



# (12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 220296142 U

(45) 授权公告日 2024. 01. 05

(21) 申请号 202321665876.9

(22) 申请日 2023.06.28

(73) 专利权人 郑州轨道交通信息技术研究院  
地址 450001 河南省郑州市高新技术产业  
开发区翠竹街6号11号楼2楼

(72) 发明人 陈松涛 田耕 何在田 董和平

(74) 专利代理机构 郑州芝麻知识产权代理事务  
所(普通合伙) 41173  
专利代理师 文慧君

(51) Int. Cl.  
B23K 26/38 (2014.01)

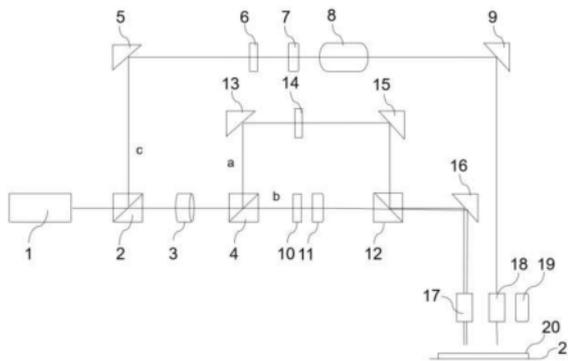
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

## (54) 实用新型名称

一种超窄切割道low-k介质晶圆激光开槽装置

## (57) 摘要

本实用新型公开了一种超窄切割道low-k介质晶圆激光开槽装置,包括紫外激光器、二向分光镜、二分之一波片、第一偏振片、第一45°反射镜、第一光闸、光阑、光斑整形系统、第二45°反射镜、第二光闸、棱镜、第二偏振片、第三45°反射镜、第三光闸、第四45°反射镜、第五45°反射镜、第一聚焦镜、第二聚焦镜、物镜,紫外激光器发射出的激光光束依次经过二向分光镜、二分之一波片和第一偏振片后分成光束a、光束b和光束c。有益效果在于:本实用新型能够在被加工材料上形成不同形状的聚集光斑,两个圆形聚焦光斑距离可在0-30um范围内调节,一个方形聚焦光斑宽度可在10-30um之间调节,可实现切割道宽度为20-40um之间的Low-k材料去除。



1. 一种超窄切割道low-k介质晶圆激光开槽装置,其特征在于:包括紫外激光器(1)、二向分光镜(2)、二分之一波片(3)、第一偏振片(4)、第一45°反射镜(5)、第一光阑(6)、光阑(7)、光斑整形系统(8)、第二45°反射镜(9)、第二光阑(10)、棱镜(11)、第二偏振片(12)、第三45°反射镜(13)、第三光阑(14)、第四45°反射镜(15)、第五45°反射镜(16)、第一聚焦镜(17)、第二聚焦镜(18)、物镜(19);

紫外激光器(1)发射出的激光光束依次经过二向分光镜(2)、二分之一波片(3)和第一偏振片(4)后分成光束a、光束b和光束c;

光束a依次经过第三45°反射镜(13)、第三光阑(14)、第四45°反射镜(15)、第二偏振片(12)和第五45°反射镜(16)后,最后进入第一聚焦镜(17)后聚焦于被加工材料上形成聚焦光斑a(25);

光束b依次经过第二光阑(10)、棱镜(11)后、第二偏振片(12)和第五45度反射镜后,进入第一聚焦镜(17)后也聚焦于被加工材料上形成聚焦光斑b(26);

光束c依次经过第一45°反射镜(5)、第一光阑(6)、光阑(7)、光斑整形系统(8)和第二45°反射镜(9)后,进入第二聚焦镜(18)聚焦于被加工材料上形成聚焦光斑c(27),聚焦光斑c(27)为矩形。

2. 根据权利要求1所述的一种超窄切割道low-k介质晶圆激光开槽装置,其特征在于:棱镜(11)安装在旋转电机上,通过电气控制旋转电机的角度可实现控制聚焦光斑a(25)和聚焦光斑b(26)的相对距离,聚焦光斑a(25)和聚焦光斑b(26)的距离调节范围为0-30um,聚焦光斑a(25)和聚焦光斑b(26)直径为10um。

