



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115452012 A
(43) 申请公布日 2022. 12. 09

(21) 申请号 202210995967.2
(22) 申请日 2022.08.18
(71) 申请人 广东工业大学
地址 510009 广东省广州市东风东路729号
(72) 发明人 喻张俊 林钰昊 杨军 徐鹏柏
温坤华 王云才 秦玉文
(51) Int. Cl.
G01D 5/353 (2006.01)

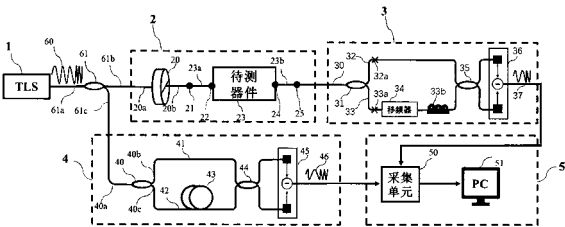
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种超高灵敏的偏振分束结构移频探测的光频域偏振计

(57) 摘要

本发明属于光纤测量技术领域,具体涉及到一种超高灵敏的偏振分束结构移频探测的光频域偏振计,该装置包括可调谐激光源模块、待测器件模块、偏振分束移频干涉仪模块、辅助干涉仪模块和信号采集分析模块,其特征是:利用偏振分束移频干涉仪模块中自带的移频器将信号搬移到高频处,避免了来自低频处的噪声混叠问题;通过使用偏振分束器来分离经过待测器件出来的传输模式和耦合模式光来抑制主干涉峰,进而提升灵敏度到-130dB,从原理上极大提升了偏振串音测量的速度和灵敏度。同时,利用主延长光纤和声光调制器结合对信号进行频移,满足了



1. 一种超高灵敏的偏振分束结构移频探测的光频域偏振计,包括可调谐光源模块(1)、待测器件模块(2)、偏振分束移频干涉仪模块(3)、辅助干涉仪模块(4)和信号采集分析模块(5),其特征在于:

可调谐激光光源模块(1)发送线性调频连续光(60)从第一耦合器输入端(61a)注入第一耦合器(61)并分为两束光;第一耦合器中的光束经第一输出端(61b)后注入待测器件模块(2);从待测器件模块(2)输出的光束注入到偏振分束移频干涉仪模块(3),再经由其中的偏振分束器输入尾纤(30)注入偏振分束器(31)并分为两束正交状态的光,一束作为参考光注入参考臂(32),另一束作为测试光注入延迟臂(33),参考臂(32)和延迟臂(33)输出的光束在第二耦合器(35)中进行合束后再分成两束,然后由第一平衡探测器(36)进行差分探测;第一耦合器中的光束经第一耦合器第二输出尾纤(61c)后注入辅助干涉仪模块(4);偏振分束移频干涉仪模块(3)输出的偏振分束移频干涉仪信号(37)和辅助干涉仪模块(4)输出的辅助干涉仪信号(46)共同注入信号采集分析模块(5)中的采集单元(50)中进行采集,得到的信号再进入到信号处理单元(51)中进行数据分析和处理。

2. 由权利要求1所述的待测器件模块(2),其特征在于:

光注入待测器件模块(2)时,依次通过待测器件模块(2)由起偏器输入尾纤(20a)、起偏器(20)、起偏器输出尾纤(20b)、第一连接点(21)、待测器件输入尾纤(23a)、第二连接点(22)、待测器件(23)、第三连接点(24)、待测器件输出尾纤(23b)和第四连接点(25)。

3. 由权利要求2所述的待测器件模块(2)的第一连接点(21)和第四连接点(25),其特征在于:

待测器件(23)的待测参量包含高消光比时,所述第一连接点(21)的熔接角度为 $\theta_1 = 45^\circ \pm 2^\circ$,所述待测器件(23)的待测参量为一般耦合点的偏振串音时,所述第一连接点(21)的熔接角度为 $\theta_1 = 0^\circ \pm 2^\circ$ 或 $\theta_1 = 90^\circ \pm 2^\circ$;第四连接点(25)的熔接角度为 $\theta_2 = 0^\circ \pm 2^\circ$ 或 $\theta_2 = 90^\circ \pm 2^\circ$;待测器件模块(2)的光程差为 X_1 ,移频量为 f_1 。

