



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102052928 B

(45) 授权公告日 2015.09.16

(21) 申请号 201010535749.8

CN 1538149 A, 2004.10.20,

(22) 申请日 2010.11.01

EP 0312332 A2, 1989.04.19,

(30) 优先权数据

US 4812635 A, 1989.03.14,

12/615, 201 2009.11.09 US

CN 1891139 A, 2007.01.10,

(73) 专利权人 株式会社三丰

审查员 马莉

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 埃里克·H·阿尔滕多夫

迈克尔·内厄姆

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 马高平

(51) Int. Cl.

G01D 5/26(2006.01)

G01B 11/02(2006.01)

(56) 对比文件

US 4338722 A, 1982.07.13,

US 4827436 A, 1989.05.02,

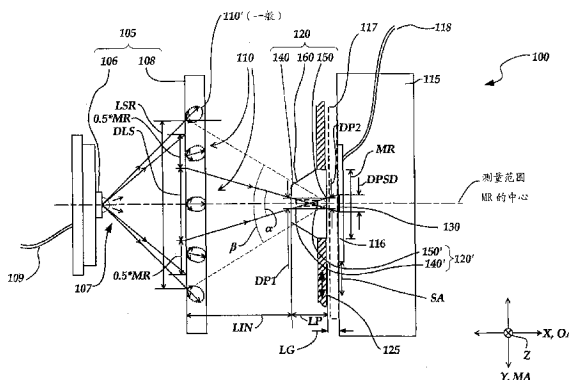
权利要求书3页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

使用位置感应光检测器的线性位移传感器

(57) 摘要

本发明涉及一种位置感应装置,其包括:光源,其沿光轴方向朝向检测器照射漫射源光;和移动孔径组件,其布置在光源和检测器之间,以垂直于光轴方向移动。移动孔径组件包括第一和第二极限孔径,所述极限孔径过滤漫射源光的角度并传输漫射源光以在检测器上形成测量光斑。检测器输出的至少一个信号表示可移动构件沿着测量轴的位置。形成测量光斑的被角向过滤的光线的根据沿着测量轴的位置的角向光强分布的一致性高于光源的角向光强分布。最终生成的测量光斑范围内的、在整个测量范围上的一致的光强分布增强了测量的线性度和精度。



1. 一种位置感应装置,其包括:

漫射光源,其构造成沿着光轴方向 OA 照射漫射源光,所述漫射光源包括至少一个发光部;

位置感应检测器,其相对于所述发光部固定,并且其感应面与所述漫射光源相对并且与所述光轴方向 OA 垂直,其中所述位置感应检测器的感应轴与测量轴对齐,其中所述测量轴的方向横断所述光轴方向 OA ;和

移动孔径装置,其位于所述漫射光源和所述位置感应检测器之间,并且被安装到可移动构件,所述可移动构件在以下测量范围内被线性引导,即沿着测量轴的方向横跨尺寸 MR,所述移动孔径装置构造成接收所述漫射源光并输出一部分漫射源光以在所述位置感应检测器上形成测量光斑,沿着所述测量轴方向移动的、感应的的光斑对应于移动孔径装置沿着所述测量轴方向的位置,

其中,所述位置感应装置被构造成使得:

所述移动孔径装置包括:具有沿着所述测量轴方向的尺寸 DP1 的第一极限孔径和具有沿着所述测量轴方向的尺寸 DP2 的第二极限孔径,其中所述第一极限孔径和第二极限孔径沿着所述光轴方向 OA 彼此隔开距离 LP,其中第二极限孔径更接近所述位置感应检测器,并且 LP 是 DP1 和 DP2 中的较小者的至少 2 倍;

所述孔径装置角向地过滤所述漫射源光,使测量光斑由小于所述漫射源光中包括的光线的未过滤角范围的被过滤的角范围中的光线构成,这些光线来自所述漫射光源的、横跨沿着所述测量轴方向的有效发光尺寸 DLS 的一部分;

与作为所述测量范围内的位置的函数的所述未过滤的角范围包括的光线的角向光强分布相比,所述被过滤的角范围内的光线的角向光强分布更符合作为所述测量范围内的位置的函数;和

所述位置感应检测器输出响应于所述测量光斑的至少一个信号,并且所述至少一个信号表示所述可移动构件沿着所述测量轴方向的位置。

2. 根据权利要求 1 所述的位置感应装置,其特征在于,所述位置感应装置被构造成使得所述有效发光尺寸 DLS 大于所述尺寸 MR 的 0.5 倍。

3. 根据权利要求 1 所述的位置感应装置,其特征在于,所述位置感应装置被构造成使得所述有效发光尺寸 DLS 至少为 $4*DP2$ 。

4. 根据权利要求 1 所述的位置感应装置,其特征在于,所述漫射光源包括漫射器,该漫射器用以接收所述发光部产生的光并射出所述漫射源光。

5. 根据权利要求 4 所述的位置感应装置,其特征在于,所述漫射器相对于所述发光部固定并且所述位置感应装置被构造成使得:

所述漫射器在沿着漫射光源范围的每一处射出漫射光,所述漫射光源范围沿着所述测量轴方向横跨一尺寸 LSR ;和

所述尺寸 LSR 大于 $MR+DLS$ 。

6. 根据权利要求 4 所述的位置感应装置,其特征在于,所述位置感应装置被构造成使所述漫射器安装到所述移动孔径装置并且随所述移动孔径装置移动。

7. 根据权利要求 6 所述的位置感应装置,其特征在于,所述位置感应装置被构造成使得:

所述发光部产生的光在所述漫射器的平面处横跨沿着所述测量轴方向的尺寸 LSR ;和所述尺寸 LSR 大于 MR+DLS。

8. 根据权利要求 1 所述的位置感应装置,其特征在于,所述发光部包括发光材料,所述发光材料在沿着光源范围的每一处从发光表面射出漫射源光,其中所述光源范围跨过沿着测量轴方向的尺寸 LSR ;并且所述位置感应装置被构造成使得尺寸 LSR 大于 MR+DLS。

9. 根据权利要求 1 所述的位置感应装置,其特征在于,所述位置感应装置被构造成使得在发出漫射源光的平面与所述第一极限孔径之间的源间隙尺寸源间隙尺寸 LIN 大于所述距离 LP。

10. 根据权利要求 9 所述的位置感应装置,其特征在于,所述位置感应装置被构造成使得:

所述第二极限孔径和所述感应面的平面隔开一检测器间隙距离检测器间隙距离 LG ;和

比率 LP/LG 至少为 1.0。

11. 根据权利要求 10 所述的位置感应装置,其特征在于,所述位置感应装置被构造成使得所述比率 LP/LG 至少为 2.0。

12. 根据权利要求 1 所述的位置感应装置,其特征在于,还包括位于所述第二极限孔径和所述位置感应检测器之间的透镜,所述透镜被构造用以接收来自所述第二极限孔径的、被角向地过滤的漫射源光,并且将上述光传输到所述感应面上,以形成比无所述透镜的情况下获得的测量光斑更为小型的测量光斑。

13. 根据权利要求 12 所述的位置感应装置,其特征在于,所述透镜包括半球透镜,所述半球透镜以所述透镜的凸形侧朝向所述第一极限孔径的方式装置并且被构造成将所述第一极限孔径的平面上呈现的漫射源光成像在所述感应面上。

14. 根据权利要求 12 所述的位置感应装置,其特征在于,所述透镜包括一种具有折射率至少为 1.6 的材料和蓝宝石材料中的至少一种材料。

15. 根据权利要求 12 所述的位置感应装置,其特征在于,所述位置感应装置被构造成使得:

所述第一极限孔径和所述第二极限孔径中的至少一个极限孔径被沿着垂直于所述测量轴方向的轴拉长 ;和

所述透镜包括沿着垂直于所述测量轴方向的轴被拉长的透镜。

16. 根据权利要求 1 所述的位置感应装置,其特征在于,还包括位于所述第一极限孔径和所述第二极限孔径之间的透镜,所述透镜沿着所述光轴方向与所述第一极限孔径隔开,并且被构造用以接收来自所述第一极限孔径的漫射源光并且将所上述光传输通过所述第二极限孔径并且传输到所述感应面上以形成比在无所述透镜的情况下获得的测量光斑更为小型的测量光斑。

