



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115890012 A

(43) 申请公布日 2023.04.04

(21) 申请号 202211164487.8

G06T 7/73 (2017.01)

(22) 申请日 2022.09.23

G06V 10/75 (2022.01)

(71) 申请人 武汉帝尔激光科技股份有限公司  
地址 430223 湖北省武汉市东湖新技术开发  
区华师园二路5号武汉高科国有控  
股集团有限公司光存储园三号厂房

(72) 发明人 陈州尧 艾辉 姚峰 张亮 何成

(74) 专利代理机构 武汉东喻专利代理事务所  
(普通合伙) 42224

专利代理师 张英

(51) Int. Cl.

B23K 26/38 (2014.01)

B23K 26/402 (2014.01)

B23K 26/70 (2014.01)

G06T 1/00 (2006.01)

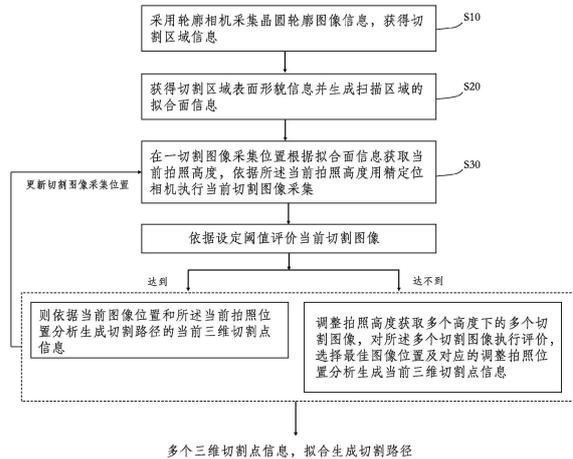
权利要求书2页 说明书11页 附图9页

(54) 发明名称

晶圆切割路径生成及激光切割方法

(57) 摘要

本发明公开了晶圆切割路径生成方法及激光切割方法,包括如下步骤:获得切割区域信息;扫描切割区域,获得切割区域形貌并生成扫描区域的拟合面信息;根据拟合面信息获取当前拍照高度,依据当前拍照高度用精定位相机执行图像采集;依据设定阈值评价当前切割图像,若达到阈值,则依据当前图像位置和当前拍照位置分析生成切割路径的当前第一三维切割点信息;若达不到阈值,调整拍照高度获取多个高度下的多个切割图像,对多个切割图像执行评价,选择最佳第一图像位置及对应的调整拍照位置分析生成当前第一三维切割点信息;生成多个三维切割点信息,拟合生成切割路径并执行切割方法。按照本发明的切割路径生成方法及切割方法,显著提高晶圆切割精度。



1. 一种晶圆切割路径生成方法,其特征在于,包括如下步骤:  
采用轮廓相机采集晶圆轮廓图像信息,获得切割区域信息;  
获得切割区域表面形貌信息并生成扫描区域的拟合面信息;  
在一切割图像采集位置根据拟合面信息获取当前拍照高度,依据所述当前拍照高度用精定位相机执行当前切割图像采集;  
依据设定阈值评价当前切割图像,  
若达到阈值,则依据当前图像位置和所述当前拍照位置分析生成切割路径的当前三维切割点信息;  
若达不到阈值,调整拍照高度获取多个高度下的多个切割图像,对所述多个切割图像执行评价,选择最佳图像位置及对应的调整拍照位置分析生成当前三维切割点信息;  
更新切割图像采集位置重复上述步骤对应生成多个三维切割点信息,拟合生成切割路径。
2. 如权利要求1所述的晶圆切割路径生成方法,其特征在于,依据设定阈值评价当前切割图像的方法为:  
基于灰度匹配定位切割图像,获取当前所述切割图像与模板图像之间的归一化互相关值,所述相关值与所述设定阈值比较。
3. 根据权利要求1或2所述的晶圆切割路径生成方法,其特征在于,获得切割区域表面形貌信息并生成扫描区域的拟合面信息还包括:  
将晶圆定位,并获得定位后的变换拟合面信息。
4. 如权利要求1或2所述的晶圆切割路径生成方法,其特征在于,将晶圆定位,并获得定位后的变换拟合面信息的方法为:所述精定位相机采集不同位置的至少一幅芯片图像,根据多个芯片位置生成拟合曲线,和模板对比获取精对准角度并执行角度调整完成定位,并获得定位后的变换拟合面信息。
5. 如权利要求1或2所述的晶圆切割路径生成方法,其特征在于,所述调整拍照高度以设定的步进距离调整,至少包括当前高度方向向上及向下多次高度调整。
6. 如权利要求1或2所述的晶圆切割路径生成方法,其特征在于,晶圆设置在切割载台上,还包括采用轮廓相机采集晶圆轮廓图像信息,获得切割区域信息之前的标定步骤;通过所述标定步骤获得轮廓相机、表面形貌探测装置、精定位相机及切割载台的位置关系;  
或统一轮廓相机、表面形貌探测装置、精定位相机及切割载台的坐标系。
7. 如权利要求1或2所述的晶圆切割路径生成方法,其特征在于,所述切割图像采集位置为芯片位置,所述三维切割点信息根据切割线与芯片要求的距离及调整拍照高度获得。
8. 根据权利要求1至7任意一项的晶圆切割路径生成方法执行激光切割的方法,其特征在于,在拟合生成切割路径之后还包括根据生成的切割路径执行激光切割;  
重复上述切割路径生成步骤及激光切割步骤直至全部切割任务完成。
9. 根据权利要求1至7任意一项的晶圆切割路径生成方法执行激光切割的方法,其特征在于:  
在拟合生成切割路径之后还包括根据生成的切割路径执行激光切割;  
重复切割路径生成步骤及激光切割步骤直至第一方向的切割任务完成;  
控制切割载台旋转使晶圆旋转 $90^\circ$ ,获得变换后的拟合面信息;

完成第二方向的切割任务,所述第一方向和第二方向垂直。

10.一种计算机设备,包括存储器和处理器,所述存储器存储有计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求1至9中任一项所述方法的步骤。

11.一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求1至9中任一项所述方法的步骤。

## 晶圆切割路径生成及激光切割方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于半导体加工技术领域,具体涉及一种晶圆切割路径生成及激光切割方法,更具体的,涉及一种晶圆隐形切割中的晶圆切割路径生成及激光隐形切割方法。

### 背景技术

[0002] 现有的激光隐形切割设备大多采用了视觉引导技术进行加工,即先采集晶圆图像,然后依据图像处理生成切割路径进行激光切割。采集图像的质量对切割路径规划的影响一定程度决定了隐形切割的质量,由于高精度视觉定位场合中,相机视野很小,焦距也很小,导致在一个高度上无法清楚地识别芯片,为了获取清晰的图像,现有的技术会使用相应的测距传感器来测量晶圆表面的形貌,然后根据表面起伏调整相机测量高度采集图像。

[0003] 现有技术中通常通过非接触式的方法来测量晶圆表面形貌,但是常用的测量方法中的形貌采集质量也存在各自的局限性,例如激光三角测距受被测物表面倾斜和粗糙度影响,白光共聚焦角度量程有限,结构光测量不利于测量表面结构复杂的物体,激光干涉测量法不适合大尺寸物体检测,也不适合测量凹凸变化大的复杂曲面,其它的例如立体视觉存在结构复杂、精度不高的问题,核磁共振仪不能测量磁金属物体,超声波测量技术对温度比较敏感等。

[0004] 上述的非接触式测量方法所获取的形貌质量,第一方面受到本身测量装置的局限性而无法获取高精度的测量结果,第二方面,由于晶圆材料包括硅、锗、碳化硅、砷化镓、氧化锌、金刚石、氮化铝、二氧化硅、蓝宝石等,不同材料的折射和反射率不一样,测得的形貌可靠性差,第三方面,受到整个切割系统的影响(晶圆的切割中包含了承载,高速运动测量调整等多个工序),切割过程中的高速运动或者是图像采集过程中整个设备的震动,也可能造成晶圆图像采集中的聚焦平面脱离或者是未能实时获取运动的微小变化所带来的图像影响,图像产生拖影影响切割路径的生成和规划。

### 发明内容

[0005] 本发明提出一种晶圆切割路径的生成方法和激光切割方法,获得晶圆轮廓图像并精确定位切割路径,进一步基于扫描的晶圆表面形貌,和精定位的方式来定位切割路径,根据切割路径实施切割,能够显著提高晶圆切割精度。

[0006] 本发明公开了一种晶圆切割路径生成方法,包括如下步骤:

[0007] 采用轮廓相机采集晶圆轮廓图像信息,获得切割区域信息;

[0008] 获得切割区域表面形貌信息并生成扫描区域的拟合面信息;

