



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I878630 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：110139613

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 10 月 26 日

(51)Int. Cl. : **B23K26/364 (2014.01)****B23K26/38 (2014.01)****B23K26/40 (2014.01)**

(30)優先權：2020/10/28 日本

2020-180345

(71)申請人：日商東京精密股份有限公司 (日本) TOKYO SEIMITSU CO., LTD. (JP)

日本

(72)發明人：相川力 AIKAWA, CHIKARA (JP)；林博和 HAYASHI, HIROKAZU (JP)

(74)代理人：王彥評

(56)參考文獻：

TW 201306982A

TW 201536464A

CN 1227091C

CN 102233484A

CN 109352185A

JP 2013-180295A

JP 2015-167969A

JP 2017-177194A

審查人員：張耀文

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：23 共 68 頁

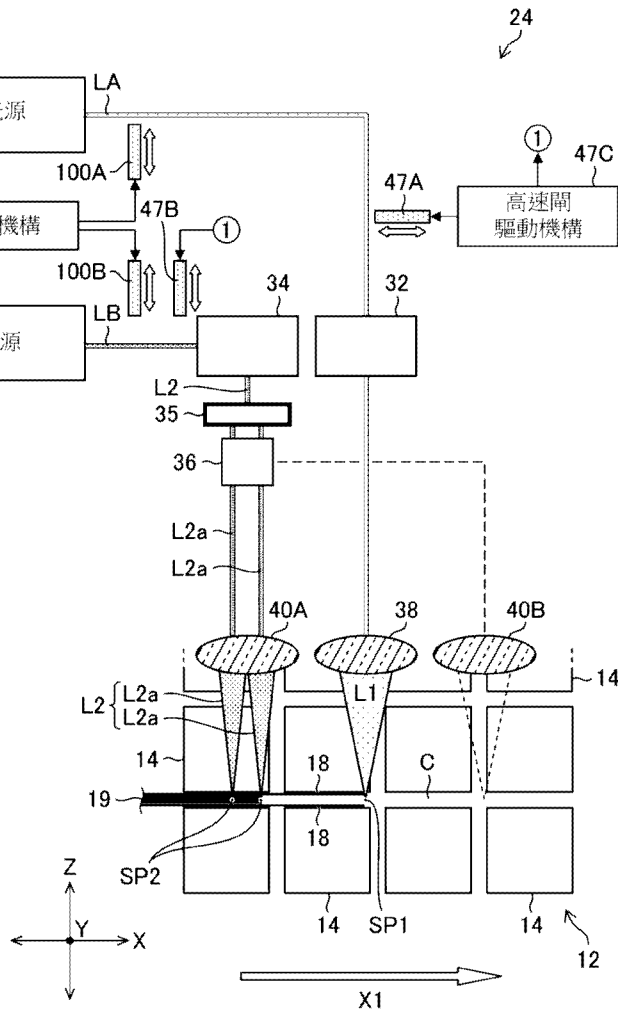
(54)名稱

雷射加工裝置及雷射加工方法

(57)摘要

提供一種可同時兼具維持加工溝的加工品質與防止節拍時間的增加之雷射加工裝置及雷射加工方法。具備使第 2 雷射光沿著加工進給方向分歧成複數道分歧光之分歧元件、和將藉由分歧元件分歧的複數道分歧光聚光於加工對象的切割道之第 2 聚光透鏡，並且將藉由第 2 聚光透鏡聚光於切割道之每個分歧光的光點中彼此相鄰的先行光點與後行光點的間隔、即分歧距離設為  $L$ ，將相對移動的速度即加工速度設為  $V$ ，及將迄至後行光點對先行光點的加工位置重疊為止的時間設為  $\tau$  時，時間係以  $\tau = L/V$  表示，在將第 2 溝的加工品質惡化發生之時間的閾值設為  $\tau_1$  時，滿足  $\tau > \tau_1$ 。

指定代表圖：



【圖 5】

符號簡單說明：

- 12:晶圓
- 14:晶片
- 18:切邊溝
- 19:鏤空溝
- 22A:第 1 雷射光源
- 22B:第 2 雷射光源
- 24:雷射光學系
- 32:第 1 光形成元件
- 34:第 2 光形成元件
- 35:分歧元件
- 36:接續切換元件
- 38:第 1 聚光透鏡
- 40A,40B:第 2 聚光透鏡
- 47A:第 1 高速閘
- 47B:第 2 高速閘
- 47C:高速閘驅動機構
- 100A:第 1 安全閘
- 100B:第 2 安全閘
- 102A:安全閘驅動機構
- L1:第 1 雷射光
- L2:第 2 雷射光
- L2a:分歧光
- LA, LB:雷射光
- SP1, SP2:光點
- X1:去程方向側
- C:切割道



I878630

**【發明摘要】****【中文發明名稱】**

雷射加工裝置及雷射加工方法

**【中文】**

提供一種可同時兼具維持加工溝的加工品質與防止節拍時間的增加之雷射加工裝置及雷射加工方法。具備使第 2 雷射光沿著加工進給方向分歧成複數道分歧光之分歧元件、和將藉由分歧元件分歧的複數道分歧光聚光於加工對象的切割道之第 2 聚光透鏡，並且將藉由第 2 聚光透鏡聚光於切割道之每個分歧光的光點中彼此相鄰的先行光點與後行光點的間隔、即分歧距離設為  $L$ ，將相對移動的速度即加工速度設為  $V$ ，及將迄至後行光點對先行光點的加工位置重疊為止的時間設為  $\tau$  時，時間係以  $\tau = L/V$  表示，在將第 2 溝的加工品質惡化發生之時間的閾值設為  $\tau_1$  時，滿足  $\tau > \tau_1$ 。

**【指定代表圖】** 圖 5。**【代表圖之符號簡單說明】**

12:晶圓

14:晶片

18:切邊溝

19:鏤空溝

22A:第 1 雷射光源

22B:第 2 雷射光源

24:雷射光學系

32:第 1 光形成元件

- 34:第 2 光形成元件
- 35:分歧元件
- 36:接續切換元件
- 38:第 1 聚光透鏡
- 40A,40B:第 2 聚光透鏡
- 47A:第 1 高速閘
- 47B:第 2 高速閘
- 47C:高速閘驅動機構
- 100A:第 1 安全閘
- 100B:第 2 安全閘
- 102A:安全閘驅動機構
- L1:第 1 雷射光
- L2:第 2 雷射光
- L2a:分歧光
- LA,LB:雷射光
- SP1,SP2:光點
- X1:去程方向側
- C:切割道

**【特徵化學式】**

無。

## 【發明說明書】

### 【中文發明名稱】

雷射加工裝置及雷射加工方法

### 【技術領域】

【0001】本發明係關於進行晶圓的雷射加工之雷射加工裝置及雷射加工方法。

### 【先前技術】

【0002】在近年來的半導體裝置的製造領域中，已知有藉由在矽等的基板表面，積層有由玻璃質材料構成的低介電常數絕緣體被膜(Low-k 膜)和形成電路的功能膜之積層體，而形成有複數個元件(device)的晶圓(半導體晶圓)。此種晶圓為，複數個元件藉由格子狀切割道劃分成格子狀，藉由將晶圓沿著切割道分割而製造各個元件。

【0003】作為將晶圓分割成複數個元件(晶片)的方法，已知有使用高速旋轉的刀之方法；和在晶圓的內部沿著切割道形成雷射加工區域，藉由形成此雷射加工區域而沿著強度降低的切割道施加外力之方法。然而，在適用了 Low-k 膜之晶圓的情況，由於 Low-k 膜的材料與晶圓的材料不同，故以前者的方法難以利用刀將絕緣膜與基板同時切削。又，在切割道上存在 Low-k 膜之情況，以後者的方法難以良好的品質分割成各個元件。

【0004】於是，專利文獻 1 揭示了進行沿著晶圓的切割道形成兩條切邊溝(阻隔溝)之切邊加工、和在兩條切邊溝之間形成鏤空溝(分割溝)之鏤空加工的雷射加工

裝置。此雷射加工裝置係一邊使雷射光學系相對於晶圓相對移動至加工進給方向的一方向側(例如去程方向側)，一邊藉由雷射光學系沿著同一切割道同時形成(併行形成)兩條切邊溝和鏤空溝，而去除 Low-k 膜等。

【0005】專利文獻 2 揭示了一種一邊使保持晶圓的夾盤和雷射光學系相對移動，一邊藉由雷射光學系形成沿著切割道彼此平行的一對溝槽(trench)(兩條第 1 溝)、和形成於一對溝槽間之屬於凹部的深溝(furrow)(第 2 溝)之雷射加工裝置。專利文獻 2 的雷射光學系係在無關乎雷射光學系對晶圓之加工進給方向(去程方向，回程方向)的情況下使與溝槽的加工對應之雷射光束比與深溝的加工對應之雷射光束還先行。

【0006】又，專利文獻 2 記載的雷射加工裝置，係使與深溝的加工對應之雷射光束朝加工進給方向分歧為四道，藉由使分歧為四道的雷射光束以共同的聚光透鏡個別地聚光於切割道上，進行深溝的加工。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0007】

[專利文獻 1]日本特開 2009-182019 號公報

[專利文獻 2]日本特開 2016-208035 號公報

【發明內容】

[發明欲解決之課題]

【0008】在專利文獻 1 記載的雷射加工裝置中，欲將形成於切割道上的加工溝(兩條切邊溝、鏤空溝)，尤

其是加深鏤空溝的加工深度時，必需提高與鏤空加工對應之雷射光(脈衝雷射光)的功率，或者必須提高此雷射光的重複頻率。然而，在此情況，因晶圓的熔融所致之加工溝的回填係顯著的，無法獲得所期望的加工深度且加工品質也會惡化。

【0009】為了防止加工溝(鏤空溝)的加工品質的惡化等，會有例如依據確保按各晶圓所制定的加工品質之雷射光的功率的閾值，以此閾值以下的功率的雷射光進行鏤空加工之方法。然而，於此情況，必須按各切割道進行複數次(複數次通道的鏤空加工，會導致節拍時間(tact time)增加。

【0010】因此，在以上述之小於閾值的功率的雷射光進行鏤空加工時，例如，想到藉由增加進行鏤空加工的聚光透鏡，按各切割道僅進行1次鏤空加工來形成所期望深度的鏤空溝之方法(參照後述的圖8)。然而，於此情況，依聚光透鏡的數量增加的程度，也會增加雷射光學系相對於晶圓之相對移動量(加工距離)，所以會導致節拍時間增加。又，必須將各聚光透鏡配置在同一直線上，會導致其配置調整的複雜化及難度增加。

【0011】於是，如上述專利文獻2所記載，想到使與鏤空加工對應的雷射光分歧成複數道分歧光，使各分歧光以共同的聚光透鏡聚光於切割道之方法。然而，當各分歧光的分歧距離(間隔)窄時，會成為與使雷射光的重複頻率增加者同樣的狀態。於此情況，由於在晶圓未充分冷卻的狀態下雷射光(脈衝雷射光)陸續被照射到切

割道，故而會擔心對晶圓增加入熱(heat input)量所致加工溝的加工品質惡化。

【0012】本發明係有鑑於此種情事而完成者，目的在提供一種可兼具維持加工溝的加工品質與防止節拍時間的增加之雷射加工裝置及雷射加工方法。

[用以解決課題之手段]

【0013】用以達成本發明的目的之雷射加工裝置，係進行切邊加工與鏤空加工，該切邊加工係一邊使雷射光學系相對於保持晶圓的工作台朝向沿著晶圓的切割道之加工進給方向相對移動，一邊藉由雷射光學系沿著切割道形成彼此平行的兩條第 1 溝，該鏤空加工係在兩條第 1 溝之間形成第 2 溝；在該雷射加工裝置中，

雷射光學系具備：

雷射光射出系，將與切邊加工對應的兩道第 1 雷射光、以及與鏤空加工對應的第 2 雷射光射出；

第 1 聚光透鏡，使射出自雷射光射出系之兩道第 1 雷射光聚光於加工對象的切割道；

分歧元件，使射出自雷射光射出系之第 2 雷射光沿著加工進給方向分歧成複數道分歧光；及

第 2 聚光透鏡，使藉由分歧元件分歧的複數道分歧光聚光於加工對象的切割道；

將藉由第 2 聚光透鏡聚光於切割道之每個分歧光的光點中彼此相鄰的先行光點與後行光點的間隔、即分歧距離設為  $L$ ，將相對移動的速度即加工速度設為  $V$ ，及將迄至後行光點對先行光點的加工位置重疊為止的時間

設為  $\tau$  時，時間係以  $\tau = L/V$  表示，

在將第 2 溝的加工品質惡化發生之時間的閾值設為  $\tau_1$  時，滿足  $\tau > \tau_1$ 。

【0014】根據此雷射加工裝置，可在防止節拍時間的增加，且不會導致加工溝(第 2 溝)的加工品質惡化下獲得所期望的加工深度。

【0015】在本發明的其他態樣之雷射加工裝置中，雷射光射出系具備：第 1 雷射光源，將與切邊加工對應之條件的雷射光射出；第 2 雷射光源，將與鏤空加工對應之條件的雷射光射出；第 1 光形成元件，從射出自第 1 雷射光源的雷射光，形成兩道第 1 雷射光；及第 2 光形成元件，從射出自第 2 雷射光源的雷射光，形成第 2 雷射光；分歧元件係設置於第 2 光形成元件與第 2 聚光透鏡之間的光路上。藉此，可使雷射加工高速化並使節拍時間減少。

【0016】在本發明的其他態樣之雷射加工裝置中，雷射光射出系具備：雷射光源，係射出雷射光；二分元件，使射出自雷射光源的雷射光分歧為二；第 1 光形成元件，從藉由二分元件分歧為二之雷射光的一者形成兩道第 1 雷射光；及第 2 光形成元件，從藉由二分元件分歧為二之雷射光的另一者形成第 2 雷射光；分歧元件係設置於第 2 光形成元件與第 2 聚光透鏡之間的光路上。

【0017】在本發明的其他態樣的雷射加工裝置中，第 2 光形成元件係在切割道形成第 2 雷射光，該第 2 雷射光形成非圓形的光點；且具備第 2 光形成元件旋轉機

構，其係使第 2 光形成元件繞以第 2 光形成元件的光軸為中心之軸方向旋轉。藉此可調整第 2 溝的寬度。

【0018】在本發明的其他態樣的雷射加工裝置中，具備第 1 光形成元件旋轉機構，該第 1 光形成元件旋轉機構係使第 1 光形成元件繞以第 1 光形成元件的光軸為中心的軸方向旋轉。藉此可調整兩條第 1 溝的間隔。

【0019】在本發明的其他態樣的雷射加工裝置中，第 2 聚光透鏡係以中間夾著第 1 聚光透鏡的方式設置兩個且連同第 1 聚光透鏡一起沿著加工進給方向配置成一列；

且具備接續光學系，其將射出自雷射光射出系之兩道第 1 雷射光導入第 1 聚光透鏡，且將藉由分歧元件分歧的複數道分歧光選擇性地導入兩個第 2 聚光透鏡；

接續光學系係在雷射光學系相對於工作台朝加工進給方向的去程方向側相對移動時，將複數道分歧光導入相對於第 1 聚光透鏡是位於與去程方向側相反的回程方向側之第 2 聚光透鏡，且在雷射光學系相對於工作台往回程方向側相對移動時，將複數道分歧光導入相對於第 1 聚光透鏡是位於去程方向側之第 2 聚光透鏡。

藉此可減少雷射加工的節拍時間。

【0020】在本發明的其他態樣的雷射加工裝置中，第 2 雷射光為脈衝雷射光，調整加工速度及第 2 雷射光的重複頻率的至少任一者，按每個光點，將相對於光點之下一次照射的光點在加工進給方向的重疊率設為 50% 以下。藉此，可使加工溝(第 2 溝)的加工品質進一步提

升。

【0021】用以達成本發明的目的之雷射加工方法，係進行切邊加工與鏤空加工，該切邊加工係一邊使雷射光學系相對於保持晶圓的工作台朝向沿著晶圓的切割道的加工進給方向相對移動，一邊藉由雷射光學系沿著切割道形成彼此平行的兩條第 1 溝，該鏤空加工係在兩條第 1 溝之間形成第 2 溝，

雷射光學系係將與切邊加工對應的兩道第 1 雷射光、以及與鏤空加工對應的第 2 雷射光射出，將兩道第 1 雷射光藉由第 1 聚光透鏡聚光於加工對象的切割道，將第 2 雷射光沿著加工進給方向分歧成複數道分歧光，將複數道分歧光藉由第 2 聚光透鏡聚光於加工對象的切割道，

將藉由第 2 聚光透鏡聚光於切割道之每個分歧光的光點中彼此相鄰的先行光點與後行光點的間隔、即分歧距離設為  $L$ ，將相對移動的速度即加工速度設為  $V$ ，及將迄至後行光點對先行光點的加工位置重疊為止的時間設為  $\tau$  時，時間係以  $\tau = L/V$  表示，

在將第 2 溝的加工品質惡化發生之時間的閾值設為  $\tau_1$  之情況，滿足  $\tau > \tau_1$ 。

[發明之效果]

【0022】本發明係兼具維持加工溝的加工品質與防止節拍時間的增加。

【圖式簡單說明】

【0023】

圖 1 係第 1 實施形態的雷射加工裝置的概略圖。

圖 2 係利用雷射加工裝置之加工對象的晶圓的平面圖。

圖 3 係用以說明沿著奇數號的切割道之雷射加工的說明圖。

圖 4 係用以說明沿著偶數號的切割道之雷射加工的說明圖。

圖 5 係用以說明利用相對於晶圓朝去程方向側相對移動之雷射光學系進行之切邊加工及鏤空加工之說明圖。

圖 6 係用以說明利用相對於晶圓朝回程方向側相對移動之雷射光學系進行之切邊加工及鏤空加工之說明圖。

圖 7 係顯示利用第 1 實施形態的雷射加工裝置進行晶圓的每個切割道的雷射加工之流程，特別是顯示第 1 高速閘、第 2 高速閘、第 1 安全閘、及第 2 安全閘的動作之流程圖。

