

(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
2018 年 6 月 7 日 (07.06.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/098656 A1

(51) 国际专利分类号:
G01H 9/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2016/107889

(22) 国际申请日: 2016 年 11 月 30 日 (30.11.2016)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 东北大学 (NORTHEASTERN UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号机械学院/406 李晖, Liaoning 110819 (CN)。

(72) 发明人: 李鹤(LI, He); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号机械学院/406 李晖, Liaoning 110819 (CN)。 李晖(LI, Hui); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号机械学院/406 李晖, Liaoning 110819 (CN)。 于浩(YU, Hao); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号机械学院/406 李晖, Liaoning 110819 (CN)。

(74) 代理人: 沈阳技联专利代理有限公司(SHENYANG JILIAN PATENT AGENCY CO., LTD.); 中国辽宁省沈阳市和平区南五马路 17 号 3-4-5 张志刚, Liaoning 110005 (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, JP, KE, KG, 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,

(54) Title: LASER VIBRATION DETECTOR-BASED MACHINE CUTTING REAL-TIME VIBRATION MONITORING DEVICE AND VIBRATION DETECTION METHOD

(54) 发明名称: 基于激光测振仪的机床切削振动实时监测装置及测振方法

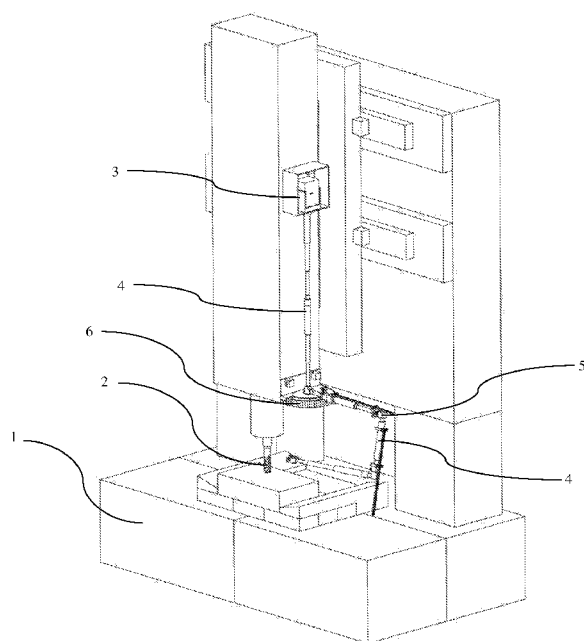


图 1

(57) Abstract: A laser vibration detector (3)-based machine (1) cutting real-time vibration monitoring device and a vibration detection method, wherein the device comprises a laser vibration detector (3), a data collector and an industrial computer, the laser vibration detector (3) being connected to the industrial computer by means of the data collector. In order to block foreign matters such as a cutting liquid from affecting the laser vibration detector (3), the device is provided with optical path protectors at the laser vibration detector (3) and at points to be tested, wherein the optical path protector comprises a plurality of optical path protection sleeves (4) and an optical path converter (5) used for connecting the bent optical path protection sleeves (4); the optical path protection sleeves (4) may be mutually spliced, and may be coupled with the laser vibration detector (3), so as to allow a laser beam emitted from the laser vibration detector (3) to be projected to any location of the machine (1), thereby obtaining a vibration response at any location while the machine (1) is in cutting vibration.

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))。

(57) 摘要：一种基于激光测振仪(3)的机床(1)切削振动实时监测装置及测振方法，装置包括激光测振仪(3)、数据采集仪及工业计算机；激光测振仪(3)通过数据采集仪连接至工业计算机，为了隔绝切削液等异物对激光测振仪(3)的影响，装置在激光测振仪(3)与待测测点设置有光路保护器，光路保护器包括若干个光路保护筒(4)和用于连接转折的光路保护筒(4)的光路转换器(5)；光路保护筒(4)能够相互拼接，且能够与激光测振仪(3)相配合，使得激光测振仪(3)发出的激光光束可以投射到机床(1)结构的任意位置，进而获得机床(1)切削振动时任意位置的振动响应情况。

基于激光测振仪的机床切削振动实时监测装置及测振方法

技术领域：

本发明属于振动测试技术领域，具体涉及一种基于激光测振仪的机床切削振动实时监测装置及测振方法。

背景技术：

机床切削振动测试是机床研发过程中的一个重要环节，其对于了解机床的薄弱环节、结构优化设计、故障诊断、切削稳定性预测等都具有极其重要的意义。由于激光测振仪具有非接触无损测试的优点，且测振距离可调，还可以实现高速旋转、高频、高温等环境的振动测试，所以许多机床企业希望将其应用于机床研发、生产过程中，特别是应用于机床主轴、刀尖等关键部件的实时振动监测领域。但由于传统的单点激光测振仪外形尺寸较大，不方便移动，无法满足结构尺寸大、表面形状复杂的机床切削振动实时测试的需求，而且切削液、金属屑及设备本身均会对激光光路造成很大的干扰，行业内尚无一种合适的解决方案。虽然国内知名机床企业正在努力构建自己的性能测试能力，包括测试标准、测试流程、测试仪器和各种零部件实验台等，但一大部分性能测试都只停留在机床性能的出厂检测层面，真正为提高机床性能而进行的研究性测试技术，特别是在线测试技术还远远没有引起足够的重视。

