



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113632010 B

(45) 授权公告日 2025. 06. 10

(21) 申请号 202080023594.1

(22) 申请日 2020.03.25

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113632010 A

(43) 申请公布日 2021.11.09

(30) 优先权数据
102019204165.5 2019.03.26 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.09.23

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2020/058366 2020.03.25

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/193633 DE 2020.10.01

(73) 专利权人 卡尔蔡司SMT有限责任公司
地址 德国上科亨

(72) 发明人 J.霍恩 S.里赫特

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105
专利代理师 王蕊瑞

(51) Int.Cl.
G03F 7/20 (2006.01)
G02B 26/08 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2018217506 A1, 2018.08.02
US 2008079930 A1, 2008.04.03

审查员 王春萌

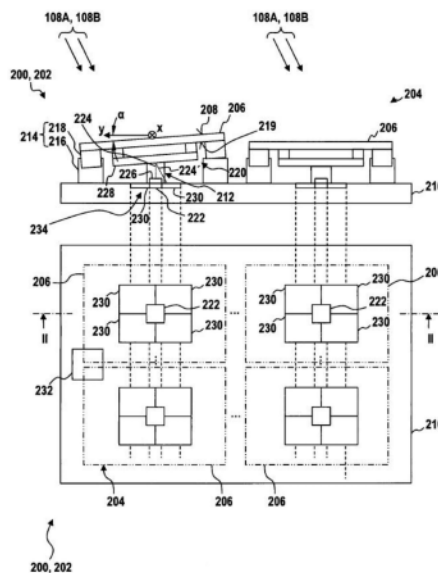
权利要求书2页 说明书15页 附图13页

(54) 发明名称

光学装置和光刻设备

(57) 摘要

一种用于光刻设备(100A、100B)的光学装置(200),具有:具有反射镜阵列(204)的微系统(202),其中反射镜阵列(204)的相应反射镜(206)被设置成在其前侧(208)反射光刻设备(100A、100B)的工作光(108A、108B)并且还在其后侧(220)反射测量光束(L、224);一个或多个辐射源(222),设置在微系统(202)的外部并设置成提供相应的测量光束(L、224);以及一个或多个传感器单元(230、804、1200),设置成根据各自反射的测量光束(L'、224')来感测相应反射镜(206)的倾斜角(α)。



1. 一种用于光刻设备(100A、100B)的光学装置(200),具有:
微系统(202),具有反射镜阵列(204),其中所述反射镜阵列(204)的相应反射镜(206)被设置成在其前侧(208)反射所述光刻设备(100A、100B)的工作光(108A、108B)并且还在其后侧(220)反射测量光束(L、224),
一个或多个辐射源(222、310),布置在所述微系统(202)的外部且在所述光学装置(200)的真空区域的外部,并被设置成提供相应的所述测量光束(L、224),以及
一个或多个传感器单元(230、804、1200),被设置成根据相应反射的测量光束(L'、224')感测相应反射镜(206)的倾斜角(α),
其中,所述微系统(202)具有基板(210、300、1000)和集成电路(234)。
2. 根据权利要求1所述的光学装置,其中,所述反射镜阵列(204)布置在所述基板(210、300、1000)上,以及其中相应反射镜(206)可倾斜地安装在所述基板(210、300、1000)上。
3. 根据权利要求1或2所述的光学装置,其中,所述微系统(202)具有集成光学单元(302),所述集成光学单元(302)被设置成将所提供的测量光束(L、224)引导至相应的反射镜(206)。
4. 根据权利要求3所述的光学装置,其中,所述集成光学单元(302)被设置成将所述相应反射的测量光束(L'、224')或根据所述相应反射的测量光束(L'、224')产生的信号引导至所述一个或多个传感器单元(230、804、1200)。
5. 根据权利要求1或2所述的光学装置,其中,所述集成电路包括一个或多个传感器单元(230)。
6. 根据权利要求1或2所述的光学装置,其特征在于,所述一个或多个传感器单元(804、1200)设置在所述微系统(202)的外部。
7. 根据权利要求1或2所述的光学装置,其中,所述辐射源(310)被设置成以随时间(t)变化的波长(λ)提供所述测量光束(L、224),其中相应的反射镜(206)被分配有一个或多个滤波器(308-1至308-n),所述一个或多个滤波器(308-1至308-n)被设置成允许所述反射的测量光束(L'、224')或由所述反射的测量光束(L'、224')产生的信号、仅以预定的波长通带(W_{308-1} 至 W_{308-n})通过并传送至所述一个或多个传感器单元(230、804、1200),其中所述滤波器(308-1至308-n)的所述波长通带(W_{308-1} 至 W_{308-n})彼此不同。
8. 根据权利要求1或2所述的光学装置,其中,所述微系统(202)具有多路复用器(308-1至308-n、310),所述多路复用器(308-1至308-n、310)被设置成将所述反射的测量光束(L'、224')或由所述反射的测量光束(L'、224')产生的信号多路复用到光导(802)上,并且其中,所述微系统(202)还具有多路分解器(804、810),所述多路分解器(804、810)被设置成将多路复用到所述光导(802)上的所述测量光束(L'、224')或信号多路分解。
9. 根据权利要求1或2所述的光学装置,其中,所述一个或多个传感器单元(230、804)被设置成根据所述反射的测量光束(L'、224')相对于所提供的测量光束(L、224)的偏转来感测相应的反射镜(206)的倾斜角(α)。
10. 根据权利要求9所述的光学装置,其中,所述微系统(202)具有带有多个光入射区域(307)的第一基板(300)和带有多个传感器单元(230)的第二基板(210),其中所述多个光入射区域(307)被设置成将所述反射的测量光束(L'、224')引导至所述多个传感器单元(230)。

11. 根据权利要求10所述的光学装置,其中,所述多个光入射区域(307)包括具有不同波长通带(W_{308-1} 至 W_{308-n})的滤波器(308-1至308-n)。

12. 根据权利要求1或2所述的光学装置,其中,所述一个或多个传感器单元(1200)被设置成借助于距离测量来感测相应反射镜(206)的倾斜角(α),所述距离测量取决于所提供的和反射的测量光束(L,224;1',224')。

13. 根据权利要求12所述的光学装置,其中,所述一个或多个传感器单元(1200)被设置成根据FMCW-LIDAR方法执行所述距离测量。

14. 一种光刻设备(100A,100B),具有如权利要求1至13中任一项所述的光学装置(200)的。

光学装置和光刻设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种光学装置和一种光刻设备。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 通过引用将优先权申请DE 10 2019 204 165.5的内容整体并入于此。

背景技术

[0004] 微光刻用于生产微结构部件,例如集成电路。使用光刻设备执行微光刻工艺,光刻设备具有照明系统和投射系统。在这种情况下,借助于照明系统照明的掩模(掩模母版)的图像借助于投射系统投射到基板上,该基板例如为涂覆有光敏层(光致抗蚀剂)并布置在投射系统的像平面中的硅晶片,以便将掩模结构转印到基板的光敏涂层上。

[0005] 在为EUV范围(即:在例如大约13纳米的波长处)而设计的光刻设备中,由于缺乏合适的透光折射材料,反射镜被用作成像过程的光学部件。

[0006] 众所周知,在照明系统中使用分面反射镜,以便适当地成形EUV光并将其引导至掩模。这种分面反射镜包括多个单独的反射镜。

[0007] 为了能够在基板(例如硅晶片)上制造越来越小的结构,期望的是增加单独的反射镜的数量,同时减小它们的尺寸。这可以通过生产作为微系统(也称为MEMS或微机电系统)的单独的反射镜来实现。

[0008] 每个单独的反射镜可以通过致动器、围绕两个相互垂直的轴线而倾斜。为了能够适当地控制相应的倾斜角,提供了感测相应实际倾斜角的传感器。在这方面,已知的是使用电容传感器。

[0009] 然而,特别是在EUV系统中,实现适于控制倾斜角的信噪比存在困难。这是因为EUV辐射源产生EUV光脉冲组(也称为脉冲串)。脉冲组以大约50至100赫兹的频率出现。相应脉冲组中的脉冲具有大约100千赫兹的频率。由此产生的电场在与借助电容传感器的控制相关的频率范围内产生不期望的干扰。

[0010] 除此之外,还存在这样的事实,即:传感器附近的许多其他部件是以电容方式工作的。作为微系统的分面反射镜的生产以及随之而来的使部件彼此更加靠近的效果进一步不利地增加了电容式交互。

发明内容

[0011] 在这种背景下,本发明的目的是提供一种改进的光学装置和一种改进的光刻设备。

[0012] 因此,提出了一种用于光刻设备的光学装置,其包括:

[0013] 具有反射镜阵列的微系统,其中反射镜阵列的相应的反射镜被设置成在其前侧反射光刻设备的工作光,并且还在其后侧反射测量光束,

[0014] 一个或多个辐射源,被设置成提供相应的测量光束,以及

[0015] 一个或多个传感器单元,被设置成根据各自反射的测量光束来感测相应的反射镜

的倾斜角。

[0016] 借助测量光束感测倾斜角的事实意味着,倾斜角是通过光学手段而不是电容手段感测的,并且是相应地在不同的(控制)域中感测的。信噪比因此得到改善,并且对电干扰的灵敏度得以降低。此外,与电容式测量系统相比,光学测量系统可以获得更高的精度,这对于微系统的小型化结构尤其有利。最后,光学系统也可以更容易地进行校准。

[0017] 该装置特别适用于光刻设备,特别是EUV或DUV光刻设备。然而,该装置也可以适当地形成以用于光刻设备的光学测量的测量系统或一些其他光学系统。

[0018] 微系统在这里被理解为指这样的系统,其中各个部件的尺寸(最大边缘长度)在0.001毫米和5毫米之间。微系统的另一特征是它们可以通过半导体生产方法生产。这特别包括蚀刻和火花浸蚀以及薄膜技术的使用(例如溅射)。

[0019] 反射镜阵列被理解为意指微反射镜阵列。每个微反射镜例如可以具有小于或等于 5mm^2 、 1mm^2 或 0.5mm^2 的反射镜面积。例如,一个反射镜阵列可以具有 32×32 或 64×64 个反射镜。

[0020] 相应的反射镜优选被设置成在其前侧反射光刻设备的工作光(或该设备具有的光学系统内的其他光)。工作光是指与光刻设备相关的、结构在基板(特别是晶片)上产生的光。这可能是EUV或DUV之光。在一些其他光学系统的情况下,工作光是为光学系统的主要目的服务的光。例如,如果光学系统被形成为用于光刻设备的光学测量的测量系统,则工作光是用于光学测量的相应光束。

[0021] 此外,相应的反射镜被设置成在其后侧反射所提供的测量光束。反射可以间接或直接发生在后侧。具体而言,所提供的测量光束可以在布置在反射镜后侧的安装件的一部分处被反射,特别是牢固地连接到反射镜后侧表面的安装件(这是间接反射的例子)。该安装件用于相应的反射镜的倾斜,用于改变倾斜角度。作为替代或补充,光可以直接照射在反射镜后侧的表面上,也就是说,布置在后侧和反射表面之间的其他部件(例如安装件)上不存在反射。

[0022] 反射镜阵列中的反射镜可以是分面反射镜的组成部分。分面反射镜可以布置在光刻设备的照明系统中。

[0023] 测量光束可以具有波长为100纳米至3000纳米的光,优选在380纳米至800纳米之间(可见光)或在800纳米至1650纳米之间(近红外范围)。

[0024] 例如,可以考虑使用发光二极管(以下简称“LED”)或激光器,例如TOPTICA光电股份有限公司的连续可调激光器。在实施例中,每个微系统、反射镜模块或分面反射镜可以被精确地提供一个辐射源。

[0025] 传感器单元或相应的传感器单元可以形成为光电二极管。

[0026] 倾斜角是当反射镜(单个反射镜)围绕位于或基本上位于镜面平面内的轴线转动时获得的角度。通常提供两个可以相互垂直的这样的轴线。相应地,通过相应的传感器单元测量第一倾斜角和/或第二倾斜角。