4. 由权利要求1所述的偏振分束移频干涉仪(3),其特征在于:

光注入待测器件后出来的耦合模式和传输模式在偏振分束器输入端尾纤(30)呈现正交状态,偏振分束器(31)将其完全分离并分别注入到干涉仪的参考臂(32)和延迟臂(33)中,延迟臂中由于有移频器(34)的存在,随着光的注入,会在延迟臂产生一定的时延;偏振分束器(31)与第二耦合器(35)通过法兰盘连接于第五连接点(32a)和第六连接点(33a),通过偏振控制器(33b)来调节偏振分束干涉仪的偏振态来获取尽可能幅度大的信号;偏振分束移频干涉仪模块(3)的光程差为 X_2 ,光经过移频器(34)后产生移频量 f_2 ,由光程差与时延对应关系 $\tau_2 = X_2/c$ 以及时延量 $\tau_2 = 1/f_2$,可得 $f_2 = c/X_2$;同理可得待测器件模块(2)的移频量为 $f_1 = c/X_1$,再由 $X_2 > 2X_1$ 可得知移频器引入的移频量和待测器件引入的移频量关系为 $2f_2 < f_1$ 。

5. 由权利要求1所述的辅助干涉仪模块(4),其特征在于:

注入第三耦合器(40)的光束被分为两束光,一束作为参考光注入参考臂(41),另一束作为测试光注入延迟臂(42),并在其中经过延长光纤(43),参考臂(41)和延迟臂(42)输出的光束在第四耦合器(44)中进行合束后再分成两束,然后由第二平衡探测器(45)进行差分探测;辅助干涉仪模块(4)的光程差为 X_3 , $X_3 > 2X_2$ 。

6. 根据权利要求1所述的信号采集分析模块(5)的采集单元(50)和信号处理单元(51),

其特征在于：

信号采集单元 (50) 将接收到的模拟信号辅助干涉仪信号 (46) 与偏振分束移频干涉仪信号 (37) 转换成数字信号,二者共同输入到信号处理单元 (51);信号处理单元 (51) 的处理数据的方法为根据采集到的辅助干涉仪信号 (46) 对偏振分束移频干涉仪信号 (37) 进行光源的非线性相位校正,使用去斜滤波算法对长距离测试得到的信号进行非线性校正,再利用傅里叶变换在频域信号中解调出偏振串音的位置与强度信息,最终得到符合测试需求的信号。

一种超高灵敏的偏振分束结构移频探测的光频域偏振计

技术领域：

[0001] 本发明设计属于光纤测量技术领域，具体涉及到一种超高灵敏的偏振分束结构移频探测的光频域偏振计。

背景技术：

[0002] 偏振光学器件是构成高精度光学测量与传感系统的重要组成部分，随着偏振器件工艺的完善和精度的提升，器件的消光比峰越来越低，偏振串扰越来越小，随着技术不断发展，现有的光学相干域偏振测量技术OCDP方案需要不断地改进以适应不断更新的器件测试。一些极弱的偏振模式耦合或极高的偏振消光比 ($>80\text{dB}$) 是极易受环境噪音影响的。这些小信号将在噪声本底中淹没，从而导致峰值信息识别时的混乱。在分布式偏振耦合测量系统中，测量的灵敏度和系统的动态范围由系统自身的噪声本底直接决定。系统的噪声主要有三种典型噪声，光散粒噪声、干涉拍噪声和电路热噪声。我们需要通过抑制这些噪声来提升偏振模式耦合测量系统的动态范围和检测灵敏度。

[0003] 为了进一步提升测试的灵敏度、动态范围和器件测量长度，杨军等人提出了使用偏振分束器分离传输光和耦合光来抑制拍噪声提升灵敏度、使用衰减器合理选择衰减倍数来对传输能量进行衰减来降低相对强度噪声(一种光学偏振器件分布式偏振串扰测量的噪声抑制装置与抑制方法, CN20510212810.8)，

