



(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 202306687 A

(43) 公開日：中華民國 112 (2023) 年 02 月 16 日

(21) 申請案號：111119873

(22) 申請日：中華民國 111 (2022) 年 05 月 27 日

(51) Int. Cl. : **B23K26/21 (2014.01)** **H02K15/04 (2006.01)**

(30) 優先權：2021/07/08 日本 2021-113305

2021/07/08 日本 2021-113306

(71) 申請人：日商松下知識產權經營股份有限公司 (日本) PANASONIC INTELLECTUAL  
PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD. (JP)

日本

(72) 發明人：吉永光宏 YOSINAGA, MITUHIRO (JP)

(74) 代理人：劉法正；尹重君

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：24 共 45 頁

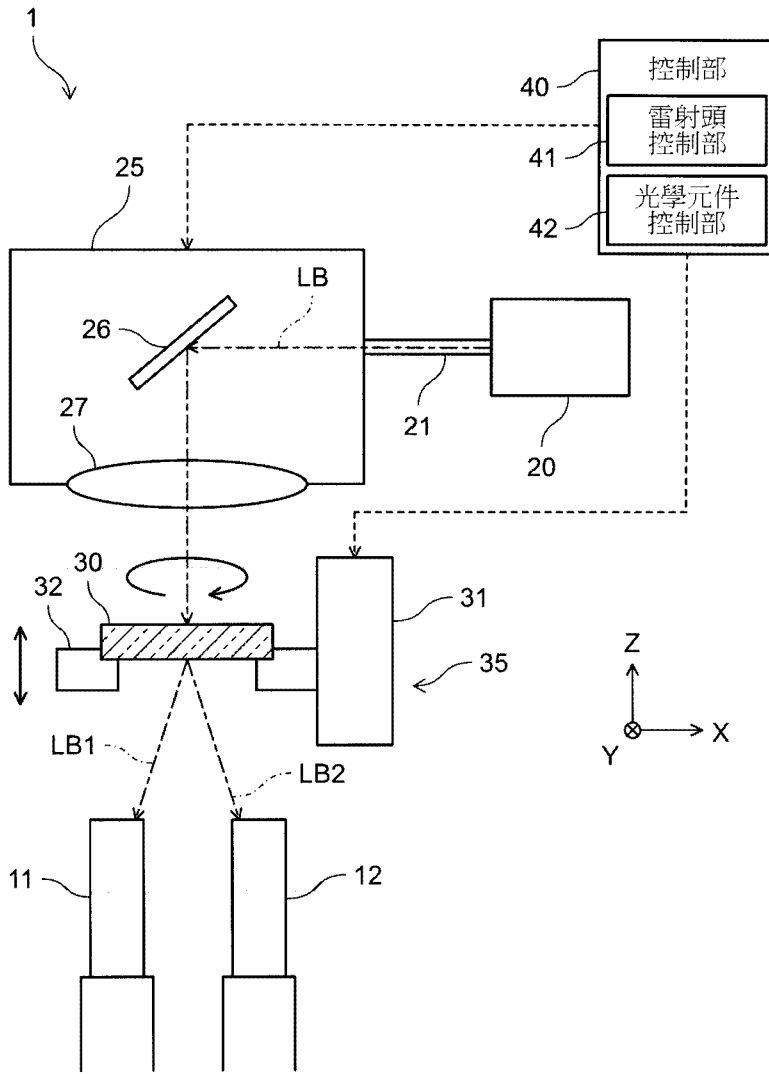
(54) 名稱

雷射熔接裝置、雷射熔接方法及旋轉電機的製造方法

(57) 摘要

一種雷射熔接裝置，藉由雷射熔接將第 1 電導體、與配置成和前述第 1 電導體相鄰之第 2 電導體相互接合。雷射熔接裝置具備：雷射頭，射出雷射光束；光學元件，使從前述雷射頭射出之前述雷射光束分歧成第 1 雷射光束與第 2 雷射光束，且前述第 1 雷射光束朝向前述第 1 電導體，前述第 2 雷射光束朝向前述第 2 電導體；射出位置變更部，變更第 1 相對位置與第 2 相對位置，前述第 1 相對位置是前述第 1 雷射光束相對於前述第 1 電導體之射出位置，前述第 2 相對位置是前述第 2 雷射光束相對於前述第 2 電導體之射出位置；及控制部，控制前述射出位置變更部的動作。

