202045288

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本　(11)公開編號：TW 202045288 A

(43)公開日：中華民國 109 (2020) 年 12 月 16 日

(21)申請案號：109113237　(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 04 月 21 日

(51)Int. Cl.：*B23K26/36　(2014.01)*

(30)優先權：2019/04/24　世界智慧財產權組織　PCT/JP2019/017483

(71)申請人：日商尼康股份有限公司 (日本) NIKON CORPORATION　(JP)
日本

(72)發明人：白石雅之 SHIRAISHI, MASAYUKI (JP)；須藤健太 SUDO, KENTA (JP)；立崎陽介 TATSUZAKI, YOSUKE (JP)；小笠原麦 OGASAWARA, BAKU (JP)

(74)代理人：葉璟宗；卓俊傑

申請實體審查：無　申請專利範圍項數：22 項　圖式數：65　共 287 頁

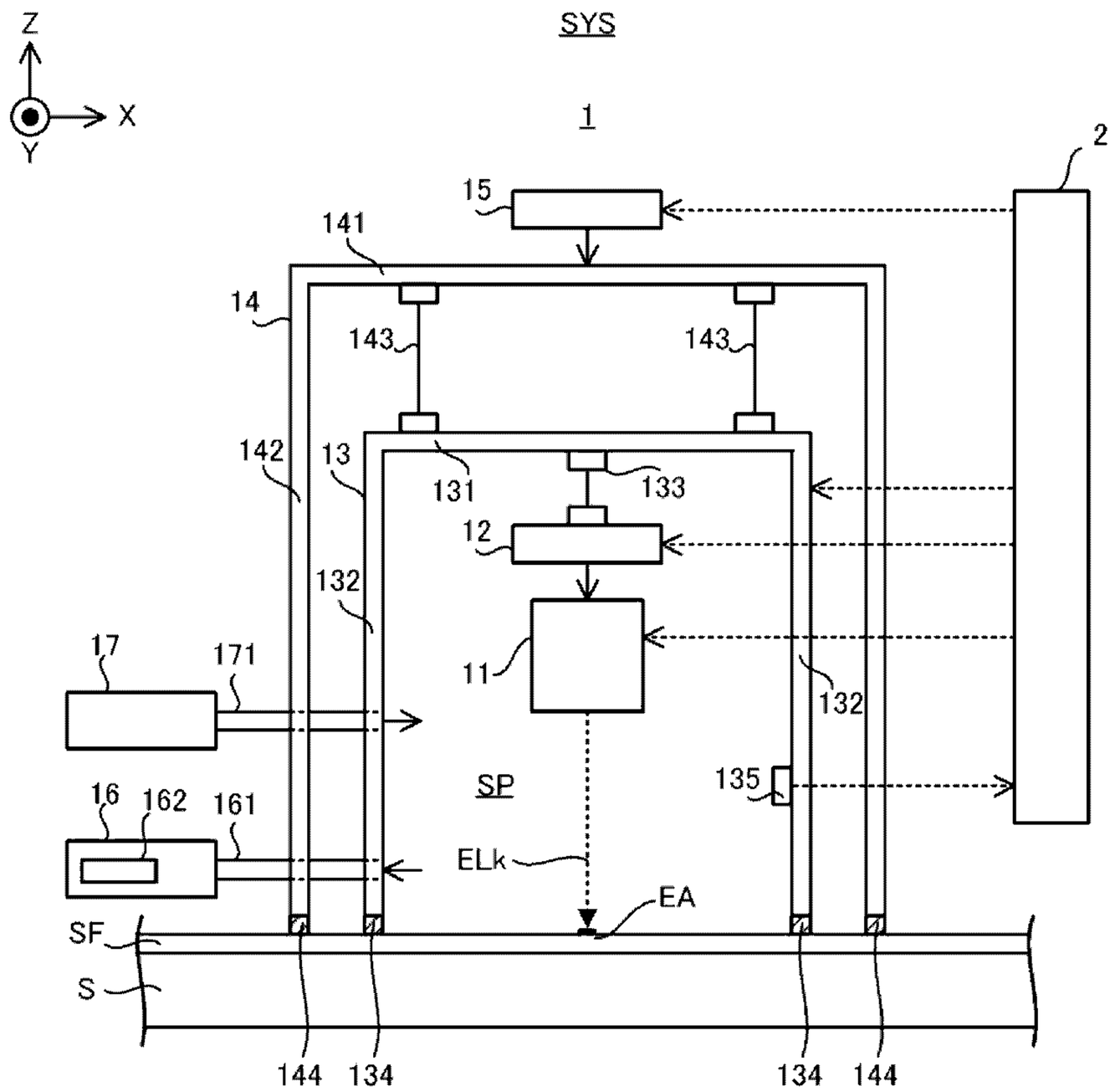
(54)名稱

加工裝置、加工方法以及加工系統

(57)摘要

本發明的加工裝置是對物體的表面照射加工光來加工物體的加工裝置，包括：光照射裝置，照射第一加工光而在表面形成第一照射區域，照射第二加工光而在表面形成與第一照射區域有至少一部分重疊的第二照射區域，且光照射裝置具有可變更第一照射區域及第二照射區域的重疊狀態的變更構件。

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

1:加工裝置

2:控制裝置

11:光照射裝置

12:驅動系統

13:收容裝置

14:支持裝置

15:驅動系統

16:排氣裝置

17:氣體供給裝置

131:頂部構件

132:間隔壁構件

133、143:支持構件

134、144:端部

135:檢測裝置

141:樑構件

142:腳構件

161:排氣管

162:過濾器

171:吸氣管

EA:目標照射區域

ELk:加工光

S:加工對象物

SF:塗裝膜

SP:收容空間

SYS:加工系統

X、Y、Z:座標軸

202045288

【發明摘要】

【中文發明名稱】加工裝置、加工方法以及加工系統

【中文】本發明的加工裝置是對物體的表面照射加工光來加工物體的加工裝置，包括：光照射裝置，照射第一加工光而在表面形成第一照射區域，照射第二加工光而在表面形成與第一照射區域有至少一部分重疊的第二照射區域，且光照射裝置具有可變更第一照射區域及第二照射區域的重疊狀態的變更構件。

【指定代表圖】圖 1。

【代表圖之符號簡單說明】

1:加工裝置

2:控制裝置

11:光照射裝置

12:驅動系統

13:收容裝置

14:支持裝置

15:驅動系統

16:排氣裝置

17:氣體供給裝置

131:頂部構件

132:間隔壁構件

133、143:支持構件

134、144:端部

135:檢測裝置

141:樑構件

142:腳構件

161:排氣管

162:過濾器

171:吸氣管

EA:目標照射區域

ELk:加工光

S:加工對象物

SF:塗裝膜

SP:收容空間

SYS:加工系統

X、Y、Z:座標軸

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】加工裝置、加工方法以及加工系統

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種可照射加工光來加工物體的加工裝置、加工方法以及加工系統的技術領域。

【先前技術】

【0002】 作為可加工物體的加工裝置，專利文獻 1 中記載了一種對物體的表面照射雷射光線以形成結構的加工裝置。此種加工裝置中，要求於物體適當地形成結構。

[現有技術文獻]

[專利文獻]

【0003】 [專利文獻 1]美國專利第 4,994,639 號

【發明內容】

【0004】 根據第一方案，提供一種加工裝置，其是對物體的表面照射加工光來加工所述物體的加工裝置，包括光照射裝置，照射第一加工光而在所述表面形成第一照射區域、並且照射第二加工光而在所述表面形成與所述第一照射區域有至少一部分重疊的第二照射區域，且所述光照射裝置具有能夠變更所述第一照射區域及所述第二照射區域的重疊狀態的變更構件。

【0005】 根據第二方案，提供一種加工方法，其是對物體的表面照射加工光來加工所述物體的加工方法，包括：照射第一加工光而在所述表面形成第一照射區域；照射第二加工光而在所述表面

形成與所述第一照射區域有一部分重疊的第二照射區域；以及變更所述第一照射區域及所述第二照射區域的重疊狀態。

【0006】 根據第三方案，提供一種加工系統，其是對物體照射加工光來加工所述物體的加工裝置，包括：第一光學系統，將入射光分支為第一光及第二光；第二光學系統，將來自所述第一光學系統的所述第一光作為第三光返回至所述第一光學系統；以及第三光學系統，將來自所述第一光學系統的所述第二光作為第四光返回至所述第一光學系統，且所述第一光學系統將來自所述第二光學系統的所述第三光及來自所述第三光學系統的所述第四光作為照射至所述物體的表面上的不同位置的多束所述加工光射出。

【0007】 根據第四方案，提供一種加工裝置，包括：光照射裝置，對物體照射多束加工光來加工所述物體；以及照射位置變更裝置，變更所述多束加工光在所述物體的表面上的照射位置的相對位置關係，以將所需圖案結構形成於所述物體。

【0008】 根據第五方案，提供一種加工系統，其是對物體照射加工光來加工所述物體，以將在所需方向上延伸的圖案結構形成於所述物體的加工系統，包括：第一可動裝置，能夠以變更沿著所述物體的表面的第一方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動；以及第二可動裝置，能夠以變更沿著所述物體的表面且與所述第一方向交叉的第二方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動，並且較所述第一可動裝置更重及/或大，且所述第一可動裝

置及所述第二可動裝置以第一角度小於第二角度的方式相對於所述表面進行對位，所述第一角度是在所述所需方向上延伸的軸與在所述第一方向上延伸的軸所成的角度，所述第二角度是在所述所需方向上延伸的軸與在所述第二方向上延伸的軸所成的角度。

【0009】 根據第六方案，提供一種加工系統，包括：加工裝置，對物體照射加工光來加工所述物體，以在所述物體的表面形成在所需方向上延伸的圖案結構；以及控制裝置，基於圖案資訊來控制所述加工裝置，以形成所述圖案結構，所述圖案資訊與由模擬形成有所述圖案結構的所述物體的模擬模型所生成的所述圖案結構相關。

【0010】 根據第七方案，提供一種加工系統，包括：光照射裝置，對物體的表面照射加工光；以及位置變更裝置，變更所述物體的表面上的所述加工光的目標照射位置與所述表面之間的相對位置，且使用所述光照射裝置及所述位置變更裝置，交替地反覆進行第一動作及第二動作，所述第一動作是使所述加工光沿沿著所述表面的第一軸在所述表面上掃描的動作，所述第二動作是沿與所述第一軸交叉且沿著所述表面的第二軸來變更所述加工光與所述表面之間的相對位置的動作，且所述第一動作包括第一掃描動作及第二掃描動作，所述第一掃描動作是以所述目標照射位置相對於所述表面而向沿著所述第一軸的第一方向相對移動的方式，使所述加工光在所述表面上掃描的動作，所述第二掃描動作是以所述目標照射位置相對於所述表面而向沿著所述第一軸且與所述

第一方向相反的第二方向相對移動的方式，使所述加工光在所述表面上掃描的動作。

【0011】 根據第八方案，提供一種加工系統，將來自光源的加工光照射至物體的表面來對所述表面進行加工，所述加工系統包括：第一光學系統，配置於來自所述光源的所述加工光的光路；以及第二光學系統，配置於來自所述光源的所述加工光的光路，將所述加工光聚光至所述表面，且經由所述第一光學系統及所述第二光學系統的所述加工光的會聚位置處的光束剖面的大小較經由所述第二光學系統的加工光的會聚位置處的光束剖面的大小更大。

【圖式簡單說明】

【0012】

圖 1 是示意性地表示第一實施形態的加工系統的整體結構的剖面圖。

圖 2 的（a）及圖 2 的（b）分別是示意性地表示形成在加工對象物表面的塗裝膜的加工情況的剖面圖。

圖 3 是示意性地表示第一實施形態的加工系統所具備的光照射裝置的立體圖。

圖 4 是表示多光束光學系統的結構的剖面圖。

圖 5 的（a）是表示多光束光學系統射出的多束加工光在規定的光學面上形成的光束點的平面圖，圖 5 的（b）是表示多光束光學系統射出的多束加工光在塗裝膜上形成的光束點的平面圖。

圖 6 的（a）是表示第一實施形態的加工系統所形成的溝槽（riblet）結構的剖面的剖面圖，圖 6 的（b）是表示本實施形態的加工系統所形成的溝槽結構的立體圖。

圖 7 的（a）及圖 7 的（b）分別是表示作為形成有溝槽結構的加工對象物的一例的飛機的正面圖，圖 7 的（c）是表示作為形成有溝槽結構的加工對象物的一例的飛機的側面圖。

圖 8 是表示在塗裝膜 SF 的表面設定的多個加工曝射（shot）區域的平面圖。

圖 9 是表示進行用於形成溝槽結構的加工動作的一步驟的加工裝置的剖面圖。

圖 10 的（a）是表示進行用於形成溝槽結構的加工動作的一步驟的加工裝置的剖面圖，圖 10 的（b）是表示進行了圖 10 的（a）所示的加工動作的一步驟的塗裝膜的表面的平面圖。

圖 11 是表示反覆進行掃描動作與步進動作的期間內的加工光的掃描軌跡（即，目標照射區域的移動軌跡）的平面圖。

圖 12 是表示進行用於形成溝槽結構的加工動作的一步驟的加工裝置的剖面圖。

圖 13 的（a）是表示進行用於形成溝槽結構的加工動作的一步驟的加工裝置的剖面圖，圖 13 的（b）是表示進行了圖 13 的（a）所示的加工動作的一步驟的塗裝膜的表面的平面圖。

圖 14 是表示進行用於形成溝槽結構的加工動作的一步驟的加工裝置的剖面圖。

圖 15 是表示進行用於形成溝槽結構的加工動作的一步驟的加工裝置的剖面圖。

圖 16 是表示進行用於形成溝槽結構的加工動作的一步驟的加工裝置的剖面圖。

圖 17 是表示進行用於形成溝槽結構的加工動作的一步驟的加工裝置的剖面圖。

圖 18 是表示進行用於形成溝槽結構的加工動作的一步驟的加工裝置的剖面圖。

圖 19 是表示進行用於形成溝槽結構的加工動作的一步驟的加工裝置的剖面圖。

圖 20 是示意性地表示多光束光學系統的另一例的剖面圖。

圖 21 是表示第二實施形態的光照射裝置所具備的多個多光束光學系統的剖面圖。

圖 22 的（a）是示意性地表示多個多光束光學系統分別將光源光分割為多束加工光的狀態的剖面圖，圖 22 的（b）是表示多個多光束光學系統分別射出的多束加工光 ELk 在規定的光學面上形成的光束點的平面圖。

圖 23 是表示第三實施形態的多光束光學系統的剖面圖。

圖 24 的（a）是表示反射鏡移動前的多光束光學系統的剖面圖，圖 24 的（b）是表示自處於圖 24 的（a）所示的狀態的多光束光學系統射出的多束加工光在塗裝膜上形成的多個光束點的平面圖，圖 24 的（c）是表示反射鏡移動後的多光束光學系統的剖

面圖，圖 24 的（d）是表示自處於圖 24 的（c）所示的狀態的多光束光學系統射出的多束加工光在塗裝膜上形成的多個光束點的平面圖。

圖 25 的（a）是表示反射鏡移動前的多個照射區域的位置關係的平面圖，圖 25 的（b）是表示在設定有圖 25 的（a）所示的多個照射區域的情況下所形成的凹狀結構的剖面圖，圖 25 的（c）是表示反射鏡移動後的多個照射區域的位置關係的平面圖，圖 25 的（d）是表示在設定有圖 25 的（c）所示的多個照射區域的情況下所形成的凹狀結構的剖面圖。

圖 26 的（a）是表示局部重疊的多個照射區域的位置關係的平面圖，圖 26 的（b）是表示在設定有圖 26 的（a）所示的多個照射區域的情況下所形成的凹狀結構的剖面圖。

圖 27 的（a）是表示未局部重疊的四個照射區域的位置關係的平面圖，圖 27 的（b）是表示在設定有圖 27 的（a）所示的多個照射區域的情況下所形成的凹狀結構的剖面圖，圖 27 的（c）是表示局部重疊的四個照射區域的位置關係的平面圖，圖 27 的（d）是表示在設定有圖 27 的（c）所示的多個照射區域的情況下所形成的凹狀結構的剖面圖，圖 27 的（e）是表示局部重疊的四個照射區域的位置關係的平面圖，圖 27 的（f）是表示在設定有圖 27 的（c）所示的多個照射區域的情況下所形成的凹狀結構的剖面圖。

圖 28 是表示第四實施形態的光照射裝置的立體圖。

圖 29 的（a）是表示經由中繼光學系統照射至塗裝膜的加工

光的剖面圖，圖 29 的（b）是表示不經由中繼光學系統而照射至塗裝膜的加工光的剖面圖。

圖 30 是表示第五實施形態的強度調整裝置的剖面圖。

圖 31 是表示多束加工光的強度與波長板的旋轉角度之間的關係的圖表。

圖 32 是表示第六實施形態的強度調整裝置的剖面圖。

圖 33 的（a）至圖 33 的（c）分別表示了經由強度調整裝置及多光束光學系統將光源光分支為多束加工光的過程、以及在該過程中生成的光的強度及該光在塗裝膜上形成的光束點。

圖 34 的（a）至圖 34 的（c）分別表示了不經由強度調整裝置而藉由多光束光學系統將光源光分支為多束加工光的過程、以及在該過程中生成的光的強度及該光在塗裝膜上形成的光束點。

圖 35 是表示第七實施形態的多光束光學系統的立體圖。

圖 36 是表示第七實施形態的多光束光學系統將光源光分支為多束加工光 ELk 的過程的立體圖。

圖 37 是表示第七實施形態的多光束光學系統將光源光分支為多束加工光 ELk 的過程的立體圖。

圖 38 是表示第七實施形態的多光束光學系統將光源光分支為多束加工光 ELk 的過程的立體圖。

圖 39 是表示第七實施形態的多光束光學系統將光源光分支為多束加工光 ELk 的過程的立體圖。

圖 40 是表示第七實施形態的多光束光學系統的另一例的立

體圖。

圖 41 是表示第八實施形態的多光束光學系統的立體圖。

圖 42 的（a）及圖 42 的（b）分別是表示第八實施形態的多光束光學系統所具備的偏光分束器與反射稜鏡之間的位置關係的平面圖。

圖 43 的（a）是表示當將 Y 軸方向設定為掃描方向時塗裝膜上的目標照射區域的移動軌跡的平面圖，圖 43 的（b）是表示在圖 43 的（a）所示的狀況下由加工系統所形成的溝槽結構的立體圖，圖 43 的（c）是表示當將 X 軸方向設定為掃描方向時目標照射區域在塗裝膜上的移動軌跡的平面圖，圖 43 的（d）是表示在圖 43 的（c）所示的狀況下由加工系統所形成的溝槽結構的立體圖。

圖 44 是表示用於使光照射裝置移動的驅動系統的一例的剖面圖。

圖 45 是表示用於使加工對象物移動的載台裝置的一例的剖面圖。

圖 46 是表示第十實施形態的光照射裝置的結構的一例的剖面圖。

圖 47 的（a）是將經由放大光學系統照射至塗裝膜的加工光的沿著 XZ 平面的剖面與加工光的沿著 XY 平面的剖面建立關聯來進行表示的剖面圖，圖 47 的（b）是將不經由放大光學系統而照射至塗裝膜的加工光的沿著 XZ 平面的剖面與加工光的沿著 XY 平

面的剖面建立關聯來進行表示的剖面圖。

圖 48 的（a）是表示不具備放大光學系統的比較例的加工系統使用具有可以相對較細的微細度來加工塗裝膜的波長的加工光，以相對較粗的微細度來加工塗裝膜的情況的剖面圖，圖 48 的（b）是表示具備放大光學系統的第十實施形態的加工系統使用具有可以相對較細的微細度來加工塗裝膜的波長的加工光，以相對較粗的微細度來加工塗裝膜的情況的剖面圖。

圖 49 是表示使多束加工光重合的情況的剖面圖。

圖 50 是表示自包含 NA 調整光學元件的光學系統照射至塗裝膜的加工光以及自不含 NA 調整光學元件的光學系統照射至塗裝膜的加工光的剖面圖。

圖 51 是表示第十實施形態的光照射裝置的結構的另一例的剖面圖。

圖 52 是表示目標照射區域的移動軌跡的一例的平面圖。

圖 53 是表示目標照射區域的移動軌跡的一例的平面圖。

圖 54 是表示目標照射區域的移動軌跡的一例的平面圖。

圖 55 是表示當將移動方向設定為滿足第一基準時目標照射區域的移動軌跡的一例的平面圖。

圖 56 是表示當將移動方向設定為滿足第二基準時目標照射區域的移動軌跡的一例的平面圖。

圖 57 是表示當將移動方向設定為滿足第三基準時目標照射區域的移動軌跡的一例的平面圖。

圖 58 是表示當將圖 57 所示的加工區域中的目標照射區域 EA 的移動方向設定為滿足第一基準時目標照射區域的移動軌跡的一例的平面圖。

圖 59 是表示當將移動方向設定為滿足第四基準時目標照射區域的移動軌跡的一例的平面圖。

圖 60 是表示當將圖 59 所示的加工區域中的目標照射區域 EA 的移動方向設定為滿足第一基準時目標照射區域的移動軌跡的一例的平面圖。

圖 61 是表示反覆進行掃描動作與步進動作的期間內的加工光的掃描軌跡（即，目標照射區域的移動軌跡）的變形例的平面圖。

圖 62 是表示在進行多次目標照射區域的掃描時，每次改變目標照射區域的位置的一例的平面圖。

圖 63 的（a）是表示改變多個目標照射區域的大小的一例的平面圖，圖 63 的（b）是表示改變多束加工光彼此的聚光位置的一例的剖面圖。

圖 64 的（a）至圖 64 的（c）分別是表示溝槽結構的剖面的剖面圖。

圖 65 的（a）至圖 65 的（h）分別是表示在進行多次目標照射區域的掃描時，每次改變目標照射區域的位置的一例的圖。

【實施方式】

【0013】 以下，一邊參照圖式，一邊對加工裝置、加工方法以及

加工系統的實施形態進行說明。以下，使用加工系統 SYS 來對加工裝置、加工方法以及加工系統的實施形態進行說明，所述加工系統 SYS 使用加工光 ELk 來對形成在加工對象物 S 表面的塗裝膜 SF 進行加工。但是，本發明並不限定於以下說明的實施形態。

【0014】 而且，以下的說明中，是使用由彼此正交的 X 軸、Y 軸及 Z 軸所定義的 XYZ 正交座標系，來對構成加工系統 SYS 的各種構成元件的位置關係進行說明。再者，以下的說明中，為了便於說明，設 X 軸方向及 Y 軸方向分別為水平方向（即，水平面內的規定方向），Z 軸方向為鉛垂方向（即，與水平面正交的方向，實質上為上下方向）。而且，將繞 X 軸、Y 軸及 Z 軸的旋轉方向（換言之，傾斜方向）分別稱作 θX 方向、θY 方向及 θZ 方向。此處，亦可將 Z 軸方向設為重力方向。而且，亦可將 XY 平面設為水平方向。

【0015】 （1）第一實施形態的加工系統 SYSa

【0016】 首先，對第一實施形態的加工系統 SYS（以下，將第一實施形態的加工系統 SYS 稱作「加工系統 SYSa」）進行說明。

【0017】 （1-1）加工系統 SYSa 的結構

【0018】 首先，一邊參照圖 1，一邊對第一實施形態的加工系統 SYSa 的結構進行說明。圖 1 是示意性地表示第一實施形態的加工系統 SYSa 的結構的剖面圖。

【0019】 如圖 1 所示，加工系統 SYS 對形成（例如塗佈）在加工對象物 S 表面的塗裝膜 SF 進行加工。加工對象物 S 例如既可為金

屬，亦可為合金（例如杜拉鋁（duralumin）等），亦可為樹脂（例如碳纖維增強塑膠（Carbon Fiber Reinforced Plastic，CFRP）等），亦可為玻璃，還可為包含除此以外的任意材料的物體。塗裝膜 SF 是覆蓋加工對象物 S 表面的塗料的膜。因此，塗裝膜 SF 亦可稱作塗料層。加工對象物 S 成為相對於塗裝膜 SF 而言的基材。塗裝膜 SF 的厚度例如為數十微米至數百微米，但亦可為其他任意尺寸。構成塗裝膜 SF 的塗料例如既可包含樹脂性的塗料，亦可包含除此以外的種類的塗料。樹脂製的塗料例如亦可包含丙烯酸系塗料（例如包含丙烯酸多元醇的塗料）、聚胺基甲酸酯系塗料（例如包含聚胺基甲酸酯多元醇的塗料）、聚酯系塗料（例如包含聚酯多元醇的塗料）、乙烯系塗料、氟系塗料（例如包含氟系多元醇的塗料）、矽系塗料及環氧系塗料中的至少一種。

【0020】 圖 1 表示了在具有沿著水平面（即，XY 平面）的表面的加工對象物 S 上配置有加工系統 SYSa（尤其是加工系統 SYSa 所具備的後述的加工裝置 1）的示例。然而，加工系統 SYSa 並不限於配置在具有沿著水平面的表面的加工對象物 S 上。例如，亦可如一邊參照圖 5 等一邊在後文詳述般，加工系統 SYSa 配置在具有與水平面交叉的表面的加工對象物 S 上。加工系統 SYSa 亦可以自加工對象物 S 懸吊的方式而配置。此時，為了方便，X 軸方向及 Y 軸方向亦可被定義為沿著加工對象物 S 的表面的方向（典型的是平行的方向），為了方便，Z 軸方向亦可被定義為與加工對象物 S 的表面交叉的方向（典型的是正交的方向）。

【0021】 加工系統 SYSa 為了加工塗裝膜 SF 而對塗裝膜 SF 照射加工光 ELk。加工光 ELk 只要可藉由照射至塗裝膜 SF 而加工塗裝膜 SF，則亦可為任何種類的光。作為一例，加工光 ELk 亦可為雷射光。進而，加工光 ELk 只要可藉由照射至塗裝膜 SF 而加工塗裝膜 SF，則亦可為任何波長的光。第一實施形態中，使用加工光 ELk 是不可見光（例如，紅外光及紫外光中的至少一種等）的示例來進行說明。即，第一實施形態中，使用加工光 ELk 是包含在較可見光的波長範圍更短的波長範圍中的波長的光、及包含在較可見光的波長範圍更長的波長範圍中的波長的光中的至少一種的示例來進行說明。但是，加工光 ELk 亦可為可見光。

【0022】 此處，一邊參照圖 2 的（a）及圖 2 的（b），一邊對使用加工光 ELk 的塗裝膜 SF 的加工情況進行說明。圖 2 的（a）及圖 2 的（b）分別是示意性地表示形成在加工對象物 S 表面的塗裝膜 SF 的加工情況的剖面圖。

【0023】 如圖 2 的（a）所示，加工系統 SYSa 對在塗裝膜 SF 的表面設定的目標照射區域 EA 照射加工光 ELk。再者，目標照射區域 EA 是預定由加工系統 SYSa 照射加工光 ELk 的區域。如圖 2 的（a）所示，當對目標照射區域 EA 照射加工光 ELk 時，與目標照射區域 EA 重疊的塗裝膜 SF（即，位於目標照射區域 EA 的-Z 側的塗裝膜）的一部分因加工光 ELk 而蒸發。此時，在塗裝膜 SF 的厚度方向上，與目標照射區域 EA 重疊的塗裝膜 SF 並未全部蒸發。即，在塗裝膜 SF 的厚度方向上，與目標照射區域 EA 重疊的

塗裝膜 SF 的一部分（具體而言，為塗裝膜 SF 中的與目標照射區域 EA 相對較近的部分）蒸發，另一方面，與目標照射區域 EA 重疊的塗裝膜 SF 的另一部分（具體而言，塗裝膜 SF 中的距目標照射區域 EA 相對較遠的部分）未蒸發。換言之，塗裝膜 SF 僅以加工對象物 S 不會自塗裝膜 SF 露出的程度而蒸發。因此，加工光 ELk 的特性亦可被設定為僅使塗裝膜 SF 以加工對象物 S 不會自塗裝膜 SF 露出的程度而蒸發的所需特性。加工光 ELk 的特性亦可被設定為不會因加工光 ELk 的照射而對加工對象物 S 造成影響的所需特性。加工光 ELk 的特性亦可被設定為藉由加工光 ELk 的照射而僅對塗裝膜 SF 造成影響的所需特性。再者，加工光 ELk 的特性亦可包含加工光 ELk 的波長、自加工光 ELk 對塗裝膜 SF 的表面傳遞的每單位時間及/或每單位面積的能量的量、加工光 ELk 在塗裝膜 SF 表面上的強度分佈、加工光 ELk 對塗裝膜 SF 表面的照射時間、及加工光 ELk 在塗裝膜 SF 表面上的尺寸（作為一例，為點徑及面積中的至少一種）中的至少一者。

【0024】 此時，照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的能量被規定為，不會因加工光 ELk 的照射而對加工對象物 S 造成影響。加工光 ELk 的能量被規定為，加工光 ELk 不會貫穿塗裝膜 SF 到達加工對象物 S。換言之，加工光 ELk 的能量被規定為，藉由加工光 ELk 的照射而僅對塗裝膜 SF 造成影響。

【0025】 其結果，在塗裝膜 SF 已蒸發的部分，塗裝膜 SF 被去除。另一方面，在塗裝膜 SF 未蒸發的部分，塗裝膜 SF 仍殘留。即，

如圖 2 的（b）所示，在照射有加工光 ELk 的部分，塗裝膜 SF 被局部去除。其結果，如圖 2 的（b）所示，在照射有加工光 ELk 的部分，與未被照射加工光 ELk 的部分相比，塗裝膜 SF 的厚度變薄。換言之，如圖 2 的（b）所示，在加工對象物 S 的表面上，存在因未被照射加工光 ELk 而仍相對較厚的塗裝膜 SF、與因被照射加工光 ELk 而變得相對較薄的塗裝膜 SF。即，藉由加工光 ELk 的照射，塗裝膜 SF 的厚度至少局部受到調整。藉由加工光 ELk 的照射，在厚度方向（圖 2 的（b）所示的示例中為 Z 軸方向）上，塗裝膜 SF 的一部分被去除。其結果，在塗裝膜 SF 的表面，形成相當於塗裝膜 SF 相對較薄的部分的凹部（換言之，為槽部）C。因而，本實施形態中的「加工塗裝膜 SF 的動作」包含調整塗裝膜 SF 的厚度的動作、去除塗裝膜 SF 的一部分的動作、及在塗裝膜 SF 形成凹部 C 的動作中的至少一個。

【0026】 塗裝膜 SF 藉由吸收加工光 ELk 而蒸發。即，藉由加工光 ELk 的能量傳遞至塗裝膜 SF，塗裝膜 SF 例如經光化學分解而被去除。再者，在加工光 ELk 為雷射光的情況下，亦有時將藉由加工光 ELk 的能量傳遞至塗裝膜 SF 而塗裝膜 SF 等經光化學分解而被去除的現象稱作雷射剝蝕。因此，塗裝膜 SF 包含可吸收加工光 ELk 的材料。具體而言，例如，塗裝膜 SF 亦可包含與加工光 ELk 相關的吸收率（例如，在加工光 ELk 為不可見光的情況下，與包含跟可見光的波長範圍不同的波長的波長範圍的光相關的吸收率）為規定的第一吸收臨限值以上的材料。反言之，亦可將塗

裝膜 SF 的吸收率為規定的第一吸收臨限值以上的波長範圍的光成分用作加工光 ELk。

【0027】 構成塗裝膜 SF 的材料亦可包含色素（具體而言，例如為顏料及染料中的至少一種）。在塗裝膜 SF 包含色素的情況下，所述色素亦可為在可見光的照射時呈現所需顏色的色素。其結果，包含此種色素的塗裝膜 SF 將呈現所需顏色。此時，所述色素亦可具有下述特性，以使得塗裝膜 SF 呈現所需顏色，即，包含可見光波長範圍中的因被塗裝膜 SF 反射而被人辨識為所需顏色的光的波長的第一波長範圍的光成分的吸收率、與可見光中的跟第一波長範圍不同的第二波長範圍的光成分的吸收率不同。例如，色素亦可具有下述特性，即，第一波長範圍的光成分的吸收率小於第二波長範圍的光成分的吸收率。例如，色素亦可具有下述特性，即，第一波長範圍的光成分的吸收率為規定的第二吸收臨限值（其中，第二吸收臨限值小於第一吸收臨限值）以下，且第二波長範圍的光成分的吸收率為規定的第三吸收臨限值（其中，第三吸收臨限值大於第二吸收臨限值）以上。作為此種可相應地吸收作為不可見光的加工光 ELk 且呈現所需顏色的色素的一例，例如可列舉位於烏克蘭基輔的光譜訊息（Spectrum Info）公司製造的近紅外線吸收色素（作為一例，為四氟硼化 4-((E)-2-{(3E)-2-氯-3-[2-(2,6-二苯基-4H-噻喃-4-亞基)亞乙基]環己-1-烯-1-基}乙烯基)-2,6-二苯基硫代吡喃鎓）。再者，在塗裝膜 SF 為透明的情況下，塗裝膜 SF 亦可不含色素。

【0028】 或者，在塗裝膜 SF 包含色素的情況下，所述色素亦可為相對於可見光為透明的色素。其結果，包含此種色素的塗裝膜 SF 成為透明的膜（所謂的透明塗層）。再者，此處所謂的「透明的膜」亦可指可見光波長範圍中的至少一部分波長範圍的光成分可穿過的膜。此時，所述色素亦可具有不太吸收可見光（即相應地進行反射）的特性，以使塗裝膜 SF 變得透明。例如，色素亦可具有可見光的吸收率小於規定的第四吸收臨限值的特性。作為此種可相應地吸收作為不可見光的加工光 ELk 且相對於可見光為透明的色素的一例，例如可列舉光譜訊息（Spectrum Info）公司製造的近紅外線吸收色素（作為一例，為四氟硼化 6-氯-2-[(E)-2-(3-{(E)-2-[6-氯-1-乙基苯並[cd]吲哚-2(1H)-亞基]亞乙基}-2-苯基-1-環戊烯-1-基)乙烯基]-1-乙基苯並[cd]吲哚鎓）。

【0029】 再次回到圖 1 中，為了加工塗裝膜 SF，加工系統 SYSa 包括加工裝置 1 及控制裝置 2。進而，加工裝置 1 包括光照射裝置 11、驅動系統 12、收容裝置 13、支持裝置 14、驅動系統 15、排氣裝置 16 及氣體供給裝置 17。

【0030】 光照射裝置 11 在控制裝置 2 的控制下，可對塗裝膜 SF 照射加工光 ELk。為了照射加工光 ELk，光照射裝置 11 如表示光照射裝置 11 的結構的立體圖即圖 3 所示，包括：可射出光源光 ELs 的光源 110、聚焦透鏡 111、多光束光學系統 112、檢流計鏡 113 及 fθ 透鏡 114。

【0031】 光源 110 射出光源光 ELo。光源光 ELo 例如為具有與加

工光 ELk 相同的特性（例如種類、波長及能量中的至少一種）的光，亦可為具有與加工光 ELk 不同的特性的光。光源 110 例如將脈波光作為光源光 ELo 射出。脈波光的發光時寬（以下稱為「脈寬」）越短，加工精度（例如後述的溝槽結構的形成精度）越提高。因而，光源 1111 亦可射出脈寬相對較短的脈波光來作為光源光 ELo。例如，光源 1111 亦可射出脈寬為 1000 奈秒以下的脈波光來作為光源光 ELo。

【0032】 聚焦透鏡 111 包含一個以上的透鏡，是用於藉由調整其至少一部分透鏡的沿著光軸方向的位置，從而調整光源光 ELo 的聚光位置（即光照射裝置 11 的焦點位置）的光學元件。

【0033】 多光束光學系統 112 將來自光源 111 的光源光 ELo 分支（換言之，分離或分割）為多束加工光 ELk。為了將光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk，多光束光學系統 112 如表示多光束光學系統 112 的結構的剖面圖即圖 4 所示，包括：偏光分束器 1121、1/4 波長板 1122、反射鏡 1123、1/4 波長板 1124 及反射鏡 1125。

【0034】 來自光源 111 的光源光 ELo 入射至偏光分束器 1121 的分離面 11211。光源光 ELo 中的 s 偏光 ELs1 在分離面 11211 被反射。另一方面，光源光 ELo 中的 p 偏光 ELp2 穿過分離面 11211。即，偏光分束器 1121 將光源光 ELo 分支為 s 偏光 ELs1 及 p 偏光 ELp2。

【0035】 已由偏光分束器 1121 反射的 s 偏光 ELs1 穿過 1/4 波長板 1122。其結果，s 偏光 ELs1 轉換為圓偏光 ELc1。已穿過 1/4 波

長板 1122 的圓偏光 ELc1 由反射鏡 1123 的反射面 11231 反射。已由反射鏡 1123 反射的圓偏光 ELc1 再次穿過 1/4 波長板 1122，轉換為 p 偏光 ELp1。已穿過 1/4 波長板 1122 的 p 偏光 ELp1 入射至偏光分束器 1121 的分離面 11211。

【0036】 另一方面，已穿過偏光分束器 1121 的 p 偏光 ELp2 穿過 1/4 波長板 1124。其結果，p 偏光 ELp2 轉換為圓偏光 ELc2。已穿過 1/4 波長板 1124 的圓偏光 ELc2 由反射鏡 1125 的反射面 11251 反射。已由反射鏡 1125 反射的圓偏光 ELc2 再次穿過 1/4 波長板 1124，轉換為 s 偏光 ELs2。已穿過 1/4 波長板 1124 的 s 偏光 ELs2 入射至偏光分束器 1121 的分離面 11211。

【0037】 已入射至分離面 11211 的 p 偏光 ELp1 穿過分離面 11211。已穿過分離面 11211 的 p 偏光 ELp1 作為多束加工光 ELk 中的一束而自多光束光學系統 112 朝向檢流計鏡 113 射出。另一方面，已入射至分離面 11211 的 s 偏光 ELs2 由分離面 11211 反射。已由分離面 11211 反射的 s 偏光 ELs2 作為多束加工光 ELk 中的一束而自多光束光學系統 112 朝向檢流計鏡 113 射出。即，偏光分束器 1121 不僅作為將光源光 ELo 分支為 s 偏光 ELs1 及 p 偏光 ELp2 的光學系統發揮功能，而且亦作為使自不同方向向偏光分束器 1121 入射的 p 偏光 ELp1 及 s 偏光 ELs2 匯合成朝向檢流計鏡 113 的多束加工光 ELk 的光學系統發揮功能。

【0038】 此處，如圖 4 所示，以圓偏光 ELc1 相對於反射鏡 1123 的反射面 11231 的入射角度與圓偏光 ELc2 相對於反射鏡 1125 的

反射面 11251 的入射角度不同的方式，對反射鏡 1123 及反射鏡 1125 進行對位。即，以反射鏡 1123 的反射面 11231 與沿著圓偏光 ELc1 的行進方向的軸所成的角度，不同於反射鏡 1125 的反射面 11251 與沿著圓偏光 ELc2 的行進方向的軸所成的角度的方式，對反射鏡 1123 及反射鏡 1125 進行對位。圖 4 表示了以圓偏光 ELc1 相對於反射面 11231 垂直入射，而圓偏光 ELc2 相對於反射面 11251 傾斜入射的方式，對反射鏡 1123 及反射鏡 1125 進行對位的示例。其結果，沿著已穿過分離面 11211 的 p 偏光 ELp1 的行進方向的軸、與沿著已由分離面 11211 反射的 s 偏光 ELs2 的行進方向的軸交叉。即，分別沿著自多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 的行進方向的多個軸交叉。此時，反射鏡 1123 及反射鏡 1125 可作為使多束加工光 ELk 的行進方向互不相同的光學系統發揮功能。其結果，如圖 5 的（a）所示，在與多束加工光 ELk 的行進方向交叉的光學面上，多束加工光 ELk 穿過不同的位置。即，在與多束加工光 ELk 的行進方向交叉的光學面上，多束加工光 ELk 分別形成多個光束點。其結果，若將此種多束加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF，則如圖 5 的（b）所示，在塗裝膜 SF 上，多束加工光 ELk 分別形成多個光束點（即，照射區域）。即，多光束光學系統 112 射出分別照射至塗裝膜 SF 上的不同位置的多束加工光 ELk。其結果，多束加工光 ELk 同時照射至塗裝膜 SF。即，在塗裝膜 SF 上同時設定多個目標照射區域 EA。

【0039】 再次回到圖 3 中，檢流計鏡 113 配置在多束加工光 ELk

的光路上。檢流計鏡 113 配置於多光束光學系統 112 與 fθ 透鏡 114 之間。檢流計鏡 113 將多束加工光 ELk 偏轉，以使多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 掃描塗裝膜 SF 的表面（即，分別被照射多束加工光 ELk 的多個目標照射區域 EA 在塗裝膜 SF 的表面上移動）。再者，藉由檢流計鏡 113，多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 亦可掃掠塗裝膜 SF 的表面。檢流計鏡 113 包括 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y。Y 掃描鏡 113Y 將多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 朝向 X 掃描鏡 113X 反射。Y 掃描鏡 113Y 可在 θX 方向（即，繞 X 軸的旋轉方向）上擺動或旋轉。藉由 Y 掃描鏡 113Y 的擺動或旋轉，多束加工光 ELk 沿著 Y 軸方向來掃描塗裝膜 SF 的表面。藉由 Y 掃描鏡 113Y 的擺動或旋轉，多束加工光 ELk 沿著 Y 軸方向來掃掠塗裝膜 SF 的表面。藉由 Y 掃描鏡 113Y 的擺動或旋轉，多束加工光 ELk 的行進方向被變更，以使得多束加工光 ELk 沿著 Y 軸方向來掃描塗裝膜 SF 的表面。藉由 Y 掃描鏡 113Y 的擺動或旋轉，多個目標照射區域 EA 沿著 Y 軸方向而在塗裝膜 SF 上移動。Y 掃描鏡 113Y 變更多個目標照射區域 EA 與塗裝膜 SF 之間的沿著 Y 軸方向的相對位置關係。X 掃描鏡 113X 將 Y 掃描鏡 113Y 反射的多束加工光 ELk 朝向 fθ 透鏡 114 反射。X 掃描鏡 113X 可在 θY 方向（即，繞 Y 軸的旋轉方向）上擺動或旋轉。藉由 X 掃描鏡 113X 的擺動或旋轉，多束加工光 ELk 沿著 X 軸方向來掃描塗裝膜 SF 的表面。藉由 X 掃描鏡 113X 的擺動或旋轉，多束加工光 ELk 沿著 X 軸方向來掃掠塗裝膜 SF

的表面。藉由 X 掃描鏡 113X 的擺動或旋轉，多束加工光 ELk 的行進方向被變更，以使得多束加工光 ELk 沿著 X 軸方向來掃描塗裝膜 SF 的表面。藉由 X 掃描鏡 113X 的擺動或旋轉，多個目標照射區域 EA 沿著 X 軸方向而在塗裝膜 SF 上移動。X 掃描鏡 113X 變更多個目標照射區域 EA 與塗裝膜 SF 之間的沿著 X 軸方向的相對位置關係。再者，檢流計鏡 113 由於可在塗裝膜 SF 的表面上使目標照射區域 EA 移動（即，位移），因而亦可稱作位移構件。

【0040】 fθ 透鏡 114 配置在來自檢流計鏡 113 的多束加工光 ELk 的光路上。fθ 透鏡 114 是用於使來自檢流計鏡 113 的多束加工光 ELk 聚光在塗裝膜 SF 上的光學元件。fθ 透鏡 114 是光照射裝置 11 所具備的光學元件中的位於光照射裝置 11 的最靠近光射出側的（換言之，最靠近塗裝膜 SF 或者位於多束加工光 ELk 的光路的末端）的末端光學元件。fθ 透鏡 114 亦可構成為，相對於光照射裝置 11 可裝卸。其結果，可自光照射裝置 11 卸除舊的 fθ 透鏡 114 之後，向光照射裝置 11 安裝另一 fθ 透鏡 114。但是，光照射裝置 11 亦可包括設在較 fθ 透鏡 114 更靠近光射出側的光學元件（例如保護透鏡等）。設在較 fθ 透鏡 114 更靠近光射出側的光學元件（例如保護透鏡等）亦可構成為，相對於光照射裝置 11 可裝卸。

【0041】 再次回到圖 1 中，驅動系統 12 在控制裝置 2 的控制下，使光照射裝置 11 相對於塗裝膜 SF（即相對於表面形成有塗裝膜 SF 的加工對象物 S）而移動。即，驅動系統 12 使光照射裝置 11 相對於塗裝膜 SF 而移動，以變更光照射裝置 11 與塗裝膜 SF 的相

對位置關係。若光照射裝置 11 與塗裝膜 SF 之間的相對位置關係被變更，則分別被照射多束加工光 ELk 的多個目標照射區域 EA 與塗裝膜 SF 之間的相對位置關係亦會被變更。因此，亦可謂，驅動系統 12 使光照射裝置 11 相對於塗裝膜 SF 而移動，以變更多個目標照射區域 EA 與塗裝膜 SF 的相對位置關係。

【0042】 驅動系統 12 亦可使光照射裝置 11 沿著塗裝膜 SF 的表面移動。在圖 1 所示的示例中，塗裝膜 SF 的表面是與 X 軸及 Y 軸中的至少一者平行的平面，因此驅動系統 12 亦可使光照射裝置 11 沿著 X 軸及 Y 軸中的至少一者移動。其結果，目標照射區域 EA 在塗裝膜 SF 上沿著 X 軸及 Y 軸中的至少一者移動。驅動系統 12 亦可使光照射裝置 11 沿著塗裝膜 SF 的厚度方向（即，與塗裝膜 SF 的表面交叉的方向）移動。在圖 1 所示的示例中，塗裝膜 SF 的厚度方向是沿著 Z 軸的方向，因此驅動系統 12 亦可使光照射裝置 11 沿著 Z 軸方向移動。驅動系統 12 亦可使光照射裝置 11 除了沿 X 軸、Y 軸及 Z 軸中的至少一者移動，還沿 θX 方向、θY 方向及 θZ 方向（即，繞 Z 軸的旋轉方向）中的至少一者移動。

【0043】 驅動系統 12 支持光照射裝置 11，並且使該支持著的光照射裝置 11 移動。此時，驅動系統 12 例如亦可包括支持光照射裝置 11 的第一支持構件以及使所述第一支持構件移動的第一移動機構。

【0044】 收容裝置 13 包括頂部構件 131 及間隔壁構件 132。頂部構件 131 配置在光照射裝置 11 的+Z 側。頂部構件 131 是沿著 XY

平面的板狀構件。頂部構件 131 經由支持構件 133 來支持驅動系統 12。在頂部構件 131 的-Z 側的面的外緣（或其附近），配置有間隔壁構件 132。間隔壁構件 132 是自頂部構件 131 朝向-Z 側延伸的筒狀（例如圓筒狀或矩形筒狀）的構件。由頂部構件 131 與間隔壁構件 132 圍住的空間成為用於收容光照射裝置 11 及驅動系統 12 的收容空間 SP。因而，所述驅動系統 12 使光照射裝置 11 在收容空間 SP 內移動。進而，收容空間 SP 包含光照射裝置 11 與塗裝膜 SF 之間的空間（尤其是包含加工光 ELk 的光路的空間）。更具體而言，收容空間 SP 包含光照射裝置 11 所具備的末端光學元件（例如 fθ 透鏡 1123）與塗裝膜 SF 之間的空間（尤其是包含加工光 ELk 的光路的空間）。

【0045】 頂部構件 131 及間隔壁構件 132 各自是可遮蔽加工光 ELk 的構件。即，頂部構件 131 及間隔壁構件 132 各自相對於加工光 ELk 的波長為不透明。其結果，在收容空間 SP 內傳播的加工光 ELk 不會漏出至收容空間 SP 的外部（即收容裝置 13 的外部）。再者，頂部構件 131 及間隔壁構件 132 各自亦可為可使加工光 ELk 減光的構件。即，頂部構件 131 及間隔壁構件 132 各自亦可相對於加工光 ELk 的波長為半透明。進而，頂部構件 131 及間隔壁構件 132 各自是不使因加工光 ELk 的照射而產生的無用物質透過（即可遮蔽）的構件。作為無用物質的一例，可列舉塗裝膜 SF 的蒸氣及煙霧中的至少一者。其結果，在收容空間 SP 內產生的無用物質不會漏出至收容空間 SP 的外部（即收容裝置 13 的外部）。

【0046】 間隔壁構件 132 的端部（具體而言，是塗裝膜 SF 側的端部，在圖 1 所示的示例中為-Z 側的端部）134 可接觸塗裝膜 SF 的表面。在端部 134 接觸塗裝膜 SF 的情況下，收容裝置 13（即頂部構件 131 及間隔壁構件 132）協同塗裝膜 SF 來維持收容空間 SP 的密閉性。端部 134 在與塗裝膜 SF 接觸的情況下，可根據塗裝膜 SF 的表面的形狀而變更其形狀（尤其是端部 134 中的接觸塗裝膜 SF 的接觸面（圖 1 所示的示例中為-Z 側的面）的形狀，以下相同）。例如，在端部 134 接觸表面為平面形狀的塗裝膜 SF 的情況下，端部 134 的形狀與塗裝膜 SF 同樣地變成平面形狀。例如，在端部 134 接觸表面為曲面形狀的塗裝膜 SF 的情況下，端部 134 的形狀與塗裝膜 SF 同樣地變成曲面形狀。其結果，與端部 134 無法根據塗裝膜 SF 的表面的形狀而變更其形狀的情形相比，收容空間 SP 的密閉性提高。作為可變更形狀的端部 134 的一例，可列舉由橡膠等具有彈性的構件（換言之，為柔軟構件）所形成的端部 134。再者，作為可變更形狀的端部 134，例如亦可使用作為具有彈性的結構的蛇腹狀的端部 134a。

【0047】 端部 134 亦可以接觸塗裝膜 SF 的狀態而附著於塗裝膜 SF。例如，端部 134 亦可包括可吸附於塗裝膜 SF 的吸附機構。若端部 134 附著於塗裝膜 SF，則與端部 134 未附著於塗裝膜 SF 的情況相比，收容空間 SP 的密閉性進一步提高。但是，端部 134 亦可並非可附著於塗裝膜 SF。此時，只要端部 134 接觸塗裝膜 SF，則依然可相應地維持收容空間 SP 的密閉性。

【0048】 間隔壁構件 132 是可藉由在控制裝置 2 的控制下運作的未圖示的驅動系統（例如致動器）而沿著 Z 軸方向伸縮的構件。例如，間隔壁構件 132 亦可為蛇腹狀的構件（所謂的波紋管）。此時，間隔壁構件 132 可藉由蛇腹部分的伸縮而伸縮。或者，例如間隔壁構件 132 亦可包括由具有不同直徑的多個中空狀的圓筒構件組合而成的套筒伸縮管（telescopic pipe）。此時，間隔壁構件 132 可藉由多個圓筒構件的相對移動而伸縮。間隔壁構件 132 的狀態至少可設定為第一伸長狀態與第一縮小狀態，所述第一伸長狀態是藉由間隔壁構件 132 沿著 Z 軸方向延伸而 Z 軸方向的長度相對較長的狀態，所述第一縮小狀態是藉由間隔壁構件 132 沿著 Z 軸方向縮小而 Z 軸方向的長度相對較短的狀態。

【0049】 在間隔壁構件 132 處於第一伸長狀態的情況下，端部 134 處於可接觸塗裝膜 SF 的第一接觸狀態。另一方面，在間隔壁構件 132 處於第一縮小狀態的情況下，端部 134 處於不接觸塗裝膜 SF 的第一非接觸狀態。即，在間隔壁構件 132 處於第一縮小狀態的情況下，端部 134 處於朝+Z 側離開塗裝膜 SF 的第一非接觸狀態。再者，用於使端部 134 的狀態在第一接觸狀態與第一非接觸狀態之間切換的結構並不限定於使間隔壁構件 132 伸縮的結構。例如，亦可藉由將收容裝置 13 自身設為可沿著±Z 方向移動的結構，從而使端部 134 的狀態在第一接觸狀態與第一非接觸狀態之間切換。

【0050】 收容裝置 13 更包括檢測裝置 135。檢測裝置 135 檢測收

容空間 SP 內的無用物質(即因加工光 ELk 的照射而產生的物質)。檢測裝置 135 的檢測結果如後文詳述般，在將間隔壁構件 132 的狀態自第一伸長狀態變為第一縮小狀態時由控制裝置 2 參照。

【0051】 支持裝置 14 支持收容裝置 13。收容裝置 13 支持驅動系統 12 及光照射裝置 11，因此支持裝置 14 實質上經由收容裝置 13 來支持驅動系統 12 及光照射裝置 11。為了支持收容裝置 13，支持裝置 14 包括樑構件 141、及多個腳構件 142。樑構件 141 配置在收容裝置 13 的+Z 側。樑構件 141 是沿著 XY 平面延伸的樑狀構件。樑構件 141 經由支持構件 143 來支持收容裝置 13。在樑構件 141 配置有多個腳構件 142。腳構件 142 是自樑構件 141 朝向-Z 側延伸的棒狀構件。

【0052】 腳構件 142 的端部(具體而言，是塗裝膜 SF 側的端部，在圖 1 所示的示例中為-Z 側的端部)144 可接觸塗裝膜 SF 的表面。其結果，支持裝置 14 由塗裝膜 SF(即加工對象物 S)予以支持。即，支持裝置 14 在端部 144 接觸塗裝膜 SF 的狀態(換言之，支持裝置 14 由塗裝膜 S 予以支持的狀態)下支持收容裝置 13。端部 144 與收容裝置 13 的端部 134 同樣地，在與塗裝膜 SF 接觸的情況下，亦可根據塗裝膜 SF 的表面的形狀而變更其形狀(尤其是端部 144 中的接觸塗裝膜 SF 的接觸面(圖 1 所示的示例中為-Z 側的面)的形狀，以下相同)。端部 144 亦可以接觸塗裝膜 SF 的狀態而附著於塗裝膜 SF。例如，端部 144 亦可包括可吸附於塗裝膜 SF 的吸附機構。若端部 144 附著於塗裝膜 SF，則與端部 144 未附著

於塗裝膜 SF 的情況相比，支持裝置 14 的穩定性提高。但是，端部 144 亦可並非可附著於塗裝膜 SF。

【0053】 樑構件 141 是藉由在控制裝置 2 的控制下運作的驅動系統 15 而可沿著 X 軸及 Y 軸中的至少一者(或者沿著沿 XY 平面的任意方向）伸縮的構件。例如，樑構件 141 亦可包括由具有不同直徑的多個筒構件組合而成的套筒伸縮管。此時，樑構件 141 可藉由多個筒構件的相對移動而伸縮。

【0054】 腳構件 142 是藉由在控制裝置 2 的控制下運作的驅動系統 15 而可沿著 Z 軸方向伸縮的構件。例如，腳構件 142 亦可包括由具有不同直徑的多個筒構件組合而成的套筒伸縮管。此時，腳構件 142 可藉由多個筒構件的相對移動而伸縮。腳構件 142 的狀態至少可設定為第二伸長狀態與第二縮小狀態，所述第二伸長狀態是藉由腳構件 142 沿著 Z 軸方向延伸而 Z 軸方向的長度相對較長的狀態，所述第二縮小狀態是藉由腳構件 142 沿著 Z 軸方向縮小而 Z 軸方向的長度相對較短的狀態。在腳構件 142 處於第二伸長狀態的情況下，端部 144 處於可接觸塗裝膜 SF 的第二接觸狀態。另一方面，在腳構件 142 處於第二縮小狀態的情況下，端部 144 處於不接觸塗裝膜 SF 的第二非接觸狀態。即，在腳構件 142 處於第二縮小狀態的情況下，端部 144 處於朝+Z 側離開塗裝膜 SF 的第二非接觸狀態。

【0055】 驅動系統 15 在控制裝置 2 的控制下，使支持裝置 14 相對於塗裝膜 SF（即相對於表面形成有塗裝膜 SF 的加工對象物 S）

而移動。即，驅動系統 15 使支持裝置 14 相對於塗裝膜 SF 而移動，以變更支持裝置 14 與塗裝膜 SF 的相對位置關係。支持裝置 14 支持收容裝置 13，因此驅動系統 15 實質上是藉由使支持裝置 14 移動來使收容裝置 13 相對於塗裝膜 SF 而移動。即，驅動系統 15 實質上是使支持裝置 14 相對於塗裝膜 SF 移動，以變更收容裝置 13 與塗裝膜 SF 的相對位置關係。進而，收容裝置 13 經由驅動系統 12 來支持光照射裝置 11。因此，驅動系統 15 實質上可藉由使支持裝置 14 移動來使光照射裝置 11 相對於塗裝膜 SF 而移動。即，驅動系統 15 實質上可使支持裝置 14 相對於塗裝膜 SF 而移動，以變更光照射裝置 11 與塗裝膜 SF 的相對位置關係。換言之，驅動系統 15 實質上可使支持裝置 14 相對於塗裝膜 SF 而移動，以變更多個目標照射區域 EA 與塗裝膜 SF 的相對位置關係。

【0056】 驅動系統 15 為了使支持裝置 14 移動而在控制裝置 2 的控制下使樑構件 141 伸縮。進而，驅動系統 15 為了使支持裝置 14 移動而在控制裝置 2 的控制下使多個腳構件 142 伸縮。再者，關於驅動系統 15 對支持裝置 14 的移動形態，一邊參照圖 8 至圖 17 一邊在下文進行詳述。

【0057】 排氣裝置 16 經由排氣管 161 而連結於收容空間 SP。排氣裝置 16 可將收容空間 SP 內的氣體予以排出。尤其，排氣裝置 16 藉由將收容空間 SP 內的氣體予以排出，從而可將因加工光 ELk 的照射而產生的無用物質自收容空間 SP 抽吸至收容空間 SP 的外部。尤其，在所述無用物質存在於加工光 ELk 的光路上的情況下，

有可能會影響到加工光 ELk 對塗裝膜 SF 的照射。因此，排氣裝置 16 尤其自包含光照射裝置 11 的末端光學元件與塗裝膜 SF 之間的加工光 ELk 的光路的空間，將無用物質與所述空間內的氣體一併抽吸。排氣裝置 16 自收容空間 SP 抽吸的無用物質經由過濾器 162 而向加工系統 SYS 的外部排出。過濾器 162 吸附無用物質。再者，過濾器 162 既可為可裝卸，亦可為可更換。

【0058】 氣體供給裝置 17 經由吸氣管 171 而連結於收容空間 SP。氣體供給裝置 17 可向收容空間 SP 供給氣體。作為供給至收容空間 SP 的氣體，可列舉大氣、潔淨乾燥空氣（Clean Dry Air，CDA）及惰性氣體中的至少一者。作為惰性氣體的一例，可列舉氮氣。第一實施形態中，氣體供給裝置 17 設為供給 CDA 者。因此，收容空間 SP 為由 CDA 沖洗的空間。供給至收容空間 SP 的 CDA 的至少一部分被排氣裝置 16 抽吸。排氣裝置 16 自收容空間 SP 抽吸的 CDA 通過過濾器 162 而向加工系統 SYSa 的外部排出。

【0059】 氣體供給裝置 17 尤其向圖 3 所示的 fθ 透鏡 114 的收容空間 SP 側的光學面 1141（即光照射裝置 11 的末端光學元件的收容空間 SP 側的光學面）供給 CDA 等氣體。光學面 1141 面朝收容空間 SP，因而有可能暴露於因加工光 ELk 的照射而產生的無用物質。其結果，有可能有無用物質附著於光學面 1141。進而，由於加工光 ELk 穿過光學面 1141，因而附著於光學面 1141 的無用物質有可能被穿過光學面 1141 的加工光 ELk 燒結（即固著）。附著（進而固著）於光學面 1141 的無用物質容易變成光學面 1141 的

污漬而對加工光 ELk 的特性造成影響。而且，若對光學面 1141 供給 CDA 等氣體，則可防止光學面 1141 與無用物質的接觸。因此，污漬向光學面 1141 的附著得以防止。因而，氣體供給裝置 17 亦作為防止污漬向光學面 1141 附著的附著防止裝置發揮功能。進而，即便在光學面 1141 附著（進而固著）有污漬的情況下，污漬亦有可能被供給至光學面 1141 的 CDA 去除（例如吹飛）。因而，氣體供給裝置 17 亦可作為將附著於光學面 1141 的污漬予以去除的附著防止裝置發揮功能。

【0060】 控制裝置 2 控制加工系統 SYSa 整體的動作。尤其，控制裝置 2 如後文詳述般，控制光照射裝置 11、驅動系統 12、收容裝置 13 及驅動系統 15，以便在所需位置形成所需形狀的凹部 C。

【0061】 控制裝置 2 例如亦可包含中央處理單元（Central Processing Unit，CPU）（或者除了 CPU 還包含圖形處理單元（Graphics Processing Unit，GPU）、或者取代 CPU 而包含 GPU）、及記憶體。控制裝置 2 藉由 CPU 執行電腦程式，從而作為對加工系統 SYSa 的動作進行控制的裝置發揮功能。所述電腦程式是用於使控制裝置 2（例如 CPU）進行（即執行）控制裝置 2 應進行的後述動作的電腦程式。即，所述電腦程式是用於使控制裝置 2 發揮功能以使加工系統 SYSa 進行後述動作的電腦程式。CPU 所執行的電腦程式既可被記錄在控制裝置 2 所具備的記憶體（即，記錄媒體）中，亦可被記錄在可內藏於控制裝置 2 或者可外置於控制裝置 2 的任意記憶媒體（例如硬碟或半導體記憶體）中。或者，

CPU 亦可經由網路介面（network interface）而自控制裝置 2 的外部裝置下載（download）應執行的電腦程式。

【0062】 控制裝置 2 亦可不設於加工系統 SYSa 的內部，例如亦可作為伺服器（server）等而設於加工系統 SYSa 外。此時，控制裝置 2 與加工系統 SYSa 亦可利用有線及/或無線的網路（或者，資料匯流排及/或通訊線路）而連接。作為有線網路，例如亦可使用以美國電機電子工程師學會（Institute of Electrical and Electronic Engineers，IEEE）1394、RS-232x、RS-422、RS-423、RS-485 及通用串列匯流排（Universal Serial Bus，USB）中的至少一者為代表的、採用串列匯流排（serial bus）方式的介面的網路。作為有線網路，亦可使用採用並列匯流排（parallel bus）方式的介面的網路。作為有線網路，亦可使用以 10BASE-T、100BASE-TX 及 1000BASE-T 中的至少一者為代表的、採用遵循乙太網路（Ethernet）（註冊商標）的介面的網路。作為無線網路，亦可使用利用電波的網路。作為利用電波的網路的一例，可列舉遵循 IEEE802.1x 的網路（例如無線區域網路（Local Area Network，LAN）及藍牙（Bluetooth）（註冊商標）的至少一者）。作為無線網路，亦可使用利用紅外線的網路。作為無線網路，亦可使用利用光通訊的網路。此時，亦可構成為，控制裝置 2 與加工系統 SYSa 可經由網路來進行各種資訊的收發。而且，控制裝置 2 亦可經由網路來向加工系統 SYSa 發送指令或控制參數等資訊。加工系統 SYSa 亦可包括接收裝置，所述接收裝置經由所述網路來接收來自控制

裝置 2 的指令或控制參數等資訊。或者，亦可將進行控制裝置 2 要進行的處理中的一部分的第一控制裝置設在加工系統 SYSa 的內部，另一方面，將進行控制裝置 2 要進行的處理中的另一部分的第二控制裝置設在加工系統 SYSa 的外部。

【0063】 再者，作為記錄 CPU 所執行的電腦程式的記錄媒體，亦可使用唯讀光碟（Compact Disc Read-Only Memory，CD-ROM）、可錄式光碟（Compact Disc-Recordable，CD-R）、可覆寫光碟（Compact Disc-Rewriteable，CD-RW）或軟碟（flexible disk）、磁光碟（Magnetic Optical，MO）、唯讀數位多功能光碟（Digital Versatile Disc Read-Only Memory，DVD-ROM）、隨機存取數位多功能光碟（Digital Versatile Disc Random Access Memory，DVD-RAM）、可錄式多功能數位光碟（Digital Versatile Disc-Recordable，DVD-R）、DVD+R、可覆寫多功能數位光碟（Digital Versatile Disc-Rewriteable，DVD-RW）、DVD+RW 及藍光（Blu-ray）（註冊商標）等光碟、磁帶等磁性媒體、光磁碟、USB 記憶體等半導體記憶體、及其他可保存程式的任意媒體中的至少一種。記錄媒體中，亦可包含可記錄電腦程式的機器（例如，以能以軟體（software）及韌體（firmware）等的至少一種形態來執行的狀態而安裝有電腦程式的通用機器或專用機器）。進而，電腦程式中所含的各處理或功能既可利用藉由控制裝置 2（即，電腦）執行電腦程式而在控制裝置 2 內實現的邏輯處理塊來實現，亦可藉由控制裝置 2 所具備的規定的閘陣列（gate array）（現場可程式

閘陣列（Field-Programmable Gate Array，FPGA）、應用專用積體電路（Application Specific Integrated Circuit，ASIC））等硬體（hardware）來實現，還可以邏輯處理塊與實現硬體的一部分組件的局部硬體模組混合存在的形式而實現。

【0064】 （1-2）加工系統 SYSa 所進行的加工動作的具體例

【0065】 （1-2-1）藉由加工動作而形成的結構的具體例

【0066】 如使用圖 2 的（a）及圖 2 的（b）所說明般，第一實施形態中，加工系統 SYSa 在塗裝膜 SF 形成凹部 C。凹部 C 形成在塗裝膜 SF 中的被實際照射有加工光 ELk 的部分。因此，只要在塗裝膜 SF 上適當地設定被實際照射加工光 ELk 的位置(即用來設定預定被照射加工光 ELk 的目標照射區域 EA 的位置)，便可在塗裝膜 SF 的所需位置形成凹部 C。即，可在加工對象物 S 上形成由塗裝膜 SF 所形成的結構。

【0067】 具體而言，如上所述，加工系統 SYSa 使用檢流計鏡 113 及驅動系統 12 中的至少一者，使目標照射區域 EA 在塗裝膜 SF 的表面上移動。加工系統 SYSa 在目標照射區域 EA 於塗裝膜 SF 的表面移動的期間內，在目標照射區域 EA 重疊於塗裝膜 SF 表面中的應實際照射加工光 ELk 的區域（即，應加工的區域）的時機照射加工光 ELk。另一方面，加工系統 SYSa 在目標照射區域 EA 於塗裝膜 SF 的表面移動的期間內，在目標照射區域 EA 未重疊於塗裝膜 SF 表面中的應實際照射加工光 ELk 的區域的時機，不照射加工光 ELk。即，加工系統 SYSa 在目標照射區域 EA 於塗裝膜 SF

的表面移動的期間內，在目標照射區域 EA 重疊於塗裝膜 SF 表面中的並非應實際照射加工光 ELk 的區域（即，並非應加工的區域）的時機，不照射加工光 ELk。其結果，在加工對象物 S 上，形成與塗裝膜 SF 中的被實際照射有加工光 ELk 的區域的圖案相應的塗裝膜 SF 所形成的結構。

【0068】 第一實施形態中，加工系統 SYSa 在控制裝置 2 的控制下，在加工對象物 S 上形成作為由此種塗裝膜 SF 所形成的結構的一例的溝槽結構。溝槽結構是能夠減小塗裝膜 SF 的表面相對於流體的阻力（尤其是摩擦阻力、紊流摩擦阻力）的結構。形成有溝槽結構的加工對象物 S 的表面相對於流體的阻力，較未形成溝槽結構的加工對象物 S 的表面相對於流體的阻力變小。因此，溝槽結構亦可謂是能夠減小加工對象物 S 的表面相對於流體的阻力的結構。再者，此處所謂的流體只要是相對於塗裝膜 SF 的表面而相對流動的介質（氣體、液體）即可。例如，相對於靜止的加工對象物 SF 而流動的介質、及分佈在移動的加工對象物 SF 周圍的靜止介質分別是流體的一例。

【0069】 溝槽結構的一例示於圖 6 的（a）及圖 6 的（b）。如圖 6 的（a）及圖 6 的（b）所示，溝槽結構例如是藉由沿著第一方向（圖 6 的（a）及圖 6 的（b）所示的示例中為 Y 軸方向）連續形成凹部 C 而形成的凹狀結構 CP1（即，以沿著第一方向延伸的方式呈直線狀形成的凹狀結構 CP1），沿著與第一方向交叉的第二方向（圖 6 的（a）及圖 6 的（b）所示的示例中為 X 軸方向）排列

多個而成的結構。即，溝槽結構例如是沿著第一方向延伸的多個凹狀結構 CP1 在與第一方向交叉的第二方向上具有週期方向的結構。在相鄰的兩個凹狀結構 CP1 之間，實質上存在自周圍突出的凸狀結構 CP2。因而，溝槽結構亦可謂是例如沿著第一方向（例如 Y 軸方向）呈直線狀延伸的凸狀結構 CP2，沿著與第一方向交叉的第二方向（例如 X 軸方向）排列多個而成的結構。即，溝槽結構例如亦可謂是沿著第一方向延伸的多個凸狀結構 CP2 在與第一方向交叉的第二方向上具有週期方向的結構。圖 6 的（a）及圖 6 的（b）所示的溝槽結構為週期性的結構。

【0070】 相鄰的兩個凹狀結構 CP1 的間隔（即凹狀結構 CP1 的排列間距 P1）例如為數微米至數百微米，但亦可為其他尺寸。進而，各凹狀結構 CP1 的深度（即 Z 軸方向的深度）D 例如為數微米至數百微米，但亦可為其他尺寸。各凹狀結構 CP1 的深度 D 亦可為凹狀結構 CP1 的排列間距 P1 以下。各凹狀結構 CP1 的深度 D 亦可為凹狀結構 CP1 的排列間距 P1 的一半以下。各凹狀結構 CP1 的包含 Z 軸的剖面（具體而言，為沿著 XZ 平面的剖面）的形狀為碗型的曲線形狀，但亦可為三角形，亦可為四邊形，還可為五邊形以上的多邊形。

【0071】 相鄰的兩個凸狀結構 CP2 的間隔（即凸狀結構 CP2 的排列間距 P2）例如為數微米至數百微米，但亦可為其他尺寸。進而，各凸狀結構 CP2 的高度（即 Z 軸方向的高度）H 例如為數微米至數百微米，但亦可為其他尺寸。各凸狀結構 CP2 的高度 H 亦

可為凸狀結構 CP2 的排列間距 P2 以下。各凸狀結構 CP2 的高度 H 亦可為凸狀結構 CP2 的排列間距 P2 的一半以下。各凸狀結構 CP2 的包含 Z 軸的剖面（具體而言，為沿著 XZ 平面的剖面）的形狀是斜面為曲線的山形形狀，但亦可為三角形，亦可為四邊形，還可為五邊形以上的多邊形。而且，各凸狀結構 CP2 亦可具有稜線。

【0072】 再者，加工系統 SYSa 所形成的溝槽結構自身例如可為日本機械學會編『機械工學便覽基礎篇 α4 流體工學』第 5 章描述的現有的溝槽結構，因此省略溝槽結構本身的詳細說明。

【0073】 如上所述，此種溝槽結構可降低形成有溝槽結構的加工對象物 S 的表面相對於流體的阻力。因此，加工對象物 S 亦可為期望減小相對於流體的阻力的物體（例如結構體）。例如，加工對象物 S 亦可包含能以至少一部分進入流體（例如氣體及液體中的至少一者）內的方式移動的物體（即移動體）。具體而言，例如，加工對象物 S 如圖 7 的（a）至圖 7 的（c）所示，亦可包含飛機 PL 的機身（例如軀幹 PL1、主翼 PL2、垂直尾翼 PL3 及水平尾翼 PL4 中的至少一者）。此時，如圖 7 的（a）及圖 7 的（c）所示，加工裝置 1（或者加工系統 SYSa，以下，在本段落中相同）亦可藉由支持裝置 14 而在飛機 PL 的機身上獨立。或者，由於支持裝置 14 的腳構件 142 的端部 144 可附著於塗裝膜 SF，因此如圖 7 的（b）所示，加工裝置 1 亦可以藉由支持裝置 14 而自飛機 PL 的機身懸吊（即垂吊）的方式附著於飛機 PL 的機身。進而，由於支持裝置 14 的腳構件 142 的端部 144 可附著於塗裝膜 SF 且收容裝

置 13 的間隔壁構件 132 的端部 134 可附著於塗裝膜 SF，因此加工裝置 1 即便在塗裝膜 SF 的表面以朝向上方的狀態而相對於水平面傾斜的情況下，亦能在塗裝膜 SF 上獨立。進而，加工裝置 1 即便在塗裝膜 SF 的表面以朝向下方的狀態而相對於水平面傾斜的情況下，亦能以自塗裝膜 SF 懸吊的方式附著於塗裝膜 SF。無論哪種情況下，光照射裝置 11 均能藉由驅動系統 12 及/或支持裝置 14 的移動而沿著機身的表面移動。因而，加工系統 SYS 對於飛機的機身之類的加工對象物 S（即表面為曲面、表面相對於水平面傾斜或表面朝向下方的加工對象物 S）亦能形成由塗裝膜 SF 所形成的溝槽結構。

【0074】 此外，例如加工對象物 S 亦可包含汽車的車身及空氣動力部件的至少一者。例如，加工對象物 S 亦可包含船舶的船身。例如，加工對象物 S 亦可包含火箭的機身。例如，加工對象物 S 亦可包含渦輪（例如水力渦輪及風力渦輪等中的至少一者，尤其是其渦輪板）。例如，加工對象物 S 亦可包含構成能以至少一部分進入流體內的方式而移動的物體的零件。例如，加工對象物 S 亦可包含至少一部分被固定在流動的流體內的物體。具體而言，例如，加工對象物 S 亦可包含設置於河流或海中的橋桁。例如，加工對象物 S 亦可包含流體在內部流動的配管。此時，配管的內壁可成為所述加工對象物 S 的表面。

【0075】 再者，此處列舉的加工對象物 S 的一例是比較大的物體（例如數米至數百米級尺寸的物體）。此時，如圖 7 的（a）至圖 7

的（c）所示，光照射裝置 11 的大小較加工對象物 S 的大小更小。然而，加工對象物 S 亦可為任何尺寸的物體。例如，加工對象物 S 亦可為千米、厘米、毫米或微米級尺寸的物體。

【0076】 所述溝槽結構的特性亦可根據加工對象物 S 為何種物體，來設定為可適當地獲得摩擦降低效果般的適當特性。即，所述溝槽結構的特性亦可根據加工對象物 S 為何種物體，以可適當地獲得摩擦降低效果的方式最適化。更具體而言，溝槽結構的特性亦可根據分佈在使用中的（即，運用中的）加工對象物 S 周圍的流體的種類、加工對象物 S 相對於流體的相對速度、及加工對象物 S 的形狀等中的至少一者，而設定為可適當獲得摩擦降低效果的適當特性。進而，所述溝槽結構的特性亦可根據加工對象物 S 為何種物體且在此物體的哪個部分形成溝槽結構，而設定為可適當獲得摩擦降低效果般的適當特性。例如，在加工對象物 S 為飛機 PL 的機身的情況下，形成於軀幹 PL1 的溝槽結構的特性、與形成於主翼 PL2 的溝槽結構的特性亦可不同。

【0077】 溝槽結構的特性亦可包含溝槽結構的尺寸。溝槽結構的尺寸亦可包含凹狀結構 CP1 的排列間距 P1、各凹狀結構 CP1 的深度 D、凸狀結構 CP2 的排列間距 P2、各凸狀結構 CP2 的高度 H 等中的至少一者。溝槽結構的特性亦可包含溝槽結構的形狀（例如，包含 Z 軸的剖面（具體而言，沿著 XZ 平面的剖面）的形狀）。溝槽結構的特性亦可包含溝槽結構的延伸方向（即，凹狀結構 CP1 的延伸方向）。溝槽結構的特性亦可包含溝槽結構的形成位置。

【0078】 溝槽結構的特性亦可基於模擬加工對象物S的模擬模型來決定。尤其是，溝槽結構的特性亦可基於模擬在流體內移動的加工對象物 S（換言之，模擬移動的加工對象物 S 的周圍的流體的流動）的模擬模型來決定。具體而言，控制裝置 2（或者進行基於模擬模型的演算的其他演算裝置）亦可基於流體模擬模型來決定可適當地獲得摩擦減小效果的溝槽結構的特性。即，控制裝置 2（或者進行基於模擬模型的演算的其他演算裝置）可基於流體模擬模型來使溝槽結構的特性最適化，以便可適當地獲得摩擦減小效果。隨後，控制裝置 2 可控制加工裝置 1，以基於與所決定（即，最適化）的溝槽結構的特性相關的溝槽資訊，來形成具有所決定的特性的溝槽結構。溝槽資訊例如可包括指示在加工對象物 S 的哪個位置形成何種尺寸、形狀及延伸方向的凹狀結構 CP1 的資訊。溝槽資訊例如亦可包括與模擬模型對應地指示在加工對象物 S 的哪個位置形成何種尺寸、形狀及延伸方向的凹狀結構 CP1 的資訊。

【0079】 再者，不限於具備多光束光學系統 112 的加工系統 SYSa，在對加工對象物 S 進行加工來形成溝槽結構的任意加工系統中，溝槽結構的特性均可基於模擬加工對象物 S 的模擬模型來決定。即，在對加工對象物 S 進行加工來形成溝槽結構的任意加工系統中，均可基於流體模擬模型來使溝槽結構的特性最適化，以便可適當地獲得摩擦減小效果，並基於與最適化的溝槽結構的特性相關的溝槽資訊來形成具有最適化的特性的溝槽結構。

【0080】 （1-2-2）加工動作的流程

【0081】 繼而，一邊參照圖 8 至圖 19，一邊對用於形成溝槽結構的加工動作的流程進行說明。

【0082】 首先，如上所述，多束加工光 ELk 藉由檢流計鏡 113 而偏轉。為了形成溝槽結構，檢流計鏡 113 將多束加工光 ELk 偏轉，以使得交替地反覆進行掃描動作與步進動作，所述掃描動作是一邊使多個目標照射區域 EA 在塗裝膜 SF 的表面上沿著 Y 軸方向移動，一邊在所需時機將多束加工光 ELk 分別照射至對應的目標照射區域 EA 的動作，所述步進動作是使多個目標照射區域 EA 在塗裝膜 SF 的表面上至少沿著 X 軸方向移動規定量的動作。此時，亦可將 Y 軸稱作掃描軸，亦可將 X 軸稱作步進軸。

【0083】 此處，能夠在保持光照射裝置 11 相對於塗裝膜 SF 而靜止的狀態下利用檢流計鏡 113 的控制來使多束加工光 ELk 進行掃描的、塗裝膜 SF 表面上的區域的尺寸存在極限。因而，第一實施形態中，如圖 8 所示，控制裝置 2 亦可在塗裝膜 SF 的表面（尤其是塗裝膜 SF 中的應形成溝槽結構的區域）設定多個加工曝射區域 SA。各加工曝射區域 SA 相當於能夠在保持光照射裝置 11 相對於塗裝膜 SF 而靜止的狀態下利用檢流計鏡 113 的控制來使多束加工光 ELk 進行掃描的、塗裝膜 SF 上的區域。各加工曝射區域 SA 的形狀為四邊形，但其形狀為任意。

【0084】 控制裝置 2 控制光照射裝置 11，以將藉由檢流計鏡 113 而偏轉的多束加工光 ELk 照射至一加工曝射區域 SA（例如 SA1）

的至少一部分，藉此，在所述一加工曝射區域 SA（SA1）形成溝槽結構。隨後，控制裝置 2 控制驅動系統 12 及驅動系統 15 中的至少一者，以使光照射裝置 11 相對於塗裝膜 SF 而移動，藉此，將光照射裝置 11 配置在可對其他加工曝射區域 SA（例如 SA2）照射多束加工光 ELk 的位置。隨後，控制裝置 2 控制光照射裝置 11，以將藉由檢流計鏡 113 而偏轉的多束加工光 ELk 照射至其他加工曝射區域 SA（SA2）的至少一部分，藉此，在所述其他加工曝射區域 SA 形成溝槽結構。控制裝置 2 藉由以全部的加工曝射區域 SA1 至加工曝射區域 SA16 為對象來反覆以下的動作，從而形成溝槽結構。

【0085】 當在各加工曝射區域 SA 形成溝槽結構時，控制裝置 2 自與基於所述模擬模型而最適化的溝槽結構的特性相關的溝槽資訊，獲取相當於要在各加工曝射區域 SA 形成的溝槽結構的特性的資訊，並基於該獲取的資訊將具有最適化於各加工曝射區域 SA 的特性的溝槽結構形成在各加工曝射區域 SA。

【0086】 以下，列舉在圖 8 所示的加工曝射區域 SA1 至加工曝射區域 SA4 形成溝槽結構的動作為例來繼續說明。以下，使用沿著 X 軸方向鄰接的兩個加工曝射區域 SA 位於收容空間 SP 內的示例來進行說明。然而，即便在收容空間 SP 內存在任意數量的加工曝射區域 SA 的情況下，亦依然進行同樣的動作。而且，以下所示的形成溝槽結構的動作不過是一例，加工系統 SYS 亦可進行與以下所示的動作不同的動作來形成溝槽結構。總之，加工系統 SYS 只

要能夠將多束加工光 ELk 照射至加工對象物 S 而在加工對象物 S 形成溝槽結構，則進行任何動作皆可。

【0087】 如圖 9 所示，首先，控制裝置 2 控制驅動系統 15 來使支持裝置 14 相對於塗裝膜 SF 而移動，以將收容裝置 13 配置於加工曝射區域 SA1 及加工曝射區域 SA2 位於收容空間 SP 內的第一收容位置。即，控制裝置 2 使支持裝置 14 所支持的收容裝置 13 移動，以藉由收容裝置 13 來覆蓋加工曝射區域 SA1 及加工曝射區域 SA2。進而，控制裝置 2 控制驅動系統 12 來使光照射裝置 11 相對於塗裝膜 SF 而移動，以將光照射裝置 11 配置於可對加工曝射區域 SA1 照射多束加工光 ELk 的第一照射位置。在收容裝置 13 配置於第一收容位置且光照射裝置 11 配置於第一照射位置後，間隔壁構件 132 成為第一伸長狀態。因而，間隔壁構件 132 的端部 134 接觸且附著於塗裝膜 SF。同樣，多個腳構件 142 成為第二伸長狀態。因而，多個腳構件 142 的端部 144 接觸且附著於塗裝膜 SF。

【0088】 隨後，如圖 10 的（a）及圖 10 的（b）所示，控制裝置 2 控制光照射裝置 11（尤其是檢流計鏡 113），以使多束加工光 ELk 掃描加工曝射區域 SA1。具體而言，為了進行所述掃描動作，控制裝置 2 控制檢流計鏡 113 的 Y 掃描鏡 113Y，以使多束加工光 ELk 沿著 Y 軸方向來掃描加工曝射區域 SA1 內的某區域。在進行掃描動作的期間，光源 110 射出光源光 ELo。其結果，在進行掃描動作的期間，多光束光學系統 112 射出多束加工光 ELk。隨後，

為了進行所述步進動作，控制裝置 2 使檢流計鏡 113 的 X 掃描鏡 113X 旋轉單位步進量。在進行步進動作的期間，光源 110 不射出光源光 ELo。其結果，在進行步進動作的期間，多光束光學系統 112 不射出多束加工光 ELk。隨後，為了進行所述掃描動作，控制裝置 2 控制檢流計鏡 113 的 Y 掃描鏡 113Y，以使多束加工光 ELk 沿著 Y 軸方向來掃描加工曝射區域 SA1 內的某區域。如此，控制裝置 2 控制檢流計鏡 113，以交替地反覆進行掃描動作與步進動作，從而使多束加工光 ELk 掃描整個加工曝射區域 SA1（或者，加工曝射區域 SA1 中的應形成溝槽結構的一部分區域）。再者，在進行步進動作的期間，亦可自光源 110 射出光源光 ELo 並射出多束加工光 ELk。

【0089】 第一實施形態中，如表示反覆進行掃描動作與步進動作的期間內的加工光 ELk 的掃描軌跡（即，目標照射區域 EA 的移動軌跡）的平面圖即圖 11 所示，加工裝置 1 對在加工曝射區域 SA 內設定的多個掃描區域 SCA 依序進行掃描動作。圖 11 表示了在加工曝射區域 SA 內設定有六個掃描區域 SCA#1 至 SCA#6 的示例。各掃描區域 SCA 是藉由在一次掃描動作（即，不插入步進動作的一連串掃描動作）中照射的多束加工光 ELk 來掃描的區域。各掃描區域 SCA 是在一次掃描動作中，多個目標照射區域 EA 所移動的區域。此時，在一次掃描動作中，目標照射區域 EA 自各掃描區域 SCA 的掃描開始位置 SC_start 朝向掃描結束位置 SC_end 移動。典型的是，此種掃描區域 SCA 為沿著 Y 軸方向（即，多束

加工光 ELk 的掃描方向）延伸的區域。多個掃描區域 SCA 沿著 X 軸方向（即，與多束加工光 ELk 的掃描方向交叉的方向）而排列。

【0090】 此時，加工系統 SYSa 例如自在某加工曝射區域 SA 內設定的多個掃描區域 SCA 中的位於最靠+X 側或最靠-X 側的一掃描區域 SCA 開始掃描動作。例如，圖 11 表示了加工系統 SYSa 自位於最靠-X 側的曝射區域 SCA#1 開始掃描動作的示例。此時，控制裝置 2 控制檢流計鏡 113，以使得能夠對掃描區域 SCA#1 的掃描開始位置 SC_start#1（例如，掃描區域 SCA#1 內的-Y 側的端部或其附近）照射加工光 ELk。即，控制裝置 2 控制檢流計鏡 113，以在掃描區域 SCA#1 的掃描開始位置 SC_start#1 設定目標照射區域 EA。隨後，加工系統 SYSa 對掃描區域 SCA#1 進行掃描動作。具體而言，控制裝置 2 控制檢流計鏡 113，以使多個目標照射區域 EA 自掃描區域 SCA#1 的掃描開始位置 SC_start#1 朝向掃描區域 SCA#1 的掃描結束位置 SC_end#1（例如，掃描區域 SCA#1 內的+Y 側的端部或其附近）移動。進而，控制裝置 2 控制光照射裝置 11，以在所需時機將多束加工光 ELk 分別照射至對應的目標照射區域 EA。其結果，藉由多束加工光 ELk 來對掃描區域 SCA#1 進行掃描。再者，圖 11 中，為了簡化圖式，表示了各掃描區域 SCA 內的一個目標照射區域 EA 的移動軌跡，但實際上，在各掃描區域 SCA 內有多個目標照射區域 EA 移動。即，圖 11 中，為了簡化圖式，表示了各掃描區域 SCA 內的一束加工光 ELk 的掃描軌跡，但實際上，各掃描區域 SCA 是由多束加工光 ELk 進行掃描。

【0091】 在對掃描區域 SCA#1 的掃描動作完成後，為了對與掃描區域 SCA#1 不同的其他掃描區域 SCA 進行掃描動作，加工系統 SYSa 進行步進動作。具體而言，控制裝置 2 控制檢流計鏡 113，以使得能夠對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#1 鄰接的掃描區域 SCA#2 的掃描開始位置 SC_start#2（例如，掃描區域 SCA#2 內的 -Y 側的端部或其附近）照射加工光 ELk。即，控制裝置 2 控制檢流計鏡 113，以在掃描區域 SCA#2 的掃描開始位置 SC_start#2 設定目標照射區域 EA。其結果，如圖 11 所示，目標照射位置 EA 分別沿著 X 軸方向及 Y 軸方向而移動。此時，目標照射位置 EA 在 X 軸方向上的移動量亦可與掃描區域 SCA 在 X 軸方向上的尺寸相同。目標照射位置 EA 在 Y 軸方向上的移動量亦可與掃描區域 SCA 在 Y 軸方向上的尺寸相同。

【0092】 隨後，加工系統 SYSa 對掃描區域 SCA#2 進行掃描動作。具體而言，控制裝置 2 控制檢流計鏡 113，以使多個目標照射區域 EA 自掃描區域 SCA#2 的掃描開始位置 SC_start#2 朝向掃描區域 SCA#2 的掃描結束位置 SC_end#2（例如，掃描區域 SCA#2 內的+Y 側的端部或其附近）移動。進而，控制裝置 2 控制光照射裝置 11，以在所需時機將多束加工光 ELk 分別照射至對應的目標照射區域 EA。其結果，藉由多束加工光 ELk 來對掃描區域 SCA#2 進行掃描。

【0093】 以後，重覆同樣的動作，直至對掃描區域 SCA#3 至掃描區域 SCA#6 的掃描動作完成為止。

【0094】 圖 11 所示的示例中，掃描動作中的加工光 ELk 的掃描方向被固定為+Y 軸方向。掃描動作中的目標照射區域 EA 的移動方向被固定為+Y 軸方向。即，圖 11 所示的示例中，在加工曝射區域 SA 內多次進行的掃描動作中的加工光 ELk 的掃描方向（即，目標照射區域 EA 的移動方向，以下相同）彼此相同。分別掃描多個掃描區域 SCA 的多束加工光 ELk 的掃描方向彼此相同。多個掃描區域 SCA 內的目標照射區域 EA 的移動方向彼此相同。具體而言，對掃描區域 SCA#1 所進行的掃描動作中的加工光 ELk 的掃描方向、對掃描區域 SCA#2 所進行的掃描動作中的加工光 ELk 的掃描方向、……、對掃描區域 SCA#6 所進行的掃描動作中的加工光 ELk 的掃描方向彼此相同。但是，如之後的變形例中所說明般，對一掃描區域 SCA 所進行的掃描動作中的加工光 ELk 的掃描方向與對另一掃描區域 SCA 所進行的掃描動作中的加工光 ELk 的掃描方向亦可不同。對一掃描區域 SCA 所進行的掃描動作中的加工光 ELk 的掃描方向亦可在掃描動作的中途變化。

【0095】 藉由此種掃描動作與步進動作的反覆，在加工曝射區域 SA1 形成溝槽結構。再者，如圖 10 的（a）及圖 10 的（b）所示，加工光 ELk 所掃描的區域的寬度（即，加工曝射區域 SA 的寬度，尤其是 X 軸方向的寬度）較光照射裝置 11 的寬度（尤其是 X 軸方向的寬度）更大。

【0096】 控制裝置 2 在光照射裝置 11 照射加工光 ELk 的期間內，控制驅動系統 15，以使多個腳構件 142 維持第二伸長狀態。

其結果，多個腳構件 142 的端部 144 持續附著於塗裝膜 SF。其結果，支持裝置 14 的穩定性提高，因此因支持裝置 14 的不穩定性導致加工光 ELk 的目標照射區域 EA 在塗裝膜 SF 上意外偏離的可能性變小。但是，只要在光照射裝置 11 照射光 EL 的期間的至少一部分，支持裝置 14 能夠在塗裝膜 SF 上獨立（或者，能以自塗裝膜 SF 懸吊的方式附著於塗裝膜 SF），則多個腳構件 142 的一部分亦可處於第二縮小狀態。

【0097】 控制裝置 2 在光照射裝置 11 照射加工光 ELk 的期間內，控制使間隔壁構件 132 伸縮的未圖示的驅動系統，以使間隔壁構件 132 維持第一伸長狀態。其結果，間隔壁構件 132 的端部 134 持續附著於塗裝膜 SF。其結果，收容空間 SP 的密閉性得以維持，因此在收容空間 SP 內傳播的加工光 ELk 不會漏出至收容空間 SP 的外部（即，收容裝置 13 的外部）。進而，在收容空間 SP 內產生的無用物質不會漏出至收容空間 SP 的外部（即，收容裝置 13 的外部）。

【0098】 再者，有可能產生下述事態，即，應附著於塗裝膜 SF 的端部 134 的至少一部分因某些因素而離開塗裝膜 SF。此時，若光照射裝置 11 持續照射加工光 ELk，則加工光 ELk 及無用物質中的至少一者有可能漏出至收容裝置 13 的外部。因此，當在光照射裝置 11 照射加工光 ELk 的期間內檢測出端部 134 的至少一部分離開塗裝膜 SF 時，控制裝置 2 亦可控制光照射裝置 11 停止加工光 ELk 的照射。

【0099】 隨後，如圖 12 所示，控制裝置 2 控制驅動系統 12，以使光照射裝置 11 自第一照射位置移動至光照射裝置 11 可對加工曝射區域 SA2 照射多束加工光 ELk 的第二照射位置。在光照射裝置 11 移動的期間內，控制裝置 2 控制光照射裝置 11，以使光照射裝置 11 不照射加工光 ELk。

【0100】 隨後，如圖 13 的（a）及圖 13 的（b）所示，控制裝置 2 控制光照射裝置 11(尤其是檢流計鏡 113)，以使多束加工光 ELk 掃描加工曝射區域 SA2。具體而言，控制裝置 2 控制光照射裝置 11（尤其是檢流計鏡 113），以交替地反覆進行所述掃描動作與所述步進動作，從而使多束加工光 ELk 掃描整個加工曝射區域 SA2（或者，加工曝射區域 SA2 中的應形成溝槽結構的一部分區域）。其結果，在加工曝射區域 SA2 形成溝槽結構。再者，加工曝射區域 SA1 內的構成溝槽結構的多個凹部 CP1 亦可形成為，與加工曝射區域 SA1 鄰接的加工曝射區域 SA2（或者，其他加工曝射區域 SA）內的構成溝槽結構的多個凹部 CP1 分別彼此連續地連結。或者，加工曝射區域 SA1 內的構成溝槽結構的多個凹部 CP1 亦可形成為，不與加工曝射區域 SA2 內的構成溝槽結構的多個凹部 CP1 分別彼此連結。例如，在加工曝射區域 SA 內使加工光 ELk 進行掃描而最終形成的一條凹部 CP1 的連續長度依存於加工曝射區域 SA 的尺寸（尤其是加工光 ELk 的掃描方向即 Y 軸方向的尺寸）。因而，若加工曝射區域 SA 的尺寸是能夠實現溝槽結構可發揮所述功能的連續長度的尺寸，則加工曝射區域 SA1 內的構成溝槽結構

的多個凹部 CP1 亦可形成為，不與加工曝射區域 SA2 內的構成溝槽結構的多個凹部 CP1 分別彼此連結。作為一例，在加工對象物 S 為飛機的情況下，根據基於飛機使用時（典型的是巡航時）的空速與紊流現象的頻率的運算，溝槽結構可發揮所述功能的連續長度約為數毫米。因此，若能夠在塗裝膜 SF 的表面設定 Y 軸方向的尺寸大於約數毫米的加工曝射區域 SA，則加工曝射區域 SA1 內的構成溝槽結構的多個凹部 CP1 亦可形成為，不與加工曝射區域 SA2 內的構成溝槽結構的多個凹部 CP1 分別彼此連結。

【0101】 在加工曝射區域 SA2 形成溝槽結構的時間點，在收容空間 SP 內並無尚未形成有溝槽結構的加工曝射區域 SA 殘留。因此，僅藉由驅動系統 12 來使光照射裝置 11 在收容空間 SP 內移動，光照射裝置 11 無法對尚未形成溝槽結構的加工曝射區域 SA 照射多束加工光 ELk 而形成溝槽結構。因此，若成為在收容空間 SP 並無尚未形成有溝槽結構的加工曝射區域 SA 殘留的狀態，則控制裝置 2 控制驅動系統 15 以使支持裝置 14 移動（即，使收容裝置 13 移動），藉此，使尚未形成有溝槽結構的加工曝射區域 SA 重新位於收容空間 SP 內。

【0102】 具體而言，首先，如圖 14 所示，控制裝置 2 控制使間隔壁構件 132 伸縮的未圖示的驅動系統，以使間隔壁構件 132 的狀態自第一伸長狀態切換為第一縮小狀態。其結果，間隔壁構件 132 的端部 134 離開塗裝膜 SF。再者，在支持裝置 14 移動的期間內，控制裝置 2 控制光照射裝置 11，以使光照射裝置 11 不照射加

工光 ELk。因此，即便端部 134 離開塗裝膜 SF，亦無加工光 ELk 及無用物質中的至少一者漏出至收容裝置 13 外部的可能性。

【0103】 但是，在收容空間 SP 內存在的無用物質儘管被所述排氣裝置 16 抽吸至收容空間 SP 的外部，但有可能因某些因素而導致在收容空間 SP 內存在的無用物質未全部被排氣裝置 16 抽吸(即在收容空間 SP 內殘留無用物質)。此時，若端部 134 離開塗裝膜 SF，則無用物質有可能漏出至收容裝置 13 的外部。因此，控制裝置 2 亦可基於對收容空間 SP 內的無用物質進行檢測的檢測裝置 135 的檢測結果，判定是否使間隔壁構件 132 自第一伸長狀態切換為第一縮小狀態。若在收容空間 SP 內殘留有無用物質，則控制裝置 2 亦可不將間隔壁構件 132 自第一伸長狀態切換為第一縮小狀態。此時，藉由排氣裝置 16 來繼續抽吸殘留在收容空間 SP 內的無用物質。另一方面，若在收容空間 SP 內未殘留無用物質，則控制裝置 2 亦可將間隔壁構件 132 自第一伸長狀態切換為第一縮小狀態。

【0104】 進而，控制裝置 2 控制驅動系統 15，以使多個腳構件 142 中的伴隨支持裝置 14 的移動（尤其是如後述般，縮小的樑構件 141 的伸長）而相對於塗裝膜 SF 移動的至少一部分腳構件 142 的狀態自第二伸長狀態切換為第二縮小狀態。伴隨縮小的樑構件 141 的伸長而相對於塗裝膜 SF 移動的腳構件 142 典型的是多個腳構件 142 中的位於支持裝置 14 的移動方向（即收容裝置 13 的移動方向）前方側的腳構件 142。圖 14 所示的示例中，支持裝置 14

朝向+X 側移動，位於支持裝置 14 的移動方向前方側的腳構件 142 是位於+X 側的腳構件 142。以下，將位於支持裝置 14 的移動方向前方側的腳構件 142 稱作「前方腳構件 142」。其結果，前方腳構件 142 的端部 144 離開塗裝膜 SF。

【0105】 隨後，如圖 15 所示，控制裝置 2 控制驅動系統 15，以使收容裝置 13 自第一收容位置移動至加工曝射區域 SA3 及加工曝射區域 SA4 位於收容空間 SP 內的第二收容位置。具體而言，控制裝置 2 控制驅動系統 15，以使樑構件 141 沿著支持裝置 14 的移動方向而伸長。其結果，樑構件 141 保持支持著收容裝置 13 的狀態（進而，保持支持著由收容裝置 13 所支持的光照射裝置 11 的狀態）而伸長。進而，與支持裝置 14 的移動並行地，控制裝置 2 控制驅動系統 12，以使光照射裝置 11 自第二照射位置移動至光照射裝置 11 能夠對加工曝射區域 SA3 照射多束加工光 ELk 的第三照射位置。

【0106】 在支持裝置 14 移動（即縮小的樑構件 141 延伸）的期間內，控制裝置 2 控制使間隔壁構件 132 伸縮的未圖示的驅動系統，以使間隔壁構件 132 維持第一縮小狀態。其結果，不會因間隔壁構件 132 的端部 134 與塗裝膜 SF 的接觸而妨礙支持裝置 14 的移動（即收容裝置 13 的移動）。進而，在支持裝置 14 的移動中，不會因端部 134 與塗裝膜 SF 的接觸而損傷塗裝膜 SF。但是，在不會因端部 134 與塗裝膜 SF 的接觸而妨礙支持裝置 14 的移動的情況下，亦可在支持裝置 14 移動的期間的至少一部分，使端部 134

的至少一部分接觸塗裝膜 SF。在支持裝置 14 的移動中不會因端部 134 與塗裝膜 SF 的接觸而損傷塗裝膜 SF 的情況下，亦可在支持裝置 14 移動的期間的至少一部分，使端部 134 的至少一部分接觸塗裝膜 SF。

【0107】 進而，在支持裝置 14 移動的期間內，控制裝置 2 控制驅動系統 15，以使前方腳構件 142 維持第二縮小狀態。其結果，不會因前方腳構件 142 的端部 144 與塗裝膜 SF 的接觸而妨礙支持裝置 14 的移動（即收容裝置 13 的移動）。進而，在支持裝置 14 的移動中不會因端部 144 與塗裝膜 SF 的接觸而損傷塗裝膜 SF。但是，在不會因端部 144 與塗裝膜 SF 的接觸而妨礙支持裝置 14 的移動的情況下，亦可在支持裝置 14 移動的期間的至少一部分，使端部 144 的至少一部分接觸塗裝膜 SF。在支持裝置 14 的移動中不會因端部 144 與塗裝膜 SF 的接觸而損傷塗裝膜 SF 的情況下，亦可在支持裝置 14 移動的期間的至少一部分，使端部 144 的至少一部分接觸塗裝膜 SF。

【0108】 進而，在支持裝置 14 移動的期間內，控制裝置 2 控制驅動系統 15，以使多個腳構件 142 中的前方腳構件 142 以外的其他腳構件 142 維持第一伸長狀態。其結果，即便前方腳構件 142 的端部 144 離開塗裝膜 SF，前方腳構件 142 以外的其他腳構件 142 的端部 144 仍接觸塗裝膜 SF。因此，與多個腳構件 142 全部的端部 144 接觸塗裝膜 SF 的情況同樣地，支持裝置 14 依然可在塗裝膜 SF 上獨立（或者能以自塗裝膜 SF 懸吊的方式附著於塗裝膜

SF）。

【0109】 進而，在支持裝置 14 移動的期間內，控制裝置 2 控制光照射裝置 11，以使光照射裝置 11 不照射加工光 ELk。

【0110】 在收容裝置 13 被配置於第二收容位置後，如圖 16 所示，控制裝置 2 控制使間隔壁構件 132 伸縮的未圖示的驅動系統，以使間隔壁構件 132 自第一縮小狀態切換為第一伸長狀態。其結果，間隔壁構件 132 的端部 134 接觸且附著於塗裝膜 SF。進而，控制裝置 2 控制驅動系統 15，以使前方腳構件 142 自第二縮小狀態切換為第二伸長狀態。其結果，前方腳構件 142 的端部 144 接觸且附著於塗裝膜 SF。此處，間隔壁構件 132 的伸長動作與前方腳構件 142 的伸長動作既可同時進行，亦可隔開時間差而進行。

【0111】 隨後，如圖 17 所示，控制裝置 2 控制驅動系統 15，以使多個腳構件 142 中的伴隨支持裝置 14 的移動（尤其是如後述般，伸長的樑構件 141 的縮小）而相對於塗裝膜 SF 移動的至少一部分腳構件 142 的狀態自第二伸長狀態切換為第二縮小狀態。伴隨伸長的樑構件 141 的縮小而相對於塗裝膜 SF 移動的腳構件 142 典型的是多個腳構件 142 中的位於支持裝置 14 的移動方向後方側的腳構件 142。圖 17 所示的示例中，位於支持裝置 14 的移動方向後方側的腳構件 142 是位於-X 側的腳構件 142。以下，將位於支持裝置 14 的移動方向後方側的腳構件 142 稱作「後方腳構件 142」。其結果，後方腳構件 142 的端部 144 離開塗裝膜 SF。

【0112】 隨後，如圖 18 所示，控制裝置 2 控制驅動系統 15，以

使沿著支持裝置 14 的移動方向而伸長的樑構件 141 縮小。

【0113】 在樑構件 141 的縮小完成後，如圖 19 所示，控制裝置 2 控制驅動系統 15，以使後方腳構件 142 自第二縮小狀態切換為第二伸長狀態。其結果，後方腳構件 142 的端部 144 接觸且附著於塗裝膜 SF。

【0114】 隨後，控制裝置 2 控制光照射裝置 11，以與多束加工光 ELk 掃描加工曝射區域 SA1 及加工曝射區域 SA2 的情況同樣地，使多束加工光 ELk 掃描加工曝射區域 SA3 及加工曝射區域 SA4。以下，藉由反覆進行同樣的動作，從而對塗裝膜 SF 的表面（尤其是塗裝膜 SF 中的應形成溝槽結構的區域）照射多束加工光 ELk。其結果，在加工對象物 S 上形成由塗裝膜 SF 所形成的溝槽結構。

【0115】 （1-3）加工系統 SYSa 的技術效果

【0116】 如以上所說明般，第一實施形態的加工系統 SYSa 藉由將加工光 ELk 照射至加工對象物 S（尤其是形成在其表面的塗裝膜 SF），從而能夠在加工對象物 S 的表面形成由塗裝膜 SF 所形成的溝槽結構。因此，加工系統 SYSa 與藉由利用立銑刀（end mill）等切削工具來削除加工對象物 S 的表面而形成溝槽結構的加工裝置相比，能夠比較容易且以相對短的時間形成溝槽結構。

【0117】 進而，加工系統 SYSa 能夠同時照射多束加工光 ELk 而同時形成多個凹狀結構 CP1。因此，與照射單束加工光 ELk 而一次僅能形成單個凹狀結構 CP1 的加工系統相比，與溝槽結構的形成相關的生產率提高。

【0118】 進而，加工系統 SYSa 利用檢流計鏡 113 來將多束加工光 ELk 偏轉，從而能夠相對高速地掃描塗裝膜 SF。因此，與溝槽結構的形成相關的生產率提高。

【0119】 進而，加工系統 SYSa 藉由取代直接對加工對象物 S 進行加工而對形成於加工對象物 S 表面的塗裝膜 SF 進行加工，從而能夠在加工對象物 S 的表面形成溝槽結構。因此，與藉由將用於形成溝槽結構的特殊材料新附加（例如貼附）於加工對象物 S 表面（即塗裝膜 SF 的表面）而形成溝槽結構的加工裝置相比，可避免因溝槽結構的形成引起的加工對象物 S 的重量增加。

【0120】 進而，加工系統 SYSa 並非直接對加工對象物 S 進行加工，因此能夠比較容易地重新形成溝槽結構。具體而言，在重新形成溝槽結構時，首先將由塗裝膜 SF 所形成的溝槽結構暫時剝離，隨後塗佈新的塗裝膜 SF。隨後，加工系統 SYSa 藉由對新塗佈的塗裝膜 SF 進行加工，便能夠形成新的溝槽結構。因而，對於溝槽結構的劣化（例如破損等），可藉由溝槽結構的重新形成而相對容易地應對。

【0121】 進而，加工系統 SYSa 並非直接對加工對象物 S 進行加工，因此在難以直接加工或原本未形成溝槽結構的加工對象物 S 的表面亦能夠形成溝槽結構。即，只要在加工對象物 S 的表面塗佈塗裝膜 SF 後由加工系統 SYSa 加工塗裝膜 SF，便可比較容易地形成溝槽結構。

【0122】 再者，在對加工對象物 S 塗佈塗裝膜 SF 之後加工塗裝

膜 SF 的情況下，對加工對象物 S 進行加工的加工動作亦可包含對加工對象物 S 塗佈（即，形成）塗裝膜 SF 的動作、及對塗裝膜 SF 進行加工（例如，局部去除塗裝膜 SF）的動作。對加工對象物 S 塗佈塗裝膜 SF 的動作亦可由加工系統 SYSa 來進行。此時，加工系統 SYSa 亦可包括用於對加工對象物 S 塗佈塗裝膜 SF 的塗佈裝置。對加工對象物 S 塗佈塗裝膜 SF 的動作亦可在加工系統 SYSa 的外部進行。例如，對加工對象物 S 塗佈塗裝膜 SF 的動作亦可由加工系統 SYSa 外部的塗佈裝置來進行。

【0123】 進而，加工系統 SYSa 能夠形成由塗裝膜 SF 所形成的溝槽結構。通常，塗裝膜 SF 相對於外部環境（例如熱、光、及風等中的至少一者）具有相對較高的耐久性。因此，加工系統 SYSa 能夠比較容易地形成具有相對較高的耐久性的溝槽結構。

【0124】 進而，第一實施形態中，光照射裝置 11 的末端光學元件與塗裝膜 SF 之間的加工光 ELk 的光路包含在收容空間 SP 內。因此，與加工光 ELk 的光路未包含在收容空間 SP（即，向開放空間開放）的加工系統相比，可適當地防止照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk（或者所述加工光 ELk 自塗裝膜 SF 的散射光或反射光等）向加工系統 SYSa 的周圍傳播（換言之，散射）。進而，可適當地防止因加工光 ELk 的照射而產生的無用物質向加工系統 SYSa 的周圍傳播（換言之，飛散）。

【0125】 進而，第一實施形態中，是藉由可在塗裝膜 SF 上移動的支持裝置 14 來支持光照射裝置 11。因此，加工系統 SYSa 能夠

比較容易地加工展開為相對較廣範圍的塗裝膜 SF。即，加工系統 SYSa 可遍及加工對象物 S 表面的相對較廣的範圍而形成由塗裝膜 SF 所形成的溝槽結構。進而，加工系統 SYSa 亦可不使加工對象物 S 移動，因此在相對較大或較重的加工對象物 S 的表面，亦能夠相對較容易地形成溝槽結構。

【0126】 進而，加工系統 SYSa 可使用排氣裝置 16 來將因加工光 ELk 的照射而產生的無用物質抽吸至收容空間 SP 的外部。因此，加工光 ELk 向塗裝膜 SF 的照射基本上不會被無用物質妨礙。因此，與不包括排氣裝置 16（即，加工光 ELk 向塗裝膜 SF 的照射有可能被無用物質妨礙）的加工系統相比，加工光 ELk 的照射精度提高。其結果，溝槽結構的形成精度提高。

【0127】 進而，加工系統 SYSa 能夠使用氣體供給裝置 17 來防止污漬向 fθ 透鏡 114 的光學面 1141（即，光照射裝置 11 的末端光學元件的收容空間 SP 側的光學面）的附著。因此，與不包括氣體供給裝置 17 的加工裝置相比，加工光 ELk 向塗裝膜 SF 的照射被附著於光學面 1141 的污漬妨礙的可能性變小。因此，加工光 ELk 的照射精度提高。其結果，溝槽結構的形成精度提高。

【0128】 進而，第一實施形態中，多光束光學系統 112 使用偏光分束器 1121 將光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk。因此，多光束光學系統 112 能夠抑制將光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk 的過程中的能量損失（例如光的衰減）。其結果，與不抑制將光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk 的過程中的能量損失的情況相比，加

工系統 SYSa 能夠將強度相對較高的多束加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF 來對加工對象物 S 進行加工。因而，與將強度相對較低的多束加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF 來對加工對象物 S 進行加工的情況相比，與溝槽結構的形成相關的生產率提高。

【0129】 但是，只要能夠將光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk，則加工系統 SYSa 亦可使用不具備偏光分束器 1121 的多光束光學系統來將光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk。例如，加工系統 SYSa 如表示多光束光學系統的另一例的結構的剖面圖即圖 20 所示，亦可包括：光學系統 1121'，包含將光源光 ELo 分支為第一光 EL1 及第二光 EL2（例如狀態不同或相同的第一光 EL1 及第二光 EL2）的光學元件（例如分束器、半透明鏡（half-mirror）及雙色鏡（dichroic mirror）中的至少一種）；光學系統 1123'，包含將來自光學系統 1121'的第一光 EL1 作為第三光 EL3 返回至光學系統 1121'的光學元件（例如反射鏡等反射光學元件及透鏡等折射光學元件中的至少一種）；以及光學系統 1125'，包含將來自光學系統 1121'的第二光 EL2 作為第四光 EL4 返回至光學系統 1121'的光學元件（例如反射鏡等反射光學元件及透鏡等折射光學元件中的至少一種），且光學系統 1121'使用使來自光學系統 1123'的第三光 EL3 以及來自光學系統 1125'的第四光 EL4 匯合而作為多束加工光 ELk 向檢流計鏡 113 射出的多光束光學系統 112'，將光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk。此時，亦可以分別沿著自多光束光學系統 112'射出的多束加工光 ELk 的行進方向的多個軸交叉的方式，

對光學系統 1121'、光學系統 1123'及光學系統 1125'進行對位。再者，所述多光束光學系統 112 所具備的偏光分束器 1121 相當於光學系統 1121'的一具體例。所述多光束光學系統 112 所具備的 1/4 波長板 1122 及反射鏡 1123 相當於光學系統 1123'的一具體例。所述多光束光學系統 112 所具備的 1/4 波長板 1124 及反射鏡 1125 相當於光學系統 1125'的一具體例。

【0130】 進而，第一實施形態中，偏光分束器 1121 不僅作為將光源光 ELo 分支為 s 偏光 ELs1 及 p 偏光 ELp2 的光學系統發揮功能，而且亦作為使自不同的方向向偏光分束器 1121 入射的 p 偏光 ELp1 及 s 偏光 ELs2 匯合成朝向檢流計鏡 113 的多束加工光的光學系統發揮功能。因此，與分別具備將光源光 ELo 分支為 s 偏光 ELs1 及 p 偏光 ELp2 的光學系統（例如偏光分束器）、及使 p 偏光 ELp1 及 s 偏光 ELs2 匯合成多束加工光 ELk 的光學系統（例如偏光分束器）的情況相比，可使多光束光學系統 112 小型化。

【0131】 （2）第二實施形態的加工系統 SYSb

【0132】 繼而，對第二實施形態的加工系統 SYS（以下，將第二實施形態的加工系統 SYS 稱作「加工系統 SYSb」）進行說明。第二實施形態的加工系統 SYSb 與將光源光 ELo 分支為兩束加工光 ELk 的所述第一實施形態的加工系統 SYS 的不同之處在於，可將光源光 ELo 分支為三束以上的加工光 ELk。為了將光源光 ELo 分支為三束以上的加工光 ELk，加工系統 SYSb 與所述加工系統 SYSa 相比，不同之處在於取代光照射裝置 11 而包括光照射裝置 11b。

與光照射裝置 11 相比，光照射裝置 11b 的不同之處在於，包括多個多光束光學系統 112。第一變形例的加工系統 SYSa 的其他特徵亦可與所述加工系統 SYS 的其他特徵相同。

【0133】 如圖 21 所示，多個多光束光學系統 112 沿著光路串聯地多級連接。即，多個多光束光學系統 112 配置為，一多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 作為多個光源光 ELo 而入射至連接到一多光束光學系統 112 的下一級的另一多光束光學系統 112。

【0134】 進而，如圖 21 所示，在一多光束光學系統 112 與該一多光束光學系統 112 的下一級所連接的另一多光束光學系統 112 之間的光路上配置有波長板 115b。因而，一多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 經由波長板 115b，作為多個光源光 ELo 入射至另一個多光束光學系統 112。

【0135】 波長板 115b 是可變更穿過波長板 115b 的各加工光 ELk 的偏光狀態的光學元件。波長板 115b 例如為 1/4 波長板，但亦可為其他種類的波長板（例如 1/2 波長板、1/8 波長板以及 1 波長板中的至少一種）。例如，波長板 115b 亦可將各加工光 ELk 轉換為圓偏光（或者，直線偏光以外的偏光或非偏光）。在波長板 115b 為 1/4 波長板的情況下，波長板 115b 可將為直線偏光的各加工光 ELk 轉換為圓偏光。或者，即便在波長板 115b 並非 1/4 波長板的情況下，若波長板 115b 的特性得到適當設定，則波長板 115b 亦可將各加工光 ELk 轉換為圓偏光（或者，直線偏光以外的偏光或

非偏光）。例如，波長板 115b 的板厚亦可設定為可將各加工光 ELk 的偏光狀態變更為所需狀態的所需板厚。例如，波長板 115b 的光學軸的方向亦可設定為可將各加工光 ELk 的偏光狀態變更為所需狀態的所需方向。其結果，一多光束光學系統 112 射出的各加工光 ELk 在變更了偏光狀態後，作為入射光 Eli 而入射至另一多光束光學系統 112。另一多光束光學系統 112 與將入射來的光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk 的情況同樣地，將入射來的多束入射光 Eli 分別分支為多束加工光 ELk。因此，另一多光束光學系統 112 射出的加工光 ELk 的數目較一多光束光學系統 112 射出的加工光 ELk 的數目變多。具體而言，另一多光束光學系統 112 射出的加工光 ELk 的數目為一多光束光學系統 112 射出的加工光 ELk 的數目的兩倍。

【0136】 圖 21 表示了三個多光束光學系統 112（具體而言，多光束光學系統 112#1 至多光束光學系統 112#3）沿著光路串聯地多級連接的一例。此時，來自光源 110 的光源光 ELo#1 首先入射至多光束光學系統 112#1。多光束光學系統 112#1 如圖 21 及表示光源光 ELo 的情況的剖面圖即圖 22 的（a）所示，將光源光 ELo#1 分支為兩束加工光 ELk#1（即，p 偏光 ELp1#1 及 s 偏光 ELs2#1）。再者，圖 22 的（b）表示了在與兩束加工光 ELk#1 交叉的光學面上兩束加工光 ELk#1 所形成的光束點。多光束光學系統 112#1 射出的兩束加工光 ELk#1 穿過波長板 115b#1，該波長板 115b#1 配置在多光束光學系統 112#1 與多光束光學系統 112#1 的下一級所

連接的多光束光學系統 112#2 之間的光路上。其結果，兩束加工光 ELk#1 分別轉換為與 p 偏光及 s 偏光不同的兩束入射光 ELi#21 及 ELi#22。

【0137】 已穿過波長板 115b#1 的兩束入射光 ELi#21 及 ELi#22 入射至多光束光學系統 112#2。如圖 21 及圖 22 的（a）所示，多光束光學系統 112#2 將入射光 ELi#21 分支為兩束加工光 ELk#21（即，p 偏光 ELp1#21 及 s 偏光 ELs2#21）。進而，如圖 21 及圖 22 的（a）所示，多光束光學系統 112#2 將入射光 ELi#22 分支為兩束加工光 ELk#22（即，p 偏光 ELp1#22 及 s 偏光 ELs2#22）。因而，多光束光學系統 112#2 射出四束加工光 ELk#21 及 ELk#22。再者，圖 22 的（b）表示了在與四束加工光 ELk#21 及 ELk#22 交叉的光學面上四束加工光 ELk#21 及 ELk#22 所形成的光束點。多光束光學系統 112#2 射出的四束加工光 ELk#21 及 ELk#22 穿過波長板 115b#2，該波長板 115b#2 配置在多光束光學系統 112#2 與多光束光學系統 112#2 的下一級所連接的多光束光學系統 112#3 之間的光路上。其結果，兩束加工光 ELk#21 的偏光狀態得到變更，且兩束加工光 ELk#22 的偏光狀態得到變更。

【0138】 已穿過波長板 115b#2 的四束入射光 ELi#31 至 ELi#34 入射至多光束光學系統 112#3。如圖 21 及圖 22 的（a）所示，多光束光學系統 112#3 將入射光 ELi#31 分支為兩束加工光 ELk#31（即，p 偏光 ELp1#31 及 s 偏光 ELs2#31）。進而，如圖 21 及圖 22 的（a）所示，多光束光學系統 112#3 將入射光 ELi#32 分支為

兩束加工光 ELk#32（即，p 偏光 ELp1#32 及 s 偏光 ELs2#32）。進而，如圖 21 及圖 22 的（a）所示，多光束光學系統 112#3 將入射光 ELi#33 分支為兩束加工光 ELk#33（即，p 偏光 ELp1#33 及 s 偏光 ELs2#33）。進而，如圖 21 及圖 22 的（a）所示，多光束光學系統 112#3 將入射光 ELi#34 分支為兩束加工光 ELk#34（即，p 偏光 ELp1#34 及 s 偏光 ELs2#34）。因而，多光束光學系統 112#4 射出八束加工光 ELk#31 至 ELk#34。

【0139】 如上所述，第二實施形態的加工系統 SYSb 能夠將數目較所述第一實施形態的加工系統 SYSa 更多的多束加工光 ELk 同時照射至塗裝膜 SF。具體而言，在加工系統 SYSb 包括 N（其中，N 為 2 以上的整數）級連接的 N 束多光束光學系統 112 的情況下，加工系統 SYSb 能夠將數目為所述加工系統 SYSa 的 2^（N-1）倍的多束加工光 ELk 同時照射至塗裝膜 SF。即，加工系統 SYSb 能夠將 2^N 束加工光 ELk 同時照射至塗裝膜 SF。因此，與溝槽結構的形成相關的生產率提高。

【0140】 再者，沿著一多光束光學系統 112 所射出的兩束加工光 ELk（尤其是自相同的光源光 ELo 分支的 p 偏光 ELp1 及 s 偏光 ELs2）的行進方向的兩個軸所成的角度（即，該兩個軸交叉的角度），亦可與沿著一多光束光學系統 112 的下一級所連接的另一多光束光學系統 112 所射出的兩束加工光 ELk（尤其是自相同的光源光 ELo 分支的 p 偏光 ELp1 及 s 偏光 ELs2）的行進方向的兩個軸所成的角度相同。圖 22 所示的示例中，沿著多光束光學系統

112#1 射出的兩束加工光 ELk#1 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#1，亦可與沿著多光束光學系統 112#2 射出的兩束加工光 ELk#21 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#2 及沿著多光束光學系統 112#2 射出的兩束加工光 ELk#22 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#2 相同。同樣地，沿著多光束光學系統 112#2 射出的兩束加工光 ELk#21 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#2 及沿著多光束光學系統 112#2 射出的兩束加工光 ELk#22 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#2，亦可與沿著多光束光學系統 112#3 射出的兩束加工光 ELk#31 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#3、沿著多光束光學系統 112#3 射出的兩束加工光 ELk#32 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#3、沿著多光束光學系統 112#3 射出的兩束加工光 ELk#33 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#3 及沿著多光束光學系統 112#3 射出的兩束加工光 ELk#34 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#3 相同。

【0141】 或者，沿著一多光束光學系統 112 所射出的兩束加工光 ELk 的行進方向的兩個軸所成的角度，亦可與沿著一多光束光學系統 112 的下一級所連接的另一多光束光學系統 112 所射出的兩束加工光 ELk 的行進方向的兩個軸所成的角度不同。圖 22 所示的示例中，沿著兩束加工光 ELk#1 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#1，亦可與沿著兩束加工光 ELk#21 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#2 及沿著兩束加工光 ELk#22 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#2 不同。同樣地，沿著兩束加工光 ELk#21 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#2 及沿著兩束加工光 ELk#22 的行進方向的兩個軸

所成的角度 θ#2，亦可與沿著兩束加工光 ELk#31 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#3、沿著兩束加工光 ELk#32 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#3、沿著兩束加工光 ELk#33 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#3 及沿著兩束加工光 ELk#34 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#3 不同。

【0142】 此時，沿著一多光束光學系統 112 所射出的兩束加工光 ELk 的行進方向的兩個軸所成的角度，亦可小於沿著一多光束光學系統 112 的下一級所連接的另一多光束光學系統 112 所射出的兩束加工光 ELk 的行進方向的兩個軸所成的角度。即，沿著相對而言配置於前一級的多光束光學系統 112 所射出的兩束加工光 ELk 的行進方向的兩個軸所成的角度，亦可小於沿著相對而言配置於後一級的多光束光學系統 112 所射出的兩束加工光 ELk 的行進方向的兩個軸所成的角度。圖 22 所示的示例中，沿著兩束加工光 ELk#1 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#1，亦可小於沿著兩束加工光 ELk#21 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#2 及沿著兩束加工光 ELk#22 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#2。同樣地，沿著兩束加工光 ELk#21 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#2 及沿著兩束加工光 ELk#22 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#2，亦可小於沿著兩束加工光 ELk#31 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#3、沿著兩束加工光 ELk#32 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#3、沿著兩束加工光 ELk#33 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#3 及沿著兩束加工光 ELk#34 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#3。其結

果，與沿著相對而言配置於前一級的多光束光學系統 112 所射出的兩束加工光 ELk 的行進方向的兩個軸所成的角度大於沿著相對而言配置於後一級的多光束光學系統 112 所射出的兩束加工光 ELk 的行進方向的兩個軸所成的角度的情況相比，發生 fθ 透鏡 114 中的多束加工光 ELk 的遮光的可能性變小。但是，沿著相對而言配置於前一級的多光束光學系統 112 所射出的兩束加工光 ELk 的行進方向的兩個軸所成的角度，亦可大於沿著相對而言配置於後一級的多光束光學系統 112 所射出的兩束加工光 ELk 的行進方向的兩個軸所成的角度。

【0143】 （3）第三實施形態的加工系統 SYSc

【0144】 繼而，對第三實施形態的加工系統 SYS（以下，將第三實施形態的加工系統 SYS 稱作「加工系統 SYSc」）進行說明。與所述第一實施形態的加工系統 SYSa 相比，第三實施形態的加工系統 SYSc 的不同之處在於，取代多光束光學系統 112 而具備多光束光學系統 112c。加工系統 SYSc 的其他特徵亦可與所述加工系統 SYSa 的其他特徵相同。因而，以下，一邊參照圖 23，一邊對第三實施形態的多光束光學系統 112c 進行說明。圖 23 是表示第三實施形態的多光束光學系統 112c 的結構的剖面圖。

【0145】 如圖 23 所示，與所述多光束光學系統 112 相比，多光束光學系統 112c 的不同之處在於，包括驅動系統 1126c。多光束光學系統 112c 的其他特徵亦可與所述多光束光學系統 112 的其他特徵相同。

【0146】 驅動系統 1126c 在控制裝置 2 的控制下可移動反射鏡 1125。驅動系統 1126c 可相對於入射至反射鏡 1125 的圓偏光 ELc2 來移動反射鏡 1125。具體而言，驅動系統 1126c 可移動反射鏡 1125，以使得反射鏡 1125 繞沿著與向反射鏡 1125 入射的圓偏光 ELc2 交叉（典型的是正交）的面的軸旋轉。驅動系統 1126c 亦可移動反射鏡 1125，以使得反射鏡 1125 繞沿著與向反射鏡 1125 入射的圓偏光 ELc2 交叉的面的單個軸旋轉。或者，驅動系統 1126c 亦可移動反射鏡 1125，以使得反射鏡 1125 繞沿著與向反射鏡 1125 入射的圓偏光 ELc2 交叉的面且彼此交叉（典型的是正交）的兩個軸旋轉。

【0147】 若反射鏡 1125 移動，則圓偏光 ELc2 相對於反射鏡 1125 的反射面 11251 的入射角度發生改變。若圓偏光 ELc2 相對於反射鏡 1125 的反射面 11251 的入射角度發生改變，則由分離面 11211 反射的 s 偏光 ELs2 的行進方向相對於穿過分離面 11211 的 p 偏光 ELp1 的行進方向發生改變。若 s 偏光 ELs2 的行進方向相對於 p 偏光 ELp1 的行進方向發生改變，則沿著 p 偏光 ELp1 的行進方向的軸與沿著 s 偏光 ELs2 的行進方向的軸交叉的交叉角度發生改變。即，沿著多光束光學系統 112c 射出的多束加工光 ELk 的行進方向的多個軸交叉的交叉角度發生改變。此時，反射鏡 1123 及反射鏡 1125 可作為改變沿著多束加工光 ELk 的行進方向的多個軸交叉的交叉角度（即，多束加工光 ELk 的行進方向所成的角度）的光學系統發揮功能。若沿著多束加工光 ELk 的行進方向的多個軸

交叉的交叉角度發生改變，則在與多束加工光 ELk 的行進方向交叉的光學面上，多束加工光 ELk 分別所形成的多個光束點的位置關係（尤其是沿著光學面的方向上的相對位置關係）發生改變。即，若沿著多束加工光 ELk 的行進方向的多個軸交叉的交叉角度發生改變，則在塗裝膜 SF 上多束加工光 ELk 分別所形成的多個光束點的位置關係（尤其是沿著塗裝膜 SF 的方向上的相對位置關係）發生改變。換言之，若沿著多束加工光 ELk 的行進方向的多個軸交叉的交叉角度發生改變，則塗裝膜 SF 上所設定的多個目標照射區域 EA 的位置關係（尤其是沿著塗裝膜 SF 的表面的方向上的相對位置關係）發生改變。因而，驅動系統 1126c 可移動反射鏡 1125 而變更塗裝膜 SF 上所設定的多個目標照射區域 EA 的位置關係。

【0148】 作為一例，圖 24 的（a）表示了驅動系統 1126c 使反射鏡 1125 移動所需量之前（例如反射鏡 1125 位於初始位置）的多光束光學系統 112c。處於圖 24 的（a）所示的狀態的多光束光學系統 112c 射出的多束加工光 ELk 在塗裝膜 SF 上分別形成圖 24 的（b）所示的多個光束點。另一方面，圖 24 的（c）表示了驅動系統 1126c 使處於圖 24 的（a）所示的狀態的反射鏡 1125 移動所需量之後的多光束光學系統 112c。如圖 24 的（c）所示可知，若驅動系統 1126c 使反射鏡 1125 移動，則與驅動系統 1126c 使反射鏡 1125 移動之前相比，圓偏光 ELc2 相對於反射鏡 1125 的反射面 11251 的入射角度、以及沿著 p 偏光 ELp1 的行進方向的軸與沿著

s 偏光 ELs2 的行進方向的軸交叉的交叉角度（即，沿著多光束光學系統 112c 射出的多束加工光 ELk 的行進方向的多個軸交叉的交叉角度）發生改變。處於圖 24 的（c）所示的狀態的多光束光學系統 112c 射出的多束加工光 ELk 在塗裝膜 SF 上分別形成圖 24 的（d）所示的多個光束點。如圖 24 的（d）所示可知，若驅動系統 1126c 使反射鏡 1125 移動，則與驅動系統 1126c 使反射鏡 1125 移動之前相比，在塗裝膜 SF 上多束加工光 ELk 分別所形成的多個光束點的位置關係（即，塗裝膜 SF 上的多個目標照射區域 EA 的位置關係）發生改變。尤其是，由於反射鏡 1125 移動，因而與經由移動的反射鏡 1125 的加工光 ELk 相當的 s 偏光 ELs2 所形成的光束點，相對於與經由不移動的反射鏡 1123 的加工光 ELk 相當的 p 偏光 ELp1 所形成的光束點而移動，藉此多個目標照射區域 EA 的位置關係發生改變。

【0149】 如上所述，驅動系統 1126c 可移動反射鏡 1125，以使得反射鏡 1125 繞單個軸旋轉。此時，驅動系統 1126c 可移動反射鏡 1125，而在沿著塗裝膜 SF 的單個方向上，變更多個目標照射區域 EA 的位置關係。例如，驅動系統 1126c 可移動反射鏡 1125，而在 X 軸方向及 Y 軸方向中的任一方向上變更多個目標照射區域 EA 的位置關係。或者，如上所述，驅動系統 1126c 亦可移動反射鏡 1125，以使反射鏡 1125 繞多個軸旋轉。此時，驅動系統 1126c 可移動反射鏡 1125，而在沿著塗裝膜 SF 的多個方向上分別變更多個目標照射區域 EA 的位置關係。例如，驅動系統 1126c 可移動反射

鏡 1125，而在 X 軸方向及 Y 軸方向上分別變更多個目標照射區域 EA 的位置關係。

【0150】 驅動系統 1126c 亦可在控制裝置 2 的控制下移動反射鏡 1125，以形成具有所需特性的溝槽結構。即，驅動系統 1126c 亦可在控制裝置 2 的控制下改變多個目標照射區域 EA 的位置關係，以形成具有所需特性的溝槽結構。以下，對形成沿著 X 軸方向配置有多個沿著 Y 軸方向延伸的凹狀結構 CP1 的溝槽結構（參照圖 6 的（a）及圖 6 的（b）時的驅動系統 1126c 的動作的一例進行說明。

【0151】 驅動系統 1126c 亦可移動反射鏡 1125，在排列多個凹狀結構 CP1 的 X 軸方向（即，與各凹狀結構 CP1 延伸的 Y 軸方向交叉的方向）上，變更多個目標照射區域 EA 的位置關係。此時，隨著多個目標照射區域 EA 的位置關係的變更，例如多個凹狀結構 CP1 的排列間距 P1（進而，凸狀結構 CP2 的排列間距 P2）可變更。因而，驅動系統 1126c 亦可移動反射鏡 1125，以使多個凹狀結構 CP1 的排列間距 P1 為所需間距。例如，圖 25 的（a）表示了驅動系統 1126c 使反射鏡 1125 移動所需量之前（例如反射鏡 1125 位於初始位置的情況下）的多個目標照射區域 EA 的位置關係。若如圖 25 的（a）所示設定多個目標照射區域 EA，則如圖 25 的（b）所示，在加工對象物 S 形成排列間距 P1 為規定的第一間距 p1 的凹狀結構 CP1。另一方面，圖 25 的（c）表示了驅動系統 1126c 使反射鏡 1125 移動所需量後的多個目標照射區域 EA 的位置關

係。圖 25 的（c）表示了反射鏡 1125 以多個目標照射區域 EA 沿著 X 軸分開的方式移動的示例。此時，如圖 25 的（d）所示，在加工對象物 S 形成排列間距 P1 為較所述第一間距 p1 更大的規定的第二間距 p2 的凹狀結構 CP1。或者，雖然為了簡化說明而未圖示，但在反射鏡 1125 以多個目標照射區域 EA 沿著 X 軸接近的方式移動的情況下，在加工對象物 S 形成排列間距 P1 為較所述第一間距 p1 更小的規定的第三間距 p3 的凹狀結構 CP1。

【0152】 驅動系統 1126c 亦可移動反射鏡 1125，在沿著多個凹狀結構 CP1 延伸的 Y 軸的方向上，變更多個目標照射區域 EA 的位置關係。驅動系統 1126c 亦可移動反射鏡 1125，在與 X 軸及 Y 軸兩者交叉的方向上，變更多個目標照射區域 EA 的位置關係。此時亦同樣地，隨著多個目標照射區域 EA 的位置關係的變更，溝槽結構的特性可變更。

【0153】 驅動系統 1126c 在移動反射鏡 1125 而變更多個目標照射區域 EA 的位置關係時，亦可如圖 26 的（a）所示，使多個目標照射區域 EA 中的至少兩個至少局部重疊。在多個目標照射區域 EA 中的至少兩個至少局部重疊的情況下，如圖 26 的（b）所示，藉由兩束以上的加工光 ELk 的照射而形成某一個凹部 C。因而，驅動系統 1126c 亦可移動反射鏡 1125，以使用多束加工光 ELk 中的至少兩束來形成相同的凹部 C（即，凹狀結構 CP1）。

【0154】 尤其與多個目標照射區域 EA 不重疊的情況相比，在多個目標照射區域 EA 中的至少兩個至少局部重疊的情況下，塗裝膜

SF 上的多束加工光 ELk 的強度分佈發生改變。其結果，與多個目標照射區域 EA 不重疊的情況相比，在多個目標照射區域 EA 中的至少兩個至少局部重疊的情況下，所形成的溝槽結構的特性發生改變。因此，驅動系統 1126c 亦可移動反射鏡 1125 來將多個目標照射區域 EA 中的至少兩個至少局部重疊，以使塗裝膜 SF 上的多束加工光 ELk 的強度分佈成為可形成具有所需特性的溝槽結構的所需強度分佈。驅動系統 1126c 亦可移動反射鏡 1125 來變更多個目標照射區域 EA 中的至少兩個的重疊狀態，以使塗裝膜 SF 上的多束加工光 ELk 的強度分佈成為可形成具有所需特性的溝槽結構的所需強度分佈。再者，此處所謂的重疊狀態的變更不僅包括在至少兩個目標照射區域 EA 至少局部重疊的狀態下變更至少兩個目標照射區域 EA 的重疊狀態，而且包括在至少局部重疊的狀態及不重疊的狀態之間變更至少兩個目標照射區域 EA 的狀態、以及在至少兩個目標照射區域 EA 不重疊的狀態下變更至少兩個目標照射區域 EA 的相對位置。例如，若塗裝膜 SF 上的多束加工光 ELk 的強度分佈發生改變，則溝槽結構的尺寸（尤其是凹狀結構 CP1 的深度 D 及凸狀結構 CP2 的高度 H 中的至少一者）有可能發生改變。因而，驅動系統 1126c 亦可移動反射鏡 1125，以使得溝槽結構的大小為所需大小。例如，若塗裝膜 SF 上的多束加工光 ELk 的強度分佈發生改變，則溝槽結構的形狀有可能發生改變。因而，驅動系統 1126c 亦可移動反射鏡 1125，以使溝槽結構的形狀為所需形狀。

【0155】 再者，所述說明中，多光束光學系統 112c 包括使反射鏡 1125 移動的驅動系統 1126c。然而，除了驅動系統 1126c 以外，或者取而代之，多光束光學系統 112c 亦可包括使反射鏡 1123 移動的驅動系統。該驅動系統亦可為，可以與驅動系統 1126c 使反射鏡 1125 移動的移動形態同樣的移動形態來使反射鏡 1123 移動。此時，亦可享有與所述效果同樣的效果。

【0156】 所述說明中，多光束光學系統 112c 包括在控制裝置 2 的控制下使反射鏡 1125 移動的驅動系統 1126c。然而，亦可利用推拉螺釘等機械構成來手動地移動（旋轉）反射鏡 1125。

【0157】 而且，所述說明中，加工系統 SYSc 移動反射鏡 1125 來變更塗裝膜 SF 上的多個目標照射區域 EA 的位置關係。然而，加工系統 SYSb 亦可藉由與移動反射鏡 1125 的方法不同的方法，來變更塗裝膜 SF 上的多個目標照射區域 EA 的位置關係。例如，在多光束光學系統 112c 包括透鏡等折射光學元件的情況下，加工系統 SYSc 亦可使用該折射光學元件來變更塗裝膜 SF 上的多個目標照射區域 EA 的位置關係。例如，加工系統 SYSc 亦可藉由移動折射光學元件（例如，繞某個軸旋轉）來改變多束加工光 ELk 中的至少一束的行進方向，從而變更多個目標照射區域 EA 的位置關係。例如，加工系統 SYSc 亦可藉由變更折射光學元件的折射率來改變多束加工光 ELk 中的至少一束的行進方向，從而變更多個目標照射區域 EA 的位置關係。作為折射率可變的折射光學元件的一例，可列舉液晶透鏡。

【0158】 進而，所述加工系統 SYSc 使用多光束光學系統 112c（尤其是偏光分束器 1121）來將多束加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF。然而，作為用於將多束加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF 的方法，亦存在不使用多光束光學系統 112c（尤其是偏光分束器 1121）的方法。例如，在光照射裝置 11 包括多個光源 110 的情況下，加工系統 SYSc 可不使用多光束光學系統 112c（尤其是偏光束分離器 1121），而是將多個光源 110 分別射出的多束光源光 ELo 作為多束加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF。在此種不使用多光束光學系統 112c 而是將多束加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF 的情況下，同樣地加工系統 SYSc 亦可變更多個目標照射區域 EA 的位置關係。

【0159】 而且，所述說明中，加工系統 SYSc 包括單個多光束光學系統 112c。即，所述說明中，使用將兩束加工光 ELk 同時照射至塗裝膜 SF 的加工系統 SYSc 來進行說明。然而，與第二實施形態的加工系統 SYSb 同樣，加工系統 SYSc 亦可包括多個多光束光學系統 112。即，加工系統 SYSc 亦可將三束以上（典型的是，2^N 束）的加工光 ELk 同時照射至塗裝膜 SF。換言之，加工系統 SYSc 亦可包括第二實施形態的加工系統 SYSb 所特有的構成元件（具體而言，與三束以上的加工光 ELk 的照射相關的構成元件）。此時，亦可為加工系統 SYSc 所包括的多個多光束光學系統 112 中的至少一個為第三實施形態中所說明的多光束光學系統 112c。此時，加工系統 SYSc 亦能夠變更在塗裝膜 SF 上多束加工光 ELk 分別所形成的多個光束點的位置關係（即，塗裝膜 SF 上的多個目標照射區

域 EA 的位置關係）。

【0160】 作為一例，包括其中的至少一個為多光束光學系統 112c 的兩個多光束光學系統 112 的加工系統 SYSc 可對塗裝膜 SF 同時照射四束加工光 ELk。即，加工系統 SYSc 可對塗裝膜 SF 同時照射圖 21 所示的多光束光學系統 112#2 射出的四束加工光 ELk。此時，如圖 27 的（a）所示，加工系統 SYSc 亦可移動反射鏡 1125，以使得分別被照射四束加工光 ELk 的四個目標照射區域 EA 彼此不重疊。其結果，如圖 27 的（b）所示，加工系統 SYSc 亦可將四束加工光 ELk 同時照射至塗裝膜 SF，而同時形成四條凹狀結構 CP1。或者，如圖 27 的（c）所示，加工系統 SYSc 亦可移動反射鏡 1125，以使目標照射區域 EA 中的每兩個局部重疊。其結果，如圖 27 的（d）所示，加工系統 SYSc 亦可將四束加工光 ELk 同時照射至塗裝膜 SF，而同時形成兩條凹狀結構 CP1。或者，如圖 27 的（e）所示，加工系統 SYSc 亦可移動反射鏡 1125，以使四個目標照射區域 EA 局部重疊。其結果，如圖 27 的（f）所示，加工系統 SYSc 亦可將四束加工光 ELk 同時照射至塗裝膜 SF，而形成一條凹狀結構 CP1。

再者，第三實施形態的

【0161】 （4）第四實施形態的加工系統 SYSd

【0162】 繼而，對第四實施形態的加工系統 SYS（以下，將第四實施形態的加工系統 SYS 稱作「加工系統 SYSd」）進行說明。與所述第一實施形態的加工系統 SYSa 相比，第四實施形態的加工系

統 SYSc 的不同之處在於，取代光照射裝置 11 而包括光照射裝置 11d。加工系統 SYSd 的其他特徵亦可與所述加工系統 SYSa 的其他特徵相同。因而，以下，參照圖 28 對第四實施形態的光照射裝置 11d 進行說明。圖 28 是表示第四實施形態的光照射裝置 11d 的結構的剖面圖。

【0163】 如圖 28 所示，與所述光照射裝置 11 相比，第四實施形態的光照射裝置 11d 的不同之處在於，更包括中繼光學系統 116d。光照射裝置 11d 的其他特徵亦可與所述光照射裝置 11 等的其他特徵相同。

【0164】 中繼光學系統 116d 配置在多光束光學系統 112 與檢流計鏡 113 之間的多束加工光 ELk 的光路上。因而，多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 經由中繼光學系統 116d 入射至檢流計鏡 113。中繼光學系統 116d 以中繼光學系統 116d 的後側焦點面（換言之，射出側焦點面）位於 fθ 透鏡 114 的入射面（包含其附近）的方式相對於 fθ 透鏡 114 進行對位。

【0165】 中繼光學系統 116d 是將多束加工光 ELk 導向檢流計鏡 113 的光學系統。如圖 29 的（a）及圖 29 的（b）所示，中繼光學系統 116d 具有如下的所需光學特性，即，可使分別構成已穿過中繼光學系統 116d 的多束加工光 ELk 的多個光束在 fθ 透鏡 114 的光瞳面穿過的位置之差，小於分別構成不穿過中繼光學系統 116d 的多束加工光 ELk 的多個光束在 fθ 透鏡 114 的光瞳面穿過的位置之差。再者，圖 29 的（a）表示了分別構成已穿過多光束光學系

統 112 及中繼光學系統 116d 兩者的多束加工光 ELk 的多個光束在 fθ 透鏡 114 的光瞳面穿過的位置。另一方面，圖 29 的（b）表示了分別構成穿過多光束光學系統 112 但不穿過中繼光學系統 116d 的多束加工光 ELk 的多個光束在 fθ 透鏡 114 的光瞳面穿過的位置。

【0166】 分別構成多束加工光 ELk 的多個光束在 fθ 透鏡 114 的光瞳面穿過的位置之差越小，發生由 fθ 透鏡 114 引起的加工光 ELk 的遮光的可能性越小。因而，加工系統 SYSd 能夠適當地將多束加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF。

【0167】 進而，分別構成多束加工光 ELk 的多個光束在 fθ 透鏡 114 的光瞳面穿過的位置之差越小，多束加工光 ELk 相對於將多束加工光 ELk 成像的像面（例如塗裝膜 SF 的表面或其附近）的入射角度之差越小。其原因在於，光瞳面上的光穿過的位置之差與像面上的光的入射角度之差等價。因此，分別構成多束加工光 ELk 的多個光束在 fθ 透鏡 114 的光瞳面穿過的位置之差越小，加工系統 SYSd 將多束加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF 的狀態越接近經由遠心光學系統將多束加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF 的狀態。因而，加工系統 SYSd 能夠適當地將多束加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF。

【0168】 中繼光學系統 116d 亦可為使光照射裝置 11d 的多光束光學系統 112 的反射鏡 1123 及反射鏡 1125 各自的反射面 11231 及反射面 11251，與 fθ 透鏡 114 的光瞳面在光學上共軛的光學系統。而且，在使用多個多光束光學系統 112 的情況下，中繼光學系統 116d 亦可使多個多光束光學系統 112 中任一個反射鏡的反射

面與 fθ 透鏡 114 的光瞳面在光學上共軛。例如，中繼光學系統 116d 亦可使多個多光束光學系統 112 中任一個反射鏡 1123 或反射鏡 1125 的反射面 11231 或反射面 11251 與 fθ 透鏡 114 的光瞳面在光學上共軛。中繼光學徑 116d 亦可在光路中，使最靠光源 110 側的多光束光學系統 112 的反射鏡的反射面與最靠 fθ 透鏡 114 側的多光束光學系統 112 的反射鏡的反射面之間和 fθ 透鏡 114 的光瞳面在光學上共軛。例如，中繼光學徑 116d 亦可在光路中，使多個多光束光學系統 112 中最靠光源 110 側的多光束光學系統 112 的反射鏡 1123 的反射面 11231 或反射鏡 1125 的反射面 11251、與多個多光束光學系統 112 中最靠 fθ 透鏡 114 側的多光束光學系統 112 的反射鏡 1123 的反射面 11231 或反射鏡 1125 的反射面 11251 之間的光學面和 fθ 透鏡 114 的光瞳面在光學上共軛。

【0169】 再者，第四實施形態的加工系統 SYSd 亦可包括所述第二實施形態的加工系統 SYSb 至第三實施形態的加工系統 SYSc 中的至少一個所特有的構成元件。第三實施形態的加工系統 SYSc 所特有的構成元件包含與多個目標照射區域 EA 的位置關係的變更相關的構成元件（例如，驅動系統 1126c）。

【0170】 （5）第五實施形態的加工系統 SYSe

【0171】 繼而，對第五實施形態的加工系統 SYS（以下，將第五實施形態的加工系統 SYS 稱作「加工系統 SYSe」）進行說明。與所述第一實施形態的加工系統 SYSa 相比，第五實施形態的加工系統 SYSe 的不同之處在於，取代光照射裝置 11 而包括光照射裝置

11e。與光照射裝置 11 相比，光照射裝置 11e 的不同之處在於包括強度調整裝置 117e。加工系統 SYSe 的其他特徵亦可與所述加工系統 SYSa 的其他特徵相同。因而，以下，一邊參照圖 30，一邊對第五實施形態的光照射裝置 11e 所包括的強度調整裝置 117e 進行說明。圖 30 是表示第五實施形態的強度調整裝置 117e 的剖面圖。

【0172】 強度調整裝置 117e 調整多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 中的至少一束的強度。例如，強度調整裝置 117e 亦可調整多束加工光 ELk 中的至少一束的強度，以使得多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 的強度相同（即，一致）。或者，例如強度調整裝置 117e 亦可調整多束加工光 ELk 中的至少一束的強度，以使得多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 中的至少兩束的強度不同。再者，強度調整裝置 117e 亦可調整多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 的強度比。

【0173】 為了調整多束加工光 ELk 中的至少一束的強度，強度調整裝置 117e 如圖 30 所示，例如亦可包括強度感測器 1171e、強度感測器 1172e、波長板 1173e 及驅動系統 1174e。

【0174】 強度感測器 1171e 配置於反射鏡 1123。強度感測器 1171e 是可檢測向反射鏡 1123 入射的圓偏光 ELc1 的強度的檢測裝置。圓偏光 ELc1 的強度與在分離面 11211 進行了反射的 s 偏光 ELs1 的強度成比例。其原因在於，s 偏光 ELs1 穿過 1/4 波長板 1122 而轉換為圓偏光 ELc1。因而，強度感測器 1171e 亦可謂是可檢測圓

偏光 ELc1 的強度而間接地檢測 s 偏光 ELs1 的強度的檢測裝置。進而，圓偏光 ELc1 的強度與作為加工光 ELk 射出的 p 偏光 ELp1 的強度成比例。其原因在於，圓偏光 ELc1 穿過 1/4 波長板 1122 而轉換為 p 偏光 ELp1。因而，強度感測器 1171e 亦可謂是可檢測圓偏光 ELc1 的強度而間接地檢測 p 偏光 ELp1 的強度（即，多束加工光 ELk 中的一束的強度）的檢測裝置。再者，強度感測器 1171e 亦可檢測透過反射鏡 1123 的反射面的洩漏光。此時，強度感測器 1171e 亦可配置於反射鏡 1123 的背面側。

【0175】 強度感測器 1172e 配置於反射鏡 1125。強度感測器 1172e 是可檢測向反射鏡 1125 入射的圓偏光 ELc2 的強度的檢測裝置。圓偏光 ELc2 的強度與穿過了分離面 11211 的 p 偏光 ELp2 的強度成比例。其原因在於，p 偏光 ELp2 穿過 1/4 波長板 1124 而轉換為圓偏光 ELc2。因而，強度感測器 1172e 亦可謂是檢測圓偏光 ELc2 的強度而可間接地檢測 p 偏光 ELp2 的強度的檢測裝置。進而，圓偏光 ELc2 的強度與作為加工光 ELk 射出的 s 偏光 ELs2 的強度成比例。其原因在於，圓偏光 ELc2 穿過 1/4 波長板 1124 而轉換為 s 偏光 ELs2。因而，強度感測器 1172e 亦可謂是可檢測圓偏光 ELc2 的強度而間接地檢測 s 偏光 ELs2 的強度（即，多束加工光 ELk 中的一束的強度）的檢測裝置。再者，強度感測器 1172e 亦可檢測透過反射鏡 1125 的反射面的洩漏光。此時，強度感測器 1172e 亦可配置於反射鏡 1125 的背面側。

【0176】 波長板 1173e 配置在光源 110 與偏光分束器 1121 之間

的光源光 ELo 的光路上。因此，第四變形例中，光源光 ELo 經由波長板 1173e 入射至偏光分束器 1121。波長板 1173e 變更穿過波長板 1173e 的光源光 ELo 的偏光狀態。波長板 1173e 例如為 1/2 波長板，但亦可為其他種類的波長板（例如 1/4 波長板、1/8 波長板及 1 波長板中的至少一種）。

【0177】 驅動系統 1174e 可在控制裝置 2 的控制下移動波長板 1173e。具體而言，驅動系統 1174e 可移動波長板 1173e，以使得波長板 1173e 繞沿著光源光 ELo 的行進方向的軸旋轉。包含波長板 1173e 的光學軸在內的面通常與光源光 ELo 的行進方向交叉。因此，驅動系統 1174e 亦可謂可移動波長板 1173e，以使得包含波長板 1173e 的光學軸在內的表面繞沿著光源光 ELo 的行進的軸旋轉。

【0178】 若波長板 1173e 旋轉，則已穿過波長板 1173e 的光源光 ELo 的偏光狀態發生改變。尤其是，若波長板 1173e 旋轉，則已穿過波長板 1173e 的光源光 ELo 中所含的 p 偏光及 s 偏光的強度比發生改變。若已穿過波長板 1173e 的光源光 ELo 中所含的 p 偏光及 s 偏光的強度比發生改變，則由偏光分束器 1121 的分離面 11211 反射的 s 偏光 ELs1 及穿過分離面 11211 的 p 偏光 ELp1 的強度比發生改變。若 s 偏光 ELs1 及 p 偏光 ELp2 的強度比發生改變，則自 s 偏光 ELs1 轉換的加工光 ELk（即，p 偏光 ELp1）及自 p 偏光 ELp2 轉換的加工光 ELk（s 偏光 ELs2）的強度比發生改變。即，如圖 31 所示，若波長板 1173e 旋轉，則多光束光學系統 112 射出

的多束加工光 ELk 的強度比根據其旋轉角度而改變。若多束加工光 ELk 的強度比發生改變，則多束加工光 ELk 各自的強度亦發生改變。

【0179】 因此，驅動系統 1174e 能夠在控制裝置 2 的控制下，以穿過了波長板 1173e 的光源光 ELo 中所含的 p 偏光及 s 偏光的強度比成為所需比率的方式使波長板 1173e 旋轉，藉此將多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 的強度比設定為所需比率。即，驅動系統 1174e 能夠在控制裝置 2 的控制下，以穿過了波長板 1173e 的光源光 ELo 中所含的 p 偏光及 s 偏光各自的強度成為所需強度的方式使波長板 1173e 旋轉，藉此將多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 各自的強度設定為所需強度。具體而言，控制裝置 2 能夠基於強度感測器 1171e 及強度感測器 1172e 的檢測結果來指定圓偏光 ELc1 及圓偏光 ELc2 的強度（進而，強度比）。如上所述，圓偏光 ELc1 及圓偏光 ELc2 的強度（進而，強度比）與多束加工光 ELk 的強度（進而，強度比）等價。因此，控制裝置 2 能夠基於強度感測器 1171e 及強度感測器 1172e 的檢測結果，以多束加工光 ELk 的強度成為所需強度及/或多束加工光 ELk 的強度比成為所需比率的方式控制驅動系統 1174e，使波長板 1173e 旋轉。

【0180】 例如，驅動系統 1174e 亦可在控制裝置 2 的控制下使波長板 1173e 旋轉，以使得可根據強度感測器 1171e 及強度感測器 1172e 的檢測結果來指定的圓偏光 ELc1 及圓偏光 ELc2 的強度相同。此時，多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 的強度相

同（即，一致）。其結果，加工系統 SYSe 能夠照射強度一致的多束加工光 ELk，從而同時形成特性相同的多個凹狀結構 CP1。或者，例如，驅動系統 1174e 亦可在控制裝置 2 的控制下使波長板 1173e 旋轉，以使得可根據強度感測器 1171e 及強度感測器 1172e 的檢測結果來指定的圓偏光 ELc1 及圓偏光 ELc2 的強度不同。此時，多光束光學系統 112 輸出的多束加工光 ELk 的強度不同。其結果，加工系統 SYSe 能夠照射強度不同的多束加工光 ELk，從而同時形成特性不同的多個凹狀結構 CP1。

【0181】 再者，所述說明中，強度感測器 1171e 檢測圓偏光 ELc1 的強度。然而，強度感測器 1171e 亦可檢測自圓偏光 ELc1 轉換且作為加工光 ELk 射出的 p 偏光 ELp1 的強度。強度感測器 1171e 亦可檢測轉換為圓偏光 ELc1 的 s 偏光 ELs1 的強度。同樣地，所述說明中，強度感測器 1172e 檢測圓偏光 ELc2 的強度。然而，強度感測器 1172e 亦可檢測自圓偏光 ELc2 轉換且作為加工光 ELk 射出的 s 偏光 ELs2 的強度。強度感測器 1172e 亦可檢測轉換為圓偏光 ELc2 的 p 偏光 ELp2 的強度。

【0182】 再者，所述說明中，包括使波長板 1173e 在控制裝置 2 的控制下移動（旋轉）的驅動系統 1174e。然而，亦可利用機械機構來手動地移動（旋轉）波長板 1173e。

【0183】 而且，所述說明中，將強度感測器 1171e 及強度感測器 1172e 設置於反射鏡 1123 及反射鏡 1125。然而，強度感測器 1171e 及強度感測器 1172e 亦可設置在 fθ 透鏡 114 的射出側。此時，亦

可在與 fθ 透鏡 114 的光軸交叉的面內可移動地設置一個強度感測器。再者，加工系統 SYSe 亦可不包括強度感測器 1171e 及強度感測器 1172e。

【0184】 第五實施形態的加工系統 SYSe 亦可包括所述第二實施形態的加工系統 SYSb 至第四實施形態的加工系統 SYSd 中的至少一個所特有的構成元件。第四實施形態的加工系統 SYSd 所特有的構成元件包含與中繼光學系統 116d 相關的構成元件。

【0185】 （6）第六實施形態的加工系統 SYSf

【0186】 繼而，對第六實施形態的加工系統 SYS（以下，將第六實施形態的加工系統 SYS 稱作「加工系統 SYSf」）進行說明。與所述加工系統 SYSa 相比，第六實施形態的加工系統 SYSf 的不同之處在於，取代光照射裝置 11 而包括光照射裝置 11f。與光照射裝置 11 相比，光照射裝置 11f 的不同之處在於包括強度調整裝置 117f。第六實施形態的加工系統 SYSf 的其他特徵亦可與所述加工系統 SYSa 的其他特徵相同。因而，以下，一邊參照圖 32，一邊對第六實施形態的光照射裝置 11f 所包括的強度調整裝置 117f 進行說明。圖 32 是表示強度調整裝置 117f 的結構的剖面圖。

【0187】 與第五實施形態的強度調整裝置 117e 同樣地，強度調整裝置 117f 調整多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 中的至少一束的強度。強度調整裝置 117f 配置在光源 110 與偏光分束器 1121 之間的光源光 ELo 的光路上。因此，第六實施形態中，光源光 ELo 經由強度調整裝置 117f 入射至偏光分束器 1121。

【0188】 為了調整多束加工光 ELk 中的至少一束的強度，強度調整裝置 117f 如圖 32 所示，例如包括偏光分束器 1171f、1/4 波長板 1172f、反射鏡 1173f、1/4 波長板 1174f、反射鏡 1175f 及波長板 1176f。

【0189】 來自光源 111 的光源光 ELo 入射至偏光分束器 1171f 的分離面 11711f。光源光 ELo 中的 s 偏光 ELs01 在分離面 11711f 被反射。另一方面，光源光 ELo 中的 p 偏光 ELp02 穿過分離面 11711f。即，偏光分束器 1171f 將光源光 ELo 分支為 s 偏光 ELs01 及 p 偏光 ELp02。

【0190】 已由偏光分束器 1171f 反射的 s 偏光 ELs01 穿過 1/4 波長板 1172f。其結果，s 偏光 ELs01 轉換為圓偏光 ELc01。已穿過 1/4 波長板 1172f 的圓偏光 ELc01 由反射鏡 1173f 的反射面 11731f 反射。已由反射鏡 1173f 反射的圓偏光 ELc01 再次穿過 1/4 波長板 1172f，轉換為 p 偏光 ELp01。已穿過 1/4 波長板 1172f 的 p 偏光 ELp01 入射至偏光分束器 1171f 的分離面 11711f。

【0191】 另一方面，已穿過偏光分束器 1171e 的 p 偏光 ELp02 穿過 1/4 波長板 1174f。其結果，p 偏光 ELp02 轉換為圓偏光 ELc02。已穿過 1/4 波長板 1174f 的圓偏光 ELc02 由反射鏡 1175f 的反射面 11751f 反射。已由反射鏡 1175f 反射的圓偏光 ELc02 再次穿過 1/4 波長板 1174f，轉換為 s 偏光 ELs02。已穿過 1/4 波長板 1174f 的 s 偏光 ELs02 入射至偏光分束器 1171f 的分離面 11711f。

【0192】 已入射至分離面 11711f 的 p 偏光 ELp01 穿過分離面

11711f。另一方面，已入射至分離面 11711f 的 s 偏光 ELs02 由分離面 11711f 反射。此處，如圖 32 所示，以圓偏光 ELc01 相對於反射鏡 1173f 的反射面 11731f 的入射角度與圓偏光 ELc02 相對於反射鏡 1175f 的反射面 11751f 的入射角度相同的方式，對反射鏡 1173f 及反射鏡 1175f 進行對位。即，以反射鏡 1173f 的反射面 11731f 與沿著圓偏光 ELc01 的行進方向的軸所成的角度，和反射鏡 1175f 的反射面 11751f 與沿著圓偏光 ELc02 的行進方向的軸所成的角度相同的方式，對反射鏡 1173f 及反射鏡 1175f 進行對位。圖 32 表示了以圓偏光 ELc01 相對於反射面 11731f 垂直入射，且圓偏光 ELc02 相對於反射面 11751f 垂直入射的方式，對反射鏡 1173f 及反射鏡 1175f 進行對位的一例。其結果，沿著已穿過分離面 11711f 的 p 偏光 ELp01 的行進方向的軸與沿著已由分離面 11711f 反射的 s 偏光 ELs02 的行進方向的軸平行。即，已穿過分離面 11711f 的 p 偏光 ELp01 的行進方向與已由分離面 11711f 反射的 s 偏光 ELs02 的行進方向一致。換言之，已穿過分離面 11711f 的 p 偏光 ELp01 的光路與已由分離面 11711f 反射的 s 偏光 ELs02 的光路重合。因而，偏光分束器 1171f 射出相當於 p 偏光 ELp01 的射出光 ELg01 與相當於 s 偏光 ELs02 的射出光 ELg02 重疊而成的合成光 ELg。即，將射出光 ELg01 及射出光 ELg02 這兩束光射出的偏光分束器 1171f 實質上射出將射出光 ELg01 及射出光 ELg02 合成所得的實質上為一束的合成光 ELg。再者，圖 32 中，為了便於說明，將已穿過分離面 11711f 的 p 偏光 ELp01 的光路（即，射

出光 ELg01 的光路）與已由分離面 1171f 反射的 s 偏光 ELs02 的光路（即，射出光 ELg02 的光路）稍微錯開地進行記載，但實際上，所述兩個光路重合。

【0193】 偏光分束器 1171f 射出的合成光 ELg 入射至波長板 1176f。波長板 1176e 是可變更穿過波長板 1176e 的合成光 ELg 的偏光狀態（即，構成合成光 ELg 的兩束合成光 ELg01 及 ELg02 各自的偏光狀態）的光學元件。波長板 1176f 例如為 1/4 波長板，但亦可為其他種類的波長板（例如 1/2 波長板、1/8 波長板及 1 波長板中的至少一種）。例如，波長板 1176f 亦可將合成光 ELg 轉換為圓偏光（或者，直線偏光以外的偏光或非偏光）。在波長板 1176f 為 1/4 波長板的情況下，波長板 1176f 可將為直線偏光的合成光 ELg 轉換為圓偏光。或者，即便在波長板 1176f 並非 1/4 波長板的情況下，若波長板 1176f 的特性得到適當設定，則波長板 1176f 亦可將合成光 ELg 轉換為圓偏光（或者，直線偏光以外的偏光或非偏光）。例如，波長板 1176f 的板厚亦可設定為可將合成光 ELg 的偏光狀態變更為所需狀態的所需板厚。例如，波長板 1176f 的光學軸的方向亦可設定為可將合成光 ELg 的偏光狀態變更為所需狀態的所需方向。

【0194】 已穿過波長板 1176f 的光作為新的光源光 ELo'入射至多光束光學系統 112。因此，新的光源光 ELo'相當於藉由利用波長板 1176f 將射出光 ELg01 的偏光狀態偏轉而獲得的光源光 ELo01'、與藉由利用波長板 1176f 將射出光 ELg02 的偏光狀態偏

轉而獲得的光源光 ELo02'重疊而成的光。在此種驅動光 ELo'入射至多光束光學系統 112 的情況下，與所述驅動光 ELo 入射至多光束光學系統 112 的情況同樣地，多光束光學系統 112 將光源光 ELo'分支為多束加工光 ELk。

【0195】 再者，如由圖 32 可知般，強度調整裝置 117f 所包括的偏光分束器 1171f、1/4 波長板 1172f、反射鏡 1173f、1/4 波長板 1174f 及反射鏡 1175f 分別具有與多光束光學系統 112 所包括的偏光分束器 1121、1/4 波長板 1122、反射鏡 1123、1/4 波長板 1124 及反射鏡 1125 相同的功能。但是，強度調整裝置 117f 中，圓偏光 ELc01 相對於反射鏡 1173f 的入射角度與圓偏光 ELc02 相對於反射鏡 1175f 的入射角度相同，該方面和圓偏光 ELc1 相對於反射鏡 1123 的入射角度與圓偏光 ELc2 相對於反射鏡 1125 的入射角度不同的多光束光學系統 112 不同。進而，強度調整裝置 117f 所包括的波長板 1176f 具有與第二實施形態中說明的波長板 115b（即，配置於兩個多光束光學系統 112 之間的光路的波長板 115b）相同的功能。因而，強度調整裝置 117f 可謂與第二實施形態的加工系統 SYSb 所包括的最上段的（即，最靠近光源 110 的）多光束光學系統 112 及包括該最上段的多光束光學系統 112 射出的加工光 ELk 穿過的波長板 115b 的光學系統（其中，以圓偏光 ELc1 相對於反射鏡 1123 的入射角度與圓偏光 ELc2 相對於反射鏡 1125 的入射角度相同的方式，對反射鏡 1123 及反射鏡 1125 進行對位）等價。

【0196】 若光源光 ELo 經由此種強度調整裝置 117f 入射至多光

束光學系統 112，則多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 的強度相同（即，一致）。以下，一邊參照圖 33 的（a）至圖 33 的（c），一邊對其技術理由進行說明。圖 33 的（a）至圖 33 的（c）分別表示了經由強度調整裝置 117f 及多光束光學系統 112 將光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk 的過程、以及在該過程中生成的光的強度及該光在塗裝膜 SF（或者，規定的光學面）上形成的光束點。其中，圖 33 的（a）表示了在光源 110 射出的光源光 ELo 中包含強度一致的 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 的情況下，光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk 的過程。圖 33 的（b）表示了在光源 110 射出的光源光 ELo 中包含強度較 p 偏光 ELp02 更低的 s 偏光 ELs01 的情況下，光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk 的過程。圖 33 的（c）表示了在光源 110 射出的光源光 ELo 中包含強度較 p 偏光 ELp02 更高的 s 偏光 ELs01 的情況下，光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk 的過程。

【0197】 如圖 33 的（a）至圖 33 的（c）所示，強度調整裝置 117f 首先使用偏光分束器 1171f 將光源光 ELo 分支為 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01。此時，在圖 33 的（a）所示的示例中，已分支的 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 的強度一致。再者，此處所謂的強度是指塗裝膜 SF 上的每單位面積的強度。因此，在圖 33 的（a）所示的示例中，若假定為暫時將已分支的 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 照射至塗裝膜 SF，則已分支的 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 所形成的光束點成為大致相同的大小。另一方面，在圖 33 的（b）

及圖 33 的（c）分別所示的示例中，已分支的 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 的強度不一致。因此，在圖 33 的（b）及圖 33 的（c）分別所示的示例中，若假定為暫時將已分支的 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 照射至塗裝膜 SF，則已分支的 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 所形成的光束點成為不同的大小。

【0198】 隨後，強度調整裝置 117f 使用 1/4 波長板 1172f 及 1/4 波長板 1174f 以及反射鏡 1173f 及反射鏡 1175f，將已分支的 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 轉換為 s 偏光 ELs02 及 p 偏光 ELp01(即，射出光 ELg01 及射出光 ELg02)。圖 33 的（a）所示的示例中，由於 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 的強度一致，因而自 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 分別生成的射出光 ELg01 及射出光 ELg02 的強度亦一致。另一方面，在圖 33 的（b）及圖 33 的（c）分別所示的示例中，由於 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 的強度不一致，因而自 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 分別生成的射出光 ELg01 及射出光 ELg02 的強度亦不一致。

【0199】 隨後，強度調整裝置 117f 使用偏光分束器 1171f 來對射出光 ELg01 及射出光 ELg02 進行合成，生成合成光 ELg，隨後使用波長板 1176e 將合成光 ELg 轉換為新的光源光 ELo'。新的光源光 ELo'是藉由利用波長板 1176f 變更射出光 ELg01 的偏光狀態而獲得的光源光 ELo01'、與藉由利用波長板 1176f 變更射出光 ELg02 的偏光狀態而獲得的光源光 ELo02'重疊而成的光

【0200】 隨後，多光束光學系統 112 將新的光源光 ELo'分支為多

束加工光 ELk。具體而言，由於光源光 ELo'是光源光 ELo01'及光源光 ELo02'重疊而成的光，因此多光束光學系統 112 將光源光 ELo01'分支為多束加工光 ELk01，並且將光源光 ELo02'分支為多束加工光 ELk02。但是，由於光源光 ELo01'及光源光 ELo02'重疊（即，光源光 ELo01'的光路與光源光 ELo02'的光路重疊），因此多束加工光 ELk01 與多束加工光 ELk02 亦分別重合。其結果，如圖 33 的（a）至圖 33 的（c）所示，多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 分別為將加工光 ELk01 與加工光 ELk02 合成而得的光。因此，無論光源光 ELo 中所含的 s 偏光 ELs01 及 p 偏光 ELp02 的強度比如何，多束加工光 ELk 的強度均一致。即，在 s 偏光 ELs01 與 p 偏光 ELp02 的強度一致的情況及 s 偏光 ELs01 與 p 偏光 ELp02 的強度不一致的情況的任一情況下，多束加工光 ELk 的強度均一致。

【0201】 再者，作為比較例，圖 34 的（a）至圖 34 的（c）表示了不經由強度調整裝置 117f 而藉由多光束光學系統 112 將光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk 的過程、以及在該過程中生成的光的強度及該光在塗裝膜 SF（或者規定的光學面）上形成的光束點。

尤其是，圖 34 的（a）表示了在光源光 ELo 中包含強度一致的 p 偏光 ELp2 及 s 偏光 ELs1 的情況下，光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk 的過程。圖 34 的（b）表示了在光源光 ELo 中包含強度低於 p 偏光 ELp2 的 s 偏光 ELs1 的情況下，光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk 的過程。圖 34 的（c）表示了在光源光 ELo 中包含強

度高於 p 偏光 ELp2 的 s 偏光 ELs1 的情況下，光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk 的過程。如圖 34 的（a）所示，在光源光 ELo 中包含強度一致的 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 的情況下，即便不使用強度調整裝置 117f，多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 的強度亦一致。另一方面，如圖 34 的（b）及圖 34 的（c）所示，在光源光 ELo 中包含強度不一致的 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 的情況下，若不使用強度調整裝置 117f，則多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 的強度變得不一致。因而，當在光源光 ELo 中包含強度不一致的 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 的狀況下，想要使多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 的強度一致時，第六實施形態中說明的強度調整裝置 1117f 尤其有用。

【0202】 再者，根據光源 110 的特性，若改變光源 110 射出的光源光 ELo 的強度，則有時該光源光 ELo 的偏光狀態（例如偏光方向及橢圓率）發生改變。進而，根據光源 110 的特性，在光源 110 射出光源光 ELo 的期間內，有時該光源光 ELo 的偏光狀態發生改變。尤其是，在自光源 110 開始射出光源光 ELo 至經過規定時間的期間內，該光源光 ELo 的偏光狀態發生改變的可能性相對高。即便在如上所述光源光 ELo 的偏光狀態發生改變的情況下，第六實施形態的強度調整裝置 117f 亦能夠不進行與光源光 ELo 的偏光狀態的變化相對應的特別處理地，使多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 的強度一致。再者，即便為所述第五實施形態的強度調整裝置 117e，只要根據光源光 ELo 的偏光狀態的變化使波

長板 1173e 旋轉，則能夠使多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 的強度一致，或者將多束加工光 ELk 各自的強度設定為所需強度。

【0203】 再者，第六實施形態的加工系統 SYSf 亦可包括所述第二實施形態的加工系統 SYSb 至第五實施形態的加工系統 SYSe 中的至少一個所特有的構成元件。第五實施形態的加工系統 SYSe 所特有的構成元件包含與強度調整裝置 117e 相關的構成元件。

