



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104756243 B

(45)授权公告日 2018.02.13

(21)申请号 201380056420.5

(72)发明人 藤本敬司 山本康晴

(22)申请日 2013.10.23

(74)专利代理机构 北京三幸商标专利事务所
(普通合伙) 11216

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104756243 A

代理人 刘淼

(43)申请公布日 2015.07.01

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据
2012-238373 2012.10.29 JP

H01L 21/68(2006.01)

B65G 49/07(2006.01)

G01B 11/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.04.28

(56)对比文件

CN 101434046 A, 2009.05.20,

CN 101807537 A, 2010.08.18,

US 2003231950 A1, 2003.12.18,

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2013/078644 2013.10.23

审查员 贾枫

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/069291 JA 2014.05.08

(73)专利权人 日商乐华股份有限公司
地址 日本国广岛县

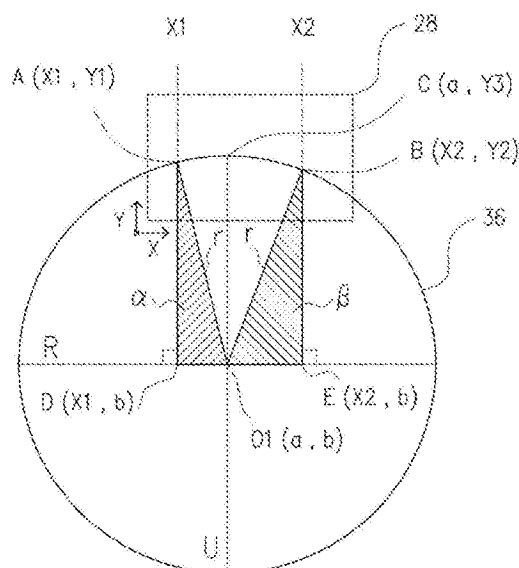
权利要求书2页 说明书15页 附图14页

(54)发明名称

半导体衬底的位置检测装置和位置检测方法

(57)摘要

本发明提供一种位置检测装置,其根据通过1台摄像机拍摄的图像数据,正确地检测圆盘状衬底的中心位置坐标,计算于处理过程中运送的圆盘状衬底在支承部件上的错位量,按照可装载于正确的装载位置的方式进行位置补偿。根据从图像数据中抽取的边缘数据上的两个点的坐标和圆盘状衬底的半径,或根据边缘数据上的3个点的坐标,制作分别以半径为一边的直角等腰三角形,根据勾股定理,检测圆盘状衬底的中心位置坐标。



1. 一种位置检测装置,该位置检测装置检测保持于支承部件上的圆盘状衬底的位置,该支承部件能沿与Y轴平行的轨迹移动,其特征在于,

该位置检测装置包括:

1台摄像机,在单元设置于正交的XY轴坐标系中,在保持上述圆盘状衬底的上述支承部件位于规定的监视位置时,该摄像机按照下述方式,仅对圆盘状衬底的周缘部的一部分进行摄像,该方式为:使直线和上述圆盘状衬底的边缘交叉的交点(C)进入视野,该直线通过上述圆盘状衬底的中心、与Y轴平行,该圆盘状衬底在Y轴方向上具有圆周上的顶点;

边缘抽取部,该边缘抽取部从通过上述摄像机拍摄的上述圆盘状衬底的周缘部的摄像数据中,抽取上述交点(C)的XY坐标中所邻接的各单元的浓淡的差明确的Y轴坐标值,抽取下述地点的XY轴坐标作为边缘数据,该地点位于在上述视野的范围内拍摄的上述圆盘状衬底的边缘上、与上述抽取后的交点(C)离开的位置;

坐标检测部,该坐标检测部根据通过上述边缘抽取部抽取的边缘数据,检测上述圆盘状衬底的中心位置坐标。

2. 根据权利要求1所述的位置检测装置,其特征在于,上述坐标检测部定出两个点,该两个点处于从上述所抽出的交点离开的位置,根据该两个点的边缘数据和上述圆盘状衬底的半径,检测上述圆盘状衬底的中心位置坐标。

3. 根据权利要求1所述的位置检测装置,其特征在于,上述坐标检测部定出三个点,该三个点处于从上述所抽出的交点(C)离开的位置,根据该三个点的边缘数据,检测上述圆盘状衬底的中心位置坐标。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的位置检测装置,其特征在于,其还包括补偿量计算部,该补偿量计算部计算下述中心位置坐标之间的X轴方向和Y轴方向的偏移量,以计算上述支承部件的补偿量,该中心位置坐标分别为:保持于上述支承部件的基准位置的上述圆盘状衬底的中心位置坐标;在制造步骤中运送的产生错位的上述圆盘状衬底的中心位置坐标。

5. 一种位置检测方法,该方法检测保持于支承部件上的圆盘状衬底的位置,该支承部件能沿与Y轴平行的轨迹移动,该方法由下述步骤构成,该步骤包括:

摄像步骤,在该步骤中,在单元设置于正交的XY轴坐标系中,在保持上述圆盘状衬底的上述支承部件位于规定的监视位置时,一台摄像机按照下述方式,仅对圆盘状衬底的周缘部的一部分进行摄像,该方式为:使直线和上述圆盘状衬底的边缘交叉的交点(C)进入视野,该直线通过上述圆盘状衬底的中心、与Y轴平行,该圆盘状衬底在Y轴方向上具有圆周上的顶点;

边缘抽取步骤,在该步骤中,通过上述摄像机拍摄的上述圆盘状衬底的周缘部的摄像数据中,抽取上述交点(C)的XY坐标中所邻接的各单元的浓淡的差明确的Y轴坐标值,抽取下述地点的XY轴坐标作为边缘数据,该地点位于在上述视野的范围内拍摄的上述圆盘状衬底的边缘上、与上述抽取后的交点(C)离开的位置;

坐标检测步骤,在该步骤中,根据通过上述边缘抽取步骤抽取的边缘数据,检测上述圆盘状衬底的中心位置坐标。

6. 根据权利要求5所述的位置检测方法,其特征在于,上述坐标检测步骤中,定出两个点,该两个点处于从上述所抽出的交点(C)离开的位置,根据该两个点的边缘数据和上述圆

盘状衬底的半径,检测上述圆盘状衬底的中心位置坐标。

7.根据权利要求5所述的位置检测方法,其特征在于,上述坐标检测步骤中,定出三个点,该三个点处于从上述所抽出的交点(C)离开的位置,根据该三个点的边缘数据,检测上述圆盘状衬底的中心位置坐标。

8.根据权利要求5~7中任一项所述的位置检测方法,其特征在于,其还包括补偿量计算部,该补偿量计算部计算下述中心位置坐标之间的X轴方向和Y轴方向的偏移量,以计算上述支承部件的补偿量,该中心位置坐标分别为:保持于上述支承部件的基准位置的上述圆盘状衬底的中心位置坐标;在制造步骤中运送的产生错位的上述圆盘状衬底的中心位置坐标。

半导体衬底的位置检测装置和位置检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体晶圆等的圆盘状衬底的位置检测装置和位置检测方法,以及位置补偿方法。

背景技术

[0002] 在普通的半导体集成电路的制作步骤中,通过在半导体晶圆等的衬底上反复进行曝光、成膜处理、蚀刻处理、热处理的各种处理,形成具有细微的布图的集成电路。

[0003] 这样的各种处理工序通过衬底处理装置而进行,该衬底处理装置具有由专用的构件构成的处理室,该处理室用于进行各自的处理。衬底处理装置按照在运送室中连接一个或多个各种处理室的方式构成,该运送室具有运送臂,该运送臂在中间处,装载半导体晶圆等的圆盘状衬底,对其运送。另外,运送室和各种处理室具有可将其内部维持在真空环境的机构,运送室和各处理室经由门阀而连接。在这里,通过运送机器人而保持的晶圆等的圆盘状衬底通过运送臂的动作,运送而装载于设置在处理室中的装载台上,进行各种处理。

[0004] 在衬底处理装置中,为了对装载于装载台上的半导体晶圆等的圆盘状衬底进行适合的处理,要求以良好的精度,将衬底运送到装载台上的规定的位置。由此,在衬底处理装置中,必须要求圆盘状衬底在处理室内,正确地处于装载台上的规定的位置。为此,首先,检测目标圆盘状衬底的错位,然后,在具有错位的场合,必须通过对其进行补偿的方式,定位于规定的位置。特别是,由于用于处理内容、处理所采用的堆积物等理由,难以直接检测处理室内的圆盘状衬底的位置,故必须要求在与处理室连接的运送室内部的规定的部位,检测圆盘状衬底的位置。

[0005] 作为圆盘状衬底的位置检测的方法,在过去,比如,像在专利文献1公开的那样,公开有下述的方法,在该方法中,将圆盘状衬底装载于可旋转的台座上,在旋转的同时,通过线传感器而检测其外周,由此根据台座的旋转角度和线传感器的检测结果,检测错位。

[0006] 但是,在要实施于专利文献1公开的方法的场合,必须要求将可旋转的台座、线传感器设置于运送室内部,其结果是,导致运送室的大型化。另外,具有必须要求通过将运送机器人所保持的圆盘状衬底暂时装载于台座上,使其旋转的方式检测错位的一系列的动作,导致通过量的降低的问题。

[0007] 于是,近年来,像在专利文献2中公开的那样,实施下述的方法,在该方法中,多次地对半导体晶圆的周缘部分进行摄像,根据已拍摄的图像,检测半导体晶圆的位置。即,将多个摄像机设置于运送室的外部的顶面,在运送室的外部的底面中的与摄像机面对的位置设置光源。多个摄像机设置于可对于运送室内部运送的半导体晶圆的周缘部分进行摄影的位置,在半导体晶圆通过的时刻,进行摄像。根据该已拍摄的多个周缘部分的图像数据,进行位置检测。

[0008] 现有技术文献

[0009] 专利文献

[0010] 专利文献1:JP特开2003—152055号公报

[0011] 专利文献2:JP特开平09—186061号公报

发明内容

[0012] 发明要解决的问题

[0013] 按照于专利文献2中公开的方法,由于不必要求将用于半导体晶圆的定位的构件设置于运送室内部,故运送室内部的占有面积可减小。但是,为了对半导体晶圆的外周缘上的多个边缘进行摄像,必须要求多个摄像机。另外,必须要求于运送室中设置用于摄像的多个观察口,或设置可观察晶圆整体的大口径的观察口。

[0014] 观察口起到从外部而把握运送室内部的状态的窥探孔的作用,为通过强化玻璃等的透明的部件而将形成于运送室中的开口部封闭的部分,无法按照可进行从外部的观察的方式于该部分上设置维持真空环境的构件等。另外,如果观察口为大口径,则具有将内部维持在真空状态时的强度的问题。另外,由于为了摄影,具有多个高价的摄像机,故还导致成本的大大的上升。

[0015] 为了解决上述课题而提出本发明,本发明的目的在于可通过借助1台摄像机而摄像的图像数据,检测半导体晶圆等的圆盘状衬底的正确的位置。

[0016] 用于解决问题的技术方案

[0017] 为了解决上述问题,本发明的位置检测装置检测保持于支承部件上的圆盘状衬底的位置,该支承部件可沿规定的轨道上而移动,其特征在于,

[0018] 该位置检测装置包括:

[0019] 1台摄像机,该摄像机在保持上述圆盘状衬底的上述支承部件位于规定的监视位置时,对圆盘状衬底的周缘部进行摄像;

[0020] 边缘抽取部,该边缘抽取部从通过上述摄像机拍摄的上述圆盘状衬底的周缘部的摄像数据中,抽取上述圆盘状衬底的边缘;

[0021] 坐标检测部,该坐标检测部根据通过上述边缘抽取部抽取的边缘数据,检测上述圆盘状衬底的中心位置坐标。

[0022] 通过该方案,可根据通过1台摄像机拍摄的图像,检测圆盘状衬底的中心位置坐标。

[0023] 另外,如果上述摄像机仅仅对上述圆盘状衬底的一部分进行摄像,由于与对整体进行摄像的场合相比较,可增加单位面积的单元(cell)的数量,故坐标检测的精度提高。

[0024] 此外,上述坐标检测部根据上述边缘数据上的两个点的坐标和上述圆盘状衬底的半径,检测上述圆盘状物的中心位置坐标,由此,可仅仅通过对圆盘状衬底的周缘部的一部分进行摄像,检测中心位置坐标。

[0025] 还有,上述坐标检测部根据上述边缘数据上的两个点的坐标和上述圆盘状衬底的上述半径,制作分别以上述半径为一边的两个直角等腰三角形,根据勾股定理,检测上述圆盘状衬底的上述中心位置坐标,由此,可正确地计算中心位置坐标。

[0026] 再有,上述坐标检测部根据上述边缘数据上的3个点的坐标,检测上述圆盘状物的上述中心位置坐标,由此,可在不采用上述圆盘状物的半径的情况下,检测中心位置坐标,即使在半径处于未知的状态的情况下,仍可检测中心位置坐标。

[0027] 另外,上述坐标检测部可根据上述边缘数据上的3个点的坐标和上述圆盘状衬底

的上述半径,制作分别以上述半径为一边的3个直角等腰三角形,根据勾股定理,计算上述圆盘状衬底的上述中心位置坐标。

[0028] 此外,位置检测装置还可包括补偿量计算部,该补偿量计算部计算下述中心位置坐标之间的X轴方向和Y轴方向的偏移量,以计算上述支承部件的补偿量,该中心位置坐标分别为:保持于上述支承部件的基准位置的上述圆盘状衬底的上述中心位置坐标;在制造步骤中运送的产生错位的上述圆盘状衬底的上述中心位置坐标,由此,可计算运送机器人的补偿量。

[0029] 还有,本发明的技术涉及一种位置检测方法,该方法通过上述位置检测装置而进行,该方法检测保持于可沿规定的轨道上而移动的支承部件上的圆盘状衬底的位置,该位置检测方法由下述步骤构成,该下述步骤包括:

[0030] 摄像步骤,在该步骤中,在保持上述圆盘状衬底的支承部件位于规定的监视位置时,通过1台摄像机,对圆盘状衬底的周缘部进行摄像;

[0031] 边缘抽取步骤,在该步骤中,从通过上述摄像机拍摄的上述圆盘状衬底的周缘部的摄像数据中,抽取上述圆盘状衬底的边缘;

[0032] 坐标检测步骤,在该步骤中,根据通过上述边缘抽取步骤抽取的边缘数据,检测上述圆盘状衬底的中心位置坐标。

[0033] 另外,如果上述摄像步骤仅仅对上述圆盘状衬底的周缘部分的一部分进行摄像,由于与对整体进行摄像的场合相比较,可增加单位面积的单元(cell)的数量,故坐标检测的精度提高。

