



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 119108317 B

(45) 授权公告日 2025. 03. 11

(21) 申请号 202411579395.5

(22) 申请日 2024.11.07

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 119108317 A

(43) 申请公布日 2024.12.10

(73) 专利权人 上海图双精密装备有限公司

地址 201206 上海市浦东新区金海路955弄
1号楼

(72) 发明人 朱晨宇

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

专利代理师 姚丹红

(51) Int. Cl.

H01L 21/67 (2006.01)

H01L 21/68 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 2002151575 A, 2002.05.24

CN 117689727 A, 2024.03.12

CN 114975213 A, 2022.08.30

CN 111952230 A, 2020.11.17

审查员 郑琼

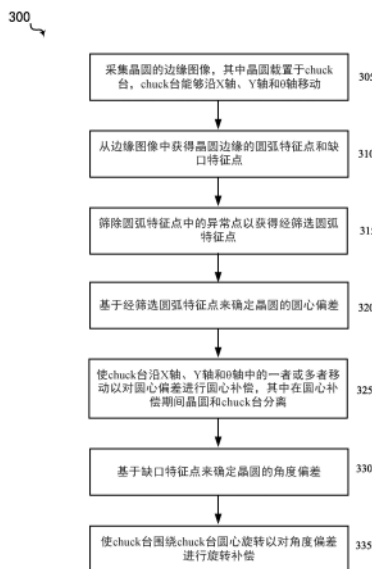
权利要求书3页 说明书11页 附图8页

(54) 发明名称

晶圆寻边方法和装置

(57) 摘要

本发明公开了一种晶圆寻边方法和装置,该方法包括:采集晶圆的边缘图像,晶圆载置于chuck台,chuck台能沿X、Y和 θ 轴移动;从边缘图像获得圆弧特征点和缺口特征点;对圆弧特征点进行圆拟合以获得第一经拟合圆;基于第一经拟合圆和第一预设阈值识别并筛选圆弧特征点中的异常点;对剩余圆弧特征点再次进行圆拟合以获得第二经拟合圆;基于第二经拟合圆和第二预设阈值识别并筛选剩余圆弧特征点中的异常点以获得经筛选圆弧特征点;基于经筛选圆弧特征点确定晶圆的圆心偏差;使chuck台沿X、Y和 θ 轴中的一者或者多者移动以对圆心偏差进行圆心补偿,在此期间晶圆和chuck台分离;基于缺口特征点确定晶圆的角度偏差;使chuck台围绕chuck台圆心旋转以对角度偏差进行旋转补偿。



1. 一种晶圆寻边方法, 包括:

采集晶圆的边缘图像, 其中所述晶圆载置于chuck台, 所述chuck台能够沿X轴、Y轴和 θ 轴移动;

从所述边缘图像中获得所述晶圆边缘的圆弧特征点和缺口特征点;

对所述圆弧特征点进行圆拟合以获得第一经拟合圆;

基于所述第一经拟合圆和第一预设阈值来识别并筛除所述圆弧特征点中的异常点;

对剩余圆弧特征点再次进行圆拟合以获得第二经拟合圆, 其中所述第二经拟合圆相比于所述第一经拟合圆更加接近所述晶圆所在的真实圆;

基于所述第二经拟合圆和第二预设阈值来识别并筛除所述剩余圆弧特征点中的异常点以获得经筛选圆弧特征点, 其中所述第一预设阈值和所述第二预设阈值能够基于预设规则在特定范围内动态调整;

基于所述经筛选圆弧特征点来确定所述晶圆的圆心偏差;

使所述chuck台沿X轴、Y轴和 θ 轴中的一者或多者移动以对所述圆心偏差进行圆心补偿, 其中在圆心补偿期间所述晶圆和所述chuck台分离;

基于所述缺口特征点来确定所述晶圆的角度偏差; 以及

使所述chuck台围绕chuck台圆心旋转以对所述角度偏差进行旋转补偿,

其中, 所述晶圆的边缘图像是通过图像采集单元获得的, 其中所述图像采集单元在转动所述chuck台时对所述晶圆的边缘进行图像采集, 并且其中, 所述图像采集单元包括位于所述晶圆上方的相机以及位于所述晶圆下方的背面光源, 并且所述方法还包括:

在所述图像采集过程中, 检测所述晶圆是否透明; 以及

仅在检测到所述晶圆透明的情况下打开所述背面光源。

2. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 所述圆拟合是通过Ransac算法来执行的。

3. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 基于所述经筛选圆弧特征点来确定所述晶圆的圆心偏差进一步包括:

通过Pratt圆拟合算法对所述经筛选圆弧特征点进行拟合来获得晶圆圆心; 以及

确定所述晶圆圆心与所述chuck台圆心之间的偏差作为所述圆心偏差。

4. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 所述晶圆和所述chuck台是通过Z轴移动件来分离的, 其中所述Z轴移动件位于所述chuck台外部和所述晶圆下方并且能够沿Z轴上下移动, 并且其中, 在圆心补偿开始前, 所述Z轴移动件沿Z轴向上移动以使所述晶圆和所述chuck台分离。

5. 根据权利要求4所述的方法, 其中, 所述Z轴移动件包括分别位于所述chuck台两侧的两根平行杆, 并且所述两根平行杆之间的距离大于所述chuck台的直径且小于所述晶圆的直径。

6. 根据权利要求4所述的方法, 其中, 在圆心补偿结束后, 所述Z轴移动件返回原位以使所述晶圆接触并载置于所述chuck台。

7. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 基于所述缺口特征点来确定所述晶圆的角度偏差进一步包括:

基于所述缺口特征点获得所述晶圆的缺口角度; 以及

确定所述缺口角度与指定角度之间的偏差作为所述角度偏差。

8. 一种晶圆寻边装置, 包括:
- chuck台, 所述chuck台用于载置晶圆并且能够沿X轴、Y轴和 θ 轴移动;
 - 图像采集单元, 其被配置成: 采集所述晶圆的边缘图像;
 - 特征点获取单元, 其被配置成: 从所述边缘图像中获得所述晶圆边缘的圆弧特征点和缺口特征点;
 - 特征点预处理单元, 其被配置成:
 - 对所述圆弧特征点进行圆拟合以获得第一经拟合圆;
 - 基于所述第一经拟合圆和第一预设阈值来识别并筛除所述圆弧特征点中的异常点;
 - 对剩余圆弧特征点再次进行圆拟合以获得第二经拟合圆, 其中所述第二经拟合圆相比于所述第一经拟合圆更加接近所述晶圆所在的真实圆; 以及
 - 基于所述第二经拟合圆和第二预设阈值来识别并筛除所述剩余圆弧特征点中的异常点以获得经筛选圆弧特征点, 其中所述第一预设阈值和所述第二预设阈值能够基于预设规则在特定范围内动态调整;
 - 圆心补偿单元, 其被配置成:
 - 基于所述经筛选圆弧特征点来确定所述晶圆的圆心偏差; 以及
 - 使所述chuck台沿X、轴、Y轴和 θ 轴中的一者或多者移动以对所述圆心偏差进行圆心补偿, 其中在圆心补偿期间所述晶圆和所述chuck台分离; 以及
 - 旋转补偿单元, 其被配置成:
 - 基于所述缺口特征点来确定所述晶圆的角度偏差; 以及
 - 使所述chuck台围绕chuck台圆心旋转以对所述角度偏差进行旋转补偿,
 - 其中, 所述图像采集单元包括位于所述晶圆上方的相机以及位于所述晶圆下方的背面光源, 并且所述图像采集单元还被配置成:
 - 在所述图像采集过程中, 检测所述晶圆是否透明; 以及
 - 仅在检测到所述晶圆透明的情况下打开所述背面光源。
9. 根据权利要求8所述的装置, 其中, 所述圆拟合是通过Ransac算法来执行的。
10. 根据权利要求8所述的装置, 其中, 所述圆心补偿单元被进一步配置成通过以下操作来确定所述晶圆的圆心偏差:
- 通过Pratt圆拟合算法对所述经筛选圆弧特征点进行拟合来获得晶圆圆心; 以及
 - 确定所述晶圆圆心与所述chuck台圆心之间的偏差作为所述圆心偏差。
11. 根据权利要求8所述的装置, 还包括Z轴移动件, 所述Z轴移动件位于所述chuck台外部和所述晶圆下方并且能够沿Z轴上下移动, 并且其中, 在圆心补偿开始前, 所述Z轴移动件沿Z轴向上移动以使所述晶圆和所述chuck台分离。
12. 根据权利要求11所述的装置, 其中, 所述Z轴移动件包括分别位于所述chuck台两侧的两根平行杆, 并且所述两根平行杆之间的距离大于所述chuck台的直径且小于所述晶圆的直径。
13. 根据权利要求11所述的装置, 其中, 在圆心补偿结束后, 所述Z轴移动件返回原位以使所述晶圆接触并载置于所述chuck台。
14. 根据权利要求8所述的装置, 其中, 所述旋转补偿单元被进一步配置成通过以下操作来确定所述晶圆的角度偏差:

