



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113028998 A

(43) 申请公布日 2021.06.25

(21) 申请号 202011425935.6

(22) 申请日 2020.12.09

(30) 优先权数据

102019219151.7 2019.12.09 DE

(71) 申请人 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 K·森迪希

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 刘晗曦 刘春元

(51) Int.Cl.

G01B 11/02 (2006.01)

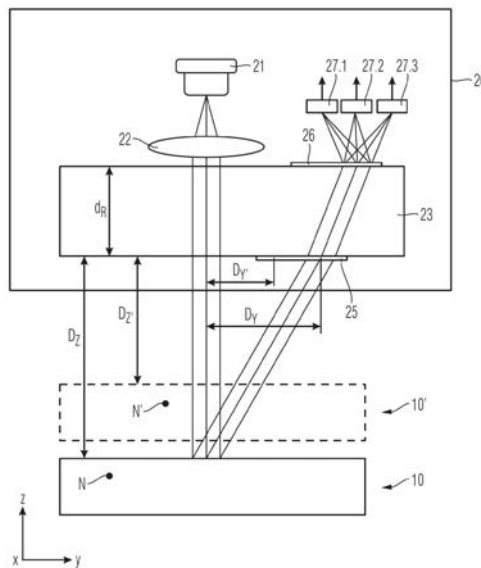
权利要求书2页 说明书8页 附图12页

(54) 发明名称

光学位置测量装置

(57) 摘要

本发明涉及一种光学位置测量装置,所述光学位置测量装置具有反射量具和相对于所述反射量具在至少一个测量方向上可移动的扫描单元。所述反射量具具有增量测量刻度以及在至少一个参考位置处具有参考标记。所述扫描单元除了包括用于产生增量信号的扫描装置之外还为了产生参考信号而包括至少一个光源、成像光学器件、布置在光阑平面中的光阑结构以及多个探测器元件;通过所述成像光学器件将所述参考标记成像到所述光阑结构上。所述参考标记以集成到所述增量测量刻度中的方式布置在所述反射量具上。此外,所述成像光学器件沿着横向方向具有变化的对象侧的焦距,其中所述横向方向垂直于测量方向定向。



1. 光学位置测量装置,所述光学位置测量装置具有反射量具和相对于所述反射量具在至少一个测量方向(x)上可移动的扫描单元,

-其中所述反射量具具有增量测量刻度以及在至少一个参考位置(x_{REF})处具有参考标记,并且

-其中所述扫描单元除了包括用于产生增量信号的扫描装置之外还为了产生参考信号而包括至少一个光源、成像光学器件、布置在光阑平面中的光阑结构以及多个探测器元件,并且通过所述成像光学器件将所述参考标记成像到所述光阑结构上,

其特征在于,

-所述参考标记(13)以集成到所述增量测量刻度(12)中的方式布置在所述反射量具(10)上,并且

-所述成像光学器件(25)沿着横向方向(y)具有变化的对象侧的焦距,其中所述横向方向垂直于测量方向(x)定向。

2. 根据权利要求1所述的光学位置测量装置,其特征在于,所述成像光学器件(25)的对象侧的焦距被选择为,使得对于扫描单元(20)和反射量具(10)之间的每个扫描距离,所述对象侧的焦距都位于增量扫描的中性旋转点(N)的平面内,其中将所述增量扫描的中性旋转点(N)定义为如下点,其中所述扫描单元(20)或所述反射量具(10)可围绕所述点倾斜而不会导致在产生的增量信号(INC_A, INC_B)中的位置误差。

3. 根据权利要求2所述的光学位置测量装置,其特征在于,所述增量扫描的所述中性旋转点(N)在所述反射量具(10)中位于所述增量测量刻度(12)的背离所述扫描单元(20)的那一侧上。

4. 根据前述权利要求中至少一项所述的光学位置测量装置,其特征在于,所述成像光学器件(25)被构造为菲涅耳透镜。

5. 根据前述权利要求中至少一项所述的光学位置测量装置,其特征在于,所述光阑结构(26)具有多个子区域(26.1、26.2、26.3),在所述多个子区域中导致对入射到所述子区域上的光束的不同偏转效应,其中在导致的每个偏转方向上将探测器元件(27.1、27.2、27.3)布置在所述光阑结构(26)的下游。

6. 根据权利要求5所述的光学位置测量装置,其特征在于,所述光阑结构(26)的多个子区域(26.1、26.2、26.3)要么使入射到所述子区域上的光束不偏转地通过要么借助于布置在所述子区域中的光栅结构引起经限定的空间上的偏转。

7. 根据前述权利要求中至少一项所述的光学位置测量装置,其特征在于,所述扫描单元(20)包括扫描板(23),

-在所述扫描板的背离所述反射量具(10)的一侧上布置所述光阑结构(26),并且

-在所述扫描板的面对所述反射量具(10)的一侧上布置所述成像光学器件(25)。

8. 根据权利要求7所述的光学位置测量装置,其特征在于,在所述扫描板(23)的两侧上还布置以反射器元件(29.1、29.2)和光栅(24.1-24.4、28)形式的用于产生增量信号的扫描装置。

9. 根据前述权利要求中至少一项所述的光学位置测量装置,其特征在于,所述参考标记(13)包括多个刻线形的结构元件(13.1、13.2),所述结构元件沿着所述测量方向(x)布置并且所述结构元件的纵向方向平行于所述横向方向(y)定向,其中所述结构元件(13.1、

13.2)中的至少一部分沿着所述横向方向(y)具有横向周期性(d_T)。

10.根据权利要求9所述的光学位置测量装置,其特征在于,所述结构元件(13.1、13.2)沿着所述测量方向(x)以变化的纵向周期性(d_L)布置,其中所述纵向周期性(d_L)从所述参考标记(13)的中心对称线(S)开始在两侧以相同的方式变化。

11.根据权利要求9所述的光学位置测量装置,其特征在于,所述参考标记(13)被构造为,使得入射在所述参考标记上的光束经历:分裂成至少两个在反射中被衍射的子光束((1,1),(1-1)),所述子光束相对于所述测量方向(x)横向地相同定向并且在测量方向(x)上彼此对称地定向。

12.根据权利要求11所述的光学位置测量装置,其特征在于,所述成像光学器件(25)被构造为,通过所述成像光学器件使得已分裂的子光束((1,1),(1-1))在所述光阑平面中再次发生叠加,并且在此在所述参考位置(x_{REF})处导致所述参考标记(13)在所述光阑平面中的倍频成像。

13.根据前述权利要求中至少一项所述的光学位置测量装置,其特征在于,所述测量刻度(12)被构造为二元反射相位光栅。

14.根据前述权利要求中至少一项所述的光学位置测量装置,其特征在于,所述扫描单元(20)具有分别用于产生增量信号的光源和用于产生参考信号的光源。

15.根据前述权利要求中的至少一项所述的光学位置测量装置,其特征在于,所述成像光学器件(125;225)被构造为,使得通过所述成像光学器件而导致对于入射在所述成像光学器件上的子光束的相对于所述测量方向(x)而言横向的偏转效应或导致聚焦到所述探测器元件上。

光学位置测量装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种光学位置测量装置。

背景技术

[0002] 已知的位置测量装置除了关于两个相对彼此可移动的对象相对偏移的周期性增量信号之外还提供所谓的参考信号。通过所述参考信号可以在沿着测量段的预给定参考位置处建立关于两个相对彼此可移动的对象位置的精确绝对参考。于是,根据以此方式确定的绝对位置接下来得到通常分辨率明显更高的增量测量。已知用于产生参考信号的大量可能性。为此例如参考本申请人的文献DE 10 2007 035 345 A1,在形成权利要求1的前序部分的情况下从该文献出发。为了产生参考信号,在该文献中,在两个增量轨迹之间将衍射参考标记结构布置在参考位置处的量具(Maßverkörperung)上。由对参考标记的扫描而在相应位置处产生相对应的参考信号。特别是在反射照明中(im Auflicht)运行的高分辨率光学位置测量装置的情况下,从现在起得出对产生参考信号的特定要求。因此,在扫描单元和反射量具(例如由于所述扫描单元和反射量具的非最佳安装引起)的可能的倾斜的情况下,也应当尽可能不导致位置误差。在此这不仅适用于所述增量信号的产生而且适用于所述参考信号的产生。为了解决该问题,在DE 10 2007 035 345 A1中建议,针对所述增量信号的产生而且也针对所述参考信号的产生,在相应的位置测量装置中设置关于扫描单元和反射量具的倾斜的相同行为。对于两次扫描,通过合适的措施确保相应扫描的所谓中性旋转点重合。在此,相应扫描的中性旋转点(neutraler Drehpunkt)被理解为如下点,扫描单元和反射量具可以围绕所述点进行倾斜而不会导致位置误差。但是,特别是在扫描距离、即扫描单元与反射量具之间的距离有大变化的情况下,不能始终可靠地保证两次扫描的中性旋转点重合。

发明内容

[0003] 本发明所基于的任务是说明一种用于反射照明运行的光学位置测量装置,其中即使在所述扫描距离波动大的情况下,参考信号的产生也尽可能少受扫描单元与反射量具之间的可能的倾斜的干扰。