3. 根据权利要求1所述的一种超窄切割道low-k介质晶圆激光开槽装置,其特征在于:光斑整形系统(8)中设置有凸面柱透镜(801)和凹面柱透镜(802),光束c通过固定凸面柱透镜(801)和凹面柱透镜(802)之间的间距L1来固定聚焦光斑c(27)的长宽比,聚焦光斑c(27)在垂直方向上的高度随光阑(7)可调缝宽的变化而改变,聚焦光斑c(27)宽度变化范围在10um-30um之间。

4. 根据权利要求1所述的一种超窄切割道low-k介质晶圆激光开槽装置,其特征在于:超窄切割道宽度为40um,实际开槽宽度为30um,制程要求单侧安全余量 $\geq 5\mu\text{m}$ 。

5. 根据权利要求1所述的一种超窄切割道low-k介质晶圆激光开槽装置,其特征在于:low-k介质层(28)被去除的厚度为8-10um,二分之一波片(3)安装在旋转电机上,通过电气控制旋转电机的角度实现光束a和光束b能量分配比例。

6. 根据权利要求1所述的一种超窄切割道low-k介质晶圆激光开槽装置,其特征在于:紫外激光器(1)的波长是355nm,为脉冲激光,功率30W,激光光束的偏振态为线偏振,偏振比大于50:1,光斑直径10um,脉冲宽度范围是80ns-150ns,激光的频率范围是10K-2000KHz,单点能量范围是1-200uJ。

## 一种超窄切割道low-k介质晶圆激光开槽装置

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及激光开槽技术领域,特别是涉及一种超窄切割道low-k介质晶圆激光开槽装置。

### 背景技术

[0002] 现有的low-k介质晶圆开槽工艺中,大多采用机械刀片切割开槽或激光开槽的方式在半导体晶圆正面切割道内切割出具有一定宽度的槽,来达到除去low-k介质材料的目的。但无论是机械切割或者激光切割工艺一般都只能实现较宽宽度的切割道切割,切割道宽度一般大于40 $\mu\text{m}$ ,对于切割道宽度小于40 $\mu\text{m}$ 的low-k介质晶圆的开槽,常规工艺无法满足需求。但是在晶圆半导体实际应用中,为了便于在晶圆上放置更多的芯片,以减少半导体晶圆的投入成本,常需要在半导体晶圆上切割出多个宽度小于40 $\mu\text{m}$ 的超窄切割道,切割道越窄切割后得到的晶粒越多,晶圆的利用率越高。但是机械切割时受制于刀片强度及寿命的影响无法将刀片宽度做到50 $\mu\text{m}$ 以下,难以实现超窄切割道的切割;使用激光切割机切割过程中由于受激光的热影响及在切割过程中存在切割偏移等问题,难以实现超窄切割道的切割,尤其是切割宽度小于60 $\mu\text{m}$ 的切割道。

### 实用新型内容

[0003] 本实用新型的目的就在于为了解决上述问题而提供一种超窄切割道low-k介质晶圆激光开槽装置。

[0004] 本实用新型通过以下技术方案来实现上述目的:

[0005] 一种超窄切割道low-k介质晶圆激光开槽装置,包括紫外激光器、二向分光镜、二分之一波片、第一偏振片、第一45°反射镜、第一光闸、光阑、光斑整形系统、第二45°反射镜、第二光闸、棱镜、第二偏振片、第三45°反射镜、第三光闸、第四45°反射镜、第五45°反射镜、第一聚焦镜、第二聚焦镜、物镜;

[0006] 紫外激光器发射出的激光光束依次经过二向分光镜、二分之一波片和第一偏振片后分成光束a、光束b和光束c;

[0007] 光束a依次经过第三45°反射镜、第三光闸、第四45°反射镜、第二偏振片和第五45°反射镜后,最后进入第一聚焦镜后聚焦于被加工材料上形成聚焦光斑a;

