



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114096373 B

(45) 授权公告日 2023. 12. 01

(21) 申请号 202080050499.0

(22) 申请日 2020.07.09

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114096373 A

(43) 申请公布日 2022.02.25

(30) 优先权数据
2019-133106 2019.07.18 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.01.11

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2020/026885 2020.07.09

(87) PCT国际申请的公布数据
W02021/010286 JA 2021.01.21

(73) 专利权人 东京毅力科创株式会社
地址 日本东京都

(72) 发明人 森弘明 山下阳平 田之上隼斗

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事
务所(普通合伙) 11277
专利代理师 刘新宇

(51) Int.Cl.
B23K 26/50 (2014.01)
B23K 26/53 (2014.01)
B23K 26/70 (2014.01)
H01L 21/268 (2006.01)

(56) 对比文件
JP 2007258196 A, 2007.10.04
JP 2017177214 A, 2017.10.05
JP 2018027564 A, 2018.02.22
JP 2018049914 A, 2018.03.29
JP 2019055427 A, 2019.04.11
WO 2010116917 A1, 2010.10.14
JP 2016215231 A, 2016.12.22
CN 101131921 A, 2008.02.27
CN 106041713 A, 2016.10.26
CN 106346148 A, 2017.01.25

审查员 钟艳梅

权利要求书2页 说明书17页 附图22页

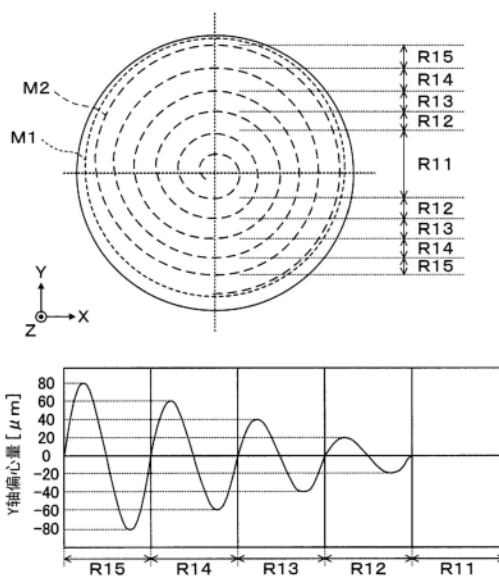
(54) 发明名称

处理装置和处理方法

(57) 摘要

一种处理装置,对处理对象体进行处理,所述处理装置具备:保持部,其保持所述处理对象体;改性部,其向所述处理对象体的内部照射激光,来沿面方向形成多个内部面改性层;以及控制部,其控制对所述处理对象体形成所述内部面改性层的形成动作,其中,所述控制部控制所述内部面改性的形成动作,以从所述处理对象体的径向外侧向内侧螺旋状地形成所述内部面改性层,并且使在向所述处理对象体的径向内侧形成所述内部面改性层时的所述保持部与被保持于该保持部的处理对象体之间的偏心量比在向所述处理对象体的径向外侧形成所述内部面改性层时的所述偏心量小。

CN 114096373 B



1. 一种处理装置,对处理对象体进行处理,所述处理装置具备:
保持部,其保持所述处理对象体;
改性部,其向所述处理对象体的内部照射激光,来沿面方向形成多个内部面改性层;以及
控制部,其控制在所述处理对象体形成所述内部面改性层的形成动作,
其中,所述控制部控制所述内部面改性层的形成动作,以从所述处理对象体的径向外侧向内侧螺旋状地形成所述内部面改性层,并且使在向所述处理对象体的径向内侧形成所述内部面改性层时的所述保持部与被保持于该保持部的处理对象体之间的偏心量比在向所述处理对象体的径向外侧形成所述内部面改性层时的所述偏心量小,
其中,所述控制部控制所述处理装置,一边使所述改性部从所述处理对象体的径向外侧向径向内侧移动,一边使所述偏心量减小。
2. 根据权利要求1所述的处理装置,其特征在于,
所述处理对象体具有:
偏心校正区域,在形成所述内部面改性层时,在所述偏心校正区域进行所述偏心量的校正;以及
非校正区域,其处于所述偏心校正区域的径向内侧,在形成所述内部面改性层时,不在所述非校正区域进行所述偏心量的校正。
3. 根据权利要求2所述的处理装置,其特征在于,
所述非校正区域形成于所述处理对象体的中心部,
所述控制部控制所述偏心量的校正动作,以使得在所述非校正区域所述保持部的中心与被保持于该保持部的处理对象体的中心一致。
4. 根据权利要求3所述的处理装置,其特征在于,
所述非校正区域形成为圆形,
形成该非校正区域的圆形的半径至少为所述处理对象体的半径的1/2以上。
5. 根据权利要求2至4中的任一项所述的处理装置,其特征在于,
所述偏心校正区域被分割为多个环状区域,
所述控制部控制所述偏心量的校正动作,以使得从所述处理对象体的径向外侧向内侧依次形成所述内部面改性层,并且在多个所述环状区域的各所述环状区域所述偏心量逐渐衰减。
6. 根据权利要求1所述的处理装置,其特征在于,
所述处理对象体的所述内部面改性层的形成范围沿径向被分割为多个区域,所述控制部控制所述处理装置,以使得在使所述改性部从所述处理对象体的径向外侧向径向内侧移动时,使所述偏心量与所述区域相应地减小。
7. 一种处理方法,用于对处理对象体进行处理,在所述处理方法中,
通过改性部向被保持于保持部的所述处理对象体的内部照射激光,来螺旋状地形成内部面改性层,
以使在向所述处理对象体的径向内侧形成所述内部面改性层时的所述保持部与被保持于该保持部的处理对象体之间的偏心量比在向径向外侧形成所述内部面改性层时的所述偏心量小的方式,从所述处理对象体的径向外侧向内侧依次形成所述内部面改性层,

其中,一边使所述改性部从所述处理对象体的径向外侧向径向内侧移动,一边使所述偏心量减小。

8. 根据权利要求7所述的处理方法,其特征在于,
所述处理对象体具有:

偏心校正区域,在形成所述内部面改性层时,在所述偏心校正区域进行所述偏心量的校正;以及

非校正区域,其处于所述偏心校正区域的径向内侧,在形成所述内部面改性层时,不在所述非校正区域进行所述偏心量的校正。

9. 根据权利要求8所述的处理方法,其特征在于,

在形成于所述处理对象体的中心部的所述非校正区域使所述保持部的中心与被该保持部保持的处理对象体的中心一致。

10. 根据权利要求9所述的处理方法,其特征在于,

所述非校正区域形成为至少具有所述处理对象体的半径的1/2以上的半径的圆形。

11. 根据权利要求8至10中的任一项所述的处理方法,其特征在于,

所述偏心校正区域被分割为多个环状区域,

从所述处理对象体的径向外侧向内侧依次形成所述内部面改性层,

在多个所述环状区域的各所述环状区域所述偏心量逐渐衰减。

12. 根据权利要求7至10中的任一项所述的处理方法,其特征在于,

在形成所述内部面改性层时,

一边使被保持于保持部的所述处理对象体相对地旋转,一边从所述改性部向处理对象体的内部周期性地照射所述激光,并且使所述改性部相对于所述保持部在径向上相对地移动,来在面方向上形成螺旋状的所述内部面改性层。

13. 根据权利要求7所述的处理方法,其特征在于,

所述处理对象体的所述内部面改性层的形成范围沿径向被分割为多个区域,在使所述改性部从所述处理对象体的径向外侧向径向内侧移动时,使所述偏心量与所述区域相应地减小。

处理装置和处理方法

技术领域

[0001] 本公开涉及一种处理装置和处理方法。

背景技术

[0002] 在专利文献1中公开了一种在单晶基板形成内部改性层并以该内部改性层为基点将基板切断的方法。根据专利文献1,通过向基板的内部照射激光来使单晶结构变化为多晶结构,由此形成所述内部改性层。此外,在内部改性层中,使相邻的加工痕迹连结。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开平2013-161820号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的问题

[0007] 本公开所涉及的技术适当地进行处理对象体的周缘去除处理和分离处理。

[0008] 用于解决问题的方案

[0009] 本公开的一个方式是一种处理装置,对处理对象体进行处理,所述处理装置具备:保持部,其保持所述处理对象体;改性部,其向所述处理对象体的内部照射激光,来沿面方向形成多个内部面改性层;以及控制部,其控制在所述处理对象体形成所述内部面改性层的形成动作,其中,所述控制部控制所述内部面改性层的形成动作,以从所述处理对象体的径向外侧向内侧螺旋状地形成所述内部面改性层,并且使在向所述处理对象体的径向内侧形成所述内部面改性层时的所述保持部与被保持于该保持部的处理对象体之间的偏心量比在向所述处理对象体的径向外侧形成所述内部面改性层时的所述偏心量小。

[0010] 发明的效果

[0011] 根据本公开,能够适当地进行处理对象体的周缘去除处理和分离处理。

附图说明

[0012] 图1是示意性地表示晶圆处理系统的结构例的概要的俯视图。

[0013] 图2是表示重合晶圆的结构例的概要的侧视图。

[0014] 图3是表示重合晶圆的一部分的结构例的概要的侧视图。

[0015] 图4是表示改性装置的结构例的概要的俯视图。

[0016] 图5是表示改性装置的结构例的概要的侧视图。

[0017] 图6是表示晶圆处理的主要工序的一例的流程图。

[0018] 图7是表示晶圆处理的主要工序的一例的说明图。

[0019] 图8是表示在处理晶圆形成周缘改性层的情形的说明图。

[0020] 图9是表示在处理晶圆形成周缘改性层的情形的说明图。

[0021] 图10是表示在处理晶圆形成内部面改性层的情形的说明图。

- [0022] 图11是表示在处理晶圆形成内部面改性层的情形的说明图。
- [0023] 图12是表示处理晶圆的周缘去除的情形的说明图。
- [0024] 图13是表示在处理晶圆形成中心改性层的情形的说明图。
- [0025] 图14是表示将处理晶圆分离的情形的说明图。
- [0026] 图15是表示将处理晶圆分离的其它方法的说明图。
- [0027] 图16是所形成的内部面改性层的说明图。
- [0028] 图17是表示第一偏心校正方法的说明图。
- [0029] 图18是表示第二偏心校正方法的说明图。
- [0030] 图19是表示第二偏心校正方法中的内部面改性层的形成方法的说明图。
- [0031] 图20是表示第三偏心校正方法的说明图。
- [0032] 图21是表示在处理晶圆形成中心改性层的情形的说明图。
- [0033] 图22是表示中心改性层的其它形成例的说明图。
- [0034] 图23是表示第二实施方式所涉及的内部面改性层的形成方法的说明图。
- [0035] 图24是表示在第二实施方式中形成的内部面改性层的说明图。
- [0036] 图25是表示第二实施方式所涉及的晶圆处理的工序的一例的流程图。
- [0037] 图26是表示第二实施方式所涉及的晶圆处理的工序的一例的说明图。
- [0038] 图27是表示处理晶圆的表面粗糙度的改善情形的说明图。
- [0039] 图28是表示第二实施方式所涉及的内部面改性层的其它形成例的说明图。
- [0040] 图29是表示第二实施方式所涉及的内部面改性层的其它形成例的说明图。

具体实施方式

[0041] 在半导体器件的制造工序中,例如专利文献1所公开的方法那样,向在表面形成有多个电子电路等器件的圆形基板等半导体晶圆(以下称作晶圆)的内部照射激光来形成改性层,并以该改性层为基点将晶圆分离,由此将晶圆薄化。

[0042] 在该晶圆的分离中,在晶圆的内部形成所述改性层,之后在保持着表面侧和背面侧的状态下向剥离方向施加拉力。由此,使晶圆以所形成的改性层、以及从该改性层起延展的龟裂(以下称作“裂纹”)为界分离来进行薄化。此外,在以下的说明中,有时将被分离的晶圆中的形成有器件的表面侧的晶圆称作“第一分离晶圆”,将背面侧称作“第二分离晶圆”。

[0043] 另外,在晶圆的分离中,进行用于防止由于该分离而晶圆的周缘部成为尖锐的形状(所谓的刀刃形状)的边缘修剪处理。例如沿作为去除对象的周缘部向晶圆的内部照射激光来形成改性层,并以该改性层为基点将周缘部剥离,由此进行边缘修剪处理。

[0044] 然而,在像这样进行晶圆的分离和周缘部的去除的情况下,如果形成于晶圆的内部的所述改性层相对于晶圆偏心地形成,则有时无法适当地进行该晶圆的分离和周缘部的去除。具体地说,如果用于剥离的所述改性层向晶圆的周缘部侧偏心,则有时无法确保周缘去除的质量,如果向晶圆的中心部侧偏心,则有时无法适当地进行分离。关于该改性层的偏心,在专利文献1中也没有记载,存在改善的空间。

[0045] 本公开所涉及的技术适当地进行处理对象体的周缘去除处理和分离处理。下面,参照附图来说明本实施方式所涉及的具备处理装置的晶圆处理系统、以及作为处理方法的晶圆处理方法。此外,在本说明书和附图中,对实质上具有相同的功能结构的要素标注相同

的标记,由此省略重复说明。

[0046] 首先,说明晶圆处理系统的结构。图1是示意性地表示晶圆处理系统1的结构的大体的俯视图。

[0047] 在晶圆处理系统1中,对如图2所示那样将处理晶圆W与支承晶圆S接合而成的重合晶圆T进行处理。而且,在晶圆处理系统1中,将处理晶圆W分离来进行薄化。下面,将处理晶圆W中的与支承晶圆S接合的一侧的面称作表面Wa,将与表面Wa相反一侧的面称作背面Wb。同样地,将支承晶圆S中的与处理晶圆W接合的一侧的面称作表面Sa,将与表面Sa相反一侧的面称作背面Sb。此外,在本实施方式中,处理晶圆W相当于本公开的处理对象体。

[0048] 处理晶圆W例如为具有圆板形状的硅晶圆等半导体晶圆,在处理晶圆W的表面Wa形成有包括多个电子电路等器件的器件层D。另外,在器件层D还形成有氧化膜Fw,例如SiO₂膜(TEOS膜)。此外,在本实施方式中,处理晶圆W构成前述的作为分离对象的晶圆。

[0049] 支承晶圆S为用于支承处理晶圆W的晶圆。在支承晶圆S的表面Sa形成有氧化膜Fs,例如SiO₂膜(TEOS膜)。此外,在支承晶圆S的表面Sa形成有多个器件的情况下,与处理晶圆W同样地在表面Sa形成器件层(未图示)。

[0050] 此外,在以下的说明中,为了避免图示复杂,有时省略器件层D和氧化膜Fw、Fs的图示。

[0051] 此外,对处理晶圆W除了进行已述的薄化处理以外,还如上述那样进行用于防止处理晶圆W的周缘部由于薄化处理而成为刀刃形状的边缘修剪处理。例如如图3所示,通过向作为去除对象的周缘部We与中央部Wc之间的边界照射激光来形成周缘改性层M1,并以该周缘改性层M1为基点将周缘部We剥离来进行边缘修剪处理。此外,通过边缘修剪被去除的周缘部We例如为自处理晶圆W的外端部起的径向上的1mm~5mm的范围。在后文中叙述边缘修剪处理的方法。

[0052] 在此,在处理晶圆W的周缘部We,当处理晶圆W与支承晶圆S进行了接合时,可能会无法适当地去除周缘部We。因此,在与作为边缘修剪中的去除对象的周缘部We相当的部分的处理晶圆W与支承晶圆S之间的界面,形成用于适当地进行边缘修剪的未接合区域Ae。具体地说,如图3所示,在处理晶圆W与支承晶圆S之间的界面形成处理晶圆W与支承晶圆S进行了接合的接合区域Ac、以及处理晶圆W与支承晶圆S之间的接合强度降低了的未接合区域Ae。此外,优选的是,接合区域Ac的外侧端部位于比要被去除的周缘部We的内侧端部略靠径向外侧的位置。

[0053] 未接合区域Ae例如可以在进行接合前形成。具体地说,对于接合前的处理晶圆W的接合界面,例如通过研磨、湿蚀刻等进行去除、通过照射激光来进行改性、通过涂布疏水剂来进行疏水化等,能够使接合强度降低来形成未接合区域Ae。此外,形成未接合区域Ae的所述“接合界面”是处理晶圆W中的形成实际与支承晶圆S接合的界面的部分。

[0054] 未接合区域Ae例如也可以在进行了接合后形成。具体地说,通过向与接合后的处理晶圆W的周缘部We相当的部分中的界面照射激光,来使相对于支承晶圆S的表面Sa的接合强度下降,由此形成未接合区域Ae。此外,未接合区域Ae只要能够使处理晶圆W的周缘部的处理晶圆W与支承晶圆S之间的接合力适当地下降即可,未接合区域能够形成于处理晶圆W与支承晶圆S之间的接合界面附近的任意位置。即,本实施方式所涉及的“接合界面附近”设为包括处理晶圆W的内部、器件层D的内部、氧化膜Fw的内部等。

[0055] 如图1所示,晶圆处理系统1具有将搬入搬出站2与处理站3连接为一体所得到的结构。例如,在搬入搬出站2与外部之间进行能够收容多个重合晶圆T的盒Ct的搬入和搬出。处理站3具备对重合晶圆T实施处理的各种处理装置。

[0056] 在搬入搬出站2设置有盒载置台10。在图示的例子中,在盒载置台10上,多个例如三个盒Ct沿Y轴方向自由地载置成一列。此外,被载置于盒载置台10的盒Ct的个数不限定为本实施方式,能够任意地决定。

[0057] 在搬入搬出站2且盒载置台10的X轴负方向侧,与该盒载置台10邻接地设置有晶圆搬送装置20。晶圆搬送装置20构成为在沿Y轴方向延伸的搬送路21上移动自如。另外,晶圆搬送装置20具有保持并搬送重合晶圆T的例如两个搬送臂22、22。各搬送臂22构成为沿水平方向和铅垂方向移动自如并且绕水平轴和铅垂轴移动自如。此外,搬送臂22的结构不限定于本实施方式,能够采用任意的结构。而且,晶圆搬送装置20构成为能够向盒载置台10的盒Ct以及后述的传送装置30搬送重合晶圆T。

