



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103322910 B

(45)授权公告日 2017.10.27

(21)申请号 201310093649.8

(22)申请日 2013.03.22

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 103322910 A

(43)申请公布日 2013.09.25

(30)优先权数据  
102012204572.4 2012.03.22 DE

(73)专利权人 约翰内斯·海德汉博士有限公司  
地址 德国特劳恩罗伊特

(72)发明人 W.霍尔萨普费尔 J.德雷歇尔  
M.梅斯纳 R.约尔格 B.穆施  
T.克尔贝雷尔

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公  
司 72001

代理人 杜荔南 卢江

(51)Int.Cl.

G01B 11/00(2006.01)

G01D 5/26(2006.01)

G01D 5/38(2006.01)

(56)对比文件

- CN 102364307 A, 2012.02.29,
- CN 101364049 A, 2009.02.11,
- CN 101796614 A, 2010.08.04,
- CN 101308013 A, 2008.11.19,
- CN 101189488 A, 2008.05.28,
- DE 19633337 A1, 1998.02.12,
- JP 特开平8-247790 A, 1996.09.27,
- DE 102005029917 A1, 2007.01.04,
- US 7858922 B2, 2010.12.28,

审查员 郝敏

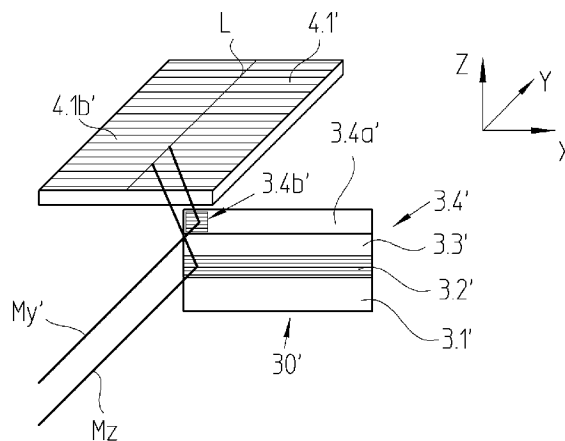
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

位置测量设备和具有这种位置测量设备的装置

(57)摘要

本发明涉及位置测量设备和具有这种位置测量设备的装置。该位置测量设备用于检测第一对象相对于第二对象的位置,其中第一和第二对象被布置为能沿着至少两个测量方向相对运动。位置测量设备具有光学单元,该光学单元与两个对象之一连接并且以所定义的布置具有至少一个光源、探测器装置以及另外的光学元件。该位置测量设备还包括计量用具-反射器单元,该计量用具-反射器单元布置在另一对象处并且具有轨迹中的至少两个被不同地构造的区域,所述区域为了位置检测而能用光学单元光学扫描。通过所述区域的不同构造可以在光学检测时在不同的测量方向之间转换;可以利用所述光学单元为每个测量方向分别生成关于两个对象的相对运动的位置信号。



1. 一种用于检测第一对象(1)相对于第二对象(5)的位置的位置测量设备,其中第一和第二对象被布置为沿着至少两个测量方向(x,y,z)能相对运动,所述位置测量设备具有:

— 光学单元(2),其与两个对象之一连接并且以所定义的布置包括至少一个光源、探测器装置以及另外的光学元件,和

— 计量用具-反射器单元(3,30'),其布置在两个对象中的另一对象处并且具有轨迹(3.1,3.4,3.4')中的至少两个被不同地构造的区域(3.1a,3.1b,3.4a,3.4b,3.4a',3.4b'),这些区域为了位置检测而能用光学单元(2)光学扫描,其中通过区域(3.1a,3.1b,3.4a,3.4b,3.4a',3.4b')的不同构造能够在位置检测时在不同的测量方向(x,y,z)之间转换并且能够利用光学单元(2)为每个测量方向(x,y,z)分别生成关于两个对象的相对运动的位置信号。

2. 根据权利要求1所述的位置测量设备,其中在计量用具-反射器单元(3,30')的轨迹(3.1,3.4,3.4')的不同区域(3.1a,3.1b,3.4a,3.4b,3.4a',3.4b')中布置测量反射器和计量用具。

3. 根据权利要求2所述的位置测量设备,其中所述测量反射器被构造成平面反射镜并且所述计量用具被构造成入射光衍射光栅。

4. 根据权利要求2所述的位置测量设备,其中落到被不同地构造的区域(3.1a,3.1b,3.4a,3.4b,3.4a',3.4b')上的射束经历不同的偏转作用。

5. 根据权利要求1所述的位置测量设备,其中计量用具-反射器单元(3,30')具有多个平行布置的轨迹(3.1-3.4,3.1'-3.4'),在所述轨迹中布置计量用具和/或测量反射器。

6. 根据权利要求5所述的位置测量设备,其中

— 在一个轨迹(3.2,3.3,3.2')中布置计量用具,以及

— 在另外的轨迹(3.1,3.4,3.4')中,在第一区域(3.1a,3.4a,3.4a')中布置测量反射器,并且在第二区域(3.1b,3.4b,3.4b')中布置计量用具,该计量用具被构造为与另一轨迹(3.2,3.3,3.2')中的计量用具相同。

7. 根据权利要求1至6之一所述的位置测量设备,其中沿着轨迹(3.1,3.4,3.4')的延伸方向布置轨迹(3.1,3.4,3.4')中的中心的区域(3.1a,3.4a,3.4a'),并且至少在第一区域的末端处布置轨迹(3.1,3.4,3.4')中的被不同地构造的第二区域(3.1b,3.4b,3.4b')。

8. 根据权利要求1至6之一所述的位置测量设备,其中在轨迹(3.1,3.4,3.4')中布置第一区域(3.1a,3.4a,3.4a'),所述第一区域(3.1a,3.4a,3.4a')在轨迹(3.1,3.4,3.4')的大部分上延伸,并且在轨迹(3.1,3.4,3.4')中布置被不同地构造的第二区域(3.1b,3.4b,3.4b'),所述第二区域(3.1b,3.4b,3.4b')仅仅在该轨迹(3.1,3.4,3.4')的明显更小的区域上延伸。

