



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117524962 A

(43) 申请公布日 2024. 02. 06

(21) 申请号 202410015437.6

(22) 申请日 2024.01.05

(71) 申请人 苏州海通机器人系统有限公司

地址 215101 江苏省苏州市吴中区木渎镇
珠枫路1号天隆科技园3幢

(72) 发明人 请求不公布姓名 请求不公布姓名
请求不公布姓名

(74) 专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限
公司 32224

专利代理师 董成

(51) Int. Cl.

H01L 21/68 (2006.01)

H01L 21/67 (2006.01)

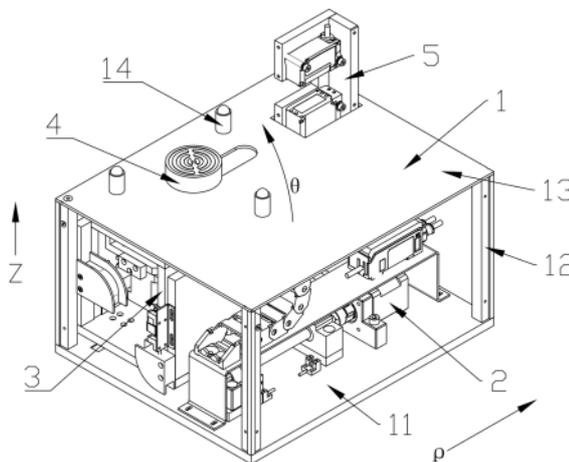
权利要求书4页 说明书9页 附图7页

(54) 发明名称

一种晶圆校准装置及校准方法

(57) 摘要

本发明公开了一种晶圆校准装置及校准方法,其中的一种晶圆校准装置,包括基体架,基体架上设置有姿态调节机构以及与姿态调节机构对应的光学校准装置,姿态调节机构上驱动设置有用以承接晶圆的真空吸盘;光学校准装置包括设置在真空吸盘一侧的发射器和接收器,且发射器和接收器之间预留有检测区域;真空吸盘位移至检测位时,检测区域至少能部分覆盖在真空吸盘上承接的晶圆的上下两侧,且光学校准装置能检测到真空吸盘承接的晶圆在检测区域中相对于光学校准装置的遮光距离。本发明公开一种晶圆校准装置及校准方法,晶圆校准装置安装在半导体设备前置模块上,用来校准晶圆相对于设备前置模块的位置关系。



1. 一种晶圆校准装置,其特征在于,包括基体架(1),所述基体架(1)上设置有姿态调节机构以及与所述姿态调节机构对应的光学校准装置(5),所述姿态调节机构上驱动设置有用用于承接晶圆(6)的真空吸盘(44);

所述光学校准装置(5)包括设置在真空吸盘(44)一侧的发射器(52)和接收器(53),且所述发射器(52)和接收器(53)之间预留有检测区域;

所述光学校准装置(5)检测到真空吸盘(44)承接的晶圆(6)在检测区域中相对于所述光学校准装置(5)的遮光距离;

所述姿态调节机构能驱动所述真空吸盘(44)带动所述真空吸盘(44)上承接的晶圆(6)相对所述检测区域进退和升降;所述姿态调节机构包括设置在所述基体架(1)上的位移机构,所述位移机构包括设置在所述基体架(1)上的线性驱动装置(2),所述线性驱动装置(2)上驱动设置有抬举驱动装置(3);所述抬举驱动装置(3)的抬升轨迹与所述线性驱动装置(2)的驱动轨迹构成立面坐标系;所述姿态调节机构还包括驱动设置在所述位移机构上的回转驱动装置(4);

所述回转驱动装置(4)设置在所述抬举驱动装置(3)上,所述回转驱动装置(4)上驱动设置有所述真空吸盘(44)。

2. 根据权利要求1所述的一种晶圆校准装置,其特征在于:所述姿态调节机构还包括设置在所述基体架(1)上的若干个支撑销轴(14),若干个支撑销轴(14)分布在所述真空吸盘(44)的外围。

3. 根据权利要求1所述的一种晶圆校准装置,其特征在于:所述线性驱动装置(2)通过底座(11)安装在基体架(1)上;

线性驱动装置(2)包括丝杠一(21);且所述丝杠一(21)轴向水平放置,所述丝杠一(21)的两端分别通过轴承座一(22)安装在底座(11)上,电机一(23)通过联轴器(25)与丝杠一(21)驱动连接,电机一(23)通过电机座一(26)固定在底座(11)上,

丝母座一(27)与过渡连接块一(28)相连,过渡连接块一(28)固定在滑座上,所述滑座包括下连接板(210),下连接板(210)上相对间隔设置有右侧连接板(29)和左侧连接板(211),下连接板(210)滑动设置在直线导轨一(24)上,直线导轨一(24)设置在所述底座(11)上,左侧连接板(211)和右侧连接板(29)通过连接筋(212)固定相连。

4. 根据权利要求3所述的一种晶圆校准装置,其特征在于:所述抬举驱动装置(3)设置在左侧连接板(211)和右侧连接板(29)上;

抬举驱动装置(3)包括丝杠二(31),且丝杠二(31)轴向竖直放置,丝杠二(31)的两端分别通过轴承座二(32)设置在左侧连接板(211)上;

电机二(33)通过电机座(36)与连接弯板一(37)安装在右侧连接板(29)上,电机二(33)上驱动连接有同步带轮一(38),丝杠二(31)驱动连接有同步带轮二(39),同步带轮二(39)通过同步带一(34)与电机二(33)驱动连接,丝母座二(310)通过过渡连接块二(311)与升降台(312)连接,升降台(312)的一侧通过直线导轨二(35)驱动安装在左侧连接板(211)上,升降台(312)的另一侧通过横梁(313)和辅助滑板(314)与右侧连接板(29)上设置的直线导轨三(315)滑动衔接。

5. 根据权利要求4所述的一种晶圆校准装置,其特征在于:所述回转驱动装置(4)安装在升降台(312)上;

所述回转驱动装置(4)包括电机三(41),电机三(41)通过电机座(45)和连接弯板二(46)设置在所述升降台(312)上,支撑块(47)固定在所述横梁(313)上,支撑块(47)和横梁(313)上同轴安装有滚动轴承(48),旋转轴(43)驱动连接在滚动轴承(48)上,旋转轴(43)上驱动连接有同步带轮三(49),同步带轮三(49)通过同步带二(42)与电机三(41)上驱动连接的同步带轮四(410)驱动连接,

所述旋转轴(43)为中空轴,旋转轴(43)下端安装有旋转接头(411),所述旋转轴(43)上端固定安装有所述真空吸盘(44)。

6.一种晶圆校准装置的晶圆校准方法,其特征在于:采用了权利要求1-5中任一权利要求所述的晶圆校准装置实现,包括以下步骤:

步骤S1,晶圆(6)的获取,步骤包括:所述真空吸盘(44)至原始位置(I)获取晶圆(6);

步骤S2,晶圆(6)的姿态检测,步骤包括:姿态调节机构驱动所述晶圆(6)位移至检测位,位于姿态调节机构一侧的光学校准装置(5)检测到所述晶圆(6)在光学校准装置(5)处的遮光距离,通过校准算法计算所述晶圆(6)在晶圆校准装置的所述真空吸盘(44)上的位置偏差;

步骤S3,晶圆(6)的姿态校准,步骤包括:通过姿态调节机构的线性驱动装置(2)、抬举驱动装置(3)驱动实现晶圆(6)的位移,回转驱动装置(4)驱动实现晶圆(6)的角度转动;

步骤S4,晶圆圆心(P)校准;步骤包括:在支撑销轴(14)和真空吸盘(44)之间转移调整晶圆(6)的位置,使真空吸盘圆心(O)与晶圆圆心(P)重合;

