



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102272636 A

(43) 申请公布日 2011. 12. 07

(21) 申请号 201080004210. 8

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

(22) 申请日 2010. 01. 08

代理人 吴艳

(30) 优先权数据

102009000099. 2 2009. 01. 09 DE
61/143, 456 2009. 01. 09 US

(51) Int. Cl.

G02B 5/09 (2006. 01)

G03F 7/20 (2006. 01)

G02B 26/08 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 07. 11

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2010/000044 2010. 01. 08

(87) PCT申请的公布数据

W02010/079133 DE 2010. 07. 15

(71) 申请人 卡尔蔡司 SMT 有限责任公司

地址 德国上科亨

(72) 发明人 阿明·沃伯 诺伯特·米尔伯格

弗洛里安·巴赫

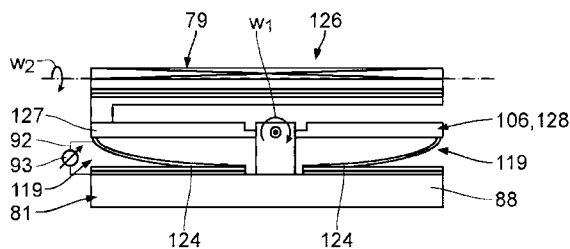
权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图 16 页

(54) 发明名称

构造尤其用于微光刻投射曝光系统的分面镜的个体反射镜

(57) 摘要

个体反射镜 (112) 被用于构造分面镜。个体反射镜 (112) 的反射镜元件 (79) 能够绕倾翻铰链 (82, 83) 的至少一个倾翻轴线 (w_1, w_2) 相对于刚性支撑元件 (81) 倾翻。倾翻铰链 (82, 83) 被设计为一体式铰链。该一体式铰链垂直于倾翻轴线 (w_1, w_2) 具有铰链厚度 S, 沿着倾翻轴线 (w_1, w_2) 具有铰链长度 L, 并满足 $L/S > 50$ 。结果得到用于构造分面镜的个体反射镜, 其中所述分面镜能够被复制, 能够被精确调节, 并且同时通过反射镜主体的散热而确保充分地散失热量, 尤其是由对个体反射镜反射的有用辐射的残余吸收所产生的热量。



1. 用于构造分面镜 (13,14 ;47 ;64 ;67 ;70) 的个体反射镜 (139),
 - 其中所述个体反射镜 (21 ;99 ;112 ;126 ;138) 的反射镜主体 (79) 被构造为能够绕至少一个倾翻轴线而相对于刚性载置器主体 (81) 倾翻,
 - 其特征在于,用于实现绕所述至少一个倾翻轴线的受控倾翻的致动器 (119) 具有:
 - 移动电极 (120),其可移动地连接到第一铰链体,
 - 对应电极 (122),其刚性地连接到第二铰链体,
 - 其中在所述移动电极 (120) 和所述对应电极 (122) 之间布置有电介质层 (123),
 - 其中所述对应电极 (122) 在接触面部分 (124) 中通过所述电介质层 (123) 直接倚靠在所述移动电极 (120) 上,并且其中,在间隔面部分 (125) 中,所述对应电极 (122) 和所述移动电极 (120) 之间的间隔在所述致动器 (119) 的未受力状态下连续地增大,所述移动电极 (120) 用于连接到所述第一铰链体的连接区域 (121,129) 位于所述间隔面部分 (125) 中。
2. 如权利要求 1 所述的个体反射镜,其特征在于,三或四个致动器 (119) 各自具有一个移动电极 (120)。
3. 如权利要求 1 或 2 所述的个体反射镜,其特征在于,所述移动电极 (120) 设计成弯曲状。
4. 如权利要求 1 至 3 中的任一项所述的个体反射镜,其特征在于,所述移动电极 (120) 具有矩形基面。
5. 如权利要求 1 至 4 中的任一项所述的个体反射镜,其特征在于,所述移动电极 (120) 具有螺旋基面。
6. 如权利要求 1 至 5 中的任一项所述的个体反射镜,其特征在于,所述移动电极 (120) 与所述对应电极 (122) 之间的间隔在所述间隔面部分 (125) 逐渐增大。
7. 如权利要求 1 至 6 中的任一项所述的个体反射镜,其特征在于,用于所述电极致动器 (119) 的电压输入装置被构造为使得在所述电极致动器 (119) 的中性位置中,所述电压输入装置在所述至少一个移动电极 (120) 与所述至少一个对应电极 (122) 之间施加偏置电压。
8. 用于构造分面镜 (13,14 ;47 ;64 ;67 ;70) 的个体反射镜 (21 ;99 ;112 ;126 ;138),
 - 其中所述个体反射镜 (21 ;99 ;112 ;126 ;138) 的反射镜主体 (79) 被构造为能够绕倾翻铰链 (82,83) 的至少一个倾翻轴线 (w_1, w_2) 相对于刚性载置器主体 (81) 倾翻,
 - 其特征在于,所述倾翻铰链 (82,83) 被构造为一体式铰链,所述一体式铰链具有
 - 垂直于所述倾翻轴线 (w_1, w_2) 的铰链厚度 S,以及
 - 沿着所述倾翻轴线 (w_1, w_2) 的铰链长度 L,其中,满足 $L/S > 50$ 。
9. 如权利要求 8 所述的个体反射镜,其特征在于,所述反射镜主体 (79) 被构造为能够绕两个倾翻铰链 (82,83) 的两个彼此不平行的倾翻轴线 (w_1, w_2) 相对于所述载置器主体 (81) 倾翻。
10. 如权利要求 9 所述的个体反射镜,其特征在于,所述两个倾翻铰链中的第一倾翻铰链 (83) 布置在所述反射镜主体 (79) 和中间体 (84) 之间,并且所述两个铰链中的第二倾翻铰链 (82) 布置在所述中间体 (84) 和所述载置器主体 (81) 之间。
11. 如权利要求 8 至 10 中的任一项所述的个体反射镜,其特征在于,所述两个铰链

(82,83) 被构造为一体式铰链,其中所述两个一体式铰链

- 垂直于它们各自的倾翻轴线 (w_1, w_2) 具有铰链厚度 S , 并且
- 沿着它们各自的倾翻轴线 (w_1, w_2) 具有铰链长度 L , 其中, 满足 $L/S > 50$ 。

12. 如权利要求 8 至 11 中的任一项所述的个体反射镜,

其特征在于,所述至少一个倾翻铰链 (82,83) 沿着所述倾翻轴线 (w_1, w_2) 被划分为多个分开的一体式铰链部分 (118)。

13. 如权利要求 8 至 12 中的任一项所述的个体反射镜,

其特征在于,用于实现绕所述至少一个倾翻轴线 (w_1, w_2) 的受控倾翻的致动器 (89,90 ; 119 ;131) 具有:

- 至少一个电极 (79 ;91),其刚性地连接到所述倾翻铰链 (82,83) 的第一铰链体 (79 ; 84),

- 至少一个对应电极 (91 ;96),其刚性地连接到所述倾翻铰链 (82,83) 的第二铰链体 (84 ;81)。

14. 如权利要求 13 所述的个体反射镜,其特征在于,所述电极 (79 ;91) 与所关联的对应电极 (91 ;96) 的未受力作用时的间隔为 $100 \mu m$ 。

15. 如权利要求 13 或 14 所述的个体反射镜,其特征在于,在所述电极 (132) 与刚性地连接到所述倾翻铰链 (82,83) 的第二铰链体 (79) 的对应电极 (136) 之间布置其他电极 (134,135),从而这些电极 (134,135) 与刚性地连接到所述第二铰链体 (79) 的对应电极 (136) 一起形成电极堆 (133),各个相邻电极 (132,134-136) 被构造为能够绕倾翻铰链 (137) 相对于彼此倾翻。

16. 如权利要求 8 至 15 中的任一项所述的个体反射镜,

其特征在于,用于实现绕所述至少一个倾翻轴线 (w_1) 的受控倾翻的致动器 (119) 具有:

- 移动电极 (120),其可移动地连接到所述倾翻铰链 (82,83) 的第一铰链体 (106),

- 对应电极 (122),其刚性地连接到所述倾翻铰链 (82,83) 的第二铰链体 (88),

- 其中在所述移动电极 (120) 和所述对应电极 (122) 之间布置电介质层 (123),

- 其中所述对应电极 (122) 在接触面部分 (124) 中通过所述电介质层 (123) 直接倚靠在所述移动电极 (120) 上,并且其中,在间隔面部分 (125) 中,所述对应电极 (122) 和所述移动电极 (120) 之间的间隔在所述致动器 (119) 的未受力状态下连续增大,所述移动电极 (120) 用于连接到所述倾翻铰链 (82,83) 的第一铰链体 (106) 的连接区域 (121,129) 位于所述间隔面部分 (125) 中。

17. 如权利要求 1 至 16 中的任一项所述的个体反射镜,

其特征在于,所述反射镜主体 (79) 具有尺寸至少为 $1mm \times 1mm$ 的反射面 (80)。

18. 如权利要求 1 至 17 中的任一项所述的个体反射镜,

其特征在于,所述至少一个倾翻轴线 (w_1, w_2) 在所述反射面 (80) 的平面中或者与该平面平行地延伸。

19. 如权利要求 1 至 18 中的任一项所述的个体反射镜,

其特征在于,所述至少一个倾翻铰链 (83) 被布置于所述反射镜主体 (79) 的反射面 (80) 的侧边。

20. 如权利要求 1 至 18 中的任一项所述的个体反射镜，其特征在于，所述至少一个倾翻铰链 (82,83) 布置在所述反射面 (80) 下方中央。
21. 如权利要求 1 至 20 中的任一项所述的个体反射镜，其特征在于，设置有有着彼此分开布置在所述载置器主体 (81 ;84) 上的至少两个电极 (108,109 ;110,111 ;114-117) 的致动器。
22. 如权利要求 21 所述个体反射镜，其特征在于，设置有有着彼此分开布置在所述载置器主体 (81) 上的四个电极 (114-117) 的致动器。
23. 如权利要求 22 所述的个体反射镜，其特征在于，所述四个电极 (114-117) 按照四个象限布置。
24. 用作用于 EUV 微光刻的投射曝光系统 (1) 中的光学部件的分面镜 (13,14 ;47 ;64 ;67,70)，其中所述分面镜 (13,14 ;47 ;64 ;67,70) 具有如权利要求 1 至 23 中的任一项所述的个体反射镜 (21 ;69)。
25. 如权利要求 24 所述的分面镜，其特征在于，
- 所述个体反射镜 (21 ;69) 提供个体反射镜照明通道 (AK)，以将照明辐射 (10) 引导到所述投射曝光系统 (1) 的物场 (5)，
 - 其中所述个体反射镜 (21 ;69) 具有反射镜面，使得所述个体反射镜照明通道 (AK) 照明所述物场 (5) 中的小于所述物场 (5) 的物场部分 (73 ;76)，并且
 - 其中，所述个体反射镜 (21 ;69) 能够通过致动器 (24) 被倾翻。
26. 用于微光刻的投射曝光系统 (1) 的照明光学系统 (4)，其具有至少一个如权利要求 24 或 25 所述的分面镜。
27. 如权利要求 26 所述的照明光学系统，其特征在于，具有两个如权利要求 24 或 25 所述的分面镜 (13,14)。
28. 投射曝光系统，其具有如权利要求 26 或 27 所述的照明光学系统 (4)、用于产生照明和成像光 (10) 的辐射源 (3)、以及用于将所述投射曝光系统的物场 (5) 成像在像场 (8) 中的投射光学系统 (7)。
29. 如权利要求 28 所述的投射曝光系统，其特征在于，所述辐射源 (3) 被构造为 EUV 辐射源。
30. 用于制造微结构或纳米结构的部件的方法，其包括以下方法步骤：
- 提供晶片，在所述晶片上至少部分地施加有光敏材料层，
 - 提供掩模母版，其具有要被成像的结构，
 - 提供如权利要求 28 或 29 所述的投射曝光系统 (1)，
 - 借助于所述投射曝光系统 (1) 的投射光学系统 (7) 将所述掩模母版的至少一部分投射到所述光敏材料层的一区域上。
31. 微结构部件，其由如权利要求 30 所述的方法制造。

构造尤其用于微光刻投射曝光系统的分面镜的个体反射镜

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于构造分面镜的个体反射镜,所述分面镜尤其为在微光刻投射曝光系统中用作光束引导光学部件的分面镜。

背景技术

[0002] US 6, 438, 199B1 和 US 6, 658, 084B2 中公开了由个体反射镜构造的此类型的分面镜。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供用于构造根据本发明的分面镜的个体反射镜,使得分面镜具有用于倾翻个体反射镜的反射面的紧凑布置,并确保足够高的调节力。

[0004] 根据本发明,通过具有权利要求 1 中公开的特征的个体反射镜可以实现此目的。

[0005] 注意到,根据本发明的个体反射镜具有紧凑布置且带有致动器,所述个体反射镜允许产生 mN(毫牛)范围内的调节力,该调节力利用一体式铰链(solid-body joint)的典型微构造足以产生个体反射镜所需要的倾翻。对应的致动器为所谓的拉链运动(zipping)致动器(移动楔致动器或卷动关闭致动器),并在例如以下的专业论文中被公开:J. Li et al. "Deep-Reactive Ion-Etched Compliant Starting Zone Electrostatic Zipping Actuators", Journal of Micromechanical Systems, VOL. 14, NO. 6, 2005; 以及 M. A. Rosa et al. "A novel external electrode configuration for the elastostatic actuation of MEMS based devices", J. Micromech. Microeng., 14, 2004。

[0006] 根据权利要求 2 的移动电极的数量已被证明对于确保足够多的移动自由度是有利的。反射面的边形状可被适配于移动电极的数量。如果使用三个移动电极,则个体反射镜的反射面可以是例如三角形。个体反射镜的边形状优选使得利用该边形状,具有相同边的个体反射镜构成的分面镜的总反射面可以无间隙倾翻。

[0007] 根据权利要求 3 的移动电极的构造提供了当在移动电极与对应电极之间施加电压时连续增加接触面部分的可能性,其中移动电极与对应电极之间的间隔在间隔面部分中减小,从而在那里产生具有相应大调节力的高电场强度。

[0008] 根据权利要求 4 和 5 的移动电极的基面设计已被证明特别适合于提供紧凑调节布置。这里,根据权利要求 5 的螺旋设计特别紧凑。

[0009] 根据权利要求 6,在间隔面部分中逐渐增大的电极间隔提供了随着电极之间所施加的电压的增加而发展出相应的自增强(self-reinforcing)力的可能性。

[0010] 根据权利要求 7 的电压输入,即使在中性位置,也可以提供反射镜主体相对于载置器主体的精确规定的定位。中性位置不由至少一个一体式铰链的未受力状态预先确定。

[0011] 本发明的另一目的在于提供用于构造分面镜的个体反射镜,其中所述分面镜可以复制,可以精确调节,并且同时通过反射镜主体的散热而确保充分散失热量,尤其是对个体反射镜反射的有用辐射的残余吸收所产生的热量。

[0012] 根据本发明,通过具有权利要求 8 中公开的特征的个体反射镜实现此目的。

[0013] 在给定低刚度情况下,尤其是为了以较低的力耗费实现调节偏移,铰链长度与铰链厚度的根据本发明的尺寸比,确保了从反射镜主体通过一体式铰链向载置器主体充分散热。与铰链厚度相比较大的铰链长度在此情况下确保穿过一体式铰链的足够大的热传递截面。由于铰链厚度相对于铰链长度较小,所以可以利用小的力耗费来进行反射镜主体的给定角度偏转,以调节个体反射镜。例如,这提供了使用致动器系统倾翻反射镜主体的可能性,这可以通过较小的力来实现,因此在设计上可以非常紧凑。特别地,可以用于倾翻反射镜主体的致动器是在传统微反射镜阵列的构造中使用的那些。对于本领域的技术人员来说,此类型的微反射镜布置在关键词“MEMS”之下(微机电系统),例如由 EP 1289273A1,是已知的。与已知的具有小得多长度/厚度比的微反射镜转矩悬架(参见 Yeow et al., Sensors and Actuators A 117(2005),331-340)相比,当使用根据本发明的一体式铰链时,热传递被大大改善。这是有利的,尤其在由于反射镜主体的显著残留吸收而必须散热的情况下,例如,当使用 EUV 辐射作为被个体反射镜的有用辐射时。此外,通过使用载置器主体中的微通道可以进一步提高反射镜主体和载置器主体之间的热传递,该微通道允许主动冷却,尤其是利用层状通流的冷却液体。