圖 8 係在比較例與本實施形態中，用以比較每個切割道的雷射加工所需要的加工距離之說明圖。

圖 9 係用以說明第 2 雷射光的重複頻率為 10kHz 且加工速度為 300mm/s 時的鏤空加工之說明圖。

圖 10 係用以說明第 2 雷射光的重複頻率為 10kHz 且加工速度為 30mm/s 時的鏤空加工之說明圖。

圖 11 係顯示藉由第 2 聚光透鏡聚光於切割道(回程、回程)上之各分歧光的光點之上視圖。

圖 12 係顯示在未使第 2 雷射光分歧時之切割道的任意一點之入熱量與經過時間的關係之圖表。

圖 13 係顯示在「 $\tau < \tau_1$ 」時之切割道的任意一點之入熱量與經過時間的關係之圖表。

圖 14 係顯示滿足「 $\tau > \tau_1$ 」時之切割道的任意一點之入熱量與經過時間的關係之圖表。

圖 15 係顯示滿足「 $\tau > \tau_1$ 」時之切割道的任意一點之入熱量與經過時間的關係之圖表。

圖 16 係顯示在「1 個光點」的比較例與「2 個光點」的本實施例中，鏤空加工的加工條件與鏤空溝的底面的加工狀態之關係的說明圖。

圖 17 係顯示圖 16 所示之每個加工條件(A~D, A1~D1)的入熱量與鏤空溝的加工深度的關係之圖表。

圖 18 係顯示圖 16 所示之每個加工條件的加工速度與鏤空溝的加工深度之關係之圖表。

圖 19 係用以說明鏤空加工的較佳重疊率之說明圖。

圖 20 係用以說明利用第 1 旋轉機構調整兩條切邊溝在 Y 方向の間隔之說明圖。

圖 21 係用以說明利用第 2 旋轉機構調整鏤空溝在 Y 方向的寬度之說明圖。

圖 22 係第 3 實施形態之每個分歧光的光點的上視圖。

圖 23 係第 4 實施形態的雷射加工裝置之雷射光學系的概略圖。

**【實施方式】**

[用以實施發明的形態]

**【0024】**

[第 1 實施形態的雷射加工裝置之整體構成]

圖 1 係第 1 實施形態的雷射加工裝置 10 的概略圖。如圖 1 所示，雷射加工裝置 10 在將晶圓 12 分割成複數個晶片 14(參照圖 2)之前的前工程方面，係對晶圓 12 實施雷射加工(剝蝕溝加工)。此外，圖中的 XYZ 方向係相互正交，其中 X 方向及 Y 方向為水平方向，Z 方向為上下方向。在此，X 方向相當於本發明的加工進給方向。

**【0025】**圖 2 係利用雷射加工裝置 10 之加工對象的晶圓 12 之平面圖。如圖 2 所示，晶圓 12 係在矽等的基板的表面積層有 Low-k 膜、和形成電路的功能膜而成之積層體。晶圓 12 係藉由配列成格子狀的複數個切割道 C(分割預定線)劃分成複數個區域。於此經劃分的各區域，設有構成晶片 14 的元件 16。

**【0026】**雷射加工裝置 10 係如圖中帶有括弧的數字(1)~(4)、...所示，按各切割道 C 沿著切割道 C 對晶圓 12 進行雷射加工，藉此去除基板上的 Low-k 膜等。

**【0027】**此時，雷射加工裝置 10 係為了降低晶圓 12 的雷射加工所需之節拍時間，將後述的雷射光學系 24 相對於晶圓 12 相對移動於 X 方向時之相對移動方向按各切割道 C 交替切換。

**【0028】**例如，在沿著圖中帶有括弧的數字(1)、(3)等所示之奇數號的切割道 C 進行雷射加工時，使後述的

雷射光學系 24 相對於晶圓 12 相對移動於去程方向側 X1(參照圖 5)，該去程方向為 X 方向的一方向側。又，在沿著圖中帶有括弧的數字 (2)、(4) 等所示之偶數號的切割道 C 進行雷射加工時，使雷射光學系 24 相對於晶圓 12 相對移動於 X 方向的另一方向側，亦即與去程方向側 X1 相反的回程方向側 X2(參照圖 6)。

【0029】圖 3 係用以說明沿著奇數號的切割道 C 之雷射加工的說明圖。圖 4 係用以說明沿著偶數號的切割道 C 之雷射加工的說明圖。

【0030】如圖 3 及圖 4 所示，本實施形態中，作為雷射加工，係同時(併行)執行切邊加工及鏤空加工。切邊加工係使用兩道第 1 雷射光 L1 進行的雷射加工，且係形成沿著切割道 C 相互平行的兩條切邊溝 18(相當於本發明的兩條第 1 溝之剝蝕溝)之雷射加工。

【0031】鏤空加工係在藉切邊加工所形成的兩條切邊溝 18 之間形成鏤空溝 19(相當於本發明的第 2 溝之剝蝕溝)之雷射加工。本實施形態中，此鏤空加工係使用直徑比兩道第 1 雷射光 L1 還粗的第 2 雷射光 L2 於加工進給方向(X 方向)分歧成複數個所得的分歧光 L2a 來進行。此外，關於為剝蝕溝的兩條切邊溝 18 及鏤空溝 19，由於為周知技術，所以省略關於其詳情的說明(參照專利文獻 1)。

【0032】雷射加工裝置 10 中，使後述的雷射光學系 24 相對於晶圓 12 往去程方向側 X1(參照圖 5)相對移動或往回程方向側 X2(參照圖 6)相對移動的情況之任一者

中，均是在鏤空加工前先進行切邊加工鏤空。

【0033】返回圖 1，雷射加工裝置 10 係具備：工作台 20；第 1 雷射光源 22A；第 2 雷射光源 22B；雷射光學系 24；顯微鏡 26；相對移動機構 28；及控制裝置 30。

【0034】工作台 20 係保持晶圓 12。又，工作台 20 係在控制裝置 30 的控制下，藉由相對移動機構 28，在與加工對象的切割道 C 平行之加工進給方向即 X 方向以及在和切割道 C 的寬度方向平行之 Y 方向移動，並且以與 Z 方向平行之工作台 20 的中心軸(旋轉軸)為中心旋轉。

【0035】第 1 雷射光源 22A 及第 2 雷射光源 22B 係連同後述的雷射光學系 24 一起構成本發明的雷射光學系。第 1 雷射光源 22A 係常時朝雷射光學系 24 射出適合於切邊加工的條件(波長、脈衝寬度及重複頻率等)之脈衝雷射光、即雷射光 LA。第 2 雷射光源 22B 係常時朝雷射光學系 24 射出適合於鏤空加工的條件(波長、脈衝寬度及重複頻率等)之脈衝雷射光、即雷射光 LB。

【0036】在此，如後述的第 4 實施形態所示，亦想到以一個雷射光源 22(參照圖 23)來進行切邊溝加工與鏤空溝加工，但根據雷射光條件之不同，即便切邊溝加工的速度能夠提升，鏤空溝加工的速度也無法提升，其結果，必須以無法提升速度之鏤空溝加工的速度來進行加工。又，根據雷射光條件之不同，也有與其相反的情況。因此，導致在各者中成為低速度之側的速度會成為雷射加工的上限速度。

【0037】如此，在切邊加工及鏤空加工中，有分別適合於加工速度與加工完成之雷射光條件。因此，較佳為在切邊加工與鏤空加工中使用不同的光源(第1雷射光源22A及第2雷射光源22B)。藉此，雷射加工可更高速化，所以可使節拍時間降低。

【0038】雷射光學系24(亦稱為雷射單元或雷射頭)係依據來自第1雷射光源22A的雷射光LA，形成切邊加工用的兩道第1雷射光L1，惟詳如後述。又，雷射光學系24係在依據來自第2雷射光源22B的雷射光LB形成有鏤空加工用的一道第2雷射光L2後，使此第2雷射光L分歧為二成複數道分歧光L2a。接著，雷射光學系24係將兩道第1雷射光L1從第1聚光透鏡38朝切割道C射出(照射)。又，雷射光學系24係在控制裝置30的控制下，從兩個第2聚光透鏡40A、40B將各分歧光L2a選擇性地朝切割道C射出(照射)。

【0039】再者，雷射光學系24係在控制裝置30的控制下，藉由相對移動機構28往Y方向及Z方向移動。

【0040】顯微鏡26係固定於雷射光學系24，與雷射光學系24一體移動。顯微鏡26係在切邊加工及鏤空加工之前，對形成於晶圓12的對準基準(省略圖示)進行拍攝。又，顯微鏡26係對藉由切邊加工及鏤空加工沿著切割道C形成的兩條切邊溝18及鏤空溝19進行拍攝。藉顯微鏡26拍攝的拍攝影像(影像資料)，係朝控制裝置30輸出，藉由此控制裝置30顯示於未圖示的監視器(monitor)。

【0041】相對移動機構 28 係由未圖示的 XYZ 致動器及馬達等所構成，在控制裝置 30 的控制下，進行工作台 20 在 XY 方向的移動及以旋轉軸為中心的旋轉、與雷射光學系 24 在 Z 方向的移動。藉此，相對移動機構 28 係可相對於工作台 20 及晶圓 12 使雷射光學系 24 相對移動。此外，只要可相對於工作台 20(晶圓 12)，使雷射光學系 24 朝各方向(包含旋轉)相對移動，則該相對移動方法並無特別限定。

【0042】藉由驅動相對移動機構 28，可執行：雷射光學系 24 相對於加工對象之切割道 C 的一端、即加工開始位置之對位(對準)；以及雷射光學系 24 在沿著切割道 C 的 X 方向[去程方向側 X1(參照圖 5)或回程方向側 X2(參照圖 6)]之相對移動。又，藉由驅動相對移動機構 28，使工作台 20 旋轉 90°，可使晶圓 12 的沿著 Y 方向之各切割道 C 與加工進給方向即 X 方向平行。

【0043】控制裝置 30 係藉由例如個人電腦之類的演算裝置構成，具備由各種處理器(Processor)及記憶體等構成的演算電路。各種處理器係包含 CPU(Central Processing Unit，中央處理單元)、GPU(Graphics Processing Unit，圖形處理單元)、ASIC(Application Specific Integrated Circuit，特殊應用積體電路)、及可程式邏輯元件[例如 SPLD(Simple Programmable Logic Devices，簡單可程式邏輯裝置)、CPLD(Complex Programmable Logic Device，複合可程式邏輯裝置)、及 FPGA(Field Programmable Gate Arrays，現場可程式邏

輯閘陣列))等。此外，控制裝置 30 的各種功能係可藉由一個處理器實現，也可藉由同種或不同種的複數個處理器。

【0044】控制裝置 30 係統括地控制第 1 雷射光源 22A、第 2 雷射光源 22B、雷射光學系 24、顯微鏡 26、及相對移動機構 28 等的動作。

【0045】

[雷射光學系]

圖 5 係用以說明利用相對於晶圓 12 往去程方向側 X1 相對移動之雷射光學系 24 所進行的切邊加工及鏤空加工之說明圖。圖 6 係用以說明利用相對於晶圓 12 往回程方向側 X2 相對移動之雷射光學系 24 所進行的切邊加工及鏤空加工之說明圖。以下，將相對於晶圓 12 往去程方向側 X1 相對移動之雷射光學系 24 的加工對象、即奇數號的切割道 C 適當稱為「去程」；將往回程方向側 X2 相對移動之雷射光學系 24 的加工對象、即偶數號的切割道 C 適當稱為「回程」。

【0046】如圖 5 及圖 6 所示，雷射光學系 24 具備：第 1 安全閘(safety shutter)100A 及第 2 安全閘 100B、安全閘驅動機構 102、第 1 光形成元件 32、第 2 光形成元件 34、分歧元件 35、接續切換元件 36、第 1 聚光透鏡 38、兩個第 2 聚光透鏡 40A、40B、第 1 高速閘 47A 及第 2 高速閘 47B、以及高速閘驅動機構 47C。

【0047】第 1 安全閘 100A 係以可插入脫離自如的方式設置於第 1 雷射光源 22A 與第 1 光形成元件 32 之間

的雷射光 LA 的光路上。又，第 2 安全閘 100B 係以可插入脫離自如的方式設置於第 2 雷射光源 22B 與第 2 光形成元件 34 之間的雷射光 LB 的光路上。

【0048】安全閘驅動機構 102 係在控制裝置 30 的控制下，使第 1 安全閘 100A 相對於雷射光 LA 的光路插入脫離，並且使第 2 安全閘 100B 相對於雷射光 LB 的光路插入脫離之致動器。安全閘驅動機構 102 除了在雷射加工時以外，係使第 1 安全閘 100A 插入於雷射光 LA 的光路，並且使第 2 安全閘 100B 插入於雷射光 LB 的光路，藉此將雷射光 LA、LB 的光路開啟。

【0049】又，安全閘驅動機構 102 係在雷射加工時使來自雷射光 LA 的光路之第 1 安全閘 100A 退避，並且使第 2 安全閘 100B 從雷射光 LB 的光路退避，藉此將雷射光 LA、LB 的光路開啟。

【0050】第 1 光形成元件 32 及第 2 光形成元件 34，係連同已述的第 1 雷射光源 22A 及第 2 雷射光源 22B，一起構成本發明的雷射光射出系。第 1 光形成元件 32 係使用例如繞射光學元件 (Diffractive Optical Element : DOE)。此第 1 光形成元件 32 係從入射自第 1 雷射光源 22A 的雷射光 LA 形成與切邊加工對應的兩道第 1 雷射光 L1，將兩道第 1 雷射光 L1 朝第 1 聚光透鏡 38 射出。藉此，在切割道 C(去程及回程)上藉由第 1 聚光透鏡 38 使兩道第 1 雷射光 L1 聚光，形成在切割道 C 上於 Y 方向分離的 2 個光點 SP1(亦稱為聚光點或加工點)。此外，從第 1 光形成元件 32 到第 1 聚光透鏡 38 之兩道第

1 雷射光 L1 的光路(包含設置於光路上的各種光學元件)，係構成本發明的接續光學系的一部分，但省略了圖示。

【0051】第 2 光形成元件 34 係使用例如繞射光學元件及遮罩等。第 2 光形成元件 34 係從入射自第 2 雷射光源 22B 的雷射光 LB 形成與鏤空加工對應之第 2 雷射光 L2。第 2 雷射光 L2 係經由後述的分歧元件 35，在兩條切邊溝 18 之間形成呈矩形(亦可為圓形等其他的形狀)且沿著 X 方向之複數個光點 SP2。此光點 SP2 在 Y 方向的寬度係配合兩條切邊溝 18 的間隔作調整。第 2 光形成元件 34 係將第 2 雷射光 L2 朝分歧元件 35 射出。

【0052】分歧元件 35 係使入射自第 2 光形成元件 34 的第 2 雷射光 L2 沿著 X 方向(加工進給方向)分歧成複數道分歧光 L2a。作為此分歧元件 35，係使用例如繞射光學元件、折射光學元件、稜鏡、及此等的組合等。此外，在圖中，係藉由分歧元件 35 使第 2 雷射光 L2 分歧為二，但亦可分歧為 3 道以上。接著，分歧元件 35 係將各分歧光 L2a 朝接續切換元件 36 射出。此外，關於各分歧光 L2a 之具體的分歧條件，將於後闡述。

【0053】接續切換元件 36 係構成本發明的接續光學系。作為此接續切換元件 36，係使用例如周知的光開關或者各種光學元件( $\lambda/2$  板、極化束分光器、半鏡、及反射鏡(mirror)等、或者此等的組合)。接續切換元件 36 係在控制裝置 30 的控制下，將從分歧元件 35 射出的各分歧光 L2a 選擇性地導入第 2 聚光透鏡 40A、40B。

【0054】第 1 聚光透鏡 38 及第 2 聚光透鏡 40A、40B 係沿著 X 方向(加工進給方向)配置成一系列。第 1 聚光透鏡 38 係配置在第 2 聚光透鏡 40A 與第 2 聚光透鏡 40B 之間。換言之，第 2 聚光透鏡 40A、40B 係以將第 1 聚光透鏡 38 夾在中間之方式配置。第 2 聚光透鏡 40A 係相對於第 1 聚光透鏡 38 配置在回程方向側 X2。第 2 聚光透鏡 40B 係相對於第 1 聚光透鏡 38 配置在去程方向側 X1。

【0055】第 1 聚光透鏡 38 係使入射自第 1 光形成元件 32 的兩道第 1 雷射光 L1 在切割道 C(去程及回程)上聚光。第 2 聚光透鏡 40A 係使入射自接續切換元件 36 的各分歧光 L2a 在切割道 C(去程)上聚光。第 2 聚光透鏡 40B 係使入射自接續切換元件 36 的各分歧光 L2a 在切割道 C(回程)上聚光。

【0056】接續切換元件 36 係在藉由相對移動機構 28 使雷射光學系 24 相對於晶圓 12 朝去程方向側 X1 及回程方向側 X2 的任一方向側相對移動時，將各分歧光 L2a 導入於第 2 聚光透鏡 40A、40B 當中之相對於第 1 聚光透鏡 38 是位於去程方向側 X1 及回程方向側 X2 的另一方向側之透鏡。

【0057】具體而言，如圖 5 所示，接續切換元件 36 係在藉由相對移動機構 28 使雷射光學系 24 相對於晶圓 12 朝去程方向側 X1 相對移動時，將射出自分歧元件 35 的各分歧光 L2a 導入第 2 聚光透鏡 40A。依此方式，在切割道 C(去程)上藉由第 2 聚光透鏡 40A 使各分歧光 L2a

個別地聚光，藉此形成每個分歧光 L2a 的光點 SP2。其結果，藉由雷射光學系 24 朝去程方向側 X1 的相對移動，沿著切割道 C(去程)先執行切邊加工，藉此形成兩條切邊溝 18，接著執行鏤空加工而在兩條切邊溝 18 之間形成鏤空溝 19。

【0058】如圖 6 所示，接續切換元件 36 係在藉由相對移動機構 28 使雷射光學系 24 相對於晶圓 12 朝回程方向側 X2 相對移動時，將射出自分歧元件 35 的各分歧光 L2a 導入第 2 聚光透鏡 40B。依此方式，在切割道 C(回程)上藉由第 2 聚光透鏡 40B 使各分歧光 L2a 個別地聚光，藉此形成每個分歧光 L2a 的光點 SP2。其結果，藉由雷射光學系 24 朝回程方向側 X2 的相對移動，沿著切割道 C(回程)先執行切邊加工，藉此形成兩條切邊溝 18，繼而執行鏤空加工，藉此在兩條切邊溝 18 之間形成鏤空溝 19。

【0059】如此，本實施形態中，使第 2 雷射光 L2 分歧成複數道分歧光 L2a，藉由第 2 聚光透鏡 40A、40B 使各分歧光 L2a 個別地在切割道 C 上聚光，藉此可按每個分歧光 L2a 進行切割道 C 的鏤空加工。其結果，藉由雷射光學系 24 相對於晶圓 12 的一次去程方向側 X1 或回程方向側 X2 的相對移動，可對切割道 C 同時進行因應分歧光 L2a 的數量之複數次份的鏤空加工。因此，可在不會提升第 2 雷射光 L2 的功率下加深鏤空溝 19(加工溝)的加工深度。藉此，可在不增加節拍時間下，以可維持鏤空溝 19 的加工品質之功率的第 2 雷射光 L2 進行

