(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118786323 A
(43)申请公布日 2024.10.15

(21)申请号 202380023524.X

(22)申请日 2023.01.25

(30)优先权数据
102022104416.5 2022.02.24 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.08.23

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2023/051736 2023.01.25

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/160928 DE 2023.08.31

(71)申请人 普雷茨特光电有限公司
地址 德国新伊森堡

(72)发明人 S·韦斯 S·密思 C·魏格尔特 T·贝克

(74)专利代理机构 北京市汉坤律师事务所 11602
专利代理师 魏小薇 吴丽丽

(51)Int.Cl.
G01B 9/02091(2022.01)
G01B 11/06(2006.01)
G01B 11/30(2006.01)
G02B 7/182(2021.01)
G01B 9/02055(2022.01)
G01B 21/04(2006.01)
H01L 21/66(2006.01)
G02B 26/08(2006.01)
G02B 26/10(2006.01)

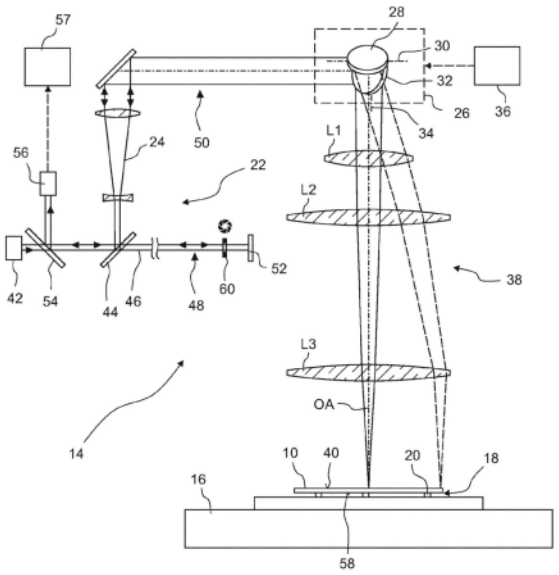
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

用于测量晶片的装置和方法

(57)摘要

一种用于测量晶片(10)的装置(14)包括光学相干断层扫描仪(22)和扫描装置(26),光学相干断层扫描仪产生测量光束(24)并通过光学系统(38)将测量光束对准晶片(10),扫描装置使测量光束(24)偏转到两个空间方向并具有恰好两个被安装成可各自围绕恰好一个轴(30、34)旋转的扫描镜(28、32)。控制单元(36)对扫描装置(26)进行控制,以使测量光束(24)依次在多个测量点上扫描晶片(10)的表面。评估单元(57)根据光学相干断层扫描仪(22)所提供的干涉信号计算距离值和/或厚度值。其中,碰撞防护装置(64)限制两个扫描镜(28、32)中至少一个扫描镜的旋转角度。



CN 118786323 A

1.一种用于测量晶片(10)的装置(14),其包括:

光学相干断层扫描仪(22),其被设计为产生测量光束(24),并通过光学系统(38)将所述测量光束对准所述晶片(10),

扫描装置(26),其具有被安装成能够各自围绕恰好一个轴(30、34)旋转的两个扫描镜(28、32),并被设计为使所述测量光束(24)偏转到两个空间方向,

控制单元(36),其被设计为对所述扫描装置(26)进行如此控制,以使得所述测量光束(24)依次在多个测量点上扫描所述晶片(10)的表面,以及

评估单元(57),其被设计为根据所述光学相干断层扫描仪(22)所提供的干涉信号计算距离值和/或厚度值,

其中,所述两个扫描镜(28、32)中的至少一个扫描镜被分配了碰撞防护装置(64),所述碰撞防护装置被设计为限制所述至少一个扫描镜(28、32)的旋转角度。

2.根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述碰撞防护装置具有至少一个机械止挡(64)。

3.根据权利要求2所述的装置,其特征在于,所述机械止挡(64)由塑料或橡胶制成。

4.根据权利要求2或3所述的装置,其特征在于,所述至少一个扫描镜(28、32)可旋转地安装在扫描镜支架上,并且所述碰撞防护装置固定在所述扫描镜支架上。

5.根据权利要求2或3所述的装置,其特征在于,所述机械止挡(64)作用于所述至少一个扫描镜(28、32)的旋转轴或形成在所述旋转轴上的凸起。

6.根据权利要求2或3所述的装置,其特征在于,所述至少一个扫描镜(28、32)具有反射表面或背面,并且所述机械止挡安装在所述反射表面或所述背面。

7.根据前述权利要求中任一项所述的装置,其特征在于,所述防撞装置具有电子限制装置,其被设计为以电子方式阻止向所述至少一个扫描镜(28、32)提供能导致超过预设旋转角度范围的控制信号。

8.根据前述权利要求中任一项所述的装置,其特征在于,两个测量点之间的距离d_{max}为140mm≤d_{max}≤600mm。

9.根据前述权利要求中任一项所述的装置,其特征在于,所述光学相干断层扫描仪(22)具有:

光源(42),

分束器(44),其被设计为将所述光源产生的光分成所述测量光束(24)和参考光束(46),

用于导引所述参考光束(46)的参考臂(48),

利用所述光学系统(38)和所述扫描装置(26)以导引所述测量光束(24)的物体臂(50),

检测器(56),其被设计为从在所述参考臂(48)中被导引的参考光束(46)与所述测量光束(24)在所述晶片(10)上发生反射的分量的叠加中产生所述干涉信号。

10.根据权利要求9所述的装置,其特征在于,所述参考臂(48)中设有可切换遮光装置(60),其被设计为在进行厚度测量的情况下阻止所述参考光束(46)在所述参考臂(48)中传播。