9. 一种用于对可运动对象进行高精度位置检测的装置,其具有第一位置测量设备,所述第一位置测量设备是根据前述权利要求之一所述的位置测量设备,并且所述装置具有:

— 第一对象(1),其被布置为能沿着两个正交的第一和第二主运动轴(x,y)以及沿着此外的第三轴(z)运动,其中

— 第一主运动轴(y)充当第一测量方向,

— 第三轴(z)充当第二测量方向,并且

- 第二主运动轴(x)充当第三测量方向,以及
  - 第二对象(5),其被布置为相对于第一对象静止,其中光学单元(2)布置在第二对象(5)处并且其中
    - 在第一对象(1)处布置沿着第二主运动轴(x)延伸的计量用具-反射器单元(3),所述计量用具-反射器单元(3)包括轨迹(3.1,3.4),所述轨迹(3.1,3.4)具有拥有测量反射器的第一区域(3.1a,3.4a)和拥有计量用具的第二区域(3.1b,3.4b),使得在对第一区域(3.1a,3.4a)进行光学扫描时能够生成关于第一对象(1)沿着第一测量方向(y)的运动的位 置信号,并且在第二区域(3.1b,3.4b)进行光学扫描时能够生成关于第一对象(1)沿着第二测量方向(x)或者沿着第三测量方向(z)的运动的另外的位置信号。
10. 根据权利要求9所述的装置,所述装置包括第二位置测量设备,通过所述第二位置测量设备能够生成关于第一对象(1)沿着第二测量方向(z)的运动的位 置信号。
11. 根据权利要求9所述的装置,所述装置包括第三位置测量设备,通过所述第三位置测量设备能够生成关于第一对象(1)沿着第三测量方向(x)的运动的位 置信号。
12. 根据权利要求10或11所述的装置,其中在第二区域中对所述计量用具进行光学扫描并同时生成位置信号的情况下,借助于第二或第三位置测量设备在沿着第一测量方向(y)的移动运动期间分别沿着第一测量方向(y)对第二或第三位置测量设备的反射器(4.1,4.2)进行双重扫描。
13. 根据权利要求12所述的装置,其中
- 能够将第一和第二位置测量设备的位置信号输送给校准单元,和/或
  - 能够将第一和第三位置测量设备的位置信号输送给校准单元。
14. 根据权利要求9所述的装置,其中第一位置测量设备被构造成具有4个测量射束(My<sub>1</sub>,My<sub>2</sub>,My<sub>3</sub>,My<sub>4</sub>)的多轴干涉仪。

## 位置测量设备和具有这种位置测量设备的装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种位置测量设备和一种具有这种位置测量设备的装置。

### 背景技术

[0002] 在制造和检查半导体器件时所使用的机器中常常存在的要求是,精确地对对象进行定位。因此,譬如可能需要在曝光或检验单元的工具之下高精度地定位晶片。在此,晶片处于可以以6个自由度运动的工作台上,该工作台通过相应的驱动装置运动。因此,该工作台充当要高精度地检测其位置的对象;为了通过驱动装置和所属的控制单元对该工作台进行定位,需要借助于高精度的位置测量设备生成关于工作台的空间位置的位置信号。

[0003] 通常由干涉仪或者基于光栅的光学位置测量设备在这样的机器中充当高精度的位置测量设备。在发明人的DE 10 2012 201 393.3中提出了用于这样的应用的测量装置,该测量装置由不同位置测量设备的组合构成。因此,为了位置测量沿着对象的长的第一主运动轴、以及为了检测旋转运动围绕另一轴使用多轴干涉仪。在此,在对象处布置测量反射器,所述测量反射器被施加多轴干涉仪的测量射束。为了沿着第二主运动轴和沿着第三轴进行位置测量,提出基于光栅的干涉的位置测量设备;该位置测量设备尤其是包括布置在对象处的入射光衍射光栅形式的计量用具以及相对其静止布置的反射器;在反射器处布置另外的衍射光栅,其中反射器譬如可以被构造成透射光栅反射镜单元。用在不同位置测量设备中的测量反射器、计量用具和反射器在安装期间和在使用中经历机械和热负荷,并且在此也可能缓慢地变型。这些元件的这样的变型在位置确定中造成测量误差。

[0004] 为了补偿该测量误差公知有所谓的自校准方法,通过所述方法在相应机器的运行中或特殊校准周期中通过测量技术来检测并校正相应元件、比如计量用具或反射器的当前变型。对于这样的自校准方法来说,通常需要沿着相应的延伸方向借助于两个或更多个扫描或光学单元对计量用具或反射器进行扫描并且通过两个光学单元生成位置信号。两个光学单元的位置信号于是被以相互求差的方式连接,使得接着可以以公知方式从所得到的差信号中计算出相应计量用具或反射器的具体存在的由变型造成的误差并且接下来可以对该误差进行补偿。关于这样的自校准方法,譬如可以参阅公开物“Exact wavefront reconstruction from two lateral shearing interferograms”(C.Elster, I.Weingärtner,第16卷, No.9,1999年9月, J.Opt Soc, Am. A, 2281-2285)。

[0005] 每个测量方向是指,对于这样的自校准方法来说需要两个光学单元来进行扫描和位置信号生成。这是显著的额外花费并且此外造成总系统的构造体积的扩大。

[0006] 与所阐述的自校准问题无关,由于其他原因还可能需要或有的是,在特定的测量流程或机器状态中沿着一个运行方向冗余地检测位置。因此例如可以在特定位置处减少所需的所谓的阿贝臂(Abbé-Arme)的数目或者提升精度。