基于所述缺口特征点获得所述晶圆的缺口角度;以及
确定所述缺口角度与指定角度之间的偏差作为所述角度偏差。

晶圆寻边方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体领域,具体涉及一种晶圆寻边方法和装置。

背景技术

[0002] chuck台是半导体制造、光学加工、平面显示器制造、太阳能电池板制造、生物医学等领域中使用的一种重要的工具。在半导体领域中,chuck台用于夹持晶圆、硅片、薄膜等,以保证它们在加工过程中的稳定性和精确性。chuck台通常由夹持器、定位器和调整器等部分组成,能够夹持和定位各种大小、形状和材料的晶圆、硅片和薄膜。

[0003] 在半导体加工过程中,将晶圆放置到chuck台上时会发生晶圆定位不精确、圆心和缺口方向偏移等问题。因此,需要对晶圆进行寻边,以将晶圆调整到指定位置和方向。具体而言,需要对晶圆进行圆心补偿以使晶圆圆心与chuck台圆心对准,另外还需要对晶圆进行旋转补偿以使晶圆边缘的缺口指向指定方向。

[0004] 晶圆的圆心补偿涉及圆拟合,常规的圆拟合算法对采集到的晶圆边缘数据(例如,晶圆边缘图像)进行滤波处理,数据处理之后利用最小二乘法拟合出圆心。然而,由于晶圆运动过程中存在加减速、以及信号的波动和噪声,采集到的数据可能会有异常值。同时,在滤波过程中可能会剔除正常点,从而增大拟合误差。如果数据正好处于拟合出的圆上,那么算法会找到正确的圆。然而,当数据位于小圆弧上时,算法会偏离地估计得到比正确的圆更小的圆。另外,最小二乘法对离群点较为敏感,如果滤波不彻底,则拟合结果会存在偏差。此外,在对晶圆进行圆心补偿时,常规的补偿方案在计算出圆心偏差之后直接使chuck台沿X/Y和 θ 轴移动进行补偿,此过程会带动晶圆同时运动,这不仅提高了圆心补偿算法的复杂度,还会对补偿结果带来一定的误差。

[0005] 此外,在采集晶圆边缘图像时,一般采用透射式传感器或反射式传感器。然而,透射式传感器无法识别镀金属层的键合片,进而无法完成晶圆的预对准补偿。反射式传感器对于透明片的反射率较低,可能无法检测,而如果增加传感器的灵敏度,则会增加成本。此外,反射式传感器无法承担键合片 $\pm 10\text{mm}$ 偏心,重复性定位精度达不到要求。

[0006] 有鉴于此,期望提供一种改进的晶圆寻边方法和装置。

发明内容

[0007] 以下给出一个或多个方面的简要概述以提供对这些方面的基本理解。此概述不是所有构想到的方面的详尽综览,并且既非旨在标识出所有方面的关键性或决定性要素亦非试图界定任何或所有方面的范围。其唯一的目的是以简化形式给出一个或多个方面的一些概念以作为稍后给出的更详细描述之序言。

[0008] 本发明提供了一种晶圆寻边方法,包括:采集晶圆的边缘图像,其中该晶圆载置于chuck台,该chuck台能够沿X轴、Y轴和 θ 轴移动;从该边缘图像中获得晶圆边缘的圆弧特征点和缺口特征点;对该圆弧特征点进行圆拟合以获得第一经拟合圆;基于该第一经拟合圆和第一预设阈值来识别并筛选该圆弧特征点中的异常点;对剩余圆弧特征点再次进行圆拟

合以获得第二经拟合圆;基于该第二经拟合圆和第二预设阈值来识别并筛除该剩余圆弧特征点中的异常点以获得经筛选圆弧特征点;基于该经筛选圆弧特征点来确定该晶圆的圆心偏差;使该chuck台沿X轴、Y轴和 θ 轴中的一者或多者移动以对该圆心偏差进行圆心补偿,其中在圆心补偿期间该晶圆和该chuck台分离;基于该缺口特征点来确定该晶圆的角度偏差;以及使该chuck台围绕chuck台圆心旋转以对该角度偏差进行旋转补偿。

[0009] 在一些实施例中,圆拟合是通过Ransac算法来执行的,并且第一预设阈值和第二预设阈值能够动态调整。

[0010] 在一些实施例中,基于经筛选圆弧特征点来确定晶圆的圆心偏差进一步包括:通过Pratt圆拟合算法对经筛选圆弧特征点进行拟合来获得晶圆圆心;以及确定晶圆圆心与chuck台圆心之间的偏差作为圆心偏差。

[0011] 在一些实施例中,晶圆和chuck台是通过Z轴移动件来分离的,其中Z轴移动件位于chuck台外部和晶圆下方并且能够沿Z轴上下移动,并且其中,在圆心补偿开始前,Z轴移动件沿Z轴向上移动以使晶圆和chuck台分离。

[0012] 在一些实施例中,Z轴移动件包括分别位于chuck台两侧的两根平行杆,并且两根平行杆之间的距离大于chuck台的直径且小于晶圆的直径。

[0013] 在一些实施例中,在圆心补偿结束后,Z轴移动件返回原位以使晶圆接触并载置于chuck台。

[0014] 在一些实施例中,基于缺口特征点来确定晶圆的角度偏差进一步包括:基于缺口特征点获得晶圆的缺口角度;以及确定缺口角度与指定角度之间的偏差作为角度偏差。

[0015] 在一些实施例中,晶圆的边缘图像是通过图像采集单元获得的,其中图像采集单元在转动chuck台时对晶圆的边缘进行图像采集。

[0016] 在一些实施例中,图像采集单元包括位于晶圆上方的相机以及位于晶圆下方的背面光源,并且该方法还包括:在图像采集过程中,检测晶圆是否透明;以及仅在检测到晶圆透明的情况下打开背面光源。

[0017] 本发明还提供了一种晶圆寻边装置,包括:chuck台,该chuck台用于载置晶圆并且能够沿X轴、Y轴和 θ 轴移动;图像采集单元,其被配置成:采集该晶圆的边缘图像;特征点获取单元,其被配置成:从该边缘图像中获得该晶圆边缘的圆弧特征点和缺口特征点;特征点预处理单元,其被配置成:对该圆弧特征点进行圆拟合以获得第一经拟合圆;基于该第一经拟合圆和第一预设阈值来识别并筛除该圆弧特征点中的异常点;对剩余圆弧特征点再次进行圆拟合以获得第二经拟合圆;以及基于该第二经拟合圆和第二预设阈值来识别并筛除该剩余圆弧特征点中的异常点以获得经筛选圆弧特征点;圆心补偿单元,其被配置成:基于该经筛选圆弧特征点来确定该晶圆的圆心偏差;使该chuck台沿X、轴、Y轴和 θ 轴中的一者或多者移动以对该圆心偏差进行圆心补偿,其中在圆心补偿期间该晶圆和该chuck台分离;以及旋转补偿单元,其被配置成:基于该缺口特征点来确定该晶圆的角度偏差;以及使该chuck台围绕chuck台圆心旋转以对该角度偏差进行旋转补偿。

[0018] 在一些实施例中,图像采集单元包括位于晶圆上方的相机以及位于晶圆下方的背面光源,并且图像采集单元还被配置成:在图像采集过程中,检测晶圆是否透明;以及仅在检测到晶圆透明的情况下打开背面光源。

[0019] 在一些实施例中,圆拟合是通过Ransac算法来执行的,并且第一预设阈值和第二

预设阈值能够动态调整。

[0020] 在一些实施例中,圆心补偿单元被进一步配置成通过以下操作来确定晶圆的圆心偏差:通过Pratt圆拟合算法对经筛选圆弧特征点进行拟合来获得晶圆圆心;以及确定晶圆圆心与chuck台圆心之间的偏差作为圆心偏差。

[0021] 在一些实施例中,该装置还包括Z轴移动件,Z轴移动件位于chuck台外部和晶圆下方并且能够沿Z轴上下移动,并且其中,在圆心补偿开始前,Z轴移动件沿Z轴向上移动以使晶圆和chuck台分离。

[0022] 在一些实施例中,Z轴移动件包括分别位于chuck台两侧的两根平行杆,并且两根平行杆之间的距离大于chuck台的直径且小于晶圆的直径。

[0023] 在一些实施例中,在圆心补偿结束后,Z轴移动件返回原位以使晶圆接触并载置于chuck台。

[0024] 在一些实施例中,旋转补偿单元被进一步配置成通过以下操作来确定晶圆的角度偏差:基于缺口特征点获得晶圆的缺口角度;以及确定缺口角度与指定角度之间的偏差作为角度偏差。

[0025] 本发明的技术方案在采集到晶圆边缘数据之后对数据进行预处理以筛除异常点,随后再对保留的正常点进行圆拟合,从而提高拟合算法的准确性。在移动chuck台以进行圆心补偿时,通过Z轴移动件使晶圆和chuck台分离,从而降低圆心补偿的复杂度并提高定位精度。此外,在晶圆背面增加光源,从而提高透明片的识别效率,并且相对于反射式传感器降低了成本,同时通过仅在检测到透明晶圆时打开光源,能够节约能源。