[0008] 光束b依次经过第二光闸、棱镜后、第二偏振片和第五45度反射镜后,进入第一聚焦镜后也聚焦于被加工材料上形成聚焦光斑b;

[0009] 光束c依次经过第一45°反射镜、第一光闸、光阑、光斑整形系统和第二45°反射镜后,进入第二聚焦镜聚焦于被加工材料上形成聚焦光斑c,聚焦光斑c为矩形。

[0010] 优选的,棱镜安装在旋转电机上,通过电气控制旋转电机的角度可实现控制聚焦光斑a和聚焦光斑b的相对距离,聚焦光斑a和聚焦光斑b的距离调节范围为0-30 $\mu\text{m}$ ,聚焦光斑a和聚焦光斑b直径为10 $\mu\text{m}$ 。

[0011] 优选的,光斑整形系统中设置有凸面柱透镜和凹面柱透镜,光束c通过固定凸面柱

透镜和凹面柱透镜之间的间距L1来固定聚焦光斑c的长宽比,聚焦光斑c在垂直方向上的高度随光阑可调缝宽的变化而改变,聚焦光斑c宽度变化范围在10um-30um之间。

[0012] 优选的,超窄切割道宽度为40um,实际开槽宽度为30um,制程要求单侧安全余量 $\geq$ 5um。

[0013] 优选的,low-k介质层被去除的厚度为8-10um,二分之一波片安装在旋转电机上,通过电气控制旋转电机的角度实现光束a和光束b能量分配比例。

[0014] 优选的,紫外激光器的波长是355nm,为脉冲激光,功率30W,激光光束的偏振态为线偏振,偏振比大于50:1,光斑直径10um,脉冲宽度范围是80ns-150ns,激光的频率范围是10K-2000KHz,单点能量范围是1-200uJ。

[0015] 有益效果在于:

[0016] 1.本实用新型能够在被加工材料上形成不同形状的聚集光斑,两个圆形聚焦光斑距离可在0-30um范围内调节,一个方形聚焦光斑宽度可在10-30um之间调节,激光加工后可在宽度为20-40um之间的切割道形内去除Low-k材料,实现了超窄切割道内low-k介质材料的切割。

[0017] 2.本实用新型保证了加工后凹槽的加工质量和精度,并且在去除low-k介质材料的过程中不会影响基材材料,加工效果好,加工后的凹槽呈“U”字型,凹槽均匀、无明显崩边、波浪纹等问题。

[0018] 本实用新型的附加技术特征及其优点将在下面的描述内容中阐述地更加明显,或通过本实用新型的具体实践可以了解到。

## 附图说明

[0019] 附图是用来提供对本实用新型的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与下面的具体实施方式一起用于解释本实用新型,但并不构成对本实用新型的限制。在附图中:

[0020] 图1是本实用新型所述一种超窄切割道low-k介质晶圆激光开槽装置的原理示意图;

[0021] 图2是本实用新型所述一种超窄切割道low-k介质晶圆激光开槽装置的激光光束作用在晶圆表面原理图;

[0022] 图3是本实用新型所述一种超窄切割道low-k介质晶圆激光开槽装置的聚焦光斑c形成过程示意图;

[0023] 图4是本实用新型所述一种超窄切割道low-k介质晶圆激光开槽装置的不同宽度切割道内激光聚焦原理示意图;

[0024] 图5是本实用新型所述一种超窄切割道low-k介质晶圆激光开槽装置的待加工晶圆俯视图。

[0025] 附图标记说明如下:1、紫外激光器;2、二向分光镜;3、二分之一波片;4、第一偏振片;5、第一45°反射镜;6、第一光阑;7、光阑;8、光斑整形系统;801、凸面柱透镜;802、凹面柱透镜;9、第二45°反射镜;10、第二光阑;11、棱镜;12、第二偏振片;13、第三45°反射镜;14、第三光阑;15、第四45°反射镜;16、第五45°反射镜;17、第一聚焦镜;18、第二聚焦镜;19、物镜;20、晶圆;21、工作台;22、晶粒;23、竖向切割道;24、横向切割道;25、聚焦光斑a;26、聚焦光斑b;27、聚焦光斑c;28、low-k介质层。

