



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107262945 A

(43)申请公布日 2017. 10. 20

(21)申请号 201710216651.8

(22)申请日 2017.04.05

(30)优先权数据

2016-076734 2016.04.06 JP

(71)申请人 株式会社迪思科

地址 日本东京都

(72)发明人 平田和也

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 李辉 于靖帅

(51) Int. Cl.

B23K 26/53(2014.01)

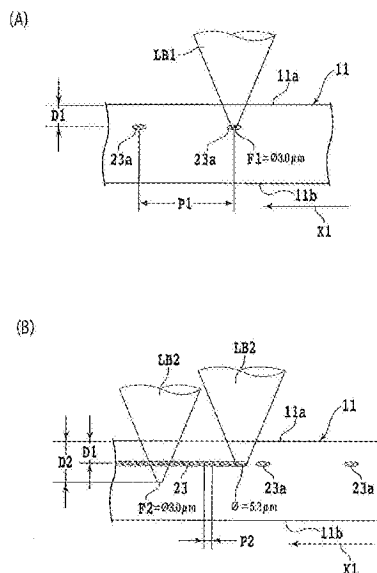
权利要求书1页 说明书6页 附图9页

(54)发明名称

晶片的生成方法

(57)摘要

提供晶片的生成方法,能够从锭高效地生成晶片。晶片的生成方法从SiC锭生成晶片,该晶片的生成方法包含第1改质层形成步骤和第2改质层形成步骤。在第1改质层形成步骤中,对锭照射具有第1功率的第1激光束而在锭的第1深度散在地形成第1改质层。在第2改质层形成步骤中,将具有比第1功率大的第2功率的第2激光束定位成使其聚光点位于比第1深度深的位置,进而将第2激光束定位成与第1改质层重叠,对晶片照射第2激光束而在第1深度的位置连续地形成第2改质层和从第2改质层沿着c面延伸的裂痕。



1. 一种晶片的生成方法,从SiC锭生成晶片,该SiC锭具有第1面、位于该第1面的相反侧的第2面、从该第1面至该第2面的c轴以及与该c轴垂直的c面,该晶片的生成方法的特征在于,具有如下的步骤:

第1改质层形成步骤,将波长对于SiC锭具有透过性并且具有第1功率的第1激光束的第1聚光点定位在距离该第1面相当于要生成的晶片的厚度的第1深度,并且一边使该第1激光束的第1聚光点在该第1方向上相对地移动一边对该第1面照射该第1激光束,从而在该第1深度散在地形成与该第1面平行的第1改质层以使该第1改质层彼此不重叠,其中,该c轴相对于该第1面的垂线倾斜偏离角,该第1方向与在该第1面与该c面之间形成偏离角的第2方向垂直;

第1转位步骤,使该第1聚光点在该第2方向上相对地移动而按照规定的量进行转位进给;

第2改质层形成步骤,在实施了该第1改质层形成步骤和该第1转位步骤之后,将波长对于该锭具有透过性并且具有比该第1功率大的第2功率的第2激光束的第2聚光点定位在距离该第1面比该第1深度深的第2深度,并且将该第2激光束的束斑定位成与该第1改质层重叠,一边使该第2聚光点和该锭在该第1方向上相对地移动一边对该第1面照射该第2激光束,从而在该第1深度形成在与该第1面平行的该第1方向上延伸的直线状的第2改质层,并且形成从该第2改质层沿着该c面伸长的裂痕;

第2转位步骤,使该第2聚光点在该第2方向上相对地移动而按照该规定的量进行转位进给;以及

晶片剥离步骤,在实施了该第2改质层形成步骤和该第2转位步骤之后,从由该第2改质层和该裂痕构成的分离起点将相当于晶片的厚度的板状物从该SiC锭剥离而生成SiC晶片。

## 晶片的生成方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及晶片的生成方法,将SiC锭切片成晶片状。

### 背景技术

[0002] 在以硅等作为原材料的晶片的正面上层叠功能层,在该功能层上在由多条分割预定线划分出的区域中形成有IC、LSI等各种器件。并且,通过切削装置、激光加工装置等加工装置对晶片的分割预定线实施加工而将晶片分割成各个器件芯片,分割得到的器件芯片广泛应用于移动电话、个人计算机等各种电子设备。

[0003] 并且,在以SiC、GaN等六方晶单晶作为原材料的晶片的正面上层叠有功能层,在所层叠的功能层上由形成为格子状的多条分割预定线进行划分而形成有功率器件或者LED、LD等光器件。

[0004] 形成有器件的晶片通常是利用线切割机对锭进行切片而生成的,对切片得到的晶片的正面背面进行研磨而精加工成镜面(例如,参照日本特开2000-94221号公报)。

[0005] 在该线切割机中,将直径约为100~300 $\mu\text{m}$ 的钢琴丝等一根金属丝缠绕在设置在间隔辅助辊上的通常为二~四条的多个槽中,按照一定的间距彼此平行地配置而使金属丝在一定的方向或者双向上行进,将锭切片成多个晶片。

[0006] 但是,当利用线切割机将锭切断再对正面背面进行研磨而生成晶片时,会浪费锭的70~80%,存在不经济这样的问题。特别是SiC锭的莫氏硬度较高,利用线切割而进行的切断很困难且花费相当长的时间,生产性较差,在高效地生成晶片方面存在课题。

[0007] 为了解决这些问题,在日本特开2013-49161号公报中记载了如下技术:将波长对于SiC具有透过性的激光束的聚光点定位在SiC锭的内部而进行照射,在切断预定面上形成改质层和裂痕,并施加外力而沿着形成有改质层和裂痕的切断预定面割断晶片,从而将晶片从锭分离。

[0008] 在该公开公报所记载的技术中,将脉冲激光束的聚光点沿着切断预定面呈螺旋状照射或者呈直线状照射以使脉冲激光束的第1照射点和距离该第1照射点最近的第2照射点处于规定的位置,而在锭的切断预定面上形成非常高密度的改质层和裂痕。

