

(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
2020 年 1 月 9 日 (09.01.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/007218 A1

(51) 国际专利分类号:
G01B 11/02 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/092922

(22) 国际申请日: 2019 年 6 月 26 日 (26.06.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201810709970.7 2018 年 7 月 2 日 (02.07.2018) CN

(71) 申请人: 清华大学(TSINGHUA UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国北京市 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。北京华卓精科科技股份有限公司(BEIJING U-PRECISION TECH CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市大兴区

北京经济技术开发区经海四路 156 号院 10 号楼 4 层, Beijing 100176 (CN)。

(72) 发明人: 朱煜(ZHU, Yu); 中国北京市 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。张鸣(ZHANG, Ming); 中国北京市 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。王磊杰(WANG, Leijie); 中国北京市 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。杨富中(YANG, Fuzhong); 中国北京市 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。成荣(CHENG, Rong); 中国北京市 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。李鑫(LI, Xin); 中国北京市 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。叶伟楠(YE, Weinan); 中国北京市 100084 信箱 82 分箱清华大学

(54) Title: TWO-DEGREE-OF-FREEDOM HETERODYNE GRATING INTERFEROMETRY MEASUREMENT SYSTEM

(54) 发明名称: 二自由度外差光栅干涉测量系统

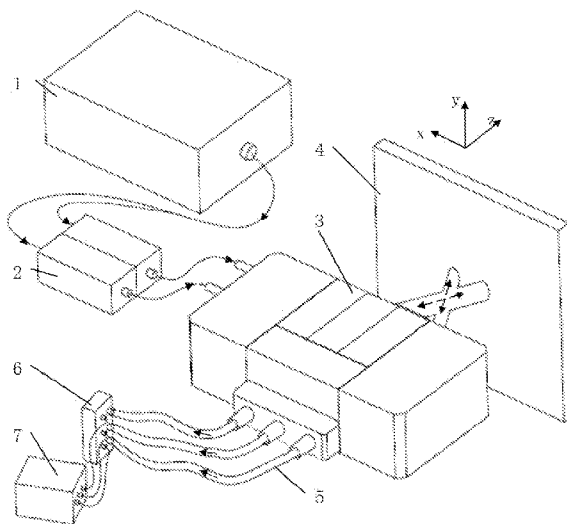


图 1

(57) Abstract: Disclosed is a two-degree-of-freedom heterodyne grating interferometry measurement system, comprising: a single-frequency laser device (1) for emitting a single-frequency laser, wherein the single-frequency laser can be split into a beam of reference light and a beam of measurement light; an interferometer mirror group (3) and a measurement grating (4) for forming a reference interference signal and a measurement interference signal from the reference light and the measurement light; and a receiving optical fiber (5) for receiving the reference interference signal and the measurement interference signal, wherein a core diameter of the receiving optical fiber (5) is less than the width of an interference fringe of the reference interference signal and the measurement interference

专利办公室, Beijing 100084 (CN)。 胡金春(HU, Jinchun); 中国北京市100084信箱82分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。

(74) 代理人: 北京鸿元知识产权代理有限公司 (GRANDER IP LAW FIRM); 中国北京市朝阳区光华路7号汉威大厦东区18A6室, Beijing 100004 (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

signal, so that the receiving optical fiber (5) receives a part of the reference interference signal and the measurement interference signal. The measurement system has the advantages of insensitivity to a grating rotation angle error, a small volume, a light weight, facilitating arrangement, etc., and is particularly suitable for a scenario with a higher requirement for an installation error in industrial application.

(57) 摘要: 一种二自由度外差光栅干涉测量系统, 包括: 单频激光器 (1), 用于发出单频激光, 单频激光可分束为一束参考光和一束测量光; 干涉仪镜组 (3) 和测量光栅 (4), 用于将参考光和测量光形成参考干涉信号和测量干涉信号; 接收光纤 (5), 用于接收参考干涉信号和测量干涉信号, 该接收光纤 (5) 的芯径小于参考干涉信号和测量干涉信号的干涉条纹宽度, 使得接收光纤 (5) 接收参考干涉信号和测量干涉信号的局部。该测量系统对光栅转角误差不敏感、体积小、质量轻、便于布置等优点, 特别适用于工业应用中对安装误差要求较高的场景。