## 具体实施方式

[0026] 下面将结合本实用新型实施例中的附图,对本实用新型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实用新型一部分实施例,而不是全部的实施例。

[0027] 在本实用新型的描述中,需要理解的是,术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本实用新型和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本实用新型的限制。

[0028] 下面结合附图对本实用新型作进一步说明:

[0029] 如图1-图5所示,一种超窄切割道low-k介质晶圆激光开槽装置,包括紫外激光器1、二向分光镜2、二分之一波片3、第一偏振片4、第一45°反射镜5、第一光阑6、光阑7、光斑整形系统8、第二45°反射镜9、第二光阑10、棱镜11、第二偏振片12、第三45°反射镜13、第三光阑14、第四45°反射镜15、第五45°反射镜16、第一聚焦镜17、第二聚焦镜18、物镜19,二向分光镜2用于将激光分为能量相同且相互垂直的两束光,第一偏振片4和第二偏振片12用于将一束紫外光分为相互垂直的两束光,光斑整形系统8用于将圆形光斑整形为方形光斑;

[0030] 紫外激光器1发射出的激光光束依次经过二向分光镜2、二分之一波片3和第一偏振片4后分成光束a、光束b和光束c,光束a依次经过第三45°反射镜13、第三光阑14、第四45°反射镜15、第二偏振片12和第五45°反射镜16后,最后进入第一聚焦镜17后聚焦于被加工材料上形成聚焦光斑a25,聚焦光斑a25为圆形光斑,光束b依次经过第二光阑10、棱镜11后、第二偏振片12和第五45度反射镜后,进入第一聚焦镜17后也聚焦于被加工材料上形成聚焦光斑b26,聚焦光斑b26为圆形光斑,光束c依次经过第一45°反射镜5、第一光阑6、光阑7、光斑整形系统8和第二45°反射镜9后,进入第二聚焦镜18聚焦于被加工材料上形成聚焦光斑c27,聚焦光斑c27为矩形光斑,将晶圆20固定在工作台21上,打开紫外激光器1,在待加工晶圆20切割道内形成聚焦光斑a25、聚焦光斑b26和聚焦光斑c27;

[0031] 根据所加工晶圆20切割道宽度,调整棱镜11和光阑7,棱镜11安装在旋转电机上,通过电气控制旋转电机的角度可实现控制聚焦光斑a25和聚焦光斑b26的相对距离,聚焦光斑a25和聚焦光斑b26的距离调节范围为0-30um,聚焦光斑a25和聚焦光斑b26直径为10um,光斑整形系统8中设置有凸面柱透镜801和凹面柱透镜802,光束c通过固定凸面柱透镜801和凹面柱透镜802之间的间距L1来固定聚焦光斑c27的长宽比,利用光阑7,根据缝宽的变化调整聚焦光斑c27在垂直方向上的高度,聚焦光斑c27宽度变化范围在10um-30um;

[0032] 超窄切割道宽度为40um,实际开槽宽度为30um,制程要求单侧安全余量 $\geq 5\mu\text{m}$ ,另外,对于不同宽度的切刀道,聚焦光斑a25、聚焦光斑b26、聚焦光斑a25的聚焦原理如图4所示,其中L2为20um,L3为30um,L4为40um,如图5所示,晶圆20的切割道分为竖向切割道23和横向切割道24;

[0033] low-k介质层28被去除的厚度为8-10um,二分之一波片3安装在旋转电机上,通过电气控制旋转电机的角度实现光束a和光束b能量分配比例;

[0034] 紫外激光器1的波长是355nm,为脉冲激光,功率30W,激光光束的偏振态为线偏振,偏振比大于50:1,光斑直径10um,脉冲宽度范围是80ns-150ns,激光的频率范围是10K-2000KHz,单点能量范围是1-200uJ。

