



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103245288 B

(45)授权公告日 2019.06.04

(21)申请号 201310040219.X

(22)申请日 2013.02.01

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 103245288 A

(43)申请公布日 2013.08.14

(30)优先权数据  
102012201393.8 2012.02.01 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.德雷舍尔  
M.迈斯纳 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 陈浩然 杨国治

(51)Int.Cl.

G01B 11/00(2006.01)

G01D 5/26(2006.01)

G01D 5/38(2006.01)

(56)对比文件

US 2005/0259268 A1, 2005.11.24,  
WO 2007/142351 A1, 2007.12.13,  
JP 特开2011-117737 A, 2011.06.16,  
JP 特开2010-237202 A, 2010.10.21,  
JP 特开2009-55036 A, 2009.03.12,

审查员 梁兵

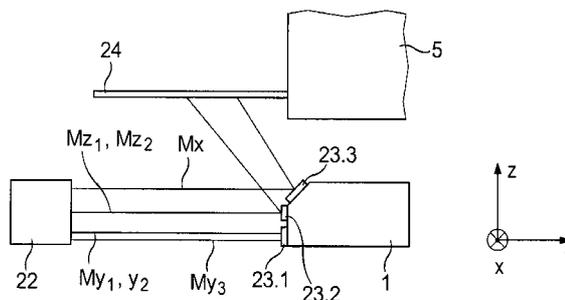
权利要求书2页 说明书10页 附图6页

## (54)发明名称

位置测量装置和带有多个位置测量装置的组件

## (57)摘要

本发明涉及一种位置测量装置以及一种带有多个位置测量装置的组件,其用于检测物体在多个空间自由度中的位置,其中,多个视觉位置测量装置从唯一的探测方向探测物体并且探测方向与两个主要运动轴线中的一个相符(图4a)。



1. 一种组件,其带有

- 物体(1),其沿着两个正交的第一主运动轴线 $y$ 和第二主运动轴线 $x$ 且沿着垂直于第一主运动轴线 $y$ 和第二主运动轴线 $x$ 的第三轴线 $z$ 可移动地来布置,以及

- 用于在六个空间自由度中检测所述物体(1)的位置的多个位置测量装置,其中六个自由度是沿三个运动轴线中的每个的物体运动和围绕三个运动轴线中的每个的物体旋转,其中,多个光学的所述位置测量装置全部从唯一的探测方向探测所述物体(1)并且所述探测方向与两个所述主运动轴线中的一个相符,

其中,用于检测所述物体(1)沿着所述第一主运动轴线 $y$ 的运动且用于检测所述物体(1)围绕所述第二主运动轴线 $x$ 和围绕所述第三轴线 $z$ 的旋转运动 $R_x, R_z$ 的位置测量装置构造为3轴线干涉仪并且具有三个测量射线 $M_{y1}, M_{y2}, M_{y3}$ ,其加载在所述物体(1)处的测量反射器(23.1),其中,第一测量射线 $M_{y1}$ 和第二测量射线 $M_{y2}$ 在所述第三轴线 $z$ 中在相同高度上且在所述第一主运动方向( $y$ )上相间隔地延伸而第三测量射线 $M_{y3}$ 在所述第三轴线 $z$ 的方向上在所述第一测量射线 $M_{y1}$ 和所述第二测量射线 $M_{y2}$ 之下延伸,

其中,为了检测所述物体(1)沿着所述第三轴线 $z$ 的运动且为了检测所述物体(1)围绕所述第一主运动轴线 $y$ 的旋转运动 $R_y$ ,构造有两个位置测量装置且这两个位置测量装置具有两个测量射线 $M_{z1}, M_{z2}$ ,其加载在所述物体(1)处的计量体(23.2),其中,两个所述测量射线 $M_{z1}, M_{z2}$ 在相同高度上沿着所述第三轴线 $z$ 且相间隔地在所述第一主运动方向 $y$ 上延伸,其中这两个位置测量装置设置成分别带有:

- 光源(2.1),其沿着所述第一主运动轴线 $y$ 在所述物体(1)的方向上发射射线束,

- 布置在所述物体(1)处的计量体(23.2),其由周期性地沿着所述第三轴线 $z$ 布置的分度标记构成,

- 沿着所述第三轴线 $z$ 与所述物体(1)相间隔地布置的至少一个反射器(4),

- 猫眼反射器组件(2.6)以及

- 探测器组件(2.5),

其布置和构造成使得从由所述射线束产生的测量射线和参考射线的叠加中能够产生关于所述物体(1)沿着所述第三轴线 $z$ 的运动的位置信号,

其中,为了检测所述物体(1)沿着所述第二主运动轴线 $x$ 的运动,构造有位置测量装置且该位置测量装置具有测量射线 $M_x$ ,其加载在所述物体(1)处的计量体(23.3),其中该位置测量装置设置成带有:

- 光源(12.1),其沿着所述第一主运动轴线 $y$ 在所述物体(1)的方向上发射射线束,

- 布置在所述物体(1)处的计量体(23.3),其包括周期性地沿着所述第二主运动轴线 $x$ 布置的分度标记,

- 在第三轴线 $z$ 的方向上与所述物体(1)相间隔地布置的至少一个反射器(14.1, 14.2),其中,所述第三轴线 $z$ 垂直于所述第一主运动轴线 $y$ 和所述第二主运动轴线 $x$ 定向,

- 猫眼反射器组件(12.6)以及

- 探测器组件(12.5),

其布置和构造成使得从由所述射线束产生的测量射线和参考射线的叠加中能够产生关于所述物体(1)沿着所述第二主运动轴线 $x$ 的运动的位置信号。

2. 根据权利要求1所述的组件,其中,不同的所述位置测量装置的在所述物体(1)处需

要的所有计量体 (23.2, 23.3) 和/或测量反射器 (23.1) 布置在所述物体 (1) 的同一侧处。

## 位置测量装置和带有多个位置测量装置的组件

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种位置测量装置以及一种带有多个位置测量装置的组件。

### 背景技术

[0002] 在用于制造和检验半导体结构元件的机器中,经常存在精确定位物体的要求。因此可能大约需要的是在曝光单元或者检验单元之下高精度地定位晶片。晶片在此位于在六个自由度中可移动的台(其经由相应的驱动器来移动)上。这里即台作为其位置可高精度地来检测的物体起作用;为了经由驱动器和所属的控制单元来定位该台,需要借助于高精度的位置测量装置产生对于台的空间位置的位置信号。

[0003] 通常干涉仪而或以光栅为基础的光学的位置测量装置在这样的机器中用作高精度的位置测量装置。然而当台沿着所设置的运动轴线的行驶路径大于台在该运动轴线中的伸展或长度时,在这两种位置测量装置中产生问题。

[0004] 借助于干涉仪,通常通过利用测量射线(Messstrahl)探测以镜子的形式的测量反射器来检测台在行驶方向或运动轴线上的位置。测量射线在此平行于所检测的运动轴线伸延并且位置固定地与机器锚定。如果台现在附加地在第二行驶方向上运动,则必须保证在台的每个位置中测量射线打到镜子上。如果第二行驶方向大于台的侧面长度且因此也大于安装在台处的镜子的侧面长度,则在一定的位置中测量射线不再打到镜子上并且干涉仪不再能产生正确的位置信号,也就是说干涉仪失去所检测的位置。为了避免位置的这样的损失,因此必须利用附加的第二干涉仪轴线的测量射线来探测镜子,其相对于第一测量射线在第二行驶方向上偏移成使得在每个台位置中两个测量射线中的至少一个打到镜子上。因为干涉仪通常仅增量地而非绝对地检测位置,此外需要的是,在测量射线中的一个不再打到镜子上之前,递交在两个干涉仪轴线之间的绝对位置;在此提及所谓的位置递交(Positionsuebergabe)。借助于干涉仪(其从外部、也就是说从固定的参考系这里检测台位置),由此在没有另外的辅助轴线和位置递交的情况下仅可测量对应于台沿着相应的运动轴线的长度的最大的行驶路径。

[0005] 备选于此如果一起引导被移动的台上的相应的干涉仪组件并且利用干涉仪向外在固定参考系的方向上测量,则产生与光输送和干涉仪信号的探测相联系的问题。此外由于在台上的附加的干涉仪部件,被移动的台的质量提高,这使其动态特性变差。

