



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102735163 B

(45)授权公告日 2017. 05. 10

(21)申请号 201210091968.0

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2012.03.30

G01B 9/02(2006.01)

G03F 7/20(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 102735163 A

审查员 乐兵兵

(43)申请公布日 2012.10.17

(30)优先权数据

2006496 2011.03.30 NL

(73)专利权人 迈普尔平版印刷IP有限公司

地址 荷兰代尔夫特

(72)发明人 G·德博尔 T·A·乌姆斯

N·弗奇尔 G·C·A·库维利尔斯

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 陈芳

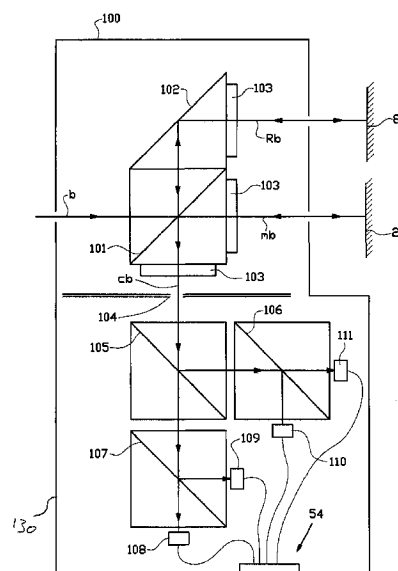
权利要求书2页 说明书10页 附图14页

(54)发明名称

干涉仪模块

(57)摘要

本发明涉及一种适用于测量参考反射镜和测量反射镜之间的位移的方向的差分干涉仪模块。在实施例中,差分干涉仪模块适用于将三种参考光束向着第一反射镜发射并将三种测量光束向着第二反射镜发射,以便确定所述第一反射镜和所述第二反射镜之间的位移。在优选实施例中,该同一模块也适用于测量绕两个垂直轴的相对旋转。本发明还涉及一种用于测量这样的位移和旋转的方法。



1. 一种光刻系统,包括:

激光器单元 (31), 用于产生相干的激光束 (b);

真空壳体 (2);

位于所述真空壳体 (2) 内的框架 (4); 位于所述真空壳体 (2) 内的光学柱 (36) 安装到所述框架 (4), 以将图案投射到目标上, 其中所述光学柱 (36) 设置有第二反射镜 (81);

位于所述真空壳体 (2) 内的目标载体, 用于使所述目标相对于所述光学柱 (36) 移动, 其中所述目标载体设置有第一反射镜 (21);

差分干涉仪模块 (60), 用于接收所述相干的激光束 (b), 所述干涉仪模块 (60) 被布置为在所述第一反射镜 (21) 上发射测量光束 (Mb) 以及在所述第二反射镜 (81) 上发射参考光束 (Rb), 所述干涉仪模块 (60) 被构造为相对于所述第一反射镜 (21) 和第二反射镜 (81) 之间的相对位置提供一个或多个输出信号,

所述系统还包括:

控制器 (95), 用于基于所述一个或多个输出信号来控制所述目标载体相对于所述光学柱 (36) 的移动, 所述控制器 (95) 耦接到所述干涉仪模块 (60) 以接收所述一个或多个输出信号, 所述控制器被包含在所述系统中且位于所述真空壳体 (2) 外部, 以及

光纤 (92);

其中所述激光器单元 (31) 被包含在所述系统中且位于所述真空壳体 (2) 外部, 所述干涉仪模块 (60) 安装到所述真空壳体 (2) 内的框架 (4) 上并且包括输入, 该输入经由光纤 (92) 耦接到所述激光器单元 (31)。

2. 根据权利要求1所述的光刻系统, 所述干涉仪模块包括:

光束组合器 (101), 用于将所述测量光束 (Mb) 和所述参考光束 (Rb) 的反射光组合成组合光束 (Cb);

非偏振分束器 (105), 用于将所述组合光束分成第一分光束和第二分光束, 每一种分光束包含所述测量光束和所述参考光束的分量;

第一偏振分束器 (106), 用于将所述第一分光束分成具有第一偏振的第一偏振光束和具有第二偏振的第二偏振光束;

第二偏振分束器 (107), 用于将所述第二分光束分成具有第三偏振的第三偏振光束和具有第四偏振的第四偏振光束;

第一、第二、第三和第四检测器 (108, 109, 110, 111), 用于分别检测所述第一偏振光束、所述第二偏振光束、所述第三偏振光束和所述第四偏振光束的光束能量, 以及提供所述一个或多个输出信号,

其中, 所述第一偏振光束、所述第二偏振光束、所述第三偏振光束和所述第四偏振光束的所述偏振是不同的偏振。

3. 根据权利要求2所述的光刻系统, 其中所述控制器 (95) 还被构造为基于由所述第一、第二、第三和第四检测器检测到的光束的光束能量来控制所述目标载体相对于所述光学柱 (36) 的移动。

4. 根据权利要求2所述的光刻系统, 其中所述干涉仪模块 (60) 还被构造为向着所述第一反射镜和相应的第二反射镜发射两种另外的测量光束和两种对应的另外的参考光束, 其中, 所述光束组合器还适用于将所述另外的测量光束和所述对应的另外的参考光束的反射

光组合成两种另外的组合光束,该两种另外的组合光束与所述组合光束平行,其中,所述非偏振分束器被布置用于将所述另外的组合光束分成另外的第一分光束和另外的第二分光束,并且,其中,所述第一偏振分束器和所述第二偏振分束器被布置用于分别将所述另外的第一分光束和所述另外的第二分光束分成另外的第一、第二、第三和第四偏振光束,所述另外的第一、第二、第三和第四偏振光束被引导到另外的第一、第二、第三和第四检测器上。

5. 根据权利要求4所述的光刻系统,其中所述干涉仪模块(60)还包括阻挡元件,该阻挡元件包括三个可变光阑,其中,所述阻挡元件被布置在所述光束组合器和所述非偏振分束器之间,用于分别部分地阻挡所述组合光束和所述两种另外的组合光束。

6. 根据权利要求2所述的光刻系统,其中所述光束组合器被固定地附接到所述非偏振分束器,从而形成宏元件。

7. 根据权利要求2或6所述的光刻系统,其中所述干涉仪模块包括:

光束源,适用于提供三种相干光束;

分束器单元,适用于将所述三种相干光束分成相应对的测量光束和相关联的参考光束,其中,三种测量光束入射在第一反射镜上,并且,其中,三种参考光束入射在能够相对于所述第一反射镜移动的第二反射镜上,

其中,所述光束组合器被布置用于将每一种反射的测量光束和其相关联的反射的参考光束组合,从而形成三种组合光束。

8. 根据权利要求7所述的光刻系统,其中所述分束器单元包括单一分束器,用于将所述三种组合光束分成三个测量光束/参考光束对。

9. 根据权利要求7所述的光刻系统,其中所述分束器单元适用于非共面地发射所述三种测量光束,并且/或者适用于非共面地发射所述三种参考光束。

10. 根据权利要求7所述的光刻系统,还包括光束路径分离器,该光束路径分离器被布置在所述分束器单元和所述反射镜之间,并且,被布置用于引导所述三种测量光束。

11. 根据权利要求10所述的光刻系统,其中,第一入射测量光束和第二入射测量光束横越第一平面,第二入射测量光束和第三入射测量光束横越第二平面,该第二平面与第一平面成角度 α ,第一入射参考光束和第二入射参考光束横越第三平面,第二入射参考光束和第三入射参考光束横越第四平面,该第四平面与第三平面成相同的角度 α 。

12. 根据权利要求11所述的光刻系统,其中,所述第二平面和所述第四平面重合。

13. 根据权利要求7所述的光刻系统,其中,所述三种入射测量光束相互平行,并且/或者,所述三种入射参考光束相互平行。

14. 根据权利要求7所述的光刻系统,其中,所述三种入射测量光束中的每一种与其相关联的入射参考光束平行。

15. 根据权利要求7所述的光刻系统,其中,所述分束器和所述光束组合器被包括在单一集成单元中。

干涉仪模块

技术领域

[0001] 本发明涉及一种适用于测量参考反射镜和测量反射镜之间的位移的干涉仪模块，其中，参考反射镜例如被设置在曝光工具的光学柱上，测量反射镜例如被设置在可以相对于光学柱移动的曝光工具的目标载体上。本发明还涉及包括这种干涉仪模块的光刻系统(lithography system)和用于测量这种位移的方法。

背景技术

[0002] 美国专利No.7224466提供了一种用于沿着两个轴测量测量反射镜和参考反射镜之间的位移的小型差分干涉仪。该干涉仪使用共享的测量和参考光束，所述共享的测量和参考光束在这些共享的光束被分成与该干涉仪的测量轴相对应的各个光束之前分别从测量反射镜和参考反射镜反射。通过使测量光束和参考光束在相应的测量反射镜和参考反射镜中实质上反射两次，扩展光束路径并提高干涉仪的分辨率。已知的干涉仪模块的缺点在于，它不能使用所述模块来毫无疑义地确定所述测量反射镜和所述参考反射镜之间的位移的方向，即，它们是更靠近在一起还是远离。

[0003] 本发明的目的在于提供一种允许确定测量反射镜和参考反射镜之间的位移的方向的干涉仪模块。

发明内容

[0004] 根据第一方面，本发明提供一种适用于向着相应的测量反射镜和参考反射镜发射测量光束和相关联的参考光束的干涉仪模块，所述干涉仪模块包括：光束组合器，用于将所述测量光束和所述参考光束的反射光组合成组合光束；非偏振分束器，用于将所述组合光束分成第一分光束和第二分光束，每一种分光束包含所述参考光束和所述测量光束的分量；第一偏振分束器，用于将所述第一分束器分成具有第一偏振的第一偏振光束和具有第二偏振的第二偏振光束；第二偏振分束器，用于将所述第二分光束分成具有第三偏振的第三偏振光束和具有第四偏振的第四偏振光束；第一、第二、第三和第四检测器，用于分别检测所述第一、第二、第三和第四偏振光束的光束能量，其中，所述第一、第二、第三和第四偏振光束的所述偏振是不同的偏振。四个检测器提供四种干涉信号，其中，每一种干涉信号通常是相对于其它信号在相位上偏移的正弦信号。因此，可以确定所述测量反射镜和所述参考反射镜之间的位移的方向。而且，通过使用四种信号之间的内插方法(interpolating method)，可以提高测量的分辨率。相干光束是内部相干的，但是并不一定相对于彼此相干。组合光束由反射的参考光束和相关联的反射的测量光束形成，所述反射的参考光束和相关联的反射的测量光束在其相应的光束检测器处至少部分地重合。

[0005] 在实施例中，干涉仪模块还适用于向着所述测量反射镜和相应的参考反射镜发射两种另外的测量光束和两种对应的另外的参考光束，其中，所述光束组合器还适用于将所述另外的测量光束和所述对应的另外的参考光束的反射光组合成另外的组合光束，该另外的组合光束基本上与所述组合光束平行，其中，所述非偏振分束器被布置用于将所述另外