[0009] 在一切割图像采集位置根据拟合面信息获取当前拍照高度,依据所述当前拍照高度用精定位相机执行当前切割图像采集;

[0010] 依据设定阈值评价当前切割图像,

[0011] 若达到阈值,则依据当前图像位置和所述当前拍照位置分析生成切割路径的当前三维切割点信息;

[0012] 若达不到阈值,调整拍照高度获取多个高度下的多个切割图像,对所述多个切割图像执行评价,选择最佳图像位置及对应的调整拍照位置分析生成当前三维切割点信息;

[0013] 更新切割图像采集位置重复上述步骤对应生成多个三维切割点信息,拟合生成切割路径。

[0014] 在其中一个实施方式中,当采用芯片图像实现定位时,三维切割点信息的三个维度的坐标中的,X坐标和Y坐标来自于切割图像中的芯片位置的X坐标和Y坐标乘以精定位相机与切割载台的标定变换矩阵,加上修正参数D,其中Z坐标来自于最佳图像位置下的拍照高度参数。

[0015] 进一步的,依据设定阈值评价当前切割图像的方法为:

[0016] 基于灰度匹配定位切割图像,获取当前所述切割图像与模板图像之间的归一化互相关值,所述相关值与所述设定阈值比较。

[0017] 进一步的,获得切割区域表面形貌信息并生成扫描区域的拟合面信息还包括:将晶圆定位,并获得定位后的变换拟合面信息。

[0018] 进一步的,将晶圆定位,并获得定位后的变换拟合面信息的方法为:所述精定位相机采集不同位置的至少一幅芯片图像,根据多个芯片位置生成拟合曲线,和模板对比获取精对准角度并执行角度调整完成定位,并获得定位后的变换拟合面信息。

[0019] 进一步的,所述调整拍照高度以设定的步进距离调整,至少包括当前高度方向向上及向下多次高度调整。

[0020] 进一步的,晶圆设置在切割载台上,还包括采用轮廓相机采集晶圆轮廓图像信息,获得切割区域信息之前的标定步骤;通过所述标定步骤获得轮廓相机、表面形貌探测装置、精定位相机及切割载台的位置关系;

[0021] 或统一轮廓相机、表面形貌探测装置、精定位相机及切割载台的坐标系。

[0022] 进一步的,所述切割图像采集位置为芯片位置,所述三维切割点信息根据切割线与芯片要求的距离及调整拍照高度获得。

[0023] 本发明还提出了一种依据所生成的晶圆切割路径执行激光切割的方法,在拟合生成切割路径之后还包括,根据所述生成的切割路径执行激光切割;

[0024] 重复上述切割路径生成步骤及激光切割步骤直至全部切割任务完成。

[0025] 本发明还提出了一种依据所生成的晶圆切割路径执行激光切割的方法,

[0026] 在拟合生成切割路径之后还包括,根据所述生成的切割路径执行激光切割;

[0027] 重复上述切割路径生成步骤及激光切割步骤直至第一方向的切割任务完成;

[0028] 控制切割载台旋转使晶圆旋转 $90^{\circ}$ ,获得变换后的拟合面信息;

[0029] 完成第二方向的切割任务,所述第一方向和第二方向垂直。

[0030] 本发明还公开了一种计算机设备,包括存储器和处理器,所述存储器存储有计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时实现上述方法的步骤。

[0031] 本发明还公开了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现上述方法的步骤。。

[0032] 按照本发明实现晶圆切割路径的生成方法和激光切割方法,能获得下述有益效果:

[0033] (1) 本发明采用使用白光共聚焦测量晶圆表面形貌,精定位相机定位拍照时,拍照

高度根据拟合出来的形貌变化而变化,在完成拟合分析之后进行调整拍照并对拍照图像实时分析。如果分析图像发现图像中图案的匹配得分较低,就在对应位置连续调整拍照高度,触发拍照,使用图案匹配度最高的那张图以及对应的位置信息来分析隐形切割的切割道,对每一条切割道定位都是选用清晰图片分析产生,能够提高定位精度。

[0034] (2) 本发明考虑到晶圆切割时放置在聚酯薄膜胶带上,由于聚酯薄膜胶带的应力,晶圆在切割过程中会产生膨胀和移动,本发明在每次的定位切割中都是通过定位出一部分切割路径,接着隐形切割的方式,而不是定位出全部切割路径后实施隐形切割,从而降低了膨胀和移动对切割路径定位精度和切割精度的影响。

[0035] (3) 采用本发明的方法,最终切割线与芯片X和Y方向的间距、切割线与切割道表面的距离(隐切切割深度),精度均控制在1 $\mu$ m以内。

## 附图说明

[0036] 图1为按照本发明实现的晶圆切割路径生成的流程示意图。

[0037] 图2为按照本发明实现的晶圆激光切割方法的其中一种实施方式的整体流程示意图。

[0038] 图3为按照本发明实现的晶圆激光切割方法中所涉及的晶圆切割载台示意图。

[0039] 图4为按照本发明实现的晶圆切割路径生成及激光切割方法中S10切割区域确认流程图。

[0040] 图5为按照本发明实现的晶圆切割路径生成及激光切割方法中S20对应流程图。

[0041] 图6为按照本发明实现的晶圆切割路径生成及激光切割方法中单条切割道定位切割的流程图。

[0042] 图7-8为按照本发明实现的晶圆切割路径生成及激光切割方法中晶圆切割的方向及切割道方向的示意图。

[0043] 图9为按照本发明实现的晶圆切割路径生成及激光切割方法中获取切割载台的旋转中心的示意图。

[0044] 图10为按照本发明实现的晶圆切割路径生成及激光切割方法中方法中精定位相机和共聚焦探头的标定位示意图。

[0045] 图11为按照本发明实现的晶圆切割路径生成及激光切割方法中精定位相机与切割载台的标定示意图。

[0046] 图12为按照本发明实现的晶圆切割路径生成及激光切割方法中轮廓相机与切割载台的标定示意图。

[0047] 11.大理石平台、12.X轴直线模组、13.Y轴直线模组、14.旋转台面、21.共聚焦探头、22.精定位相机、23.标定板、231.标定板上的mark、51.轮廓相机、52.精定位相机、53.标定板。

## 具体实施方式

[0048] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术

人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0049] 本发明提出一种切割路径的生成方法和切割方法,获得晶圆轮廓图像并准确定位切割路径,进一步基于扫描的晶圆表面形貌,和精定位的方式来定位切割路径,根据切割路径实施切割,能够显著提高晶圆切割精度。本发明提出的方法,尤其适用于miniled芯片的激光隐形切割。以下实施例以晶圆的miniled芯片激光隐切切割为例进行描述,但本发明不限于此,对于类似的按照阵列排布的待切割物进行切割时,均可适用。

[0050] 按照本发明实施例所对应的技术特征,晶圆通常为4寸、6寸、8寸、12寸等大小,miniLed芯片为尺寸为50-200微米的LED芯片,在晶圆上按照切割路径采用激光隐形切割,获得多个miniled芯片,表面形貌采集装置在其中一种实施方式中为共聚焦探头,也可以为其它的非接触式的进行测距、测高的表面形貌探测的装置,实现切割区域的形貌采集。轮廓相机为视野较大的相机,精定位相机为视野较小精度更高的相机。

[0051] 切割区域,为晶圆上设置的待切割芯片区域位置,也即是晶圆需要隐形加工的区域,一般的,待切割芯片按照阵列排布,行间或列间的切割区域在以下实施例中也可称为切割道,其中一种形式为具有凹槽的切割道;切割路径,为进行处理后进行具体隐形切割操作的数据信息。

[0052] 图3为按照本发明实现的切割路径生成方法及切割方法中所涉及的晶圆切割台示意图,其包括切割载台,用以承载待切割的晶圆并带动其在水平方向移动,其包括大理石平台11,其可通过驱动机构在平面三维方向运动,具体的,驱动机构包括X轴直线模组12、Y轴直线模组13,DD马达14,分别实现X方向、Y方向及 $\theta$ 方向的移动,并包括精定位相机22,设置在切割载体上方用以采集图像,还包括共聚焦探头21,也设置在切割载台上方,用以采集形貌。参见图12,为按照本发明实现的切割路径生成方法及切割方法中所涉及的晶圆定位台及晶圆切割台示意图,晶圆定位台用以承载待切割的晶圆并进行轮廓定位,其上设置轮廓相机51,用以采集晶圆轮廓图像,然后晶圆被移动至切割载台。

[0053] 如图1中所示为按照本发明实现的切割路径生成的流程示意图,本发明实现了一种晶圆切割路径的生成方法及激光切割方法,主要包括:

[0054] S10采用轮廓相机采集晶圆轮廓图像,获得切割区域信息;