11.根据前述权利要求中任一项所述的装置,其特征在于,所述光学系统(38)具有场,所述测量光束(24)聚焦到所述场中,并且所述评估单元(57)被设计为对测量到的距离值进

行计算校正,以补偿所述场的曲率。

12.根据权利要求11所述的装置,其特征在于,为了所述计算校正,校正值能够从存储在所述评估单元(57)中的校正表中被读出。

13.根据权利要求12所述的装置,其特征在于,所述校正表中存储有用于不同工作波长范围的校正值。

14.根据前述权利要求中任一项所述的装置,其特征在于,所述光学系统包括至少一个变形光学元件(66、68),以用于校正场曲率。

15.一种测量晶片(10)的方法,包括以下步骤:

a)用光学相干断层扫描仪(22)产生测量光束(24);

b)借助光学系统(38)将所述测量光束(24)对准所述晶片(10);

c)借助扫描装置(26)使所述测量光束(24)偏转到两个空间方向,所述扫描装置具有两个被安装成能够各自围绕恰好一个轴(30、34)旋转的扫描镜(28、32),并且被如此控制,以使得所述测量光束依次在多个测量点上扫描所述晶片(10)的表面(40),其中所述两个扫描镜(28、32)中至少一个扫描镜的旋转角度由碰撞防护装置(64)限制;

d)基于所述光学相干断层扫描仪(22)所提供的干涉信号计算距离值和/或厚度值。

16.根据权利要求15所述的方法,其特征在于,所述碰撞防护装置以电子方式阻止向所述至少一个扫描镜(28、32)提供能导致超过预设旋转角度范围的控制信号,以限制所述旋转角度。

用于测量晶片的装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于非接触式测量晶片的几何量(如TTV、弯曲度或翘曲度)的装置和方法。

背景技术

[0002] 晶片是指厚度约为一毫米的圆形或方形盘片,用作集成电路、微机械器件或光电涂层的衬底。晶片由单晶或多晶坯料(即所谓的晶锭)制成,坯料以横向于其纵轴的方式被锯成单个晶片。大多数情况下使用硅晶片,但也使用其他材料,例如用于制造微透镜阵列或应用于扩增实境领域的玻璃晶片。

[0003] 晶片的形状必须符合严格的几何规格。这些规格包括TTV(英文为Total Thickness Variation,总厚度变化),即晶片最厚点与最薄点之间的最大差异。弯曲度(英文为Bow)被定义为晶片的中心表面(Median-Fläche)与参考平面的最大偏差。本领域技术人员将翘曲度(英文为Warp)理解为已在整个晶片表面校正过弯曲度之后晶片的中心表面与参考平面的偏差。

[0004] 除了TTV、弯曲度和翘曲度这些通用定义外,有时在表征晶片时还会使用类似但略有不同的定义,以表征晶片与理想形状的偏差。

[0005] 为了符合规格,必须至少随机测量这些几何量,最好在常规生产过程中进行测量。

[0006] 由US2012/0257207 A1已知一种用于测量晶片的装置,该装置将用于测量距离的迈克尔逊干涉仪(Michelson-Interferometer)与用于测量厚度的反射仪相结合。在单个点上进行测量。为了获得整个表面的测量值,需要使晶片相对于固定不动的测量装置进行运动。

[0007] 然而,这种已知的测量方法速度较慢,因为晶片的质量惯性使其无法任意地快速移动。相应的测量装置也很昂贵,因为用于实现晶片的移行运动的执行机构必须特别优质,以使运动平稳而精确。

发明内容

[0008] 本发明的目的是提供一种能够非常快速而经济地测量晶片的装置和方法。

[0009] 在装置方面,这个目的通过一种用于测量晶片的装置而达成,该装置包括:

[0010] 光学相干断层扫描仪,其被设计为产生测量光束,并通过光学系统将测量光束对准晶片,

[0011] 扫描装置,其具有两个被安装成可各自围绕恰好一个轴旋转的扫描镜,并被设计为使测量光束偏转到两个空间方向,

[0012] 控制单元,其被设计为对扫描装置进行控制,以使测量光束依次在多个测量点上扫描晶片表面,

[0013] 评估单元,其被设计为根据光学相干断层扫描仪所提供的干涉信号计算距离值和/或厚度值,

[0014] 其中,两个扫描镜中的至少一个被分配了碰撞防护装置,该碰撞防护装置被设计为限制至少一个扫描镜的旋转角度。

[0015] 本发明基于以下认识:一方面,如果使用更大的光学系统,可以获得更大的测量场,尤其是解决了场曲率问题,就可使用已知的具有光学相干断层扫描仪和扫描装置的测量装置来测量晶片。发明人已开发出多种方法来解决这一问题。

[0016] DE 10 2017 128 158 A1公开了这样一种已知的测量装置。在该案所描述的一个实施例中,光学相干断层扫描仪(OCT,即英文的Optical Coherence Tomography)产生测量光束,该测量光束被镜面扫描器偏转,其中每个偏转方向各设置一个扫描镜。测量光束通过平面场物镜后,基本上平行于轴线地射到待测表面上,形成远心光束路径。扫描表面时,只有极轻的扫描镜进行运动,而被测物体则静止不动。这样可以快速扫描被测物体的表面。