的光束分成另外的第一分光束和另外的第二分光束,并且,其中,所述第一偏振分束器和所述第二偏振分束器被布置用于分别将所述另外的第一分光束和所述另外的第二分光束分成另外的第一、第二、第三和第四偏振光束,所述另外的第一、第二、第三和第四偏振光束被引导到另外的第一、第二、第三和第四检测器上。优选地,另外的测量光束包括与所述测量光束平行的两种光束,其中,所述测量光束和另外的测量光束是向着测量反射镜非共面地发射的。同样地,另外的参考光束优选地包括与所述参考光束平行的两种光束,其中,所述参考光束和另外的测量光束是向着参考反射镜非共面地发射的。因此,测量光束可以限定两个基本上垂直的平面,并且,参考光束也是如此。使用这样模块,可以沿着至少三个测量轴确定所述参考反射镜和所述测量反射镜之间的相对位移。根据检测到的光束能量,可以确定沿着方向x的位移、以及绕轴Ry和Rz的旋转,方向x沿着测量光束,轴Ry和Rz相互垂直并与方向x垂直。由于同一非偏振分束器用来将所有的组合光束分成所述第一分光束和所述第二分光束,所以不需要针对每一种组合光束来校准若干不同的这样的分束器。

[0006] 在实施例中,干涉仪模块还包括阻挡元件,该阻挡元件包括三个可变光阑,所述阻挡元件被布置在所述光束组合器和所述非偏振分束器之间,用于分别部分地阻挡所述组合光束和所述两种另外的组合光束。可变光阑起到滤出所谓的Jung频率(Jung-frequency)的作用,并且/或者确保只有每一种组合光束的中心部分到达非偏振分束器的作用。

[0007] 在实施例中,所述阻挡元件包含硅,与例如铝相比,硅对热变形相对不敏感。优选地,使用光刻技术来制造阻挡元件。

[0008] 在实施例中,所述第一偏振分束器相对于所述第二偏振分束器旋转45度。

[0009] 在实施例中,所述第一偏振分束器适用于分离所述第一分光束,使得所述第一偏振光束具有平行的偏振,并且所述第二偏振光束具有垂直的偏振,并且,其中,所述第二偏振分束器适用于分离所述第二分光束,使得所述第三偏振光束具有45度的偏振,并且所述第四偏振光束具有135度的偏振。

[0010] 在实施例中,所述非偏振分束器与所述第一偏振分束器和/或所述第二偏振分束器直接相邻。

[0011] 在实施例中,所述光束组合器被固定地附接到所述非偏振分束器,从而形成宏元件(macro element)。与在所述光束组合器和非偏振分束器是分离的元件时相比,这种宏元件在运输期间对振动和未对准敏感。

[0012] 在实施例中,使用光学中性的粘合剂将所述非偏振分束器固定地附接到所述第一偏振分束器和/或所述第二偏振分束器。由此,所述非偏振分束器与第一和第二偏振分束器可以被形成为宏元件。除了对振动和/或未对准的较低的敏感度以外,使用这样的光学中性的粘合剂还减少在光束横跨具有不同折射率的材料之间的多个界面时发生的光的损耗。

[0013] 在实施例中,所述参考反射镜被固定地附接在所述干涉仪模块内。参考光束由此保持在该模块内,然而,测量光束被发射到该模块之外的测量反射镜。因此,干涉仪模块适用于测量指示所述测量反射镜和所述干涉仪模块之间的位移的信号。

[0014] 在可替换的实施例中,所述干涉仪模块是差分干涉仪模块,该差分干涉仪模块还包括:光束源,适用于提供三种相干光束;分束器单元,适用于将所述三种光束分成相对应的测量光束和相关联的参考光束,其中,三种测量光束入射在第一反射镜上,其中,三种参考光束入射在可以相对于所述第一反射镜移动的第二反射镜上,其中,所述光束组合器被

布置用于将每一种反射的测量光束和其相关联的反射的参考光束组合成所述组合光束中的组合光束。该模块将所述参考光束和所述测量光束分别发射到所述参考反射镜和测量反射镜,即,所述参考光束和测量光束都被发射到该模块之外的位置。差分干涉仪模块适用于沿着三个非共面的测量轴测量所述测量反射镜和所述参考反射镜之间的位移。因此,例如,可以使用单一干涉仪模块来沿着三个不同的测量轴确定所述反射镜之间的相对位移。

[0015] 在实施例中,所述分束器单元包括单一分束器,用于将所述三种光束分成三个测量光束/参考光束对。

[0016] 在实施例中,所述光束检测器均包括用于检测对应的组合光束的强度或能量的光束强度检测器或光束能量检测器。可替换地,光束检测器可以均包括用于发射在其上的光束的光功率或能量的光检测器。

[0017] 在实施例中,分束器单元适用于非共面地发射所述三种测量光束,并且/或者适用于非共面地发射所述三种参考光束。因此,根据本发明的干涉仪模块可以确定沿着方向x的所述反射镜之间的位移和绕方向 R_y 和 R_z 的旋转,其中,方向 R_y 和 R_z 相互垂直并与方向x垂直。

[0018] 在实施例中,第一入射测量光束和第二入射测量光束横越第一平面,第二入射测量光束和第三入射测量光束横越第二平面,该第二平面与第一平面成角度 α ,第一入射参考光束和第二入射参考光束横越第三平面,第二入射参考光束和第三入射参考光束横越第四平面,该第四平面与第三平面基本上成相同的角度 α 。

[0019] 在实施例中,所述角度 α 是 90° 。

[0020] 在实施例中,第二平面和第四平面基本上重合。

[0021] 在实施例中,三种入射测量光束基本上相互平行,并且/或者,三种入射参考光束基本上相互平行。

[0022] 在实施例中,所述三种入射测量光束中的每一种基本上与其相关联的入射参考光束基本上平行。

[0023] 在实施例中,所述第一反射镜和所述第二反射镜与所述模块分隔开。

[0024] 在实施例中,所述模块的内部基本上被固体材料(优选地,固化的环氧树脂,更优选地, **Stycast**[®]) 填充。由于该模块的光学元件由此被牢固地保持在合适的位置,所以该模块对由于振动或处理所引起的对准误差较不敏感。

[0025] 在实施例中,分束器和光束组合器被包括在单一集成单元中。

[0026] 根据第二方面,本发明提供一种干涉仪模块,该干涉仪模块包括:光源,适用于提供三种相干光束;分束器,适用于将所述三种光束分成相应对的测量光束和相关联的参考光束,其中,三种测量光束入射在第一反射镜上,三种参考光束入射在可以相对于所述第一反射镜移动的第二反射镜上,其中,所述光束组合器被布置用于将每一种反射的测量光束与其相关联的反射的参考光束组合成组合光束;以及壳体,其中,所述分束器和所述光束组合器被布置在壳体内,并且,所述壳体具有第一组的三个孔和第二组的三个孔,所述第一组的三个孔用于允许所述三种测量光束和所述三种反射的测量光束从所述壳体内到所述壳体之外的通过以及从所述壳体之外到所述壳体内的通过,所述第二组的三个孔用于允许所述三种参考光束从所述壳体内到所述壳体之外的通过以及从所述壳体之外到所述壳体内的通过。

[0027] 根据第三方面,本发明提供一种光刻系统,该光刻系统包括根据前述权利要求中的任何一项的干涉仪模块,所述系统还包括:光学柱,用于将图案投射到目标上;目标载体,用于相对于光学柱移动所述目标;控制器,用于控制所述目标载体相对于光学柱的移动,其中,目标载体被设置有第一反射镜,并且,其中,光学柱被设置有第二反射镜,其中,所述干涉仪被布置用于将所述测量光束发射在所述第一反射镜上并将所述参考光束发射在所述第二反射镜上,其中,所述控制器适用于基于由所述第一、第二、第三和第四检测器检测到的光束的能量来控制所述目标载体相对于所述光学柱的移动。光刻系统优选地是适用于在目标载体相对于投影光学器件移动的期间将所述图案投射到所述目标上的光刻系统。更优选地,光刻系统是适用于将多种细带电粒子束(charged particle beamlet)投射到所述目标上的带电粒子光刻系统。

[0028] 根据第四方面,本发明提供一种使用根据前述权利要求中的任何一项的干涉仪模块来确定测量反射镜相对于参考反射镜的位移的方法,所述方法包括下述步骤:分别在所述第一、第二、第三和第四检测器处测量所述第一偏振光束、所述第二偏振光束、所述第三偏振光束和所述第四偏振光束的能量;作为所述第一和第二测量的能量之间的差,提供第一位移信号;以及作为所述第三和第四测量的能量之间的差,提供第二位移信号。可替换地,代替测量能量,可以测量光束强度。

[0029] 在本说明书中描述和示出的各种方面和特征在任何可能的时候可以被独立地应用。这些独立的方面,特别地,在所附的从属权利要求中描述的方面和特征,可以成为分案专利申请的主题。

附图说明

[0030] 基于在附图中示出的示例性实施例对本发明进行说明,在附图 中:

[0031] 图1A示意性地示出根据本发明的差分干涉仪模块的横截面侧视图,

[0032] 图1B示出使用图1A的差分干涉仪模块获得的信号的曲线图,

[0033] 图2A示意性地示出与图1A的差分干涉仪模块类似的差分干涉仪模块的横截面侧视图,其中,下部的光学元件彼此相邻,

[0034] 图2B示意性地示出与图1A的差分干涉仪模块类似的差分干涉仪模块的横截面侧视图,其中,下部的光学元件使用光学中性的粘合剂被相互附接,

[0035] 图3A和3B示意性地示出其中所有的光学元件相邻从而形成单一单元的实施例,

[0036] 图4示意性地示出用于发射三种非共面的测量光束和对应的参考光束的本发明的实施例,

[0037] 图5示意性地示出本发明的实施例,该实施例还包括两个光束路径调节器,用于分别改变参考光束和测量光束之间的相互距离,

[0038] 图6A和6B示出根据本发明的光刻系统的示意性侧视图,

[0039] 图6C示出根据本发明的光刻系统的另一实施例的示意性侧视图,

[0040] 图7A和7B分别示出根据本发明的差分干涉仪模块的示意性前视图和等角图(isometric view),

[0041] 图8A和8B示出根据本发明的的差分干涉仪模块的横截面侧视图和横截面俯视图,

[0042] 图9A和9B分别示出根据本发明的包括两个干涉仪模块的光刻系统的俯视图和侧

视图。

[0043] 在附图中：

[0044]	LB	激光束
[0045]	b	相干光束
[0046]	cb	组合光束
[0047]	cb1,cb2,cb3	组合光束
[0048]	b1,b2,b3	相干光束
[0049]	rb1,rb2,rb3	参考光束
[0050]	rb	参考光束
[0051]	mb1,mb2,mb3	测量光束
[0052]	mb	测量光束
[0053]	sig1,sig2,sig3,sig4	强度信号
[0054]	1	光刻系统
[0055]	2	真空壳体
[0056]	3	电子光学器件
[0057]	4	框架
[0058]	5	投影光学器件
[0059]	6	晶片台
[0060]	7	晶片
[0061]	8	万向架(kinematic mount)
[0062]	9	台架(stage)
[0063]	10	多个细曝光束(exposure beamlet)
[0064]	11	台架
[0065]	21,21A,21B	第一反射镜
[0066]	31	激光器单元
[0067]	32,34,42	分束器
[0068]	33,35,43	棱镜
[0069]	36	光学柱
[0070]	37	光轴
[0071]	51,52,53	光检测器
[0072]	54,58	信号线
[0073]	55	干涉仪的电子器件
[0074]	56	测量第二反射镜相对于第一反射镜的位置
[0075]	57	对准传感器
[0076]	59,61	真空馈通线
[0077]	60,60A,60B	干涉仪头/干涉仪模块
[0078]	62,63,64	万向架
[0079]	65	对准标记
[0080]	66	夹盘(chuck)

