



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112105887 B

(45) 授权公告日 2022. 06. 24

(21) 申请号 201880090070.7
(22) 申请日 2018.11.29
(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112105887 A
(43) 申请公布日 2020.12.18
(30) 优先权数据
01602/17 2017.12.22 CH
01603/17 2017.12.22 CH
(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.08.21
(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2018/059463 2018.11.29
(87) PCT国际申请的公布数据
W02019/123058 FR 2019.06.27

(73) 专利权人 谨观股份公司
地址 瑞士日内瓦
(72) 发明人 P·雅科 S·拉波特
(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001
专利代理师 代易宁 刘茜
(51) Int.Cl.
G01B 11/00 (2006.01)
B23Q 17/22 (2006.01)
审查员 古玖旺

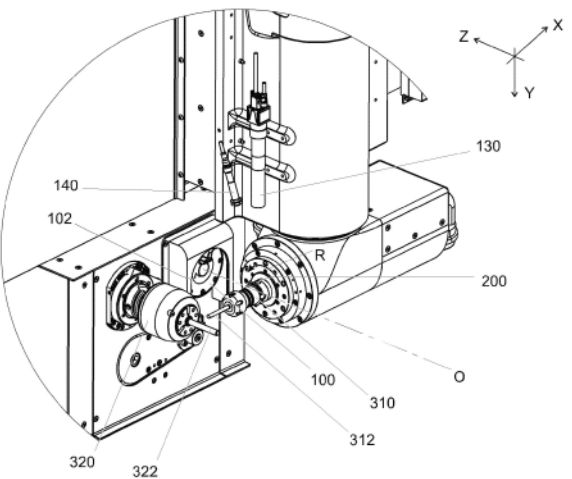
权利要求书4页 说明书17页 附图11页

(54) 发明名称

带有用于在刀具夹具和工件夹具之间的三维配准的光学测量装置的机床

(57) 摘要

本发明涉及一种机床,该机床包括配备有刀具夹具(310)和工件支座(320)的机加工模块(300),以及用于三维测量所述刀具夹具(310)和所述工件支座(320)之间的相对位置的光学测量装置(10),所述光学测量装置(10)包括安装在所述工件支座(320)上的光学系统(100)和安装在所述刀具夹具(310)上的目标(200),并包括工作面(202),该工作面形成可以将其自身定位在光学系统(100)的光轴(O)上的定位参考。



1. 机床,包括配备有刀具夹具(310)和工件夹具(320)的机加工模块(300),和用于所述刀具夹具(310)和工件夹具(320)之间的相对位置的三维测量的光学测量装置(10),所述光学测量装置(10)包括:

带有图像采集系统的光学系统(100),所述光学系统安装在所述工件夹具(320)上,和安装在所述刀具夹具(310)上的三维目标(200),所述三维目标包括形成定位参考的有用面(202),所述定位参考能够放置在所述光学系统(100)的光轴(O)中,所述有用面(202)包括:

*限定平面参考面(212)的第一结构(210),所述平面参考面(212)在至少如下部分之间被分配:

- 第一部分(214),所述第一部分的表面根据第一反射参数是反射性的,以及
- 第二部分(216),所述第二部分的表面根据不同于所述第一反射参数的第二反射参数是反射性的,和

*第二结构(220),其具有相对于所述平面参考面(212)的倾斜面(222),

并且其中,所述光学系统(100)包括第一曝光系统(110)和第二曝光系统(120),其中,所述第二曝光系统(120)的焦距和所述第一曝光系统(110)的焦距之间的差位于将所述参考面(212)与所述倾斜面(222)分开的最小距离和最大距离之间,

其中,所述光学测量装置(10)配置为通过所述光学系统(100)对所述目标(200)的单个曝光步骤,能够确定待机加工工件的夹具(320)与所述刀具夹具(310)之间的三维相对位置。

2. 根据权利要求1所述的机床,其中,所述第一部分(214)的表面根据漫反射是反射性的,并且所述第二部分(216)的表面根据镜面反射是反射性的。

3. 根据权利要求1所述的机床,其中,所述第二部分(216)根据定位于所述第一部分(214)中的一系列局部区域(217)而分配。

4. 根据权利要求1所述的机床,其中,所述倾斜面(222)的表面具有均匀分布的凹凸元件(224)抑或镜面元件(225)。

5. 根据权利要求3所述的机床,其中,所述局部区域(217)在它们之间限定属于以下列表的几何图形:四边形和圆形。

6. 根据权利要求3所述的机床,其中,所述局部区域(217)在它们之间限定平行四边形。

7. 根据权利要求3所述的机床,其中,所述局部区域(217)在它们之间限定正多边形。

8. 根据权利要求3所述的机床,其中,所述局部区域(217)在它们之间限定属于以下列表的几何图形:矩形和菱形。

9. 根据权利要求3所述的机床,其中,所述局部区域(217)在它们之间限定正方形。

10. 根据权利要求3所述的机床,其中,所述第二部分(216)的所述局部区域(217)由分布在所述第一部分(214)中的岛或段形成。

11. 根据权利要求1所述的机床,其中,所述第一结构(210)和所述第二结构(220)彼此同心地位于所述有用面(202)上。

12. 根据权利要求1所述的机床,其中,所述第一结构(210)围绕所述第二结构(220)。

13. 根据权利要求3所述的机床,其中,所述第一结构(210)的第二部分(216)的局部区域(217)限定围绕所述第二结构(220)的正方形。

14. 根据权利要求1所述的机床, 其中, 所述第一结构(210)界定用于容纳所述第二结构(220)的壳体(219)的孔(218)。

15. 根据权利要求14所述的机床, 其中, 所述第二结构(220)定位在所述壳体(219)中, 使倾斜面(222)相对于所述第一结构(210)的参考面(212)缩回。

16. 根据权利要求1所述的机床, 其中, 通过被以下元件之一覆盖: 蚀刻网络、结构化网络或由镜面线构成的网络, 所述第二结构(220)的所述倾斜面(222)的表面是带有条纹的。

17. 根据权利要求1所述的机床, 其中, 所述目标(200)还包括由透明材料制成的板, 其覆盖所述有用面(202)一侧上的所述第一结构(210)和所述第二结构(220)。

18. 根据权利要求1所述的机床, 其中, 所述光学测量装置(10)还包括朝向所述三维目标(200)定向的光源, 所述光源被定位以便构成所述三维目标(200)的侧向照明。

19. 根据权利要求1所述的机床, 其中:

- 所述第一曝光系统(110)的景深是所述第二曝光系统(120)的景深的至少10倍, 以及
- 所述光学系统(100)被布置成使得所述第一曝光系统(110)的光路和所述第二曝光系统(120)的光路具有放置在所述光学系统(100)的光轴(O)上的并且包括所述第一曝光系统(110)的图像焦平面和所述第二曝光系统(120)的图像焦平面的共同部分。

20. 根据权利要求19所述的机床, 其中, 所述光学系统(100)被布置成使得来自所述三维目标的光路在到达所述第一曝光系统(110)和第二曝光系统(120)中的另一个之前, 穿过所述第一曝光系统(110)和第二曝光系统(120)中的一个的至少一部分。

21. 根据权利要求19所述的机床, 其中, 所述第一曝光系统(110)和第二曝光系统(120)彼此平行地定位, 并且光学系统(100)还包括光学模块(128), 所述光学模块位于所述第一曝光系统(110)和所述第二曝光系统(120)之间并且被配置为使穿过所述第一曝光系统(110)和第二曝光系统(120)中的一个的至少一部分的一些光射线偏转到所述第一曝光系统(110)和第二曝光系统(120)中的另一个。

22. 根据权利要求19所述的机床, 其中, 所述第二曝光系统(120)的焦距大于所述第一曝光系统(110)的焦距。

23. 根据权利要求19所述的机床, 其中, 所述第一曝光系统(110)的放大率小于所述第二曝光系统(120)的放大率。

24. 根据权利要求19所述的机床, 其中, 所述第一曝光系统(110)的景深(DOF1)大于或等于0.8毫米。

25. 根据权利要求19所述的机床, 其中, 所述第二曝光系统(120)的景深(DOF2)小于或等于0.1毫米。

26. 根据权利要求19所述的机床, 其中, 所述第一曝光系统(110)为远心的, 并且所述第二曝光系统(120)为远心的。

27. 根据权利要求1所述的机床, 其中:

- 所述第一曝光系统(110)的景深是所述第二曝光系统(120)的景深的至少10倍, 并且
- 所述光学系统(100)被布置成使得所述第一曝光系统(110)的光路和所述第二曝光系统(120)的光路具有放置在所述光学系统(100)的光轴(O)上的并且包括所述第一曝光系统(110)的图像焦平面和所述第二曝光系统(120)的图像焦平面的共同部分, 并且其中:
 - 所述第一曝光系统(110)被配置为使得其图像焦平面能对应于所述第一结构(210)的

参考面(212),和

-所述第二曝光系统(120)被配置为使得其图像焦平面(F2)能够与所述三维目标(200)的倾斜面(222)正割。

28.根据权利要求19所述的机床,其中,所述光学测量装置(10)还包括第三曝光系统(130),所述第三曝光系统被定位在所述刀具夹具(310)上并且配置为配准所述目标(200)的有用面(202)的取向和/或所述刀具夹具(310)的角取向。

29.用于在机床的三维空间中根据三个正交方向X、Y和Z在主方向Z上彼此对准且彼此远离的刀具夹具(310)和工件夹具(320)之间进行三维光学测量的方法,其中:

-光学系统(100)设有图像采集系统,所述光学系统(100)包括第一曝光系统(110)和第二曝光系统(120),

-所述光学系统(100)被安装在所述工件夹具(320)上,

-提供三维目标(200),其包括形成定位参考的有用面(202),所述有用面(202)包括:

*限定平面参考面(212)的第一结构(210),所述平面参考面在至少以下部分之间分配:

-第一部分(214),其表面根据第一反射参数是反射性的,和

-第二部分(216),其表面根据不同于所述第一反射参数的第二反射参数是反射性的,以及

*第二结构(220),其具有相对于所述平面参考面(212)的倾斜面(222),

其中,所述第二曝光系统(120)的焦距和所述第一曝光系统(110)的焦距之间的差位于将所述参考面(212)与所述倾斜面(222)分开的最小距离和最大距离之间,

-所述目标(200)被安装在所述刀具夹具(310)上,

-所述刀具夹具(310)和所述工件夹具(320)被定位成使得能将所述目标(200)放置在所述光学系统(100)的光轴(O)中,并且使得一方面,所述第一曝光系统(110)的焦距能将所述第一曝光系统(110)的图像焦点置于所述目标(200)的第一结构(210)上,且另一方面,所述第二曝光系统(120)的焦距能将所述第二曝光系统(120)的图像焦点置于所述目标(200)的第二结构(220)上,

-通过定位所述光学系统(100)以与所述目标(200)配合来执行所述目标(200)的单个曝光步骤,从而确定待机加工工件的夹具(320)与所述刀具夹具(310)之间的三维相对位置,并且

由此在通过所述光学系统(100)进行曝光的所述步骤中,用所述光学系统(100)的所述第一曝光系统(110)和所述光学系统(100)的所述第二曝光系统(120)同时进行至少一次曝光,从而,对于由所述光学系统(100)的每次曝光,在一方面,所述第一曝光系统(110)生成所述目标(200)的第一图像,使得能够在所述参考面(212)上识别所述第二部分(216)相对于所述第一部分(214)的位置,这给出,第一,关于根据方向X的所述目标(200)相对于所述第一曝光系统(110)的相对位置的第一条信息,和第二,关于根据方向Y的所述目标(200)与所述第一曝光系统(110)之间的相对位置的第二条信息,并且另一方面,所述第二曝光系统(120)生成所述目标(200)的第二图像,所述第二图像包括对应于所述第二结构的倾斜面(222)位置的鲜明部分,这给出关于根据方向Z的所述目标(200)与所述第二曝光系统(120)之间的距离的第三条信息。

30.根据权利要求29所述的方法,其中:

所述第一部分(214)的所述表面根据漫反射是反射性的,且

所述第二部分(216)的所述表面根据镜面反射是反射性的,并且其中

在所述光学系统(100)中,

- 所述第一曝光系统(110)的景深是所述第二曝光系统(120)的景深的至少10倍,以及

- 所述光学系统(100)被布置成使得所述第一曝光系统(110)的光路和所述第二曝光系统(120)的光路具有包括所述第一曝光系统(110)的图像焦平面和所述第二曝光系统(120)的图像焦平面的共同部分。

31. 根据权利要求29所述的方法,其中,所述平面参考面(212)的所述第二部分(216)根据位于所述第一部分(214)中的一系列局部区域(217)被分配,并且其中,当所述第一曝光系统(110)生成所述目标(200)的第一图像时,在所述参考面(212)上识别出第二部分(216)的局部区域(217)的位置,这给出关于所述局部区域(217)与所述第一曝光系统(110)之间的相对位置的一条信息,使得能够推导出根据Y方向和根据X方向的相对测量值。