[0035] 工作原理:将晶圆20固定在工作台21上,移动工作台21将晶圆20快速运动到物镜19下方,物镜19根据晶粒22上的图案特征快速定位到晶圆20的竖向切割道23上,打开紫外激光器1,在待加工晶圆20的竖向切割道23内形成聚焦光斑a25、聚焦光斑b26和聚焦光斑c27,

[0036] 根据所加工晶圆20的竖向切割道23的宽度,调整棱镜11和光阑7来调整聚焦光斑a25、聚焦光斑b26和聚焦光斑c27的距离,棱镜11安装在旋转电机上,通过电气控制旋转电机的角度实现控制聚焦光斑a25和聚焦光斑b26的相对距离;

[0037] 关闭第一光阑6,打开第二光阑10和第三光阑14,移动工作台21到第一聚焦镜17方,在竖向切割道23内low-k介质层28上加工出两条切割细线,打开第一光阑6,关闭第二光阑10和第三光阑14,移动工作台21到第二聚焦镜18下方,在竖向切割道23内切除两细线之间的low-k介质层28,重复操作,直至竖向切割道23内的low-k介质层28被除去完毕;

[0038] 竖向切割道23内的low-k介质层28被除去完毕后,将工作台21旋转90°,然后重复在竖向切割道23切除low-k介质层28的操作,完成横向切割道24内low-k介质层28的去除。

[0039] 以上显示和描述了本实用新型的基本原理、主要特征和优点。本行业的技术人员应该了解,本实用新型不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是说明本实用新型的原理,在不脱离本实用新型精神和范围的前提下,本实用新型还会有各种变化和进步,这些变化和进步都落入要求保护的本实用新型范围内。本实用新型要求保护的范由所附的权利要求书及其效物界定。