【0204】 （7）第七實施形態的加工系統 SYSg

【0205】 繼而，對第七實施形態的加工系統 SYS（以下，將第七實施形態的加工系統 SYS 稱作「加工系統 SYSg」）進行說明。第七實施形態的加工系統 SYSg 與所述第二實施形態的加工系統 SYSb 同樣，將光源光 ELo 分支為三束以上的加工光 ELk。但是，第七實施形態的加工系統 SYSg 中使用單個多光束光學系統 112g 將光源光 ELo 分支為三束以上的加工光 ELk，該方面與多級連接多個多光束光學系統 112 而將光源光 ELo 分支為三束以上的加工光 ELk 的所述加工系統 SYSb 不同。第七實施形態的加工系統 SYSg 的其他特徵亦可與所述加工系統 SYSb 的其他特徵相同。因而，以下，一邊參照圖 35 到圖 39，一邊對第七實施形態的多光束光學系統 112g 進行說明。再者，圖 35 表示了將光源光 ELo 分支為十六束加工光 ELk 的多光束光學系統 112g 的結構的一例，但只要能夠將光源光 ELo 分支為三束以上的加工光 ELk，則多光束光學系統 112g 的結構不定限於圖 35 所示的結構。

【0206】 如圖 35 所示，多光束光學系統 112g 包括：偏光分束器 1121g、1/4 波長板 1122g、反射鏡 1123g-1、反射鏡 1123g-2、反射鏡 1123g-3、1/4 波長板 1124g、反射鏡 1125g-1、反射鏡 1125g-2、反射鏡 1125g-3、波長板 1126g-1、反射稜鏡（或者其他任意的反射光學元件，例如回歸反射鏡）1127g-1、波長板 1126g-2、反射稜鏡（或其他任意的反射光學元件，例如回歸反射鏡）1127g-2 及反射鏡 1128g。

【0207】 如圖 36 所示，來自光源 111 的光源光 ELo#1 入射至偏光分束器 1121g 的分離面 11211g。此時，在圖 36 所示的示例中，光源光 ELo#1 經由 1/4 波長板 1126g-2 入射至偏光分束器 1121g，但亦可不經由 1/4 波長板 1126g-2 而入射至偏光分束器 1121g。光源光 ELo#1 中的 s 偏光 ELs1#1 在分離面 11211g 被反射。另一方面，光源光 ELo#1 中的 p 偏光 ELp2#1 穿過分離面 11211g。

【0208】 已由偏光分束器 1121g 反射的 s 偏光 ELs1#1 穿過 1/4 波長板 1124g。其結果，s 偏光 ELs1#1 轉換為圓偏光 ELc1#1。已穿過 1/4 波長板 1124g 的圓偏光 ELc1#1 由反射鏡 1125g-1 的反射面 11251g-1 反射。已由反射鏡 1125g-1 反射的圓偏光 ELc1#1 再次穿過 1/4 波長板 1124g，轉換為 p 偏光 ELp1#1。已穿過 1/4 波長板 1124g 的 p 偏光 ELp1#1 入射至偏光分束器 1121g 的分離面 11211g。另一方面，已穿過偏光分束器 1121g 的 p 偏光 ELp2#1 穿過 1/4 波長板 1122g。其結果，p 偏光 ELp2#1 轉換為圓偏光 ELc2#1。已穿過 1/4 波長板 1122g 的圓偏光 ELc2#1 由反射鏡

1123g-1 的反射面 11231g-1 反射。已由反射鏡 1123g-1 反射的圓偏光 ELc2#1 再次穿過 1/4 波長板 1122g，轉換為 s 偏光 ELs2#1。已穿過 1/4 波長板 1122g 的 s 偏光 ELs2#1 入射至偏光分束器 1121g 的分離面 11211g。

【0209】 已入射至分離面 11211g 的 p 偏光 ELp1#1 穿過分離面 11211g。另一方面，已入射至分離面 11211g 的 s 偏光 ELs2#1 由分離面 11211g 反射。此處，以圓偏光 ELc1#1 相對於反射鏡 1125g-1 的反射面 11251g-1 的入射角度與圓偏光 ELc2#1 相對於反射鏡 1123g 的反射面 11231g-1 的入射角度不同的方式，對反射鏡 1123g-1 及反射鏡 1125g-1 進行對位。其結果，沿著已穿過分離面 11211g 的 p 偏光 ELp1#1 的行進方向的軸與沿著已由分離面 11211g 反射的 s 偏光 ELs2#1 的行進方向的軸交叉。因此，已穿過分離面 11211g 的 p 偏光 ELp1#1 及在分離面 11211g 進行了反射的 s 偏光 ELs2#1 分別作為射出光 ELe#21 及射出光 ELe#22，自偏光分束器 1121g 朝向波長板 1126g-1 射出。在該階段，首先，光源光 ELo 分支為兩束射出光 ELe#21 及 ELe#22。

【0210】 隨後，如圖 37 所示，自偏光分束器 1121g 射出的兩束射出光 ELe#21 及 ELe#22 分別穿過波長板 1126g-1，由反射稜鏡 1127g-1 反射，並再次穿過波長板 1126g-1。已兩次穿過波長板 1126g-1 的兩束射出光 ELe#21 及 ELe#22 分別作為兩束入射光 ELi#21 及 ELi#22 入射至偏光分束器 1121g 的分離面 11211g。即，波長板 1126g-1 及反射稜鏡 1127g-1 作為將自偏光分束器 1121g 射

出的射出光 ELe 轉換為入射至偏光分束器 1121g 的入射光 ELi(進而，將已轉換的入射光 ELi 返回至偏光分束器 1121g）的光學系統發揮功能。反射稜鏡 1127g-1 能夠設為具有彼此交叉的多個反射面的直角稜鏡。

【0211】 波長板 1126g-1 變更穿過波長板 1126g-1 的射出光 ELe#21 及射出光 ELe#22 各自的偏光狀態。波長板 1126g-1 例如為 1/4 波長板，但亦可為其他種類的波長板（例如 1/2 波長板、1/8 波長板及 1 波長板中的至少一種）。第七實施形態中，波長板 1126g-1 尤其是以變更兩束射出光 ELe#21 及 ELe#22 各自的偏光狀態而使入射光 ELi#21 及入射光 ELi#22 分別（即，已兩次穿過波長板 1126g-1 的射出光 ELe#21 及射出光 ELe#22 分別）成為圓偏光（或者，直線偏光以外的偏光或非偏光）的方式，設定其特性。再者，作為波長板 1126g-1 的特性的一例，可列舉波長板 1126g-1 的板厚、波長板 1126g-1 的光學軸的方向、及波長板 1126g-1 與反射稜鏡 1127g-1 的相對位置（尤其是波長板 1126g-1 的光學軸與反射稜鏡 1127g-1 的移送軸的相對方位的關係)中的至少一者。此處，在反射稜鏡 1127g-1 為具有彼此交叉的兩個反射面的直角稜鏡的情況下，反射稜鏡 1127g-1 的移送軸可為在與兩個反射面的稜線正交的方向上延伸的軸，亦可為沿著自兩個反射面中的一個反射面朝向另一個反射面的光的行進方向的軸。而且，反射稜鏡 1127g-1 的移送軸亦可為連結向反射稜鏡 1127g-1 的入射光的（入射面上的）入射位置及該入射光自反射稜鏡 1127g-1 射出時

的（射出面上的）射出位置的軸。

【0212】 入射光 ELi#21 中的 s 偏光 ELs1#21 在分離面 11211g 被反射。另一方面，入射光 ELi#21 中的 p 偏光 ELp2#21 穿過分離面 11211g。同樣地，入射光 ELi#22 中的 s 偏光 ELs1#22 在分離面 11211g 被反射。另一方面，入射光 ELi#22 中的 p 偏光 ELp2#22 穿過分離面 11211g。

【0213】 已由偏光分束器 1121g 反射的 s 偏光 ELs1#21 及 s 偏光 ELs1#22 穿過 1/4 波長板 1122g。其結果，s 偏光 ELs1#21 及 s 偏光 ELs1#22 分別轉換為圓偏光 ELc1#21 及圓偏光 ELc1#22。已穿過 1/4 波長板 1122g 的圓偏光 ELc1#21 及圓偏光 ELc1#22 分別由反射鏡 1123g-2 的反射面 11231g-2 反射。已由反射鏡 1123g-2 反射的圓偏光 ELc1#21 及圓偏光 ELc#22 再次穿過 1/4 波長板 1122g，分別轉換為 p 偏光 ELp1#21 及 p 偏光 ELp1#22。已穿過 1/4 波長板 1122g 的 p 偏光 ELp1#21 及 p 偏光 ELp1#22 入射至偏光分束器 1121g 的分離面 11211g。另一方面，已穿過偏光分束器 1121g 的 p 偏光 ELp2#21 及 p 偏光 ELp2#22 穿過 1/4 波長板 1124g。其結果，p 偏光 ELp2#21 及 p 偏光 ELp2#22 分別轉換為圓偏光 ELc2#21 及圓偏光 ELc2#22。已穿過 1/4 波長板 1124g 的圓偏光 ELc2#21 及圓偏光 ELc2#22 由反射鏡 1125g-1 的反射面 11251g-1 反射。已由反射鏡 1125g-1 反射的圓偏光 ELc2#21 及圓偏光 ELc2#22 再次穿過 1/4 波長板 1124g，分別轉換為 s 偏光 ELs2#21 及 s 偏光 ELs2#22。已穿過 1/4 波長板 1124g 的 s 偏光 ELs2#21 及

s 偏光 ELs#22 入射至偏光分束器 1121g 的分離面 11211g。

【0214】 已入射至分離面 11211g 的 p 偏光 ELp1#21 及 p 偏光 ELp1#22 穿過分離面 11211g。另一方面，已入射至分離面 11211g 的 s 偏光 ELs2#21 及 s 偏光 ELs2#22 在分離面 11211g 被反射。此處，以圓偏光 ELc1#21 及圓偏光 ELc1#22 相對於反射鏡 1123g-2 的反射面 11231g-1 的入射角度分別與圓偏光 ELc2#1 及圓偏光 ELc2#22 相對於反射鏡 1125g-1 的反射面 11251g-1 的入射角度不同的方式，對反射鏡 1123g-2 及反射鏡 1125g-1 進行對位。其結果，沿著已穿過分離面 11211g 的 p 偏光 ELp1#21 及 p 偏光 ELp1#22 的行進方向的軸與沿著已由分離面 11211g 反射的 s 偏光 ELs2#21 及 s 偏光 ELs2#22 的行進方向的軸彼此交叉。因此，已穿過分離面 11211g 的 p 偏光 ELp1#21 及 p 偏光 ELp1#22 以及在分離面 11211f 進行了反射的 s 偏光 ELs2#21 及 s 偏光 ELs2#22 分別作為射出光 ELe#31 至射出光 ELe#34，自偏光分束器 1121g 朝向波長板 1126g-2 射出。如上所述，在圖 37 所示的過程中，兩束入射光 ELi#21 及 ELi#22 分支為四束射出光 ELe#31 至 ELe#34。即，在該階段，光源光 ELo 分支為四束射出光 ELe#31 至 ELe#34。

【0215】 如由圖 36 及圖 37 可知般，圖 36 所示的過程中的光路（即，光源光 ELo 分支為兩束射出光 ELe#21 及 ELe#22 的過程中的光路）、與圖 37 所示的過程中的光路（即，兩束射出光 ELe#21 及 ELe#22 分支為四束射出光 ELe#31 至 ELe#34 的過程中的光路）不重疊。換言之，圖 36 所示的過程中的光路與圖 37 所示的過程

中的光路在光學上分離。即，在圖 37 所示的過程中，光在與圖 36 所示的過程中傳播光的光路（即，空間）不同的光路中傳播。但是，圖 36 所示的過程中的光路與圖 37 所示的過程中的光路亦可至少局部重疊。

【0216】 隨後，如圖 38 所示，自偏光分束器 1121g 射出的四束射出光 ELe#31 至 ELe#34 分別穿過波長板 1126g-2，由反射稜鏡 1127g-2 反射，並再次穿過波長板 1126g-2。已兩次穿過波長板 1126g-2 的四束射出光 ELe#31 至 ELe#34 分別作為四束入射光 ELi#31 至 ELi#34 入射至偏光分束器 1121g 的分離面 11211g。即，波長板 1126g-2 及反射稜鏡 1127g-2 作為將自偏光分束器 1121g 射出的射出光 ELe 轉換為入射至偏光分束器 1121g 的入射光 ELi（進而，將已轉換的入射光 ELi 返回至偏光分束器 1121f）的光學系統發揮功能。反射稜鏡 1127g-2 可為具有彼此交叉的多個反射面的直角稜鏡。

【0217】 波長板 1126g-2 變更穿過波長板 1126g-2 的射出光 ELe#31 至射出光 ELe#34 各自的偏光狀態。波長板 1126g-2 例如為 1/4 波長板，但亦可為其他種類的波長板（例如 1/2 波長板、1/8 波長板及 1 波長板中的至少一種）。第七實施形態中，波長板 1126g-2 尤其是以變更四束射出光 ELe#31 至 ELe#34 各自的偏光狀態而使入射光 ELi#31 至入射光 ELi#34 分別（即，已兩次穿過波長板 1126g-2 的射出光 ELe#31 至射出光 ELe#34 分別）成為圓偏光（或者，直線偏光以外的偏光或非偏光）的方式，設定其特

性。再者，作為波長板 1126g-2 的特性的一例，可列舉波長板 1126g-2 的板厚、波長板 1126g-2 的光學軸的方向、及波長板 1126g-2 與反射稜鏡 1127g-2 的相對位置（尤其是波長板 1126g-2 的光學軸與反射稜鏡 1127g-2 的移送軸的相對方位的關係）中的至少一者。此處，在反射稜鏡 1127g-2 為具有彼此交叉的兩個反射面的直角稜鏡的情況下，反射稜鏡 1127g-2 的移送軸可為在與兩個反射面的稜線正交的方向上延伸的軸，亦可為沿著自兩個反射面中的一個反射面朝向另一個反射面的光的行進方向的軸。而且，反射稜鏡 1127g-2 的移送軸亦可為連結向反射稜鏡 1127g-2 的入射光的（入射面上的）入射位置及該入射光自反射稜鏡 1127g-2 射出時的（射出面上的）射出位置的軸。

【0218】 入射光 ELi#31 至入射光 ELi#34 中分別所含的 s 偏光 ELs1#31 至 s 偏光 ELs1#34 在分離面 11211g 被反射。另一方面，入射光 ELi#31 至入射光 ELi#34 中分別所含的 p 偏光 ELp2#31 至 p 偏光 ELp2#34 穿過分離面 11211g。

【0219】 已由偏光分束器 1121g 反射的 s 偏光 ELs1#31 至 s 偏光 ELs1#34 穿過 1/4 波長板 1124g。其結果，s 偏光 ELs1#31 至 s 偏光 ELs1#34 分別轉換為圓偏光 ELc1#31 至圓偏光 ELc1#34。已穿過 1/4 波長板 1124g 的圓偏光 ELc1#31 至圓偏光 ELc1#34 分別由反射鏡 1125g-2 的反射面 11251g-2 反射。已由反射鏡 1125g-2 反射的圓偏光 ELc1#31 至圓偏光 ELc#34 再次穿過 1/4 波長板 1124g，分別轉換為 p 偏光 ELp1#31 至 p 偏光 ELp1#34。已穿過

1/4 波長板 1124g 的 p 偏光 ELp1#31 至 p 偏光 ELp1#34 入射至偏光分束器 1121g 的分離面 11211g。另一方面，已穿過偏光分束器 1121g 的 p 偏光 ELp2#31 至 p 偏光 ELp2#34 穿過 1/4 波長板 1122g。其結果，p 偏光 ELp2#31 至 p 偏光 ELp2#34 分別轉換為圓偏光 ELc2#31 至圓偏光 ELc2#34。已穿過 1/4 波長板 1122g 的圓偏光 ELc2#31 至圓偏光 ELc2#34 由反射鏡 1123g-3 的反射面 11231g-3 反射。已由反射鏡 1123g-3 反射的圓偏光 ELc2#31 至圓偏光 ELc2#34 再次穿過 1/4 波長板 1122g，分別轉換為 s 偏光 ELs2#31 至 s 偏光 ELs2#34。已穿過 1/4 波長板 1122g 的 s 偏光 ELs2#31 至 s 偏光 ELs#34 入射至偏光分束器 1121g 的分離面 11211g。

【0220】 已入射至分離面 11211g 的 p 偏光 ELp1#31 至 p 偏光 ELp1#34 穿過分離面 11211g。另一方面，已入射至分離面 11211g 的 s 偏光 ELs2#31 至 s 偏光 ELs2#34 在分離面 11211g 被反射。此處，以圓偏光 ELc1#31 至圓偏光 ELc1#34 相對於反射鏡 1125g-2 的反射面 11251g-2 的入射角度與圓偏光 ELc2#31 至圓偏光 ELc2#34 相對於反射鏡 1123g-3 的反射面 11231g-3 的入射角度不同的方式，對反射鏡 1123g-3 及反射鏡 1125g-2 進行對位。其結果，沿著已穿過分離面 11211g 的 p 偏光 ELp1#31 至 p 偏光 ELp1#34 的行進方向的軸與沿著已由分離面 11211g 反射的 s 偏光 ELs2#31 至 s 偏光 ELs2#34 的行進方向的軸彼此交叉。因此，已穿過分離面 11211g 的 p 偏光 ELp1#31 至 p 偏光 ELp1#34 以及在分離面 11211g 進行了反射的 s 偏光 ELs2#31 至 s 偏光 ELs2#34 分別作為

射出光 ELe#41 至射出光 ELe#48，自偏光分束器 1121g 朝向波長板 1126g-1 射出。如上所述，在圖 38 所示的過程中，四束入射光 ELi#31 至 ELi#34 分支為八束射出光 ELe#41 至 ELe#48。即，在該階段，光源光 ELo 分支為八束射出光 ELe#41 至 ELe#48。

【0221】 如由圖 36 至圖 38 可知般，圖 36 及圖 37 分別所示的過程中的光路、與圖 38 所示的過程中的光路(即，四束射出光 ELe#31 至 ELe#34 分支為八束射出光 ELe#41 至 ELe#48 的過程中的光路）不重疊。但是，圖 38 所示的過程中的光路與圖 36 至圖 37 的至少一個所示的過程的至少一者中的光路亦可至少局部重疊。

【0222】 隨後，如圖 39 所示，自偏光分束器 1121g 射出的八束射出光 ELe#41 至 ELe#48 分別穿過波長板 1126g-1，由反射稜鏡 1127g-1 反射，並再次穿過波長板 1126g-1。已兩次穿過波長板 1126g-1 的八束射出光 ELe#41 至 ELe#48 分別作為八束入射光 ELi#41 至 ELi#48 入射至偏光分束器 1121g 的分離面 11211g。波長板 1126g-1 是以變更八束射出光 ELe#41 至 ELe#41 各自的偏光狀態而使入射光 ELi#41 至入射光 ELi#48 分別（即，已兩次穿過波長板 1126f-1 的射出光 ELe#41 至射出光 ELe#48 分別）成為圓偏光（或者，直線偏光以外的偏光或非偏光）的方式，設定其特性。

【0223】 入射光 ELi#41 至入射光 ELi#48 中分別所含的 s 偏光 ELs1#41 至 s 偏光 ELs1#48 在分離面 11211g 被反射。另一方面，入射光 ELi#41 至入射光 ELi#48 中分別所含的 p 偏光 ELp2#41 至

p 偏光 ELp2#48 穿過分離面 11211g。

【0224】 已由偏光分束器 1121g 反射的 s 偏光 ELs1#41 至 s 偏光 ELs1#48 穿過 1/4 波長板 1122g。其結果，s 偏光 ELs1#41 至 s 偏光 ELs1#48 分別轉換為圓偏光 ELc1#41 至圓偏光 ELc1#48。已穿過 1/4 波長板 1122g 的圓偏光 ELc1#41 至圓偏光 ELc1#48 分別由反射鏡 1123g-3 的反射面 11231g-3 反射。已由反射鏡 1123g-3 反射的圓偏光 ELc1#41 至圓偏光 ELc#48 再次穿過 1/4 波長板 1122g，分別轉換為 p 偏光 ELp1#41 至 p 偏光 ELp1#48。已穿過 1/4 波長板 1122g 的 p 偏光 ELp1#41 至 p 偏光 ELp1#48 入射至偏光分束器 1121g 的分離面 11211g。另一方面，已穿過偏光分束器 1121g 的 p 偏光 ELp2#41 至 p 偏光 ELp2#48 穿過 1/4 波長板 1124g。其結果，p 偏光 ELp2#41 至 p 偏光 ELp2#48 分別轉換為圓偏光 ELc2#41 至圓偏光 ELc2#48。已穿過 1/4 波長板 1124g 的圓偏光 ELc2#41 至圓偏光 ELc2#48 由反射鏡 1125g-3 的反射面 11251g-3 反射。已由反射鏡 1125g-3 反射的圓偏光 ELc2#41 至圓偏光 ELc2#48 再次穿過 1/4 波長板 1124g，分別轉換為 s 偏光 ELs2#41 至 s 偏光 ELs2#48。已穿過 1/4 波長板 1124g 的 s 偏光 ELs2#41 至 s 偏光 ELs#48 入射至偏光分束器 1121g 的分離面 11211g。

【0225】 已入射至分離面 11211g 的 p 偏光 ELp1#41 至 p 偏光 ELp1#48 穿過分離面 11211g。另一方面，已入射至分離面 11211g 的 s 偏光 ELs2#41 至 s 偏光 ELs2#48 在分離面 11211g 被反射。此處，以圓偏光 ELc1#41 至圓偏光 ELc1#48 相對於反射鏡 1123g-3

的反射面 11231g-3 的入射角度與圓偏光 ELc2#41 至圓偏光 ELc2#48 相對於反射鏡 1125g-3 的反射面 11251g-3 的入射角度不同的方式，對反射鏡 1123g-3 及反射鏡 1125g-3 進行對位。其結果，沿著已穿過分離面 11211g 的 p 偏光 ELp1#41 至 p 偏光 ELp1#48 的行進方向的軸與沿著已由分離面 11211g 反射的 s 偏光 ELs2#41 至 s 偏光 ELs2#48 的行進方向的軸彼此交叉。因此，已穿過分離面 11211g 的 p 偏光 ELp1#41 至 p 偏光 ELp1#48 以及在分離面 11211g 進行了反射的 s 偏光 ELs2#41 至 s 偏光 ELs2#48 分別作為射出光 ELe#001 至射出光 ELe#016，自偏光分束器 1121g 朝向反射鏡 1128g 射出。如上所述，在圖 39 所示的過程中，八束入射光 ELi#41 至 ELi#48 分支為十六束射出光 ELe#001 至 ELe#016。即，在該階段，光源光 ELo 分支為十六束射出光 ELe#001 至 ELe#016。

【0226】 如由圖 36 至圖 39 可知般，圖 36 至圖 38 分別所示的過程中的光路、與圖 39 所示的過程中的光路(即，八束射出光 ELe#41 至 ELe#48 分支為十六束射出光 ELe#001 至 ELe#016 的過程中的光路）不重疊。但是，圖 39 所示的過程中的光路與圖 36 至圖 38 的至少一個所示的過程中的光路亦可至少局部重疊。

【0227】 反射鏡 1128g 將十六束射出光 ELe#001 至 ELe#016 作為十六束加工光 ELk 朝向檢流計鏡 113 反射。因而，多光束光學系統 112g 可在將光源光 ELo 分支為十六束加工光 ELk 的基礎上，將該十六束加工光 ELk 朝向檢流計鏡 113 射出。

【0228】 如上所述，與第二實施形態的加工系統 SYSb 同樣地，

第七實施形態的加工系統 SYSg 能夠將 2^N 束加工光 ELk 同時照射至塗裝膜 SF。因此，與溝槽結構的形成相關的生產率提高。進而，第七實施形態的加工系統 SYSg 能夠使用單個多光束光學系統 112g，將光源光 ELo 分支為三束以上的加工光 ELk。因此，可使多光束光學系統 112g 小型化。

【0229】 此外，第七實施形態的加工系統 SYSg 中，作為用於將自偏光分束器 1121g 射出的 p 偏光或 s 偏光返回至偏光分束器 1121g 的光學元件，分開包括多個反射鏡 1123g-1 至 1123g-3 以及 1125g-1 至 1125g-3。例如，加工系統 SYSg 包括：反射鏡 1123g-1 及反射鏡 1125g-1，在將光源光 ELo 分支為兩束射出光 ELi#21 至 ELi#22 的過程（參照圖 36）中，使自偏光分束器 1121g 射出的 p 偏光或 s 偏光返回至偏光分束器 1121g；反射鏡 1123g-2 及反射鏡 1125g-1，在將兩束射出光 ELi#21 至 ELi#22 分支為四束射出光 ELi#31 至 ELi#34 的過程（參照圖 37）中，使自偏光分束器 1121g 射出的 p 偏光或 s 偏光返回至偏光分束器 1121g；反射鏡 1123g-3 及反射鏡 1125g-2，在將四束射出光 ELi#31 至 ELi#34 分支為八束射出光 ELi#41 至 ELi#48 的過程（參照圖 38）中，使自偏光分束器 1121g 射出的 p 偏光或 s 偏光返回至偏光分束器 1121g；以及反射鏡 1123g-3 及反射鏡 1125g-3，在將八束射出光 ELi#41 至 ELi#48 分支為十六束射出光 ELi#001 至 ELi#016 的過程（參照圖 39）中，使自偏光分束器 1121g 射出的 p 偏光或 s 偏光返回至偏光分束器 1121g。此時，假若加工系統 SYSg 包括第三實施形態中說明的驅

動系統 1126c 等，則可使反射鏡 1123g-1 至 1123g-3 及反射鏡 1125g-1 至 1125g-3 中的至少一個獨立於反射鏡 1123g-1 至 1123g-3 及反射鏡 1125g-1 至 1125g-3 中的其餘部分來移動。因此，與多束加工光 ELk 的光束點的位置（即，多個目標照射區域 EA 的位置）的調整相關的自由度提高。

【0230】 再者，在將光源光 ELo 分支為兩束射出光 ELi#21 至 ELi#22 的過程中（參照圖 36），若使反射鏡 1123g-1 及反射鏡 1125g-1 中的至少一者移動，則加工系統 SYSg 能夠調整多束加工光 ELk 的光束點的位置。在將兩束射出光 ELi#21 至 ELi#22 分支為四束射出光 ELi#31 至 ELi#34 的過程（參照圖 37）中，若使反射鏡 1123g-2 及反射鏡 1125g-1 中的至少一者移動，則加工系統 SYSg 能夠調整多束加工光 ELk 的光束點的位置。在將四束射出光 ELi#31 至 ELi#34 分支為八束射出光 ELi#41 至 ELi#48 的過程（參照圖 38）中，若使反射鏡 1123g-3 及反射鏡 1125g-2 中的至少一者移動，則加工系統 SYSg 能夠調整多束加工光 ELk 的光束點的位置。在將八束射出光 ELi#41 至 ELi#48 分支為十六束射出光 ELi#001 至 ELi#016 的過程（參照圖 39）中，若使反射鏡 1123g-3 及反射鏡 1125g-3 中的至少一者移動，則加工系統 SYSg 能夠調整多束加工光 ELk 的光束點的位置。此時，若反射鏡 1123g-1、反射鏡 1123g-2、反射鏡 1125g-2 及反射鏡 1125g-3 可移動，則即便反射鏡 1123g-3 及反射鏡 1125g-1 不能移動，在全部的過程中多束加工光 ELk 的光束點的位置亦可調整。

【0231】 但是，如圖 40 所示，加工系統 SYSg 亦可取代反射鏡 1123g-1 至反射鏡 1123g-3，而包括作為反射鏡 1123g-1 至反射鏡 1123g-3 發揮功能的單個反射鏡 1123g。同樣地，如圖 40 所示，加工系統 SYSg 亦可取代反射鏡 1125g-1 至反射鏡 1125g-3，而包括作為反射鏡 1125g-1 至反射鏡 1125g-3 發揮功能的單個反射鏡 1125g。

【0232】 第七實施形態的加工系統 SYSg 亦可包括所述第二實施形態的加工系統 SYSb 至第六實施形態的加工系統 SYSf 中的至少一個所特有的構成元件。第六實施形態的加工系統 SYSf 所特有的構成元件包含與強度調整裝置 117f 相關的構成元件。

【0233】 （8）第八實施形態的加工系統 SYSh

【0234】 繼而，對第八實施形態的加工系統 SYS（以下，將第八實施形態的加工系統 SYS 稱作「加工系統 SYSh」）進行說明。與所述第七實施形態的加工系統 SYSg 同樣地，第八實施形態的加工系統 SYSh 使用單個多光束光學系統 112h 將光源光 ELo 分支為三束以上的加工光 ELk，該方面相同。但是，如表示第八實施形態的多光束光學系統 112h 的結構的立體圖即圖 41 所示，與所述多光束光學系統 112g 相比，第八實施形態的多光束光學系統 112h 的不同之處在於，亦可不包括波長板 1126g-1 及波長板 1126g-2。第八實施形態的多光束光學系統 112h 的其他結構亦可與所述多光束光學系統 112g 的其他結構相同。

【0235】 即，所述第七實施形態的加工系統 SYSg 中，作為將自

偏光分束器 1121g 射出的射出光 ELe 轉換為入射至偏光分束器 1121g 的入射光 ELi（進而，將已轉換的入射光 ELi 返回至偏光分束器 1121g）的光學系統，分別包括：包含波長板 1126g-1 及反射稜鏡 1127g-1 的光學系統、以及包含波長板 1126g-2 及反射稜鏡 1127g-2 的光學系統。另一方面，第八實施形態的加工系統 SYSh 中，作為將自偏光分束器 1121g 射出的射出光 ELe 轉換為入射至偏光分束器 1121g 的入射光 ELi 的光學系統，分別包括：包含反射稜鏡 1127g-1 而不含波長板 1126g-1 的光學系統；以及包含反射稜鏡 1127g-2 而不含波長板 1126g-2 的光學系統。

【0236】 但是，第八實施形態中，反射稜鏡 1127g-1 以如下方式相對於偏光分束器 1121g 進行對位，即，反射稜鏡 1127g-1 的移送軸 AX7g-1 相對於自偏光分束器 1121g 入射至反射稜鏡 1127g-1 的射出光 ELe 的偏光面成 22.5 度的角度。射出光 ELe 的偏光面的方向依存於偏光分束器 1121g 的透過偏光方位（或反射偏光方位）AX1g 來規定。因而，如表示反射稜鏡 1127g-1 的移送軸 AX7g-1 與光分束器 1121g 的透過偏光方位（或反射偏光方位）AX1g 的關係的圖 42 的（a）所示，反射稜鏡 1127g-1 亦可以如下方式相對於偏光分束器 1121g 進行對位，即，反射稜鏡 1127g-1 的移送軸 AX7g-1 相對於偏光分束器 1121g 的透過偏光方位（或反射偏光方位）AX1g 成 22.5 度的角度。其結果，即便在多光束光學系統 112h 不包括波長板 1126g-1 的情況下，已由反射稜鏡 1127g-1 反射的射出光 ELe 亦轉換為成為圓偏光（或者，直線偏光以外的偏光或非

偏光）的入射光 ELi。

【0237】 同樣地，反射稜鏡 1127g-2 以如下方式相對於偏光分束器 1121g 進行對位，即，反射稜鏡 1127g-2 的移送軸 AX7g-2 相對於自偏光分束器 1121g 入射至反射稜鏡 1127g-2 的射出光 ELe 的偏光面成 22.5 度的角度。射出光 ELe 的偏光面的方向依存於偏光分束器 1121g 的透過偏光方位（反射偏光方位）gAX1g 來規定。因而，如表示反射稜鏡 1127g-2 的移送軸 AX7g-2 與偏光分束器 1121g 的透過偏光方位（或反射偏光方位）AX1g 的關係的圖 42 的（b）所示，反射稜鏡 1127g-2 亦可以如下方式相對於偏光分束器 1121g 進行對位，即，反射稜鏡 1127g-2 的移送軸 AX7g-2 相對於偏光分束器 1121g 的透過偏光方位（或反射偏光方位）AX1g 成 22.5 度的角度。其結果，已由此種反射稜鏡 1127g-2 反射的射出光 ELe 轉換為成為圓偏光（或者，直線偏光以外的偏光或非偏光）的入射光 ELi。

【0238】 此種第八實施形態的加工系統 SYSh 能夠享有與第七實施形態的加工系統 SYSg 可享有的效果同樣的效果。進而，由於不需要波長板 1126g-1 及波長板 1126g-2，因此可使加工系統 SYSh 小型化。

【0239】 （9）第九實施形態的加工系統 SYSi

【0240】 繼而，對第九實施形態的加工系統 SYS（以下，將第九實施形態的加工系統 SYS 稱作「加工系統 SYSi」）進行說明。第九實施形態的加工系統 SYSi 亦可與所述加工系統 SYSa 的結構相

同。進而，第九實施形態的加工系統 SYSi 與所述加工系統 SYSa 同樣地，交替地反覆進行多束加工光 ELk 沿著 X 軸及 Y 軸的任意一者掃描塗裝膜 SF 的掃描動作、以及使多個目標照射區域 EA 在塗裝膜 SF 上沿著 X 軸及 Y 軸的任意另一者移動規定量的步進動作，從而形成溝槽結構。但是，與所述加工系統 SYSa 相比，第九實施形態的加工系統 SYSi 的不同之處在於以下方面。

【0241】 具體而言，第九實施形態的加工系統 SYSi（尤其是控制裝置 2）使構成溝槽結構的凹狀結構 CP1 的延伸方向與藉由掃描動作來使多束加工光 ELk 掃描塗裝膜 SF 的方向(以下，稱作「掃描方向」）一致。即，加工系統 SYSi 使凹狀結構 CP1 的延伸方向與掃描方向平行。換言之，加工系統 SYSi 將凹狀結構 CP1 的延伸方向與掃描方向所成的角度設定為 0 度。

【0242】 加工系統 SYSi（尤其是控制裝置 2）進而基於檢流計鏡 113 的特性（即，X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 的特性）來決定掃描方向。具體而言，例如，加工系統 SYSi 將 X 軸方向及 Y 軸方向中基於檢流計鏡 113 的特性而選擇的一方向決定為掃描方向。此時，加工系統 SYSi 在進行掃描動作的期間內，利用一個鏡來將多束加工光 ELk 偏轉，所述一個鏡可使多束加工光 ELk 沿著 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 中所決定的一方向在塗裝膜 SF 上掃描。例如，在將 X 軸方向決定為掃描方向的情況下，加工系統 SYSi 在進行掃描動作的期間內，利用 X 掃描鏡 113X 來將多束加工光 ELk 偏轉，使多束加工光 ELk 沿著 X 軸在塗裝膜 SF 上掃

描。例如，在將 Y 軸方向決定為掃描方向的情況下，加工系統 SYSi 在進行掃描動作的期間內，利用 Y 掃描鏡 113Y 來將多束加工光 ELk 偏轉，使多束加工光 ELk 沿著 Y 軸在塗裝膜 SF 上掃描。

【0243】 檢流計鏡 113 的特性亦可包含 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 的質量。例如，為了將加工光 ELk 偏轉，X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 相對高速地旋轉（或者，擺動）。此處，在進行掃描動作的期間內將加工光 ELk 偏轉的鏡，較在進行步進動作的期間內將加工光 ELk 偏轉的鏡更高速地旋轉。其原因在於，步進動作是在藉由掃描動作而由加工光 ELk 沿著掃描方向掃描塗裝膜 SF 之後，使作為該加工光 ELk 的照射位置的目標照射區域 EA 向與掃描方向交叉（典型的是正交）的步進方向移動規定量的動作。一般與使相對較重的鏡高速地旋轉相比，使相對較輕的鏡高速地旋轉更容易。因而，加工系統 SYSi 亦可將 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 中質量較輕的鏡掃描加工光 ELk 的方向決定為掃描方向。即，在 X 掃描鏡 113X 較 Y 掃描鏡 113Y 更輕的情況下，加工系統 SYSi 亦可將 X 軸方向決定為掃描方向。另一方面，在 Y 掃描鏡 113Y 較 X 掃描鏡 113X 更輕的情況下，加工系統 SYSi 亦可將 Y 軸方向決定為掃描方向。

【0244】 檢流計鏡 113 的特性亦可包含 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 的尺寸。具體而言，一般與使相對較大的鏡高速地旋轉相比，使相對較小的鏡高速地旋轉更容易。因而，加工系統 SYSi 亦可將 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 中尺寸較小的鏡掃描加工光

ELk 的方向決定為掃描方向。即，在 X 掃描鏡 113X 較 Y 掃描鏡 113Y 更小的情況下，加工系統 SYSi 亦可將 X 軸方向決定為掃描方向。另一方面，在 Y 掃描鏡 113Y 較 X 掃描鏡 113X 更小的情況下，加工系統 SYSi 亦可將 Y 軸方向決定為掃描方向。再者，如上所述，來自多光束光學系統 112 的加工光 ELk 在經 Y 掃描鏡 113Y 反射之後，被 X 掃描鏡 113X 反射。即，Y 掃描鏡 113Y 反射來自多光束光學系統 112 的光路不發生改變的加工光 ELk（即，在相對較窄的範圍內傳播的加工光 ELk），另一方面，X 掃描鏡 113X 反射來自 Y 掃描鏡 113Y 的光路因 Y 掃描鏡 113Y 的旋轉而發生改變的加工光 ELk（即，在相對較寬的範圍內傳播的加工光 ELk）。因此，通常，X 掃描鏡 113X 較 Y 掃描鏡 113Y 更大的可能性高。

【0245】 檢流計鏡 113 的特性亦可包含為了使 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 旋轉而所需的轉矩（即，力）的大小。具體而言，與使為了旋轉而所需的轉矩相對較大的鏡高速地旋轉相比，使為了旋轉而所需的轉矩相對較小的鏡高速地旋轉更容易。因而，加工系統 SYSi 亦可將 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 中為了旋轉而所需的轉矩較小的鏡掃描加工光 ELk 的方向決定為掃描方向。

即，在為了使 X 掃描鏡 113X 旋轉而所需的轉矩小於為了使 Y 掃描鏡 113Y 旋轉而所需的轉矩的情況下，加工系統 SYSi 亦可將 X 軸方向決定為掃描方向。另一方面，在為了使 Y 掃描鏡 113Y 旋轉而所需的轉矩小於為了使 X 掃描鏡 113X 旋轉而所需的轉矩的情況下，加工系統 SYSi 亦可將 Y 軸方向決定為掃描方向。

【0246】 再者，X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 的質量有可能是對為了使 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 旋轉而所需的轉矩產生影響的一個因素。因此，基於 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 的質量來決定掃描方向的動作亦可謂是基於為了使 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 旋轉而所需的轉矩來決定掃描方向的動作的一具體例。進而，X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 的大小有可能是對為了使 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 旋轉而所需的轉矩產生影響的一個因素。因此，基於 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 的大小來決定掃描方向的動作亦可謂是基於為了使 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 旋轉而所需的轉矩來決定掃描方向的動作的一具體例。

【0247】 如上所述，掃描方向與步進方向交叉（典型的是正交）。因此，若決定了掃描方向，則亦實質上決定了步進方向。因而，基於 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 的特性來決定掃描方向的動作可謂與基於 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 的特性來決定步進方向的動作等價。

【0248】 第九實施形態中，加工系統 SYSi 亦可在加工對象物 S 的加工（即，凹狀結構 CP1 的形成）之前，決定（或者，設定）掃描方向，並且以所決定的掃描方向與欲形成的凹狀結構 CP1 的延伸方向一致的方式使加工裝置 1 相對於加工對象物 S 進行對位。具體而言，加工系統 SYSi 首先決定掃描方向。再者，在檢流計鏡 113 的特性不易隨著時間的經過而改變的情況下，亦可預先

決定掃描方向。進而，加工系統 SYSi 根據與基於所述模擬模型而最適化的溝槽結構的特性相關的溝槽資訊，指定應形成於加工對象物 S（具體而言，所述加工曝射區域 SA）的溝槽結構的延伸方向（即，凹狀結構 CP1 的延伸方向）。隨後，加工系統 SYSi 以所決定的掃描方向與所指定的凹狀結構 CP1 的延伸方向一致的方式（平行的方式），使加工裝置 1（尤其是將加工光 ELk 照射至加工對象物 S 的光照射裝置 11）相對於加工對象物 S 進行對位。此時，例如，亦可藉由驅動系統 12 使光照射裝置 11 移動，而使加工裝置 1 相對於加工對象物 S 進行對位。例如，亦可藉由驅動系統 15 使支持光照射裝置 11 的支持裝置 14 移動，而使加工裝置 1 相對於加工對象物 S 進行對位。典型的是，加工系統 SYSi 亦可藉由使光照射裝置 11 繞與塗裝膜 SF 交叉的軸（具體而言，繞 z 軸）旋轉，而以掃描方向與所指定的凹狀結構 CP1 的延伸方向一致的方式（平行的方式）使加工裝置 1 相對於加工對象物 S 進行對位。

【0249】 例如，圖 43 的（a）表示了將 Y 軸方向決定（設定）為掃描方向時塗裝膜 SF 上的多個目標照射區域 EA 的移動軌跡（即，多束加工光 ELk 的掃描軌跡）。此時，如圖 43 的（b）所示，加工系統 SYSi 藉由形成沿著 Y 軸延伸的凹狀結構 CP1，而在加工對象物 S 上形成在所需方向上延伸的凹狀結構 CP1。因而，在形成凹狀結構 CP1 之前，加工裝置 1 相對於加工對象物 S 進行對位，以使得藉由形成沿著 Y 軸延伸的凹狀結構 CP1 而在加工對象物 S 上形成在所需方向上延伸的凹狀結構 CP1。另一方面，例如，圖

43 的（c）表示了將 X 軸方向決定（設定）為掃描方向時塗裝膜 SF 上的多個目標照射區域 EA 的移動軌跡。此時，如圖 43 的（d）所示，加工系統 SYSi 藉由形成沿著 X 軸延伸的凹狀結構 CP1，而在加工對象物 S 上形成在所需方向上延伸的凹狀結構 CP1。此時，在形成凹狀結構 CP1 之前，加工裝置 1 相對於加工對象物 S 進行對位，以使得藉由形成沿著 X 軸延伸的凹狀結構 CP1 而在加工對象物 S 上形成在所需方向上延伸的凹狀結構 CP1。

【0250】 若如上所述加工裝置 1 相對於加工對象物 S 進行對位，則沿著掃描方向的軸與沿著凹狀結構 CP1 的延伸方向的軸所成的角度，逐漸小於沿著步進方向的軸與沿著凹狀結構 CP1 的延伸方向的軸所成的角度。最終，加工裝置 1 以如下方式相對於加工對象物 S 進行對位，即，沿著掃描方向的軸與沿著凹狀結構 CP1 的延伸方向的軸所成的角度成為零度。但是，亦可並非直至沿著掃描方向的軸與沿著凹狀結構 CP1 的延伸方向的軸所成的角度一定成為零度地，使加工裝置 1 相對於加工對象物 S 進行對位。例如，加工裝置 1 亦可以能夠將沿著掃描方向的軸與沿著凹狀結構 CP1 的延伸方向的軸所成的角度視為實質上為零度（即，將掃描方向與凹狀結構 CP1 視為實質上平行）的程度，相對於加工對象物 S 進行對位。例如，加工裝置 1 亦可以沿著掃描方向的軸與沿著凹狀結構 CP1 的延伸方向的軸所成的角度小於沿著步進方向的軸與沿著凹狀結構 CP1 的延伸方向的軸所成的角度的程度，相對於加工對象物 S 進行對位。

【0251】 如上所述，第九實施形態的加工系統 SYSi 能夠使掃描方向與凹狀結構 CP1 的延伸方向一致。因此，若在進行掃描動作的期間內連續地自光源 110 射出光源光 ELo，則加工系統 SYSi 能夠形成沿著掃描方向延伸的凹狀結構 CP1。即，加工系統 SYSi 能夠在進行掃描動作的期間內形成沿著掃描方向延伸的凹狀結構 CP1 而不用進行切換來自光源 110 的光源光 ELo 的照射的開及關的控制。因而，加工系統 SYSi 能夠比較容易地形成在所需方向上延伸的凹狀結構 CP1。

【0252】 進而，第九實施形態的加工系統 SYSi 能夠基於檢流計鏡 113 的特性來決定掃描方向。其結果，與不基於檢流計鏡 113 的特性來決定掃描方向的情況相比，加工系統 SYSi 能夠在不過度增加用以使檢流計鏡 113 旋轉的負荷的情況下形成溝槽結構。

【0253】 再者，除了利用檢流計鏡 113 將加工光 ELk 偏轉以外，或者取而代之，加工系統 SYSi 亦可藉由使光照射裝置 11 移動（尤其是相對於塗裝膜 SF 移動）而使多束加工光 ELk 在塗裝膜 SF 的表面上掃描。再者，不限於加工系統 SYSi，所述加工系統 SYSa 至加工系統 SYSh 的各個皆是，除了利用檢流計鏡 113 將加工光 ELk 偏轉以外，或者取而代之，亦可藉由使光照射裝置 11 移動而使多束加工光 ELk 在塗裝膜 SF 的表面上掃描。

【0254】 此時，例如，加工系統 SYSi 亦可控制驅動系統 12，以加工光 ELk 掃描塗裝膜 SF 的表面的方式使光照射裝置 11 相對於塗裝膜 SF 相對移動。如上所述使光照射裝置 11 移動的驅動系統

12，例如亦可如表示驅動系統 12 的結構的剖面圖即圖 44 所示，包括：驅動裝置 12X，以使加工光 ELk 沿著 X 軸在加工對象物 S 上掃描的方式，使光照射裝置 11 沿著 X 軸方向移動；以及驅動裝置 12Y，以使加工光 ELk 沿著 Y 軸在加工對象物 S 上掃描的方式，使光照射裝置 11 沿著 Y 軸方向移動。再者，驅動裝置 12X 例如亦可包括：由支持構件 133 支持且在 X 軸方向上延伸的 X 引導構件 121X；可沿著 X 引導構件 121X 移動的 X 可動件 122X；以及與 X 可動件 122X 連結的 X 載台 123X。驅動裝置 12Y 例如亦可包括：由 X 載台 123X 支持且在 Y 軸方向上延伸的 Y 引導構件 121Y；以及可沿著 Y 引導構件 121Y 移動且與光照射裝置 11 連結的 Y 可動件 122Y。根據此種驅動裝置 12X 及驅動裝置 12Y，若 X 可動件 122X 沿著 X 引導構件 121X 移動，則與 X 可動件 122X 連結的 X 載台 123X 經由 Y 引導構件 121Y 及 Y 可動件 122Y 而支持的光照射裝置 11 沿著 X 軸移動。進而，若 Y 可動件 122Y 沿著 Y 引導構件 121Y 移動，則與 Y 可動件 122X 連結的光照射裝置 11 沿著 Y 軸移動。此時，加工系統 SYSi 亦可基於驅動裝置 12X 及驅動裝置 12Y 的特性來決定掃描方向。例如，在驅動裝置 12X 較驅動裝置 12Y 更輕的情況、驅動裝置 12X 較驅動裝置 12Y 更小的情況、及/或為了使驅動裝置 12X 能夠活動（例如，使 X 可動件 122X 及 X 載台 123X 移動）而所需的力較為了使驅動裝置 12Y 能夠活動（例如，使 Y 可動件 122Y 移動）而所需的力更小的情況下，加工系統 SYSi 亦可將 X 軸方向決定為掃描方向。例如，在驅動裝置 12Y

較驅動裝置 12X 更輕的情況、驅動裝置 12Y 較驅動裝置 12X 更小的情況、及/或為了使驅動裝置 12Y 能夠活動而所需的力較為了使驅動裝置 12X 能夠活動而所需的力更小的情況下，加工系統 SYSi 亦可將 Y 軸方向決定為掃描方向。再者，在圖 44 所示的示例中，由於驅動裝置 12X 經由驅動裝置 12Y 而使光照射裝置 11 沿著 X 軸移動，因而為了使光照射裝置 11 移動，驅動裝置 12X 需要使驅動裝置 12Y 亦一起移動。另一方面，由於驅動裝置 12Y 在不經由驅動裝置 12X 的情況下使光照射裝置 11 沿著 Y 軸移動，因而為了使光照射裝置 11 移動，驅動裝置 12Y 亦可不使驅動裝置 12X 移動。因而，在圖 44 所示的例子中，通常，為了使驅動裝置 12Y 能夠活動而所需的力較為了使驅動裝置 12X 能夠活動而所需的力更小的可能性高。再者，支持構件 133 可為飛機等的保存庫的結構物的一部分，亦可為安裝於該結構物者。

【0255】 或者，例如，在加工對象物 S 的尺寸不那麼大（例如，不像所述飛機等那麼大）的情況下，除了利用檢流計鏡 113 將加工光 ELk 偏轉以外，或者取而代之，加工系統 SYSi 亦可藉由使加工對象物 S 移動（尤其是相對於光照射裝置 11 移動）而使多束加工光 ELk 在塗裝膜 SF 的表面上。再者，不限於加工系統 SYSi，所述加工系統 SYSa 至加工系統 SYSh 的各個皆是，除了利用檢流計鏡 113 將加工光 ELk 偏轉以外，或者取而代之，亦可藉由使加工對象物 S 移動而使多束加工光 ELk 在塗裝膜 SF 的表面上掃描。

【0256】 此時，加工系統 SYSi 包括可在保持加工對象物 S 的狀

態下移動的載台裝置 3，且控制裝置 2 亦可控制該載台裝置 3，以加工光 ELk 掃描塗裝膜 SF 的表面的方式使塗裝膜 SF 相對於光照射裝置 11 相對移動。再者，此種載台裝置 3 例如亦可如表示載台裝置 3 的結構的剖面圖即圖 45 所示，包括：載台裝置 3X，其能夠活動，以使得以使加工光 ELk 沿著 X 軸在加工對象物 S 上掃描的方式使加工對象物 S 沿著 X 軸方向移動；以及載台裝置 3Y，其能夠活動，以使得以使加工光 ELk 沿著 Y 軸在加工對象物 S 上掃描的方式使加工對象物 S 沿著 Y 軸方向移動。再者，載台裝置 3X 例如亦可包括：由壓盤等支持構件 39 支持且在 X 軸方向上延伸的 X 引導構件 31X；可沿著 X 引導構件 31X 移動的 X 可動件 32X；以及與 X 可動件 32X 連結的 X 載台 33X。載台裝置 3Y 例如亦可包括：由 X 載台 33X 支持且在 Y 軸方向上延伸的 Y 引導構件 31Y；可沿 Y 引導構件 31Y 移動的 Y 可動件 32Y；以及與 Y 可動件連結且可保持加工對象物 S 的 Y 載台 33Y。根據此種載台裝置 3X 及載台裝置 3Y，若 X 可動件 32X 沿著 X 引導構件 31X 移動，則由與 X 可動件 32X 連結的 X 載台 33X 經由 Y 引導構件 31Y、Y 可動件 32Y 及 Y 載台 33Y 所支持的加工對象物 S 沿著 X 軸移動。進而，若 Y 可動件 32Y 沿著 Y 引導構件 31Y 移動，則由 Y 可動件 32X 經由 Y 載台 33X 所支持的光照射裝置 11 沿著 Y 軸移動。此時，加工系統 SYSi 亦可基於載台裝置 3X 及載台裝置 3Y 的特性來決定掃描方向。例如，在載台裝置 3X 較載台裝置 3Y 更輕的情況、載台裝置 3X 較載台裝置 3Y 更小的情況、及/或為了使載台裝

置 3X 能夠活動（例如，使 X 可動件 32X 及 X 載台 33X 移動）而所需的力較為了使載台裝置 3Y 能夠活動（例如，使 Y 可動件 32Y 及 Y 載台 33Y 移動）而所需的力更小的情況下，加工系統 SYSi 亦可將 X 軸方向決定為掃描方向。例如，在載台裝置 3Y 較載台裝置 3X 更輕的情況、載台裝置 3Y 較載台裝置 3X 更小的情況、及/或為了使載台裝置 3Y 能夠活動而所需的力較為了使載台裝置 3X 能夠活動而所需的力更小的情況下，加工系統 SYSi 亦可將 Y 軸方向決定為掃描方向。再者，在圖 45 所示的示例中，由於載台裝置 3X 經由載台裝置 3Y 而使加工對象物 S 沿著 X 軸移動，因而為了使加工對象物 S 移動，載台裝置 3X 需要使載台裝置 3Y 亦一起移動。另一方面，由於載台裝置 3Y 在不經由載台裝置 3X 的情況下使加工對象物 S 沿著 Y 軸移動，因而為了使加工對象物 S 移動，載台裝置 3Y 亦可不使載台裝置 3X 移動。因而，在圖 45 所示的示例中，通常，為了使載台裝置 3Y 能夠活動而所需的力較為了使載台裝置 3X 能夠活動而所需的力更小的可能性高。再者，即便在加工對象物 S 的尺寸大（例如，如所述飛機等般的尺寸）的情況下，亦可按照圖 45 所示的示例來使加工對象物 S 移動。

【0257】 檢流計鏡 113、驅動系統 12 及載台裝置 3 均可謂是用於使加工光 ELk 在加工對象物 S 上掃描的裝置。即，檢流計鏡 113、驅動系統 12 及載台裝置 3 均可謂是用於使目標照射區域 EA 在塗裝膜 SF 的表面移動的裝置。因此，加工系統 SYSi 亦可謂是基於可動裝置的特性來決定掃描方向，所述可動裝置能夠以使加工光

ELk 在加工對象物 S 上掃描的方式活動(即，物理性活動)。此時，例如，加工系統 SYSi 亦可在第一可動裝置較第二可動裝置更輕的情況下，將 X 軸及 Y 軸中的任意一者決定為掃描方向，所述第一可動裝置能夠以使加工光 ELk 沿著 X 軸及 Y 軸中的任意一者在加工對象物 S 上掃描的方式活動，所述第二可動裝置能夠以使加工光 ELk 沿著 X 軸及 Y 軸中的任意另一者在加工對象物 S 上掃描的方式活動。例如，加工系統 SYSi 亦可在第一可動裝置較第二可動裝置更小的情況下，將 X 軸及 Y 軸中的任意一者決定為掃描方向，所述第一可動裝置能夠以使加工光 ELk 沿著 X 軸及 Y 軸中的任意一者在加工對象物 S 上掃描的方式活動，所述第二可動裝置能夠以使加工光 ELk 沿著 X 軸及 Y 軸中的任意另一者在加工對象物 S 上掃描的方式活動。例如，加工系統 SYSi 亦可在為了使第一可動裝置活動而所需的力較為了使第二可動裝置活動而所需的力更小的情況下，將 X 軸及 Y 軸中的任意一者決定為掃描方向，所述第一可動裝置能夠以使加工光 ELk 沿著 X 軸及 Y 軸中的任意一者在加工對象物 S 上掃描的方式活動，所述第二可動裝置能夠以使加工光 ELk 沿著 X 軸及 Y 軸中的任意另一者在加工對象物 S 上掃描的方式活動。

【0258】 而且，不限於具備多光束光學系統 112 的加工系統 SYSi 等，對加工對象物 S 進行加工來形成溝槽結構的任意的加工系統亦可使掃描方向與凹狀結構 CP1 一致。同樣地，對加工對象物 S 進行加工來形成溝槽結構的任意的加工系統亦可基於可動裝置的

特性來決定掃描方向，所述可動裝置能夠以使加工光 ELk 在加工對象物 S 上掃描的方式活動。即，加工系統 SYSi 亦可不具備多光束光學系統 112。此時，如第三實施形態中所說明般，為了將多束加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF，加工系統 SYSi 亦可包括多個光源 110。

【0259】 第九實施形態的加工系統 SYSi 亦可包括所述第二實施形態的加工系統 SYSb 至第八實施形態的加工系統 SYSh 中的至少一個所特有的構成元件。第七實施形態的加工系統 SYSg 所特有的構成元件包含與多光束光學系統 112g 相關的構成元件。第八實施形態的加工系統 SYSg 所特有的構成元件包含與多光束光學系統 112h 相關的構成元件。

【0260】 （10）第十實施形態的加工系統 SYSj

【0261】 繼而，對第十實施形態的加工系統 SYS（以下，將第十實施形態的加工系統 SYS 稱作「加工系統 SYSj」）進行說明。

【0262】 （10-1）加工系統 SYSj 的結構

【0263】 首先，對第十實施形態的加工系統 SYSj 的結構進行說明。與所述加工系統 SYSa 相比，第十實施形態的加工系統 SYSj 的不同之處在於：取代光照射裝置 11 而包括光照射裝置 11j。第十實施形態的加工系統 SYSj 的其他特徵亦可與所述加工系統 SYSa 的其他特徵相同。因而，以下，一邊參照圖 46，一邊對第十實施形態的光照射裝置 11j 進行說明。圖 46 是表示第十實施形態的光照射裝置 11j 的結構的立體圖。

【0264】 如圖 46 所示，與所述光照射裝置 11j 相比，光照射裝置 11j 的不同之處在於，更包括放大光學系統 1181j。光學系統 112b 的其他特徵亦可與光學系統 112 的其他特徵相同。

【0265】 放大光學系統 1181j 配置在多束加工光 ELk 的光路上。因此，第十實施形態中，加工系統 SYSj 經由放大光學系統 1181j 將多束加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF。圖 46 表示了將放大光學系統 1181j 配置在多光束光學系統 112 與檢流計鏡 113 之間的多束加工光 ELk 的光路上的例子。但是，放大光學系統 1181j 亦可配置在與圖 46 所示的位置不同的位置處。

【0266】 放大光學系統 1181j 具有以下特性：使經由放大光學系統 1181j 照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的特性，不同於不經由放大光學系統 1181j 而照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的特性。更具體而言，放大光學系統 1181j 具有以下特性：使經由放大光學系統 1181j 及 fθ 透鏡 114 照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的特性，不同於不經由放大光學系統 1181j 而經由 fθ 透鏡 114 照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的特性。

【0267】 放大光學系統 1181j 所改變的加工光 ELk 的特性亦可包括加工光 ELk 最大程度地會聚的會聚位置（即，聚焦位置）BF（參照後述的圖 47 的（a）及圖 47 的（b））處的加工光 ELk 的光束剖面的大小。再者，加工光 ELk 的光束剖面是指與加工光 ELk 的行進方向交叉的面（即，與光學系統 112b 的光軸交叉的面）上的加工光 ELk 的光束剖面。此種光束剖面典型的是圓形（包括橢圓

形），因此，以下，使用「光束直徑ϕ（參照後述的圖 47 的（a）及圖 47 的（b））」作為表示光束剖面的大小的指標的一例。再者，此處所謂光束直徑ϕ，亦可是指在與加工光 ELk 的行進方向交叉的面（即，與光學系統 112b 的光軸交叉的面）內，加工光 ELk 的強度達到規定臨限值以上的區域的直徑。此時，放大光學系統 1181j 具有以下特性：使經由放大光學系統 1181j 及 fθ 透鏡 114 照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的會聚位置 BF 處的光束直徑ϕ，不同於不經由放大光學系統 1181j 而經由 fθ 透鏡 114 照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的會聚位置 BF 處的光束直徑ϕ。以下，將經由放大光學系統 1181j 及 fθ 透鏡 114 照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的會聚位置 BF 處的光束直徑ϕ稱為「光束直徑ϕa」。而且，將不經由放大光學系統 1181j 而經由 fθ 透鏡 114 照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的會聚位置 BF 處的光束直徑ϕ稱為「光束直徑ϕb」。

【0268】 第十實施形態中，尤其是放大光學系統 1181j 具有使光束直徑ϕa 大於光束直徑ϕb 的特性。即，放大光學系統 1181j 具有以下特性：使經由放大光學系統 1181j 及 fθ 透鏡 114 照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的會聚位置 BF 處的光束剖面的大小，大於不經由放大光學系統 1181j 而經由 fθ 透鏡 114 照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的會聚位置 BF 處的光束剖面的大小。具體而言，如將經由放大光學系統 1181j 照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的沿著 XZ 平面的剖面與加工光 ELk 的沿著 XY 平面的剖面建立關聯來進行表示的剖面圖即圖 47 的（a）所示，光束直徑ϕa 為第一直徑ϕ

1。另一方面，如將不經由放大光學系統 1181j 而照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的沿著 XZ 平面的剖面與加工光 ELk 的沿著 XY 平面的剖面建立關聯來進行表示的剖面圖即圖 47 的（b）所示，光束直徑 ϕb 為小於第一直徑 ϕ1 的第二直徑 ϕ2。即，放大光學系統 1181j 可作為用於擴大加工光 ELk 在會聚位置 BF 處的光束直徑 ϕ 的光學系統發揮功能。

【0269】 放大光學系統 1181j 所改變的加工光 ELk 的特性亦可包括會聚位置 BF 附近的加工光 ELk 的光束直徑 ϕ 的變化率（尤其是沿著加工光 ELk 的行進方向的方向上的變化率）。即，放大光學系統 1181j 所改變的加工光 ELk 的特性亦可包括與會聚位置 BF 附近相當的區域內的、沿著加工光 ELk 的行進方向的方向上的加工光 ELk 的光束直徑 ϕ 的變化率。此處所謂的與會聚位置 BF 附近相當的區域亦可是指納入光照射裝置 11j 的光學系統（具體而言，包含聚焦透鏡 111、多光束光學系統 112、檢流計鏡 113、fθ 透鏡 114 及放大光學系統 1181j 的光學系統）的焦點深度（DOF：Depth of Focus）的範圍內的區域。即，與會聚位置 BF 附近相當的區域亦可是指在該區域內配置有塗裝膜 SF 的情況下用來照射具有可加工塗裝膜 SF 的強度分佈的加工光 ELk 的區域。

【0270】 第十實施形態中，尤其是放大光學系統 1181j 具有使光束直徑 ϕa 的變化率小於光束直徑 ϕb 的變化率的特性。具體而言，如圖 47 的（a）及圖 47 的（b）所示，加工光 ELk 的光束直徑 ϕ 是以隨著沿著加工光 ELk 的行進方向（在圖 47 的（a）及圖

47 的（b）所示的示例中為 Z 軸方向）遠離會聚位置 BF 而變大的方式變化。此時，如圖 47 的（a）所示，遠離會聚位置 BF 規定距離的位置處的光束直徑 ϕa 相對於會聚位置 BF 處的光束直徑 ϕa 的變化率（換言之，差）相對變小。另一方面，如圖 47 的（b）所示，遠離會聚位置 BF 相同的規定距離的位置處的光束直徑 ϕb 相對於會聚位置 BF 處的光束直徑 ϕb 的變化率（換言之，差分）相對變大。即，放大光學系統 1181j 可作為用於減小會聚位置 BF 附近的光束直徑 ϕ 的變化率的光學系統發揮功能。

【0271】 具備此種放大光學系統 1181j 的加工系統 SYSj 具有以下技術效果：能夠使用具有可以相對較細的微細度來加工塗裝膜 SF 的波長的加工光 ELk，以相對較粗的微細度來加工塗裝膜 SF。以下，一邊參照圖 48 的（a）及圖 48 的（b），一邊對此種第十實施形態的加工系統 SYSj 可享有的技術效果進行說明。圖 48 的（a）是表示不具備放大光學系統 1181j 的比較例的加工系統使用具有可以相對較細的微細度來加工塗裝膜 SF 的波長的加工光 ELk，以相對較粗的微細度來加工塗裝膜 SF 的情況的剖面圖。圖 48 的（b）是表示具備放大光學系統 1181j 的第十實施形態的加工系統 SYSj 使用具有可以相對較細的微細度來加工塗裝膜 SF 的波長的加工光 ELk，以相對較粗的微細度來加工塗裝膜 SF 的情況的剖面圖。

【0272】 不具備放大光學系統 1181j 的比較例的加工系統在不經由放大光學系統 1181j 的情況下將加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF。因此，如圖 25 的（a）所示，會聚位置 BF 處的加工光 ELk 的光束

直徑ϕ（即，光束直徑ϕb）為相對較小的第一直徑ϕ11。通常，聚焦透鏡 1121 以會聚位置 BF 位於塗裝膜 SF 的表面（或者，其附近）的方式調整加工光 ELk 的會聚位置 BF。此時，塗裝膜 SF 表面上的加工光 ELk 的光束直徑ϕ大致為第一直徑ϕ11。塗裝膜 SF 表面上的加工光 ELk 的光束直徑ϕ越小，塗裝膜 SF 越可以更細的微細度進行加工。若如此，此時，比較例的加工系統難以藉由一次加工光 ELk 的照射（即，一次掃描動作）來形成具有相對寬的寬度的凹狀結構 CP1。即，比較例的加工系統難以藉由塗裝膜 SF 表面上的光束直徑ϕ相對較小的一束加工光 ELk 的照射（即，一次掃描動作）來形成具有相對寬的寬度的凹狀結構 CP1。因此，比較例的加工系統中，為了形成具有相對寬的寬度的一條凹狀結構 CP1（即，相對大的排列間距 P1 的凹狀結構 CP1），需要以彼此局部重覆的方式形成具有相對窄的寬度的多個凹狀結構 CP1。即，比較例的加工系統中，為了形成具有相對寬的寬度的一條凹狀結構 CP1，需要使用本來以同時且分別形成具有相對窄的寬度的多條凹狀結構 CP1 的方式照射的多束加工光 ELk。其結果，為了以相對粗的微細度來加工塗裝膜 SF 而所需的時間有可能相對變長（即，生產率惡化）。

【0273】 另一方面，加工光 ELk 的光束直徑ϕ越是沿著加工光 ELk 的行進方向（在圖 48 的（a）及圖 48 的（b）所示的示例中為 Z 軸方向）遠離會聚位置 BF 越變大。因此，在比較例的加工系統中，如圖 48 的（a）所示，若驅動系統 12 使光照射裝置 11 沿

著 Z 軸方向移動，以使塗裝膜 SF 位於沿著 Z 軸方向遠離會聚位置 BF 的位置 DF，則塗裝膜 SF 上的加工光 ELk 的光束直徑 ϕ 成為適於形成具有相對寬的寬度的凹狀結構 CP1 的第二直徑 ϕ 12（其中，第二直徑 ϕ 12 大於第一直徑 ϕ 12）。其結果，比較例的加工系統能夠藉由塗裝膜 SF 表面上的光束直徑 ϕ 相對較大的一束加工光 ELk 的照射（即，一次掃描動作）來形成具有相對寬的寬度的凹狀結構 CP1。然而，此時，如圖 48 的（a）所示，可形成具有相對寬的寬度的凹狀結構 CP1 的焦點深度的範圍相對變窄。具體而言，如圖 48 的（a）所示，可形成具有相對寬的寬度的凹狀結構 CP1 的焦點深度範圍被限制為相對窄的第一範圍 DOF#1。其原因在於，比較例的加工系統中，會聚位置 BF 及位置 DF 各自附近的加工光 ELk 的光束直徑 ϕ 的變化率（尤其是沿著加工光 ELk 的行進方向的方向上的變化率）相對較大。具體而言，在加工光 ELk 的光束直徑 ϕ 的變化率相對較大的情況下，塗裝膜 SF 僅以位置 DF 為基點向遠離會聚位置 BF 的方向移動相對較少的移動量，自加工光 ELk，每單位時間及/或每單位面積對塗裝膜 SF 傳達的能量的量相對而言大幅減少。其結果，無法藉由加工光 ELk 來使塗裝膜 SF 蒸發。而且，在加工光 ELk 的光束直徑 ϕ 的變化率相對較大的情況下，塗裝膜 SF 僅以位置 DF 為基點向接近會聚位置 BF 的方向移動相對較少的移動量，塗裝膜 SF 表面上的加工光 ELk 的光束直徑 ϕ 相對而言急劇變小。其結果，塗裝膜 SF 表面上的加工光 ELk 的光束直徑 ϕ 減小至不能形成具有相對寬的寬度的凹狀

結構 CP1。

【0274】 另一方面，第十實施形態中，經由放大光學系統 1181j 將加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF。因此，如圖 48 的（b）所示，加工系統 SYSj 所照射的加工光 ELk 的會聚位置 BF 處的光束直徑 ϕ（即，ϕa）大於比較例的加工系統所照射的加工光 ELk 的會聚位置 BF 處的光束直徑 ϕ（即，圖 48 的（a）所示的第一直徑 ϕ11）。例如，第十實施形態中，加工光 ELk 的會聚位置 BF 處的光束直徑 ϕ 擴大至適於形成具有相對寬的寬度的凹狀結構 CP1 的直徑 ϕ 12。反言之，放大光學系統 1181j 的特性是可將加工光 ELk 的會聚位置 BF 處的光束直徑 ϕ 擴大至適於形成具有相對寬的寬度的凹狀結構 CP1 的直徑 ϕ 12 的所需特性。

【0275】 進而，第十實施形態中，由於經由放大光學系統 1181j 將加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF，因而會聚位置 BF 附近的光束直徑 ϕ 的變化率小於比較例的加工系統所照射的加工光 ELk 的會聚位置 BF 附近的光束直徑 ϕ 的變化率。因此，第十實施形態中，與比較例相比，可形成具有相對寬的寬度的凹狀結構 CP1 的焦點深度的範圍變寬。因此，若塗裝膜 SF 以會聚位置 BF 為基點向遠離會聚位置 BF 的方向移動，自加工光 ELk 每單位時間及/或每單位面積對塗裝膜 SF 傳達的能量的量僅相對緩慢地減少（即，不會急劇地減少）。其結果，無法藉由加工光 ELk 來使塗裝膜 SF 蒸發的可能性相對較小。因此，如圖 48 的（b）所示，可形成具有相對寬的寬度的凹狀結構 CP1 的焦點深度的範圍擴大至較比較例的第

一範圍 DOF#1 更寬的第二範圍 DOF#2。

【0276】 如上所述，第十實施形態的加工系統 SYSj 能夠使用具有可以相對較細的微細度來加工塗裝膜 SF 的波長的加工光 ELk，以相對較粗的微細度來加工塗裝膜 SF。進而，加工系統 SYSj 不會使可形成具有相對寬的寬度的凹狀結構 CP1 的焦點深度的範圍過度縮小。因此，對於 Z 軸方向上的塗裝膜 SF 與光照射裝置 11j 的相對位置的變動的耐性變強。即，即便 Z 軸方向上的塗裝膜 SF 與光照射裝置 11j 的相對位置發生了變動，加工系統 SYSj 能夠適當地加工塗裝膜 SF 的可能性亦提高。進而，加工系統 SYSj 還可享有與所述加工系統 SYSa 可享有的效果同樣的效果。

【0277】 （10-2）放大光學系統 1181j 的具體例

【0278】 繼而，對放大光學系統 1181j 的具體例進行說明。

【0279】 （10-2-1）放大光學系統 1181j 的第一具體例

【0280】 放大光學系統 1181j 亦可包含弱聚焦透鏡（soft focus lens）（即，軟焦點透鏡）。弱聚焦透鏡是如下的光學元件：與經由光照射裝置 11 的光學系統（其中不含弱聚焦透鏡作為放大光學系統 1181j）的加工光 ELk 在會聚位置 BF 處的光束直徑 ϕ（即，光束直徑 ϕ b）相比，可擴大經由光照射裝置 11j 的光學系統（其中含有弱聚焦透鏡作為放大光學系統 1181j）的加工光 ELk 在會聚位置 BF 處的光束直徑 ϕ（即，光束直徑 ϕ a）。進而，弱聚焦透鏡是如下的光學元件：與不含弱聚焦透鏡作為放大光學系統 1181j 的光照射裝置 11 的光學系統的焦點深度相比，可擴大包含弱聚焦透鏡

作為放大光學系統 1181j 的光照射裝置 11j 的光學系統的焦點深度。由於光照射裝置 11 的光學系統的焦點深度越大，則會聚位置 BF 附近的加工光 ELk 的光束直徑 ϕ 的變化率越小，因而，弱聚焦透鏡可謂是與光束直徑 ϕ b 的變化率相比，可減小光束直徑 ϕ 的變化率 a 的光學元件。因此，弱聚焦透鏡可作為放大光學系統 1181j 發揮功能。

【0281】 弱聚焦透鏡例如包含多個透鏡。弱聚焦透鏡經由多個透鏡對穿過多個透鏡的加工光 ELk 賦予縱向像差（典型地是球面像差）。弱聚焦透鏡藉由對加工光 ELk 賦予縱向像差（典型地是球面像差），來以所述方式改變加工光 ELk 的特性 2。再者，弱聚焦透鏡並不限定於對加工光 ELk 賦予球面像差者。

【0282】 （10-2-2）放大光學系統 1181j 的第二具體例

【0283】 若考慮到弱聚焦透鏡藉由對加工光 ELk 賦予球面像差來以所述方式改變加工光 ELk 的特性，則除了弱聚焦透鏡以外，或者取而代之，放大光學系統 1181j 亦可包含對加工光 ELk 賦予球面像差的像差賦予光學元件。或者，除了球面像差以外，或者取而代之，像差賦予光學元件亦可對加工光 ELk 賦予相對於光學系統 112b 的光軸（尤其是放大光學系統 1181j 的光軸）而旋轉對稱的像差。此時，像差賦予光學元件藉由對加工光 ELk 賦予球面像差或者相對於光照射裝置 11j 的光學系統的光軸(尤其是放大光學系統 1181j 的光軸）而旋轉對稱的像差，來以所述方式改變加工光 ELk 的特性。因此，像差賦予光學元件的特性（尤其是與對加

工光 ELk 賦予像差相關的特性）設定為所需特性，即，可使經由包含像差賦予光學元件的放大光學系統 1181j 照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的特性，不同於不經由包含像差賦予光學元件的放大光學系統 1181j 而照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的特性。

【0284】 （10-2-3）放大光學系統 1181j 的第三具體例

【0285】 除了弱聚焦透鏡及像差賦予光學元件中的至少一者以外，或者取而代之，放大光學系統 1181j 亦可包含粗糙面光學元件。粗糙面光學元件亦可為表面的至少一部分為粗糙面的光學元件。粗糙面光學元件亦可為表面的至少一部分為可使光散射的散射面的光學元件。粗糙面光學元件亦可為在表面形成有微小的凹凸的光學元件。作為此種粗糙面光學元件的一例，可列舉磨砂玻璃、消光玻璃、乳白玻璃及橘皮板中的至少一種。再者，橘皮板是利用酸對磨砂玻璃進行處理而使其凹凸光滑者。

【0286】 粗糙面光學元件使經由為粗糙面、散射面及/或形成有凹凸的表面而入射至粗糙面光學元件的加工光 ELk 實質上擴散。粗糙面光學元件藉由使加工光 ELk 擴散來以所述方式改變加工光 ELk 的特性。因此，粗糙面光學元件的特性（尤其是與加工光 ELk 的擴散相關的特性）設定為所需特性，即，可使經由包含粗糙面光學元件的放大光學系統 1181j 照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的特性，不同於不經由包含粗糙面光學元件的放大光學系統 1181j 而照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的特性。

【0287】 （10-2-4）放大光學系統 1181j 的第四具體例

【0288】 若考慮到粗糙面光學元件藉由使加工光 ELk 擴散來以所述方式改變加工光 ELk 的特性，則除了弱聚焦透鏡、像差賦予光學元件及粗糙面光學元件中的至少一者以外，或者取而代之，放大光學系統 1181j 亦可包含可使加工光 ELk 擴散的擴散光學元件。作為此種擴散光學元件的一例，可列舉擴散板、乳白色樹脂及日本紙中的至少一種。

【0289】 擴散光學元件藉由使加工光 ELk 擴散來以所述方式改變加工光 ELk 的特性。因此，擴散光學元件的特性（尤其是與加工光 ELk 的擴散相關的特性）設定為所需特性，即，可使經由包括擴散光學元件的放大光學系統 1181j 照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的特性，不同於不經由包含擴散光學元件的放大光學系統 1181j 而照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的特性。

【0290】 （10-3）基於多光束光學系統 112 的放大光學系統 1181j 的替代

【0291】 如上所述，為了形成具有相對寬的寬度的一條凹狀結構 CP1，而使用本來以同時且分別形成具有相對窄的寬度的多條凹狀結構 CP1 的方式照射的多束加工光 ELk 的方法中，會導致加工系統 SYSj 的生產率的惡化。然而，根據該方法，能夠使用具有可以相對較細的微細度來加工塗裝膜 SF 的波長的加工光 ELk，以相對較粗的微細度來加工塗裝膜 SF 這一點沒有變化。即，加工系統 SYSj 中，為了形成具有相對寬的寬度的一條凹狀結構 CP1，亦可使用本來以同時且分別形成具有相對窄的寬度的多條凹狀結構

CP1 的方式照射的多束加工光 ELk。

【0292】 此時，多光束光學系統 112 亦可使多束加工光 ELk 重合。具體而言，如表示使多束加工光 ELk 重合的情況的剖面圖即圖 49 的左側所示，多光束光學系統 112 使多束加工光 ELk（在圖 49 所示的示例中，為加工光 ELk#1 至加工光 ELk#n）重合。其結果，如圖 49 的右側所示，自光照射裝置 11j（尤其是多光束光學系統 112）射出藉由多束加工光 ELk 的重疊而恰好可視為一束光的加工光 ELkj。其結果，多光束光學系統 112 射出的加工光 ELkj 的會聚位置 BF 處的光束直徑 ϕ，較光源 110 射出的加工光 ELk 的會聚位置 BF 處的光束直徑 ϕ 更大。在圖 49 所示的示例中，光源 110 射出的加工光 ELk 的會聚位置 BF 處的光束直徑 ϕ 為所述第一直徑 $\phi 1$，而多光束光學系統 112 射出的加工光 ELkj 的會聚位置 BF 處的光束直徑為大於第一直徑 $\phi 1$ 的所述第二直徑 $\phi 2$。

【0293】 再者，在藉由多光束光學系統 112 使多束加工光 ELk 重合而生成加工光 ELj 的情況下，光照射裝置 11j 亦可不具備放大光學系統 1181j。或者，放大光學系統 1181j 亦可包含可使多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 重合的合成光學元件。而且，在藉由多光束光學系統 112 來使多束加工光 ELk 重合而產生加工光 ELj 的情況下，亦可併用放大光學系統 1181j。

【0294】 但是，在藉由使多束加工光 ELk 重合而生成加工光 ELj 的情況下，加工光 ELj 的會聚位置 BF 附近的光束直徑 ϕ 的變化率有可能不小於加工光 ELk 的會聚位置 BF 附近的光束直徑 ϕ 的變

化率。因此，在藉由使多束加工光 ELk 重合而生成加工光 ELj 的情況下，光照射裝置 11j 亦可包含變化率調整光學元件，該變化率調整光學元件可使加工光 ELj 的會聚位置 BF 附近的光束直徑 ϕ 的變化率小於加工光 ELk 的會聚位置 BF 附近的光束直徑 ϕ 的變化率。

【0295】 作為此種變化率調整光學元件的一例，可列舉用於調整光照射裝置 11j 的光學系統（尤其是多光束光學系統 112 或放大光學系統 1181j）的數值孔徑的 NA（Numerical Aperture：數值孔徑）調整光學元件。NA 調整光學元件具有使包含 NA 調整光學元件的光學系統的數值孔徑小於不含 NA 調整光學元件的光學系統的數值孔徑的特性。其結果，如表示自包含 NA 調整光學元件的光學系統照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELj 以及自不含 NA 調整光學元件的光學系統照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELj 的剖面圖即圖 50 所示，自包含 NA 調整光學元件的光學系統照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELj 的會聚位置 BF 附近的光束直徑 ϕ 的變化率，小於自不含 NA 調整光學元件的光學系統照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELj 的會聚位置 BF 附近的光束直徑 ϕ 的變化率。

【0296】 （10-4）放大光學系統 1181j 的狀態控制

【0297】 放大光學系統 1181j 的狀態亦可在放大光學系統 1181j 位於加工光 ELk 的光路上的狀態、與放大光學系統 1181j 不位於加工光 ELk 的光路上的狀態（即，加工光 ELk 不經由放大光學系統 1181j 而照射至塗裝膜 SF 的狀態）之間切換。放大光學系統 1181j

位於加工光 ELk 的光路上的狀態，等價於加工光 ELk 經由放大光學系統 1181j 照射至塗裝膜 SF 的狀態。放大光學系統 1181j 不位於加工光 ELk 的光路上的狀態，等價於加工光 ELk 不經由放大光學系統 1181j 而照射至塗裝膜 SF 的狀態。因此，放大光學系統 1181j 的狀態亦可謂在加工光 ELk 經由放大光學系統 1181j 照射至塗裝膜 SF 的狀態與加工光 ELk 不經由放大光學系統 1181j 而照射至塗裝膜 SF 的狀態之間切換。

【0298】 為了切換放大光學系統 1181j 的狀態，光照射裝置 11j 如表示第十實施形態的光照射裝置 11j 的另一例的立體圖即圖 51 所示，亦可包括驅動系統 1182j。驅動系統 1182j 在控制裝置 2 的控制下使放大光學系統 1181j 移動。例如，驅動系統 1182j 使放大光學系統 1181j 沿著與光照射裝置 11j 所具備的光學系統的光軸（尤其是放大光學系統 1181j 的光軸）交叉的方向來移動。例如，驅動系統 1182j 使位於加工光 ELk 的光路上的放大光學系統 1181j 移動，直至放大光學系統 1181j 不再位於加工光 ELk 的光路上。例如，驅動系統 1182j 使未位於加工光 ELk 的光路上的放大光學系統 1181j 移動，直至放大光學系統 1181j 位於加工光 ELk 的光路上。即，放大光學系統 1181j 亦可藉由驅動系統 1182j，而相對於加工光 ELk 的光路可插入/脫離。

【0299】 隨著此種放大光學系統 1181j 的狀態的切換，加工系統 SYSj 的狀態在經由放大光學系統 1181j 將加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF 的第一狀態與不經由放大光學系統 1181j 而將加工光 ELk 照

射至塗裝膜 SF 的第二狀態之間切換。處於第一狀態的加工系統 SYSj 能夠使用會聚位置 BF 附近的光束直徑 ϕ 相對較大的加工光 ELk（參照圖 48 的（a））來加工塗裝膜 SF。即，處於第一狀態的加工系統 SYSj 能夠以相對粗的微細度來加工塗裝膜 SF。另一方面，處於第二狀態的加工系統 SYSj 能夠使用會聚位置 BF 附近的光束直徑 ϕ 相對較小的加工光 ELk（參照圖 48 的（b））來加工塗裝膜 SF。即，處於第二狀態的加工系統 SYSj 能夠以相對細的微細度來加工塗裝膜 SF。

【0300】 因此，控制裝置 2 亦可基於包含與加工對象物 S 的加工中所要求的微細度相關的條件在內的加工對象物 S 的加工條件，來切換加工系統 SYSj 的狀態（即，放大光學系統 1181j 的狀態）。即，控制裝置 2 亦可基於塗裝膜 SF 或塗裝膜 SF'的加工條件來切換加工系統 SYSj 的狀態（即，放大光學系統 1181j 的狀態）。例如，在加工對象物 S 的加工條件為第一條件#1b 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第一狀態及第二狀態中的任意一者的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。例如，在加工對象物 S 的加工條件為與第一條件#1b 不同的第二條件#2b 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第一狀態及第二狀態中的任意另一者的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。例如，在加工對象物 S 的加工中所要求的微細度為第一微細度#11b 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第一狀態及第二狀態中的任意一者的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀

態。例如，在加工對象物 S 的加工中所要求的微細度為與第一微細度#11b 不同的第二微細度#12b 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第一狀態及第二狀態中的任意另一者的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。

【0301】 具體而言，例如，在加工對象物 S 的加工中所要求的微細度為第一微細度#21b 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第一狀態的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。例如，在加工對象物 S 的加工中所要求的微細度為較第一微細度#21b 更細的第二微細度#22b 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第二狀態的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。或者，例如，在加工對象物 S 的加工中所要求的微細度為第一微細度#31b 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第二狀態的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。例如，在加工對象物 S 的加工中所要求的微細度為較第一微細度#31b 更粗的第二微細度#32b 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第一狀態的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。

【0302】 例如，在形成第一排列間距 P1#11b 的凹狀結構 CP1 及/或第一排列間距 P2#11b 的凸狀結構 CP2 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第一狀態的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。例如，在形成較第一排列間距 P1#11b 更小的第二排列間距 P1#12b 的凹狀結構 CP1 及/或較第一排列間距 P2#11b

更小的第二排列間距 P2#12b 的凸狀結構 CP2 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第二狀態的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。或者，例如，在形成第一排列間距 P1#21b 的凹狀結構 CP1 及/或第一排列間距 P2#21b 的凸狀結構 CP2 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第二狀態的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。例如，在形成較第一排列間距 P1#21b 更大的第二排列間距 P1#22b 的凹狀結構 CP1 及/或較第一排列間距 P2#21b 更大的第二排列間距 P2#22b 的凸狀結構 CP2 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第二狀態的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。

【0303】 例如，在形成具有第一寬度#111b 的凹狀結構 CP1 及/或具有第一寬度#211b 的凸狀結構 CP2 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第一狀態的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。例如，在形成具有較第一寬度#111b 更窄的第二的寬度#112b 的凹狀結構 CP1 及/或具有較第一寬度#211b 更窄的第二寬度#212b 的凸狀結構 CP2 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第二狀態的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。或者，例如，在形成具有第一寬度#121b 的凹狀結構 CP1 及/或具有第一寬度#221b 的凸狀結構 CP2 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第二狀態的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。例如，在形成具有較第一寬度#121b 更寬的第二的寬度#122b 的凹狀結構 CP1 及/或具有較第一寬度#221b 更寬

的第二寬度#222b 的凸狀結構 CP2 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第一狀態的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。

【0304】 與放大光學系統 1181j 的狀態不能切換的加工系統相比，可以所述方式切換放大光學系統 1181j 的狀態的加工系統 SYSj 能夠更適當地加工塗裝膜 SF。具體而言，加工系統 SYSj 能夠與加工對象物 S 的加工中所要求的微細度的大小無關地適當地加工塗裝膜 SF。

【0305】 再者，放大光學系統 1181j 亦可為遠焦光學系統（afocal optical system）。而且，放大光學系統 1181j 的倍率（遠焦光學系統的情況下為角倍率）可變更。放大光學系統 1181j 亦可為變倍光學系統、或變焦光學系統。再者，放大光學系統 1181j 的倍率不限定於放大倍率，可為等倍，亦可為縮小倍率。

【0306】 再者，不限於具備多光束光學系統 112 的加工系統 SYSj 等，對加工對象物 S 進行加工來形成溝槽結構的任意的加工系統亦可具備放大光學系統 1181j。同樣地，對加工對象物 S 進行加工來形成溝槽結構的任意的加工系統亦可具備使放大光學系統 1181j 移動的驅動系統 1182j。即，加工系統 SYSj 亦可不具備多光束光學系統 112。

【0307】 第十實施形態的加工系統 SYSj 亦可包括所述第二實施形態的加工系統 SYSb 至第九實施形態的加工系統 SYSi 中的至少一個所特有的構成元件。第九實施形態的加工系統 SYSi 所特有的

構成元件包括與掃描方向的決定相關的構成元件。

【0308】 （11）第十一實施形態的加工系統 SYSk

【0309】 繼而，對第十一實施形態的加工系統 SYS（以下，將第十一實施形態的加工系統 SYS 稱作「加工系統 SYSk」）進行說明。第十一實施形態的加工系統 SYSk 亦可與所述加工系統 SYSa 的結構相同。進而，第九實施形態的加工系統 SYSk 與所述加工系統 SYSa 同樣地，交替地反覆進行多束加工光 ELk 沿著 X 軸及 Y 軸的任意一者掃描塗裝膜 SF 的掃描動作、以及使多個目標照射區域 EA 在塗裝膜 SF 上沿著 X 軸及 Y 軸的任意另一者移動規定量的步進動作，從而形成溝槽結構。但是，與所述加工系統 SYSa 相比，第十一實施形態的加工系統 SYSk 的不同之處在於以下方面。

【0310】 具體而言，加工系統 SYSa 中，如圖 11 所示，在加工曝射區域 SA 內進行多次的掃描動作中的加工光 ELk 的掃描方向（即，目標照射區域 EA 的移動方向，以下相同）彼此相同。即，分別掃描設定在加工曝射區域 SA 內的多個掃描區域 SCA 的多束加工光 ELk 的掃描方向彼此相同。目標照射區域 EA 在多個掃描區域 SCA 內的移動方向彼此相同。另一方面，第十一實施形態的加工系統 SYSk 亦可變更掃描動作中的加工光 ELk 的掃描方向。加工系統 SYSk 亦可變更掃描動作中的目標照射區域 EA 的移動方向。即，控制裝置 2 亦可以在對加工對象物 S 進行加工的期間內，變更掃描動作中的加工光 ELk 的掃描方向的方式，控制加工裝置 1。控制裝置 2 亦可以在對加工對象物 S 進行加工的期間內，變更

掃描動作中的目標照射區域 EA 的移動方向的方式，控制加工裝置 1。再者，目標照射區域 EA 的移動方向與加工光 ELk 的掃描方向相同，因此以下的說明中，只要並無特別說明，則關於目標照射區域 EA 的移動方向的說明亦可作為與加工光 ELk 的掃描方向相關的說明來處理。

【0311】 在變更目標照射區域 EA 的移動方向的情況下，作為掃描動作，加工系統 SYSk 進行：一邊使目標照射區域 EA 在塗裝膜 SF 的表面上向一方向（例如，自-Y 側朝向+Y 側的方向，以下稱作「+Y 方向」）移動，一邊在所需時機對目標照射區域 EA 照射加工光 ELk 的掃描動作（以下稱作「掃描動作（+Y）」）；以及一邊使目標照射區域 EA 在塗裝膜 SF 的表面上向與一方向相反的另一方向（例如，自+Y 側朝向-Y 側的方向，以下稱作「-Y 方向」）移動，一邊在所需時機對目標照射區域 EA 照射加工光 ELk 的掃描動作（以下稱作「掃描動作（-Y）」）。此時，加工裝置 1 在對加工對象物 S 進行加工的期間內分別進行至少一次以上的掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）。

【0312】 加工系統 SYSk 亦可變更目標照射區域 EA 的移動方向，以使多個掃描區域 SCA 中的一掃描區域 SCA 內的目標照射區域 EA 的移動方向與另一掃描區域 SCA 內的目標照射區域 EA 的移動方向不同。具體而言，加工系統 SYSk 對一掃描區域 SCA 進行掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）中的任意一者，隨後進行步進動作，之後對另一掃描區域 SCA 進行掃描動作（+Y）及掃描動

作（-Y）中的任意另一者。

【0313】 作為一例，如表示目標照射區域 EA 的移動軌跡的一例的平面圖即圖 52 所示，加工系統 SYSk 對掃描區域 SCA#1 進行掃描動作（+Y）。其結果，在掃描區域 SCA#1 內，目標照射區域 EA 沿著 Y 軸方向且自-Y 側向+Y 側移動。此時，掃描區域 SCA#1 的-Y 側的端部成為掃描區域 SCA#1 的掃描開始位置 SC_start#1，掃描區域 SCA#1 的+Y 側的端部成為掃描區域 SCA#1 的掃描結束位置 SC_end#1。加工系統 SYSk 在目標照射區域 EA 在掃描區域 SCA#1 內移動的期間內，在所需時機照射加工光 ELk。隨後，加工系統 SYSk 為了對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#1 鄰接的掃描區域 SCA#2 進行掃描動作，而進行步進動作。即，加工系統 SYSk 進行步進動作，以使目標照射區域 EA 自掃描區域 SCA#1 的掃描結束位置 SC_end#1 移動至掃描區域 SCA#2 的掃描開始位置 SC_start#2。此時，由於在掃描區域 SCA#2 中進行掃描動作（-Y），因此掃描區域 SCA#2 的+Y 側的端部成為掃描區域 SCA#2 的掃描開始位置 SC_start#2。隨後，加工系統 SYSk 對掃描區域 SCA#2 進行掃描動作（-Y）。其結果，在掃描區域 SCA#2 內，目標照射區域 EA 沿著 Y 軸方向且自+Y 側向-Y 側移動。此時，掃描區域 SCA#2 的-Y 側的端部成為掃描區域 SCA#2 的掃描結束位置 SC_end#2。加工裝置 1 在目標照射區域 EA 在掃描區域 SCA#2 內移動的期間內，在所需時機照射加工光 ELk。

【0314】 在圖 52 所示的示例中，自成為掃描結束位置 SC_end#1

的掃描區域 SCA#1 的+Y 側的端部至成為掃描開始位置 SC_start#2 的掃描區域 SCA#2 的+Y 側的端部為止的距離，較自掃描區域 SCA#1 的+Y 側的端部至掃描區域 SCA#2 的+Y 側的端部（即，目標照射區域 EA 的移動方向未變更的情況下成為掃描開始位置 SC_start#2 的位置，參照圖 11）為止的距離更短。因此，在圖 52 所示的示例中，目標照射區域 EA 的移動方向變更的情況下由步進動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量，較目標照射區域 EA 的移動方向未變更的情況下由步進動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量（參照圖 11）更少。其結果，為了使目標照射區域 EA 移動而運作的檢流計鏡 113 的負荷降低。

【0315】 例如，加工系統 SYSk 亦可變更目標照射區域 EA 的移動方向，以使一掃描區域 SCA 中第一部分內的目標照射區域 EA 的移動方向與同一掃描區域 SCA 中第二部分內的目標照射區域 EA 的移動方向不同。此時，加工系統 SYSk 對同一掃描區域 SCA 進行掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）兩者。

【0316】 作為一例，如表示目標照射區域 EA 的移動軌跡的一例的平面圖即圖 53 所示，在對一掃描區域 SCA 進行掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）兩者的情況下，在一掃描區域 SCA 內設定多個加工區域 FA，所述加工區域 FA 是預定了藉由各掃描動作而被實際照射加工光 ELk 的區域。在圖 53 所示的示例中，在一掃描區域 SCA 內設定加工區域 FA#1 及加工區域 FA#2。因而，該示例中，加工系統 SYSk 對加工區域 FA#1 進行掃描動作（+Y）及掃描動作

（-Y）中的任意一者，對加工區域 FA#2 進行掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）中的任意另一者。例如，在對加工區域 FA#1 進行掃描動作（+Y）的情況下，加工區域 FA#1 的-Y 側的端部成為加工區域 FA#1 的加工開始位置 F_start#1，加工區域 FA#1 的+Y 側的端部成為加工區域 FA#1 的加工結束位置 F_end#1。其結果，在加工區域 FA#1 內，目標照射區域 EA 沿著 Y 軸方向且自-Y 側向+Y 側移動。在目標照射區域 EA 在加工區域 FA#1 內移動的期間內，加工系統 SYSk 在所需時機照射加工光 ELk。隨後，加工系統 SYSk 對與加工區域 FA#1 不同的加工區域 FA#2 進行掃描動作（-Y）。此時，加工區域 FA#2 的+Y 側的端部成為加工區域 FA#2 的加工開始位置 F_start#2，加工區域 FA#2 的-Y 側的端部成為加工區域 FA#2 的加工結束位置 F_end#2。因此，加工系統 SYSk 使用檢流計鏡 113，使目標照射區域 EA 以自加工區域 FA#1 的加工結束位置 F_end#1 朝向加工區域 FA#2 的加工開始位置 F_start#2 的方式，沿著 Y 軸方向且自-Y 側向+Y 側移動。再者，為了便於說明，圖 53 如目標照射區域 EA 不僅沿著 Y 軸方向移動或許亦沿著 X 軸方向移動般描繪目標移動區域 EA 的移動軌跡，但實際上，目標移動區域 EA 亦可不沿著 X 軸方向移動。此時，加工系統 SYSk 不照射加工光 ELk。再者，不照射加工光 ELk 而使目標照射區域 EA 沿著 Y 軸方向移動的動作並非使目標照射區域 EA 至少沿著 X 軸方向移動的動作，因而並非步進動作。第十一實施形態中，為了便於說明，將該動作稱作「掃描動作（不照射）」。因而，在圖

53 所示的示例中，加工系統 SYSk 可謂是進行掃描動作，隨後，在不進行步進動作的情況下進行掃描動作（不照射），隨後進行掃描動作。即，在圖 53 所示的示例中，加工系統 SYSk 可謂是每當進行掃描動作，在不進行步進動作的情況下進行掃描動作（不照射），在此基礎上再次進行掃描動作。隨後，加工系統 SYSk 對加工區域 FA#2 進行掃描動作（-Y）。其結果，在加工區域 FA#2 內，目標照射區域 EA 沿著 Y 軸方向且自+Y 側向-Y 側移動。加工系統 SYSk 在目標照射區域 EA 在加工區域 FA#2 內移動期間內，在所需時機照射加工光 ELk。在掃描區域 SCA 中更包含加工區域 FA 的情況下，加工系統 SYSk 重覆同樣的動作。此時，加工系統 SYSk 在相同的掃描區域 SCA 內分別進行至少一次以上的掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）。在對掃描區域 SCA 的掃描動作完成之後（即，在對掃描區域 SCA 所包含的多個加工區域 FA 分別進行的多個掃描動作完成之後），進行步進動作，之後對另一掃描區域 SCA 進行掃描動作。

【0317】 再者，即便在對一掃描區域 SCA 進行掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）中的任意一者（即，不進行掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）中的任意另一者）的情況下，亦可仍在一掃描區域 SCA 內設定多個加工區域 FA，即藉由各掃描動作而被實際照射加工光 ELk 的區域。例如，如上所述，在目標照射區域 EA 在掃描區域 SCA 內移動的期間內，加工系統 SYSk 在所需時機照射加工光 ELk。即，加工系統 SYSk 在目標照射區域 EA 與掃描區域 SCA

中應實際照射加工光 ELk 的區域重疊的時機照射加工光 ELk，另一方面，在目標照射區域 EA 不與掃描區域 SCA 中應實際照射加工光 ELk 的區域重疊的時機不照射加工光 ELk。此時，掃描區域 SCA 中應實際照射加工光 ELk 的區域實質上相當於加工區域 FA。因此，如表示目標照射區域 EA 的移動軌跡的一例的平面圖即圖 54 所示，即便在對一掃描區域 SCA 進行掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）中的任意一者的情況下，亦可在一掃描區域 SCA 內設定多個加工區域 FA。但是，此時，目標移動區域 EA 在各加工區域 FA 內的移動方向相同。除了目標移動區域 EA 在各加工區域 FA 內的移動方向相同這一點之外，圖 54 所示的掃描動作的流程亦可與圖 53 所示的掃描動作的流程相同。

【0318】 控制裝置 2 亦可以滿足規定基準的方式來設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向。具體而言，控制裝置 2 亦可將各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向設定為+Y 方向及-Y 方向中滿足規定基準的任意一個方向或兩個方向。此時，加工系統 SYSk 在各掃描區域 SCA 中進行掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）中滿足規定基準的任意一個掃描動作或兩個掃描動作。

【0319】 例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下步進移動量基準的方式，來設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，與多個掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向全部相同的情況（參照所述圖 11）相比，由為了對各掃描區域 SCA 進

行掃描動作而進行的步進動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量變少。例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下步進移動量基準的方式，來設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，與未以滿足步進移動量基準的方式設定目標照射區域 EA 的移動方向的情況相比，由為了對各掃描區域 SCA 進行掃描動作而進行的步進動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量變少。例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下步進移動量基準的方式，來設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，由為了對各掃描區域 SCA 進行掃描動作而進行的步進動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量最少。

【0320】 由步進動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量越少，步進動作所需的時間越短。因此，例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下步進移動時間基準的方式，來設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，與多個掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向全部相同的情況相比，為了對各掃描區域 SCA 進行掃描動作而進行的步進動作所需的時間變短。例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下步進移動量基準的方式，來設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，與未以滿足步進移動時間基準的方式設定目標照射區域 EA 的移動方向的情況相比，為了對各掃描區域 SCA 進行掃描動作而進行的步進動作所需的時間變短。例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下步進移動時間基準的方式，來設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移

動方向，即，為了對各掃描區域 SCA 進行掃描動作而進行的步進動作所需的時間為最短。

【0321】 例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下掃描移動量基準的方式，來設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，與多個掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向全部相同的情況相比，由對各掃描區域 SCA 進行的掃描動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量變少。例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下掃描移動量基準的方式，來設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，與未以滿足掃描移動量基準的方式設定目標照射區域 EA 的移動方向的情況相比，由對各掃描區域 SCA 進行的掃描動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量變少。例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下掃描移動量基準的方式，來設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，由對各掃描區域 SCA 進行的掃描動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量最少。

【0322】 由掃描動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量越少，掃描動作所需的時間越短。因此，例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下掃描移動時間基準的方式，來設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，與多個掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向全部相同的情況相比，為了對各掃描區域 SCA 進行掃描動作而所需的時間變短。例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下掃描移動時間基準的方式，來設定各掃描區域 SCA 中的

目標照射區域 EA 的移動方向，即，與未以滿足掃描移動時間基準的方式設定目標照射區域 EA 的移動方向的情況相比，對各掃描區域 SCA 進行的掃描動作所需的時間變短。例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下掃描移動時間基準的方式，來設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，為了對各掃描區域 SCA 進行掃描動作而所需的時間為最短。

【0323】 例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下掃描移動量基準（不照射）的方式設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，與多個掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向全部相同的情況相比，由對各掃描區域 SCA 進行的掃描動作(不照射）所引起的目標照射區域 EA 的移動量變少。例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下掃描移動量基準（不照射）的方式設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，與未以滿足掃描移動量基準（不照射）的方式設定目標照射區域 EA 的移動方向的情況相比，由對各掃描區域 SCA 進行的掃描動作（不照射）所引起的目標照射區域 EA 的移動量變少。例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下掃描移動量基準（不照射）的方式設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，由對各掃描區域 SCA 進行的掃描動作（不照射）所引起的目標照射區域 EA 的移動量最少。

【0324】 由掃描動作（未照射）所引起的目標照射區域 EA 的移動量越少，掃描動作（未照射）所需的時間越短。因此，例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下掃描移動時間基準（不照射）的方式

設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，與多個掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向全部相同的情況相比，為了對各掃描區域 SCA 進行掃描動作（不照射）而所需的時間變短。例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下掃描移動時間基準(不照射)的方式設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，與未以滿足掃描移動時間基準（不照射）的方式設定目標照射區域 EA 的移動方向的情況相比，對各掃描區域 SCA 進行的掃描動作（不照射）所需的時間變短。例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下掃描移動時間基準（不照射）的方式設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，為了對各掃描區域 SCA 進行掃描動作（不照射）而所需的時間為最短。

【0325】 目標照射區域 EA 的移動量越少，為了對加工曝射區域 SA 進行加工而所需的時間越短。因此，為了加工塗裝膜 SF 而所需的時間亦變短。即，與加工對象物 S 的加工相關的生產率提高。

【0326】 控制裝置 2 亦可在所需時機設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向。例如，控制裝置 2 亦可在開始加工對象物 S 的加工之前，設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向。例如，控制裝置 2 亦可在加工對象物 S 的加工開始後，設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向。例如，控制裝置 2 亦可在開始一加工曝射區域 SA 的加工之前，設定一加工曝射區域 SA 內的各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向。例如，控制裝置 2 亦可在一加工曝射區域 SA 的加工

開始後，設定一加工曝射區域 SA 內的各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向。例如，控制裝置 2 亦可在開始各掃描區域 SCA 的加工之前，設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向。

【0327】 以下，對設定目標照射區域 EA 的移動方向的基準的具體例進行說明。

【0328】 （6-1）第一基準

【0329】 控制裝置 2 亦可以滿足第一基準的方式來設定目標照射區域 EA 的移動方向，所述第一基準是反覆進行如下第一基準動作，即，進行掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）中的任意一者，隨後進行步進動作，並進行掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）中的任意另一者，隨後進行步進動作。即，控制裝置 2 亦可以滿足反覆進行如下動作的第一基準的方式來設定目標照射區域 EA 的移動方向，即，對一掃描區域 SCA 進行掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）中的任意一者，隨後進行步進動作，隨後對另一掃描區域 SCA 進行掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）中的任意另一者。

【0330】 將移動方向設定為滿足第一基準時的目標照射區域 EA 的移動軌跡的一例示於圖 55 中。在圖 55 所示的示例中，加工系統 SYSk 首先對掃描區域 SCA#1 進行掃描動作（+Y）。隨後，加工系統 SYSk 在進行步進動作之後，對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#1 鄰接的未加工的掃描區域 SCA#1 進行掃描動作（-Y）。隨後，加工系統 SYSk 在進行步進動作之後，對沿著 X 軸方向與掃

描區域 SCA#2 鄰接的未加工的掃描區域 SCA#3 進行掃描動作（+Y）。隨後，加工系統 SYSk 在進行步進動作之後，對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#3 鄰接的未加工的掃描區域 SCA#4 進行掃描動作（-Y）。隨後，加工系統 SYSk 在進行步進動作之後，對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#4 鄰接的未加工的掃描區域 SCA#5 進行掃描動作（+Y）。隨後，加工系統 SYSk 在進行步進動作之後，對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#5 鄰接的未加工的掃描區域 SCA#6 進行掃描動作（-Y）。

【0331】 在如上所述將移動方向設定為滿足第一基準的情況下，與多個掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向全部相同的情況相比，目標照射區域 EA 的步進動作中的移動量變少。其理由在於，如使用圖 53 已說明般，關於至一掃描區域 SCA 的掃描結束位置 SC_end 及一掃描區域 SCA 的掃描開始位置 SC_start 為止的距離，在將目標照射區域 EA 的移動方向設定為滿足第一基準的情況下，短於多個掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向全部相同的情況（參照圖 9）。因而，第一基準可謂是步進移動量基準及步進移動時間基準各自的一例。

【0332】 而且，第一基準亦可謂是如下基準的一例，該基準可使由為了對各掃描區域 SCA 進行掃描動作而進行的步進動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量最少。即，第一基準亦可謂是如下基準的一例，該基準將各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向設定為+Y 方向及-Y 方向中的、可減少由為了對各掃描區域

SCA 進行掃描動作而進行的步進動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量的任意一個方向。例如，與掃描區域 SCA#2 中的目標照射區域 EA 的移動方向為+Y 方向的情況（參照圖 11）相比，掃描區域 SCA#2 中的目標照射區域 EA 的移動方向為-Y 方向的情況下（圖 55），由為了對掃描區域 SCA#2 進行掃描動作而進行的步進動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量變少。因此，控制裝置 2 將掃描區域 SCA#2 中的目標照射區域 EA 的移動方向設定為-Y 方向，而非+Y 方向。

【0333】 （6-2）第二基準

【0334】 控制裝置 2 亦可以滿足第二基準的方式設定目標照射區域 EA 的移動方向，所述第二基準是在加工各加工曝射區域 SA 的期間內，掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）兩者至少進行一次。將移動方向設定為滿足第二基準時的目標照射區域的移動軌跡的一例示於圖 56 中。在圖 56 所示的示例中，加工系統 SYSk 首先對掃描區域 SCA#1 進行掃描動作（+Y）。隨後，加工系統 SYSk 在進行步進動作之後，對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#1 鄰接的未加工的掃描區域 SCA#1 進行掃描動作(+Y)。隨後，加工系統 SYSk 在進行步進動作之後，對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#2 鄰接的未加工的掃描區域 SCA#3 進行掃描動作（+Y）。隨後，加工系統 SYSk 在進行步進動作之後，對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#3 鄰接的未加工的掃描區域 SCA#4 進行掃描動作（-Y）。隨後，加工系統 SYSk 在進行步進動作之後，對沿著 X 軸方向與掃描區域

SCA#4 鄰接的未加工的掃描區域 SCA#5 進行掃描動作（-Y）。隨後，加工系統 SYSk 在進行步進動作之後，對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#5 鄰接的未加工的掃描區域 SCA#6 進行掃描動作（-Y）。

【0335】 如上所述將移動方向設定為滿足第二基準的目標照射區域 EA 的步進動作中的移動量，亦較多個掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向全部相同的情況下由步進動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量變少。其原因在於，至少一次的步進動作（具體而言，在目標照射區域 EA 的移動方向變更的時機進行的步進動作，在圖 56 所示的示例中，自對掃描區域 SCA#3 的掃描動作完成後至開始對掃描區域 SCA#4 的掃描動作為止所進行的步進動作）中的目標照射區域 EA 的移動量，較多個掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向全部相同的情況下進行的一次步進動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量（參照圖 11）變少。因而，第二基準可謂是步進移動量基準及步進移動時間基準各自的一例。

【0336】 （6-3）第三基準

【0337】 當在各掃描區域 SCA 設定有單個加工區域 FA 時，控制裝置 2 亦可以滿足第三基準的方式設定一掃描區域 SCA 內的一加工區域 FA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，所述第三基準是根據對在一掃描區域 SCA 之前已進行掃描動作的另一掃描區域 SCA 內的另一加工區域 FA 的掃描動作完成時的加工光 ELk 的照射位

置（即，加工結束位置 F_end）與一加工區域 FA 之間的位置關係而確定。即，控制裝置 2 亦可以滿足如下第三基準的方式設定一掃描區域 SCA 內的一加工區域 FA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，所述第三基準是根據對與一掃描區域 SCA 鄰接的另一掃描區域 SCA 內的另一加工區域 FA 的掃描動作完成時的加工光 ELk 的照射位置（即，加工結束位置 F_end）與一加工區域 FA 的位置關係而確定。

【0338】 例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下第三基準的方式設定一加工區域 FA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，所述第三基準是根據另一加工區域 FA 的加工結束位置 F_end 與一加工區域 FA 的+Y 側的端部及-Y 側的端部之間的位置關係而確定。此時，第三基準亦可為自一加工區域 FA 的+Y 側的端部及-Y 側的端部中的靠近另一加工區域 FA 的加工結束位置 F_end 的端部開始掃描動作的基準。第三基準亦可為如下基準，其將一加工區域 FA 的+Y 側的端部及-Y 側的端部中的靠近另一加工區域 FA 的加工結束位置 F_end 的一個端部設定為一加工區域 FA 的加工開始位置 F_start，將一加工區域 FA 的+Y 側的端部及-Y 側的端部中的遠離另一加工區域 FA 的加工結束位置 F_end 的端部設定為一加工區域 FA 的加工結束位置 F_end。

【0339】 以下，一邊參照圖 57，一邊對以滿足此種第三基準的方式設定的目標照射區域 EA 的移動方向進行說明。圖 57 是表示以滿足第三基準的方式設定移動方向的情況下目標照射區域 EA 的

移動軌跡的一例的平面圖。

【0340】 圖 57 表示了在加工曝射區域 SA 設定有五個掃描區域 SCA#1 至掃描區域 SCA#5，且在掃描區域 SCA#1 至掃描區域 SCA#5 分別設定有加工區域 FA#1 至加工區域 FA#5 的示例。此時，加工系統 SYSk 首先對掃描區域 SCA#1 進行掃描動作。在圖 57 所示的示例中，加工系統 SYSk 對掃描區域 SCA#1 進行掃描動作（+Y）。即，在圖 57 所示的示例中，加工區域 FA#1 的-Y 側的端部設定為加工區域 FA#1 的加工開始位置 F_start#1，加工區域 FA#1 的+Y 側的端部設定為加工區域 FA#1 的加工結束位置 F_end#1。

【0341】 隨後，加工系統 SYSk 對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#1 鄰接的掃描區域 SCA#2 內的加工區域 FA#2 進行掃描動作。此時，掃描區域 SCA#2（加工區域 FA#2）中的目標照射區域 EA 的移動方向預先以滿足第三基準的方式設定，所述第三基準是根據對掃描區域 SCA#1（加工區域 FA#1）的掃描動作完成時的加工光 ELk 的照射位置（即，加工結束位置 F_end#1）與加工區域 FA#2 的位置關係而確定。具體而言，相較於加工區域 FA#2 的-Y 側的端部，加工區域 FA#2 的+Y 側的端部更靠近加工區域 FA#1 的加工結束位置 F_end#1。因此，加工區域 FA#2 的+Y 側的端部設定為加工區域 FA#2 的加工開始位置 F_start#2，加工區域 FA#2 的-Y 側的端部設定為加工區域 FA#2 的加工結束位置 F_end#2。因此，掃描區域 SCA#2（加工區域 FA#2）中目標照射區域 EA 的移

動方向設定為-Y 方向。即，掃描區域 SCA#2（加工區域 FA#2）中目標照射區域 EA 的移動方向設定為，自加工區域 FA#2 的+Y 側的端部開始掃描動作。

【0342】 因此，加工系統 SYSk 首先以目標照射區域 EA 自加工區域 FA#1 的加工結束位置 F_end#1 移動至加工區域 FA#2 的加工開始位置 F_start#2 的方式，進行步進動作。隨後，加工系統 SYSk 對加工區域 FA#2 進行掃描動作（-Y）。

【0343】 隨後，加工系統 SYSk 對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#2 鄰接的掃描區域 SCA#3 內的加工區域 FA#3 進行掃描動作。此時，相較於加工區域 FA#3 的-Y 側的端部，加工區域 FA#3 的+Y 側的端部更靠近加工區域 FA#2 的加工結束位置 F_end#2。因此，加工區域 FA#3 的+Y 側的端部設定為加工區域 FA#3 的加工開始位置 F_start#3，加工區域 FA#3 的-Y 側的端部設定為加工區域 FA#3 的加工結束位置 F_end#3。掃描區域 SCA#3（加工區域 FA#3）中的目標照射區域 EA 的移動方向設定為-Y 方向。因此，加工系統 SYSk 首先以目標照射區域 EA 自加工區域 FA#2 的加工結束位置 F_end#2 移動至加工區域 FA#3 的加工開始位置 F_start#3 的方式，進行步進動作。隨後，加工系統 SYSk 對加工區域 FA#3 進行掃描動作（-Y）。

【0344】 隨後，加工系統 SYSk 對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#3 鄰接的掃描區域 SCA#4 內的加工區域 FA#4 進行掃描動作。此時，相較於加工區域 FA#4 的+Y 側的端部，加工區域 FA#4

的-Y 側的端部更靠近加工區域 FA#3 的加工結束位置 F_end#3。因此，加工區域 FA#4 的-Y 側的端部設定為加工區域 FA#4 的加工開始位置 F_start#4，加工區域 FA#4 的+Y 側的端部設定為加工區域 FA#4 的加工結束位置 F_end#4。掃描區域 SCA#4（加工區域 FA#4）中的目標照射區域 EA 的移動方向設定為+Y 方向。因此，加工系統 SYSk 首先以目標照射區域 EA 自加工區域 FA#3 的加工結束位置 F_end#3 移動至加工區域 FA#4 的加工開始位置 F_start#4 的方式，進行步進動作。隨後，加工系統 SYSk 對加工區域 FA#4 進行掃描動作（+Y）。

【0345】 隨後，加工系統 SYSk 對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#4 鄰接的掃描區域 SCA#5 內的加工區域 FA#5 進行掃描動作。此時，相較於加工區域 FA#5 的-Y 側的端部，加工區域 FA#5 的+Y 側的端部更靠近加工區域 FA#4 的加工結束位置 F_end#4。因此，加工區域 FA#5 的+Y 側的端部設定為加工區域 FA#5 的加工開始位置 F_start#5，加工區域 FA#5 的-Y 側的端部設定為加工區域 FA#5 的加工結束位置 F_end#5。掃描區域 SCA#5（加工區域 FA#5）中的目標照射區域 EA 的移動方向設定為-Y 方向。因此，加工系統 SYSk 首先以目標照射區域 EA 自加工區域 FA#4 的加工結束位置 F_end#4 移動至加工區域 FA#5 的加工開始位置 F_start#5 的方式，進行步進動作。隨後，加工系統 SYSk 對加工區域 FA#5 進行掃描動作（-Y）。

【0346】 如上所述將移動方向設定為滿足第三基準的目標照射

區域 EA 的步進動作中的移動量，亦較多個掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向全部相同的情況下由步進動作引起的目標照射區域 EA 的移動量變少。因而，第三基準可謂是步進移動量基準及步進移動時間基準各自的一例。

【0347】 再者，圖 58 表示了圖 57 所示的加工區域 FA#1 至加工區域 FA#5 中的目標照射區域 EA 的移動方向設定為滿足第一基準的情況下的目標照射區域 EA 的移動軌跡。如由圖 57 及圖 58 可知般，在以滿足第三基準的方式設定目標照射區域 EA 的移動方向的情況下，相較於以滿足第一基準的方式設定目標照射區域 EA 的移動方向的情況相比，由步進動作引起的目標照射區域 EA 的移動量及移動時間有可能變短。

【0348】 但是，在各掃描區域 SCA 與各掃描區域 SCA 內的加工區域 FA 一致（即，各掃描區域 SCA 的整體成為加工區域 FA）的情況下，以滿足第三基準的方式設定的目標照射區域 EA 的移動方向，會與以滿足第一基準的方式設定的目標照射區域 EA 的移動方向相同。

【0349】 （6-4）第四基準

【0350】 當在一掃描區域 SCA 設定有多個加工區域 FA 時，控制裝置 2 亦可以滿足第四基準的方式設定各加工區域 FA 的各自的移動方向，所述第四基準是自具有最靠近之前的掃描動作剛剛完成時的加工光 ELk 的照射位置的端部的加工區域 FA 起依序進行掃描動作，且在各加工區域 FA 內，目標照射區域 EA 自靠近之前的

掃描動作剛剛完成時的加工光 ELk 的照射位置的端部朝向遠離之前的掃描動作剛剛完成時的加工光 ELk 的照射位置的端部移動。

【0351】 以下，一邊參照圖 59，一邊對以滿足此種第四基準的方式設定的目標照射區域 EA 的移動方向進行說明。圖 59 是表示當將移動方向設定為滿足第四基準時目標照射區域 EA 的移動軌跡的一例的平面圖。

【0352】 圖 59 表示了在加工曝射區域 SA 設定有五個掃描區域 SCA#1 至掃描區域 SCA#5，在掃描區域 SCA#1 至掃描區域 SCA#4 分別設定有加工區域 FA#1 至加工區域 FA#4，且在掃描區域 SCA#5 設定有三個加工區域 FA#51 至 FA#53 的示例。再者，關於在掃描區域 SCA#1 至掃描區域 SCA#4 加工區域 FA#1 至加工區域 FA#4，與圖 57 所示的加工區域 FA#1 至加工區域 FA#4 相同。因此，關於對掃描區域 SCA#1 至掃描區域 SCA#4（加工區域 FA#1 至加工區域 FA#4）的掃描動作的說明，與圖 57 所示的掃描動作相同，因此省略其說明。

【0353】 在對掃描區域 SCA#4（加工區域 FA#4）的掃描動作完成之後，加工系統 SYSk 對掃描區域 SCA#5 內的加工區域 FA#51 至加工區域 FA#53 依序進行掃描動作。此處，相較於加工區域 FA#51 的-Y 側的端部及+Y 側的端部、加工區域 FA#52 的-Y 側的端部及+Y 側的端部以及加工區域 FA#53 的-Y 側的端部，加工區域 FA#53 的+Y 側的端部更靠近之前的掃描動作剛剛完成時的加工光 ELk 的照射位置即加工區域 FA#4 的加工結束位置 F_end#4。因

此，在掃描區域 SCA#5 中，首先，對加工區域 FA#53 進行掃描動作。如上所述，目標照射區域 EA 在加工區域 FA#53 中的移動方向預先以如下方式設定，即，為自靠近加工結束位置 F_end#4 的端部朝向遠離加工結束位置 F_end#4 的端部的方向。即，加工區域 FA#53 的+Y 側的端部設定為加工區域 FA#53 的加工開始位置 F_start#53，加工區域 FA#53 的-Y 側的端部設定為加工區域 FA#53 的加工結束位置 F_end#53。即，加工區域 FA#53 中的目標照射區域 EA 的移動方向設定為-Y 方向。

【0354】 因此，加工系統 SYSk 首先以目標照射區域 EA 自加工區域 FA#4 的加工結束位置 F_end#4 移動至加工區域 FA#53 的加工開始位置 F_start#53 的方式，進行步進動作。隨後，加工系統 SYSk 對加工區域 FA#53 進行掃描動作（-Y）。

【0355】 隨後，加工系統 SYSk 對掃描區域 SCA#5 內的未加工的加工區域 FA#51 至加工區域 FA#52 進行掃描動作。此處，相較於加工區域 FA#51 的-Y 側的端部及+Y 側的端部、以及加工區域 FA#52 的-Y 側的端部，加工區域 FA#52 的+Y 側的端部更靠近之前的掃描動作剛剛完成時的加工光 ELk 的照射位置即加工區域 FA#53 的加工結束位置 F_end#53。因此，在掃描區域 SCA#5 中，在加工區域 FA#53 之後，對加工區域 FA#52 進行掃描動作。如上所述，目標照射區域 EA 在加工區域 FA#52 中的移動方向預先以以如下方式設定，即，為自靠近加工結束位置 F_end#53 的端部朝向遠離加工結束位置 F_end#53 的端部的方向。即，加工區域 FA#52

的+Y 側的端部設定為加工區域 FA#52 的加工開始位置 F_start#52，加工區域 FA#52 的-Y 側的端部設定為加工區域 FA#52 的加工結束位置 F_end#52。即，加工區域 FA#52 中的目標照射區域 EA 的移動方向設定為-Y 方向。

【0356】 因此，加工系統 SYSk 首先以目標照射區域 EA 自加工區域 FA#53 的加工結束位置 F_end#53 移動至加工區域 FA#52 的加工開始位置 F_start#52 的方式，進行步進動作。隨後，加工系統 SYSk 對加工區域 FA#52 進行掃描動作（-Y）。

【0357】 隨後，加工系統 SYSk 對掃描區域 SCA#5 內的未加工的加工區域 FA#51 進行掃描動作。加工區域 FA#51 中的目標照射區域 EA 的移動方向預先以如下方式設定，即，為自靠近之前的掃描動作剛剛完成時的加工光 ELk 的照射位置即加工區域 FA#52 的加工結束位置 F_end#52 的端部朝向遠離加工結束位置 F_end#52 的端部的方向。即，加工區域 FA#51 的+Y 側的端部設定為加工區域 FA#51 的加工開始位置 F_start#51，加工區域 FA#51 的-Y 側的端部設定為加工區域 FA#51 的加工結束位置 F_end#51。即，加工區域 FA#51 中的目標照射區域 EA 的移動方向設定為-Y 方向。

【0358】 因此，加工系統 SYSk 首先以目標照射區域 EA 自加工區域 FA#52 的加工結束位置 F_end#52 移動至加工區域 FA#51 的加工開始位置 F_start#51 的方式，進行步進動作。隨後，加工系統 SYSk 對加工區域 FA#51 進行掃描動作（-Y）。

【0359】 如上所述將移動方向設定為滿足第四基準的目標照射

區域 EA 的步進動作中的移動量，亦較多個掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向全部相同的情況下由步進動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量變少。因而，第四基準可謂是步進移動量基準及步進移動時間基準各自的一例。

【0360】 而且，在將目標照射區域 EA 的移動方向設定為滿足第四基準的情況下，根據情況，由掃描動作（不照射）引起的目標照射區域 EA 中的移動量有可能變少。例如，圖 60 表示了當將圖 59 所示的加工區域 FA#1 至加工區域 FA#4 以及加工區域 FA#51 至加工區域 FA#53 中的目標照射區域 EA 的移動方向設定為滿足第一基準時目標照射區域 EA 的移動軌跡。如由圖 59 及圖 60 可知般，在以滿足第四基準的方式設定目標照射區域 EA 的移動方向的情況下，與以滿足第一基準的方式設定目標照射區域 EA 的移動方向的情況相比，尤其是在掃描區域 SCA#5 內進行的掃描動作（不照射）所引起的目標照射區域 EA 的移動量及移動時間有可能變短。因而，第四基準可謂是掃描移動量基準（未照射）及掃描移動時間基準（未照射）各自的一例。

【0361】 再者，不限於具備多光束光學系統 112 的加工系統 SYSk，對加工對象物 S 進行加工來形成溝槽結構的任意的加工系統亦可使掃描方向與凹狀結構 CP1 一致。同樣地，對加工對象物 S 進行加工來形成溝槽結構的任意的加工系統，亦可變更目標照射區域 EA 的移動方向。即，加工系統 SYSk 亦可不具備多光束光學系統 112。

【0362】 第十一實施形態的加工系統 SYSk 亦可包括所述第二實施形態的加工系統 SYSb 至第十實施形態的加工系統 SYSj 的至少一個所特有的構成元件。第十實施形態的加工系統 SYSj 所特有的構成元件包含與放大光束光學系統 1181j 相關的構成元件。

【0363】 （12）其他變形例

【0364】 所述說明中，加工系統 SYS 為了使多束加工光 ELk 在塗裝膜 SF 的表面上掃描而利用檢流計鏡 113 來將加工光 ELk 偏轉。然而，除了利用檢流計鏡 113 來將加工光 ELk 偏轉以外，或者取而代之，加工裝置 1 亦可藉由使光照射裝置 11 相對於塗裝膜 SF 相對移動而使多束加工光 ELk 在塗裝膜 SF 的表面上掃描。即，控制裝置 2 亦可控制驅動系統 12 來使光照射裝置 11 相對於塗裝膜 SF 相對移動，以使加工光 ELk 掃描塗裝膜 SF 的表面。

【0365】 驅動系統 12 使光照射裝置 11 相對於塗裝膜 SF 相對移動的目的之一是，如上所述般使加工光 ELk 在塗裝膜 SF 的表面上掃描。因此，在即便光照射裝置 11 不移動亦能實現加工光 ELk 對塗裝膜 SF 的掃描的情況下，光照射裝置 11 亦可不移動。即，加工系統 SYS 亦可不包括驅動系統 12。

【0366】 驅動系統 12 使光照射裝置 11 相對於塗裝膜 SF 相對移動的目的之一是為了在收容裝置 13 的收容空間 SP 收容多個加工曝射區域 SA 的情況下，不使收容裝置 13 及支持裝置 14 移動而利用加工光 ELk 來依序掃描多個加工曝射區域 SA。因此，在收容空間 SP 收容單個加工曝射區域 SA 的情況下，光照射裝置 11 亦可不

移動。即，加工系統 SYS 亦可不包括驅動系統 12。

【0367】 所述說明中，加工裝置 1 包括收容裝置 13、支持裝置 14、驅動系統 15、排氣裝置 16 及氣體供給裝置 17。然而，加工裝置 1 只要可對加工對象物 S 進行加工，則亦可不包括收容裝置 13、支持裝置 14、驅動系統 15、排氣裝置 16 及氣體供給裝置 17 中的至少一個。加工裝置 1 只要可對加工對象物 S 進行加工，則亦可不包括收容裝置 13、支持裝置 14、驅動系統 15、排氣裝置 16 及氣體供給裝置 17 中的至少一部分。進而，所述收容裝置 13、支持裝置 14、驅動系統 15、排氣裝置 16 及氣體供給裝置 17 各自的結構不過是一例，加工裝置 1 亦可包括具有與所述結構不同的結構的收容裝置 13、支持裝置 14、驅動系統 15、排氣裝置 16 及氣體供給裝置 17 中的至少一個。

【0368】 所述說明中，加工系統 SYS 在加工對象物 S 的表面上形成由塗裝膜 SF 所形成的溝槽結構。然而，加工系統 SYS 亦可在加工對象物 S 的表面上，形成具有任意形狀的由塗裝膜 SF 所形成的任意結構。此時，只要控制裝置 2 控制光照射裝置 11 等，以使加工光 ELk 沿著與應形成的結構相應的掃描軌跡來掃描塗裝膜 SF 的表面，則可形成具有任意形狀的任意結構。作為任意結構的一例，可列舉有規則或不規則地形成的微米/奈米級的微細紋理結構（典型的是凹凸結構）。此種微細紋理結構亦可包含具有降低流體（氣體及/或液體）所造成的阻力的功能的鯊魚皮結構及微坑（dimple）結構中的至少一者。微細紋理結構亦可包含具有斥液功

能及自清潔（self cleaning）功能的至少一者（例如具有蓮花效應（lotus effect））的蓮葉表面結構。微細紋理結構亦可包含具有液體輸送功能的微細突起結構（參照美國專利公開第 2017/0044002 號公報）、具有親液性功能的凹凸結構、具有防污功能的凹凸結構、具有反射率降低功能及斥液功能的至少一者的蛾眼(moth-eye)結構、利用干涉來僅加強指定波長的光而呈現結構色的凹凸結構、具有利用凡得瓦力（Van der Waals' forces）的黏著功能的柱陣列（pillar array）結構、具有空氣動力噪音降低功能的凹凸結構、及具有液滴捕集功能的蜂窩（honeycomb）結構等中的至少一個。

【0369】 所述說明中，加工系統 SYS 藉由加工光 ELk 的照射來使塗裝膜 SF 蒸發而去除塗裝膜 SF。然而，除了藉由加工光 ELk 的照射來使塗裝膜 SF 蒸發以外，或者取而代之，加工系統 SYS 亦可藉由加工光 ELk 的照射來改變塗裝膜 SF 的性質而去除塗裝膜 SF。例如，加工系統 SYS 亦可藉由加工光 ELk 的照射來使塗裝膜 SF 熔融並將熔融的塗裝膜 SF 去除，藉此來去除塗裝膜 SF。例如，加工系統 SYS 亦可藉由加工光 ELk 的照射來使塗裝膜 SF 變脆，並剝離變脆的塗裝膜 SF，藉此來去除塗裝膜 SF。所述說明中，加工系統 SYS 對形成在加工對象物 S 表面的塗裝膜 SF 進行剝蝕加工。然而，加工系統 SYS 亦可藉由熱加工來去除形成在加工對象物 S 表面的塗裝膜 SF 的一部分。

【0370】 所述說明中，加工系統 SYS 藉由去除塗裝膜 SF 而形成凹部 C（或者凹狀結構 CP1、或包含所述凹狀結構 CP1 的溝槽結

構等任意結構）。即，加工系統 SYS 加工塗裝膜 SF，以使塗裝膜 SF 局部變薄。然而，除了使塗裝膜 SF 局部變薄以外，或者取而代之，加工系統 SYS 亦可加工塗裝膜 SF 以使塗裝膜 SF 局部變厚。即，除了藉由去除塗裝膜 SF 而形成凹部 C 以外，或者取而代之，加工系統 SYS 亦可藉由附加塗裝膜 SF 而形成凸部（或者凸狀結構 CP2、或包含所述凸狀結構 CP2 的任意結構）。例如，加工系統 SYS 亦可藉由對塗裝膜 SF 的第一部分照射加工光 ELk 而去除第一部分的塗裝膜 SF，隨後使去除的塗裝膜 SF 固定於塗裝膜 SF 的第二部分，藉此使所述第二部分的塗裝膜 SF 相對變厚（即，亦可在第二部分形成凸部）。

【0371】 所述說明中，加工系統 SYS 對形成在加工對象物 S 表面的塗裝膜 SF 進行加工。然而，加工系統 SYS 亦可對形成在加工對象物 S 表面的、塗裝膜 SF 以外的任意被膜進行加工。或者，加工系統 SYS 亦可對積層有多個層的結構體進行加工。具體而言，加工系統 SYS 亦可對構成結構體的多個層中的至少一層（典型的是包含最靠表面側的層的至少一個層）進行加工。加工系統 SYS 亦可對構成結構體的多個層中的至少一層進行加工，形成由該層所形成的結構。此時，被加工的至少一個層相當於所述塗裝膜 SF，該至少一個層以外的其他層相當於加工對象物 S。或者，加工系統 SYS 亦可對加工對象物 S 本身進行加工。即，加工系統 SYS 亦可對表面未形成有塗裝膜 SF 或任意被膜的加工對象物 S 進行加工。

【0372】 所述說明中，加工系統 SYS 在加工對象物 S 形成用於降

低加工對象物 S 的表面相對於流體的阻力的溝槽結構。然而，加工系統 SYS 亦可在加工對象物 S 形成與用於降低表面相對於流體的阻力的溝槽結構不同的其他結構。例如，加工系統 SYS 亦可在加工對象物 S 形成用於降低流體與加工對象物 S 的表面相對移動時所產生的噪音的溝槽結構。例如，加工系統 SYS 亦可在加工對象物 S 形成相對於加工對象物 S 表面上的流體的流動而產生渦流的結構。例如，加工系統 SYS 亦可在加工對象物 S 形成用於對加工對象物 S 的表面賦予疏水性的結構。

【0373】 所述說明中，將光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk 的多光束光學系統 112 具備對加工對象物 S 進行加工的加工系統 SYS。然而，利用光源（尤其是多個光）來進行所需動作的任意的裝置亦可包括所述多光束光學系統 112（或者其變形例）。此時，任意的裝置亦可利用多光束光學系統 112 射出的多個光（即，多束加工光 ELk）來進行所需動作。再者，作為任意的裝置的一例，可列舉對測量對象物照射光而對測量對象物的特性進行測量的測量裝置、以及對曝光對象物（例如塗佈有抗蝕劑的基板）照射光來將曝光對象物曝光的曝光裝置中的至少一個。

【0374】 所述說明中，多個掃描區域 SCA 彼此不重疊，但亦可使多個掃描區域彼此重疊。圖 61 表示了加工曝射區域 SA 內設定的彼此重疊的掃描區域 SCA#1 及掃描區域 SCA#2。各掃描區域 SCA 是藉由在一次掃描動作（即，不插入步進動作的一連串掃描動作）中照射的加工光 ELk 來掃描的區域。各掃描區域 SCA 是在

一次掃描動作中，多個目標照射區域 EA 所移動的區域。此時，在一次掃描動作中，目標照射區域 EA 自各掃描區域 SCA 的掃描開始位置 SC_start 朝向掃描結束位置 SC_end 移動。典型的是，此種掃描區域 SCA 為沿著 Y 軸方向（即，加工光 ELk 的掃描方向）延伸的區域。多個掃描區域 SCA 沿著 X 軸方向（即，與加工光 ELk 的掃描方向交叉的方向）而排列。

【0375】 此時，加工系統例如自在某加工曝射區域 SA 內設定的多個掃描區域 SCA 中的位於最靠+X 側或最靠-X 側的一掃描區域 SCA 開始掃描動作。例如，圖 61 表示了加工系統 SYS 自位於最靠-X 側的曝射區域 SCA#1 開始掃描動作的示例。

【0376】 在對掃描區域 SCA#1 的掃描動作完成之後，加工系統為了對與掃描區域 SCA#1 有一部分重疊的掃描區域 SCA#2 進行掃描動作而進行步進動作。具體而言，控制裝置 2 控制檢流計鏡 113，以使得可對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#1 鄰接的掃描區域 SCA#2 的掃描開始位置 SC_start#2（例如，掃描區域 SCA#2 內的 -Y 側的端部或者其附近）照射加工光 ELk。此時，控制裝置 2 以掃描區域 SCA#1 與掃描區域 SCA#2 在與掃描方向（Y 軸方向）交叉的方向（典型的是 X 軸方向）上有一部分重疊的方式，在掃描區域 SCA#2 的掃描開始位置 SC_start#2 設定目標照射區域 EA。

【0377】 如上所述，多個目標照射區域 EA 中的至少兩個至少局部重疊的情況包括：多個目標照射區域 EA 中的至少兩個同時重疊的情況、以及多個目標照射區域 EA 中的至少兩個隔開時間差地重

疊的情況（例如，多個目標照射區域 EA 中的至少兩個隔開時間差地位於塗裝膜 SF 上的至少局部相同的位置的情況）。

【0378】 再者，此時，亦可使掃描區域 SCA#1 與掃描區域 SCA#2 在與掃描方向（Y 軸方向）交叉的方向（典型的是 X 軸方向）上全部重疊。

【0379】 而且，在光源 110 射出脈波光作為光源光 ELo 的情況下，亦可使多束脈波光中的一脈波光與另一脈波光在塗裝膜 SF 上相互交疊（overlap）。換言之，多束脈波光中的一脈波光所朝向的目標照射區域 EA 與另一脈波光所朝向的目標照射區域 EA 亦可相互重疊。此處，不同的脈波光所涉及的多個目標照射區域 EA 彼此的重疊狀態亦可變更。

【0380】 而且，亦可藉由多次的掃描動作來掃描（掃掠）一個掃描區域。此時，當光源 110 射出脈波光時，如圖 62 的（a）至圖 62 的（c）所示，亦可將第一次的加工光 ELk 所涉及的目標照射區域 EA1、第二次的加工光 ELk 所涉及的目標照射區域 EA2、及第三次的加工光 ELk 所涉及的目標照射區域 EA3 設定為互不相同的位置。更詳細而言，亦可在掃描方向上使第一次的加工光 ELk 所涉及的目標照射區域 EA1、第二次的加工光 ELk 所涉及的目標照射區域 EA2、及第三次的加工光 ELk 所涉及的目標照射區域 EA3 互不相同。換言之，在進行多次的目標照射區域 EA 的掃描時，亦可使各次的目標照射區域 EA 的掃描方向的位置互不相同。再者，在進行多次的目標照射區域 EA 的掃描時，各次的目標照射區域

EA 的掃描方向亦可彼此相同。藉此，與全部的目標照射區域 EA1 至目標照射區域 EA3 重疊於相同位置的情況下所形成的凹部 CP1（參照圖 62 的（d））相比，能夠使目標照射區域 EA1 至目標照射區域 EA3 設定於不同位置的情況下所形成的凹部 CP1（參照圖 62 的（e））的側面的粗糙度更平滑。

【0381】 所述說明中，塗裝膜 SF 上的多個目標照射區域 EA 的大小相同。然而，如圖 63 的（a）所示，多個目標照射區域 EA 的大小亦可互不相同。而且，所述說明中，多束加工光 ELk 的光軸方向（Z 軸方向）的聚光位置為彼此相同的位置。然而，如圖 63 的（b）所示，亦可使一束加工光 ELk 所聚光的面 CS 的光軸方向（Z 軸方向）的位置與另一加工光 ELk 所聚光的位置不同。

【0382】 所述說明中，藉由加工光 ELk 的照射而形成的溝槽的剖面形狀為 U 字形狀。然而，溝槽的剖面形狀亦可為各種形狀。例如，如圖 64 的（a）所示，溝槽的剖面形狀亦可為具有倒梯形形狀的凹部 CP1 及梯形形狀的凸部 CP2 的形狀。例如，如圖 64 的（b）所示，溝槽的剖面形狀亦可為具有倒三角形形狀的凹部 CP1 及三角形形狀的凸部 CP2 的形狀，例如，如圖 64 的（c）所示，溝槽的剖面形狀亦可為具有倒梯形形狀的凹部 CP1 及三角形形狀的凸部 CP2 的形狀。此種形狀能夠藉由改變多束加工光 ELk 的重疊狀態而獲得。

【0383】 所述說明中，在進行多次的目標照射區域的掃描時，使各次的目標照射區域 EA 的掃描方向的位置互不相同。然而，在進

行多次的目標照射區域 EA 的掃描時，亦可使塗裝膜 SF（加工對象物 S）上的與各次的目標照射區域 EA 的掃描方向交叉的方向的位置互不相同。參照圖 65 的（a）至圖 65 的（h）進行說明。圖 65 的（a）是表示在掃描方向（圖中左右方向）上掃描（掃掠）第一次的加工光 EA 所涉及的目標照射區域 EA1 的狀態的圖，藉由該目標照射區域 EA1 的掃描，在塗裝膜 SF 上形成圖 65 的（b）所示的凹部 CP11。並且，如圖 65 的（c）所示，若以相對於第一次的目標照射區域 EA1 的掃描軌跡，在與塗裝膜 SF 上的掃描方向交叉的方向上與目標照射區域 EA1 有一部分重疊的方式掃描（掃掠）目標照射區域 EA2，則如圖 65 的（d）所示，在塗裝膜 SF 上形成寬度較凹部 CP11 更寬的凹部 FCP12。

【0384】 接著，如圖 65 的（e）所示，若以相對於第二次的目標照射區域 EA2 的掃描軌跡，在與塗裝膜 SF 上的掃描方向交叉的方向上與目標照射區域 EA2 鄰接的方式（不重疊的方式）掃描（掃掠）目標照射區域 EA3，則如圖 25 的（f）所示，在凹部 CP12 的旁邊形成凹部 CP13，並且在凹部 CP12 與凹部 CP13 之間形成凸部 CP21。並且，如圖 65 的（g）所示，若以相對於第三次的目標照射區域 EA3 的掃描軌跡，在與塗裝膜 SF 上的掃描方向交叉的方向上與目標照射區域 EA3 有一部分重疊的方式掃描（掃掠）目標照射區域 EA4，則如圖 65 的（h）所示，在塗裝膜 SF 上形成寬度較凹部 CP13 更寬的凹部 FCP14。

【0385】 再者，在自圖 65 的（a）至圖 65 的（h）所示的示例中，

並非同時進行多次的目標照射區域 EA1 至目標照射區域 EA4 的掃描，但亦可同時進行。

【0386】 （13）附記

【0387】 關於以上所說明的實施形態，進而揭示以下的附記。

【0388】 [附記 1]

一種加工系統，其是對物體照射加工光來加工所述物體的加工系統，包括：

第一光學系統，將入射光分支為第一光及第二光；

第二光學系統，將來自所述第一光學系統的所述第一光作為第三光返回至所述第一光學系統；以及

第三光學系統，將來自所述第一光學系統的所述第二光作為第四光返回至所述第一光學系統，且

所述第一光學系統將來自所述第二光學系統的所述第三光及來自所述第三光學系統的所述第四光作為照射至所述物體的表面上的不同位置的多束所述加工光射出。

【0389】 [附記 2]

如附記 1 所述的加工系統，其中

沿著自所述第一光學系統射出的所述第三光的行進方向的軸與沿著自所述第一光學系統射出的所述第四光的行進方向的軸交叉。

【0390】 [附記 3]

一種加工系統，其是對物體照射加工光來加工所述物體的加

工系統，包括：

第一光學系統，將入射光分支為第一光及第二光；

第二光學系統，將來自所述第一光學系統的所述第一光作為第三光返回至所述第一光學系統；以及

第三光學系統，將來自所述第一光學系統的所述第二光作為第四光返回至所述第一光學系統，且

所述第一光學系統將來自所述第二光學系統的所述第三光及來自所述第三光學系統的所述第四光作為多束所述加工光射出，

沿著自所述第一光學系統射出的所述第三光的行進方向的軸與沿著自所述第一光學系統射出的所述第四光的行進方向的軸交叉。

【0391】 [附記 4]

如附記 1 至附記 3 中任一項所述的加工系統，更包括：

光學元件，以沿著自所述第一光學系統射出的所述第三光的行進方向的軸與沿著自所述第一光學系統射出的所述第四光的行進方向的軸交叉的方式，使所述第一光至所述第四光中的至少一者反射及/或折射。

【0392】 [附記 5]

如附記 1 至附記 4 中任一項所述的加工系統，更包括：

交叉角度變更裝置，變更沿著自所述第一光學系統射出的所述第三光的行進方向的軸與沿著自所述第一光學系統射出的所述第四光的行進方向的軸交叉的交叉角度。

【0393】 [附記 6]

如附記 5 所述的加工系統，其中

使用所述交叉角度變更裝置來變更所述交叉角度，從而變更所述物體的表面上的所述多束加工光的照射位置的相對位置關係。

【0394】 [附記 7]

如附記 1 至附記 6 中任一項所述的加工系統，更包括：

照射位置變更裝置，變更所述多束加工光在所述物體的表面上的照射位置的相對位置關係，以將所需圖案結構形成於所述物體。

【0395】 [附記 8]

如附記 7 所述的加工系統，其中

所述圖案結構包含週期結構，所述週期結構是在一方向上延伸的凸狀結構或凹狀結構沿著與所述一方向交叉的另一方向排列多個而成，

所述照射位置變更裝置基於與所述物體的表面交叉的方向上的所述凸狀結構及所述凹狀結構的至少一者的高度、沿著所述物體的表面的方向上的所述凸狀結構及所述凹狀結構的至少一者的寬度、包含與所述物體的表面交叉的軸的所述凸狀結構及所述凹狀結構的至少一者的剖面的形狀、以及所述凸狀結構及所述凹狀結構的至少一者的排列間距中的至少一個，變更所述多束加工光在所述物體的表面上的照射位置的相對位置關係。

【0396】 [附記 9]

如附記 8 所述的加工系統，其中

所述照射位置變更裝置變更所述一方向上的所述多束加工光的照射位置的相對位置關係。

【0397】 [附記 10]

如附記 9 所述的加工系統，其中

使用所述照射位置變更裝置來變更所述多束加工光的照射位置的相對位置關係，從而利用所述多束加工光中的至少兩束加工光來形成相同的所述凸狀結構或所述凹狀結構。

【0398】 [附記 11]

如附記 10 所述的加工系統，其中

使用所述照射位置變更裝置，使所述多束加工光中的至少兩束加工光的照射位置在所述物體的表面上至少局部重覆，從而利用所述至少兩束加工光來形成相同的所述凸狀結構或所述凹狀結構。

【0399】 [附記 12]

如附記 7 至附記 11 中任一項所述的加工系統，其中

所述照射位置變更裝置變更所述多束加工光的照射位置的相對位置關係，以使所述多束加工光中的至少兩束加工光的照射位置在所述物體的表面上至少局部重覆。

【0400】 [附記 13]

如附記 1 至附記 12 中任一項所述的加工系統，其中

所述第一光學系統包括第一光學面，所述第一光學面反射所述入射光中處於第一狀態的光成分，另一方面透過所述入射光中處於與所述第一狀態不同的第二狀態的光成分，利用所述第一光學面，將所述入射光分支為處於所述第一狀態的所述第一光及處於所述第二狀態的所述第二光，

所述第二光學系統將來自所述第一光學系統的所述第一光轉換為處於所述第二狀態的光，並將已轉換的光作為所述第三光返回至所述第一光學面，

所述第三光學系統將來自所述第一光學系統的所述第二光轉換為處於所述第一狀態的光，並將已轉換的光作為所述第四光返回至所述第一光學面，

所述第一光學系統將已透過所述第一光學面的來自所述第二光學系統的所述第三光及在所述第一光學面進行了反射的來自所述第三光學系統的所述第四光，作為所述多束加工光射出。

【0401】 [附記 14]

一種加工系統，其是對物體照射加工光來加工所述物體的加工系統，包括：

第一光學系統，具有第一光學面，所述第一光學面反射入射光中處於第一狀態的第一光，另一方面透過所述入射光中處於與所述第一狀態不同的第二狀態的第二光；

第二光學系統，將來自所述第一光學系統的所述第一光轉換為處於所述第二狀態的第三光，並將所述第三光返回至所述第一

光學面；以及

第三光學系統，將來自所述第一光學系統的所述第二光轉換為處於所述第一狀態的第四光，並將所述第四光返回至所述第一光學面，且

所述第一光學系統將已透過所述第一光學面的來自所述第二光學系統的所述第三光及在所述第一光學面進行了反射的來自所述第三光學系統的所述第四光作為照射至所述物體的表面上的不同位置的多束加工光射出。

【0402】 [附記 15]

如附記 13 或附記 14 所述的加工系統，其中

所述第一狀態包括成為 s 偏光及 p 偏光中的任意一者的狀態，

所述第二狀態包括成為 s 偏光及 p 偏光中的任意另一者的狀態。

【0403】 [附記 16]

如附記 15 所述的加工系統，其中

所述第一光學系統包括偏光分束器，

所述第二光學系統包括：第一反射光學元件，具有將光反射的第一反射面；以及第一 1/4 波長板，配置在所述第一光學面與所述第一反射面之間的光路上，

所述第三光學系統包括：第二反射光學元件，具有將光反射的第二反射面；以及第二 1/4 波長板，配置在所述第一光學面與所述第二反射面之間的光路上。

【0404】 [附記 17]

如附記 16 所述的加工系統，其中

來自所述第一光學系統的光相對於所述第一反射面的第一入射角度與來自所述第一光學系統的光相對於所述第二反射面的第二入射角度不同。

【0405】 [附記 18]

如附記 16 或附記 17 所述的加工系統，更包括：

入射角度變更裝置，變更來自所述第一光學系統的光相對於所述第一反射面的第一入射角度及來自所述第一光學系統的光相對於所述第二反射面的第二入射角度中的至少一者。

【0406】 [附記 19]

如附記 18 所述的加工系統，其中

使用所述入射角度變更裝置來變更所述第一入射角度及所述第二入射角度中的至少一者，從而變更沿著自所述第一光學系統射出的所述第三光的行進方向的軸與沿著自所述第一光學系統射出的所述第四光的行進方向的軸交叉的交叉角度。

【0407】 [附記 20]

如附記 18 或附記 19 所述的加工系統，其中

使用所述入射角度變更裝置來變更所述第一入射角度及所述第二入射角度中的至少一者，從而變更所述多束加工光在所述物體的表面上的照射位置的相對位置關係。

【0408】 [附記 21]

如附記 18 至附記 20 中任一項所述的加工系統，其中

所述入射角度變更裝置移動所述第一反射面及所述第二反射面中的至少一者，從而變更所述第一入射角度及所述第二入射角度中的至少一者。

【0409】 [附記 22]

如附記 1 至附記 21 中任一項所述的加工系統，更包括：

第四光學系統，將自所述第一光學系統射出的所述多束加工光聚光至所述物體的表面；以及

第五光學系統，配置在所述第一光學系統與所述第四光學系統之間的所述多束加工光的光路上，且

在配置有所述第五光學系統的情況下，與未配置所述第五光學系統的情況相比，在所述第四光學系統的光瞳面上所述多束加工光分別穿過的多個區域的偏離變少。

【0410】 [附記 23]

如附記 22 所述的加工系統，其中

所述第五光學系統的射出側焦點面設定於所述第四光學系統的入射面。

【0411】 [附記 24]

如附記 22 或附記 23 所述的加工系統，其中

所述第四光學系統包括檢流計掃描器及 fθ 透鏡，且

所述第五光學系統的射出側焦點面設定於 fθ 透鏡的入射面。

【0412】 [附記 25]

如附記 1 至附記 24 中任一項所述的加工系統，包括：

分別包括所述第一光學系統、所述第二光學系統及所述第三光學系統的第一光學單元及第二光學單元，且

自所述第一光學單元射出的所述多束加工光分別作為所述入射光入射至所述第二光學單元。

【0413】 [附記 26]

如附記 25 所述的加工系統，其中

在所述第一光學單元與所述第二光學單元之間的光路上，更包括轉換光學元件，轉換自所述第一光學單元射出的所述多束加工光的偏光狀態。

【0414】 [附記 27]

如附記 26 所述的加工系統，其中

所述轉換光學元件包括波長板。

【0415】 [附記 28]

如附記 25 至附記 27 中任一項所述的加工系統，其中

沿著自所述第一光學單元射出的所述第三光的行進方向的軸與沿著自所述第一光學單元射出的所述第四光的行進方向的軸交叉的交叉角度，較沿著自所述第二光學單元射出的所述第三光的行進方向的軸與沿著自所述第二光學單元射出的所述第四光的行進方向的軸交叉的交叉角度更小。

【0416】 [附記 29]

如附記 1 至附記 28 中任一項所述的加工系統，更包括：

調整裝置，對所述第一光學系統射出的所述多束加工光中的至少一束的強度進行調整。

【0417】 [附記 30]

如附記 29 所述的加工系統，其中

所述調整裝置以所述第一光學系統射出的所述多束加工光的強度相同的方式調整所述所述多束加工光的強度。

【0418】 [附記 31]

如附記 29 所述的加工系統，其中

所述調整裝置以所述第一光學系統射出的所述多束加工光的強度不同的方式調整所述所述多束加工光的強度。

【0419】 [附記 32]

如附記 29 至附記 31 中任一項所述的加工系統，其中

所述調整裝置包括所述入射光在入射至所述第一光學系統之前穿過的穿過光學系統。

【0420】 [附記 33]

如附記 32 所述的加工系統，其中

所述穿過光學系統包括波長板。

【0421】 [附記 34]

如附記 33 所述的加工系統，其中

所述調整裝置包括：檢測裝置，檢測來自所述第一光學系統的所述第一光及所述第二光的強度；以及驅動裝置，基於所述檢測結果，驅動所述波長板繞沿著所述入射光的行進方向的軸旋轉。

【0422】 [附記 35]

如附記 34 所述的加工系統，其中

所述驅動裝置基於所述檢測結果來驅動所述波長板旋轉，以使與所述入射光的行進方向交叉的面內的所述波長板的光學軸的方向成為所需方向，即，能夠將自所述第一光學系統作為所述加工光射出的所述第三光的強度設為第一所需強度且將自所述第一光學系統作為所述加工光射出的所述第四光的強度設為第二所需強度的所需方向。

【0423】 [附記 36]

如附記 32 至附記 35 中任一項所述的加工系統，其中

所述穿過光學系統包括：

第六光學系統，將入射至所述第一光學系統之前的所述入射光分支為第五光及第六光；

第七光學系統，將來自所述第六光學系統的所述第五光作為第七光返回至所述第六光學系統；以及

第八光學系統，將來自所述第六光學系統的所述第六光作為第八光返回至所述第六光學系統，且

所述第六光學系統將來自所述第七光學系統的所述第七光及來自所述第八光學系統的所述第八光合成所得的光作為入射至所述第一光學系統的所述入射光射出，

沿著來自所述第六光學系統的所述第七光的行進方向的軸與沿著來自所述第六光學系統的所述第八光的行進方向的軸平行。

【0424】 [附記 37]

如附記 36 所述的加工系統，其中

所述第六光學系統包括第二光學面，所述第二光學面反射入射至所述第一光學系統之前的所述入射光中處於第一狀態的光成分，另一方面透過所述入射光中處於與所述第一狀態不同的第二狀態的光成分，利用所述第二光學面將入射至所述第一光學系統之前的所述入射光分支為處於所述第一狀態的所述第五光及處於所述第二狀態的所述第六光，

第七光學系統將來自所述第六光學系統的所述第五光轉換為處於所述第二狀態的光，並將已轉換的光作為所述第七光返回至所述第二光學面，

所述第八光學系統將來自所述第六光學系統的所述第六光轉換為處於所述第一狀態的光，並將已轉換的光作為所述第八光返回至所述第二光學面，

所述第六光學系統經由所述第二光學面將來自所述第七光學系統的所述第七光及來自所述第八光學系統的所述第八光合成，作為入射至所述第一光學系統的所述入射光射出。

【0425】 [附記 38]

如附記 37 所述的加工系統，其中

所述第一狀態包括成為 s 偏光及 p 偏光中的任意一者的狀態，

所述第二狀態包括成為 s 偏光及 p 偏光中的任意另一者的狀態。

【0426】 [附記 39]

如附記 37 或附記 38 所述的加工系統，其中

所述第六光學系統包括偏光分束器，

所述第七光學系統包括：第三反射光學元件，具有將光反射的第三反射面；以及第三 1/4 波長板，配置在所述第二光學面與所述第三反射面之間的光路上，

所述第八光學系統包括：第四反射光學元件，具有將光反射的第四反射面；以及第四 1/4 波長板，配置在所述第二光學面與所述第四反射面之間的光路上。

【0427】 [附記 40]

如附記 1 至附記 39 中任一項所述的加工系統，更包括：

第九光學系統，將自所述第一光學系統射出的所述多束加工光作為多束所述入射光分別返回至所述第一光學系統。

【0428】 [附記 41]

如附記 40 所述的加工系統，其中

所述第九光學系統變更自所述第一光學系統射出的所述多束加工光各自的偏光狀態，將偏光狀態已變更的光作為所述入射光返回至所述第一光學系統。

【0429】 [附記 42]

如附記 40 或附記 41 所述的加工系統，其中

所述第九光學系統包括：第五反射光學元件，具有將光反射的第五反射面；以及波長板，配置在所述第一光學面與所述第五

反射面之間的光路上。

【0430】 [附記 43]

如附記 42 所述的加工系統，其中

所述波長板具有能夠變更自所述第一光學系統射出的所述多束加工光各自的偏光狀態，將偏光狀態已變更的光作為所述入射光返回至所述第一光學系統的特性。

【0431】 [附記 44]

如附記 40 或附記 41 所述的加工系統，其中

所述第九光學系統包括第五反射光學元件，所述第五反射光學元件具有將光反射的第五反射面，且光學軸處於相對於自所述第一光學系統射出的所述多束加工光的偏光面而交叉的位置關係。

【0432】 [附記 45]

如附記 44 所述的加工系統，其中

所述第五反射光學元件的光學軸處於相對於自所述第一光學系統射出的所述多束加工光的偏光面而以 22.5 度的角度交叉的位置關係。

【0433】 [附記 46]

如附記 40 至附記 45 中任一項所述的加工系統，其中

所述第一光學系統將第一所述入射光分支為多束第一所述加工光並向所述第九光學系統射出，

所述第九光學系統將所述多束第一加工光作為多束第二所述

入射光返回至所述第一光學系統，

所述第一光學系統將所述多束第二入射光分別分支為多束第二所述加工光並射出，

在所述第一光學系統內，將所述第一入射光分支為所述多束第一加工光的過程中的光路與將所述多束第二入射光分支為所述多束第二加工光的過程中的光路在光學上分離。

【0434】 [附記 47]

如附記 40 至附記 46 中任一項所述的加工系統，其中

所述第二光學系統獨立地包括：配置在將所述第一入射光分支為所述多束第一加工光的過程中的第一光路中，且在所述第一光路將所述第一光作為所述第三光返回至所述第一光學系統的光學元件；以及配置在將所述多束第二入射光分支為所述多束第二加工光的過程中的第二光路中，且在所述第二光路將所述第一光作為所述第三光返回至所述第一光學系統的光學元件。

【0435】 [附記 48]

如附記 40 至附記 46 中任一項所述的加工系統，其中

所述第二光學系統包括如下光學元件：配置在將所述第一入射光分支為所述多束第一加工光的過程中的第一光路中，且在所述第一光路將所述第一光作為所述第三光返回至所述第一光學系統，並且配置在將所述多束第二入射光分支為所述多束第二加工光的過程中的第二光路中，且在所述第二光路將所述第一光作為所述第三光返回至所述第一光學系統。

【0436】 [附記 49]

如附記 40 至附記 48 中任一項所述的加工系統，其中

所述第三光學系統獨立地包括：配置在將所述第一入射光分支為所述多束第一加工光的過程中的第三光路中，且在所述第三光路將所述第二光作為所述第四光返回至所述第一光學系統的光學元件；以及配置在將所述多束第二入射光分支為所述多束第二加工光的過程中的第四光路中，且在所述第四光路將所述第二光作為所述第四光返回至所述第一光學系統的光學元件。

【0437】 [附記 50]

如附記 40 至附記 49 中任一項所述的加工系統，其中

所述第三光學系統包括如下光學元件：配置在將所述第一入射光分支為所述多束第一加工光的過程中的第三光路中，且在所述第三光路將所述第二光作為所述第四光返回至所述第一光學系統，並且配置在將所述多束第二入射光分支為所述多束第二加工光的過程中的第四光路中，且在所述第四光路將所述第二光作為所述第四光返回至所述第一光學系統。

【0438】 [附記 51]

如附記 40 至附記 50 中任一項所述的加工系統，其中

入射有來自所述第九光學系統的所述多束入射光的所述第一光學系統射出數目較自所述第九光學系統入射至所述第一光學系統的所述入射光的數目更多的所述加工光。

【0439】 [附記 52]

如附記 40 至附記 51 中任一項所述的加工系統，其中

入射有來自所述第九光學系統的所述多束入射光的所述第一光學系統射出數目為自所述第九光學系統入射至所述第一光學系統的所述入射光的數目的兩倍的所述加工光。

【0440】 [附記 53]

一種加工系統，包括：

光照射裝置，對物體照射多束加工光來加工所述物體；以及

照射位置變更裝置，變更所述多束加工光在所述物體的表面上的照射位置的相對位置關係，以將所需圖案結構形成於所述物體。

【0441】 [附記 54]

如附記 53 所述的加工系統，其中

所述圖案結構包含週期結構，所述週期結構是在一方向上延伸的凸狀結構或凹狀結構沿著與所述一方向交叉的另一方向排列多個而成，

所述照射位置變更裝置基於與所述物體的表面交叉的方向上的所述凸狀結構及所述凹狀結構的至少一者的高度、沿著所述物體的表面的方向上的所述凸狀結構及所述凹狀結構的至少一者的寬度、包含與所述物體的表面交叉的軸的所述凸狀結構及所述凹狀結構的至少一者的剖面的形狀、以及所述凸狀結構及所述凹狀結構的至少一者的排列間距中的至少一個，變更所述多束加工光在所述物體的表面上的照射位置的相對位置關係。

【0442】 [附記 55]

如附記 54 所述的加工系統，其中

所述照射位置變更裝置變更所述一方向上的所述多束加工光的照射位置的相對位置關係。

【0443】 [附記 56]

如附記 54 或附記 55 所述的加工系統，其中

使用所述照射位置變更裝置來變更所述多束加工光的照射位置的相對位置關係，從而利用所述多束加工光中的至少兩束加工光來形成相同的所述凸狀結構或所述凹狀結構。

【0444】 [附記 57]

如附記 56 所述的加工系統，其中

使用所述照射位置變更裝置，使所述多束加工光中的至少兩束加工光的照射位置在所述物體的表面上至少局部重覆，從而利用所述至少兩束加工光來形成相同的所述凸狀結構或所述凹狀結構。

【0445】 [附記 58]

如附記 53 至附記 57 中任一項所述的加工系統，其中

所述照射位置變更裝置變更所述多束加工光的照射位置的相對位置關係，以使所述多束加工光中的至少兩束加工光的照射位置在所述物體的表面上至少局部重覆。

【0446】 [附記 59]

如附記 1 至附記 58 中任一項所述的加工系統，其中

所述加工系統對所述物體進行加工，以將在所需方向上延伸的圖案結構形成於所述物體，更包括：

第一可動裝置，能夠以變更沿著所述物體的表面的第一方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動；以及第二可動裝置，能夠以變更沿著所述物體的表面且與所述第一方向交叉的第二方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動，並且較所述第一可動裝置更重及/或大，且

所述第一可動裝置及所述第二可動裝置以第一角度小於第二角度的方式相對於所述表面進行對位，所述第一角度是在所述所需方向上延伸的軸與在所述第一方向上延伸的軸所成的角度，所述第二角度是在所述所需方向上延伸的軸與在所述第二方向上延伸的軸所成的角度。

【0447】 [附記 60]

一種加工系統，其是對物體照射加工光來加工所述物體，以將在所需方向上延伸的圖案結構形成於所述物體的加工系統，包括：

第一可動裝置，能夠以變更沿著所述物體的表面的第一方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動；以及

第二可動裝置，能夠以變更沿著所述物體的表面且與所述第一方向交叉的第二方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的

表面之間的相對位置的方式活動，並且較所述第一可動裝置更重及/或大，且

所述第一可動裝置及所述第二可動裝置以第一角度小於第二角度的方式相對於所述表面進行對位，所述第一角度是在所述所需方向上延伸的軸與在所述第一方向上延伸的軸所成的角度，所述第二角度是在所述所需方向上延伸的軸與在所述第二方向上延伸的軸所成的角度。

【0448】 [附記 61]

如附記 59 或附記 60 所述的加工系統，更包括：

相對位置變更裝置，以所述第一角度小於所述第二角度的方式變更所述表面與所述第一可動裝置及所述第二可動裝置之間的相對位置。

【0449】 [附記 62]

如附記 61 所述的加工系統，其中

所述相對位置變更裝置變更沿著繞與所述表面交叉的軸的方向上的所述表面與所述第一可動裝置及所述第二可動裝置之間的相對位置。

【0450】 [附記 63]

如附記 61 或附記 62 所述的加工系統，其中

使用所述相對位置變更裝置，使所述第一可動裝置及所述第二可動裝置以所述第一角度小於所述第二角度的方式相對於所述表面進行對位。

【0451】 [附記 64]

如附記 59 至附記 63 中任一項所述的加工系統，其中

所述第一角度小於所述第二角度包括：在所述所需方向上延伸的軸與在所述第一方向上延伸的軸平行。

【0452】 [附記 65]

如附記 59 至附記 64 中任一項所述的加工系統，其中

所述第一角度小於所述第二角度包括:所述第一角度為零度。

【0453】 [附記 66]

如附記 1 至附記 65 中任一項所述的加工系統，其中

所述加工系統對所述物體進行加工，以將在所需方向上延伸的圖案結構形成於所述物體，包括：

第一可動裝置，能夠以變更沿著所述物體的表面的第一方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動；以及第二可動裝置，能夠以變更沿著所述物體的表面且與所述第一方向交叉的第二方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動，並且能夠活動而所需的力較所述第一可動裝置更大，且更包括：

相對位置變更裝置，基於所述所需方向與所述第一方向及所述第二方向中的至少一者之間的相對位置，來變更所述表面與所述第一可動裝置及所述第二可動裝置之間的相對位置。

【0454】 [附記 67]

一種加工系統，其是對物體照射加工光來加工所述物體，以

將在所需方向上延伸的圖案結構形成於所述物體的加工系統，包括：

第一可動裝置，能夠以變更沿著所述物體的表面的第一方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動；

第二可動裝置，能夠以變更沿著所述物體的表面且與所述第一方向交叉的第二方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動，並且能夠活動而所需的力較所述第一可動裝置更大；以及

相對位置變更裝置，基於所述所需方向與所述第一方向及所述第二方向中的至少一者之間的相對位置，來變更所述表面與所述第一可動裝置及所述第二可動裝置之間的相對位置。

【0455】 [附記 68]

如附記 66 或附記 67 所述的加工系統，其中

所述第二可動裝置較所述第一可動裝置更重及/或大。

【0456】 [附記 69]

如附記 66 至附記 68 中任一項所述的加工系統，其中

所述相對位置變更裝置基於第一角度及第二角度中的至少一者，來變更所述表面與所述第一可動裝置及所述第二可動裝置之間的相對位置，所述第一角度是在所述所需方向上延伸的軸與在所述第一方向上延伸的軸所成的角度，所述第二角度是在所述所需方向上延伸的軸與在所述第二方向上延伸的軸所成的角度。

【0457】 [附記 70]

如附記 69 所述的加工系統，其中所述相對位置變更裝置以所述第一角度小於所述第二角度的方式變更所述表面與所述第一可動裝置及所述第二可動裝置之間的相對位置。

【0458】 [附記 71]

如附記 70 所述的加工系統，其中

所述第一角度小於所述第二角度包括：在所述所需方向上延伸的軸與在所述第一方向上延伸的軸平行。

【0459】 [附記 72]

如附記 70 或附記 71 所述的加工系統，其中

所述第一角度小於所述第二角度包括：所述第一角度為零度。

【0460】 [附記 73]

如附記 66 至附記 72 中任一項所述的加工系統，其中

所述相對位置變更裝置變更沿著繞與所述表面交叉的軸的方向上的所述表面與所述第一可動裝置及所述第二可動裝置之間的相對位置。

【0461】 [附記 74]

如附記 59 至附記 73 中任一項所述的加工系統，其中

所述第一可動裝置包括第一偏轉裝置，所述第一偏轉裝置能夠以將所述加工光偏轉的方式活動，從而變更所述第一方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置，

所述第二可動裝置包括第二偏轉裝置，所述第二偏轉裝置能

夠以將所述加工光偏轉的方式活動，從而變更所述第二方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置。

【0462】 [附記 75]

如附記 74 所述的加工系統，包括：

檢流計掃描器，所述檢流計掃描器包括作為所述第一偏轉裝置的第一鏡及作為所述第二偏轉裝置的第二鏡。

【0463】 [附記 76]

如附記 59 至附記 75 中任一項所述的加工系統，其中

所述第一可動裝置包括第一移動裝置，所述第一移動裝置能夠以使照射所述加工光的光照射裝置及所述物體中的至少一者沿著所述第一方向移動的方式活動，從而變更所述第一方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置，

所述第二可動裝置包括第二移動裝置，所述第二移動裝置能夠以使所述光照射裝置及所述物體中至少一者沿著所述第二方向移動的方式活動，從而變更所述第二方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置。

【0464】 [附記 77]

如附記 1 至附記 76 中任一項所述的加工系統，更包括：

加工裝置，對所述物體照射加工光來加工所述物體，以在所述物體的表面形成在所需方向上延伸的圖案結構；以及

控制裝置，基於圖案資訊來控制所述加工裝置，以形成所述圖案結構，所述圖案資訊與由模擬形成有所述圖案結構的所述物

體的模擬模型所生成的所述圖案結構相關。

【0465】 [附記 78]

一種加工系統，包括：

加工裝置，對物體照射加工光來加工所述物體，以在所述物體的表面形成在所需方向上延伸的圖案結構；以及

控制裝置，基於圖案資訊來控制所述加工裝置，以形成所述圖案結構，所述圖案資訊與由模擬形成有所述圖案結構的所述物體的模擬模型所生成的所述圖案結構相關。

【0466】 [附記 79]

如附記 77 或附記 78 所述的加工系統，其中

所述圖案結構包含週期結構，所述週期結構是在所需方向上延伸的凸狀結構或凹狀結構沿著與所述所需方向交叉的另一方向排列多個而成。

【0467】 [附記 80]

如附記 77 至附記 79 中任一項所述的加工系統，其中

所述圖案結構包含溝槽結構，所述溝槽結構能夠降低所述物體相對於流體的摩擦阻力。

【0468】 [附記 81]

如附記 80 所述的加工系統，其中

所述模擬模型包含流體模擬模型，所述流體模擬模型模擬位於所述流體內的所述物體。

【0469】 [附記 82]

如附記 77 至附記 81 中任一項所述的加工系統，其中

所述圖案資訊包含與基於所述模擬模型而最適化於所述物體的所述圖案結構相關的資訊。

【0470】 [附記 83]

如附記 77 至附記 82 中任一項所述的加工系統，其中

所述圖案資訊包含：與所述物體的表面交叉的方向上的所述圖案結構的高度、沿著所述物體的表面的方向上的所述圖案結構的寬度、所述圖案結構的排列間距、所述圖案結構的形狀、以及所述圖案結構延伸的所述所需方向中的至少一個相關的結構資訊。

【0471】 [附記 84]

如附記 77 至附記 83 中任一項所述的加工系統，其中

所述圖案資訊包含位置資訊，所述位置資訊表示將所述圖案結構形成在所述物體的表面上的哪一位置。

【0472】 [附記 85]

一種加工方法，其是對物體照射加工光來加工所述物體的加工方法，包括：

使用光學系統將入射光分支為第一光及第二光；

將所述第一光作為第三光返回至所述光學系統；

將所述第二光作為第四光返回至所述光學系統；以及

利用所述光學系統，將所述第三光及所述第四光作為照射至所述物體的表面上的不同位置的多束所述加工光射出。

【0473】 [附記 86]

一種加工方法，其是對物體照射加工光來加工所述物體的加工方法，包括：

使用光學系統將入射光分支為第一光及第二光；

將所述第一光作為第三光返回至所述光學系統；

將所述第二光作為第四光返回至所述光學系統；以及

利用所述光學系統，將所述第三光及所述第四光作為多束所述加工光射出，且

沿著自所述光學系統射出的所述第三光的行進方向的軸與沿著自所述光學系統射出的所述第四光的行進方向的軸交叉。

【0474】 [附記 87]

一種加工方法，其是對物體照射加工光來加工所述物體的加工方法，包括：

利用光學面，將所述入射光分支為所述第一光及所述第二光，所述光學面反射入射光中處於第一狀態的第一光，另一方面透過所述入射光中處於與所述第一狀態不同的第二狀態的第二光；

將來自所述光學面的所述第一光轉換為處於所述第二狀態的第三光，並將所述第三光返回至所述光學面；

將來自所述光學面的所述第二光轉換為處於所述第一狀態的第四光，並將所述第四光返回至所述光學面；以及

利用所述光學面，將所述第三光及所述第四光作為照射至所

述物體的表面上的不同位置的多束加工光射出。

【0475】 [附記 88]

一種加工方法，包括：

對物體照射多束加工光來加工所述物體；以及

變更所述多束加工光在所述物體的表面上的照射位置的相對位置關係，以將所需圖案結構形成於所述物體。

【0476】 [附記 89]