[0034] 此外,上述坐标检测步骤根据上述边缘数据上的两个点的坐标和上述圆盘状衬底的半径,检测上述圆盘状物的中心位置坐标,由此,可通过对圆盘状衬底的周缘部的一部分进行摄像,检测中心位置坐标。

[0035] 还有,上述坐标检测步骤根据上述边缘数据上的两个点的坐标和上述圆盘状衬底的半径,制作分别以上述半径为一边的两个直角等腰三角形,根据勾股定理,检测上述圆盘状衬底的上述中心位置坐标,由此,可正确地计算中心位置坐标。

[0036] 再有,上述坐标检测步骤根据上述边缘数据上的3个点的坐标,检测上述圆盘状物的上述中心位置坐标,由此,可在不采用上述圆盘状物的半径的情况下,检测中心位置坐标,即使在半径处于未知的状态的情况下,仍可检测中心位置坐标。

[0037] 另外,上述坐标检测步骤可根据上述边缘数据上的3个点的坐标和上述圆盘状衬底的上述半径,制作分别以上述半径为一边的3个直角等腰三角形,根据勾股定理,计算上述圆盘状衬底的上述中心位置坐标。

[0038] 此外,位置检测方法还可包括补偿量计算步骤,该补偿量计算步骤中,计算下述中心位置坐标之间的X轴方向和Y轴方向的偏移量,以计算上述支承部件的补偿量,该中心位置坐标分别为:保持于上述支承部件的基准位置的上述圆盘状衬底的上述中心位置坐标;在制造步骤中运送的产生错位的上述圆盘状衬底的上述中心位置坐标,由此,可计算运送机器人的补偿量。

[0039] 还有,本发明的位置检测装置检测保持于支承部件上的圆盘状衬底的位置,该支承部件可沿规定的轨道上而移动,其特征在于,

[0040] 该位置检测装置包括:

[0041] 摄像机,其中,在单元 (cell) 设置于正交的XY坐标系中,在保持上述圆盘状衬底的上述支承部件位于规定的监视位置时,该摄像机按照下述方式,对圆盘状衬底的周缘部进行摄像,该方式为:直线 (U) 和上述圆盘状衬底的边缘交叉的交点 (C) 进入视野,该直线 (U) 通过上述圆盘状衬底的中心,为与Y轴平行的直线;

[0042] 边缘抽取部,该边缘抽取部从通过上述摄像机拍摄的上述圆盘状衬底的周缘部的摄像数据中,抽取上述交点 (C) 的Y轴坐标值,抽取下述地点的XY轴坐标,该地点位于在上述视野的范围内拍摄的上述圆盘状衬底的边缘上,与上述交点 (C) 离开的任意位置;

[0043] 坐标检测部,该坐标检测部根据通过上述边缘抽取部而抽取的交点 (C) 的Y轴坐标值和位于任意位置的地点的XY轴坐标,检测上述圆盘状衬底的中心位置坐标。

[0044] 发明的效果

[0045] 按照本发明,可通过借助1台摄像机,以对圆盘状衬底进行摄像的方式,检测该圆盘状衬底的中心位置坐标。另外,由于可通过对圆盘状衬底的周缘部的一部分进行摄像,检测中心位置坐标,故可增加单位面积的单元 (cell) 的数量,这样可进行更加正确的位置坐标的检测。另外,由于即使通过分辨率较低的摄像机,仍获得高的检测精度,故高分辨率的摄像机是不需要的,还有助于成本的削减。

附图说明

[0046] 图1为表示具有本发明的位置检测装置的半导体制造系统的立体图;

[0047] 图2为表示具有本发明的位置检测装置的半导体制造系统的俯视图;

[0048] 图3为表示本实施例的运送室16和真空运送机器人的俯视图;

[0049] 图4为表示作为本实施例的支承部件的机械手指的图;

[0050] 图5为本实施例的半导体晶圆的位置检测的说明图;

[0051] 图6为表示本发明的位置检测装置的结构方框图;

[0052] 图7为表示本实施例的摄像机拍摄的半导体晶圆的顶点附近的图;

[0053] 图8为表示本发明的第1和第2错位量检测方法的基本内容的图;

[0054] 图9为表示本发明的第1和第2错位量检测方法的基本内容的图;

[0055] 图10为表示本发明的第3错位量检测方法的基本内容的图;

[0056] 图11为表示本发明的第3错位量检测方法的基本内容的图;

[0057] 图12为表示本发明的第4错位量检测方法的基本内容的图;

[0058] 图13为表示添加照明装置42的位置检测装置29的图;

[0059] 图14为表示已拍摄的晶圆标记43和对准标记44的图。

具体实施方式

[0060] 下面参照附图,对本发明的实施方式进行具体说明。图1为表示具有本发明的位置检测装置29的半导体制造系统1的外观结构的立体图。图2为其顶视图。一般,半导体制造系统1由设备前端模块 (EFEM-Equipment Front End Module) 2与处理装置3构成,该EFEM 2将从前一步骤,接纳于称为前开口统一舱 (FOUP-Front-Opening Unified Pod) 4的密闭容器内部的货架层上而运送的半导体晶圆5的圆盘状衬底正确地装载于加载锁定室6,该处理装置3对半导体晶圆5的表面,进行各种处理。

[0061] EFEM 2为在FOUP 4和处理装置3之间,进行半导体晶圆5的转交的装置,其由加载口7、大气运送机器人9、与称为对准器10的装置构成,该加载口7装载FOUP 4,使FOUP 4的门开闭,该大气运送机器人9通过机械手指8而保持接纳于FOUP 4的内部的半导体晶圆5,将该晶圆5通过规定的通路,运送给处理装置3,该对准器10识别半导体晶圆5的中心位置的对准和形成于半导体晶圆5上的槽、主定位边,进行半导体晶圆5的旋转方向的对位。对准器10包括线传感器和旋转机构,该线传感器检测半导体晶圆5的周缘部分,该旋转机构保持半导体晶圆5,调整其旋转角度,进行形成于半导体晶圆5的周缘上的槽、主定位边的旋转方向的定位,将半导体晶圆5的中心位置对准于适合的位置。

[0062] 大气运送机器人9包括运送臂11,该运送臂11具有保持半导体晶圆5的机械手指8,并且按照进行伸屈、旋转和升降动作的方式构成,可在FOUP 4和对准器10与处理装置3之间,进行半导体晶圆5的转交。该加载口7、对准器10和大气运送机器人9的各轴的动作通过设置于EFEM 2内部的控制部12而控制。控制部12预先存储大气运送机器人9访问时的坐标数据、通路数据等,将动作命令输出给大气运送机器人9的各动作轴。另外,控制部12根据对准器10的线传感器检测到的半导体晶圆5的周缘的数据,对半导体晶圆5的槽位置和中心位置进行运算,按照槽位置为规定的方向的方式使半导体晶圆5定向,按照中心位置对准于适合的位置的方式对对准器10发出指示。

[0063] 另外,大气运送机器人9保持而运送半导体晶圆5的空间的四方通过由支架和外罩构成的分隔部13而覆盖,在分隔部13的顶板部分,设置风扇过滤单元(FFU-Fun Filter Unit)14。由于FFU 14借助风扇而将从外部导入的空气通过过滤器过滤、作为清洁的向下的层流而供给到EFEM 2的内部,故通过从该FFU 14而供给的清洁空气的下游,EFEM 2内部平时维持在清洁的环境中。

[0064] 在处理装置3中,设有:设置真空运送机器人15的运送室16;设置于运送室16的周围,对半导体晶圆5,进行各种处理的处理室17;用于相对外部的半导体晶圆5的送入、送出的装载锁定室6;将运送室16和装载锁定室6和处理室17维持在真空环境或低氧气氛的在图中没有示出的环境维持机构。在运送室16和处理室17之间,以及在运送室16和各装载锁定室6之间,分别设置可开闭的门阀18,可以气密方式将各室密封。另外,通过使这些门阀18进行打开动作,各室之间连通。另外,关于门阀18,具有下述的限制,即,为了确保各室的真空环境或低氧气氛,无法同时地打开两个以上的门阀18。即,在打开某门阀18时,必须要求另一门阀18处于完全关闭的状态,如果该打开的门阀18没有处于完全关闭的状态,则无法打开另一门阀18。

[0065] 在本实施例的处理装置3中,运送室16为顶面看呈五边形的形状,在运送室16的中间部分,设置真空运送机器人15。真空运送机器人15比如,像图3所示的那样,为所谓的蛙腿臂(frog-leg-arm, フロッグレッグ)机器人,其中,包括:相同长度的两个第1臂19;第2臂20,该第2臂20的基端以可旋转的方式与相应的第1臂19的前端部连接;机械手指21,该机械手指21将半导体晶圆5支承于相应的第2臂20的前端。两个第1臂19的基端部在呈同轴状,可回转地叠摺的状态安装于运送室16的中间部,各第1臂19分别经由皮带和滑轮,与作为驱动源的在图中没有示出的电动机连接。通过该结构,真空运送机器人15通过相应的电动机于相反的方向的旋转,可将作为半导体晶圆5的支承部件的机械手指21以回转轴为中心而呈辐射状,并且直线地进退移动。另外,电动机于相同方向旋转,由此,可使真空运送机器人15进

行回转动作。此外,形成下述的结构,其中,作为驱动源的电动机采用步进电动机、伺服电动机的可控制旋转角度的类型,由此,可使机械手指21反复移动到预先给出的位置。

[0066] 控制真空运送机器人15的动作的机器人控制部35包括教导信息存储机构40,在该教导信息存储机构40的内部,存储与真空运送机器人15有关的预先教导的运送位置数据、动作速度数据等,通过来自上述计算机的动作指令,按照真空运送机器人15进行教导位置的访问的方式发出控制指令。

[0067] 为了防止半导体晶圆5因运送中的振动、离心力而掉落的情况,机械手指21中的支承半导体晶圆5的面为呈与周边部相比较,比半导体晶圆5的半径大出2、3mm的圆弧状而下凹的形状。该下凹的侧面按照下述方式,在伴随从装载半导体晶圆5的面到达顶面的进行,半径增加的方向倾斜而形成,该方式为:即使在于转交时,半导体晶圆5稍稍错位的情况下,其仍可装载于机械手指21上。通过该倾斜,将抬起的半导体晶圆5自动地导向到机械手指21的装载面上。另外,为了进行半导体晶圆5的摄像,机械手指21的前端部分呈按照不遮挡来自透射照明装置27的透射光的方式以大于摄像机24的视野28的面积而切取的形状。在处理室17和装载锁定室6的内部,装载半导体晶圆5的装载台22设置于通过真空运送机器人15的臂体的伸长动作而可到达的位置。在装载台22上设置可升降的升降器,通过升降器的升降动作,进行装载于机械手指上的半导体晶圆5的转交。

[0068] 通过上述方案,通过大气运送机器人9,取出从前一步骤接纳于FOUP 4中的半导体晶圆5,在通过对准器10进行正确的定位和槽对位后,可以装载锁定室6为中继,转交给装载于处理装置3上的真空运送机器人15。然后,接收了半导体晶圆5的真空运送机器人15将半导体晶圆5运送到目标处理室17的装载台22,但是在这里,产生大的问题。即,通过真空运送机器人15,在运送中,半导体晶圆5受到振动或气体压力的变化等的影响,按照于机械手指21上横向滑动的方式以微小程度而产生错位。

[0069] 于是,在本实施例的半导体制造系统1中,在运送室16中设置用于观察内部的观察口23,经由观察口23,从运送室16的外部,通过1台摄像机24,对半导体晶圆5的周缘部分进行摄像,检测半导体晶圆5的位置。摄像机24不必要求拍摄在半导体晶圆5的全周的范围内的周缘部分,可仅仅拍摄半导体晶圆5的周缘部的一部分。另外,也不必要求放置于位置检测用的特别的装载台。

[0070] 下面对采用1台摄像机24的半导体晶圆5的中心位置检测处理进行说明。图5为运送室16中的半导体晶圆5的位置检测的说明图。摄像机24经由托架等的固定用具而固定于形成运送室16的部件的上方,设置用于观察内部的观察口23,在该观察口23中,经由密封件26而以气密方式安装石英玻璃等的透明的光透射部件25。同样在与该观察口23面对的运送室16的下方,设置观察口23。在该下方的观察口23中,安装透射照明装置27,可从下方对到达监视位置的半导体晶圆5的周缘部分进行照射。另外,最好,本实施例所采用的透射照明装置27具有大于摄像机24的视野的照明范围。

[0071] 在透射照明装置27中,光源广泛地采用荧光灯、LED、卤素灯的类型。另外,在透射照明装置27中,按照摄像机24的视野内的亮度不产生不均匀方式设置反射机构、透镜,通过反射机构,将从光源而照射的光反射到作为检测对象的半导体晶圆5侧,通过透镜,变换为与半导体晶圆5基本垂直的方向的平行光。另外,采用准直透镜等,使来自光源的光为平行这一点最好在细微的位置检测时进行。

[0072] 下面对位置检测装置29进行说明。图6为表示位置检测装置29的结构方框图。位置检测装置29由摄像机24、存储机构30、边缘抽取部31、与补偿量计算部32构成,该摄像机24拍摄半导体晶圆5的周缘部分而获取其数据,该存储机构30存储通过摄像机24获取的摄像数据,该边缘抽取部31从摄像数据进行周缘部分的边缘的抽取,该补偿量计算部32根据通过边缘抽取部31获得的数据,计算针对真空运送机器人15的位置数据的补偿量。另外,显示部38和输入机构39可连接,该显示部38显示通过摄像机24拍摄的图像,通过边缘抽取部31抽取的边缘数据的通过位置检测装置29处理的数据信息,该输入机构用于在位置检测装置29中输入手动的各种命令,进行图像的存储作业。具体来说,显示部38为具有液晶、有机EL、CRT的显示器的监视装置,输入机构39指键盘、鼠标、触摸面板等。

[0073] 摄像机24至少由成像元件33与光学透镜34构成,该光学透镜34接收来自透射照明装置27的透射光,使其成像于成像元件33上,摄像机24按照位于装载于真空运送机器人15的机械手指21上的半导体晶圆5的移动轨迹上的方式设置于运送室16的上部。成像元件33由CCD(电荷耦合器件,Charge Coupled Device)、CMOS(互补金属氧化物半导体 Complementary Metal Oxide Semiconductor)等的半导体器件构成,将通过光学透镜34成像的图像作为成像元件33的各元件的信号数据而发送给存储机构30。来自成像元件33的信号数据为成像元件33的各单元的输出信号,按照与设定于成像元件33的入射面上的坐标相关联的方式发送。