[0014] 根据权利要求 9 的两个铰链允许照射在反射镜主体上的有用辐射的偏转角度的可变调节。

[0015] 根据权利要求 10 所涉及的个体反射镜主体的功能分离允许其简单的结构设计。

[0016] 根据权利要求 11 的具有两个一体式铰链的构造允许通过两个一体式铰链进行良好的热传递。特别地,可以从反射镜主体经由中间体到载置器主体进行良好的热传递。

[0017] 根据权利要求 12 的分离一体式铰链部分致使一体式铰链的弯曲刚度降低。

[0018] 根据权利要求 13 的电容式动作电极致动器可以利用微处理技术紧凑地制造。在给定热传递时,具有这么小的弯曲刚度的一体式铰链可以通过根据本发明的铰链长度与铰链厚度之间的比来实现,从而此类型的电极致动器所能够产生的、例如在毫牛范围中的典型力足以产生必要的倾翻角度。

[0019] 根据权利要求 14 的电极间隔,一方面导致高电场强度的产生,另一方面足以产生通常所需要的小倾翻角度。

[0020] 根据权利要求 15 的具有电极堆的致动器致使通过相邻电极之间的给定绝对电压差能够产生总和较高的调节力。

[0021] 根据权利要求 16 的个体反射镜的致动器的优点对应于上面结合根据权利要求 1 的致动器已经描述的优点。该致动器可以以上面结合权利要求 2 至 7 已经说明的方式来改进。

[0022] 根据权利要求 17 的反射面已证明适合根据本发明的分面镜的构造。可选地,反射镜面还可以更小,例如具有跨越反射镜面的在几十毫米范围中的尺度。诸如 1mm^2 的更大的反射镜面也可以。反射面可以具有矩形、六角形或者三角形的边形状。还可以是其他多边形边形状,例如五边形。

[0023] 根据权利要求 18 的倾翻轴线布置允许对有用辐射的精确调节。如果倾翻轴线位于反射镜面的平面中,则个体反射镜的倾翻不导致出射的有用辐射的偏移,或最多只有非常小的偏移。

[0024] 根据权利要求 19 的倾翻铰链的侧边布置允许就总体深度实现紧凑结构。

[0025] 根据权利要求 20 的倾翻铰链布置避免了反射镜主体的反射面的平面上的死区。从而,相邻个体反射镜的反射面可以被布置为紧密排列,而几乎没有中间空间。

[0026] 根据权利要求 21 和 22 彼此分开布置的电极允许反射镜主体相对于载置器主体以若干自由度调节。

[0027] 根据权利要求 23 的电极的布置简化了个体反射镜的电极致动器系统的启动耗费,该启动耗费用于实现个体反射镜对入射有用辐射的偏转的、例如以目标线性方式运行的改变。

[0028] 根据权利要求 24 的分面镜的优点对应于上面结合根据本发明的个体反射镜已经描述的缺点。分面镜可以恰好具有一个根据本发明的个体反射镜。分面镜可以具有多个根据本发明的个体反射镜。分面镜可以具有超过 50、超过 100、超过 200、超过 500 或超过 1000 个根据本发明的个体反射镜。

[0029] 当使用根据权利要求 25 的分面镜时,当在投射曝光系统中使用分面镜时,对要曝光的物场的各种照明几何形状的调节的可变性增加。

[0030] 将分面镜细分为可以彼此独立倾翻的大量个体反射镜允许将分面镜细分为个体反射镜组的各种实现方式。这可以被用于产生具有不同边的分组,从而例如确保适配于要照明的物场的形状。个体反射镜的单独可启动性确保可以存在物场的大量不同照明,而不是由于遮挡而损耗光。特别地,能够采用所述分面镜的照明光学系统可适配于辐射源的光学参数,例如适配于光束发散或光束截面上的强度分布。分面镜被构造为使得多个个体反射镜组本身分别照明整个物场。超过 10、超过 50 或超过 100 个此类型的个体反射镜组可以被设置在根据本发明的分面镜中。个体反射镜照明通道是被分面镜引导的照明辐射束的光束路径中被分面镜的恰好一个个体反射镜所引导的部分。根据本发明,必须至少两个此类型的个体反射镜照明通道来照明整个物场。在根据 US 6,438,199B1 和 US 6,658,084B2 的分面镜中,个体反射镜照明通道分别照明大小与物场一致的物场部分。

[0031] 根据权利要求 26 的照明光学系统的优点对应于上面已经参照根据本发明的分面镜而列出的优点。

[0032] 根据本发明被细分为个体反射镜的场分面镜和根据本发明被细分为个体反射镜的光瞳分面镜两者都可以被优选地使用在照明光学系统内。从而,通过场分面镜和光瞳分面镜上的个体反射镜组的相应分组,可以在几乎不损耗光的情况下实现特定照明角分布,即照明设置。根据本发明,例如 US2006/0132747A1 中描述的形式的面镜反射器也可以被细分为个体反射镜。当利用镜面反射器调节物场中的强度和照明角分布时,这里由于细分为个体反射镜而导致的附加可变性很好地表现出来。

[0033] 根据权利要求 27 的照明光学系统例如可以将由个体反射镜构造的场分面镜的优点与由个体反射镜构造的光瞳分面镜的优点结合。可以在几乎没有光损耗的情况下进行最大变化的照明设置的调节。光瞳分面镜可以比位于上游的场分面镜具有更大数目的个体反射镜。利用位于上游的场分面镜,如果各分面可以被致动器相应地移位,尤其是倾翻,以用于调节,则可以实现光瞳分面镜的各种照明形状,从而可以实现照明光学系统的各种照明设置。

[0034] 根据权利要求 28 的投射曝光系统的优点对应于上面已经讨论过的优点。

[0035] 根据权利要求 29 的投射曝光系统允许高结构分辨率。

[0036] 根据权利要求 30 的制造方法以及根据权利要求 31 的微结构部件的优点对应于上面已经参照权利要求 1 至 29 所述的优点。可以实现具有直到亚微米范围的高集成密度的微结构部件。

附图说明

[0037] 下面借助于附图更详细地描述本发明的实施例,其中:

[0038] 图 1 示意性地示出了穿过用于 EUV 投射光刻的投射曝光系统的子午面;

[0039] 图 2 示意性地示出了在图 1 所述的投射曝光系统中使用的、由个体反射镜构造的场分面镜的平面图;

[0040] 图 3 示出了用于构造图 2 所示场分面镜的个体反射镜的平面图;

[0041] 图 4 示出了由观察方向 IV 观察到的、图 3 中个体反射镜的视图,其中个体反射镜的反射面被示出处于非倾翻的中性位置;

[0042] 图 5 示出了图 4 的细节放大图;

[0043] 图 6 示出了由观察方向 VI 观察到的、图 3 中的个体反射镜的视图;

[0044] 图 7 以与图 4 类似的视图示出个体反射镜处于由致动器倾翻的倾翻位置;

[0045] 图 8 以与图 4 类似的视图示出个体反射镜的另一构造;

[0046] 图 9 以与图 6 类似的视图示出图 8 所示的个体反射镜;

[0047] 图 10 示出了用于构造图 2 所示的分面镜的个体反射镜的另一构造的分解图;

[0048] 图 11 示出了图 10 所示的个体反射镜处在倾翻位置的构造的透视图,其中,反射镜板相对于载置器基板绕两个倾翻轴线之一倾翻,这可以由致动器启动(activate);

[0049] 图 12 以与图 11 类似的视图示出了根据图 10 和 11 的个体反射镜,其中镜面被示为相对于载置器基板绕两个倾翻轴线倾翻;

[0050] 图 13 示出了具有图 3 至 12 所示构造之一的个体反射镜的、被构造为一体式铰链的倾翻铰链的细节;

[0051] 图 14 以与图 3 类似的视图示出了构造图 2 所示的分面镜的个体反射镜的另一构造;

[0052] 图 15 示意性地示出了用于实现图 3 至图 14 所示的个体反射镜的反射镜主体的受控倾翻的静电电容型移动楔致动器的构造,其中致动器的两个电极之间未施加电压;

[0053] 图 16 示出了图 15 所示的致动器,其中在其电极之间施加了电压;

[0054] 图 17 以与图 8 类似的视图示出了用于构造图 2 所示的分面镜的个体反射镜的另一构造,其被示为处在中性位置,并使用了根据图 15 和图 16 的致动器;

[0055] 图 18 示出了图 17 所示的个体反射镜,其中个体反射镜被示为处在绕其两个倾翻轴线中的第一倾翻轴线的的第一倾翻位置;

[0056] 图 19 示出了图 17 所示的个体反射镜,其中个体反射镜被示为处在绕与图 18 的视图相同的倾翻轴线在与图 18 相反的方向上倾翻的第二倾翻位置;

[0057] 图 20 示出了图 17 所示的个体反射镜的构造的倾翻致动器的电极布置的变型;

[0058] 图 21 示出了具有图 20 所示的电极布置的个体反射镜的与图 10 类似的分解图;

[0059] 图 22 示出了具有图 20 所示的电极布置的个体反射镜的侧视图;

- [0060] 图 23 示出了具有图 20 所示的电极布置的个体反射镜的透视图；
- [0061] 图 24 示出了图 17 所示的个体反射镜的构造的倾翻致动器的电极布置的变型；
- [0062] 图 25 示出了具有图 24 所示的电极布置的个体反射镜的与图 10 类似的分解图；
- [0063] 图 26 示出了具有图 24 所示的电极布置的个体反射镜的侧视图；
- [0064] 图 27 示出了具有图 24 所示的电极布置的个体反射镜的透视图；
- [0065] 图 28 以与图 18 类似的视图示意性地示出了用于构造根据图 2 的分面镜的个体反射镜的另一构造,该构造具有带有电极堆的另一构造的倾翻致动器；
- [0066] 图 29 以与图 17 类似的视图示出了用于构造图 2 所示的分面镜的个体反射镜的另一构造,其中具有图 28 所示的倾翻致动器的构造；
- [0067] 图 30 示出了图 29 所示的个体反射镜的与图 18 类似的视图；
- [0068] 图 31 透视地示出了可以由致动器倾翻的个体反射镜的另一构造；
- [0069] 图 32 示出了图 31 所示的个体反射镜的平面图；
- [0070] 图 33 示出了图 31 所示的个体反射镜的侧视图；
- [0071] 图 34 示出了图 31 所示的个体反射镜的分解图。

具体实施方式

[0072] 图 1 在子午面中示意性地示出了用于微光刻的投射曝光系统 1。投射曝光系统 1 的照明系统 2 除辐射源 3 之外还具有照明光学系统 4,用于在物平面 6 中曝光物场 5。图中未示出的布置在物场 5 中的掩模母版在这里被曝光,并被掩模母版保持器(也未示出)保持。投射光学系统 7 被用于将物场 5 成像在像平面 9 中的像场 8 中。掩模母版上的结构被成像在晶片的光敏层上,其中晶片被布置在像平面 9 的像场 8 的区域中且图中未示出,并且由晶片保持器保持,晶片保持器在图中也未示出。

[0073] 辐射源 3 是发射 5nm 至 30nm 的范围中的有用辐射的 EUV 辐射源。其可以是等离子体源,例如 GDPP(Gas Discharge-Produced Plasma,气体放电产生的等离子体)源或者 LPP(Laser-Produced Plasma,激光产生的等离子体)源。基于同步加速器的辐射源也可以被用于辐射源 3。本领域的技术人员可以从例如 US 6,859,515B2 中发现关于此类型的辐射源的信息。由辐射源 3 发射的 EUV 辐射 10 由聚光器 11 成束。从 EP 1225481A 中已知相应的聚光器。在聚光器 11 之后,EUV 辐射 10 在其照射到场分面镜 13 之前传播穿过中间焦平面 12。场分面镜 13 布置在照明光学系统 4 的与物平面 6 光学共轭的平面中。

[0074] 下文中,EUV 辐射 10 也被称为照明光或成像光。

[0075] 在场分面镜 13 之后,EUV 辐射 10 被光瞳分面镜 14 反射。光瞳分面镜 14 布置在照明光学系统 4 的与投射光学系统 7 的光瞳平面光学共轭的光瞳平面中。借助于光瞳分面镜 14 以及具有反射镜 16、17 和 18(以光束路径的顺序标记)的传输光学系统 15 的形式的成像光学组件(assembly),场分面镜 13 的场个体分面 19 被成像在物场 5 中,下面将更详细地描述场个体分面 19,并也将其称为子场或个体反射镜组。传输光学系统 15 的最后一个反射镜 18 是掠入射反射镜。

[0076] 图 2 以高度示意的视图示出了场分面镜 13 的构造的细节。场分面镜 13 的总反射面 20 被按行和按列划分为个体反射镜 21 的光栅(raster)。个体反射镜 21 的个体反射面是平面的。个体反射镜行 22 具有彼此直接相邻布置的多个个体反射镜 21。在个体反射镜行 22

中可以设置几十到几百个个体反射镜 21。在图 2 所示的示例中,个体反射镜 21 是方形的。也可以使用其他形式的、允许尽可能地无间隙地占据反射面 20 的个体反射镜。可以从倾翻的数学原理中获知此类型的替代个体反射镜形式。在此,引用以下文章:Istvan Reimann:“Parkette,geometrisch betrachtet”,in “Mathematisches Mosaik”,Cologne(1977);以及 Jan Gulberg:“Mathematics-From the birth of numbers”,New York/London(1997)。

[0077] 例如,可以将场分面镜 13 构造为与 DE 102006036064A1 中描述的一样。

[0078] 根据场分面镜 13 的构造,个体反射镜列 23 也具有多个个体反射镜 21。例如,每个个体反射镜列 23 设置几十个个体反射镜 21。

[0079] 为了辅助位置关系的描述,在图 2 中画出了笛卡尔 xyz 坐标系作为场分面镜 13 的局部坐标系。相应的局部 xyz 坐标系还出现在后面以平面视图示出分面镜或其细节的附图中。在图 2 中,x 轴平行于个体反射镜行 22 水平向右伸展。图 2 中的 y 轴平行于个体反射镜列 23 向上伸展。z 轴垂直于图 2 的图平面向外伸展。

[0080] 在投射曝光期间,掩模母版保持器和晶片保持器在 y 方向上相对于彼此同步被扫描。扫描方向与 y 方向之间也可以具有小角度,如下面将说明的。

[0081] 在 x 方向上,场分面镜 13 的反射面 20 具有尺寸 x_0 。在 y 方向上,场分面镜 13 的反射面 20 具有尺寸 y_0 。

[0082] 根据场分面镜 13 的构造,个体反射镜 21 具有例如 $600\mu\text{m}\times 600\mu\text{m}$ 至例如 $2\text{mm}\times 2\text{mm}$ 范围内的 x/y 尺寸。整个场分面镜 13 根据构造具有例如 $300\text{mm}\times 300\text{mm}$ 或者 $600\text{mm}\times 600\text{mm}$ 的 x_0/y_0 尺寸。场个体分面 19 具有 $25\text{mm}\times 4\text{mm}$ 或者 $104\text{mm}\times 8\text{mm}$ 的典型 x/y 尺寸。根据各个场个体分面 19 的大小与建立这些场个体分面 19 的个体反射镜 21 的大小的比例,每个场个体分面 19 具有相应数目的个体反射镜 21。

[0083] 每个个体反射镜 21 分别连接到致动器 24,用于实现入射照明光 10 的个体偏转,如图 2 中借助于布置在反射面 20 的左下角的两个个体反射镜 21 通过虚线所显示的,以及在图 3 中借助于个体分面行 22 的细节更详细显示的。致动器 24 布置在每个个体反射镜 21 的与个体反射镜 21 的反射侧远离的一侧上。致动器 24 可以例如被构造为压电致动器。由微反射镜阵列的结构已知此类型的致动器的构造。

[0084] 个体反射镜行 22 的致动器 24 分别通过信号线连接到行信号总线 26。一个个体反射镜行 22 分别被分配到行信号总线 26 之一。个体反射镜行 22 的行信号总线 26 继而连接到主信号总线 27。主信号总线 27 具有与场分面镜 13 的控制装置 28 的信号连接。特别地,控制装置 28 被配置用于个体反射镜 21 的按行列(即按行或按列)的共同启动。