二自由度外差光栅干涉测量系统

技术领域

本发明涉及干涉测量技术领域，更具体地，涉及一种二自由度外差光栅干涉测量系统。

背景技术

干涉测量系统作为一种典型的位移传感器具有对长度的可追溯性、测量精度高、测量范围大、动态测量范围大、易于安装和调试等优点，而被广泛应用于精密和超精密测量领域，常见于精密机械和加工设备中。目前干涉测量系统主要可以分为激光干涉测量系统和光栅干涉测量系统，激光干涉测量系统是基于激光干涉的测量原理，而光栅干涉测量系统基于衍射干涉原理，其测量基准为光栅的栅距，对环境波动的敏感性相对较低，重复测量精度更高。

由于安装以及运动过程中的振动等原因，不可避免的存在光栅的转角误差，导致测量光束和参考光束间存在夹角，无法实现共轴干涉。因此，探测器接收到的并非理想的干涉光斑，而是具有一定条纹周期的干涉条纹，造成交流信号的强度即干涉测量信号 AC/DC 比迅速减小。良好的交流信号强度是实现位移测量的基础，光栅的转角误差将导致信号强度的降低，在光栅存在较大的转角偏差时，系统将无法实现位移的测量。

针对上述问题，目前已有的解决方案主要是在光路中引入角锥棱镜，消除光束夹角，这样在探测器出参考光束和测量光束不会形成干涉条纹。如美国 Zygo 公司美国专利 US20110255096A1(公开日 2011 年 10 月 20 日)，但由于测量光路和参考光路并不重合，仍然存在光束的平行偏离，光栅存在较小转角时，交流信号的 AC/DC 比下降较小，减轻了光栅转角对测量信号质量的影响，但无法从根本上消除，且由于角锥棱镜的引入，导致光路比较复杂，往往形成二次衍射光路，其能量损失较大。

因此，亟需提供一种能够有效的解决由于测量光栅的安装和运动偏差导

致的测量信号强度降低的问题，降低对光栅安装精度及运动过程中转角偏差的要求，特别适用于工业应用中对安装误差要求较高的场景，并进一步具有光学结构简单紧凑，便于实际安装操作，稳定性及经济性好等特点的光栅干涉测量系统。

发明内容

为解决现有技术中存在的问题和满足本领域技术发展需要，本发明提出一种具有大转角允差的二自由度光栅干涉测量系统，本发明光栅干涉测量系统特别适用于工业应用中对安装误差要求较高的场景，还能应用于精密机床、三坐标测量机、半导体检测设备等工件台位移的精密测量等场合。

本发明所采用的技术方案为：

一种二自由度光栅干涉测量系统，包括：单频激光器 1，用于发出单频激光，所述单频激光可分束为一束参考光和一束测量光；干涉仪镜组 3 和测量光栅 4，用于将所述参考光和测量光形成参考干涉信号和测量干涉信号；接收光纤，用于接收所述参考干涉信号和测量干涉信号，所述接收光纤的芯径小于所述参考干涉信号和测量干涉信号的干涉条纹宽度，使得所述接收光纤接收所述参考干涉信号和测量干涉信号的局部。

进一步的，所述接收光纤为多模光纤 5，所述参考干涉信号为一路，所述测量干涉信号为两路，所述两路测量干涉信号和一路参考干涉信号，分别经所述多模光纤 5 耦合接收并输出三路光信号。

进一步的，所述测量光栅 4 可相对于所述干涉仪镜组 3 做水平向和垂向两个自由度的线性运动。

进一步的，所述干涉仪镜组 3 从一侧到另一侧依次包括：反射镜 35、折光元件 33、1/4 波片 34、分光棱镜 31 和偏振分光棱镜 32，其中，所述分光棱镜 31 位于所述偏振分光棱镜 32 之上。

进一步的，所述参考光经过所述分光棱镜 31 后分为三束，并通过所述偏振分光棱镜 32 反射后作为三路干涉信号的参考光；

所述测量光经过所述分光棱镜 31 后分为三束，其中两束测量光经过所述偏振分光棱镜 32 反射后，依次通过所述 1/4 波片 34、所述折光元件 33 后入射至所述测量光栅 4，经光栅衍射后返回，再次经过所述偏振分光棱镜 32 透