[0074] 存储机构30的作用在于存储从摄像机24送来的图像数据、通过后述的边缘抽取部31抽取的边缘的坐标数据、与通过补偿量计算部32计算的各半导体晶圆5的各自的补偿数据。另外,对应于来自边缘抽取部31的请求,将规定的图像数据发送给边缘抽取部31。

[0075] 边缘抽取部31在读取通过摄像机24送来的图像数据后,运行图像处理程序,进行半导体晶圆5的边缘抽取处理。进行边缘抽取处理的图像数据在下述部分,因光的强弱的不同,在成像元件33上产生明暗的差,该部分指在摄像机24的视野28中,来自透射照明装置27的光原样地射入成像元件33中的部分、与通过半导体晶圆5遮挡,在作为影而射入的部分。于是,可通过抽取获取到成像元件33中的图像数据中的明暗的值急剧地变化的部分,抽取相当于半导体晶圆5的边缘的坐标数据。在这里,已抽取的坐标数据发送给坐标检测部41和存储机构30,存储于其内部。

[0076] 坐标检测部41根据通过边缘抽取部31抽取的边缘数据,通过在下面给出的方法,检测边缘上的坐标和中心位置的坐标。在这里已检测的坐标数据和偏移量的数据发送给补偿量计算部32。补偿量计算部32计算目标半导体晶圆5的偏移量,根据该已计算的偏移量,于抵消偏移的方向,将使机械手指21移动的补偿数据与预先教导的运送位置相加,然后按照使真空运送机器人15动作的方式将补偿数据发送给机器人控制部35。机器人控制部35将从补偿量计算部32接收的补偿数据与存储于教导信息存储机构40中的运送位置数据相加,进行作为新的运送位置数据的补偿,使真空运送机器人15动作,直至到已补偿的位置。

[0077] 下面对摄像机24的半导体晶圆5的位置检测方法进行说明。图7为通过摄像机24拍摄的半导体晶圆5的周缘部图像。在本实施例的摄像机24中,将构成图7的成像元件33的各单元(ce11)的横向的并行方向规定为X轴,将与X轴相垂直的纵向的并行方向规定为Y轴,在成像元件33的各单元(ce11)中,分配各自的XY坐标。本实施例所采用的摄像机24的拍摄半导体晶圆5的视野28于X轴方向而按照64毫米而设定,在Y轴方向而按照48毫米而设定。如果

按照作为单元 (cell) 的最小单位的点 (dot) 而对其进行换算, 则于X轴方向而设置1600点, 于Y轴方向而设置1200点的单元 (cell)。即, 可针对半导体晶圆5的周缘部分, 进行1点尺寸的4微米等级的边缘的抽取, 与半导体晶圆5的中心位置的检测。

[0078] 另外, 在本实施例中, 半导体晶圆5装载于机械手指21上, 从图7的下方朝向上方, 沿与Y轴平行的轨迹, 相对设置于图的上方的目的位置而往复移动。在这里, 为了在成像元件33的坐标上检测半导体晶圆5的移动方向的顶点, 即, 最接近目的位置的地点的坐标, 通过比较邻接的各个单元 (cell) 的摄像的浓淡, 检测顶点的X轴坐标和Y轴坐标, 但是, 关于Y轴方向, 于纵向而邻接的各元件单位的浓淡的差明确, 可容易识别, 而关于X轴方向, 于横向而邻接的各元件单位的浓淡的差明确地识别这一点是非常困难的。

[0079] 图7以示意方式表示半导体晶圆5的顶点附近的各点和半导体晶圆5的边缘的关系, 而相对半导体晶圆5的周缘部分的边缘, 于X轴方向而对齐的各单元 (cell) 位于与目标边缘相切的位置, 难以产生邻接的单元 (cell) 之间的浓淡的差。在该场合, 邻接的单元 (cell) 之间的浓淡的程度为基本相同的值, 无法检测单元 (cell) 单位的位置, X轴方向的检测位置将与X轴方向平行的细长的线状的坐标作为顶点而检测。

[0080] 于是, 通过下述的方法, 检测运送中的半导体晶圆5的X轴方向和Y轴方向的正确的位置偏差量。图8~图11为表示半导体晶圆5的错位量检测的大致内容的说明图。

[0081] 首先, 进行装载于基准位置的半导体晶圆5的摄像, 该基准位置为构成进行错位量检测时的基准、不产生错位量的位置。在真空运送机器人15所具有的机械手指21上的设计上的最适合位置采用夹具等, 装载构成基准的半导体晶圆5。然后, 使真空运送机器人15动作、按照半导体晶圆5的移动轨迹上的前端部分位于摄像机24的视野28内部的方式, 使真空运送机器人15动作, 直至监视位置。在到达规定的监视位置的场合, 暂时停止真空运送机器人15的动作, 对半导体晶圆5的周缘部分进行摄像。已拍摄的图像作为基准圆36的图像数据而发送给存储机构30, 存储于其内部。另外, 对于构成基准的图像数据, 也可替换实际物品的半导体晶圆5, 而采用具有与半导体晶圆5相同的圆弧的夹具等。另外, 在本实施例中, 于摄像时, 暂时使真空运送机器人15停止, 但是为了提高通过量, 也可通过真空运送机器人15对半导体晶圆5进行摄像。

[0082] 在这里, 图像数据发送给边缘抽取部31, 抽取周缘部分的边缘。接着, 坐标检测部41根据在边缘抽取部31中所要求的边缘数据, 与已知的半导体晶圆5的半径, 求出设置于基准位置的作为半导体晶圆5的基准圆36的中心坐标。为了求出中心坐标, 可从通过边缘抽取部31而抽取的边缘数据中, 抽取圆周上的顶点位置的Y轴坐标值、与任意的两个点, 根据与该两个点有关的坐标数据和半导体晶圆5的半径而求出。下面对其检测流程进行说明。

[0083] (第1错位量检测方法)

[0084] 图8为表示基准圆36和视野28的位置关系的说明图。基准圆36以模拟方式表示位置检测中的半导体晶圆5的整体像, 视野28表示通过摄像机24拍摄的摄像范围, 视野28的图面视左下地点为原点。首先, 指定通过边缘抽取处理抽取的边缘上的任意的两个地点。已指定的两个地点在这里, 为地点A、地点B, 地点A的视野28内的XY为 (X_1, Y_1) 、地点B的XY坐标为 (X_2, Y_2) 。接着, 引出与视野28的Y轴平行, 通过地点A的直线 X_1 , 和与Y轴平行, 引出地点B的直线 X_2 。另外, 基准圆36的中心点为 O_1 , 其XY坐标为 (a, b) 。接着, 拉动通过基准圆36的中心点 O_1 , 与视野28的X轴平行的直线R, 直线R和直线 X_1 的交点为D, 直线R和直线 X_2 的交点为E。

在这里,交点D的XY坐标系的位置为(X1,b),交点E的XY坐标系的位置为(X2,b)。其结果是,在基准圆36上形成两个直角三角形 α 和 β ,该直角三角形 α 和 β 的相应的边A-01、B-01为与基准圆36的半径r相同的长度。由于上述情况,关于直角三角形 α ,

$$[0085] \quad (X1-a)^2 + (Y1-b)^2 = r^2 \quad \dots\dots (1)$$

[0086] 成立,关于直角三角形 β ,

$$[0087] \quad (X2-a)^2 + (Y2-b)^2 = r^2 \quad \dots\dots (2)$$

[0088] 成立。

[0089] 另外,引出通过基准圆36的中心点01与Y轴平行的直线U,该直线U和基准圆36的边缘的视野28内的交点为地点C。该地点C的视野28内的XY坐标为(a,Y3)。在这里,由于作为基准圆36而描绘的半导体晶圆5装载于机械手指21上,与Y轴平行移动,地点C可称为最接近目的地的顶点。关于该地点C中的作为Y坐标的Y3的坐标位置为通过位置检测装置39而检测的值,而关于X坐标的a,由于只能辨认不清楚的摄像,故为不清楚的值。由于作为地点A的XY坐标的X1、Y1、以及作为地点B的XY坐标的X2、Y2的值为可通过位置检测装置29而检测的值,故中心点01的Y坐标b可作为

$$[0090] \quad b = Y3 - r \quad \dots\dots (3)$$

[0091] 而计算。另外,半径r为运输时的半导体晶圆5的半径,为已知的值。

[0092] 接着,在下面对中心点01的X坐标a的计算方法进行说明。首先,如果为式(1)~(2),为下述的式。

$$[0093] \quad (X1-a)^2 - (X2-a)^2 + (Y1-b)^2 - (Y2-b)^2 = 0 \quad \dots\dots (4)$$

[0094] 如果将该式(4)展开,则得到:

$$[0095] \quad X1^2 - X2^2 + Y1^2 - Y2^2 - 2(X1 - X2)a - 2(Y1 - Y2)b = 0 \quad \dots\dots (5)$$

[0096] 如果按照计算a的计算式而整理,则得到:

$$[0097] \quad a = \{X1^2 - X2^2 + Y1^2 - Y2^2 - 2(Y1 - Y2)b\} / 2(X1 - X2) \quad \dots\dots (6)$$

[0098] 如上所述,由于a以外的值为已检测的坐标上的值,故可根据上述计算式,计算中心点01的X坐标的值a。在这里计算的基准圆36的中心点01的坐标(a,b)发送给存储机构30,存储于其内部。

[0099] 如果基准圆36的检测结束,则位置检测装置29将该中心位置01的坐标(a,b)作为基准位置,抽取在实际的制造步骤中运送的半导体晶圆5的边缘,进行偏移量的检测。在进行该检测时,使机械手指21动作的各电动机的动作位置必须要求为与以抽取前述的基准圆36的监视位置相同的位置。检测从通过目标制造步骤运送的半导体晶圆5抽取的计量圆37的中心位置的方法按照与前述的式(1)~(6)所示的流程相同的流程而进行。

[0100] 图9为表示以模拟方式表示通过目标制造步骤运送的半导体晶圆5的计量圆37和视野28的位置的说明图。计量圆37的中心点02的视野28上的XY坐标在这里,为(c,d)。在这里,通过边缘抽取部31抽取的计量圆37的边缘与直线X1、X2的交点为地点F,地点G,地点F的XY坐标为(X1,Y4),地点G的XY坐标为(X2,Y5)。接着,引出通过测量圆37的中心点02,与X轴平行的直线R',在这里,直线R'和直线X1的交点为J,直线R'和直线X2的交点为K。交点J的XY坐标为(X1,d),交点K的XY坐标为(X2,d),其结果是,在计量圆37上形成两个直角三角形 γ 和 δ 。该直角三角形 γ 、 δ 的各自的边F-02、G-02为与计量圆37的半径r相同的长度,根据上述情况,针对直角三角形 γ ,下述式

[0101] $(X1-c)^2 + (Y4-d)^2 = r^2 \quad \dots\dots (7)$

[0102] 成立,针对直角三角形 δ ,下述式

[0103] $(X2-c)^2 + (Y5-d)^2 = r^2 \quad \dots\dots (8)$

[0104] 成立。

[0105] 另外,与基准圆36相同,同样对于计量圆37,通过中心点O2,与Y轴平行的直线U'和计量圆37的边缘的视野28内的交点为地点H,该地点H的XY坐标为(c, Y6)。在这里,由于与基准圆36相同,测量圆37也放置于机械手指21上,与Y轴平行地朝向画面上方而移动,故地点H可称为最接近目的地的顶点。作为该地点H的Y坐标的Y6的位置为可通过位置检测装置29检测的值。但是,关于X坐标c,由于只识别不清楚的摄像,故为不清楚的值。另外,由于地点F的XY坐标的(X1, Y4),以及地点G的XY坐标的(X2, Y5)的值均为通过位置检测装置29检测的值,故中心点O2的Y坐标d可作为下述式:

[0106] $d = Y6 - r \quad \dots\dots (9)$

[0107] 而计算。另外,由于半径r为运送时的半导体晶圆5的半径,故其为已知的值。

[0108] 接着,中心点O2的X坐标c的计算方法像下述那样。如果为式(7)一式(8),则结果为:

[0109] $(X1-c)^2 - (X2-c)^2 + (Y4-d)^2 - (Y5-d)^2 = 0 \quad \dots\dots (10)$

[0110] 如果将该式(4)展开,则结果为:

[0111] $X1^2 - X2^2 + Y4^2 - Y5^2 - 2(X1 - X2)c - 2(Y4 - Y5)d = 0 \quad \dots\dots (11)$

[0112] 如果将式(11)整理为计算c的计算式,则得到:

[0113] $c = \{X1^2 - X2^2 + Y4^2 - Y5^2 - 2(Y4 - Y5)d\} / 2(X1 - X2) \quad \dots\dots (12)$

[0114] 由于X坐标c以外的值为已检测的坐标上的值,故可根据上述计算式,计算中心点O2的X坐标c。在这里计算的计量圆37的中心点O2的坐标(c, d)发送给存储机构30,存储于其内部。

[0115] 接着,补偿量计算部32对在这里而计算的坐标(c, d)相对于基准圆36的中心点O1的坐标(a, b),在XY坐标上,是否于X轴方向和Y轴方向偏移的情况进行数值化处理。根据在这里经过数值化处理的偏移量,补偿量计算机构32按照可于抵消错位量的方向使真空运送机器人15的机械手指21动作的方式求出作为驱动源的各驱动电动机的旋转角度的补偿量。接收了关于该已补偿的各驱动电动机的旋转角度的数据的机器人控制部35按照已补偿的数据,使真空运送机器人15动作。

[0116] 以上为第1补偿量计算方法的说明。在这里,作为应注意的事宜是,为了进行形成于半导体晶圆5上的槽、主定位边的定位而形成的缺口部分的存在。如前面所述,接纳于FOUP 4中且从前一步骤而运送来的半导体晶圆5通过设置于EFEM 2中的对准器10,进行槽、主定位边的对位处理。该槽、主定位边的对位处理按照全部的半导体晶圆5的槽或主定位边朝向相同方向的方式进行。由于该情况,摄像机24可按照视野28设定于不存在半导体晶圆5的槽、主定位边的位置的方式设置。或者,由于即使在槽存在于视野28的内部的情况下,仍可从摄像机24的图像,抽取槽,故在确定边缘上的地点时,可确定为不存在主定位边的位置。

[0117] (第2错位量检测方法)

[0118] 在前述的第1方法中,采用位于基准位置的半导体晶圆5(基准圆36)的顶点C的Y坐

标Y3,与实际上搭载于生产线上而运送的半导体晶圆5(计量圆37)的顶点H的Y坐标Y6,计算各中方点O1、O2的X坐标a、c。接着,对不采用各顶点C、H的Y坐标而计算中方点O1、O2的X坐标a、c的方法进行说明。附图采用在第1补偿量计算方法中所采用的图8、图9。