[0055] S20采用表面形貌探测装置扫描切割区域,获得切割区域形貌并生成扫描区域的拟合面信息;

[0056] S30在第一切割图像采集位置根据拟合面信息获取当前拍照高度,依据当前拍照高度采用精定位相机执行第一切割图像采集;

[0057] 依据设定阈值评价当前切割图像,

[0058] 若达到阈值,则依据当前切割图像位置和当前拍照位置生成切割路径的当前三维切割点信息;

[0059] 若达不到阈值,调整拍照高度获取多个高度下的多个切割图像,对多个切割图像执行评价,选择最佳第一切割图像位置及对应的图像生成当前三维切割点信息;

[0060] 在其他切割图像采集位置重复本步骤操作生成多个切割点信息,拟合生成切割路径。

[0061] 其中,还包括S40,根据所述生成的切割路径执行激光切割的步骤。其中,生成一部分切割路径并执行切割,重复直至切割完成,或者,生成所有切割路径后,按照切割路径执

行激光切割。

[0062] 如图2中所示,按照本发明中的一个实施例,晶圆切割路径生成方法及切割方法包括以下步骤:

[0063] S10:采用轮廓相机采集晶圆轮廓图像,获得切割区域信息;

[0064] S20:采用共聚焦探头对扫描区域进行扫描,获得切割区域形貌并生成扫描区域的拟合面信息;

[0065] 其中S20还包括将晶圆精对位,并获得精对位后的变换拟合面信息;

[0066] S30:在第一切割图像采集位置根据拟合面信息获取当前拍照高度,依据当前拍照高度采用精定位相机执行第一切割图像采集;

[0067] 依据设定阈值评价当前切割图像,

[0068] 若达到阈值,则依据当前切割图像位置和当前拍照高度生成切割路径的当前三维切割点信息;

[0069] 若达不到阈值,调整拍照高度获取多个高度下的多个切割图像,对多个切割图像执行评价,选择最佳第一切割图像位置及对应的图像生成当前三维切割点信息;

[0070] 在其他切割图像采集位置重复本步骤操作生成多个切割点信息,拟合生成切割路径。

[0071] 具体的,在本实施中,如图2中所示的切割路径生成方法及切割方法中所示,结合S40:根据所述生成的切割路径执行激光切割的过程,包括先依次生成第一方向的切割路径并执行切割;然后,控制切割载台旋转使晶圆旋转 $90^{\circ}$ ,获得二次变换后的共拟合面信息,依次生成和第一方向垂直的第二方向的切割路径并执行切割。在具体的实施方式中,第一方向,以Y方向表示,第二方向,以X方向表示。

[0072] 需要说明的是,在上述的两个方向的切割方案中,同样可以完成一个方向的多次切割路径生成,之后执行切割步骤,或者是在生成第一方向的所有切割路径后,之后执行切割任务。

[0073] 进一步的,本发明的晶圆切割路径生成方法及切割方法,在S10之前,还包括:S00备料的步骤;具体的,将晶圆置于晶圆盒;在S40之后,还包括S50:收料的步骤;具体的,将晶圆移回晶圆盒。

[0074] 为了实现前述切割路径的生成方法和切割方法的设备能自动化运行,实施激光切割,需要先完成标定。其中,所述的标定,本领域技术人员可以理解的,为将切割载台、精定位相机、共聚焦探头、轮廓相机、激光加工模组的坐标系统一的过程;或者是,获知晶圆在切割载台、精定位相机、共聚焦探头、轮廓相机、激光加工模组下的位置关系。作为一个非限制的实施方式,本发明中,切割载台可在三维方向移动,待切割晶圆放置在切割载台上。在本发明的实施中,需要进行的标定工作有:获得切割载台的旋转中心、进行精定位相机与共聚焦探头的标定、进行精定位相机与切割载台的标定、进行轮廓相机与切割载台的标定;本发明不限于此,只要可完成相关的标定即可。其中标定的具体方法依据本领域的多种标定方法,选择其中一种即可。标定的执行依据设备的具体情况,其中步骤S10和步骤S20至S30,可以在两个工位进行,也可以在一个工位进行,本发明的实施例,是按照二者在两个工位进行的描述,在一个工位进行时,取消晶圆定位台,直接将晶圆转移至切割载台上,轮廓相机设置在切割载台上方即可。

[0075] 以下对前述晶圆切割路径生成方法及切割方法进行更为详细的描述。

[0076] 其中,S10中,采用轮廓相机采集晶圆轮廓图像,获得切割区域信息,并根据切割区域信息获得共聚焦探头扫描区域信息,如示意图4中所示,具体步骤如下:

[0077] S11:采用轮廓相机采集晶圆轮廓图像;

[0078] S12:获得晶圆轮廓区域及目标切割区域,确定目标切割区域的质心及平行于图像坐标的外接矩形区域;

[0079] 具体的,晶圆轮廓区域通过二值化得到,选择晶圆轮廓区域的区域最大区域作为目标切割区域,该区域的质心以 (ROI<sub>CentR</sub>,ROI<sub>CenterC</sub>) 表示,以及该区域平行于图像坐标的外接矩形区域以Rectangle1表示;

[0080] S13:根据轮廓相机与切割载台的标定获得的二者位置关系(如下述具体实施方式中的变换矩阵B)及目标切割区域质心 (ROI<sub>CenterR</sub>,ROI<sub>CenterC</sub>),获得切割载台切割区域质心 (ROI<sub>CenterX</sub>,ROI<sub>CenterY</sub>),根据轮廓相机与切割载台的标定获得的二者位置关系的变换矩阵B和平行于图像坐标的外接矩形Rectangle1,以及标定得到的精定位相机与共聚焦探头之间的位置关系 (offsetX,offsetY,offsetZ),获得共聚焦探头的扫描区域StageRectangle1;其中:

$$[0081] \quad \text{StageRectangle1} = B * \text{Rectangle1} + \begin{bmatrix} \text{offsetX} \\ \text{offsetY} \end{bmatrix}$$

[0082] 其中,S20然后采用共聚焦探头对扫描区域进行扫描,获得切割区域表面形貌并生成拟合面信息;以及将晶圆精对位,并获得精对位后的变换拟合面信息;如图5中所示,具体步骤如下:

[0083] S21共聚焦探头扫描切割区域形貌,处理测量点云数据,采用最小二乘法拟合得到拟合面Plane (X,Y,Z)。

[0084] 具体的,在此步骤中,根据共聚焦探头扫描区域StageRectangle1和配方设置的共聚焦探头扫描线间距Distance,获得共聚焦探头扫描网格线 (Line<sub>1</sub>,Line<sub>2</sub>,Line<sub>3</sub>...Line<sub>k</sub>),其中k为相应网格线的编号,每条网格线须平行于切割平台的X轴或Y轴,当平行于切割平台的X轴时,第k条网格线数学表示式如下:

$$[0085] \quad Y_k = Y_{\min} + (k-1) * \text{Distance}, X_k \in [X_{\text{intersect1}}, X_{\text{intersect2}}]$$

[0086] Y<sub>min</sub>为共聚焦探头扫描区域StageRectangle1对应切割平台Y轴方向的最小值, X<sub>intersect1</sub>和X<sub>intersect2</sub>为线Y<sub>k</sub>与区域StageRectangle1的两个交点的切割平台X轴方向的值。

[0087] 使用共聚焦探头按照此网格线 (Line<sub>1</sub>,Line<sub>2</sub>,Line<sub>3</sub>...Line<sub>k</sub>) 扫描,采集切割区域表面形貌。

[0088] 处理测量得到的点云数据,由最小二乘法拟合得到拟合面Plane (X,Y,Z);

[0089] 此步骤中,所述的配方,即为待加工晶圆的模板信息,包括晶圆直径、晶圆厚度、切割道的横向宽度,切割道的纵向宽度,芯片的长度和宽度、模板位置等;

[0090] 本实施例中,共聚焦探头的扫描,可以按照固定间隔,也可以是中间区域采用统一的间距,边缘区域扫描间隔可以缩小。

[0091] S22控制切割载台移动到第一位置,使第一芯片位于精定位相机视野下,根据拟合面信息用精定位相机对第一芯片区域拍照,根据灰度匹配定位第一芯片;

[0092] 本实施例中,第一芯片为晶圆中心的芯片,便于查找和定位,本发明不限于此,第

一芯片也可以为其他位置的芯片。

[0093] 具体的,切割平台第*i*次,移动到第一位置

[0094] ( $ROIStageR+i*ChipX/3,ROIStageC,Z=Plane(ROIStageR+i*ChipX/2,ROIStageC)$ )