射后，与所述三路干涉信号的参考光中的两路干涉，形成两路测量干涉信号；

另一束测量光经过所述偏振分光棱镜 32 反射后，先通过所述 1/4 波片 34，然后经所述反射镜 35 反射后沿原光路返回，再次经过所述 1/4 波片 34、经所述偏振分光棱镜 32 透射后与，所述三路干涉信号的参考光中的另一路干涉，形成一路参考干涉信号。

进一步的，所述干涉仪镜组 3 中各组件之间紧密邻接固定，集成为一体化结构。

进一步的，所述折光元件 33 截面为等腰梯形，所述测量光经梯形两侧透射时发生折射，经梯形顶部透射时发生反射。

进一步的，所述其中两束测量光经所述折光元件 33 后，以特定角度的入射光路至所述测量光栅 4，所述特定角度使得衍射光路与所述入射光路重合；所述衍射光路经过所述折光元件 33 与所述三路干涉信号的参考光中的两路平行干涉，形成两路测量干涉信号。

进一步的，所述干涉测量系统还包括声光调制器 2，所述声光调制器 2 用于对分束后的所述单频激光进行移频。

进一步的，所述干涉测量系统还包括光电转换单元 6 和电子信号处理部件 7，其中：所述光电转换单元 6 用于接收所述多模光纤 5 传输的光信号并转换为电信号，以输入至所述电子信号处理部件 7；所述电子信号处理部件 7 接收所述电信号，用以解算所述测量光栅 4 的线性位移。

与现有技术相比，本发明所提供的二自由度外差光栅干涉测量系统具有以下优点：

(1) 本发明的测量系统对比以往的二自由度干涉测量系统，在满足测量精度要求的基础上，可有效的避免了由于干涉仪和测量光栅间存在的转角安装误差和运动过程中存在的角度偏差对测量信号强度的影响。

(2) 本发明测量系统的体积小，集成度高，有效地提高了空间利用率和整个应用系统的集成度。

(3) 该测量系统能够实现包括两个平动位移的二自由度同时测量，环境敏感度低，测量信号易于处理，分辨率与精度可达纳米甚至更高。

附图说明

通过参考以下具体实施方式及权利要求书的内容并且结合附图，本发明的其它目的及结果将更加明白且易于理解。在附图中：

图 1 为本发明所述二自由度外差干涉测量系统示意图；

图 2 为本发明所述干涉仪镜组的结构示意图；

图 3 为本发明光栅存在转角误差时的示意图；

图 4 是图 3 中 A-A 向的接收光纤与干涉条纹的对比示意图。

图中，1—单频激光器，2—声光调制器，3—干涉仪镜组，4—测量光栅，5—多模光纤，6—光电转换单元，7—电子信号处理部件；31—分光棱镜，32—偏振分光棱镜，33—折光元件，34—1/4 波片，35—反射镜。

具体实施方式

下面将结合附图对本发明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。

在本发明的描述中，需要说明的是，术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。此外，术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

在本发明的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

图 1 为本发明所述二自由度外差光栅干涉测量系统示意图，如图 1 所示，所述具有大转角允差的二自由度外差光栅干涉测量系统包括单频激光器 1、声光调制器 2、干涉仪镜组 3、测量光栅 4、接收光纤、光电转换单元 6 和电子

信号处理部件 7。优选地，所述接收光纤为多模光纤 5，所述测量光栅 4 为一维反射型光栅。

图 2 为本发明所述干涉仪镜组的结构示意图，如图 2 所示，干涉仪镜组 3 从一侧到另一侧（图 2 中从左侧到右侧，或从靠近测量光栅 4 的一侧到另一侧）依次包括：反射镜 35、折光元件 33、1/4 波片 34、分光棱镜 31 和偏振分光棱镜 32，其中，所述分光棱镜 31 位于所述偏振分光棱镜 32 之上，也就是说，分光棱镜 31 位于干涉仪镜组上层，偏振分光棱镜 32 位于干涉仪镜组下层，折光元件 33 位于干涉仪镜组一侧顶端附近（图 2 中左侧顶端附近），为实现高度一体化集成，优选地将干涉仪镜组 3 中各组件之间紧密邻接固定，集成为一体化结构，更为优选地，各组件之间均采用粘接的方式固定。