附图说明

[0026] 结合附图理解下面阐述的详细描述时,本发明的特征、本质和优点将变得更加明显。在附图中,相同附图标记始终作相应标识。要注意,所描述的附图只是示意性的并且是非限制性的。在附图中,一些部件的尺寸可放大并且出于解说性的目的不按比例绘制。

[0027] 图1示出了常规的晶圆寻边过程的示意图。

[0028] 图2示出了根据本发明的一个实施例的晶圆寻边过程的示意图。

[0029] 图3示出了根据本发明的一个实施例的晶圆寻边方法的流程图。

[0030] 图4示出了根据本发明的一个实施例的图像采集单元的示意图。

[0031] 图5示出了根据本发明的一个实施例的晶圆的圆心偏差示意图。

[0032] 图6示出了根据本发明的一个实施例的对晶圆的圆心偏差进行圆心补偿的示意图。

[0033] 图7示出了根据本发明的一个实施例的对晶圆的角度偏差进行旋转补偿的示意图。

[0034] 图8示出了根据本发明的一个实施例的晶圆寻边装置的示意框图。

具体实施方式

[0035] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图对本发明进一步详细说明。在以下详细描述中,阐述了许多具体细节以提供对所描述的示例性实施例的透彻理解。然而,对于本领域技术人员显而易见的是,可以在没有这些具

体细节中的一些或全部的情况下实践所描述的实施例。在其它示例性实施例中,没有详细描述公知的结构,以避免不必要地模糊本公开的概念。应当理解,本文所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。同时,在不冲突的情况下,实施例所描述的各个方面可以任意组合。

[0036] 图1示出了常规的晶圆寻边过程的示意图。

[0037] 如图所示,在常规的晶圆寻边过程中,在将晶圆载置于chuck台之后,chuck台首先从上片位移动至图像采集位。

[0038] 接着,在图像采集位采集晶圆边缘的圆弧图像,并进行圆拟合以计算圆心偏差。例如,可以转动chuck台并带动晶圆一起转动,在晶圆转动过程中采集晶圆的边缘图像。

[0039] 由于晶圆运动过程中存在加减速、以及信号的波动和噪声,采集到的数据可能会有异常值。常规的圆拟合算法对采集到的图像数据进行滤波处理,在滤波过程中会剔除正常点,进而增大拟合误差。数据处理之后利用最小二乘法拟合出圆心,如果数据正好处于该圆上,则算法会找到正确的圆。然而,当图像数据位于小圆弧上时,算法会偏离地估计一个更小的圆。同时,最小二乘法对离群点较为敏感,如果滤波不彻底,那么拟合结果会存在偏差。

[0040] 在计算出圆心偏差之后,可以针对圆心偏差进行圆心补偿。常规的圆心补偿方案在计算出圆心偏差之后直接运动chuck台进行X/Y和 θ 轴的补偿。然而,chuck台的运动会带动晶圆同时运动,这不仅提高了圆心补偿算法的复杂度,还会对补偿结果带来一定的误差。

[0041] 在进行圆心补偿之后,可以采集边缘缺口图像,得到缺口角度相对于设定角度的偏差,并针对该角度偏差进行旋转补偿。

[0042] 最后,在完成圆心补偿和旋转补偿之后,chuck台移动至下片位。由此,晶圆可以从chuck台转移至他处。

[0043] 在常规的图像采集过程中,通常采用透射式传感器和反射式传感器。透射式传感器无法识别镀金属层的键合片,从而无法完成晶圆的预对准。反射式传感器的工作原理为将光源照射到检测物体上,并接收来自检测物体的反射光进行检测。然而,反射式传感器对于透明晶圆的反射率较低,可能无法检测。如果增加传感器的灵敏度,则成本会增加。此外,反射式传感器无法承担键合片 $+/-10\text{mm}$ 偏心,重复性定位精度达不到要求。

[0044] 由此可见,现有晶圆寻边过程所采用的圆心补偿算法的复杂度较高,圆拟合误差偏大。透射式传感器无法识别检测镀金属层的键合片,普通反射式传感器无法检测反射率低的透明片,而高灵敏度度的反射式传感器价格昂贵,成本高。

[0045] 图2示出了根据本发明的一个实施例的晶圆寻边过程的示意图。

[0046] 图2的晶圆寻边过程与图1的晶圆寻边过程的主要区别在于:在晶圆背面增加光源,并且在采集边缘图像时,仅在检测到晶圆为透明时才打开光源,从而节约能源;在采集边缘图像之后,首先通过两次圆拟合来筛选并剔除异常点,随后再通过拟合计算圆心偏差;另外,在开始圆心补偿之前,移动chuck台外部的Z轴移动件以使chuck台与晶圆分离,如图2中带阴影的框所示。

[0047] 本发明的晶圆寻边过程所采用的图像采集方案能够有效增加透明片的识别效率,相对于反射式传感器降低了成本。另外,在拟合计算圆心偏差之前,通过两次圆拟合能够更加准确地剔除异常点并最大程度保留正常点,从而提高圆拟合的精确度。同时,在圆心补偿

期间晶圆和chuck台分离,从而使chuck台在圆心补偿过程中独立运动,减小了补偿误差,并降低了圆心补偿的复杂度。

[0048] 图3示出了根据本发明的一个实施例的晶圆寻边方法300的流程图。

[0049] 如图3所示,方法300开始于步骤305。在步骤305,采集晶圆的边缘图像,其中晶圆载置于chuck台,chuck台能够沿X轴、Y轴和 θ 轴移动。沿 θ 轴移动表示围绕Z轴方向在X-Y平面上的转动。换言之,chuck台能够沿X轴和Y轴移动并围绕Z轴转动。

[0050] 在开始执行方法300的各步骤之前,可以首先将chuck台从上片位移动至图像采集位。例如,在上片位时,可以将晶圆载置于chuck台上。此时,晶圆与chuck台粗略对准。随后,将chuck台移动至图像采集位,由此将晶圆一起移动至图像采集位。

[0051] 当chuck台处于图像采集位时,可以执行步骤305以采集图像。例如,可以通过图像采集单元在转动chuck台时对晶圆的边缘进行图像采集。

[0052] 图像采集单元可以被设置为能够采集到位于图像采集位的晶圆的图像。例如,图像采集单元可以包括位于晶圆边缘上方的相机,并且当晶圆位于图像采集位时,晶圆的边缘处于相机的视场范围内。由此,当chuck台在图像采集位转动时,图像采集单元可以采集到晶圆的边缘图像。当chuck台转动一周后,图像采集单元可以采集到整个晶圆的边缘图像。

[0053] 在优选实施例中,除了位于晶圆上方的相机,图像采集单元还可以包括位于晶圆下方的背面光源。

[0054] 作为示例,结合图4示出了图像采集单元的示意图。

[0055] 为了便于解说,图4示出了本发明的晶圆寻边装置的chuck台401和图像采集单元。如图4所示,图像采集单元的相机402位于晶圆上方,而背面光源403位于晶圆下方,并且相机和背面光源的位置对准。在优选实施例中,相机为高分辨率相机,以使得能够捕获清晰的晶圆图像。

[0056] 对于非透明晶圆,可以从高分辨率相机捕获的图像中识别出晶圆的边缘(例如,利用图像处理领域中的各种边缘检测算法)。然而,对于透明晶圆,可能会由于边缘不明显而难以从相机捕获的图像中识别出晶圆的边缘。作为示例而非限制,图4中示出了置于chuck台上的透明晶圆(透明片404)。

[0057] 由此,在图像采集单元进行图像采集的过程中,可以检测晶圆是否透明,并且仅在检测到晶圆为透明的情况下打开背面光源,而在检测到晶圆非透明的情况下关闭背面光源,从而提高透明片的识别效率并且节约能源。在一些实现中,可以基于对所捕获图像的图像处理、基于透光性、基于视觉检测方法等等来检测晶圆是否透明,随后基于检测结果来控制背面光源的打开/关闭。通过仅在透明晶圆的情况下打开背面光源,可以节约能源。同时,设置背面光源相对于高灵敏度的反射式传感器降低了成本。

[0058] 返回到图3,在步骤310,从边缘图像中获得晶圆边缘的圆弧特征点和缺口特征点。

[0059] 在采集到晶圆的边缘图像之后,可以识别出边缘的圆弧部分和缺口(notch(V槽)或flat(平槽))部分。由此,可以选择圆弧部分中的多个采样点以获得圆弧特征点,并选择缺口部分的多个采样点以获得缺口特征点。在本发明的各实施例中,特征点可以用所选采样点的坐标来表示。

[0060] 在对精度要求较高的情况下,可以选择数量较多的采样点;而在对精度要求不那

么高的情况下,可以选择数量相对较少的采样点。在实际实现中,本领域技术人员可以根据需要选择合适数量的采样点。

[0061] 虽然上面描述了所捕获的边缘图像中同时包括圆弧部分和缺口部分并从中获得圆弧特征点和缺口特征点,但这仅是示例性的而非限制性的。在具体实现中,本领域技术人员也可以针对晶圆边缘的圆弧部分和缺口部分单独进行图像采集,以获得圆弧图像和缺口图像,随后从圆弧图像中获得圆弧特征点并从缺口图像中获得缺口特征点。对于圆弧部分的图像采集,可以针对不同弧度的圆弧部分进行图像采集。