### 发明内容

[0007] 本发明的任务是,说明一种用于对可运动对象进行高精度位置检测的可能性,通

过该可能性将通过测量技术以尽可能小的成本沿着不同测量方向检测该对象的位置。

[0008] 该任务通过具有权利要求1的特征的位置测量设备来解决。

[0009] 在权利要求9中说明了具有这样的位置测量设备的装置。

[0010] 根据本发明的解决方案的有利的实施方式位于从属权利要求中。

[0011] 通过根据本发明的位置测量设备,可以检测第一对象相对于第二对象的位置,其中第一和第二对象被布置为能沿着至少两个测量方向相对运动。位置测量设备包括光学单元,该光学单元与两个对象之一连接并且以所定义的布置具有至少一个光源、探测器装置以及另外的光学元件。另外设置有计量用具-反射器单元,该计量用具-反射器单元布置在另一对象处。该计量用具-反射器单元具有轨迹中的至少两个被不同地构造的区域,所述区域为了位置检测能用光学单元光学扫描,其中通过所述区域的不同构造可以在光学检测时在不同的测量方向之间转换并且可以利用所述光学单元为每个测量方向分别生成关于两个对象的相对运动的位置信号。

[0012] 在一个可能的实施方式中,在计量用具-反射器单元的轨迹的不同区域中布置测量反射器和计量用具。

[0013] 在此,可以将所述测量反射器构造成平面反射镜并且将所述计量用具构造成入射光衍射光栅。

[0014] 落到被不同地构造的区域上的射束优选地经历不同的偏转和/或转向作用。

[0015] 所述计量用具-反射器单元有利地具有多个平行布置的轨迹,在所述轨迹中布置所述计量用具和/或测量反射器。

[0016] 在此可能的是:

[0017] 一在一个轨迹中布置计量用具,并且

[0018] 一在另外的轨迹中在第一区域中布置布置测量反射器,并且在第二区域中布置计量用具,该计量用具被构造为与另一轨迹中的计量用具相同。

[0019] 可以规定:沿着轨迹的延伸方向布置所述轨迹中的中心的第一区域,并且至少在第一区域的末端处布置所述轨迹中的被不同构造的第二区域。

[0020] 另外可能的是,在轨迹中布置第一区域,该第一区域在该轨迹的大部分上延伸,并且在该轨迹中布置被不同地构造的第二区域,该第二区域仅仅在该轨迹的明显更小的区域上延伸。

[0021] 可能的装置具有根据本发明的位置测量设备并且还包括:

[0022] 一第一对象,其被布置为能沿着两个正交的第一和第二主运动轴以及沿着此外的第三轴运动,其中

[0023] 一第一主运动轴充当第一测量方向,

[0024] 一第三轴充当第二测量方向,以及

[0025] 一第二主运动轴充当第三测量方向,和

[0026] 一第二对象,其被布置为相对于第一对象静止,其中所述光学单元布置在第二对象处。

[0027] 在此,在第一对象处布置沿着第二主运动轴延伸的计量用具-反射器单元,所述计量用具-反射器单元包括轨迹,所述轨迹具有拥有测量反射器的第一区域和拥有计量用具的第二区域,使得在对第一区域进行光学扫描时可以生成关于第一对象沿着第一测量方向

的运动的位置信号,并且在第二区域进行光学扫描时可以生成关于第一对象沿着第二测量方向或者沿着第三测量方向的运动的位置信号。

[0028] 该装置可以包括第二位置测量设备,通过该第二位置测量设备可以生成关于第一对象沿着第二测量方向的运动的位置信号。

[0029] 另外,该装置可以包括第三位置测量设备,通过该第三位置测量设备可以生成关于第一对象沿着第三测量方向的运动的位置信号。

[0030] 因此可能的是,在第二区域中对计量用具进行光学扫描并同时生成位置信号的情况下,借助于第二或第三位置测量设备在沿着第一测量方向的移动运动期间分别沿着第一测量方向对第二或第三测量设备的反射器进行双重扫描。

[0031] 在此可以规定:

[0032] 一可以将第一和第二位置测量设备的位置信号输送给校准单元,和/或

[0033] 一可以将第一和第三位置测量设备的位置信号输送给校准单元。

[0034] 优选地将第一位置测量设备构造成具有4个测量射束的多轴干涉仪。

[0035] 因此对本发明重要的是,利用根据本发明的位置测量设备沿途进行位置检测的测量方向现在不是由所使用的扫描单元或光学单元和其中设置的扫描光学元件确定,而是仅仅由所使用的计量用具-反射器单元侧的特定区域的构造来确定。根据相对于彼此运动的对象的相对位置或者特定的机器位置,由此可以以所定义的方式在沿途需要位置信息的不同测量方向之间转换并且生成关于沿着相应的新测量方向的对象运动的附加位置信号。针对不同的测量方向,可以分别使用相同的光学单元或扫描光学元件来进行位置信号生成。这导致总系统的成本显著降低以及构造体积减小。

[0036] 除了下面仍要详细阐述的装置——其中需要特定部件的自校准——中的应用情况以外,本发明当然也可以与其他测量装置结合使用,在所述其他测量装置中不同测量方向之间的这样的转换可能性是需要的或有利的。

## 附图说明

[0037] 根据下面结合附图对实施例的描述来阐述本发明的另外的细节和优点。

[0038] 图1a以第一视图(zy平面)示出了具有根据本发明的位置测量设备的装置的高度示意性的图示;

[0039] 图1b以第二视图(xy平面)示出了来自图1a的装置的高度示意性的图示;

[0040] 图1c示出了来自前面的图的装置的光学单元的前视图;

[0041] 图1d示出了来自前面的图的装置的计量用具-反射器单元的俯视图;

[0042] 图1e示出了来自前面的图的装置的反射器的俯视图;

[0043] 图2a、2b以不同的测量位置各示出了一个来自前面的图的装置的示意性部分示图,以用于阐述具有根据本发明的位置测量设备的测量方向转换。

## 具体实施方式

[0044] 在图1a、1b中以不同视图高度示意性地示出了用于以6个自由度检测第一对象1的位置的装置。第一对象1、例如用于半导体制造或检验的机器中的工作台,在此被布置为可沿着第一和第二主运动轴y、x以及沿着与此垂直的第三轴z相对于第二对象5、例如静止的