[0004] 根据本发明,通过具有权利要求1的特征的光学位置测量装置来解决所述任务。

[0005] 根据本发明的光学位置测量装置的有利实施方案由从属权利要求中列出的措施得出。

[0006] 根据本发明的光学位置测量装置包括反射量具和相对于所述反射量具在至少一个测量方向上可移动的扫描单元。所述反射量具具有增量测量刻度(inkrementale Messteilung)以及在至少一个参考位置处具有参考标记。所述扫描单元除了包括用于产生增量信号的扫描装置之外还为了产生参考信号而包括至少一个光源、成像光学器件(Abbildungsoptik)、布置在光阑平面中的光阑结构以及多个探测器元件,其中通过所述成像光学器件将所述参考标记成像到所述光阑结构上。所述参考标记以集成到所述增量测量

刻度中的方式布置在所述反射量具上。所述成像光学器件沿着横向方向具有变化的对象侧(objektseitig)的焦距,其中所述横向方向垂直于测量方向定向。

[0007] 优选将所述成像光学器件的对象侧的焦距选择为,使得对于扫描单元和反射量具之间的每个扫描距离,所述对象侧的焦距都位于增量扫描的中性旋转点的平面内,其中将所述增量扫描的中性旋转点定义为如下点,其中所述扫描单元或所述反射量具可以围绕所述点倾斜而不会导致在产生的增量信号中的位置误差。

[0008] 所述增量扫描的中性旋转点可以在所述反射量具中位于所述增量测量刻度的背离所述扫描单元的那一侧上。

[0009] 所述成像光学器件可以被构造为菲涅耳透镜。

[0010] 此外,所述光阑结构可以具有多个子区域,在所述多个子区域中导致对入射到所述子区域上的光束的不同偏转效应(Ablenkwirkung),其中在导致的每个偏转方向上将探测器元件布置在所述光阑结构的下游。

[0011] 在此,所述光阑结构的多个子区域可以要么使入射到所述子区域上的光束不偏转地通过要么借助于布置在所述子区域中的光栅结构(Gitterstrukturen)引起经限定的空间上的偏转。

[0012] 此外,所述扫描单元包括扫描板,

- 在所述扫描板的背离所述反射量具的一侧上布置所述光阑结构,并且
- 在所述扫描板的面对所述反射量具的一侧上布置所述成像光学器件。

[0013] 还可以规定:在所述扫描板的两侧上还布置以反射器元件和光栅形式的用于产生增量信号的扫描装置。

[0014] 此外,所述参考标记可以包括多个刻线形的(strichförmig)结构元件,所述结构元件沿着所述测量方向布置并且所述结构元件的纵向方向平行于横向方向来定向,其中所述结构元件中的至少一部分沿着所述横向方向具有横向周期性(Transversalperiodizität)。

[0015] 在此,所述结构元件可以沿着所述测量方向以变化的纵向周期性布置,其中所述纵向周期性从所述参考标记的中心对称线开始在两侧以相同的方式变化。

[0016] 此外可以将所述参考标记构造为,使得入射在所述参考标记上的光束经历:分裂成至少两个在反射中被衍射(gebeugt)的子光束,所述子光束相对于所述测量方向横向地相同定向并且在测量方向上彼此对称地定向。

[0017] 在一种可能的实施例中,还可以规定,所述成像光学器件被构造为,通过所述成像光学器件使得已分裂的子光束在所述光阑平面中再次发生叠加,并且在此在所述参考位置处导致所述参考标记在所述光阑平面中的倍频成像(frequenzverdoppelte Abbildung)。

[0018] 所述测量刻度可以被构造为二元反射相位光栅。

[0019] 此外,所述扫描单元也可以具有分别用于产生增量信号的光源和用于产生参考信号的光源。

[0020] 此外可以规定,所述成像光学器件被构造为,使得通过所述成像光学器件而导致对于入射在所述成像光学器件上的子光束的相对于所述测量方向而言横向的偏转效应或导致聚焦到所述探测器元件上。

[0021] 除了所期望的倾斜不敏感性之外,通过根据本发明的措施还可以保证:系统相对

于所述扫描距离波动的大容忍度。从现在起,在根据本发明的光学位置测量装置情况下可以避免由错误的参考(Referenzierung)引起的错误的位置测量。即使在必要时需要重新启动的情况下也确保:根据所述参考确定和输出始终正确的绝对位置值。

附图说明

[0022] 依据以下结合附图对根据本发明的设备的实施例的描述来阐述本发明的其他细节和优点。

[0023] 图1a示出了根据本发明的光学位置测量装置的实施例的第一剖视图;
图1b示出了根据本发明的光学位置测量装置的实施例的第二剖视图;
图2示出了根据本发明的光学位置测量装置的实施例的反射量具的局部俯视图;
图3a示出了根据本发明的光学位置测量装置的实施例的成像光学器件的细节视图;

图3b示出了根据本发明的光学位置测量装置的实施例的光阑结构的细节视图;
图4a示出了根据本发明的光学位置测量装置的实施例的扫描板的下侧的视图;
图4b示出了根据本发明的光学位置测量装置的实施例的扫描板的上侧的视图;
图5示出了与不同的扫描距离相结合的根据本发明的光学位置测量装置的实施例的其他图示;

图6a示出了在根据本发明的位置测量装置的实施例中为了产生参考信号而得到的信号的图示;

图6b示出了由根据图6a的信号形成的多个经进一步处理的信号的图示;

图7示出了根据图6a,6b的用于处理不同信号和产生参考信号的适合的电路装置的框图;

图8a、图8b分别示出了根据本发明的光学位置测量装置的其他实施例的成像光学器件的细节视图。

具体实施方式

[0024] 下面依据图1a-7阐述根据本发明的光学位置测量装置的实施例,并且特别是阐述参考信号RI的产生。

[0025] 图1a和1b以极度示意性的形式在不同的视图中示出了在根据本发明的位置测量装置的第一实施例中的用于产生增量信号和参考信号的子扫描光路。在图2、图3a,图3b以及图4a和图4b中示出了在该实施例中使用的反射量具、成像光学器件、光阑结构以及扫描板的下侧和上侧的视图或局部视图。

[0026] 根据本发明的光学位置测量装置的在图中图解的变型方案包括反射量具10以及相对于所述反射量具在至少一个测量方向x上可移动的扫描单元20。反射量具10和扫描单元20与两个在图中未示出的相对于彼此可移动的对象连接,例如机器部件。通过所述位置测量装置产生关于两个相对于彼此可移动的对象的位置的位置信号,并将所述位置信号输送到同样未示出的控制单元。所述控制单元以已知的方式和方法使用位置数据以用于控制目的。在此,根据本发明的光学位置测量装置可以如在所示的实施例中那样构造为,具有用于检测线性位移运动(Verschiebewegung)的线性量具。此外,当然也可以将相对应的旋

转位置测量装置构造为,具有用于检测旋转的相对运动的圆环形的量具。

[0027] 如下文阐述的,根据本发明的位置测量装置的所示实施例除了提供周期性的增量信号 INC_A, INC_B 以外还提供多个信号 S_{-1}, S_0, S_1 ,这些信号被进一步处理成在沿着测量路段的至少一个已知的参考位置 x_{REF} 处的参考信号RI。接下来,能够根据以这种方式确定的参考位置 x_{REF} 处的绝对位置以常见的方式和方法得到分辨率明显更高的增量测量。在此,既可以在根据本发明的位置测量装置中进行又可以在下游的跟踪电子装置(Folgeelektronik)或控制单元中进行:将参考信号和增量信号进一步处理成高分辨率的绝对位置信号。

[0028] 反射量具10包括增量测量刻度12,该增量测量刻度布置在比例尺载体(Maßstab-Träger)11上并且沿测量方向 x 延伸。如从图2中可以看出,在至少一个限定的参考位置 x_{REF} 处,参考标记13以集成的方式布置在增量测量刻度12中。原则上当然也可以规定,将多个参考标记布置在不同的参考位置处,例如以所谓的距离编码的(abstandscodiert)参考标记等形式。

[0029] 在本实施例中,增量测量刻度12被构造为二元反射相位光栅,并且分别由刻线形的刻度区域12.1、12.2组成,这些刻度区域在测量方向 x 上周期性地以增量刻度周期 d_M 布置。不同的刻度区域12.1、12.2在图2中表示为亮或暗,并且对反射光束施加不同的相移效应。在一种可能的实施方式中,根据 $d_M = 2\mu m$ 来选择所述增量测量刻度的增量刻度周期(Inkremental-Teilungsperiode)。刻度区域12.1、12.2在反射量具10的平面中垂直于测量方向 x 延伸,即在所说明的方向 y 上延伸,所述方向 y 在下面也称为横向方向 y 。

[0030] 集成到增量测量刻度12中的参考标记13包括多组具有周期性横向结构的结构元件13.1、13.2,所述结构元件在图2中同样表示为亮或暗并且对反射光束施加不同的相移效应。在具有结构元件13.1、13.2的组之间布置有周期性布置的刻度区域12.1、12.2。

[0031] 参考标记13的结构元件13.1、13.2沿着测量方向 x 先后布置,结构元件13.1、13.2的纵向在垂直于测量方向 x 的测量刻度平面中延伸,也就是同样沿着横向方向 y 延伸。在此,参考标记13被构造为所谓的经线性调频的(gechirpt)参考标记。这意味着设置:参考标记13的结构元件13.1、13.2沿着测量方向 x 以变化的参考标记纵向周期性 d_L 的布置。在具体示例中,参考标记的参考标记纵向周期性 d_L 从参考标记13的中心对称线 S 开始在两侧以相同方式变化,即:结构元件13.1、13.2的纵向周期性 d_L 向外侧那里增大。在此,参考标记纵向周期性 d_L 的仅非常微小的变化在图2中并不明显。