[0004] 2021年，李创等人提出通过一种基于PBS的偏振耦合测量系统和方案(李创. 超高灵敏度偏振耦合测量技术与Y波导测试方法研究[D]. 哈尔滨工程大学, 21.), 利用白光干涉技术，将传统方案中的耦合器替换偏振分束器后，器件出来的传输光和耦合光被彻底分离，避免了干涉拍噪声带来的影响。

[0005] 由于光学相干域偏振测量技术OCDP中使用的宽谱光源能量较低，因此信噪比不足，导致动态范围始终无法得到大跨越提升。而且由于采用的机械位移台扫描的方式来控制光程扫描，使得系统的复杂度增加，可靠性降低且扫描时间花费较长。

[0006] 偏振敏感的光频域反射技术(P-OFDR) 相较于光学相干域偏振测量技术OCDP，充分利用可调谐激光器的特性大幅提升测量速度与信噪比，但却无法对关键性的偏振串音参量进行测量。相对于发展成熟的光学相干域偏振技术(OCDP)，光学频率域偏振技术(Optical Frequency Domain Polarimetry, OFDP) 因其测试时间短，动态范围大，空间分辨率高等优势，在高精度需求的测试领域中得到了广泛的应用。

[0007] 2021年一种基于光频域移频干涉的分布式偏振串音快速测量装置被提出(一种基于光频域干涉的光纤分布式偏振串音快速测量装置, CN21110828166.2)，该申请人使用了高相干度的可调谐激光光源进行快速波长扫描，免除了原有的机械式扫描测试器结构，使用带有光纤延长臂的Mach-Zehnder干涉仪作为辅助干涉仪去校正光纤非线性噪声，结构稳定且可靠，极大提高了偏振串音测量的速度和动态范围。同年，该申请人在原有基础上增加了一个带有光纤延长臂的Mach-Zehnder干涉仪作为主干涉仪来将拍频信号移频到高频处，避免了低频处的信号混叠(一种基于光频域移频干涉的分布式偏振串音快速测量装置，

CN21110828088.6)。2021年,南京大学的王峰等人公开了一种声光调制器移频法(用于校正非线性调谐效应的光纤参数测量装置,CN202110135197.X)对光波移频,增大拍频信号频率。

[0008] 随着技术不断发展,光频域偏振计还在不断地更新迭代,目前仍然存在不足之处,例如对于长距离器件的测试需求让我们不得不在干涉仪一臂增加延长光纤以增大拍频效应达到要求,信号本底也会因相位噪声而抬升;同时,测试高消光比器件需要尽可能高的灵敏度。

[0009] 为了弥补上述不足,本发明基于现有技术改进,公开了一种超高灵敏的偏振分束结构移频探测的光频域偏振计。相比于传统的基于光频域干涉的分布式偏振串音快速测量装置,在偏振分束干涉仪部分用偏振分束器代替了原本的50:50耦合器,使得从待测器件出来正交的传输模式和耦合模式能够分别注入到干涉仪的参考臂和耦合臂中,此时原本的主干涉峰被抑制,进而可以获得更高的灵敏度;本发明使用辅助干涉仪来消除了光源扫频非线性引入的信号混叠问题,具有体积小,系统可靠稳定,高灵敏度等优点;另外本发明利用偏振分束移频干涉仪模块中带有移频器将信号搬移到高频处,避免了来自低频处的噪声混叠问题;满足了测试长距离器件的偏振串音信息的要求。

发明内容:

[0010] 本发明的目的在于提供一种能够提升偏振串音测试的灵敏度,同时克服低频闪烁噪声和信号混叠问题的一种超高灵敏的偏振分束结构移频探测的光频域偏振计。

[0011] 本发明的目的是通过如下措施来实现的:

[0012] 一种超高灵敏的偏振分束结构移频探测的光频域偏振计,包括可调谐光源模块1、待测器件模块2、偏振分束移频干涉仪模块3、辅助干涉仪模块4和信号采集分析模块5,其特征在于:

[0013] 可调谐光源模块1发送线性调频连续光60,从第一耦合器输入端61a注入第一耦合器61并分为两束光;第一耦合器61中的光束经第一耦合器第一输出尾纤61b后注入待测器件模块2;从待测器件模块2输出的光束注入到偏振分束移频干涉仪模块3,再由其中的偏振分束器输入尾纤30注入偏振分束器31并分为两束正交状态的光,一束作为参考光注入参考臂32,另一束作为测试光注入延迟臂33,参考臂32和延迟臂33输出的光束在第二耦合器35中进行合束后再分成两束,然后由第一平衡探测器36进行差分探测;第一耦合器61中的光束经第一耦合器第二输出尾纤61c后注入辅助干涉仪模块4;偏振分束移频干涉仪模块3输出的偏振分束移频干涉仪信号37和辅助干涉仪模块4输出的辅助干涉仪信号46共同注入信号采集分析模块5中的采集单元50中进行采集,得到的信号再进入到信号处理单元51中进行数据分析和处理。

[0014] 光注入待测器件模块2时,依次通过待测器件模块2的起偏器输入尾纤20a、起偏器20、起偏器输出尾纤20b、第一连接点21、待测器件输入尾纤23a、第二连接点22、待测器件23、第三连接点24、待测器件输出尾纤23b和第四连接点25;

[0015] 待测器件23的待测参量包含高消光比时,所述第一连接点21的熔接角度为 $\theta_1 = 45^\circ$,所述待测器件23的待测参量为一般耦合点的偏振串音时,所述第一连接点21的熔接角度为 $\theta_1 = 0^\circ \pm 2^\circ$ 或 $\theta_1 = 90^\circ \pm 2^\circ$;第四连接点25的熔接角度为 $\theta_2 = 0^\circ \pm 2^\circ$ 或 $\theta_2 = 90^\circ \pm 0^\circ$;待

测器件模块2的光程差为 X_1 ,移频量为 f_1 ;

[0016] 光注入待测器件后出来的耦合模式和传输模式在偏振分束器输入端尾纤30呈现正交状态,偏振分束器31将其完全分离并分别注入到干涉仪的参考臂32和延迟臂33中,延迟臂中由于有移频器34的存在,随着光的注入,会在延迟臂产生一定的时延;偏振分束器31与第二耦合器35通过法兰盘连接于第五连接点32a和第六连接点33a,通过偏振控制器33b来调节偏振分束干涉仪的偏振态来获取尽可能幅度大的信号;偏振分束移频干涉仪模块3的光程差为 X_2 ,光经过移频器34后产生移频量 f_2 ,由光程差与时延对应关系 $\tau_2=X_2/c$ 以及及时延量 $\tau_2=1/f_2$,可得 $f_2=c/X_2$;同理可得待测器件模块(2)的移频量为 $f_1=c/X_1$,再由 $X_2>2X_1$ 可得知移频器引入的移频量和待测器件引入的移频量关系为 $2f_2<f_1$;

[0017] 注入第三耦合器40的光束被分为两束光,一束作为参考光注入参考臂41,另一束作为测试光注入延迟臂42,并在其中经过测试光纤43,参考臂41和延迟臂42输出的光束在第四耦合器44中进行合束后再分成两束,然后由第二平衡探测器45进行差分探测;所述辅助干涉仪模块4的光程差为 X_3 , $X_3>2X_2$;

[0018] 信号采集单元50将接收到的模拟信号辅助干涉仪信号46与偏振分束移频干涉仪信号37转换成数字信号,二者共同输入到信号处理单元51;采集软件参数设置需要和硬件参数设置一致,以实现数据的完整获取;信号处理单元51的处理数据的方法为根据采集到的辅助干涉仪信号46对偏振分束移频干涉仪信号37进行光源的非线性校正,滤除掉扫描光源内部的大部分的强度噪声,将校正完的信号进行截取出有效信息,再利用傅里叶变换在频域信号中解调出偏振串音的位置与强度信息,最终得到符合测试需求的信号。

