



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105277132 B

(45)授权公告日 2018.02.16

(21)申请号 201410357264.2

(22)申请日 2014.07.25

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105277132 A

(43)申请公布日 2016.01.27

(73)专利权人 香港理工大学
地址 中国香港九龙红磡

(72)发明人 黎达 张志辉 任明俊 李荣彬
杜雪

(74)专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理
有限公司 44217

代理人 郭伟刚

(51)Int.Cl.

G01B 11/24(2006.01)

(56)对比文件

CN 103453881 A,2013.12.18,
JP 特开2013-258777 ,2013.12.26,
CN 102439979 A,2012.05.02,
CN 102607820 A,2012.07.25,
CN 101622628 A,2010.01.06,
CN 102667854 A,2012.09.12,
US 7336372 B2,2008.02.26,
JP 特开第5362190号 ,2013.12.11,
Chi Fai Cheung等.On-machine

Measurement and Characterization of V-groove Structure.《Advances in Optics Manufacture》.2013,第552卷第567-574页.

审查员 路晓明

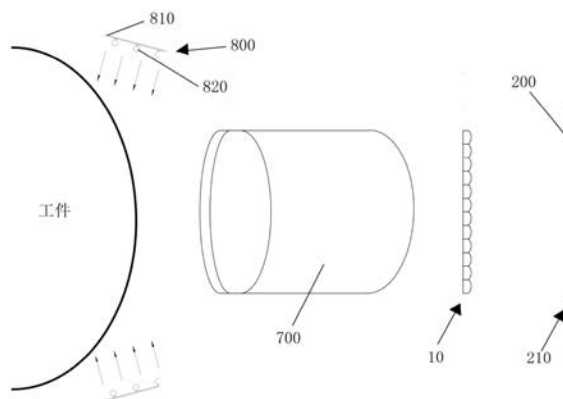
权利要求书3页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

三维测量方法与仪器

(57)摘要

本发明提供了一种三维测量方法与仪器,包括以下步骤:设置微透镜阵列使工件上的待测表面的特征点通过微透镜阵列形成多个像点;设置传感平面,获取工件上待测表面的特征点在传感平面上所形成的多个像点;设置映射平面,并在映射平面上设置多个映射点;使多个映射点与多个像点一一对应;设置重聚焦平面,在重聚焦平面上设置会聚点阵列,使会聚点阵列包括阵列排列的多个会聚点;连接映射点与映射点对应的会聚点,以形成特征点的多个重聚焦连线;多个重聚焦连线相交于重聚焦点;计算重聚焦点的三维坐标,并根据重聚焦点的三维坐标计算得到特征点的三维坐标;将特征点的三维坐标显示出来。本发明使用简单方便、测量精确度高。



1. 一种三维测量方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、设置微透镜阵列,使该微透镜阵列包括阵列排列的多个单元透镜;并使该微透镜阵列朝向工件的待测表面,从而使该工件上的待测表面的特征点通过微透镜阵列形成多个像点;

S2、设置传感平面,使该传感平面与微透镜阵列所在平面平行,使传感平面与微透镜阵列所在平面之间的距离为传感距离;获取工件上待测表面的特征点在传感平面上所形成的多个像点;

S3、设置映射平面,并在该映射平面上设置多个映射点;使该多个映射点与特征点的多个像点一一对应;设置重聚焦平面,并使该重聚焦平面与映射平面平行,且使重聚焦平面与映射平面之间的距离等于传感距离;在该重聚焦平面上设置会聚点阵列,使该会聚点阵列包括阵列排列的多个会聚点;并使该多个会聚点与所述多个单元透镜的中心一一对应;且使该多个会聚点与多个映射点一一对应;

S4、连接特征点的每个像点的映射点与该映射点对应的会聚点,以形成该特征点的多个重聚焦连线;该多个重聚焦连线相交于重聚焦点;建立工件所在空间的物空间三维坐标系以及重聚焦点所在空间的重聚焦点三维坐标系;使物空间三维坐标系与重聚焦点三维坐标系对应;计算该重聚焦点的三维坐标,并根据物空间三维坐标系与重聚焦点三维坐标系的对应关系以及重聚焦点的三维坐标计算得到特征点的三维坐标;

S5、将该特征点的三维坐标显示出来。

2. 根据权利要求1所述的三维测量方法,其特征在于,根据步骤S1-步骤S4通过一次测量得到工件的待测表面上所有特征点的三维坐标;并根据得到的工件待测表面上所有特征点的三维坐标绘制出工件待测表面的三维形貌。

3. 根据权利要求1所述的三维测量方法,其特征在于,所述传感平面包括一个CCD图像传感器的传感器面,该传感器面被分割为阵列排列的多个传感区;该多个传感区与多个单元透镜一一对应。

4. 根据权利要求1所述的三维测量方法,其特征在于,所述传感平面包括CMOS图像传感器的传感器面;该CMOS图像传感器的传感器面与微透镜阵列所在平面平行。

5. 根据权利要求1所述的三维测量方法,其特征在于,所述步骤S3包括:根据获取的特征点的多个像点,计算得到该特征点的同名点间距;并根据同名点间距在映射平面上设置映射点。

6. 根据权利要求1所述的三维测量方法,其特征在于,所述步骤S4还包括步骤S41:转动工件,使工件上的背向微透镜阵列的特征点朝向该微透镜阵列,并重复步骤S1-步骤S4以计算得到该工件上的背向微透镜阵列的特征点在工件转动后在物空间三维坐标系中的三维坐标;然后根据该工件转动的角度,计算得到该特征点在工件转动前在物空间三维坐标系中的三维坐标。

7. 根据权利要求6所述的三维测量方法,其特征在于,根据步骤S1-步骤S4以及步骤S41得到工件的朝向微透镜阵列和背向微透镜阵列的表面上所有特征点的三维坐标;并根据得到的工件朝向微透镜阵列和背向微透镜阵列的表面上所有特征点的三维坐标绘制出工件的三维形貌。

8. 一种三维测量仪器,其特征在于,该三维测量仪器包括:

微透镜阵列(10),该微透镜阵列(10)包括阵列排列的多个单元透镜;该微透镜阵列(10)用于朝向工件的待测表面,使该工件的待测表面的特征点在微透镜阵列(10)的背向工件的一侧形成多个像点;