步骤S5,将步骤S4中晶圆圆心(P)校准后复位晶圆(6);步骤包括:将经过晶圆圆心(P)校准后的晶圆(6)放置到支撑销轴(14)上,且将晶圆圆心(P)位于原始位置(I)上。

7.根据权利要求6所述的一种晶圆校准装置的晶圆校准方法,其特征在于:所述校准算法按最小二乘法拟合,包括:

按直角坐标系最小二乘法拟合晶圆边缘实际采样点所在的圆的方程:

$$(X - x_c)^2 + (Y - y_c)^2 = R^2;$$

采样点 (x_i, y_i) 到拟合出的圆的距离的平方与半径平方差值的平方最小,令:

$$f = \sum [(x_i - x_c)^2 + (y_i - y_c)^2 - R^2]^2;$$

f 最小,则:

$$\frac{\partial f}{\partial x_c} = 0;$$

$$\frac{\partial f}{\partial y_c} = 0;$$

$$\frac{\partial f}{\partial R} = 0;$$

令:

$$u_i = (L_0 + L_i) \cos(\theta_i) - \sum (L_0 + L_i) \cos(\theta_i) / N;$$

$$v_i = -(L_0 + L_i)\sin(\theta_i) + \sum (L_0 + L_i)\sin(\theta_i)/N;$$

得到:

$$x_c = \frac{\sum u_i^2 v_i \sum u_i v_i - \sum u_i^3 \sum v_i^2 - \sum u_i v_i^2 \sum v_i^2 + \sum v_i^3 \sum u_i v_i}{2[(\sum u_i v_i)^2 - \sum u_i^2 \sum v_i^2]} + \sum (L_0 + L_i)\cos(\theta_i)/N;$$

$$y_c = \frac{\sum v_i^2 u_i \sum u_i v_i - \sum v_i^3 \sum u_i^2 - \sum u_i^2 v_i \sum u_i^2 + \sum u_i^3 \sum u_i v_i}{2[(\sum u_i v_i)^2 - \sum u_i^2 \sum v_i^2]} - \sum (L_0 + L_i)\sin(\theta_i)/N;$$

$$\rho_j = \sqrt{x_c^2 + y_c^2};$$

$$\theta_j = \begin{cases} \arccos\left(\frac{x_c}{\rho_j}\right), y_c \geq 0 \\ 2\pi - \arccos\left(\frac{x_c}{\rho_j}\right), y_c < 0 \end{cases};$$

其中, x 、 y 、 R 分别为拟合的晶圆边缘所在圆的横坐标、纵坐标、圆的半径, x_c 、 y_c 为圆心的横坐标、纵坐标, θ_i 为极坐标下晶圆(6)旋转过程中真空吸盘(44)的转角的采样值, L_i 为极坐标下发射器(52)和接收器(53)间的遮光长度的采样值, N 为采样点的个数, L_0 为真空吸盘圆心(0)与发射器(52)的距离, ρ_j 、 θ_j 为极坐标下晶圆圆心(P)的极径和极角; u_i 和 v_i 分别是用于简化 x_c 的算式和 y_c 的算式的中间变量一和中间变量二。

8. 根据权利要求6所述的一种晶圆校准装置的晶圆校准方法,其特征在于:

所述真空吸盘(44)至原始位置(I)通过真空吸盘(44)获取晶圆(6)的步骤包括:

晶圆(6)置于支撑销轴(14)上,线性驱动装置(2)的电机一(23)驱动丝母座一(27)沿 ρ 轴的线性方向移动至原始位置(I);

抬举驱动装置(3)的电机二(33)带动丝杠二(31)旋转,丝杠二(31)驱动丝母座二(310)驱动升降台(312)带动回转驱动装置(4)沿抬举方向Z移动,真空吸盘(44)移动过程时将晶圆(6)从支撑销轴(14)上抬起至工作高度(III);

回转驱动装置(4)的旋转接头(411)与真空泵相通,真空泵工作,在真空吸盘(44)和晶圆(6)之间产生负压,利用大气压力将晶圆(6)吸附在真空吸盘(44)上,实现对晶圆(6)的获取。

9. 根据权利要求6所述的一种晶圆校准装置的晶圆校准方法,其特征在于:

检测到所述晶圆(6)在光学校准装置(5)处的遮光距离的具体步骤包括:

线性驱动装置(2)的电机一(23)驱动丝母座一(27)沿线性方向 ρ 移动,将晶圆(6)的圆周移动至光学校准装置(5)的发射器(52)和接收器(53)之间的检测位置(II),保证真空吸盘圆心(0)与发射器(52)的距离为 L_0 ;

回转驱动装置(4)的电机三(41)驱动真空吸盘(44)上的晶圆(6)沿与真空吸盘(44)同轴的旋转轴 θ 旋转;

实时记录电机三(41)的转角 θ_i 以及此时对应的晶圆(6)在发射器(52)和接收器(53)间的遮光长度 L_i 。

10. 根据权利要求6所述的一种晶圆校准装置的晶圆校准方法,其特征在于:

通过校准算法计算所述晶圆(6)在晶圆校准装置的所述真空吸盘(44)上的位置偏差包

括:

利用采样数据 $[\theta_i, L_i]$ 和校准算法计算晶圆(6)的圆心在真空吸盘(44)所在极坐标 (ρ, θ) 坐标系上的极坐标 (ρ_j, θ_j) 位置偏差;

所述晶圆(6)的位移和晶圆(6)的角度转动包括以下步骤:

回转驱动装置(4)驱动真空吸盘(44)沿 θ 轴方向旋转 $-\theta_j$ 角度,使晶圆圆心(P)与极坐标的 ρ 轴重合,

在支撑销轴(14)和真空吸盘(44)之间转移调整晶圆(6)的位置,包括以下步骤:

线性驱动装置(2)驱动抬举驱动装置(3)和回转驱动装置(4)从检测位置移动至原始位置(I);晶圆(6)与真空吸盘(44)脱离吸附,抬举驱动装置(3)驱动真空吸盘(44)沿Z轴方向移动,真空吸盘(44)移动过程中与晶圆(6)脱离,并将晶圆(6)放置于支撑销轴(14)上,线性驱动装置(2)驱动抬举驱动装置(3)和回转驱动装置(4)沿 ρ 轴方向移动 ρ_j 距离;使真空吸盘圆心(O)与晶圆圆心(P)重合;

将经过晶圆圆心(P)校准后的晶圆(6)放置到支撑销轴(14)上的步骤包括:

抬举驱动装置(3)驱动真空吸盘(44)沿Z轴方向移动,将晶圆(6)从支撑销轴(14)上抬起;线性驱动装置(2)驱动抬举驱动装置(3)和回转驱动装置(4)至 ρ 轴方向的原始位置,抬举驱动装置(3)驱动真空吸盘(44)沿Z轴方向移动,真空吸盘(44)移动过程中与晶圆(6)脱离,并将晶圆(6)放置于支撑销轴(14)上;完成晶圆(6)的校准,晶圆圆心(P)调整到原始位置(I)。

一种晶圆校准装置及校准方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体自动化生产加工领域；具体涉及一种晶圆校准装置及校准方法。

背景技术

[0002] 晶圆校准装置(Aligner)从属于半导体晶圆传输设备技术领域,该领域中晶圆校准装置(Aligner)与晶圆装载系统(Loadport)和晶圆运输机器人(Robot)合为半导体设备前置模块(EFEM)最核心的三大部件,其性能对半导体的制造起到重要的影响。