[0032] 沿着横向方向 y ,结构元件13.1、13.2具有参考标记横向周期性 d_T ;在此,特别是结构元件13.1、13.2沿着横向方向 y 具有周期性轮廓,例如周期性边缘轮廓(Berandungskontur),其具有相应的参考标记横向周期性 d_T 。

[0033] 通过参考标记13的这种设计,垂直入射在参考标记13上的光束经历:分裂成至少两个在反射中被衍射的子光束,所述子光束在图中用(1,1)或(1,-1)表示。一方面,这些子光束(1,1),(1,-1)横向于测量方向 x 地相同定向,即在 yz 平面中相同地倾斜,另一方面,这些子光束(1,1),(1,-1)在测量方向 x 上彼此对称地定向,即在 xz 平面中关于入射方向对称地取向(ausrichten)。在进一步描述用于产生参考信号的子扫描光路的过程中还要对此进行更详细地讨论。

[0034] 在本实施例中,一方面,在扫描单元20侧设置用于产生增量信号 INC_A, INC_B 的扫描装置;另一方面,光源21、成像光学器件25、光阑结构26和多个探测器元件27.1、27.2、27.3

用于产生参考信号。成像光学器件25和光阑结构26布置在扫描单元20中的透明扫描板23的彼此相对置侧上,其中扫描板23被构造为薄玻璃板。扫描板23的面向反射量具10的那一侧在下面也称为扫描板的下侧,而在z方向上相反的那一侧则称为上侧。在图4a和4b中示出了扫描板的下侧和上侧的视图。

[0035] 在所示的实施例中激光二极管用作光源21,在该激光二极管的上游布置准直光学器件22。在当前情况下,设置既用于产生增量信号 INC_A, INC_B 又用于产生信号 S_{-1}, S_0, S_1 的共同使用的光源21,其中由信号 S_{-1}, S_0, S_1 产生参考信号RI。

[0036] 除了光源21和多个探测器元件30.1、30.2之外,以光栅24.1-24.4、28以及反射器元件29.1、29.2形式的其他光学元件也属于用于产生增量信号的扫描装置,其中所述其他光学元件布置在扫描板23的上侧和下侧上。在图中用虚线表示用于产生增量信号的子扫描光路;由于该子扫描光路与本发明并不进一步相关,因此下面仅对其进行简要讨论。因此,由光源21发射的光束在穿过扫描板23之后,在击中根据图1b的增量测量刻度12上时经历:在xz平面中分裂成被反射的子光束,然后所述被反射的子光束穿过扫描板23中的光栅24.1、24.2,击中反射器元件29.1、29.2上并从那里再次朝光栅24.3、24.4和增量测量刻度12的方向反射回来。子光束从那里被第二次反射并在扫描板23中的光栅28上叠加。然后从光栅28朝着探测器元件30.1、30.2的方向传播发生干涉的子光束对,其中通过所述探测器元件产生相移的增量信号 INC_A, INC_B 。

[0037] 下面阐述对本发明来说首要的用于产生参考信号RI的子扫描光路。相对应的子扫描光路在图1a、1b中分别以实线示出。

[0038] 由光源21发射并通过准直光学器件22平行取向的光束不偏转地穿过扫描板23,并在参考标记13的区域中的参考位置 x_{REF} 处垂直击中到量具10上。通过如上所述构造的参考标记13,入射的光束分裂为至少两个在反射中被衍射的子光束(1,1)和(1,-1),所述子光束(1,1)和(1,-1)如上所述地定向。在图1a中,在此图解了两个被反射的子光束(1,1)和(1,-1)在yz平面中的相同倾斜,在图1b中可以看见子光束(1,1),(1,-1)在xz平面中的在测量方向x上对称的定向。然后,经分裂和反射的子光束(1,1),(1,-1)在扫描单元20中击中到成像光学器件25上,成像光学器件25布置在扫描板23的面向反射量具10的一侧上并且例如被构造为菲涅耳透镜。在图4a中示出了扫描板23的下侧的视图,该扫描板具有布置在所述下侧的光栅24.1-24.4、25、成像光学器件25以及光学上无效的(optisch unwirksam)窗口区域31.3。

[0039] 借助于成像光学器件25使经分裂的子光束(1,1),(1,-1)在光阑平面中彼此叠加。在所述光阑平面中,在扫描板23的背离反射量具10的一侧上布置有具有多个光阑开口的光阑结构26。在图4b中示出了扫描板23的具有光阑结构26、反射器元件29.1、29.2以及光学无效窗口区域31.1、31.2的上侧的视图。在此,根据本发明的位置测量装置的成像光学器件25被如此构造,使得在经过(Überfahren)参考标记13时,在所述光阑平面中导致参考标记13的倍频成像;也就是说,成像光学器件25的像侧焦平面与扫描板23的上侧或与位于所述上侧的光阑平面重合。鉴于成像光学器件25和光阑结构26的构造的其他细节方面,参考以下描述。

[0040] 在扫描单元20中,在光阑结构26的下游设置了三个探测器元件27.1-27.3,这些探测器元件用于检测通过光阑开口透射的(transmittieren)光并因此用于产生参考信号RI。

在图6a中示出了在参考位置 x_{REF} 的区域中施加在探测器元件27.1-27.3上的信号 S_{-1} , S_0 和 S_1 。在以下描述的过程中还要更详细地阐述如何能由这些信号 S_{-1} , S_0 和 S_1 产生最终感兴趣(interessierend)的参考信号RI。

[0041] 为了保证根据本发明的光学位置测量装置相对于扫描单元20和反射量具10的倾斜而言的所期望的不敏感性而规定:确保不仅针对增量信号 INC_A , INC_B 的产生而且也针对参考信号RI的产生的关于扫描单元和反射量具的倾斜的相同行为。为此,对于两次扫描,所谓的中性旋转点重合。如开头已经阐述的那样,相应扫描的中性旋转点应被理解为如下点,扫描单元20和反射量具10可以围绕所述点倾斜而不会导致位置误差。

[0042] 在所示的实施例中,增量扫描的中性旋转点N如从图1a、1b中可见的那样位于增量测量刻度12的背离扫描单元20的那一侧,即:在刻度尺载体11中的测量刻度平面下方。为了保证与参考信号产生共同的中性旋转点,成像光学器件25具有位于增量扫描的中性旋转点N的平面内的对象侧的焦距。此外,为了确保即使在量具10和扫描单元20之间的扫描距离波动的情况下也保证两次扫描的中性旋转点重合,设置关于成像光学器件25的其他措施。因此,成像光学器件25具有垂直于测量方向x、即沿着上文已经定义的横向方向y而变化的对象侧的焦距。

[0043] 关于该措施的效应和更详细的阐述应参考图5,图5示出了在两个不同的扫描距离 D_z 或 D_z' 的情况下根据本发明的光学位置测量装置的第一实施例的用于产生参考信号的扫描光路的图示。如果较大的扫描距离 D_z 在较小的扫描距离 D_z' 的方向上变化,则中性旋转点N在扫描板23中的位置因此如图5中表明的那样变化。可以看出,在此中性旋转点N'稍微向右移位(Verlagern)。为了进一步确保中性旋转点N'在扫描距离 D_z' 的情况下也位于成像光学器件24的对象侧的焦平面中,成像光学器件24沿横向方向y具有变化的对象侧的焦距。例如在所示的示例中,成像光学器件25的对象侧的焦距在距入射光束的距离 D_y 处(情况:较大的扫描距离 D_z)要比在距离 D_y' 处(情况:较小的扫描距离 D_z')更大。因此,对于每个可能的扫描距离 D_z, D_z' ,存在关于子光束主射线(Teilstrahlenbündel-Hauptstrahl)在成像光学器件25的平面中的击中点(Auftreffpunkt)而言的经限定的距离 D_y, D_y' 。因此根据距离 D_y ,以与属于每个距离 D_y 的扫描距离 D_z 相协调的方式设置成像光学器件25的在横向方向y上变化的对象侧的焦距。

[0044] 在图3a中示出了相应构造的成像光学器件25的细节视图,该成像光学器件被构造为菲涅耳透镜形式的衍射结构。如从中可以看出的,沿着横向方向y,所述衍射结构的相邻光栅刻线(Gitterstrich)25.1、25.2的间隔沿着刻线方向y从下往上略微增大。这导致成像光学器件25的对象侧的焦距沿着横向方向y的所期望的变化。

[0045] 在经过参考标记13时,通过如所阐述地那样构造的成像光学器件25在所述光阑平面中导致参考标记25的以倍频图像形式的强度图案(Intensitätsmuster)。在那里所布置的并且在图3b中详细示出的光阑结构26与参考标记13的在所述光阑平面中导致的图像相协调,并具有多个子区域26.1、26.2、26.3,在这些子区域中导致对入射在所述子区域上的光束不同的空间上的偏转效应。因此,对于光阑结构26的每个子区域26.1、26.2、26.3都存在经限定的偏转方向;在相应的偏转方向上,分别在光阑结构26的下游布置光电探测器元件27.1、27.2、27.3。在所示的实施例中设置了具有三个不同构造的条纹形子区域26.1-26.3的光阑结构26,在图3b中以不同的阴影示出了这些子区域。在此,不同的子区域26.1-