指定代表圖：



符號簡單說明：

1:雷射熔接裝置

11:第 1 電導體

12:第 2 電導體

20:雷射振盪器

21:傳輸光纖

25:雷射頭

26:檢流計鏡

27:fθ 透鏡

30:光學元件

31:距離變更部

32:角度變更部

35:射出位置變更部

40:控制部

41:雷射頭控制部

42:光學元件控制部

LB:雷射光束

LB1:第 1 雷射光束

LB2:第 2 雷射光束

X,Y,Z:方向

【圖1】



## 【發明摘要】

### 【中文發明名稱】

雷射熔接裝置、雷射熔接方法及旋轉電機的製造方法

### 【中文】

一種雷射熔接裝置，藉由雷射熔接將第 1 電導體、與配置成和前述第 1 電導體相鄰之第 2 電導體相互接合。雷射熔接裝置具備：雷射頭，射出雷射光束；光學元件，使從前述雷射頭射出之前述雷射光束分歧成第 1 雷射光束與第 2 雷射光束，且前述第 1 雷射光束朝向前述第 1 電導體，前述第 2 雷射光束朝向前述第 2 電導體；射出位置變更部，變更第 1 相對位置與第 2 相對位置，前述第 1 相對位置是前述第 1 雷射光束相對於前述第 1 電導體之射出位置，前述第 2 相對位置是前述第 2 雷射光束相對於前述第 2 電導體之射出位置；及控制部，控制前述射出位置變更部的動作。

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 1:雷射熔接裝置
- 11:第1電導體
- 12:第2電導體
- 20:雷射振盪器
- 21:傳輸光纖
- 25:雷射頭
- 26:檢流計鏡
- 27: $f\theta$  透鏡
- 30:光學元件
- 31:距離變更部
- 32:角度變更部
- 35:射出位置變更部
- 40:控制部
- 41:雷射頭控制部
- 42:光學元件控制部
- LB:雷射光束
- LB1:第1雷射光束
- LB2:第2雷射光束
- X,Y,Z:方向

【特徵化學式】

(無)

## 【發明說明書】

### 【中文發明名稱】

雷射熔接裝置、雷射熔接方法及旋轉電機的製造方法

### 【技術領域】

【0001】 本揭示有關於一種雷射熔接裝置、雷射熔接方法及旋轉電機的製造方法。

### 【先前技術】

【0002】 專利文獻1中揭示有一種使第1及第2電導體(平角線)的端部彼此對接，並對第1及第2電導體的端面照射雷射光束，藉此將端部側面彼此熔接之雷射熔接方法。

【0003】 在此，在專利文獻1的雷射熔接方法中，是以如下的方式進行：在第1電導體的端面內，使雷射光束呈環路(loop)狀地掃描來形成熔池，並且藉由讓掃描雷射光束之環路狀的軌跡之直徑變大，來使熔池到達端部側面彼此的對接面。

【0004】 又，專利文獻2中揭示有一種雷射熔接裝置，前述雷射熔接裝置具備：雷射頭(雷射照射組件)，分別對2條電導體之端部照射雷射光，使端部各別地熔融，以各自形成熔融部；及結合組件，使已各自形成於2條電導體的端部之熔融中的熔融部彼此結合。