鏤空加工。

【0060】第 1 高速閘 47A 係以可對第 1 雷射光源 22A 與第 1 光形成元件 32 之間的雷射光 LA 的光路(亦可為第 1 光形成元件 32 與第 1 聚光透鏡 38 之間的光路)插入脫離自如的方式設置。第 1 高速閘 47A 係在被插入第 1 雷射光源 22A 與第 1 光形成元件 32 之間的光路時，藉由阻隔自第 1 雷射光源 22A 入射至第 1 光形成元件 32 的雷射光 LA，而使來自第 1 聚光透鏡 38 之兩道第 1 雷射光 L1 的射出停止。

【0061】第 2 高速閘 47B 係以可對第 2 雷射光源 22B 與第 2 光形成元件 34 之間的雷射光 LB 的光路(亦可為第 2 光形成元件 34 與接續切換元件 36 之間的光路)插入脫離自如的方式設置。第 2 高速閘 47B 係在被插入第 2 雷射光源 22B 與第 2 光形成元件 34 之間的光路時，藉由阻隔自第 2 雷射光源 22B 入射至第 2 光形成元件 34 的雷射光 LB，而使來自第 2 聚光透鏡 40A、40B 之各分歧光 L2a 的射出停止。

【0062】高速閘驅動機構 47C 係在控制裝置 30 的控制下，使第 1 高速閘 47A 及第 2 高速閘 47B 對已述的各光路插入脫離之致動器。高速閘驅動機構 47C 係在切邊加工時使第 1 高速閘 47A 自雷射光 LA 的光路退避，且在切邊加工時以外的時間將第 1 高速閘 47A 插入雷射光 LA 的光路。又，高速閘驅動機構 47C 係在鏤空加工時使第 2 高速閘 47B 自雷射光 LB 的光路退避，且在鏤空加工時以外的時間將第 2 高速閘 47B 插入雷射光 LB 的

光路。

**【 0063 】**

[雷射加工(各閘的動作)]

圖 7 係顯示利用上述構成之第 1 實施形態的雷射加工裝置 10 之晶圓 12 的每個切割道 C 的雷射加工之流程，尤其係顯示第 1 高速閘 47A、第 2 高速閘 47B、第 1 安全閘 100A、及第 2 安全閘 100B 的動作之流程圖。

**【 0064 】** 如圖 7 所示，當雷射加工對象的晶圓 12 保持於工作台 20 時，控制裝置 30 最初驅動安全閘驅動機構 102 以使各安全閘 100A、100B 自雷射光 LA、LB 的光路上退避(步驟 S0)。

**【 0065 】** 接著，控制裝置 30 驅動相對移動機構 28，使顯微鏡 26 相對於晶圓 12 相對移動至可拍攝晶圓 12 的對準基準(省略圖示)之位置後，執行利用顯微鏡 26 所進行之對準基準的拍攝。接著，控制裝置 30 係依據藉由顯微鏡 26 所拍攝之對準基準的拍攝影像，進行檢測晶圓 12 內之各切割道 C 的位置之對準檢測。其次，控制裝置 30 係驅動相對移動機構 28，進行雷射光學系 24 之第 1 聚光透鏡 38 的光軸、與第 1 號切割道 C(去程)的加工開始位置之對位(步驟 S1)。

**【 0066 】** 又，控制裝置 30 係在驅動接續切換元件 36 以將射出各分歧光 L2a 的透鏡切換成第 2 聚光透鏡 40A 後(步驟 S2)，驅動高速閘驅動機構 47C 以使第 1 高速閘 47A 自雷射光 LA 的光路上退避(步驟 S3)。藉此，從第 1 聚光透鏡 38 射出兩道第 1 雷射光 L1，兩道第 1 雷射

光 L1 聚光於切割道 C(去程)上的加工開始位置。

【0067】接著，控制裝置 30 係驅動相對移動機構 28，使雷射光學系 24 相對於晶圓 12 朝去程方向側 X1 相對移動(步驟 S4)。接著，當第 2 聚光透鏡 40A 的光軸到達切割道 C(去程)的加工開始位置時，控制裝置 30 係驅動高速閘驅動機構 47C 以使第 2 高速閘 47B 從雷射光 LB 的光路上退避(步驟 S5)。藉此，自第 2 聚光透鏡 40A 射出各分歧光 L2a，各分歧光 L2a 聚光於上述的加工開始位置。

【0068】當雷射光學系 24 朝去程方向側 X1 的相對移動持續時，如圖 3 及圖 5 所示，兩道第 1 雷射光 L1 的光點 SP1 與每個分歧光 L2a 的光點 SP2 沿著切割道 C(去程)朝去程方向側 X1 移動。其結果，沿著切割道 C(去程)，隔著間隔同時執行利用切邊加工進行兩條切邊溝 18 的形成與利用鏤空加工進行鏤空溝 19 的形成。

【0069】控制裝置 30 係配合光點 SP1 到達切割道 C(去程)的加工結束位置之時間點(timing)，驅動高速閘驅動機構 47C 以使第 1 高速閘 47A 插入雷射光 LA 的光路上(步驟 S6、S7)。又，控制裝置 30 係配合各光點 SP2 到達上述的加工結束位置的時間點，驅動高速閘驅動機構 47C 以使第 2 高速閘 47B 插入雷射光 LB 的光路上(步驟 S8)。藉此，第 1 號切割道 C(去程)的雷射加工完成。

【0070】控制裝置 30 係在當第 1 號切割道 C(去程)的雷射加工完成時，驅動相對移動機構 28，進行第 1 聚光透鏡 38 的光軸、與第 2 號切割道 C(回程)的加工開始

位置之對位(步驟 S9 中為 YES，步驟 S10)。

【0071】又，控制裝置 30 係在驅動接續切換元件 36 將射出各分歧光 L2a 的透鏡切換成第 2 聚光透鏡 40B 後(步驟 S11)，驅動高速閘驅動機構 47C 以使第 1 高速閘 47A 自雷射光 LA 的光路上退避(步驟 S12)。藉此，藉由第 1 聚光透鏡 38 使兩道第 1 雷射光 L1 聚光於切割道 C(回程)上的加工開始位置。

【0072】接著，控制裝置 30 係驅動相對移動機構 28，使雷射光學系 24 相對於晶圓 12 朝回程方向側 X2 相對移動(步驟 S13)。接著，當第 2 聚光透鏡 40B 的光軸係通常在到達切割道 C(回程)的加工開始位置時，控制裝置 30 便驅動高速閘驅動機構 47C 以使第 2 高速閘 47B 從雷射光 LB 的光路上退避(步驟 S14)。藉此，藉由第 2 聚光透鏡 40B 使各分歧光 L2a 聚光於加工開始位置。

【0073】當雷射光學系 24 朝回程方向側 X2 的相對移動持續時，如圖 4 及圖 6 所示，兩道第 1 雷射光 L1 的光點 SP1 與每個分歧光 L2a 的光點 SP2 係沿切割道 C(回程)往回程方向側 X2 移動。其結果，沿著切割道 C(回程)，隔著間隔同時執行利用切邊加工之兩條切邊溝 18 的形成、與利用鏤空加工之鏤空溝 19 的形成。

【0074】控制裝置 30 係在配合光點 SP1 到達切割道 C(回程)的加工結束位置之時間點，驅動高速閘驅動機構 47C 以使第 1 高速閘 47A 插入雷射光 LA 的光路上(步驟 S15、S16)。又，控制裝置 30 係在配合每個分歧光

L2a 的光點 SP2 到達加工結束位置的時間點，驅動高速閘驅動機構 47C 以使第 2 高速閘 47B 插入雷射光 LB 的光路上(步驟 S17)。藉此，完成第 2 號切割道 C(回程)的雷射加工。

【0075】以下同樣地，沿著與 X 方向平行的所有切割道 C 反覆執行雷射加工(切邊加工及鏤空加工)(步驟 S9 中為 YES，步驟 S18 中為 YES)。接著，控制裝置 30 係驅動相對移動機構 28 以使工作台 20 旋轉 90°後，反覆執行上述一連串的处理。藉此，沿著格子狀的各切割道 C 執行雷射加工。

【0076】圖 8 係在比較例(參照符號 8A)與本實施形態(參照符號 8B)中，用以比較各切割道 C 的雷射加工所需之加工距離(雷射光學系 24 相對於晶圓 12 之相對移動量)之說明圖。此外，圖 8 中，係以使第 2 雷射光 L2 分歧為四的情況為例來說明。

【0077】本實施形態中，係在 1 個(共同)第 2 聚光透鏡 40A(第 2 聚光透鏡 40B)內使第 2 雷射光 L2 分歧為各分歧光 L2a，但例如，如圖 8 的符號 8A 所示之比較例所示，亦想到增加進行鏤空加工之第 2 聚光透鏡 40A、40B 之方法。

【0078】然而，比較例中，在複數個第 2 聚光透鏡 40A、40B 中的最後透鏡到達加工結束位置為止，必須持續進行雷射光學系 24 相對於晶圓 12 之相對移動，藉由雷射加工的加工距離增加，也會導致節拍時間增加。尤其如本實施形態所示，在往復進行切割道 C(去程，回

程)的雷射加工時，會導致加工距離進一步增加。又，會有必須將複數個第 2 聚光透鏡 40A、40B 配置在同一直線上，配置調整的複雜化及難度增加之問題。

【0079】對此，如圖 8 的符號 8B 所示，本實施形態中，由於係在 1 個(共同)第 2 聚光透鏡 40A、40B 內使第 2 雷射光 L2(光點 SP2)，所以與比較例不同，加工距離不會增加，可防止節拍時間的增加。又，如比較例所示，變得不需要進行複數個第 2 聚光透鏡 40A、40B 的配置調整。

#### 【0080】

[鏤空加工]

圖 9 係用以說明第 2 雷射光 L2 的重複頻率為 10kHz 且加工速度為 300mm/s 時的鏤空加工之說明圖。圖 10 係用以說明第 2 雷射光 L2 的重複頻率為 10kHz 且加工速度為 30mm/s 時的鏤空加工之說明圖。

【0081】如圖 9 及圖 10 所示，在鏤空加工中，藉由雷射光學系 24 於切割道 C 上形成複數個光點 SP2。此時，由於第 2 雷射光 L2 為脈衝雷射光，所以各分歧光 L2a 從雷射光學系 24 對切割道 C 的照射係依據第 2 雷射光 L2 的重複頻率間歇地(按一定間隔)進行。又，同時，相對移動機構 28 係使雷射光學系 24 相對於晶圓 12 朝 X 方向相對移動，具體而言，使晶圓 12 以既定的加工速度朝 X 方向移動。藉此，每次對切割道 C 照射各分歧光 L2a 的脈衝，各光點 SP2 的位置便沿著切割道 C 移動。

【0082】各光點 SP2 的位置的移動量即光點移動量

d，係依據第 2 雷射光 L2 的重複頻率及加工速度而改變。

【0083】例如，如圖 9 所示，重複頻率為 10kHz 且加工速度為 300mm/s 時的光點移動量 d 係為 30 $\mu$ m。又，如圖 10 所示，重複頻率為 10kHz 且加工速度為 30mm/s 時的光點移動量 d 係為 3 $\mu$ m。此外，重複頻率愈增加，光點移動量 d 愈減少；反之，重複頻率越減少，光點移動量 d 愈增加。

【0084】圖 11 係用以說明本發明的雷射加工方法之說明圖，更具體而言，係顯示藉由第 2 聚光透鏡 40A、40B 聚光於切割道 C(回程，回程)上之各分歧光 L2a 的光點 SP2 的上視圖。

【0085】如圖 11 所示，本實施形態中，將聚光於切割道 C 上之每個分歧光 L2a 的光點 SP2 的間隔，亦即，將每個分歧光 L2a 的光點 SP2 中彼此相鄰的先行光點 SP2a 與後行光點 SP2b 的間隔、即分歧距離設為「L」。此外，在彼此相鄰的光點 SP2 中沿著切割道 C 先行移動者係為先行光點 SP2a，沿著切割道 C 後行移動者係為後行光點 SP2b。

【0086】接著，將雷射加工(切邊加工及鏤空加工)的加工速度設為「V」時，迄至切割道 C 上之後行光點 SP2b 對先行光點 SP2a 的加工位置重疊為止的時間  $\tau$  係以  $\tau = L/V$  表示。

【0087】此時，在時間  $\tau$  短的情況，亦即，當分歧距離 L 短或加工速度 V 快的情況，會成為與使第 2 雷射光

L2 的重複頻率增加的情況同樣的狀態，因對晶圓 12 的入熱量變過大，會導致鏤空溝 19 的加工品質惡化。又，反之，在時間  $\tau$  長的情況，亦即，在分歧距離 L 長或加工速度 V 慢的情況，在迄至切割道 C 上之後行光點 SP2b 對先行光點 SP2a 的加工位置重疊為止的期間，此加工位置會被冷卻，所以對晶圓 12 的入熱量會被抑制在一定範圍內。其結果，可確保鏤空溝 19 的加工品質。

【0088】於是，本實施形態中，將鏤空溝 19 的加工品質惡化發生的時間  $\tau$  的閾值(上限值)、即時間閾值設為  $\tau_1$  時，在滿足  $\tau > \tau_1$  的狀態下進行鏤空加工(雷射加工)。在此，關於時間閾值  $\tau_1$ ，藉由預先進行實驗或者模擬，可依據晶圓 12 的種類、第 2 雷射光 L2 的種類及功率等來決定。又，「滿足  $\tau > \tau_1$  的狀態」係指：以滿足  $\tau > \tau_1$  的方式調整分歧距離 L 及加工速度 V 之至少一者的狀態。再者，在分歧光 L2a 為 3 以上的情況亦同樣，設成在彼此相鄰的分歧光 L2a(先行光點 SP2a、後行光點 SP2b)之間滿足  $\tau > \tau_1$ 。

【0089】圖 12 至圖 15 係表示在切割道 C 的任意一點之入熱量與經過時間的關係之圖表。圖 12 係顯示在未使第 2 雷射光 L2 分歧時的任意一點之入熱量與經過時間的關係。圖 13 係顯示使第 2 雷射光 L2 分歧為二，但  $\tau$  成為「 $\tau < \tau_1$ 」時的任意一點之入熱量與經過時間的關係。圖 14 係表示使第 2 雷射光 L2 分歧為二且在  $\tau$  滿足「 $\tau > \tau_1$ 」時的任意一點之入熱量與經過時間的關

係。圖 15 係表示使第 2 雷射光 L2 分歧為二且在  $\tau$  滿足「 $\tau > \tau_1$ 」時的任意一點之入熱量與經過時間的關係。

【0090】此外，圖 12 至圖 15 中，為了防止說明的複雜化，以矩形表示第 2 雷射光 L2 及各分歧光 L2a 之每一脈衝的能量，但亦可為其他形狀，例如高斯 (Gaussian) 或者三角波等。又，圖 12 至圖 15 中的「加工發生」係表示可形成鏤空溝 19 之入熱量的閾值，「品質惡化」係表示鏤空溝 19 的加工品質惡化之入熱量的閾值。

【0091】如圖 12 所示，在未使第 2 雷射光 L2 分歧的情況，為了加深鏤空溝 19 的加工深度，必須提升第 2 雷射光 L2 的功率。其結果，藉由第 2 雷射光 L2 的一次脈衝對任意一點之照射，會導致任意一點的蓄熱 HS (入熱量) 超過「品質惡化」的閾值。

【0092】如圖 13 所示，在使第 2 雷射光 L2 分歧為二，而  $\tau$  為「 $\tau < \tau_1$ 」的情況，亦即在分歧距離 L 短或者加工速度 V 快 (重複頻率過高) 之情況，因各分歧光 L2a (先行光點 SP2a 及後行光點 SP2b) 導致的入熱量會儲存在任意一點。其結果，此任意一點的蓄熱 HS (入熱量) 會超越「品質惡化」的閾值。

【0093】如圖 14 所示，在使第 2 雷射光 L2 分歧為二且  $\tau$  滿足「 $\tau >> \tau_1$ 」之情況，在先行光點 SP2a 對任意一點所產生的蓄熱 HS (入熱量) 已超過「加工發生」的閾值後，迄至因後行光點 SP2b 所致的人熱開始為止之期間會充分地冷卻。因此，在後行光點 SP2b 對此任

意一點的入熱開始後，也可在不會有蓄熱  $HS$ (入熱量)超過「品質惡化」的閾值的情況下維持鏤空溝 19 的加工品質。其結果，可在不會使鏤空溝 19 的加工品質惡化下獲得所期望的加工深度。

**【 0094 】** 如圖 15 所示，在使第 2 雷射光  $L2$  分歧為二且  $\tau$  滿足「 $\tau > \tau_1$ 」的情況，由於比起圖 13， $\tau$  是大的(例如分歧距離  $L$  廣)，所以即便先行光點  $SP2a$  及後行光點  $SP2b$  對任意一點的入熱連續，也可在不會有蓄熱  $HS$ (入熱量)超過「品質惡化」的閾值之情況下維持鏤空溝 19 的加工品質。其結果，可在不會使鏤空溝 19 的加工品質惡化下獲得所期望的加工深度。

### **【 0095 】**

[第 1 實施形態的功效]

如以上所述，在第 1 實施形態中，藉由在第 2 聚光透鏡 40A、40B 內使第 2 雷射光  $L2$ (光點  $SP2$ )分歧成複數道，可防止節拍時間的增加。且，第 1 實施形態中，藉由在以滿足  $\tau > \tau_1$  的方式調整了分歧距離  $L$  及加工速度  $V$ (重複頻率)之至少一者的狀態下進行鏤空加工，可在不會導致鏤空溝 19 的加工品質惡化下獲得所期望的加工深度。其結果，第 1 實施形態中，可同時兼具防止節拍時間的增加、與維持所期望的加工深度之鏤空溝 19 的加工品質。

### **【 0096 】**

[第 2 實施形態]

其次，就第 2 實施形態的雷射加工裝置 10 進行說

明。如上述第 1 實施形態中說明所示，為了滿足  $\tau > \tau_1$ ，可考慮使分歧距離  $L$  加寬或使加工速度  $V$  變慢或者兩者皆考慮。這時，使加工速度  $V$  變愈慢，下一次照射的光點  $SP2$  相對於已照射在切割道  $C$  的光點  $SP2$  在  $X$  方向(加工進給方向)的重疊率依每個光點  $SP2$  愈上升。且，如後述的圖 16 所示，重疊率與鏤空溝 19 的加工品質之間有關連。於是，在第 2 實施形態中，以滿足  $\tau > \tau_1$  後，進而重疊率滿足後述的既定條件(50%以下)之方式，進行加工速度  $V$  及第 2 雷射光  $L2$  的重複頻率之至少任一者的調整。