26.3沿着测量方向x多次重复地周期性布置。第一子区域26.1在此被构造为完全可透光的(durchlässig),并允许入射在所述第一子区域上的光束不偏转地通过;从该子区域26.1在下游的探测器27.1上产生信号 S_0 。光阑结构26的第二子区域26.2具有第一光栅,该第一光栅使入射光朝着下游的探测器27.2的方向偏转,并且在该探测器27.2处产生信号 S_{-1} 。在第三子区域26.3中布置第二光栅,该第二光栅使入射光朝着下游的探测器27.3的方向偏转,在该探测器27.3处产生信号 S_1 。因此,在子区域26.2、26.3中,在图1a的图平面中存在对通过这些子区域26.2、26.3的光束向右和向左的偏转效应。图中在子区域26.2、26.3中设置的不同结构在此分别并非表示布置在这些子区域中的光栅,而应当仅示意性地图解了在光阑结构26中存在构造得不同的子区域。

[0046] 于是在经过参考标记13时,在布置在不同的偏转方向上的探测器元件27.1-27.3处产生信号 S_{-1} , S_0 和 S_1 ,由这些信号获得参考信号RI。由于图像强度图案与子区域26.1、26.2、26.3的重合,参考标记13的在此情况下在所述光阑平面中移动的倍频图像恰好在参考位置 x_{REF} 处提供了信号 S_0 的最大值以及信号 S_{-1} , S_1 的最小值。在参考位置 x_{REF} 的区域中振荡的、相移的信号 S_0 , S_{-1} , S_1 的相应变化过程在图6a中示出。

[0047] 借助于图7所示的电路装置进行:将以这种方式获得的信号 S_0 , S_{-1} , S_1 进一步处理成参考信号RI。通过在图7示出的以具有可调增益的放大器50-52、55、加法器54和两个减法器53、56的形式的电子元件的互连(Verschaltung)和布置,根据以下运算规则首先由信号 S_0 , S_{-1} , S_1 产生门信号(Torsignal) S_T 和边沿信号(Flankensignal) S_F :

$$\begin{pmatrix} S_T \\ S_F \end{pmatrix} (x) = \begin{pmatrix} (a-1)b & 1-b & -ab \\ 1-a & 0 & -a \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_{-1} \\ S_0 \\ S_1 \end{pmatrix} (x)$$

以这种方式在参考位置 x_{REF} 的区域中产生的信号 S_T , S_F 的变化过程在图6b中示出。

[0048] 然后将栅极信号 S_T 输送到比较器58,在比较器58的第二输入端施加触发阈值 T_1 ,并且仅当栅极信号 S_T 大于触发阈值 T_1 时才产生输出信号。将边沿信号 S_T 输送到其他比较器59,在该其他比较器中设置了两个触发阈值 T_2 , T_3 ,使得仅当边沿信号 S_T 在这两个触发阈值 T_2 , T_3 之间时才产生输出信号。然后将这两个比较器58、59的相对应的输出信号输送到与逻辑运算元件59,该与逻辑运算元件59根据与逻辑运算生成所期望的矩形参考信号RI。

[0049] 除了具体描述的实施例之外,在本发明的范畴内当然还存在其他设计可能性。

[0050] 因此可能的是,还有附加的光学功能被集成到所述成像光学器件中。例如,可以将所述成像光学器件这样设计,使得通过所述成像光学器件导致对从所述参考标记入射在所述成像光学器件上的子光束的横向偏转效应。例如可以通过所述成像光学器件改变垂直于测量方向x的相对应的子光束的传播方向。在图1a的图示中,这将意味着入射到所述成像光学器件上的子光束在yz平面内向左朝着所述成像光学器件的法线方向偏转。在图8a中示出了相应构造的成像光学器件125的俯视图。从该图可以看出,光栅刻线125.1、125.2的横向周期性沿着横向方向y是恒定的。

[0051] 此外可以规定,通过所述成像光学器件将入射在所述成像光学器件上的子光束聚焦到下游的探测器元件上;这种成像光学器件225在图8b中示出。在这种情况下,成像光学器件225沿着横向方向y具有光栅刻线225.1、225.2的可变的横向周期性。

[0052] 此外,代替上文阐述的在根据本发明的光学位置测量装置中为了产生增量信号和

产生参考信号而共同使用光源,可以规定:扫描单元分别具有用于产生增量信号的光源和用于产生参考信号的光源。

[0053] 关于被使用用于产生参考信号的光阑结构的构造方面可能的是,所述光阑结构的全部子区域分别包括偏转光栅,所述偏转光栅分别引起朝向经限定的空间方向的偏转。

[0054] 在此,布置在不同子区域中的光栅结构还可以被附加地这样构造,使得不仅产生经限定的空间上的偏转效应,而且也聚焦到所分配的探测器元件的相应探测平面中;通过这种方式和方法可以避免在所述光阑结构和所述探测器元件之间的附加聚焦光学器件。为此目的,可以给所述光阑结构的子区域例如配备相对应的衍射柱面透镜。

[0055] 此外也可能的是,增量扫描的中性旋转点并非像是在所阐述的实施例中那样位于测量刻度平面下方,而是位于测量刻度平面上方。于是,必须通过适当选择所述成像光学器件的对象侧的焦距来类似地确保:参考信号产生的中性旋转点同样地位于该平面内,等等。

