



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108431544 A

(43)申请公布日 2018.08.21

(21)申请号 201580084639.5

(22)申请日 2015.11.30

(30)优先权数据

P.414064 2015.09.18 PL

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.05.17

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/PL2015/050065 2015.11.30

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/048141 EN 2017.03.23

(71)申请人 波兰光子学和纤维中心

地址 波兰,罗戈兹尼察,312,格沃古夫马罗
波尔斯基36-060

(72)发明人 卡罗尔·施特平

米茶琳娜·久维克

马雷克·那皮尔瑞拉

安娜·泽楼薇姿

卢克斯·斯特克薇姿

米歇尔·穆拉夫斯基

斯坦斯罗·利平斯基

兹比格纽·侯迪斯基

托马斯·斯坦科斯

托马斯·娜斯楼斯基

(74)专利代理机构 杭州千克知识产权代理有限公司 33246

代理人 裴金华

(51)Int.Cl.

G01B 9/02(2006.01)

G01M 11/02(2006.01)

G01M 11/00(2006.01)

G01B 11/06(2006.01)

权利要求书4页 说明书14页 附图3页

按照条约第19条修改的权利要求书4页

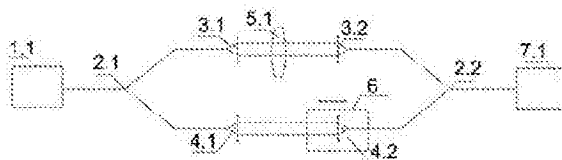
(54)发明名称

用于测量相元件参数和光纤色散的设备及
用于测量相元件参数和光纤色散的方法

(57)摘要

一用于测量相元件参数和光纤色散的设备,其特征在于,包括:至少一光源,串联连接至至少一光纤耦合器,光纤耦合器的一端构成了参考端的一部分,其第二端构成了设备测量端的一部分;以及至少一电动直线平台安装于所述设备的至少一端上;且该设备的至少一端直接连接一检测器,或者通过一额外光纤耦合器与至少一检测器连接;且至少一准直器至少放置在该设备的端上,至少在相元件之前。一用于测量相元件参数和光纤色散的方法,采用上述设备,该方法为两阶段的,其中第一阶段假定依据本发明设备校准,且第二阶段为合适测量阶段;其特征在于,在依据本发明设备的校准期间,来自低相干光源(1.1)的光线指向光纤耦合器(2.1),光纤耦合器(2.1)内被分隔为两端:测量端和参考端;之后电动直线平台(6)移动,电动直线平台记录其位置

信息,直到获得位置信息与光纤耦合器端之间的光路径两者零差异,干涉图由光电检测器,尤其是光电二极管,在时间延迟中收集形成;之后设备被校准,系统继续执行合适测量,在合适测量内,相元件尤其是用于测量的透镜,被插入依据本发明设备的测量端内的准直器(3.1)和(3.2)之间;之后滑动电动直线平台,确定与光路径之间零差异的电动直线平台位置;相元件的厚度在基于校准和合适测量中等效光学路径的不同位置而被确定,并依赖于制成透镜的玻璃的折射率知识。



1. 一用于测量相元件参数和光纤色散的设备,其特征在于,包括:至少一光源,串联连接至至少一光纤耦合器,光纤耦合器的一端构成了参考端的一部分,其第二端构成了设备测量端的一部分;以及至少一电动直线平台安装于所述设备的至少一端上;且该设备的至少一端直接连接一检测器,或者设备通过一额外光纤耦合器与至少一检测器连接;且至少一准直器至少放置在该设备的端上,至少在相元件之前。

2. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述光源为低相干光源。

3. 根据权利要求1或2所述的设备,其特征在于,选自于透镜、平面平行板、光纤或其他中的一模型相元件,安装在参考端中。

4. 根据权利要求1或2或3所述的设备,其特征在于,光电二极管为检测器。

5. 根据权利要求1或2或3或4所述的设备,其特征在于,依据本发明设备的测量端包括:具有一输入光纤耦合器的光纤,一位于具有输入光纤耦合器的光纤末端的准直器,自由空间,在自由空间内的相元件安装在测量持续时间的手柄中,一位于具有一输出光纤耦合器的光纤起始处的准直器,以及具有一输出光纤耦合器的光纤;以及依据本发明设备的参考端包括:具有一输入光纤耦合器的光纤,一位于具有输入光纤耦合器的光纤末端的准直器,自由空间,一位于具有一输出光纤耦合器的光纤起始处的准直器,所述输出光纤耦合器安装在一电动直线平台上,以及具有一输出光纤耦合器的光纤,然而准直器中的一个安装在电动直线平台上。

6. 根据权利要求1或2或3或4或5所述的设备,其特征在于,至少一光源与输入光纤耦合器连接,包括测量和参考端一部分的光纤终止于准直器,其中一个准直器被连接至一电动直线平台,连接至检测器的一光纤耦合器与测量、参考端的另一侧连接,且在测量阶段,一待测相元件安装在测量端区域内。

7. 根据权利要求1或2或3或4或5所述的设备,其特征在于,待测相元件,尤其是一待测透镜,被放置在测量端的自由空间中,在准直器之后;所述准直器放置在具有输入光纤耦合器的光纤末端,且在支承电动直线平台的准直器之前;以及具有输入光纤耦合器的光纤,光纤不终止于一准直器,直接与具有输出光纤耦合器的光纤连接,或者通过另一光纤与具有输出光纤耦合器的光纤连接,光纤不终止于一准直器。

8. 根据权利要求1或2或3或4或5所述的设备,其特征在于,大色散光纤(11)与具有光纤耦合器(2.1)和(2.2)的光纤连接,且所述连接通过光纤熔接或连接耦合或其他方式实现;依据本发明设备的第二端包括所述准直器(3.1)和准直器(3.2),交互串联连接,放置在电动直线平台(6)上,准直器与高色散光纤(11)平行,以及高色散光纤(11)和准直器系统(3.1)和(3.2)与连接至检测器(7.1)的光纤耦合器(2.2)连接。

9. 依据权利要求7或8所述的设备,其特征在于,支承电动直线平台的准直器位于与待测相元件的不同端,相元件尤其为待测透镜。

10. 根据权利要求1或2或3或4或5或6或7或8或9,其特征在于,除了低相干光源外还采用第二相干光源,第二相干光源参照第一光源交叉连接至设备;来自低相干光源的输出信号通过输入光纤耦合器指向参考、测量端,之后通过连接的输出光纤耦合器到达检测器,第二相干光源连接至具有输出光纤耦合器的第二光纤,输出信号从第二光纤通过;以及测量端信号指向输入光纤耦合器和第二检测器。

11. 根据权利要求1或2或3或4或5所述的设备,其特征在于,一光源连接至输入光纤耦

合器,包括测量、参考端一部分的光纤终止于准直器,其中一个准直器连接于与一镜子连接的电动直线平台,一相元件被安装在进行合适测量阶段的测量端区域中。

12. 根据权利要求11所述的设备,其特征在于,一镜子被放置在待测相元件的后方。

13. 根据前述权利要求中的任一所述设备,其特征在于,低相干光源为从SLED、LED、超宽谱光源、低相干激光和其他具有至少几纳米光谱宽度的光源中选择的一种光源。

14. 根据前述权利要求中的任一所述设备,其特征在于,电动直线平台沿着一轴移动,且相元件的手柄沿着三轴移动并能够绕三轴中的任意轴转动。

15. 一用于测量相元件参数和光纤色散的方法,采用权利要求1-14所述设备,其特征在于,该方法为两阶段的,其中第一阶段假定依据本发明设备校准,且第二阶段为合适测量阶段;其特征在于,在依据本发明设备的校准期间,来自低相干光源(1.1)的光线指向光纤耦合器(2.1),光纤耦合器(2.1)内被分隔为两端:测量端和参考端;之后电动直线平台(6)移动,电动直线平台记录其位置信息,直到获得位置信息与光纤耦合器端之间的光路径两者零差异,干涉图由光电检测器,尤其是光电二极管,在时间延迟中收集形成;之后设备被校准,系统继续执行合适测量,在合适测量内,相元件尤其是用于测量的透镜,被插入依据本发明设备的测量端内的;之后滑动电动直线平台,确定与光路径之间零差异的电动直线平台位置;相元件的所选参数在基于校准和合适测量中等效光学路径的不同位置而被确定。

16. 根据权利要求15所述的方法,其特征在于,所述校准和合适测量在依据本发明设备的反射结构中扫描时完成。

17. 根据权利要求15或16所述的方法,其特征在于,来自低相干光源(1.1)的测量信号指向光纤耦合器(2.1),之后信号从具有光纤耦合器的光纤传至准直器(3.1)和(4.1);在离开测量端的准直器(3.1)后,光线指向一相元件-透镜(5.1),之后指向一准直器(3.2);在离开准直器(4.1)后,光线射入第二端的一准直器(4.2),其位置取决于电动直线平台(6)的移动,来自准直器(3.2)和(4.2)的信号指向一光纤耦合器(2.2),在该耦合器(2.2)内信号干涉,来自光纤耦合器的信号指向一检测器(7.1)。

18. 根据权利要求15或16所述的方法,其特征在于,除了采用低相干光源外还采用第二相干光源,来自低相干光源(1.1)的信号指向光纤耦合器(2.1),之后信号从具有光纤耦合器的光纤处传到准直器(3.1)和(4.1);在离开准直器(3.1)后,光线指向测量端的一相元件-透镜(5.1),之后指向一准直器(3.2);在离开该准直器(4.1)后,光线到达第二端的一准直器(4.2),其位置取决于电动直线平台(6)的移动;来自准直器(3.2)和(4.2)的信号指向一耦合器(2.2),在该耦合器(2.2)内信号干涉;来自光纤耦合器的信号指向一检测器(7.1);系统的另一方面,来自相干光源(1.2)的信号指向光纤耦合器(2.2),之后信号从具有光纤耦合器的光纤处传到准直器(3.2)和(4.2);在离开准直器(3.2)后,光线指向测量端的一透镜(5.1),之后指向一准直器(3.2)并之后指向第二端的准直器(4.1)其位置取决于电动直线平台(6)的移动;来自准直器(3.1)和(4.1)的信号指向一光纤耦合器(2.1),在该耦合器(2.1)内信号干涉;来自光纤耦合器的信号指向一检测器(7.2)。

19. 根据权利要求15或16所述的方法,其特征在于,当采用与参考端连接的一模型相元件时,来自低相干光源(1.1)的信号指向光纤耦合器(2.1),之后信号从具有光纤耦合器的光纤处传至准直器(3.1)和(4.1);在离开准直器(3.1)后,光线指向测量端的一模型相元件-模型透镜(5.1),之后指向一准直器(3.2);在离开准直器(4.1)后,光线到达一模型透镜