[0009] 专利文献1:日本特开2000-94221号公报

[0010] 专利文献2:日本特开2013-49161号公报

[0011] 但是,在专利文献2所记载的锭的切断方法中,激光束的照射方法相对于锭呈螺旋状或者直线状,对于在直线状的情况下扫描激光束的方向则没有任何规定。

[0012] 在专利文献2所记载的锭的切断方法中,将激光束的第1照射点与距离该第1照射点最近的第2照射点之间的间距设定为1 $\mu\text{m}$ ~10 $\mu\text{m}$ 。该间距是从改质层产生的裂纹沿着c面延伸的间距。

[0013] 由于以这种方式照射激光束时的间距非常小,所以不论激光束的照射方法是螺旋状或者直线状,都需要按照非常小的间距间隔照射激光束,存在无法充分实现生产性的提高这样的问题。

## 发明内容

[0014] 本发明是鉴于这样的点而完成的,其目的在于,提供一种晶片的生成方法,能够高效地从锭生成晶片。

[0015] 根据本发明,提供一种晶片的生成方法,从SiC锭生成晶片,该SiC锭具有第1面、位于该第1面的相反侧的第2面、从该第1面至该第2面的c轴以及与该c轴垂直的c面,该晶片的生成方法的特征在于,具有如下的步骤:第1改质层形成步骤,将波长对于SiC锭具有透过性并且具有第1功率的第1激光束的第1聚光点定位在距离该第1面相当于要生成的晶片的厚度的第1深度,并且一边使该第1激光束的第1聚光点在该第1方向上相对地移动一边对该第1面照射该第1激光束,从而在该第1深度散在地形成与该第1面平行的第1改质层以使该第1改质层彼此不重叠,其中,该c轴相对于该第1面的垂线倾斜偏离角,该第1方向与在该第1面与该c面之间形成偏离角的第2方向垂直;第1转位步骤,使该第1聚光点在该第2方向上相对地移动而按照规定的量进行转位进给;第2改质层形成步骤,在实施了该第1改质层形成步骤和该第1转位步骤之后,将波长对于该锭具有透过性并且具有比该第1功率大的第2功率的第2激光束的第2聚光点定位在距离该第1面比该第1深度深的第2深度,并且将该第2激光束的束斑定位成与该第1改质层重叠,一边使该第2聚光点和该锭在该第1方向上相对地移动一边对该第1面照射该第2激光束,从而在该第1深度形成在与该第1面平行的该第1方向上延伸的直线状的第2改质层,并且形成从该第2改质层沿着该c面伸长的裂痕;第2转位步骤,使该第2聚光点在该第2方向上相对地移动而按照该规定的量进行转位进给;以及晶片剥离步骤,在实施了该第2改质层形成步骤和该第2转位步骤之后,从由该第2改质层和该裂痕构成的分离起点将相当于晶片的厚度的板状物从该SiC锭剥离而生成SiC晶片。

[0016] 根据本发明的晶片的生成方法,由于形成于第1深度的第1改质层成为照射第2激光束时的多光子吸收的诱因,所以第2改质层形成于距离第1面的第1深度,并且裂痕在第2改质层的两侧沿着c面传播,由此,能够容易地从由第2改质层和裂痕构成的分离起点将相当于晶片的厚度的板状物从SiC锭剥离而生成SiC晶片。因此,能够充分地实现生产性的提高,并且能够充分地降低所舍弃的锭的量,将其抑制为30%左右。

[0017] 通过实验验证出当对SiC锭照射对于SiC锭具有透过性的波长的激光束而在锭内部形成改质层时,改质层是SiC分离成Si和C的区域,接下来照射的激光束被最初在激光束的聚光点形成的改质层的C吸收而形成改质层,通过该重复而使改质层逐渐形成在从聚光点向上方远离的位置而在功率密度{平均输出/(光斑面积·重复频率)}为 $1.13\text{J}/\text{mm}^2$ 的位置稳定地形成改质层。

[0018] 因此,在本发明的晶片的生成方法中,首先实施第1改质层形成步骤,将具有第1功率的第1激光束的聚光点定位在距离第1面相当于要生成的晶片的厚度的第1深度而对第1面照射第1激光束,在第1深度散在地形成与第1面平行的第1改质层以使该第1改质层彼此不重叠。接着,将具有比第1功率大的第2功率的第2激光束的聚光点定位在比第1深度深的第2深度,并且将第2激光束的束斑定位成与第1改质层重叠,将处于第1深度的第2激光束的束斑的功率密度调整为 $1.13\text{J}/\text{mm}^2$ 。

[0019] 由此,第1改质层成为照射第2激光束时的引起多光子吸收的诱因,能够在形成有第1改质层的第1深度连续地形成第2改质层,能够在第2改质层形成步骤中形成与第1面平

行的第2改质层和从该第2改质层沿着c面伸长的裂痕。

### 附图说明

[0020] 图1是适合实施本发明的晶片的生成方法的激光加工装置的立体图。

[0021] 图2是激光束产生单元的框图。

[0022] 图3的(A)是SiC锭的立体图,图3的(B)是其主视图。

[0023] 图4是说明改质层形成步骤的立体图。

[0024] 图5是SiC锭的俯视图。

[0025] 图6的(A)是示出第1改质层形成步骤的示意性剖视图,图6的(B)是示出第2改质层形成步骤的示意性剖视图。

[0026] 图7是说明第2改质层形成步骤的示意性俯视图。

[0027] 图8的(A)和(B)是说明晶片剥离步骤的立体图。

[0028] 图9是所生成的SiC晶片的立体图。

[0029] 标号说明

[0030] 2:激光加工装置;11:SiC锭;11a:第1面(上表面);11b:第2面(下表面);13:第1定向平面;15:第2定向平面;17:第1面的垂线;19:c轴;21:c面;23:第2改质层;23a:第1改质层;25:裂痕;26:支承工作台;30:激光束照射单元;36:聚光器(激光头);54:按压机构;56:头;58:按压部件;F1,F2:聚光点。

### 具体实施方式

[0031] 以下,参照附图对本发明的实施方式进行详细地说明。参照图1,示出了适合实施本发明的晶片的生成方法的激光加工装置2的立体图。激光加工装置2包含以能够在X轴方向上移动的方式搭载在静止基台4上的第1滑动块6。

[0032] 第1滑动块6借助由滚珠丝杠8和脉冲电动机10构成的加工进给机构12而沿着一对导轨14在加工进给方向、即X轴方向上移动。

[0033] 第2滑动块16以能够在Y轴方向上移动的方式搭载在第1滑动块6上。即,第2滑动块16借助由滚珠丝杠18和脉冲电动机20构成的分度进给机构22而沿着一对导轨24在分度进给方向、即Y轴方向上移动。