[0027] 辐射源或相应的辐射源可被设置成以相位调制或频率调制的方式产生测量光束。这可以使测量对开头描述的噪声不太敏感。

[0028] 根据一个实施例,微系统具有基板,反射镜阵列布置在该基板上,其中相应的反射镜可倾斜地安装在基板上。

[0029] 为了安装的目的,可以提供弯曲部。在每种情况下,弯曲部可以一方面固定在基板

上,另一方面固定在相应的反射镜上,特别是与它们形成一体。此外,优选地,两个或更多个反射镜可倾斜地安装在同一个基板(单片基板)上。基板可以由半导体材料制成。半导体材料可以包括硅和/或磷化铟。硅特别适合作为电子部件的载体材料,而磷化铟特别适合作为光学部件的载体材料。例如,可以在半导体材料的结构中形成至少一个用于电流(特别是用于形成电子集成电路)的导体轨道和/或至少一个光导(特别是用于形成光子集成电路)。

[0030] 根据一个实施例,一个或多个辐射源设置在微系统外部。优选地,一个或多个辐射源另外布置在该装置或光刻设备的真空区域之外。

[0031] 由于存在缺陷,作为辐射源的发光二极管和激光器经常需要更换。由于辐射源现在被布置在微系统之外,或者甚至被布置在真空区域之外的事实,访问以及随后的更换变得相当容易。真空区域特别是指具有光束路径的EUV光刻设备内的区域。这个区域(也称为迷你环境)必须保持特别干净。在真空区域中,存在例如0.1帕的压力。

[0032] 根据另一实施例,微系统具有集成光学单元,该集成光学单元被设置成将所提供的测量光束引导到相应的反射镜。

[0033] 具有集成光学单元的微系统的生产允许以低成本大规模生产的形式采取这一步骤。同时,集成光学单元的尺寸非常小。集成光学单元(也称为光子集成电路)在本示例中被理解为是具有设置在基板中或基板上的至少两个光子功能单元(光输入耦合、光输出耦合、辐射源、波导、分束器、强度或相位调制器、滤波器、开关等)的光学单元。功能单元使用可见光或近红外范围内的光,如上所述,用于或用于执行它们各自的功能。功能单元与基板形成单片部件。基板可以是其上布置有反射镜阵列的基板。特别地,集成光学单元被设置成将所提供的测量光束引导到相应的反射镜的后侧。

[0034] 根据一个实施例,集成光学单元被设置成将各自反射的测量光束或将根据各自反射的测量光束产生的信号引导到一个或多个传感器单元。

[0035] 为此,集成光学单元优选地具有至少一个光导,其将反射的测量光束或产生的信号引导至一个或多个传感器单元。特别地,信号也可以根据各自提供的测量光束产生。例如,该信号可以是所提供的测量光束的发射和反射的测量光束的接收之间的时间差,或者表示该时间差的信号。该时间差尤其可以通过测量所提供的测量光束(具有时变波长)和反射的测量光束之间的波长差来确定,如下面对于FMCW-LIDAR方法更详细解释的。该信号尤其可以是所提供的测量光束和反射的测量光束之间的干涉信号。

[0036] 根据另一实施例,微系统具有包括一个或多个传感器单元的集成电路。

[0037] 传感器单元可以有利地以低成本和节省安装空间的方式生产,作为集成电路的一部分。微系统中的一个或多个传感器单元的集成也避免了向外部的数据传输,这在数据处理速度方面可能是有利的。这也允许在微系统本身中提供闭环控制电路,与向外部电路(相对于微系统的外部)传输数据以提供控制电路相比,该闭环控制电路更不容易受到干扰。在当前情况下,集成电路被理解为是指应用于包括半导体材料、特别是硅的基板的电路。电路和基板形成单片部件。该基板可以是其上布置有反射镜阵列的基板。

[0038] 特别地,可以规定微系统具有第一基板和第二基板,一个在另一个之上。第一基板包含集成光学单元,第二基板包含集成电路。反射镜阵列可以布置在第一基板或第二基板上,即:其反射镜可倾斜地安装在第一基板或第二基板上。优选地,反射镜阵列布置在第一基板上,第二基板布置在第一基板下方。在这种情况下,允许各自反射的测量光束或产生的

信号穿过第一基板中的相应开口(光入射区域)到达第二基板,并在第二基板处由相应的传感器单元感测。

[0039] 根据另一个实施例,微系统包括具有集成光学单元和集成电路二者的基板。也就是说,基板与光学功能单元和电路形成单片部件。

[0040] 根据另一实施例,一个或多个传感器单元设置在微系统的外部。

[0041] 这使得微系统的复杂性得以降低。

[0042] 根据另一实施例,辐射源被设置成以随时间变化的波长提供测量光束,其中相应的反射镜被分配有一个或多个滤波器,滤波器被设置成允许反射的测量光束或由其产生的信号仅以预定的波长通带通过并到达一个或多个传感器单元,其中滤波器的波长通带彼此不同。

[0043] 基于被允许通过的反射的测量光束的波长,基于将滤波器分配给反射镜的不同倾斜角度、并且可能分配给不同的反射镜,以及基于被允许通过的反射的测量光束的实际强度,可以推导出倾斜角度,并且可能推导出具有该倾斜角度的相应反射镜。优选地,在此设想以下实施方式:反射的测量光束在传感器单元或光入射区域上具有强度分布,特别是高斯强度分布。强度分布跨越至少两个、三个、优选四个传感器单元或光入射区域。通过测量每个传感器单元中的实际强度并执行(高斯)强度分布的下游形心确定,可以确定分配给传感器单元或光入射区域的反射镜的倾斜角。

[0044] 根据另一个实施例,微系统具有多路复用器,该多路复用器被设置成将反射的测量光束或由其产生的信号多路复用到光导上,并且其中还提供了多路分解器,该多路分解器被设置成多路分解被多路复用到光导上的该测量光束或信号(特别是在微系统的外部)。

[0045] 通过这种方式,可以减少所需光导的数量。为了信号传输的目的,微系统与其周围环境的连接被相应地简化。光导连接到传感器单元,传感器单元感测分别被多路复用的测量光束或被多路复用的信号。在这种情况下,传感器单元可以容易地布置在微系统的外部,并且可被布置在真空区域之外。

[0046] 根据另一实施例,一个或多个传感器单元被设置成根据反射的测量光束相对于所提供的测量光束的偏转来感测相应反射镜的倾斜角。

[0047] 例如,传感器单元布置在相应反射镜下方的平面中的不同位置。根据倾斜角度,反射的测量光束或产生的信号会落在不同的传感器单元上,具体取决于其形心。传感器单元可以以电荷耦合器件(CCD)图像传感器的形式提供。由于因此存在多个传感器单元,可以相对准确地感测倾斜角。

[0048] 根据另一个实施例,微系统具有带有多个光入射区域的第一基板和带有多个传感器单元的第二基板,其中多个光入射区域被设置成将反射的测量光束引导到多个传感器单元。

[0049] 光入射区域可以形成为第一基板中的孔、玻璃插件、玻璃通孔和/或光栅耦合器。或者,可以在第一基板中提供光导,该光导以导光方式将各个光入射区域连接到第二基板中的各个传感器单元。第一基板和第二基板可以一个布置在另一个之上,并且彼此相邻地布置。光导可以形成为第一基板中的集成光学单元,传感器单元可以形成为第二基板中的集成电路。

[0050] 根据另一个实施例,多个光入射区域包括具有不同波长通带的滤波器。

[0051] 这允许容易地完成上述多路复用:通过滤波器,提供不同的通道。每个通道的光强度或信号强度可用于确定光强分布的前述形心,并因此确定相应反射镜的倾斜角。

[0052] 根据另一实施例,一个或多个传感器单元被设置成借助于距离测量来感测相应反射镜的倾斜角,该距离测量依赖于所提供和反射的测量光束。

[0053] 与测量光束的偏转感测相反,距离测量是基于信号传输时间的测量。在不同情况下,距离测量优选在反射镜后侧(特别是反射镜后侧的表面)的至少两个(优选三个)点和基板上的参考点之间进行。这两个点可能特别位于反射镜后侧的角落。在这里的测量通常比在反射镜后侧的中间处进行得更好,因为后侧通常被用于反射镜的可倾斜固定的安装件占据(特别是以一个或多个弯曲部的形式),因此不容易供测量光束进行反射。反射镜的后侧可以在相应点的区域被粗糙化,以便允许所提供的测量光束被反射(部分漫射)到指定的光入射区域或指定的传感器单元中。

[0054] 根据另一个实施例,一个或多个传感器单元被设置成根据FMCW-LIDAR方法执行距离测量。

[0055] FMCW代表调频连续波,描述了通过将调频传输信号与由目标物体(此处为反射镜的后侧)反射的回波进行比较来测量距离。给定时间点的发射信号和回波之间的频率比较,在信号传输方面,比仅仅进行发送发射信号和接收回波之间的渡越时间测量更容易。

[0056] LIDAR代表光成像探测和测距,是指借助光扫描目标物体。因此,这里借助光作为传输信号来执行FMCW方法。频率比较或波长比较例如可以通过干涉测量法来完成。

[0057] 通过如下方式了解并详细描述FMCW-LIDAR方法,例如加州理工学院的阿尔谢尼·瓦西里耶夫在2013年发表的博士论文“光电扫频激光器及其在测距、三维成像和啁啾种子放大器的相干光束组合中的应用”。

[0058] 此外,提供了一种具有上述光学装置的光刻设备。

[0059] 在当前情况下,“一;一个”不必一定被理解为限制于一个元件。相反,也可以提供多个元件,例如两个、三个或更多。这里使用的任何其他数字也不应该理解为限制于所述数量的元件。而是,向上和向下的数值偏差是可能的,除非有相反的指示。

[0060] 针对光学装置描述的实施例和特征相应地适用于所提出的光刻设备,反之亦然。

[0061] 本发明的其他可能的实施方式还包括上面或下面关于示例性实施例描述的特征或实施例的未明确提及的组合。在这种情况下,本领域的技术人员还将添加多个单独的方面作为对本发明的相应基本形式的改进或补充。

附图说明

[0062] 本发明的其他有利配置和方面是从属权利要求的主题,也是下面描述的本发明的示例性实施例的主题。在下文中,将参考附图、基于优选实施例更详细地解释本发明。

[0063] 图1A示出了一种EUV光刻设备的示例性实施例的示意图;

[0064] 图1B示出了一种DUV光刻设备的示例性实施例的示意图;

[0065] 图2A以平面图示意性地示出了根据第一示例性实施例的光刻设备的光学装置;

[0066] 图2B示出了来自图2A的II-II截面;

[0067] 图3A以平面图示意性地示出了根据第二示例性实施例的光学装置;

[0068] 图3B示出了来自图3A的III-III截面;

- [0069] 图4以平面图示出了根据第三示例性实施例的光学装置；
- [0070] 图5A以平面图示意性示出了根据第四示例性实施例的光学装置；
- [0071] 图5B示出了来自图5A的V-V截面；
- [0072] 图6以示例方式示出了波长与时间的关系图；
- [0073] 图7示意性示出了根据示例性实施例的辐射源；
- [0074] 图8以平面图示出了根据第五示例性实施例的光学装置；
- [0075] 图9A以平面图示意性示出了来自图8的微系统；
- [0076] 图9B示出了来自图9A的IX-IX截面；
- [0077] 图10A以平面图示意性示出了根据另一示例性实施例的微系统；
- [0078] 图10B示出了来自图10A的X-X截面；
- [0079] 图11示出了FMCW-LIDAR方法的各部分；以及
- [0080] 图12示出了根据使用根据图10A和10B的多个微系统的变型的来自图8的布置，以及根据图11的FMCW-LIDAR方法的布置。
- [0081] 相同的元件或具有相同功能的元件在附图中具有相同的附图标记，除非有相反的指示。还应该注意的是，图中的图示不一定按照真实比例。