[0003] 在晶圆生产过程中,需要将晶圆从晶圆盒中搬运到固定的准确位置,由于晶圆在晶圆盒中的位置存在偏差,导致搬运到工作位置时也存在偏差,晶圆在反应腔室中偏离中心位置时,会产生工艺反应情况与预期存在差异,甚至造成晶圆发生碎裂损坏等问题。采用人工对晶圆的位置进行调整,调整效率低影响生产节拍,不能满足生产加工需求。

[0004] 因此,晶圆在加工前通常需要在半导体设备前置模块(EFEM)中利用晶圆校准装置(Aligner)进行中心位置校准。

发明内容

[0005] 本发明克服了现有技术的不足,提供一种晶圆校准装置及校准方法;晶圆校准装置安装在半导体设备前置模块上,用来校准晶圆相对于设备前置模块的位置关系。

[0006] 为达到上述目的,本发明采用的技术方案为:一种晶圆校准装置,包括基体架,所述基体架上设置有姿态调节机构以及与所述姿态调节机构对应的光学校准装置,所述姿态调节机构上驱动设置有用于承接晶圆的真空吸盘;

所述光学校准装置包括设置在真空吸盘一侧的发射器和接收器,且所述发射器和接收器之间预留有检测区域;

所述光学校准装置检测到真空吸盘承接的晶圆在检测区域中相对于所述光学校准装置的遮光距离;

所述姿态调节机构能驱动所述真空吸盘带动所述真空吸盘上承接的晶圆相对所述检测区域进退和升降;所述姿态调节机构包括设置在所述基体架上的位移机构,所述位移机构包括设置在所述基体架上的线性驱动装置,所述线性驱动装置上驱动设置有抬举驱动装置;所述抬举驱动装置的抬升轨迹与所述线性驱动装置的驱动轨迹构成立面坐标系;所述姿态调节机构还包括驱动设置在所述位移机构上的回转驱动装置;

所述回转驱动装置设置在所述抬举驱动装置上,所述回转驱动装置上驱动设置有所述真空吸盘。

[0007] 本发明一个较佳方案中,所述姿态调节机构还包括设置在所述基体架上的若干个支撑销轴,若干个支撑销轴分布在所述真空吸盘的外围。

[0008] 本发明一个较佳方案中,所述线性驱动装置通过底座安装在基体架上;线性驱动装置包括丝杠一;且所述丝杠一轴向水平放置,所述丝杠一的两端分别

通过轴承座一安装在底座上,电机一通过联轴器与丝杠一驱动连接,电机一通过电机座一固定在底座上,

丝母座一与过渡连接块一相连,过渡连接块一固定在滑座上,所述滑座包括下连接板,下连接板上相对间隔设置有右侧连接板和左侧连接板,下连接板滑动设置在直线导轨一上,直线导轨一设置在所述底座上,左侧连接板和右侧连接板通过连接筋固定相连。

[0009] 本发明一个较佳方案中,所述抬举驱动装置设置在左侧连接板和右侧连接板上;

抬举驱动装置包括丝杠二,且丝杠二轴向竖直放置,丝杠二的两端分别通过轴承座二设置在左侧连接板上;

电机二通过电机座与连接弯板一安装在右侧连接板上,电机二上驱动连接有同步带轮一,丝杠二驱动连接有同步带轮二,同步带轮二通过同步带一与电机二驱动连接,丝母座二通过过渡连接块二与升降台连接,升降台的一侧通过直线导轨二驱动安装在左侧连接板上,升降台的另一侧通过横梁和辅助滑板与右侧连接板上设置的直线导轨三滑动衔接。

[0010] 本发明一个较佳方案中,所述回转驱动装置安装在升降台上;

所述回转驱动装置包括电机三,电机三通过电机座和连接弯板二设置在所述升降台上,支撑块固定在所述横梁上,支撑块和横梁上同轴安装有滚动轴承,旋转轴驱动连接在滚动轴承上,旋转轴上驱动连接有同步带轮三,同步带轮三通过同步带二与电机三上驱动连接的同步带轮四驱动连接,

所述旋转轴为中空轴,旋转轴下端安装有旋转接头,所述旋转轴上端固定安装有真空吸盘。

[0011] 本发明一个较佳方案中,一种晶圆校准装置的晶圆校准方法,采用了晶圆校准装置实现,包括以下步骤:

步骤S1,晶圆的获取,步骤包括:所述真空吸盘至原始位置获取晶圆;

步骤S2,晶圆的姿态检测,步骤包括:姿态调节机构驱动所述晶圆位移至检测位,位于姿态调节机构一侧的光学校准装置检测到所述晶圆在光学校准装置处的遮光距离,通过校准算法计算所述晶圆在晶圆校准装置的所述真空吸盘上的位置偏差;

步骤S3,晶圆的姿态校准,步骤包括:通过姿态调节机构的线性驱动装置、抬举驱动装置驱动实现晶圆的位移,回转驱动装置驱动实现晶圆的角度转动;

步骤S4,晶圆圆心校准;步骤包括:在支撑销轴和真空吸盘之间转移调整晶圆的位置,使真空吸盘圆心与晶圆圆心重合;

步骤S5,将步骤S4中晶圆圆心校准后复位晶圆;步骤包括:将经过晶圆圆心校准后的晶圆放置到支撑销轴上,且将晶圆圆心位于原始位置上。

[0012] 本发明一个较佳方案中,所述校准算法按最小二乘法拟合,包括:

按直角坐标系最小二乘法拟合晶圆边缘实际采样点所在的圆的方程:

$$(X - x_c)^2 + (Y - y_c)^2 = R^2;$$

采样点 (x_i, y_i) 到拟合出的圆的距离的平方与半径平方差值的平方最小,令:

$$f = \sum [(x_i - x_c)^2 + (y_i - y_c)^2 - R^2]^2,$$

f 最小,则:

$$\frac{\partial f}{\partial x_c} = 0;$$

$$\frac{\partial f}{\partial y_c} = 0;$$

$$\frac{\partial f}{\partial R} = 0;$$

令:

$$u_i = (L_0 + L_i) \cos(\theta_i) - \sum (L_0 + L_i) \cos(\theta_i) / N;$$

$$v_i = -(L_0 + L_i) \sin(\theta_i) + \sum (L_0 + L_i) \sin(\theta_i) / N;$$

得到:

$$x_c = \frac{\sum u_i^2 v_i \sum u_i v_i - \sum u_i^3 \sum v_i^2 - \sum u_i v_i^2 \sum v_i^2 + \sum v_i^3 \sum u_i v_i}{2[(\sum u_i v_i)^2 - \sum u_i^2 \sum v_i^2]} + \sum (L_0 + L_i) \cos(\theta_i) / N;$$

$$y_c = \frac{\sum v_i^2 u_i \sum u_i v_i - \sum v_i^3 \sum u_i^2 - \sum u_i^2 v_i \sum u_i^2 + \sum u_i^3 \sum u_i v_i}{2[(\sum u_i v_i)^2 - \sum u_i^2 \sum v_i^2]} - \sum (L_0 + L_i) \sin(\theta_i) / N;$$

$$\rho_j = \sqrt{x_c^2 + y_c^2};$$

$$\theta_j = \begin{cases} \arccos\left(\frac{x_c}{\rho_j}\right), y_c \geq 0 \\ 2\pi - \arccos\left(\frac{x_c}{\rho_j}\right), y_c < 0 \end{cases};$$

其中, X 、 Y 、 R 分别为拟合的晶圆边缘所在圆的横坐标、纵坐标、圆的半径, x_c 、 y_c 为圆心的横坐标、纵坐标, θ_i 为极坐标下晶圆旋转过程中真空吸盘的转角的采样值, L_i 为极坐标下发射器和接收器间的遮光长度的采样值, N 为采样点的个数, L_0 为真空吸盘圆心与发射器的距离, ρ_j 、 θ_j 为极坐标下晶圆圆心的极径和极角; u_i 和 v_i 分别是用于简化 x_c 的算式和 y_c 的算式的中间变量一和中间变量二。