[0095] (规划搜索第一个芯片的初始位置)处,精定位相机对晶圆对应位置的芯片拍照,根据灰度匹配定位第一芯片,其中ChipX为单个芯片的宽度;其中,*i*大于等于1。

[0096] S23依据设定阈值评价第一芯片图像,判断是否达到阈值,达到阈值,进入下一步骤S24;如否,返回前一步骤S22。

[0097] 具体的,根据匹配得分,判定是否达到阈值,以此判定是否定位到了第一芯片。

[0098] S24:由定位算得的第一芯片的角度、以及配方中记录的模板角度,得到第一芯片与模板之间的角度 $\theta_1$ ;根据模板图像坐标和进行精定位相机与切割载台的标定得到的二者之间的位置关系(变换矩阵A),得到第一芯片的位置( $ModelX_1,ModelY_1$ );

[0099] S25以第一芯片的位置( $ModelX_1,ModelY_1$ )为基准,控制切割载台移动,得到同一方向上第二芯片及第三芯片的位置( $ModelX_2,ModelY_2$ )、( $ModelX_3,ModelY_3$ )。然后,采用第一芯片、第二芯片和第三芯片的位置采用最小二乘法拟合直线,得到与此正方向之间的角度 $\theta_2$ 。

[0100] 在本步骤中,第二芯片和第三芯片为在Y方向上紧邻第一芯片设置的芯片,以方便查找和定位,当然,第二芯片和第三芯片也可以为在Y方向上相邻或者不相邻的芯片。具体执行时,每次以( $ModelX_1,ModelY_1$ )为基准,分别沿着 $\theta_1$ 和 $\theta_1+180^\circ$ 方向,通过切割载台将晶圆移动一个切割道的高GapY加一个芯片的高ChipY的距离,使用精定位相机拍照,根据模板匹配定位第二芯片(第一芯片上方的一个芯片)和第三芯片(第一芯片下方的一个芯片),同样的方法得到( $ModelX_2,ModelY_2$ )、( $ModelX_3,ModelY_3$ );

[0101] 根据( $ModelX_1,ModelY_1$ )、( $ModelX_2,ModelY_2$ )和( $ModelX_3,ModelY_3$ )使用最小二乘法拟合直线,得到角度 $\theta_2$ 。

[0102] S26:通过切割载台移动使晶圆绕切割平台旋转中心( $X_{center},Y_{center}$ )旋转角度 $\theta_2$ ,并获得变换拟合面信息。

[0103] 具体的,通过切割载台移动使晶圆绕切割平台中心( $X_{center},Y_{center}$ )旋转角度 $\theta_2$ ,此时,

[0104] 第一芯片的位置( $ModelX_1,ModelY_1$ )

[0105] 坐标变为( $ModelAfterRotatedX_1,ModelAfterRotatedY_1$ ),Plane(X,Y,Z)变为Plane2(X,Y,Z)。其中,( $ModelAfterRotatedX_1,ModelAfterRotatedY_1$ )理解为切割区域中心的第一芯片对应的切割平台的位置。

[0106] 在本发明的实施例中,精定位相机对芯片进行图形采集获得清晰图片后,保证芯片在图像中无明显角度时,可以选择芯片区域作为匹配模板。实际定位切割道需要通过多次定位单个芯片来实现,使用基于灰度值的匹配算法对单个芯片进行定位。

[0107] S30及S40的具体步骤如下:参见图6,为按照本发明实施例实现的晶圆切割方法中步骤S30一条切割道定位流程图,步骤S30及S40中,根据拟合面数据,或变换拟合面数据,逐一确认晶圆Y方向切割道和执行隐形切割。由于竖直方向上每条切割道实现的方式类似,在本实施例中,实现方法都是从中间芯片开始,往一个方向查找最后一个芯片(图7及图8中所

示)。

[0108] 评判基于灰度的匹配定位设置0.5得分作为判断依据,能获得较为准确的定位结果。而一次定位失败后,接着会在对应拍照高度下方和上方位置连续采集4次,拍照范围扩大至了0.004mm,能避免部分点使用拟合拍照面Plane2的数据无法清晰聚的情况,增加了切割道拟合的数据点,使隐切深度更加稳定。

[0109] S31控制切割载台移动至第一位置,第一芯片位于精定位相机的视野下,切割载台的高度按照变换拟合面信息设定;使用精定位相机对第一芯片进行拍照,基于灰度匹配定位第一芯片在图像中的位置;

[0110] 具体的,控制切割载台移动使第一芯片位于精定位相机的视野下,切割载台的高度按照变换拟合面设定,

[0111]  $(ModelAfterRotatedX_1, ModelAfterRotatedY_1+i*j*(ChipY+GnpY)), Z=Plane2$   
 $(ModelAfterRotatedX_1, ModelAfterRotatedY_1+i*j*(ChipY+GapY))$

[0112] 此时第一芯片位于精定位相机的视野下,使用精定位相机对第一芯片进行拍照,基于灰度匹配定位第一芯片在图像中的位置  $(ImageCutLineR_k, ImageCutLinC_k)$ ;

[0113] S32:判断是否匹配成功,具体的,如得分大于0.5,则判断匹配成功;

[0114] 如匹配成功,进入下一步S33;

[0115] 如匹配不成功,控制切割载台上下移动一定距离,具体的,可以移动至  $Z-2*StepZ, Z-StepZ, Z+StepZ, Z+2*StepZ$  位置,采用精定位相机再次进行第一芯片图像采集,并基于灰度匹配定位芯片在图像中的位置  $(ImageCutLineR_k, ImageCutLineC_k)$ ,再次判断是否匹配成功,如得分大于0.5,则判断匹配成功;如匹配成功,进入下一步S33;

[0116] S33多次第一芯片图像采集满足判断条件时,取得分最大的图像对应的Z即为最佳图像高度  $Z_{best_k}$ ,其对应的位置即为第一芯片在图像中的位置  $(ImageCutLineR_k, ImageCutLineC_k)$ 。

[0117] 根据第一芯片在图像中的位置,精定位相机和切割载台之间的位置关系(矩阵A),加上切割线与芯片要求的距离D获得平面位置,选择最佳高度  $Z_{best_k}$  为高度位置,得到切割路径上的一个点  $(StageCutLineX_k, StageCutLineY_k, Z_{best_k})$ ;

[0118] 具体的,由精定位相机与切割载台的标定的位置关系,先得到目标点到相机中心需要移动x和y各多少,实际切割载台需要移动到的位置是当前拍照位置加上需要移动的量。

[0119] S34:控制切割载台移动到其他位置,其他芯片位于精定位相机的视野下,切割载台的高度按照变换拟合面信息设定;使用精定位相机对其他芯片进行拍照,基于灰度匹配定位其他芯片在图像中的位置,重复S31至S33的步骤,得到切割路径上的多个点  $(StageCutLineX_k, StagecutLineY_k, Z_{best_k})$ ,直至第一芯片对应的Y方向的所有的芯片执行完毕;

[0120] S35:多个切割路径上的点  $(StageCutLineX_k, StagecutLineY_k, Z_{best_k})$ ,以及精定位相机与激光加工模组之间的偏移  $(deltaX, deltaY, drltaZ)$ ,拟合一条三维直线即切割线;具体的,在本实施例中,采用least-squares拟合三维直线。

[0121] S36:激光加工模组按照切割线的路径加工,执行激光切割;具体的,在本实施例中,切割载台按照切割线路径移动,就能保证激光加工模组按照切割线路径加工。

[0122] S37:按照S41至S46的方法,进行其余Y向切割道的定位和切割。

[0123] S38,将切割载台将晶圆绕着切割载台的旋转中心 $(X_{center}, Y_{center})$ 顺时针旋转 $90^\circ$ ,并获得第二变换拟合面信息,参考步骤S31至S37,完成X方向切割道的定位和切割。

[0124] 具体的,将切割载台将晶圆绕着切割载台的旋转中心 $(X_{center}, Y_{center})$ 顺时针旋转 $90^\circ$ 旋转后,切割区域的中心 $(ModelAfterRotatedX_1, ModelAfterRotatedY_1)$ 变为 $(ModelAfterRotatedX_2, ModelAfterRotatedY_2)$ ,切割区域的拟合平面Plane2(X,Y,Z)变为Plane3(X,Y,Z)。

[0125] 另外,具体定位X方向的切割道时,搜索芯片使用的移动间隔变为芯片X方向的尺寸加上X方向切割道的尺寸,数学表示为 $(ChipX+CapX)$ 。

[0126] 以上实施例中,S30中,第一位置和其他位置,可以使用已知的晶圆的芯片和切割道的尺寸;优选的,开始使用已知尺寸,后面采用实际的间距;更优选的,调整实际的间距。

