



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116810187 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 29

(21) 申请号 202311111348.3

(22) 申请日 2023.08.31

(71) 申请人 苏州天沐兴智能科技有限公司

地址 215000 江苏省苏州市相城区度假区
阳澄湖镇西横港街80号1号厂房3楼东
北侧

(72) 发明人 胡罡 桂有军 侯渊奎 钱永根

(74) 专利代理机构 苏州创元专利商标事务所有
限公司 32103

专利代理师 吴芳

(51) Int. Cl.

B23K 26/38 (2014.01)

B23K 26/70 (2014.01)

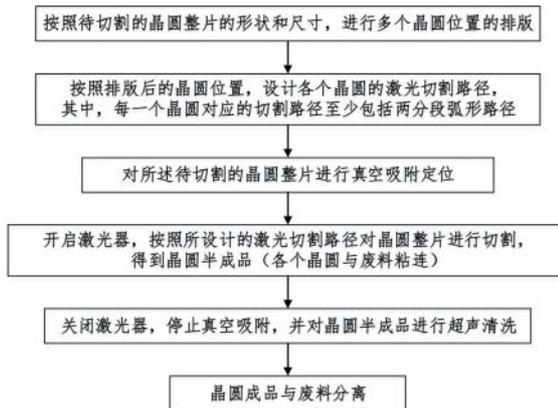
权利要求书3页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

一种晶圆激光切割方法、切割设备及可穿戴智能装置

(57) 摘要

本发明公开了一种晶圆激光切割方法、切割设备及可穿戴智能装置,切割方法适用于对晶圆整片进行切割以得到多个直径规格在3 mm以内的晶圆,包括:按照待切割的晶圆整片的形状和尺寸,进行多个晶圆位置的排版;按照排版后的晶圆位置,设计各个晶圆的激光切割路径,其中,每一个晶圆对应的切割路径至少包括两段弧形路径;对待切割的晶圆整片进行真空吸附定位;激光器按照所设计的激光切割路径对晶圆整片进行切割,得到各个晶圆与废料连接的晶圆半成品;停止真空吸附,并对晶圆半成品进行超声清洗,得到清洗后的与废料分离的晶圆成品。本发明激光切割完成后晶圆切边光滑、无毛刺、无挂渣,对小规格晶圆的切割效果尤其明显。



1. 一种晶圆激光切割方法,其特征在于,适用于对晶圆整片进行切割以得到多个直径规格在3 mm以内的晶圆,所述切割方法包括以下步骤:

按照待切割的晶圆整片的形状和尺寸,进行多个晶圆位置的排版;

按照排版后的晶圆位置,设计各个晶圆的激光切割路径,其中,每一个晶圆对应的切割路径至少包括两分段弧形路径,相邻两个分段弧形路径的相邻端点之间的距离小于95 μm ;

对所述待切割的晶圆整片进行真空吸附定位;

开启激光器,按照所设计的激光切割路径对所述晶圆整片进行切割,得到各个晶圆与废料连接的晶圆半成品,其中,所述废料为所述晶圆整片上除排版的晶圆位置以外的区域片料;

关闭激光器,停止真空吸附,并对所述晶圆半成品进行超声清洗,得到清洗后的与所述废料分离的晶圆成品。

2. 根据权利要求1所述的晶圆激光切割方法,其特征在于,还包括制备与所述晶圆位置的排版相匹配的真空吸附定位治具,其具有抽真空接头及与排版后的晶圆位置一一对应的中空管,各个中空管均与所述抽真空接头连通,且各个中空管的顶端位于同一平面以用于支撑所述晶圆整片。

3. 根据权利要求2所述的晶圆激光切割方法,其特征在于,对所述待切割的晶圆整片进行真空吸附定位包括:

将所述抽真空接头连接真空动力装置;

将所述晶圆整片放置在所述真空吸附定位治具上,并使所述中空管的顶端位于其对应的晶圆位置的区域内部;以及

启动所述真空动力装置。

4. 根据权利要求2所述的晶圆激光切割方法,其特征在于,按照排版后的晶圆位置由外圈向中心的方向,对各个晶圆位置处的激光切割路径依次进行切割。

5. 根据权利要求1所述的晶圆激光切割方法,其特征在于,在设计激光切割路径之前,还包括对排版后的晶圆位置进行图形预处理,包括:在晶圆位置处确定晶圆圆心,根据激光光斑尺寸对晶圆的尺寸规格进行补偿,并按照补偿后的圆周轨迹设计所述切割路径。

6. 根据权利要求1所述的晶圆激光切割方法,其特征在于,在开启激光器之前,还包括在所述晶圆整片上涂覆水溶性的防溅液;

和/或,在对所述晶圆整片进行切割的过程中,还包括对所述晶圆整片喷射辅助气体;

和/或,在得到所述晶圆成品后,还包括对其进行除湿干燥处理。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的晶圆激光切割方法,其特征在于,还包括预先对所述激光器的切割头的切割嘴作出光居中调试,使调试后的出射激光的中心轴与所述切割嘴的中心轴重合;

和/或,适用于切割厚度范围在0.8-1.5 mm的晶圆整片,根据待切割的晶圆整片的厚度,配置所述激光器的切割头的切割嘴的孔径,若所述晶圆整片的厚度越大,则配置切割嘴的孔径越大。

8. 一种晶圆激光切割设备,其特征在于,适用于对晶圆整片(5)进行切割以得到多个直径规格在3 mm以内的晶圆(501),所述切割设备包括基台(1)以及设置在所述基台(1)上的以下部件:

真空吸附定位治具(2),其配置有底座(201)、设置在所述底座(201)上的抽真空接头(202)和多个中空管(203),其中,所述抽真空接头(202)被配置为连接一真空动力装置,所述底座(201)内具有中空结构,以使得所述抽真空接头(202)与各个中空管(203)连通;各个中空管(203)的顶端位于同一平面以用于支撑所述晶圆整片;

激光器(3),其被配置为发出用于切割晶圆整片(5)的激光;

驱动装置(4),其被配置为驱动所述激光器(3)按照预设的激光切割路径移动;其中,每一个晶圆对应的切割路径至少包括两分段弧形路径,相邻两个分段弧形路径的相邻端点之间的距离小于 $95\mu\text{m}$;

且所述中空管(203)与各个晶圆一一对应,且所述中空管(203)的顶端位于其对应的晶圆的切割路径所围成的区域内部。

9. 根据权利要求8所述的晶圆激光切割设备,其特征在于,所述激光器(3)为单模光块的光纤连续激光器,其光纤芯径介于 10 至 $30\mu\text{m}$,其输出功率介于 1000 至 1500W ;