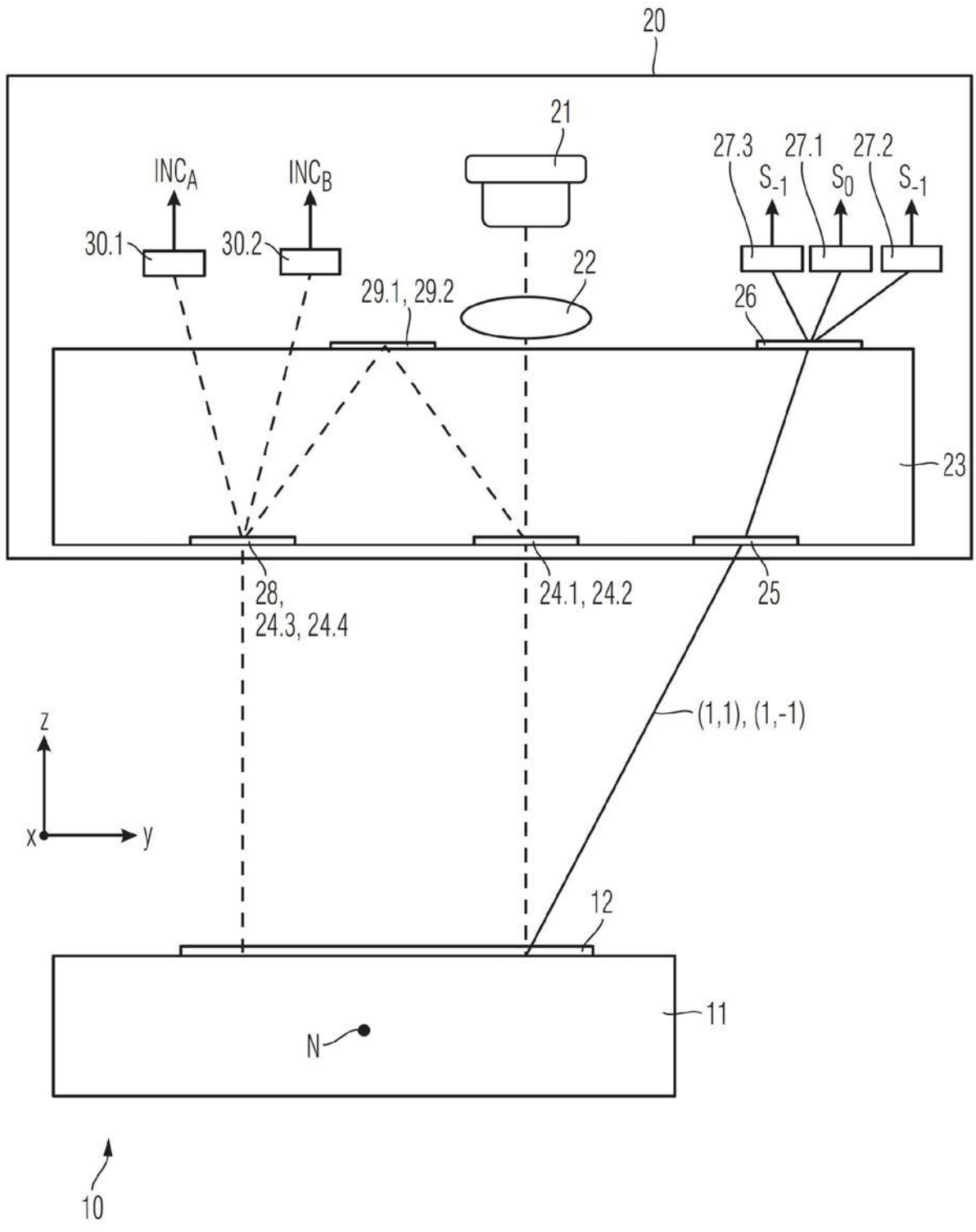


图 1a

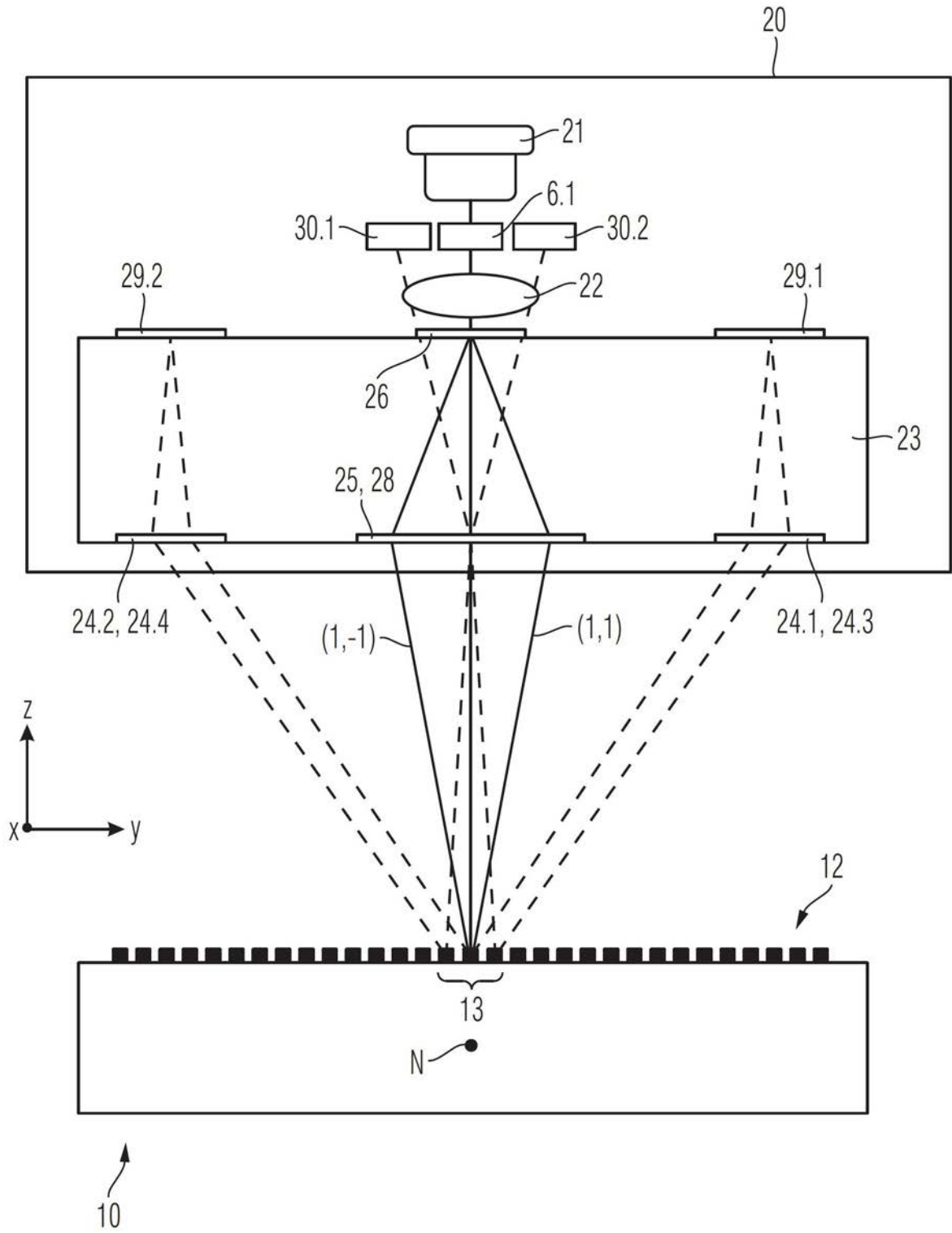


图 1b

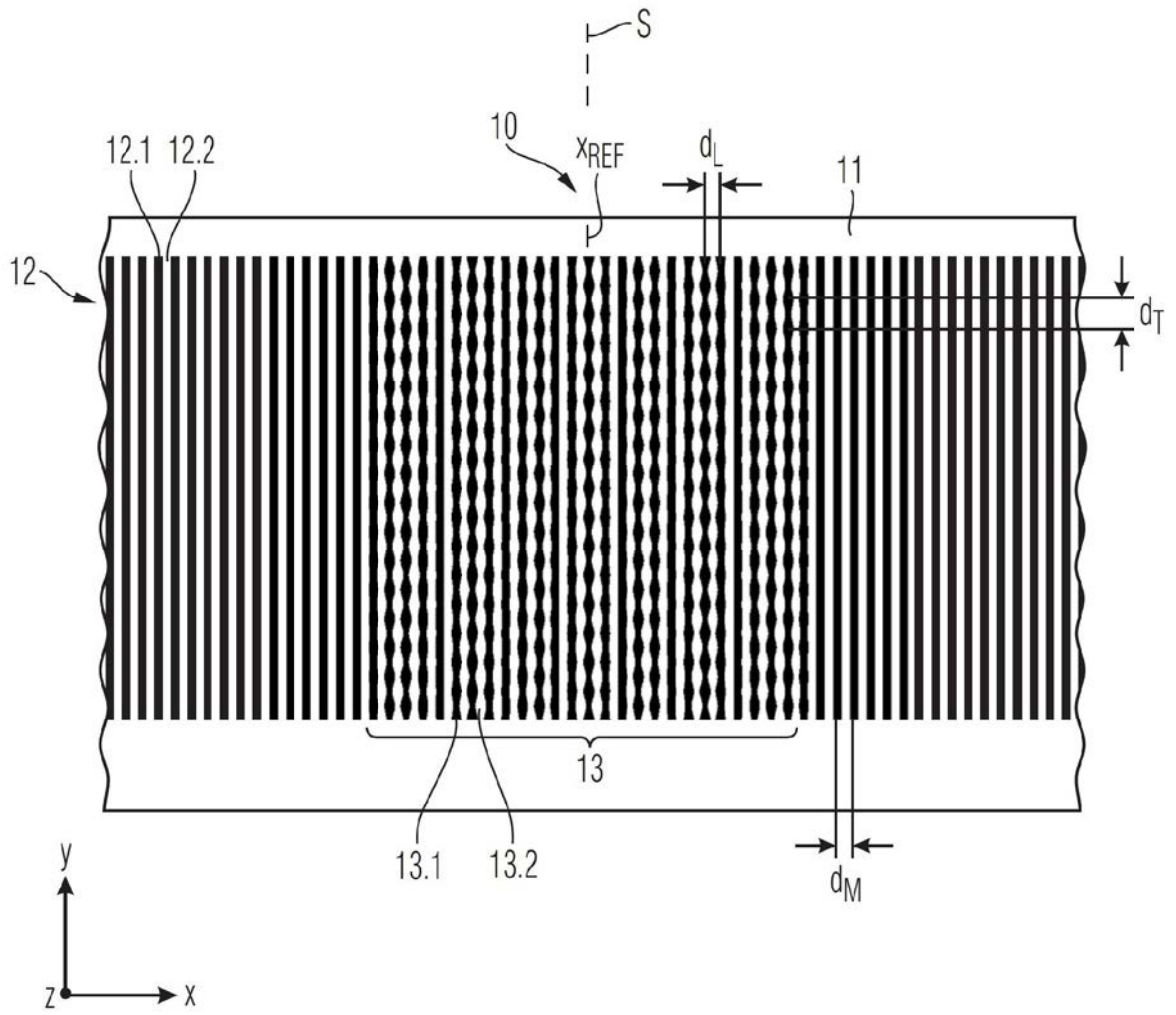


图 2