发明内容：

为解决现有技术存在的问题，本发明提出一种基于激光测振仪的机床切削振动实时检测装置及检测方法，其装置包括激光测振仪、数据采集仪及工业计算机；所述激光测振仪通过数据采集仪连接至工业计算机，为了隔绝切削液等异物对激光测振仪的影响，本发明的一种基于激光测振仪的机床切削振动实时检测装置，该装置在激光测振仪与待测测点设置有光路保护器，所述光路保护器包括若干个光路保护筒和用于连接转折的光路保护筒的光路转换器；所述光路保护筒能够相互拼接，且能够与激光测振仪相配合，使得激光测振仪发出的激光光束可以投射到机床结构的任意位置，进而获得机床切削振动时任意位置的振动响应情况。

所述光路转换器包括折弯形的外壳及设置在外壳内的，用于改变激光光路的反光镜，光路转换器的外壳能够与光路保护筒相拼接。

由于机床的结构复杂，为了提高光路保护器的灵活性，所述光路保护筒为若干个直筒套装构成，且能够伸缩。

由于不同情况下的光路走向不同，为了更加灵活的设置光路保护器，所述光路转换器包括若干种带有不同的转折角度的拐形外壳。

为了更加灵活准确的测定机床刀具的工作状态，所述光路保护器还包括测光头，所述测光头的后端设置有中空的光通道，且后端能够与光路保护筒相连接，前端设置有能够转换角

度的换向镜。

在光路保护筒上设置有标尺，标尺带有尺座，尺座能够设置在光路保护筒的两端，标尺的一端固定设置在尺座上，另一端能够相对尺座滑动，能够方便的测量光路保护筒的尺寸。

所述光路保护器还包括旋转座，所述旋转座的一端能够与光路保护筒相连接，另外一端能够连接与光路转换器相连接，在旋转座上设置有旋转角度盘与指针。

作为旋转座的进一步改进，所述旋转座内设置有能够调整旋转座的角度度的锥齿轮系，所述锥齿轮系通过步进电机带动。也可以通过蜗轮蜗杆调整旋转座的角度，其中蜗杆通过手动旋钮带动。

所述光路保护器还包括能够设置在机床上的水平角度盘。

所述机床切削振动实时检测装置还包括测振仪保护盒，所述测振仪保护盒上设置有强磁体，能够通过强磁体设置在机床上。

步骤 1：将待测机床调整到正常工作状态，并将激光测振仪通过测振仪保护盒安装在机床主轴箱的上端；

步骤 2：将光路保护器安装在机床的主轴箱下端位置；

步骤 3：分别调整测光头、光路保护筒以及换向镜的位置和角度，确保可以将激光测振仪发出的激光光束投射到关注的待测机床的某个测点位置，并记录他们各自对应的旋转角度盘、水平角度盘指针对应的位置或角度以及光路保护筒上的标尺的位置，以方便下次测试时可以快速调整到上次测量位置；

步骤 4：进行机床空转振动实验，以评价光路保护器的连接形式是否满足实时测振的要求，如果满足，则进行步骤 5，如果不满足，则反复进行步骤 4，直到其满足要求；

步骤 5：开展正式实验，在数控机床系统中输入不同的转速、进给速度、切削厚度、切削深度等参数，在复杂的切削工况下，通过激光测振仪获取关注的机床某个测点位置的振动响应，并通过数据采集仪实时记录其振动信号的时域波形，进而通过频谱分析方法获得其振动响应的频谱。

步骤 4 中所述的评价光路保护器的连接形式是否满足实时测振的要求的评价方法把扩如下步骤：

步骤 4-1：首先将激光测振仪发出的激光光束投射到机床主轴刀尖测点上，并将转速分别设置低、中、高三挡空转速度档位，同时启动机床进行空转；

步骤 4-2：在任意空转速度档位下，测试关注的某个测点位置的振动响应，每个速度档位测试三次，并通过数据采集仪记录其时域波形，进而通过频谱分析方法获得其振动响应的频谱；

步骤 4-3: 比较三次测试分别获得的振动频谱的基频、2 倍频以及 3 倍频幅值, 如果三次测试获得的基频 A_0 、 A_0' 、 A_0'' , 2 倍频 A_2 、 A_2' 、 A_2'' 以及 3 倍频幅值 A_3 、 A_3' 、 A_3'' 满足以下公式, 则证明测试可重复性指标值 s 较好, 所采用的光路保护器的连接形式可以满足实时测振的要求, 如果不满足以下公式, 则需要调整光路保护器的连接形式 (例如增减支撑部件和粘弹性减振材料), 直到其满足要求,

$$S = (A_2 + A_2' + A_2'') / (A_0 + A_0' + A_0'') + (A_3 + A_3' + A_3'') / (A_0 + A_0' + A_0'') \leq 1\%,$$

式中, s 为测试可重复性指标值, A_0 、 A_0' 、 A_0'' 分别为第一次、第二次和第三次测试获得的振动响应频谱的基频幅值; A_2 、 A_2' 、 A_2'' 为第一次、第二次和第三次测试获得的振动响应频谱的 2 倍频幅值; A_3 、 A_3' 、 A_3'' 为第一次、第二次和第三次测试获得的振动响应频谱的 3 倍频幅值;