17. 根据权利要求 16 所述的位置感应装置,其特征在于,所述透镜包括半球透镜,所述半球透镜被以所述半球透镜的凸起侧朝向所述第一极限孔径的方式装置,并且被构造成将所述第一极限孔径的平面处呈现的漫射源光成像到所述感应面上。

18. 根据权利要求 16 所述的位置感应装置,其特征在于,所述透镜包括一种具有折射率至少为 1.6 的材料和蓝宝石材料中的至少一种材料。

19. 根据权利要求 16 所述的位置感应装置,其特征在于,所述位置感应装置被构造成使得:

所述第一极限孔径和所述第二极限孔径中的至少一个极限孔径被沿着垂直于所述测量轴方向的轴拉长;和

所述透镜包括沿着垂直于所述测量轴方向的轴被拉长的透镜。

20. 根据权利要求 1 所述的位置感应装置,其特征在于,所述距离 LP 是 DP1 和 DP2 中的较大者的至少 2 倍大。

使用位置感应光检测器的线性位移传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及线性位移传感器,并且更具体地说,涉及使用位置感应光检测器产生所期望的测量信号的线性位移构造。

背景技术

[0002] 已知各种位移传感器,这些位移传感器使用线性可变差动变压器(LVDT)来提供表示位移的信号。该类型的系统使用主螺线管线圈在两个次级螺线管线圈中产生感应电流,各次级线圈中的电流的幅值依赖于在线圈中沿轴线移动的铁磁性磁芯的位置。当次级线圈以相反顺序连接时,铁磁性磁芯的位置可以基于所产生的差动信号来确定。

[0003] 在一些应用中,期望提供以类似于LVDT型传感器的方式提供线性位移信号的光学位移传感器。在Delmas公司提出的美国专利US 4338722('722专利)中公开了该类型的一个现有技术的系统。'722专利公开了具有光源、包括两个光接收器检测器的检测器和具有用以将来自光源的光传输向检测器的开口的移动套筒(stem)。所述移动套筒在两个引导件之间滑动。移动套筒上的在开口上方的盖被设计成相对于两个引导件之间的中心点与套筒端部处的接触端头(contact tip)大致对称,以此作为消除对于套筒的机械游隙的测量敏感性的方法。但是,'722专利不能识别与光源相关联的特定误差。因此,'722专利的装置会受到不期望的信号非线性和/或精度误差的影响。

[0004] 在Kaufmann et al.提交的美国专利4812635('635专利)中公开了一种优良的光源构造,其提供了用于在位置感应装置中实现均匀照明的部件。'635专利的装置包括光源、两个光电二极管和包括孔径的移动膜片(diaphragm)。两个光电二极管产生由从光源穿过膜片上的孔径而到达光电二极管的光的位置所确定的信号。用于均匀照明的部件包括沿着光路的校正过滤器,该过滤器在优选实施方式中包括胶片,该胶片被用在其公称间距处的光源负型曝光。这样的定制过滤器输出公称地具有均一的光强的照明。但是,虽然'635专利提供了沿着测量轴具有均一光强的源光,但对于与光源相关联的特定的其它误差仍不能识别。由此,与'635专利类似,'722专利的装置也受到不期望的信号非线性和/或精度误差的影响。

[0005] 期望能够提供改进的线性和/或精度(例如,相对于'635'专利和722专利的装置)的、简单的光学位置感应装置。

发明内容

[0006] 提供该概要以通过简化的形式说明发明构思的选择,这将在下面的详细说明中进一步具体说明。该概要并不意图标识权利要求主题的关键特性,也并不意图用以帮助确定权利要求主题的范围。

[0007] 简言之,比如上面所列出的、用于光学位置感应装置的现有技术未能充分考虑到来自光源的光的角向光强分布的变动。在这样的装置中,移动孔径线性地移动过照明范围,以沿着检测器移动光斑。但是,该孔径相对于光源发射器还向不同的角度移动。因此,在沿

着测量轴的不同位置处,来自不同的角度集的光线穿过孔径,到达比如'635 专利和'722 专利公开的装置中的光电检测器。所检测的光线的角向变化通常意味着所检测的光斑的位置相对于孔径的沿着测量轴的位置并不总是简单的线性关系。另外,当源光具有非均一的角向光强分布时,所检测的光斑内的光的分布将具有相应的非均一性,该非均一性依赖于孔径的沿测量轴的位置。结果,所检测的测量光斑的重心根据位置而在光斑边界内非线性地变化。这些效果已经在现有技术的装置中引入了不期望的误差,限制了它们的信号的线性度和精度。

[0008] 通过提供被布置成使得测量光斑由角向光强分布在整个测量范围上具有一致性的光形成的光源构造和孔径构造的新的组合,根据本发明的位置感应装置避免了前述的问题。另外,所述装置可以被构造用以优化聚集在测量光斑中的光的量,同时最小化检测器上的测量光斑的尺寸,进一步增强装置的线性度和精度。

[0009] 在各种实施方式中,位置感应装置包括漫射光源、位置感应光电检测器(也简称为检测器)和移动孔径装置。漫射光源被构造成总地沿着光轴方向 OA 照射漫射源光。位置感应光电检测器被相对于漫射光源固定并且以其感应面与漫射光源相对并且近似地与光轴方向 OA 垂直的方式排列,并且其感应轴近似地与测量轴对齐。移动孔径装置位于漫射光源和位置感应光电检测器之间,并且被安装到可移动构件,其中可移动构件在整个测量范围上沿着光轴方向 OA 的横向方向的测量轴方向被线性地引导。移动孔径装置被构造用以接收漫射源光并且输出所述漫射源光的一部分以在位置感应光电检测器上形成测量光斑,沿测量轴方向移动孔径装置所感应的的光斑对应于移动孔径装置沿着测量轴方向的位置。移动孔径装置包括:第一极限孔径,其输入具有沿着测量轴方向的尺寸 DP1 的漫射源光;和第二极限孔径,其输入来自第一极限孔径的漫射源光并将其输出以形成测量光斑。第二极限孔径具有沿着测量轴方向的尺寸 DP2,并且第一极限孔径和第二极限孔径沿着光轴方向彼此隔开距离 LP,其中 LP 是 DP1 和 DP2 中的较小者的至少 2 倍。以此,孔径装置角向地过滤漫射源光,使得测量光斑通常由被过滤的角向范围内的光线构成,其中被过滤的角向范围小于包括在漫射源光中的光线的、未过滤的角向范围。被过滤的角向范围内的光线的角向光强分布根据测量范围中的位置的一致性要高于包括在未过滤的角向范围中的光线根据测量范围中的位置的光强分布。位置感应光电检测器输出至少一个依赖于测量光斑的位置的信号,并且所述至少一个信号表示可移动构件沿着测量轴方向的位置。在一些实施方式中,位置感应光电检测器输出两个依赖于测量光斑的位置的差动信号,并且该两个信号之间的关系表示可移动构件沿测量轴方向的位置。

[0010] 在各种实施方式中,测量范围跨过沿着测量轴方向的尺寸测量范围 MR,并且测量光斑由漫射光源的横跨沿着测量轴方向的有效发光尺寸 DLS 的部分发出的光线形成。在一些实施方式中,如果尺寸有效发光尺寸 DLS 大于尺寸测量范围 MR 的 0.5 倍、或者是尺寸测量范围 MR 的 1.0 倍或者在一些实施方式中更大是有利的。替代地,在一些实施方式中,有效发光尺寸 DLS 具有至少 $2*DP2$ 、或 $4*DP2$ 或者在一些实施方式中更大的值。当尺寸 DLS 较大时,更多的光聚集到测量光斑中,这有助于使信号最大化,同时使测量光斑 130 中的根据测量位置的光强变化最小化。