(5.2)并之后到达第二端的一准直器(4.2),其位置取决于电动直线平台(6)的移动;来自准直器(3.2)和(4.2)的信号指向一光纤耦合器(2.2),在该耦合器(2.2)内信号干涉;来自光纤耦合器的信号指向一检测器(7.1)。

20.根据权利要求15或16所述的方法,其特征在于当测量相元件曲线时,来自低相干光源(1.1)的信号指向光纤耦合器(2.1),之后信号从具有光纤耦合器的光纤处传至准直器(3.1)和(4.1);在离开准直器(3.1)后,光线指向平放于测量端一侧的一相元件-透镜,之后指向准直器(3.2);所述透镜(5.3)安装在能够沿X、Y轴(8)移动的系统;在离开准直器(4.1)之后,光线到达第二端的一准直器(4.2),其位置取决于电动直线平台(6)的移动,来自准直器(3.2)和(4.2)的信号指向一光纤耦合器(2.2),在该耦合器(2.2)内信号干涉;来自光纤耦合器的信号指向一检测器(7.1)。

21.根据权利要求15或16所述的方法,其特征在于,当测量折射率时,来自低相干光源(1.1)的信号指向所述光纤耦合器(2.1),之后信号从具有光纤耦合器的光纤传到准直器(3.1)和(4.1);在离开准直器(3.1)后,光线指向测量端的一平面平行板(5.4),之后指向一准直器(3.2);所述平面平行板(5.4)安装在能以当前角度(9)转动的系统中;在离开准直器(4.1)之后,光线到达第二端的一准直器(4.2),其位置取决于电动直线平台(6)的移动;来自准直器(3.2)和(4.2)的信号指向一光纤耦合器(2.2),在该耦合器(2.2)内信号干涉;来自光纤耦合器的信号指向一检测器(7.1)。

22.根据权利要求15或16所述的方法,其特征在于,当进行仅在一端-光纤耦合器的测量端中安装的准直器的测量时,来自低相干光源(1.1)的信号指向光纤耦合器(2.1),之后信号从具有光纤耦合器的光纤传到准直器(3.1);在离开准直器(3.1)后,光线指向测量端的一相元件-透镜(5.1),之后指向一准直器(3.2),其位置取决于电动直线平台(6)的移动;在离开光纤耦合器(2.1)之后,光线由具有参考端的光纤传输至第二光纤耦合器(2.2);来自测量、参考端的信号指向光纤耦合器(2.2),在该耦合器(2.2)内信号干涉;来自光纤耦合器的信号指向一检测器(7.1)。

23.根据权利要求15或16所述的方法,其特征在于,当采用反射结构的系统时,来自低相干光源(1.1)的信号指向光纤耦合器(2.1),之后信号从具有光纤耦合器的光纤处传至所述准直器(3.1)和准直器(4.1);在离开准直器(3.1)后,光线指向测量端的一相元件-透镜(5.1),之后由一镜子(10.1)反射并透过透镜(5.1)和准直器,光线指向返回至光纤耦合器(2.1)和检测器(7.1);在指向准直器(4.1)的光线之后被指向镜子(10.1),在离开光纤耦合器(2.1)后,光线传输至所述检测器(7.1)。

24.根据权利要求15或16所述的方法,其特征在于,来自低相干光源(1.1)的信号指向光纤耦合器(2.1),之后信号从具有光纤耦合器的光纤处传至所述准直器(3.1)和准直器(4.1);在离开准直器(3.1)后,光线指向测量端的一相元件-透镜(5.1),之后由相元件的两表面反射并通过透镜(5.1)和准直器,光线指向返回至光纤耦合器(2.1)并指向检测器(7.1);指向准直器(4.1)的光线之后指向所述镜子(10.1),其位置取决于电动直线平台(6)的移动;在离开光纤耦合器(2.1)后,光线传输至所述检测器(7.1)。

25.根据权利要求15或16所述的方法,其特征在于,当进行仅在一端-光纤耦合器的参考端中安装的准直器的测量时,来自低相干光源(1.1)的信号指向光纤耦合器(2.1),之后信号从具有光纤耦合器的光纤处传至具有高色散值(11)的光纤和准直器(3.1);在离开准

直器(3.1)后,光线指向准直器(3.2),其位置由电动直线平台(6)控制,来自光纤(11)的信号和离开准直器(3.2)的信号在光纤耦合器(2.2)内干涉,且之后指向所述检测器(7)。

用于测量相元件参数和光纤色散的设备及用于测量相元件参数和光纤色散的方法

[0001] 本发明主题为用于测量相位元件参数和光纤色散的装置,以及测量相位元件参数和光纤色散的方法。相位元件包括但不限于透镜,相位元件参数特别是折射率和厚度。所述装置和方法采用白光干涉(低相干干涉)。所述装置和方法还采用色散测量,尤其是色散补偿光纤的色散测量,即将具有相当高(绝对)色散值的光纤与用于无线通讯中的标准光纤比较。

[0002] 技术实践定义了几种测量相位元件参数的方法,相位元件参数包括折射率和厚度,方法应用了多种物理现象和效果。下述为已知的接触技术(contact technique):采用指示器测量;采用坐标测量机(CMM)测量,其通过采集大量点产生相元件轮廓信息,包括相元件的厚度;以及最简单的卡尺测量。已知的接触方法包括干涉测量、椭圆测量的和基于AT(衰减全反射和内反射)测量的方法(衰减全反射红外光谱法)。

[0003] 相元件参数的测量挑战之一是在不接触测量装备的机械部分的表面下,实现最大精度的相元件参数测量。接触方法可导致测试元件及其表面,尤其是机械元件的损坏,并且需要相元件和测量单元两者精确装配,而精确装配在工业条件下非常困难。而且,常见的接触方法并不致力于实验测量用的且具有大曲率半径的凹透镜的测量,且精密仪器购买的可能花销常超过整个生产线的价值。

[0004] 由王允、邱丽荣、杨佳苗和赵维谦(光学仪器-光和电子光学国际杂志,2013)撰写的题为“利用共焦技术对透镜折射率和厚度的测量”,描述了一种在共焦系统中测量相元件折射率或厚度的方法。该技术采用光线追踪方法。光线通过透镜后,聚焦在待测相元件表面的中心点,之后重定向回镜面。该透镜参照相元件的待测表面移动。聚焦曲线峰值根据相元件的变化位置进行检测,相元件是参照透镜焦距发生位置变化。发送给检测器后,信号由计算算法处理。在完成测量之前,系统是对齐的,且对齐准确度决定了测量精度。信号通过分光器立方体进入到测量系统。由于除尘或移动元件的可能性,大量光学仪器(在此示例中,分光器立方体)的应用增大了系统不对准的风险。

[0005] 光线追踪方法也已经由王允、邱丽荣、宋燕星、赵维谦公开的文章题为“激光差动公差透镜厚度测量”(测量科学和技术,2012)中所描述,其中作者采用了共焦系统。相较于前述文章,此方法假定系统改进在于差分测量的应用,需要使用第二检测器。一方面该测量方法较准确些,而另一方面该测量方法需要延长测量持续时间和计算能力。

[0006] 由韦里耶 I,伟勒斯 C,和莱皮内 T(光学快报,2009)著作的题为“用于软性和硬性接触透镜中心厚度测量的低相干干涉法”,描述了具有低相干干涉源的接触透镜厚度的测量方法。在此方法中,光束指向由两个干涉仪组成的系统:马赫-曾德耳干涉仪,和SISAM相关器系统,两个单词的首字母缩略词:“波幅调制选择的干涉分光仪”,其包括2个衍射光栅、一个分束器、透镜和信号检测用的CCD相机。此方法的本质优势是无需接触,但需要采用复杂的数学算法来消除分散效应。系统以采用一组元件和镜子为特点,其中较多元件需要采用较高的输出功率源。实质上,增加系统中的部件数量会提高成本和移动风险,风险包括在确保光束处于默认踪迹上有负面影响。系统的准确性还由采用相机的分辨率决定。

[0007] 其他常见测量技术结合具有共焦测量技术的白光干涉(低相干干涉),被详细得在由金姆·孙熙汗,娜金户,科金姆杨和李哈比昂(光学快报,2008)著作的题为“结合低相干干涉和共焦光学器件同步测量折射率和厚度”中描述。在此方法中,用于干涉的光束分离在分束器立方体中进行。透镜的折射率和厚度测量需要采用两个系统。

[0008] 美国专利文献US7433027描述了采用立体光学测量透镜(尤其是玻璃矫正透镜)厚度的设备和非接触方法。该系统的工作原理基于由包括CCD矩阵相机的成像系统进行的数据采集。在完成测量后,相元件必须通过专用手柄转动。使用成像处理方法,可能获得测量相元件的3D成像。

[0009] 专利申请文献20070002331A1描述了一种生产期间的测量模具/透镜。此方法基于采用立体光学的干涉仪测量使用。

[0010] 美国专利申请文献US20130278756A1提出了一通过移动近光焦距测量透明部件厚度的设备和方法,之后厚度根据斯涅耳定律确定。设备包括汇聚光线于测量对象表面上的相机。此方法可被用于获得高准确性。该方法并不致力于透镜测量,其中光学功率产生,自其产生引起斑点移动,因而可导致测量畸变。

[0011] 专利申请文献US20140253907A1包含了一相元件中心厚度的测量描述,采用白光干涉和相关光干涉。光学距离的变化通过使用压电元件实现。另外,该方法采用了利用夏克-哈特曼传感器的通过光波面的测量。相元件的其他参数测量是基于光波面计算,如焦距。该测量方法的实施需要采用三种光源。设备采用光线,将其绕于用于改变位于干涉仪臂之间光路的压电元件上。

[0012] 技术实践定义了相速度的色散测量问题(后文称为色散),尤其是光纤色散的测量问题。参数测量是对无线通信线中峰扩展进行补偿技术发展的关键。光纤补偿越多(按绝对值计算色散越高),光纤长度越小,其被建立在无线通信线中以重建输入信号。

[0013] 光纤色散测量用的系统示例在由霍地思科·Z等人(光学快报 2013)著作的题为“用于定制连续区生产的一系列微结构光纤的色散特征实验性研究”中被描述。在此方法中,由于白光测量干涉方法应用于迈克尔森干涉仪结构中,有可能获得高准确性,但是,测量范围因测量光纤和参考光纤之间的色散值的较小差异的存在而受限(此方法示例中,为如标准的单模式光纤,如康宁SMF-28)。实施意味着色散大于负几十ps/(nm-km)不能够被测量。由于色散补偿光纤中的负色散,无论短语“较高色散”出现在专利中的何处,这都表示一个绝对高的数值。例如,(-100) ps/(nm-km)色散比(-18) ps/(nm-km)色散大。