[0034] 在第2滑动块16上搭载有支承工作台26。支承工作台26能够借助加工进给机构12和分度进给机构22而在X轴方向和Y轴方向上移动,并且借助收纳在第2滑动块16中的电动机而旋转。

[0035] 在静止基台4上竖立设置有柱28,在该柱28上安装有激光束照射机构(激光束照射构件)30。激光束照射机构30由收纳在外壳32中的图2所示的激光束产生单元34和安装于外壳32的前端的聚光器(激光头)36构成。

[0036] 在外壳32的前端安装有具有显微镜和照相机的拍摄单元38,该拍摄单元38与聚光器36在X轴方向上排列。聚光器36以能够在上下方向(Z轴方向)上微动的方式安装在壳体32上。

[0037] 如图2所示,激光束产生单元34包含振荡出YAG激光或者YVO4激光的激光振荡器40、重复频率设定构件42、脉冲宽度调整构件44以及功率调整构件46。虽然未特别图示,但

激光振荡器40具有布鲁斯特窗,从激光振荡器40射出的激光束是直线偏光的激光束。

[0038] 借助激光束产生单元34的功率调整构件46被调整为规定的功率的脉冲激光束被聚光器36的反射镜48反射,进而借助聚光透镜50将聚光点定位在作为固定于支承工作台26的被加工物的SiC锭11的内部而进行照射。

[0039] 参照图3的(A),示出了作为加工对象物的SiC锭11的立体图。图3的(B)是图3的(A)所示的SiC锭(以下,有时简称为锭)11的主视图。

[0040] 锭11具有第1面(上表面)11a和与第1面11a相反侧的第2面(下表面)11b。由于锭11的上表面11a是激光束的照射面,所以将其研磨成镜面。

[0041] 锭11具有第1定向平面13和与第1定向平面13垂直的第2定向平面15。第1定向平面13的长度形成为比第2定向平面15的长度长。

[0042] 锭11具有c轴19和c面21,该c轴19相对于上表面11a的垂线17向第2定向平面15方向倾斜偏离角 $\alpha$ ,该c面21与c轴19垂直。c面21相对于锭11的上表面11a倾斜偏离角 $\alpha$ 。通常在SiC锭11中,与较短的第2定向平面15的伸长方向垂直的方向是c轴的倾斜方向。

[0043] 在锭11中按照锭11的分子级设定有无数个c面21。在本实施方式中,偏离角 $\alpha$ 被设定为 $4^\circ$ 。但是,偏离角 $\alpha$ 并不限于 $4^\circ$ ,能够在例如 $1^\circ\sim 6^\circ$ 的范围中自由地设定而制造出锭11。

[0044] 再次参照图1,在静止基台4的左侧固定有柱52,在该柱52上借助形成于柱52的开口53而以能够在上下方向上移动的方式搭载有按压机构54。

[0045] 在本实施方式的晶片的生成方法中,如图4所示,例如利用蜡或者粘接剂将锭11固定在支承工作台26上以使锭11的第2定向平面15与X轴方向对齐。

[0046] 即,如图5所示,使箭头A方向与X轴相符而将锭11固定在支承工作台26上,其中,该A方向即是与形成有偏离角 $\alpha$ 的方向Y1(换言之c轴19与上表面11a的交点19a相对于锭11的上表面11a的垂线17所存在的方向)垂直的方向。

[0047] 由此,沿着与形成有偏离角 $\alpha$ 的方向垂直的方向A扫描激光束。换言之,与形成有偏离角 $\alpha$ 的方向Y1垂直的A方向成为支承工作台26的加工进给方向。

[0048] 在本发明的晶片的生成方法中,将从聚光器36射出的激光束的扫描方向设为与锭11的形成有偏离角 $\alpha$ 的方向Y1垂直的箭头A方向是很重要的。

[0049] 即,本发明的晶片的生成方法的特征在于探索出如下情况:通过将激光束的扫描方向设定为上述这样的方向,从形成于锭11的内部的改质层传播的裂痕沿着c面21非常长地伸长。

[0050] 本发明者通过所实施的实验已经验证出:在对SiC锭11照射对于锭11具有透过性的波长的激光束而在锭11的内部形成改质层时,在激光束的功率密度为 $1.13\text{J}/\text{mm}^2$ 时形成良好的改质层。这里,功率密度={平均输出/(光斑面积·重复频率)}。

[0051] 因此,在本发明的晶片的生成方法中,其特征之一在于,将改质层形成步骤分成第1改质层形成步骤和第2改质层形成步骤来实施。在第1改质层形成步骤中,如图6的(A)所示,对SiC锭11的上表面11a照射具有第1功率(平均输出)的第1激光束LB1,在距离上表面11a的深度D1的位置形成第1激光束LB1的聚光点F1,从而通过多光子吸收在深度D1的位置在锭11的内部散在地形成第1改质层23a以使第1改质层23a彼此不重叠。箭头X1是锭11的加工进给方向。

[0052] 在第1改质层形成步骤中,通过对第1激光束LB1的重复频率、平均输出、光斑直径以及进给速度进行最优地控制,能够在距离锭11的上表面11a的深度D1的位置散在地形成第1改质层23a。优选实施方式的第1改质层形成步骤的加工条件如下。

[0053] 光源:Nd:YAG脉冲激光

[0054] 波长:1064nm

[0055] 重复频率:5kHz

[0056] 平均输出:0.125W

[0057] 光斑直径:3 $\mu$ m(形成改质层的光斑直径为3 $\mu$ m)

[0058] 聚光位置:距离第1面(上表面)11a为70 $\mu$ m

[0059] 功率密度:1.13J/mm<sup>2</sup>

[0060] 转位量:250~400 $\mu$ m

[0061] 进给速度:60mm/s

[0062] 重叠率:0%

[0063] 当按照上述的条件实施第1改质层形成步骤时,在图6的(A)中,D1=70 $\mu$ m,相邻的第1改质层23a之间的间隔P1=12 $\mu$ m,聚光点处的光斑直径=F1=3 $\mu$ m。