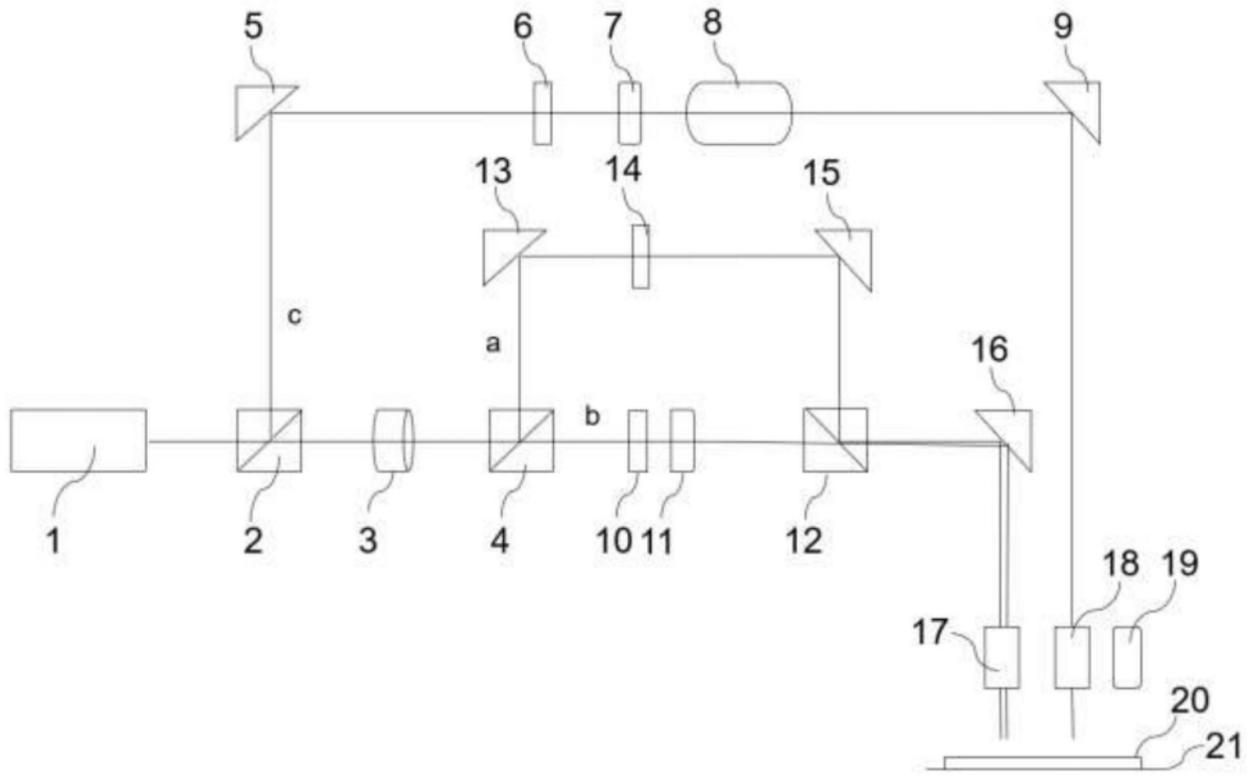


图1

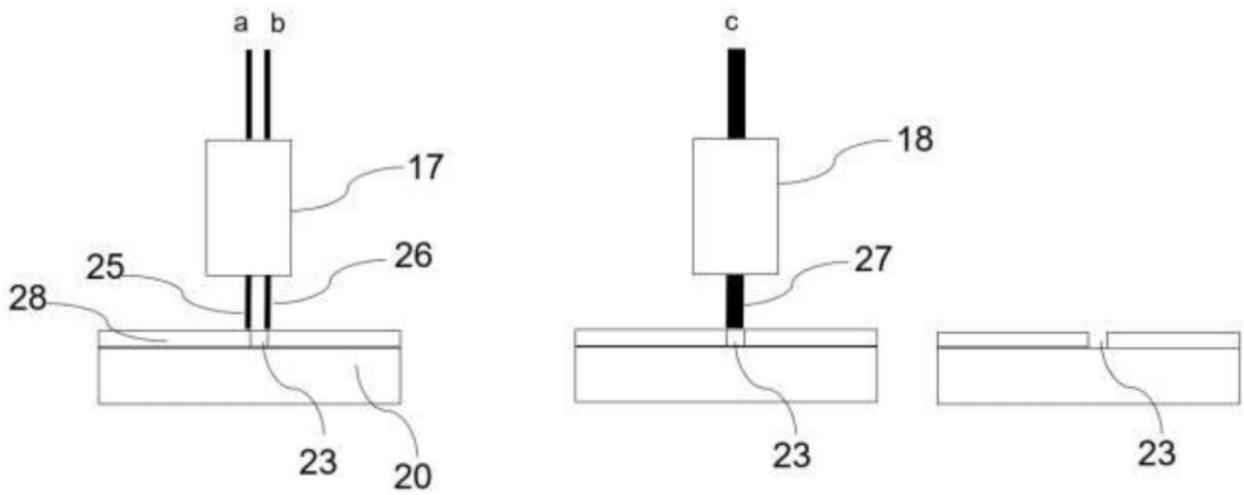