一種加工方法，其是對物體照射加工光來加工所述物體，以將在所需方向上延伸的圖案結構形成於所述物體的加工方法，包括：

使用第一可動裝置來變更所述第一方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置，所述第一可動裝置能夠以變更沿著所述物體的表面的第一方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動；以及

使用第二可動裝置來變更所述第二方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置，所述第二可動裝置能夠以變更沿著所述物體的表面且與所述第一方向交叉的第二方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動，並且較所述第一可動裝置更重及/或大，且

所述第一可動裝置及所述第二可動裝置以第一角度小於第二角度的方式相對於所述表面進行對位，所述第一角度是在所述所需方向上延伸的軸與在所述第一方向上延伸的軸所成的角度，所

述第二角度是在所述所需方向上延伸的軸與在所述第二方向上延伸的軸所成的角度。

【0477】 [附記 90]

一種加工方法，其是對物體照射加工光來加工所述物體，以將在所需方向上延伸的圖案結構形成於所述物體的加工方法，包括：

使用第一可動裝置來變更所述第一方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置，所述第一可動裝置能夠以變更沿著所述物體的表面的第一方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動；以及

使用第二可動裝置來變更所述第二方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置，所述第二可動裝置能夠以變更沿著所述物體的表面且與所述第一方向交叉的第二方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動，並且較所述第一可動裝置更重及/或大，且

基於第一角度及第二角度來變更所述表面與所述第一可動裝置及所述第二可動裝置之間的相對位置，所述第一角度是在所述所需方向上延伸的軸與在所述第一方向上延伸的軸所成的角度，所述第二角度是在所述所需方向上延伸的軸與在所述第二方向上延伸的軸所成的角度。

【0478】 [附記 91]

一種加工方法，其是對物體照射加工光來加工所述物體，以

在所述物體的表面形成在所需方向上延伸的圖案結構的加工方法，包括：

獲取圖案資訊，所述圖案資訊與由模擬形成有圖案結構的物體的模擬模型所生成的所述圖案結構相關；以及

基於所述圖案資訊來加工所述物體，以形成所述圖案結構。

【0479】 [附記 92]

一種加工方法，其中使用如附記 1 至附記 84 中任一項所述的加工系統來加工所述物體。

【0480】 [附記 93]

一種加工系統，包括：

光照射裝置，對物體的表面照射加工光；以及

位置變更裝置，變更所述物體的表面上的所述加工光的目標照射位置與所述表面之間的相對位置，且

使用所述光照射裝置及所述位置變更裝置，交替地反覆進行第一動作及第二動作，所述第一動作是使所述加工光沿著所述表面的第一軸在所述表面上掃描的動作，所述第二動作是沿與所述第一軸交叉且沿著所述表面的第二軸來變更所述加工光與所述表面之間的相對位置的動作，

所述第一動作包括第一掃描動作及第二掃描動作，所述第一掃描動作是以所述目標照射位置相對於所述表面而向沿著所述第一軸的第一方向相對移動的方式，使所述加工光在所述表面上掃描的動作，所述第二掃描動作是以所述目標照射位置相對於所述

表面而向沿著所述第一軸且與所述第一方向相反的第二方向相對移動的方式，使所述加工光在所述表面上掃描的動作。

【0481】 [附記 94]

如附記 93 所述的加工系統，其中

在反覆進行所述第一動作及所述第二動作的期間內，分別進行至少一次以上的所述第一掃描動作及所述第二掃描動作。

【0482】 [附記 95]

如附記 93 或附記 94 所述的加工系統，其中

依序進行所述第一掃描動作、所述第二動作、所述第二掃描動作及所述第二動作。

【0483】 [附記 96]

如附記 93 至附記 95 中任一項所述的加工系統，其中

反覆進行依序進行所述第一掃描動作、所述第二動作、所述第二掃描動作及所述第二動作的動作。

【0484】 [附記 97]

如附記 93 至附記 96 中任一項所述的加工系統，其中

對所述表面中沿著所述第一軸延伸的第一掃描區域進行所述第一掃描動作，

在對所述第一掃描區域的所述第一掃描動作完成之後，以所述加工光能夠照射的方式對第二掃描區域進行所述第二動作，所述第二掃描區域是所述表面中沿著所述第一軸延伸且沿所述第二軸的位置與所述第一掃描區域不同的區域，

在以所述加工光能夠照射的方式對所述第二掃描區域進行了所述第二動作之後，對所述第二掃描區域進行所述第二掃描動作，

在對所述第二掃描區域的所述第二掃描動作完成之後，以所述加工光能夠照射的方式對第三掃描區域進行所述第二動作，所述第三掃描區域是所述表面中沿著所述第一軸延伸且沿所述第二軸的位置與所述第一掃描區域及所述第二掃描區域不同的區域，

在以所述加工光能夠照射的方式對所述第三掃描區域進行了所述第二動作之後，對所述第三掃描區域進行所述第一掃描動作。

【0485】 [附記 98]

如附記 93 至附記 97 中任一項所述的加工系統，其中

在所述表面中沿著所述第一軸延伸的掃描區域內進行多次所述第一掃描動作。

【0486】 [附記 99]

如附記 98 所述的加工系統，其中在進行了一次所述第一掃描動作之後，不進行所述第二動作而再次進行所述第一掃描動作，

在多次的所述第一掃描動作完成之後，進行所述第二動作。

【0487】 [附記 100]

如附記 98 或附記 99 所述的加工系統，其中

每當進行一次所述第一掃描動作，沿著所述第一軸變更所述目標照射位置與所述表面之間的相對位置，在此基礎上再次進行所述第一掃描動作。

【0488】 [附記 101]

如附記 98 至附記 100 中任一項所述的加工系統，其中

對所述表面中沿著所述第一軸延伸的第一掃描區域的一部分進行一次所述第一掃描動作，

每當進行一次所述第一掃描動作，沿著所述第一軸變更所述目標照射位置與所述表面之間的相對位置，在此基礎上對所述第一掃描區域的另一部分再次進行所述第一掃描動作，

在對所述第一掃描區域的多次的所述第一掃描動作完成之後，以所述加工光能夠照射的方式對第二掃描區域進行所述第二動作，所述第二掃描區域是所述表面中沿著所述第一軸延伸且沿所述第二軸的位置與所述第一掃描區域不同的區域。

【0489】 [附記 102]

如附記 93 至附記 101 中任一項所述的加工系統，其中

在所述表面中沿著所述第一軸延伸的掃描區域內，進行所述第一掃描動作及所述第二掃描動作中的任意一者。

【0490】 [附記 103]

如附記 93 至附記 101 中任一項所述的加工系統，其中

在所述表面中沿著所述第一軸延伸的掃描區域內，進行所述第一掃描動作及所述第二掃描動作的兩者。

【0491】 [附記 104]

如附記 93 至附記 103 中任一項所述的加工系統，其中

對所述表面中沿著所述第一軸延伸的掃描區域，進行所述第一掃描動作及所述第二掃描動作中的、能夠減少在所述第一動作

之前對所述掃描區域進行的所述第二動作所引起的所述目標照射位置與所述表面之間的相對位置的變更量的任意一者的動作，開始所述第一動作。

【0492】 [附記 105]

如附記 93 至附記 104 中任一項所述的加工系統，其中

對所述表面中沿著所述第一軸延伸的掃描區域，進行所述第一掃描動作及所述第二掃描動作中的、能夠縮短在所述第一動作之前對所述掃描區域進行的所述第二動作所需的時間的任意一者的動作，開始所述第一動作。

【0493】 [附記 106]

如附記 93 至附記 105 中任一項所述的加工系統，其中

基於照射完成地點與照射預定區域之間的位置關係，來決定在所述第一掃描動作中對所述照射預定區域照射所述加工光抑或是在所述第二掃描動作中對所述照射預定區域照射所述加工光，所述照射完成地點在對所述表面中沿著所述第一軸延伸的第一掃描區域的所述掃描動作完成時，照射有所述加工光；所述照射預定區域預定在所述表面中沿著所述第一軸延伸且沿所述第二軸的位置與所述第一掃描區域不同的第二掃描區域內照射所述加工光。

【0494】 [附記 107]

如附記 106 所述的加工系統，其中

所述照射預定區域是沿著所述第一軸延伸的區域，

基於所述照射完成位置與所述照射預定區域的一個端部及另一個端部之間的位置關係，來決定在所述第一掃描動作中對所述照射預定區域照射所述加工光抑或是在所述第二掃描動作中對所述照射預定區域照射所述加工光。

【0495】 [附記 108]

如附記 107 所述的加工系統，其中

藉由所述第一掃描動作及所述第二掃描動作中的、能夠使所述加工光在所述照射預定區域內自所述一個端部及所述另一個端部中的靠近所述照射完成位置的一者，朝向所述一個端部及所述另一個端部中的遠離所述照射完成位置的一者掃描的一者的動作，對所述照射加工區域照射所述加工光。

【0496】 [附記 109]

如附記 107 或附記 108 所述的加工系統，其中

在所述一個端部較所述另一個端部更靠近所述照射完成位置的情況下，藉由所述第一掃描動作及所述第二掃描動作中的、能夠使所述加工光在所述照射預定區域內朝向自所述一個端部朝向所述另一個端部的方向掃描的一者的動作，對所述加工區域照射所述加工光，

在所述另一個端部較所述一個端部更靠近所述照射完成位置的情況下，藉由所述第一掃描動作及所述第二掃描動作中的、能夠使所述加工光在所述照射預定區域內朝向自所述另一個端部朝向所述一個端部的方向掃描的一者的動作，對所述加工區域照射

所述加工光。

【0497】 [附記 110]

如附記 107 至附記 109 中任一項所述的加工系統，其中

自所述一個端部朝向所述另一個端部的方向為所述第一方向，

自所述另一個端部朝向所述一個端部方向為所述第二方向，且

在所述一個端部較所述另外一個端部更靠近所述照射完成位置的情況下，藉由所述第一掃描動作來對所述照射預定區域照射所述加工光，

在所述另一個端部較所述一個端部更靠近所述照射完成位置的情況下，藉由所述第二掃描動作來對所述照射預定區域照射所述加工光。

【0498】 [附記 111]

如附記 108 至附記 110 中任一項所述的加工系統，其中

在所述第二掃描區域內設定有多個所述照射預定區域，且

自所述多個照射預定區域中的具有最靠近所述照射完成位置的一端部的一照射預定區域開始所述加工光的照射。

【0499】 [附記 112]

如附記 111 所述的加工系統，其中

在所述第二掃描區域內設定有多個所述照射預定區域，且

藉由所述第一掃描動作及所述第二掃描動作中的、能夠使所

述加工光在所述一照射預定區域內自所述一照射預定區域的所述一端部朝向與所述一端部不同的所述一照射預定區域的另一端部掃描的一者的動作，對所述一照射預定區域照射所述加工光。

【0500】 [附記 113]

如附記 112 所述的加工系統，其中

在對所述一照射預定區域的所述第一動作完成之後，對另一照射預定區域照射所述加工光，所述另一照射預定區域是所述多個照射預定區域中的、具有最靠近在對所述一照射預定區域的所述第一動作完成時照射有所述加工光的一照射完成地點的端部的區域。

【0501】 [附記 114]

如附記 93 至附記 113 中任一項所述的加工系統，其中

藉由將所述加工光照射至所述物體來變更所述物體的一部分的厚度。

【0502】 [附記 115]

如附記 93 至附記 114 中任一項所述的加工系統，其中

藉由將所述加工光照射至所述物體來去除所述物體的一部分。

【0503】 [附記 116]

如附記 93 至附記 115 中任一項所述的加工系統，其中

藉由對所述物體的表面照射所述加工光來形成規定形狀的結構。

【0504】 [附記 117]

如附記 93 至附記 116 中任一項所述的加工系統，其中

形成用於降低所述物體的表面相對於流體的摩擦阻力的結構。

【0505】 [附記 118]

如附記 93 至附記 117 中任一項所述的加工系統，其中

在所述物體的表面形成週期性的結構。

【0506】 [附記 119]

一種在流體中移動的移動體的加工方法，包括：

對物體的表面照射加工光；以及

變更所述物體的表面上的所述加工光的目標照射位置與所述表面之間的相對位置，且

交替地反覆進行第一動作及第二動作，所述第一動作是使所述加工光沿沿著所述表面的第一軸在所述表面上掃描的動作，所述第二動作是沿與所述第一軸交叉且沿著所述表面的第二軸來變更所述加工光與所述表面之間的相對位置的動作，

所述第一動作包括第一掃描動作及第二掃描動作，所述第一掃描動作是以所述目標照射位置相對於所述表面而向沿著所述第一軸的第一方向相對移動的方式，使所述加工光在所述表面上 b 掃描的動作，所述第二掃描動作是以所述目標照射位置相對於所述表面而向沿著所述第一軸且與所述第一方向相反的第二方向相對移動的方式，使所述加工光在所述表面上掃描的動作。

【0507】 [附記 120]

一種加工系統，將來自光源的加工光照射至物體的表面來對所述表面進行加工，所述加工系統包括：

第一光學系統，配置於來自所述光源的所述加工光的光路；以及

第二光學系統，配置於來自所述光源的所述加工光的光路，將所述加工光聚光至所述表面，且

經由所述第一光學系統及所述第二光學系統的所述加工光的會聚位置處的光束剖面的大小較經由所述第二光學系統的加工光的會聚位置處的光束剖面的大小更大。

【0508】 [附記 121]

如附記 120 所述的加工系統，其中

藉由關於所述第一光學系統的光軸而旋轉對稱的像差，使經由所述第一光學系統及所述第二光學系統的所述加工光的會聚位置處的光束剖面的大小，較經由所述第二光學系統的加工光的會聚位置處的光束剖面的大小更大。

【0509】 [附記 122]

如附記 121 所述的加工系統，其中

所述第一光學系統的所述旋轉對稱的像差包含球面像差。

【0510】 [附記 123]

如附記 120 至附記 122 中任一項所述的加工系統，其中

所述光照射裝置將多束所述加工光照射至所述表面，

所述第一光學系統在所述表面內使所述多束加工光局部重合。

【0511】 [附記 124]

如附記 123 所述的加工系統，其中

所述光照射裝置將所述多束加工光同時照射至所述表面。

【0512】 [附記 125]

如附記 123 或附記 124 所述的加工系統，其中

所述光照射裝置在將所述多束加工光中的第一加工光照射至所述表面之後，將所述多束加工光中的與所述第一加工光不同的第二加工光照射至所述表面。

【0513】 [附記 126]

如附記 120 至附記 125 中任一項所述的加工系統，其中

所述第一光學系統包含使所述加工光散射的散射面。

【0514】 [附記 127]

如附記 120 至附記 126 中任一項所述的加工系統，其中

與不經由所述第一光學系統而照射至所述物體的表面的所述加工光相比，經由所述第一光學系統及所述第二光學系統照射至所述物體的表面的所述加工光中，在所述加工光的會聚位置附近，與所述光學系統的光軸交叉的所述加工光的剖面尺寸在沿著所述光軸的方向上的變化量變少。

【0515】 [附記 128]

一種加工系統，將來自光源的加工光照射至物體的表面來對

所述表面進行加工，所述加工系統包括：

第一光學系統，配置於來自所述光源所述加工光的光路；以及

第二光學系統，配置於來自所述光源的所述加工光的光路，將所述加工光聚光至所述表面，且

與不經由所述光學系統而照射至所述物體的表面的所述加工光相比，經由所述光學系統照射至所述物體的表面的所述加工光中，在所述加工光的會聚位置附近，沿著與所述光學系統的光軸交叉的面的所述加工光的光束直徑在沿著所述光軸的方向上的變化量小。

【0516】 [附記 129]

如附記 120 至附記 128 中任一項所述的加工系統，其中

所述第一光學系統相對於所述加工光的所述光路能夠插入/脫離。

【0517】 [附記 130]

一種在流體中移動的移動體的加工方法，包括：

自光源射出加工光；

使來自所述光源的所述加工光入射至第一光學系統；以及

使用第二光學系統將所述加工光聚光至物體上，且

與不經由所述第一光學系統而照射至所述物體的表面的所述加工光相比，經由所述第一光學系統及所述第二光學系統照射至所述物體的表面的所述加工光在所述加工光的會聚位置處的光束

直徑變大。

【0518】 [附記 131]

一種在流體中移動的移動體的加工方法，包括：

自光源射出加工光；

使來自所述光源的所述加工光入射至第一光學系統；以及

使用第二光學系統將所述加工光聚光至物體上，且

與不經由所述第一光學系統而照射至所述物體的表面的所述加工光相比，經由所述第一光學系統及所述第二光學系統照射至所述物體的表面的所述加工光中，在所述加工光的會聚位置附近，沿著與所述光學系統的光軸交叉的面的所述加工光的光束直徑在沿著所述光軸的方向上的變化量小。

【0519】 [附記 132]

一種加工裝置，對物體的表面照射加工光來加工所述物體，所述加工裝置包括：

光照射裝置，在所述表面形成被照射第一加工光的第一照射區域，且形成被照射第二加工光的第二照射區域，且

所述光照射裝置以所述第一照射區域及所述第二照射區域相互重疊方式照射所述第一加工光及所述第二加工光。

【0520】 [附記 133]

如附記 132 所述的加工裝置，其中

所述第一照射區域沿著所述表面的第一方向掃描。

【0521】 [附記 134]

如附記 133 所述的加工裝置，其中

所述第二照射區域沿著所述表面的第二方向掃描。

【0522】 [附記 135]

如附記 134 所述的加工裝置，其中

所述第一照射區域與所述第二照射區域在所述第一方向或所述第二方向上有至少一部分重疊。

【0523】 [附記 136]

如附記 134 或附記 135 所述的加工裝置，其中

所述第一照射區域與所述第二照射區域在所述表面上的與所述第一方向或所述第二方向交叉的第三方向上有至少一部分重疊。

【0524】 [附記 137]

如附記 134 至附記 136 所述的加工裝置，其中

所述第一方向與所述第二方向相同或平行。

【0525】 [附記 138]

如附記 132 至附記 137 中任一項所述的加工裝置，其中

所述光照射裝置不將所述第一加工光及所述第二加工光同時照射至所述表面。

【0526】 [附記 139]

如附記 132 至附記 138 中任一項所述的加工裝置，其中

所述光照射裝置在對所述表面照射所述第一加工光之後，對所述表面照射所述第二加工光。

【0527】 [附記 140]

如附記 132 至附記 137 中任一項所述的加工裝置，其中

所述光照射裝置將所述第一加工光及所述第二加工光同時照射至所述表面。

【0528】 所述各實施形態的要件可適當組合。亦可不使用所述各實施形態的要件中的一部分。所述各實施形態的要件可適當地與其他實施形態的要件置換。而且，在法律所容許的範圍內，援用在所述各實施形態中引用的與裝置等相關的所有公開公報及美國專利的揭示來作為本文所述的一部分。

【0529】 而且，本發明可在不違反能夠自申請專利範圍及整個說明書中讀取的發明主旨或思想的範圍內進行適當變更，伴隨此種變更的加工裝置、加工方法、加工系統及移動體的加工方法亦包含在本發明的技術思想中。

【符號說明】

【0530】

1:加工裝置

2:控制裝置

3、3X、3Y:載台裝置

11、11a、11d、11e、11f、11j:光照射裝置

12、15、1126c、1182j:驅動系統

12X、12Y:驅動裝置

13:收容裝置

14:支持裝置

16:排氣裝置

17:氣體供給裝置

31X:X 引導構件

31Y:Y 引導構件

32X:X 可動件

32Y:Y 可動件

33X:X 載台

33Y:Y 載台

39、133、143:支持構件

111:光源

111:聚焦透鏡

112、112'、112c、112g、112h、112#1、112#2、112#3:多光束光學系統

113:檢流計鏡

113X:X 掃描鏡

113Y:Y 掃描鏡

114:fθ 透鏡

115b#1、115b#2、1126g-1、1126g-2、1176f:波長板

116d:中繼光學系統

117e、117f:強度調整裝置

121X:X 引導構件

121Y:Y 引導構件

122X:X 可動件

122Y:Y 可動件

123X:X 載台

131:頂部構件

132:間隔壁構件

134、144:端部

135:檢測裝置

141:樑構件

142:腳構件

161:排氣管

162:過濾器

171:吸氣管

1121、1121g、1171f:偏光分束器

1121'、1123'、1125':光學系統

1122、1122g、1124、1124g、1172f、1174f:1/4 波長板

1123、1125、1123g、1123g-1～1123g-3、1125g-1～1125g-3、1128g、1173f、1175f:反射鏡

1127g-1、1127g-2:反射稜鏡

1141:光學面

1171e、1172e:強度感測器

1173e:波長板

1174e:驅動系統

1181j:放大光學系統

11211、11711、11211g、11711f:分離面

11231、11251、11231g-1～11231g-3、11251g-1～11251g-3、11731f、11751f:反射面

AX1g:透過偏光方位（反射偏光方位）

AX7g-1、AX7g-2:移送軸

BF:會聚位置

C、CP11～CP14:凹部

CP1:凹狀結構

CP2:凸狀結構

CP21:凸部

CS:聚光的面

D:深度

DF:沿著 Z 軸方向遠離會聚位置的位置

DOF:焦點深度

DOF#1:第一範圍

DOF#2:第二範圍

EA、EA1、EA2、EA3、EA4:目標照射區域

EL1:第一光

EL2:第二光

EL3:第三光

EL4:第四光

ELc01 、 ELc02 、 ELc1 、 ELc2 、 ELc1#1 、 ELc1#21-#22 、 ELc1#31-#34、ELc1#41-#48、ELc2#1、ELc2#21-#22、ELc2#31-#34、ELc2#41-#48:圓偏光

ELe#001-#016、ELe#21、ELe#22、ELe#21-#22、ELe#31-#34、ELe#41-#48、ELg01、ELg02:射出光

ELg:合成光

ELi#21-#22、ELi#21-#22、ELi#31-#34、ELi#41-#48:入射光

ELj、ELk、ELk01、ELk02、ELk#1～ELk#n、ELk#21、ELk#22、ELk#31～ELk#34:加工光

ELo、ELo'、ELo#1、ELo01'、ELo02':光源光

ELp01 、 ELp02 、 ELp1 、 ELp2 、 ELp1#1 、 ELp1#21-#22 、 ELp1#21 、 ELp1#22 、 ELp1#31-#34 、 ELp1#41-#48 、 ELp2#1 、 ELp2#21-#22、ELp2#31-#34、ELp2#41-#48:p 偏光

ELs01、ELs02、ELs1、ELs2、ELs2#1、ELs1#1、ELs1#21-#22、ELs1#31-#34 、 ELs1#41-#48 、 ELs2#21-#22 、 ELs2#31-#34 、 ELs2#41-#48:s 偏光

F_start#1～F_start#5、F_start#51～F_start#53:加工開始位置

F_end#1～F_end#5、F_end#51～F_end#53:加工結束位置

FA#1～FA#5、FA/51～FA#53:加工區域

H:高度

p1:第一間距

P1、P2:排列間距

p2:第二間距

PL:飛機

PL1:軀幹

PL2:主翼

PL3:垂直尾翼

PL4:水平尾翼

S:加工對象物

SA、SA1～SA16:加工曝射區域

SC_start#1、SC_start#2:掃描開始位置

SC_end#1、SC_end#2:掃描結束位置

SCA#1～SCA#6:掃描區域

SF:塗裝膜

SP:收容空間

SYS、SYSb、SYSc、SYSd、SYSe、SYSf、SYSg、SYSh、SYSi、SYSj:加工系統

X、Y、Z:座標軸

θ#1～θ#3:角度

ϕa、ϕb:光束直徑

ϕ1、ϕ11:第一直徑

ϕ2、ϕ12:第二直徑

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種加工裝置，其是對物體的表面照射加工光來加工所述物體的加工裝置，包括：

光照射裝置，照射第一加工光而在所述表面形成第一照射區域、照射第二加工光而在所述表面形成與所述第一照射區域有至少一部分重疊的第二照射區域，且

所述光照射裝置具有能夠變更所述第一照射區域及所述第二照射區域的重疊狀態的變更構件。

【請求項2】 如請求項 1 所述的加工裝置，其中

照射所述第一加工光及所述第二加工光而在所述物體的表面形成凹部。

【請求項3】 如請求項 1 或請求項 2 所述的加工裝置，其中

所述光照射裝置具有使所述第一照射區域及所述第二照射區域在沿著所述物體的表面的一方向上移動的位移構件，且

在所述物體的表面形成在所述一方向上延伸的一個或多個凹部。

【請求項4】 如請求項 3 所述的加工裝置，其中

所述變更構件變更所述物體的表面中與所述一方向交叉的另一方向上的所述第一照射區域及所述第二照射區域的相對位置關係。

【請求項5】 如請求項 4 所述的加工裝置，其中

利用所述位移構件使所述第一照射區域及所述第二照射區域

在所述一方向上移動，藉此形成所述一個凹部，且

藉由利用所述變更構件變更重疊狀態，來調整所述凹部在所述另一方向上的寬度。

【請求項6】 如請求項 4 或請求項 5 所述的加工裝置，其中

利用所述位移構件使所述第一照射區域及所述第二照射區域在所述一方向上移動，藉此形成所述一個凹部，且

藉由利用所述變更構件變更重疊狀態，來調整所述凹部的深度。

【請求項7】 如請求項 4 所述的加工裝置，其中

利用所述位移構件來使所述第一照射區域及所述第二照射區域在所述一方向上移動，藉此作為所述多個凹部而形成第一凹部及第二凹部，且

藉由利用所述變更構件變更所述另一方向上的所述第一照射區域及所述第二照射區域的相對位置關係，來調整所述另一方向上的所述第一凹部與所述第二凹部的間隔。

【請求項8】 如請求項 3 至請求項 7 中任一項所述的加工裝置，其中

所述位移構件使所述第一照射區域及所述第二照射區域在所述物體的表面上的與所述一方向交叉的另一方向上移動，且

在所述物體的表面形成在所述另一方向上具有週期方向的多個凹部。

【請求項9】 如請求項 1 至請求項 8 中任一項所述的加工裝置，

其中

所述光照射裝置包括：

第一光學系統，將入射光分支為第一光及第二光；

第二光學系統，將來自所述第一光學系統的所述第一光作為第三光返回至所述第一光學系統；以及

第三光學系統，將來自所述第一光學系統的所述第二光作為第四光返回至所述第一光學系統，且

經由所述第一光學系統的來自所述第二光學系統的所述第三光作為所述第一加工光而照射至所述表面，

經由所述第一光學系統的來自所述第三光學系統的所述第四光作為所述第二加工光而照射至所述表面。

【請求項10】　如請求項9所述的加工裝置，其中

所述第二光學系統及所述第三光學系統中至少一個光學系統使經由所述第一光學系統的來自所述第二光學系統的所述第三光與經由所述第一光學系統的來自所述第三光學系統的所述第四光的行進方向彼此不同。

【請求項11】　如請求項9或請求項10所述的加工裝置，其中

所述第二光學系統及所述第三光學系統中至少一個光學系統改變經由所述第一光學系統的來自所述第二光學系統的所述第三光的行進方向與經由所述第一光學系統的來自所述第三光學系統的所述第四光的行進方向所成的角度。

【請求項12】　如請求項11所述的加工裝置，其中

所述變更構件包含所述第二光學系統及所述第三光學系統中的至少一個光學系統。

【請求項13】　如請求項 9 至請求項 12 中任一項所述的加工裝置，其中

所述光照射裝置包括第四光學系統，配置於經由所述第一光學系統的來自所述第二光學系統的所述第三光與經由所述第一光學系統的來自所述第二光學系統的所述第四光的光路，且將所述第三光及所述第四光聚光。

【請求項14】　如請求項 13 所述的加工裝置，其中

所述光照射裝置包括第五光學系統，配置於所述第一光學系統與所述第四光學系統之間，且改變所述第三光及所述第四光的行進方向。

【請求項15】　如請求項 14 所述的加工裝置，其中

所述光照射裝置具有使所述第一照射區域及所述第二照射區域在沿著所述物體的表面的一方向上移動的位移構件，

所述位移構件包括所述第五光學系統。

【請求項16】　一種加工方法，其是對物體的表面照射加工光來加工所述物體的加工方法，包括：

照射第一加工光而在所述表面形成第一照射區域；

照射第二加工光而在所述表面形成與所述第一照射區域有一部分重疊的第二照射區域；以及

變更所述第一照射區域及所述第二照射區域的重疊狀態。

【請求項17】　一種加工系統，其是對物體照射加工光來加工所述物體的加工裝置，包括：

第一光學系統，將入射光分支為第一光及第二光；

第二光學系統，將來自所述第一光學系統的所述第一光作為第三光返回至所述第一光學系統；以及

第三光學系統，將來自所述第一光學系統的所述第二光作為第四光返回至所述第一光學系統，且

所述第一光學系統將來自所述第二光學系統的所述第三光及來自所述第三光學系統的所述第四光作為照射至所述物體的表面上的不同位置的多束所述加工光射出。

【請求項18】　一種加工裝置，包括：

光照射裝置，對物體照射多束加工光來加工所述物體；以及

照射位置變更裝置，變更所述多束加工光在所述物體的表面上的照射位置的相對位置關係，以將所需圖案結構形成於所述物體。

【請求項19】　一種加工系統，其是對物體照射加工光來加工所述物體，以將在所需方向上延伸的圖案結構形成於所述物體的加工系統，包括：

第一可動裝置，能夠以變更沿著所述物體的表面的第一方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動；以及

第二可動裝置，能夠以變更沿著所述物體的表面且與所述第

一方向交叉的第二方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動，並且較所述第一可動裝置更重及/或大，且

所述第一可動裝置及所述第二可動裝置以第一角度小於第二角度的方式相對於所述表面進行對位，所述第一角度是在所述所需方向上延伸的軸與在所述第一方向上延伸的軸所成的角度，所述第二角度是在所述所需方向上延伸的軸與在所述第二方向上延伸的軸所成的角度。

【請求項20】　一種加工系統，包括：

加工裝置，對物體照射加工光來加工所述物體，以在所述物體的表面形成在所需方向上延伸的圖案結構；以及

控制裝置，基於圖案資訊來控制所述加工裝置，以形成所述圖案結構，所述圖案資訊與由模擬形成有所述圖案結構的所述物體的模擬模型所生成的所述圖案結構相關。

【請求項21】　一種加工系統，包括：

光照射裝置，對物體的表面照射加工光；以及

位置變更裝置，變更所述物體的表面上的所述加工光的目標照射位置與所述表面之間的相對位置，且

使用所述光照射裝置及所述位置變更裝置，交替地反覆進行第一動作及第二動作，所述第一動作是使所述加工光沿著沿所述表面的第一軸在所述表面上掃描的動作，所述第二動作是沿著與所述第一軸交叉且沿所述表面的第二軸來變更所述加工光與所述

表面之間的相對位置的動作，

所述第一動作包括第一掃描動作及第二掃描動作，所述第一掃描動作是以所述目標照射位置相對於所述表面而向沿著所述第一軸的第一方向相對移動的方式，使所述加工光在所述表面上掃描的動作，所述第二掃描動作是以所述目標照射位置相對於所述表面而向沿著所述第一軸且與所述第一方向相反的第二方向相對移動的方式，使所述加工光在所述表面上掃描的動作。

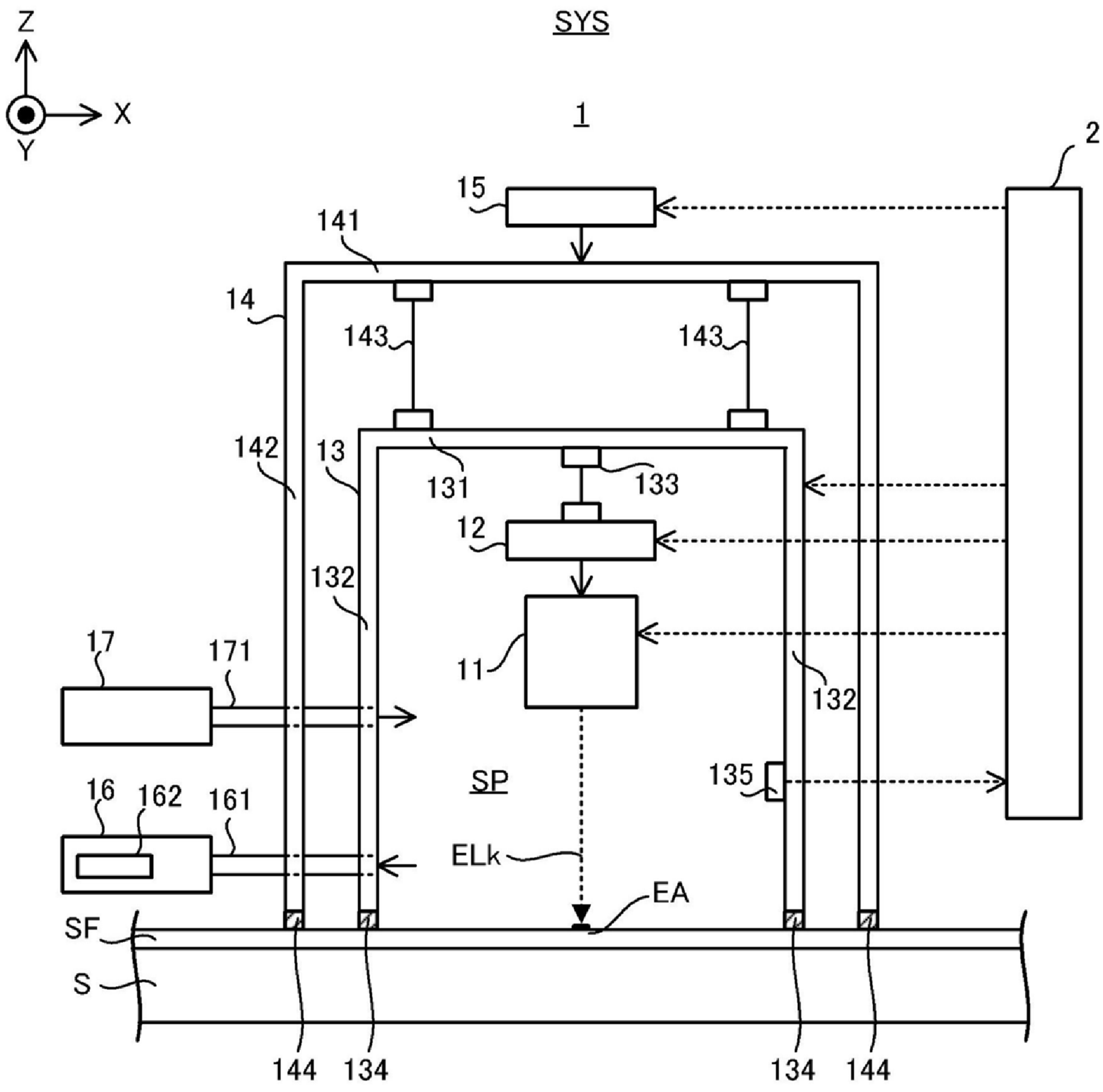
【請求項22】　一種加工系統，將來自光源的加工光照射至物體的表面來對所述表面進行加工，所述加工系統包括：

第一光學系統，配置於來自所述光源的所述加工光的光路；以及

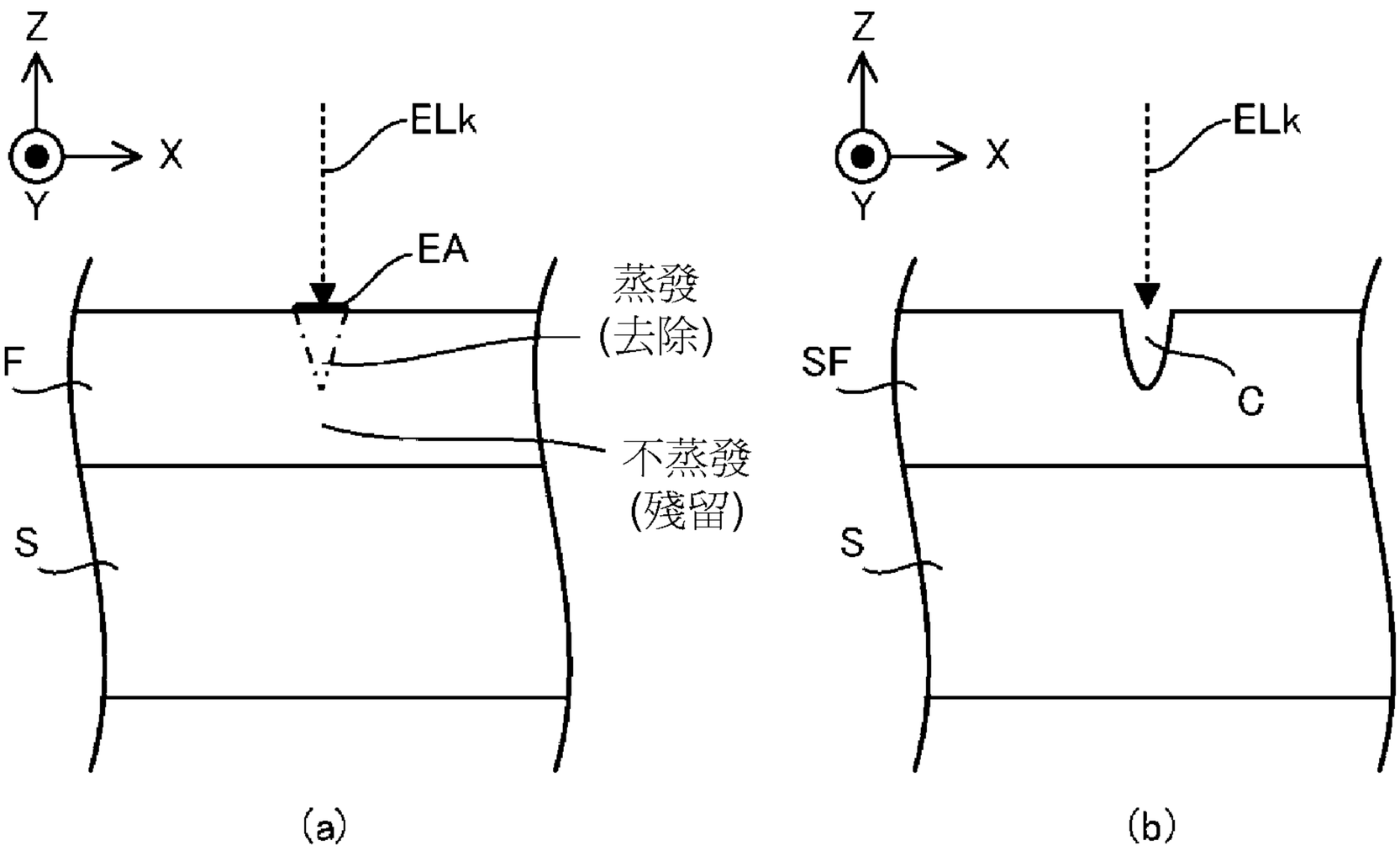
第二光學系統，配置於來自所述光源的所述加工光的光路，將所述加工光聚光至所述表面，且

經由所述第一光學系統及所述第二光學系統的所述加工光的會聚位置處的光束剖面的大小較經由所述第二光學系統的加工光的會聚位置處的光束剖面的大小更大。

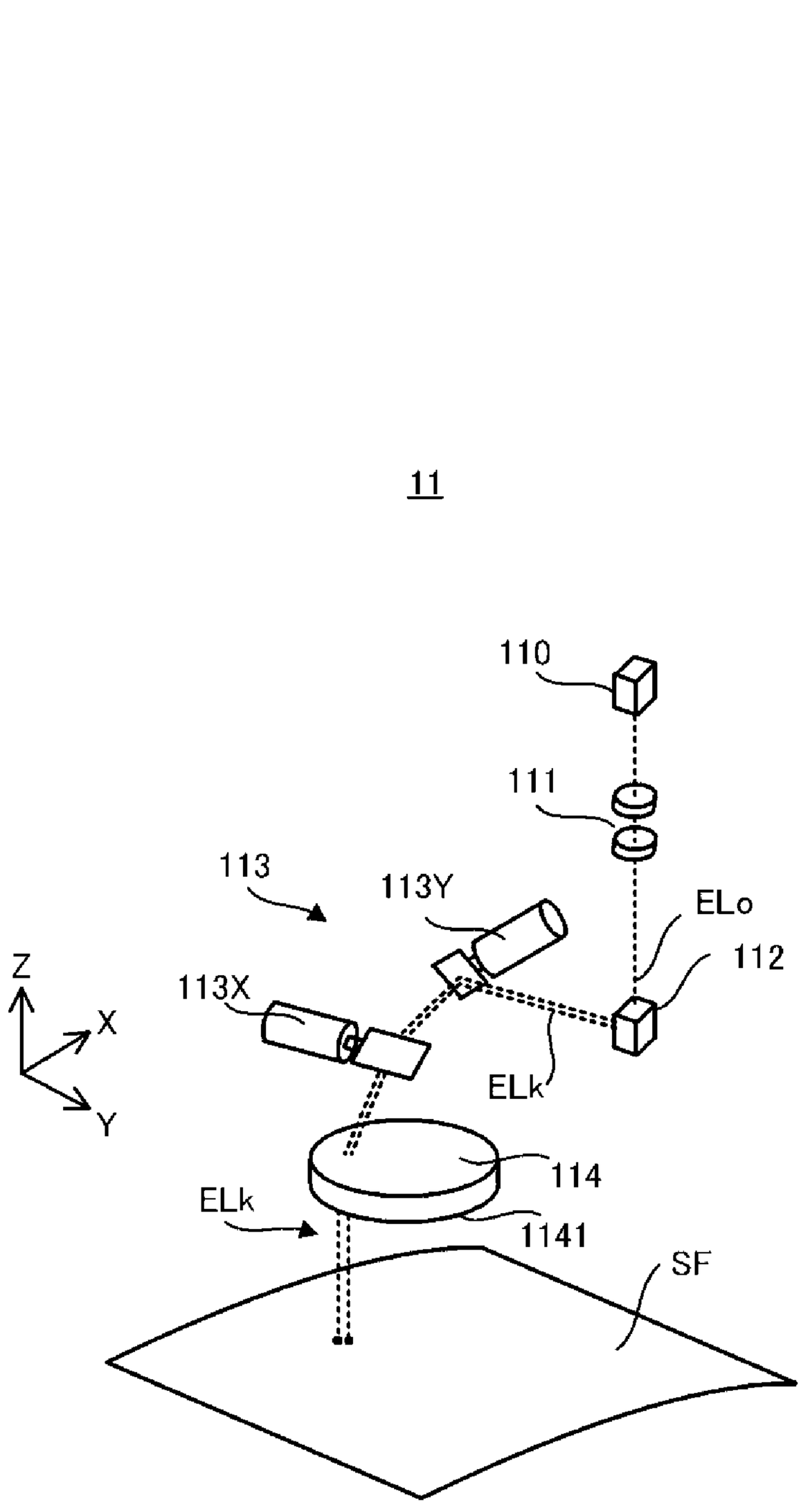
【發明圖式】


Z
X
Y
SYS
1
2
15
141
14
143
143
142
13
131
133
12
132
11
132
17
171
135
SP
16
162
161
ELk
EA
SF
S
144
134
134
144

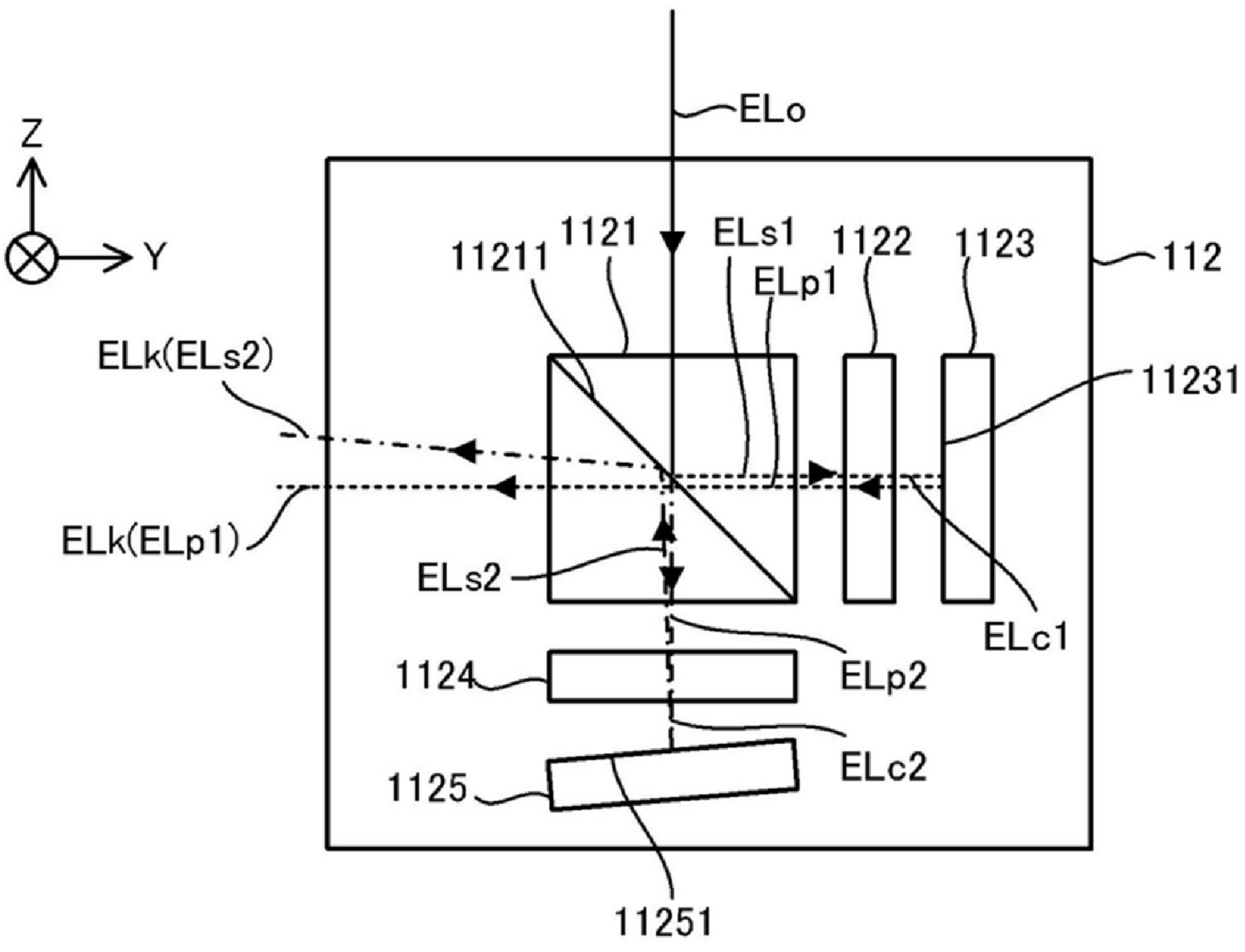
【圖1】



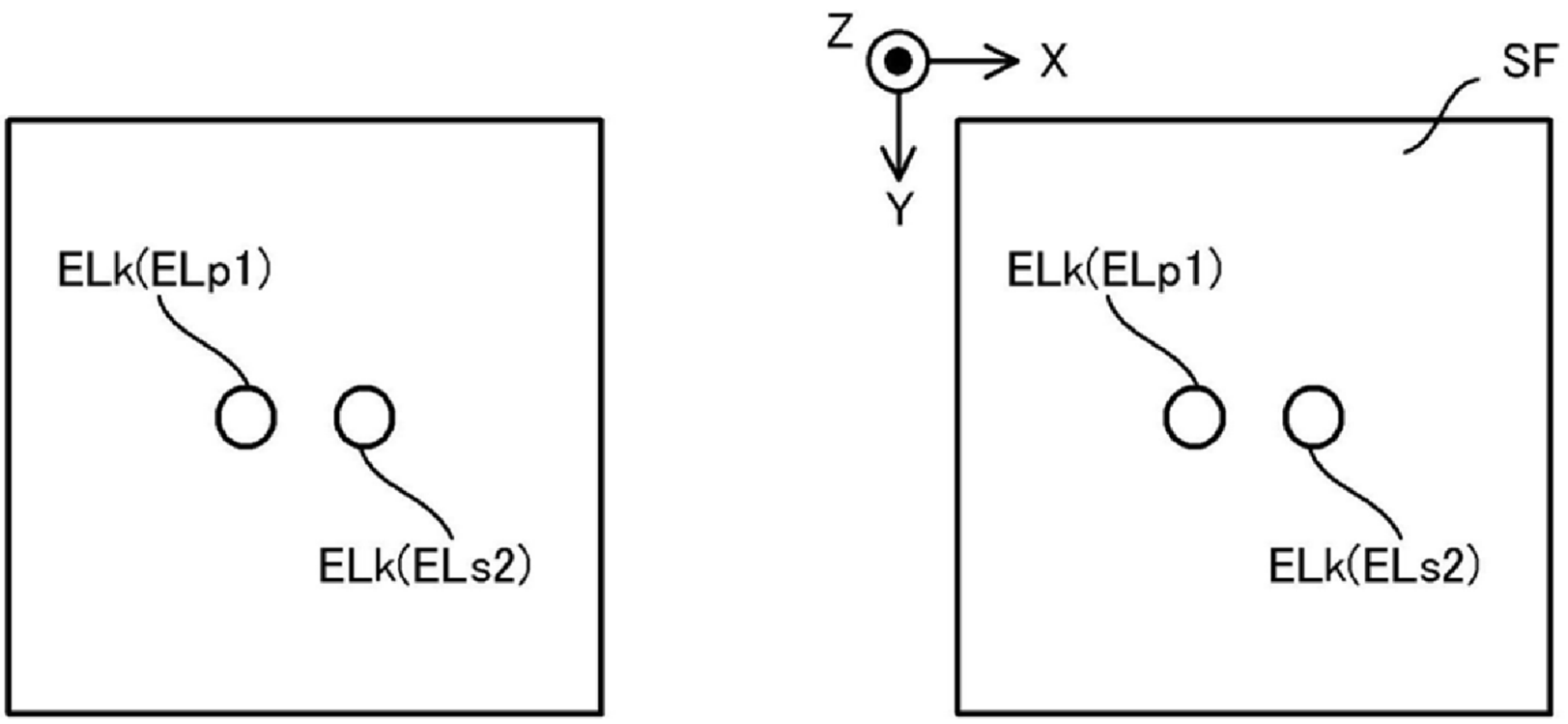
【圖2】



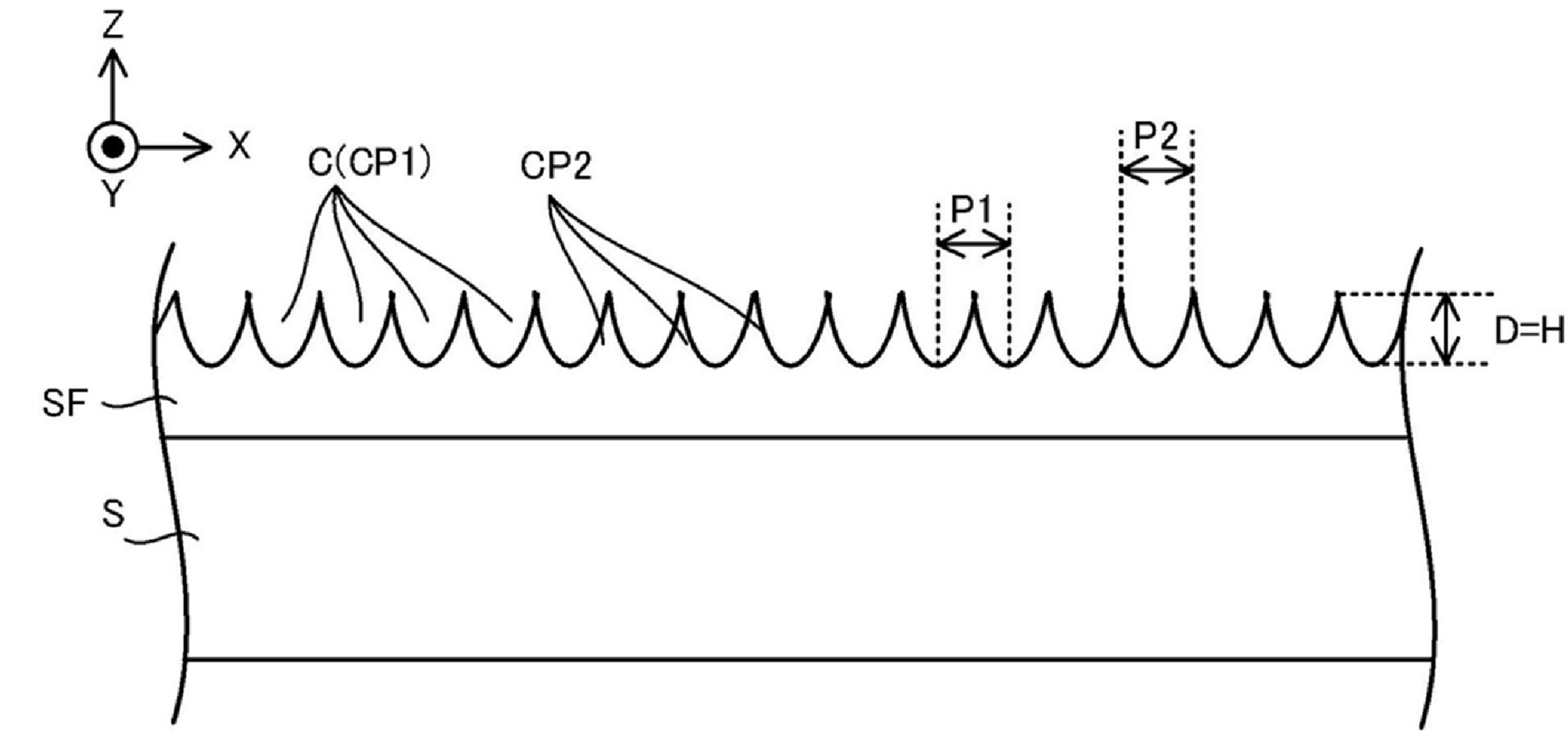
【圖3】


Z
Y
ELo
11211
1121
ELs1
1122
ELp1
1123
112
ELk(ELs2)
11231
ELk(ELp1)
ELs2
ELc1
1124
ELp2
ELc2
1125
11251

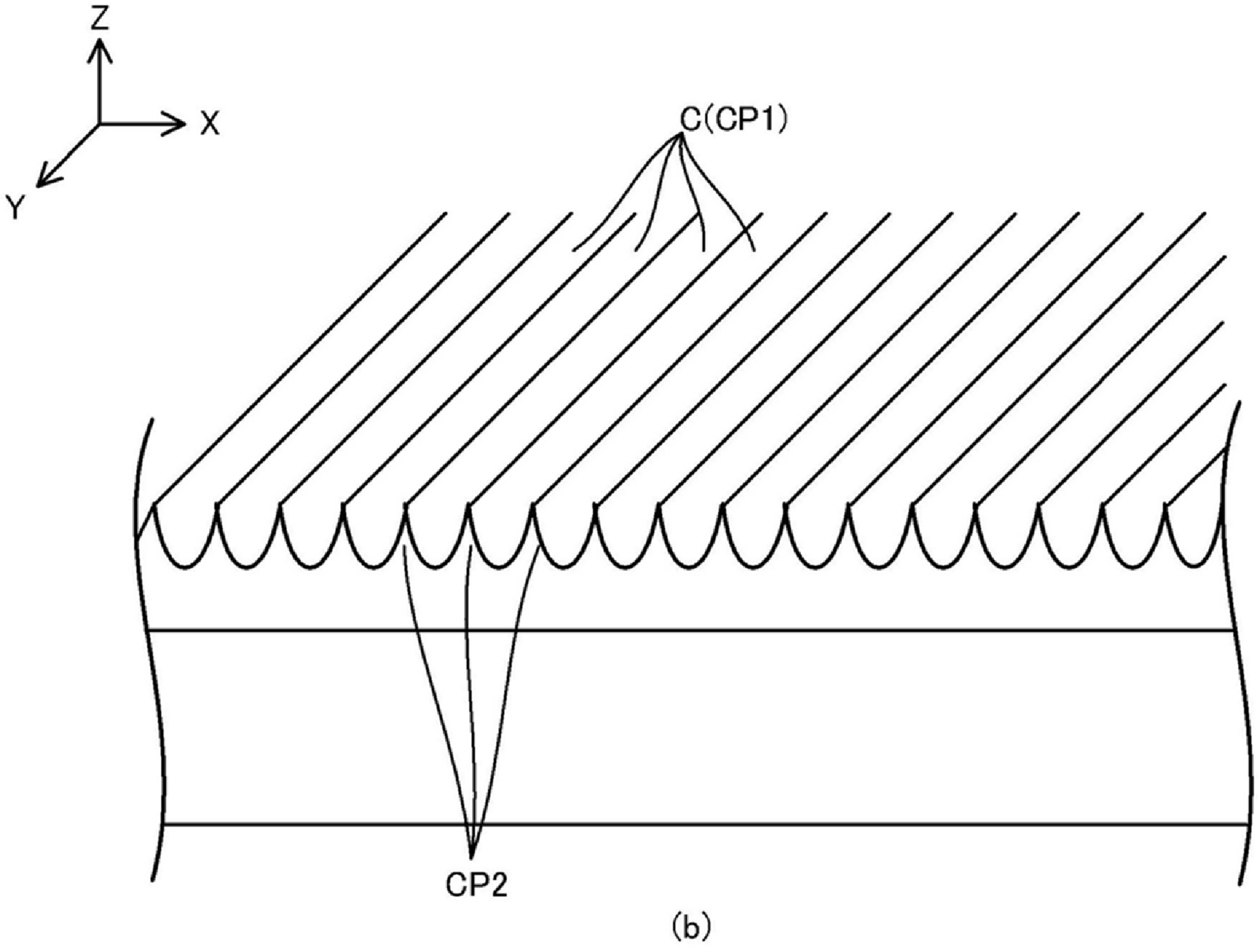
【圖4】


ELk(ELp1)
ELk(ELs2)
Z
X
Y
SF
ELk(ELp1)
ELk(ELs2)
(a)
(b)

【圖5】

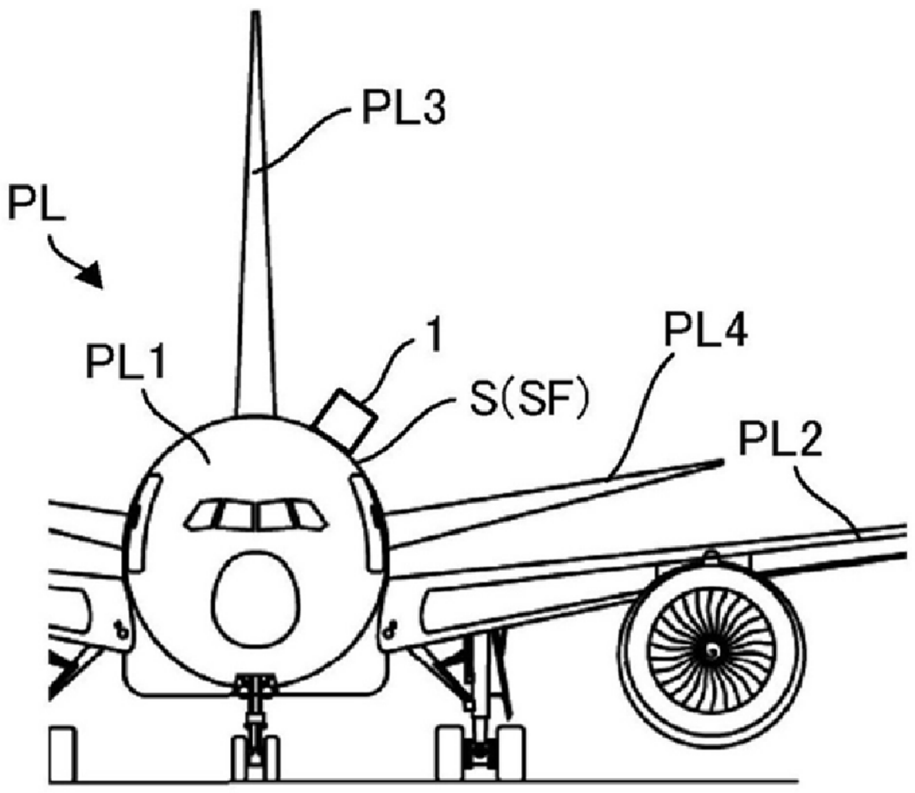


(a)

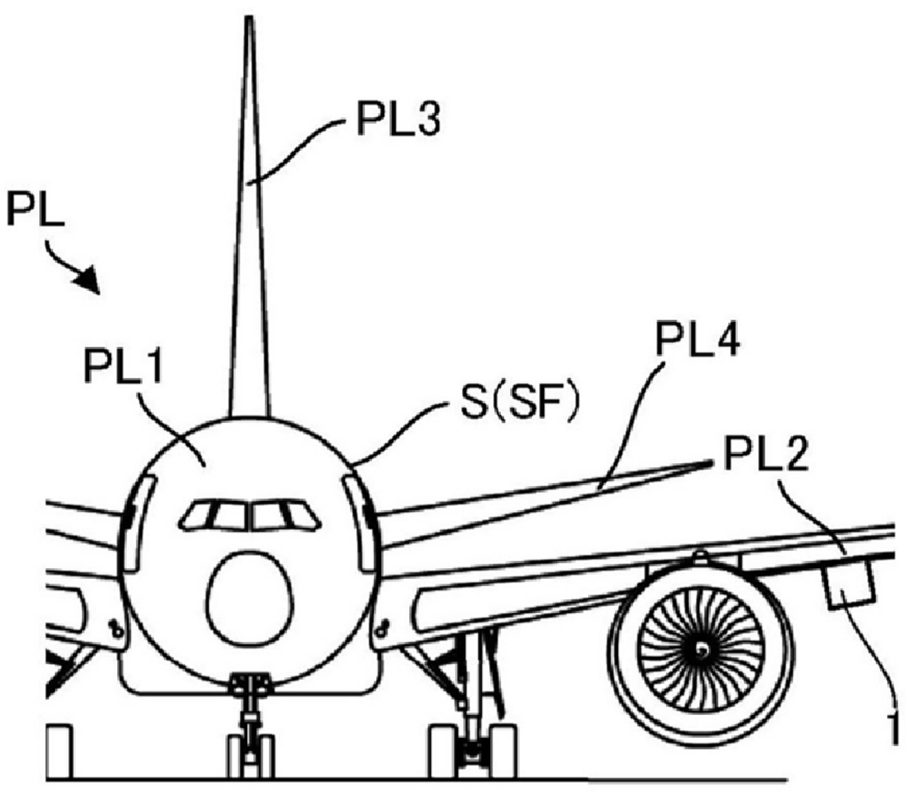


(b)

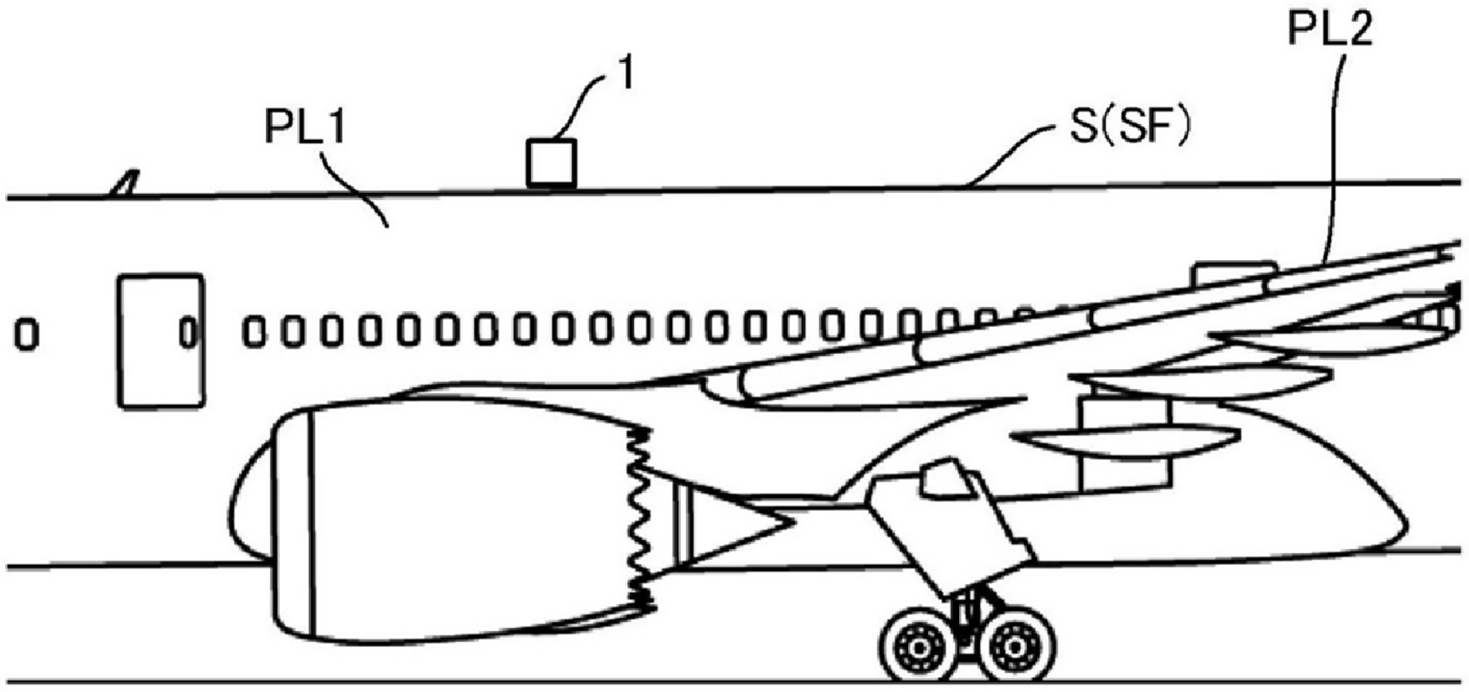
【圖6】



(a)

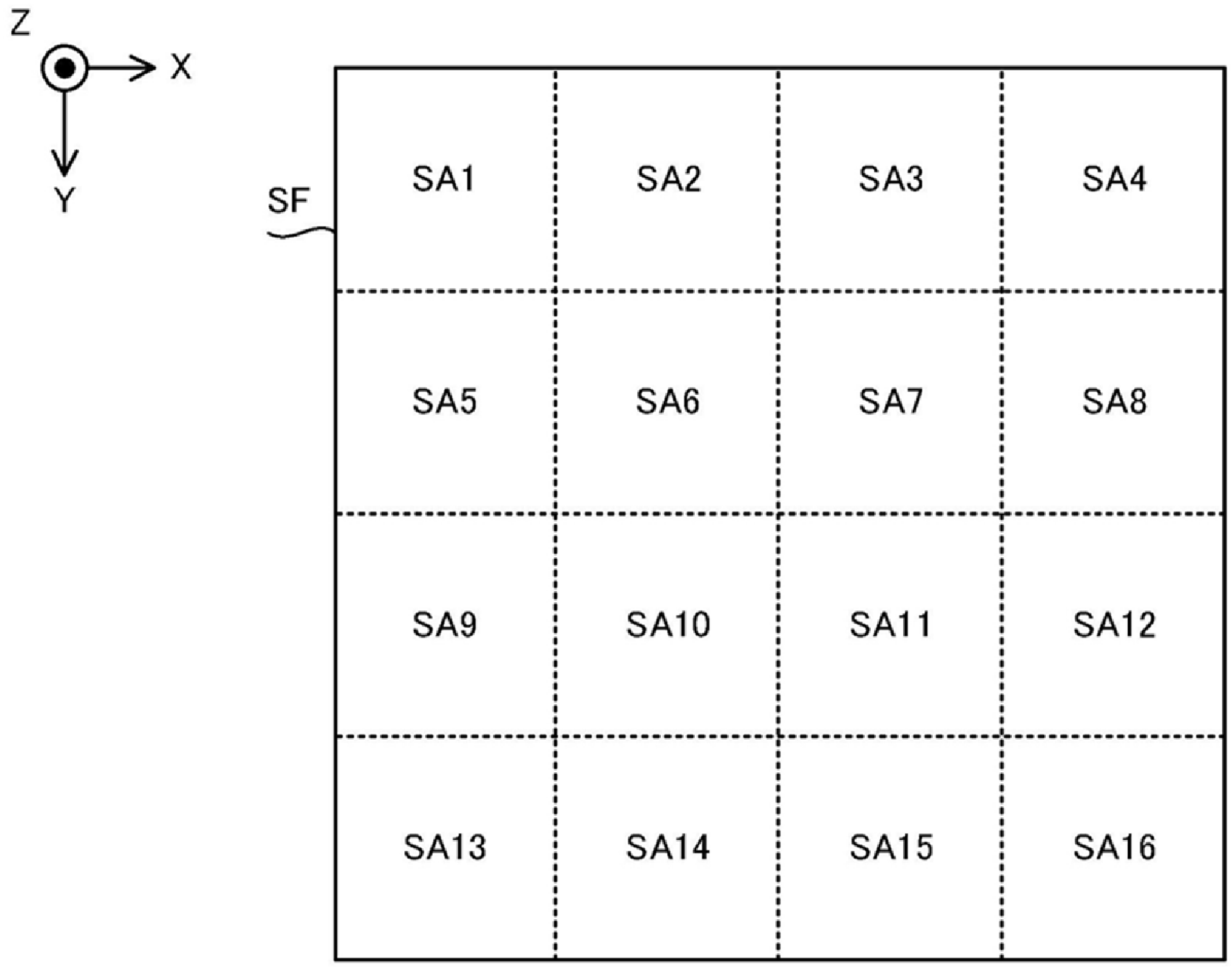


(b)

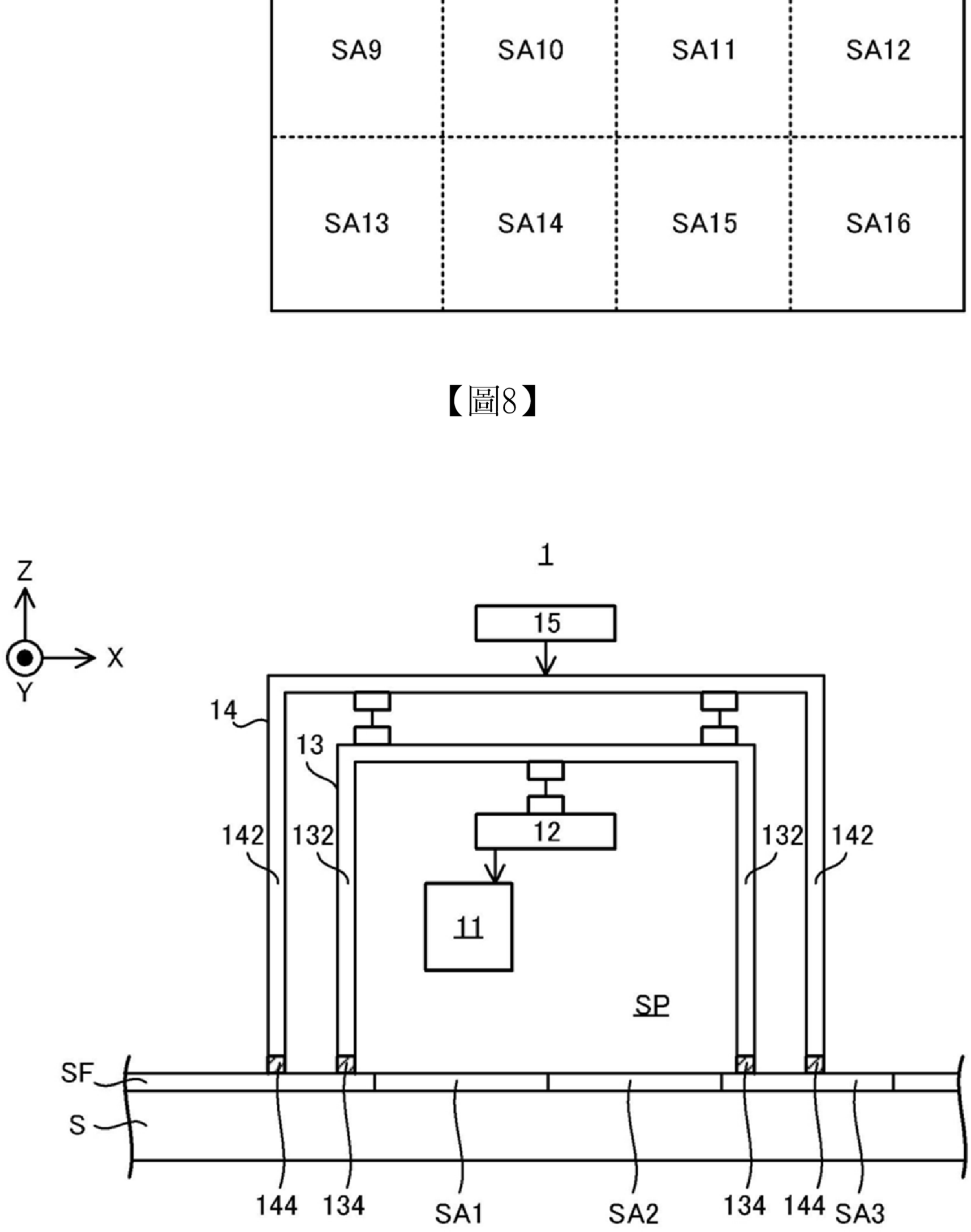


(c)

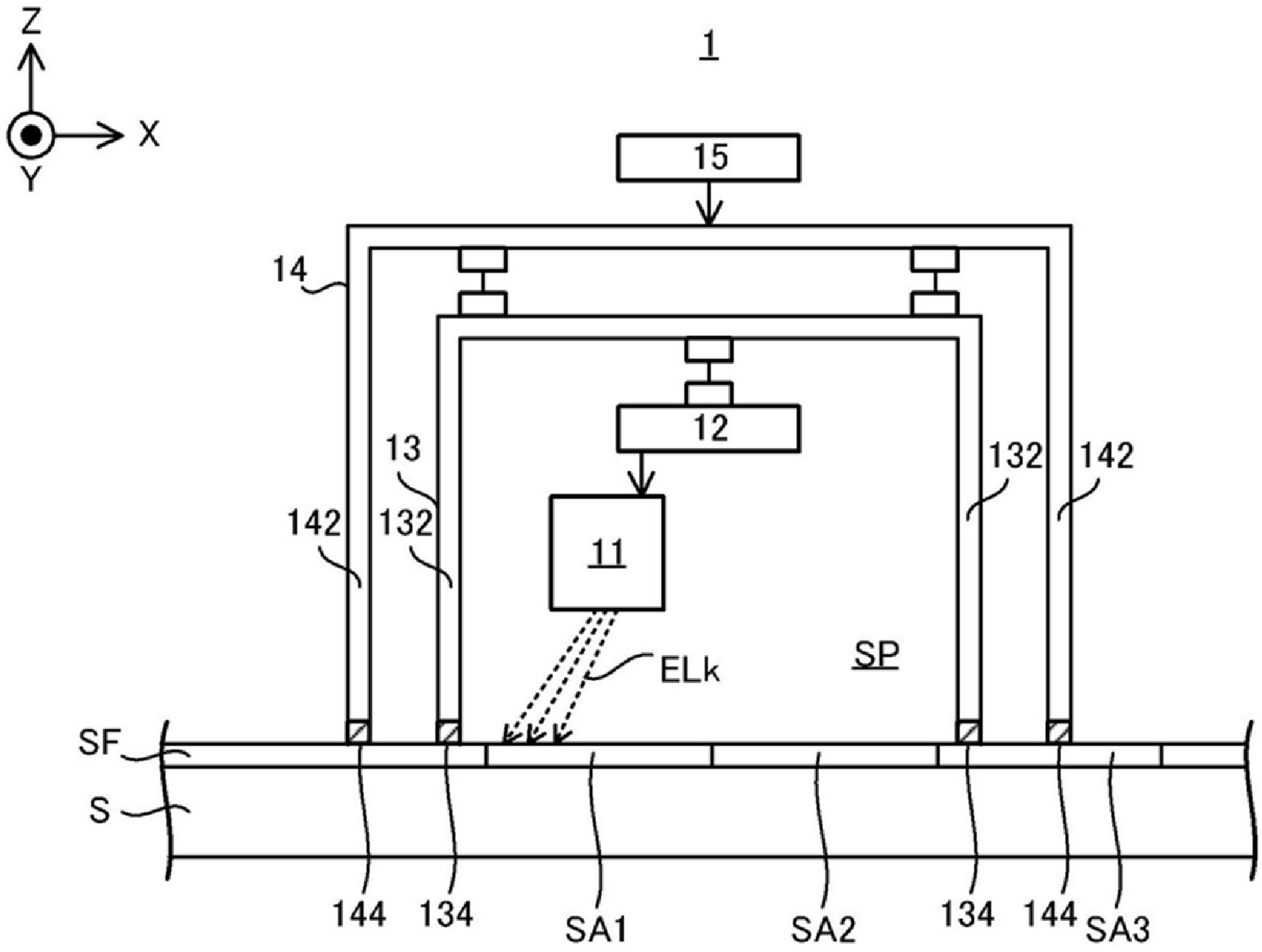
【圖7】


Z
X
Y
SF
SA1
SA2
SA3
SA4
SA5
SA6
SA7
SA8
SA9
SA10
SA11
SA12
SA13
SA14
SA15
SA16

【圖8】


1
15
14
13
12
142
132
132
142
11
SP
SF
S
144
134
SA1
SA2
134
144
SA3

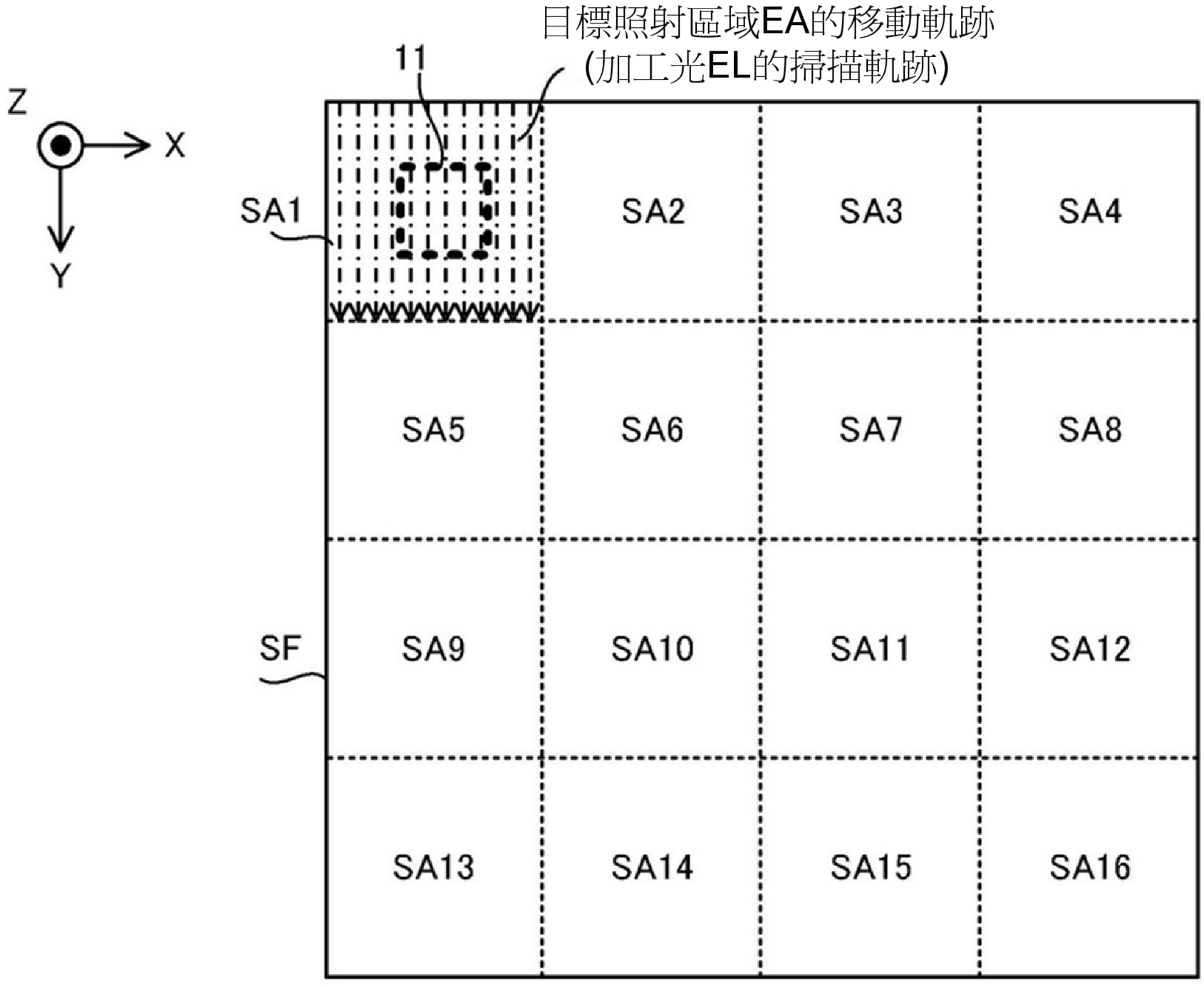
【圖9】



(a)

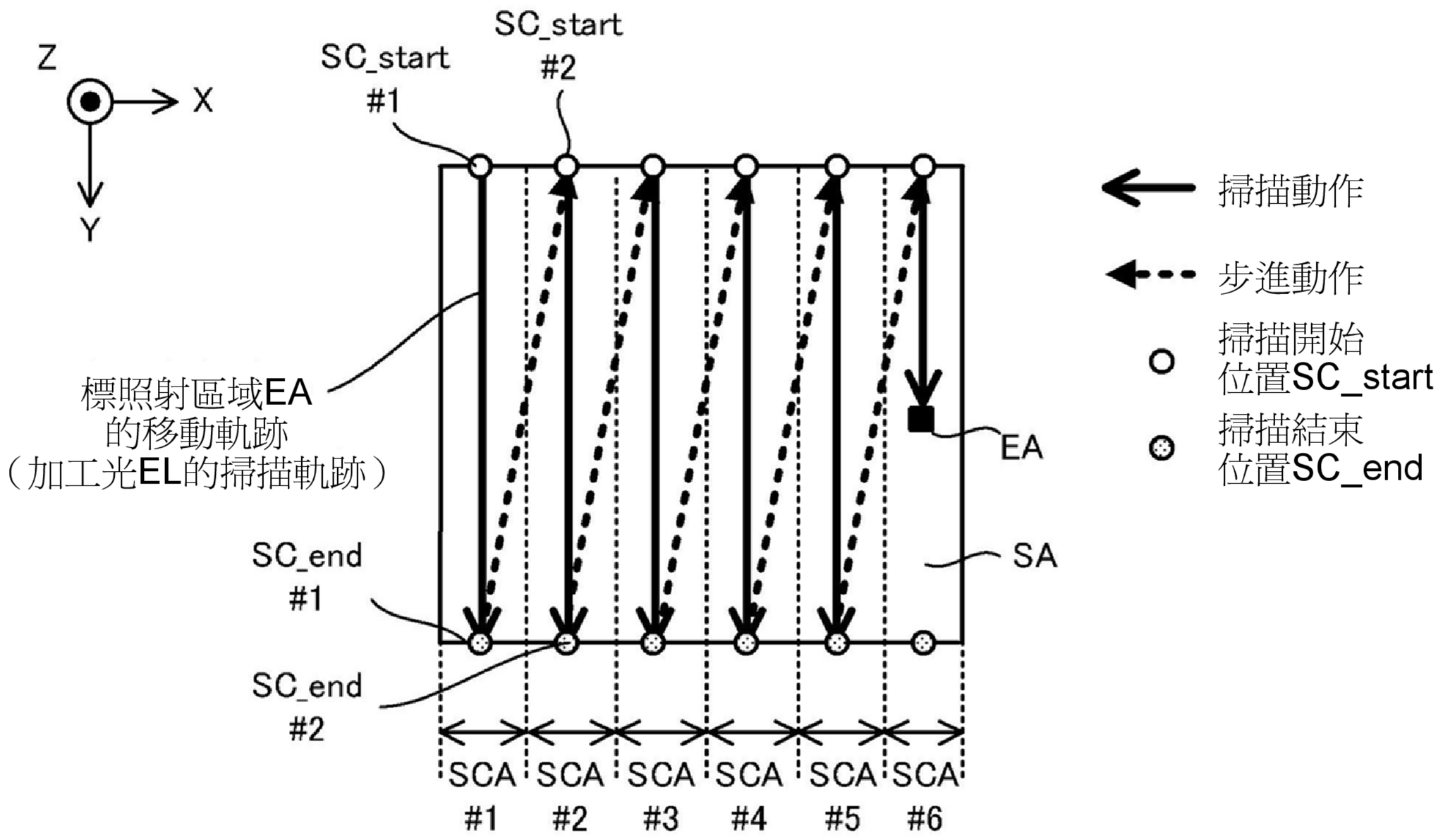
目標照射區域EA的移動軌跡

(加工光EL的掃描軌跡)

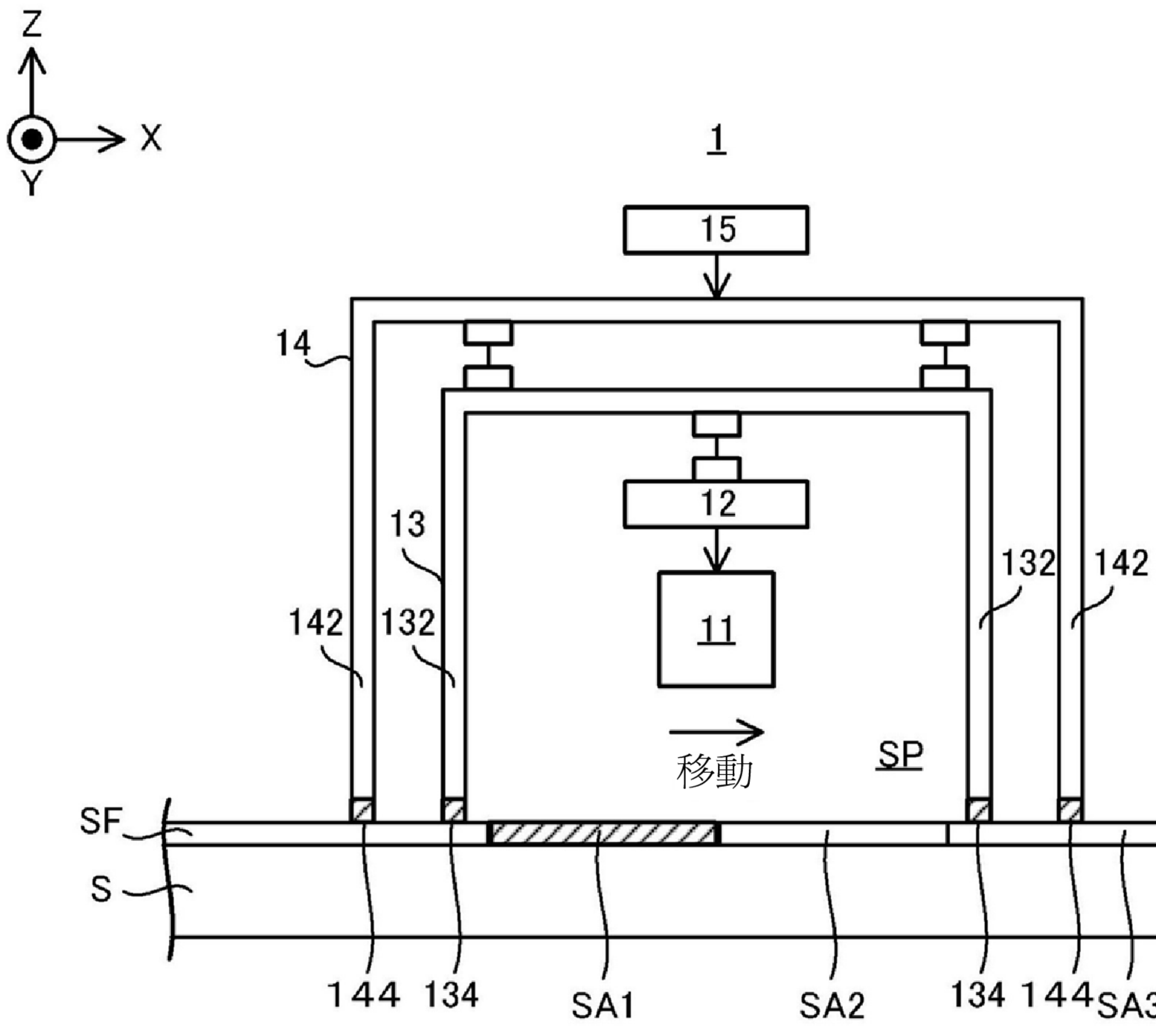


(b)

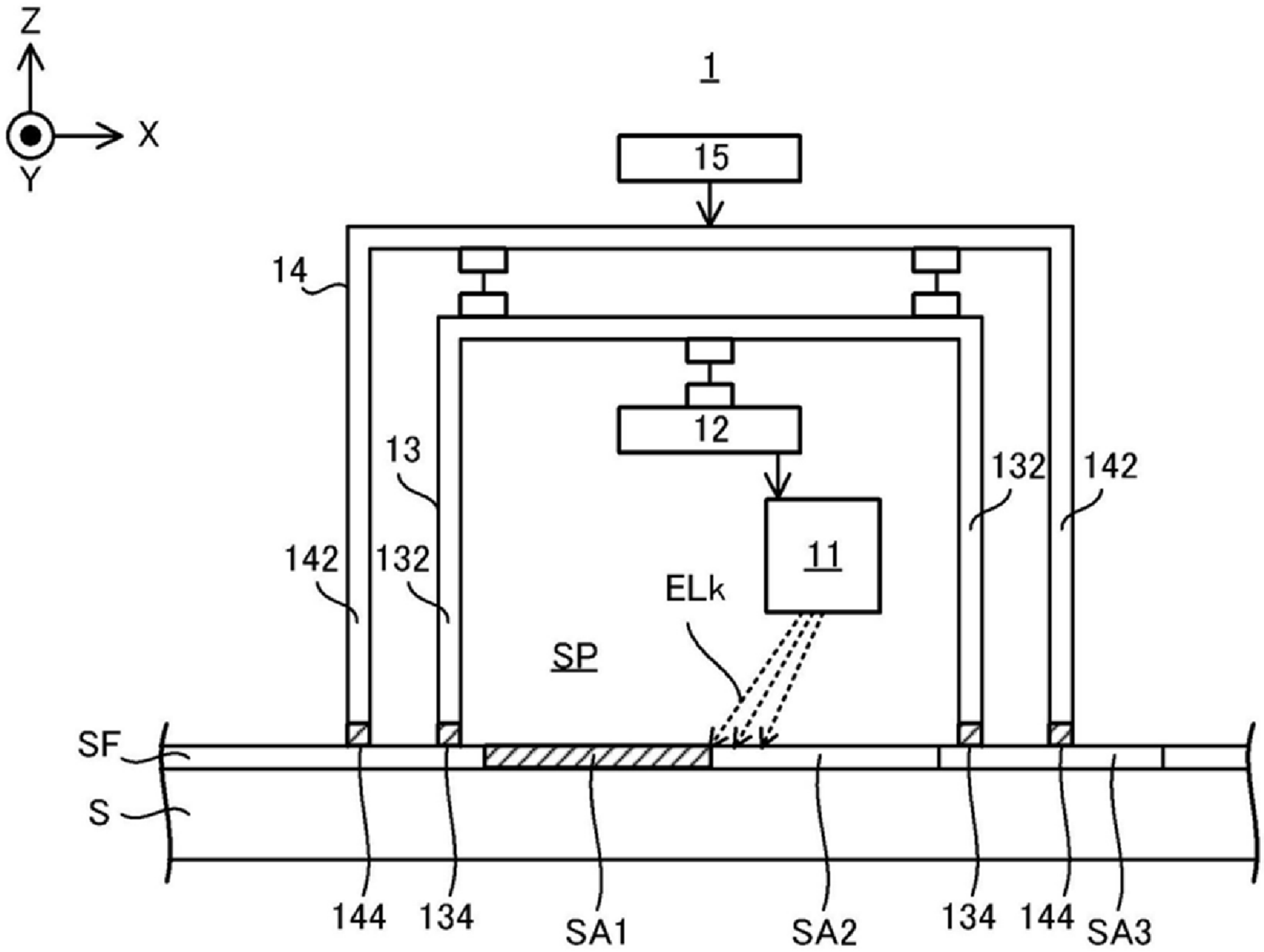
【圖10】


Z
X
Y
SC_start
#1
SC_start
#2
標照射區域EA
的移動軌跡
（加工光EL的掃描軌跡）
EA
SA
SC_end
#1
SC_end
#2
SCA
#1
SCA
#2
SCA
#3
SCA
#4
SCA
#5
SCA
#6
掃描動作
步進動作
掃描開始
位置SC_start
掃描結束
位置SC_end

【圖11】


Z
X
Y
1
15
14
12
13
11
132
142
142
132
移動
SP
SF
S
144
134
SA1
SA2
134
144
SA3

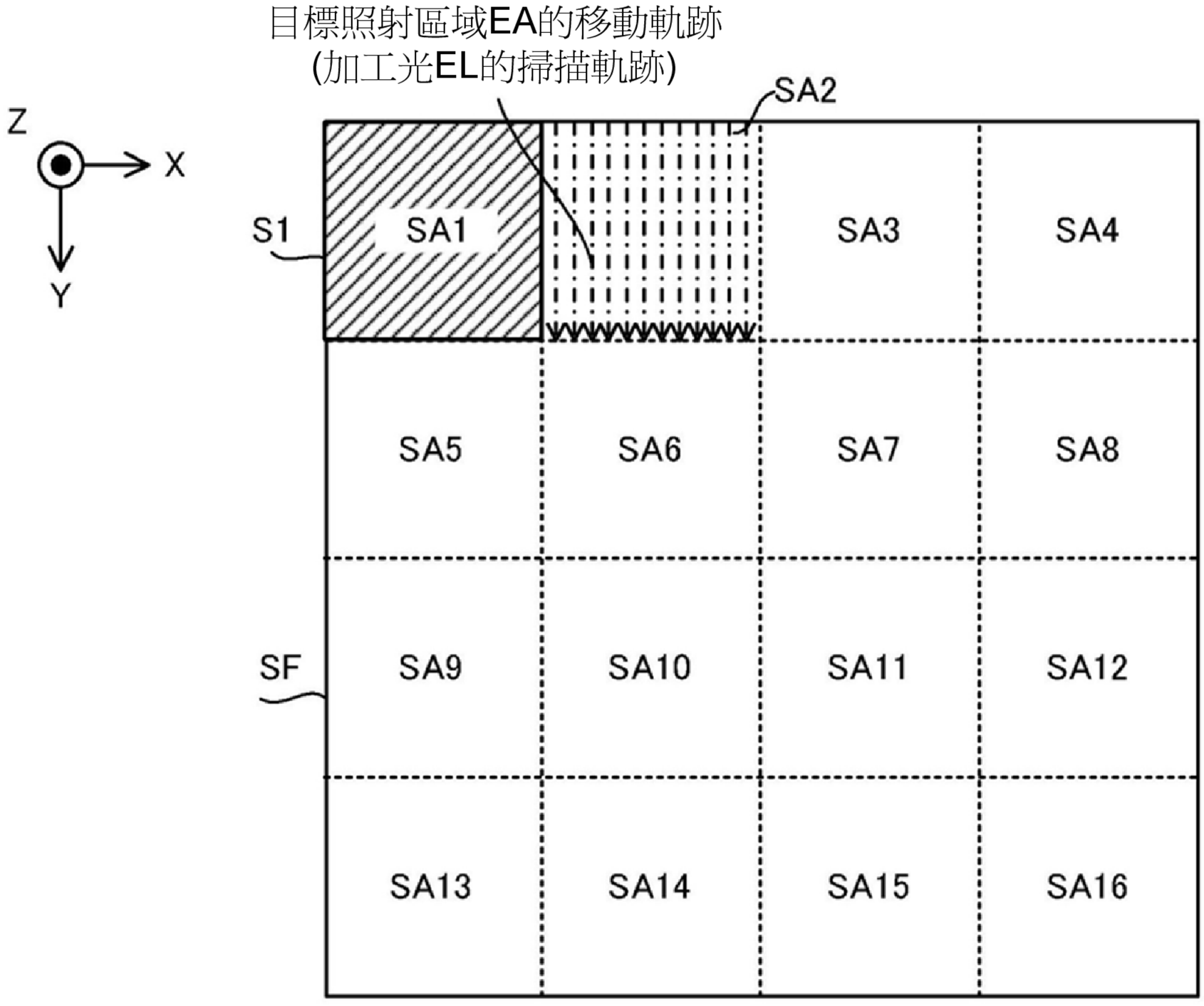
【圖12】



(a)

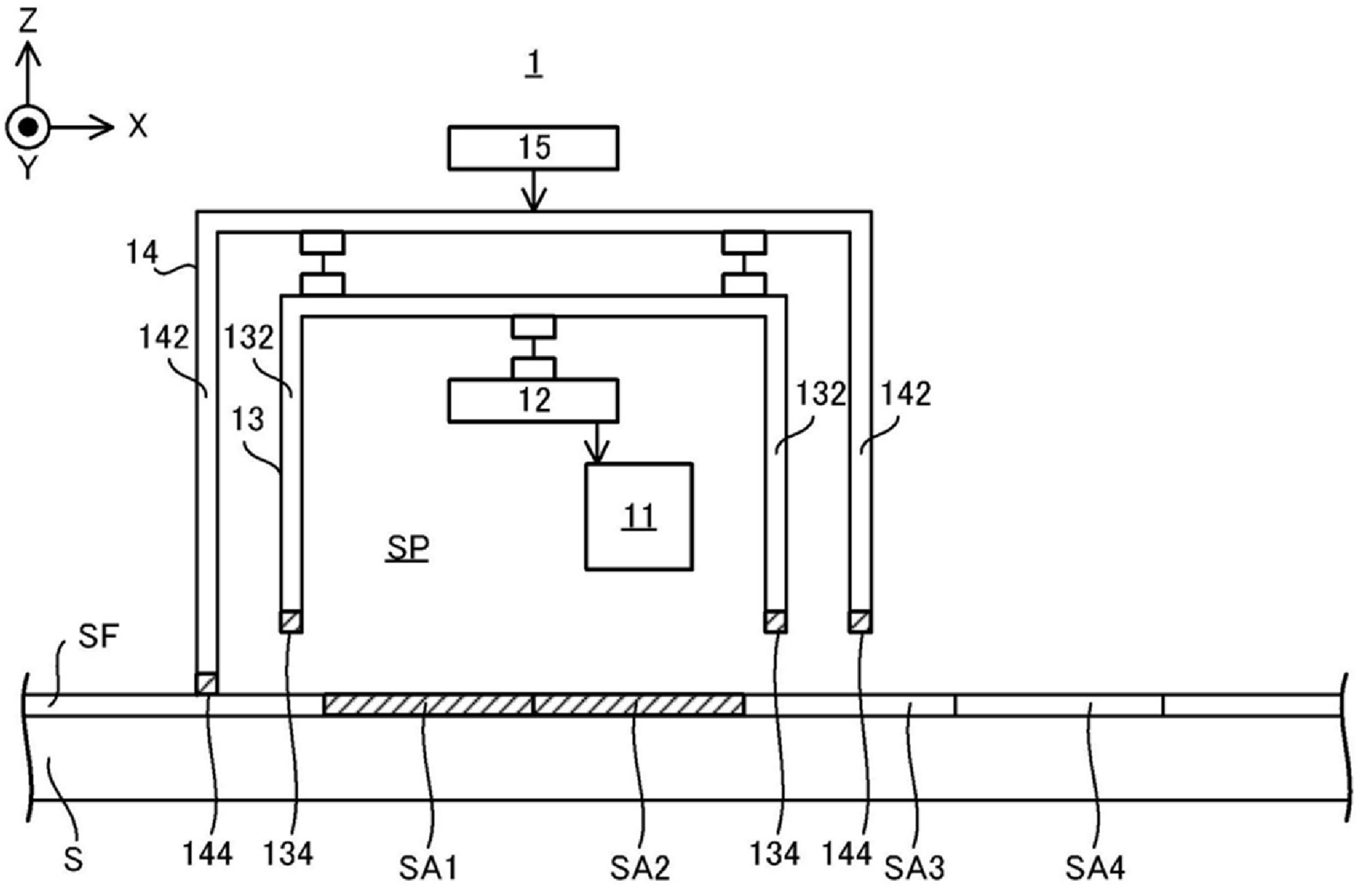
目標照射區域EA的移動軌跡

(加工光EL的掃描軌跡)

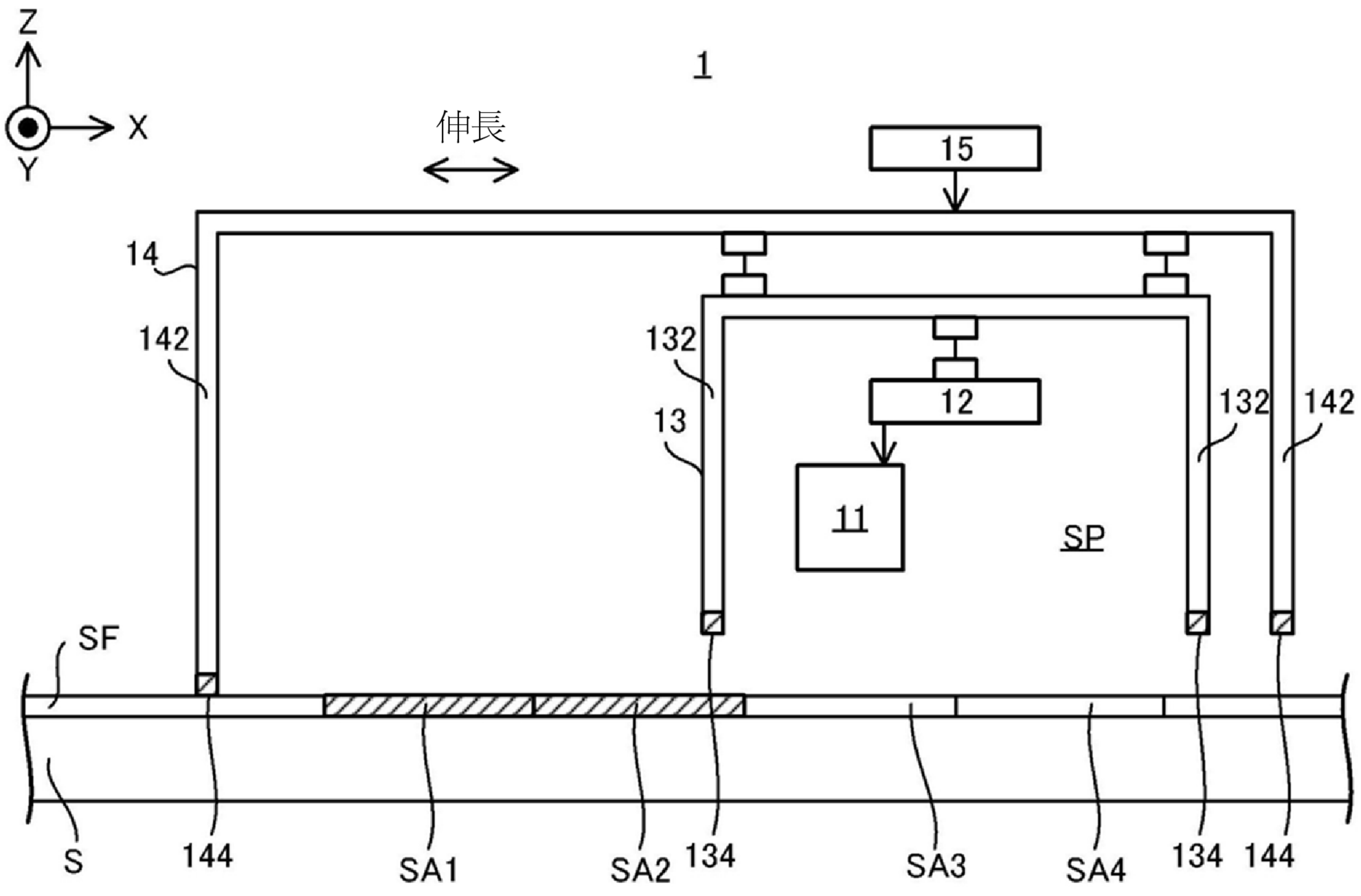


(b)

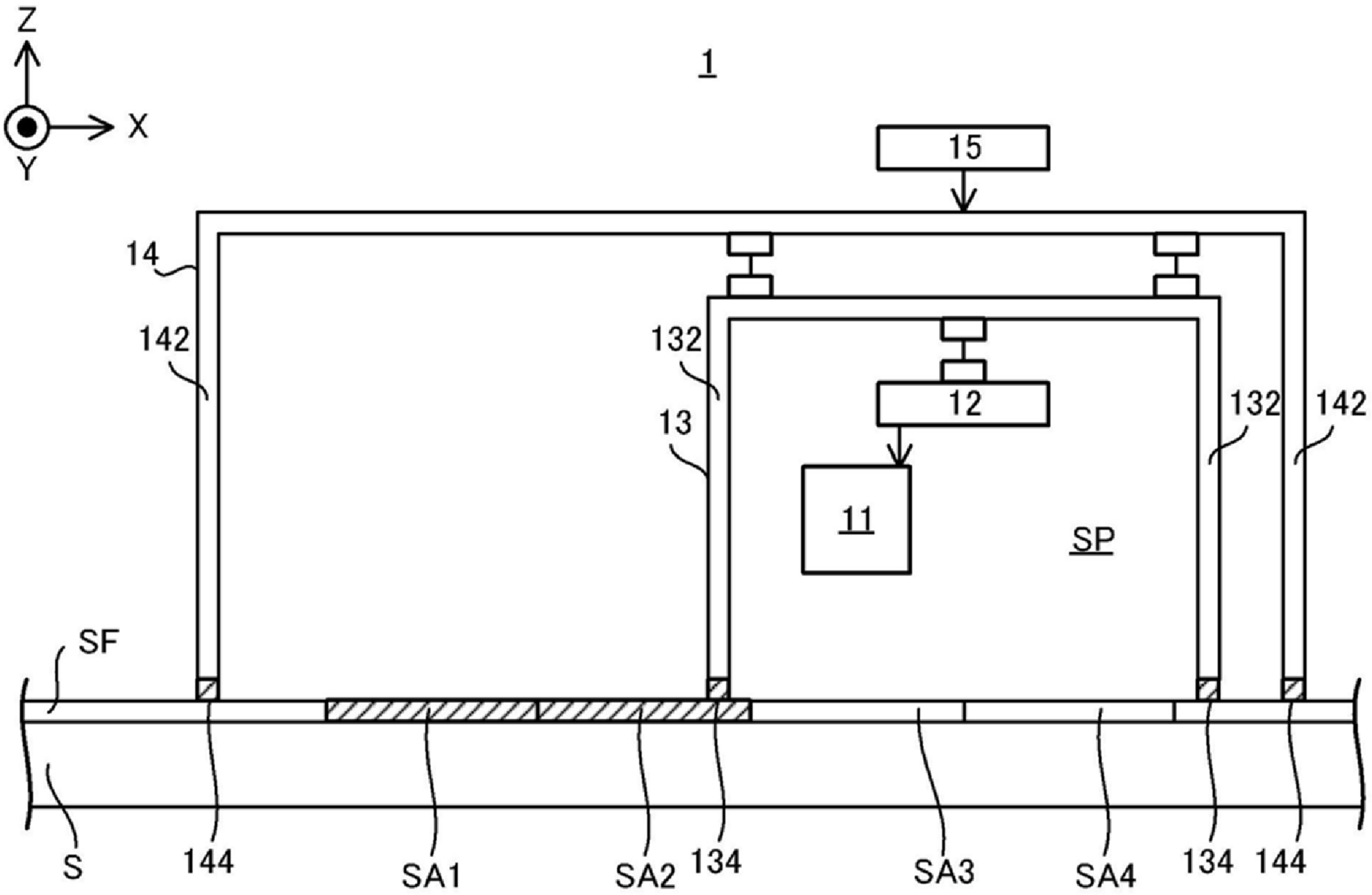
【圖13】


Z
X
Y
1
15
14
142
132
13
12
11
SP
SF
S
144
134
SA1
SA2
SA3
SA4

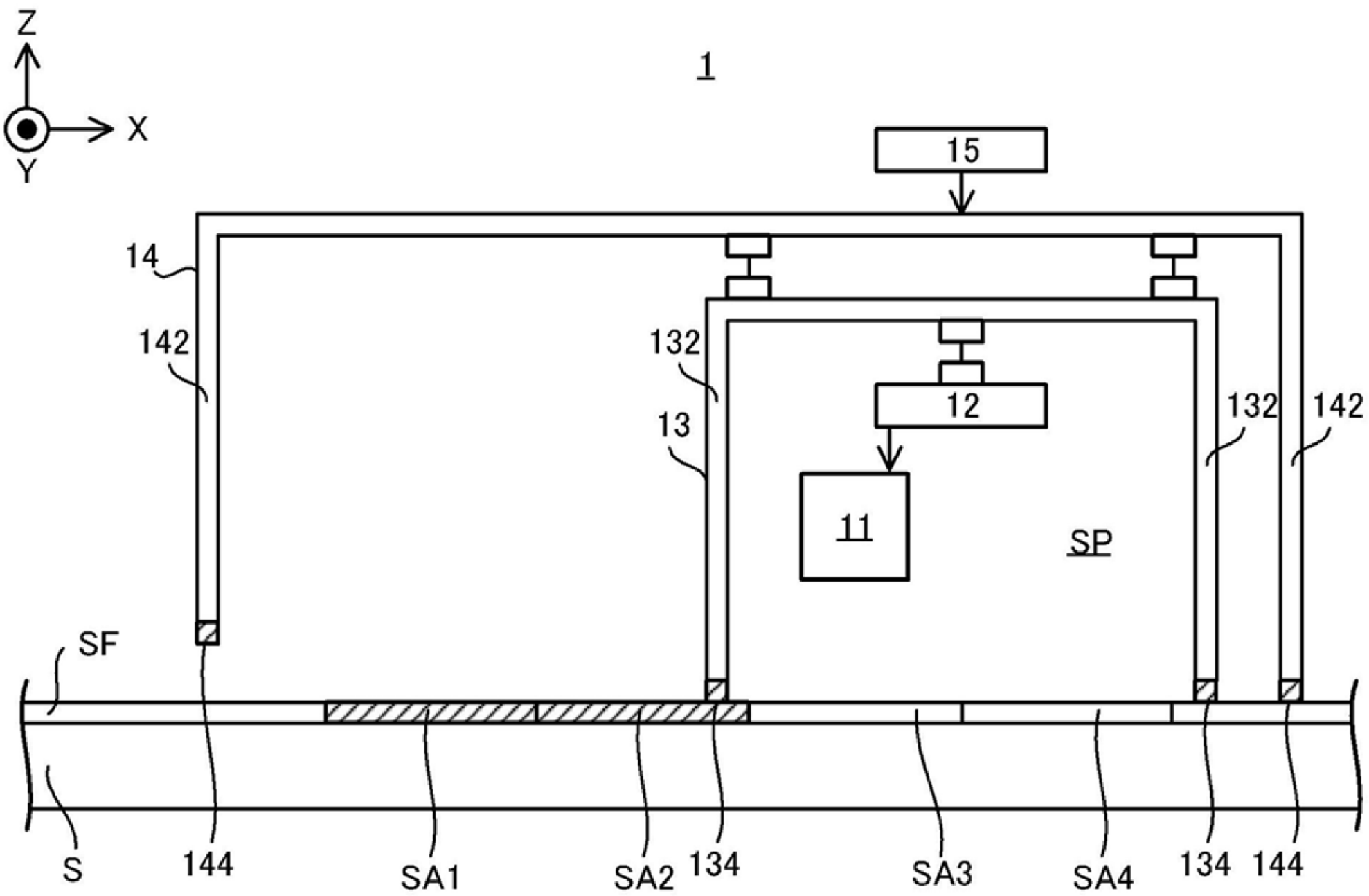
【圖14】


Z
X
Y
1
伸長
15
14
142
132
13
12
11
SP
SF
S
144
SA1
SA2
134
SA3
SA4

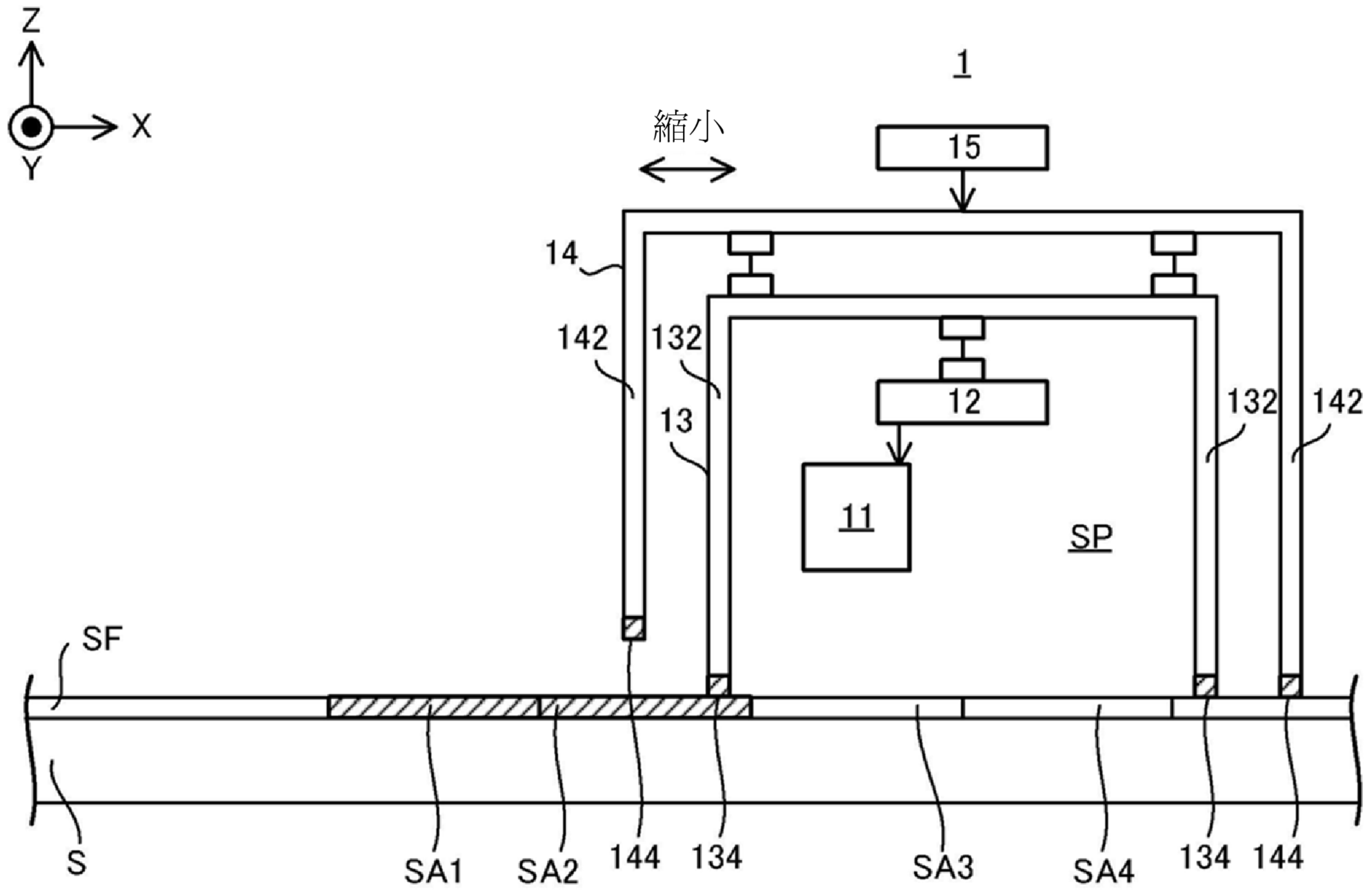
【圖15】


Z
X
Y
1
15
14
142
132
13
12
11
SP
SF
S
144
SA1
SA2
134
SA3
SA4
132
142
134
144

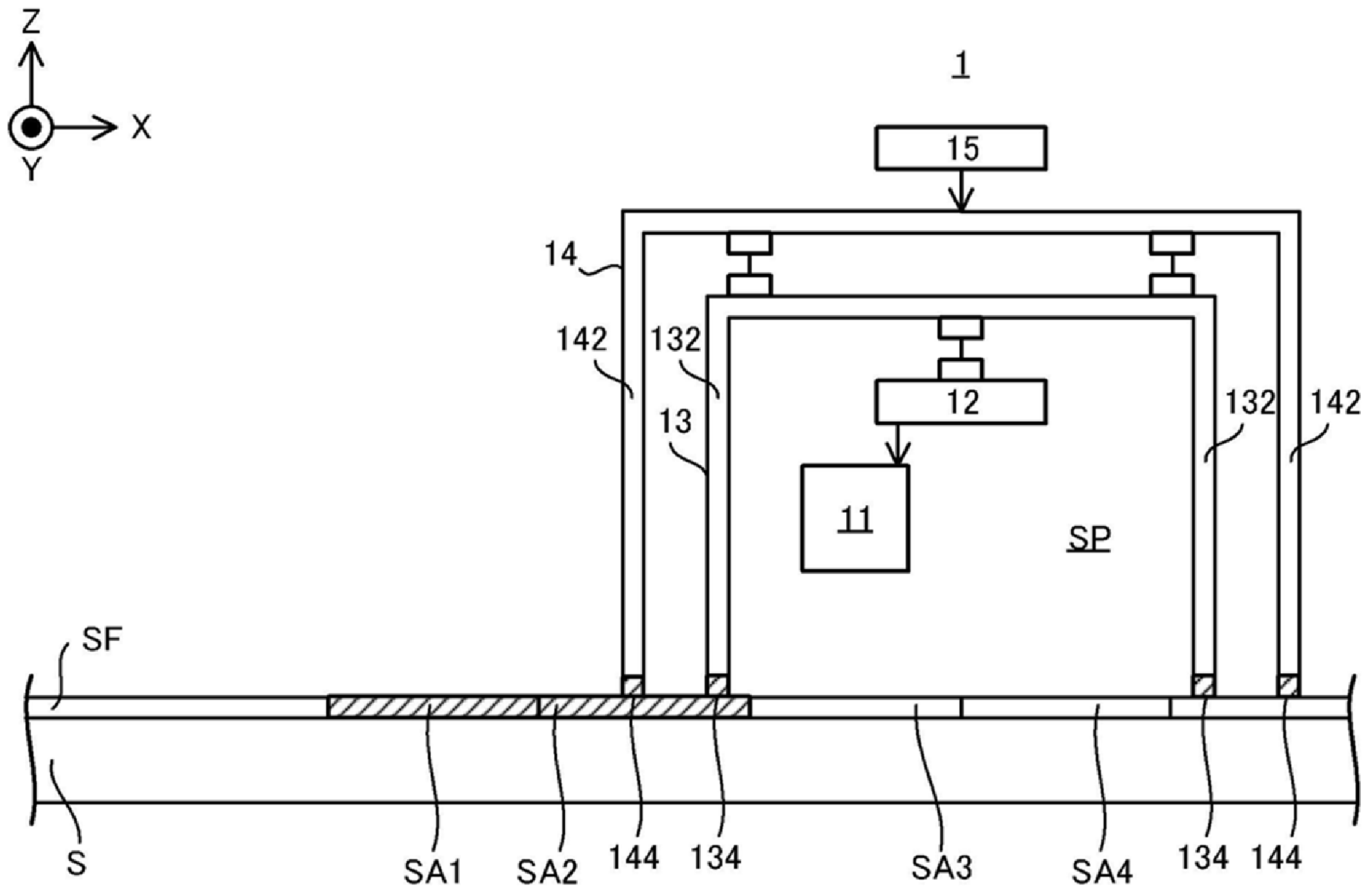
【圖16】


Z
X
Y
1
15
14
142
132
13
12
11
SP
SF
S
144
SA1
SA2
134
SA3
SA4
132
142
134
144

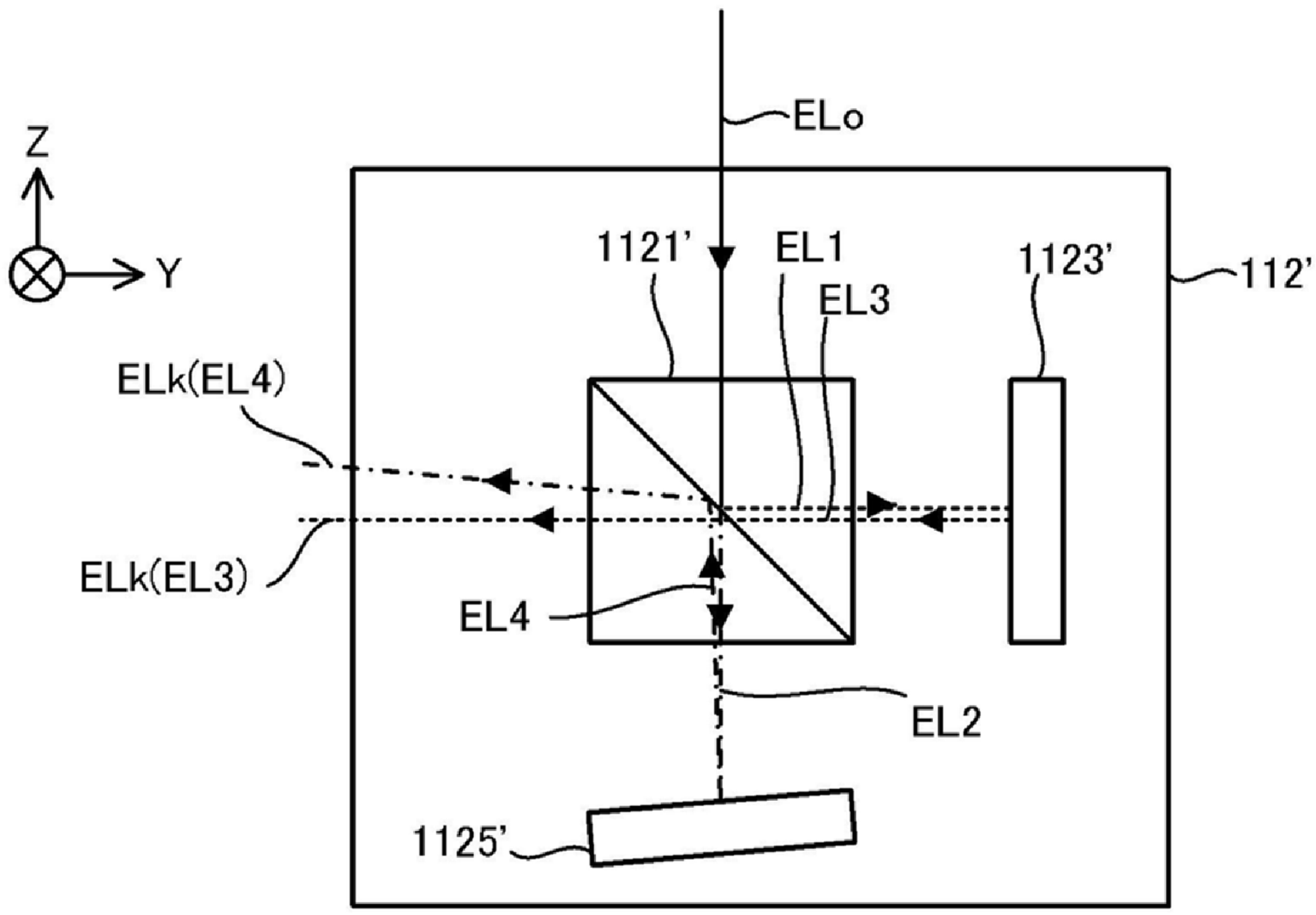
【圖17】


Z
X
Y
1
縮小
15
14
142
132
13
12
11
SP
132
142
SF
S
SA1
SA2
144
134
SA3
SA4
134
144

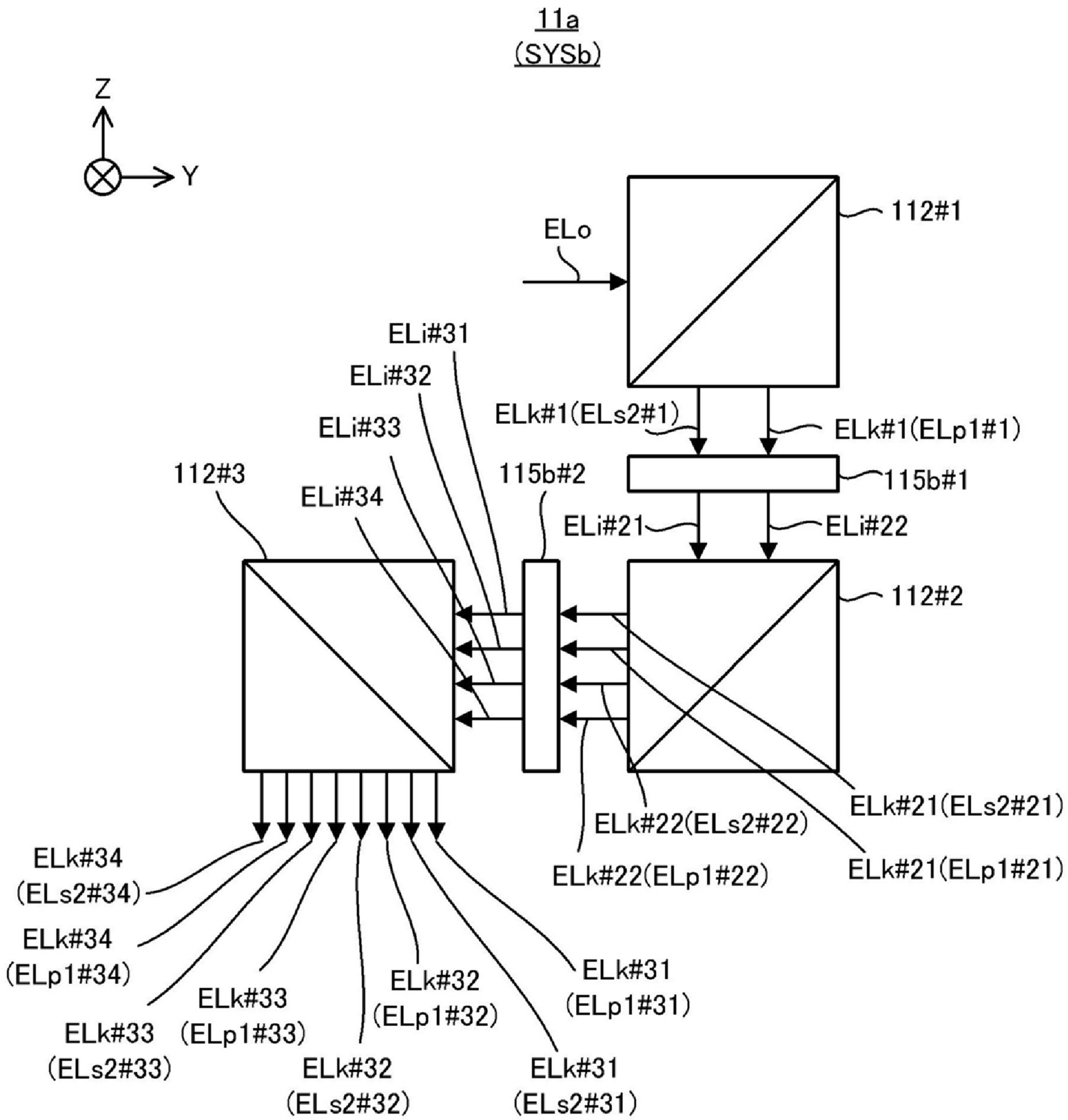
【圖18】


Z
X
Y
1
15
14
142
132
13
12
11
SP
132
142
SF
S
SA1
SA2
144
134
SA3
SA4
134
144

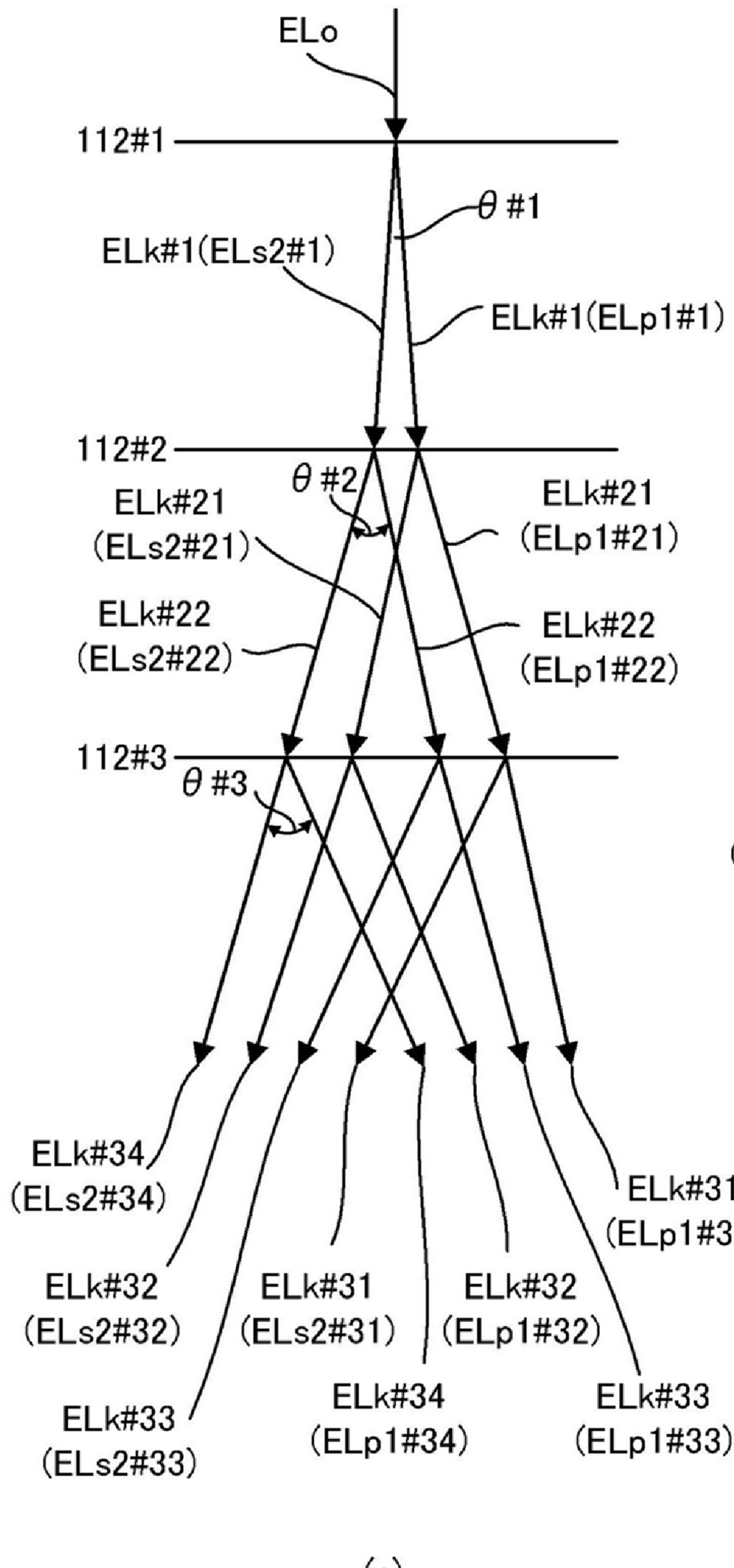
【圖19】



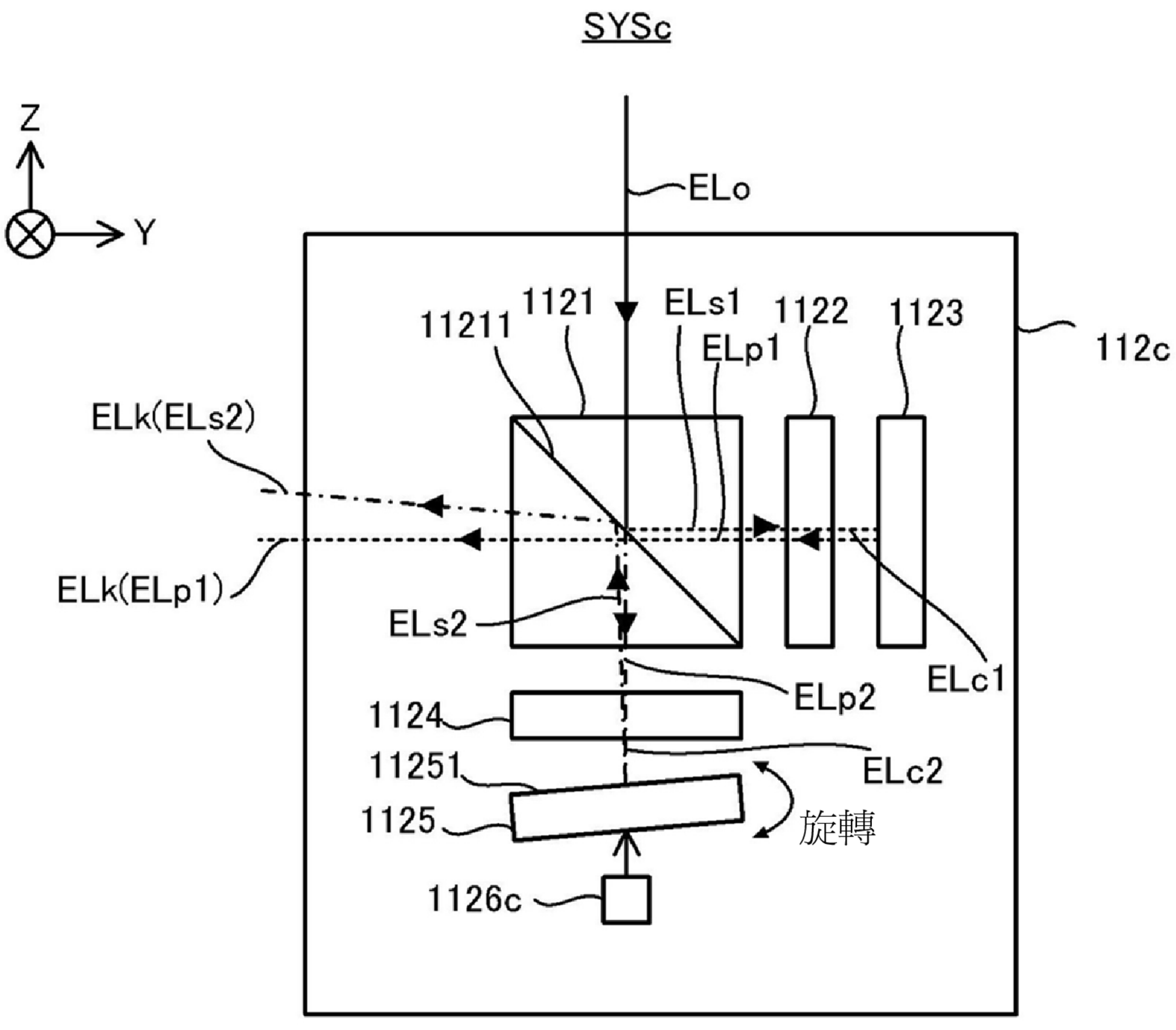
【圖20】


11a
(SYSb)
Z
Y
112#1
ELo
ELi#31
ELi#32
ELi#33
ELi#34
112#3
115b#2
ELk#1(ELs2#1)
ELk#1(ELp1#1)
115b#1
ELi#21
ELi#22
112#2
ELk#21(ELs2#21)
ELk#22(ELs2#22)
ELk#21(ELp1#21)
ELk#22(ELp1#22)
ELk#34
(ELs2#34)
ELk#34
(ELp1#34)
ELk#33
(ELs2#33)
ELk#33
(ELp1#33)
ELk#32
(ELs2#32)
ELk#32
(ELp1#32)
ELk#31
(ELs2#31)
ELk#31
(ELp1#31)

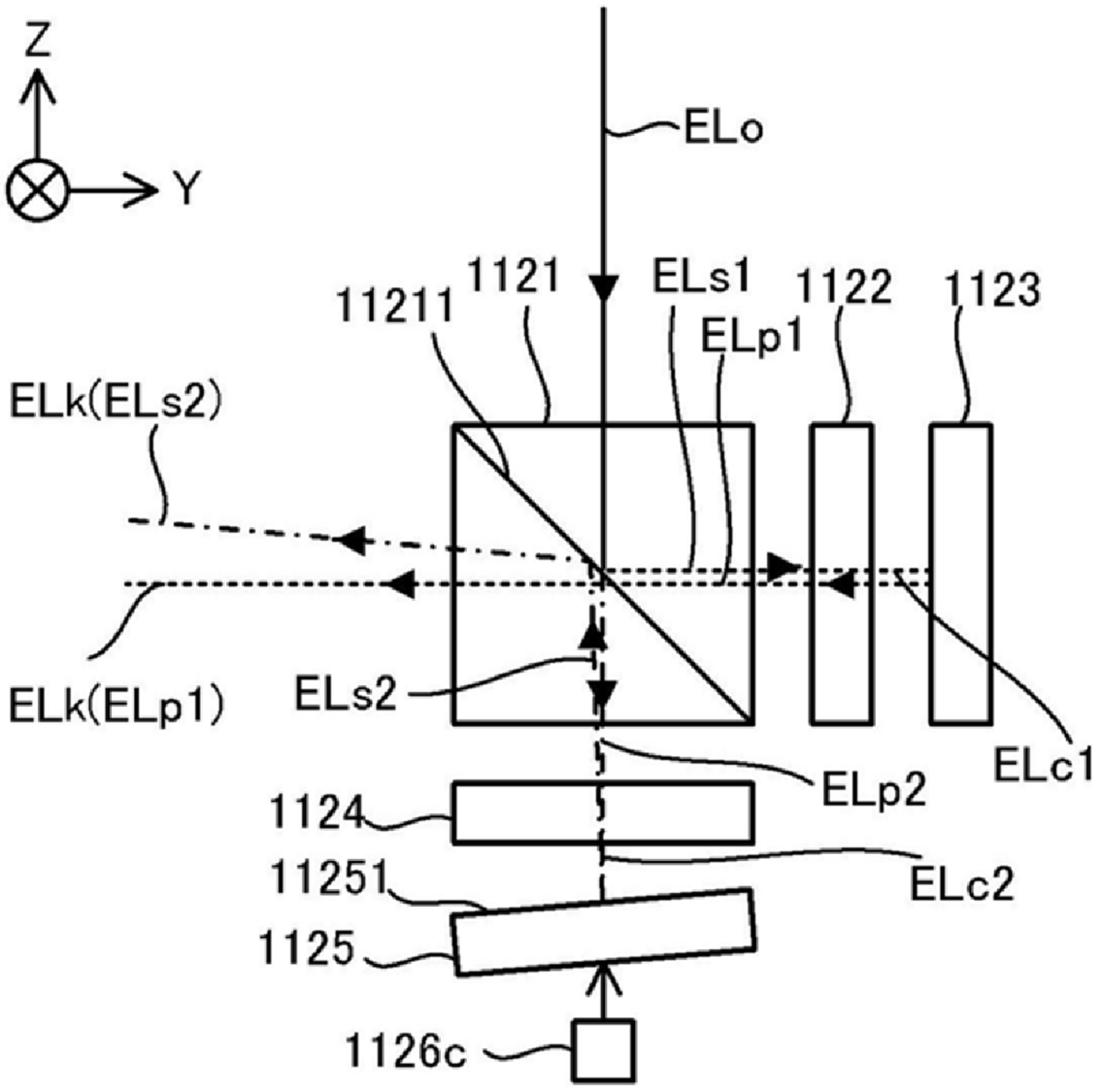
【圖21】


ELo
112#1
θ #1
ELk#1(ELs2#1)
ELk#1(ELp1#1)
112#2
θ #2
ELk#21
(ELs2#21)
ELk#21
(ELp1#21)
ELk#22
(ELs2#22)
ELk#22
(ELp1#22)
112#3
θ #3
ELk#34
(ELs2#34)
ELk#32
(ELs2#32)
ELk#31
(ELs2#31)
ELk#32
(ELp1#32)
ELk#31
(ELp1#31)
ELk#33
(ELs2#33)
ELk#34
(ELp1#34)
ELk#33
(ELp1#33)
(a)
ELk#1(ELs2#1)
ELk#1(ELp1#1)
ELk#21(ELs2#21)
ELk#21(ELp1#21)
ELk#22(ELs2#22)
ELk#22(ELp1#22)
ELk#34
(ELs2#34)
ELk#32
(ELs2#32)
ELk#34
(ELp1#34)
ELk#32
(ELp1#32)
ELk#33
(ELs2#33)
ELk#31
(ELs2#31)
ELk#33
(ELp1#33)
ELk#31
(ELp1#31)
(b)

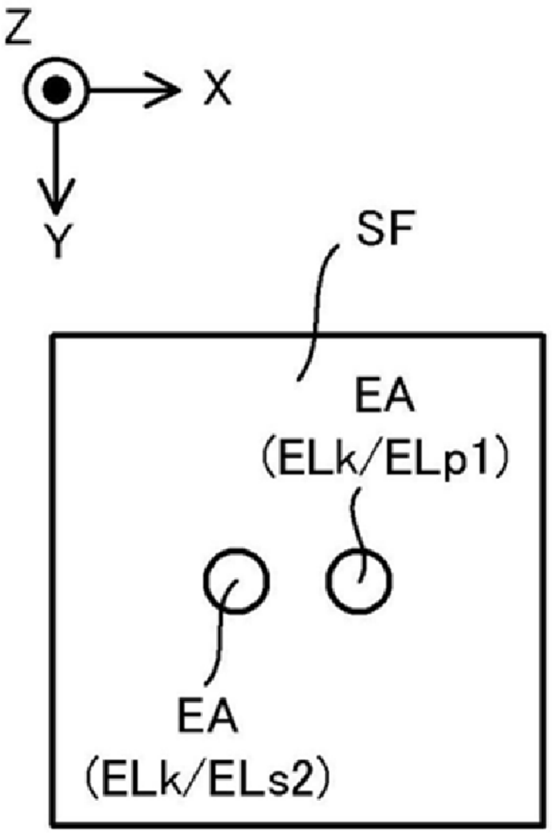
【圖22】


SYSc
Z
Y
ELo
11211
1121
ELs1
ELp1
1122
1123
112c
ELk(ELs2)
ELk(ELp1)
ELs2
ELc1
ELp2
1124
11251
ELc2
1125
旋轉
1126c

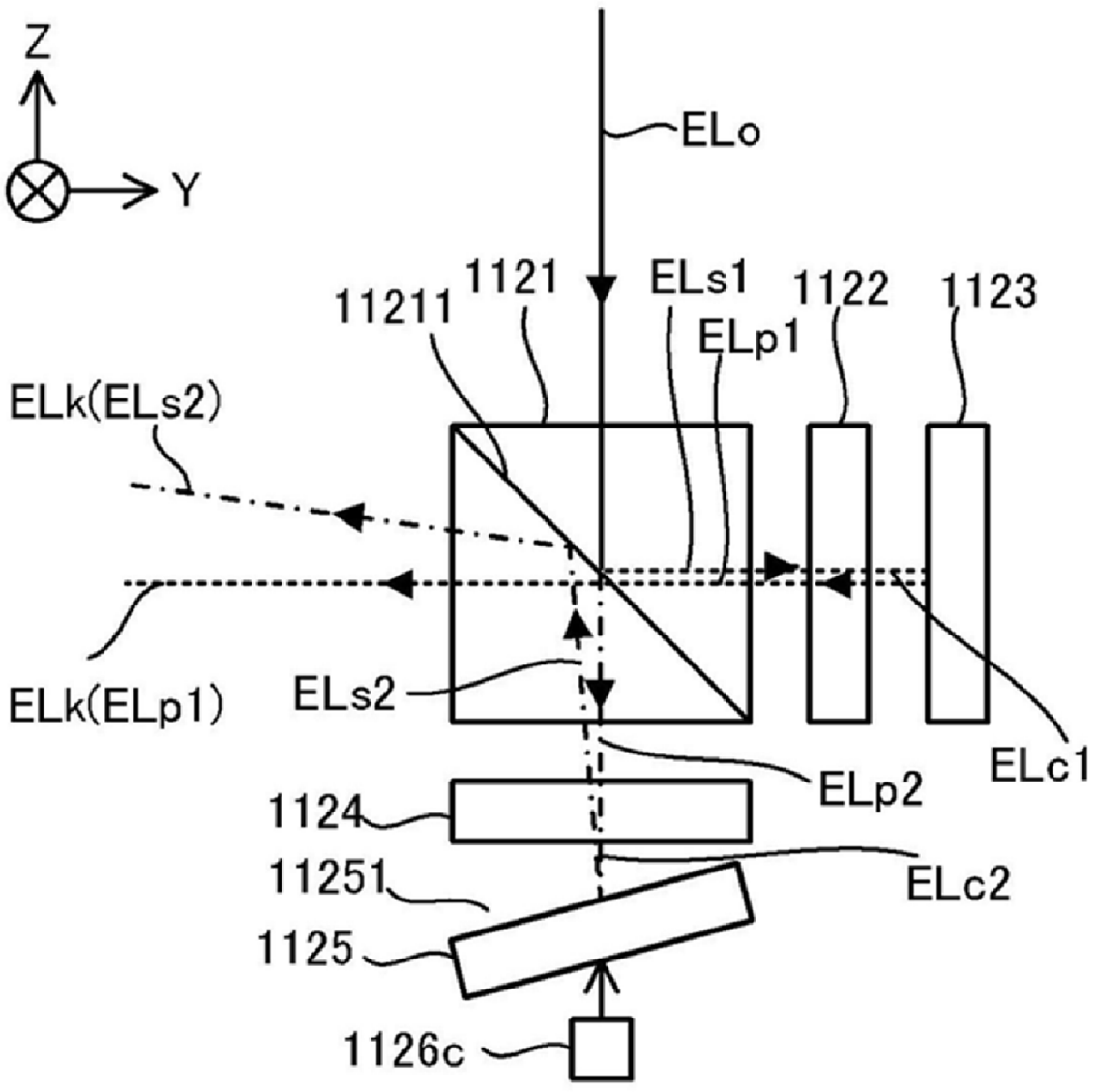
【圖23】


Z
Y
ELo
11211
1121
ELs1
1122
1123
ELp1
ELk(ELs2)
ELk(ELp1)
ELs2
ELp2
ELc1
1124
ELc2
11251
1125
1126c

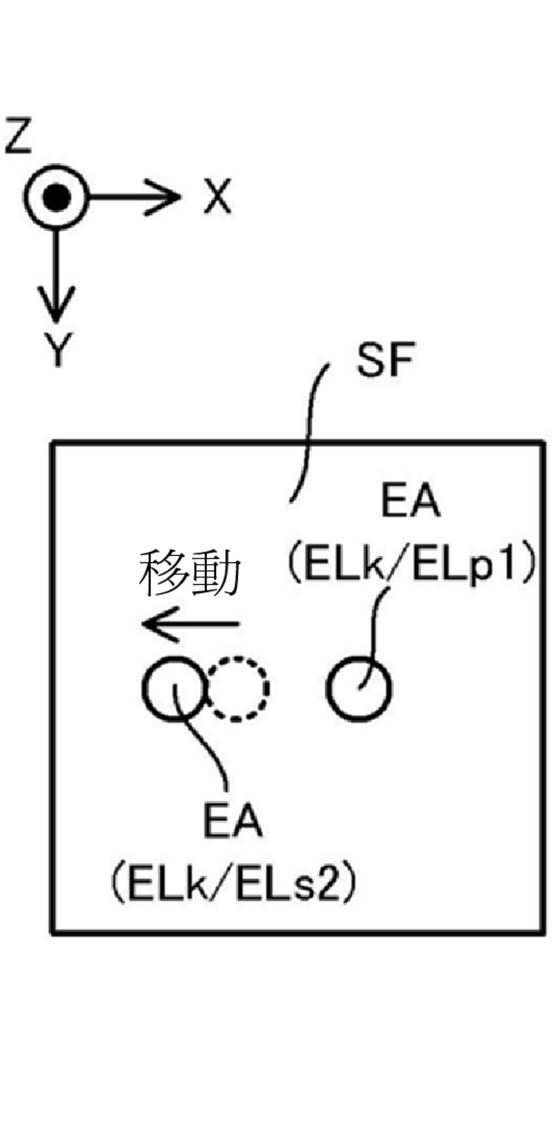
(a)


Z
X
Y
SF
EA
(ELk/ELp1)
EA
(ELk/ELs2)

(b)

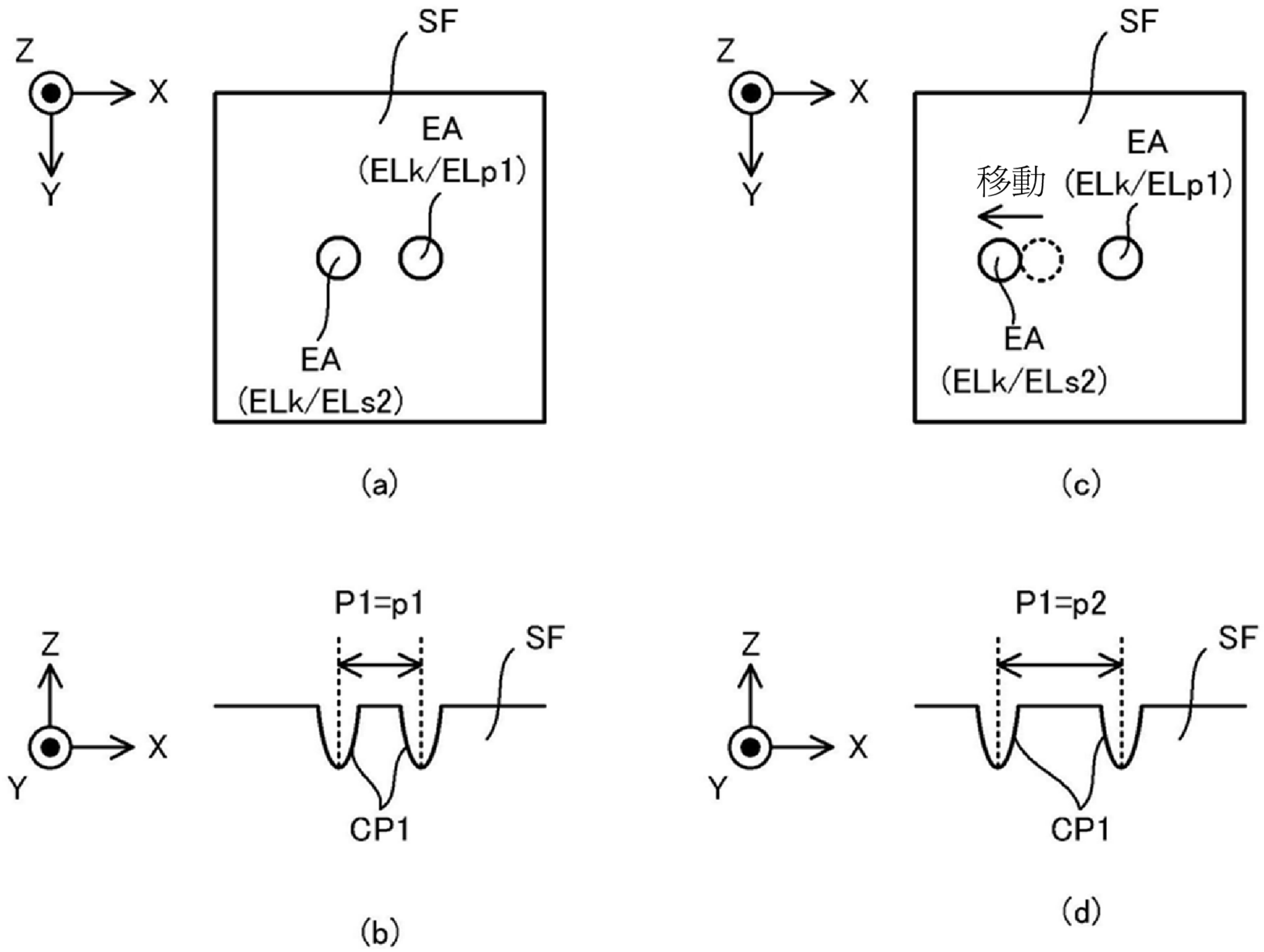

Z
Y
ELo
11211
1121
ELs1
1122
1123
ELp1
ELk(ELs2)
ELk(ELp1)
ELs2
ELp2
ELc1
1124
ELc2
11251
1125
1126c

(c)

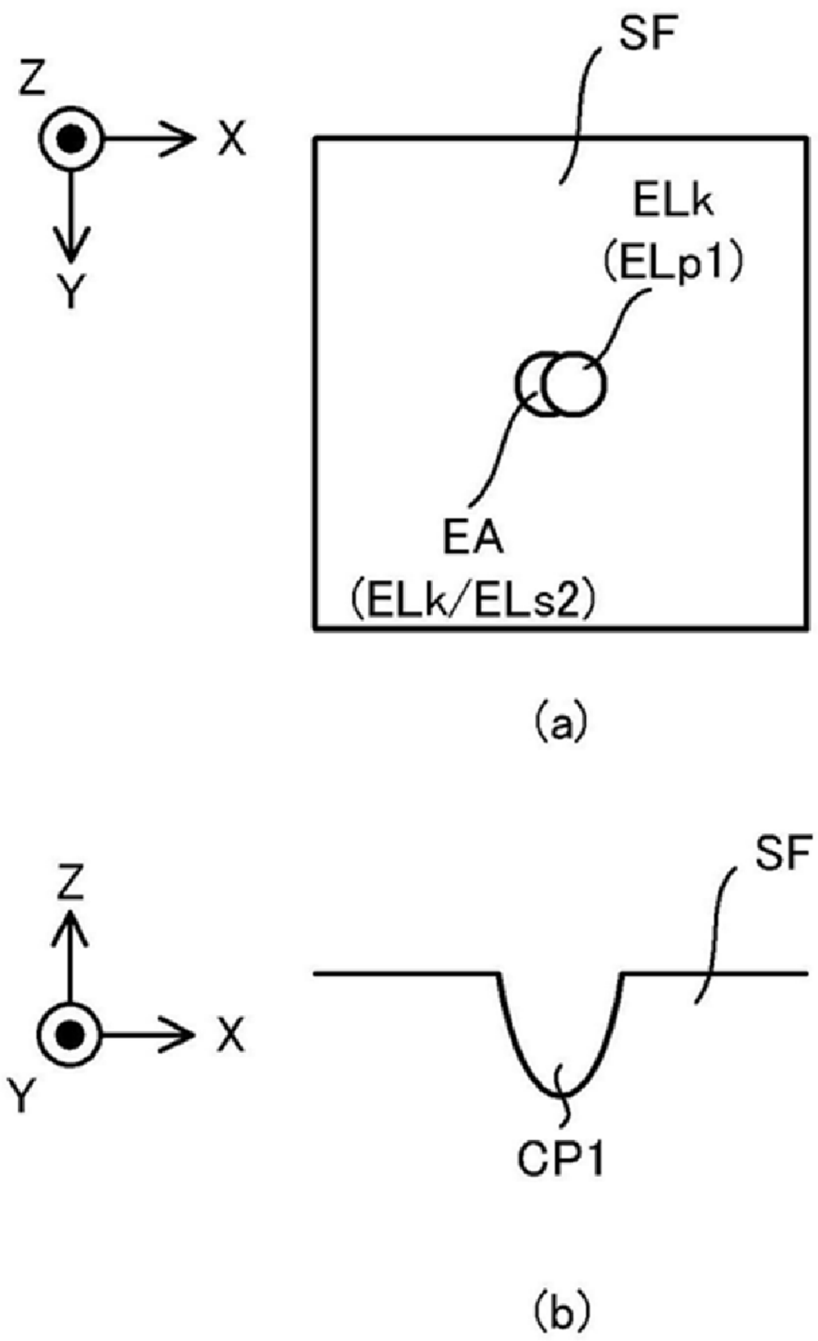

Z
X
Y
SF
EA
(ELk/ELp1)
移動
EA
(ELk/ELs2)

(d)

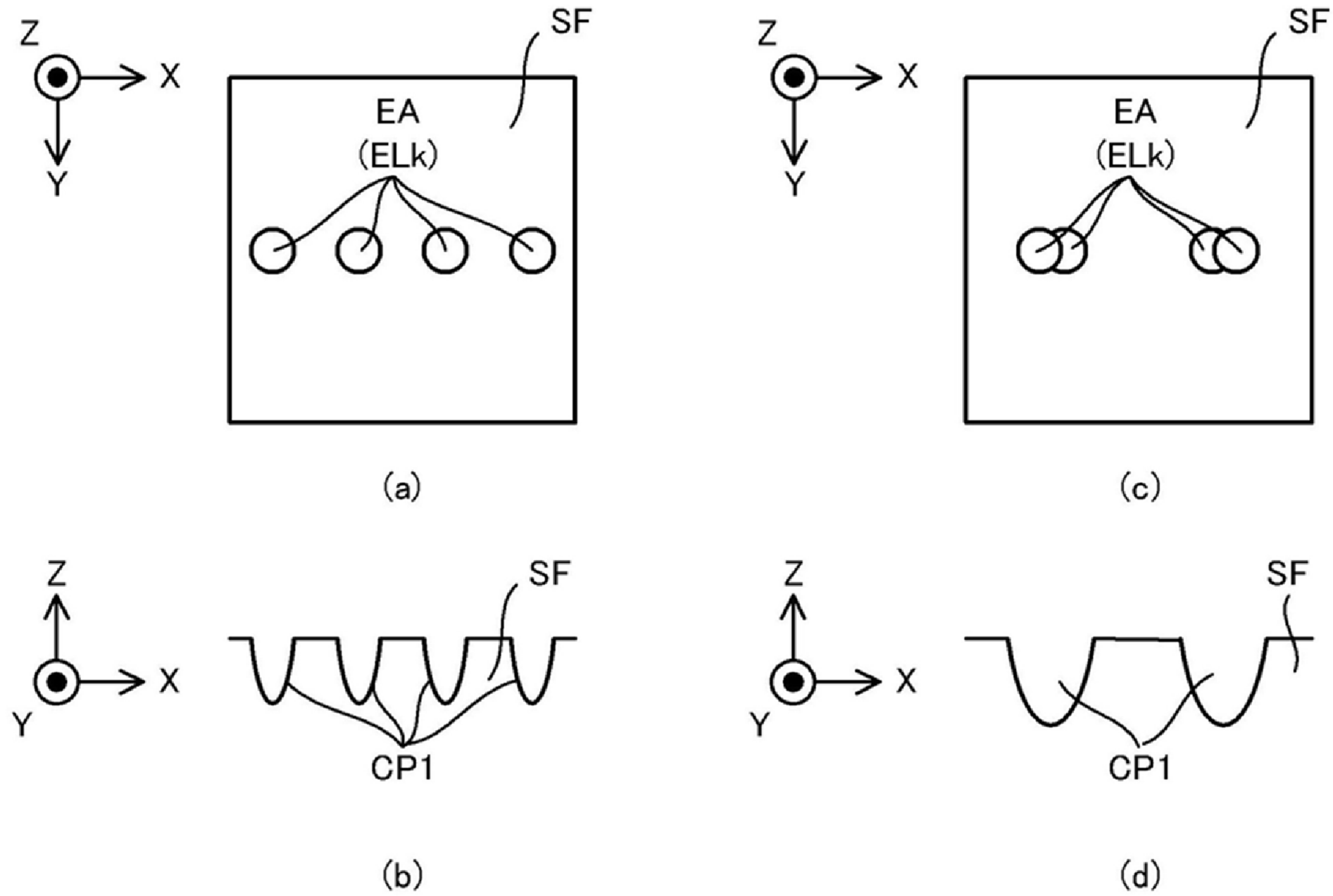
【圖24】

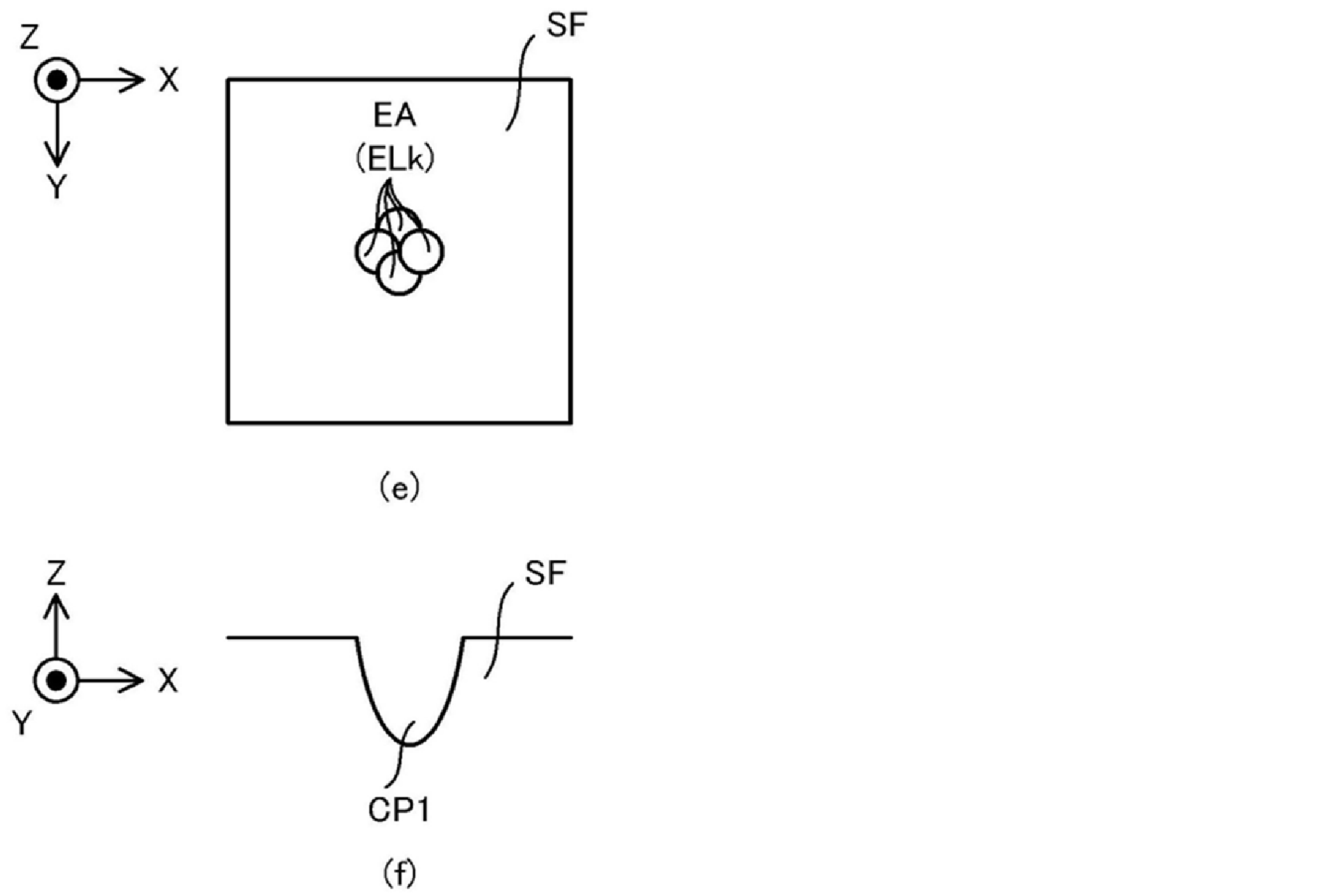

Z
X
Y
SF
EA
(ELk/ELp1)
EA
(ELk/ELs2)
(a)
移動
(c)
P1=p1
P1=p2
CP1
(b)
(d)

【圖25】

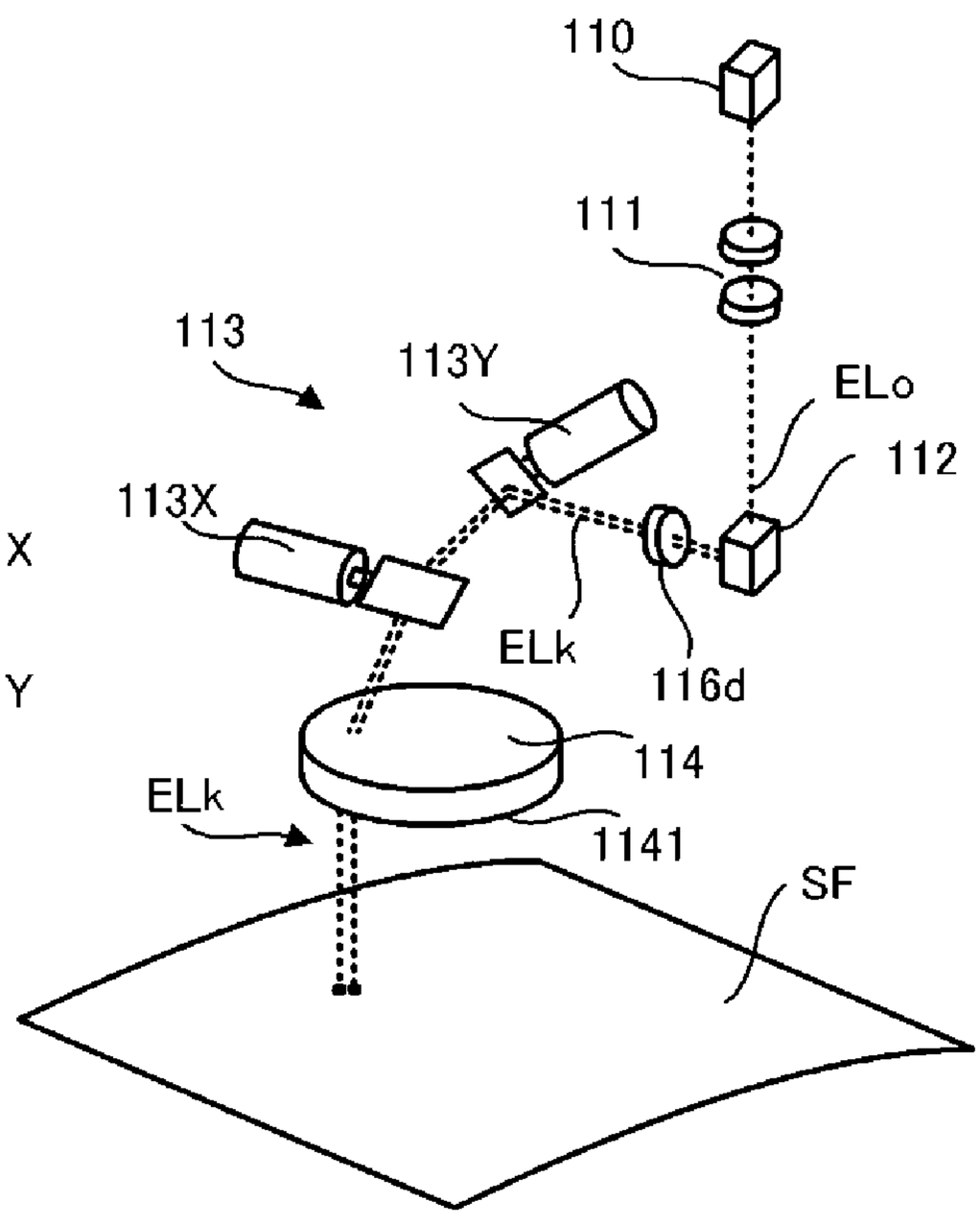

Z
X
Y
SF
ELk
(ELp1)
EA
(ELk/ELs2)
(a)
CP1
(b)