先前技術文獻

【0005】 專利文獻

專利文獻1：日本特開2018-20340號公報

專利文獻2：日本特開2020-142257號公報

### 【發明內容】

【0006】 本揭示之一態樣的雷射熔接裝置是藉由雷射熔接將第1電導體、

與配置成和前述第1電導體相鄰之第2電導體相互接合之雷射熔接裝置，並具備：雷射頭，射出雷射光束；光學元件，使從前述雷射頭射出之前述雷射光束分歧成第1雷射光束與第2雷射光束，且前述第1雷射光束朝向前述第1電導體，前述第2雷射光束朝向前述第2電導體；射出位置變更部，變更第1相對位置與第2相對位置，前述第1相對位置是前述第1雷射光束相對於前述第1電導體之射出位置，前述第2相對位置是前述第2雷射光束相對於前述第2電導體之射出位置；及控制部，控制前述射出位置變更部的動作。

**【0007】** 本揭示之一態樣的雷射熔接方法是藉由雷射熔接將第1電導體、與配置成和前述第1電導體相鄰之第2電導體相互接合之雷射熔接方法，並具備以下步驟：

藉由光學元件使從雷射頭射出之雷射光束分歧成第1雷射光束與第2雷射光束，且前述第1雷射光束朝向前述第1電導體，前述第2雷射光束朝向前述第2電導體；及

變更第1相對位置與第2相對位置，前述第1相對位置是前述第1雷射光束相對於前述第1電導體之射出位置，前述第2相對位置是前述第2雷射光束相對於前述第2電導體之射出位置。