[0064] 在转位量为250~400 $\mu$ m的范围内在Y轴方向上对锭11进行转位进给,并且在X轴方向上对锭11进行加工进给,在距离锭11的上表面11a的深度D1=70 $\mu$ m的位置散在地形成第1改质层23a。

[0065] 当在锭11的整个区域内实施了第1改质层形成步骤之后,改变激光束的平均输出、重复频率以及聚光点位置而实施第2改质层形成步骤。参照图6的(B)对第2改质层形成步骤进行说明。

[0066] 在第2改质层形成步骤中,将波长对于锭11具有透过性并且具有比第1功率大的第2功率的第2激光束LB2的第2聚光点F2定位在距离第1面(上表面)11a的比第1深度D1深的第2深度D2的位置,并且定位成使第2激光束LB2的束斑(beamspot)在深度D1的位置与第1改质层23a重叠,一边在箭头X1方向上对锭11进行加工进给一边对第1面(上表面)11a照射第2激光束LB2。

[0067] 当对第2激光束LB2的重复频率、平均输出和进给速度进行最适地控制以使第2激光束LB2的功率密度在深度D1的位置成为1.13J/mm<sup>2</sup>时,第1改质层23a成为在照射第2激光束时产生多光子吸收的诱因,能够在锭11的第1深度D1连续地形成与上表面11a平行的第2改质层23,并且形成从第2改质层23沿着c面伸长的裂痕25。

[0068] 第2改质层形成步骤的优选实施方式的激光加工条件例如如下。

[0069] 光源:Nd:YAG脉冲激光

[0070] 波长:1064nm

[0071] 重复频率:60kHz

[0072] 平均输出:1.5W

[0073] 光斑直径:3 $\mu$ m(形成改质层的光斑直径为5.3 $\mu$ m)

[0074] 聚光位置:距离第1面(上表面)11a为80 $\mu$ m

[0075] 功率密度:3.53J/mm<sup>2</sup>

[0076] 转位量:250~400 $\mu$ m

[0077] 进给速度:60mm/s

[0078] 重叠率:80%

[0079] 当按照上述的加工条件实施第2改质层形成步骤时,在图6的(B)中, $D_2=80\mu\text{m}$ ,第2聚光点F2的光斑直径为 $3.0\mu\text{m}$ ,深度D1的位置处的光斑直径为 $5.3\mu\text{m}$ ,深度D1的位置处的功率密度 $=1.13\text{J}/\text{mm}^2$ ,相邻的第2改质层23之间的间隔 $P_2=1\mu\text{m}$ 。

[0080] 如图7所示,当在X轴方向上直线状地形成第2改质层23时,从第2改质层23的两侧沿着c面21传播而形成裂痕25。在本实施方式的第2改质层形成步骤中,对从直线状的第2改质层23起在c面方向上传播而形成的裂痕25的宽度进行测量,而对使聚光点在Y轴方向上按照规定的量进行转位进给时的转位量进行设定。该转位量如上述那样优选在 $250\sim 400\mu\text{m}$ 的范围内。

[0081] 如图7所示,一边在Y轴方向上按照规定的量对锭11进行转位进给,一边在锭11的第1深度D1连续地形成与第1面(上表面)11a平行的第2改质层23和从第2改质层23沿着c面伸长的裂痕25。

[0082] 如果完成了在锭11的整个区域的深度D1的位置形成多个改质层23和从改质层23沿着c面21延伸的裂痕25的加工,则实施晶片剥离步骤,施加外力而从由第2改质层23和裂痕25构成的分离起点将相当于要形成的晶片的厚度的板状物从SiC锭11分离从而生成SiC晶片27。

[0083] 该晶片剥离步骤例如借助图8所示的按压机构54来实施。按压机构54包含:头56,其借助内设于柱52内的移动机构而在上下方向上移动;以及按压部件58,其相对于头56如图8的(B)所示那样在箭头R方向上旋转。

[0084] 如图8的(A)所示,将按压机构54定位在固定于支承工作台26的锭11的上方,如图8的(B)所示,使头56下降直到按压部件58压接于锭11的上表面11a为止。

[0085] 当在将按压部件58压接于锭11的上表面11a的状态下使按压部件58在箭头R方向上旋转时,在锭11中产生扭转应力,锭11从形成有第2改质层23和裂痕25的分离起点断裂,能够从SiC锭11分离出图9所示的SiC晶片27。