[0011] 在一些实施方式中,位置感应装置还可以包括定位成接近第二极限孔径的透镜。所述透镜可以构造成对第一极限孔径的平面处呈现的漫射源光成像并将所成的像以比无

透镜的情况获得的测量光斑更为小型化的测量光斑的形式输出到检测器上。在一些实施方式中,透镜可以位于第二极限孔径和检测器之间,以接收来自第二极限孔径的光并传输所述光以在检测器上形成小型化的测量光斑。在一些实施方式中,聚焦透镜可以位于第一极限孔径和与第一极限孔径隔开的第二极限孔径之间,以接收来自第一极限孔径的光并传输所述光通过第二极限孔径,以在检测器上形成小型化的测量光斑。在一个实施方式中,聚焦透镜可以包括半球透镜,其中半球透镜的平的面朝向检测器。在一些实施方式中,透镜可以包括蓝宝石材料或其它高折射率材料。

[0012] 在一些实施方式中,第一极限孔径和第二极限孔径包括圆形孔径。在一些实施方式中,第一极限孔径和/或一些极限孔径可以包括具有垂直于测量轴方向的、比它们沿测量轴方向的尺寸长的较长的尺寸。在一些这样的实施方式中,聚焦透镜可以包括具有处于测量轴方向的长轴的棒形透镜(例如,半柱透镜)。

[0013] 在各种实施方式中,漫射光源至少包括发光部(例如,LED、或OLED等)。漫射光源可以被构造用以沿着横跨在漫射光源的平面处的、沿着测量轴方向的尺寸LSR的光源范围照射漫射源光,其中尺寸LSR大于测量范围MR。在各种实施方式中,尺寸LSR可以大于测量范围MR至少有效发光尺寸DLS的量。

[0014] 在一些实施方式中,漫射光源包括装置用以接收来自固定的发光部所产生的光并将所述漫射源光照射到移动孔径装置的漫射器。在一些实施方式中,漫射器可以包括朗伯漫射器(Lambertian diffuser)和漫射整个更为受限的角向范围上的光的漫射器(例如,全息漫射器)。在一个实施方式中,漫射器可以相对于发光部固定并且被固定的漫射器可以在沿着横跨沿着测量轴方向的尺寸LSR的漫射光源范围上的每一处照射漫射源光。

[0015] 在另一个实施方式中,漫射器可以安装到移动孔径装置并与移动孔径装置一起移动。固定的发光部可以在移动漫射器的平面处产生横跨沿着测量轴方向的尺寸LSR的光(例如,所产生的会漫射过尺寸LSR)。移动漫射器可以在光源范围LSR中的各种位置处接收所产生的光并将漫射源光照射向移动孔径装置,同时与移动孔径装置一起移动。

[0016] 在另一个实施方式中,发光部可以包括发光材料(例如,OLED材料),所述发光材料从沿着跨过沿着测量轴方向的尺寸LSR的光源范围的每一处分布的发光面直接照射漫射源光。

附图说明

[0017] 参考下面的具体说明并结合附图,本发明的前述方面和许多附带优点将更为清楚并且能够更好地理解,其中:

[0018] 图1是用于根据本发明的位置感应装置的第一实施方式的、垂直于测量轴方向的示意性截面图;

[0019] 图2A是类似于图1中的位置感应装置的位置感应装置的、垂直于测量轴方向的示意性截面图,示出了关于用于移动孔径装置在所期望的测量范围外侧的两个假想位置的设计构思;

[0020] 图2B是示意性地示出从可用在图2A中示出的实施方式中的一个示例性检测器的表面上观察到的、五个假想测量光斑中的光强分布的图,其中包括图2A中示出的两个测量光斑;

[0021] 图 3 是用于根据本发明的位置感应装置的第二实施方式的、垂直于测量轴方向的示意性截面图；

[0022] 图 4 是用于根据本发明的位置感应装置的第三实施方式的、垂直于测量轴方向的示意性截面图；

[0023] 图 5 是用于使用类似于图 4 的位置感应装置的位置感应装置的测量仪器 (gauge) 的部件的一个实现的轴测剖视图；和

[0024] 图 6 是用于根据本发明的位置感应装置的第四实施方式的、垂直于测量轴方向的示意性截面图。

具体实施方式

[0025] 图 1 是根据本发明的位置感应装置 100 的第一实施方式的垂直于测量轴方向 MA 的示意性截面图。图 1 示出了标注为 Y 轴方向的测量轴方向 MA、标注为 X 轴方向并且限定为垂直于 Y-Z 平面图的光轴方向 OA, 其中 Y-Z 平面被限定为平行于感应面 116 的平面。位置感应装置 100 包括漫射光源 105、光源电源线或线 109、位置感应光电检测器 115, 其中位置感应光电检测器 115 包括感应面 116、信号线或线 118、保护窗 117 (光学) 和位于漫射光源 105 和位置感应光电检测器 115 之间的移动孔径装置 120。

[0026] 位置感应光电检测器 (或检测器) 115 相对于漫射光源 105 固定并且以其感应面 116 与漫射光源 105 相对且近似地垂直于光轴方向 OA 的方式对准。移动孔径装置 120 位于漫射光源 105 和位置感应光电检测器 115 之间, 并且被安装于沿着光轴方向 OA 的横向方向的测量轴方向 MA 被引导的可移动构件 125。移动孔径装置 120 包括: 第一极限孔径 140, 其具有沿着测量轴方向 MA 的尺寸 DP1; 和第二极限孔径 150, 其具有沿着测量轴方向 MA 的尺寸 DP2。第一和第二极限孔径沿着光轴方向 OA 对准, 并且沿着光轴方向 OA 分离尺寸 LP。第一极限孔径 140 和第二极限孔径 150 可以以孔径体 160 的形式构造成, 或者由分离的部件 (未示出) 的组件构造成。

[0027] 在运行中, 漫射光源 105 被构造成总地沿着光轴方向 OA 照射漫射源光 110。移动孔径装置 120 接收漫射源光 110 并且输出一部分漫射源光以在位置感应光电检测器 115 的感应面 116 上形成测量光斑 130。对应于移动孔径装置 120 的位置, 测量光斑 130 沿着测量轴方向 MA 在检测器 115 上移动过测量范围 MR。位置感应光电检测器 115 通过信号线 118 输出取决于测量光斑 130 沿着测量轴方向 MA 的位置的至少一个信号。在各种实施方式中, 如下是有利的: 输出两个差分信号, 并且两个信号之间的关系表示可移动构件 125 沿着测量轴方向 MA 的位置。例如, 在一个实施方式中, 该位置可以通过关系式 $(A-B)/(A+B)$, 其中 A 和 B 是所述差分信号。这样的关系式对于测量光斑 130 中的平均功率的变化较不敏感。

[0028] 对于移动孔径装置 120, 第一极限孔径 140 输入漫射源光 110, 而第二极限孔径 150 从 140 输入一部分漫射源光 110 并将其输出至测量光斑 130。由于第一极限孔径 140 和第二极限孔径 150 沿着光轴方向 OA 彼此隔开距离 LP, 移动孔径装置 120 角向地过滤漫射源光 110, 使得测量光斑 130 被限制大小并且另外总是由被过滤角范围 α 内的光线构成, 其中角范围 α 小于包括在漫射源光中的光线的未过滤角范围 β , 漫射源光能够通过单个极限孔径被传输。为了实现最为经济并且实用的光源设计, 被过滤角范围角 α 内的光线的、根据测量范围 MR 内的位置的光强分布的一致性高于未过滤角范围角 β 内的光线的、根据测量

范围 MR 内的位置的光强分布,这样改进了位置感应装置 100 的精度,这将在下面更为详细地说明。在一些示例性实施方式中,第一极限孔径 140 和第二极限孔径 150 之间的距离 LP 是它们各自的尺寸 DP1 和 DP2 中的较小者的至少两倍,以提供测量光斑 130 中的光线的所期望的过滤角范围。

[0029] 将会理解,可以用不同的孔径装置提供所期望的角过滤。例如,图 1 中以虚线示出了替代的孔径装置移动孔径装置 120',其包括分别地在尺寸上不同的第一极限孔径第一极限孔径 140' 和第二极限孔径第二极限孔径 150'。应明白,这里示出的移动孔径装置仅是示例性的,而不是限制性的。