【圖26】

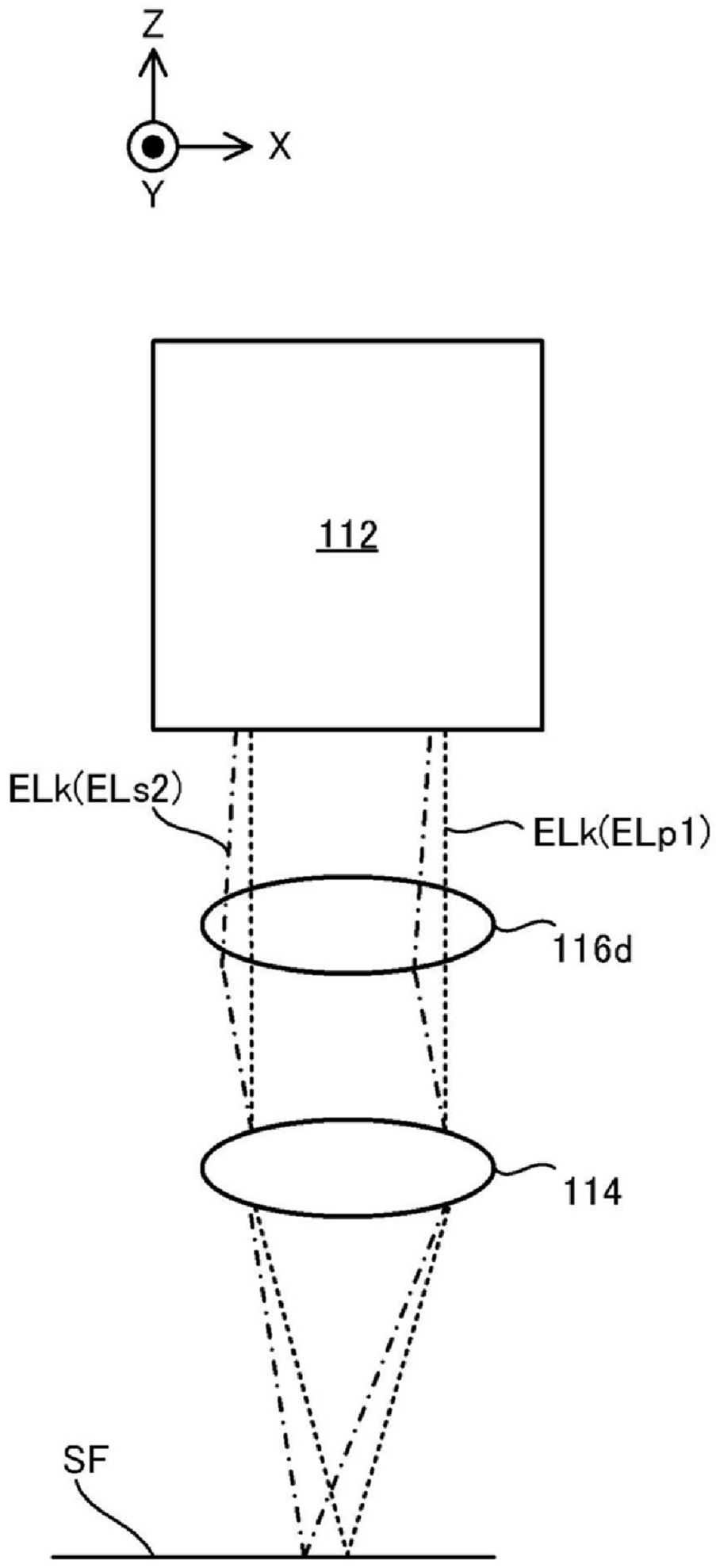




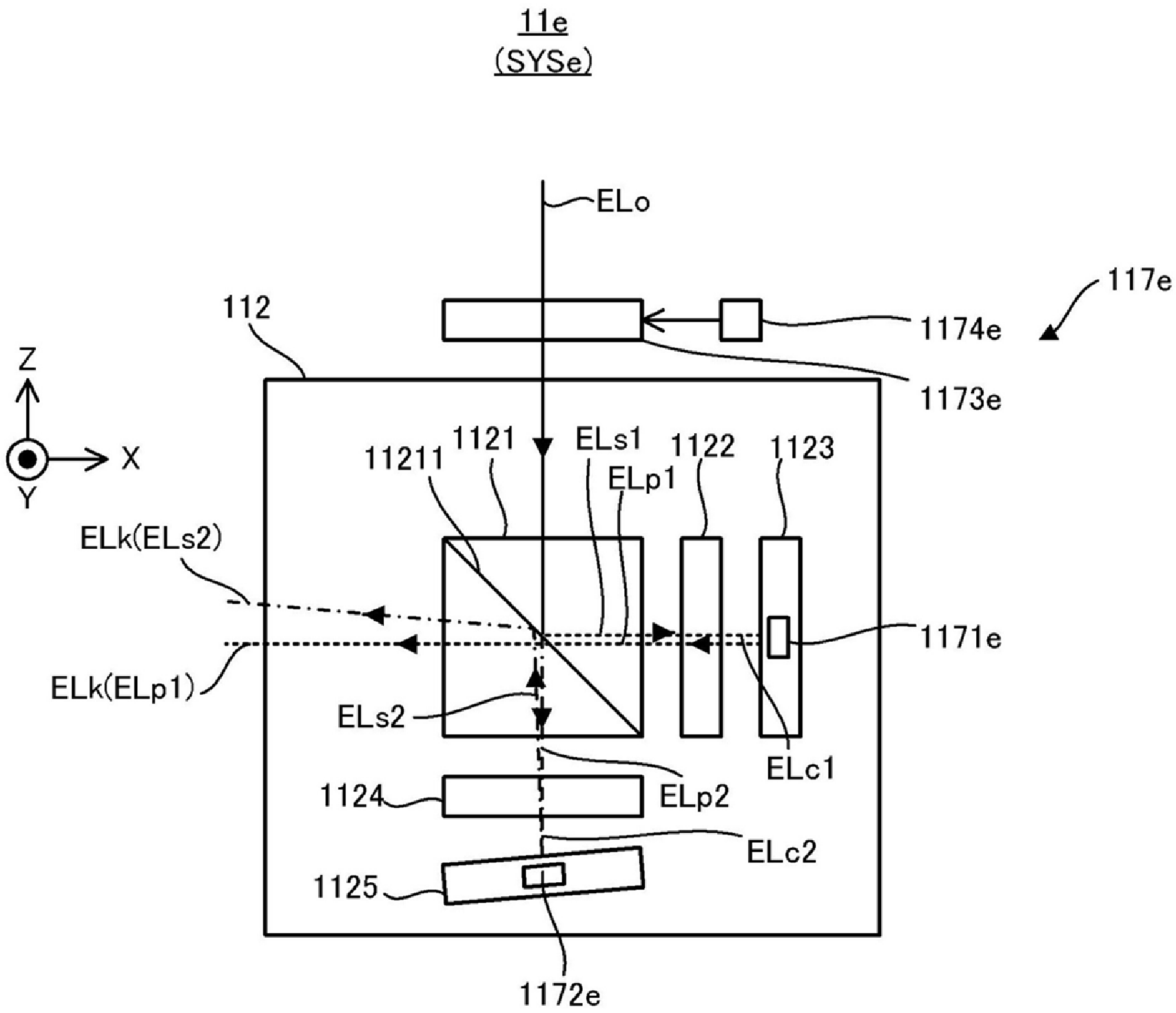
【圖27】


11d
(SYSd)
110
111
113
113Y
ELo
112
Z
X
113X
Y
ELk
116d
114
ELk
1141
SF

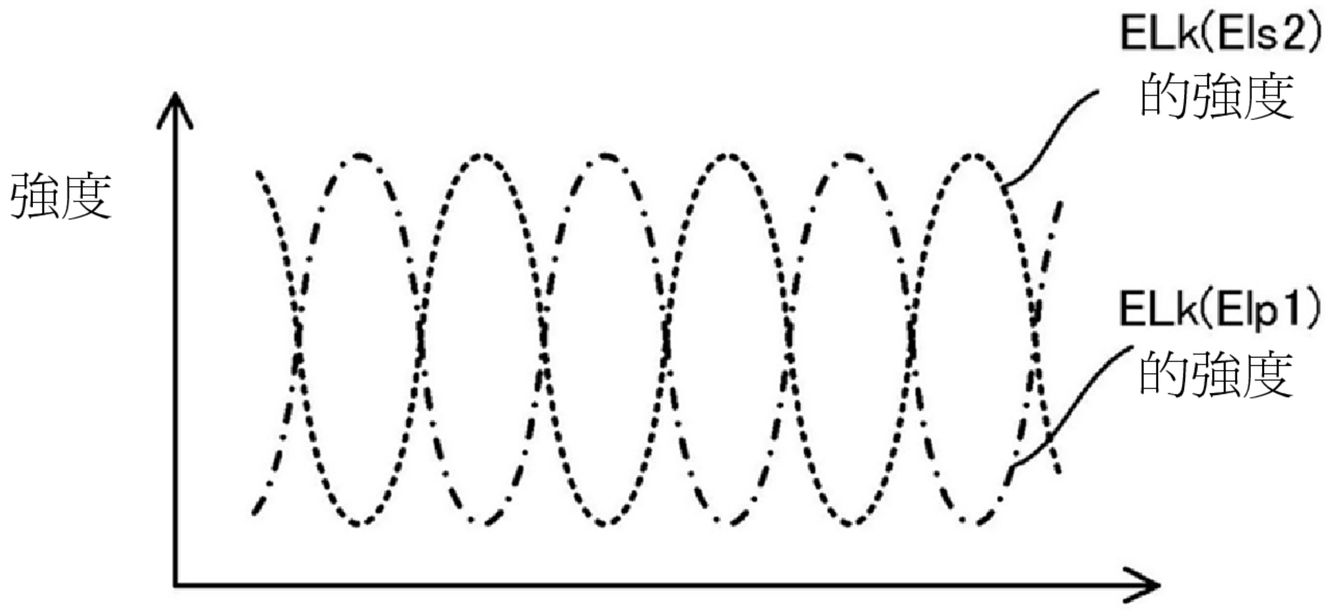
【圖28】


Z
X
Y
112
ELk(ELs2)
ELk(ELp1)
116d
114
SF
(a)
Z
X
Y
112
ELk(ELs2)
ELk(ELp1)
114
SF
(b)

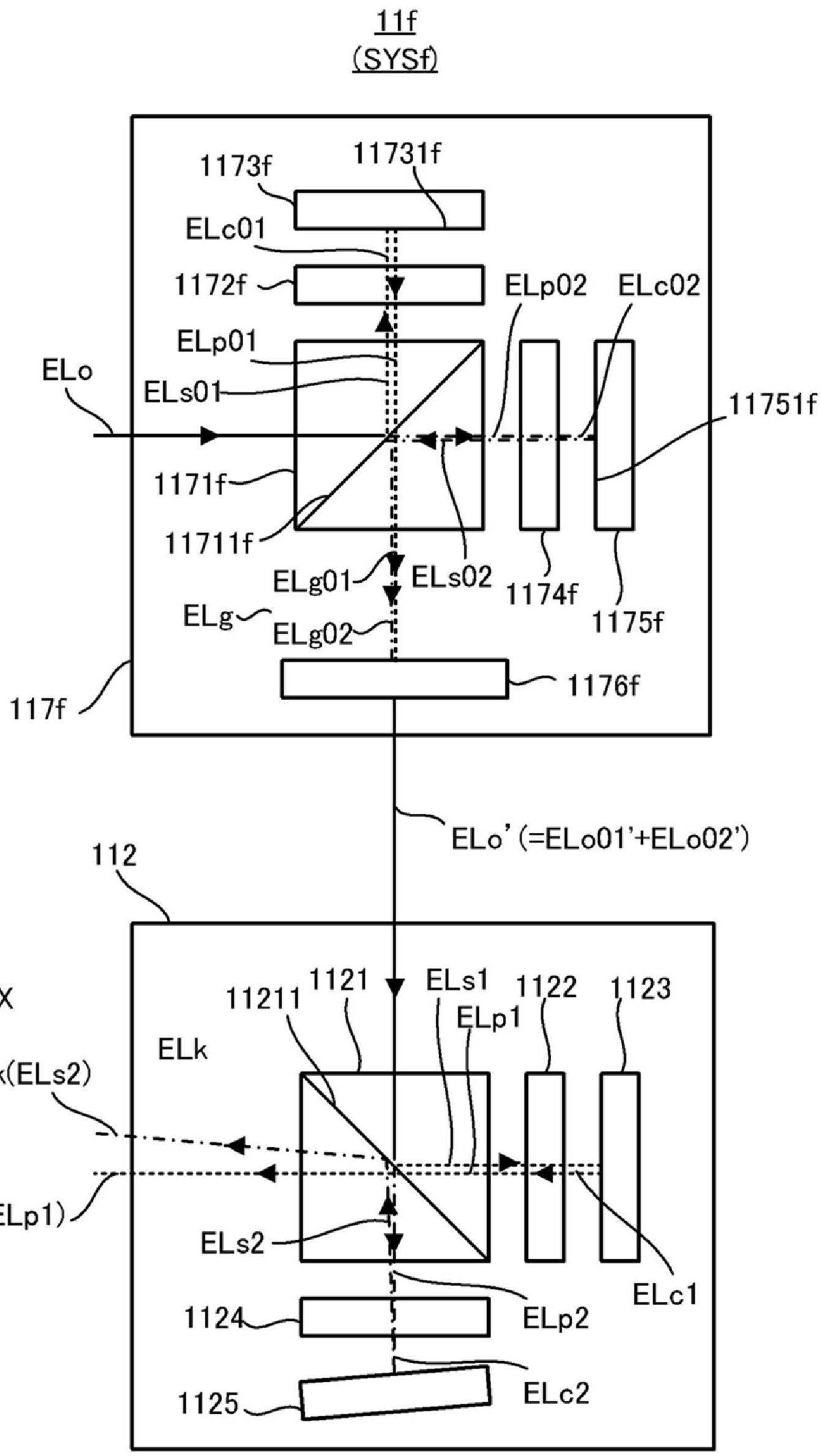
【圖29】


11e
(SYSe)
ELo
117e
112
1174e
1173e
Z
X
Y
11211
1121
ELs1
ELp1
1122
1123
ELk(ELs2)
1171e
ELk(ELp1)
ELs2
ELc1
1124
ELp2
ELc2
1125
1172e

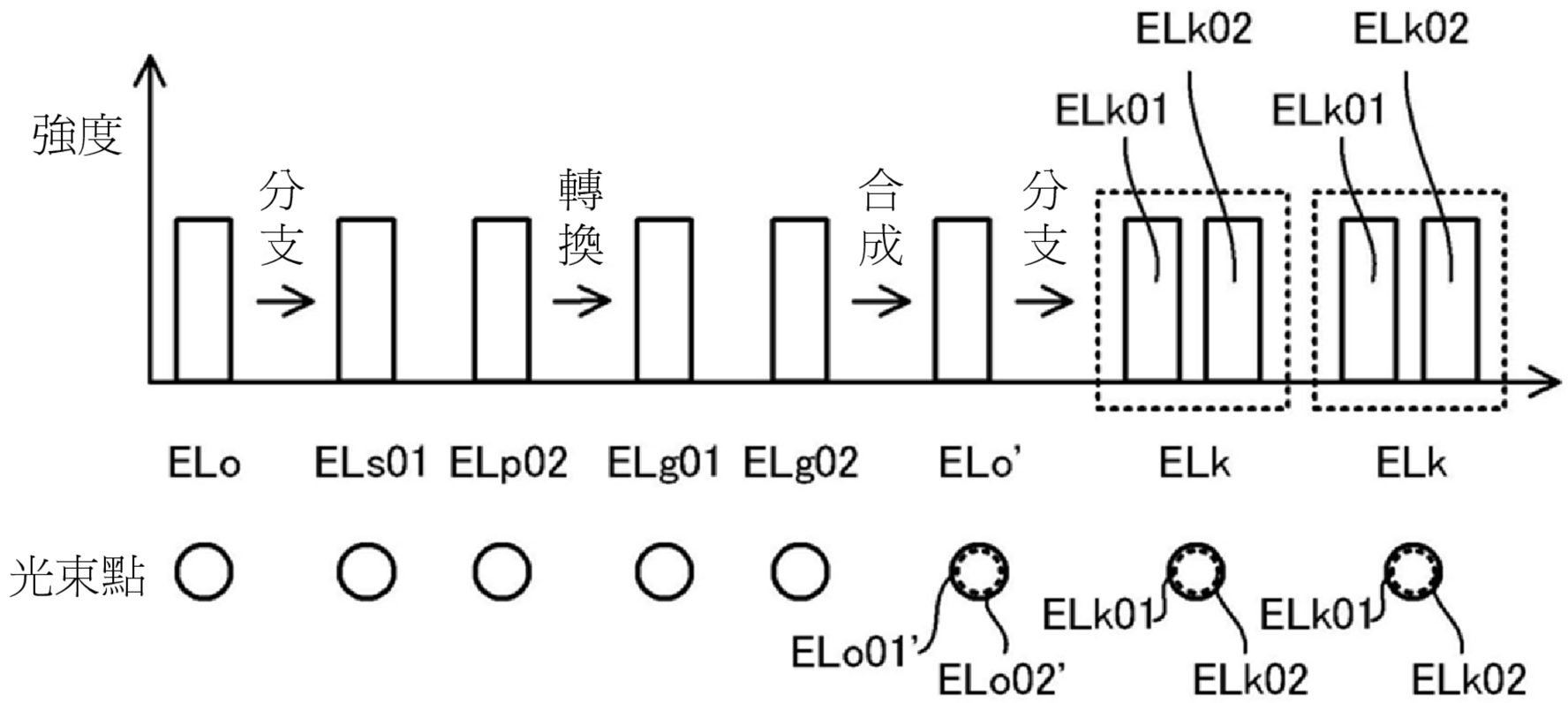
【圖30】


ELk(Els2)
的強度
強度
ELk(Elp1)
的強度
波長板的
旋轉角度

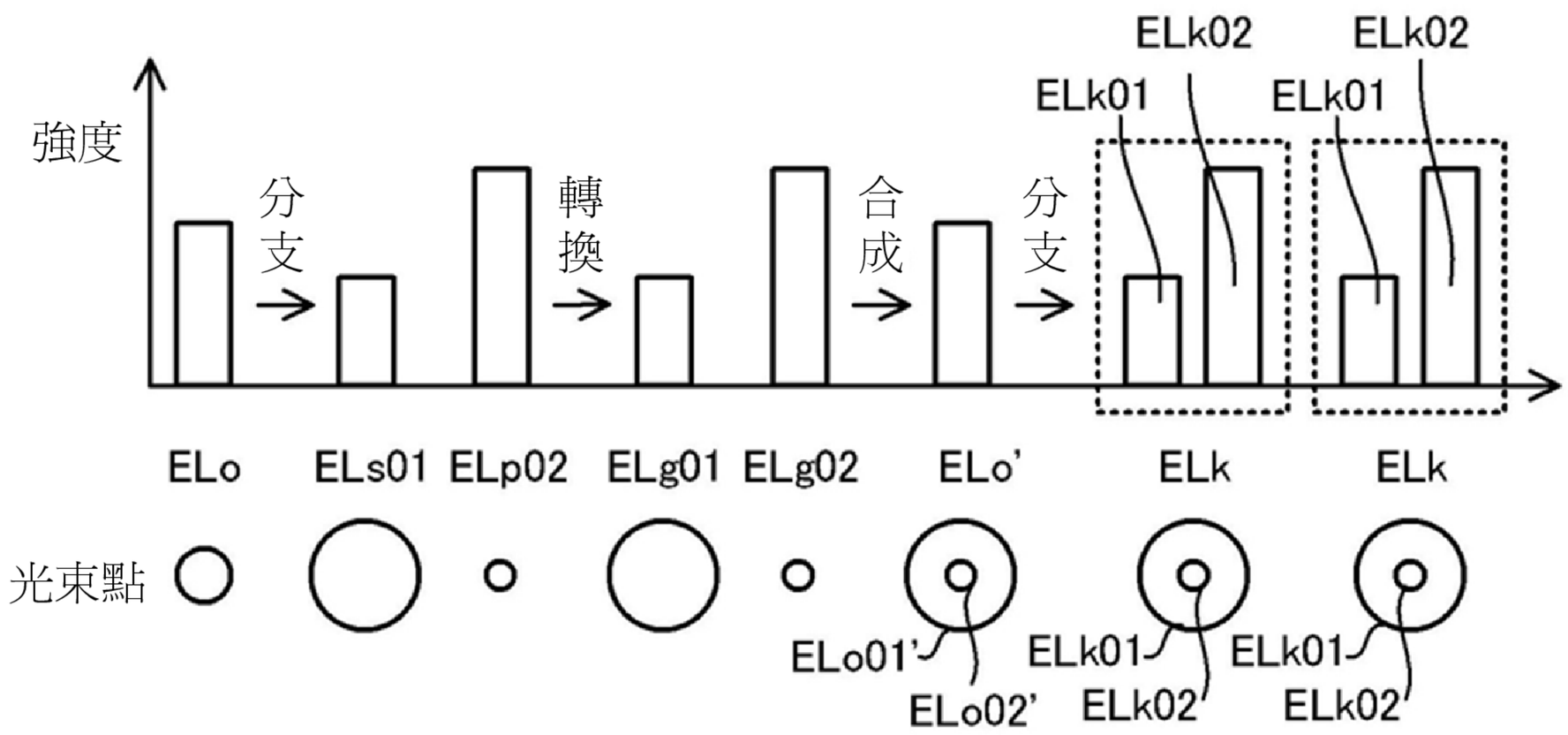
【圖31】


11f
(SYSf)
1173f
11731f
ELc01
1172f
ELp02
ELc02
ELp01
ELo
ELs01
11751f
1171f
11711f
ELg01
ELs02
1174f
1175f
ELg
ELg02
1176f
117f
ELo' (=ELo01'+ELo02')
112
Z
X
Y
11211
1121
ELs1
ELp1
1122
1123
ELk
ELk(ELs2)
ELk(ELp1)
ELs2
ELc1
1124
ELp2
1125
ELc2

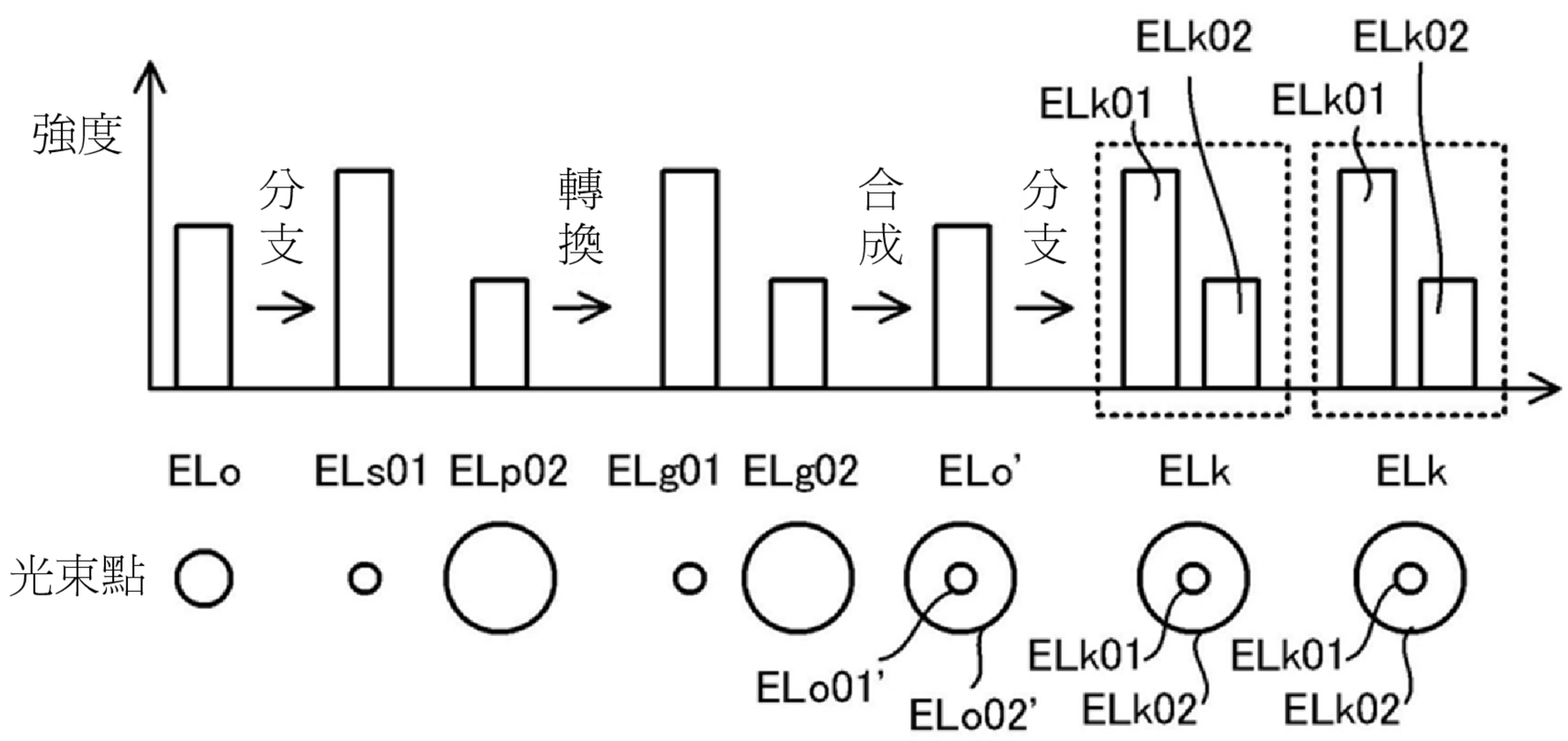
【圖32】


強度
分支
轉換
合成
分支
ELk02
ELk02
ELk01
ELk01
ELo
ELs01
ELp02
ELg01
ELg02
ELo'
ELk
ELk
光束點
ELo01'
ELo02'
ELk01
ELk02
ELk01
ELk02

(a)

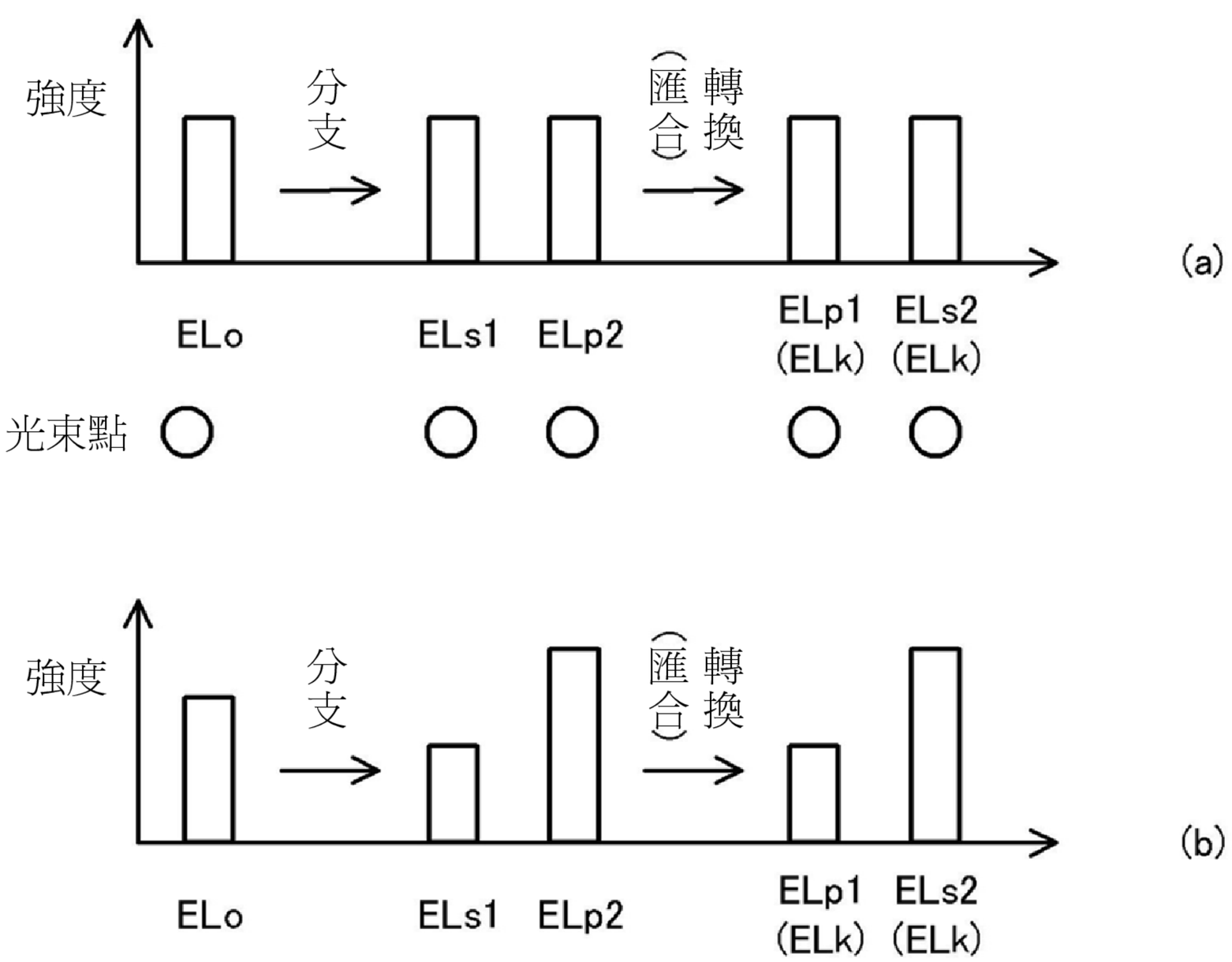

強度
分支
轉換
合成
分支
ELk02
ELk02
ELk01
ELk01
ELo
ELs01
ELp02
ELg01
ELg02
ELo'
ELk
ELk
光束點
ELo01'
ELo02'
ELk01
ELk02
ELk01
ELk02

(b)

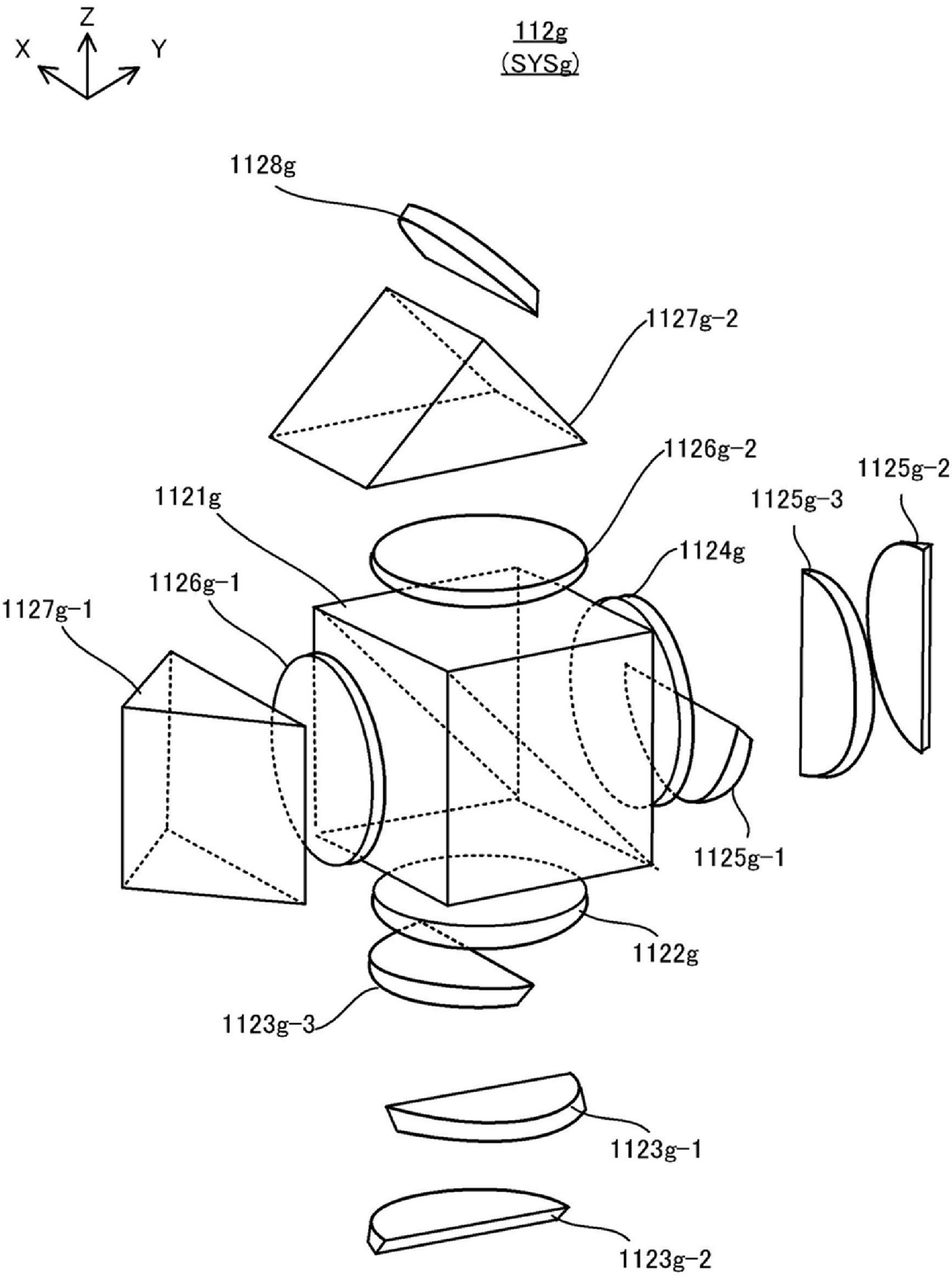

強度
分支
轉換
合成
分支
ELk02
ELk02
ELk01
ELk01
ELo
ELs01
ELp02
ELg01
ELg02
ELo'
ELk
ELk
光束點
ELo01'
ELo02'
ELk01
ELk02
ELk01
ELk02

(c)

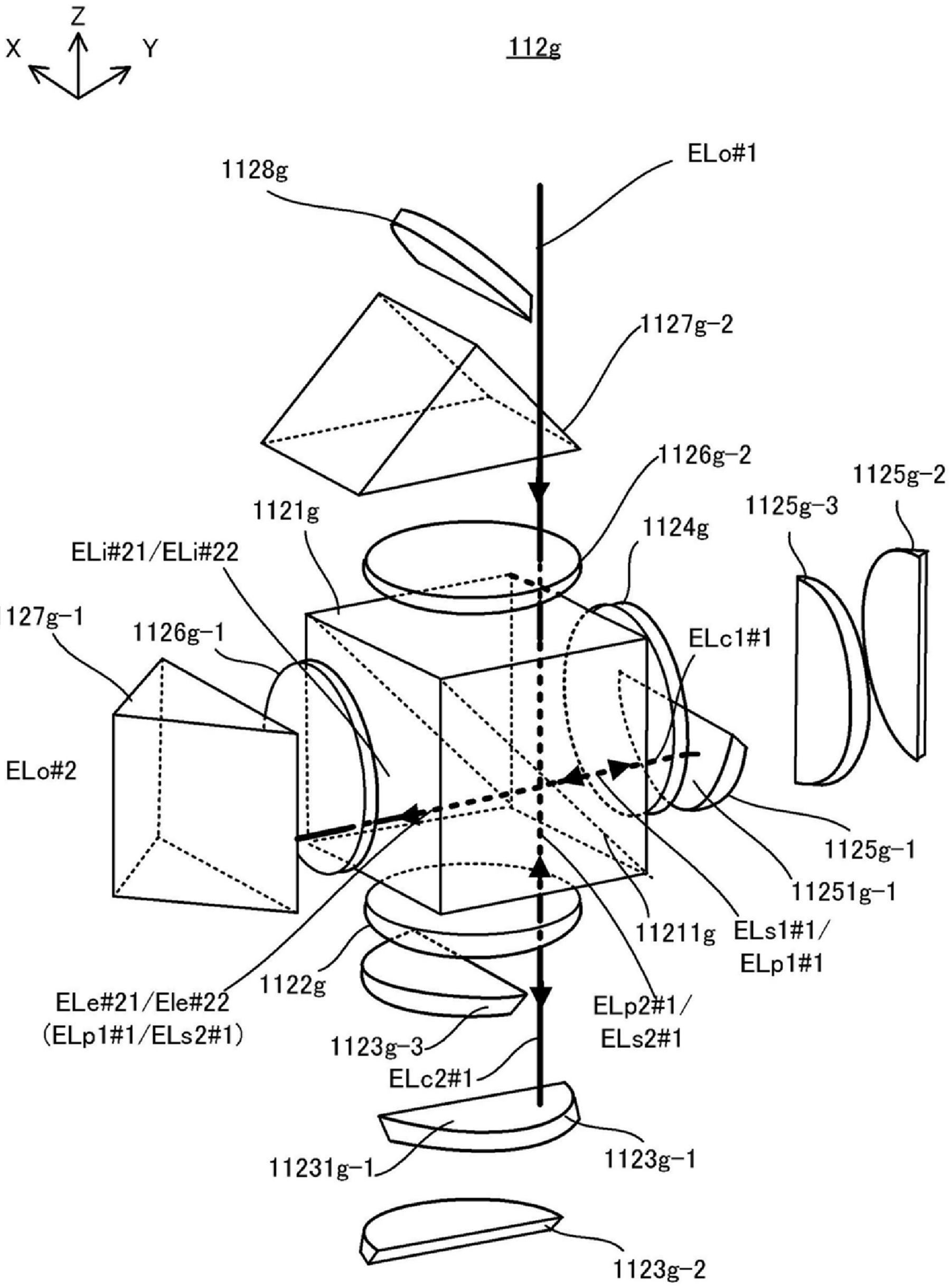
【圖33】


強度
分支
(匯合)轉換
ELo
ELs1
ELp2
ELp1 (ELk)
ELs2 (ELk)
光束點
(a)
強度
分支
(匯合)轉換
ELo
ELs1
ELp2
ELp1 (ELk)
ELs2 (ELk)
光束點
(b)
強度
分支
(匯合)轉換
ELo
ELs1
ELp2
ELp1 (ELk)
ELs2 (ELk)
光束點
(c)

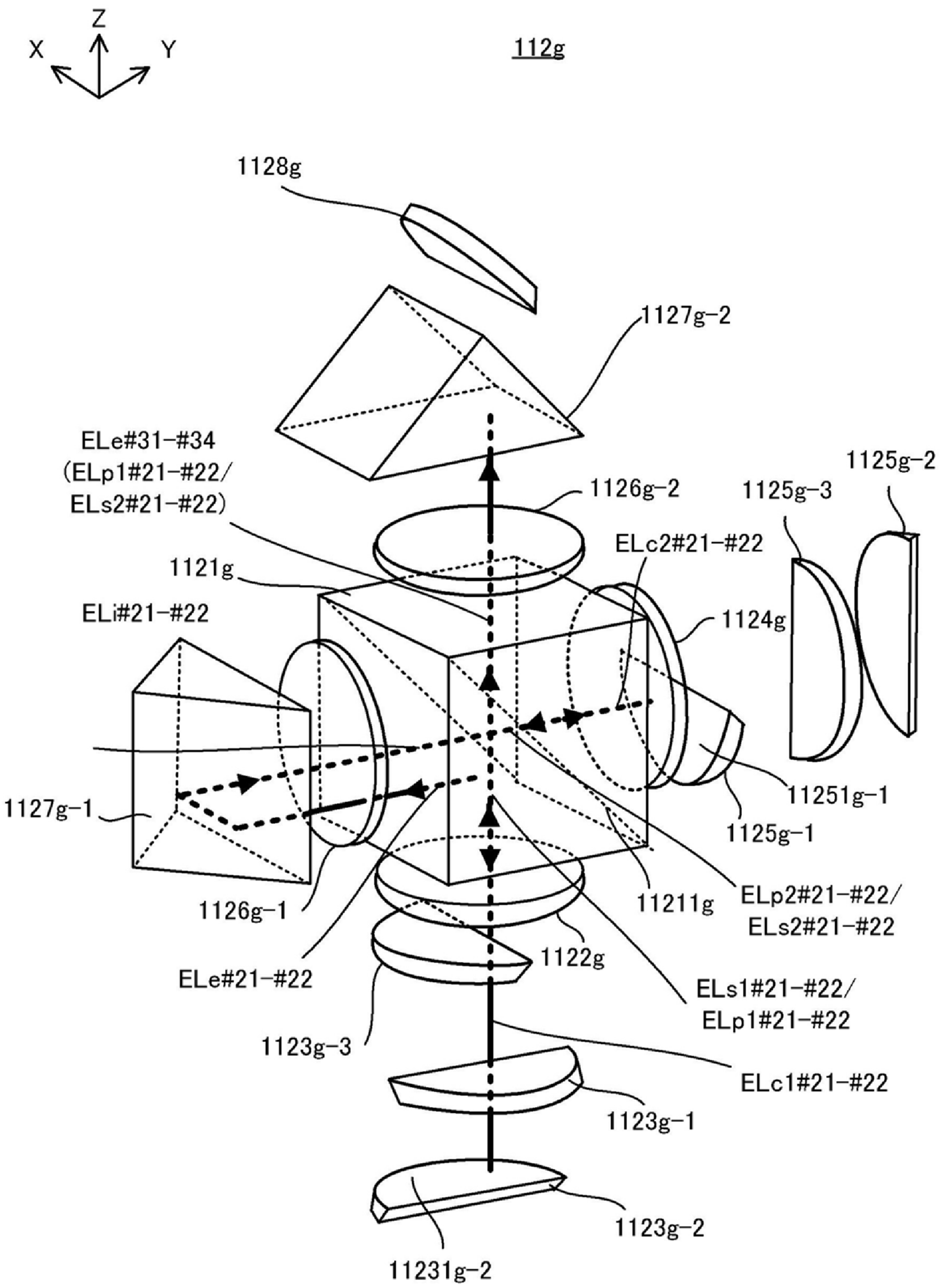
【圖34】


Z
X
Y
112g
(SYSg)
1128g
1127g-2
1126g-2
1125g-2
1121g
1125g-3
1124g
1126g-1
1127g-1
1125g-1
1122g
1123g-3
1123g-1
1123g-2

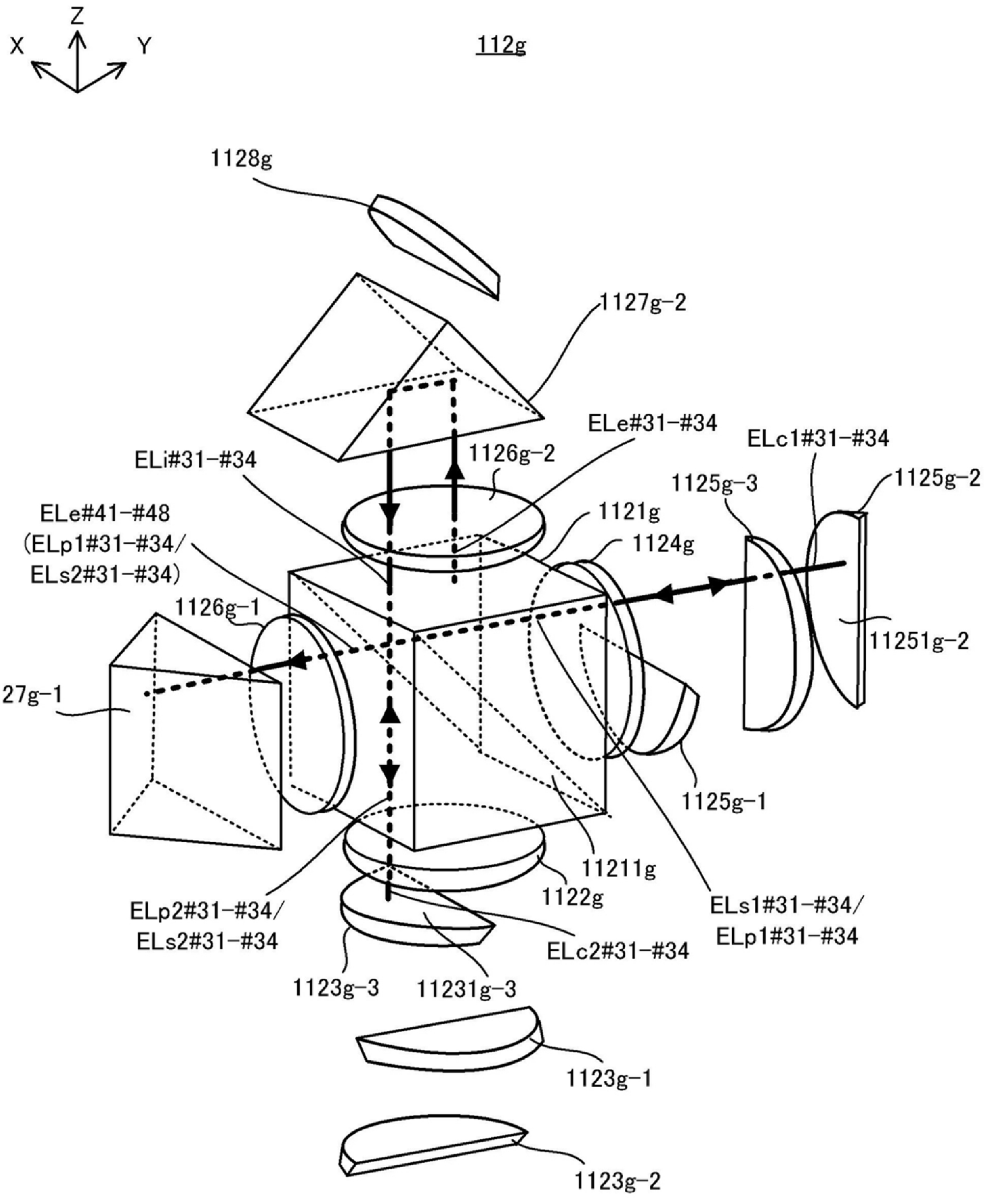
【圖35】


Z
X
Y
112g
1128g
ELo#1
1127g-2
1126g-2
1125g-2
1121g
1125g-3
1124g
ELi#21/ELi#22
1127g-1
1126g-1
ELc1#1
ELo#2
1125g-1
11251g-1
11211g
ELs1#1/
ELp1#1
1122g
ELe#21/Ele#22
(ELp1#1/ELs2#1)
ELp2#1/
ELs2#1
1123g-3
ELc2#1
11231g-1
1123g-1
1123g-2

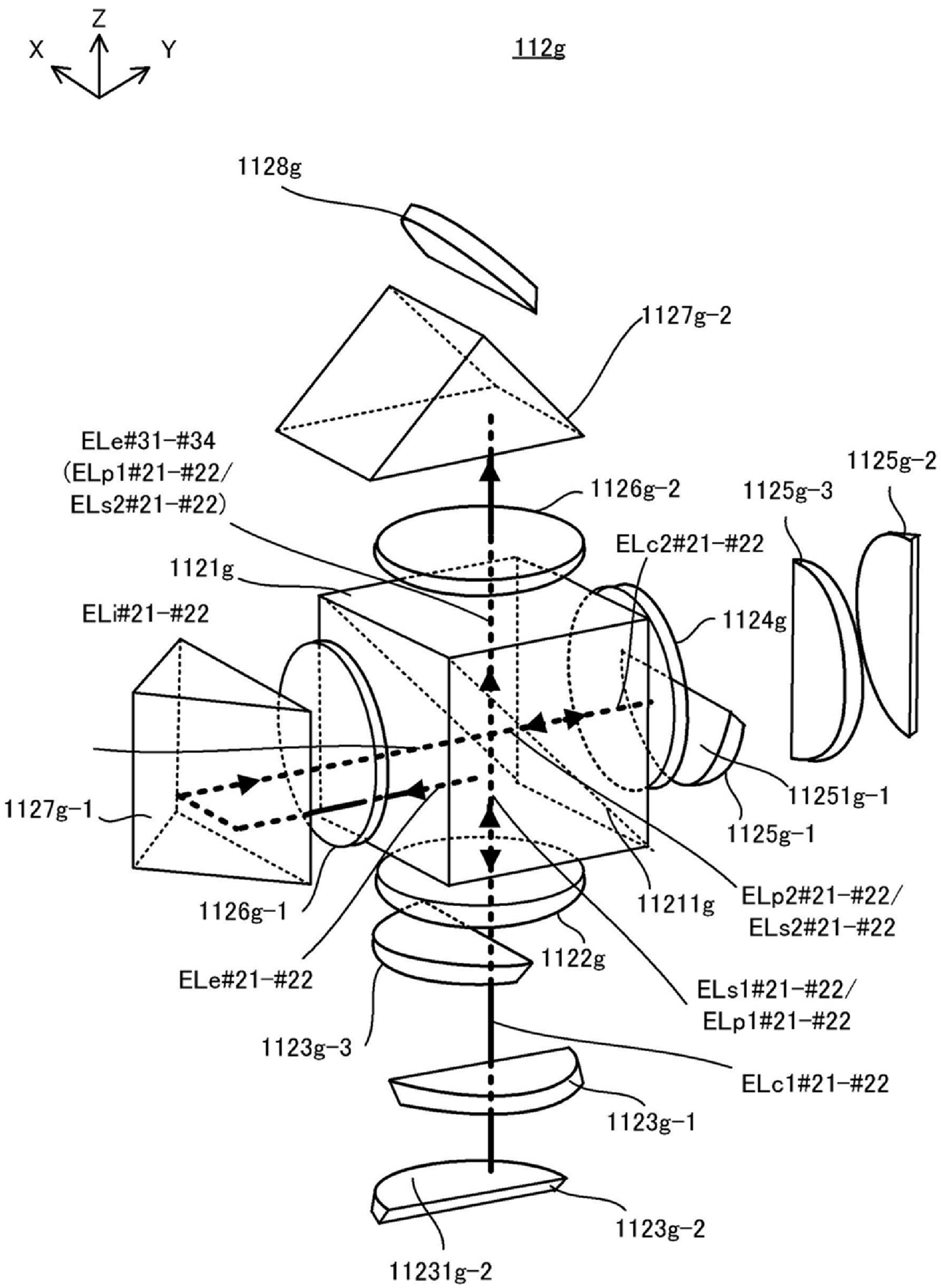
【圖36】


Z
X
Y
112g
1128g
1127g-2
ELe#31-#34
(ELp1#21-#22/
ELs2#21-#22)
1126g-2
1125g-2
1125g-3
ELc2#21-#22
1121g
ELi#21-#22
1124g
1127g-1
11251g-1
1125g-1
1126g-1
11211g
ELp2#21-#22/
ELs2#21-#22
1122g
ELe#21-#22
ELs1#21-#22/
ELp1#21-#22
1123g-3
ELc1#21-#22
1123g-1
1123g-2
11231g-2

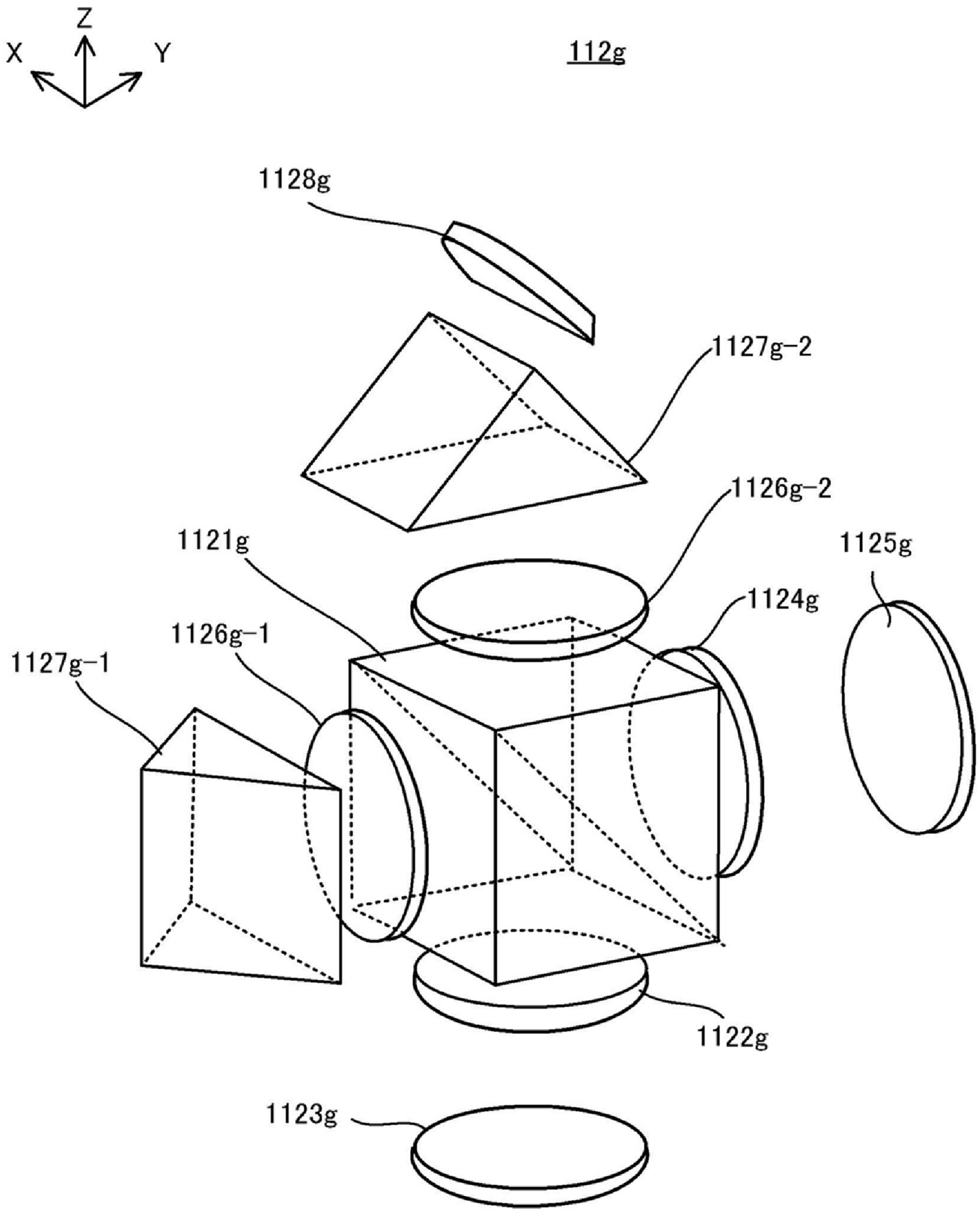
【圖37】


Z
X
Y
112g
1128g
1127g-2
ELe#31-#34
ELi#31-#34
1126g-2
ELc1#31-#34
1125g-3
1125g-2
ELe#41-#48
(ELp1#31-#34/
ELs2#31-#34)
1121g
1124g
1126g-1
11251g-2
1127g-1
1125g-1
11211g
1122g
ELs1#31-#34/
ELp1#31-#34
ELp2#31-#34/
ELs2#31-#34
ELc2#31-#34
1123g-3
11231g-3
1123g-1
1123g-2

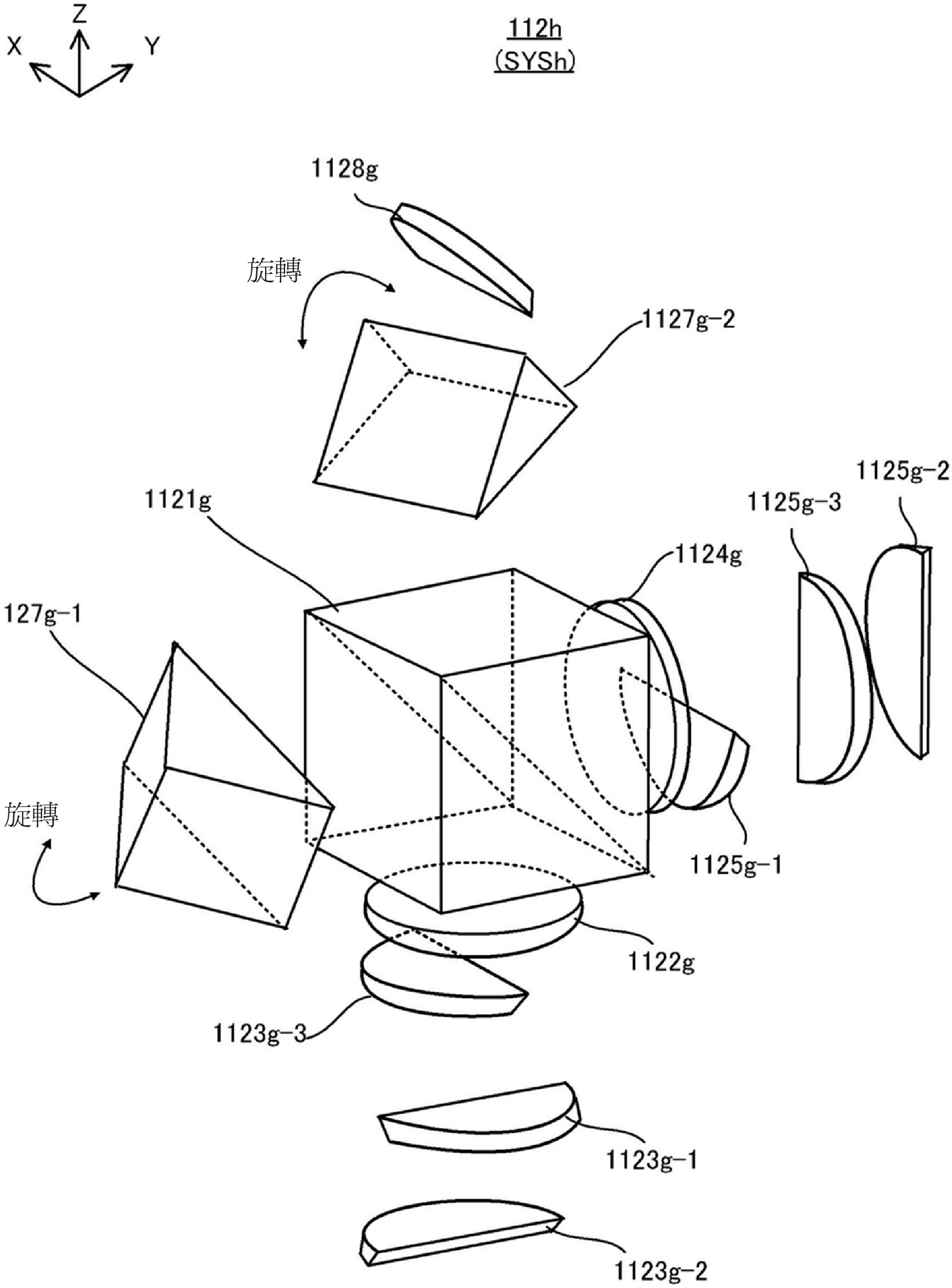
【圖38】


Z
X
Y
112g
1128g
1127g-2
ELe#31-#34
(ELp1#21-#22/
ELs2#21-#22)
1126g-2
1125g-2
1125g-3
ELc2#21-#22
1121g
ELi#21-#22
1124g
1127g-1
11251g-1
1125g-1
1126g-1
11211g
ELp2#21-#22/
ELs2#21-#22
1122g
ELe#21-#22
ELs1#21-#22/
ELp1#21-#22
1123g-3
ELc1#21-#22
1123g-1
1123g-2
11231g-2

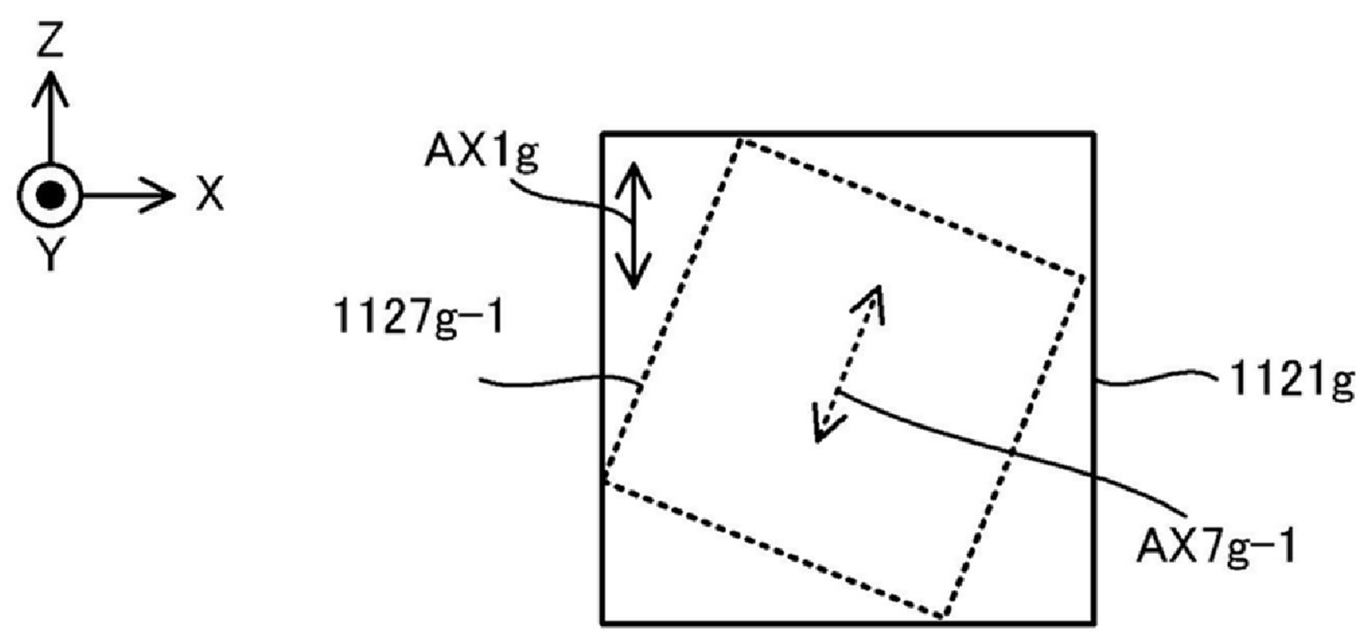
【圖39】


Z
X
Y
112g
1128g
1127g-2
1126g-2
1121g
1125g
1124g
1126g-1
1127g-1
1122g
1123g

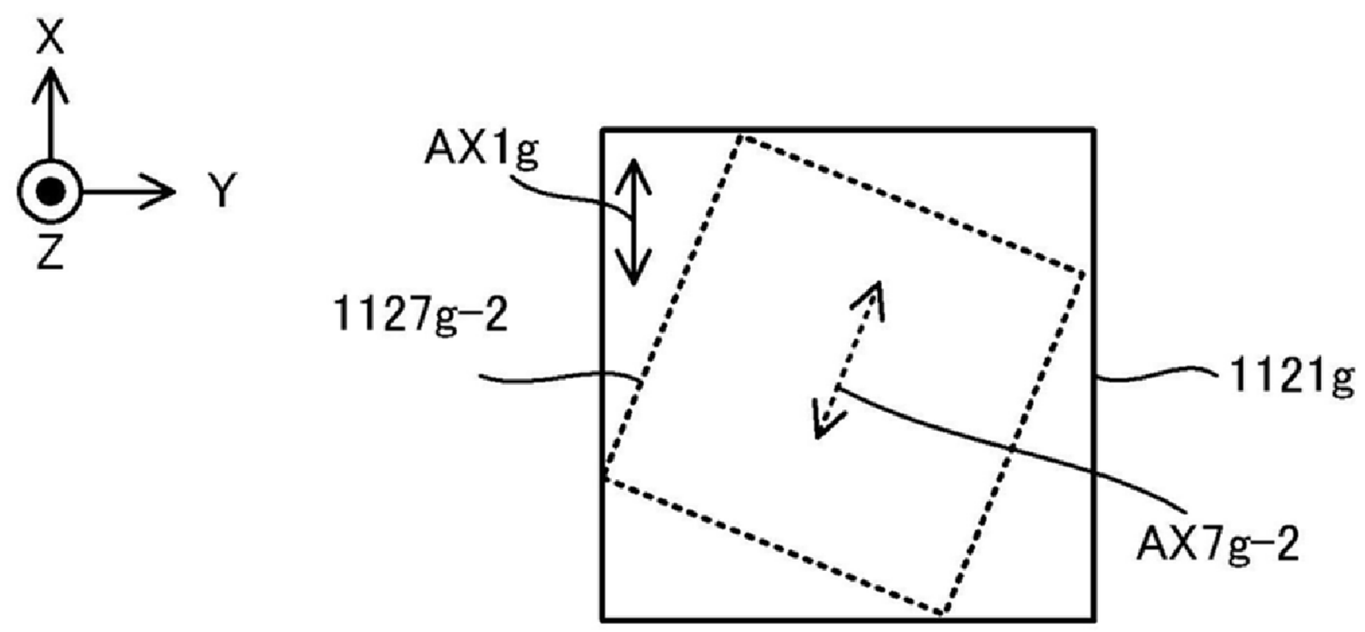
【圖40】


Z
X
Y
112h
(SYSh)
1128g
旋轉
1127g-2
1121g
1124g
1125g-2
1125g-3
1127g-1
旋轉
1125g-1
1122g
1123g-3
1123g-1
1123g-2

【圖41】

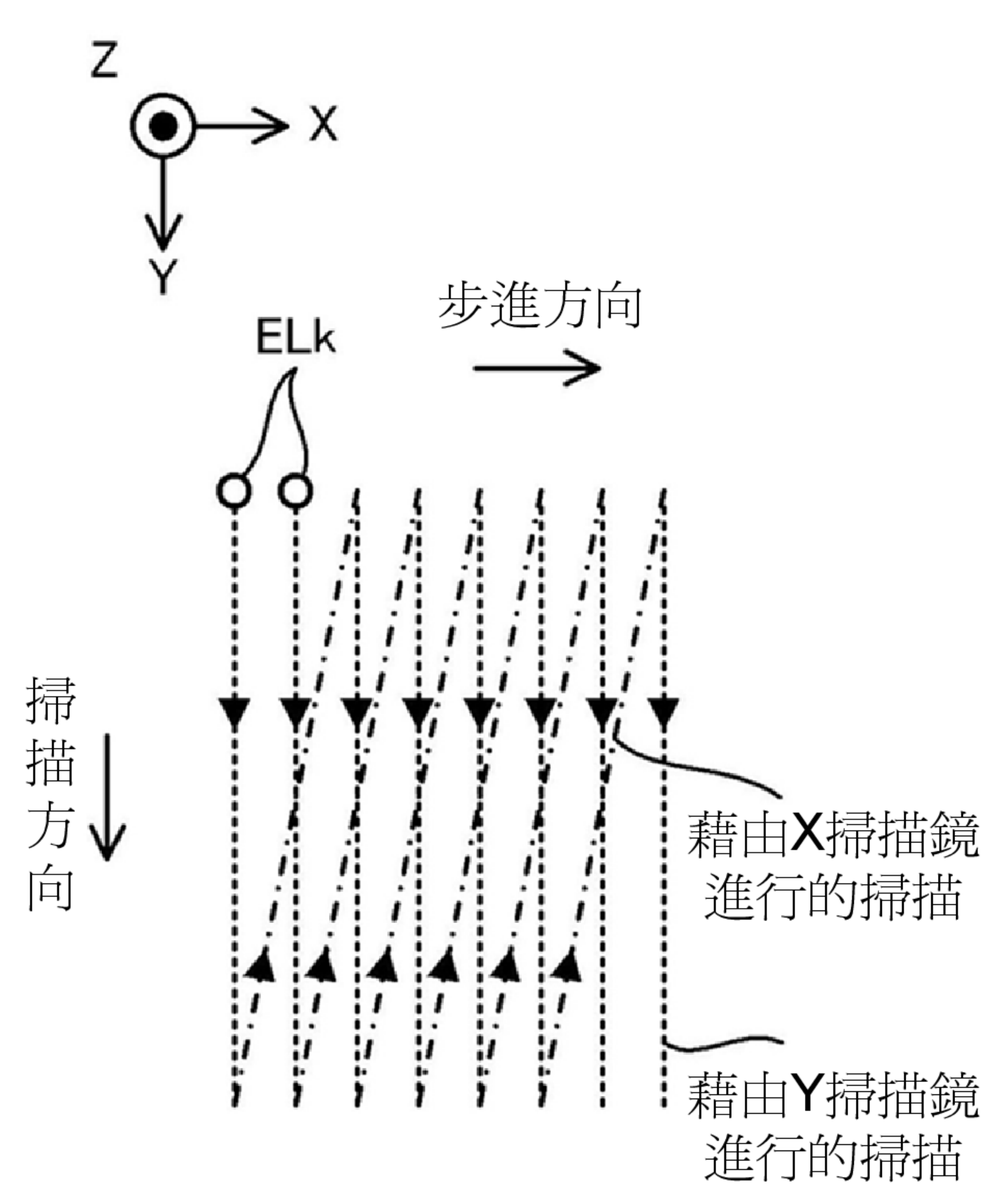


(a)

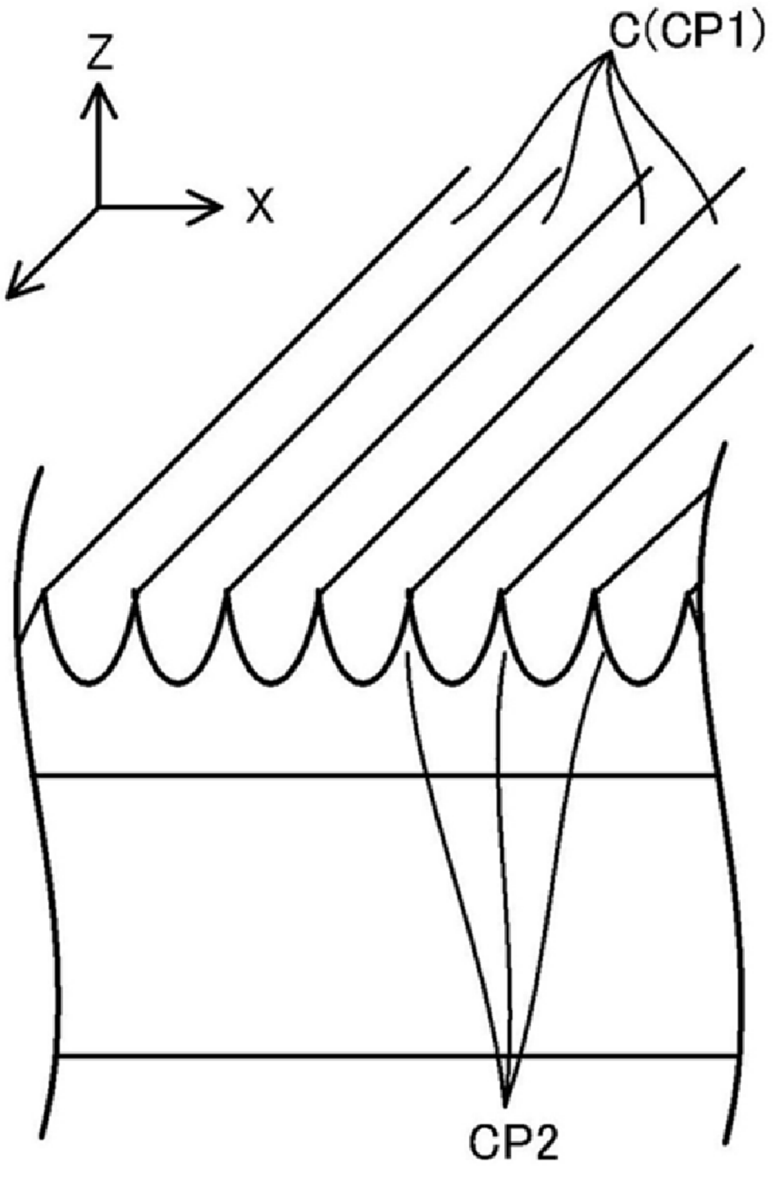


(b)

【圖42】


Z
X
Y
步進方向
ELk
掃描方向
藉由X掃描鏡進行的掃描
藉由Y掃描鏡進行的掃描

(a)


Z
X
Y
C(CP1)
CP2

(b)

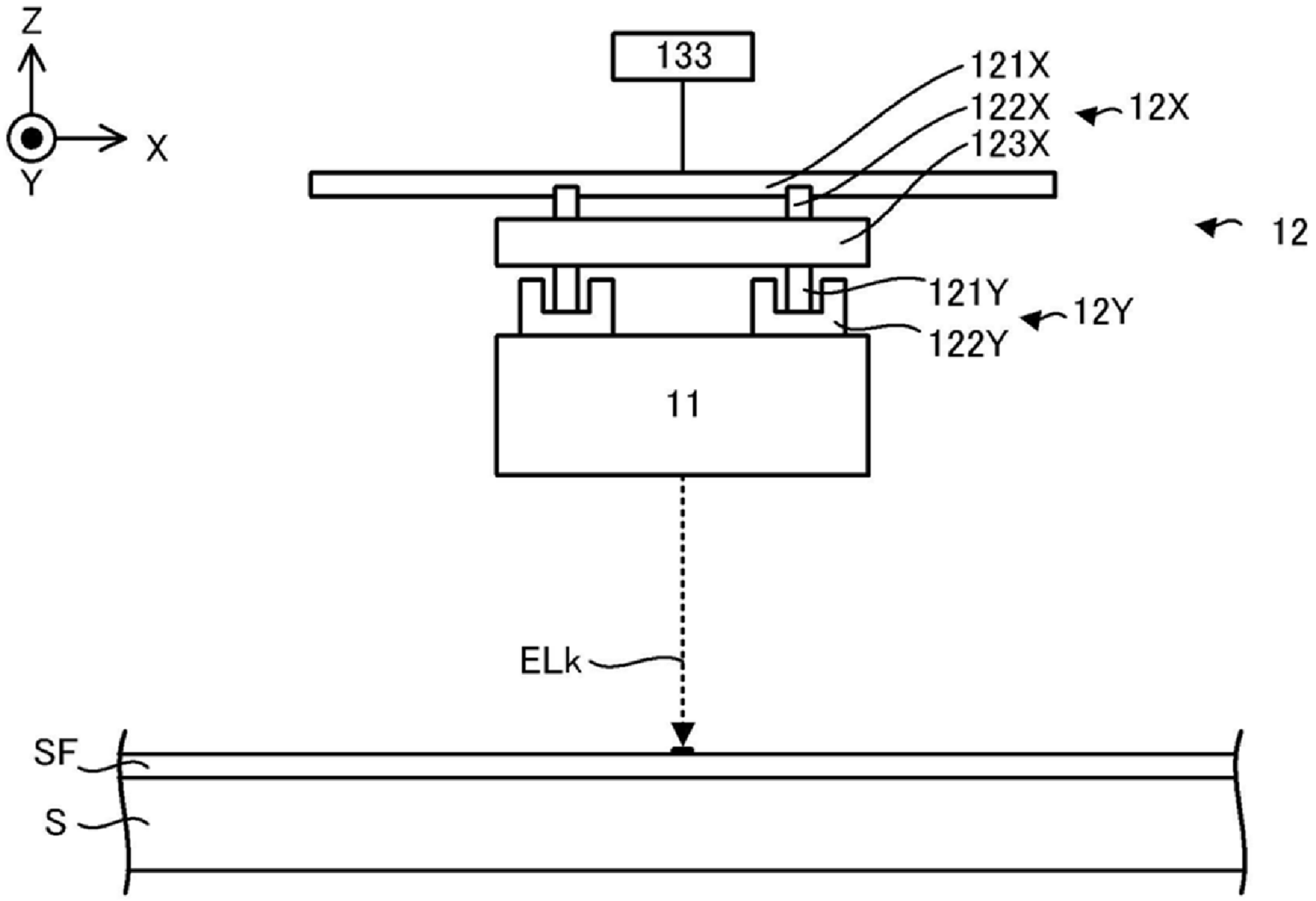
Z
Y
X
步進方向
ELk
掃描方向
藉由Y掃描鏡進行的掃描
藉由X掃描鏡進行的掃描

(c)

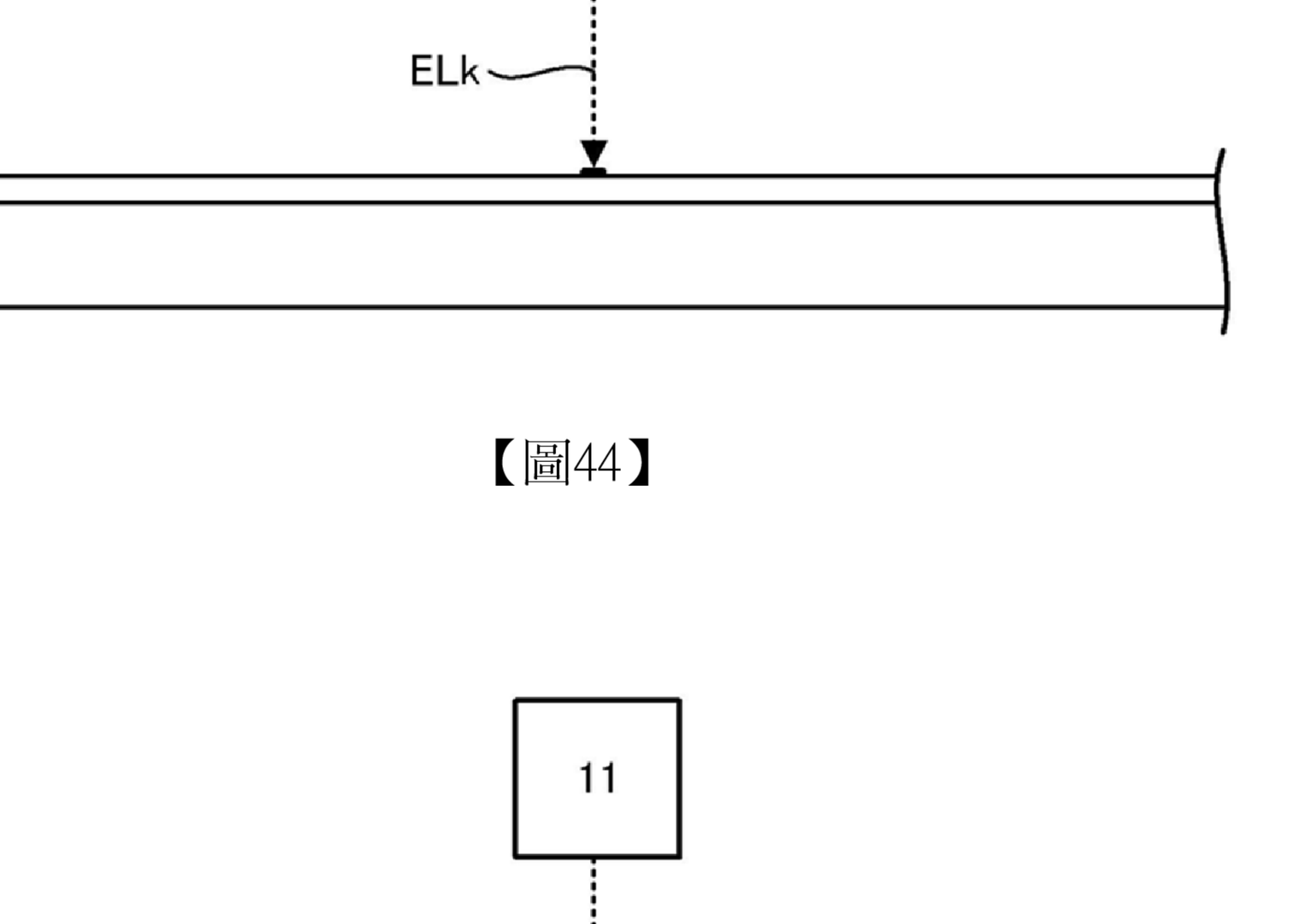
Z
Y
X
C(CP1)
CP2

(d)

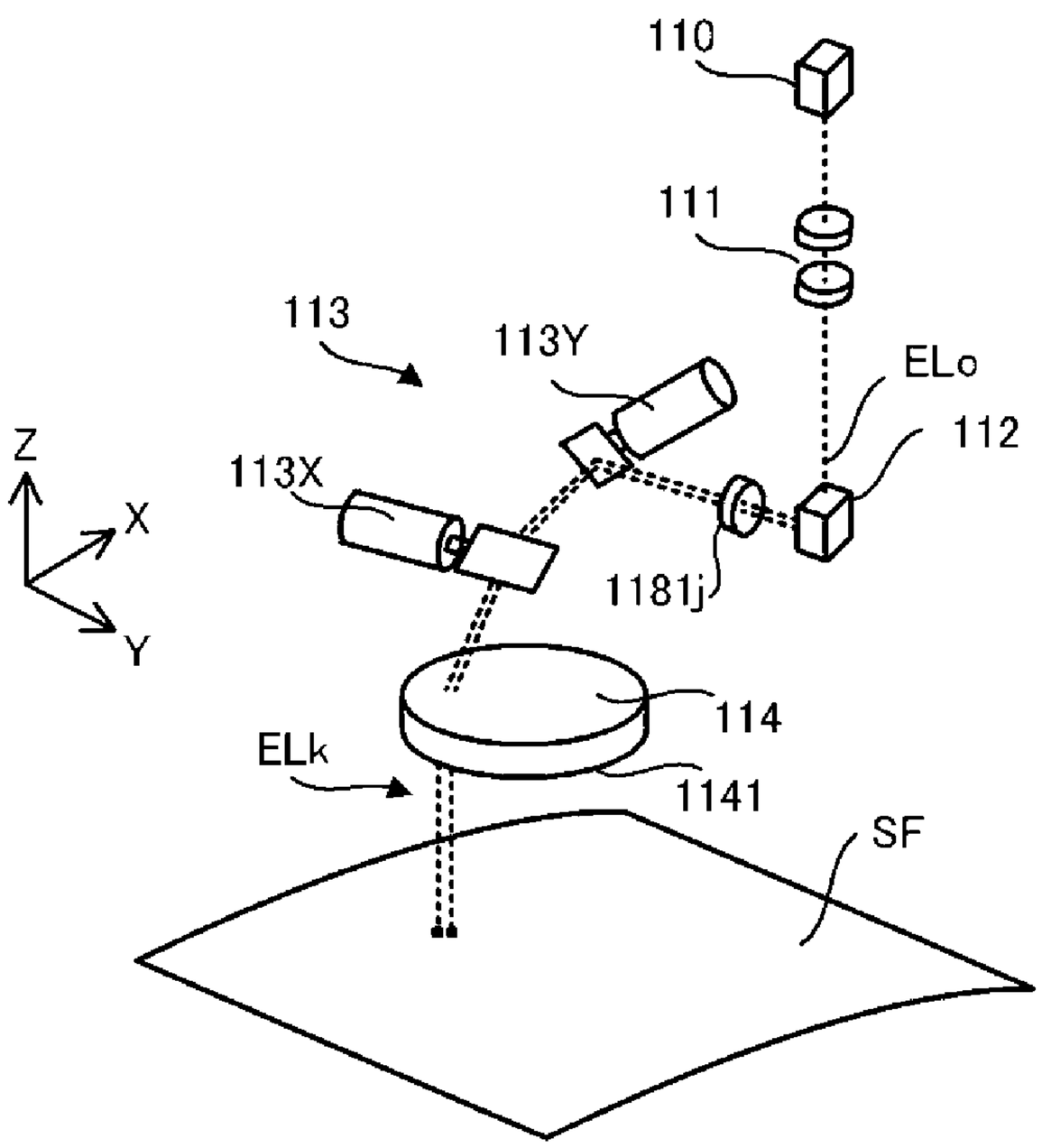
【圖43】


Z
X
Y
133
121X
122X
12X
123X
12
121Y
12Y
122Y
11
ELk
SF
S

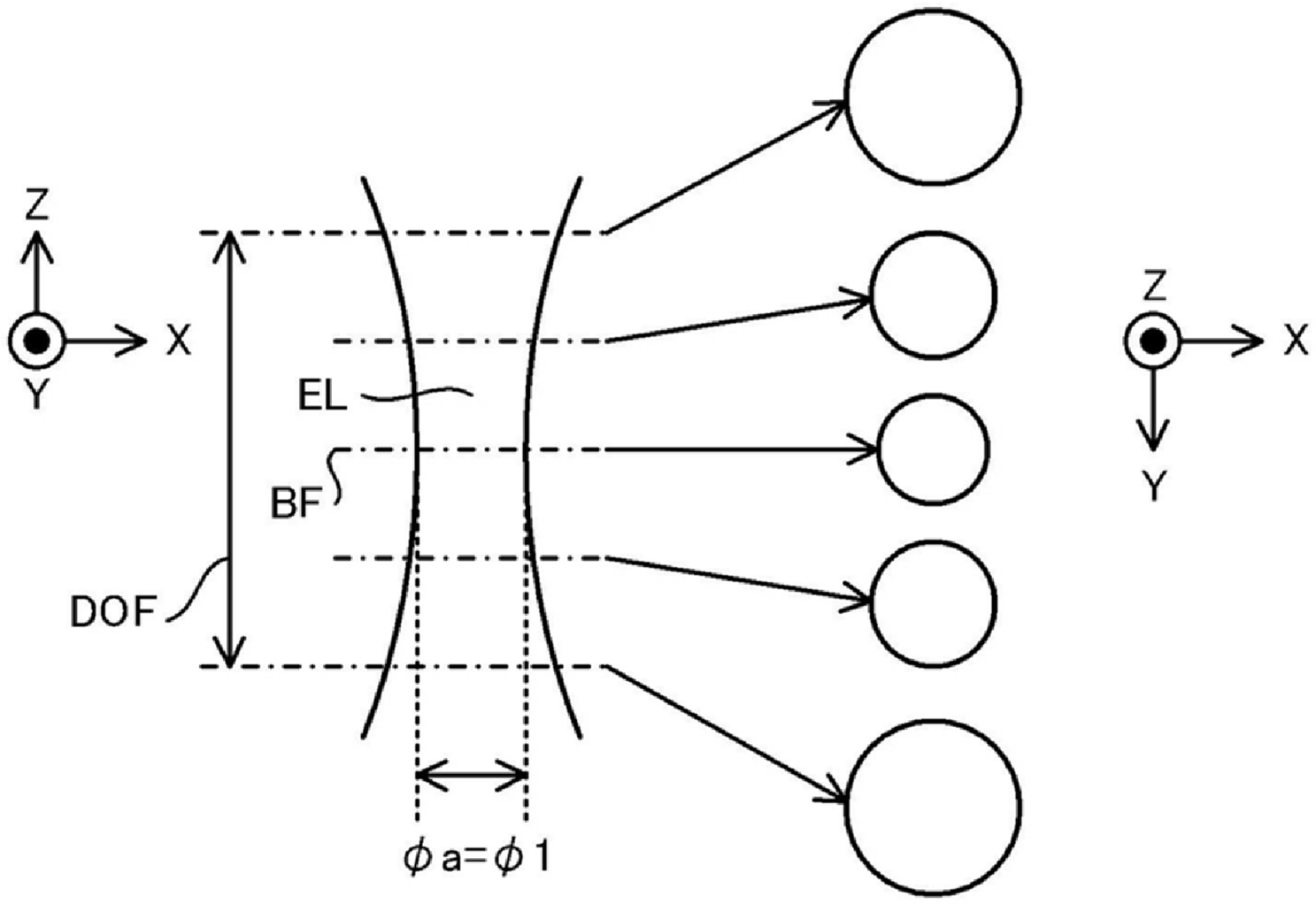
【圖44】


11
ELk
S
33Y
32Y
3Y
31Y
3
33X
32X
3X
31X
39

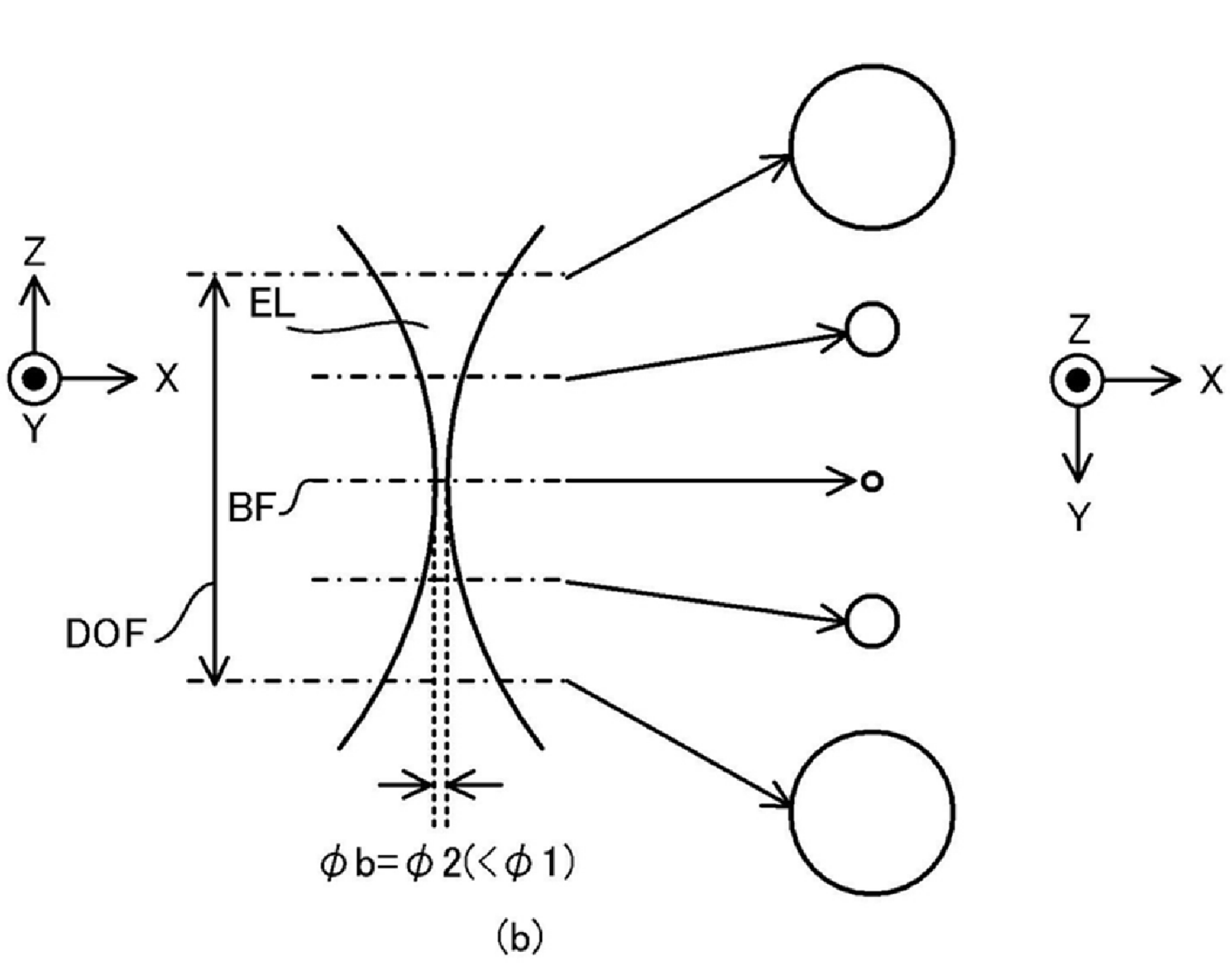
【圖45】


11j
(SYSj)
110
111
113
113Y
ELo
112
Z
X
113X
1181j
Y
114
ELk
1141
SF

【圖46】

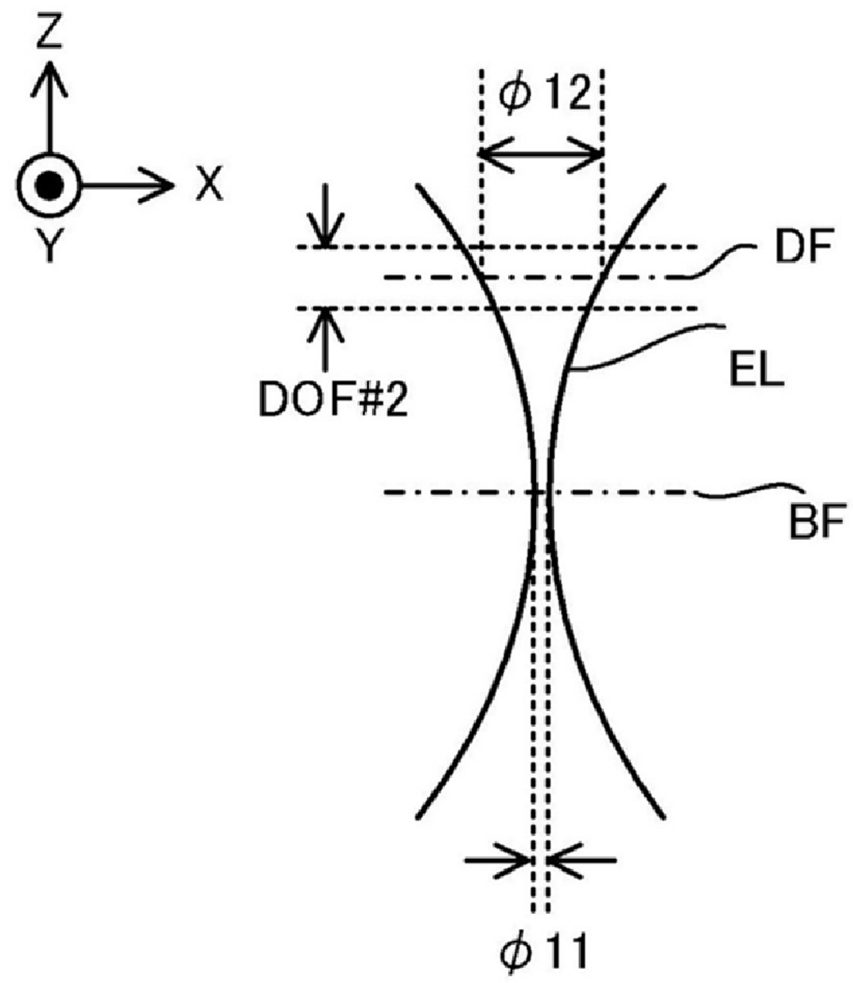


(a)

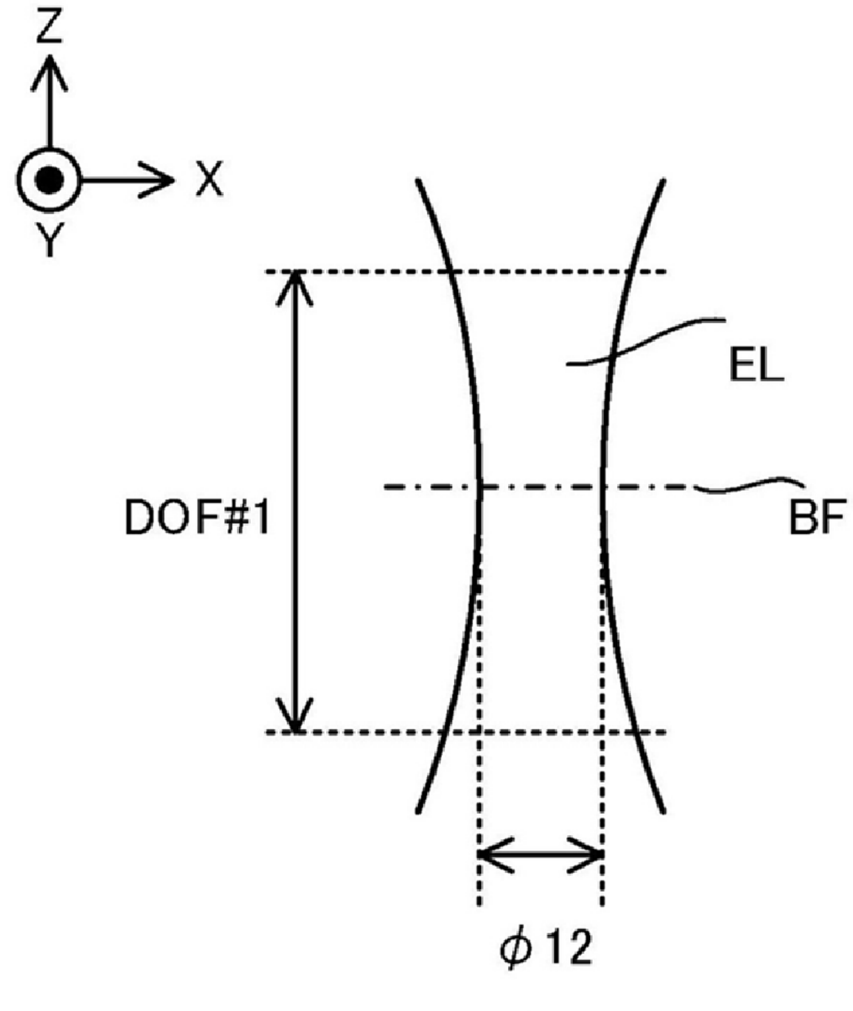


(b)

【圖47】

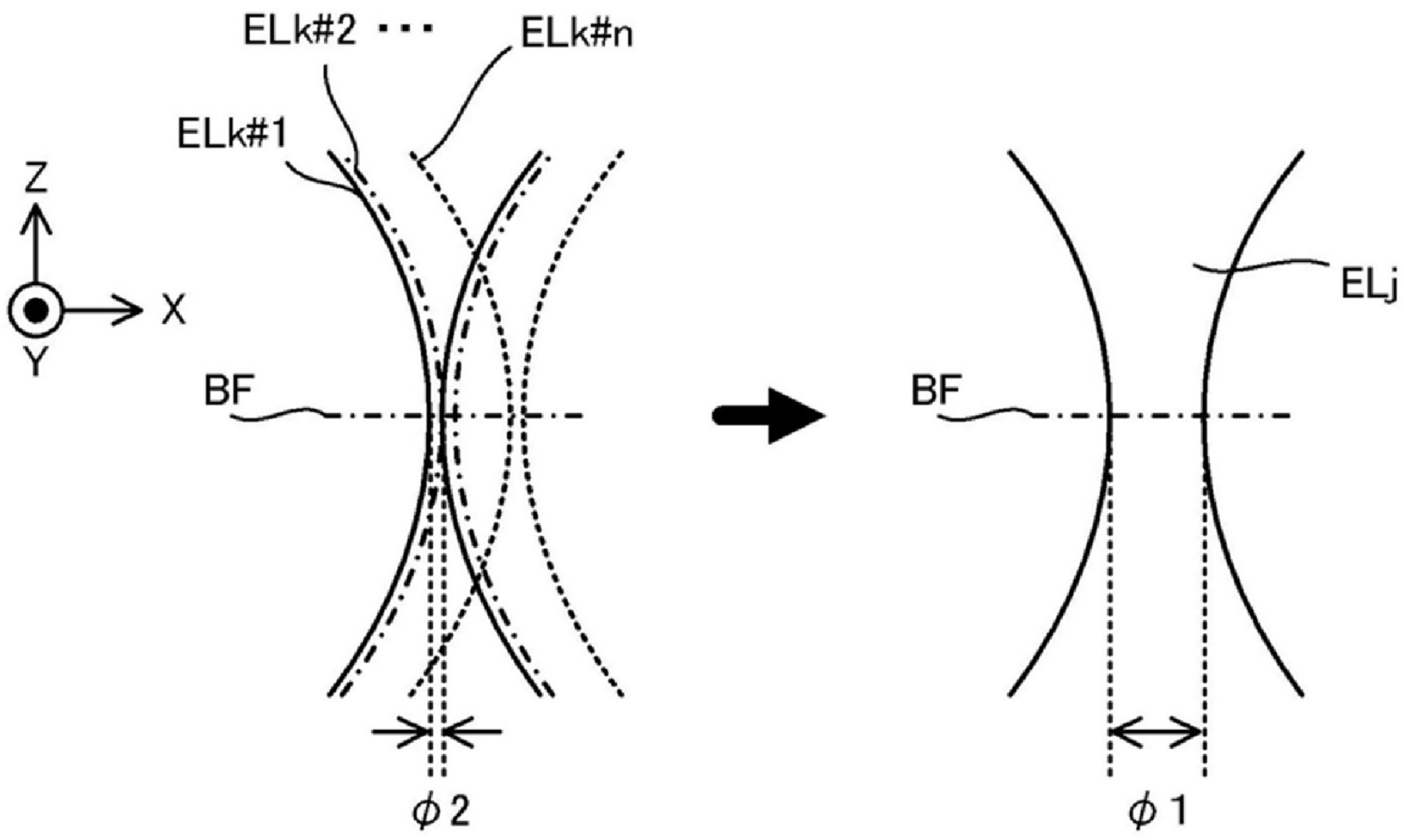


(a)

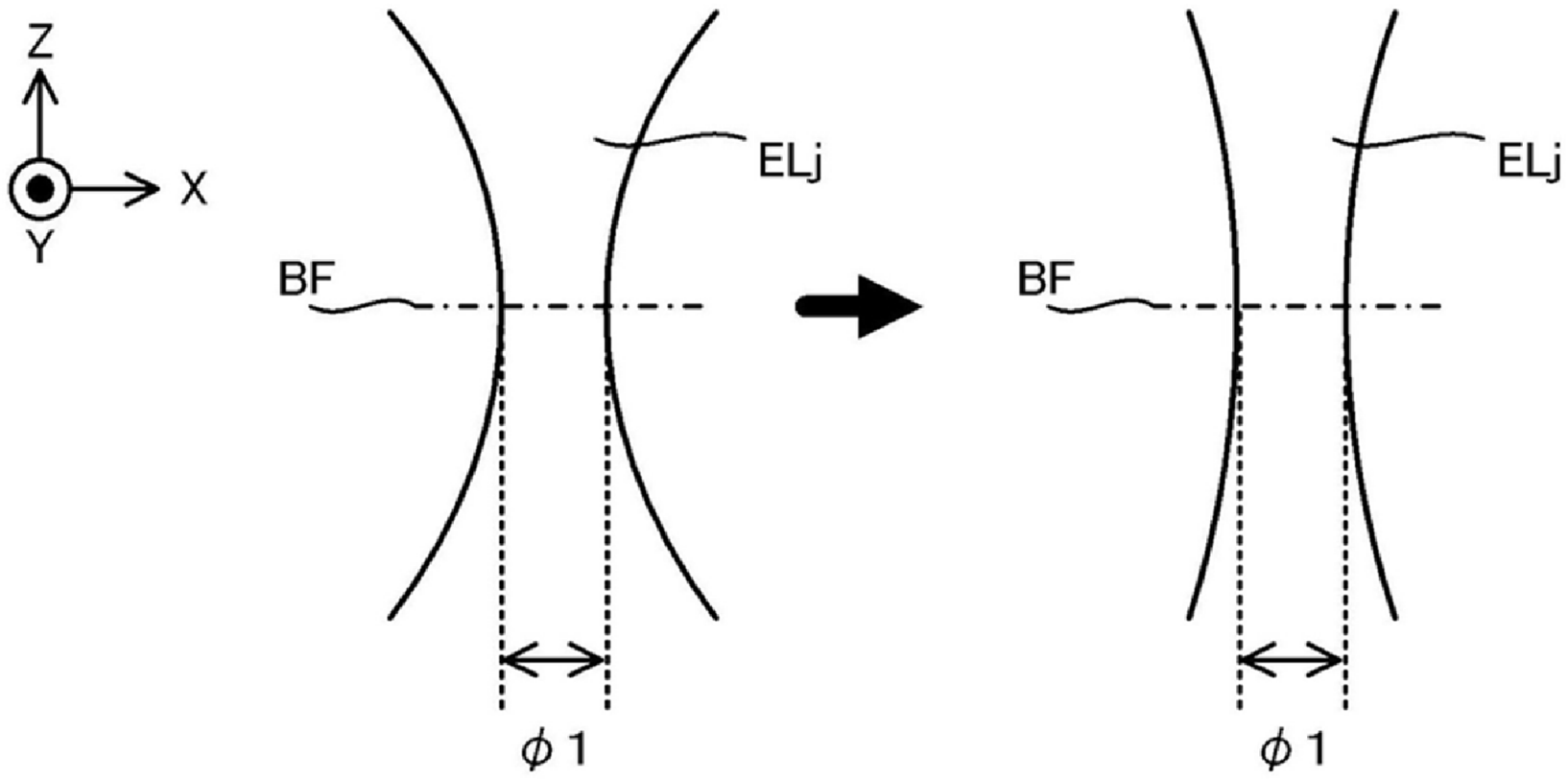


(b)

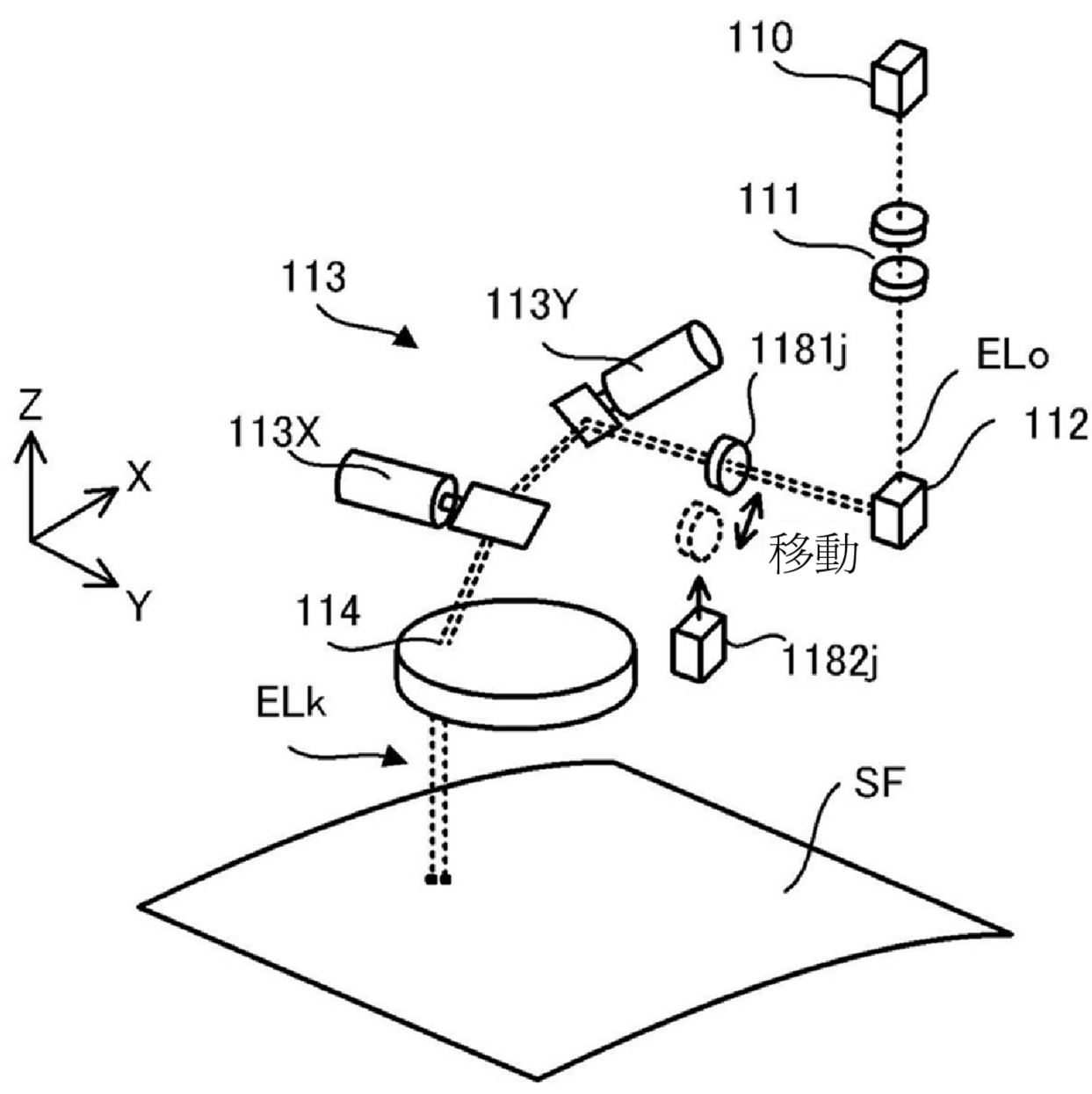
【圖48】



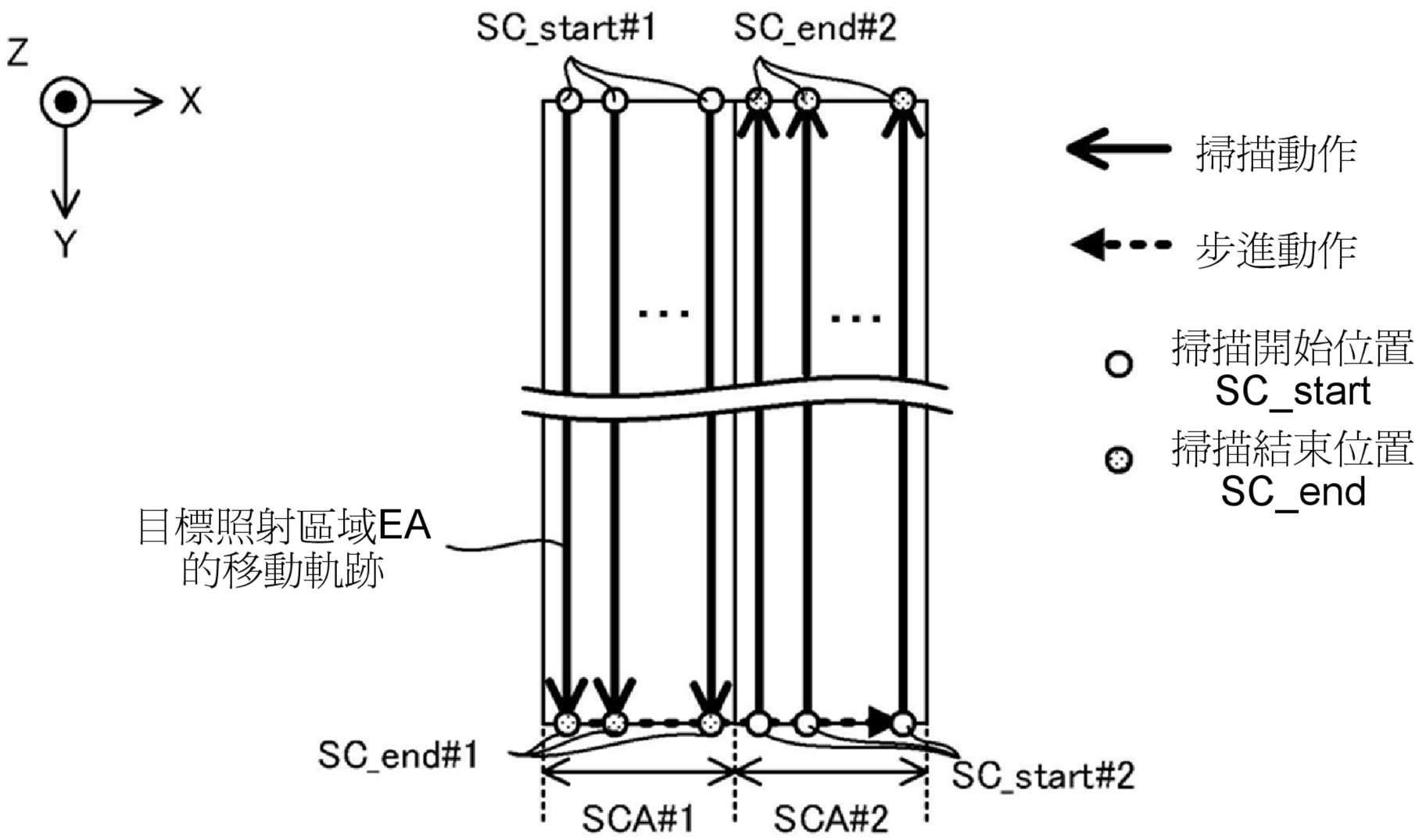
【圖49】



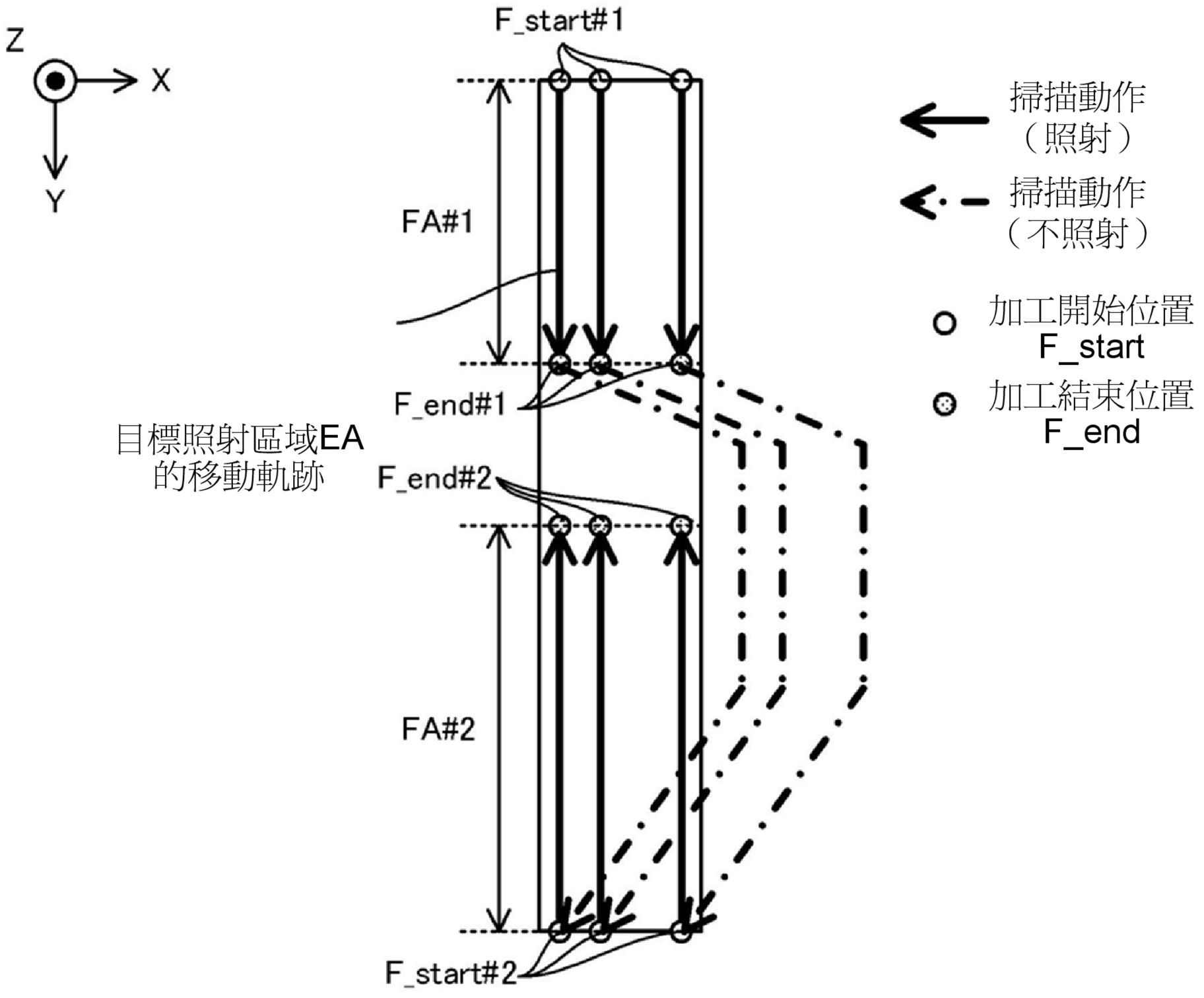
【圖50】


11j
(SYSj)
110
111
113
113Y
1181j
ELo
112
Z
X
113X
移動
Y
114
1182j
ELk
SF

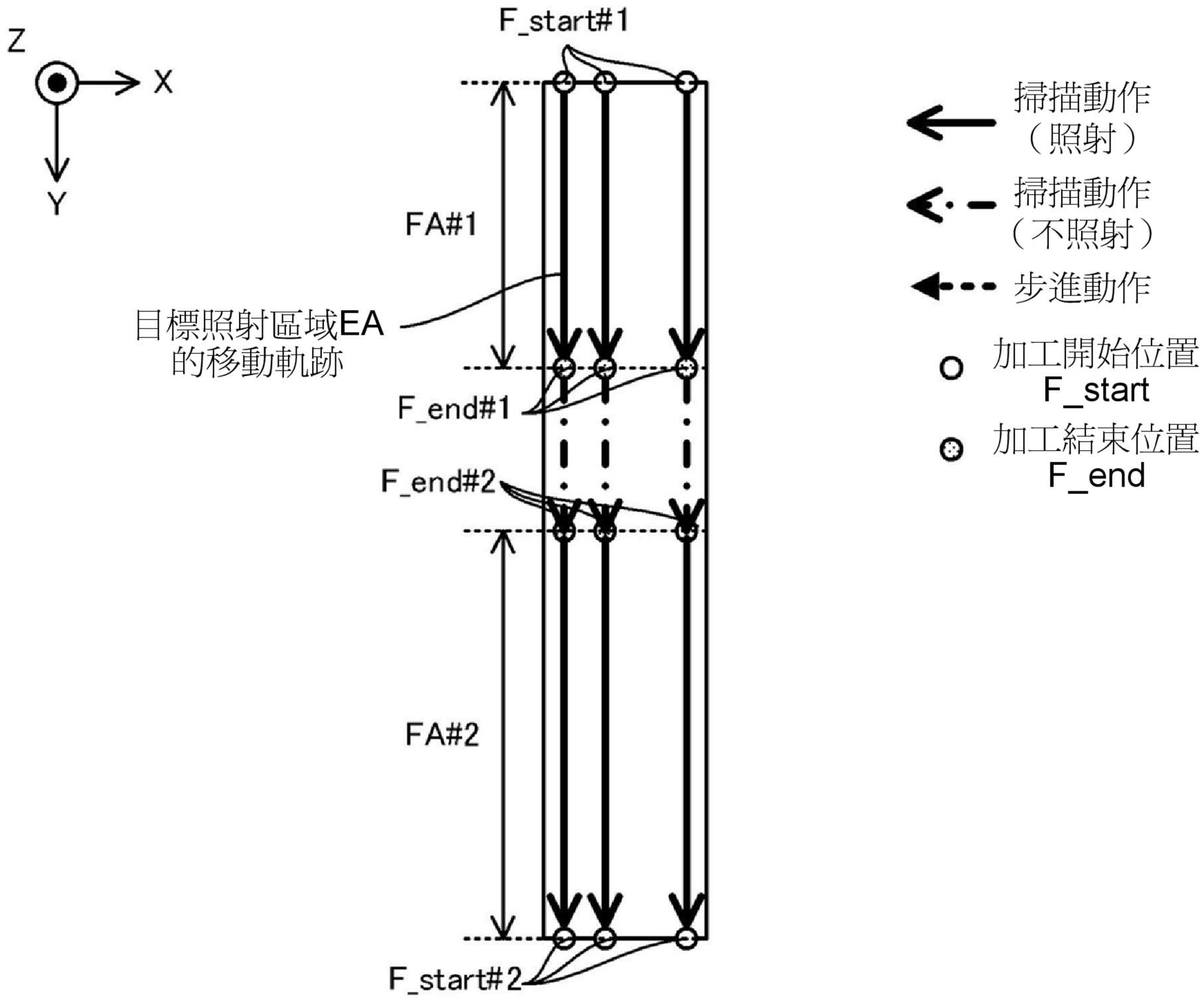
【圖51】


Z
X
Y
SC_start#1
SC_end#2
目標照射區域EA
的移動軌跡
SC_end#1
SC_start#2
SCA#1
SCA#2
掃描動作
步進動作
掃描開始位置
SC_start
掃描結束位置
SC_end

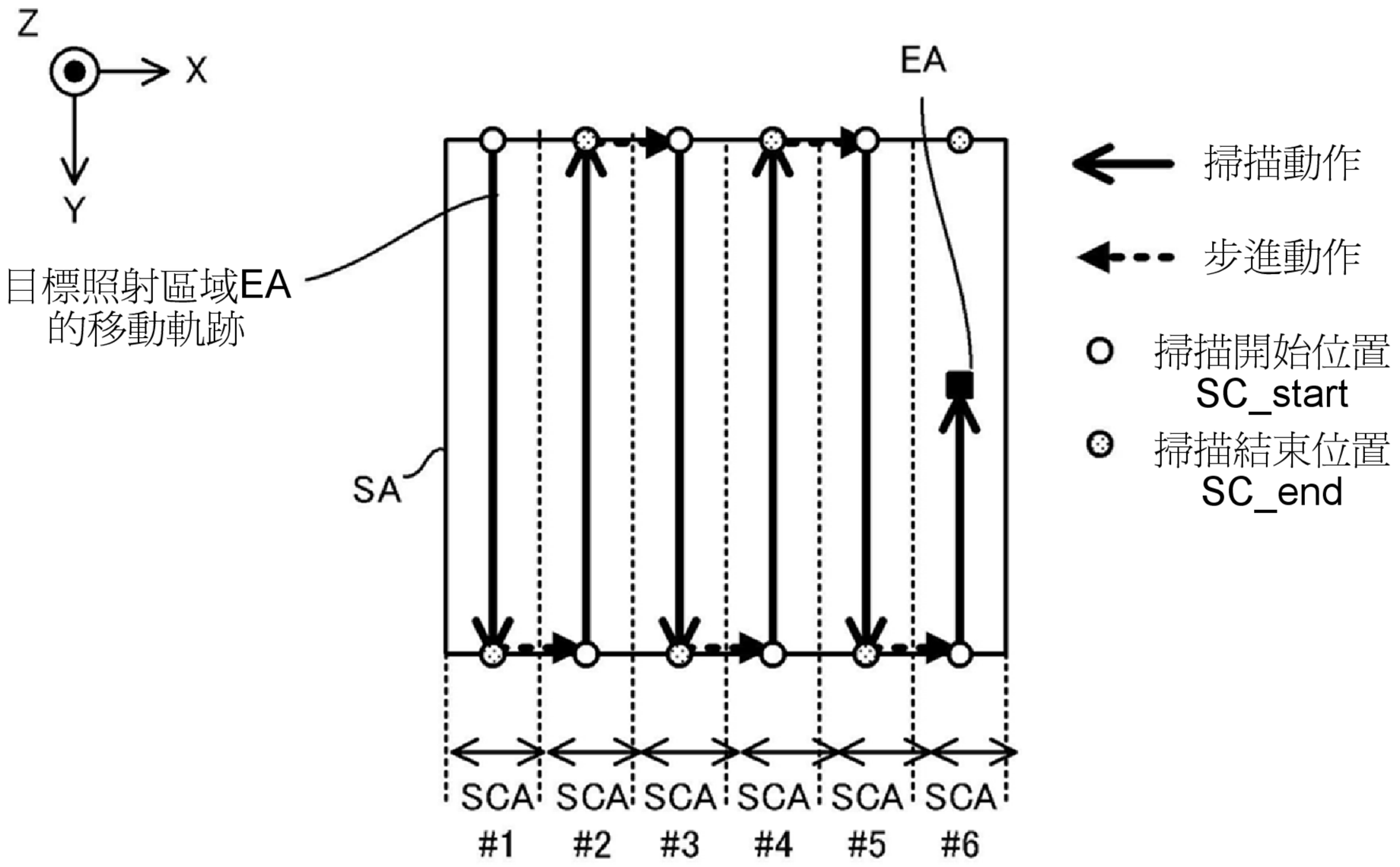
【圖52】


Z
X
Y
F_start#1
FA#1
F_end#1
目標照射區域EA
的移動軌跡
F_end#2
FA#2
F_start#2
掃描動作
（照射）
掃描動作
（不照射）
加工開始位置
F_start
加工結束位置
F_end

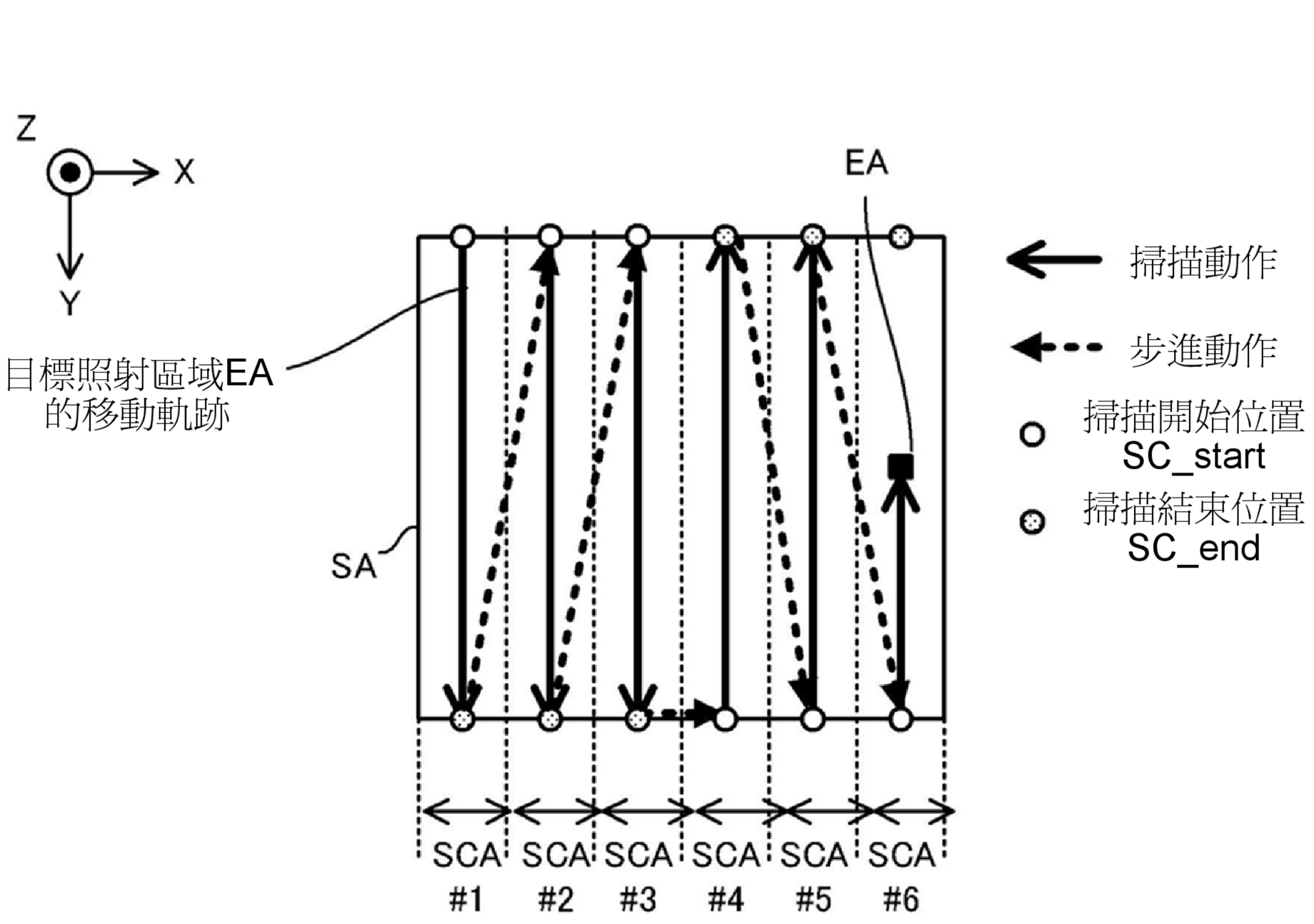
【圖53】


Z
X
Y
F_start#1
FA#1
目標照射區域EA
的移動軌跡
F_end#1
F_end#2
FA#2
F_start#2
掃描動作
（照射）
掃描動作
（不照射）
步進動作
加工開始位置
F_start
加工結束位置
F_end

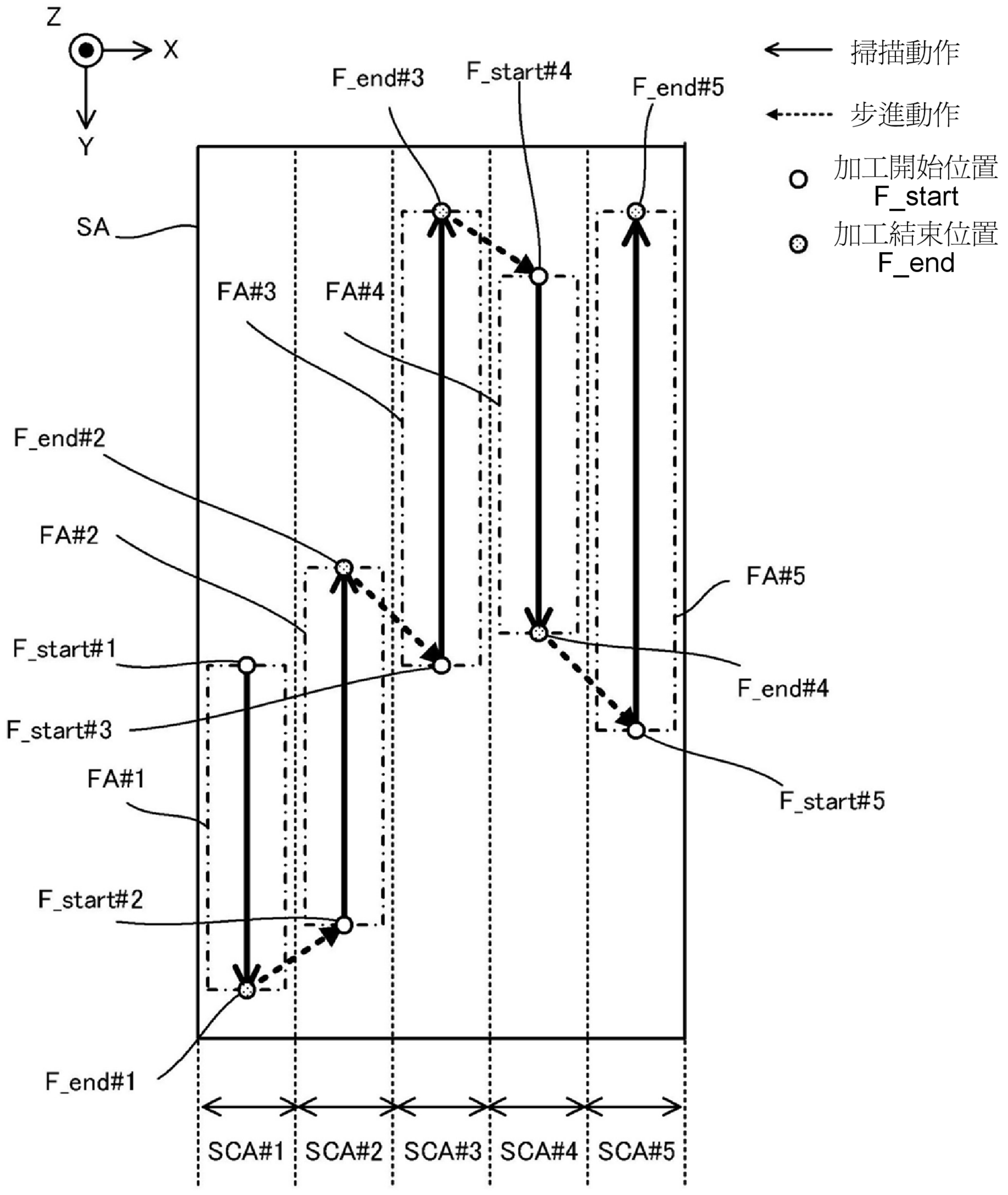
【圖54】


Z
X
Y
目標照射區域EA
的移動軌跡
EA
SA
掃描動作
步進動作
掃描開始位置
SC_start
掃描結束位置
SC_end
SCA #1
SCA #2
SCA #3
SCA #4
SCA #5
SCA #6

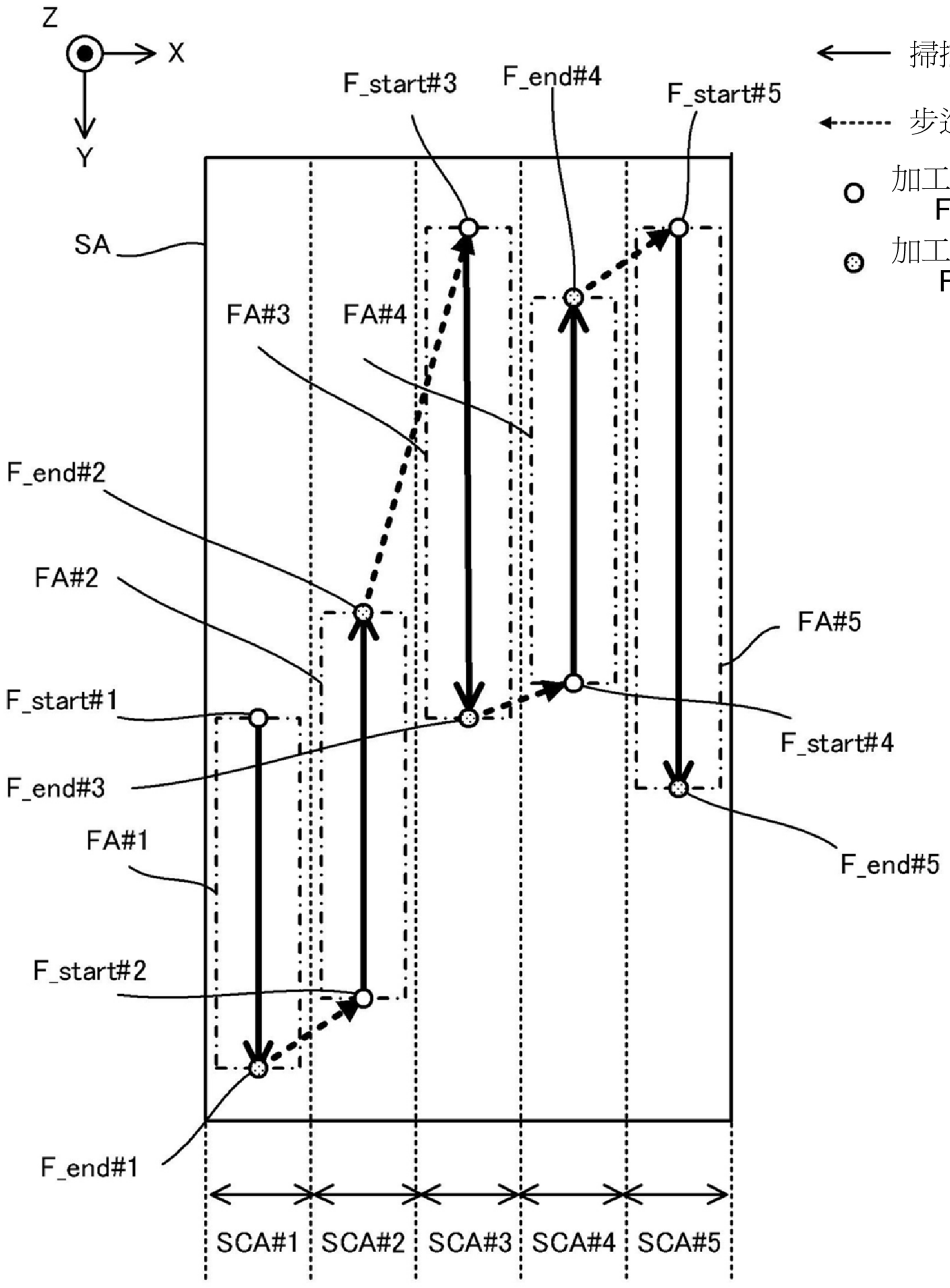
【圖55】


Z
X
Y
目標照射區域EA
的移動軌跡
EA
SA
掃描動作
步進動作
掃描開始位置
SC_start
掃描結束位置
SC_end
SCA #1
SCA #2
SCA #3
SCA #4
SCA #5
SCA #6

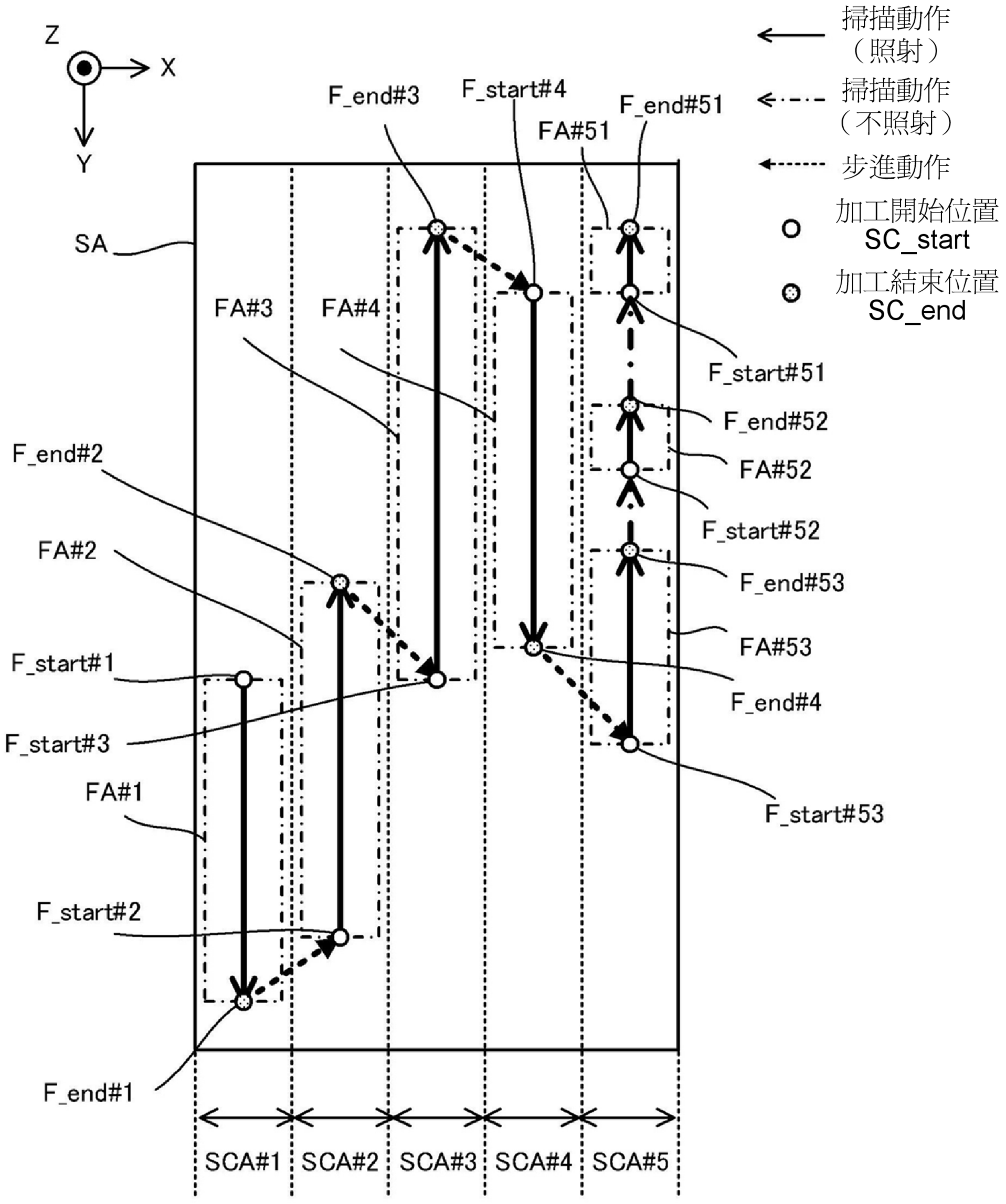
【圖56】


Z
X
Y
掃描動作
步進動作
加工開始位置
F_start
加工結束位置
F_end
SA
FA#1
FA#2
FA#3
FA#4
FA#5
F_start#1
F_start#2
F_start#3
F_start#4
F_start#5
F_end#1
F_end#2
F_end#3
F_end#4
F_end#5
SCA#1
SCA#2
SCA#3
SCA#4
SCA#5

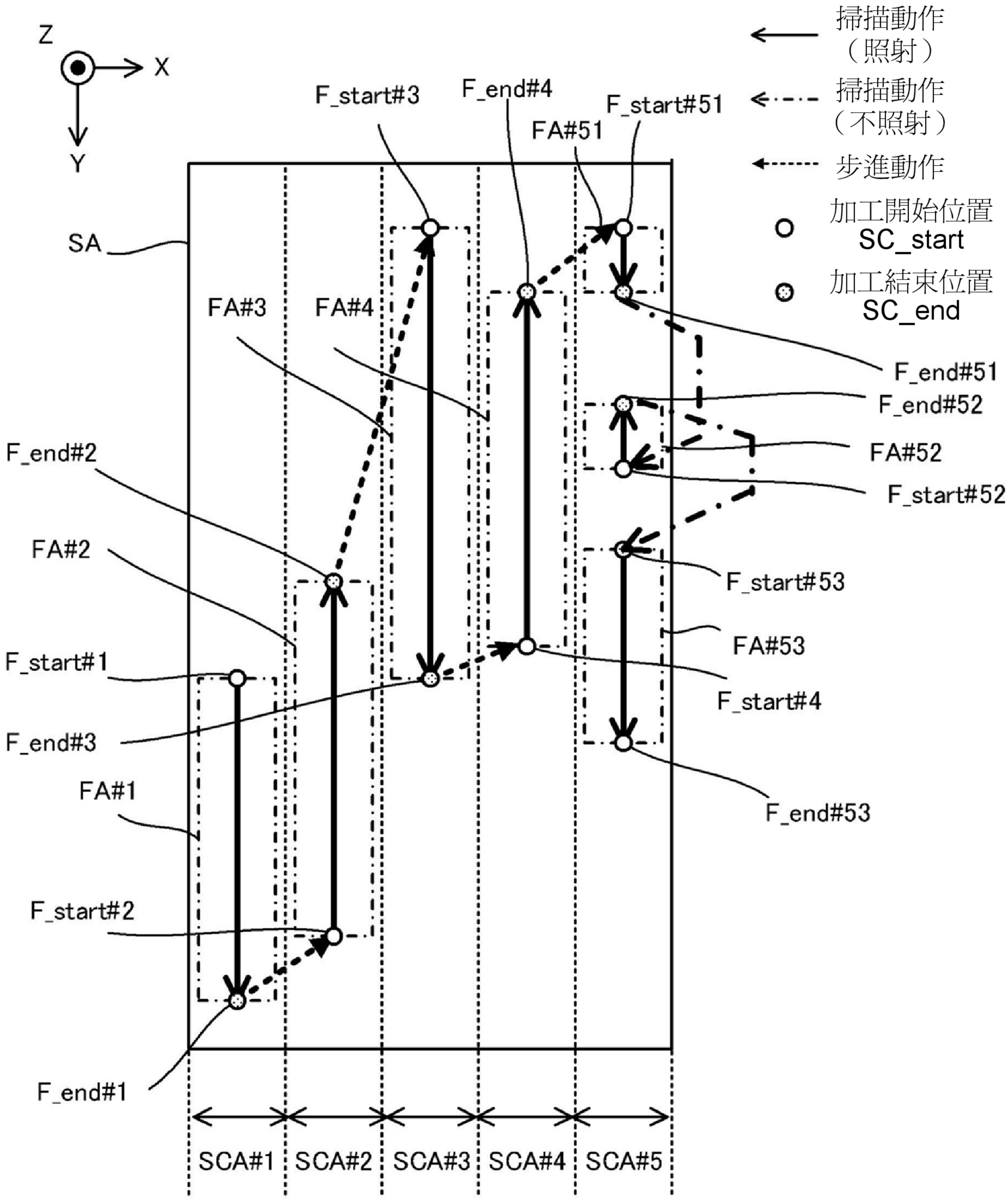
【圖57】


Z
X
Y
掃描動作
步進動作
加工開始位置
F_start
加工結束位置
F_end
F_start#3
F_end#4
F_start#5
SA
FA#3
FA#4
F_end#2
FA#2
FA#5
F_start#1
F_start#4
F_end#3
FA#1
F_end#5
F_start#2
F_end#1
SCA#1
SCA#2
SCA#3
SCA#4
SCA#5

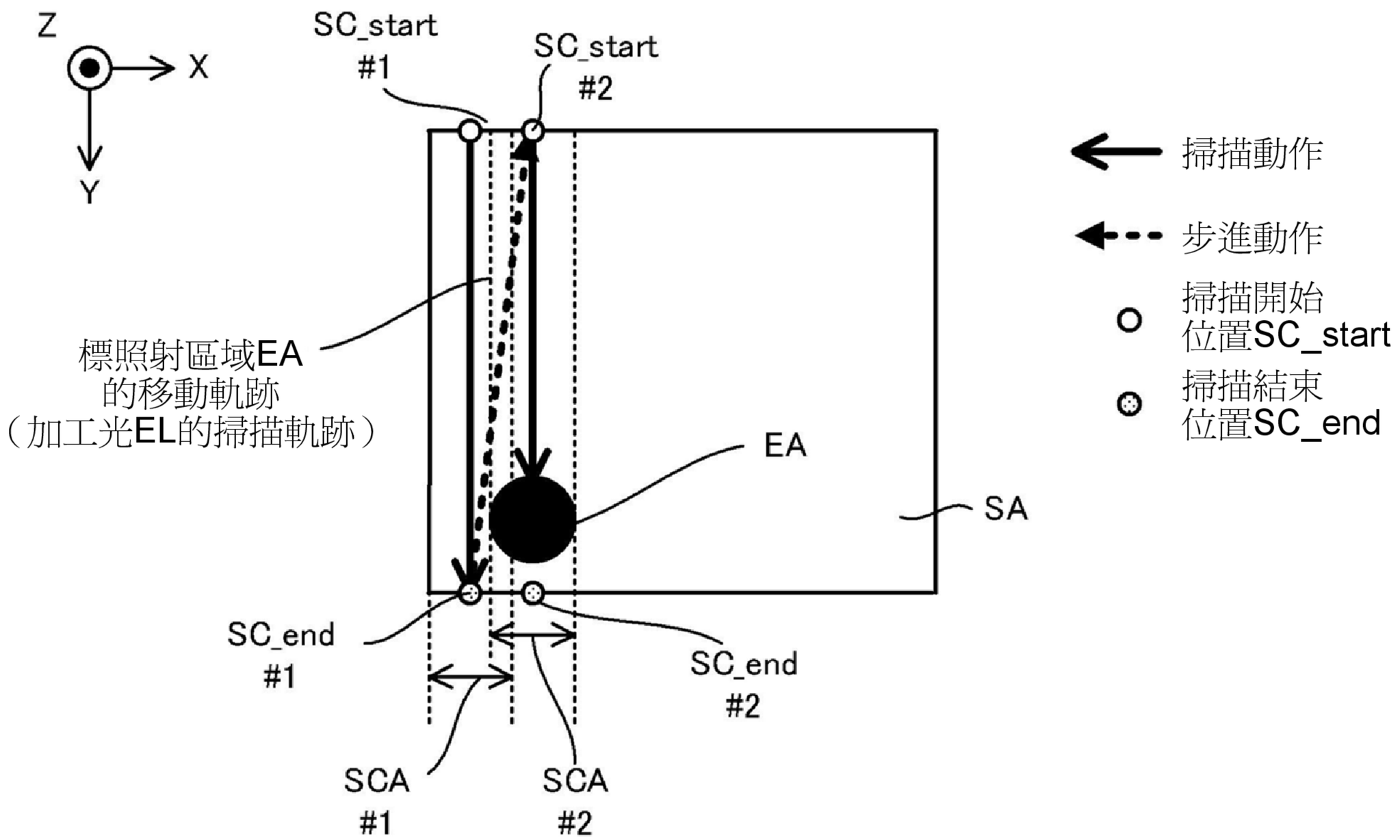
【圖58】


Z
X
Y
掃描動作
（照射）
掃描動作
（不照射）
步進動作
加工開始位置
SC_start
加工結束位置
SC_end
SA
F_end#3
F_start#4
FA#51
F_end#51
FA#3
FA#4
F_start#51
F_end#52
FA#52
F_start#52
F_end#53
FA#53
F_end#4
F_start#53
F_end#2
FA#2
F_start#1
F_start#3
FA#1
F_start#2
F_end#1
SCA#1
SCA#2
SCA#3
SCA#4
SCA#5

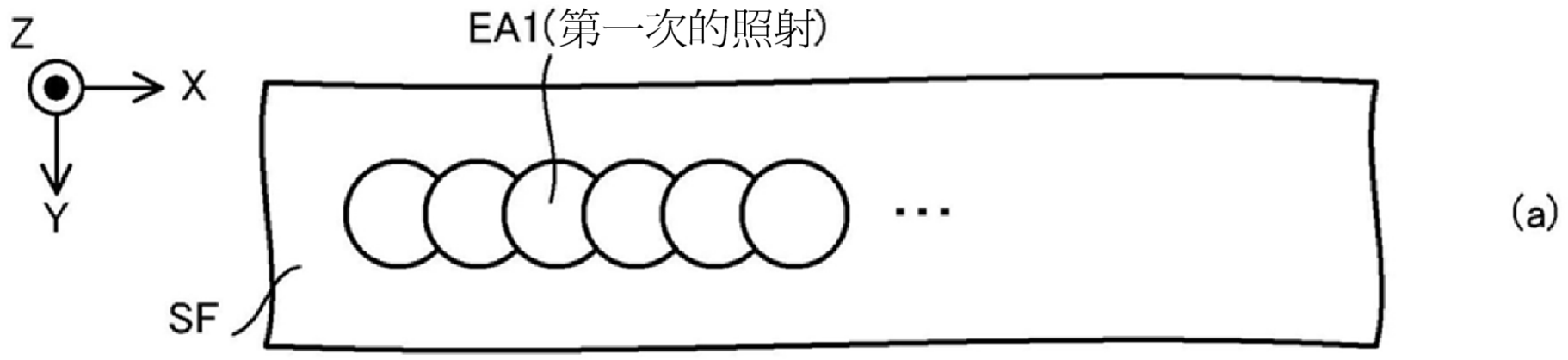
【圖59】


Z
X
Y
掃描動作
（照射）
掃描動作
（不照射）
步進動作
加工開始位置
SC_start
加工結束位置
SC_end
F_start#3
F_end#4
FA#51
F_start#51
SA
FA#3
FA#4
F_end#51
F_end#52
FA#52
F_start#52
F_end#2
FA#2
F_start#53
FA#53
F_start#1
F_start#4
F_end#3
FA#1
F_end#53
F_start#2
F_end#1
SCA#1
SCA#2
SCA#3
SCA#4
SCA#5

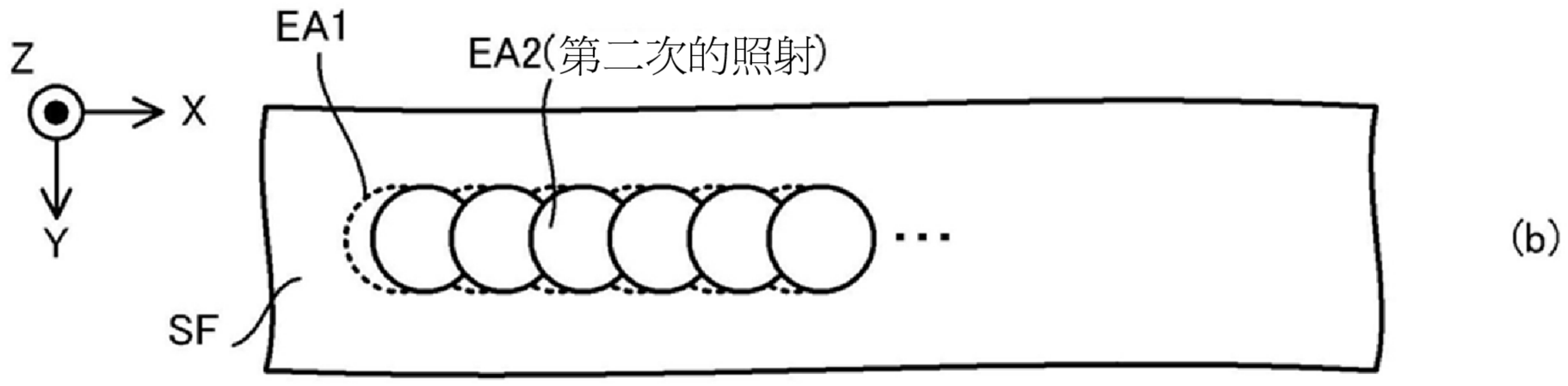
【圖60】


Z
X
Y
SC_start
#1
SC_start
#2
標照射區域EA
的移動軌跡
（加工光EL的掃描軌跡）
EA
SA
SC_end
#1
SC_end
#2
SCA
#1
SCA
#2
掃描動作
步進動作
掃描開始
位置SC_start
掃描結束
位置SC_end

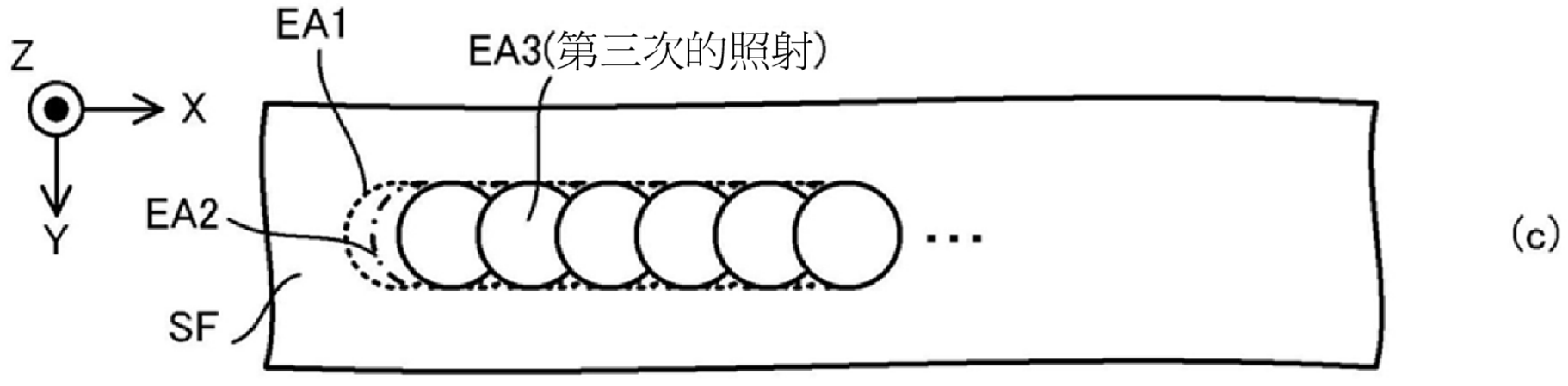
【圖61】


Z
X
Y
EA1(第一次的照射)
SF

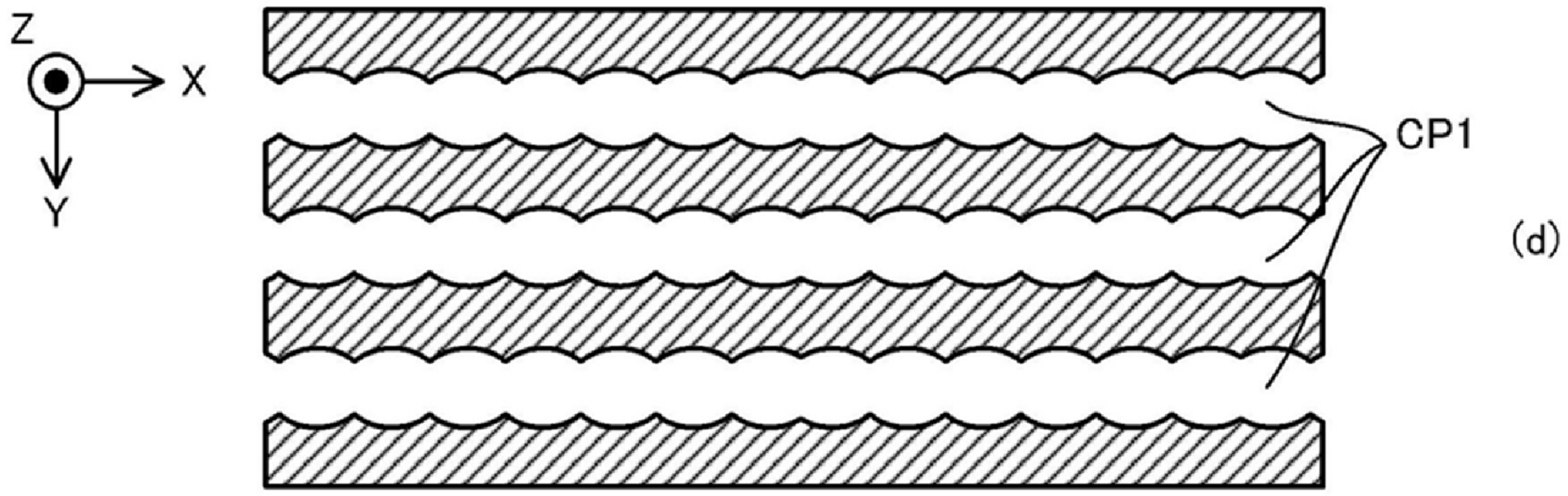
(a)


EA1
Z
X
Y
EA2(第二次的照射)
SF

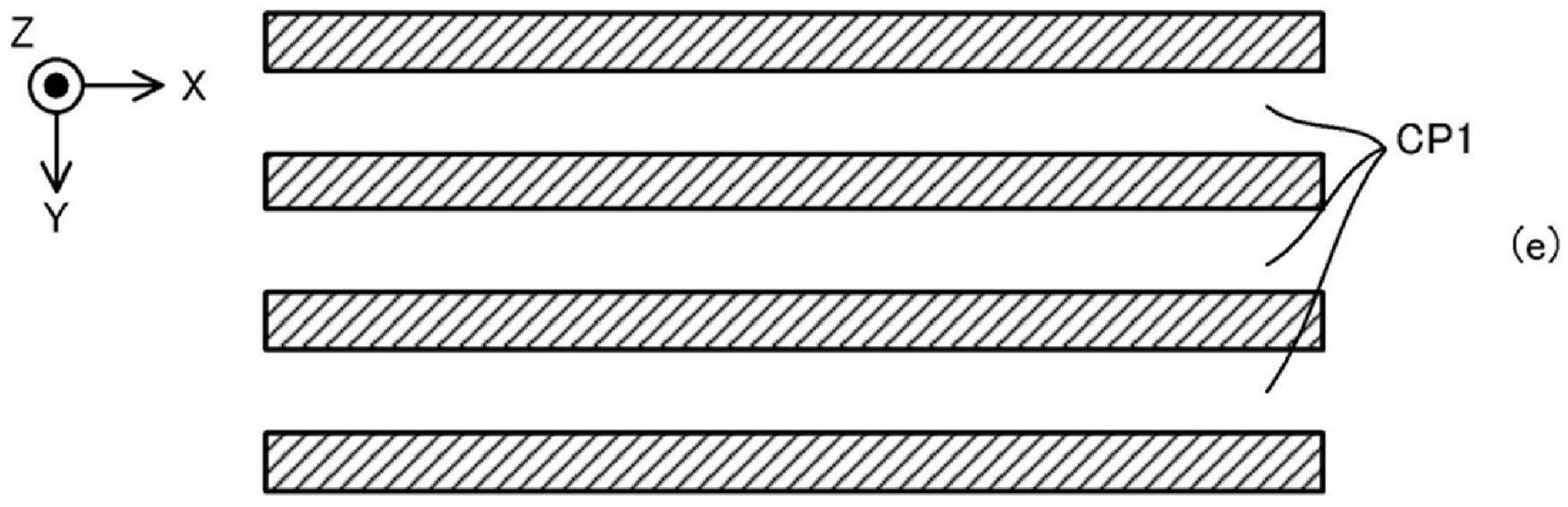
(b)


EA1
Z
X
Y
EA3(第三次的照射)
EA2
SF

(c)

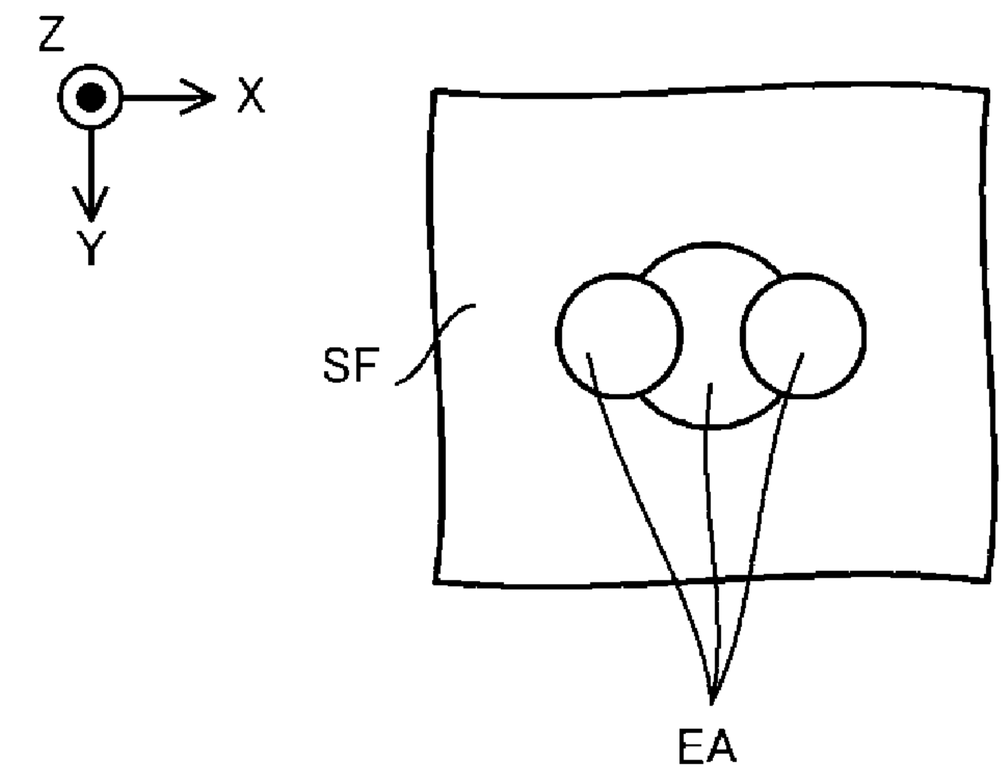

Z
X
Y
CP1

(d)

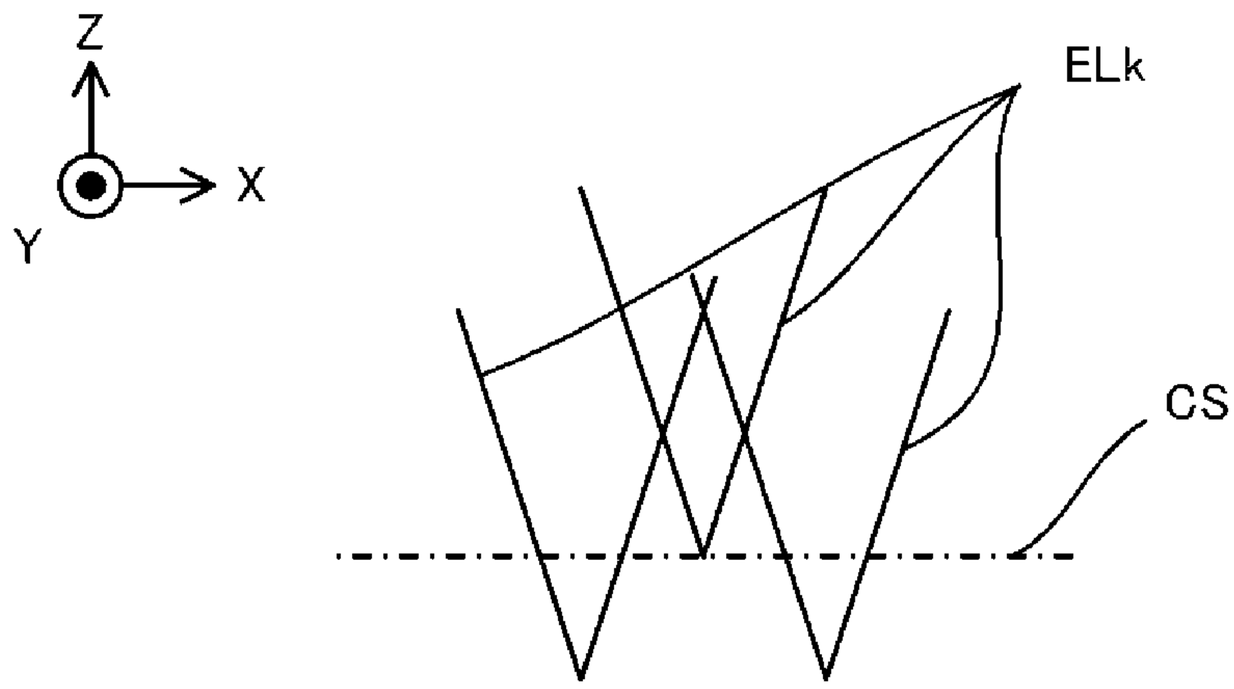

Z
X
Y
CP1

(e)

【圖62】

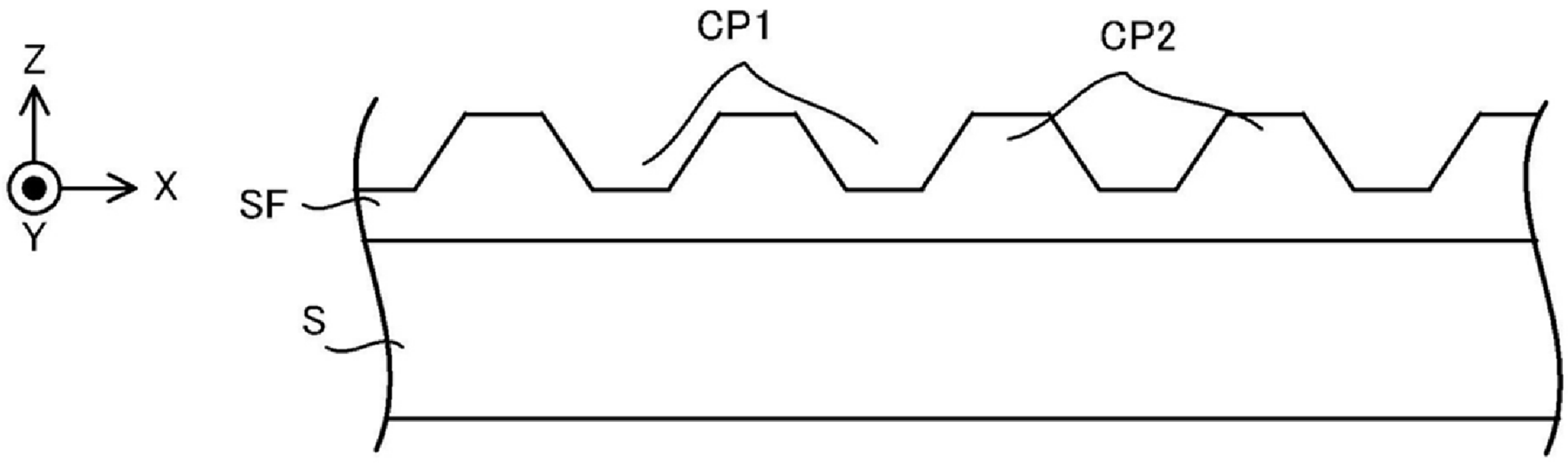


(a)

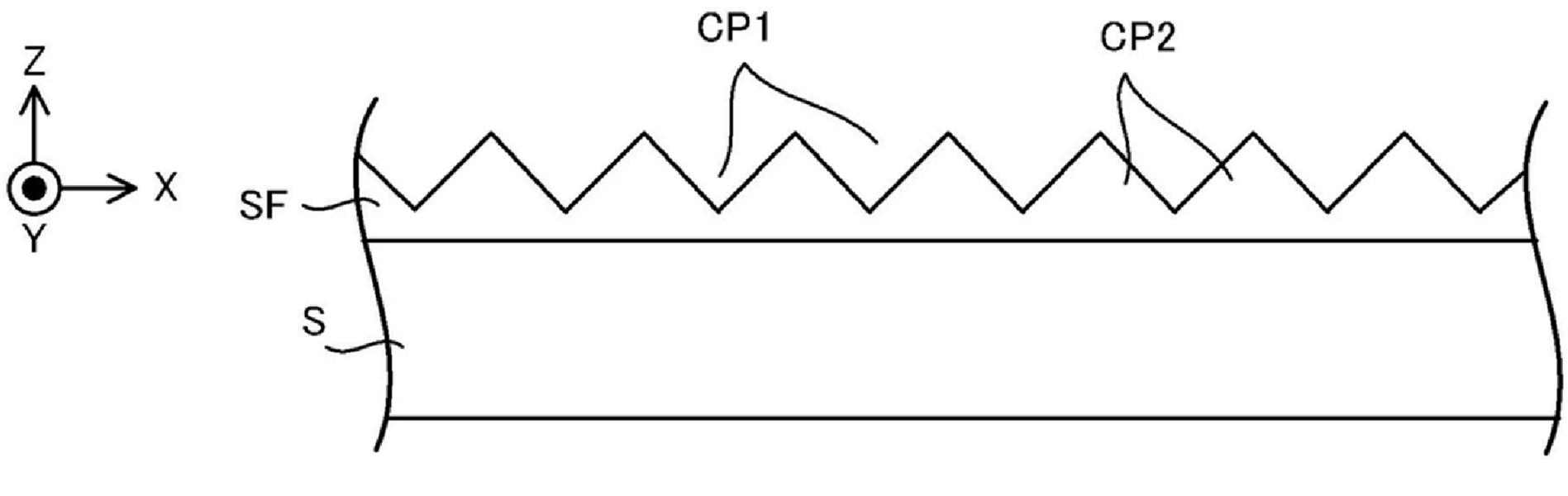


(b)

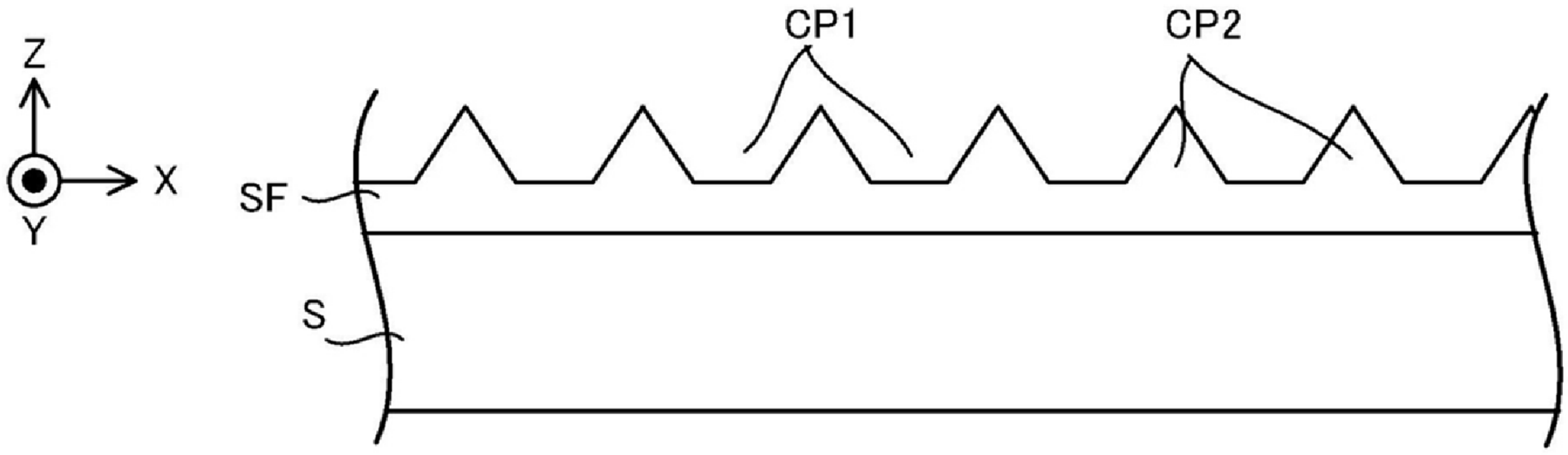
【圖63】



(a)

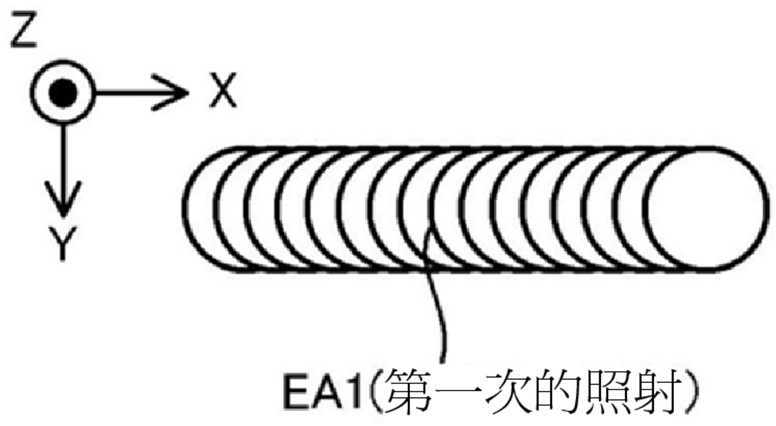


(b)

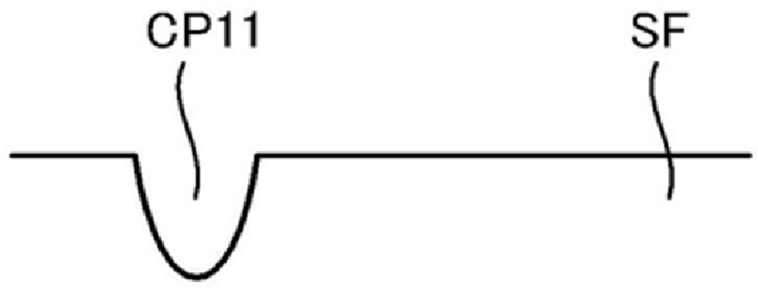


(c)

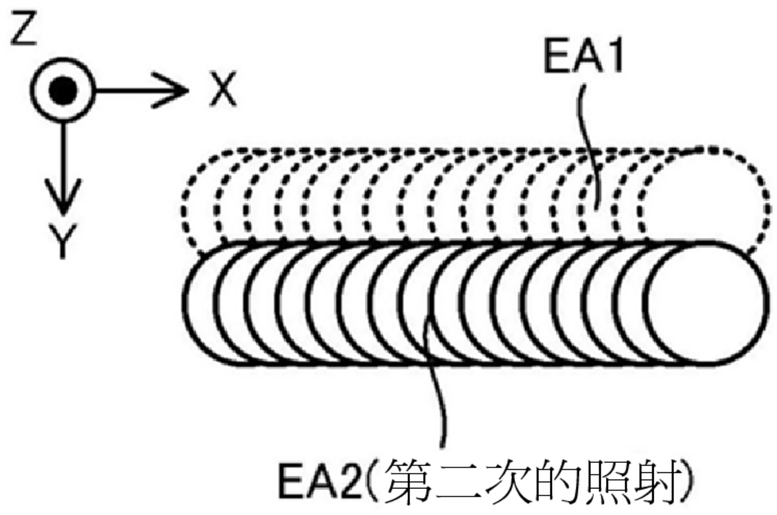
【圖64】



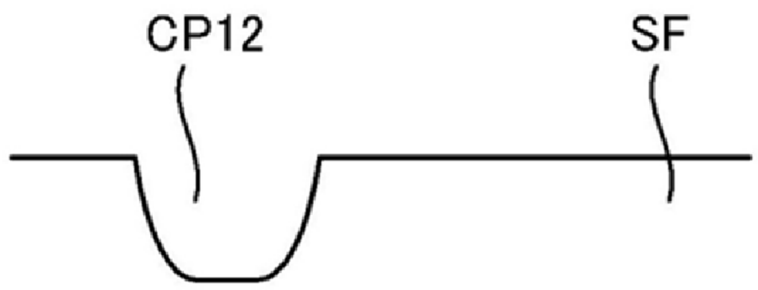
(a)