[0019] 带有偏振分束器31的偏振分束移频干涉仪模块进行分布式偏振串音测量过程如下所示:光经过待测器件23后待测器件尾纤23b携带待测器件内部的偏振串音信息,其中大部分能量在器件的传输轴(快轴)中传输,小部分能量由于内部缺陷点或者耦合点的存在从传输模式跳变到耦合模式,随着光在待测器件中的传播,两个模式上的波形23c在位置上会产生一定的偏移,即时延产生。待测器件输出尾纤23b和偏振分束器输入尾纤30通过保偏焊接机熔接于第四连接点25。在保偏熔接机中两个尾纤的对轴角度300为 $0^\circ-0^\circ$,此时待测器件引入的传输模式和耦合模式的光能够被偏振分束器31分别注入到Mach-Zehnder干涉仪的参考臂32和延迟臂33中。令参考臂32中传输的光为31b,在延迟臂传输的光为31c,延迟臂传输的光经过移频器34后,与参考臂之间的光程差增大,进而由距离域转到波长域时拍频效果会显著增加,对于待测器件长度的要求也明显提升。两束光最终在第二耦合器35处合束并发生干涉,经过第一平衡探测器36差分探测后由采集卡获取数字信号并转换为模拟信号,经过处理后能够得到待测器件内部的偏振串音耦合峰;

[0020] 使用偏振分束器31校准的偏振耦合测量方法去获得相对动态范围,传统的偏振串音测量装置耦合峰的标定是通过归一化主峰来获取动态范围和灵敏度,由于使用偏振分束器31后主干涉峰会被抑制,所以我们采用对待测器件23的尾纤和偏振分束器31的尾纤进行两次不同的对轴来进行标定。当两者的对轴角度为 $0^\circ-45^\circ$ 时,此时的偏振分束器31相当于一个50:50耦合器,待测器件出来的信息经过偏振分束器31后能够分别均匀地注入到光纤快轴和慢轴中,参考臂32和延迟臂33中的快轴和慢轴之间相互干涉,形成我们需要的干涉主峰。主干涉峰左右对称位置会出现一个显著的耦合峰,我们选取该峰为标定峰。再次对轴,用焊接机使得对轴角度为 $0^\circ-0^\circ$,这时我们从焊接的实际长度上推断出原本主干涉峰旁

边的耦合峰依旧存在,不过幅值上会发生一定的变化。通过将待测器件尾纤和偏振分束器尾纤用两个不同焊接角度得到的数据进行对比,用对轴角度为 0° - 45° 得到耦合峰来标定对轴角度为 0° - 0° 的耦合峰,由于使用偏振分束器31后,原本的主干涉峰被抑制,由主干涉峰引入的相位噪声同样被抑制,进而使得灵敏度可以大幅提升;

[0021] 与现有技术相比,本发明的优点在于:

[0022] 1.本发明是一种在光频域进行低噪声分布式偏振串音快速测量的装置,使用辅助干涉仪来校正光源扫频非线性引入的信号混叠问题,有效提升系统信噪比。

[0023] 2.利用偏振分束移频干涉仪模块中自带的移频器将信号搬移到高频处,消除了低频处 $1/f$ 闪烁噪声的影响和采集信号系统引入的直流分量影响,在避免了来自低频处的噪声混叠问题的同时满足了对长距离器件进行测试的需求,移频器相当于增加延迟光纤长度,可有效提升系统传感性能。

[0024] 3.本发明使用偏振分束器将待测器件出来的正交的传输模式和耦合模式分别注入到干涉仪的参考臂和延迟臂中,干涉主峰引入的相位噪声随着干涉主峰被抑制,只有两个模式耦合的干涉峰存在,通过用耦合峰来做标定,能够使得装置灵敏度提升到-130dB,对于高消光比的器件测试提供了更多的选择。

[0025] 4.本发明利用带有偏振分束器的分布式偏振串音快速测量的装置,克服了相位噪声带来的限制,光强足够大的前提下灵敏度能够随着探测器探测光强的增加而不断提高。

附图说明:

[0026] 图1是一种超高灵敏的偏振分束结构移频探测的光频域偏振计示意图。

[0027] 图2是一种超高灵敏的偏振分束结构移频探测的光频域偏振计中的偏振分束移频干涉仪部分的工作原理示意图。

[0028] 图3是对Y波导进行一种超高灵敏的偏振分束结构移频探测的光频域偏振计示意图。

[0029] 为了更清楚地说明本发明提出的一种超高灵敏的偏振分束结构移频探测的光频域偏振计及方法,以下结合实施例和附图对本发明作出进一步的描述,但不应以此限制本发明的保护范围。