[0127] 以上具体实施例中S30中,确定切割路径及按照切割路径进行切割时,本发明优选采用定位一条切割路径,按照一条切割路径进行切割的方式进行,这是因为晶圆通常固定在聚酯薄膜胶带上,由于聚酯薄膜胶带的应力,晶圆在切割过程中会产生膨胀和移动,这样的方式,降低了膨胀和移动的影响。当然,也可以确定一个方向上的所有切割路径后,再进行统一切割;然后确定另一个方向上的切割路径,然后进行统一切割;也可以确定两个方向上所有的切割路径后,之后进行统一切割。

[0128] 本发明中,S20将晶圆精对位及S30的评价中,均采用基于灰度匹配定位芯片,获取当前所述精定位相机图像与模板图像之间的归一化互相关值,所述相关值与所述设定阈值比较。本申请中,阈值均优选的设置设为0.5,也可以为其他设定值。具体的,基于灰度匹配的ncc匹配算法,采用精定位相机对单个芯片清晰取图后,保证芯片在图像中无明显角度时,可以选择芯片区域作为匹配模板。实际S20将晶圆精对位及S30的评价中需要通过定位单颗芯片来实现,使用基于灰度值的匹配算法对单颗芯片进行定位。基于灰度值的匹配最终可返回超过设定得分的一个最高得分的实例。

[0129] 得分实质是模板 $t(r,c)$ 和图像 $i(r,c)$ 归一化互相关的值 $ncc(r,c)$ :

$$[0130] \quad ncc(r,c) = \frac{1}{n} \sum_{(u,v) \in R} \frac{t(u,v) - m_t}{\sqrt{s_t^2}} * \frac{i(r+u,c+v) - m_i(r,c)}{\sqrt{s_i^2(r,c)}}$$

[0131] 其中,n为模板点的数量,R为模板区域,u为模板的行坐标,v为模板的列坐标,r为图像的行坐标,c为图像的列坐标, $m_t$ 为模板区域的平均灰度值:

$$[0132] \quad m_t = \frac{1}{n} \sum_{(u,v) \in R} t(u,v)$$

[0133]  $s_t^2$ 为模板区域的灰度值的方差:

$$[0134] \quad s_t^2 = \frac{1}{n} \sum_{(u,v) \in R} (t(u,v) - m_t)^2$$

[0135]  $m_i(r,c)$ 为从图像 $(r,c)$ 点开始绘制一个模板大小的区域,该区域的平均灰度值:

$$[0136] \quad m_i(r,c) = \frac{1}{n} \sum_{(u,v) \in R} i(r+u,c+v)$$

[0137]  $s_i^2(r,c)$ 为从图像  $(r,c)$  点开始绘制一个模板大小的区域,该区域的灰度值的方差:

$$[0138] \quad s_i^2(r,c) = \frac{1}{n} \sum_{(u,v) \in R} (i(r+u,c+v) - m_i(r,c))^2$$

[0139] 本发明中,前述标定包括:

[0140] 1、获取切割载台的旋转中心

[0141] 如图9中所示,将标定板放在晶圆切割载台上。切割载台复位后,将DD马达角度旋转到 $\theta^\circ$ ,使用精定位相机观察标定板上的一个mark,当mark状态清晰、mark的中心位置与相机十字辅助线中心同心后,记录此时切割载台的坐标 $X_A/Y_A/Z_A$ ;之后,将DD马达角度旋转到 $(\theta+180)^\circ$ 或者 $(\theta-180)^\circ$ ,使用精定位相机观察同一mark,当mark状态清晰、mark的中心位置与相机十字辅助线中心同心后,记录此时切割载台的坐标 $X_B/Y_B/Z_B$ ;然后,获得旋转中心, $(X_{center}, Y_{center}) = 0.5 * ((X_A + X_B), (Y_A + Y_B))$ 。

[0142] 2、精定位相机与共聚焦探头的标定

[0143] 图3、图9和图10所示,包括共聚焦探头21、精定位相机22、圆形标定板23、标定板上的十字mark231。

[0144] 将标定板放在切割载台上,打开精定位相机,控制切割载台的X轴/Y轴/Z轴移动,使标定板mark中心与相机的十字辅助线同心,记录此时切割载台的坐标 $X_1/Y_1/Z_1$ ;控制切割载台的X轴/Y轴/Z轴移动,使共聚焦探头光点对准mark图案的中心,同时保证共聚焦探头读数在它量程的中间区域,记录此时切割载台的坐标 $X_2/Y_2/Z_2$ ,获得精定位相机与共聚焦探头之间存在位置关系:

[0145]  $(offsetX, offsetY, offsetZ) = (X_1 - X_2, Y_1 - Y_2, Z_1 - Z_2)$ ,即精定位相机中心对准切割载台一个特定位置时,将切割载台的X轴、Y轴、Z轴相对移动offsetX、offsetY、offsetZ,就能保证共聚焦探头正好对准此特定位置。

[0146] 此处以精定位相机和共聚焦探头标定为例,在实际执行时,也可以采用共聚焦探头和切割载台标定,从而使精定位相机和共聚焦探头建立联系。

[0147] 3、精定位相机与切割载台的标定

[0148] 如图11中所示,标定板放在切割载台上,控制切割载台的X轴/Y轴/Z轴移动,打开精定位相机,使mark的中心与精定位相机的十字辅助线同心,记录此时切割载台的坐标 $(X_{encoder1}, Y_{encoder1})$ ,同时,使用Harris角点提取算法得到此时mark的中心位置 $(Row_1, Column_1)$ ;接着,多次(至少6次)控制切割载台的X轴/Y轴/Z轴移动,使mark点出现在精定位相机视野的各个象限,分别记录对应的切割载台的坐标 $(X_{encoder2}, Y_{encoder2})$ 、 $(X_{encoder3}, Y_{encoder3})$ 、 $(X_{encoder4}, Y_{encoder4}) \dots$ ,以及对应的mark的中心的图像坐标 $(Row_2, Column_2)$ 、 $(Row_3, Column_3)$ 、 $(Row_4, Column_4) \dots$ 假设收集了n个符合的点,任意第k个点的精定位相机与切割载台之间的关系为:

$$[0149] \quad \begin{cases} A = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} X_{encoder_k} - X_{encoder_1} \\ Y_{encoder_k} - Y_{encoder_1} \end{bmatrix} = A * \begin{bmatrix} Row_k - Row_1 \\ Column_k - Column_1 \end{bmatrix} \end{cases}$$

[0150] 其中,a、b、c、d为常数参数, $X_{encoder_k}$ 和 $Y_{encoder_k}$ 为第k个点对应切割平台的坐

标,  $X_{encoder_1}$ 和 $Y_{encoder_1}$ 为第一个点对应切割平台的坐标,  $Row_k$ 和 $Column_k$ 为第k个点对应的图像坐标,  $Row_1$ 和 $Column_1$ 为第一个点对应的图像坐标, 将这n个点的坐标代入上述公式, 使用least-squares计算出精定位相机与切割载台之间最佳的变换矩阵A, 即精定位相机视野中任意一个点  $(Row_r, Column_r)$  移动到精定位相机视野正中心, 对应的X轴/Y轴需要相对移动  $(a*(Row_r-Row_1)+b*(Column_r-Column_1), (c*(Row_r-Row_1)+d*(Column_r-Column_1))$ 。

[0151] 4、轮廓相机与切割载台的标定。

[0152] 图12中所示, 其中轮廓相机51、精定位相机22、圆形标定板53。晶圆最开始位于上料工位, 使用轮廓相机对其拍照后, 将晶圆转移至切割载台上。轮廓相机视场校准后, 对均匀分布在标定板圆周上7个及以上mark的像素坐标  $(PixelRow, PixelColumn)$  进行确认, 然后控制切割载台移动, 使对应mark在精定位相机视野正中心, 对应的X轴/Y轴/Z轴的坐标为  $(Encoder_x, Encoder_y, Encoder_z)$ , 以此建立轮廓相机与切割载台之间的变换矩阵B, 有如下公式:

$$[0153] \quad \begin{cases} B = \begin{bmatrix} aa & bb & t_x \\ cc & dd & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} Encoder_x \\ Encoder_y \\ Encoder_z \end{bmatrix} = B * \begin{bmatrix} PixelRow \\ PixelColumn \\ 1 \end{bmatrix} \end{cases}$$

[0154] 其中, aa、bb、cc、dd为常数参数,  $t_x$ 、 $t_y$ 分别是沿切割载台X轴和Y轴的平移量。

[0155] 本领域技术人员可以理解的, 以上标定, 为将切割载台、精定位相机、共聚焦探头、轮廓相机、激光加工模组的坐标系统一的过程; 本发明不限于此, 本领域的技术人员可以根据需要采用现有技术的方法进行标定, 例如将精定位相机、共聚焦探头、轮廓相机和激光加工模组均和切割载台进行标定, 获得统一的坐标系。