[0013] 本发明一个较佳方案中,所述真空吸盘至原始位置通过真空吸盘获取晶圆的步骤包括:

晶圆置于支撑销轴上,线性驱动装置的电机一驱动丝母座一沿 ρ 轴的线性方向移动至原始位置;

抬举驱动装置的电机二带动丝杠二旋转,丝杠二驱动丝母座二驱动升降台带动回转驱动装置沿抬举方向 Z 移动,真空吸盘移动过程时将晶圆从支撑销轴上抬起至工作高度;

回转驱动装置的旋转接头与真空泵相通,真空泵工作,在真空吸盘和晶圆之间产生负压,利用大气压力将晶圆吸附在真空吸盘上,实现对晶圆的获取;

本发明一个较佳方案中,检测到所述晶圆在光学校准装置处的遮光距离的具体步骤包括:

线性驱动装置的电机一驱动丝母座一沿线性方向 ρ 移动,将晶圆的圆周移动至光学校准装置的发射器和接收器之间的检测位置,保证真空吸盘圆心与发射器的距离为 L_0 ;

回转驱动装置的电机三驱动真空吸盘上的晶圆沿与真空吸盘同轴的旋转轴 θ 旋转;

实时记录电机三的转角 θ_1 以及此时对应的晶圆在发射器和接收器间的遮光长度 L_1 。

[0014] 本发明一个较佳方案中,通过校准算法计算所述晶圆在晶圆校准装置的所述真空吸盘上的位置偏差包括:

利用采样数据 $[\theta_1, L_1]$ 和校准算法计算晶圆的圆心在真空吸盘所在极坐标 (ρ, θ) 坐标系上的极坐标 (ρ_j, θ_j) 位置偏差;

所述晶圆的位移和晶圆的角度转动包括以下步骤:

回转驱动装置驱动真空吸盘沿 θ 轴方向旋转 $-\theta_j$ 角度,使晶圆圆心与极坐标的 ρ 轴重合,

在支撑销轴和真空吸盘之间转移调整晶圆的位置,包括以下步骤:

线性驱动装置驱动抬举驱动装置和回转驱动装置从检测位置移动至原始位置;晶圆与真空吸盘脱离吸附,抬举驱动装置驱动真空吸盘沿Z轴方向移动,真空吸盘移动过程中与晶圆脱离,并将晶圆放置于支撑销轴上,线性驱动装置驱动抬举驱动装置和回转驱动装置沿 ρ 轴方向移动 ρ_j 距离;使真空吸盘圆心与晶圆圆心重合;

将经过晶圆圆心校准后的晶圆放置到支撑销轴上的步骤包括:

抬举驱动装置驱动真空吸盘沿Z轴方向移动,将晶圆从支撑销轴上抬起;线性驱动装置驱动抬举驱动装置和回转驱动装置至 ρ 轴方向的原始位置,抬举驱动装置驱动真空吸盘沿Z轴方向移动,真空吸盘移动过程中与晶圆脱离,并将晶圆放置于支撑销轴上;完成晶圆的校准,晶圆圆心调整到原始位置。

[0015] 本发明解决了背景技术中存在的缺陷:

本发明公开的一种晶圆校准装置及校准方法,晶圆校准装置安装在半导体设备前置模块上,用来校准晶圆相对于设备前置模块的位置关系。

[0016] 本发明光学校准装置的发射器和接收器用于检测晶圆旋转过程中晶圆采样点的遮光量获取遮光距离,并由遮光距离计算晶圆的边缘到真空吸盘中心的距离。通过采样真空吸盘的转角和晶圆的遮光量,利用最小二乘法拟合晶圆圆心相对于真空吸盘中心的极坐标偏差。

[0017] 线性驱动装置、抬举驱动装置、回转驱动装置配合移动,利用光学校准装置获取的遮光距离,以及晶圆在晶圆校准装置上的位置偏差,通过校准算法矫正调整晶圆相对于设备前置模块的位置关系。

附图说明

[0018] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0019] 图1是本发明优选实施例中的一种晶圆校准装置的轴侧图;

图2是本发明优选实施例中的 ρ 向线性驱动装置丝杠传动机构和光学校准装置结构图;

图3是本发明优选实施例中的 ρ 向线性驱动装置主视图;

图4是本发明优选实施例中的 ρ 向线性驱动装置俯视图;

图5是本发明优选实施例中的Z向抬举驱动装置的后视图；

图6是图5中的A-A剖视图；

图7是本发明优选实施例中的晶圆校准装置的校准方法坐标位置示意图；

图8是本发明优选实施例中的真空吸盘和晶圆所在的极坐标系；

图9是本发明优选实施例中的采样数据示意图。

[0020] 图中,1-基体架;11-底座;12-立柱;13-上顶板;14-支撑销轴;

2-线性驱动装置;21-丝杠一;22-轴承座一;23-电机一;24-直线导轨一;25-联轴器;26-电机座一;27-丝母座一;28-过渡连接块一;29-右侧连接板;210-下连接板;211-左侧连接板;212-连接筋;

3-抬举驱动装置;31-丝杠二;32-轴承座二;33-电机二;34-同步带一;35-直线导轨二;36-电机座二;37-连接弯板一;38-同步带轮一;39-同步带轮二;310-丝母座二;311-过渡连接块二;312-升降台;313-横梁;314-辅助滑板;315-直线导轨三;

4-回转驱动装置;41-电机三;42-同步带二;43-旋转轴;44-真空吸盘;45-电机座三;46-连接弯板二;47-支撑块;48-滚动轴承;49-同步带轮三;410-同步带轮四;411-旋转接头;

5-光学校准装置;51-支架;52-发射器;53-接收器;6-晶圆;

I-原始位置;II-检测位置;III-工作高度;0-真空吸盘圆心;P-晶圆圆心。

具体实施方式

[0021] 现在结合附图和实施例对本发明作进一步详细的说明,这些附图均为简化的示意图,仅以示意方式说明本发明的基本结构,因此其仅显示与本发明有关的构成。

实施例一

[0022] 如图1-图9所示,一种晶圆校准装置,包括基体架1,基体架1上设置有姿态调节机构以及与姿态调节机构对应的光学校准装置5,姿态调节机构上驱动设置有用于承接晶圆的真空吸盘44。

[0023] 具体的,光学校准装置5包括设置在真空吸盘44一侧的发射器52和接收器53,且发射器52和接收器53之间预留有检测区域。光学校准装置5采用现有技术中的CCD激光测微仪,在此不再一一赘述型号的选用。进一步的,真空吸盘44位移至检测位时,检测区域至少能部分覆盖在真空吸盘44上承接的晶圆的上下两侧,且光学校准装置5能检测到真空吸盘44承接的晶圆在检测区域中相对于光学校准装置5的遮光距离。

[0024] 具体的,姿态调节机构能驱动真空吸盘44带动真空吸盘44上承接的晶圆相对检测区域进退和升降。更具体的,姿态调节机构包括设置在基体架1上的位移机构,位移机构包括设置在基体架1上的线性驱动装置2,线性驱动装置2上驱动设置有抬举驱动装置3;抬举驱动装置3上驱动设置有回转驱动装置4;回转驱动装置4上驱动设置有真空吸盘44。抬举驱动装置3的抬升轨迹是纵向的,线性驱动装置2的驱动轨迹是横向。抬举驱动装置3的抬升轨迹与线性驱动装置2的驱动轨迹构成立面坐标系。回转驱动装置4的回旋轨迹是围绕抬举驱动装置3的抬升轨迹旋转。