[0058] 在搬入搬出站2且晶圆搬送装置20的X轴负方向侧,与该晶圆搬送装置20邻接地设置有用于交接重合晶圆T的传送装置30。

[0059] 在处理站3设置有例如三个处理块G1~G3。第一处理块G1、第二处理块G2以及第三处理块G3以从X轴正向侧(搬入搬出站2侧)向负方向侧按照所记载的顺序排列的方式配置。

[0060] 在第一处理块G1设置有蚀刻装置40、清洗装置41以及晶圆搬送装置50。蚀刻装置40与清洗装置41层叠地配置。此外,蚀刻装置40和清洗装置41的数量、配置不限定于此。例如,蚀刻装置40和清洗装置41也可以分别以沿X轴方向排列的方式载置。并且,蚀刻装置40和清洗装置41这些装置也可以分别层叠起来。

[0061] 蚀刻装置40对通过后述的加工装置80被磨削后的处理晶圆W的分离面进行蚀刻处理。例如,对分离面供给药液(蚀刻液)来对该分离面进行湿蚀刻。关于药液,例如使用HF、 HNO_3 、 H_3PO_4 、TMAH、Choline、KOH等。

[0062] 清洗装置41对通过后述的加工装置80被磨削后的处理晶圆W的分离面进行清洗。例如,使刷子抵接于分离面来对该分离面进行刷洗。此外,也可以使用被加压后的清洗液来进行分离面的清洗。另外,清洗装置41也可以具有对晶圆W的分离面与支承晶圆S的背面Sb一同进行清洗处理的结构。

[0063] 晶圆搬送装置50例如配置于蚀刻装置40和清洗装置41的Y轴负方向侧。晶圆搬送装置50具有保持并搬送重合晶圆T的例如两个搬送臂51、51。各搬送臂51构成为能够沿水平方向和铅垂方向移动自如并且绕水平轴和铅垂轴移动自如。此外,搬送臂51的结构不限定于本实施方式,能够采用任意的结构。而且,晶圆搬送装置50构成为能够向传送装置30、蚀刻装置40、清洗装置41以及后述的改性装置60搬送重合晶圆T。

[0064] 在第二处理块G2设置有作为处理装置的改性装置60和晶圆搬送装置70。此外,改性装置60的数量、配置不限定于本实施方式,多个改性装置60可以层叠地配置。

[0065] 改性装置60向处理晶圆W的内部照射激光来形成未接合区域Ae、周缘改性层M1、内部面改性层M2以及中心改性层M3。在后文中叙述改性装置60的详细结构。

[0066] 晶圆搬送装置70例如配置于改性装置60的Y轴正方向侧。晶圆搬送装置70具有保持并搬送重合晶圆T的例如两个搬送臂71、71。各搬送臂71被多关节的臂构件72支承,构成为能够沿水平方向和铅垂方向移动自如并且绕水平轴和铅垂轴移动自如。此外,搬送臂71

的结构不限于本实施方式,能够采用任意的结构。而且,晶圆搬运装置70构成为能够向清洗装置41、改性装置60以及后述的加工装置80搬运重合晶圆T。

[0067] 在第三处理块G3设置有加工装置80。此外,加工装置80的数量、配置不限于本实施方式,多个加工装置80可以任意地配置。

[0068] 加工装置80具有旋转台81。旋转台81构成为通过旋转机构(未图示)以铅垂的旋转中心线82为中心旋转自如。在旋转台81上设置有对重合晶圆T进行吸附保持的两个吸盘83。吸盘83在与旋转台81相同的圆周上均等地配置。通过旋转台81旋转,两个吸盘83能够移动至交接位置80a和加工位置80b。另外,两个吸盘83分别构成为能够通过旋转机构(未图示)绕铅垂轴旋转。

[0069] 在交接位置80a进行重合晶圆T的交接。在加工位置80b配置磨削单元84,来对处理晶圆W进行磨削。磨削单元84具有磨削部85,该磨削部85具备呈环状形状且旋转自如的磨削磨石(未图示)。另外,磨削部85构成为能够沿支柱86在铅垂方向上移动。而且,在使被吸盘83保持的处理晶圆W抵接于磨削磨石的状态下使吸盘83和磨削磨石分别旋转。

[0070] 在以上的晶圆处理系统1设置有作为控制部的控制装置90。控制装置90例如为具备CPU、存储器等的计算机,具有程序保存部(未图示)。在程序保存部中保存有用于控制晶圆处理系统1中的处理晶圆W的处理的程序。另外,在程序保存部中还保存有用于控制上述的各种处理装置、搬运装置等的驱动系统的动作来实现晶圆处理系统1中的后述的晶圆处理的程序。此外,上述程序可以是记录在计算机可读存储介质H中并从该存储介质H安装到控制装置90中的程序。

[0071] 此外,还可以在上述的各种处理装置分别设置有用独立地控制相应的各种处理装置的控制装置(未图示)。

[0072] 接着,对上述的改性装置60进行说明。图4、图5分别是表示改性装置60的结构的概要的俯视图和侧视图。

[0073] 改性装置60具有作为保持部的吸盘100,该吸盘100通过上表面来保持重合晶圆T。在处理晶圆W配置于上侧且支承晶圆S配置于下侧的状态下,吸盘100对该支承晶圆S的背面Sb进行吸附保持。吸盘100经由空气轴承101被支承于滑动台102。在滑动台102的下表面侧设置有旋转机构103。旋转机构103例如内置有作为驱动源的马达。吸盘100构成为:通过旋转机构103,经由空气轴承101绕铅垂轴旋转自如。滑动台102构成为:通过设置于其下表面侧的作为保持部移动机构的移动机构104,能够沿着设置于基台106且沿Y轴方向延伸的导轨105移动。此外,关于移动机构104的驱动源并无特别限定,例如使用线性马达。

[0074] 在吸盘100的上方设置有作为改性部的激光头110。激光头110具有透镜111。透镜111为设置于激光头110的下表面的筒状的构件,对被吸盘100保持的处理晶圆W照射激光。

[0075] 激光头110将从激光振荡器(未图示)振荡出的高频脉冲状的相对于处理晶圆W具有透过性的波长的激光以在处理晶圆W的内部的预先决定的位置处进行聚光的方式进行照射。由此,对处理晶圆W中激光进行了聚光的部分进行改性,来形成未接合区域Ae、周缘改性层M1、内部面改性层M2以及中心改性层M3。

[0076] 此外,在本实施方式中,为了避免图示复杂,设为未接合区域Ae、周缘改性层M1、内部面改性层M2以及中心改性层M3是通过共同的激光头110形成的,但也可以通过互不相同的激光头来形成。另外,也可以根据所照射的激光的种类来区分地使用激光头。

[0077] 激光头110被支承构件112支承。激光头110构成为通过升降机构114沿着沿铅垂方向延伸的导轨113升降自如。另外,激光头110构成为通过作为改性部移动机构的移动机构115沿Y轴方向移动自如。此外,升降机构114和移动机构115分别被支承柱116支承。

[0078] 在吸盘100的上方且激光头110的Y轴正方向侧设置有微距相机120和显微相机121。例如,微距相机120和显微相机121构成为一体,微距相机120配置于显微相机121的Y轴正方向侧。微距相机120和显微相机121构成为通过升降机构122升降自如,并且还构成为通过移动机构123沿Y轴方向移动自如。

[0079] 微距相机120拍摄处理晶圆W(重合晶圆T)的外侧端部。微距相机120例如具备同轴透镜,照射可见光、例如红色光,并且还接受来自对象物的反射光。此外,例如微距相机120的摄像倍率为2倍。

[0080] 由微距相机120拍摄到的图像被输出至控制装置90。在控制装置90中,根据由微距相机120拍摄到的图像来计算吸盘100的中心与处理晶圆W的中心的第二偏心量。

[0081] 显微相机121拍摄处理晶圆W的周缘部,拍摄接合区域Ac与未接合区域Ae之间的边界。显微相机121例如具备同轴透镜,照射红外光(IR光),并且还接受来自对象物的反射光。此外,例如显微相机121的摄像倍率为10倍,视场约为微距相机120的1/5,像素尺寸约为微距相机120的1/5。

[0082] 由显微相机121拍摄到的图像被输出至控制装置90。在控制装置90中,根据由显微相机121拍摄到的图像来计算吸盘100的中心与接合区域Ac的中心的第二偏心量。并且,控制装置90基于第二偏心量来使吸盘100或激光头110移动,以使吸盘100的中心与接合区域Ac的中心一致。此外,在以下的说明中,有时将使该吸盘100或激光头110移动的控制称作偏心校正。

[0083] 接着,说明使用如以上那样构成的晶圆处理系统1进行的晶圆处理。图6是表示晶圆处理的主要工序的流程图。图7是晶圆处理的主要工序的说明图。此外,在本实施方式中,在晶圆处理系统1的外部的接合装置(未图示)中,预先将处理晶圆W与支承晶圆S进行接合来形成重合晶圆T。另外,也可以预先在被搬入晶圆处理系统1的重合晶圆T中形成有前述的未接合区域Ae,但在以下的说明中,以利用改性装置60形成未接合区域Ae的情况为例来进行说明。

[0084] 首先,将收纳有多个图7的(a)所示的重合晶圆T的盒Ct载置于搬入搬出站2的盒载置台10。

[0085] 接着,通过晶圆搬送装置20将盒Ct内的重合晶圆T取出并搬送至传送装置30。接下来,通过晶圆搬送装置50将传送装置30的重合晶圆T取出并搬送至改性装置60。在改性装置60中,首先,如图7的(b)所示那样形成未接合区域Ae(图6的步骤A1)。接着,如图7的(c)所示那样在处理晶圆W的内部形成周缘改性层M1(图6的步骤A2),如图7的(d)所示那样形成内部面改性层M2(图6的步骤A3),并且形成中心改性层M3(图6的步骤A4)。周缘改性层M1成为在边缘修剪中去除周缘部We时的基点。内部面改性层M2成为用于将处理晶圆W分离的基点。中心改性层M3用于控制处理晶圆W的中心部的裂纹的延展,还成为处理晶圆W的中心部的分离的基点。

[0086] 在改性装置60中,首先,通过晶圆搬送装置50将重合晶圆T搬入改性装置60,并保持于吸盘100。接着,使吸盘100移动至未接合区域Ae的形成位置。未接合区域Ae的形成位置

是激光头110能够向处理晶圆W的周缘部We照射激光的位置。

[0087] 接着,一边使吸盘100沿周向旋转一边从激光头110照射激光L(例如CO₂激光),来形成未接合区域Ae(图6的步骤A1)。此外,如上述那样,未接合区域Ae只要能够降低处理晶圆W与支承晶圆S之间的接合强度即可,能够形成于接合界面附近的任意位置。

[0088] 接着,使吸盘100移动至微距对准位置。微距对准位置是微距相机120能够拍摄处理晶圆W的外侧端部的位置。

[0089] 接着,通过微距相机120来拍摄处理晶圆W的周向360度的外侧端部的图像。将拍摄到的图像从微距相机120输出至控制装置90。

[0090] 在控制装置90中,根据微距相机120的图像来计算吸盘100的中心与处理晶圆W的中心的第二偏心量。并且,在控制装置90中,基于第二偏心量来计算吸盘100的移动量,以校正该第二偏心量的Y轴成分。吸盘100基于计算出的该移动量沿Y轴方向移动,来使吸盘100移动至显微对准位置。显微对准位置为显微相机121能够拍摄处理晶圆W的周缘部的位置。在此,如上述那样,显微相机121的视场小,约为微距相机120的1/5,因此,若不校正第二偏心量的Y轴成分,则有时处理晶圆W的周缘部不进入显微相机121的视角,无法通过显微相机121进行拍摄。因此,可以说,基于第二偏心量对Y轴成分进行校正是为了使吸盘100移动至显微对准位置。

[0091] 接着,通过显微相机121来拍摄处理晶圆W的周向360度的接合区域Ac与未接合区域Ae之间的边界。将拍摄到的图像从显微相机121输出至控制装置90。

[0092] 在控制装置90中,根据显微相机121的图像来计算吸盘100的中心与接合区域Ac的中心的第二偏心量。并且,在控制装置90中,基于第二偏心量,以使接合区域Ac的中心与吸盘100的中心一致的方式决定吸盘100相对于周缘改性层M1的位置。

[0093] 接着,使吸盘100移动至改性位置。改性位置为激光头110向处理晶圆W照射激光来形成周缘改性层M1的位置。此外,在本实施方式中,改性位置与显微对准位置相同。

[0094] 接着,如图8和图9所示那样从激光头110照射激光L(例如YAG激光),来在处理晶圆W的周缘部We与中央部Wc之间的边界处形成周缘改性层M1(图6的步骤A2)。此外,在处理晶圆W的内部,裂纹C1从周缘改性层M1起沿处理晶圆W的厚度方向延展。裂纹C1仅延展至表面Wa,不到达背面Wb。

[0095] 此外,通过上述激光L形成的周缘改性层M1的下端位于比分离后的处理晶圆W的最终精加工处理后的表面更靠上方的位置。即,调节形成位置,以使周缘改性层M1不残留于分离后(更具体地说为后述的磨削处理后)的第一分离晶圆W1。

[0096] 在步骤A2中,根据由控制装置90决定出的吸盘100的位置,通过旋转机构103使吸盘100旋转并通过移动机构104使吸盘100沿Y轴方向移动,以使接合区域Ac的中心与吸盘100的中心一致(偏心校正)。此时,使吸盘100的旋转与Y轴方向上的移动同步进行。

[0097] 而且,一边像这样进行吸盘100(处理晶圆W)的偏心校正,一边从激光头110向处理晶圆W的内部照射激光L。即,一边校正第二偏心量,一边形成周缘改性层M1。这样一来,周缘改性层M1形成为与接合区域Ac呈同心圆状的环状。因此,之后能够以周缘改性层M1(裂纹C1)为基点适当地去除周缘部We。

[0098] 此外,在本例中,在第二偏心量具备X轴成分的情况下,一边使吸盘100沿Y轴方向移动,一边使吸盘100旋转来校正该X轴成分。另一方面,在第二偏心量不具备X轴成分的情

况下,不使吸盘100旋转,仅使吸盘100沿Y轴方向移动即可。

[0099] 接着,如图10和图11所示,从激光头110照射激光L(例如YAG激光)来沿面方向形成内部面改性层M2(图6的步骤A3)。此外,图11所示的黑箭头表示吸盘100的旋转方向,白箭头表示通过吸盘100或激光头110的移动来使加工点移动的移动方向。此外,在处理晶圆W的内部,裂纹C2从内部面改性层M2起沿面方向延展。裂纹C2仅延展至周缘改性层M1的径向内侧。

[0100] 此外,在内部面改性层M2形成于比周缘改性层M1更靠径向外侧的位置的情况下,如图12所示,去除周缘部We后的边缘修剪的质量下降。即,可能不会以周缘改性层M1(裂纹C1)为基点适当地去除周缘部We,从而周缘部We的一部分残留于支承晶圆S上。从该观点出发,调节形成位置,以将内部面改性层M2形成于比周缘改性层M1更靠径向内侧的位置。

[0101] 此外,通过上述激光L形成的内部面改性层M2的下端位于比分离后的处理晶圆W的最终精加工处理后的表面更靠上方的位置。即,调节形成位置,以使内部面改性层M2不残留于分离后(更具体地说为后述的磨削处理后)的第一分离晶圆。

[0102] 在步骤A3中,一边使吸盘100(处理晶圆W)旋转并使激光头110沿Y轴方向从处理晶圆W的径向外侧向内侧移动,一边从激光头110向处理晶圆W的内部周期性地照射激光L,由此在面方向形成螺旋状的内部面改性层M2。此外,在后文中叙述内部面改性层M2的形成方法的详情。

[0103] 此外,在本实施方式中,在形成内部面改性层M2时,使吸盘100或激光头110沿Y轴方向移动,但也可以使吸盘100或激光头110中的、与在偏心校正中移动的构件相同的构件移动。即,在形成内部面改性层M2时,如后述那样,同时控制偏心校正和内部面改性层M2的形成。另外,在形成内部面改性层M2时,使吸盘100进行了旋转,但也可以使激光头110移动来使激光头110相对于吸盘100相对地旋转。

[0104] 此外,优选将该内部面改性层M2的间隔(间距)设为相同的间隔,以在如后述那样以内部面改性层M2为基点将处理晶圆W分离时在晶圆面内均匀地进行该分离。因此,在步骤A3中,控制吸盘100的旋转速度和激光L的频率来调整内部面改性层M2的间隔。即,在激光头110的径向位置(激光L的照射位置)处于处理晶圆W的外周部的情况下,减慢旋转速度,在激光头110的径向位置处于中心部的情况下,加快旋转速度。另外,在激光头110的径向位置(激光L的照射位置)处于处理晶圆W的外周部的情况下,增大频率,在激光头110的径向位置处于中心部的情况下,减小频率。

[0105] 当在处理晶圆W形成内部面改性层M2时,接着,如图13所示,从激光头110照射激光L(例如YAG激光)来沿面方向形成中心改性层M3(图6的步骤A4)。此外,在处理晶圆W的内部,裂纹C3从中心改性层M3起沿面方向延展。中心改性层M3以该裂纹C3互不连结且不与裂纹C2连结的方式彼此分离(例如10 μ m以上)地形成。

[0106] 在步骤A4中,停止吸盘100(处理晶圆W)的旋转,一边使激光头110在处理晶圆W的上方沿水平方向(X轴方向、Y轴方向)移动,一边从激光头110向处理晶圆W的内部照射激光L,由此沿面方向形成直线状的中心改性层M3。在后文中叙述该步骤A4中的中心改性层M3的形成方法的详情。