图 3 是本发明光栅存在转角误差时的示意图，如图 3 所示，当测量光栅相对于理想测量位置存在转角误差时，测量光会偏离参考光，存在一定的夹角，探测器上参考光和测量光两个光斑会偏离，并形成干涉条纹，利用多模光纤 5 直接接收干涉光信号的局部，并且从图 4 中可以看出多模光纤 5 的芯径小于干涉条纹的宽度。

结合图 1 和图 2 详细说明光栅干涉测量系统的原理，具体地：

单频激光器 1 出射单频光，经光纤耦合、光线分束器分束后入射至声光调制器 2 移频，并经格林透镜准直后得到两路带有频差的偏振光 s 光，其中一路作为参考光，一路作为测量光。

参考光经过上层分光棱镜 31 两次分光后得到三束激光，向下入射经过偏振分光棱镜反射后作为三路干涉信号的参考光。

测量光经过分光棱镜 31 分光后同样得到三束激光向下入射，其中两路经过偏振分光棱镜 32 反射后，依次通过 1/4 波片 34，折光元件 33 偏转后入射至测量光栅 4，经光栅衍射后， ± 1 级衍射光中包含光栅的转角和位移信息，沿原光路返回，再次经过 1/4 波片 34，偏振分光棱镜 32 透射后与参考光干涉，形成两路测量干涉信号；另一路测量光经过偏振分光棱镜 32 反射，依次通过 1/4 波片 34，反射镜 35 反射后沿原光路返回，再次经过 1/4 波片 34，偏振分光棱镜 32 透射后与参考光干涉，形成参考干涉信号。

优选地，本发明光路采用利特罗式布置，即所述测量光经折光元件 33 后偏转后，测量光以特定角度入射至测量光栅 4，使得衍射光路与入射光路重合，

衍射光路经过折光元件 33 形成与参考光平行的测量光,再次通过 1/4 波片 34, 偏振分光棱镜 32 透射后与参考光干涉, 形成两路测量信号。

所述两路测量干涉信号和一路参考干涉信号, 分别经三个多模光纤 5 直接耦合干涉光斑的部分区域, 共形成三路信号, 其信号强度可满足测量需求。传输至光电转换单元 6 转换为电信号, 并输入至电子信号处理部件 7 进行处理, 利用得到的相位信息, 解算二自由度线性运动。所述测量光栅 4 相对于干涉仪镜组 3 做水平向和垂向两个自由度的线性运动时, 电子信号处理部件 7 将输出二自由度线性位移。

二自由度运动解算的表达式为

$$x = \frac{\phi_1 - \phi_2}{2} \times \frac{p}{2\pi}$$

$$z = \frac{\phi_1 + \phi_2}{2} \times \frac{\lambda}{4\pi \cos \theta}$$

式中, x, z 为光栅位移, ϕ_1 和 ϕ_2 为两路测量干涉信号相对于参考干涉信号的相位变化, p 为光栅的栅距, λ 为激光波长, θ 为利特罗角。

上述实施方式中给出的测量系统及结构方案能够实现两个线性自由度的同时测量, 且系统测量光路短, 受环境影响很小, 测量系统采用多模光纤可有效的减少系统部件体积和数量, 提高系统的抗干扰能力和系统集成性, 可有效的避免由于干涉仪和测量光栅间存在的转角安装误差和运动过程中存在的角度偏差对测量信号强度的影响, 测量信号易于处理, 线性位移的测量分辨率可达 nm 级; 同时该光栅干涉仪测量系统还具有结构简单, 体积小, 质量轻, 易于安装和布置, 应用方便等优点。该二自由度外差光栅干涉仪位移测量系统还可应用于精密机床、三坐标测量机、半导体检测设备等的工件台位移的精密测量中。