[0119] 首先,如果将针对前述的基准圆36的式(5)整理为计算中心点O1的Y坐标b的计算式,则得到下述的式(13)。

$$[0120] \quad b = \{-2(X1-X2)a + X1^2 - X2^2 + Y1^2 - Y2^2\} / 2(Y1-Y2) \quad \dots\dots (13)$$

[0121] 另外,如果将针对前述的计量圆37的式(11)整理为计算中方点O2的Y坐标d的计算式,则得到下述的式(14)。

$$[0122] \quad d = \{-2(X1-X2)c + X1^2 - X2^2 + Y4^2 - Y5^2\} / 2(Y4-Y5) \quad \dots\dots (14)$$

[0123] 在这里,将式(13)代入式(1)中,在展开的场合,得到下述的式(15):

[0124] (数学公式1)

$$[0125] \quad b = \{-2(X1-X2)a + X1^2 - X2^2 + Y1^2 - Y2^2\} / 2(Y1-Y2) \quad \dots\dots (13)$$

[0126] 在这里,为了简化公式,则得到 $b = A \cdot a + B$ 。

$$[0127] \quad A = \frac{-(X1 - X2)}{(Y1 - Y2)}$$

$$[0128] \quad B = \frac{(X1^2 - X2^2 + Y1^2 - Y2^2)}{2(Y1 - Y2)}$$

[0129] 将其代入式(1)中,则得到:

$$[0130] \quad X1^2 - 2X1 \cdot a + a^2 + Y1^2 - 2Y1(A \cdot a + B) + (A \cdot a + B)^2 = r^2$$

[0131] ↓

$$[0132] \quad X1^2 - 2X1 \cdot a + a^2 + Y1^2 - 2Y1 \cdot A \cdot a - 2Y1 \cdot B + A^2 a^2 + 2A \cdot B \cdot a + B^2 - r^2 = 0$$

[0133] ↓

$$[0134] \quad A^2 \cdot a^2 + a^2 - 2X1 \cdot a - 2Y1 \cdot A \cdot a + 2A \cdot B \cdot a + X1^2 + Y1^2 - 2Y1 \cdot B + B^2 - r^2 = 0$$

[0135] ↓

$$[0136] \quad (A^2 + 1)a^2 - 2(X1 + Y1 \cdot A - A \cdot B)a + X1^2 + (Y1 - B)^2 - r^2 = 0$$

[0137] 通过解的公式,得到:

$$[0138] \quad a = \frac{(X1 + Y1 \cdot A - A \cdot B) \pm \sqrt{(X1 + Y1 \cdot A - A \cdot B)^2 - (A^2 + 1)\{X1^2 + (Y1 - B)^2 - r^2\}}}{(A^2 + 1)} \quad \dots\dots (15)$$

[0139] 接着,将式(14)代入式(7)中,在展开的场合,得到下述的式(16)。

[0140] (数学公式2)

$$[0141] \quad d = \{-2(X1-X2)c + X1^2 - X2^2 + Y4^2 - Y5^2\} / 2(Y4-Y5) \quad \dots\dots (14)$$

[0142] 在这里,为了简化它,则得到 $b = A \cdot c + B$

$$[0143] \quad A = \frac{-(X1 - X2)}{(Y4 - Y5)}$$

$$[0144] \quad B = \frac{(X1^2 - X2^2 + Y4^2 - Y5^2)}{2(Y4 - Y5)}$$

[0145] 如果将其代入式(7)中,则得到:

$$[0146] \quad X1^2 - 2X1 \cdot c + c^2 + Y4^2 - 2Y4(A \cdot c + B) + (A \cdot c + B)^2 = r^2$$

[0147] ↓

$$[0148] \quad X1^2 - 2X1 \cdot c + c^2 + Y4^2 - 2Y4 \cdot A \cdot c - 2Y4 \cdot B + A^2 \cdot c^2 + 2A \cdot B \cdot c + B^2 - r^2 = 0$$

[0149] ↓

$$[0150] \quad A^2 \cdot c^2 + c^2 - 2X1 \cdot c - 2Y4 \cdot A \cdot c + 2A \cdot B \cdot c + X1^2 + Y4^2 - 2Y4 \cdot B + B^2 - r^2 = 0$$

[0151] ↓

$$[0152] \quad (A^2 + 1) c^2 - 2(X1 + Y4 \cdot A - A \cdot B) c + X1^2 + (Y4 - B)^2 - r^2 = 0$$

[0153] 通过解的公式,得到:

$$[0154] \quad c = \frac{(X1 + Y4 \cdot A - A \cdot B) \pm \sqrt{(X1 + Y4 \cdot A - A \cdot B)^2 - (A^2 + 1)(X1^2 + (Y4 - B)^2 - r^2)}}{(A^2 + 1)} \quad \dots\dots (16)$$

[0155] 可通过以上的式(15)和式(16),根据边缘上的地点A、B、F、G的XY坐标,计算基准圆36和计量圆37的各中心点O1、O2的X轴坐标a、c。另外,在根据式(15)、式(16)计算的值中存在平方根。关于它,根据Y1和Y2的值的的大小,确定采用正、负的数值中的哪个。即,可通过在Y1的值小于Y2的值的场合,采用正的值,在Y1的值大于Y2的值的场合,采用负的值的方式,计算正规的中心点的位置。另外,在Y1和Y2的值相同的场合,最好,重新设定直线X1或X2。在这里,由于各中心点O1、O2的Y轴坐标b、d可通过上述式(13)和式(14)而计算,故可求出各中心点O1、O2的坐标。接着,由于关于计算计量圆37相对基准圆36的XY坐标系的偏移量,根据该偏移量,对真空运送机器人15的动作进行补偿的流程,如前面所述,故予以省略。

[0156] 在上面说明的两个计算方法中,将半导体晶圆5的半径r作为已知的值而输入,下面对不必须要求半径r的值的计算方法进行说明。按照该计算方法,即使在发生所运送的半导体晶圆5的半径尺寸的偏差的情况下,仍可正确地计算中心位置、与补偿量。图10、图11为表示第3补偿量计算方法的大致内容的说明图。在第1、第2补偿量计算方法中,通过边缘抽取处理而抽取的边缘上的任意的地点为两个点,但是在该第3补偿量计算方法中,不但有该两个点,还于边缘上指定第3个任意的点L、N。

[0157] (第3错位量检测方法)

[0158] 下面对第3补偿量计算方法进行具体说明。首先,参照图10,对求出基准圆36的中心点O1的XY坐标(a,b)和半径r的方法进行说明。在从设置于基准位置的半导体晶圆5的图像中抽取的边缘上,不但包括在先已指定的地点A、地点B,还指定第3任意的地点。在这里,已指定的第3地点为地点L,地点L的视野28内的XY坐标为(X3、Y7)。在先已指出的地点A的视野28内的XY坐标为(X1、Y1),地点B的视野28内的XY坐标为(X2、Y2)。接着,拉动通过地点A而与视野28的Y轴平行的直线X1、与通过地点B而与视野28的Y轴平行的直线X2、以及通过地点L而与视野28的Y轴平行的直线X3。基准圆36的中心点为O1,其XY坐标为(a,b)这一点与前述的方法相同。然后,如果与上述的说明相同,直线R和直线X1的交点为D,直线R和直线X2的交点为E,直线R和直线X3的交点为M,则各交点D、E、M的XY坐标分别为(X1、b)、(X2、b)、(X3、b)。其结果是,在基准圆36上形成3个直角三角形α、β、ε,并且在这里,直角三角形ε的边L—O1也为与基准圆36的半径r相同的长度。根据上述情况,针对直角三角形α,式(1)成立,针对直角三角形β,式(2)成立,针对直角三角形ε,下述式

$$[0159] \quad (X3 - a)^2 + (Y7 - b)^2 = r^2 \quad \dots\dots (17)$$

[0160] 成立。

[0161] 在这里,如果从直角三角形α、β的关系式,作为式(1)一式(2)而展开,则得到式

(5),如果根据直角三角形 α 、 ϵ 的关系式,作为式(1)一式(17)而展开,则得到下述式(18):

$$[0162] \quad X1^2 - X3^2 + Y1^2 - Y7^2 - 2(X1 - X3)a - 2(Y1 - Y7)b = 0 \quad \dots\dots (18)$$

[0163] 在这里,通过根据式(5)和式(18),整理为求出a和b的一次方程式,由此,可得到式(19)、式(20),求出中心点O1的XY坐标(a、b)。另外,如果求出XY坐标(a、b),则可根据比如式(17),还求出基准圆36的半径r。

[0164] (数学公式3)

[0165] 根据式(5)、(18),定义用于求出a、b的代数

$$[0166] \quad A = 2(X1 - X2)$$

$$[0167] \quad B = X1^2 - X2^2 + Y1^2 - Y2^2$$

$$[0168] \quad C = 2(Y1 - Y2)$$

$$[0169] \quad D = 2(X1 - X3)$$

$$[0170] \quad E = X1^2 - X3^2 + Y1^2 - Y7^2$$

$$[0171] \quad F = 2(Y1 - Y7)$$

$$[0172] \quad \text{式(5)为 } B - A \cdot a - C \cdot b = 0, a = (B - C \cdot b) / A, b = (B - A \cdot a) / C$$

$$[0173] \quad \text{式(18)为 } E - D \cdot a - F \cdot b = 0, a = E - F \cdot b / D, b = (E - D \cdot a) / F$$

[0174] 根据上述式而求出a、b,

$$[0175] \quad a = \frac{CE - FB}{CD - FA}, \quad b = \frac{AE - DB}{AF - DC}$$

[0176] 如果将代数返回到原值,则得到:

$$[0177] \quad a = \frac{2(Y1 - Y2)(X1^2 - X3^2 + Y1^2 - Y7^2) - 2(Y1 - Y7)(X1^2 - X2^2 + Y1^2 - Y2^2)}{2(Y1 - Y2) \times 2(X1 - X3) - 2(X1 - X2) \times 2(Y1 - Y7)} \quad \dots\dots (19)$$

$$[0178] \quad b = \frac{2(X1 - X2)(X1^2 - X3^2 + Y1^2 - Y7^2) - 2(X1 - X3)(X1^2 - X2^2 + Y1^2 - Y2^2)}{2(X1 - X2) \times 2(Y1 - Y7) - 2(Y1 - Y2) \times 2(X1 - X3)} \quad \dots\dots (20)$$

[0179] 下面参照图11,形成求出计量圆37的中心点O2的XY坐标(c、d)的计算式。图11为在图9中追加了第3直线X3的说明图。同样在这里,与图10所示的基准圆36相同,第3直线X3和计量圆37的边缘的交叉的地点为地点N,该地点N的XY坐标系的位置为(X3、Y8)。接着,如果通过计量圆37的中心点O2,与视野28的X轴平行的直线R'和直线X1的交点为J,直线R'和直线X2的交点为K,直线R'和直线X3的交点为P,则各交点J、K、P的XY坐标分别为(X1、d)、(X2、d)、(X3、d)。其结果是,可在计量圆37上形成3个直角三角形 γ 、 δ 、Z,在这里,直角三角形Z的边N-O2也为与计量圆37的半径r相同的长度。根据上述情况,针对直角三角形 γ ,式(7)成立,针对直角三角形 δ ,式(8)成立,针对直角三角形Z,下述式

$$[0180] \quad (X3 - c)^2 + (Y8 - d)^2 = r^2 \quad \dots\dots (21)$$

[0181] 成立。

[0182] 在这里,如果根据上述式,作为式(7)一式(8)而展开,则得到式(22),如果作为式(8)一式(21)而展开,则得到式(23)。

$$[0183] \quad X1^2 - X2^2 + Y4^2 - Y5^2 - 2(X1 - X2)c - 2(Y4 - Y5)d = 0 \quad \dots\dots (22)$$

$$[0184] \quad X2^2 - X3^2 + Y5^2 - Y8^2 - 2(X2 - X3)c - 2(Y5 - Y8)d = 0 \quad \dots\dots (23)$$

[0185] 在这里,通过进行与通过前述的基准圆36而进行的计算相同的计算,得到式(24)、式(25),可求出计量圆37的中心点O2的XY坐标(c、d)。另外,如果求出该XY坐标(c、d),则计

量圆37的半径r可根据比如,式(21)而求出。

[0186] (数学公式4)

$$[0187] \quad c = \frac{2(Y4 - Y5)(X1^2 - X3^2 + Y4^2 - Y8^2) - 2(Y4 - Y8)(X1^2 - X3^2 + Y4^2 - Y5^2)}{2(Y4 - Y5) \times 2(X1 - X3) - 2(X1 - X2) \times 2(Y4 - Y8)} \quad \dots \dots (24)$$

$$[0188] \quad d = \frac{2(X1 - X2)(X1^2 - X3^2 + Y4^2 - Y8^2) - 2(X1 - X3)(X1^2 - X2^2 + Y4^2 - Y5^2)}{2(X1 - X2) \times 2(Y4 - Y8) - 2(Y4 - Y5) \times 2(X1 - X3)} \quad \dots \dots (25)$$

[0189] 于生产线上而运送的半导体晶圆5的X轴和Y轴方向的错位量Ax、Ay针对X轴方向,通过从计量圆37的中心点的X坐标c引出基准圆36的中心点的X轴坐标a的方式求出,针对Y轴方向,通过从计量圆37的中心点的Y坐标d,引出基准圆36的中心点的Y轴坐标b的方式求出。根据在这里求出的X轴Y轴方向的错位量,补偿量计算部32按照可在抵消错位量的方向,使真空运送机器人15的机械手指21进行补偿动作的方式,求出作为驱动源的各驱动电动机的旋转角度的补偿量。求出接收了该已补偿的各驱动电动机的旋转角度的数据的机器人控制部35按照已补偿的数据,使真空搬运机器人15动作。另外,在该第3补偿量计算方法中,由于还可计算各半导体晶圆5的半径的稍稍的差值,故还可将基准圆36的圆周上的点确定为基准位置,计算相对该点的补偿量。

[0190] (第4错位量检测方法)

[0191] 除了前述的方法以外,还具有作为根据视野28内的边缘上的3个点,求出圆的中心位置的方法,从圆周上的3个点中选择两个点,使连接该两个点的直线引出两条,针对该两条直线,相应的垂直二等分线的交点作为圆的中心点而一致,然后求解。图12为表示将基准圆36上的3个地点A、B、L中的两个地点A和B、B和L连接的直线的垂直二等分线的说明图。另外,关于基准圆36、计量圆37的各地点、直线,对于同一部分,采用同一标号。在这里,将地点A和B连接的直线A—B的垂直二等分线为S,直线A—B和S的交叉点为s。另外,将地点B和L连接的直线B—L的垂直二等分线为T,直线B—L和T的交叉点为t。另外,直线A—B、B—L的倾斜角度和中点通过坐标检测部41而检测。通过检测该直线A—B、B—L的倾斜度,还可检测与该直线A—B、B—L相垂直的垂直二等分线S和T的倾斜角度。在这里,垂直二等分线S和T的交点为基准圆36的中心点01。