所述激光器(3)的切割头配置有准直透镜和聚焦透镜,其中,所述准直透镜的焦距范围为 $150\pm 20\text{ mm}$,所述聚焦透镜的焦距范围为 $100\pm 20\text{ mm}$;或者,所述切割头还包括光学调校件,其被配置为调节所述准直透镜和/或聚焦透镜的方位,以使得从所述切割头的切割嘴射出的激光的中心轴与所述切割嘴的中心轴重合。

10. 根据权利要求8所述的晶圆激光切割设备,其特征在于,所述晶圆激光切割设备还包括喷气装置,其被配置为向放置在所述真空吸附定位治具(2)上的晶圆整片(5)喷射辅助气,所述辅助气为惰性气体,所述喷气装置的喷气气压范围为 $1.5\pm 0.2\text{ MPa}$ 。

11. 根据权利要求8所述的晶圆激光切割设备,其特征在于,还包括超声波清洗装置,其被配置为对所述激光器(3)按照所述激光切割路径对所述晶圆整片进行切割后的晶圆半成品进行超声清洗,使得所述晶圆半成品上的晶圆与废料由连接状态转为分离状态。

12. 一种非圆形晶圆激光切割方法,其特征在于,适用于对晶圆整片进行切割以得到非圆形形状的晶圆,所述切割方法包括以下步骤:

按照待切割的晶圆整片的形状和尺寸,进行多个晶圆位置的排版;

按照排版后的晶圆位置,设计各个晶圆的激光切割路径,其中,每一个晶圆对应的切割路径的轮廓为多边形或不规则形,每一个晶圆对应的切割路径至少包括两分段路径,相邻两个分段路径的相邻端点之间的距离小于 $95\mu\text{m}$;

对各个晶圆位置一一进行真空吸附定位;

开启激光器,按照所设计的激光切割路径对所述晶圆整片进行切割,得到各个晶圆与废料连接的晶圆半成品,其中,所述废料为所述晶圆整片上除排版的晶圆位置以外的区域片料;

关闭激光器,停止真空吸附,并对所述晶圆半成品进行超声清洗,得到清洗后的与所述废料分离的晶圆成品。

13. 根据权利要求12所述的晶圆激光切割方法,其特征在于,每一个晶圆对应的切割路径的轮廓为多边形,所述分段路径分别为该多边形的各个边长轮廓,所述边长轮廓不包含边长的端点。

14. 根据权利要求12所述的晶圆激光切割方法,其特征在于,每一个晶圆对应的切割路径的轮廓为不规则异形,所述分段路径的数量为四段,相邻两个分段路径的相邻端点之间

形成路径间隔的数量为四个,第一个路径间隔、第三个路径间隔所在的第一虚拟直线与第二个路径间隔、第四个路径间隔所在的第二虚拟直线相垂直。

15.一种可穿戴智能装置,包括晶圆,其特征在于,所述晶圆基于权利要求1至7、12至14中任一项所述的晶圆激光切割方法切割得到。

一种晶圆激光切割方法、切割设备及可穿戴智能装置

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体加工领域,尤其涉及一种晶圆激光切割方法、切割设备及可穿戴智能装置。

背景技术

[0002] 晶圆是制造半导体器件的基础性原材料,目前大多电子设备都无法缺少晶圆,因此其重要性不容忽视。极高纯度的半导体经过拉晶、切片等工序制备成为晶圆整片,晶圆整片经过一系列半导体制造工艺形成极微小的电路结构,再按照这种微小电路结构为单元进行切割得到晶圆,将其封装成为芯片,广泛应用到各类电子设备当中。其中,可穿戴的智能电子产品对晶圆的尺寸提出了较高的要求,通常采用直径为4mm以下的晶圆,这种小规格的圆形晶圆的切割工艺相比于直径较大的晶圆,具备较高的难度。

[0003] 目前已经有利用激光切割晶圆的技术,但是当要切割的晶圆尺寸小到4mm左右的规格时,激光切割得到的晶圆边缘较容易出现毛刺、溅伤和挂渣。并且,在晶圆厚度达到1mm以上时,本领域技术人员通常会选用刀片切割的方式来代替激光切割方式来对晶圆进行切割,但是小规格的晶圆又对刀片切割提出了大的挑战。

[0004] 目前对于又小、有具有一定厚度的晶圆,尚缺少理想的切割解决方案。

[0005] 以上背景技术内容的公开仅用于辅助理解本发明的发明构思及技术方案,其并不必然属于本专利申请的现有技术,也不必然会给出技术教导;在没有明确的证据表明上述内容在本专利申请的申请日之前已经公开的情况下,上述背景技术不应当用于评价本申请的新颖性和创造性。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种改进的晶圆激光切割方法,使得晶圆切边光滑。

[0007] 为达到上述目的,本发明采用的技术方案如下:

一种晶圆激光切割方法,适用于对晶圆整片进行切割以得到多个直径规格在3 mm 以内的晶圆,所述切割方法包括以下步骤:

按照待切割的晶圆整片的形状和尺寸,进行多个晶圆位置的排版;

按照排版后的晶圆位置,设计各个晶圆的激光切割路径,其中,每一个晶圆对应的切割路径至少包括两分段弧形路径,相邻两个分段弧形路径的相邻端点之间的距离小于95 μm ;

对所述待切割的晶圆整片进行真空吸附定位;

开启激光器,按照所设计的激光切割路径对所述晶圆整片进行切割,得到各个晶圆与废料连接的晶圆半成品,其中,所述废料为所述晶圆整片上除排版的晶圆位置以外的区域片料;

关闭激光器,停止真空吸附,并对所述晶圆半成品进行超声清洗,得到清洗后的与所述废料分离的晶圆成品。

[0008] 进一步地,承前所述的任一技术方案或多个技术方案的组合,所述晶圆激光切割方法还包括制备与所述晶圆位置的排版相匹配的真空吸附定位治具,其具有抽真空接头及与排版后的晶圆位置一一对应的中空管,各个中空管均与所述抽真空接头连通,且各个中空管的顶端位于同一平面以用于支撑所述晶圆整片。

[0009] 进一步地,承前所述的任一技术方案或多个技术方案的组合,对所述待切割的晶圆整片进行真空吸附定位包括:

将所述抽真空接头连接真空动力装置;