[0081]	67	投影光学器件的致动器
[0082]	71,72,73	用于测量光束的孔
[0083]	74,75,76	用于参考光束的孔
[0084]	81,81A,81B	第二反射镜
[0085]	91	真空馈通线 (feed-through)
[0086]	92	光纤
[0087]	94	信号处理模块
[0088]	95	台架控制器
[0089]	100,200,300,400	干涉仪模块/干涉仪头
[0090]	101	偏振分束器
[0091]	102	棱镜
[0092]	103	四分之一波片
[0093]	104	可变光阑
[0094]	105	非偏振分束器
[0095]	106,107	偏振分束器
[0096]	108,1081,1082,1083	检测器
[0097]	109,1091,1092,1093	检测器
[0098]	110,1101,1102,1103	检测器
[0099]	111,1111,1112,1113	检测器
[0100]	121,122	弦曲线
[0101]	130	壳体
[0102]	140	阻挡元件
[0103]	141,142,143	可变光阑
[0104]	121,181	光束路径调节器

具体实施方式

[0105] 图1A示出根据本发明的干涉仪模块100的优选实施例的细节。单一相干光束b被发射到偏振分束器101上,该偏振分束器101将光束b分成偏振测量光束Mb和相关联的偏振参考光束Rb。在通过偏振分束器101之后,测量光束Mb通过四分之一波片103。入射的测量光束然后被第一反射镜21反射回去,并再次通过四分之一波片103。随后,反射的测量光束被偏振分束器101反射通过可变光阑140。

[0106] 类似地,形成参考光束Rb的相干光束的一部分被棱镜102反射通过四分之一波片103并入射在第二反射镜81上。参考光束Rb然后被反射镜81反射回去,并且再次通过同一四分之一波片103,其后,它被棱镜102反射,向着可变光阑104通过偏振分束器101。

[0107] 因此,当干涉仪模块是有源的(active)时,组合光束Cb通过可变光阑104。非偏振分束器105将组合光束分成两种,其中,该组合光束被分成的两个组合光束部分包含反射的参考光束的一部分和反射的测量光束的一部分二者。这两个光束部分又分别被偏振分束器106和107分离。偏振分束器106相对于偏振分束器107旋转45度。因此,产生分别具有平行的偏振、垂直的偏振、45度的偏振和135度的偏振的四种不同的组合光束部分。检测器108、

109、110和111将这四种组合光束部分的强度分别转换为第一信号sig1、第二信号sig2、第三信号sig3和第四信号sig4。分束器和光束组合器被布置在模块的壳体130内。

[0108] 图1B示出当例如包括测量反射镜的目标载体相对于投影光学器件以恒定的速度移动时的所述信号sig1和sig2之间的差、以及所述信号sig3和sig4之间的差的曲线图,其中,该投影光学器件例如包括参考反射镜。该曲线图示出用来确定晶片台(wafer table)位移并因而确定晶片台位置的两条正弦曲线121、122。

[0109] 当仅有单一正弦曲线可用时,可能难以确定在发生从峰值水平到更低水平的强度的变化时的相对移动的方向,因为晶片台向着光学柱移动以及远离光学柱移动都会导致更低的强度信号。根据本发明,通过使用彼此异相(例如,以45度的异相)的两条正弦曲线,可以随时确定移动的方向。使用两条曲线而不是一条曲线的另一优点在于,可以更准确地进行测量。例如,当针对曲线121测量峰值时,在任意一侧的小移动都会导致该曲线的测量的强度信号的小变化。但是,相同的小移动导致曲线122的测量的强度信号的大变化,于是,这反而可以用来确定位移。

[0110] 图2A和2B示意性地示出与图1A中所示的实施例相似的根据本发明的干涉仪模块或头200。但是,在图2A中,非偏振分束器105被布置为与偏振分束器106和107直接相邻,从而,在与图1A相比时,在具有不同的折射率的材料之间有更少的界面,导致减少的光的损耗。

[0111] 在图2B中,分别借助于光学透明粘合剂层121和122将非偏振分束器105附接到偏振分束器106和107,这里,光学透明粘合剂层121和122被示出具有扩大的宽度。该实施例提供另外的优点,即,分束器105、106和107彼此对未对准(例如,由于振动或处理所引起的)较不敏感。

[0112] 图3A示意性地示出根据本发明的干涉仪模块300,其中,光学元件全部相邻。非偏振分束器105与所述分束器105和偏振分束器101之间的四分之一波片103相邻。非偏振分束器105还与偏振分束器106和107相邻。该实施例特别容易被组装,因为通过将光学元件布置为使得它们相邻(即,沿着平坦的表面邻接)来实现这些光学元件的相互对准。

[0113] 在图3B中,通过光学透明粘合剂的层121、122、123来提供非偏振分束器105和其邻近的光学部件之间的固定连接。

[0114] 图4示意性地示出与图1A中所示的实施例相似的根据本发明的干涉仪模块或头400,但是,其中,三种相干光束b1、b2、b3入射在偏振分束器101上,而不是一种相干光束入射在偏振分束器101上。这样导致三种参考光束rb1、rb2、rb3向着第二反射镜81发射,三种测量光束向着第一反射镜21发射。三种参考光束和相关联的三种测量光束从该模块非共面地发射。为此,壳体130被设置有两组孔,每一组有三个孔,第一组允许三种测量光束的通过,第二组允许三种参考光束的通过。

[0115] 三种反射的参考光束和相关联的三种反射的测量光束被组合成三种组合光束,所述组合光束通过可变光阑104,并且,以如上所述的相同的方式被分离。光束接收强度检测器108₁、108₂、108₃分别检测组合光束cb1、cb2、cb3中的每一个的一部分的干涉。同样地,检测器109₁、109₂、109₃,110₁、110₂、110₃,111₁、111₂、111₃用作具有不同偏振的组合光束部分,导致共12个检测信号。根据这些检测信号,可以构成6条正弦曲线,它们提供关于两个反射镜81、21的相对位移和旋转的信息。

[0116] 图5示意性地示出与图4中所示的实施例相似的根据本发明的干涉仪模块或头。但是,代替可变光阑104,阻挡元件140被设置有三个分开的可变光阑141、142、143,用于仅仅让相应的组合光束cb1、cb2、cb3的中心部分通过。而且,图5的实施例被设置有光束路径调节器181、182,该光束路径调节器181、182分别调节参考光束rb1、rb2、rb3之间的相互距离和测量光束mb1、mb2、mb3之间的相互距离。光束路径调节器181、182均包括多个内反射棱镜,用于分别调节参考光束rb1、rb2、rb3和测量光束mb1、mb2、mb3的路径,其中,针对每一种光束,光束路径调节器被设置有不同的棱镜。可替换地,光束路径调节器可以针对每一种光束包括两个反射镜,以实现类似的效果。在实施例(未示出)中,光束路径调节器181和/或182包括被布置充当四分之一波片的菲涅耳菱形镜(Fresnel rhomb)。在该最后一个实施例中,可以省略面向反射镜81和21的两个四分之一波片103。请注意,虽然图4和5示意性地共面地描绘光束b1、b2和b3,但是,实际上,三种光束是平行的但不共面的,并且,得到的参考光束和测量光束被非共面地反射到其相应的反射镜。同样地,可变光阑141、142、143通常以L配置被布置在阻挡元件140上。

[0117] 图6A示出根据本发明的光刻系统1。该系统包括框架4,具有光轴37的光学柱36被安装在框架4上。光学柱适用于将多个细曝光束10投射到目标7上。通过选择性地接通或断开选择的细曝光束,可以对在光学柱下方的目标的曝光表面进行构图。目标放置在晶片台6上,该晶片台6又放置在夹盘66上,借助于放置夹盘66的台架9,夹盘66可以相对于光学柱36移动。在示出的实施例中,夹盘、晶片台和台架形成用于相对于光学柱36移动目标7的目标载体。

[0118] 夹盘66包括第一反射镜21,该第一反射镜21包括在系统内的基本上与目标7或其曝光表面相同的水平或高度处的基本上平坦的表面。光学柱包括第二反射镜81,该第二反射镜81包括与光学柱的投射端靠近的基本上平坦的表面。

[0119] 该系统还包括模块式干涉仪头60或差分干涉仪模块,其借助于万向架62、63、64被安装到框架4上。模块式干涉仪头60将参考光束Rb发射到第二反射镜81,并且将相关联的测量光束Mb发射到第一反射镜21。虽然在该图中未示出,但是参考光束包括三种参考光束,并且,测量光束包括三种测量光束,并且,通过评估参考光束和其相关联的测量光束之间的干涉来测量第一反射镜81和第二反射镜21之间的相对移动。

[0120] 三种测量光束Mb和三种参考光束Rb起源于激光器单元31,该激光器单元31提供相干光束,并且,经由光纤92耦接到干涉仪模块60中,该光纤92形成模块60的光束源的一部分。

[0121] 图6B示意性地示出图6A的光刻系统1,其中,该光刻系统包括真空壳体2。在真空壳体2内,仅仅示出干涉仪头60及其连接和第一反射镜81以及第二反射镜21,但是,将会理解,图6A的目标载体也将被包含在真空室2内。

[0122] 来自激光器31的光纤92经由真空馈通线91通过所述真空室2的壁。表示测量光束和其相关联的参考光束之间的干涉的信号经由信号线54从干涉仪模块60被传输到真空室2之外,该信号线54通过真空馈通线61。

[0123] 图6C示意性地示出与在图1A中示出的系统相似的光刻系统,其中,该系统是包括用于提供多种细带电粒子束的电子光学器件3的带电粒子束光刻系统,并且,其中,投影光学器件5包括用于将所述细带电粒子束分别聚焦到目标7的曝光表面上的多个静电透镜。投