图像传感器(210),该图像传感器(210)的传感器面构成传感平面(200),该传感平面(200)与微透镜阵列所在平面平行,传感平面(200)与微透镜阵列所在平面之间的距离为传感距离;该图像传感器(210)用于获取工件上待测表面的特征点在传感平面(200)上所形成的多个像点;并将该多个像点的位置关系发送给处理器(500);

处理器(500),该处理器(500)与图像传感器(210)电性连接,用于接收图像传感器(210)发送的多个像点的位置关系,并建立映射平面,在该映射平面上设置多个映射点,使该多个映射点与多个像点一一对应;该处理器(500)还用于建立重聚焦平面,并使该重聚焦平面与映射平面平行,且使重聚焦平面与映射平面之间的距离等于传感距离;该处理器(500)还用于在该重聚焦平面上设置会聚点阵列;该会聚点阵列包括阵列排列的多个会聚点;该多个会聚点与所述多个单元透镜的中心一一对应;且该多个会聚点与多个映射点一一对应;该处理器(500)还用于连接特征点的每个像点的映射点与该映射点对应的会聚点,以形成该特征点的多个重聚焦连线;该多个重聚焦连线相交于重聚焦点;该处理器(500)还用于建立工件所在空间的物空间三维坐标系以及重聚焦点所在空间的重聚焦点三维坐标系;物空间三维坐标系与重聚焦点三维坐标系对应;计算该重聚焦点的三维坐标,并根据物空间三维坐标系与重聚焦点三维坐标系的对应关系以及重聚焦点的三维坐标计算得到特征点的三维坐标,然后将该特征点的三维坐标发送给显示设备(900);

存储器(600):该存储器(600)与处理器(500)电性连接,该存储器(600)用于存储映射平面的方程式、多个映射点的坐标、重聚焦平面的方程式、多个会聚点的坐标、多个重聚焦连线的方程式、重聚焦点的坐标以及特征点的坐标;

显示设备(900):该显示设备(900)与处理器(500)电性连接、该显示设备(900)用于接收处理器(500)发送的特征点的三维坐标,并将该特征点的三维坐标显示出来。

9.根据权利要求8所述的三维测量仪器,其特征在于,所述三维测量仪器还包括用于转动工件,使工件上的背向微透镜阵列的特征点朝向该微透镜阵列的转动机构。

10.根据权利要求8或9所述的三维测量仪器,其特征在于,所述三维测量仪器还包括设置在工件和微透镜阵列之间的物镜(700);该物镜(700)的轴向垂直于微透镜阵列所在平面。

11.根据权利要求10所述的三维测量仪器,其特征在于,所述三维测量仪器还包括用于照亮工件的照明光源设备(800)。

12.根据权利要求10所述的三维测量仪器,其特征在于,所述三维测量仪器还包括设置在工件与物镜(700)之间、用于照亮工件的环形照明光源设备(800);该环形照明光源设备(800)的轴向与物镜(700)的轴向在同一直线上;该环形照明光源设备(800)包括环形的基座(810)以及多个LED灯(820);该多个LED灯(820)等间距地周向排布在基座(810)上,并朝向工件设置。

13.根据权利要求10所述的三维测量仪器,其特征在于,所述三维测量仪器还包括用于发出被导入物镜(700)、并沿物镜(700)轴向延伸而照亮工件的光线的同轴光源。

14.根据权利要求10所述的三维测量仪器,其特征在于,所述三维测量仪器还包括用于

发出光强呈周期性分布、并照射工件的光线的结构光光源。

15. 根据权利要求8所述的三维测量仪器,其特征在於,该多个单元透镜的焦距相等,相邻两个单元透镜之间的距离相等,单元透镜的口径相同。

三维测量方法与仪器

技术领域

[0001] 本发明涉及测量领域,尤其涉及三维测量方法与仪器。

背景技术

[0002] 三维在位检测技术对于自由曲面工件是至关重要的。由于光学自由曲面面型的几何复杂性以及对其测量的高精度要求,使得三维测量代替传统测量成为自由曲面检测的最优测量方式。从另一个角度来看,使用传统离线检测技术测量外部尺寸或重量较大且表面带有微结构的工件是几乎不可能实现的。不仅如此,传统离线检测技术对于加工效率和测量的可追溯性都会产生负面的影响。

[0003] 现有的测量技术都无法同时实现三维检测和在位检测。对于单一的三维检测技术,很多三维检测系统都已实现商品化,但是这些成熟的三维检测系统均属于传统的离线检测设备,由于其系统的复杂性而无法同时实现在位检测。对于现有的在位检测系统,都是针对表面粗糙度所进行的二维粗糙度测量,而无法进行表面形貌的三维测量。

[0004] 考虑到对于自由曲面检测的现有测量技术的现状及其局限性,对于很多目前有广泛应用的自由曲面元件,比如非自由曲面上带有微结构的复杂情况,现有的测量技术无法进行直接测量。

[0005] 申请号为201080051728.7的名称为“三维测量方法”公开了一种用于根据立体测量方法通过使用至少两个照相机来测量产品的特征点的三维坐标的三维测量方法,包括以下的步骤:通过使用第一照相机捕获特征点,并且通过使用第二照相机捕获与特征点连续的特征点组;计算包含第一照相机的传感器面上的相应点、第一照相机的焦点位置和第二照相机的焦点位置的面,相应点与特征点对应,并且,计算作为计算的面与包含第二照相机的传感器的面的面的交线的第一线;和计算延伸通过第一照相机的传感器面上的相应点和第一照相机的焦点位置的直线以及延伸通过第二照相机的传感器面上的相应点组和第二照相机的焦点位置的直线,并计算所计算的直线的交点作为特征点的三维坐标。该方法虽然能将产品的特征点的三维坐标测量出来,但是利用了至少两个相机,操作步骤较为复杂。

发明内容

[0006] 本发明针对现有的工件的三维测量方法操作复杂的问题,提供了一种三维测量方法与仪器。

[0007] 本发明就其技术问题提供的技术方案如下:

[0008] 本发明提供了一种三维测量方法,包括以下步骤:

[0009] S1、设置微透镜阵列,使该微透镜阵列包括阵列排列的多个单元透镜;并使该微透镜阵列朝向工件的待测表面,从而使该工件上的待测表面的特征点通过微透镜阵列形成多个像点;

[0010] S2、设置传感平面,使该传感平面与微透镜阵列所在平面平行,使传感平面与微透镜阵列所在平面之间的距离为传感距离;获取待测表面的特征点在传感平面上所形成的多