[0014] 测量光纤色散的其他方法基于色散定义的直接应用,这是具有指定距离的脉冲展宽的测量方法,或者是波长函数的时间延迟的测量方法。使用该测量方法,具有小色散的光纤加强光纤的大部分。相应地,具有大色散的光纤示例中,峰展宽一旦在很小的距离内被发现,这些光纤会产生衰减特性的问题。此光纤通常由软玻璃制造,因为软玻璃具有几个dB/m的损耗。最终,信号通过光纤的小部分就能被测量,当几个成打cm的部分被采用时,测量系统中光纤部分的装配很困难,或者甚至变得不可能。缩短太多的待测光纤则会对观察峰展宽的性能有负面影响。

[0015] 美国专利文献US4799789A描述了一测量集合速度色散。该测量方法采用下述内容:每个波长在给定的色散介质中具有不同传播时间,以及测量主要为通过待测和参考光纤的光传播时间的测量。级联的二极管激光器被用作为光源(或LED二极管,取决于其构

造),该光源具有产生波长的可变长度,多亏了这个可使光纤间波长发生变化。通过扫描作为光谱函数的光束传播时间,我们获得集合速度色散。

[0016] 专利申请文献W02006118911描述了纵向色散(按照距离函数)的测量,其通过使用如波长函数的色散测量方法实现。所述方法用于传统的电信光纤,其中光纤长度由于损耗并不是有限的。

[0017] 因此,本发明工作的目的是形成一系统,能确保能够实现相元件参数工业测量(例如,折射率和厚度)。作为制造相元件质量控制部分的工业要求之一是对相元件厚度的控制。大部分相似系统在此方面达到非常好的参数,就有可能实现具有几个 μm 或甚至 μm 部分测量的准确度。在这个测量准确度的情况下,测量相对令人满意,测量系统的结构不紧凑,他们的操作仅促成了实验室的使用。该系统形成的另一阻碍是需要提供高质量的操作人员。这些问题通过依据本发明的设备而被消除,能确保不接触、不破坏测量,除了提高测量精度低于 $1\mu\text{m}$,还使得在不舒适的工业条件下完成紧凑、舒适的控制测量。为实现本发明自动化测量的期望,体积光学部件从任何可能地方取出不再使用,可在生产线上直接装配。例如,源自技术实践的方案假定光束分割主要在分束器立方体内。该光束分割可产生大量测量错误的风险,或者因为分束器与温度、机械条件的紧密联系而存在无法完成测量的可能。依据本发明的方案中,该问题是由使用光纤耦合器的分束器解决。在该结构中,元件不能够被拂去灰尘,且温度和振动在无关紧要的水平下(移动光纤耦合器在不影响光束分离效应下仍能保持,而当使用立方体时,该移动将会阻碍测量)影响光束分离。另外,光纤元件通常相对于体积光学的相应元件较为便宜。依据本发明的系统不包括CCD相机,这样的使用通常使得当光束不能打在矩阵上时,可能会丢失部分信息而产生不确定性。依据本发明的方案中,接收光纤连接器被固定在用于测量整个持续期的头部单元内。当采用低相干光源时,测量元件的色散会影响测量结果。由于测量定律的应用,可对系统采用自动化测量,而系统建造的成本相比于在专利中引用的示例是相对较低的。

[0018] 另外,本发明的目的是形成用于测量光纤相速度的色散,尤其是补偿光纤的色散,的装置,该装置在远程通信应用中是极度渴望的。本发明的有益实施方式中,可测量用于色散补偿光纤的相速度色散。用于测量相色散的系统的一部分,常见于技术实践(尤其那些应用干涉仪的方法),不能够被用于光纤以指示色散(绝对值)超过几打 $\text{ps}/(\text{nm} \cdot \text{km})$ 。当采用依据本发明的系统时,可进行无限测量,甚至用于极度高绝对色散值。

[0019] 用于测量相元件参数和光纤色散的装置包括:至少一优选地低相干光源,串联连接至至少一光纤耦合器,光纤耦合器的一端构成了参考端的一部分,其第二端构成了设备测量端的一部分;以及至少一机动化线性的分段电动直线平台(motorized linear stagemotorized linear stage)安装于所述设备的至少一端上,且该设备的至少一端直接连接一检测器,或者通过一额外光纤耦合器与至少一检测器连接,优选为光电二极管;以及至少一准直器至少放置在该设备某端上,至少在相元件之前。在测量期间,设备具有相元件参数,优选使用额外的模型相元件的参数。

[0020] 然而,测量元件尤其作为一测量透镜被阐述,阐述为一透镜进行定义其参数的测量。依据本发明的设备测量端,在其有利实施方式中,包括:具有输入对的光纤,位于具有输入耦合器的光纤末端的准直器,自由空间,在空间内的相元件尤其是透镜位于并安装于测量持续时间的手柄中,位于具有输出光纤耦合器的光纤起始处的准直器,以及具有输出光

纤耦合器的光纤。

[0021] 依据本发明设备的参考端,在其有利实施方式中,包括:具有输入耦合器的光纤,自由空间,位于具有输出耦合器的光纤起始处的准直器,其中之一的准直器安装于一电动直线平台上。

[0022] 依据本发明设备端的长度被划分为光纤和自由空间长度。

[0023] 至少一光源被连接至输入耦合器,其包括测量端和参考端的光纤终止于准直器,其中一个准直器连接至电动直线平台,以及一终止于检测器的光纤耦合器被连接至另一边的参考和测量端。在进行测量阶段时,相元件安装于测量光纤区域中。

[0024] 在有益实施方式中,相元件为至少一个透镜,安装于电动直线平台上。

[0025] 在有益实施方式中,一模型相元件,优选一预设厚度的模型透镜,被放置在参考端。

[0026] 在另一实施方式中,待测相元件,尤其是待测透镜,被放置在测量端的自由空间中,在准直器的右后方,该准直器被放置在具有输入耦合器的光纤末端且在支承电动直线平台的准直器之前。具有输入耦合器的光纤,其未终止于一准直器,而是直接与具有输出耦合器的光纤连接,具有输出耦合器的光纤也未终止于一准直器。

[0027] 此外,对于准直器而言,支承电动直线平台放置在另一端是可能的,而不是测量相元件,尤其是待测透镜。

[0028] 在有益实施方式中,除了采用低相干光源外,还采用第二相干光源。第二相干光源的相干路径至少与电动线性平台的活动范围相等。在该示例下,相干光源和低相干光源交叉连接于设备,且来自低相干光源的输出信号直接穿过输入光纤耦合器至参考和测量端,并之后穿过连接的输出耦合器达到检测器。相干光源与具有输出耦合器的第二光纤连接。来自光源的信号直接穿过输出光纤耦合器和测量、参考端,至输入光纤耦合器和第二检测器。

[0029] 在有益实施方式中,低相干光源为选自SLED、LED、超宽谱光源、低相干激光及光谱宽度至少几纳米的其他光源中的光源。

[0030] 在有益实施方式中,电动直线平台可移动的,沿着至少一轴移动。

[0031] 在有益实施方式中,相元件的手柄沿着三轴移动,并能够绕这些轴中的任意轴旋转。

[0032] 具有光纤耦合器的光纤终止于准直器。

[0033] 在一不同实施方式中,依据本发明的设备优选依据反射结构装配。

[0034] 在有益实施方式中,测量相元件参数和光纤色散的方法,采用了依据本发明的设备,为两阶段的。其中第一阶段假定依据本发明设备校准(参考测量),且第二阶段为合适测量阶段。然而,具有反射结构的校准测量和合适测量,一旦进行扫描即在扫描期间完成。

[0035] 在依据本发明设备的校准期间,来自低相干光源的光线指向光纤耦合器,光纤耦合器内被分隔为两端:测量端和参考端。

[0036] 进一步于电动直线平台侧,记录其位置信息,直到获得位置信息与光路径之间零差异,使用检测器读数并用干涉图分析。光线通过准直器后,干涉出现于光纤耦合器中,且干涉图按照时间函数被采集形成,时间函数转化为电动直线平台运动。干涉图由光电检测器采集形成,尤其由光电二极管采集形成。

[0037] 当使用一额外相干光源,校准测量与上述所述相似。采集来自额外(相干)光源的干涉图旨在于通过正确建立端之间的波长差异(波长差异是由于光路径差异所导致)来提高测量精度。

[0038] 在设备被校准后,系统继续进行合适测量,在合适测量内,相元件尤其是用于测量的透镜,被插入依据本发明设备的测量端内的准直器之间。进一步,滑动电动直线平台,确定与光路径之间零差异的电动直线平台位置。基于干涉图的电动直线平台的不同位置,在校准测量和具有相元件的合适测量中差别最大,具有玻璃折射率,相元件由玻璃制成,相元件的厚度被确定(我们知晓光路径差异是由相元件引起的)。

[0039] 然而,在有益实施方式中,合适测量期间,具有已知参数的相元件放置在参考端。如果相元件是一模型透镜,我们就知晓厚度、曲线和折射率。在此示例中,依据本发明的设备测量仅来自模型相元件的偏差。

[0040] 在测量期间,来自低相干光源的信号指向光纤耦合器,之后信号从具有耦合器的光纤处传到准直器。在离开准直器后,光线指向测量端的透镜,之后指向一准直器。在离开该准直器后,光线到达第二端的一准直器,其位置取决于电动直线平台的移动。来自准直器的信号指向一耦合器,在该耦合器内信号干涉。来自光纤耦合器的信号指向一检测器。

[0041] 当除了采用低相干光源外还采用第二相干光源时,来自低相干光源的信号指向一光纤耦合器,之后信号从具有耦合器的光纤处传到准直器。在离开准直器后,光线指向测量端的一透镜(5),之后指向一准直器。在离开该准直器后,光线到达第二端的一准直器,其位置取决于电动直线平台的移动。来自准直器的信号指向一耦合器,在该耦合器内信号干涉。来自光纤耦合器的信号指向一检测器。系统的另一方面,来自相干光源的信号指向具有光纤耦合器的某一光纤,由低相干光源产生的信号出现于光纤,光纤未与检测器连接,之后信号从具有耦合器的光纤处传到准直器。在离开准直器后,光线指向测量端的一透镜,之后指向一准直器。在离开该准直器后,光线达到第二端的一准直器,其位置取决于电动直线平台的移动。来自准直器的信号指向一耦合器,在该耦合器内信号干涉。来自光纤耦合器的信号指向一检测器。多亏于第二(相干)光源的出现,有可能提高电动直线平台位置测量的精度。