具体实施方式

[0082] 图1A示出了包括射束成形及照明系统102和投射系统104的EUV光刻设备100A的示意图。在这种情况下，EUV代表“极紫外”，表示工作光的波长在0.1纳米到30纳米之间。射束成形及照明系统102和投射系统104分别设置在真空外壳(未示出)中，其中每个真空外壳借助于抽真空装置(未示出)被抽真空。真空外壳被机房(未示出)包围，在机房中提供了用于机械移动或设置光学元件的驱动装置。此外，电气控制器等也可以设置在该机房中。

[0083] EUV光刻设备100A具有EUV辐射源106A。发射EUV范围(极紫外范围)内的辐射108A，也就是说，例如发射在5纳米到20纳米的波长范围内的辐射的等离子体源(或同步加速器)例如可被提供以作为EUV辐射源106A。在射束成形及照明系统102中，EUV辐射108A被聚焦，并且期望的工作波长被从EUV辐射108A中滤出。由EUV辐射源106A产生的EUV辐射108A在空气中具有相对低的透射率，因此，射束成形及照明系统102和投射系统104中的光束引导空间被抽真空。

[0084] 图1A所示的射束成形及照明系统102具有五个反射镜110、112、114、116、118。在通过射束成形及照明系统102之后，EUV辐射108A被引导到光掩模(掩模母版)120上。光掩模120同样形成为反射光学元件，并且可以布置在系统102、104的外部。此外，EUV辐射108A可以通过反射镜122被引导到光掩模120上。光掩模120具有借助投射系统104以缩小的方式成像到晶片124等上的结构。

[0085] 投射系统104(也称为投射镜头)具有从M1到M6的六个反射镜，用于将光掩模120成像到晶片124上。在这种情况下，投射系统104的单独的反射镜M1至M6可以相对于投射系统104的光轴126对称布置。应当注意的是，EUV光刻设备100A的反射镜M1至M6的数量不限于所示的数量。也可以提供更多或更少数量的、从M1到M6的反射镜。此外，M1到M6的反射镜通常在它们的前侧弯曲，以用于射束成形。

[0086] 图1B示出了DUV光刻设备100B的示意图，其包括射束成形及照明系统102以及投射

系统104。在这种情况下,DUV代表“深紫外”,表示30纳米到250纳米之间的工作光波长。如已经参考图1A描述的,射束成形及照明系统102和投射系统104可以布置在真空外壳中和/或被具有相应驱动装置的机房包围。

[0087] DUV光刻设备100B具有DUV辐射源106B。例如,发射例如193纳米的DUV范围内的辐射108B的ArF准分子激光器可以被提供以作为DUV辐射源106B。

[0088] 图1B所示的射束成形及照明系统102将DUV辐射108B引导到光掩模120上。光掩模120形成为透射光学元件,并且可以布置在系统102、104的外部。光掩模120具有借助于投射系统104以缩小的方式成像到晶片124等上的结构。

[0089] 投射系统104具有多个透镜元件128和/或反射镜130,用于将光掩模120成像到晶片124上。在这种情况下,投射系统104的单独的透镜元件128和/或反射镜130可以相对于投射系统104的光轴126对称布置。应当注意的是,DUV光刻设备100B的透镜元件128和反射镜130的数量不限于所示的数量。也可以提供更多或更少数量的透镜元件128和/或反射镜130。此外,反射镜130在其前侧通常是弯曲的,以用于射束成形。

[0090] 最后一个透镜元件128和晶片124之间的间隙可以由折射率 >1 的液体介质132代替。液体介质132可以是例如高纯度的水。这种设置也被称为浸没光刻,并且具有提高的光刻分辨率。介质132也可以被称为浸液。

[0091] 图2A以平面图示意性地示出了根据第一示例性实施例的光学装置200。图2B示出了来自图2A的II-II截面。装置200可以用于例如光刻设备100A、100B之一。

[0092] 光学装置200包括一个或多个微系统202,在示例性实施例中仅示出了其中一个。微系统202包括具有多个反射镜206的反射镜阵列204。反射镜206在图2A中由点划线示出,以便允许查看相应反射镜206下方的结构。

[0093] 反射镜206以阵列的方式布置,也就是说布置在一个平面内,该平面可以是平坦的或弯曲的(甚至是多重弯曲的)。反射镜206可以按行和列布置,特别是以使其占据正方形区域的方式布置。例如,可以为每个微系统200提供 32×32 或 64×64 个反射镜206。以这种方式形成的微系统202也可以称为“块”。相应反射镜206的镜面208(以下也称为“前侧”)可以例如小于或等于 5mm^2 、 1mm^2 或 0.5mm^2 。在光刻设备100A、100B的曝光过程中,在前侧208或前侧208的表面上,相应的反射镜206反射部分工作光108A、108B。数百个微系统202可以组合形成一单元,例如照明系统102内的分面镜118(见图1A)。

[0094] 此外,微系统202包括二维单片基板210。“单片”是指它作为单件或单晶部件生产。根据第一示例性实施例,基板210由半导体材料制成,例如硅。

[0095] 反射镜阵列204布置在基板210上。在这种情况下,相应的反射镜206借助于安装件212可倾斜地安装在基板210上。例如,安装件212可以具有一个或多个弯曲部。优选地,可以围绕两个相互垂直的轴线x、y进行倾斜。由轴x、y限定的平面优选地平行于基板210的主延伸平面(对应于图2A中的纸面)取向。图2B左侧所示的反射镜206被示出处于围绕x轴倾斜了倾斜角 α 的位置。改变倾斜角 α 具有引导入射工作光108A、108B的效果,因此适当地影响曝光。

[0096] 提供一个或多个致动器214,用于围绕轴线x、y倾斜相应的反射镜206。相应的致动器214可以由两个电梳216、218构成,其中一个电梳216布置在基板210上,而另一个电梳218布置在反射镜206的后侧220上,特别是反射镜206后侧220的表面219上。电梳216、218相互

接合。接合深度由电梳216、218的电荷决定。反射镜206的后侧220上的致动器214的几何布置与相应接合深度之间的关系产生了围绕x轴的倾斜角 α 和围绕y轴的倾斜角(未示出)。致动器214因此以电容方式形成。然而,其他类型的致动,例如借助洛伦兹致动器的致动,也是可以想到的。

[0097] 基板210具有多个辐射源222,准确地说,优选每个反射镜206有一个辐射源222。辐射源222例如形成为LED。每个辐射源222产生测量光束224。测量光束224可以包括可见光谱或近红外光谱中的光。

[0098] 辐射源222的下游可具有光学单元226,例如透镜元件,其修改测量光束224。在这种情况下,修改的测量光束224照射在安装件212的一部分228上,并被其反射。该部分228牢固地连接到反射镜206的后侧220的表面219,因此完全随其倾斜。反射的测量光束由224'表示。测量光束224在安装件212的该部分228上的反射具有该测量光束224在反射镜206的后侧220上发生间接反射的效果。

[0099] 多个传感器单元230围绕相应的辐射源222布置。传感器单元230可以形成为光电二极管。根据测量光束224'照射到的传感器单元230,可以推导出它的偏转,从而推导出反射镜206的倾斜角 α 。如果测量光束224'具有有限的范围,例如高斯轮廓,则可以基于进入传感器单元230的测量光束224'的分量的比率来确定反射镜206的倾斜角,如上所述(形心)。

[0100] 例如,可以提供四个传感器单元230,其布置在围绕辐射源222的象限中。如果使用具有多个(例如数百个或数千个)传感器单元230的成像CCD或CMOS芯片,则可以实现对测量光束224'的偏转以及因此倾斜角 α 的更精确的感测。

[0101] 倾斜角 α 的确定可以在微处理器232的帮助下进行。微处理器232可以被分配有存储装置(未示出),例如只读存储器ROM、随机存取存储器RAM、电可擦可编程只读存储器EEPROM或闪存。微处理器232根据设定点倾斜角和实际倾斜角来控制反射镜206。微处理器从光刻设备100A、100B的中央控制单元接收设定点倾斜角。微处理器232出于信号传输的目的而连接到传感器单元230。微处理器232由所述传感器单元所提供的传感器信号计算实际倾斜角,这些传感器信号由传感器单元根据反射的测量光束224'的形心产生。

[0102] 如图所示,微处理器232连同存储装置也可以布置在基板210上。

[0103] 优选地,微系统202的所有部件(除基板210本身外),也就是说,反射镜206、安装件212、致动器214、辐射源222、传感器单元230和/或微处理器232以及存储装置,都由微系统技术生产。这包括使用半导体生产方法,例如蚀刻和火花浸蚀,以及使用薄膜技术(例如溅射)。在不同情况下,所述单个部件的尺寸(最大边缘长度)在0.001毫米和5毫米之间或更小。

[0104] 此外,在该第一示例性实施例的情况下,基板210的半导体材料用作集成电路234的载体材料,该集成电路234包括辐射源222、传感器单元230和可能的致动器214的电梳216和/或微处理器232以及存储装置,作为集成部件部分。

[0105] 在不同情况下,除非有相反的指示,以下示例性实施例都分别基于前一个实施例。图3A以平面图示意性地示出了根据第二示例性实施例的光学装置200。图3B示出了来自图3A的III-III截面。

[0106] 图3A示出了第一基板300,其包括半导体材料,例如磷化铟。这用作集成光学单元302的载体材料。集成光学单元302包括光导304、光出射区域306和光入射区域307。(集成

的)光导304通过端口309以导光方式连接到微系统202外部的辐射源310。为此,提供了连接到端口309的光纤电缆312等。辐射源310产生可见光或近红外范围的光。

[0107] 在未示出的替代实施例中,集成光学单元302具有多个光导304。这些光导304分别将一些光出射区域306连接到各自的端口309。

[0108] 光出射区域306分别以导光方式连接到光导304,光导304在这些区域提供光L。在每个光出射区域306的下游可以具有例如透镜元件314,透镜元件314提供测量光束224并将其引导到安装件212的部分228上。根据倾斜角 α ,在该部分228处反射的测量光束224'落在光入射区域307之一上。根据示例性实施例,提供了四个光入射区域307,其布置在围绕光出射区域306或其透镜元件314的象限中。如果使用更多数量的光入射区域307,例如数百或数千个,则可以实现对测量光束224的偏转的更精确的感测,并因此实现对倾斜角 α 的更精确的感测。

[0109] 在这种情况下,在第一基板300下方设置的是第二基板210。在此,与第一示例性实施例相反,集成电路210不具有辐射源222。传感器单元230以导光方式连接到第一基板300的光入射区域307。此外,微处理器232在信号传输方面、借助于电垂直互连通路316(也称为通孔)、通过第一基板210连接到致动器214或其上游的放大器(未示出)。根据到达传感器单元230的光量,微处理器232确定相应反射镜206的倾斜角 α (高斯强度分布和形心确定,如上所述)。以与根据图2A和2B的示例性实施例的情况相同的方式,倾斜角 α 的控制因此发生在微系统202中。

[0110] 在未示出的实施例中,可以提供具有集成光学单元302和集成电路234二者的单个基板。

[0111] 在第二示例性实施例的情况下,每个微系统202只有一个辐射源310就足够了。或者可以提供一个辐射源310,向多个微系统202提供光。这种情况如图4所示。

[0112] 图4在平面图中示出了根据第三示例性实施例的光学装置200,例如在光刻设备100A、100B之一的细节中看到的。

[0113] 这包括例如分面反射镜118(也参见图1A),其具有多个反射镜模块400(为了整体清楚起见,仅示出一个),例如数百个。每个反射镜模块400又具有结合图3A和3B描述的多个微系统202。例如,相应的反射镜模块400可以具有2到1000个微系统202。

[0114] 每个反射镜模块400或所有反射镜模块400由单个辐射源310提供光L。如图4所示的示例性实施例中,辐射源310不仅可以布置在分面反射镜118的外部,还可以布置在包围它的真空区域402的外部。将真空区域402与光刻设备100A的其余部分隔开的外壳由404表示。