[0085] 每个个体反射镜 21 可以单独地独立地绕两个彼此垂直的倾翻轴线倾翻,所述倾翻轴线中的第一倾翻轴线平行于 x 轴延伸,所述两个倾翻轴线中的第二倾翻轴线平行于 y 轴延伸。这两个倾翻轴线位于各个个体反射镜 21 的个体反射面中。

[0086] 个体反射镜 21 可以例如以微反射镜阵列(MMA 阵列)的方式实现,在 MMA 阵列中,通过附接在边上的弹簧铰链而可移动地安装个体反射镜,并且可以以静电方式致动个体反射镜。对于本领域的技术人员来说,此类型的微反射镜布置在关键词“MEMS”(微机电系统)之下,例如从 EP 1289273A1,是已知的。

[0087] 在上述实施例中,个体反射镜 21 在投射曝光系统 1 的物场 5 中提供用于叠加 EUV 辐射 10(即照明辐射)的照明通道。个体反射镜 21 的反射镜面的尺寸使得这些个体反射

镜照明通道能够在物场 5 中照明物的部分,该物的部分小于物场 5。

[0088] 个体反射镜 21 可以具有带有钼和硅的个体层的多层涂层,所以个体反射镜 21 的反射率被针对所使用的 EUV 波长而优化。

[0089] 下面将参照图 3 至图 7 更详细地描述个体反射镜的实施例,例如用于构造图 2 所示的场分面镜 13 的个体反射镜 21 之一。对应于上面已经参照图 1 至 2 描述的部件的部件具有相同的附图标记,并将不再详细讨论。

[0090] 根据图 3 至图 7 的个体反射镜 21 具有构造为反射镜板的反射镜主体 79。反射镜主体 79 由硅制成。反射镜主体 79 具有矩形反射面 80,在根据图 3 至图 7 的构造中,为大致方形的反射面 80,用于反射 EUV 辐射 10。反射面 80 可以具有多层反射涂层,用以针对 EUV 辐射 10 优化个体反射镜 21 的反射率。

[0091] 个体反射镜 21 的反射镜主体 79 可以相对于由硅制成的刚性载置器主体 81 绕两个倾翻轴线倾翻。在图 3 至图 7 中,这两个倾翻轴线被标记为 w_1 和 w_2 。这两个倾翻轴线 w_1 、 w_2 中的每个属于各自被构造为一体式铰链的倾翻铰链 82、83。这两个倾翻轴线 w_1 、 w_2 彼此垂直。在此情况中,倾翻轴线 w_1 平行于 x 轴伸展,倾翻轴线 w_2 平行于 y 轴伸展。反射镜主体 79 和载置器主体 81 还可以由 FiO_2 或 Fi_3N_4 制成。倾翻轴线 w_2 在此情况中在反射镜主体 79 的延伸平面中伸展。除了反射镜主体 79 的实际反射面 80 之外,还留有小的不可倾翻的死区 83a,该死区在图 30 中为示为位于倾翻轴线 w_2 上方。这两个倾翻轴线 w_1 、 w_2 都平行于反射面 80 的平面而伸展。或者,还可以如下布置倾翻铰链 82、83:两个倾翻轴线 w_1 、 w_2 中的至少一个在反射面 80 的平面中伸展。

[0092] 适用于构造个体反射镜 21 的、EUV 兼容且高真空兼容的材料的其他材料示例有 CVD(Chemical Vapour Deposition,化学气相层积)金刚石、SiC(碳化硅)、 SiO_2 (氧化硅)、 Al_2O_3 、铜、镍、铝合金、以及钼。

[0093] 图 5 以放大视图示出了属于倾翻轴线 w_1 的倾翻铰链 82。倾翻铰链 83 被相应地构造。

[0094] 垂直于倾翻轴线 w_1 (即沿图 5 中的 z 方向)的倾翻铰链 82 具有铰链厚度 S。沿着倾翻轴线 w_1 (即图 5 中的 x 方向),倾翻铰链 82 具有铰链长度 L(见图 6)。铰链长度 L 在尺寸上与反射镜主体 79 的横向尺寸相当。

[0095] 根据图 3 至图 7,个体反射镜 21 中的铰链长度 L 约为 1mm。铰链厚度 S 是 $1\mu\text{m}$,图中以夸张的方式显示。因此,在图 30 至图 34 所示的个体反射镜 21 中,商 L/S 约为 1000。

[0096] 例如通过各项异性 AOH(sic) 刻蚀,可以产生材料的渐缩,该材料渐缩导致一体式倾翻铰链 82 的铰链厚度 S,并且在图 5 中示例性地显示为 V 型槽口。或者,可以例如通过刻蚀工艺,使倾翻铰链 82 的材料臂整体成为与铰链厚度 S 对应的尺寸。

[0097] 反射镜主体 79 通过倾翻铰链 83 成整体地连接到中间载置器主体 84,倾翻铰链 83 的尺度,具体是其铰链厚度 S 和铰链长度 L,对应于倾翻铰链 82 的尺度。中间载置器主体 84 也由硅制成。中间载置器主体 84 在图 6 的截面上呈 L 形,并具有与倾翻铰链 83 直接相邻布置的铰链部分 85,以及布置在反射镜主体 79 下方(即在反射镜主体 79 的远离反射面 80 的一侧上)的板部分 86。间隙 B(见图 6)(也被称为倾翻铰链 83 的宽度)存在于反射镜主体 79 与中间载置器主体 84 的铰链部分 85 之间的倾翻铰链 83 的区域中。

[0098] 中间载置器主体 84 的板部分 86 经由倾翻铰链 82 成整体地连接到载置器主体 81

的铰链部分 87。铰链部分 87 固定到载置器主体 81 的板部分 88。载置器主体 81 的板部分 88 布置在中间载置器主体 84 的板部分 86 的下方。在图 4 和 6 中所示的中性位置中,中间载置器主体 84 的板部分 86 以及载置器主体 81 的板部分 88 彼此平行。

[0099] 为了实现反射镜主体 79 绕两个倾翻轴线 w_1 、 w_2 的受控倾翻,使用两个电极致动器 89、90(见图 7)。电极致动器 89 在此情况中被分配给倾翻铰链 82,所以其也被称为 w_1 致动器 90。电极致动器 90 在此情况中被分配给倾翻铰链 83,所以其也被称为 w_2 致动器。 w_2 致动器将导电的反射镜主体 79 本身作为第一电极。 w_2 致动器 90 的对应电极 91 被构造为施加到中间载置器主体 84 的板部分 86 的导电涂层,所述涂层面向反射镜主体 79。在个体反射镜 21 的中性位置中,对应电极 91 与反射镜主体 79 间隔约 $100 \mu\text{m}$ 。

[0100] w_2 致动器 90 的两个电极 90、91 通过信号线 92 连接到可启动电压源 93。电压源 93 通过控制线 94 连接到致动器控制装置 95。

[0101] 对应电极 91 被同时用作用于 w_1 致动器 89 的电极。 w_1 致动器 89 的对应电极 96 被构造为载置器主体 81 的板部分 88 上的导电涂层。 w_1 致动器 89 的对应电极 96 被布置在载置器主体 81 的板部分 88 的面向中间载置器主体 84 的板部分 86 的一侧上。在中性位置上,即在未施加力的状态下, w_1 致动器 89 的对应电极 96 与中间载置器主体 84 的板部分 86 的间隔为 $100 \mu\text{m}$ 。

[0102] 电极 91、96 通过信号线 92 电连接到另一电压源 97。电压源 97 通过另一控制线 98 连接到致动器控制装置 95。

[0103] 一方面,通过施加直流电压 V1 和 V2(参见图 7),可以以可控的方式相对于载置器主体 81 的板部分 88 绕倾翻轴线 w_1 倾翻中间载置器主体 84 的板部分 86,另一方面,可以以可控的方式相对于中间载置器主体 84 的板部分 86 绕倾翻轴线 w_2 倾翻反射镜主体 79,在各自情况下分别大致倾翻预定的倾翻角度。这里,绕各个倾翻轴线 w_1 、 w_2 的倾翻角度的量取决于倾翻铰链 82、83 的尺度、电极 90、91、96 的面积、它们彼此的间隔、当然还取决于所施加的电压 V1、V2 的大小等等。通过所施加的电压 V1、V2,绕两个倾翻轴线 w_1 、 w_2 可以实现无级倾翻角度要求。

[0104] 图 7 示出了如下倾翻位置:其中通过施加电压 V1、V2,一方面发生中间载置器主体 84 的板部分 86 绕倾翻轴线 w_1 相对于载置器主体 81 的板部 88 朝向后者的倾翻,另一方面,发生反射镜主体 79 绕倾翻轴线 w_2 相对于中间载置器主体 84 的板部分 86 朝向后者的倾翻。入射 EUV 辐射 10 被反射镜主体 79 的反射面 80 以相应地限定的方式偏转,如图 7 中所示。

[0105] 参照图 8 和图 9,下面将描述个体反射镜 99 的另一实施例,其可代替图 3 至图 7 所示的个体反射镜 21 用来构造上述分面镜。与上面参照图 1 至图 2 以及特别是参照图 3 至图 7 描述的部件对应的部件具有相同的附图标记,并将不再详细讨论。

[0106] 在图 8 和图 9 所示的构造中,个体反射镜 99 的有用反射面 80 覆盖反射镜主体 79 的整个表面而没有死区。板形的反射面载置器 100 通过沿着 y 方向在边缘上延伸的连接条 101 刚性地连接到反射镜主体 79 的铰链部分 102。铰链部分 102 也是板形的,并大约占据个体反射镜 99 的反射面 80 的一半面积。铰链部分 102 在反射面 80 的后面平行于反射面载置器 100 延伸。反射镜主体 79 的铰链部分 102 通过 w_2 倾翻铰链 83 连接到个体反射镜 99 的中间载置器主体 104 的 w_2 铰链部分 103。中间载置器主体 104 在功能上对应于图 3 至图 7 所示的个体反射镜 21 的中间载置器主体 84。

[0107] 个体反射镜 99 的倾翻铰链 83 也沿着反射面 80 的整个宽度（即沿着图 3 至图 7 所示构造的铰链长度 L）延伸。这同样适用于个体反射镜 99 的倾翻铰链 82。

[0108] w_2 铰链部分 103 通过连接条 105 刚性地连接到中间载置器主体 104 的相继的一个板型 w_1 铰链部分 106。铰链部分 106 仍然占据个体反射镜 99 的反射面 80 的约一半面积。在此情况中，铰链部分 106 的矩形形状被取向为相对于铰链部分 102 的矩形形状旋转 90° 。 w_1 铰链部分 106 通过倾翻铰链 82 成整体地连接到载置器主体 81 的铰链部分 107。

[0109] 铰链部分 102、103 以及铰链部分 106、107 分别在倾翻铰链 83、82 的整个铰链长度 L 上延伸。

[0110] 反射镜主体 79 以及两个对应电极 108、109 顺次作为电极属于倾翻铰链 83 的 w_2 致动器，所述两个对应电极 108、109 布置在中间载置器主体 104 的板部分 88 上作为彼此绝缘的两个涂层，并被铰链部分 103 彼此分离。这两个对应电极 108、109 分别覆盖中间载置器主体 104 的板部分 88 的约一半面积。

[0111] 通过在电极 79、108 之间施加倾翻电压，反射面可以绕图 9 中的倾翻轴线 w_2 逆时针倾翻。通过在电极 79、109 之间施加电压，图 9 中的反射镜主体 79 可以顺时针倾翻。

[0112] 对于 w_1 致动器，对应电极 110、111 被用作电极 108、109 的对应电极。与电极 108、109 类似地，对应电极 110、111 作为涂层被施加在载置器主体 81 的板部分 88 上，并被铰链部分 107 彼此分离且由此电绝缘。通过在电极 108、109 与对应电极 110 之间施加倾翻电压，在图 8 中，中间载置器主体 104 绕倾翻轴线 w_1 在逆时针方向上发生受控倾翻。通过电极 108 或 109 与对应电极 111 之间施加倾翻电压，在图 8 中，中间载置器主体 104 绕倾翻轴线 w_1 在顺时针方向上发生倾翻。

[0113] 以此方式，个体反射镜 99 的反射面 80 可以绕两个倾翻轴线 w_1 、 w_2 分别在两个倾翻方向上从图 8 和图 9 中所示的中性位置实现电压控制的倾翻。

[0114] 下面将参照图 10 至图 12 说明个体反射镜 112 的另一构造。对应于上面已经参照图 1 至 2、尤其是参照图 3 至 9 描述的部件的部件具有相同的附图标记，并将不再详细讨论。

[0115] 在个体反射镜 112 中，反射面载置器 100 连接到连接条 101，连接条 101 同时作为铰链部分 102。

[0116] 布置在反射面载置器 100 的与反射面 80 相反的一侧上的是间隔件 (spacer) 112a，其在较大倾翻角度时确保反射面载置器 100 不与下面的部件直接接触。间隔件 112a 由反射面载置器 100 的整体材料通过深反应离子刻蚀 (DRIE) 制成。铰链部分 102 通过第一 w_2 倾翻铰链 83 连接到 w_2 铰链部分 103， w_2 铰链部分 103 同时是个体反射镜 112 的第一 L 形中间载置器主体。 w_2 铰链部分 103 通过第一 w_1 倾翻铰链 82 连接到第一铰链部分 107，第一铰链部分 107 刚性地连接到载置器主体 81 的板部分。 w_2 铰链部分 103 的 L 形状的一条腿同时是 w_1 铰链部分 106。

[0117] 个体反射镜 112 总共具有两个 L 形组件，L 形组件具有铰链部分 102、103、106、107，并相应具有倾翻铰链 82、83，所述倾翻铰链 82、83 分别包含在此 L 结构形状的一条腿中。这两个 L 形组件各自具有相同构造的铰链连接部件。在各个 L 结构形状的、由互相邻接的 L 腿形成的转角区域中，这两个组件彼此装配到对方中，使得总体上产生十字交叉形结构（比较本文中图 21 所示的结构上相同的构造，下文中将描述），其中，两个 w_1 倾翻铰链 82 和两个 w_2 倾翻铰链 83 分别彼此齐平 (flush)。

[0118] 间隔件 112a 分别连接到两个 w_2 倾翻铰链 83 的连接条 101。因为平行于反射面 80 的平面并横对着它们的纵向的两个连接条 101 由于这两个 L 组件的交叉结构而被布置为彼此偏离,所以间隔件 112 也具有在相同方向上彼此偏离的间隔件部分。

[0119] 反射镜主体 79 本身在各个情况下一方面用作 w_1 致动器的电极,用于实现反射面 80 绕倾翻轴线 w_1 的受控倾翻,另一方面用作 w_2 致动器的电极,用于实现反射面 80 绕倾翻轴线 w_2 的受控倾翻。个体反射镜 112 具有四个对应电极 114、115、116、117,它们分别覆盖载置器主体 81 的板部分 88 的各象限,并被构造为板部分 88 上的彼此绝缘的导电涂层。根据在这四个对应电极 114 至 117 中的哪个电极与反射镜主体 79 之间施加倾翻电压 V ,反射面 80 相对于载置器主体 81 产生相应倾翻。通过图 11A 中的示例显示这一点。那里,在反射镜主体 79 与两个对应电极 114、117 之间施加电压 V 。反射镜主体 79 绕倾翻铰链 82 的倾翻轴线 w_1 发生相应倾翻。

[0120] 图 12 示出在另一倾翻示例中仅在反射镜主体 79 与对应电极 114 之间施加电压 V 的情形。一方面发生绕倾翻铰链 82 的倾翻轴线 w_1 的倾翻,另一方面发生绕倾翻铰链 83 的倾翻轴线 w_2 的倾翻。

[0121] 在图 5 的替代视图中,图 13 示出了倾翻铰链 82 的另一构造的尺寸比。而且在此情况中,铰链厚度 S 约为 $1\ \mu\text{m}$,铰链宽度 B 约为 $20\ \mu\text{m}$,并且垂直于图 13 的画面延伸的铰链长度 L 约为 1mm 。

[0122] 图 14 示出了倾翻铰链 82 或 83 的变型,其中沿着铰链长度 L 被分为多个一体式铰链区段 118。在图 14 所示的实施例中,铰链长度 L 被划分为约 25 个此类型的一体式区段 118。相邻所一体式铰链区段 118 相对于彼此具有间隔,即使间隔非常小。可以通过深反应离子刻蚀 (DRIE) 将倾翻铰链 82 或 83 划分为一体式铰链区段 118。