[0107] 此外,在形成该中心改性层M3时,也可以使吸盘100沿水平方向移动,以取代使激光头110沿水平方向移动。

[0108] 当在处理晶圆W形成了中心改性层M3时,接着通过晶圆搬送装置70将重合晶圆T从

改性装置60搬出。

[0109] 接着,通过晶圆搬送装置70将重合晶圆T搬送至加工装置80。在加工装置80中,首先,在从搬送臂71向吸盘83交接重合晶圆T时,如图7的(e)所示,以周缘改性层M1和内部面改性层M2为基点将处理晶圆W分离为第一分离晶圆W1和第二分离晶圆W2(图6的步骤A5)。此时,周缘部We也被从处理晶圆W去除。此时,由于在处理晶圆W与支承晶圆S之间的接合界面附近形成有未接合区域Ae,因此能够容易地剥离周缘部We,因此能够适当地进行处理晶圆W的分离。

[0110] 在步骤A5中,如图14的(a)所示,一边通过搬送臂71具备的吸附面71a对处理晶圆W进行吸附保持,一边通过吸盘83对支承晶圆S进行吸附保持。之后,如图14的(b)所示,在吸附面71a对处理晶圆W的背面Wb进行吸附保持的状态下,使搬送臂71上升来将该处理晶圆W分离为第一分离晶圆W1和第二分离晶圆W2。如上述那样,在步骤A5中,第二分离晶圆W2与周缘部We一体地分离,即、同时进行周缘部We的去除和处理晶圆W的分离(薄化)。

[0111] 此外,将分离后的第二分离晶圆W2例如回收至晶圆处理系统1的外部。另外,例如也可以是,在搬送臂71的可动范围内设置回收部(未图示),在该回收部中解除对第二分离晶圆W2的吸附,由此回收分离后的第二分离晶圆W2。

[0112] 另外,在本实施方式中,在加工装置80中利用晶圆搬送装置70将处理晶圆W进行了分离,但也可以在晶圆处理系统1设置有用于进行处理晶圆W的分离的分离装置(未图示)。分离装置例如能够以与改性装置60层叠的方式配置。

[0113] 接下来,使吸盘83移动至加工位置80b。而且,通过磨削单元84对如图7的(f)所示那样被吸盘83保持的第一分离晶圆W1的作为分离面的背面W1b进行磨削,来去除残留于该背面W1b的周缘改性层M1、内部面改性层M2以及中心改性层M3(图6的步骤A6)。在步骤A6中,在使磨削磨石抵接于背面W1b的状态下使第一分离晶圆W1和磨削磨石分别旋转,来对背面W1b进行磨削。此外,之后也可以使用清洗液喷嘴(未图示)来通过清洗液对第一分离晶圆W1的背面W1b进行清洗。

[0114] 接着,通过晶圆搬送装置70将重合晶圆T搬送至清洗装置41。在清洗装置41中,对第一分离晶圆W1的作为分离面的背面W1b进行刷洗(图6的步骤A7)。此外,在清洗装置41中也可以将第一分离晶圆W1的背面W1b与支承晶圆S的背面Sb一同进行清洗。

[0115] 接着,通过晶圆搬送装置50将重合晶圆T搬送至蚀刻装置40。在蚀刻装置40中,通过药液对第一分离晶圆W1的作为分离面的背面W1b进行湿蚀刻(图6的步骤A8)。有时在通过上述的加工装置80被磨削后的背面W1b形成磨削痕迹。在步骤A8中,通过进行湿蚀刻,能够去除该磨削痕迹,从而能够使背面W1b平滑化。

[0116] 之后,通过晶圆搬送装置50将被实施了全部的处理的重合晶圆T搬送至传送装置30,并且通过晶圆搬送装置20将该重合晶圆T搬送至盒载置台10的盒Ct。通过这样,晶圆处理系统1中的一系列的晶圆处理结束。

[0117] 此外,在以上的实施方式中,能够适当地变更步骤A1~A8的处理顺序。

[0118] 作为变形例1,可以将步骤A2的周缘改性层M1的形成和步骤A3的内部面改性层M2的形成的顺序交换。在该情况下,按照步骤A1、步骤A3、步骤A2、步骤A4~A8的顺序进行晶圆处理。

[0119] 作为变形例2,步骤A4的中心改性层M3的形成也可以在步骤A2的周缘改性层M1的

形成之前进行。在该情况下,按照步骤A1、步骤A4、步骤A2~A3、步骤A5~A8的顺序进行晶圆处理。

[0120] 作为变形例3,步骤A4的中心改性层M3的形成也可以在步骤A3的内部面改性层M2的形成之前进行。在该情况下,按照步骤A1~A2、步骤A4、步骤A3、步骤A5~A8的顺序进行晶圆处理。

[0121] 作为变形例4,步骤A1的未接合区域Ae的形成也可以在步骤A2的周缘改性层M1的形成之后进行。在该情况下,按照步骤A2、步骤A1、步骤A3~A8的顺序进行晶圆处理。

[0122] 作为变形例5,步骤A1的未接合区域Ae的形成也可以在步骤A3的内部面改性层M2的形成之后进行。在该情况下,按照步骤A2~A3、步骤A1、步骤A4~A8的顺序进行晶圆处理。

[0123] 另外,在以上的实施方式中,能够适当地省略步骤A1~A8的处理。

[0124] 作为省略例1,可以通过步骤A8中的湿蚀刻来进行步骤A6的周缘改性层M1、内部面改性层M2以及中心改性层M3的去除。在该情况下,能够省略步骤A6的磨削处理。

[0125] 作为省略例2,当在步骤A6的磨削处理中适当地去除周缘改性层M1、内部面改性层M2以及中心改性层M3并且未形成磨削痕迹的情况下,能够省略步骤A8的湿蚀刻。

[0126] 作为省略例3,在向晶圆处理系统1搬入形成有未接合区域Ae的重合晶圆T的情况下,能够省略步骤A1的未接合区域Ae的形成。

[0127] 此外,在如上述的变形例4、5那样在改性装置60中进行处理晶圆W的对准之后进行未接合区域Ae的形成的情况下,也可以省略前述的显微对准(通过拍摄未接合区域Ae的边界来计算吸盘100的中心与接合区域Ac的第二偏心量)。在该情况下,可以基于微距对准的结果来进行步骤A2的周缘改性层M1的形成。

[0128] 此外,在上述实施方式中的步骤A5中,第二分离晶圆W2与周缘部We一体地分离,即、同时进行周缘部We的去除和处理晶圆W的薄化,但也可以不将第二分离晶圆W2与周缘部We同时分离。例如,也可以在通过边缘修剪处理将周缘部We剥离之后将第二分离晶圆W2分离。在该情况下,使从在步骤A2中形成的周缘改性层M1起延展的裂纹C1如图15的(a)所示那样到达表面Wa和背面Wb,由此能够如图15的(b)所示那样适当地进行边缘修剪处理、薄化处理。另外,还考虑不剥离周缘部We的情况,在该情况下,可以代替接合区域Ac与未接合区域Ae之间的边界,根据该处理晶圆W的外端部来进行处理晶圆W的对准。

[0129] 此外,在上述实施方式中,利用吸盘100和激光头110中的某一方来以单轴方式进行形成内部面改性层M2时的水平方向(Y轴方向)移动和进行偏心校正时的水平方向(Y轴方向)移动这两方,但这些水平移动也可以以两轴方式进行。即,例如可以通过激光头110来进行与内部面改性层M2的形成有关的水平移动,通过吸盘100来进行与偏心追踪有关的水平移动。另外,也可以通过吸盘100来进行与内部面改性层M2的形成有关的水平移动,通过激光头110来进行与偏心追踪有关的水平移动。

[0130] 接着,对步骤A3中的内部面改性层M2的形成方法进行说明。在步骤A3中,如上述那样形成螺旋状的内部面改性层M2,但也可以如图16所示那样,将在周向上相邻的内部面改性层M2的间隔称作周向间隔P(脉冲间距),将在径向上相邻的内部面改性层M2的间隔称作径向间隔Q(分度间距)。

[0131] 如上述那样,内部面改性层M2需要形成于比周缘改性层M1更靠径向内侧的位置,以抑制边缘修剪的质量下降。然而,在吸盘100与处理晶圆W的中心不一致的情况下,即、通

过前述的控制装置90未适当地进行第一偏心量和第二偏心量的校正的情况下,相对于处理晶圆W偏心地形成改性层。而且,在未考虑该偏心地进行了改性层的形成的情况下,内部面改性层M2可能会形成于比周缘改性层M1更靠径向外侧的位置。

[0132] 因此,在改性装置60中,在形成改性层时进行偏心校正,以防止内部面改性层M2形成于周缘改性层M1的径向外侧。例如,通过使吸盘100、激光头110沿水平方向(X轴方向、Y轴方向)移动来进行该偏心校正。

[0133] 图17是表示通过第一偏心校正方法形成于处理晶圆W的内部的改性层的情形的说明图。

[0134] 在吸盘100与处理晶圆W的中心不一致的情况下,在步骤A1中相对于处理晶圆W偏心地形成未接合区域Ae。而且,如上述那样,在步骤A2中,周缘改性层M1形成为与接合区域Ac(未接合区域Ae)呈同心圆状的环状。因此,在步骤A3中,内部面改性层M2沿周缘改性层M1形成,即、形成为与接合区域Ac及周缘改性层M1同心的螺旋状。换言之,在第一偏心校正方法中,一边进行偏心校正一边形成周缘改性层M1和内部面改性层M2。

[0135] 像这样,根据第一偏心校正方法,通过将内部面改性层M2形成为与追随接合区域Ac的偏心地形成的周缘改性层M1呈同心圆状,能够抑制内部面改性层M2形成于周缘改性层M1的径向外侧。

[0136] 如第一偏心校正方法所示的那样,期望追随偏心地形成内部面改性层M2。然而,当在处理晶圆W的中心部追随该偏心地形成内部面改性层M2的情况下,需要使吸盘100、激光头110在水平方向上高速地进行往复动作,可能会发生偏心校正动作无法追随内部面改性层M2的形成动作、产生共振、引导件寿命缩短的情况。因此,在以下的第二偏心校正方法中,至少不在处理晶圆W的中心部进行偏心校正动作。

[0137] 图18是表示通过第二偏心校正方法形成于处理晶圆W的内部的改性层的情形的说明图。

[0138] 在吸盘100与处理晶圆W的中心不一致的情况下,在步骤A1中,相对于处理晶圆W偏心地形成未接合区域Ae。而且,如上述那样,在步骤A2中,周缘改性层M1形成为与接合区域Ac(未接合区域Ae)呈同心圆状的环状。

[0139] 接下来,在第二偏心校正方法中,沿周缘改性层M1在其径向内侧一边进行吸盘100(处理晶圆W)的偏心校正,一边形成用于吸收接合区域Ac的偏心的缓冲层B。具体地说,如图19所示,在吸盘100开始旋转后旋转速度被控速(变为匀速)之后,至少一边使吸盘100(处理晶圆W)旋转一周(360度)一边从激光头110向处理晶圆W的内部周期性地照射激光L,来形成环状的内部面改性层M2。之后,使激光头110向处理晶圆W的径向内侧(Y轴方向)相对地移动。重复进行环状的内部面改性层M2的形成和激光头110向径向内侧的移动,来在面方向上以加工宽度形成内部面改性层M2,由此形成如图18、图19所示那样的与接合区域Ac及周缘改性层M1呈同心圆状的、作为缓冲层B的内部面改性层M2。此外,缓冲层B例如以接合区域Ac的偏心量以上的加工宽度(例如500 μ m)形成。

[0140] 此外,缓冲层B中的内部面改性层M2的径向间隔Q能够任意地设定。

[0141] 而且,当形成了缓冲层B时,之后例如从缓冲层B的加工宽度之间起螺旋状地形成内部面改性层M2。此外,在形成该螺旋状的内部面改性层M2时,不进行前述的偏心校正。换言之,在第二偏心校正方法中,一边进行偏心校正一边形成周缘改性层M1和构成缓冲层B的

同心圆状的内部面改性层M2,在形成于缓冲层B的径向内侧的螺旋状的内部面改性层M2的形成中不进行偏心校正。

[0142] 像这样,根据第二偏心校正方法,通过在周缘改性层M1的径向内侧形成以接合区域Ac的偏心量以上的加工宽度形成的缓冲层B,无需在螺旋状的内部面改性层M2的形成中进行偏心校正。即,即使偏心地形成了内部面改性层M2,由于在缓冲层B的加工宽度中吸收了偏心量,因此内部面改性层M2也不会到达周缘改性层M1的径向外侧。另外,在形成内部面改性层M2时无需进行偏心校正,因此能够更容易地形成内部面改性层M2。

[0143] 另外,由于无需在处理晶圆W的中心部进行偏心校正,因此能够抑制如前述那样无法适当地进行偏心校正的情况。另外,能够减少产生共振、引导件寿命缩短的可能性。另外,进一步地,由于像这样不在中心部中进行偏心校正,因此能够维持吸盘100的高速的旋转速度,其结果是,能够将内部面改性层M2的周向间隔P控制为固定。

[0144] 图20是表示通过第三偏心校正方法形成于处理晶圆W的内部的改性层的情形的说明图。

[0145] 在吸盘100与处理晶圆W的中心不一致的情况下,在步骤A1中,相对于处理晶圆W偏心地形成未接合区域Ae。而且,如上述那样,在步骤A2中,周缘改性层M1形成成为与接合区域Ac(未接合区域Ae)呈同心圆状的环状。

[0146] 接下来,在第三偏心校正方法中,在通过步骤A2形成为与接合区域Ac(未接合区域Ae)呈同心圆状的环状的周缘改性层M1的径向内侧,在激光头110位于处理晶圆W的外周部的范围内进行偏心校正。即,一边使激光头110从径向外侧向内侧移动,一边通过旋转机构103使吸盘100旋转并通过移动机构104使吸盘100沿Y轴方向移动,以使吸盘100的中心与接合区域Ac的中心一致。

[0147] 具体地说,将处理晶圆W的内部面改性层M2的形成范围沿径向分割为多个区域,与该区域相应地逐渐缩小偏心行程,此外,在图20中例示出以下情况:将内部面改性层M2的形成范围分割为作为非校正区域的中心区域R11和四个作为偏心校正区域的环状区域R12~R15,将100 μm 的偏心量在各环状区域R12~R15中每次校正20 μm ,即、使偏心行程每次衰减20 μm 。

[0148] 像这样,根据第三偏心校正方法,在位于处理晶圆W的外周部的范围(图20的环状区域R12~R15)内进行偏心校正,由此无需在中心部附近进行偏心校正。即,在处理晶圆W的外周部,前述的偏心校正(偏心行程的衰减)完成,偏心量变成0 μm ,在中心部(图20的中心区域R11),吸盘100的中心与接合区域Ac的中心一致。在像这样形成内部面改性层M2时,在激光头110位于外周部时,吸盘100的旋转速度慢,因此能够适当地进行偏心校正。而且,其结果是,能够吸收偏心量来在周缘改性层M1的内侧形成内部面改性层M2。此时,在中心部不进行偏心校正,因此能够维持吸盘100的高速的旋转速度,其结果是,能够将内部面改性层M2的周向间隔P设为固定。

[0149] 另外,由于无需在处理晶圆W的中心区域R11进行偏心校正,因此能够抑制如前述那样无法适当地进行偏心校正的情况。另外,能够减少产生共振、引导件寿命缩短的可能性。

[0150] 此外,用于进行偏心校正的环状区域的数量不限定于本例,能够任意地设定。另外,无需一定如本例那样在每个环状区域中阶段性地校正偏心,也可以从处理晶圆W的外周

向中心连续地进行偏心校正。另外,例如也可以仅在激光头110从外侧照射与几周相应的量的激光L的期间进行偏心校正。

[0151] 此外,在通过第三偏心校正方法在处理晶圆W的外周部校正偏心量的情况下,期望该偏心校正正在处理晶圆W的半径的一半($r/2$)的位置之前完成。换言之,期望的是,图20所示的中心区域R11的半径为 $r/2$ 以上。

[0152] 步骤A3中的内部面改性层M2如以上那样形成。像这样,通过在形成内部面改性层M2时进行偏心校正,能够容易地进行边缘修剪处理、薄化处理。另外,因此能够容易地维持边缘修剪处理、薄化处理的质量,并且能够简化这些处理中的控制。

[0153] 接着,对步骤A4中的中心改性层M3的形成方法进行说明。

[0154] 如上述那样,期望内部面改性层M2的形成间隔是均匀的,以在面内均匀地进行处理晶圆W的分离。而且,在步骤A3中的内部面改性层M2的形成中,控制吸盘100的旋转速度和激光L的频率,以将该形成间隔控制为固定的间隔。

[0155] 然而,在该吸盘100的旋转速度达到上限值、激光L的频率达到下限值的情况下,内部面改性层M2的周向间隔P达到无法进一步扩大间隔的临界值。而且,如果在该状态下激光L的照射位置进一步向径向内侧移动,则有时周向间隔P变小从而在处理晶圆W的中心部使内部面改性层M2重叠于同一加工线上。因此,有时无法将处理晶圆W的中心部适当地分离。

[0156] 进一步详细地说明无法将处理晶圆W的中心部分离的原因。例如,在内部面改性层M2重叠地形成的情况下,即、对于第一个内部面改性层M2重叠地照射下一次的(第二次的)激光L的情况下,裂纹C2难以沿径向延展。另外,例如即使在内部面改性层M2不重叠的情况下,如果周向间隔P小于某个阈值,则会对从第一个内部面改性层M2起延展的裂纹C2照射下一次的(第二次的)激光L。在该情况下,由于对已经释放了应力的裂纹C2照射激光L,因此裂纹C2仍难以沿径向延展。像这样,由于在处理晶圆W的中心部无法使裂纹C2适当地延展,因此有时无法将该中心部分离。

[0157] 另外,在如上述那样重叠地形成内部面改性层M2的情况下,产生下一次的(第二次的)激光L的漏光,激光的一部分向下方透过,可能会对器件层D产生影响。

[0158] 因此,作为使处理晶圆W的中心部适当地分离的方法,本发明的发明人们想到了形成中心改性层M3的方法。即,在周向间隔P达到临界值的处理晶圆W的中心部附近结束内部面改性层M2的形成,并且如图21所示那样在内部面改性层M2的径向内侧形成中心改性层M3。此外,图21所示的中心改性层M3的形成范围R3例如能够根据激光L的频率的最低值和吸盘100的旋转速度的最高值来求出(例如从处理晶圆W的中心起的1~2mm左右的范围)。