[0030] 总的来讲,期望测量光斑 130 的光斑尺寸 DPSD 尽可能的小型化,至少沿着测量轴方向尽可能的小型化。这具有若干的优点,例如,这样可以减小对于测量光斑内的光的光强分布的测量敏感性,并且可以总体上增加信噪比和 / 或检测器 115 的信号的测量精度。对于由移动孔径装置 120 提供的给定的被过滤角范围角 α ,减小第二极限孔径与感应面 116 的平面之间的检测器间隙距离 LG 能够减小测量光斑的尺寸。因此,在各种实施方式中,检测器间隙距离 LG 可以选择成实际上的最小值(例如,在一些实施方式中,最大为 0.5mm、或者 250 μm 、或者在不使用保护窗 117 时甚至为 100 μm 以下)。

[0031] 在一些实施方式中,最小的检测器间隙距离 LG 可以认为是一种设计约束。应明白,对于给定的检测器间隙距离 LG,光斑尺寸 DPSD 相对于孔径尺寸 DP2 的比随第一极限孔径 140 和第二极限孔径 150 之间的距离 LP 的增加而非线性地增加。光斑尺寸 DPSD 的非线性增加在 LP/检测器间隙距离 LG 小于 1.0 时特别迅速(strong)。因此,在各种实施方式中,距离 LP 和 / 或 LG 在一些实施方式中可以选择成使得 LP/检测器间隙距离 LG 至少为 1.0,或者更为优选地,至少为 2.0、或者为 3.0 以上。

[0032] 关于其它的设计考虑,有效发光尺寸 DLS 被限定为产生漫射源光漫射源光 110 的平面(例如,研磨玻璃面)处的、向测量光斑 130 供给光线或能量的尺寸。总体上,就节能、信噪比、和 / 或潜在的光源非均匀性的均一化而言,通常期望有效发光尺寸 DLS 尽可能的大(作为小型化与这里说明的各种其它设计考虑的折中)。对于由移动孔径装置 120 提供的给定的被过滤角范围角 α ,增加产生漫射源光 110 的平面与第一极限孔径 140 之间的源间隙尺寸 LIN 有利于增加有效发光尺寸 DLS 的尺寸。因此,在各种实施方式中,源间隙尺寸 LIN 可以选择成实际上的最大值。

[0033] 在一些实施方式中,光源相对于检测器的总的距离(源间隙尺寸 LIN+LP+LG)可以作为设计约束。因此,在一些实施方式中,如下是有利的:距离 LIN 在一些实施方式中被设置成至少与 LP 一样大、或者等于 1.5*LP、或者为 2.0*LP,以收集和聚焦源光成为小型的测量光斑 130。在一些实施方式中,源间隙尺寸 LIN 可以简单地制作成如实际的那样大(例如,在一些实施方式中,至少为 500 μm 、或者为 1mm、或者为 1.5mm 以上)。在一些实施方式中,尺寸 DLS 大于尺寸 MR 的 0.5 倍、或者大于尺寸 MR 的 1.5 倍或者更大是有利的。替代地,在一些实施方式中,有效发光尺寸 DLS 具有至少为 2*DP2、或者为 4*DP2、或者在一些实施方式中为更大的值。当尺寸 DLS 较大时,更多的光被集中到测量光斑中,这有助于使信号最大化并且使测量光斑 130 的光强的随测量位置的变化最小化。

[0034] 在下面参考图 2A 说明有效发光尺寸 DLS 的其它的考虑。

[0035] 关于其它的设计考虑,总体上,根据本发明的漫射光源在整个光源范围上或者在

尺寸 LSR 上发出漫射源光,其中光源范围或者尺寸 LSR 被沿着测量轴方向限定于射出漫射源光的平面。光源范围 LSR 比测量范围 MR 大。在各种实施方式中,LSR 比测量范围 MR 大至少有效发光尺寸 DLS 的量,如图 1 中所示和参考图 2A 和图 2B 的更为详细的说明。在图 1 中所示的实施方式中,漫射光源 105 包括发光部和漫射器 108,其中发光部包括通过电源线 109 供电以产生漫射光线 107 的固定的 LED106(其可以包括透镜)。108 被定位成远离 LED 106,使得漫射光线 107 扩展至所期望的光源范围 LSR。在运行中,LED 106 向漫射器(例如,向最接近 LED 106 的研磨玻璃面)108 发出 LED 光的漫射光线 107 的漫射光线。漫射器 108 漫射 LED 光漫射光线 107 的光线以射出漫射源光 110。在一些实施方式中,漫射器 108 可以包括朗伯漫射器(例如,乳色玻璃(opal glass)漫射器),其可以近似地如图 1 中示出的漫射光强分布标识 110' 所示意性地标识地漫射光。其它的实施方式可以使用更为有效的漫射器,所述更为有效的漫射器在相对于光轴方向更受限制的整个角范围上以更均匀的光强漫射光(例如,全息漫射器)。例如,可以购买到 Barrington, NJ 的 Edmund Optics Inc. 制造的 Techspec UV Fused Silica Ground Glass Diffusers 作为高效的非朗伯漫射器。应明白,图 1 中示出的漫射光源 105 构造仅是示例性的,并不是限制性的。例如,在一些实施方式中,漫射光源可以包括发光部,所述发光部包括从延伸过整个光源范围 LSR 的发光面直接发出漫射源光 110 的 OLED 或其它的发光材料。

[0036] 图 2A 和图 2B 是具有对准的 X-Z 平面的相关图示,其示出了位置感应装置 200 并说明了与针对测量范围 MR 内的全部测量位置在测量光斑中保持均匀的光强分布相关的各种设计考虑。除非另外说明,图 2A 和图 2B 中的具有与图 1 中的 1XX 序号相同的“XX”后缀的 2XX 序号标识类似的或相同的元件。因此,总体上可以通过与图 1 类比来理解位置感应装置 200 的运行,这里仅说明其运行的特定方面。

[0037] 关于测量光斑 230,由于移动孔径装置 220 使用先前列出的角过滤原理,形成测量光斑 230 的边缘的光线的夹角并不随测量位置而变化(与现有技术的装置相比)。结果,限制了视差效应,并且测量光斑 230 的边界精确地对应于移动孔径装置 220 的平移而平移。但是,如先前所列出的,位置感应光电探测器 215 输出同样取决于测量光斑 230 的光强重心(intensity centroid)的信号。因此,光强分布在测量光斑 230 内的沿着感应轴线 SA 的一致性对于提供在整个测量范围上具有良好的线性和精度的测量信号也是非常重要的。下面将进一步说明图 2B 中示出的、测量光斑内的说明性光强分布。总的来讲,对于特定的测量位置,这样的光强分布对应于被过滤角范围 α 内的光的(沿感应轴线的方向 SA)源光光强分布。图 2A 中示出了可以确定源光光强分布的、在各种测量位置处的一些考虑。

[0038] 图 2A 是与图 1 中的位置感应装置类似的位置感应装置 200 的垂直于测量轴方向的示意性截面图的图示。特别地,图 2A 示出了关于移动孔径装置 220 的、对应于不期望的测量光斑示例(或测量光斑)230A 和 230E 的两个假想位置(分别以附图标记后缀 E 和 E 标注)。为说明本发明是如何避免现有技术的装置中所可能出现的问题,并允许使用相对小型化和简单的光源和检测器,两个位置 A 和 E 对应于所期望的测量范围 MR 外侧的位置,以示出在测量范围 MR 的极端情况下可能发生的、在测量光斑中的潜在问题。

[0039] 简言之,测量光斑 230A 和 230E 是不期望的,因为它们的光强分布不均匀,这会由于漫射源光 210 中的不均匀的光强特性而发生,如下所述。如图 2A 所示,测量光斑 230E 可

以接收来自极限 LED 光线 207Exr 的光线 210Exr。例如,极限 LED 光线 207Exr 可以到达漫射器 208 的漫射面,并且在漫射面处以近似朗伯漫光强分布被漫射,所述光线偏离光轴方向 OA 的量对应于所述光线在漫射器 208 上的入射角,近似地如极限光线光强分布指示图 (indicator) 210'Ex 所示。极限光线 210Exr 是结果生成的光线,该光线落在极限光线光强分布标识漫射源光 210'Ex 和测量光斑 230E 的位置之间的被过滤角范围 α 中。极限光线 210Exr 具有低的光强,如其在光强分布指示图 210'Ex 中的角分量的幅值及源光光强分布 210E-ID 中的相应的分量的光强幅值所示。

