



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119631159 A

(43) 申请公布日 2025. 03. 14

(21) 申请号 202380057008.9

(22) 申请日 2023.04.25

(30) 优先权数据

2022-127420 2022.08.09 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.01.26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/016358 2023.04.25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/034197 JA 2024.02.15

(71) 申请人 东京毅力科创株式会社

地址 日本

(72) 发明人 山下阳平

(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 李靖

(51) Int.Cl.

H01L 21/02 (2006.01)

B23K 26/18 (2006.01)

B23K 26/57 (2006.01)

H01L 21/304 (2006.01)

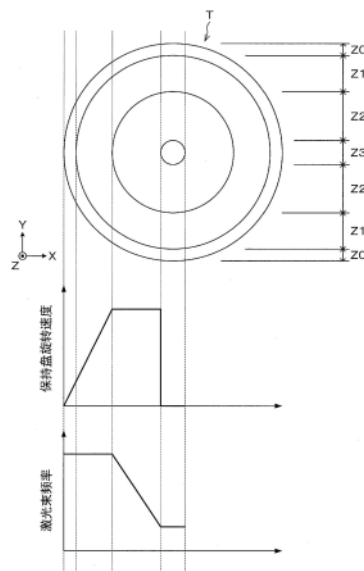
权利要求书3页 说明书15页 附图18页

(54) 发明名称

基板处理装置和基板处理方法

(57) 摘要

一种基板处理装置,对第一基板、至少包括激光吸收层的界面层、以及第二基板层叠而形成的重合基板进行处理,在重合基板设定包括第一基板与第二基板的未接合区域的外周区域、以及配置于比外周区域靠径向内侧且第一基板与第二基板的接合区域的内周区域,控制部执行以下控制:使重合基板旋转,并且使激光束一边在该重合基板沿径向移动一边进行照射,来在第一基板与激光吸收层之间的界面、或者所述界面层与所述激光吸收层之间的界面产生剥离;以及至少在外周区域,使激光束一边从径向内侧朝向外侧移动一边进行照射。



1. 一种基板处理装置,对第一基板、至少包括激光吸收层的界面层、以及第二基板层叠而形成的重合基板进行处理,所述基板处理装置具备:

基板保持部,其保持所述重合基板;

激光照射部,其向保持于所述基板保持部的所述重合基板照射激光束;

移动机构,其使所述基板保持部与所述激光照射部相对地沿水平方向移动;

旋转机构,其使所述基板保持部旋转;以及

控制部,

其中,在所述重合基板设定包括所述第一基板与所述第二基板的未接合区域的外周区域、以及配置于比所述外周区域靠径向内侧且所述第一基板与所述第二基板的接合区域的内周区域,

所述控制部执行以下控制:

使所述重合基板旋转,并且使所述激光束一边在该重合基板沿径向移动一边进行照射,来在所述第一基板与所述激光吸收层之间的界面、或者所述界面层与所述激光吸收层之间的界面产生剥离;以及

至少在所述外周区域,使所述激光束一边从径向内侧朝向外侧移动一边进行照射。

2. 根据权利要求1所述的基板处理装置,其中,

在所述内周区域设定靠径向外侧的第一内周区域和靠径向内侧的第二内周区域,

所述控制部执行以下控制:

在所述第一内周区域,使所述激光束的频率恒定并且使所述重合基板的旋转速度伴随着所述激光束的移动而变动,来呈脉冲状地照射所述激光束;以及

在所述第二内周区域,使所述重合基板的旋转速度恒定并且使所述激光束的频率伴随着所述激光束的移动而变动,来呈脉冲状地照射所述激光束。

3. 根据权利要求1或2所述的基板处理装置,其中,

所述控制部执行以下控制:在所述内周区域,使所述激光束一边从径向内侧朝向外侧移动一边进行照射。

4. 根据权利要求3所述的基板处理装置,其中,

所述控制部执行以使通过所述激光束在所述外周区域产生的应力比通过所述激光束在所述内周区域产生的应力大的方式照射所述激光束的控制。

5. 根据权利要求1或2所述的基板处理装置,其中,

所述控制部执行以下控制:在所述内周区域,使所述激光束一边从径向外侧朝向内侧移动一边进行照射。

6. 根据权利要求1或2所述的基板处理装置,其中,

所述控制部执行以下控制:在所述激光束在相邻的区域的移动方向不同的情况下,使所述重合基板在该相邻的区域的旋转方向成为相反方向。

7. 根据权利要求1或2所述的基板处理装置,其中,

所述控制部执行在所述外周区域照射了所述激光束之后、在所述内周区域照射所述激光束的控制。

8. 根据权利要求1或2所述的基板处理装置,其中,

所述控制部执行在所述内周区域照射了所述激光束之后、在所述外周区域照射所述激

光束的控制。

9. 根据权利要求1或2所述的基板处理装置,其中,

在所述重合基板设定配置于比所述内周区域靠径向内侧且所述第一基板与所述第二基板的接合区域的中心区域,

所述控制部执行以下控制:在所述中心区域,在停止了所述重合基板的旋转的状态下,使所述激光束一边扫描一边进行照射。

10. 根据权利要求1或2所述的基板处理装置,其中,

所述界面层包括剥离促进膜,

使所述界面层与所述激光吸收层之间的界面的剥离产生在所述剥离促进膜与激光吸收层之间的界面。

11. 一种基板处理方法,对第一基板、至少包括激光吸收层的界面层、以及第二基板层叠而形成的重合基板进行处理,所述基板处理方法包括:

在所述重合基板设定包括所述第一基板与所述第二基板的未接合区域的外周区域、以及配置于比所述外周区域靠径向内侧且所述第一基板与所述第二基板的接合区域的内周区域;

通过基板保持部来保持所述重合基板;

使保持于所述基板保持部的所述重合基板旋转,并且从激光照射部使激光束一边在该重合基板沿径向移动一边进行照射,来在所述第一基板与所述激光吸收层之间的界面、或者所述界面层与所述激光吸收层之间的界面产生剥离;以及

至少在所述外周区域,使所述激光束一边从径向内侧朝向外侧移动一边进行照射。

12. 根据权利要求11所述的基板处理方法,还包括:

在所述内周区域设定靠径向外侧的第一内周区域和靠径向内侧的第二内周区域;

在所述第一内周区域,使所述激光束的频率恒定并且使所述重合基板的旋转速度伴随着所述激光束的移动而变动,来呈脉冲状地照射所述激光束;以及

在所述第二内周区域,使所述重合基板的旋转速度恒定并且使所述激光束的频率伴随着所述激光束的移动而变动,来呈脉冲状地照射所述激光束。

13. 根据权利要求11或12所述的基板处理方法,其中,

在所述内周区域,使所述激光束一边从径向内侧朝向外侧移动一边进行照射。

14. 根据权利要求13所述的基板处理方法,其中,

以使通过所述激光束在所述外周区域产生的应力比通过所述激光束在所述内周区域产生的应力大的方式照射所述激光束。

15. 根据权利要求11或12所述的基板处理方法,其中,

在所述内周区域,使所述激光束一边从径向外侧朝向内侧移动一边进行照射。

16. 根据权利要求11或12所述的基板处理方法,其中,

在所述激光束在相邻的区域的移动方向不同的情况下,使所述重合基板在该相邻的区域的旋转方向成为相反方向。

17. 根据权利要求11或12所述的基板处理方法,其中,

在所述外周区域照射了所述激光束之后,在所述内周区域照射所述激光束。

18. 根据权利要求11或12所述的基板处理方法,其中,

在所述内周区域照射了所述激光束之后,在所述外周区域照射所述激光束。

19.根据权利要求11或12所述的基板处理方法,还包括:

在所述重合基板设定配置于比所述内周区域靠径向内侧且所述第一基板与所述第二基板的接合区域的中心区域;以及

在所述中心区域,在停止了所述重合基板的旋转的状态下,使所述激光束一边扫描一边进行照射。

20.根据权利要求11或12所述的基板处理方法,其中,

所述界面层包括剥离促进膜,

使所述界面层与所述激光吸收层之间的界面的剥离产生在所述剥离促进膜与激光吸收层之间的界面。

## 基板处理装置和基板处理方法

### 技术领域

[0001] 本公开涉及一种基板处理装置和基板处理方法。

### 背景技术

[0002] 在专利文献1中公开了：在表面上形成有剥离氧化膜和半导体元件的半导体基板中，将半导体元件转印至转印目的地基板。在专利文献1中记载的方法包括以下工序：从半导体基板的背面照射光来局部地加热剥离氧化膜；以及在剥离氧化膜中和/或剥离氧化膜与半导体基板之间的界面产生剥离，来使半导体元件转印到转印目的地基板。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1：日本特开2007-220749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在激光吸收层形成于第一基板与第二基板之间的界面的重合基板中适当地进行第一基板与激光吸收层的剥离。

[0008] 用于解决问题的方案

[0009] 本公开的一个方式是一种基板处理装置，对第一基板、至少包括激光吸收层的界面层、以及第二基板层叠而形成的重合基板进行处理，所述基板处理装置具备：基板保持部，其保持所述重合基板；激光照射部，其向保持于所述基板保持部的所述重合基板照射激光束；移动机构，其使所述基板保持部与所述激光照射部相对地沿水平方向移动；旋转机构，其使所述基板保持部旋转；以及控制部，其中，在所述重合基板设定包括所述第一基板与所述第二基板的未接合区域的外周区域、以及配置于比所述外周区域靠径向内侧且所述第一基板与所述第二基板的接合区域的内周区域，所述控制部执行以下控制：使所述重合基板旋转，并且使所述激光束一边在该重合基板沿径向移动一边进行照射，来在所述第一基板与所述激光吸收层之间的界面、或者所述界面层与所述激光吸收层之间的界面产生剥离；以及至少在所述外周区域，使所述激光束一边从径向内侧朝向外侧移动一边进行照射。

[0010] 发明的效果

[0011] 根据本公开，能够在激光吸收层形成于第一基板与第二基板之间的界面的重合基板中适当地进行第一基板与激光吸收层的剥离。

### 附图说明

[0012] 图1是示出实施方式所涉及的重合晶圆的结构例的侧视图。

[0013] 图2是示出晶圆处理系统的结构的概要的俯视图。

[0014] 图3是示出激光照射装置的结构概要的俯视图。

[0015] 图4是示出激光照射装置的结构概要的侧视图。

- [0016] 图5是示出分离装置的动作的情形的侧视图。
- [0017] 图6是示出被照射了激光束的重合晶圆的情形的说明图。
- [0018] 图7是示出晶圆处理系统中的晶圆处理的主要工序的流程图。
- [0019] 图8是示出在重合晶圆产生的热的扩散的情形的说明图。
- [0020] 图9是示出被照射了激光束的重合晶圆的情形的说明图。
- [0021] 图10是示出第一晶圆与激光吸收层剥离的情形的说明图。
- [0022] 图11是示出第一晶圆与激光吸收层剥离的情形的说明图。
- [0023] 图12是示出晶圆处理系统中的晶圆处理的主要工序的流程图。
- [0024] 图13是示出重合晶圆的区域、各区域的保持盘的旋转速度、以及各区域的激光束的频率的说明图。
- [0025] 图14是示出外周区域和第一内周区域的侧视图。
- [0026] 图15是示出外周区域被照射了激光束的重合晶圆的情形的说明图。
- [0027] 图16是示出外周区域被照射了激光束的重合晶圆的情形的说明图。
- [0028] 图17是示出外周区域被照射了激光束的重合晶圆的情形的说明图。
- [0029] 图18是示出第二内周区域和第一内周区域被照射了激光束的重合晶圆的情形的说明图。
- [0030] 图19是示出第一内周区域被照射了激光束的重合晶圆的情形的说明图。
- [0031] 图20是示出中心区域被照射了激光束的重合晶圆的情形的说明图。
- [0032] 图21是示出在其它实施方式中被照射了激光束的重合晶圆的情形的说明图。
- [0033] 图22是示出在其它实施方式中被照射了激光束的重合晶圆的情形的说明图。
- [0034] 图23是示出在其它实施方式中被照射了激光束的重合晶圆的情形的说明图。
- [0035] 图24是示出剥离促进层与激光吸收层剥离的情形的说明图。
- [0036] 图25是示出其它实施方式所涉及的晶圆处理的主要工序的流程图。

### 具体实施方式

[0037] 在半导体器件的制造工序中,在两张半导体基板(下面称为“晶圆”。)接合而成的重合晶圆中,进行将形成于第一晶圆的表面的器件层转印到第二晶圆。向该第二晶圆的器件层的转印通过对形成于第一晶圆与器件层之间的激光吸收层照射激光束而使该第一晶圆与激光吸收层剥离来执行。具体地说,例如使重合晶圆旋转,并且一边使激光束从径向外侧向内侧移动一边向激光吸收层呈脉冲状地照射该激光束。

[0038] 在此,重合晶圆的周缘部具有被进行倒角而成的倒角部(斜面部),该周缘部没有被接合。即,重合晶圆的外周区域包括未接合区域,在未接合区域与接合区域的边界处,第一晶圆(包括器件层)与第二晶圆之间的界面的接合强度低。在该情况下,当向外周区域照射激光束时,在该外周区域,在接合强度低的第一晶圆与第二晶圆之间的界面产生剥离。

[0039] 在该状态下,如果在外周区域使激光束一边从径向外侧向内侧移动一边进行照射,则在未接合区域的径向内侧相邻的接合区域,剥离容易以产生了剥离的第一晶圆与第二晶圆之间的界面为前端而进展。即,在外周区域的接合区域,不在作为期望的界面的第一晶圆与激光吸收层之间的界面产生剥离。这样,有时无法将第一晶圆的器件层转印到第二晶圆。

[0040] 本公开所涉及的技术在激光吸收层形成于第一基板与第二基板之间的界面的重合基板中适当地进行第一基板与激光吸收层的剥离。下面,参照附图来说明作为本实施方式所涉及的基板处理装置的具备激光照射装置的晶圆处理系统以及作为基板处理方法的晶圆处理方法。此外,在本说明书和附图中,对具有实质上相同的功能结构的要素标注相同的附图标记,由此省略重复说明。

[0041] 在本实施方式所涉及的后述的晶圆处理系统1中,对如图1所示第一晶圆W和第二晶圆S接合而成的作为重合基板的重合晶圆T进行处理。下面,在第一晶圆W中,将与第二晶圆S接合的一侧的面称为表面Wa,将与表面Wa相反的一侧的面称为背面Wb。同样地,在第二晶圆S中,将与第一晶圆W接合的一侧的面称为表面Sa,将与表面Sa相反的一侧的面称为背面Sb。