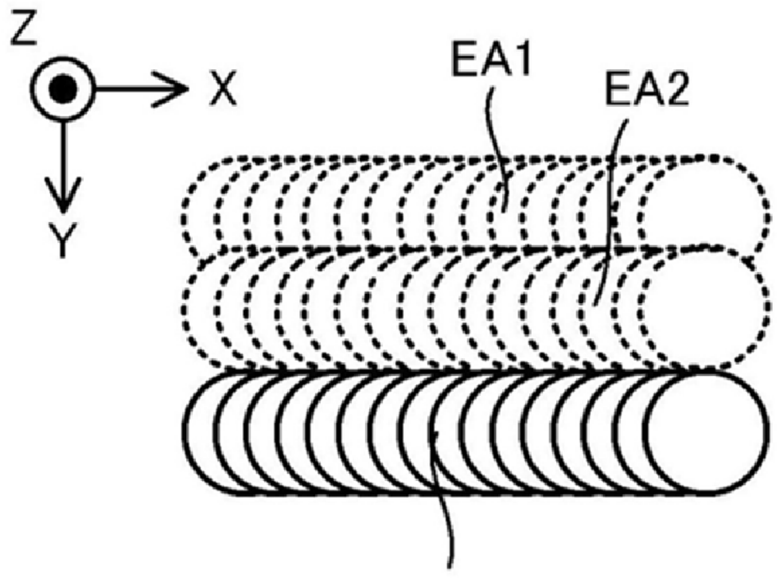
(b)



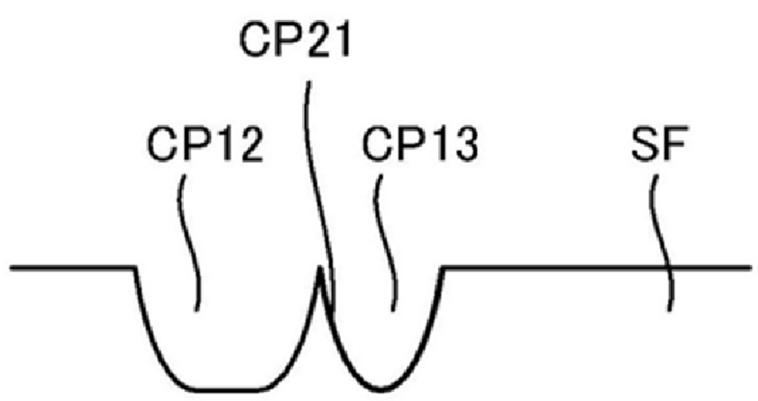
(c)



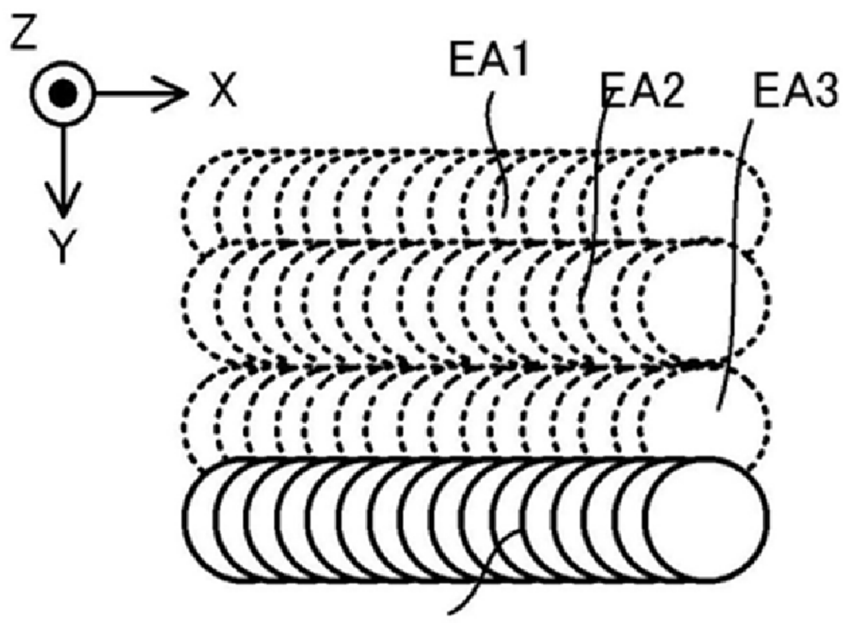
(d)



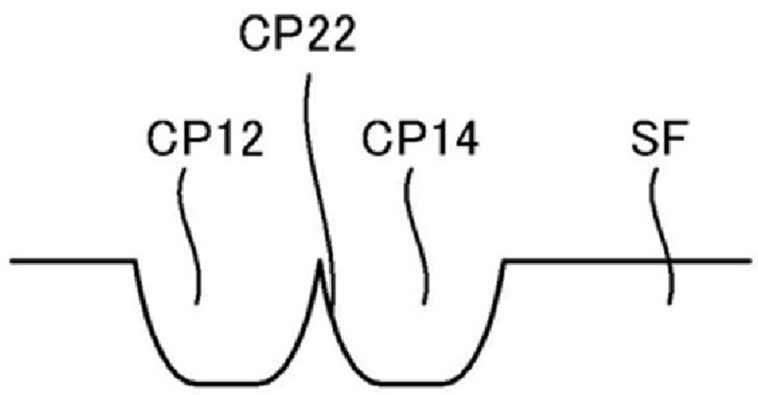
(e)



(f)



(g)



(h)

【圖65】

【發明說明書】

【中文發明名稱】加工裝置、加工方法以及加工系統

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種可照射加工光來加工物體的加工裝置、加工方法以及加工系統的技術領域。

【先前技術】

【0002】 作為可加工物體的加工裝置，專利文獻 1 中記載了一種對物體的表面照射雷射光線以形成結構的加工裝置。此種加工裝置中，要求於物體適當地形成結構。

[現有技術文獻]

[專利文獻]

【0003】 [專利文獻 1]美國專利第 4,994,639 號

【發明內容】

【0004】 根據第一方案，提供一種加工裝置，其是對物體的表面照射加工光來加工所述物體的加工裝置，包括光照射裝置，照射第一加工光而在所述表面形成第一照射區域、並且照射第二加工光而在所述表面形成與所述第一照射區域有至少一部分重疊的第二照射區域，且所述光照射裝置具有能夠變更所述第一照射區域及所述第二照射區域的重疊狀態的變更構件。

【0005】 根據第二方案，提供一種加工方法，其是對物體的表面照射加工光來加工所述物體的加工方法，包括：照射第一加工光而在所述表面形成第一照射區域；照射第二加工光而在所述表面

形成與所述第一照射區域有一部分重疊的第二照射區域；以及變更所述第一照射區域及所述第二照射區域的重疊狀態。

【0006】 根據第三方案，提供一種加工系統，其是對物體照射加工光來加工所述物體的加工系統，包括：第一光學系統，將入射光分支為第一光及第二光；第二光學系統，將來自所述第一光學系統的所述第一光作為第三光返回至所述第一光學系統；以及第三光學系統，將來自所述第一光學系統的所述第二光作為第四光返回至所述第一光學系統，且所述第一光學系統將來自所述第二光學系統的所述第三光及來自所述第三光學系統的所述第四光作為照射至所述物體的表面上的不同位置的多束所述加工光射出。

【0007】 根據第四方案，提供一種加工裝置，包括：光照射裝置，對物體照射多束加工光來加工所述物體；以及照射位置變更裝置，變更所述多束加工光在所述物體的表面上的照射位置的相對位置關係，以將所需圖案結構形成於所述物體。

【0008】 根據第五方案，提供一種加工系統，其是對物體照射加工光來加工所述物體，以將在所需方向上延伸的圖案結構形成於所述物體的加工系統，包括：第一可動裝置，能夠以變更沿著所述物體的表面的第一方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動；以及第二可動裝置，能夠以變更沿著所述物體的表面且與所述第一方向交叉的第二方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動，並且較所述第一可動裝置更重及/或大，且所述第一可動裝

置及所述第二可動裝置以第一角度小於第二角度的方式相對於所述表面進行對位，所述第一角度是在所述所需方向上延伸的軸與在所述第一方向上延伸的軸所成的角度，所述第二角度是在所述所需方向上延伸的軸與在所述第二方向上延伸的軸所成的角度。

【0009】 根據第六方案，提供一種加工系統，包括：加工裝置，對物體照射加工光來加工所述物體，以在所述物體的表面形成在所需方向上延伸的圖案結構；以及控制裝置，基於圖案資訊來控制所述加工裝置，以形成所述圖案結構，所述圖案資訊與由模擬形成有所述圖案結構的所述物體的模擬模型所生成的所述圖案結構相關。

【0010】 根據第七方案，提供一種加工系統，包括：光照射裝置，對物體的表面照射加工光；以及位置變更裝置，變更所述物體的表面上的所述加工光的目標照射位置與所述表面之間的相對位置，且使用所述光照射裝置及所述位置變更裝置，交替地反覆進行第一動作及第二動作，所述第一動作是使所述加工光沿沿著所述表面的第一軸在所述表面上掃描的動作，所述第二動作是沿與所述第一軸交叉且沿著所述表面的第二軸來變更所述加工光與所述表面之間的相對位置的動作，且所述第一動作包括第一掃描動作及第二掃描動作，所述第一掃描動作是以所述目標照射位置相對於所述表面而向沿著所述第一軸的第一方向相對移動的方式，使所述加工光在所述表面上掃描的動作，所述第二掃描動作是以所述目標照射位置相對於所述表面而向沿著所述第一軸且與所述

第一方向相反的第二方向相對移動的方式，使所述加工光在所述表面上掃描的動作。

【0011】 根據第八方案，提供一種加工系統，將來自光源的加工光照射至物體的表面來對所述表面進行加工，所述加工系統包括：第一光學系統，配置於來自所述光源的所述加工光的光路；以及第二光學系統，配置於來自所述光源的所述加工光的光路，將所述加工光聚光至所述表面，且經由所述第一光學系統及所述第二光學系統的所述加工光的會聚位置處的光束剖面的大小較經由所述第二光學系統的加工光的會聚位置處的光束剖面的大小更大。

【圖式簡單說明】

【0012】

圖 1 是示意性地表示第一實施形態的加工系統的整體結構的剖面圖。

圖 2 的（a）及圖 2 的（b）分別是示意性地表示形成在加工對象物表面的塗裝膜的加工情況的剖面圖。

圖 3 是示意性地表示第一實施形態的加工系統所具備的光照射裝置的立體圖。

圖 4 是表示多光束光學系統的結構的剖面圖。

圖 5 的（a）是表示多光束光學系統射出的多束加工光在規定的光學面上形成的光束點的平面圖，圖 5 的（b）是表示多光束光學系統射出的多束加工光在塗裝膜上形成的光束點的平面圖。

圖 6 的（a）是表示第一實施形態的加工系統所形成的溝槽（riblet）結構的剖面的剖面圖，圖 6 的（b）是表示本實施形態的加工系統所形成的溝槽結構的立體圖。

圖 7 的（a）及圖 7 的（b）分別是表示作為形成有溝槽結構的加工對象物的一例的飛機的正面圖，圖 7 的（c）是表示作為形成有溝槽結構的加工對象物的一例的飛機的側面圖。

圖 8 是表示在塗裝膜 SF 的表面設定的多個加工曝射（shot）區域的平面圖。

圖 9 是表示進行用於形成溝槽結構的加工動作的一步驟的加工裝置的剖面圖。

圖 10 的（a）是表示進行用於形成溝槽結構的加工動作的一步驟的加工裝置的剖面圖，圖 10 的（b）是表示進行了圖 10 的（a）所示的加工動作的一步驟的塗裝膜的表面的平面圖。

圖 11 是表示反覆進行掃描動作與步進動作的期間內的加工光的掃描軌跡（即，目標照射區域的移動軌跡）的平面圖。

圖 12 是表示進行用於形成溝槽結構的加工動作的一步驟的加工裝置的剖面圖。

圖 13 的（a）是表示進行用於形成溝槽結構的加工動作的一步驟的加工裝置的剖面圖，圖 13 的（b）是表示進行了圖 13 的（a）所示的加工動作的一步驟的塗裝膜的表面的平面圖。

圖 14 是表示進行用於形成溝槽結構的加工動作的一步驟的加工裝置的剖面圖。

圖 15 是表示進行用於形成溝槽結構的加工動作的一步驟的加工裝置的剖面圖。

圖 16 是表示進行用於形成溝槽結構的加工動作的一步驟的加工裝置的剖面圖。

圖 17 是表示進行用於形成溝槽結構的加工動作的一步驟的加工裝置的剖面圖。

圖 18 是表示進行用於形成溝槽結構的加工動作的一步驟的加工裝置的剖面圖。

圖 19 是表示進行用於形成溝槽結構的加工動作的一步驟的加工裝置的剖面圖。

圖 20 是示意性地表示多光束光學系統的另一例的剖面圖。

圖 21 是表示第二實施形態的光照射裝置所具備的多個多光束光學系統的剖面圖。

圖 22 的（a）是示意性地表示多個多光束光學系統分別將光源光分割為多束加工光的狀態的剖面圖，圖 22 的（b）是表示多個多光束光學系統分別射出的多束加工光 ELk 在規定的光學面上形成的光束點的平面圖。

圖 23 是表示第三實施形態的多光束光學系統的剖面圖。

圖 24 的（a）是表示反射鏡移動前的多光束光學系統的剖面圖，圖 24 的（b）是表示自處於圖 24 的（a）所示的狀態的多光束光學系統射出的多束加工光在塗裝膜上形成的多個光束點的平面圖，圖 24 的（c）是表示反射鏡移動後的多光束光學系統的剖

面圖，圖 24 的（d）是表示自處於圖 24 的（c）所示的狀態的多光束光學系統射出的多束加工光在塗裝膜上形成的多個光束點的平面圖。

圖 25 的（a）是表示反射鏡移動前的多個照射區域的位置關係的平面圖，圖 25 的（b）是表示在設定有圖 25 的（a）所示的多個照射區域的情況下所形成的凹狀結構的剖面圖，圖 25 的（c）是表示反射鏡移動後的多個照射區域的位置關係的平面圖，圖 25 的（d）是表示在設定有圖 25 的（c）所示的多個照射區域的情況下所形成的凹狀結構的剖面圖。

圖 26 的（a）是表示局部重疊的多個照射區域的位置關係的平面圖，圖 26 的（b）是表示在設定有圖 26 的（a）所示的多個照射區域的情況下所形成的凹狀結構的剖面圖。

圖 27 的（a）是表示未局部重疊的四個照射區域的位置關係的平面圖，圖 27 的（b）是表示在設定有圖 27 的（a）所示的多個照射區域的情況下所形成的凹狀結構的剖面圖，圖 27 的（c）是表示局部重疊的四個照射區域的位置關係的平面圖，圖 27 的（d）是表示在設定有圖 27 的（c）所示的多個照射區域的情況下所形成的凹狀結構的剖面圖，圖 27 的（e）是表示局部重疊的四個照射區域的位置關係的平面圖，圖 27 的（f）是表示在設定有圖 27 的（c）所示的多個照射區域的情況下所形成的凹狀結構的剖面圖。

圖 28 是表示第四實施形態的光照射裝置的立體圖。

圖 29 的（a）是表示經由中繼光學系統照射至塗裝膜的加工

光的剖面圖，圖 29 的（b）是表示不經由中繼光學系統而照射至塗裝膜的加工光的剖面圖。

圖 30 是表示第五實施形態的強度調整裝置的剖面圖。

圖 31 是表示多束加工光的強度與波長板的旋轉角度之間的關係的圖表。

圖 32 是表示第六實施形態的強度調整裝置的剖面圖。

圖 33 的（a）至圖 33 的（c）分別表示了經由強度調整裝置及多光束光學系統將光源光分支為多束加工光的過程、以及在該過程中生成的光的強度及該光在塗裝膜上形成的光束點。

圖 34 的（a）至圖 34 的（c）分別表示了不經由強度調整裝置而藉由多光束光學系統將光源光分支為多束加工光的過程、以及在該過程中生成的光的強度及該光在塗裝膜上形成的光束點。

圖 35 是表示第七實施形態的多光束光學系統的立體圖。

圖 36 是表示第七實施形態的多光束光學系統將光源光分支為多束加工光 ELk 的過程的立體圖。

圖 37 是表示第七實施形態的多光束光學系統將光源光分支為多束加工光 ELk 的過程的立體圖。

圖 38 是表示第七實施形態的多光束光學系統將光源光分支為多束加工光 ELk 的過程的立體圖。

圖 39 是表示第七實施形態的多光束光學系統將光源光分支為多束加工光 ELk 的過程的立體圖。

圖 40 是表示第七實施形態的多光束光學系統的另一例的立

體圖。

圖 41 是表示第八實施形態的多光束光學系統的立體圖。

圖 42 的（a）及圖 42 的（b）分別是表示第八實施形態的多光束光學系統所具備的偏光分束器與反射稜鏡之間的位置關係的平面圖。

圖 43 的（a）是表示當將 Y 軸方向設定為掃描方向時塗裝膜上的目標照射區域的移動軌跡的平面圖，圖 43 的（b）是表示在圖 43 的（a）所示的狀況下由加工系統所形成的溝槽結構的立體圖，圖 43 的（c）是表示當將 X 軸方向設定為掃描方向時目標照射區域在塗裝膜上的移動軌跡的平面圖，圖 43 的（d）是表示在圖 43 的（c）所示的狀況下由加工系統所形成的溝槽結構的立體圖。

圖 44 是表示用於使光照射裝置移動的驅動系統的一例的剖面圖。

圖 45 是表示用於使加工對象物移動的載台裝置的一例的剖面圖。

圖 46 是表示第十實施形態的光照射裝置的結構的一例的剖面圖。

圖 47 的（a）是將經由放大光學系統照射至塗裝膜的加工光的沿著 XZ 平面的剖面與加工光的沿著 XY 平面的剖面建立關聯來進行表示的剖面圖，圖 47 的（b）是將不經由放大光學系統而照射至塗裝膜的加工光的沿著 XZ 平面的剖面與加工光的沿著 XY 平

面的剖面建立關聯來進行表示的剖面圖。

圖 48 的（a）是表示不具備放大光學系統的比較例的加工系統使用具有可以相對較細的微細度來加工塗裝膜的波長的加工光，以相對較粗的微細度來加工塗裝膜的情況的剖面圖，圖 48 的（b）是表示具備放大光學系統的第十實施形態的加工系統使用具有可以相對較細的微細度來加工塗裝膜的波長的加工光，以相對較粗的微細度來加工塗裝膜的情況的剖面圖。

圖 49 是表示使多束加工光重合的情況的剖面圖。

圖 50 是表示自包含 NA 調整光學元件的光學系統照射至塗裝膜的加工光以及自不含 NA 調整光學元件的光學系統照射至塗裝膜的加工光的剖面圖。

圖 51 是表示第十實施形態的光照射裝置的結構的另一例的剖面圖。

圖 52 是表示目標照射區域的移動軌跡的一例的平面圖。

圖 53 是表示目標照射區域的移動軌跡的一例的平面圖。

圖 54 是表示目標照射區域的移動軌跡的一例的平面圖。

圖 55 是表示當將移動方向設定為滿足第一基準時目標照射區域的移動軌跡的一例的平面圖。

圖 56 是表示當將移動方向設定為滿足第二基準時目標照射區域的移動軌跡的一例的平面圖。

圖 57 是表示當將移動方向設定為滿足第三基準時目標照射區域的移動軌跡的一例的平面圖。

圖 58 是表示當將圖 57 所示的加工區域中的目標照射區域 EA 的移動方向設定為滿足第一基準時目標照射區域的移動軌跡的一例的平面圖。

圖 59 是表示當將移動方向設定為滿足第四基準時目標照射區域的移動軌跡的一例的平面圖。

圖 60 是表示當將圖 59 所示的加工區域中的目標照射區域 EA 的移動方向設定為滿足第一基準時目標照射區域的移動軌跡的一例的平面圖。

圖 61 是表示反覆進行掃描動作與步進動作的期間內的加工光的掃描軌跡（即，目標照射區域的移動軌跡）的變形例的平面圖。

圖 62 是表示在進行多次目標照射區域的掃描時，每次改變目標照射區域的位置的一例的平面圖。

圖 63 的（a）是表示改變多個目標照射區域的大小的一例的平面圖，圖 63 的（b）是表示改變多束加工光彼此的聚光位置的一例的剖面圖。

圖 64 的（a）至圖 64 的（c）分別是表示溝槽結構的剖面的剖面圖。

圖 65 的（a）至圖 65 的（h）分別是表示在進行多次目標照射區域的掃描時，每次改變目標照射區域的位置的一例的圖。

【實施方式】

【0013】 以下，一邊參照圖式，一邊對加工裝置、加工方法以及

加工系統的實施形態進行說明。以下，使用加工系統 SYS 來對加工裝置、加工方法以及加工系統的實施形態進行說明，所述加工系統 SYS 使用加工光 ELk 來對形成在加工對象物 S 表面的塗裝膜 SF 進行加工。但是，本發明並不限定於以下說明的實施形態。

【0014】 而且，以下的說明中，是使用由彼此正交的 X 軸、Y 軸及 Z 軸所定義的 XYZ 正交座標系，來對構成加工系統 SYS 的各種構成元件的位置關係進行說明。再者，以下的說明中，為了便於說明，設 X 軸方向及 Y 軸方向分別為水平方向（即，水平面內的規定方向），Z 軸方向為鉛垂方向（即，與水平面正交的方向，實質上為上下方向）。而且，將繞 X 軸、Y 軸及 Z 軸的旋轉方向（換言之，傾斜方向）分別稱作 θX 方向、θY 方向及 θZ 方向。此處，亦可將 Z 軸方向設為重力方向。而且，亦可將 XY 平面設為水平方向。

【0015】 （1）第一實施形態的加工系統 SYSa

【0016】 首先，對第一實施形態的加工系統 SYS（以下，將第一實施形態的加工系統 SYS 稱作「加工系統 SYSa」）進行說明。

【0017】 （1-1）加工系統 SYSa 的結構

【0018】 首先，一邊參照圖 1，一邊對第一實施形態的加工系統 SYSa 的結構進行說明。圖 1 是示意性地表示第一實施形態的加工系統 SYSa 的結構的剖面圖。

【0019】 如圖 1 所示，加工系統 SYS 對形成（例如塗佈）在加工對象物 S 表面的塗裝膜 SF 進行加工。加工對象物 S 例如既可為金

屬，亦可為合金（例如杜拉鋁（duralumin）等），亦可為樹脂（例如碳纖維增強塑膠（Carbon Fiber Reinforced Plastic，CFRP）等），亦可為玻璃，還可為包含除此以外的任意材料的物體。塗裝膜 SF 是覆蓋加工對象物 S 表面的塗料的膜。因此，塗裝膜 SF 亦可稱作塗料層。加工對象物 S 成為相對於塗裝膜 SF 而言的基材。塗裝膜 SF 的厚度例如為數十微米至數百微米，但亦可為其他任意尺寸。構成塗裝膜 SF 的塗料例如既可包含樹脂性的塗料，亦可包含除此以外的種類的塗料。樹脂製的塗料例如亦可包含丙烯酸系塗料（例如包含丙烯酸多元醇的塗料）、聚胺基甲酸酯系塗料（例如包含聚胺基甲酸酯多元醇的塗料）、聚酯系塗料（例如包含聚酯多元醇的塗料）、乙烯系塗料、氟系塗料（例如包含氟系多元醇的塗料）、矽系塗料及環氧系塗料中的至少一種。

【0020】 圖 1 表示了在具有沿著水平面（即，XY 平面）的表面的加工對象物 S 上配置有加工系統 SYSa（尤其是加工系統 SYSa 所具備的後述的加工裝置 1）的示例。然而，加工系統 SYSa 並不限於配置在具有沿著水平面的表面的加工對象物 S 上。例如，亦可如一邊參照圖 5 等一邊在後文詳述般，加工系統 SYSa 配置在具有與水平面交叉的表面的加工對象物 S 上。加工系統 SYSa 亦可以自加工對象物 S 懸吊的方式而配置。此時，為了方便，X 軸方向及 Y 軸方向亦可被定義為沿著加工對象物 S 的表面的方向（典型的是平行的方向），為了方便，Z 軸方向亦可被定義為與加工對象物 S 的表面交叉的方向（典型的是正交的方向）。

【0021】 加工系統 SYSa 為了加工塗裝膜 SF 而對塗裝膜 SF 照射加工光 ELk。加工光 ELk 只要可藉由照射至塗裝膜 SF 而加工塗裝膜 SF，則亦可為任何種類的光。作為一例，加工光 ELk 亦可為雷射光。進而，加工光 ELk 只要可藉由照射至塗裝膜 SF 而加工塗裝膜 SF，則亦可為任何波長的光。第一實施形態中，使用加工光 ELk 是不可見光（例如，紅外光及紫外光中的至少一種等）的示例來進行說明。即，第一實施形態中，使用加工光 ELk 是包含在較可見光的波長範圍更短的波長範圍中的波長的光、及包含在較可見光的波長範圍更長的波長範圍中的波長的光中的至少一種的示例來進行說明。但是，加工光 ELk 亦可為可見光。

【0022】 此處，一邊參照圖 2 的（a）及圖 2 的（b），一邊對使用加工光 ELk 的塗裝膜 SF 的加工情況進行說明。圖 2 的（a）及圖 2 的（b）分別是示意性地表示形成在加工對象物 S 表面的塗裝膜 SF 的加工情況的剖面圖。

【0023】 如圖 2 的（a）所示，加工系統 SYSa 對在塗裝膜 SF 的表面設定的目標照射區域 EA 照射加工光 ELk。再者，目標照射區域 EA 是預定由加工系統 SYSa 照射加工光 ELk 的區域。如圖 2 的（a）所示，當對目標照射區域 EA 照射加工光 ELk 時，與目標照射區域 EA 重疊的塗裝膜 SF（即，位於目標照射區域 EA 的-Z 側的塗裝膜）的一部分因加工光 ELk 而蒸發。此時，在塗裝膜 SF 的厚度方向上，與目標照射區域 EA 重疊的塗裝膜 SF 並未全部蒸發。即，在塗裝膜 SF 的厚度方向上，與目標照射區域 EA 重疊的

塗裝膜 SF 的一部分（具體而言，為塗裝膜 SF 中的與目標照射區域 EA 相對較近的部分）蒸發，另一方面，與目標照射區域 EA 重疊的塗裝膜 SF 的另一部分（具體而言，塗裝膜 SF 中的距目標照射區域 EA 相對較遠的部分）未蒸發。換言之，塗裝膜 SF 僅以加工對象物 S 不會自塗裝膜 SF 露出的程度而蒸發。因此，加工光 ELk 的特性亦可被設定為僅使塗裝膜 SF 以加工對象物 S 不會自塗裝膜 SF 露出的程度而蒸發的所需特性。加工光 ELk 的特性亦可被設定為不會因加工光 ELk 的照射而對加工對象物 S 造成影響的所需特性。加工光 ELk 的特性亦可被設定為藉由加工光 ELk 的照射而僅對塗裝膜 SF 造成影響的所需特性。再者，加工光 ELk 的特性亦可包含加工光 ELk 的波長、自加工光 ELk 對塗裝膜 SF 的表面傳遞的每單位時間及/或每單位面積的能量的量、加工光 ELk 在塗裝膜 SF 表面上的強度分佈、加工光 ELk 對塗裝膜 SF 表面的照射時間、及加工光 ELk 在塗裝膜 SF 表面上的尺寸（作為一例，為點徑及面積中的至少一種）中的至少一者。

【0024】 此時，照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的能量被規定為，不會因加工光 ELk 的照射而對加工對象物 S 造成影響。加工光 ELk 的能量被規定為，加工光 ELk 不會貫穿塗裝膜 SF 到達加工對象物 S。換言之，加工光 ELk 的能量被規定為，藉由加工光 ELk 的照射而僅對塗裝膜 SF 造成影響。

【0025】 其結果，在塗裝膜 SF 已蒸發的部分，塗裝膜 SF 被去除。另一方面，在塗裝膜 SF 未蒸發的部分，塗裝膜 SF 仍殘留。即，

如圖 2 的（b）所示，在照射有加工光 ELk 的部分，塗裝膜 SF 被局部去除。其結果，如圖 2 的（b）所示，在照射有加工光 ELk 的部分，與未被照射加工光 ELk 的部分相比，塗裝膜 SF 的厚度變薄。換言之，如圖 2 的（b）所示，在加工對象物 S 的表面上，存在因未被照射加工光 ELk 而仍相對較厚的塗裝膜 SF、與因被照射加工光 ELk 而變得相對較薄的塗裝膜 SF。即，藉由加工光 ELk 的照射，塗裝膜 SF 的厚度至少局部受到調整。藉由加工光 ELk 的照射，在厚度方向（圖 2 的（b）所示的示例中為 Z 軸方向）上，塗裝膜 SF 的一部分被去除。其結果，在塗裝膜 SF 的表面，形成相當於塗裝膜 SF 相對較薄的部分的凹部（換言之，為槽部）C。因而，本實施形態中的「加工塗裝膜 SF 的動作」包含調整塗裝膜 SF 的厚度的動作、去除塗裝膜 SF 的一部分的動作、及在塗裝膜 SF 形成凹部 C 的動作中的至少一個。

【0026】 塗裝膜 SF 藉由吸收加工光 ELk 而蒸發。即，藉由加工光 ELk 的能量傳遞至塗裝膜 SF，塗裝膜 SF 例如經光化學分解而被去除。再者，在加工光 ELk 為雷射光的情況下，亦有時將藉由加工光 ELk 的能量傳遞至塗裝膜 SF 而塗裝膜 SF 等經光化學分解而被去除的現象稱作雷射剝蝕。因此，塗裝膜 SF 包含可吸收加工光 ELk 的材料。具體而言，例如，塗裝膜 SF 亦可包含與加工光 ELk 相關的吸收率（例如，在加工光 ELk 為不可見光的情況下，與包含跟可見光的波長範圍不同的波長的波長範圍的光相關的吸收率）為規定的第一吸收臨限值以上的材料。反言之，亦可將塗

裝膜 SF 的吸收率為規定的第一吸收臨限值以上的波長範圍的光成分用作加工光 ELk。

【0027】 構成塗裝膜 SF 的材料亦可包含色素（具體而言，例如為顏料及染料中的至少一種）。在塗裝膜 SF 包含色素的情況下，所述色素亦可為在可見光的照射時呈現所需顏色的色素。其結果，包含此種色素的塗裝膜 SF 將呈現所需顏色。此時，所述色素亦可具有下述特性，以使得塗裝膜 SF 呈現所需顏色，即，包含可見光波長範圍中的因被塗裝膜 SF 反射而被人辨識為所需顏色的光的波長的第一波長範圍的光成分的吸收率、與可見光中的跟第一波長範圍不同的第二波長範圍的光成分的吸收率不同。例如，色素亦可具有下述特性，即，第一波長範圍的光成分的吸收率小於第二波長範圍的光成分的吸收率。例如，色素亦可具有下述特性，即，第一波長範圍的光成分的吸收率為規定的第二吸收臨限值（其中，第二吸收臨限值小於第一吸收臨限值）以下，且第二波長範圍的光成分的吸收率為規定的第三吸收臨限值（其中，第三吸收臨限值大於第二吸收臨限值）以上。作為此種可相應地吸收作為不可見光的加工光 ELk 且呈現所需顏色的色素的一例，例如可列舉位於烏克蘭基輔的光譜訊息（Spectrum Info）公司製造的近紅外線吸收色素（作為一例，為四氟硼化 4-((E)-2-{(3E)-2-氯-3-[2-(2,6-二苯基-4H-噻喃-4-亞基)亞乙基]環己-1-烯-1-基}乙烯基)-2,6-二苯基硫代吡喃鎓）。再者，在塗裝膜 SF 為透明的情況下，塗裝膜 SF 亦可不含色素。

【0028】 或者，在塗裝膜 SF 包含色素的情況下，所述色素亦可為相對於可見光為透明的色素。其結果，包含此種色素的塗裝膜 SF 成為透明的膜（所謂的透明塗層）。再者，此處所謂的「透明的膜」亦可指可見光波長範圍中的至少一部分波長範圍的光成分可穿過的膜。此時，所述色素亦可具有不太吸收可見光（即相應地進行反射）的特性，以使塗裝膜 SF 變得透明。例如，色素亦可具有可見光的吸收率小於規定的第四吸收臨限值的特性。作為此種可相應地吸收作為不可見光的加工光 ELk 且相對於可見光為透明的色素的一例，例如可列舉光譜訊息（Spectrum Info）公司製造的近紅外線吸收色素（作為一例，為四氟硼化 6-氯-2-[(E)-2-(3-{(E)-2-[6-氯-1-乙基苯並[cd]吲哚-2(1H)-亞基]亞乙基}-2-苯基-1-環戊烯-1-基)乙烯基]-1-乙基苯並[cd]吲哚鎓）。

【0029】 再次回到圖 1 中，為了加工塗裝膜 SF，加工系統 SYSa 包括加工裝置 1 及控制裝置 2。進而，加工裝置 1 包括光照射裝置 11、驅動系統 12、收容裝置 13、支持裝置 14、驅動系統 15、排氣裝置 16 及氣體供給裝置 17。

【0030】 光照射裝置 11 在控制裝置 2 的控制下，可對塗裝膜 SF 照射加工光 ELk。為了照射加工光 ELk，光照射裝置 11 如表示光照射裝置 11 的結構的立體圖即圖 3 所示，包括：可射出光源光 ELo 的光源 110、聚焦透鏡 111、多光束光學系統 112、檢流計鏡 113 及 fθ 透鏡 114。

【0031】 光源 110 射出光源光 ELo。光源光 ELo 例如為具有與加

工光 ELk 相同的特性（例如種類、波長及能量中的至少一種）的光，亦可為具有與加工光 ELk 不同的特性的光。光源 110 例如將脈波光作為光源光 ELo 射出。脈波光的發光時寬（以下稱為「脈寬」）越短，加工精度（例如後述的溝槽結構的形成精度）越提高。因而，光源 110 亦可射出脈寬相對較短的脈波光來作為光源光 ELo。例如，光源 110 亦可射出脈寬為 1000 奈秒以下的脈波光來作為光源光 ELo。

【0032】 聚焦透鏡 111 包含一個以上的透鏡，是用於藉由調整其至少一部分透鏡的沿著光軸方向的位置，從而調整光源光 ELo 的聚光位置（即光照射裝置 11 的焦點位置）的光學元件。

【0033】 多光束光學系統 112 將來自光源 110 的光源光 ELo 分支（換言之，分離或分割）為多束加工光 ELk。為了將光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk，多光束光學系統 112 如表示多光束光學系統 112 的結構的剖面圖即圖 4 所示，包括：偏光分束器 1121、1/4 波長板 1122、反射鏡 1123、1/4 波長板 1124 及反射鏡 1125。

【0034】 來自光源 110 的光源光 ELo 入射至偏光分束器 1121 的分離面 11211。光源光 ELo 中的 s 偏光 ELs1 在分離面 11211 被反射。另一方面，光源光 ELo 中的 p 偏光 ELp2 穿過分離面 11211。即，偏光分束器 1121 將光源光 ELo 分支為 s 偏光 ELs1 及 p 偏光 ELp2。

【0035】 已由偏光分束器 1121 反射的 s 偏光 ELs1 穿過 1/4 波長板 1122。其結果，s 偏光 ELs1 轉換為圓偏光 ELc1。已穿過 1/4 波

長板 1122 的圓偏光 ELc1 由反射鏡 1123 的反射面 11231 反射。已由反射鏡 1123 反射的圓偏光 ELc1 再次穿過 1/4 波長板 1122，轉換為 p 偏光 ELp1。已穿過 1/4 波長板 1122 的 p 偏光 ELp1 入射至偏光分束器 1121 的分離面 11211。

【0036】 另一方面，已穿過偏光分束器 1121 的 p 偏光 ELp2 穿過 1/4 波長板 1124。其結果，p 偏光 ELp2 轉換為圓偏光 ELc2。已穿過 1/4 波長板 1124 的圓偏光 ELc2 由反射鏡 1125 的反射面 11251 反射。已由反射鏡 1125 反射的圓偏光 ELc2 再次穿過 1/4 波長板 1124，轉換為 s 偏光 ELs2。已穿過 1/4 波長板 1124 的 s 偏光 ELs2 入射至偏光分束器 1121 的分離面 11211。

【0037】 已入射至分離面 11211 的 p 偏光 ELp1 穿過分離面 11211。已穿過分離面 11211 的 p 偏光 ELp1 作為多束加工光 ELk 中的一束而自多光束光學系統 112 朝向檢流計鏡 113 射出。另一方面，已入射至分離面 11211 的 s 偏光 ELs2 由分離面 11211 反射。已由分離面 11211 反射的 s 偏光 ELs2 作為多束加工光 ELk 中的一束而自多光束光學系統 112 朝向檢流計鏡 113 射出。即，偏光分束器 1121 不僅作為將光源光 ELo 分支為 s 偏光 ELs1 及 p 偏光 ELp2 的光學系統發揮功能，而且亦作為使自不同方向向偏光分束器 1121 入射的 p 偏光 ELp1 及 s 偏光 ELs2 匯合成朝向檢流計鏡 113 的多束加工光 ELk 的光學系統發揮功能。

【0038】 此處，如圖 4 所示，以圓偏光 ELc1 相對於反射鏡 1123 的反射面 11231 的入射角度與圓偏光 ELc2 相對於反射鏡 1125 的

反射面 11251 的入射角度不同的方式，對反射鏡 1123 及反射鏡 1125 進行對位。即，以反射鏡 1123 的反射面 11231 與沿著圓偏光 ELc1 的行進方向的軸所成的角度，不同於反射鏡 1125 的反射面 11251 與沿著圓偏光 ELc2 的行進方向的軸所成的角度的方式，對反射鏡 1123 及反射鏡 1125 進行對位。圖 4 表示了以圓偏光 ELc1 相對於反射面 11231 垂直入射，而圓偏光 ELc2 相對於反射面 11251 傾斜入射的方式，對反射鏡 1123 及反射鏡 1125 進行對位的示例。其結果，沿著已穿過分離面 11211 的 p 偏光 ELp1 的行進方向的軸、與沿著已由分離面 11211 反射的 s 偏光 ELs2 的行進方向的軸交叉。即，分別沿著自多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 的行進方向的多個軸交叉。此時，反射鏡 1123 及反射鏡 1125 可作為使多束加工光 ELk 的行進方向互不相同的光學系統發揮功能。其結果，如圖 5 的（a）所示，在與多束加工光 ELk 的行進方向交叉的光學面上，多束加工光 ELk 穿過不同的位置。即，在與多束加工光 ELk 的行進方向交叉的光學面上，多束加工光 ELk 分別形成多個光束點。其結果，若將此種多束加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF，則如圖 5 的（b）所示，在塗裝膜 SF 上，多束加工光 ELk 分別形成多個光束點（即，照射區域）。即，多光束光學系統 112 射出分別照射至塗裝膜 SF 上的不同位置的多束加工光 ELk。其結果，多束加工光 ELk 同時照射至塗裝膜 SF。即，在塗裝膜 SF 上同時設定多個目標照射區域 EA。

【0039】 再次回到圖 3 中，檢流計鏡 113 配置在多束加工光 ELk

的光路上。檢流計鏡 113 配置於多光束光學系統 112 與 fθ 透鏡 114 之間。檢流計鏡 113 將多束加工光 ELk 偏轉，以使多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 掃描塗裝膜 SF 的表面（即，分別被照射多束加工光 ELk 的多個目標照射區域 EA 在塗裝膜 SF 的表面上移動）。再者，藉由檢流計鏡 113，多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 亦可掃掠塗裝膜 SF 的表面。檢流計鏡 113 包括 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y。Y 掃描鏡 113Y 將多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 朝向 X 掃描鏡 113X 反射。Y 掃描鏡 113Y 可在 θX 方向（即，繞 X 軸的旋轉方向）上擺動或旋轉。藉由 Y 掃描鏡 113Y 的擺動或旋轉，多束加工光 ELk 沿著 Y 軸方向來掃描塗裝膜 SF 的表面。藉由 Y 掃描鏡 113Y 的擺動或旋轉，多束加工光 ELk 沿著 Y 軸方向來掃掠塗裝膜 SF 的表面。藉由 Y 掃描鏡 113Y 的擺動或旋轉，多束加工光 ELk 的行進方向被變更，以使得多束加工光 ELk 沿著 Y 軸方向來掃描塗裝膜 SF 的表面。藉由 Y 掃描鏡 113Y 的擺動或旋轉，多個目標照射區域 EA 沿著 Y 軸方向而在塗裝膜 SF 上移動。Y 掃描鏡 113Y 變更多個目標照射區域 EA 與塗裝膜 SF 之間的沿著 Y 軸方向的相對位置關係。X 掃描鏡 113X 將 Y 掃描鏡 113Y 反射的多束加工光 ELk 朝向 fθ 透鏡 114 反射。X 掃描鏡 113X 可在 θY 方向（即，繞 Y 軸的旋轉方向）上擺動或旋轉。藉由 X 掃描鏡 113X 的擺動或旋轉，多束加工光 ELk 沿著 X 軸方向來掃描塗裝膜 SF 的表面。藉由 X 掃描鏡 113X 的擺動或旋轉，多束加工光 ELk 沿著 X 軸方向來掃掠塗裝膜 SF

的表面。藉由 X 掃描鏡 113X 的擺動或旋轉，多束加工光 ELk 的行進方向被變更，以使得多束加工光 ELk 沿著 X 軸方向來掃描塗裝膜 SF 的表面。藉由 X 掃描鏡 113X 的擺動或旋轉，多個目標照射區域 EA 沿著 X 軸方向而在塗裝膜 SF 上移動。X 掃描鏡 113X 變更多個目標照射區域 EA 與塗裝膜 SF 之間的沿著 X 軸方向的相對位置關係。再者，檢流計鏡 113 由於可在塗裝膜 SF 的表面上使目標照射區域 EA 移動（即，位移），因而亦可稱作位移構件。

【0040】 fθ 透鏡 114 配置在來自檢流計鏡 113 的多束加工光 ELk 的光路上。fθ 透鏡 114 是用於使來自檢流計鏡 113 的多束加工光 ELk 聚光在塗裝膜 SF 上的光學元件。fθ 透鏡 114 是光照射裝置 11 所具備的光學元件中的位於光照射裝置 11 的最靠近光射出側的（換言之，最靠近塗裝膜 SF 或者位於多束加工光 ELk 的光路的末端）的末端光學元件。fθ 透鏡 114 亦可構成為，相對於光照射裝置 11 可裝卸。其結果，可自光照射裝置 11 卸除舊的 fθ 透鏡 114 之後，向光照射裝置 11 安裝另一 fθ 透鏡 114。但是，光照射裝置 11 亦可包括設在較 fθ 透鏡 114 更靠近光射出側的光學元件（例如保護透鏡等）。設在較 fθ 透鏡 114 更靠近光射出側的光學元件（例如保護透鏡等）亦可構成為，相對於光照射裝置 11 可裝卸。

【0041】 再次回到圖 1 中，驅動系統 12 在控制裝置 2 的控制下，使光照射裝置 11 相對於塗裝膜 SF（即相對於表面形成有塗裝膜 SF 的加工對象物 S）而移動。即，驅動系統 12 使光照射裝置 11 相對於塗裝膜 SF 而移動，以變更光照射裝置 11 與塗裝膜 SF 的相

對位置關係。若光照射裝置 11 與塗裝膜 SF 之間的相對位置關係被變更，則分別被照射多束加工光 ELk 的多個目標照射區域 EA 與塗裝膜 SF 之間的相對位置關係亦會被變更。因此，亦可謂，驅動系統 12 使光照射裝置 11 相對於塗裝膜 SF 而移動，以變更多個目標照射區域 EA 與塗裝膜 SF 的相對位置關係。

【0042】 驅動系統 12 亦可使光照射裝置 11 沿著塗裝膜 SF 的表面移動。在圖 1 所示的示例中，塗裝膜 SF 的表面是與 X 軸及 Y 軸中的至少一者平行的平面，因此驅動系統 12 亦可使光照射裝置 11 沿著 X 軸及 Y 軸中的至少一者移動。其結果，目標照射區域 EA 在塗裝膜 SF 上沿著 X 軸及 Y 軸中的至少一者移動。驅動系統 12 亦可使光照射裝置 11 沿著塗裝膜 SF 的厚度方向（即，與塗裝膜 SF 的表面交叉的方向）移動。在圖 1 所示的示例中，塗裝膜 SF 的厚度方向是沿著 Z 軸的方向，因此驅動系統 12 亦可使光照射裝置 11 沿著 Z 軸方向移動。驅動系統 12 亦可使光照射裝置 11 除了沿 X 軸、Y 軸及 Z 軸中的至少一者移動，還沿 θX 方向、θY 方向及 θZ 方向（即，繞 Z 軸的旋轉方向）中的至少一者移動。

【0043】 驅動系統 12 支持光照射裝置 11，並且使該支持著的光照射裝置 11 移動。此時，驅動系統 12 例如亦可包括支持光照射裝置 11 的第一支持構件以及使所述第一支持構件移動的第一移動機構。

【0044】 收容裝置 13 包括頂部構件 131 及間隔壁構件 132。頂部構件 131 配置在光照射裝置 11 的+Z 側。頂部構件 131 是沿著 XY

平面的板狀構件。頂部構件 131 經由支持構件 133 來支持驅動系統 12。在頂部構件 131 的-Z 側的面的外緣（或其附近），配置有間隔壁構件 132。間隔壁構件 132 是自頂部構件 131 朝向-Z 側延伸的筒狀（例如圓筒狀或矩形筒狀）的構件。由頂部構件 131 與間隔壁構件 132 圍住的空間成為用於收容光照射裝置 11 及驅動系統 12 的收容空間 SP。因而，所述驅動系統 12 使光照射裝置 11 在收容空間 SP 內移動。進而，收容空間 SP 包含光照射裝置 11 與塗裝膜 SF 之間的空間（尤其是包含加工光 ELk 的光路的空間）。更具體而言，收容空間 SP 包含光照射裝置 11 所具備的末端光學元件（例如 fθ 透鏡 114）與塗裝膜 SF 之間的空間（尤其是包含加工光 ELk 的光路的空間）。

【0045】 頂部構件 131 及間隔壁構件 132 各自是可遮蔽加工光 ELk 的構件。即，頂部構件 131 及間隔壁構件 132 各自相對於加工光 ELk 的波長為不透明。其結果，在收容空間 SP 內傳播的加工光 ELk 不會漏出至收容空間 SP 的外部（即收容裝置 13 的外部）。再者，頂部構件 131 及間隔壁構件 132 各自亦可為可使加工光 ELk 減光的構件。即，頂部構件 131 及間隔壁構件 132 各自亦可相對於加工光 ELk 的波長為半透明。進而，頂部構件 131 及間隔壁構件 132 各自是不使因加工光 ELk 的照射而產生的無用物質透過（即可遮蔽）的構件。作為無用物質的一例，可列舉塗裝膜 SF 的蒸氣及煙霧中的至少一者。其結果，在收容空間 SP 內產生的無用物質不會漏出至收容空間 SP 的外部（即收容裝置 13 的外部）。

【0046】 間隔壁構件 132 的端部（具體而言，是塗裝膜 SF 側的端部，在圖 1 所示的示例中為-Z 側的端部）134 可接觸塗裝膜 SF 的表面。在端部 134 接觸塗裝膜 SF 的情況下，收容裝置 13（即頂部構件 131 及間隔壁構件 132）協同塗裝膜 SF 來維持收容空間 SP 的密閉性。端部 134 在與塗裝膜 SF 接觸的情況下，可根據塗裝膜 SF 的表面的形狀而變更其形狀（尤其是端部 134 中的接觸塗裝膜 SF 的接觸面（圖 1 所示的示例中為-Z 側的面）的形狀，以下相同）。例如，在端部 134 接觸表面為平面形狀的塗裝膜 SF 的情況下，端部 134 的形狀與塗裝膜 SF 同樣地變成平面形狀。例如，在端部 134 接觸表面為曲面形狀的塗裝膜 SF 的情況下，端部 134 的形狀與塗裝膜 SF 同樣地變成曲面形狀。其結果，與端部 134 無法根據塗裝膜 SF 的表面的形狀而變更其形狀的情形相比，收容空間 SP 的密閉性提高。作為可變更形狀的端部 134 的一例，可列舉由橡膠等具有彈性的構件（換言之，為柔軟構件）所形成的端部 134。再者，作為可變更形狀的端部 134，例如亦可使用作為具有彈性的結構的蛇腹狀的端部。

【0047】 端部 134 亦可以接觸塗裝膜 SF 的狀態而附著於塗裝膜 SF。例如，端部 134 亦可包括可吸附於塗裝膜 SF 的吸附機構。若端部 134 附著於塗裝膜 SF，則與端部 134 未附著於塗裝膜 SF 的情況相比，收容空間 SP 的密閉性進一步提高。但是，端部 134 亦可並非可附著於塗裝膜 SF。此時，只要端部 134 接觸塗裝膜 SF，則依然可相應地維持收容空間 SP 的密閉性。

【0048】 間隔壁構件 132 是可藉由在控制裝置 2 的控制下運作的未圖示的驅動系統（例如致動器）而沿著 Z 軸方向伸縮的構件。例如，間隔壁構件 132 亦可為蛇腹狀的構件（所謂的波紋管）。此時，間隔壁構件 132 可藉由蛇腹部分的伸縮而伸縮。或者，例如間隔壁構件 132 亦可包括由具有不同直徑的多個中空狀的圓筒構件組合而成的套筒伸縮管（telescopic pipe）。此時，間隔壁構件 132 可藉由多個圓筒構件的相對移動而伸縮。間隔壁構件 132 的狀態至少可設定為第一伸長狀態與第一縮小狀態，所述第一伸長狀態是藉由間隔壁構件 132 沿著 Z 軸方向延伸而 Z 軸方向的長度相對較長的狀態，所述第一縮小狀態是藉由間隔壁構件 132 沿著 Z 軸方向縮小而 Z 軸方向的長度相對較短的狀態。

【0049】 在間隔壁構件 132 處於第一伸長狀態的情況下，端部 134 處於可接觸塗裝膜 SF 的第一接觸狀態。另一方面，在間隔壁構件 132 處於第一縮小狀態的情況下，端部 134 處於不接觸塗裝膜 SF 的第一非接觸狀態。即，在間隔壁構件 132 處於第一縮小狀態的情況下，端部 134 處於朝+Z 側離開塗裝膜 SF 的第一非接觸狀態。再者，用於使端部 134 的狀態在第一接觸狀態與第一非接觸狀態之間切換的結構並不限定於使間隔壁構件 132 伸縮的結構。例如，亦可藉由將收容裝置 13 自身設為可沿著±Z 方向移動的結構，從而使端部 134 的狀態在第一接觸狀態與第一非接觸狀態之間切換。

【0050】 收容裝置 13 更包括檢測裝置 135。檢測裝置 135 檢測收

容空間 SP 內的無用物質(即因加工光 ELk 的照射而產生的物質)。檢測裝置 135 的檢測結果如後文詳述般，在將間隔壁構件 132 的狀態自第一伸長狀態變為第一縮小狀態時由控制裝置 2 參照。

【0051】 支持裝置 14 支持收容裝置 13。收容裝置 13 支持驅動系統 12 及光照射裝置 11，因此支持裝置 14 實質上經由收容裝置 13 來支持驅動系統 12 及光照射裝置 11。為了支持收容裝置 13，支持裝置 14 包括樑構件 141、及多個腳構件 142。樑構件 141 配置在收容裝置 13 的+Z 側。樑構件 141 是沿著 XY 平面延伸的樑狀構件。樑構件 141 經由支持構件 143 來支持收容裝置 13。在樑構件 141 配置有多個腳構件 142。腳構件 142 是自樑構件 141 朝向-Z 側延伸的棒狀構件。

【0052】 腳構件 142 的端部(具體而言，是塗裝膜 SF 側的端部，在圖 1 所示的示例中為-Z 側的端部)144 可接觸塗裝膜 SF 的表面。其結果，支持裝置 14 由塗裝膜 SF（即加工對象物 S）予以支持。即，支持裝置 14 在端部 144 接觸塗裝膜 SF 的狀態（換言之，支持裝置 14 由塗裝膜 SF 予以支持的狀態）下支持收容裝置 13。端部 144 與收容裝置 13 的端部 134 同樣地，在與塗裝膜 SF 接觸的情況下，亦可根據塗裝膜 SF 的表面的形狀而變更其形狀（尤其是端部 144 中的接觸塗裝膜 SF 的接觸面（圖 1 所示的示例中為-Z 側的面）的形狀，以下相同）。端部 144 亦可以接觸塗裝膜 SF 的狀態而附著於塗裝膜 SF。例如，端部 144 亦可包括可吸附於塗裝膜 SF 的吸附機構。若端部 144 附著於塗裝膜 SF，則與端部 144

未附著於塗裝膜 SF 的情況相比，支持裝置 14 的穩定性提高。但是，端部 144 亦可並非可附著於塗裝膜 SF。

【0053】 樑構件 141 是藉由在控制裝置 2 的控制下運作的驅動系統 15 而可沿著 X 軸及 Y 軸中的至少一者(或者沿著沿 XY 平面的任意方向）伸縮的構件。例如，樑構件 141 亦可包括由具有不同直徑的多個筒構件組合而成的套筒伸縮管。此時，樑構件 141 可藉由多個筒構件的相對移動而伸縮。

【0054】 腳構件 142 是藉由在控制裝置 2 的控制下運作的驅動系統 15 而可沿著 Z 軸方向伸縮的構件。例如，腳構件 142 亦可包括由具有不同直徑的多個筒構件組合而成的套筒伸縮管。此時，腳構件 142 可藉由多個筒構件的相對移動而伸縮。腳構件 142 的狀態至少可設定為第二伸長狀態與第二縮小狀態，所述第二伸長狀態是藉由腳構件 142 沿著 Z 軸方向延伸而 Z 軸方向的長度相對較長的狀態，所述第二縮小狀態是藉由腳構件 142 沿著 Z 軸方向縮小而 Z 軸方向的長度相對較短的狀態。在腳構件 142 處於第二伸長狀態的情況下，端部 144 處於可接觸塗裝膜 SF 的第二接觸狀態。另一方面，在腳構件 142 處於第二縮小狀態的情況下，端部 144 處於不接觸塗裝膜 SF 的第二非接觸狀態。即，在腳構件 142 處於第二縮小狀態的情況下，端部 144 處於朝+Z 側離開塗裝膜 SF 的第二非接觸狀態。

【0055】 驅動系統 15 在控制裝置 2 的控制下，使支持裝置 14 相對於塗裝膜 SF（即相對於表面形成有塗裝膜 SF 的加工對象物 S）

而移動。即，驅動系統 15 使支持裝置 14 相對於塗裝膜 SF 而移動，以變更支持裝置 14 與塗裝膜 SF 的相對位置關係。支持裝置 14 支持收容裝置 13，因此驅動系統 15 實質上是藉由使支持裝置 14 移動來使收容裝置 13 相對於塗裝膜 SF 而移動。即，驅動系統 15 實質上是使支持裝置 14 相對於塗裝膜 SF 移動，以變更收容裝置 13 與塗裝膜 SF 的相對位置關係。進而，收容裝置 13 經由驅動系統 12 來支持光照射裝置 11。因此，驅動系統 15 實質上可藉由使支持裝置 14 移動來使光照射裝置 11 相對於塗裝膜 SF 而移動。即，驅動系統 15 實質上可使支持裝置 14 相對於塗裝膜 SF 而移動，以變更光照射裝置 11 與塗裝膜 SF 的相對位置關係。換言之，驅動系統 15 實質上可使支持裝置 14 相對於塗裝膜 SF 而移動，以變更多個目標照射區域 EA 與塗裝膜 SF 的相對位置關係。

【0056】 驅動系統 15 為了使支持裝置 14 移動而在控制裝置 2 的控制下使樑構件 141 伸縮。進而，驅動系統 15 為了使支持裝置 14 移動而在控制裝置 2 的控制下使多個腳構件 142 伸縮。再者，關於驅動系統 15 對支持裝置 14 的移動形態，一邊參照圖 8 至圖 17 一邊在下文進行詳述。

【0057】 排氣裝置 16 經由排氣管 161 而連結於收容空間 SP。排氣裝置 16 可將收容空間 SP 內的氣體予以排出。尤其，排氣裝置 16 藉由將收容空間 SP 內的氣體予以排出，從而可將因加工光 ELk 的照射而產生的無用物質自收容空間 SP 抽吸至收容空間 SP 的外部。尤其，在所述無用物質存在於加工光 ELk 的光路上的情況下，

有可能會影響到加工光 ELk 對塗裝膜 SF 的照射。因此，排氣裝置 16 尤其自包含光照射裝置 11 的末端光學元件與塗裝膜 SF 之間的加工光 ELk 的光路的空間，將無用物質與所述空間內的氣體一併抽吸。排氣裝置 16 自收容空間 SP 抽吸的無用物質經由過濾器 162 而向加工系統 SYS 的外部排出。過濾器 162 吸附無用物質。再者，過濾器 162 既可為可裝卸，亦可為可更換。

【0058】 氣體供給裝置 17 經由吸氣管 171 而連結於收容空間 SP。氣體供給裝置 17 可向收容空間 SP 供給氣體。作為供給至收容空間 SP 的氣體，可列舉大氣、潔淨乾燥空氣（Clean Dry Air，CDA）及惰性氣體中的至少一者。作為惰性氣體的一例，可列舉氮氣。第一實施形態中，氣體供給裝置 17 設為供給 CDA 者。因此，收容空間 SP 為由 CDA 沖洗的空間。供給至收容空間 SP 的 CDA 的至少一部分被排氣裝置 16 抽吸。排氣裝置 16 自收容空間 SP 抽吸的 CDA 通過過濾器 162 而向加工系統 SYSa 的外部排出。

【0059】 氣體供給裝置 17 尤其向圖 3 所示的 fθ 透鏡 114 的收容空間 SP 側的光學面 1141（即光照射裝置 11 的末端光學元件的收容空間 SP 側的光學面）供給 CDA 等氣體。光學面 1141 面朝收容空間 SP，因而有可能暴露於因加工光 ELk 的照射而產生的無用物質。其結果，有可能有無用物質附著於光學面 1141。進而，由於加工光 ELk 穿過光學面 1141，因而附著於光學面 1141 的無用物質有可能被穿過光學面 1141 的加工光 ELk 燒結（即固著）。附著（進而固著）於光學面 1141 的無用物質容易變成光學面 1141 的

污漬而對加工光 ELk 的特性造成影響。而且，若對光學面 1141 供給 CDA 等氣體，則可防止光學面 1141 與無用物質的接觸。因此，污漬向光學面 1141 的附著得以防止。因而，氣體供給裝置 17 亦作為防止污漬向光學面 1141 附著的附著防止裝置發揮功能。進而，即便在光學面 1141 附著（進而固著）有污漬的情況下，污漬亦有可能被供給至光學面 1141 的 CDA 去除（例如吹飛）。因而，氣體供給裝置 17 亦可作為將附著於光學面 1141 的污漬予以去除的附著防止裝置發揮功能。

【0060】 控制裝置 2 控制加工系統 SYSa 整體的動作。尤其，控制裝置 2 如後文詳述般，控制光照射裝置 11、驅動系統 12、收容裝置 13 及驅動系統 15，以便在所需位置形成所需形狀的凹部 C。

【0061】 控制裝置 2 例如亦可包含中央處理單元（Central Processing Unit，CPU）（或者除了 CPU 還包含圖形處理單元（Graphics Processing Unit，GPU）、或者取代 CPU 而包含 GPU）、及記憶體。控制裝置 2 藉由 CPU 執行電腦程式，從而作為對加工系統 SYSa 的動作進行控制的裝置發揮功能。所述電腦程式是用於使控制裝置 2（例如 CPU）進行（即執行）控制裝置 2 應進行的後述動作的電腦程式。即，所述電腦程式是用於使控制裝置 2 發揮功能以使加工系統 SYSa 進行後述動作的電腦程式。CPU 所執行的電腦程式既可被記錄在控制裝置 2 所具備的記憶體（即，記錄媒體）中，亦可被記錄在可內藏於控制裝置 2 或者可外置於控制裝置 2 的任意記憶媒體（例如硬碟或半導體記憶體）中。或者，

CPU 亦可經由網路介面（network interface）而自控制裝置 2 的外部裝置下載（download）應執行的電腦程式。

【0062】 控制裝置 2 亦可不設於加工系統 SYSa 的內部，例如亦可作為伺服器（server）等而設於加工系統 SYSa 外。此時，控制裝置 2 與加工系統 SYSa 亦可利用有線及/或無線的網路（或者，資料匯流排及/或通訊線路）而連接。作為有線網路，例如亦可使用以美國電機電子工程師學會（Institute of Electrical and Electronic Engineers，IEEE）1394、RS-232x、RS-422、RS-423、RS-485 及通用串列匯流排（Universal Serial Bus，USB）中的至少一者為代表的、採用串列匯流排（serial bus）方式的介面的網路。作為有線網路，亦可使用採用並列匯流排（parallel bus）方式的介面的網路。作為有線網路，亦可使用以 10BASE-T、100BASE-TX 及 1000BASE-T 中的至少一者為代表的、採用遵循乙太網路（Ethernet）（註冊商標）的介面的網路。作為無線網路，亦可使用利用電波的網路。作為利用電波的網路的一例，可列舉遵循 IEEE802.1x 的網路（例如無線區域網路（Local Area Network，LAN）及藍牙（Bluetooth）（註冊商標）的至少一者）。作為無線網路，亦可使用利用紅外線的網路。作為無線網路，亦可使用利用光通訊的網路。此時，亦可構成為，控制裝置 2 與加工系統 SYSa 可經由網路來進行各種資訊的收發。而且，控制裝置 2 亦可經由網路來向加工系統 SYSa 發送指令或控制參數等資訊。加工系統 SYSa 亦可包括接收裝置，所述接收裝置經由所述網路來接收來自控制

裝置 2 的指令或控制參數等資訊。或者，亦可將進行控制裝置 2 要進行的處理中的一部分的第一控制裝置設在加工系統 SYSa 的內部，另一方面，將進行控制裝置 2 要進行的處理中的另一部分的第二控制裝置設在加工系統 SYSa 的外部。

【0063】 再者，作為記錄 CPU 所執行的電腦程式的記錄媒體，亦可使用唯讀光碟（Compact Disc Read-Only Memory，CD-ROM）、可錄式光碟（Compact Disc-Recordable，CD-R）、可覆寫光碟（Compact Disc-Rewriteable，CD-RW）或軟碟（flexible disk）、磁光碟（Magnetic Optical，MO）、唯讀數位多功能光碟（Digital Versatile Disc Read-Only Memory，DVD-ROM）、隨機存取數位多功能光碟（Digital Versatile Disc Random Access Memory，DVD-RAM）、可錄式多功能數位光碟（Digital Versatile Disc-Recordable，DVD-R）、DVD+R、可覆寫多功能數位光碟（Digital Versatile Disc-Rewriteable，DVD-RW）、DVD+RW 及藍光（Blu-ray）（註冊商標）等光碟、磁帶等磁性媒體、光磁碟、USB 記憶體等半導體記憶體、及其他可保存程式的任意媒體中的至少一種。記錄媒體中，亦可包含可記錄電腦程式的機器（例如，以能以軟體（software）及韌體（firmware）等的至少一種形態來執行的狀態而安裝有電腦程式的通用機器或專用機器）。進而，電腦程式中所含的各處理或功能既可利用藉由控制裝置 2（即，電腦）執行電腦程式而在控制裝置 2 內實現的邏輯處理塊來實現，亦可藉由控制裝置 2 所具備的規定的閘陣列（gate array）（現場可程式

閘陣列（Field-Programmable Gate Array，FPGA）、應用專用積體電路（Application Specific Integrated Circuit，ASIC））等硬體（hardware）來實現，還可以邏輯處理塊與實現硬體的一部分組件的局部硬體模組混合存在的形式而實現。

【0064】 （1-2）加工系統 SYSa 所進行的加工動作的具體例

【0065】 （1-2-1）藉由加工動作而形成的結構的具體例

【0066】 如使用圖 2 的（a）及圖 2 的（b）所說明般，第一實施形態中，加工系統 SYSa 在塗裝膜 SF 形成凹部 C。凹部 C 形成在塗裝膜 SF 中的被實際照射有加工光 ELk 的部分。因此，只要在塗裝膜 SF 上適當地設定被實際照射加工光 ELk 的位置(即用來設定預定被照射加工光 ELk 的目標照射區域 EA 的位置)，便可在塗裝膜 SF 的所需位置形成凹部 C。即，可在加工對象物 S 上形成由塗裝膜 SF 所形成的結構。

【0067】 具體而言，如上所述，加工系統 SYSa 使用檢流計鏡 113 及驅動系統 12 中的至少一者，使目標照射區域 EA 在塗裝膜 SF 的表面上移動。加工系統 SYSa 在目標照射區域 EA 於塗裝膜 SF 的表面移動的期間內，在目標照射區域 EA 重疊於塗裝膜 SF 表面中的應實際照射加工光 ELk 的區域（即，應加工的區域）的時機照射加工光 ELk。另一方面，加工系統 SYSa 在目標照射區域 EA 於塗裝膜 SF 的表面移動的期間內，在目標照射區域 EA 未重疊於塗裝膜 SF 表面中的應實際照射加工光 ELk 的區域的時機，不照射加工光 ELk。即，加工系統 SYSa 在目標照射區域 EA 於塗裝膜 SF

的表面移動的期間內，在目標照射區域 EA 重疊於塗裝膜 SF 表面中的並非應實際照射加工光 ELk 的區域（即，並非應加工的區域）的時機，不照射加工光 ELk。其結果，在加工對象物 S 上，形成與塗裝膜 SF 中的被實際照射有加工光 ELk 的區域的圖案相應的塗裝膜 SF 所形成的結構。

【0068】 第一實施形態中，加工系統 SYSa 在控制裝置 2 的控制下，在加工對象物 S 上形成作為由此種塗裝膜 SF 所形成的結構的一例的溝槽結構。溝槽結構是能夠減小塗裝膜 SF 的表面相對於流體的阻力（尤其是摩擦阻力、紊流摩擦阻力）的結構。形成有溝槽結構的加工對象物 S 的表面相對於流體的阻力，較未形成溝槽結構的加工對象物 S 的表面相對於流體的阻力變小。因此，溝槽結構亦可謂是能夠減小加工對象物 S 的表面相對於流體的阻力的結構。再者，此處所謂的流體只要是相對於塗裝膜 SF 的表面而相對流動的介質（氣體、液體）即可。例如，相對於靜止的加工對象物 S 而流動的介質、及分佈在移動的加工對象物 S 周圍的靜止介質分別是流體的一例。

【0069】 溝槽結構的一例示於圖 6 的（a）及圖 6 的（b）。如圖 6 的（a）及圖 6 的（b）所示，溝槽結構例如是藉由沿著第一方向（圖 6 的（a）及圖 6 的（b）所示的示例中為 Y 軸方向）連續形成凹部 C 而形成的凹狀結構 CP1（即，以沿著第一方向延伸的方式呈直線狀形成的凹狀結構 CP1），沿著與第一方向交叉的第二方向（圖 6 的（a）及圖 6 的（b）所示的示例中為 X 軸方向）排列

多個而成的結構。即，溝槽結構例如是沿著第一方向延伸的多個凹狀結構 CP1 在與第一方向交叉的第二方向上具有週期方向的結構。在相鄰的兩個凹狀結構 CP1 之間，實質上存在自周圍突出的凸狀結構 CP2。因而，溝槽結構亦可謂是例如沿著第一方向（例如 Y 軸方向）呈直線狀延伸的凸狀結構 CP2，沿著與第一方向交叉的第二方向（例如 X 軸方向）排列多個而成的結構。即，溝槽結構例如亦可謂是沿著第一方向延伸的多個凸狀結構 CP2 在與第一方向交叉的第二方向上具有週期方向的結構。圖 6 的（a）及圖 6 的（b）所示的溝槽結構為週期性的結構。

【0070】 相鄰的兩個凹狀結構 CP1 的間隔（即凹狀結構 CP1 的排列間距 P1）例如為數微米至數百微米，但亦可為其他尺寸。進而，各凹狀結構 CP1 的深度（即 Z 軸方向的深度）D 例如為數微米至數百微米，但亦可為其他尺寸。各凹狀結構 CP1 的深度 D 亦可為凹狀結構 CP1 的排列間距 P1 以下。各凹狀結構 CP1 的深度 D 亦可為凹狀結構 CP1 的排列間距 P1 的一半以下。各凹狀結構 CP1 的包含 Z 軸的剖面（具體而言，為沿著 XZ 平面的剖面）的形狀為碗型的曲線形狀，但亦可為三角形，亦可為四邊形，還可為五邊形以上的多邊形。

【0071】 相鄰的兩個凸狀結構 CP2 的間隔（即凸狀結構 CP2 的排列間距 P2）例如為數微米至數百微米，但亦可為其他尺寸。進而，各凸狀結構 CP2 的高度（即 Z 軸方向的高度）H 例如為數微米至數百微米，但亦可為其他尺寸。各凸狀結構 CP2 的高度 H 亦

可為凸狀結構 CP2 的排列間距 P2 以下。各凸狀結構 CP2 的高度 H 亦可為凸狀結構 CP2 的排列間距 P2 的一半以下。各凸狀結構 CP2 的包含 Z 軸的剖面（具體而言，為沿著 XZ 平面的剖面）的形狀是斜面為曲線的山形形狀，但亦可為三角形，亦可為四邊形，還可為五邊形以上的多邊形。而且，各凸狀結構 CP2 亦可具有稜線。

【0072】 再者，加工系統 SYSa 所形成的溝槽結構自身例如可為日本機械學會編『機械工學便覽基礎篇 α4 流體工學』第 5 章描述的現有的溝槽結構，因此省略溝槽結構本身的詳細說明。

【0073】 如上所述，此種溝槽結構可降低形成有溝槽結構的加工對象物 S 的表面相對於流體的阻力。因此，加工對象物 S 亦可為期望減小相對於流體的阻力的物體（例如結構體）。例如，加工對象物 S 亦可包含能以至少一部分進入流體（例如氣體及液體中的至少一者）內的方式移動的物體（即移動體）。具體而言，例如，加工對象物 S 如圖 7 的（a）至圖 7 的（c）所示，亦可包含飛機 PL 的機身（例如軀幹 PL1、主翼 PL2、垂直尾翼 PL3 及水平尾翼 PL4 中的至少一者）。此時，如圖 7 的（a）及圖 7 的（c）所示，加工裝置 1（或者加工系統 SYSa，以下，在本段落中相同）亦可藉由支持裝置 14 而在飛機 PL 的機身上獨立。或者，由於支持裝置 14 的腳構件 142 的端部 144 可附著於塗裝膜 SF，因此如圖 7 的（b）所示，加工裝置 1 亦可以藉由支持裝置 14 而自飛機 PL 的機身懸吊（即垂吊）的方式附著於飛機 PL 的機身。進而，由於支持裝置 14 的腳構件 142 的端部 144 可附著於塗裝膜 SF 且收容裝

置 13 的間隔壁構件 132 的端部 134 可附著於塗裝膜 SF，因此加工裝置 1 即便在塗裝膜 SF 的表面以朝向上方的狀態而相對於水平面傾斜的情況下，亦能在塗裝膜 SF 上獨立。進而，加工裝置 1 即便在塗裝膜 SF 的表面以朝向下方的狀態而相對於水平面傾斜的情況下，亦能以自塗裝膜 SF 懸吊的方式附著於塗裝膜 SF。無論哪種情況下，光照射裝置 11 均能藉由驅動系統 12 及/或支持裝置 14 的移動而沿著機身的表面移動。因而，加工系統 SYSa 對於飛機的機身之類的加工對象物 S（即表面為曲面、表面相對於水平面傾斜或表面朝向下方的加工對象物 S）亦能形成由塗裝膜 SF 所形成的溝槽結構。

【0074】 此外，例如加工對象物 S 亦可包含汽車的車身及空氣動力部件的至少一者。例如，加工對象物 S 亦可包含船舶的船身。例如，加工對象物 S 亦可包含火箭的機身。例如，加工對象物 S 亦可包含渦輪（例如水力渦輪及風力渦輪等中的至少一者，尤其是其渦輪板）。例如，加工對象物 S 亦可包含構成能以至少一部分進入流體內的方式而移動的物體的零件。例如，加工對象物 S 亦可包含至少一部分被固定在流動的流體內的物體。具體而言，例如，加工對象物 S 亦可包含設置於河流或海中的橋桁。例如，加工對象物 S 亦可包含流體在內部流動的配管。此時，配管的內壁可成為所述加工對象物 S 的表面。

【0075】 再者，此處列舉的加工對象物 S 的一例是比較大的物體（例如數米至數百米級尺寸的物體）。此時，如圖 7 的（a）至圖 7

的（c）所示，光照射裝置 11 的大小較加工對象物 S 的大小更小。然而，加工對象物 S 亦可為任何尺寸的物體。例如，加工對象物 S 亦可為千米、厘米、毫米或微米級尺寸的物體。

【0076】 所述溝槽結構的特性亦可根據加工對象物 S 為何種物體，來設定為可適當地獲得摩擦降低效果般的適當特性。即，所述溝槽結構的特性亦可根據加工對象物 S 為何種物體且在此物體的哪個部分形成溝槽結構，而設定為可適當獲得摩擦降低效果般的適當特性。例如，在加工對象物 S 為飛機 PL 的機身的情況下，形成於軀幹 PL1 的溝槽結構的特性、與形成於主翼 PL2 的溝槽結構的特性亦可不同。

【0077】 溝槽結構的特性亦可包含溝槽結構的尺寸。溝槽結構的尺寸亦可包含凹狀結構 CP1 的排列間距 P1、各凹狀結構 CP1 的深度 D、凸狀結構 CP2 的排列間距 P2、各凸狀結構 CP2 的高度 H 等中的至少一者。溝槽結構的特性亦可包含溝槽結構的形狀（例如，包含 Z 軸的剖面（具體而言，沿著 XZ 平面的剖面）的形狀）。溝槽結構的特性亦可包含溝槽結構的延伸方向（即，凹狀結構 CP1 的延伸方向）。溝槽結構的特性亦可包含溝槽結構的形成位置。

【0078】 溝槽結構的特性亦可基於模擬加工對象物S的模擬模型來決定。尤其是，溝槽結構的特性亦可基於模擬在流體內移動的加工對象物 S（換言之，模擬移動的加工對象物 S 的周圍的流體的流動）的模擬模型來決定。具體而言，控制裝置 2（或者進行基於模擬模型的演算的其他演算裝置）亦可基於流體模擬模型來決定可適當地獲得摩擦減小效果的溝槽結構的特性。即，控制裝置 2（或者進行基於模擬模型的演算的其他演算裝置）可基於流體模擬模型來使溝槽結構的特性最適化，以便可適當地獲得摩擦減小效果。隨後，控制裝置 2 可控制加工裝置 1，以基於與所決定（即，最適化）的溝槽結構的特性相關的溝槽資訊，來形成具有所決定的特性的溝槽結構。溝槽資訊例如可包括指示在加工對象物 S 的哪個位置形成何種尺寸、形狀及延伸方向的凹狀結構 CP1 的資訊。溝槽資訊例如亦可包括與模擬模型對應地指示在加工對象物 S 的哪個位置形成何種尺寸、形狀及延伸方向的凹狀結構 CP1 的資訊。

【0079】 再者，不限於具備多光束光學系統 112 的加工系統 SYSa，在對加工對象物 S 進行加工來形成溝槽結構的任意加工系統中，溝槽結構的特性均可基於模擬加工對象物 S 的模擬模型來決定。即，在對加工對象物 S 進行加工來形成溝槽結構的任意加工系統中，均可基於流體模擬模型來使溝槽結構的特性最適化，以便可適當地獲得摩擦減小效果，並基於與最適化的溝槽結構的特性相關的溝槽資訊來形成具有最適化的特性的溝槽結構。

【0080】 （1-2-2）加工動作的流程

【0081】 繼而，一邊參照圖 8 至圖 19，一邊對用於形成溝槽結構的加工動作的流程進行說明。

【0082】 首先，如上所述，多束加工光 ELk 藉由檢流計鏡 113 而偏轉。為了形成溝槽結構，檢流計鏡 113 將多束加工光 ELk 偏轉，以使得交替地反覆進行掃描動作與步進動作，所述掃描動作是一邊使多個目標照射區域 EA 在塗裝膜 SF 的表面上沿著 Y 軸方向移動，一邊在所需時機將多束加工光 ELk 分別照射至對應的目標照射區域 EA 的動作，所述步進動作是使多個目標照射區域 EA 在塗裝膜 SF 的表面上至少沿著 X 軸方向移動規定量的動作。此時，亦可將 Y 軸稱作掃描軸，亦可將 X 軸稱作步進軸。

【0083】 此處，能夠在保持光照射裝置 11 相對於塗裝膜 SF 而靜止的狀態下利用檢流計鏡 113 的控制來使多束加工光 ELk 進行掃描的、塗裝膜 SF 表面上的區域的尺寸存在極限。因而，第一實施形態中，如圖 8 所示，控制裝置 2 亦可在塗裝膜 SF 的表面（尤其是塗裝膜 SF 中的應形成溝槽結構的區域）設定多個加工曝射區域 SA。各加工曝射區域 SA 相當於能夠在保持光照射裝置 11 相對於塗裝膜 SF 而靜止的狀態下利用檢流計鏡 113 的控制來使多束加工光 ELk 進行掃描的、塗裝膜 SF 上的區域。各加工曝射區域 SA 的形狀為四邊形，但其形狀為任意。

【0084】 控制裝置 2 控制光照射裝置 11，以將藉由檢流計鏡 113 而偏轉的多束加工光 ELk 照射至一加工曝射區域 SA（例如 SA1）

的至少一部分，藉此，在所述一加工曝射區域 SA（SA1）形成溝槽結構。隨後，控制裝置 2 控制驅動系統 12 及驅動系統 15 中的至少一者，以使光照射裝置 11 相對於塗裝膜 SF 而移動，藉此，將光照射裝置 11 配置在可對其他加工曝射區域 SA（例如 SA2）照射多束加工光 ELk 的位置。隨後，控制裝置 2 控制光照射裝置 11，以將藉由檢流計鏡 113 而偏轉的多束加工光 ELk 照射至其他加工曝射區域 SA（SA2）的至少一部分，藉此，在所述其他加工曝射區域 SA 形成溝槽結構。控制裝置 2 藉由以全部的加工曝射區域 SA1 至加工曝射區域 SA16 為對象來反覆以下的動作，從而形成溝槽結構。

【0085】 當在各加工曝射區域 SA 形成溝槽結構時，控制裝置 2 自與基於所述模擬模型而最適化的溝槽結構的特性相關的溝槽資訊，獲取相當於要在各加工曝射區域 SA 形成的溝槽結構的特性的資訊，並基於該獲取的資訊將具有最適化於各加工曝射區域 SA 的特性的溝槽結構形成在各加工曝射區域 SA。

【0086】 以下，列舉在圖 8 所示的加工曝射區域 SA1 至加工曝射區域 SA4 形成溝槽結構的動作為例來繼續說明。以下，使用沿著 X 軸方向鄰接的兩個加工曝射區域 SA 位於收容空間 SP 內的示例來進行說明。然而，即便在收容空間 SP 內存在任意數量的加工曝射區域 SA 的情況下，亦依然進行同樣的動作。而且，以下所示的形成溝槽結構的動作不過是一例，加工系統 SYS 亦可進行與以下所示的動作不同的動作來形成溝槽結構。總之，加工系統 SYS 只

要能夠將多束加工光 ELk 照射至加工對象物 S 而在加工對象物 S 形成溝槽結構，則進行任何動作皆可。

【0087】 如圖 9 所示，首先，控制裝置 2 控制驅動系統 15 來使支持裝置 14 相對於塗裝膜 SF 而移動，以將收容裝置 13 配置於加工曝射區域 SA1 及加工曝射區域 SA2 位於收容空間 SP 內的第一收容位置。即，控制裝置 2 使支持裝置 14 所支持的收容裝置 13 移動，以藉由收容裝置 13 來覆蓋加工曝射區域 SA1 及加工曝射區域 SA2。進而，控制裝置 2 控制驅動系統 12 來使光照射裝置 11 相對於塗裝膜 SF 而移動，以將光照射裝置 11 配置於可對加工曝射區域 SA1 照射多束加工光 ELk 的第一照射位置。在收容裝置 13 配置於第一收容位置且光照射裝置 11 配置於第一照射位置後，間隔壁構件 132 成為第一伸長狀態。因而，間隔壁構件 132 的端部 134 接觸且附著於塗裝膜 SF。同樣，多個腳構件 142 成為第二伸長狀態。因而，多個腳構件 142 的端部 144 接觸且附著於塗裝膜 SF。

【0088】 隨後，如圖 10 的（a）及圖 10 的（b）所示，控制裝置 2 控制光照射裝置 11（尤其是檢流計鏡 113），以使多束加工光 ELk 掃描加工曝射區域 SA1。具體而言，為了進行所述掃描動作，控制裝置 2 控制檢流計鏡 113 的 Y 掃描鏡 113Y，以使多束加工光 ELk 沿著 Y 軸方向來掃描加工曝射區域 SA1 內的某區域。在進行掃描動作的期間，光源 110 射出光源光 ELo。其結果，在進行掃描動作的期間，多光束光學系統 112 射出多束加工光 ELk。隨後，

為了進行所述步進動作，控制裝置 2 使檢流計鏡 113 的 X 掃描鏡 113X 旋轉單位步進量。在進行步進動作的期間，光源 110 不射出光源光 ELo。其結果，在進行步進動作的期間，多光束光學系統 112 不射出多束加工光 ELk。隨後，為了進行所述掃描動作，控制裝置 2 控制檢流計鏡 113 的 Y 掃描鏡 113Y，以使多束加工光 ELk 沿著 Y 軸方向來掃描加工曝射區域 SA1 內的某區域。如此，控制裝置 2 控制檢流計鏡 113，以交替地反覆進行掃描動作與步進動作，從而使多束加工光 ELk 掃描整個加工曝射區域 SA1（或者，加工曝射區域 SA1 中的應形成溝槽結構的一部分區域）。再者，在進行步進動作的期間，亦可自光源 110 射出光源光 ELo 並射出多束加工光 ELk。

【0089】 第一實施形態中，如表示反覆進行掃描動作與步進動作的期間內的加工光 ELk 的掃描軌跡（即，目標照射區域 EA 的移動軌跡）的平面圖即圖 11 所示，加工裝置 1 對在加工曝射區域 SA 內設定的多個掃描區域 SCA 依序進行掃描動作。圖 11 表示了在加工曝射區域 SA 內設定有六個掃描區域 SCA#1 至 SCA#6 的示例。各掃描區域 SCA 是藉由在一次掃描動作（即，不插入步進動作的一連串掃描動作）中照射的多束加工光 ELk 來掃描的區域。各掃描區域 SCA 是在一次掃描動作中，多個目標照射區域 EA 所移動的區域。此時，在一次掃描動作中，目標照射區域 EA 自各掃描區域 SCA 的掃描開始位置 SC_start 朝向掃描結束位置 SC_end 移動。典型的是，此種掃描區域 SCA 為沿著 Y 軸方向（即，多束

加工光 ELk 的掃描方向）延伸的區域。多個掃描區域 SCA 沿著 X 軸方向（即，與多束加工光 ELk 的掃描方向交叉的方向）而排列。

【0090】 此時，加工系統 SYSa 例如自在某加工曝射區域 SA 內設定的多個掃描區域 SCA 中的位於最靠+X 側或最靠-X 側的一掃描區域 SCA 開始掃描動作。例如，圖 11 表示了加工系統 SYSa 自位於最靠-X 側的掃描區域 SCA#1 開始掃描動作的示例。此時，控制裝置 2 控制檢流計鏡 113，以使得能夠對掃描區域 SCA#1 的掃描開始位置 SC_start#1（例如，掃描區域 SCA#1 內的-Y 側的端部或其附近）照射加工光 ELk。即，控制裝置 2 控制檢流計鏡 113，以在掃描區域 SCA#1 的掃描開始位置 SC_start#1 設定目標照射區域 EA。隨後，加工系統 SYSa 對掃描區域 SCA#1 進行掃描動作。具體而言，控制裝置 2 控制檢流計鏡 113，以使多個目標照射區域 EA 自掃描區域 SCA#1 的掃描開始位置 SC_start#1 朝向掃描區域 SCA#1 的掃描結束位置 SC_end#1（例如，掃描區域 SCA#1 內的+Y 側的端部或其附近）移動。進而，控制裝置 2 控制光照射裝置 11，以在所需時機將多束加工光 ELk 分別照射至對應的目標照射區域 EA。其結果，藉由多束加工光 ELk 來對掃描區域 SCA#1 進行掃描。再者，圖 11 中，為了簡化圖式，表示了各掃描區域 SCA 內的一個目標照射區域 EA 的移動軌跡，但實際上，在各掃描區域 SCA 內有多個目標照射區域 EA 移動。即，圖 11 中，為了簡化圖式，表示了各掃描區域 SCA 內的一束加工光 ELk 的掃描軌跡，但實際上，各掃描區域 SCA 是由多束加工光 ELk 進行掃描。

【0091】 在對掃描區域 SCA#1 的掃描動作完成後，為了對與掃描區域 SCA#1 不同的其他掃描區域 SCA 進行掃描動作，加工系統 SYSa 進行步進動作。具體而言，控制裝置 2 控制檢流計鏡 113，以使得能夠對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#1 鄰接的掃描區域 SCA#2 的掃描開始位置 SC_start#2（例如，掃描區域 SCA#2 內的 -Y 側的端部或其附近）照射加工光 ELk。即，控制裝置 2 控制檢流計鏡 113，以在掃描區域 SCA#2 的掃描開始位置 SC_start#2 設定目標照射區域 EA。其結果，如圖 11 所示，目標照射區域 EA 分別沿著 X 軸方向及 Y 軸方向而移動。此時，目標照射區域 EA 在 X 軸方向上的移動量亦可與掃描區域 SCA 在 X 軸方向上的尺寸相同。目標照射區域 EA 在 Y 軸方向上的移動量亦可與掃描區域 SCA 在 Y 軸方向上的尺寸相同。

【0092】 隨後，加工系統 SYSa 對掃描區域 SCA#2 進行掃描動作。具體而言，控制裝置 2 控制檢流計鏡 113，以使多個目標照射區域 EA 自掃描區域 SCA#2 的掃描開始位置 SC_start#2 朝向掃描區域 SCA#2 的掃描結束位置 SC_end#2（例如，掃描區域 SCA#2 內的+Y 側的端部或其附近）移動。進而，控制裝置 2 控制光照射裝置 11，以在所需時機將多束加工光 ELk 分別照射至對應的目標照射區域 EA。其結果，藉由多束加工光 ELk 來對掃描區域 SCA#2 進行掃描。

【0093】 以後，重覆同樣的動作，直至對掃描區域 SCA#3 至掃描區域 SCA#6 的掃描動作完成為止。

【0094】 圖 11 所示的示例中，掃描動作中的加工光 ELk 的掃描方向被固定為+Y 軸方向。掃描動作中的目標照射區域 EA 的移動方向被固定為+Y 軸方向。即，圖 11 所示的示例中，在加工曝射區域 SA 內多次進行的掃描動作中的加工光 ELk 的掃描方向（即，目標照射區域 EA 的移動方向，以下相同）彼此相同。分別掃描多個掃描區域 SCA 的多束加工光 ELk 的掃描方向彼此相同。多個掃描區域 SCA 內的目標照射區域 EA 的移動方向彼此相同。具體而言，對掃描區域 SCA#1 所進行的掃描動作中的加工光 ELk 的掃描方向、對掃描區域 SCA#2 所進行的掃描動作中的加工光 ELk 的掃描方向、……、對掃描區域 SCA#6 所進行的掃描動作中的加工光 ELk 的掃描方向彼此相同。但是，如之後的變形例中所說明般，對一掃描區域 SCA 所進行的掃描動作中的加工光 ELk 的掃描方向與對另一掃描區域 SCA 所進行的掃描動作中的加工光 ELk 的掃描方向亦可不同。對一掃描區域 SCA 所進行的掃描動作中的加工光 ELk 的掃描方向亦可在掃描動作的中途變化。

【0095】 藉由此種掃描動作與步進動作的反覆，在加工曝射區域 SA1 形成溝槽結構。再者，如圖 10 的（a）及圖 10 的（b）所示，加工光 ELk 所掃描的區域的寬度（即，加工曝射區域 SA 的寬度，尤其是 X 軸方向的寬度）較光照射裝置 11 的寬度（尤其是 X 軸方向的寬度）更大。

【0096】 控制裝置 2 在光照射裝置 11 照射加工光 ELk 的期間內，控制驅動系統 15，以使多個腳構件 142 維持第二伸長狀態。

其結果，多個腳構件 142 的端部 144 持續附著於塗裝膜 SF。其結果，支持裝置 14 的穩定性提高，因此因支持裝置 14 的不穩定性導致加工光 ELk 的目標照射區域 EA 在塗裝膜 SF 上意外偏離的可能性變小。但是，只要在光照射裝置 11 照射加工光 EL 的期間的至少一部分，支持裝置 14 能夠在塗裝膜 SF 上獨立（或者，能以自塗裝膜 SF 懸吊的方式附著於塗裝膜 SF），則多個腳構件 142 的一部分亦可處於第二縮小狀態。

【0097】 控制裝置 2 在光照射裝置 11 照射加工光 ELk 的期間內，控制使間隔壁構件 132 伸縮的未圖示的驅動系統，以使間隔壁構件 132 維持第一伸長狀態。其結果，間隔壁構件 132 的端部 134 持續附著於塗裝膜 SF。其結果，收容空間 SP 的密閉性得以維持，因此在收容空間 SP 內傳播的加工光 ELk 不會漏出至收容空間 SP 的外部（即，收容裝置 13 的外部）。進而，在收容空間 SP 內產生的無用物質不會漏出至收容空間 SP 的外部（即，收容裝置 13 的外部）。

【0098】 再者，有可能產生下述事態，即，應附著於塗裝膜 SF 的端部 134 的至少一部分因某些因素而離開塗裝膜 SF。此時，若光照射裝置 11 持續照射加工光 ELk，則加工光 ELk 及無用物質中的至少一者有可能漏出至收容裝置 13 的外部。因此，當在光照射裝置 11 照射加工光 ELk 的期間內檢測出端部 134 的至少一部分離開塗裝膜 SF 時，控制裝置 2 亦可控制光照射裝置 11 停止加工光 ELk 的照射。

【0099】 隨後，如圖 12 所示，控制裝置 2 控制驅動系統 12，以使光照射裝置 11 自第一照射位置移動至光照射裝置 11 可對加工曝射區域 SA2 照射多束加工光 ELk 的第二照射位置。在光照射裝置 11 移動的期間內，控制裝置 2 控制光照射裝置 11，以使光照射裝置 11 不照射加工光 ELk。

【0100】 隨後，如圖 13 的（a）及圖 13 的（b）所示，控制裝置 2 控制光照射裝置 11(尤其是檢流計鏡 113)，以使多束加工光 ELk 掃描加工曝射區域 SA2。具體而言，控制裝置 2 控制光照射裝置 11（尤其是檢流計鏡 113），以交替地反覆進行所述掃描動作與所述步進動作，從而使多束加工光 ELk 掃描整個加工曝射區域 SA2（或者，加工曝射區域 SA2 中的應形成溝槽結構的一部分區域）。其結果，在加工曝射區域 SA2 形成溝槽結構。再者，加工曝射區域 SA1 內的構成溝槽結構的多個凹狀結構 CP1 亦可形成為，與加工曝射區域 SA1 鄰接的加工曝射區域 SA2（或者，其他加工曝射區域 SA）內的構成溝槽結構的多個凹狀結構 CP1 分別彼此連續地連結。或者，加工曝射區域 SA1 內的構成溝槽結構的多個凹狀結構 CP1 亦可形成為，不與加工曝射區域 SA2 內的構成溝槽結構的多個凹狀結構 CP1 分別彼此連結。例如，在加工曝射區域 SA 內使加工光 ELk 進行掃描而最終形成的一條凹狀結構 CP1 的連續長度依存於加工曝射區域 SA 的尺寸（尤其是加工光 ELk 的掃描方向即 Y 軸方向的尺寸）。因而，若加工曝射區域 SA 的尺寸是能夠實現溝槽結構可發揮所述功能的連續長度的尺寸，則加工曝射區

域 SA1 內的構成溝槽結構的多個凹狀結構 CP1 亦可形成為，不與加工曝射區域 SA2 內的構成溝槽結構的多個凹狀結構 CP1 分別彼此連結。作為一例，在加工對象物 S 為飛機的情況下，根據基於飛機使用時（典型的是巡航時）的空速與紊流現象的頻率的運算，溝槽結構可發揮所述功能的連續長度約為數毫米。因此，若能夠在塗裝膜 SF 的表面設定 Y 軸方向的尺寸大於約數毫米的加工曝射區域 SA，則加工曝射區域 SA1 內的構成溝槽結構的多個凹狀結構 CP1 亦可形成為，不與加工曝射區域 SA2 內的構成溝槽結構的多個凹狀結構 CP1 分別彼此連結。

【0101】 在加工曝射區域 SA2 形成溝槽結構的時間點，在收容空間 SP 內並無尚未形成有溝槽結構的加工曝射區域 SA 殘留。因此，僅藉由驅動系統 12 來使光照射裝置 11 在收容空間 SP 內移動，光照射裝置 11 無法對尚未形成溝槽結構的加工曝射區域 SA 照射多束加工光 ELk 而形成溝槽結構。因此，若成為在收容空間 SP 並無尚未形成有溝槽結構的加工曝射區域 SA 殘留的狀態，則控制裝置 2 控制驅動系統 15 以使支持裝置 14 移動（即，使收容裝置 13 移動），藉此，使尚未形成有溝槽結構的加工曝射區域 SA 重新位於收容空間 SP 內。

【0102】 具體而言，首先，如圖 14 所示，控制裝置 2 控制使間隔壁構件 132 伸縮的未圖示的驅動系統，以使間隔壁構件 132 的狀態自第一伸長狀態切換為第一縮小狀態。其結果，間隔壁構件 132 的端部 134 離開塗裝膜 SF。再者，在支持裝置 14 移動的期間

內，控制裝置 2 控制光照射裝置 11，以使光照射裝置 11 不照射加工光 ELk。因此，即便端部 134 離開塗裝膜 SF，亦無加工光 ELk 及無用物質中的至少一者漏出至收容裝置 13 外部的可能性。

【0103】 但是，在收容空間 SP 內存在的無用物質儘管被所述排氣裝置 16 抽吸至收容空間 SP 的外部，但有可能因某些因素而導致在收容空間 SP 內存在的無用物質未全部被排氣裝置 16 抽吸(即在收容空間 SP 內殘留無用物質)。此時，若端部 134 離開塗裝膜 SF，則無用物質有可能漏出至收容裝置 13 的外部。因此，控制裝置 2 亦可基於對收容空間 SP 內的無用物質進行檢測的檢測裝置 135 的檢測結果，判定是否使間隔壁構件 132 自第一伸長狀態切換為第一縮小狀態。若在收容空間 SP 內殘留有無用物質，則控制裝置 2 亦可不將間隔壁構件 132 自第一伸長狀態切換為第一縮小狀態。此時，藉由排氣裝置 16 來繼續抽吸殘留在收容空間 SP 內的無用物質。另一方面，若在收容空間 SP 內未殘留無用物質，則控制裝置 2 亦可將間隔壁構件 132 自第一伸長狀態切換為第一縮小狀態。

【0104】 進而，控制裝置 2 控制驅動系統 15，以使多個腳構件 142 中的伴隨支持裝置 14 的移動（尤其是如後述般，縮小的樑構件 141 的伸長）而相對於塗裝膜 SF 移動的至少一部分腳構件 142 的狀態自第二伸長狀態切換為第二縮小狀態。伴隨縮小的樑構件 141 的伸長而相對於塗裝膜 SF 移動的腳構件 142 典型的是多個腳構件 142 中的位於支持裝置 14 的移動方向（即收容裝置 13 的移

動方向）前方側的腳構件 142。圖 14 所示的示例中，支持裝置 14 朝向+X 側移動，位於支持裝置 14 的移動方向前方側的腳構件 142 是位於+X 側的腳構件 142。以下，將位於支持裝置 14 的移動方向前方側的腳構件 142 稱作「前方腳構件 142」。其結果，前方腳構件 142 的端部 144 離開塗裝膜 SF。

【0105】 隨後，如圖 15 所示，控制裝置 2 控制驅動系統 15，以使收容裝置 13 自第一收容位置移動至加工曝射區域 SA3 及加工曝射區域 SA4 位於收容空間 SP 內的第二收容位置。具體而言，控制裝置 2 控制驅動系統 15，以使樑構件 141 沿著支持裝置 14 的移動方向而伸長。其結果，樑構件 141 保持支持著收容裝置 13 的狀態（進而，保持支持著由收容裝置 13 所支持的光照射裝置 11 的狀態）而伸長。進而，與支持裝置 14 的移動並行地，控制裝置 2 控制驅動系統 12，以使光照射裝置 11 自第二照射位置移動至光照射裝置 11 能夠對加工曝射區域 SA3 照射多束加工光 ELk 的第三照射位置。

【0106】 在支持裝置 14 移動（即縮小的樑構件 141 延伸）的期間內，控制裝置 2 控制使間隔壁構件 132 伸縮的未圖示的驅動系統，以使間隔壁構件 132 維持第一縮小狀態。其結果，不會因間隔壁構件 132 的端部 134 與塗裝膜 SF 的接觸而妨礙支持裝置 14 的移動（即收容裝置 13 的移動）。進而，在支持裝置 14 的移動中，不會因端部 134 與塗裝膜 SF 的接觸而損傷塗裝膜 SF。但是，在不會因端部 134 與塗裝膜 SF 的接觸而妨礙支持裝置 14 的移動的

情況下，亦可在支持裝置 14 移動的期間的至少一部分，使端部 134 的至少一部分接觸塗裝膜 SF。在支持裝置 14 的移動中不會因端部 134 與塗裝膜 SF 的接觸而損傷塗裝膜 SF 的情況下，亦可在支持裝置 14 移動的期間的至少一部分，使端部 134 的至少一部分接觸塗裝膜 SF。

【0107】 進而，在支持裝置 14 移動的期間內，控制裝置 2 控制驅動系統 15，以使前方腳構件 142 維持第二縮小狀態。其結果，不會因前方腳構件 142 的端部 144 與塗裝膜 SF 的接觸而妨礙支持裝置 14 的移動（即收容裝置 13 的移動）。進而，在支持裝置 14 的移動中不會因端部 144 與塗裝膜 SF 的接觸而損傷塗裝膜 SF。但是，在不會因端部 144 與塗裝膜 SF 的接觸而妨礙支持裝置 14 的移動的情況下，亦可在支持裝置 14 移動的期間的至少一部分，使端部 144 的至少一部分接觸塗裝膜 SF。在支持裝置 14 的移動中不會因端部 144 與塗裝膜 SF 的接觸而損傷塗裝膜 SF 的情況下，亦可在支持裝置 14 移動的期間的至少一部分，使端部 144 的至少一部分接觸塗裝膜 SF。

【0108】 進而，在支持裝置 14 移動的期間內，控制裝置 2 控制驅動系統 15，以使多個腳構件 142 中的前方腳構件 142 以外的其他腳構件 142 維持第一伸長狀態。其結果，即便前方腳構件 142 的端部 144 離開塗裝膜 SF，前方腳構件 142 以外的其他腳構件 142 的端部 144 仍接觸塗裝膜 SF。因此，與多個腳構件 142 全部的端部 144 接觸塗裝膜 SF 的情況同樣地，支持裝置 14 依然可在塗裝

膜 SF 上獨立（或者能以自塗裝膜 SF 懸吊的方式附著於塗裝膜 SF）。

【0109】 進而，在支持裝置 14 移動的期間內，控制裝置 2 控制光照射裝置 11，以使光照射裝置 11 不照射加工光 ELk。

【0110】 在收容裝置 13 被配置於第二收容位置後，如圖 16 所示，控制裝置 2 控制使間隔壁構件 132 伸縮的未圖示的驅動系統，以使間隔壁構件 132 自第一縮小狀態切換為第一伸長狀態。其結果，間隔壁構件 132 的端部 134 接觸且附著於塗裝膜 SF。進而，控制裝置 2 控制驅動系統 15，以使前方腳構件 142 自第二縮小狀態切換為第二伸長狀態。其結果，前方腳構件 142 的端部 144 接觸且附著於塗裝膜 SF。此處，間隔壁構件 132 的伸長動作與前方腳構件 142 的伸長動作既可同時進行，亦可隔開時間差而進行。

【0111】 隨後，如圖 17 所示，控制裝置 2 控制驅動系統 15，以使多個腳構件 142 中的伴隨支持裝置 14 的移動（尤其是如後述般，伸長的樑構件 141 的縮小）而相對於塗裝膜 SF 移動的至少一部分腳構件 142 的狀態自第二伸長狀態切換為第二縮小狀態。伴隨伸長的樑構件 141 的縮小而相對於塗裝膜 SF 移動的腳構件 142 典型的是多個腳構件 142 中的位於支持裝置 14 的移動方向後方側的腳構件 142。圖 17 所示的示例中，位於支持裝置 14 的移動方向後方側的腳構件 142 是位於-X 側的腳構件 142。以下，將位於支持裝置 14 的移動方向後方側的腳構件 142 稱作「後方腳構件 142」。其結果，後方腳構件 142 的端部 144 離開塗裝膜 SF。

【0112】 隨後，如圖 18 所示，控制裝置 2 控制驅動系統 15，以使沿著支持裝置 14 的移動方向而伸長的樑構件 141 縮小。

【0113】 在樑構件 141 的縮小完成後，如圖 19 所示，控制裝置 2 控制驅動系統 15，以使後方腳構件 142 自第二縮小狀態切換為第二伸長狀態。其結果，後方腳構件 142 的端部 144 接觸且附著於塗裝膜 SF。

【0114】 隨後，控制裝置 2 控制光照射裝置 11，以與多束加工光 ELk 掃描加工曝射區域 SA1 及加工曝射區域 SA2 的情況同樣地，使多束加工光 ELk 掃描加工曝射區域 SA3 及加工曝射區域 SA4。以下，藉由反覆進行同樣的動作，從而對塗裝膜 SF 的表面（尤其是塗裝膜 SF 中的應形成溝槽結構的區域）照射多束加工光 ELk。其結果，在加工對象物 S 上形成由塗裝膜 SF 所形成的溝槽結構。

【0115】 （1-3）加工系統 SYSa 的技術效果

【0116】 如以上所說明般，第一實施形態的加工系統 SYSa 藉由將加工光 ELk 照射至加工對象物 S（尤其是形成在其表面的塗裝膜 SF），從而能夠在加工對象物 S 的表面形成由塗裝膜 SF 所形成的溝槽結構。因此，加工系統 SYSa 與藉由利用立銑刀（end mill）等切削工具來削除加工對象物 S 的表面而形成溝槽結構的加工裝置相比，能夠比較容易且以相對短的時間形成溝槽結構。

【0117】 進而，加工系統 SYSa 能夠同時照射多束加工光 ELk 而同時形成多個凹狀結構 CP1。因此，與照射單束加工光 ELk 而一次僅能形成單個凹狀結構 CP1 的加工系統相比，與溝槽結構的形

成相關的生產率提高。

【0118】 進而，加工系統 SYSa 利用檢流計鏡 113 來將多束加工光 ELk 偏轉，從而能夠相對高速地掃描塗裝膜 SF。因此，與溝槽結構的形成相關的生產率提高。

【0119】 進而，加工系統 SYSa 藉由取代直接對加工對象物 S 進行加工而對形成於加工對象物 S 表面的塗裝膜 SF 進行加工，從而能夠在加工對象物 S 的表面形成溝槽結構。因此，與藉由將用於形成溝槽結構的特殊材料新附加（例如貼附）於加工對象物 S 表面（即塗裝膜 SF 的表面）而形成溝槽結構的加工裝置相比，可避免因溝槽結構的形成引起的加工對象物 S 的重量增加。

【0120】 進而，加工系統 SYSa 並非直接對加工對象物 S 進行加工，因此能夠比較容易地重新形成溝槽結構。具體而言，在重新形成溝槽結構時，首先將由塗裝膜 SF 所形成的溝槽結構暫時剝離，隨後塗佈新的塗裝膜 SF。隨後，加工系統 SYSa 藉由對新塗佈的塗裝膜 SF 進行加工，便能夠形成新的溝槽結構。因而，對於溝槽結構的劣化（例如破損等），可藉由溝槽結構的重新形成而相對容易地應對。

【0121】 進而，加工系統 SYSa 並非直接對加工對象物 S 進行加工，因此在難以直接加工或原本未形成溝槽結構的加工對象物 S 的表面亦能夠形成溝槽結構。即，只要在加工對象物 S 的表面塗佈塗裝膜 SF 後由加工系統 SYSa 加工塗裝膜 SF，便可比較容易地形成溝槽結構。

【0122】 再者，在對加工對象物 S 塗佈塗裝膜 SF 之後加工塗裝膜 SF 的情況下，對加工對象物 S 進行加工的加工動作亦可包含對加工對象物 S 塗佈（即，形成）塗裝膜 SF 的動作、及對塗裝膜 SF 進行加工（例如，局部去除塗裝膜 SF）的動作。對加工對象物 S 塗佈塗裝膜 SF 的動作亦可由加工系統 SYSa 來進行。此時，加工系統 SYSa 亦可包括用於對加工對象物 S 塗佈塗裝膜 SF 的塗佈裝置。對加工對象物 S 塗佈塗裝膜 SF 的動作亦可在加工系統 SYSa 的外部進行。例如，對加工對象物 S 塗佈塗裝膜 SF 的動作亦可由加工系統 SYSa 外部的塗佈裝置來進行。

【0123】 進而，加工系統 SYSa 能夠形成由塗裝膜 SF 所形成的溝槽結構。通常，塗裝膜 SF 相對於外部環境（例如熱、光、及風等中的至少一者）具有相對較高的耐久性。因此，加工系統 SYSa 能夠比較容易地形成具有相對較高的耐久性的溝槽結構。

【0124】 進而，第一實施形態中，光照射裝置 11 的末端光學元件與塗裝膜 SF 之間的加工光 ELk 的光路包含在收容空間 SP 內。因此，與加工光 ELk 的光路未包含在收容空間 SP（即，向開放空間開放）的加工系統相比，可適當地防止照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk（或者所述加工光 ELk 自塗裝膜 SF 的散射光或反射光等）向加工系統 SYSa 的周圍傳播（換言之，散射）。進而，可適當地防止因加工光 ELk 的照射而產生的無用物質向加工系統 SYSa 的周圍傳播（換言之，飛散）。

【0125】 進而，第一實施形態中，是藉由可在塗裝膜 SF 上移動

的支持裝置 14 來支持光照射裝置 11。因此，加工系統 SYSa 能夠比較容易地加工展開為相對較廣範圍的塗裝膜 SF。即，加工系統 SYSa 可遍及加工對象物 S 表面的相對較廣的範圍而形成由塗裝膜 SF 所形成的溝槽結構。進而，加工系統 SYSa 亦可不使加工對象物 S 移動，因此在相對較大或較重的加工對象物 S 的表面，亦能夠相對較容易地形成溝槽結構。

【0126】 進而，加工系統 SYSa 可使用排氣裝置 16 來將因加工光 ELk 的照射而產生的無用物質抽吸至收容空間 SP 的外部。因此，加工光 ELk 向塗裝膜 SF 的照射基本上不會被無用物質妨礙。因此，與不包括排氣裝置 16（即，加工光 ELk 向塗裝膜 SF 的照射有可能被無用物質妨礙）的加工系統相比，加工光 ELk 的照射精度提高。其結果，溝槽結構的形成精度提高。

【0127】 進而，加工系統 SYSa 能夠使用氣體供給裝置 17 來防止污漬向 fθ 透鏡 114 的光學面 1141（即，光照射裝置 11 的末端光學元件的收容空間 SP 側的光學面）的附著。因此，與不包括氣體供給裝置 17 的加工裝置相比，加工光 ELk 向塗裝膜 SF 的照射被附著於光學面 1141 的污漬妨礙的可能性變小。因此，加工光 ELk 的照射精度提高。其結果，溝槽結構的形成精度提高。

【0128】 進而，第一實施形態中，多光束光學系統 112 使用偏光分束器 1121 將光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk。因此，多光束光學系統 112 能夠抑制將光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk 的過程中的能量損失（例如光的衰減）。其結果，與不抑制將光源光

ELo 分支為多束加工光 ELk 的過程中的能量損失的情況相比，加工系統 SYSa 能夠將強度相對較高的多束加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF 來對加工對象物 S 進行加工。因而，與將強度相對較低的多束加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF 來對加工對象物 S 進行加工的情況相比，與溝槽結構的形成相關的生產率提高。

【0129】 但是，只要能夠將光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk，則加工系統 SYSa 亦可使用不具備偏光分束器 1121 的多光束光學系統來將光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk。例如，加工系統 SYSa 如表示多光束光學系統的另一例的結構的剖面圖即圖 20 所示，亦可包括：光學系統 1121'，包含將光源光 ELo 分支為第一光 EL1 及第二光 EL2（例如狀態不同或相同的第一光 EL1 及第二光 EL2）的光學元件（例如分束器、半透明鏡（half-mirror）及雙色鏡（dichroic mirror）中的至少一種）；光學系統 1123'，包含將來自光學系統 1121'的第一光 EL1 作為第三光 EL3 返回至光學系統 1121'的光學元件（例如反射鏡等反射光學元件及透鏡等折射光學元件中的至少一種）；以及光學系統 1125'，包含將來自光學系統 1121'的第二光 EL2 作為第四光 EL4 返回至光學系統 1121'的光學元件（例如反射鏡等反射光學元件及透鏡等折射光學元件中的至少一種），且光學系統 1121'使用使來自光學系統 1123'的第三光 EL3 以及來自光學系統 1125'的第四光 EL4 匯合而作為多束加工光 ELk 向檢流計鏡 113 射出的多光束光學系統 112'，將光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk。此時，亦可以分別沿著自多光束光學系

統 112'射出的多束加工光 ELk 的行進方向的多個軸交叉的方式，對光學系統 1121'、光學系統 1123'及光學系統 1125'進行對位。再者，所述多光束光學系統 112 所具備的偏光分束器 1121 相當於光學系統 1121'的一具體例。所述多光束光學系統 112 所具備的 1/4 波長板 1122 及反射鏡 1123 相當於光學系統 1123'的一具體例。所述多光束光學系統 112 所具備的 1/4 波長板 1124 及反射鏡 1125 相當於光學系統 1125'的一具體例。

【0130】 進而，第一實施形態中，偏光分束器 1121 不僅作為將光源光 ELo 分支為 s 偏光 ELs1 及 p 偏光 ELp2 的光學系統發揮功能，而且亦作為使自不同的方向向偏光分束器 1121 入射的 p 偏光 ELp1 及 s 偏光 ELs2 匯合成朝向檢流計鏡 113 的多束加工光的光學系統發揮功能。因此，與分別具備將光源光 ELo 分支為 s 偏光 ELs1 及 p 偏光 ELp2 的光學系統（例如偏光分束器）、及使 p 偏光 ELp1 及 s 偏光 ELs2 匯合成多束加工光 ELk 的光學系統（例如偏光分束器）的情況相比，可使多光束光學系統 112 小型化。

【0131】 （2）第二實施形態的加工系統 SYSb

【0132】 繼而，對第二實施形態的加工系統 SYS（以下，將第二實施形態的加工系統 SYS 稱作「加工系統 SYSb」）進行說明。第二實施形態的加工系統 SYSb 與將光源光 ELo 分支為兩束加工光 ELk 的所述第一實施形態的加工系統 SYS 的不同之處在於，可將光源光 ELo 分支為三束以上的加工光 ELk。為了將光源光 ELo 分支為三束以上的加工光 ELk，加工系統 SYSb 與所述加工系統 SYSa

相比，不同之處在於取代光照射裝置 11 而包括光照射裝置 11a。與光照射裝置 11 相比，光照射裝置 11a 的不同之處在於，包括多個多光束光學系統 112。第二實施形態的加工系統 SYSb 的其他特徵亦可與所述加工系統 SYS 的其他特徵相同。

【0133】 如圖 21 所示，多個多光束光學系統 112 沿著光路串聯地多級連接。即，多個多光束光學系統 112 配置為，一多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 作為多個光源光 ELo 而入射至連接到一多光束光學系統 112 的下一級的另一多光束光學系統 112。

【0134】 進而，如圖 21 所示，在一多光束光學系統 112 與該一多光束光學系統 112 的下一級所連接的另一多光束光學系統 112 之間的光路上配置有波長板 115b。因而，一多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 經由波長板 115b，作為多個光源光 ELo 入射至另一個多光束光學系統 112。

【0135】 波長板 115b 是可變更穿過波長板 115b 的各加工光 ELk 的偏光狀態的光學元件。波長板 115b 例如為 1/4 波長板，但亦可為其他種類的波長板（例如 1/2 波長板、1/8 波長板以及 1 波長板中的至少一種）。例如，波長板 115b 亦可將各加工光 ELk 轉換為圓偏光（或者，直線偏光以外的偏光或非偏光）。在波長板 115b 為 1/4 波長板的情況下，波長板 115b 可將為直線偏光的各加工光 ELk 轉換為圓偏光。或者，即便在波長板 115b 並非 1/4 波長板的情況下，若波長板 115b 的特性得到適當設定，則波長板 115b 亦

可將各加工光 ELk 轉換為圓偏光（或者，直線偏光以外的偏光或非偏光）。例如，波長板 115b 的板厚亦可設定為可將各加工光 ELk 的偏光狀態變更為所需狀態的所需板厚。例如，波長板 115b 的光學軸的方向亦可設定為可將各加工光 ELk 的偏光狀態變更為所需狀態的所需方向。其結果，一多光束光學系統 112 射出的各加工光 ELk 在變更了偏光狀態後，作為入射光 Eli 而入射至另一多光束光學系統 112。另一多光束光學系統 112 與將入射來的光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk 的情況同樣地，將入射來的多束入射光 Eli 分別分支為多束加工光 ELk。因此，另一多光束光學系統 112 射出的加工光 ELk 的數目較一多光束光學系統 112 射出的加工光 ELk 的數目變多。具體而言，另一多光束光學系統 112 射出的加工光 ELk 的數目為一多光束光學系統 112 射出的加工光 ELk 的數目的兩倍。

【0136】 圖 21 表示了三個多光束光學系統 112（具體而言，多光束光學系統 112#1 至多光束光學系統 112#3）沿著光路串聯地多級連接的一例。此時，來自光源 110 的光源光 ELo#1 首先入射至多光束光學系統 112#1。多光束光學系統 112#1 如圖 21 及表示光源光 ELo 的情況的剖面圖即圖 22 的（a）所示，將光源光 ELo#1 分支為兩束加工光 ELk#1（即，p 偏光 ELp1#1 及 s 偏光 ELs2#1）。再者，圖 22 的（b）表示了在與兩束加工光 ELk#1 交叉的光學面上兩束加工光 ELk#1 所形成的光束點。多光束光學系統 112#1 射出的兩束加工光 ELk#1 穿過波長板 115b#1，該波長板 115b#1 配

置在多光束光學系統 112#1 與多光束光學系統 112#1 的下一級所連接的多光束光學系統 112#2 之間的光路上。其結果，兩束加工光 ELk#1 分別轉換為與 p 偏光及 s 偏光不同的兩束入射光 ELi#21 及 ELi#22。

【0137】 已穿過波長板 115b#1 的兩束入射光 ELi#21 及 ELi#22 入射至多光束光學系統 112#2。如圖 21 及圖 22 的（a）所示，多光束光學系統 112#2 將入射光 ELi#21 分支為兩束加工光 ELk#21（即，p 偏光 ELp1#21 及 s 偏光 ELs2#21）。進而，如圖 21 及圖 22 的（a）所示，多光束光學系統 112#2 將入射光 ELi#22 分支為兩束加工光 ELk#22（即，p 偏光 ELp1#22 及 s 偏光 ELs2#22）。因而，多光束光學系統 112#2 射出四束加工光 ELk#21 及 ELk#22。

再者，圖 22 的（b）表示了在與四束加工光 ELk#21 及 ELk#22 交叉的光學面上四束加工光 ELk#21 及 ELk#22 所形成的光束點。多光束光學系統 112#2 射出的四束加工光 ELk#21 及 ELk#22 穿過波長板 115b#2，該波長板 115b#2 配置在多光束光學系統 112#2 與多光束光學系統 112#2 的下一級所連接的多光束光學系統 112#3 之間的光路上。其結果，兩束加工光 ELk#21 的偏光狀態得到變更，且兩束加工光 ELk#22 的偏光狀態得到變更。

【0138】 已穿過波長板 115b#2 的四束入射光 ELi#31 至 ELi#34 入射至多光束光學系統 112#3。如圖 21 及圖 22 的（a）所示，多光束光學系統 112#3 將入射光 ELi#31 分支為兩束加工光 ELk#31（即，p 偏光 ELp1#31 及 s 偏光 ELs2#31）。進而，如圖 21 及圖

22 的（a）所示，多光束光學系統 112#3 將入射光 ELi#32 分支為兩束加工光 ELk#32（即，p 偏光 ELp1#32 及 s 偏光 ELs2#32）。進而，如圖 21 及圖 22 的（a）所示，多光束光學系統 112#3 將入射光 ELi#33 分支為兩束加工光 ELk#33（即，p 偏光 ELp1#33 及 s 偏光 ELs2#33）。進而，如圖 21 及圖 22 的（a）所示，多光束光學系統 112#3 將入射光 ELi#34 分支為兩束加工光 ELk#34（即，p 偏光 ELp1#34 及 s 偏光 ELs2#34）。因而，多光束光學系統 112#3 射出八束加工光 ELk#31 至 ELk#34。

【0139】 如上所述，第二實施形態的加工系統 SYSb 能夠將數目較所述第一實施形態的加工系統 SYSa 更多的多束加工光 ELk 同時照射至塗裝膜 SF。具體而言，在加工系統 SYSb 包括 N（其中，N 為 2 以上的整數）級連接的 N 束多光束光學系統 112 的情況下，加工系統 SYSb 能夠將數目為所述加工系統 SYSa 的 2^（N-1）倍的多束加工光 ELk 同時照射至塗裝膜 SF。即，加工系統 SYSb 能夠將 2^N 束加工光 ELk 同時照射至塗裝膜 SF。因此，與溝槽結構的形成相關的生產率提高。

【0140】 再者，沿著一多光束光學系統 112 所射出的兩束加工光 ELk（尤其是自相同的光源光 ELo 分支的 p 偏光 ELp1 及 s 偏光 ELs2）的行進方向的兩個軸所成的角度（即，該兩個軸交叉的角度），亦可與沿著一多光束光學系統 112 的下一級所連接的另一多光束光學系統 112 所射出的兩束加工光 ELk（尤其是自相同的光源光 ELo 分支的 p 偏光 ELp1 及 s 偏光 ELs2）的行進方向的兩個

軸所成的角度相同。圖 22 所示的示例中，沿著多光束光學系統 112#1 射出的兩束加工光 ELk#1 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#1，亦可與沿著多光束光學系統 112#2 射出的兩束加工光 ELk#21 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#2 及沿著多光束光學系統 112#2 射出的兩束加工光 ELk#22 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#2 相同。同樣地，沿著多光束光學系統 112#2 射出的兩束加工光 ELk#21 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#2 及沿著多光束光學系統 112#2 射出的兩束加工光 ELk#22 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#2，亦可與沿著多光束光學系統 112#3 射出的兩束加工光 ELk#31 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#3、沿著多光束光學系統 112#3 射出的兩束加工光 ELk#32 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#3、沿著多光束光學系統 112#3 射出的兩束加工光 ELk#33 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#3 及沿著多光束光學系統 112#3 射出的兩束加工光 ELk#34 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#3 相同。

【0141】 或者，沿著一多光束光學系統 112 所射出的兩束加工光 ELk 的行進方向的兩個軸所成的角度，亦可與沿著一多光束光學系統 112 的下一級所連接的另一多光束光學系統 112 所射出的兩束加工光 ELk 的行進方向的兩個軸所成的角度不同。圖 22 所示的示例中，沿著兩束加工光 ELk#1 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#1，亦可與沿著兩束加工光 ELk#21 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#2 及沿著兩束加工光 ELk#22 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#2 不同。同樣地，沿著兩束加工光 ELk#21 的行進方向的兩個

軸所成的角度 θ#2 及沿著兩束加工光 ELk#22 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#2，亦可與沿著兩束加工光 ELk#31 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#3、沿著兩束加工光 ELk#32 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#3、沿著兩束加工光 ELk#33 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#3 及沿著兩束加工光 ELk#34 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#3 不同。

【0142】 此時，沿著一多光束光學系統 112 所射出的兩束加工光 ELk 的行進方向的兩個軸所成的角度，亦可小於沿著一多光束光學系統 112 的下一級所連接的另一多光束光學系統 112 所射出的兩束加工光 ELk 的行進方向的兩個軸所成的角度。即，沿著相對而言配置於前一級的多光束光學系統 112 所射出的兩束加工光 ELk 的行進方向的兩個軸所成的角度，亦可小於沿著相對而言配置於後一級的多光束光學系統 112 所射出的兩束加工光 ELk 的行進方向的兩個軸所成的角度。圖 22 所示的示例中，沿著兩束加工光 ELk#1 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#1，亦可小於沿著兩束加工光 ELk#21 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#2 及沿著兩束加工光 ELk#22 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#2。同樣地，沿著兩束加工光 ELk#21 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#2 及沿著兩束加工光 ELk#22 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#2，亦可小於沿著兩束加工光 ELk#31 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#3、沿著兩束加工光 ELk#32 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#3、沿著兩束加工光 ELk#33 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#3 及沿著

兩束加工光 ELk#34 的行進方向的兩個軸所成的角度 θ#3。其結果，與沿著相對而言配置於前一級的多光束光學系統 112 所射出的兩束加工光 ELk 的行進方向的兩個軸所成的角度大於沿著相對而言配置於後一級的多光束光學系統 112 所射出的兩束加工光 ELk 的行進方向的兩個軸所成的角度的情況相比，發生 fθ 透鏡 114 中的多束加工光 ELk 的遮光的可能性變小。但是，沿著相對而言配置於前一級的多光束光學系統 112 所射出的兩束加工光 ELk 的行進方向的兩個軸所成的角度，亦可大於沿著相對而言配置於後一級的多光束光學系統 112 所射出的兩束加工光 ELk 的行進方向的兩個軸所成的角度。

【0143】 （3）第三實施形態的加工系統 SYSc

【0144】 繼而，對第三實施形態的加工系統 SYS（以下，將第三實施形態的加工系統 SYS 稱作「加工系統 SYSc」）進行說明。與所述第一實施形態的加工系統 SYSa 相比，第三實施形態的加工系統 SYSc 的不同之處在於，取代多光束光學系統 112 而具備多光束光學系統 112c。加工系統 SYSc 的其他特徵亦可與所述加工系統 SYSa 的其他特徵相同。因而，以下，一邊參照圖 23，一邊對第三實施形態的多光束光學系統 112c 進行說明。圖 23 是表示第三實施形態的多光束光學系統 112c 的結構的剖面圖。

【0145】 如圖 23 所示，與所述多光束光學系統 112 相比，多光束光學系統 112c 的不同之處在於，包括驅動系統 1126c。多光束光學系統 112c 的其他特徵亦可與所述多光束光學系統 112 的其他

特徵相同。

【0146】 驅動系統 1126c 在控制裝置 2 的控制下可移動反射鏡 1125。驅動系統 1126c 可相對於入射至反射鏡 1125 的圓偏光 ELc2 來移動反射鏡 1125。具體而言，驅動系統 1126c 可移動反射鏡 1125，以使得反射鏡 1125 繞沿著與向反射鏡 1125 入射的圓偏光 ELc2 交叉（典型的是正交）的面的軸旋轉。驅動系統 1126c 亦可移動反射鏡 1125，以使得反射鏡 1125 繞沿著與向反射鏡 1125 入射的圓偏光 ELc2 交叉的面的單個軸旋轉。或者，驅動系統 1126c 亦可移動反射鏡 1125，以使得反射鏡 1125 繞沿著與向反射鏡 1125 入射的圓偏光 ELc2 交叉的面且彼此交叉（典型的是正交）的兩個軸旋轉。

【0147】 若反射鏡 1125 移動，則圓偏光 ELc2 相對於反射鏡 1125 的反射面 11251 的入射角度發生改變。若圓偏光 ELc2 相對於反射鏡 1125 的反射面 11251 的入射角度發生改變，則由分離面 11211 反射的 s 偏光 ELs2 的行進方向相對於穿過分離面 11211 的 p 偏光 ELp1 的行進方向發生改變。若 s 偏光 ELs2 的行進方向相對於 p 偏光 ELp1 的行進方向發生改變，則沿著 p 偏光 ELp1 的行進方向的軸與沿著 s 偏光 ELs2 的行進方向的軸交叉的交叉角度發生改變。即，沿著多光束光學系統 112c 射出的多束加工光 ELk 的行進方向的多個軸交叉的交叉角度發生改變。此時，反射鏡 1123 及反射鏡 1125 可作為改變沿著多束加工光 ELk 的行進方向的多個軸交叉的交叉角度（即，多束加工光 ELk 的行進方向所成的角度）的

光學系統發揮功能。若沿著多束加工光 ELk 的行進方向的多個軸交叉的交叉角度發生改變，則在與多束加工光 ELk 的行進方向交叉的光學面上，多束加工光 ELk 分別所形成的多個光束點的位置關係（尤其是沿著光學面的方向上的相對位置關係）發生改變。即，若沿著多束加工光 ELk 的行進方向的多個軸交叉的交叉角度發生改變，則在塗裝膜 SF 上多束加工光 ELk 分別所形成的多個光束點的位置關係（尤其是沿著塗裝膜 SF 的方向上的相對位置關係）發生改變。換言之，若沿著多束加工光 ELk 的行進方向的多個軸交叉的交叉角度發生改變，則塗裝膜 SF 上所設定的多個目標照射區域 EA 的位置關係（尤其是沿著塗裝膜 SF 的表面的方向上的相對位置關係）發生改變。因而，驅動系統 1126c 可移動反射鏡 1125 而變更塗裝膜 SF 上所設定的多個目標照射區域 EA 的位置關係。

【0148】 作為一例，圖 24 的（a）表示了驅動系統 1126c 使反射鏡 1125 移動所需量之前（例如反射鏡 1125 位於初始位置）的多光束光學系統 112c。處於圖 24 的（a）所示的狀態的多光束光學系統 112c 射出的多束加工光 ELk 在塗裝膜 SF 上分別形成圖 24 的（b）所示的多個光束點。另一方面，圖 24 的（c）表示了驅動系統 1126c 使處於圖 24 的（a）所示的狀態的反射鏡 1125 移動所需量之後的多光束光學系統 112c。如圖 24 的（c）所示可知，若驅動系統 1126c 使反射鏡 1125 移動，則與驅動系統 1126c 使反射鏡 1125 移動之前相比，圓偏光 ELc2 相對於反射鏡 1125 的反射面

11251 的入射角度、以及沿著 p 偏光 ELp1 的行進方向的軸與沿著 s 偏光 ELs2 的行進方向的軸交叉的交叉角度（即，沿著多光束光學系統 112c 射出的多束加工光 ELk 的行進方向的多個軸交叉的交叉角度）發生改變。處於圖 24 的（c）所示的狀態的多光束光學系統 112c 射出的多束加工光 ELk 在塗裝膜 SF 上分別形成圖 24 的（d）所示的多個光束點。如圖 24 的（d）所示可知，若驅動系統 1126c 使反射鏡 1125 移動，則與驅動系統 1126c 使反射鏡 1125 移動之前相比，在塗裝膜 SF 上多束加工光 ELk 分別所形成的多個光束點的位置關係（即，塗裝膜 SF 上的多個目標照射區域 EA 的位置關係）發生改變。尤其是，由於反射鏡 1125 移動，因而與經由移動的反射鏡 1125 的加工光 ELk 相當的 s 偏光 ELs2 所形成的光束點，相對於與經由不移動的反射鏡 1123 的加工光 ELk 相當的 p 偏光 ELp1 所形成的光束點而移動，藉此多個目標照射區域 EA 的位置關係發生改變。

【0149】 如上所述，驅動系統 1126c 可移動反射鏡 1125，以使得反射鏡 1125 繞單個軸旋轉。此時，驅動系統 1126c 可移動反射鏡 1125，而在沿著塗裝膜 SF 的單個方向上，變更多個目標照射區域 EA 的位置關係。例如，驅動系統 1126c 可移動反射鏡 1125，而在 X 軸方向及 Y 軸方向中的任一方向上變更多個目標照射區域 EA 的位置關係。或者，如上所述，驅動系統 1126c 亦可移動反射鏡 1125，以使反射鏡 1125 繞多個軸旋轉。此時，驅動系統 1126c 可移動反射鏡 1125，而在沿著塗裝膜 SF 的多個方向上分別變更多個

目標照射區域 EA 的位置關係。例如，驅動系統 1126c 可移動反射鏡 1125，而在 X 軸方向及 Y 軸方向上分別變更多個目標照射區域 EA 的位置關係。

【0150】 驅動系統 1126c 亦可在控制裝置 2 的控制下移動反射鏡 1125，以形成具有所需特性的溝槽結構。即，驅動系統 1126c 亦可在控制裝置 2 的控制下改變多個目標照射區域 EA 的位置關係，以形成具有所需特性的溝槽結構。以下，對形成沿著 X 軸方向配置有多個沿著 Y 軸方向延伸的凹狀結構 CP1 的溝槽結構（參照圖 6 的（a）及圖 6 的（b）時的驅動系統 1126c 的動作的一例進行說明。

【0151】 驅動系統 1126c 亦可移動反射鏡 1125，在排列多個凹狀結構 CP1 的 X 軸方向（即，與各凹狀結構 CP1 延伸的 Y 軸方向交叉的方向）上，變更多個目標照射區域 EA 的位置關係。此時，隨著多個目標照射區域 EA 的位置關係的變更，例如多個凹狀結構 CP1 的排列間距 P1（進而，凸狀結構 CP2 的排列間距 P2）可變更。因而，驅動系統 1126c 亦可移動反射鏡 1125，以使多個凹狀結構 CP1 的排列間距 P1 為所需間距。例如，圖 25 的（a）表示了驅動系統 1126c 使反射鏡 1125 移動所需量之前（例如反射鏡 1125 位於初始位置的情況下）的多個目標照射區域 EA 的位置關係。若如圖 25 的（a）所示設定多個目標照射區域 EA，則如圖 25 的（b）所示，在加工對象物 S 形成排列間距 P1 為規定的第一間距 p1 的凹狀結構 CP1。另一方面，圖 25 的（c）表示了驅動系統 1126c

使反射鏡 1125 移動所需量後的多個目標照射區域 EA 的位置關係。圖 25 的（c）表示了反射鏡 1125 以多個目標照射區域 EA 沿著 X 軸分開的方式移動的示例。此時，如圖 25 的（d）所示，在加工對象物 S 形成排列間距 P1 為較所述第一間距 p1 更大的規定的第二間距 p2 的凹狀結構 CP1。或者，雖然為了簡化說明而未圖示，但在反射鏡 1125 以多個目標照射區域 EA 沿著 X 軸接近的方式移動的情況下，在加工對象物 S 形成排列間距 P1 為較所述第一間距 p1 更小的規定的第三間距 p3 的凹狀結構 CP1。

【0152】 驅動系統 1126c 亦可移動反射鏡 1125，在沿著多個凹狀結構 CP1 延伸的 Y 軸的方向上，變更多個目標照射區域 EA 的位置關係。驅動系統 1126c 亦可移動反射鏡 1125，在與 X 軸及 Y 軸兩者交叉的方向上，變更多個目標照射區域 EA 的位置關係。此時亦同樣地，隨著多個目標照射區域 EA 的位置關係的變更，溝槽結構的特性可變更。

【0153】 驅動系統 1126c 在移動反射鏡 1125 而變更多個目標照射區域 EA 的位置關係時，亦可如圖 26 的（a）所示，使多個目標照射區域 EA 中的至少兩個至少局部重疊。在多個目標照射區域 EA 中的至少兩個至少局部重疊的情況下，如圖 26 的（b）所示，藉由兩束以上的加工光 ELk 的照射而形成某一個凹部 C。因而，驅動系統 1126c 亦可移動反射鏡 1125，以使用多束加工光 ELk 中的至少兩束來形成相同的凹部 C（即，凹狀結構 CP1）。

【0154】 尤其與多個目標照射區域 EA 不重疊的情況相比，在多

個目標照射區域 EA 中的至少兩個至少局部重疊的情況下，塗裝膜 SF 上的多束加工光 ELk 的強度分佈發生改變。其結果，與多個目標照射區域 EA 不重疊的情況相比，在多個目標照射區域 EA 中的至少兩個至少局部重疊的情況下，所形成的溝槽結構的特性發生改變。因此，驅動系統 1126c 亦可移動反射鏡 1125 來將多個目標照射區域 EA 中的至少兩個至少局部重疊，以使塗裝膜 SF 上的多束加工光 ELk 的強度分佈成為可形成具有所需特性的溝槽結構的所需強度分佈。驅動系統 1126c 亦可移動反射鏡 1125 來變更多個目標照射區域 EA 中的至少兩個的重疊狀態，以使塗裝膜 SF 上的多束加工光 ELk 的強度分佈成為可形成具有所需特性的溝槽結構的所需強度分佈。再者，此處所謂的重疊狀態的變更不僅包括在至少兩個目標照射區域 EA 至少局部重疊的狀態下變更至少兩個目標照射區域 EA 的重疊狀態，而且包括在至少局部重疊的狀態及不重疊的狀態之間變更至少兩個目標照射區域 EA 的狀態、以及在至少兩個目標照射區域 EA 不重疊的狀態下變更至少兩個目標照射區域 EA 的相對位置。例如，若塗裝膜 SF 上的多束加工光 ELk 的強度分佈發生改變，則溝槽結構的尺寸（尤其是凹狀結構 CP1 的深度 D 及凸狀結構 CP2 的高度 H 中的至少一者）有可能發生改變。因而，驅動系統 1126c 亦可移動反射鏡 1125，以使得溝槽結構的大小為所需大小。例如，若塗裝膜 SF 上的多束加工光 ELk 的強度分佈發生改變，則溝槽結構的形狀有可能發生改變。因而，驅動系統 1126c 亦可移動反射鏡 1125，以使溝槽結構的形狀為所

需形狀。

【0155】 再者，所述說明中，多光束光學系統 112c 包括使反射鏡 1125 移動的驅動系統 1126c。然而，除了驅動系統 1126c 以外，或者取而代之，多光束光學系統 112c 亦可包括使反射鏡 1123 移動的驅動系統。該驅動系統亦可為，可以與驅動系統 1126c 使反射鏡 1125 移動的移動形態同樣的移動形態來使反射鏡 1123 移動。此時，亦可享有與所述效果同樣的效果。

【0156】 所述說明中，多光束光學系統 112c 包括在控制裝置 2 的控制下使反射鏡 1125 移動的驅動系統 1126c。然而，亦可利用推拉螺釘等機械構成來手動地移動（旋轉）反射鏡 1125。

【0157】 而且，所述說明中，加工系統 SYSc 移動反射鏡 1125 來變更塗裝膜 SF 上的多個目標照射區域 EA 的位置關係。然而，加工系統 SYSc 亦可藉由與移動反射鏡 1125 的方法不同的方法，來變更塗裝膜 SF 上的多個目標照射區域 EA 的位置關係。例如，在多光束光學系統 112c 包括透鏡等折射光學元件的情況下，加工系統 SYSc 亦可使用該折射光學元件來變更塗裝膜 SF 上的多個目標照射區域 EA 的位置關係。例如，加工系統 SYSc 亦可藉由移動折射光學元件（例如，繞某個軸旋轉）來改變多束加工光 ELk 中的至少一束的行進方向，從而變更多個目標照射區域 EA 的位置關係。例如，加工系統 SYSc 亦可藉由變更折射光學元件的折射率來改變多束加工光 ELk 中的至少一束的行進方向，從而變更多個目標照射區域 EA 的位置關係。作為折射率可變的折射光學元件的一

例，可列舉液晶透鏡。

【0158】 進而，所述加工系統 SYSc 使用多光束光學系統 112c（尤其是偏光分束器 1121）來將多束加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF。然而，作為用於將多束加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF 的方法，亦存在不使用多光束光學系統 112c（尤其是偏光分束器 1121）的方法。例如，在光照射裝置 11 包括多個光源 110 的情況下，加工系統 SYSc 可不使用多光束光學系統 112c（尤其是偏光束分離器 1121），而是將多個光源 110 分別射出的多束光源光 ELo 作為多束加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF。在此種不使用多光束光學系統 112c 而是將多束加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF 的情況下，同樣地加工系統 SYSc 亦可變更多個目標照射區域 EA 的位置關係。

【0159】 而且，所述說明中，加工系統 SYSc 包括單個多光束光學系統 112c。即，所述說明中，使用將兩束加工光 ELk 同時照射至塗裝膜 SF 的加工系統 SYSc 來進行說明。然而，與第二實施形態的加工系統 SYSb 同樣，加工系統 SYSc 亦可包括多個多光束光學系統 112。即，加工系統 SYSc 亦可將三束以上（典型的是，2^N 束）的加工光 ELk 同時照射至塗裝膜 SF。換言之，加工系統 SYSc 亦可包括第二實施形態的加工系統 SYSb 所特有的構成元件（具體而言，與三束以上的加工光 ELk 的照射相關的構成元件）。此時，亦可為加工系統 SYSc 所包括的多個多光束光學系統 112 中的至少一個為第三實施形態中所說明的多光束光學系統 112c。此時，加工系統 SYSc 亦能夠變更在塗裝膜 SF 上多束加工光 ELk 分別所形

成的多個光束點的位置關係（即，塗裝膜 SF 上的多個目標照射區域 EA 的位置關係）。

【0160】 作為一例，包括其中的至少一個為多光束光學系統 112c 的兩個多光束光學系統 112 的加工系統 SYSc 可對塗裝膜 SF 同時照射四束加工光 ELk。即，加工系統 SYSc 可對塗裝膜 SF 同時照射圖 21 所示的多光束光學系統 112#2 射出的四束加工光 ELk。此時，如圖 27 的（a）所示，加工系統 SYSc 亦可移動反射鏡 1125，以使得分別被照射四束加工光 ELk 的四個目標照射區域 EA 彼此不重疊。其結果，如圖 27 的（b）所示，加工系統 SYSc 亦可將四束加工光 ELk 同時照射至塗裝膜 SF，而同時形成四條凹狀結構 CP1。或者，如圖 27 的（c）所示，加工系統 SYSc 亦可移動反射鏡 1125，以使目標照射區域 EA 中的每兩個局部重疊。其結果，如圖 27 的（d）所示，加工系統 SYSc 亦可將四束加工光 ELk 同時照射至塗裝膜 SF，而同時形成兩條凹狀結構 CP1。或者，如圖 27 的（e）所示，加工系統 SYSc 亦可移動反射鏡 1125，以使四個目標照射區域 EA 局部重疊。其結果，如圖 27 的（f）所示，加工系統 SYSc 亦可將四束加工光 ELk 同時照射至塗裝膜 SF，而形成一條凹狀結構 CP1。

【0161】 （4）第四實施形態的加工系統 SYSd

【0162】 繼而，對第四實施形態的加工系統 SYS（以下，將第四實施形態的加工系統 SYS 稱作「加工系統 SYSd」）進行說明。與所述第一實施形態的加工系統 SYSa 相比，第四實施形態的加工系

統 SYSd 的不同之處在於，取代光照射裝置 11 而包括光照射裝置 11d。加工系統 SYSd 的其他特徵亦可與所述加工系統 SYSa 的其他特徵相同。因而，以下，參照圖 28 對第四實施形態的光照射裝置 11d 進行說明。圖 28 是表示第四實施形態的光照射裝置 11d 的結構的剖面圖。

【0163】 如圖 28 所示，與所述光照射裝置 11 相比，第四實施形態的光照射裝置 11d 的不同之處在於，更包括中繼光學系統 116d。光照射裝置 11d 的其他特徵亦可與所述光照射裝置 11 等的其他特徵相同。

【0164】 中繼光學系統 116d 配置在多光束光學系統 112 與檢流計鏡 113 之間的多束加工光 ELk 的光路上。因而，多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 經由中繼光學系統 116d 入射至檢流計鏡 113。中繼光學系統 116d 以中繼光學系統 116d 的後側焦點面（換言之，射出側焦點面）位於 fθ 透鏡 114 的入射面（包含其附近）的方式相對於 fθ 透鏡 114 進行對位。

【0165】 中繼光學系統 116d 是將多束加工光 ELk 導向檢流計鏡 113 的光學系統。如圖 29 的（a）及圖 29 的（b）所示，中繼光學系統 116d 具有如下的所需光學特性，即，可使分別構成已穿過中繼光學系統 116d 的多束加工光 ELk 的多個光束在 fθ 透鏡 114 的光瞳面穿過的位置之差，小於分別構成不穿過中繼光學系統 116d 的多束加工光 ELk 的多個光束在 fθ 透鏡 114 的光瞳面穿過的位置之差。再者，圖 29 的（a）表示了分別構成已穿過多光束光學系

統 112 及中繼光學系統 116d 兩者的多束加工光 ELk 的多個光束在 fθ 透鏡 114 的光瞳面穿過的位置。另一方面，圖 29 的（b）表示了分別構成穿過多光束光學系統 112 但不穿過中繼光學系統 116d 的多束加工光 ELk 的多個光束在 fθ 透鏡 114 的光瞳面穿過的位置。

【0166】 分別構成多束加工光 ELk 的多個光束在 fθ 透鏡 114 的光瞳面穿過的位置之差越小，發生由 fθ 透鏡 114 引起的加工光 ELk 的遮光的可能性越小。因而，加工系統 SYSd 能夠適當地將多束加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF。

【0167】 進而，分別構成多束加工光 ELk 的多個光束在 fθ 透鏡 114 的光瞳面穿過的位置之差越小，多束加工光 ELk 相對於將多束加工光 ELk 成像的像面（例如塗裝膜 SF 的表面或其附近）的入射角度之差越小。其原因在於，光瞳面上的光穿過的位置之差與像面上的光的入射角度之差等價。因此，分別構成多束加工光 ELk 的多個光束在 fθ 透鏡 114 的光瞳面穿過的位置之差越小，加工系統 SYSd 將多束加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF 的狀態越接近經由遠心光學系統將多束加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF 的狀態。因而，加工系統 SYSd 能夠適當地將多束加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF。

【0168】 中繼光學系統 116d 亦可為使光照射裝置 11d 的多光束光學系統 112 的反射鏡 1123 及反射鏡 1125 各自的反射面 11231 及反射面 11251，與 fθ 透鏡 114 的光瞳面在光學上共軛的光學系統。而且，在使用多個多光束光學系統 112 的情況下，中繼光學系統 116d 亦可使多個多光束光學系統 112 中任一個反射鏡的反射

面與 fθ 透鏡 114 的光瞳面在光學上共軛。例如，中繼光學系統 116d 亦可使多個多光束光學系統 112 中任一個反射鏡 1123 或反射鏡 1125 的反射面 11231 或反射面 11251 與 fθ 透鏡 114 的光瞳面在光學上共軛。中繼光學系統 116d 亦可在光路中，使最靠光源 110 側的多光束光學系統 112 的反射鏡的反射面與最靠 fθ 透鏡 114 側的多光束光學系統 112 的反射鏡的反射面之間和 fθ 透鏡 114 的光瞳面在光學上共軛。例如，中繼光學系統 116d 亦可在光路中，使多個多光束光學系統 112 中最靠光源 110 側的多光束光學系統 112 的反射鏡 1123 的反射面 11231 或反射鏡 1125 的反射面 11251、與多個多光束光學系統 112 中最靠 fθ 透鏡 114 側的多光束光學系統 112 的反射鏡 1123 的反射面 11231 或反射鏡 1125 的反射面 11251 之間的光學面和 fθ 透鏡 114 的光瞳面在光學上共軛。

【0169】 再者，第四實施形態的加工系統 SYSd 亦可包括所述第二實施形態的加工系統 SYSb 至第三實施形態的加工系統 SYSc 中的至少一個所特有的構成元件。第三實施形態的加工系統 SYSc 所特有的構成元件包含與多個目標照射區域 EA 的位置關係的變更相關的構成元件（例如，驅動系統 1126c）。

【0170】 （5）第五實施形態的加工系統 SYSe

【0171】 繼而，對第五實施形態的加工系統 SYS（以下，將第五實施形態的加工系統 SYS 稱作「加工系統 SYSe」）進行說明。與所述第一實施形態的加工系統 SYSa 相比，第五實施形態的加工系統 SYSe 的不同之處在於，取代光照射裝置 11 而包括光照射裝置

11e。與光照射裝置 11 相比，光照射裝置 11e 的不同之處在於包括強度調整裝置 117e。加工系統 SYSe 的其他特徵亦可與所述加工系統 SYSa 的其他特徵相同。因而，以下，一邊參照圖 30，一邊對第五實施形態的光照射裝置 11e 所包括的強度調整裝置 117e 進行說明。圖 30 是表示第五實施形態的強度調整裝置 117e 的剖面圖。

【0172】 強度調整裝置 117e 調整多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 中的至少一束的強度。例如，強度調整裝置 117e 亦可調整多束加工光 ELk 中的至少一束的強度，以使得多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 的強度相同（即，一致）。或者，例如強度調整裝置 117e 亦可調整多束加工光 ELk 中的至少一束的強度，以使得多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 中的至少兩束的強度不同。再者，強度調整裝置 117e 亦可調整多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 的強度比。

【0173】 為了調整多束加工光 ELk 中的至少一束的強度，強度調整裝置 117e 如圖 30 所示，例如亦可包括強度感測器 1171e、強度感測器 1172e、波長板 1173e 及驅動系統 1174e。

【0174】 強度感測器 1171e 配置於反射鏡 1123。強度感測器 1171e 是可檢測向反射鏡 1123 入射的圓偏光 ELc1 的強度的檢測裝置。圓偏光 ELc1 的強度與在分離面 11211 進行了反射的 s 偏光 ELs1 的強度成比例。其原因在於，s 偏光 ELs1 穿過 1/4 波長板 1122 而轉換為圓偏光 ELc1。因而，強度感測器 1171e 亦可謂是可檢測圓

偏光 ELc1 的強度而間接地檢測 s 偏光 ELs1 的強度的檢測裝置。進而，圓偏光 ELc1 的強度與作為加工光 ELk 射出的 p 偏光 ELp1 的強度成比例。其原因在於，圓偏光 ELc1 穿過 1/4 波長板 1122 而轉換為 p 偏光 ELp1。因而，強度感測器 1171e 亦可謂是可檢測圓偏光 ELc1 的強度而間接地檢測 p 偏光 ELp1 的強度（即，多束加工光 ELk 中的一束的強度）的檢測裝置。再者，強度感測器 1171e 亦可檢測透過反射鏡 1123 的反射面的洩漏光。此時，強度感測器 1171e 亦可配置於反射鏡 1123 的背面側。

【0175】 強度感測器 1172e 配置於反射鏡 1125。強度感測器 1172e 是可檢測向反射鏡 1125 入射的圓偏光 ELc2 的強度的檢測裝置。圓偏光 ELc2 的強度與穿過了分離面 11211 的 p 偏光 ELp2 的強度成比例。其原因在於，p 偏光 ELp2 穿過 1/4 波長板 1124 而轉換為圓偏光 ELc2。因而，強度感測器 1172e 亦可謂是檢測圓偏光 ELc2 的強度而可間接地檢測 p 偏光 ELp2 的強度的檢測裝置。進而，圓偏光 ELc2 的強度與作為加工光 ELk 射出的 s 偏光 ELs2 的強度成比例。其原因在於，圓偏光 ELc2 穿過 1/4 波長板 1124 而轉換為 s 偏光 ELs2。因而，強度感測器 1172e 亦可謂是可檢測圓偏光 ELc2 的強度而間接地檢測 s 偏光 ELs2 的強度（即，多束加工光 ELk 中的一束的強度）的檢測裝置。再者，強度感測器 1172e 亦可檢測透過反射鏡 1125 的反射面的洩漏光。此時，強度感測器 1172e 亦可配置於反射鏡 1125 的背面側。

【0176】 波長板 1173e 配置在光源 110 與偏光分束器 1121 之間

的光源光 ELo 的光路上。因此，第四變形例中，光源光 ELo 經由波長板 1173e 入射至偏光分束器 1121。波長板 1173e 變更穿過波長板 1173e 的光源光 ELo 的偏光狀態。波長板 1173e 例如為 1/2 波長板，但亦可為其他種類的波長板（例如 1/4 波長板、1/8 波長板及 1 波長板中的至少一種）。

【0177】 驅動系統 1174e 可在控制裝置 2 的控制下移動波長板 1173e。具體而言，驅動系統 1174e 可移動波長板 1173e，以使得波長板 1173e 繞沿著光源光 ELo 的行進方向的軸旋轉。包含波長板 1173e 的光學軸在內的面通常與光源光 ELo 的行進方向交叉。因此，驅動系統 1174e 亦可謂可移動波長板 1173e，以使得包含波長板 1173e 的光學軸在內的表面繞沿著光源光 ELo 的行進的軸旋轉。

【0178】 若波長板 1173e 旋轉，則已穿過波長板 1173e 的光源光 ELo 的偏光狀態發生改變。尤其是，若波長板 1173e 旋轉，則已穿過波長板 1173e 的光源光 ELo 中所含的 p 偏光及 s 偏光的強度比發生改變。若已穿過波長板 1173e 的光源光 ELo 中所含的 p 偏光及 s 偏光的強度比發生改變，則由偏光分束器 1121 的分離面 11211 反射的 s 偏光 ELs1 及穿過分離面 11211 的 p 偏光 ELp1 的強度比發生改變。若 s 偏光 ELs1 及 p 偏光 ELp2 的強度比發生改變，則自 s 偏光 ELs1 轉換的加工光 ELk（即，p 偏光 ELp1）及自 p 偏光 ELp2 轉換的加工光 ELk（s 偏光 ELs2）的強度比發生改變。即，如圖 31 所示，若波長板 1173e 旋轉，則多光束光學系統 112 射出

的多束加工光 ELk 的強度比根據其旋轉角度而改變。若多束加工光 ELk 的強度比發生改變，則多束加工光 ELk 各自的強度亦發生改變。

【0179】 因此，驅動系統 1174e 能夠在控制裝置 2 的控制下，以穿過了波長板 1173e 的光源光 ELo 中所含的 p 偏光及 s 偏光的強度比成為所需比率的方式使波長板 1173e 旋轉，藉此將多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 的強度比設定為所需比率。即，驅動系統 1174e 能夠在控制裝置 2 的控制下，以穿過了波長板 1173e 的光源光 ELo 中所含的 p 偏光及 s 偏光各自的強度成為所需強度的方式使波長板 1173e 旋轉，藉此將多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 各自的強度設定為所需強度。具體而言，控制裝置 2 能夠基於強度感測器 1171e 及強度感測器 1172e 的檢測結果來指定圓偏光 ELc1 及圓偏光 ELc2 的強度（進而，強度比）。如上所述，圓偏光 ELc1 及圓偏光 ELc2 的強度（進而，強度比）與多束加工光 ELk 的強度（進而，強度比）等價。因此，控制裝置 2 能夠基於強度感測器 1171e 及強度感測器 1172e 的檢測結果，以多束加工光 ELk 的強度成為所需強度及/或多束加工光 ELk 的強度比成為所需比率的方式控制驅動系統 1174e，使波長板 1173e 旋轉。

【0180】 例如，驅動系統 1174e 亦可在控制裝置 2 的控制下使波長板 1173e 旋轉，以使得可根據強度感測器 1171e 及強度感測器 1172e 的檢測結果來指定的圓偏光 ELc1 及圓偏光 ELc2 的強度相同。此時，多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 的強度相

同（即，一致）。其結果，加工系統 SYSe 能夠照射強度一致的多束加工光 ELk，從而同時形成特性相同的多個凹狀結構 CP1。或者，例如，驅動系統 1174e 亦可在控制裝置 2 的控制下使波長板 1173e 旋轉，以使得可根據強度感測器 1171e 及強度感測器 1172e 的檢測結果來指定的圓偏光 ELc1 及圓偏光 ELc2 的強度不同。此時，多光束光學系統 112 輸出的多束加工光 ELk 的強度不同。其結果，加工系統 SYSe 能夠照射強度不同的多束加工光 ELk，從而同時形成特性不同的多個凹狀結構 CP1。

【0181】 再者，所述說明中，強度感測器 1171e 檢測圓偏光 ELc1 的強度。然而，強度感測器 1171e 亦可檢測自圓偏光 ELc1 轉換且作為加工光 ELk 射出的 p 偏光 ELp1 的強度。強度感測器 1171e 亦可檢測轉換為圓偏光 ELc1 的 s 偏光 ELs1 的強度。同樣地，所述說明中，強度感測器 1172e 檢測圓偏光 ELc2 的強度。然而，強度感測器 1172e 亦可檢測自圓偏光 ELc2 轉換且作為加工光 ELk 射出的 s 偏光 ELs2 的強度。強度感測器 1172e 亦可檢測轉換為圓偏光 ELc2 的 p 偏光 ELp2 的強度。

【0182】 再者，所述說明中，包括使波長板 1173e 在控制裝置 2 的控制下移動（旋轉）的驅動系統 1174e。然而，亦可利用機械機構來手動地移動（旋轉）波長板 1173e。

【0183】 而且，所述說明中，將強度感測器 1171e 及強度感測器 1172e 設置於反射鏡 1123 及反射鏡 1125。然而，強度感測器 1171e 及強度感測器 1172e 亦可設置在 fθ 透鏡 114 的射出側。此時，亦

可在與 fθ 透鏡 114 的光軸交叉的面內可移動地設置一個強度感測器。再者，加工系統 SYSe 亦可不包括強度感測器 1171e 及強度感測器 1172e。

【0184】 第五實施形態的加工系統 SYSe 亦可包括所述第二實施形態的加工系統 SYSb 至第四實施形態的加工系統 SYSd 中的至少一個所特有的構成元件。第四實施形態的加工系統 SYSd 所特有的構成元件包含與中繼光學系統 116d 相關的構成元件。

【0185】 （6）第六實施形態的加工系統 SYSf

【0186】 繼而，對第六實施形態的加工系統 SYS（以下，將第六實施形態的加工系統 SYS 稱作「加工系統 SYSf」）進行說明。與所述加工系統 SYSa 相比，第六實施形態的加工系統 SYSf 的不同之處在於，取代光照射裝置 11 而包括光照射裝置 11f。與光照射裝置 11 相比，光照射裝置 11f 的不同之處在於包括強度調整裝置 117f。第六實施形態的加工系統 SYSf 的其他特徵亦可與所述加工系統 SYSa 的其他特徵相同。因而，以下，一邊參照圖 32，一邊對第六實施形態的光照射裝置 11f 所包括的強度調整裝置 117f 進行說明。圖 32 是表示強度調整裝置 117f 的結構的剖面圖。

【0187】 與第五實施形態的強度調整裝置 117e 同樣地，強度調整裝置 117f 調整多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 中的至少一束的強度。強度調整裝置 117f 配置在光源 110 與偏光分束器 1121 之間的光源光 ELo 的光路上。因此，第六實施形態中，光源光 ELo 經由強度調整裝置 117f 入射至偏光分束器 1121。

【0188】 為了調整多束加工光 ELk 中的至少一束的強度，強度調整裝置 117f 如圖 32 所示，例如包括偏光分束器 1171f、1/4 波長板 1172f、反射鏡 1173f、1/4 波長板 1174f、反射鏡 1175f 及波長板 1176f。

【0189】 來自光源 110 的光源光 ELo 入射至偏光分束器 1171f 的分離面 11711f。光源光 ELo 中的 s 偏光 ELs01 在分離面 11711f 被反射。另一方面，光源光 ELo 中的 p 偏光 ELp02 穿過分離面 11711f。即，偏光分束器 1171f 將光源光 ELo 分支為 s 偏光 ELs01 及 p 偏光 ELp02。

【0190】 已由偏光分束器 1171f 反射的 s 偏光 ELs01 穿過 1/4 波長板 1172f。其結果，s 偏光 ELs01 轉換為圓偏光 ELc01。已穿過 1/4 波長板 1172f 的圓偏光 ELc01 由反射鏡 1173f 的反射面 11731f 反射。已由反射鏡 1173f 反射的圓偏光 ELc01 再次穿過 1/4 波長板 1172f，轉換為 p 偏光 ELp01。已穿過 1/4 波長板 1172f 的 p 偏光 ELp01 入射至偏光分束器 1171f 的分離面 11711f。

【0191】 另一方面，已穿過偏光分束器 1171f 的 p 偏光 ELp02 穿過 1/4 波長板 1174f。其結果，p 偏光 ELp02 轉換為圓偏光 ELc02。已穿過 1/4 波長板 1174f 的圓偏光 ELc02 由反射鏡 1175f 的反射面 11751f 反射。已由反射鏡 1175f 反射的圓偏光 ELc02 再次穿過 1/4 波長板 1174f，轉換為 s 偏光 ELs02。已穿過 1/4 波長板 1174f 的 s 偏光 ELs02 入射至偏光分束器 1171f 的分離面 11711f。

【0192】 已入射至分離面 11711f 的 p 偏光 ELp01 穿過分離面

11711f。另一方面，已入射至分離面 11711f 的 s 偏光 ELs02 由分離面 11711f 反射。此處，如圖 32 所示，以圓偏光 ELc01 相對於反射鏡 1173f 的反射面 11731f 的入射角度與圓偏光 ELc02 相對於反射鏡 1175f 的反射面 11751f 的入射角度相同的方式，對反射鏡 1173f 及反射鏡 1175f 進行對位。即，以反射鏡 1173f 的反射面 11731f 與沿著圓偏光 ELc01 的行進方向的軸所成的角度，和反射鏡 1175f 的反射面 11751f 與沿著圓偏光 ELc02 的行進方向的軸所成的角度相同的方式，對反射鏡 1173f 及反射鏡 1175f 進行對位。圖 32 表示了以圓偏光 ELc01 相對於反射面 11731f 垂直入射，且圓偏光 ELc02 相對於反射面 11751f 垂直入射的方式，對反射鏡 1173f 及反射鏡 1175f 進行對位的一例。其結果，沿著已穿過分離面 11711f 的 p 偏光 ELp01 的行進方向的軸與沿著已由分離面 11711f 反射的 s 偏光 ELs02 的行進方向的軸平行。即，已穿過分離面 11711f 的 p 偏光 ELp01 的行進方向與已由分離面 11711f 反射的 s 偏光 ELs02 的行進方向一致。換言之，已穿過分離面 11711f 的 p 偏光 ELp01 的光路與已由分離面 11711f 反射的 s 偏光 ELs02 的光路重合。因而，偏光分束器 1171f 射出相當於 p 偏光 ELp01 的射出光 ELg01 與相當於 s 偏光 ELs02 的射出光 ELg02 重疊而成的合成光 ELg。即，將射出光 ELg01 及射出光 ELg02 這兩束光射出的偏光分束器 1171f 實質上射出將射出光 ELg01 及射出光 ELg02 合成所得的實質上為一束的合成光 ELg。再者，圖 32 中，為了便於說明，將已穿過分離面 11711f 的 p 偏光 ELp01 的光路（即，射

出光 ELg01 的光路）與已由分離面 1171f 反射的 s 偏光 ELs02 的光路（即，射出光 ELg02 的光路）稍微錯開地進行記載，但實際上，所述兩個光路重合。

【0193】 偏光分束器 1171f 射出的合成光 ELg 入射至波長板 1176f。波長板 1176f 是可變更穿過波長板 1176f 的合成光 ELg 的偏光狀態（即，構成合成光 ELg 的兩束射出光 ELg01 及 ELg02 各自的偏光狀態）的光學元件。波長板 1176f 例如為 1/4 波長板，但亦可為其他種類的波長板（例如 1/2 波長板、1/8 波長板及 1 波長板中的至少一種）。例如，波長板 1176f 亦可將合成光 ELg 轉換為圓偏光（或者，直線偏光以外的偏光或非偏光）。在波長板 1176f 為 1/4 波長板的情況下，波長板 1176f 可將為直線偏光的合成光 ELg 轉換為圓偏光。或者，即便在波長板 1176f 並非 1/4 波長板的情況下，若波長板 1176f 的特性得到適當設定，則波長板 1176f 亦可將合成光 ELg 轉換為圓偏光（或者，直線偏光以外的偏光或非偏光）。例如，波長板 1176f 的板厚亦可設定為可將合成光 ELg 的偏光狀態變更為所需狀態的所需板厚。例如，波長板 1176f 的光學軸的方向亦可設定為可將合成光 ELg 的偏光狀態變更為所需狀態的所需方向。

【0194】 已穿過波長板 1176f 的光作為新的光源光 ELo'入射至多光束光學系統 112。因此，新的光源光 ELo'相當於藉由利用波長板 1176f 將射出光 ELg01 的偏光狀態偏轉而獲得的光源光 ELo01'、與藉由利用波長板 1176f 將射出光 ELg02 的偏光狀態偏

轉而獲得的光源光 ELo02'重疊而成的光。在此種光源光 ELo'入射至多光束光學系統 112 的情況下，與所述光源光 ELo 入射至多光束光學系統 112 的情況同樣地，多光束光學系統 112 將光源光 ELo'分支為多束加工光 ELk。

【0195】 再者，如由圖 32 可知般，強度調整裝置 117f 所包括的偏光分束器 1171f、1/4 波長板 1172f、反射鏡 1173f、1/4 波長板 1174f 及反射鏡 1175f 分別具有與多光束光學系統 112 所包括的偏光分束器 1121、1/4 波長板 1122、反射鏡 1123、1/4 波長板 1124 及反射鏡 1125 相同的功能。但是，強度調整裝置 117f 中，圓偏光 ELc01 相對於反射鏡 1173f 的入射角度與圓偏光 ELc02 相對於反射鏡 1175f 的入射角度相同，該方面和圓偏光 ELc1 相對於反射鏡 1123 的入射角度與圓偏光 ELc2 相對於反射鏡 1125 的入射角度不同的多光束光學系統 112 不同。進而，強度調整裝置 117f 所包括的波長板 1176f 具有與第二實施形態中說明的波長板 115b（即，配置於兩個多光束光學系統 112 之間的光路的波長板 115b）相同的功能。因而，強度調整裝置 117f 可謂與第二實施形態的加工系統 SYSb 所包括的最上段的（即，最靠近光源 110 的）多光束光學系統 112 及包括該最上段的多光束光學系統 112 射出的加工光 ELk 穿過的波長板 115b 的光學系統（其中，以圓偏光 ELc1 相對於反射鏡 1123 的入射角度與圓偏光 ELc2 相對於反射鏡 1125 的入射角度相同的方式，對反射鏡 1123 及反射鏡 1125 進行對位）等價。

【0196】 若光源光 ELo 經由此種強度調整裝置 117f 入射至多光

束光學系統 112，則多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 的強度相同（即，一致）。以下，一邊參照圖 33 的（a）至圖 33 的（c），一邊對其技術理由進行說明。圖 33 的（a）至圖 33 的（c）分別表示了經由強度調整裝置 117f 及多光束光學系統 112 將光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk 的過程、以及在該過程中生成的光的強度及該光在塗裝膜 SF（或者，規定的光學面）上形成的光束點。其中，圖 33 的（a）表示了在光源 110 射出的光源光 ELo 中包含強度一致的 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 的情況下，光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk 的過程。圖 33 的（b）表示了在光源 110 射出的光源光 ELo 中包含強度較 p 偏光 ELp02 更低的 s 偏光 ELs01 的情況下，光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk 的過程。圖 33 的（c）表示了在光源 110 射出的光源光 ELo 中包含強度較 p 偏光 ELp02 更高的 s 偏光 ELs01 的情況下，光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk 的過程。

【0197】 如圖 33 的（a）至圖 33 的（c）所示，強度調整裝置 117f 首先使用偏光分束器 1171f 將光源光 ELo 分支為 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01。此時，在圖 33 的（a）所示的示例中，已分支的 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 的強度一致。再者，此處所謂的強度是指塗裝膜 SF 上的每單位面積的強度。因此，在圖 33 的（a）所示的示例中，若假定為暫時將已分支的 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 照射至塗裝膜 SF，則已分支的 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 所形成的光束點成為大致相同的大小。另一方面，在圖 33 的（b）

及圖 33 的（c）分別所示的示例中，已分支的 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 的強度不一致。因此，在圖 33 的（b）及圖 33 的（c）分別所示的示例中，若假定為暫時將已分支的 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 照射至塗裝膜 SF，則已分支的 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 所形成的光束點成為不同的大小。

【0198】 隨後，強度調整裝置 117f 使用 1/4 波長板 1172f 及 1/4 波長板 1174f 以及反射鏡 1173f 及反射鏡 1175f，將已分支的 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 轉換為 s 偏光 ELs02 及 p 偏光 ELp01(即，射出光 ELg01 及射出光 ELg02)。圖 33 的（a）所示的示例中，由於 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 的強度一致，因而自 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 分別生成的射出光 ELg01 及射出光 ELg02 的強度亦一致。另一方面，在圖 33 的（b）及圖 33 的（c）分別所示的示例中，由於 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 的強度不一致，因而自 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 分別生成的射出光 ELg01 及射出光 ELg02 的強度亦不一致。

【0199】 隨後，強度調整裝置 117f 使用偏光分束器 1171f 來對射出光 ELg01 及射出光 ELg02 進行合成，生成合成光 ELg，隨後使用波長板 1176f 將合成光 ELg 轉換為新的光源光 ELo'。新的光源光 ELo'是藉由利用波長板 1176f 變更射出光 ELg01 的偏光狀態而獲得的光源光 ELo01'、與藉由利用波長板 1176f 變更射出光 ELg02 的偏光狀態而獲得的光源光 ELo02'重疊而成的光

【0200】 隨後，多光束光學系統 112 將新的光源光 ELo'分支為多

束加工光 ELk。具體而言，由於光源光 ELo'是光源光 ELo01'及光源光 ELo02'重疊而成的光，因此多光束光學系統 112 將光源光 ELo01'分支為多束加工光 ELk01，並且將光源光 ELo02'分支為多束加工光 ELk02。但是，由於光源光 ELo01'及光源光 ELo02'重疊（即，光源光 ELo01'的光路與光源光 ELo02'的光路重疊），因此多束加工光 ELk01 與多束加工光 ELk02 亦分別重合。其結果，如圖 33 的（a）至圖 33 的（c）所示，多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 分別為將加工光 ELk01 與加工光 ELk02 合成而得的光。因此，無論光源光 ELo 中所含的 s 偏光 ELs01 及 p 偏光 ELp02 的強度比如何，多束加工光 ELk 的強度均一致。即，在 s 偏光 ELs01 與 p 偏光 ELp02 的強度一致的情況及 s 偏光 ELs01 與 p 偏光 ELp02 的強度不一致的情況的任一情況下，多束加工光 ELk 的強度均一致。

【0201】 再者，作為比較例，圖 34 的（a）至圖 34 的（c）表示了不經由強度調整裝置 117f 而藉由多光束光學系統 112 將光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk 的過程、以及在該過程中生成的光的強度及該光在塗裝膜 SF（或者規定的光學面）上形成的光束點。尤其是，圖 34 的（a）表示了在光源光 ELo 中包含強度一致的 p 偏光 ELp2 及 s 偏光 ELs1 的情況下，光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk 的過程。圖 34 的（b）表示了在光源光 ELo 中包含強度低於 p 偏光 ELp2 的 s 偏光 ELs1 的情況下，光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk 的過程。圖 34 的（c）表示了在光源光 ELo 中包含強

度高於 p 偏光 ELp2 的 s 偏光 ELs1 的情況下，光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk 的過程。如圖 34 的（a）所示，在光源光 ELo 中包含強度一致的 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 的情況下，即便不使用強度調整裝置 117f，多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 的強度亦一致。另一方面，如圖 34 的（b）及圖 34 的（c）所示，在光源光 ELo 中包含強度不一致的 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 的情況下，若不使用強度調整裝置 117f，則多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 的強度變得不一致。因而，當在光源光 ELo 中包含強度不一致的 p 偏光 ELp02 及 s 偏光 ELs01 的狀況下，想要使多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 的強度一致時，第六實施形態中說明的強度調整裝置 1117f 尤其有用。

【0202】 再者，根據光源 110 的特性，若改變光源 110 射出的光源光 ELo 的強度，則有時該光源光 ELo 的偏光狀態（例如偏光方向及橢圓率）發生改變。進而，根據光源 110 的特性，在光源 110 射出光源光 ELo 的期間內，有時該光源光 ELo 的偏光狀態發生改變。尤其是，在自光源 110 開始射出光源光 ELo 至經過規定時間的期間內，該光源光 ELo 的偏光狀態發生改變的可能性相對高。

即便在如上所述光源光 ELo 的偏光狀態發生改變的情況下，第六實施形態的強度調整裝置 117f 亦能夠不進行與光源光 ELo 的偏光狀態的變化相對應的特別處理地，使多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 的強度一致。再者，即便為所述第五實施形態的強度調整裝置 117e，只要根據光源光 ELo 的偏光狀態的變化使波

長板 1173e 旋轉，則能夠使多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 的強度一致，或者將多束加工光 ELk 各自的強度設定為所需強度。

【0203】 再者，第六實施形態的加工系統 SYSf 亦可包括所述第二實施形態的加工系統 SYSb 至第五實施形態的加工系統 SYSe 中的至少一個所特有的構成元件。第五實施形態的加工系統 SYSe 所特有的構成元件包含與強度調整裝置 117e 相關的構成元件。

【0204】 （7）第七實施形態的加工系統 SYSg

【0205】 繼而，對第七實施形態的加工系統 SYS（以下，將第七實施形態的加工系統 SYS 稱作「加工系統 SYSg」）進行說明。第七實施形態的加工系統 SYSg 與所述第二實施形態的加工系統 SYSb 同樣，將光源光 ELo 分支為三束以上的加工光 ELk。但是，第七實施形態的加工系統 SYSg 中使用單個多光束光學系統 112g 將光源光 ELo 分支為三束以上的加工光 ELk，該方面與多級連接多個多光束光學系統 112 而將光源光 ELo 分支為三束以上的加工光 ELk 的所述加工系統 SYSb 不同。第七實施形態的加工系統 SYSg 的其他特徵亦可與所述加工系統 SYSb 的其他特徵相同。因而，以下，一邊參照圖 35 到圖 39，一邊對第七實施形態的多光束光學系統 112g 進行說明。再者，圖 35 表示了將光源光 ELo 分支為十六束加工光 ELk 的多光束光學系統 112g 的結構的一例，但只要能夠將光源光 ELo 分支為三束以上的加工光 ELk，則多光束光學系統 112g 的結構不定限於圖 35 所示的結構。

【0206】 如圖 35 所示，多光束光學系統 112g 包括：偏光分束器 1121g、1/4 波長板 1122g、反射鏡 1123g-1、反射鏡 1123g-2、反射鏡 1123g-3、1/4 波長板 1124g、反射鏡 1125g-1、反射鏡 1125g-2、反射鏡 1125g-3、波長板 1126g-1、反射稜鏡（或者其他任意的反射光學元件，例如回歸反射鏡）1127g-1、波長板 1126g-2、反射稜鏡（或其他任意的反射光學元件，例如回歸反射鏡）1127g-2 及反射鏡 1128g。