机器部分运动。下面将第一主运动轴 $y$ 也称为第一测量方向,将第三轴 $z$ 称为第二测量方向,并且将第二主运动轴 $x$ 称为第三测量方向。

[0045] 除了检测沿着两个主运动轴 $x$ 、 $y$ 和沿着第三轴 $z$ 的线性的对象运动以外,为了对象1的高精度定位还需要通过测量技术检测对象1围绕三个不同轴 $x$ 、 $y$ 、 $z$ 的旋转运动,以便以所有6个自由度确定对象1在空间中的位置。对象1围绕轴 $x$ 、 $y$ 、 $z$ 的旋转运动在下面被称为 $R_x$ 、 $R_y$ 和 $R_z$ 运动。

[0046] 多个位置测量设备用于检测可运动的第一对象1的所有6个自由度,所述多个位置测量设备适于组合成总系统,如在DE 10 2012 201 393.3中已经在原理上描述的那样;因此,DE 10 2012 201 393.3的公开内容明确地并入本申请中。位置测量设备一方面包括光学单元2以及反射器4.1、4.2,反射器4.1、4.2在本示例中与第二对象5、即与静止机器部分连接或耦合。在此,在光学单元2中以所定义的布置设置有光源、探测器装置以及另外的光学元件,这些元件全部都未在图中示出。替代于在光学单元2中直接布置光源和/或探测器装置,当然也可以规定:这些部件通过光导与光学元件2连接。另一方面,属于位置测量设备的有下面被称为计量用具-反射器单元3的组件,该组件布置在对象1处并且因此可沿着不同轴 $x$ 、 $y$ 、 $z$ 相对于位置测量设备的其他部件运动。计量用具-反射器单元3如从图1d的俯视图中可看出的那样包括多个轨迹3.1-3.4,所述轨迹3.1-3.4彼此平行地沿着第二主运动轴 $x$ 布置。在所实施例中,在轨迹3.1-3.4中布置有计量用具和/或测量反射器,其中不同位置测量设备的测量射束 $M_{x1}$ 、 $M_{x2}$ 、 $M_{y1}$ 、 $M_{y2}$ 、 $M_{y3}$ 、 $M_{y4}$ 、 $M_{z1}$ 、 $M_{z2}$ 落到所述计量用具和/或测量反射器上。作为测量反射器譬如可以设置平面反射镜,作为计量用具可以设置一维或二维的衍射光栅(入射光、透射光)。

[0047] 在图1a和1b中仅仅高度示意性地说明了所使用的位置测量设备的基本的测量射束 $M_{x1}$ 、 $M_{x2}$ 、 $M_{y1}$ 、 $M_{y2}$ 、 $M_{y3}$ 、 $M_{y4}$ 、 $M_{z1}$ 、 $M_{z2}$ ,其用于以6个自由度对对象1进行位置检测或位置确定;为清楚起见,在这些图中放弃了各个位置测量设备的详细光路的图示。特别是尤其不能看出,不同的测量射束 $M_{x1}$ 、 $M_{x2}$ 、 $M_{y1}$ 、 $M_{y2}$ 、 $M_{y3}$ 、 $M_{y4}$ 、 $M_{z1}$ 、 $M_{z2}$ 两次在对象1的方向上传播。

[0048] 设置第一位置测量设置,以便通过该第一位置测量设备主要检测对象1沿着第一主运动轴 $y$ 或沿着第一测量方向的位置;另外,通过该第一位置测量设备进行围绕第二主运动轴 $x$ 和第三轴 $z$ 的旋转运动 $R_x$ 、 $R_z$ 的检测。关于根据本发明的在第一位置测量设备侧的措施,请参阅下面的描述。第一位置测量设备被构造成总共具有4个测量射束 $M_{y1}$ 、 $M_{y2}$ 、 $M_{y3}$ 、 $M_{y4}$ 的多轴干涉仪;在DE 10 2012 201 393.3中在此处设置有具有3个测量射束的3轴干涉仪。

[0049] 关于用于检测对象1沿着第二测量方向 $z$ 或沿着第三测量方向 $x$ 的运动的合适的光学位置测量设备,明确地参阅开头已经提到的DE 10 2012 201 393.3。

[0050] 因此,在本装置中设置第二位置测量设备,通过该第二位置测量设备可以生成关于沿着第二测量方向 $z$ 的对象运动的位置信号。该位置测量设备基本上对应于在DE 10 2012 201 393.3中被称为第一位置测量设备的位置测量设备。与之不同的是,现在替代于唯一的测量射束在此设置两个测量射束 $M_{z1}$ 、 $M_{z2}$ 。

[0051] 在所示的装置中,第三位置测量设备用于生成关于对象1沿着第三测量方向 $x$ 的运动的位置信号。该位置测量设备类似于在DE 10 2012 201 393.3中被称为第二位置测量设备的位置测量设备被构造。与之不同的是,在此作为用于沿着第二主运动轴 $x$ 进行位置确定的计量用具设置有二维计量用具3.2,该二维计量用具3.2与轴 $z$ 平行地布置在对象1处。第

三位置测量设备的测量射束在图中用 $M_{X1}$ 和 $M_{X2}$ 来表示。

[0052] 另外,关于不同位置测量设备的不同测量射束 $M_{X1}$ 、 $M_{X2}$ 、 $M_{Y1}$ 、 $M_{Y2}$ 、 $M_{Y3}$ 、 $M_{Y4}$ 、 $M_{Z1}$ 、 $M_{Z2}$ 的相对布置请参阅图1c。该图示出了总共具有不同位置测量设备的8个测量射束 $M_{X1}$ 、 $M_{X2}$ 、 $M_{Y1}$ 、 $M_{Y2}$ 、 $M_{Y3}$ 、 $M_{Y4}$ 、 $M_{Z1}$ 、 $M_{Z2}$ 的光学单元2的前视图。