[0017] 这种测量装置的另一个优点是可以实时读出反射镜的偏转度,并通过控制回路根据设定偏转度进行调整。即使扫描镜由于其运动而受到寄生残余振动的影响,也能实现测量光束在被测物体上极其精确的定位。

[0018] 发明人发现,使用这种已知的测量装置时,如果测量光束对晶片表面进行二维扫描,就会产生场曲率。形象地说,这意味着测量光束的焦点在扫描过程中扫过的不是一个平面,而是一个弯曲的面。因此,实际平坦的晶片表面看起来是弯曲的。

[0019] 直径不超过约80mm的极小晶片尚能容忍场曲率,但对于较大的晶片这是不可能的,因为场曲率会随着待测晶片直径的增大而以二次方关系变大。目前,较大的晶片被认为是扫描装置可以到达的两个测量点之间的距离d_{max}为140mm≤d_{max}≤600mm,优选为280mm≤d_{max}≤450mm的晶片。当距离d_{max}=300mm时,由场曲率引起的测量误差通常已达到1mm左右。因此,如果不采取额外措施,上述测量装置即使在使用较大的平面场物镜的情况下也不适合测量较大的晶片,因为距离测量所需的精度小于1μm。因此,对于较大的晶片来说,已知测量装置的测量误差大了三个数量级。

[0020] 发明人还认识到,造成场曲率的额外光路长度差异主要是由扫描镜引起的。为了能够枢转而不发生碰撞,两个扫描镜必须相距较远。事实证明,扫描镜旋转轴之间的空间距离对场曲率的影响最大。

[0021] 因此,减小场曲率的最简单措施是使用一个被安装成可绕两个轴旋转的扫描镜,而不是两个被安装成可各自围绕恰好一个轴旋转的扫描镜。然而,现有的双轴扫描镜无法像两个单轴扫描镜那样快速而准确地枢转。但与需要移动晶片的已知方法相比,所需测量时间会明显缩短。

[0022] 另一种减小场曲率的方法是像以前那样使用两个被安装成可各自围绕恰好一个轴旋转的扫描镜,但要大幅缩短扫描镜之间的距离。但是,此时存在扫描镜在较大的旋转角度下相撞的风险。为了避免这种情况,本发明为两个扫描镜中的至少一个分配了碰撞防护装置,该碰撞防护装置被设计为限制至少一个扫描镜的旋转角度。这是考虑到现有的扫描镜通常本就具有一个对于本案的应用来说仅被部分需要的旋转角度范围。如果碰撞防护装置将最初可能的旋转角度(通常为±20°)限制为实际需要的旋转角度(例如±10°,优选为±5°),即使扫描镜之间的距离非常小,则也能可靠避免扫描镜相撞。

[0023] 碰撞防护装置可具有至少一个机械止挡来限制旋转角度。这个止挡例如可以是由塑料或橡胶制成的阻尼器,当至少一个扫描镜例如偏转超过±10°或±5°时,就会撞到这个

阻尼器。

[0024] 根据本发明的一种优选实施方式,至少一个扫描镜可旋转地安装在扫描镜支架上,并且碰撞防护装置以插接、夹持、拧紧、粘接或其他方式固定在该扫描镜支架上。以插接、夹持或粘接方式固定碰撞防护装置的优点在于,碰撞防护装置也可以加装到扫描镜支架上,而无需对扫描镜支架以及扫描镜自身的机械结构进行干预。扫描镜的功能和调整不受影响。可取的是,碰撞防护装置的形状使其不可旋转地支撑在扫描镜支架的至少一个面上。这个面形成一个配合支撑件,以吸收反射镜撞击时所产生的力。

[0025] 作为替代方案,防撞装置整合在周围的部件中或固定在周围的部件上,例如固定在装置本体中的销钉上。

[0026] 作为替代方案,止挡可直接作用于至少一个扫描镜的旋转轴或形成在旋转轴上的凸起。

[0027] 作为替代方案,阻尼器可安装在至少一个扫描镜的反射表面或背面。可取的是,阻尼器安装在扫描镜会相撞的位置上,并抑制碰撞。同样可行的是,使安装在反射镜上的阻尼器与另外安装的机械止挡相抵。

[0028] 作为替代方案或补充方案,可以考虑将防撞装置设计成电子限制装置,其被设计为以电子方式阻止向至少一个扫描镜提供会导致超过预设旋转角度范围的控制信号。举例而言,扼流线圈在限制扫描镜的控制电流方面非常可靠。

[0029] 作为替代方案或补充方案,扫描镜的控制软件可被设计为能够阻止产生会导致扫描镜过度偏转的控制信号。在此情况下,额外采用上述措施之一也能起到保障作用,以防软件发生故障并产生错误信号而导致两个扫描镜中的一个过度偏转。

[0030] 另一项能够减小场曲率的替代性或补充性措施是使用光学系统,该光学系统包含至少一个,优选两个用于校正场曲率的变形光学元件。这些变形元件优选是柱面透镜(Zylinderlinse)。其对称轴的定向与扫描镜旋转轴的定向相匹配。

[0031] 这另一项替代性或补充性措施不是减小场曲率,而是通过校准来消除其影响。为此,评估单元应被设计为对测量到的距离值进行计算校正,以补偿测量光束在光学系统作用下所聚焦的场的曲率。这个场通常与光学系统的焦平面重合。校准时例如对高精度制造的平面玻璃进行测量。测量到的平面度偏差就是校正值,后续测量时会根据符号的不同将这些校正值与测量到的值相减或相加。