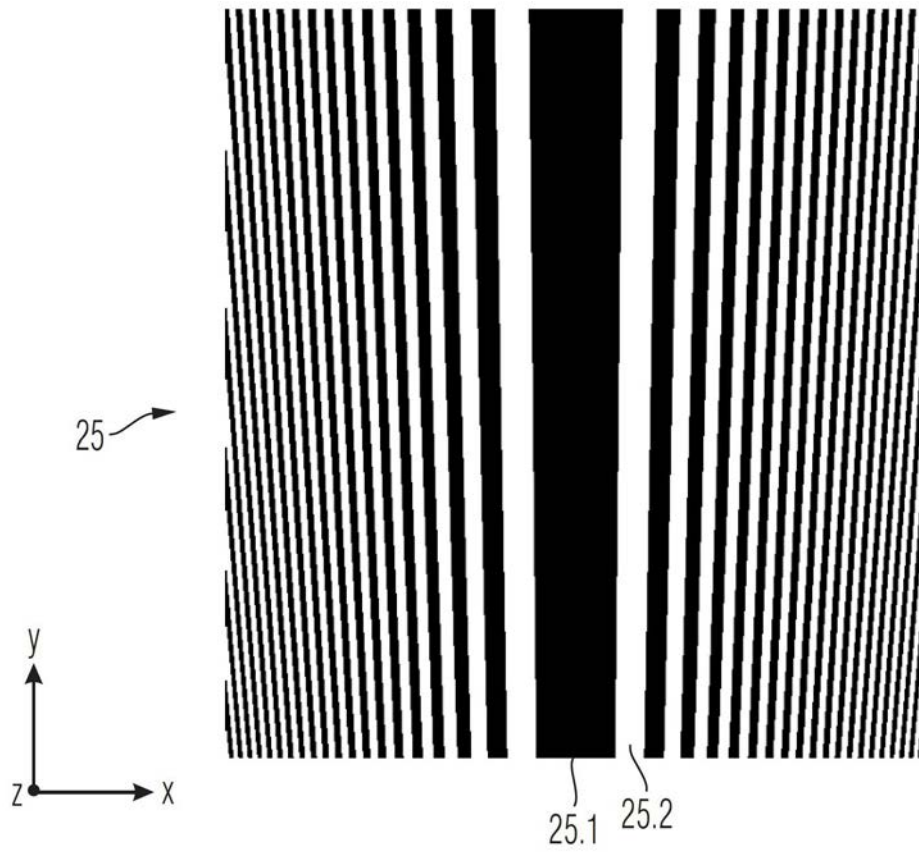


图 3a

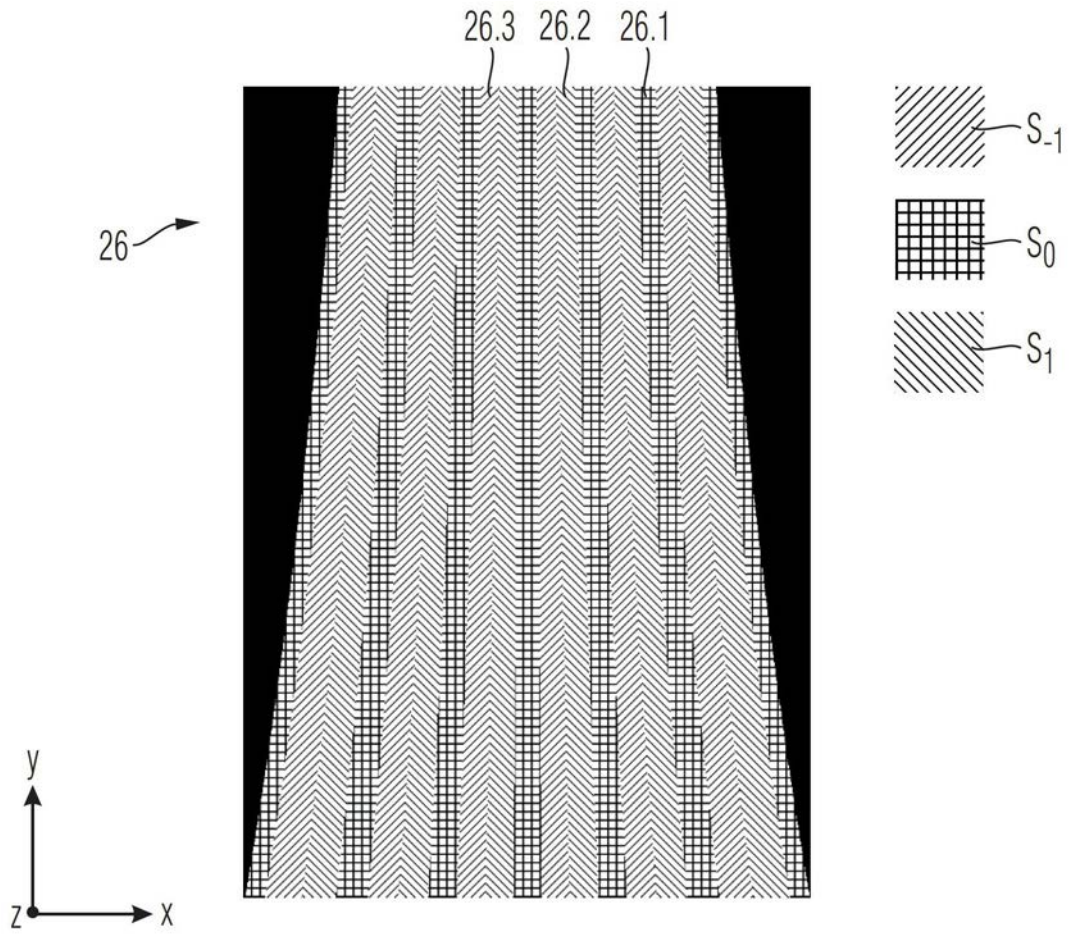


图 3b

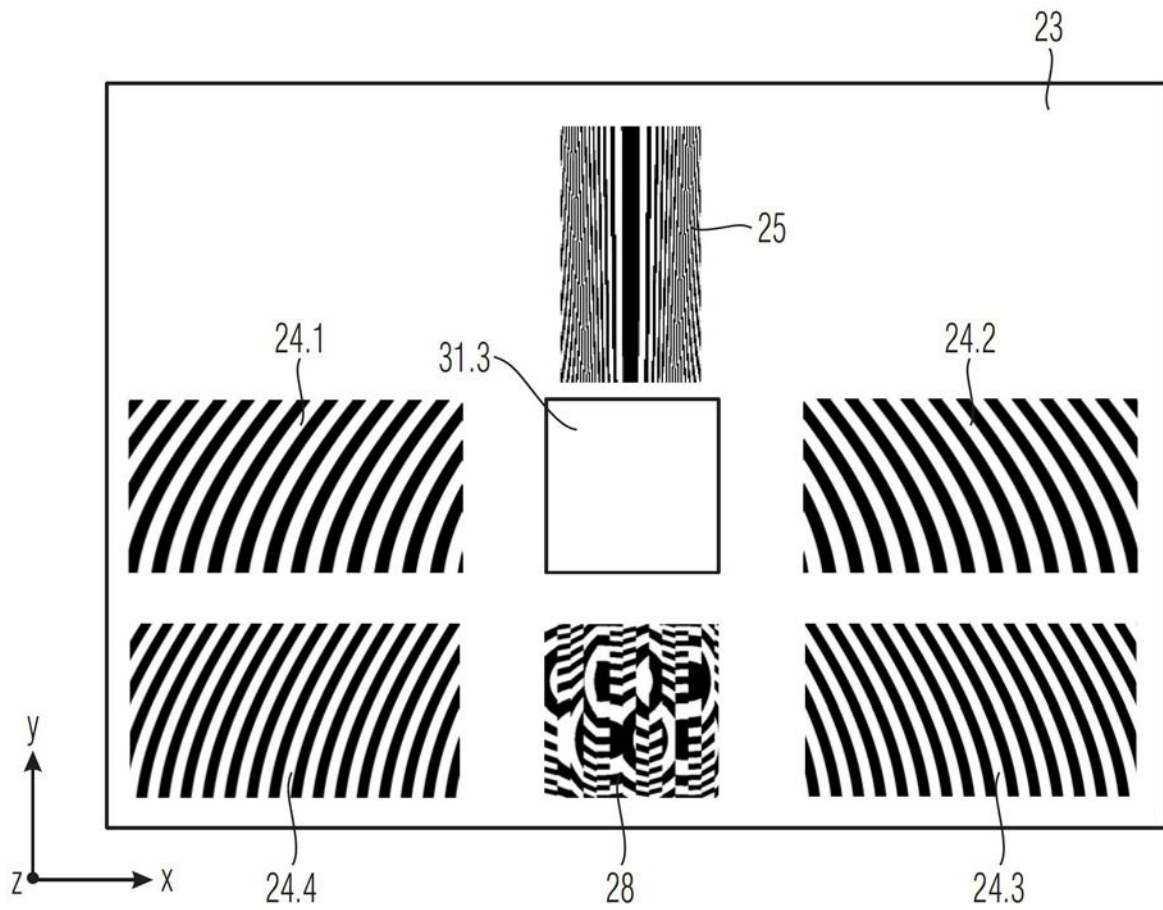


图 4a

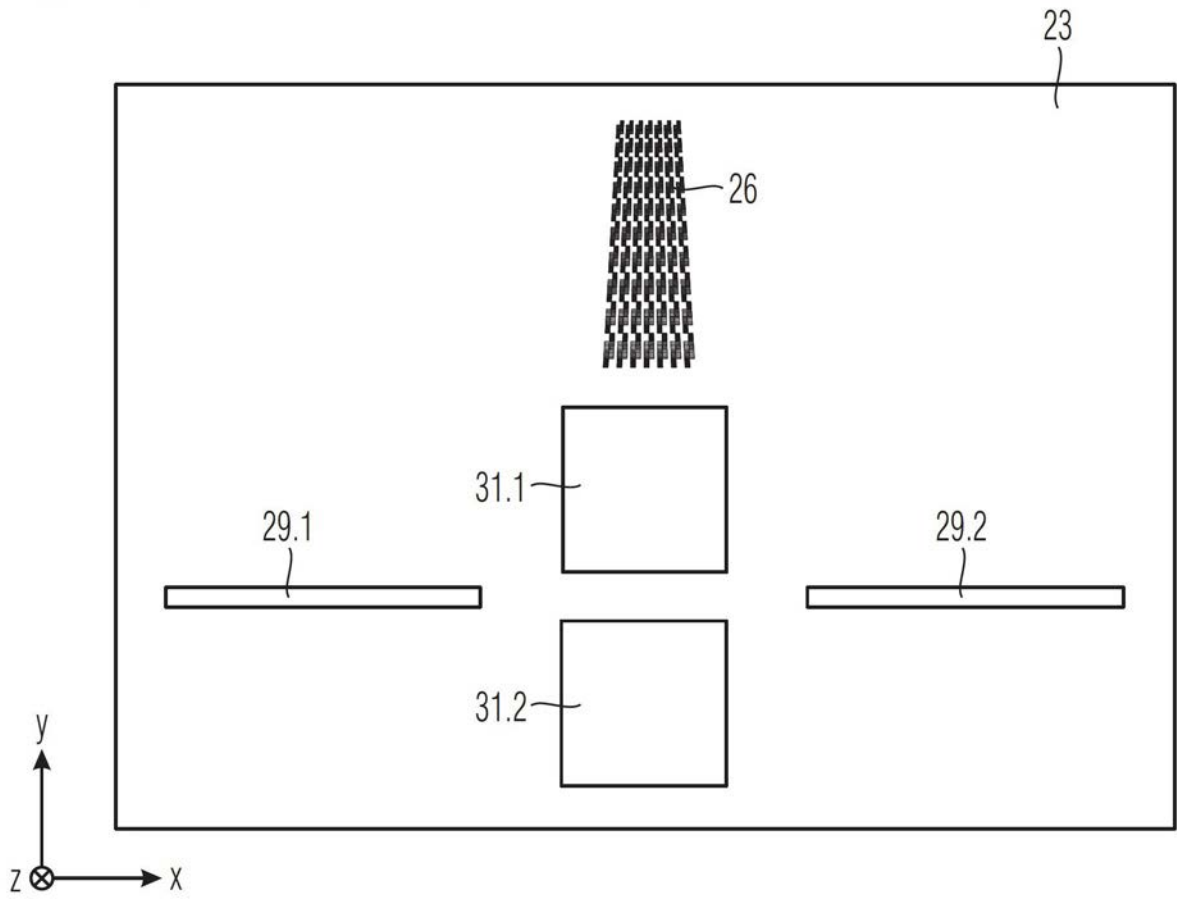