步骤 4-4: 分别在低、中、高三挡空转速度获得测试可重复性指标值 s , 如果其可以满足公式 (1), 则进行下一个步骤, 如果不满足, 则继续调整光路保护器的连接形式, 直到其满足要求;

附图说明:

图 1 是本发明的一个实施例的结构示意图;

图 2 是图 1 的光路转换器的结构示意图;

图 3 是图 1 的光路保护筒的结构示意图;

图 4 是图 1 的水平角度盘的结构示意图;

图 5 是图 1 的测光头的结构示意图;

其中: 1-机床, 2-刀具, 3-激光测振仪, 4-光路保护筒, 5-光路转接器, 6-水平角度盘, 7-外壳, 8-反光镜, 9-标尺, 10-测光头, 11-换向镜, 12-尺座。

具体实施方式:

下面结合附图及实施例对本发明做进一步详细说明, 如图 1~图 4 所示, 一种基于激光测振仪的机床切削振动实时检测装置及检测方法, 其装置包括激光测振仪 3、若干个力传感器、激振器、数据采集仪及工业计算机; 所述激光测振仪 3 与力传感器均通过数据采集仪连接至工业计算机, 所述激振器与力传感器均能够设置在机床 1 上, 为了隔绝切削液等异物对激光测振仪 3 的影响, 本发明的激光测振仪 3 的机床切削振动实时检测装置在激光测振仪 3 与待测的刀具 2 之间设置有光路保护器, 所述光路保护器包括若干个光路保护筒 4 和用于连接转折的光路保护筒 4 的光路转换器 5; 所述光路保护筒 4 能够相互拼接, 且能够与激光测振仪 3

相配合，所述光路转换器 5 包括拐形的外壳 7 及设置在外壳 7 内的，用于改变激光光路的反光镜 8，光路转换器的外壳 7 能够与光路保护筒 4 相拼接。

由于机床的结构复杂，为了提高光路保护器的灵活性，所述光路保护筒 4 为若干个直筒套装构成，且能够伸缩。

由于不同情况下的光路走向不同，为了更加灵活的设置光路保护器，所述光路转换器包括若干种带有不同的转折角度的拐形外壳。

为了更加灵活准确的测定机床刀具的工作状态，所述光路保护器还包括测光头 10，所述测光头 10 的后端设置有中空的光通道，且后端能够与光路保护筒 4 相连接，前端设置有能够转换角度的换向镜 11。

在光路保护筒 4 上设置有标尺 9，标尺 9 带有尺座 12，尺座 12 能够设置在光路保护筒 4 的两端，标尺 9 的一端固定设置在尺座 12 上，另一端能够相对尺座 12 滑动，能够方便的测量光路保护筒 4 的长度。

所述光路保护器还包括旋转座，所述旋转座的一端能够与光路保护筒 4 相连接，另外一端能够连接与光路转换器相连接，在旋转座上设置有旋转角度盘与指针。

作为旋转座的进一步改进，所述旋转座内设置有能够调整旋转座的角度的锥齿轮系，所述锥齿轮系通过步进电机带动。也可以通过蜗轮蜗杆调整旋转座的角度，其中蜗杆通过手动旋钮带动。

所述光路保护器还包括能够设置在机床 1 上的水平角度盘 6。

采用所述基于激光测振仪的机床切削振动实时检测装置的检测方法，包括如下步骤：

步骤 1：将待测机床 1 调整到正常工作状态，并将激光测振仪 3 通过测振仪保护盒安装在机床 1 主轴箱的上端；

步骤 2：将光路保护器安装在机床 1 的主轴箱下端位置；

步骤 3：分别调整测光头 10、光路保护筒 4 以及换向镜 11 的位置和角度，确保可以将激光测振仪 3 发出的激光光束投射到关注的待测机床的某个测点位置，并记录他们各自对应的旋转角度盘、水平角度盘 6 指针对应的位置或角度以及光路保护筒 4 上的标尺 9 的位置，以方便下次测试时可以快速调整到上次测量位置；

步骤 4：进行机床 1 空转振动实验，以评价光路保护器的连接形式是否满足实时测振的要求，如果满足，则进行步骤 5，如果不满足，则反复进行步骤 4，直到其满足要求；

步骤 5：开展正式实验，在数控机床系统中输入不同的转速、进给速度、切削厚度、切削深度等参数，在复杂的切削工况下，通过激光测振仪获取关注的机床某个测点位置的振动响应，并通过数据采集仪实时记录其振动信号的时域波形，进而通过频谱分析方法获得其振