[0115] 辐射源310产生的光L借助于(VFT-真空馈通的)接口406、从真空区域402的外部传递到真空区域402的内部。通过光导408,光L分布在微系统202中。可以精确地提供一个通道410(例如以光纤电缆的形式),其以导光的方式将接口406连接到分面反射镜118或反射镜模块400或相应反射镜模块400的所有微系统202或一些微系统202上。

[0116] 同样,在根据图4的示例性实施例的情况下,倾斜角控制可以依次在每个微系统202内针对分别由该系统包括的反射镜206执行,准确地说,特别是借助于相应的微处理器232执行。

[0117] 图5A以平面图示意性地示出了根据第四示例性实施例的光学装置200(特别是用

于光刻设备100A、100B之一)。图5B示出了来自图5A的V-V截面。

[0118] 辐射源310以时变波长(也称为“啁啾”)产生光L,并因此产生测量光束224。图6以示例性方式示出了这种光L。在此,t表示时间, λ 表示光的波长。波长 λ 随时间的变化在此对应于锯齿信号。然而,任何其他期望的信号形式都是可以想到的。

[0119] 在每个光入射区域307的上游具有另一个光学滤波器308。相应地,在此为每个光出射区域306或透镜元件314-1、314-2、314-m(其中,“m”是每个微系统202的光出射区域306或透镜元件314的总数)或反射镜206-1、206-k(其中,“k”是每个微系统202的反射镜206的总数)提供四个滤波器308-1至308-4、308-5至308n(其中,“n”是每个微系统202的滤波器308的总数)等,在不同情况下它们的波长通带是不同的。波长通带如图6所示,由 W_{308-1} 至 W_{308-n} 表示。

[0120] 光L在相应时间点t的实际波长 λ_{act} 是已知的。为此,辐射源310可以具有图7所示的结构。由可调谐激光器700产生的光L被分离。光L的一部分被提供给一个或多个微系统202。光L的另一部分穿过马赫-曾德尔干涉仪702,随后照射到光电二极管704上,光电二极管704又连接到评估电子器件706。光L的另一部分照射在滤波器708上,滤波器708仅允许预定波长 λ_0 的光通过。被允许通过的光照射在光电二极管710上,光电二极管710又连接到评估电子器件706。

[0121] 评估电子器件706对借助于光电二极管704测量的光L的波长 λ 随时间的变化进行积分。以特定时间点处的 λ_0 作为参考,该评估电子器件可以在每个时间点t输出实际波长 λ_{act} 。实际波长 λ_{act} 被提供给相应微系统202的微处理器232(参见图5B)。

[0122] 如果微处理器232随后在时间周期t1至t2(见图6)内接收到来自传感器单元230(参见图5B)的(电)信号,则基于对实际波长 λ_{act} 的了解,该微处理器232可以容易地推断出分配给滤波器308-1的传感器单元230(未示出,因为它是隐藏的)是当前反射的测量光束224'已经照射到的传感器单元。同样,时间周期t3至t4(图6)中的信号意味着测量光束224'已经照射到分配给滤波器308-2的传感器单元230-2上。此外,如果感测并评估了反射的测量光束224'的实际强度(形心),则在不同情况下都可以确定实际倾斜角 α 。这种类型的电路允许高速倾斜角控制。

[0123] 根据光L的可用带宽和滤波器308-1至308-n的波长通带 W_{308-1} 至 W_{308-n} ,可以规定:相应反射镜206-1、206k的累加的波长通带 W_{308-1} 至 W_{308-4} 、 W_{308-5} 至 W_{308-8} 等覆盖光L的整个可用带宽。例如,如果每个反射镜206具有大量的传感器单元307以及分配的滤波器可用,或者波长通带非常宽,则可能是这种情况。在这种情况下,微处理器232需要附加信息,允许将从传感器单元230接收的信号分配给相应的反射镜206。例如,这可以通过在不同的通道(每个反射镜206有一个通道)上将相应反射镜206的信号传输到微处理器232来实现。

[0124] 根据另一变型,可以规定:在微系统202上累加的波长通带 W_{308-1} 至 W_{308-n} 覆盖光L的整个可用带宽(如图6所示)。在这种情况下,微处理器232不需要上述附加信息。

[0125] 最后,可以想到的是,只有在模块400或分面反射镜118(参见图4或图8)上累加的波长通带 W_{308-1} 至 W_{308-m} (其中M是相应模块400或分面反射镜118中不同波长通带的总数)覆盖了光L的整个可用带宽。

[0126] 图8以平面图示出了根据第五示例性实施例的装置200,例如从光刻设备100A、100B之一中详细可见。

[0127] 在根据图8的示例性实施例的情况下,使用图7所示的辐射源310。这通过接口406向分面反射镜118的多个模块400中的微系统202提供光L,如结合图4所述。然而,与根据图4的示例性实施例相反,光L的波长随时间t变化。

[0128] 对于这种系统,微系统202具有以下在图9A和9B中描述的结构。图9A示意性示出了平面图。图9B示出了图9A的IX-IX截面。

[0129] 微系统202具有图5A和5B中描述的基板300,以及集成光学单元302。微系统202优选地不具有带有集成电路234的基板210。

[0130] 除了关于图5A和5B描述的部件外,集成光学单元302包括光导900,其将反射的测量光束224'的光L'从光入射区域307引导到基板300上的端口902。在端口902处,光L'被传输到光纤电缆(未示出)等,并且如图8所示,被传递到外壳404处的接口800。还可以提供多个光导900,分别将光L'从一些光入射区域307引导到相应的端口902(未示出)。光入射区域307连同滤波器308-1至308-n以与根据图5A和5B的示例性实施例的情况相同的方式设计。

[0131] 如图8所示,来自包括多个微系统202的模块400的光L'通过精确的一个通道802(例如以光纤电缆的形式)被引导到接口800。作为替代,可以规定:一些模块400的微系统202的光L'或者甚至所有模块400的微系统202的光L',也就是说,分面反射镜118作为一个整体,通过精确的一个通道802被引导到接口800。

[0132] 接口800的下游是传感器单元804,光L'照射在其上。由传感器单元804产生的电信号在放大器806中被放大,并通过模数转换器808提供给控制和评估单元810。控制和评估单元810形成微处理器,特别是可编程逻辑或ASIC(专用集成电路),并且可以具有合适的存储装置,例如只读存储器ROM、随机存取存储器RAM等。

[0133] 出于信号传输的目的,控制和评估单元810还连接到辐射源310。由此,控制和评估单元810接收在相应的时间点t发射的光L的实际波长 λ_{act} 。因此,控制和评估单元810可以借助于相应的形心计算(见上文),从传感器单元804在某时间段内的信号强度的检测中推导出相应反射镜206的实际倾斜角 α_{act} ,该传感器单元804例如包括波长通带 W_{308-1} 至 W_{308-n} 中的四个。因此,关于通道802上的相应反射镜206的实际倾斜角 α_{act} 的信息有利地在多路复用过程中被传输到控制和评估单元810(特别是基于光L和滤波器308-1至308-n的时间相关波长)。借助于来自辐射源310的关于实际波长 λ_{act} 的信息,关于实际倾斜角 α_{act} 的信息通过控制和评估单元810被再次分配给相应的反射镜206,并由此被多路分解。

[0134] 还可以规定,控制和评估单元810控制可调谐辐射源310,用于产生设定波长 λ_{set} 的光L。最后,控制和评估单元810可以被设置成激活致动器214,用于设置相应反射镜206的设定倾斜角 α_{set} 。同样可以通过波导(未示出)为相应的致动器214提供设定倾斜角 α_{set} 。

[0135] 部件804、806、808和810都布置在真空区域402之外。由部件804、806、808和810提供的功能也可以由不同的电路提供;在此示出的是纯粹作为示例给出的。例如,评估单元810的各部分可以不以数字形式实现,而是以模拟形式实现。

[0136] 图10A以平面图示意性地示出了根据第五示例性实施例的微系统202(特别是用于光刻设备100A、100B之一)。图10示出了来自图10A的X-X截面。

[0137] 该结构对应于图5A和5B的结构,基板1000对应于图5A和5B的基板300,但是不同之处在于提供了光出射和光入射区域1002(例如以光栅耦合器的形式)。这些区域分别设置在基板1000中的反射镜206的外围区域1004下方,并且是集成光学单元302的组成部分。相应

的光出射和光入射区域1002使用由光导304提供的光L来提供测量光束224,测量光束224在外围区域1004被反射回该光出射和光入射区域1002。反射的测量光束224' 在图10B中示出为几乎与测量光束224一致。外围区域1004形成反射镜206的后侧220的表面219的一部分。测量光束224在外围区域1004处,也就是说在表面219处的反射具有测量光束224在反射镜206的后侧220上直接反射的效果。外围区域1004或表面219可以具有粗糙形式,以便在一定程度上散射测量光束224。这允许在光出射和光入射区域1002处更好地感测反射的测量光束224'。

[0138] 反射的测量光束224' 通过光出射和光入射区域1002耦合回到光导304或另一光导900中(光导中返回的光用L'表示),并且在传感器单元1200中与光L光学重叠(参见图12)。通过连接器1202(参见图12)在传感器单元1200处从辐射源310提供输出光L。通过应用FMCW-LIDAR方法,相应的光出射和光入射区域1002和相应的外围区域1004之间的距离 A_1 、 A_2 可以从干涉信号中确定。在反射光L' 在同一光导304中往回传播的前述情况下,提供循环器(未示出),将光L' 从光导304中耦合出并耦合到传感器单元1200。

[0139] 这种FMCW-LIDAR方法如图11所示。测量光束224的光L具有波长 λ 和随时间t变化的相应频率。由于到达相应外围区域1004和返回的信号传输时间,反射的测量光束224' (也就是说,回波)在光出射和光入射区域1002处具有不同于在相同时间点 t_1 离开光出射和光入射区域1002的测量光束224的波长或频率。借助于上述干涉信号确定波长差 $\Delta\lambda$ 或频率差。波长差 $\Delta\lambda$ 或频率差用于计算信号传输时间,并因此计算距离 A_1 、 A_2 。在FMCW-LIDAR方法的变型中,另外或作为替代,测量发射和反射的测量光束224、224' 之间的相位差,并将其用于确定距离 A_1 、 A_2 。

[0140] 如果为每个反射镜206提供三个或更多个光出射和光入射区域1002(在此示例中为四个),则可以精确地确定倾斜角 α 。

[0141] 除了上述感测相应反射镜206的倾斜角 α 的不同方式之外,上述示例性实施例相应地适用于根据图10A和10B的示例性实施例。

[0142] 特别有利的是,根据图10A和10B的示例性实施例可以与提供可调谐辐射源310的那些示例性实施例相结合,因为它们已经以FMCW-LIDAR方法所需的依赖于时间的波长或频率提供了光L。这在图12中以示例的方式示出。这示出了图8的修改图示。在此提供了感测来自光出射和光入射区域1002的多路复用信号的传感器单元1200。

[0143] 尽管已经基于示例性实施例描述了本发明,但本发明可以以多种方式进行修改。

[0144] 参考符号列表

[0145]	100A	EUV光刻设备
[0146]	100B	DUV光刻设备
[0147]	102	射束成形及照明系统
[0148]	104	投射系统
[0149]	106A	EUV辐射源
[0150]	106B	DUV辐射源
[0151]	108A	EUV辐射
[0152]	108B	DUV辐射
[0153]	110	反射镜

[0154]	112	反射镜
[0155]	114	反射镜
[0156]	116	反射镜
[0157]	118	反射镜/分面反射镜
[0158]	120	光掩模
[0159]	122	反射镜
[0160]	124	晶片
[0161]	126	光轴
[0162]	128	透镜元件
[0163]	130	反射镜
[0164]	132	介质
[0165]	200	装置
[0166]	202	微系统
[0167]	204	反射镜阵列
[0168]	206	反射镜
[0169]	208	前侧
[0170]	210	基板
[0171]	212	安装件
[0172]	214	致动器
[0173]	216	电梳
[0174]	218	电梳
[0175]	219	表面
[0176]	220	后侧
[0177]	222	辐射源
[0178]	224	测量辐射
[0179]	224'	反射的测量光束
[0180]	226	光学单元
[0181]	228	部分
[0182]	230	传感器单元
[0183]	232	微处理器
[0184]	234	电路
[0185]	300	基板
[0186]	302	光学单元
[0187]	304	光导
[0188]	306	光出射区域
[0189]	307	光入射区域
[0190]	308	滤波器
[0191]	309	端口
[0192]	310	辐射源