[0006] 此外作为另一缺点,产生总体上相当大的测量周期。这意味着,干涉仪不直接相对于相应的工具、而是相对于远处的参考(通常干涉仪的光学单元的装配地点、即干涉仪头部(Interferometerkopf))检测台的位置。因此在光学单元与工具之间的位置的可能的漂移直接涉及所测量的位置的漂移。光学单元与工具之间的空间间距典型地可处在1-2m的范围中;而所要求的测量精度对于这样的应用处于nm范围中。

[0007] 为了借助于干涉仪检测台沿着两个彼此垂直的运动轴线的运动,此外需要的是,被移动的台可从两侧这里光学地接近,这又导致在相应的机器的设计中的一定的限制。

[0008] 在使用以光栅为基础的位置测量装置(其由计量体(Massverkoerperung)和一个

或多个探测单元构成)的情况下,可使用的测量长度受相应的计量体的长度限制。对于高动态的应用,如在本情况中,原则上有利的是将这样的位置测量装置的测量单元布置在固定参考系中而将计量体布置在被移动的台上。然而另一方面,该台应尽可能紧凑地构建地来实施,这又极强地限制了计量体的可能的长度。尤其证实为不利的是,对于计量体选择一长度,其大于被移动的台沿着运动轴线的长度。利用传统的以光栅为基础的位置测量装置的这样的结构,当需要的行驶路径大于被移动的台沿着该运动轴线的长度时,尤其在开头所提及的应用中行驶路径的实现因此也证实为有问题的。

[0009] 而如果反过来将以光栅为基础的位置测量装置的探测单元装配在被移动的台上,则其质量又提高并且不利地影响其动态特性。在此需要的缆线连接(其将探测单元与固定的参考系相连接)同样证实为不利的。

[0010] 与先前讨论的现有技术相联系,例如参考文件EP 1 469 351 A1、US 7,907,287 B2、US 7,751,060 B2以及参考博士Ing. habil. Gerd Jäger教授在“Sensoren und Messsysteme”第三次ITG/GMA专业会议(9.-11.3.1998, Bad Nauheim)上标题为“Laserinterferometrische Messverfahren-Moeglichkeit, Grenzen und Awendung”的报告。

## 发明内容

[0011] 本发明的目的是说明一种用于可移动的物体的高精度的位置检测的解决方案,经由其至少沿着物体的运动轴线可实现取决于物体的伸展的行驶路径。

[0012] 该目的通过带有这样的组件来实现,即其带有:物体,该物体沿着两个正交的第一主运动轴线和第二主运动轴线且沿着垂直于第一主运动轴线和第二主运动轴线的第三轴线可移动地来布置;以及用于在六个空间自由度中检测所述物体的位置的多个位置测量装置,其中六个自由度是沿三个运动轴线中的每个的物体运动和围绕三个运动轴线中的每个的物体旋转,其中,多个光学的所述位置测量装置从唯一的探测方向探测所述物体并且所述探测方向与两个所述主运动轴线中的一个相符。

[0013] 根据本发明作为第一解决方案设置有一种位置测量装置,其用于检测物体沿着第三轴线的位置,第三轴线垂直于物体的两个正交的、第一和第二主运动轴线定向。其包括

[0014] - 光源,其沿着第一主运动轴线在物体的方向上发射射线束(Strahlenbunde1),

[0015] - 布置在物体处的计量体,其由周期性地沿着第三轴线布置的分度标记(Teilungsmarkierung)构成,

[0016] - 沿着第三轴线与物体相间地布置的至少一个反射器,

[0017] - 猫眼反射器组件(Retroreflektorordnung)以及

[0018] - 探测器组件,其中

[0019] 其布置和构造成使得从由射线束产生的测量射线和参考射线的叠加中可产生关于物体沿着第三轴线的运动的位置信号。

[0020] 在一可能的实施形式中猫眼反射器组件可包括分束器元件、参考反射器以及猫眼反射器。

[0021] 反射器可

[0022] - 构造为入射光-衍射光栅(Auflicht-Beugungsgitter),其包括周期性地沿着第

一主运动轴线布置的分度标记,或者

[0023] - 构造为平面镜,其垂直于射入其上的测量射线来布置。

[0024] 有利地布置在物体处的计量体作为入射光-衍射光栅构造使得射入其上的射线束仅以 $\pm 1$ .级经历衍射并且衍射的 $\pm 1$ .级的分射线束(Teilstrahlenbündel)经历在至少一个反射器的方向上的反射。

[0025] 在根据本发明的第一位置测量装置的实施形式中设置成,

[0026] - 由光源发射的射线束在猫眼反射器组件中经历分裂成测量射线和参考射线,

[0027] - 测量射线在计量体的方向上传播并且在其上经历在反射器的方向上的反射和衍射,

[0028] - 测量射线在反射器处经历在计量体的方向上的第一反向反射(Rueckreflexion),

[0029] - 测量射线在计量体处经历在猫眼反射器组件的方向上的第一反向反射,在那里测量射线经历在计量体的方向上的猫眼反射和反向反射,

[0030] - 测量射线在计量体处经历在反射器的方向上的第二反射和衍射,

[0031] - 测量射线在反射器处经历在计量体的方向上的第二反向反射,

[0032] - 测量射线从计量体经历在猫眼反射器组件的方向上的第二反向反射并且

[0033] - 参考射线穿过猫眼反射器组件并且然后

[0034] - 经历与在第二反向反射之后到达计量体这里的测量射线的叠加并且由测量射线和参考射线构成的叠加对在探测器组件的方向上传播。

[0035] 根据本发明作为第二解决方案设置有一种位置测量装置,其用于检测物体沿着第二主运动轴线的位置,其中,物体沿着两个正交的、第一和第二主运动轴线可移动地来布置,该测量装置带有

[0036] - 光源,其沿着第一主运动轴线在物体的方向上发射射线束,

[0037] - 布置在物体处的计量体,其包括周期性地沿着第二主运动轴线布置的分度标记,

[0038] - 在第三轴线的方向上与物体相间隔地布置的至少一个反射器,其中,第三轴线垂直于第一和第二主运动轴线定向,

[0039] - 猫眼反射器组件以及

[0040] - 探测器组件

[0041] 其布置和构造使得从由射线束产生的测量射线和参考射线的叠加中可产生关于物体沿着第二主运动轴线(x)的运动的位置信号。

[0042] 反射器可

[0043] - 包括在第二主运动轴线的方向上相间隔的两个入射光-衍射光栅,其具有周期性地布置的分度标记,或者

[0044] - 包括在第二主运动轴线的方向上相间隔的两个平面镜,其相应垂直于射入其上的测量射线来布置。

[0045] 有利地,布置在物体处的计量体作为入射光-衍射光栅构造使得射入其上的射线束仅以 $\pm 1$ .级经历衍射并且衍射的 $\pm 1$ .级的分射线束作为测量射线和参考射线经历在至少一个反射器的方向上的反射。

[0046] 可能的是,布置在物体处的计量体

[0047] - 构造为一维的计量体,其以相对于第三轴线(z)不等于 $0^\circ$ 的角度布置在物体处,或者

[0048] - 构造为二维的计量体,其平行于第三轴线布置在物体处且此外包括周期性地沿着第三轴线布置的分度标记。

[0049] 在根据本发明的第二位置测量装置的实施形式中设置成,

[0050] - 由光源发射的射线束在计量体的方向上传播并且在那里经历分裂成两个分射线束,其可作为测量射线和参考射线用于干涉地产生位置信号,并且其中,两个分射线束在在计量体处的反射之后在不同的方向上传播至反射器,

[0051] - 两个分射线束在反射器处相应经历在计量体的方向上的第一反向反射,

[0052] - 两个分射线束在计量体处经历在猫眼反射器组件的方向上的第一反向反射,在那里两个分射线束经历在计量体的方向上的猫眼反射和反向反射,

[0053] - 两个分射线束在计量体处经历在反射器的方向上的第二反射和衍射,

[0054] - 两个分射线束在反射器处经历在计量体的方向上的第二反向反射,

[0055] - 分射线束在计量体处实现再结合(Wiedervereinigung)并且叠加的射线束从计量体在探测器组件的方向上传播。

[0056] 根据本发明的组件包括

[0057] - 物体,其沿着两个正交的、第一和第二主运动轴线并且沿着垂直于此的第三轴线可移动地来布置,以及

[0058] - 用于检测物体在多个空间自由度中的位置的多个位置测量装置,其中,多个光学的位置测量装置从唯一的探测方向探测物体并且探测方向与两个主运动轴线中的一个相符。