个像点；

[0011] S3、设置映射平面，并在该映射平面上设置多个映射点；使该多个映射点与特征点的多个像点一一对应；设置重聚焦平面，并使该重聚焦平面与映射平面平行，且使重聚焦平面与映射平面之间的距离等于传感距离；在该重聚焦平面上设置会聚点阵列，使该会聚点阵列包括阵列排列的多个会聚点；并使该多个会聚点与所述多个单元透镜的中心一一对应；且使该多个会聚点与多个映射点一一对应；

[0012] S4、连接特征点的每个像点的映射点与该映射点对应的会聚点，以形成该特征点的多个重聚焦连线；该多个重聚焦连线相交于重聚焦点；建立工件所在空间的物空间三维坐标系以及重聚焦点所在空间的重聚焦点三维坐标系；使物空间三维坐标系与重聚焦点三维坐标系对应；计算该重聚焦点的三维坐标，并根据该重聚焦点的三维坐标、物空间三维坐标系与重聚焦点三维坐标系的对应关系计算得到特征点的三维坐标；

[0013] S5、将该特征点的三维坐标显示出来。

[0014] 本发明上述的三维测量方法中，根据步骤S1-步骤S4通过一次测量得到工件的待测表面上所有特征点的三维坐标；并根据得到的工件待测表面上所有特征点的三维坐标绘制出工件待测表面的三维形貌。

[0015] 本发明上述的三维测量方法中，所述传感平面包括一个CCD图像传感器的传感器面，该传感器面被分割为阵列排列的多个传感区；该多个传感区与多个单元透镜一一对应。

[0016] 本发明上述的三维测量方法中，所述传感平面包括CMOS图像传感器的传感器面；该CMOS图像传感器的传感器面与微透镜阵列所在平面平行。

[0017] 本发明上述的三维测量方法中，所述步骤S3包括：根据获取的特征点的多个像点，计算得到该特征点的同名点间距；并根据同名点间距在映射平面上设置映射点。

[0018] 本发明上述的三维测量方法中，所述步骤S4还包括步骤S41：转动工件，使工件上的背向微透镜阵列的特征点朝向该微透镜阵列，并重复步骤S1-步骤S4以计算得到该工件上的背向微透镜阵列的特征点在工件转动后在物空间三维坐标系中的三维坐标；然后根据该工件转动的角度，计算得到该特征点在工件转动前在物空间三维坐标系中的三维坐标。

[0019] 本发明上述的三维测量方法中，根据步骤S1-步骤S4以及步骤S41得到工件的朝向微透镜阵列和背向微透镜阵列的表面上所有特征点的三维坐标；并根据得到的工件朝向微透镜阵列和背向微透镜阵列的表面上所有特征点的三维坐标绘制出工件的三维形貌。

[0020] 本发明还提供了一种三维测量仪器，该三维测量仪器包括：

[0021] 微透镜阵列，该微透镜阵列包括阵列排列的多个单元透镜；该微透镜阵列用于朝向工件的待测表面，使该工件的待测表面的特征点在微透镜阵列的背向工件的一侧形成多个像点；

[0022] 图像传感器，该图像传感器的传感器面构成传感平面，该传感平面与微透镜阵列所在平面平行，传感平面与微透镜阵列所在平面之间的距离为传感距离；该图像传感器用于获取工件上待测表面的特征点在传感平面上所形成的多个像点；并将该多个像点的位置关系发送给处理器；

[0023] 处理器，该处理器与图像传感器电性连接，用于接收图像传感器发送的多个像点的位置关系，并建立映射平面，在该映射平面上设置多个映射点，使该多个映射点与多个像点一一对应；该处理器还用于建立重聚焦平面，并使该重聚焦平面与映射平面平行，且使重

聚焦平面与映射平面之间的距离等于传感距离;该处理器还用于在该重聚焦平面上设置会聚点阵列;该会聚点阵列包括阵列排列的多个会聚点;该多个会聚点与所述多个单元透镜的中心一一对应;且该多个会聚点与多个映射点一一对应;该处理器还用于连接特征点的每个像点的映射点与该映射点对应的会聚点,以形成该特征点的多个重聚焦连线;该多个重聚焦连线相交于重聚焦点;该处理器还用于建立工件所在空间的物空间三维坐标系以及重聚焦点所在空间的重聚焦点三维坐标系;物空间三维坐标系与重聚焦点三维坐标系对应;计算该重聚焦点的三维坐标,并根据该重聚焦点的三维坐标、物空间三维坐标系与重聚焦点三维坐标系的对应关系计算得到特征点的三维坐标,然后将该特征点的三维坐标发送给显示设备;

[0024] 存储器:该存储器与处理器电性连接,该存储器用于存储映射平面的方程式、多个映射点的坐标、重聚焦平面的方程式、多个会聚点的坐标、多个重聚焦连线的方程式、重聚焦点的坐标以及特征点的坐标;

[0025] 显示设备:该显示设备与处理器电性连接、该显示设备用于接收处理器发送的特征点的三维坐标,并将该特征点的三维坐标显示出来。

[0026] 本发明上述的三维测量仪器中,所述三维测量仪器还包括用于转动工件,使工件上的背向微透镜阵列的特征点朝向该微透镜阵列的转动机构。

[0027] 本发明上述的三维测量仪器中,所述三维测量仪器还包括设置在工件和微透镜阵列之间的物镜;该物镜的轴向垂直于微透镜阵列所在平面。

[0028] 本发明上述的三维测量仪器中,所述三维测量仪器还包括用于照亮工件的照明光源设备。

[0029] 本发明上述的三维测量仪器中,所述三维测量仪器还包括设置在工件与物镜之间、用于照亮工件的环形照明光源设备;该环形照明光源设备的轴向与物镜的轴向在同一直线上;该环形照明光源设备包括环形的基座以及多个LED灯;该多个LED灯等间距地周向排布在基座上,并朝向工件设置。

[0030] 本发明上述的三维测量仪器中,所述三维测量仪器还包括用于发出被导入物镜、并沿物镜轴向延伸而照亮工件的光线的同轴光源。

[0031] 本发明上述的三维测量仪器中,所述三维测量仪器还包括用于发出光强呈周期性分布、并照射工件的光线的结构光光源。

[0032] 本发明上述的三维测量仪器中,该多个单元透镜的焦距相等,相邻两个单元透镜之间的距离相等,单元透镜的口径相同。

[0033] 本发明的三维测量方法与仪器通过微透镜阵列形成工件的特征点的多个像点,并通过该多个像点计算得到工件上特征点的三维坐标。本发明的三维测量方法使用简单方便、测量精确度高。