[0193]	312	光纤电缆
[0194]	314	透镜元件
[0195]	316	垂直互连通路
[0196]	400	反射镜模块
[0197]	402	真空区域
[0198]	404	外壳
[0199]	406	接口
[0200]	408	光导
[0201]	410	通道
[0202]	700	激光器
[0203]	704	光电二极管
[0204]	706	评估电子器件
[0205]	708	光学滤波器
[0206]	710	光电二极管
[0207]	800	接口
[0208]	802	通道
[0209]	804	传感器单元
[0210]	806	放大器
[0211]	808	模数转换器
[0212]	810	控制和评估单元
[0213]	900	光导
[0214]	902	端口
[0215]	1000	基板
[0216]	1002	光出射和光入射区域
[0217]	1004	外围区域
[0218]	1200	传感器单元
[0219]	1202	连接器
[0220]	A	距离
[0221]	L	光
[0222]	L'	光
[0223]	M1	反射镜
[0224]	M2	反射镜
[0225]	M3	反射镜
[0226]	M4	反射镜
[0227]	M5	反射镜
[0228]	M6	反射镜
[0229]	W	波长通带
[0230]	t	时间
[0231]	x	轴

[0232]	y	轴
[0233]	α	倾斜角
[0234]	λ	波长

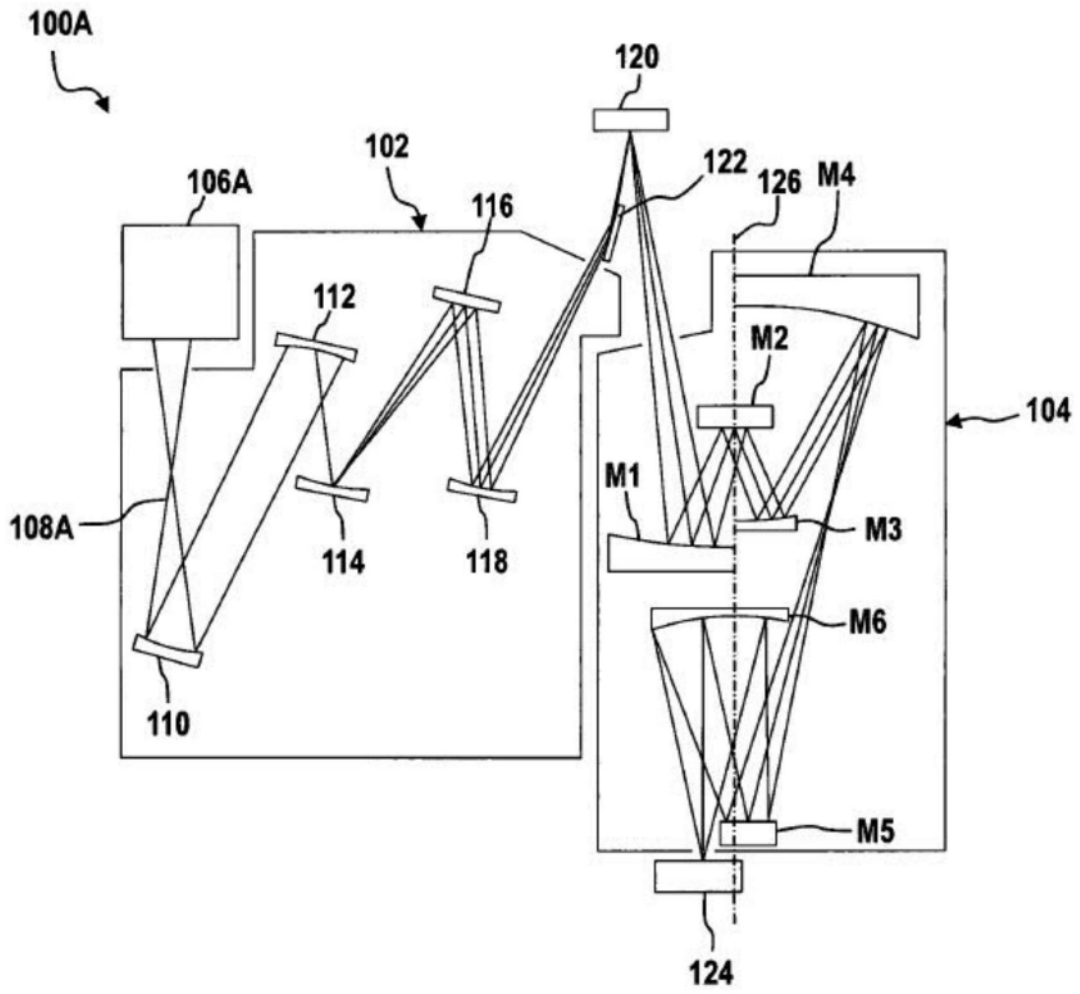


图1A

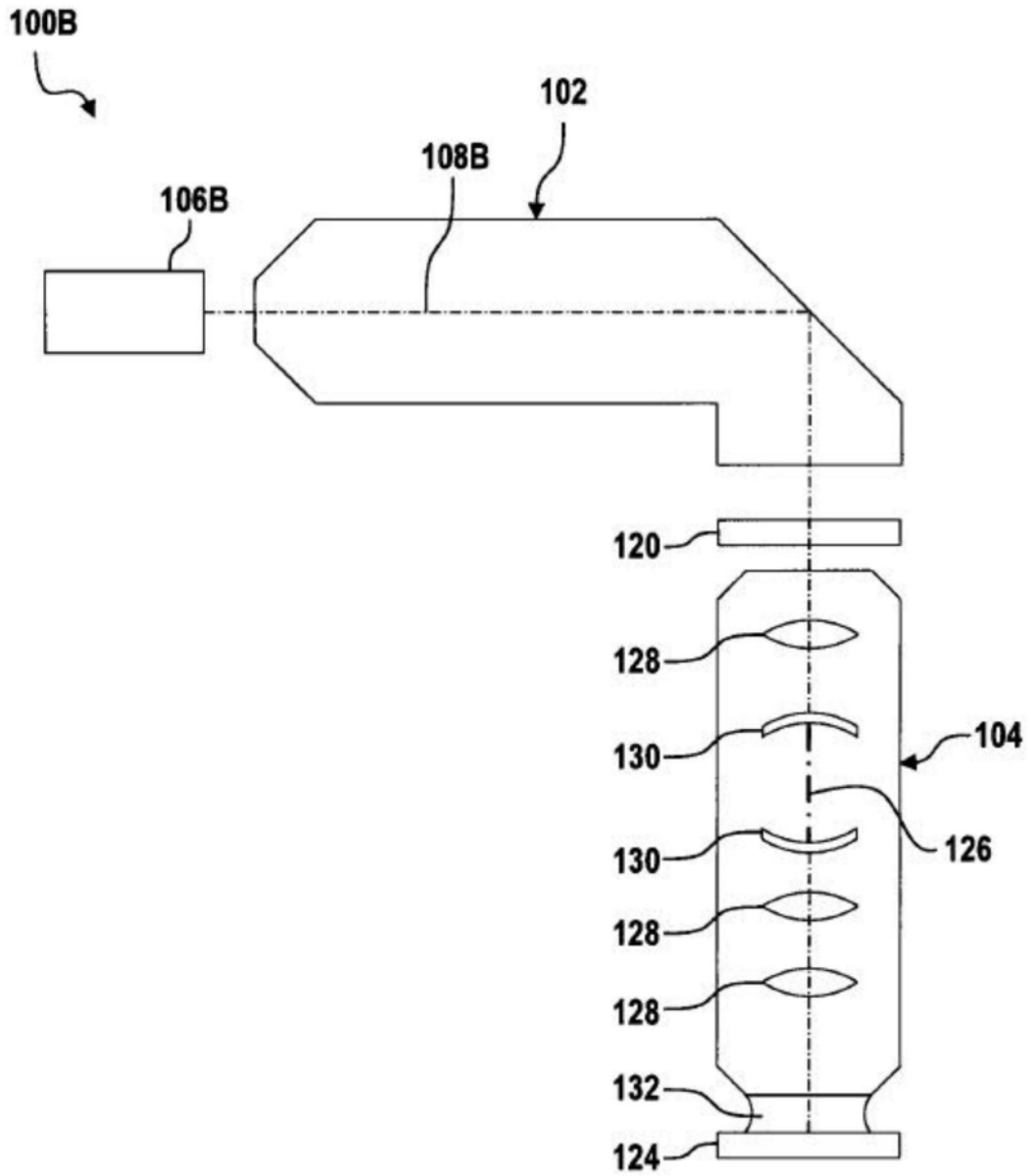
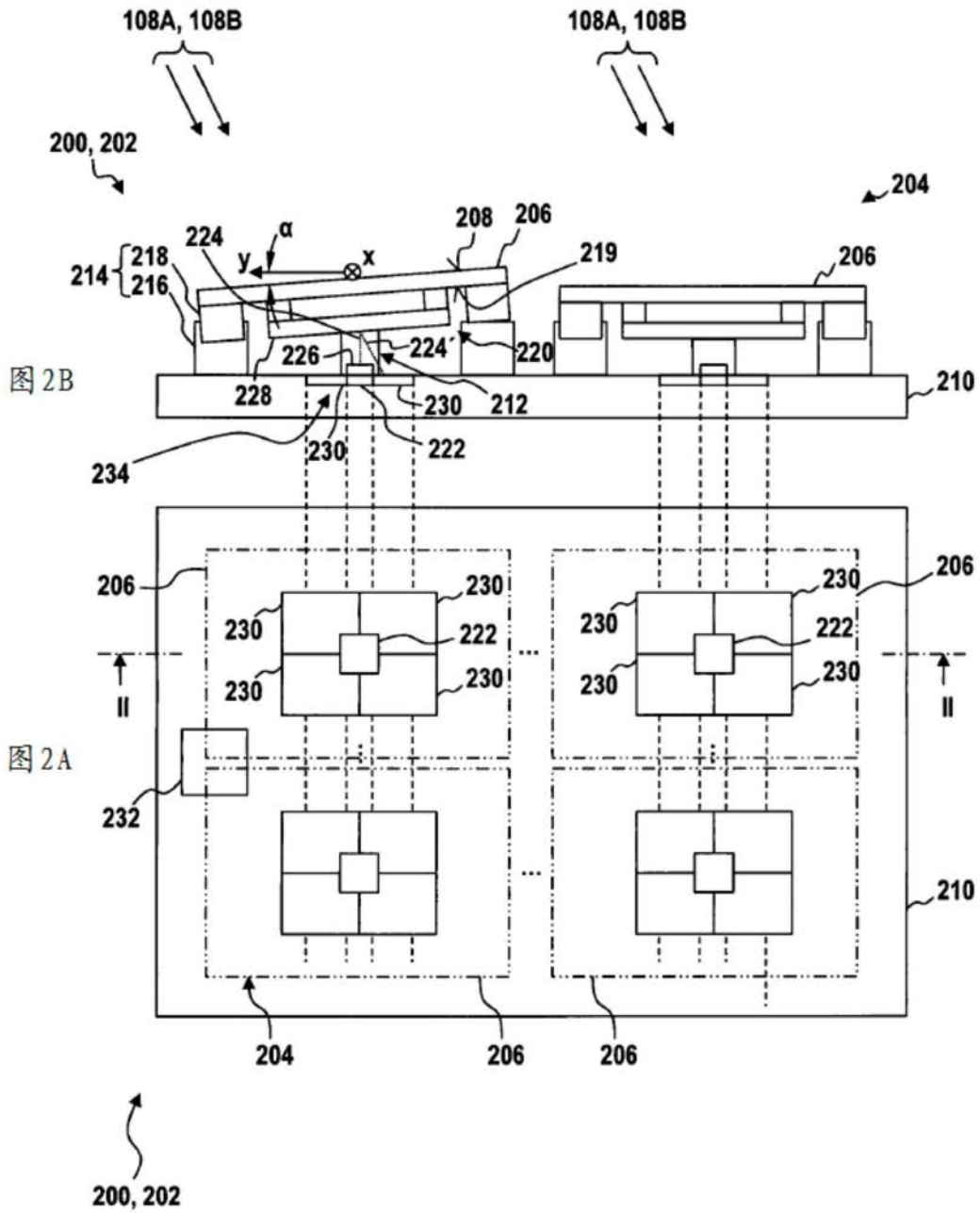
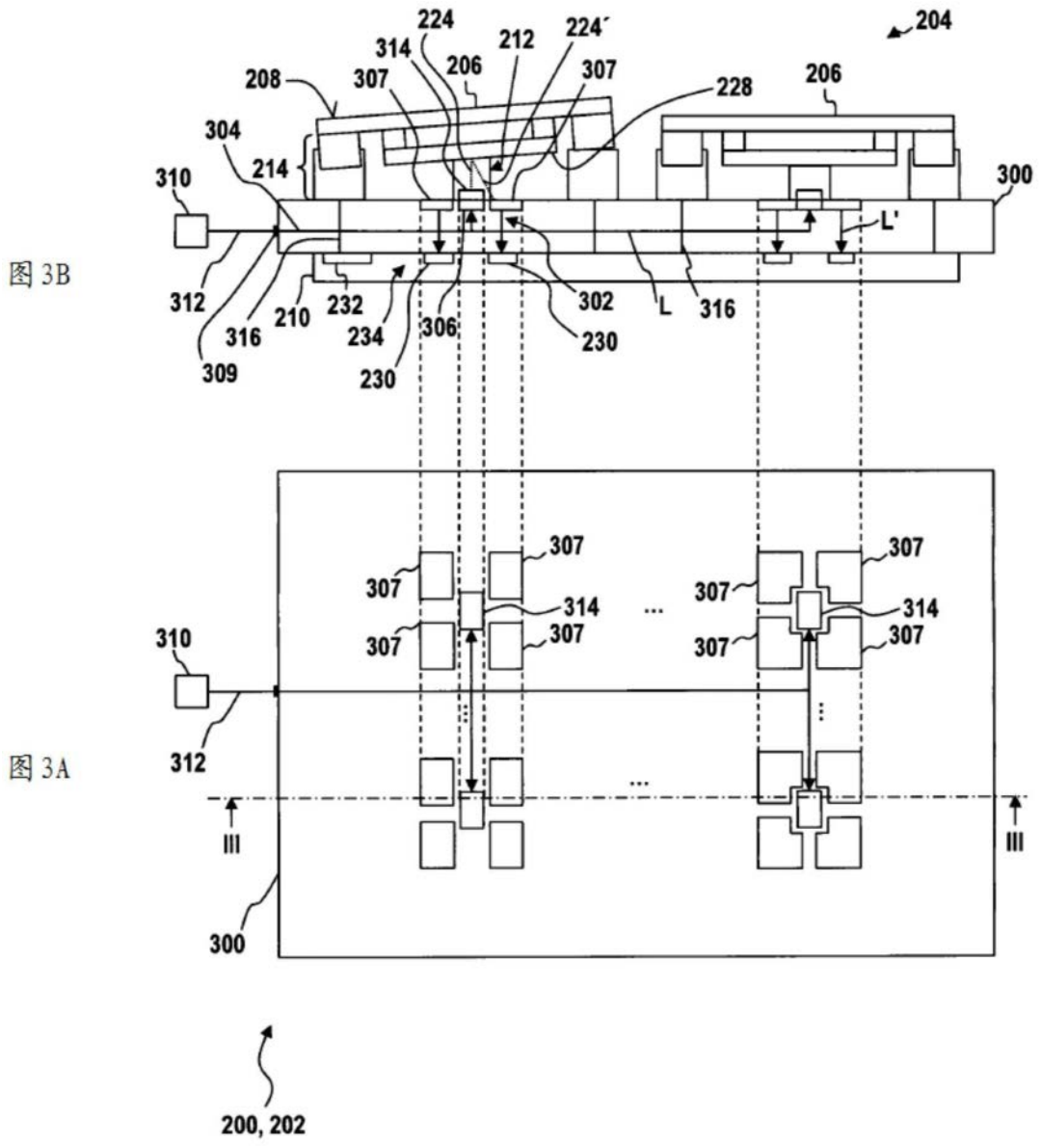