[0042] 作为第一基板的第一晶圆W例如是硅基板等半导体晶圆。在一个实施方式中,第一晶圆W具有大致圆板形状。在第一晶圆W的表面Wa形成有多个膜层叠而成的层叠膜。层叠膜从表面Wa侧起依次包括激光吸收层P、器件层Dw以及表面膜Fw。器件层Dw包括多个器件。作为表面膜Fw,例如能够举出氧化膜(THOX膜、SiO<sub>2</sub>膜、TEOS膜)、SiC膜、SiCN膜或粘接剂等。第一晶圆W通过该表面膜Fw来与第二晶圆S接合。此外,在表面Wa也有时没有形成有器件层Dw和表面膜Fw。在该情况下,激光吸收层P形成于第二晶圆S侧,后述的第二晶圆S侧的器件层Ds被转印到第一晶圆W侧。

[0043] 激光吸收层P如后所述吸收从激光照射部110照射来的激光束。激光吸收层P例如使用氧化膜(SiO<sub>2</sub>膜、TEOS膜),但只要吸收激光束即可,没有特别限定。激光吸收层P例如在后述的晶圆处理系统1的外部通过CVD(Chemical Vapor Deposition:化学气相沉积)工艺形成。作为激光吸收层P的氧化膜(SiO<sub>2</sub>膜、TEOS膜)的组成能够根据在CVD工艺中使用的处理气体的种类、混合比等而任意地变更。

[0044] 作为第二基板的第二晶圆S例如是硅基板等半导体晶圆。在第二晶圆S的表面Sa形成有层叠膜。层叠膜从表面Sa侧起依次具有器件层Ds和表面膜Fs。器件层Ds及表面膜Fs分别与第一晶圆W的器件层Dw及表面膜Fw是同样的。而且,第一晶圆W的表面膜Fw与第二晶圆S的表面膜Fs接合。此外,在表面Sa也有时没有形成有器件层Ds和表面膜Fs。

[0045] 此外,在本公开的技术中,有时将形成于第一晶圆W与第二晶圆S之间的界面的层叠膜、具体地说是激光吸收层P、器件层Dw、Ds、表面膜Fw、Fs一并称为“界面层”。在本公开的技术中,界面层至少包括激光吸收层P。

[0046] 此外,形成于第一晶圆W与第二晶圆S之间的界面的层叠膜的种类不限定于图1所示的例子。例如,层叠膜也可以包括用于适当地进行第一晶圆W与激光吸收层P的剥离的后述的“剥离促进膜”。在该情况下,在上述的界面层包括剥离促进膜。

[0047] 如图2所示,晶圆处理系统1具有搬入搬出块10、搬送块20以及处理块30一体地连接而成的结构。搬入搬出块10和处理块30设置于搬送块20的周围。具体地说,搬入搬出块10配置于搬送块20的Y轴负方向侧。处理块30的后述的激光照射装置31和后述的分离装置32配置于搬送块20的X轴负方向侧,后述的第一清洗装置33和后述的第二清洗装置34配置于搬送块20的X轴正方向侧。

[0048] 搬入搬出块10例如用于在与外部之间分别搬入搬出分别能够收容多个重合晶圆T、多个第一晶圆W、多个第二晶圆S的盒Ct、Cw、Cs。在搬入搬出块10设置有盒载置台11。在图

示的例子中,在盒载置台11,能够沿X轴方向呈一列地载置多个例如三个盒Ct、Cw、Cs。此外,载置于盒载置台11的盒Ct、Cw、Cs的个数不限于本实施方式,能够任意地决定。

[0049] 在搬送块20设置有晶圆搬送装置22,该晶圆搬送装置22构成为能够在沿X轴方向延伸的搬送路21上移动。晶圆搬送装置22具有保持并搬送重合晶圆T、第一晶圆W或第二晶圆S的例如两个搬送臂23、23。各搬送臂23构成为能够沿水平方向、铅直方向移动、绕水平轴和铅直轴移动。此外,搬送臂23的结构不限于本实施方式,能采取任意的结构。而且,晶圆搬送装置22构成为能够对盒载置台11的盒Ct、Cw、Cs、激光照射装置31、分离装置32、第一清洗装置33以及第二清洗装置34搬送重合晶圆T、第一晶圆W、第二晶圆S。

[0050] 处理块30具有激光照射装置31、分离装置32、第一清洗装置33以及第二清洗装置34。在一例中,激光照射装置31和分离装置32在搬送块20的X轴负方向侧层叠配置。另外,第一清洗装置33和第二清洗装置34在搬送块20的X轴正方向侧层叠配置。此外,激光照射装置31、分离装置32、第一清洗装置33以及第二清洗装置34的数量、配置并不限于此。

[0051] 激光照射装置31向重合晶圆T的内部、更具体地说是形成于第一晶圆W的表面Wa的激光吸收层P照射激光束来使第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面处的接合强度降低。

[0052] 如图3所示,在激光照射装置31的内部设定有交接位置A1和处理位置A2。交接位置A1是能够从搬送臂23向后述的保持盘100进行重合晶圆T的交接的位置,并且是能够利用后述的摄像机120来对重合晶圆T(激光吸收层P)进行拍摄的位置。处理位置A2是能够从后述的激光照射部110向重合晶圆T(激光吸收层P)照射激光束的位置。

[0053] 如图3和图4所示,激光照射装置31具有通过上表面来保持重合晶圆T的作为基板保持部的保持盘100。保持盘100在上表面具备重合晶圆T的保持面,吸附保持第二晶圆S的背面Sb的整个面或背面Sb的径向内侧的一部分。保持盘100作为一例是静电保持盘(ESC: Electrostatic Chuck)或真空保持盘(Vacuum Chuck)。在保持盘100设置有用从下方支承重合晶圆T并使重合晶圆T进行升降的升降销(未图示)。升降销构成为在贯通保持盘100而形成的贯通孔(未图示)插通并能够进行升降。

[0054] 保持盘100藉由空气轴承101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例如内置有马达作为驱动源。保持盘100构成为能够通过旋转机构103藉由空气轴承101绕 $\theta$ 轴(铅直轴)旋转。滑动台102构成为能够通过设置于其下表面侧的移动机构104来沿着设置于基台105并沿Y轴方向延伸的导轨106在上述的交接位置A1与处理位置A2之间移动。此外,对移动机构104的驱动源没有特别限定,例如使用直线马达。

[0055] 在处理位置A2处的保持盘100的上方设置有激光照射部110。激光照射部110具有激光头111、光学系统112以及镜头113。激光照射部110能够使激光束进行扫描(scan)。在下面的说明中,使激光束进行扫描是指使从激光照射部110的镜头113照射的激光束相对于激光吸收层P移动。

[0056] 激光头111具有呈脉冲状地振荡出激光束的激光振荡器(未图示)。该激光束是所谓的脉冲激光。另外,在本实施方式中,激光束为CO<sub>2</sub>激光束,CO<sub>2</sub>激光束的波长例如为8.9 $\mu$ m~11 $\mu$ m。此外,激光头111也可以具有除激光振荡器以外的其它设备,例如放大器等。

[0057] 光学系统112具有控制激光束的强度、位置的光学元件(未图示)、使激光束衰减来调整输出的衰减器(未图示)、以及使激光束进行扫描的激光扫描部(未图示)。激光扫描部例如使用旋转楔形扫描仪、检流计扫描仪。另外,光学系统112也可以构成为能够控制激光

束的分支。

[0058] 镜头113向保持于保持盘100的重合晶圆T照射激光束。从激光照射部110发出的激光束透过第一晶圆W照射到激光吸收层P。镜头113可以构成为能够通过移动机构(未图示)沿水平方向移动,也可以构成为能够通过升降机构(未图示)在铅直方向上升降。

[0059] 另外,在交接位置A1处的保持盘100的上方设置有摄像机120。摄像机120具有从微距摄像机、显微摄像机(日语:マイクロカメラ)等中选择的一个以上的摄像机。此外,摄像机120可以构成为能够通过移动机构(未图示)沿水平方向移动,也可以构成为能够通过升降机构(未图示)在铅直方向上升降。

[0060] 摄像机120对保持于保持盘100的重合晶圆T进行拍摄。摄像机120例如具备同轴镜头,照射红外光(IR),并且接受来自对象物的反射光。由摄像机120拍摄得到的图像数据被输出到后述的控制装置40。

[0061] 此外,如后所述,晶圆处理系统1具有控制装置40,该控制装置40设置于激光照射装置31,还作为控制该激光照射装置31的控制部而发挥功能。

[0062] 作为分离部的分离装置32以被激光照射装置31降低了接合强度的、作为剥离部分的第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面为基点,从第二晶圆S(重合晶圆T)剥离第一晶圆W。

[0063] 在一例中,如图5所示,分离装置32具有从下方吸附保持第二晶圆S的背面Sb的吸附保持盘200和从上方吸附保持第一晶圆W的背面Wb的吸附垫210。而且,在分离装置32中,在如图5所示,在吸附保持盘200吸附保持第二晶圆S且吸附垫210吸附保持第一晶圆W的状态下使该吸附垫210上升,来从激光吸收层P剥离第一晶圆W。

[0064] 此外,分离装置32的结构并不限定于此,只要能够从第二晶圆S剥离第一晶圆W即可,则能够采用任意的结构。

[0065] 第一清洗装置33对通过由分离装置32进行的剥离而被分离了的第二晶圆S的表面Sa侧进行清洗。例如,使刷子与第二晶圆S的表面Sa侧的激光吸收层P抵接,来对该激光吸收层P进行清洗。此外,第二晶圆S的清洗也可以使用被进行了加压的清洗液。另外,第一清洗装置33也可以具有将第二晶圆S的背面Sb与表面Sa侧一起清洗的结构。

[0066] 第二清洗装置34对通过由分离装置32进行的剥离而被分离了的第一晶圆W的表面Wa侧进行清洗。例如,使刷子与第一晶圆W的表面Wa抵接,来对该表面Wa进行清洗。此外,第一晶圆W的清洗也可以使用被进行了加压的清洗液。另外,第二清洗装置34也可以具有将第一晶圆W的背面Wb与表面Wa侧一起清洗的结构。

[0067] 此外,在本实施方式中,如上所述,分别独立地配置了用于对第二晶圆S进行清洗的第一清洗装置33和用于对第一晶圆W进行清洗的第二清洗装置34,但第一晶圆W的清洗和第二晶圆S的清洗也可以使用同一清洗装置来进行。在该情况下,第一晶圆W和第二晶圆S的清洗可以同时进行,或者也可以独立地进行。

[0068] 另外,在本实施方式中,使用分离装置32来从第二晶圆S剥离了第一晶圆W,但也可以在激光照射装置31的内部进行该剥离。例如,在激光照射装置31的交接位置A1设置能够升降的搬送垫(未图示)。而且,在保持盘100吸附保持着第二晶圆S的状态下,通过搬送垫来吸附保持第一晶圆W并且使搬送垫上升,由此从第二晶圆S剥离第一晶圆W。

[0069] 在以上的晶圆处理系统1设置有作为控制部的控制装置40。控制装置40例如是计算机,具有程序保存部(未图示)。在程序保存部保存有用于控制晶圆处理系统1中的重合晶

圆T的处理的程序。另外,在程序保存部还保存有用于控制上述的各种处理装置、搬送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,上述程序也可以记录于计算机可读的存储介质H,从该存储介质H安装到控制装置40。另外,上述存储介质H可以是暂态性的,也可以是非暂态性的。

[0070] 接着,对使用如以上那样构成的晶圆处理系统1进行的晶圆处理进行说明。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)中将第一晶圆W与第二晶圆S接合而预先形成了重合晶圆T。

[0071] 首先,将收纳有多个重合晶圆T的盒Ct载置于搬入搬出块10的盒载置台11。

[0072] 接着,由晶圆搬送装置22将盒Ct内的重合晶圆T取出,并搬送到激光照射装置31。在激光照射装置31中,重合晶圆T被搬送臂23交接配置于交接位置A1的保持盘100,在保持盘100吸附保持第二晶圆S的背面Sb。接下来,由移动机构104使保持盘100移动到处理位置A2。

[0073] 接着,如图6所示,激光照射部110使焦点对准于激光吸收层P、更详细地说是第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面,来向该界面呈脉冲状地照射激光束L(CO<sub>2</sub>激光束)。此时,激光束L从第一晶圆W的背面Wb侧透过该第一晶圆W并在激光吸收层P处被吸收。而且,通过该激光束L而使第一晶圆W与激光吸收层P的接合强度降低。此外,在实施方式中,“接合强度降低”是指至少相比于激光束L照射前而言接合强度降低的状态,包括第一晶圆W与激光吸收层P的剥离。

[0074] 此外,在后面记述关于通过激光束L的照射产生的第一晶圆W与激光吸收层P的接合强度的降低机制的详情。

[0075] 在处理位置A2处的向激光吸收层P的激光束L的照射时,首先,由摄像机120对重合晶圆T(第一晶圆W)进行拍摄。由摄像机120拍摄得到的图像数据被输出到控制装置40。在控制装置40中,基于图像数据来决定激光束L对激光吸收层P的照射开始位置。

[0076] 接着,在处理位置A2,从激光照射部110向俯视下的激光吸收层P的整个面以期望的间隔照射激光束L,来在第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面的整个面使接合强度降低。在后面记述激光束L对该激光吸收层P的照射方法的详情。

[0077] 当激光吸收层P的整个面被照射激光束L从而在第一晶圆W与激光吸收层P的整个面使接合强度降低时,接着,由移动机构104来使保持盘100(重合晶圆T)移动至交接位置A1。

[0078] 接着,保持盘100上的重合晶圆T被交接配置到晶圆搬送装置22的搬送臂23,并被搬送到分离装置32。在分离装置32中,如图5的(a)所示,由吸附保持盘200来吸附保持第二晶圆S的背面Sb,并且由吸附垫210来吸附保持第一晶圆W的背面Wb。之后,如图5的(b)所示,在吸附垫210吸附保持第一晶圆W的状态下使该吸附垫210上升,来从激光吸收层P剥离第一晶圆W。此时,由于如上所述通过激光束L的照射而在第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面使接合强度降低,因此能够不施加大的载荷就从激光吸收层P分离第一晶圆W。

[0079] 分离了的第一晶圆W被吸附垫210交接配置到晶圆搬送装置22的搬送臂23,并被搬送到第二清洗装置34。此时,对于从分离装置32搬出的第一晶圆W,例如也可以在通过翻转装置(未图示)、吸附垫210的动作将表背面翻转而设为了表面Wa朝向上侧的状态之后,搬送到第二清洗装置34。

[0080] 在第二清洗装置34中,对作为被分离装置32分离的一侧的面的第一晶圆W的表面Wa进行清洗。此外,在第二清洗装置34中,也可以将背面Wb与表面Wa一起清洗。另外,也可以分别设置对表面Wa进行清洗的清洗部和对背面Wb进行清洗的清洗部。之后,被第二清洗装置34实施了清洗的第一晶圆W由晶圆搬送装置22搬送到盒载置台11的盒Cw。