[0156] 以上所述仅为本申请的实施例而已, 并不用于限制本申请的保护范围, 对于本领域的技术人员来说, 本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内, 所作的任何修改、等同替换、改进等, 均应包含在本申请的保护范围之内。

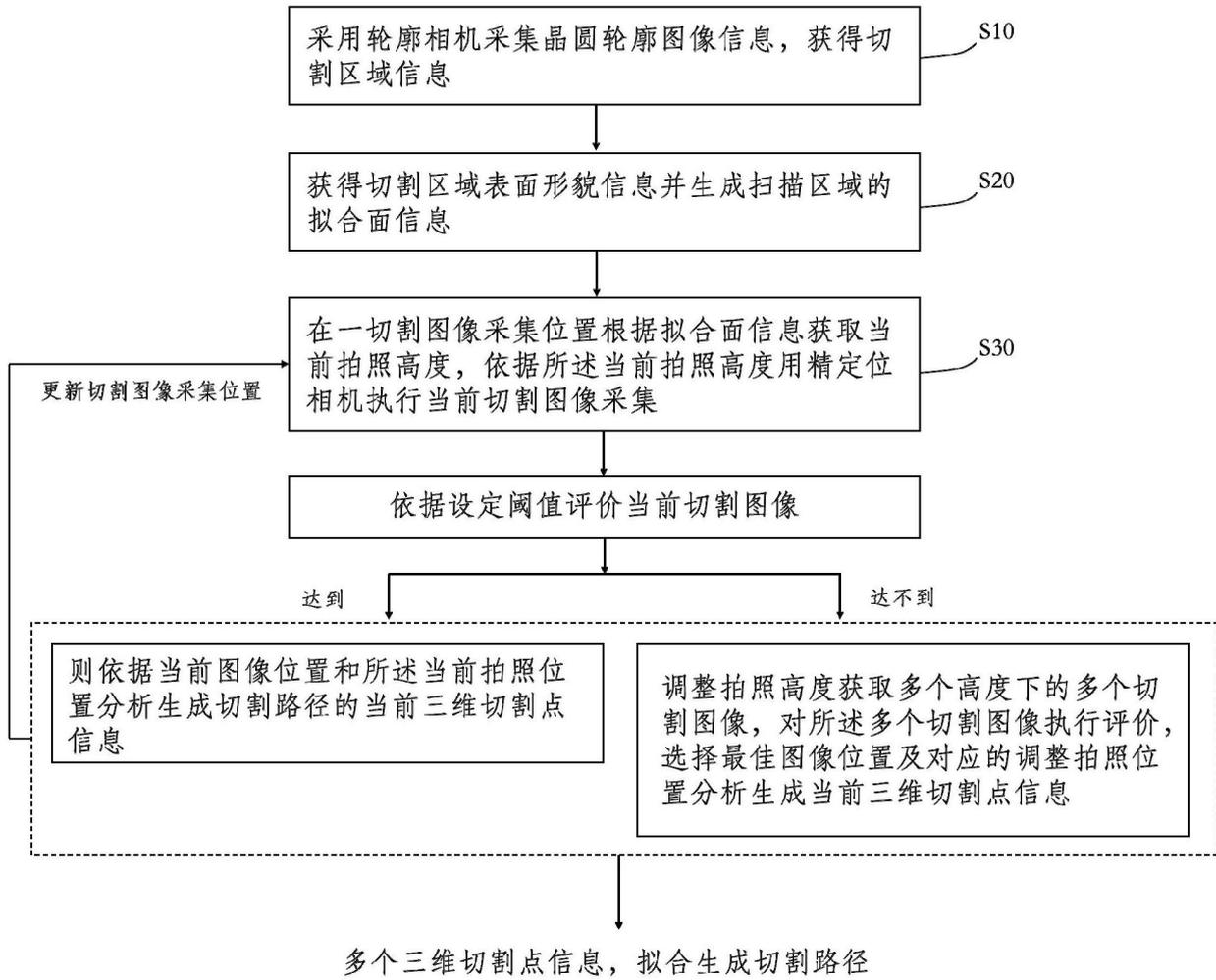


图1



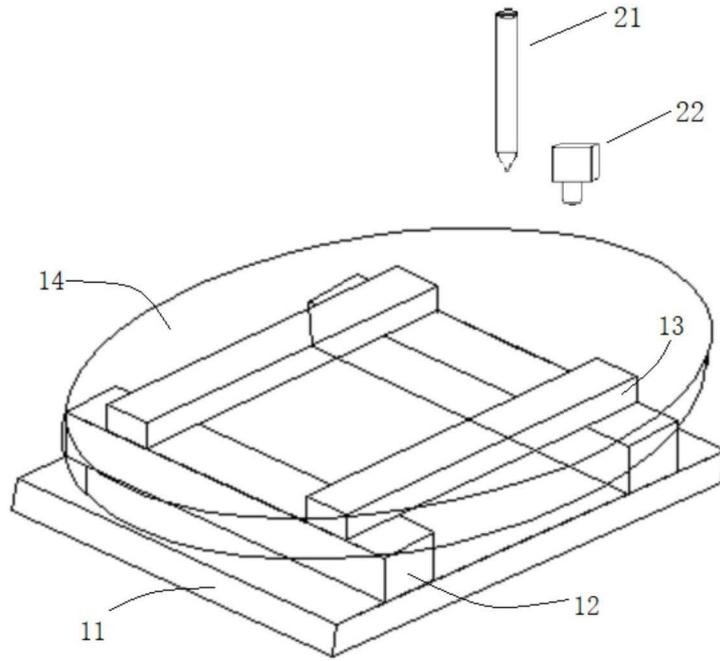