影光学器件5包括用于相对于框架4调节投影光学器件的取向和/或位置的致动器67。该系统还包括信号处理模块94,该信号处理模块94适合向用于控制台架11的移动的台架控制单元95提供位置和/或位移信号。将这些信号经由信号线54、58从干涉仪模块60和对准传感器57传送到信号处理模块94,信号线54、58通过真空馈通线61和59,信号处理模块94对这些信号进行处理,以提供用于致动台架11和/或投影光学器件5的信号。这样,连续地监测和校正晶片台6相对于投影光学器件5的位移,从而,连续地监测和校正由晶片台6支撑的目标7相对于投影光学器件5的位移。

[0124] 在示出的实施例中,晶片台6经由万向架8由可移动台架11支撑,并且,可以在向着干涉仪模块60或远离干涉仪模块60的方向上相对于投影光学器件5移动台架9。差分干涉仪模块60将三种参考光束向着投影光学器件上的反射镜发射,并且,将三种测量光束向着晶片台上的反射镜发射。

[0125] 图7A和7B分别示出图6A的干涉仪模块的前视图和等角图。干涉仪模块60包括万向架62、63、64,以便在将模块安装在框架上的过程中容易且高度精确地校准模块。该干涉仪模块包括三个孔71、72、73,用于发射三种对应的参考光束rb1、rb2、rb3以及用于接收其返回到模块的反射光。该干涉仪模块还包括三个孔74、75、76,用于发射三种对应的测量光束mb1、mb2、mb3以及用于接收其返回到模块的反射光。用于发射参考光束的孔73与用于发射测量光束的孔75相距4mm的距离d5。孔71和72相隔距离d1,孔72和73相隔距离d2,孔74和75相隔与距离d1相等的距离d3,孔75和76相隔与距离d2相等的距离d4。在示出的实施例中,距离d1、d2、d3、d4和d5分别是等于12、5、12、5和4毫米的中心至中心距离。在图2B中,可以看出,第一参考光束rb1和第二参考光束rb2横越第一平面,并且,第二参考光束rb2和第三参考光束rb3横越第二平面,其中,第二平面相对于第一平面成90度的角度 α (未示出)。同样地,第一测量光束mb1和第二测量光束mb2横越第三平面,并且,第二测量光束mb2和第三测量光束mb3横越第四平面,其中,第三平面相对于第四平面成基本上相同的角度 α (未示出)。

[0126] 图8A和8B分别示出根据本发明的差分干涉仪模块60的实施例的示意性侧视图和俯视图。该模块包括一级分束器单元32、33、34,用于将由激光器单元31发射的激光束LB分成三种相干光束b1、b2、b3。示出的一级分束器单元是包括两个分束器32、34和两个反射棱镜33、35的单元。相干光束b1、b2、b3中的每一个然后向着二级分束器单元42、43发射,二级分束器单元42、43适用于将所述三种相干光束b1、b2、b3分成相应的测量和相关联的参考光束对。这些对中的第一对包括测量光束mb1和相关联的参考光束rb1,这些对中的第二对包括测量光束mb2和相关联的参考光束rb2,第三对包括测量光束mb3和相关联的参考光束rb3。

[0127] 因此,从二级分束器单元发射6种光束,即,三种参考光束rb1、rb2、rb3和三种相关联的测量光束mb1、mb2、mb3。

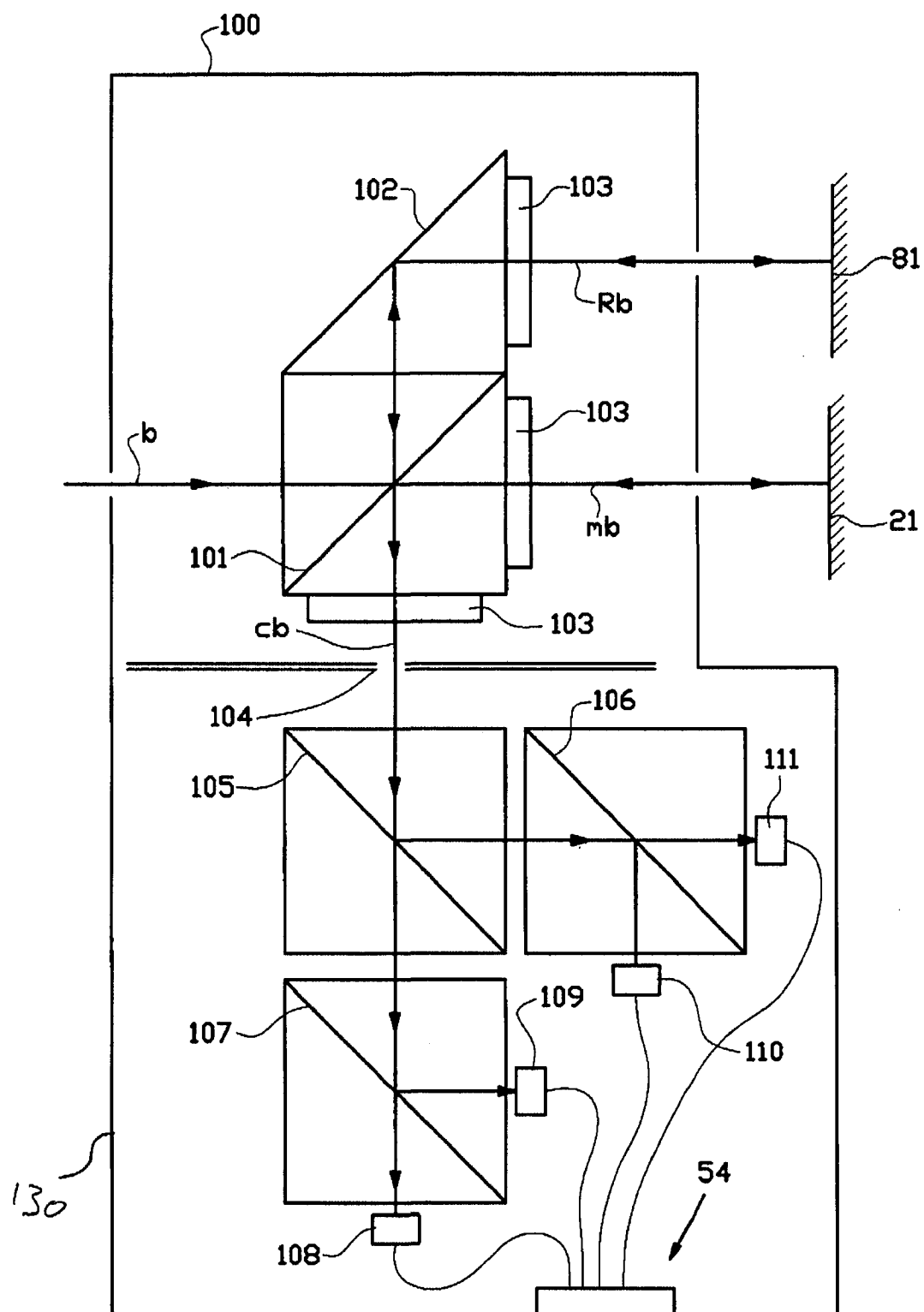
[0128] 参考光束rb1、rb2、rb3被发射并入射在光学柱的第二反射镜81上,而测量光束mb1、mb2、mb3被发射并入射在目标载体的第一反射镜21上。参考光束和测量光束被反射回到模块60,特别地,被反射回到二级分束器单元42、43,二级分束器单元42、43充当用于反射的测量光束和其相关联的参考光束的光束组合器42、43。光束组合器由此发射三种组合光束cb1、cb2、cb3,其中,所述组合光束中的每一种都是通过反射的测量光束和其相关联的参考光束在对应的光接收器51、52、53或光束检测器处至少部分地重叠来形成的,在这种情况下

下,光强度检测器51、52、53包括光电二极管。在光束接收器中的任何一个处改变测量光束和相关联的参考光束的干涉导致在该光束接收器处的光强度的变化。光电二极管将光强度信号转换为电信号,该电信号在未放大的情况下从模块60馈出。

[0129] 图9A和9B示出根据本发明的光刻系统的俯视图和侧视图,其中,如本文中描述的第一和第二差分干涉仪模块60A、60B被布置用于测量晶片7相对于投影光学器件5的位移。投影光学器件被设置有两个平坦的反射镜81A、81B,反射镜81A、81B被布置为彼此成90度的角度。晶片7由包括两个平坦的反射镜21A、21B的晶片台6支撑,反射镜21A、21B也被布置为彼此成90度的角度。第一差分干涉仪模块60A将三种参考光束rb1、rb2、rb3发射到投影光学器件的反射镜81A上,并且,将三种测量光束发射到晶片台的反射镜21A上。类似地,第二差分干涉仪模块60B将参考光束发射到投影光学器件的反射镜81B上,并且,将测量光束发射到晶片台的反射镜21B上。

[0130] 综上所述,本发明涉及一种适用于测量参考反射镜和测量反射镜之间的位移的方向的差分干涉仪模块。在实施例中,差分干涉仪模块适用于将三种参考光束向着第二反射镜发射并将三种测量光束向着第一反射镜发射,以便确定所述第一反射镜和所述第二反射镜之间的位移。在优选实施例中,该同一模块也适用于测量绕两个垂直轴的相对旋转。本发明还涉及一种用于测量这样的位移和旋转的方法。

[0131] 应该理解,为了图示优选实施例的操作而将上述描述包括在内,上述描述并不意味着限制本发明的范围。根据上述讨论,很多变型对于本领域的技术人员来说是显而易见的,这些变型仍被本发明的精神和范围所涵盖。