[0086] 优选在从锭11分离出晶片27之后,对晶片27的分离面和锭11的分离面进行研磨而加工成镜面。



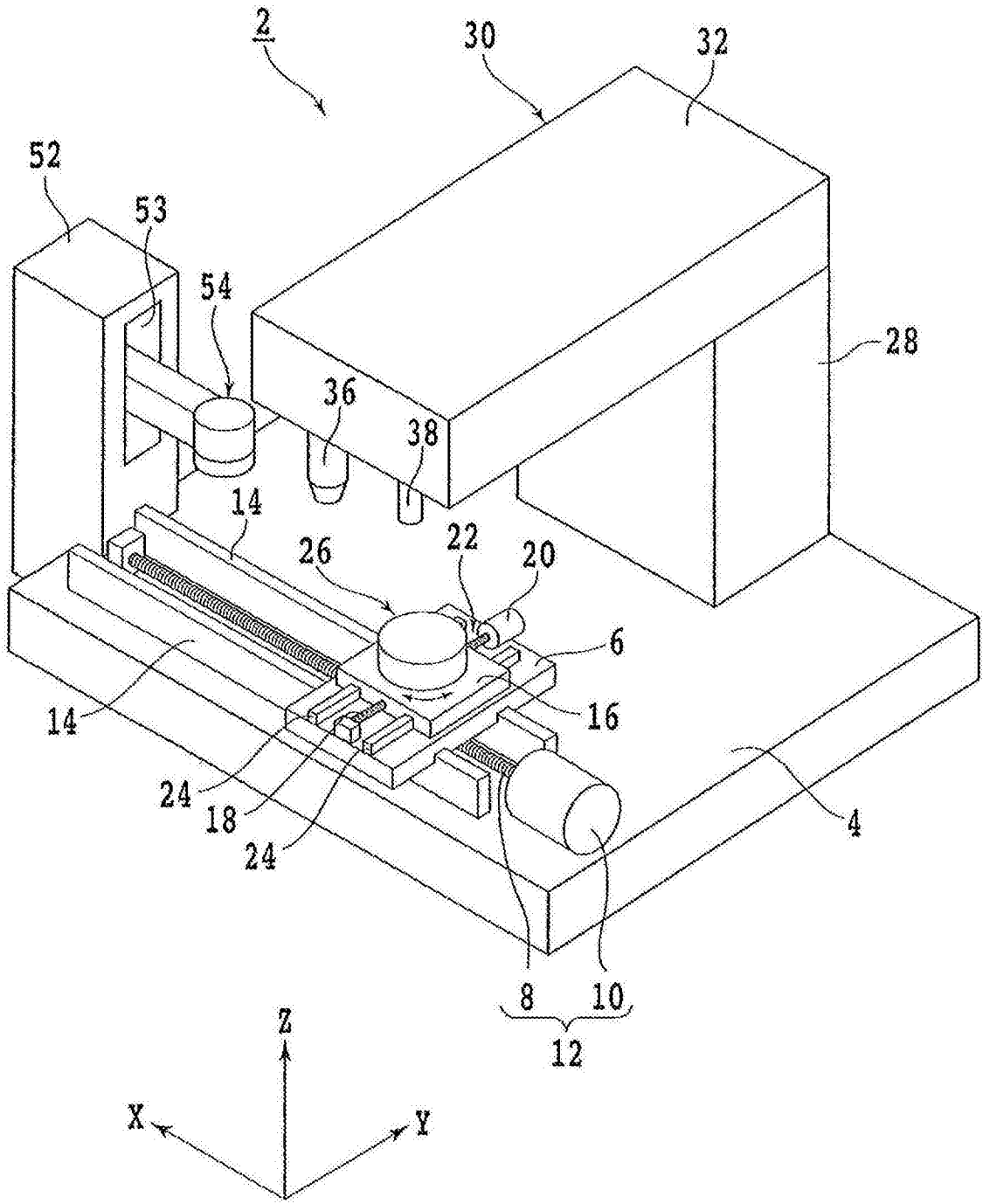