[0025] 更进一步的,如图1、图7-图9所示,姿态调节机构还包括设置在基体架1上的若干

个支撑销轴14,若干个支撑销轴14分布在真空吸盘44的外周。支撑销轴14的设置更有利于无损传输晶圆6,将姿态调节过程中对晶圆6的机械接触和损伤降到最低。但不仅限于此,在其他实施例中,姿态调节机构可以是包括设置在基体架1上的若干个晶圆夹持件,若干个晶圆夹持件分布在真空吸盘44的外周。

[0026] 具体的,如图1-图4所示,线性驱动装置2包括丝杠一21、轴承座一22、电机一23、直线导轨一24、联轴器25、电机座一26、丝母座一27、过渡连接块一28、右侧连接板29、下连接板210、左侧连接板211、连接筋212,丝杠一21的轴承水平放置,丝杠一21两端分别支撑在轴承座一22上,电机一23通过联轴器25与丝杠一21相连,丝母座一27与过渡连接块一28相连,过渡连接块一28固定在右侧连接板29上,驱动抬举驱动装置和回转驱动装置沿 ρ 轴方向水平移动。电机一23驱动连接有丝杠一21,丝杠一21上旋接有横向滑动设置在基体架1上的丝母座一27,丝母座一27上驱动设置有抬举驱动装置3。

[0027] 具体的,如图1-图5所示,抬举驱动装置3包括丝杠二31、轴承座二32、电机二33、同步带一34、直线导轨二35、电机座二36、连接弯板一37、同步带轮一38、同步带轮二39、丝母座二310、过渡连接块二311、升降台312、横梁313、辅助滑板314、直线导轨三315。丝杠二31的轴向承竖直放置,丝杠二31两端分别支撑在轴承座二32上,轴承座二32固定在左侧连接板211上,电机二33上有同步带轮一38,丝杠二31上有同步带轮二39,通过同步带一34传动,丝母座二310与过渡连接块二311相连,过渡连接块二311固定在升降台312上,电机二33驱动丝母座二310带动升降台312上设置的回转驱动装置4竖直方向上移动。

[0028] 具体的,如图1、图2、图6所示,回转驱动装置4安装在升降台312上,回转驱动装置4包括电机三41、同步带二42、旋转轴43、真空吸盘44、电机座三45、连接弯板二46、支撑块47、滚动轴承48、同步带轮三49、同步带轮四410、旋转接头411。电机三41固定在电机座三45上,电机座三45固定在连接弯板二46上,连接弯板二46固定在升降台312上,支撑块47固定在横梁上,支撑块47和横梁上同轴安装有滚动轴承48,旋转轴43支撑在滚动轴承48上,旋转轴43上有同步带轮三49,电机三41上驱动连接有同步带轮四410,通过同步带二42驱动,旋转轴43为中空轴,旋转轴43下端安装有旋转接头,旋转轴43上端固定安装有真空吸盘44用于吸附晶圆6和带动晶圆6旋转。

[0029] 具体的,如图1、图7-图9所示,光学校准装置5安装在基体架1的底座11上,光学校准装置5包括支架51、发射器52、接收器53,支架51固定在底座11上,发射器52固定在支架51上,接收器53固定在支架51上并位于发射器52上方,发射器52、接收器53用于检测晶圆6旋转过程中采样点的遮光量获取遮光距离,并由遮光距离计算晶圆6的边缘到真空吸盘44中心的距离。通过采样真空吸盘44的转角和晶圆6的遮光量,利用最小二乘法拟合晶圆圆心相对于真空吸盘中心的极坐标偏差。

实施例二

[0030] 在实施例一的基础上,一种晶圆校准装置的晶圆校准方法:采用了晶圆校准装置实现的校准方法,包括以下步骤:

步骤S1,晶圆6的获取,步骤包括:真空吸盘44至原始位置I获取晶圆6。

[0031] 真空吸盘44至原始位置I通过真空吸盘44获取晶圆6的步骤包括:晶圆6置于支撑销轴14上,线性驱动装置2的电机一23驱动丝母座一27、沿 ρ 轴的线性方向移动至原始位置

I; 抬举驱动装置3的电机二33带动丝杠二31旋转, 丝杠二31驱动丝母座二310驱动升降台312带动回转驱动装置4沿抬举方向Z移动, 真空吸盘44移动过程时将晶圆6从支撑销轴14上抬起至工作高度III; 回转驱动装置4的旋转接头411与真空泵相通, 真空泵工作, 在真空吸盘44和晶圆6之间产生负压, 利用大气压力将晶圆6吸附在真空吸盘44上, 实现对晶圆6的获取;

步骤S2, 晶圆6的姿态检测, 步骤包括: 姿态调节机构驱动晶圆6位移至检测位, 位于姿态调节机构一侧的光学校准装置5检测到晶圆在光学校准装置5处的遮光距离, 通过校准算法计算晶圆6在晶圆校准装置的真空吸盘44上的位置偏差。

[0032] 具体的, 检测到晶圆在光学校准装置5处的遮光距离的具体步骤包括: 线性驱动装置2的电机一23驱动丝母座一27沿线性方向 ρ 移动, 将晶圆6的圆周移动至光学校准装置5的发射器52和接收器53之间的检测位置II, 保证真空吸盘圆心0与发射器52的距离为 L_0 ; 回转驱动装置4的电机三41驱动真空吸盘44上的晶圆6沿与真空吸盘44同轴的旋转轴 θ 旋转; 实时记录电机三41的转角 θ_i 以及此时对应的晶圆6在发射器52和接收器53间的遮光长度 L_i ;

具体的, 通过校准算法计算晶圆6在晶圆校准装置的真空吸盘44上的位置偏差包括: 利用采样数据 $[\theta_i, L_i]$ 和校准算法计算晶圆6的圆心在真空吸盘44所在极坐标 (ρ, θ) 坐标系上的极坐标 (ρ_j, θ_j) 位置偏差。

[0033] 所述校准算法按最小二乘法拟合, 包括:

按直角坐标系最小二乘法拟合晶圆边缘实际采样点所在的圆的方程:

$$(X - x_c)^2 + (Y - y_c)^2 = R^2;$$

采样点 (x_i, y_i) 到拟合出的圆的距离的平方与半径平方差值的平方最小, 令:

$$f = \sum [(x_i - x_c)^2 + (y_i - y_c)^2 - R^2]^2,$$

f 最小, 则:

$$\frac{\partial f}{\partial x_c} = 0;$$

$$\frac{\partial f}{\partial y_c} = 0;$$

$$\frac{\partial f}{\partial R} = 0;$$

令:

$$u_i = (L_0 + L_i) \cos(\theta_i) - \sum (L_0 + L_i) \cos(\theta_i) / N;$$

$$v_i = -(L_0 + L_i) \sin(\theta_i) + \sum (L_0 + L_i) \sin(\theta_i) / N;$$

得到:

$$x_c = \frac{\sum u_i^2 v_i \sum u_i v_i - \sum u_i^3 \sum v_i^2 - \sum u_i v_i^2 \sum v_i^2 + \sum v_i^3 \sum u_i v_i}{2[(\sum u_i v_i)^2 - \sum u_i^2 \sum v_i^2]} + \sum (L_0 + L_i) \cos(\theta_i) / N;$$

$$y_c = \frac{\sum v_i^2 u_i \sum u_i v_i - \sum v_i^3 \sum u_i^2 - \sum u_i^2 v_i \sum u_i^2 + \sum u_i^3 \sum u_i v_i}{2[(\sum u_i v_i)^2 - \sum u_i^2 \sum v_i^2]} - \sum (L_0 + L_i) \sin(\theta_i) / N;$$

$$\rho_j = \sqrt{x_c^2 + y_c^2};$$

$$\theta_j = \begin{cases} \arccos\left(\frac{x_c}{\rho_j}\right), y_c \geq 0 \\ 2\pi - \arccos\left(\frac{x_c}{\rho_j}\right), y_c < 0 \end{cases};$$