将所述晶圆整片放置在所述真空吸附定位治具上,并使所述中空管的顶端位于其对应的晶圆位置的区域内部;以及

启动所述真空动力装置。

[0010] 进一步地,承前所述的任一技术方案或多个技术方案的组合,按照排版后的晶圆位置由外圈向中心的方向,对各个晶圆位置处的激光切割路径依次进行切割。

[0011] 进一步地,承前所述的任一技术方案或多个技术方案的组合,在设计激光切割路径之前,还包括对排版后的晶圆位置进行图形预处理,包括:在晶圆位置处确定晶圆圆心,根据激光光斑尺寸对晶圆的尺寸规格进行补偿,并按照补偿后的圆周轨迹设计所述切割路径。

[0012] 进一步地,承前所述的任一技术方案或多个技术方案的组合,在开启激光器之前,还包括在所述晶圆整片上涂覆水溶性的防溅液;

和/或,在对所述晶圆整片进行切割的过程中,还包括对所述晶圆整片喷射辅助气体;

和/或,在得到所述晶圆成品后,还包括对其进行除湿干燥处理。

[0013] 进一步地,承前所述的任一技术方案或多个技术方案的组合,所述晶圆激光切割方法还包括预先对所述激光器的切割头的切割嘴作出光居中调试,使调试后的出射激光的中心轴与所述切割嘴的中心轴重合;

和/或,适用于切割厚度范围在0.8-1.5 mm的晶圆整片,根据待切割的晶圆整片的厚度,配置所述激光器的切割头的切割嘴的孔径,若所述晶圆整片的厚度越大,则配置切割嘴的孔径越大。

[0014] 根据本发明的另一方面,本发明提供了一种晶圆激光切割设备,适用于对晶圆整片进行切割以得到多个直径规格在3 mm以内的晶圆,所述切割设备包括基台以及设置在所述基台上的以下部件:

真空吸附定位治具,其配置有底座、设置在所述底座上的抽真空接头和多个中空管,其中,所述抽真空接头被配置为连接一真空动力装置,所述底座内具有中空结构,以使得所述抽真空接头与各个中空管连通;各个中空管的顶端位于同一平面以用于支撑所述晶圆整片;

激光器,其被配置为发出用于切割晶圆整片的激光;

驱动装置,其被配置为驱动所述激光器按照预设的激光切割路径移动;其中,每一个晶圆对应的切割路径至少包括两分段弧形路径,相邻两个分段弧形路径的相邻端点之间的距离小于95 μm ;

且所述中空管与各个晶圆一一对应,且所述中空管的顶端位于其对应的晶圆的切

割路径所围成的区域内部。

[0015] 进一步地,承前所述的任一技术方案或多个技术方案的组合,所述激光器为单模光块的光纤连续激光器,其光纤芯径介于10至30 μm ,其输出功率介于1000至1500W;

所述激光器的切割头配置有准直透镜和聚焦透镜,其中,所述准直透镜的焦距范围为150 \pm 20 mm,所述聚焦透镜的焦距范围为100 \pm 20 mm;或者,所述切割头还包括光学调校件,其被配置为调节所述准直透镜和/或聚焦透镜的方位,以使得从所述切割头的切割嘴射出的激光的中心轴与所述切割嘴的中心轴重合。

[0016] 进一步地,承前所述的任一技术方案或多个技术方案的组合,所述晶圆激光切割设备还包括喷气装置,其被配置为向放置在所述真空吸附定位治具上的晶圆整片喷射辅助气,所述辅助气为惰性气体,所述喷气装置的喷气气压范围为1.5 \pm 0.2 MPa。

[0017] 进一步地,承前所述的任一技术方案或多个技术方案的组合,所述晶圆激光切割设备还包括超声波清洗装置,其被配置为对所述激光器按照所述激光切割路径对所述晶圆整片进行切割后的晶圆半成品进行超声清洗,使得所述晶圆半成品上的晶圆与废料由连接状态转为分离状态。

[0018] 根据本发明的再一方面,提供了一种非圆形晶圆激光切割方法,适用于对晶圆整片进行切割以得到非圆形形状的晶圆,所述切割方法包括以下步骤:

按照待切割的晶圆整片的形状和尺寸,进行多个晶圆位置的排版;

按照排版后的晶圆位置,设计各个晶圆的激光切割路径,其中,每一个晶圆对应的切割路径的轮廓为多边形或不规则形,每一个晶圆对应的切割路径至少包括两分段路径,相邻两个分段路径的相邻端点之间的距离小于95 μm ;

对各个晶圆位置一一进行真空吸附定位;

开启激光器,按照所设计的激光切割路径对所述晶圆整片进行切割,得到各个晶圆与废料连接的晶圆半成品,其中,所述废料为所述晶圆整片上除排版的晶圆位置以外的区域片料;

关闭激光器,停止真空吸附,并对所述晶圆半成品进行超声清洗,得到清洗后的与所述废料分离的晶圆成品。

[0019] 进一步地,承前所述的任一技术方案或多个技术方案的组合,每一个晶圆对应的切割路径的轮廓为多边形,所述分段路径分别为该多边形的各个边长轮廓,所述边长轮廓不包含边长的端点。

[0020] 进一步地,承前所述的任一技术方案或多个技术方案的组合,每一个晶圆对应的切割路径的轮廓为不规则异形,所述分段路径的数量为四段,相邻两个分段路径的相邻端点之间形成路径间隔的数量为四个,第一个路径间隔、第三个路径间隔所在的第一虚拟直线与第二个路径间隔、第四个路径间隔所在的第二虚拟直线相垂直。

[0021] 根据本发明的再一方面,提供了一种可穿戴智能装置,包括晶圆,所述晶圆基于如上所述的晶圆激光切割方法切割得到。

[0022] 本发明提供的技术方案带来的有益效果如下:

a. 设计不连贯的切割路径,使得切割后的晶圆通过微连点与废料连接,避免连贯的切割路径造成单个晶圆的切割末端因脱离废料瞬间产生的微震而引发切边毛刺、甚至产生崩边和裂纹;

b. 相比对晶圆整片作吸附的方式,本发明实施例中专门设计匹配的真空吸附定位治具,以对各个待切割的晶圆单元进行一一对应的吸附,能够大大提高切割中的位置稳定,辅助提高切边的光滑度;

c. 相比于常规的切割出独立的晶圆单元,然后对其进行清洗的方式,本发明实施例中在清洗之前,晶圆尚与废料连接一体,能够简化清洗操作。

附图说明

[0023] 为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请中记载的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0024] 图1为本发明的一个示例性实施例提供的晶圆激光切割设备的立体示意图;

图2为图1中的局部放大示意图;

图3为本发明的一个示例性实施例提供的晶圆激光切割设备的真空吸附定位治具的立体示意图;

图4为本发明的一个示例性实施例提供的晶圆位置对应的激光切割路径的示意图;