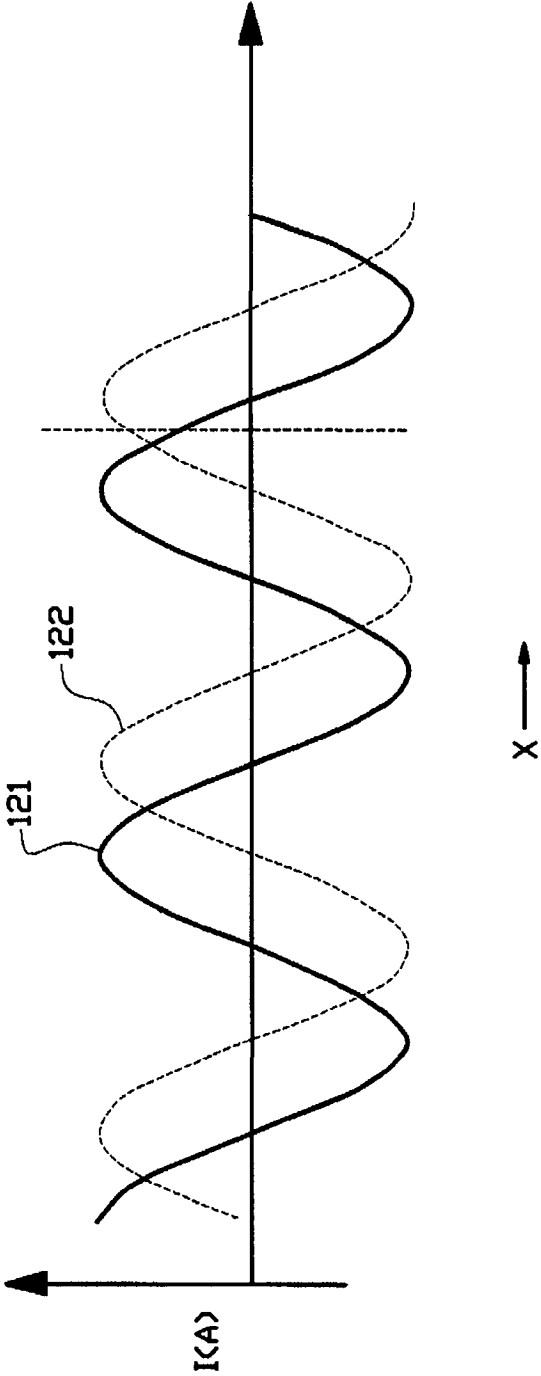


图1B

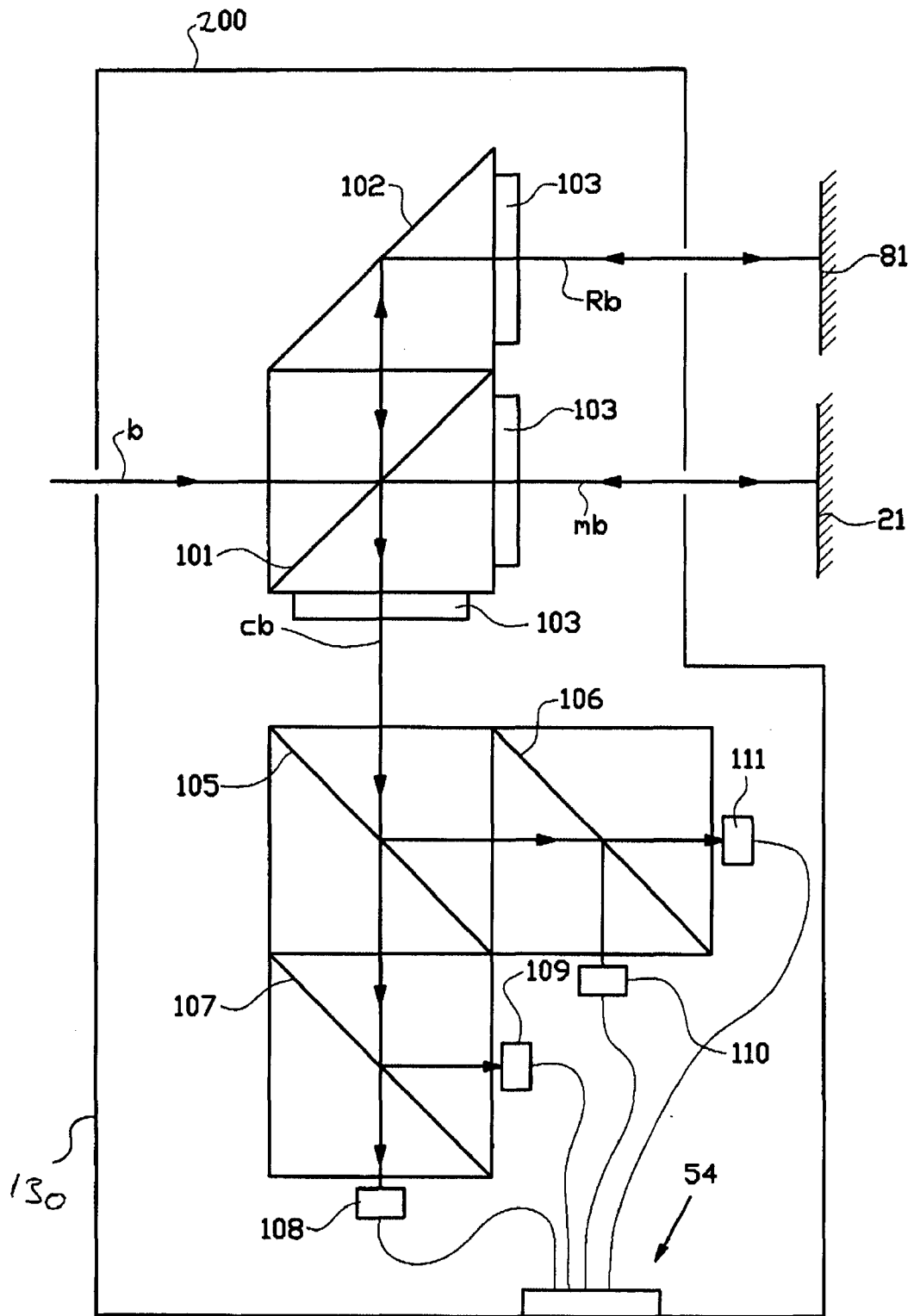


图2A

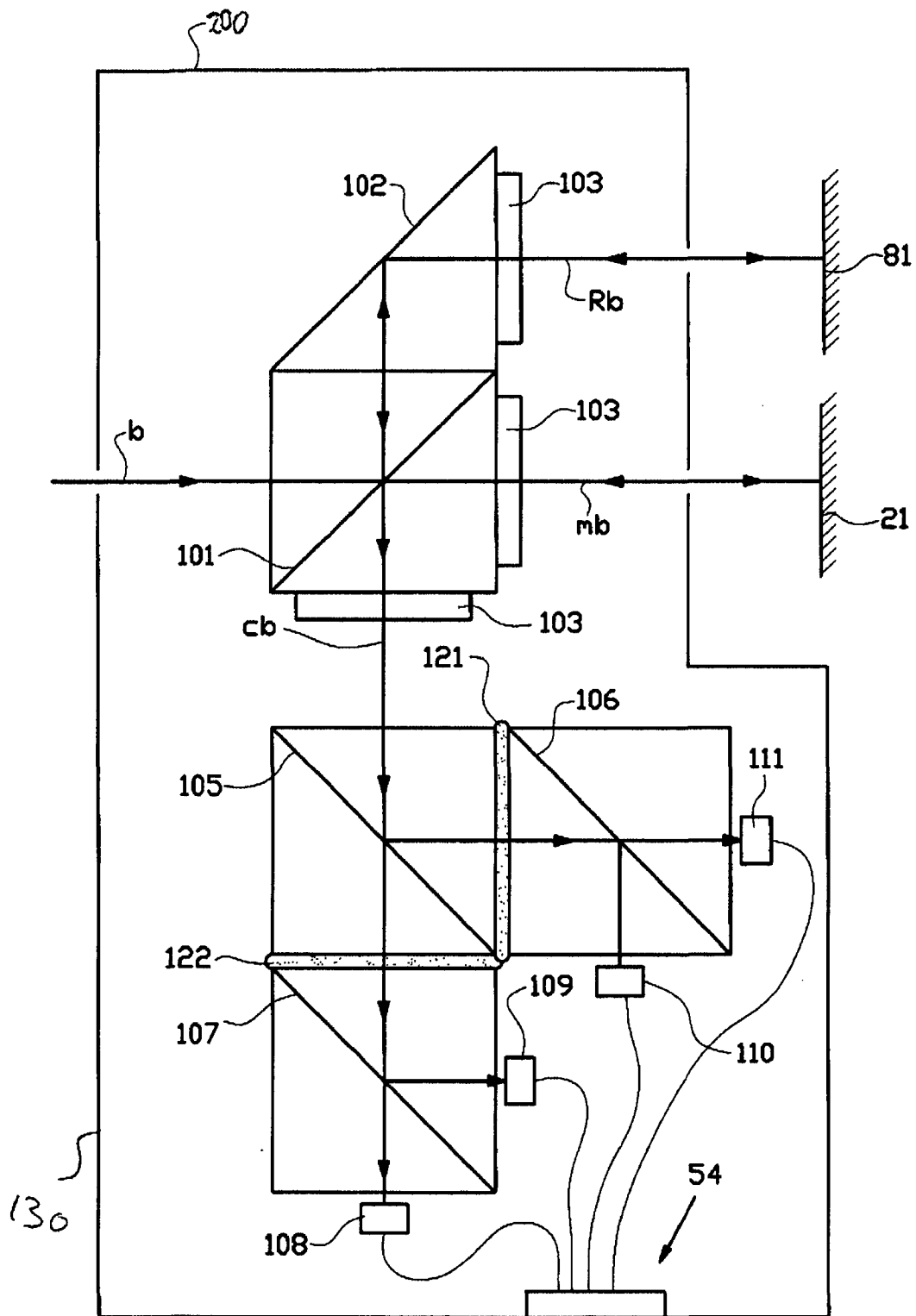


图2B

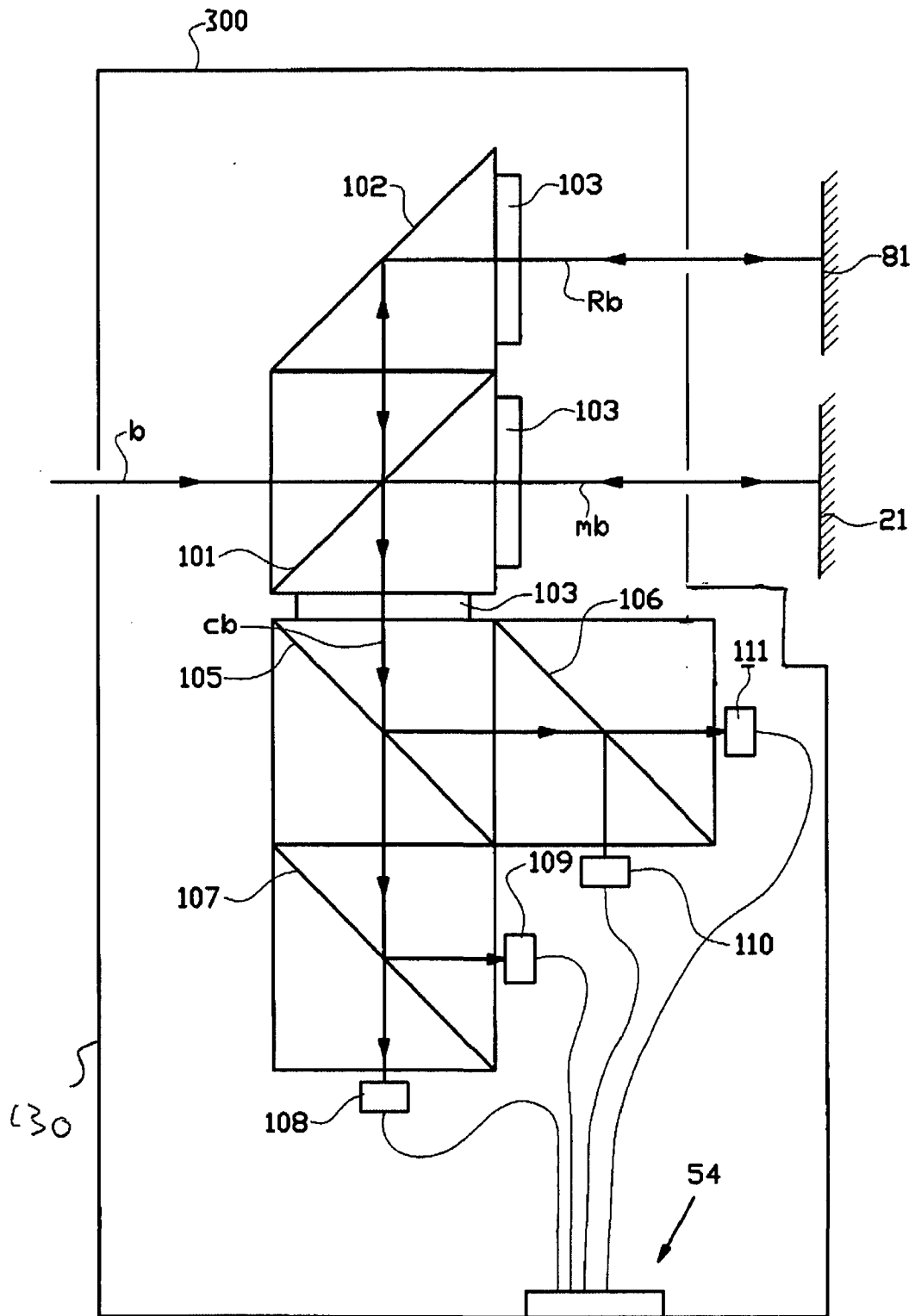


图3A