[0053] 如开头提到的那样,为了借助于这样的装置进行高精度的位置确定需要所使用的测量设备的在此使用的计量用具、测量反射器和反射器4.1、4.2经历自校准。这要求所使用的测量设备的扫描光路中的每个所使用的计量用具、每个测量反射器或每个反射器4.1、4.2都借助于两个光学单元或扫描单元沿着唯一的扫描线被扫描,其中该扫描线分别沿着要校准的部件的延伸方向走向。在此,原则上应当将所需的成本保持得尽可能小,也就是说尤其是不需要附加的光学单元。在如所述装置中那样的配置的情况下特别关键的是衍射光栅4.1a、4.1b、4.2a、4.2b的自校准,所述衍射光栅4.1a、4.1b、4.2a、4.2b布置在反射器4.1、4.2处并且尤其是用于通过第三和第二位置测量设备沿着第二主运动轴x和沿着第三轴z进行高精度的光学位置检测。图1e示出了反射器4.1、4.2的下侧的示意图,所述反射器具有布置在上面的衍射光栅4.1a、4.1b、4.2a、4.2b。在本实施例中,这些衍射光栅4.1a、4.1b、4.2a、4.2b被构造透射光衍射光栅,反射器4.1、4.2的上侧配备有反射镜,该反射镜的反射侧定向在透射光衍射光栅的方向上;因此,反射器4.1、4.2分别构造透射光光栅-反射镜单元。为了对这些部件进行所期望的自校准,原则上需要接入至少一个第二光学单元或扫描光学元件,以便从相应的主要位置测量设备的所生成的位置信号和附加的光学单元的位置信号中生成自校准数据。

[0054] 根据本发明,现在在所实施例中规定,为此目的适当地修改如下的位置测量设备:所述位置测量设备用于沿着第一主运动轴y或沿着第一测量方向对对象1进行位置检测以及检测围绕第二主运动轴x和第三轴z的旋转运动 $R_x$ 、 $R_z$ ,也就是说第一位置测量设备。因此,通过下面阐述的措施可能的是,第一位置测量设备在利用其检测的测量方向方面被以定义方式转换,以便借助于该位置测量设备分别进行为了校准目的的第二位置测量。除了沿着第一主运动轴y或沿着第一测量方向的位置检测以外,可以将第一位置测量设备转换为使得通过该第一位置测量设备也可以选择性地沿着其他测量方向、即沿着第二主运动轴x和沿着第三轴z进行位置检测。

[0055] 根据图2a、2b中的高度简化的图示,下面说明反射器4.1'或布置在其上的衍射光栅4.1b'的第二扫描可以如何沿着其纵向延伸方向y或沿着扫描线L通过经适当修改的第一位置测量设备来进行,以便通过该方式实现衍射光栅4.1b'的自校准。在所示的装置中,反射器4.1'的衍射光栅4.1b'用于生成关于沿着第三轴z的对象运动的位置信号;在DE 10 2012 201 393.3中将为此所使用的位置测量设备称为第一位置测量设备,关于该位置测量设备的具体扫描光路请明确参阅DE 10 2012 201 393.3。当前,在此讨论的是第二位置测量设备。

[0056] 根据本发明现在规定,在主要用于沿着第一主运动轴y进行位置检测的计量用具-反射器单元30'的轨迹3.4'中不同地构造多个区域3.4a'、3.4b'或片段。在此,第一区域3.4a'被构造为平面反射镜形式的测量反射器并且用于沿着第一主运动轴y进行干涉仪式的位置检测。现在,对所期望的测量方向转换能力起决定性作用的是与此不同地构造该轨迹中的至少一个第二区域3.4b',即将其构造入射光衍射光栅形式的计量用具。该计量用



具在该第二区域3.4b'中被构造为与如下的计量用具相同:所述计量用具布置在计量用具-反射器单元30'的另一轨迹3.2'中并且被施加第二位置测量设备的用于z轴运动的测量射束Mz。

[0057] 轨迹3.4中的区域3.4a'、3.4b'的这样的构造现在使得能够根据本发明转换第一位置测量设备的测量方向,如在图2a、2b中所说明的那样。

[0058] 对象位于根据图2a的测量位置或机器位置中,并且因此沿着第二主运动轴x的计量用具-反射器单元30'位于这样的位置,在该位置第一位置测量设备的测量射束My落到区域3.4a'上、即落到例如被构造成平面反射镜的测量反射器上。从那里,测量射束My被在未示出的光学单元的方向上反射回。在该测量位置,第一位置测量设备以公知的方式工作并且尤其是用于沿着第一主运动轴y检测对象位置。第二位置测量设备的在图2a中同样被示出的测量射束Mz在该位置给轨迹3.2'施加布置在那里的计量用具以及反射器4.1'的衍射光栅。通过所属的第二位置测量设备可以沿着第二测量方向或第三轴z检测对象位置。

[0059] 如果沿着第二主运动轴x的对象或计量用具-反射器单元30'现在驶入第三轴z的自校准位置(这如图2b所示),则第一位置测量设备的测量射束My于是落到相应轨迹3.4'中的第二区域3.4b'上。如可看出的那样,布置在那里的计量用具导致测量射束My'的偏转与第二位置测量设备的测量射束Mz的偏转类似地偏转到反射器4.1'上的要校准的衍射光栅4.1b'的方向上。反射器4.1'上的衍射光栅4.1b'在结果得出的对象运动中沿着第一主运动方向y现在沿着扫描线L两次被扫描、即沿着第一主运动轴y或沿着第一测量方向。反射器4.1'上的衍射光栅4.1b'的自校准因此是可能的,而为此不需要附加的光学单元或扫描单元。本来主要用于沿着第一测量方向或第一主运动轴y进行位置检测的第一位置测量设备可以在该位置被转换为,使得通过该第一位置测量设备也可以沿着另一测量方向、即沿着第三轴z进行位置检测。一并利用为该轴z设置的第二位置测量设备的可用位置信号,可以沿着反射器4.1'的与第一主运动轴y相对应的纵向延伸方向进行该反射器的自校准。在沿着第一主运动轴y的移动运动期间,第一和第二位置测量设备的所生成的位置信号被输送给合适的一一未示出的一一校准单元。

