要将一个光信号分成多个光分量, 该光分束器310在分束时可以控制各个光分量的大小。在这里, 光分束器可以是以级联的马赫-曾德干涉仪为基础构成的光分束器。例如, 当该光分束器将光信号 $X(t)$ 分成三个光信号 X_0 、 X_1 、 X_2 时, 光分束器的可能的结构如图4所示, 该分束器由两个级联的马赫-曾德干涉仪构成, 该分束器一共有两个热电极, 1个1x2 耦合器、两个2x2 耦合器, 通过调节热电极上的电压可以来调节要输出的三个光分量 X_0 、 X_1 、 X_2 的大小。

光延时单元320, 用于对上述光分束器分束处理得到的多个光分量进行延时处理。

光延时单元320是对光信号实现补偿或者均衡的一个重要部件, 它可以由抽头延时线构成, 它可以用来消除光信号中的因各种来源产生的码间干扰 (Inter-symbol interference, ISI), 如光纤中的色度色散、偏振模式色散、光滤波器的窄带效应等。通常情况下, 光延时单元320对各个光分量的延时时间是不同的, 光延时单元320通过延时处

理可以调整各个光分量的相位,这样将经过延时处理的光信号再合成或者叠加在一起就能实现对光信号的均衡或者补偿。在这里,光延时单元可以是由一段特定长度的波导构成。

模分复用器330,用于对上述光延时单元延时处理得到的多个光分量进行模式转换,以得到多个光分量,其中,经过模式转换得到的多个光分量中的任意两个光分量对应的导波模式不同。

上述模分复用器330还用于对上述模式转换得到的多个光分量进行叠加,得到光叠加信号。

应理解,在进行模式转换时,是对多个光分量中的每个光分量进行模式转换,模式转换得到的多个光分量在叠加时由于多个光分量对应的导波模式不同,因此这些光分量在叠加时属于非相干叠加。这样,通过对多个光分量进行模式转换就能实现将多个光分量在光域内进行叠加,而不必将各个光分量转化为电信号之后再进行叠加,这样在光域内就可以实现对光信号的均衡或补偿。

可选地,上述模分复用器还可以将多个光分量转化为横电波(Transverse Electric, TE)模中的不同模式。应理解,在这里,经过模式转换得到的多个光分量中的任意两个光分量分别对应TE模中的不同模式,例如,当有三个光分量 c_0 、 c_1 、 c_2 时,模分复用器对这三个光分量进行转化后,这三个光分量 c_0 、 c_1 、 c_2 分别对应TE0阶模、TE1阶模和TE2阶模。这时就可以对这三个光分量进行非相干叠加,以得到光叠加信号。

上述模分复用器还可以将多个光分量转化为TM模,只要保证在同一个输出波导中不同的光分量对应不同的导波模式即可。

上述模分复用器可以是基于非对称的DC耦合器的光分束器或者基于Y分支或者多模干涉耦合器(MMI coupler, multimode interference coupler)为基础来实现的。

为便于理解模分复用器对光分量进行模式转换的过程,下面结合图5对模分复用器如何实现将多个光分量转化为不同模式的光分量进行简单的介绍,图5所示的双输出模分复用器由两个3:1模分复用器构成,应理解,图5仅是双模分复用器的一种可能结构。每个3:1模分复

用器包含三个输入端口(06)、两个非对称耦合器(07)和一个输出端口(08)。假设三个光分量 X_0 、 X_1 、 X_2 分别从输入端口 c_0 、 c_1 、 c_2 输入到模分复用器,这三个光分量都是以输入端口处波导的TE基模(TE0)输入的,经过非对称DC耦合器(07),光分量 X_2 从TE0模式转化为TE1模式,光分量 X_0 从TE0模式转换为TE2模式,而光分量 X_1 一直以TE0模式传输,在输出端口(08)不同的光分量会以不同的模式进行非相干叠加,同样,在另一个3:1模分复用器也可以采用类似的方法将不同的光分量会以不同的模式进行非相干叠加,这样通过模分复用器就将不同的光分量转化为了不同的模式,使得不同的光分量可以进行非相干叠加。

应理解,在模分复用器中可以有第一主波导和第二主波导,第一主波导用于对从光开关的第一类输出端口接收到的光分量进行模式转换,第二主波导用于对从光开关的第二类输出端口接收到的光分量进行模式转换,为了保证将从两个输出端口输出的光分量转化成不同导波模式的光分量,第一主波导内存在的导波模式的数目应当大于或者等于从光开关的第一类输出端口中接收到的光分量的数目,同样第二主波导内存在的导波模式的数目应当大于或者等于从光开关的第二类输出端口中接收到的光分量的数目。

光电探测器340,用于将模分复用器叠加得到的光叠加信号转化为电流信号。

上述光电探测器用于将光叠加信号转化为电流信号,以实现光信号的均衡或者补偿。此外,由于在对光信号的处理过程中经常把光信号转化为电信号来做进一步的处理,因此,这里将光信号转化为电流信号也便于对该电流信号进行其他的处理。