图3

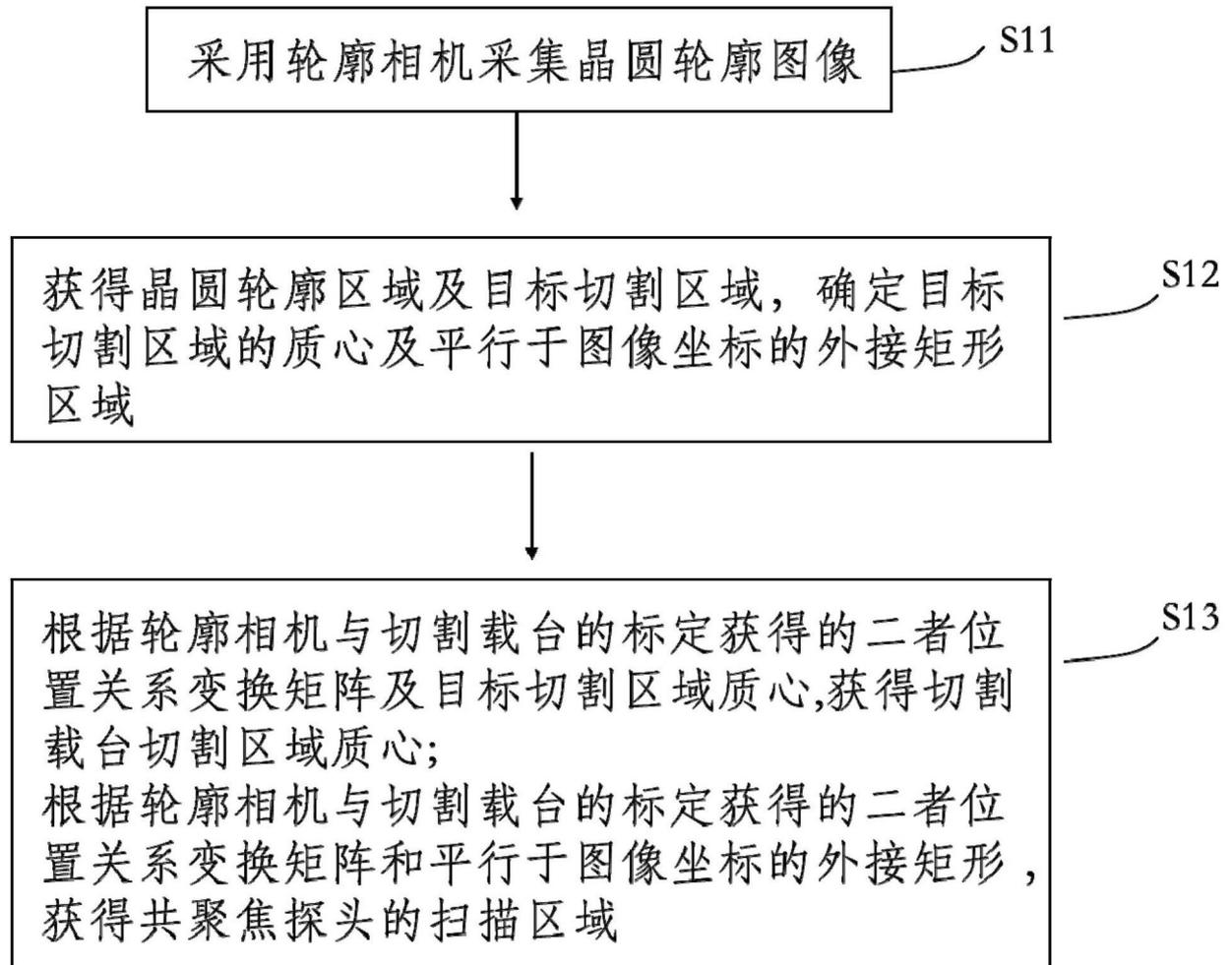


图4

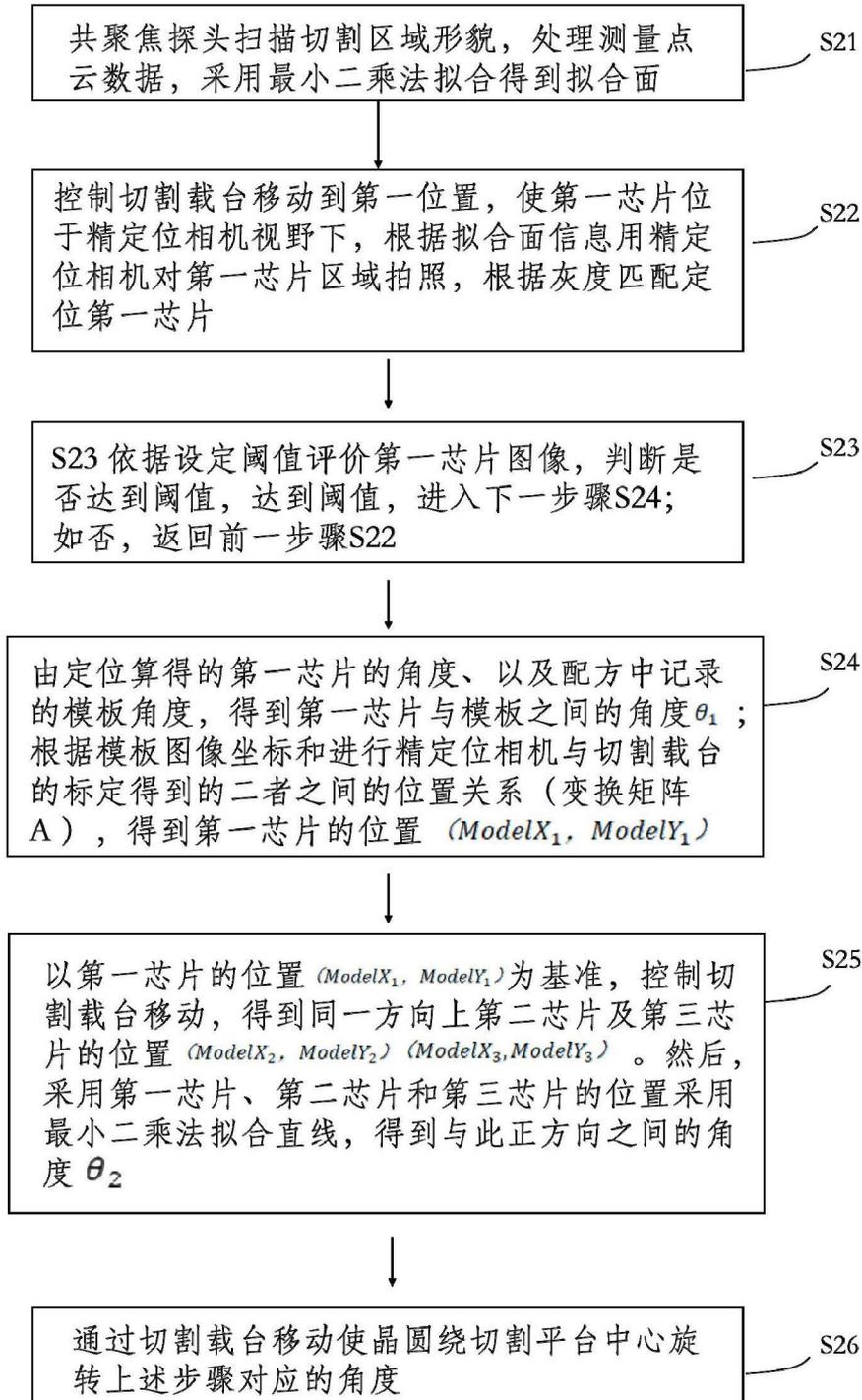


图5

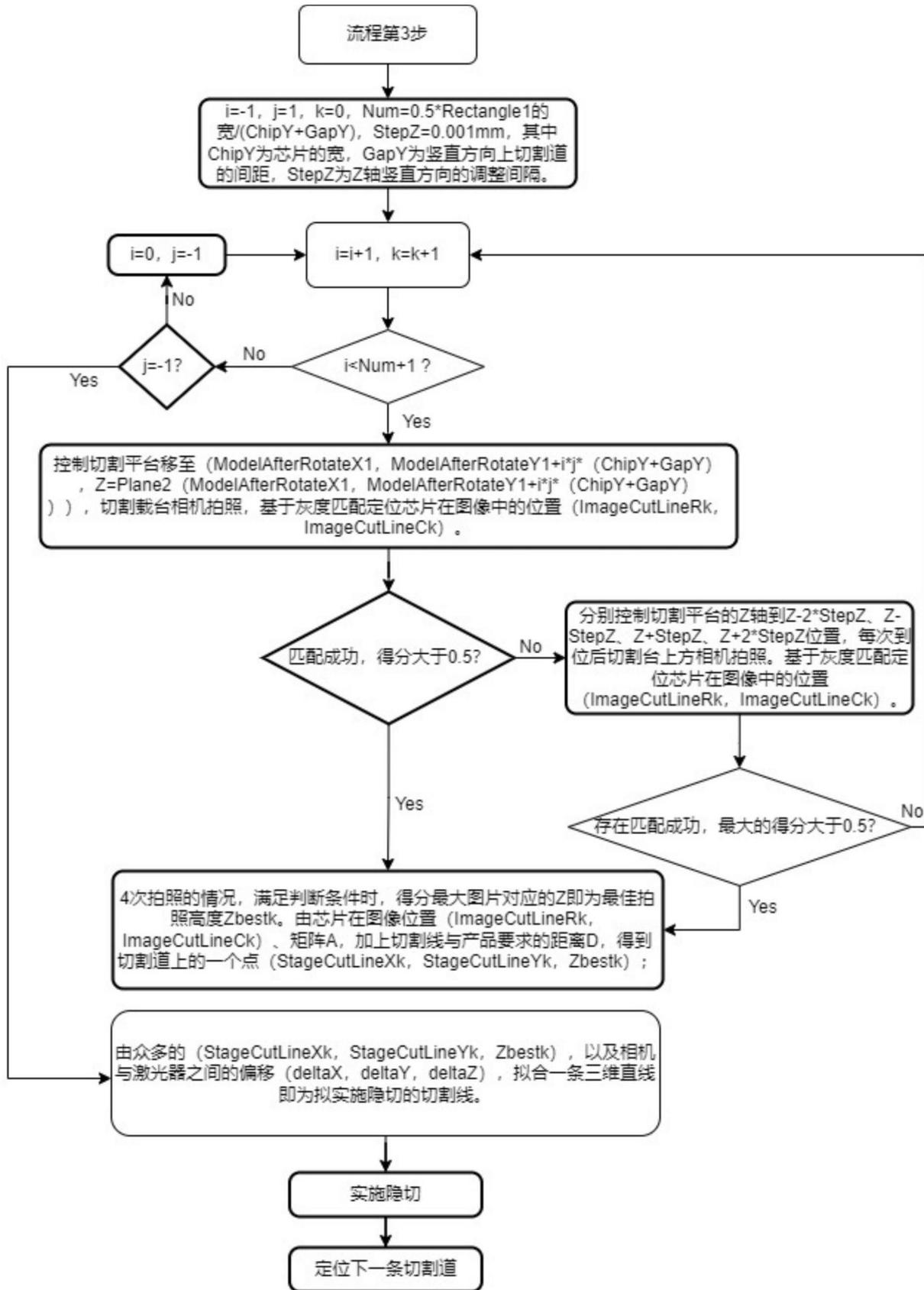


图6

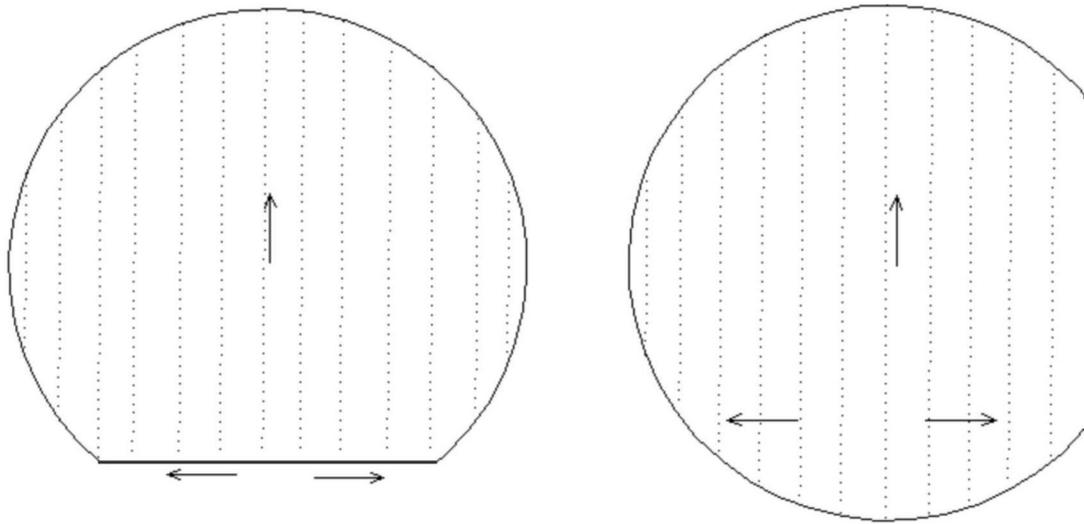


图7