图 4b

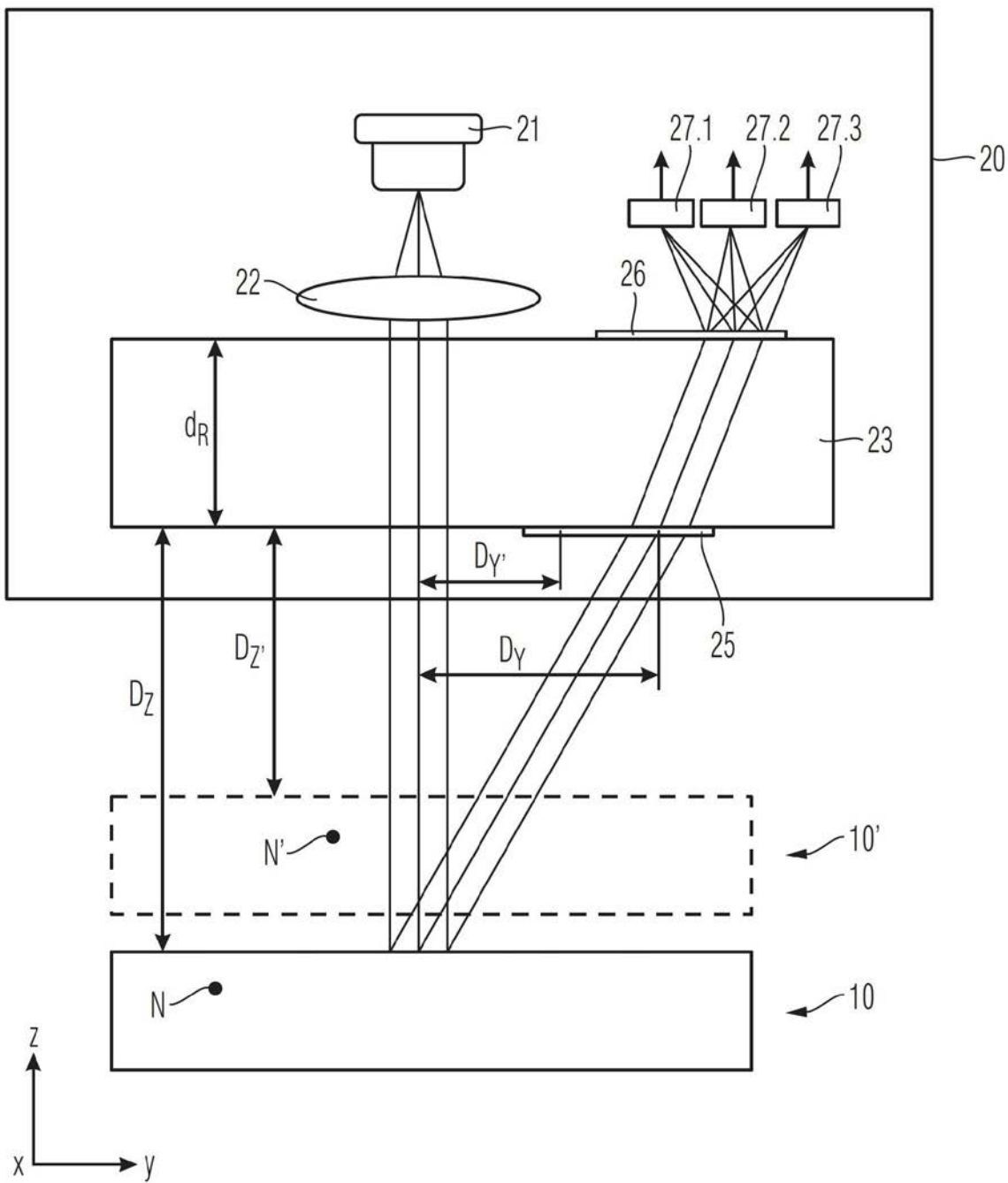


图 5

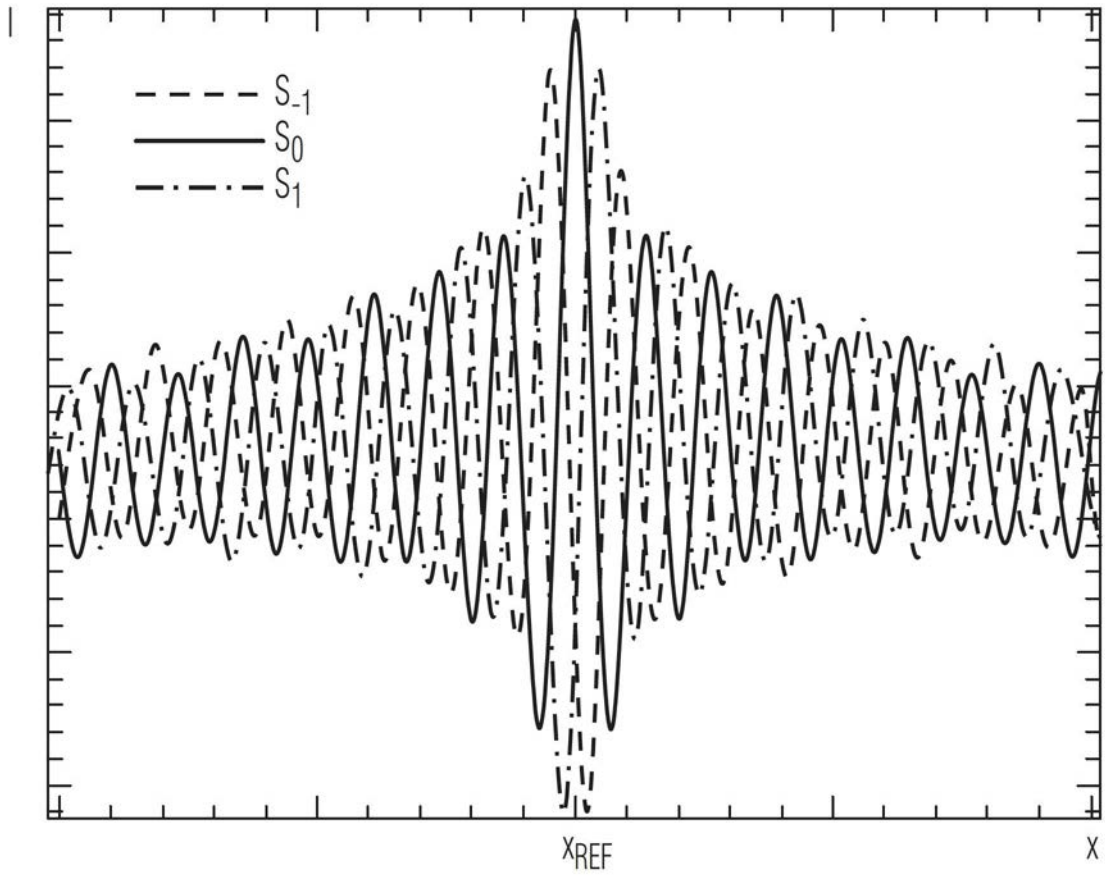


图 6a

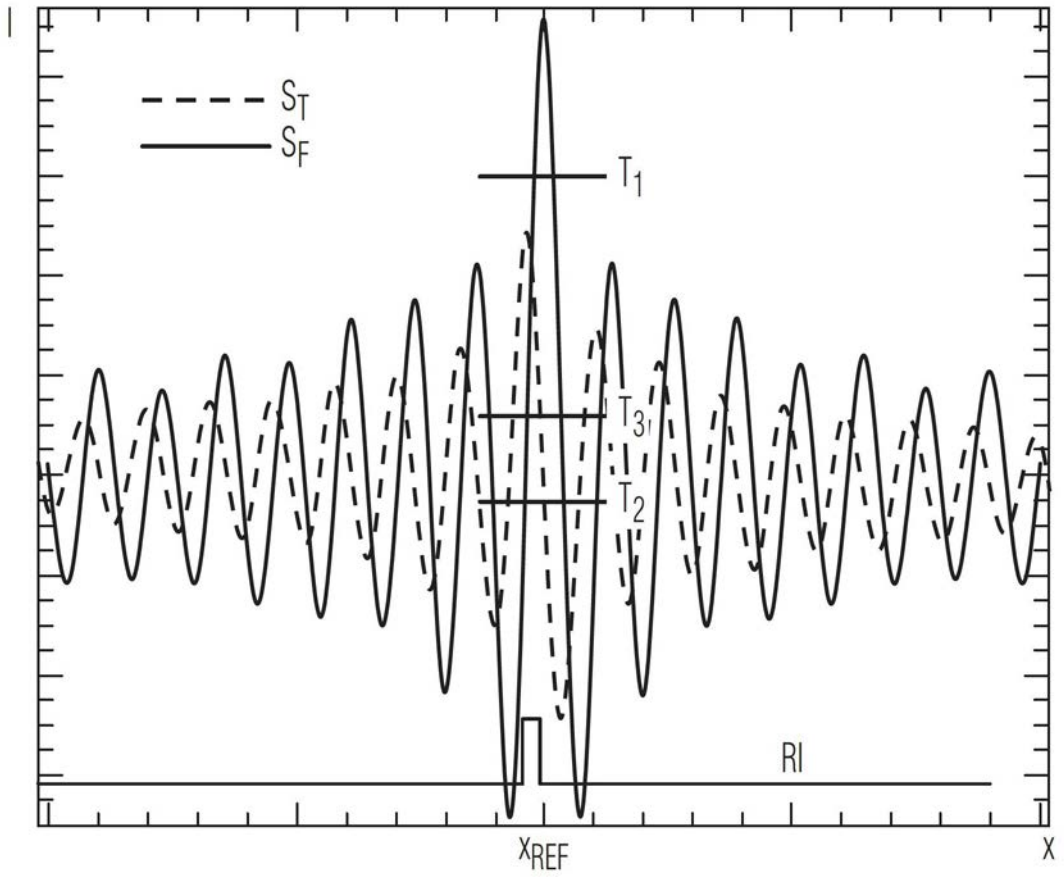