尽管前面公开的内容示出了本发明的示例性实施例, 但是应当注意, 在不背离权利要求限定的范围的前提下, 可以进行多种改变和修改。此外, 尽管本发明的元素可以以个体形式描述或要求, 但是也可以设想具有多个元素, 除非明确限制为单个元素。

权 利 要 求 书

1.一种二自由度外差光栅干涉测量系统，包括：单频激光器（1），用于发出单频激光，所述单频激光分束为一束参考光和一束测量光；干涉仪镜组（3）和测量光栅（4），用于将所述参考光和测量光形成参考干涉信号和测量干涉信号，其特征在于，还包括接收光纤，用于接收所述参考干涉信号和测量干涉信号，所述接收光纤的芯径小于所述参考干涉信号和测量干涉信号的干涉条纹宽度，使得所述接收光纤接收所述参考干涉信号和测量干涉信号的局部。

2.根据权利要求1所述的光栅干涉测量系统，其特征在于，所述接收光纤为多模光纤（5），所述参考干涉信号为一路，所述测量干涉信号为两路；所述两路测量干涉信号和一路参考干涉信号，分别经所述多模光纤（5）耦合接收并输出三路光信号。

3.根据权利要求2所述的光栅干涉测量系统，其特征在于，所述干涉测量系统还包括光电转换单元（6）和电子信号处理部件（7），其中：

所述光电转换单元（6）用于接收所述多模光纤（5）传输的光信号并转换为电信号，以输入至所述电子信号处理部件（7）；

所述电子信号处理部件（7）接收所述电信号，用以解算所述测量光栅（4）的线性位移。

4.根据权利要求1所述的光栅干涉测量系统，其特征在于，所述测量光栅（4）相对于所述干涉仪镜组（3）做水平向和垂向两个自由度的线性运动。

5.根据权利要求2所述的光栅干涉测量系统，其特征在于，所述测量光栅（4）相对于所述干涉仪镜组（3）做水平向和垂向两个自由度的线性运动。

6.根据权利要求1所述的光栅干涉测量系统，其特征在于，所述干涉仪镜组（3）从一侧到另一侧依次包括：反射镜（35）、折光元件（33）、1/4波片（34）、分光棱镜（31）和偏振分光棱镜（32），其中，所述分光棱镜（31）位于所述偏振分光棱镜（32）之上。

7.根据权利要求6所述的光栅干涉测量系统，其特征在于，所述参考光经过所述分光棱镜（31）后分为三束，并通过所述偏振分光棱镜（32）反射后作为三路干涉信号的参考光；

所述测量光经过所述分光棱镜（31）后分为三束，其中两束测量光经过所述偏振分光棱镜（32）反射后，依次通过所述1/4波片（34）、所述折光元件（33）后入射至所述测量光栅（4），经光栅衍射后返回，再次经过所述偏振分光棱镜（32）透射后，与所述三路干涉信号的参考光中的两路干涉，形成两路测量干涉信号；

另一束测量光经过所述偏振分光棱镜（32）反射后，先通过所述1/4波片（34），然后经所述反射镜（35）反射后沿原光路返回，再次经过所述1/4波片（34）、经所述偏振分光棱镜（32）透射后与所述三路干涉信号的参考光中的另一路干涉，形成一路参考干涉信号。

8.根据权利要求 7 所述的光栅干涉测量系统，其特征在于，所述其中两束测量光经所述折光元件（33）后，以特定角度的入射光路至所述测量光栅（4），所述特定角度使得衍射光路与所述入射光路重合；所述衍射光路经过所述折光元件（33）与所述三路干涉信号的参考光中的两路平行干涉，形成两路测量干涉信号。