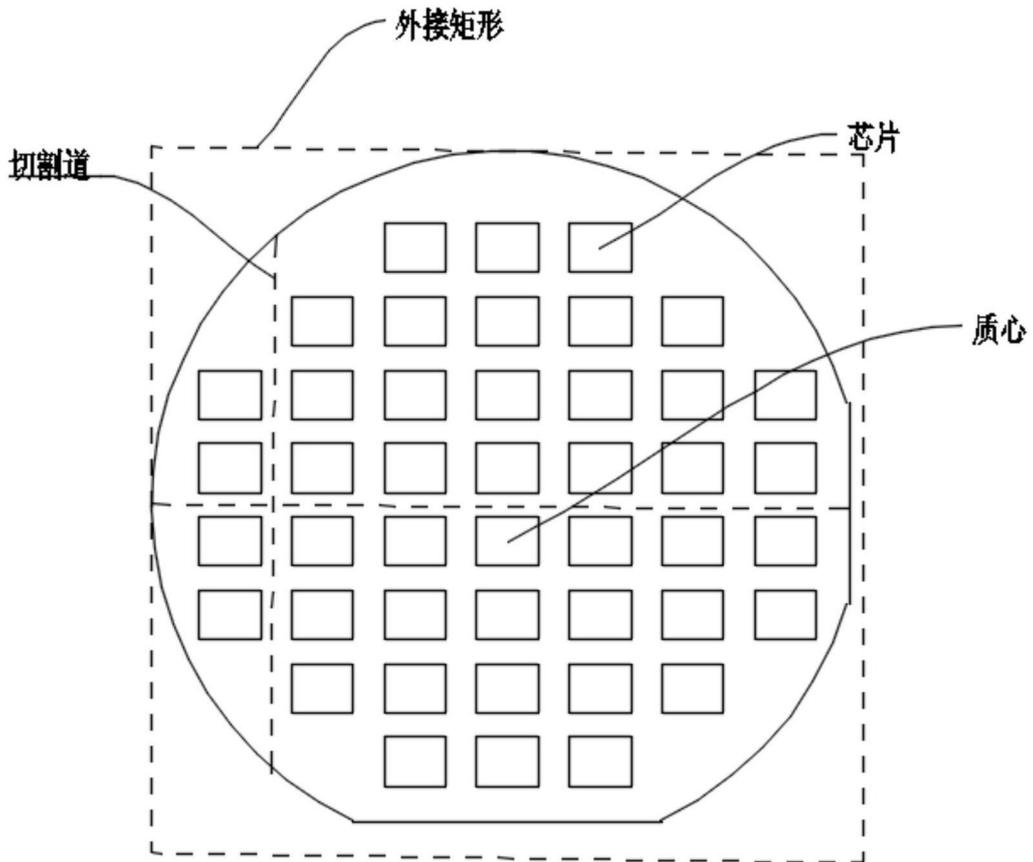


图8

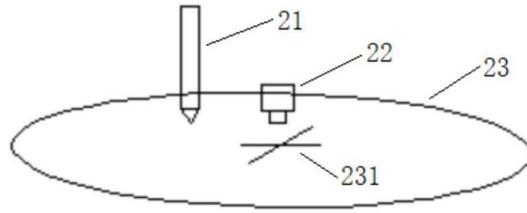


图9

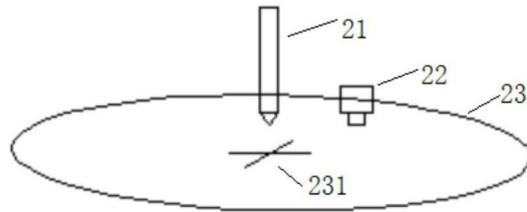


图10

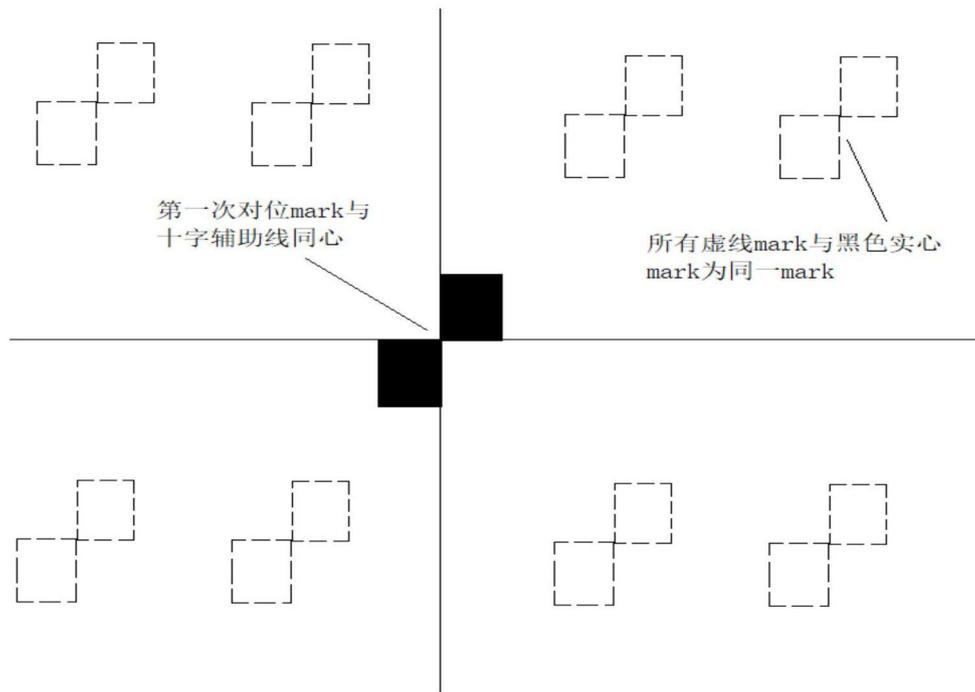


图11

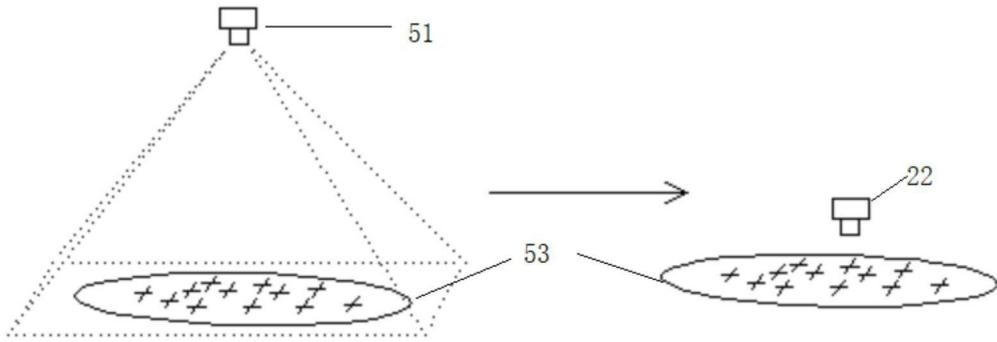


图12