带有用于在刀具夹具和工件夹具之间的三维配准的光学测量装置的机床

技术领域

[0001] 本发明涉及机床领域。本发明还涉及光学测量第一物体与第二物体之间,尤其是机床的刀具夹具与工件夹具之间的相对位置的领域。

[0002] 在机床领域中,尤其是通过材料去除进行机加工,需要准确地知道刀具夹具和工件夹具之间的相对位置,以确保机加工范围符合在调整期间制定的机加工计划。

[0003] 借助于机加工模块(机床),特别是自动车床、自动车削机器、车削-铣削中心、铣床、机加工中心和转移机,工件生产通常包括三个不同的阶段。

[0004] 在第一调整(或预设)阶段,操作员(例如自动车床操作员)在机加工模块上定义并测试机加工计划,也就是说,获得待机加工的期望工件所需的操作顺序和轴位移的顺序。例如,操作者要小心谨慎,以获得最有效的可能的机加工计划,也就是说,该计划可以以最少的操作机加工给定的工件,并避免刀具之间或与工件的碰撞。他或她选择要使用的刀具,并检查所获得工件的质量,例如表面状况、符合公差等。

[0005] 在第二生产阶段,利用在调整过程中定义的参数,在预设的机加工模块上生产一系列工件。这个阶段是唯一的生产阶段;它经常一天24小时执行,机加工模块借助于自动料盒进料或块料(未机加工的工件)装载机提供原材料。

[0006] 可能会中断一系列工件的生产,例如更换磨损的刀具,在同一机加工模块上生产另一种类型的工件,进行机器维护等,随后重新启动。在这种情况下,需要准备阶段来应用在调整期间先前定义的参数。这个准备阶段比调整要快。

[0007] 在准备期间,经常需要用另一套适合要执行的机加工的刀具替换安装在机器上的刀具。这些刀具的定位精度决定了机加工质量,但很难在连续的准备阶段复制。

[0008] 另外,在生产阶段,随着新工件的机加工不断发展,尤其对于长期运行,刀具夹具和工件夹具之间的位置偏移(尤其是由于机器热膨胀引起的偏移)并非不可能。

背景技术

[0009] 因此,在现有技术中已经提出了各种解决方案,以保证在生产阶段和准备期间在刀具夹具和工件夹具之间的正确相对定位,也就是说,与调整期间的刀具夹具和工件夹具之间的相对位置一致的相对定位。

[0010] 机床中使用的许多原位测量技术旨在测量工件或工件夹具与刀具本身之间的相对位置。然而,在这种情况下,工件或工件夹具与刀具之间的相对位置的测量受到刀具的磨损和机床在其操作期间的热偏移的影响。

[0011] 此外,如在文献DE202016004237U中那样,这种相对位置测量通常在两个维度上,即在两个方向上进行。

[0012] 由于在工件或工件夹具与刀具之间的这种相对配准限于二维(例如,Y和X,分别为侧向方向和垂直方向),因此它不充分详尽以确保正确的相对位置,使得不得不使用另一种技术来测量第三个维度(例如Z,工件夹具的前进/后退方向,也称为“材料方向”)。这种情况

不仅增加了测量技术的成本,而且增加了其实施时间,并且还由于同时使用两个系列的测量而增加了误差。

[0013] 文献US2014362387 AA公开了一种放置在刀具夹具上的光学测量装置,该光学测量装置使得可以检查目标物体不干涉刀具夹具。该光学测量装置使用具有若干倾斜部分的测量元件来表征激光射线测量装置的几何参数,特别是反射射线的传感器与入射射线的发射器之间的位置。该测量元件不参与测量刀具夹具和目标物体(可以为待机加工工件)之间的相对位置。

[0014] 文献US2010111630 AA公开了一种用于机床的刀具重新定位系统,其包括位于刀具上的不规则形状的目标,并且允许通过未指定位置的光学测量元件来光学测量刀具的精确位置。

[0015] 文献US5831734描述了一种解决方案,在该方案中,将光学传感器固定到刀具夹具,并且执行该刀具夹具相对于设有独特标记(凹槽)的待机加工工件的相对位置的配准。

[0016] 文献JP07246547提出了一种机床,该机床配备有安装在刀具安装轴上的反射器,以及具有若干能够配准反射器位置的激光干涉仪的测量装置。

[0017] 然而,这些解决方案不能通过单个曝光步骤确定待机加工工件和刀具之间的相对位置,该单个曝光步骤给出可以在三维空间中确定该相对位置的信息。

[0018] 这些解决方案也不可能独立于机加工期间实时可变的参数,特别是刀具的磨损以及刀具和/或接收待机加工工件的机床的工作空间的热变化。

发明内容

[0019] 本发明的一个目的是提出一种技术,该技术使得可以不受已知测量技术的限制,进行刀具夹具和工件夹具之间的相对位置的测量。

[0020] 本发明的另一个目的是提出一种技术,该技术使得可以执行在刀具夹具和工件夹具之间的相对位置的测量,该技术由单个曝光步骤提供第一物体与第二物体之间的三维相对位置。

[0021] 根据本发明,这些目的尤其是通过一种机床来实现,该机床包括配备有刀具夹具和工件夹具的机加工模块,以及用于三维测量所述刀具夹具和所述工件夹具之间的相对位置的光学测量装置,所述光学测量装置包括安装在工件夹具上的带有图像采集系统的光学系统和安装在刀具夹具上的目标,该目标包括有用面,该有用面形成可以放置在光学系统光轴中的定位参考。

[0022] 根据本发明,光学测量装置被配置为使得可以通过光学系统对目标进行曝光的单个步骤来确定待机加工工件的夹具与刀具夹具之间的三维相对位置。以这种方式,可以通过由光学系统执行的目标的曝光来获得所述刀具夹具和所述工件夹具之间的精确位置。该曝光对应于通过光学系统对目标的图像的拍摄,即,对目标的一个或多个图像的获取、捕获或记录。特别地,根据一种可能性,光学系统能够同时拍摄目标的第一图像和第二图像。这两个图像(图像对)包含有关目标和光学系统之间相对位置的信息,该信息使得可以获得在三个空间方向上(尤其是X、Y和Z方向)在目标和光学系统之间的相对位置。根据一种变型,光学系统能够拍摄目标的一系列图像对。

[0023] 特别地,将目标定位成使得光学系统的图像焦平面可以与目标的有用面合并。

[0024] 根据一个实施例,目标为三维目标,其在有用面上包括:

[0025] *限定平面参考面的第一结构,以及

[0026] *第二结构,其具有相对于所述平面参考面倾斜的面,

[0027] 并且所述光学系统包括第一曝光系统和第二曝光系统,其中,第二曝光系统的焦距与第一曝光系统的焦距之差位于将参考面与倾斜面分开的最小距离与最大距离之间。

[0028] 因此,光学系统可以同时一方面通过由第一曝光系统生成的图像相对于参考面(或第一参考面)识别其位置,并且另一方面,相对于通过由第一曝光系统生成的图像识别的倾斜面(或第二参考面)的至少一个区域识别其位置,该倾斜面在目标上的位置相对于参考面是已知的。

[0029] 该目标还可能符合以下设置中的一项或另一项或几项:

[0030] -平面参考面至少划分为第一部分和第二部分,第一部分的表面根据第一反射参数是反射性,第二部分的表面根据不同于第一反射参数的第二反射参数是反射性的;

[0031] -所述第一部分的表面根据漫反射是反射性的,并且所述第二部分的表面根据镜面反射是反射性的;

[0032] -所述第二部分根据位于第一部分中的一系列局部区域被分配;

[0033] -所述倾斜面的表面具有凹凸元件抑或镜面元件,它们均匀分布;

[0034] -局部区域在它们之间限定属于以下列表的几何图形:四边形、平行四边形、矩形、正方形、菱形、正多边形和圆形;

[0035] -所述第二部分的局部区域由分布在第一部分中的岛或段形成;

[0036] -局部区域由铬制成;

[0037] -第一结构和第二结构彼此同心地位于有用面上,特别是第一结构围绕第二结构;

[0038] -第一结构的第二部分的局部区域限定围绕第二结构的正方形;

[0039] -第一结构界定用于容纳所述第二结构的壳体的孔;

[0040] -第二结构定位在所述壳体中,使所述倾斜面相对于所述第一结构的参考面缩回,特别是在后部,在由参考面界定的平面后面;

[0041] -第二结构的倾斜面的表面是带有条纹的,特别是第二结构的倾斜面的表面被以下元件之一覆盖:蚀刻网络、结构化网格或由镜面线构成的网络。

[0042] 根据一个实施例,该倾斜面的表面具有均匀分布的凹凸元件。根据另一实施例,该倾斜面的表面具有均匀分布的镜面元件。在两种情况下,该想法是能够在与参考面正交的方向Z上配准大致平坦的倾斜面。为此,在一种情况下,凹凸元件构成具有小尺寸的表面不规则性或粗糙度,倾斜面的表面是粗糙的并使得可以形成漫反射,从而使看着目标的光学系统可以清楚地看到倾斜面的一部分:特别是,这些凹凸元件的尺寸大于700纳米,特别是大于1微米,即其尺寸大于入射辐射(此处为自然光)的波长。在另一种情况下,在视觉上将倾斜面的镜面元件与倾斜面的表面的其余部分(优选地,根据漫反射是反射性的)区分开,这些镜面元件根据几何布置(例如相互平行的线)定位并根据Z方向定位于不同的位置,因此,看着目标的光学系统可以清晰地看到带有一个或多个这些镜面元件的倾斜面的一部分。

[0043] 该三维目标在其形成有用面的一侧具有双重结构,该双重结构分别限定了第一平面参考面和第二参考面,第二参考面限定了相对于第一参考面倾斜的平面。目标的这种三

维几何形状,与分别构成第一参考面和第二参考面的表面的特定和不同的光学特性相关联,允许该目标相对于所使用的光学系统在三个维度X、Y和Z的空间中的光学配准。在一个实施例中,该光学系统使得可以凭借对第一平面参考面和第二倾斜参考面两者的单个曝光步骤来执行该光学配准,即最终完成相对位置的测量:因此它涉及第一平面参考面的图像和第二参考面的图像的同时曝光。可以两次、三次或更多次重复进行此同时曝光,甚至突然爆发n次曝光(n为大于1的整数,例如从2到15)。以这种方式,可以具有第一平面参考面和第二参考面两者的若干图像(一系列图像),这使得可以通过计算算法来进行处理,不是对第一平面参考面和第二参考面的单个图像进行处理,而是对第一平面参考面和第二参考面两者的一系列图像进行处理,从而增进了精度。

[0044] 特别地,根据一个可能的设置,第一平面参考面和第二参考面的图像的该生成由所使用的光学系统执行,而不必进行调整,如稍后将说明的。在这种情况下,在光学系统中没有要执行的特定设置,这允许在执行三维目标的相对位置的测量中显著节省时间。与现有技术相比,该解决方案尤其提供了不需要几个测量步骤,或甚至不需要修改设置、尤其是看着该目标的光学系统的焦距的优点。

[0045] 同样,当此目标用于测量刀具夹具与工件夹具之间的相对位置时,通过将该目标放置在刀具夹具上,有可能变得不受刀具的磨损、刀具和/或接收待机加工工件的机床的工作空间的热变化的影响。

[0046] 在一个实施例中,光学系统包括第一曝光系统和第二曝光系统,其中:

[0047] -第一曝光系统的景深是第二曝光系统的景深的至少10倍,以及

[0048] -光学系统被布置成使得第一曝光系统的光路和第二曝光系统的光路具有放置在光学系统的光轴上的并且包括第一曝光系统的图像焦平面和第二曝光系统的图像焦平面的共同部分。

[0049] 这样的光学系统可以放置在所涉及的两个物体中的一者(由工件夹具形成的第二物体)上,并允许通过两个曝光系统同时拍摄两个物体中的另一个物体(由刀具夹具形成的第一物体)上彼此相邻的两个位置处的两个鲜明图像,第一物体的这两个位置位于与第二物体略有不同的距离。如将在下文中详细描述,这种光学系统使得可以通过两个图像在三维上配准第一物体和承载光学系统的第二物体之间的相对位置。

[0050] 在一个实施例中,光学系统被布置成使得来自物体(第一物体)的光路在到达第一和第二曝光系统中的另一者之前,穿过第一和第二曝光系统中的一者的至少一部分。以这种方式,有可能具有一段光路作为光学系统的输入/输出,这段光路对于第一和第二曝光系统是共同的或非常接近的。因此,不仅可以使第一曝光系统和第二曝光系统组合在同一光学系统上,而且还能够配准在第一物体上的彼此相邻的两个位置,这些位置接近到只有几十毫米,甚至几毫米,甚至不超过一毫米。

[0051] 在一个实施例中,第一曝光系统和第二曝光系统彼此平行地定位,并且光学系统还包括光学模块,该光学模块位于第一曝光系统和第二曝光系统之间并且被配置为使穿过第一和第二曝光系统中的一个的至少一部分的一些光射线偏转到第一和第二曝光系统中的另一个。根据一种可能性,该光学模块为或包括诸如反射镜的反射光学系统:

[0052] 该光学系统还可能符合以下设置中的一项或另一项或几项:

[0053] -第二曝光系统的焦距大于第一曝光系统的焦距,

- [0054] -第一曝光系统的放大率小于或等于第二曝光系统的放大率,
- [0055] -第一曝光系统的景深(DOF1)大于或等于0.8毫米,
- [0056] -第二曝光系统的景深(DOF2)小于或等于0.1毫米,
- [0057] -第一曝光系统为远心的,第二曝光系统为远心的,
- [0058] -第一曝光系统被配置为使得其图像焦平面可以对应于第一结构的参考面,以及
- [0059] -第二曝光系统被配置为使得其图像焦平面可以与三维目标的倾斜面正割,
- [0060] -光学装置还包括第三曝光系统,该第三曝光系统被定位在刀具夹具上并且配置为配准目标的有用面的取向和/或刀具夹具的角度取向。
- [0061] 本发明还涉及一种用于在机床的三维空间中根据三个正交方向X、Y和Z在刀具夹具和工件夹具之间进行三维光学测量的方法,该刀具夹具和工件夹具在主方向Z上彼此对准且彼此远离,其中:
 - [0062] -光学系统配备有图像采集系统,
 - [0063] -所述光学系统被安装在刀具夹具上,
 - [0064] -提供目标,其包括形成定位参考的有用面,
 - [0065] -所述目标被安装在刀具夹具上,
 - [0066] -刀具夹具和工件夹具被定位成使得目标可以放置在光学系统的光轴中,
 - [0067] -通过定位光学系统以与目标配合来执行目标的单个曝光步骤,从而确定待机加工的工件的夹具与刀具夹具之间的三维相对位置。
- [0068] 根据该方法的实施例,在曝光步骤中,光学系统和目标被定位成使得光学系统的图像焦平面可以与目标的有用面合并。
- [0069] 根据此方法,还可以提供以下设置中的一项或另一项或几项:
 - [0070] -所述目标为三维的,并且在有用面上包括:
 - [0071] *限定平面参考面的第一结构,该平面参考面在至少以下部分之间分配:
 - [0072] -第一部分,其表面根据漫反射是反射性的,和
 - [0073] -第二部分,其表面根据镜面反射是反射性的,以及
 - [0074] *第二结构,其具有相对于所述平面参考面倾斜的面,
 - [0075] -所述光学系统包括第一曝光系统和第二曝光系统,其中:
 - [0076] -第一曝光系统的景深是第二曝光系统的景深的至少10倍,以及
 - [0077] -所述光学系统一方面被布置成使得第一曝光系统的光路和第二曝光系统的光路具有包括第一曝光系统的图像焦平面和第二曝光系统的图像焦平面的共同部分,并且另一方面,使得第二曝光系统的焦距与第一曝光系统的焦距之差位于将参考面与倾斜面分开的最小距离与最大距离之间,
 - [0078] -刀具夹具和工件夹具被定位成,使得一方面,第一曝光系统的焦距可以将第一曝光系统的图像焦点置于目标的第一结构上,并且另一方面,使得第二曝光系统的焦距可以将第二曝光系统的图像焦点置于目标的第二结构上,
 - [0079] -在通过光学系统进行曝光的所述步骤中,用光学系统的第一曝光系统和光学系统的第二曝光系统同时进行至少一次曝光,从而,对于光学系统的每次曝光,在一方面,第一曝光系统生成目标的第一图像,使得可以识别在参考面上第二部分相对于第一部分的位置,这给出,第一,关于根据方向X的目标相对于第一曝光系统的相对位置的第一条信息,和

第二,关于根据方向Y的目标与第一曝光系统之间的相对位置的第二条信息,并且另一方面,第二曝光系统生成目标的第二图像,该第二图像包括对应于第二结构的倾斜面位置的鲜明部分,这给出关于根据方向Z的所述目标与所述第二曝光系统之间的距离的第三条信息。

[0080] 根据另一个可能的设置,平面参考面的所述第二部分根据位于第一部分中的一系列局部区域被分配,并且其中,当所述第一曝光系统生成目标的第一图像时,在参考面上识别出第二部分的局部区域的位置,这给出关于所述局部区域与第一曝光系统之间的相对位置的信息,使得可以推导出根据Y方向和根据X方向的相对测量值。

附图说明

[0081] 在附图所示的说明中表明了本发明的示例实施方式,其中:

[0082] 图1示出了三维测量装置,该三维测量装置包括三维目标和光学系统,

[0083] 图2A示出了图1的三维测量装置在根据本发明的机床中的使用,用于在空间上测量刀具夹具和工件夹具(也称为材料主轴)之间的相对位置,

[0084] 图2B从图2A的方向IIB(即根据Z方向)示出了图2A中对应于带有三维目标的刀具夹具的部分,如当目标朝向光学系统定向时由光学系统所见的,

[0085] 图3A、3B和3C为分别以正视图、透视图和横截面图示出三维目标的结构三个视图,以及图3D和3E分别为如图3A、3B和3C所示并且根据一个变型实施例的目标的第二结构的透视图,

[0086] 图4A和图4B示出了由光学系统的第二曝光系统生成的图像的处理,

[0087] 图5以透视图和分解视图表示装备有三维目标的刀具夹具,

[0088] 图6示出了根据本发明的三维光学测量装置在刀具夹具中的安装。

具体实施方式

[0089] 图1示出了包括光学系统100和三维目标200的光学装置10,该光学系统100和三维系统200可以一起协作以进行目标200和光学系统100之间的相对位置的三维测量。实际上,在此测量位置,目标200朝向光学系统100定向,平行于主轴,形成主水平方向Z。为此,在光学系统100的输出端,光路0正交于目标200的有用面202。

[0090] 现在关于图1、3A、3B和3C描述目标200。目标200采取圆片的形式,这里为圆形截面的圆柱形式(它可以为正方形或其他截面),其一侧形成用于进行测量的有用面202。为了进行测量,该有用面202因此转向光学系统100,特别是转向光学系统100的输入面102,对应于主方向(图中的水平方向)的轴线Z将有用面202与光学系统100的输入面102分开。

[0091] 目标200的有用面202的表面在第一结构210和第二结构220之间分配。第一结构210包括平面参考面212,该平面参考面的表面是光滑的,并且在其表面根据漫反射为反射性的第一部分214和其表面根据镜面反射为反射性的第二部分216之间分配。在一个实施例中,第一部分214涂覆有漫反射层,例如硫酸钡BaSO₄,第二部分216由根据镜面反射为反射性的层形成,例如由铬层形成。在所示的实施例中,第二部分216由圆形的若干局部区域217构成,这些局部区域形成位于连续的第一部分214内的岛。这些局部区域217可以采取其他形式,诸如除了圆形之外的形式的段或岛。这些局部区域217在它们之间限定了属于以下列

表的几何图形：四边形、平行四边形、矩形、正方形、菱形、正多边形和圆形。该几何图形可以为具有中心对称性的几何图形。在图3A和3B中，二十四个圆形局部区域217布置成正方形。该第一结构210的目的是能够使用标准视觉工具准确地识别其中心C3。在正方形的情况下，正方形的两个对角线C1和C2在正方形的中心正割。需指出，在测量位置，如图1至3和图5所示，参考面212平行于方向X和Y定位，在所示布置的情况下，分别形成垂直方向（轴线）和横向水平方向（轴线）。

[0092] 第二结构220包括相对于参考面212倾斜的面222：该倾斜面222基本上是平面的，该倾斜面的正中面相对于参考面212形成在10度至80度之间的锐角 α ，例如在20度至30度之间的锐角 α ，并且优选为大约25度（参见图3C）。

[0093] 在一个实施例中，该倾斜面222的表面不是光滑的，而是具有形成表面不规则性的凹凸元件224，其是随机的或者根据预定的几何形状，例如在它们之间限定线的网格或网络的形式，从而构成结构化线网格（未示出）或结构化线网络（参见图3D）。

[0094] 这样的凹凸元件224可以相对于倾斜面222的正中面突出或挖空，即缩回，特别是以小的粗糙度或任何其他表面不规则性的形式。这样的凹凸元件224可以存在于倾斜面222的整个表面上。这样的凹凸元件可以均匀地分布在倾斜面222的整个表面上。例如，这些凹凸元件224可以形成界定网格或网络图案的集合，或更一般地，形成结构化表面或粗糙表面，这使得可以使在该倾斜面222上反射的光良好地漫射。第二结构222的倾斜面222的表面例如由以下元件中的一者覆盖：蚀刻的网络或结构化网格，网格或网络的图案之间的间距在5至100微米之间，特别是在5至50微米之间，特别是在8至15微米之间，例如大约10微米。

[0095] 例如，该倾斜面222由未抛光的硅或陶瓷、或未抛光的金属或玻璃、或任何其他可构造材料制成，并且凹凸元件224通过光刻、通过切屑去除的机加工、直接写入等或任何其他结构化方法来获得。这些凹凸元件224形成例如凹陷和/或突起，分别从正中面缩回/延伸超出正中面几微米或几十微米，特别是在0.5至50微米之间。

[0096] 在另一实施例中，如图3E所示，该倾斜面222的表面为光滑的，并且包括铬线的网络或另一种材料的线的网络，该网络引起构成镜面元件225的这些铬线的镜面反射。以线的形式的这些镜面元件225彼此平行定位。在测量位置，这些呈线或带状的镜面元件225平行于平面Y、Z定位，使得沿着倾斜表面在Z方向上一条接一条地遇到这些线（这也是在X方向上前进时的情况）。然后，形成第二结构220的晶片的衬底可以由包括玻璃或硅的不同材料制成，在倾斜面222上具有漫反射层，例如由硫酸钡BaSO₄制成的漫反射层，其与镜面元件225交替或者覆盖倾斜面的全部表面，镜面元件225位于该漫反射层上方。在示例性实施例中，呈线形式的这些镜面元件225形成间距为25微米的网络，线（特别是由铬制成）具有12.5微米的宽度，该宽度等于线间隔或部分的宽度，使漫反射也呈12.5微米宽的线或带的形式。根据另一实施方式，使用10微米的间距，或更一般地，使用5至50微米的间距。需指出，这些镜面元件225与产生漫反射的表面的其余部分交替，可以采用除了形成带的连续线或段以外的形式，特别是非连续线或虚线，诸如虚线边框、圆形、三角形的图案或其他任何几何形式。

[0097] 根据未示出的实施例，第二结构220的倾斜面222承载以小堤或峰的形式局部、突出的凹凸元件224，它们以相互平行的行分布，凹凸元件224从一行到另一行相互偏移，以形成交错的图案。根据未示出的另一实施例，第二结构220的倾斜面222承载以段的形式突出的凹凸元件224，所述段彼此平行并且按照彼此成90°相交的两个系列等距。这组凹凸

元件224构成网格图案。需指出,该网格可以由两个彼此平行的段系列形成,其中这些段系列相互按照除90°以外的角度相交。在图3A、3B、3C和3D中,第二结构220的倾斜面222承载以一系列段的形式挖空的凹凸元件224,这些段彼此平行并且沿X方向彼此等距:在这种情况下,这些凹凸元件224形成凹槽。因此,该方向X正交于形成凹凸元件224的段的方向。

[0098] 因此,在图3E的实施例中,第二结构220的倾斜面222的表面被镜面线225(即其表面具有镜面反射特性的相互平行的连续条)的网络覆盖。

[0099] 因此,在一些上述情况下,尤其是图3D和3E的情况下,第二结构220的倾斜面222的表面是带有条纹的。

[0100] 根据针对目标200所示的实施例,界定目标200的圆片在其有用面202上包括占据有用面202的大部分表面的第一结构210,以及在第一结构210内的为第二结构220保留的区域。在这种情况下,第一结构210围绕第二结构220。更具体地,第一结构210的第二部分216的局部区域217限定围绕第二结构220的正方形。根据一个可能的设置,并且在所示的目标200的实施例的情况下,第一结构210和第二结构220彼此同心地定位在有用面202上。此外,如在所示的情况下,第一结构210界定用于容纳所述第二结构220的壳体219的孔218,该孔例如定位在具有倾斜面222的晶片上。当晶片被容纳在第一结构210的壳体219中时,其倾斜面222转向壳体219的外部,转向孔218。在这种特定情况下,第二结构220定位在所述壳体219中,使倾斜面222相对于所述第一结构210的参考面缩回:这意味着倾斜面22,因此第二结构220,在壳体219中被定位到后部,在由参考面212界定的平面(相对于主方向Z,参见图3B)后面,并且所以缩回例如0.05至2毫米或约0.15毫米。根据未示出的另一种可能性,第二结构220定位到前部,在由参考面212界定的平面的前面。根据未示出的又一种可能性,第二结构220定位于由参考面212界定的平面的每侧,即,相对于参考面212,倾斜面222的一部分定位在后面,而倾斜面222的另一部分定位于前面。