**【0008】** 本揭示之一態樣的旋轉電機的製造方法，是具備有定子之旋轉電機之製造方法，並具備以下步驟：

在前述定子之設置於定子鐵芯的狹縫插通第1電導體以及第2電導體；

藉由光學元件使從雷射頭射出之雷射光束分歧成第1雷射光束與第2雷射光束，且前述第1雷射光束朝向前述第1電導體，前述第2雷射光束朝向前述第2電導體；

變更第1相對位置與第2相對位置，前述第1相對位置是前述第1雷射光束相對於前述第1電導體之射出位置，前述第2相對位置是前述第2雷射光束相對於前

述第2電導體之射出位置；及

藉由雷射熔接將前述第1電導體以及前述第2電導體相互接合，藉此形成線圈。

### 【圖式簡單說明】

【0009】 圖1是顯示本實施形態1之雷射熔接裝置的構成的側面圖。

【0010】 圖2是顯示旋轉電機的定子中的複數個電導體的構成的立體圖。

【0011】 圖3是說明將第1電導體以及第2電導體之端部彼此接合之程序的圖。

【0012】 圖4是顯示對電導體的端部射出雷射光束之狀態的側面圖。

【0013】 圖5是顯示變更光學元件的位置時之雷射光束的分歧間距的側面圖。

【0014】 圖6是顯示光學元件的位置與雷射光束的分歧間距之關係的圖表。

【0015】 圖7是顯示光學元件的位置與雷射光束相對於電導體之分歧位置之關係的平面圖以及側面圖。

【0016】 圖8是顯示變更光學元件的角度時之雷射光束相對於電導體之分歧位置的平面圖以及側面圖。

【0017】 圖9是顯示變更雷射光束相對於光學元件的入射位置時之雷射光束相對於電導體之分歧位置的平面圖以及側面圖。

【0018】 圖10是顯示變更雷射光束相對於光學元件的射出位置時之雷射光束相對於電導體之分歧位置的平面圖以及側面圖。

【0019】 圖11是顯示電導體中的雷射光束的掃描形狀的平面圖以及側面圖。

【0020】 圖12是顯示同時變更雷射光束相對於光學元件的射出位置、與光

學元件的位置時之雷射光束相對於電導體之分歧位置的平面圖以及側面圖。

【0021】圖13是顯示同時變更雷射光束相對於光學元件的射出位置、與光學元件的位置時之雷射光束相對於電導體之分歧位置的平面圖以及側面圖。

【0022】圖14是顯示電導體中的雷射光束的掃描形狀的平面圖以及側面圖。

【0023】圖15是顯示電導體中的雷射光束的其他的掃描形狀的平面圖。

【0024】圖16是顯示電導體中的雷射光束的其他的掃描形狀的平面圖。

【0025】圖17是顯示電導體中的雷射光束的其他的掃描形狀的平面圖。

【0026】圖18是顯示電導體中的雷射光束的其他的掃描形狀的平面圖。

【0027】圖19是顯示電導體中的雷射光束的其他的掃描形狀的平面圖。

【0028】圖20是顯示電導體中的雷射光束的其他的掃描形狀的平面圖。

【0029】圖21是顯示電導體中的雷射光束的其他的掃描形狀的平面圖。

【0030】圖22是顯示本實施形態2之雷射熔接裝置之構成的平面圖。

【0031】圖23是顯示光學元件的位置與雷射光束相對於電導體之分歧位置之關係的平面圖以及側面圖。

【0032】圖24是顯示變更光學元件的角度與光學元件的位置時之雷射光束相對於電導體之分歧位置的平面圖以及側面圖。

### 【實施方式】

用以實施發明之形態

【0033】在專利文獻1的發明中，是設成：藉由在第1電導體的端部形成熔池後，在第2電導體的端部形成熔池，來使熔池彼此融合。因此，整體會有熔接時間變長之問題。又，因為是使另一個熔池接觸於暫時固化之一熔池，因此會有在接合時產生焊濺物(spatter)而使熔接品質降低、或在接合部產生空隙而使接合強度降低之疑慮。

【0034】又，在專利文獻2的發明中，是設成：藉由從2個雷射頭各自對2條電導體的端部照射雷射光束，將電導體的端部同時熔融並接合，而縮短熔接時間。然而，在專利文獻2的發明中，必須設置2個雷射頭，而有成本增加之問題。

【0035】本揭示是有鑒於所述之點而作成的發明，其目的在於：構成為可以使用1個雷射頭，來對第1電導體以及第2電導體的端部同時射出雷射光束。

【0036】以下，一邊參照圖式一邊詳細地說明本揭示的一個實施形態。但是，本揭示並非限定於以下的實施形態。又，為了明確地進行說明，而將以下的記載以及圖式合宜地簡化。

#### 《實施形態1》

【0037】如圖1所示，雷射熔接裝置1對第1電導體11的端部以及第2電導體12的端部射出雷射光束LB。第1電導體11的端部與第2電導體12的端部是藉由雷射熔接來相互接合。第1電導體11以及第2電導體12可為例如旋轉電機10的定子15的線圈17。雷射熔接裝置1是對第1電導體11以及第2電導體12進行雷射熔接，藉此製造旋轉電機10。本實施形態之旋轉電機10可適用於例如車輛驅動用的馬達或發電機等。

【0038】如圖2所示，旋轉電機10具有定子15與未圖示之轉子。定子15具有定子鐵芯16與線圈17。定子鐵芯16形成為圓筒狀。轉子配置於定子鐵芯16的內側。在定子鐵芯16設置有複數個狹縫18。狹縫18是朝軸方向貫通。狹縫18是在圓周方向上等間隔地設置複數個。

【0039】線圈17插通於狹縫18。線圈17是例如將以銅所形成的複數個電導體捆束而構成。線圈17具有第1電導體11與第2電導體12。第1電導體11與第2電導體12是配置成相互相鄰。第1電導體11的端部與第2電導體12的端部是自狹縫18突出。

【0040】 第1電導體11以及第2電導體12具有例如厚度2mm、端面寬度4mm的端面形狀。又，第1電導體11與第2電導體12之間隙為例如0.2~0.5mm左右。

【0041】 通常，在第1電導體11以及第2電導體12中，樹脂等被覆部是存在於整個表面，不過在雷射熔接時，是形成為已去除第1電導體11的端部被覆部以及第2電導體12的端部被覆部之狀態。

【0042】 再者，第1電導體11的端部以及第2電導體12的端部彼此並不一定需要接觸，只要呈稍微隔著間隔而相接近即可。亦即，在雷射射出開始時，毋須使用某種機構，對第1電導體11的端部以及第2電導體12的端部賦與外力等，來預先使其以已相互密合的狀態來對接。