[0081] 另一方面,将保持于吸附保持盘200的第二晶圆S交接到搬送臂23,并搬送到第一清洗装置33。在第一清洗装置33中,对作为被分离装置32分离的一侧的面的第二晶圆S的表面Sa侧、具体地说是激光吸收层P的表面进行清洗。此外,在第一清洗装置33中,也可以将第二晶圆S的背面Sb与激光吸收层P的表面一起清洗。另外,也可以分别设置对激光吸收层P的表面进行清洗的清洗部和对第二晶圆S的背面Sb进行清洗的清洗部。之后,被第一清洗装置33实施了清洗的第二晶圆S由晶圆搬送装置22搬送到盒载置台11的盒Cs。

[0082] 这样,晶圆处理系统1中的一系列的晶圆处理结束。

[0083] 接着,对通过上述的激光照射装置31的处理位置A2处的激光束L的照射而产生的、第一晶圆W与激光吸收层P的接合强度的降低所涉及的机制的详情进行说明。

[0084] 如上所述,在激光照射装置31的处理位置A2,针对保持于保持盘100的重合晶圆T,从第一晶圆W的背面Wb侧照射激光束L(图7的步骤St11)。如图6所示,从激光照射部110的镜头113输出的激光束L透过硅(第一晶圆W)而被激光吸收层P吸收(图7的步骤St12)。

[0085] 被激光吸收层P所吸收的激光束L与其能量分布相应地转换为热(图7的步骤St13)。换言之,由于激光束L的吸收,激光吸收层P的温度上升。激光吸收层P的温度在激光束L的照射正下方的区域最高。

[0086] 由于激光束L的吸收而在激光吸收层P中所产生的热(图中的Ht)如图8所示,其大部分向第一晶圆W侧扩散(图7的步骤St14)。换言之,由于来自激光吸收层P的热扩散,激光吸收层P与第一晶圆W(硅)之间的界面的温度上升。

[0087] 当在激光吸收层P中所产生的热向第一晶圆W侧扩散时,由于该热的影响、即激光吸收层P与第一晶圆W之间的界面温度的上升,如图9所示,第一晶圆W的在激光束L的照射部分处的区域与其温度分布相应地局部地膨胀(向激光吸收层P侧呈下侧凸形状地塑性变形)(图7的步骤St15)。

[0088] 下面,有时将受到通过激光束L的照射而产生的热的影响的区域称为激光束L的“照射区域R”。换言之,第一晶圆W在激光束L的照射区域R局部地膨胀。

[0089] 在此,当第一晶圆W膨胀时,伴随着该第一晶圆W的膨胀,激光吸收层P从上侧(第一晶圆W侧)被按压,由此,如图9所示,在激光吸收层P的在激光束L的照射位置处的区域产生压缩应力 $\sigma_1$ 。如图9所示,所产生的压缩应力 $\sigma_1$ 向将第一晶圆W与激光吸收层P剥离的方向(图中的向下方向且激光吸收层P侧)作用而产生剥离应力 $\sigma_2$ 。

[0090] 换言之,在激光束L的照射区域R中,在激光束L的照射正下方的区域(照射区域R的中央部)处硅(第一晶圆W)膨胀而产生压缩应力 $\sigma_1$ ,并且在照射区域R的端部Re(参照图9)处产生起因于压缩应力 $\sigma_1$ 的剥离方向上的应力即剥离应力 $\sigma_2$ 。该剥离应力 $\sigma_2$ 是在照射区域R的端部Re处产生的拉伸应力。

[0091] 所产生的压缩应力 $\sigma_1$ 和剥离应力 $\sigma_2$ 累积于激光吸收层P的内部。此时,在照射区域R的端部Re处,在多个照射区域R所产生的剥离应力 $\sigma_2$ 协同(重复)地作用。

[0092] 而且,在照射区域R的端部Re处的剥离应力 $\sigma_2$ 的累积总量(协同量)超过该端部Re

处的每单位面积的第一晶圆W与激光吸收层P的密合力 $\Sigma$ 时( $n \times \sigma_2 > \Sigma$  (其中, $n$ 为激光束L的照射数量,是自然数)),如图10所示,在照射区域R的端部Re处在第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面产生剥离,其结果,激光吸收层P与第一晶圆W的接合强度降低(图7的步骤St16)。

[0093] 此外,累积于激光吸收层P的内部的应力 $\sigma$ (压缩应力 $\sigma_1$ 和剥离应力 $\sigma_2$ )由于该第一晶圆W与激光吸收层P的剥离而被释放。

[0094] 而且,在激光照射装置31的处理位置A2,如图11所示,在俯视时在第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面的整个面产生剥离,换言之,在第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面的整个面将在照射区域R的端部Re所产生的剥离相连,由此在第一晶圆W与激光吸收层P的整个面使接合强度降低,由此,能够在分离装置32中将第一晶圆W与激光吸收层P适当地分离(图7的步骤St17)。

[0095] 此外,理想上,在处理位置A2处的激光束L照射后的重合晶圆T中,在第一晶圆W的整个面产生与激光吸收层P的剥离,换言之,在照射区域R的端部Re产生剥离之后,通过剥离应力 $\sigma_2$ 在包括照射正下方的区域的照射区域R的中央部处第一晶圆W与激光吸收层P也被剥离。然而,如图10所示,在照射区域R的中央部(激光束L的照射正下方的区域)处,有时在照射区域R的端部Re产生了剥离之后还维持第一晶圆W与激光吸收层P相连着的状态(未剥离的状态)。因此,在本公开的技术所涉及的晶圆处理系统1中,为了在激光束L照射后的重合晶圆T中将第一晶圆W从重合晶圆T(激光吸收层P)可靠地分离,优选配置分离装置32,并设置在该分离装置32中将第一晶圆W从重合晶圆T分离的工序。

[0096] 在此,在像这样在分离装置32中进行从重合晶圆T的第一晶圆W的分离的情况下,如果在上述的理想的状态、即在第一晶圆W的整个面产生与激光吸收层P的剥离的状态下进行针对分离装置32的重合晶圆T的搬送,则有可能由于伴随该搬送的惯性力等而导致第一晶圆W从第二晶圆S落下。

[0097] 另外,如果像这样在第一晶圆W的整个面产生与激光吸收层P的剥离,则有可能虽然是无需向分离装置32搬送激光束L照射后的重合晶圆T的情况,但在处理位置A2处的激光束L对激光吸收层P的照射中,由于伴随着保持盘100的旋转的离心力等而导致第一晶圆W从第二晶圆S上飞出。

[0098] 鉴于该点,优选在处理位置A2处控制激光束L的照射条件(照射位置、输出等),以使第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面的至少一部分维持相连着的状态(未剥离的状态),来抑制在激光束L对激光吸收层P的照射过程中以及在重合晶圆T的搬送过程中第一晶圆W飞离、落下。

[0099] 由此,抑制在激光束L的照射过程中、在向分离装置32的搬送过程中等第一晶圆W从激光吸收层P完全分离而从第二晶圆S飞离、落下。

[0100] 激光照射装置31的处理位置A2处的第一晶圆W与激光吸收层P的接合强度的降低如以上那样进行。即,在本实施方式中,在激光照射装置31中,利用通过激光束L的照射产生的热使第一晶圆W膨胀而在激光吸收层P产生压缩应力 $\sigma_1$ ,由此在第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面产生剥离方向上的剥离应力 $\sigma_2$ ,由此在第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面产生剥离,由此,使接合强度降低。

[0101] 此外,在上述实施方式中,如图9所示对激光吸收层P进行多次的激光束L的照射,

在由此产生的剥离应力 $\sigma_2$ 的累积总量超过第一晶圆W与激光吸收层P的密合力 $\Sigma$ 时在照射区域R的端部Re产生剥离,但直到产生该剥离为止的激光束L的照射次数未必是多次。

[0102] 例如在通过激光束L的单发(一次)照射产生的剥离应力 $\sigma_2$ 超过端部Re的密合力 $\Sigma$ 的情况下,也有时通过该单发的激光束L的照射而在照射区域R的端部Re处在第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面产生剥离。

[0103] 接着,对在上述的激光照射装置31的处理位置A2向激光吸收层P照射激光束L的方法的详情进行说明。

[0104] 首先,如图13所示,将重合晶圆T(激光吸收层P)的俯视时的区域设定为外周区域Z0、第一内周区域Z1、第二内周区域Z2以及中心区域Z3(图12的步骤St20)。具体地说,例如由操作员设定为外周区域Z0、第一内周区域Z1、第二内周区域Z2以及中心区域Z3,这些外周区域Z0、第一内周区域Z1、第二内周区域Z2以及中心区域Z3被存储于控制装置40。外周区域Z0、第一内周区域Z1、第二内周区域Z2以及中心区域Z3从径向外侧朝内侧依次配置。另外,外周区域Z0、第一内周区域Z1以及第二内周区域Z2与重合晶圆T呈同心环状地配置,中心区域Z3与重合晶圆T呈同心圆状地配置。

[0105] 如图13和图14所示,外周区域Z0是包括为重合晶圆T的周缘区域且第一晶圆W(表面膜Fw)与第二晶圆S(表面膜Fs)未接合的未接合区域Q和比未接合区域Q靠径向内侧的接合区域B的区域。未接合区域Q包括对周缘部进行倒角加工而成的倒角部(斜面部)。另外,未接合区域Q还包括例如由于接合的位置偏移、其它原因而使第一晶圆W与第二晶圆S没有接合的区域。

[0106] 第一内周区域Z1、第二内周区域Z2以及中心区域Z3分别是配置于第一晶圆W与第二晶圆S的接合区域B的区域。

[0107] 在此,在本实施方式中,使重合晶圆T旋转,并且一边使激光束L在径向上移动一边呈脉冲状地照射该激光束L。此时,优选使照射激光束L的间隔、即脉冲的间隔恒定,以在晶圆面内均匀地进行第一晶圆W与激光吸收层P的剥离。关于这一点,为了使激光束L的照射间隔恒定,例如随着激光束L从径向外侧向内侧移动而使重合晶圆T的旋转速度变快。另外,当重合晶圆T的旋转速度达到上限时,接着,例如随着激光束L从径向外侧向内侧移动而使呈脉冲状地照射激光束L时的频率变小。而且,当重合晶圆T的旋转速度达到上限且激光束的频率达到下限时,例如激光束的照射间隔随着激光束L从径向外侧向内侧移动而变小,在重合晶圆T的中心区域处有时激光束L重叠。

[0108] 因此,在本实施方式中,在外周区域Z0、第一内周区域Z1以及第二内周区域Z2,一边使重合晶圆T旋转一边照射激光束L。另一方面,在中心区域Z3,在使重合晶圆T的旋转停止的状态下使激光束L进行扫描。

[0109] 在外周区域Z0和第一内周区域Z1,使激光束L的频率恒定并且使重合晶圆T的旋转速度伴随着激光束L的径向移动而变动,来呈脉冲状地照射激光束L。具体地说,在激光束L从径向外侧向内侧移动时使重合晶圆T的旋转速度变快,在激光束L从径向内侧向外侧移动时使重合晶圆T的旋转速度变慢。

[0110] 在第二内周区域Z2,使重合晶圆T的旋转速度恒定并且使激光束L的频率伴随着激光束L的径向移动而变动,来呈脉冲状地照射激光束L。具体地说,在激光束L从径向外侧向内侧移动时,使激光束L的频率变小,在激光束L从径向内侧向外侧移动时,使激光束L的频

率变大。

[0111] 此外,第一内周区域Z1与第二内周区域Z2的边界位置被设定在重合晶圆T的旋转速度达到上限的位置。第二内周区域Z2与中心区域Z3的边界位置被设定在激光束L的频率达到下限的位置。

[0112] 接着,向激光吸收层P照射激光束L。此时,针对区域Z0~Z3中的每个区域变更激光处理的处理条件。并且,在本实施方式中,依次进行激光束L对外周区域Z0的照射(图12的步骤St21)、激光束L对第二内周区域Z2的照射(图12的步骤St22)、激光束L对第一内周区域Z1的照射(图12的步骤St23)、以及激光束L对中心区域Z3的照射(图12的步骤St24)。

[0113] 在步骤St21中,在外周区域Z0,如图15所示,通过旋转机构103使保持盘100(保持于保持盘100的重合晶圆T)逆时针旋转,并且一边通过移动机构104使保持盘100向Y轴正方向移动一边呈脉冲状地照射激光束L。此时,激光束L不进行扫描而固定。这样,在外周区域Z0,从径向内侧去向外侧呈螺旋状地被照射激光束L。另外,根据上述的通过激光束L的照射而产生的第一晶圆W与激光吸收层P的剥离机制,如图16所示,在外周区域Z0,在第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面产生剥离。

[0114] 此外,由于外周区域Z0包括未接合区域Q,因此在未接合区域Q与接合区域B的边界处,第一晶圆W与第二晶圆S的接合强度、即表面膜Fw与表面膜Fs的接合强度低。在该情况下,当向外周区域Z0照射激光束L时,如图17所示,在外周区域Z0,在剥离应力 $\sigma_2$ 不超过第一晶圆W与激光吸收层P的密合力 $\Sigma$ 的情况下,在第一晶圆W与激光吸收层P不产生剥离。而且,第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面的凸形状传递至表面膜Fw,对表面膜Fw与表面膜Fs之间的界面作用应力。由于该应力,有时在未接合区域Q与接合区域B的边界处,在接合强度低的表面膜Fw与表面膜Fs之间的界面产生剥离。在该状态下,如果在外周区域Z0使激光束L从径向外侧向内侧移动并进行照射,则在未接合区域Q的径向内侧相邻的接合区域B,剥离容易以产生了剥离的表面膜Fw与表面膜Fs之间的界面为前端而进展。即,有时在外周区域Z0的接合区域B,在第一晶圆W与激光吸收层P之间的期望的界面不产生剥离。

[0115] 因此,在本实施方式中,在外周区域Z0,从径向内侧去向外侧照射激光束L。这样,如图16所示,在接合区域B,在第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面产生剥离E1。此时,在各照射区域R以从中央部遍及端部Re地产生剥离E1的方式产生应力 $\sigma$ 。为了像这样产生大的应力 $\sigma$ ,例如可以使激光束L的频率变大(也可以使激光束L的间距变短),也可以使激光束L的照射强度变高。另外,由于在接合区域B与未接合区域Q的边界处,表面膜Fw与表面膜Fs之间的界面的接合强度低,因此产生从第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面朝向表面膜Fw与表面膜Fs之间的界面延伸的剥离E2。此外,即使产生了剥离E2,由于器件层Dw的比该剥离E2靠径向外侧的区域是不被产品化的器件,因此没有影响。

[0116] 接着,在步骤St22中,在第二内周区域Z2,如图18所示,通过旋转机构103使保持盘100逆时针旋转,并且一边通过移动机构104使保持盘100向Y轴正方向移动一边呈脉冲状地照射激光束L。此时,激光束L不进行扫描而固定。这样,在第二内周区域Z2,从径向内侧去向外侧呈螺旋状地被照射激光束L。另外,在第二内周区域Z2,如图11所示在第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面产生剥离。

[0117] 接着,在步骤St23中,在第一内周区域Z1,如图18所示,也与步骤St22中的第二内周区域Z2相连续地照射激光束L。即,通过旋转机构103使保持盘100逆时针旋转,并且一边