动响应的频谱。

步骤4中所述的评价光路保护器的连接形式是否满足实时测振的要求的评价方法把扩如下步骤：

步骤4-1：首先将激光测振仪发出的激光光束投射到机床主轴刀尖测点上，并将转速分别设置低、中、高三挡空转速度档位，同时启动机床1进行空转；

步骤4-2：在任意空转速度档位下，测试关注的某个测点位置的振动响应，每个速度档位测试三次，并通过数据采集仪记录其时域波形，进而通过频谱分析方法获得其振动响应的频谱；

步骤4-3：比较三次测试分别获得的振动频谱的基频、2倍频以及3倍频幅值，如果三次测试获得的基频 A_0 、 A_0' 、 A_0'' ，2倍频 A_2 、 A_2' 、 A_2'' 以及3倍频幅值 A_3 、 A_3' 、 A_3'' 满足以下公式，则证明测试可重复性指标值 s 较好，所采用的光路保护器的连接形式可以满足实时测振的要求，如果不满足以下公式，则需要调整光路保护器的连接形式（例如增减支撑部件和粘弹性减振材料），直到其满足要求，

$$S = (A_2 + A_2' + A_2'') / (A_0 + A_0' + A_0'') + (A_3 + A_3' + A_3'') / (A_0 + A_0' + A_0'') \leq 1\%,$$

式中， s 为测试可重复性指标值， A_0 、 A_0' 、 A_0'' 分别为第一次、第二次和第三次测试获得的振动响应频谱的基频幅值； A_2 、 A_2' 、 A_2'' 为第一次、第二次和第三次测试获得的振动响应频谱的2倍频幅值； A_3 、 A_3' 、 A_3'' 为第一次、第二次和第三次测试获得的振动响应频谱的3倍频幅值；

步骤4-4：分别在低、中、高三挡空转速度获得测试可重复性指标值 s ，如果其可以满足公式（1），则进行下一个步骤，如果不满足，则继续调整光路保护器的连接形式，直到其满足要求；

权 利 要 求 书

1.一种基于激光测振仪的机床切削振动实时检测装置，其特征在于：包括激光测振仪、数据采集仪及工业计算机；所述激光测振仪通过数据采集仪连接至工业计算机，为了隔绝切削液等异物对激光测振仪的影响，本发明的一种基于激光测振仪的机床切削振动实时检测装置，该装置在激光测振仪与待测测点设置有光路保护器，所述光路保护器包括若干个光路保护筒和用于连接转折的光路保护筒的光路转换器；所述光路保护筒能够相互拼接，且能够与激光测振仪相配合，使得激光测振仪发出的激光光束可以投射到机床结构的任意位置，进而获得机床切削振动时任意位置的振动响应情况。

2.根据权利要求1所述的基于激光测振仪的机床切削振动实时检测装置，其特征在于：所述光路转换器包括折弯形的外壳及设置在外壳内的，用于改变激光光路的反光镜，光路转换器的外壳能够与光路保护筒相拼接。

3.根据权利要求1所述的基于激光测振仪的机床切削振动实时检测装置，其特征在于：为了提高光路保护器的灵活性，所述光路保护筒为若干个直筒套装构成，且能够伸缩。

4.根据权利要求2所述的基于激光测振仪的机床切削振动实时检测装置，其特征在于：所述光路转换器包括若干种带有不同的转折角度的拐形外壳。

5.根据权利要求1所述的基于激光测振仪的机床切削振动实时检测装置，其特征在于：所述光路保护器还包括测光头，所述测光头的后端设置有中空的光通道，且后端能够与光路保护筒相连接，前端设置有能够转换角度的换向镜。

6.根据权利要求1所述的基于激光测振仪的机床切削振动实时检测装置，其特征在于：在光路保护筒上设置有标尺，标尺带有尺座，尺座能够设置在光路保护筒的两端，标尺的一端固定设置在尺座上，另一端能够相对尺座滑动，能够方便的测量光路保护筒的尺寸。

7.根据权利要求6所述的基于激光测振仪的机床切削振动实时检测装置，其特征在于：所述光路保护器还包括旋转座，所述旋转座的一端能够与光路保护筒相连接，另外一端能够连接与光路转换器相连接，在旋转座上设置有旋转角度盘与指针。

8.根据权利要求7所述的基于激光测振仪的机床切削振动实时检测装置，其特征在于：所述旋转座内设置有能够调整旋转座的角度的锥齿轮系，所述锥齿轮系通过步进电机带动。也可以通过蜗轮蜗杆调整旋转座的角度，其中蜗杆通过手动旋钮带动。

9.根据权利要求1所述的基于激光测振仪的机床切削振动实时检测装置，其特征在于：所述光路保护器还包括能够设置在机床上的水平角度盘。

10.根据权利要求1所述的基于激光测振仪的机床切削振动实时检测装置，其特征在于：所述机床切削振动实时检测装置还包括测振仪保护盒，所述测振仪保护盒上设置有强磁体，能够通过强磁体设置在机床上。