【0097】此外，第 2 實施形態的雷射加工裝置 10，由於與上述第 1 實施形態的雷射加工裝置 10 基本上為相同構成，所以關於與上述第 1 實施形態在功能或構成上相同者，係標註同一符號並省略其說明。

【0098】圖 16 係顯示在使第 2 雷射光  $L2$  分歧之「1 個光點」的比較例與使第 2 雷射光  $L2$  分歧為二之「2 個光點」的本實施例中，鏤空加工的加工條件(加工速度  $V$  及重疊率)與鏤空溝 19 的底面的加工狀態之關係的說明圖。圖 17 係表示圖 16 所示之每個加工條件(A~D、A1~D1)的入熱量與鏤空溝 19 的加工深度的關係之圖表。圖 18 係表示圖 16 所示之每個加工條件的加工速度  $V$  與鏤空溝 19 的加工深度之關係的圖表。

【0099】此外，加工速度  $V$  及重疊率以外的加工條件係重複頻率為 50kHz， $X$  方向(加工進給方向)之第 2 雷射光  $L2$  及分歧光  $L2a$  的寬度為 10 $\mu$ m，本實施例的分歧

距離  $L$  為  $100\mu\text{m}$ 。又，比較例的第 2 雷射光  $L2$ 、本實施例之各分歧光  $L2a$  的能量係為相同。因此，當比較本實施例與比較例施加於切割道  $C$  的能量大小時，在相同的加工條件(加工速度  $V$  及重疊率)下本實施例相對於比較例係成為 2 倍的大小。

【0100】如圖 16 所示，若比較在本實施例與比較例中按各加工條件之鏤空溝 19 的加工品質時，由於在本實施例的加工條件  $C1$ 、 $D1$  中，於鏤空溝 19 的底面可看到金屬光澤，所以鏤空溝 19 的加工品質良好。又，本實施例的加工條件  $A1$ 、 $B1$  中，由於在鏤空溝 19 的底面會產生一些燒焦，所以鏤空溝 19 的加工品質比上述的加工條件  $C1$ 、 $D1$  差。

【0101】另一方面，在比較例的加工條件  $A$  中，由於鏤空溝 19 的底面完全燒焦，所以鏤空溝 19 的加工品質變成  $NG$ 。又，在比較例的加工條件  $B\sim D$  中，由於發生鏤空溝 19 的加工不足，所以鏤空溝 19 的加工品質變成  $NG$ 。

【0102】如圖 17 及圖 18 所示，本實施例的加工條件  $D1$  與比較例的加工條件  $B$ ，雖然對切割道  $C$  之每單位面積的熱投入量相同，但加工條件  $D1$  比較可加深鏤空溝 19 的加工深度。再者，加工條件  $D1$  係如已述的圖 16 中說明所示，鏤空溝 19 的加工品質比加工條件  $B$  更良好。又，關於本實施例的加工條件  $B1$  與比較例的加工條件  $A$  亦同樣。

【0103】如圖 16 至圖 18 所示，當比較本實施例的

加工條件 A1~D1 時，若重疊率高於 50%，則會發生鏤空溝 19 的加工品質降低。

【0104】圖 19 係用以說明鏤空加工(雷射加工)的較佳重疊率之說明圖。如圖 19 的符號 XIXA、XIXB 所示，若光點 SP2 的重疊率大於 50%，則會產生切割道 C 上照射 3 個光點份的分歧光 L2a 之區域 OA。其結果，如已述的圖 13 所示，恐有因蓄熱 HS(入熱量)增加而造成鏤空溝 19 的加工品質降低或者蓄熱 HS 超過「品質惡化」的閾值之虞。

【0105】因此，在如上述第 1 實施形態說明所示以滿足  $\tau > \tau_1$  的方式調整分歧距離 L 及加工速度 V 之情況，較佳為進一步使重疊率成為 50% 以下的方式調整加工速度 V 及第 2 雷射光 L2 的重複頻率之至少任一者。例如，假設第 2 雷射光 L2 的重複頻率為 50kHz 且重疊率為 50%，由於時間閾值  $\tau_1$  為  $\tau_1 = 20\mu s$ ，故以滿足  $\tau > 20\mu s$  的方式進行分歧距離 L 等的調整。藉此，比起第 1 實施形態，可使鏤空溝 19 的加工品質更加提升。

### 【0106】

#### [第 3 實施形態]

其次，進行第 3 實施形態的雷射加工裝置 10 的說明。第 3 實施形態的雷射加工裝置 10 係可調整兩條切邊溝 18 在 Y 方向の間隔、與鏤空溝 19 在 Y 方向的寬度。此外，第 3 實施形態的雷射加工裝置 10 除了具備後述的第 1 旋轉機構 44(參照圖 20)與第 2 旋轉機構 46(參照圖 21)這點外，係與上述各實施形態的雷射加工裝置

10 為基本上相同的構成。因此，關於與上述各實施形態在功能或構成上相同者，係標註相同符號並省略其說明。

【0107】圖 20 係用以說明利用第 1 旋轉機構 44 調整兩條切邊溝 18 在 Y 方向的間隔之說明圖。如圖 20 所示，第 1 旋轉機構 44(相當於本發明的第 1 光形成元件旋轉機構)係例如藉由馬達及驅動傳送機構所構成，在控制裝置 30 的控制下，使第 1 光形成元件 32 繞以其光軸為中心的軸方向旋轉。藉此，在從 Z 方向上方側觀看晶圓 12 的情況下，可使藉由第 1 聚光透鏡 38 聚光於切割道 C 上之兩道第 1 雷射光 L1 的光點 SP1，以第 1 聚光透鏡 38 的光軸為中心而旋轉。其結果，藉由將切割道 C 上之 2 個光點 SP1 在 Y 方向的間隔擴大或者變窄，可調整兩條切邊溝 18 在 Y 方向的間隔。

【0108】圖 21 係用以說明利用第 2 旋轉機構 46 調整鏤空溝 19 在 Y 方向的寬度的說明圖。圖 22 係第 3 實施形態之每個分歧光 L2a 的光點 SP2 之上視圖。

【0109】如圖 21 所示，第 2 旋轉機構 46(相當於本發明的第 2 光形成元件旋轉機構)，係與第 1 旋轉機構 44 同樣藉由例如馬達及驅動傳送機構所構成，在控制裝置 30 的控制下，使第 2 光形成元件 34 繞以其光軸為中心之軸方向旋轉。藉此，如圖 22 的符號 XXIIA、XXIIB 所示，在將晶圓 12 從 Z 方向上方側觀看的情況下，可使藉由第 2 聚光透鏡 40A、40B 聚光於切割道 C 上之每個分歧光 L2a 的光點 SP2，以第 2 聚光透鏡 40A、40B

的光軸為中心旋轉。

【0110】在此，每個分歧光 L2a 的光點 SP2 為矩形，亦即為非圓形。因此，藉由使各光點 SP2 旋轉，可進行將形成於切割道 C 上之鏤空溝 19 在 Y 方向的寬度擴大或者縮窄等的調整。此外，各光點 SP2 的形狀只要為非圓形即可，不限定於矩形。

【0111】控制裝置 30 係依據由操作者輸入到未圖示的操作部之調整指示，分別驅動第 1 旋轉機構 44 及第 2 旋轉機構 46，使第 1 光形成元件 32 及第 2 光形成元件 34 分別旋轉，藉此調整兩條切邊溝 18 的間隔及鏤空溝 19 的寬度。

#### 【0112】

#### [第 4 實施形態]

圖 23 係第 4 實施形態的雷射加工裝置 10 的雷射光學系 24 之概略圖。上述各實施形態的雷射加工裝置 10 係依據從第 1 雷射光源 22A 射出的雷射光 LA 生成切邊加工用的兩道第 1 雷射光 L1，且依據從第 2 雷射光源 22B 射出的雷射光 LB 生成鏤空加工用的第 2 雷射光 L2。相對於此，第 4 實施形態的雷射加工裝置 10 係從射出自共同的雷射光源 22 之雷射光 L0，生成兩道第 1 雷射光 L1 與第 2 雷射光 L2。

【0113】如圖 23 所示，第 4 實施形態的雷射加工裝置 10，除了取代第 1 雷射光源 22A 及第 2 雷射光源 22B 而具備雷射光源 22 外，且取代第 1 安全閘 100A 及第 2 安全閘 100B 而具備安全閘 100 及二分元件 31 這點外，

係與上述各實施形態的雷射加工裝置 10 基本上相同的構成。因此，關於與上述各實施形態在功能或構成上相同者，係標註相同符號並省略其說明。

【0114】雷射光源 22 係連同二分元件 31、第 1 光形成元件 32 及第 2 光形成元件 34 一起構成本發明的雷射光射出系。雷射光源 22 係常時射出適用於切邊加工及鏤空加工兩者的條件(波長、脈衝寬度及重複頻率等)之雷射光 L0(脈衝雷射光等)。從雷射光源 22 射出的雷射光 L0 係入射至雷射光學系 24 的二分元件 31。

【0115】安全閘 100 係以可插入脫離自如的方式設置於雷射光源 22 與二分元件 31 之間的雷射光 L0 的光路上。第 4 實施形態的安全閘驅動機構 102 係在控制裝置 30 的控制下，使安全閘 100 對雷射光 L0 的光路插入脫離。安全閘驅動機構 102 除了在雷射加工時以外，係使安全閘 100 插入上述的光路。又，安全閘驅動機構 102 係在雷射加工時，使安全閘 100 從上述的光路退避。

【0116】二分元件 31 係使用例如半鏡等，或者與分歧元件 35 同樣使用繞射光學元件、折射光學元件、稜鏡及此等的組合等。二分元件 31 係使自雷射光源 22 射出的雷射光 L0 分歧為二，將分歧為二之雷射光 L0 的一者朝第 1 光形成元件 32 射出，且將雷射光 L0 的另一者朝第 2 光形成元件 34 射出。

【0117】以下，與上述各實施形態同樣，進行利用

第 1 光形成元件 32 形成兩道第 1 雷射光 L1、以及利用第 1 聚光透鏡 38 朝切割道 C 上聚光兩道第 1 雷射光 L1。又，進行利用第 2 光形成元件 34 形成第 2 雷射光 L2、利用分歧元件 35 生成各分歧光 L2a、利用接續切換元件 36 切換第 2 聚光透鏡 40A、40B、以及利用第 2 聚光透鏡 40A、40B 朝切割道 C 上聚光各分歧光 L2a。

**【 0118 】**

[其他]

上述各實施形態的雷射加工裝置 10 中，藉由第 1 聚光透鏡 38 聚光於切割道 C 上的光點 SP1、和藉由第 2 聚光透鏡 40A 聚光於切割道 C 上的各光點 SP2、和藉由第 2 聚光透鏡 40B 聚光於切割道 C 上的各光點 SP2 係彼此獨立。因此，如上述各實施形態所示，當第 1 聚光透鏡 38 及第 2 聚光透鏡 40A、40B 的位置固定時，會有因應雷射加工時的加工進給軸(X 軸)的運動精度，在兩條切邊溝 18 及鏤空溝 19 之間於水平方向(Y 方向)及垂直方向(Z 方向)產生偏差之問題。

**【 0119 】**於是，在上述各實施形態的雷射加工裝置 10，亦可設置將藉由第 1 聚光透鏡 38 聚光於切割道 C 上之光點 SP1、和藉由第 2 聚光透鏡 40A 聚光於切割道 C 上之各光點 SP2、和藉由第 2 聚光透鏡 40B 聚光於切割道 C 上之各光點 SP2 在 Y 方向及 Z 方向的位置進行個別調整之功能。藉此，例如可在雷射加工裝置 10 的製造商那調整各光點 SP1、SP2 在 Y 方向位置及 Z 方向位置(調整平行度)。

【0120】又，在晶圓 12 的雷射加工中依據藉由顯微鏡 26 所拍攝的拍攝影像，可使切邊加工的光點 SP1 對切割道 C 進行追蹤(trace)且使鏤空加工的各光點 SP2 對兩條切邊溝 18 的中央進行追蹤。再者，依據上述的拍攝影像，可調整光點 SP1 及各光點 SP2 相對於晶圓 12(切割道 C)的表面在 Z 方向的偏移量(聚光位置的偏移量)。

【0121】上述各實施形態中，藉由使各安全閘 100、100A、100B 在光路上插入脫離，可切換切邊加工及鏤空加工的關閉開啟(off/on)，惟亦可藉由使第 1 雷射光源 22A 及第 2 雷射光源 22B(雷射光源 22)開啟關閉(on/off)，來切換切邊加工及鏤空加工的開啟關閉。又，亦可為第 1 安全閘 100A 與第 1 高速閘 47A 呈一體化，且第 2 安全閘 100B 與第 2 高速閘 47B 呈一體化。

【0122】在上述各實施形態中，對於切割道 C，係藉由第 1 聚光透鏡 38 進行切邊加工且藉由第 2 聚光透鏡 40A、40B 的一者進行鏤空加工，惟對於切割道 C，亦可藉由第 2 聚光透鏡 40A、40B 的一者進行切邊加工且藉由第 1 聚光透鏡 38 進行鏤空加工。於此情況也是，在無關乎加工進給方向之情況下以切邊加工比鏤空加工常時先進行之方式控制接續切換元件 36。

【0123】在上述各實施形態中，係以在第 2 聚光透鏡 40A、40B 內使第 2 雷射光 L2 分歧成複數道並且滿足  $\tau > \tau_1$  之方式調整了分歧距離 L 及加工速度 V(重複頻率)之至少一者的狀態下進行鏤空加工，惟關於切邊加工亦可同樣地進行。亦即，亦可以在第 1 聚光透鏡 38 內使

兩道第 1 雷射光 L1 分歧成複數道且滿足  $\tau > \tau_1$  之方式在調整了分歧距離 L 及加工速度 V 之至少一者的狀態下進行切邊加工。

【0124】在上述各實施形態中，係使用第 1 聚光透鏡 38 及第 2 聚光透鏡 40A、40B 進行雷射加工，惟亦可使用 2 種聚光透鏡(相當於本發明的第 1 聚光透鏡及第 2 聚光透鏡)來進行雷射加工。於此情況，依據雷射光學系 24 相對於晶圓 12 之相對移動方向，切換兩種聚光透鏡之一者所進行的切邊加工及另一者所進行的鏤空加工、與 2 種聚光透鏡之另一者所進行的切邊加工及一者所進行的鏤空加工。

【0125】在上述各實施形態中，係相對於晶圓 12 使雷射光學系 24 在 X 方向相對地往復一次，來進行兩條份的切割道 C(去程及回程)的雷射加工，惟亦可將本發明適用於雷射加工的方向被固定於一方向之雷射加工裝置 10。

### 【符號說明】

#### 【0126】

10:雷射加工裝置

12:晶圓

14:晶片

16:元件

18:切邊溝

19:鏤空溝

20:工作台

22:雷射光源  
22A:第 1 雷射光源  
22B:第 2 雷射光源  
24:雷射光學系  
26:顯微鏡  
28:相對移動機構  
30:控制裝置  
31:二分元件  
32:第 1 光形成元件  
34:第 2 光形成元件  
35:分歧元件  
36:接續切換元件  
38:第 1 聚光透鏡  
40A,40B:第 2 聚光透鏡  
44:第 1 旋轉機構  
46:第 2 旋轉機構  
47A:第 1 高速閘  
47B:第 2 高速閘  
47C:高速閘驅動機構  
100:安全閘  
100A:第 1 安全閘  
100B:第 2 安全閘  
102:安全閘驅動機構  
HS:蓄熱  
L:分歧距離  
L0:雷射光

L1:第 1 雷射光

L2:第 2 雷射光

L2a:分歧光

LA, LB:雷射光

OA:區域

SP1, SP2:光點

SP2a:先行光點

SP2b:後行光點

V:加工速度

X1:去程方向側

X2:回程方向側

d:光點移動量

$\tau$ 1:時間閾值

## 【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種雷射加工裝置，係進行切邊加工與鏤空加工，該切邊加工係一邊使雷射光學系相對於保持晶圓的工作台朝向沿著前述晶圓的切割道之加工進給方向相對移動，一邊藉由前述雷射光學系沿著前述切割道形成彼此平行的兩條第 1 溝，該鏤空加工係在前述兩條第 1 溝之間形成第 2 溝，

前述雷射光學系具備：

雷射光射出系，將與前述切邊加工對應的兩道第 1 雷射光、以及與前述鏤空加工對應的第 2 雷射光射出；

第 1 聚光透鏡，使射出自前述雷射光射出系之前述兩道第 1 雷射光聚光於加工對象的前述切割道；

分歧元件，使射出自前述雷射光射出系之前述第 2 雷射光沿著前述加工進給方向分歧成複數道分歧光；及

第 2 聚光透鏡，使藉由前述分歧元件分歧的複數道前述分歧光聚光於加工對象的前述切割道；

將藉由前述第 2 聚光透鏡聚光於前述切割道之每個前述分歧光的光點中彼此相鄰的先行光點與後行光點的間隔、即分歧距離設為  $L$ ，將前述相對移動的速度即加工速度設為  $V$ ，及將迄至前述後行光點對前述先行光點的加工位置重疊為止的時間設為  $\tau$  時，前述時間係以  $\tau = L/V$  表示，

將前述第 2 溝的加工品質惡化發生之前述時間的閾值設為  $\tau_1$  時，滿足  $\tau > \tau_1$ ，

(2024年12月4日)

前述第 2 聚光透鏡係以中間夾著前述第 1 聚光透鏡的方式設置兩個且連同前述第 1 聚光透鏡一起沿著前述加工進給方向配置成一列，

具備接續光學系，其將射出自前述雷射光射出系之前述兩道第 1 雷射光導入前述第 1 聚光透鏡，且將藉由前述分歧元件分歧的複數道前述分歧光選擇性地導入兩個前述第 2 聚光透鏡，

前述接續光學系係在前述雷射光學系相對於前述工作台朝前述加工進給方向的去程方向側相對移動時，將複數道前述分歧光導入相對於前述第 1 聚光透鏡是位於與前述去程方向側相反的回程方向側之前述第 2 聚光透鏡，且在前述雷射光學系相對於前述工作台往前述回程方向側相對移動時，將複數道前述分歧光導入相對於前述第 1 聚光透鏡是位於前述去程方向側之前述第 2 聚光透鏡。

【請求項 2】一種雷射加工裝置，係進行切邊加工與鏤空加工，該切邊加工係一邊使雷射光學系相對於保持晶圓的工作台朝向沿著前述晶圓的切割道之加工進給方向相對移動，一邊藉由前述雷射光學系沿著前述切割道形成彼此平行的兩條第 1 溝，該鏤空加工係在前述兩條第 1 溝之間形成第 2 溝，