【0207】 如圖 36 所示，來自光源 110 的光源光 ELo#1 入射至偏光分束器 1121g 的分離面 11211g。此時，在圖 36 所示的示例中，光源光 ELo#1 經由波長板 1126g-2 入射至偏光分束器 1121g，但亦可不經由波長板 1126g-2 而入射至偏光分束器 1121g。光源光 ELo#1 中的 s 偏光 ELs1#1 在分離面 11211g 被反射。另一方面，光源光 ELo#1 中的 p 偏光 ELp2#1 穿過分離面 11211g。

【0208】 已由偏光分束器 1121g 反射的 s 偏光 ELs1#1 穿過 1/4 波長板 1124g。其結果，s 偏光 ELs1#1 轉換為圓偏光 ELc1#1。已穿過 1/4 波長板 1124g 的圓偏光 ELc1#1 由反射鏡 1125g-1 的反射面 11251g-1 反射。已由反射鏡 1125g-1 反射的圓偏光 ELc1#1 再次穿過 1/4 波長板 1124g，轉換為 p 偏光 ELp1#1。已穿過 1/4 波長板 1124g 的 p 偏光 ELp1#1 入射至偏光分束器 1121g 的分離面 11211g。另一方面，已穿過偏光分束器 1121g 的 p 偏光 ELp2#1 穿過 1/4 波長板 1122g。其結果，p 偏光 ELp2#1 轉換為圓偏光 ELc2#1。已穿過 1/4 波長板 1122g 的圓偏光 ELc2#1 由反射鏡

1123g-1 的反射面 11231g-1 反射。已由反射鏡 1123g-1 反射的圓偏光 ELc2#1 再次穿過 1/4 波長板 1122g，轉換為 s 偏光 ELs2#1。已穿過 1/4 波長板 1122g 的 s 偏光 ELs2#1 入射至偏光分束器 1121g 的分離面 11211g。

【0209】 已入射至分離面 11211g 的 p 偏光 ELp1#1 穿過分離面 11211g。另一方面，已入射至分離面 11211g 的 s 偏光 ELs2#1 由分離面 11211g 反射。此處，以圓偏光 ELc1#1 相對於反射鏡 1125g-1 的反射面 11251g-1 的入射角度與圓偏光 ELc2#1 相對於反射鏡 1123g 的反射面 11231g-1 的入射角度不同的方式，對反射鏡 1123g-1 及反射鏡 1125g-1 進行對位。其結果，沿著已穿過分離面 11211g 的 p 偏光 ELp1#1 的行進方向的軸與沿著已由分離面 11211g 反射的 s 偏光 ELs2#1 的行進方向的軸交叉。因此，已穿過分離面 11211g 的 p 偏光 ELp1#1 及在分離面 11211g 進行了反射的 s 偏光 ELs2#1 分別作為射出光 ELe#21 及射出光 ELe#22，自偏光分束器 1121g 朝向波長板 1126g-1 射出。在該階段，首先，光源光 ELo 分支為兩束射出光 ELe#21 及 ELe#22。

【0210】 隨後，如圖 37 所示，自偏光分束器 1121g 射出的兩束射出光 ELe#21 及 ELe#22 分別穿過波長板 1126g-1，由反射稜鏡 1127g-1 反射，並再次穿過波長板 1126g-1。已兩次穿過波長板 1126g-1 的兩束射出光 ELe#21 及 ELe#22 分別作為兩束入射光 ELi#21 及 ELi#22 入射至偏光分束器 1121g 的分離面 11211g。即，波長板 1126g-1 及反射稜鏡 1127g-1 作為將自偏光分束器 1121g 射

出的射出光 ELe 轉換為入射至偏光分束器 1121g 的入射光 ELi(進而，將已轉換的入射光 ELi 返回至偏光分束器 1121g）的光學系統發揮功能。反射稜鏡 1127g-1 能夠設為具有彼此交叉的多個反射面的直角稜鏡。

【0211】 波長板 1126g-1 變更穿過波長板 1126g-1 的射出光 ELe#21 及射出光 ELe#22 各自的偏光狀態。波長板 1126g-1 例如為 1/4 波長板，但亦可為其他種類的波長板（例如 1/2 波長板、1/8 波長板及 1 波長板中的至少一種）。第七實施形態中，波長板 1126g-1 尤其是以變更兩束射出光 ELe#21 及 ELe#22 各自的偏光狀態而使入射光 ELi#21 及入射光 ELi#22 分別（即，已兩次穿過波長板 1126g-1 的射出光 ELe#21 及射出光 ELe#22 分別）成為圓偏光（或者，直線偏光以外的偏光或非偏光）的方式，設定其特性。再者，作為波長板 1126g-1 的特性的一例，可列舉波長板 1126g-1 的板厚、波長板 1126g-1 的光學軸的方向、及波長板 1126g-1 與反射稜鏡 1127g-1 的相對位置（尤其是波長板 1126g-1 的光學軸與反射稜鏡 1127g-1 的移送軸的相對方位的關係)中的至少一者。此處，在反射稜鏡 1127g-1 為具有彼此交叉的兩個反射面的直角稜鏡的情況下，反射稜鏡 1127g-1 的移送軸可為在與兩個反射面的稜線正交的方向上延伸的軸，亦可為沿著自兩個反射面中的一個反射面朝向另一個反射面的光的行進方向的軸。而且，反射稜鏡 1127g-1 的移送軸亦可為連結向反射稜鏡 1127g-1 的入射光的（入射面上的）入射位置及該入射光自反射稜鏡 1127g-1 射出時

的（射出面上的）射出位置的軸。

【0212】 入射光 ELi#21 中的 s 偏光 ELs1#21 在分離面 11211g 被反射。另一方面，入射光 ELi#21 中的 p 偏光 ELp2#21 穿過分離面 11211g。同樣地，入射光 ELi#22 中的 s 偏光 ELs1#22 在分離面 11211g 被反射。另一方面，入射光 ELi#22 中的 p 偏光 ELp2#22 穿過分離面 11211g。

【0213】 已由偏光分束器 1121g 反射的 s 偏光 ELs1#21 及 s 偏光 ELs1#22 穿過 1/4 波長板 1122g。其結果，s 偏光 ELs1#21 及 s 偏光 ELs1#22 分別轉換為圓偏光 ELc1#21 及圓偏光 ELc1#22。已穿過 1/4 波長板 1122g 的圓偏光 ELc1#21 及圓偏光 ELc1#22 分別由反射鏡 1123g-2 的反射面 11231g-2 反射。已由反射鏡 1123g-2 反射的圓偏光 ELc1#21 及圓偏光 ELc1#22 再次穿過 1/4 波長板 1122g，分別轉換為 p 偏光 ELp1#21 及 p 偏光 ELp1#22。已穿過 1/4 波長板 1122g 的 p 偏光 ELp1#21 及 p 偏光 ELp1#22 入射至偏光分束器 1121g 的分離面 11211g。另一方面，已穿過偏光分束器 1121g 的 p 偏光 ELp2#21 及 p 偏光 ELp2#22 穿過 1/4 波長板 1124g。其結果，p 偏光 ELp2#21 及 p 偏光 ELp2#22 分別轉換為圓偏光 ELc2#21 及圓偏光 ELc2#22。已穿過 1/4 波長板 1124g 的圓偏光 ELc2#21 及圓偏光 ELc2#22 由反射鏡 1125g-1 的反射面 11251g-1 反射。已由反射鏡 1125g-1 反射的圓偏光 ELc2#21 及圓偏光 ELc2#22 再次穿過 1/4 波長板 1124g，分別轉換為 s 偏光 ELs2#21 及 s 偏光 ELs2#22。已穿過 1/4 波長板 1124g 的 s 偏光 ELs2#21 及

s 偏光 ELs2#22 入射至偏光分束器 1121g 的分離面 11211g。

【0214】 已入射至分離面 11211g 的 p 偏光 ELp1#21 及 p 偏光 ELp1#22 穿過分離面 11211g。另一方面，已入射至分離面 11211g 的 s 偏光 ELs2#21 及 s 偏光 ELs2#22 在分離面 11211g 被反射。此處，以圓偏光 ELc1#21 及圓偏光 ELc1#22 相對於反射鏡 1123g-2 的反射面 11231g-1 的入射角度分別與圓偏光 ELc2#1 及圓偏光 ELc2#22 相對於反射鏡 1125g-1 的反射面 11251g-1 的入射角度不同的方式，對反射鏡 1123g-2 及反射鏡 1125g-1 進行對位。其結果，沿著已穿過分離面 11211g 的 p 偏光 ELp1#21 及 p 偏光 ELp1#22 的行進方向的軸與沿著已由分離面 11211g 反射的 s 偏光 ELs2#21 及 s 偏光 ELs2#22 的行進方向的軸彼此交叉。因此，已穿過分離面 11211g 的 p 偏光 ELp1#21 及 p 偏光 ELp1#22 以及在分離面 11211g 進行了反射的 s 偏光 ELs2#21 及 s 偏光 ELs2#22 分別作為射出光 ELe#31 至射出光 ELe#34，自偏光分束器 1121g 朝向波長板 1126g-2 射出。如上所述，在圖 37 所示的過程中，兩束入射光 ELi#21 及 ELi#22 分支為四束射出光 ELe#31 至 ELe#34。即，在該階段，光源光 ELo 分支為四束射出光 ELe#31 至 ELe#34。

【0215】 如由圖 36 及圖 37 可知般，圖 36 所示的過程中的光路（即，光源光 ELo 分支為兩束射出光 ELe#21 及 ELe#22 的過程中的光路）、與圖 37 所示的過程中的光路（即，兩束射出光 ELe#21 及 ELe#22 分支為四束射出光 ELe#31 至 ELe#34 的過程中的光路）不重疊。換言之，圖 36 所示的過程中的光路與圖 37 所示的過程

中的光路在光學上分離。即，在圖 37 所示的過程中，光在與圖 36 所示的過程中傳播光的光路（即，空間）不同的光路中傳播。但是，圖 36 所示的過程中的光路與圖 37 所示的過程中的光路亦可至少局部重疊。

【0216】 隨後，如圖 38 所示，自偏光分束器 1121g 射出的四束射出光 ELe#31 至 ELe#34 分別穿過波長板 1126g-2，由反射稜鏡 1127g-2 反射，並再次穿過波長板 1126g-2。已兩次穿過波長板 1126g-2 的四束射出光 ELe#31 至 ELe#34 分別作為四束入射光 ELi#31 至 ELi#34 入射至偏光分束器 1121g 的分離面 11211g。即，波長板 1126g-2 及反射稜鏡 1127g-2 作為將自偏光分束器 1121g 射出的射出光 ELe 轉換為入射至偏光分束器 1121g 的入射光 ELi（進而，將已轉換的入射光 ELi 返回至偏光分束器 1121f）的光學系統發揮功能。反射稜鏡 1127g-2 可為具有彼此交叉的多個反射面的直角稜鏡。

【0217】 波長板 1126g-2 變更穿過波長板 1126g-2 的射出光 ELe#31 至射出光 ELe#34 各自的偏光狀態。波長板 1126g-2 例如為 1/4 波長板，但亦可為其他種類的波長板（例如 1/2 波長板、1/8 波長板及 1 波長板中的至少一種）。第七實施形態中，波長板 1126g-2 尤其是以變更四束射出光 ELe#31 至 ELe#34 各自的偏光狀態而使入射光 ELi#31 至入射光 ELi#34 分別（即，已兩次穿過波長板 1126g-2 的射出光 ELe#31 至射出光 ELe#34 分別）成為圓偏光（或者，直線偏光以外的偏光或非偏光）的方式，設定其特

性。再者，作為波長板 1126g-2 的特性的一例，可列舉波長板 1126g-2 的板厚、波長板 1126g-2 的光學軸的方向、及波長板 1126g-2 與反射稜鏡 1127g-2 的相對位置（尤其是波長板 1126g-2 的光學軸與反射稜鏡 1127g-2 的移送軸的相對方位的關係）中的至少一者。此處，在反射稜鏡 1127g-2 為具有彼此交叉的兩個反射面的直角稜鏡的情況下，反射稜鏡 1127g-2 的移送軸可為在與兩個反射面的稜線正交的方向上延伸的軸，亦可為沿著自兩個反射面中的一個反射面朝向另一個反射面的光的行進方向的軸。而且，反射稜鏡 1127g-2 的移送軸亦可為連結向反射稜鏡 1127g-2 的入射光的（入射面上的）入射位置及該入射光自反射稜鏡 1127g-2 射出時的（射出面上的）射出位置的軸。

【0218】 入射光 ELi#31 至入射光 ELi#34 中分別所含的 s 偏光 ELs1#31 至 s 偏光 ELs1#34 在分離面 11211g 被反射。另一方面，入射光 ELi#31 至入射光 ELi#34 中分別所含的 p 偏光 ELp2#31 至 p 偏光 ELp2#34 穿過分離面 11211g。

【0219】 已由偏光分束器 1121g 反射的 s 偏光 ELs1#31 至 s 偏光 ELs1#34 穿過 1/4 波長板 1124g。其結果，s 偏光 ELs1#31 至 s 偏光 ELs1#34 分別轉換為圓偏光 ELc1#31 至圓偏光 ELc1#34。已穿過 1/4 波長板 1124g 的圓偏光 ELc1#31 至圓偏光 ELc1#34 分別由反射鏡 1125g-2 的反射面 11251g-2 反射。已由反射鏡 1125g-2 反射的圓偏光 ELc1#31 至圓偏光 ELc1#34 再次穿過 1/4 波長板 1124g，分別轉換為 p 偏光 ELp1#31 至 p 偏光 ELp1#34。已穿過

1/4 波長板 1124g 的 p 偏光 ELp1#31 至 p 偏光 ELp1#34 入射至偏光分束器 1121g 的分離面 11211g。另一方面，已穿過偏光分束器 1121g 的 p 偏光 ELp2#31 至 p 偏光 ELp2#34 穿過 1/4 波長板 1122g。其結果，p 偏光 ELp2#31 至 p 偏光 ELp2#34 分別轉換為圓偏光 ELc2#31 至圓偏光 ELc2#34。已穿過 1/4 波長板 1122g 的圓偏光 ELc2#31 至圓偏光 ELc2#34 由反射鏡 1123g-3 的反射面 11231g-3 反射。已由反射鏡 1123g-3 反射的圓偏光 ELc2#31 至圓偏光 ELc2#34 再次穿過 1/4 波長板 1122g，分別轉換為 s 偏光 ELs2#31 至 s 偏光 ELs2#34。已穿過 1/4 波長板 1122g 的 s 偏光 ELs2#31 至 s 偏光 ELs2#34 入射至偏光分束器 1121g 的分離面 11211g。

【0220】 已入射至分離面 11211g 的 p 偏光 ELp1#31 至 p 偏光 ELp1#34 穿過分離面 11211g。另一方面，已入射至分離面 11211g 的 s 偏光 ELs2#31 至 s 偏光 ELs2#34 在分離面 11211g 被反射。此處，以圓偏光 ELc1#31 至圓偏光 ELc1#34 相對於反射鏡 1125g-2 的反射面 11251g-2 的入射角度與圓偏光 ELc2#31 至圓偏光 ELc2#34 相對於反射鏡 1123g-3 的反射面 11231g-3 的入射角度不同的方式，對反射鏡 1123g-3 及反射鏡 1125g-2 進行對位。其結果，沿著已穿過分離面 11211g 的 p 偏光 ELp1#31 至 p 偏光 ELp1#34 的行進方向的軸與沿著已由分離面 11211g 反射的 s 偏光 ELs2#31 至 s 偏光 ELs2#34 的行進方向的軸彼此交叉。因此，已穿過分離面 11211g 的 p 偏光 ELp1#31 至 p 偏光 ELp1#34 以及在分離面 11211g 進行了反射的 s 偏光 ELs2#31 至 s 偏光 ELs2#34 分別作為

射出光 ELe#41 至射出光 ELe#48，自偏光分束器 1121g 朝向波長板 1126g-1 射出。如上所述，在圖 38 所示的過程中，四束入射光 ELi#31 至 ELi#34 分支為八束射出光 ELe#41 至 ELe#48。即，在該階段，光源光 ELo 分支為八束射出光 ELe#41 至 ELe#48。

【0221】 如由圖 36 至圖 38 可知般，圖 36 及圖 37 分別所示的過程中的光路、與圖 38 所示的過程中的光路(即，四束射出光 ELe#31 至 ELe#34 分支為八束射出光 ELe#41 至 ELe#48 的過程中的光路）不重疊。但是，圖 38 所示的過程中的光路與圖 36 至圖 37 的至少一個所示的過程的至少一者中的光路亦可至少局部重疊。

【0222】 隨後，如圖 39 所示，自偏光分束器 1121g 射出的八束射出光 ELe#41 至 ELe#48 分別穿過波長板 1126g-1，由反射稜鏡 1127g-1 反射，並再次穿過波長板 1126g-1。已兩次穿過波長板 1126g-1 的八束射出光 ELe#41 至 ELe#48 分別作為八束入射光 ELi#41 至 ELi#48 入射至偏光分束器 1121g 的分離面 11211g。波長板 1126g-1 是以變更八束射出光 ELe#41 至 ELe#48 各自的偏光狀態而使入射光 ELi#41 至入射光 ELi#48 分別（即，已兩次穿過波長板 1126g-1 的射出光 ELe#41 至射出光 ELe#48 分別）成為圓偏光（或者，直線偏光以外的偏光或非偏光）的方式，設定其特性。

【0223】 入射光 ELi#41 至入射光 ELi#48 中分別所含的 s 偏光 ELs1#41 至 s 偏光 ELs1#48 在分離面 11211g 被反射。另一方面，入射光 ELi#41 至入射光 ELi#48 中分別所含的 p 偏光 ELp2#41 至

p 偏光 ELp2#48 穿過分離面 11211g。

【0224】 已由偏光分束器 1121g 反射的 s 偏光 ELs1#41 至 s 偏光 ELs1#48 穿過 1/4 波長板 1122g。其結果，s 偏光 ELs1#41 至 s 偏光 ELs1#48 分別轉換為圓偏光 ELc1#41 至圓偏光 ELc1#48。已穿過 1/4 波長板 1122g 的圓偏光 ELc1#41 至圓偏光 ELc1#48 分別由反射鏡 1123g-3 的反射面 11231g-3 反射。已由反射鏡 1123g-3 反射的圓偏光 ELc1#41 至圓偏光 ELc1#48 再次穿過 1/4 波長板 1122g，分別轉換為 p 偏光 ELp1#41 至 p 偏光 ELp1#48。已穿過 1/4 波長板 1122g 的 p 偏光 ELp1#41 至 p 偏光 ELp1#48 入射至偏光分束器 1121g 的分離面 11211g。另一方面，已穿過偏光分束器 1121g 的 p 偏光 ELp2#41 至 p 偏光 ELp2#48 穿過 1/4 波長板 1124g。其結果，p 偏光 ELp2#41 至 p 偏光 ELp2#48 分別轉換為圓偏光 ELc2#41 至圓偏光 ELc2#48。已穿過 1/4 波長板 1124g 的圓偏光 ELc2#41 至圓偏光 ELc2#48 由反射鏡 1125g-3 的反射面 11251g-3 反射。已由反射鏡 1125g-3 反射的圓偏光 ELc2#41 至圓偏光 ELc2#48 再次穿過 1/4 波長板 1124g，分別轉換為 s 偏光 ELs2#41 至 s 偏光 ELs2#48。已穿過 1/4 波長板 1124g 的 s 偏光 ELs2#41 至 s 偏光 ELs2#48 入射至偏光分束器 1121g 的分離面 11211g。

【0225】 已入射至分離面 11211g 的 p 偏光 ELp1#41 至 p 偏光 ELp1#48 穿過分離面 11211g。另一方面，已入射至分離面 11211g 的 s 偏光 ELs2#41 至 s 偏光 ELs2#48 在分離面 11211g 被反射。此處，以圓偏光 ELc1#41 至圓偏光 ELc1#48 相對於反射鏡 1123g-3

的反射面 11231g-3 的入射角度與圓偏光 ELc2#41 至圓偏光 ELc2#48 相對於反射鏡 1125g-3 的反射面 11251g-3 的入射角度不同的方式，對反射鏡 1123g-3 及反射鏡 1125g-3 進行對位。其結果，沿著已穿過分離面 11211g 的 p 偏光 ELp1#41 至 p 偏光 ELp1#48 的行進方向的軸與沿著已由分離面 11211g 反射的 s 偏光 ELs2#41 至 s 偏光 ELs2#48 的行進方向的軸彼此交叉。因此，已穿過分離面 11211g 的 p 偏光 ELp1#41 至 p 偏光 ELp1#48 以及在分離面 11211g 進行了反射的 s 偏光 ELs2#41 至 s 偏光 ELs2#48 分別作為射出光 ELe#001 至射出光 ELe#016，自偏光分束器 1121g 朝向反射鏡 1128g 射出。如上所述，在圖 39 所示的過程中，八束入射光 ELi#41 至 ELi#48 分支為十六束射出光 ELe#001 至 ELe#016。即，在該階段，光源光 ELo 分支為十六束射出光 ELe#001 至 ELe#016。

【0226】 如由圖 36 至圖 39 可知般，圖 36 至圖 38 分別所示的過程中的光路、與圖 39 所示的過程中的光路(即，八束射出光 ELe#41 至 ELe#48 分支為十六束射出光 ELe#001 至 ELe#016 的過程中的光路）不重疊。但是，圖 39 所示的過程中的光路與圖 36 至圖 38 的至少一個所示的過程中的光路亦可至少局部重疊。

【0227】 反射鏡 1128g 將十六束射出光 ELe#001 至 ELe#016 作為十六束加工光 ELk 朝向檢流計鏡 113 反射。因而，多光束光學系統 112g 可在將光源光 ELo 分支為十六束加工光 ELk 的基礎上，將該十六束加工光 ELk 朝向檢流計鏡 113 射出。

【0228】 如上所述，與第二實施形態的加工系統 SYSb 同樣地，

第七實施形態的加工系統 SYSg 能夠將 2^N 束加工光 ELk 同時照射至塗裝膜 SF。因此，與溝槽結構的形成相關的生產率提高。進而，第七實施形態的加工系統 SYSg 能夠使用單個多光束光學系統 112g，將光源光 ELo 分支為三束以上的加工光 ELk。因此，可使多光束光學系統 112g 小型化。

【0229】 此外，第七實施形態的加工系統 SYSg 中，作為用於將自偏光分束器 1121g 射出的 p 偏光或 s 偏光返回至偏光分束器 1121g 的光學元件，分開包括多個反射鏡 1123g-1 至 1123g-3 以及 1125g-1 至 1125g-3。例如，加工系統 SYSg 包括：反射鏡 1123g-1 及反射鏡 1125g-1，在將光源光 ELo 分支為兩束射出光 ELe#21 至 ELe#22 的過程（參照圖 36）中，使自偏光分束器 1121g 射出的 p 偏光或 s 偏光返回至偏光分束器 1121g；反射鏡 1123g-2 及反射鏡 1125g-1，在將兩束入射光 ELi#21 至 ELi#22 分支為四束射出光 ELe#31 至 ELe#34 的過程（參照圖 37）中，使自偏光分束器 1121g 射出的 p 偏光或 s 偏光返回至偏光分束器 1121g；反射鏡 1123g-3 及反射鏡 1125g-2，在將四束入射光 ELi#31 至 ELi#34 分支為八束射出光 ELe#41 至 ELe#48 的過程（參照圖 38）中，使自偏光分束器 1121g 射出的 p 偏光或 s 偏光返回至偏光分束器 1121g；以及反射鏡 1123g-3 及反射鏡 1125g-2，在將八束入射光 ELi#41 至 ELi#48 分支為十六束射出光 ELe#001 至 ELe#016 的過程（參照圖 39）中，使自偏光分束器 1121g 射出的 p 偏光或 s 偏光返回至偏光分束器 1121g。此時，假若加工系統 SYSg 包括第三實施形態中說明的驅

動系統 1126c 等，則可使反射鏡 1123g-1 至 1123g-3 及反射鏡 1125g-1 至 1125g-3 中的至少一個獨立於反射鏡 1123g-1 至 1123g-3 及反射鏡 1125g-1 至 1125g-3 中的其餘部分來移動。因此，與多束加工光 ELk 的光束點的位置（即，多個目標照射區域 EA 的位置）的調整相關的自由度提高。

【0230】 再者，在將光源光 ELo 分支為兩束射出光 ELe#21 至 ELe#22 的過程中（參照圖 36），若使反射鏡 1123g-1 及反射鏡 1125g-1 中的至少一者移動，則加工系統 SYSg 能夠調整多束加工光 ELk 的光束點的位置。在將兩束入射光 ELi#21 至 ELi#22 分支為四束射出光 ELe#31 至 ELe#34 的過程（參照圖 37）中，若使反射鏡 1123g-2 及反射鏡 1125g-1 中的至少一者移動，則加工系統 SYSg 能夠調整多束加工光 ELk 的光束點的位置。在將四束入射光 ELi#31 至 ELi#34 分支為八束射出光 ELe#41 至 ELe#48 的過程(參照圖 38）中，若使反射鏡 1123g-3 及反射鏡 1125g-2 中的至少一者移動，則加工系統 SYSg 能夠調整多束加工光 ELk 的光束點的位置。在將八束入射光 ELi#41 至 ELi#48 分支為十六束射出光 ELe#001 至 ELe#016 的過程（參照圖 39）中，若使反射鏡 1123g-3 及反射鏡 1125g-3 中的至少一者移動，則加工系統 SYSg 能夠調整多束加工光 ELk 的光束點的位置。此時，若反射鏡 1123g-1、反射鏡 1123g-2、反射鏡 1125g-2 及反射鏡 1125g-3 可移動，則即便反射鏡 1123g-3 及反射鏡 1125g-1 不能移動，在全部的過程中多束加工光 ELk 的光束點的位置亦可調整。

【0231】 但是，如圖 40 所示，加工系統 SYSg 亦可取代反射鏡 1123g-1 至反射鏡 1123g-3，而包括作為反射鏡 1123g-1 至反射鏡 1123g-3 發揮功能的單個反射鏡 1123g。同樣地，如圖 40 所示，加工系統 SYSg 亦可取代反射鏡 1125g-1 至反射鏡 1125g-3，而包括作為反射鏡 1125g-1 至反射鏡 1125g-3 發揮功能的單個反射鏡 1125g。

【0232】 第七實施形態的加工系統 SYSg 亦可包括所述第二實施形態的加工系統 SYSb 至第六實施形態的加工系統 SYSf 中的至少一個所特有的構成元件。第六實施形態的加工系統 SYSf 所特有的構成元件包含與強度調整裝置 117f 相關的構成元件。

【0233】 （8）第八實施形態的加工系統 SYSh

【0234】 繼而，對第八實施形態的加工系統 SYS（以下，將第八實施形態的加工系統 SYS 稱作「加工系統 SYSh」）進行說明。與所述第七實施形態的加工系統 SYSg 同樣地，第八實施形態的加工系統 SYSh 使用單個多光束光學系統 112h 將光源光 ELo 分支為三束以上的加工光 ELk，該方面相同。但是，如表示第八實施形態的多光束光學系統 112h 的結構的立體圖即圖 41 所示，與所述多光束光學系統 112g 相比，第八實施形態的多光束光學系統 112h 的不同之處在於，亦可不包括波長板 1126g-1 及波長板 1126g-2。第八實施形態的多光束光學系統 112h 的其他結構亦可與所述多光束光學系統 112g 的其他結構相同。

【0235】 即，所述第七實施形態的加工系統 SYSg 中，作為將自

偏光分束器 1121g 射出的射出光 ELe 轉換為入射至偏光分束器 1121g 的入射光 ELi（進而，將已轉換的入射光 ELi 返回至偏光分束器 1121g）的光學系統，分別包括：包含波長板 1126g-1 及反射稜鏡 1127g-1 的光學系統、以及包含波長板 1126g-2 及反射稜鏡 1127g-2 的光學系統。另一方面，第八實施形態的加工系統 SYSh 中，作為將自偏光分束器 1121g 射出的射出光 ELe 轉換為入射至偏光分束器 1121g 的入射光 ELi 的光學系統，分別包括：包含反射稜鏡 1127g-1 而不含波長板 1126g-1 的光學系統；以及包含反射稜鏡 1127g-2 而不含波長板 1126g-2 的光學系統。

【0236】 但是，第八實施形態中，反射稜鏡 1127g-1 以如下方式相對於偏光分束器 1121g 進行對位，即，反射稜鏡 1127g-1 的移送軸 AX7g-1 相對於自偏光分束器 1121g 入射至反射稜鏡 1127g-1 的射出光 ELe 的偏光面成 22.5 度的角度。射出光 ELe 的偏光面的方向依存於偏光分束器 1121g 的透過偏光方位（或反射偏光方位）AX1g 來規定。因而，如表示反射稜鏡 1127g-1 的移送軸 AX7g-1 與偏光分束器 1121g 的透過偏光方位（或反射偏光方位）AX1g 的關係的圖 42 的（a）所示，反射稜鏡 1127g-1 亦可以如下方式相對於偏光分束器 1121g 進行對位，即，反射稜鏡 1127g-1 的移送軸 AX7g-1 相對於偏光分束器 1121g 的透過偏光方位（或反射偏光方位）AX1g 成 22.5 度的角度。其結果，即便在多光束光學系統 112h 不包括波長板 1126g-1 的情況下，已由反射稜鏡 1127g-1 反射的射出光 ELe 亦轉換為成為圓偏光（或者，直線偏光以外的偏光或非

偏光）的入射光 ELi。

【0237】 同樣地，反射稜鏡 1127g-2 以如下方式相對於偏光分束器 1121g 進行對位，即，反射稜鏡 1127g-2 的移送軸 AX7g-2 相對於自偏光分束器 1121g 入射至反射稜鏡 1127g-2 的射出光 ELe 的偏光面成 22.5 度的角度。射出光 ELe 的偏光面的方向依存於偏光分束器 1121g 的透過偏光方位（反射偏光方位）AX1g 來規定。因而，如表示反射稜鏡 1127g-2 的移送軸 AX7g-2 與偏光分束器 1121g 的透過偏光方位（或反射偏光方位）AX1g 的關係的圖 42 的（b）所示，反射稜鏡 1127g-2 亦可以如下方式相對於偏光分束器 1121g 進行對位，即，反射稜鏡 1127g-2 的移送軸 AX7g-2 相對於偏光分束器 1121g 的透過偏光方位（或反射偏光方位）AX1g 成 22.5 度的角度。其結果，已由此種反射稜鏡 1127g-2 反射的射出光 ELe 轉換為成為圓偏光（或者，直線偏光以外的偏光或非偏光）的入射光 ELi。

【0238】 此種第八實施形態的加工系統 SYSh 能夠享有與第七實施形態的加工系統 SYSg 可享有的效果同樣的效果。進而，由於不需要波長板 1126g-1 及波長板 1126g-2，因此可使加工系統 SYSh 小型化。

【0239】 （9）第九實施形態的加工系統 SYSi

【0240】 繼而，對第九實施形態的加工系統 SYS（以下，將第九實施形態的加工系統 SYS 稱作「加工系統 SYSi」）進行說明。第九實施形態的加工系統 SYSi 亦可與所述加工系統 SYSa 的結構相

同。進而，第九實施形態的加工系統 SYSi 與所述加工系統 SYSa 同樣地，交替地反覆進行多束加工光 ELk 沿著 X 軸及 Y 軸的任意一者掃描塗裝膜 SF 的掃描動作、以及使多個目標照射區域 EA 在塗裝膜 SF 上沿著 X 軸及 Y 軸的任意另一者移動規定量的步進動作，從而形成溝槽結構。但是，與所述加工系統 SYSa 相比，第九實施形態的加工系統 SYSi 的不同之處在於以下方面。

【0241】 具體而言，第九實施形態的加工系統 SYSi（尤其是控制裝置 2）使構成溝槽結構的凹狀結構 CP1 的延伸方向與藉由掃描動作來使多束加工光 ELk 掃描塗裝膜 SF 的方向(以下，稱作「掃描方向」）一致。即，加工系統 SYSi 使凹狀結構 CP1 的延伸方向與掃描方向平行。換言之，加工系統 SYSi 將凹狀結構 CP1 的延伸方向與掃描方向所成的角度設定為 0 度。

【0242】 加工系統 SYSi（尤其是控制裝置 2）進而基於檢流計鏡 113 的特性（即，X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 的特性）來決定掃描方向。具體而言，例如，加工系統 SYSi 將 X 軸方向及 Y 軸方向中基於檢流計鏡 113 的特性而選擇的一方向決定為掃描方向。此時，加工系統 SYSi 在進行掃描動作的期間內，利用一個鏡來將多束加工光 ELk 偏轉，所述一個鏡可使多束加工光 ELk 沿著 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 中所決定的一方向在塗裝膜 SF 上掃描。例如，在將 X 軸方向決定為掃描方向的情況下，加工系統 SYSi 在進行掃描動作的期間內，利用 X 掃描鏡 113X 來將多束加工光 ELk 偏轉，使多束加工光 ELk 沿著 X 軸在塗裝膜 SF 上掃

描。例如，在將 Y 軸方向決定為掃描方向的情況下，加工系統 SYSi 在進行掃描動作的期間內，利用 Y 掃描鏡 113Y 來將多束加工光 ELk 偏轉，使多束加工光 ELk 沿著 Y 軸在塗裝膜 SF 上掃描。

【0243】 檢流計鏡 113 的特性亦可包含 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 的質量。例如，為了將加工光 ELk 偏轉，X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 相對高速地旋轉（或者，擺動）。此處，在進行掃描動作的期間內將加工光 ELk 偏轉的鏡，較在進行步進動作的期間內將加工光 ELk 偏轉的鏡更高速地旋轉。其原因在於，步進動作是在藉由掃描動作而由加工光 ELk 沿著掃描方向掃描塗裝膜 SF 之後，使作為該加工光 ELk 的照射位置的目標照射區域 EA 向與掃描方向交叉（典型的是正交）的步進方向移動規定量的動作。一般與使相對較重的鏡高速地旋轉相比，使相對較輕的鏡高速地旋轉更容易。因而，加工系統 SYSi 亦可將 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 中質量較輕的鏡掃描加工光 ELk 的方向決定為掃描方向。即，在 X 掃描鏡 113X 較 Y 掃描鏡 113Y 更輕的情況下，加工系統 SYSi 亦可將 X 軸方向決定為掃描方向。另一方面，在 Y 掃描鏡 113Y 較 X 掃描鏡 113X 更輕的情況下，加工系統 SYSi 亦可將 Y 軸方向決定為掃描方向。

【0244】 檢流計鏡 113 的特性亦可包含 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 的尺寸。具體而言，一般與使相對較大的鏡高速地旋轉相比，使相對較小的鏡高速地旋轉更容易。因而，加工系統 SYSi 亦可將 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 中尺寸較小的鏡掃描加工光

ELk 的方向決定為掃描方向。即，在 X 掃描鏡 113X 較 Y 掃描鏡 113Y 更小的情況下，加工系統 SYSi 亦可將 X 軸方向決定為掃描方向。另一方面，在 Y 掃描鏡 113Y 較 X 掃描鏡 113X 更小的情況下，加工系統 SYSi 亦可將 Y 軸方向決定為掃描方向。再者，如上所述，來自多光束光學系統 112 的加工光 ELk 在經 Y 掃描鏡 113Y 反射之後，被 X 掃描鏡 113X 反射。即，Y 掃描鏡 113Y 反射來自多光束光學系統 112 的光路不發生改變的加工光 ELk（即，在相對較窄的範圍內傳播的加工光 ELk），另一方面，X 掃描鏡 113X 反射來自 Y 掃描鏡 113Y 的光路因 Y 掃描鏡 113Y 的旋轉而發生改變的加工光 ELk（即，在相對較寬的範圍內傳播的加工光 ELk）。因此，通常，X 掃描鏡 113X 較 Y 掃描鏡 113Y 更大的可能性高。

【0245】 檢流計鏡 113 的特性亦可包含為了使 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 旋轉而所需的轉矩（即，力）的大小。具體而言，與使為了旋轉而所需的轉矩相對較大的鏡高速地旋轉相比，使為了旋轉而所需的轉矩相對較小的鏡高速地旋轉更容易。因而，加工系統 SYSi 亦可將 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 中為了旋轉而所需的轉矩較小的鏡掃描加工光 ELk 的方向決定為掃描方向。

即，在為了使 X 掃描鏡 113X 旋轉而所需的轉矩小於為了使 Y 掃描鏡 113Y 旋轉而所需的轉矩的情況下，加工系統 SYSi 亦可將 X 軸方向決定為掃描方向。另一方面，在為了使 Y 掃描鏡 113Y 旋轉而所需的轉矩小於為了使 X 掃描鏡 113X 旋轉而所需的轉矩的情況下，加工系統 SYSi 亦可將 Y 軸方向決定為掃描方向。

【0246】 再者，X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 的質量有可能是對為了使 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 旋轉而所需的轉矩產生影響的一個因素。因此，基於 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 的質量來決定掃描方向的動作亦可謂是基於為了使 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 旋轉而所需的轉矩來決定掃描方向的動作的一具體例。進而，X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 的大小有可能是對為了使 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 旋轉而所需的轉矩產生影響的一個因素。因此，基於 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 的大小來決定掃描方向的動作亦可謂是基於為了使 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 旋轉而所需的轉矩來決定掃描方向的動作的一具體例。

【0247】 如上所述，掃描方向與步進方向交叉（典型的是正交）。因此，若決定了掃描方向，則亦實質上決定了步進方向。因而，基於 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 的特性來決定掃描方向的動作可謂與基於 X 掃描鏡 113X 及 Y 掃描鏡 113Y 的特性來決定步進方向的動作等價。

【0248】 第九實施形態中，加工系統 SYSi 亦可在加工對象物 S 的加工（即，凹狀結構 CP1 的形成）之前，決定（或者，設定）掃描方向，並且以所決定的掃描方向與欲形成的凹狀結構 CP1 的延伸方向一致的方式使加工裝置 1 相對於加工對象物 S 進行對位。具體而言，加工系統 SYSi 首先決定掃描方向。再者，在檢流計鏡 113 的特性不易隨著時間的經過而改變的情況下，亦可預先

決定掃描方向。進而，加工系統 SYSi 根據與基於所述模擬模型而最適化的溝槽結構的特性相關的溝槽資訊，指定應形成於加工對象物 S（具體而言，所述加工曝射區域 SA）的溝槽結構的延伸方向（即，凹狀結構 CP1 的延伸方向）。隨後，加工系統 SYSi 以所決定的掃描方向與所指定的凹狀結構 CP1 的延伸方向一致的方式（平行的方式），使加工裝置 1（尤其是將加工光 ELk 照射至加工對象物 S 的光照射裝置 11）相對於加工對象物 S 進行對位。此時，例如，亦可藉由驅動系統 12 使光照射裝置 11 移動，而使加工裝置 1 相對於加工對象物 S 進行對位。例如，亦可藉由驅動系統 15 使支持光照射裝置 11 的支持裝置 14 移動，而使加工裝置 1 相對於加工對象物 S 進行對位。典型的是，加工系統 SYSi 亦可藉由使光照射裝置 11 繞與塗裝膜 SF 交叉的軸（具體而言，繞 z 軸）旋轉，而以掃描方向與所指定的凹狀結構 CP1 的延伸方向一致的方式（平行的方式）使加工裝置 1 相對於加工對象物 S 進行對位。

【0249】 例如，圖 43 的（a）表示了將 Y 軸方向決定（設定）為掃描方向時塗裝膜 SF 上的多個目標照射區域 EA 的移動軌跡（即，多束加工光 ELk 的掃描軌跡）。此時，如圖 43 的（b）所示，加工系統 SYSi 藉由形成沿著 Y 軸延伸的凹狀結構 CP1，而在加工對象物 S 上形成在所需方向上延伸的凹狀結構 CP1。因而，在形成凹狀結構 CP1 之前，加工裝置 1 相對於加工對象物 S 進行對位，以使得藉由形成沿著 Y 軸延伸的凹狀結構 CP1 而在加工對象物 S 上形成在所需方向上延伸的凹狀結構 CP1。另一方面，例如，圖

43 的（c）表示了將 X 軸方向決定（設定）為掃描方向時塗裝膜 SF 上的多個目標照射區域 EA 的移動軌跡。此時，如圖 43 的（d）所示，加工系統 SYSi 藉由形成沿著 X 軸延伸的凹狀結構 CP1，而在加工對象物 S 上形成在所需方向上延伸的凹狀結構 CP1。此時，在形成凹狀結構 CP1 之前，加工裝置 1 相對於加工對象物 S 進行對位，以使得藉由形成沿著 X 軸延伸的凹狀結構 CP1 而在加工對象物 S 上形成在所需方向上延伸的凹狀結構 CP1。

【0250】 若如上所述加工裝置 1 相對於加工對象物 S 進行對位，則沿著掃描方向的軸與沿著凹狀結構 CP1 的延伸方向的軸所成的角度，逐漸小於沿著步進方向的軸與沿著凹狀結構 CP1 的延伸方向的軸所成的角度。最終，加工裝置 1 以如下方式相對於加工對象物 S 進行對位，即，沿著掃描方向的軸與沿著凹狀結構 CP1 的延伸方向的軸所成的角度成為零度。但是，亦可並非直至沿著掃描方向的軸與沿著凹狀結構 CP1 的延伸方向的軸所成的角度一定成為零度地，使加工裝置 1 相對於加工對象物 S 進行對位。例如，加工裝置 1 亦可以能夠將沿著掃描方向的軸與沿著凹狀結構 CP1 的延伸方向的軸所成的角度視為實質上為零度（即，將掃描方向與凹狀結構 CP1 視為實質上平行）的程度，相對於加工對象物 S 進行對位。例如，加工裝置 1 亦可以沿著掃描方向的軸與沿著凹狀結構 CP1 的延伸方向的軸所成的角度小於沿著步進方向的軸與沿著凹狀結構 CP1 的延伸方向的軸所成的角度的程度，相對於加工對象物 S 進行對位。

【0251】 如上所述，第九實施形態的加工系統 SYSi 能夠使掃描方向與凹狀結構 CP1 的延伸方向一致。因此，若在進行掃描動作的期間內連續地自光源 110 射出光源光 ELo，則加工系統 SYSi 能夠形成沿著掃描方向延伸的凹狀結構 CP1。即，加工系統 SYSi 能夠在進行掃描動作的期間內形成沿著掃描方向延伸的凹狀結構 CP1 而不用進行切換來自光源 110 的光源光 ELo 的照射的開及關的控制。因而，加工系統 SYSi 能夠比較容易地形成在所需方向上延伸的凹狀結構 CP1。

【0252】 進而，第九實施形態的加工系統 SYSi 能夠基於檢流計鏡 113 的特性來決定掃描方向。其結果，與不基於檢流計鏡 113 的特性來決定掃描方向的情況相比，加工系統 SYSi 能夠在不過度增加用以使檢流計鏡 113 旋轉的負荷的情況下形成溝槽結構。

【0253】 再者，除了利用檢流計鏡 113 將加工光 ELk 偏轉以外，或者取而代之，加工系統 SYSi 亦可藉由使光照射裝置 11 移動（尤其是相對於塗裝膜 SF 移動）而使多束加工光 ELk 在塗裝膜 SF 的表面上掃描。再者，不限於加工系統 SYSi，所述加工系統 SYSa 至加工系統 SYSh 的各個皆是，除了利用檢流計鏡 113 將加工光 ELk 偏轉以外，或者取而代之，亦可藉由使光照射裝置 11 移動而使多束加工光 ELk 在塗裝膜 SF 的表面上掃描。

【0254】 此時，例如，加工系統 SYSi 亦可控制驅動系統 12，以加工光 ELk 掃描塗裝膜 SF 的表面的方式使光照射裝置 11 相對於塗裝膜 SF 相對移動。如上所述使光照射裝置 11 移動的驅動系統

12，例如亦可如表示驅動系統 12 的結構的剖面圖即圖 44 所示，包括：驅動裝置 12X，以使加工光 ELk 沿著 X 軸在加工對象物 S 上掃描的方式，使光照射裝置 11 沿著 X 軸方向移動；以及驅動裝置 12Y，以使加工光 ELk 沿著 Y 軸在加工對象物 S 上掃描的方式，使光照射裝置 11 沿著 Y 軸方向移動。再者，驅動裝置 12X 例如亦可包括：由支持構件 133 支持且在 X 軸方向上延伸的 X 引導構件 121X；可沿著 X 引導構件 121X 移動的 X 可動件 122X；以及與 X 可動件 122X 連結的 X 載台 123X。驅動裝置 12Y 例如亦可包括：由 X 載台 123X 支持且在 Y 軸方向上延伸的 Y 引導構件 121Y；以及可沿著 Y 引導構件 121Y 移動且與光照射裝置 11 連結的 Y 可動件 122Y。根據此種驅動裝置 12X 及驅動裝置 12Y，若 X 可動件 122X 沿著 X 引導構件 121X 移動，則與 X 可動件 122X 連結的 X 載台 123X 經由 Y 引導構件 121Y 及 Y 可動件 122Y 而支持的光照射裝置 11 沿著 X 軸移動。進而，若 Y 可動件 122Y 沿著 Y 引導構件 121Y 移動，則與 Y 可動件 122Y 連結的光照射裝置 11 沿著 Y 軸移動。此時，加工系統 SYSi 亦可基於驅動裝置 12X 及驅動裝置 12Y 的特性來決定掃描方向。例如，在驅動裝置 12X 較驅動裝置 12Y 更輕的情況、驅動裝置 12X 較驅動裝置 12Y 更小的情況、及/或為了使驅動裝置 12X 能夠活動（例如，使 X 可動件 122X 及 X 載台 123X 移動）而所需的力較為了使驅動裝置 12Y 能夠活動（例如，使 Y 可動件 122Y 移動）而所需的力更小的情況下，加工系統 SYSi 亦可將 X 軸方向決定為掃描方向。例如，在驅動裝置 12Y

較驅動裝置 12X 更輕的情況、驅動裝置 12Y 較驅動裝置 12X 更小的情況、及/或為了使驅動裝置 12Y 能夠活動而所需的力較為了使驅動裝置 12X 能夠活動而所需的力更小的情況下，加工系統 SYSi 亦可將 Y 軸方向決定為掃描方向。再者，在圖 44 所示的示例中，由於驅動裝置 12X 經由驅動裝置 12Y 而使光照射裝置 11 沿著 X 軸移動，因而為了使光照射裝置 11 移動，驅動裝置 12X 需要使驅動裝置 12Y 亦一起移動。另一方面，由於驅動裝置 12Y 在不經由驅動裝置 12X 的情況下使光照射裝置 11 沿著 Y 軸移動，因而為了使光照射裝置 11 移動，驅動裝置 12Y 亦可不使驅動裝置 12X 移動。因而，在圖 44 所示的例子中，通常，為了使驅動裝置 12Y 能夠活動而所需的力較為了使驅動裝置 12X 能夠活動而所需的力更小的可能性高。再者，支持構件 133 可為飛機等的保存庫的結構物的一部分，亦可為安裝於該結構物者。

【0255】 或者，例如，在加工對象物 S 的尺寸不那麼大（例如，不像所述飛機等那麼大）的情況下，除了利用檢流計鏡 113 將加工光 ELk 偏轉以外，或者取而代之，加工系統 SYSi 亦可藉由使加工對象物 S 移動（尤其是相對於光照射裝置 11 移動）而使多束加工光 ELk 在塗裝膜 SF 的表面上掃描。再者，不限於加工系統 SYSi，所述加工系統 SYSa 至加工系統 SYSh 的各個皆是，除了利用檢流計鏡 113 將加工光 ELk 偏轉以外，或者取而代之，亦可藉由使加工對象物 S 移動而使多束加工光 ELk 在塗裝膜 SF 的表面上掃描。

【0256】 此時，加工系統 SYSi 包括可在保持加工對象物 S 的狀態下移動的載台裝置 3，且控制裝置 2 亦可控制該載台裝置 3，以加工光 ELk 掃描塗裝膜 SF 的表面的方式使塗裝膜 SF 相對於光照射裝置 11 相對移動。再者，此種載台裝置 3 例如亦可如表示載台裝置 3 的結構的剖面圖即圖 45 所示，包括：載台裝置 3X，其能夠活動，以使得以使加工光 ELk 沿著 X 軸在加工對象物 S 上掃描的方式使加工對象物 S 沿著 X 軸方向移動；以及載台裝置 3Y，其能夠活動，以使得以使加工光 ELk 沿著 Y 軸在加工對象物 S 上掃描的方式使加工對象物 S 沿著 Y 軸方向移動。再者，載台裝置 3X 例如亦可包括：由壓盤等支持構件 39 支持且在 X 軸方向上延伸的 X 引導構件 31X；可沿著 X 引導構件 31X 移動的 X 可動件 32X；以及與 X 可動件 32X 連結的 X 載台 33X。載台裝置 3Y 例如亦可包括：由 X 載台 33X 支持且在 Y 軸方向上延伸的 Y 引導構件 31Y；可沿 Y 引導構件 31Y 移動的 Y 可動件 32Y；以及與 Y 可動件連結且可保持加工對象物 S 的 Y 載台 33Y。根據此種載台裝置 3X 及載台裝置 3Y，若 X 可動件 32X 沿著 X 引導構件 31X 移動，則由與 X 可動件 32X 連結的 X 載台 33X 經由 Y 引導構件 31Y、Y 可動件 32Y 及 Y 載台 33Y 所支持的加工對象物 S 沿著 X 軸移動。進而，若 Y 可動件 32Y 沿著 Y 引導構件 31Y 移動，則由 Y 可動件 32Y 經由 Y 載台 33Y 所支持的光照射裝置 11 沿著 Y 軸移動。此時，加工系統 SYSi 亦可基於載台裝置 3X 及載台裝置 3Y 的特性來決定掃描方向。例如，在載台裝置 3X 較載台裝置 3Y 更輕的情

況、載台裝置 3X 較載台裝置 3Y 更小的情況、及/或為了使載台裝置 3X 能夠活動（例如，使 X 可動件 32X 及 X 載台 33X 移動）而所需的力較為了使載台裝置 3Y 能夠活動（例如，使 Y 可動件 32Y 及 Y 載台 33Y 移動）而所需的力更小的情況下，加工系統 SYSi 亦可將 X 軸方向決定為掃描方向。例如，在載台裝置 3Y 較載台裝置 3X 更輕的情況、載台裝置 3Y 較載台裝置 3X 更小的情況、及/或為了使載台裝置 3Y 能夠活動而所需的力較為了使載台裝置 3X 能夠活動而所需的力更小的情況下，加工系統 SYSi 亦可將 Y 軸方向決定為掃描方向。再者，在圖 45 所示的示例中，由於載台裝置 3X 經由載台裝置 3Y 而使加工對象物 S 沿著 X 軸移動，因而為了使加工對象物 S 移動，載台裝置 3X 需要使載台裝置 3Y 亦一起移動。另一方面，由於載台裝置 3Y 在不經由載台裝置 3X 的情況下使加工對象物 S 沿著 Y 軸移動，因而為了使加工對象物 S 移動，載台裝置 3Y 亦可不使載台裝置 3X 移動。因而，在圖 45 所示的示例中，通常，為了使載台裝置 3Y 能夠活動而所需的力較為了使載台裝置 3X 能夠活動而所需的力更小的可能性高。再者，即便在加工對象物 S 的尺寸大（例如，如所述飛機等般的尺寸）的情況下，亦可按照圖 45 所示的示例來使加工對象物 S 移動。

【0257】 檢流計鏡 113、驅動系統 12 及載台裝置 3 均可謂是用於使加工光 ELk 在加工對象物 S 上掃描的裝置。即，檢流計鏡 113、驅動系統 12 及載台裝置 3 均可謂是用於使目標照射區域 EA 在塗裝膜 SF 的表面移動的裝置。因此，加工系統 SYSi 亦可謂是基於

可動裝置的特性來決定掃描方向，所述可動裝置能夠以使加工光 ELk 在加工對象物 S 上掃描的方式活動(即，物理性活動)。此時，例如，加工系統 SYSi 亦可在第一可動裝置較第二可動裝置更輕的情況下，將 X 軸及 Y 軸中的任意一者決定為掃描方向，所述第一可動裝置能夠以使加工光 ELk 沿著 X 軸及 Y 軸中的任意一者在加工對象物 S 上掃描的方式活動，所述第二可動裝置能夠以使加工光 ELk 沿著 X 軸及 Y 軸中的任意另一者在加工對象物 S 上掃描的方式活動。例如，加工系統 SYSi 亦可在第一可動裝置較第二可動裝置更小的情況下，將 X 軸及 Y 軸中的任意一者決定為掃描方向，所述第一可動裝置能夠以使加工光 ELk 沿著 X 軸及 Y 軸中的任意一者在加工對象物 S 上掃描的方式活動，所述第二可動裝置能夠以使加工光 ELk 沿著 X 軸及 Y 軸中的任意另一者在加工對象物 S 上掃描的方式活動。例如，加工系統 SYSi 亦可在為了使第一可動裝置活動而所需的力較為了使第二可動裝置活動而所需的力更小的情況下，將 X 軸及 Y 軸中的任意一者決定為掃描方向，所述第一可動裝置能夠以使加工光 ELk 沿著 X 軸及 Y 軸中的任意一者在加工對象物 S 上掃描的方式活動，所述第二可動裝置能夠以使加工光 ELk 沿著 X 軸及 Y 軸中的任意另一者在加工對象物 S 上掃描的方式活動。

【0258】 而且，不限於具備多光束光學系統 112 的加工系統 SYSi 等，對加工對象物 S 進行加工來形成溝槽結構的任意的加工系統亦可使掃描方向與凹狀結構 CP1 一致。同樣地，對加工對象物 S

進行加工來形成溝槽結構的任意的加工系統亦可基於可動裝置的特性來決定掃描方向，所述可動裝置能夠以使加工光 ELk 在加工對象物 S 上掃描的方式活動。即，加工系統 SYSi 亦可不具備多光束光學系統 112。此時，如第三實施形態中所說明般，為了將多束加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF，加工系統 SYSi 亦可包括多個光源 110。

【0259】 第九實施形態的加工系統 SYSi 亦可包括所述第二實施形態的加工系統 SYSb 至第八實施形態的加工系統 SYSh 中的至少一個所特有的構成元件。第七實施形態的加工系統 SYSg 所特有的構成元件包含與多光束光學系統 112g 相關的構成元件。第八實施形態的加工系統 SYSg 所特有的構成元件包含與多光束光學系統 112h 相關的構成元件。

【0260】 （10）第十實施形態的加工系統 SYSj

【0261】 繼而，對第十實施形態的加工系統 SYS（以下，將第十實施形態的加工系統 SYS 稱作「加工系統 SYSj」）進行說明。

【0262】 （10-1）加工系統 SYSj 的結構

【0263】 首先，對第十實施形態的加工系統 SYSj 的結構進行說明。與所述加工系統 SYSa 相比，第十實施形態的加工系統 SYSj 的不同之處在於：取代光照射裝置 11 而包括光照射裝置 11j。第十實施形態的加工系統 SYSj 的其他特徵亦可與所述加工系統 SYSa 的其他特徵相同。因而，以下，一邊參照圖 46，一邊對第十實施形態的光照射裝置 11j 進行說明。圖 46 是表示第十實施形態

的光照射裝置 11j 的結構的立體圖。

【0264】 如圖 46 所示，與所述光照射裝置 11j 相比，光照射裝置 11j 的不同之處在於，更包括放大光學系統 1181j。光學系統 112b 的其他特徵亦可與光學系統 112 的其他特徵相同。

【0265】 放大光學系統 1181j 配置在多束加工光 ELk 的光路上。因此，第十實施形態中，加工系統 SYSj 經由放大光學系統 1181j 將多束加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF。圖 46 表示了將放大光學系統 1181j 配置在多光束光學系統 112 與檢流計鏡 113 之間的多束加工光 ELk 的光路上的例子。但是，放大光學系統 1181j 亦可配置在與圖 46 所示的位置不同的位置處。

【0266】 放大光學系統 1181j 具有以下特性：使經由放大光學系統 1181j 照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的特性，不同於不經由放大光學系統 1181j 而照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的特性。更具體而言，放大光學系統 1181j 具有以下特性：使經由放大光學系統 1181j 及 fθ 透鏡 114 照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的特性，不同於不經由放大光學系統 1181j 而經由 fθ 透鏡 114 照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的特性。

【0267】 放大光學系統 1181j 所改變的加工光 ELk 的特性亦可包括加工光 ELk 最大程度地會聚的會聚位置（即，聚焦位置）BF（參照後述的圖 47 的（a）及圖 47 的（b））處的加工光 ELk 的光束剖面的大小。再者，加工光 ELk 的光束剖面是指與加工光 ELk 的行進方向交叉的面（即，與光學系統 112b 的光軸交叉的面）上的加

工光 ELk 的光束剖面。此種光束剖面典型的是圓形（包括橢圓形），因此，以下，使用「光束直徑 ϕ（參照後述的圖 47 的（a）及圖 47 的（b））」作為表示光束剖面的大小的指標的一例。再者，此處所謂光束直徑 ϕ，亦可是指在與加工光 ELk 的行進方向交叉的面（即，與光學系統 112b 的光軸交叉的面）內，加工光 ELk 的強度達到規定臨限值以上的區域的直徑。此時，放大光學系統 1181j 具有以下特性：使經由放大光學系統 1181j 及 fθ 透鏡 114 照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的會聚位置 BF 處的光束直徑 ϕ，不同於不經由放大光學系統 1181j 而經由 fθ 透鏡 114 照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的會聚位置 BF 處的光束直徑 ϕ。以下，將經由放大光學系統 1181j 及 fθ 透鏡 114 照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的會聚位置 BF 處的光束直徑 ϕ 稱為「光束直徑 ϕa」。而且，將不經由放大光學系統 1181j 而經由 fθ 透鏡 114 照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的會聚位置 BF 處的光束直徑 ϕ 稱為「光束直徑 ϕb」。

【0268】 第十實施形態中，尤其是放大光學系統 1181j 具有使光束直徑 ϕa 大於光束直徑 ϕb 的特性。即，放大光學系統 1181j 具有以下特性：使經由放大光學系統 1181j 及 fθ 透鏡 114 照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的會聚位置 BF 處的光束剖面的大小，大於不經由放大光學系統 1181j 而經由 fθ 透鏡 114 照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的會聚位置 BF 處的光束剖面的大小。具體而言，如將經由放大光學系統 1181j 照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的沿著 XZ 平面的剖面與加工光 ELk 的沿著 XY 平面的剖面建立關聯來進

行表示的剖面圖即圖 47 的（a）所示，光束直徑 ϕa 為第一直徑 ϕ1。另一方面，如將不經由放大光學系統 1181j 而照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的沿著 XZ 平面的剖面與加工光 ELk 的沿著 XY 平面的剖面建立關聯來進行表示的剖面圖即圖 47 的（b）所示，光束直徑 ϕb 為小於第一直徑 ϕ1 的第二直徑 ϕ2。即，放大光學系統 1181j 可作為用於擴大加工光 ELk 在會聚位置 BF 處的光束直徑 ϕ的光學系統發揮功能。

【0269】 放大光學系統 1181j 所改變的加工光 ELk 的特性亦可包括會聚位置 BF 附近的加工光 ELk 的光束直徑 ϕ的變化率（尤其是沿著加工光 ELk 的行進方向的方向上的變化率）。即，放大光學系統 1181j 所改變的加工光 ELk 的特性亦可包括與會聚位置 BF 附近相當的區域內的、沿著加工光 ELk 的行進方向的方向上的加工光 ELk 的光束直徑 ϕ的變化率。此處所謂的與會聚位置 BF 附近相當的區域亦可是指納入光照射裝置 11j 的光學系統（具體而言，包含聚焦透鏡 111、多光束光學系統 112、檢流計鏡 113、fθ 透鏡 114 及放大光學系統 1181j 的光學系統）的焦點深度（DOF：Depth of Focus）的範圍內的區域。即，與會聚位置 BF 附近相當的區域亦可是指在該區域內配置有塗裝膜 SF 的情況下用來照射具有可加工塗裝膜 SF 的強度分佈的加工光 ELk 的區域。

【0270】 第十實施形態中，尤其是放大光學系統 1181j 具有使光束直徑 ϕa 的變化率小於光束直徑 ϕb 的變化率的特性。具體而言，如圖 47 的（a）及圖 47 的（b）所示，加工光 ELk 的光束直

徑ϕ是以隨著沿著加工光 ELk 的行進方向（在圖 47 的（a）及圖 47 的（b）所示的示例中為 Z 軸方向）遠離會聚位置 BF 而變大的方式變化。此時，如圖 47 的（a）所示，遠離會聚位置 BF 規定距離的位置處的光束直徑ϕa 相對於會聚位置 BF 處的光束直徑ϕa 的變化率（換言之，差）相對變小。另一方面，如圖 47 的（b）所示，遠離會聚位置 BF 相同的規定距離的位置處的光束直徑ϕb 相對於會聚位置 BF 處的光束直徑ϕb 的變化率（換言之，差分）相對變大。即，放大光學系統 1181j 可作為用於減小會聚位置 BF 附近的光束直徑ϕ的變化率的光學系統發揮功能。

【0271】 具備此種放大光學系統 1181j 的加工系統 SYSj 具有以下技術效果：能夠使用具有可以相對較細的微細度來加工塗裝膜 SF 的波長的加工光 ELk，以相對較粗的微細度來加工塗裝膜 SF。以下，一邊參照圖 48 的（a）及圖 48 的（b），一邊對此種第十實施形態的加工系統 SYSj 可享有的技術效果進行說明。圖 48 的（a）是表示不具備放大光學系統 1181j 的比較例的加工系統使用具有可以相對較細的微細度來加工塗裝膜 SF 的波長的加工光 ELk，以相對較粗的微細度來加工塗裝膜 SF 的情況的剖面圖。圖 48 的（b）是表示具備放大光學系統 1181j 的第十實施形態的加工系統 SYSj 使用具有可以相對較細的微細度來加工塗裝膜 SF 的波長的加工光 ELk，以相對較粗的微細度來加工塗裝膜 SF 的情況的剖面圖。

【0272】 不具備放大光學系統 1181j 的比較例的加工系統在不經由放大光學系統 1181j 的情況下將加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF。

因此，如圖 48 的（a）所示，會聚位置 BF 處的加工光 ELk 的光束直徑 ϕ（即，光束直徑 ϕb）為相對較小的第一直徑 ϕ11。通常，聚焦透鏡 111 以會聚位置 BF 位於塗裝膜 SF 的表面（或者，其附近）的方式調整加工光 ELk 的會聚位置 BF。此時，塗裝膜 SF 表面上的加工光 ELk 的光束直徑 ϕ 大致為第一直徑 ϕ11。塗裝膜 SF 表面上的加工光 ELk 的光束直徑 ϕ 越小，塗裝膜 SF 越可以更細的微細度進行加工。若如此，此時，比較例的加工系統難以藉由一次加工光 ELk 的照射（即，一次掃描動作）來形成具有相對寬的寬度的凹狀結構 CP1。即，比較例的加工系統難以藉由塗裝膜 SF 表面上的光束直徑 ϕ 相對較小的一束加工光 ELk 的照射（即，一次掃描動作）來形成具有相對寬的寬度的凹狀結構 CP1。因此，比較例的加工系統中，為了形成具有相對寬的寬度的一條凹狀結構 CP1（即，相對大的排列間距 P1 的凹狀結構 CP1），需要以彼此局部重覆的方式形成具有相對窄的寬度的多個凹狀結構 CP1。即，比較例的加工系統中，為了形成具有相對寬的寬度的一條凹狀結構 CP1，需要使用本來以同時且分別形成具有相對窄的寬度的多條凹狀結構 CP1 的方式照射的多束加工光 ELk。其結果，為了以相對粗的微細度來加工塗裝膜 SF 而所需的時間有可能相對變長（即，生產率惡化）。

【0273】 另一方面，加工光 ELk 的光束直徑 ϕ 越是沿著加工光 ELk 的行進方向（在圖 48 的（a）及圖 48 的（b）所示的示例中為 Z 軸方向）遠離會聚位置 BF 越變大。因此，在比較例的加工系

統中，如圖 48 的（a）所示，若驅動系統 12 使光照射裝置 11 沿著 Z 軸方向移動，以使塗裝膜 SF 位於沿著 Z 軸方向遠離會聚位置 BF 的位置 DF，則塗裝膜 SF 上的加工光 ELk 的光束直徑 ϕ 成為適於形成具有相對寬的寬度的凹狀結構 CP1 的第二直徑 ϕ 12（其中，第二直徑 ϕ 12 大於第一直徑 ϕ 12）。其結果，比較例的加工系統能夠藉由塗裝膜 SF 表面上的光束直徑 ϕ 相對較大的一束加工光 ELk 的照射（即，一次掃描動作）來形成具有相對寬的寬度的凹狀結構 CP1。然而，此時，如圖 48 的（a）所示，可形成具有相對寬的寬度的凹狀結構 CP1 的焦點深度的範圍相對變窄。具體而言，如圖 48 的（a）所示，可形成具有相對寬的寬度的凹狀結構 CP1 的焦點深度範圍被限制為相對窄的第二範圍 DOF#2。其原因在於，比較例的加工系統中，會聚位置 BF 及位置 DF 各自附近的加工光 ELk 的光束直徑 ϕ 的變化率（尤其是沿著加工光 ELk 的行進方向的方向上的變化率）相對較大。具體而言，在加工光 ELk 的光束直徑 ϕ 的變化率相對較大的情況下，塗裝膜 SF 僅以位置 DF 為基點向遠離會聚位置 BF 的方向移動相對較少的移動量，自加工光 ELk，每單位時間及/或每單位面積對塗裝膜 SF 傳達的能量的量相對而言大幅減少。其結果，無法藉由加工光 ELk 來使塗裝膜 SF 蒸發。而且，在加工光 ELk 的光束直徑 ϕ 的變化率相對較大的情況下，塗裝膜 SF 僅以位置 DF 為基點向接近會聚位置 BF 的方向移動相對較少的移動量，塗裝膜 SF 表面上的加工光 ELk 的光束直徑 ϕ 相對而言急劇變小。其結果，塗裝膜 SF 表面上的加

工光 ELk 的光束直徑 ϕ 減小至不能形成具有相對寬的寬度的凹狀結構 CP1。

【0274】 另一方面，第十實施形態中，經由放大光學系統 1181j 將加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF。因此，如圖 48 的（b）所示，加工系統 SYSj 所照射的加工光 ELk 的會聚位置 BF 處的光束直徑 ϕ（即，ϕa）大於比較例的加工系統所照射的加工光 ELk 的會聚位置 BF 處的光束直徑 ϕ（即，圖 48 的（a）所示的第一直徑 ϕ11）。例如，第十實施形態中，加工光 ELk 的會聚位置 BF 處的光束直徑 ϕ 擴大至適於形成具有相對寬的寬度的凹狀結構 CP1 的直徑 ϕ 12。反言之，放大光學系統 1181j 的特性是可將加工光 ELk 的會聚位置 BF 處的光束直徑 ϕ 擴大至適於形成具有相對寬的寬度的凹狀結構 CP1 的直徑 ϕ 12 的所需特性。

【0275】 進而，第十實施形態中，由於經由放大光學系統 1181j 將加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF，因而會聚位置 BF 附近的光束直徑 ϕ 的變化率小於比較例的加工系統所照射的加工光 ELk 的會聚位置 BF 附近的光束直徑 ϕ 的變化率。因此，第十實施形態中，與比較例相比，可形成具有相對寬的寬度的凹狀結構 CP1 的焦點深度的範圍變寬。因此，若塗裝膜 SF 以會聚位置 BF 為基點向遠離會聚位置 BF 的方向移動，自加工光 ELk 每單位時間及/或每單位面積對塗裝膜 SF 傳達的能量的量僅相對緩慢地減少（即，不會急劇地減少）。其結果，無法藉由加工光 ELk 來使塗裝膜 SF 蒸發的可能性相對較小。因此，如圖 48 的（b）所示，可形成具有相對

寬的寬度的凹狀結構 CP1 的焦點深度的範圍擴大至較比較例的第二範圍 DOF#2 更寬的第一範圍 DOF#1。

【0276】 如上所述，第十實施形態的加工系統 SYSj 能夠使用具有可以相對較細的微細度來加工塗裝膜 SF 的波長的加工光 ELk，以相對較粗的微細度來加工塗裝膜 SF。進而，加工系統 SYSj 不會使可形成具有相對寬的寬度的凹狀結構 CP1 的焦點深度的範圍過度縮小。因此，對於 Z 軸方向上的塗裝膜 SF 與光照射裝置 11j 的相對位置的變動的耐性變強。即，即便 Z 軸方向上的塗裝膜 SF 與光照射裝置 11j 的相對位置發生了變動，加工系統 SYSj 能夠適當地加工塗裝膜 SF 的可能性亦提高。進而，加工系統 SYSj 還可享有與所述加工系統 SYSa 可享有的效果同樣的效果。

【0277】 （10-2）放大光學系統 1181j 的具體例

【0278】 繼而，對放大光學系統 1181j 的具體例進行說明。

【0279】 （10-2-1）放大光學系統 1181j 的第一具體例

【0280】 放大光學系統 1181j 亦可包含弱聚焦透鏡（soft focus lens）（即，軟焦點透鏡）。弱聚焦透鏡是如下的光學元件：與經由光照射裝置 11 的光學系統（其中不含弱聚焦透鏡作為放大光學系統 1181j）的加工光 ELk 在會聚位置 BF 處的光束直徑 ϕ（即，光束直徑 ϕb）相比，可擴大經由光照射裝置 11j 的光學系統（其中含有弱聚焦透鏡作為放大光學系統 1181j）的加工光 ELk 在會聚位置 BF 處的光束直徑 ϕ（即，光束直徑 ϕa）。進而，弱聚焦透鏡是如下的光學元件：與不含弱聚焦透鏡作為放大光學系統 1181j 的光

照射裝置 11 的光學系統的焦點深度相比，可擴大包含弱聚焦透鏡作為放大光學系統 1181j 的光照射裝置 11j 的光學系統的焦點深度。由於光照射裝置 11 的光學系統的焦點深度越大，則會聚位置 BF 附近的加工光 ELk 的光束直徑 ϕ 的變化率越小，因而，弱聚焦透鏡可謂是與光束直徑 ϕ b 的變化率相比，可減小光束直徑 ϕ 的變化率 a 的光學元件。因此，弱聚焦透鏡可作為放大光學系統 1181j 發揮功能。

【0281】 弱聚焦透鏡例如包含多個透鏡。弱聚焦透鏡經由多個透鏡對穿過多個透鏡的加工光 ELk 賦予縱向像差（典型地是球面像差）。弱聚焦透鏡藉由對加工光 ELk 賦予縱向像差（典型地是球面像差），來以所述方式改變加工光 ELk 的特性。再者，弱聚焦透鏡並不限定於對加工光 ELk 賦予球面像差者。

【0282】 （10-2-2）放大光學系統 1181j 的第二具體例

【0283】 若考慮到弱聚焦透鏡藉由對加工光 ELk 賦予球面像差來以所述方式改變加工光 ELk 的特性，則除了弱聚焦透鏡以外，或者取而代之，放大光學系統 1181j 亦可包含對加工光 ELk 賦予球面像差的像差賦予光學元件。或者，除了球面像差以外，或者取而代之，像差賦予光學元件亦可對加工光 ELk 賦予相對於光學系統 112b 的光軸（尤其是放大光學系統 1181j 的光軸）而旋轉對稱的像差。此時，像差賦予光學元件藉由對加工光 ELk 賦予球面像差或者相對於光照射裝置 11j 的光學系統的光軸(尤其是放大光學系統 1181j 的光軸）而旋轉對稱的像差，來以所述方式改變加工

光 ELk 的特性。因此，像差賦予光學元件的特性（尤其是與對加工光 ELk 賦予像差相關的特性）設定為所需特性，即，可使經由包含像差賦予光學元件的放大光學系統 1181j 照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的特性，不同於不經由包含像差賦予光學元件的放大光學系統 1181j 而照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的特性。

【0284】（10-2-3）放大光學系統 1181j 的第三具體例

【0285】除了弱聚焦透鏡及像差賦予光學元件中的至少一者以外，或者取而代之，放大光學系統 1181j 亦可包含粗糙面光學元件。粗糙面光學元件亦可為表面的至少一部分為粗糙面的光學元件。粗糙面光學元件亦可為表面的至少一部分為可使光散射的散射面的光學元件。粗糙面光學元件亦可為在表面形成有微小的凹凸的光學元件。作為此種粗糙面光學元件的一例，可列舉磨砂玻璃、消光玻璃、乳白玻璃及橘皮板中的至少一種。再者，橘皮板是利用酸對磨砂玻璃進行處理而使其凹凸光滑者。

【0286】粗糙面光學元件使經由為粗糙面、散射面及/或形成有凹凸的表面而入射至粗糙面光學元件的加工光 ELk 實質上擴散。粗糙面光學元件藉由使加工光 ELk 擴散來以所述方式改變加工光 ELk 的特性。因此，粗糙面光學元件的特性（尤其是與加工光 ELk 的擴散相關的特性）設定為所需特性，即，可使經由包含粗糙面光學元件的放大光學系統 1181j 照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的特性，不同於不經由包含粗糙面光學元件的放大光學系統 1181j 而照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的特性。

【0287】 （10-2-4）放大光學系統 1181j 的第四具體例

【0288】 若考慮到粗糙面光學元件藉由使加工光 ELk 擴散來以所述方式改變加工光 ELk 的特性，則除了弱聚焦透鏡、像差賦予光學元件及粗糙面光學元件中的至少一者以外，或者取而代之，放大光學系統 1181j 亦可包含可使加工光 ELk 擴散的擴散光學元件。作為此種擴散光學元件的一例，可列舉擴散板、乳白色樹脂及日本紙中的至少一種。

【0289】 擴散光學元件藉由使加工光 ELk 擴散來以所述方式改變加工光 ELk 的特性。因此，擴散光學元件的特性（尤其是與加工光 ELk 的擴散相關的特性）設定為所需特性，即，可使經由包括擴散光學元件的放大光學系統 1181j 照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的特性，不同於不經由包含擴散光學元件的放大光學系統 1181j 而照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELk 的特性。

【0290】 （10-3）基於多光束光學系統 112 的放大光學系統 1181j 的替代

【0291】 如上所述，為了形成具有相對寬的寬度的一條凹狀結構 CP1，而使用本來以同時且分別形成具有相對窄的寬度的多條凹狀結構 CP1 的方式照射的多束加工光 ELk 的方法中，會導致加工系統 SYSj 的生產率的惡化。然而，根據該方法，能夠使用具有可以相對較細的微細度來加工塗裝膜 SF 的波長的加工光 ELk，以相對較粗的微細度來加工塗裝膜 SF 這一點沒有變化。即，加工系統 SYSj 中，為了形成具有相對寬的寬度的一條凹狀結構 CP1，亦可

使用本來以同時且分別形成具有相對窄的寬度的多條凹狀結構CP1的方式照射的多束加工光ELk。

【0292】 此時，多光束光學系統 112 亦可使多束加工光 ELk 重合。具體而言，如表示使多束加工光 ELk 重合的情況的剖面圖即圖 49 的左側所示，多光束光學系統 112 使多束加工光 ELk（在圖 49 所示的示例中，為加工光 ELk#1 至加工光 ELk#n）重合。其結果，如圖 49 的右側所示，自光照射裝置 11j（尤其是多光束光學系統 112）射出藉由多束加工光 ELk 的重疊而恰好可視為一束光的加工光 ELj。其結果，多光束光學系統 112 射出的加工光 ELj 的會聚位置 BF 處的光束直徑 ϕ，較光源 110 射出的加工光 ELk 的會聚位置 BF 處的光束直徑 ϕ 更大。在圖 49 所示的示例中，光源 110 射出的加工光 ELk 的會聚位置 BF 處的光束直徑 ϕ 為所述第一直徑 $\phi 1$，而多光束光學系統 112 射出的加工光 ELj 的會聚位置 BF 處的光束直徑為大於第一直徑 $\phi 1$ 的所述第二直徑 $\phi 2$。

【0293】 再者，在藉由多光束光學系統 112 使多束加工光 ELk 重合而生成加工光 ELj 的情況下，光照射裝置 11j 亦可不具備放大光學系統 1181j。或者，放大光學系統 1181j 亦可包含可使多光束光學系統 112 射出的多束加工光 ELk 重合的合成光學元件。而且，在藉由多光束光學系統 112 來使多束加工光 ELk 重合而產生加工光 ELj 的情況下，亦可併用放大光學系統 1181j。

【0294】 但是，在藉由使多束加工光 ELk 重合而生成加工光 ELj 的情況下，加工光 ELj 的會聚位置 BF 附近的光束直徑 ϕ 的變化率

有可能不小於加工光 ELk 的會聚位置 BF 附近的光束直徑 ϕ 的變化率。因此，在藉由使多束加工光 ELk 重合而生成加工光 ELj 的情況下，光照射裝置 11j 亦可包含變化率調整光學元件，該變化率調整光學元件可使加工光 ELj 的會聚位置 BF 附近的光束直徑 ϕ 的變化率小於加工光 ELk 的會聚位置 BF 附近的光束直徑 ϕ 的變化率。

【0295】 作為此種變化率調整光學元件的一例，可列舉用於調整光照射裝置 11j 的光學系統（尤其是多光束光學系統 112 或放大光學系統 1181j）的數值孔徑的 NA（Numerical Aperture：數值孔徑）調整光學元件。NA 調整光學元件具有使包含 NA 調整光學元件的光學系統的數值孔徑小於不含 NA 調整光學元件的光學系統的數值孔徑的特性。其結果，如表示自包含 NA 調整光學元件的光學系統照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELj 以及自不含 NA 調整光學元件的光學系統照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELj 的剖面圖即圖 50 所示，自包含 NA 調整光學元件的光學系統照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELj 的會聚位置 BF 附近的光束直徑 ϕ 的變化率，小於自不含 NA 調整光學元件的光學系統照射至塗裝膜 SF 的加工光 ELj 的會聚位置 BF 附近的光束直徑 ϕ 的變化率。

【0296】 （10-4）放大光學系統 1181j 的狀態控制

【0297】 放大光學系統 1181j 的狀態亦可在放大光學系統 1181j 位於加工光 ELk 的光路上的狀態、與放大光學系統 1181j 不位於加工光 ELk 的光路上的狀態（即，加工光 ELk 不經由放大光學系

統 1181j 而照射至塗裝膜 SF 的狀態)之間切換。放大光學系統 1181j 位於加工光 ELk 的光路上的狀態，等價於加工光 ELk 經由放大光學系統 1181j 照射至塗裝膜 SF 的狀態。放大光學系統 1181j 不位於加工光 ELk 的光路上的狀態，等價於加工光 ELk 不經由放大光學系統 1181j 而照射至塗裝膜 SF 的狀態。因此，放大光學系統 1181j 的狀態亦可謂在加工光 ELk 經由放大光學系統 1181j 照射至塗裝膜 SF 的狀態與加工光 ELk 不經由放大光學系統 1181j 而照射至塗裝膜 SF 的狀態之間切換。

【0298】 為了切換放大光學系統 1181j 的狀態，光照射裝置 11j 如表示第十實施形態的光照射裝置 11j 的另一例的立體圖即圖 51 所示，亦可包括驅動系統 1182j。驅動系統 1182j 在控制裝置 2 的控制下使放大光學系統 1181j 移動。例如，驅動系統 1182j 使放大光學系統 1181j 沿著與光照射裝置 11j 所具備的光學系統的光軸（尤其是放大光學系統 1181j 的光軸）交叉的方向來移動。例如，驅動系統 1182j 使位於加工光 ELk 的光路上的放大光學系統 1181j 移動，直至放大光學系統 1181j 不再位於加工光 ELk 的光路上。例如，驅動系統 1182j 使未位於加工光 ELk 的光路上的放大光學系統 1181j 移動，直至放大光學系統 1181j 位於加工光 ELk 的光路上。即，放大光學系統 1181j 亦可藉由驅動系統 1182j，而相對於加工光 ELk 的光路可插入/脫離。

【0299】 隨著此種放大光學系統 1181j 的狀態的切換，加工系統 SYSj 的狀態在經由放大光學系統 1181j 將加工光 ELk 照射至塗裝

膜 SF 的第一狀態與不經由放大光學系統 1181j 而將加工光 ELk 照射至塗裝膜 SF 的第二狀態之間切換。處於第一狀態的加工系統 SYSj 能夠使用會聚位置 BF 附近的光束直徑 ϕ 相對較大的加工光 ELk（參照圖 48 的（b））來加工塗裝膜 SF。即，處於第一狀態的加工系統 SYSj 能夠以相對粗的微細度來加工塗裝膜 SF。另一方面，處於第二狀態的加工系統 SYSj 能夠使用會聚位置 BF 附近的光束直徑 ϕ 相對較小的加工光 ELk（參照圖 48 的（a））來加工塗裝膜 SF。即，處於第二狀態的加工系統 SYSj 能夠以相對細的微細度來加工塗裝膜 SF。

【0300】 因此，控制裝置 2 亦可基於包含與加工對象物 S 的加工中所要求的微細度相關的條件在內的加工對象物 S 的加工條件，來切換加工系統 SYSj 的狀態（即，放大光學系統 1181j 的狀態）。即，控制裝置 2 亦可基於塗裝膜 SF 或塗裝膜 SF'的加工條件來切換加工系統 SYSj 的狀態（即，放大光學系統 1181j 的狀態）。例如，在加工對象物 S 的加工條件為第一條件#1b 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第一狀態及第二狀態中的任意一者的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。例如，在加工對象物 S 的加工條件為與第一條件#1b 不同的第二條件#2b 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第一狀態及第二狀態中的任意另一者的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。例如，在加工對象物 S 的加工中所要求的微細度為第一微細度#11b 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第一狀態

及第二狀態中的任意一者的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。例如，在加工對象物 S 的加工中所要求的微細度為與第一微細度#11b 不同的第二微細度#12b 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第一狀態及第二狀態中的任意另一者的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。

【0301】 具體而言，例如，在加工對象物 S 的加工中所要求的微細度為第一微細度#21b 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第一狀態的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。例如，在加工對象物 S 的加工中所要求的微細度為較第一微細度#21b 更細的第二微細度#22b 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第二狀態的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。或者，例如，在加工對象物 S 的加工中所要求的微細度為第一微細度#31b 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第二狀態的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。例如，在加工對象物 S 的加工中所要求的微細度為較第一微細度#31b 更粗的第二微細度#32b 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第一狀態的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。

【0302】 例如，在形成第一排列間距 P1#11b 的凹狀結構 CP1 及/或第一排列間距 P2#11b 的凸狀結構 CP2 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第一狀態的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。例如，在形成較第一排列間距 P1#11b 更小的第

二排列間距 P1#12b 的凹狀結構 CP1 及/或較第一排列間距 P2#11b 更小的第二排列間距 P2#12b 的凸狀結構 CP2 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第二狀態的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。或者，例如，在形成第一排列間距 P1#21b 的凹狀結構 CP1 及/或第一排列間距 P2#21b 的凸狀結構 CP2 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第二狀態的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。或者，例如，在形成較第一排列間距 P1#21b 更大的第二排列間距 P1#22b 的凹狀結構 CP1 及/或較第一排列間距 P2#21b 更大的第二排列間距 P2#22b 的凸狀結構 CP2 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第二狀態的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。

【0303】 例如，在形成具有第一寬度#111b 的凹狀結構 CP1 及/或具有第一寬度#211b 的凸狀結構 CP2 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第一狀態的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。例如，在形成具有較第一寬度#111b 更窄的第二寬度#112b 的凹狀結構 CP1 及/或具有較第一寬度#211b 更窄的第二寬度#212b 的凸狀結構 CP2 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第二狀態的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。或者，例如，在形成具有第一寬度#121b 的凹狀結構 CP1 及/或具有第一寬度#221b 的凸狀結構 CP2 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第二狀態的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。例如，在形成具有較第一寬度#121b 更寬的第

二寬度#122b 的凹狀結構 CP1 及/或具有較第一寬度#221b 更寬的第二寬度#222b 的凸狀結構 CP2 的情況下，控制裝置 2 亦可以加工系統 SYSj 的狀態成為第一狀態的方式，控制放大光學系統 1181j 的狀態。

【0304】 與放大光學系統 1181j 的狀態不能切換的加工系統相比，可以所述方式切換放大光學系統 1181j 的狀態的加工系統 SYSj 能夠更適當地加工塗裝膜 SF。具體而言，加工系統 SYSj 能夠與加工對象物 S 的加工中所要求的微細度的大小無關地適當地加工塗裝膜 SF。

【0305】 再者，放大光學系統 1181j 亦可為遠焦光學系統（afocal optical system）。而且，放大光學系統 1181j 的倍率（遠焦光學系統的情況下為角倍率）可變更。放大光學系統 1181j 亦可為變倍光學系統、或變焦光學系統。再者，放大光學系統 1181j 的倍率不限定於放大倍率，可為等倍，亦可為縮小倍率。

【0306】 再者，不限於具備多光束光學系統 112 的加工系統 SYSj 等，對加工對象物 S 進行加工來形成溝槽結構的任意的加工系統亦可具備放大光學系統 1181j。同樣地，對加工對象物 S 進行加工來形成溝槽結構的任意的加工系統亦可具備使放大光學系統 1181j 移動的驅動系統 1182j。即，加工系統 SYSj 亦可不具備多光束光學系統 112。

【0307】 第十實施形態的加工系統 SYSj 亦可包括所述第二實施形態的加工系統 SYSb 至第九實施形態的加工系統 SYSi 中的至少

一個所特有的構成元件。第九實施形態的加工系統 SYSi 所特有的構成元件包括與掃描方向的決定相關的構成元件。

【0308】 （11）第十一實施形態的加工系統 SYSk

【0309】 繼而，對第十一實施形態的加工系統 SYS（以下，將第十一實施形態的加工系統 SYS 稱作「加工系統 SYSk」）進行說明。第十一實施形態的加工系統 SYSk 亦可與所述加工系統 SYSa 的結構相同。進而，第九實施形態的加工系統 SYSk 與所述加工系統 SYSa 同樣地，交替地反覆進行多束加工光 ELk 沿著 X 軸及 Y 軸的任意一者掃描塗裝膜 SF 的掃描動作、以及使多個目標照射區域 EA 在塗裝膜 SF 上沿著 X 軸及 Y 軸的任意另一者移動規定量的步進動作，從而形成溝槽結構。但是，與所述加工系統 SYSa 相比，第十一實施形態的加工系統 SYSk 的不同之處在於以下方面。

【0310】 具體而言，加工系統 SYSa 中，如圖 11 所示，在加工曝射區域 SA 內進行多次的掃描動作中的加工光 ELk 的掃描方向（即，目標照射區域 EA 的移動方向，以下相同）彼此相同。即，分別掃描設定在加工曝射區域 SA 內的多個掃描區域 SCA 的多束加工光 ELk 的掃描方向彼此相同。目標照射區域 EA 在多個掃描區域 SCA 內的移動方向彼此相同。另一方面，第十一實施形態的加工系統 SYSk 亦可變更掃描動作中的加工光 ELk 的掃描方向。加工系統 SYSk 亦可變更掃描動作中的目標照射區域 EA 的移動方向。即，控制裝置 2 亦可以在對加工對象物 S 進行加工的期間內，變更掃描動作中的加工光 ELk 的掃描方向的方式，控制加工裝置

1。控制裝置 2 亦可以在對加工對象物 S 進行加工的期間內，變更掃描動作中的目標照射區域 EA 的移動方向的方式，控制加工裝置 1。再者，目標照射區域 EA 的移動方向與加工光 ELk 的掃描方向相同，因此以下的說明中，只要並無特別說明，則關於目標照射區域 EA 的移動方向的說明亦可作為與加工光 ELk 的掃描方向相關的說明來處理。

【0311】 在變更目標照射區域 EA 的移動方向的情況下，作為掃描動作，加工系統 SYSk 進行：一邊使目標照射區域 EA 在塗裝膜 SF 的表面上向一方向（例如，自-Y 側朝向+Y 側的方向，以下稱作「+Y 方向」）移動，一邊在所需時機對目標照射區域 EA 照射加工光 ELk 的掃描動作（以下稱作「掃描動作（+Y）」）；以及一邊使目標照射區域 EA 在塗裝膜 SF 的表面上向與一方向相反的另一方向（例如，自+Y 側朝向-Y 側的方向，以下稱作「-Y 方向」）移動，一邊在所需時機對目標照射區域 EA 照射加工光 ELk 的掃描動作（以下稱作「掃描動作（-Y）」）。此時，加工裝置 1 在對加工對象物 S 進行加工的期間內分別進行至少一次以上的掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）。

【0312】 加工系統 SYSk 亦可變更目標照射區域 EA 的移動方向，以使多個掃描區域 SCA 中的一掃描區域 SCA 內的目標照射區域 EA 的移動方向與另一掃描區域 SCA 內的目標照射區域 EA 的移動方向不同。具體而言，加工系統 SYSk 對一掃描區域 SCA 進行掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）中的任意一者，隨後進行步

進動作，之後對另一掃描區域 SCA 進行掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）中的任意另一者。

【0313】 作為一例，如表示目標照射區域 EA 的移動軌跡的一例的平面圖即圖 52 所示，加工系統 SYSk 對掃描區域 SCA#1 進行掃描動作（+Y）。其結果，在掃描區域 SCA#1 內，目標照射區域 EA 沿著 Y 軸方向且自-Y 側向+Y 側移動。此時，掃描區域 SCA#1 的-Y 側的端部成為掃描區域 SCA#1 的掃描開始位置 SC_start#1，掃描區域 SCA#1 的+Y 側的端部成為掃描區域 SCA#1 的掃描結束位置 SC_end#1。加工系統 SYSk 在目標照射區域 EA 在掃描區域 SCA#1 內移動的期間內，在所需時機照射加工光 ELk。隨後，加工系統 SYSk 為了對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#1 鄰接的掃描區域 SCA#2 進行掃描動作，而進行步進動作。即，加工系統 SYSk 進行步進動作，以使目標照射區域 EA 自掃描區域 SCA#1 的掃描結束位置 SC_end#1 移動至掃描區域 SCA#2 的掃描開始位置 SC_start#2。此時，由於在掃描區域 SCA#2 中進行掃描動作（-Y），因此掃描區域 SCA#2 的+Y 側的端部成為掃描區域 SCA#2 的掃描開始位置 SC_start#2。隨後，加工系統 SYSk 對掃描區域 SCA#2 進行掃描動作（-Y）。其結果，在掃描區域 SCA#2 內，目標照射區域 EA 沿著 Y 軸方向且自+Y 側向-Y 側移動。此時，掃描區域 SCA#2 的-Y 側的端部成為掃描區域 SCA#2 的掃描結束位置 SC_end#2。加工裝置 1 在目標照射區域 EA 在掃描區域 SCA#2 內移動的期間內，在所需時機照射加工光 ELk。

【0314】 在圖 52 所示的示例中，自成為掃描結束位置 SC_end#1 的掃描區域 SCA#1 的+Y 側的端部至成為掃描開始位置 SC_start#2 的掃描區域 SCA#2 的+Y 側的端部為止的距離，較自掃描區域 SCA#1 的+Y 側的端部至掃描區域 SCA#2 的+Y 側的端部（即，目標照射區域 EA 的移動方向未變更的情況下成為掃描開始位置 SC_start#2 的位置，參照圖 11）為止的距離更短。因此，在圖 52 所示的示例中，目標照射區域 EA 的移動方向變更的情況下由步進動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量，較目標照射區域 EA 的移動方向未變更的情況下由步進動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量（參照圖 11）更少。其結果，為了使目標照射區域 EA 移動而運作的檢流計鏡 113 的負荷降低。

【0315】 例如，加工系統 SYSk 亦可變更目標照射區域 EA 的移動方向，以使一掃描區域 SCA 中第一部分內的目標照射區域 EA 的移動方向與同一掃描區域 SCA 中第二部分內的目標照射區域 EA 的移動方向不同。此時，加工系統 SYSk 對同一掃描區域 SCA 進行掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）兩者。

【0316】 作為一例，如表示目標照射區域 EA 的移動軌跡的一例的平面圖即圖 53 所示，在對一掃描區域 SCA 進行掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）兩者的情況下，在一掃描區域 SCA 內設定多個加工區域 FA，所述加工區域 FA 是預定了藉由各掃描動作而被實際照射加工光 ELk 的區域。在圖 53 所示的示例中，在一掃描區域 SCA 內設定加工區域 FA#1 及加工區域 FA#2。因而，該示例中，

加工系統 SYSk 對加工區域 FA#1 進行掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）中的任意一者，對加工區域 FA#2 進行掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）中的任意另一者。例如，在對加工區域 FA#1 進行掃描動作（+Y）的情況下，加工區域 FA#1 的-Y 側的端部成為加工區域 FA#1 的加工開始位置 F_start#1，加工區域 FA#1 的+Y 側的端部成為加工區域 FA#1 的加工結束位置 F_end#1。其結果，在加工區域 FA#1 內，目標照射區域 EA 沿著 Y 軸方向且自-Y 側向+Y 側移動。在目標照射區域 EA 在加工區域 FA#1 內移動的期間內，加工系統 SYSk 在所需時機照射加工光 ELk。隨後，加工系統 SYSk 對與加工區域 FA#1 不同的加工區域 FA#2 進行掃描動作（-Y）。此時，加工區域 FA#2 的+Y 側的端部成為加工區域 FA#2 的加工開始位置 F_start#2，加工區域 FA#2 的-Y 側的端部成為加工區域 FA#2 的加工結束位置 F_end#2。因此，加工系統 SYSk 使用檢流計鏡 113，使目標照射區域 EA 以自加工區域 FA#1 的加工結束位置 F_end#1 朝向加工區域 FA#2 的加工開始位置 F_start#2 的方式，沿著 Y 軸方向且自-Y 側向+Y 側移動。再者，為了便於說明，圖 53 如目標照射區域 EA 不僅沿著 Y 軸方向移動或許亦沿著 X 軸方向移動般描繪目標移動區域 EA 的移動軌跡，但實際上，目標移動區域 EA 亦可不沿著 X 軸方向移動。此時，加工系統 SYSk 不照射加工光 ELk。再者，不照射加工光 ELk 而使目標照射區域 EA 沿著 Y 軸方向移動的動作並非使目標照射區域 EA 至少沿著 X 軸方向移動的動作，因而並非步進動作。第十一實施形態中，為

了便於說明，將該動作稱作「掃描動作（不照射）」。因而，在圖 53 所示的示例中，加工系統 SYSk 可謂是進行掃描動作，隨後，在不進行步進動作的情況下進行掃描動作（不照射），隨後進行掃描動作。即，在圖 53 所示的示例中，加工系統 SYSk 可謂是每當進行掃描動作，在不進行步進動作的情況下進行掃描動作（不照射），在此基礎上再次進行掃描動作。隨後，加工系統 SYSk 對加工區域 FA#2 進行掃描動作（-Y）。其結果，在加工區域 FA#2 內，目標照射區域 EA 沿著 Y 軸方向且自+Y 側向-Y 側移動。加工系統 SYSk 在目標照射區域 EA 在加工區域 FA#2 內移動期間內，在所需時機照射加工光 ELk。在掃描區域 SCA 中更包含加工區域 FA 的情況下，加工系統 SYSk 重覆同樣的動作。此時，加工系統 SYSk 在相同的掃描區域 SCA 內分別進行至少一次以上的掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）。在對掃描區域 SCA 的掃描動作完成之後（即，在對掃描區域 SCA 所包含的多個加工區域 FA 分別進行的多個掃描動作完成之後），進行步進動作，之後對另一掃描區域 SCA 進行掃描動作。

【0317】 再者，即便在對一掃描區域 SCA 進行掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）中的任意一者（即，不進行掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）中的任意另一者）的情況下，亦可仍在一掃描區域 SCA 內設定多個加工區域 FA，即藉由各掃描動作而被實際照射加工光 ELk 的區域。例如，如上所述，在目標照射區域 EA 在掃描區域 SCA 內移動的期間內，加工系統 SYSk 在所需時機照射加

工光 ELk。即，加工系統 SYSk 在目標照射區域 EA 與掃描區域 SCA 中應實際照射加工光 ELk 的區域重疊的時機照射加工光 ELk，另一方面，在目標照射區域 EA 不與掃描區域 SCA 中應實際照射加工光 ELk 的區域重疊的時機不照射加工光 ELk。此時，掃描區域 SCA 中應實際照射加工光 ELk 的區域實質上相當於加工區域 FA。因此，如表示目標照射區域 EA 的移動軌跡的一例的平面圖即圖 54 所示，即便在對一掃描區域 SCA 進行掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）中的任意一者的情況下，亦可在一掃描區域 SCA 內設定多個加工區域 FA。但是，此時，目標移動區域 EA 在各加工區域 FA 內的移動方向相同。除了目標移動區域 EA 在各加工區域 FA 內的移動方向相同這一點之外，圖 54 所示的掃描動作的流程亦可與圖 53 所示的掃描動作的流程相同。

【0318】 控制裝置 2 亦可以滿足規定基準的方式來設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向。具體而言，控制裝置 2 亦可將各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向設定為+Y 方向及-Y 方向中滿足規定基準的任意一個方向或兩個方向。此時，加工系統 SYSk 在各掃描區域 SCA 中進行掃描動作(+Y)及掃描動作（-Y）中滿足規定基準的任意一個掃描動作或兩個掃描動作。

【0319】 例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下步進移動量基準的方式，來設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，與多個掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向全部

相同的情況（參照所述圖 11）相比，由為了對各掃描區域 SCA 進行掃描動作而進行的步進動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量變少。例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下步進移動量基準的方式，來設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，與未以滿足步進移動量基準的方式設定目標照射區域 EA 的移動方向的情況相比，由為了對各掃描區域 SCA 進行掃描動作而進行的步進動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量變少。例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下步進移動量基準的方式，來設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，由為了對各掃描區域 SCA 進行掃描動作而進行的步進動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量最少。

【0320】 由步進動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量越少，步進動作所需的時間越短。因此，例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下步進移動時間基準的方式，來設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，與多個掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向全部相同的情況相比，為了對各掃描區域 SCA 進行掃描動作而進行的步進動作所需的時間變短。例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下步進移動時間基準的方式，來設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，與未以滿足步進移動時間基準的方式設定目標照射區域 EA 的移動方向的情況相比，為了對各掃描區域 SCA 進行掃描動作而進行的步進動作所需的時間變短。例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下步進移動時

間基準的方式，來設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，為了對各掃描區域 SCA 進行掃描動作而進行的步進動作所需的時間為最短。

【0321】 例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下掃描移動量基準的方式，來設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，與多個掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向全部相同的情況相比，由對各掃描區域 SCA 進行的掃描動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量變少。例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下掃描移動量基準的方式，來設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，與未以滿足掃描移動量基準的方式設定目標照射區域 EA 的移動方向的情況相比，由對各掃描區域 SCA 進行的掃描動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量變少。例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下掃描移動量基準的方式，來設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，由對各掃描區域 SCA 進行的掃描動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量最少。

【0322】 由掃描動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量越少，掃描動作所需的時間越短。因此，例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下掃描移動時間基準的方式，來設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，與多個掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向全部相同的情況相比，為了對各掃描區域 SCA 進行掃描動作而所需的時間變短。例如，控制裝置 2 亦可以

滿足如下掃描移動時間基準的方式，來設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，與未以滿足掃描移動時間基準的方式設定目標照射區域 EA 的移動方向的情況相比，對各掃描區域 SCA 進行的掃描動作所需的時間變短。例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下掃描移動時間基準的方式，來設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，為了對各掃描區域 SCA 進行掃描動作而所需的時間為最短。

【0323】 例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下掃描移動量基準（不照射）的方式設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，與多個掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向全部相同的情況相比，由對各掃描區域 SCA 進行的掃描動作(不照射）所引起的目標照射區域 EA 的移動量變少。例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下掃描移動量基準（不照射）的方式設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，與未以滿足掃描移動量基準（不照射）的方式設定目標照射區域 EA 的移動方向的情況相比，由對各掃描區域 SCA 進行的掃描動作（不照射）所引起的目標照射區域 EA 的移動量變少。例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下掃描移動量基準（不照射）的方式設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，由對各掃描區域 SCA 進行的掃描動作（不照射）所引起的目標照射區域 EA 的移動量最少。

【0324】 由掃描動作（未照射）所引起的目標照射區域 EA 的移動量越少，掃描動作（未照射）所需的時間越短。因此，例如，

控制裝置 2 亦可以滿足如下掃描移動時間基準（不照射）的方式設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，與多個掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向全部相同的情況相比，為了對各掃描區域 SCA 進行掃描動作（不照射）而所需的時間變短。例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下掃描移動時間基準(不照射)的方式設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，與未以滿足掃描移動時間基準（不照射）的方式設定目標照射區域 EA 的移動方向的情況相比，對各掃描區域 SCA 進行的掃描動作（不照射）所需的時間變短。例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下掃描移動時間基準（不照射）的方式設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，即，為了對各掃描區域 SCA 進行掃描動作（不照射）而所需的時間為最短。

【0325】 目標照射區域 EA 的移動量越少，為了對加工曝射區域 SA 進行加工而所需的時間越短。因此，為了加工塗裝膜 SF 而所需的時間亦變短。即，與加工對象物 S 的加工相關的生產率提高。

【0326】 控制裝置 2 亦可在所需時機設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向。例如，控制裝置 2 亦可在開始加工對象物 S 的加工之前，設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向。例如，控制裝置 2 亦可在加工對象物 S 的加工開始後，設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向。例如，控制裝置 2 亦可在開始一加工曝射區域 SA 的加工之前，設定一加工曝射區域 SA 內的各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA

的移動方向。例如，控制裝置 2 亦可在一加工曝射區域 SA 的加工開始後，設定一加工曝射區域 SA 內的各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向。例如，控制裝置 2 亦可在開始各掃描區域 SCA 的加工之前，設定各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向。

【0327】 以下，對設定目標照射區域 EA 的移動方向的基準的具體例進行說明。

【0328】 （6-1）第一基準

【0329】 控制裝置 2 亦可以滿足第一基準的方式來設定目標照射區域 EA 的移動方向，所述第一基準是反覆進行如下第一基準動作，即，進行掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）中的任意一者，隨後進行步進動作，並進行掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）中的任意另一者，隨後進行步進動作。即，控制裝置 2 亦可以滿足反覆進行如下動作的第一基準的方式來設定目標照射區域 EA 的移動方向，即，對一掃描區域 SCA 進行掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）中的任意一者，隨後進行步進動作，隨後對另一掃描區域 SCA 進行掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）中的任意另一者。

【0330】 將移動方向設定為滿足第一基準時的目標照射區域 EA 的移動軌跡的一例示於圖 55 中。在圖 55 所示的示例中，加工系統 SYSk 首先對掃描區域 SCA#1 進行掃描動作（+Y）。隨後，加工系統 SYSk 在進行步進動作之後，對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#1 鄰接的未加工的掃描區域 SCA#1 進行掃描動作（-Y）。隨

後，加工系統 SYSk 在進行步進動作之後，對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#2 鄰接的未加工的掃描區域 SCA#3 進行掃描動作（+Y）。隨後，加工系統 SYSk 在進行步進動作之後，對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#3 鄰接的未加工的掃描區域 SCA#4 進行掃描動作（-Y）。隨後，加工系統 SYSk 在進行步進動作之後，對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#4 鄰接的未加工的掃描區域 SCA#5 進行掃描動作（+Y）。隨後，加工系統 SYSk 在進行步進動作之後，對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#5 鄰接的未加工的掃描區域 SCA#6 進行掃描動作（-Y）。

【0331】 在如上所述將移動方向設定為滿足第一基準的情況下，與多個掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向全部相同的情況相比，目標照射區域 EA 的步進動作中的移動量變少。其理由在於，如使用圖 53 已說明般，關於至一掃描區域 SCA 的掃描結束位置 SC_end 及一掃描區域 SCA 的掃描開始位置 SC_start 為止的距離，在將目標照射區域 EA 的移動方向設定為滿足第一基準的情況下，短於多個掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向全部相同的情況（參照圖 9）。因而，第一基準可謂是步進移動量基準及步進移動時間基準各自的一例。

【0332】 而且，第一基準亦可謂是如下基準的一例，該基準可使由為了對各掃描區域 SCA 進行掃描動作而進行的步進動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量最少。即，第一基準亦可謂是如下基準的一例，該基準將各掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移

動方向設定為+Y 方向及-Y 方向中的、可減少由為了對各掃描區域 SCA 進行掃描動作而進行的步進動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量的任意一個方向。例如，與掃描區域 SCA#2 中的目標照射區域 EA 的移動方向為+Y 方向的情況（參照圖 11）相比，掃描區域 SCA#2 中的目標照射區域 EA 的移動方向為-Y 方向的情況下（圖 55），由為了對掃描區域 SCA#2 進行掃描動作而進行的步進動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量變少。因此，控制裝置 2 將掃描區域 SCA#2 中的目標照射區域 EA 的移動方向設定為-Y 方向，而非+Y 方向。

【0333】 （6-2）第二基準

【0334】 控制裝置 2 亦可以滿足第二基準的方式設定目標照射區域 EA 的移動方向，所述第二基準是在加工各加工曝射區域 SA 的期間內，掃描動作（+Y）及掃描動作（-Y）兩者至少進行一次。將移動方向設定為滿足第二基準時的目標照射區域的移動軌跡的一例示於圖 56 中。在圖 56 所示的示例中，加工系統 SYSk 首先對掃描區域 SCA#1 進行掃描動作（+Y）。隨後，加工系統 SYSk 在進行步進動作之後，對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#1 鄰接的未加工的掃描區域 SCA#1 進行掃描動作(+Y)。隨後，加工系統 SYSk 在進行步進動作之後，對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#2 鄰接的未加工的掃描區域 SCA#3 進行掃描動作（+Y）。隨後，加工系統 SYSk 在進行步進動作之後，對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#3 鄰接的未加工的掃描區域 SCA#4 進行掃描動作（-Y）。隨後，加

工系統 SYSk 在進行步進動作之後，對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#4 鄰接的未加工的掃描區域 SCA#5 進行掃描動作（-Y）。隨後，加工系統 SYSk 在進行步進動作之後，對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#5 鄰接的未加工的掃描區域 SCA#6 進行掃描動作（-Y）。

【0335】 如上所述將移動方向設定為滿足第二基準的目標照射區域 EA 的步進動作中的移動量，亦較多個掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向全部相同的情況下由步進動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量變少。其原因在於，至少一次的步進動作（具體而言，在目標照射區域 EA 的移動方向變更的時機進行的步進動作，在圖 56 所示的示例中，自對掃描區域 SCA#3 的掃描動作完成後至開始對掃描區域 SCA#4 的掃描動作為止所進行的步進動作）中的目標照射區域 EA 的移動量，較多個掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向全部相同的情況下進行的一次步進動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量（參照圖 11）變少。因而，第二基準可謂是步進移動量基準及步進移動時間基準各自的一例。

【0336】 （6-3）第三基準

【0337】 當在各掃描區域 SCA 設定有單個加工區域 FA 時，控制裝置 2 亦可以滿足第三基準的方式設定一掃描區域 SCA 內的一加工區域 FA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，所述第三基準是根據對在一掃描區域 SCA 之前已進行掃描動作的另一掃描區域 SCA

內的另一加工區域 FA 的掃描動作完成時的加工光 ELk 的照射位置（即，加工結束位置 F_end）與一加工區域 FA 之間的位置關係而確定。即，控制裝置 2 亦可以滿足如下第三基準的方式設定一掃描區域 SCA 內的一加工區域 FA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，所述第三基準是根據對與一掃描區域 SCA 鄰接的另一掃描區域 SCA 內的另一加工區域 FA 的掃描動作完成時的加工光 ELk 的照射位置（即，加工結束位置 F_end）與一加工區域 FA 的位置關係而確定。

【0338】 例如，控制裝置 2 亦可以滿足如下第三基準的方式設定一加工區域 FA 中的目標照射區域 EA 的移動方向，所述第三基準是根據另一加工區域 FA 的加工結束位置 F_end 與一加工區域 FA 的+Y 側的端部及-Y 側的端部之間的位置關係而確定。此時，第三基準亦可為自一加工區域 FA 的+Y 側的端部及-Y 側的端部中的靠近另一加工區域 FA 的加工結束位置 F_end 的端部開始掃描動作的基準。第三基準亦可為如下基準，其將一加工區域 FA 的+Y 側的端部及-Y 側的端部中的靠近另一加工區域 FA 的加工結束位置 F_end 的一個端部設定為一加工區域 FA 的加工開始位置 F_start，將一加工區域 FA 的+Y 側的端部及-Y 側的端部中的遠離另一加工區域 FA 的加工結束位置 F_end 的端部設定為一加工區域 FA 的加工結束位置 F_end。

【0339】 以下，一邊參照圖 57，一邊對以滿足此種第三基準的方式設定的目標照射區域 EA 的移動方向進行說明。圖 57 是表示以

滿足第三基準的方式設定移動方向的情況下目標照射區域 EA 的移動軌跡的一例的平面圖。

【0340】 圖 57 表示了在加工曝射區域 SA 設定有五個掃描區域 SCA#1 至掃描區域 SCA#5，且在掃描區域 SCA#1 至掃描區域 SCA#5 分別設定有加工區域 FA#1 至加工區域 FA#5 的示例。此時，加工系統 SYSk 首先對掃描區域 SCA#1 進行掃描動作。在圖 57 所示的示例中，加工系統 SYSk 對掃描區域 SCA#1 進行掃描動作（+Y）。即，在圖 57 所示的示例中，加工區域 FA#1 的-Y 側的端部設定為加工區域 FA#1 的加工開始位置 F_start#1，加工區域 FA#1 的+Y 側的端部設定為加工區域 FA#1 的加工結束位置 F_end#1。

【0341】 隨後，加工系統 SYSk 對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#1 鄰接的掃描區域 SCA#2 內的加工區域 FA#2 進行掃描動作。此時，掃描區域 SCA#2（加工區域 FA#2）中的目標照射區域 EA 的移動方向預先以滿足第三基準的方式設定，所述第三基準是根據對掃描區域 SCA#1（加工區域 FA#1）的掃描動作完成時的加工光 ELk 的照射位置（即，加工結束位置 F_end#1）與加工區域 FA#2 的位置關係而確定。具體而言，相較於加工區域 FA#2 的-Y 側的端部，加工區域 FA#2 的+Y 側的端部更靠近加工區域 FA#1 的加工結束位置 F_end#1。因此，加工區域 FA#2 的+Y 側的端部設定為加工區域 FA#2 的加工開始位置 F_start#2，加工區域 FA#2 的-Y 側的端部設定為加工區域 FA#2 的加工結束位置 F_end#2。因

此，掃描區域 SCA#2（加工區域 FA#2）中目標照射區域 EA 的移動方向設定為-Y 方向。即，掃描區域 SCA#2（加工區域 FA#2）中目標照射區域 EA 的移動方向設定為，自加工區域 FA#2 的+Y 側的端部開始掃描動作。

【0342】 因此，加工系統 SYSk 首先以目標照射區域 EA 自加工區域 FA#1 的加工結束位置 F_end#1 移動至加工區域 FA#2 的加工開始位置 F_start#2 的方式，進行步進動作。隨後，加工系統 SYSk 對加工區域 FA#2 進行掃描動作（-Y）。

【0343】 隨後，加工系統 SYSk 對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#2 鄰接的掃描區域 SCA#3 內的加工區域 FA#3 進行掃描動作。此時，相較於加工區域 FA#3 的-Y 側的端部，加工區域 FA#3 的+Y 側的端部更靠近加工區域 FA#2 的加工結束位置 F_end#2。因此，加工區域 FA#3 的+Y 側的端部設定為加工區域 FA#3 的加工開始位置 F_start#3，加工區域 FA#3 的-Y 側的端部設定為加工區域 FA#3 的加工結束位置 F_end#3。掃描區域 SCA#3（加工區域 FA#3）中的目標照射區域 EA 的移動方向設定為-Y 方向。因此，加工系統 SYSk 首先以目標照射區域 EA 自加工區域 FA#2 的加工結束位置 F_end#2 移動至加工區域 FA#3 的加工開始位置 F_start#3 的方式，進行步進動作。隨後，加工系統 SYSk 對加工區域 FA#3 進行掃描動作（-Y）。

【0344】 隨後，加工系統 SYSk 對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#3 鄰接的掃描區域 SCA#4 內的加工區域 FA#4 進行掃描動

作。此時，相較於加工區域 FA#4 的+Y 側的端部，加工區域 FA#4 的-Y 側的端部更靠近加工區域 FA#3 的加工結束位置 F_end#3。因此，加工區域 FA#4 的-Y 側的端部設定為加工區域 FA#4 的加工開始位置 F_start#4，加工區域 FA#4 的+Y 側的端部設定為加工區域 FA#4 的加工結束位置 F_end#4。掃描區域 SCA#4（加工區域 FA#4）中的目標照射區域 EA 的移動方向設定為+Y 方向。因此，加工系統 SYSk 首先以目標照射區域 EA 自加工區域 FA#3 的加工結束位置 F_end#3 移動至加工區域 FA#4 的加工開始位置 F_start#4 的方式，進行步進動作。隨後，加工系統 SYSk 對加工區域 FA#4 進行掃描動作（+Y）。

【0345】 隨後，加工系統 SYSk 對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#4 鄰接的掃描區域 SCA#5 內的加工區域 FA#5 進行掃描動作。此時，相較於加工區域 FA#5 的-Y 側的端部，加工區域 FA#5 的+Y 側的端部更靠近加工區域 FA#4 的加工結束位置 F_end#4。因此，加工區域 FA#5 的+Y 側的端部設定為加工區域 FA#5 的加工開始位置 F_start#5，加工區域 FA#5 的-Y 側的端部設定為加工區域 FA#5 的加工結束位置 F_end#5。掃描區域 SCA#5（加工區域 FA#5）中的目標照射區域 EA 的移動方向設定為-Y 方向。因此，加工系統 SYSk 首先以目標照射區域 EA 自加工區域 FA#4 的加工結束位置 F_end#4 移動至加工區域 FA#5 的加工開始位置 F_start#5 的方式，進行步進動作。隨後，加工系統 SYSk 對加工區域 FA#5 進行掃描動作（-Y）。

【0346】 如上所述將移動方向設定為滿足第三基準的目標照射區域 EA 的步進動作中的移動量，亦較多個掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向全部相同的情況下由步進動作引起的目標照射區域 EA 的移動量變少。因而，第三基準可謂是步進移動量基準及步進移動時間基準各自的一例。

【0347】 再者，圖 58 表示了圖 57 所示的加工區域 FA#1 至加工區域 FA#5 中的目標照射區域 EA 的移動方向設定為滿足第一基準的情況下的目標照射區域 EA 的移動軌跡。如由圖 57 及圖 58 可知般，在以滿足第三基準的方式設定目標照射區域 EA 的移動方向的情況下，相較於以滿足第一基準的方式設定目標照射區域 EA 的移動方向的情況相比，由步進動作引起的目標照射區域 EA 的移動量及移動時間有可能變短。

【0348】 但是，在各掃描區域 SCA 與各掃描區域 SCA 內的加工區域 FA 一致（即，各掃描區域 SCA 的整體成為加工區域 FA）的情況下，以滿足第三基準的方式設定的目標照射區域 EA 的移動方向，會與以滿足第一基準的方式設定的目標照射區域 EA 的移動方向相同。

【0349】 （6-4）第四基準

【0350】 當在一掃描區域 SCA 設定有多個加工區域 FA 時，控制裝置 2 亦可以滿足第四基準的方式設定各加工區域 FA 的各自的移動方向，所述第四基準是自具有最靠近之前的掃描動作剛剛完成時的加工光 ELk 的照射位置的端部的加工區域 FA 起依序進行掃

描動作，且在各加工區域 FA 內，目標照射區域 EA 自靠近之前的掃描動作剛剛完成時的加工光 ELk 的照射位置的端部朝向遠離之前的掃描動作剛剛完成時的加工光 ELk 的照射位置的端部移動。

【0351】 以下，一邊參照圖 59，一邊對以滿足此種第四基準的方式設定的目標照射區域 EA 的移動方向進行說明。圖 59 是表示當將移動方向設定為滿足第四基準時目標照射區域 EA 的移動軌跡的一例的平面圖。

【0352】 圖 59 表示了在加工曝射區域 SA 設定有五個掃描區域 SCA#1 至掃描區域 SCA#5，在掃描區域 SCA#1 至掃描區域 SCA#4 分別設定有加工區域 FA#1 至加工區域 FA#4，且在掃描區域 SCA#5 設定有三個加工區域 FA#51 至 FA#53 的示例。再者，關於在掃描區域 SCA#1 至掃描區域 SCA#4 所設定的加工區域 FA#1 至加工區域 FA#4，與圖 57 所示的加工區域 FA#1 至加工區域 FA#4 相同。因此，關於對掃描區域 SCA#1 至掃描區域 SCA#4（加工區域 FA#1 至加工區域 FA#4）的掃描動作的說明，與圖 57 所示的掃描動作相同，因此省略其說明。

【0353】 在對掃描區域 SCA#4（加工區域 FA#4）的掃描動作完成之後，加工系統 SYSk 對掃描區域 SCA#5 內的加工區域 FA#51 至加工區域 FA#53 依序進行掃描動作。此處，相較於加工區域 FA#51 的-Y 側的端部及+Y 側的端部、加工區域 FA#52 的-Y 側的端部及+Y 側的端部以及加工區域 FA#53 的-Y 側的端部，加工區域 FA#53 的+Y 側的端部更靠近之前的掃描動作剛剛完成時的加工

光 ELk 的照射位置即加工區域 FA#4 的加工結束位置 F_end#4。因此，在掃描區域 SCA#5 中，首先，對加工區域 FA#53 進行掃描動作。如上所述，目標照射區域 EA 在加工區域 FA#53 中的移動方向預先以如下方式設定，即，為自靠近加工結束位置 F_end#4 的端部朝向遠離加工結束位置 F_end#4 的端部的方向。即，加工區域 FA#53 的+Y 側的端部設定為加工區域 FA#53 的加工開始位置 F_start#53，加工區域 FA#53 的-Y 側的端部設定為加工區域 FA#53 的加工結束位置 F_end#53。即，加工區域 FA#53 中的目標照射區域 EA 的移動方向設定為-Y 方向。

【0354】 因此，加工系統 SYSk 首先以目標照射區域 EA 自加工區域 FA#4 的加工結束位置 F_end#4 移動至加工區域 FA#53 的加工開始位置 F_start#53 的方式，進行步進動作。隨後，加工系統 SYSk 對加工區域 FA#53 進行掃描動作（-Y）。

【0355】 隨後，加工系統 SYSk 對掃描區域 SCA#5 內的未加工的加工區域 FA#51 至加工區域 FA#52 進行掃描動作。此處，相較於加工區域 FA#51 的-Y 側的端部及+Y 側的端部、以及加工區域 FA#52 的-Y 側的端部，加工區域 FA#52 的+Y 側的端部更靠近之前的掃描動作剛剛完成時的加工光 ELk 的照射位置即加工區域 FA#53 的加工結束位置 F_end#53。因此，在掃描區域 SCA#5 中，在加工區域 FA#53 之後，對加工區域 FA#52 進行掃描動作。如上所述，目標照射區域 EA 在加工區域 FA#52 中的移動方向預先以以如下方式設定，即，為自靠近加工結束位置 F_end#53 的端部朝

向遠離加工結束位置 F_end#53 的端部的方向。即，加工區域 FA#52 的 +Y 側的端部設定為加工區域 FA#52 的加工開始位置 F_start#52，加工區域 FA#52 的-Y 側的端部設定為加工區域 FA#52 的加工結束位置 F_end#52。即，加工區域 FA#52 中的目標照射區域 EA 的移動方向設定為-Y 方向。

【0356】 因此，加工系統 SYSk 首先以目標照射區域 EA 自加工區域 FA#53 的加工結束位置 F_end#53 移動至加工區域 FA#52 的加工開始位置 F_start#52 的方式，進行步進動作。隨後，加工系統 SYSk 對加工區域 FA#52 進行掃描動作（-Y）。

【0357】 隨後，加工系統 SYSk 對掃描區域 SCA#5 內的未加工的加工區域 FA#51 進行掃描動作。加工區域 FA#51 中的目標照射區域 EA 的移動方向預先以如下方式設定，即，為自靠近之前的掃描動作剛剛完成時的加工光 ELk 的照射位置即加工區域 FA#52 的加工結束位置 F_end#52 的端部朝向遠離加工結束位置 F_end#52 的端部的方向。即，加工區域 FA#51 的+Y 側的端部設定為加工區域 FA#51 的加工開始位置 F_start#51，加工區域 FA#51 的-Y 側的端部設定為加工區域 FA#51 的加工結束位置 F_end#51。即，加工區域 FA#51 中的目標照射區域 EA 的移動方向設定為-Y 方向。

【0358】 因此，加工系統 SYSk 首先以目標照射區域 EA 自加工區域 FA#52 的加工結束位置 F_end#52 移動至加工區域 FA#51 的加工開始位置 F_start#51 的方式，進行步進動作。隨後，加工系統 SYSk 對加工區域 FA#51 進行掃描動作（-Y）。

【0359】 如上所述將移動方向設定為滿足第四基準的目標照射區域 EA 的步進動作中的移動量，亦較多個掃描區域 SCA 中的目標照射區域 EA 的移動方向全部相同的情況下由步進動作所引起的目標照射區域 EA 的移動量變少。因而，第四基準可謂是步進移動量基準及步進移動時間基準各自的一例。

【0360】 而且，在將目標照射區域 EA 的移動方向設定為滿足第四基準的情況下，根據情況，由掃描動作（不照射）引起的目標照射區域 EA 中的移動量有可能變少。例如，圖 60 表示了當將圖 59 所示的加工區域 FA#1 至加工區域 FA#4 以及加工區域 FA#51 至加工區域 FA#53 中的目標照射區域 EA 的移動方向設定為滿足第一基準時目標照射區域 EA 的移動軌跡。如由圖 59 及圖 60 可知般，在以滿足第四基準的方式設定目標照射區域 EA 的移動方向的情況下，與以滿足第一基準的方式設定目標照射區域 EA 的移動方向的情況相比，尤其是在掃描區域 SCA#5 內進行的掃描動作（不照射）所引起的目標照射區域 EA 的移動量及移動時間有可能變短。因而，第四基準可謂是掃描移動量基準（未照射）及掃描移動時間基準（未照射）各自的一例。

【0361】 再者，不限於具備多光束光學系統 112 的加工系統 SYSk，對加工對象物 S 進行加工來形成溝槽結構的任意的加工系統亦可使掃描方向與凹狀結構 CP1 一致。同樣地，對加工對象物 S 進行加工來形成溝槽結構的任意的加工系統，亦可變更目標照射區域 EA 的移動方向。即，加工系統 SYSk 亦可不具備多光束光學

系統 112。

【0362】 第十一實施形態的加工系統 SYSk 亦可包括所述第二實施形態的加工系統 SYSb 至第十實施形態的加工系統 SYSj 的至少一個所特有的構成元件。第十實施形態的加工系統 SYSj 所特有的構成元件包含與放大光學系統 1181j 相關的構成元件。

【0363】 （12）其他變形例

【0364】 所述說明中，加工系統 SYS 為了使多束加工光 ELk 在塗裝膜 SF 的表面上掃描而利用檢流計鏡 113 來將加工光 ELk 偏轉。然而，除了利用檢流計鏡 113 來將加工光 ELk 偏轉以外，或者取而代之，加工裝置 1 亦可藉由使光照射裝置 11 相對於塗裝膜 SF 相對移動而使多束加工光 ELk 在塗裝膜 SF 的表面上掃描。即，控制裝置 2 亦可控制驅動系統 12 來使光照射裝置 11 相對於塗裝膜 SF 相對移動，以使加工光 ELk 掃描塗裝膜 SF 的表面。

【0365】 驅動系統 12 使光照射裝置 11 相對於塗裝膜 SF 相對移動的目的之一是，如上所述般使加工光 ELk 在塗裝膜 SF 的表面上掃描。因此，在即便光照射裝置 11 不移動亦能實現加工光 ELk 對塗裝膜 SF 的掃描的情況下，光照射裝置 11 亦可不移動。即，加工系統 SYS 亦可不包括驅動系統 12。

【0366】 驅動系統 12 使光照射裝置 11 相對於塗裝膜 SF 相對移動的目的之一是為了在收容裝置 13 的收容空間 SP 收容多個加工曝射區域 SA 的情況下，不使收容裝置 13 及支持裝置 14 移動而利用加工光 ELk 來依序掃描多個加工曝射區域 SA。因此，在收容空

間 SP 收容單個加工曝射區域 SA 的情況下，光照射裝置 11 亦可不移動。即，加工系統 SYS 亦可不包括驅動系統 12。

【0367】 所述說明中，加工裝置 1 包括收容裝置 13、支持裝置 14、驅動系統 15、排氣裝置 16 及氣體供給裝置 17。然而，加工裝置 1 只要可對加工對象物 S 進行加工，則亦可不包括收容裝置 13、支持裝置 14、驅動系統 15、排氣裝置 16 及氣體供給裝置 17 中的至少一個。加工裝置 1 只要可對加工對象物 S 進行加工，則亦可不包括收容裝置 13、支持裝置 14、驅動系統 15、排氣裝置 16 及氣體供給裝置 17 中的至少一部分。進而，所述收容裝置 13、支持裝置 14、驅動系統 15、排氣裝置 16 及氣體供給裝置 17 各自的結構不過是一例，加工裝置 1 亦可包括具有與所述結構不同的結構的收容裝置 13、支持裝置 14、驅動系統 15、排氣裝置 16 及氣體供給裝置 17 中的至少一個。

【0368】 所述說明中，加工系統 SYS 在加工對象物 S 的表面上形成由塗裝膜 SF 所形成的溝槽結構。然而，加工系統 SYS 亦可在加工對象物 S 的表面上，形成具有任意形狀的由塗裝膜 SF 所形成的任意結構。此時，只要控制裝置 2 控制光照射裝置 11 等，以使加工光 ELk 沿著與應形成的結構相應的掃描軌跡來掃描塗裝膜 SF 的表面，則可形成具有任意形狀的任意結構。作為任意結構的一例，可列舉有規則或不規則地形成的微米/奈米級的微細紋理結構（典型的是凹凸結構）。此種微細紋理結構亦可包含具有降低流體（氣體及/或液體）所造成的阻力的功能的鯊魚皮結構及微坑

（dimple）結構中的至少一者。微細紋理結構亦可包含具有斥液功能及自清潔（self cleaning）功能的至少一者（例如具有蓮花效應（lotus effect））的蓮葉表面結構。微細紋理結構亦可包含具有液體輸送功能的微細突起結構（參照美國專利公開第 2017/0044002 號公報）、具有親液性功能的凹凸結構、具有防污功能的凹凸結構、具有反射率降低功能及斥液功能的至少一者的蛾眼（moth-eye）結構、利用干涉來僅加強指定波長的光而呈現結構色的凹凸結構、具有利用凡得瓦力（Van der Waals' forces）的黏著功能的柱陣列（pillar array）結構、具有空氣動力噪音降低功能的凹凸結構、及具有液滴捕集功能的蜂窩（honeycomb）結構等中的至少一個。

【0369】 所述說明中，加工系統 SYS 藉由加工光 ELk 的照射來使塗裝膜 SF 蒸發而去除塗裝膜 SF。然而，除了藉由加工光 ELk 的照射來使塗裝膜 SF 蒸發以外，或者取而代之，加工系統 SYS 亦可藉由加工光 ELk 的照射來改變塗裝膜 SF 的性質而去除塗裝膜 SF。例如，加工系統 SYS 亦可藉由加工光 ELk 的照射來使塗裝膜 SF 熔融並將熔融的塗裝膜 SF 去除，藉此來去除塗裝膜 SF。例如，加工系統 SYS 亦可藉由加工光 ELk 的照射來使塗裝膜 SF 變脆，並剝離變脆的塗裝膜 SF，藉此來去除塗裝膜 SF。所述說明中，加工系統 SYS 對形成在加工對象物 S 表面的塗裝膜 SF 進行剝蝕加工。然而，加工系統 SYS 亦可藉由熱加工來去除形成在加工對象物 S 表面的塗裝膜 SF 的一部分。

【0370】 所述說明中，加工系統 SYS 藉由去除塗裝膜 SF 而形成

凹部 C（或者凹狀結構 CP1、或包含所述凹狀結構 CP1 的溝槽結構等任意結構）。即，加工系統 SYS 加工塗裝膜 SF，以使塗裝膜 SF 局部變薄。然而，除了使塗裝膜 SF 局部變薄以外，或者取而代之，加工系統 SYS 亦可加工塗裝膜 SF 以使塗裝膜 SF 局部變厚。即，除了藉由去除塗裝膜 SF 而形成凹部 C 以外，或者取而代之，加工系統 SYS 亦可藉由附加塗裝膜 SF 而形成凸部（或者凸狀結構 CP2、或包含所述凸狀結構 CP2 的任意結構）。例如，加工系統 SYS 亦可藉由對塗裝膜 SF 的第一部分照射加工光 ELk 而去除第一部分的塗裝膜 SF，隨後使去除的塗裝膜 SF 固定於塗裝膜 SF 的第二部分，藉此使所述第二部分的塗裝膜 SF 相對變厚（即，亦可在第二部分形成凸部）。

【0371】 所述說明中，加工系統 SYS 對形成在加工對象物 S 表面的塗裝膜 SF 進行加工。然而，加工系統 SYS 亦可對形成在加工對象物 S 表面的、塗裝膜 SF 以外的任意被膜進行加工。或者，加工系統 SYS 亦可對積層有多個層的結構體進行加工。具體而言，加工系統 SYS 亦可對構成結構體的多個層中的至少一層（典型的是包含最靠表面側的層的至少一個層）進行加工。加工系統 SYS 亦可對構成結構體的多個層中的至少一層進行加工，形成由該層所形成的結構。此時，被加工的至少一個層相當於所述塗裝膜 SF，該至少一個層以外的其他層相當於加工對象物 S。或者，加工系統 SYS 亦可對加工對象物 S 本身進行加工。即，加工系統 SYS 亦可對表面未形成有塗裝膜 SF 或任意被膜的加工對象物 S 進行加工。

【0372】 所述說明中，加工系統 SYS 在加工對象物 S 形成用於降低加工對象物 S 的表面相對於流體的阻力的溝槽結構。然而，加工系統 SYS 亦可在加工對象物 S 形成與用於降低表面相對於流體的阻力的溝槽結構不同的其他結構。例如，加工系統 SYS 亦可在加工對象物 S 形成用於降低流體與加工對象物 S 的表面相對移動時所產生的噪音的溝槽結構。例如，加工系統 SYS 亦可在加工對象物 S 形成相對於加工對象物 S 表面上的流體的流動而產生渦流的結構。例如，加工系統 SYS 亦可在加工對象物 S 形成用於對加工對象物 S 的表面賦予疏水性的結構。

【0373】 所述說明中，將光源光 ELo 分支為多束加工光 ELk 的多光束光學系統 112 具備對加工對象物 S 進行加工的加工系統 SYS。然而，利用光源（尤其是多個光）來進行所需動作的任意的裝置亦可包括所述多光束光學系統 112（或者其變形例）。此時，任意的裝置亦可利用多光束光學系統 112 射出的多個光（即，多束加工光 ELk）來進行所需動作。再者，作為任意的裝置的一例，可列舉對測量對象物照射光而對測量對象物的特性進行測量的測量裝置、以及對曝光對象物（例如塗佈有抗蝕劑的基板）照射光來將曝光對象物曝光的曝光裝置中的至少一個。

【0374】 所述說明中，多個掃描區域 SCA 彼此不重疊，但亦可使多個掃描區域彼此重疊。圖 61 表示了加工曝射區域 SA 內設定的彼此重疊的掃描區域 SCA#1 及掃描區域 SCA#2。各掃描區域 SCA 是藉由在一次掃描動作（即，不插入步進動作的一連串掃描

動作）中照射的加工光 ELk 來掃描的區域。各掃描區域 SCA 是在一次掃描動作中，多個目標照射區域 EA 所移動的區域。此時，在一次掃描動作中，目標照射區域 EA 自各掃描區域 SCA 的掃描開始位置 SC_start 朝向掃描結束位置 SC_end 移動。典型的是，此種掃描區域 SCA 為沿著 Y 軸方向（即，加工光 ELk 的掃描方向）延伸的區域。多個掃描區域 SCA 沿著 X 軸方向（即，與加工光 ELk 的掃描方向交叉的方向）而排列。

【0375】 此時，加工系統例如自在某加工曝射區域 SA 內設定的多個掃描區域 SCA 中的位於最靠+X 側或最靠-X 側的一掃描區域 SCA 開始掃描動作。例如，圖 61 表示了加工系統 SYS 自位於最靠-X 側的掃描區域 SCA#1 開始掃描動作的示例。

【0376】 在對掃描區域 SCA#1 的掃描動作完成之後，加工系統為了對與掃描區域 SCA#1 有一部分重疊的掃描區域 SCA#2 進行掃描動作而進行步進動作。具體而言，控制裝置 2 控制檢流計鏡 113，以使得可對沿著 X 軸方向與掃描區域 SCA#1 鄰接的掃描區域 SCA#2 的掃描開始位置 SC_start#2（例如，掃描區域 SCA#2 內的 -Y 側的端部或者其附近）照射加工光 ELk。此時，控制裝置 2 以掃描區域 SCA#1 與掃描區域 SCA#2 在與掃描方向（Y 軸方向）交叉的方向（典型的是 X 軸方向）上有一部分重疊的方式，在掃描區域 SCA#2 的掃描開始位置 SC_start#2 設定目標照射區域 EA。

【0377】 如上所述，多個目標照射區域 EA 中的至少兩個至少局部重疊的情況包括：多個目標照射區域 EA 中的至少兩個同時重疊

的情況、以及多個目標照射區域 EA 中的至少兩個隔開時間差地重疊的情況（例如，多個目標照射區域 EA 中的至少兩個隔開時間差地位於塗裝膜 SF 上的至少局部相同的位置的情況）。

【0378】 再者，此時，亦可使掃描區域 SCA#1 與掃描區域 SCA#2 在與掃描方向（Y 軸方向）交叉的方向（典型的是 X 軸方向）上全部重疊。

【0379】 而且，在光源 110 射出脈波光作為光源光 ELo 的情況下，亦可使多束脈波光中的一脈波光與另一脈波光在塗裝膜 SF 上相互交疊（overlap）。換言之，多束脈波光中的一脈波光所朝向的目標照射區域 EA 與另一脈波光所朝向的目標照射區域 EA 亦可相互重疊。此處，不同的脈波光所涉及的多個目標照射區域 EA 彼此的重疊狀態亦可變更。

【0380】 而且，亦可藉由多次的掃描動作來掃描（掃掠）一個掃描區域。此時，當光源 110 射出脈波光時，如圖 62 的（a）至圖 62 的（c）所示，亦可將第一次的加工光 ELk 所涉及的目標照射區域 EA1、第二次的加工光 ELk 所涉及的目標照射區域 EA2、及第三次的加工光 ELk 所涉及的目標照射區域 EA3 設定為互不相同的位置。更詳細而言，亦可在掃描方向上使第一次的加工光 ELk 所涉及的目標照射區域 EA1、第二次的加工光 ELk 所涉及的目標照射區域 EA2、及第三次的加工光 ELk 所涉及的目標照射區域 EA3 互不相同。換言之，在進行多次的目標照射區域 EA 的掃描時，亦可使各次的目標照射區域 EA 的掃描方向的位置互不相同。再者，

在進行多次的目標照射區域 EA 的掃描時，各次的目標照射區域 EA 的掃描方向亦可彼此相同。藉此，與全部的目標照射區域 EA1 至目標照射區域 EA3 重疊於相同位置的情況下所形成的凹狀結構 CP1（參照圖 62 的（d））相比，能夠使目標照射區域 EA1 至目標照射區域 EA3 設定於不同位置的情況下所形成的凹狀結構 CP1（參照圖 62 的（e））的側面的粗糙度更平滑。

【0381】 所述說明中，塗裝膜 SF 上的多個目標照射區域 EA 的大小相同。然而，如圖 63 的（a）所示，多個目標照射區域 EA 的大小亦可互不相同。而且，所述說明中，多束加工光 ELk 的光軸方向（Z 軸方向）的聚光位置為彼此相同的位置。然而，如圖 63 的（b）所示，亦可使一束加工光 ELk 所聚光的面 CS 的光軸方向（Z 軸方向）的位置與另一加工光 ELk 所聚光的位置不同。

【0382】 所述說明中，藉由加工光 ELk 的照射而形成的溝槽的剖面形狀為 U 字形狀。然而，溝槽的剖面形狀亦可為各種形狀。例如，如圖 64 的（a）所示，溝槽的剖面形狀亦可為具有倒梯形形狀的凹狀結構 CP1 及梯形形狀的凸狀結構 CP2 的形狀。例如，如圖 64 的（b）所示，溝槽的剖面形狀亦可為具有倒三角形形狀的凹狀結構 CP1 及三角形形狀的凸狀結構 CP2 的形狀，例如，如圖 64 的（c）所示，溝槽的剖面形狀亦可為具有倒梯形形狀的凹狀結構 CP1 及三角形形狀的凸狀結構 CP2 的形狀。此種形狀能夠藉由改變多束加工光 ELk 的重疊狀態而獲得。

【0383】 所述說明中，在進行多次的目標照射區域的掃描時，使

各次的目標照射區域 EA 的掃描方向的位置互不相同。然而，在進行多次的目標照射區域 EA 的掃描時，亦可使塗裝膜 SF（加工對象物 S）上的與各次的目標照射區域 EA 的掃描方向交叉的方向的位置互不相同。參照圖 65 的（a）至圖 65 的（h）進行說明。圖 65 的（a）是表示在掃描方向（圖中左右方向）上掃描（掃掠）第一次的加工光 ELk 所涉及的目標照射區域 EA1 的狀態的圖，藉由該目標照射區域 EA1 的掃描，在塗裝膜 SF 上形成圖 65 的（b）所示的凹部 CP11。並且，如圖 65 的（c）所示，若以相對於第一次的目標照射區域 EA1 的掃描軌跡，在與塗裝膜 SF 上的掃描方向交叉的方向上與目標照射區域 EA1 有一部分重疊的方式掃描（掃掠）目標照射區域 EA2，則如圖 65 的（d）所示，在塗裝膜 SF 上形成寬度較凹部 CP11 更寬的凹部 CP12。

【0384】 接著，如圖 65 的（e）所示，若以相對於第二次的目標照射區域 EA2 的掃描軌跡，在與塗裝膜 SF 上的掃描方向交叉的方向上與目標照射區域 EA2 鄰接的方式（不重疊的方式）掃描（掃掠）目標照射區域 EA3，則如圖 65 的（f）所示，在凹部 CP12 的旁邊形成凹部 CP13，並且在凹部 CP12 與凹部 CP13 之間形成凸部 CP21。並且，如圖 65 的（g）所示，若以相對於第三次的目標照射區域 EA3 的掃描軌跡，在與塗裝膜 SF 上的掃描方向交叉的方向上與目標照射區域 EA3 有一部分重疊的方式掃描（掃掠）目標照射區域 EA4，則如圖 65 的（h）所示，在塗裝膜 SF 上形成寬度較凹部 CP13 更寬的凹部 CP14。

【0385】 再者，在自圖 65 的（a）至圖 65 的（h）所示的示例中，並非同時進行多次的目標照射區域 EA1 至目標照射區域 EA4 的掃描，但亦可同時進行。

【0386】 （13）附記

【0387】 關於以上所說明的實施形態，進而揭示以下的附記。

【0388】 [附記 1]

一種加工系統，其是對物體照射加工光來加工所述物體的加工系統，包括：

第一光學系統，將入射光分支為第一光及第二光；

第二光學系統，將來自所述第一光學系統的所述第一光作為第三光返回至所述第一光學系統；以及

第三光學系統，將來自所述第一光學系統的所述第二光作為第四光返回至所述第一光學系統，且

所述第一光學系統將來自所述第二光學系統的所述第三光及來自所述第三光學系統的所述第四光作為照射至所述物體的表面上的不同位置的多束所述加工光射出。

【0389】 [附記 2]

如附記 1 所述的加工系統，其中

沿著自所述第一光學系統射出的所述第三光的行進方向的軸與沿著自所述第一光學系統射出的所述第四光的行進方向的軸交叉。

【0390】 [附記 3]

一種加工系統，其是對物體照射加工光來加工所述物體的加工系統，包括：

第一光學系統，將入射光分支為第一光及第二光；

第二光學系統，將來自所述第一光學系統的所述第一光作為第三光返回至所述第一光學系統；以及

第三光學系統，將來自所述第一光學系統的所述第二光作為第四光返回至所述第一光學系統，且

所述第一光學系統將來自所述第二光學系統的所述第三光及來自所述第三光學系統的所述第四光作為多束所述加工光射出，

沿著自所述第一光學系統射出的所述第三光的行進方向的軸與沿著自所述第一光學系統射出的所述第四光的行進方向的軸交叉。

【0391】 [附記 4]

如附記 1 至附記 3 中任一項所述的加工系統，更包括：

光學元件，以沿著自所述第一光學系統射出的所述第三光的行進方向的軸與沿著自所述第一光學系統射出的所述第四光的行進方向的軸交叉的方式，使所述第一光至所述第四光中的至少一者反射及/或折射。

【0392】 [附記 5]

如附記 1 至附記 4 中任一項所述的加工系統，更包括：

交叉角度變更裝置，變更沿著自所述第一光學系統射出的所述第三光的行進方向的軸與沿著自所述第一光學系統射出的所述

第四光的行進方向的軸交叉的交叉角度。

【0393】 [附記 6]

如附記 5 所述的加工系統，其中

使用所述交叉角度變更裝置來變更所述交叉角度，從而變更所述物體的表面上的所述多束加工光的照射位置的相對位置關係。

【0394】 [附記 7]

如附記 1 至附記 6 中任一項所述的加工系統，更包括：

照射位置變更裝置，變更所述多束加工光在所述物體的表面上的照射位置的相對位置關係，以將所需圖案結構形成於所述物體。

【0395】 [附記 8]

如附記 7 所述的加工系統，其中

所述圖案結構包含週期結構，所述週期結構是在一方向上延伸的凸狀結構或凹狀結構沿著與所述一方向交叉的另一方向排列多個而成，

所述照射位置變更裝置基於與所述物體的表面交叉的方向上的所述凸狀結構及所述凹狀結構的至少一者的高度、沿著所述物體的表面的方向上的所述凸狀結構及所述凹狀結構的至少一者的寬度、包含與所述物體的表面交叉的軸的所述凸狀結構及所述凹狀結構的至少一者的剖面的形狀、以及所述凸狀結構及所述凹狀結構的至少一者的排列間距中的至少一個，變更所述多束加工光

在所述物體的表面上的照射位置的相對位置關係。

【0396】 [附記 9]

如附記 8 所述的加工系統，其中

所述照射位置變更裝置變更所述一方向上的所述多束加工光的照射位置的相對位置關係。

【0397】 [附記 10]

如附記 9 所述的加工系統，其中

使用所述照射位置變更裝置來變更所述多束加工光的照射位置的相對位置關係，從而利用所述多束加工光中的至少兩束加工光來形成相同的所述凸狀結構或所述凹狀結構。

【0398】 [附記 11]

如附記 10 所述的加工系統，其中

使用所述照射位置變更裝置，使所述多束加工光中的至少兩束加工光的照射位置在所述物體的表面上至少局部重覆，從而利用所述至少兩束加工光來形成相同的所述凸狀結構或所述凹狀結構。

【0399】 [附記 12]

如附記 7 至附記 11 中任一項所述的加工系統，其中

所述照射位置變更裝置變更所述多束加工光的照射位置的相對位置關係，以使所述多束加工光中的至少兩束加工光的照射位置在所述物體的表面上至少局部重覆。

【0400】 [附記 13]

如附記 1 至附記 12 中任一項所述的加工系統，其中

所述第一光學系統包括第一光學面，所述第一光學面反射所述入射光中處於第一狀態的光成分，另一方面透過所述入射光中處於與所述第一狀態不同的第二狀態的光成分，利用所述第一光學面，將所述入射光分支為處於所述第一狀態的所述第一光及處於所述第二狀態的所述第二光，

所述第二光學系統將來自所述第一光學系統的所述第一光轉換為處於所述第二狀態的光，並將已轉換的光作為所述第三光返回至所述第一光學面，

所述第三光學系統將來自所述第一光學系統的所述第二光轉換為處於所述第一狀態的光，並將已轉換的光作為所述第四光返回至所述第一光學面，

所述第一光學系統將已透過所述第一光學面的來自所述第二光學系統的所述第三光及在所述第一光學面進行了反射的來自所述第三光學系統的所述第四光，作為所述多束加工光射出。

【0401】 [附記 14]

一種加工系統，其是對物體照射加工光來加工所述物體的加工系統，包括：

第一光學系統，具有第一光學面，所述第一光學面反射入射光中處於第一狀態的第一光，另一方面透過所述入射光中處於與所述第一狀態不同的第二狀態的第二光；

第二光學系統，將來自所述第一光學系統的所述第一光轉換

為處於所述第二狀態的第三光，並將所述第三光返回至所述第一光學面；以及

第三光學系統，將來自所述第一光學系統的所述第二光轉換為處於所述第一狀態的第四光，並將所述第四光返回至所述第一光學面，且

所述第一光學系統將已透過所述第一光學面的來自所述第二光學系統的所述第三光及在所述第一光學面進行了反射的來自所述第三光學系統的所述第四光作為照射至所述物體的表面上的不同位置的多束加工光射出。

【0402】 [附記 15]

如附記 13 或附記 14 所述的加工系統，其中

所述第一狀態包括成為 s 偏光及 p 偏光中的任意一者的狀態，

所述第二狀態包括成為 s 偏光及 p 偏光中的任意另一者的狀態。

【0403】 [附記 16]

如附記 15 所述的加工系統，其中

所述第一光學系統包括偏光分束器，

所述第二光學系統包括：第一反射光學元件，具有將光反射的第一反射面；以及第一 1/4 波長板，配置在所述第一光學面與所述第一反射面之間的光路上，

所述第三光學系統包括：第二反射光學元件，具有將光反射的第二反射面；以及第二 1/4 波長板，配置在所述第一光學面與所

述第二反射面之間的光路上。

【0404】 [附記 17]

如附記 16 所述的加工系統，其中

來自所述第一光學系統的光相對於所述第一反射面的第一入射角度與來自所述第一光學系統的光相對於所述第二反射面的第二入射角度不同。

【0405】 [附記 18]

如附記 16 或附記 17 所述的加工系統，更包括：

入射角度變更裝置，變更來自所述第一光學系統的光相對於所述第一反射面的第一入射角度及來自所述第一光學系統的光相對於所述第二反射面的第二入射角度中的至少一者。

【0406】 [附記 19]

如附記 18 所述的加工系統，其中

使用所述入射角度變更裝置來變更所述第一入射角度及所述第二入射角度中的至少一者，從而變更沿著自所述第一光學系統射出的所述第三光的行進方向的軸與沿著自所述第一光學系統射出的所述第四光的行進方向的軸交叉的交叉角度。

【0407】 [附記 20]

如附記 18 或附記 19 所述的加工系統，其中

使用所述入射角度變更裝置來變更所述第一入射角度及所述第二入射角度中的至少一者，從而變更所述多束加工光在所述物體的表面上的照射位置的相對位置關係。

【0408】 [附記 21]

如附記 18 至附記 20 中任一項所述的加工系統，其中

所述入射角度變更裝置移動所述第一反射面及所述第二反射面中的至少一者，從而變更所述第一入射角度及所述第二入射角度中的至少一者。

【0409】 [附記 22]

如附記 1 至附記 21 中任一項所述的加工系統，更包括：

第四光學系統，將自所述第一光學系統射出的所述多束加工光聚光至所述物體的表面；以及

第五光學系統，配置在所述第一光學系統與所述第四光學系統之間的所述多束加工光的光路上，且

在配置有所述第五光學系統的情況下，與未配置所述第五光學系統的情況相比，在所述第四光學系統的光瞳面上所述多束加工光分別穿過的多個區域的偏離變少。

【0410】 [附記 23]

如附記 22 所述的加工系統，其中

所述第五光學系統的射出側焦點面設定於所述第四光學系統的入射面。

【0411】 [附記 24]

如附記 22 或附記 23 所述的加工系統，其中

所述第四光學系統包括檢流計掃描器及 fθ 透鏡，且

所述第五光學系統的射出側焦點面設定於 fθ 透鏡的入射面。

【0412】 [附記 25]

如附記 1 至附記 24 中任一項所述的加工系統，包括：

分別包括所述第一光學系統、所述第二光學系統及所述第三光學系統的第一光學單元及第二光學單元，且

自所述第一光學單元射出的所述多束加工光分別作為所述入射光入射至所述第二光學單元。

【0413】 [附記 26]

如附記 25 所述的加工系統，其中

在所述第一光學單元與所述第二光學單元之間的光路上，更包括轉換光學元件，轉換自所述第一光學單元射出的所述多束加工光的偏光狀態。

【0414】 [附記 27]

如附記 26 所述的加工系統，其中

所述轉換光學元件包括波長板。

【0415】 [附記 28]

如附記 25 至附記 27 中任一項所述的加工系統，其中

沿著自所述第一光學單元射出的所述第三光的行進方向的軸與沿著自所述第一光學單元射出的所述第四光的行進方向的軸交叉的交叉角度，較沿著自所述第二光學單元射出的所述第三光的行進方向的軸與沿著自所述第二光學單元射出的所述第四光的行進方向的軸交叉的交叉角度更小。

【0416】 [附記 29]

如附記 1 至附記 28 中任一項所述的加工系統，更包括：

調整裝置，對所述第一光學系統射出的所述多束加工光中的至少一束的強度進行調整。

【0417】 [附記 30]

如附記 29 所述的加工系統，其中

所述調整裝置以所述第一光學系統射出的所述多束加工光的強度相同的方式調整所述多束加工光的強度。

【0418】 [附記 31]

如附記 29 所述的加工系統，其中

所述調整裝置以所述第一光學系統射出的所述多束加工光的強度不同的方式調整所述多束加工光的強度。

【0419】 [附記 32]

如附記 29 至附記 31 中任一項所述的加工系統，其中

所述調整裝置包括所述入射光在入射至所述第一光學系統之前穿過的穿過光學系統。

【0420】 [附記 33]

如附記 32 所述的加工系統，其中

所述穿過光學系統包括波長板。

【0421】 [附記 34]

如附記 33 所述的加工系統，其中

所述調整裝置包括：檢測裝置，檢測來自所述第一光學系統的所述第一光及所述第二光的強度；以及驅動裝置，基於所述檢

測結果，驅動所述波長板繞沿著所述入射光的行進方向的軸旋轉。

【0422】 [附記 35]

如附記 34 所述的加工系統，其中

所述驅動裝置基於所述檢測結果來驅動所述波長板旋轉，以使與所述入射光的行進方向交叉的面內的所述波長板的光學軸的方向成為所需方向，即，能夠將自所述第一光學系統作為所述加工光射出的所述第三光的強度設為第一所需強度且將自所述第一光學系統作為所述加工光射出的所述第四光的強度設為第二所需強度的所需方向。

【0423】 [附記 36]

如附記 32 至附記 35 中任一項所述的加工系統，其中

所述穿過光學系統包括：

第六光學系統，將入射至所述第一光學系統之前的所述入射光分支為第五光及第六光；

第七光學系統，將來自所述第六光學系統的所述第五光作為第七光返回至所述第六光學系統；以及

第八光學系統，將來自所述第六光學系統的所述第六光作為第八光返回至所述第六光學系統，且

所述第六光學系統將來自所述第七光學系統的所述第七光及來自所述第八光學系統的所述第八光合成所得的光作為入射至所述第一光學系統的所述入射光射出，

沿著來自所述第六光學系統的所述第七光的行進方向的軸與

沿著來自所述第六光學系統的所述第八光的行進方向的軸平行。

【0424】 [附記 37]

如附記 36 所述的加工系統，其中

所述第六光學系統包括第二光學面，所述第二光學面反射入射至所述第一光學系統之前的所述入射光中處於第一狀態的光成分，另一方面透過所述入射光中處於與所述第一狀態不同的第二狀態的光成分，利用所述第二光學面將入射至所述第一光學系統之前的所述入射光分支為處於所述第一狀態的所述第五光及處於所述第二狀態的所述第六光，

第七光學系統將來自所述第六光學系統的所述第五光轉換為處於所述第二狀態的光，並將已轉換的光作為所述第七光返回至所述第二光學面，

所述第八光學系統將來自所述第六光學系統的所述第六光轉換為處於所述第一狀態的光，並將已轉換的光作為所述第八光返回至所述第二光學面，

所述第六光學系統經由所述第二光學面將來自所述第七光學系統的所述第七光及來自所述第八光學系統的所述第八光合成，作為入射至所述第一光學系統的所述入射光射出。

【0425】 [附記 38]

如附記 37 所述的加工系統，其中

所述第一狀態包括成為 s 偏光及 p 偏光中的任意一者的狀態，

所述第二狀態包括成為 s 偏光及 p 偏光中的任意另一者的狀

態。

【0426】 [附記 39]

如附記 37 或附記 38 所述的加工系統，其中

所述第六光學系統包括偏光分束器，

所述第七光學系統包括：第三反射光學元件，具有將光反射的第三反射面；以及第三 1/4 波長板，配置在所述第二光學面與所述第三反射面之間的光路上，

所述第八光學系統包括：第四反射光學元件，具有將光反射的第四反射面；以及第四 1/4 波長板，配置在所述第二光學面與所述第四反射面之間的光路上。

【0427】 [附記 40]

如附記 1 至附記 39 中任一項所述的加工系統，更包括：

第九光學系統，將自所述第一光學系統射出的所述多束加工光作為多束所述入射光分別返回至所述第一光學系統。

【0428】 [附記 41]

如附記 40 所述的加工系統，其中

所述第九光學系統變更自所述第一光學系統射出的所述多束加工光各自的偏光狀態，將偏光狀態已變更的光作為所述入射光返回至所述第一光學系統。

【0429】 [附記 42]

如附記 40 或附記 41 所述的加工系統，其中

所述第九光學系統包括：第五反射光學元件，具有將光反射

的第五反射面；以及波長板，配置在所述第一光學面與所述第五反射面之間的光路上。

【0430】 [附記 43]

如附記 42 所述的加工系統，其中

所述波長板具有能夠變更自所述第一光學系統射出的所述多束加工光各自的偏光狀態，將偏光狀態已變更的光作為所述入射光返回至所述第一光學系統的特性。

【0431】 [附記 44]

如附記 40 或附記 41 所述的加工系統，其中

所述第九光學系統包括第五反射光學元件，所述第五反射光學元件具有將光反射的第五反射面，且光學軸處於相對於自所述第一光學系統射出的所述多束加工光的偏光面而交叉的位置關係。

【0432】 [附記 45]

如附記 44 所述的加工系統，其中

所述第五反射光學元件的光學軸處於相對於自所述第一光學系統射出的所述多束加工光的偏光面而以 22.5 度的角度交叉的位置關係。

【0433】 [附記 46]

如附記 40 至附記 45 中任一項所述的加工系統，其中

所述第一光學系統將第一所述入射光分支為多束第一所述加工光並向所述第九光學系統射出，

所述第九光學系統將所述多束第一加工光作為多束第二所述入射光返回至所述第一光學系統，

所述第一光學系統將所述多束第二入射光分別分支為多束第二所述加工光並射出，

在所述第一光學系統內，將所述第一入射光分支為所述多束第一加工光的過程中的光路與將所述多束第二入射光分支為所述多束第二加工光的過程中的光路在光學上分離。

【0434】 [附記 47]

如附記 40 至附記 46 中任一項所述的加工系統，其中

所述第二光學系統獨立地包括：配置在將所述第一入射光分支為所述多束第一加工光的過程中的第一光路中，且在所述第一光路將所述第一光作為所述第三光返回至所述第一光學系統的光學元件；以及配置在將所述多束第二入射光分支為所述多束第二加工光的過程中的第二光路中，且在所述第二光路將所述第一光作為所述第三光返回至所述第一光學系統的光學元件。

【0435】 [附記 48]

如附記 40 至附記 46 中任一項所述的加工系統，其中

所述第二光學系統包括如下光學元件：配置在將所述第一入射光分支為所述多束第一加工光的過程中的第一光路中，且在所述第一光路將所述第一光作為所述第三光返回至所述第一光學系統，並且配置在將所述多束第二入射光分支為所述多束第二加工光的過程中的第二光路中，且在所述第二光路將所述第一光作為

所述第三光返回至所述第一光學系統。

【0436】 [附記 49]

如附記 40 至附記 48 中任一項所述的加工系統，其中

所述第三光學系統獨立地包括：配置在將所述第一入射光分支為所述多束第一加工光的過程中的第三光路中，且在所述第三光路將所述第二光作為所述第四光返回至所述第一光學系統的光學元件；以及配置在將所述多束第二入射光分支為所述多束第二加工光的過程中的第四光路中，且在所述第四光路將所述第二光作為所述第四光返回至所述第一光學系統的光學元件。

【0437】 [附記 50]

如附記 40 至附記 49 中任一項所述的加工系統，其中

所述第三光學系統包括如下光學元件：配置在將所述第一入射光分支為所述多束第一加工光的過程中的第三光路中，且在所述第三光路將所述第二光作為所述第四光返回至所述第一光學系統，並且配置在將所述多束第二入射光分支為所述多束第二加工光的過程中的第四光路中，且在所述第四光路將所述第二光作為所述第四光返回至所述第一光學系統。

【0438】 [附記 51]

如附記 40 至附記 50 中任一項所述的加工系統，其中

入射有來自所述第九光學系統的所述多束入射光的所述第一光學系統射出數目較自所述第九光學系統入射至所述第一光學系統的所述入射光的數目更多的所述加工光。

【0439】 [附記 52]

如附記 40 至附記 51 中任一項所述的加工系統，其中

入射有來自所述第九光學系統的所述多束入射光的所述第一光學系統射出數目為自所述第九光學系統入射至所述第一光學系統的所述入射光的數目的兩倍的所述加工光。

【0440】 [附記 53]

一種加工系統，包括：

光照射裝置，對物體照射多束加工光來加工所述物體；以及

照射位置變更裝置，變更所述多束加工光在所述物體的表面上的照射位置的相對位置關係，以將所需圖案結構形成於所述物體。

【0441】 [附記 54]

如附記 53 所述的加工系統，其中

所述圖案結構包含週期結構，所述週期結構是在一方向上延伸的凸狀結構或凹狀結構沿著與所述一方向交叉的另一方向排列多個而成，

所述照射位置變更裝置基於與所述物體的表面交叉的方向上的所述凸狀結構及所述凹狀結構的至少一者的高度、沿著所述物體的表面的方向上的所述凸狀結構及所述凹狀結構的至少一者的寬度、包含與所述物體的表面交叉的軸的所述凸狀結構及所述凹狀結構的至少一者的剖面的形狀、以及所述凸狀結構及所述凹狀結構的至少一者的排列間距中的至少一個，變更所述多束加工光

在所述物體的表面上的照射位置的相對位置關係。

【0442】 [附記 55]

如附記 54 所述的加工系統，其中

所述照射位置變更裝置變更所述一方向上的所述多束加工光的照射位置的相對位置關係。

【0443】 [附記 56]

如附記 54 或附記 55 所述的加工系統，其中

使用所述照射位置變更裝置來變更所述多束加工光的照射位置的相對位置關係，從而利用所述多束加工光中的至少兩束加工光來形成相同的所述凸狀結構或所述凹狀結構。

【0444】 [附記 57]

如附記 56 所述的加工系統，其中

使用所述照射位置變更裝置，使所述多束加工光中的至少兩束加工光的照射位置在所述物體的表面上至少局部重覆，從而利用所述至少兩束加工光來形成相同的所述凸狀結構或所述凹狀結構。

【0445】 [附記 58]

如附記 53 至附記 57 中任一項所述的加工系統，其中

所述照射位置變更裝置變更所述多束加工光的照射位置的相對位置關係，以使所述多束加工光中的至少兩束加工光的照射位置在所述物體的表面上至少局部重覆。

【0446】 [附記 59]

如附記 1 至附記 58 中任一項所述的加工系統，其中

所述加工系統對所述物體進行加工，以將在所需方向上延伸的圖案結構形成於所述物體，更包括：

第一可動裝置，能夠以變更沿著所述物體的表面的第一方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動；以及第二可動裝置，能夠以變更沿著所述物體的表面且與所述第一方向交叉的第二方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動，並且較所述第一可動裝置更重及/或大，且

所述第一可動裝置及所述第二可動裝置以第一角度小於第二角度的方式相對於所述表面進行對位，所述第一角度是在所述所需方向上延伸的軸與在所述第一方向上延伸的軸所成的角度，所述第二角度是在所述所需方向上延伸的軸與在所述第二方向上延伸的軸所成的角度。

【0447】 [附記 60]

一種加工系統，其是對物體照射加工光來加工所述物體，以將在所需方向上延伸的圖案結構形成於所述物體的加工系統，包括：

第一可動裝置，能夠以變更沿著所述物體的表面的第一方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動；以及

第二可動裝置，能夠以變更沿著所述物體的表面且與所述第

一方向交叉的第二方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動，並且較所述第一可動裝置更重及/或大，且

所述第一可動裝置及所述第二可動裝置以第一角度小於第二角度的方式相對於所述表面進行對位，所述第一角度是在所述所需方向上延伸的軸與在所述第一方向上延伸的軸所成的角度，所述第二角度是在所述所需方向上延伸的軸與在所述第二方向上延伸的軸所成的角度。

【0448】 [附記 61]

如附記 59 或附記 60 所述的加工系統，更包括：

相對位置變更裝置，以所述第一角度小於所述第二角度的方式變更所述表面與所述第一可動裝置及所述第二可動裝置之間的相對位置。

【0449】 [附記 62]

如附記 61 所述的加工系統，其中

所述相對位置變更裝置變更沿著繞與所述表面交叉的軸的方向上的所述表面與所述第一可動裝置及所述第二可動裝置之間的相對位置。

【0450】 [附記 63]

如附記 61 或附記 62 所述的加工系統，其中

使用所述相對位置變更裝置，使所述第一可動裝置及所述第二可動裝置以所述第一角度小於所述第二角度的方式相對於所述

表面進行對位。

【0451】 [附記 64]

如附記 59 至附記 63 中任一項所述的加工系統，其中

所述第一角度小於所述第二角度包括：在所述所需方向上延伸的軸與在所述第一方向上延伸的軸平行。

【0452】 [附記 65]

如附記 59 至附記 64 中任一項所述的加工系統，其中

所述第一角度小於所述第二角度包括:所述第一角度為零度。

【0453】 [附記 66]

如附記 1 至附記 65 中任一項所述的加工系統，其中

所述加工系統對所述物體進行加工，以將在所需方向上延伸的圖案結構形成於所述物體，包括：

第一可動裝置，能夠以變更沿著所述物體的表面的第一方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動；以及第二可動裝置，能夠以變更沿著所述物體的表面且與所述第一方向交叉的第二方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動，並且能夠活動而所需的力較所述第一可動裝置更大，且更包括：

相對位置變更裝置，基於所述所需方向與所述第一方向及所述第二方向中的至少一者之間的相對位置，來變更所述表面與所述第一可動裝置及所述第二可動裝置之間的相對位置。

【0454】 [附記 67]

一種加工系統，其是對物體照射加工光來加工所述物體，以將在所需方向上延伸的圖案結構形成於所述物體的加工系統，包括：

第一可動裝置，能夠以變更沿著所述物體的表面的第一方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動；

第二可動裝置，能夠以變更沿著所述物體的表面且與所述第一方向交叉的第二方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動，並且能夠活動而所需的力較所述第一可動裝置更大；以及

相對位置變更裝置，基於所述所需方向與所述第一方向及所述第二方向中的至少一者之間的相對位置，來變更所述表面與所述第一可動裝置及所述第二可動裝置之間的相對位置。

【0455】 [附記 68]

如附記 66 或附記 67 所述的加工系統，其中

所述第二可動裝置較所述第一可動裝置更重及/或大。

【0456】 [附記 69]

如附記 66 至附記 68 中任一項所述的加工系統，其中

所述相對位置變更裝置基於第一角度及第二角度中的至少一者，來變更所述表面與所述第一可動裝置及所述第二可動裝置之間的相對位置，所述第一角度是在所述所需方向上延伸的軸與在所述第一方向上延伸的軸所成的角度，所述第二角度是在所述所

需方向上延伸的軸與在所述第二方向上延伸的軸所成的角度。

【0457】 [附記 70]

如附記 69 所述的加工系統，其中所述相對位置變更裝置以所述第一角度小於所述第二角度的方式變更所述表面與所述第一可動裝置及所述第二可動裝置之間的相對位置。

【0458】 [附記 71]

如附記 70 所述的加工系統，其中

所述第一角度小於所述第二角度包括：在所述所需方向上延伸的軸與在所述第一方向上延伸的軸平行。

【0459】 [附記 72]

如附記 70 或附記 71 所述的加工系統，其中

所述第一角度小於所述第二角度包括:所述第一角度為零度。

【0460】 [附記 73]

如附記 66 至附記 72 中任一項所述的加工系統，其中

所述相對位置變更裝置變更沿著繞與所述表面交叉的軸的方向上的所述表面與所述第一可動裝置及所述第二可動裝置之間的相對位置。

【0461】 [附記 74]

如附記 59 至附記 73 中任一項所述的加工系統，其中

所述第一可動裝置包括第一偏轉裝置，所述第一偏轉裝置能夠以將所述加工光偏轉的方式活動，從而變更所述第一方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置，

所述第二可動裝置包括第二偏轉裝置，所述第二偏轉裝置能夠以將所述加工光偏轉的方式活動，從而變更所述第二方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置。

【0462】 [附記 75]

如附記 74 所述的加工系統，包括：

檢流計掃描器，所述檢流計掃描器包括作為所述第一偏轉裝置的第一鏡及作為所述第二偏轉裝置的第二鏡。

【0463】 [附記 76]

如附記 59 至附記 75 中任一項所述的加工系統，其中

所述第一可動裝置包括第一移動裝置，所述第一移動裝置能夠以使照射所述加工光的光照射裝置及所述物體中的至少一者沿著所述第一方向移動的方式活動，從而變更所述第一方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置，

所述第二可動裝置包括第二移動裝置，所述第二移動裝置能夠以使所述光照射裝置及所述物體中至少一者沿著所述第二方向移動的方式活動，從而變更所述第二方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置。

【0464】 [附記 77]

如附記 1 至附記 76 中任一項所述的加工系統，更包括：

加工裝置，對所述物體照射加工光來加工所述物體，以在所述物體的表面形成在所需方向上延伸的圖案結構；以及

控制裝置，基於圖案資訊來控制所述加工裝置，以形成所述

圖案結構，所述圖案資訊與由模擬形成有所述圖案結構的所述物體的模擬模型所生成的所述圖案結構相關。

【0465】 [附記 78]

一種加工系統，包括：

加工裝置，對物體照射加工光來加工所述物體，以在所述物體的表面形成在所需方向上延伸的圖案結構；以及

控制裝置，基於圖案資訊來控制所述加工裝置，以形成所述圖案結構，所述圖案資訊與由模擬形成有所述圖案結構的所述物體的模擬模型所生成的所述圖案結構相關。

【0466】 [附記 79]

如附記 77 或附記 78 所述的加工系統，其中

所述圖案結構包含週期結構，所述週期結構是在所需方向上延伸的凸狀結構或凹狀結構沿著與所述所需方向交叉的另一方向排列多個而成。

【0467】 [附記 80]

如附記 77 至附記 79 中任一項所述的加工系統，其中

所述圖案結構包含溝槽結構，所述溝槽結構能夠降低所述物體相對於流體的摩擦阻力。

【0468】 [附記 81]

如附記 80 所述的加工系統，其中

所述模擬模型包含流體模擬模型，所述流體模擬模型模擬位於所述流體內的所述物體。

【0469】 [附記 82]

如附記 77 至附記 81 中任一項所述的加工系統，其中

所述圖案資訊包含與基於所述模擬模型而最適化於所述物體的所述圖案結構相關的資訊。

【0470】 [附記 83]

如附記 77 至附記 82 中任一項所述的加工系統，其中

所述圖案資訊包含：與所述物體的表面交叉的方向上的所述圖案結構的高度、沿著所述物體的表面的方向上的所述圖案結構的寬度、所述圖案結構的排列間距、所述圖案結構的形狀、以及所述圖案結構延伸的所述所需方向中的至少一個相關的結構資訊。

【0471】 [附記 84]

如附記 77 至附記 83 中任一項所述的加工系統，其中

所述圖案資訊包含位置資訊，所述位置資訊表示將所述圖案結構形成在所述物體的表面上的哪一位置。

【0472】 [附記 85]

一種加工方法，其是對物體照射加工光來加工所述物體的加工方法，包括：

使用光學系統將入射光分支為第一光及第二光；

將所述第一光作為第三光返回至所述光學系統；

將所述第二光作為第四光返回至所述光學系統；以及

利用所述光學系統，將所述第三光及所述第四光作為照射至

所述物體的表面上的不同位置的多束所述加工光射出。

【0473】 [附記 86]

一種加工方法，其是對物體照射加工光來加工所述物體的加工方法，包括：

使用光學系統將入射光分支為第一光及第二光；

將所述第一光作為第三光返回至所述光學系統；

將所述第二光作為第四光返回至所述光學系統；以及

利用所述光學系統，將所述第三光及所述第四光作為多束所述加工光射出，且

沿著自所述光學系統射出的所述第三光的行進方向的軸與沿著自所述光學系統射出的所述第四光的行進方向的軸交叉。

【0474】 [附記 87]

一種加工方法，其是對物體照射加工光來加工所述物體的加工方法，包括：

利用光學面，將所述入射光分支為所述第一光及所述第二光，所述光學面反射入射光中處於第一狀態的第一光，另一方面透過所述入射光中處於與所述第一狀態不同的第二狀態的第二光；

將來自所述光學面的所述第一光轉換為處於所述第二狀態的第三光，並將所述第三光返回至所述光學面；

將來自所述光學面的所述第二光轉換為處於所述第一狀態的第四光，並將所述第四光返回至所述光學面；以及

利用所述光學面，將所述第三光及所述第四光作為照射至所述物體的表面上的不同位置的多束加工光射出。

【0475】 [附記 88]

一種加工方法，包括：

對物體照射多束加工光來加工所述物體；以及

變更所述多束加工光在所述物體的表面上的照射位置的相對位置關係，以將所需圖案結構形成於所述物體。

【0476】 [附記 89]

一種加工方法，其是對物體照射加工光來加工所述物體，以將在所需方向上延伸的圖案結構形成於所述物體的加工方法，包括：

使用第一可動裝置來變更所述第一方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置，所述第一可動裝置能夠以變更沿著所述物體的表面的第一方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動；以及

使用第二可動裝置來變更所述第二方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置，所述第二可動裝置能夠以變更沿著所述物體的表面且與所述第一方向交叉的第二方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動，並且較所述第一可動裝置更重及/或大，且

所述第一可動裝置及所述第二可動裝置以第一角度小於第二角度的方式相對於所述表面進行對位，所述第一角度是在所述所

需方向上延伸的軸與在所述第一方向上延伸的軸所成的角度，所述第二角度是在所述所需方向上延伸的軸與在所述第二方向上延伸的軸所成的角度。

【0477】 [附記 90]