9.根据权利要求 6 所述的光栅干涉测量系统，其特征在于，所述干涉仪镜组（3）中各组件之间邻接固定，集成为一体化结构。

10.根据权利要求 6 所述的光栅干涉测量系统，其特征在于，所述折光元件（33）截面为等腰梯形，所述测量光经梯形两侧透射时发生折射，经梯形顶部透射时发生反射。

11.根据权利要求 1 所述的光栅干涉测量系统，其中，所述干涉测量系统还包括声光调制器（2），用于对分束后的单频激光进行移频。

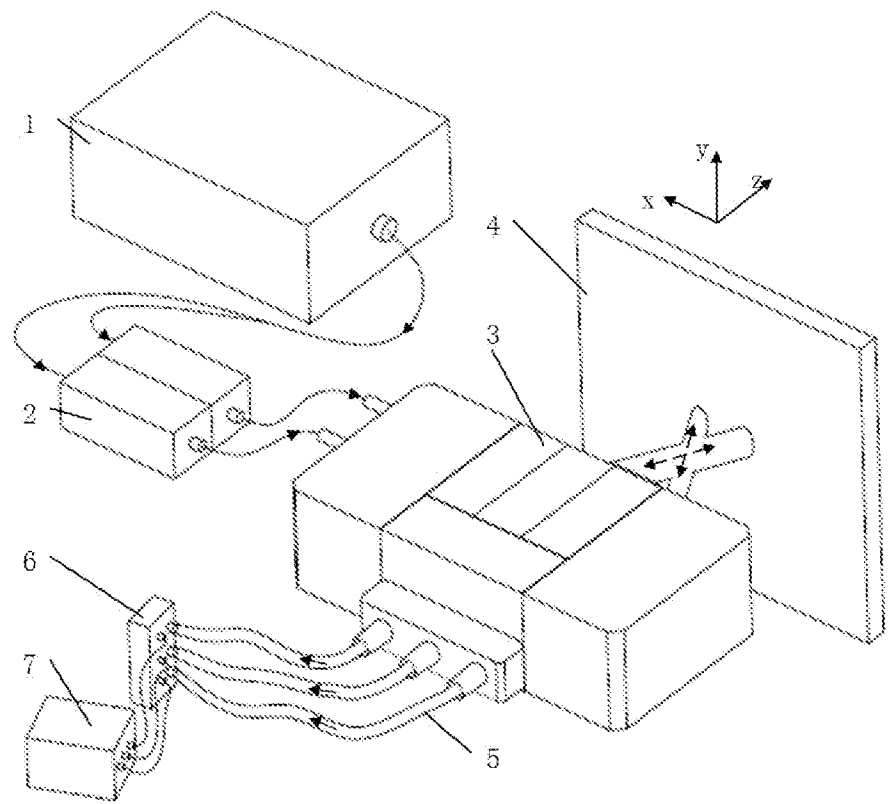


图 1

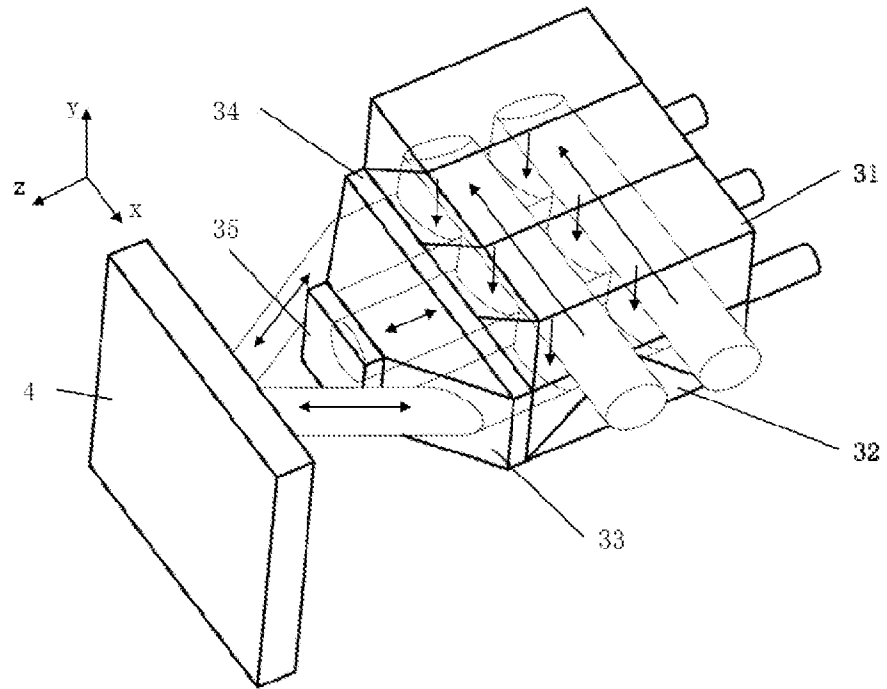


图 2

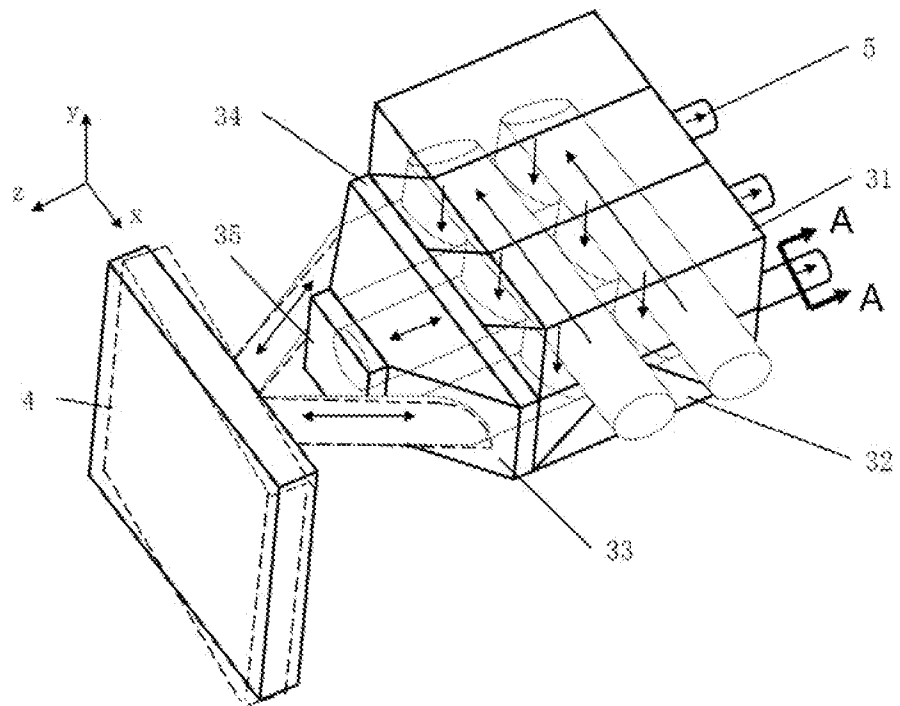


图 3

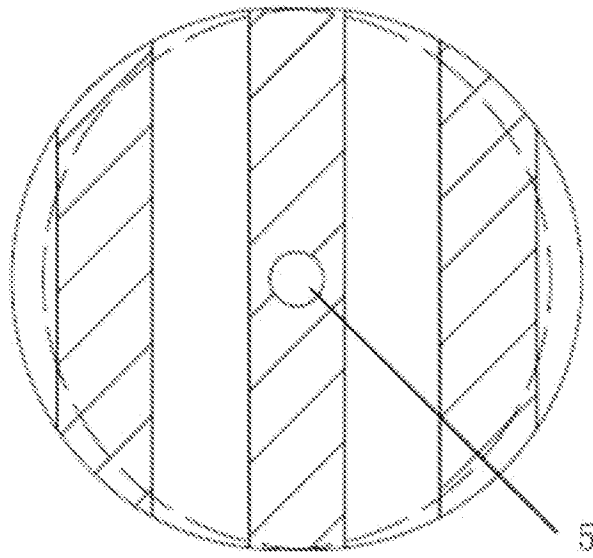


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/092922

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B 11/02(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)

G01B

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)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: (朱煜 OR 张鸣 OR 王磊杰 OR 杨富中 OR 成荣 OR 李鑫 OR 叶伟楠 OR 胡金春)/in, (清华大学 OR 北京华卓精科科技股份有限公司)/PA, 外差, 干涉, 光栅, 偏振, 分光, 自由度, 位移; grating, heterodyne, interfer +, displacement, polariz+, splitter