[0062] 在步骤315,筛除圆弧特征点中的异常点以获得经筛选圆弧特征点。

[0063] 在本发明中,可以通过两次圆拟合来筛除圆弧特征点中的异常点。具体而言,步骤315可以进一步包括:对圆弧特征点进行圆拟合以获得第一经拟合圆;基于第一经拟合圆和第一预设阈值来识别并筛除圆弧特征点中的异常点;对剩余圆弧特征点再次进行圆拟合以获得第二经拟合圆;基于第二经拟合圆和第二预设阈值来识别并筛除剩余圆弧特征点中的异常点。

[0064] 在一些实施例中,可以通过Ransac算法来进行圆拟合。

[0065] 在计算机视觉和机器学习领域,经常需要处理包含噪声和异常值的数据。在这些情况下,传统的最小二乘法等优化方法往往难以得到满意的结果。Ransac (Random Sample Consensus) 算法通过随机抽样和模型验证的方式,能够有效地从大量数据中估计出模型的参数,即使数据中包含了大量的噪声和异常值。

[0066] Ransac算法的基本思想是:从数据中随机抽取一组子集,用这组子集来估计模型的参数,之后验证其它数据点是否也符合这个模型。重复执行这个过程多次,每次产生的模型要么因为数据点太少而被舍弃,要么因为比现有的模型更好而被选用。Ransac算法的大致过程如下:随机抽取一组数据子集,这组子集被称为局内点;使用这组局内点来估计模型的参数;用估计出的模型去测试其它的数据点;如果某个点适用于这个模型,就认为它也是局内点,如果足够多的点被归类为局内点,那么认为这个模型是合理的;用所有假设的局内点去重新估计模型;通过估计局内点与模型的错误率来评估模型的优劣。重复执行上述步骤多次,最终选择最优的模型。关于Ransac算法在计算机视觉和机器学习领域是公知的,在此不再赘述。

[0067] 在本发明的各实施例中,可以通过Ransac算法进行两次圆拟合,并基于两次圆拟合的结果和相应的预设阈值来识别并筛除圆弧特征点中的异常点。

[0068] 举例而言,在对圆弧特征点进行第一次圆拟合之后,可以获得第一经拟合圆。随后,可以确定每个圆弧特征点与第一经拟合圆的阈值并将第一预设阈值设置为第一径向距离阈值。由此,可以将与第一经拟合圆的径向距离小于或等于第一预设阈值的圆弧特征点视为正常点,并将与第一经拟合圆的径向距离大于第一预设阈值的圆弧特征点视为异常点。以此方式,可以识别出异常点并将其筛除。

[0069] 经过上述处理之后,可以对剩余圆弧特征点再次进行圆拟合以获得第二经拟合圆。由于剩余圆弧特征点是从所有圆弧特征点中筛除了一部分异常点得到的,因此基于剩余圆弧特征点获得的第二经拟合圆相比于第一经拟合圆更加接近晶圆所在的真实圆,从而能够进一步减小拟合误差。

[0070] 在获得第二经拟合圆之后,可以确定每个剩余圆弧特征点与第二经拟合圆的径向

距离,并将第二预设阈值设置为第二径向距离阈值。由此,可以将剩余圆弧特征点中与第二经拟合圆的径向距离小于或等于第二预设阈值的圆弧特征点视为正常点,并将与第二经拟合圆的径向距离大于第二预设阈值的圆弧特征点视为异常点。以此方式,可以识别出剩余圆弧特征点中的异常点并将其筛除。

[0071] 在一些实现中,第一预设阈值和第二预设阈值可以相同。在另外一些实现中,第一预设阈值和第二预设阈值可以不同。

[0072] 在优选实施例中,第一预设阈值和第二预设阈值能够动态调整。以第一预设阈值为例,可以使第一预设阈值在某个特定范围内动态调整。例如,可以初始地将第一预设阈值设置为某个初始值(初始值在该特定范围内),随后基于预设规则来动态调整第一预设阈值。

[0073] 举例而言,预设规则可以是筛除的异常点达到一定数量或比例。在此类情形中,可以基于实际筛除的异常点数量或比例来动态调整第一预设阈值。在第一预设阈值为初始值(例如,0.5 mm)的情况下,如果筛除的异常点数量或比例未达到要求或期望的数量或比例,则可以在特定范围(例如,0.1至1 mm)内调整第一预设阈值,使得在调整后的第一预设阈值情况下,筛除的异常点数量或比例达到要求或期望的数量或比例。在特定范围内调整第一预设阈值时,可以随机、按一定的步长、或以其他方式进行调整。

[0074] 在另外一些示例中,预设规则可以是筛除异常点后剩下的圆弧特征点与经拟合圆的偏离程度不超过期望最大偏离程度。在此类情形中,可以在第一预设阈值为初始值的情况下,计算基于该初始值筛除异常点后剩下的圆弧特征点与第一经拟合圆的偏离程度。例如,如果偏离程度过大(超过期望最大偏离程度),则可以在特定范围内调整第一预设阈值,使得在调整后的第一预设阈值情况下,筛除异常点后剩下的圆弧特征点与第一经拟合圆的偏离程度不超过期望最大偏离程度。

[0075] 应注意,上述预设规则仅是示例性的。在实际实现中,本领域技术人员还可以基于其他预设规则来动态调整第一预设阈值和第二预设阈值。

[0076] 在步骤320,基于经筛选圆弧特征点来确定晶圆的圆心偏差。

[0077] 在一些实施例中,基于经筛选圆弧特征点来确定晶圆的圆心偏差进一步包括:通过Pratt圆拟合算法对经筛选圆弧特征点进行拟合来获得晶圆圆心;以及确定晶圆圆心与chuck台圆心之间的偏差作为圆心偏差。

[0078] 在筛除圆弧特征点中的异常点之后,可以通过Pratt圆拟合算法对经筛选圆弧特征点进行圆心拟合,以获得晶圆的圆心。通过在先前步骤315中两次筛除异常点,可以使经筛选的圆弧特征点更逼近晶圆所在的真实圆,利用这些圆弧特征点获得的圆心也更接近晶圆的真实圆心。

[0079] Pratt圆拟合算法相较于传统的最小二乘算法,优势在于消除了半径的影响,使得曲率半径非常大、噪音大的情况下算法也能正确运行。

[0080] 在理想情形中,晶圆圆心与chuck台圆心重合,不存在圆心偏差。然而,在实践中,两者总会存在一定的偏差。由此,可以将晶圆圆心与chuck台圆心之间的偏差作为晶圆的圆心偏差。

[0081] 作为示例,结合图5示出了晶圆的圆心偏差示意图。

[0082] 假设经拟合圆为C1,晶圆圆心为P1,chuck台的圆周为C2,chuck台圆心为P2。

[0083] 作为示例,可以以P1为原点建立X-Y坐标系。由此,晶圆圆心P1的坐标为(0, 0),而chuck台圆心P2的坐标为(x, y),P2与P1的距离为d,P2相对于X轴的角度为a。

[0084] 由此,晶圆的圆心偏差可以用坐标(x, y)来表示,或者用距离d和角度a来表示。

[0085] 返回到图3,在步骤325,使chuck台沿X轴、Y轴和 θ 轴中的一者或多者移动以对圆心偏差进行圆心补偿,其中在圆心补偿期间晶圆和chuck台分离。

[0086] 在确定圆心偏差之后,可以对该圆心偏差进行补偿。具体而言,可以使chuck台沿X轴、Y轴和 θ 轴中的一者或多者移动来进行圆心补偿。

[0087] 结合图5所示的圆心偏差,可以使chuck台沿X轴移动-x,沿Y轴移动-y,以使chuck台圆心P2与晶圆圆心P1对准。在替换方案中,可以使chuck台以P1为中心沿 θ 轴移动角度a(即,围绕Z轴转动角度a),随后沿X轴移动-d,以使chuck台圆心P2与晶圆圆心P1对准。

[0088] 通过两次筛选异常点,利用经筛选圆弧特征点获得的圆心更接近晶圆的真实圆心,从而在步骤320中确定的圆心偏差也更加准确。由此,针对该圆心偏差进行圆心补偿的效果也更佳。

[0089] 作为示例,结合图6示出了对晶圆的圆心偏差进行圆心补偿的示意图。

[0090] 如图6所示,chuck台601能够沿X轴、Y轴和 θ 轴中的一者或多者移动。

[0091] 图6中还示出了位于chuck台两侧并且在晶圆(包括键合基底602、硅片603、以及键合基底上所镀的金属层604)下方的Z轴移动件605。Z轴移动件能够沿Z轴上下移动。