11. 一种利用权利要求 1 所述的基于激光测振仪的机床切削振动实时检测装置的测振方法，其特征在于：包括如下步骤：

步骤 1：将待测机床调整到正常工作状态，并将激光测振仪通过测振仪保护盒安装在机床主轴箱的上端；

步骤 2：将光路保护器安装在机床的主轴箱下端位置；

步骤 3：分别调整测光头、光路保护筒以及换向镜的位置和角度，确保可以将激光测振仪发出的激光光束投射到关注的待测机床的某个测点位置，并记录他们各自对应的旋转角度盘、水平角度盘指针对应的位置或角度以及光路保护筒上的标尺的位置，以方便下次测试时可以快速调整到上次测量位置；

步骤 4：进行机床空转振动实验，以评价光路保护器的连接形式是否满足实时测振的要求，如果满足，则进行步骤 5，如果不满足，则反复进行步骤 4，直到其满足要求；

步骤 5：开展正式实验，在数控机床系统中输入不同的转速、进给速度、切削厚度、切削深度等参数，在复杂的切削工况下，通过激光测振仪获取关注的机床某个测点位置的振动响应，并通过数据采集仪实时记录其振动信号的时域波形，进而通过频谱分析方法获得其振动响应的频谱。

步骤 4 中所述的评价光路保护器的连接形式是否满足实时测振的要求的评价方法把扩如下步骤：

步骤 4-1：首先将激光测振仪发出的激光光束投射到机床主轴刀尖测点上，并将转速分别设置低、中、高三挡空转速度档位，同时启动机床进行空转；

步骤 4-2：在任意空转速度档位下，测试关注的某个测点位置的振动响应，每个速度档位测试三次，并通过数据采集仪记录其时域波形，进而通过频谱分析方法获得其振动响应的频谱；

步骤 4-3：比较三次测试分别获得的振动频谱的基频、2 倍频以及 3 倍频幅值，如果三次测试获得的基频 A_0 、 A_0' 、 A_0'' ，2 倍频 A_2 、 A_2' 、 A_2'' 以及 3 倍频幅值 A_3 、 A_3' 、 A_3'' 满足以下公式，则证明测试可重复性指标值 s 较好，所采用的光路保护器的连接形式可以满足实时测振的要求，如果不满足以下公式，则需要调整光路保护器的连接形式（例如增减支撑部件和粘弹性减振材料），直到其满足要求，

$$S = (A_2 + A_2' + A_2'') / (A_0 + A_0' + A_0'') + (A_3 + A_3' + A_3'') / (A_0 + A_0' + A_0'') \leq 1\%,$$

式中， s 为测试可重复性指标值， A_0 、 A_0' 、 A_0'' 分别为第一次、第二次和第三次测试获得的振动响应频谱的基频幅值； A_2 、 A_2' 、 A_2'' 为第一次、第二次和第三次测试获得的振动响应频谱的

2 倍频幅值； A_3 、 A_3' 、 A_3'' 为第一次、第二次和第三次测试获得的振动响应频谱的 3 倍频幅值；

步骤 4-4：分别在低、中、高三挡空转速度获得测试可重复性指标值 s ，如果其可以满足公式 (1)，则进行下一个步骤，如果不满足，则继续调整光路保护器的连接形式，直到其满足要求；