[0159] 像这样,通过在根据吸盘100的旋转速度和激光的频率求出的期望的位置结束内部面改性层M2的形成,能够抑制内部面改性层M2的重复形成来适当地进行处理晶圆W的分离,并且能够抑制激光L的漏光的发生。另外,通过在该内部面改性层M2的径向内侧形成中心改性层M3,能够抑制从内部面改性层M2起自行延展的裂纹C2在处理晶圆W的中心部彼此连结而形成凸部。

[0160] 此外,中心改性层M3能够在内部面改性层M2的径向内侧形成为任意的形状。例如,在图21中,中心改性层M3由多条直线形成,根据图示的例子,由七条直线形成,但中心改性层M3的形状并不限于于此。例如,中心改性层M3只要能够适当地进行处理晶圆W的中心部中的分离即可,也可以由少于七条的直线形成,例如如图22所示那样仅由一条直线形成。像这

样,通过减少形成中心改性层M3的直线的数量,能够减少与中心改性层M3的形成有关的生产节拍。另外,中心改性层M3也不限定于直线形状,例如也可以仅由曲线形状形成,也可以将曲线形状和直线形状进行组合。

[0161] 在此,在中心改性层M3的加工线彼此交叉地形成的情况下,可能会产生多个中心改性层M3彼此重叠地形成的情况、或者在该交叉部产生激光的漏光。另外,在中心改性层M3彼此靠近地形成的情况下,可能会产生从中心改性层M3起延展的裂纹C3彼此连结而在处理晶圆W的中心部形成凸部,从而导致处理晶圆W的分离面的平坦度恶化的情况。

[0162] 因此,期望如图21所示那样将中心改性层M3的加工线以彼此不交叉、不靠近的方式独立地形成,来使从相邻的中心改性层M3起沿面方向延展的裂纹C3彼此不连结。在该情况下,期望中心改性层M3的形成间隔例如为 $10\mu\text{m}$ 以上。

[0163] 步骤A4中的中心改性层M3如以上那样形成。

[0164] 根据本实施方式的第三偏心校正方法,在处理晶圆W的外周部沿周缘改性层M1的偏心形成内部面改性层M2,因此能够适当地抑制内部面改性层M2形成于周缘改性层M1的径向外侧。而且,由此能够维持边缘修剪处理的质量。

[0165] 另一方面,在处理晶圆W的中心部已经结束偏心量的校正,无需进行偏心校正,因此能够维持吸盘100的旋转速度,其结果是,能够将周向间隔P控制为固定的间隔。而且,由此能够在面内均匀地进行处理晶圆W的分离。

[0166] 另外,这样,由于无需在处理晶圆W的中心部进行偏心校正,因此能够抑制处理晶圆W的中心部的吸盘100、激光头110的往复动作,抑制机械共振的产生、引导件寿命的缩短。即,能够使装置寿命长期化。

[0167] 另外,根据第三偏心校正方法,在处理晶圆W的外周部逐渐地校正偏心量,因此不会使处理晶圆W的面内的内部面改性层M2的径向间隔Q急剧地变化。换言之,能够将内部面改性层M2的径向间隔Q控制为大致固定的间隔。由此,能够更适当地在面内均匀地进行处理晶圆W的分离。

[0168] 另外,特别地,如本实施方式的第三偏心校正方法那样一边实时地改变偏心校正量一边形成内部面改性层M2是以往未进行的,能够使与在处理晶圆W形成改性层有关的生产率提高。

[0169] 另外,根据本实施方式,在处理晶圆W的面内,将内部面改性层M2形成成为连续不断的螺旋状,因此能够改善与内部面改性层M2的形成有关的生产节拍。

[0170] 此外,根据以上的实施方式,内部面改性层M2在处理晶圆W的面内以周向间隔P及径向间隔Q在处理晶圆W的面内都是均匀的间隔的方式形成,但内部面改性层M2的形成间隔也不限定于此。

[0171] 图23是表示第二实施方式所涉及的内部面改性层M2的形成方法的说明图。在第二实施方式所涉及的形成有内部面改性层M2的处理晶圆W的面内,如图23所示那样形成有内部面改性层M2的径向间隔Q不同的区域。具体地说,形成有作为第一改性层形成区域的宽间隔区域R1和作为第二改性层形成区域的窄间隔区域R2,该宽间隔区域R1是形成在处理晶圆W的径向外侧的、内部面改性层M2的径向间隔Q宽的间隔区域,该窄间隔区域R2是形成在宽间隔区域R1的径向内侧的、内部面改性层M2的径向间隔Q窄的间隔区域。此外,在宽间隔区域R1和窄间隔区域R2中,内部面改性层M2的周向间隔P在整周上均为固定的。

[0172] 此外,在以下的说明中,有时将形成于宽间隔区域R1的内部面改性层M2称作外周侧改性层M2e,将形成于窄间隔区域R2的内部面改性层M2称作内周侧改性层M2c。

[0173] 在此,在宽间隔区域R1中,如图23的(b)所示,将外周侧改性层M2e的形成间隔Q1设定为使在形成相邻的外周侧改性层M2e时沿面方向延展的裂纹C2彼此不相连的间隔。另外,在窄间隔区域R2中,如图23的(b)所示,将内周侧改性层M2c的形成间隔Q2设定为使在形成相邻的内周侧改性层M2c时沿面方向延展的裂纹C2彼此相连的间隔。此外,例如能够将外周侧改性层M2e的形成间隔Q1设为 $60\mu\text{m}$,将内周侧改性层M2c的形成间隔Q2设为 $10\mu\text{m}$ 。

[0174] 此外,通过向处理晶圆W的内部照射激光来使该激光的照射部分非晶化(多晶化),由此形成内部面改性层M2。此时,在内部面改性层M2中,如图24的(a)所示那样产生压缩应力。在此,宽间隔区域R1中相邻的外周侧改性层M2e的裂纹C1不相连,因此产生的压缩应力蓄积于外周侧改性层M2e。另外,由此,如图24的(a)所示,在径向上相邻的外周侧改性层M2e的彼此之间蓄积由于压缩应力引起的拉伸应力。如图24的(b)所示,该拉伸应力所作用的区域(以下称作“拉伸区域U”)遍及处理晶圆W的整周地形成环状。

[0175] 接下来,对如以上那样的宽间隔区域R1和窄间隔区域R2的形成方法、以及处理晶圆W的分离方法进行说明。图25是表示步骤A3中的内部面改性层M2的形成方法、以及处理晶圆W的分离方法的主要工序的流程图。图26是示意性地表示步骤A3中的内部面改性层M2的形成方法、以及处理晶圆W的分离方法的主要工序的说明图。此外,在图26中示出处理晶圆W的径向一半位置处的厚度方向上的截面图。另外,在图26中,为了避免图示复杂,省略了支承晶圆S的图示。

[0176] 此外,在处理晶圆W中,在形成内部面改性层M2之前形成有周缘改性层M1和裂纹C1(图6和图25的步骤A2)。

[0177] 如图26的(a)所示,在形成内部面改性层M2时,首先形成宽间隔区域R1(图25的步骤A3-1)。通过使吸盘100(处理晶圆W)旋转并且使激光头110从处理晶圆W的径向外侧向内侧沿Y轴方向移动,来从处理晶圆W的径向外侧向径向内侧依次形成宽间隔区域R1。外周侧改性层M2e的形成间隔Q1例如为 $60\mu\text{m}$ 。在此,从宽间隔区域R1中相邻的外周侧改性层M2e起延展的裂纹C2彼此不相连。

[0178] 此外,在本实施方式中也是,当在形成内部面改性层M2时需要校正处理晶圆W的偏心的情况下,在处理晶圆W的外周部进行偏心校正(偏心行程的衰减)。即,例如在宽间隔区域R1的形成中使偏心校正(偏心行程的衰减)完成。

[0179] 在此,由于裂纹C2彼此不相连,因此如上述那样在内部面改性层M2中蓄积压缩应力,并且在相邻的内部面改性层M2之间形成拉伸区域U。

[0180] 当形成宽间隔区域R1时,接着,如图26的(b)所示那样形成窄间隔区域R2(图25的步骤A3-2)。通过使吸盘100(处理晶圆W)旋转并且使激光头110从处理晶圆W的径向内侧向外侧沿Y轴方向移动,来从处理晶圆W的径向内侧向外侧依次形成窄间隔区域R2。内周侧改性层M2c的形成间隔Q2例如为 $10\mu\text{m}$ 。在此,从窄间隔区域R2中相邻的内周侧改性层M2c起延展的裂纹C2依次相连。

[0181] 此外,如图26的(b)所示,在步骤A3-2中的窄间隔区域R2的形成中,位于该窄间隔区域R2的最外周侧的内周侧改性层M2c的裂纹C2与位于宽间隔区域R1的最内周侧的外周侧改性层M2e的裂纹C2不相连。

[0182] 另外,如上述那样,在宽间隔区域R1的形成中使偏心校正(偏心行程的衰减)完成,即、使吸盘100的中心与接合区域Ac的中心一致,因此无需在狭间隔区域R2的形成中进行偏心校正。

[0183] 当形成窄间隔区域R2时,如图26的(c)所示那样形成作为用于开始将处理晶圆W分离的起点的起点改性层M2s。具体地说,在宽间隔区域R1与窄间隔区域R2之间形成作为起点改性层M2s的内部面改性层M2。由此,位于窄间隔区域R2的最外周侧的内周侧改性层M2c的裂纹C2与位于宽间隔R1的最内周侧的一个外周侧改性层M2e的裂纹C2连结。

[0184] 当形成起点改性层M2s时,宽间隔区域R1的裂纹C2与窄间隔区域R2的裂纹C2连结,由此,蓄积于宽间隔区域R1的一个外周侧改性层M2e的压缩应力被释放。而且,由于该应力的释放,如图26的(d)所示,一个外周侧改性层M2e成为向第一分离晶圆W1与第二分离晶圆W2剥离的方向隆起的状态。即,在该一个外周侧改性层M2e的形成位置处,成为第一分离晶圆W1与第二分离晶圆W2以裂纹C2为界剥离了的状态(图25的步骤A3-4)。

[0185] 像这样,当在一个外周侧改性层M2e的形成位置处第一分离晶圆W1与第二分离晶圆W2剥离时,由于通过该剥离而作用于处理晶圆W的厚度方向(剥离方向)的力的影响,如图26的(d)所示,裂纹C2向径向外侧延展。而且,由此,与从相邻的下一个外周侧改性层M2e起延展的裂纹C2连结(图25的步骤A3-5)。

[0186] 当一个外周侧改性层M2e与下一个外周侧改性层M2e的裂纹C2连结时,蓄积于下一个外周侧改性层M2e的压缩应力被释放。而且,由于该应力的释放,在下一个外周侧改性层M2e的形成位置处,成为第一分离晶圆W1与第二分离晶圆W2以裂纹C2为界剥离了的状态(图25的步骤A3-5)。

[0187] 而且,当像这样在下一个外周侧改性层M2e的形成位置处第一分离晶圆W1与第二分离晶圆W2剥离时,由于通过该剥离而作用于处理晶圆W的厚度方向(剥离方向)的力的影响,裂纹C2进一步向径向外侧延展。

[0188] 而且,通过像这样重复地连锁地进行裂纹C2的延展、压缩应力的释放、第二分离晶圆W2的剥离,如图26的(e)所示,裂纹C2到达周缘改性层M1(图25的步骤A3-6)。

[0189] 而且,当像这样在处理晶圆W的整面形成内部面改性层M2并且裂纹C2延展时,步骤A3中的内部面改性层M2的形成处理结束,接着,在内周侧改性层M2c的径向内侧形成中心改性层M3(图6和图25的步骤A4),之后,去除周缘部We和第二分离晶圆W2(图6和图25的步骤A5)。

[0190] 根据上述第二实施方式,在处理晶圆W形成内部面改性层M2,该内部面改性层M2具有宽间隔区域R1和窄间隔区域R2。而且,在宽间隔区域R1中,如上述那样连锁地进行第一分离晶圆W1与第二分离晶圆W2的剥离。

[0191] 而且,像这样,根据上述实施方式,由于第一分离晶圆W1与第二分离晶圆W2的剥离,在处理晶圆W的内部沿厚度方向产生间隙。即,如图26的(e)所示,在处理晶圆W的面内形成第一分离晶圆W1与第二分离晶圆W2未相连的区域,因此在之后的第二分离晶圆W2的剥离处理中所需的力减小。

[0192] 另外,根据上述实施方式,通过在宽间隔区域R1中扩大内部面改性层M2的径向间隔Q,能够减少内部面改性层M2的形成数量,因此能够减少形成内部面改性层M2所需的时间,从而能够提高生产率。

[0193] 另外,根据上述实施方式,宽间隔区域R1中的第一分离晶圆W1与第二分离晶圆W2以通过所蓄积的应力的释放而自然地产生延展的裂纹C2为基点进行分离。因此,尤其在宽间隔区域R1中能够获得具有周期构造的平滑的分离面。

[0194] 图27的(a)是在将处理晶圆W的径向间隔Q设为在处理晶圆W的面内固定的情况下拍摄处理晶圆W的分离面所得到的照片,图27的(b)是在形成有宽间隔区域R1和窄间隔区域R2的情况下拍摄处理晶圆W的分离面所得到的照片。如图27所示,通过形成宽间隔区域R1和窄间隔区域R2并通过蓄积的应力的释放来使裂纹C2自然地产生地延展,能够改善分离后的表面粗糙度,从而得到平滑的分离面。

[0195] 另外,在上述第二实施方式中也在宽间隔区域R1中追随偏心地形成内部面改性层M2,因此能够适当地抑制内部面改性层M2形成于周缘改性层M1的径向外侧。而且,使偏心校正(偏心行程的衰减)在宽间隔区域R1的形成中完成,在窄间隔区域R2中无需进行偏心校正,因此在处理晶圆W的中心部也能够将周向间隔P控制为固定的间隔,从而能够在面内均匀地进行处理晶圆W的分离。

[0196] 此外,根据以上的第二实施方式,将宽间隔区域R1形成于径向外侧,将窄间隔区域R2形成于径向内侧,但也可以如图28的(a)所示那样,在俯视观察时,在处理晶圆W的径向外侧形成窄间隔区域R2,在该窄间隔区域R2的内侧形成宽间隔区域R1。另外,例如如图28的(b)所示,也可以在处理晶圆W的径向外侧交替地形成宽间隔区域R1和窄间隔区域R2。

[0197] 另外,在以上的第二实施方式中,在处理晶圆W的径向上形成宽间隔区域R1和窄间隔区域R2,即、变更了内部面改性层M2的径向间隔Q,但也可以取而代之地变更周向间隔P(脉冲间距)。另外,也可以变更径向间隔Q和周向间隔P这两方。在该情况下,形成于处理晶圆W的面内的内部面改性层M2的数量进一步减少,因此能够进一步提高生产率。

[0198] 另外,在以上的第二实施方式中,通过在宽间隔区域R1与窄间隔区域R2之间形成起点改性层M2s来开始进行处理晶圆W的分离,但使处理晶圆W的分离开始的方法也不限于此。例如如图29的(a)所示,也可以从处理晶圆W的径向外侧向内侧形成宽间隔区域R1直至预先决定的任意位置为止,之后,如图29的(b)所示,从处理晶圆W的中心向径向外侧形成窄间隔区域R2,通过使该窄间隔区域R2与宽间隔区域R1的内部面改性层M2合流来开始进行分离。

[0199] 应当认为本次公开的实施方式在所有方面均为例示,而非限制性的。上述的实施方式在不脱离所附的权利要求书及其主旨的情况下能够以各种方式进行省略、置换、变更。