[0101] 为了保护第一结构210和第二结构220免受环境(灰尘、油、冲击等)的侵害,如可在图3C中所见,目标200包括透明材料、特别是玻璃的保护板230,在有用面202的一侧覆盖第一结构210和第二结构220。根据一种实现可能性,如图3C所示,目标200以堆叠的形式包括以下元件。底壁231被顶板232盖在上面,顶板232由一个板在其中心处切去而形成,以便在有用面202的侧面上界定由孔218界定的壳体219。顶板232由封闭壳体219的保护板230盖在上面。整体被圆柱壁234包围,圆柱壁234保持目标200的所有部件。第二结构220例如为硅晶片,其被容纳在壳体219中,其中倾斜面222(承载凹凸元件224或镜面元件225)转向有用面202。顶板232的转向有用面202的面在分别与第一部分214(根据漫反射是反射性的)和第二部分216(根据镜面反射是反射性的,特别是以局部元件217的形式)相关的如前所述的两个区域中包括反射层233。

[0102] 此外,目标200可以配备有未示出的RFID(射频识别)类型的芯片,以便允许存储和读取唯一标识符以及与目标200有关并且与打算在其上安装目标200的第一物体,特别是刀具夹具310(参见图5和6)有关的数据:例如,该刀具夹具310的基准以及使用该刀具夹具相关联的其他信息(例如其序列号、其类型、其相对于物料中心或工件夹具的设置,已使用次数等)。

[0103] 现在参考图1以呈现与刚刚被描述的目标200相关联的光学系统100,以便一起形成光学装置10,该光学装置10允许根据空间的三个方向测量两个物体之间的相对位置。特

别地,在笛卡尔坐标系X、Y和Z中考虑正交空间,该坐标系在图中是直系的。该光学系统100旨在以相同的曝光顺序同时拍摄目标200的第一结构210的图像和同时目标200的第二结构220的图像。根据本文,两个图像的这种同时曝光在没有调节的情况下进行,这允许很快速地执行该曝光。特别是与刚刚描述的目标200的特定结构相关联的其他特征也允许最大精度。本申请人公司已经制造了根据本说明书的三维光学测量装置10,该三维光学测量装置设法在半秒或更短的时间内产生精度为一微米或更小的可重复的相对测量。

[0104] 该光学系统100包括第一曝光系统110和第二曝光系统120。根据一个设置,所述光学系统100被布置为使得第二曝光系统120的焦距和第一曝光系统110的焦距之间的差位于将参考面212与倾斜面202分开的最小距离和最大距离之间。根据另一设置,第一曝光系统110的景深DOF1比第二曝光系统120的景深DOF2大得多,并且特别地为至少十倍。例如,第一曝光系统110的景深DOF1是第二曝光系统120的景深DOF2的10至10,000倍,或甚至100至5000倍。在不同的可能性中,第一曝光系统110的景深DOF1大于或等于0.8毫米,或者在0.5至5毫米之间,或者在0.8至3毫米之间,或者在1毫米至2毫米之间。同样,根据不同的可能性,第二曝光系统120的景深DOF2小于或等于0.1毫米,或者在5至50微米之间,或者在8至30微米之间,或者它在10至20微米之间。

[0105] 这允许第一曝光系统110在目标200与第一曝光系统110之间的距离范围内自然地且无其他设置地聚焦在第一结构210的全部参考面212上,其中,目标200与第一曝光系统110之间的距离范围可以在几毫米内变化。平行地,第二曝光系统120能够自然地且无其他设置地聚焦在第二结构210的倾斜面222的与第二曝光系统120相距对应于第二曝光系统120的焦距的距离处的那部分上。根据一种可能性,第一曝光系统210的放大率小于第二曝光系统220的放大率。

[0106] 在本文的含义内的每个曝光系统(第一曝光系统210和第二曝光系统220)对应于光学系统,特别是居中光学系统,其包括一组光学部件和图像采集系统。这种图像采集系统使得可以拍摄照片和/或视频,并且例如为照相机/摄像机或照相设备,尤其是数字照相设备。根据一个可能的设置,第一曝光系统110的第一图像采集系统112和第二曝光系统120的第二图像采集系统122被同步,以便同时由第一曝光系统110拍摄第一图像并由第二曝光系统120拍摄第二图像。

[0107] 为了允许由第一曝光系统210和第二曝光系统220同时取用目标200的视觉,第一和第二曝光系统具有光路的共同部分,该光路的共同部分指向并源自由光学系统100所观看的物体,在这种情况下,在将目标200安装在第一物体上并将光学系统100安装在第二物体上之后,所观看的物体是目标200(参见图1和图2)。为此,在测量位置,第一曝光系统210转向目标200的有用面202,并形成与目标200对准的曝光系统,并且第二曝光系统120具有与曝光系统110的与目标200对准的光路116相交的光路126,并形成相对于目标200、相对于光学系统100的光轴0以及相对于光路116和126的共同部分(与目标对准)偏离中心的曝光系统。换句话说,与目标200对准的曝光系统的光路与参考面212基本成直角。光轴0与第一光路116和第二光路126的共同部分的中位射线重叠。在该共同部分中,第一光路116和第二光路126的部分相互平行,但是不一定重叠。

[0108] 特别地,如图1和图2所示,第一曝光系统210转向目标200的有用面202,换句话说,其被定向为与目标200的有用面202成直角。这意味着光轴0和光路116和126的共同部分与

目标200对准,并且与目标200的有用面202(因此与参考面212)成直角。在这种配置中,如图1和2中所见,光轴0和光路116和126的共同部分平行于主方向Z,并且正交于横向方向X和Y,并且正交于平面X、Y。

[0109] 在光路116和126的共同部分中,光学射线至少部分地彼此合并或彼此简单地平行。偏离中心的第二曝光系统120具有在该第二曝光系统120内部的光路126的一部分,该部分优选地平行于光轴0。光路126的该内部部分链接至或更具体地与由专用光学模块128对准的第一曝光系统110的光路116相交,该专用光学模块128包括反射光学系统,诸如反射镜129。以这种方式,偏心曝光系统(这里是第二曝光系统120)的输入被链接到对准的曝光系统(这里是第一曝光系统110)的轨迹或光路。

[0110] 更一般地,应当理解,第一曝光系统110和第二曝光系统120中的一个转向目标200的有用面202并形成与目标200对准的曝光系统,而第一曝光系统110和第二曝光系统120中的另一个曝光系统具有光路126,该光路126与和目标200对准的曝光系统110的光路116相交,并形成偏心曝光系统。这意味着另一个曝光系统的光轴穿过倾斜面222,即目标200的第二结构220。而且,第一曝光系统110和第二曝光系统120彼此平行地定位。此外,光学系统还包括光学模块128(例如具有反射光学系统,诸如反射镜),该光学模块128位于第一曝光系统110和第二曝光系统120之间,并且被配置为使通过第一和第二曝光系统中的一个的至少一部分的光射线的一部分偏转到第一和第二曝光系统中的另一个。相反,光学系统100被布置为使得来自被光学系统100所观看的物体(图1和图2中的目标200)的光路穿过第一曝光系统110和第二曝光系统120中的一个(图1和2中的第一曝光系统110)的至少一部分,然后到达第一曝光系统110和第二曝光系统120中的另一个(图1和2中的第二曝光系统120)。

[0111] 在一个实施例中,第二曝光系统120的焦距大于第一曝光系统110的焦距。例如,第二曝光系统120的焦距和第一曝光系统110的焦距之间的差在0.5至5毫米之间。

[0112] 在一个实施例中,第一曝光系统110的放大率小于或等于第二曝光系统120的放大率。例如,第一曝光系统110的放大率在第二曝光系统120的放大率的0.2至1倍之间。例如,第一曝光系统110的放大率在第二曝光系统120的放大率的0.3至0.8倍之间,或者在0.4至0.6倍之间,优选地约为0.5倍。

[0113] 在图1和图2的实施例中,光学系统100还包括朝向三维目标200定向的光源140,该光源140被定位以构成三维目标200的侧向照明。为此,该光源140偏离中心布置并且相对于光学系统100的光路116+126倾斜。特别地,来自光源140的光射线与目标的参考面212形成一角度,使得它们在目标的反射表面上,特别是在局部区域217上的镜面反射生成不进入光学系统100中的被反射的光射线。同样地,当倾斜面222包括镜面元件225时,来自光源140的光射线在这些镜面元件225上的反射不会进入光学系统100中。

[0114] 根据一个实施例,所使用的第一曝光系统210和所使用的第二曝光系统220为远心的。提醒一下,远心为光学系统的特征,在该系统特征中,穿过系统的所有主射线(每个射线束的中心射线)实际上都经过准直并平行于光轴。在远心光学的情況下,景深的概念被工作距离的概念所取代。根据另一个实施例,所使用的第一曝光系统210和所使用的第二曝光系统220不是远心的,或者不是两者都是远心的。在两者都为远心的情况下,它们也可以用于测量位于刀具夹具310上的刀具的几何特性。

[0115] 现在参考图2A和图6,以在其机加工模块300包括这样的光学装置10的机床的情况

下,说明在目标200和光学系统100之间的三维光学测量的方法。所取的参考方向X、Y和Z为机床的参考方向,特别是机床的框架的参考方向,其给出了垂直方向X(或第一横向轴线)、主水平方向Z(或主轴)和侧向水平方向Y(或第二横向轴线)。将目标200放置在用作第一物体的刀具夹具310上(参见图5):刀具夹具310在对应于轴线X的水平主方向上延伸,并且可以绕该轴线X旋转。为此,刀具夹具310的一部分,例如夹具,在其外周具有凹口,该凹口通常专用于夹紧/释放刀具的夹具的安装,目标200可以放置在凹口中,该目标200可能如前所述与RFID芯片相关联。此外,光学系统100被安装在用作第二物体(参见图6)并接收待机加工工件322的工件夹具320上。工件夹具320沿其对应于轴线Z的水平主方向延伸,并可以绕该轴线Z旋转。然后,在机加工步骤之前,将工件夹具320和刀具夹具310放置在接近位置,从而使刀具312和待机加工的工件在相对测量位置彼此靠近。目标200在刀具夹具310上的定位以及光学系统100在工件夹具320上的定位使得可以在该相对测量位置中将目标200,更具体地是参考面202,放置在光学系统100的光轴0的延长线中(需指出,该光轴0平行于方向Z)。因此,目标200的参考面202转向光学系统100的输入面102。

[0116] 如在图6中所示的情况,光学装置10还包括第三曝光系统130,该第三曝光系统130定位在刀具夹具310上并且配置为配准目标200的有用面202的取向和/或刀具夹具310的旋转部分的角取向,特别是绕轴线X。在用所述光学系统100同时曝光的步骤之前,执行定位目标200的预备附加步骤,根据该步骤:

[0117] - 刀具夹具310和工件夹具320被定位成使得三维目标200的有用面202在光学系统100的光路0中。特别地,第三曝光系统130可以用于配准目标200相对于刀具夹具310的旋转部分的角取向,因此相对于轴线X的角取向,这使得可以在必要时修改刀具夹具310的旋转部分的角取向(参见图6中的箭头R),因此放置目标200使其有用面202转向光学系统100。获得相对测量位置,其中,如先前在图1和2A中所述,当目标200朝向光学系统100定向时获得:在这种情况下,方向Z在目标200与光学系统100之间延伸。

[0118] 在光学装置10的首次使用中,即光学系统100和相关联的目标200的首次使用中,其分别安装在工件夹具320(或更一般地,第二物体)和刀具夹具310(或更一般地,第一物体)上,必须在三个方向X、Y和Z上执行目标200相对于承载目标200的刀具夹具310(或更一般地,第一物体)的位置的空间参考的预备附加步骤。需指出,很显然,光学系统100的参数,即第一曝光系统110和第二曝光系统的参数(包括它们的焦距)是已知的。在此阶段,可以提及的是,当机加工模块300的工作空间被限制并保持在恒定温度时,该热稳定性在光学装置10中并因此在其参数中产生尺寸稳定性。

[0119] 回想一下,在机床的情况下,使用目标200和光学系统100之间的三维相对位置的测量来最终获知刀具夹具310(或更一般地,第一物体)和工件夹具320(或更一般地,第二物体)之间根据X、Y和Z的三维相对位置。

[0120] 在本文中,三个方向X、Y和Z例如为机床的机加工模块300的轴线。因此,Z可以被定义为主轴线,即将第一物体(刀具夹具310)与第二物体(与工件夹具320)分开的主水平方向。X可以被定义为垂直方向,或更一般地,第一横向轴线,以及Y可以被定义为侧向水平方向,或更一般地,第二横向轴线。在一个实施例中,刀具夹具310绕平行于该方向X的轴线旋转。