[0059] 在一有利的实施形式中不同的位置测量装置的在物体处需要的所有计量体和/或测量反射器布置在物体的共同的侧面处。

[0060] 可能的是,用于检测物体沿着第一主运动轴线的运动并且用于检测物体围绕第二主运动轴线和围绕第三轴线的旋转运动的位置测量装置构造为3轴线干涉仪并且具有三个测量射线,其加载在物体处的测量反射器,其中,第一和第二测量射线在相同高度上在第三轴线中并且相间隔地在第二主运动方向上延伸而第三测量射线在第三轴线的方向上在第一和第二测量射线之下延伸。

[0061] 为了检测物体沿着第三轴线的运动并且为了检测物体围绕第一主运动轴线的旋转运动,可设置有两个根据本发明的第二位置测量装置,它具有两个测量射线,其加载在物体处的计量体,其中,两个测量射线在相同高度上沿着第三轴线且相间隔地在第二主运动方向上延伸。

[0062] 为了检测物体沿着第二主运动轴线的运动,可设置有根据本发明的第一位置测量装置,它具有测量射线,其加载在物体处的计量体。

[0063] 因此经由根据本发明的措施可实现物体沿着运动轴线的所要求的长的行驶路径并且同时确保物体的高精度的位置检测。

[0064] 根据本发明的解决方案在此不需要由于位置测量装置的附加部件而提高被移动的物体的质量。同样放弃被移动的物体与固定参考系的缆线连接,也就是说在被移动的物

体处仅布置有(多个)位置测量装置的被动的部件。

[0065] 在根据本发明的组件的一可能的实施方案中,可实现相应地可移动地支承的物体的所有六个自由度的检测。

[0066] 原则上在此可能在得出相应的测量任务时也相应独立于整个组件使用第一和第二根据本发明的位置测量装置。

[0067] 作为对根据本发明的组件特别有利的最后应提及的是,为了测量相应的物体的所有六个自由度,其仅须从唯一的探测方向光学地来触碰或探测。这优选地从对应于较长的主运动轴线的方向实现。当相应的物体例如构造为机器中可移动的台时,以该方式产生扩大的结构可能性。

## 附图说明

[0068] 根据实施例的接下来的说明结合附图来阐述本发明的另外的细节和优点。其中:

[0069] 图1显示用于定义不同轴线(物体沿着其运动)的原理图;

[0070] 图2a以第一视图( $zy$ -平面)显示根据本发明的第一位置测量装置的探测光路(Abtaststrahlengang)的极其示意性的图示;

[0071] 图2b以第二视图( $xy$ -平面)显示根据本发明的第一位置测量装置的探测光路的极其示意性的图示;

[0072] 图2c显示对根据本发明的第一位置测量装置的计量体的俯视图;

[0073] 图2d显示对根据本发明的第一位置测量装置的反射器的俯视图;

[0074] 图3a以第一视图( $zy$ -平面)显示根据本发明的第二位置测量装置的探测光路的极其示意性的图示;

[0075] 图3b以第二视图( $xy$ -平面)显示根据本发明的第二位置测量装置的探测光路的极其示意性的图示;

[0076] 图3c显示对根据本发明的第二位置测量装置的反射器的俯视图;

[0077] 图3d显示根据本发明的第二位置测量装置的光路的一部分的放大的图示( $zy$ -平面);

[0078] 图4a以第一视图( $zy$ -平面)显示根据本发明的组件的极其示意性的图示;

[0079] 图4b以第二视图( $xy$ -平面)显示根据本发明的组件的极其示意性的图示;

[0080] 图4c显示对根据本发明的组件的测量反射器和计量体的俯视图;

[0081] 图4d显示对根据本发明的组件的反射器的俯视图。

## 具体实施方式

[0082] 图1显示原理图,根据其对于接下来的说明来定义不同轴线 $x$ 、 $y$ 、 $z$ ,物体1沿着其运动并且其沿着不同轴线 $x$ 、 $y$ 、 $z$ 的运动应被检测。仅示意性地示出的物体1例如是被用于半导体制造或者用于半导体检验的机器的台。在台上例如可布置有晶片,其为了加工或者检验应相对于其它机器部件高精度地来定位。台或者说物体1在此沿着长的移动轴线或沿着第一主运动轴线 $y$ 和沿着垂直于此的、较短的第二主运动轴线 $x$ 运动;此外,物体1能够沿着第三轴线 $z$ 运动,其又垂直于第一和第二主运动轴线 $y$ 、 $x$ 取向。因此沿着第一主运动轴线 $y$ 对于物体1设置有比沿着垂直于此的第二主运动轴线 $x$ 更长的行驶路径。此外在本实施例中,沿

着第一主运动轴线 $y$ 的行驶路径比物体1沿着该主运动轴线 $y$ 的伸展更长。

[0083] 除了检测沿着两个主运动轴线 $x$ 、 $y$ 和第三轴线 $z$ 的线性的物体运动之外,为了物体1的高精度的定位,此外需要在测量技术上检测物体1围绕三个不同的轴线 $x$ 、 $y$ 、 $z$ 的旋转运动,以便在所有六个自由度中确定物体1在空间中的位置。物体1围绕轴线 $x$ 、 $y$ 、 $z$ 的旋转运动下面被称为 $R_x$ 、 $R_y$ 和 $R_z$ 运动。

[0084] 多个位置测量装置用于检测可移动的物体1的所有六个自由度,其可适宜地被联合成组件或者总系统。这些位置测量装置中的两个(其也可独立于总系统用于检测六个自由度)下面作为第一和第二解决方案相应单独来说明。最后,用于检测所有六个自由度的总系统作为由多个位置测量装置构成的组件来阐述。

[0085] 接下来首先根据在图2a-图2d中极其示意性的图示来说明根据本发明的第一位置测量装置,其用于检测沿着第三轴线的物体运动,其垂直于两个主运动轴线 $x$ 、 $y$ 定向。该解决方案可如已提及的那样原则上还独立于接下来还待阐述的整体(组件)使用于相应的应用中。

[0086] 根据本发明的第一位置测量装置(其示出由干涉仪和以光栅为基础的位置测量装置构成的组合)在本实施例中包括光源2.1、布置在物体1处的计量体3、沿着第三轴线 $z$ 与物体相间隔地布置的反射器4、猫眼反射器组件2.6以及探测器组件2.5。光源2.1、猫眼反射器组件2.6和探测器组件2.5在此布置在光学单元2中,其在长的、第一主运动轴线 $y$ 中与物体1相间隔地来布置。

[0087] 接下来阐述光路,在根据本发明的第一位置测量装置中经由其产生关于沿着第三轴线 $z$ 的运动的位置信号。

[0088] 光源2.1、例如带有前置的准直仪镜头(Kollimatorlinse)的合适的激光光源在物体1的方向上发射沿着 $y$ 方向、也就是说沿着第一主运动轴线 $y$ 对准的射线束。在光学单元2的猫眼反射组件2.6中,射线束打到分束器元件2.2(其这里构造为分束器立方体(Strahlteilerwürfel))上。经由分束器元件2.2或其分束器面,射入其上的射线束被分裂成测量射线和参考射线。在图2b中接下来以实线示出测量射线、以虚线示出参考射线。

[0089] 在分裂之后测量射线沿着第一主运动轴线 $y$ 在物体1的方向上或在布置在物体处的计量体3的方向上传播。如从图2c中的俯视图可见,计量体3由周期性地沿着第三轴线 $z$ 布置的带有不同光学反射特性的分度标记构成,也就是说入射光-衍射光栅作为计量体3起作用。在此其构造成使得射入其上的射线束仅以 $\pm 1$ 级经历衍射而0级被压制。在所示的示例中产生射入的测量射线在反射器4的方向上的第一反射和衍射。在该变体中这两个产生的衍射分支中的仅仅一个、即以 $+1$ 级的那个被用于产生信号。

[0090] 这样构造的计量体3在本实施例中在物体1的整个长度上沿着第二主运动轴线 $x$ 延伸。

[0091] 反射器4沿着第三轴线 $z$ 与物体1相间隔地来布置并且与相对于可移动的物体1静止的机器部件5相连接。在本实施例中反射器4构造为入射光-衍射光栅,经由其在物体处产生测量射线自身在计量体3的方向上的反向反射。根据图2d(其示出对反射器4的俯视图),其由周期性地沿着第一主运动轴线 $y$ 布置的不同反射特性的分度标记构成。