【0043】 如圖1所示，雷射熔接裝置1具備雷射振盪器20、雷射頭25、光學元件30、射出位置變更部35與控制部40。

【0044】 雷射振盪器20會射出雷射光束LB。雷射振盪器20的輸出可為例如3kW。

【0045】 從雷射振盪器20射出之雷射光束LB透過傳輸光纖21而傳輸至雷射頭25。傳輸光纖21是例如光束直徑 $\phi 50 \mu\text{m}$ 之單模光纖。

【0046】 雷射頭25具有檢流計鏡26與 $f\theta$ 透鏡27。檢流計鏡26藉由變更鏡子角度，來控制從雷射振盪器20所射出之雷射光束LB的行進方向。再者，一般而言，檢流計鏡26是以X軸用與Y軸用之2片鏡子來構成，但由於圖會變得複雜，所以僅圖示1片來進行說明。

【0047】  $f\theta$ 透鏡27會將已在檢流計鏡26上反射之雷射光束LB聚光。在雷射頭25的 $f\theta$ 透鏡27、與第1電導體11的端部以及第2電導體12的端部之間配置有光學元件30。

【0048】 光學元件30使從雷射頭25射出之雷射光束LB分歧成第1雷射光束LB1與第2雷射光束LB2。此時分歧之角度是依據光學元件30的設計來決定。

【0049】光學元件30是以例如DOE(繞射光學元件)來構成。再者，若只是單純地使雷射光束LB分歧，亦可以三角稜鏡來構成光學元件30。不過，在使用三角稜鏡來作為光學元件的情況下，設置處、使用範圍等會受到限制。亦即，從以下方面來看，宜使用DOE(繞射光學元件)：針對三角稜鏡之雷射光束的入射位置或入射角度等會要求較高的精度、或在第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2的射出位置或照射面上的雷射光束的截面形狀之控制。

【0050】如圖3所示，第1雷射光束LB1朝第1電導體11的端部射出。藉由第1電導體11的一部分熔融而形成第1熔融部5。第2雷射光束LB2朝第2電導體12的端部射出。藉由第2電導體12的一部分熔融而形成第2熔融部6。

【0051】若繼續第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2的射出，第1熔融部5以及第2熔融部6的熔融範圍就會變大。第1熔融部5以及第2熔融部6會相互相連而成為1個接合部7。

【0052】若停止第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2的射出，並使接合部7固化後，第1電導體11的端部與第2電導體12的端部即成為完全地接合之狀態。

【0053】如圖1所示，控制部40具有雷射頭控制部41與光學元件控制部42。雷射頭控制部41會控制雷射頭25的動作。具體來說，雷射頭控制部41是藉由變更檢流計鏡26的角度，而變更雷射光束LB相對於光學元件30之射出位置。

【0054】光學元件控制部42是控制射出位置變更部35的動作，而變更光學元件30的位置。具體而言，光學元件控制部42是控制距離變更部31與角度變更部32之動作。

【0055】射出位置變更部35會變更第1雷射光束LB1相對於第1電導體11之射出位置(第1相對位置)、與第2雷射光束LB2相對於第2電導體12之射出位置(第2相對位置)。控制部40亦可控制射出位置變更部35的動作，以在雷射頭25射出

雷射光束之期間，變更第1雷射光束LB1的射出位置、與第2雷射光束LB2相對於第2電導體12之射出位置。

【0056】 具體來說，射出位置變更部35包含檢流計鏡26、距離變更部31與角度變更部32。

【0057】 檢流計鏡26是藉由變更雷射光束LB相對於光學元件30之射出位置，而變更第1雷射光束LB1相對於第1電導體11之射出位置、與第2雷射光束LB2相對於第2電導體12之射出位置。