[0092] 在图6中,Z轴移动件包括分别位于chuck台两侧的两根平行杆,并且这两根平行杆之间的距离大于chuck台的直径并且小于晶圆的直径。为了适应不同尺寸的chuck台和晶圆,可以将Z轴移动件的平行杆之间的距离设置为可调节的,并且根据chuck台和晶圆的实际尺寸来调节平行杆之间的距离。例如,可以检测chuck台和晶圆的尺寸,并由此调节平行杆之间的距离以使该距离大于chuck台的直径且小于晶圆的直径。以此方式,当Z轴移动件向上移动时,可以带动晶圆一起向上移动并且不接触chuck台,从而使晶圆和chuck台分离。在一些实施例中,可以将Z轴移动件向上移动预设距离。

[0093] 在优选实施例中,可以在Z轴移动件上设置附连件(图中未示出),以在Z轴移动件接触晶圆时使晶圆能够附连到Z轴移动件上。以此方式,可以防止晶圆滑动,确保晶圆位置的稳定性。

[0094] 在晶圆和chuck台分离之后,可以使chuck台沿X轴、Y轴和 θ 轴中的一者或多者移动以进行圆心补偿。以此方式,可以使chuck台独立于晶圆进行运动,减少圆心补偿误差,并降低圆心补偿算法的复杂度。

[0095] 经过圆心补偿,晶圆圆心与chuck台圆心对准。

[0096] 在圆心补偿结束之后,Z轴移动件返回原位,以使晶圆接触chuck台并载置于chuck台。

[0097] 应注意,虽然图6示出了Z轴移动件为两根平行杆,但这仅是示例性的而非限制性的。在具体实现中,本领域技术人员可以根据需要采用不同方式来实现Z轴移动件。

[0098] 返回到图3,圆心补偿结束后,在步骤330,基于缺口特征点来确定晶圆的角度偏差。

[0099] 在一些实施例中,基于缺口特征点来确定晶圆的角度偏差进一步包括:基于缺口特征点获得晶圆的缺口角度;以及确定缺口角度与指定角度之间的偏差作为角度偏差。

- [0100] 在步骤335,使chuck台围绕chuck台圆心旋转以对角度偏差进行旋转补偿。
- [0101] 作为示例,结合图7示出了对晶圆的角度偏差进行旋转补偿的示意图。
- [0102] 在进行圆心补偿之后,晶圆圆心P1与chuck台圆心P2重合,如图7中所示。
- [0103] 为了便于解说,图7中示出了晶圆边缘的notch型缺口(图中示为N)。假设缺口N的中心与晶圆圆心P1的线条方向相对于参考方向(例如,X轴方向)的角度为 b_1 (缺口角度),而指定角度为 b_2 ,则晶圆的角度偏差 Δb 为 $b_2 - b_1$ 。
- [0104] 如图所示,chuck台围绕圆心P1(P2)在X-Y平面内转动角度 Δb ,旋转方向如图中箭头方向所示。通过旋转,可以使晶圆缺口的角度从 b_1 变为 b_2 ,从而使晶圆缺口位于指定方向。以此方式,可以对角度偏差进行旋转补偿。
- [0105] 通过执行方法300的上述各步骤,可以对晶圆进行圆心补偿和旋转补偿,消除圆心偏差以使圆心对准,并使晶圆缺口朝向指定方向,从而精确定位晶圆。
- [0106] 图8示出了根据本发明的一个实施例的晶圆寻边装置800的示意框图。
- [0107] 参见图8,示出了晶圆寻边装置800包括chuck台、图像采集单元、特征点获取单元、特征点预处理单元、圆心补偿单元、旋转补偿单元和Z轴移动件。
- [0108] chuck台用于载置晶圆并且能够沿X轴、Y轴和 θ 轴移动。图3和图6中示出了chuck台的示例。
- [0109] 图像采集单元可以被配置成采集晶圆的边缘图像。
- [0110] 在一些实施例中,图像采集单元可以包括位于晶圆上方的相机以及位于晶圆下方的背面光源,并且图像采集单元还被配置成:在图像采集过程中,检测晶圆是否透明,以及仅在检测到晶圆透明的情况下打开背面光源。图4中示出了图像采集单元的示例。
- [0111] 特征点获取单元可以被配置成:从边缘图像中获得晶圆边缘的圆弧特征点和缺口特征点。
- [0112] 特征点预处理单元可以被配置成:对圆弧特征点进行圆拟合以获得第一经拟合圆;基于第一经拟合圆和第一预设阈值来识别并筛除圆弧特征点中的异常点;对剩余圆弧特征点再次进行圆拟合以获得第二经拟合圆;以及基于第二经拟合圆和第二预设阈值来识别并筛除剩余圆弧特征点中的异常点以获得经筛选圆弧特征点。
- [0113] 圆心补偿单元可以被配置成:基于经筛选圆弧特征点来确定晶圆的圆心偏差;以及使chuck台沿X、轴、Y轴和 θ 轴中的一者或多者移动以对圆心偏差进行圆心补偿,其中在圆心补偿期间晶圆和chuck台分离。
- [0114] 旋转补偿单元可以被配置成:基于缺口特征点来确定晶圆的角度偏差;以及使chuck台围绕chuck台圆心旋转以对角度偏差进行旋转补偿。
- [0115] 在实践中,特征点获取单元、特征点预处理单元、圆心补偿单元和旋转补偿单元可以单独实现或者集成实现。例如,特征点获取单元、特征点预处理单元、圆心补偿单元和旋转补偿单元可以集成实现在处理器中。
- [0116] Z轴移动件位于chuck台外部和晶圆下方并且能够沿Z轴上下移动,并且Z轴移动件沿Z轴向上移动时能够使晶圆和chuck台分离,Z轴移动件返回原位时能够使晶圆接触并载置于chuck台。
- [0117] 在一些实施例中,Z轴移动件包括分别位于chuck台两侧的两根平行杆,并且这两根平行杆之间的距离大于chuck台的直径且小于晶圆的直径。图6中示出了Z轴移动件的示

例。

[0118] 图8中还示出了各个单元/组件之间的交互。例如,图像采集单元针对chuck台(以及置于chuck台上的晶圆)进行图像采集,并将采集到的边缘图像提供给特征点获取单元。特征点获取单元将获取的圆弧特征点和缺口特征点提供给特征点预处理单元。特征点预处理单元分别向圆心补偿单元和旋转补偿单元提供经筛选圆弧特征点和缺口特征点。圆心补偿单元和旋转补偿单元分别促使chuck台运动以进行圆心补偿和旋转补偿。在圆心补偿单元进行圆心补偿之前,可以指示Z轴移动件向上移动以使chuck台和晶圆分离。

[0119] 虽然图8中示出了晶圆寻边装置800的特定单元/组件,但应理解,这些单元/组件仅是示例性的而非限制性的。在不同的实现中,可以组合、拆分、移除这些单元/组件中的一个或多个单元/组件,或者添加另外的单元/组件。例如,在一些实现中,圆心补偿单元和旋转补偿单元可以被合并成单个单元。在一些实现中,晶圆寻边装置800还可以包括附加的单元/组件。例如,在一些实施例中,晶圆寻边装置可以包括驱动结构(图中未示出),以驱动chuck台和/或Z轴移动件的运动。在另外一些实施例中,chuck台和/或Z轴移动件也可以自带驱动结构。在一些实现中,晶圆寻边装置还可以包括控制单元(图中未示出),以控制chuck台和/或Z轴移动件的驱动结构的运行。

[0120] 本发明的技术方案具有以下优点:

[0121] (1) 针对数据的预处理,利用Ransac算法,通过自适应动态调整阈值、基于两次圆拟合来进行异常点的筛选与剔除,最大程度保留正常点,提高圆拟合的精确度;而后利用Pratt圆拟合算法进行圆心计算,提高圆拟合的稳定性;

[0122] (2) 通过对chuck台增加一个外部Z轴移动件,降低圆心补偿算法的复杂程度,实现高精度的定位补偿算法,完成对晶圆的预对准补偿;

[0123] (3) 通过高分辨率的相机,在晶圆背面增加一个光源,配合高精度的识别算法以及定位补偿算法,完成对带金属层键合片及透明片等各种类型的晶圆的预对准补偿,降低了成本。同时,仅在检测到透明晶圆的情况下打开光源,节约了能源。

[0124] 以上结合附图阐述的详细说明描述了示例而不代表可被实现或者落在权利要求的范围内的所有示例。术语“示例”和“示例性”在本说明书中使用意旨“用作示例、实例或解说”,并不意指“优于或胜过其它示例”。

[0125] 贯穿本说明书引述的“一个实施例”或“一实施例”意指结合该实施例描述的特定特征、结构或特性是包含在本发明的至少一个实施例中的。因此,这些短语的使用可以不仅仅指代一个实施例。此外,所描述的特征,结构或特性可以在一个或多个实施例中以任何合适的方式组合。