图1B





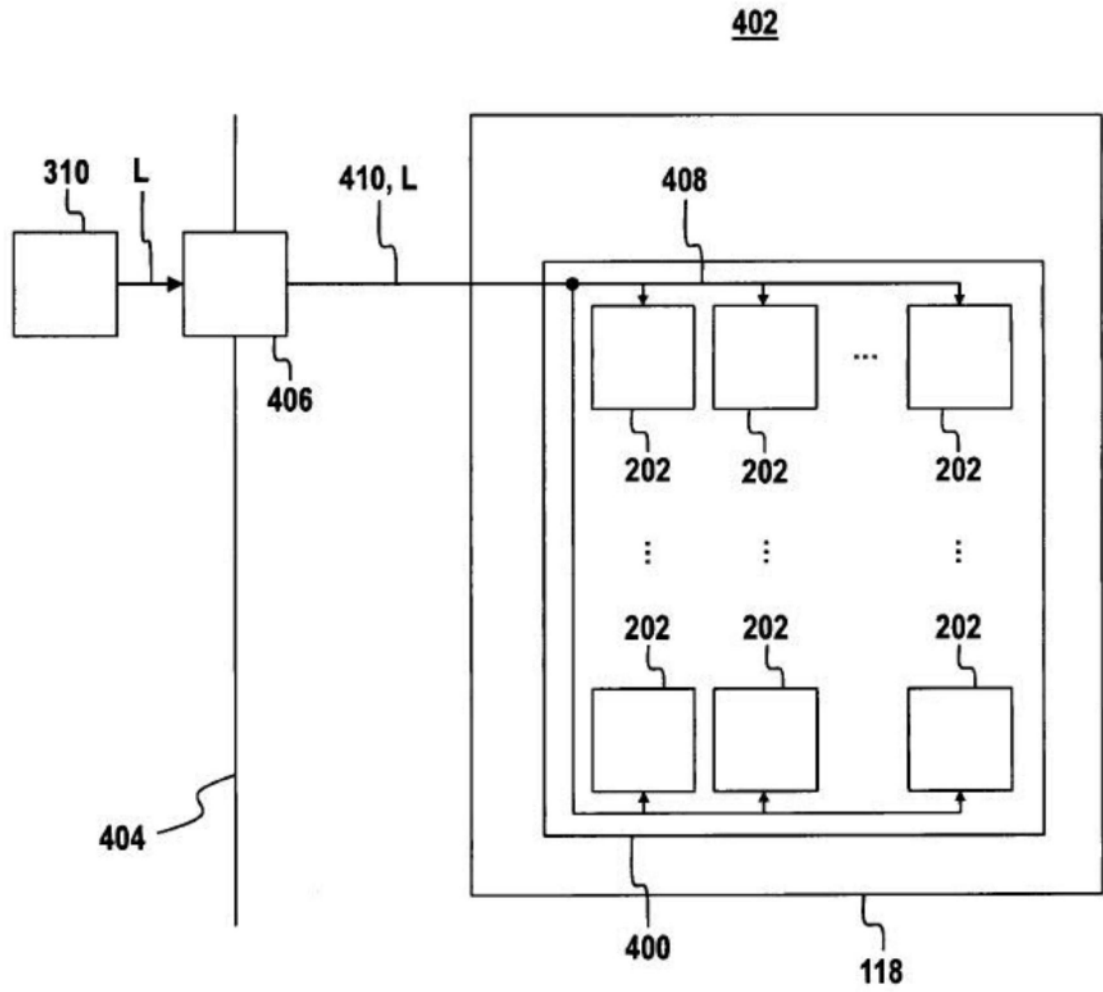
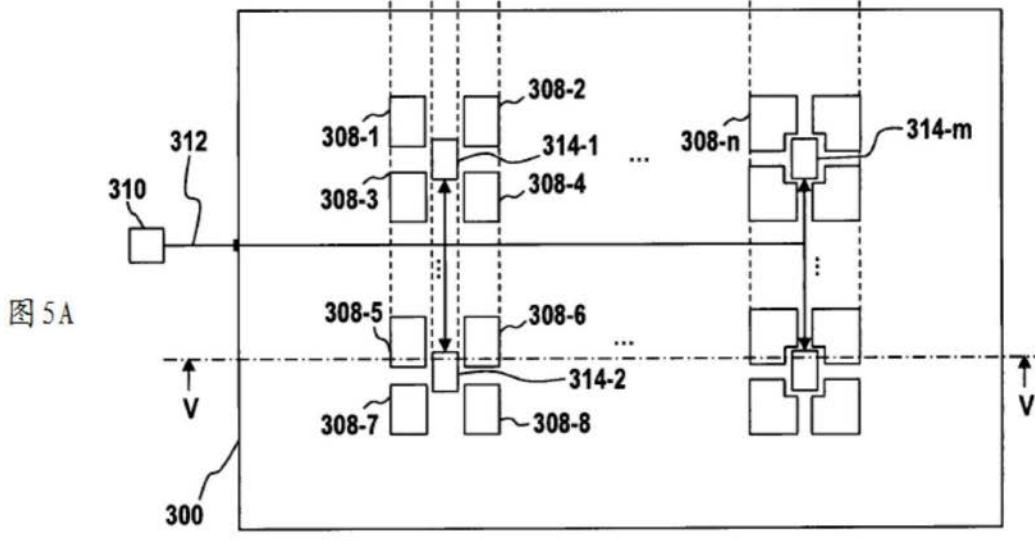
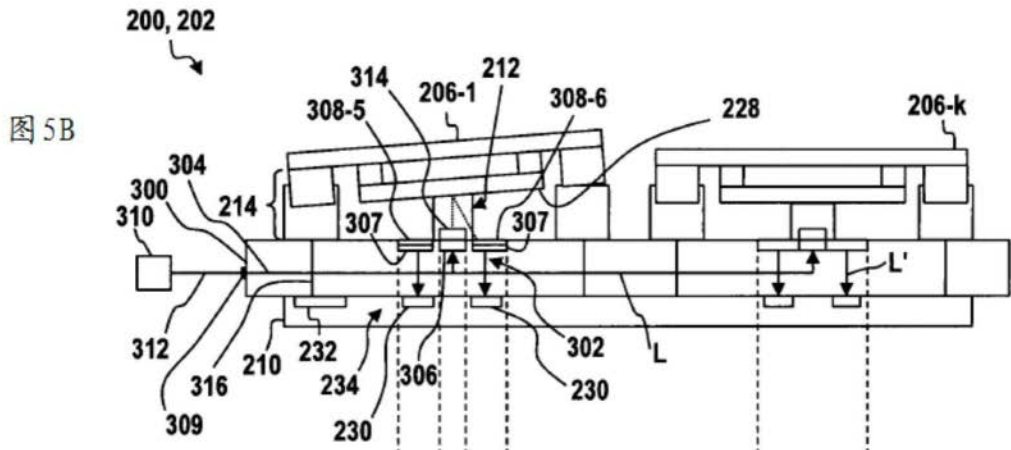