[0192] 接着,如果点s和点t的坐标分别为(X5、Y9), (X6、Y10), 从与通过中心点01的X方向的坐标轴平行的直线R到直线S、T的角度分别为 θ_1 、 θ_2 , 则得到:

$$[0193] \quad Y9 - b = (X5 - a) \tan \theta_1 \quad \dots \dots (26)$$

$$[0194] \quad Y10 - b = (X6 - a) \tan \theta_2 \quad \dots \dots (27)$$

[0195] 如果为了消除b,得到式(26) — (27), 则得到:

$$[0196] \quad Y9 - Y10 = X5 \tan \theta_1 - X6 \tan \theta_2 - a \tan \theta_1 + a \tan \theta_2 \quad \dots \dots (28)$$

[0197] 中心点01的X坐标a通过下述式(29)而求出:

$$[0198] \quad a = (Y9 - Y10 - X5 \tan \theta_1 + X6 \tan \theta_2) / (\tan \theta_2 - \tan \theta_1) \quad \dots \dots (29)$$

[0199] 另外,关于b,比如,根据式(26),由下述式(30)而求出。

$$[0200] \quad b = Y9 - (X5 - a) \tan \theta_1 \quad \dots \dots (30)$$

[0201] 由于求出中心点01的坐标(a, b),基准圆36的半径r可通过式(1)、(2)、(15)中的任意者而求出。

[0202] 以上是求出基准圆36的中心坐标(a, b)的第4错位量检测方法的说明。由于同样对

于计量圆37的中心坐标(c、d)、半径r,可通过采用前述的方法,代入各坐标和角度的方式而求出,故错位量可简单地求出。另外,对于根据圆周上的3个点,求出中心位置的方法,显然,除了前述的方法以外,还包括比如采用矩阵的计算方法等的已知的计算方法。

[0203] 另外,根据情况,还考虑形成于半导体晶圆5中的槽位于前述的3条直线X1、X2、X3中的任意者上。在该场合,槽所在的直线的坐标除外,还可通过采用前述的两条直线X1、X2的中心位置的计算方法,求出中心。另外,还可采用4条直线,计算中心位置,根据各自的交点,计算中心位置,根据导出的结果,将适合的位置用作中心位置。此外,如果按照各直线之间的距离大于槽的宽度的方式设置,则可防止槽跨过两条直线而存在的情况,可计算正确的中心位置。另外,在边缘抽取部31、补偿量计算部32中追加槽的检测的功能,在没有槽的位置引出直线的这一点如果采用已有技术,也是充分可能的。

[0204] 以上,对根据通过1个摄像机24而拍摄的图像数据,计算半导体晶圆5的中心位置的方法和位置检测装置进行了说明,但是,还可在本发明的位置检测装置29中新追加照明装置42,从设置有摄像机24的方向,对半导体晶圆5的表面照射光,检测标记于半导体晶圆5的表面上晶圆标记43,对准标记44。晶圆标记43为采用激光等,形成于半导体晶圆5上的各自的识别记号,其用于在各处理步骤读取晶圆标记43,由此,进行半导体晶圆5的步骤管理。对准标记44为对准半导体晶圆5的圆周方向的朝向的记号,与晶圆标记43相同,通过激光等,形成于半导体晶圆5的表面上。

[0205] 图13为新追加照明装置42的位置检测装置29的图,图14为表示已拍摄的晶圆标记43和对准标记44的外观结构的图。照明装置42按照下述方式安装于运送室16中的与设置透射照明装置27的面相对面的摄像机24的附近,该方式为:可经由顶侧的观察孔23,从上方而照射半导体晶圆5的表面。通过照明装置42照射的晶圆标记43通过摄像机24拍摄,经过摄像的图像数据通过在图中未示出的读取机构,进行字符编码处理,存储于存储机构30中。在这里已存储的数据发送给管理半导体晶圆5的制造步骤的在图中未示出的计算机。

[0206] 另外,通过照明装置42照射的对准标记44在通过摄像机24拍摄后,发送给位置检测装置29的存储机构30,存储于其内部。已存储的对准标记44的图像数据通过在图中没有示出的对准标记坐标检测部,转换为视野28内的坐标数据,与预先存储于存储机构30中的设计上的最佳的对准标记44的坐标数据相比较,计算经过摄像的半导体晶圆5的圆周方向的错位量。另外,在读取该晶圆标记43、对准标记44时,最好来自设置于运送室16的底侧的透射照明装置27的光的照射中断。

[0207] 以上,根据实施例,对本发明进行了说明,但是,在上述实施例中,进行装载于真空运送机器人15上的半导体晶圆5的错位检测、晶圆标记43,对准标记44的检测,但是,本发明并不限于本实施例。比如,本发明还可适用于保持在大气运送机器人9上的半导体晶圆5。另外,除了半导体晶圆5以外,如果为圆盘状的工件,则可通过于本实施例中公开的方法进行错位检测、晶圆标记43、对准标记44的检测。