【0058】 距離變更部31使光學元件30沿著雷射光束LB的光軸方向(Z軸方向)移動。距離變更部31是變更光學元件30、與第1電導體11的端部以及第2電導體12的端部之間的距離。距離變更部31是例如保持光學元件30，並沿著光軸方向來移動光學元件30之致動器。

【0059】 具體而言，如圖4所示，使光學元件30在Z軸方向上移動，並將光學元件30、與第1電導體11的端部以及第2電導體12的端部之間的距離設為D1。在此情況下，第1雷射光束LB1會射出至第1電導體11中的X軸方向的大致中央位置。又，第2雷射光束LB2會射出至第2電導體12中的X軸方向的大致中央位置。在此，將第1雷射光束LB1與第2雷射光束LB2之分歧間距設為P1。

【0060】 另一方面，如圖5所示，使光學元件30在Z軸方向上移動，而將光學元件30、與第1電導體11的端部以及第2電導體12的端部之間的距離形成為D2(D2<D1)。在此情況下，第1雷射光束LB1射出至第1電導體11中的X軸方向的靠近右端緣的位置。又，第2雷射光束LB2射出至第2電導體12中的X軸方向的靠近左端緣的位置。在此，若將第1雷射光束LB1與第2雷射光束LB2之分歧間距設為P2時，即成為P2<P1。

【0061】 圖6是顯示光學元件的位置與雷射光束的分歧間距之關係的圖表。如圖6所示，光學元件30、與第1電導體11的端部以及第2電導體12的端部

之間的距離變得越大，雷射光束LB的分歧間距就變得越大。

【0062】如此，距離變更部31藉由變更光學元件30、與第1電導體11的端部以及第2電導體12的端部之間的距離，而變更第1雷射光束LB1相對於第1電導體11之射出位置、與第2雷射光束LB2相對於第2電導體12之射出位置。

【0063】角度變更部32藉由使光學元件30繞著雷射光束LB的光軸方向在圓周方向上旋轉，而變更光學元件30的角度。角度變更部32可為例如保持光學元件30，並繞著光軸方向旋轉光學元件30之旋轉馬達。

【0064】具體而言，如圖7所示，在未使光學元件30旋轉之初始狀態下，入射至光學元件30的雷射光束LB會分歧成在圖7中朝向-X方向之第1雷射光束LB1、與朝向+X方向之第2雷射光束LB2。第1雷射光束LB1射出至第1電導體11中的X軸方向以及Y軸方向的中心位置。又，第2雷射光束LB2射出至第2電導體12中的X軸方向以及Y軸方向的中心位置。

【0065】另一方面，如圖8所示，若使光學元件30在圓周方向上旋轉相當於預定角度 $\theta$  (在圖8之例中為 $45^\circ$ )，在光學元件30的特性上，關於經分歧之第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2，也會在不改變分歧間距的情形下，以光軸為中心而旋轉。

【0066】在圖8所示之例中，第1雷射光束LB1射出至第1電導體11中的右上角落部。又，第2雷射光束LB2射出至第2電導體12中的左下角落部。

【0067】如此，角度變更部32藉由變更光學元件30的角度，而變更第1雷射光束LB1相對於第1電導體11之射出位置、與第2雷射光束LB2相對於第2電導體12之射出位置。

【0068】其次，針對僅變更檢流計鏡26的鏡子角度，來使第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2之射出位置沿著預定的軌跡移動之程序進行說明。

【0069】首先，如圖7所示，當將雷射光束LB入射至光學元件30的中心位

置時，即可在分歧成第1雷射光束LB1與第2雷射光束LB2後，各自朝第1電導體11以及第2電導體12的中心位置射出。

【0070】接著，如圖9所示，當變更檢流計鏡26的鏡子角度，並將雷射光束LB入射至光學元件30之從中心位置朝-Y方向移動後之位置時，經分歧之第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2，即在分歧間距維持固定的狀態下，各自在朝-Y方向移動後之位置上相對於第1電導體11以及第2電導體12來射出。