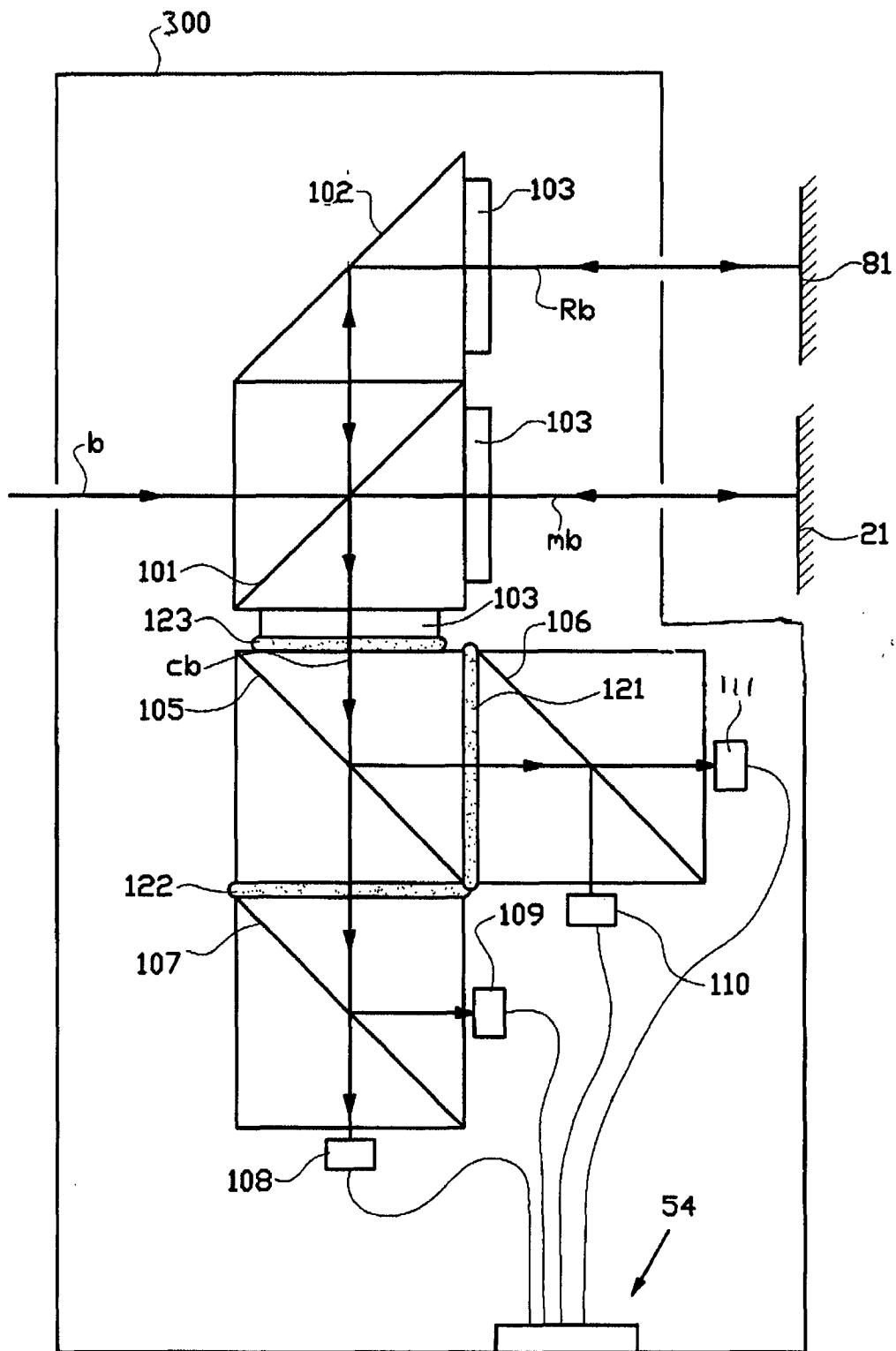


图3B

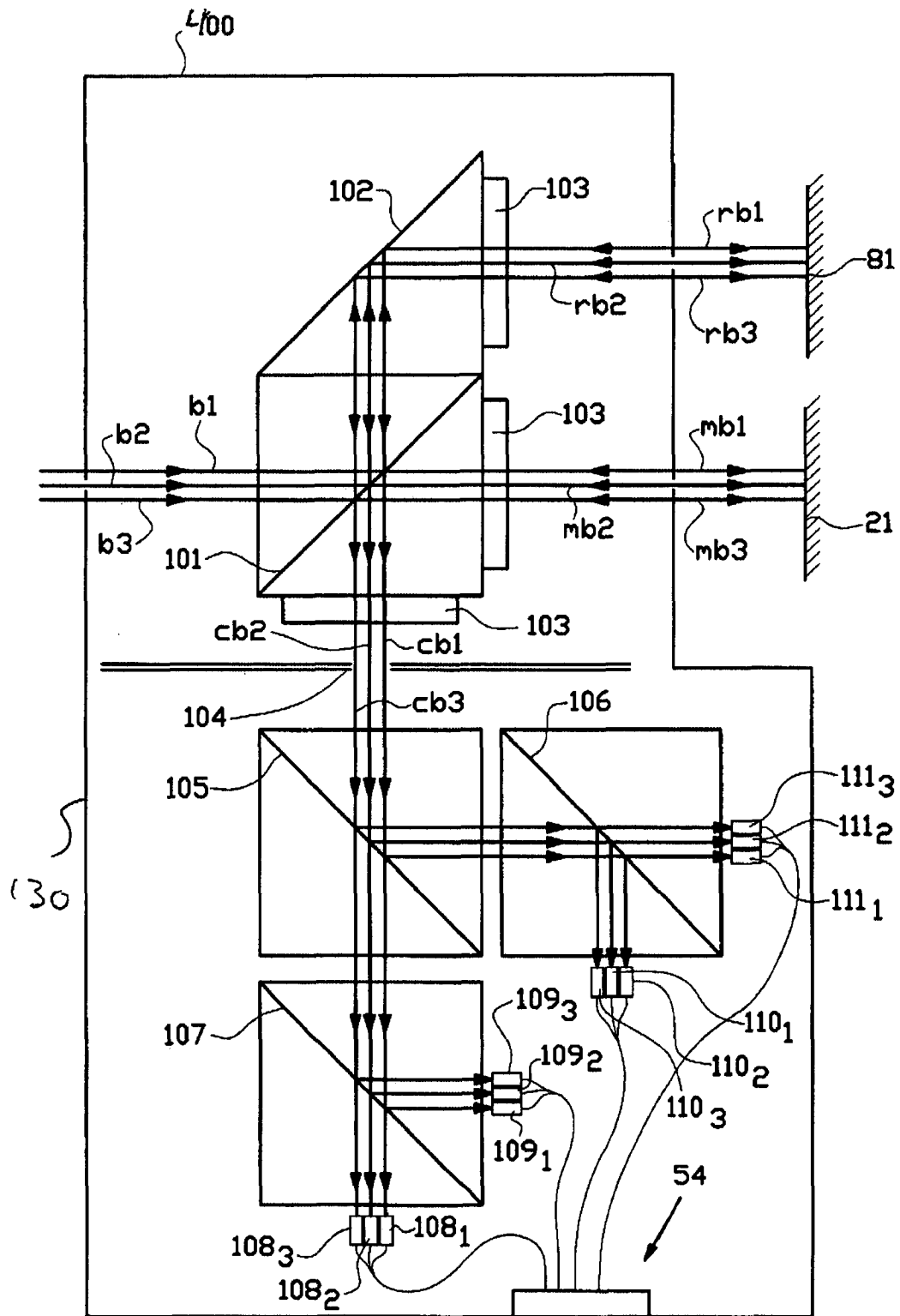


图4

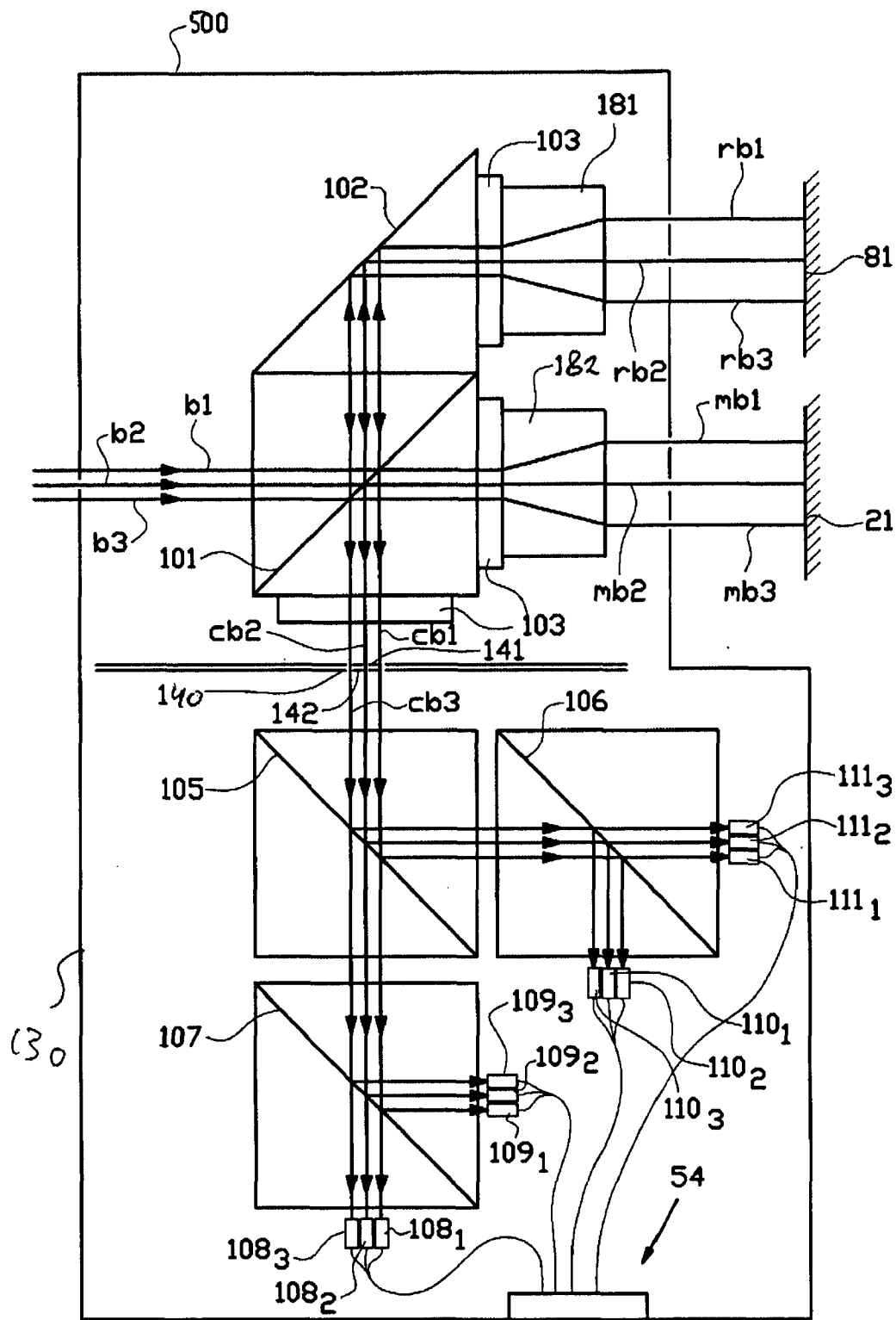


图5

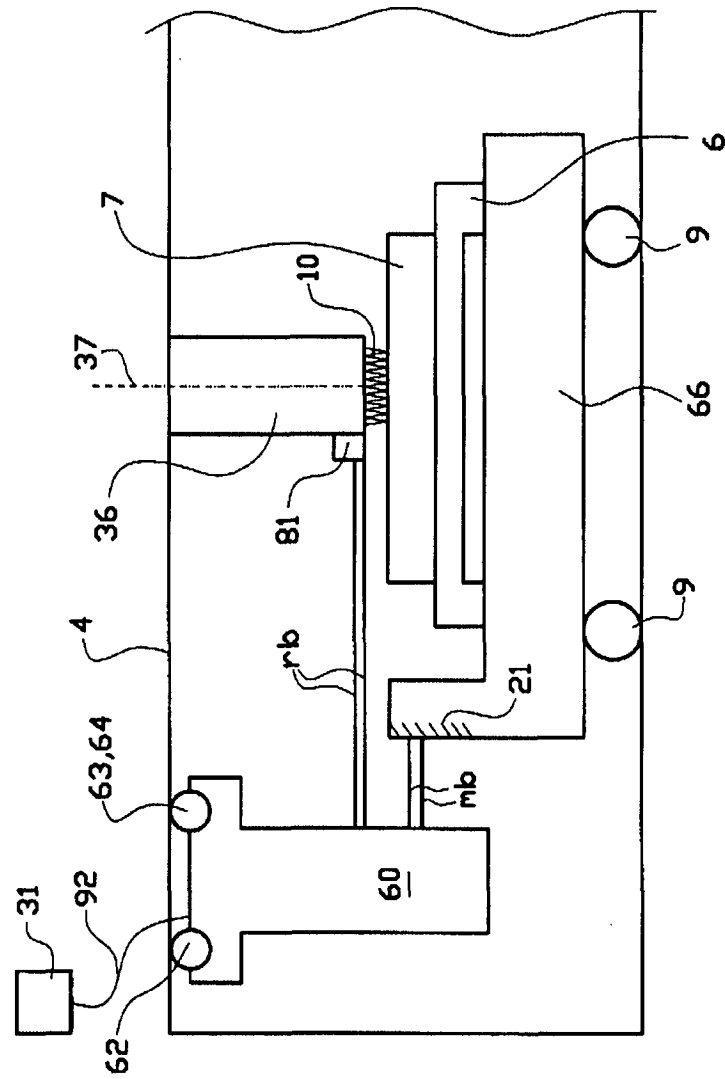


图6A