[0123] 作为划分为一体式铰链区段或部分 118 的替代,或者对其的附加,可以在反射镜主体 79 和 / 或在载置器主体 81 中设置微通道。这些微通道可以允许个体反射镜的主动冷却,尤其是利用层状通流的冷却液体。

[0124] 图 15 和图 16 示出了用于实现例如个体反射镜 21 的反射面 80 绕至少一个倾翻轴线 w_1 、 w_2 的受控倾翻的致动器 119 的另一构造。对应于上面已经参照图 3 至图 14 描述的部件的部件具有相同的附图标记,并且将不再详细描述。

[0125] 致动器 119 具有移动电极 120,移动电极 120 的自由端 121 在图 15 和图 16 中被构造与分配给致动器 119 的倾翻铰链的铰链体 (图 15 和图 16 中未示出) 的活动连接。移动电极 120 是平的,图 15 和图 16 中示出了其截面。移动电极 120 在图 15 和图 16 的截面中是弯曲的。

[0126] 刚性连接到载置器主体 81 的板部分 88 的是致动器 119 的对应电极 122。对应电极 122 例如被构造为载置器主体 81 的板部分 88 上的涂层。布置在移动电极 120 和对应电极 122 之间的是电介质 123 形式的层。电介质例如可以被构造为对应电极 122 上的平涂层。

[0127] 在接触面部分 124 中,对应电极 122 直接倚靠在电介质 123 上。移动电极 120 的间隔面部分 125 与对应电极 122 和电介质 123 间隔开。移动电极 120 的自由端 121 是间隔面部分 125 的一部分。

[0128] 图 15 和图 16 示出了移动电极 120 的两个位置。图 15 示出了其中在两个电极 120、122 之间未施加电极的中性位置。这时,移动电极 120 的自由端 121 从板部分 88 被最大限

度地提升。图 16 示出了其中在电极 120、122 之间施加例如 80V 的倾翻电压的位置。

[0129] 在根据图 16 的倾翻位置中,移动电极 120 额外地倚靠在电介质 123 上与接触面部分 124 相邻的区域上,所以自由端 121 与载置器主体 81 的板部分 88 的间隔被相应地降低。

[0130] 图 15 和图 16 所示的类型的致动器 119 也被称为微移动楔驱动器(拉链致动器,拉链运动致动器)。

[0131] 图 17 至图 19 示出了图 15 和图 16 所示的两个致动器 119 在个体反射镜 126 中的使用,个体反射镜 126 在倾翻铰链 82、83 的布置方面依据图 8 和图 9 的个体反射镜 99 来构造。

[0132] 在个体反射镜 126 中, w_1 铰链部分 106 被构造为绕倾翻轴线 w_1 的摇杆(rocker),其被模制(mould)到铰链部分 107 上。在边缘处, w_1 铰链部分 106 的两个摇臂 127、128 连接到相对于接触面部分彼此背对背布置的两个致动器 119 的自由端 121。

[0133] 图 17 示出了两个致动器 119 的中性位置,其中 w_1 铰链部分 106 表现为未相对于载置器主体 81 的板部分 88 倾翻。在个体反射镜 126 的第一变型中可通过使所有电极 120、121 被切换为无电压而实现图 17 所示的此中性位置。

[0134] 用于致动器 119 的替代电压启动装置(图中未示出)被构造为使得在 w_1 铰链部分 106(即摇臂 127、128(参见图 17))的中性位置,在移动电极 120 与所关联的对应电极 122 之间施加不为 0V 的偏置电压。此类型的电偏置电压被用于产生杠臂 127、128 绕倾翻轴线 w_1 的机械偏置电压。以此方式,可以以规定的方式调节其中反射镜主体 79 平行于载置器主体 81 精确定向的中性位置。

[0135] 图 18 示出了向图 18 左边所示的致动器 119 的电极 120、122 施加倾翻电压的情形。相应地,反射镜主体 79 绕倾翻轴线 w_1 在逆时针方向上倾翻。

[0136] 图 19 示出了向图 19 右边所示的致动器 119 施加倾翻电压的情形。相应地,反射镜主体 79 绕倾翻轴线 w_1 在顺时针方向上倾翻。

[0137] 图 20 至图 23 以及图 24 至图 27 示出了移动电极 120 的两个不同的构造和布置变型。对应于上面已经参照图 1 至 19 描述的部件的部件具有相同的附图标记,并将不再详细说明。

[0138] 具有图 20 至 27 所示的布置的移动电极 120 的对应电极被设计为根据图 10 至图 12 所示的构造的四象限电极 114 至 117。

[0139] 在图 20 至 23 所示的致动器 119 中,呈现了分别在载置器主体 81 的板部分 88 的四象限之一中沿径向布置在板部分 88 上的四个移动电极 120。图 20 至 23 所示的移动电极 120 的自由端 121 分别被布置为靠近载置器主体 81 的方形板部分 88 的四个角。这些自由端 121 具有接触部分 129,通过接触部分 129,移动电极 120 可移动地连接到中间载置器主体或反射镜主体 79。接触部分 129 是移动电极 120 与例如 w_1 铰链部分 106(即铰链体)的连接区域。与自由端 121 相对,图 47 至 50 所示构造中的每个移动电极 120 在接触面部分 124 的区域中具有刚性连接到板部分 88 的端部。

[0140] 在图 24 至图 27 所示的移动电极 120 的构造和布置示例中,每个移动电极呈现为螺旋面体。在图 24 至图 27 所示的移动电极 120 的固定端 130(移动电极 120 在固定端 130 被固定到板部分 88)与自由端 121 的接触部分 129 之间,每个移动电极 120 伸展约三个螺旋圈。

[0141] 根据图 20 至 23 所示的布置,还在图 24 至图 27 所示的布置中布置有四个移动电极 120,四个移动电极 120 之一分别布置在板部分 88 的四个象限之一中。

[0142] 在图 24 至图 27 所示的布置中,每个移动电极 120 的固定端 130 靠近板部分 88 的各象限的角部。在图 24 至图 27 所示的布置中,接触部分 129 位于板部分 88 的各个象限的中心区域中。

[0143] 致动器 119 也可以具有电磁驱动,以代替静电驱动。在此情况下,提供电磁磁阻致动器,以代替对应电极 122 和电介质 123。提供薄的铁磁性金属板代替移动电极 120。

[0144] 下面参照图 28 至图 30 描述用于实现反射镜主体绕倾翻轴线的受控倾翻的致动器 131 的另一构造。对应于已经参照图 1 至图 27、尤其是参照图 3 至图 27 描述的部件的部件具有相同的附图标记,并将不再详细讨论。

[0145] 在图 28 至图 30 所示的致动器 131 中,载置器主体 81 的板部分 88 上的导电涂层 132 继而被用作致动器 131 的电极之一。对应电极 134、135、136 的堆 133 布置在此电极 132 上方。相邻的对应电极可以分别绕一体式铰链 137 相对于彼此倾翻,一体式铰链 137 在图 28 中示意性的示出。因此,每个一体式铰链 137 沿着反射镜主体 79 上的反射面的铰链宽度延伸到上述倾翻铰链 82、83。在未受力的中性位置,对应电极 134 至 136 分别已经相对于板部分 88 上的电极 132 的平面发生倾翻,如图 28 中的虚线所示。图 28 以实线示出了在相邻电极 132 和 134 至 136 之间施加附加倾翻电压的情形。这导致相邻电极 132 和 134 至 136 从倾翻的中性位置开始通过围绕一体式铰链 137 的偏转进一步朝向彼此倾翻。因此,图 28 中最上方示出的对应电极 136 经历对应于布置在其下的电极对相对于彼此的相对倾翻的总和的倾翻角。反射镜主体 79 继而可以连接到图 28 最上方所示的对应电极 136,从而被致动器相应地倾翻。最上方的对应电极 136 的总倾翻角 α 被作为对应电极 134、135 和 136 的单独倾翻角 α_1 、 α_2 、 α_3 的总和而产生。

[0146] 下面将参照图 29 和图 30 描述将致动器 131 应用于图 17 至图 19 所示个体反射镜 126 的形式的个体反射镜 138 中的情形。在此情况中,具有对应电极堆 133 的致动器 131 布置在载置器主体 81 的板部分 88 与中间载置器主体 104 的 w_1 铰链部分 106 的摇臂 127、128 之间。与根据图 28 的构造不同,在图 29 和图 30 所示构造的致动器 131 中,一体式铰链 157 被布置为与倾翻轴线 w_1 相邻。

[0147] 图 29 示出了中性位置。图 30 示出了其中向图 30 的左边所示的致动器的电极 132 和 134、135、136 施加倾翻电压的位置。结果是图 30 中 w_1 铰链部分 106 绕倾翻轴线 w_1 在逆时针方向上的倾翻。

[0148] 在铰链的其他变型中,铰链长度 L 与铰链厚度 S 也可以呈现另一尺寸比。 L/S 可以大于 50,大于 100,大于 250 或者大于 500。大于 1000 的 L/S 比也是可以的。

[0149] 下面将参照图 31 至 34 描述个体反射镜 139 的另一构造,其具有用于实现反射镜主体 79 的受控倾翻的致动器 119 形式的致动器。对应于上面已经参照图 1 至图 30、尤其是参照图 3 至图 30 描述的部件的部件具有相同的附图标记,并将不再详细描述。

[0150] 在个体反射镜 139 中的反射镜主体 79 和反射面 80 具有等边三角形的形状。三边之一的边长度可以是约 1mm。各个致动器 119 之一分别被布置为平行于此三角形的三边之一。

[0151] 每个致动器 119 具有移动电极 120,移动电极 120 通过接触部分 129 连接到反射镜

主体 79, 并通过接触面部分 124 连接到载置器主体 81。三个致动器 119 的致动可以如结合对图 15 至 27 所示的致动器 119 的描述所说明的那样彼此独立地进行。以此方式, 可以在三个独立的倾翻自由度上实现反射面 80 相对于载置器主体 81 的倾翻。

[0152] 三个致动器 119 布置成使得在个体反射镜 139 的平面视图中, 接触部分 129 沿逆时针方向分别布置在相邻致动器 119 的接触面部分 124 的上方。

[0153] 个体反射镜 139 没有倾翻铰链 82、83 形式的铰链。

[0154] 上述用于倾翻反射镜主体 79 的致动器可以具有集成传感器系统, 用于测量绕倾翻轴线 w_1 、 w_2 的各个倾翻角度。特别地, 此传感器系统可以被用于监测所调节的倾翻角度。

[0155] 此类型的传感器系统可以例如由电容型测量桥形成, 尤其是维恩 (Wien) 桥形式的测量桥。结果, 可以确定反射镜主体 79 的反射面与参考体之间的电容, 这取决于两者彼此间的距离, 换句话说, 取决于反射镜主体 79 的反射面的倾翻角度位置。在此情况中, 用于反射镜主体 79 的上述致动器系统的直流电压可以与施加在上述电极之间的交流电压分量叠加。从而, 通过集成测量桥可以测量所求电容的阻抗改变。为此目的, 进行零平衡, 其中, 已知的可变电容或者已知的可变电阻被用在桥电路内。测量桥本身可以被嵌入在集成电路中, 该集成电路直接位于载置器主体 81 下方, 或者甚至在载置器主体 81 内。这确保由于短信号线导致的寄生电容被最小化。致动器启动和传感器系统的信号放大和模拟 / 数字转换也可以在集成 ASIC (特定用途集成电路) 中进行。

[0156] 借助于投射曝光系统 1, 物场 5 中的至少一部分掩模母版被成像在像场 8 中的晶片上的光敏层的区域上, 以通过光刻方式产生微结构或纳米结构部件, 尤其是半导体部件, 例如微芯片。根据作为扫描机或作为步进机的投射曝光系统 1 的构造, 在扫描机操作中连续地或者在步进机操作中步进地, 以时间同步的方式在 y 方向上移动掩模母版和晶片。