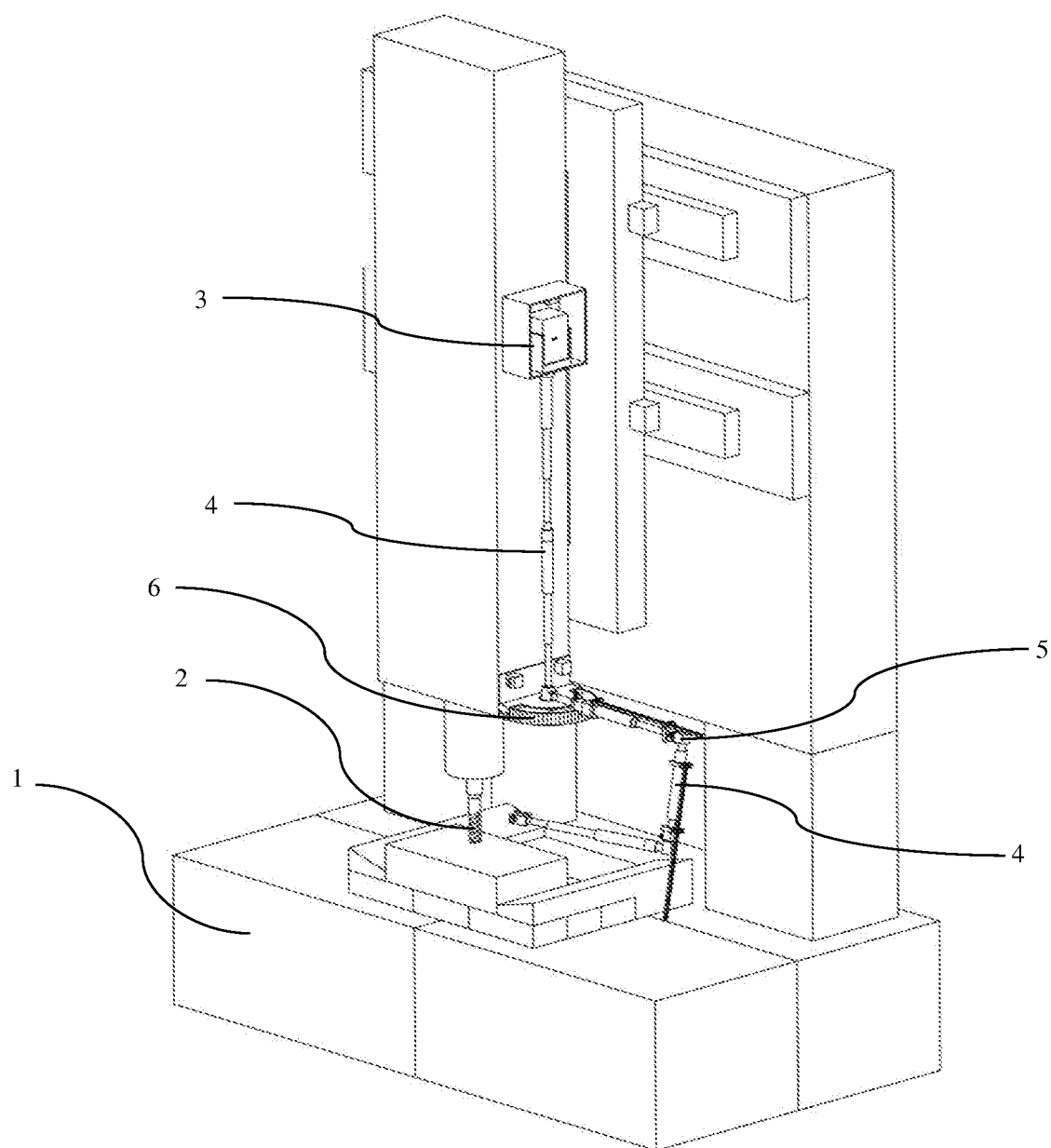


图 1

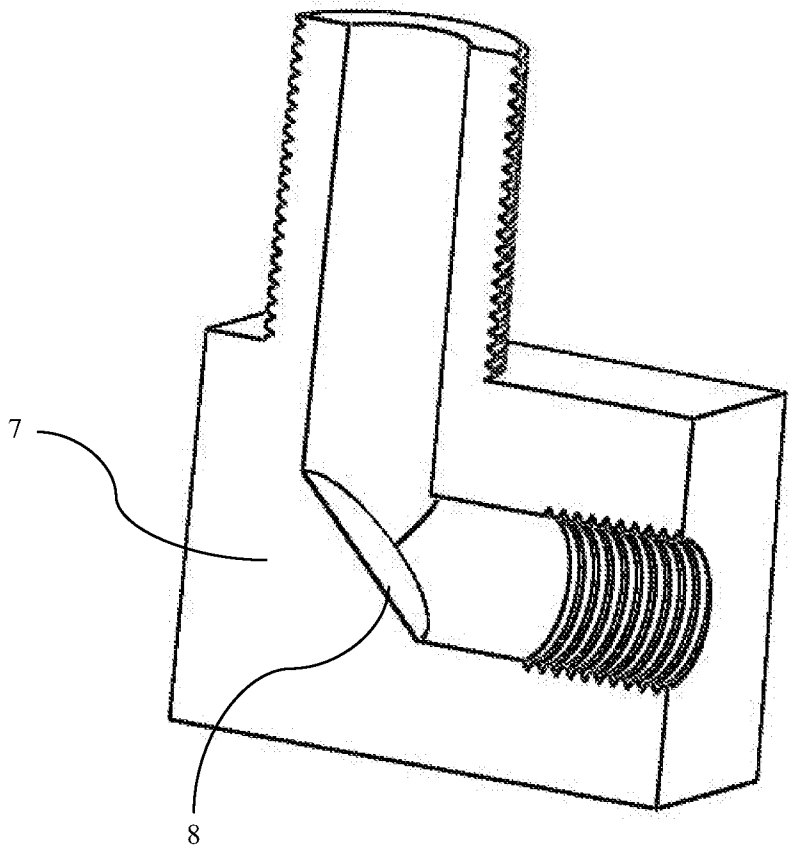


图 2

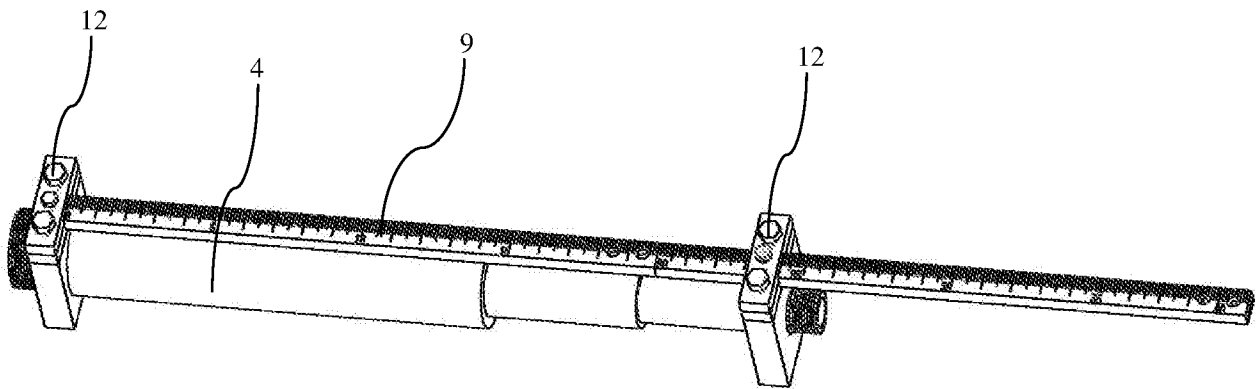


图 3

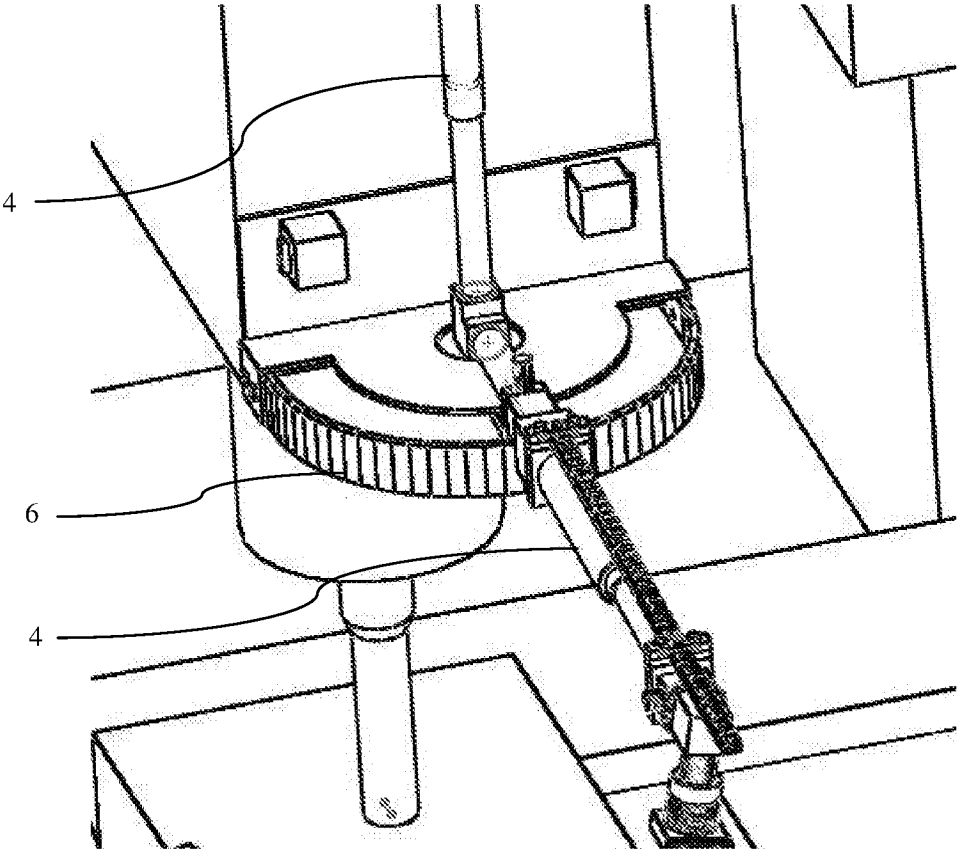


图 4

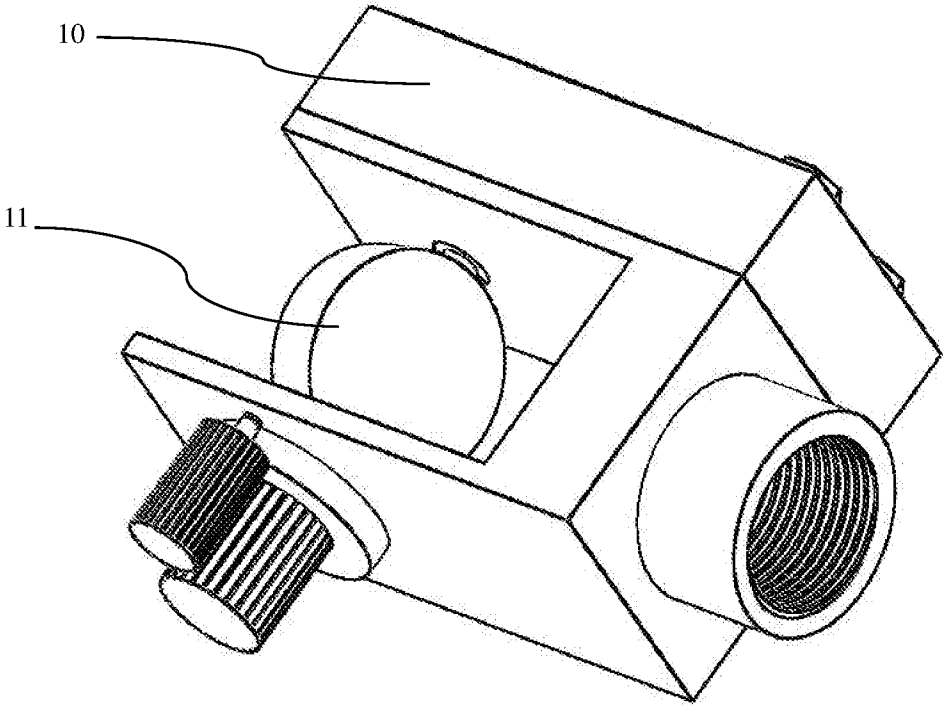


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2016/107889

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01H 9/00 (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)

G01H

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: 李鹤, 李晖, 于浩, 东北大学, 激光, 振动, 振型, 震动, 震型, 机床, 测试, 测量, 检测, 监测, 激光测振仪, 激光多普勒, 光 S 保护, 光 S 转换, LASER, SCAN+, VIBRAT+, LIGHT S TRANSFER+, LIGHT S PROTECT+, MACHINE, TOOL, DETECT+, TEST+, MEASUR+, LASER W (BIBROMETER OR DOPPLER)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 203100887 U (SUNNY INSTRUMENTS (SUZHOU) CO., LTD.) 31 July 2013 (31.07.2013), description, paragraphs [0006] and [0007]	1-11
A	CN 1477379 A (TIANJIN UNIVERSITY) 25 February 2004 (25.02.2004), entire document	1-11
A	JP 2016109508 A (RAILWAY TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE et al.) 20 June 2016 (20.06.2016), entire document	1-11
A	CN 104897268 A (NORTHEASTERN UNIVERSITY) 09 September 2015 (09.09.2015), entire document	1-11