前述雷射光學系具備：

雷射光射出系，將與前述切邊加工對應的兩道第 1 雷射光、以及與前述鏤空加工對應的第 2 雷射光射出；

(2024年12月4日)

第 1 聚光透鏡，使射出自前述雷射光射出系之前述兩道第 1 雷射光聚光於加工對象的前述切割道；

分歧元件，使射出自前述雷射光射出系之前述第 2 雷射光沿著前述加工進給方向分歧成複數道分歧光；及

第 2 聚光透鏡，使藉由前述分歧元件分歧的複數道前述分歧光聚光於加工對象的前述切割道；

將藉由前述第 2 聚光透鏡聚光於前述切割道之每個前述分歧光的光點中彼此相鄰的先行光點與後行光點的間隔、即分歧距離設為  $L$ ，將前述相對移動的速度即加工速度設為  $V$ ，及將迄至前述後行光點對前述先行光點的加工位置重疊為止的時間設為  $\tau$  時，前述時間係以  $\tau = L/V$  表示，

將前述第 2 溝的加工品質惡化發生之前述時間的閾值設為  $\tau_1$  時，滿足  $\tau > \tau_1$ ，

前述第 2 雷射光為脈衝雷射光，

調整前述加工速度及前述第 2 雷射光的重複頻率之至少任一者，按每個前述光點，將相對於前述光點之下一次照射的前述光點在前述加工進給方向的重疊率設為 50% 以下。

【請求項 3】如請求項 1 或 2 之雷射加工裝置，其中前述雷射光射出系具備：

第 1 雷射光源，將與前述切邊加工對應之條件的雷射光射出；

第 2 雷射光源，將與前述鏤空加工對應之條件的雷射光射出；

(2024年12月4日)

第 1 光形成元件，從射出自前述第 1 雷射光源的前述雷射光，形成前述兩道第 1 雷射光；及

第 2 光形成元件，從射出自前述第 2 雷射光源的前述雷射光，形成前述第 2 雷射光；

前述分歧元件係設置於前述第 2 光形成元件與前述第 2 聚光透鏡之間的光路上。

【請求項 4】如請求項 1 或 2 之雷射加工裝置，其中

前述雷射光射出系具備：

雷射光源，係射出雷射光；

二分元件，使射出自前述雷射光源的前述雷射光分歧為二；

第 1 光形成元件，從藉由前述二分元件分歧為二之前述雷射光的一者形成前述兩道第 1 雷射光；及

第 2 光形成元件，從藉由前述二分元件分歧為二之前述雷射光的另一者形成前述第 2 雷射光；

前述分歧元件係設置於前述第 2 光形成元件與前述第 2 聚光透鏡之間的光路上。

【請求項 5】如請求項 3 之雷射加工裝置，其中

前述第 2 光形成元件係在前述切割道形成前述第 2 雷射光，前述第 2 雷射光形成非圓形的前述光點，

且具備第 2 光形成元件旋轉機構，其係使前述第 2 光形成元件繞以前述第 2 光形成元件的光軸為中心之軸方向旋轉。

(2024年12月4日)

【請求項 6】如請求項 3 之雷射加工裝置，其具備第 1 光形成元件旋轉機構，該第 1 光形成元件旋轉機構係使前述第 1 光形成元件繞以前述第 1 光形成元件的光軸為中心的軸方向旋轉。

【請求項 7】一種雷射加工方法，係進行切邊加工與鏤空加工，該切邊加工係一邊使雷射光學系相對於保持晶圓的工作台朝向沿著前述晶圓的切割道的加工進給方向相對移動，一邊藉由前述雷射光學系沿著前述切割道形成彼此平行的兩條第 1 溝，該鏤空加工係在前述兩條第 1 溝之間形成第 2 溝，

前述雷射光學系係將與前述切邊加工對應的兩道第 1 雷射光、以及與前述鏤空加工對應的第 2 雷射光射出，將前述兩道第 1 雷射光藉由第 1 聚光透鏡聚光於加工對象的前述切割道，將前述第 2 雷射光沿著前述加工進給方向分歧成複數道分歧光，將複數道前述分歧光藉由第 2 聚光透鏡聚光於加工對象的前述切割道，該第 2 聚光透鏡係以中間夾著前述第 1 聚光透鏡的方式設置兩個且連同前述第 1 聚光透鏡一起沿著前述加工進給方向配置成一列，

將藉由前述第 2 聚光透鏡聚光於前述切割道之每個前述分歧光的光點中彼此相鄰的先行光點與後行光點的間隔、即分歧距離設為  $L$ ，將前述相對移動的速度即加工速度設為  $V$ ，及將迄至前述後行光點對前述先行光點的加工位置重疊為止的時間設為  $\tau$  時，前述時間係以  $\tau = L/V$  表示，

(2024年12月4日)

在將前述第 2 溝的加工品質惡化發生之前述時間的閾值設為  $\tau_1$  之情況，滿足  $\tau > \tau_1$ ，

接續光學系係在前述雷射光學系相對於前述工作台朝前述加工進給方向的去程方向側相對移動時，將複數道前述分歧光導入相對於前述第 1 聚光透鏡是位於與前述去程方向側相反的回程方向側之前述第 2 聚光透鏡，且在前述雷射光學系相對於前述工作台往前述回程方向側相對移動時，將複數道前述分歧光導入相對於前述第 1 聚光透鏡是位於前述去程方向側之前述第 2 聚光透鏡，該接續光學系將射出自雷射光射出系之前述兩道第 1 雷射光導入前述第 1 聚光透鏡，且將藉由分歧元件分歧的複數道前述分歧光選擇性地導入兩個前述第 2 聚光透鏡。

【請求項 8】一種雷射加工方法，係進行切邊加工與鏤空加工，該切邊加工係一邊使雷射光學系相對於保持晶圓的工作台朝向沿著前述晶圓的切割道的加工進給方向相對移動，一邊藉由前述雷射光學系沿著前述切割道形成彼此平行的兩條第 1 溝，該鏤空加工係在前述兩條第 1 溝之間形成第 2 溝，

前述雷射光學系係將與前述切邊加工對應的兩道第 1 雷射光、以及與前述鏤空加工對應的第 2 雷射光射出，將前述兩道第 1 雷射光藉由第 1 聚光透鏡聚光於加工對象的前述切割道，將前述第 2 雷射光沿著前述加工進給方向分歧成複數道分歧光，將複數道前述分歧光藉由第 2 聚光透鏡聚光於加工對象的前述切割道，

(2024年12月4日)

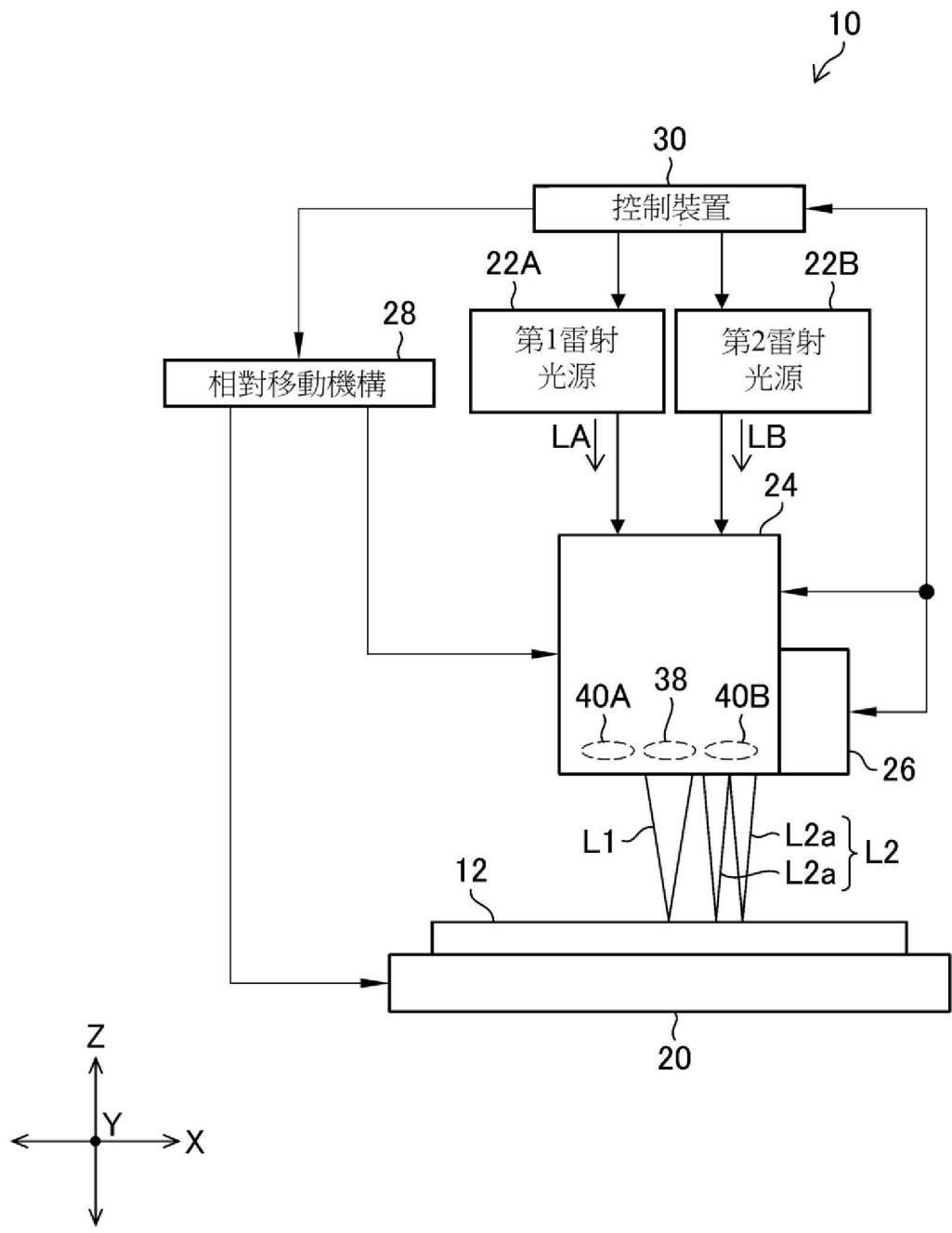
將藉由前述第 2 聚光透鏡聚光於前述切割道之每個前述分歧光的光點中彼此相鄰的先行光點與後行光點的間隔、即分歧距離設為  $L$ ，將前述相對移動的速度即加工速度設為  $V$ ，及將迄至前述後行光點對前述先行光點的加工位置重疊為止的時間設為  $\tau$  時，前述時間係以  $\tau = L/V$  表示，