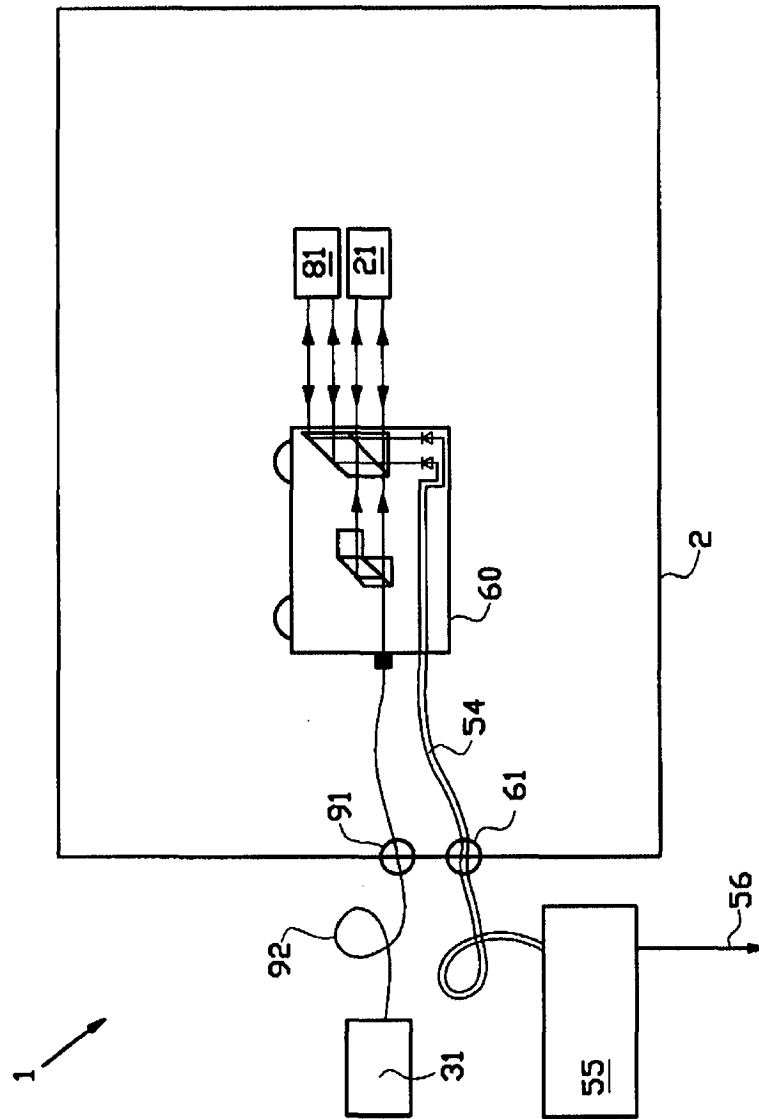


图6B

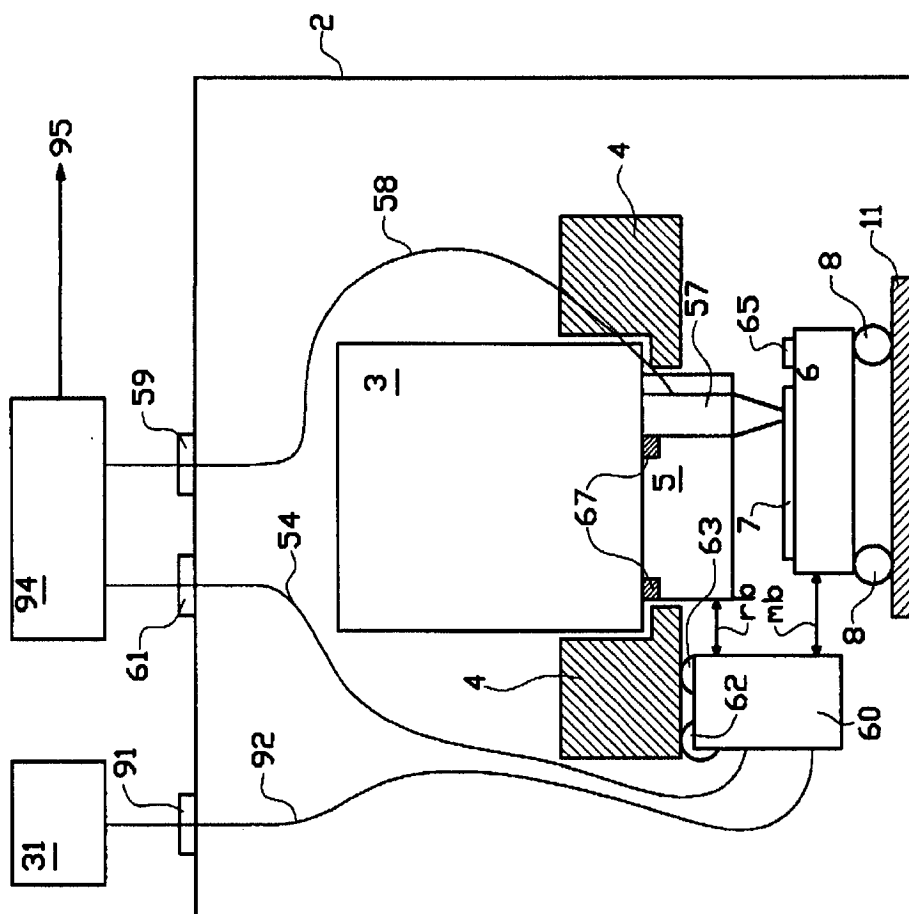


图6C

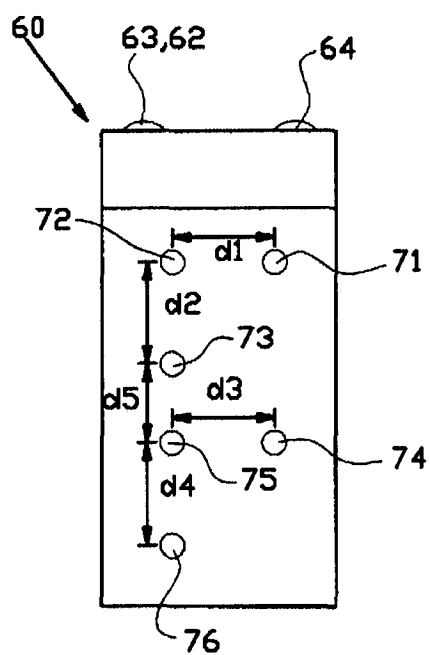


图7A

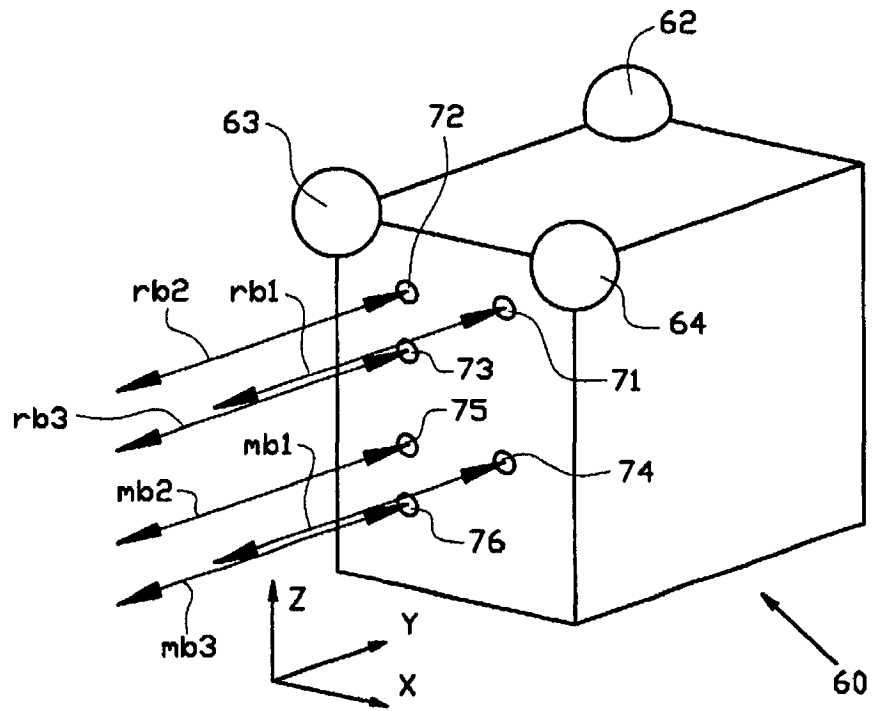


图7B