应理解,在图3所示的装置中,通过光延时单元320实现了对各个光分量的延时处理,接下来又通过模分复用器330对各个光分量进行了模式转换,从而实现了对各个光分量的非相干叠加,这时就已经在光域内实现了对光信号的部分均衡或者补偿。

本发明实施例中,通过模分复用器将多个光分量进行模式转换得到了具有不同模式的多个光分量,这样就能在光域内实现对多个光分

量的非相干叠加,从而实现了在光域内对光信号的补偿或均衡。此外,通过对多个光分量的叠加减少了光分量的数目,从而减少了光电探测器的数目。

可选地,作为一个实施例,上述处理光信号的装置还可以包括光开关350,该光开关350包括第一类输出端口和第二类输出端口,这两类输出端口均与上述模分复用器的输入端口相连,该光开关350用于从上述光延时单元接收经过延时处理后的多个光分量,并选择第一类输出端口或第二类输出端口将上述多个光分量输入到模分复用器中。

当上述处理光信号的装置包括光开关350时,模分复用器具体用于从上述光开关350的第一类输出端口和第二类输出端口接收上述多个光分量,并对光开关350的第一类输出端口输出的光分量进行模式转换,将模式转换结果进行叠加,得到第一光叠加信号,对光开关350的第二类输出端口输出的光分量进行模式转换,将模式转换结果进行叠加,得到第二光叠加信号。

上述第一类输出端口的符号可以为正,第二类输出端口的符号可以为负,模分复用器分别对两类输出端口输出的光分量分别进行叠加后得到第一光叠加信号和第二光叠加信号,第一光叠加信号的符号为正,第二光叠加信号的符号为负。这里的符号的含义是符号为正的叠加信号转化成的电流信号的符号也为正,符号为负的叠加信号转化成的电流信号的符号也为负。通过第一类输出端口和第二类输出端口将多个光分量分开进行处理,可以对多个光分量采用不同的均衡或者补偿操作。

当模分复用器输出两路叠加信号即第一光叠加信号和第二光叠加信号时,上述光电探测器具体用于将第一光叠加信号转化为第一电流信号,将第二光叠加信号转化为第二电流信号,然后再将第一电流信号和第二电流信号叠加得到电流叠加信号。由于第一电流信号的符号为正,第二电流信号的符号为负,这样在第一电流信号和第二电流信号叠加时,就相当于第一电流信号的电流值与第二电流信号的电流值做差得到的电流信号。

可选地,作为一个实施例,当上述光信号为包含多种波长的光信

号时,上述处理光信号的装置300还包括波分解复用器360,该波分解复用器360的输入端口与模分复用器的输出端口连接,用于接收模分复用器输出的光叠加信号,并对该光叠加信号进行分波处理,以得到多个光叠加信号,其中,该多个光叠加信号中的任意两个光叠加信号的波长是不同的。也就是说在分波处理时是按照波长的不同,将光叠加信号分开,使得同样波长的光信号被分在一起,而不同波长的光信号被分开。这时光电探测器用于接收该多个波长的光叠加信号,分别将属于同一波长的光信号转化为电流信号并输出。作为该实施例的一个具体的情况,当上述多个光分量是包含两种波长的光信号,需要两个波分解复用器,每个波分解复用器会将收到的光叠加信号按照波长的不同分成两种,然后再将这两种波长不同的光分量分别发送给相应的光电探测器进行处理。

可选地,作为一个实施例,上述处理光信号的装置可以为光均衡器或者光电混合均衡器。应理解,这里的光均衡器可以在对光信号进行均衡或者补偿后将光信号转化为电流号,以便于其他的装置来继续处理该电信号。而光电混合均衡器不仅能在光域内实现对光信号的补偿或者均衡,还能在对光信号均衡或者补偿之后将光信号转化为电信号,并对该电信号进行进一步的处理。

图6是本发明实施例的处理光信号的装置的示意性框图。该装置可以用于处理单波长的光信号,如图6所示,该装置包括:可调光分束器(01)、光延时单元(02)、1x2光开关(03)、双输出模分复用器(04)以及光电探测器(05),其中,光延时单元和光开关的数目都是 $N+1$ 个,其中 N 为大于等于零的整数。可调光分束器(01)的每个输出端口都和光延时单元(02)的输入端口连接,每个光延时单元(02)的输出端口与一个1x2光开关(03)的输入端口连接,每个1x2光开关(03)都有两个输出端口,分别为正输出端口和负输出端口,这两个端口与双输出模分复用器(04)的输入端口连接,最后双输出模分复用器(04)的两个输出端口分别再与两个光电探测器(05)连接。应理解,这里的正输出端口相当于上述光开关的第一类输出端口,负输出端口相当于上述光开关的第二类输出端口。