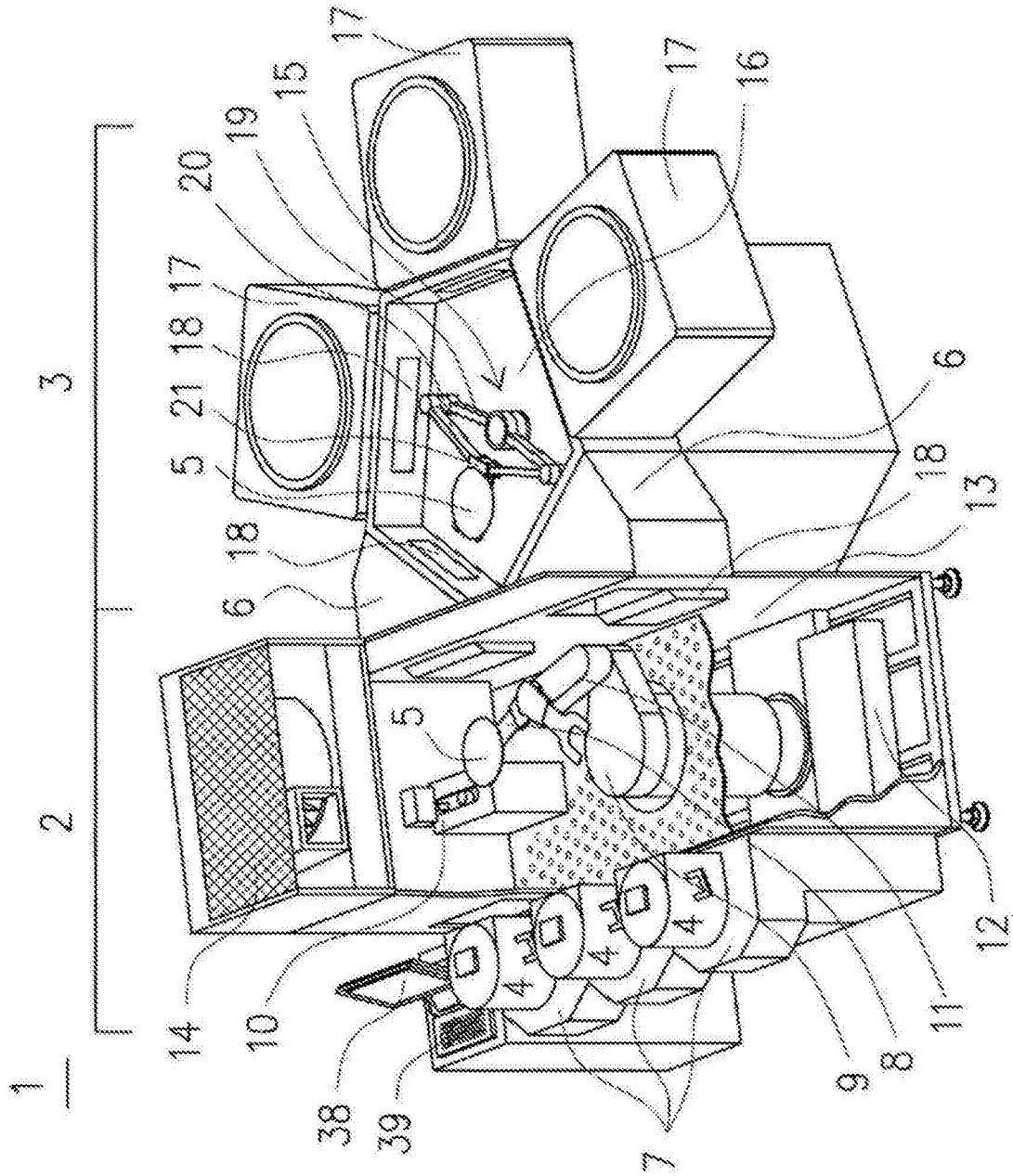


图1

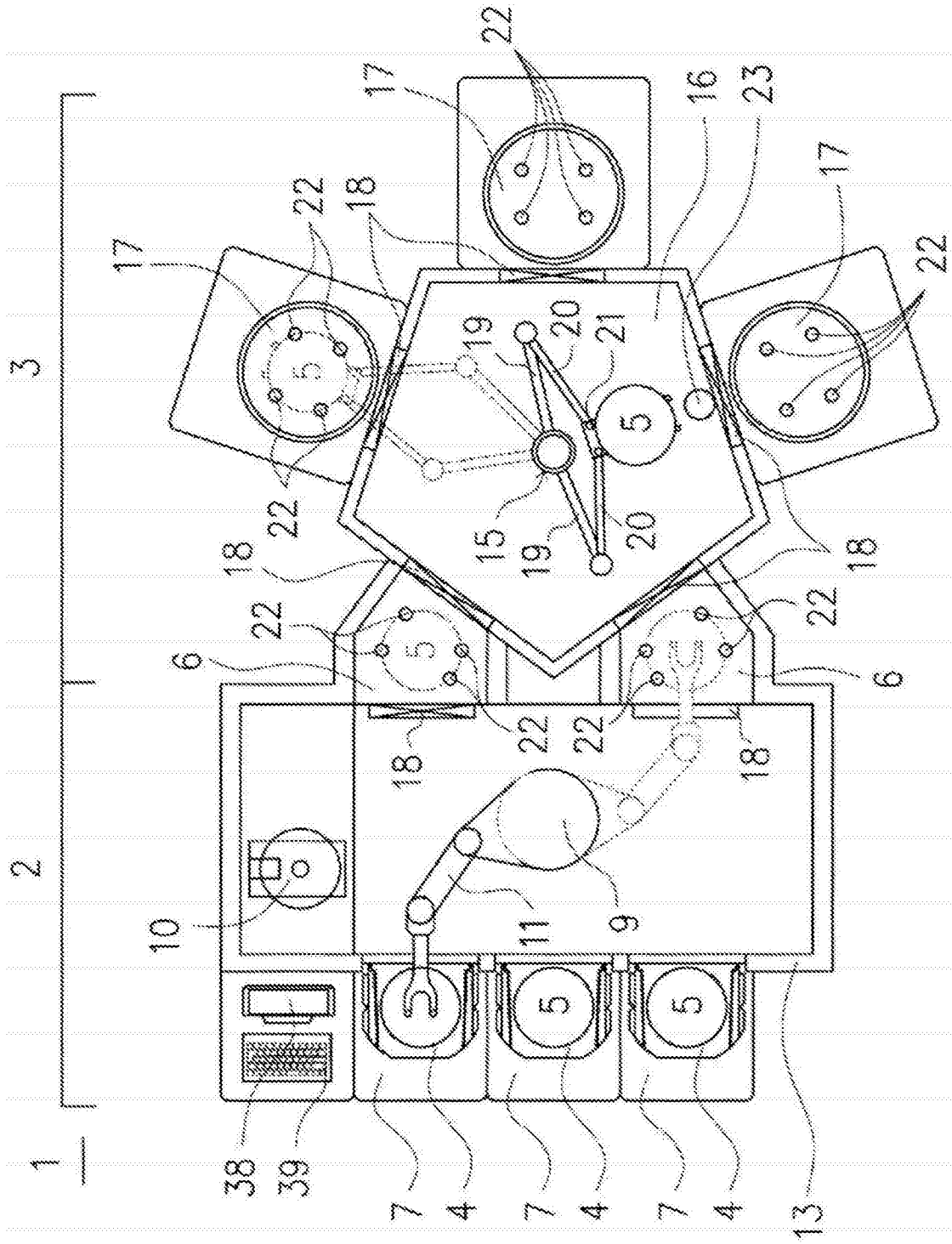


图2

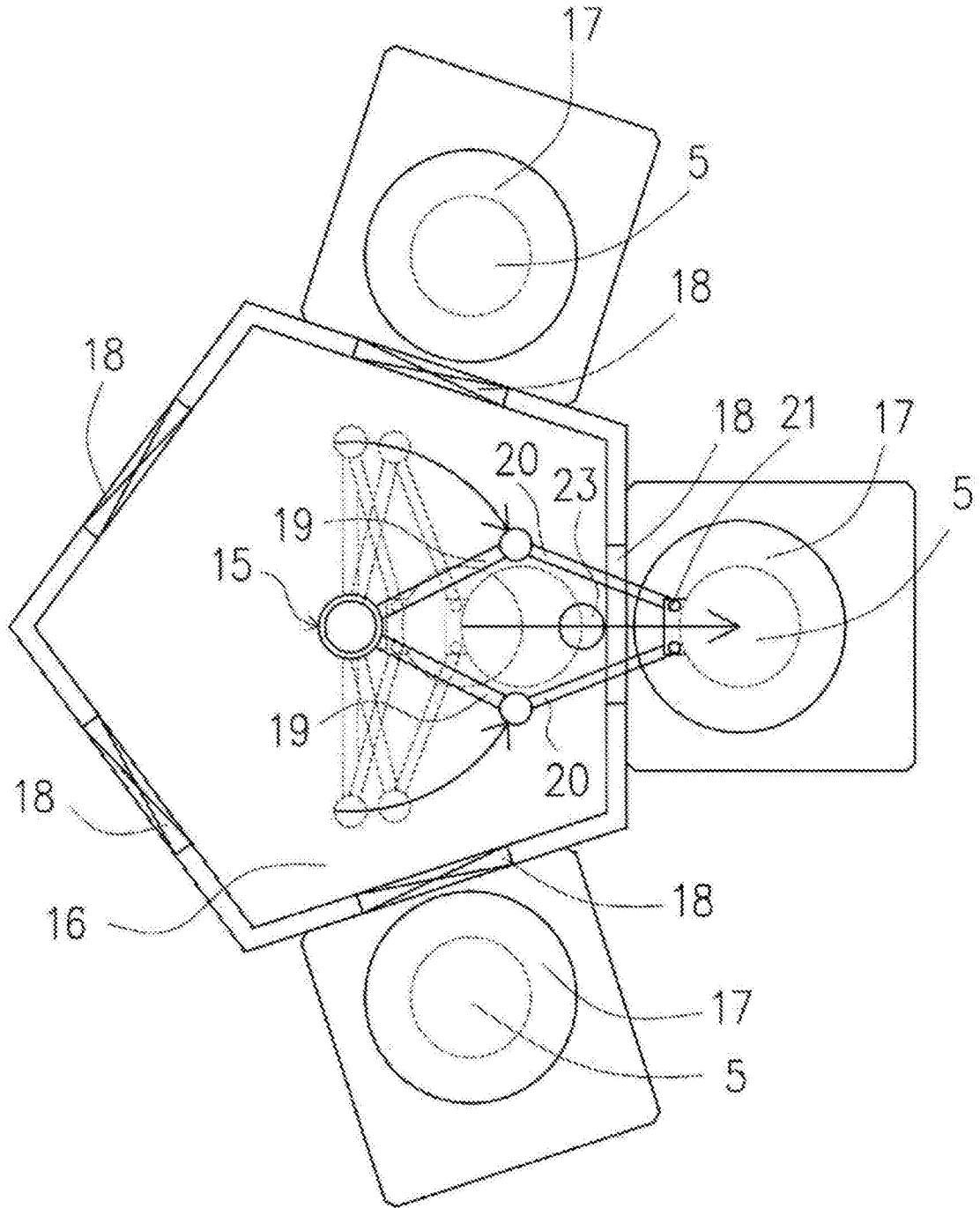


图3

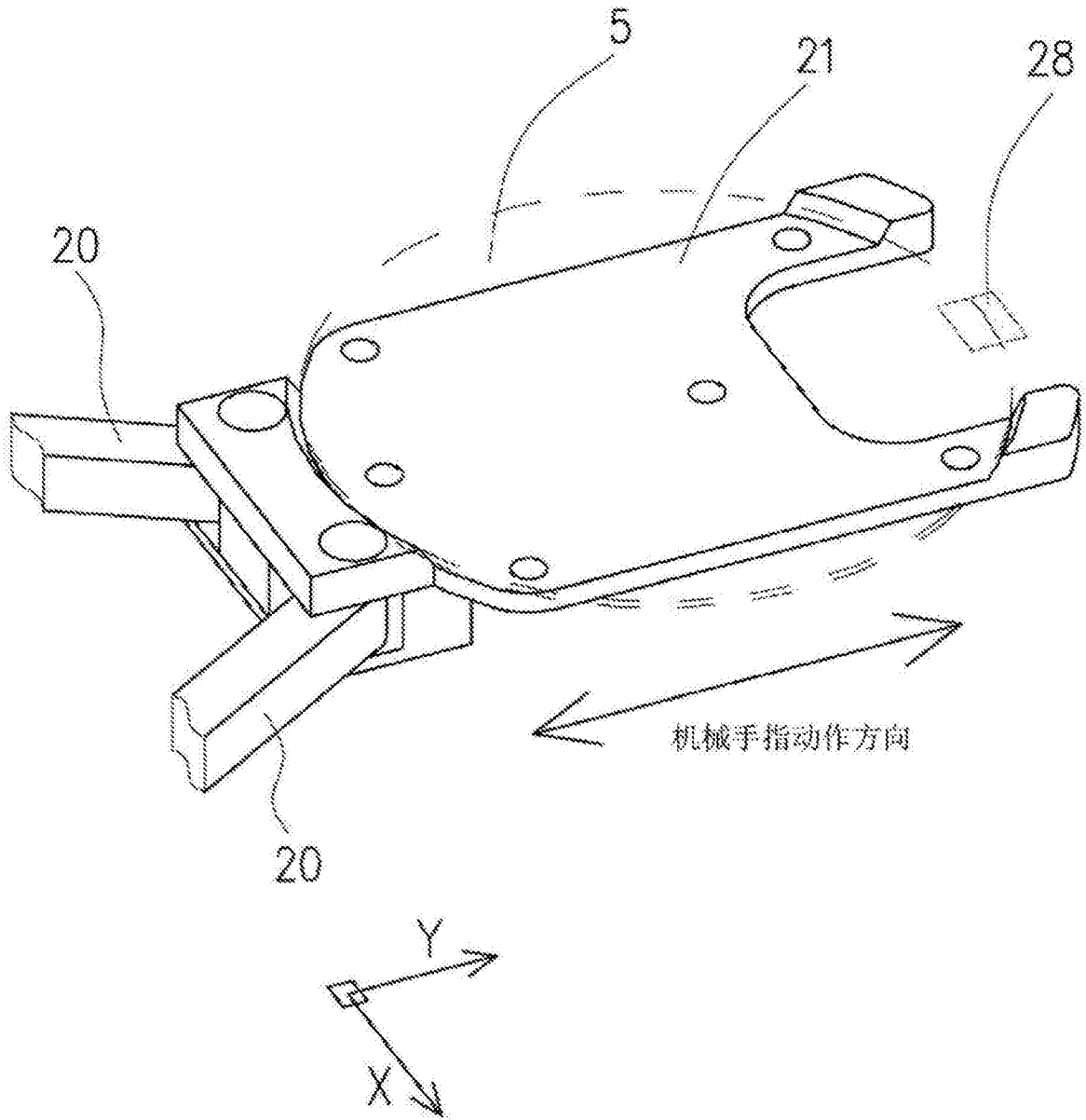


图4

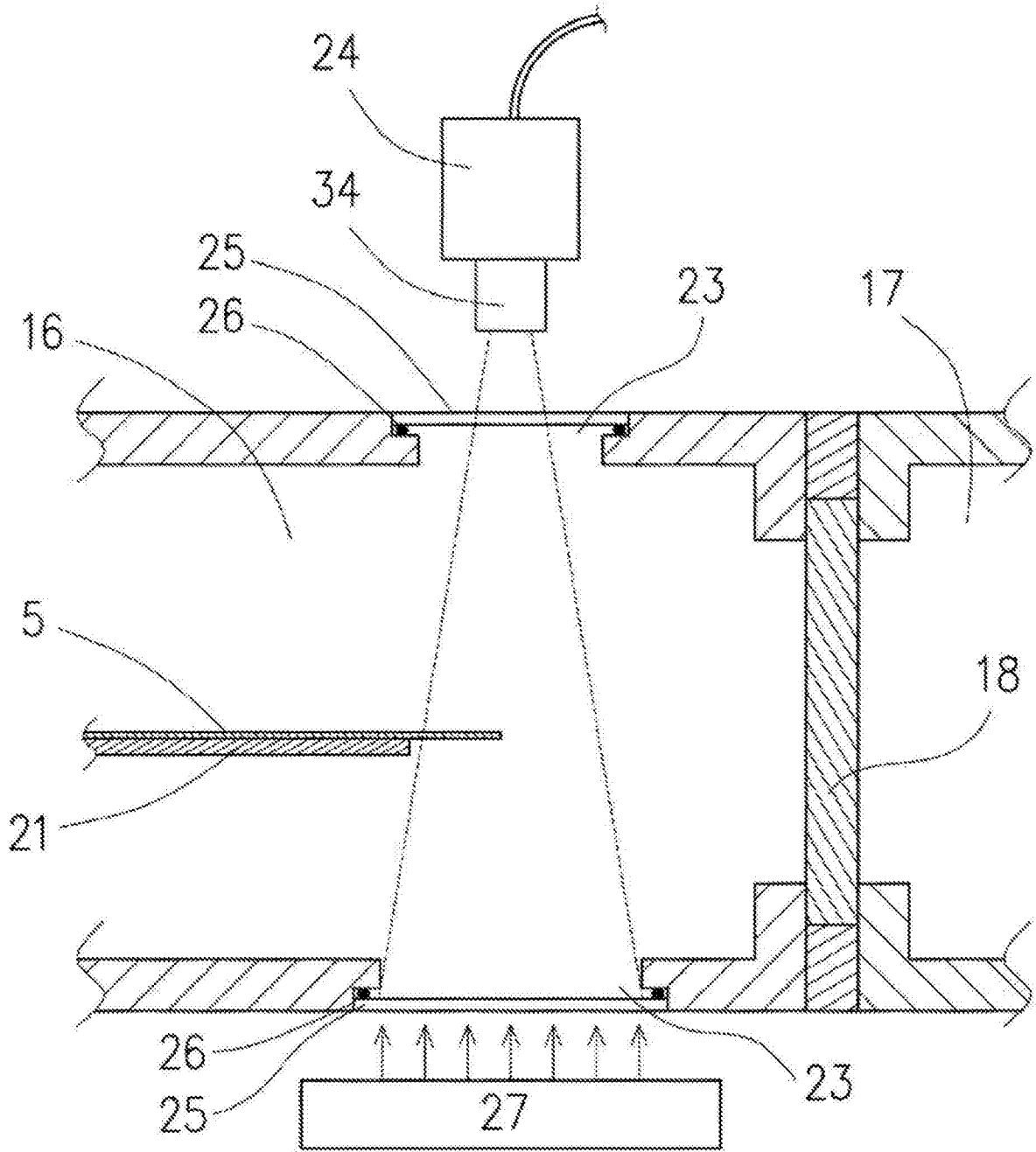