[0042] 当采用一模型相元件放置于参考端内时,来自低相干光源的信号指向一光纤耦合器,之后信号从具有耦合器的光纤处传到准直器。在离开准直器后,光线指向测量端的一透镜,之后指向一准直器。在离开该准直器后,光线到达一模型透镜,之后到达第二端的一准直器,其位置取决于电动直线平台的移动。来自准直器的信号指向一耦合器,在该耦合器内信号干涉。来自光纤耦合器的信号指向一检测器。

[0043] 当测量一相元件的曲线时,来自低相干光源的信号指向一光纤耦合器,之后信号从具有耦合器的光纤处传到准直器。在离开准直器后,光线指向测量端的一平凸透镜,之后指向一准直器。透镜(5.3)安装在一系统中,该系统能够沿着X和Y轴移动。在离开准直器后,光线到达第二端的一准直器,其位置取决于电动直线平台的移动。来自准直器的信号指向一耦合器,在该耦合器内信号干涉。来自光纤耦合器的信号指向一检测器。

[0044] 透镜折射率测量的示例中,来自低相干光源的信号指向一光纤耦合器,之后信号从具有耦合器的光纤处传到准直器。在离开准直器后,光线指向测量端的一平面平行板,之后指向一准直器。所述平面平行板安装在一能够在当前角度下旋转的结构中。在离开准直器后,光线到达第二端的一准直器,其位置取决于电动直线平台的移动。来自准直器的信号

指向一耦合器,在该耦合器内信号干涉。来自光纤耦合器的信号指向一检测器。

[0045] 当仅在一端,测量端安装的准直器进行测量时,来自低相干光源的信号指向一光纤耦合器,之后信号从具有耦合器的光纤处传到准直器。在离开准直器后,光线指向测量端的一透镜,其位置取决于电动直线平台的移动。在离开具有光纤耦合器的光纤后,光线直接连接至具有第二光纤耦合器的光纤。来自测量和参考端的信号指向一光纤耦合器,在该耦合器内信号干涉。来自光纤耦合器的信号指向一检测器。

[0046] 在所述反射结构中执行系统时,来自低相干光源的信号指向光纤耦合器,之后信号从具有光纤耦合器的光纤处传到准直器。在离开准直器后,光线指向测量端的一透镜,之后由一镜子反射并通过一准直器返回指向所述光纤耦合器并指向检测器。指向该准直器的光线指向一镜子,其位置取决于电动直线平台的位置。在离开光纤耦合器之后,光线被运送至所述检测器。

[0047] 由于定义在可用目录中的折射率的高精度,我们能高准确度地确定相元件的厚度。

[0048] 依据本发明的设备在一图中被示出,图1示出了本发明的基本版本,来自低相干光源(1.1)的信号指向一光纤耦合器(2.1),之后信号从具有光纤耦合器的光纤传至准直器(3.1)和(4.1)。图2示出了采用相干光源和低相干光源的发明;图3示出了采用模型相元件测量的变型发明;图4示出了本发明用于测量相元件曲线的结构;图5示出了本发明一有益实施方式,用于测量平面平行板的折射率,其中采集了两组不同的板倾斜数据;图6示出了本发明所谓缩减版本下的有益实施方式;图7示出了本发明采用基于镜子反射的反射结构版本的有益实施方式;图8示出了本发明采用基于从相元件表面反射的反射结构版本的有益实施方式;图9示出了本发明用于测量具有高绝对色散值的光纤色散版本的有益实施方式。

[0049] 示例1

一用于测量相元件参数和光纤色散的设备包括:一低相干光源,一检测器——光电二极管,两个光纤耦合器,一电动直线平台,四个准直器。

[0050] 依据本发明的测量端包括:具有输入光纤耦合器的光纤,一位于具有输入光纤耦合器的光纤末端的准直器,自由空间,在自由空间内的相元件——透镜安装于一测量持续时间的手柄,一位于具有输出光纤耦合器的光纤起始处的准直器,以及具有输出光纤耦合器的光纤。

[0051] 依据本发明设备的参考端包括:具有输入光纤耦合器的光纤,一位于具有输入光纤耦合器的光纤末端的准直器,自由空间,在自由空间内的相元件——透镜安装于一测量尺寸时间的手柄,一位于具有输出光纤耦合器的光纤起始处的准直器,以及具有输出光纤耦合器的光纤。

[0052] 上述端的长度被分隔成光纤长度和自由空间长度。所述光纤中端的长度为标准长度,如应用于市场销售的光纤耦合器的目录方案中所列,长度等于1m。在自由空间中端的长度为150mm。

[0053] 光源与光纤耦合器连接,包括测量端和参考端一部分的光纤终止于准直器,其中一个准直器与电动直线平台连接,且与检测器连接的一光纤耦合器与测量和参考端的另一侧连接。测量阶段中,待测相元件—待测透镜,安装在测量端的自由空间内。

[0054] 测量相元件参数和光纤色散的方法,采用依据本发明的设备,是两阶段的,其中第一阶段假定依据本发明设备校准,且第二阶段为合适测量阶段。

[0055] 在依据本发明设备的校准期间,来自低相干光源(1.1)的光线指向光纤耦合器(2.1),光纤耦合器内被分隔为两端:测量端和参考端。然而,测量和参考端的自由空间内无相元件。

[0056] 进一步,一旦电动直线平台(6)移动,电动直线平台记录其位置信息,直到获得位置信息与光纤耦合器端之间的光路径两者零差异,位置信息通过检测器的数据分析和电动直线平台位置获得。干涉发生于光纤耦合器(2.2)中,在通过准直器(3.2)和(4.2)后,干涉图按照时间函数被采集形成,时间函数转化为电动直线平台运动。干涉图由光电检测器采集形成,尤其由光电二极管采集形成。

[0057] 在设备被校准后,系统继续进行合适测量,在合适测量内,相元件尤其是用于测量的透镜,被插入依据本发明设备的测量端内的准直器(3.1)和(3.2)之间。进一步,滑动电动直线平台,确定与光路径之间零差异的电动直线平台位置。基于干涉图的电动直线平台的不同位置,在校准测量和具有相元件的合适测量中差别最大,具有玻璃折射率,相元件由玻璃制成,相元件的厚度,尤其是透镜的厚度被确定。

[0058] 来自低相干光源(1.1)的信号指向光纤耦合器(2.1),之后信号从具有光纤耦合器的光纤处传到准直器(3.1)和(4.1)。在离开准直器(3.1)后,光线指向测量端的一相元件—透镜(5.1),之后指向一准直器(3.2)。在离开该准直器(4.1)后,光线到达第二端的一准直器(4.2),其位置取决于电动直线平台(6)的移动。来自准直器(3.2)和(4.2)的信号指向一耦合器(2.2),在该耦合器(2.2)内信号干涉。来自光纤耦合器的信号指向一检测器(7.1)。

[0059] 由于定义在可用目录中的折射率的高精度,我们能高准确度地确定相元件的厚度。

[0060] 示例2

一用于测量相元件参数和光纤色散的设备包括:一低相干和相干光源,光电二极管形式的两个检测器,两个光纤耦合器,一个电动直线平台,四个准直器。

[0061] 依据本发明的测量端包括:具有输入光纤耦合器的光纤,一位于具有输入光纤耦合器的光纤末端的准直器,自由空间,在自由空间内的相元件—透镜安装于一测量持续时间的柄,一位于具有输出光纤耦合器的光纤起始处的准直器,以及具有输出光纤耦合器的光纤。

[0062] 依据本发明设备的参考端包括:具有输入光纤耦合器的光纤,一位于具有输入光纤耦合器的光纤末端的准直器,自由空间,一位于具有输出光纤耦合器的光纤起始处的准直器,输出光纤耦合器安装在一电动直线平台上,以及具有输出光纤耦合器的光纤。

[0063] 上述端的长度被分隔成光纤长度和自由空间长度。所述光纤中端的长度为标准长度,如应用于市场销售的光纤耦合器的目录方案中所列,长度等于1m。在自由空间中端的长度为150mm。光纤耦合器由标准的单模光纤制造。

[0064] 相干光源和检测器与输入光纤耦合器连接,包括测量端和参考端一部分的光纤终止于准直器,其中一个准直器与电动直线平台连接,且输入光纤耦合器连接至第二检测器,低相干光源连接于测量端和参考端的另一侧。

[0065] 相干光源的示例中,相干长度比电动直线平台移动的范围更高或者相等。

[0066] 测量相元件参数和光纤色散的方法,采用依据本发明的设备,是两阶段的,其中第一阶段假定依据本发明设备校准,且第二阶段为合适测量阶段。

[0067] 在依据本发明设备的校准期间,来自低相干光源(1.1)和(1.2)的光线指向光纤耦合器(2.1)和(2.2),光纤耦合器内被分隔为两端:测量端和参考端。然而,测量和参考端的自由空间内无相元件。

[0068] 电动直线平台移动,促使干涉图被注册用于每个光源。进一步,一旦电动直线平台移动,电动直线平台记录其位置信息,直到获得位置信息与光纤耦合器端之间的光路径两者零差异,位置信息通过检测器的数据分析和电动直线平台位置获得。干涉发生于两个光纤耦合器中,其中一个支持来自干涉光源的干涉,且第二个支持来自低相干光源的干涉。干涉图由光电检测器采集形成,尤其由光电二极管采集形成。

[0069] 在设备被校准后,系统继续进行合适测量,在合适测量内,相元件尤其是用于测量的透镜,被插入依据本发明设备的测量端内的准直器(3.1)和(3.2)之间。进一步,滑动电动直线平台,确定与光路径之间零差异的电动直线平台位置。基于干涉图的电动直线平台的不同位置,在校准测量和具有相元件的合适测量中差别最大,具有玻璃折射率,相元件由玻璃制成,相元件的厚度,尤其是透镜的厚度被确定。