[0040] 源光光强分布 210E-ID 也反映了在被过滤角范围 α 中分布的并且由此到达测量光斑 230E 的其它源光线的相对光强。可以通过与上述的说明类比来理解源光线在源光光强分布 210E-ID 内的其它位置处的所标识的光强。由于图 2A 中所示构造的对称性,与测量光斑 230A 的位置对应的源光光强分布 210A-ID 与源光光强分布 210E-ID 成镜像。在图 2B 中分别示出了相应的测量光斑光强分布 230A-ID 和测量光斑 230E-ID。

[0041] 图 2B 是示意性地示出感应面 216 上的两个不期望的测量光斑 230A 和测量光斑 230E、及三个期望的测量光斑 230B、230C 和 230D 的图示。如沿着测量光斑 230A- 测量光斑 230E 中的点划线 290 的位置所看到的,相应的光强分布 230A-ID 到 230E-ID 被示意性地示出为平行于 XZ 平面的投影图。

[0042] 如图 2B 所示,不均匀的源光光强分布 230A-ID 和测量光斑 230E-ID 导致产生了不均匀的测量光斑光强分布 230A-ID 到 230E-ID,并且所检测的光强重心测量光斑边界将显著地偏斜(沿相反方向)。如果测量范围被扩展以包括位置 A 和 E,则偏斜的光强重心将导致显著的信号非线性和精度误差。与之相比,测量光斑 230B、230C、230D 具有相对均匀的测量光斑光强分布 230B-ID、230C-ID 和 230D-ID,因为如上面所列出的,它们不接收与所产生的 LED 光 207 的和 / 或漫射源光漫射源光 210 的极限扩张角 (divergence angle) 相关联的低光强光线。由此,与测量范围 MR 对应的、所检测的测量光斑 230 的光强重心相对于光斑边界并不显著地偏斜,从而产生线性信号和良好的精度。

[0043] 对于需要小型装置的实际应用,漫射光源 205 的尺寸(例如,其沿着光轴方向 OA 的尺寸和沿着光源范围 LSR 的尺寸)可以被约束成相对于测量范围较小。将理解,假定在这样的应用中必须满足约束与设计的折中,通过排除与所产生的 LED 光 207 的和 / 或漫射源光 210 的极限扩张角相关联的低光强光线及在接近光源范围 LSR 的端部处可能出现的其它光强不连续性因素,由移动孔径装置 220 提供的角向过滤角 α 在提供整个测量范围上的测量光斑 230 中的一致的光强分布方面起着重要作用。

[0044] 关于图 3、图 4 和图 5,图 3 是根据本发明的位置感应装置位置感应装置 300 的第二实施方式的、垂直于测量轴方向的示意性截面图。图 4 是根据本发明的位置感应装置位置感应装置 400 的第三实施方式的、垂直于测量轴方向的示意性截面图。图 5 是作为类似于图 4 的位置感应装置 400 的位置感应装置的一个实现的测量仪器 (gauge) 500 轴测剖视图。除非另外指出,图 3、图 4 和图 5 中的具有相同“XX”后缀的 3XX、4XX 和 5XX 序号表示功能上类似或相同的元件。另外,除非另外指出,具有与图 1 中的 1XX 序号相同的“XX”后缀的 3XX、4XX 和 5XX 序号表示功能上类似或相同的元件。由此,总体上可以通过与先前的说明类比来理解位置感应装置 300、位置感应装置 400 和位置感应仪器 500 的操作,并且这里仅说明它们的操作的特定方面。

[0045] 关于图 3, 位置感应装置 300 与图 1 和图 2 中的位置感应装置 100 和位置感应装置 200 的主要差别在于位置感应装置 300 还包括位于第二极限孔径 350 和位置感应检测器 315 之间的透镜 365。总体上, 透镜 365 接收来自第二极限孔径 350 的角向过滤的光并且将所述光以测量光斑 330 的形式传输到感应面 316 上, 其中测量光斑 330 比无透镜 365 时获得的测量光斑小。在一些实施方式中, 透镜 365 被构造成将第一极限孔径 340 的平面处的漫射源光成像到感应面 316 上。应理解, 透镜 365 可以允许使用较大的间隙距离 LG (在第二极限孔径和感应面 316 之间), 同时仍提供小型化的测量光斑 330。这在使用保护窗 317 时特别地有用, 因为保护窗 317 需要使用较大间隙尺寸 LG。在图 3 所示的实施方式中, 透镜 365 包括具有半径 R 和折射率 n 的半球透镜, 其提供了 $f = R/(n-1)$ 的焦距。如通过分析或者实验能够建立起来的, 用以实现最为小型化的测量光斑 330 的、优化的透镜设计和定位与理想成像的情况中所期望的可能有一定偏差。应理解, 使用小的间隙尺寸 LG (用于小型化设计) 使光斑尺寸 DPSD 最小化需要短的焦距。由此, 透镜 365 有利地具有较高的折光率 n 值 (例如, 折光率 n 至少为 1.6), 或者具有小的半径 R, 或者满足这两个要求。具有小的半径 R 值的实施方式的光行差要小于具有较大的半径 R 值的透镜 635 的实施方式。由此, 对于相同的焦距, 具有高的折光率 n 的透镜 635 的实施方式具有的光学品质要高于具有较小的折光率 n 的透镜 635 的实施方式。因此, 在一些实施方式中, 透镜 365 包括蓝宝石材料, 或者其它高折光率的材料。蓝宝石透镜是有利的, 因为它具有比普通的光学玻璃 N-BK (n = 1.51) 高的折光率 (n = 1.76)。

[0046] 图 4 示出了位置感应装置 400, 其包括透镜 465 以提供类似于上面参考图 3 列出的优点。位置感应装置 400 与位置感应装置 300 之间的主要差别在于透镜 465 被定位在第一极限孔径 440 和第二极限孔径 450 之间, 并且沿着光轴方向 OA 与第一极限孔径隔开。透镜 465 接收来自第一极限孔径的光并且将所述光传输通过第二极限孔径以在感应面 316 上形成小型化的测量光斑 430。另外, 在各种实施方式中, 有利的地是以先前关于图 3 中的透镜 365 所述的方式构造透镜 465。应理解, 在图 4 中的构造中, 根据先前列出的原理, 通过考虑到透镜 465 提供对于光线的偏转, 第一极限孔径 440 和第二极限孔径 450 仍可以构造用以提供测量光斑 430 中的被角向过滤的光。在一些实施方式中, 位于透镜 465 和检测器 415 之间的分隔的孔径可以省略, 可以考虑通过透镜 465 的尺寸来提供限定被过滤的角向范围角 α 的第二极限孔径。

[0047] 图 5 是作为类似于图 4 中示意性地示出的位置感应装置 400 的位置感应装置的一个实现的位置感应仪器 (gauge) 500 轴测剖视图。如图 5 中所示, 位置感应仪器 500 另外包括安装元件 570。LED 源 506、漫射器 508 和位置感应光电检测器 515 通过被安装到安装元件 570 而彼此相对地固定。安装元件 570 另外可以接收沿着测量轴方向 MA 引导可移动构件 525 的线性运动的轴承或者弯曲部分 (flexure) (未示出)。在图 5 所示的实施方式中, 第二极限孔径 550 被整合到可移动构件 525 的构造中。

[0048] 图 6 是根据本发明的位置感应装置 600 的第四实施方式的、垂直于测量轴方向的示意性截面图的图示。除非另外指出, 图 6 中的具有与图 1 和图 2 中的 1XX 和 2XX 相同的“XX”后缀的 6XX 序号表示功能上类似或相同的元件。由此, 总体上可以通过与先前的说明类比来理解位置感应装置 600 的操作, 并且这里仅说明它们的操作的特定方面。