在將前述第 2 溝的加工品質惡化發生之前述時間的閾值設為  $\tau_1$  之情況，滿足  $\tau > \tau_1$ ，

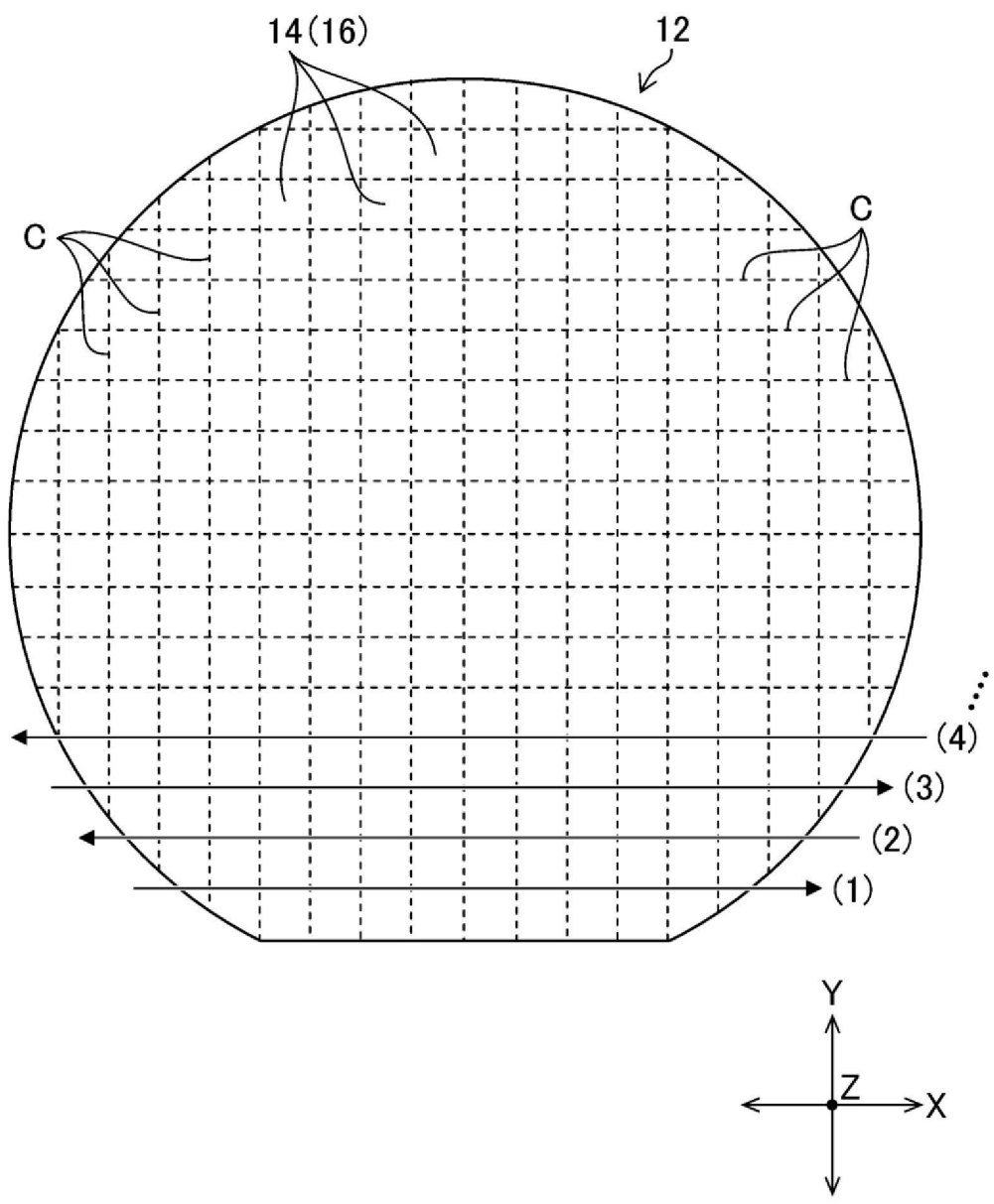
前述第 2 雷射光為脈衝雷射光，

調整前述加工速度及前述第 2 雷射光的重複頻率之至少任一者，按每個前述光點，將相對於前述光點之下一次照射的前述光點在前述加工進給方向的重疊率設為 50% 以下。

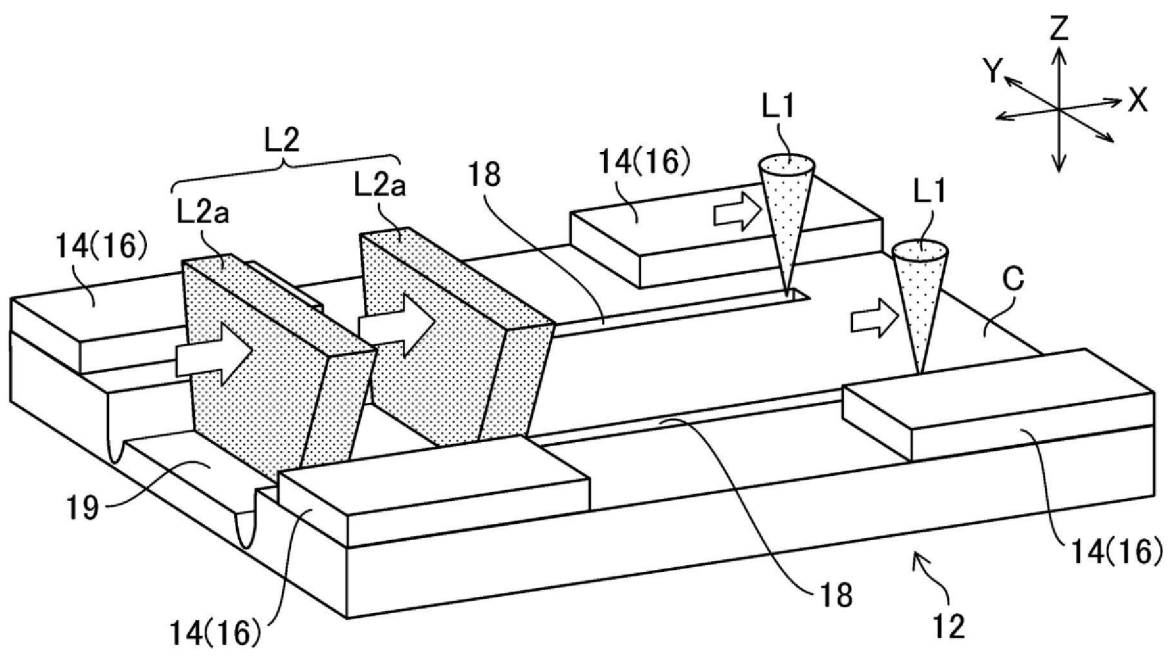
【發明圖式】



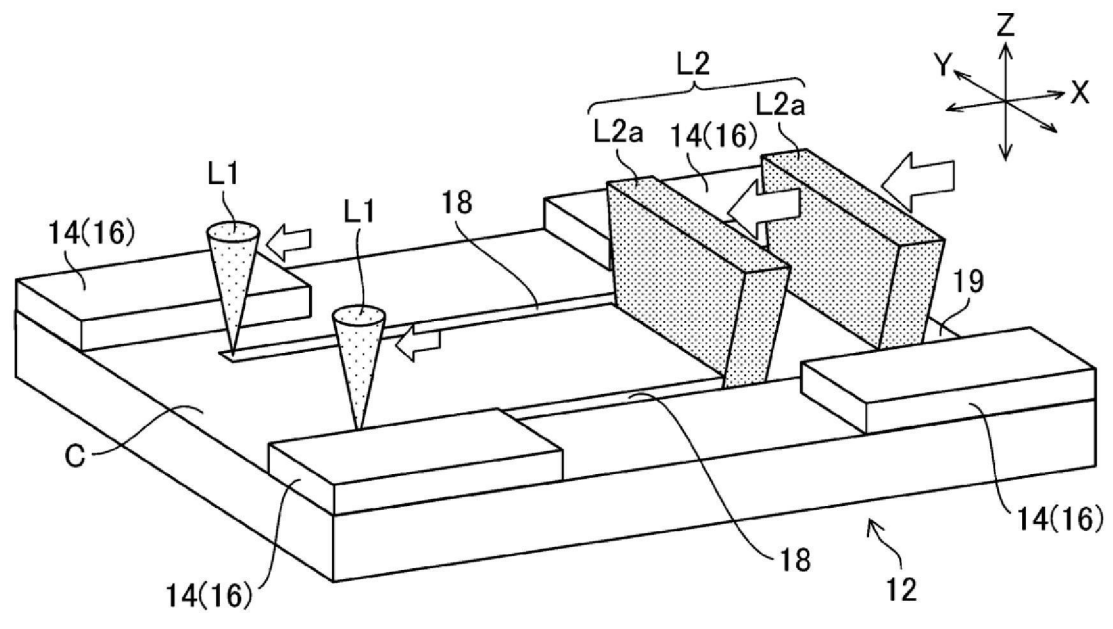
【圖 1】



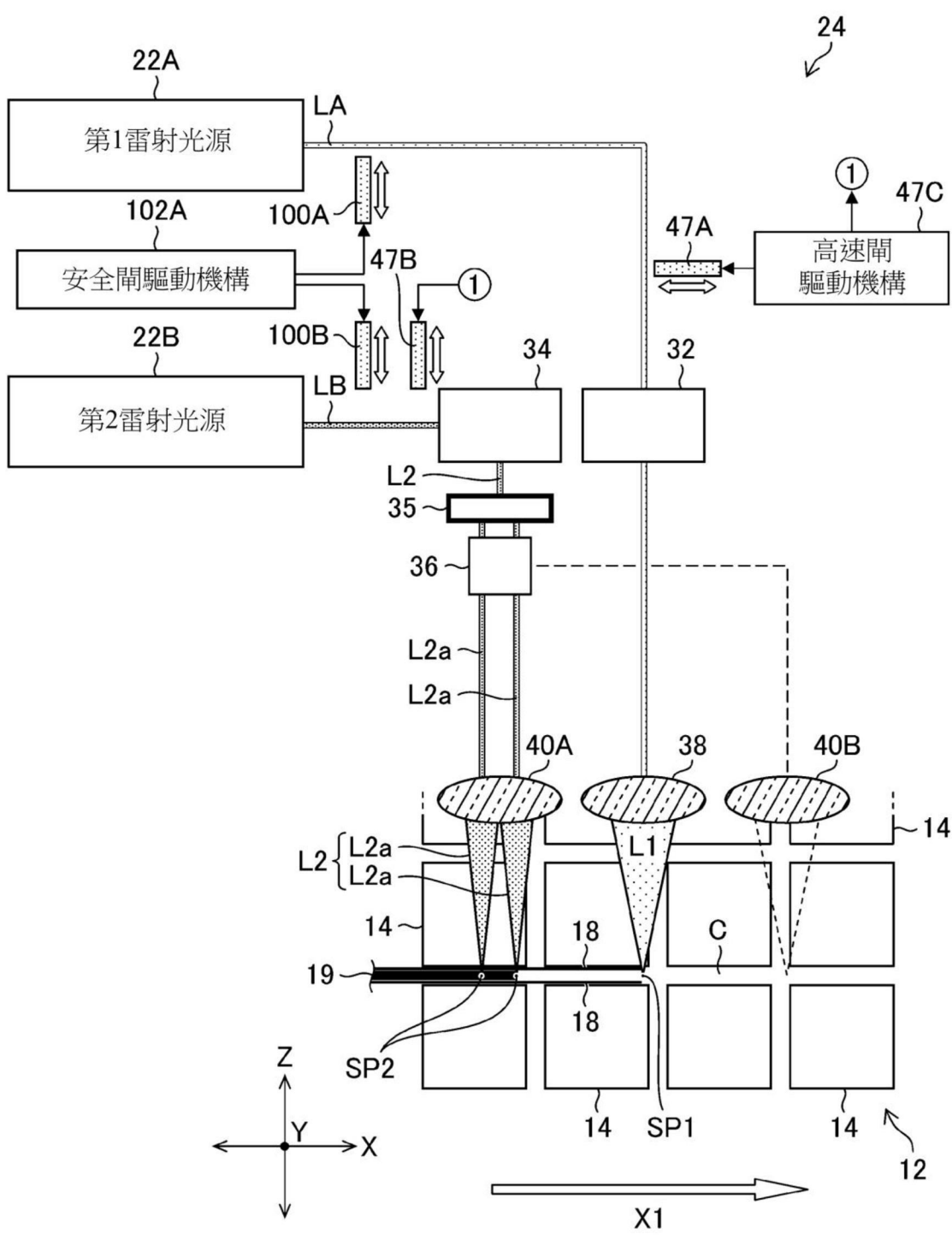
【圖 2】



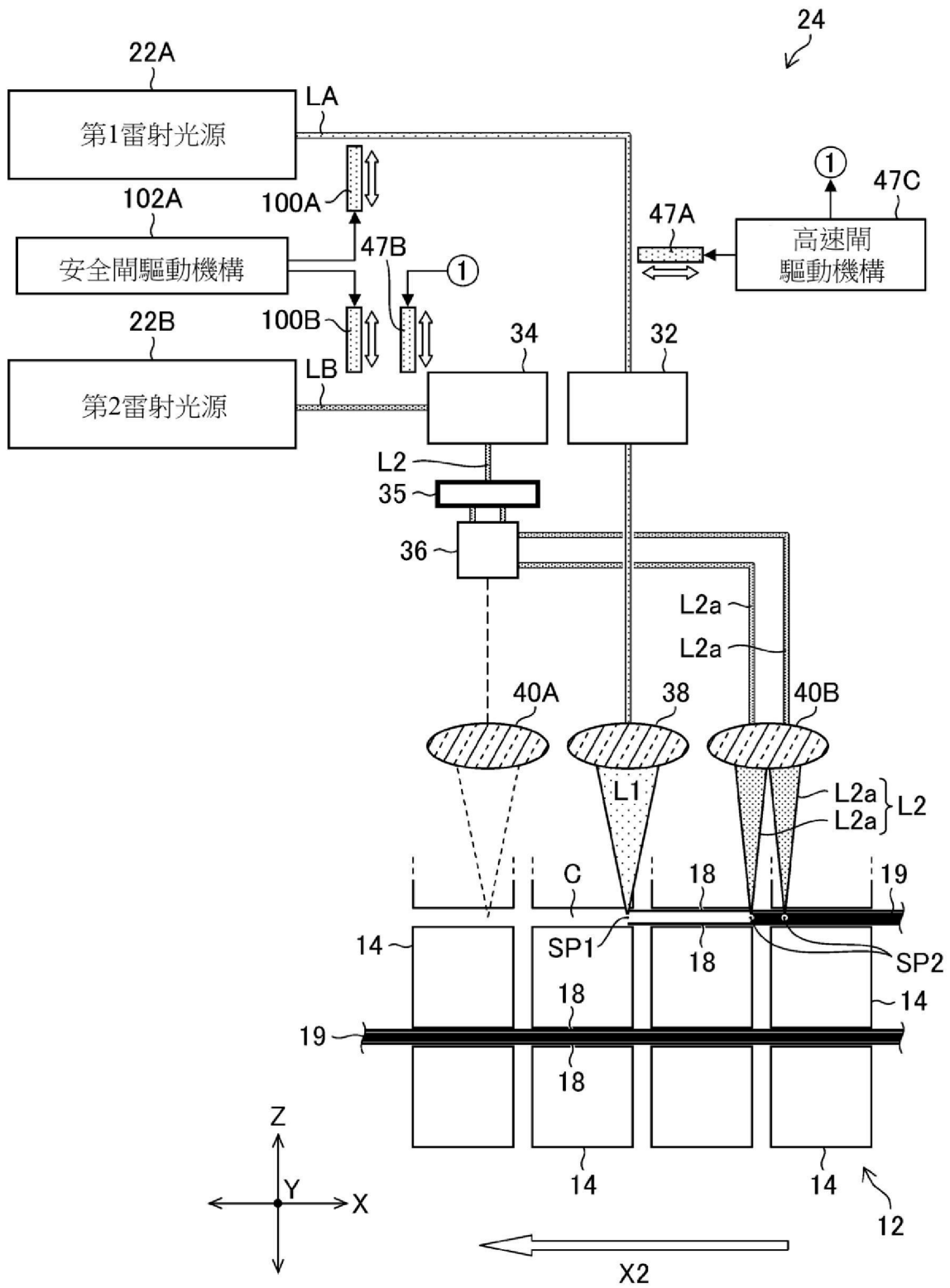
【圖 3】



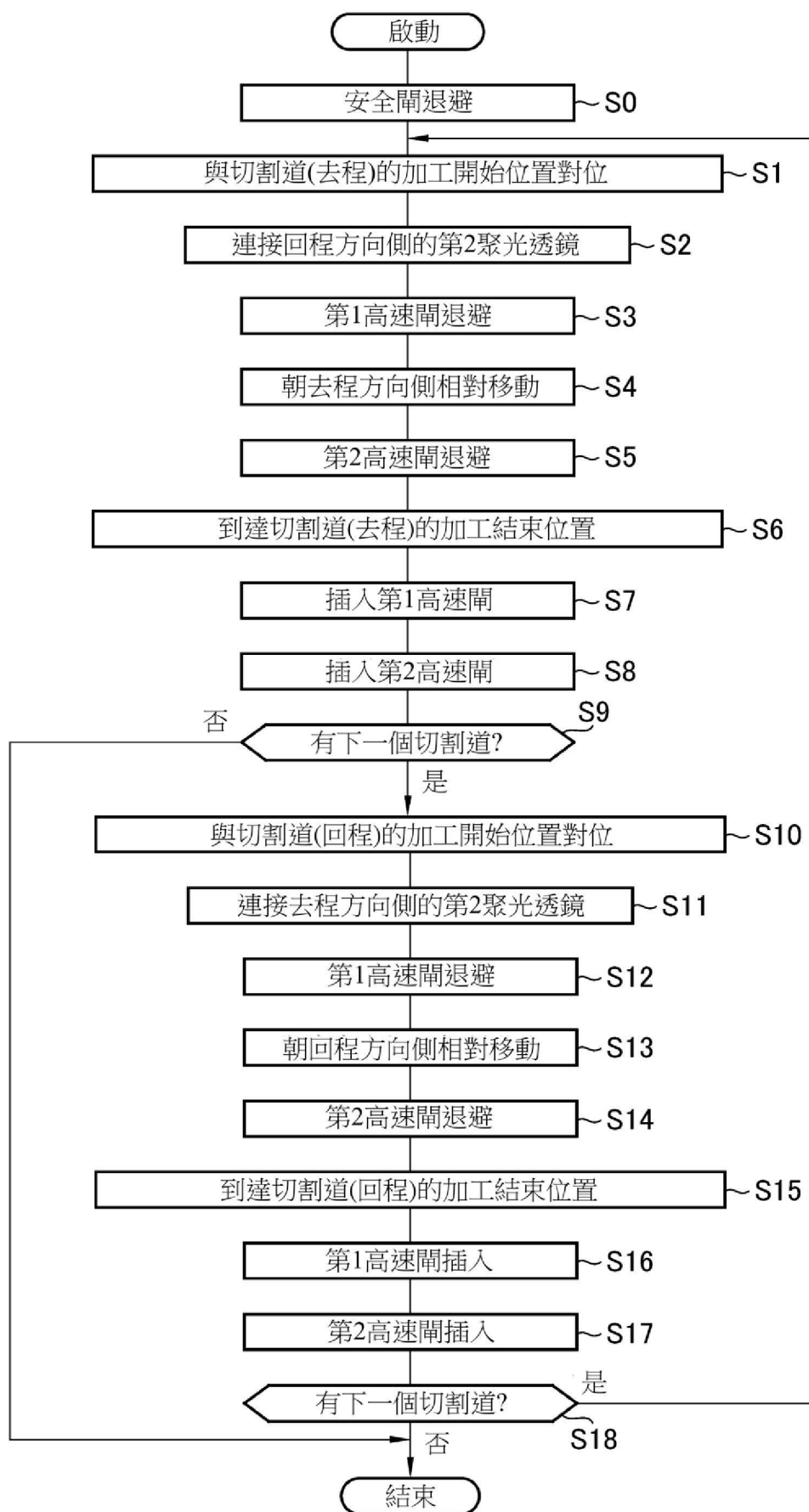
【圖 4】



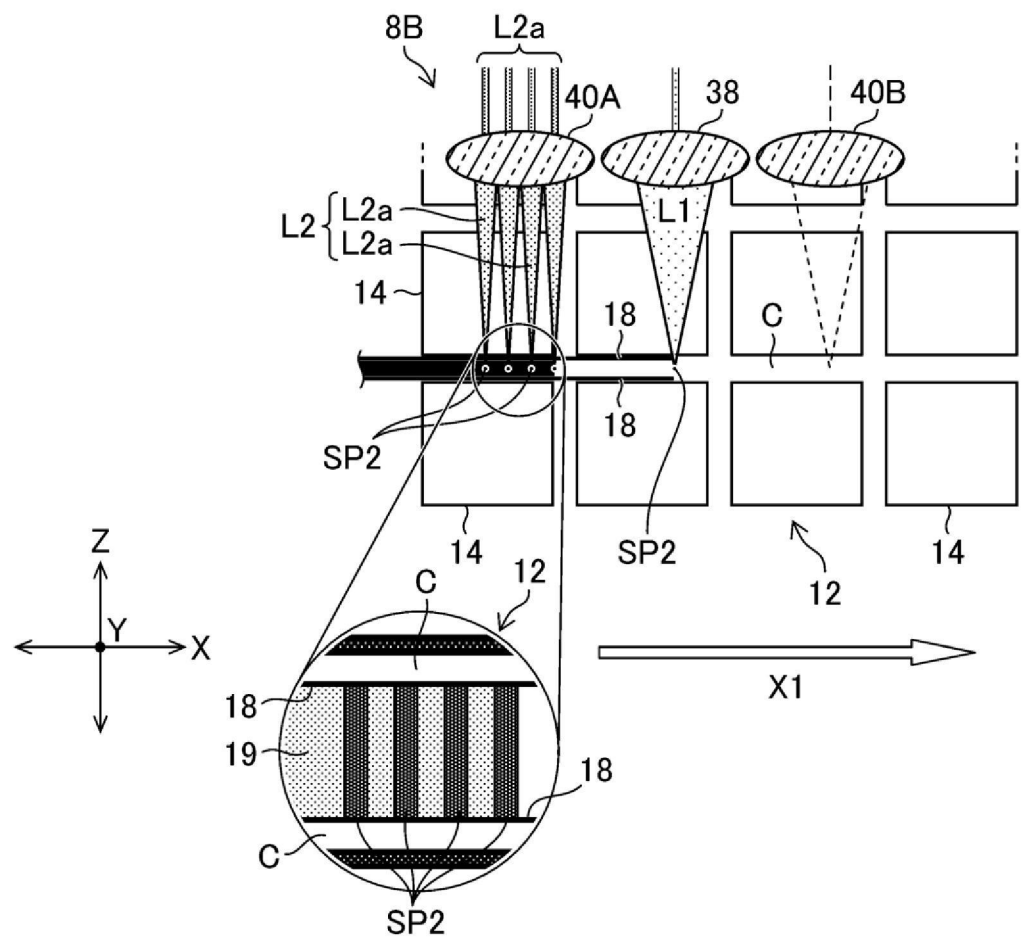
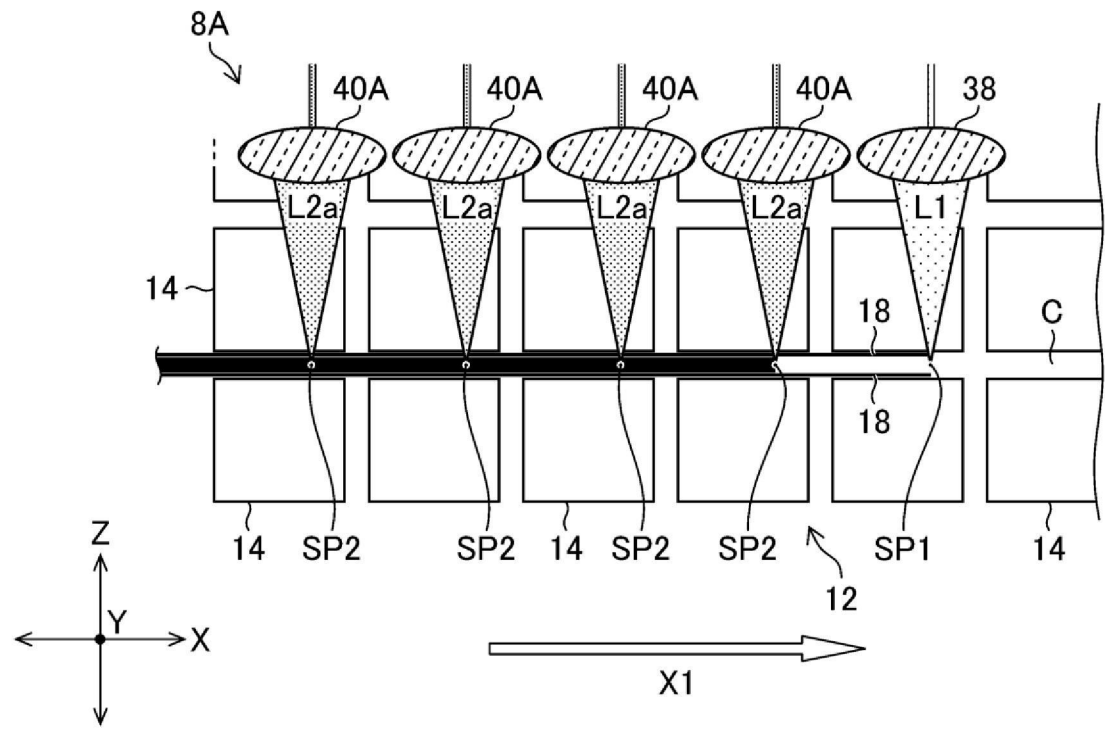
【圖 5】