[0092] 经由计量体3测量射线然后经历在猫眼反射器组件2.6的方向上的第一反向反射。在那里,在分束器元件2.2中实现在猫眼反射器2.3方向上的偏转并且接下来在物体1处实现

在计量体3的方向上的重新的反射和猫眼反射。在测量射线在反射器4处经历在计量体3的方向上的第二反射和衍射之前,在计量体3处产生在反射器4的方向上的第二反射和衍射。最后由计量体3第二次在猫眼反射器组件2.6的方向上反射测量射线。

[0093] 在分束器元件2.2处产生的参考射线以接下来所阐述的方式在分裂之后穿过猫眼反射器组件2.6。由此参考射线首先在参考反射器2.4(例如构造为平面镜)的方向上传播、从那里被反射并且到达猫眼反射器2.3,其例如可构造为猫眼反射的三棱镜。在就此产生的偏转之后,参考射线再一次在参考反射器2.4方向上传播并且本身再一次被其反射。在分束器元件2.2的分束器面处参考射线与从物体1这里射入的测量射线达到干涉的叠加。由测量射线和参考射线构成的叠加对接下来在(仅示意性地表示的)探测器组件2.5的方向上传播。探测器组件2.5在此可构造为已知的干涉仪-探测器组件,其使能够检测相位移动的干涉仪信号。在物体1包括计量体3沿着第三轴线z运动的情况中,当P示出计量体3在z方向中的分度周期时,因此在探测器组件2.5处产生相位移动的带有信号周期 $P/4$ 的多个信号。

[0094] 在物体在y方向上的另一运动分量的情况中,经由探测器组件2.5产生的位置信号包含附加的分量。因为在该第一主运动轴线y中的物体运动通常经由单独的位置测量装置来检测,该分量是已知的,使得与该信息相结合可沿着z方向确定需要的位置信息或物体自由度。

[0095] 在该位置测量装置中使用猫眼反射器2.6用于补偿由于移动的物体1相对于名义位置的可能的翻倾而产生的射线剪切(Strahlscherung)。在此应指出的是,备选于所示出的实施形式,猫眼反射器组件2.6也可在本发明且尤其其对测量射线猫眼反射的效果的范围中被调换;例如也可使用其它的棱镜和/或镜子组合。

[0096] 关于物体沿着第三轴线z的运动的位置信号的产生在所阐述的第一位置测量装置中因此通过物体1或布置在其处的计量体3从唯一的探测方向的光学探测而实现,探测方向与带有更长的行驶路径的第一主运动轴线y相符。

[0097] 除了根据本发明的第一位置测量装置的所示出的变体之外,对此还存在备选的实施形式。由此例如可设置成将反射器4在物体1之上构造为平面镜,其垂直于射入其上的测量射线来布置。此外可能不仅利用在计量体3处产生的 $+/- 1$ 两个衍射级中的一个,而且利用所产生的两个衍射级。对此那么必须将第二反射器设置在物体1之下,其类似于来自所阐述的示例的反射器4来构造。此外在相应的组件中可设置成根据给定的测量需求以多重的实施方案使用所说明的第一位置测量装置。

[0098] 接下来根据图3a至图3d来阐述根据本发明的第二位置测量装置。第二位置测量装置用于检测物体1沿着第二主运动轴线x、也就是说沿着图1中两个主运动轴线x、y中较短的那个的位置。就如根据本发明的第一位置测量装置那样,第二位置测量装置原则上也可单独地、也就是说独立于接下还待阐述的(总)组件被用于确定位置。

[0099] 根据本发明的第二位置测量装置在本实施例中包括光源12.1、布置在物体1处的计量体13、沿着第三轴线z与物体相间隔地布置的反射器14.1、14.2、猫眼反射器组件12.6以及探测器组件12.5。反射器在所示出的实施例中在此两件式地来构造。光源12.1、猫眼反射器组件12.6和探测器组件12.5布置在光学单元12.1中,其在长的、第一主运动轴线y中与物体1相间隔地来布置。在第二主运动轴线x中物体自由度的检测因此也经由从探测方向光学探测物体1或位置测量装置的布置在其处的部件而实现,探测方向与物体1的第一主运动

轴线y相符。

[0100] 接下来根据附图来阐述光路,经由其在根据本发明的第二位置测量装置中产生关于沿着较短的、第二主运动轴线x的运动的位位置信号。

[0101] 光源12.1(例如又构造为带有前置的准直仪镜头的激光光源)在物体1的方向上发射沿着y方向、也就是说沿着第一主运动轴线y对准的射线束。在光学单元12的猫眼反射器组件12.6中,所发射的射线束打到分束器元件12.2上,其构造为分束器立方体。在分束器元件12.2中射线束经过偏转面12.7并且沿着第一主运动轴线y在物体1的方向上或在布置在物体1处的计量体13的方向上传播。

[0102] 在根据本发明的第二位置测量装置的所示出的实施例,计量体13在物体处现在不垂直地关于射入的射线束或平行于第三轴线z来布置,而是以相对于z轴线不等于 $90^\circ$ 的角度 $\alpha$ 或逆平行于z轴线来布置,如这从图3d中可见。

[0103] 计量体13(其在物体1的完整长度上沿着第二主运动轴线x延伸)如从图3b中的图可见,由周期性地沿着第二主运动轴线x布置的带有不同的光学反射特性的分度标记构成。因此入射光-衍射光栅作为计量体13起作用。在此其构造使得在第一碰撞点P1处射入其上的射线束仅以 $\pm 1$ 级经历衍射而0级被压制。在根据本发明的第二位置测量装置的所示出的实施例中的示例引起第一反射和衍射或射入的射线束分裂成两个分射线束,其在两件式的反射器14.1、14.2的方向上传播,如这在图3b中所示。反射器14.1、14.2沿着第三轴线z与物体1相间隔地来布置并且与相对于物体1静止的机器部件5机械地相连接。

[0104] 因此在根据本发明的第二位置测量装置中在计量体13处分裂的两个分射线束作为测量射线和参考射线起作用。其被用于干涉地产生关于沿着第二主运动轴线x的物体运动的位位置信号。严格地说在此不同于根据本发明的第一位置测量装置,实际上涉及两个测量射线,因为两个测量射线加载被移动的物体1;与此相对在第一位置测量装置中参考射线不达到物体1。然而接下来由于统一术语的原因,在第二位置测量装置中也提及测量射线和参考射线,由其叠加来产生感兴趣的位置信号。

[0105] 在根据本发明的第二位置测量装置的所示出的实施例中反射器14.1、14.2包括在第二主运动轴线x的方向上相间隔的两个入射光-衍射光栅,其由周期性布置的不同反射率的分度标记构成。根据在图3c中反射器14.1、14.2的两个入射光-衍射光栅的视图,分度标记倾斜地相对于第二主运动轴线x延伸。由于入射光-衍射光栅或反射器14.1、14.2的这样选择的构造,这两个分射线束本身在计量体13的方向上在物体1处被反射(Littrow组件)。

[0106] 经由计量体13这两个分射线束然后经历在猫眼反射器组件12.6的方向上的第一反向反射。在那里在分束器元件12.2中在偏转面12.7处实现这两个射入的分射线束在猫眼反射器12.3的方向上的偏转并且接下来在计量体13的方向上在物体1处实现分射线束在偏转面12.7处的重新反射和猫眼反射。在计量体13上这两个分射线束然后到达第二碰撞点P2,其在z方向上与射线束的第一碰撞点P1相间隔。最后由计量体13产生分射线束在反射器14.1、14.2的方向上的第二反射。在反射器14.1、14.2处这两个分射线束那么经历在计量体13的方向上的第二反射。在计量体13上分射线束或者说测量射线和参考射线被再结合并且作为叠加的射线束在又仅示意性地表示的探测器组件12.5的方向上传播。在物体1包括计量体13沿着第二主运动轴线x运动的情况中,经由探测器组件12.5产生多个相位移动的位置信号,其例如可用于物体1的运动控制。

[0107] 由于所选择的带有计量体13的两次加载和猫眼反射器组件2.6的设置在其之间的穿过的光路,可补偿由于被移动物体1的翻倾而产生的位置信号的扰动(Einbruch)。在这样的翻倾的情况中结果将是射线剪切和莫尔效应并且将导致所提及的在位置信号的强度中的扰动。