[0032] 为了计算校正,可从存储在评估单元中的校正表中读出校正值。校正表中优选存储有用于不同工作波长范围的校正值。这些用于不同工作波长范围的校正值不必通过单独的校准测量来获取,而是也可以根据理论上的考虑,从针对特定工作波长范围所获取的校正值中推导出来。在此情况下,尤其也可以使用泽尼克多项式(Zernike-Polynom)。

[0033] 作为从校正表中读出校正值这一方案的替代方案,也可以根据数学公式计算校正值。举例而言,可以通过多项式拟合得出这个公式。这种情况下的多项式例如可以采用泽尼克多项式。

[0034] 当然,除了上述措施外,还可以进行校准。

[0035] 具体而言,可用于本发明的光学相干断层扫描仪可以具有:

[0036] 光源,

[0037] 分束器,其被设计为将光源产生的光分成测量光束和参考光束,

[0038] 用于导引参考光束的参考臂，

[0039] 利用光学系统和扫描装置来导引测量光束的物体臂(Objektarm)，以及

[0040] 检测器，其被设计为从在参考臂中被导引的参考光束与测量光束在晶片上发生反射的分量的叠加中产生干涉信号。

[0041] 在一个实施例中，参考臂中设有可切换遮光装置，其被设计为在进行厚度测量时阻止参考光在参考臂中传播。通过可切换遮光装置，可以在“距离模式”与“厚度模式”之间切换，前者用于评估测量光束与参考光束之间的干涉。在厚度模式下，测量光束在晶片的两个平面平行界面上的反射之间的干涉被用来推断界面之间的距离(即晶片的厚度)。这样，检测器就能从测量光束在晶片的两个不同界面上发生反射的分量的叠加中产生干涉信号。为了防止来自参考臂的不需要的参考光束在厚度模式下干扰所需干涉信号，用遮光装置阻止参考光束在参考臂中传播。优选在每次改变测量模式时自动切换遮光装置。

[0042] 在另一个实施例中，参考光束在参考臂中不是作为自由光束或者至少不是全程作为自由光束受导引，而是至少部分地在光纤中受导引。在卷曲的光纤中，光可以在较小空间内的较大光路长度上受导引。如果物体臂和参考臂的色散不同，则最好采取色散均衡措施。

[0043] 在方法方面，开头提出的目的通过一种测量晶片的方法而达成，其包括以下步骤：

[0044] a)用光学相干断层扫描仪产生测量光束；

[0045] b)借助光学系统将测量光束对准晶片；

[0046] c)借助扫描装置使测量光束偏转到两个空间方向，对扫描装置进行控制，以使测量光束依次在多个测量点上扫描晶片表面，其中扫描装置(26)具有两个被安装成可各自围绕恰好一个轴旋转的扫描镜，其中由碰撞防护装置限制两个扫描镜中至少一个扫描镜的旋转角度；

[0047] d)基于光学相干断层扫描仪所提供的干涉信号计算距离值和/或厚度值。

[0048] 可以这样控制扫描装置，以使两个测量点之间的距离d_{max}为140mm≤d_{max}≤600mm，优选为280mm≤d_{max}≤450。

[0049] 在一个实施例中，光学相干断层扫描仪的特点是：

[0050] 光源产生光；

[0051] 分束器将光源所产生的光分成测量光束和参考光束；

[0052] 参考光束在参考臂中受导引；

[0053] 测量光束在物体臂中受导引；

[0054] 检测器从在参考臂中被导引的参考光束与测量光束被晶片反射的分量的叠加中产生干涉信号。

[0055] 在进行厚度测量时，可通过遮光装置暂时阻止参考光束在参考臂中传播。

[0056] 如果光学系统具有场，测量光束聚焦到该场中，则可对测量到的距离值进行计算校正，以补偿该场的曲率。进行计算校正时，可从存储在评估单元中的校正表中读出校正值。其中，校正表中可存储有用于不同工作波长的校正值。

附图说明

[0057] 下面将参照附图对本发明的实施例进行详细解释。其中：

[0058] 图1为待测晶片未按比例绘制的透视图；

[0059] 图2为根据本发明的测量装置的示意图;

[0060] 图3为扫描装置的重要部件的简化透视图,该扫描装置是根据本发明的测量装置的一部分,并包含有用于扫描镜的机械止挡;

[0061] 图4为扫描装置的重要部件的简化透视图,该扫描装置是根据另一个实施例的测量装置的一部分,并且仅包含一个扫描镜;

[0062] 图5a和图5b为具有柱面透镜的光学系统的两个正交子午剖面,该光学系统是根据另一个实施例的测量装置的一部分;

[0063] 图6为根据一个实施例的光学相干断层扫描仪的参考臂,其中参考光束在光纤中走过一部分光路。

具体实施方式

[0064] 1.晶片测量

[0065] 图1示出晶片10未按比例绘制的透视图。在图示实施例中,晶片10呈直圆柱体状,其中厚度明显被夸大。真实晶片10的直径例如为300mm,而厚度仅为1mm左右。偶尔也会使用表面不是圆形而是方形的晶片10。