[0200] 附图标记说明

[0201] 60:改性装置;90:控制装置;100:吸盘;110:激光头;L:激光;M2:内部面改性层;W:处理晶圆。

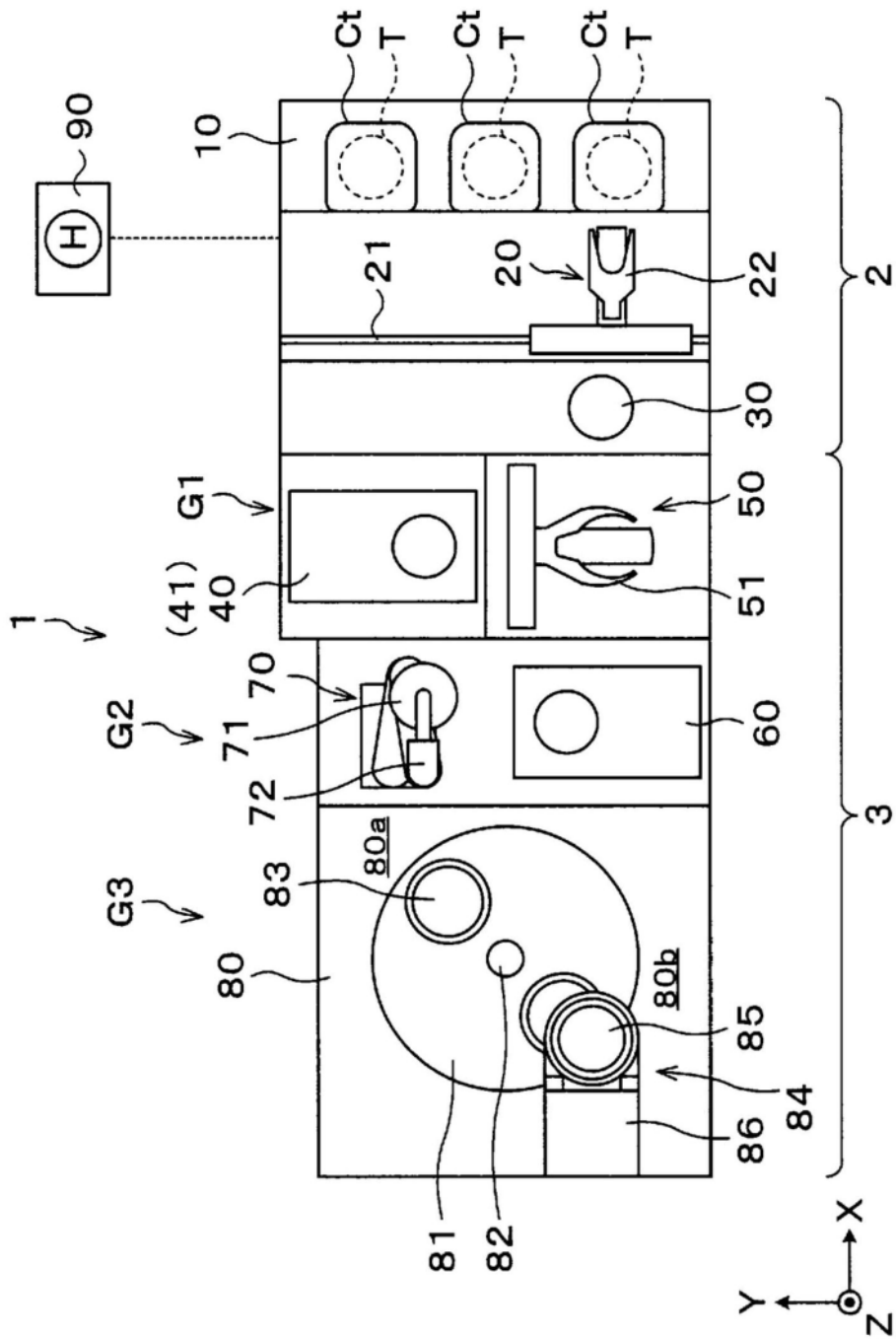


图1

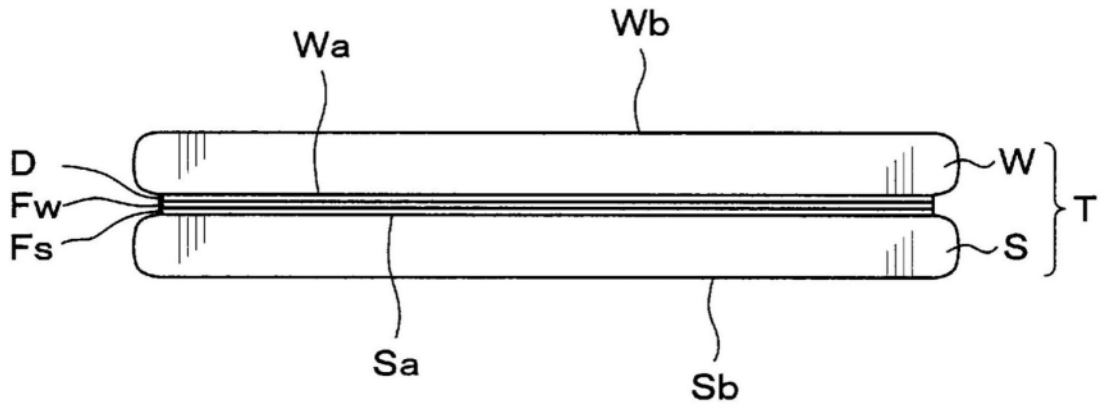


图2

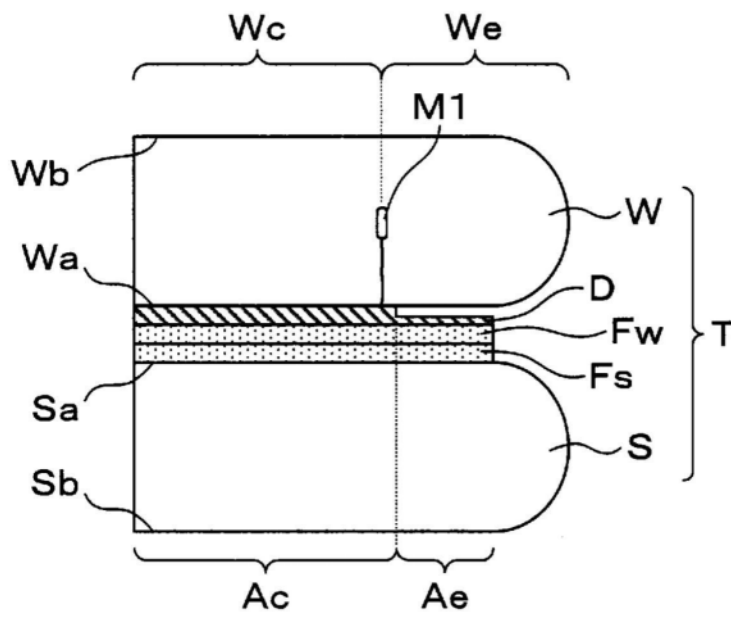


图3

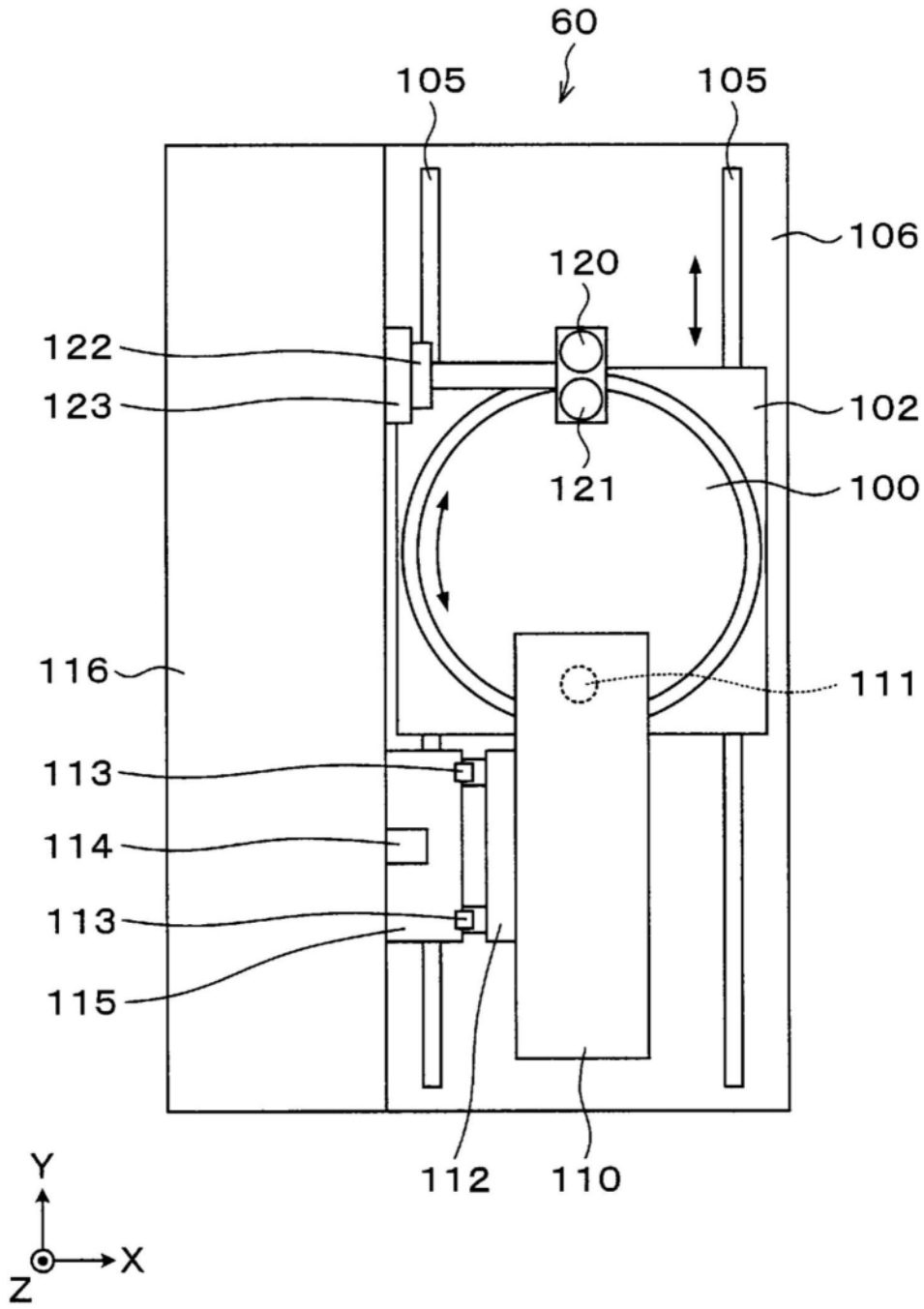


图4

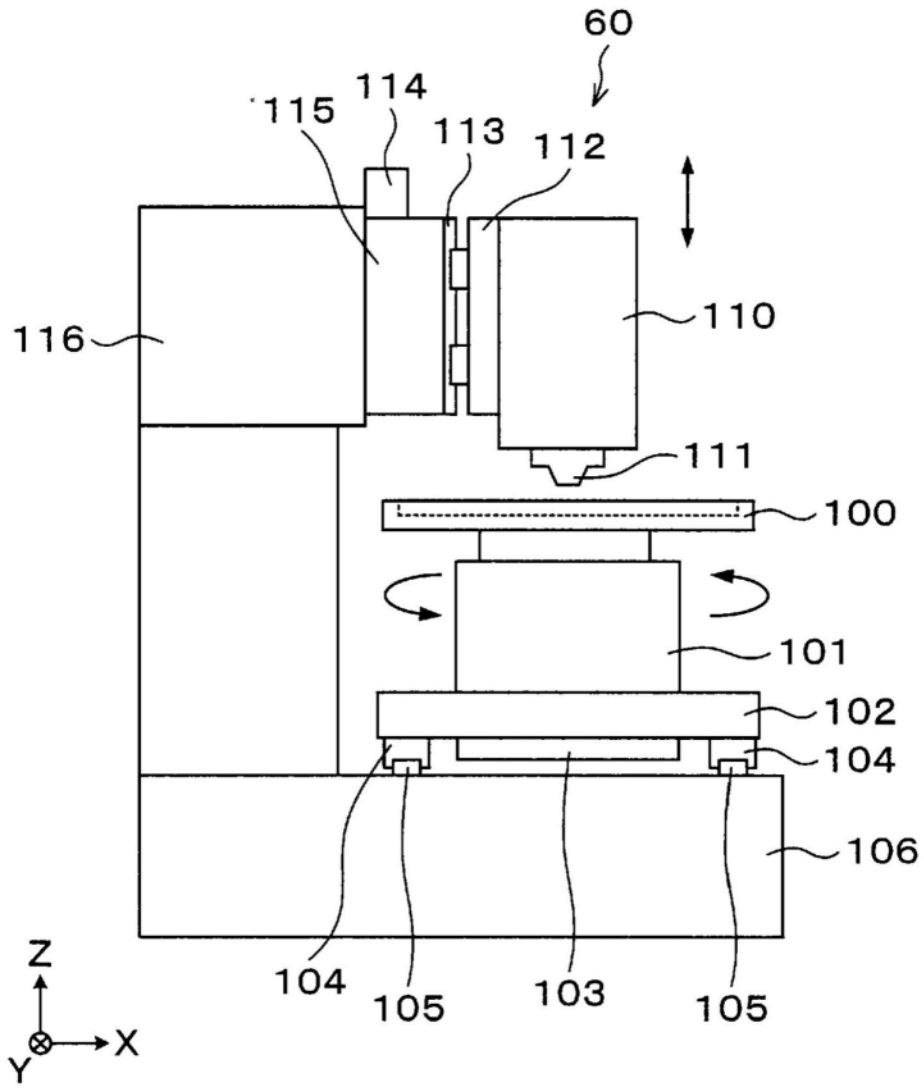


图5

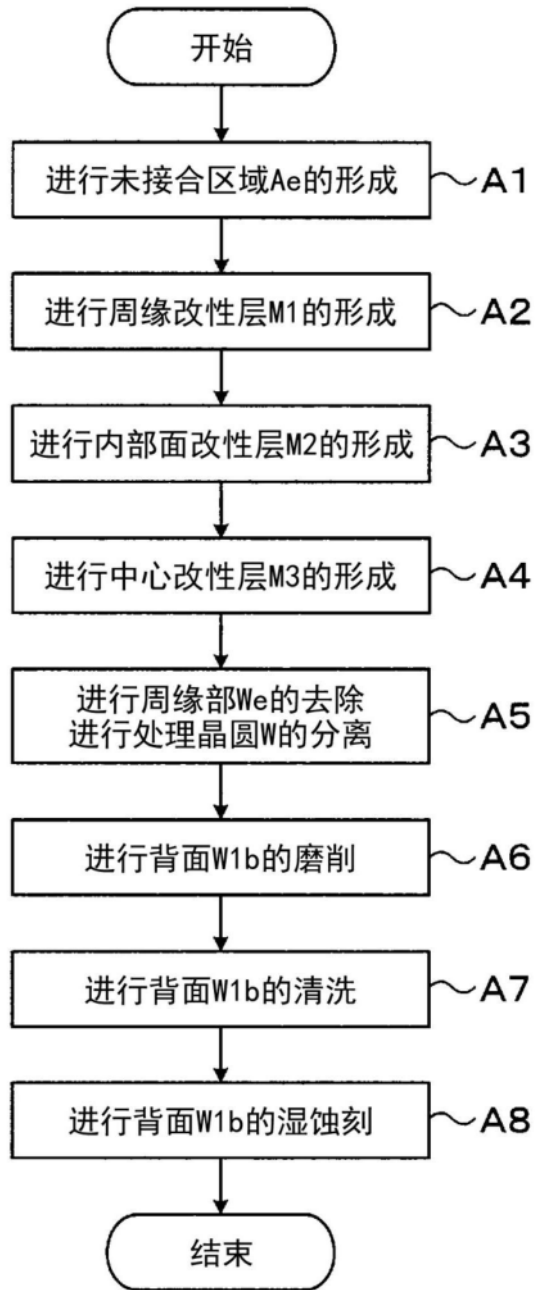
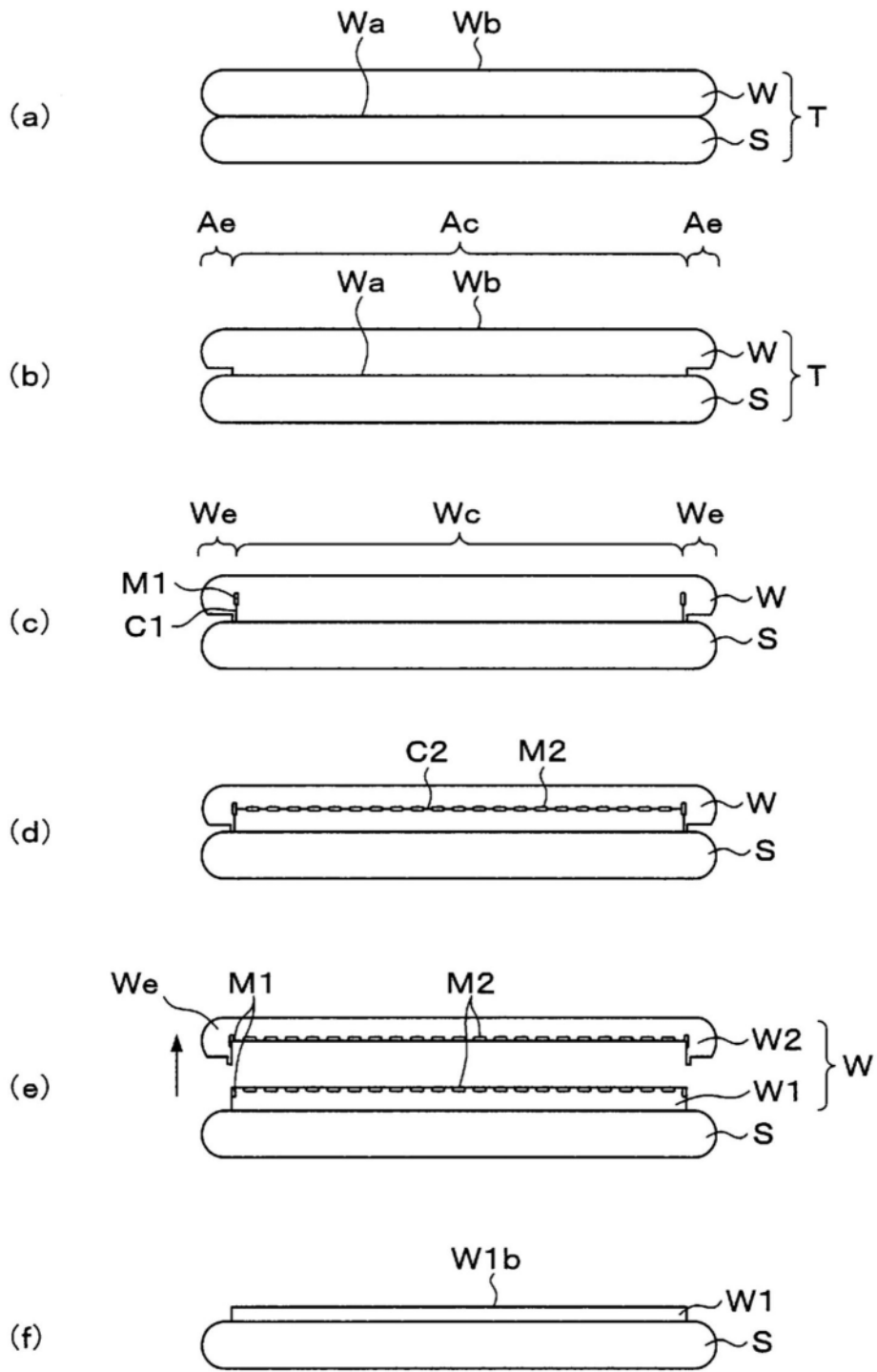