附图说明

[0034] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明,附图中:

[0035] 图1为本发明实施例的三维测量方法的流程图;

[0036] 图2为本发明实施例的微透镜阵列的示意图;

[0037] 图3为本发明实施例的映射平面和重聚焦平面的示意图;

[0038] 图4为本发明实施例的三维测量仪器的功能模块方框图；

[0039] 图5为本发明实施例的三维测量仪器的示意图。

具体实施方式

[0040] 下面将结合附图及具体实施例对本发明作进一步详细的描述。

[0041] 图1示出了本发明实施例的三维测量方法的流程图。该三维测量方法包括以下步骤：

[0042] 步骤100、设置微透镜阵列，使该微透镜阵列包括阵列排列的多个单元透镜；相邻两个单元透镜之间的距离相等；并使该微透镜阵列朝向工件的待测表面，从而使该工件上的待测表面的特征点通过微透镜阵列形成多个像点；

[0043] 本步骤中，特征点为工件的朝向微透镜阵列的待测表面上的任意一点。

[0044] 参照图2，图2示出了本发明实施例的微透镜阵列10，该微透镜阵列可以是蝇眼透镜或者复眼透镜。具体地，该微透镜阵列10包括多个单元透镜11；该多个单元透镜11均为凸透镜；该多个单元透镜11的焦距相等，且均为 f ，相邻两个单元透镜11之间的距离相等；这里，为了获得更好的三维测试效果，该多个单元透镜11的焦距也可不相等；该多个单元透镜11的阵列排列参数也不会相同；每个单元透镜11都具有中心110，多个单元透镜11的中心110在同一平面上，该多个单元透镜11的中心110所在平面被称为微透镜阵列所在平面。

[0045] 本步骤中，微透镜阵列朝向工件指的是该微透镜阵列的单元透镜11的轴向指向工件。

[0046] 进一步地，相邻两个单元透镜之间的距离均为 D_p ；

[0047] 为了方便展示原理，图2中还示出了工件的三个特征点：特征点A、特征点B和特征点C；

[0048] 特征点到微透镜阵列所在平面的距离被称为该特征点的摄影距离(Shooting Distance)。可以看到，特征点B的摄影距离 S_B 与特征点A的摄影距离 S_A 相等。而特征点C的摄影距离记为 S_C ，该 S_C 大于 S_A 。

[0049] 步骤200、设置传感平面，使该传感平面与微透镜阵列所在平面平行，并使传感平面与微透镜阵列所在平面之间的距离为传感距离；获取待测表面的特征点在传感平面上所形成的多个像点；

[0050] 本步骤中，根据几何光学成像原理可知，工件上的特征点与微透镜阵列的每个单元透镜的中心的连线延伸到传感平面上，形成该特征点的像点；

[0051] 可知，特征点的像点数目等于微透镜阵列的单元透镜的数目。

[0052] 参照图2，本实施例中，传感平面200包括一个CCD(Charge-coupled Device)图像传感器的传感器面，该传感器面被分割为阵列排列的多个传感区20。该多个传感区20与多个单元透镜一一对应。这样，传感器面上可以获得工件的多个像，而每个CCD图像传感器的传感区20可以获得特征点的一个像点。

[0053] 在另一实施例中，传感平面200包括CMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor)图像传感器的传感器面。该CMOS图像传感器的传感器面与微透镜阵列所在平面平行。

[0054] 具体地，本实施例中，传感平面200与微透镜阵列所在平面之间的距离为 g 。在图2

中,传感平面200包括四个传感区20。这里,传感平面200并没有示出被这四个传感区20所遮挡住的其他传感区20。

[0055] 进一步地,本实施例中,如图2所示,特征点A、特征点B以及特征点C在传感平面200上分别具有四个像点。其中,特征点的任意相邻的两个像点的距离均相等。具体地,特征点A的任意相邻的两个像点的距离都等于 D_R ;特征点B的任意相邻的两个像点的距离都等于 D_B ;特征点C的任意相邻的两个像点的距离都等于 D_G ;由于相邻两个单元透镜的中心之间的距离均为 D_p ,根据相似三角形的定义,有:

$$[0056] \quad \frac{S_A}{D_p} = \frac{S_A + g}{D_R}$$

$$[0057] \quad \frac{S_B}{D_p} = \frac{S_B + g}{D_B}$$

$$[0058] \quad \frac{S_C}{D_p} = \frac{S_C + g}{D_G}$$

[0059] 由于 S_A 、 S_B 、 S_C 、 D_p 和 g 均为定数,因此, D_R 、 D_B 以及 D_G 也均为定数。本发明中,将特征点的任意相邻的两个像点的距离称为该特征点的同名点间距。

[0060] 另外,由于 $S_A = S_B$,因此, $D_R = D_B$ 。因此,可以看到,对于摄影距离相等的多个特征点,该多个特征点的同名点间距相等。

[0061] 步骤300、设置映射平面,并在该映射平面上设置多个映射点;使该多个映射点与特征点的多个像点一一对应;设置重聚焦平面,并使该重聚焦平面与映射平面平行,且使重聚焦平面与映射平面之间的距离等于传感距离;在该重聚焦平面上设置会聚点阵列,使该会聚点阵列包括阵列排列的多个会聚点;使该多个会聚点与所述多个单元透镜的中心一一对应;且该多个会聚点与多个映射点一一对应;

[0062] 图3示出了本发明实施例的映射平面300和重聚焦平面400。这里,计算机模拟了一个重构空间,映射平面300和重聚焦平面400为计算机模拟的重构空间中的平面,其中,重聚焦平面400是通过程序所设置的虚拟微透镜阵列的位置。

[0063] 根据获取的特征点的多个像点,可以计算得到该特征点的同名点间距。而根据同名点间距就可以得到映射平面300上的映射点排布情况,从而在映射平面上设置映射点;

[0064] 进一步地,参照图3,本步骤中,重聚焦平面与映射平面之间的距离等于 g ;