图5

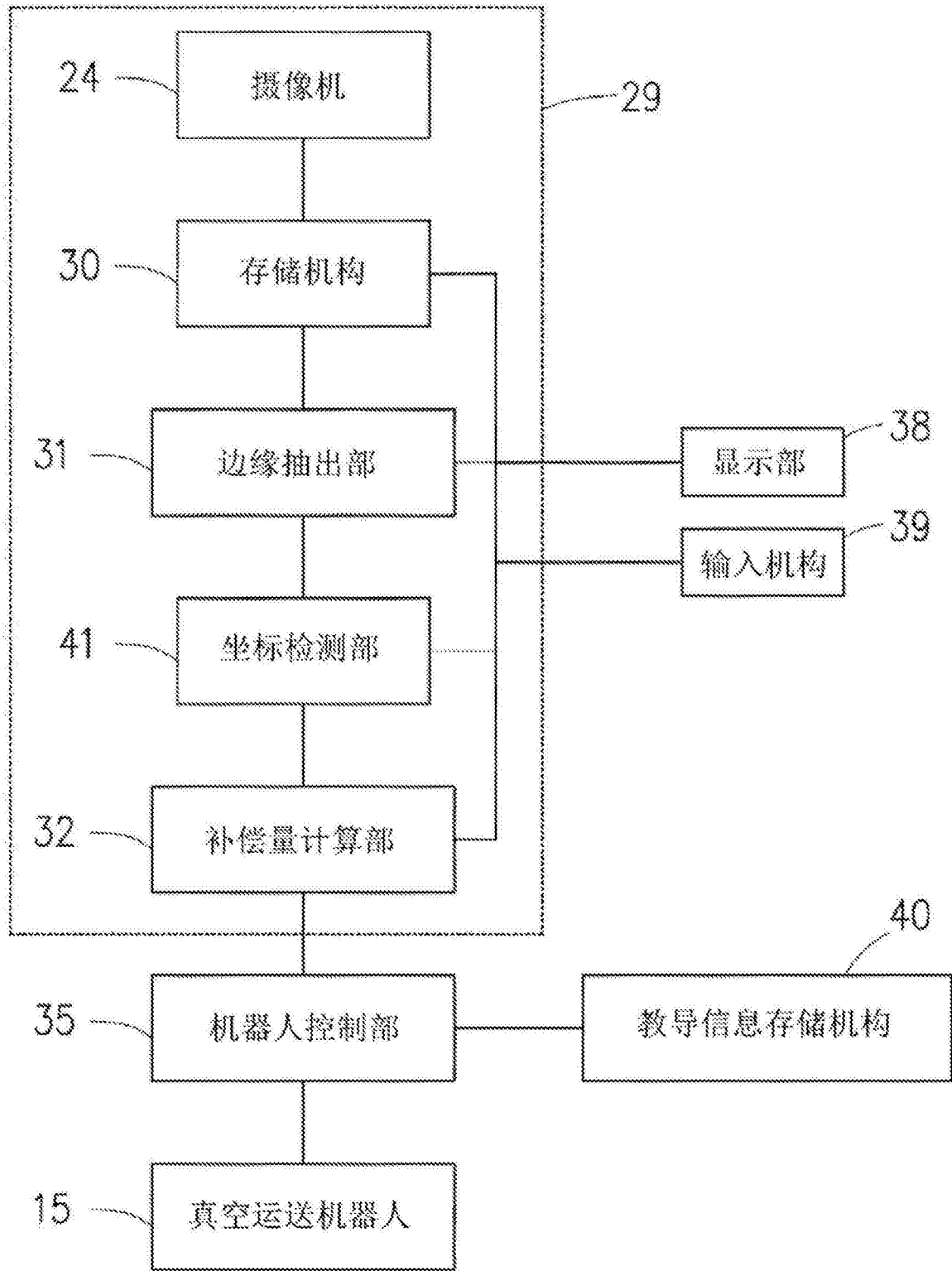


图6

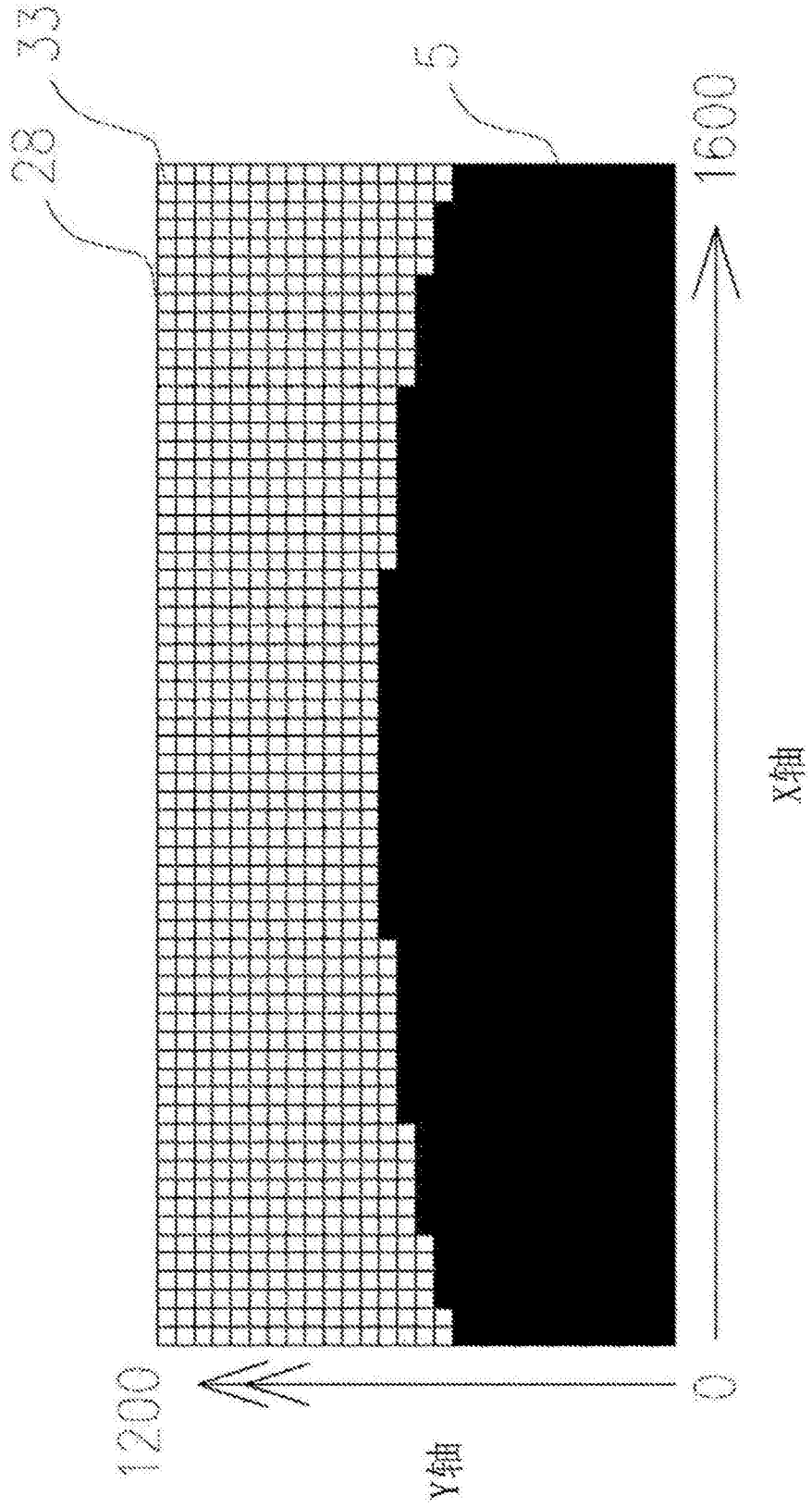


图7

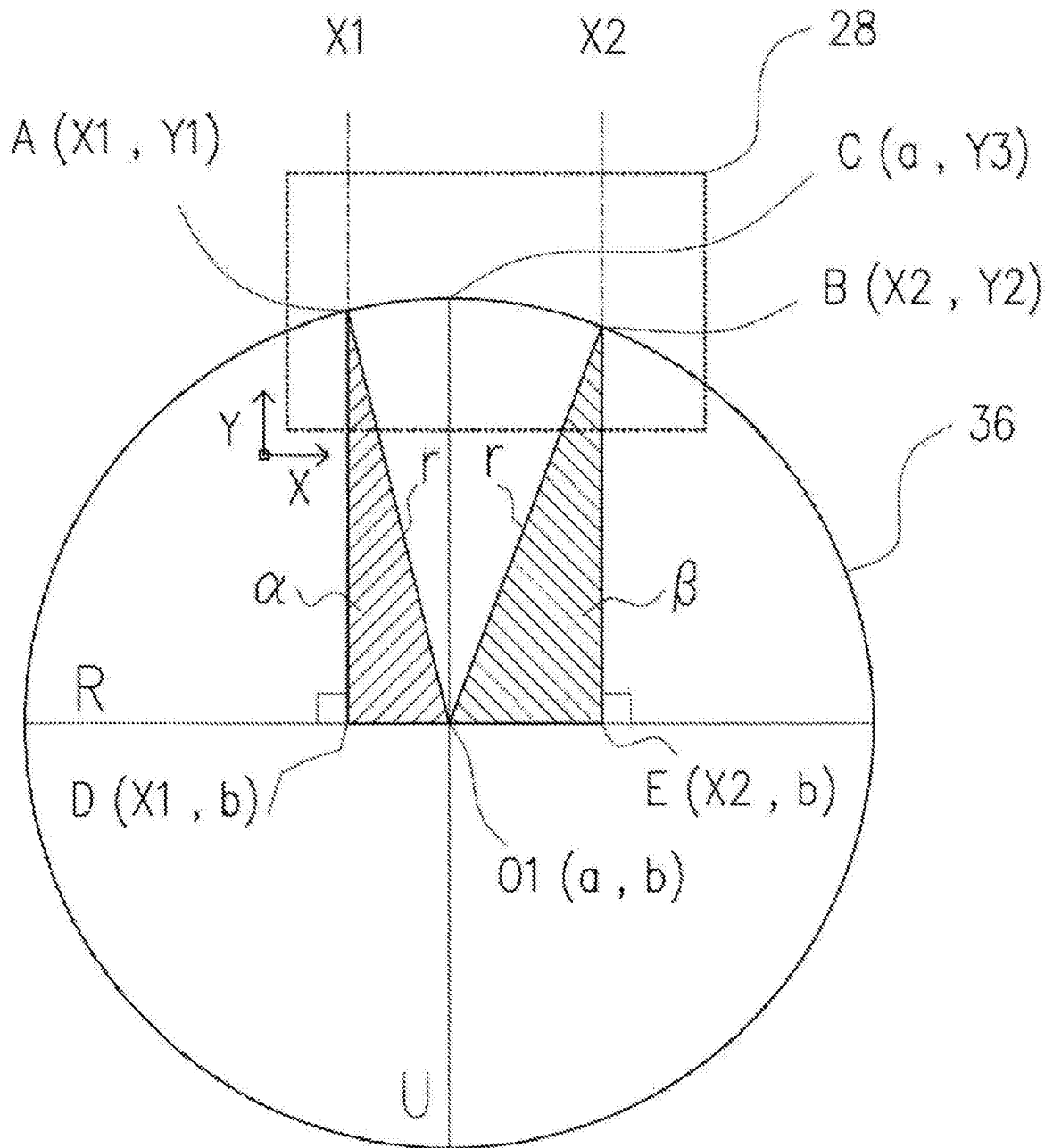


图8

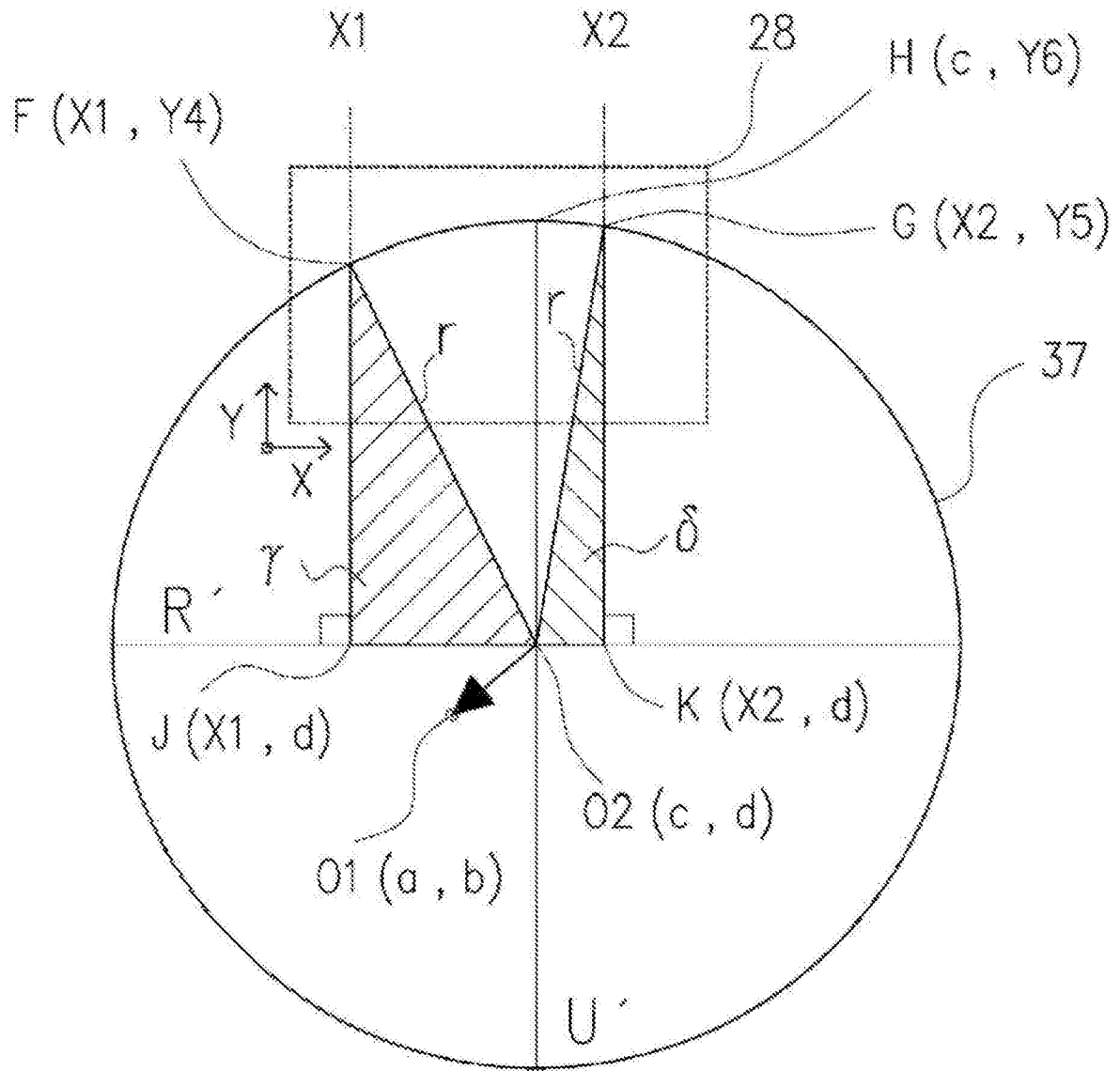


图9