[0049] 关于图 6, 位置感应装置 600 与图 1 和图 2 中的位置感应装置 100 和 200 的主要

区别在于漫射光源 605 包括通过漫射器保持件 627 安装到移动孔径装置 620 的移动漫射器 608。固定的发光部（例如，LED 606）可以产生在移动漫射器 608 的平面 608-P 处横跨沿着测量轴方向测量轴方向测量轴方向 MA 的尺寸光源范围 LSR 的光 607。移动漫射器 608 可以接收光源范围 LSR 中的各位置处所产生的光 607，并在随移动孔径装置 620 移动的状态下将漫射源光 610 射向移动孔径装置 620。如先前所述列出的，移动孔径装置 620 向测量光斑 630 提供被角向过滤的光。将能明白，位置感应装置 600 的移动漫射器特性可以与参考图 1-5 说明的各种其它特性（例如，各种尺寸关系、透镜装置等）组合使用。另外，在一些实施方式中，至少漫射光源 605 的移动漫射器 608 可以定位成沿光轴方向 OA 比图 6 中所示地更接近移动孔径装置 620，使得可以减小至少所述移动孔径装置漫射器 608 的尺寸。由此，将会明白图 6 中所示的构造仅是示例性的，而不是限定性的。

[0050] 应明白，尽管在上面列出的实施方式中已经示出或隐含了圆形第一和第二极限孔径，但在各种其它的实施方式中，允许第一和第二极限孔径中的一个或者两者都是沿垂直于测量轴方向的轴线的、稍微的拉长孔，以使额外的光通过到达检测器并提高装置的信号强度。在这样的使用透镜的实施方式（例如，与使用透镜 365 和 465 类似）中，透镜可能包括沿着与拉长的孔径相同的方向拉长的透镜（例如，棒形透镜，或者半柱透镜）。

[0051] 虽然已经示出和说明了本发明的优选实施方式，对于本领域的技术人员，基于本公开对所示出和所说明的特性的装置及运行顺序进行多种变化是明显的。由此，应该明白在不偏离本发明的精神和范围的前提下，能够进行各种改变。