图4



200, 202

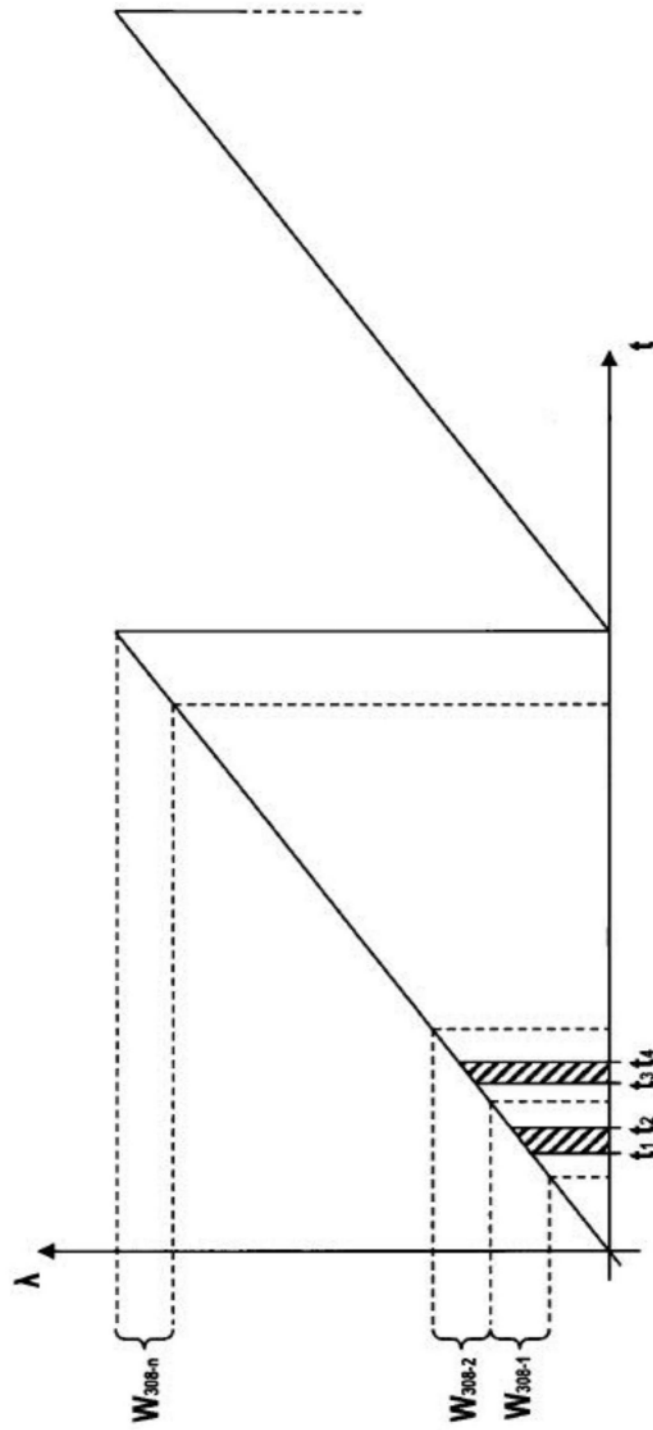


图6

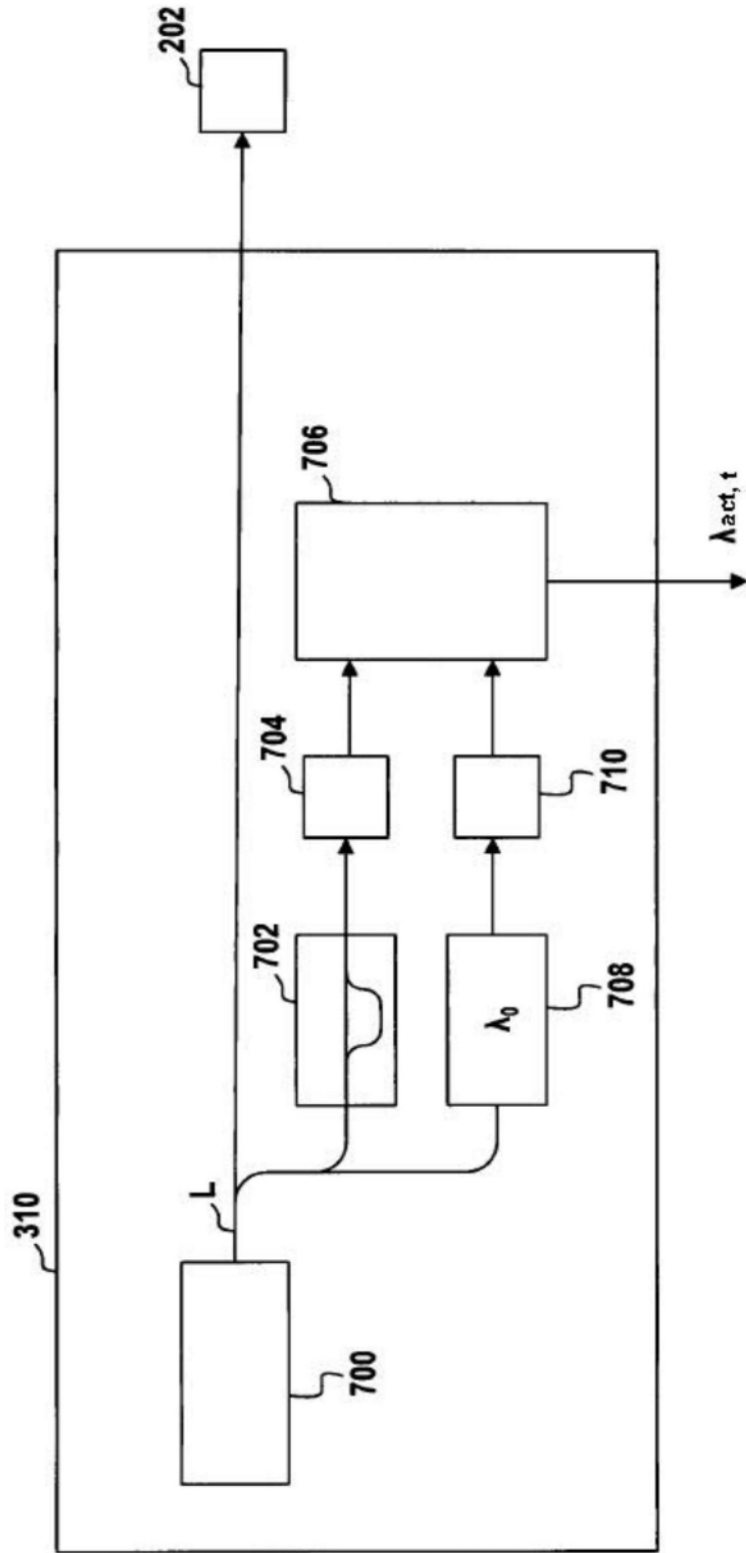


图7

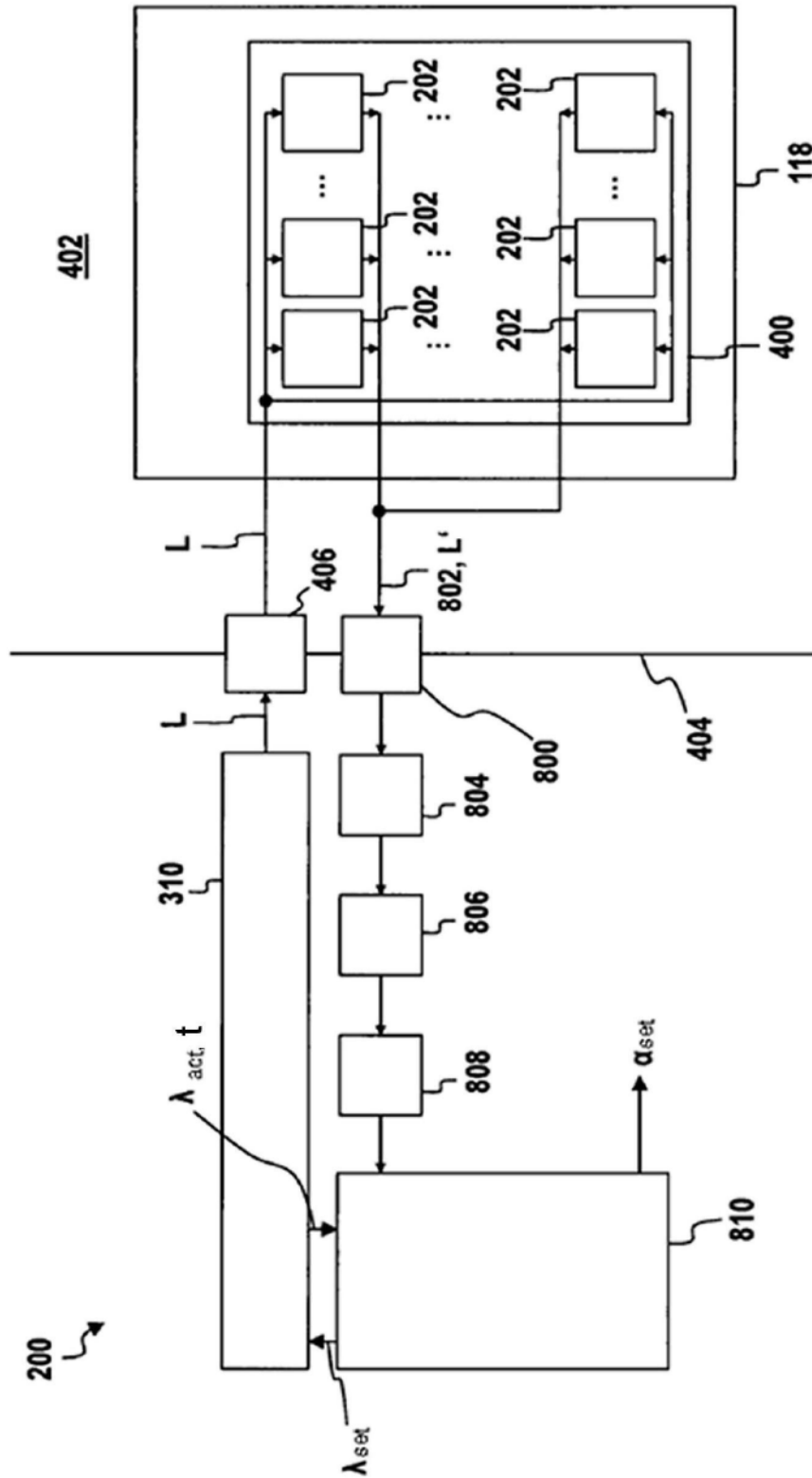