[0030] 具体实施方式,一种在光频域对Y波导进行一种超高灵敏的偏振分束结构移频探测的光频域偏振计,如附图3所示:

[0031] 由可调谐激光光源模块1、待测器件模块2、偏振分束移频干涉仪模块3、辅助干涉仪模块4和信号采集分析模块5四部分组成,其中:

[0032] 1) 可调谐激光光源模块1输出线性调频连续光60,从第一耦合器输入端61a注入第一耦合器61并分为两束光;

[0033] 2) 第一耦合器第一输出尾纤61b输出的光束注入待测器件模块2;

[0034] 3) 从待测器件模块2输出的光束注入偏振分束移频干涉仪模块3,由其中的偏振分束器输入端30注入偏振分束器31分为两束正交状态的光,一束作为参考光由注入参考臂32,另一束作为测试光注入延迟臂33,参考臂32和延迟臂33输出的光束在第二耦合器35中进行合束后再分成两束,然后由第一平衡探测器36进行差分探测;

[0035] 第一耦合器第二输出尾纤61c输出的光束注入辅助干涉仪模块4;

[0036] 偏振分束移频干涉仪模块3输出的偏振分束移频干涉仪信号37和辅助干涉仪模块4输出的辅助干涉仪信号46共同注入信号采集分析模块5中进行数据采集处理和解调。信号采集分析模块5由采集单元50和信号处理单元51组成；采集单元50由Labview软件编程控制，将从探测器进行光电转换得到的模拟电压信号进行同步采集和存储，转换为数字信号；信号处理单元51用于控制信号的发生与接收，以及对数字信号进行处理和解调；

[0037] 此方案主要光电器件的选择及其参数如下所示：

[0038] 1) 可调谐激光光源模块1是能进行连续波长扫描的窄线宽可调谐激光器，波长调谐范围是1480~1640nm，开启相干模式，波长扫描速率是40nm/s，波长扫描时间是4s；

[0039] 2) 第一平衡探测器36、第二平衡探测器45的光敏材料均为InGaAs，共模抑制比是25dB，光探测范围是900~1700nm，最大探测带宽是80MHz，饱和差分探测功率是55uW，跨阻抗增益50000V/A，最小噪声等效功率为峰值响应度为1A/W，如采用NewFocus公司的1817型平衡探测器；

[0040] 3) 采集单元50的16位采样率为45MHz，采样时间约为4s，结合激光器进行外部触发，采样时间大于波长扫描时间，参数设计合理；

[0041] 4) 第一耦合器61的分光比为5:95，第二耦合器35、第三耦合器40、第四耦合器44的分光比为50:50，消光比均大于20dB，插入损耗均小于0.5dB，工作波长覆盖1550nm波段，所有耦合器都为单模耦合器；偏振分束器的输出尾纤为保偏光纤，与第二耦合器35的单模输入尾纤用法兰盘连接于第五连接点32a和第六连接点33a，三环偏振控制器33b用于控制偏振分束移频干涉仪的偏振态，使信号尽可能平稳以获得更高的动态范围。

[0042] 5) 起偏器20的工作波长覆盖1550nm波段，起偏角度为 0° ，插入损耗小于1dB，消光比大于30dB，起偏器输入尾纤20a为单模光纤，起偏器输出尾纤20b为直径125um的熊猫型保偏光纤，其保偏尾纤长度为 $l_1=15\text{m}$ ，计算对应的光程 $S_1=l_1 \times \Delta n \approx 7.5 \times 10^3 \text{um}$ ，其中保偏光纤的线性双折射 Δn 取 5×10^{-4} ；

[0043] 6) 偏振分束器31的工作波长覆盖1550nm波段，偏振分束器输入尾纤30为直径125um的熊猫型保偏光纤，其保偏尾纤长度为 $l_2=10\text{m}$ ，计算对应的光程 $S_2=l_2 \times \Delta n \approx 5 \times 10^3 \text{um}$ ，其中保偏光纤的线性双折射 Δn 取 5×10^{-4} ；