[0066] 虚线12表示的是晶片10理想的圆柱形形状。由于制造公差的原因,可能会出现与理想形状之间的偏差,图1中夸大显示了这种偏差。若要确定这些偏差,须对晶片10进行测量。一旦测量了两个晶片表面的形貌,就能从中得出晶片的所有通用几何规格,如TTV、弯曲度和翘曲度。

[0067] 供形貌测量所用的测量点的分布与具体的测量任务相适应。在图1所示的实施例中,假定测量点沿两条线11、13排列,这两条线相互垂直,在晶片10的中心相交,并各自延伸至晶片10的圆周边缘。当然也可采用其他测量图形,例如螺旋或网格图形。测量点可以非常靠近,例如相距几微米。其他测量图形的间距在1mm范围内。

[0068] 2.测量装置的构造和功能

[0069] 图2示出整体被标为14的测量装置的示意图。测量装置14用于测量由支架18承载的晶片10。举例而言,可将支架18设计成简单的三点式支座,如图2中的支撑件20所示。在图示实施例中,支架18自身支撑在底座16上。支架18和底座16通常不是测量装置14的一部分。

[0070] 在生产过程中进行测量时,也可以例如通过传送装置为测量装置14提供晶片10。

[0071] 测量装置14包括光学相干断层扫描仪22,该光学相干断层扫描仪产生测量光束24,其构造将在下文中予以详细说明。

[0072] 整体被标为26的扫描装置26将测量光束24可变地偏转到两个空间方向。为此,扫描装置26具有被安装成可绕第一旋转轴30旋转的第一扫描镜28。第二扫描镜32被安装成可绕垂直于第一旋转轴30定向的第二旋转轴34旋转。扫描镜28、32由电流计驱动器(未图示)驱动,电流计驱动器由控制单元36控制。

[0073] 测量装置14还包括光学系统38,图2中用三个透镜L1、L2和L3表示该光学系统。在图示实施例中,光学系统38将被扫描装置26偏转的测量光束24聚焦,使其始终近似垂直地射到晶片10朝向光学系统的表面40上。

[0074] 光学相干断层扫描仪22以已知的方式包含光源42、将光源所产生的光分成测量光束24和参考光束46的第一分束器44、用于导引参考光束46的参考臂48以及对光学系统38和

扫描装置26加以利用的物体臂50,测量光束24在该物体臂中受导引。

[0075] 在测量过程中,在物体臂50中传播的测量光束24聚焦于晶片10的表面40,在该处发生部分反射,并通过物体臂50沿相同的光路返回第一分束器44。在该处,测量光束24的反射分量与在参考臂48中受导引并在反射镜52上反射的参考光束46叠加。第二分束器54使两个光分量均对准检测器56,该检测器将光学参考信号转换为电信号。

[0076] 在图示实施例中,光学相干断层扫描仪22被设计成FD-OCT(FD代表傅立叶域)。因此,检测器56包含有检测光谱强度分布的光谱仪。由此,与检测器56连接的评估单元57可以以已知的方式计算出测量光束24的入射点处表面40到测量装置14(例如透镜L3)的距离。关于光学相干断层扫描仪的更多详情,请参阅开头提到的DE 10 2017128 158A1。

[0077] 光源42所产生的光可以选用能使测量光束24至少部分进入晶片10的波长范围。此时,在晶片10远离测量装置14的下表面58上同样会发生将被光学相干断层扫描仪22检测到的反射。在此情况下,已走过不同光路长度的两个测量光束24会叠加在一起。然后,检测器56通过干涉的周期性以已知的方式检测光路长度的差异,并由此推断出晶片10的两个表面40、58之间的距离,进而推断出晶片的厚度。

[0078] 如果选择上述厚度模式,则应防止光在参考臂48中传播,因为这部分光同样会造成干涉,从而产生非期望的干扰信号。为此,参考臂48包含被标为60的可切换遮光装置,该遮光装置例如可被设计成镜间快门或焦平面快门。从距离模式切换到厚度模式时,可切换遮光装置60会自动关闭,这样就不会再有来自参考臂48的光在检测器56上造成干涉。当切换回距离模式时,可切换遮光装置60会再度为参考光束46开放通路。

[0079] 可选地,参考臂48具有遮光装置60的监控机构,特别是传感器,该传感器可以确定遮光装置60的状态。举例而言,该监控机构可用于在电源中断后检查当前状态。

[0080] 在图2所示的实施例中,测量光24完全在自由空间中传播。在其他实施例中,对光的导引部分地在光纤中进行,下文还将参照图6对此进行说明。如果光学相干断层扫描仪22安置在自有壳体中,则最好在光学相干断层扫描仪22与扫描装置26之间也用光纤来导引光。此时,可将扫描装置26和光学系统38安置在空间紧凑且重量较轻的测量头中,而该测量头可以方便地安装在不同位置上。

[0081] 3.场曲率

[0082] 光学系统38虽被设计成平面场光学系统,使得进入光学系统38的准直光聚焦于平面焦平面。然而,我们发现测量光束24的焦点并不完全位于一个平面内。

[0083] 产生这种非期望场曲率的原因是两个扫描镜28、32在空间上一前一后排列,导致路程长度发生不易追踪的变化。随着扫描镜28、32的旋转角度的增大,进而随着测量点到光学系统38的光轴OA的距离的增加,这些路程长度变化将以二次方关系加剧。