[0070] 来自低相干光源(1.1)的信号指向光纤耦合器(2.1),之后信号从具有光纤耦合器的光纤处传到准直器(3.1)和(4.1)。在离开准直器(3.1)后,光线指向测量端的一相元件-透镜(5.1),之后指向一准直器(3.2)。在离开该准直器(4.1)后,光线到达第二端的一准直器(4.2),其位置取决于电动直线平台(6)的移动。来自准直器(3.2)和(4.2)的信号指向一耦合器(2.2),在该耦合器(2.2)内信号干涉。来自光纤耦合器的信号指向一检测器(7.1)。系统的另一方面,来自相干光源(1.2)的信号指向光纤耦合器(2.2),之后信号从具有光纤耦合器的光纤处传到准直器(3.2)和(4.2)。在离开准直器(3.2)后,光线指向测量端的一相元件-透镜(5.1),相元件位于指向一准直器(3.2)的后面。在离开所述准直器(4.2)后,光线到达第二端的一准直器(4.1),其位置取决于电动直线平台(6)的移动。来自准直器(3.1)和(4.1)的信号指向一光纤耦合器(2.1),在该耦合器(2.1)内信号干涉。来自光纤耦合器的信号指向一检测器(7.2)。多亏于第二(相干)光源的存在,有可能提高电动线性平台位置测量的精度。

[0071] 由于定义在可用目录中的折射率的高精度,我们能高准确度地确定相元件的厚度。

[0072] 示例3

一用于测量相元件参数和光纤色散的设备包括:一低相干光源,一检测器-光电二极管,两个光纤耦合器,一个电动直线平台,四个准直器。作为测量的部分,待测相元件的规格基于一模型相元件而被确定,该模型相元件为一具有常见光学参数和尺寸的模型透镜。

[0073] 依据本发明的测量端包括:具有输入光纤耦合器的光纤,一位于具有输入光纤耦合器的光纤末端的准直器,自由空间,在自由空间内的相元件-一透镜安装于一测量持续时间的手柄,一位于具有输出光纤耦合器的光纤起始处的准直器,以及具有输出光纤耦合器的光纤。

[0074] 依据本发明设备的参考端包括:具有输入光纤耦合器的光纤,一位于具有输入光纤耦合器的光纤末端的准直器,自由空间,在自由空间内的相元件-一模型透镜安装于一测

量持续时间的手柄,一位于具有输出光纤耦合器的光纤起始处的准直器,所述输出光纤耦合器安装于电动直线平台上,以及具有输出光纤耦合器的光纤。

[0075] 上述端的长度被分隔成光纤长度和自由空间长度。所述光纤中端的长度为标准长度,如应用于市场销售的光纤耦合器的目录方案中所列,长度等于1m。在自由空间中端的长度为150mm。

[0076] 光源与输入光纤耦合器连接,包括测量端和参考端一部分的光纤终止于准直器,其中一个准直器与电动直线平台连接,且连接于一检测器的光纤耦合器与测量端和参考端的另一侧连接。在测量阶段,待测相元件-待测透镜-被安装在测量端的自由空间内,以及一模型相元件-模型透镜-安装在参考端。所述模型相元件安装在一电动直线平台上。

[0077] 测量相元件参数和光纤色散的方法,采用依据本发明设备,是两阶段的,其中第一阶段假定依据本发明设备校准,且第二阶段为合适测量阶段。

[0078] 在依据本发明设备的校准期间,来自低相干光源(1.1)的光线指向光纤耦合器(2.1),光纤耦合器内被分隔为两端:测量端和参考端。然而,测量和参考端的自由空间内无相元件。

[0079] 进一步,一旦电动直线平台(6)移动,电动直线平台记录其位置信息,直到获得位置信息与光纤耦合器端之间的光路径两者零差异,位置信息使用检测器读取。干涉发生于两个光纤耦合器中(2.2),在通过准直器(3.2)和(4.2)之后,一干涉图按照时间函数收集形成,时间函数转换为电动直线平台运动。干涉图由光电检测器采集形成,尤其由光电二极管采集形成。

[0080] 在设备被校准后,系统继续进行合适测量,在合适测量内,相元件尤其是用于测量的透镜,被插入依据本发明设备的测量端内的准直器(3.1)和(3.2)之间。另外,一包括具有已知参数的一模型透镜的模型相元件,放置在参考端的准直器(4.1)和(4.2)之间。进一步,滑动电动直线平台,确定与光路径之间零差异的电动直线平台位置。基于干涉图的电动直线平台的不同位置,在校准测量和具有相元件的合适测量中差别最大,具有玻璃折射率,相元件由玻璃制成,相元件的厚度,尤其是透镜的厚度被确定。

[0081] 来自低相干光源(1.1)的信号指向所述光纤耦合器(2.1),之后信号从具有光纤耦合器的光纤传到准直器(3.1)和(4.1)。在离开准直器(3.1)后,光线指向测量端的一相元件-透镜(5.1),之后指向一准直器(3.2)。光线离开所述准直器(4.1)后,到达一模型透镜(5.2),之后到达在第二端的一准直器(4.2),其位置取决于电动直线平台(6)的移动。来自准直器(3.2)和(4.2)的信号指向一光纤耦合器(2.2),在该耦合器(2.2)内信号干涉。来自光纤耦合器的信号指向一检测器(7.1)。

[0082] 由于定义在可用目录中的折射率的高精度,我们能高准确度地确定相元件的厚度。

[0083] 示例4

一用于测量相元件参数和光纤色散的设备包括:一低相干光源,一检测器-光电二极管,两个光纤耦合器,一电动直线平台,一允许沿X、Y轴移动的系统,四个准直器。作为测量的部分,平放于另一侧的待测相元件的规格,当相元件被放置在能沿X、Y轴移动的系统时,被确定。

[0084] 依据本发明的测量端包括:具有输入光纤耦合器的光纤,一位于具有输入光纤耦

合器的光纤末端的准直器,自由空间,在自由空间内的相元件—透镜安装于一用于测量持续时间沿X、Y轴移动的手柄,一位于具有输出光纤耦合器的光纤起始处的准直器,以及具有输出光纤耦合器的光纤。

[0085] 依据本发明设备的参考端包括:具有输入光纤耦合器的光纤,一位于具有输入光纤耦合器的光纤末端的准直器,自由空间,在自由空间内的相元件—模型透镜安装于一合适测量持续时间的手柄,一位于具有输出光纤耦合器的光纤起始处的准直器,所述输出光纤耦合器安装于电动直线平台上,以及具有输出光纤耦合器的光纤。

[0086] 上述端的长度被分隔成光纤长度和自由空间长度。所述光纤中端的长度为标准长度,如应用于市场销售的光纤耦合器的目录方案中所列,长度等于1m。在自由空间中端的长度为150mm。

[0087] 光源与输入光纤耦合器连接,包括测量端和参考端一部分的光纤终止于准直器,其中一个准直器与电动直线平台连接,且连接于一检测器的光纤耦合器与测量端和参考端的另一侧连接。在测量阶段,待测相元件—平放于一侧且放置在一电动直线平台上—被安装在测量光纤区域。

[0088] 测量相元件参数和光纤色散的方法,采用依据本发明设备,是两阶段的,其中第一阶段假定依据本发明设备校准,且第二阶段为合适测量阶段。

[0089] 在依据本发明设备的校准期间,来自低相干光源(1.1)的光线指向光纤耦合器(2.1),光纤耦合器内被分隔为两端:测量端和参考端。然而,测量和参考端的自由空间内无相元件。

[0090] 进一步,一旦电动直线平台(6)移动,电动直线平台记录其位置信息,直到获得位置信息与光纤耦合器端之间的光路径两者零差异,位置信息使用检测器读取。干涉发生于两个光纤耦合器中(2.2),在通过准直器(3.2)和(4.2)之后,一干涉图按照时间函数收集形成,时间函数转换为电动直线平台运动。干涉图由光电检测器采集形成,尤其由光电二极管采集形成。

[0091] 在设备被校准后,系统继续进行合适测量,在合适测量内,相元件尤其是用于测量的透镜,被插入依据本发明设备的测量端内的准直器(3.1)和(3.2)之间。进一步,滑动电动直线平台,确定与光路径之间零差异的电动直线平台位置。滑动待测相元件,而测量是在几个位置进行。基于干涉图的电动直线平台的不同位置,在校准测量和具有相元件的合适测量中差别最大,具有玻璃折射率,相元件由玻璃制成,相元件的厚度,尤其是透镜的厚度被确定。

[0092] 来自低相干光源(1.1)的信号指向所述光纤耦合器(2.1),之后信号从具有光纤耦合器的光纤传到准直器(3.1)和(4.1)。在离开准直器(3.1)后,光线指向测量端的一相元件—透镜(5.3),之后指向一准直器(3.2)。平面待测相元件(5.3)安装在能沿X、Y轴(8)移动的系统中。在离开准直器(4.1)之后,光线到达第二端的一准直器(4.2),其位置取决于电动直线平台(6)的移动。来自准直器(3.2)和(4.2)的信号指向一光纤耦合器(2.2),在该耦合器(2.2)内信号干涉。来自光纤耦合器的信号指向一检测器(7.1)。

[0093] 由于定义在可用目录中的折射率的高精度,我们能高准确度地确定相元件的厚度。

[0094] 实施例5

一用于测量相元件参数和光纤色散的设备包括：一低相干光源，一检测器-光电二极管，两个光纤耦合器，一电动直线平台，四个准直器。作为测量的部分，安装于某一电动直线平台上的待测相元件的规格被确定。

[0095] 依据本发明的测量端包括：具有输入光纤耦合器的光纤，一位于具有输入光纤耦合器的光纤末端的准直器，自由空间，在自由空间内的相元件——平面平行板安装于一测量持续时间的手柄，一位于具有输出光纤耦合器的光纤起始处的准直器，以及具有输出光纤耦合器的光纤。

[0096] 依据本发明设备的参考端包括：具有输入光纤耦合器的光纤，一位于具有输入光纤耦合器的光纤末端的准直器，自由空间，一位于具有输出光纤耦合器的光纤起始处的准直器，所述输出光纤耦合器安装于电动直线平台上，以及具有输出光纤耦合器的光纤。

[0097] 上述端的长度被分隔成光纤长度和自由空间长度。所述光纤中端的长度为标准长度，如应用于市场销售的光纤耦合器的目录方案中所列，长度等于1m。在自由空间中端的长度为150mm。光纤耦合器由标准单模光纤制造而成。

[0098] 光源与输入光纤耦合器连接，包括测量端和参考端一部分的光纤终止于准直器，其中一个准直器与电动直线平台连接，且连接于一检测器的光纤耦合器与测量端和参考端的另一侧连接。在测量阶段，待测相元件——平面平行板放置在一电动直线平台上——被安装在测量光纤区域。

[0099] 测量相元件参数和光纤色散的方法，采用依据本发明设备，是两阶段的，其中第一阶段假定依据本发明设备校准，且第二阶段为合适测量阶段。

[0100] 在依据本发明设备的校准期间，来自低相干光源(1.1)的光线指向光纤耦合器(2.1)，光纤耦合器内被分隔为两端：测量端和参考端。然而，测量和参考端的自由空间内无相元件。