图 6b

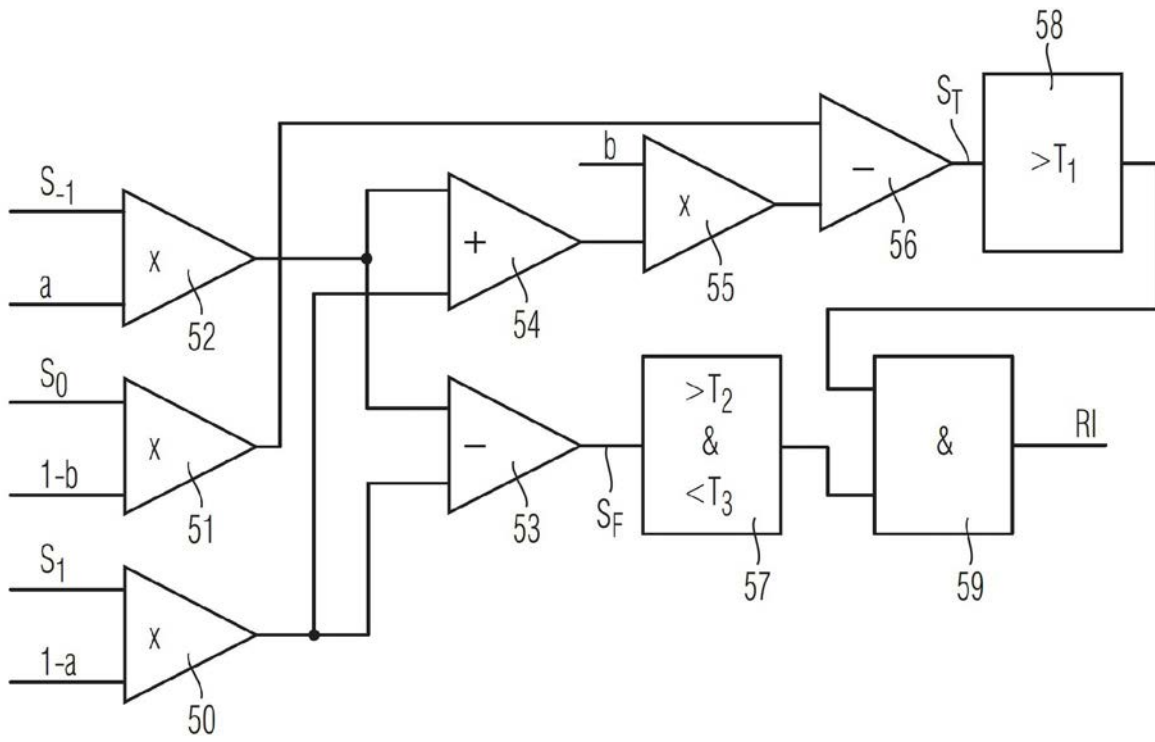


图 7

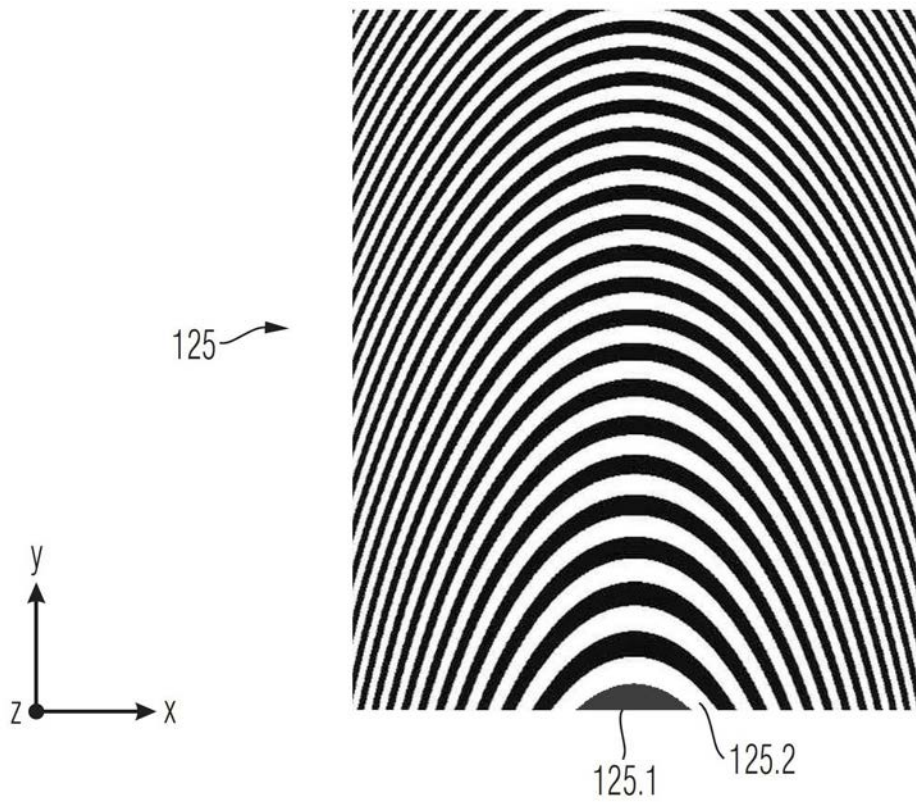


图 8a

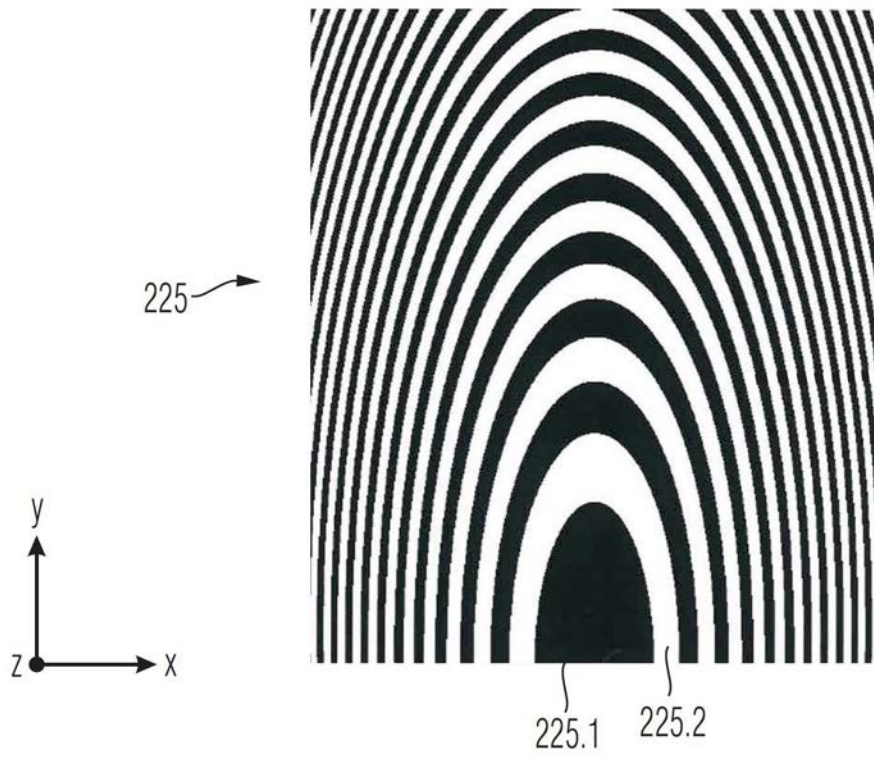


图 8b