[0108] 除了根据本发明的第二位置测量装置的示出的实施例之外当然还存在备选的实施例形式。

[0109] 例如可大概设置成在物体1之上借助于两个平面镜来构造反射器14.1、14.2,其相应垂直于射入其上的分射线束来布置。此外可能通过二维的计量体(其平行于第三轴线z布置在物体处)来代替在物体1处以相对第三轴线z成角度 $\alpha$ 布置的一维的计量体13。除了沿着第二主运动轴线x周期性的分度标记之外,其那么还包括周期性地沿着第三轴线z布置的分度标记。

[0110] 代替+1和-1衍射级,此外也可能利用两个其它的、不同的衍射级用于测量射线和参考射线并且将其带到干涉地叠加。

[0111] 最后根据图4a至图4d现在应说明一组件,其适合于借助于多个位置测量装置在六个自由度中检测物体1的位置。物体1(例如又是用于半导体制造或者检验的机器中的台)在此如在图1中所绘沿着第一和第二主运动轴线y、x以及沿着垂直于此的第三轴线z可移动。第一主运动轴线y又表示在x方向和y方向上的两个移动轴线中的较长的那个;物体1沿着该第一主运动轴线y可移动比物体1在该方向上的伸展明显更长的量。

[0112] 在图4a、4b中在此仅极其示意性地表示决定性的测量射线光路,其被用于物体1在六个自由度中的位置检测或位置确定;出于清晰性原因放弃示出各个位置测量装置的详细的光路。尤其在此另外不可见的是,不同的测量射线两次在物体1的方向上传播。

[0113] 为了检测物体1沿着第一主运动轴线y的运动且为了检测物体1围绕第二主运动轴线x和第三轴线z的旋转运动 $R_x$ 、 $R_z$ ,设置有本身已知的位置测量装置。其构造为所谓的3轴线干涉仪,如其例如从文件US 6,542,247 B2中已知。

[0114] 在根据本发明的组件中所使用的3轴线干涉仪利用三个测量射线 $My_1$ 、 $My_2$ 、 $My_3$ ,其相应从第二主运动轴线y的方向这里探测物体1。在物体1处对此布置有测量反射器23.1,三个测量射线 $My_1$ 、 $My_2$ 、 $My_3$ 如从图4a、4b中可见射入到其上并且从那里又在光学单元12的方向上被反射回。测量反射器23.1在物体1处布置在与第二主运动轴线y中的光学单元12相关联的侧面处。在图4c中测量反射器23.1从探测方向可见,此外可见射入其上的三个测量射线 $My_1$ 、 $My_2$ 、 $My_3$ 的碰撞点 $PM_{y_1}$ 、 $PM_{y_2}$ 、 $PM_{y_3}$ 。3轴线干涉仪以及根据本发明的组件的另外的位置测量装置的另外的光学部件安装在光学单元12中。此外在3轴线干涉仪的情况中大约涉及合适的光源、一个或多个分束器元件、参考反射器和探测器组件。

[0115] 如从图4a、4b和4c中可见,该位置测量装置或3轴线测量仪的第一和第二测量射线 $My_1$ 、 $My_2$ 在相同的高度上在z方向上延伸并且在x方向上彼此相间隔地在碰撞点 $PM_{y_1}$ 、 $PM_{y_2}$ 、 $PM_{y_3}$ 处打到测量反射器23.1上。在所示出的实施例中,3轴线干涉仪的第三测量射线 $My_3$ 在z方向上在第一和第二测量射线 $My_1$ 、 $My_2$ 之下延伸,其在碰撞点 $PM_{y_3}$ 处打到测量反射器23.1上。

[0116] 从经由这样的三个测量射线 $My_1$ 、 $My_2$ 、 $My_3$ 获得的间距信号中,因此可检测关于物体运动的三个自由度。相应的间距信号在此相应从测量射线 $My_1$ 、 $My_2$ 、 $My_3$ 与(未示出的)参考射

线的干涉叠加和相应的信号经由合适的探测器组件的探测中得出。如开头所提及地,涉及物体1沿着第一主运动轴线 $y$ 的运动和物体1围绕第二主运动轴线 $x$ 和第三轴线 $z$ 的旋转运动 $R_x$ 、 $R_z$ 。

[0117] 为了检测物体1在两个另外的自由度中的运动、即物体1沿着第三轴线 $z$ 的运动并且为了检测物体1围绕第一主运动轴线 $y$ 的旋转运动 $R_y$ 使用两个另外的的位置测量装置,其相应具有结构或光路,如上面所详细阐述的第一位置测量装置。这些位置测量装置的这两个所利用的测量射线在图4a和图4b中以附图标记 $M_{z1}$ 、 $M_{z2}$ 标明并且在相同的高度上在 $z$ 方向上和 $x$ 方向上彼此相间隔地延伸。在物体1处该位置测量装置的这两个测量射线 $M_{z1}$ 、 $M_{z2}$ 如上面所说明的那样在两个碰撞点 $PM_{z1}$ 、 $PM_{z2}$ 上打到计量体23.2上,经由其实现偏转至反射器24。从反射器24这两个位置测量装置的相应的测量射线 $M_{z1}$ 、 $M_{z2}$ 又经由计量体23.2被反射回到光学单元12的方向上,在那里还布置有这两个位置测量装置的不同的另外的需要的光学部件。

[0118] 对于这两个位置测量装置所需要的计量体23.2(如3轴线干涉仪的测量反射器23.1)在物体1处布置在与第二主运动轴线 $y$ 中的光学单元12相关联的侧面上;图4c从探测方向显示了该侧的俯视图。

[0119] 最后为了检测可移动的物体1的第六自由度(即物体1沿着第二主运动轴线 $x$ 的运动)在该组件中设置有位置测量装置,其对应于上面所阐述的第二位置测量装置。所属的测量射线在图4a、4b中以 $M_x$ 来标明并且在碰撞点 $PM_x$ 处打到布置在物体1处的计量体23.3上。该计量体23.3也如3轴线测量仪的测量反射器23.1和另一计量体23.2那样在物体1处布置在与第二主运动轴线 $y$ 中的光学单元12相关联的侧面处。从计量体23实现测量射线 $M_x$ 或相应的分射线束在反射器24的方向上的分裂和偏转;接下来的光路对应于上面结合根据本发明的第二位置测量装置所说明的光路。该位置测量装置的另外的光学部件也布置在光学单元12中。

[0120] 在图4d中显示反射器24的该侧面,由计量体23.2、23.3衍射的测量射线 $M_{z1}$ 、 $M_{z2}$ 和 $M_x$ 打到其上并且在Littrow组件中又被反射回。除了布置在中间的用于测量射线 $M_x$ 的两个反射器24.1、24.2之外,布置在外面的用于测量射线 $M_{z1}$ 、 $M_{z2}$ 的两个反射器23.3、24.4可见。不同的反射器如上面所阐述的那样相应构造为入射光-衍射光栅。

[0121] 经由该组件现在可在所有六个自由度中检测可移动的物体1的位置。在此对于所提出的组件决定性的是,所有所使用的位置测量装置的光学探测从唯一的探测方向这里实现。在所示出的实施例中这是第一主运动方向 $y$ ,相对于第二主运动方向 $x$ 沿着其明显更长的行驶路径对于物体1是可能的。不同的、所使用的位置测量装置的所有测量射线 $M_{y1}$ 、 $M_{y2}$ 、 $M_{y3}$ 、 $M_{z1}$ 、 $M_{z2}$ 和 $M_x$ 沿着该方向延伸。

[0122] 除了根据本发明的位置测量装置或根据本发明的组件的所阐述的实施例之外,当然在本发明的范围中还存在另外的设计可能性。这例如涉及在相应的位置测量装置中的备选的光路、用于实现必要时所需的参考光路的其它变体或者用于需要的猫眼反射的备选的变体。