图6



4

图7

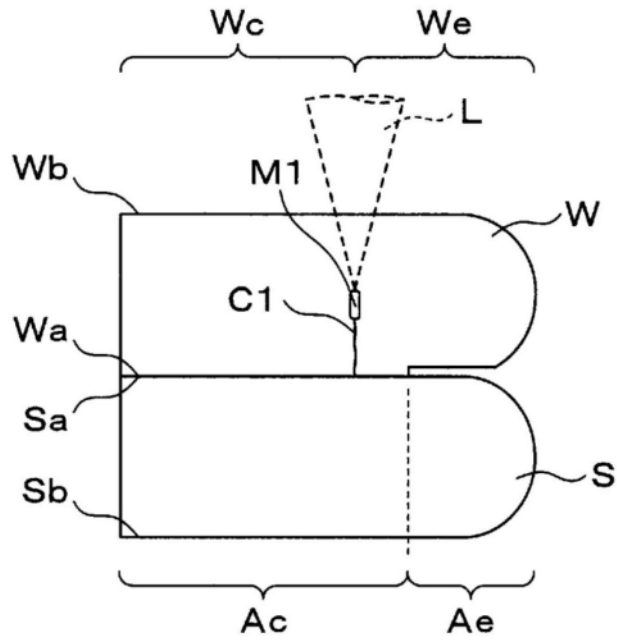


图8

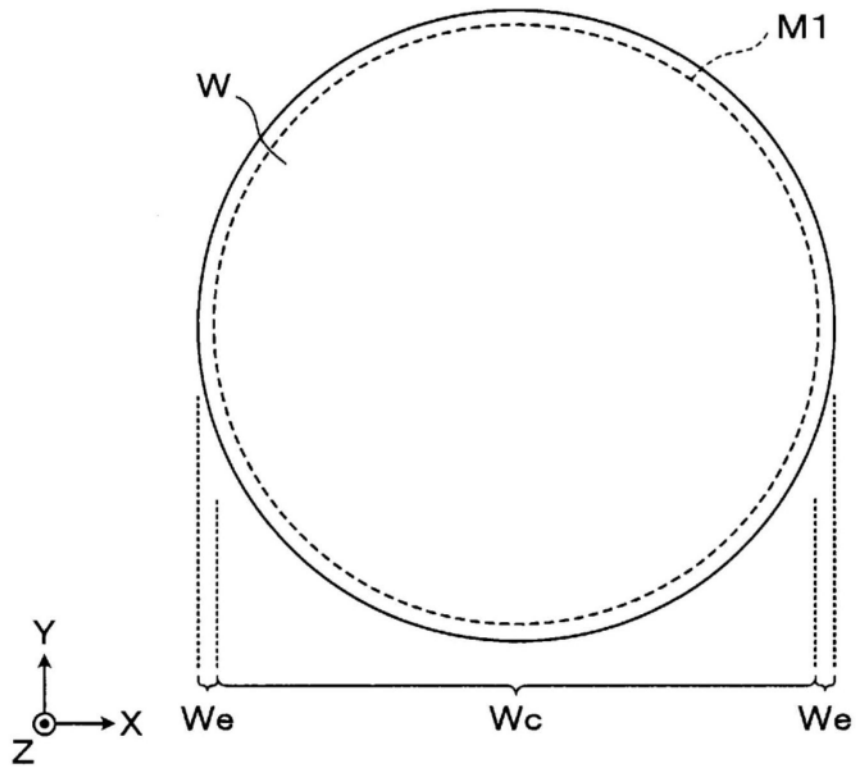


图9

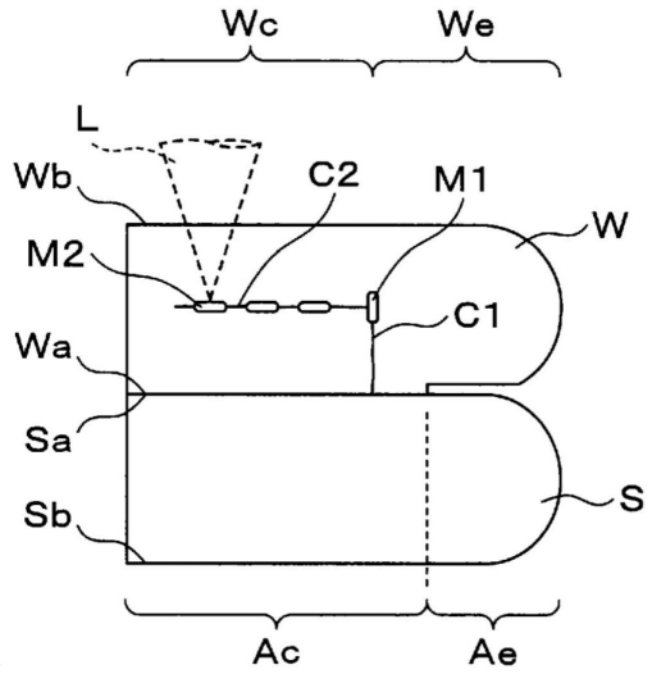


图10

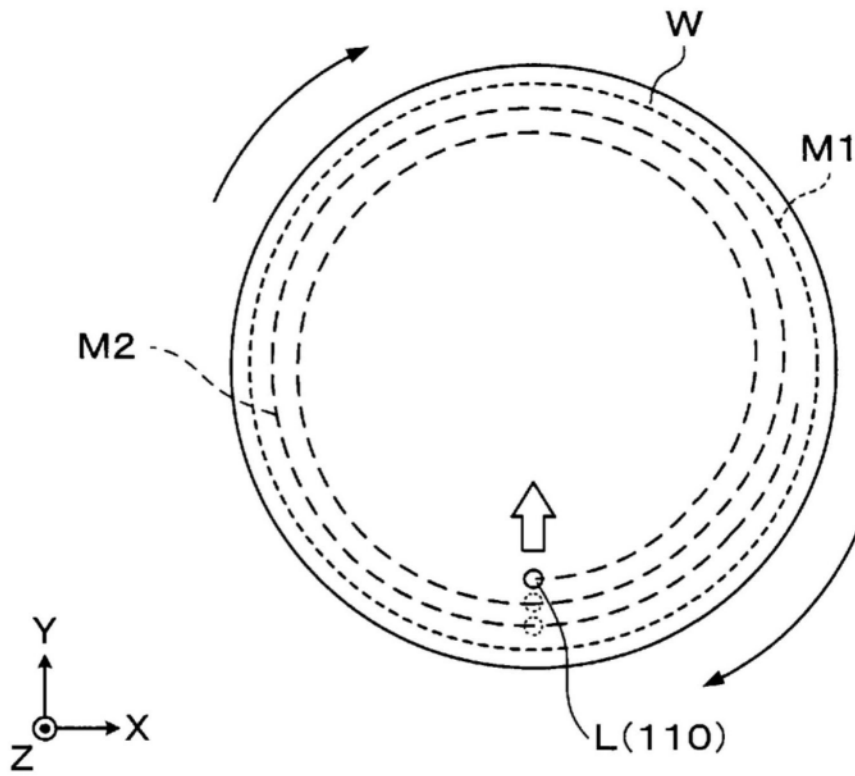


图11

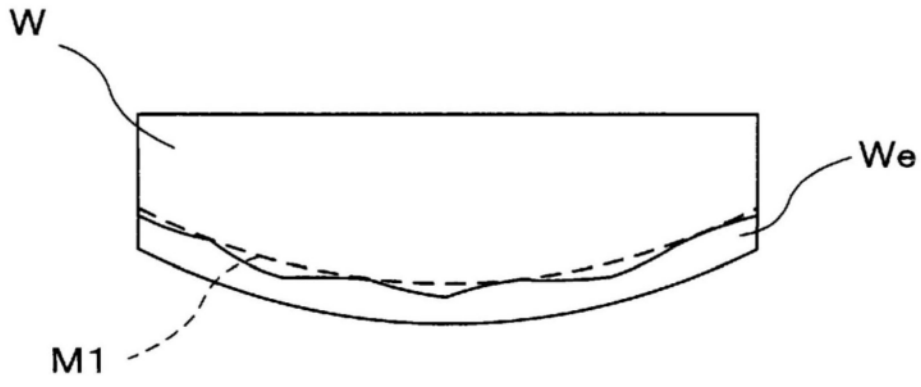


图12

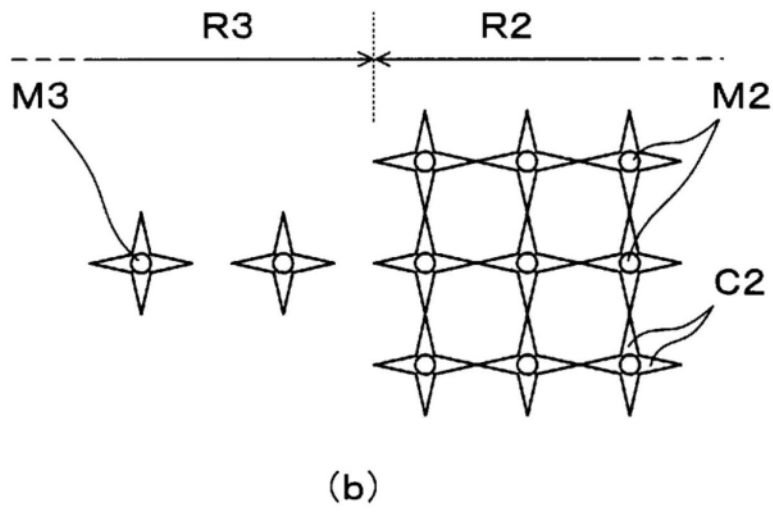
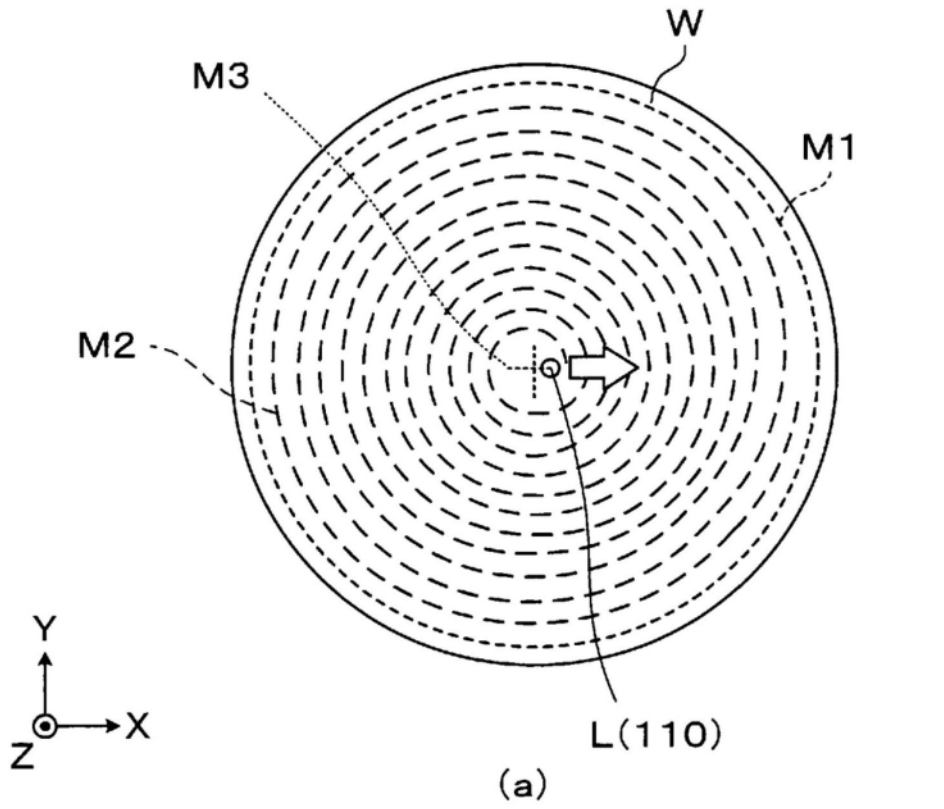