A	CN 106093959 A (BEIJING INSTITUTE OF GRAPHIC COMMUNICATION) 09 November 2016 (09.11.2016), entire 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 July 2017	Date of mailing of the international search report 08 August 2017
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 WANG, Xiaoyan Telephone No. (86-10) 62414466

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2016/107889

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 203929213 U (THE FIRST RESEARCH INSTITUTE OF MINISTRY OF PUBLIC SECURITY OF PRC et al.) 05 November 2014 (05.11.2014), entire document	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/107889

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 203100887 U	31 July 2013	None	
CN 1477379 A	25 February 2004	CN 1189725 C	16 February 2005
JP 2016109508 A	20 June 2016	None	
CN 104897268 A	09 September 2015	None	
CN 106093959 A	09 November 2016	None	
CN 203929213 U	05 November 2014	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2016/107889

A. 主题的分类

G01H 9/00(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)

G01H

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: 李鹤, 李晖, 于浩, 东北大学, 激光, 振动, 振型, 震动, 震型, 机床, 测试, 测量, 检测, 监测, 激光测振仪, 激光多普勒, 光 S 保护, 光 S 转换, LASER, SCAN+, VIBRAT+, LIGHT S TRANSFER+, LIGHT S PROTECT+, MACHINE, TOOL, DETECT+, TEST+, MEASUR+, LASER W (BIBROMETER OR DOPPLER)

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 203100887 U (苏州舜新仪器有限公司) 2013年 7月 31日 (2013 - 07 - 31) 说明书第[0006]-[0007]段	1-11
A	CN 1477379 A (天津大学) 2004年 2月 25日 (2004 - 02 - 25) 全文	1-11
A	JP 2016109508 A (RAILWAY TECHNICAL RES. INST. 等) 2016年 6月 20日 (2016 - 06 - 20) 全文	1-11
A	CN 104897268 A (东北大学) 2015年 9月 9日 (2015 - 09 - 09) 全文	1-11
A	CN 106093959 A (北京印刷学院) 2016年 11月 9日 (2016 - 11 - 09) 全文	1-11
A	CN 203929213 U (公安部第一研究所 等) 2014年 11月 5日 (2014 - 11 - 05) 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

2017年 7月 19日

国际检索报告邮寄日期

2017年 8月 8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

王小燕

电话号码 (86-10)62414466

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2016/107889

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	203100887	U	2013年 7月 31日	无			
CN	1477379	A	2004年 2月 25日	CN	1189725	C	2005年 2月 16日
JP	2016109508	A	2016年 6月 20日	无			
CN	104897268	A	2015年 9月 9日	无			
CN	106093959	A	2016年 11月 9日	无			
CN	203929213	U	2014年 11月 5日	无			

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)