通过移动机构104使保持盘100向Y轴正方向移动一边呈脉冲状地照射激光束L。此时,激光束L不进行扫描而固定。

[0118] 这样,在步骤St23中,在第一内周区域Z1,从径向内侧去向外侧呈螺旋状地被照射激光束L。该第一内周区域Z1中的激光束L的螺旋状与第二内周区域Z2中的激光束L的螺旋状以及外周区域Z0中的激光束L的螺旋状相连续。即,在外周区域Z0、第一内周区域Z1以及第二内周区域Z2中,保持盘100的旋转方向同为逆时针,激光束L的照射方向(移动方向)同为从径向内侧向外侧,因此激光束L的螺旋状连续。

[0119] 另外,在步骤St23中,如图19所示,在第一内周区域Z1,在第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面产生剥离。在该第一内周区域Z1的第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面的剥离同在第一内周区域Z2的第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面的剥离以及在外周区域Z0的界面的剥离相连续。

[0120] 此外,在步骤St22的第二内周区域Z2和步骤St23的第一内周区域Z1中,在各照射区域R,在端部Re处成为第一晶圆W与激光吸收层P剥离或者接合力弱的状态,在中央部处第一晶圆W与激光吸收层P相连。即,相比于外周区域Z0,在第二内周区域Z2和第一内周区域Z1中,累积于激光吸收层P的内部的应力 $\sigma$ 小。为了像这样产生小的应力 $\sigma$ ,例如可以使激光束L的频率变小(也可以使激光束L的间距变长),也可以使激光束L的照射强度变低。在使激光束L的间距变长的情况下,能够缩短激光处理所花费的时间而提高吞吐率。另外,在使激光束L的照射强度变低的情况下,能够高效地进行激光处理。

[0121] 在此,如果在第二内周区域Z2和第一内周区域Z1中产生使第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面完全剥离那样的大的应力 $\sigma$ 而使该应力 $\sigma$ 累积,则第一晶圆W有可能破裂。因此,如上所述,在第二内周区域Z2和第一内周区域Z1中,以第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面的至少一部分还相连接的状态剥离,来抑制第一晶圆W的破裂。

[0122] 而且,当如图19所示在第一内周区域Z1的第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面的剥离E3同在外周区域Z0的剥离E1相连时,在第一内周区域Z1和第二内周区域Z2中第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面的整个面剥离。此外,上述的“在端部Re处第一晶圆W与激光吸收层P的接合力弱的状态”是指在像这样在第一内周区域Z1的第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面的剥离E3同在外周区域Z0的剥离E1相连了时端部Re会产生剥离的程度的接合力。

[0123] 接着,在步骤St24中,在中心区域Z3,停止保持盘100的旋转。而且,从激光照射部110呈脉冲状地照射激光束L。另外,在中心区域Z3,使该激光束L进行扫描。此时,如图20所示,重复地交替进行激光束L的X轴方向的扫描照射和保持盘100(重合晶圆T)向Y轴方向的移动。或者,也可以同步进行激光束L的X轴方向的扫描照射与保持盘100的Y轴负方向移动。此外,也可以通过上述的光学系统112使激光束L分支来向激光吸收层P的多个点同时照射激光束L,以提高晶圆处理的吞吐率。另外,根据上述的通过激光束L的照射而产生的第一晶圆W与激光吸收层P的剥离机制,在中心区域Z3,在第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面产生剥离。

[0124] 根据本实施方式,通过进行步骤St20~St24,能够在第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面产生剥离。其结果,能够将第一晶圆W与激光吸收层P分离,来将第一晶圆W的器件层Dw转印至第二晶圆S。

[0125] 另外,在步骤St21中,在外周区域Z0,使激光束L从径向内侧向外侧移动并进行照

射,因此能够在第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面产生剥离。这样,能够使第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面的接合强度降低,能够使该第一晶圆W与激光吸收层P剥离。

[0126] 另外,在步骤St22的第二内周区域Z2和步骤St23的第一内周区域Z1,从径向内侧去向外侧连续地照射激光束L,因此能够使第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面处的剥离适当地相连。

[0127] 此外,鉴于如上所述适当地搬送激光照射装置31中的激光束L照射后的重合晶圆T,优选第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面的至少一部分还相连着的状态。因此,优选在第一内周区域Z1、第二内周区域Z2以及中心区域Z3中的至少任一个区域中,将第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面的至少一部分维持还相连着的状态。

[0128] 此外,为了享受上述实施方式的效果,即为了至少在外周区域Z0在第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面产生剥离,只要在该外周区域Z0从径向内侧去向外侧照射激光束L即可。而且,其它处理条件不限于上述实施方式。

[0129] 具体地说,能够针对区域Z0~Z3中的每个区域任意地变更激光处理的处理条件。处理条件例如是保持盘100的旋转速度、激光束L的频率、保持盘100的旋转方向、区域Z0~Z3的加工顺序(激光束L的照射顺序)等。

[0130] 例如,也可以如图21所示,依次进行激光束L对第二内周区域Z2的照射、激光束L对第一内周区域Z1的照射、激光束L对外周区域Z0的照射、以及激光束L对中心区域Z3的照射。

[0131] 在该情况下,如图21的(a)所示,在第二内周区域Z2和第一内周区域Z1,与步骤St22、St23同样,通过旋转机构103使保持盘100逆时针旋转,并且一边通过移动机构104使保持盘100向Y轴正方向移动一边呈脉冲状地照射激光束L。

[0132] 在第二内周区域Z2和第一内周区域Z1中,在各照射区域R,在端部Re处成为第一晶圆W与激光吸收层P剥离或者接合力弱的状态,在中央部处第一晶圆W与激光吸收层P相连。即,在第二内周区域Z2和第一内周区域Z1,使累积于激光吸收层P的内部的应力 $\sigma$ 变小。如上所述,如果产生大的应力 $\sigma$ 并累积,则第一晶圆W有可能破裂。关于这一点,通过如本实施方式这样使应力 $\sigma$ 变小,能够抑制第一晶圆W的破裂。此外,上述的“在端部Re处第一晶圆W与激光吸收层P的接合力弱的状态”是指在像这样在第一内周区域Z1的第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面的剥离E3同在外周区域Z0的剥离E1相连了时端部Re会产生剥离的程度的接合力。

[0133] 接着,如图21的(b)所示,在外周区域Z0,与步骤St21同样,通过旋转机构103使保持盘100逆时针旋转,并且一边通过移动机构104使保持盘100向Y轴正方向移动一边呈脉冲状地照射激光束L。在外周区域Z0中,在各照射区域R,以从中央部遍及端部Re地产生剥离E1的方式产生大的应力 $\sigma$ 。

[0134] 接着,在中心区域Z3,与步骤St24同样,在停止了保持盘100的旋转的状态下使激光束L进行扫描。而且,在中心区域Z3,在第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面产生剥离。

[0135] 在本实施方式中,也能够享受与上述实施方式同样的效果。即,能够在第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面产生剥离。

[0136] 另外,例如,也可以如图22所示,在第一内周区域Z1和第二内周区域Z2,使激光束L一边从径向外侧向内侧移动一边进行照射。在该情况下,依次进行激光束L对外周区域Z0的照射、激光束L对第一内周区域Z1的照射、激光束L对第二内周区域Z2的照射、以及激光束L

对中心区域Z3的照射。

[0137] 首先,如图22的(a)所示,在外周区域Z0,与步骤St21同样,通过旋转机构103使保持盘100逆时针旋转,并且一边通过移动机构104使保持盘100向Y轴正方向移动一边呈脉冲状地照射激光束L。这样,在外周区域Z0,从径向内侧去向外侧呈螺旋状地被照射激光束L。在外周区域Z0中,在各照射区域R,以从中央部遍及端部Re地产生剥离E1的方式产生大的应力 $\sigma$ 。

[0138] 接着,如图22的(b)所示,在第一内周区域Z1,通过旋转机构103使保持盘100顺时针旋转,并且一边通过移动机构104使保持盘100向Y轴负方向移动一边呈脉冲状地照射激光束L。这样,在第一内周区域Z1,从径向外侧去向内侧呈螺旋状地被照射激光束L。

[0139] 在该情况下,在相邻的外周区域Z0和第一内周区域Z1,保持盘100的旋转方向相反,激光束L的照射方向也相反。这样,在外周区域Z0和第一内周区域Z1中,能够使激光束L的螺旋状连续。换言之,在相邻的区域中激光束L的照射方向不同的情况下,如果使该相邻的区域中的保持盘100的旋转方向成为相反方向,则能够使激光束L的螺旋状连续。

[0140] 接着,在第二内周区域Z2也是,通过旋转机构103使保持盘100顺时针旋转,并且一边通过移动机构104使保持盘100向Y轴负方向移动一边呈脉冲状地照射激光束L。这样,在第二内周区域Z2,从径向外侧去向内侧呈螺旋状地被照射激光束L。

[0141] 此外,在第一内周区域Z1和第二内周区域Z2中,对累积于激光吸收层P的内部应力 $\sigma$ 的大小没有限定。当对第一内周区域Z1照射激光束L时,通过该激光束L产生的第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面的剥离同在外周区域Z0的剥离E1相连。因而,在第一内周区域Z1,在第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面适当地产生剥离。而且,该剥离还向第二内周区域Z2传递,在该第二内周区域Z2,也在第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面适当地产生剥离。

[0142] 接着,在中心区域Z3,与步骤St24同样,在停止了保持盘100的旋转的状态下使激光束L进行扫描。而且,在中心区域Z3,在第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面产生剥离。

[0143] 在本实施方式中,也能够享受与上述实施方式同样的效果。即,能够在第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面产生剥离。

[0144] 在以上的实施方式中,在步骤St20中将内周区域设定为了第一内周区域Z1和第二内周区域Z2这两个区域,但内周区域也可以是一个。在该内周区域,可以使激光束L的频率恒定并且使重合晶圆T的旋转速度伴随着激光束L的径向移动而变动,来呈脉冲状地照射激光束L。或者,在内周区域,也可以使重合晶圆T的旋转速度恒定并且使激光束L的频率伴随着激光束L的径向移动而变动,来呈脉冲状地照射激光束L。总之,在内周区域,控制处理条件以使激光束L的照射间隔变得恒定。

[0145] 在以上的实施方式中,在进行激光处理时使保持盘100沿水平方向移动,但也可以使激光照射部110的镜头113沿水平方向移动,还可以使保持盘100和镜头113双方沿水平方向移动。通过使保持盘100和镜头113相对地沿水平方向移动,能够执行利用激光束L的激光处理。

[0146] 在以上的实施方式中,在步骤St24中,针对中心区域Z3,在停止了保持盘100的旋转的状态下使激光束L扫描地照射,但也可以如图23所示一边使保持盘100旋转,一边使激光照射部110扫描地照射激光束L。此外,此时,也可以与外周区域Z0、第一内周区域Z1以及

第二内周区域Z2相比降低中心区域Z3的保持盘100的旋转速度低。

[0147] 在以上的实施方式中,在外周区域Z0、第一内周区域Z1以及第二内周区域Z2,呈螺旋状地照射激光束L,但也可以呈同心圆状地环状地照射激光束L。另外,在图23所示的实施方式中,在中心区域Z3也呈螺旋状地照射激光束L,但也可以呈同心圆状地环状地照射激光束L。

[0148] 在以上的实施方式中,如图8~图11所示,在第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面产生了剥离。然而,如上所述,也可以在第一晶圆W的表面Wa形成有用于适当地进行第一晶圆W与激光吸收层P的剥离的剥离促进膜,在该情况下,也可以在剥离促进膜与激光吸收层P之间的界面产生剥离。

[0149] 具体地说,如图24的(a)所示,能够在第一晶圆W的表面Wa依次层叠地形成有作为层叠膜的剥离促进膜Pe、激光吸收层P、器件层Dw以及表面膜Fw。剥离促进膜Pe是为了容易地进行第一晶圆W从第二晶圆S的剥离而形成的,由与第一晶圆W(硅)的密合性比与激光吸收层P的密合性低且对于激光束L具有透过性的材料、例如氮化硅(SiN)形成。

[0150] 在从第二晶圆S分离第一晶圆W时,首先,进行激光束L对激光吸收层P的照射(图25的步骤St31)。激光束L透过第一晶圆W和剥离促进膜Pe而被激光吸收层P吸收(图25的步骤St32)。

[0151] 被激光吸收层P所吸收的激光束L与其能量分布相应地转换为热(图25的步骤St33),由此,激光吸收层P的温度上升。由于激光束L的吸收而在激光吸收层P中所产生的热的大部分向第一晶圆W侧的剥离促进膜Pe扩散(图25的步骤St34),由于该热扩散,激光吸收层P与剥离促进膜Pe之间的界面的温度上升。

[0152] 当在激光吸收层P中所产生的热向第一晶圆W侧扩散时,由于该热的影响、即激光吸收层P与剥离促进膜Pe之间的界面温度的上升,如图24的(b)所示,剥离促进膜Pe与其温度分布相应地局部地膨胀(图25的步骤St35)。此时,也有时激光吸收层P与剥离促进膜Pe之间的界面的热影响会影响第一晶圆W,从而也有时如图24的(b)所示第一晶圆W也与温度分布相应地局部地膨胀。

[0153] 之后,当剥离促进膜Pe(以及第一晶圆W)局部地膨胀时,由于因该膨胀而产生的应力,如图24的(c)所示在密合性低的激光吸收层P与剥离促进膜Pe之间的界面产生剥离,其结果,激光吸收层P与剥离促进膜Pe的接合强度降低(图25的步骤St36)。而且,在剥离促进膜Pe与激光吸收层P之间的界面的整个面将剥离相连,由此在剥离促进膜Pe与激光吸收层P的整个面使接合强度降低,由此,能够在分离装置32中将剥离促进膜Pe与激光吸收层P(第一晶圆W与第二晶圆S)适当地分离(图25的步骤St37)。

[0154] 通过像这样在第一晶圆W的表面Wa形成与第一晶圆W(硅)的密合性比与激光吸收层P的密合性低的剥离促进膜Pe,并使剥离促进膜Pe膨胀来作为使第一晶圆W膨胀的替代或者补充,也能够适当地执行形成于第一晶圆W的表面Wa的器件层Dw的转印。

[0155] 此外,在图24所示的例子中,在第一晶圆W与激光吸收层P之间的界面形成了剥离促进膜Pe,但例如也可以设为,通过在激光吸收层P与器件层Dw之间的界面形成剥离促进膜Pe,并在激光吸收层P与剥离促进膜Pe之间的界面产生剥离,来在作为器件层Dw的转印目的地的第二晶圆S侧残留剥离促进膜Pe。

[0156] 应该认为,本次公开的实施方式的所有点均为例示性而非限制性的。也可以不脱

离所附的权利要求书及其主旨地将上述的实施方式以各种方式进行省略、置换、变更。例如,能够将上述实施方式的构成要件任意地组合。从该任意的组合当然能够得到关于组合所涉及的各个构成要件的作用和效果,并且能够得到本领域技术人员根据本说明书的记载所明确的其它作用和其它效果。