图5为本发明的一个示例性实施例提供的晶圆激光切割方法的流程示意图;

其中,附图标记包括:1-基台,2-真空吸附定位治具,201-底座,202-抽真空接头,203-中空管,3-激光器,4-驱动装置,5-晶圆整片,501-晶圆,502-路径间隔。

具体实施方式

[0025] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,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的实施例,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,都应当属于本发明保护的范围。

[0026] 需要说明的是,本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、装置、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其他步骤或单元。

[0027] 在本发明的一个实施例中,提供了一种晶圆激光切割方法,适用于对晶圆整片进行切割以得到多个直径规格在3 mm以内的晶圆,这种规格的晶圆通常应用在可穿戴的智能装置上,比如具有检测功能的智能手表、手环等,参见图5,所述切割方法包括以下步骤:

第一步、按照待切割的晶圆整片的形状和尺寸,进行多个晶圆位置的排版;以圆形及直径为2mm的晶圆规格为例,可以在一矩形的晶圆整片上按照矩阵布设晶圆,比如晶圆整

片为40×40mm的方形,可以排布10×10个晶圆位置。

[0028] 第二步、按照排版后的晶圆位置,设计各个晶圆的激光切割路径,其中,每一个晶圆对应的切割路径至少包括两分段弧形路径,相邻两个分段弧形路径的相邻端点之间的距离小于95 μm ;

具体地,对排版后的晶圆位置进行图形预处理,包括:在晶圆位置处确定晶圆圆心,根据激光光斑尺寸对晶圆的尺寸规格进行补偿;在设计切割路径时,按照补偿后的圆周轨迹设计所述切割路径。比如,用于切割的激光器的切割头发出的光斑直径为12 μm ,则补偿的尺寸可以为6 μm ,那么将直径为2mm的晶圆圆周外扩6 μm ,作为切割路径的轮廓线,并且如上述,同一晶圆的切割路径必须不能是连通的圆环,以一个晶圆对应的切割路径包括两分段弧形路径为例进行说明,如图4所示,每段弧形路径接近半圆,这样,一个晶圆的切割路径形成两个比如150 μm 的路径间隔502,并且这两个路径间隔502相对于该晶圆的圆心对称称为优选实施例,可以选取设置60-80 μm 的路径间隔502。

[0029] 显然,若同一晶圆的切割路径为三段以上弧形路径,形成三个路径间隔502同样可以实现本发明的技术方案,尤其三段以上弧形路径等长为优选实施例。

[0030] 设计的激光切割路径可以保存为如CAD的图纸文件,并导入激光切割设备来用于驱动激光器按照设计的激光切割路径来移动。

[0031] 第三步、对所述待切割的晶圆整片进行真空吸附定位;本实施例中,有预先制备专用的真空吸附定位治具2,其结构如图3所示:

治具配置有底座201、设置在所述底座201上的抽真空接头202和多个中空管203,其中,所述抽真空接头202被配置为连接一真空动力装置,所述底座201内具有中空结构,以使得所述抽真空接头202与各个中空管203连通;各个中空管203的顶端位于同一平面以用于支撑所述晶圆整片5;

并且,各个中空管203的排布与晶圆位置的排版相匹配(中空管与排版后的晶圆位置一一对应,且各个中空管203的上端位于对应的晶圆位置的区域内部)。

[0032] 将晶圆整片5固定在所述真空吸附定位治具2上,该治具采用支撑并吸附原理将晶圆吸附固定,确保切割时材料不会动。本实施例中,晶圆502的直径为2mm,相应地,中空管203为外径1.5mm,壁厚0.15mm的不锈钢毛细管,通过毛细管的孔对晶圆进行支撑和抽真空吸附固定。

[0033] 本实施例中,先在晶圆整片5上涂覆水溶性的防溅液,这样可以防止后续激光加工过程中能量的飞溅而对其他的晶圆表面产生激光火花溅射损伤等影响;再将晶圆整片5放置在中空管203上,并且使各个中空管203位于对应的排版后的晶圆位置的区域内部,将抽真空接头202连接一真空动力装置;再启动所述真空动力装置。

[0034] 第四步、在利用真空泵(未图示)将各个中空管203中抽成真空后,开启激光器,按照所设计的激光切割路径对所述晶圆整片5进行切割,同时对所述晶圆整片喷射辅助气体(通常采用惰性气体,比如氩气,可以保持切口干净不变色),得到各个晶圆501与废料连接的晶圆半成品,其中,所述废料为所述晶圆整片5上除排版的晶圆位置以外的区域片料;各个晶圆501与废料连接是因为切割路径中存在所述路径间隔502,使得激光切割后的晶圆501通过该路径间隔502处的微连点而暂时保持在晶圆整片5上。

[0035] 开启激光器对晶圆整片5进行切割之前,还预先根据待切割的晶圆整片的厚度,配

置所述激光器的切割头的切割嘴的孔径,若所述晶圆整片的厚度越大,则配置切割嘴的孔径越大;比如,切割材料厚度1mm,则相应采用孔径为1mm的切割嘴,孔径过小容易导致发生堵塞,孔径过大会使切割面较粗,使得切割转角部位容易有熔渍。本实施例适用于切割厚度范围在0.8-1.5 mm的晶圆整片,以1mm厚度的晶圆为例,采用整圆的切割路径来切割得到的晶圆良品率在92%左右,而采用如图4的切割路径来切割得到的晶圆良品率在99.5%以上。这个厚度的晶圆,若直径规格较大(比如直径达到5mm以上),那么利用刀片切割工艺可以达到相同甚至更高的良品率,但是对于直径在3mm以内,甚至0.8 mm的晶圆,刀片切割得到的良品率会大大降低。

[0036] 以及预先对所述激光器3的切割头的切割嘴作出光居中调试,使调试后的出射激光的中心轴与所述切割嘴的中心轴重合;具体地,激光器3的切割头配置有准直透镜、聚焦透镜和光学调校件(未图示),其中,所述准直透镜的焦距范围为 150 ± 20 mm,所述聚焦透镜的焦距范围为 100 ± 20 mm;利用光学调校件来调节所述准直透镜和/或聚焦透镜的方位,以使得从所述切割头的切割嘴射出的激光的中心轴与所述切割嘴的中心轴重合。切割嘴除了出光,还同时用于向外喷射辅助气体,切割嘴的喷嘴中心与激光的中心不同轴时,会影响切割断面,当辅助气体在喷出时,不居中的出光会造成气量不均匀,使切割断面较容易出现一边有熔渍,另一边没有的现象。因此激光切割前需调试好光居中,确保后面激光切割晶圆切边光滑的效果。