[0121] 在该目标200的三个方向X、Y和Z上的位置的空间参考(光学装置10的校准)的这一

步骤中,例如利用图2A和2B的布置,通过光学系统100的曝光被激活,一方面,该曝光致使由第一曝光系统110的第一图像采集系统112生成目标200的全部有用面202的第一图像,其中所有参考面212都是鲜明的,并且另一方面,由第二曝光系统120的第二图像采集系统122生成目标200的全部倾斜面222的第二图像,该第二图像仅具有呈水平带形式的鲜明区域。该第一图像包括局部区域217的图像,此处界定正方形(参见图3A),使得对第一图像的处理生成正方形的对角线C1和C2,并使得可以识别正方形的中心C3。因此,由于光轴0在第一图像上的位置是已知的,所以正方形的中心C3的位置的确定使得可以知道目标200相对于光轴0根据X和根据Y的位置,而且在一方面,相对于在刀具夹具310上的方向X上的参考点314的位置,和在另一方面,相对于在刀具夹具310上的方向Y上的参考点316的位置。实际上,如图2A和2B中所见,作为X基准,使用了与轴线X正交的刀具夹具310的面,例如其由沿刀具夹具310的一部分的凹进的肩部产生,可视为在第一图像上的一条线,该面在方向X上形成所述参考点314。此外,如图2A和2B中所见,作为Y基准,使用了刀具夹具310靠近目标200的尺寸,它正交于轴线X,并且在所示的情况下,该尺寸为靠近目标200的刀具夹具310的宽度(平行于方向Y),例如当刀具夹具310的该部分为圆柱截面时的直径;该尺寸在方向Y上形成所述参考点316。

[0122] 并行地,执行第二图像的处理,该第二图像的示例在图4A中可见。通过分析该第二图像的局部对比度(参见图4B,其表示作为根据X的位置的函数的对比度曲线),确定了第二图像的鲜明区域在垂直方向X上的位置X0。该分析通过一种算法来完成,该算法可以确定图像的最鲜明像素。由于倾斜面222的倾斜度是已知的,因此获得了特定于目标200的在该倾斜面222的X和Z之间的映射曲线。借助于该映射曲线,知道位置X0(参见图4A和4B)可以据此推导出倾斜面222在光轴0上的位置Z0,并且因此推导出目标200相对于光学系统100的根据Z的位置。此外,通过沿着工件夹具320上的轴线X定位并支持光学系统100的量尺(未示出),知道光学系统100相对于工件夹具320的根据Z的相对位置。类似地,知道目标200相对于刀具夹具310的参考点314的根据Z的相对位置。

[0123] 通过多次执行该操作,每次修改工件夹具320相对于刀具夹具310根据Z的距离(例如通过缩回或前进工件夹具320),因此可以重建目标200的倾斜面222的三维图像,并取得参考基准,该参考基准形成目标200的倾斜面222相对于刀具夹具310的三维坐标的映射。最终,目标200的全部有用面202(参考面212和倾斜面222)相对于刀具夹具310在三个方向X、Y和Z上在空间上被参考定位。

[0124] 接下来,在配备有该目标200和该光学系统100的机加工模块300的使用操作期间,无论何时需要都可以进行实际测量,而在中间的时间不进行拆卸以保存先前所说明的空间参考的测量精度。为此,例如使用图2A的布置。如有必要,执行工件夹具320绕其平行于轴线X的旋转轴线的旋转(参见图6中的箭头R),以使目标200与光学系统100对准。然后,由光学系统100的曝光被激活,一方面,该曝光致使由第一曝光系统110的第一图像采集系统112生成目标200的全部有用面202的第一图像,其中全部参考面212都是鲜明的,并且另一方面,由第二曝光系统120的第二图像采集系统122生成目标200的全部倾斜面222的第二图像,该第二图像仅具有与第二曝光系统120的焦距相对应的呈水平带的形式的鲜明区域。如先前所说明的,对该第一图像的分析使得可以识别由局部元件217形成的正方形的中心C3,并因此识别目标200相对于光轴0的根据X和根据Y的位置,以及还有目标200相对于刀具夹具310

的根据X和根据Y的位置。对第二图像的分析,尤其是对第二图像的鲜明区域(如图2A所示)在方向X上的位置的分析,使得可以知道目标200相对于光学系统100的根据Z的位置,因此知道目标200相对于光学系统100的距离。实际上,对于第二图像,由于知道了倾斜面222的图像的每个像素相对于刀具夹具310上的基准314和316的位置Z,因此可以非常快速地测量目标200的位置Z,并因此测量刀具夹具310的位置Z。

[0125] 从上面可以理解,以这种方式,仅通过分析由光学系统100生成的两个图像,在无需浪费时间来对光学系统100的设置或调整的情况下,非常快速地测量目标200相对于光学系统100的根据X、Y和Z的位置以及从刀具夹具310开始相对于工件夹具320的位置。这是可能的,因为已知光学系统100相对于工件夹具320的根据X、Y和Z的位置。

[0126] 本文还涉及一种光学系统,其用于三维测量第一物体和所述光学系统打算安装在其上的第二物体之间的相对位置,所述光学系统包括第一曝光系统和第二曝光系统,其中:

[0127] -第一曝光系统的景深是第二曝光系统的景深的至少10倍,以及

[0128] -光学系统被布置成使得第一曝光系统的光路和第二曝光系统的光路具有包括第一曝光系统的图像焦平面和第二曝光系统的图像焦平面的共同部分。

[0129] 本文还涉及一种用于根据三个正交方向X、Y和Z在第一物体和第二物体之间的三维光学测量的方法,第一物体和第二物体在主方向Z上彼此对准且彼此远离,其中:

[0130] -提供三维目标,其在形成定位参考的有用面上包括:

[0131] *限定平面参考面的第一结构,该平面参考面至少划分为:

[0132] -第一部分,其表面根据第一反射参数是反射性的,和

[0133] -第二部分,其表面根据不同于第一反射参数的第二反射参数是反射性的,以及

[0134] *第二结构,其具有相对于所述平面参考面倾斜的面,

[0135] -提供光学系统,

[0136] 其包括第一曝光系统和第二曝光系统,其中:

[0137] -第一曝光系统的景深是第二曝光系统的景深的至少10倍,并且

[0138] -所述光学系统被布置成,一方面,使得第一曝光系统的光路和第二曝光系统的光路具有包括第一曝光系统的图像焦平面和第二曝光系统的图像焦平面的共同部分,

[0139] 另一方面,使得第二曝光系统的焦距与第一曝光系统的焦距之差位于将参考面与倾斜面分开的最小距离与最大距离之间,

[0140] -所述三维目标被定位在第一物体上,使得一方面,第一曝光系统的焦距可以将第一曝光系统的图像焦点置于目标的第一结构上,且另一方面,第二曝光系统的焦距可以将第二曝光系统的图像焦点置于目标的第二结构上,

[0141] -所述光学系统被定位在第二物体上,

[0142] -用光学系统的第一曝光系统和光学系统的第二曝光系统同时进行至少一次曝光,从而,对于由光学系统的每次曝光,在一方面,第一曝光系统生成目标的第一图像,使得可以在参考面上识别第二部分相对于第一部分的位置,这给出,第一,关于目标相对于第一曝光系统的根据方向X的相对位置的第一条信息,和第二,关于根据方向Y在目标与第一曝光系统之间的相对位置的第二条信息,并且,另一方面,第二曝光系统生成目标的第二图像,该第二图像包括对应于第二结构的倾斜面位置的鲜明部分,这给出关于根据方向Z在上述目标与所述第二曝光系统之间的距离的第三条信息。

[0143] 如先前已经说明的,光学系统因此同步地生成第一图像和第二图像。此外,光学系统100在不执行调整的情况下生成第一图像和第二图像,这使得可以立即进行曝光而没有时间损失。

[0144] 本文还涉及一种包括如先前限定的光学目标的机床,以及一种包括如先前限定的光学系统的机床。本文还涉及一种机床,该机床包括配备有刀具夹具和工件夹具的机加工模块,以及用于三维测量所述刀具夹具和所述工件夹具之间的相对位置的光学测量装置,所述光学测量装置包括安装在工件夹具上的光学系统和安装在刀具夹具上的目标,该目标包括有用面,该有用面形成了可以放置在光学系统光轴中的定位参考。例如,光学测量装置被配置为使得可以通过由光学系统对目标的单个曝光步骤来确定待机加工工件的夹具与刀具夹具之间的三维相对位置。而且,根据一个可能的设置,将目标定位成使得光学系统的图像焦平面可以与目标的有用面合并。

[0145] 本文还涉及一种用于对第一物体和第二物体之间的相对位置进行三维光学测量的装置,该装置包括:

[0146] -包括第一物体和第二物体的设备,

[0147] -如本文所述的光学测量装置,其中:

[0148] -第一曝光系统被配置为使得其图像焦平面能够对应于第一结构的参考面,以及

[0149] -第二曝光系统被配置为使得其图像焦平面能够与三维目标的倾斜面正割。根据与上述第一种可能性兼容或单独考虑的第二种可能性,该光学测量装置使得:

[0150] -第一曝光系统的焦距能够使得可以将图像焦点置于第一结构上,

[0151] -第二曝光系统的焦距能够使得可以将图像焦点置于第二结构上。

[0152] 这样的设备例如为具有第一物体和第二物体的(特别是科学或技术的)装备、机器、模块,该第一物体和第二物体可以相对于彼此移动并且必须在三维空间中对它们进行相对位置的参考。例如,该设备为一种机床或机加工模块,其中以刀具夹具或其中一个刀具夹具为第一物体,而以承载待机加工的工件(棒材、坯件等)的工件支架为第二物体。根据另一示例,该设备为用于将电子部件安装在PCB(印刷电路板)上的单元,其中以印刷电路板的支撑件作为第一物体,而以夹具或其他用于安装电子部件的工具作为第二物体。根据又一示例,该设备为用于执行容纳在微孔板上的一系列孔的接种的细胞培养模块,第一物体为微孔板的支撑件,而第二物体为用于将待培养细胞注入的装置的支撑件。

[0153] 本文还涉及一种用于在三个正交方向X、Y和Z上在第一物体和第二物体之间进行三维光学测量的方法,第一物体和第二物体在主方向Z上彼此对准且彼此远离,其中:

[0154] -提供三维目标,其在形成定位参考的有用面上包括,并且包括:

[0155] *限定平面参考面的第一结构,该平面参考面在至少以下部分之间分配:

[0156] -第一部分,其表面根据第一反射参数是反射性的,和

[0157] -第二部分,其表面根据不同于第一反射参数的第二反射参数是反射性的,以及

[0158] *第二结构,其具有相对于所述平面参考面的倾斜面,

[0159] -提供一种光学系统,其包括第一曝光系统和第二曝光系统,其中:

[0160] -所述三维目标被定位在第一物体上,使得一方面,第一曝光系统的焦距能够将第一曝光系统的图像焦点置于目标的第一结构上,并且另一方面,第二曝光系统的焦距能够将第二曝光系统的图像焦点置于目标的第二结构上,

[0161] -所述光学系统被定位在第二物体上，

[0162] -用光学系统的第一曝光系统和光学系统的第二曝光系统同时进行至少一次曝光，从而，对于光学系统的每次曝光，在一方面，第一曝光系统生成目标的第一图像，使得可以在参考面上识别第二部分相对于第一部分的位置（尤其是参考面上的局部区域的位置），这给出，第一，关于在方向X上目标相对于第一曝光系统的相对位置的第一条信息，和第二，关于在方向Y上目标与第一曝光系统之间的相对位置的第二条信息，并且另一方面，第二曝光系统生成目标的第二图像，该第二图像包括对应于第二结构的倾斜面位置的鲜明部分，这给出关于在方向Z上的所述目标与所述第二曝光系统之间的距离的第三条信息。为此，根据一种可能性，第一曝光系统的景深(DOF1)是第二曝光系统(120)的景深(DOF2)的至少10倍。此外，根据另一可能性，单独地或与前述的组合，所述光学系统被布置成使得第一曝光系统的光路和第二曝光系统的光路具有包括第一曝光系统的图像焦平面和第二曝光系统的图像焦平面的共同部分。此外，根据另一可能性，单独地或与前述可能性或前述两种可能性结合，第二曝光系统的焦距与第一曝光系统的焦距之间的差位于将参考面与倾斜面分开的最小距离与最大距离之间。

[0163] 通过这种方法，可以使空间几何信息链接到三维目标的(第一)参考面和链接到倾斜面或第二参考面，使得可以由此推导出第一物体和第二物体之间在三个空间方向X、Y和Z上的相对位置。先前，将已经执行了目标和第一物体之间的相对三维位置的参考定位以及光学系统和第二物体之间的相对三维位置的参考定位。

[0164] 务必要指出，在一个实施例中，在不调整对应曝光系统的情况下，执行由光学系统的每个曝光系统的曝光或图像生成。实际上，是曝光系统相对于它正在看的物体在三个方向X、Y和Z上的相对位置（以及因此，第一曝光系统相对于目标的参考面的相对位置和第二曝光系统相对于目标的倾斜面的相对位置两者）和光学特性，例如光学系统的每个曝光系统的非常不同的景深，使得可以同时生成分别参考面和倾斜面的两个图像。对这两个图像（甚至是两个系列图像）的分析使得可以由此推导出关于目标与光学系统之间根据X（该方向X例如对应于高度）和根据Y（该方向Y例如对应于水平侧向偏移）以及根据Z（该方向Z例如对应于主水平距离）的相对位置的信息，并因此推导出关于承载三维目标的第一物体和承载光学系统的第二物体之间的三维相对位置的信息。