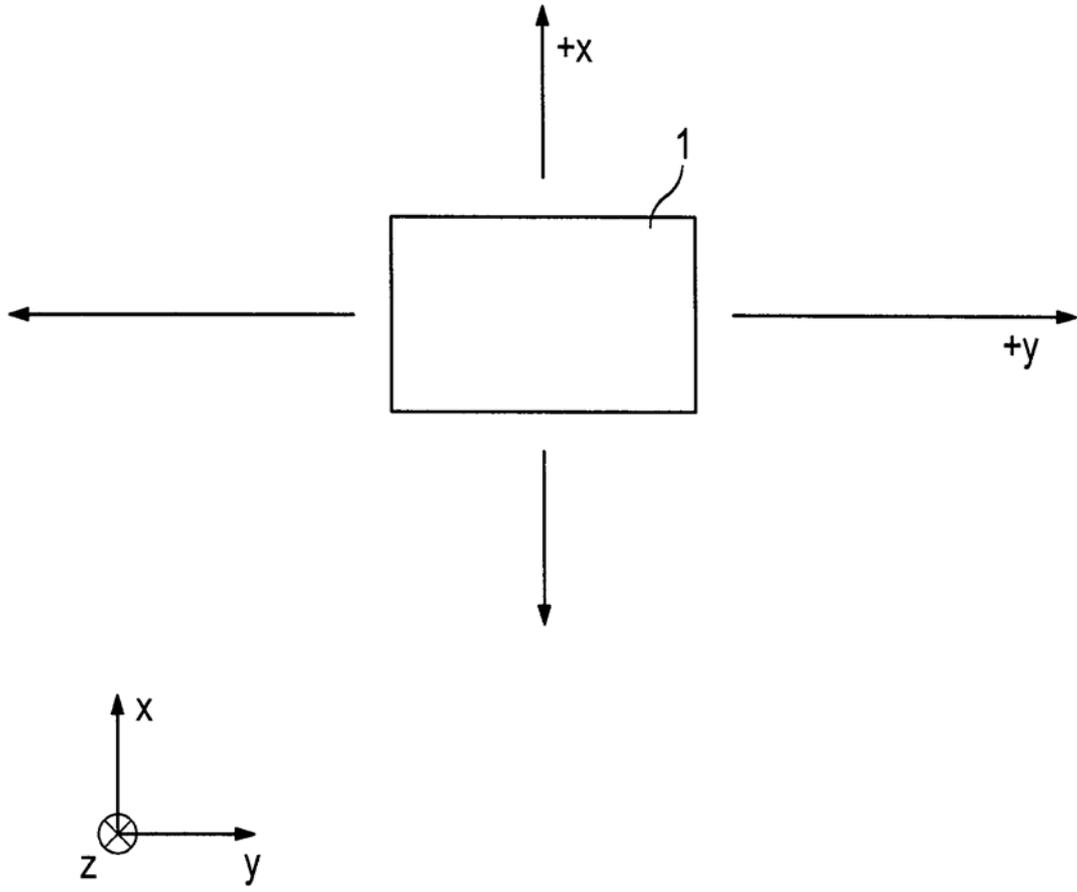


图 1

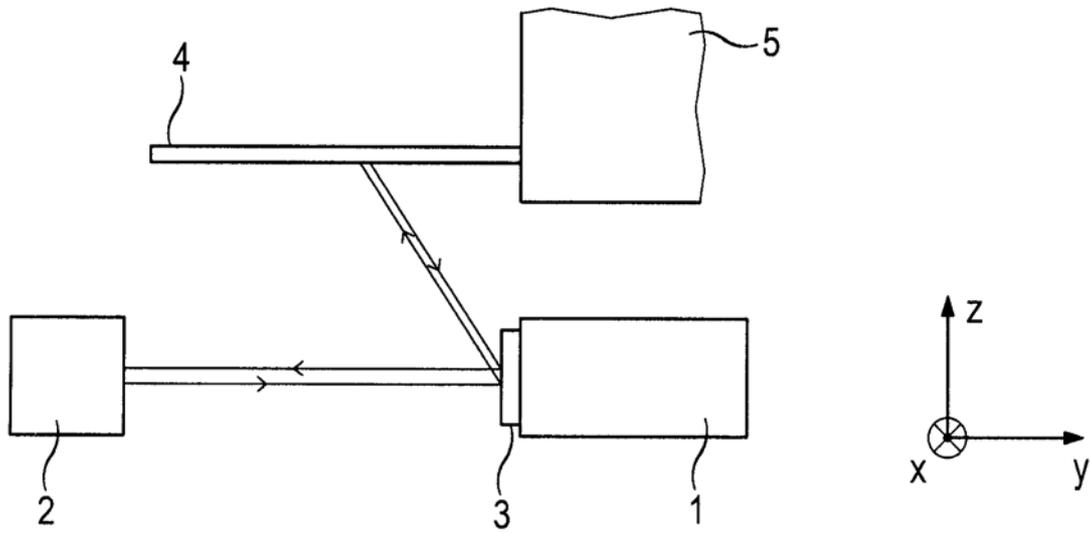


图 2a

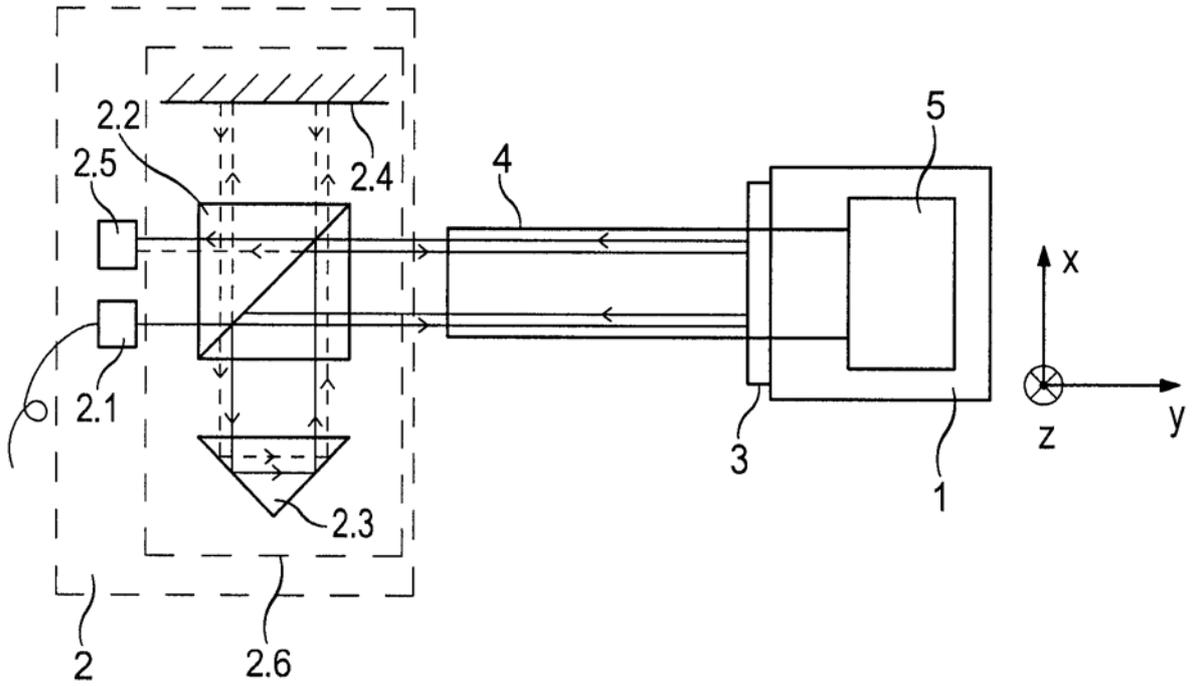


图 2b

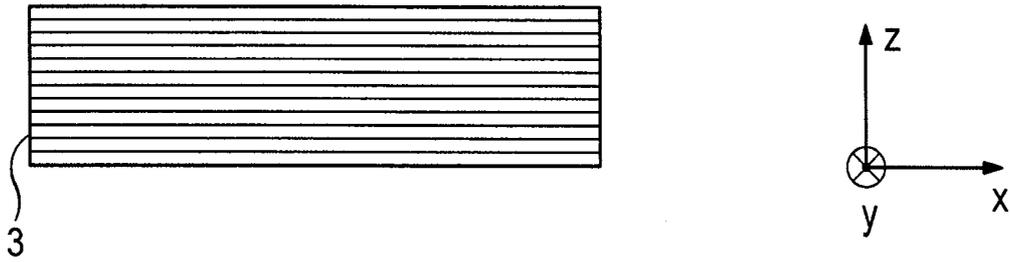


图 2c