[0157] 另外,在本说明书中所记载的效果只是说明性或例示性的,并不是限定性的。也就是说,本公开所涉及的技术能够起到本领域技术人员根据本说明书的记载所明确的其它效果来作为上述的效果的补充或替代。

[0158] 附图标记说明

[0159] 31:激光照射装置;40:控制装置;100:保持盘;103:旋转机构;104:移动机构;110:激光照射部;L:激光束;P:激光吸收层;S:第二晶圆;T:重合晶圆;W:第一晶圆。

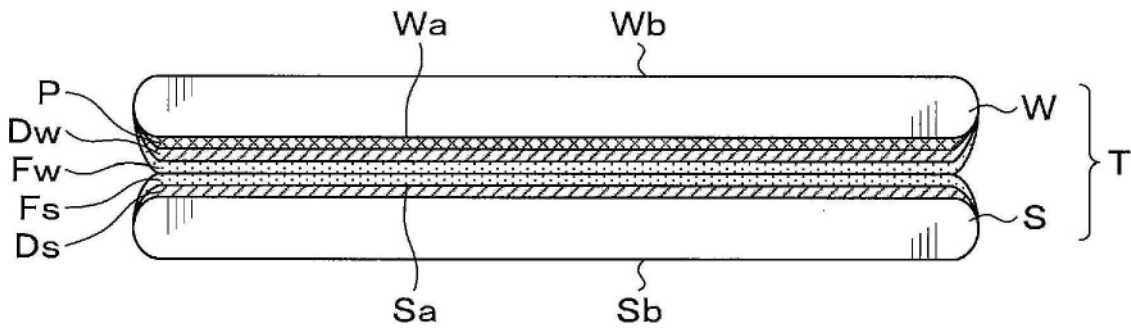


图1

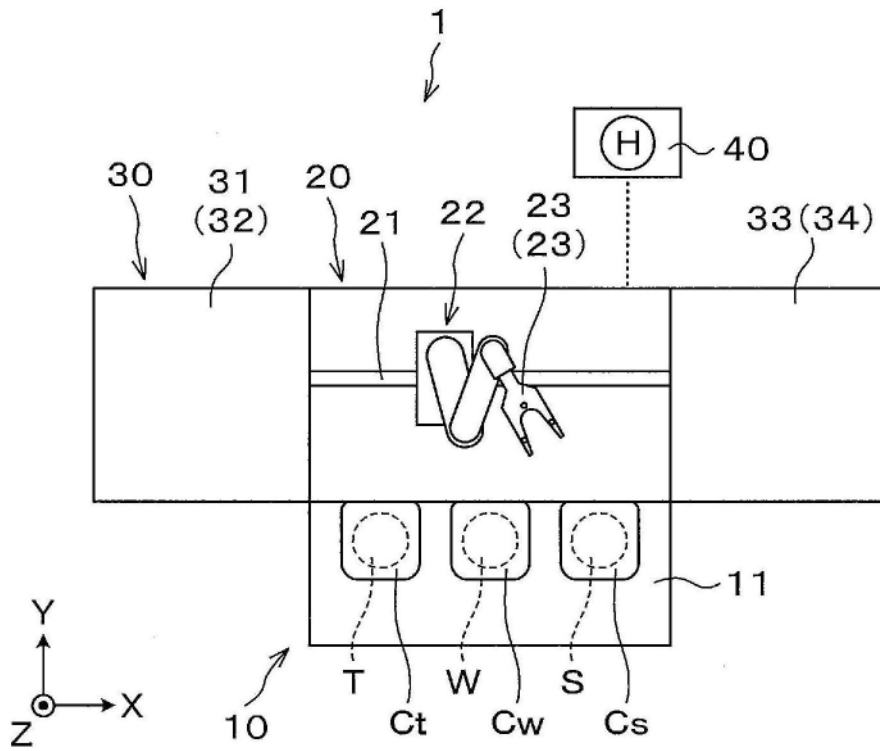


图2



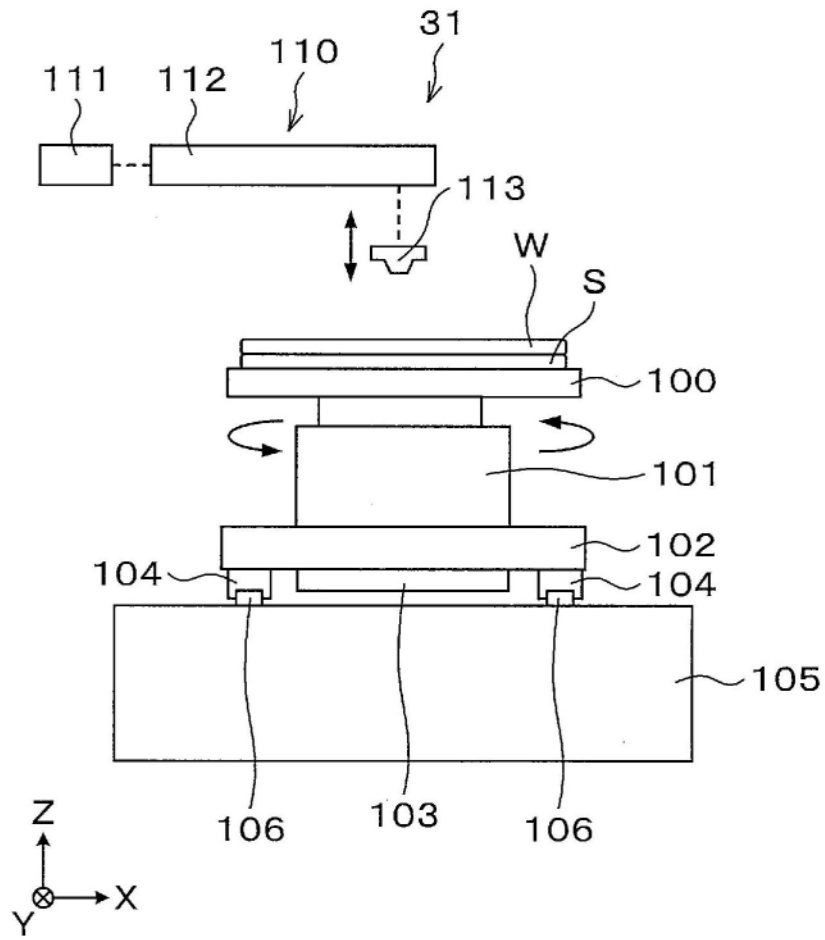