【0071】其次，如圖10所示，當變更檢流計鏡26的鏡子角度，並將雷射光束LB入射至光學元件30之從X軸方向的中央位置朝-X方向移動後之位置時，經分歧之第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2，即在分歧間距維持固定的狀態下，各自在朝-X方向移動後之位置上相對於第1電導體11以及第2電導體12來射出。

【0072】如圖11所示，當依序變更檢流計鏡26的鏡子角度而使雷射光束LB沿著漩渦狀的軌跡移動時，第1雷射光束LB1即沿著漩渦狀的第1軌跡移動，第2雷射光束LB2則沿著漩渦狀的第2軌跡移動。藉此，第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2的掃描形狀即成為漩渦形狀。

【0073】像這樣，藉由控制檢流計鏡26的動作，即可以在第1電導體11以及第2電導體12的端部，以所期望的掃描形狀來大範圍地射出第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2。

【0074】接著，針對在使檢流計鏡26的動作、與距離變更部31的動作協同合作的情況下之第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2的掃描形狀來說明。

【0075】首先，如圖7所示，當將雷射光束LB入射至光學元件30的中心位置時，即可在分歧成第1雷射光束LB1與第2雷射光束LB2後，各自朝第1電導體11以及第2電導體12的中心位置射出。

【0076】其次，如圖12所示，變更檢流計鏡26的鏡子角度，而將雷射光束

LB入射至光學元件30之從中心位置朝-Y方向移動後之位置。此外，藉由距離變更部31使光學元件30的位置往上方移動。

【0077】 藉此，經分歧之第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2，分歧間距會變大，並且各自在朝-Y方向移動後之位置上相對於第1電導體11以及第2電導體12來射出。

【0078】 也就是說，第1雷射光束LB1的射出位置朝-X方向以及-Y方向移動。第2雷射光束LB2的射出位置朝+X方向以及-Y方向移動。

【0079】 其次，如圖13所示，變更檢流計鏡26的鏡子角度，而將雷射光束LB入射至光學元件30之從中心位置朝+Y方向移動後之位置。此時，距離變更部31不動作。亦即，光學元件30的位置和圖12的位置相同。藉此，第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2，以分歧間距為相同的狀態，各自在朝+Y方向移動後之位置上相對於第1電導體11以及第2電導體12來射出。

【0080】 如圖14所示，當依序變更檢流計鏡26的鏡子角度、與藉由距離變更部31所變更之光學元件30的位置，而使雷射光束LB沿著橢圓形的軌跡移動時，第1雷射光束LB1即沿著橢圓形的第1軌跡移動，第2雷射光束LB2則沿著橢圓形的第2軌跡移動。藉此，第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2的掃描形狀會成為橢圓形狀。

【0081】 此時，第1雷射光束LB1的掃描形狀與第2雷射光束LB2的掃描形狀，是成為夾著第1電導體11與第2電導體12的間隙而呈對稱之形狀。

【0082】 再者，可以藉由使檢流計鏡26的動作、與距離變更部31的動作協同合作，而將第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2的掃描形狀形成為各種形狀。

【0083】 例如，如圖15所示，亦可藉由使第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2，從偏+Y方向的位置起朝向-Y方向，沿著螺旋狀的軌跡移動，而將第1

雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2的掃描形狀做成螺旋形狀。

【0084】再者，只要將螺旋形狀的雷射掃描速度設為例如300~500mm/s即可。又，只要將第1雷射光束LB1與第2雷射光束LB2的分歧間距設為例如2mm即可。

【0085】如此，藉由使第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2呈螺旋狀地移動，可對第1電導體11以及第2電導體12的端部逐漸地蓄積熱能，而在到達-Y方向的端部之時間點，成為第1電導體11以及第2電導體12的熔融部相連之程度的狀態。

【0086】又，如圖16所示，只要設成在到達-Y方向的端部後，使第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2，從偏-Y方向的位置起朝向+Y方向，沿著螺旋狀的軌跡移動即可。藉此，第1電導體11以及第2電導體12的熔融部會成為1個熔融塊，且第1電導體11以及第2電導體12的端部彼此會被接合。