一種加工方法，其是對物體照射加工光來加工所述物體，以將在所需方向上延伸的圖案結構形成於所述物體的加工方法，包括：

使用第一可動裝置來變更所述第一方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置，所述第一可動裝置能夠以變更沿著所述物體的表面的第一方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動；以及

使用第二可動裝置來變更所述第二方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置，所述第二可動裝置能夠以變更沿著所述物體的表面且與所述第一方向交叉的第二方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動，並且較所述第一可動裝置更重及/或大，且

基於第一角度及第二角度來變更所述表面與所述第一可動裝置及所述第二可動裝置之間的相對位置，所述第一角度是在所述所需方向上延伸的軸與在所述第一方向上延伸的軸所成的角度，所述第二角度是在所述所需方向上延伸的軸與在所述第二方向上延伸的軸所成的角度。

【0478】 [附記 91]

一種加工方法，其是對物體照射加工光來加工所述物體，以在所述物體的表面形成在所需方向上延伸的圖案結構的加工方法，包括：

獲取圖案資訊，所述圖案資訊與由模擬形成有圖案結構的物體的模擬模型所生成的所述圖案結構相關；以及

基於所述圖案資訊來加工所述物體，以形成所述圖案結構。

【0479】 [附記 92]

一種加工方法，其中使用如附記 1 至附記 84 中任一項所述的加工系統來加工所述物體。

【0480】 [附記 93]

一種加工系統，包括：

光照射裝置，對物體的表面照射加工光；以及

位置變更裝置，變更所述物體的表面上的所述加工光的目標照射位置與所述表面之間的相對位置，且

使用所述光照射裝置及所述位置變更裝置，交替地反覆進行第一動作及第二動作，所述第一動作是使所述加工光沿沿著所述表面的第一軸在所述表面上掃描的動作，所述第二動作是沿與所述第一軸交叉且沿著所述表面的第二軸來變更所述加工光與所述表面之間的相對位置的動作，

所述第一動作包括第一掃描動作及第二掃描動作，所述第一掃描動作是以所述目標照射位置相對於所述表面而向沿著所述第一軸的第一方向相對移動的方式，使所述加工光在所述表面上掃

描的動作，所述第二掃描動作是以所述目標照射位置相對於所述表面而向沿著所述第一軸且與所述第一方向相反的第二方向相對移動的方式，使所述加工光在所述表面上掃描的動作。

【0481】 [附記 94]

如附記 93 所述的加工系統，其中

在反覆進行所述第一動作及所述第二動作的期間內，分別進行至少一次以上的所述第一掃描動作及所述第二掃描動作。

【0482】 [附記 95]

如附記 93 或附記 94 所述的加工系統，其中

依序進行所述第一掃描動作、所述第二動作、所述第二掃描動作及所述第二動作。

【0483】 [附記 96]

如附記 93 至附記 95 中任一項所述的加工系統，其中

反覆進行依序進行所述第一掃描動作、所述第二動作、所述第二掃描動作及所述第二動作的動作。

【0484】 [附記 97]

如附記 93 至附記 96 中任一項所述的加工系統，其中

對所述表面中沿著所述第一軸延伸的第一掃描區域進行所述第一掃描動作，

在對所述第一掃描區域的所述第一掃描動作完成之後，以所述加工光能夠照射的方式對第二掃描區域進行所述第二動作，所述第二掃描區域是所述表面中沿著所述第一軸延伸且沿所述第二

軸的位置與所述第一掃描區域不同的區域，

在以所述加工光能夠照射的方式對所述第二掃描區域進行了所述第二動作之後，對所述第二掃描區域進行所述第二掃描動作，

在對所述第二掃描區域的所述第二掃描動作完成之後，以所述加工光能夠照射的方式對第三掃描區域進行所述第二動作，所述第三掃描區域是所述表面中沿著所述第一軸延伸且沿所述第二軸的位置與所述第一掃描區域及所述第二掃描區域不同的區域，

在以所述加工光能夠照射的方式對所述第三掃描區域進行了所述第二動作之後，對所述第三掃描區域進行所述第一掃描動作。

【0485】 [附記 98]

如附記 93 至附記 97 中任一項所述的加工系統，其中

在所述表面中沿著所述第一軸延伸的掃描區域內進行多次所述第一掃描動作。

【0486】 [附記 99]

如附記 98 所述的加工系統，其中在進行了一次所述第一掃描動作之後，不進行所述第二動作而再次進行所述第一掃描動作，

在多次的所述第一掃描動作完成之後，進行所述第二動作。

【0487】 [附記 100]

如附記 98 或附記 99 所述的加工系統，其中

每當進行一次所述第一掃描動作，沿著所述第一軸變更所述目標照射位置與所述表面之間的相對位置，在此基礎上再次進行所述第一掃描動作。

【0488】 [附記 101]

如附記 98 至附記 100 中任一項所述的加工系統，其中

對所述表面中沿著所述第一軸延伸的第一掃描區域的一部分進行一次所述第一掃描動作，

每當進行一次所述第一掃描動作，沿著所述第一軸變更所述目標照射位置與所述表面之間的相對位置，在此基礎上對所述第一掃描區域的另一部分再次進行所述第一掃描動作，

在對所述第一掃描區域的多次的所述第一掃描動作完成之後，以所述加工光能夠照射的方式對第二掃描區域進行所述第二動作，所述第二掃描區域是所述表面中沿著所述第一軸延伸且沿所述第二軸的位置與所述第一掃描區域不同的區域。

【0489】 [附記 102]

如附記 93 至附記 101 中任一項所述的加工系統，其中

在所述表面中沿著所述第一軸延伸的掃描區域內，進行所述第一掃描動作及所述第二掃描動作中的任意一者。

【0490】 [附記 103]

如附記 93 至附記 101 中任一項所述的加工系統，其中

在所述表面中沿著所述第一軸延伸的掃描區域內，進行所述第一掃描動作及所述第二掃描動作的兩者。

【0491】 [附記 104]

如附記 93 至附記 103 中任一項所述的加工系統，其中

對所述表面中沿著所述第一軸延伸的掃描區域，進行所述第

一掃描動作及所述第二掃描動作中的、能夠減少在所述第一動作之前對所述掃描區域進行的所述第二動作所引起的所述目標照射位置與所述表面之間的相對位置的變更量的任意一者的動作，開始所述第一動作。

【0492】 [附記 105]

如附記 93 至附記 104 中任一項所述的加工系統，其中

對所述表面中沿著所述第一軸延伸的掃描區域，進行所述第一掃描動作及所述第二掃描動作中的、能夠縮短在所述第一動作之前對所述掃描區域進行的所述第二動作所需的時間的任意一者的動作，開始所述第一動作。

【0493】 [附記 106]

如附記 93 至附記 105 中任一項所述的加工系統，其中

基於照射完成地點與照射預定區域之間的位置關係，來決定在所述第一掃描動作中對所述照射預定區域照射所述加工光抑或是在所述第二掃描動作中對所述照射預定區域照射所述加工光，所述照射完成地點在對所述表面中沿著所述第一軸延伸的第一掃描區域的所述掃描動作完成時，照射有所述加工光；所述照射預定區域預定在所述表面中沿著所述第一軸延伸且沿所述第二軸的位置與所述第一掃描區域不同的第二掃描區域內照射所述加工光。

【0494】 [附記 107]

如附記 106 所述的加工系統，其中

所述照射預定區域是沿著所述第一軸延伸的區域，

基於所述照射完成位置與所述照射預定區域的一個端部及另一個端部之間的位置關係，來決定在所述第一掃描動作中對所述照射預定區域照射所述加工光抑或是在所述第二掃描動作中對所述照射預定區域照射所述加工光。

【0495】 [附記 108]

如附記 107 所述的加工系統，其中

藉由所述第一掃描動作及所述第二掃描動作中的、能夠使所述加工光在所述照射預定區域內自所述一個端部及所述另一個端部中的靠近所述照射完成位置的一者，朝向所述一個端部及所述另一個端部中的遠離所述照射完成位置的一者掃描的一者的動作，對所述照射加工區域照射所述加工光。

【0496】 [附記 109]

如附記 107 或附記 108 所述的加工系統，其中

在所述一個端部較所述另一個端部更靠近所述照射完成位置的情況下，藉由所述第一掃描動作及所述第二掃描動作中的、能夠使所述加工光在所述照射預定區域內朝向自所述一個端部朝向所述另一個端部的方向掃描的一者的動作，對所述加工區域照射所述加工光，

在所述另一個端部較所述一個端部更靠近所述照射完成位置的情況下，藉由所述第一掃描動作及所述第二掃描動作中的、能夠使所述加工光在所述照射預定區域內朝向自所述另一個端部朝

向所述一個端部的方向掃描的一者的動作，對所述加工區域照射所述加工光。

【0497】 [附記 110]

如附記 107 至附記 109 中任一項所述的加工系統，其中

自所述一個端部朝向所述另一個端部的方向為所述第一方向，

自所述另一個端部朝向所述一個端部方向為所述第二方向，且

在所述一個端部較所述另外一個端部更靠近所述照射完成位置的情況下，藉由所述第一掃描動作來對所述照射預定區域照射所述加工光，

在所述另一個端部較所述一個端部更靠近所述照射完成位置的情況下，藉由所述第二掃描動作來對所述照射預定區域照射所述加工光。

【0498】 [附記 111]

如附記 108 至附記 110 中任一項所述的加工系統，其中

在所述第二掃描區域內設定有多個所述照射預定區域，且

自所述多個照射預定區域中的具有最靠近所述照射完成位置的一端部的一照射預定區域開始所述加工光的照射。

【0499】 [附記 112]

如附記 111 所述的加工系統，其中

在所述第二掃描區域內設定有多個所述照射預定區域，且

藉由所述第一掃描動作及所述第二掃描動作中的、能夠使所述加工光在所述一照射預定區域內自所述一照射預定區域的所述一端部朝向與所述一端部不同的所述一照射預定區域的另一端部掃描的一者的動作，對所述一照射預定區域照射所述加工光。

【0500】 [附記 113]

如附記 112 所述的加工系統，其中

在對所述一照射預定區域的所述第一動作完成之後，對另一照射預定區域照射所述加工光，所述另一照射預定區域是所述多個照射預定區域中的、具有最靠近在對所述一照射預定區域的所述第一動作完成時照射有所述加工光的一照射完成地點的端部的區域。

【0501】 [附記 114]

如附記 93 至附記 113 中任一項所述的加工系統，其中

藉由將所述加工光照射至所述物體來變更所述物體的一部分的厚度。

【0502】 [附記 115]

如附記 93 至附記 114 中任一項所述的加工系統，其中

藉由將所述加工光照射至所述物體來去除所述物體的一部分。

【0503】 [附記 116]

如附記 93 至附記 115 中任一項所述的加工系統，其中

藉由對所述物體的表面照射所述加工光來形成規定形狀的結

構。

【0504】 [附記 117]

如附記 93 至附記 116 中任一項所述的加工系統，其中

形成用於降低所述物體的表面相對於流體的摩擦阻力的結構。

【0505】 [附記 118]

如附記 93 至附記 117 中任一項所述的加工系統，其中

在所述物體的表面形成週期性的結構。

【0506】 [附記 119]

一種在流體中移動的移動體的加工方法，包括：

對物體的表面照射加工光；以及

變更所述物體的表面上的所述加工光的目標照射位置與所述表面之間的相對位置，且

交替地反覆進行第一動作及第二動作，所述第一動作是使所述加工光沿沿著所述表面的第一軸在所述表面上掃描的動作，所述第二動作是沿與所述第一軸交叉且沿著所述表面的第二軸來變更所述加工光與所述表面之間的相對位置的動作，

所述第一動作包括第一掃描動作及第二掃描動作，所述第一掃描動作是以所述目標照射位置相對於所述表面而向沿著所述第一軸的第一方向相對移動的方式，使所述加工光在所述表面上掃描的動作，所述第二掃描動作是以所述目標照射位置相對於所述表面而向沿著所述第一軸且與所述第一方向相反的第二方向相對

移動的方式，使所述加工光在所述表面上掃描的動作。

【0507】 [附記 120]

一種加工系統，將來自光源的加工光照射至物體的表面來對所述表面進行加工，所述加工系統包括：

第一光學系統，配置於來自所述光源的所述加工光的光路；以及

第二光學系統，配置於來自所述光源的所述加工光的光路，將所述加工光聚光至所述表面，且

經由所述第一光學系統及所述第二光學系統的所述加工光的會聚位置處的光束剖面的大小較經由所述第二光學系統的加工光的會聚位置處的光束剖面的大小更大。

【0508】 [附記 121]

如附記 120 所述的加工系統，其中

藉由關於所述第一光學系統的光軸而旋轉對稱的像差，使經由所述第一光學系統及所述第二光學系統的所述加工光的會聚位置處的光束剖面的大小，較經由所述第二光學系統的加工光的會聚位置處的光束剖面的大小更大。

【0509】 [附記 122]

如附記 121 所述的加工系統，其中

所述第一光學系統的所述旋轉對稱的像差包含球面像差。

【0510】 [附記 123]

如附記 120 至附記 122 中任一項所述的加工系統，其中

所述光照射裝置將多束所述加工光照射至所述表面，

所述第一光學系統在所述表面內使所述多束加工光局部重合。

【0511】 [附記 124]

如附記 123 所述的加工系統，其中

所述光照射裝置將所述多束加工光同時照射至所述表面。

【0512】 [附記 125]

如附記 123 或附記 124 所述的加工系統，其中

所述光照射裝置在將所述多束加工光中的第一加工光照射至所述表面之後，將所述多束加工光中的與所述第一加工光不同的第二加工光照射至所述表面。

【0513】 [附記 126]

如附記 120 至附記 125 中任一項所述的加工系統，其中

所述第一光學系統包含使所述加工光散射的散射面。

【0514】 [附記 127]

如附記 120 至附記 126 中任一項所述的加工系統，其中

與不經由所述第一光學系統而照射至所述物體的表面的所述加工光相比，經由所述第一光學系統及所述第二光學系統照射至所述物體的表面的所述加工光中，在所述加工光的會聚位置附近，與所述光學系統的光軸交叉的所述加工光的剖面尺寸在沿著所述光軸的方向上的變化量變少。

【0515】 [附記 128]

一種加工系統，將來自光源的加工光照射至物體的表面來對所述表面進行加工，所述加工系統包括：

第一光學系統，配置於來自所述光源所述加工光的光路；以及

第二光學系統，配置於來自所述光源的所述加工光的光路，將所述加工光聚光至所述表面，且

與不經由所述光學系統而照射至所述物體的表面的所述加工光相比，經由所述光學系統照射至所述物體的表面的所述加工光中，在所述加工光的會聚位置附近，沿著與所述光學系統的光軸交叉的面的所述加工光的光束直徑在沿著所述光軸的方向上的變化量小。

【0516】 [附記 129]

如附記 120 至附記 128 中任一項所述的加工系統，其中

所述第一光學系統相對於所述加工光的所述光路能夠插入/脫離。

【0517】 [附記 130]

一種在流體中移動的移動體的加工方法，包括：

自光源射出加工光；

使來自所述光源的所述加工光入射至第一光學系統；以及

使用第二光學系統將所述加工光聚光至物體上，且

與不經由所述第一光學系統而照射至所述物體的表面的所述加工光相比，經由所述第一光學系統及所述第二光學系統照射至

所述物體的表面的所述加工光在所述加工光的會聚位置處的光束直徑變大。

【0518】 [附記 131]

一種在流體中移動的移動體的加工方法，包括：

自光源射出加工光；

使來自所述光源的所述加工光入射至第一光學系統；以及

使用第二光學系統將所述加工光聚光至物體上，且

與不經由所述第一光學系統而照射至所述物體的表面的所述加工光相比，經由所述第一光學系統及所述第二光學系統照射至所述物體的表面的所述加工光中，在所述加工光的會聚位置附近，沿著與所述光學系統的光軸交叉的面的所述加工光的光束直徑在沿著所述光軸的方向上的變化量小。

【0519】 [附記 132]

一種加工裝置，對物體的表面照射加工光來加工所述物體，所述加工裝置包括：

光照射裝置，在所述表面形成被照射第一加工光的第一照射區域，且形成被照射第二加工光的第二照射區域，且

所述光照射裝置以所述第一照射區域及所述第二照射區域相互重疊方式照射所述第一加工光及所述第二加工光。

【0520】 [附記 133]

如附記 132 所述的加工裝置，其中

所述第一照射區域沿著所述表面的第一方向掃描。

【0521】 [附記 134]

如附記 133 所述的加工裝置，其中

所述第二照射區域沿著所述表面的第二方向掃描。

【0522】 [附記 135]

如附記 134 所述的加工裝置，其中

所述第一照射區域與所述第二照射區域在所述第一方向或所述第二方向上有至少一部分重疊。

【0523】 [附記 136]

如附記 134 或附記 135 所述的加工裝置，其中

所述第一照射區域與所述第二照射區域在所述表面上的與所述第一方向或所述第二方向交叉的第三方向上有至少一部分重疊。

【0524】 [附記 137]

如附記 134 至附記 136 中任一項所述的加工裝置，其中

所述第一方向與所述第二方向相同或平行。

【0525】 [附記 138]

如附記 132 至附記 137 中任一項所述的加工裝置，其中

所述光照射裝置不將所述第一加工光及所述第二加工光同時照射至所述表面。

【0526】 [附記 139]

如附記 132 至附記 138 中任一項所述的加工裝置，其中

所述光照射裝置在對所述表面照射所述第一加工光之後，對

所述表面照射所述第二加工光。

【0527】 [附記 140]

如附記 132 至附記 137 中任一項所述的加工裝置，其中

所述光照射裝置將所述第一加工光及所述第二加工光同時照射至所述表面。

【0528】 所述各實施形態的要件可適當組合。亦可不使用所述各實施形態的要件中的一部分。所述各實施形態的要件可適當地與其他實施形態的要件置換。而且，在法律所容許的範圍內，援用在所述各實施形態中引用的與裝置等相關的所有公開公報及美國專利的揭示來作為本文所述的一部分。

【0529】 而且，本發明可在不違反能夠自申請專利範圍及整個說明書中讀取的發明主旨或思想的範圍內進行適當變更，伴隨此種變更的加工裝置、加工方法、加工系統及移動體的加工方法亦包含在本發明的技術思想中。

【符號說明】

【0530】

1:加工裝置

2:控制裝置

3、3X、3Y:載台裝置

11、11a、11d、11e、11f、11j:光照射裝置

12、15、1126c、1182j:驅動系統

12X、12Y:驅動裝置

13:收容裝置

14:支持裝置

16:排氣裝置

17:氣體供給裝置

31X:X 引導構件

31Y:Y 引導構件

32X:X 可動件

32Y:Y 可動件

33X:X 載台

33Y:Y 載台

39、133、143:支持構件

110:光源

111:聚焦透鏡

112、112'、112c、112g、112h、112#1、112#2、112#3:多光束光學系統

113:檢流計鏡

113X:X 掃描鏡

113Y:Y 掃描鏡

114:fθ 透鏡

115b#1、115b#2、1126g-1、1126g-2、1176f:波長板

116d:中繼光學系統

117e、117f:強度調整裝置

121X:X 引導構件

121Y:Y 引導構件

122X:X 可動件

122Y:Y 可動件

123X:X 載台

131:頂部構件

132:間隔壁構件

134、144:端部

135:檢測裝置

141:樑構件

142:腳構件

161:排氣管

162:過濾器

171:吸氣管

1121、1121g、1171f:偏光分束器

1121'、1123'、1125':光學系統

1122、1122g、1124、1124g、1172f、1174f:1/4 波長板

1123、1125、1123g、1123g-1～1123g-3、1125g-1～1125g-3、1128g、1173f、1175f:反射鏡

1127g-1、1127g-2:反射稜鏡

1141:光學面

1171e、1172e:強度感測器

1173e:波長板

1174e:驅動系統

1181j:放大光學系統

11211、11711、11211g、11711f:分離面

11231、11251、11231g-1～11231g-3、11251g-1～11251g-3、11731f、11751f:反射面

AX1g:透過偏光方位（反射偏光方位）

AX7g-1、AX7g-2:移送軸

BF:會聚位置

C、CP11～CP14:凹部

CP1:凹狀結構

CP2:凸狀結構

CP21:凸部

CS:聚光的面

D:深度

DF:沿著 Z 軸方向遠離會聚位置的位置

DOF:焦點深度

DOF#1:第一範圍

DOF#2:第二範圍

EA、EA1、EA2、EA3、EA4:目標照射區域

EL1:第一光

EL2:第二光

EL3:第三光

EL4:第四光

ELc01、ELc02、ELc1、ELc2、ELc1#1、ELc1#21-#22、ELc1#31-#34、ELc1#41-#48、ELc2#1、ELc2#21-#22、ELc2#31-#34、ELc2#41-#48:圓偏光

ELe#001-#016、ELe#21、ELe#22、ELe#21-#22、ELe#31-#34、ELe#41-#48、ELg01、ELg02:射出光

ELg:合成光

ELi#21-#22、ELi#21-#22、ELi#31-#34、ELi#41-#48:入射光

ELj、ELk、ELk01、ELk02、ELk#1～ELk#n、ELk#21、ELk#22、ELk#31～ELk#34:加工光

ELo、ELo'、ELo#1、ELo01'、ELo02':光源光

ELp01、ELp02、ELp1、ELp2、ELp1#1、ELp1#21-#22、ELp1#21、ELp1#22、ELp1#31-#34、ELp1#41-#48、ELp2#1、ELp2#21-#22、ELp2#31-#34、ELp2#41-#48:p 偏光

ELs01、ELs02、ELs1、ELs2、ELs2#1、ELs1#1、ELs1#21-#22、ELs1#31-#34、ELs1#41-#48、ELs2#21-#22、ELs2#31-#34、ELs2#41-#48:s 偏光

F_start#1～F_start#5、F_start#51～F_start#53:加工開始位置

F_end#1～F_end#5、F_end#51～F_end#53:加工結束位置

FA#1～FA#5、FA/51～FA#53:加工區域

H:高度

p1:第一間距

P1、P2:排列間距

p2:第二間距

PL:飛機

PL1:軀幹

PL2:主翼

PL3:垂直尾翼

PL4:水平尾翼

S:加工對象物

SA、SA1～SA16:加工曝射區域

SC_start#1、SC_start#2:掃描開始位置

SC_end#1、SC_end#2:掃描結束位置

SCA#1～SCA#6:掃描區域

SF:塗裝膜

SP:收容空間

SYS、SYSb、SYSc、SYSd、SYSe、SYSf、SYSg、SYSh、SYSi、SYSj:加工系統

X、Y、Z:座標軸

θ#1～θ#3:角度

ϕa、ϕb:光束直徑

ϕ1、ϕ11:第一直徑

ϕ2、ϕ12:第二直徑

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種加工裝置，其是對物體的表面照射加工光來加工所述物體的加工裝置，包括：

光照射裝置，照射第一加工光而在所述表面形成第一照射區域、照射第二加工光而在所述表面形成與所述第一照射區域有至少一部分重疊的第二照射區域，且

所述光照射裝置具有能夠變更所述第一照射區域及所述第二照射區域的重疊狀態的變更構件。

【請求項2】 如請求項 1 所述的加工裝置，其中

照射所述第一加工光及所述第二加工光而在所述物體的表面形成凹部。

【請求項3】 如請求項 1 或請求項 2 所述的加工裝置，其中

所述光照射裝置具有使所述第一照射區域及所述第二照射區域在沿著所述物體的表面的一方向上移動的位移構件，且

在所述物體的表面形成在所述一方向上延伸的一個或多個凹部。

【請求項4】 如請求項 3 所述的加工裝置，其中

所述變更構件變更所述物體的表面中與所述一方向交叉的另一方向上的所述第一照射區域及所述第二照射區域的相對位置關係。

【請求項5】 如請求項 4 所述的加工裝置，其中

利用所述位移構件使所述第一照射區域及所述第二照射區域

在所述一方向上移動，藉此形成所述一個凹部，且

藉由利用所述變更構件變更重疊狀態，來調整所述凹部在所述另一方向上的寬度。

【請求項6】 如請求項 4 或請求項 5 所述的加工裝置，其中

利用所述位移構件使所述第一照射區域及所述第二照射區域在所述一方向上移動，藉此形成所述一個凹部，且

藉由利用所述變更構件變更重疊狀態，來調整所述凹部的深度。

【請求項7】 如請求項 4 所述的加工裝置，其中

利用所述位移構件來使所述第一照射區域及所述第二照射區域在所述一方向上移動，藉此作為所述多個凹部而形成第一凹部及第二凹部，且

藉由利用所述變更構件變更所述另一方向上的所述第一照射區域及所述第二照射區域的相對位置關係，來調整所述另一方向上的所述第一凹部與所述第二凹部的間隔。

【請求項8】 如請求項 3 至請求項 7 中任一項所述的加工裝置，其中

所述位移構件使所述第一照射區域及所述第二照射區域在所述物體的表面上的與所述一方向交叉的另一方向上移動，且

在所述物體的表面形成在所述另一方向上具有週期方向的多個凹部。

【請求項9】 如請求項 1 至請求項 8 中任一項所述的加工裝置，

其中

所述光照射裝置包括：

第一光學系統，將入射光分支為第一光及第二光；

第二光學系統，將來自所述第一光學系統的所述第一光作為第三光返回至所述第一光學系統；以及

第三光學系統，將來自所述第一光學系統的所述第二光作為第四光返回至所述第一光學系統，且

經由所述第一光學系統的來自所述第二光學系統的所述第三光作為所述第一加工光而照射至所述表面，

經由所述第一光學系統的來自所述第三光學系統的所述第四光作為所述第二加工光而照射至所述表面。

【請求項10】　如請求項9所述的加工裝置，其中

所述第二光學系統及所述第三光學系統中至少一個光學系統使經由所述第一光學系統的來自所述第二光學系統的所述第三光與經由所述第一光學系統的來自所述第三光學系統的所述第四光的行進方向彼此不同。

【請求項11】　如請求項9或請求項10所述的加工裝置，其中

所述第二光學系統及所述第三光學系統中至少一個光學系統改變經由所述第一光學系統的來自所述第二光學系統的所述第三光的行進方向與經由所述第一光學系統的來自所述第三光學系統的所述第四光的行進方向所成的角度。

【請求項12】　如請求項11所述的加工裝置，其中

所述變更構件包含所述第二光學系統及所述第三光學系統中的至少一個光學系統。

【請求項13】 如請求項 9 至請求項 12 中任一項所述的加工裝置，其中

所述光照射裝置包括第四光學系統，配置於經由所述第一光學系統的來自所述第二光學系統的所述第三光與經由所述第一光學系統的來自所述第三光學系統的所述第四光的光路，且將所述第三光及所述第四光聚光。

【請求項14】 如請求項 13 所述的加工裝置，其中

所述光照射裝置包括第五光學系統，配置於所述第一光學系統與所述第四光學系統之間，且改變所述第三光及所述第四光的行進方向。

【請求項15】 如請求項 14 所述的加工裝置，其中

所述光照射裝置具有使所述第一照射區域及所述第二照射區域在沿著所述物體的表面的一方向上移動的位移構件，

所述位移構件包括所述第五光學系統。

【請求項16】 一種加工方法，其是對物體的表面照射加工光來加工所述物體的加工方法，包括：

照射第一加工光而在所述表面形成第一照射區域；

照射第二加工光而在所述表面形成與所述第一照射區域有一部分重疊的第二照射區域；以及

變更所述第一照射區域及所述第二照射區域的重疊狀態。

【請求項17】　一種加工系統，其是對物體照射加工光來加工所述物體的加工系統，包括：

第一光學系統，將入射光分支為第一光及第二光；

第二光學系統，將來自所述第一光學系統的所述第一光作為第三光返回至所述第一光學系統；以及

第三光學系統，將來自所述第一光學系統的所述第二光作為第四光返回至所述第一光學系統，且

所述第一光學系統將來自所述第二光學系統的所述第三光及來自所述第三光學系統的所述第四光作為照射至所述物體的表面上的不同位置的多束所述加工光射出。

【請求項18】　一種加工裝置，包括：

光照射裝置，對物體照射多束加工光來加工所述物體；以及

照射位置變更裝置，變更所述多束加工光在所述物體的表面上的照射位置的相對位置關係，以將所需圖案結構形成於所述物體。

【請求項19】　一種加工系統，其是對物體照射加工光來加工所述物體，以將在所需方向上延伸的圖案結構形成於所述物體的加工系統，包括：

第一可動裝置，能夠以變更沿著所述物體的表面的第一方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動；以及

第二可動裝置，能夠以變更沿著所述物體的表面且與所述第

一方向交叉的第二方向上的所述加工光的照射位置與所述物體的表面之間的相對位置的方式活動，並且較所述第一可動裝置更重及/或大，且

所述第一可動裝置及所述第二可動裝置以第一角度小於第二角度的方式相對於所述表面進行對位，所述第一角度是在所述所需方向上延伸的軸與在所述第一方向上延伸的軸所成的角度，所述第二角度是在所述所需方向上延伸的軸與在所述第二方向上延伸的軸所成的角度。

【請求項20】　一種加工系統，包括：

加工裝置，對物體照射加工光來加工所述物體，以在所述物體的表面形成在所需方向上延伸的圖案結構；以及

控制裝置，基於圖案資訊來控制所述加工裝置，以形成所述圖案結構，所述圖案資訊與由模擬形成有所述圖案結構的所述物體的模擬模型所生成的所述圖案結構相關。

【請求項21】　一種加工系統，包括：

光照射裝置，對物體的表面照射加工光；以及

位置變更裝置，變更所述物體的表面上的所述加工光的目標照射位置與所述表面之間的相對位置，且

使用所述光照射裝置及所述位置變更裝置，交替地反覆進行第一動作及第二動作，所述第一動作是使所述加工光沿著沿所述表面的第一軸在所述表面上掃描的動作，所述第二動作是沿著與所述第一軸交叉且沿所述表面的第二軸來變更所述加工光與所述

表面之間的相對位置的動作，

所述第一動作包括第一掃描動作及第二掃描動作，所述第一掃描動作是以所述目標照射位置相對於所述表面而向沿著所述第一軸的第一方向相對移動的方式，使所述加工光在所述表面上掃描的動作，所述第二掃描動作是以所述目標照射位置相對於所述表面而向沿著所述第一軸且與所述第一方向相反的第二方向相對移動的方式，使所述加工光在所述表面上掃描的動作。

【請求項22】　一種加工系統，將來自光源的加工光照射至物體的表面來對所述表面進行加工，所述加工系統包括：

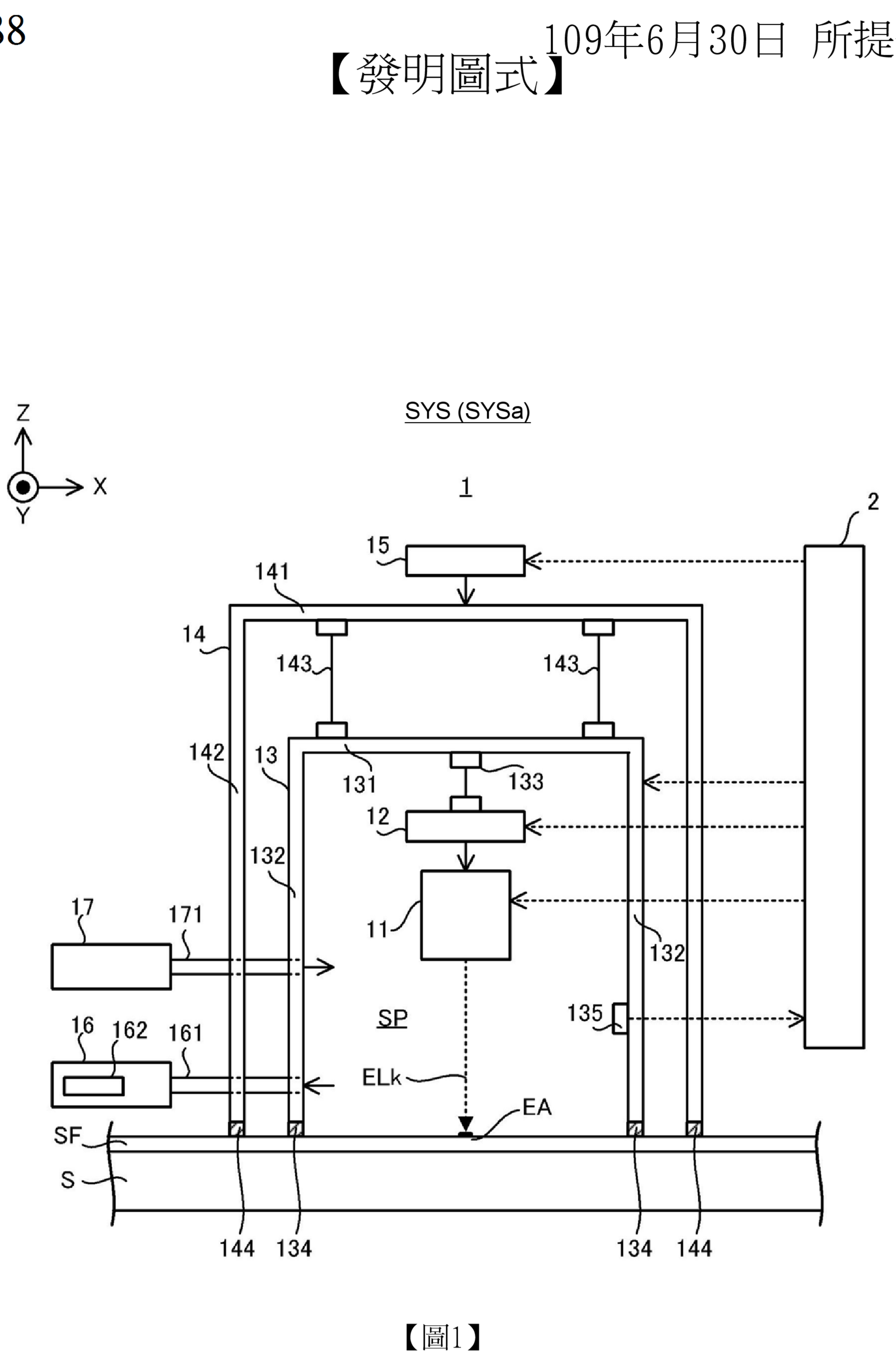
第一光學系統，配置於來自所述光源的所述加工光的光路；以及

第二光學系統，配置於來自所述光源的所述加工光的光路，將所述加工光聚光至所述表面，且

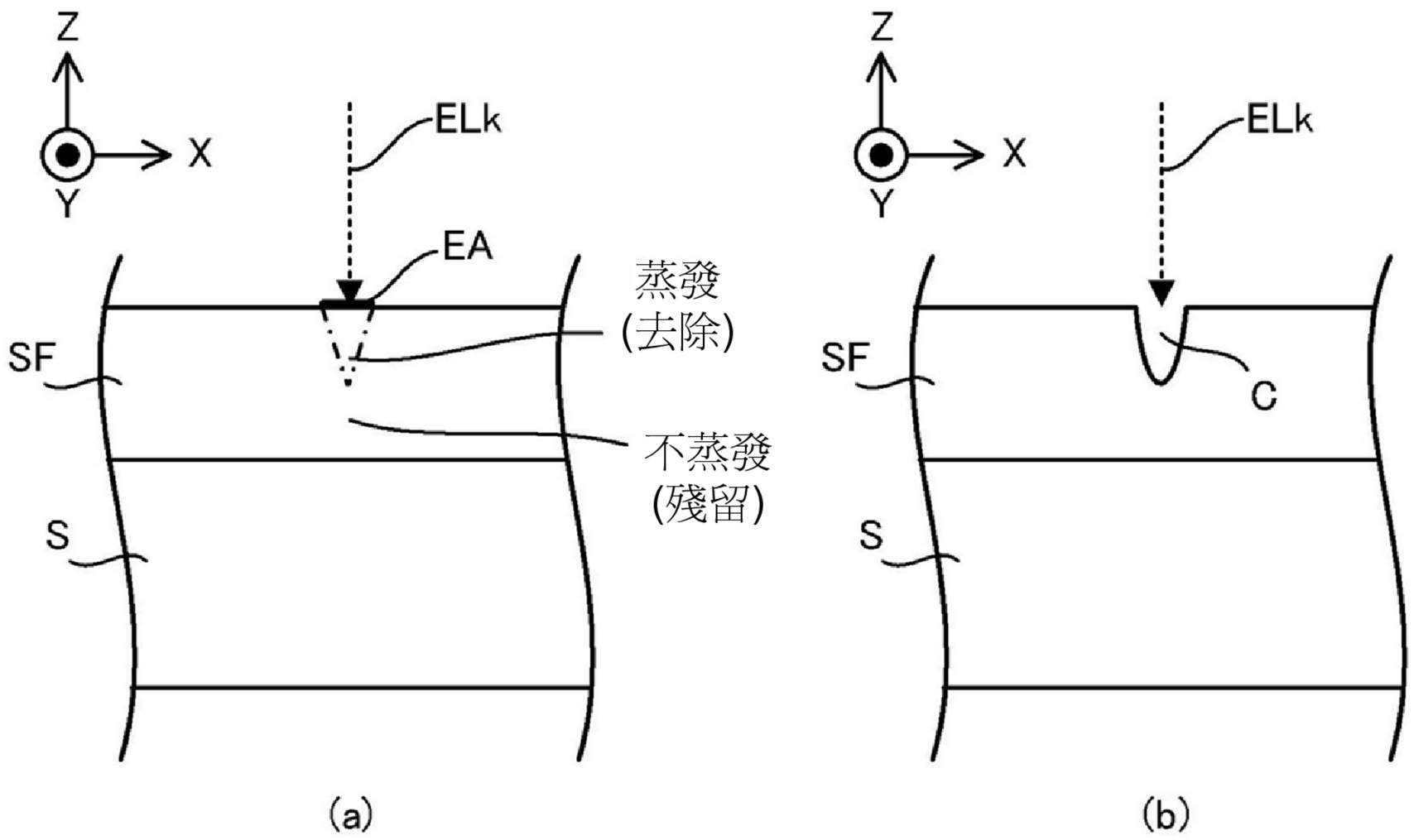
經由所述第一光學系統及所述第二光學系統的所述加工光的會聚位置處的光束剖面的大小較經由所述第二光學系統的加工光的會聚位置處的光束剖面的大小更大。

【發明圖式】

109年6月30日 所提修正

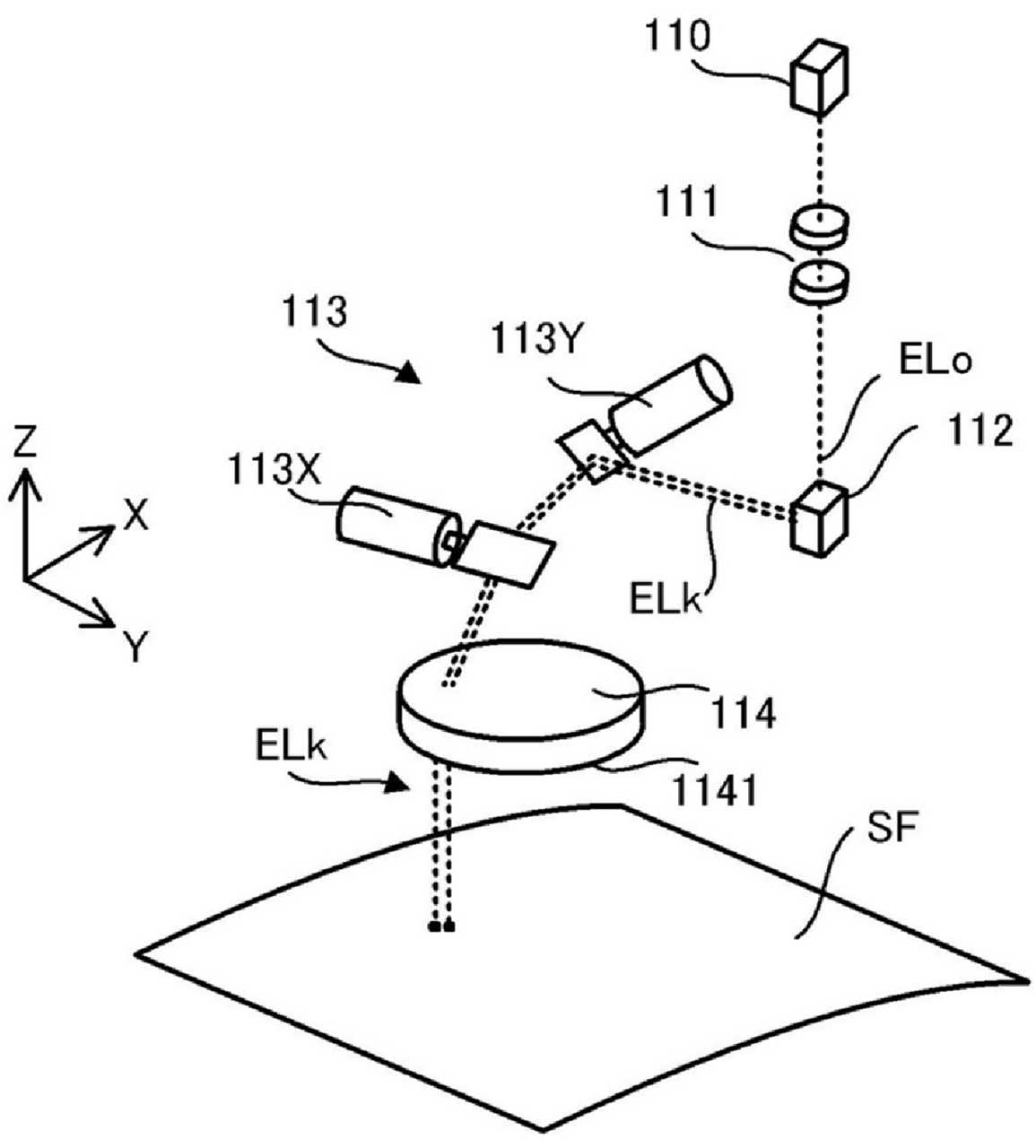


【圖1】

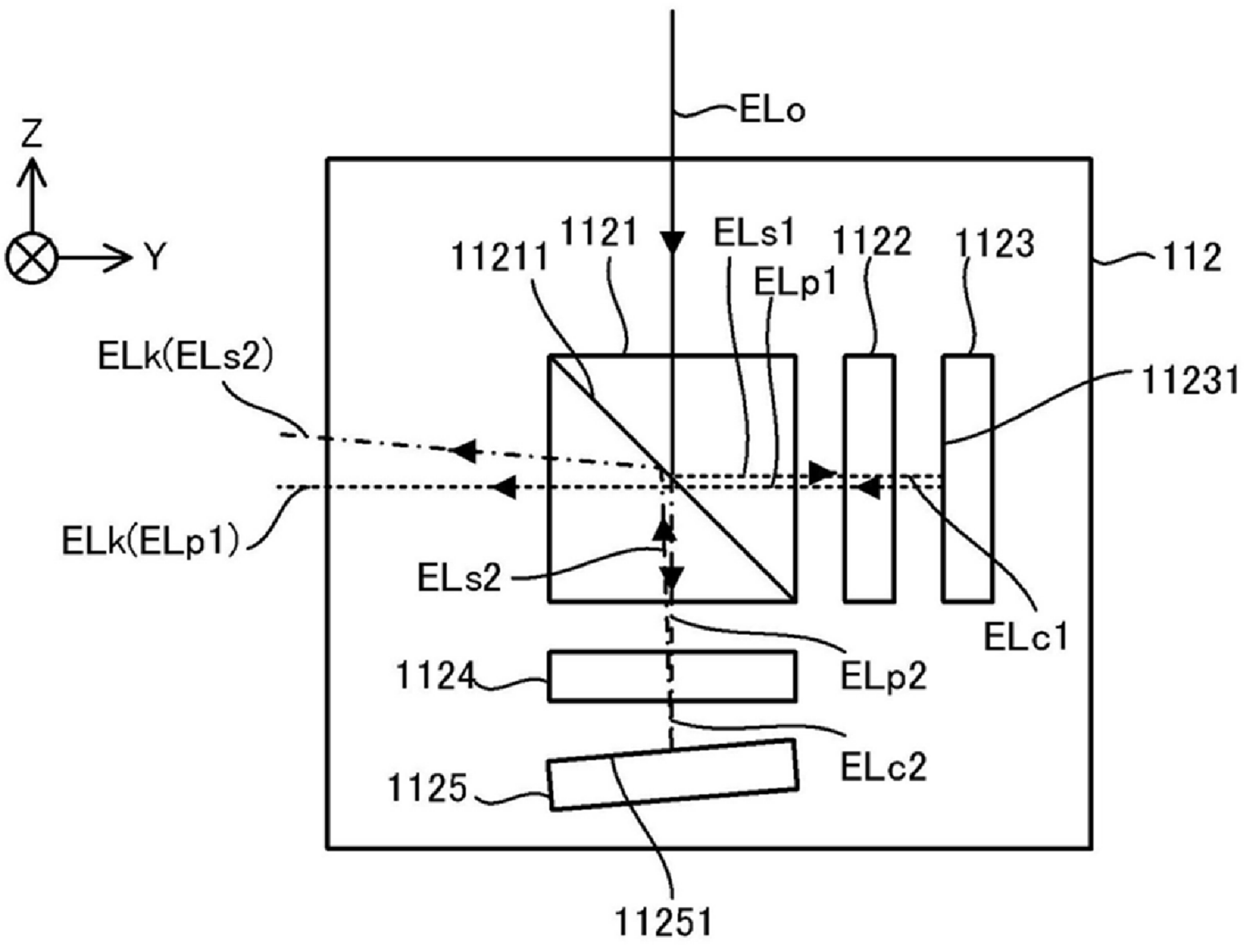


【圖2】

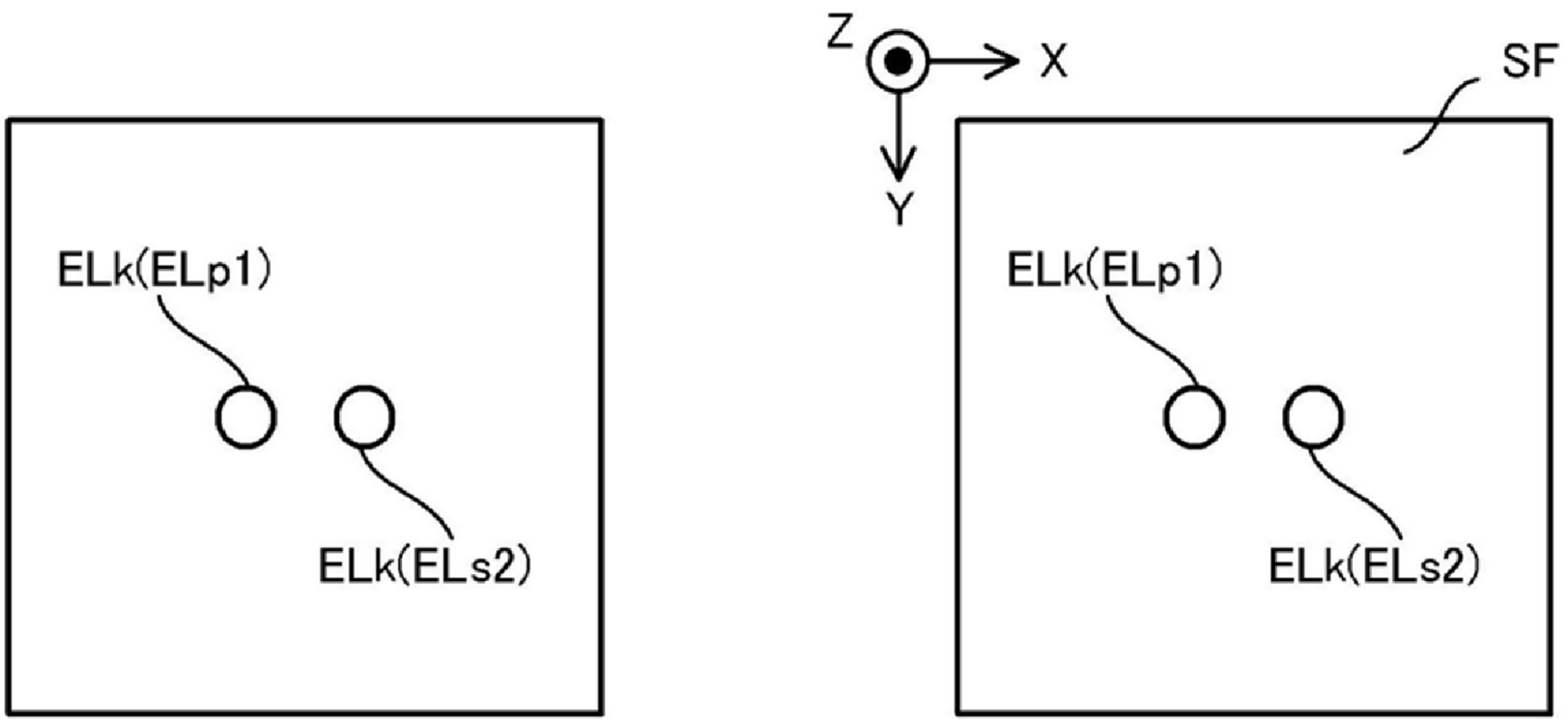
11



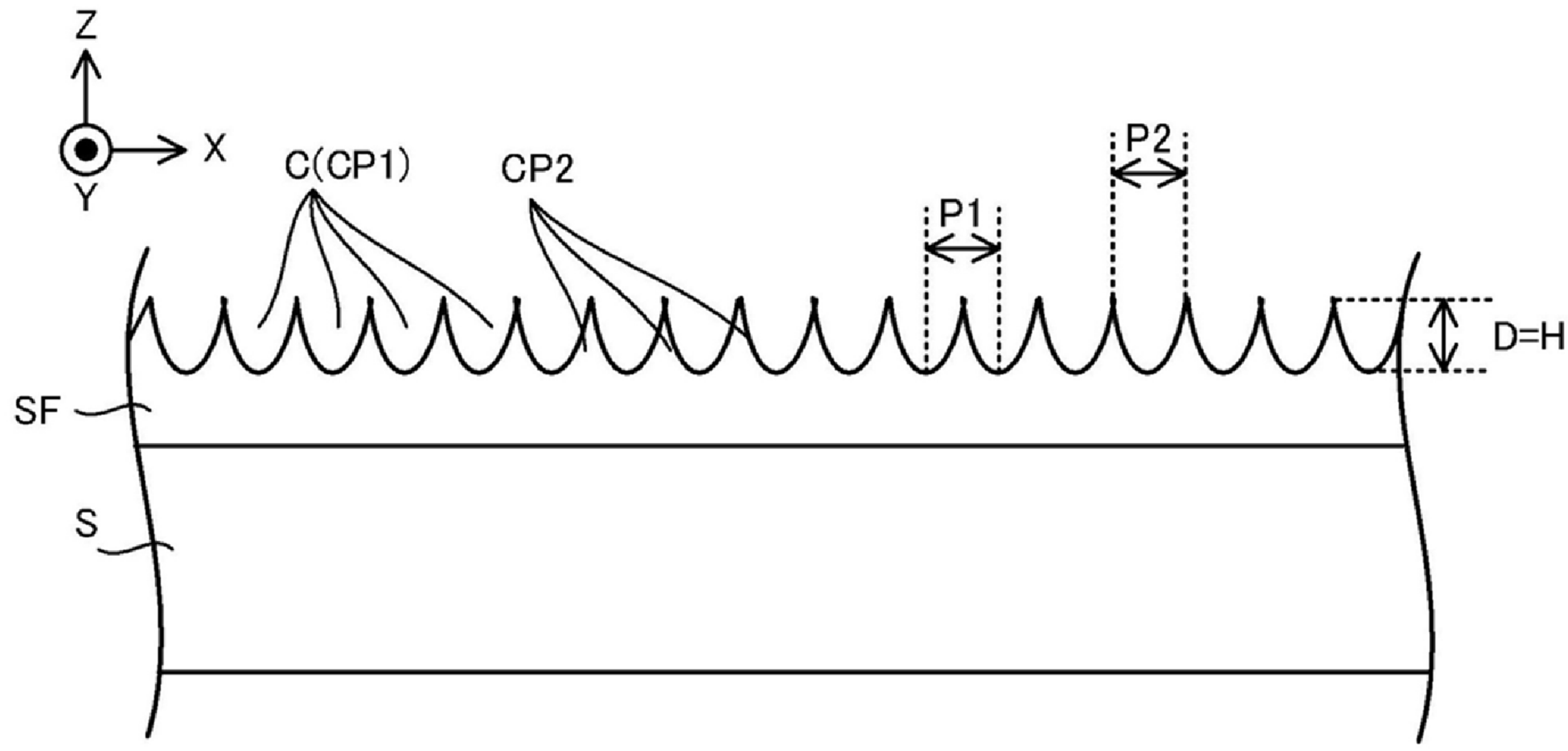
【圖3】


ELo
Z
Y
11211
1121
ELs1
1122
ELp1
1123
112
ELk(ELs2)
11231
ELk(ELp1)
ELs2
ELc1
1124
ELp2
ELc2
1125
11251

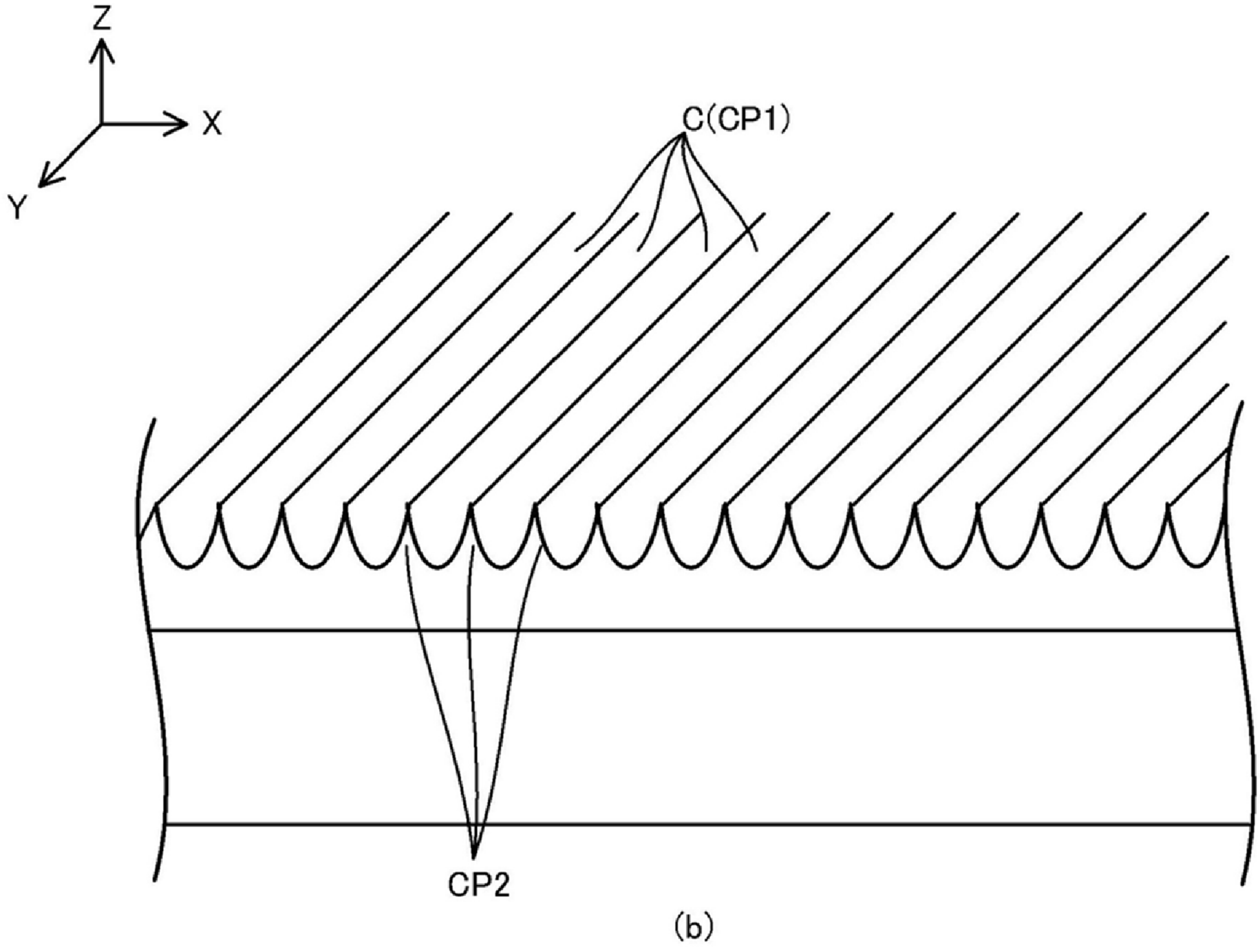
【圖4】


ELk(ELp1)
ELk(ELs2)
Z
X
Y
SF
ELk(ELp1)
ELk(ELs2)
(a)
(b)

【圖5】

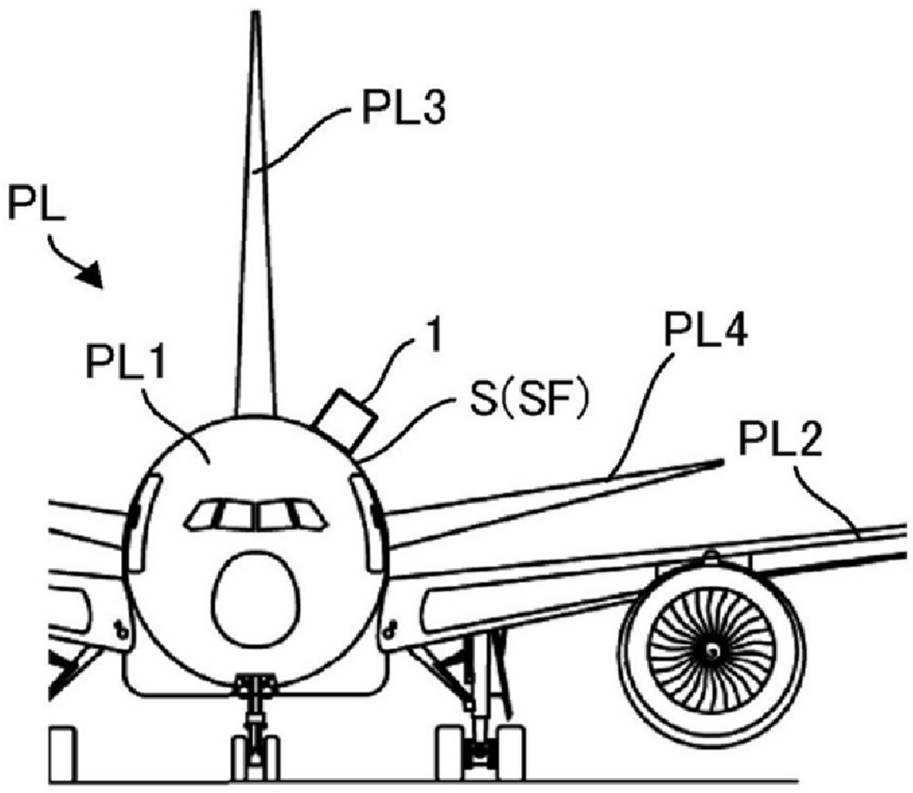


(a)

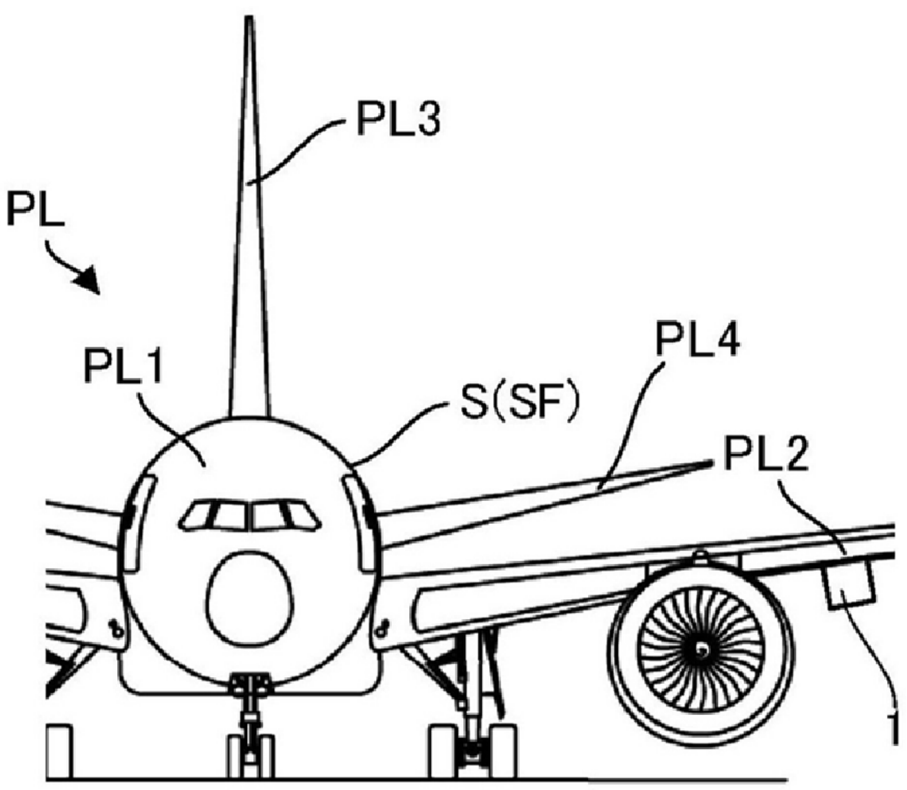


(b)

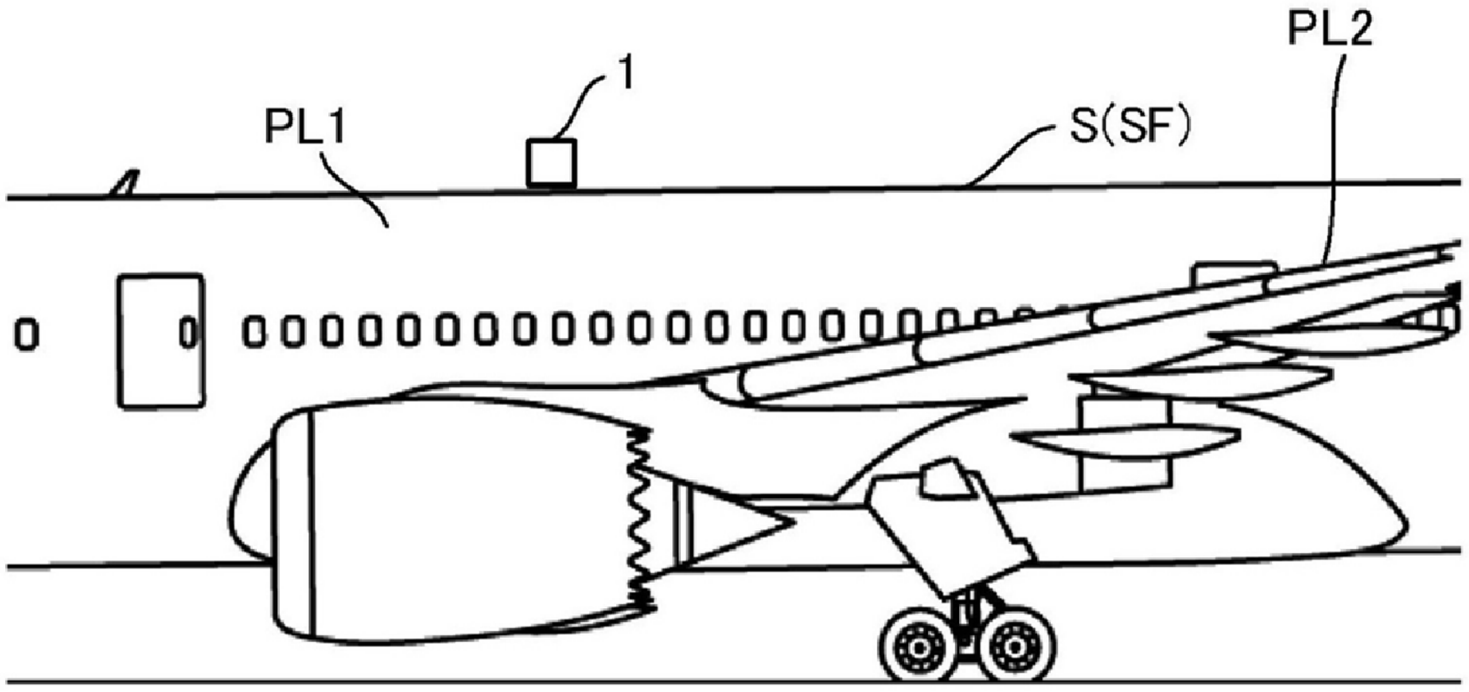
【圖6】



(a)

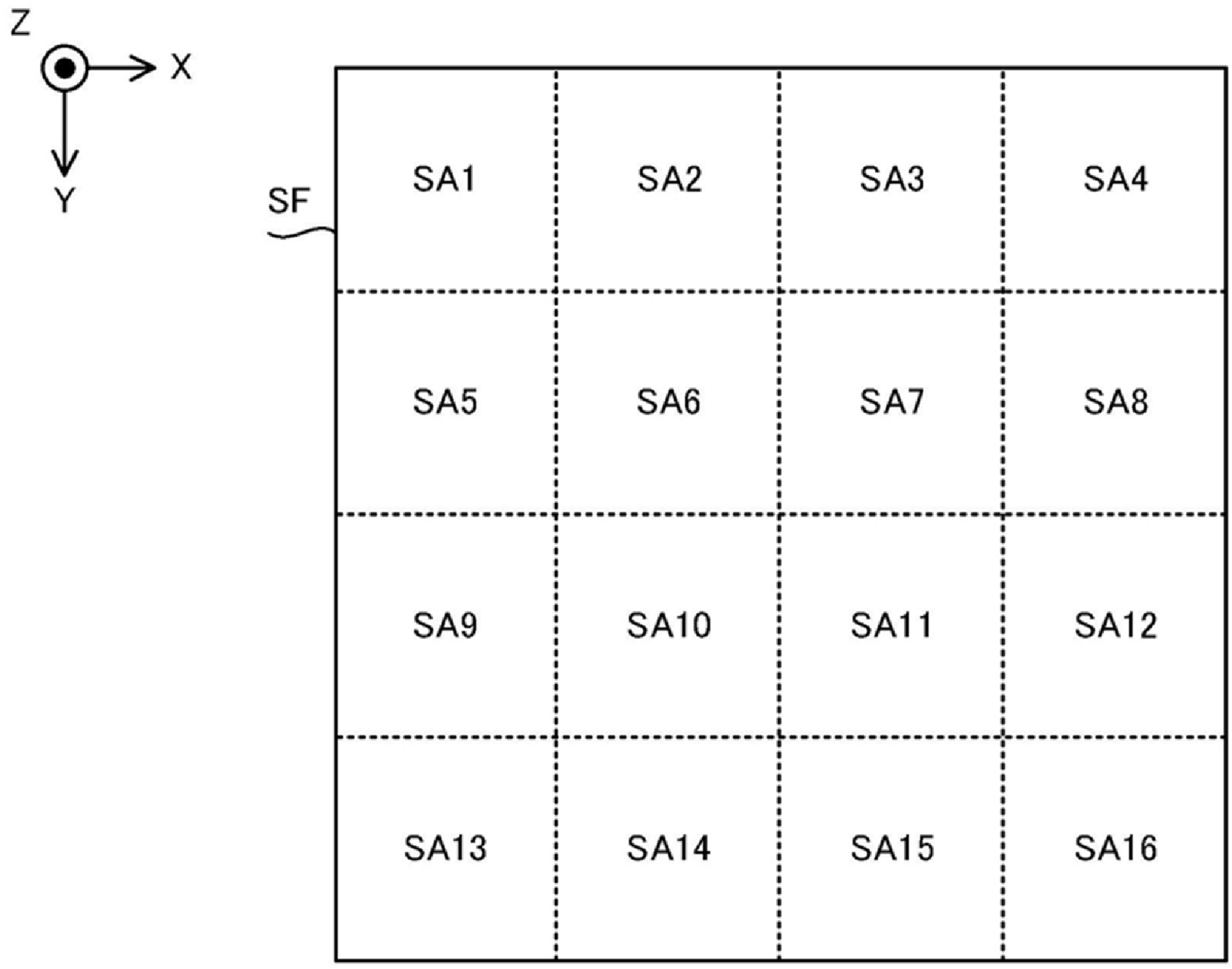


(b)

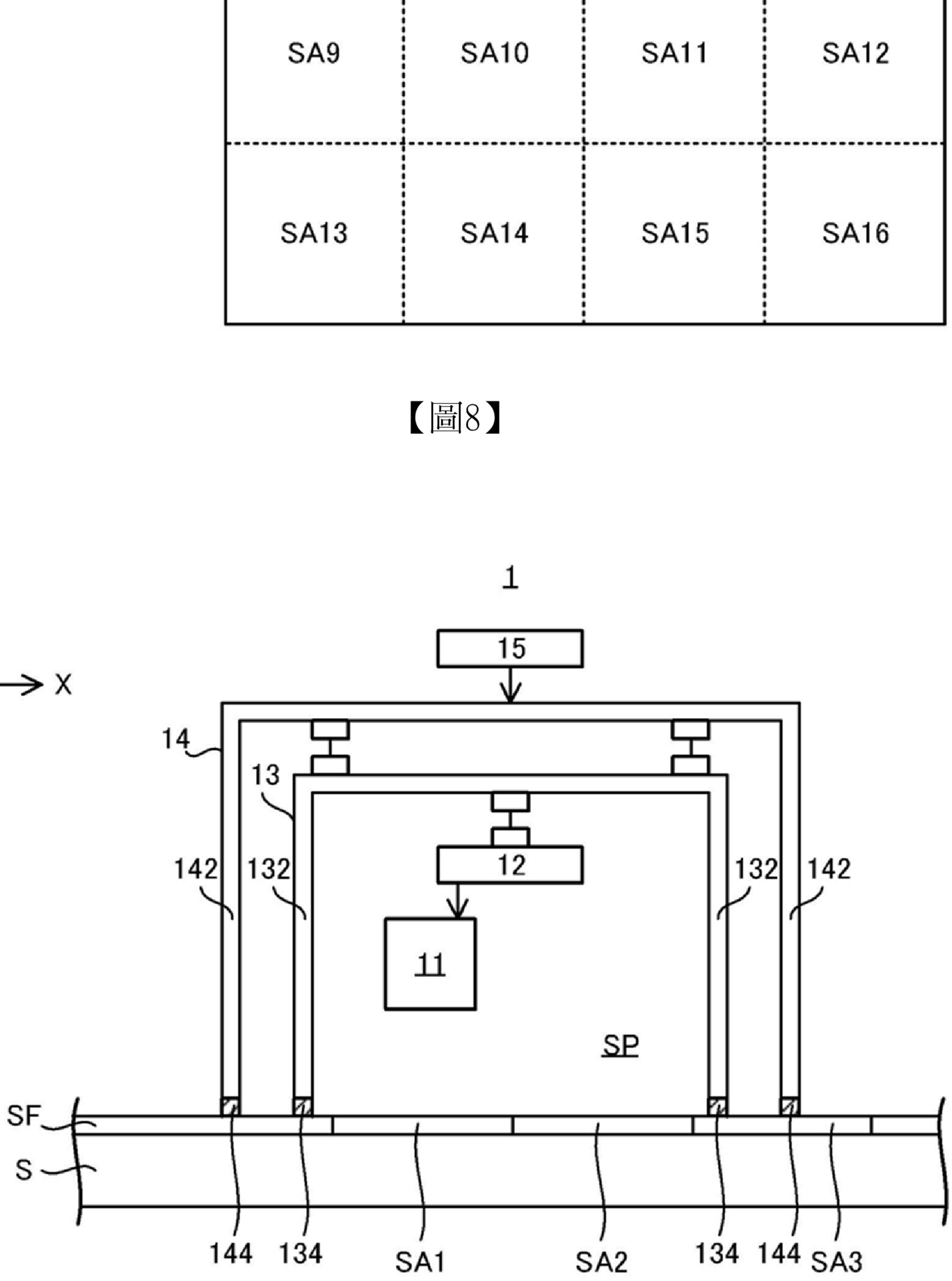


(c)

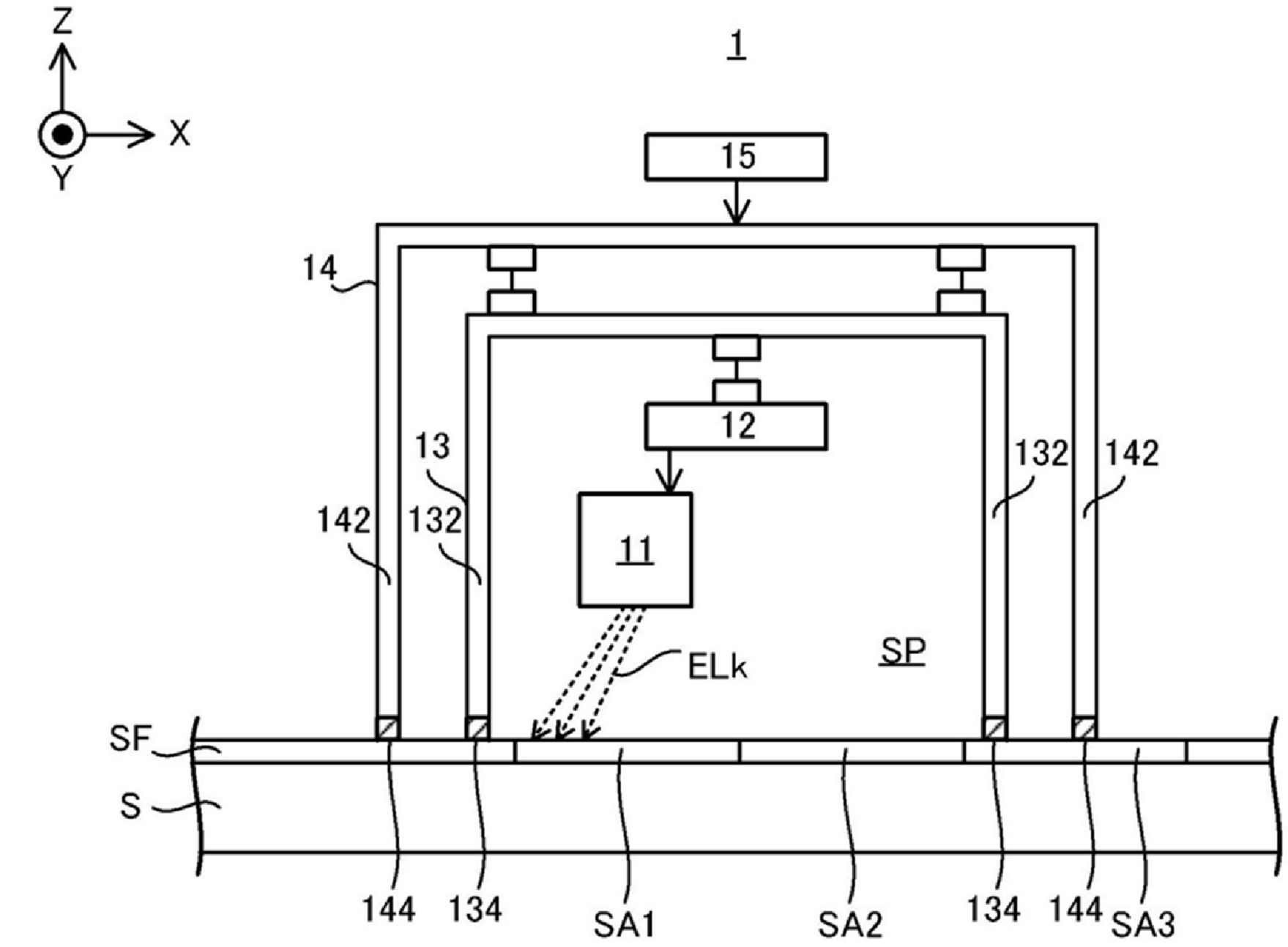
【圖7】


Z
X
Y
SF
SA1
SA2
SA3
SA4
SA5
SA6
SA7
SA8
SA9
SA10
SA11
SA12
SA13
SA14
SA15
SA16

【圖8】


1
15
14
13
12
142
132
132
142
11
SP
SF
S
144
134
SA1
SA2
134
144
SA3

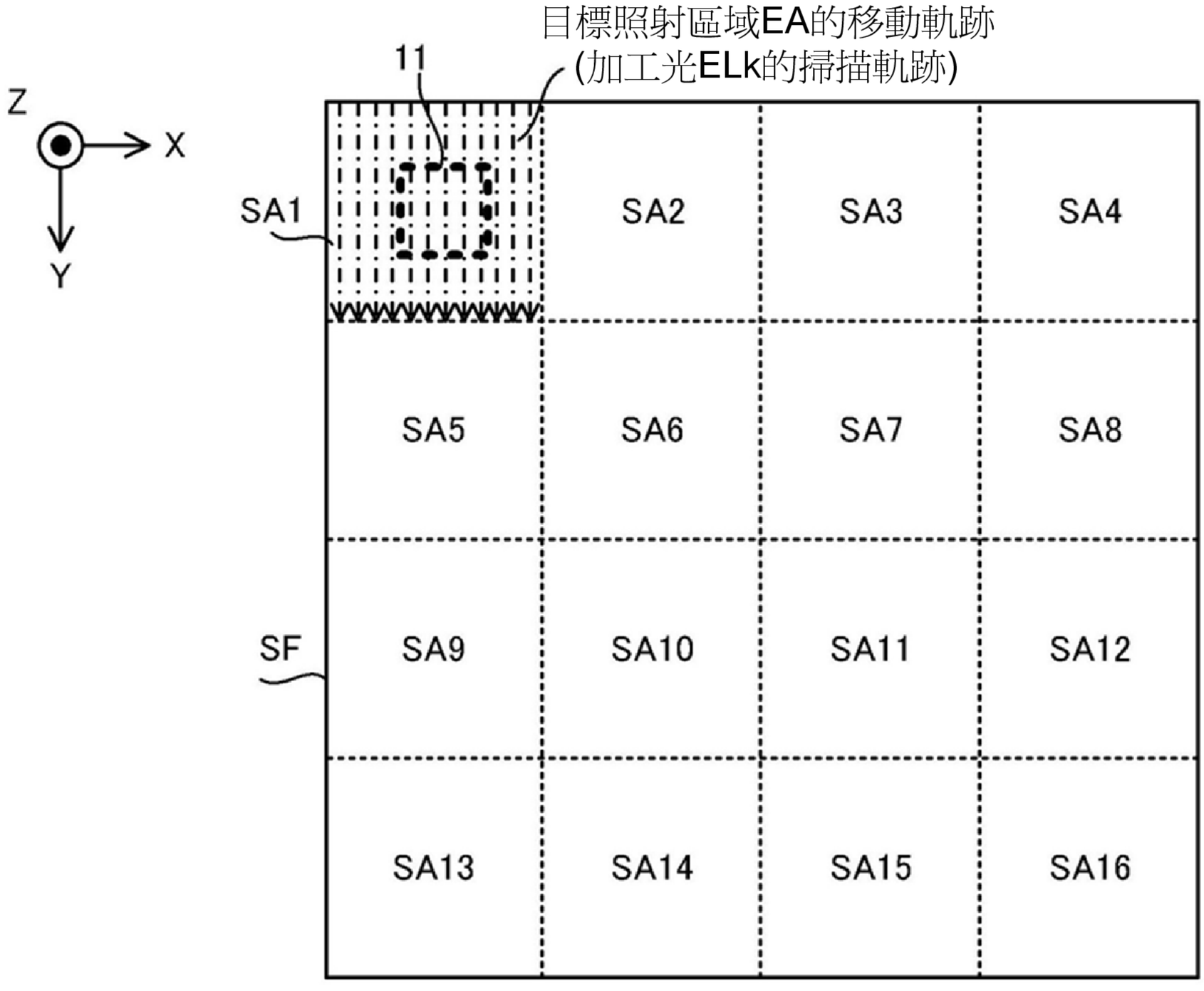
【圖9】



(a)

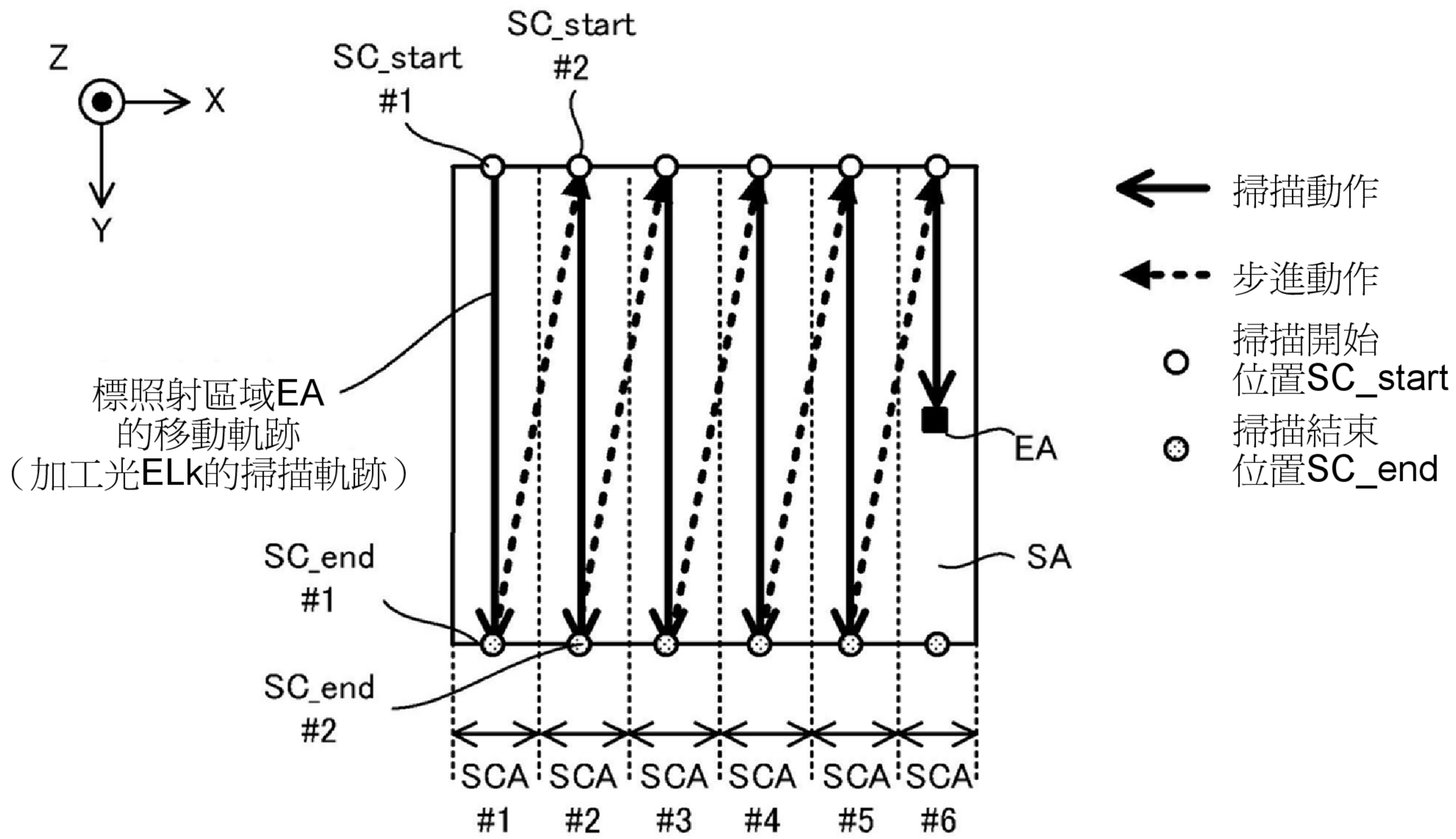
目標照射區域EA的移動軌跡

(加工光ELk的掃描軌跡)

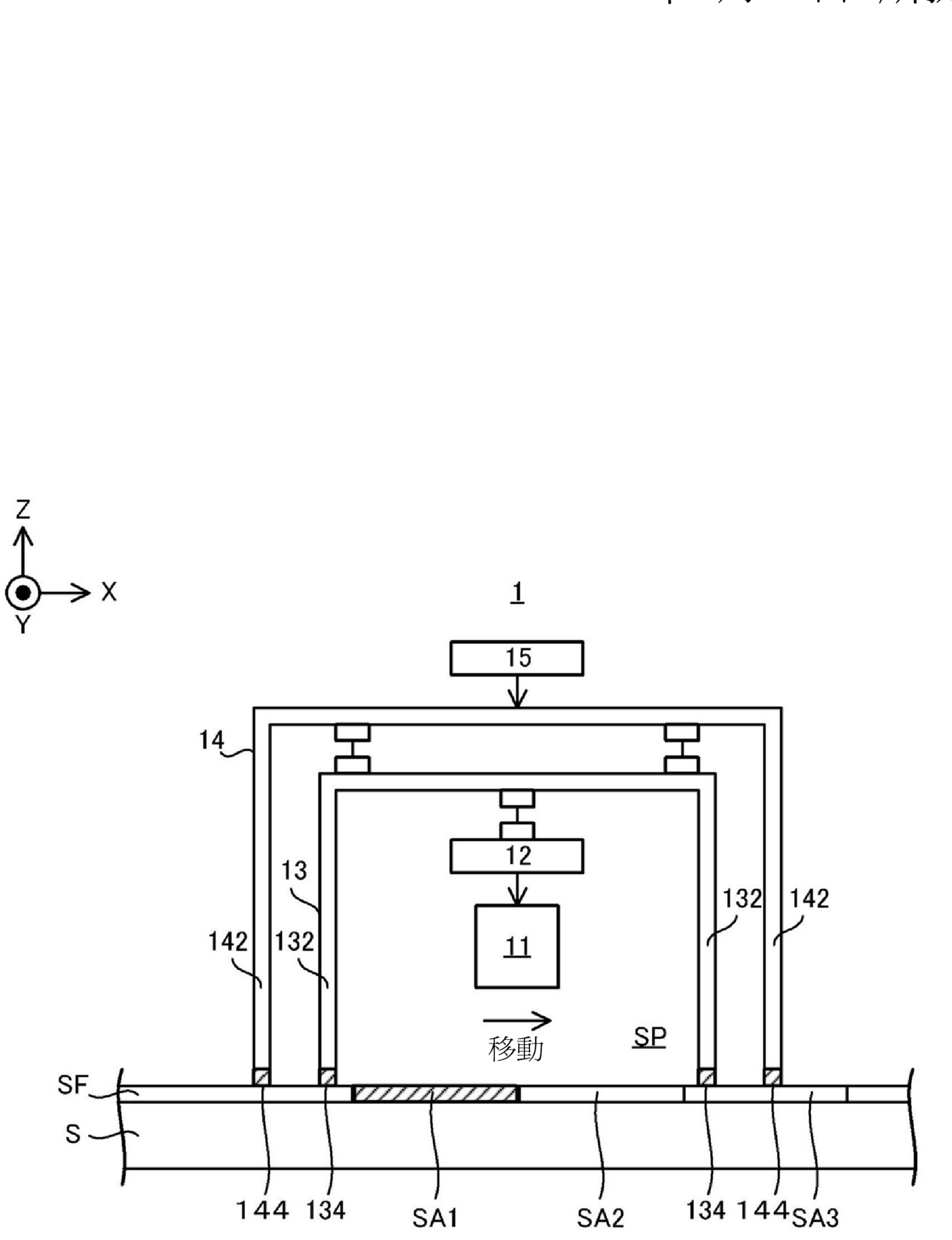


(b)

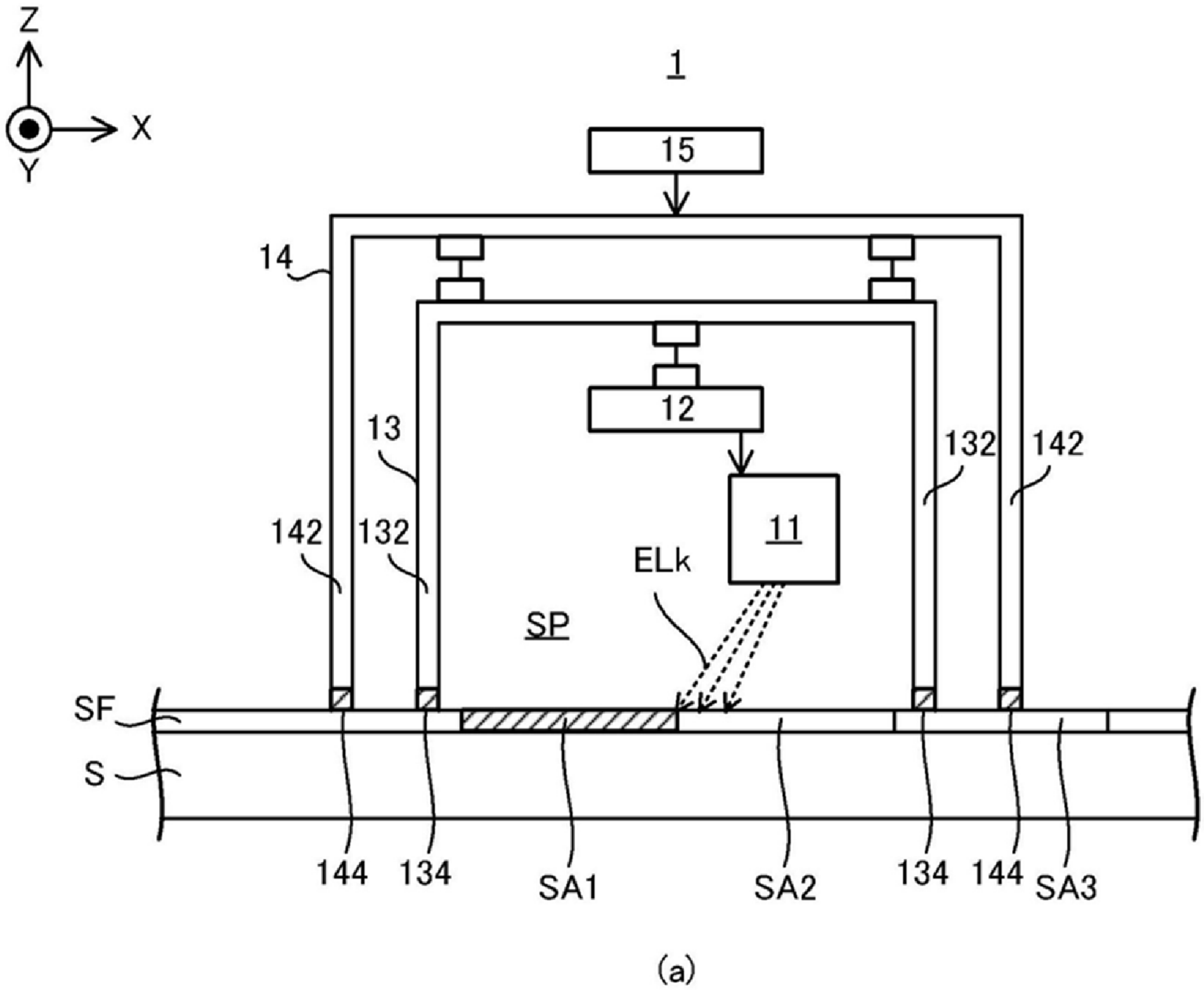
【圖10】


Z
X
Y
SC_start #1
SC_start #2
標照射區域EA的移動軌跡（加工光ELk的掃描軌跡）
EA
SA
SC_end #1
SC_end #2
SCA #1
SCA #2
SCA #3
SCA #4
SCA #5
SCA #6
掃描動作
步進動作
掃描開始位置SC_start
掃描結束位置SC_end

【圖11】

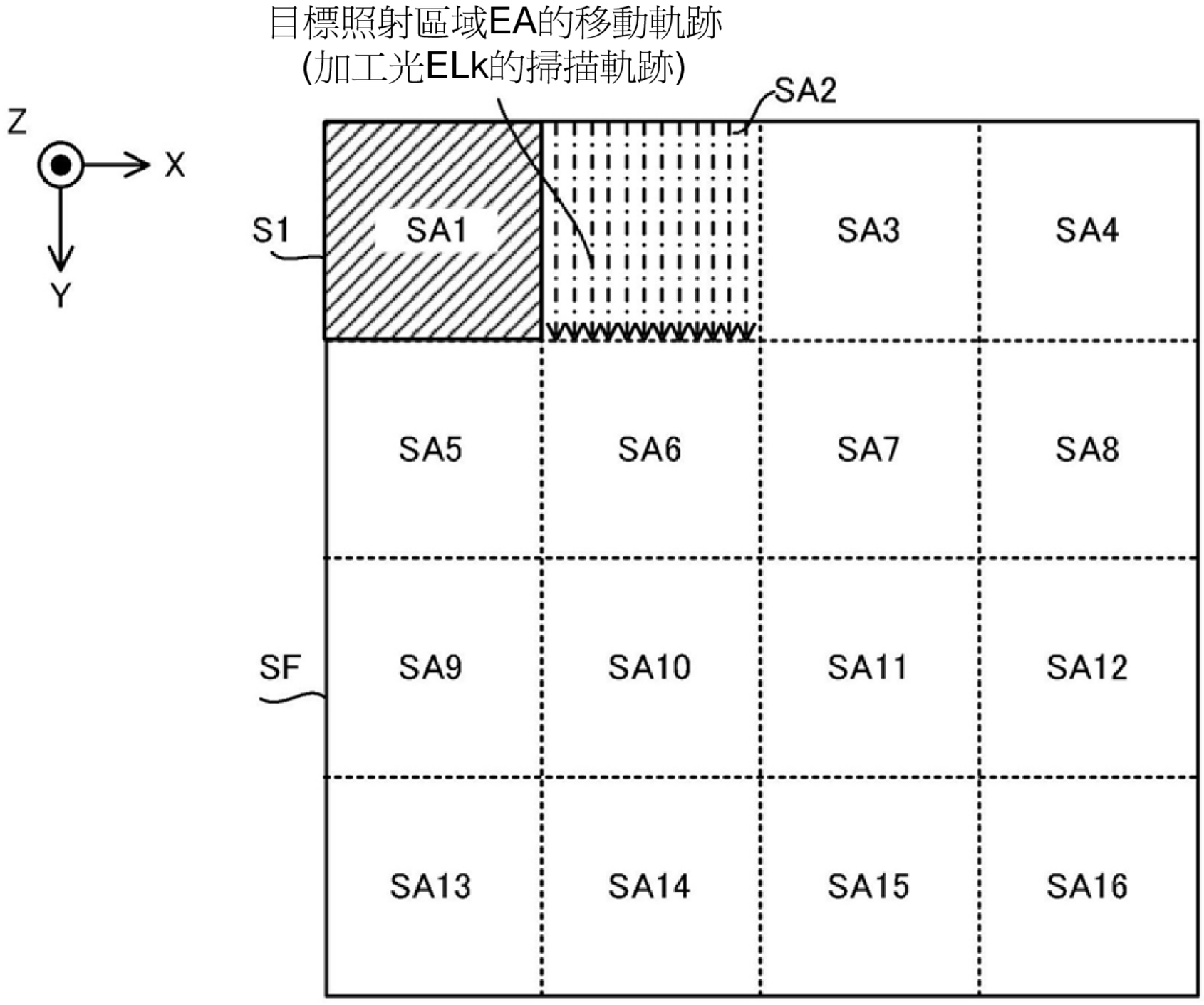

Z
X
Y
1
15
14
12
13
11
132
142
142
132
移動
SP
SF
S
144
134
SA1
SA2
134
144
SA3

【圖12】



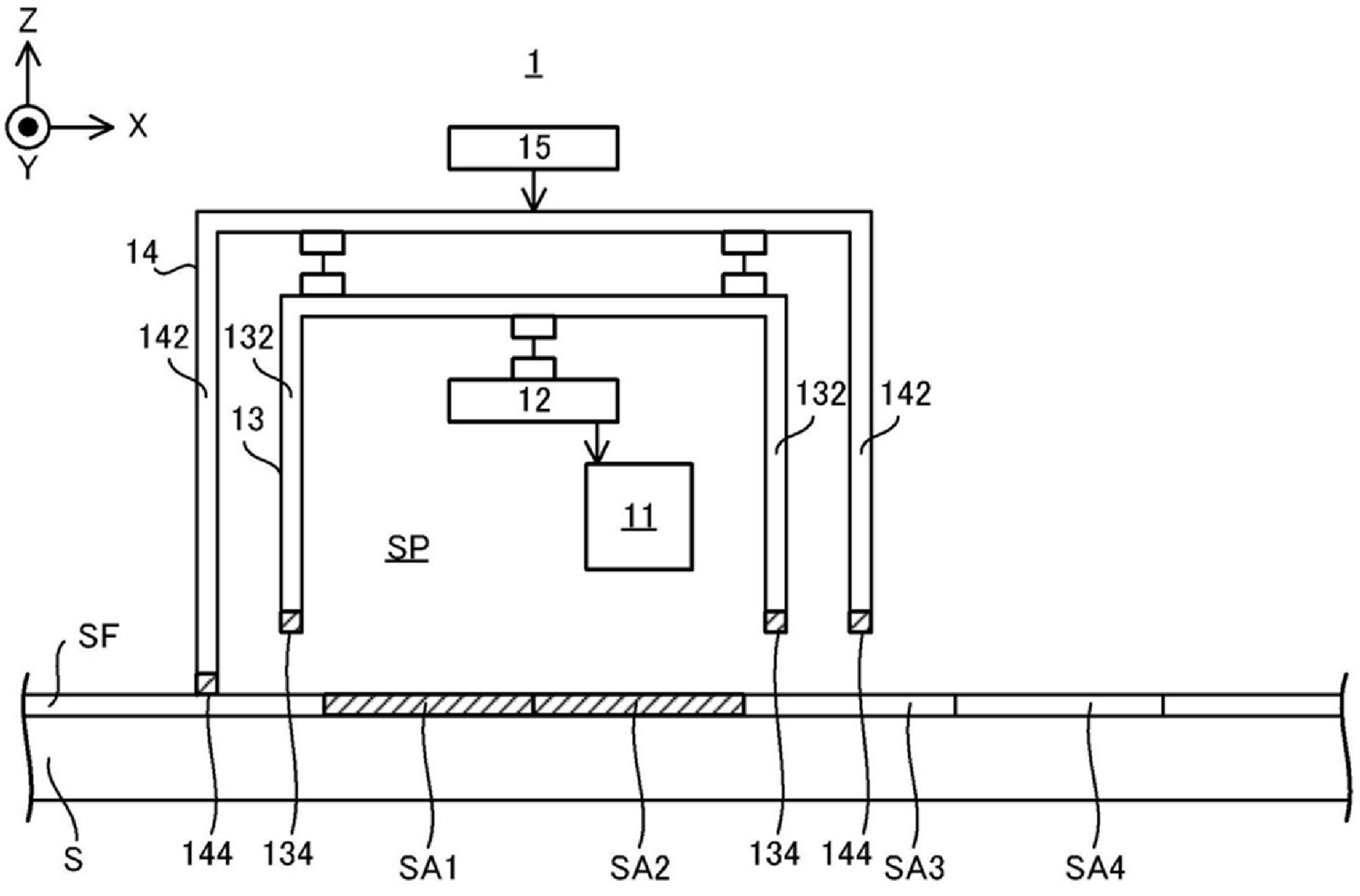
(a)

目標照射區域EA的移動軌跡

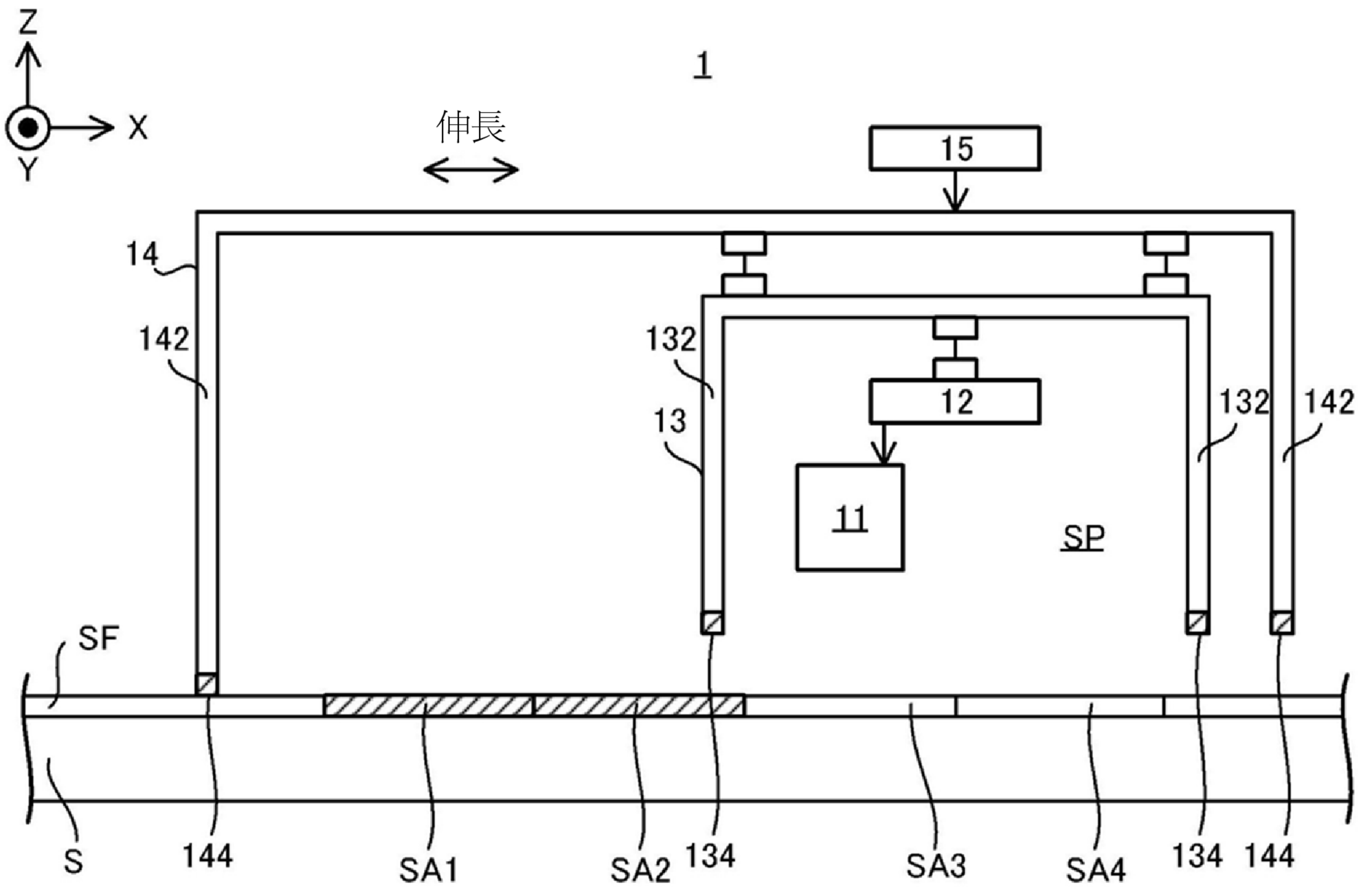


(b)

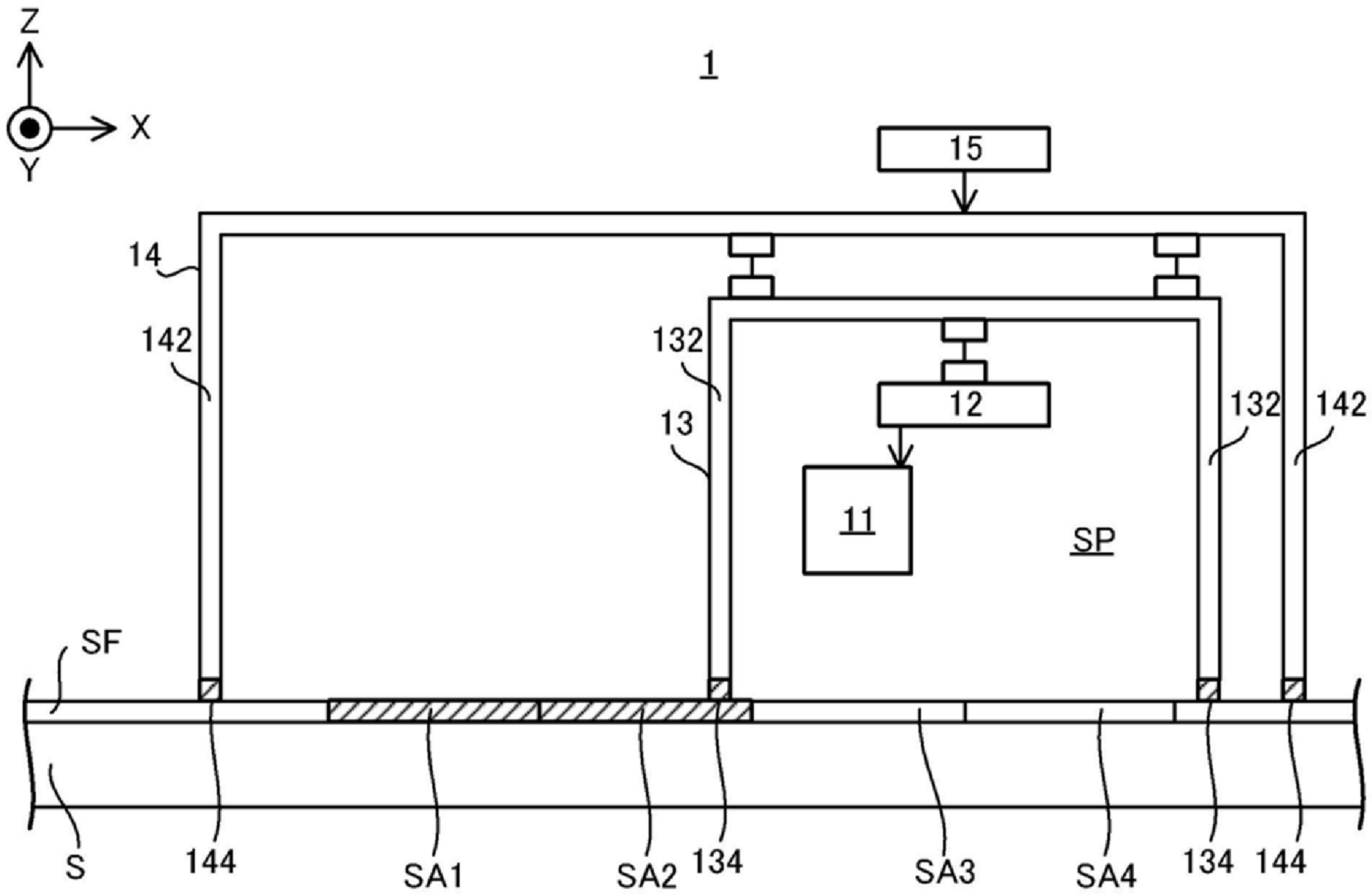
【圖13】


Z
X
Y
1
15
14
142
132
13
12
11
SP
SF
S
144
134
SA1
SA2
SA3
SA4

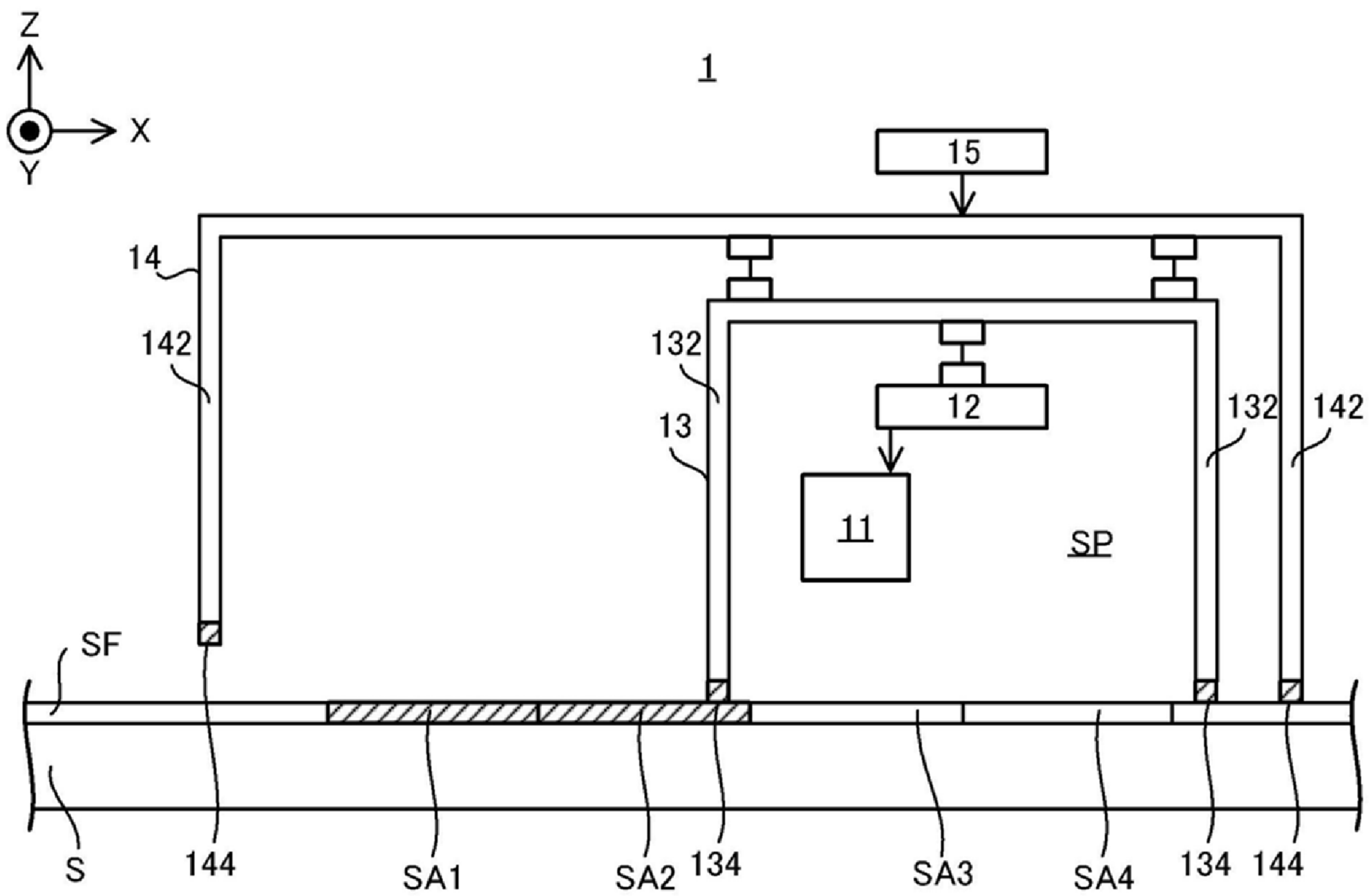
【圖14】


Z
X
Y
1
伸長
15
14
142
132
13
12
11
SP
SF
S
144
SA1
SA2
134
SA3
SA4

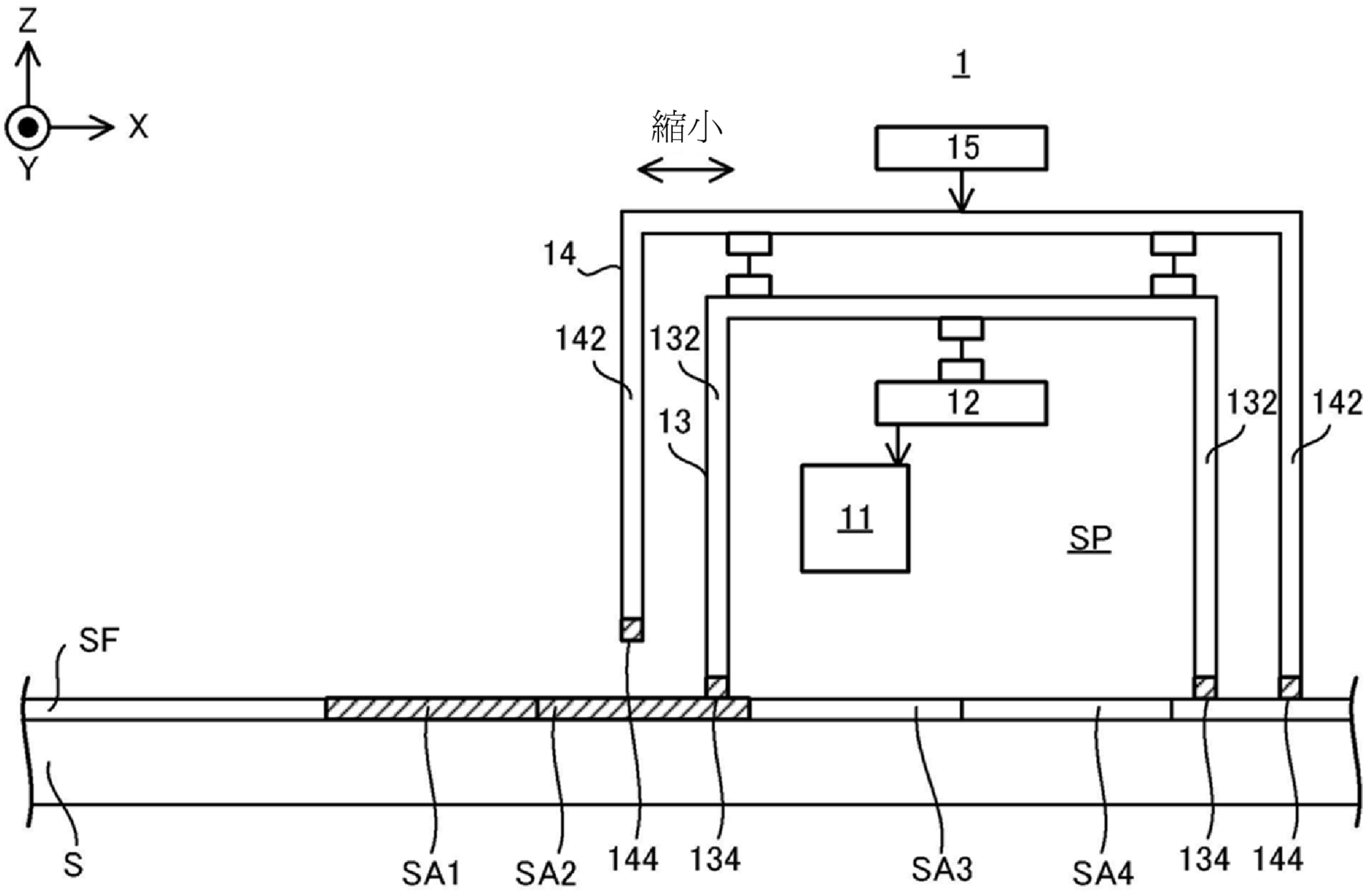
【圖15】


Z
X
Y
1
15
14
142
132
13
12
11
SP
SF
S
144
SA1
SA2
134
SA3
SA4

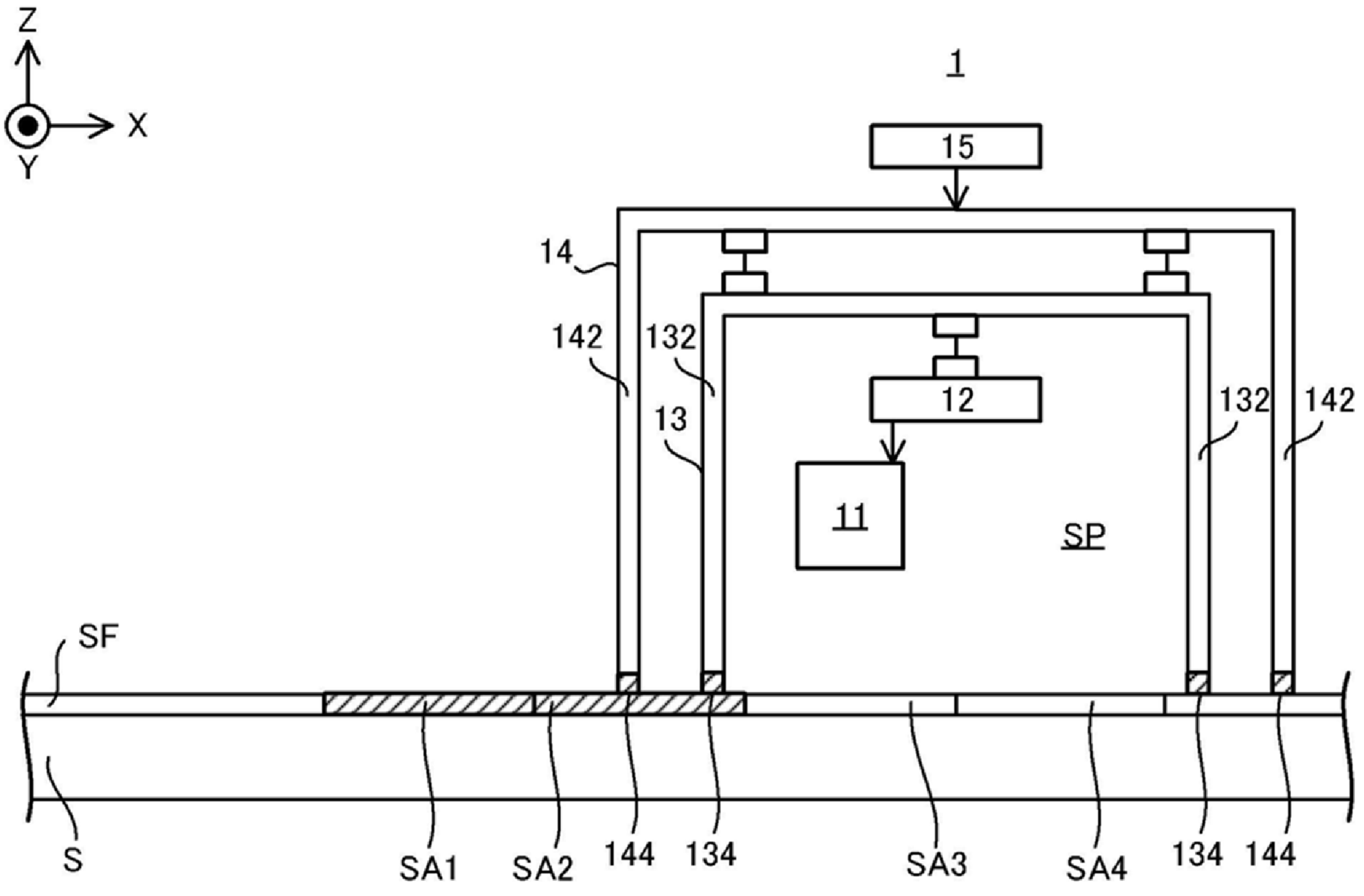
【圖16】


Z
X
Y
1
15
14
142
132
13
12
11
SP
SF
S
144
SA1
SA2
134
SA3
SA4

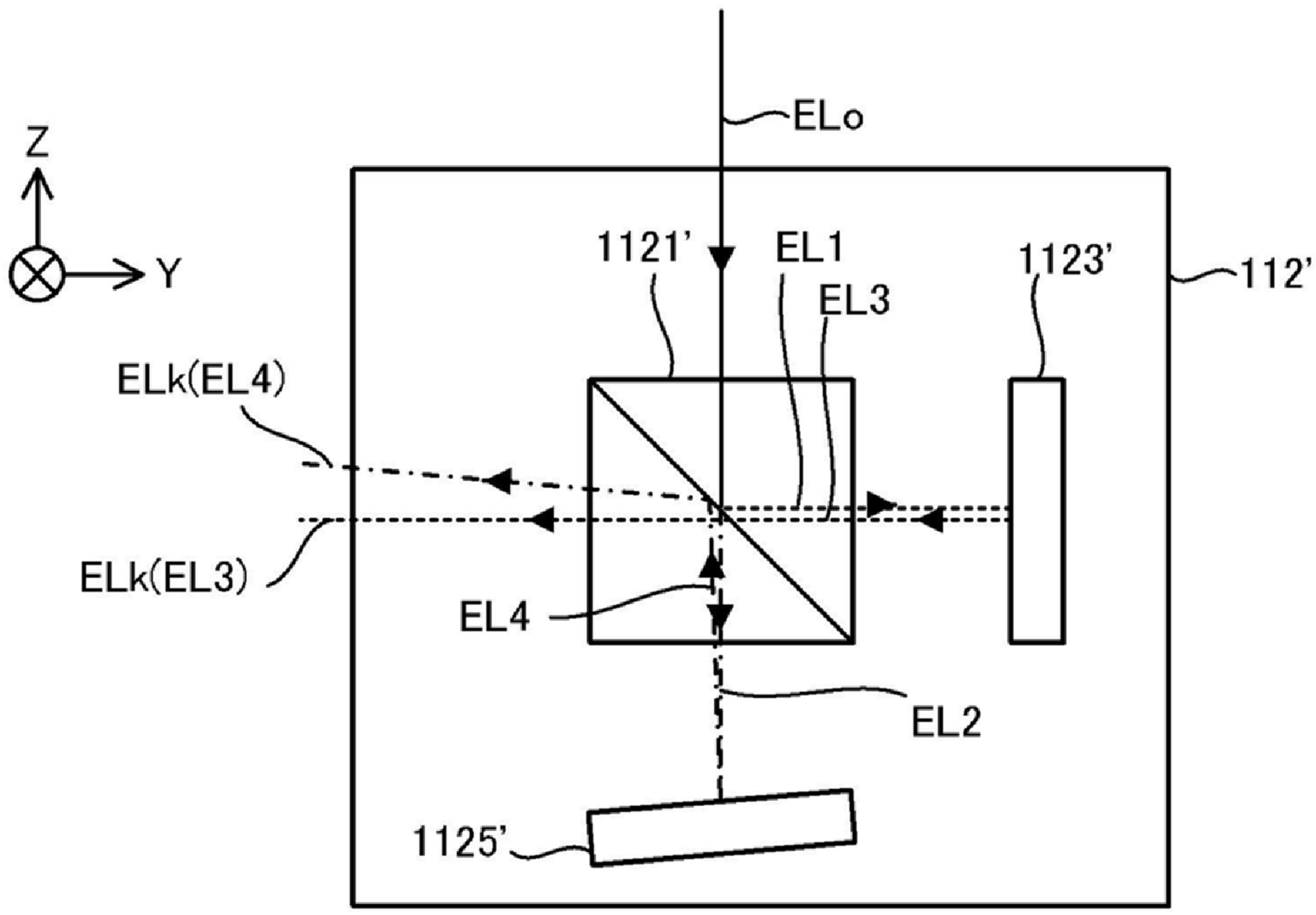
【圖17】


Z
X
Y
1
縮小
15
14
142
132
13
12
11
SP
132
142
SF
S
SA1
SA2
144
134
SA3
SA4
134
144

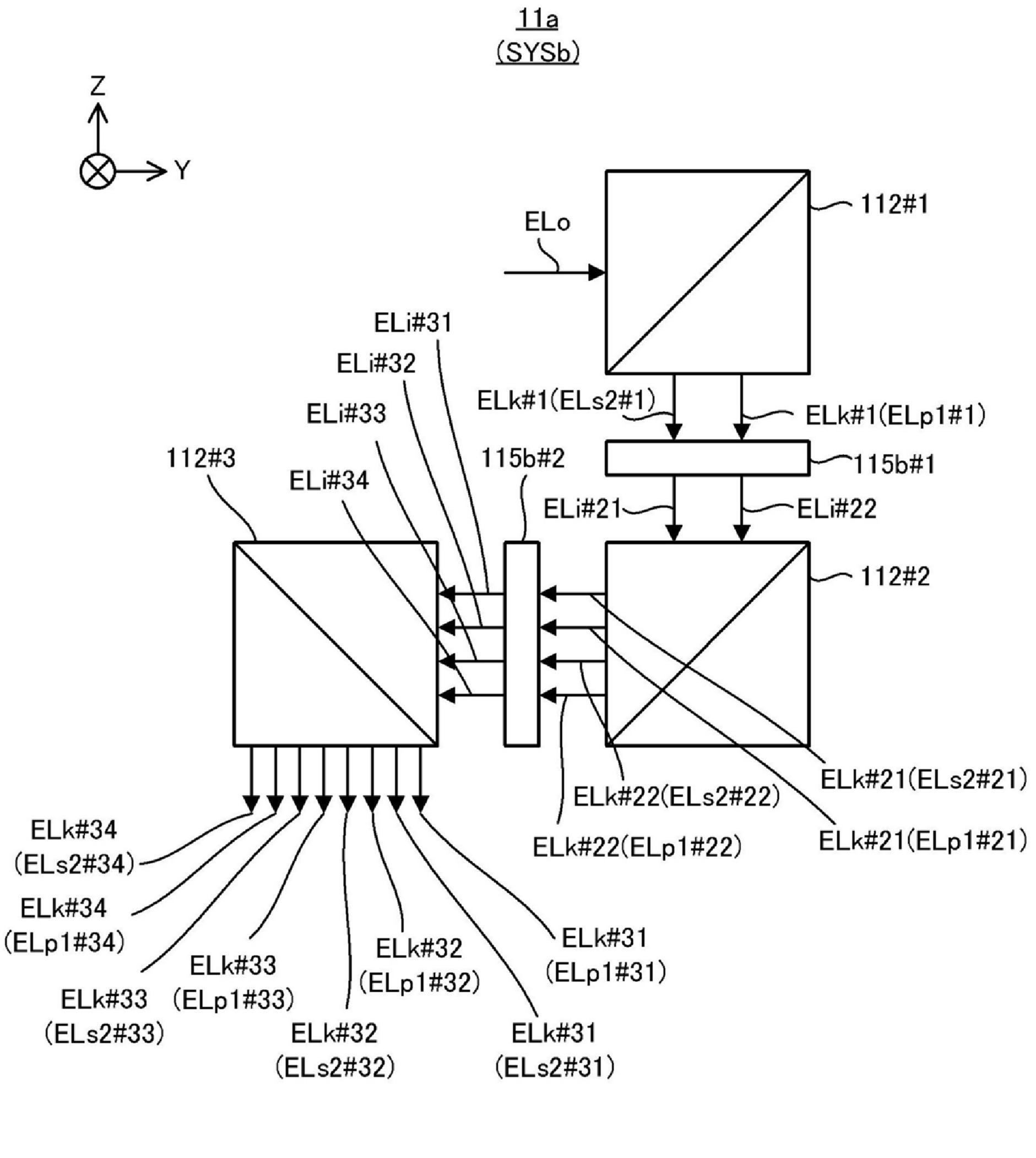
【圖18】


Z
X
Y
1
15
14
142
132
12
13
11
SP
132
142
SF
S
SA1
SA2
144
134
SA3
SA4
134
144

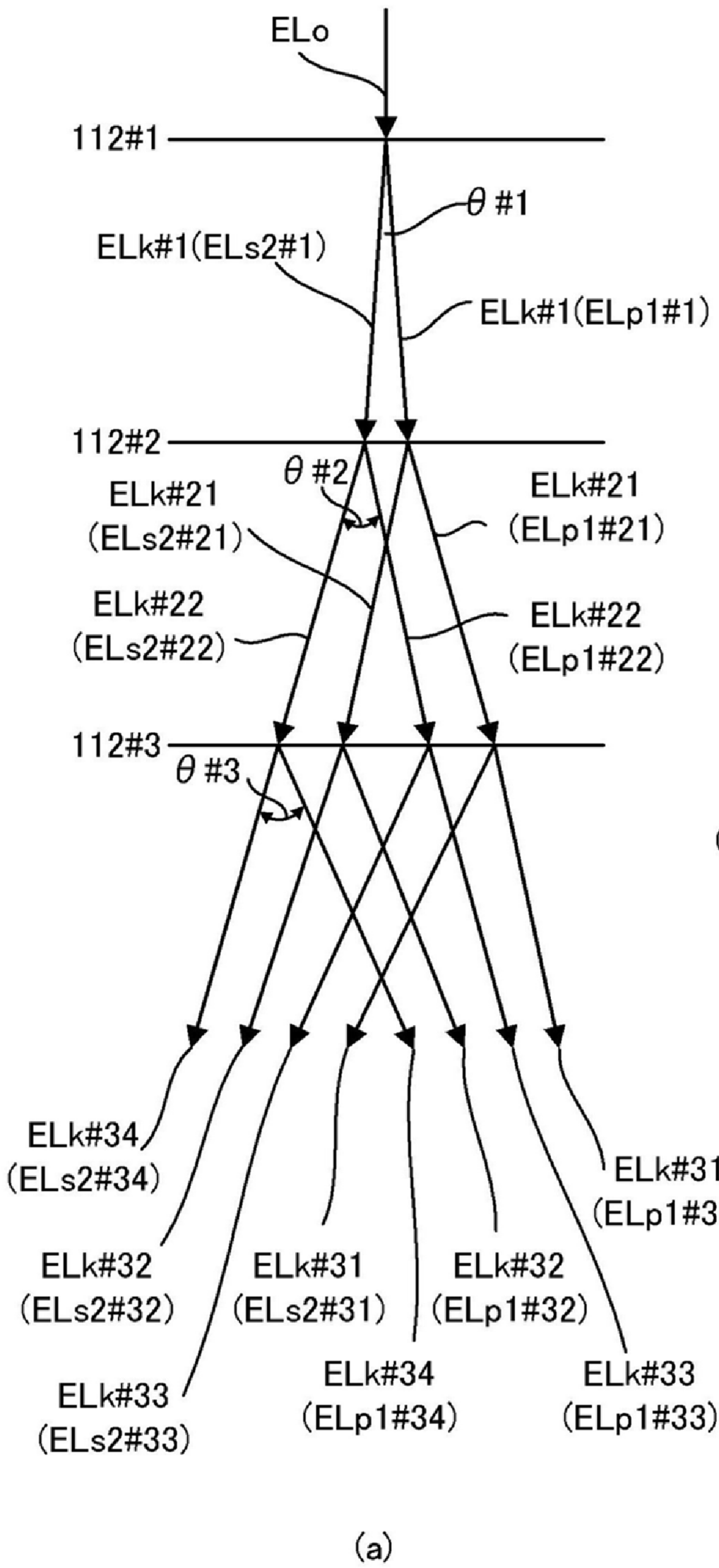
【圖19】



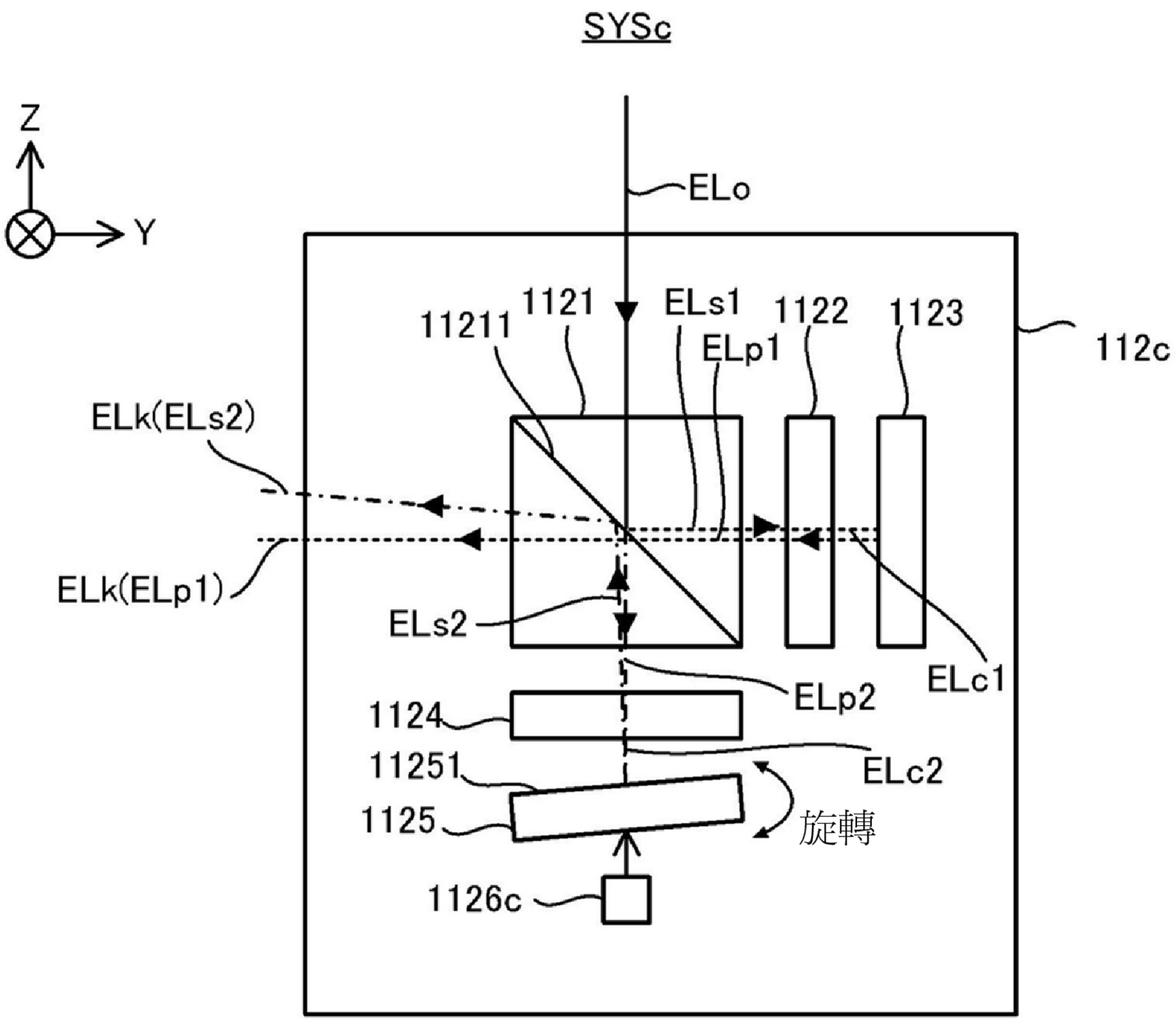
【圖20】


11a
(SYSb)
Z
Y
112#1
ELo
ELi#31
ELi#32
ELi#33
ELi#34
ELk#1(ELs2#1)
ELk#1(ELp1#1)
112#3
115b#2
115b#1
ELi#21
ELi#22
112#2
ELk#21(ELs2#21)
ELk#22(ELs2#22)
ELk#21(ELp1#21)
ELk#22(ELp1#22)
ELk#34
(ELs2#34)
ELk#34
(ELp1#34)
ELk#33
(ELs2#33)
ELk#33
(ELp1#33)
ELk#32
(ELs2#32)
ELk#32
(ELp1#32)
ELk#31
(ELs2#31)
ELk#31
(ELp1#31)

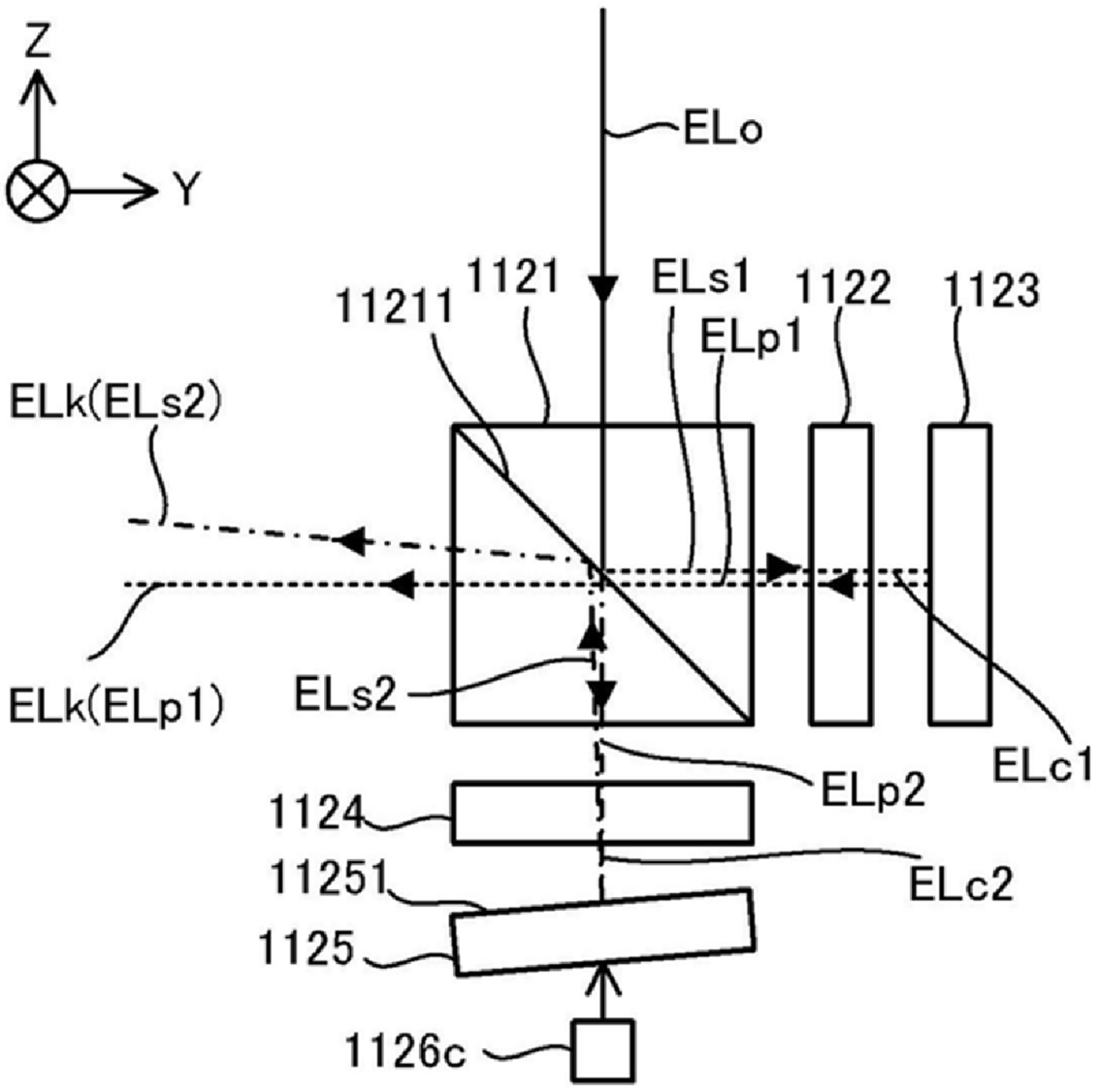
【圖21】


ELo
112#1
θ #1
ELk#1(ELs2#1)
ELk#1(ELp1#1)
112#2
θ #2
ELk#21
(ELs2#21)
ELk#21
(ELp1#21)
ELk#22
(ELs2#22)
ELk#22
(ELp1#22)
112#3
θ #3
ELk#34
(ELs2#34)
ELk#32
(ELs2#32)
ELk#31
(ELs2#31)
ELk#32
(ELp1#32)
ELk#31
(ELp1#31)
ELk#33
(ELs2#33)
ELk#34
(ELp1#34)
ELk#33
(ELp1#33)
(a)
ELk#1(ELs2#1)
ELk#1(ELp1#1)
ELk#21(ELs2#21)
ELk#21(ELp1#21)
ELk#22(ELs2#22)
ELk#22(ELp1#22)
ELk#34
(ELs2#34)
ELk#32
(ELs2#32)
ELk#34
(ELp1#34)
ELk#32
(ELp1#32)
ELk#33
(ELs2#33)
ELk#31
(ELs2#31)
ELk#33
(ELp1#33)
ELk#31
(ELp1#31)
(b)

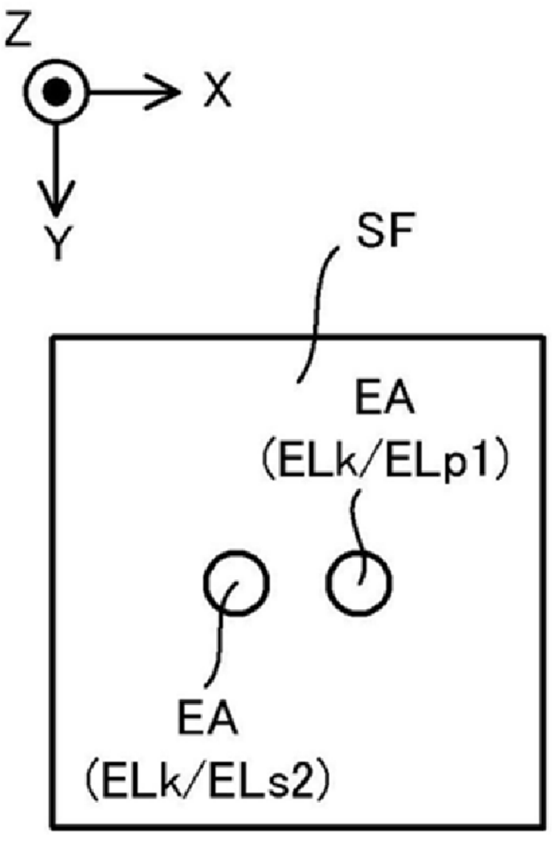
【圖22】


SYSc
Z
Y
ELo
11211
1121
ELs1
ELp1
1122
1123
112c
ELk(ELs2)
ELk(ELp1)
ELs2
ELc1
ELp2
1124
11251
ELc2
1125
旋轉
1126c

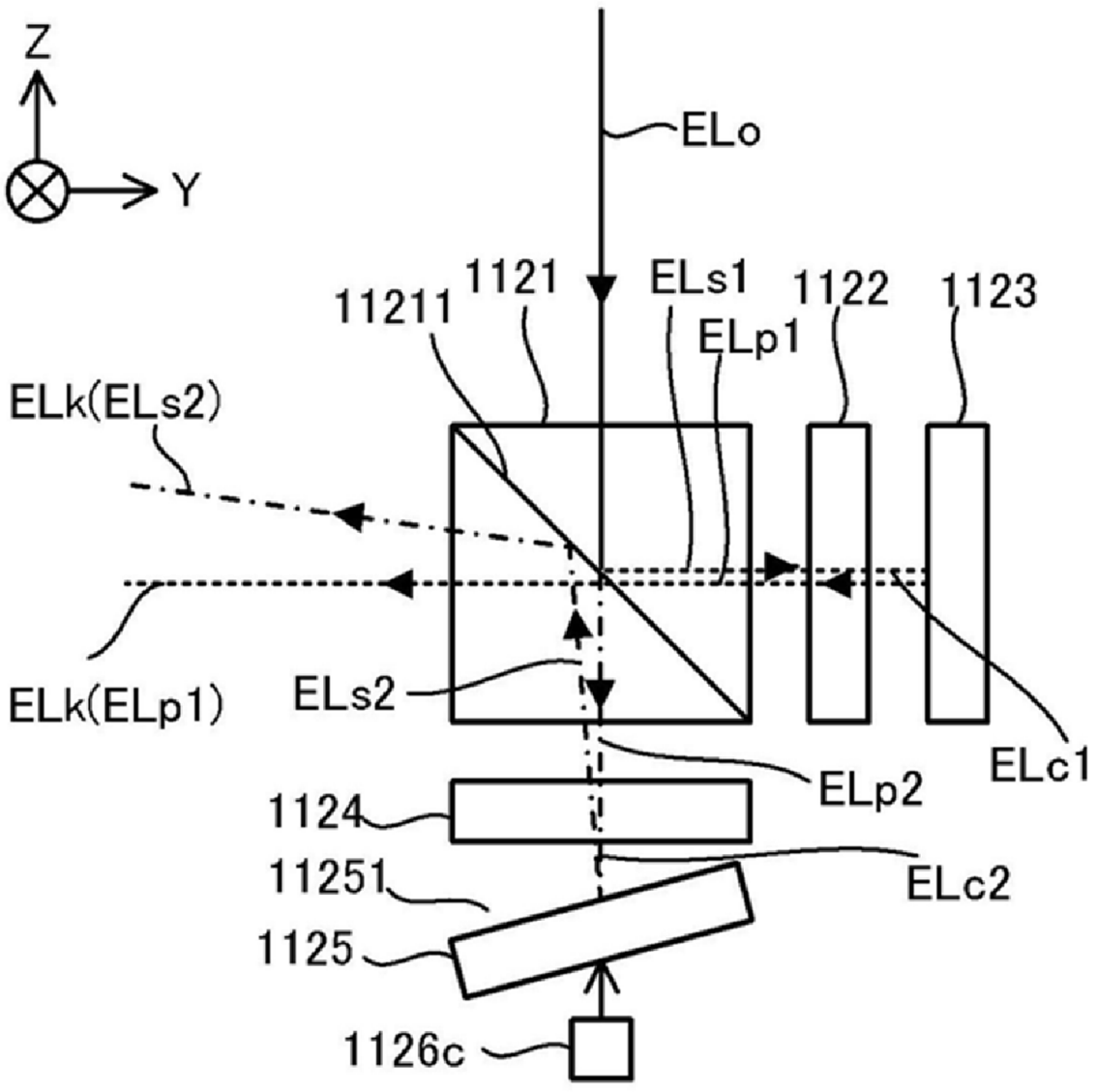
【圖23】


Z
Y
ELo
11211
1121
ELs1
1122
1123
ELp1
ELk(ELs2)
ELk(ELp1)
ELs2
ELp2
ELc1
1124
ELc2
11251
1125
1126c

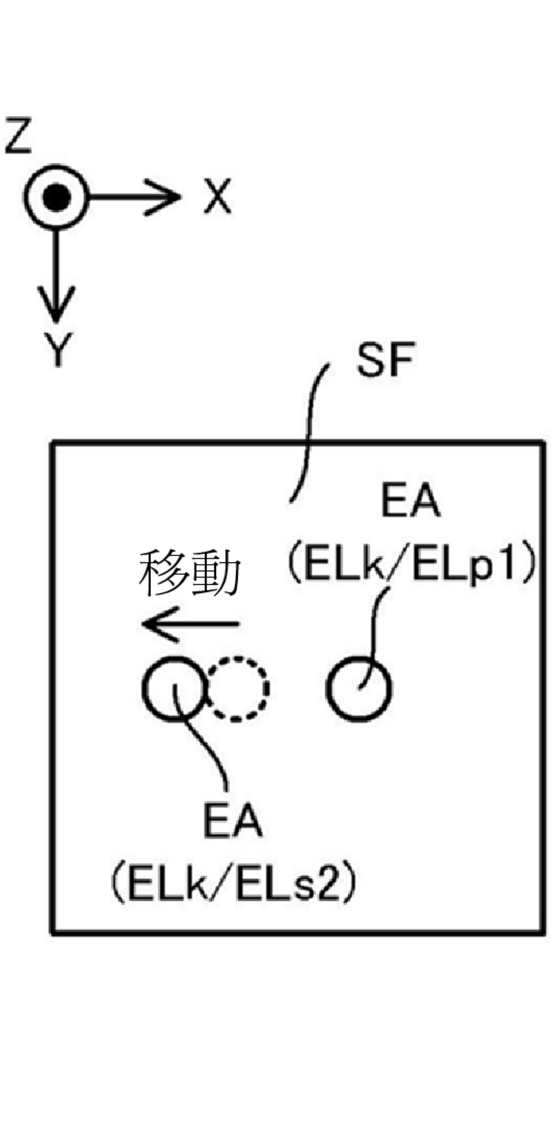
(a)


Z
X
Y
SF
EA
(ELk/ELp1)
EA
(ELk/ELs2)

(b)

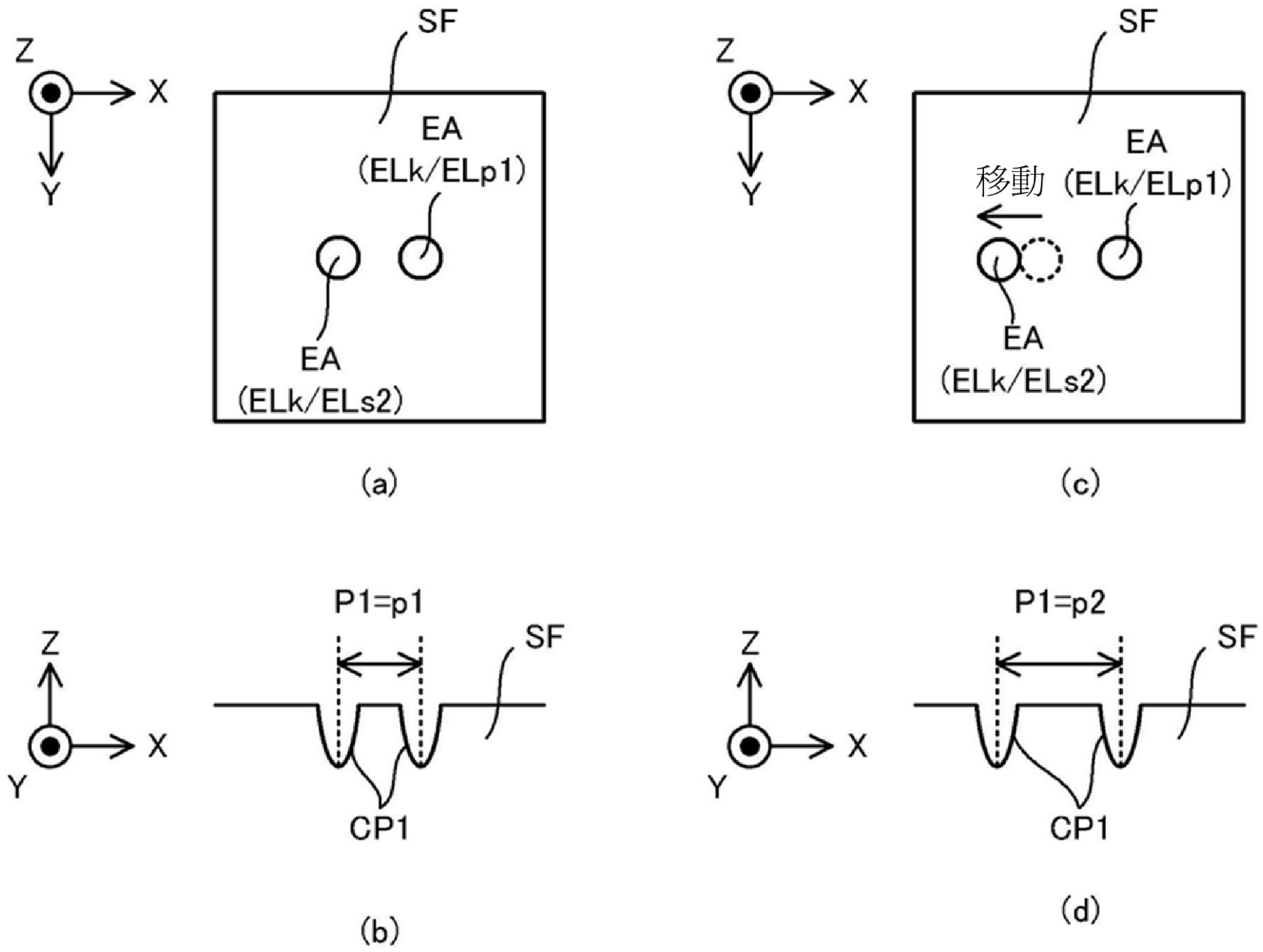

Z
Y
ELo
11211
1121
ELs1
1122
1123
ELp1
ELk(ELs2)
ELk(ELp1)
ELs2
ELp2
ELc1
1124
ELc2
11251
1125
1126c

(c)

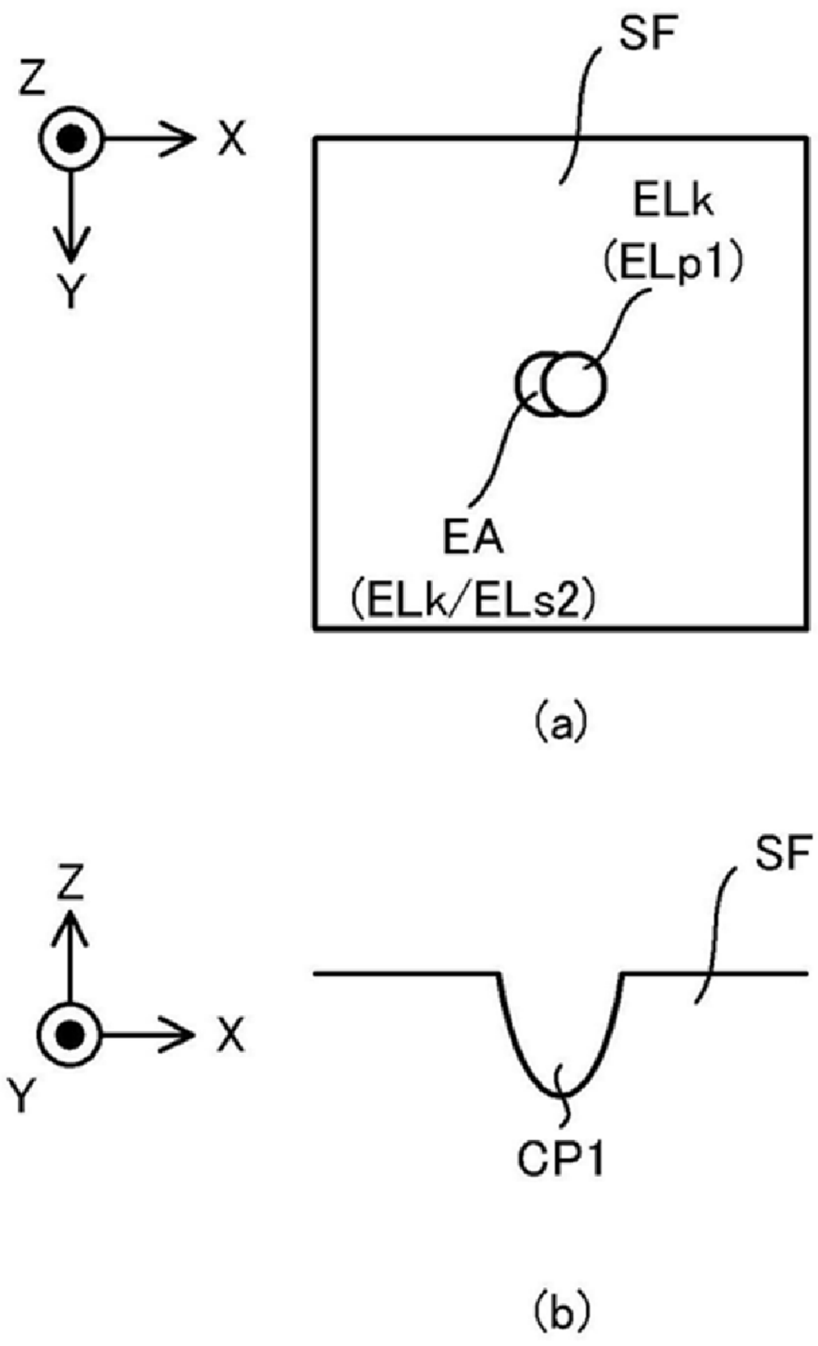

Z
X
Y
SF
EA
(ELk/ELp1)
移動
EA
(ELk/ELs2)

(d)

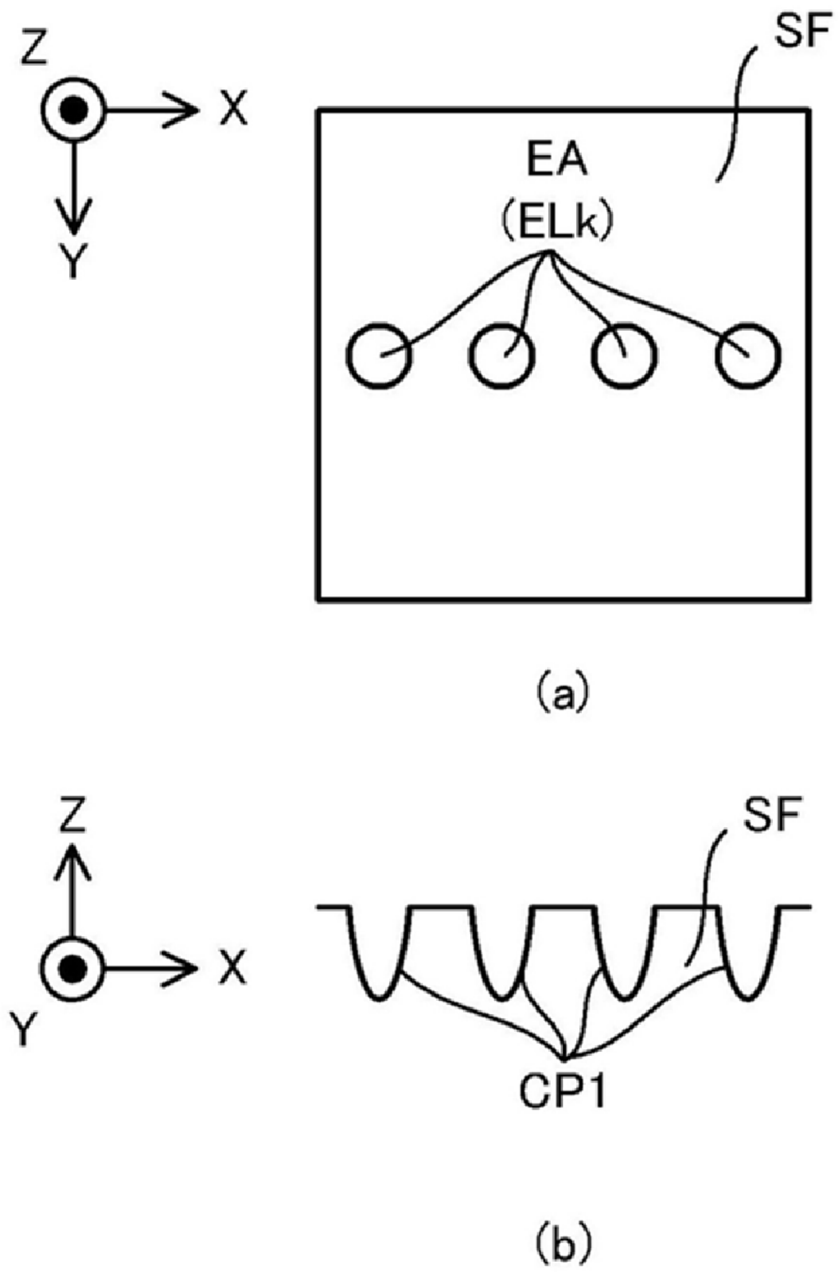
【圖24】


Z
X
Y
SF
EA
(ELk/ELp1)
EA
(ELk/ELs2)
(a)
移動
(c)
P1=p1
P1=p2
CP1
(b)
(d)

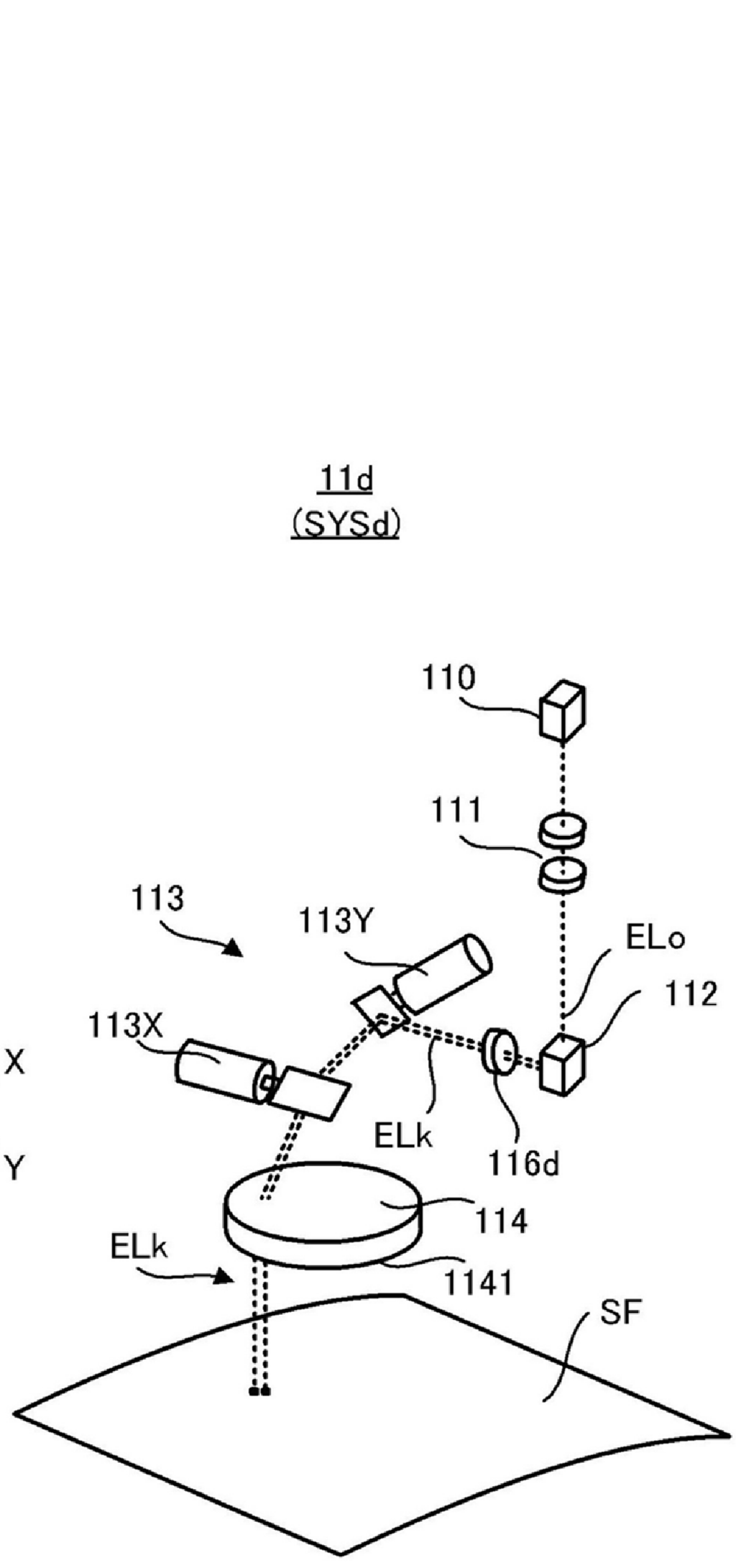
【圖25】


Z
X
Y
SF
ELk
(ELp1)
EA
(ELk/ELs2)
(a)
CP1
(b)

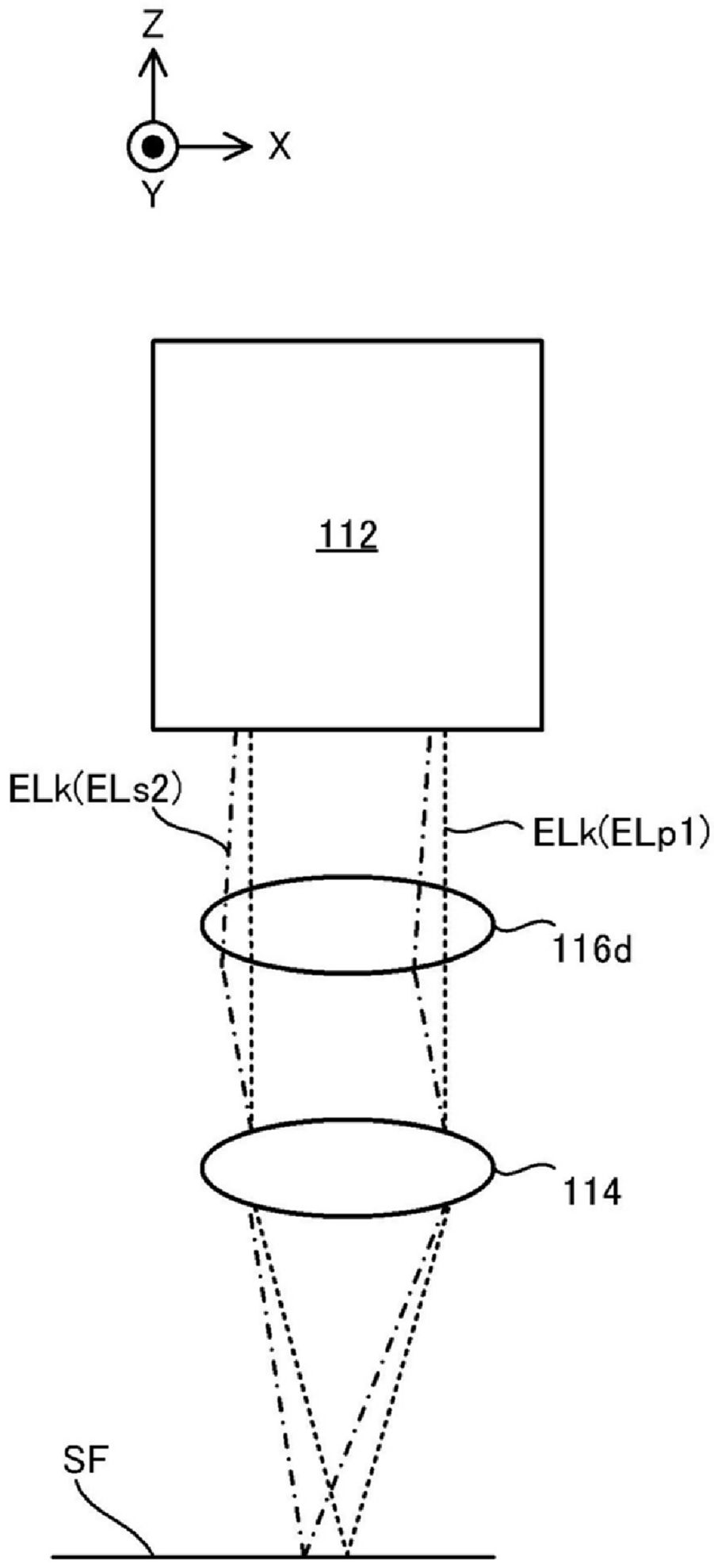
【圖26】



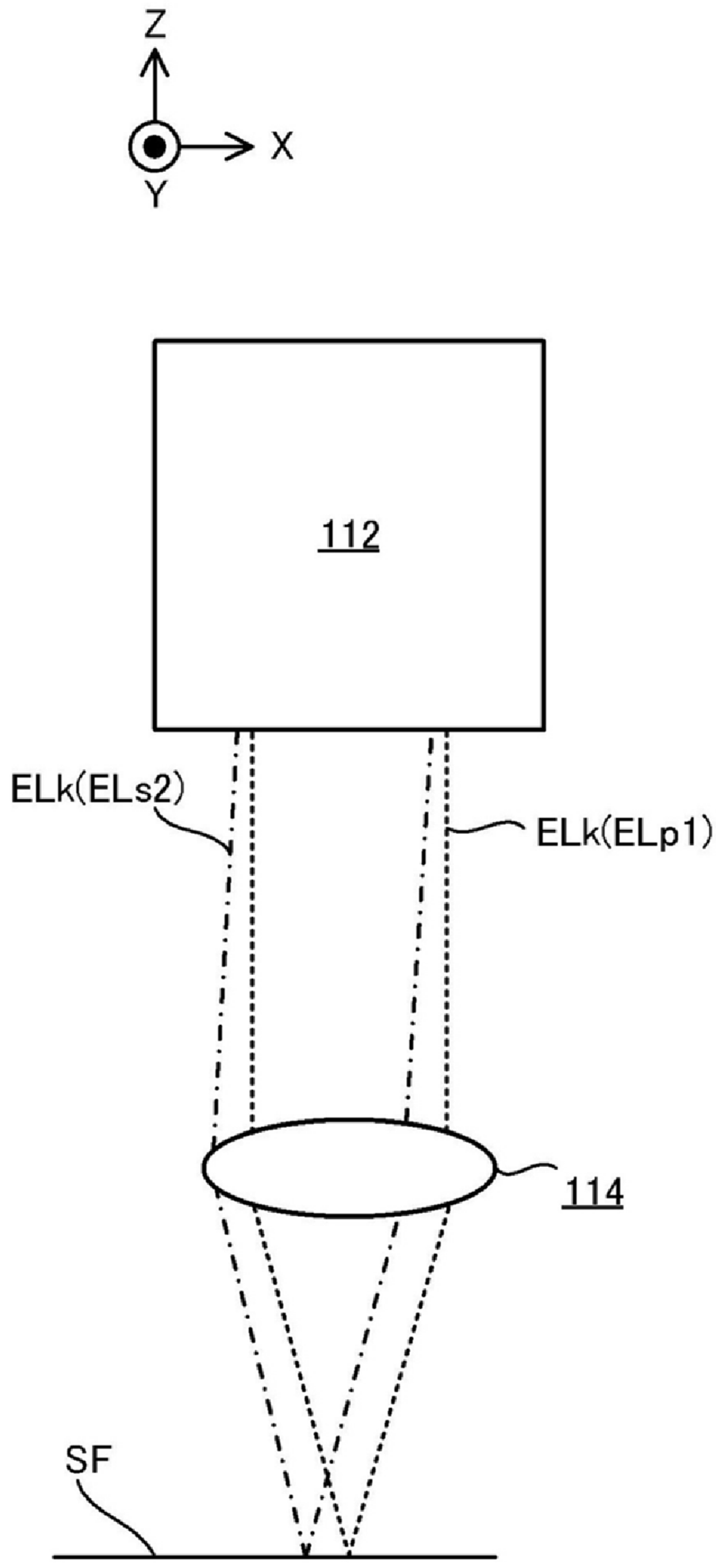
【圖27】


11d
(SYSd)
110
111
113
113Y
ELo
112
Z
X
113X
Y
ELk
116d
114
ELk
1141
SF

【圖28】

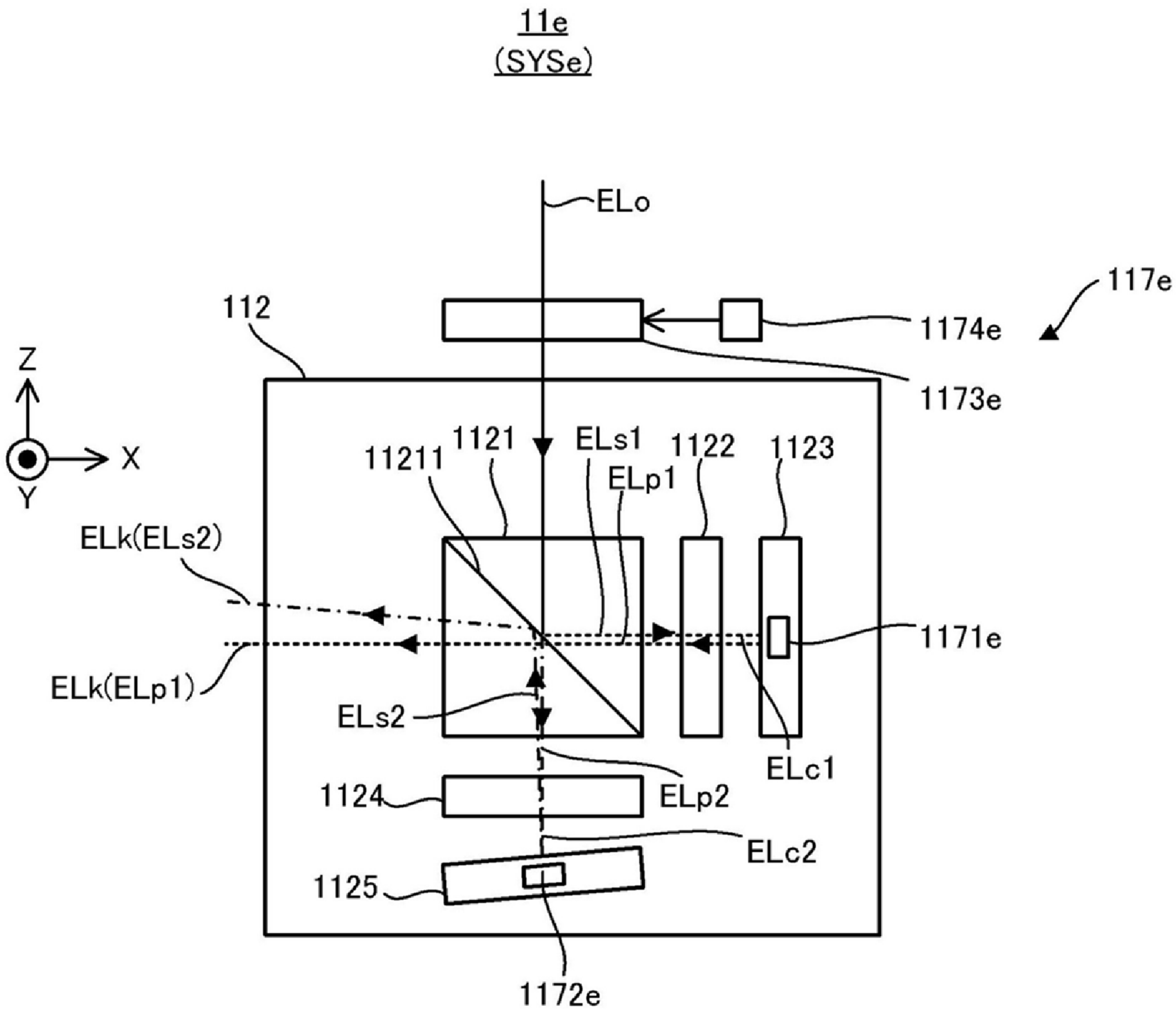

Z
X
Y
112
ELk(ELs2)
ELk(ELp1)
116d
114
SF

(a)