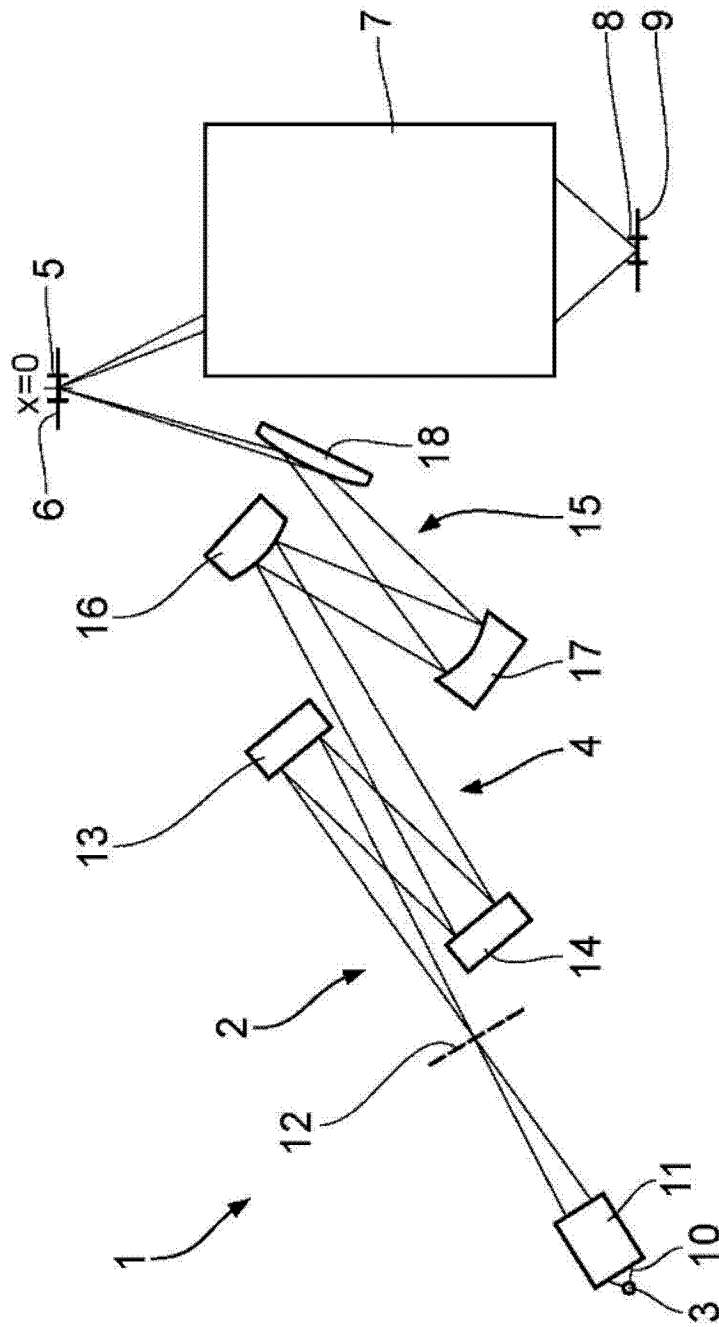


图 1

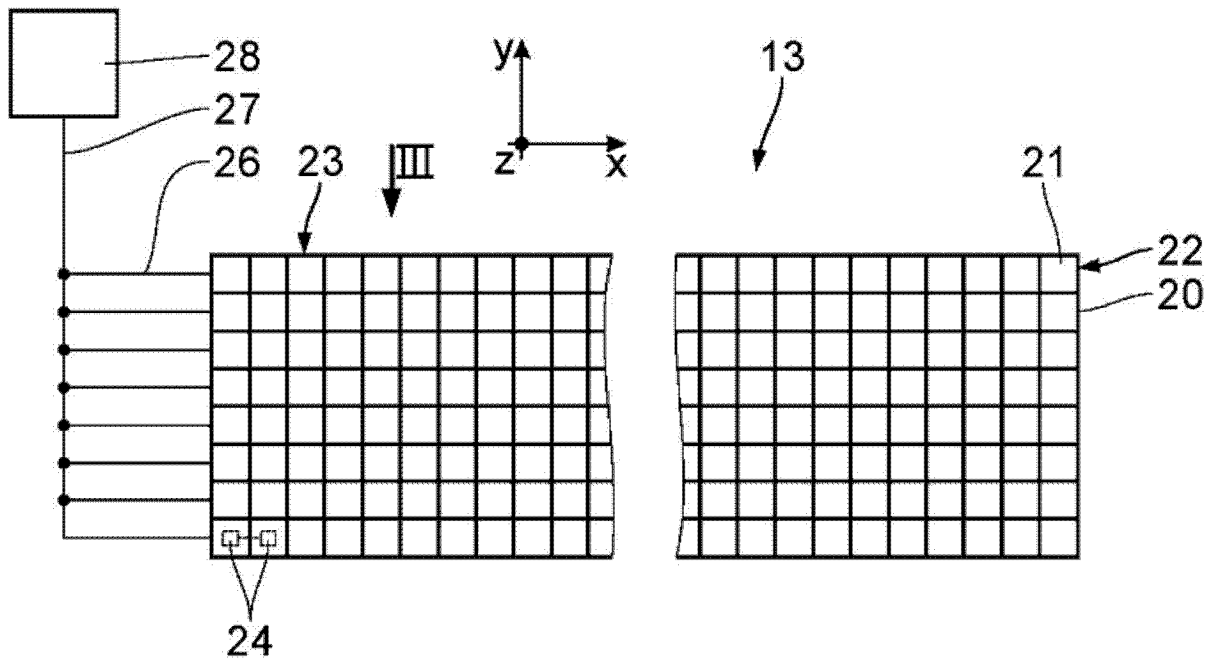


图 2

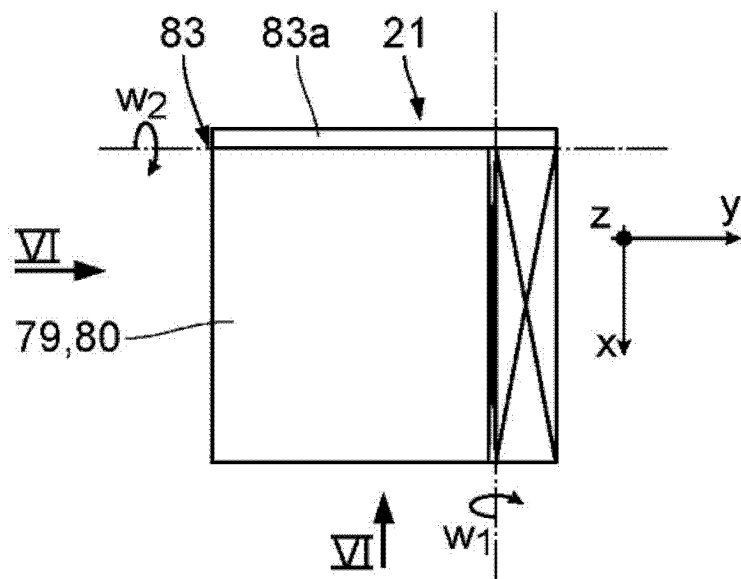


图 3

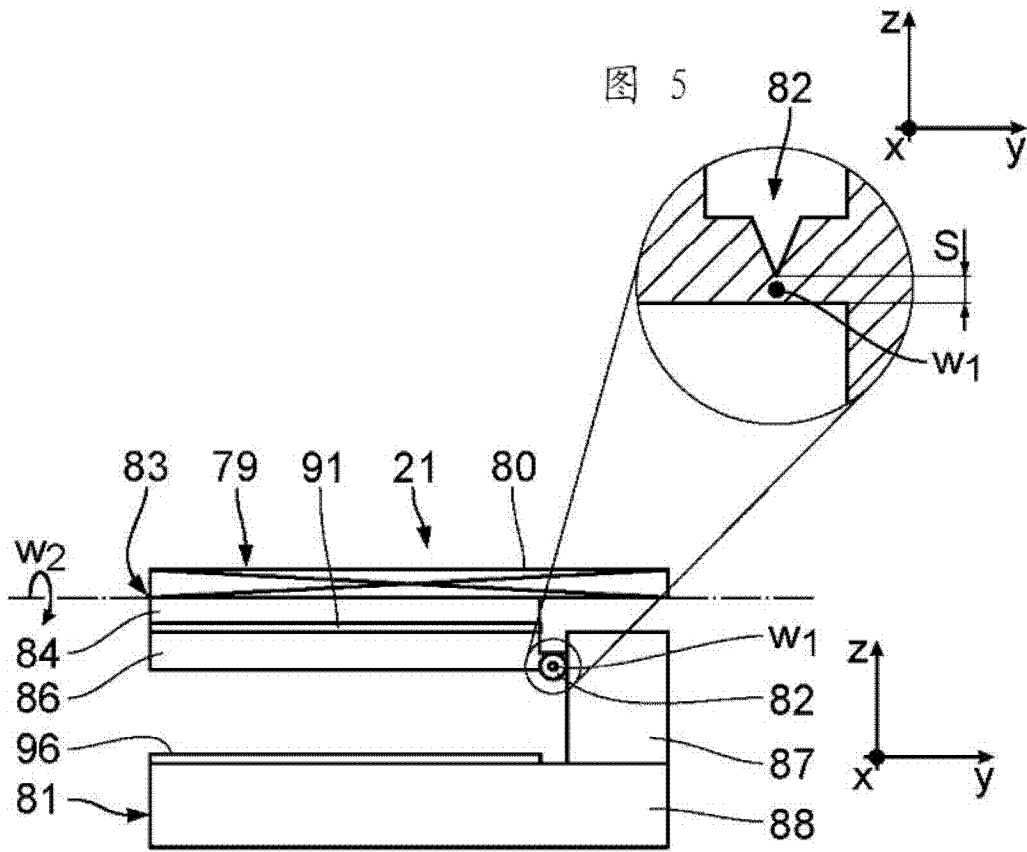


图 4

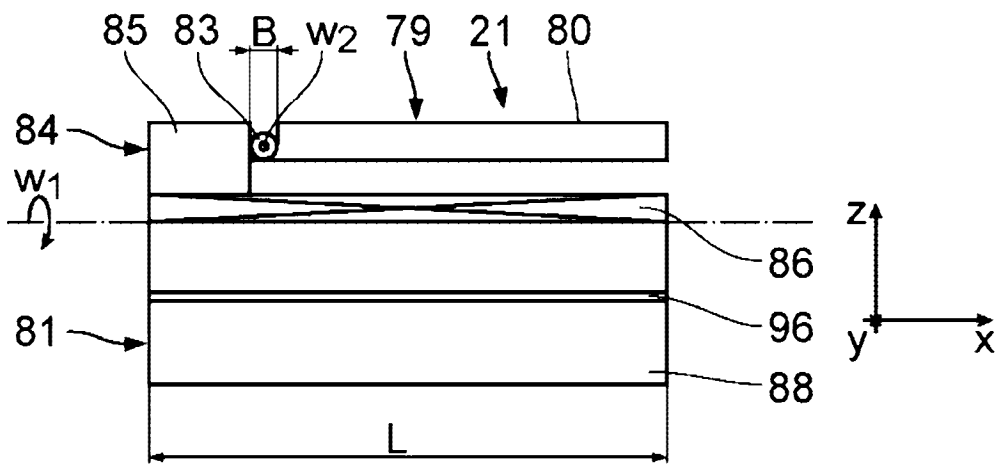


图 6

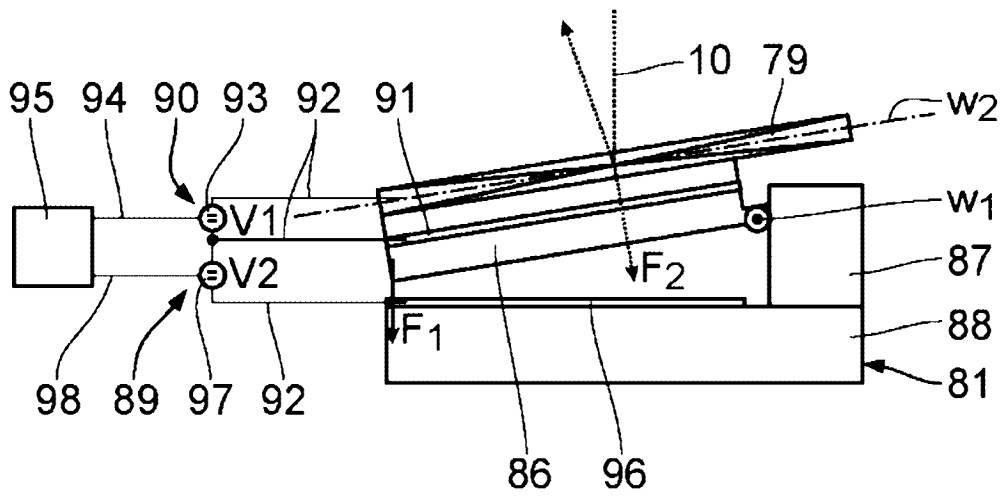


图 7

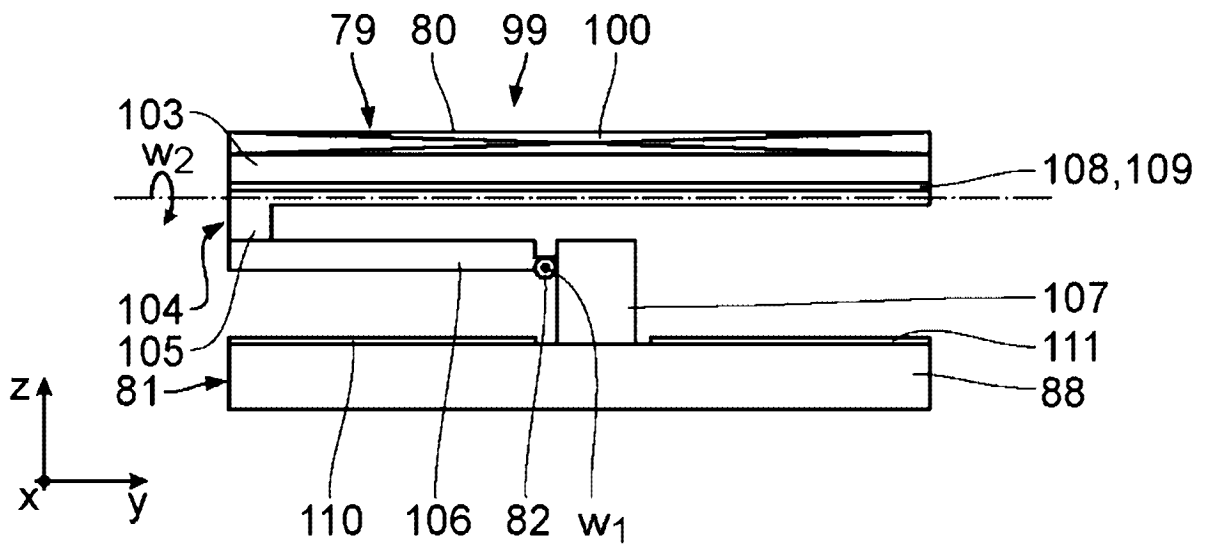


图 8

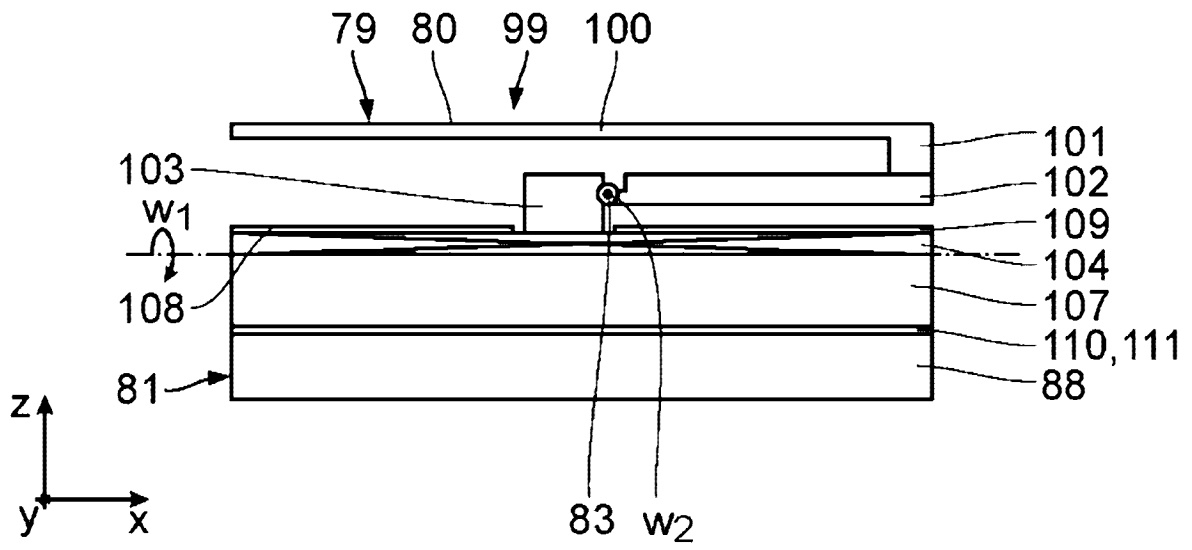


图 9