[0101] 进一步，一旦电动直线平台(6)移动，电动直线平台记录其位置信息，直到获得位置信息与光纤耦合器端之间的光路径两者零差异，位置信息使用检测器读取。干涉发生于两个光纤耦合器中(2.2)，在通过准直器(3.2)和(4.2)之后，一干涉图按照时间函数收集形成，时间函数转换为电动直线平台运动。干涉图由光电检测器采集形成，尤其由光电二极管采集形成。

[0102] 在设备被校准后，系统继续进行合适测量，在合适测量内，相元件——用于测量的平面平行板，被插入依据本发明设备的测量端内的准直器(3.1)和(3.2)之间。进一步，滑动电动直线平台，确定与光路径之间零差异的电动直线平台位置。然而测量按照测量板至少以已知角度旋转两次的方式进行。

[0103] 基于干涉图的电动直线平台的不同位置，在校准测量和具有相元件和已知旋转角度的合适测量中差别最大，相元件的折射率被确定。

[0104] 来自低相干光源(1.1)的信号指向所述光纤耦合器(2.1)，之后信号从具有光纤耦合器的光纤传到准直器(3.1)和(4.1)。在离开准直器(3.1)后，光线指向测量端的一板(5.4)，之后指向一准直器(3.2)。所述板(5.4)安装在能以当前角度(9)转动的系统中。在离开准直器(4.1)之后，光线到达第二端的一准直器(4.2)，其位置取决于电动直线平台(6)的移动。来自准直器(3.2)和(4.2)的信号指向一光纤耦合器(2.2)，在该耦合器(2.2)内信号干涉。来自光纤耦合器的信号指向一检测器(7.1)。

[0105] 示例6

一用于测量相元件参数和光纤色散的设备包括：一低相干光源，一检测器-光电二极管，两个光纤耦合器，一电动直线平台，两个准直器。作为测量的部分，安装于一手柄的待测相元件的规格被确定。

[0106] 依据本发明的测量端包括：具有输入光纤耦合器的光纤，一位于具有输入光纤耦合器的光纤末端的准直器，被连接于具有一输出光纤耦合器的光纤。

[0107] 依据本发明设备的参考端包括：具有输入光纤耦合器的光纤，一位于具有输入光纤耦合器的光纤末端的准直器，自由空间，安装在一手柄上的透镜位于自由空间内，一位于具有输出光纤耦合器的光纤起始处的准直器，所述输出光纤耦合器安装于电动直线平台上，以及具有输出光纤耦合器的光纤。

[0108] 上述端的长度被分隔成光纤长度和自由空间长度。所述光纤中端的长度为标准长度，如应用于市场销售的光纤耦合器的目录方案中所列，长度等于1m。在自由空间中端的长度为150mm。光纤耦合器由标准单模光纤制造而成。

[0109] 在测量阶段，一待测相元件-一待测透镜-被安装在测量光纤区域中，以及所述准直器安装在所述电动直线平台上。

[0110] 测量相元件参数和光纤色散的方法，采用依据本发明设备，是两阶段的，其中第一阶段假定依据本发明设备校准，且第二阶段为合适测量阶段。

[0111] 在依据本发明设备的校准期间，来自低相干光源(1.1)的光线指向光纤耦合器(2.1)，光纤耦合器内被分隔为两端：测量端和参考端。然而，测量端的自由空间内无相元件。

[0112] 进一步，一旦电动直线平台(6)移动，电动直线平台记录其位置信息，直到获得位置信息与光纤耦合器端之间的光路径两者零差异。干涉发生于光纤耦合器中(2.2)，在通过准直器(3.1)和(3.2)之后，一干涉图按照时间函数收集形成，时间函数转换为电动直线平台运动。干涉图由光电检测器采集形成，尤其由光电二极管采集形成。

[0113] 在设备被校准后，系统继续进行合适测量，在合适测量内，一用于测量的透镜被插入依据本发明设备的测量端内的准直器(3.1)和(3.2)之间。进一步，滑动电动直线平台，确定与光路径之间零差异的电动直线平台位置。基于干涉图的电动直线平台的不同位置，在校准测量和具有相元件和已知折射率的合适测量中差别最大，相元件的厚度被确定。

[0114] 由于定义在可用目录中的折射率的高精度，我们能高准确度地确定相元件的厚度。

[0115] 来自低相干光源(1.1)的信号指向所述光纤耦合器(2.1)，之后信号从具有光纤耦合器的光纤传到准直器(3.1)。在离开准直器(3.1)后，光线指向测量端的一透镜(5.1)，之后指向一准直器(3.2)，其位置取决于电动直线平台(6)的移动。在离开光纤耦合器(2.1)之后，光线由具有参考端的光纤传输至第二光纤耦合器(2.2)。来自测量、参考端的信号指向光纤耦合器(2.2)，在该耦合器(2.2)内信号干涉。来自光纤耦合器的信号指向一检测器(7.1)。

[0116] 在此设计下，所述两个准直器，和校准系统被设计来避免调节这些系统的必要性。所述方法是有效的，如果具有该系统的光纤具有小色散(所述小色散不能扭曲降低理想准确度水平下的测量)

示例7

在本发明另一有益实施方式下-系统的反射结构中,如图7所示,所述设备包括:一优选的低相干光源,一优选的检测器,一优选的光纤耦合器,两个优选的镜子,两个优选的准直器。作为测量的部分,待测相元件-一待测透镜的规格被确定。

[0117] 然而,与M-Z结构对比,依据本发明设备的此实施方式,促使相元件在光束上有更大影响,在电磁波两次穿过透镜后。自通过系统的双倍光通道需要提高的精度(依据奈奎斯特准则的要求)后,提高关于M-Z结构的移动精度的需求逐渐上升,而保持相同扫描范围。此外,反射结构特征返回反射-相同能量达到光源和检测器(有时促使采用额外的光衰减器)。

[0118] 来自低相干光源(1.1)的信号指向光耦合器(2.1),之后信号从具有光纤耦合器的光纤处传至所述准直器(3.1)和准直器(4.1)。在离开准直器(3.1)后,光线指向测量端的一透镜(5.1),之后由一镜子(10.1)反射,并通过透镜(5.1)和准直器,光线指向返回至光纤耦合器(2.1)并指向检测器(7.1)。指向准直器(4.1)的光线之后指向所述镜子(10.1),其位置取决于电动直线平台(6)的移动。在离开光纤耦合器(2.1)后,光线传输至所述检测器(7.1)。

[0119] 示例8

在本发明另一有益实施方式下-在系统的镜子反射结构中,如图8所示,所述设备包括:一低相干光源,一检测器,一光纤耦合器,一镜子,两个准直器。作为测量部分,待测相元件的规格被确定。

[0120] 采用反射结构的测量构思与示例7中示出的测量构思是不同的。差异是获得干涉的方法,在此示例下,干涉出现在自相元件第一、第二测量表面反射的信号和在参考端传播的信号之间:物理工作原理仍保持不变。

[0121] 来自低相干光源(1.1)的信号指向光纤耦合器(2.1),之后信号从具有光纤耦合器的光纤处传至准直器(3.1)和(4.1)。在离开准直器(3.1)后,光线指向测量端中的一透镜(5.1),之后由相元件表面反射并通过透镜(5.1)和准直器,光线指向返回到光纤耦合器(2.1)并指向检测器(7.1)。指向准直器(4.1)的光线之后指向镜子(10.1),其位置取决于电动直线平台(6)的移动。在离开光纤耦合器(2.1)之后,光线被传输至所述检测器(7.1)。

[0122] 示例9

在本发明另一有益实施方式下,旨在于测量高绝对色散值的光纤色散,如图8所示,所述设备包括一低相干光源,一检测器,一光纤耦合器,一镜子,两个准直器。作为测量部分,待测相元件的规格被确定。

[0123] 在此方案和上述示例1-7中所示方案间的主要区别是测量端被具有绝对高色散的光纤形式的一端所替代。

[0124] 在测量的第一阶段中,光纤(11)的长度被测量。光纤与具有光纤耦合器(2.1)和(2.2)的光纤耦接。耦接通过光纤拼接、对接耦合或其他方式实现。之后,干涉图按照移动函数在电动直线平台中收集形成,与相元件参数的测量相似。折射率的色散值通过产生的干涉图的数学分析获得,考虑光纤(11)的长度信息。

[0125] 来自低相干光源(1.1)的信号指向光纤耦合器(2.1),之后信号从具有光纤耦合器的光纤处传至具有高色散值(11)的光纤和准直器(3.1)。在离开准直器(3.1)后,光线指向准直器(3.2),其位置受电动直线平台(6)控制。来自光纤(11)的信号,以及离开准直器