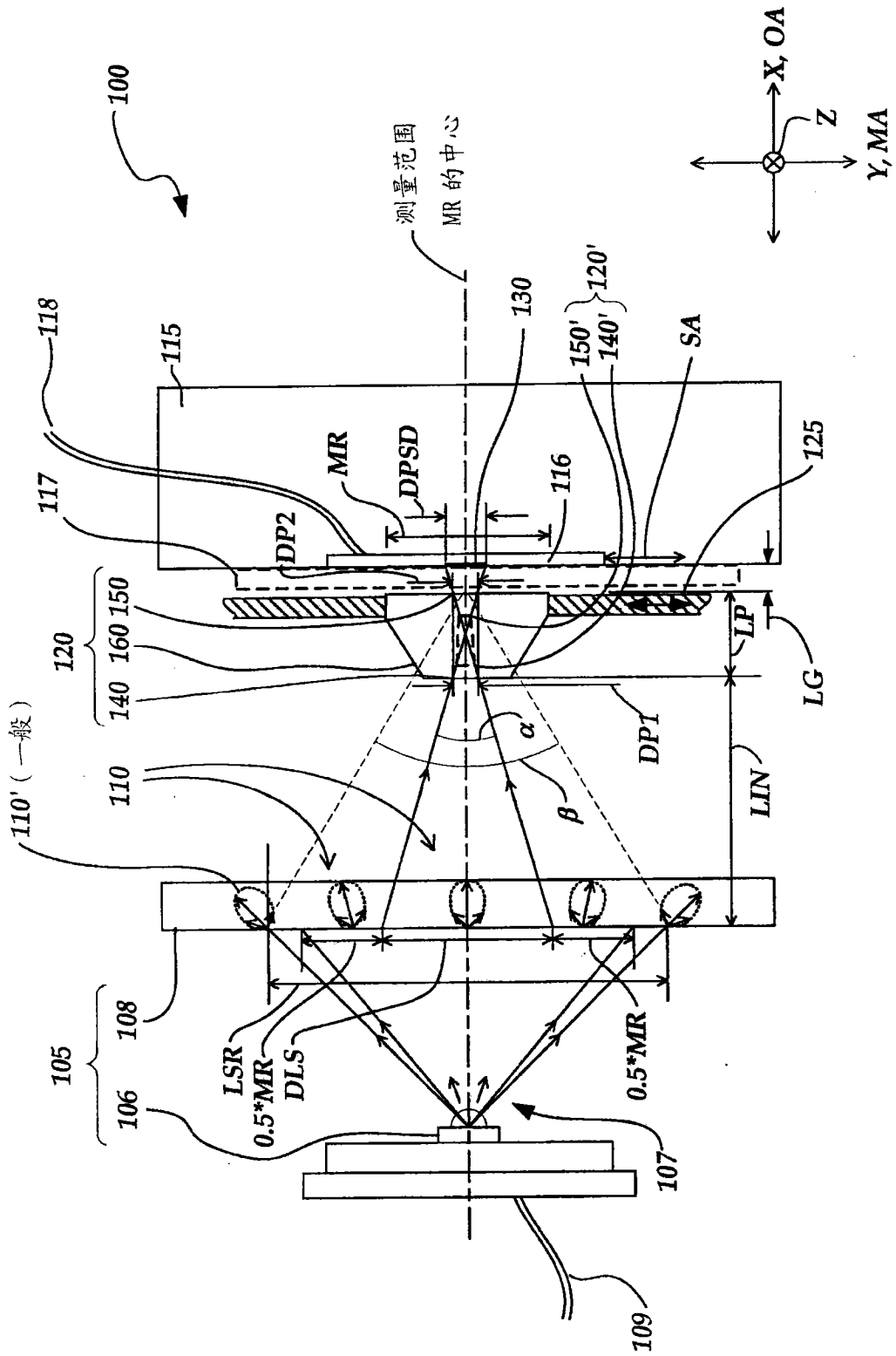


图 1

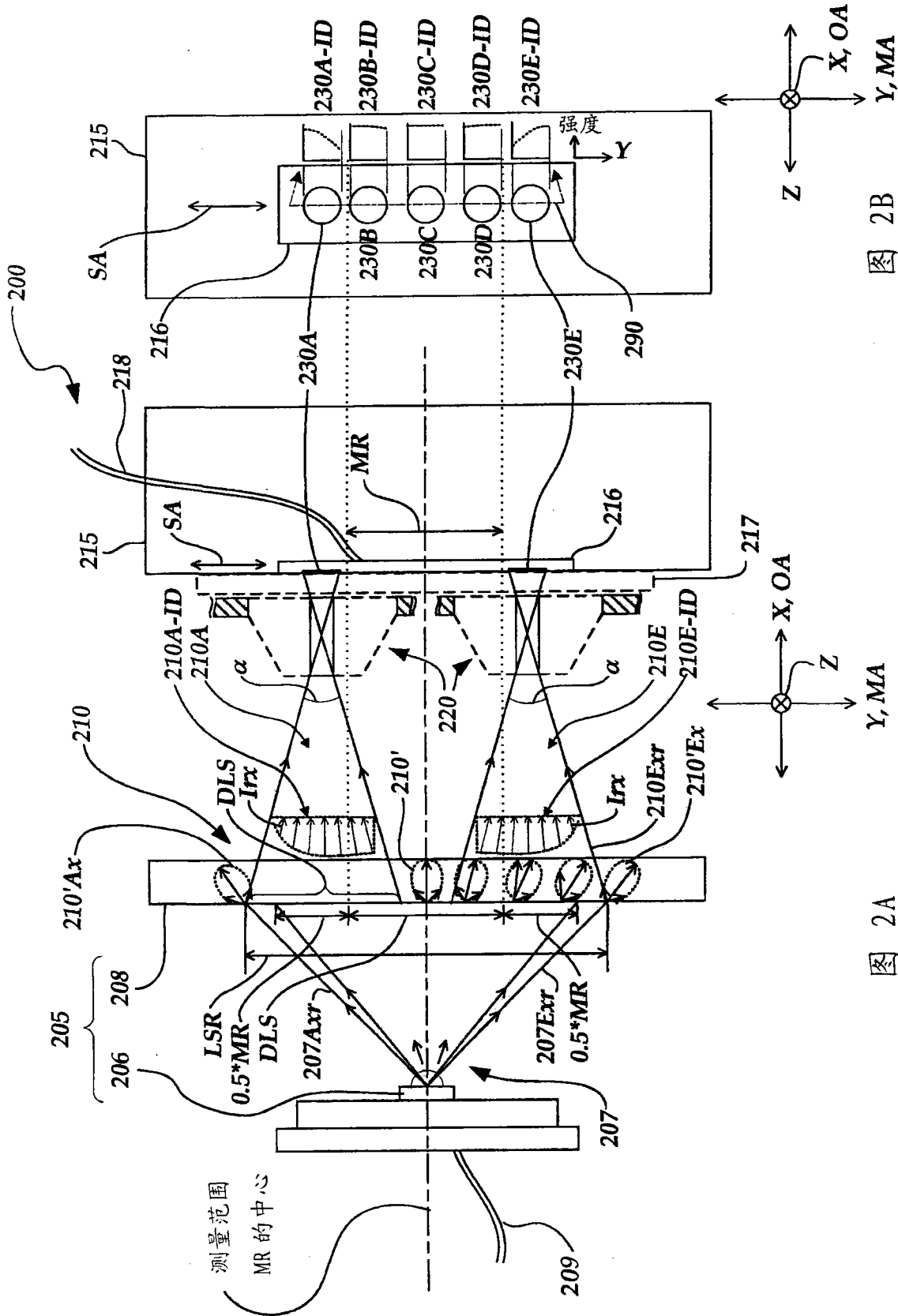


图 2B

图 2A

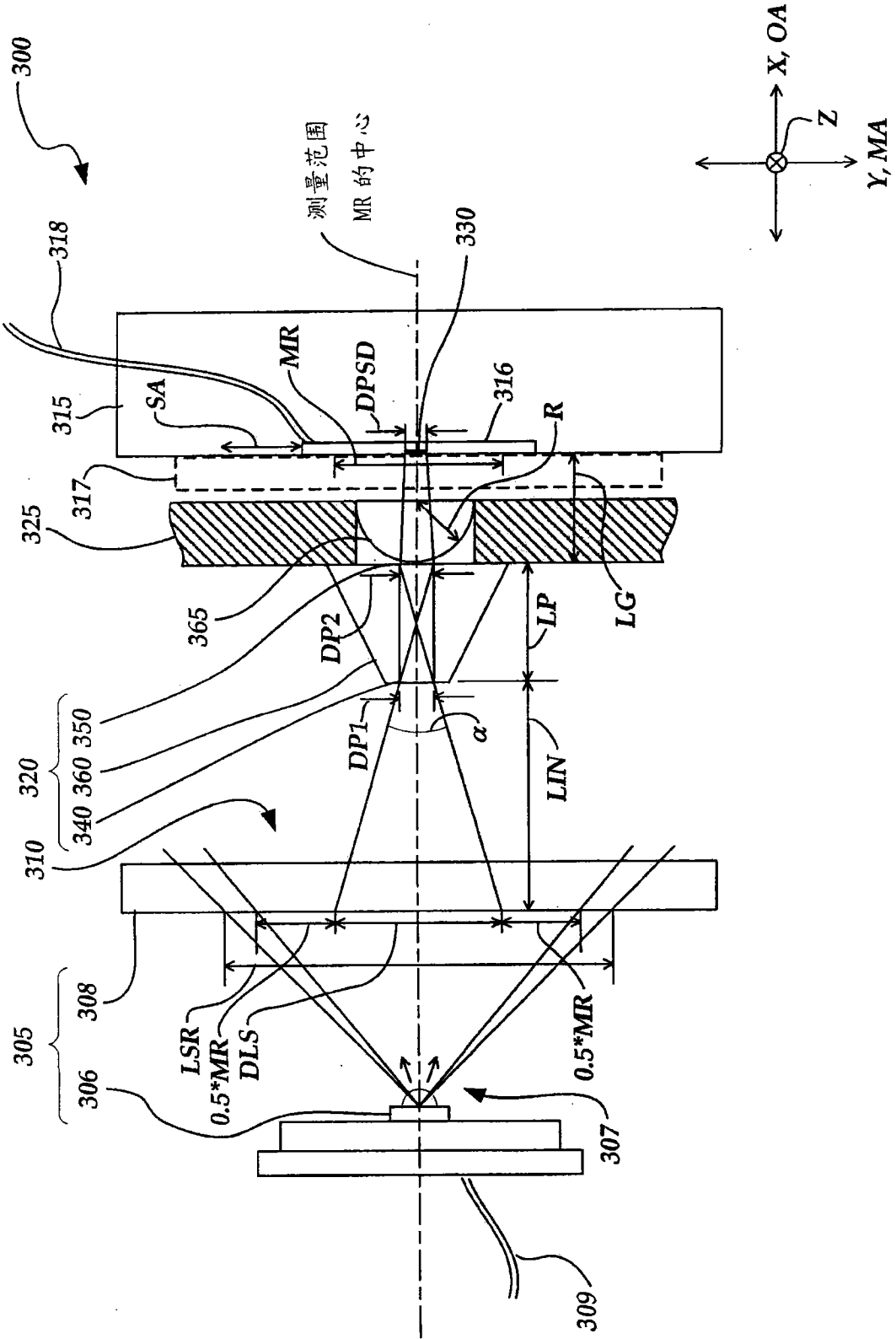