其中, X 、 Y 、 R 分别为拟合的晶圆边缘所在圆的横坐标、纵坐标、圆的半径, x_c 、 y_c 为圆心的横坐标、纵坐标, θ_i 为极坐标下晶圆6旋转过程中真空吸盘44的转角的采样值, L_i 为极坐标下发射器52和接收器53间的遮光长度的采样值, N 为采样点的个数, L_0 为真空吸盘圆心0与发射器52的距离, ρ_j 、 θ_j 为极坐标下晶圆圆心的极径和极角; u_i 和 v_i 分别是用于简化 x_c 的算式和 y_c 的算式的中间变量一和中间变量二。

[0034] 步骤S3, 晶圆6的姿态校准, 步骤包括: 通过姿态调节机构的线性驱动装置2、抬举驱动装置3驱动实现晶圆6的位移, 回转驱动装置4驱动实现晶圆6的角度转动。

[0035] 具体的, 晶圆6的位移和晶圆6的角度转动, 包括以下步骤: 回转驱动装置4驱动真空吸盘44沿 θ 轴方向旋转 $-\theta_j$ 角度, 使晶圆圆心P与极坐标的 ρ 轴重合。

[0036] 步骤S4, 晶圆圆心P校准; 步骤包括: 在支撑销轴14和真空吸盘44之间转移调整晶圆6的位置, 使真空吸盘圆心0与晶圆圆心P重合。

[0037] 具体的, 在支撑销轴14和真空吸盘44之间转移调整晶圆6的位置, 包括以下步骤: 线性驱动装置2驱动抬举驱动装置3和回转驱动装置4从检测位置移动至原始位置I; 晶圆6与真空吸盘44脱离吸附, 抬举驱动装置3驱动真空吸盘44沿Z轴方向移动, 真空吸盘44移动过程中与晶圆6脱离, 并将晶圆6放置于支撑销轴14上, 线性驱动装置2驱动抬举驱动装置3和回转驱动装置4沿 ρ 轴方向移动 ρ_j 距离; 使真空吸盘圆心0与晶圆圆心P重合。

[0038] 步骤S5, 将步骤S4中晶圆圆心P校准后复位晶圆6; 步骤包括: 将经过晶圆圆心P校准后的晶圆6放置到支撑销轴14上, 且将晶圆圆心P位于原始位置I上。

[0039] 具体的, 将经过晶圆圆心P校准后的晶圆6放置到支撑销轴14上的步骤包括: 抬举驱动装置3驱动真空吸盘44沿Z轴方向移动, 将晶圆6从支撑销轴14上抬起; 线性驱动装置2驱动抬举驱动装置3和回转驱动装置4至 ρ 轴方向的原始位置, 抬举驱动装置3驱动真空吸盘44沿Z轴方向移动, 真空吸盘44移动过程中与晶圆6脱离, 并将晶圆6放置于支撑销轴14上; 此时完成晶圆6的校准, 晶圆圆心P调整到原始位置I。

[0040] 工作原理:

如图1-图9所示, 本发明光学校准装置5的发射器52和接收器53用于检测晶圆6旋转过程中采样点的遮光量获取遮光距离, 并由遮光距离计算晶圆6的边缘到真空吸盘44中心的距离。通过采样真空吸盘44的转角和晶圆6的遮光量, 利用最小二乘法拟合晶圆圆心相对于真空吸盘中心的极坐标偏差。

[0041] 线性驱动装置2、抬举驱动装置3、回转驱动装置4移动, 利用光学校准装置5采集的信号, 以及晶圆6在晶圆校准装置上的位置偏差, 通过校准算法矫正调整晶圆6相对于设备前置模块(EFEM)的位置关系。

[0042] 依据本发明的理想实施例为启示,通过上述的说明内容,相关人员完全可以在不偏离本项发明技术思想的范围内,进行多样的变更以及修改。本项发明的技术性范围并不局限于说明书上的内容,必须要根据权利要求范围来确定技术性范围。