[0126] 提供之前的描述是为了使本领域任何技术人员均能够实践本文中所描述的各种方面。对这些方面的各种修改将容易为本领域技术人员所明白,并且在本文中所定义的普适原理可被应用于其它方面。因此,权利要求并非旨在被限定于本文中所示的方面,而是应被授予与语言上的权利要求相一致的全部范围,其中对要素的单数形式的引述除非特别声明,否则并非旨在表示“有且仅有一个”,而是“一个或多个”。除非特别另外声明,否则术语“一些”指的是一个或多个。本发明通篇描述的各个方面的要素为本领域普通技术人员当前或今后所知的所有结构上和功能上的等效方案通过引述被明确纳入于此,且旨在被权利要求所涵盖。

[0127] 还应注意,这些实施例可能是作为被描绘为流程图、流图、结构图、或框图的过程来描述的。尽管流程图可能会把诸操作描述为顺序过程,但是这些操作中有许多操作能够并行或并发地执行。另外,这些操作的次序可被重新安排。

[0128] 虽然已经说明和描述了各种实施例,但是应该理解,实施例不限于上述精确配置和组件。可以在本文公开的设备的布置、操作和细节上作出对本领域技术人员显而易见的各种修改、替换和改进而不脱离权利要求的范围。

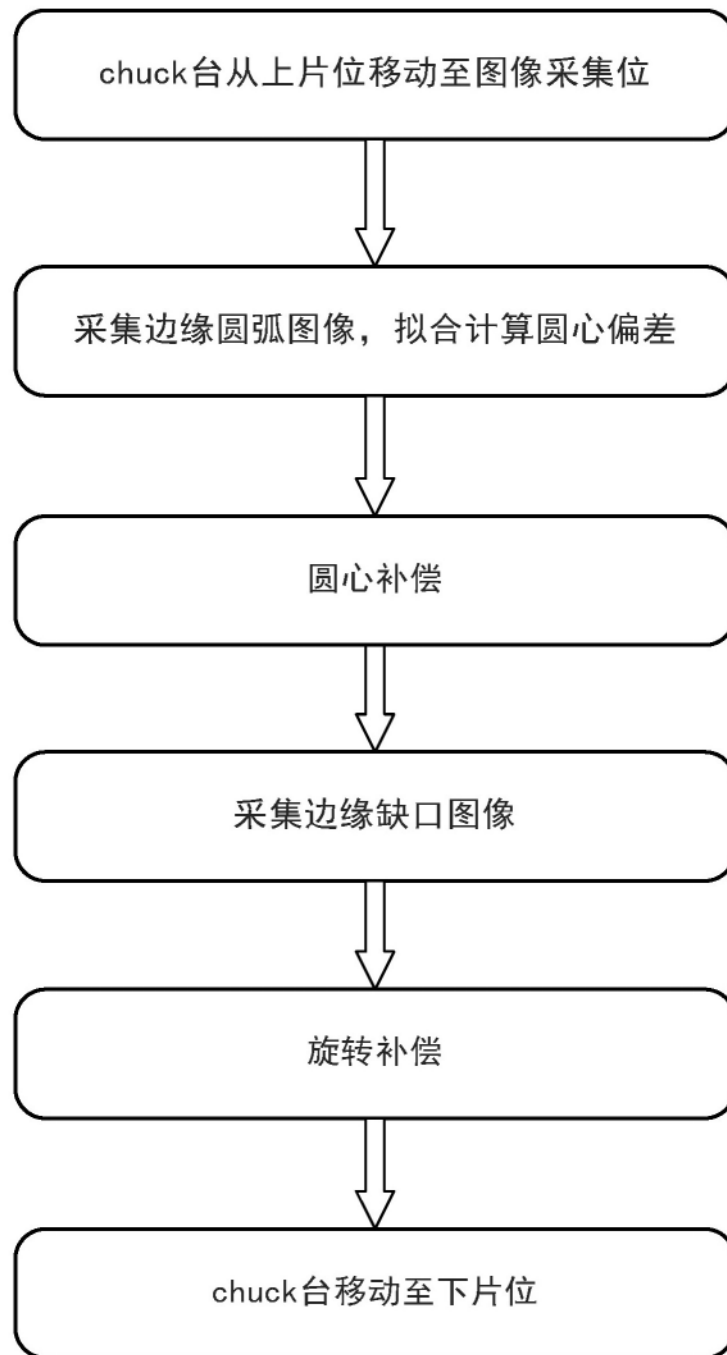


图 1

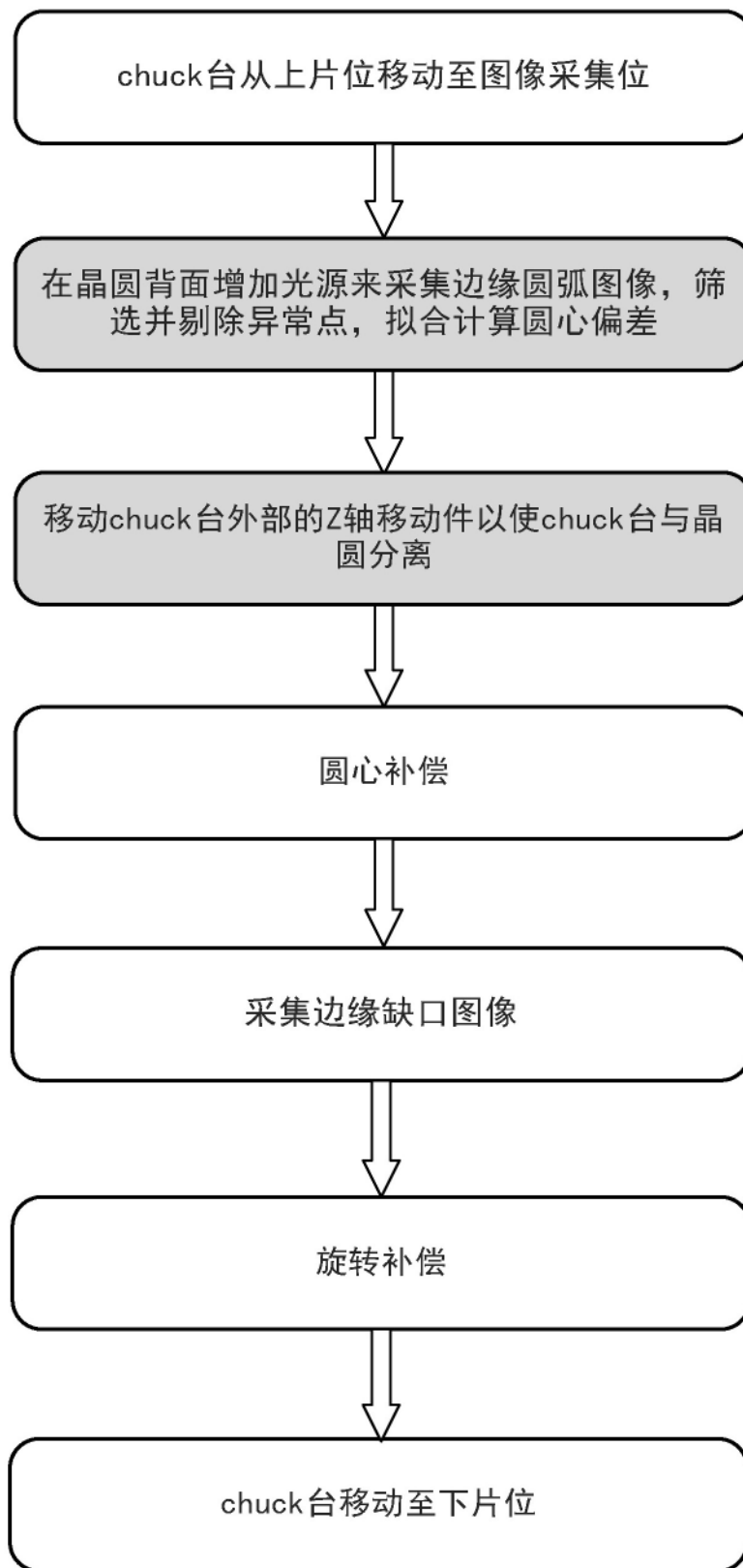


图 2