[0037] 本实施例采用单模光块的中小功率连续红外光纤激光器对晶圆进行切割,其光纤芯径为 $14\mu\text{m}$,这种常规的激光器技术成熟,因此性能(输出功率)较稳定;可配合切割头型号为1500W平面切割头,其中的准直透镜采用弯月+双凸的透镜组形式,该组合镜的焦距为150 mm,聚焦透镜采用弯月+双凸的透镜组形式,该组合镜的焦距为100 mm,则激光器3的出光聚焦光斑理论直径达到 $14\mu\text{m} \times 100/150 = 9.3\mu\text{m}$,实际光斑存在一定程度的散射,因此其实际直径达到约 $12\mu\text{m}$ 。根据加工需求,调整激光加工参数,激光功率70%,频率使用2000KHz,占空比设置20%,切割速度10mm/s。调整辅助气体氩气的气压值,气压使用1.5Mpa(气压过小产品侧壁容易挂渣,气压过大容易吹裂产品)。

[0038] 激光器的切割头相对于晶圆摆放位置垂直,确保切割头切割晶圆501的每处区域都是处在同一高度位置,确保激光在切割过程中不会出现离焦现象,致使材料无法切透情况的出现。并在对晶圆整片5切割完成后,记录切割产品数量和加工时间,以统计单个产品时间,以及整片原材的晶圆整片5加工时间,以评估加工效率。

[0039] 第五步、关闭激光器,停止真空吸附,并将所述晶圆半成品(即切割后的晶圆整片5)放入超声波清洗机进行超声清洗,超声频率使用48震级,水温为 32°C ,超声清洗时间为2min;一方面,晶圆上的污渍、飞溅液被清洗掉,并去除产品上在切割过程中附着的一些粉尘和挂渣,另一方面,在超声波的振动下,一个个晶圆501与所述废料分离,得到多个晶圆成品。相比于振动盘振动来分离晶圆产品,本实施例中采用超声波的方式可以将产品分离与清洁操作合二为一,并且不容易对分离产品造成损伤。

[0040] 在本发明的一个实施例中,单个晶圆的切割路径如图4所示,而不同晶圆的切割顺序为:按照排版后的晶圆位置由外圈向中心的方向,对各个晶圆位置处的激光切割路径依次进行切割。如果反之由内向外排序切割,有可能在最后切割外缘晶圆时造成其他已完成切割的晶圆处的所述微连点断裂(不利于后续整板晶圆整片5放入超声波清洗机进行清

洗),本实施例中这样由外而内的排序切割可以有利地避免这种风险。

[0041] 第六步、经晶圆成品从所述超声波清洗机中取出,对其进行除湿干燥处理,比如可以采用风干、低温烘干等方式,需要控制温度不能过高,否则会损伤晶圆。之后对产品进行外观检查和尺寸测量,进行产品良率数据统计分析,完成整个硅晶圆加工过程。

[0042] 以上切割直径为2mm的晶圆的实施例仅为举例,根据激光器的精度极限,本发明的实施例能够切割直径下限值为0.8mm的晶圆。

[0043] 在本发明的一个实施例中,提供了一种晶圆激光切割设备,适其用于对晶圆整片5进行切割以得到多个直径规格在3 mm以内的晶圆501,如图1和图2所示,所述切割设备包括基台1以及设置在所述基台1上的以下部件:

真空吸附定位治具2,具体参见图3,其配置有底座201、设置在所述底座201上的抽真空接头202和多个中空管203,其中,所述抽真空接头202被配置为连接一真空动力装置,所述底座201内具有中空结构,以使得所述抽真空接头202与各个中空管203连通;各个中空管203的顶端位于同一平面以用于支撑所述晶圆整片5;

激光器3,其被配置为发出用于切割晶圆整片5的激光;

驱动装置4,其被配置为驱动所述激光器3按照预设的激光切割路径移动;其中,每一个晶圆对应的切割路径至少包括两分段弧形路径,如图4所示,相邻两个分段弧形路径的相邻端点之间的距离小于 $95\mu\text{m}$,形成路径间隔502;

且所述中空管203与各个晶圆一一对应,且所述中空管203的顶端位于其对应的晶圆的切割路径所围成的区域内部。

[0044] 本实施例中,所述激光器3为单模光块的光纤单模连续激光器,其光纤芯径介于10至 $30\mu\text{m}$,其输出功率介于1000至1500W;

所述激光器3的切割头配置有准直透镜和聚焦透镜,其中,所述准直透镜的焦距范围为 $150\pm 20\text{ mm}$,所述聚焦透镜的焦距范围为 $100\pm 20\text{ mm}$;所述切割头还包括光学调校件,其被配置为调节所述准直透镜和/或聚焦透镜的方位,以使得从所述切割头的切割嘴射出的激光的中心轴与所述切割嘴的中心轴重合。

[0045] 本实施例中,所述晶圆激光切割设备还包括喷气装置,其被配置为向放置在所述真空吸附定位治具2上的晶圆整片5喷射辅助气,所述辅助气为惰性气体,所述喷气装置的喷气气压范围为 $1.5\pm 0.2\text{ MPa}$ 。

[0046] 本实施例中,所述晶圆激光切割设备还包括超声波清洗装置,其被配置为对所述激光器3按照所述激光切割路径对所述晶圆整片进行切割后的晶圆半成品进行超声清洗,使得所述晶圆半成品上的晶圆与废料由连接状态转为分离状态。

[0047] 本晶圆激光切割设备实施例与上述晶圆激光切割方法实施例属于相同构思,可以相互全文引用。

[0048] 以上激光切割晶圆的方法可以不限于切割圆形的晶圆,在本发明的又一实施例中,利用相同构思的激光切割方法,来对晶圆整片进行切割以得到非圆形形状的晶圆(包括多边形和不规则异形),所述切割方法包括以下步骤:

按照待切割的晶圆整片的形状和尺寸,进行多个晶圆位置的排版;

按照排版后的晶圆位置,设计各个晶圆的激光切割路径,其中,每一个晶圆对应的切割路径的轮廓为多边形或不规则形,每一个晶圆对应的切割路径至少包括两分段路径,

相邻两个分段路径的相邻端点之间的距离小于 $95\mu\text{m}$;

对各个晶圆位置一一进行真空吸附定位;具体参见上述实施例中的真空吸附定位治具2,将其改进为每个中空管203的顶端位于每个多边形或不规则形的区域内。

[0049] 开启激光器,按照所设计的激光切割路径对所述晶圆整片进行切割,得到各个晶圆与废料连接的晶圆半成品,其中,所述废料为所述晶圆整片上除排版的晶圆位置以外的区域片料;