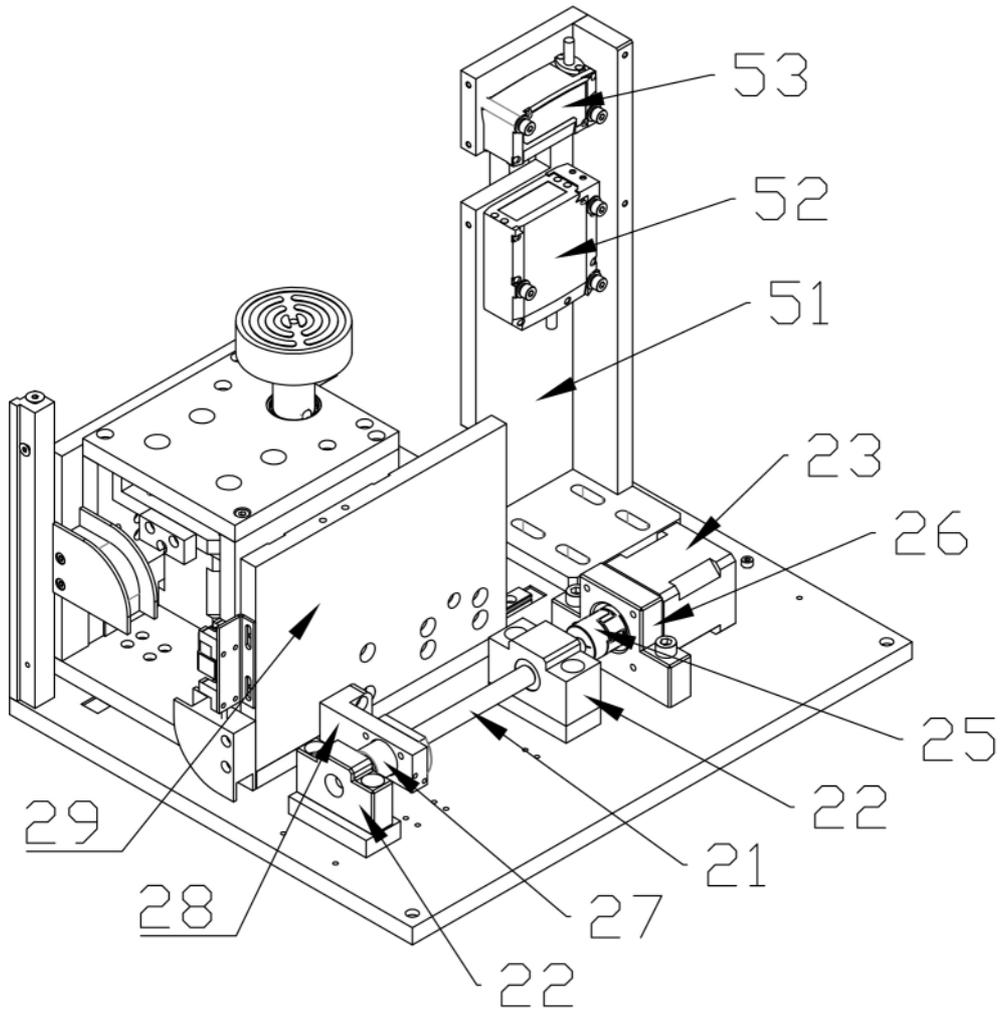


图 2

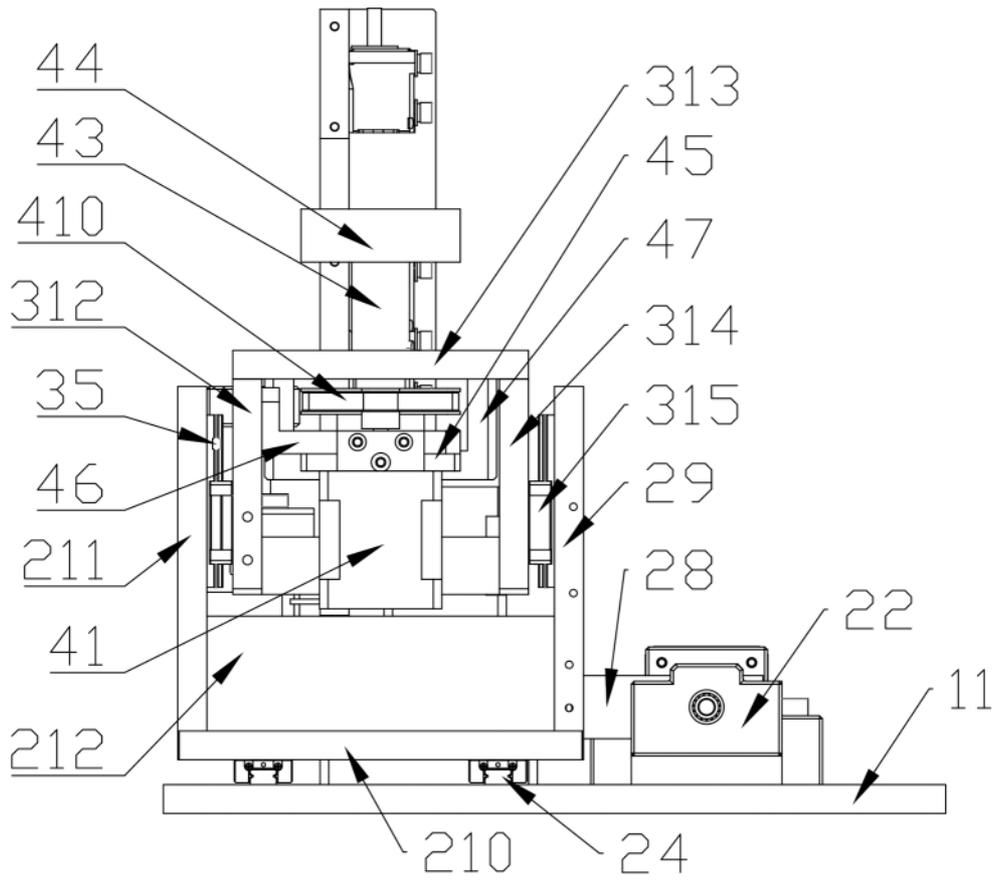


图 3

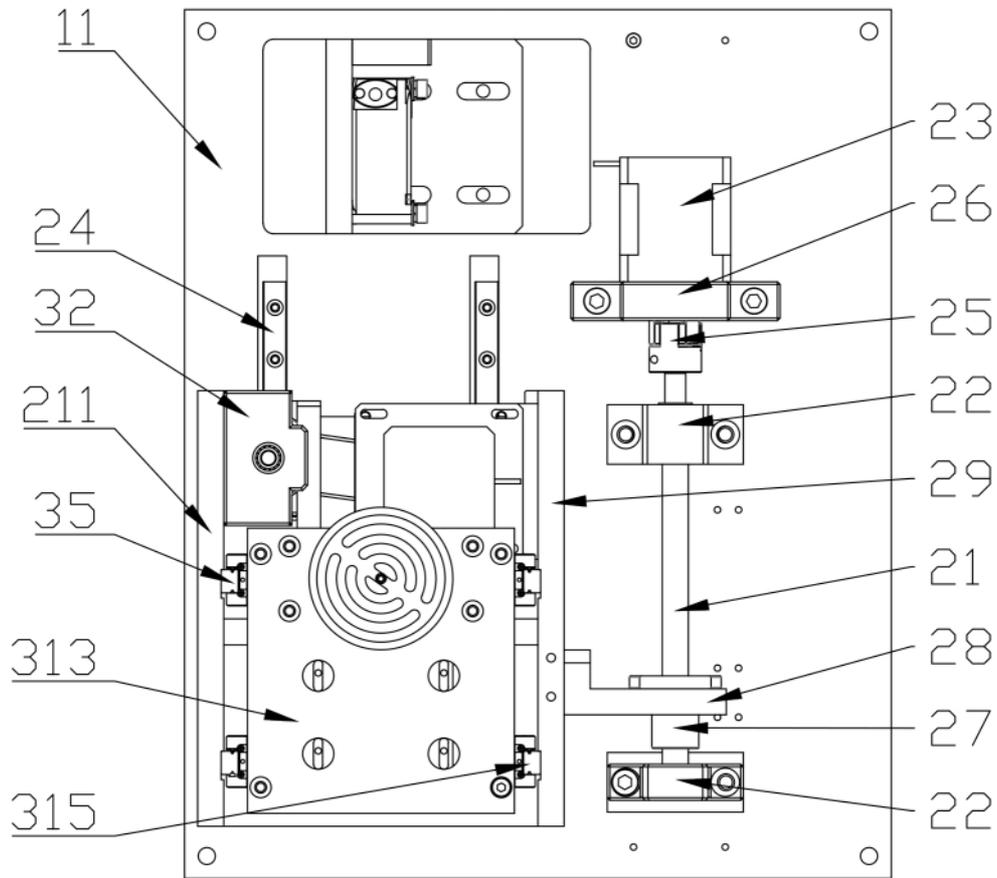


图 4

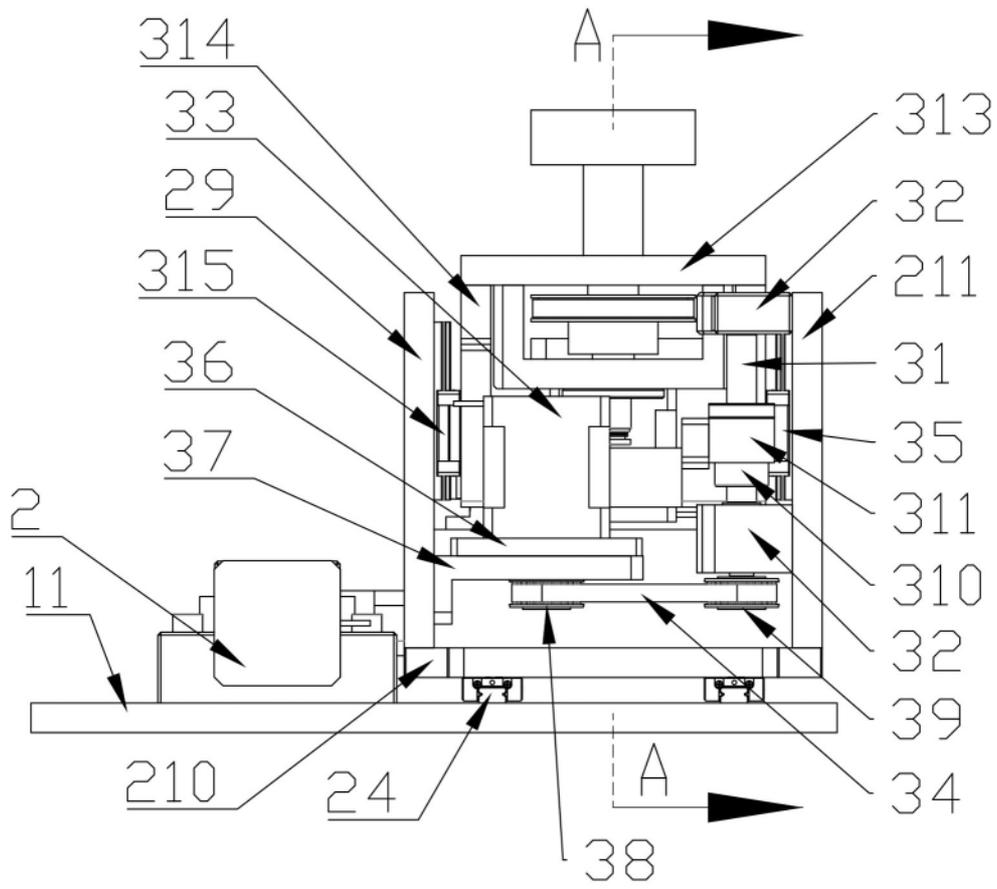


图 5