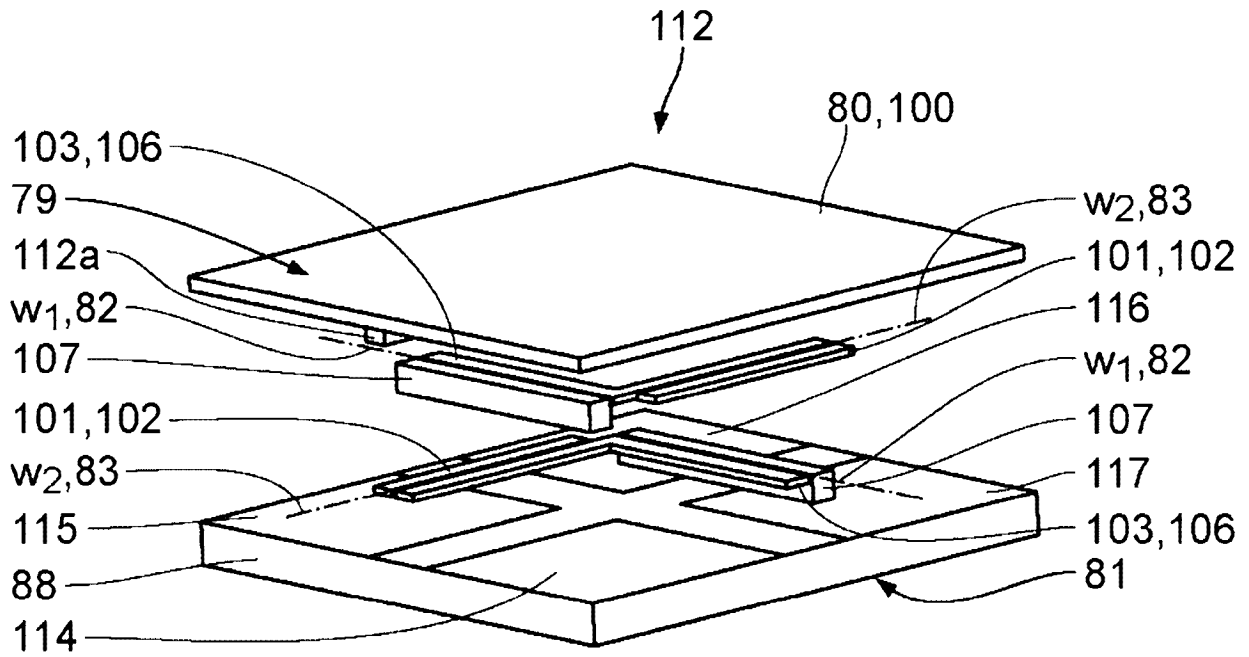


图 10

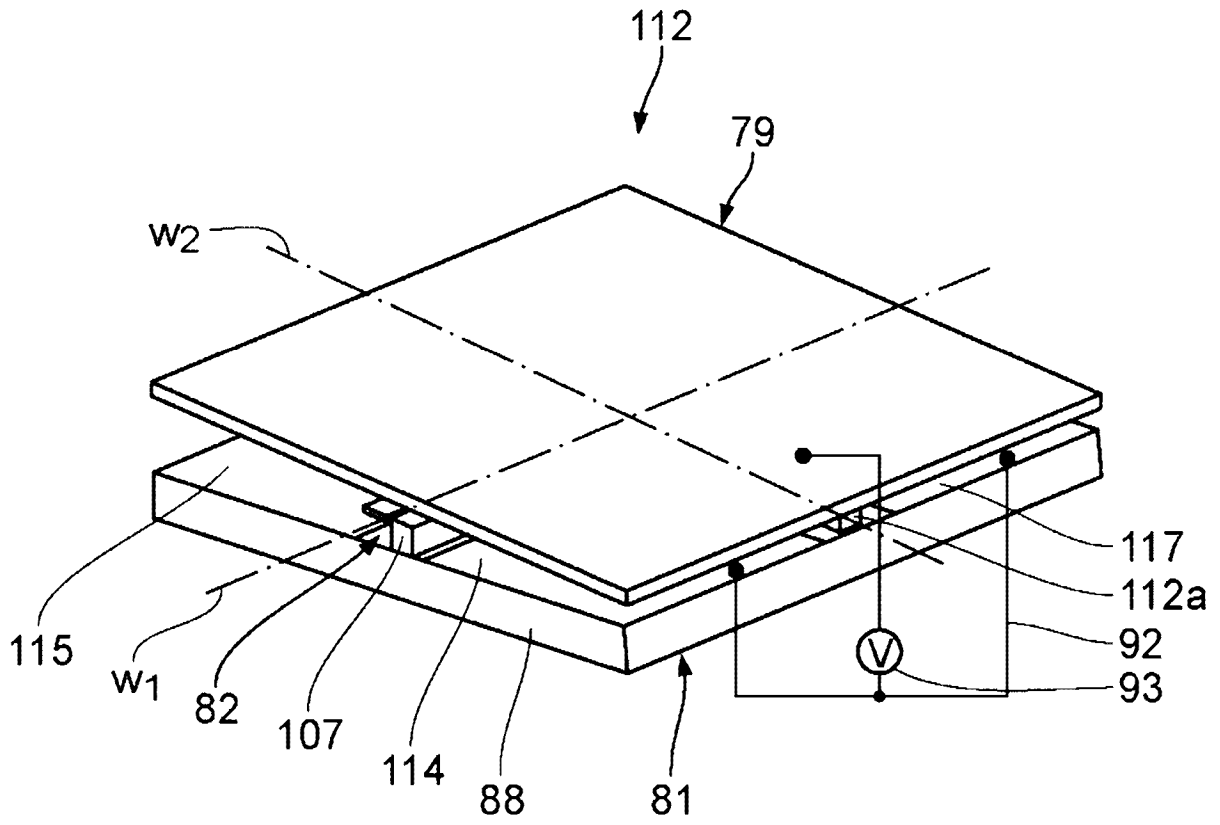


图 11

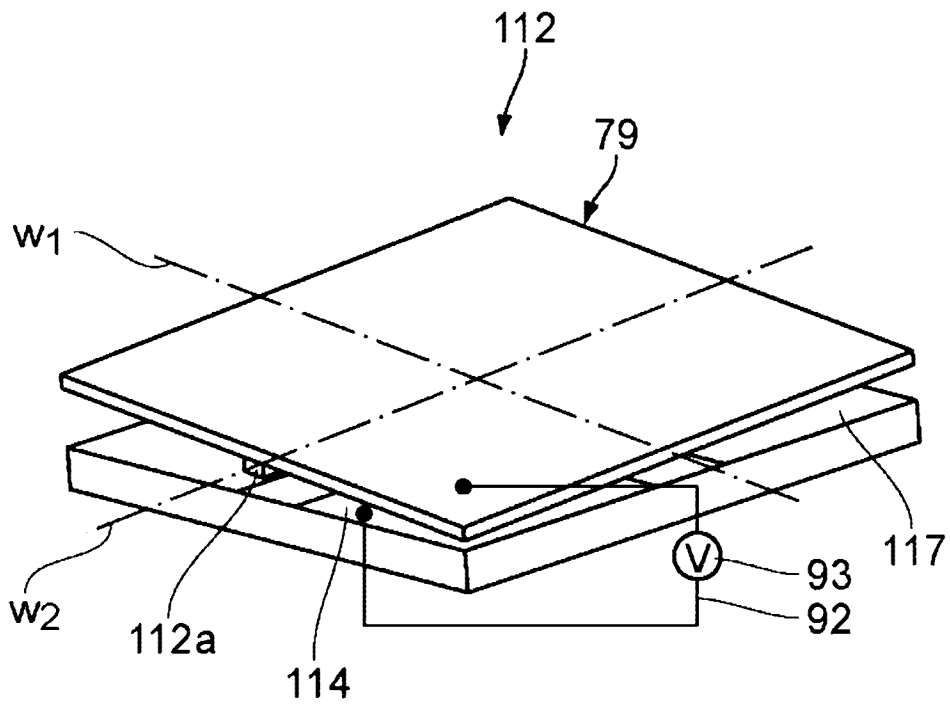


图 12

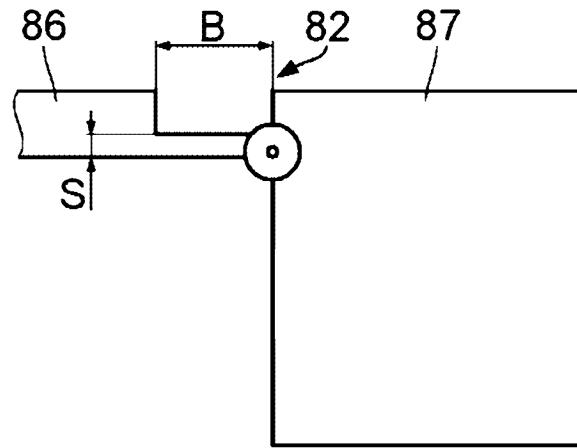


图 13

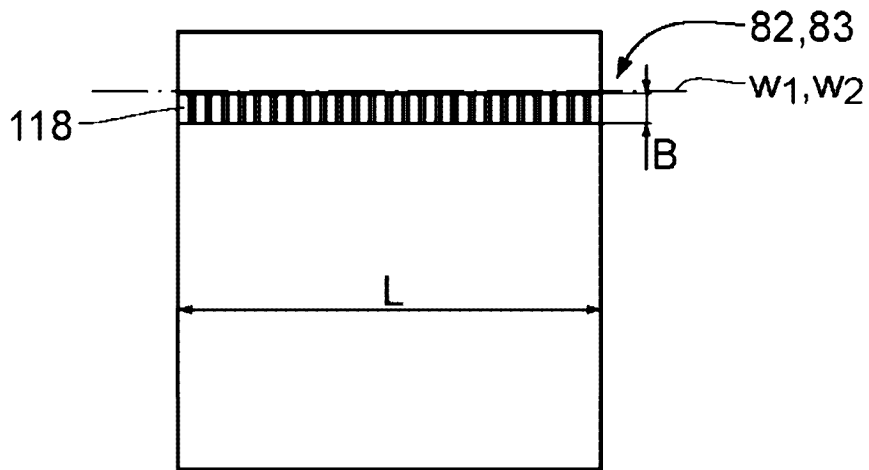


图 14

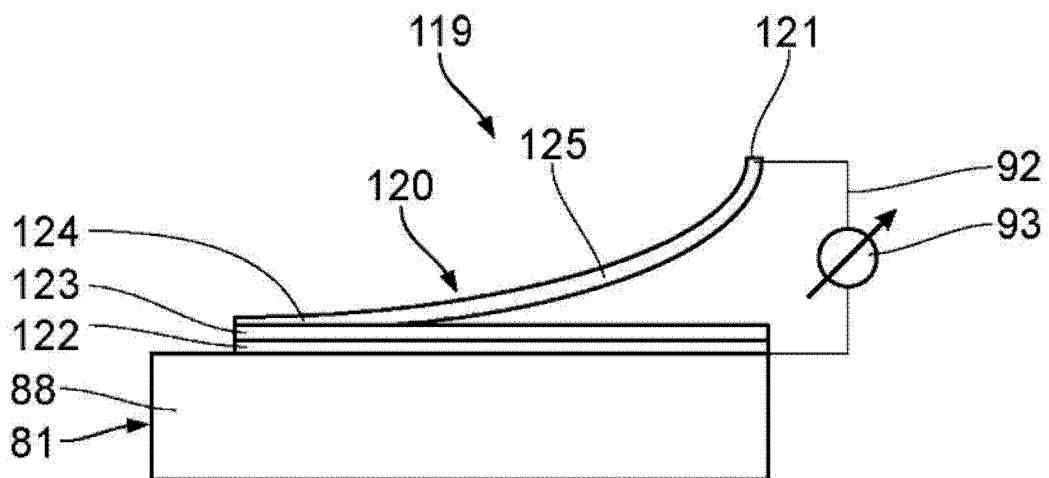


图 15

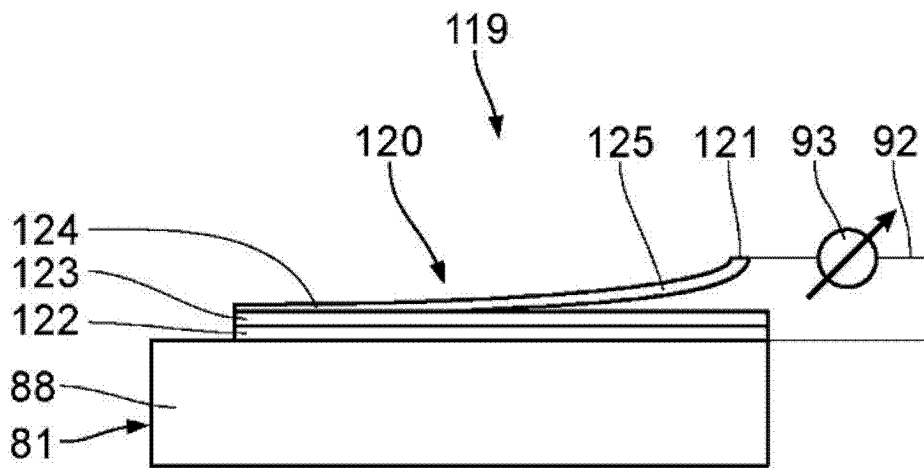


图 16

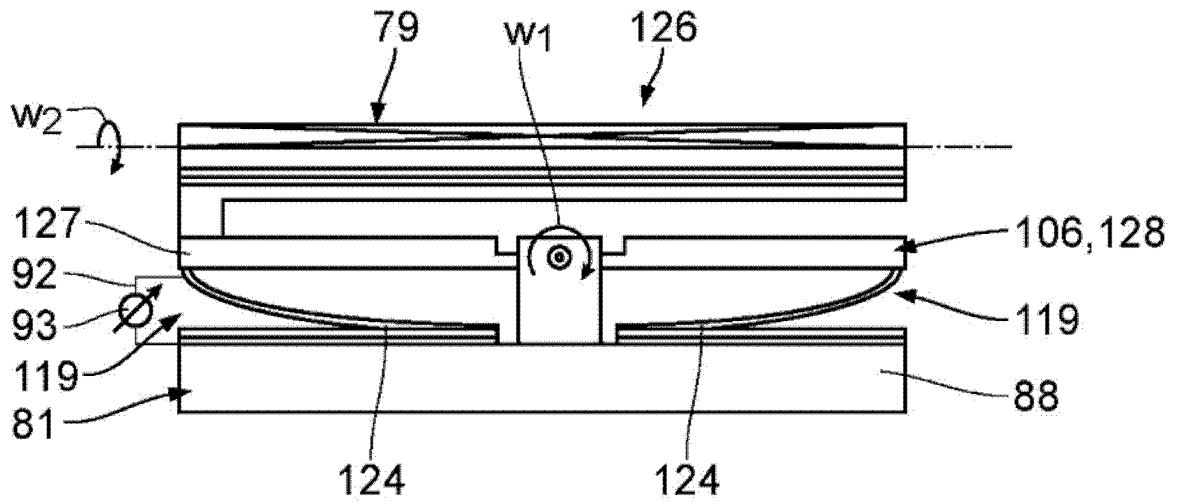


图 17