[0084] 通常,参考臂48中的光路长度被选择为与物体臂50中直到测量光束24的焦点的光路长度相一致。如果反射表面位于焦点之外,相干断层扫描仪22就会将其理解为相关表面比参考臂48所规定的光路长度更远或更近。但是,如果测量光束24的焦点不完全位于一个平面内,就会导致实际平坦的表面看起来是弯曲的。在与光轴OA相距150mm之处,综合测量误差已达到1mm左右,比要求的1μm测量精度高出三个数量级。

[0085] 为了解决这个问题,在交付测量装置14之前要进行校准测量。为此,需要对高精度制造的、平面玻璃板形式的校准标准件进行测量。将因场曲率而测量到的平面度偏差转换

为校正值,并存储在评估单元57的表格中。针对扫描装置26在校准标准件的表面可以接近的每个测量点各获取一个校正值,并分配给该测量点。测量点和校正值的对应关系可存储在评估单元57的表格中。

[0086] 作为替代方案,可以根据从校准测量中得出的公式计算校正值。也可以采用组合解决方案,即仅以表格的形式存储个别节点(Stützstelle)的校正值,这些节点之间的位置的校正值则通过插值法而获得。

[0087] 当在这样的校准之后测量真实晶片10时,根据符号的不同,将相应的校正值与所获得的测量值相加或相减。由此获得一组经过校正的测量值,可输出5给测量装置14的使用者做进一步处理。

[0088] 4.减小场曲率的措施

[0089] 作为校准的替代方案或补充方案,可以采取能最大程度地减小场曲率的措施。

[0090] 例如,其中一项措施可以是减小两个扫描镜28、32之间的距离。通常这样选择该距离,使得扫描镜28、32在任何情况下都不会相撞,即使在较大的旋转角度下也是如此。但对于上述晶片10的测量而言,通常只需要±10°甚或仅±5°数量级的相对较小的旋转角度。较小的旋转角度允许两个扫描镜28、32彼此靠得更近。然而,由于扫描镜28、32原则上具有较大的旋转角度范围,因此必须设置碰撞防护装置,以便可靠地防止扫描镜28、32在工作期间相互接触。在本发明如图3所示的实施例中,碰撞防护装置具有例如可由橡胶唇形成的机械止挡64。机械止挡64被定位成能够将扫描镜28、32的设计上可能的旋转角度限制为所需的旋转角度。

[0091] 根据扫描镜的间距和大小,可能仅为两个扫描镜28、32中的一个配备碰撞防护装置就够了。

[0092] 如果扫描装置26不是具有两个被安装成可各自围绕一个旋转轴30或34旋转的扫描镜28、32,而是仅具有一个扫描镜28',且该扫描镜围绕两个优选正交的旋转轴30、34安装(如图4中的透视示意图所示),则场曲率将进一步变小。

[0093] 图5a和图5b示出根据一个替代性实施例的测量装置14的光学系统38的两个正交子午剖面,即图5a中的XZ平面和图5b中的YZ平面。这个测量装置14同样设有两个扫描镜。在此,场曲率通过适当设计的系统38而有所减小。为此,光学系统38具有第一柱面透镜66和第二柱面透镜68,其中如图5a、图5b所示,柱面透镜66、68的对称轴相互垂直。两个柱面透镜66、68分别对应两个扫描镜28、32中的一个。因此,柱面透镜66、68的对称轴的定向与扫描镜28或32的旋转轴30、34的定向相适配。

[0094] 图6示出光学相干断层扫描仪22的一个部分。为了使测量光束24也能扫描到大晶片10的边缘,光学系统38必须具有较大的焦距,这会导致物体臂50中的几何路程长度和光路长度都较大。参考臂48中的光路长度也须与此相当。

[0095] 由于自由光束的长距离传播需要复杂的光束折叠,因此,如果测量光束24不是作为自由光束或者至少不是全程作为自由光束在参考臂48中受导引,而是至少部分地在光纤中受导引,可能会更加有利。在图6中,在光路中布置于遮光装置60后面的耦合透镜70将测量光束耦合到卷曲光纤72的端部71中。在光纤72的端部74与反射镜52之间设有第二耦合透镜76,以将在反射镜52处反射的参考光束再度耦合到光纤72中。