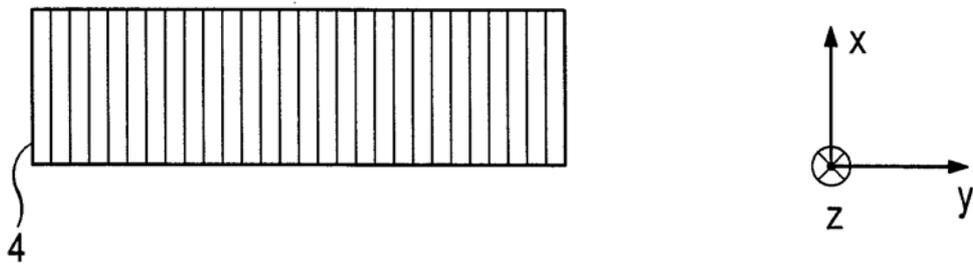


图 2d

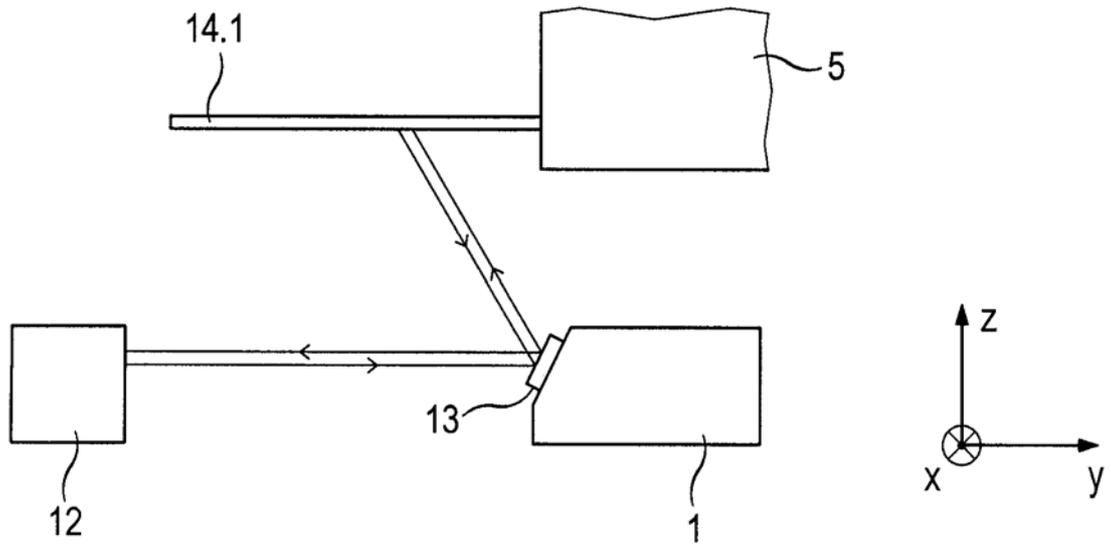


图 3a

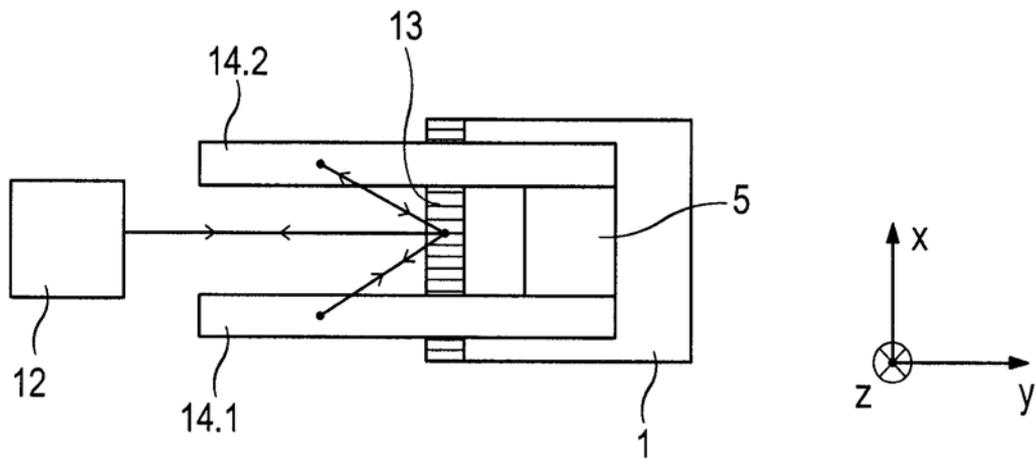


图 3b

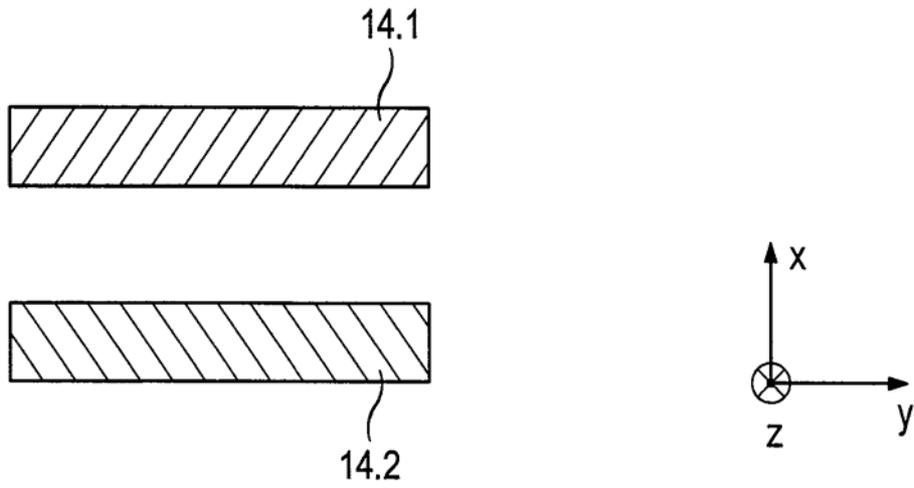


图 3c

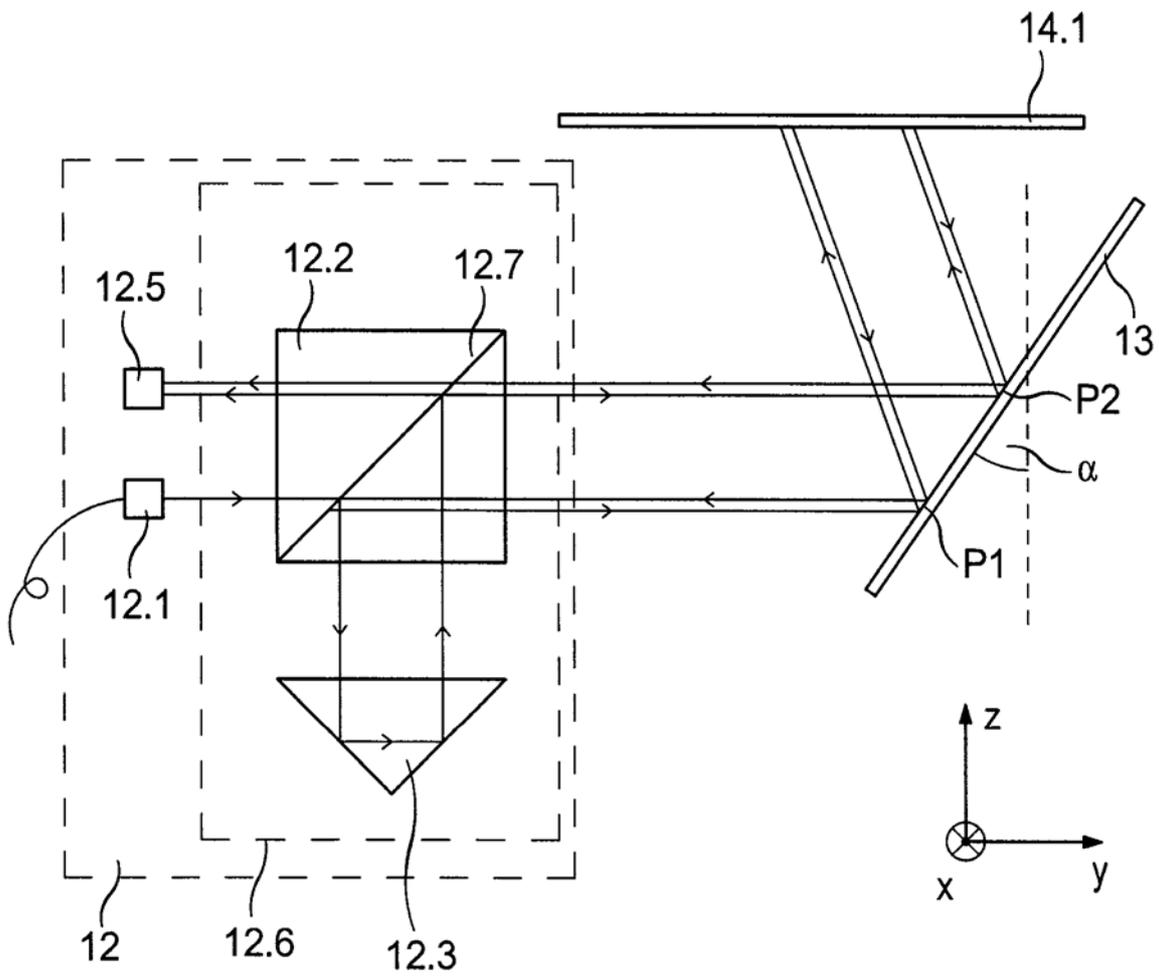