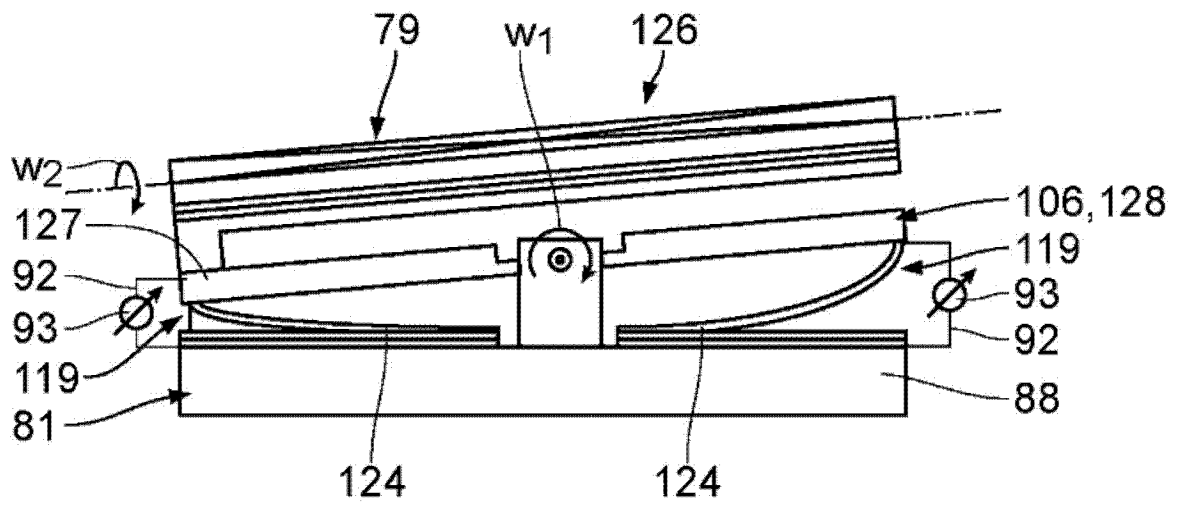


图 18



图 19

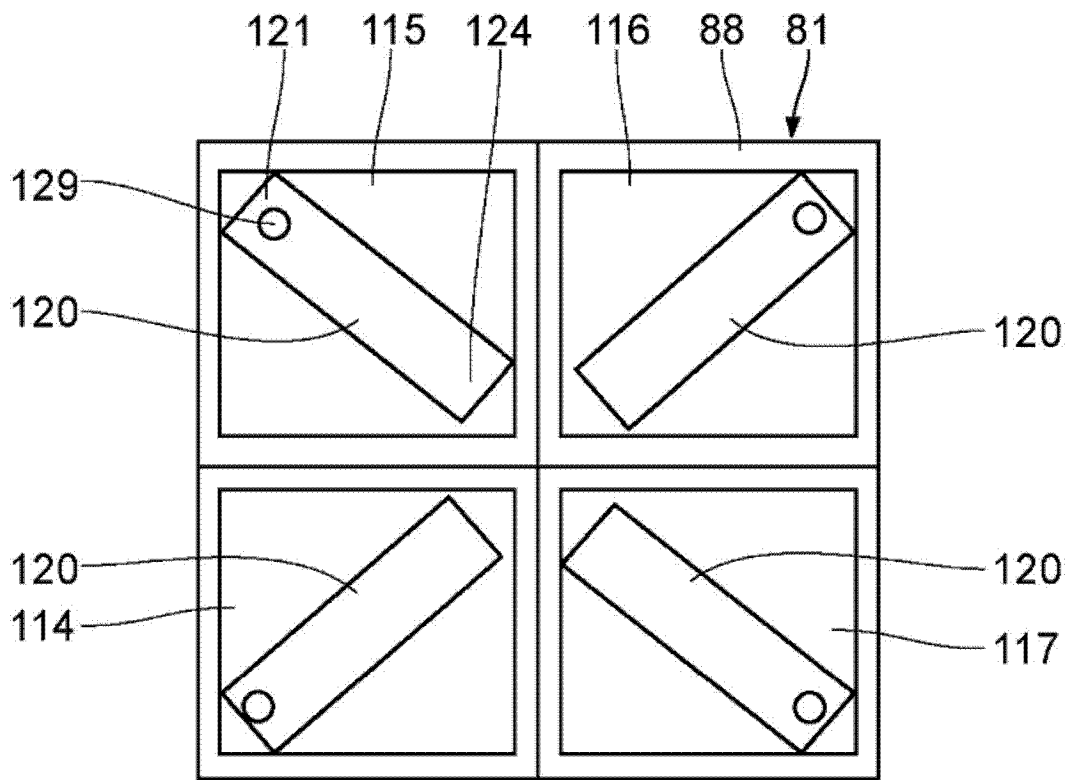


图 20

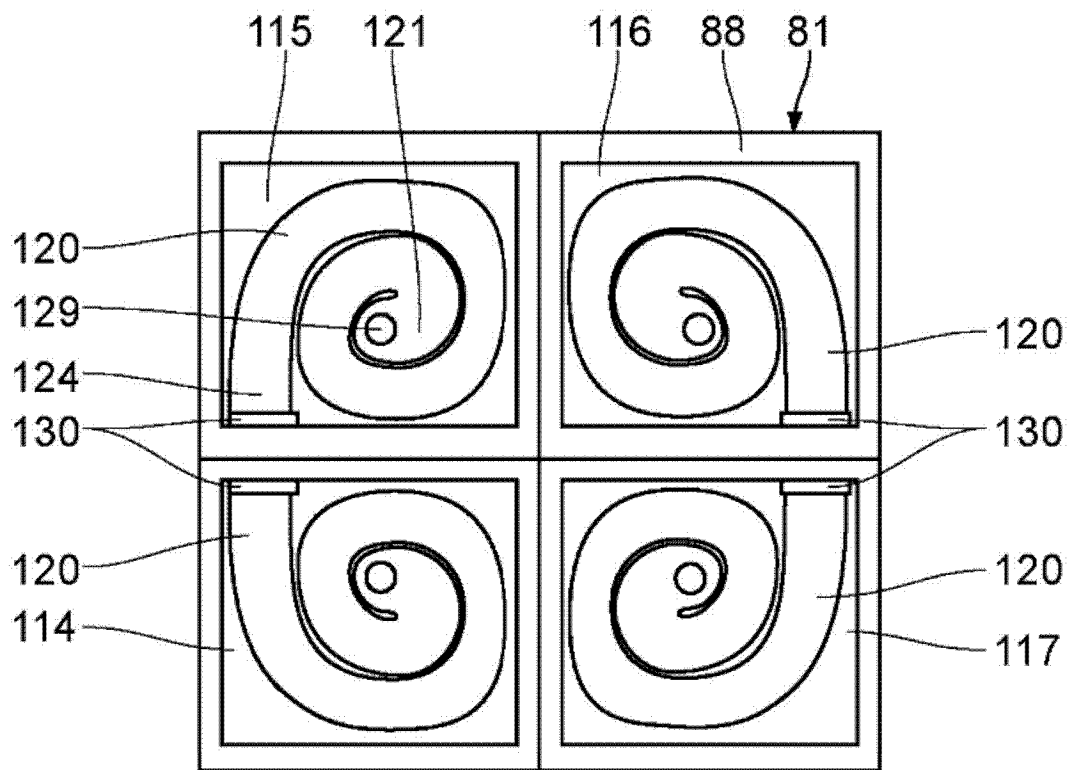


图 24

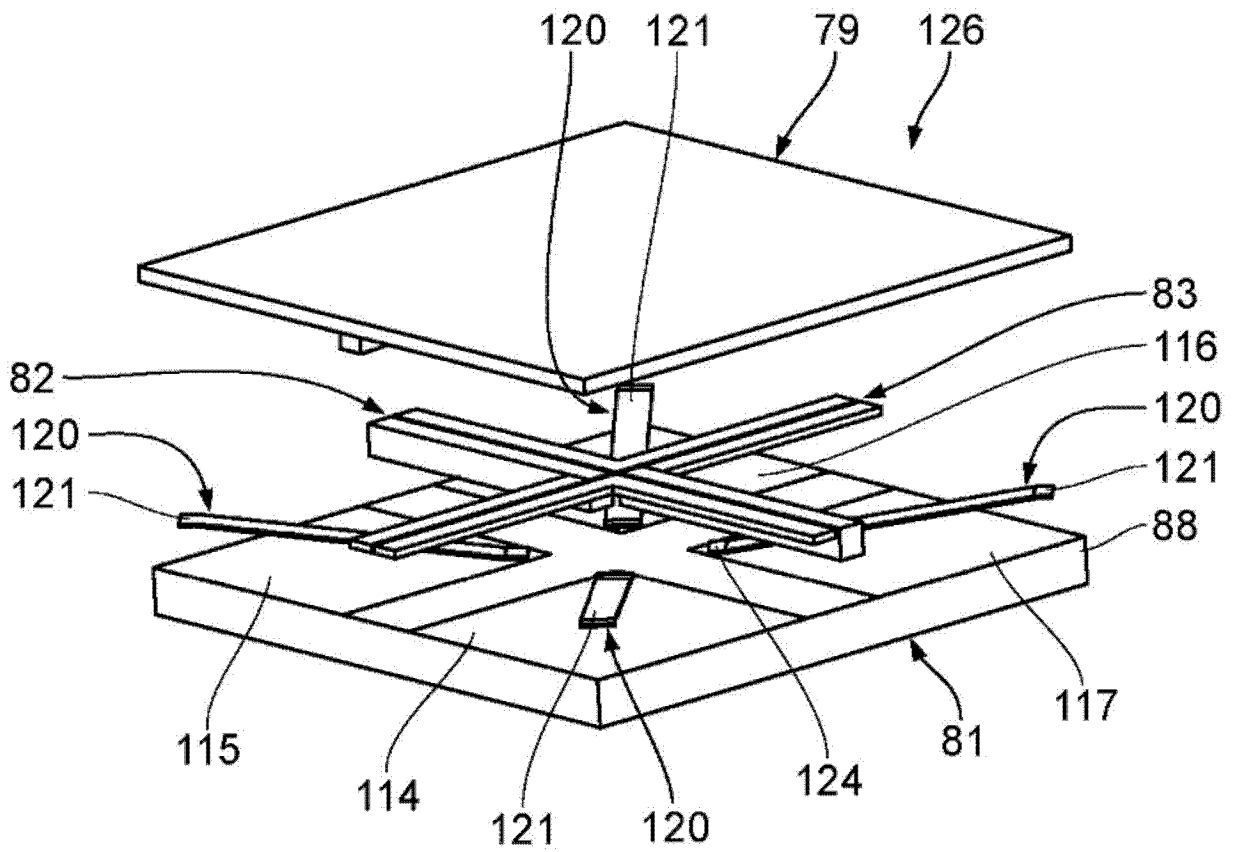


图 21

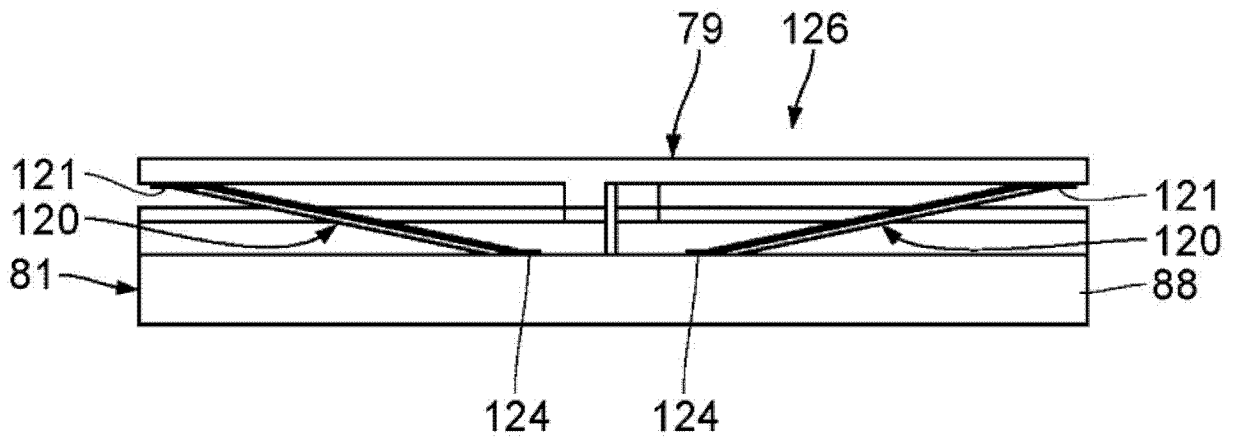


图 22

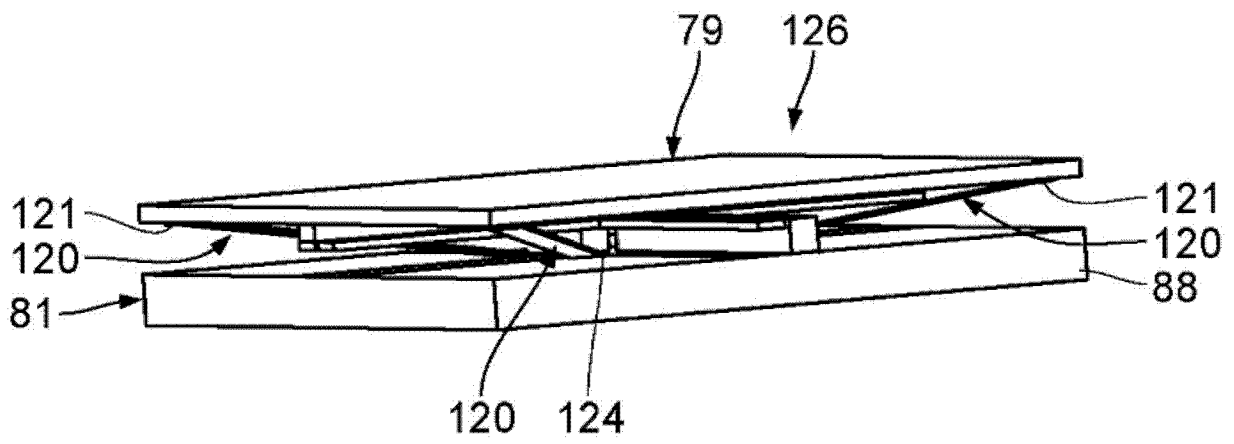


图 23

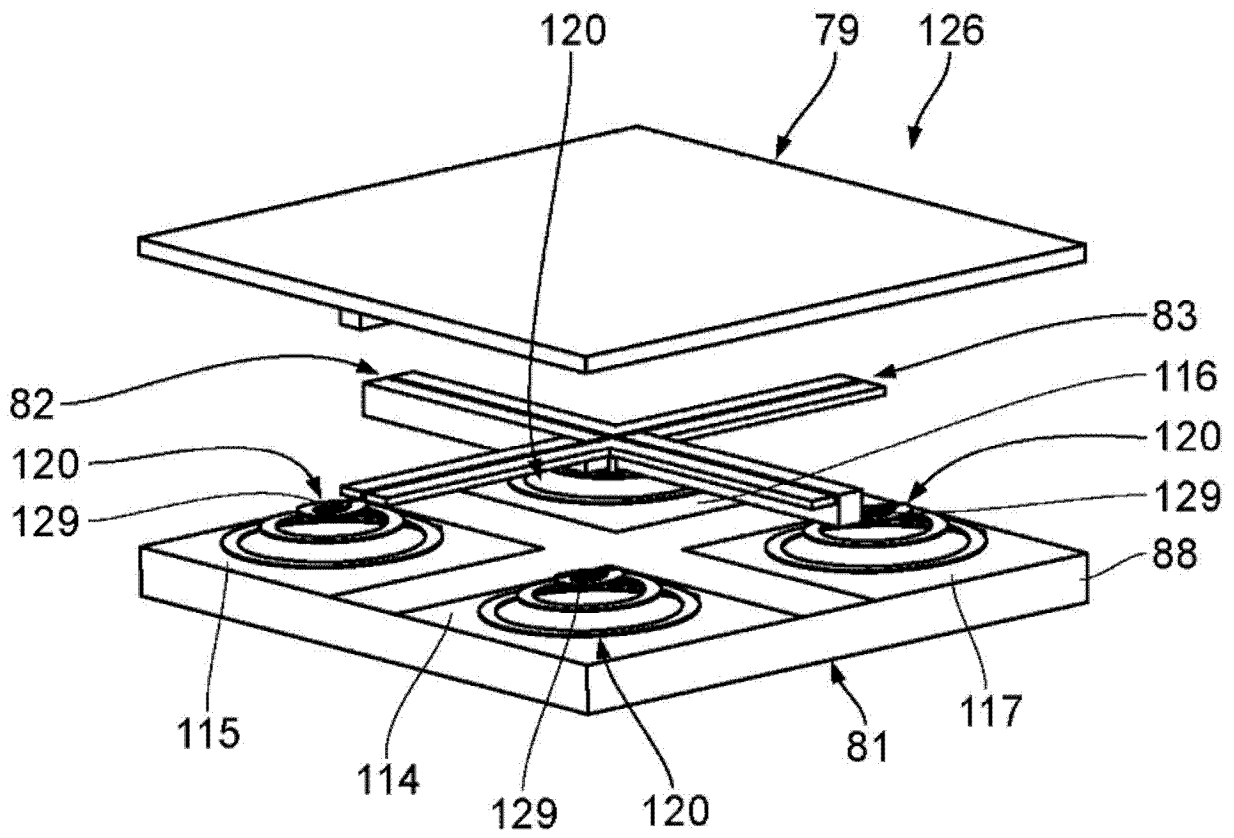


图 25

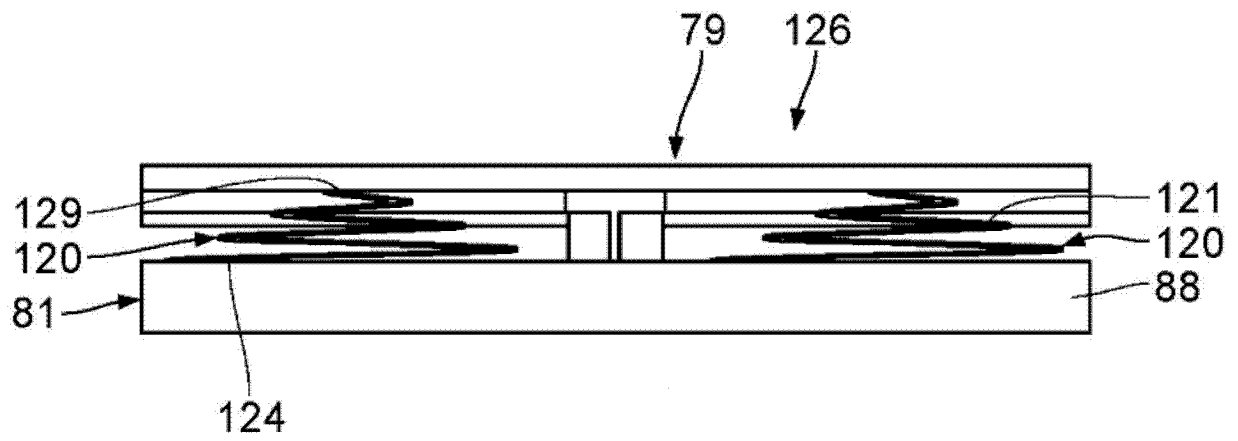


图 26