[0096] 其中,参考臂48分成光纤导引部分和自由光束导引部分并不局限于图6所示的实

施例。特别是,在替代性实施方案中,分束器44也可实现为光纤耦合器。

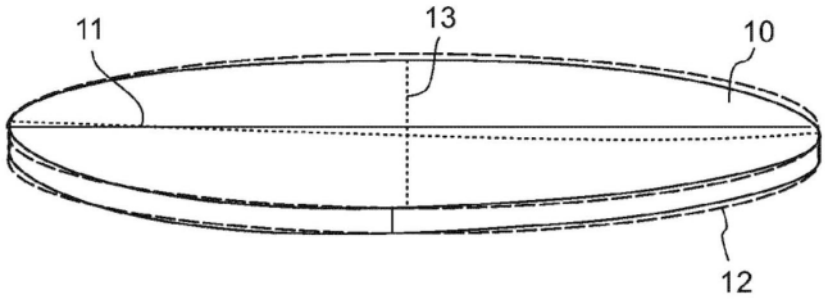

11
13
10
12

图1

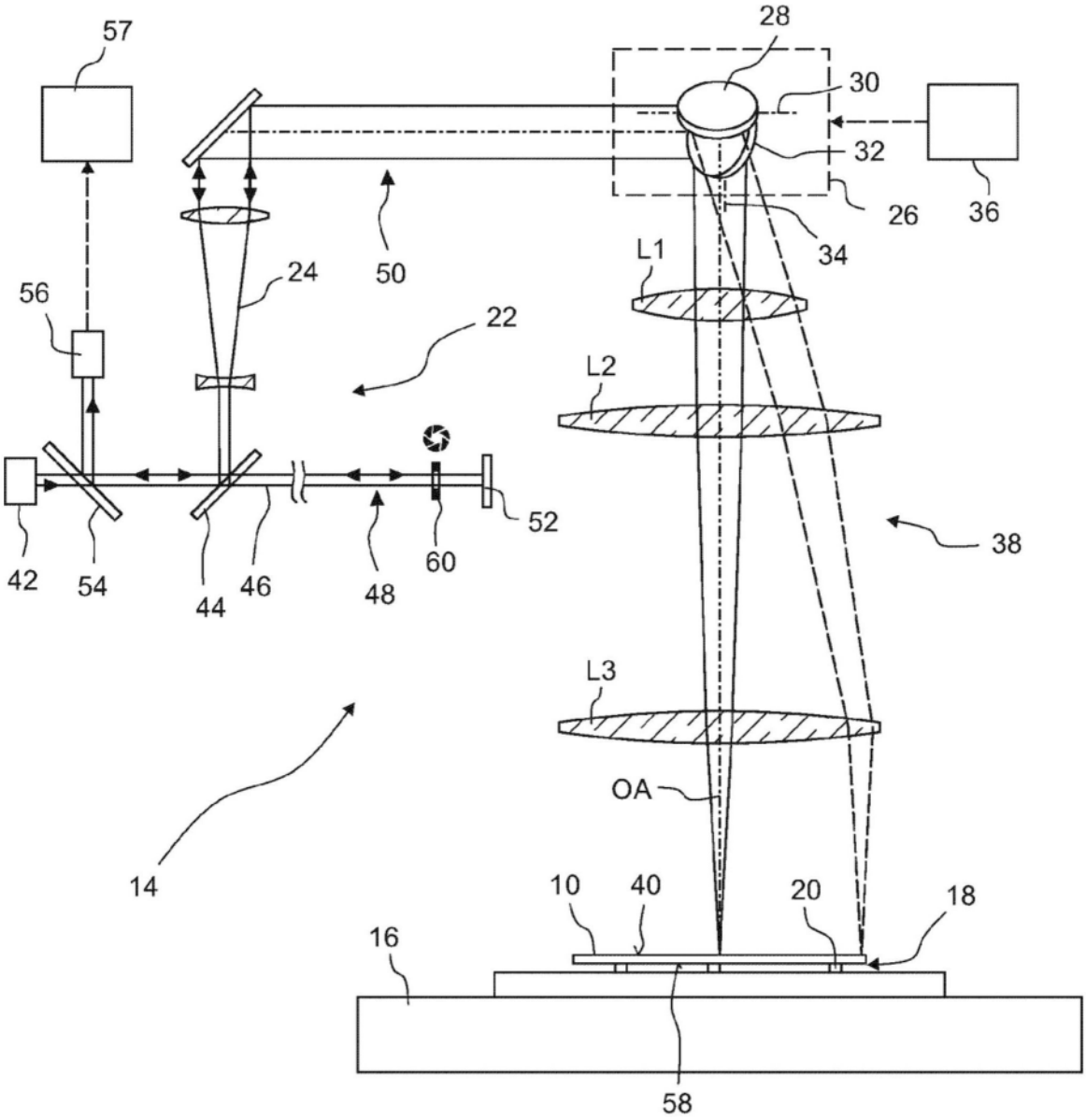

57
28
30
32
26
36
34
L1
L2
L3
24
50
56
22
52
42
54
44
46
48
60
38
OA
14
10