【圖 6】



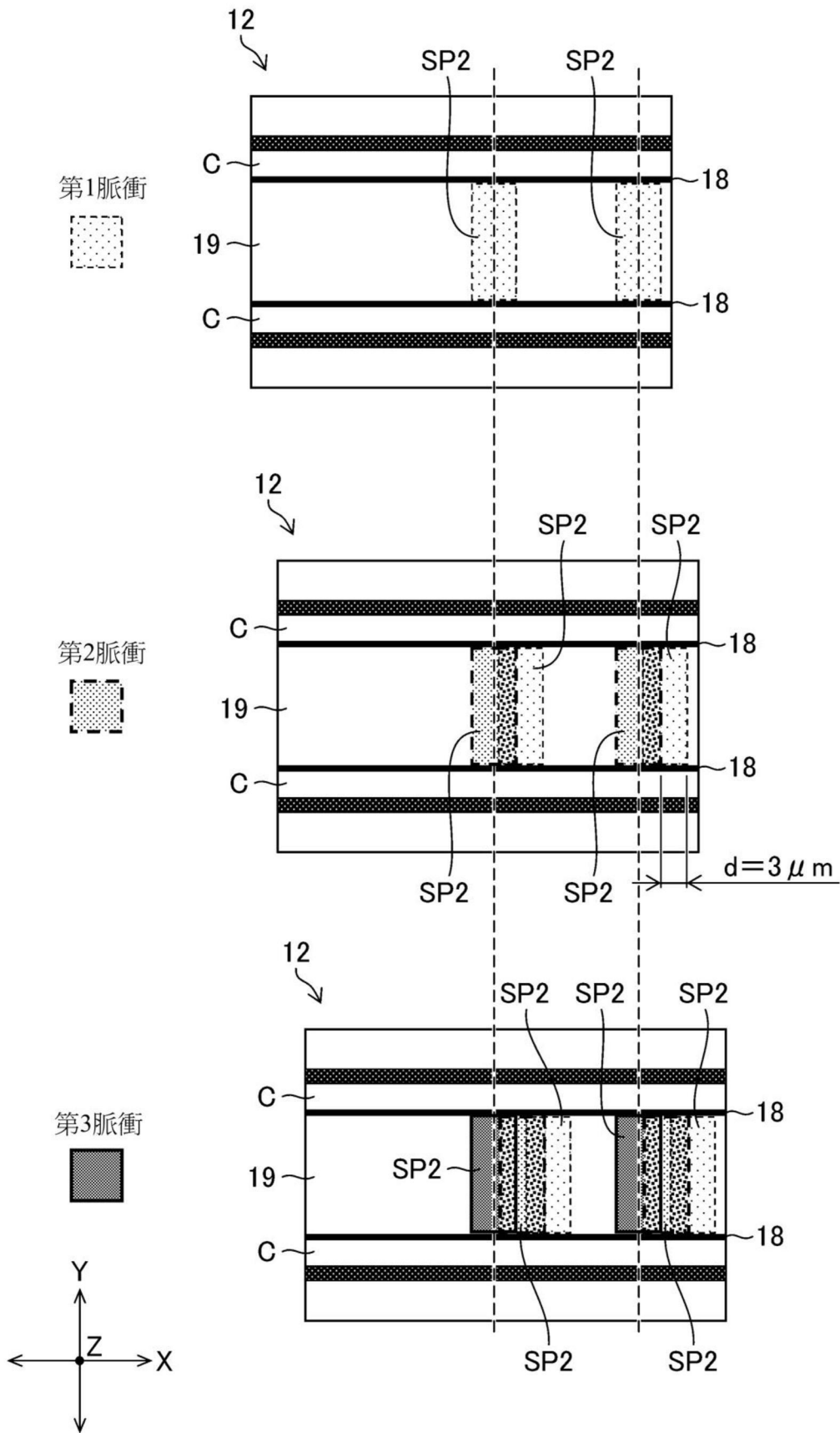
【圖 7】



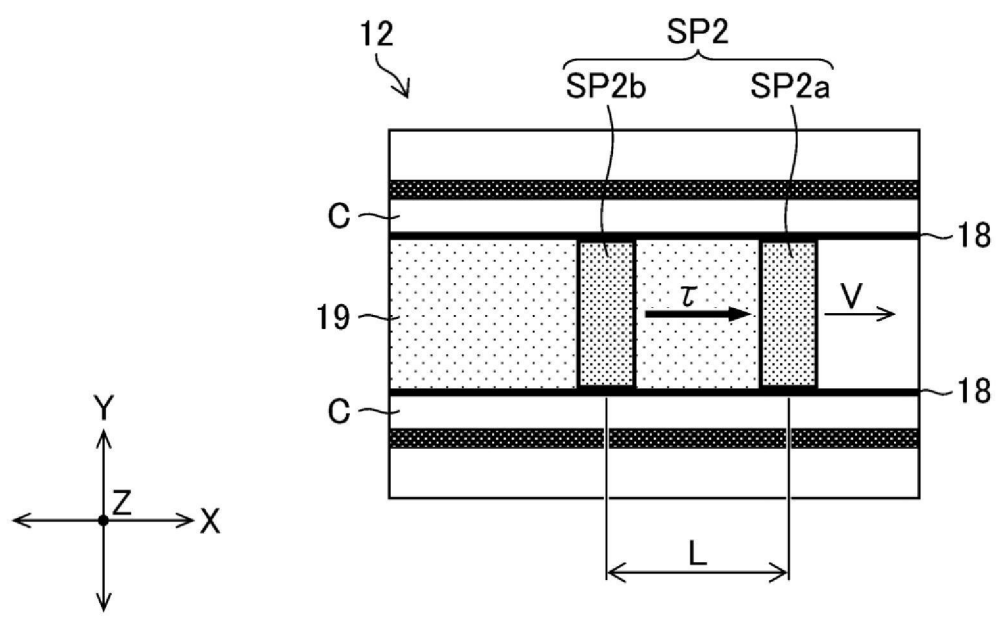
【圖 8】



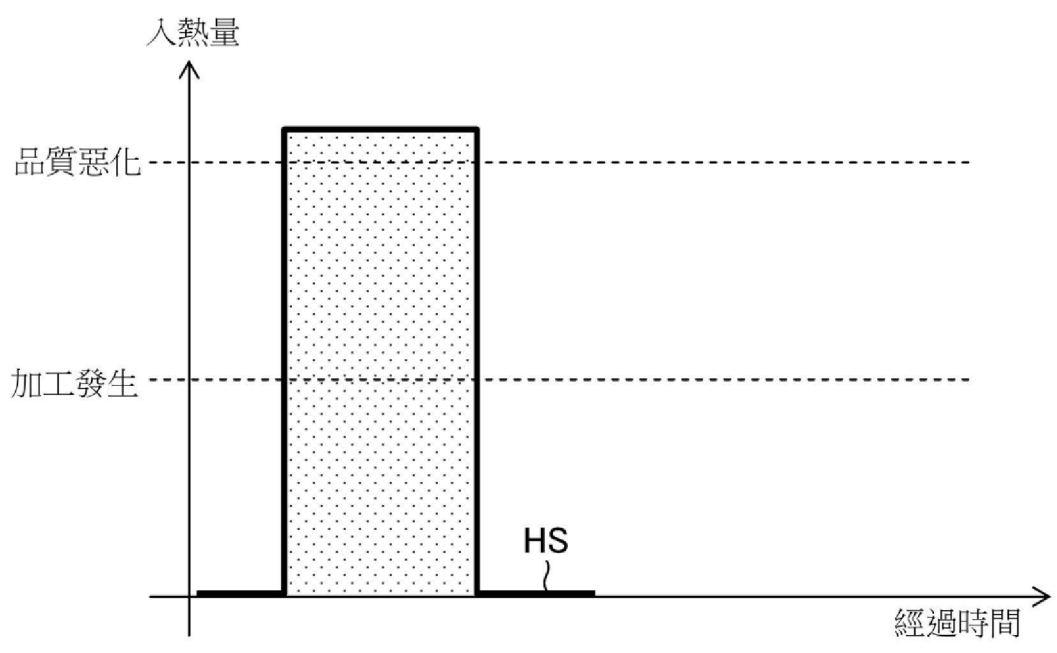
<重複頻率10kHz、加工速度30mm/s>



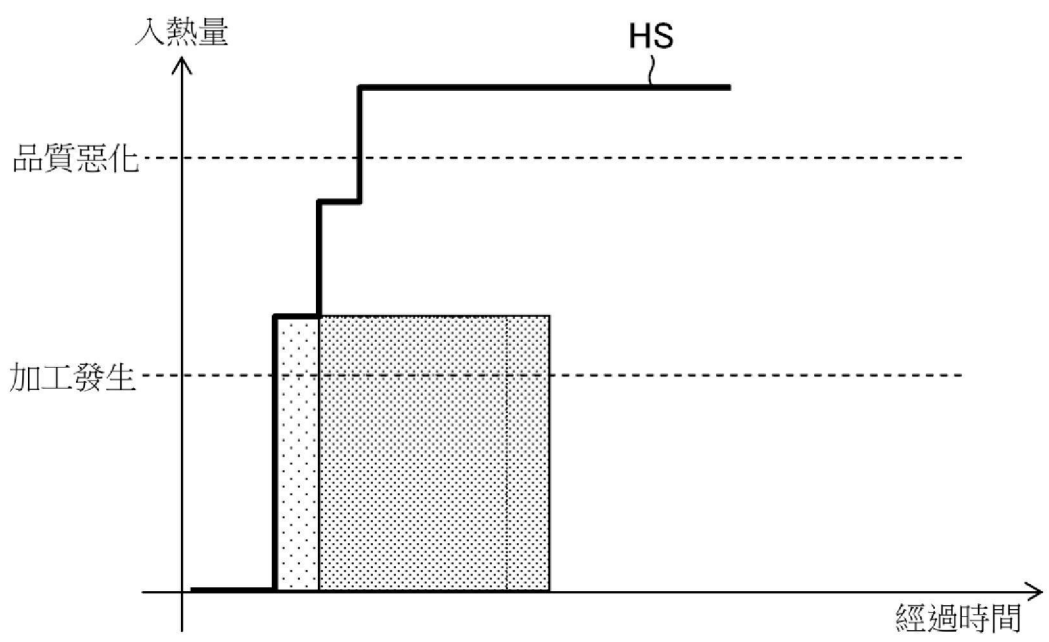
【圖 10】



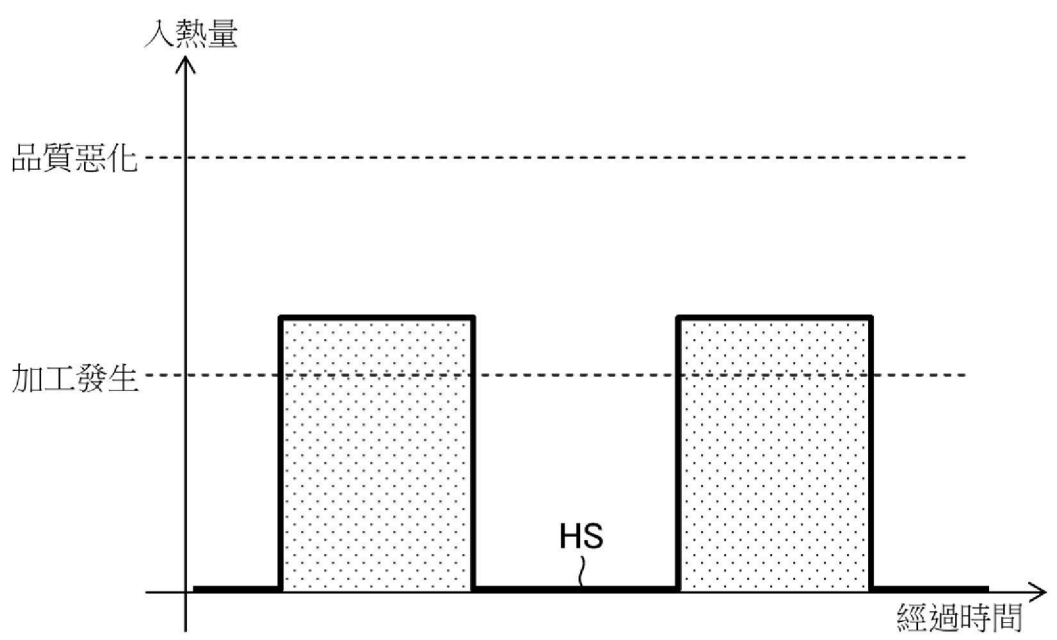
【圖 11】



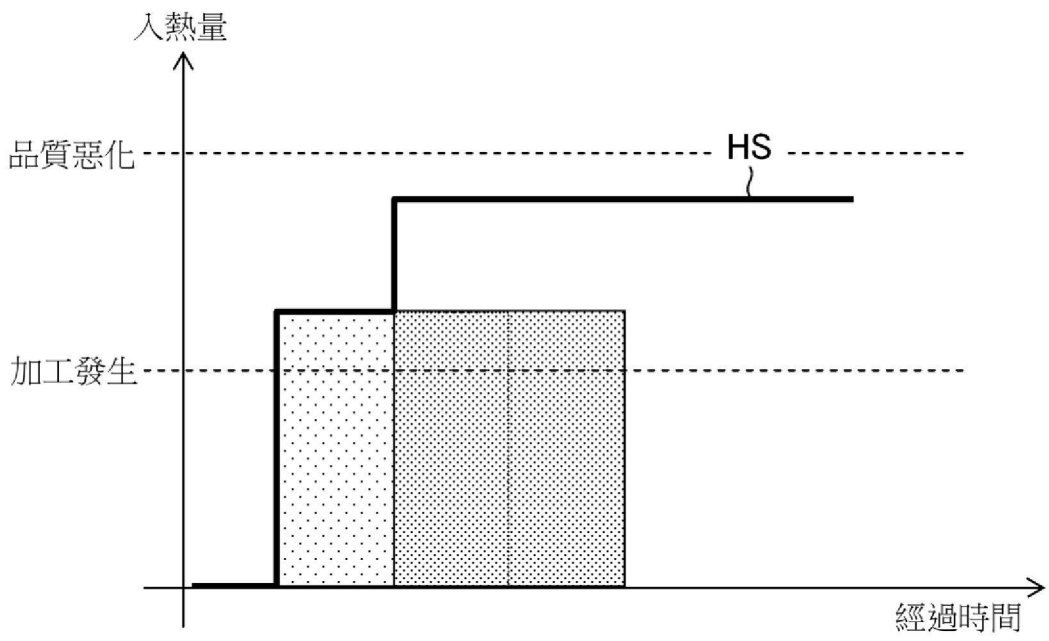
【圖 12】



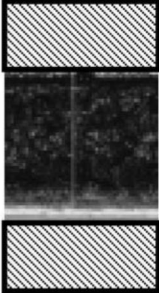
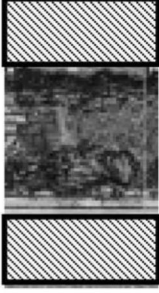
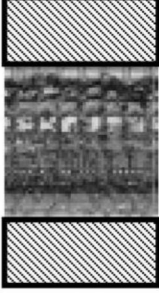

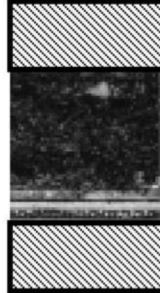



【圖 13】



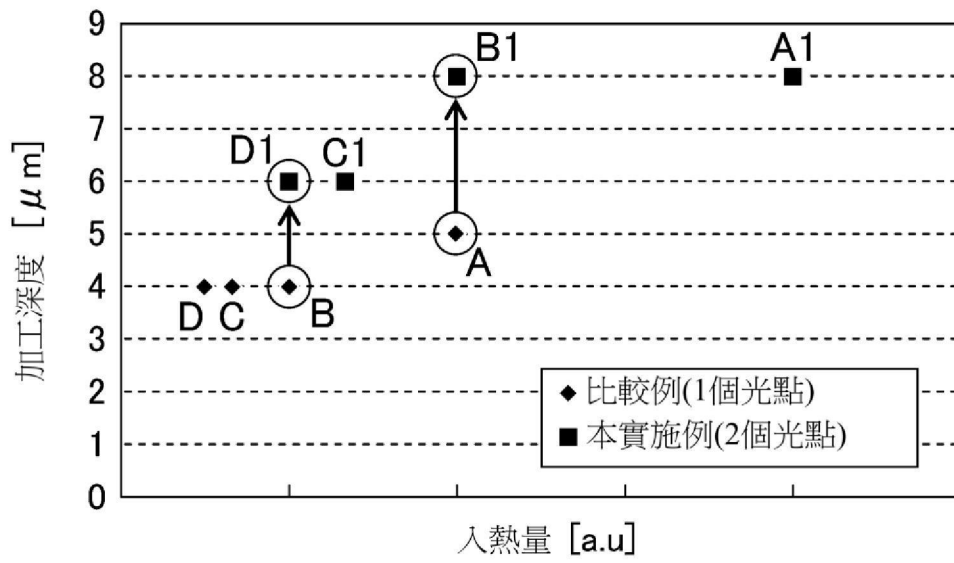
【圖 14】



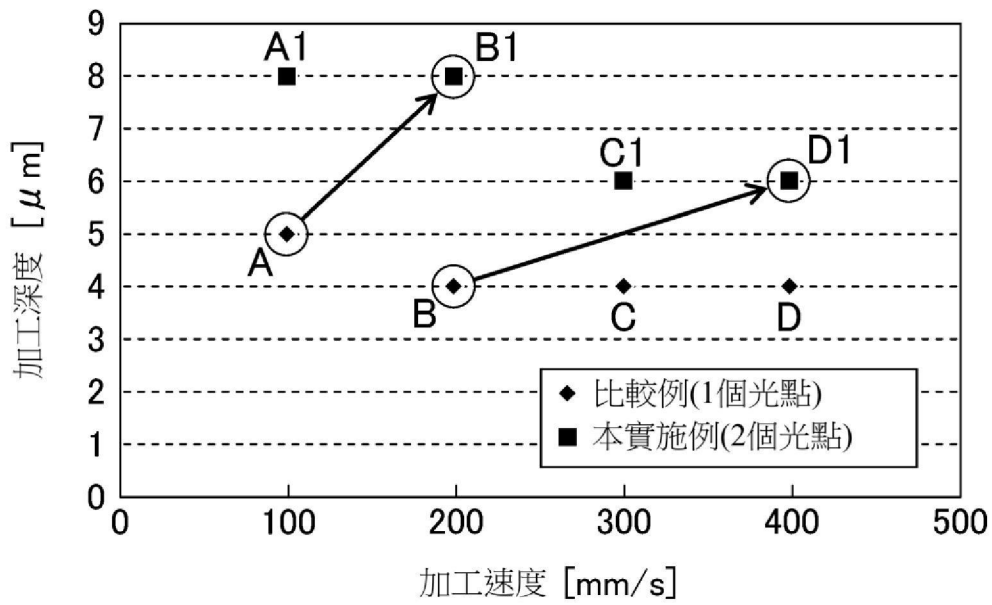
【圖 15】

加工速度	100mm/s	200mm/s	300mm/s	400mm/s
重疊率	80%	60%	40%	20%
比較例 (1個光點)	A 	B 	C 	D 
	A1 	B1 	C1 	D1 
本實施例 (2個光點)				