图4

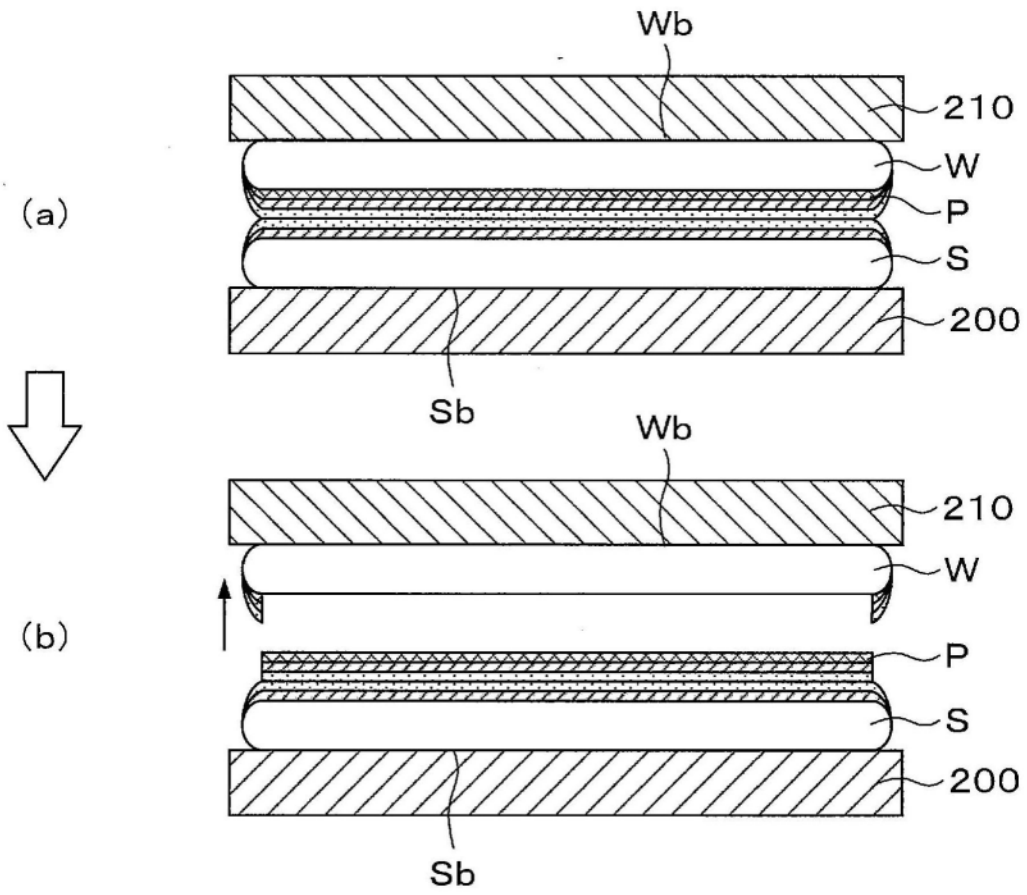


图5

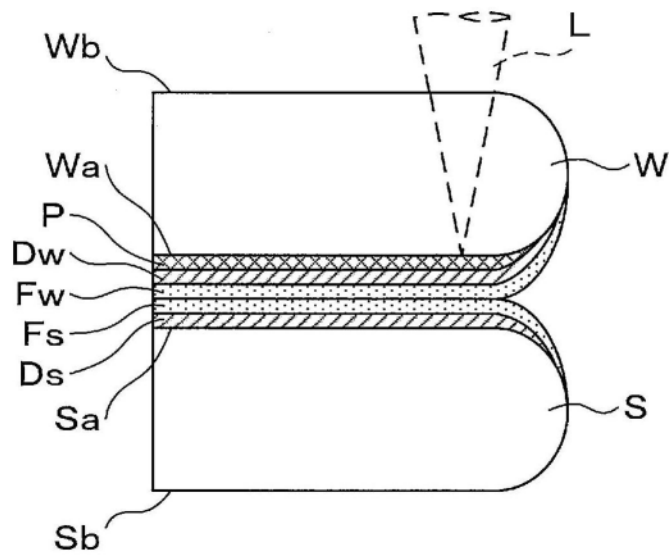


图6

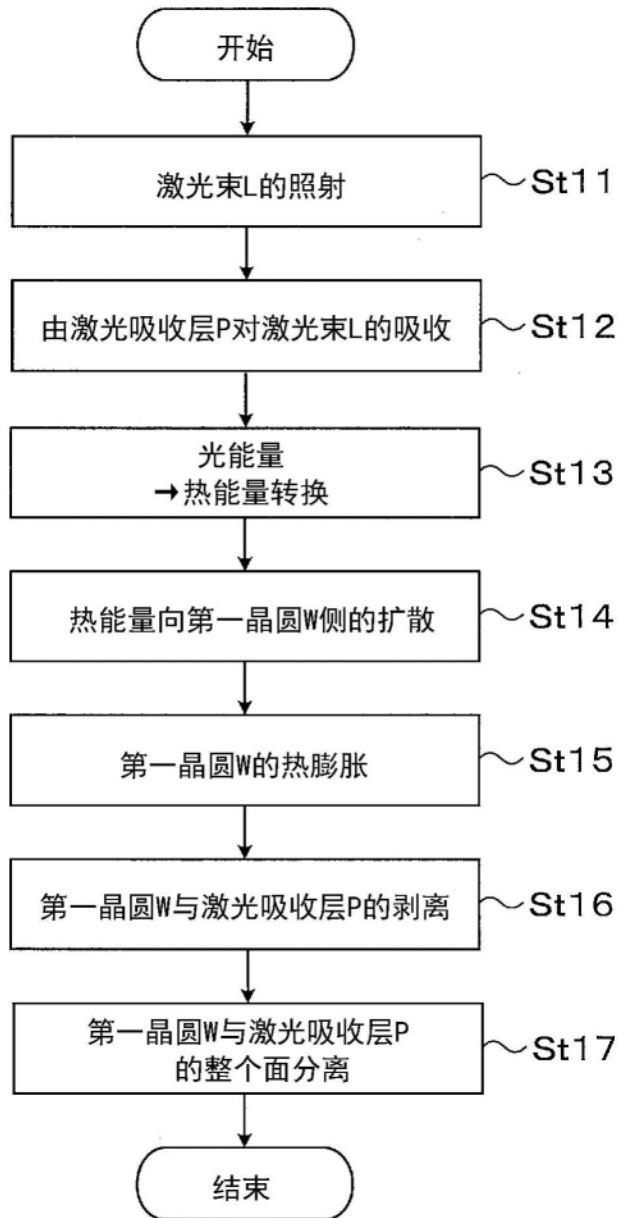


图7

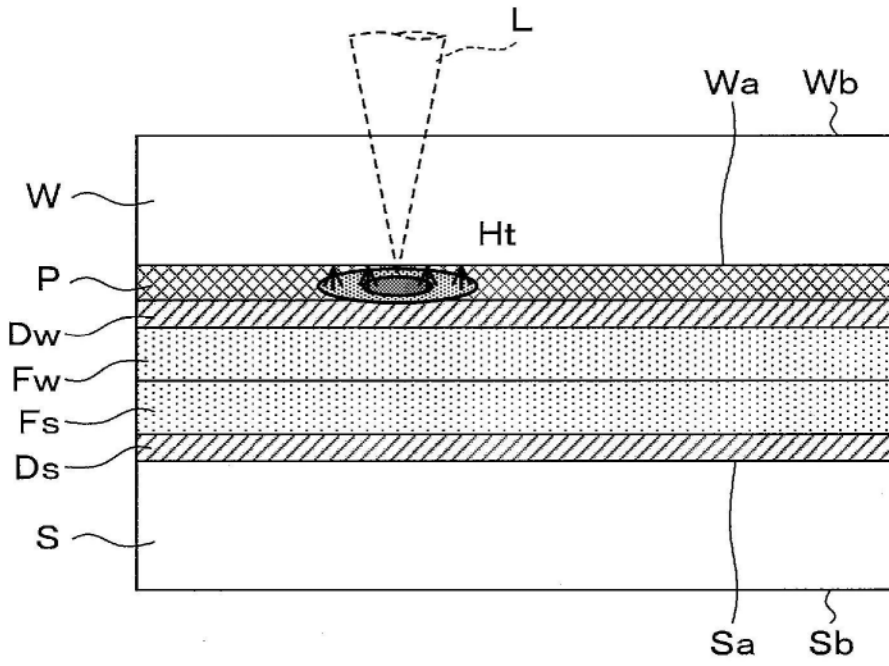


图8

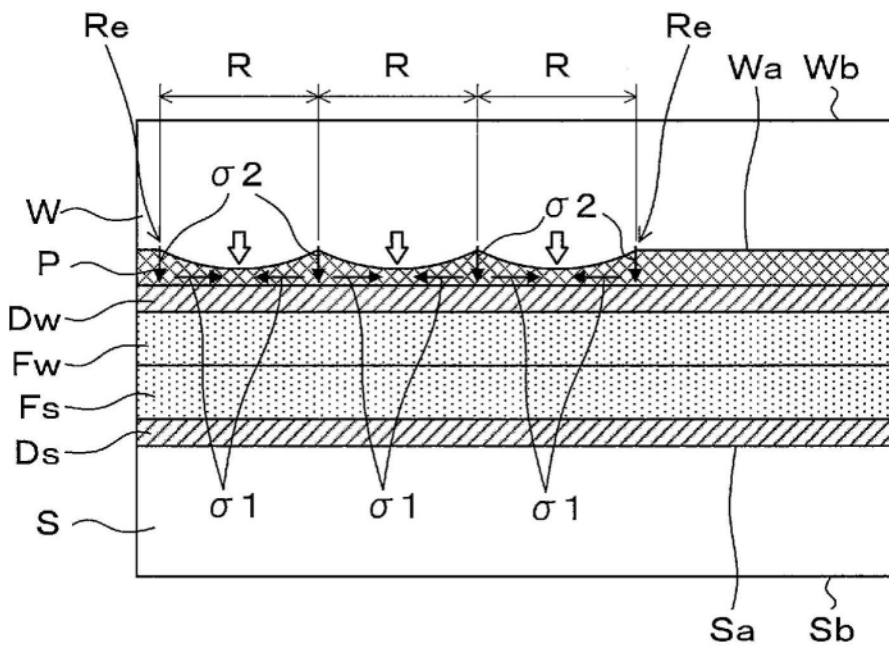


图9

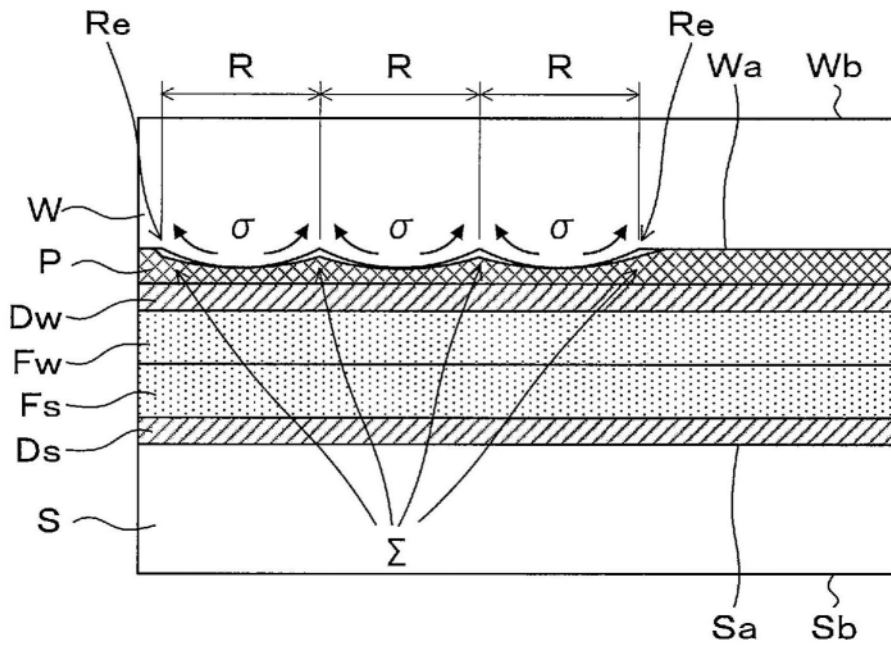


图10

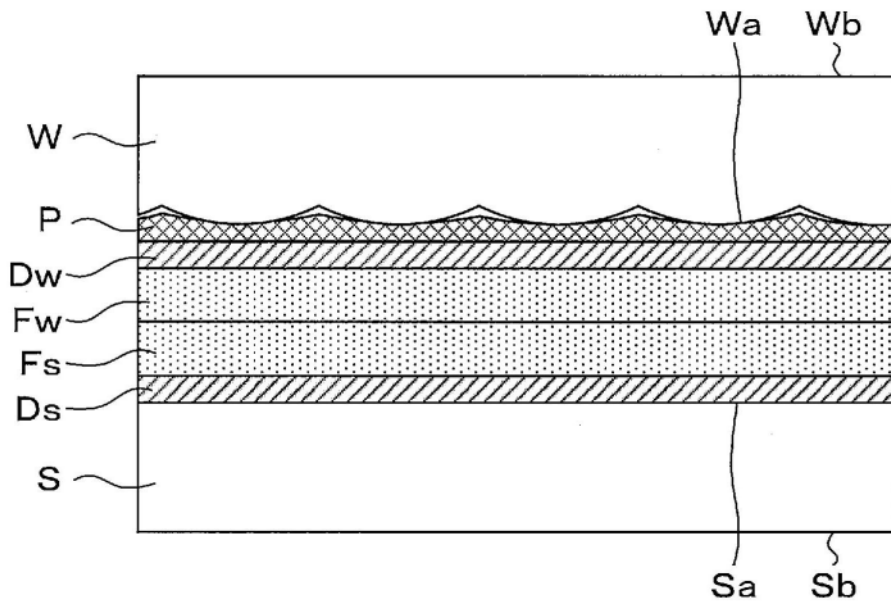