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 108627100 A (TSINGHUA UNIVERSITY ET AL.) 09 October 2018 (2018-10-09) description, paragraphs [0033]-[0046], and figures 1-4	1-11
PX	CN 108627099 A (TSINGHUA UNIVERSITY ET AL.) 09 October 2018 (2018-10-09) description, paragraphs [0033]-[0049], and figures 1-4	1-11
X	CN 108106536 A (TSINGHUA UNIVERSITY ET AL.) 01 June 2018 (2018-06-01) description, paragraphs [0026]-[0036], and figures 1-6	1-5, 11
A	CN 103759656 A (TSINGHUA UNIVERSITY ET AL.) 30 April 2014 (2014-04-30) entire document	1-11
A	CN 106091940 A (HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 09 November 2016 (2016-11-09) entire document	1-11
A	US 6897961 B2 (THE BOEING COMPANY) 24 May 2005 (2005-05-24) entire document	1-11
A	US 2013114087 A1 (ZYGO CORPORATION) 09 May 2013 (2013-05-09) entire document	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“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

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 August 2019

Date of mailing of the international search report

27 September 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

**China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)**
**No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088**
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/092922

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108627100	A	09 October 2018	None			
CN	108627099	A	09 October 2018	None			
CN	108106536	A	01 June 2018	CN	207487599	U	12 June 2018
CN	103759656	A	30 April 2014	CN	103759656	B	18 January 2017
CN	106091940	A	09 November 2016	None			
US	6897961	B2	24 May 2005	US	2004184037	A1	23 September 2004
US	2013114087	A1	09 May 2013	JP	6162137	B2	12 July 2017
				TW	201335569	A	01 September 2013
				WO	2013070848	A1	16 May 2013
				JP	2015501920	A	19 January 2015
				TW	I489081	B	21 June 2015
				EP	2776791	A1	17 September 2014

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/092922

A. 主题的分类

G01B 11/02 (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)

G01B

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))

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: (朱煜 OR 张鸣 OR 王磊杰 OR 杨富中 OR 成荣 OR 李鑫 OR 叶伟楠 OR 胡金春)/in,
(清华大学 OR 北京华卓精科科技股份有限公司)/PA, 外差, 干涉, 光栅, 偏振, 分光, 自由度, 位移; grating,
heterodyne, interfer+, displacement, polariz+, splitter

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
PX	CN 108627100 A (清华大学 等) 2018年 10月 9日 (2018 - 10 - 09) 说明书第[0033]-[0046]段、附图1-4	1-11
PX	CN 108627099 A (清华大学 等) 2018年 10月 9日 (2018 - 10 - 09) 说明书第[0033]-[0049]段、附图1-4	1-11
X	CN 108106536 A (清华大学 等) 2018年 6月 1日 (2018 - 06 - 01) 说明书第[0026]-[0036]段、附图1-6	1-5、11
A	CN 103759656 A (清华大学 等) 2014年 4月 30日 (2014 - 04 - 30) 全文	1-11
A	CN 106091940 A (哈尔滨工业大学) 2016年 11月 9日 (2016 - 11 - 09) 全文	1-11
A	US 6897961 B2 (THE BOEING COMPANY) 2005年 5月 24日 (2005 - 05 - 24) 全文	1-11
A	US 2013114087 A1 (ZYGO CORPORATION) 2013年 5月 9日 (2013 - 05 - 09) 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

2019年 8月 29日

国际检索报告邮寄日期

2019年 9月 27日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (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

李鹏飞

电话号码 86-(10)-53962523

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/092922

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	108627100	A	2018年 10月 9日	无			
CN	108627099	A	2018年 10月 9日	无			
CN	108106536	A	2018年 6月 1日	CN	207487599	U	2018年 6月 12日
CN	103759656	A	2014年 4月 30日	CN	103759656	B	2017年 1月 18日
CN	106091940	A	2016年 11月 9日	无			
US	6897961	B2	2005年 5月 24日	US	2004184037	A1	2004年 9月 23日
US	2013114087	A1	2013年 5月 9日	JP	6162137	B2	2017年 7月 12日
				TW	201335569	A	2013年 9月 1日
				WO	2013070848	A1	2013年 5月 16日
				JP	2015501920	A	2015年 1月 19日
				TW	I489081	B	2015年 6月 21日
				EP	2776791	A1	2014年 9月 17日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)