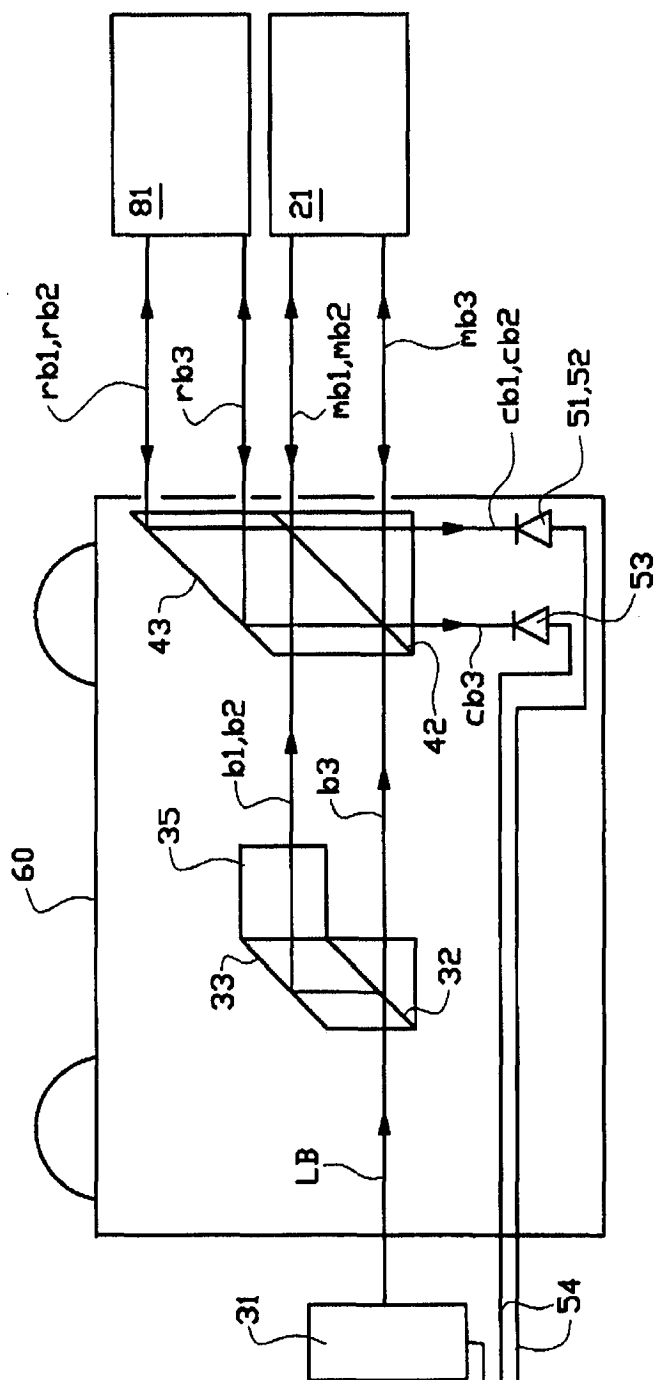


图8A

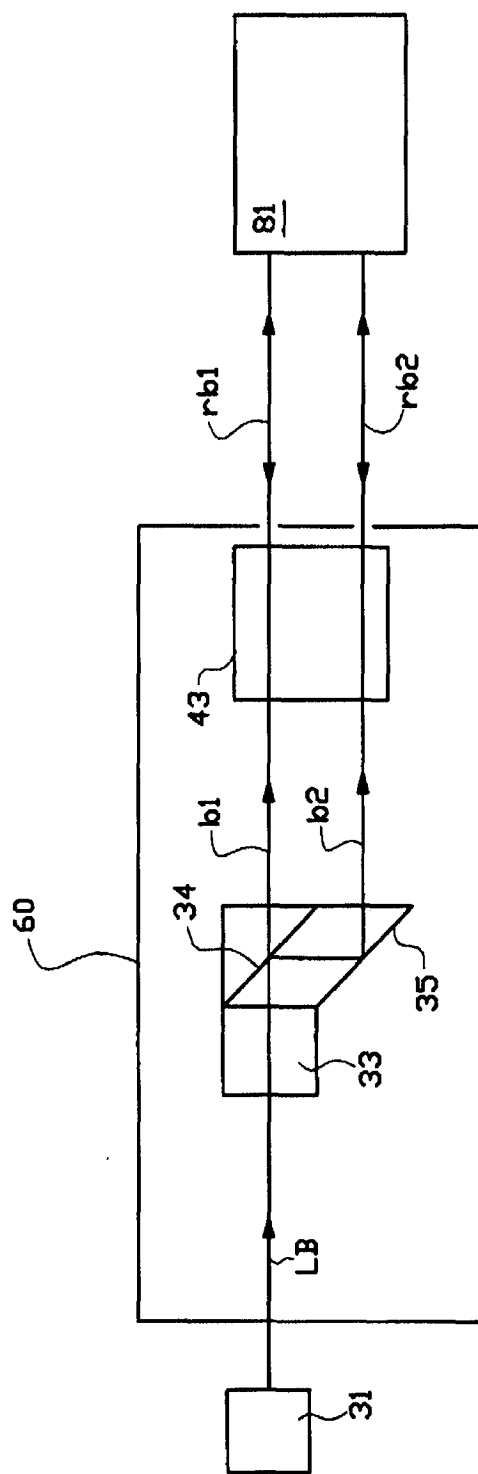


图8B

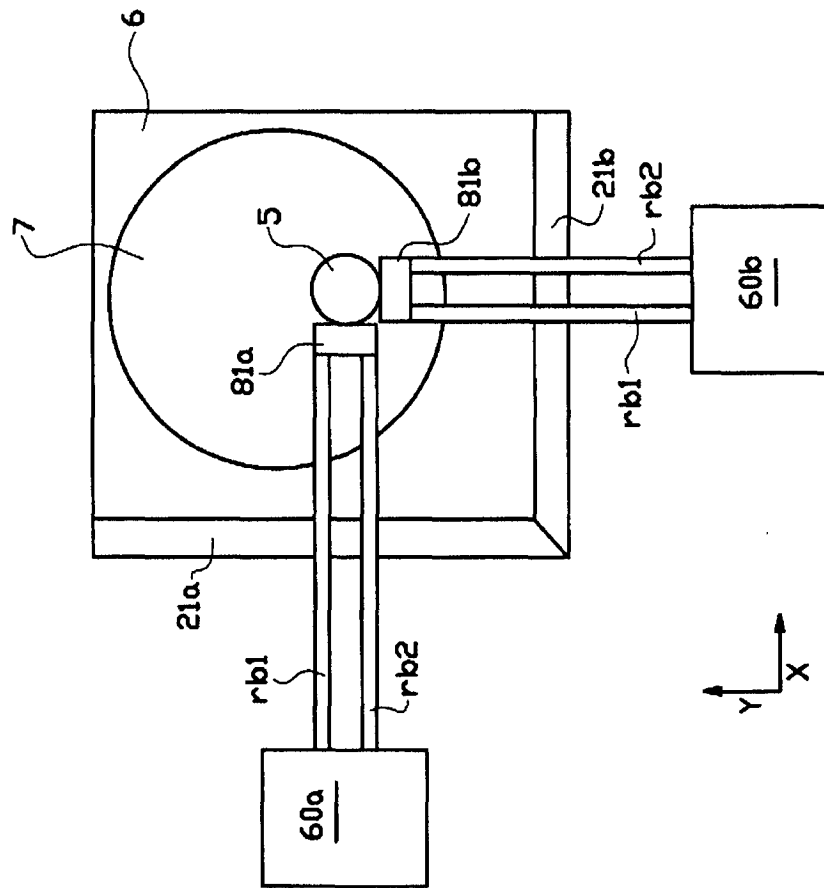


图9A

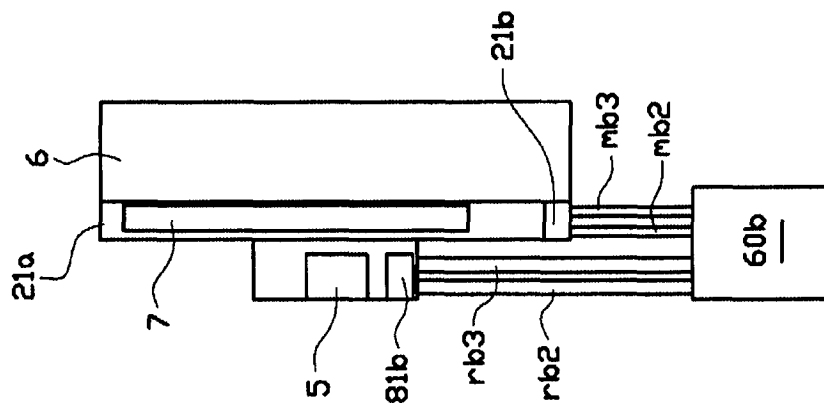


图9B