图11

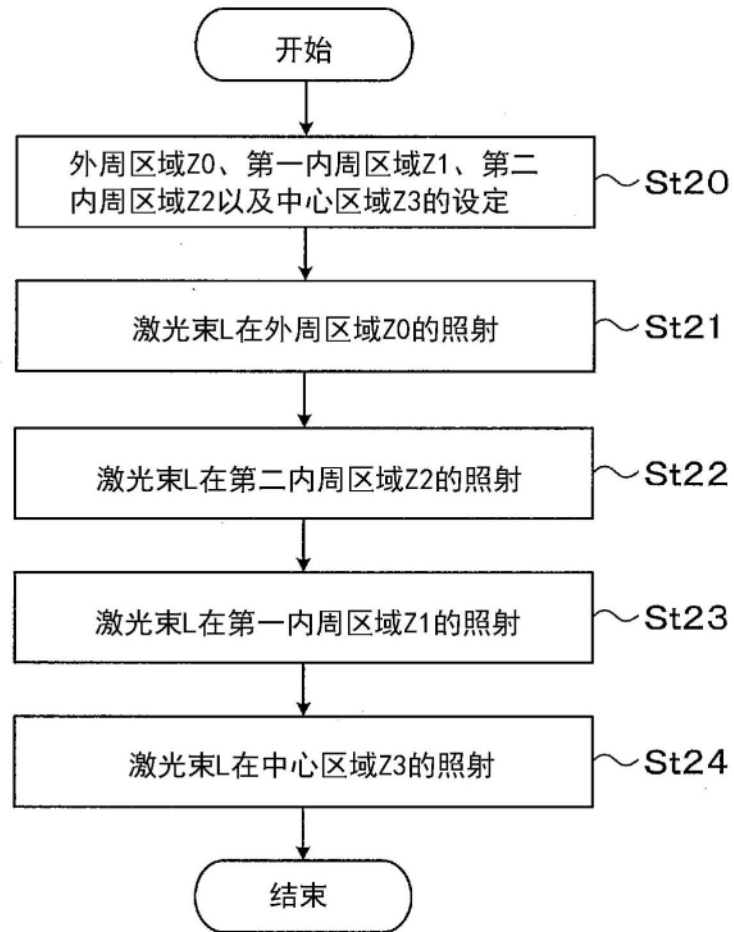


图12

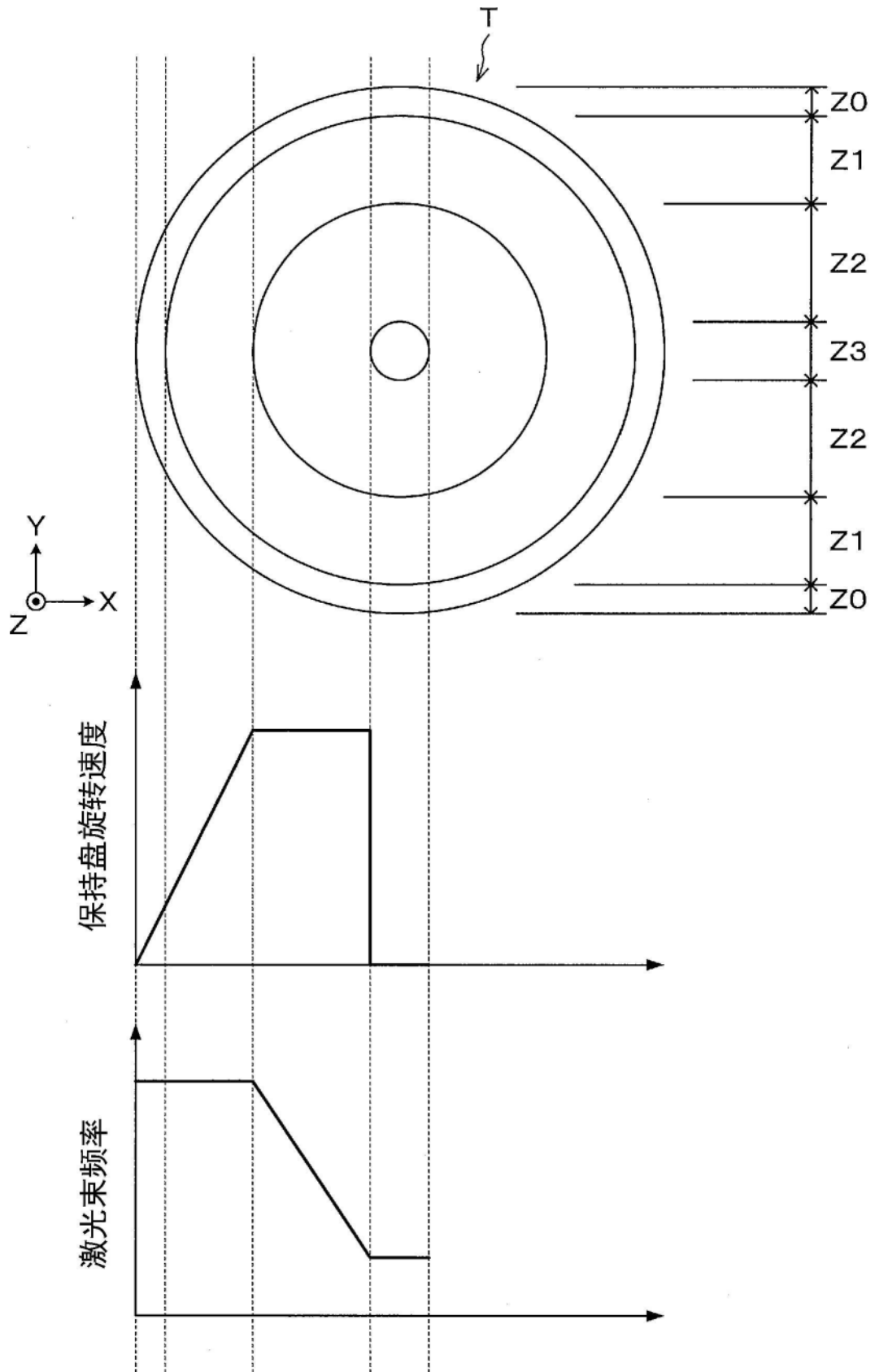


图13

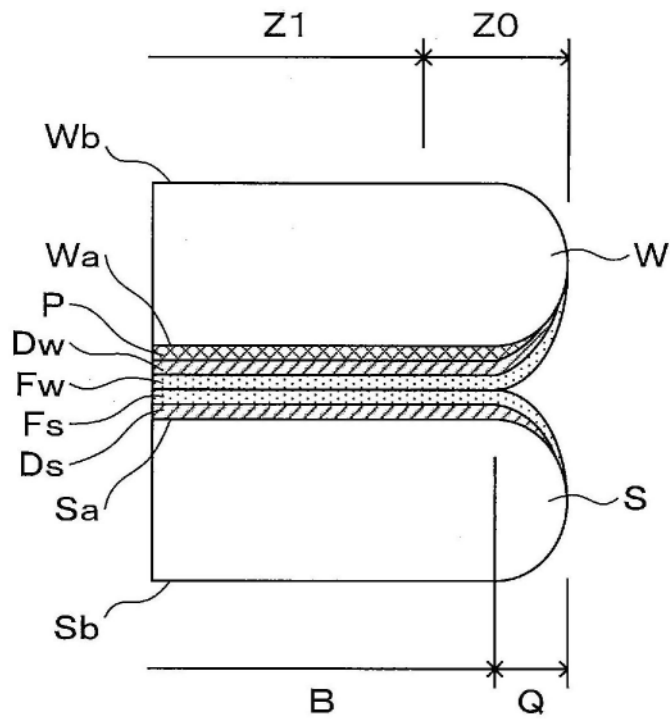


图14

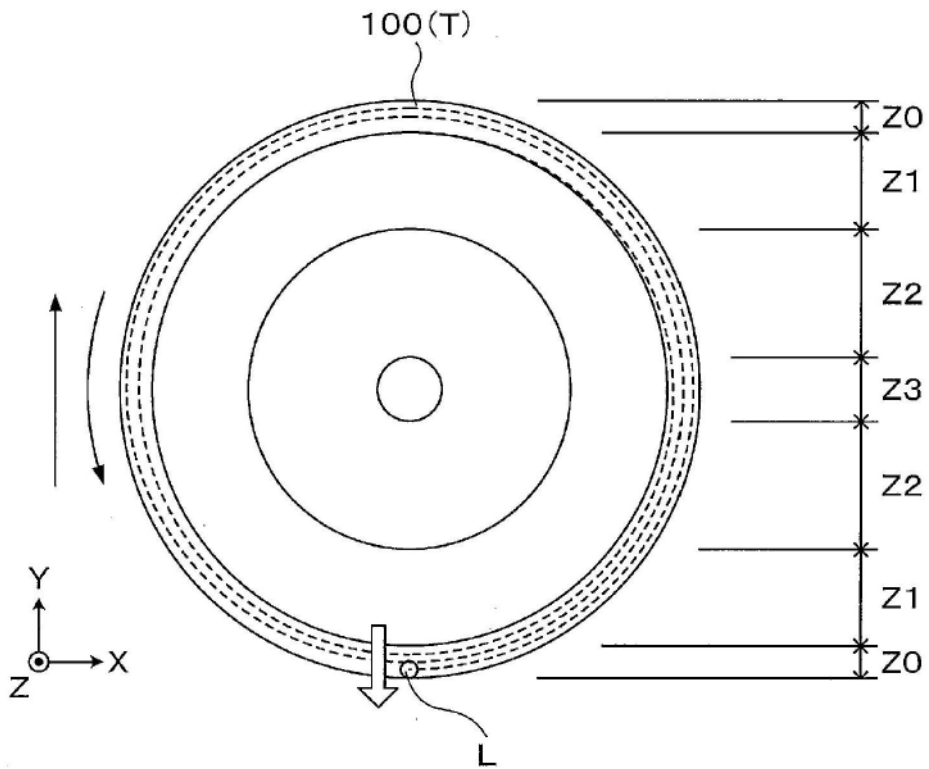


图15

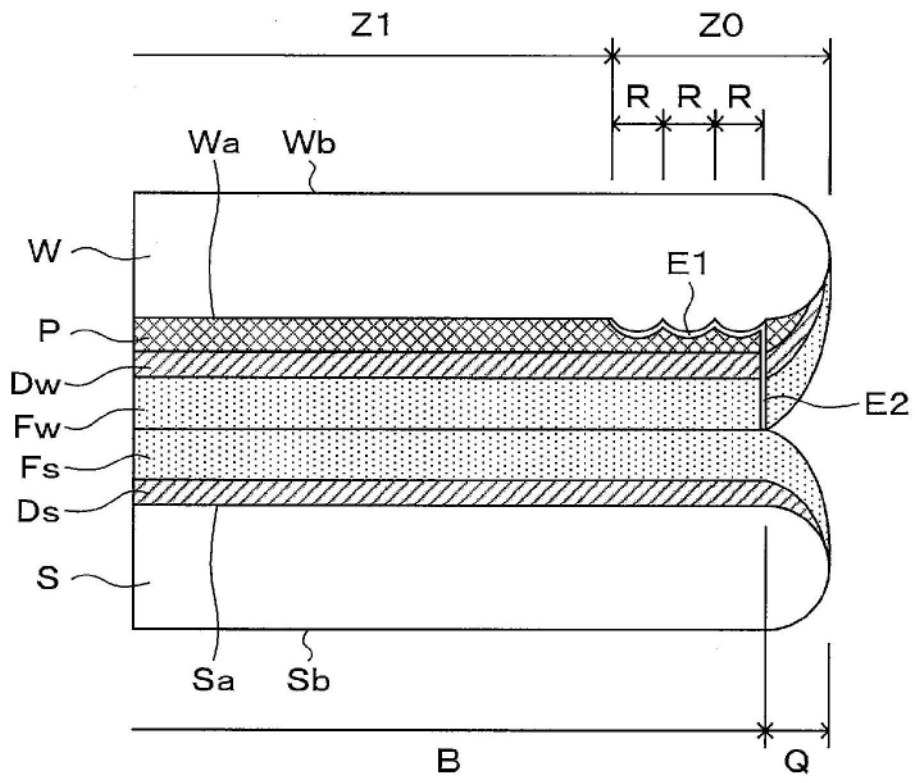


图16

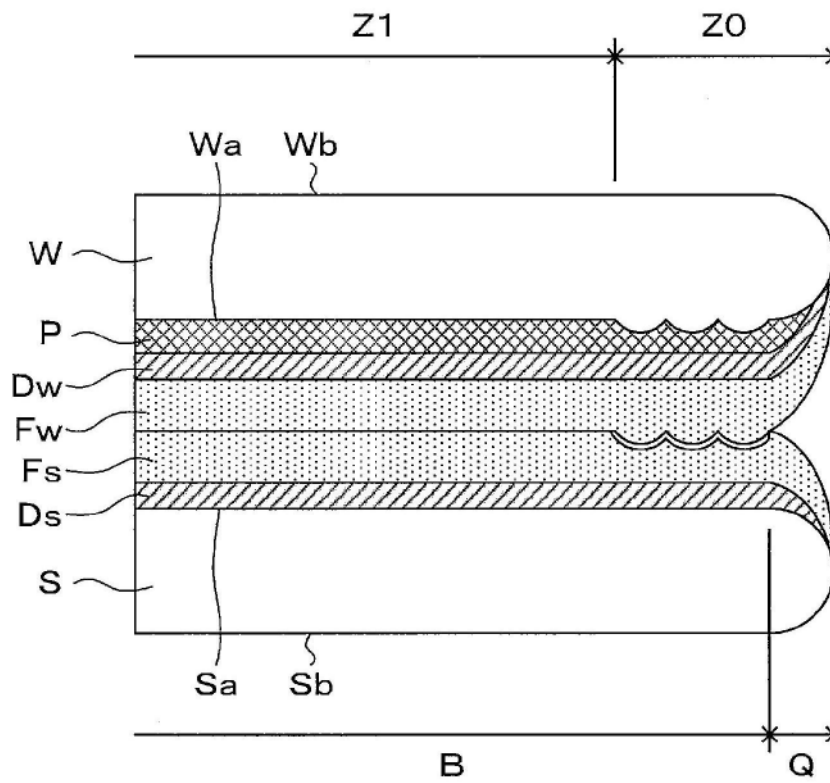


图17

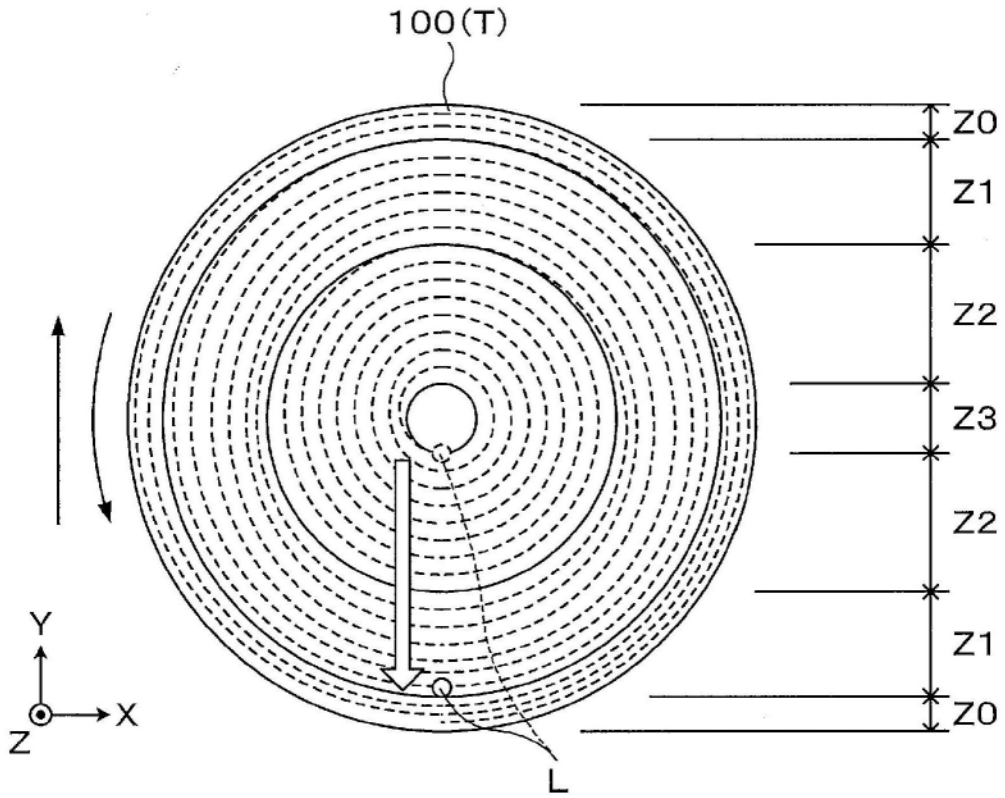