图13

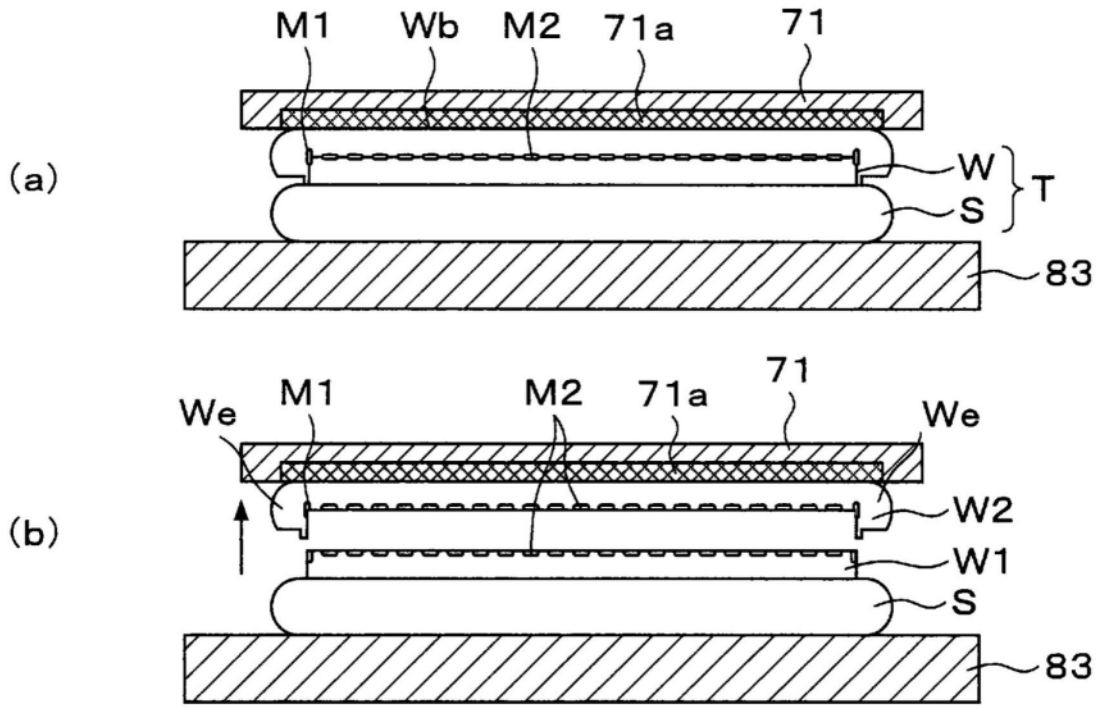


图14

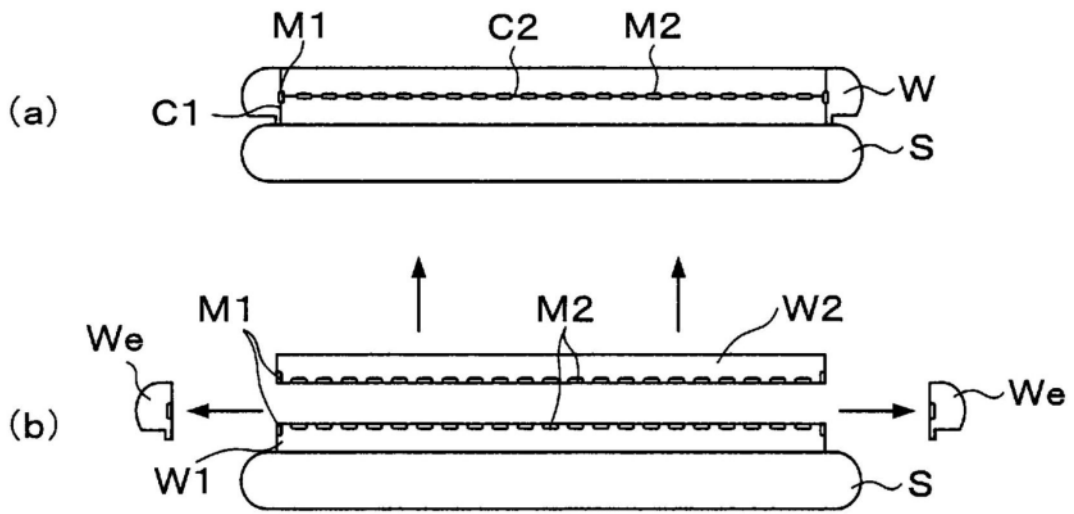


图15

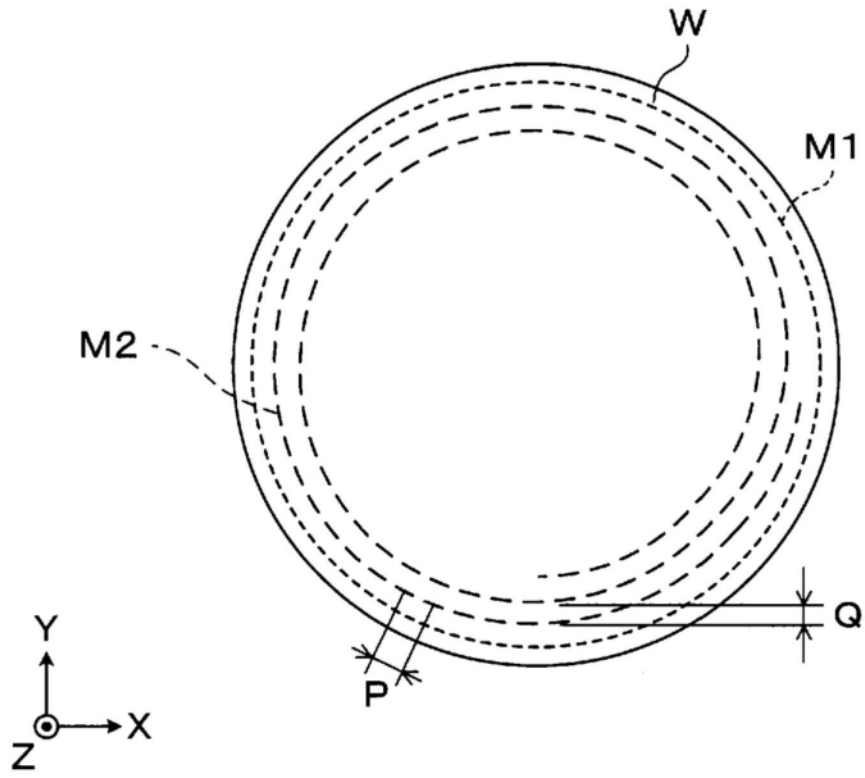


图16

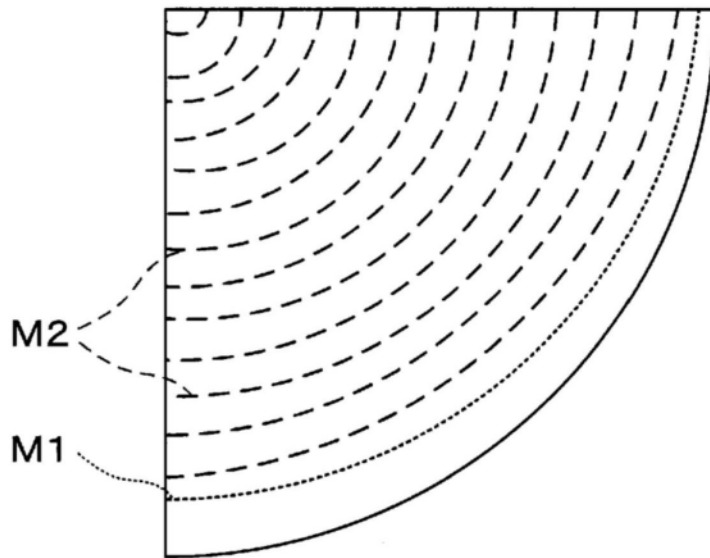


图17

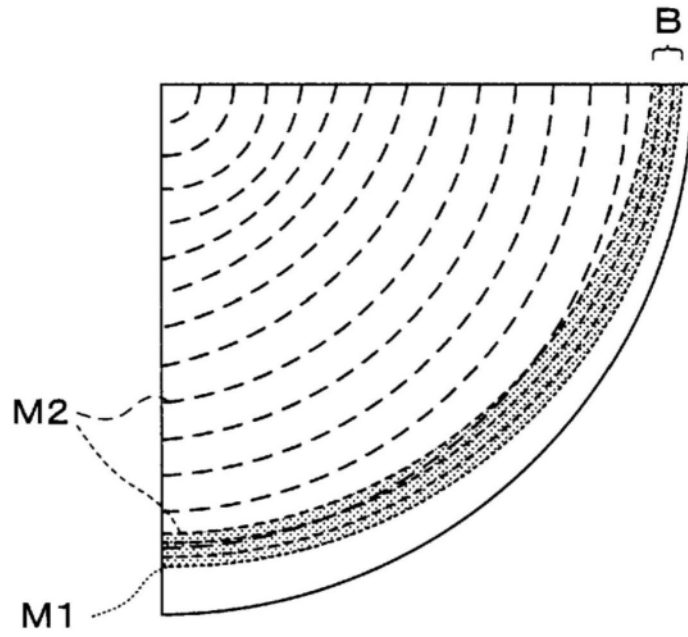


图18

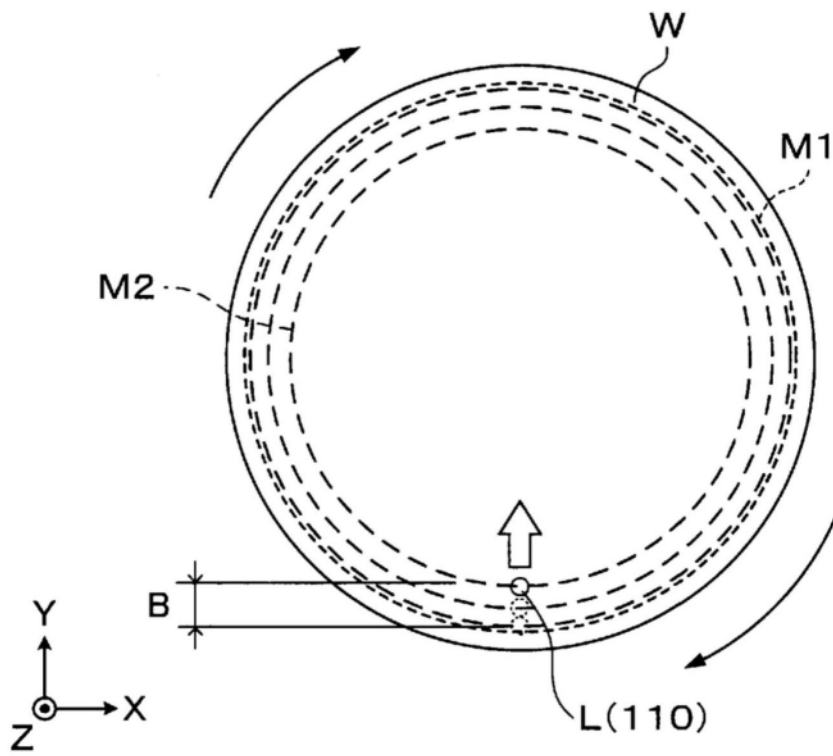


图19

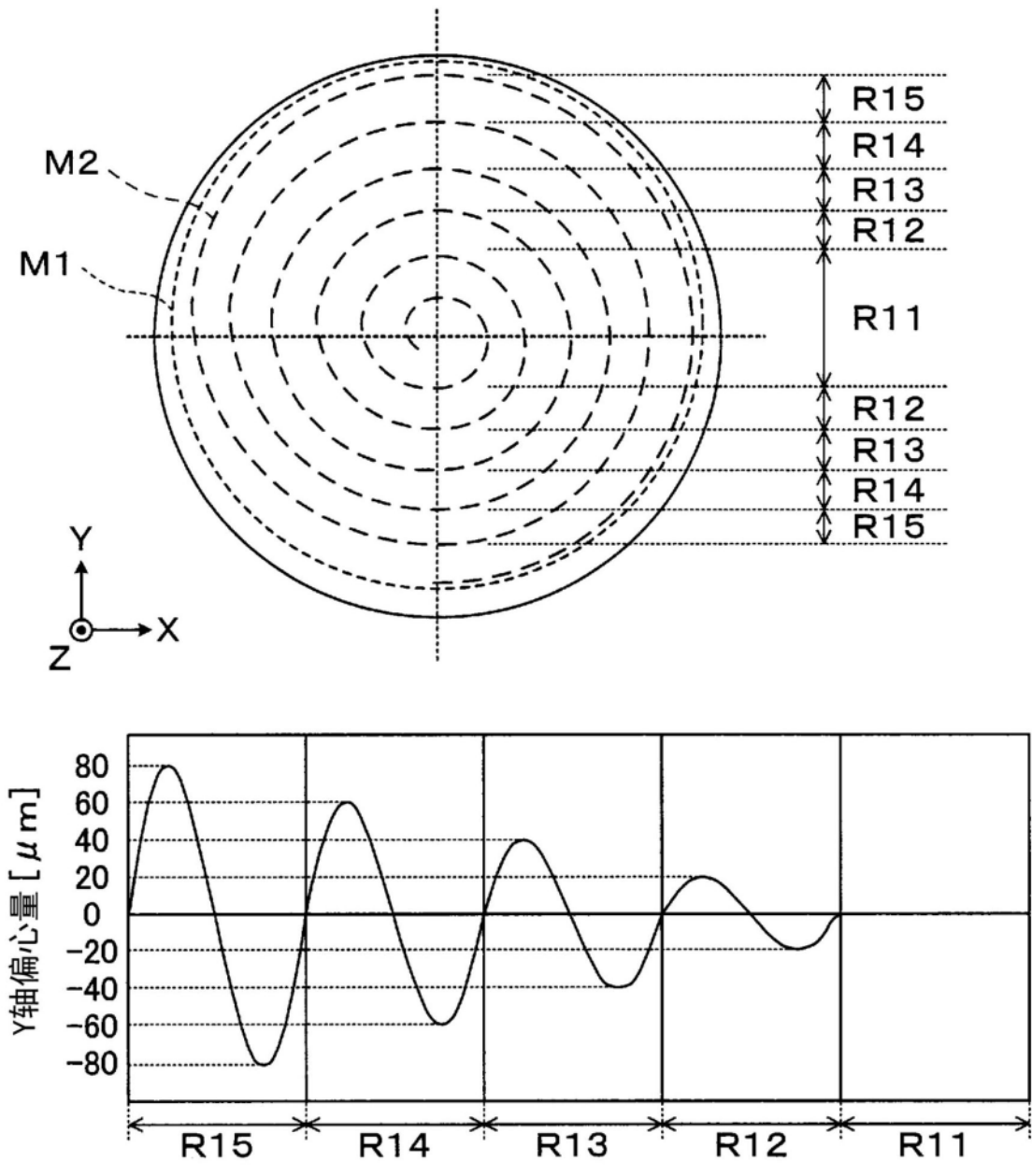


图20

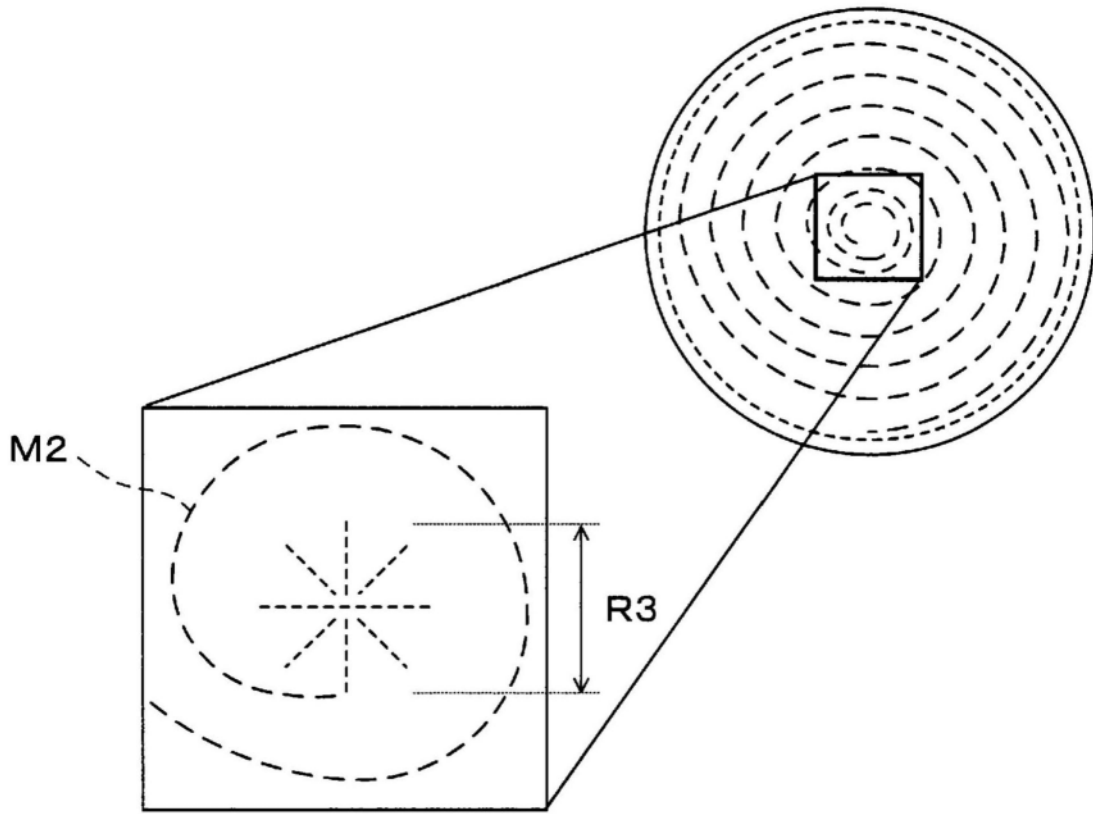


图21

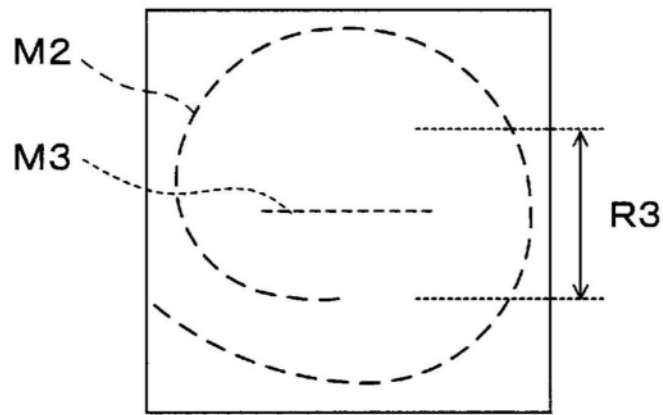


图22

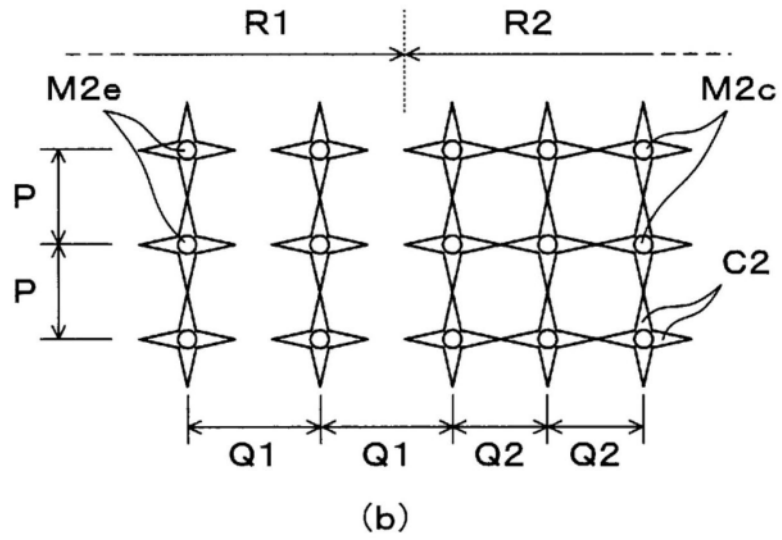
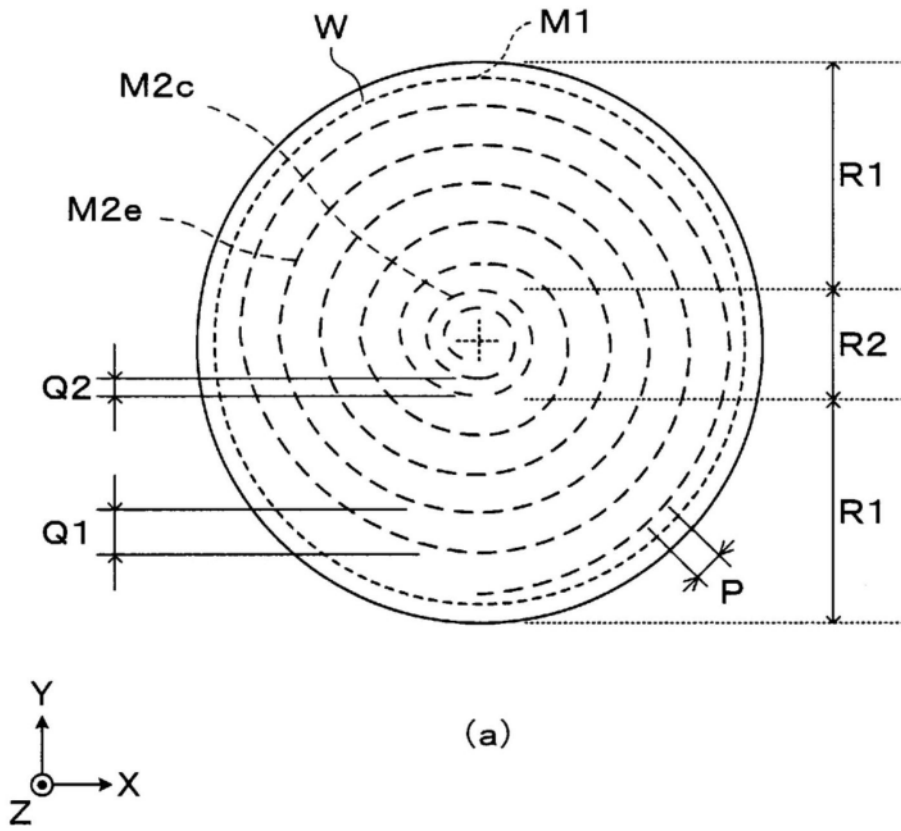