该均衡器对光信号的处理的过程如下：可调光分束器（01）接收光信号 $X(t)$ ，接下来对该光信号 $X(t)$ 进行分束处理，得到 $N+1$ 份光分量，各个光分量分别为 X_0 、 X_1 、 $X_2 \dots X_N$ ，其中 N 为大于等于零的整数，这些光分量的大小可以由光分束器在分束时决定，在分束时可以根据实际情况来调整各个光分量的大小；接下来，光延时单元（02）会分别对这 $N+1$ 个光分量进行延时处理；经过延时处理后的 $N+1$ 个光分量分别进入到各个光开关中，每个光开关（03）要选择一个正输出端口或者负输出端口将接收到的光分量输出给双输出模分复用器（04）；双输出模分复用器（04）将接收到的光分量分为两组，第一组光分量是由光开关（03）的正输出端口输入的光分量，第二组光分量是由光开关（03）的负输出端口输出的光分量，对第一组光分量在第一输出波导中进行模式转换，叠加后输出第一光信号，对第二组光分量在第二输出波导中进行模式转换，叠加后输出第二光信号；光电探测器（05）接收双输出模分复用器（04）输出的第一光信号和第二光信号，并将第一光信号和第二光信号分别转化为第一电流信号和第二电流信号，由于图中的一个光电探测器接地，另一个光电探测器接有偏置电压 V_{Bias} ，因此，第一电流信号的符号为正，第二电流信号的符号为负，最后将第一电流信号和第二电流信号叠加后输出。这样通过光延时单元对各个光分量进行延时处理，再对这些经过延时处理的光信号进行叠加，最后再将叠加得到的光信号转化为电信号，在这整个过程中就实现了对光信号的均衡或补偿处理，并将光信号转化为电信号以便于接下来对光信号做进一步的处理。

图7是本发明实施例的处理光信号的装置的示意性框图。该装置为基于双输出模分复用器的并行光均衡器，该并行均衡器可以用于处理双波长的光信号，如图7所示，要处理的光信号为 $x(t, \lambda_1)$ 和 $x(t, \lambda_2)$ ，该并行均衡器在图4的基础上增加了一对串联的光电探测器（05）和两个波分解复用器（06）。 $x(t, \lambda_1)$ 和 $x(t, \lambda_2)$ 在进入波分解复用器（06）之前的过程与图4中所示的均衡器对光信号的处理过程是一致的， $x(t, \lambda_1)$ 和 $x(t, \lambda_2)$ 被该并行均衡器互不影响地并行处理，经由波分解复用器（06）分波后分别被对应光电探测器接收，波长为 λ_1 的光信号进入其

中一对光电探测器，波长为 λ_2 的光信号进入另一对光电探测器。应理解，随着光信号中波长种类的增多，波分解复用器的输出端口也要相应的增加，光电探测器的数目也要随之增加，也就是说如果光信号中包含M种波长，那么波分解复用器的输出端口就为M个，光电探测器的数目为2M个，其中M为大于等于1的整数。此外，与不同波长对应的光电探测器都是相互独立的，并不会对光均衡器的工作速率造成影响。应理解，对于处理M种波长光信号的均衡器来说，需要2M个光电探测器，而对于处理单波长光信号的均衡器来说，需要两个光电探测器即可。

上文结合图3至图7，详细的描述了根据本发明实施例的处理光信号的装置，下面将结合图8，描述本发明实施例的处理光信号的方法。应理解，图8描述的处理光信号的方法能够利用图3至图7中描述的处理光信号的装置，实现对光信号的处理，为了简洁，适当省略重复的描述。

图8示出了本发明实施例的处理光信号的方法的示意性流程图。该方法可以由图3至图7中相应的处理光信号的装置来执行。图8的方法包括：

810、对所述光信号进行分束处理，以得到多个光分量；

820、对所述多个光分量进行延时处理；

830、对经过延时处理的多个光分量进行模式转换，以得到多个光分量，其中，经过模式转换得到的多个光分量中的任意两个光分量对应的导波模式不同；

840、对所述经过模式转换得到的多个光分量进行叠加，得到光叠加信号；

850、将所述光叠加信号转化为电流信号。

本发明实施例中，通过模分复用器将多个光分量进行模式转换得到了对应不同导波模式的多个光分量，这样就能在光域内实现对多个光分量的非相干叠加，从而实现了在光域内对光信号的补偿或均衡。此外，通过对多个光分量的叠加减少了光分量的数目，从而减少了光电探测器的数目。

可选地，作为一个实施例，所述对延时处理得到的多个光分量进行模式转换，包括：将经过延时处理的多个光分量转化TE模中的不同模式。

可选地，作为一个实施例，在对延时处理得到的多个光分量进行模式转换前，所述方法还包括：接收经过延时处理后的多个光分量，并选择光开关的第一类输出端口或者第二类输出端口输出所述经过延时处理后的多个光分量；所述对延时处理得到的多个光分量进行模式转换，包括：对所述光开关的第一类输出端口输出的光分量进行模式转换，并对模式转换的结果进行叠加，得到第一光叠加信号；对所述光开关的第二类输出端口输出的光分量进行模式转换，并对模式转换的结果进行叠加，得到第二光叠加信号。