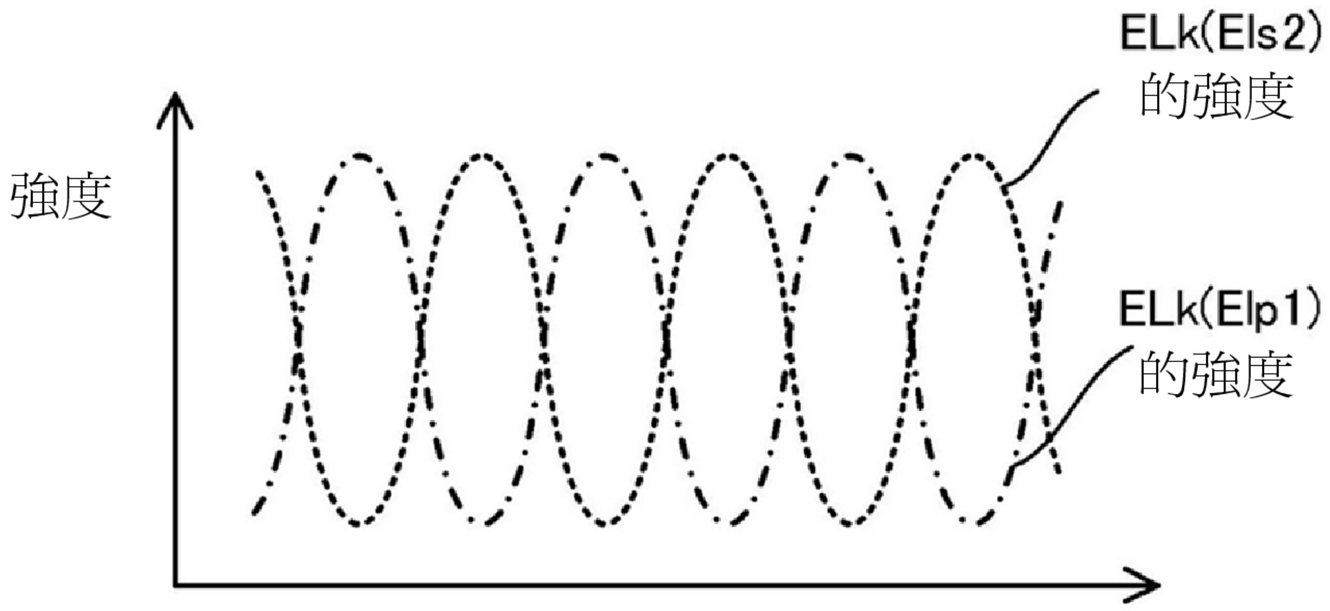

Z
X
Y
112
ELk(ELs2)
ELk(ELp1)
114
SF

(b)

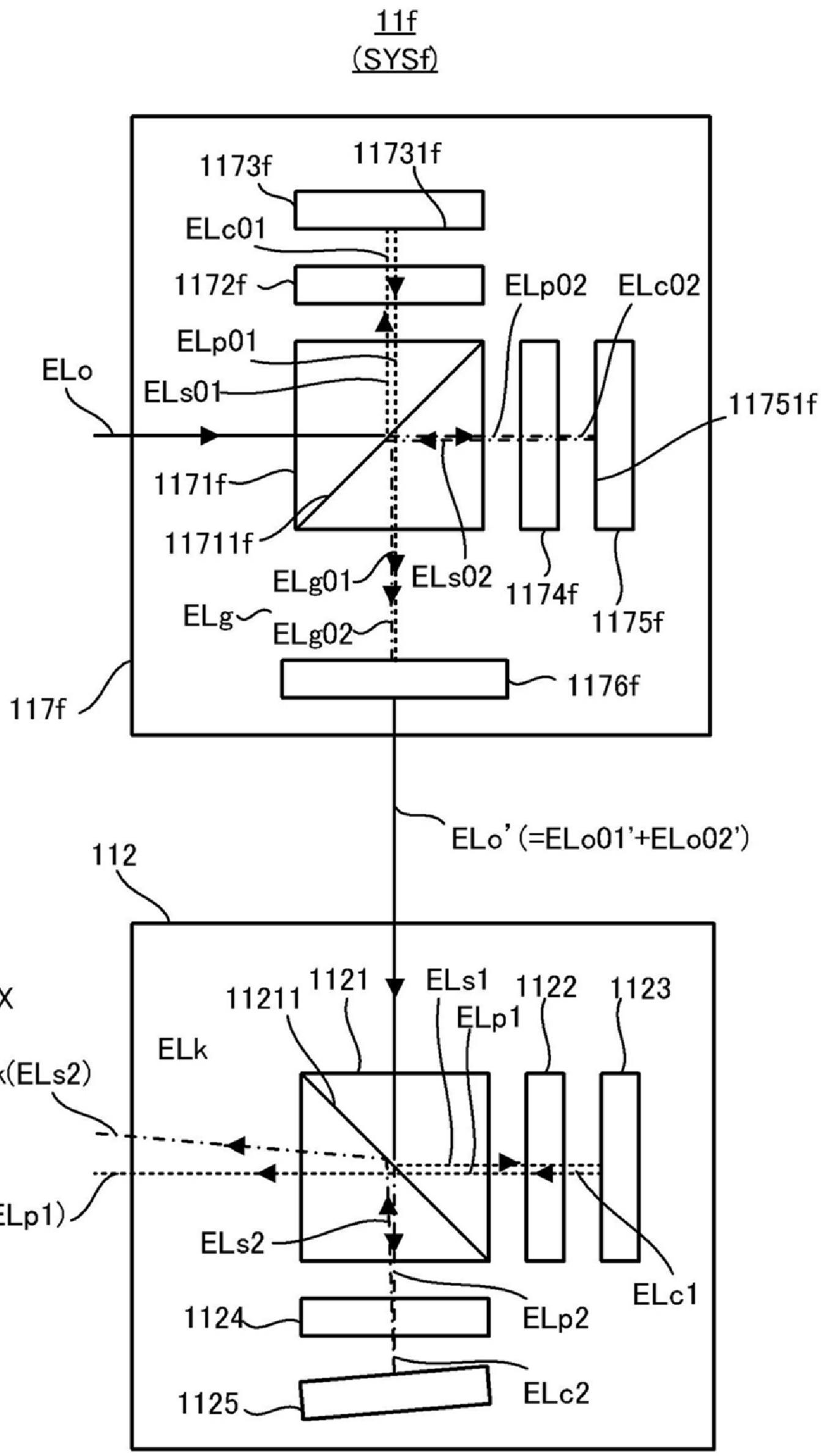
【圖29】


11e
(SYSe)
ELo
117e
112
1174e
1173e
Z
X
Y
11211
1121
ELs1
ELp1
1122
1123
ELk(ELs2)
1171e
ELk(ELp1)
ELs2
ELc1
1124
ELp2
ELc2
1125
1172e

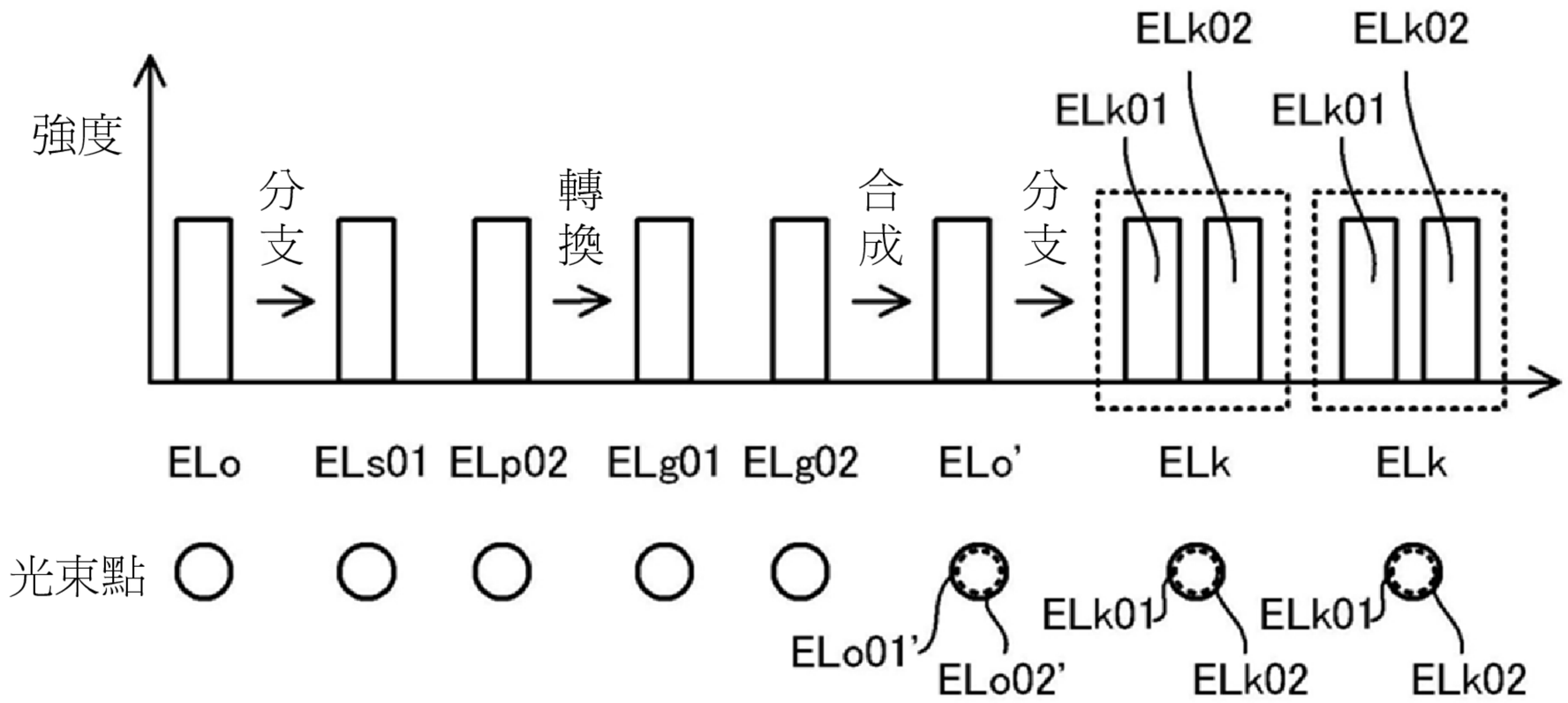
【圖30】


強度
ELk(Els2)
的強度
ELk(Elp1)
的強度
波長板的
旋轉角度

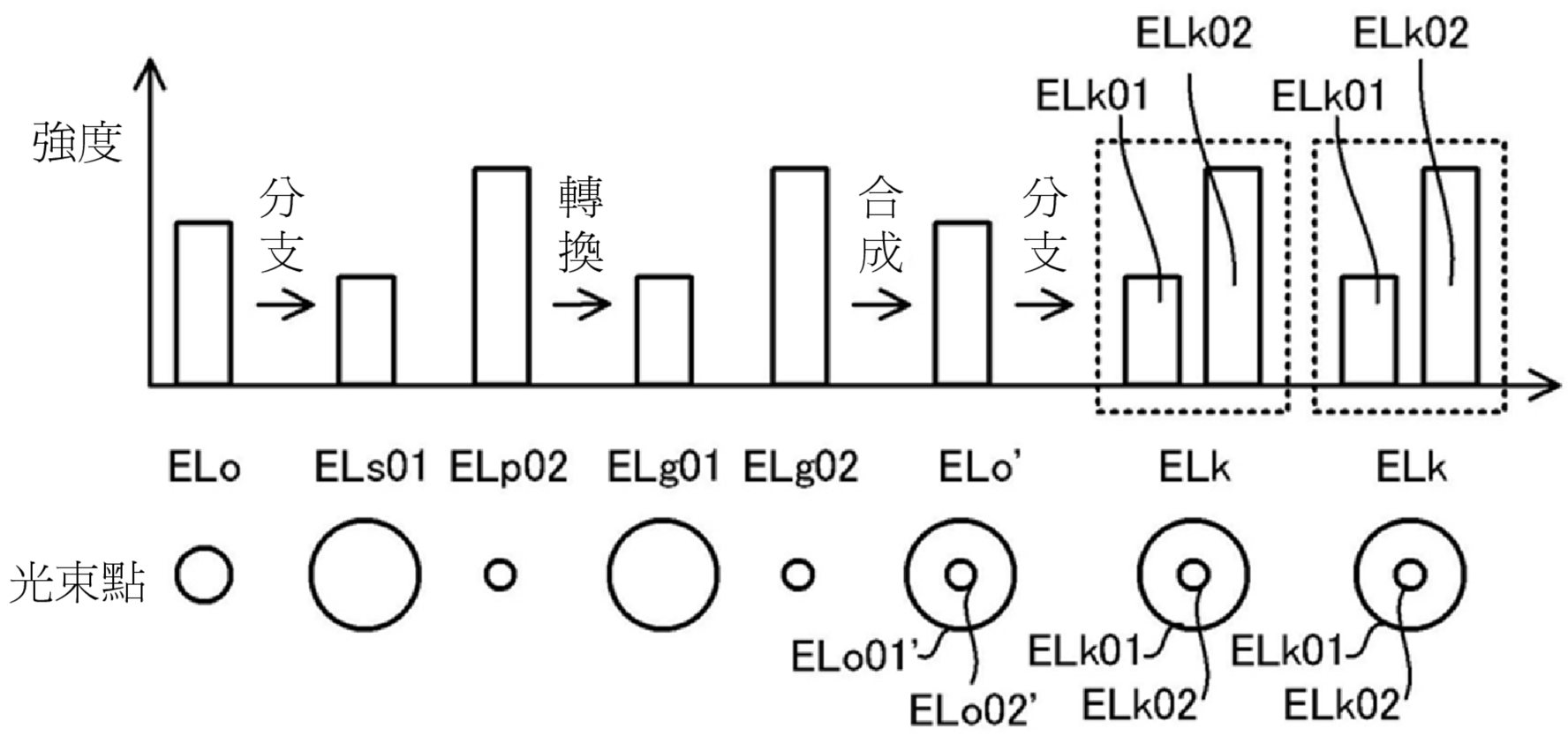
【圖31】


11f
(SYSf)
1173f
11731f
ELc01
1172f
ELp02
ELc02
ELp01
ELo
ELs01
11751f
1171f
11711f
ELg01
ELs02
1174f
ELg
ELg02
1175f
1176f
117f
ELo' (=ELo01'+ELo02')
112
Z
X
Y
11211
1121
ELs1
ELp1
1122
1123
ELk
ELk(ELs2)
ELk(ELp1)
ELs2
ELc1
1124
ELp2
1125
ELc2

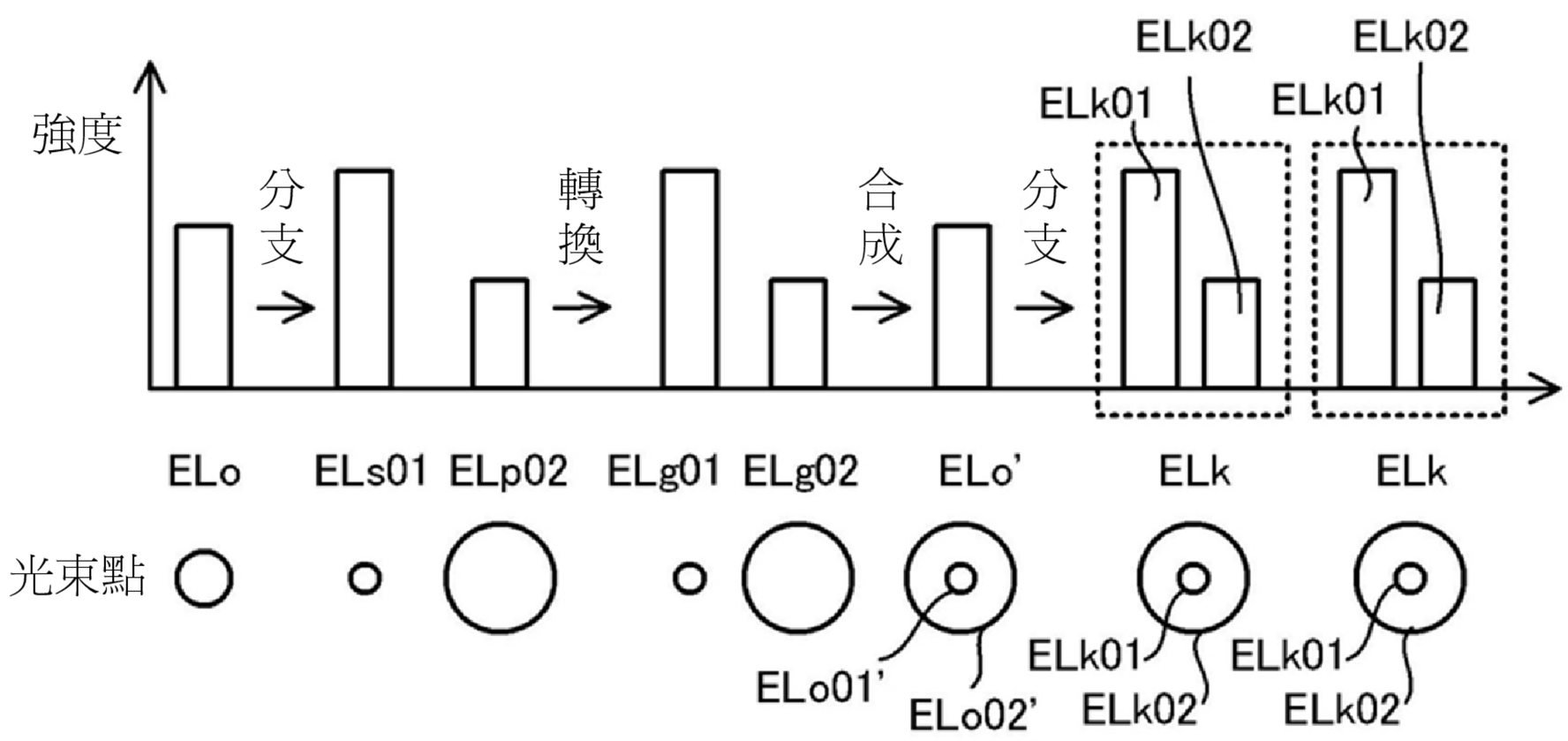
【圖32】


強度
分支
轉換
合成
分支
ELk02
ELk02
ELk01
ELk01
ELo
ELs01
ELp02
ELg01
ELg02
ELo'
ELk
ELk
光束點
ELo01'
ELo02'
ELk01
ELk02
ELk01
ELk02

(a)

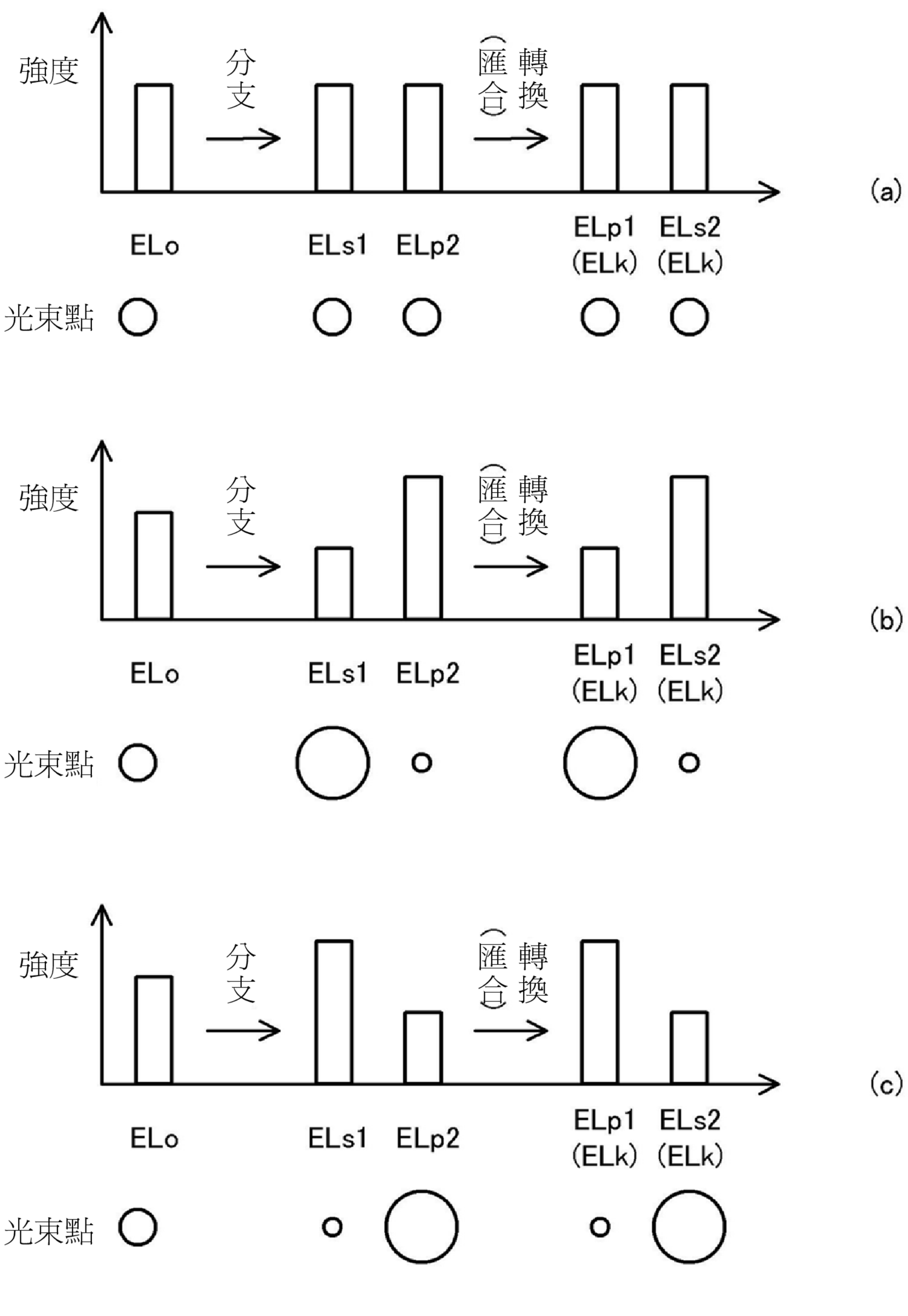

強度
分支
轉換
合成
分支
ELk02
ELk02
ELk01
ELk01
ELo
ELs01
ELp02
ELg01
ELg02
ELo'
ELk
ELk
光束點
ELo01'
ELo02'
ELk01
ELk02
ELk01
ELk02

(b)

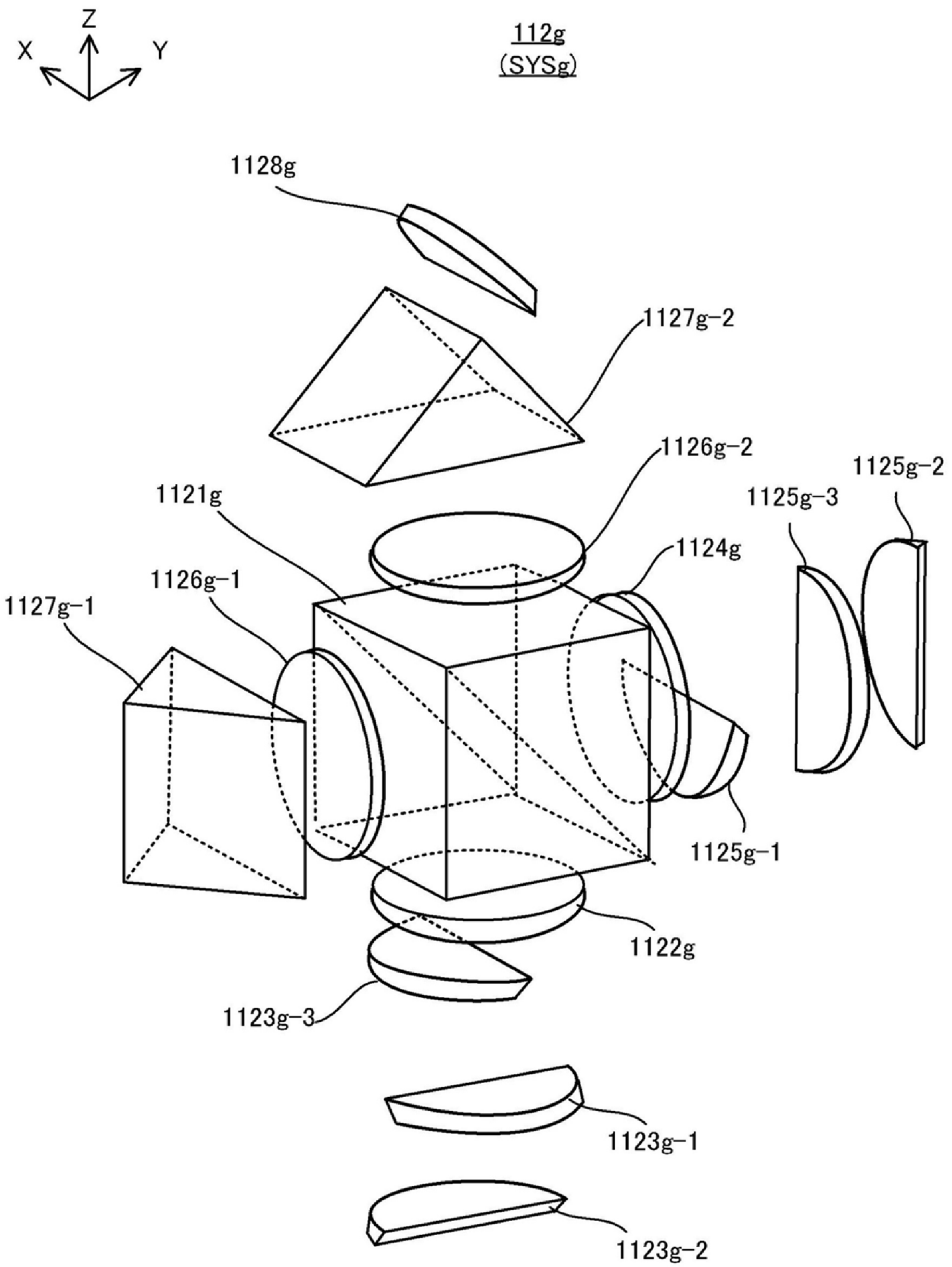

強度
分支
轉換
合成
分支
ELk02
ELk02
ELk01
ELk01
ELo
ELs01
ELp02
ELg01
ELg02
ELo'
ELk
ELk
光束點
ELo01'
ELo02'
ELk01
ELk02
ELk01
ELk02

(c)

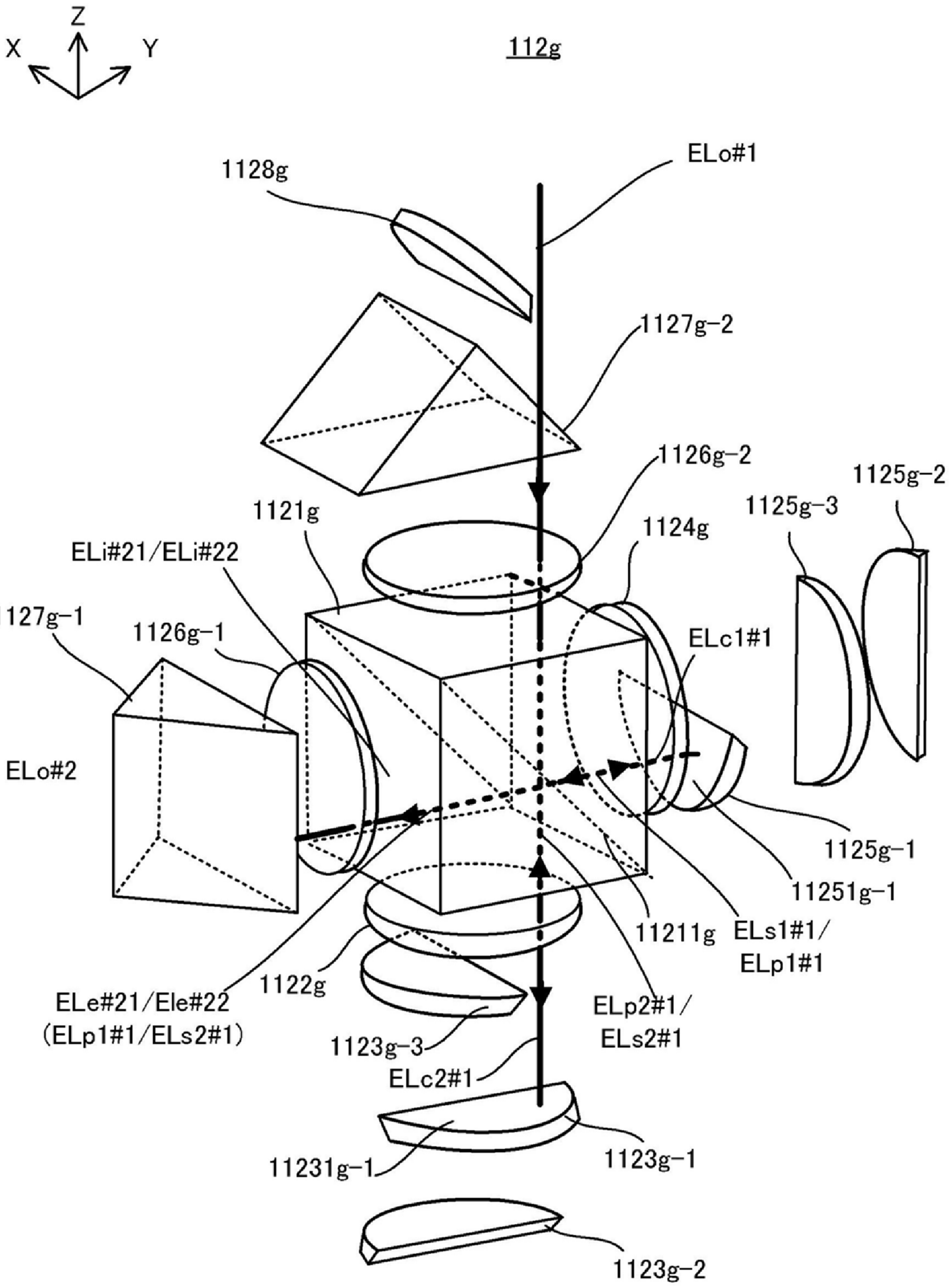
【圖33】


強度
分支
(匯合)轉換
ELo
ELs1
ELp2
ELp1 (ELk)
ELs2 (ELk)
光束點
(a)
強度
分支
(匯合)轉換
ELo
ELs1
ELp2
ELp1 (ELk)
ELs2 (ELk)
光束點
(b)
強度
分支
(匯合)轉換
ELo
ELs1
ELp2
ELp1 (ELk)
ELs2 (ELk)
光束點
(c)

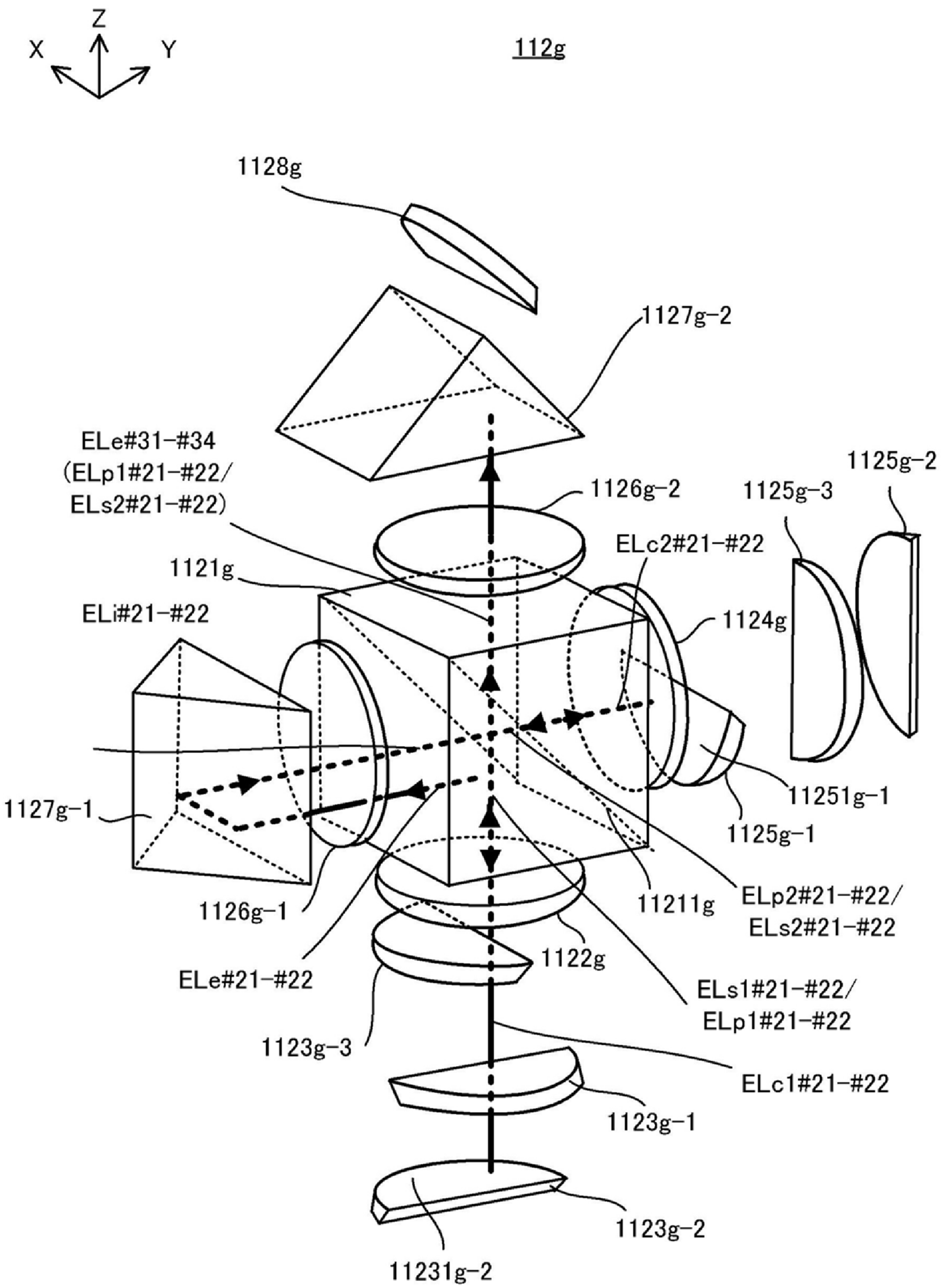
【圖34】


Z
X
Y
112g
(SYSg)
1128g
1127g-2
1126g-2
1125g-2
1125g-3
1121g
1124g
1126g-1
1127g-1
1125g-1
1122g
1123g-3
1123g-1
1123g-2

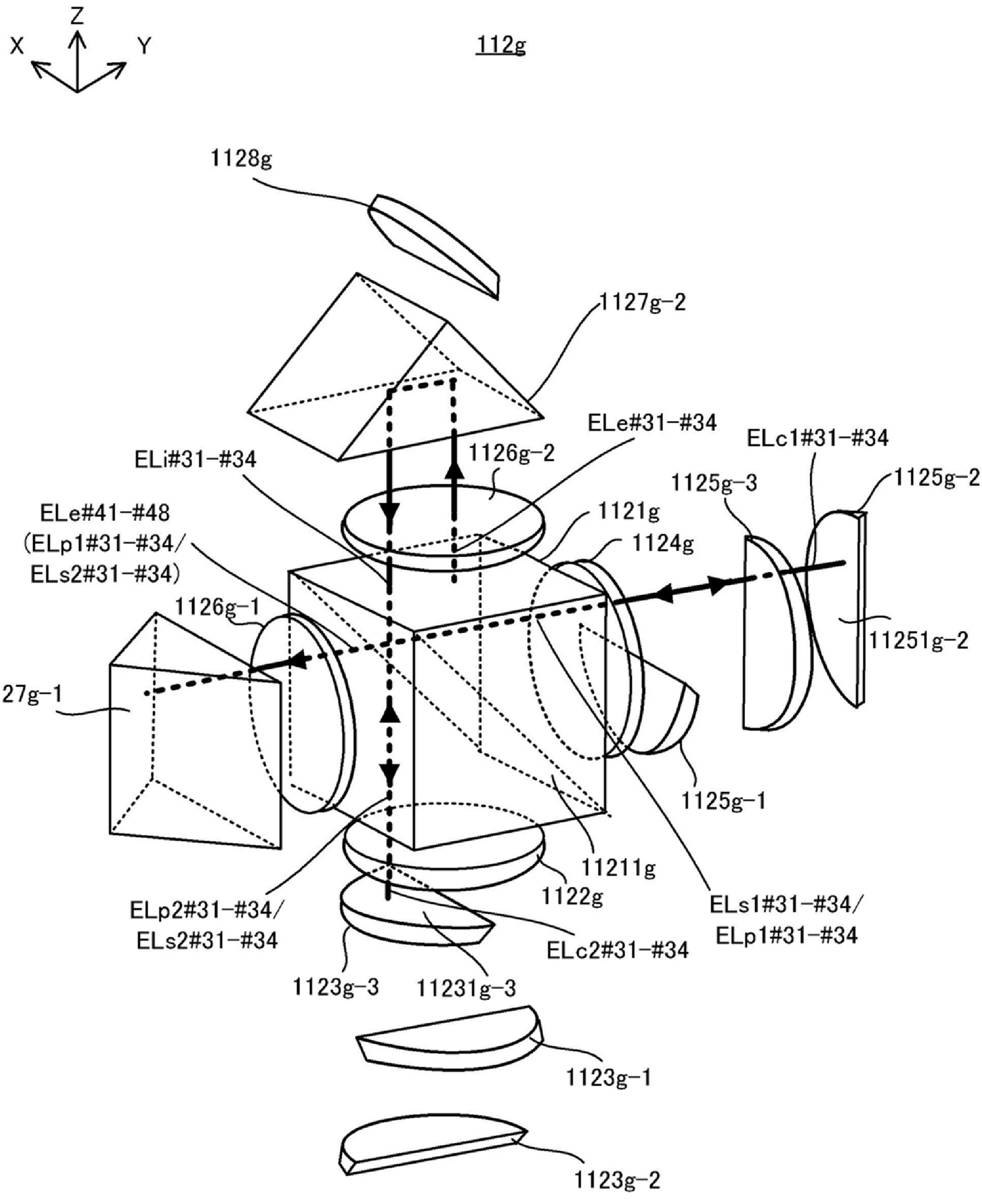
【圖35】


Z
X
Y
112g
1128g
ELo#1
1127g-2
1126g-2
1125g-2
1121g
1125g-3
1124g
ELi#21/ELi#22
1127g-1
1126g-1
ELc1#1
ELo#2
1125g-1
11251g-1
11211g
ELs1#1/
ELp1#1
1122g
ELe#21/Ele#22
(ELp1#1/ELs2#1)
ELp2#1/
ELs2#1
1123g-3
ELc2#1
11231g-1
1123g-1
1123g-2

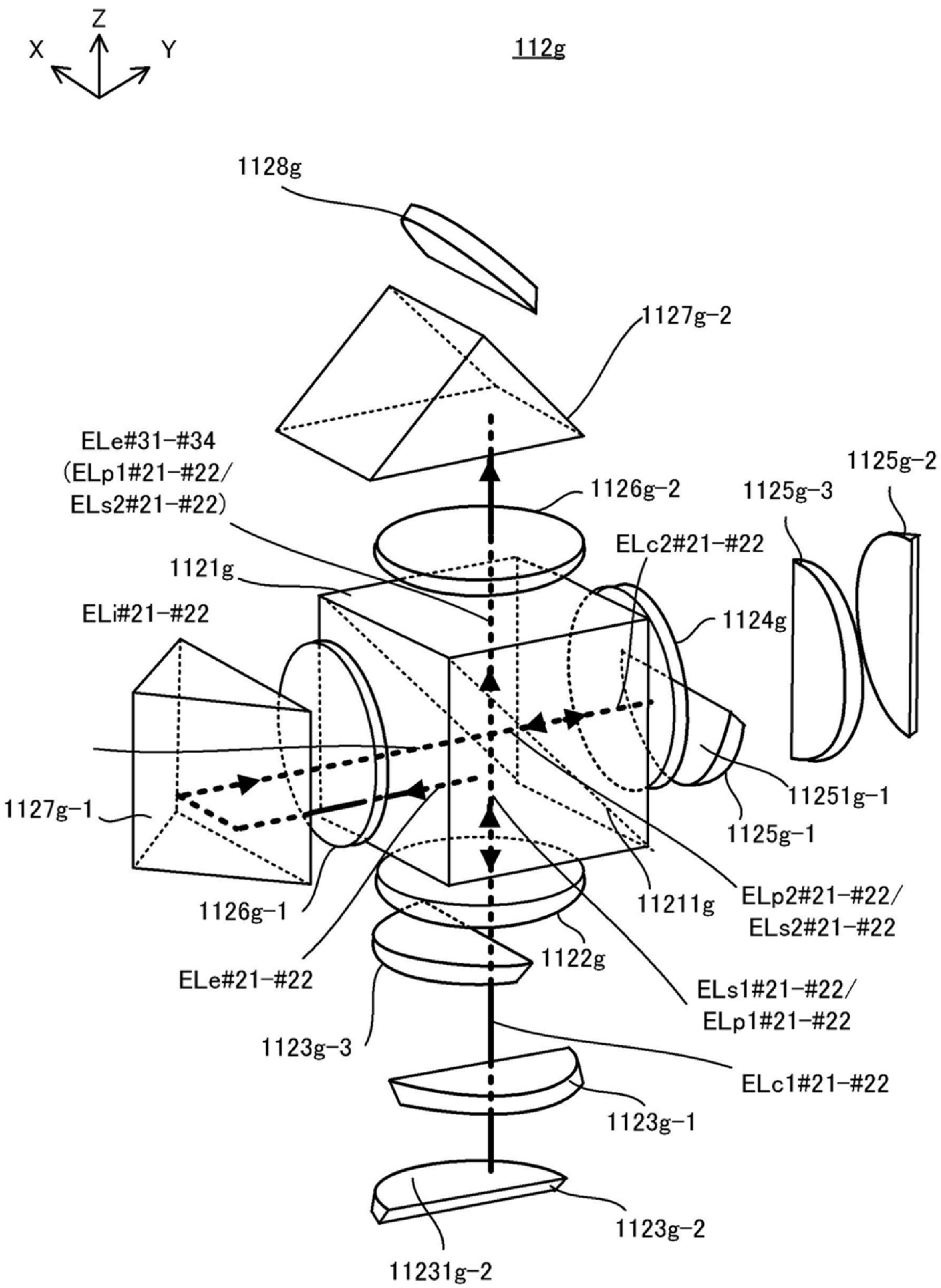
【圖36】


Z
X
Y
112g
1128g
1127g-2
ELe#31-#34
(ELp1#21-#22/
ELs2#21-#22)
1126g-2
1125g-2
1125g-3
ELc2#21-#22
1121g
ELi#21-#22
1124g
1127g-1
11251g-1
1125g-1
1126g-1
11211g
ELp2#21-#22/
ELs2#21-#22
1122g
ELe#21-#22
ELs1#21-#22/
ELp1#21-#22
1123g-3
ELc1#21-#22
1123g-1
1123g-2
11231g-2

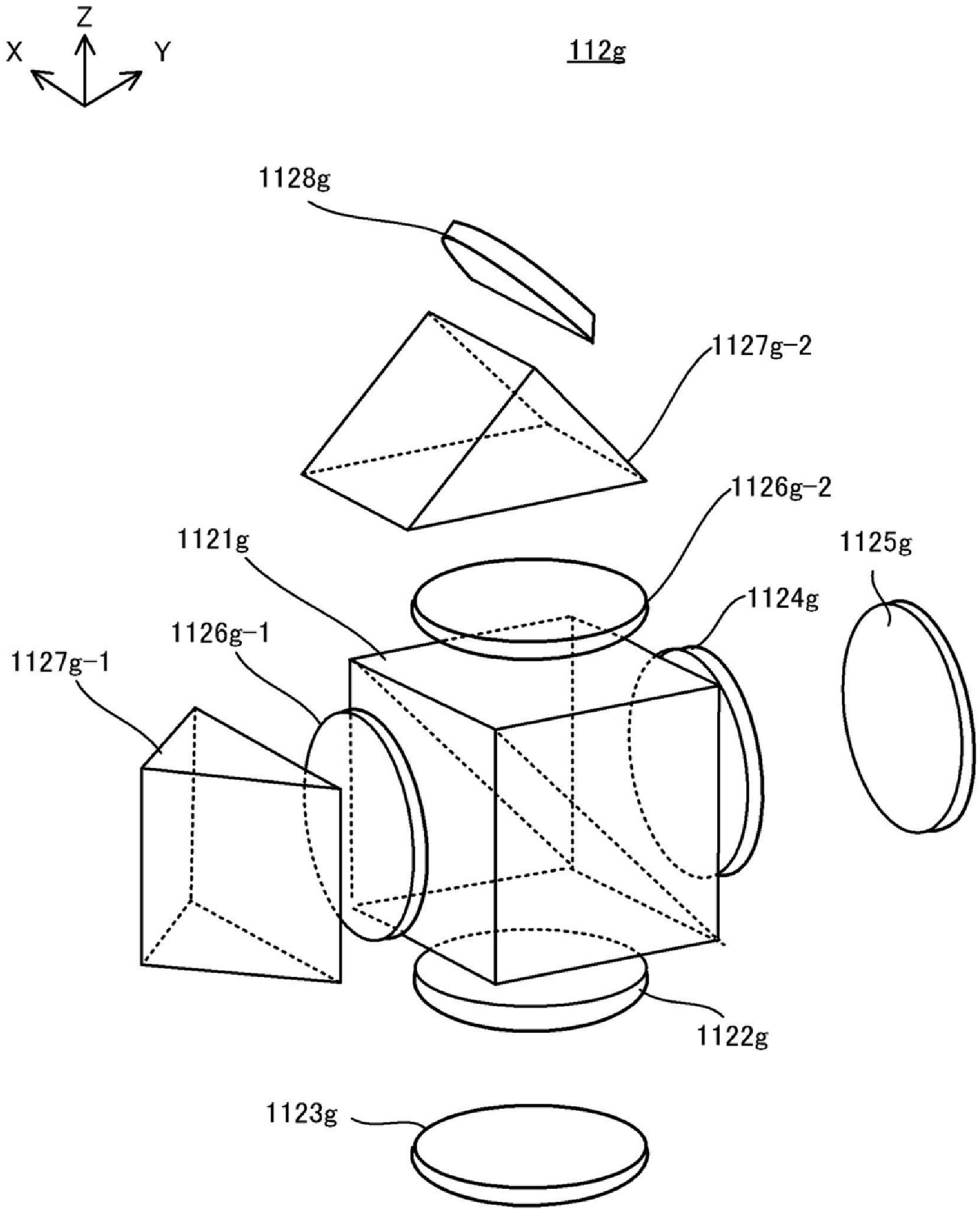
【圖37】


Z
X
Y
112g
1128g
1127g-2
ELe#31-#34
ELi#31-#34
1126g-2
ELc1#31-#34
1125g-3
1125g-2
ELe#41-#48
(ELp1#31-#34/
ELs2#31-#34)
1121g
1124g
1126g-1
11251g-2
1127g-1
1125g-1
11211g
1122g
ELs1#31-#34/
ELp1#31-#34
ELp2#31-#34/
ELs2#31-#34
ELc2#31-#34
1123g-3
11231g-3
1123g-1
1123g-2

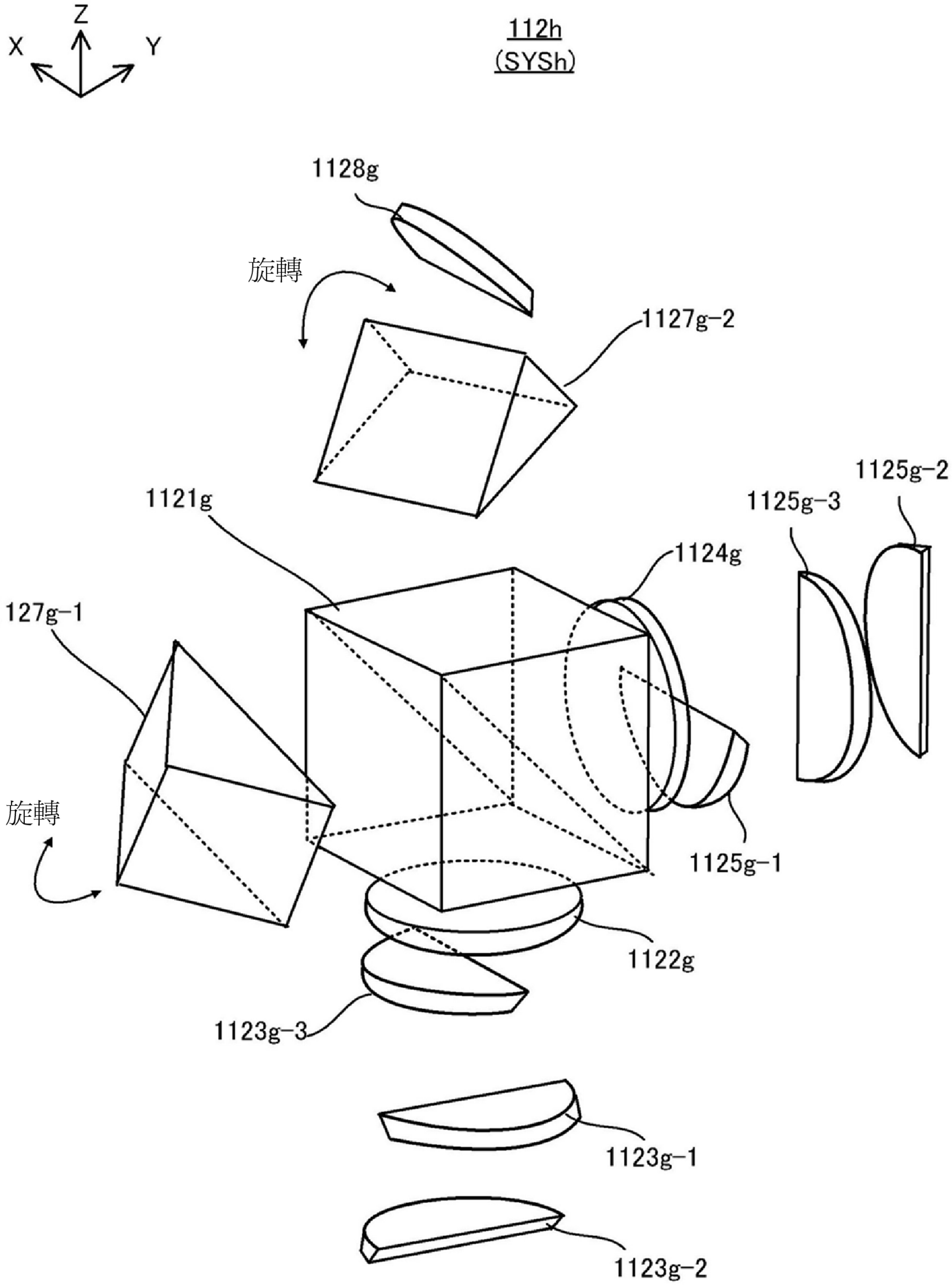
【圖38】


Z
X
Y
112g
1128g
1127g-2
ELe#31-#34
(ELp1#21-#22/
ELs2#21-#22)
1126g-2
1125g-2
1125g-3
ELc2#21-#22
1121g
ELi#21-#22
1124g
1127g-1
11251g-1
1125g-1
1126g-1
11211g
ELp2#21-#22/
ELs2#21-#22
1122g
ELe#21-#22
ELs1#21-#22/
ELp1#21-#22
1123g-3
ELc1#21-#22
1123g-1
1123g-2
11231g-2

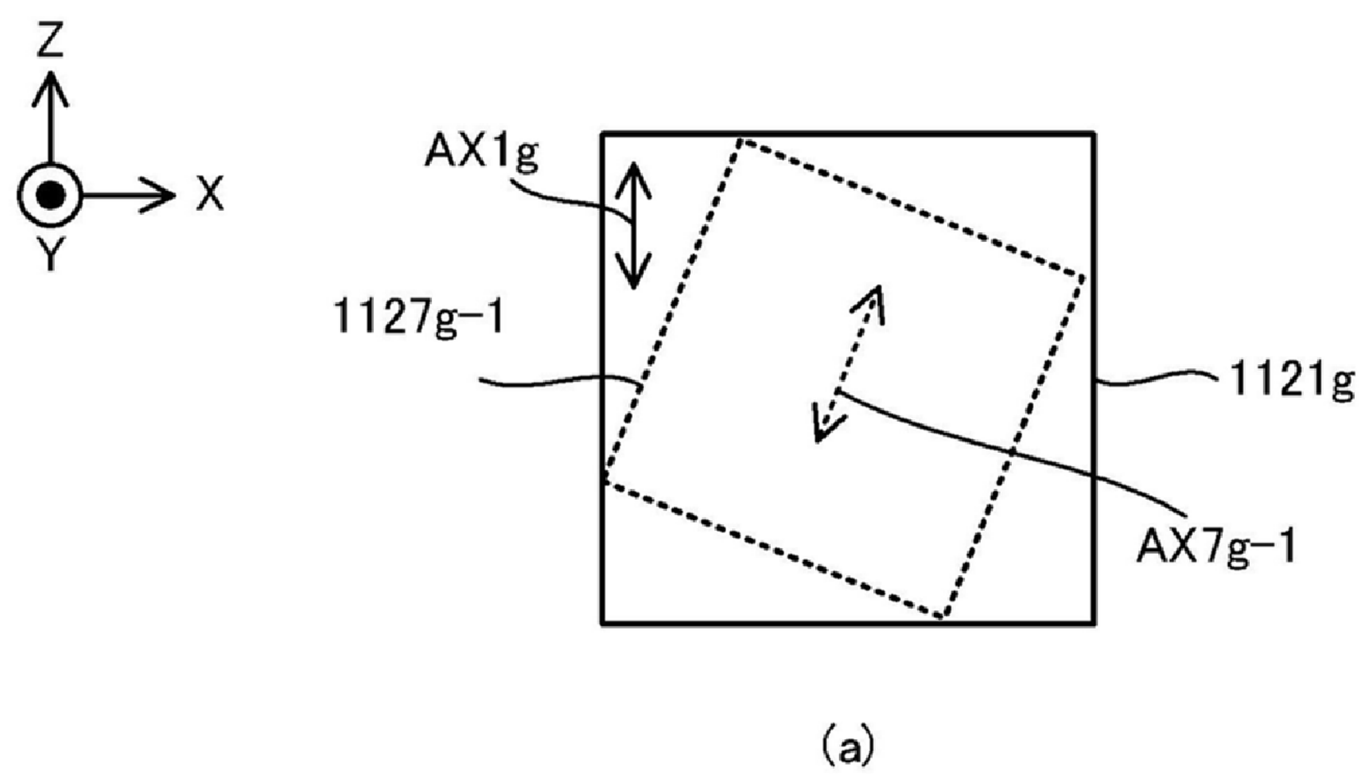
【圖39】


Z
X
Y
112g
1128g
1127g-2
1126g-2
1121g
1125g
1124g
1126g-1
1127g-1
1122g
1123g

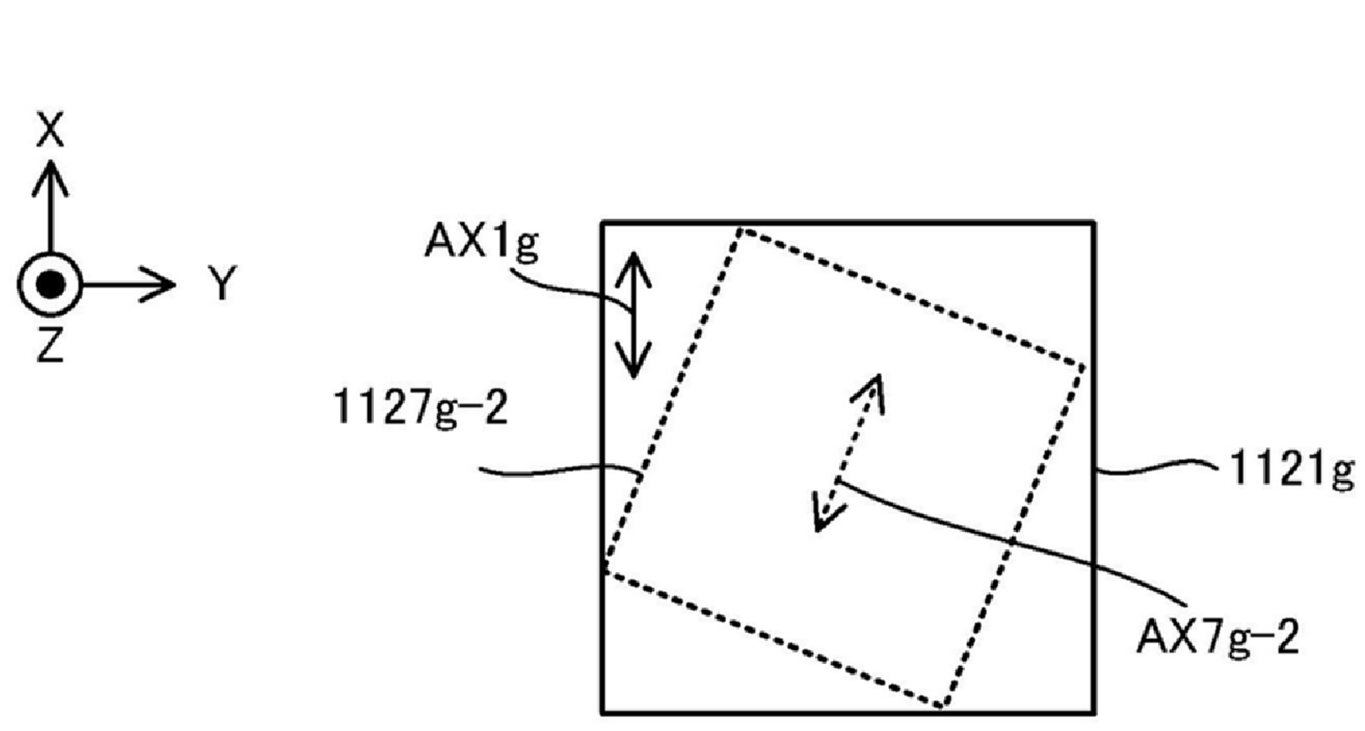
【圖40】


Z
X
Y
112h
(SYSh)
1128g
旋轉
1127g-2
1121g
1124g
1125g-2
1125g-3
1127g-1
旋轉
1125g-1
1122g
1123g-3
1123g-1
1123g-2

【圖41】

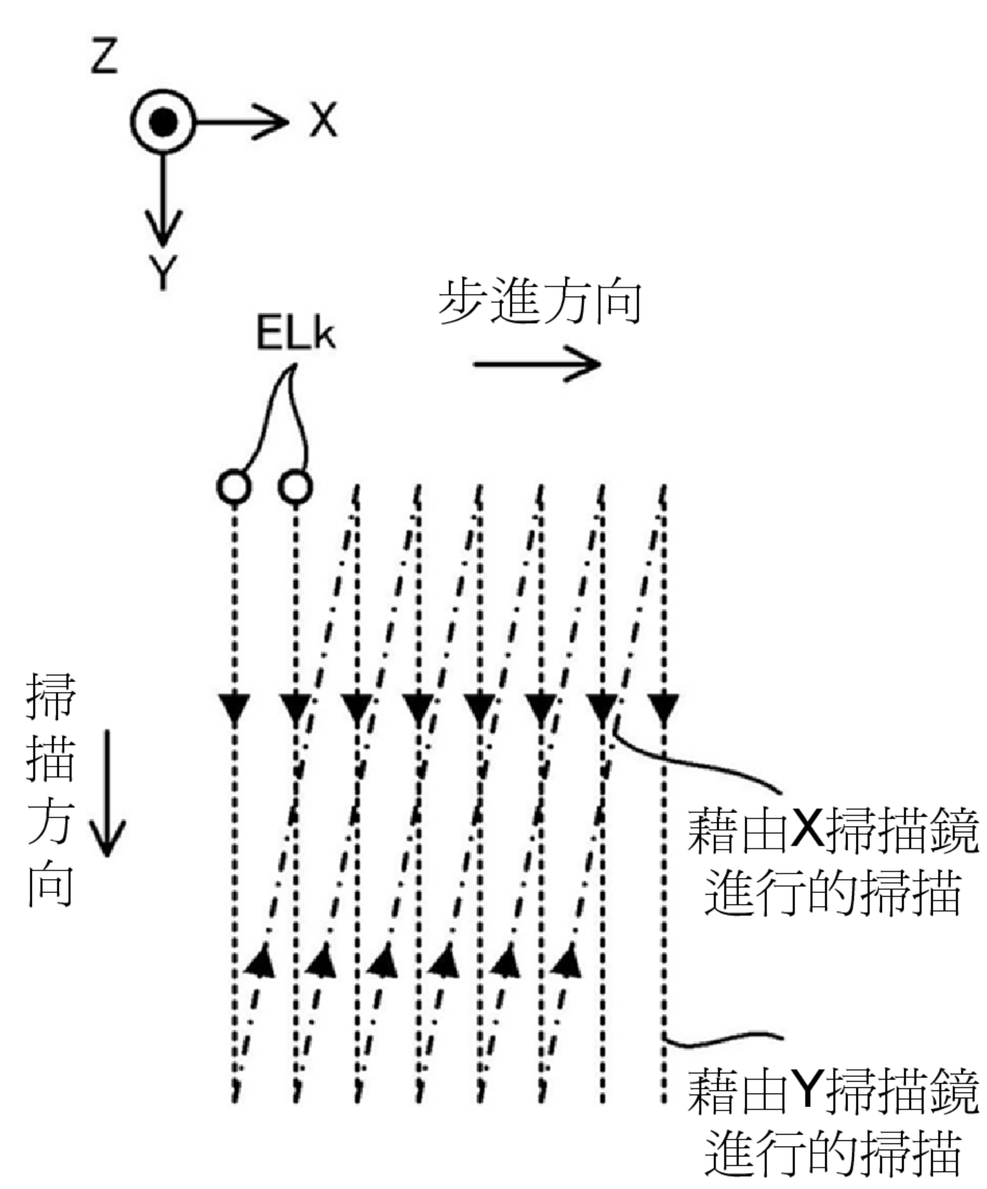


(a)

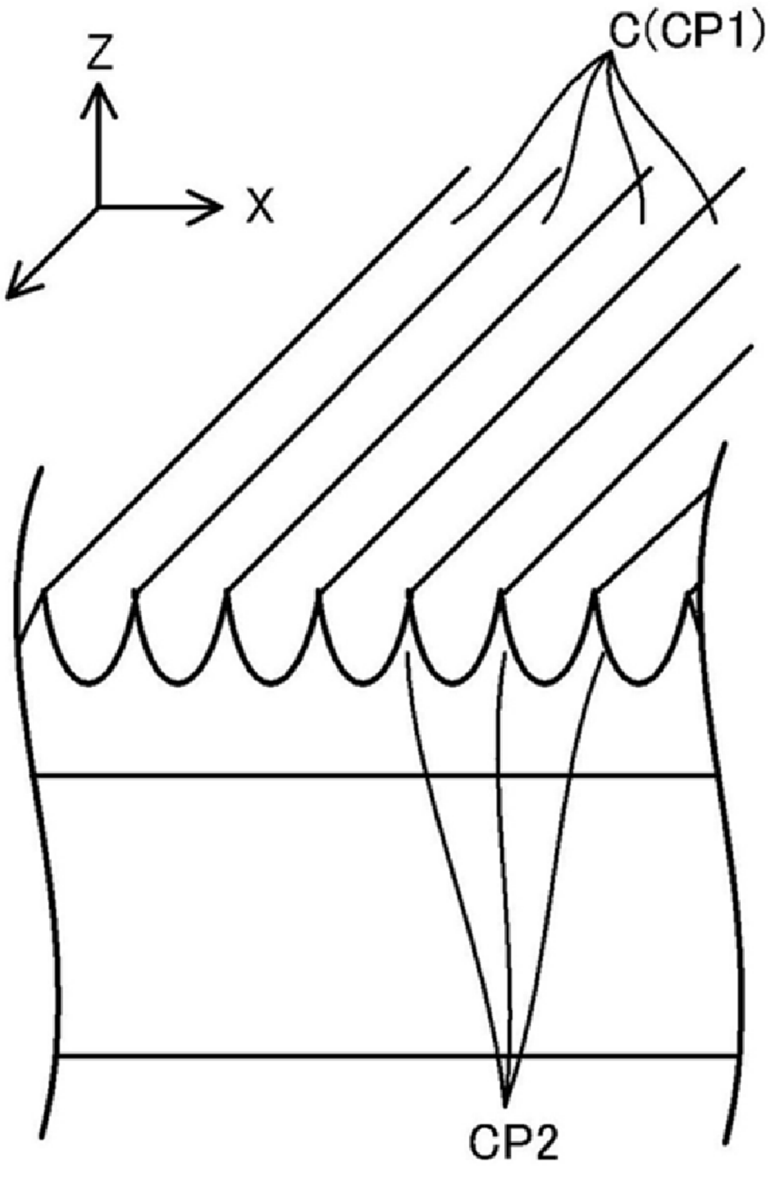


(b)

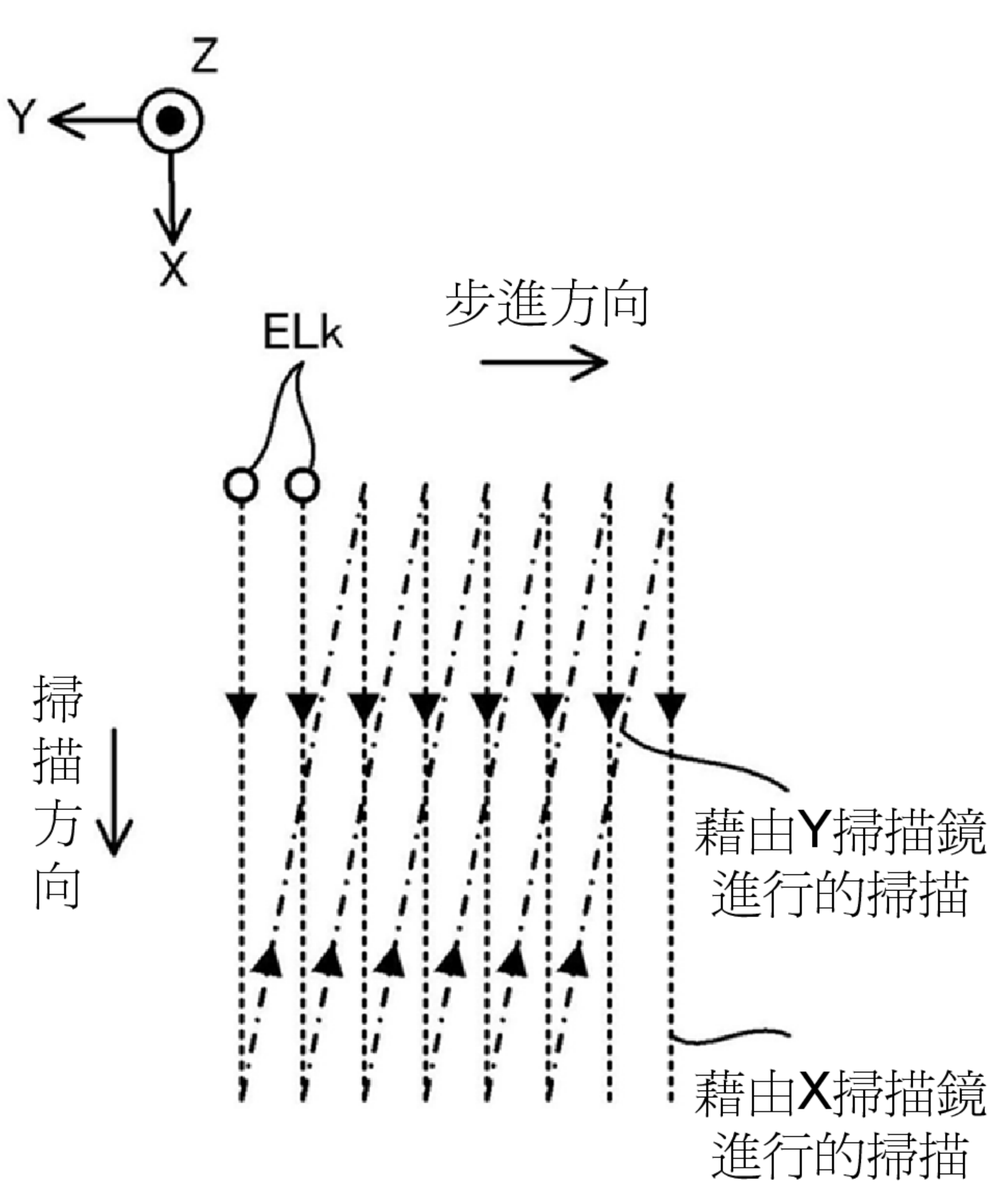
【圖42】


Z
X
Y
ELk
步進方向
掃描方向
藉由X掃描鏡進行的掃描
藉由Y掃描鏡進行的掃描

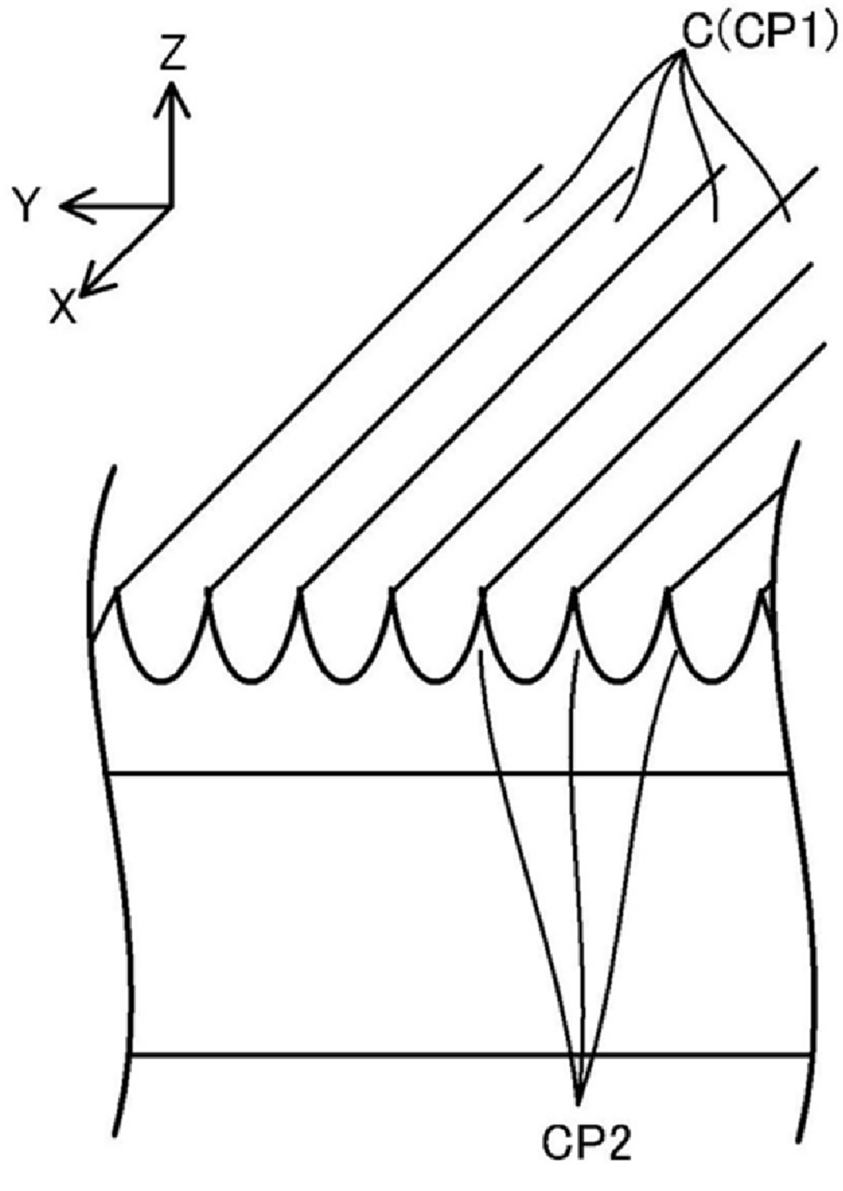
(a)


Z
X
Y
C(CP1)
CP2

(b)

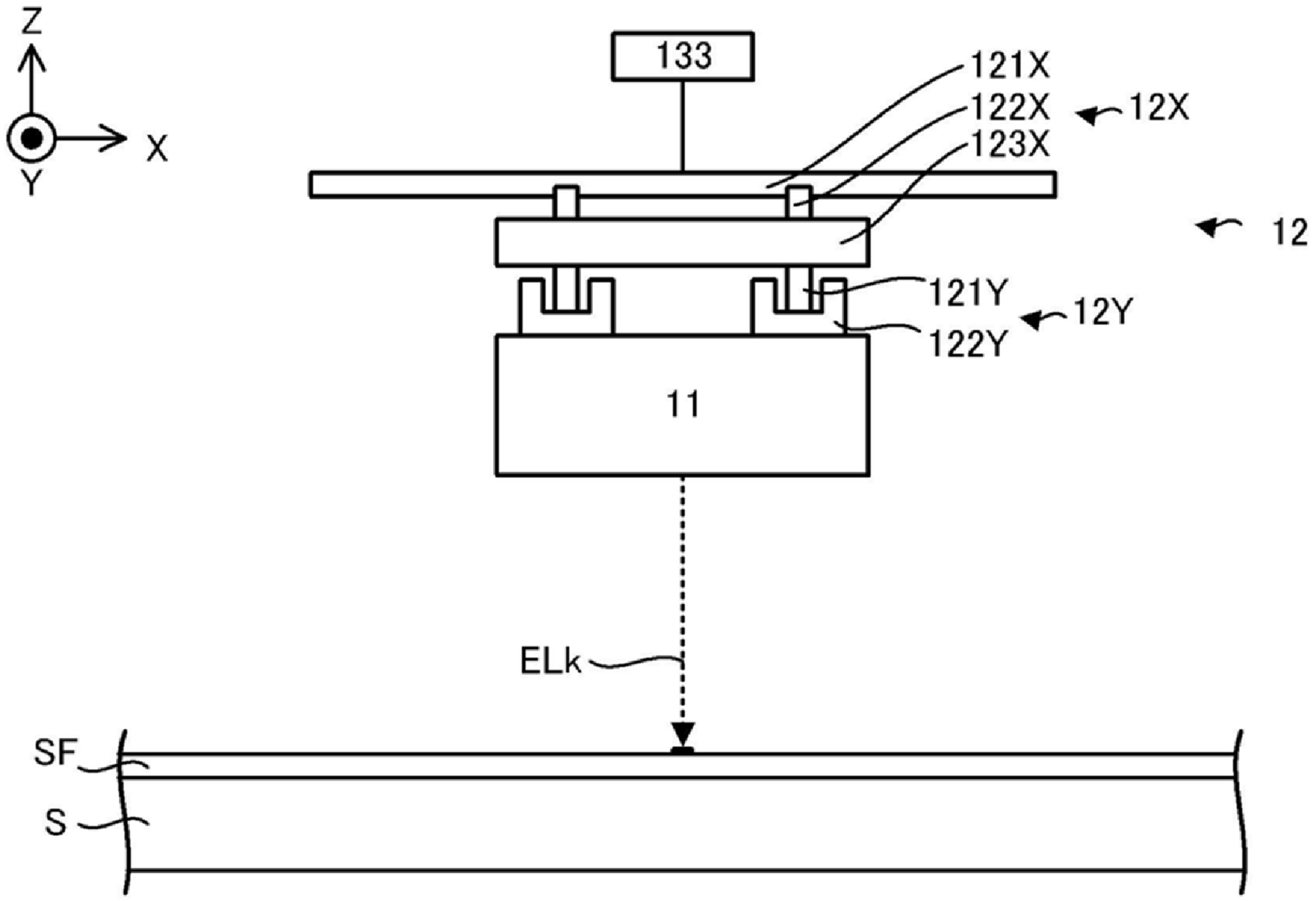

Z
Y
X
ELk
步進方向
掃描方向
藉由Y掃描鏡進行的掃描
藉由X掃描鏡進行的掃描

(c)

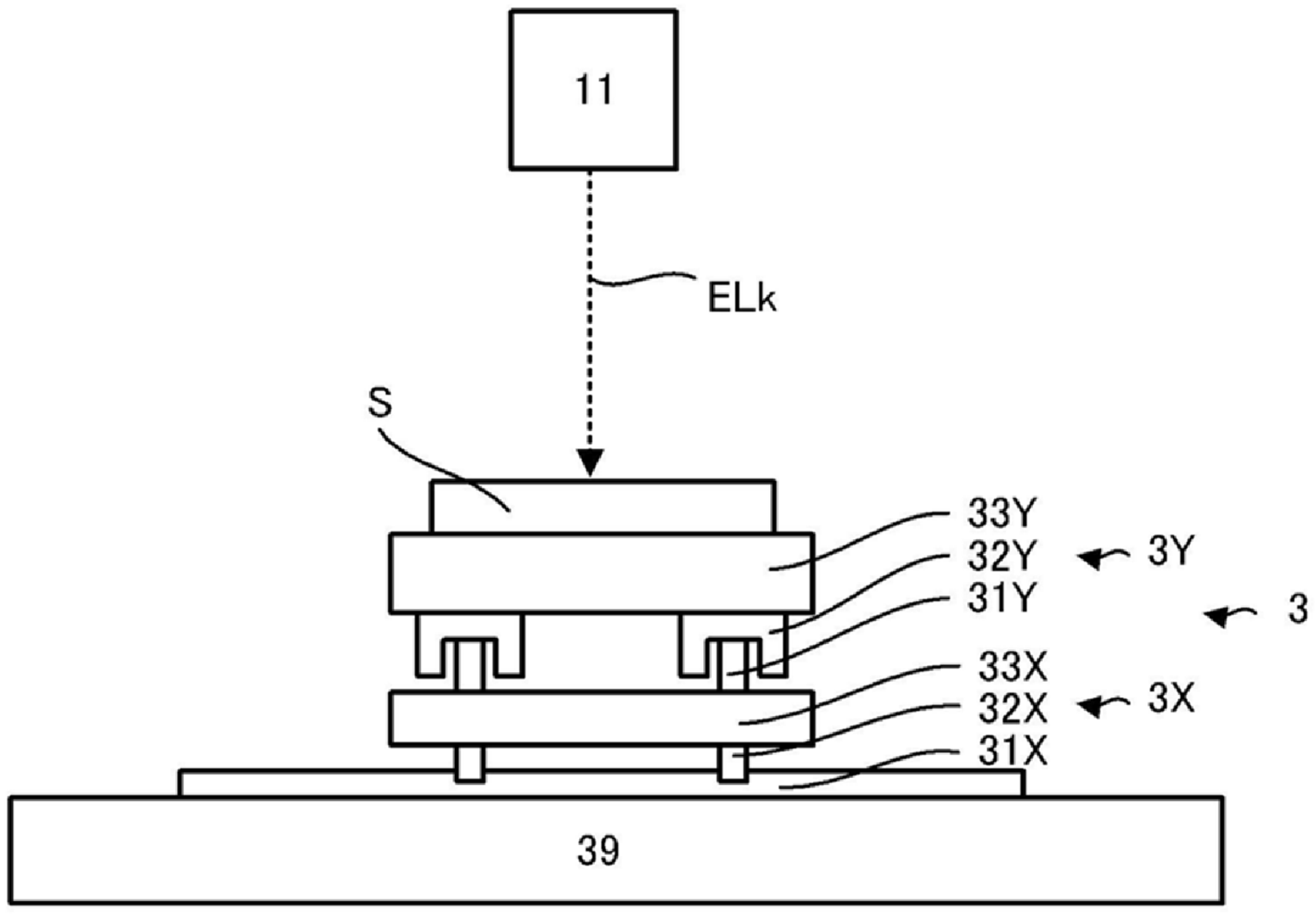

Z
Y
X
C(CP1)
CP2

(d)

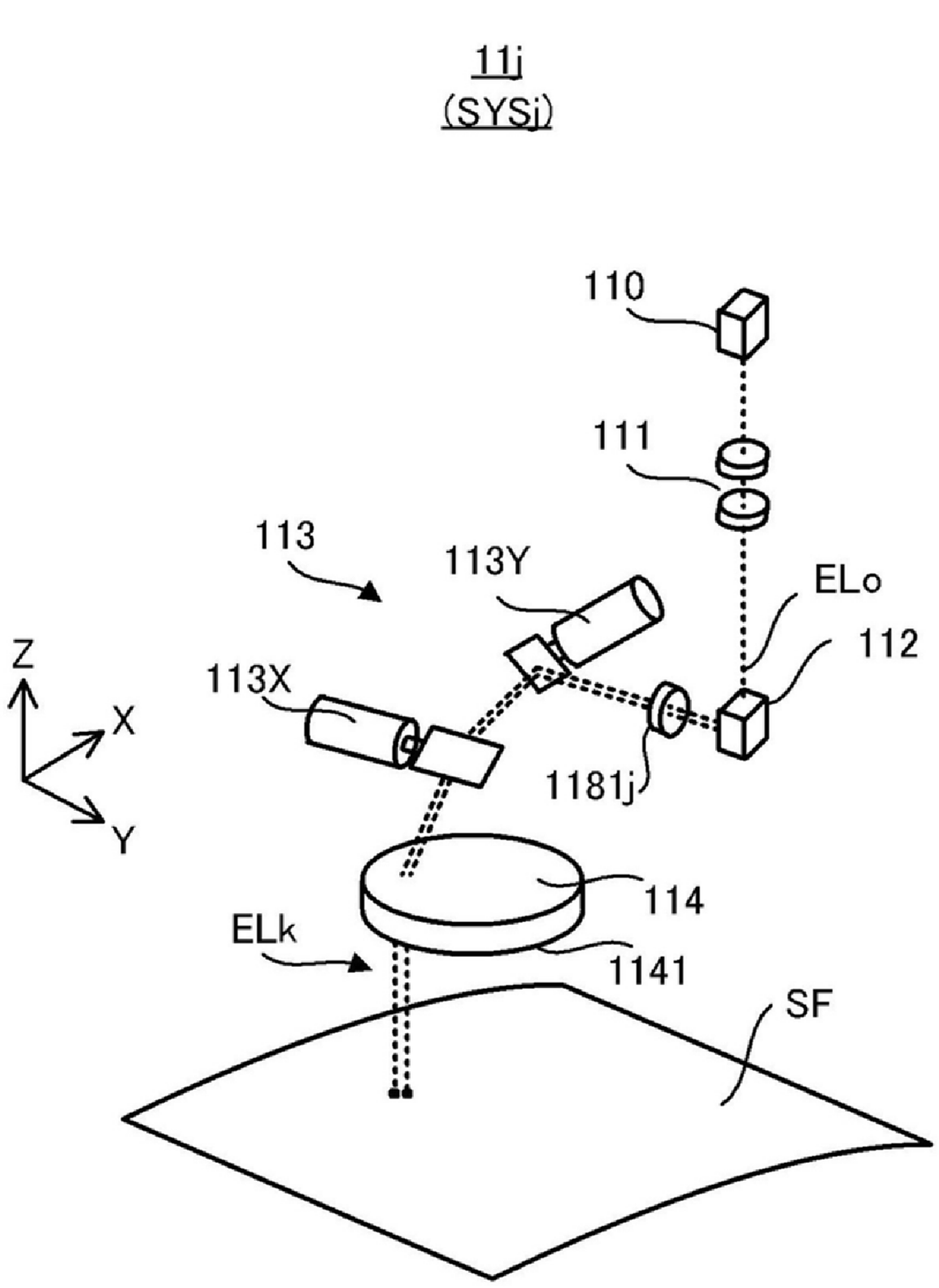
【圖43】


Z
X
Y
133
121X
122X
12X
123X
12
121Y
12Y
122Y
11
ELk
SF
S

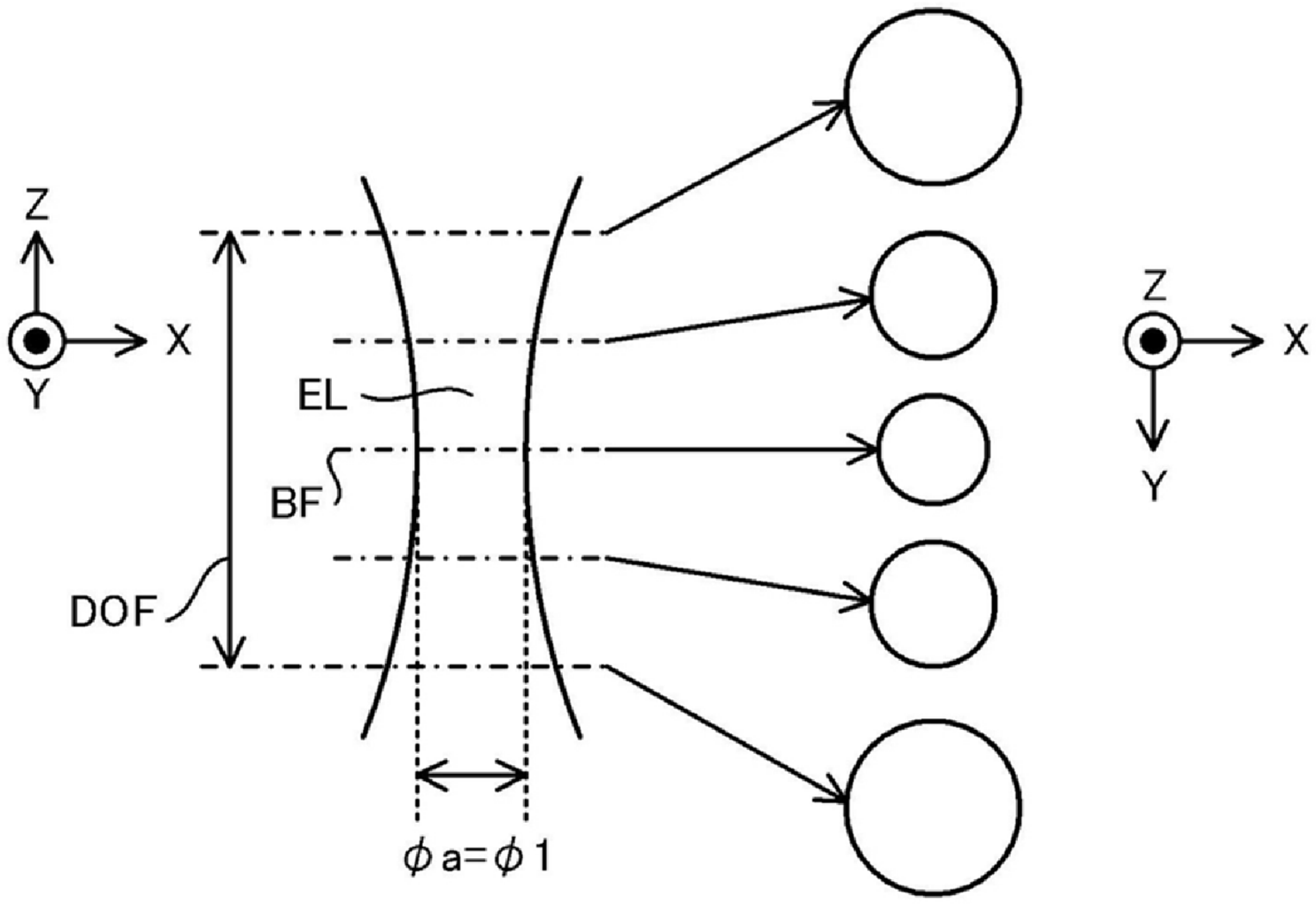
【圖44】


11
ELk
S
33Y
32Y
3Y
31Y
3
33X
32X
3X
31X
39

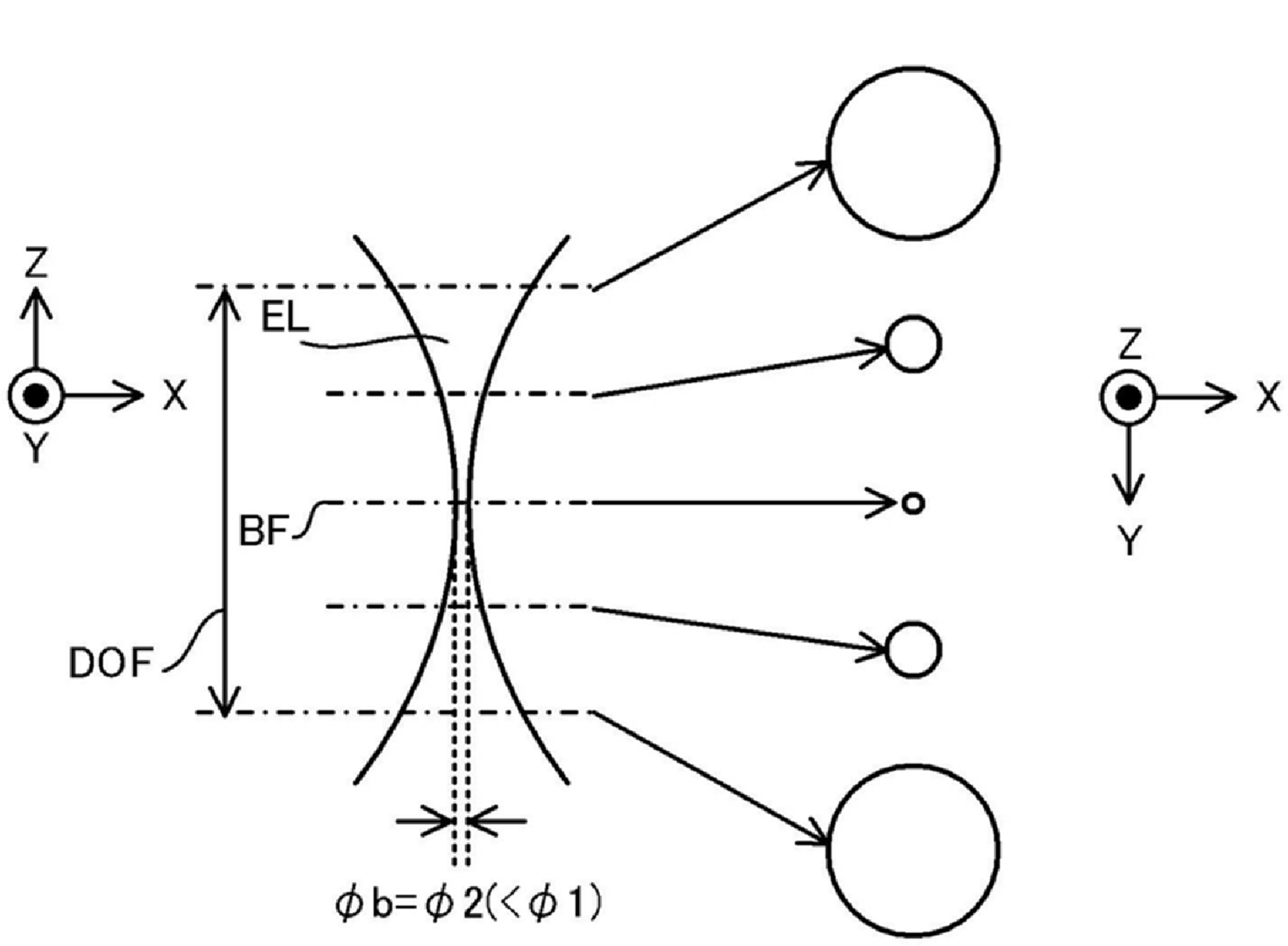
【圖45】


11j
(SYSj)
110
111
113
113Y
ELo
112
Z
X
113X
1181j
Y
114
ELk
1141
SF

【圖46】

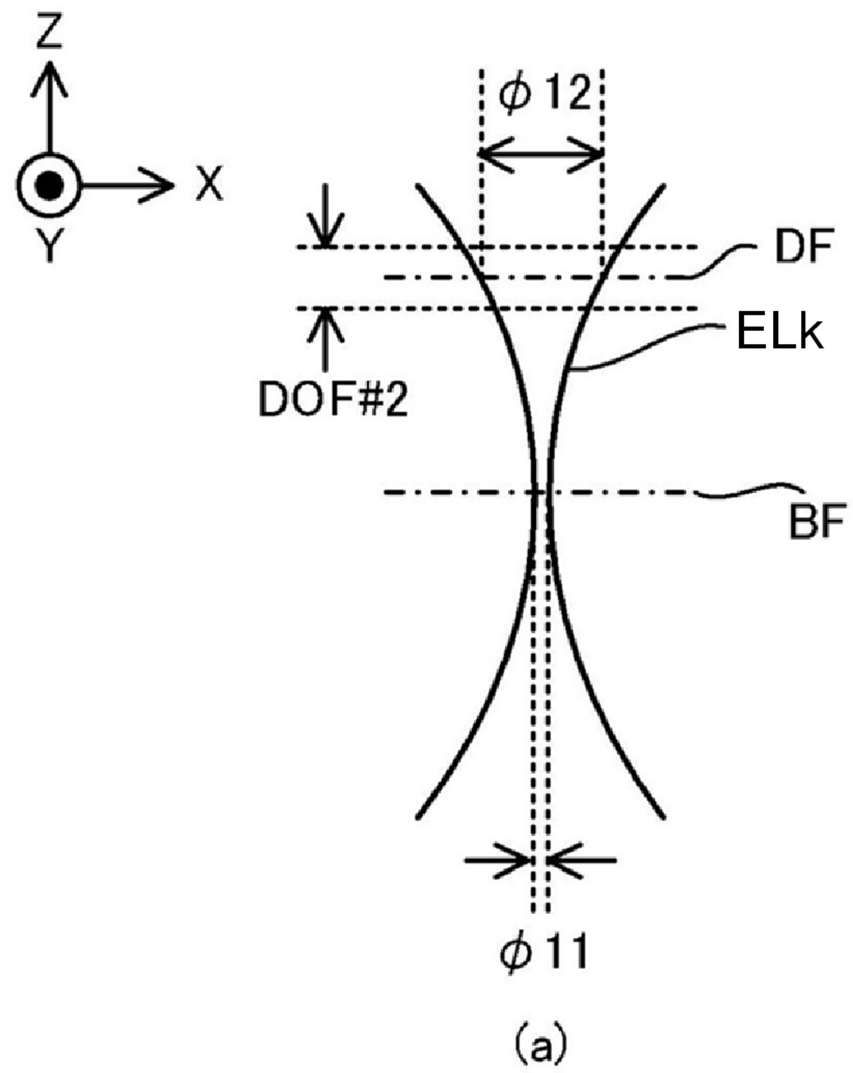


(a)

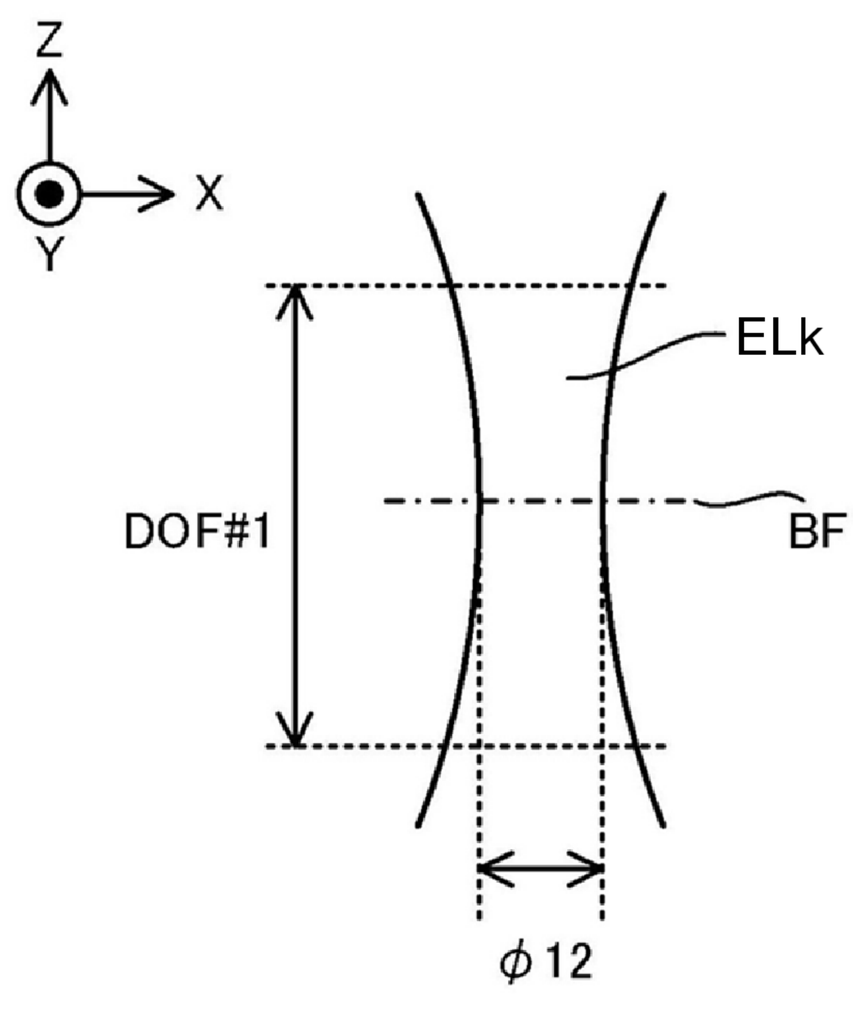


(b)

【圖47】

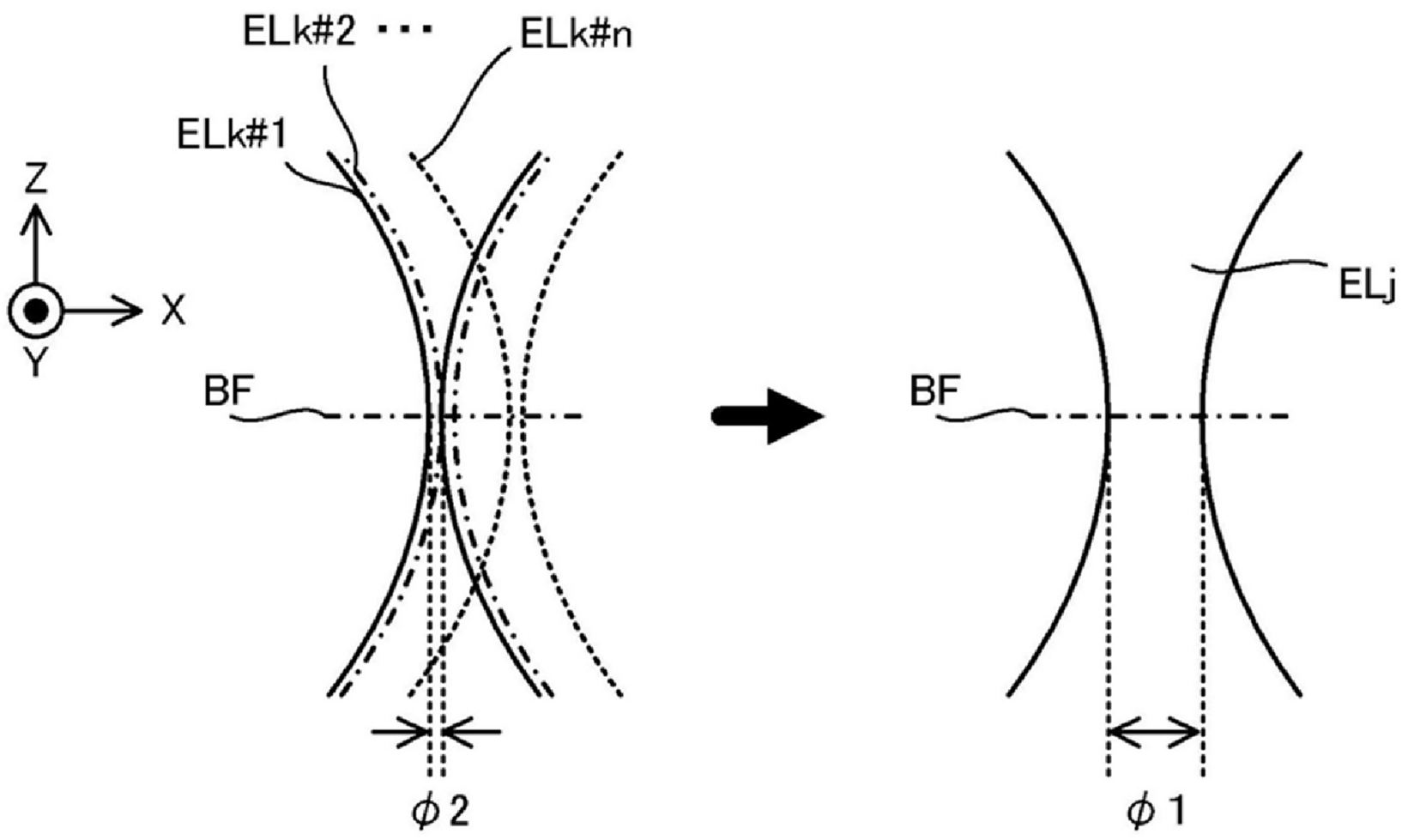


(a)

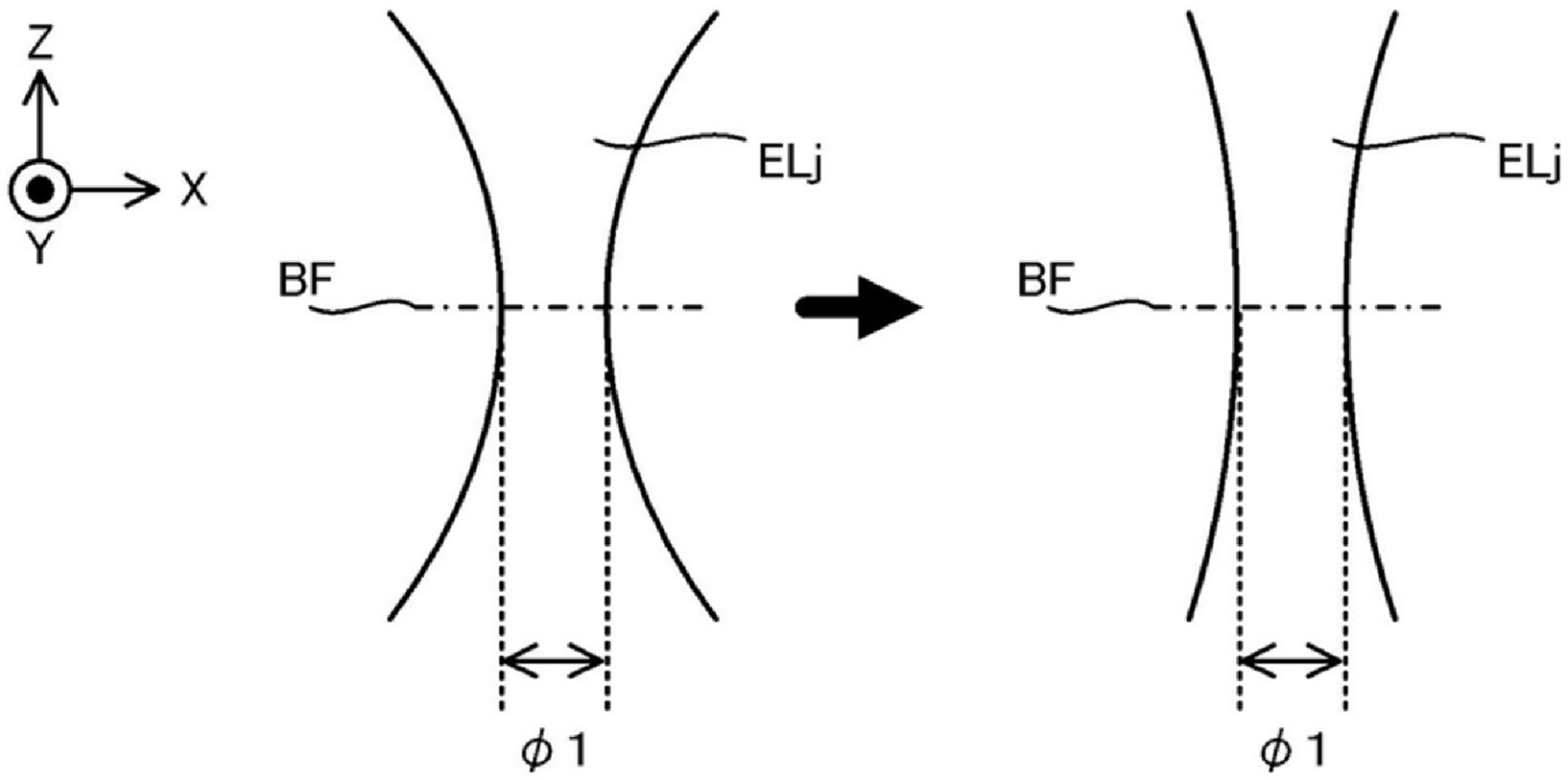


(b)

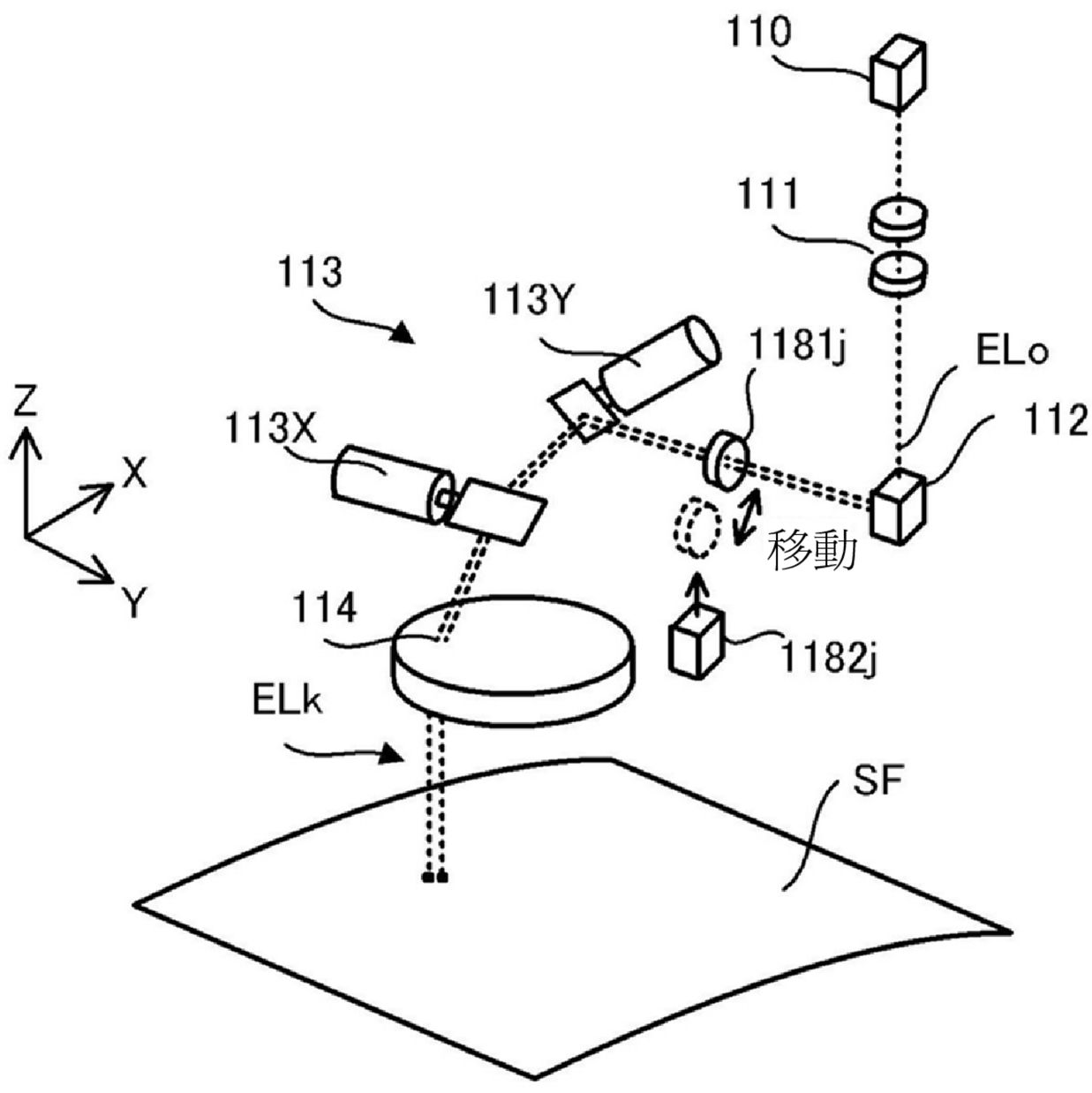
【圖48】



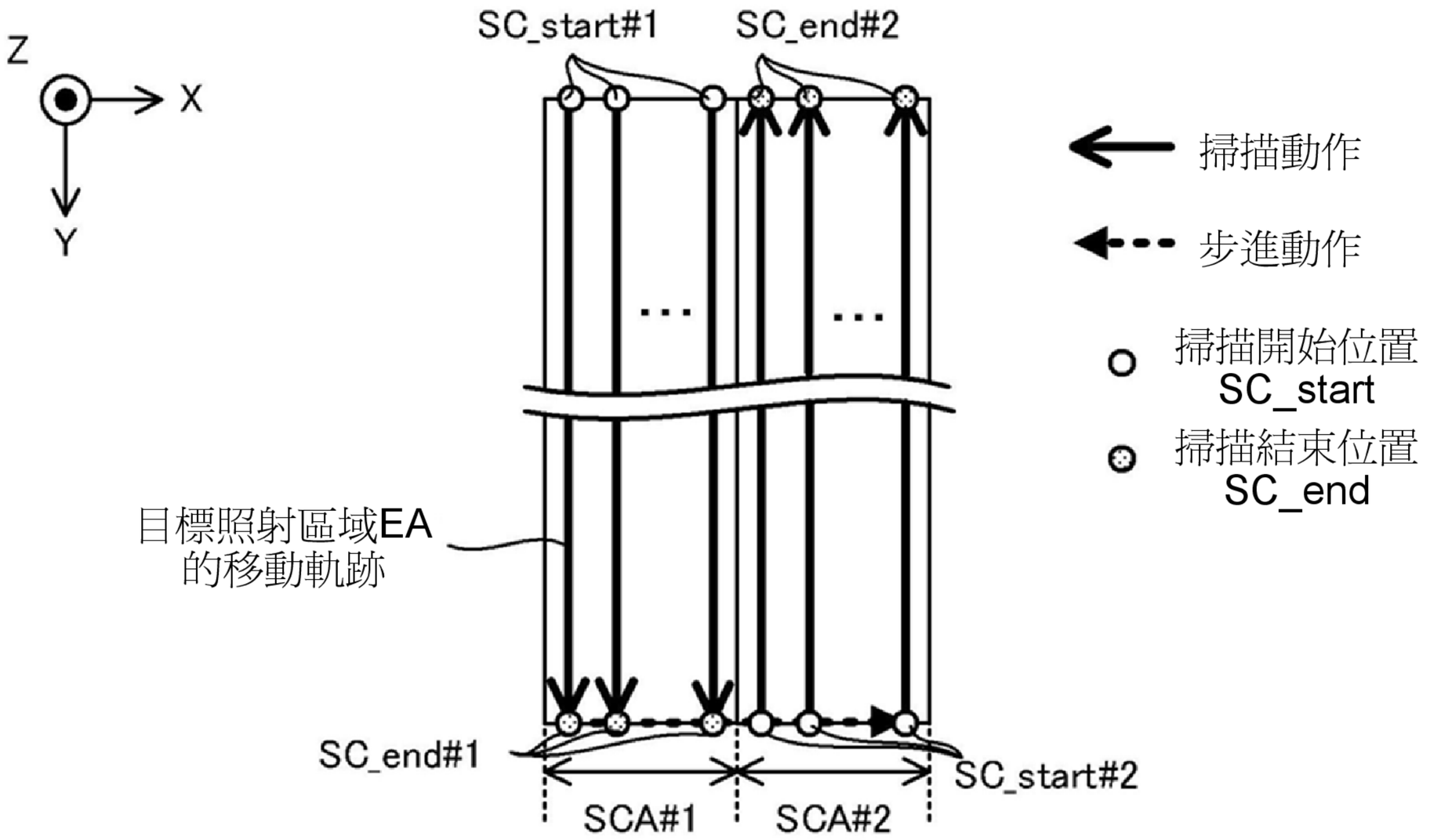
【圖49】



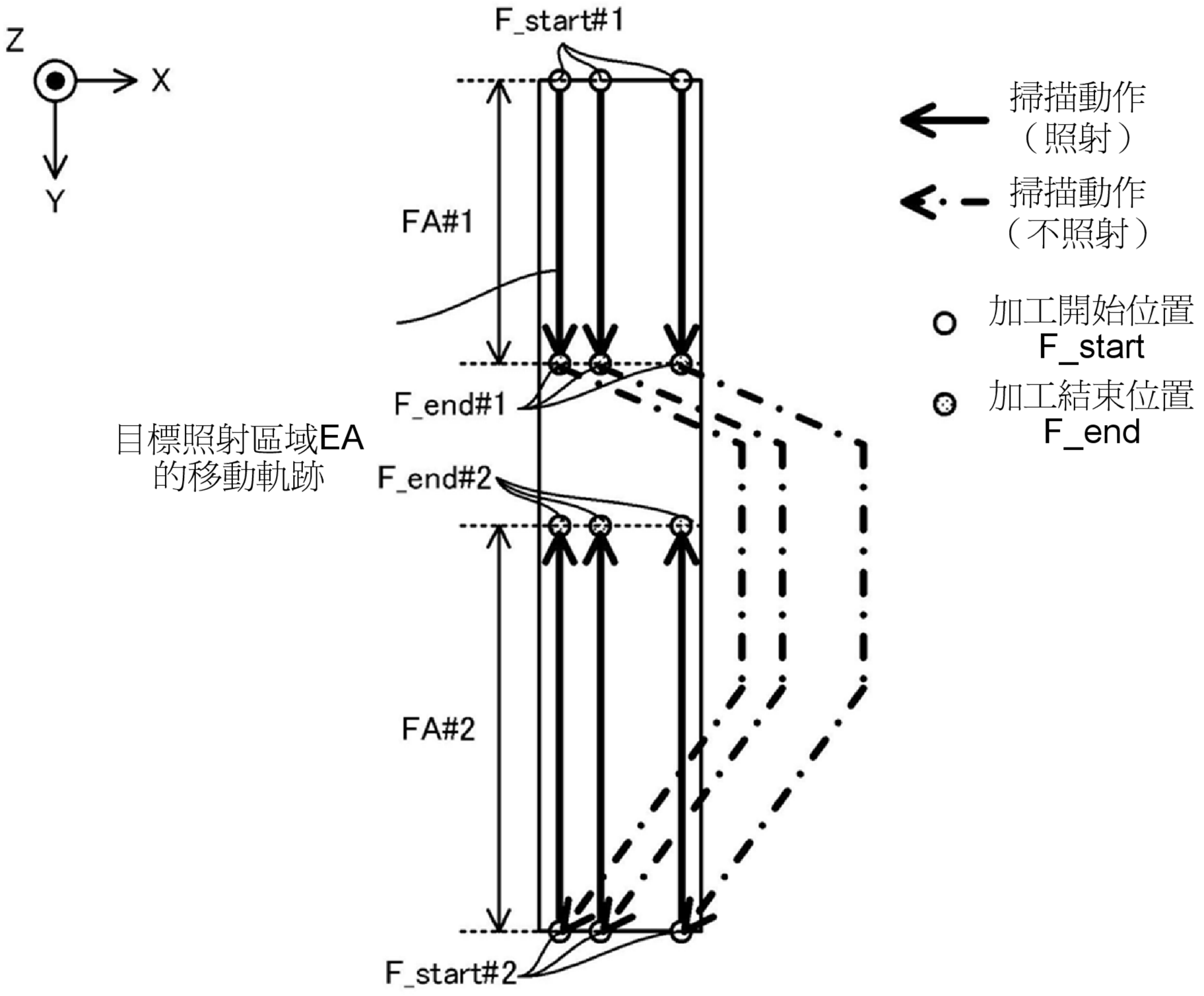
【圖50】


11j
(SYSj)
110
111
113
113Y
1181j
ELo
112
113X
Z
X
Y
移動
114
1182j
ELk
SF

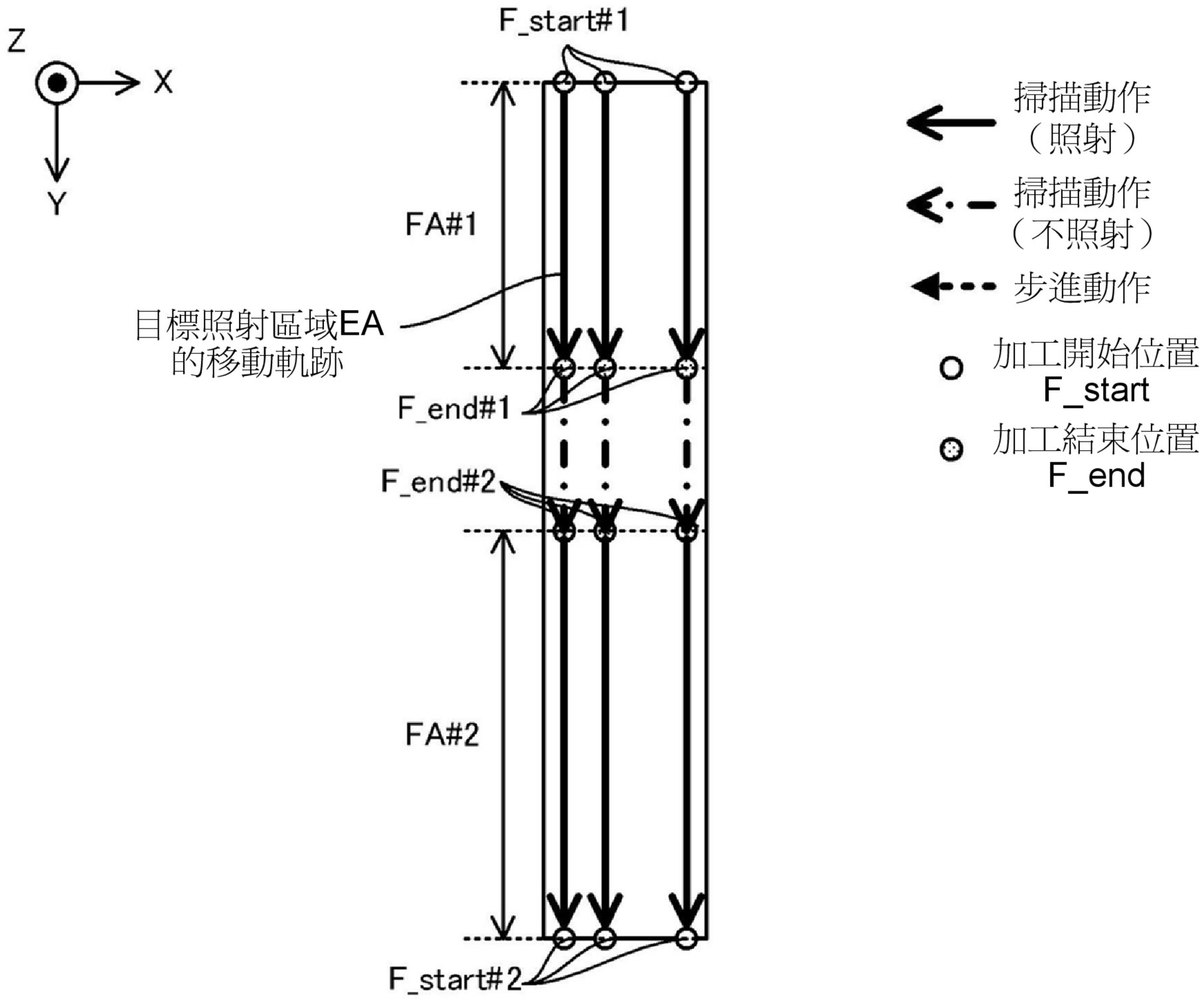
【圖51】


Z
X
Y
SC_start#1
SC_end#2
掃描動作
步進動作
掃描開始位置
SC_start
掃描結束位置
SC_end
目標照射區域EA
的移動軌跡
SC_end#1
SC_start#2
SCA#1
SCA#2

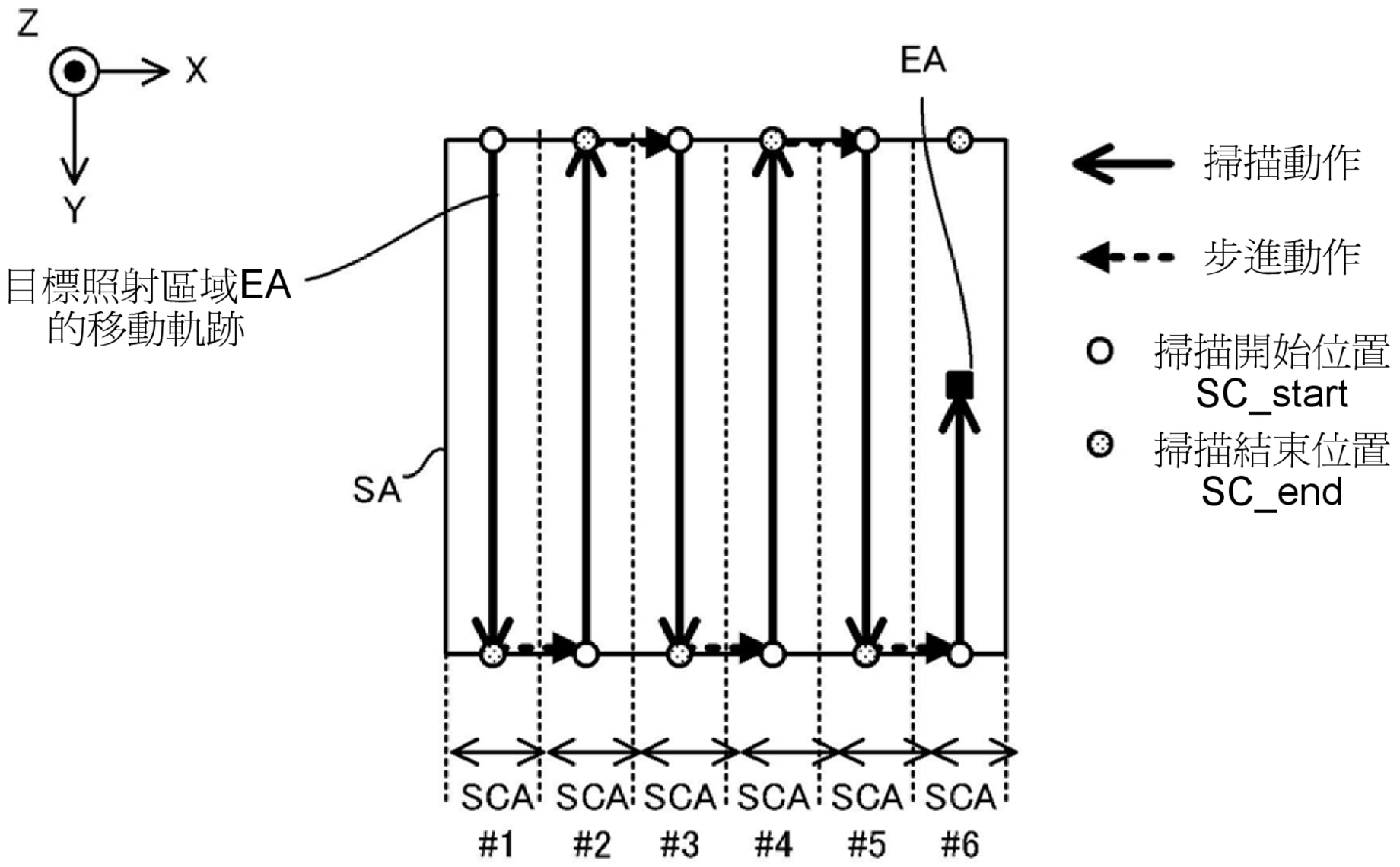
【圖52】


Z
X
Y
F_start#1
FA#1
F_end#1
F_end#2
FA#2
F_start#2
掃描動作
（照射）
掃描動作
（不照射）
加工開始位置
F_start
加工結束位置
F_end
目標照射區域EA
的移動軌跡

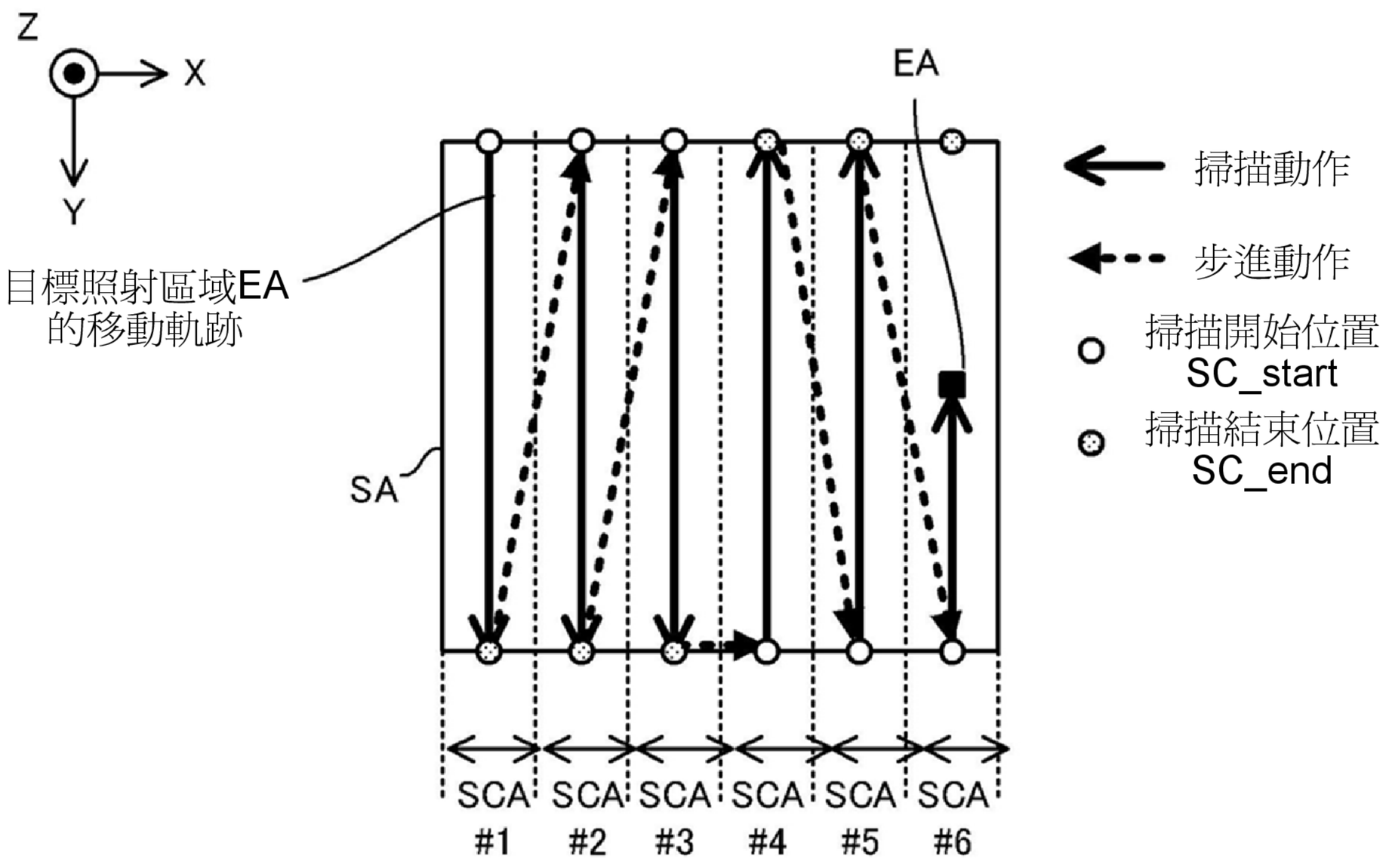
【圖53】


Z
X
Y
F_start#1
FA#1
目標照射區域EA
的移動軌跡
F_end#1
F_end#2
FA#2
F_start#2
掃描動作
（照射）
掃描動作
（不照射）
步進動作
加工開始位置
F_start
加工結束位置
F_end

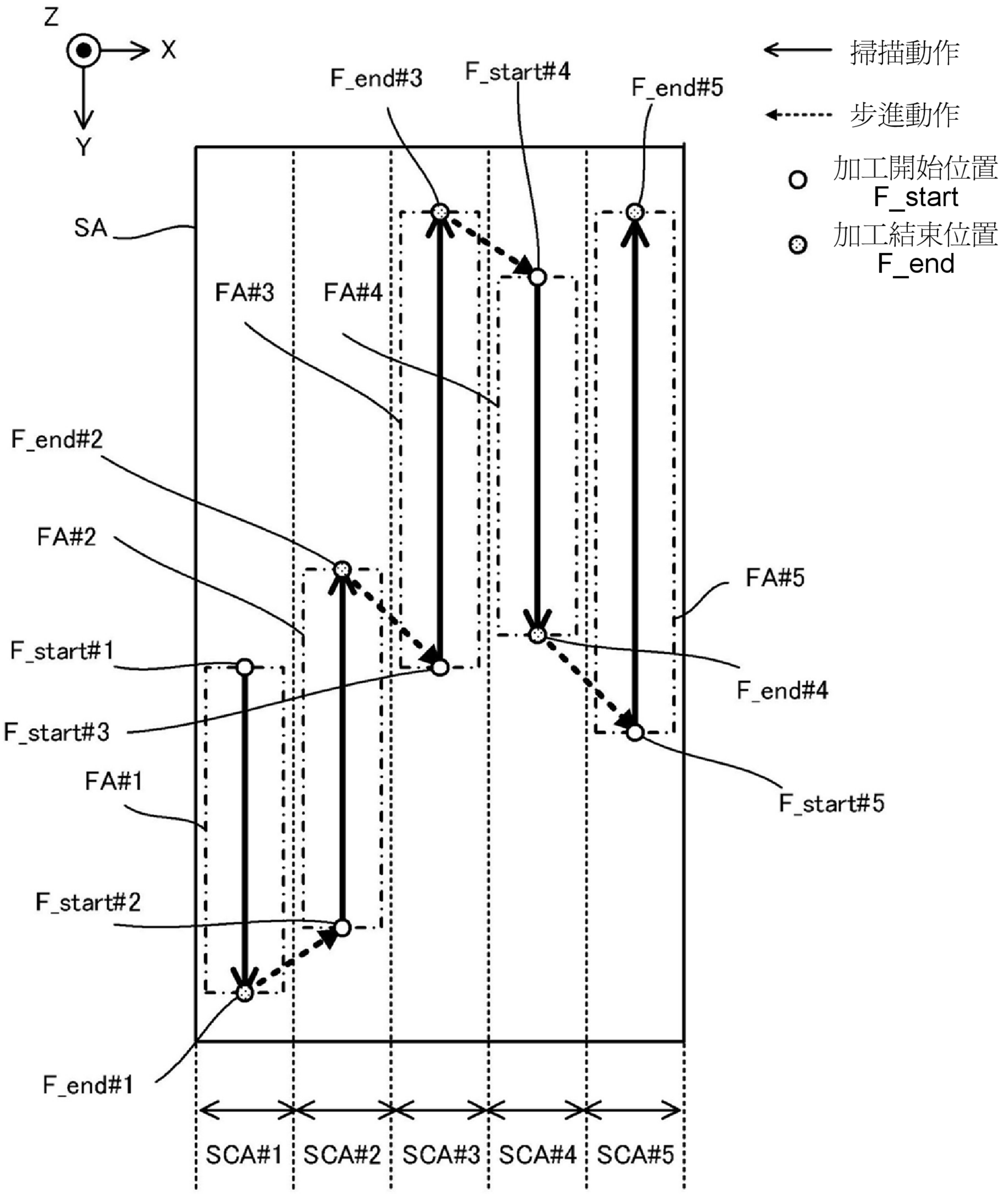
【圖54】


Z
X
Y
目標照射區域EA
的移動軌跡
EA
SA
掃描動作
步進動作
掃描開始位置
SC_start
掃描結束位置
SC_end
SCA #1
SCA #2
SCA #3
SCA #4
SCA #5
SCA #6

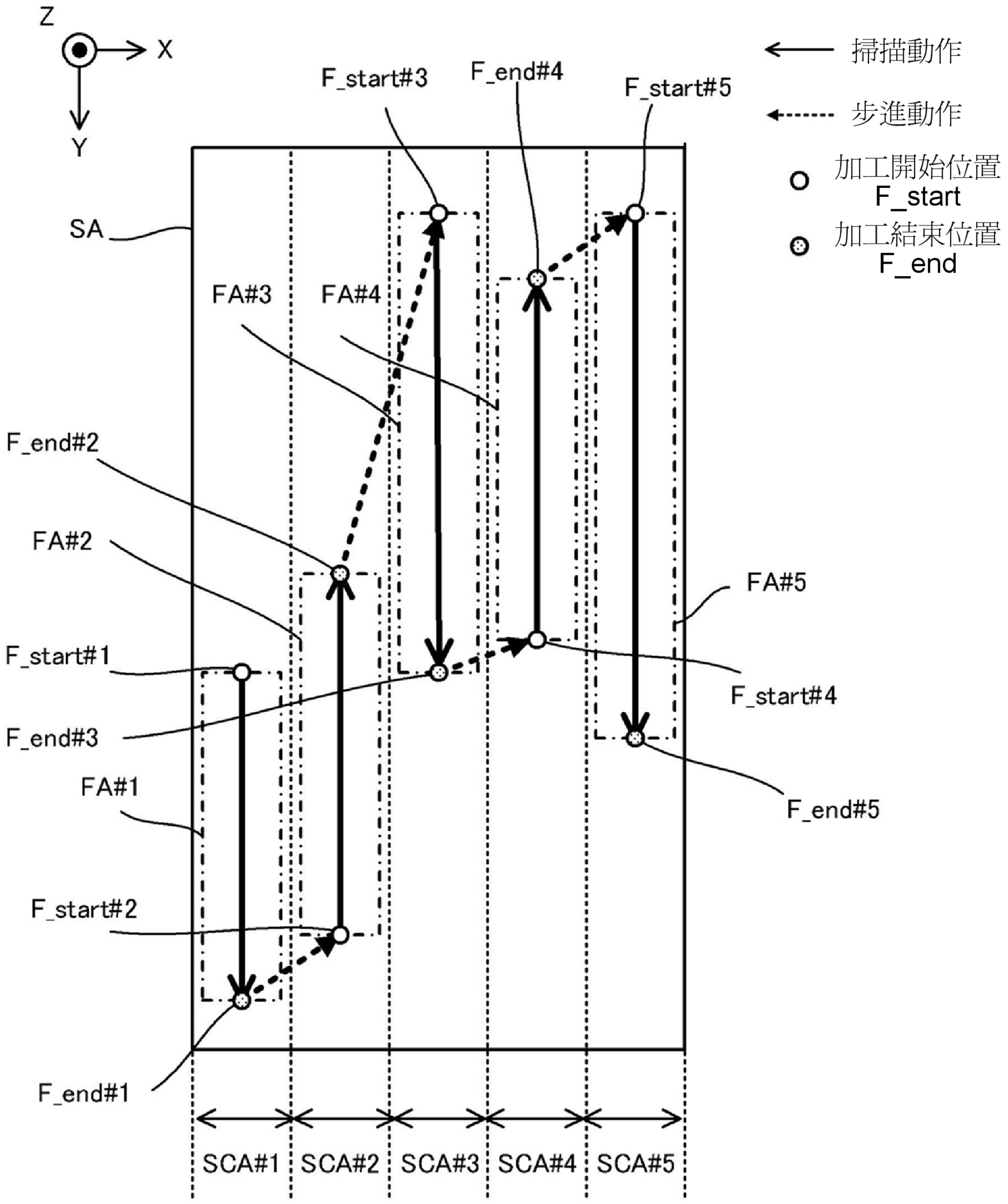
【圖55】


Z
X
Y
目標照射區域EA
的移動軌跡
EA
SA
掃描動作
步進動作
掃描開始位置
SC_start
掃描結束位置
SC_end
SCA #1
SCA #2
SCA #3
SCA #4
SCA #5
SCA #6

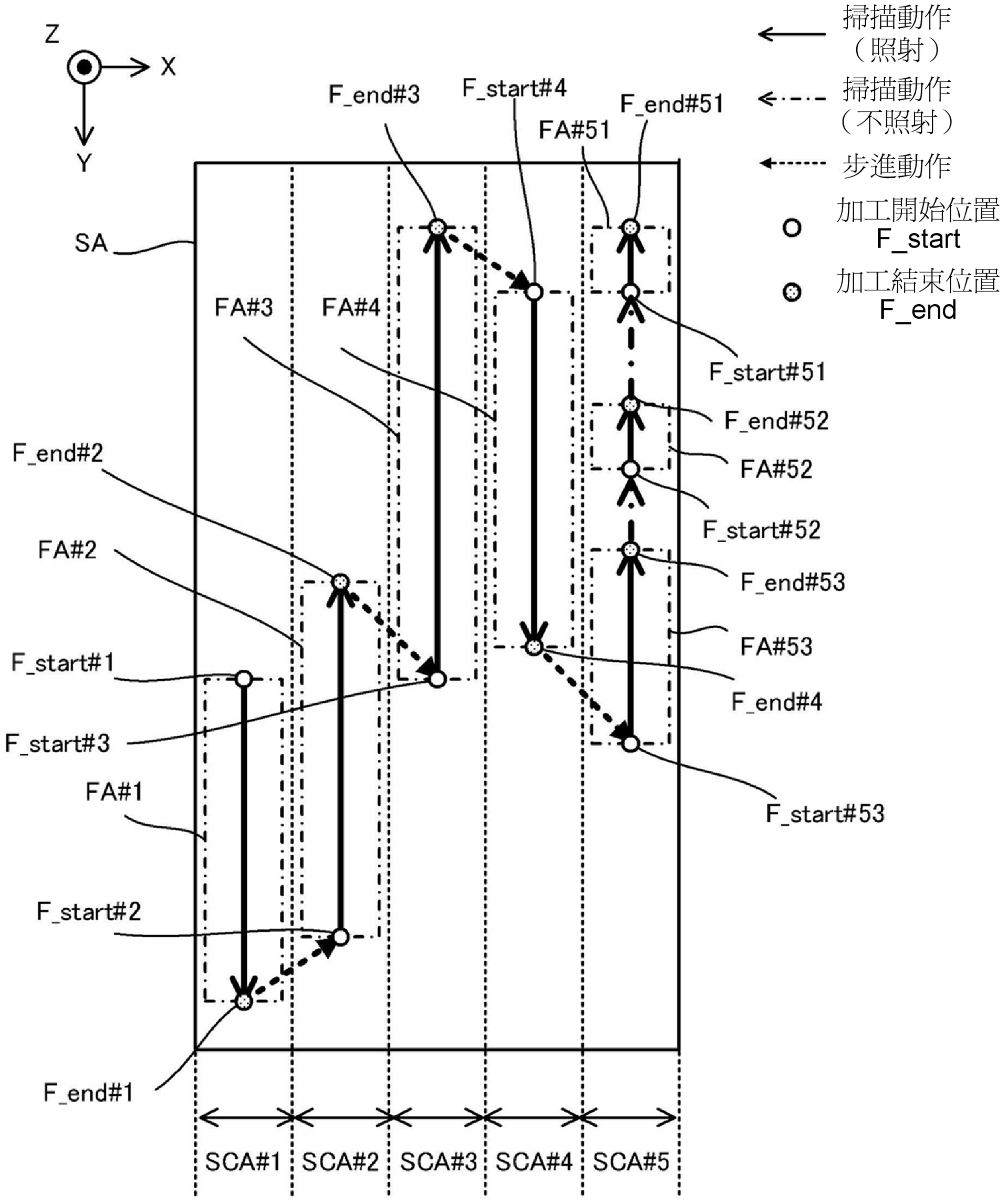
【圖56】


Z
X
Y
掃描動作
步進動作
加工開始位置
F_start
加工結束位置
F_end
SA
F_end#3
F_start#4
F_end#5
FA#3
FA#4
F_end#2
FA#2
FA#5
F_start#1
F_end#4
F_start#3
FA#1
F_start#5
F_start#2
F_end#1
SCA#1
SCA#2
SCA#3
SCA#4
SCA#5

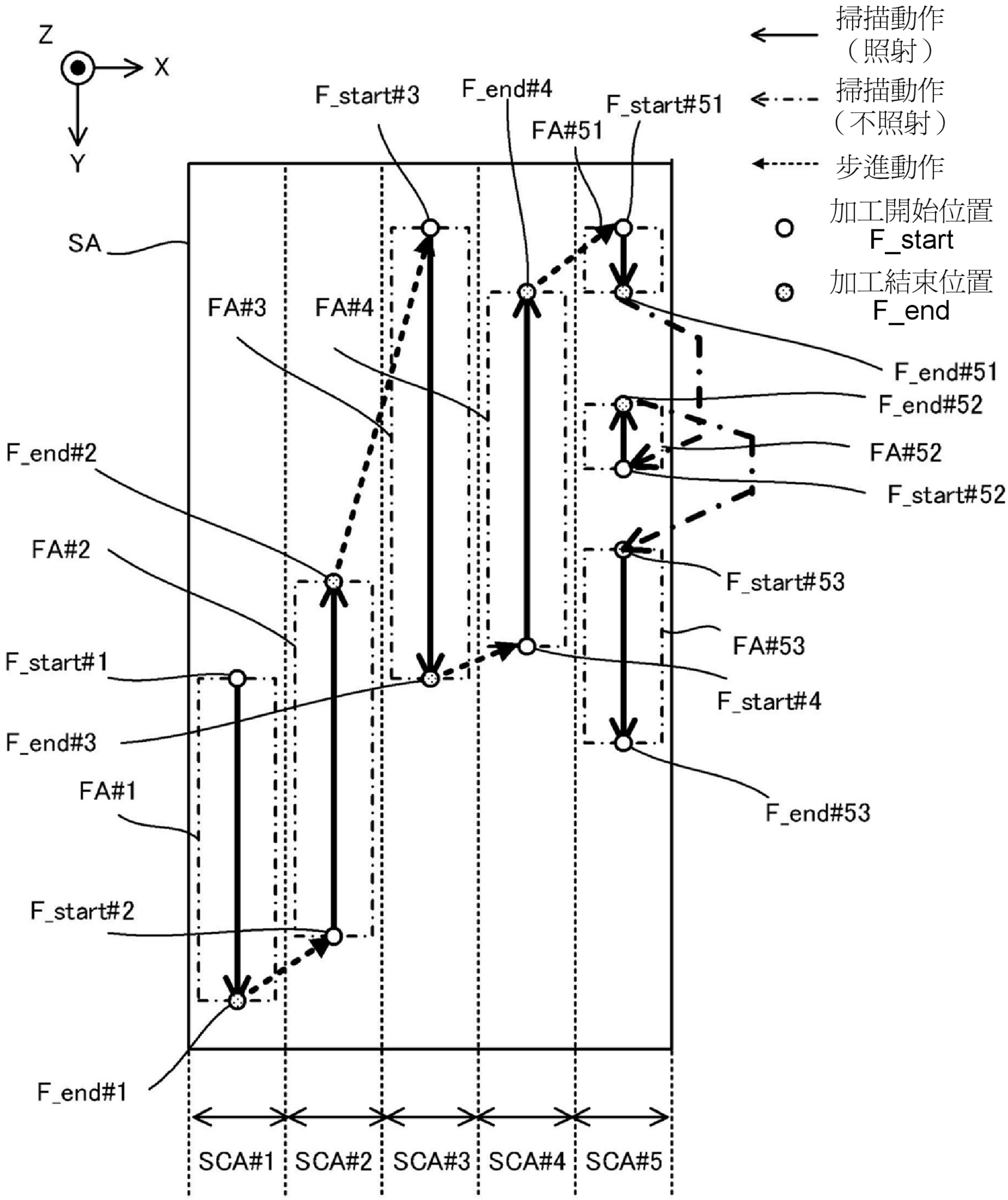
【圖57】


Z
X
Y
SA
F_start#3
F_end#4
F_start#5
掃描動作
步進動作
加工開始位置
F_start
加工結束位置
F_end
FA#3
FA#4
F_end#2
FA#2
FA#5
F_start#1
F_start#4
F_end#3
FA#1
F_end#5
F_start#2
F_end#1
SCA#1
SCA#2
SCA#3
SCA#4
SCA#5

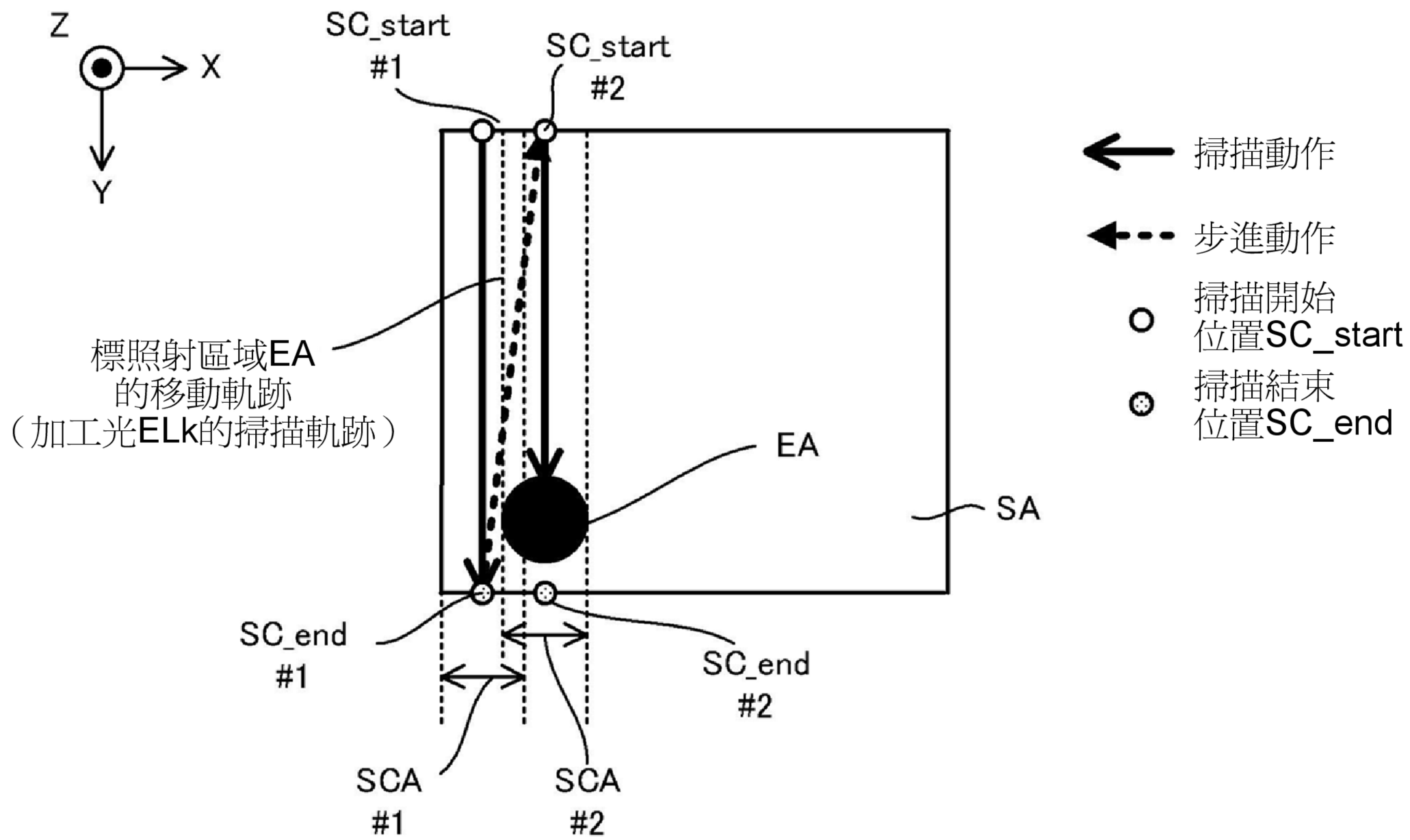
【圖58】


Z
X
Y
掃描動作
（照射）
掃描動作
（不照射）
步進動作
加工開始位置
F_start
加工結束位置
F_end
SA
F_end#3
F_start#4
FA#51
F_end#51
FA#3
FA#4
F_start#51
F_end#52
FA#52
F_start#52
F_end#53
FA#53
F_end#4
F_start#53
F_end#2
FA#2
F_start#1
F_start#3
FA#1
F_start#2
F_end#1
SCA#1
SCA#2
SCA#3
SCA#4
SCA#5

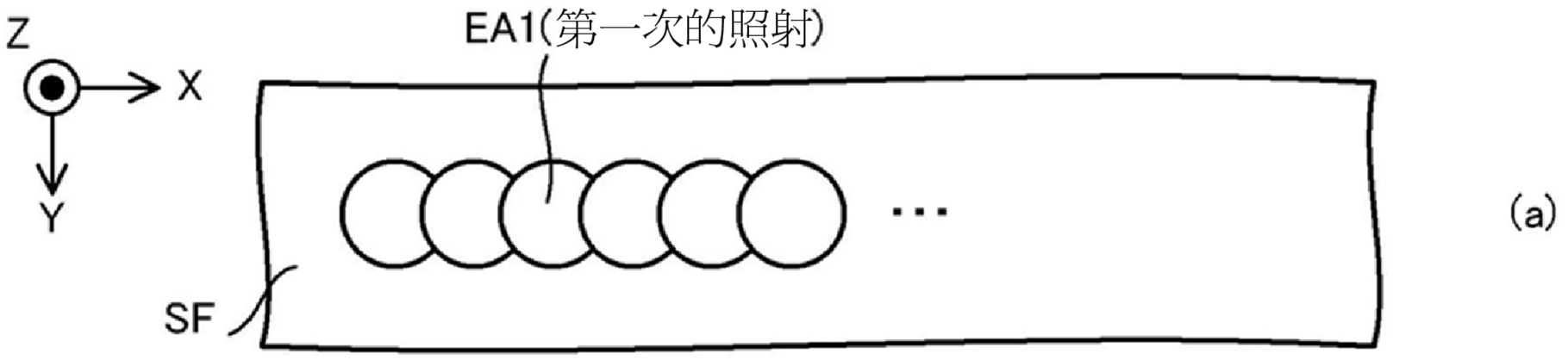
【圖59】


Z
X
Y
掃描動作
（照射）
掃描動作
（不照射）
步進動作
加工開始位置
F_start
加工結束位置
F_end
F_start#3
F_end#4
FA#51
F_start#51
SA
FA#3
FA#4
F_end#51
F_end#52
FA#52
F_start#52
F_end#2
FA#2
F_start#53
FA#53
F_start#1
F_start#4
F_end#3
FA#1
F_end#53
F_start#2
F_end#1
SCA#1
SCA#2
SCA#3
SCA#4
SCA#5

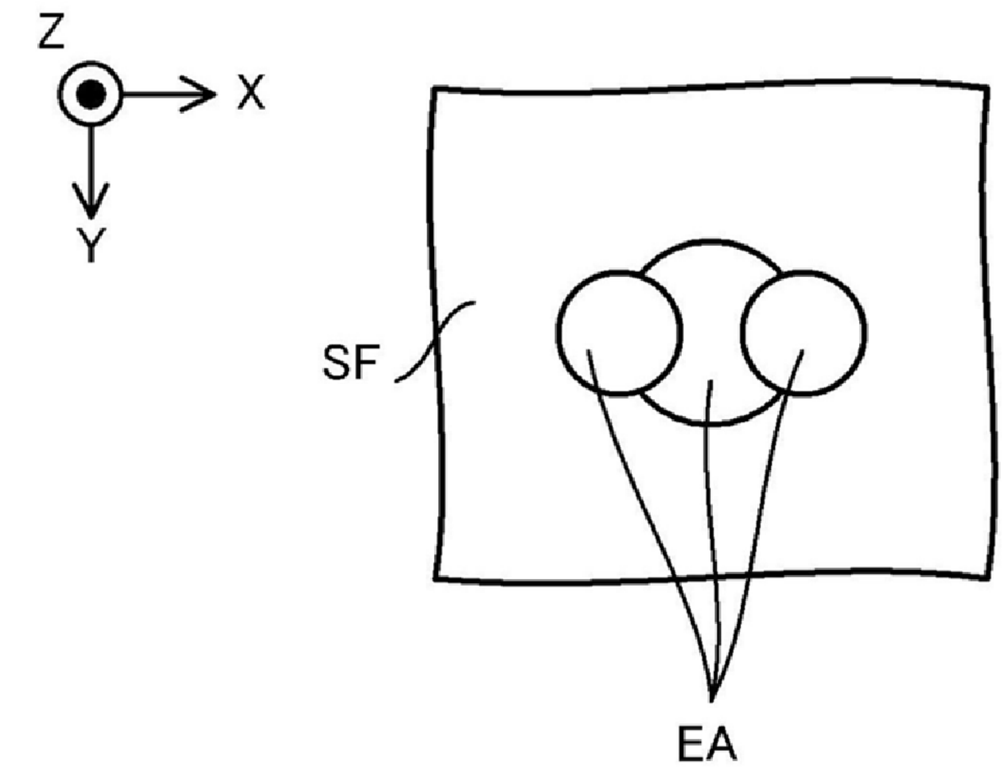
【圖60】


Z
X
Y
SC_start
#1
SC_start
#2
標照射區域EA
的移動軌跡
（加工光ELk的掃描軌跡）
EA
SA
SC_end
#1
SC_end
#2
SCA
#1
SCA
#2
掃描動作
步進動作
掃描開始
位置SC_start
掃描結束
位置SC_end

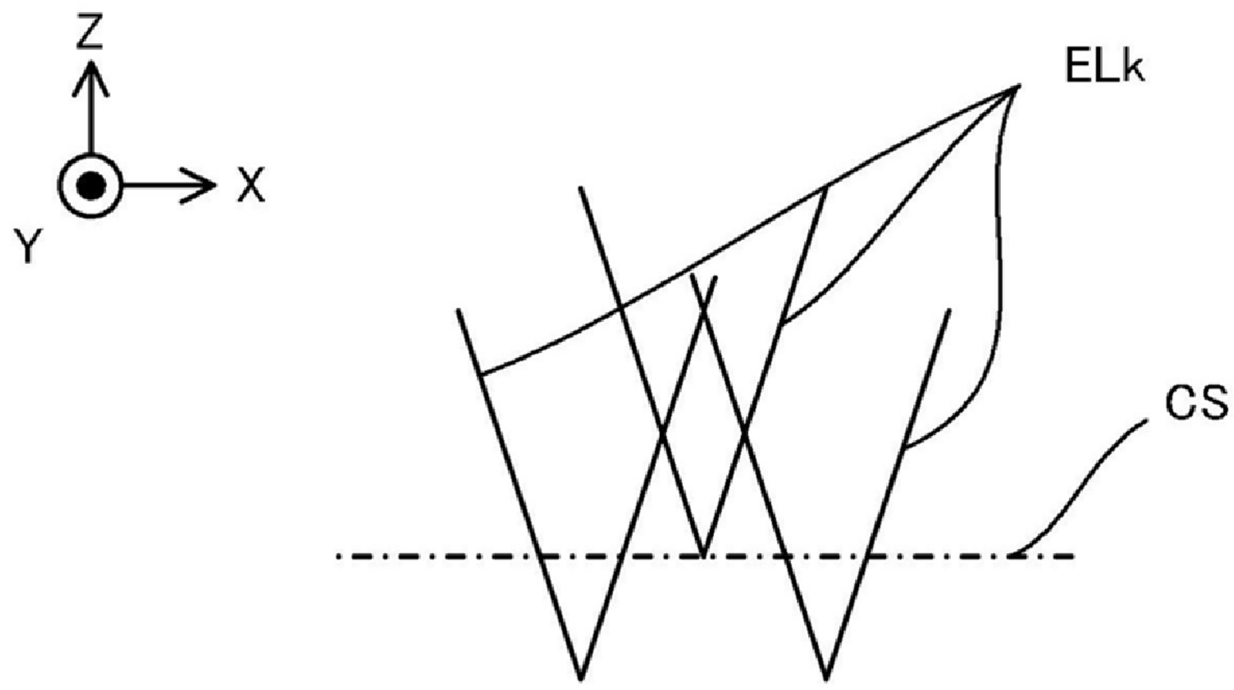
【圖61】


Z
X
Y
EA1(第一次的照射)
SF
(a)
EA1
EA2(第二次的照射)
Z
X
Y
SF
(b)
EA1
EA3(第三次的照射)
Z
X
Y
EA2
SF
(c)
Z
X
Y
CP1
(d)
Z
X
Y
CP1
(e)

【圖62】

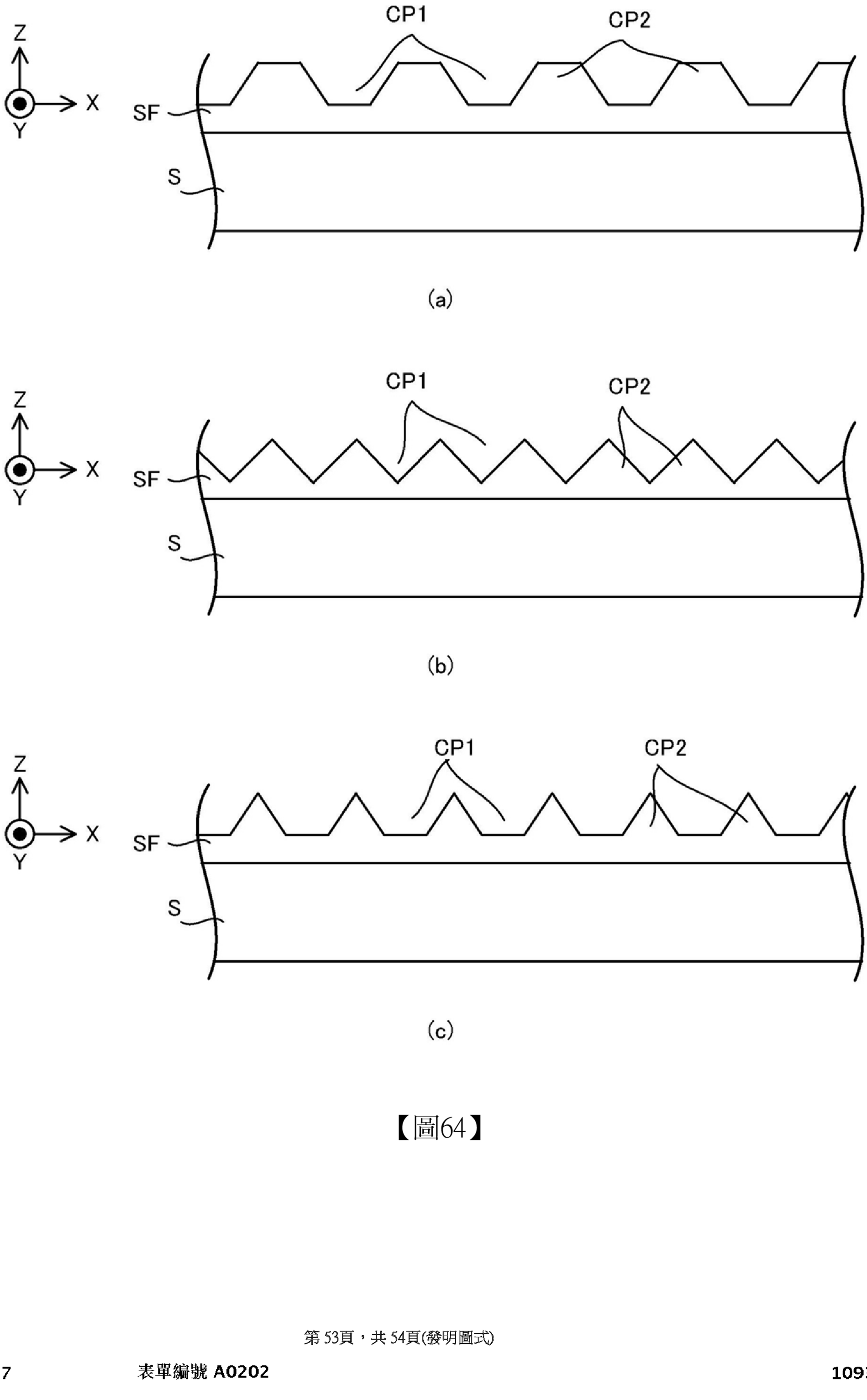


(a)



(b)

【圖63】

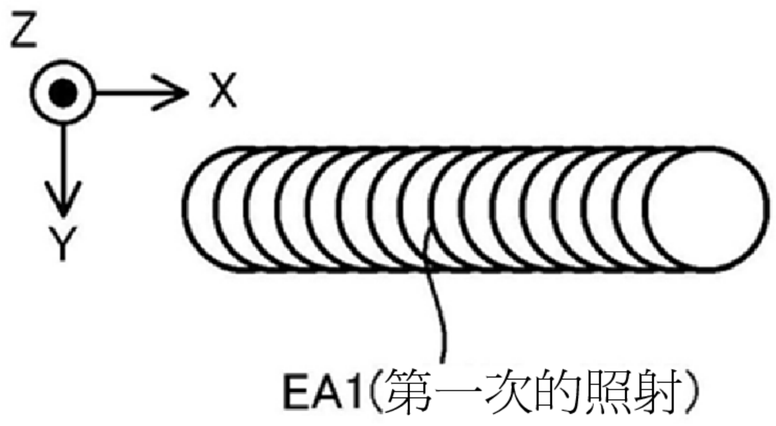


(a)

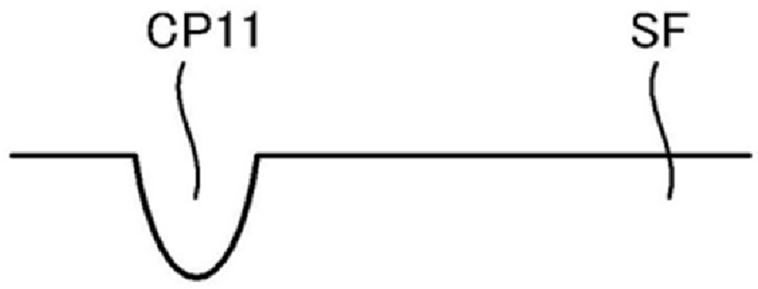
(b)

(c)

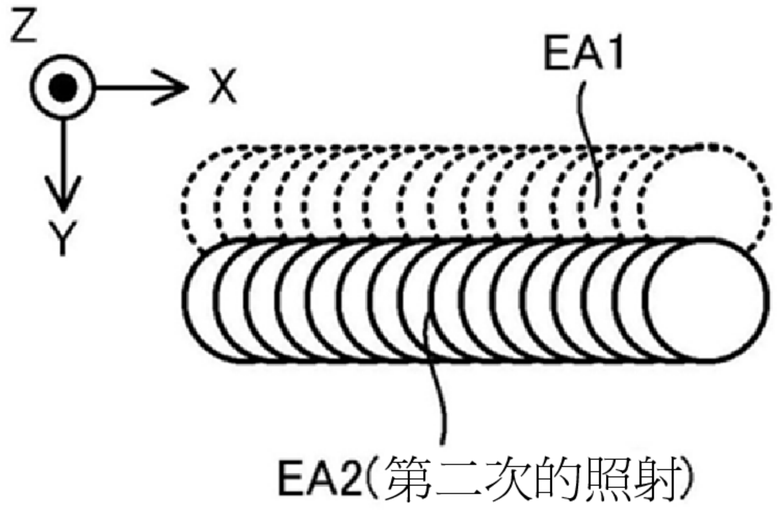
【圖64】



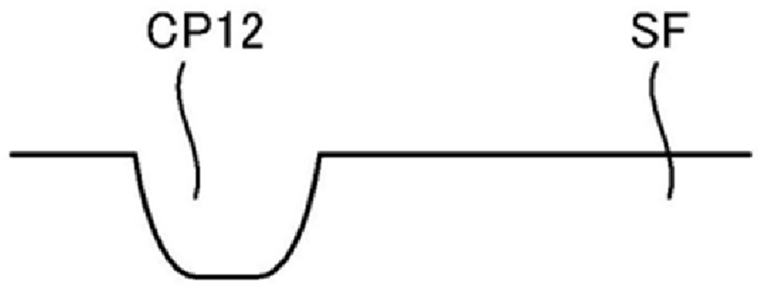
(a)



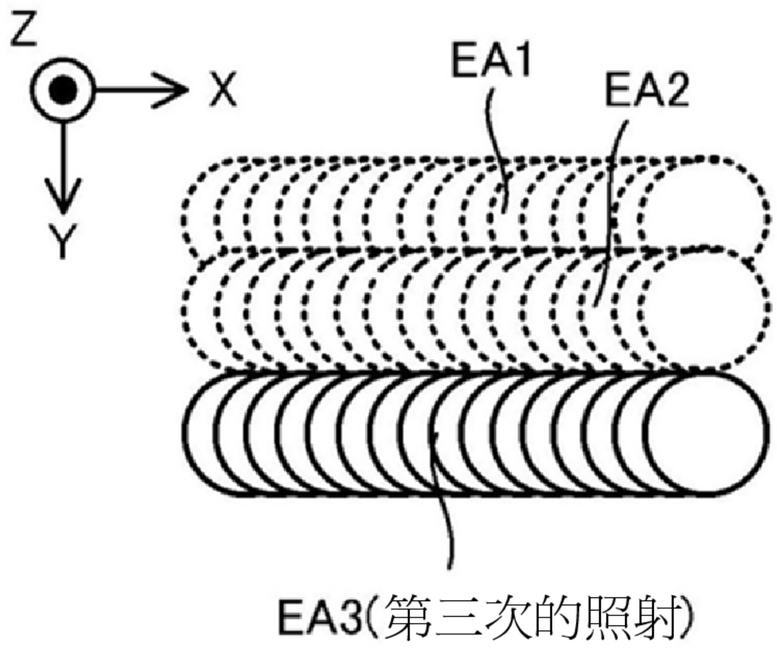
(b)



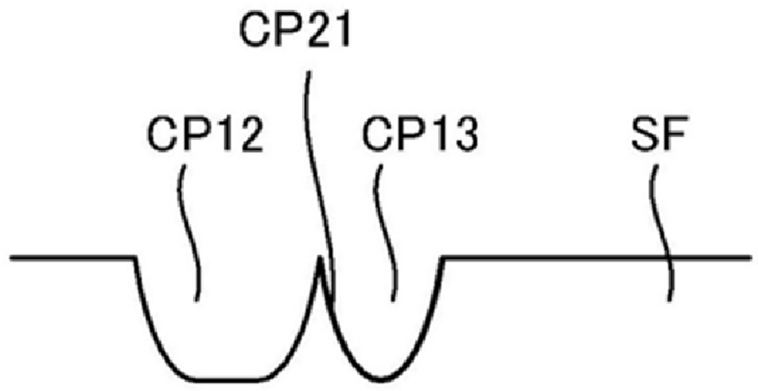
(c)



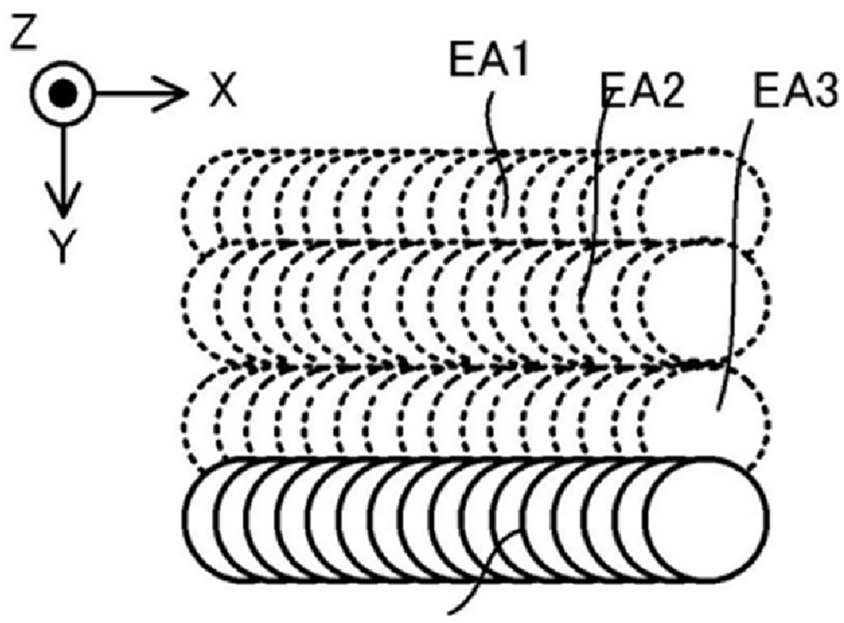
(d)



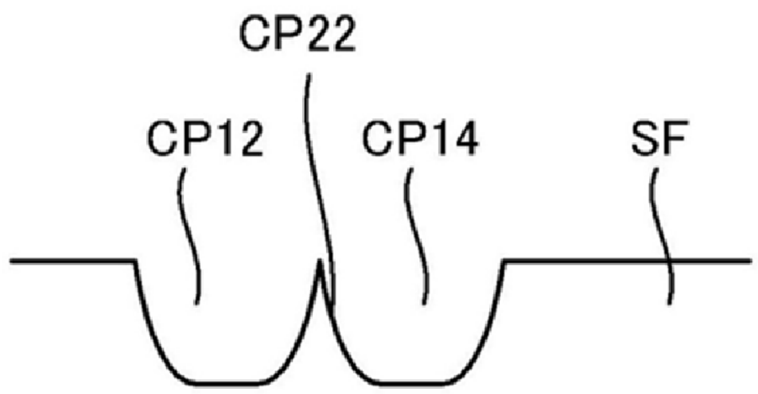
(e)



(f)



(g)



(h)

【圖65】