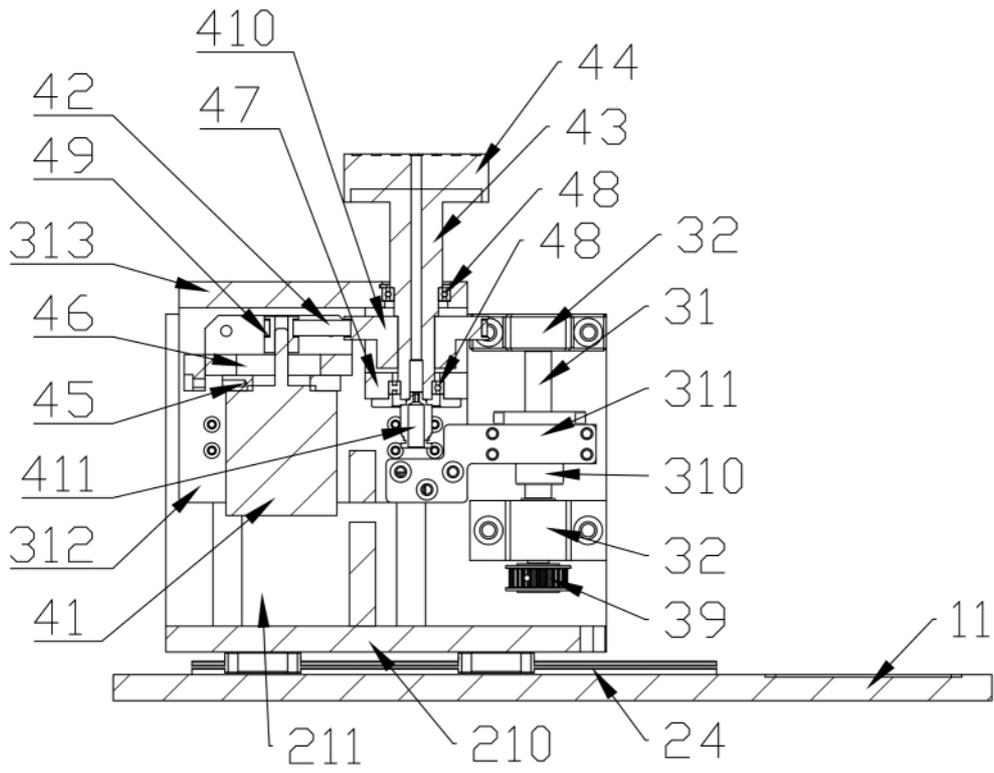


图 6

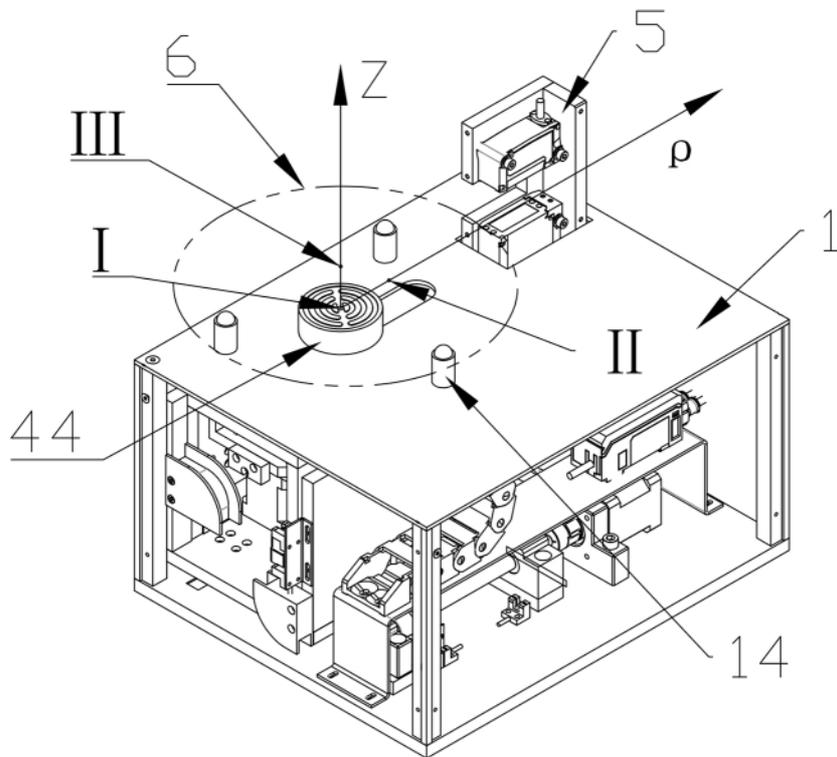


图 7

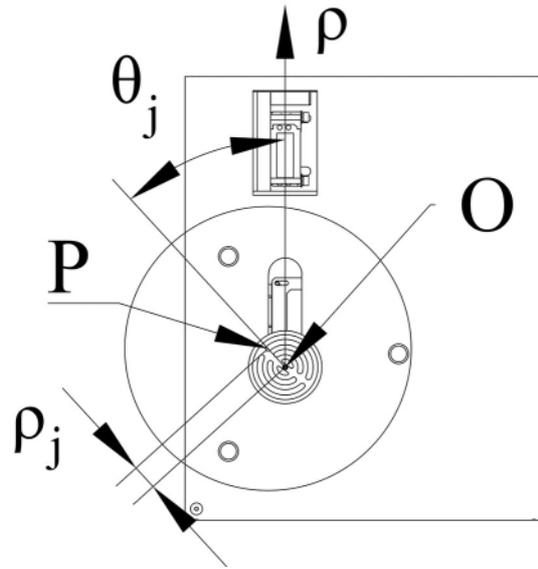


图 8

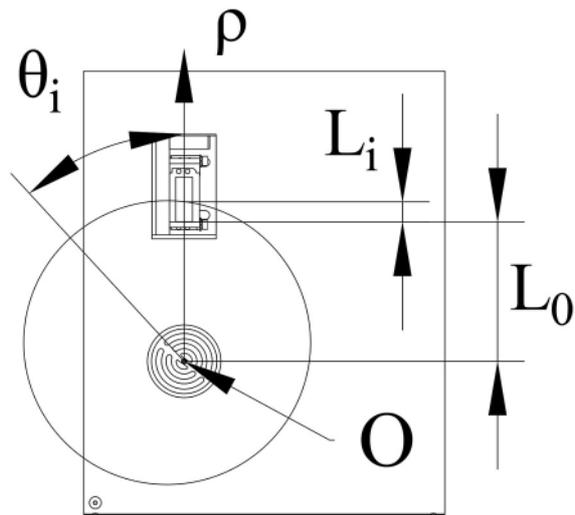


图 9