关闭激光器,停止真空吸附,并对所述晶圆半成品进行超声清洗,得到清洗后的与所述废料分离的晶圆成品。

[0050] 对于多边形的晶圆,其对应的分段路径分别为该多边形的各个边长轮廓,所述边长轮廓不包含边长的端点。

[0051] 对于不规则异形的晶圆,其切割工艺一直存在瓶颈,主要问题出现在其切割路径不平缓而容易导致毛刺和挂渣,本实施例中,将其切割路径分为四个分段路径,这样相邻两个分段路径的相邻端点之间形成路径间隔502的数量即为四个,并且满足以下条件:第一个路径间隔、第三个路径间隔所在的第一虚拟直线与第二个路径间隔、第四个路径间隔所在的第二虚拟直线相垂直。这样使得异形晶圆的四个分段路径大致分布均匀,有利于提高激光切割后的异形晶圆的切边光滑度、降低切割造成的异形晶圆破损率。

[0052] 无论是多边形的晶圆还是不规则异形的晶圆,其切割方法与上述实施例中的圆形晶圆的切割方法属于相同的发明构思,在此将圆形晶圆的切割方法中不冲突的部分通过引用的方式并入多边形的晶圆、不规则异形的晶圆的切割方法实施例中。

[0053] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0054] 以上所述仅是本申请的具体实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本申请的保护范围。