图1

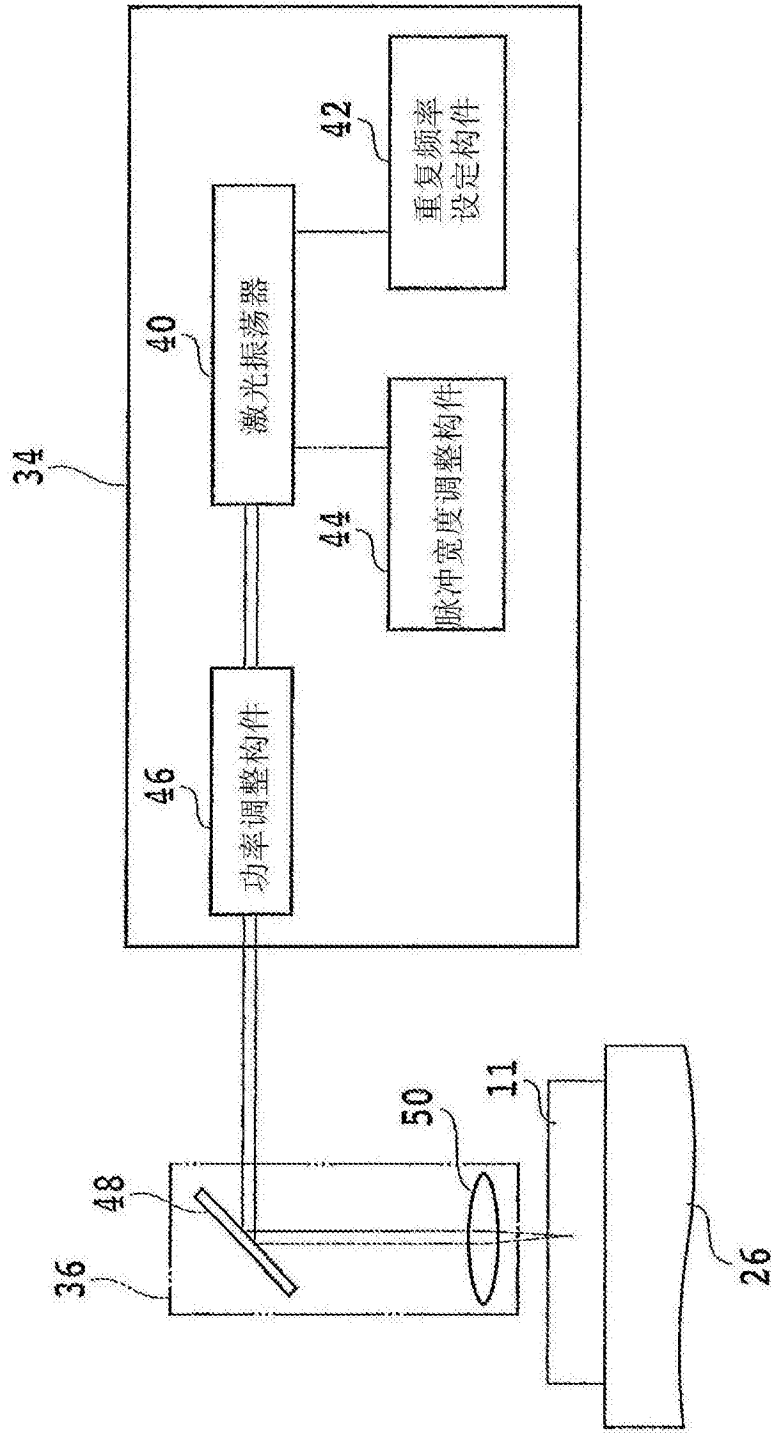
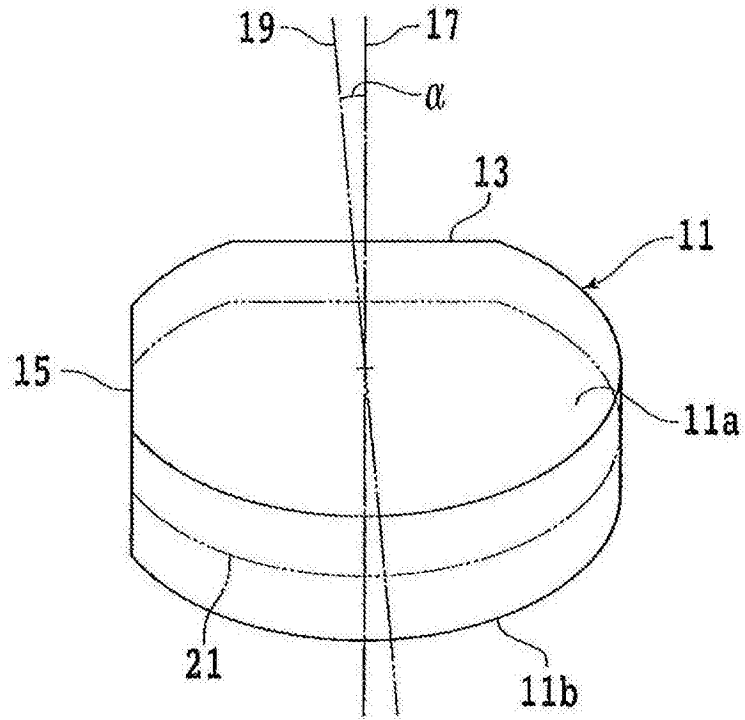