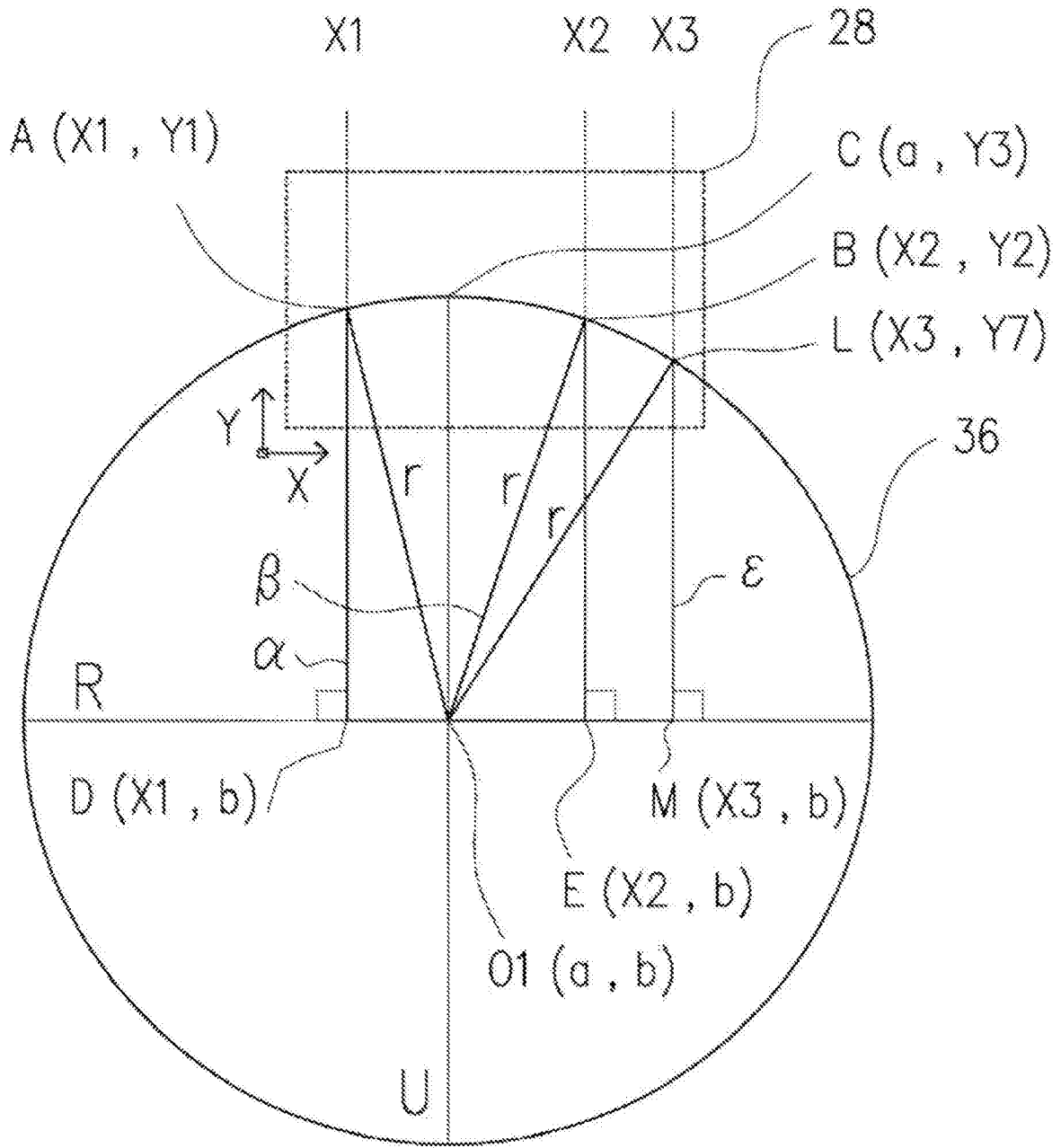


图10

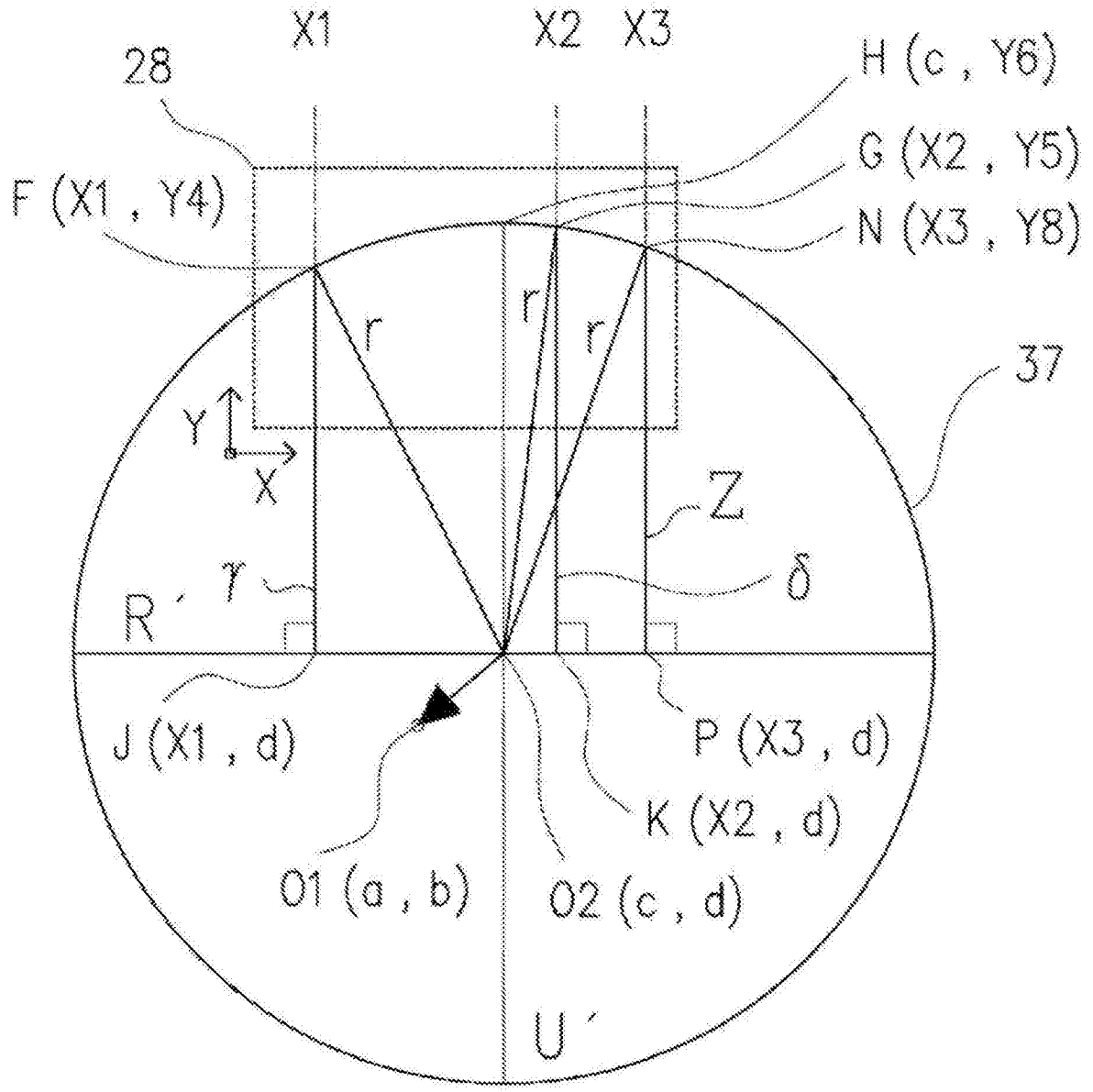


图11

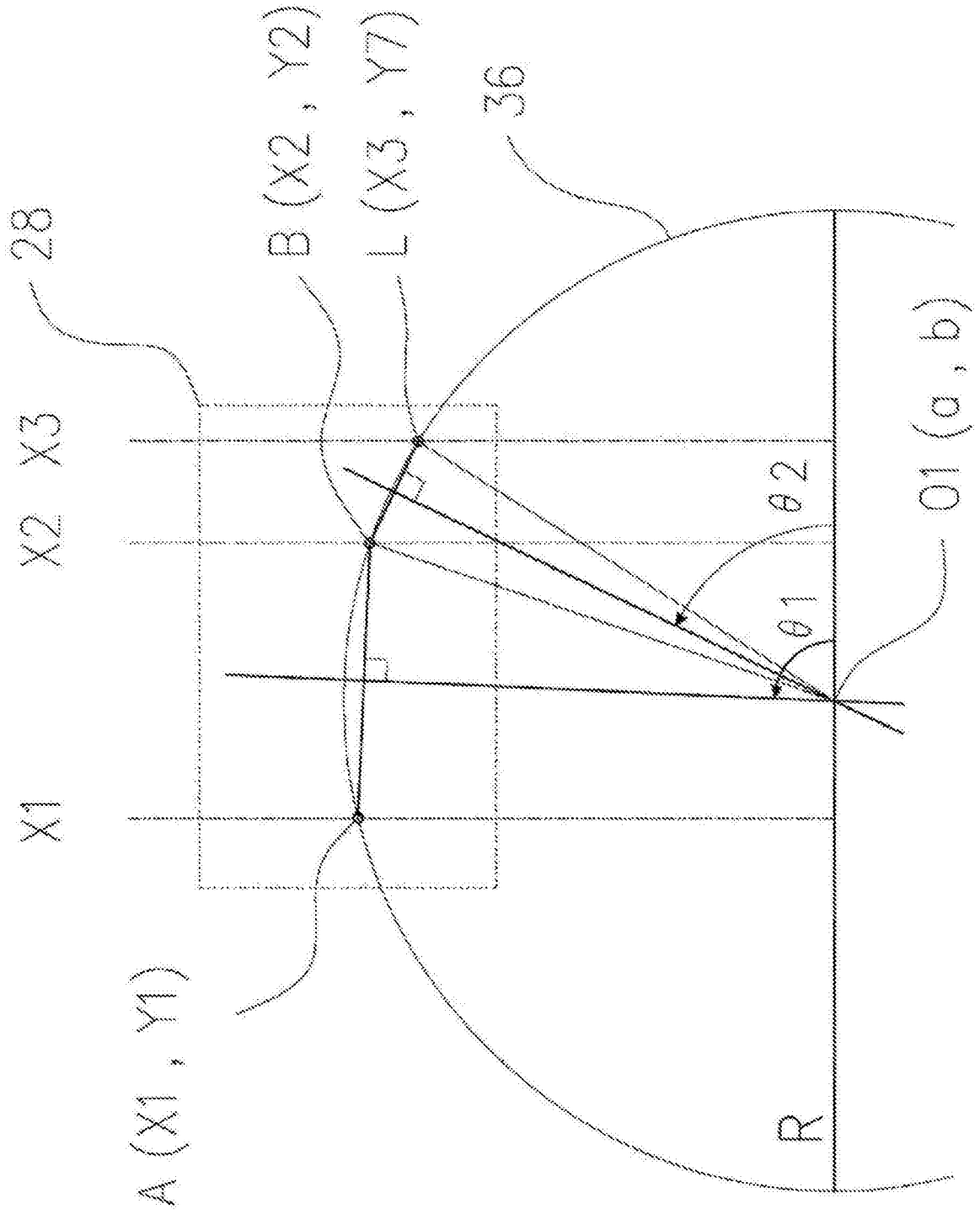


图12

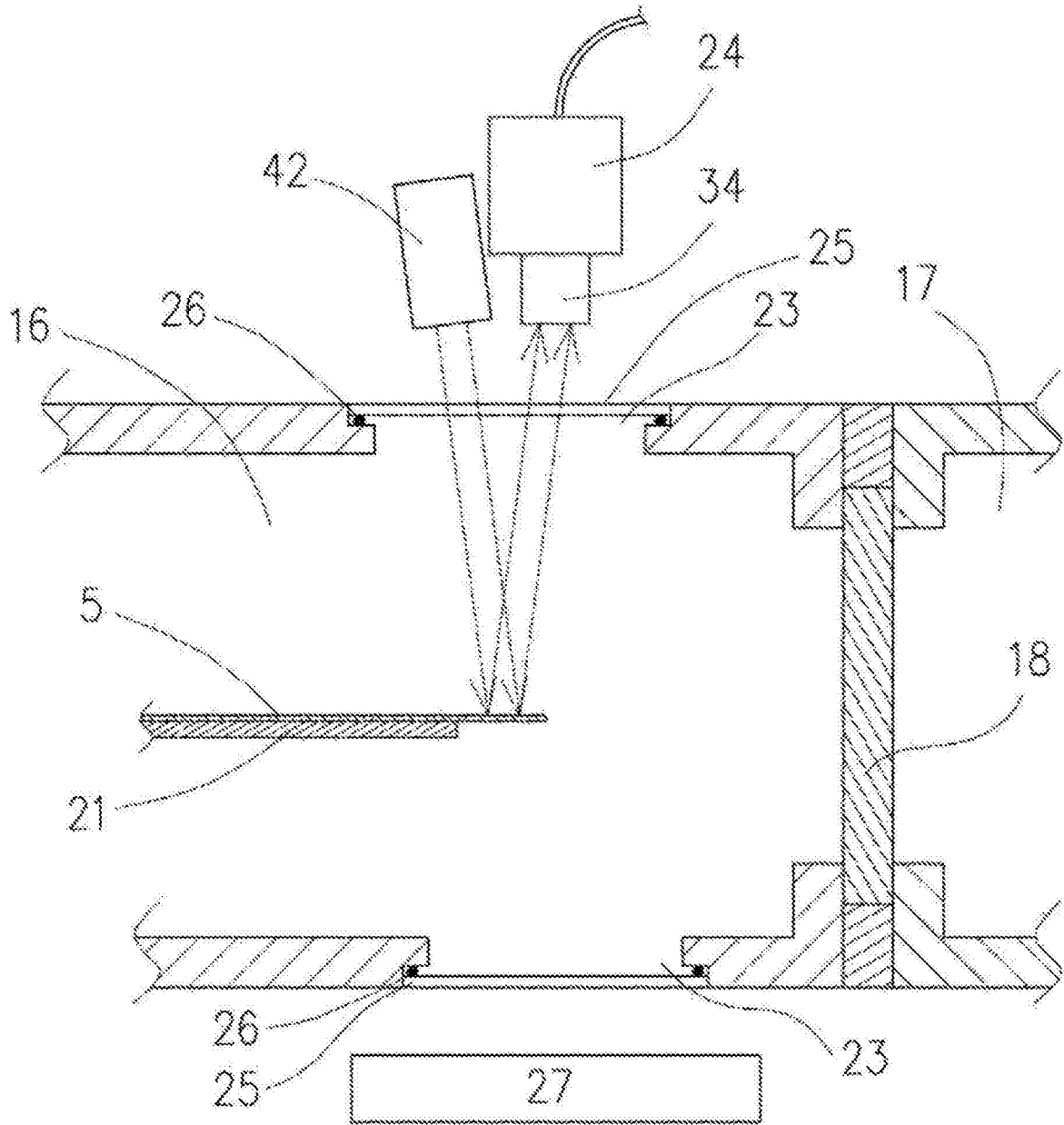


图13

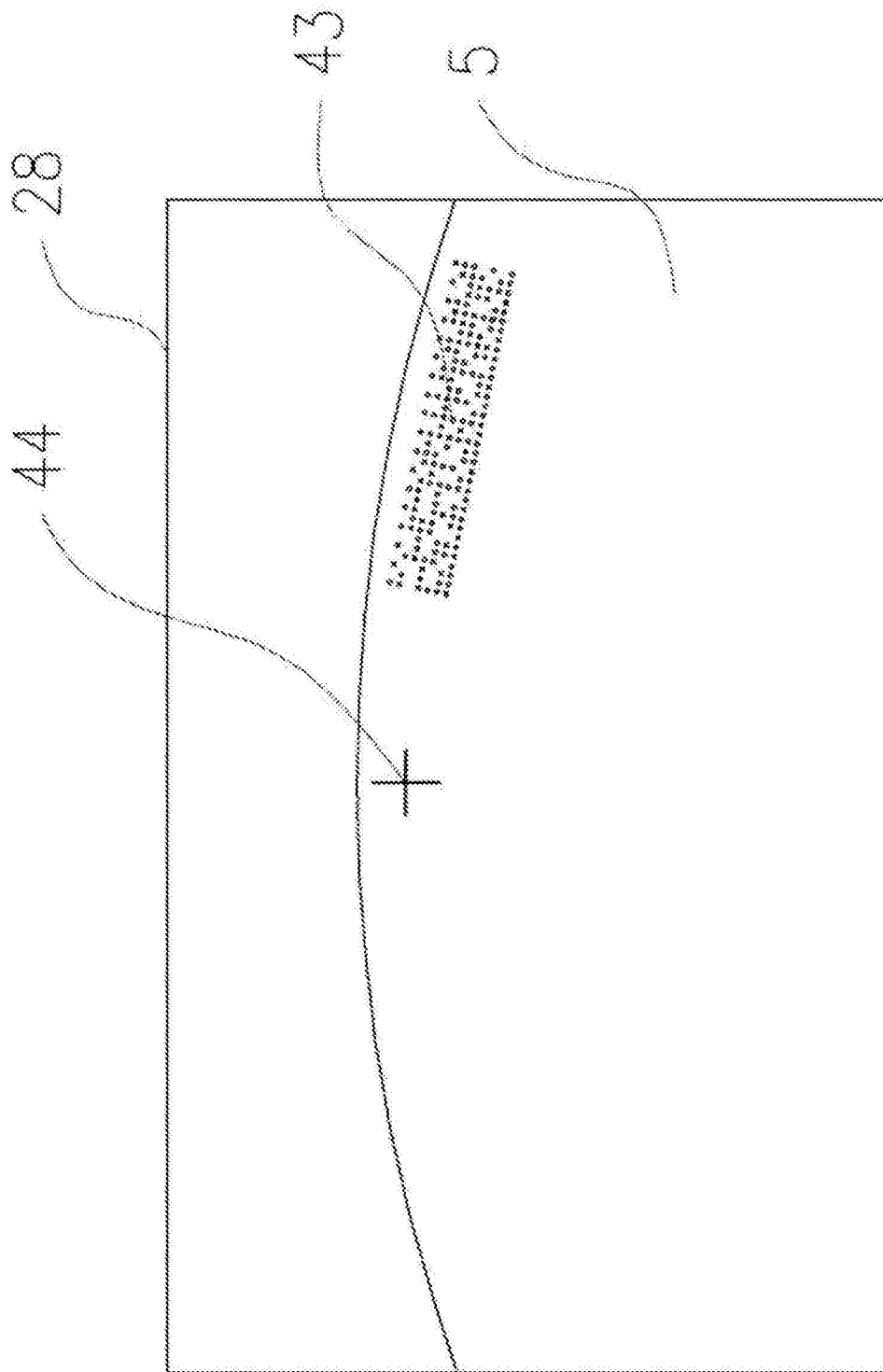


图14