[0165] 在一个实施例中，在将三维目标定位在第一物体上并且将光学系统定位在第二物体上之后，由光学系统执行目标相对于第一物体根据X、Y和Z的位置的空间参考的另外步骤。

[0166] 根据一个可能的设置，平面参考面的第二部分根据位于第一部分中的一系列局部区域被分配，并且由第一曝光系统生成的第一图像使得可以识别出参考面上的第二部分的局部区域的位置，这给出关于所述局部区域与第一曝光系统之间的相对位置的一条信息，使得可以推导出根据Y方向和根据X方向的相对测量值。

[0167] 附图中使用的附图标记

[0168] X 垂直方向（第一横向轴线）

[0169] Y 侧向水平方向（第二横向轴线）

[0170] Z 将第一物体与第二物体分开的主水平方向（主轴）

[0171] C1 对角线

[0172]	C2	对角线
[0173]	C3	中心
[0174]	α	倾斜面的角度
[0175]	R	刀具夹具的旋转和目标的旋转的箭头
[0176]	10	光学装置
[0177]	200	三维目标
[0178]	202	有用面
[0179]	210	第一结构
[0180]	212	参考面
[0181]	214	第一部分(根据漫反射的反射面)
[0182]	216	第二部分(根据镜面反射的反射面)
[0183]	217	局部区域
[0184]	218	孔
[0185]	219	壳体
[0186]	220	第二结构
[0187]	222	倾斜面
[0188]	224	凹凸元件
[0189]	225	镜面元件
[0190]	230	透明保护板
[0191]	231	底壁
[0192]	232	顶板
[0193]	233	反射层
[0194]	234	圆柱壁
[0195]	100	光学系统
[0196]	0	光轴
[0197]	102	光学系统的输入面
[0198]	110	第一曝光系统
[0199]	DOF1	第一曝光系统的景深
[0200]	F1	第一曝光系统的图像焦平面
[0201]	112	第一图像采集系统
[0202]	116	第一曝光系统的光路
[0203]	120	第二曝光系统
[0204]	F2	第二曝光系统的图像焦平面
[0205]	DOF2	第二曝光系统的景深
[0206]	122	第二图像采集系统
[0207]	126	第二曝光系统的光路
[0208]	128	带反射光学系统的光学模块
[0209]	129	反射镜
[0210]	130	第三曝光系统

[0211]	140	光源(侧向照明)
[0212]	300	机加工模块
[0213]	310	刀具夹具(第一物体)
[0214]	312	刀具
[0215]	314	在刀具夹具上根据X的配准
[0216]	316	在刀具夹具上根据Y的配准
[0217]	320	工件夹具或材料主轴(第二物体)
[0218]	322	待机加工工件(材料)。