40
20
18
16
58

图2

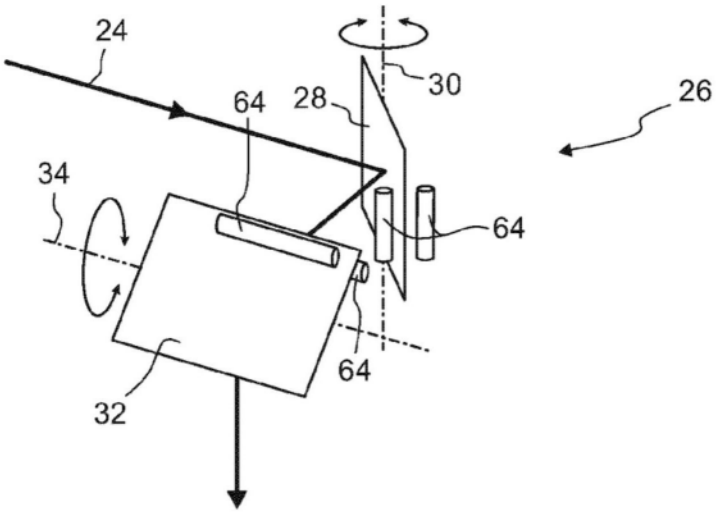


图3

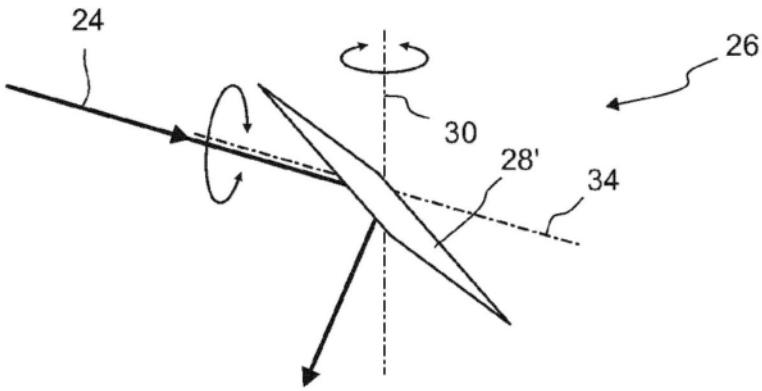


图4

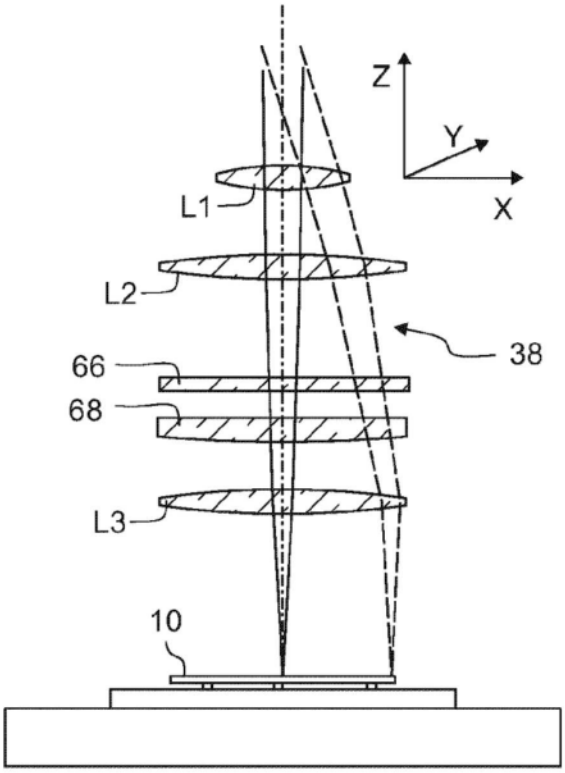


图5a

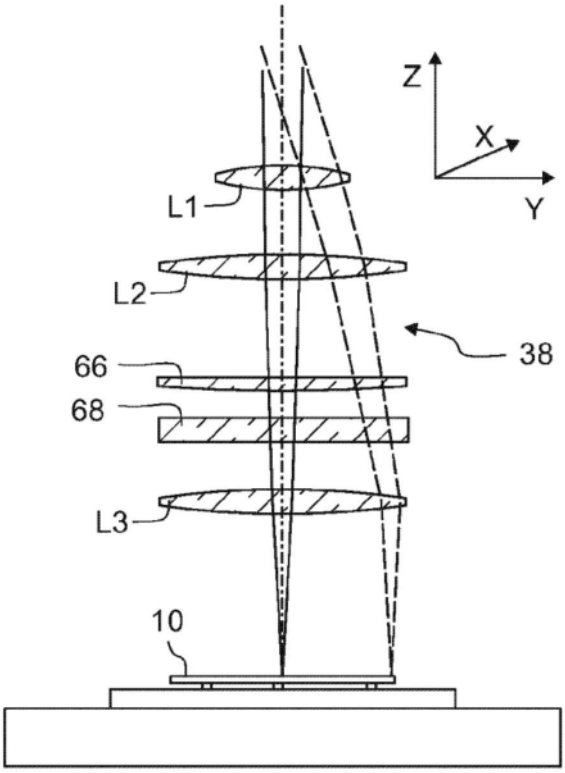


图5b

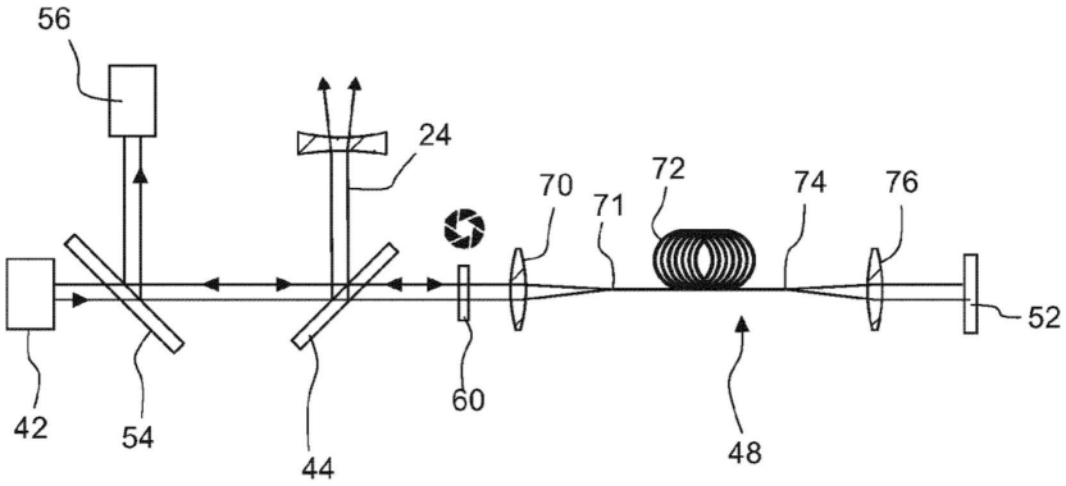


图6