[0065] 进一步地,参照图3,本步骤中,重聚焦平面400的任意相邻的两个会聚点之间的距离均为 D_p ;这样,就使重聚焦平面400与微透镜阵列10等效。

[0066] 步骤400、连接特征点的每个像点的映射点与该映射点对应的会聚点,以形成该特征点的多个重聚焦连线;该多个重聚焦连线相交于重聚焦点;建立工件所在空间的物空间三维坐标系以及重聚焦点所在空间的重聚焦点三维坐标系;使物空间三维坐标系与重聚焦点三维坐标系对应;计算该重聚焦点的三维坐标,并根据该重聚焦点的三维坐标、物空间三维坐标系与重聚焦点三维坐标系的对应关系计算得到特征点在物空间三维坐标系中的三维坐标;

[0067] 本步骤中,参照图3,特征点A的多个重聚焦连线相交于重聚焦点 A_x ;特征点B的多个重聚焦连线相交于重聚焦点 B_x ;特征点C的多个重聚焦连线相交于重聚焦点 C_x ;这里,重

聚焦点 A_x 、重聚焦点 B_x 和重聚焦点 C_x 也是处于重构空间中；在这个重构空间中，重聚焦点 A_x 、重聚焦点 B_x 和重聚焦点 C_x 即是经过重聚焦过程得到的与特征点A、特征点B和特征点C分别对应的处于该重构空间中的点。

[0068] 这里，本实施例中，参照图3，重聚焦平面400和映射平面300均垂直于纸面；若将重聚焦平面400的其中一个点作为0点；以0点为起点，并以映射平面300到重聚焦平面400的垂直方向建立X轴；以0点为起点，并以垂直于纸面向下的方向建立Y轴；以0点为起点，并以垂直于X轴和Y轴的方向建立Z轴；这样，就建立了OXYZ三维坐标系。这里OXYZ三维坐标系就是重聚焦三维坐标系。

[0069] 当然，三维坐标系的建立方法并不限于上述OXYZ三维坐标系的建立方法。特征点在其他三维坐标系中的三个坐标通过同等数学变换可以分别换算成该特征点在上述OXYZ三维坐标系中的三个坐标。

[0070] 本实施例中，重聚焦点 A_x 到重聚焦平面400的距离记为 x_1 ；重聚焦点 B_x 到重聚焦平面400的距离记为 x_3 ；重聚焦点 C_x 到重聚焦平面400的距离记为 x_2 ；

[0071] 根据相似三角形的定义，有：

$$[0072] \quad \frac{x_1}{D_P} = \frac{x_1 + g}{D_R}$$

$$[0073] \quad \frac{x_3}{D_P} = \frac{x_3 + g}{D_B}$$

$$[0074] \quad \frac{x_2}{D_P} = \frac{x_2 + g}{D_G}$$

[0075] 本步骤中，由于 D_R 、 D_B 、 D_G 以及 D_P 均为定数，这样， x_1 、 x_2 以及 x_3 就确定了，换句话说，重聚焦点 A_x 、重聚焦点 B_x 以及重聚焦点 C_x 的X坐标就确定了。

[0076] 同时，由于 $D_R = D_B$ ，这样， $x_1 = x_2$ 。

[0077] 另外根据特征点的每个像点的映射点以及与该映射点对应的会聚点在OXYZ坐标系中的坐标，可以确定该特征点的多个重聚焦连线的方程，并将该重聚焦连线的方程记为该特征点的重聚焦连线方程，通过该特征点的多个重聚焦连线方程以及该特征点的重聚焦点的X坐标可以得到该特征点的Y坐标以及Z坐标。这样，该特征点的重聚焦点的三维坐标就建立了。

[0078] 在工件的物空间中建立物空间三维坐标系，并使该物空间三维坐标系与OXYZ坐标系对应。这样，根据特征点的重聚焦点的三维坐标，并通过坐标系变换就可以得到该特征点在物空间三维坐标系中的三维坐标。

[0079] 通过得知特征点的三维坐标就可以知道工件的朝向微透镜阵列的侧面的三维信息。

[0080] 可以理解，为了计算工件上的背向微透镜阵列的特征点的三维坐标，本步骤400还包括步骤410：转动工件，使工件上的背向微透镜阵列的特征点朝向该微透镜阵列，并重复步骤100-步骤400以计算得到该工件上的背向微透镜阵列的特征点在工件转动后在物空间三维坐标系中的三维坐标；根据该工件转动的角度，计算得到特征点在工件转动前在物空间三维坐标系中的三维坐标。

[0081] 步骤500、将该特征点在物空间三维坐标系中的三维坐标显示出来。

[0082] 本发明根据步骤100-步骤500可得到工件的待测表面上所有特征点的三维坐标；这里，本发明通过一次测量就可以得到工件的待测表面上所有特征点的三维坐标。然后本发明根据得到的工件待测表面上所有特征点的三维坐标就可以绘制出工件待测表面的三维形貌。

[0083] 根据步骤100-步骤500以及步骤410，本发明可以得到工件的朝向微透镜阵列和背向微透镜阵列的表面上所有特征点的三维坐标；这样，本发明就可以根据得到的工件朝向微透镜阵列和背向微透镜阵列的表面上所有特征点的三维坐标绘制出工件的三维形貌。

[0084] 图4和图5示出了本发明实施例的三维测量仪器。该三维测量仪器包括：

[0085] 微透镜阵列10，该微透镜阵列10包括阵列排列的多个单元透镜；该微透镜阵列10用于朝向工件的待测表面，使该工件的待测表面的特征点在微透镜阵列10通过微透镜阵列形成多个像点；

[0086] 图像传感器210，该图像传感器210的传感器面构成传感平面200，该传感平面200与微透镜阵列所在平面平行，传感平面200与微透镜阵列所在平面之间的距离为传感距离；该图像传感器210用于获取工件上待测表面的特征点通过微透镜阵列10在传感平面200上形成的多个像点；并将该多个像点的位置关系发送给处理器500；

[0087] 处理器500，该处理器500与图像传感器210电性连接，用于接收图像传感器210发送的多个像点的位置关系，并建立映射平面，在该映射平面上设置多个映射点，使该多个映射点与多个像点一一对应；该处理器500还用于建立重聚焦平面，并使该重聚焦平面与映射平面平行，且使重聚焦平面与映射平面之间的距离等于传感距离；该处理器500还用于在该重聚焦平面上设置会聚点阵列；该会聚点阵列包括阵列排列的多个会聚点；该多个会聚点与所述多个单元透镜的中心一一对应；且该多个会聚点与多个映射点一一对应；该处理器500还用于连接特征点的每个像点的映射点与该映射点对应的会聚点，以形成该特征点的多个重聚焦连线；该多个重聚焦连线相交于重聚焦点；该处理器500还用于建立工件所在空间的物空间三维坐标系以及重聚焦点所在空间的重聚焦点三维坐标系；物空间三维坐标系与重聚焦点三维坐标系对应；计算该重聚焦点的三维坐标，并根据该重聚焦点的三维坐标、物空间三维坐标系与重聚焦点三维坐标系的对应关系计算得到特征点的三维坐标，然后将该特征点的三维坐标发送给显示设备900。