[0060] 基于该原理,除了衍射光栅4.1b、4.2b以外,来自图1a-1e的装置的反射器4.1、4.2上的衍射光栅4.1a、4.2a也可以经历沿着第一主运动轴y的自校准。衍射光栅4.1a、4.2a设置在本装置的第三位置测量设备中,通过所述第三位置测量设备进行对象1沿着第二主运动轴x的位置检测。关于该位置测量设备的扫描光路再次明确地参阅DE 10 2012 201 393.3,其中该位置测量设备被称为第二位置测量设备。为了将用于检测沿着第一主运动轴y的对象运动的第一位置测量设备也转换到该测量方向上,计量用具-反射器单元3包括另一轨迹3.1,该轨迹3.1具有不同地构造的区域3.1a、3.1b,这从图1d中可以看出。区域3.1a被构造成用于第一位置测量设备沿着第一主运动轴y进行位置检测的测量反射器,而区域3.1b配备有计量用具,以便在这些位置分别引起入射到其上的测量射束转向或偏转到反射器4.1、4.2上的衍射光栅4.1a、4.2a的方向上并且当在该处进行沿着第一主运动轴y的对象运动时通过此对衍射光栅4.1a、4.2a实现第二次扫描。在这种情况下,转换的第一位置测量设备和第三位置测量设备的位置信号被输送给又未示出的校准单元。

[0061] 因此通过根据本发明的措施,可以以所述装置进行特定部件的自校准,而在此不需要所使用的位置测量设备的光学单元或扫描单元2侧的附加成本。这是通过有针对性地

转换所使用的位置测量设备、在本情况下为第一位置测量设备中的测量方向而实现的。该位置测量设备因此可以在特定的机器位置或校准位置处用于为了自校准所需的对相应部件进行的第二次光学扫描以及生成相应的位置信号。

[0062] 如上面提到的那样,所阐述的装置中的根据本发明构造的第一位置测量设备被构造为4轴干涉仪。通过该4轴干涉仪保证,譬如在对反射器进行的自校准期间也可以例如借助于相应偏转的射束 $My_1$ 沿着第一主运动轴 $y$ 进行位置确定以及通过其他3个测量轴 $My_2$ 、 $My_3$ 和 $My_4$ 进行对象的定向。

[0063] 根据本发明,应当沿着其进行扫描或位置检测的所期望的测量方向仅仅通过计量用具-反射器单元3侧的适当修改来调整;图1d中示出了该计量用具-反射器3的俯视图。在第一位置测量设备的光学单元2侧不需要改变。在计量用具-反射器单元3的轨迹3.1、3.4中的被根据本发明不同地构造的区域3.4a、3.4b或3.1a、3.1b中,相应测量射束的入射到其上的射束分别经历不同的偏转和/或转向作用。被证明有利的是,用于生成相应位置测量设备的主要位置信号的第一区域3.1a、3.4a在轨迹3.1、3.4的大部分上延伸,并且用于在转换的运行中进行位置信号生成的被不同地构造的第二区域3.1b、3.4b仅仅在轨迹3.1、3.4的明显更小的区域上延伸。因此可以如上面的实施例中那样规定,第一区域3.1a、3.4a中心地布置在轨迹3.1、3.4中,并且仅仅在至少一个末端处设置被不同地构造的第二区域3.1b、3.4b,这在图1d中的计量用具-反射器单元3的所示实施例中实现。

[0064] 基于根据本发明的考虑,这样的测量方向转换也可以与所讨论的自校准无关地用于其他应用情况。例如有利的可能是,在工作台的特定位置处特别精确地或以减小的阿贝间隔检测各个测量方向,以便例如扫描参考标记。通过用在其他运行中的另一测量方向的冗余测量轴转换到要特别精确地检测的测量方向,可以冗余地并由此精确地测量沿着该测量轴的位置。