可选地，作为一个实施例，所述将所述光叠加信号转化为电流信号，包括：将所述第一光叠加信号转化为第一电流信号；将所述第二光叠加信号转化为第二电流信号；对所述第一电流信号和所述第二电流信号进行叠加，得到电流叠加信号。

可选地，作为一个实施例，所述光信号为包含多种波长的光信号，在将所述光叠加信号转化为电流信号之前，所述方法还包括：对所述光叠加信号进行分波处理，以得到多个光叠加信号，其中，所述多个光叠加信号中的任意两个光叠加信号的波长不同。所述将所述光叠加信号转化为电流信号，包括：将所述多个光叠加信号转化为多个电流信号。

本领域普通技术人员可以意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，上述描述的系统、装置和单元的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如，所述单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外，在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U盘、移动硬盘、只读存储器（ROM，Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM，Random Access Memory）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

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所述以权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1、一种处理光信号的装置，其特征在于，包括：

光分束器，用于对所述光信号进行分束处理，以得到多个光分量；

光延时单元，用于对所述光分束器分束处理得到的多个光分量进行延时处理；

模分复用器，用于对所述光延时单元延时处理得到的多个光分量进行模式转换，以得到多个光分量，其中，经过模式转换得到的多个光分量中的任意两个光分量对应的导波模式不同；

所述模分复用器还用于对模式转换得到的多个光分量进行叠加，得到光叠加信号；

光电探测器，用于将所述模分复用器叠加得到的光叠加信号转化为电流信号。

2、如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述模分复用器具体用于：

将所述光延时单元延时处理得到的多个光分量转化为横电波 TE 模中的不同模式。

3、如权利要求 1 或 2 所述的装置，其特征在于，所述装置还包括：

光开关，用于接收所述光延时单元延时处理得到的多个光分量，并选择所述光开关的第一类输出端口或者第二类输出端口输出所述多个光分量；

所述模分复用器具体用于：

对所述光开关的第一类输出端口输出的光分量进行模式转换，并对模式转换的结果进行叠加，得到第一光叠加信号；

对所述光开关的第二类输出端口输出的光分量进行模式转换，并对模式转换的结果进行叠加，得到第二光叠加信号。

4、如权利要求 3 所述的装置，其特征在于，所述光电探测器具体用于：

将所述模分复用器输出的所述第一光叠加信号转化为第一电流信号;

将所述模分复用器输出的所述第二光叠加信号转化为第二电流信号;

对所述第一电流信号和所述第二电流信号进行叠加,得到电流叠加信号。

5、如权利要求 1-4 中任一项所述的装置,其特征在于,所述光信号为包含多种波长的光信号,所述装置还包括:

波分解复用器,用于对所述模分复用器输出的所述光叠加信号进行分波处理,以得到多个光叠加信号,其中,所述多个光叠加信号中的任意两个光叠加信号的波长不同;

所述光电探测器具体用于:

将所述波分解复用器输出的所述多个光叠加信号转化为多个电流信号。

6、如权利要求 1-5 中任一项所述的装置,其特征在于,所述装置为光均衡器或光电混合均衡器。

7、一种处理光信号的方法,其特征在于,包括:

对所述光信号进行分束处理,以得到多个光分量;

对所述多个光分量进行延时处理;

对延时处理得到的多个光分量进行模式转换,以得到多个光分量,其中,经过模式转换得到的多个光分量中的任意两个光分量对应的导波模式不同;

对所述经过模式转换得到的多个光分量进行叠加,得到光叠加信号;

将所述光叠加信号转化为电流信号。

8、如权利要求 7 所述的方法,其特征在于,所述对延时处理得到的多个光分量进行模式转换,包括:

将经过延时处理的多个光分量转化横电波 TE 模中的不同模式。

9、如权利要求 7 或 8 所述的方法,其特征在于,在对延时处理得到的多个光分量进行模式转换前,所述方法还包括:

接收经过延时处理的多个光分量,并选择光开关的第一类输出端口或者第二类输出端口输出所述经过延时处理后的多个光分量;

所述对延时处理得到的多个光分量进行模式转换,包括:

对所述光开关的第一类输出端口输出的光分量进行模式转换,并对模式转换的结果进行叠加,得到第一光叠加信号;

对所述光开关的第二类输出端口输出的光分量进行模式转换,并对模式转换的结果进行叠加,得到第二光叠加信号。

10、如权利要求 9 所述的方法,其特征在于,所述将所述光叠加信号转化为电流信号,包括:

将所述第一光叠加信号转化为第一电流信号;

将所述第二光叠加信号转化为第二电流信号;

对所述第一电流信号和所述第二电流信号进行叠加,得到电流叠加信号。

11、如权利要求 7-10 中任一项所述的方法,其特征在于,所述光信号为包含多种波长的光信号,在将所述光叠加信号转化为电流信号之前,所述方法还包括:

对所述光叠加信号进行分波处理,以得到多个光叠加信号,其中,所述多个光叠加信号中的任意两个光叠加信号的波长不同。

所述将所述光叠加信号转化为电流信号,包括:

将所述多个光叠加信号转化为多个电流信号。

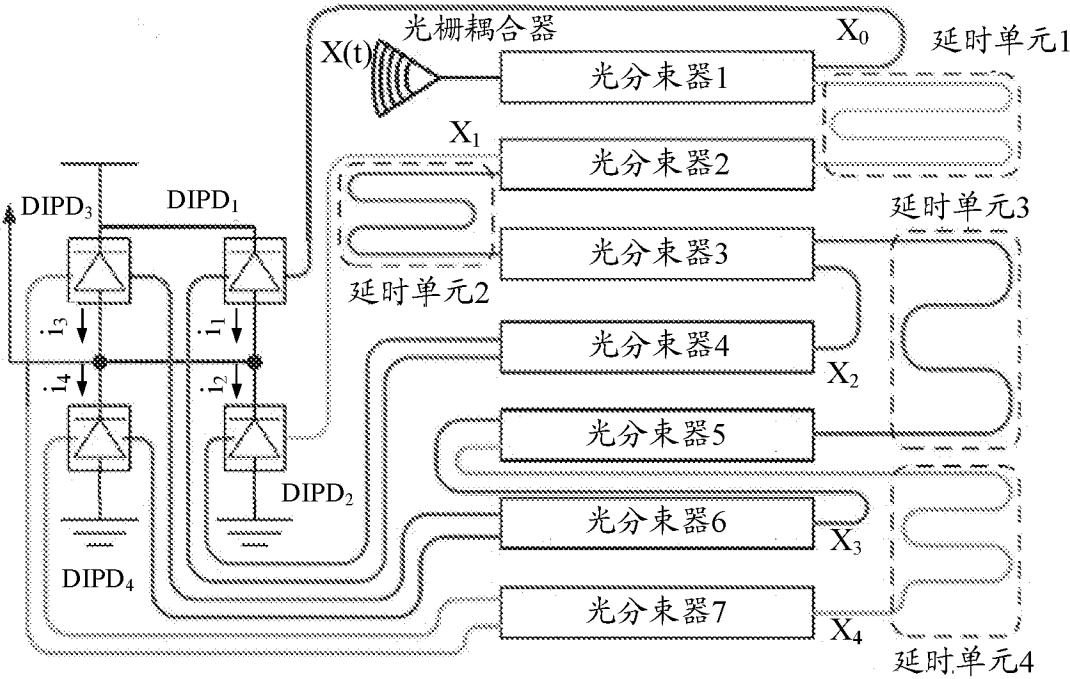


图1

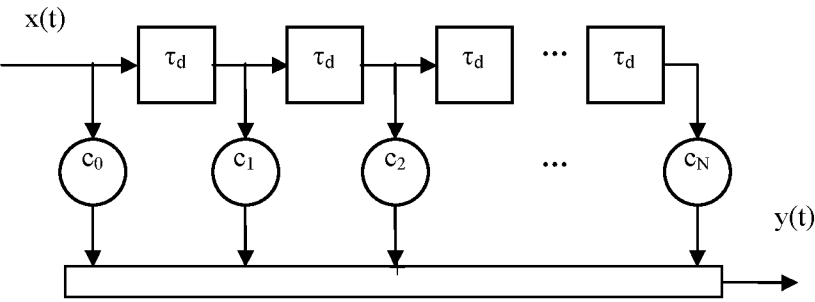


图 2

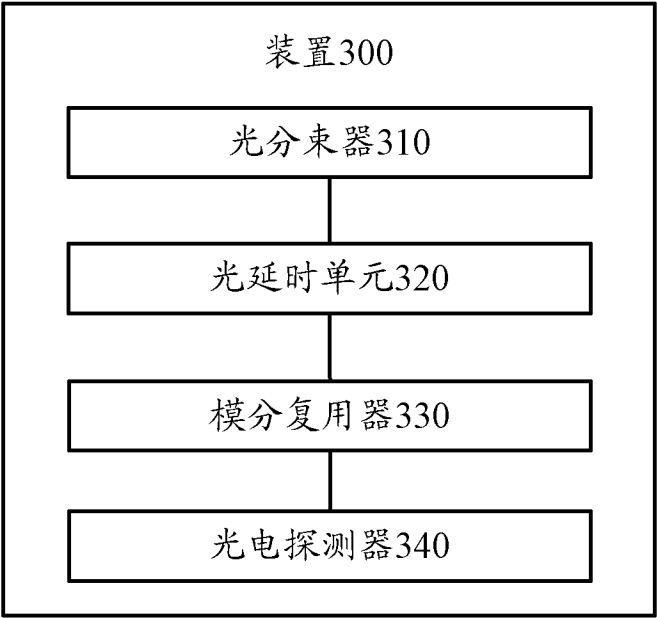


图3

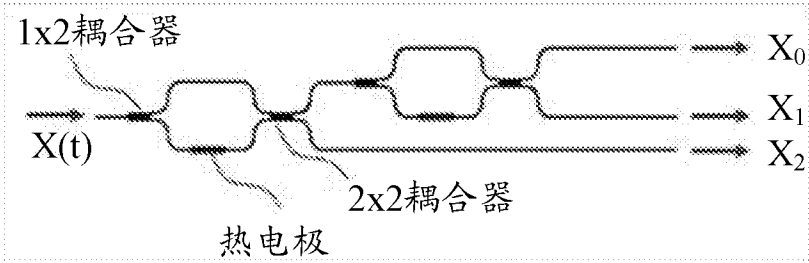


图4

3/4

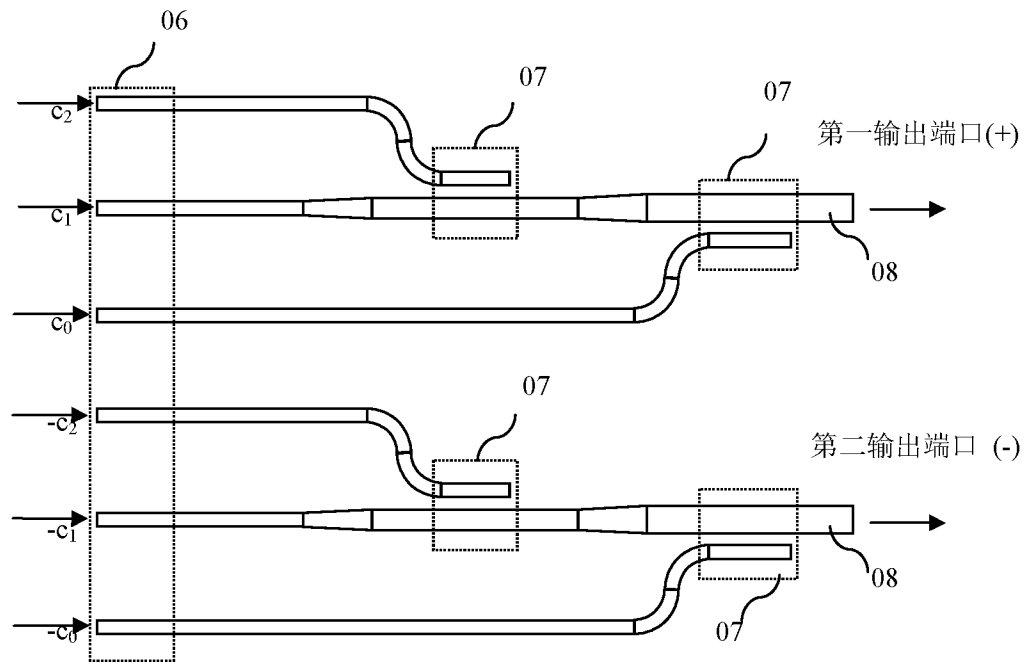


图 5

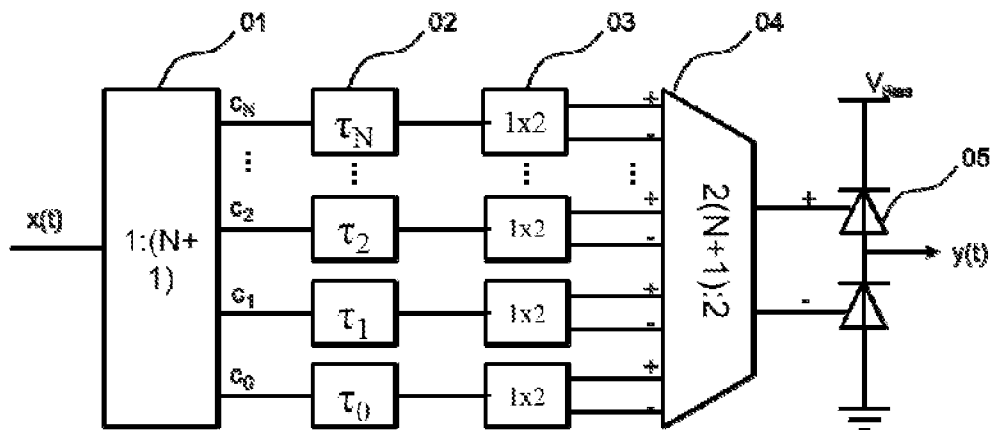


图 6

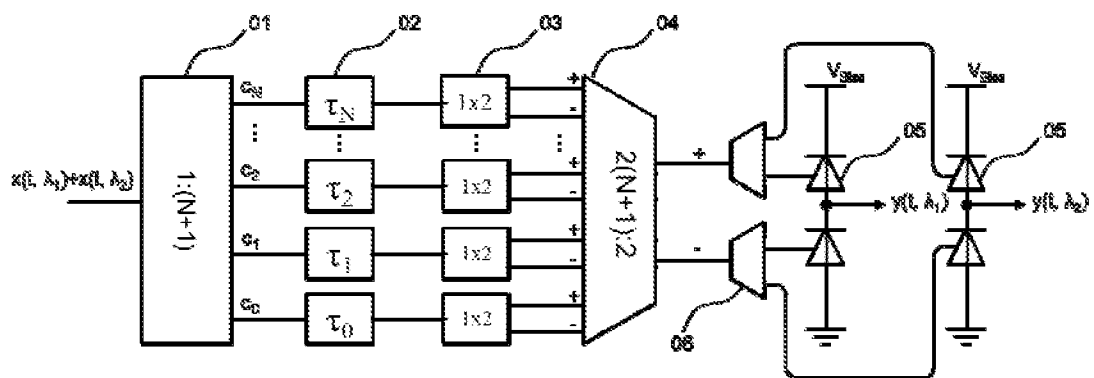


图 7

4/4

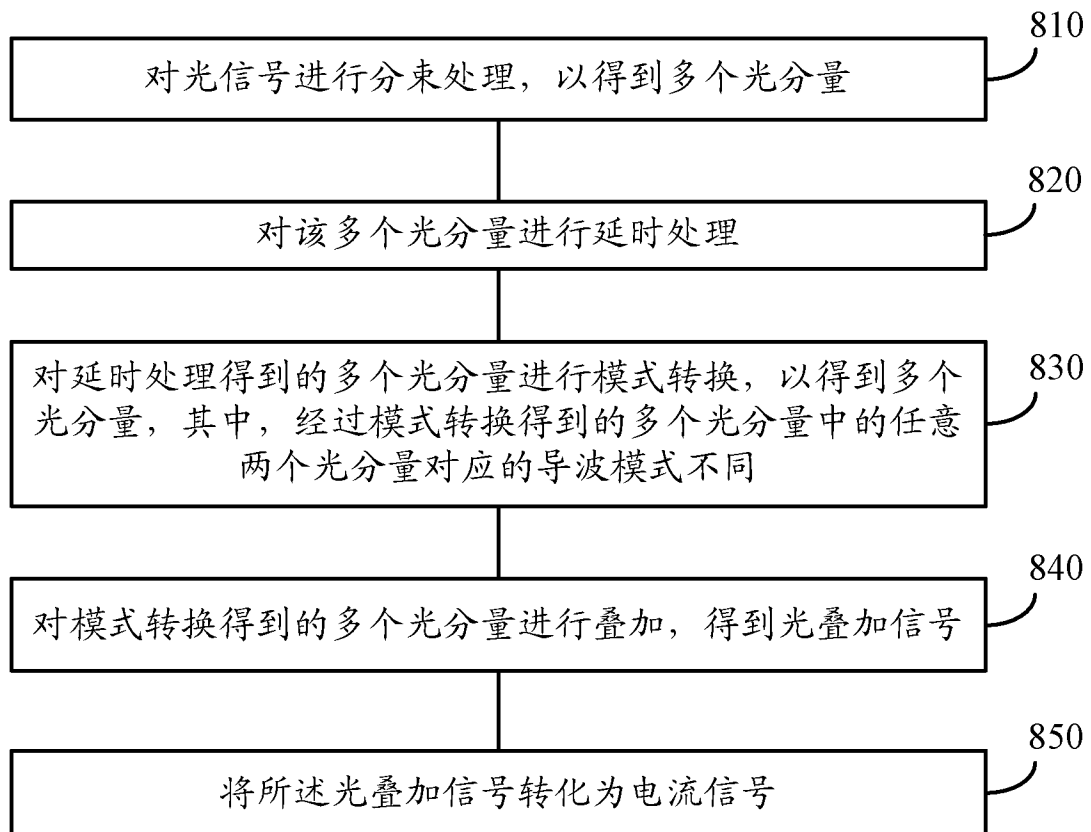


图8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/095682

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04J 14/04 (2006.01) i; H04J 14/02 (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)

H04J

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)

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: optical equalizing, beam splitting, modulus dividing, equili+, equaliz+, compensat+, delay+, divid+, mode w multiplex, mode, multiplex, interferen+, multimode, coupled

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 1571307 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC.), 26 January 2005 (26.01.2005), description, page 4, paragraph 4, to page 5, paragraph 3, and figures 1-2	1-11
A	CN 1734988 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC.), 15 February 2006 (15.02.2006), the whole document	1-11
A	US 2009162066 A1 (NEC LABORATORIES AMERICA, INC.), 25 June 2009 (25.06.2009), the whole document	1-11
A	US 2006139737 A1 (GILL, D.M. et al.), 29 June 2006 (29.06.2006), the whole document	1-11
A	US 2005058397 A1 (DOERR, C.R.), 17 March 2005 (17.03.2005), 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 23 October 2016 (23.10.2016)	Date of mailing of the international search report 14 November 2016 (14.11.2016)
Name and mailing address of the ISA/CN: 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 QUAN, Yujun Telephone No.: (86-10) 61648437