图23

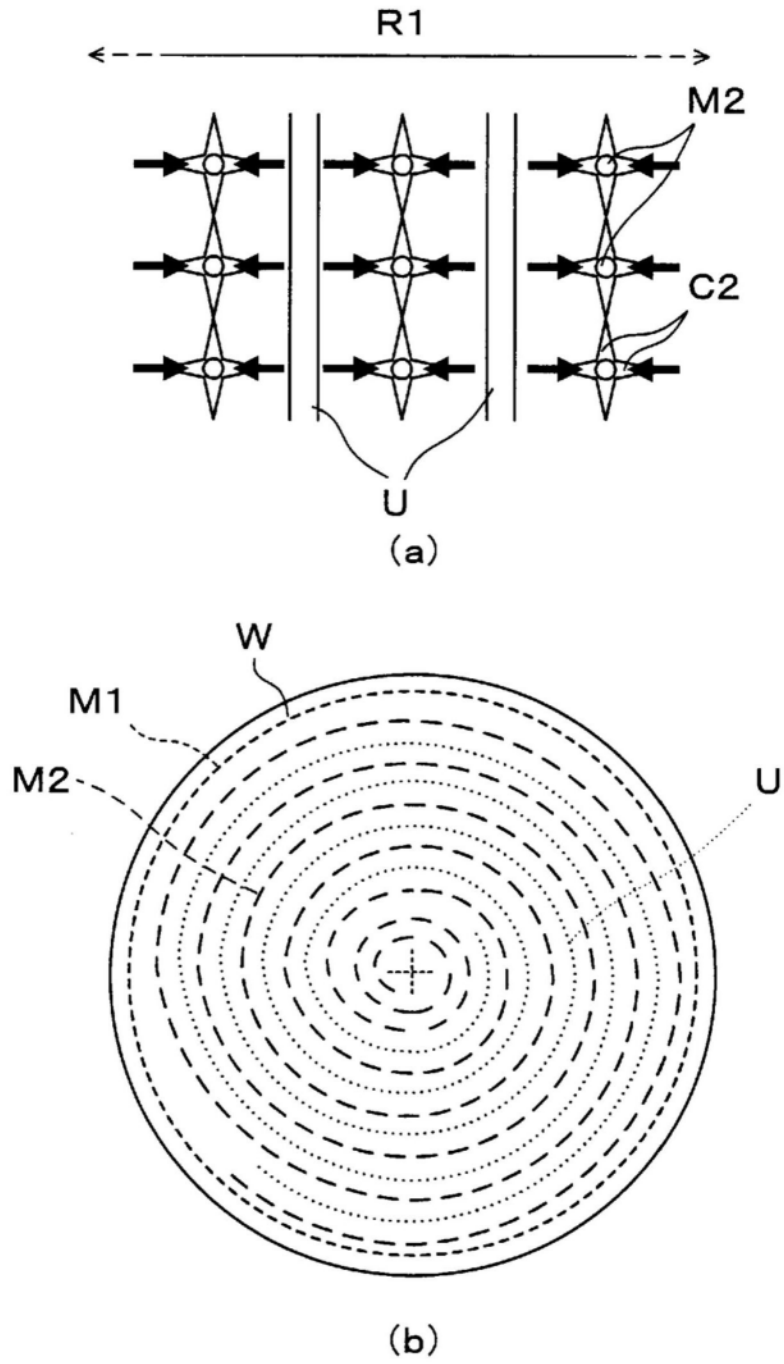


图24

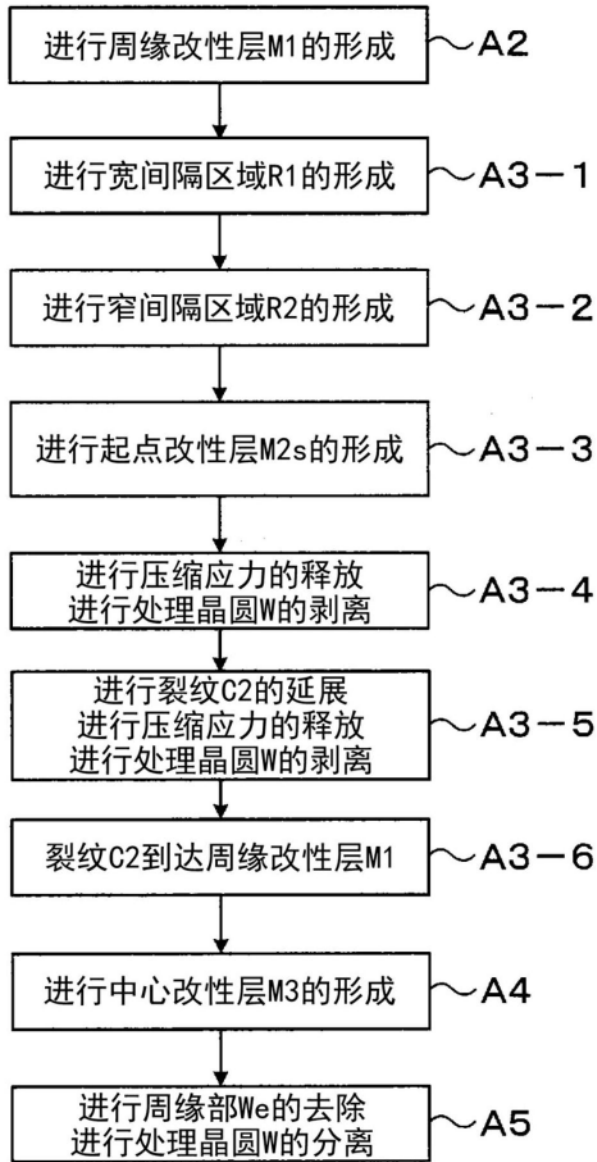


图25

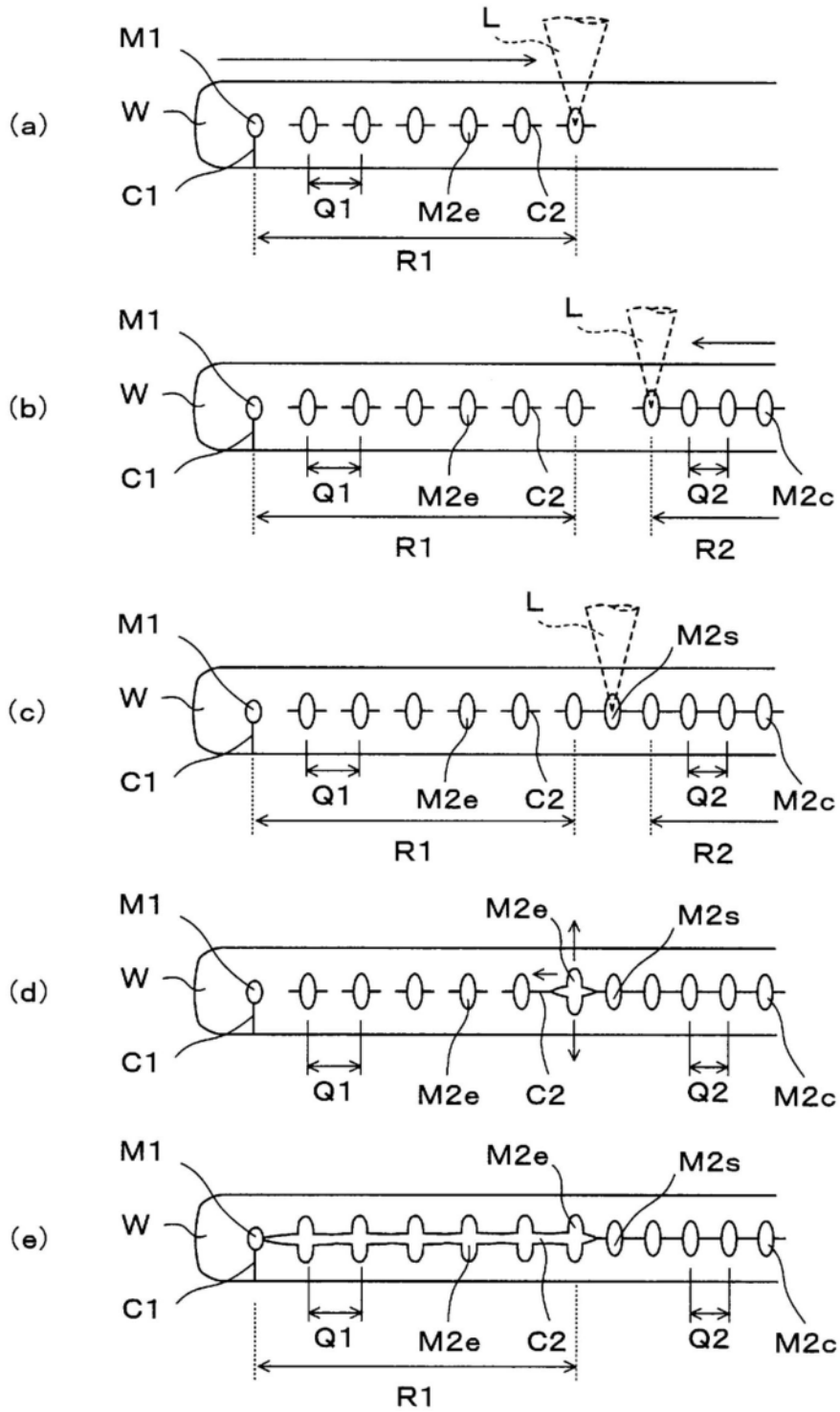


图26

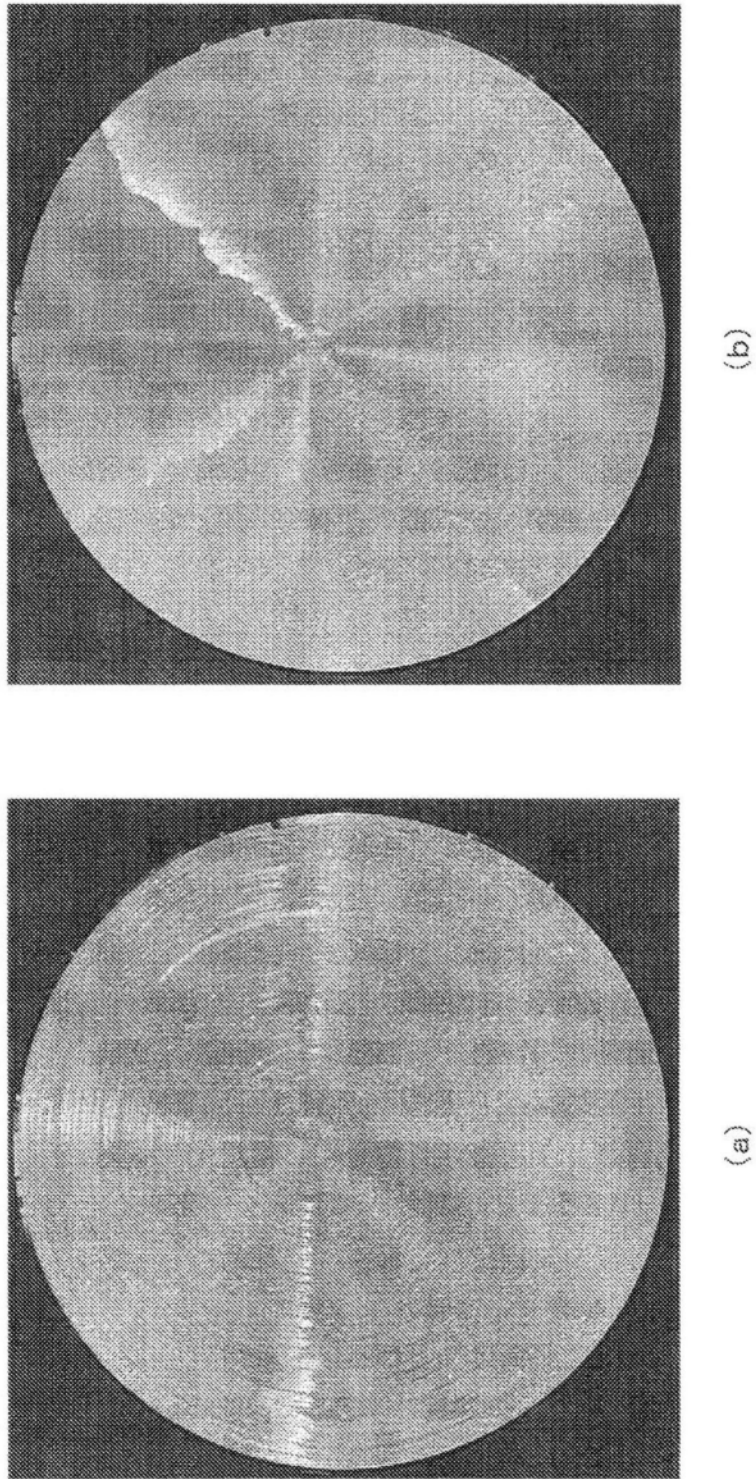
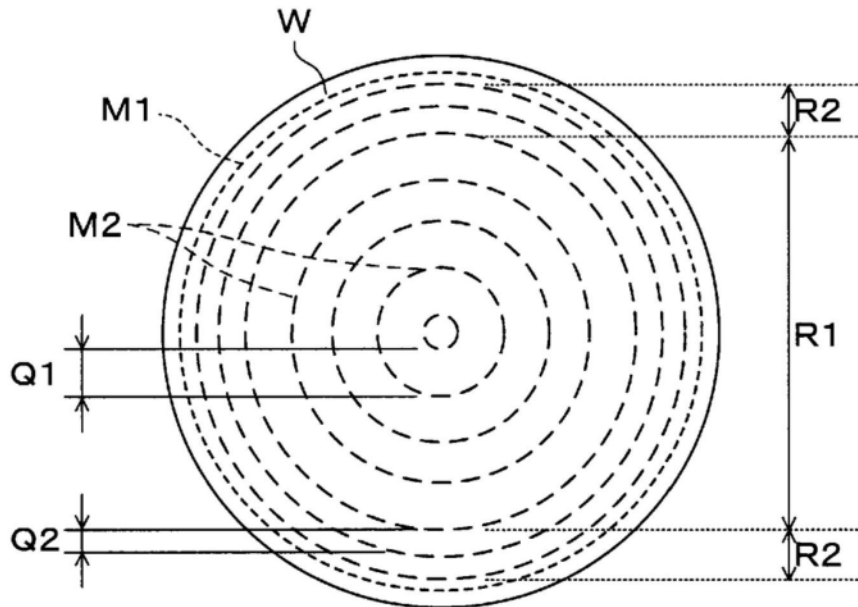
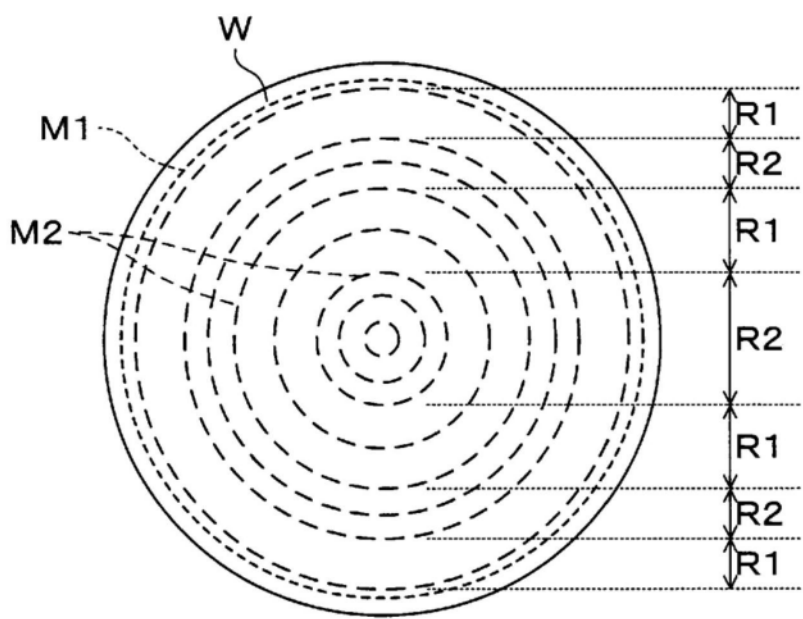


图27



(a)



(b)

图28

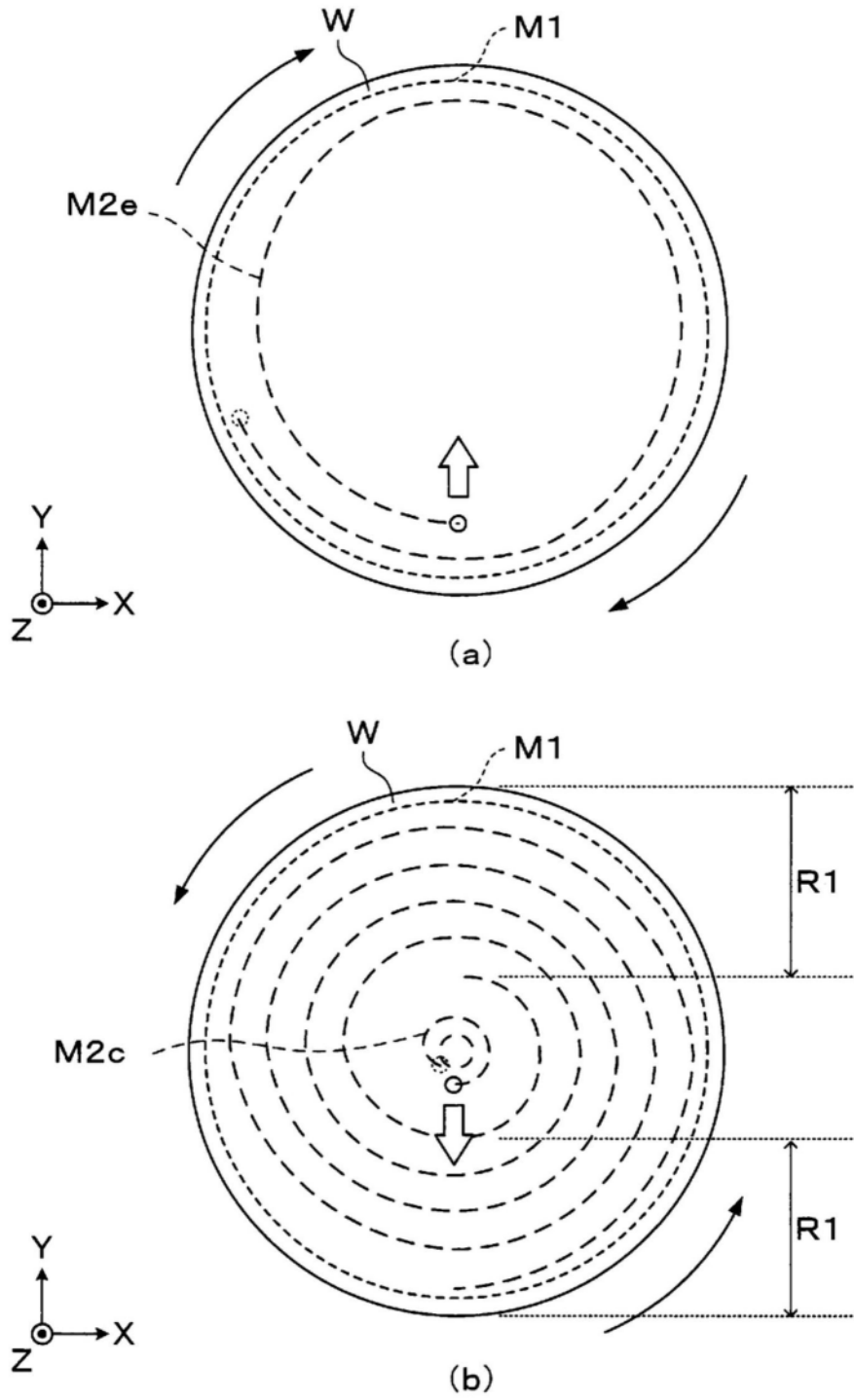


图29