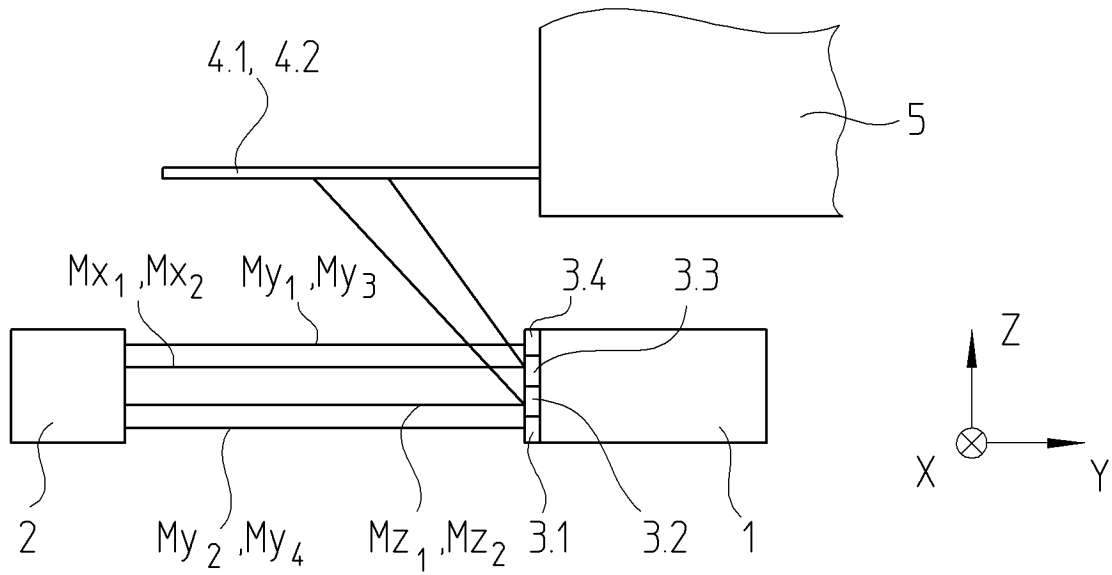


图 1a

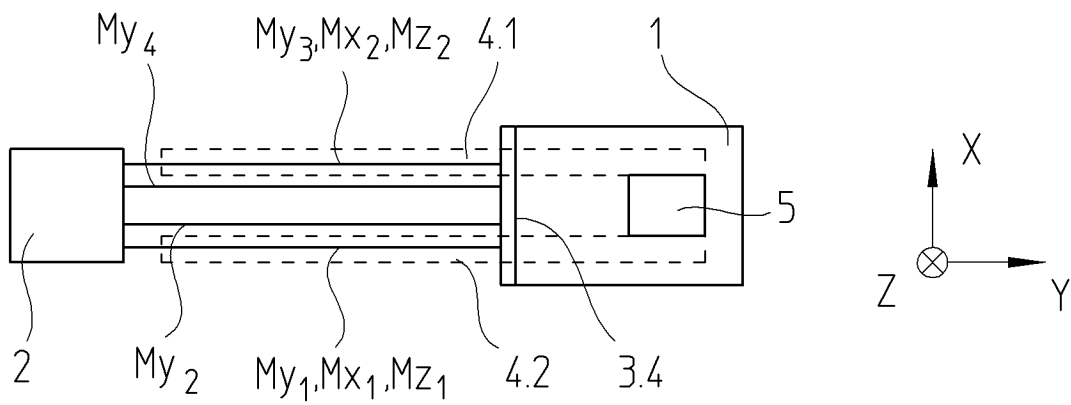


图 1b

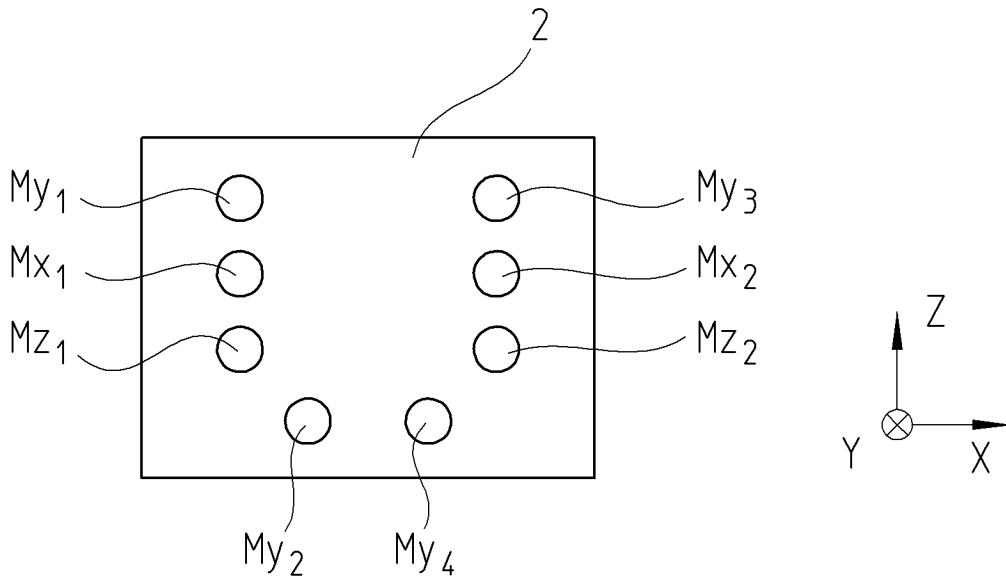


图 1c

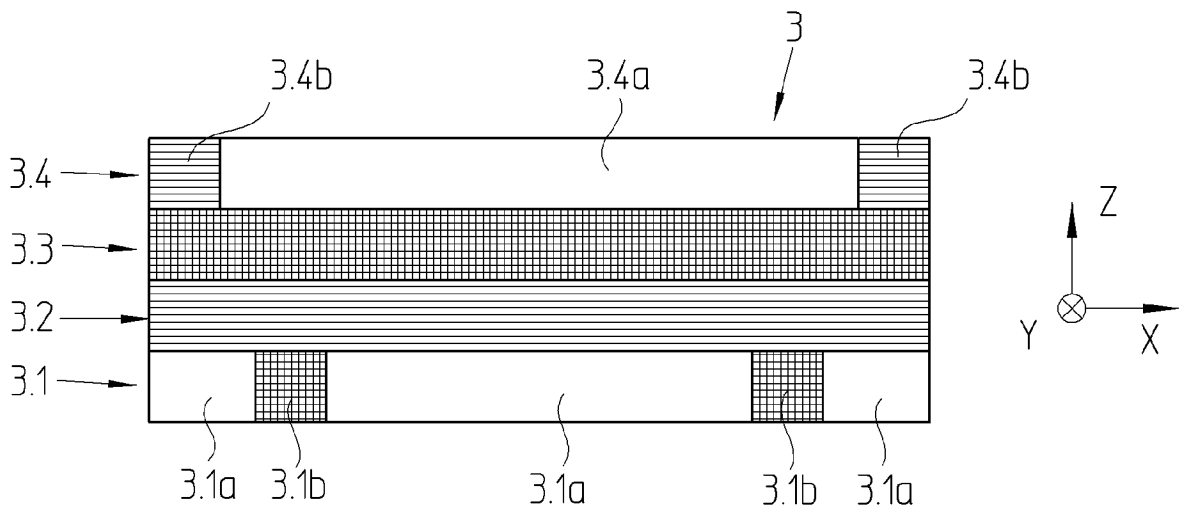