[0088] 存储器600：该存储器600与处理器500电性连接，该存储器600用于存储映射平面的方程式、多个映射点的坐标、重聚焦平面的方程式、多个会聚点的坐标、多个重聚焦连线的方程式、重聚焦点的坐标以及特征点的坐标。

[0089] 进一步地，三维测量仪器还包括与处理器500电性连接、用于接收处理器500发送的特征点的三维坐标，并将该特征点的三维坐标显示出来的显示设备900。

[0090] 三维测量仪器还包括用于转动工件，使工件上的背向微透镜阵列的特征点朝向该微透镜阵列的转动机构（图中未示出）。优选地，转动机构可以是转动平台，该转动平台的转动轴竖直设置；工件放置在该转动平台上，当转动平台绕转动轴旋转时，工件就可以水平旋转。可以理解，为了方便获取工件顶部的特征点的像点，三维测量仪器还包括用于升降转动平台的升降装置。这里，转动平台和升降装置均为现有技术，这里就不一一赘述。

[0091] 当然，可以理解，如果工件表面的最高点和最低点在三维测量仪器的景深范围之

内,则无需升降装置。这里,有一点需要说明,本申请是主要针对的是工件的一个表面,具体而言是为了获取工件一个表面的影像,因此,一般的三维测量仪器并不需要具有转动机构和升降装置。这里,提供转动机构和升降装置仅是一种为了获取工件三维数字模型的一种方法。而提供转动机构和升降装置并不是为获取工件三维数字模型的唯一方法。还可以通过移动三维测量仪器获取工件所有表面,并结合计算机后端处理,即可获得工件的三维数字模型。

[0092] 本发明中,图像传感器210可以是CCD图像传感器或CMOS图像传感器。

[0093] 进一步地,为了精确的确定工件的特征点的三维坐标,三维测量仪器还包括设置在工件和微透镜阵列之间的物镜700。物镜700的轴向垂直于微透镜阵列所在平面。该物镜700用于放大工件,使工件的特征点在微透镜阵列的背向工件的一侧形成更精确的多个像点。

[0094] 进一步地,为了使工件更加明亮,以方便图像传感器210捕捉特征点的像点,三维测量仪器还包括用于照亮工件的照明光源设备800。优选地,三维测量仪器包括设置在工件与物镜700之间、用于照亮工件的特征点的环形照明光源设备800。该环形照明光源设备800的轴向与物镜700的轴向在同一直线上。具体地,该环形照明光源设备800包括环形的基座810以及设置在该基座810上,并朝向工件的多个LED灯820。该多个LED灯820等间距地周向排布在基座810上。

[0095] 进一步地,三维测量仪器还包括用于发出被导入物镜、并沿物镜轴向延伸而照亮工件的光线的同轴光源。所述三维测量仪器还包括用于发出光强呈周期性分布、并照射工件的光线的结构光光源。

[0096] 本发明的三维测量方法与仪器通过微透镜阵列形成工件的特征点的多个像点,并通过该多个像点计算得到工件上特征点的三维坐标。本发明的三维测量方法使用简单方便、测量精确度高。

[0097] 应当理解的是,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,而所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