图2

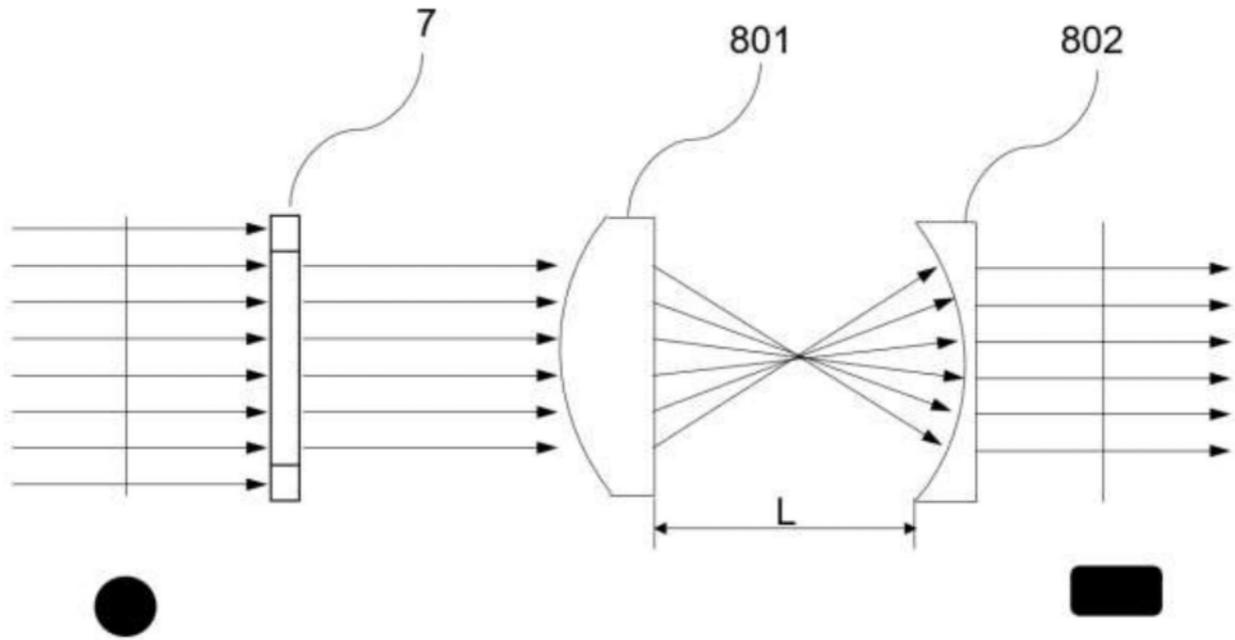


图3