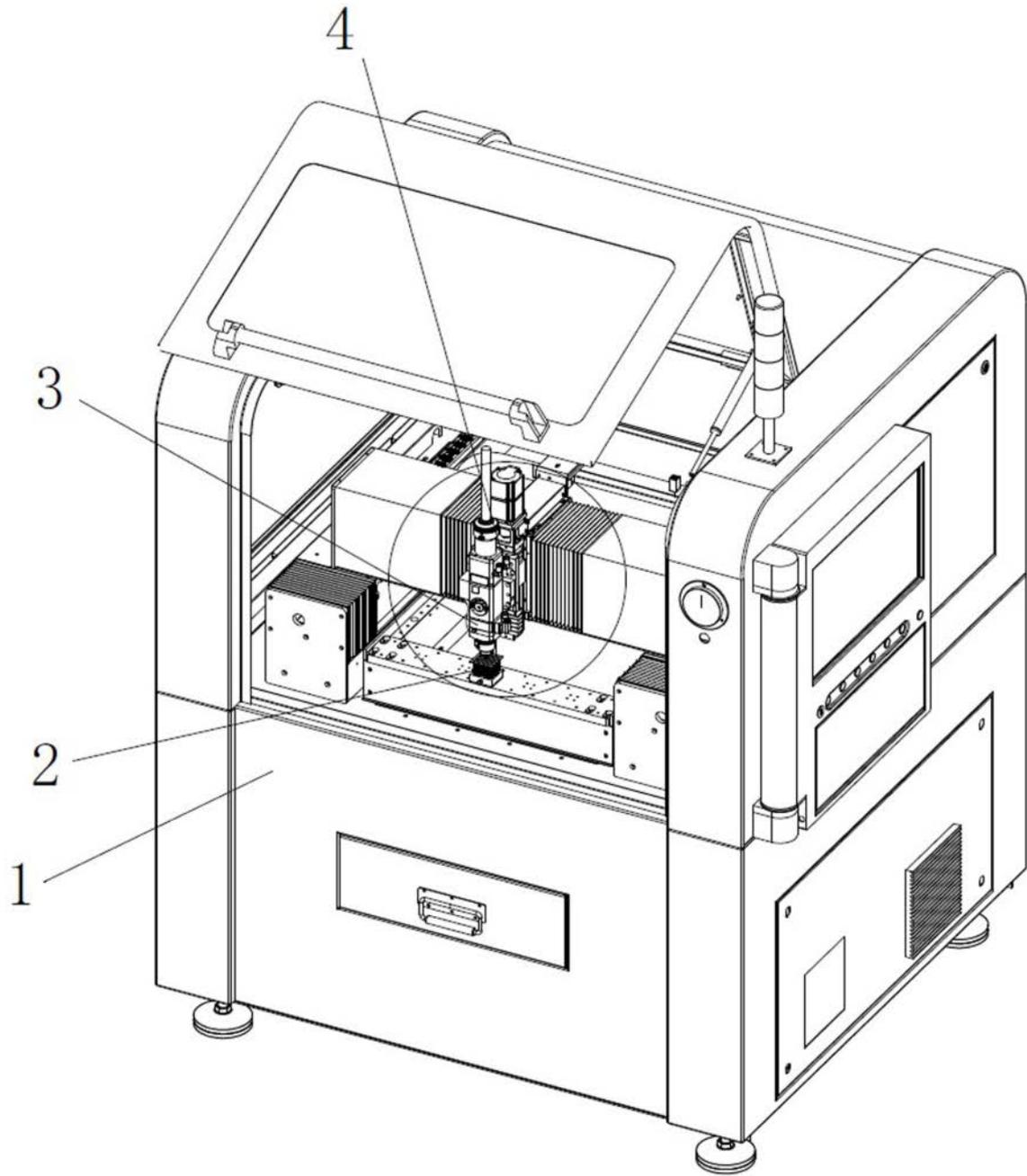


图 1

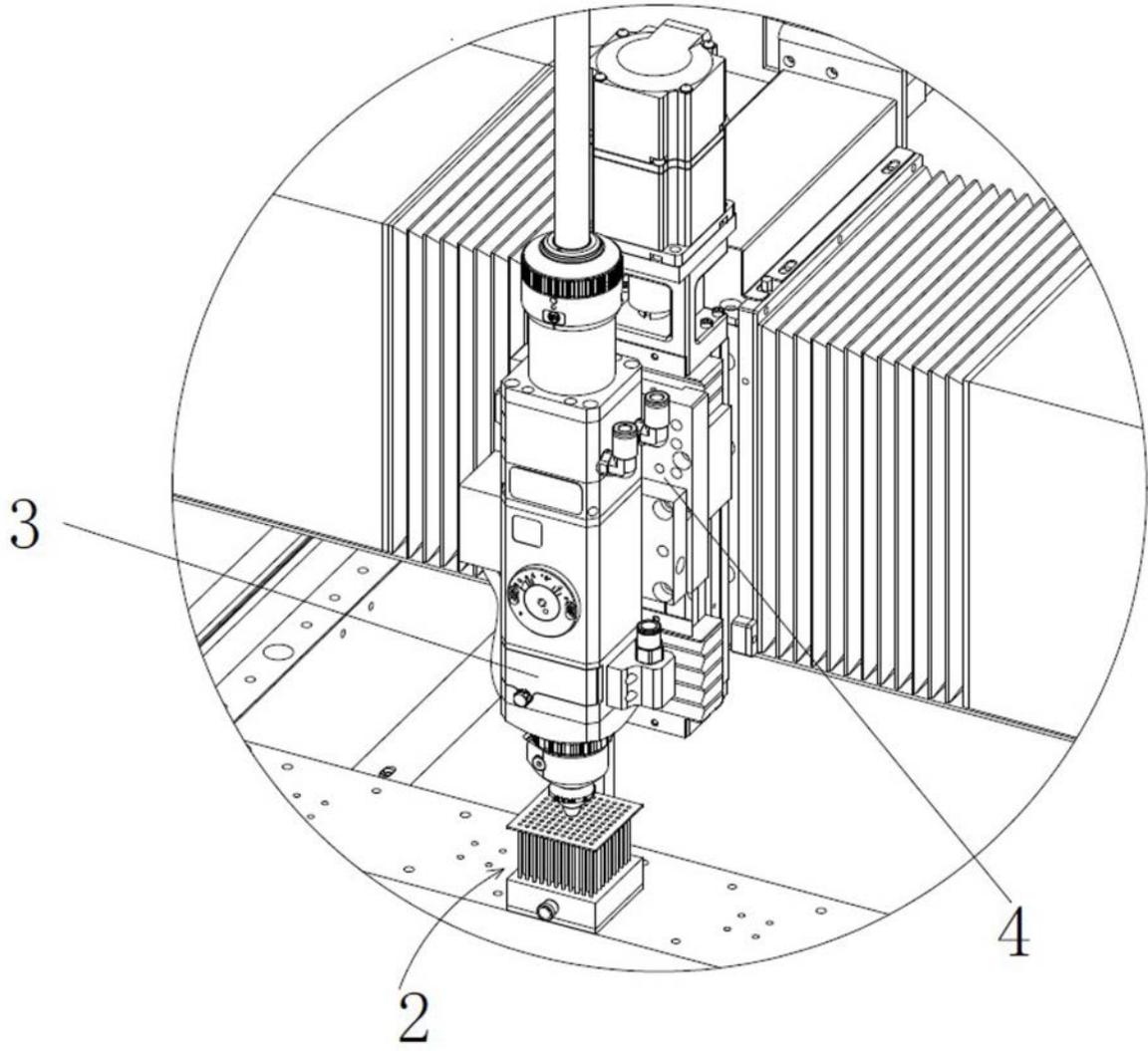


图 2

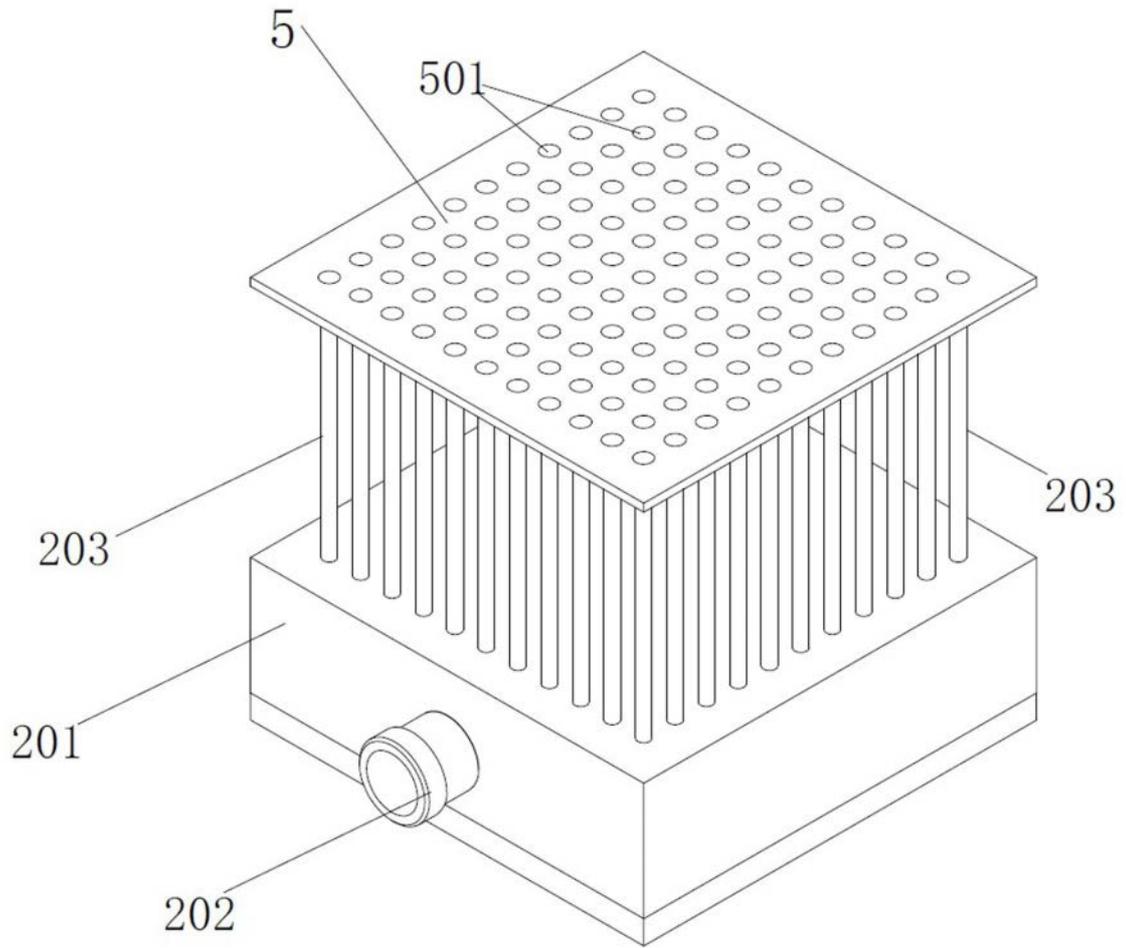