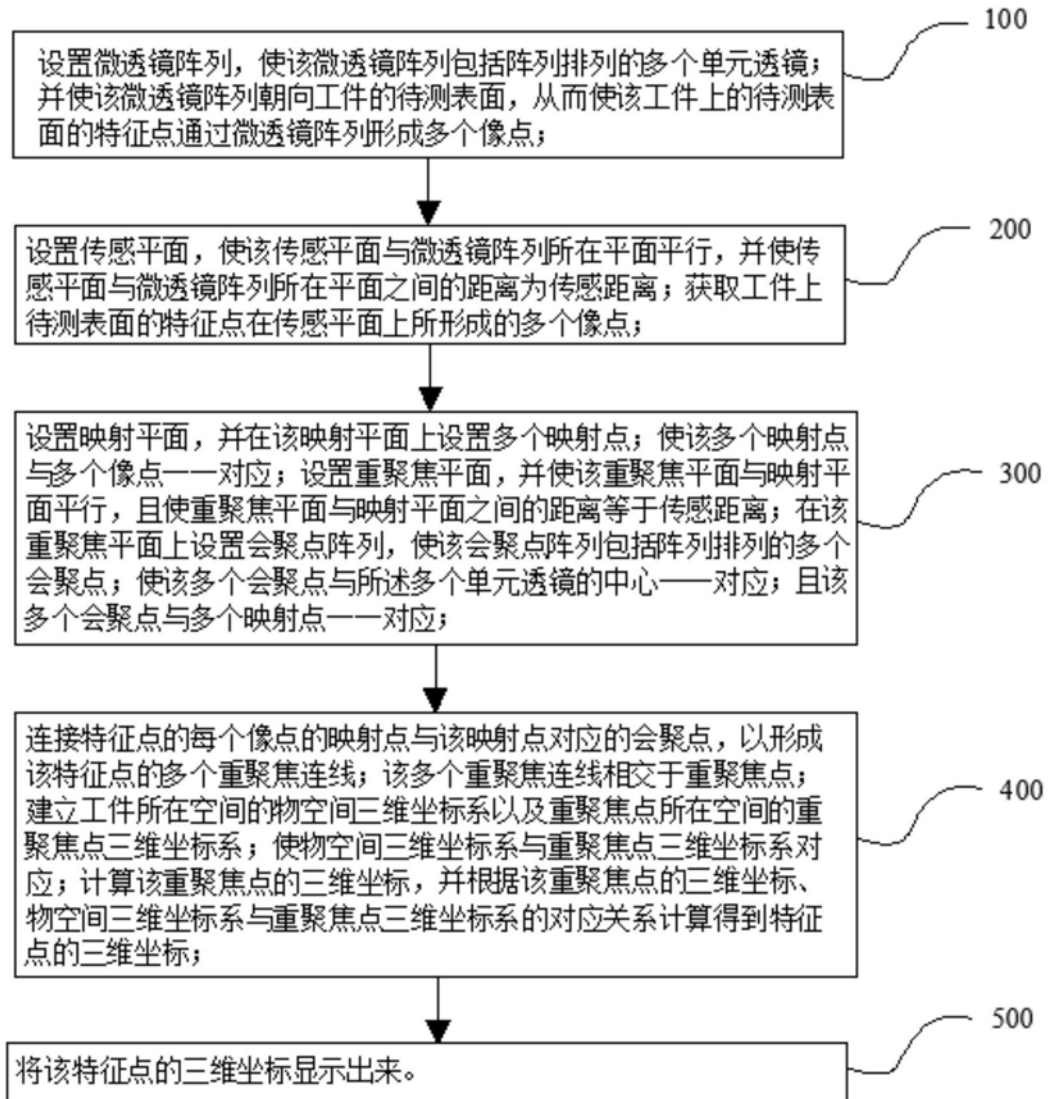


图1

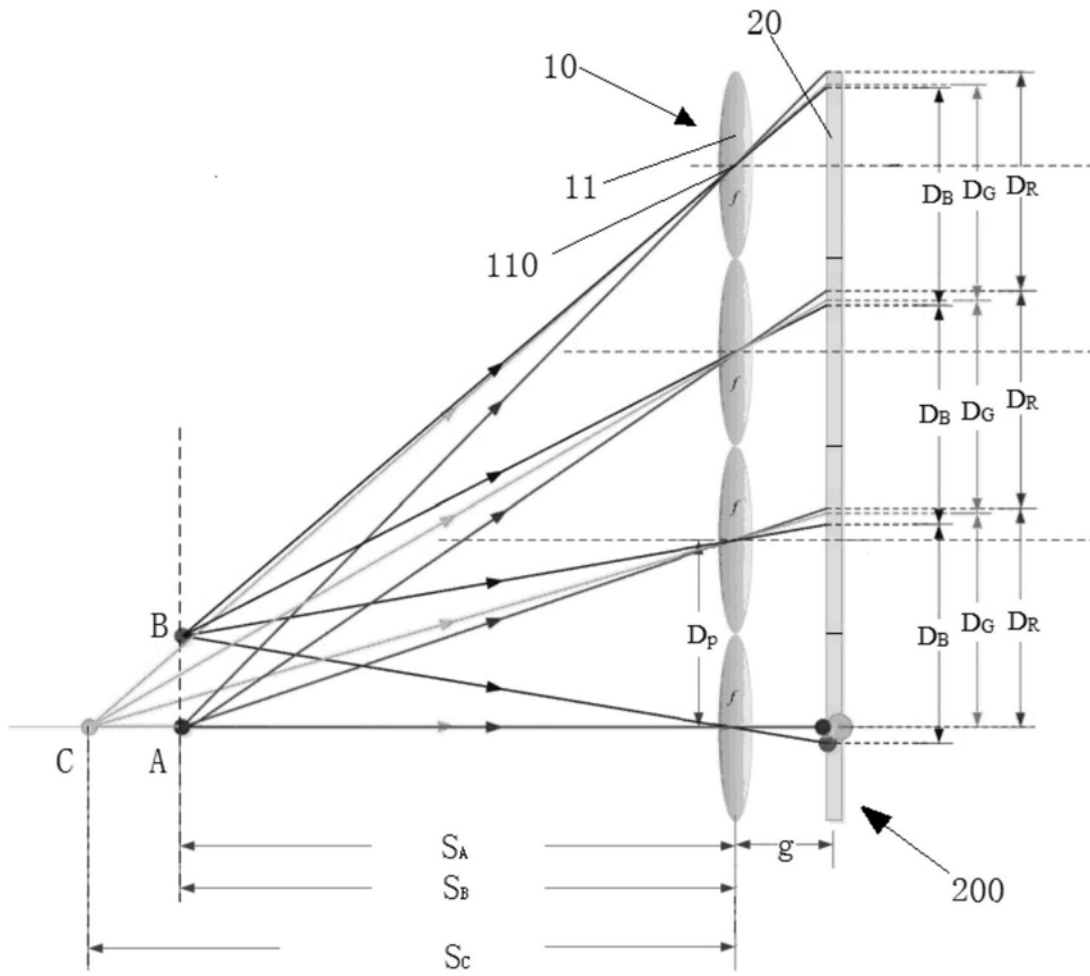


图2

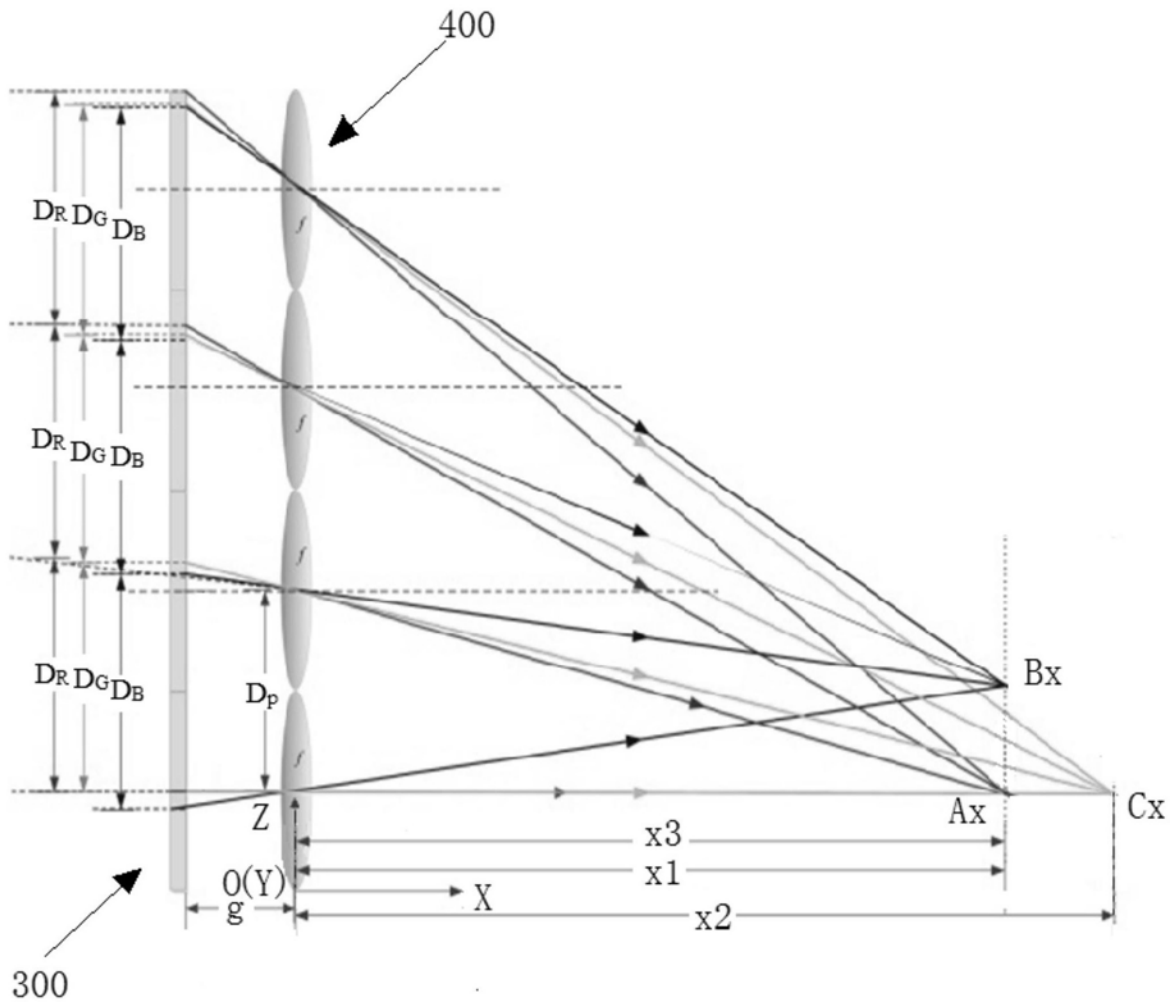