(3.2)的信号在光纤耦合器(2.2)中干涉。之后,所述信号指向所述检测器(7.1)。

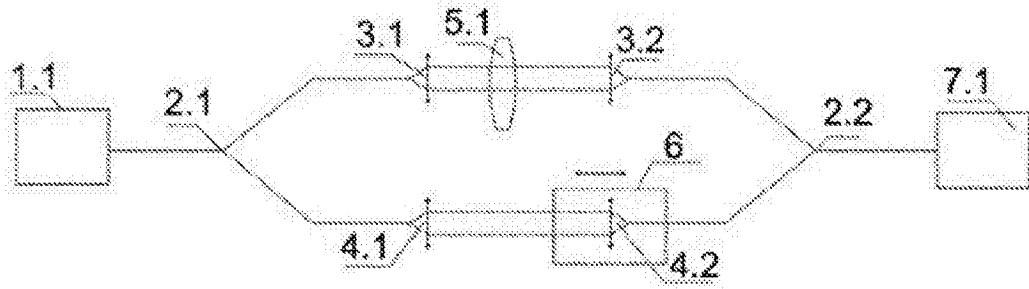


图1

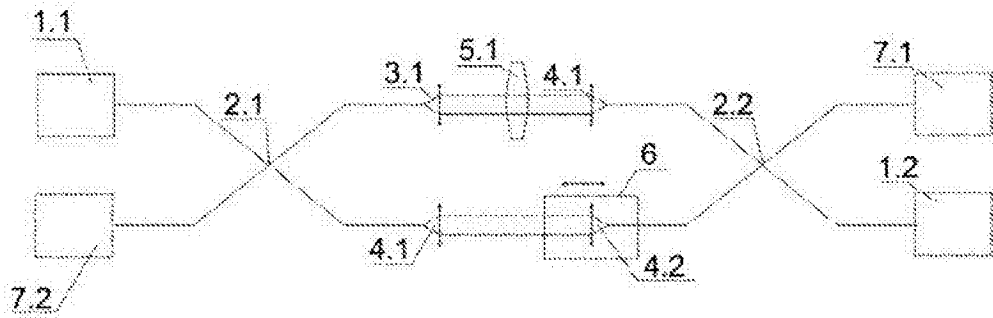


图2

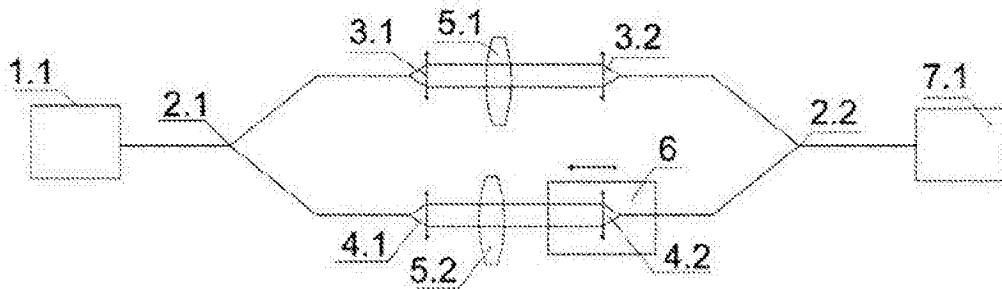


图3

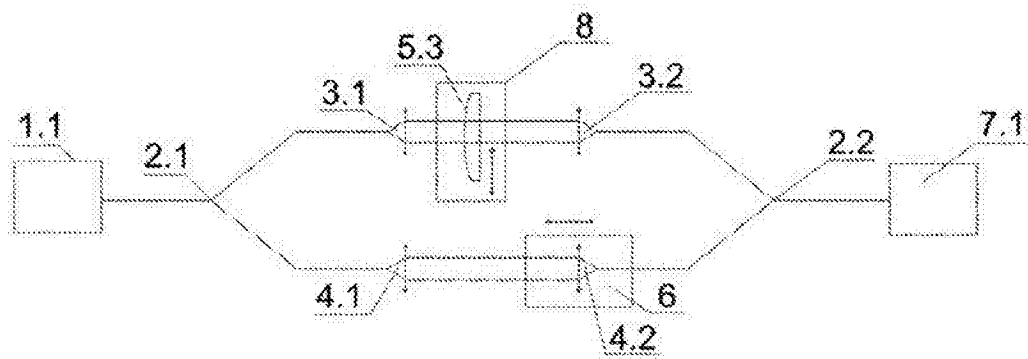


图4

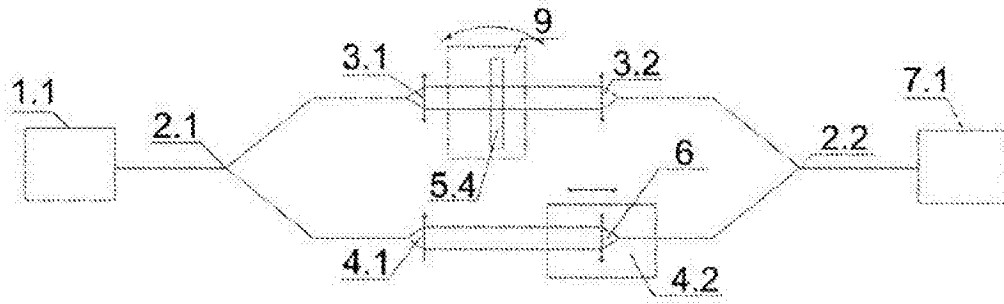


图5

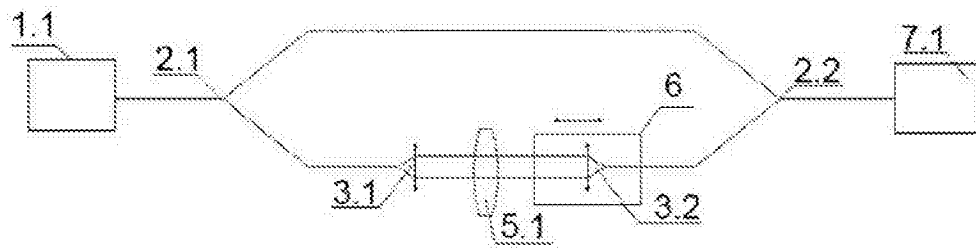


图6

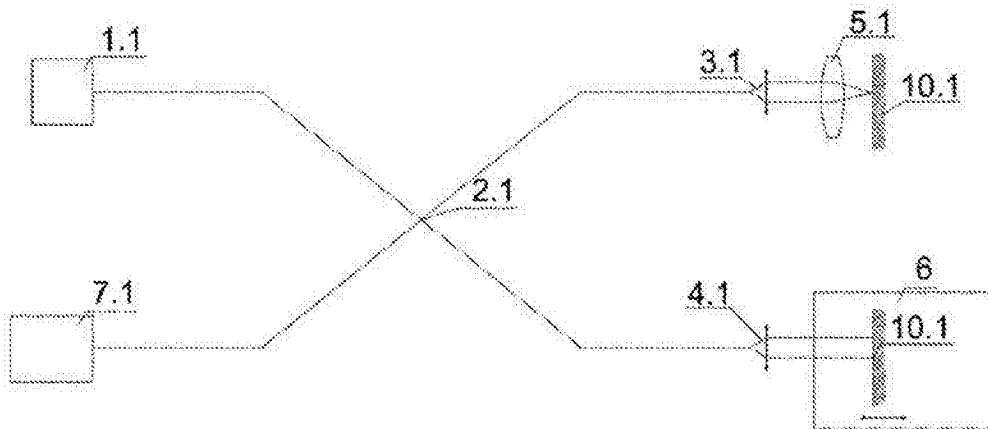


图7

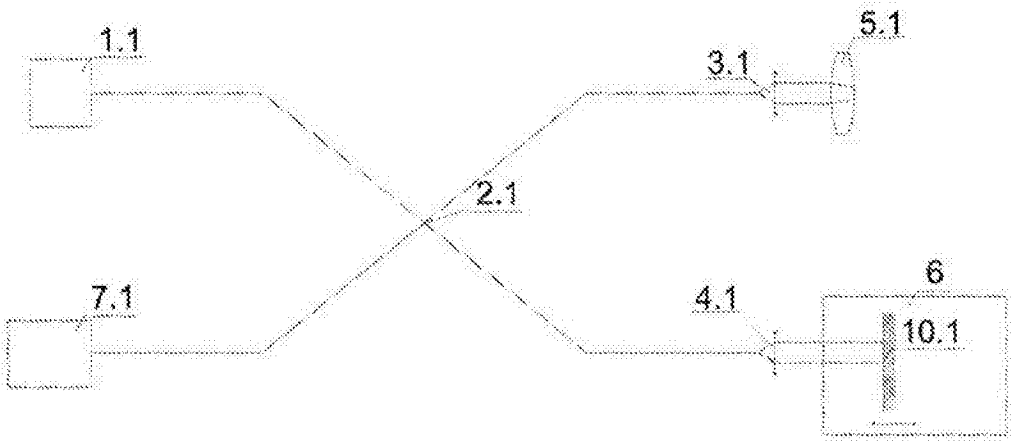


图8

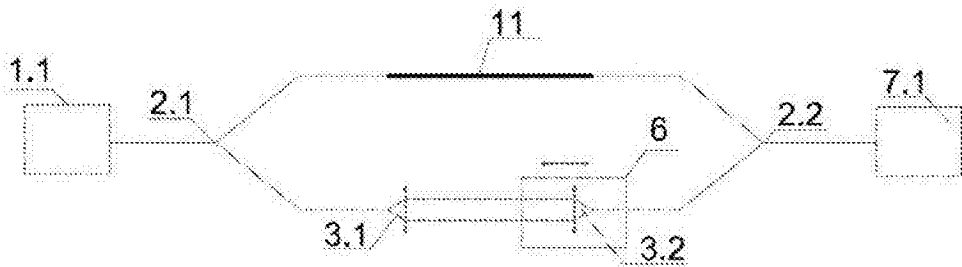


图9

1. 一用于测量相元件参数和光纤色散的设备,其特征在于,包括:至少一光源(1.1),至少一输入光纤耦合器(2.1),至少一电动直线平台(6),至少一检测器(7.1,7.2),至少一准直器(3.1,3.2,4.1,4.2),至少一输出光纤耦合器(2.2);其中,所述光源(1.1)串联连接至一光纤耦合器(2.1),光纤耦合器(2.1)的一端构成了参考端的一部分,其第二端构成了设备测量端的一部分;所述电动直线平台(6)安装于所述设备的至少一端上;设备的至少一端直接连接一检测器(7.1,7.2),或者设备通过一输出光纤耦合器与(2.2)与一检测器(7.1,7.2)连接;以及一准直器(3.1,3.2,4.1,4.2)至少放置在该设备的端上,至少在相元件(5.1,5.2,5.3,5.4,11)之前。

2. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述光源(1.1)为低相干光源。

3. 根据权利要求1或2所述的设备,其特征在于,选自于透镜、平面平行板、光纤或其他中的一模型相元件(5.2),安装在参考端中。

4. 根据权利要求1或2或3所述的设备,其特征在于,光电二极管为检测器(7.1,7.2)。

5. 根据权利要求1或2或3或4所述的设备,其特征在于,依据本发明设备的测量端包括:具有一输入光纤耦合器(2.1)的光纤,一位于具有输入光纤耦合器(2.1)的光纤末端的准直器(3.1),自由空间,在自由空间内的安装有相元件(5.1,5.2,5.4),一位于具有一输出光纤耦合器(2.2)的光纤起始处的准直器(3.2),以及具有一输出光纤耦合器(2.2)的光纤;以及依据本发明设备的参考端包括:具有一输入光纤耦合器(2.1)的光纤,一位于具有输入光纤耦合器(2.1)的光纤末端的准直器(4.1),自由空间,一位于具有一输出光纤耦合器(2.2)的光纤起始处的准直器(4.2),所述输出光纤耦合器(2.2)安装在一电动直线平台(6)上,以及具有一输出光纤耦合器(2.2)的光纤,然而准直器(4.1)或(4.2)中的一个安装在电动直线平台(6)上。

6. 根据权利要求1或2或3或4或5所述的设备,其特征在于,至少一光源(1.1)与输入光纤耦合器(2.1)连接,包括测量和参考端一部分的光纤终止于准直器,其中一个准直器被连接至一电动直线平台(6),连接至检测器的一光纤耦合器与测量、参考端的另一侧连接,且在测量阶段,一待测相元件(5.1,5.3,5.4)安装在测量端区域内。