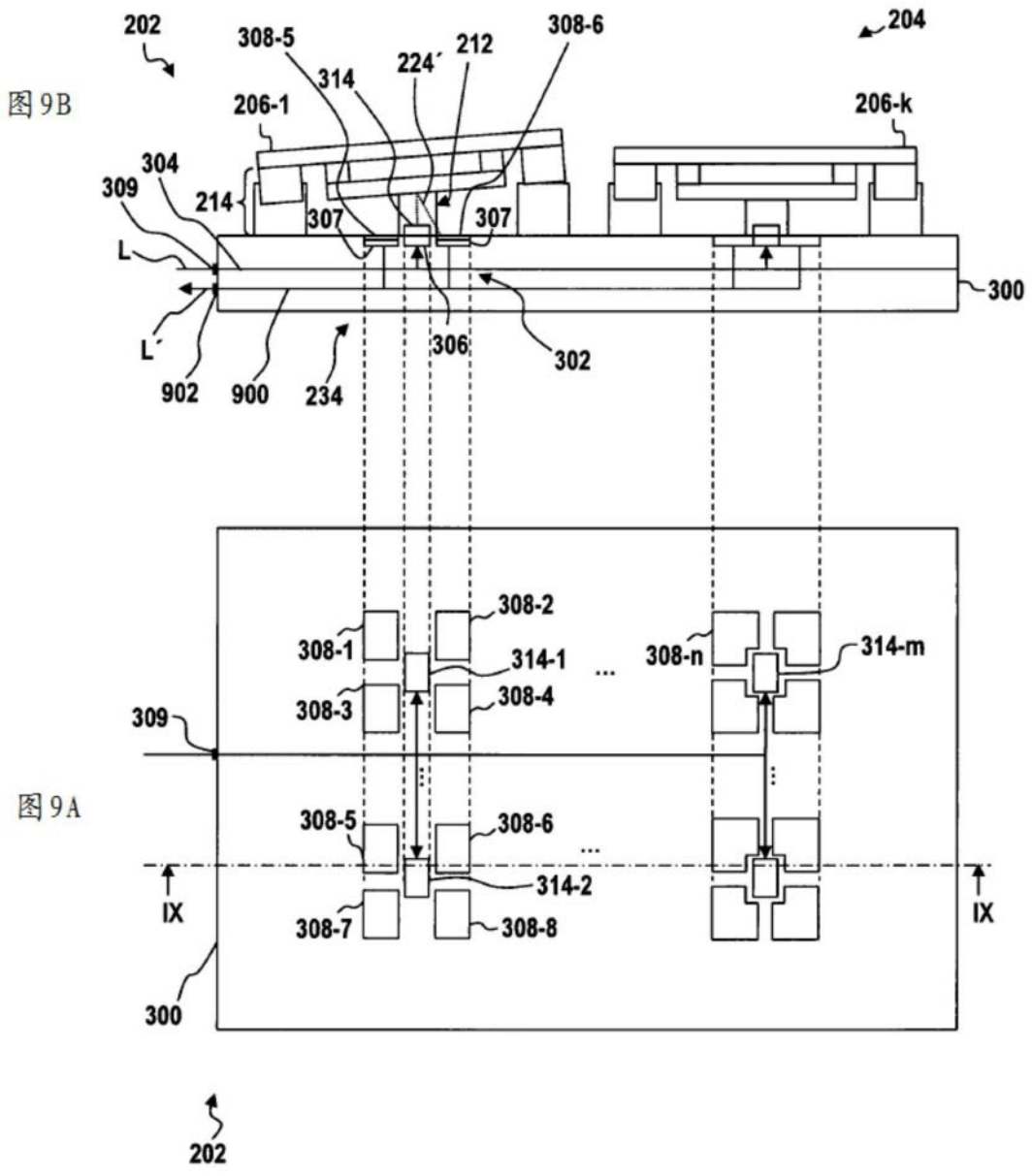
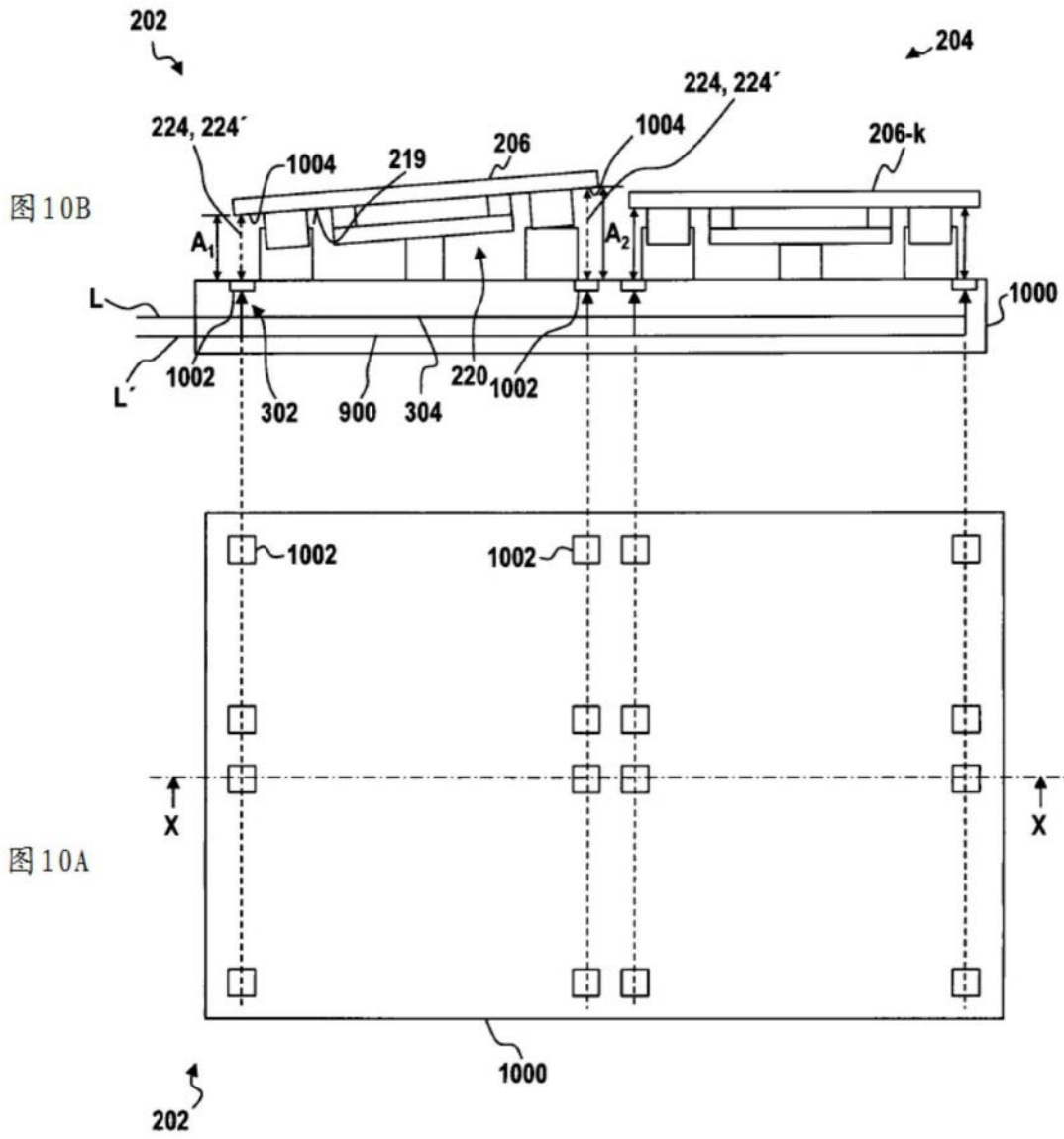


图8





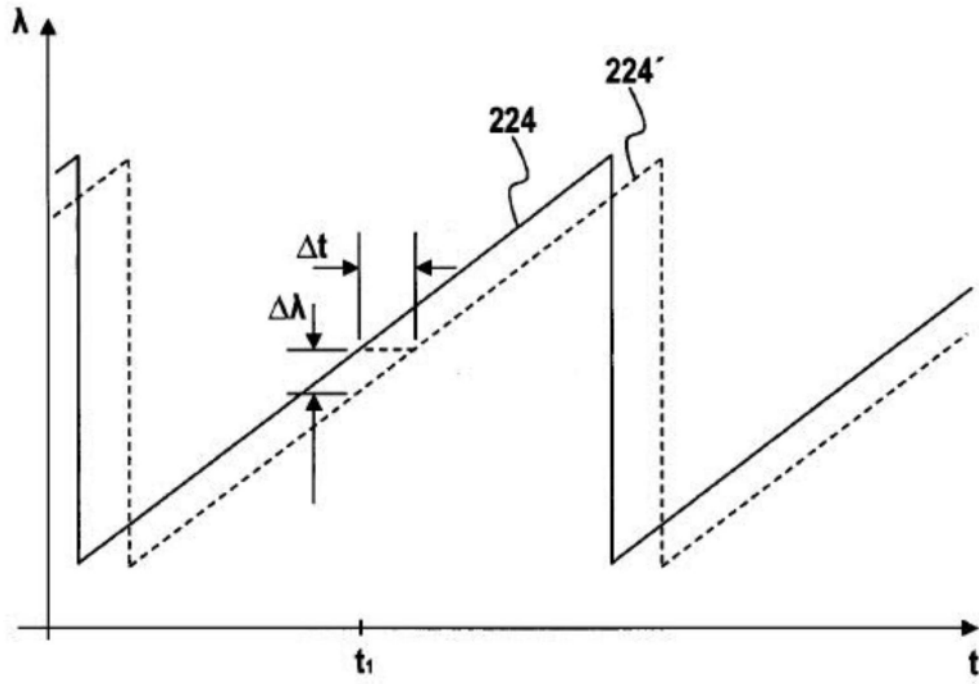


图11

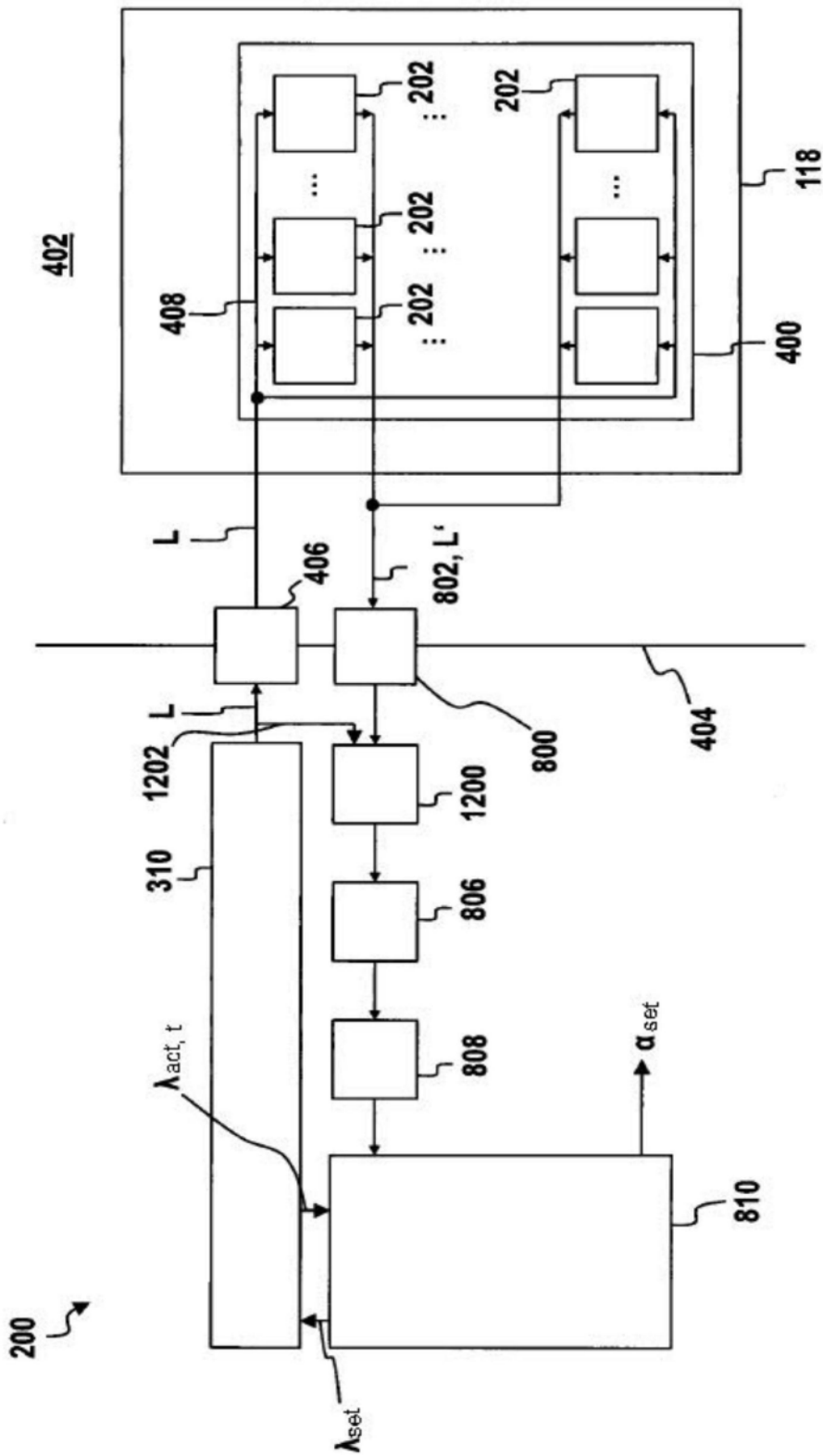


图12