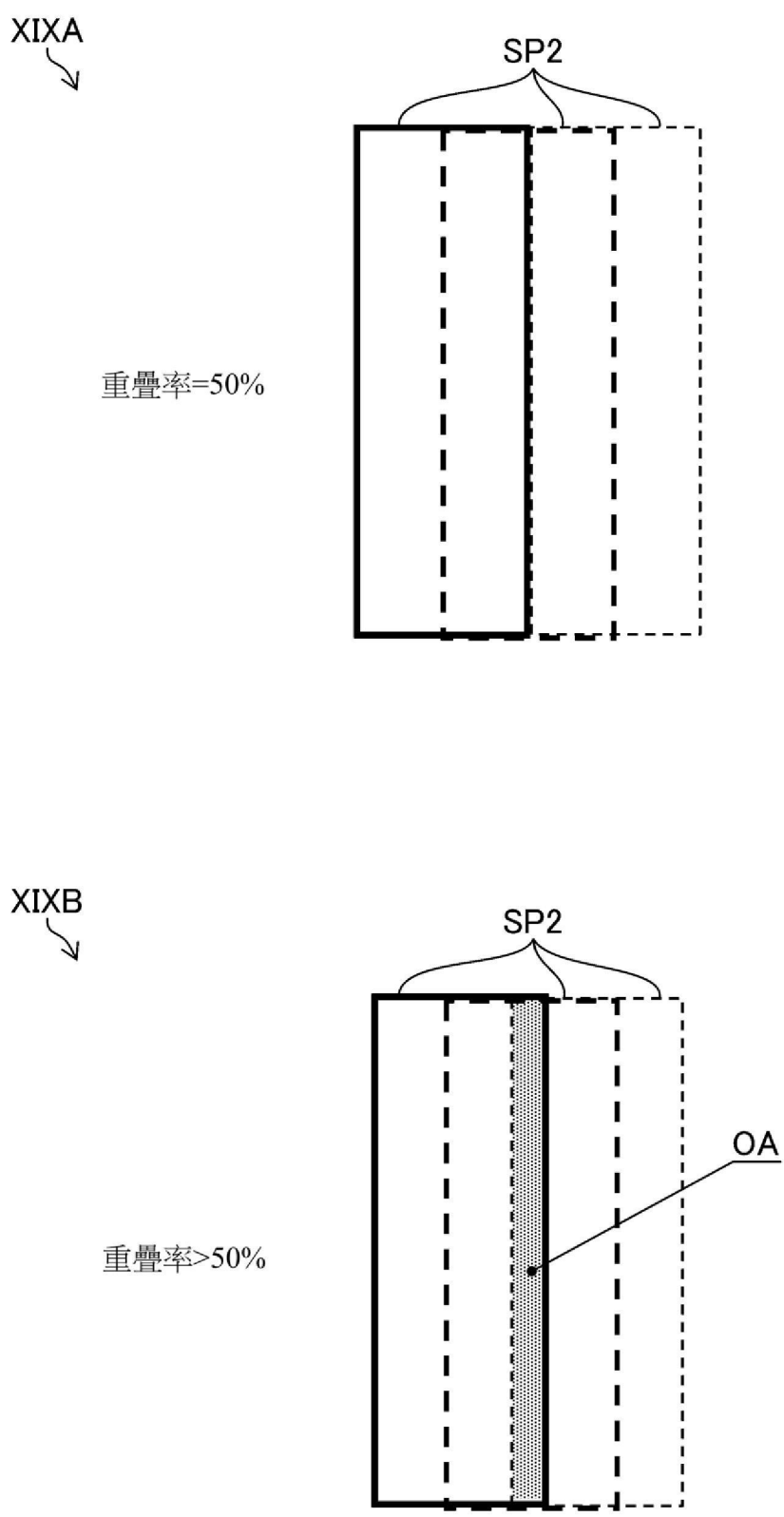
【圖 16】



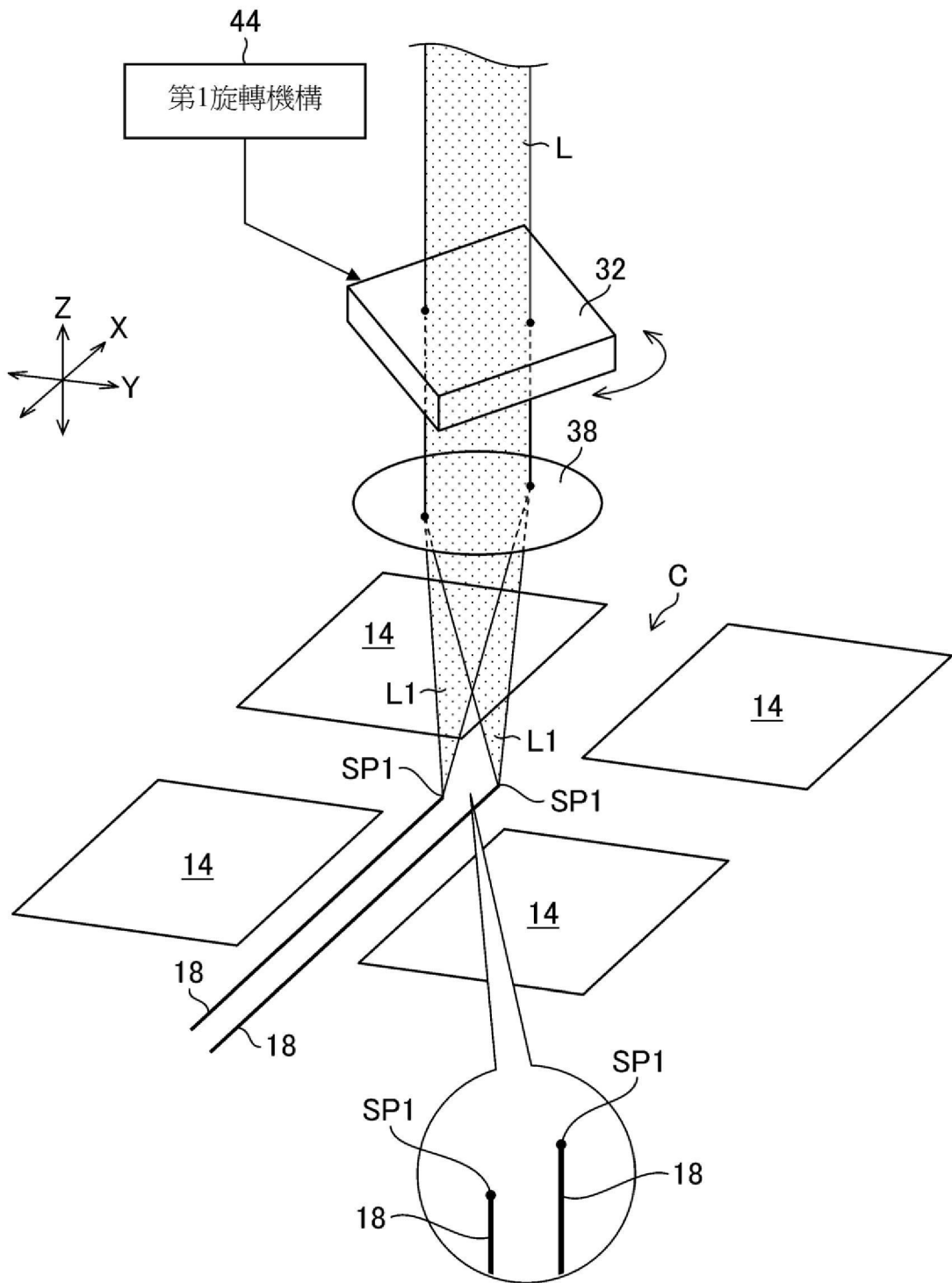
【圖 17】



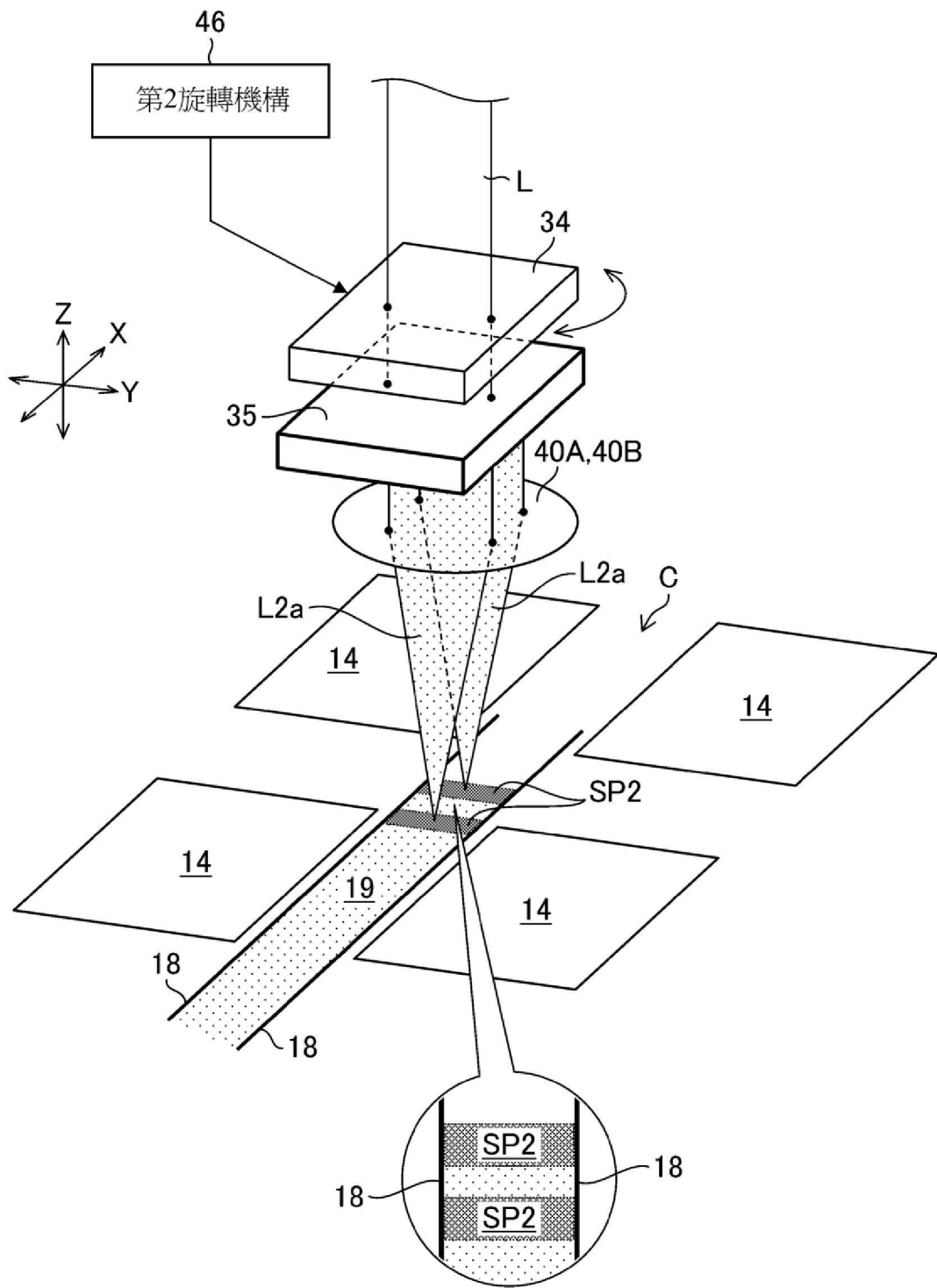
【圖 18】



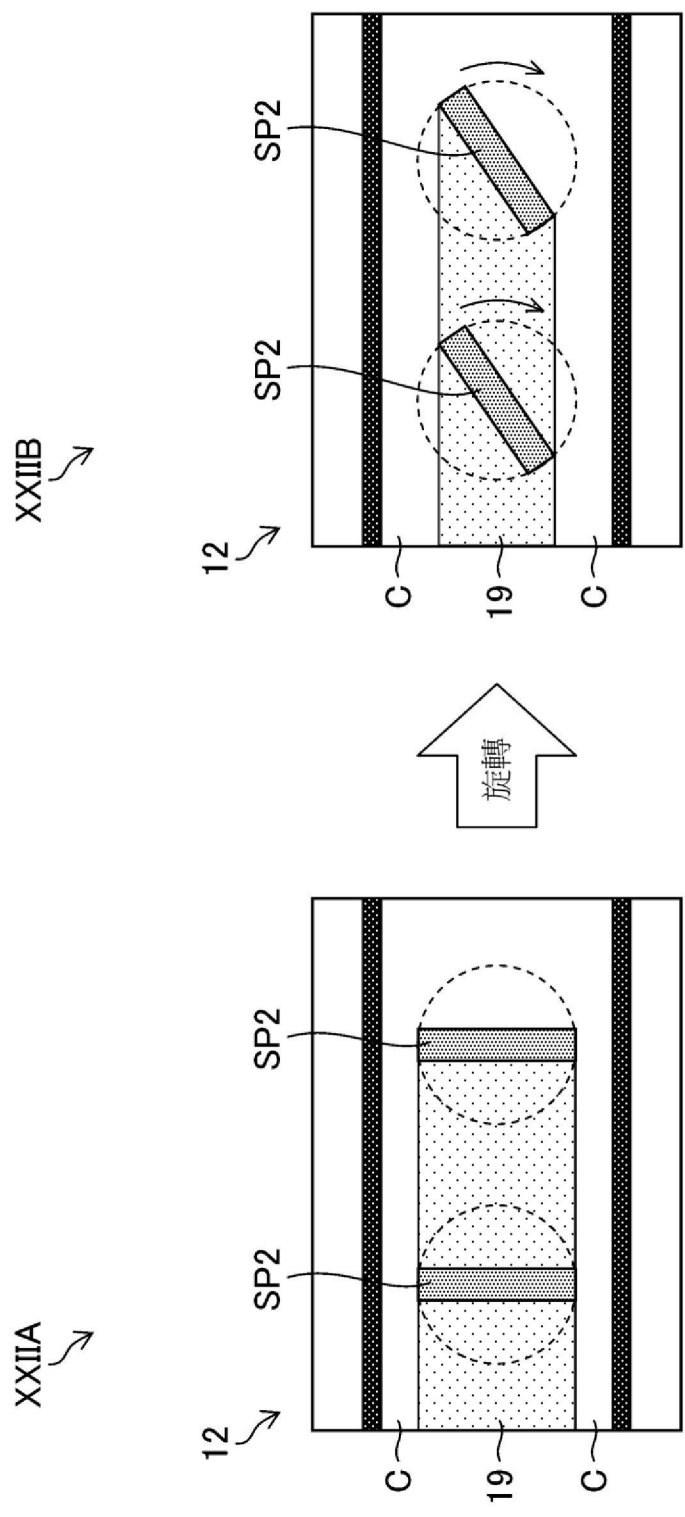
【圖 19】



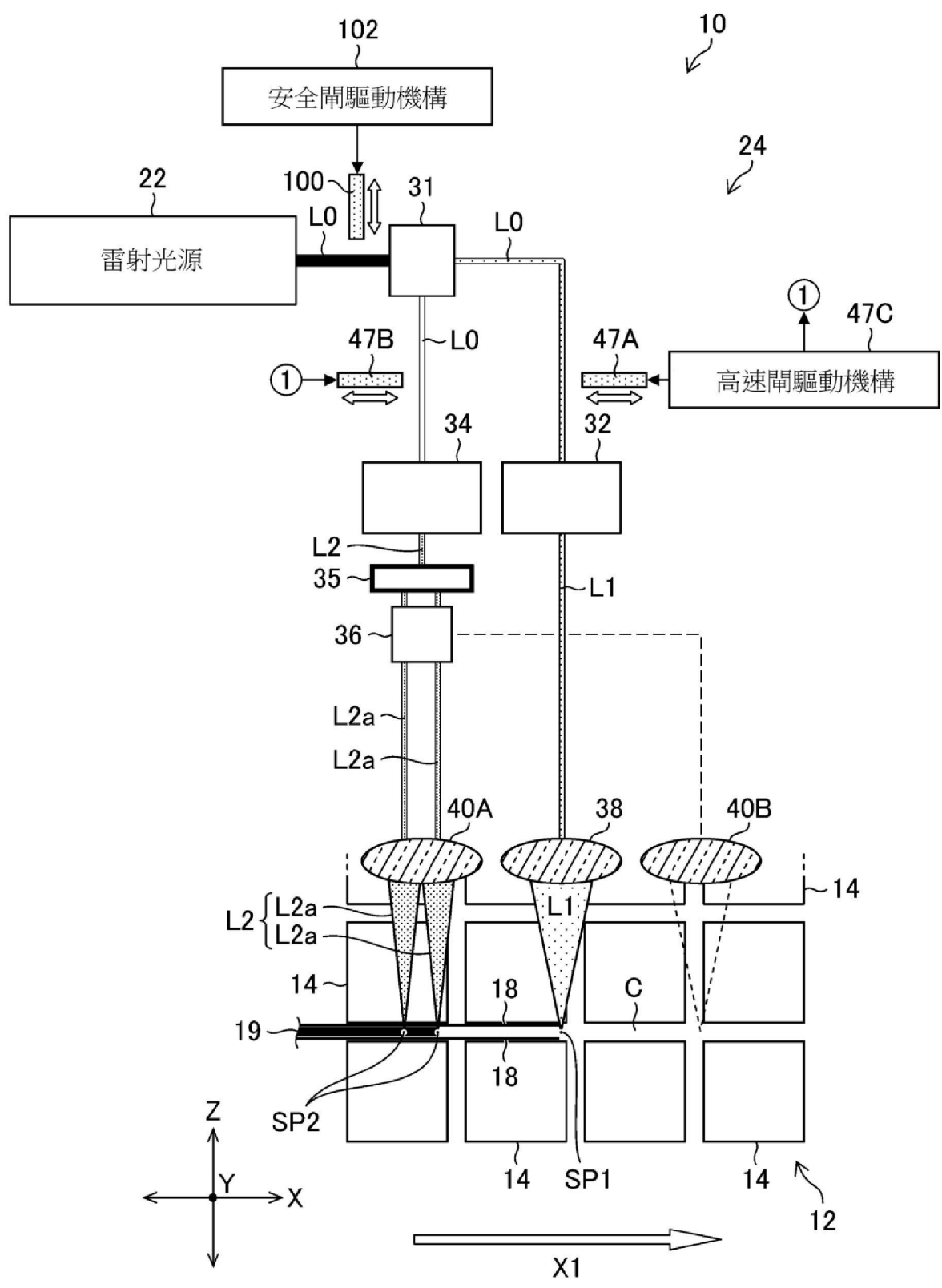
【圖 20】



【圖 21】



【圖 22】



【圖 23】