图 3

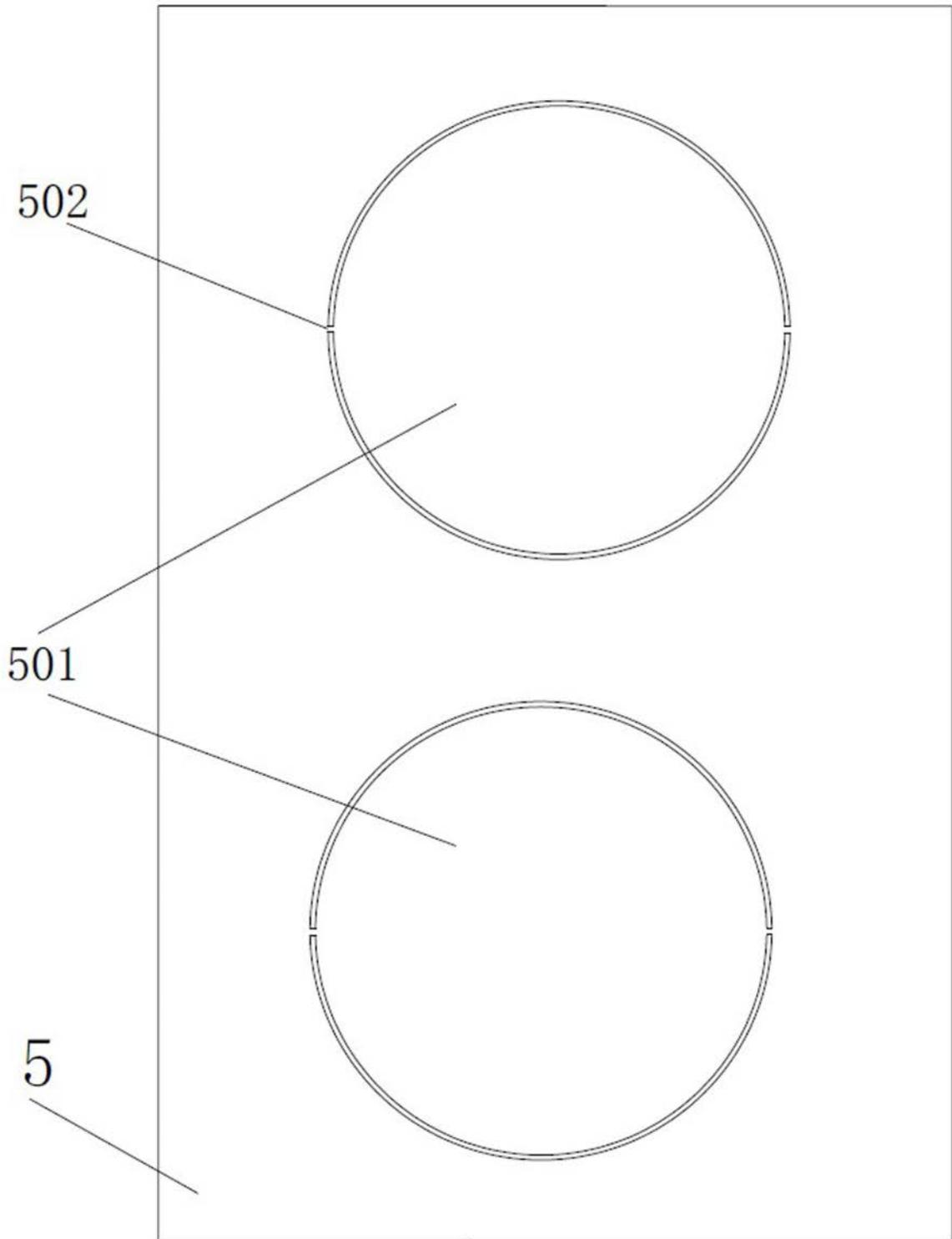


图 4

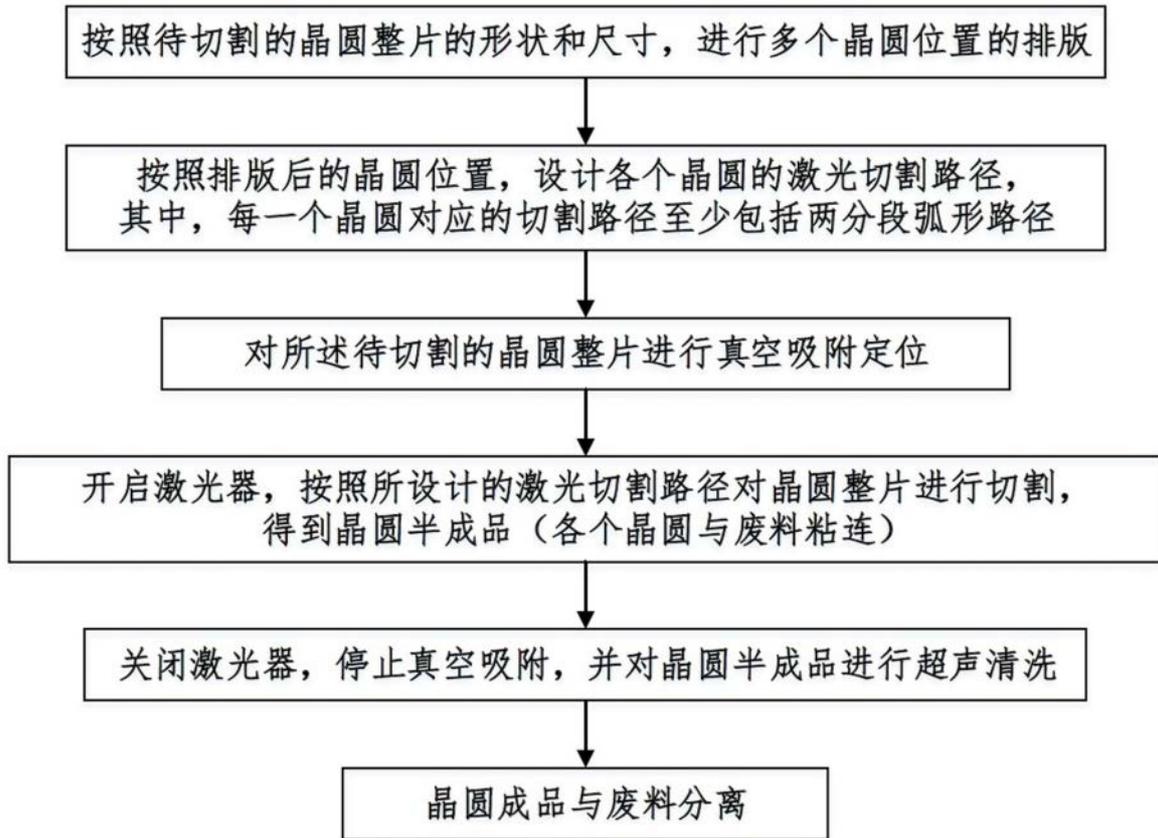


图 5