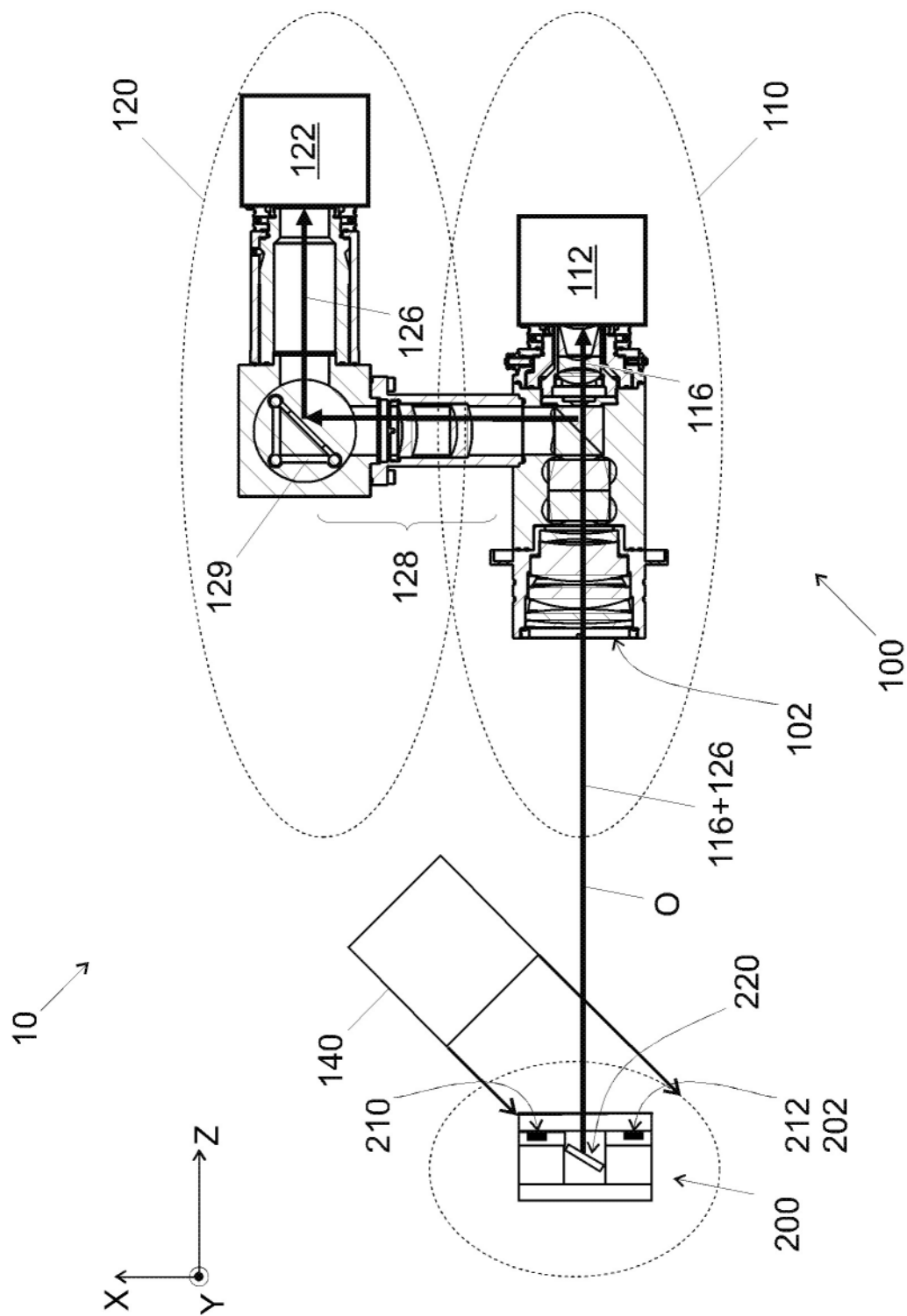


图 1

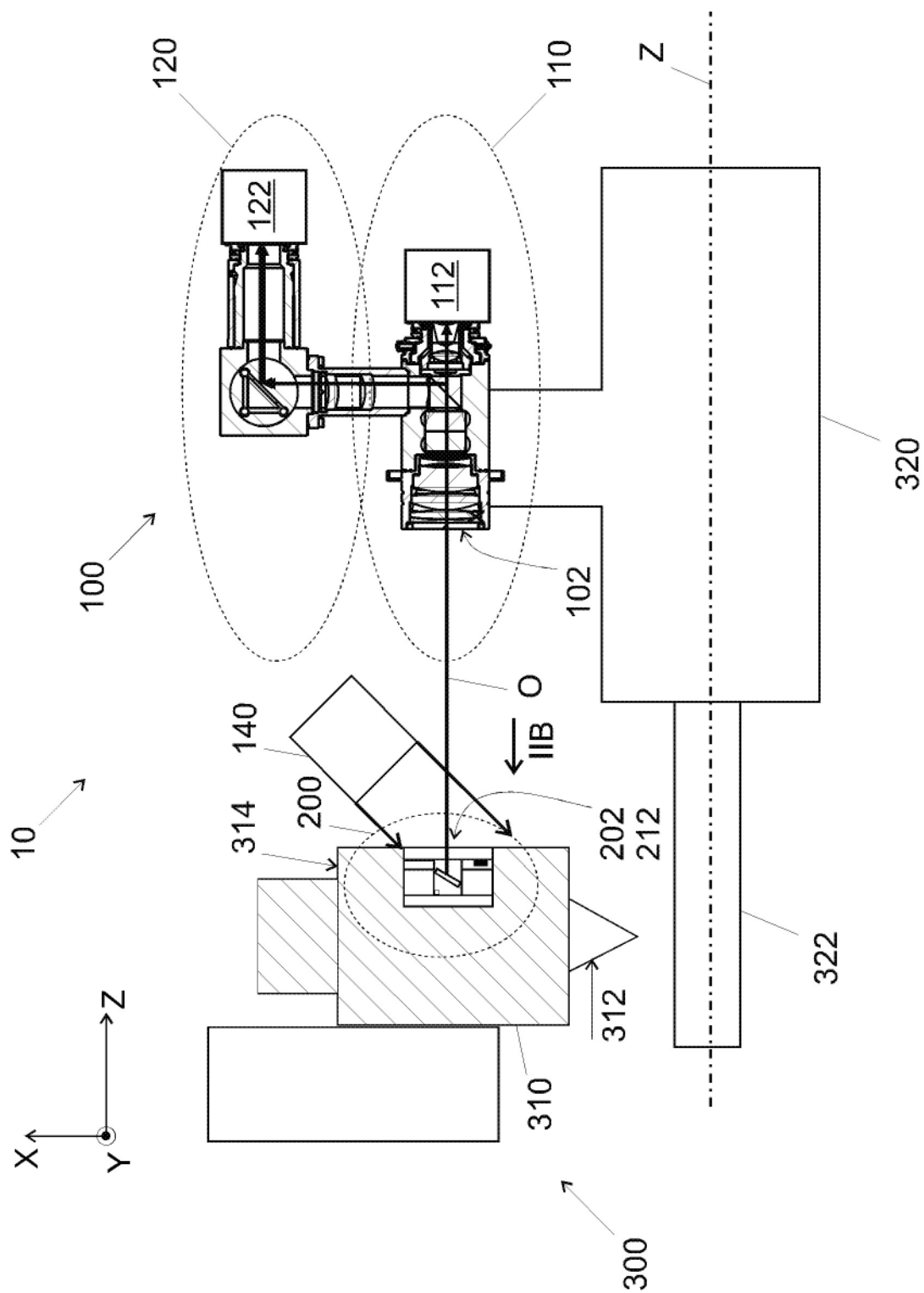


图 2A

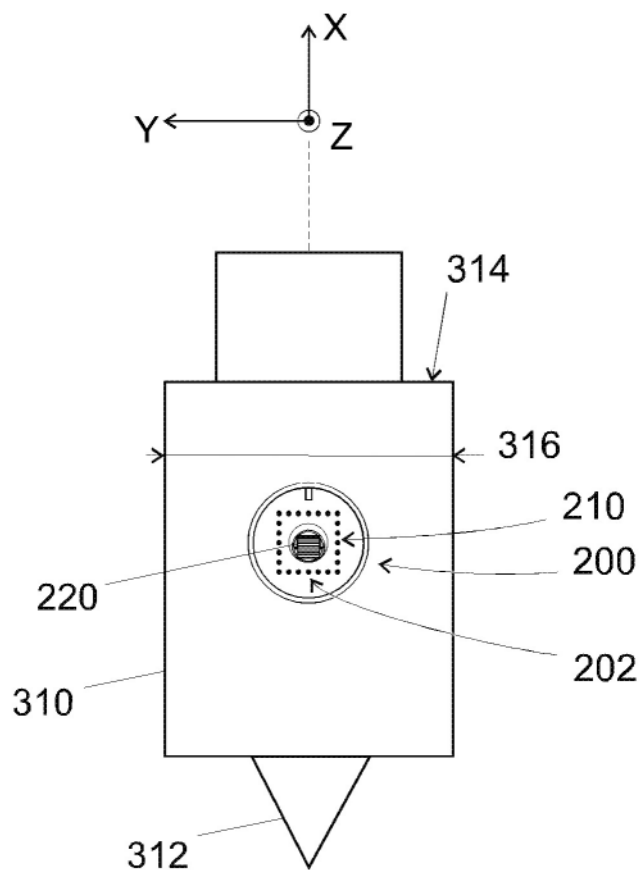


图 2B

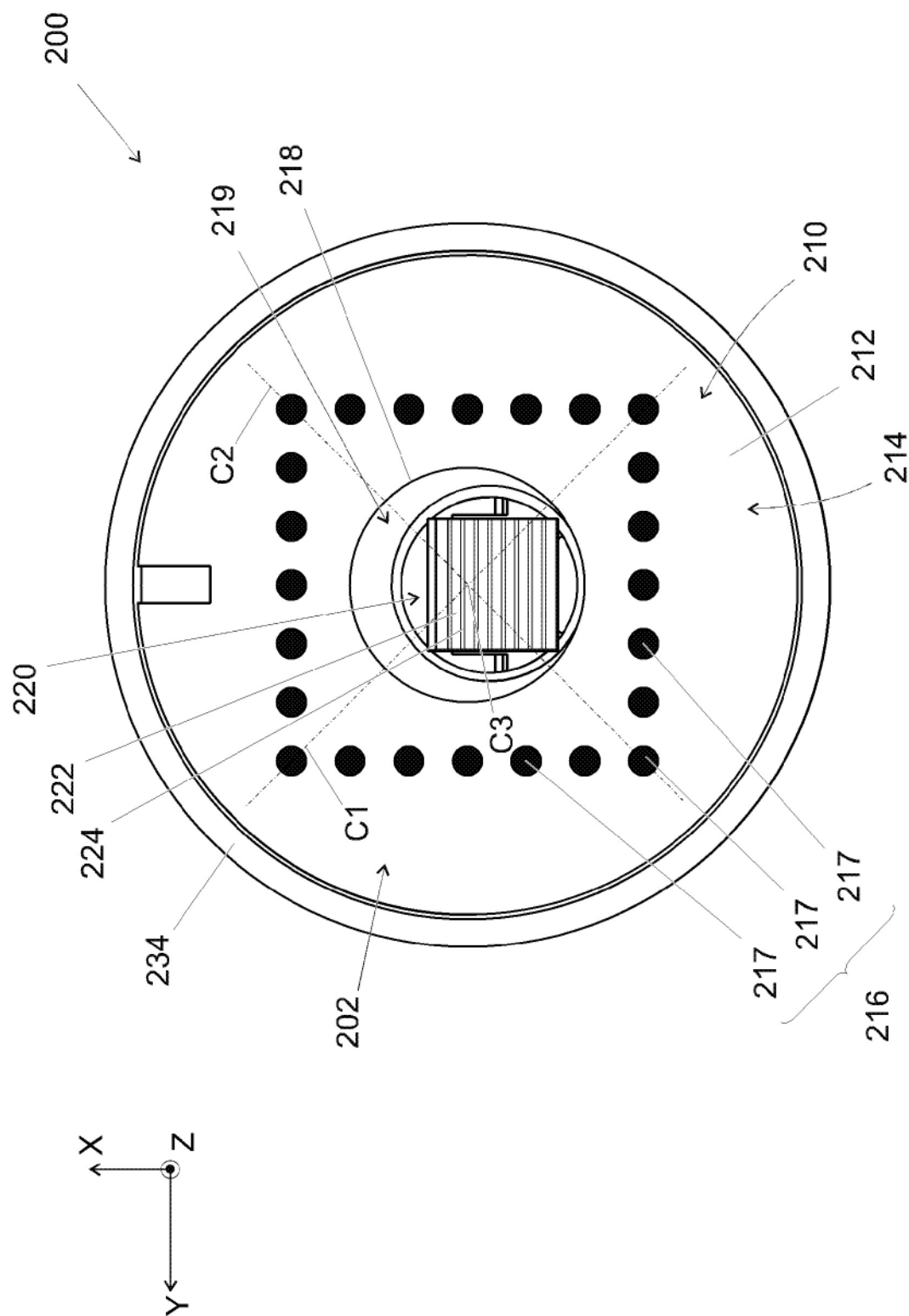


图 3A

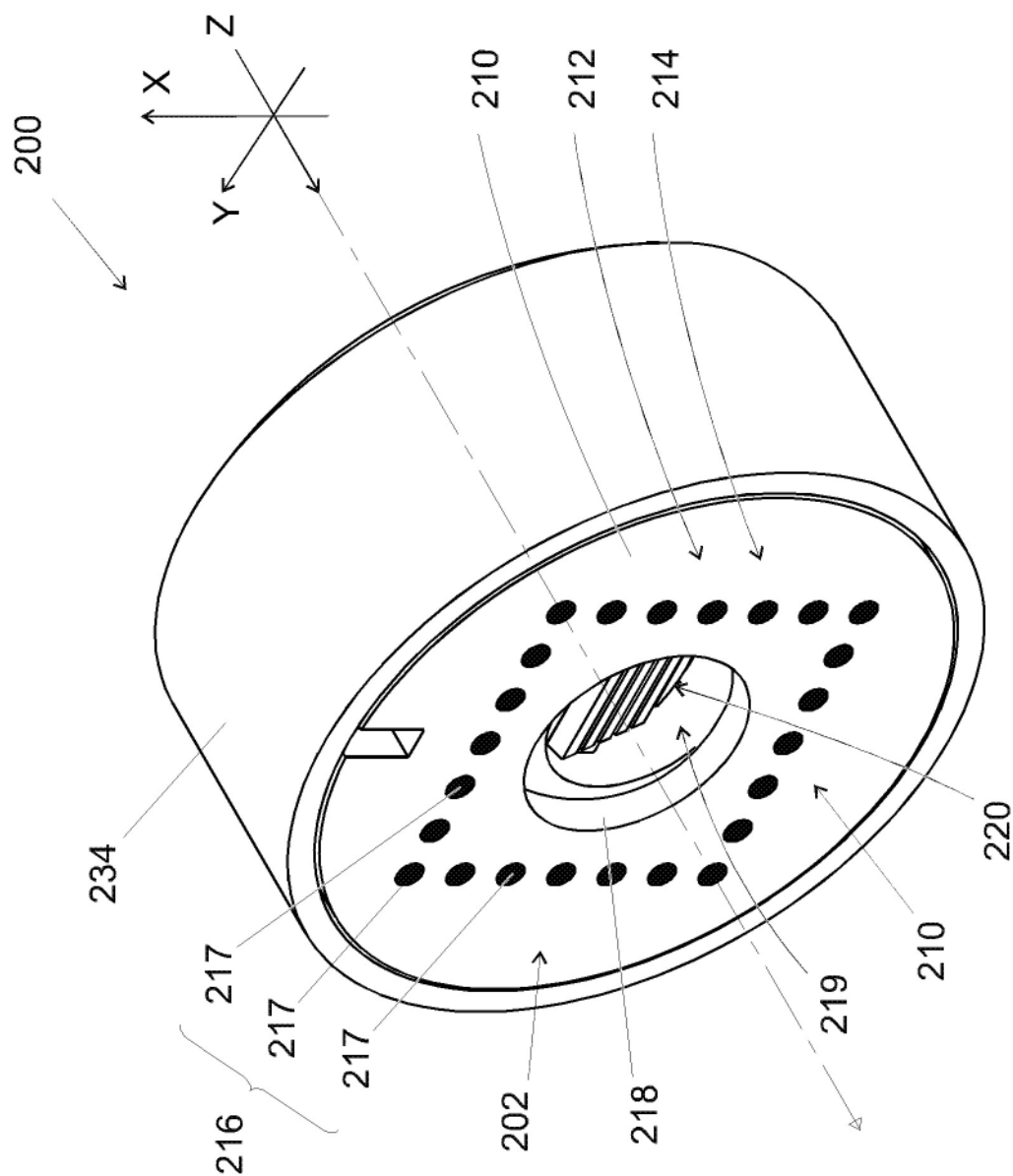


图 3B

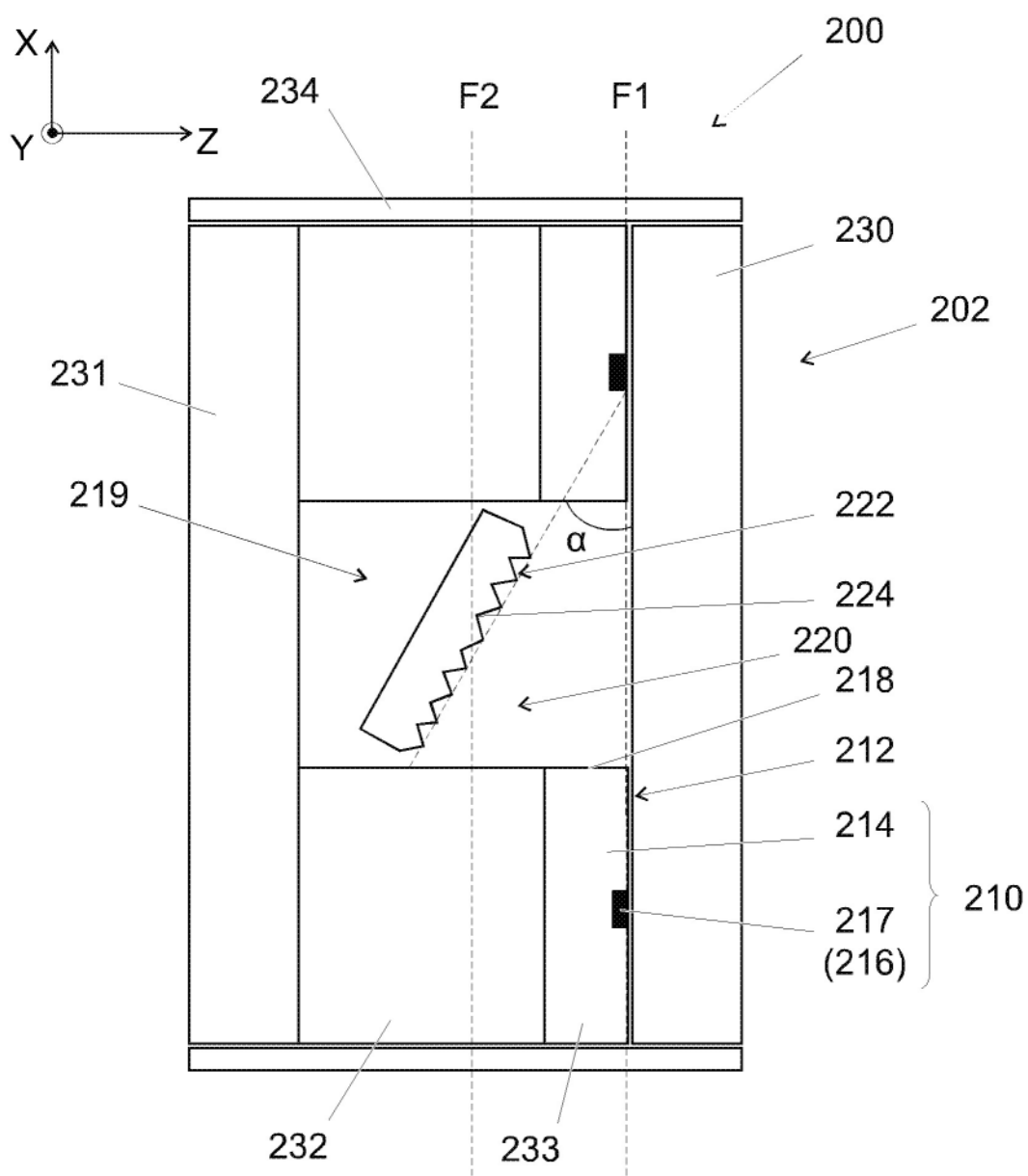


图 3C