图2

(A)



(B)

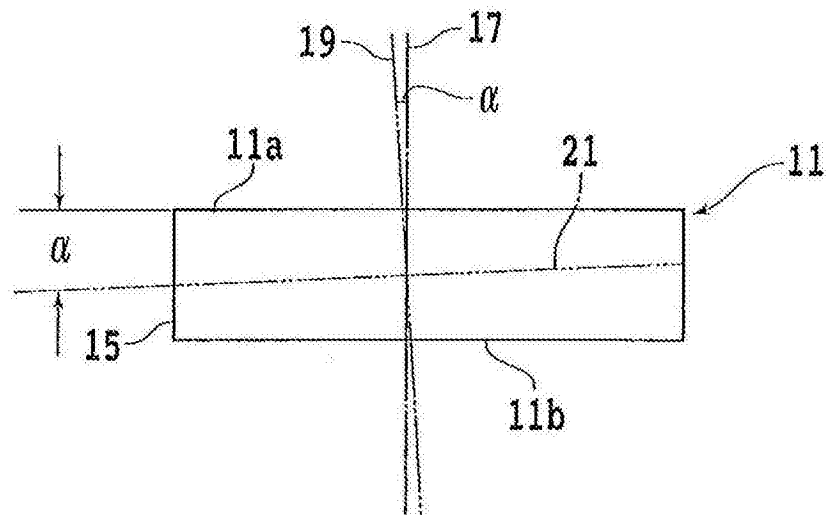


图3

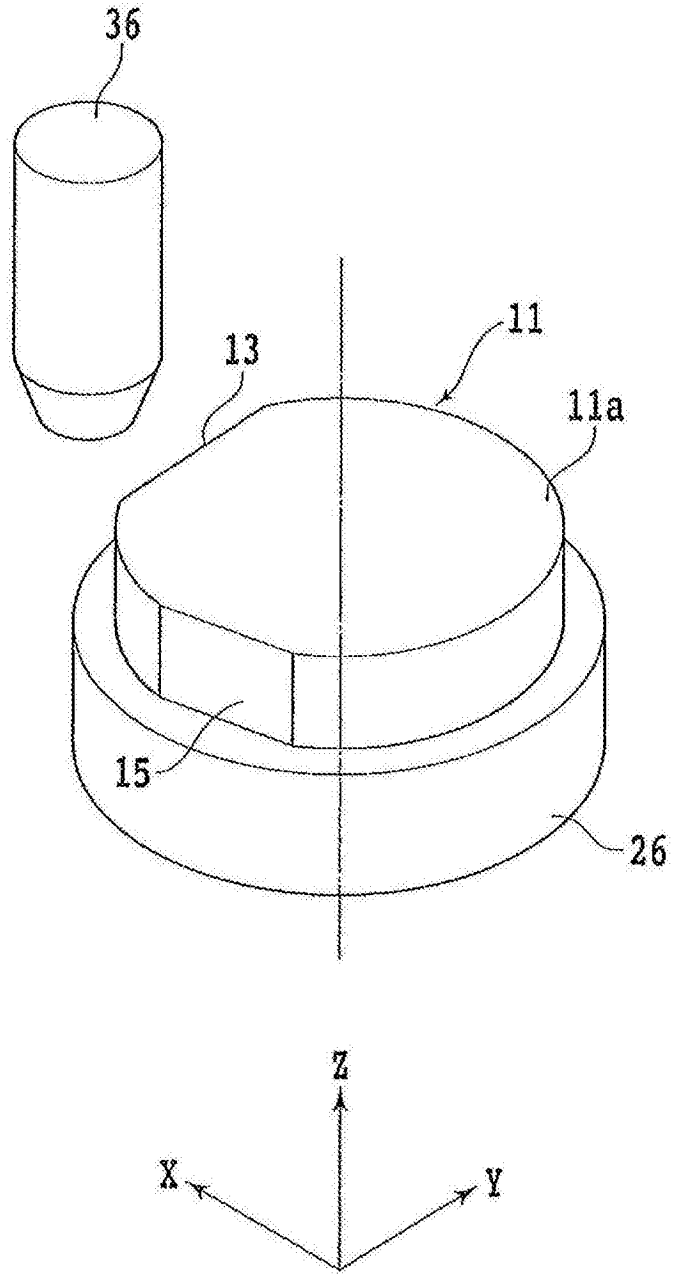


图4

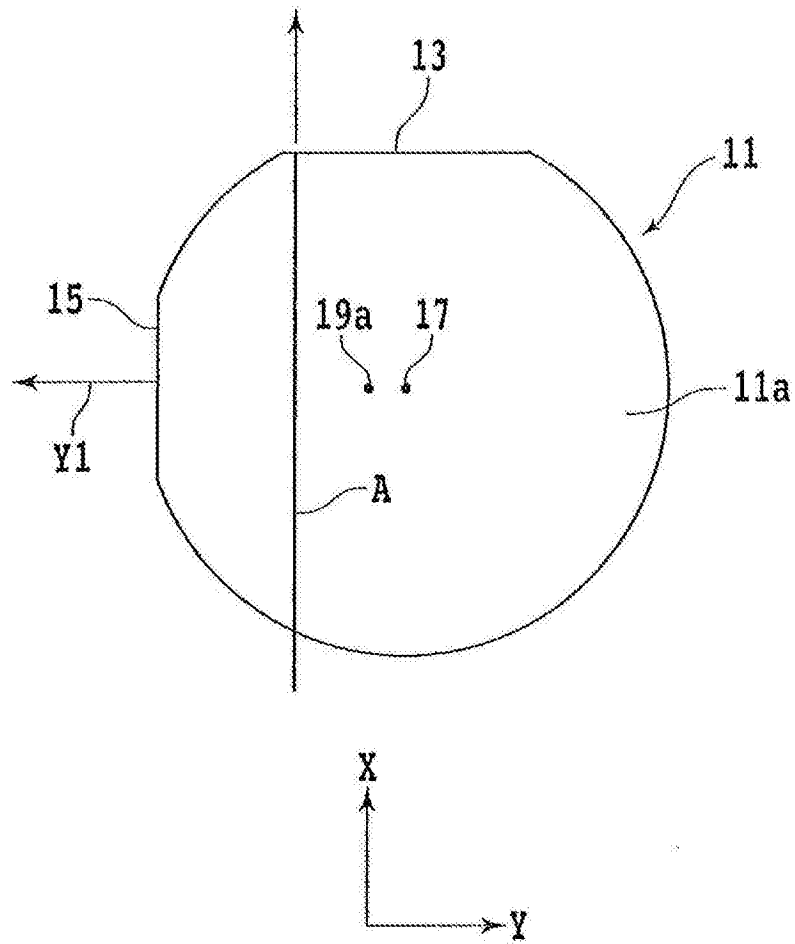
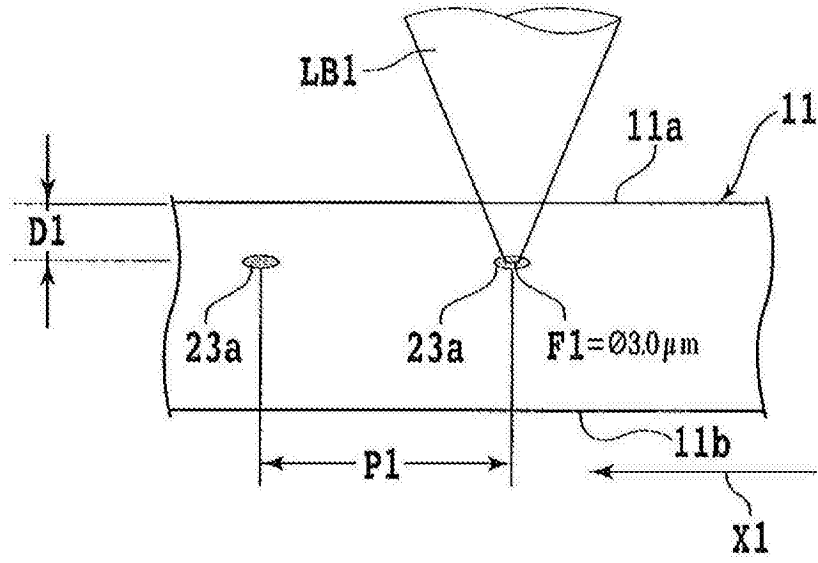


图5

(A)



(B)