图 3

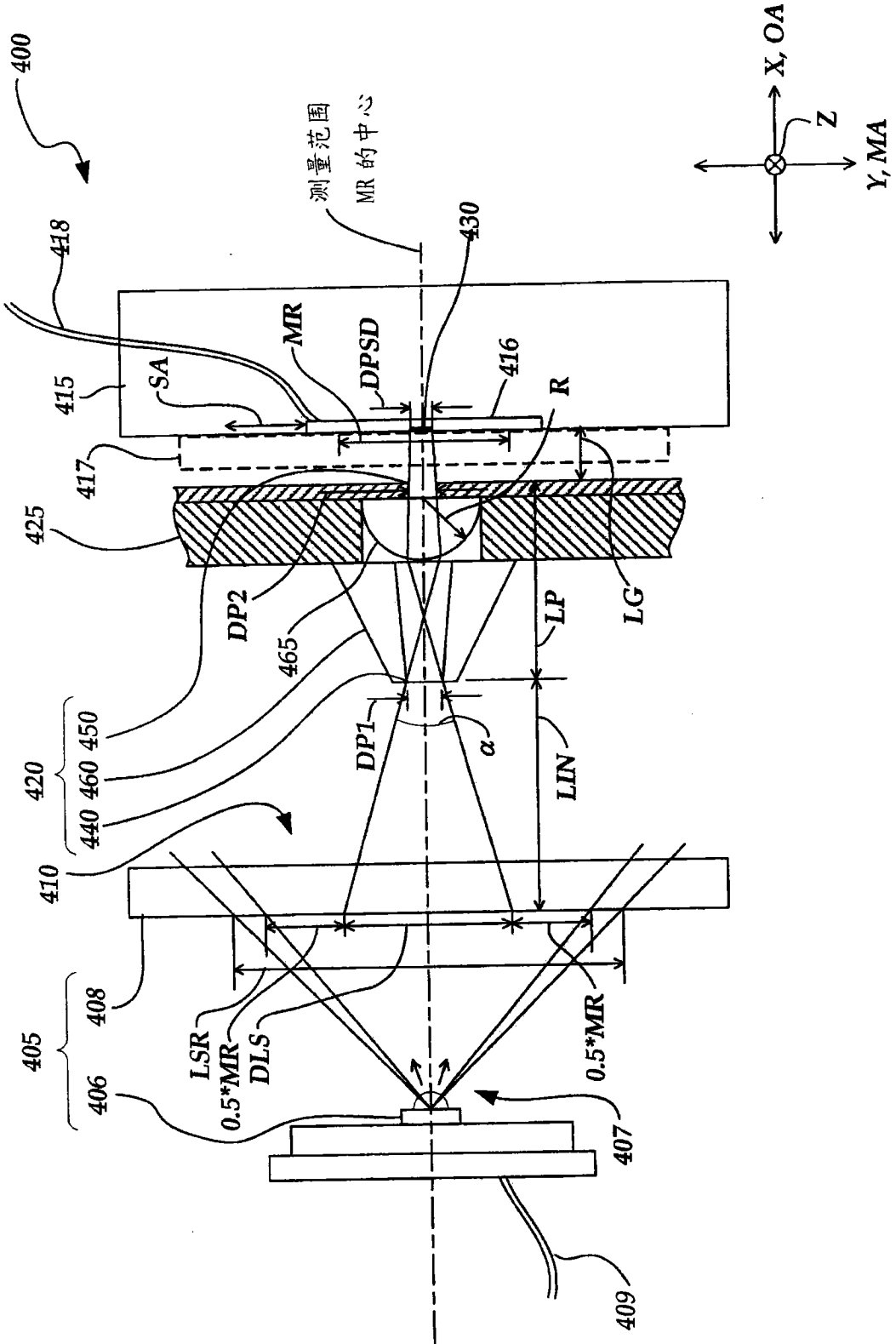


图 4

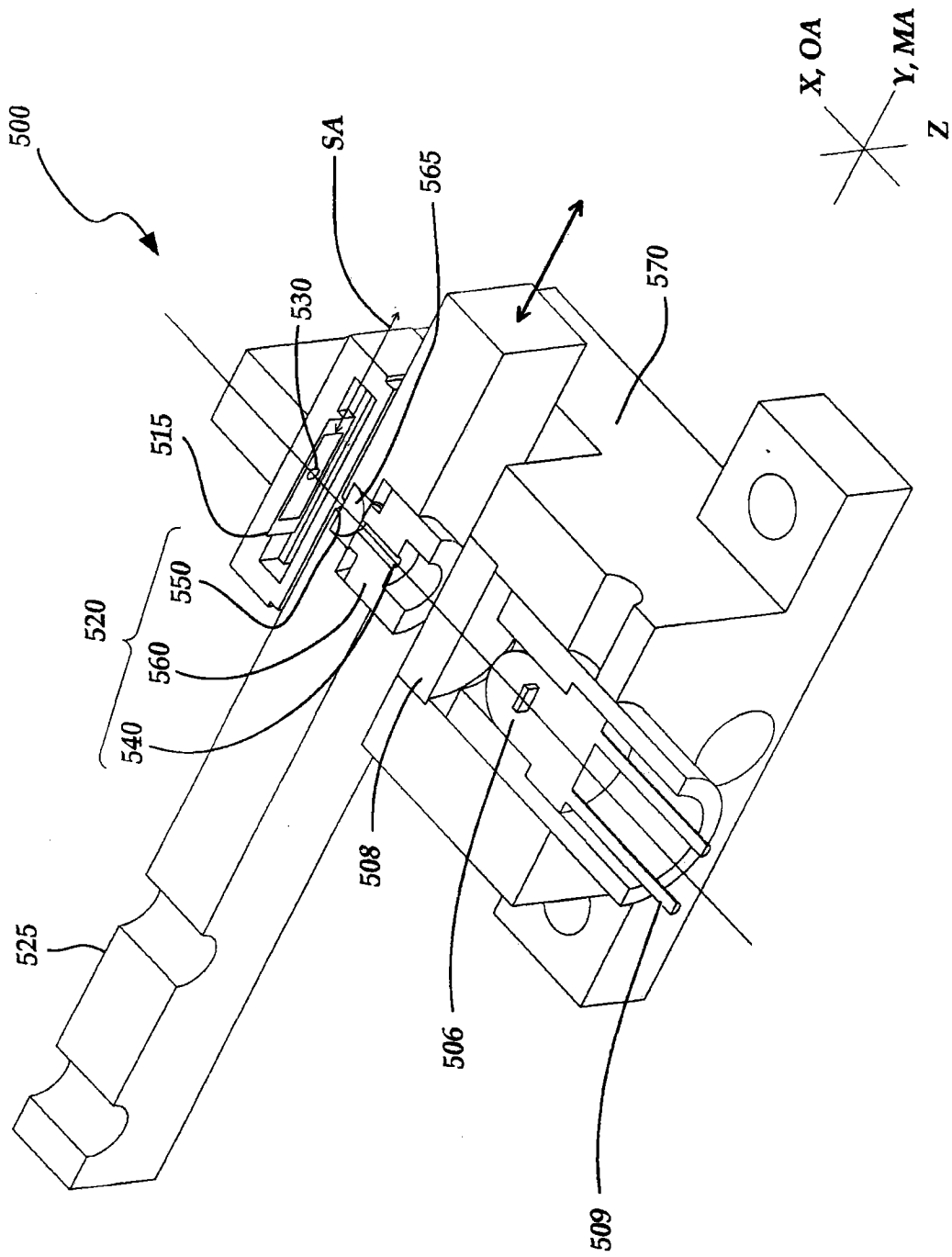


图 5

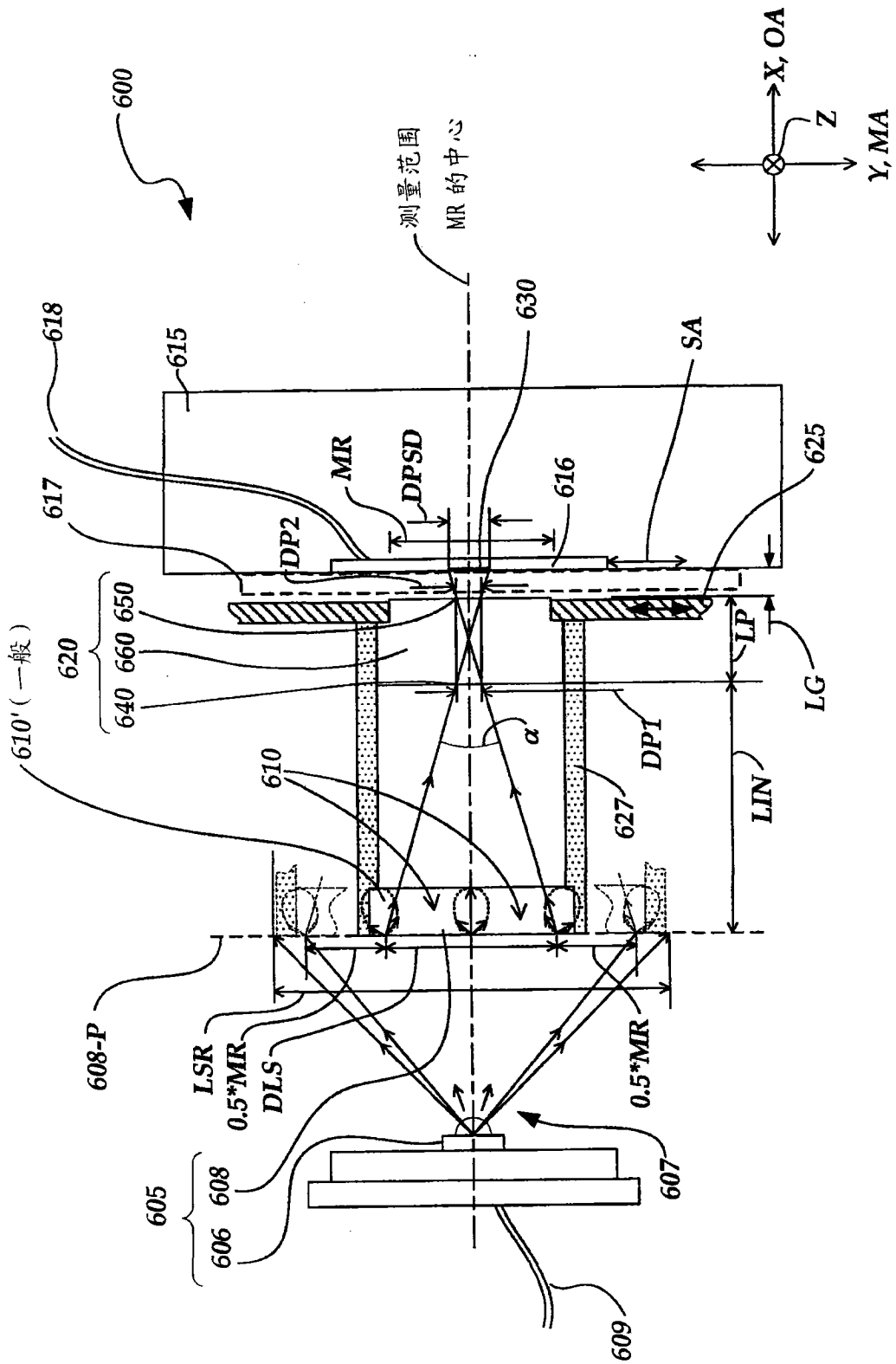


图 6