图18

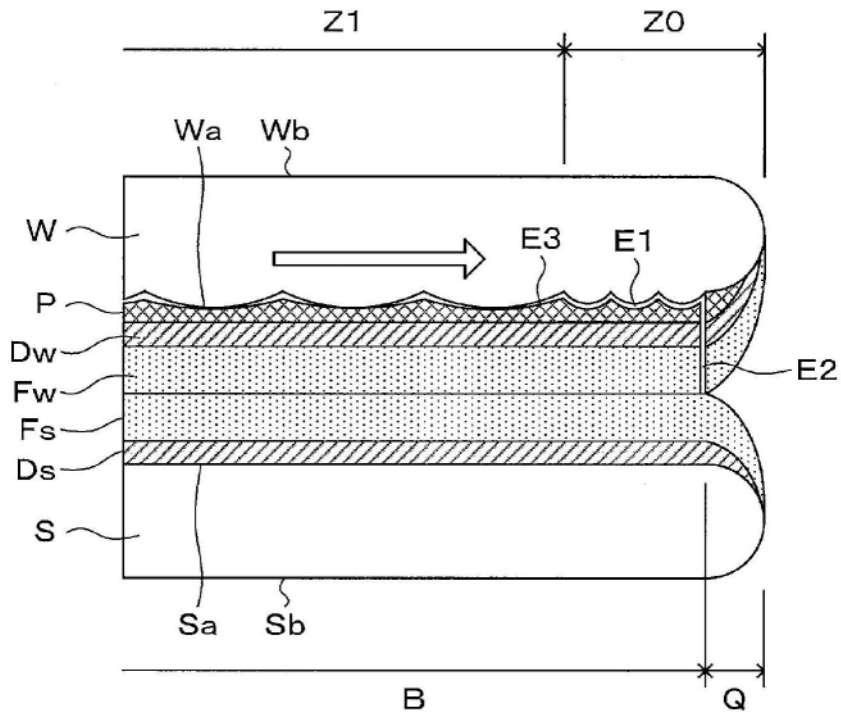


图19

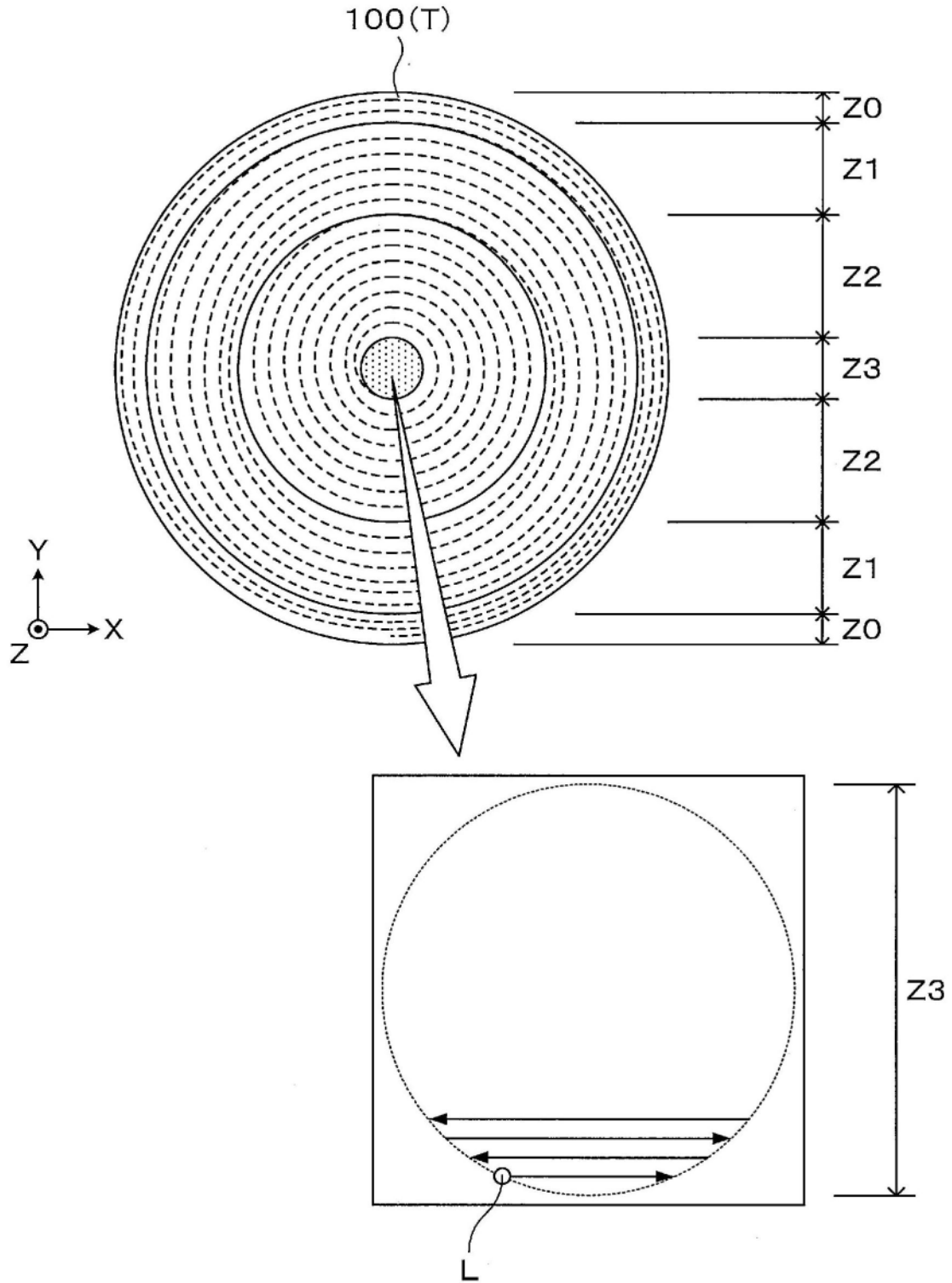


图20

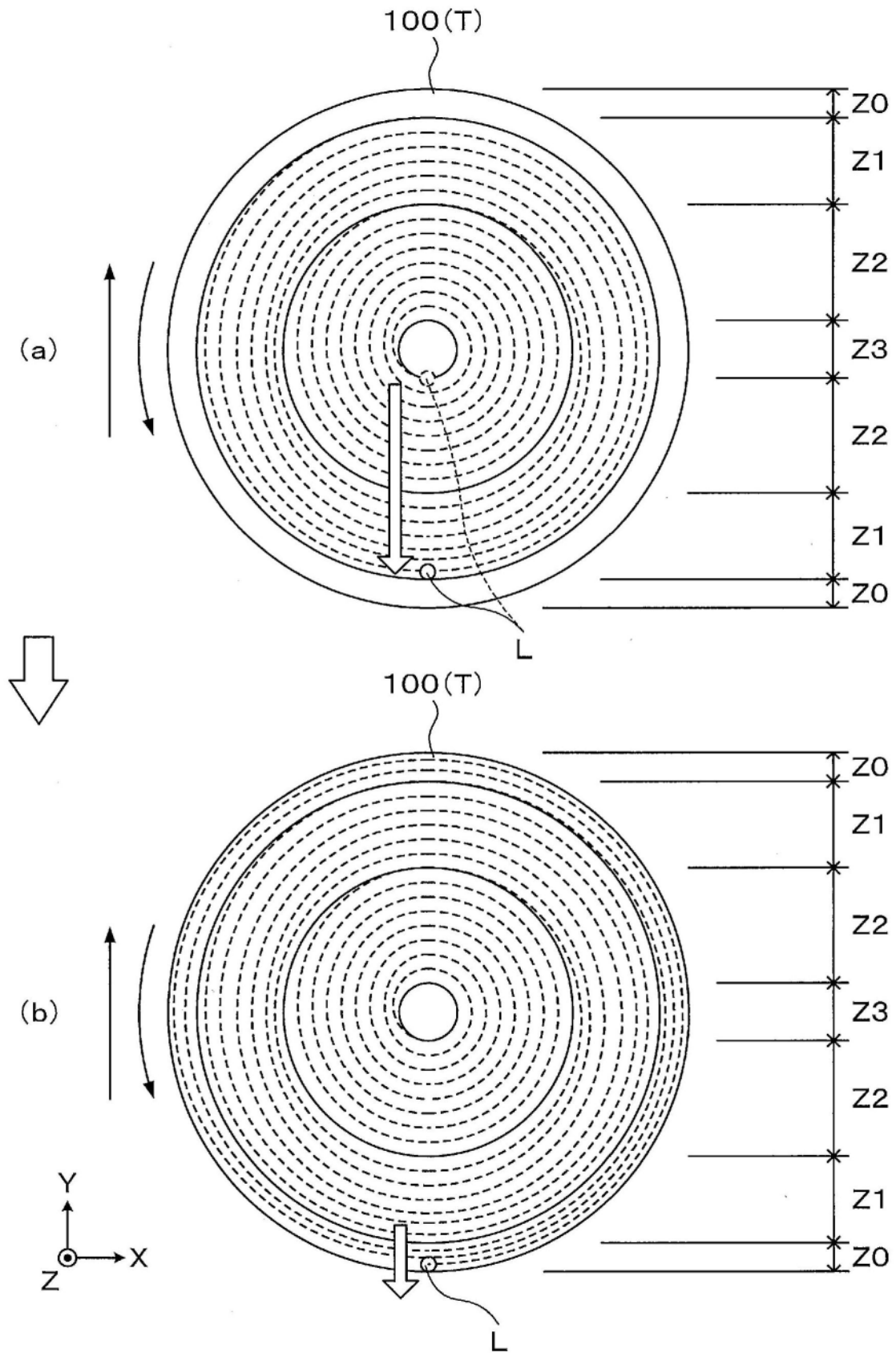


图21

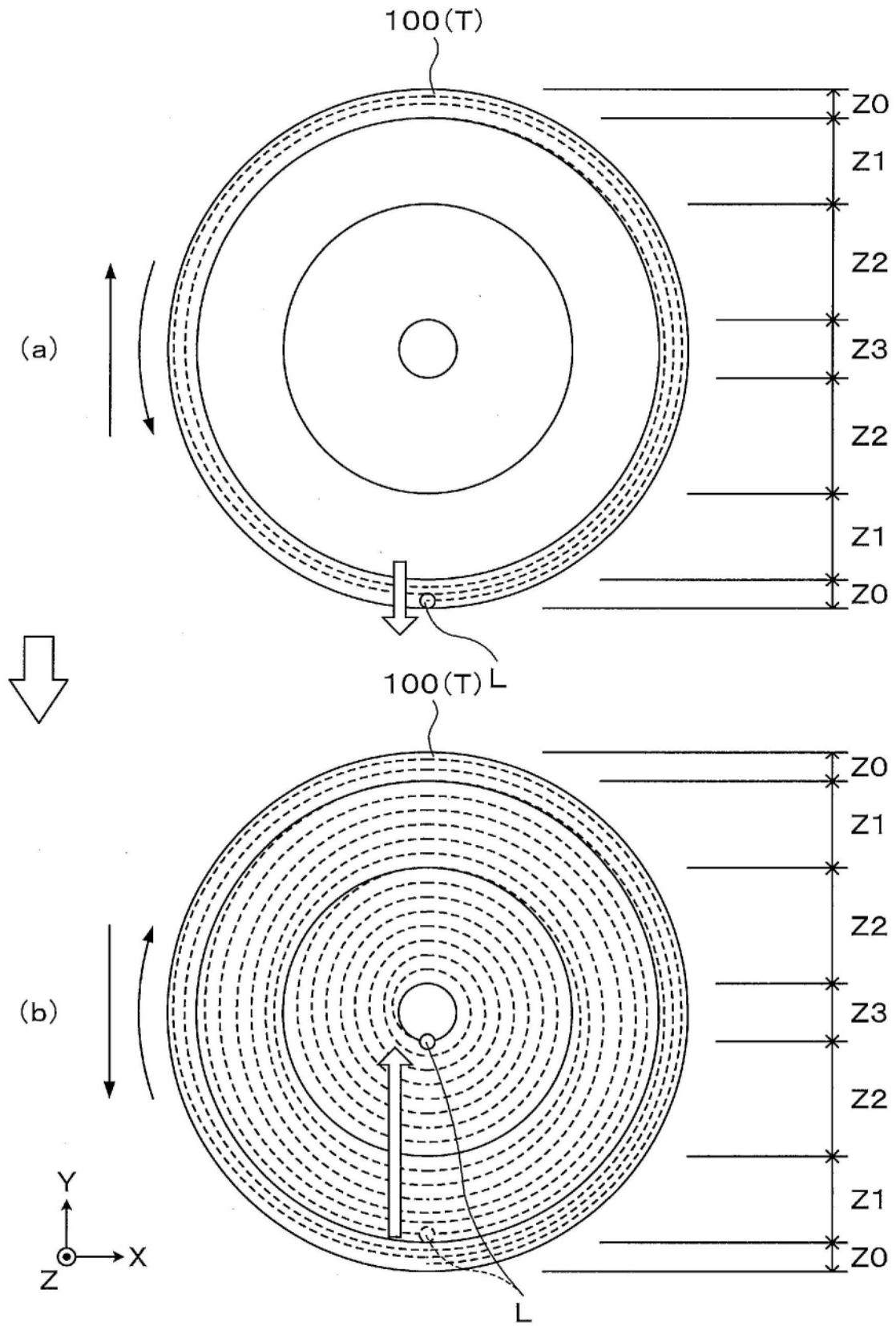


图22

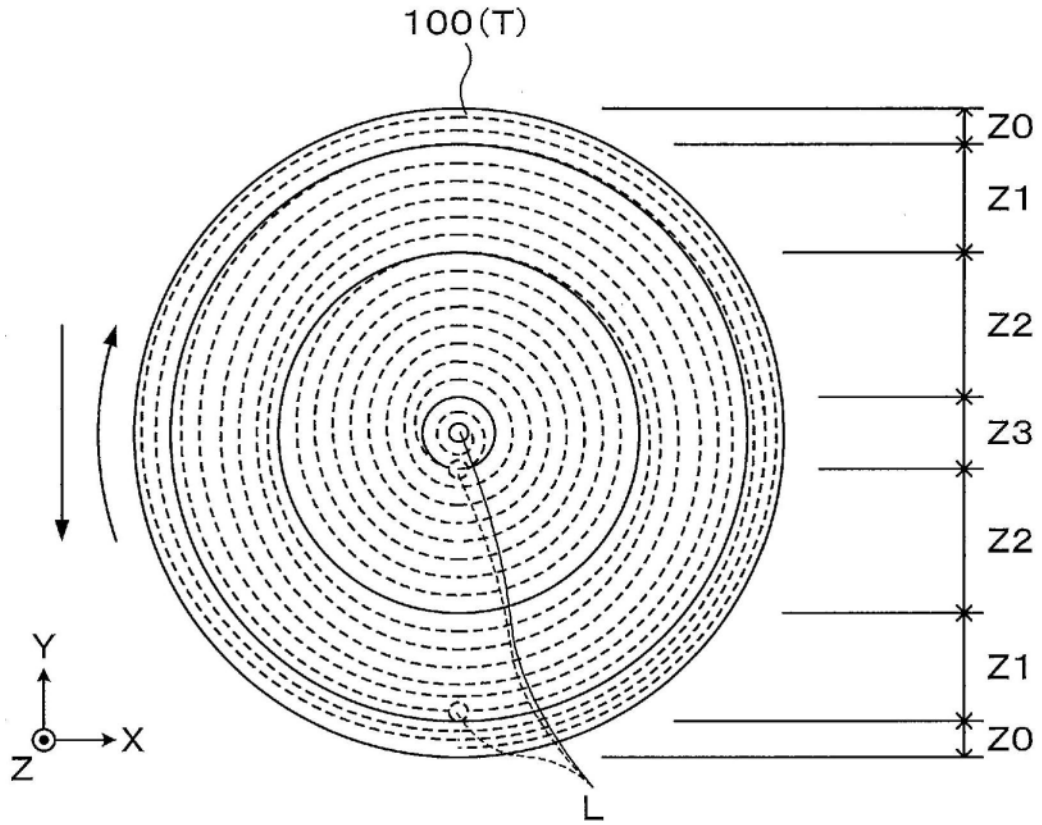


图23

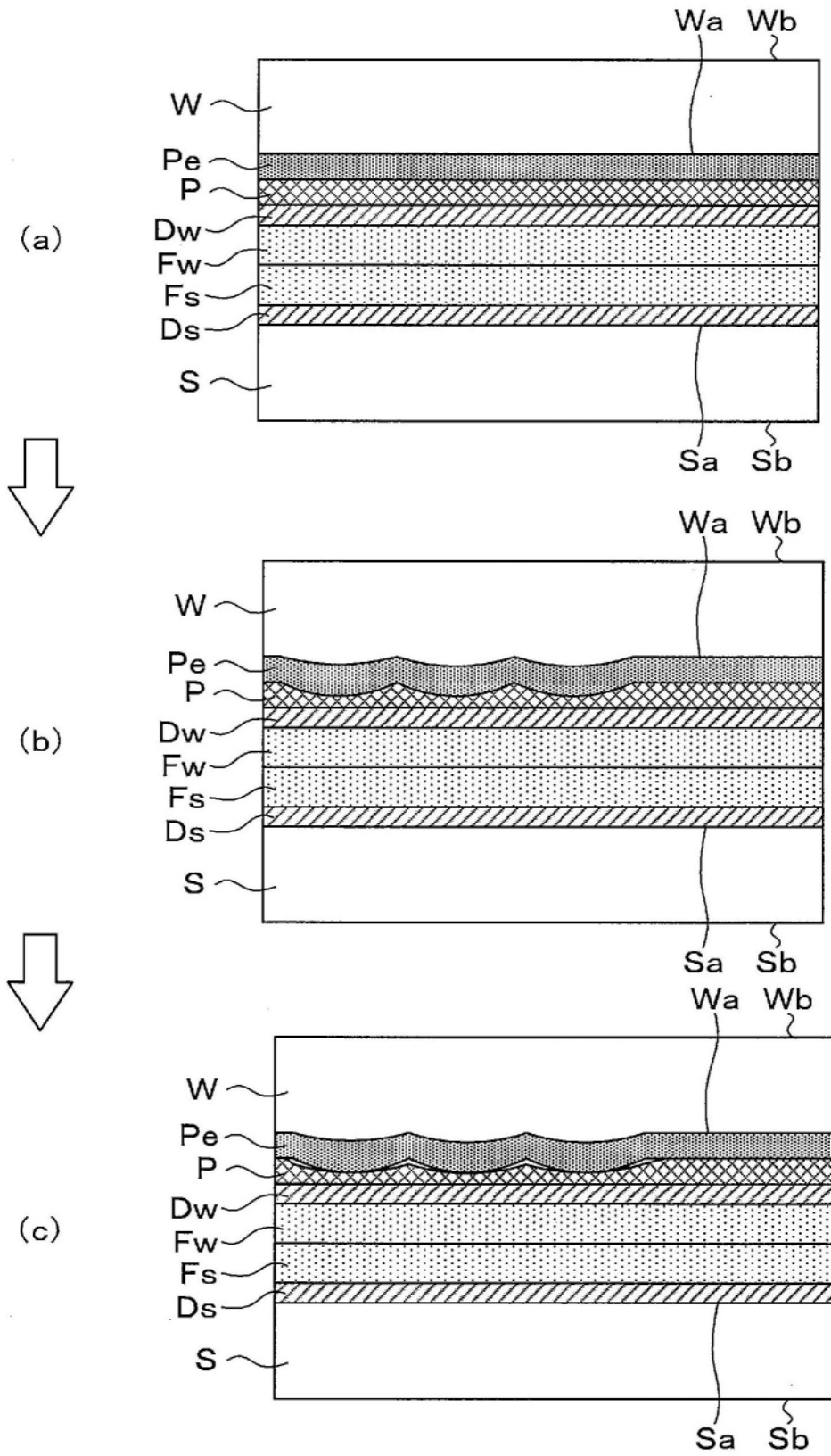


图24

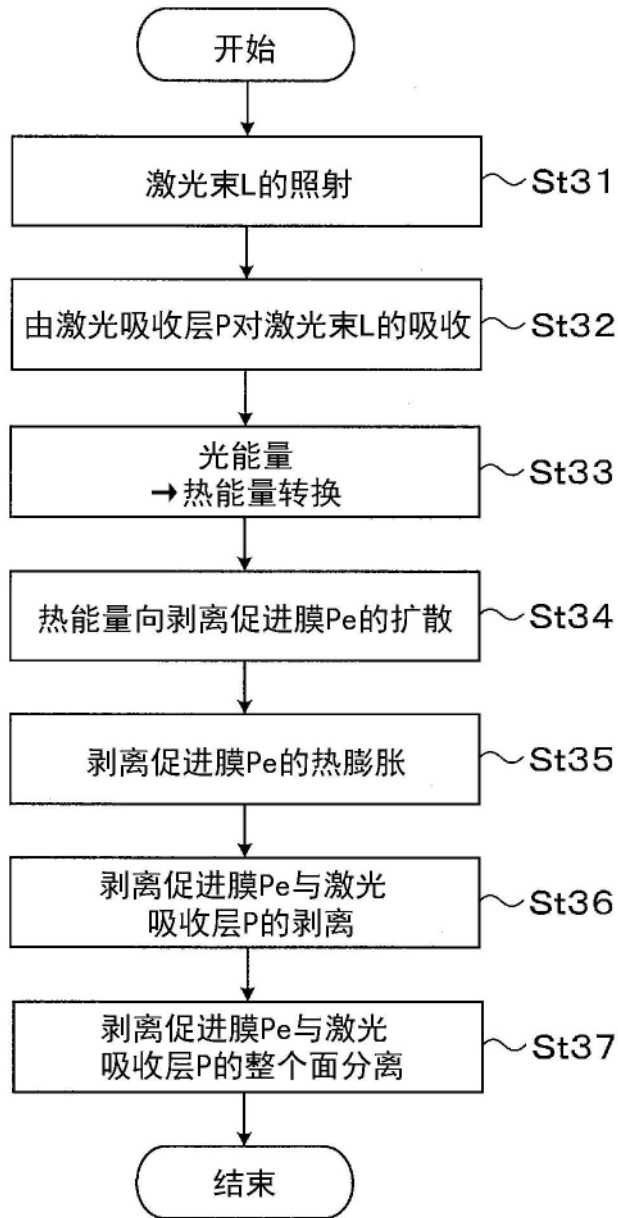


图25