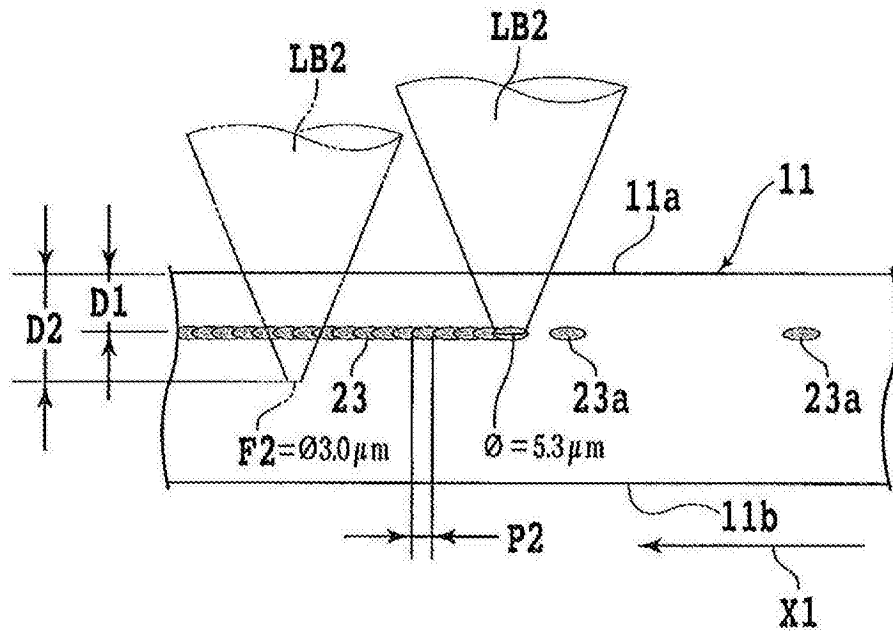


图6

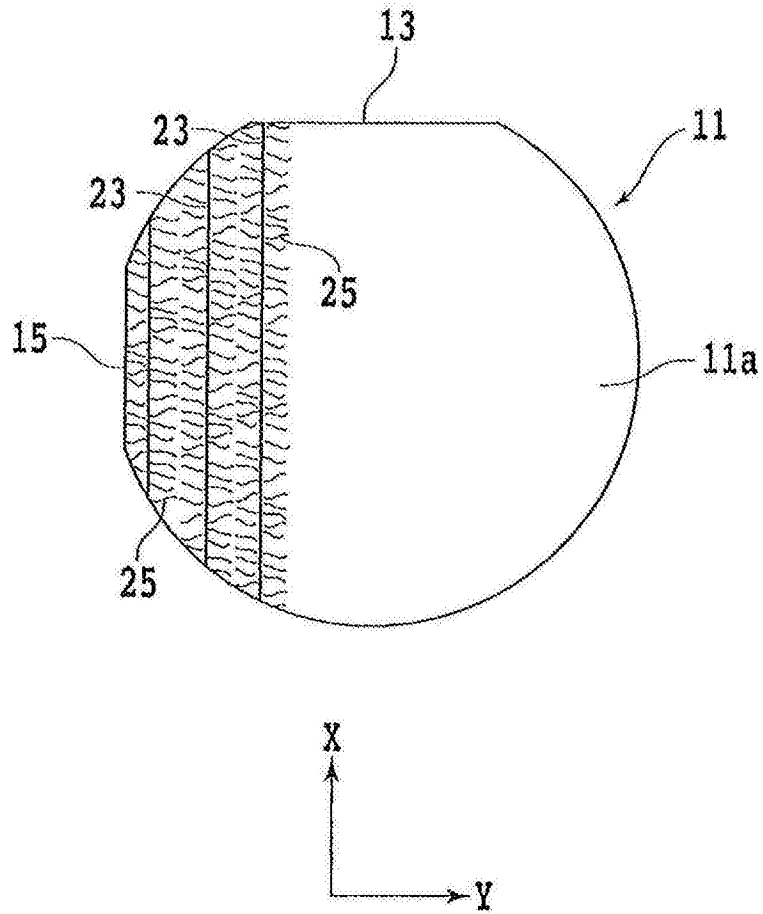


图7

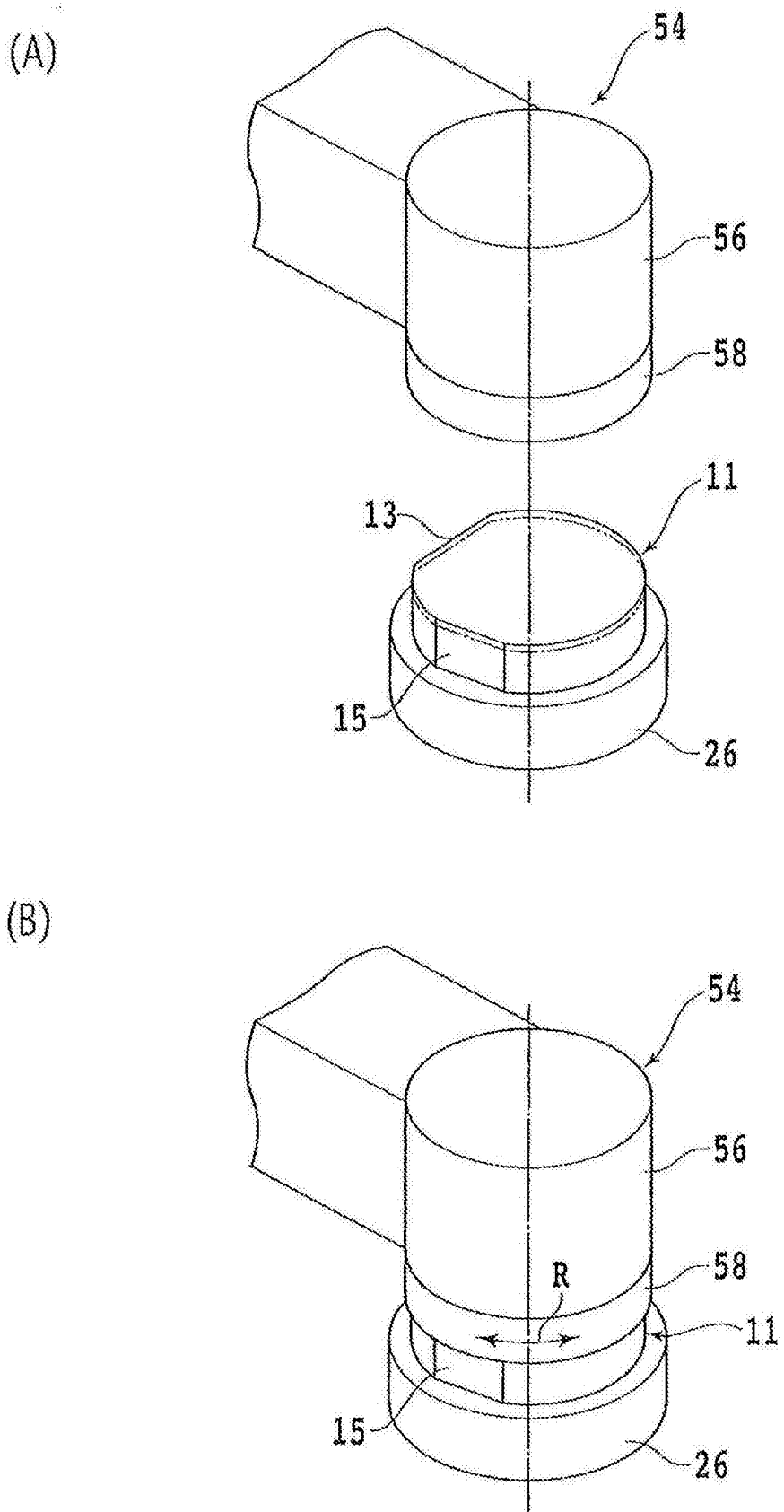


图8



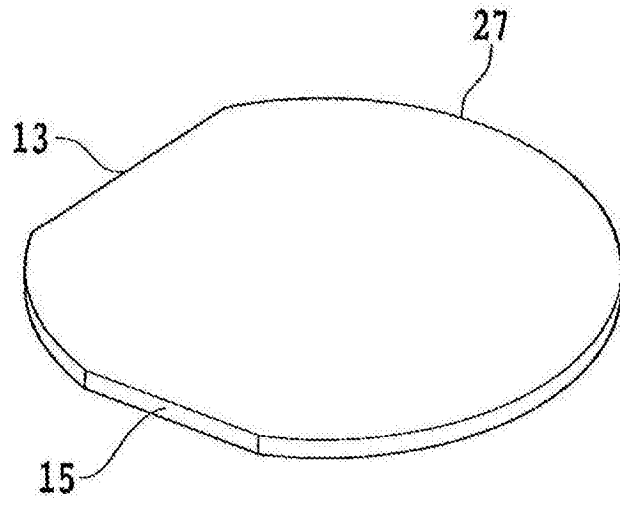


图9