图 1d

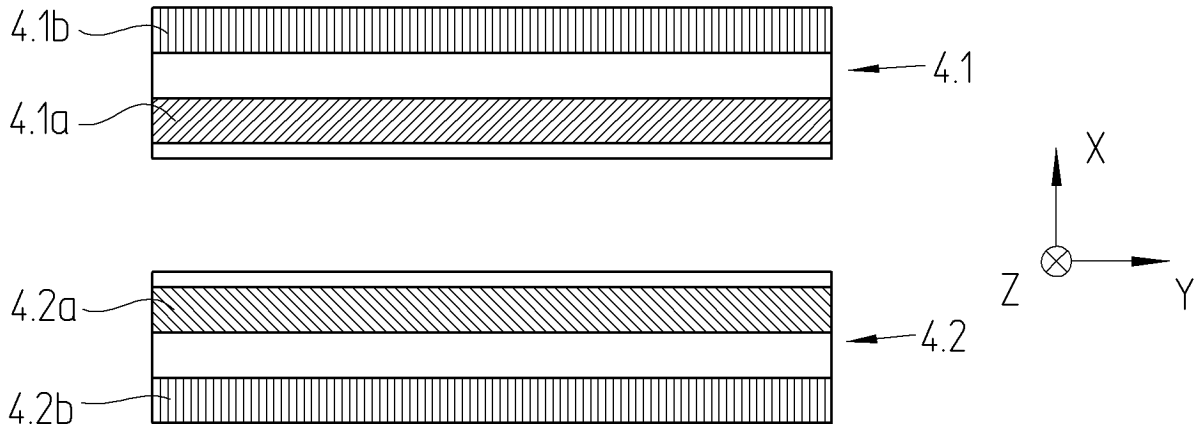


图 1e

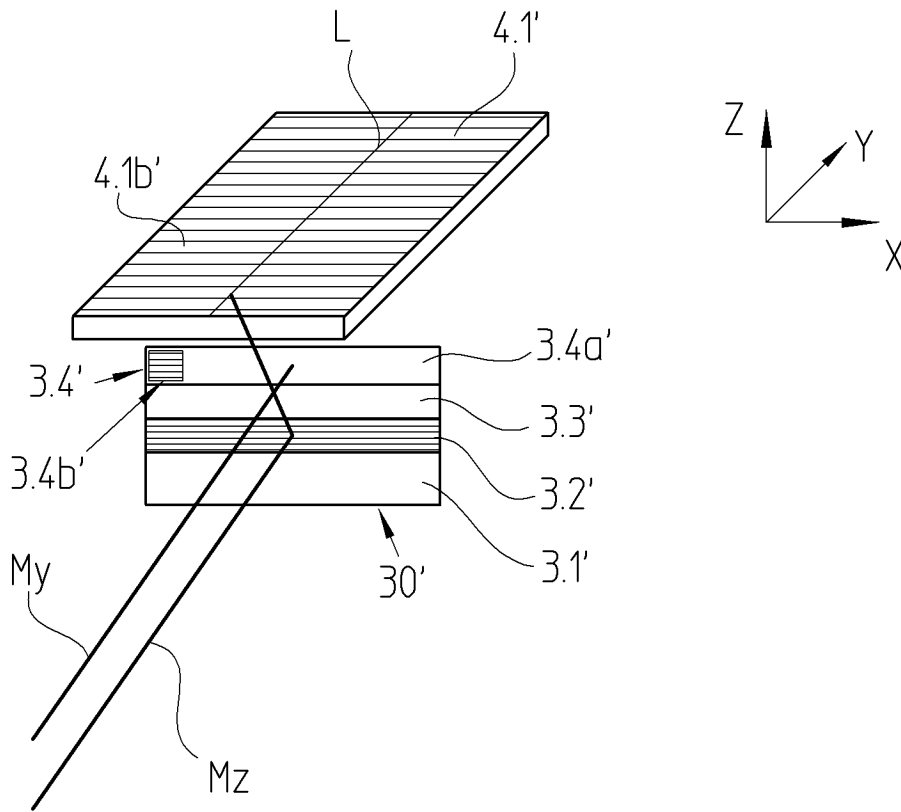


图 2a

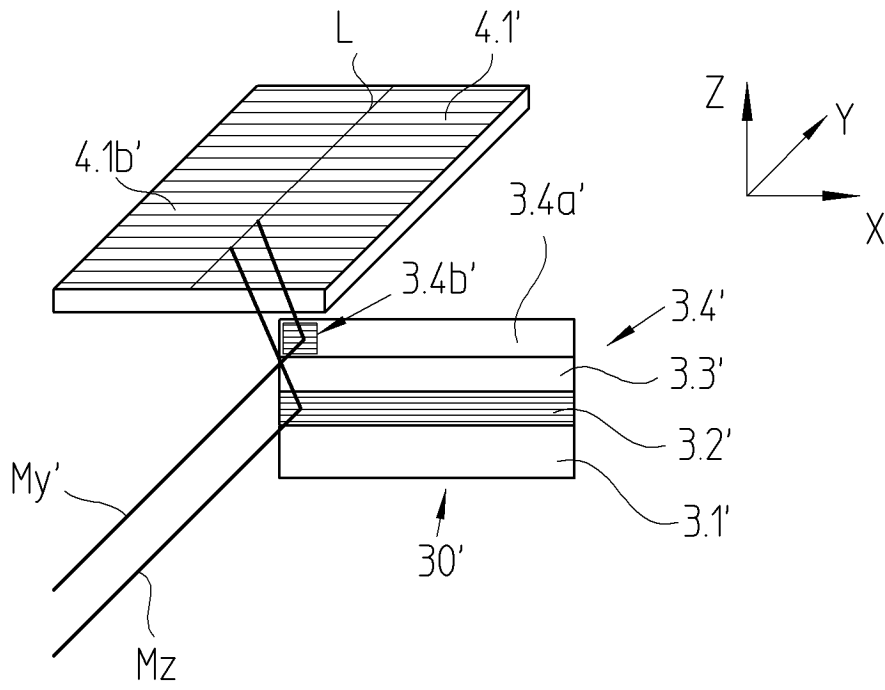


图 2b