[0044] 7) 第一连接点21的熔接角度为 $\theta_1=45^\circ$ ，第四连接点25的熔接角度为 $\theta_2=0^\circ$ ；

[0045] 8) 待测器件Y波导23Y以铌酸锂晶体作为芯片基底，消光比90dB，工作于快轴，Y波导输入尾纤23a的几何长度为 $l_3=1\text{m}$ ，直径是125um，计算对应的光程 $S_3=l_3 \times \Delta n = 5 \times 10^2 \text{um}$ ，Y波导输出尾纤23b的几何长度为 $l_4=2\text{m}$ ，直径是125um，计算对应的光程 $S_4=l_4 \times \Delta n = 1 \times 10^3 \text{um}$ ，Y波导芯片长度为 $l_5=0.04\text{m}$ ，计算对应的光程 $S=S_3+S_4+S_5=l_3 \times \Delta n + l_4 \times \Delta n + l_5 \times \Delta n_Y \approx 5236 \text{um}$ ，其中保偏光纤的线性双折射 Δn 取 5×10^{-4} ，Y波导芯片的线性双折射 Δn_Y 取 9.34×10^{-2} ；

[0046] 9) 偏振分束移频干涉仪模块3为在一臂采用移频器的Mach-Zehnder光纤干涉仪结构，计算此实施例中偏振分束移频干涉仪模块3对应的光程差 $X_2=11648000 \text{um}$ ；计算此实施例中待测器件模块2对应的光程差 $X_1=S_1+S_2+S=17736 \text{um}$ ，满足 $X_2 > 2X_1$ ，参数设计合理；

[0047] 10) 辅助干涉仪模块4采用延长光纤43为 $l_{\text{ref}}=20\text{m}$ 的Mach-Zehnder光纤干涉仪结构，计算此实施例中辅助干涉仪模块4对应的光程差 $X_3=l_{\text{ref}} \times \Delta n = 29.12 \times 10^6 \text{um}$ ，其中单模光纤的折射率 n 取1.456；因此满足 $X_3 > 2X_2$ ，参数设计合理；

[0048] 11) 消光比干涉特征峰对应的位置是 $|X_2+S_1+S_2+S_3+S_4+S_5|=11665736\mu\text{m}$;

[0049] 12) 当光束分别经过第一连接点21、第二连接点22、第三连接点24、第四连接点25耦合一次后,对应的四个一阶偏振串音干涉特征峰的位置分别为 $|X_2+S_1|=11655500\mu\text{m}$ 、 $|X_2+S_1+S_3|=11656000\mu\text{m}$ 、 $|X_2+S_2+S_4|=11654000\mu\text{m}$ 、 $|X_2+S_2|=11653000\mu\text{m}$,由于 $l_1>l_2$,因此干涉峰的位置分布为 $|X_2+S_2|<|X_2+S_2+S_4|<|X_2+S_1|<|X_2+S_1+S_3|$;

[0050] 13) 当光束分别经过第一连接点21和第三连接点24、第一连接点21和第四连接点25、第二连接点22和第三连接点24、第二连接点22和第四连接点25耦合两次后,对应的四个二阶偏振串音干涉特征峰的位置分别为 $|X_2+S_1+S_2+S_4|=11661500\mu\text{m}$ 、 $|X_2+S_1+S_2|=11660500\mu\text{m}$ 、 $|X_2+S_1+S_2+S_3+S_4|=11662000\mu\text{m}$ 、 $|X_2+S_1+S_2+S_3|=11661000\mu\text{m}$ 。