图 3d

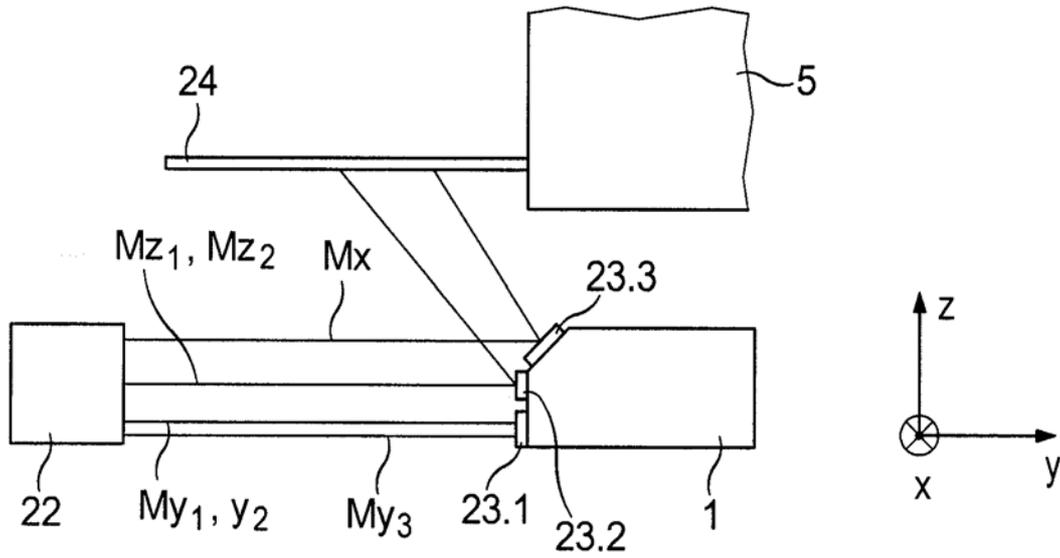


图 4a

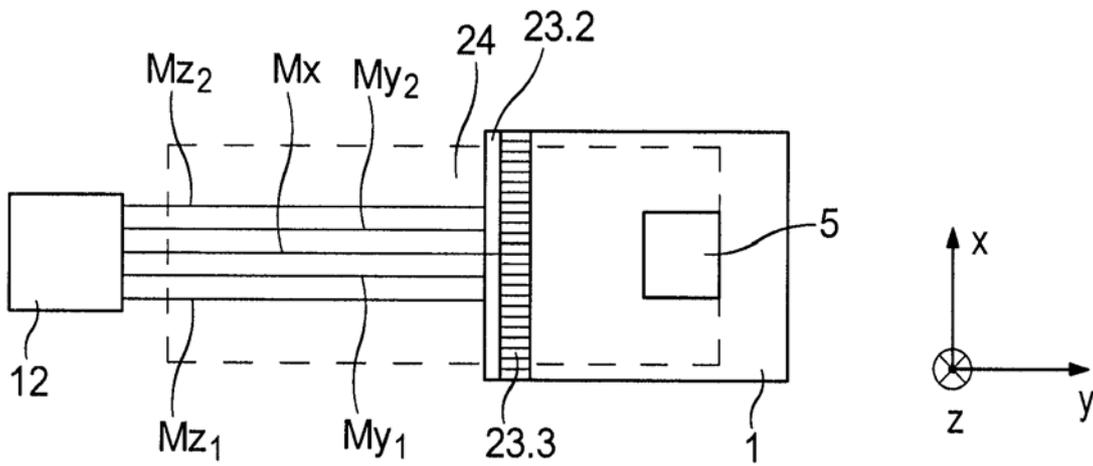


图 4b

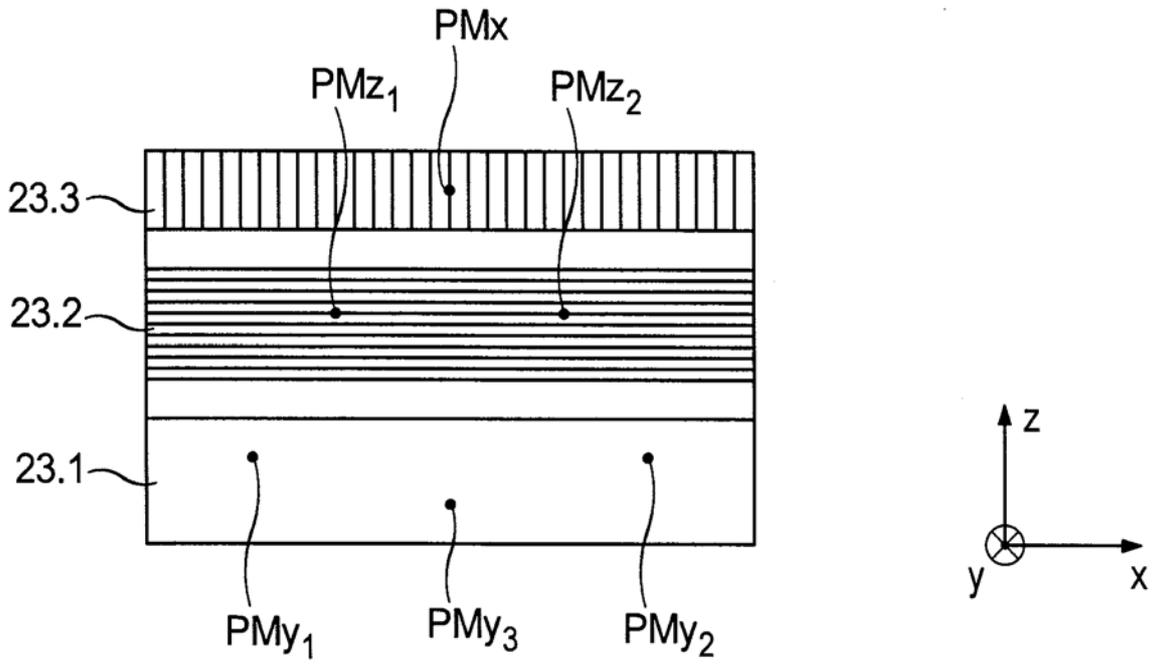


图 4c

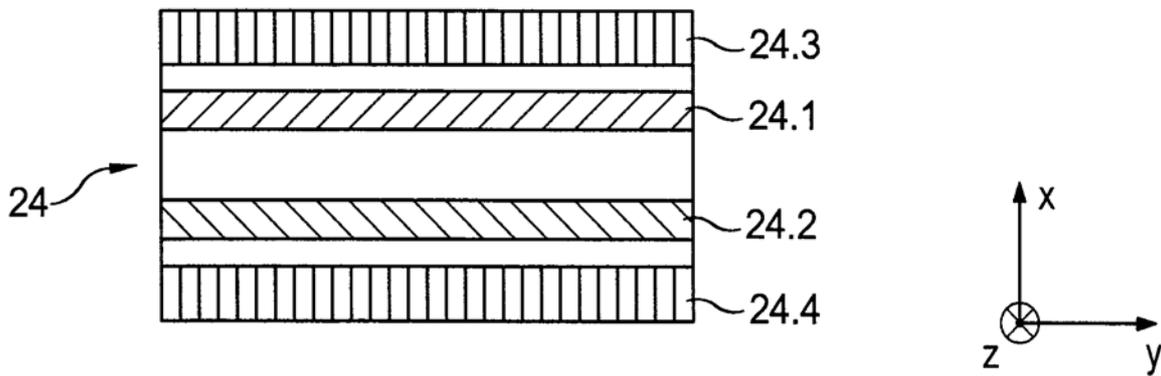


图 4d