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/095682

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 1571307 A	26 January 2005	US 7308169 B2	11 December 2007
		EP 1460788 B1	25 January 2006
		AT 316722 T	15 February 2006
		JP 4657616 B2	23 March 2011
		CN 1571307 B	26 May 2010
		US 2005058459 A1	17 March 2005
		JP 2004289831 A	14 October 2004
		DE 602004000348 T2	24 August 2006
		EP 1460788 A1	22 September 2004
		US 6785446 B1	31 August 2004
		US 2004184723 A1	23 September 2004
		US 6804434 B1	12 October 2004
		JP 2011041307 A	24 February 2011
		US 2006034618 A1	16 February 2006
CN 1734988 A	15 February 2006	CN 1734988 B	11 April 2012
		US 2006034614 A1	16 February 2006
		US 7496298 B2	24 February 2009
		CA 2515280 A1	10 February 2006
		JP 2006054888 A	23 February 2006
		JP 4758172 B2	24 August 2011
US 2009162066 A1	25 June 2009	JP 5210079 B2	12 June 2013
		JP 2009153092 A	09 July 2009
		US 8064768 B2	22 November 2011
US 2006139737 A1	29 June 2006	US 7133191 B2	07 November 2006
US 2005058397 A1	17 March 2005	US 6941045 B2	06 September 2005
		US 2005058398 A1	17 March 2005
		US 6961492 B2	01 November 2005
		CN 1598632 A	23 March 2005
		CN 100401662 C	09 July 2008
		EP 1517462 A2	23 March 2005
		EP 1517462 B1	23 March 2005
		JP 2005092217 A	07 April 2005
		JP 4559171 B2	06 October 2010

A. 主题的分类		
H04J 14/04(2006.01)i; H04J 14/02(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)		
H04J		
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))		
CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: 均衡, 补偿, 延时, 光均衡, 分束, 模分, 复用, 干扰, 多模, 干涉, 耦合, equili+, equaliz+, compensat+, delay+, divid+, mode w multiplex, mode, multiplex, interferen+, multimode, coupled		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 1571307 A (朗迅科技公司) 2005年 1月 26日 (2005 - 01 - 26) 说明书第4页第4段到第5页第3段、附图1-2	1-11
A	CN 1734988 A (朗迅科技公司) 2006年 2月 15日 (2006 - 02 - 15) 全文	1-11
A	US 2009162066 A1 (NEC LABORATORIES AMERICA, INC.) 2009年 6月 25日 (2009 - 06 - 25) 全文	1-11
A	US 2006139737 A1 (GILL, DOUGLAS M. 等) 2006年 6月 29日 (2006 - 06 - 29) 全文	1-11
A	US 2005058397 A1 (DOERR, CHRISTOPHER RICHARD) 2005年 3月 17日 (2005 - 03 - 17) 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		国际检索报告邮寄日期
2016年 10月 23日		2016年 11月 14日
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员
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		全宇军
传真号 (86-10)62019451		电话号码 (86-10)61648437

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/095682

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	1571307	A	2005年 1月 26日	US	7308169	B2	2007年 12月 11日
				EP	1460788	B1	2006年 1月 25日
				AT	316722	T	2006年 2月 15日
				JP	4657616	B2	2011年 3月 23日
				CN	1571307	B	2010年 5月 26日
				US	2005058459	A1	2005年 3月 17日
				JP	2004289831	A	2004年 10月 14日
				DE	602004000348	T2	2006年 8月 24日
				EP	1460788	A1	2004年 9月 22日
				US	6785446	B1	2004年 8月 31日
				US	2004184723	A1	2004年 9月 23日
				US	6804434	B1	2004年 10月 12日
				JP	2011041307	A	2011年 2月 24日
CN	1734988	A	2006年 2月 15日	US	2006034618	A1	2006年 2月 16日
				CN	1734988	B	2012年 4月 11日
				US	2006034614	A1	2006年 2月 16日
				US	7496298	B2	2009年 2月 24日
				CA	2515280	A1	2006年 2月 10日
				JP	2006054888	A	2006年 2月 23日
				JP	4758172	B2	2011年 8月 24日
US	2009162066	A1	2009年 6月 25日	JP	5210079	B2	2013年 6月 12日
				JP	2009153092	A	2009年 7月 9日
				US	8064768	B2	2011年 11月 22日
US	2006139737	A1	2006年 6月 29日	US	7133191	B2	2006年 11月 7日
US	2005058397	A1	2005年 3月 17日	US	6941045	B2	2005年 9月 6日
				US	2005058398	A1	2005年 3月 17日
				US	6961492	B2	2005年 11月 1日
				CN	1598632	A	2005年 3月 23日
				CN	100401662	C	2008年 7月 9日
				EP	1517462	A2	2005年 3月 23日
				EP	1517462	B1	2005年 3月 23日
				JP	2005092217	A	2005年 4月 7日
				JP	4559171	B2	2010年 10月 6日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)