7. 根据权利要求1或2或3或4或5所述的设备,其特征在于,待测相元件(5.1,5.3,5.4),尤其是一待测透镜,被放置在测量端的自由空间中,在准直器(3.1)之后;所述准直器放置在具有输入光纤耦合器(2.1)的光纤末端,且在支承电动直线平台的准直器(4.2)之前;以及具有输入光纤耦合器(2.1)的光纤,光纤不终止于一准直器,直接与具有输出光纤耦合器(2.2)的光纤连接,或者通过另一光纤与具有输出光纤耦合器(2.2)的光纤连接,光纤不终止于一准直器。

8. 根据权利要求1或2或3或4或5所述的设备,其特征在于,大色散光纤(11)与具有光纤耦合器(2.1)和(2.2)的光纤连接,且所述连接通过光纤熔接或连接耦合或其他方式实现;依据本发明设备的参考端包括所述准直器(3.1)和准直器(3.2),交互串联连接,放置在电动直线平台(6)上,准直器与高色散光纤(11)平行,以及高色散光纤(11)和准直器系统(3.1)和(3.2)与连接至检测器(7.1)的光纤耦合器(2.2)连接。

9. 依据权利要求7或8所述的设备,其特征在于,支承电动直线平台(6)的准直器位于与待测相元件的不同端,相元件尤其为待测透镜。

10. 根据权利要求1或2或3或4或5或6或7或8或9,其特征在于,除了低相干光源(1.1)外

还采用第二相干光源(1.2),第二相干光源(1.2)参照第一光源(1.1)交叉连接至设备;来自低相干光源(1.1)的输出信号通过输入光纤耦合器(2.1)指向参考、测量端,之后通过连接的输出光纤耦合器(2.2)到达检测器,第二相干光源(1.2)连接至具有输出光纤耦合器(2.2)的第二光纤,输出信号从第二光纤通过;以及测量端信号指向输入光纤耦合器(2.1)和第二检测器(7.2)。

11.根据权利要求1或2或3或4或5所述的设备,其特征在于,一光源(1.1)连接至输入光纤耦合器(2.1),包括测量、参考端一部分的光纤终止于准直器(3.1,4.1),其中一个准直器连接于与一镜子(10)连接的电动直线平台(6),一相元件(5.1,5.3,5.4)被安装在进行合适测量阶段的测量端区域中。

12.根据权利要求11所述的设备,其特征在于,一镜子(11)被放置在待测相元件(5.1,5.2,5.3,5.4)的后方。

13.根据前述权利要求中的任一所述设备,其特征在于,低相干光源为从SLED、LED、超宽谱光源、低相干激光和其他具有至少几纳米光谱宽度的光源中选择的一种光源。

14.根据前述权利要求中的任一所述设备,其特征在于,电动直线平台(6)沿着一轴移动,且相元件(5.1,5.2,5.3,5.4)的手柄沿着三轴移动并能够绕三轴中的任意轴转动。

15.一用于测量相元件参数和光纤色散的方法,采用权利要求1-14所述设备,其特征在于,该方法为两阶段的,其中第一阶段假定依据本发明设备校准,且第二阶段为合适测量阶段;其特征在于,在依据本发明设备的校准期间,来自低相干光源(1.1)的光线指向光纤耦合器(2.1),光纤耦合器(2.1)内被分隔为两端:测量端和参考端;之后电动直线平台(6)移动,电动直线平台记录其位置信息,直到获得位置信息与光纤耦合器端之间的光路径两者零差异,干涉图由光电检测器,尤其是光电二极管,在时间延迟中收集形成;之后设备被校准,系统继续执行合适测量,在合适测量内,相元件尤其是用于测量的透镜,被插入依据本发明设备的测量端内的;之后滑动电动直线平台,确定与光路径之间零差异的电动直线平台位置;相元件的所选参数在基于校准和合适测量中等效光学路径的不同位置而被确定。

16.根据权利要求15所述的方法,其特征在于,所述校准和合适测量在依据本发明设备的反射结构中扫描时完成。

17.根据权利要求15或16所述的方法,其特征在于,来自低相干光源(1.1)的测量信号指向光纤耦合器(2.1),之后信号从具有光纤耦合器的光纤传至准直器(3.1)和(4.1);在离开测量端的准直器(3.1)后,光线指向一相元件-透镜(5.1),之后指向一准直器(3.2);在离开准直器(4.1)后,光线射入第二端的一准直器(4.2),其位置取决于电动直线平台(6)的移动,来自准直器(3.2)和(4.2)的信号指向一光纤耦合器(2.2),在该耦合器(2.2)内信号干涉,来自光纤耦合器的信号指向一检测器(7.1)。

18.根据权利要求15或16所述的方法,其特征在于,除了采用低相干光源外还采用第二相干光源,来自低相干光源(1.1)的信号指向光纤耦合器(2.1),之后信号从具有光纤耦合器的光纤处传到准直器(3.1)和(4.1);在离开准直器(3.1)后,光线指向测量端的一相元件-透镜(5.1),之后指向一准直器(3.2);在离开该准直器(4.1)后,光线到达第二端的一准直器(4.2),其位置取决于电动直线平台(6)的移动;来自准直器(3.2)和(4.2)的信号指向一耦合器(2.2),在该耦合器(2.2)内信号干涉;来自光纤耦合器的信号指向一检测器(7.1);系统的另一方面,来自相干光源(1.2)的信号指向光纤耦合器(2.2),之后信号从具

有光纤耦合器的光纤处传到准直器(3.2)和(4.2);在离开准直器(3.2)后,光线指向测量端的一透镜(5.1),之后指向一准直器(3.2)并之后指向第二端的准直器(4.1)其位置取决于电动直线平台(6)的移动;来自准直器(3.1)和(4.1)的信号指向一光纤耦合器(2.1),在该耦合器(2.1)内信号干涉;来自光纤耦合器的信号指向一检测器(7.2)。

19. 根据权利要求15或16所述的方法,其特征在于,当采用与参考端连接的一模型相元件时,来自低相干光源(1.1)的信号指向光纤耦合器(2.1),之后信号从具有光纤耦合器的光纤处传至准直器(3.1)和(4.1);在离开准直器(3.1)后,光线指向测量端的一模型相元件-模型透镜(5.1),之后指向一准直器(3.2);在离开准直器(4.1)后,光线到达一模型透镜(5.2)并之后到达第二端的一准直器(4.2),其位置取决于电动直线平台(6)的移动;来自准直器(3.2)和(4.2)的信号指向一光纤耦合器(2.2),在该耦合器(2.2)内信号干涉;来自光纤耦合器的信号指向一检测器(7.1)。

20. 根据权利要求15或16所述的方法,其特征在于当测量相元件曲线时,来自低相干光源(1.1)的信号指向光纤耦合器(2.1),之后信号从具有光纤耦合器的光纤处传至准直器(3.1)和(4.1);在离开准直器(3.1)后,光线指向平放于测量端一侧的一相元件-透镜,之后指向准直器(3.2);所述透镜(5.3)安装在能够沿X、Y轴(8)移动的系统中;在离开准直器(4.1)之后,光线到达第二端的一准直器(4.2),其位置取决于电动直线平台(6)的移动,来自准直器(3.2)和(4.2)的信号指向一光纤耦合器(2.2),在该耦合器(2.2)内信号干涉;来自光纤耦合器的信号指向一检测器(7.1)。

21. 根据权利要求15或16所述的方法,其特征在于,当测量折射率时,来自低相干光源(1.1)的信号指向所述光纤耦合器(2.1),之后信号从具有光纤耦合器的光纤传到准直器(3.1)和(4.1);在离开准直器(3.1)后,光线指向测量端的一平面平行板(5.4),之后指向一准直器(3.2);所述平面平行板(5.4)安装在能以当前角度(9)转动的系统中;在离开准直器(4.1)之后,光线到达第二端的一准直器(4.2),其位置取决于电动直线平台(6)的移动;来自准直器(3.2)和(4.2)的信号指向一光纤耦合器(2.2),在该耦合器(2.2)内信号干涉;来自光纤耦合器的信号指向一检测器(7.1)。

22. 根据权利要求15或16所述的方法,其特征在于,当进行仅在一端-光纤耦合器的测量端中安装的准直器的测量时,来自低相干光源(1.1)的信号指向光纤耦合器(2.1),之后信号从具有光纤耦合器的光纤传到准直器(3.1);在离开准直器(3.1)后,光线指向测量端的一相元件-透镜(5.1),之后指向一准直器(3.2),其位置取决于电动直线平台(6)的移动;在离开光纤耦合器(2.1)之后,光线由具有参考端的光纤传输至第二光纤耦合器(2.2);来自测量、参考端的信号指向光纤耦合器(2.2),在该耦合器(2.2)内信号干涉;来自光纤耦合器的信号指向一检测器(7.1)。

23. 根据权利要求15或16所述的方法,其特征在于,当采用反射结构的系统时,来自低相干光源(1.1)的信号指向光纤耦合器(2.1),之后信号从具有光纤耦合器的光纤处传至所述准直器(3.1)和准直器(4.1);在离开准直器(3.1)后,光线指向测量端的一相元件-透镜(5.1),之后由一镜子(10.1)反射并透过透镜(5.1)和准直器,光线指向返回至光纤耦合器(2.1)并指向检测器(7.1);在指向准直器(4.1)的光线之后被指向镜子(10.1),在离开光纤耦合器(2.1)后,光线传输至所述检测器(7.1)。

24. 根据权利要求15或16所述的方法,其特征在于,来自低相干光源(1.1)的信号指向

光纤耦合器(2.1),之后信号从具有光纤耦合器的光纤处传至所述准直器(3.1)和准直器(4.1);在离开准直器(3.1)后,光线指向测量端的一相元件-透镜(5.1),之后由相元件的两表面反射并通过透镜(5.1)和准直器,光线指向返回至光纤耦合器(2.1)并指向检测器(7.1);指向准直器(4.1)的光线之后指向所述镜子(10.1),其位置取决于电动直线平台(6)的移动;在离开光纤耦合器(2.1)后,光线传输至所述检测器(7.1)。

25.根据权利要求15或16所述的方法,其特征在于,当进行仅在一端-光纤耦合器的参考端中安装的准直器的测量时,来自低相干光源(1.1)的信号指向光纤耦合器(2.1),之后信号从具有光纤耦合器的光纤处传至具有高色散值(11)的光纤和准直器(3.1);在离开准直器(3.1)后,光线指向准直器(3.2),其位置由电动直线平台(6)控制,来自光纤(11)的信号和离开准直器(3.2)的信号在光纤耦合器(2.2)内干涉,且之后指向所述检测器(7)。