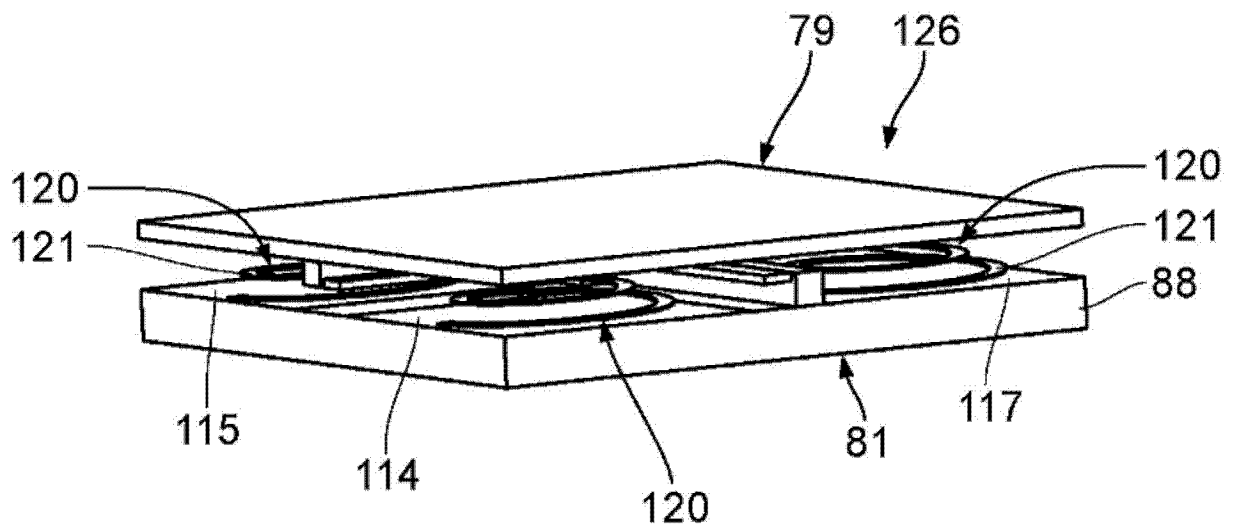


图 27

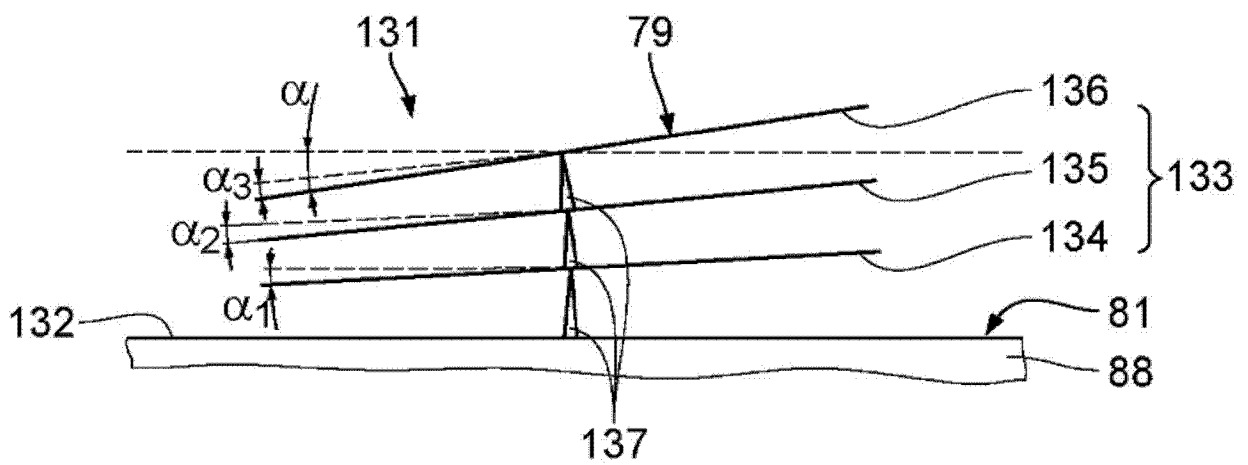


图 28

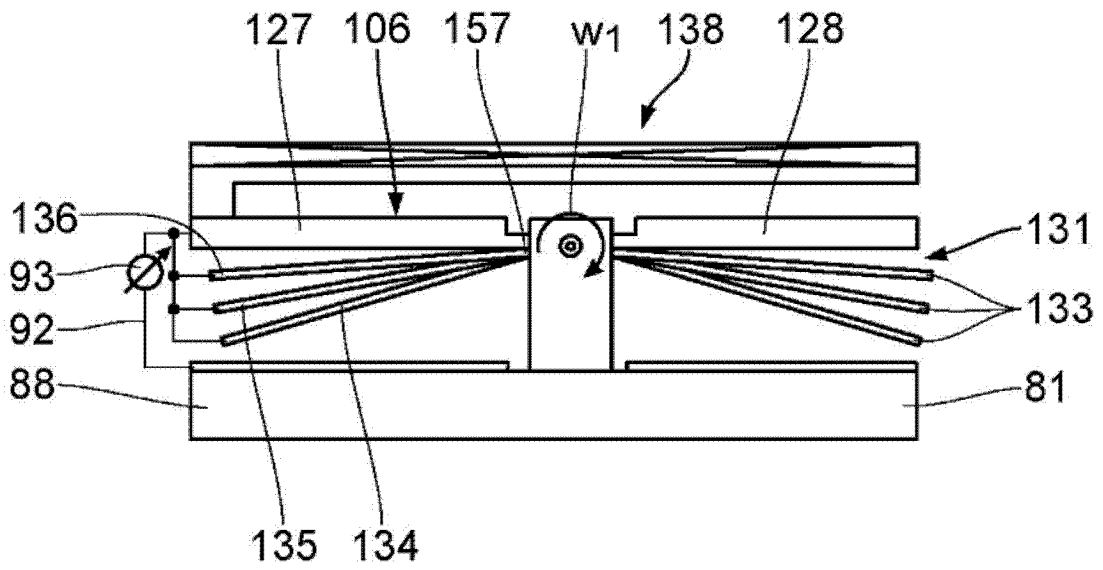


图 29

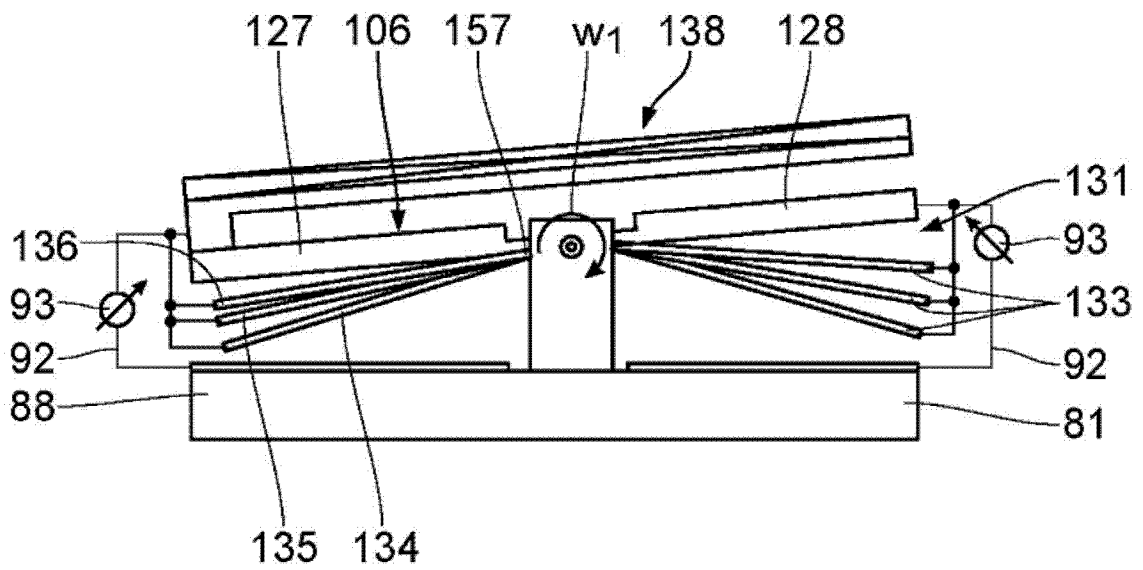


图 30

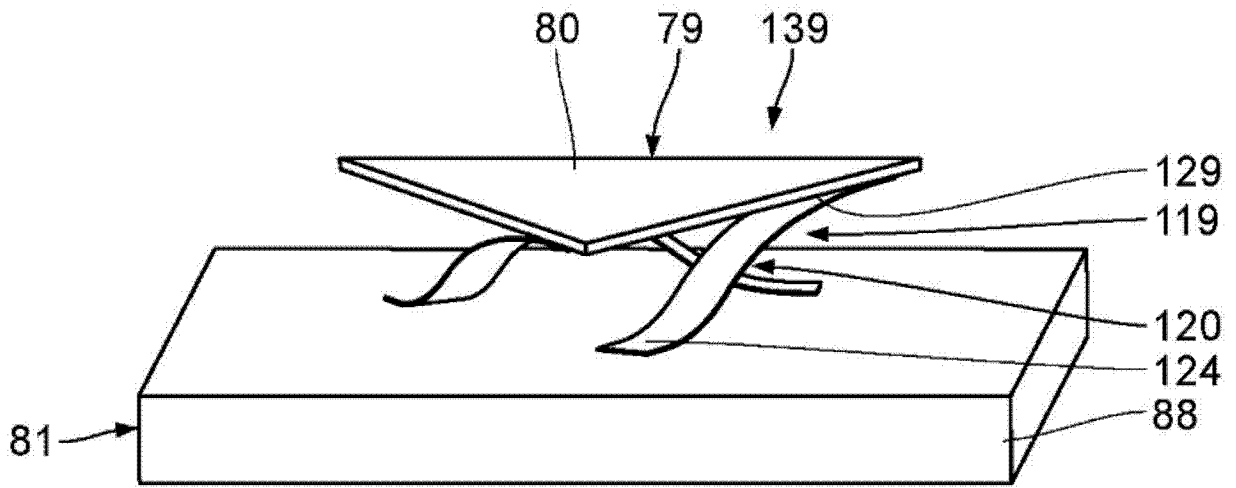


图 31

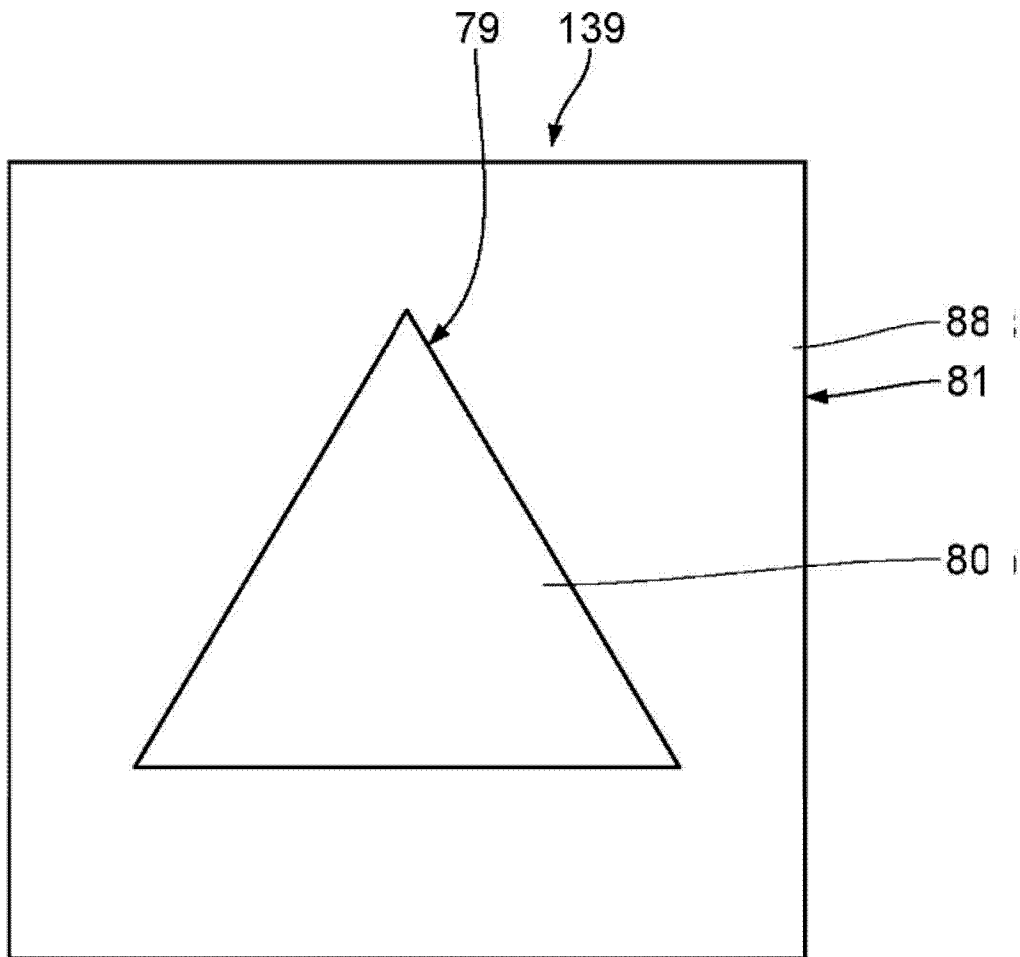


图 32

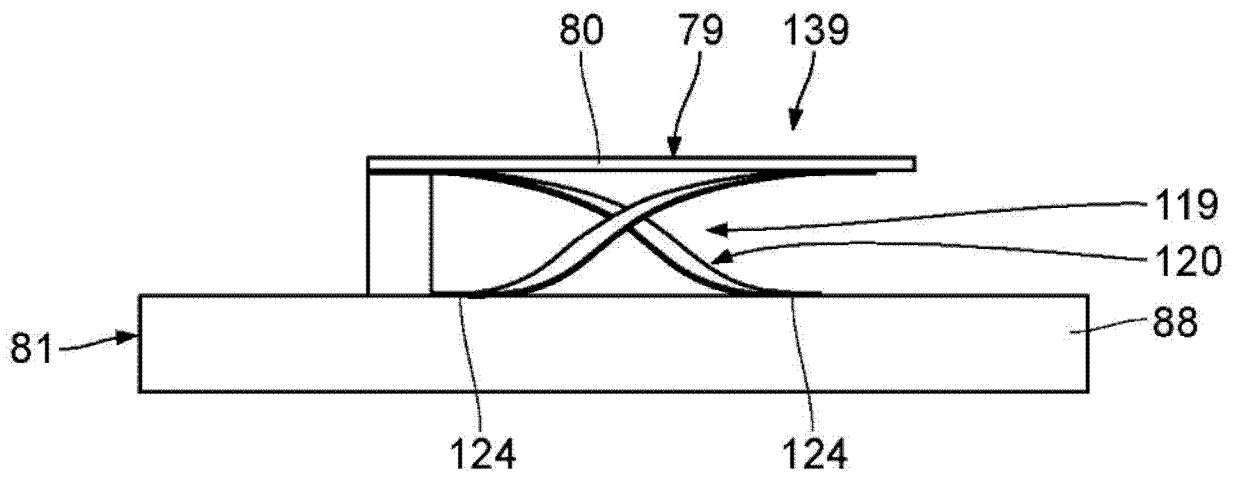


图 33

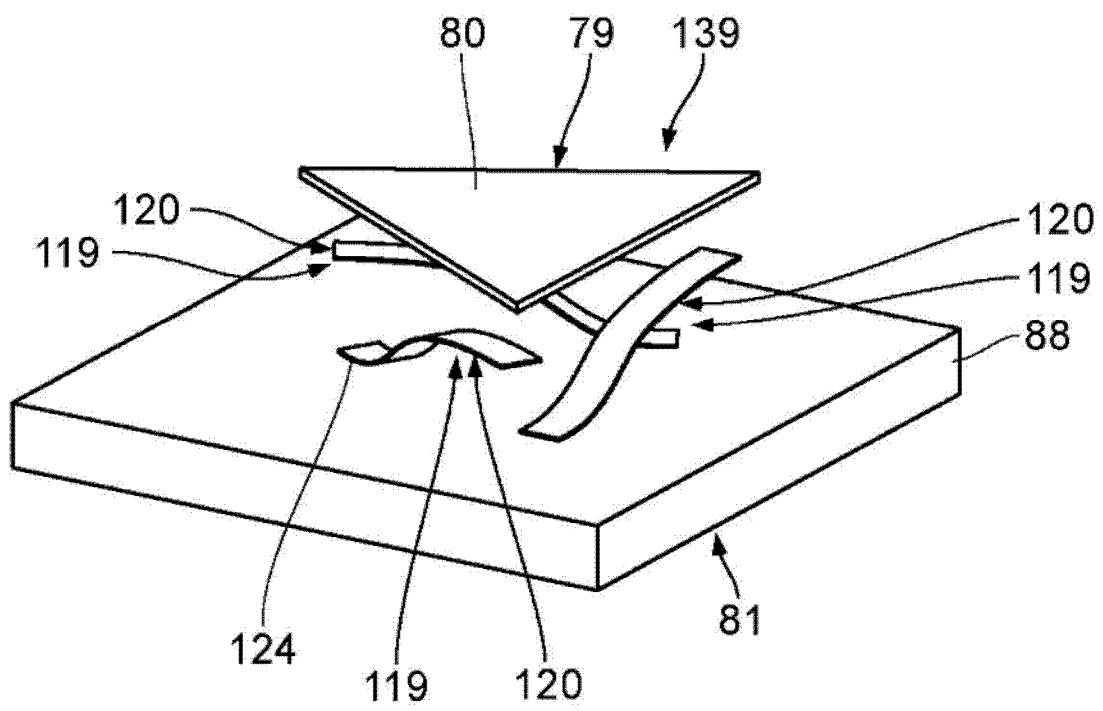


图 34