300

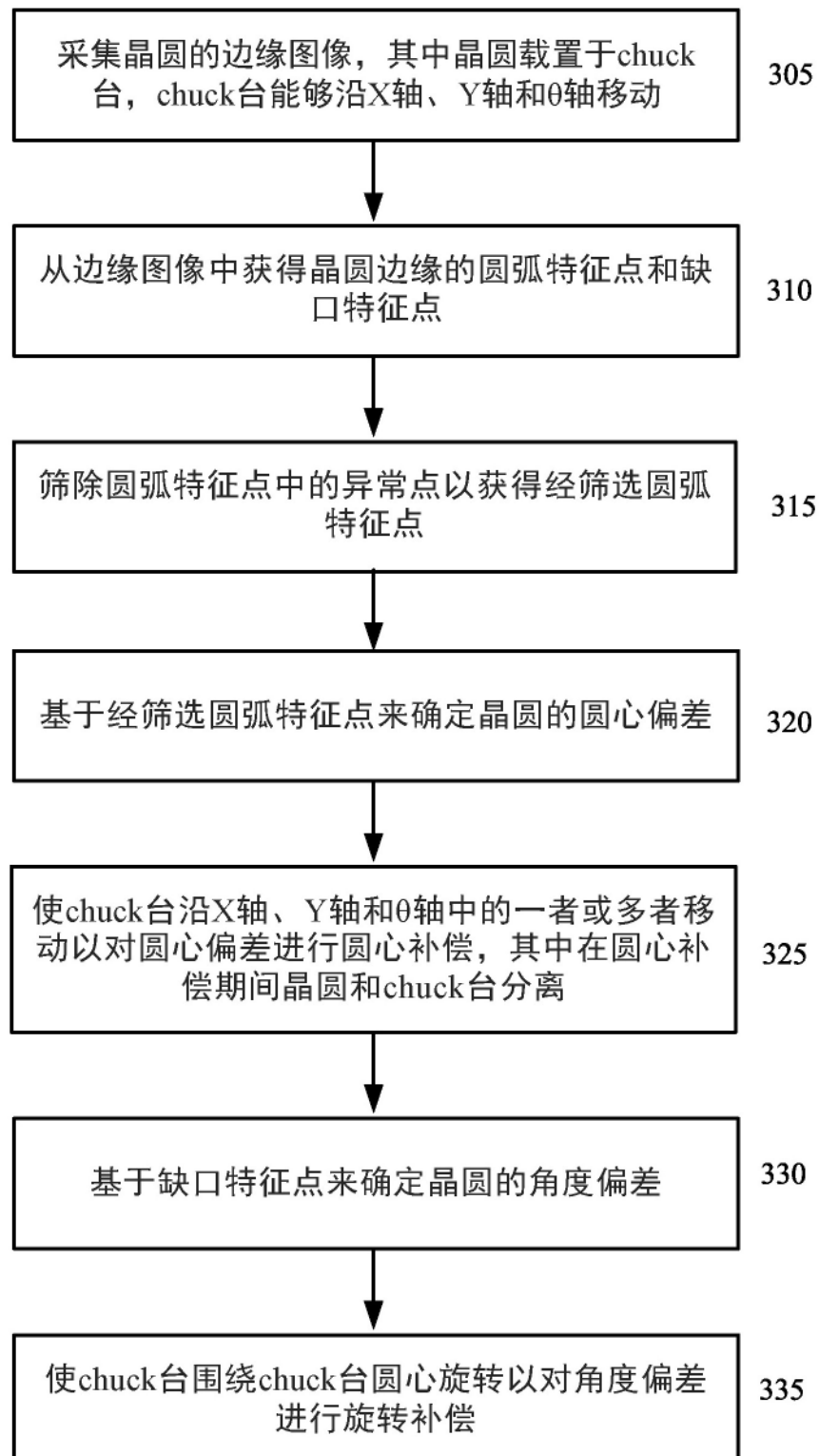


图 3

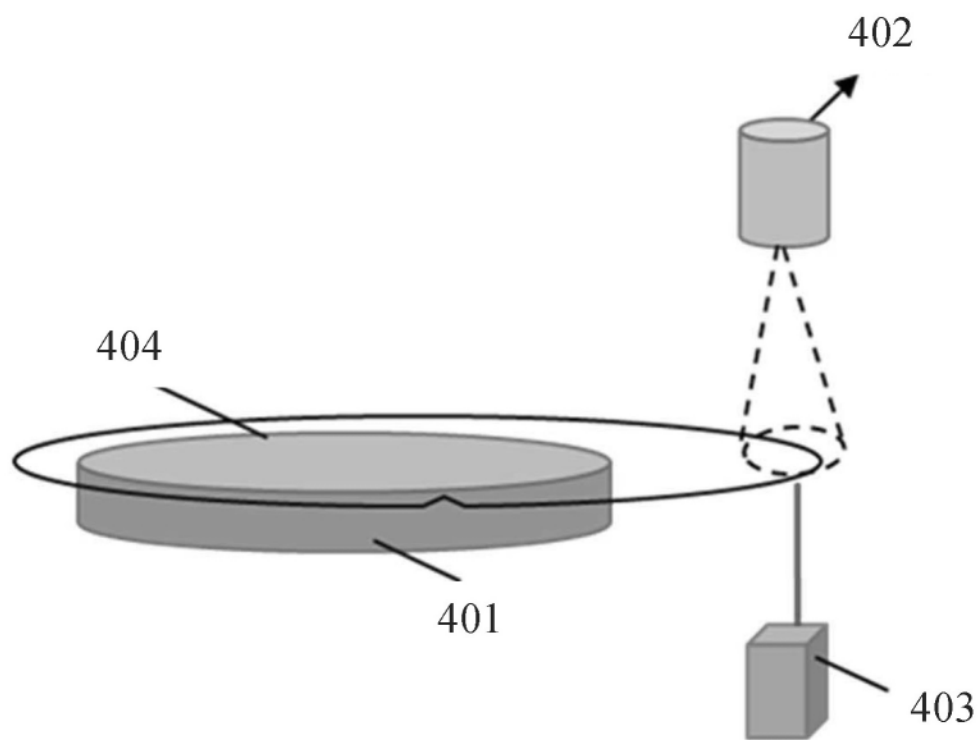


图 4

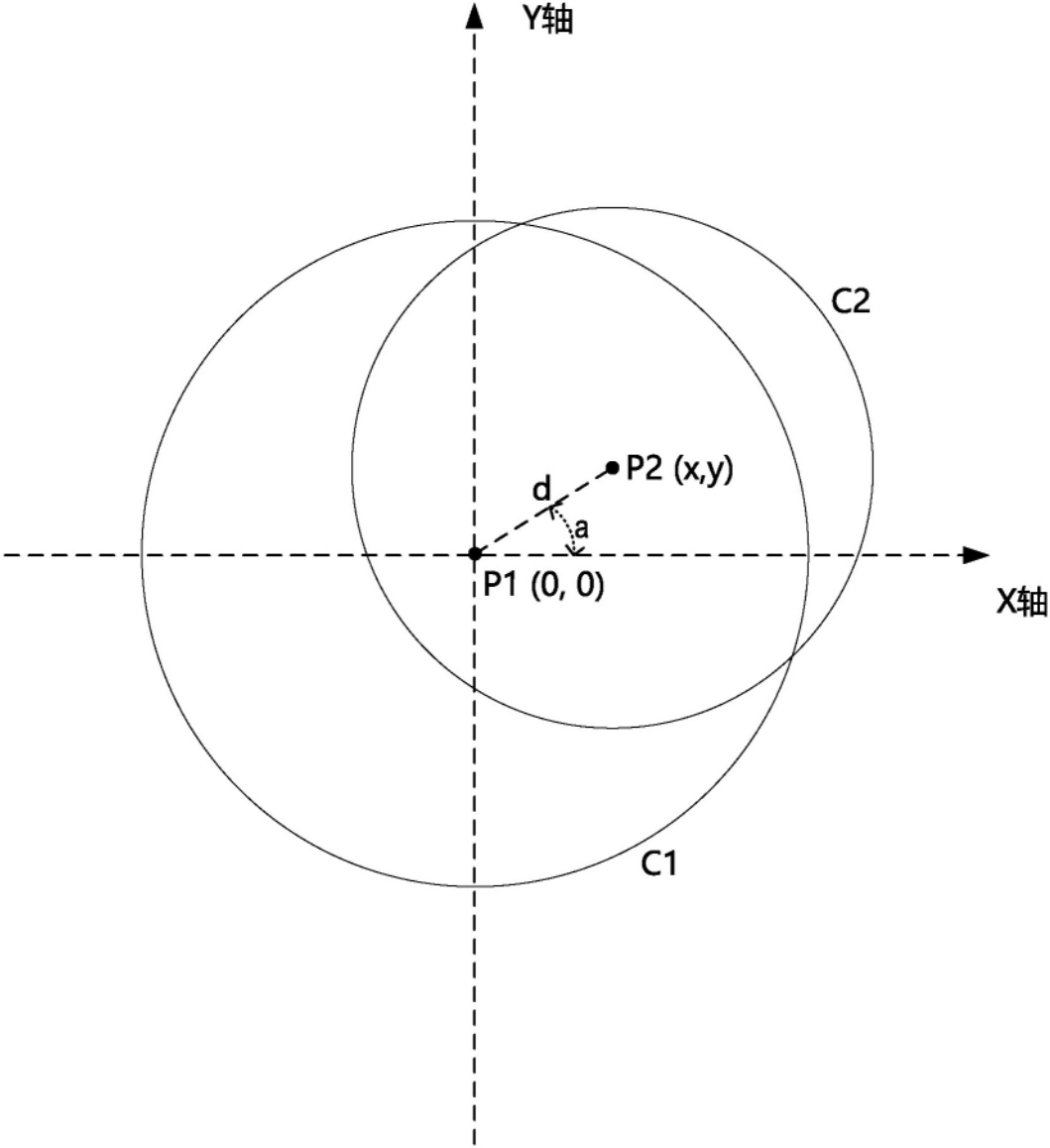


图 5

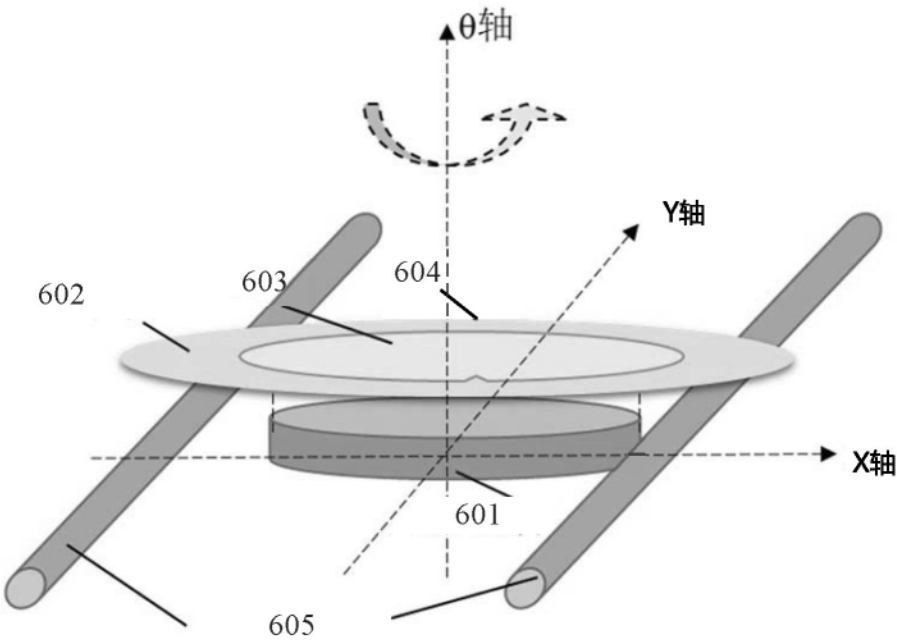


图 6

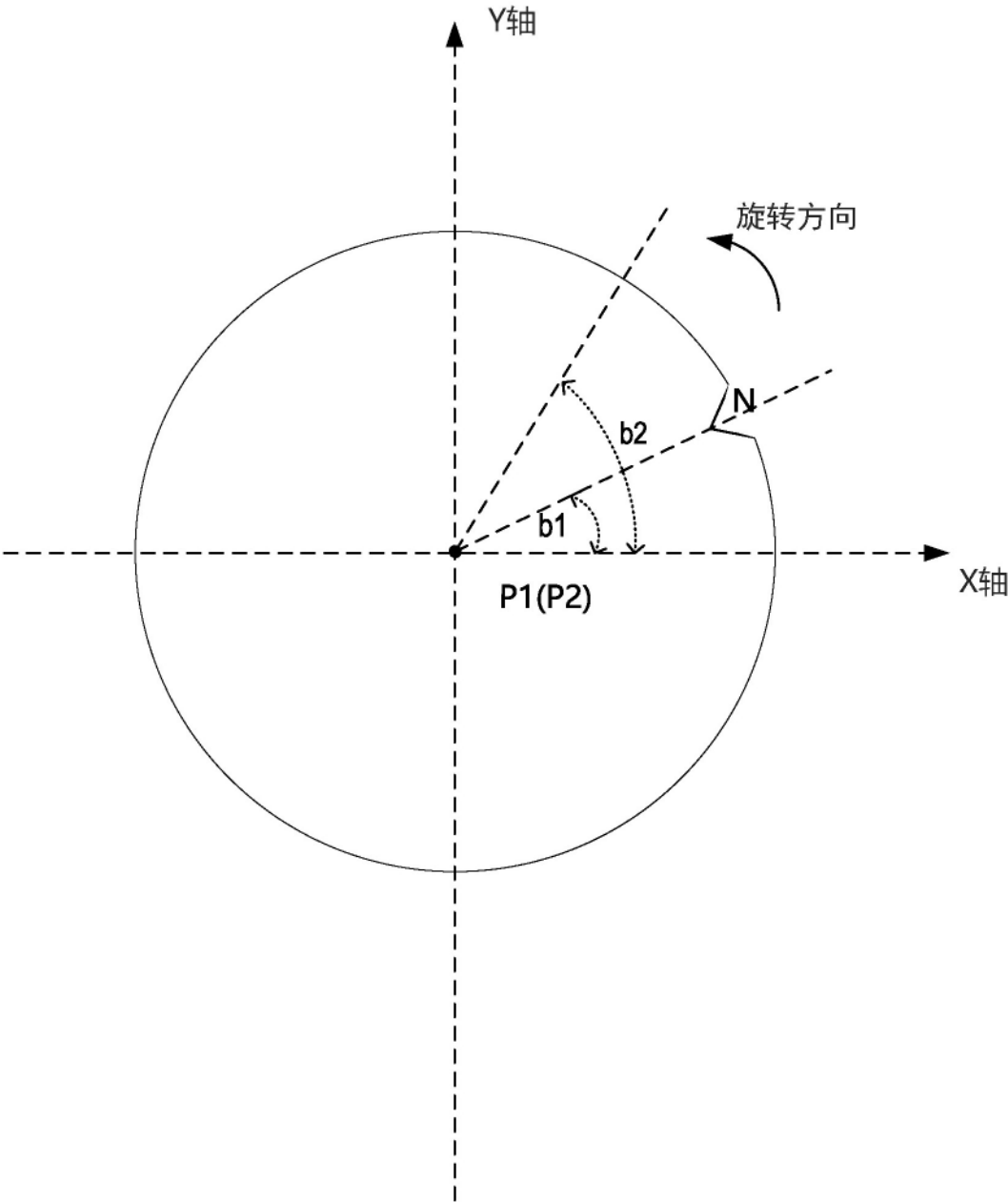


图 7

800

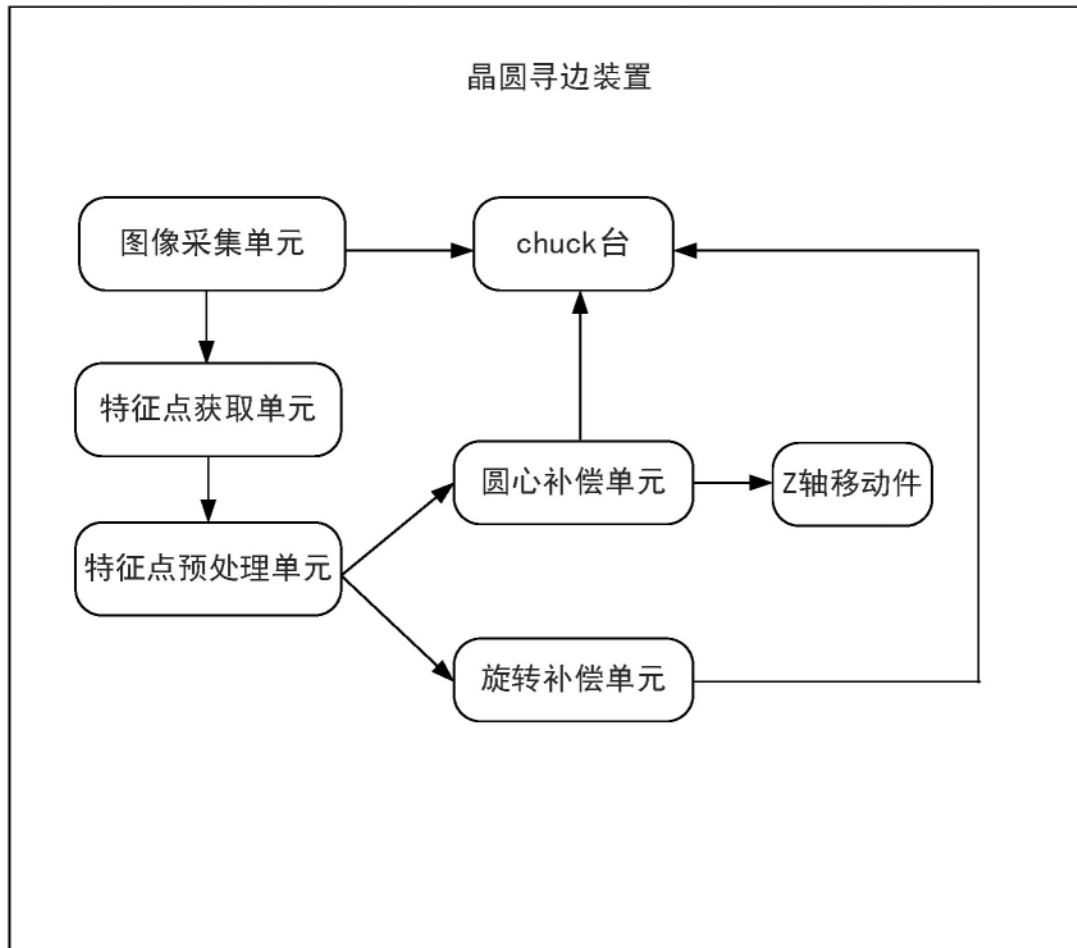


图 8