图3

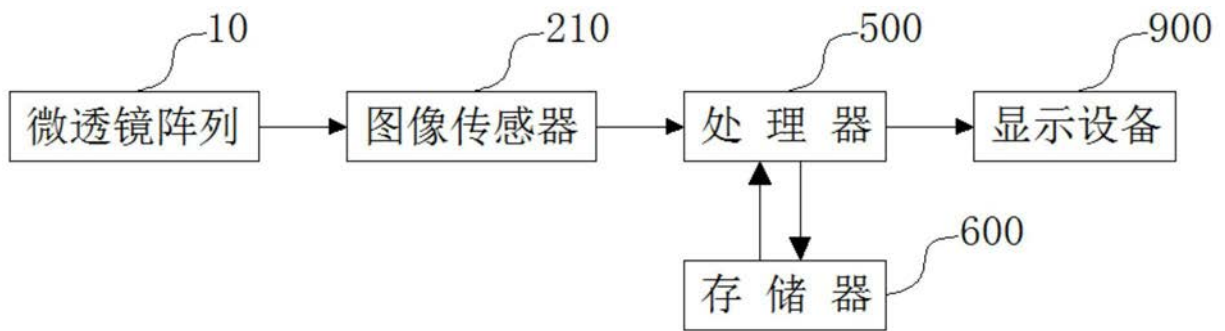


图4

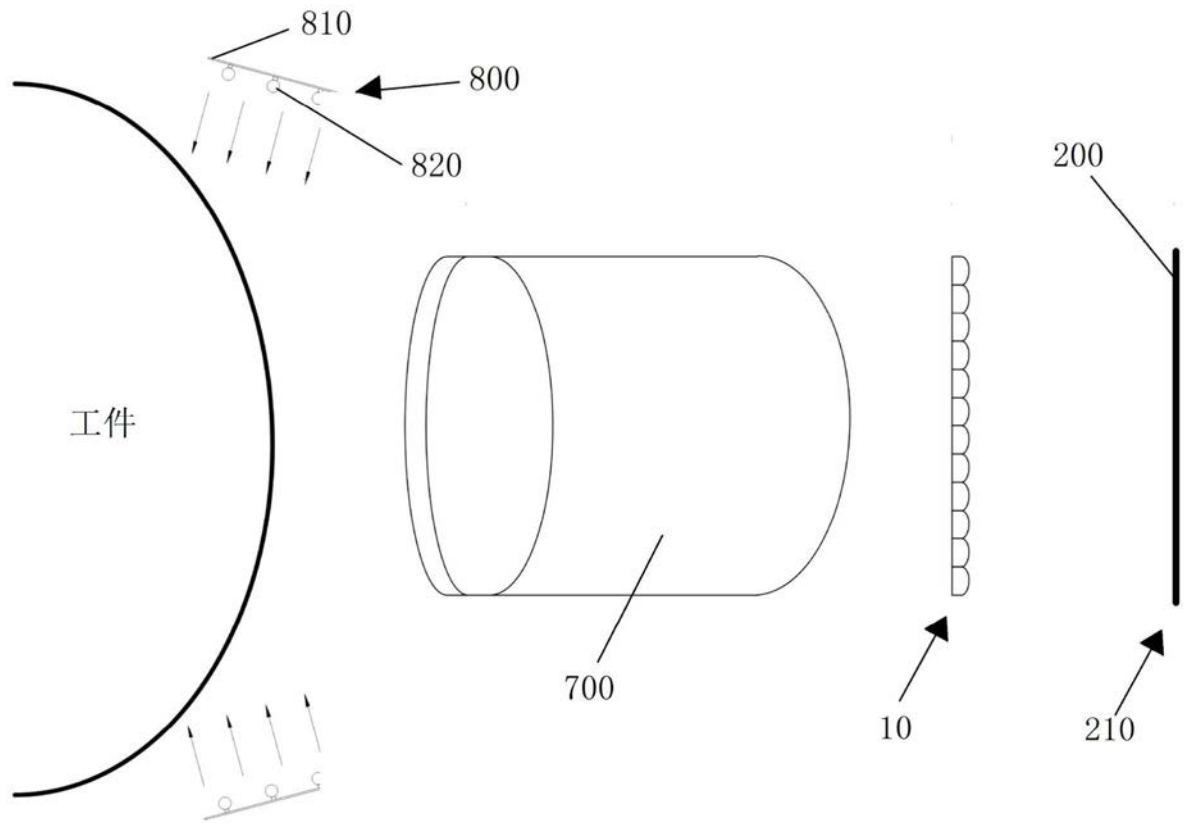


图5