[0051] 除去改变待测器件输出尾纤与偏振分束器输入尾纤之间焊点的对轴角度的时间,一次测试的时长约为3.95s左右。

[0052] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

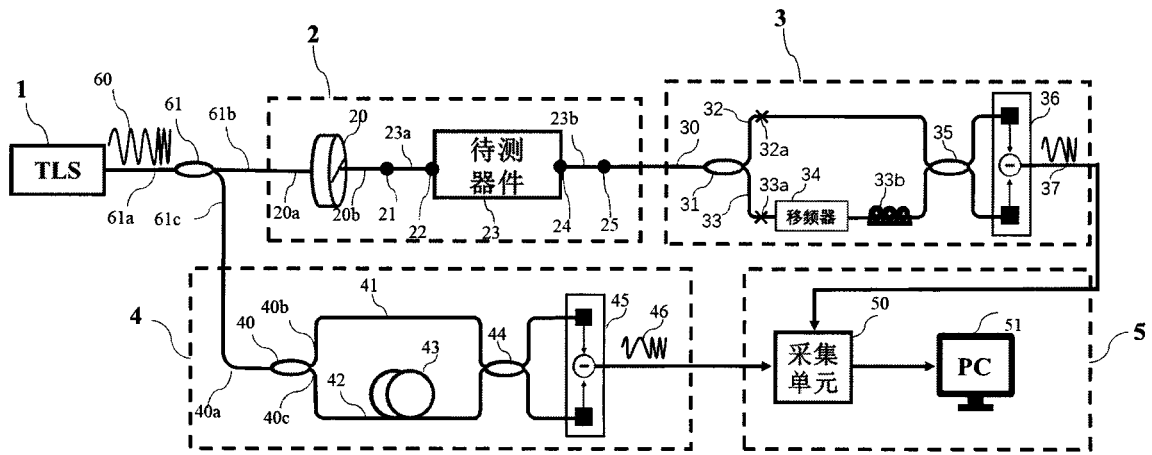


图1

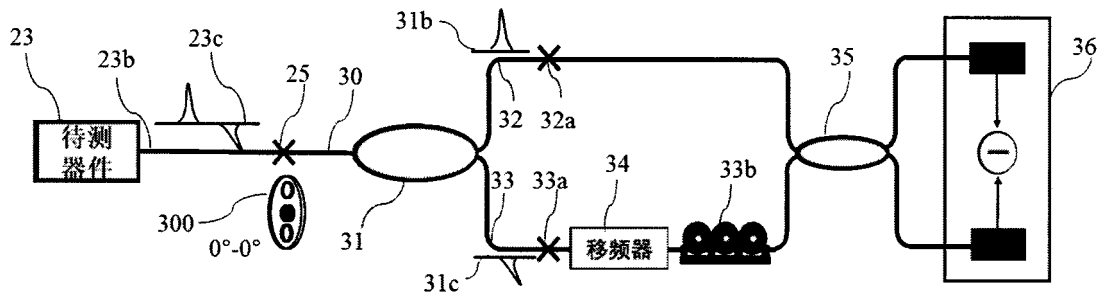


图2

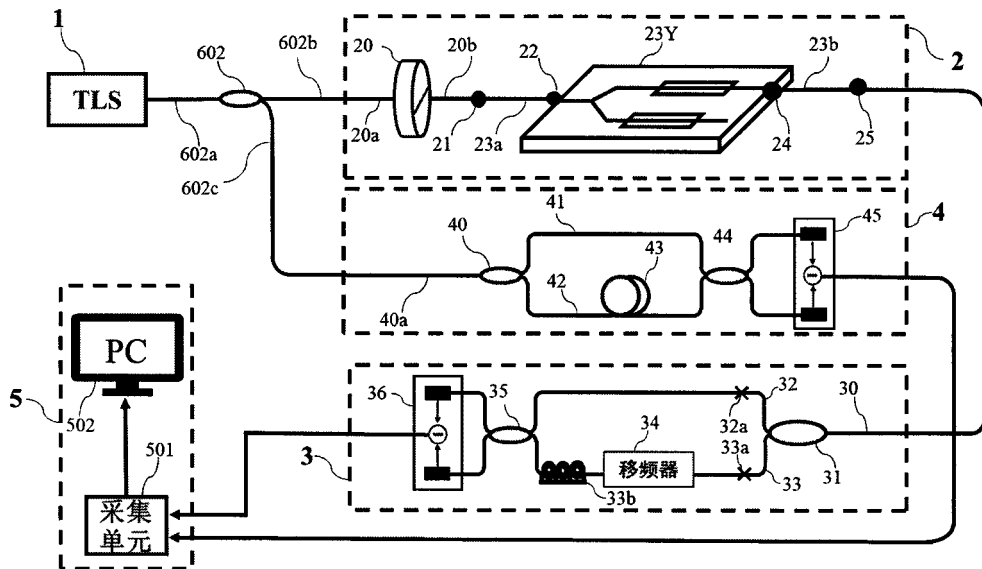


图3