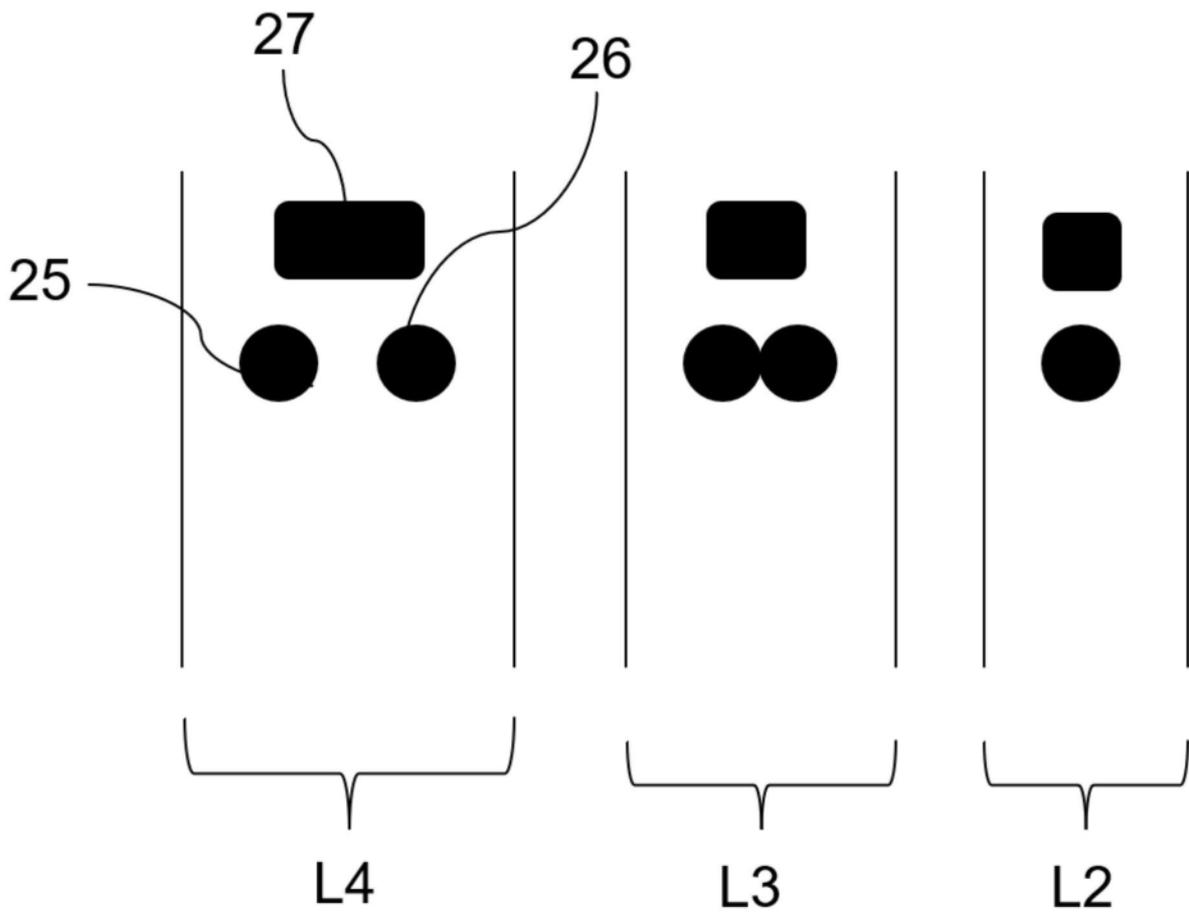


图4

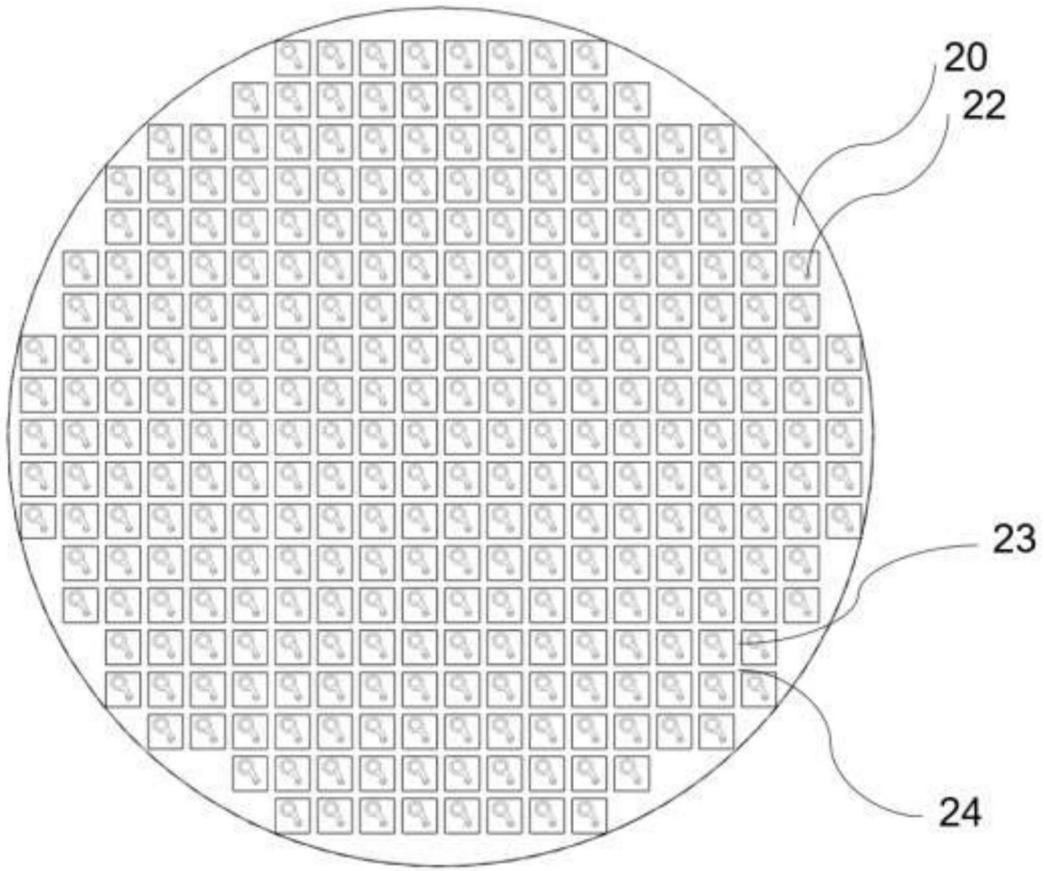


图5