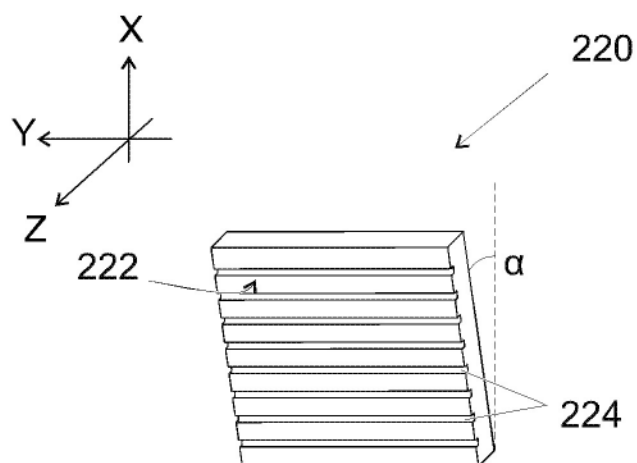


图 3D

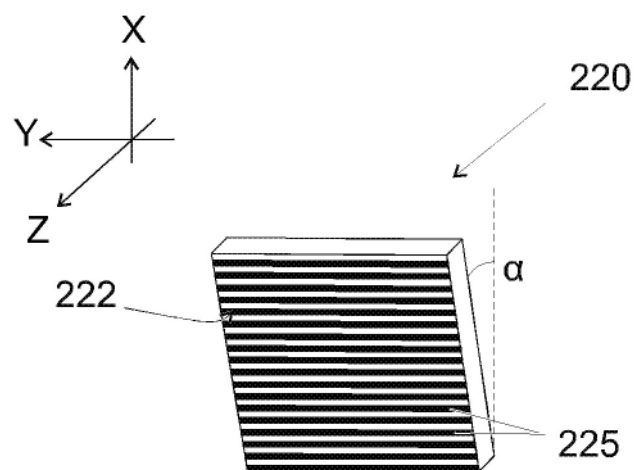


图 3E

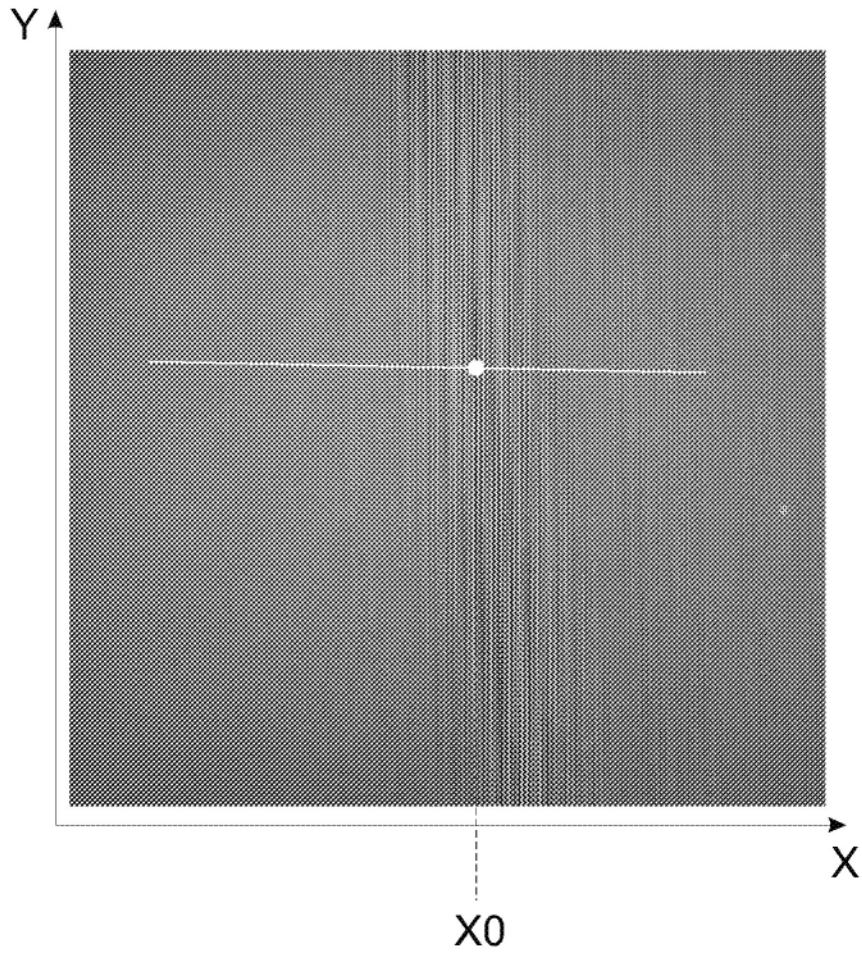


图 4A

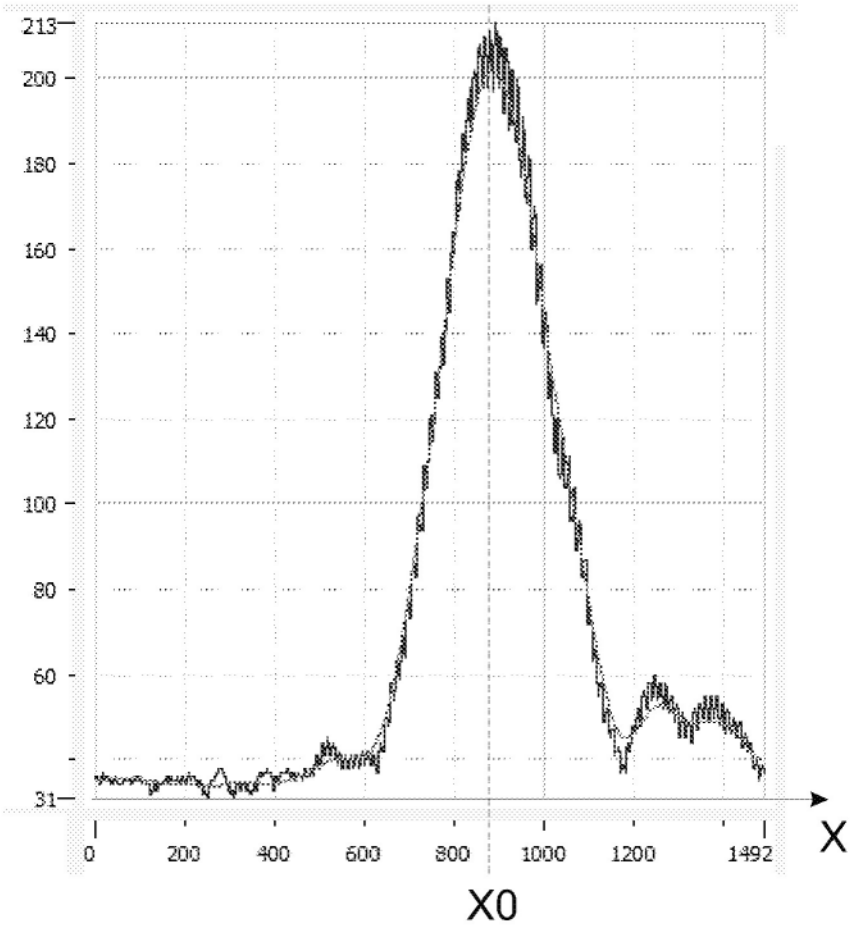


图 4B

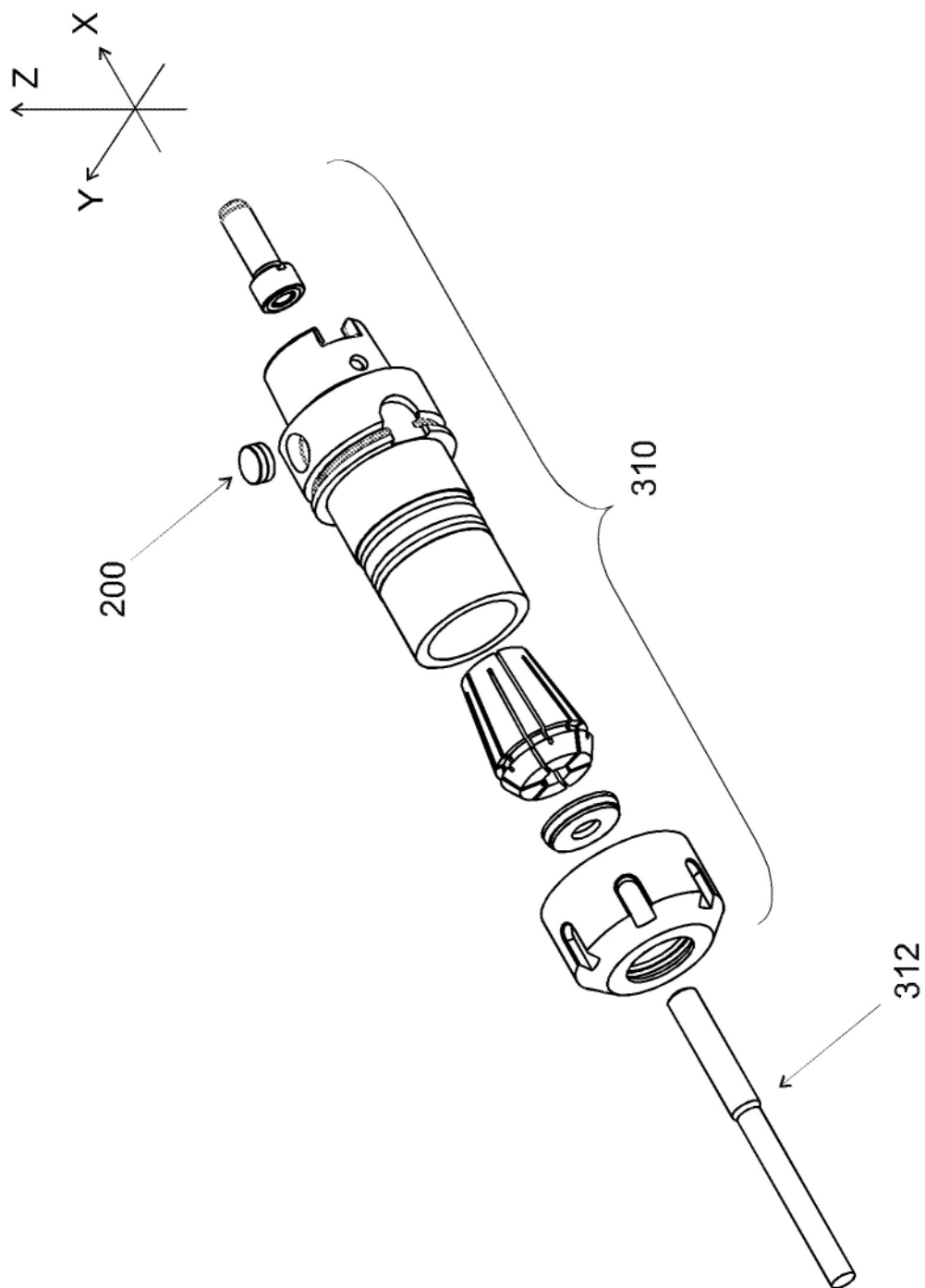


图 5

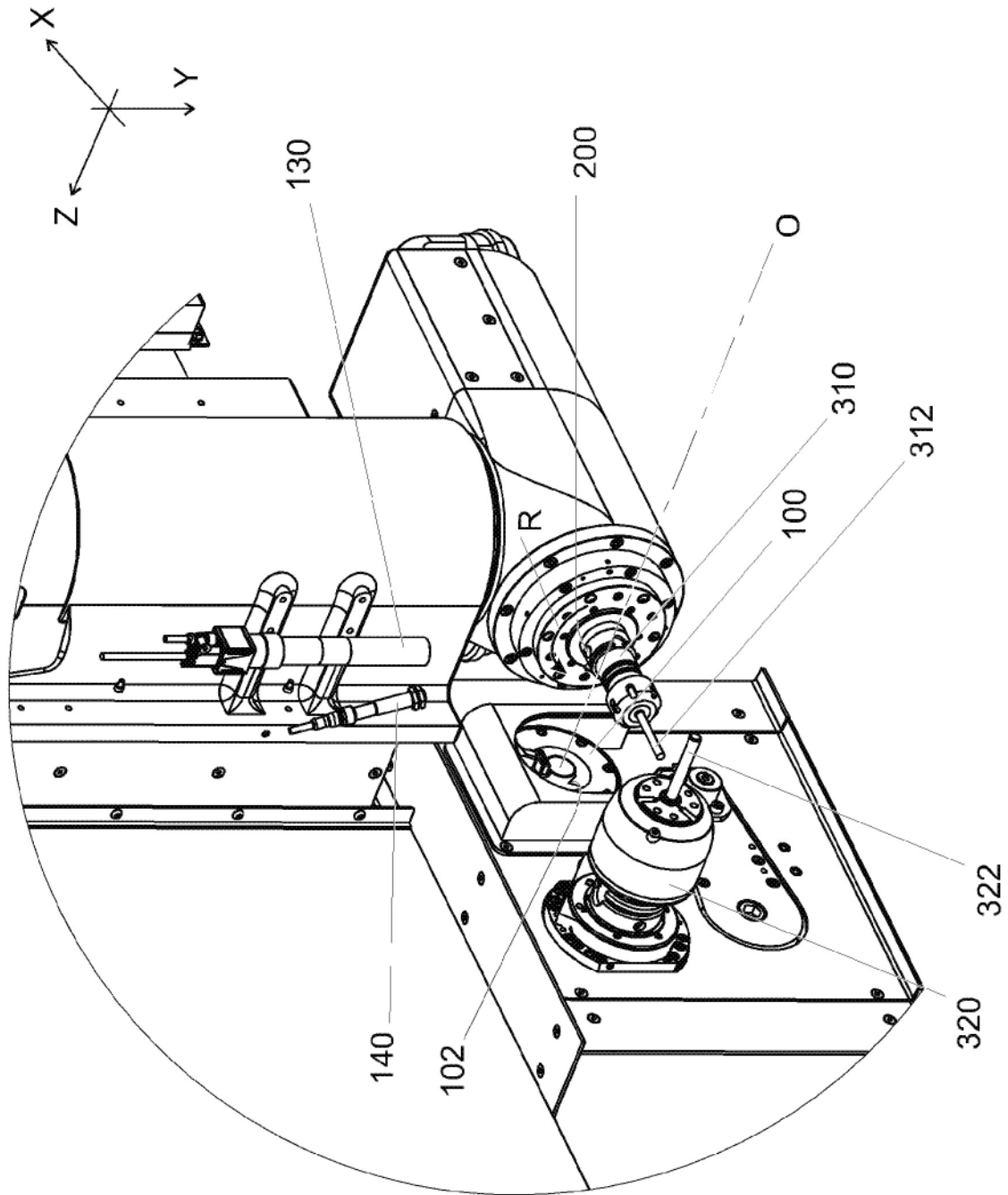


图 6