【0087】又，如圖17所示，亦可設成在將第1雷射光束LB1與第2雷射光束LB2之間隔設得較小的狀態下，使其沿著螺旋狀的軌跡移動。

【0088】具體而言，使第1雷射光束LB1從偏-Y方向的位置起朝向+Y方向，沿著螺旋狀的軌跡移動，並且使其沿著偏+X方向的位置移動。另一方面，使第2雷射光束LB2從偏-Y方向的位置起朝向+Y方向，沿著螺旋狀的軌跡移動，並且使其沿著偏-X方向的位置移動。

【0089】如此一來，會成為以下情形：在第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2呈螺旋狀地射出時，第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2的間隔變窄，且在第1電導體11與第2電導體12之間隙中重疊。

【0090】藉此，可以在第1電導體11以及第2電導體12之間一邊收集熱一邊加工，而可提升熔接品質。

【0091】又，如圖18所示，亦可將第1雷射光束LB1的掃描形狀、與第2雷

射光束LB2的掃描形狀，做成夾著第1電導體11與第2電導體12之間隙而呈對稱之形狀。

【0092】 具體而言，亦可藉由使第1雷射光束LB1從偏+Y方向的位置起朝向-Y方向沿著螺旋狀的軌跡移動，而將第1雷射光束LB1做成螺旋形狀。第1雷射光束LB1是朝逆時針方向螺旋旋轉。

【0093】 並且，亦可藉由使第2雷射光束LB2從偏+Y方向的位置起朝向-Y方向沿著螺旋狀的軌跡移動，而將第2雷射光束LB2設成螺旋形狀。第2雷射光束LB2是朝順時針方向螺旋旋轉。

【0094】 如此，藉由將第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2的掃描形狀做成Y軸對稱的形狀，可以使第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2的射出位置靠近之時間點同步，而能更有效率地進行熔融。

【0095】 又，如圖19所示，亦可將第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2的掃描形狀做成橢圓形狀。在圖19所示之例中，第1雷射光束LB1是設成：從偏+X方向的位置且Y軸方向的中央位置起朝向外側射出成橢圓狀，並逐漸地使橢圓半徑變大。第2雷射光束LB2是設成：從偏-X方向的位置且Y軸方向的中央位置起朝向外側射出成橢圓狀，並逐漸地使橢圓半徑變大。

【0096】 再者，只要將橢圓形狀的雷射掃描速度設為例如300~500mm/s即可。

【0097】 又，如圖20所示，第1雷射光束LB1亦可設成：從偏-X方向的位置且Y軸方向的中央位置起朝向內側射出成橢圓狀，並逐漸地使橢圓半徑變大。第2雷射光束LB2亦可設成：從偏+X方向的位置且Y軸方向的中央位置起朝向內側射出成橢圓狀，並逐漸地使橢圓半徑變大。此外，在圖20所示之例中，是將第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2做成為在第1電導體11與第2電導體12之間隙中重疊。

【0098】 又，亦可如圖21所示，將第1雷射光束LB1及第2雷射光束LB2的掃描形狀形成為漩渦形狀。在圖21所示之例中，第1雷射光束LB1是從偏+X方向的位置且Y軸方向的中央位置起朝向第1電導體11的X軸方向以及Y軸方向的中心部射出成漩渦狀。第2雷射光束LB2是從偏+X方向的位置且Y軸方向的中央位置起朝向X軸方向以及Y軸方向的中心部射出成漩渦狀。

【0099】 再者，上述之第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2的掃描形狀僅為一例，亦可為其他的掃描形狀。

#### 《實施形態2》

【0100】 以下，針對和前述實施形態1相同的部分附加相同的符號，並僅針對不同點進行說明。

【0101】 如圖22所示，雷射熔接裝置1具備雷射頭25、控制部40、偵測部51與載台50。再者，在圖22中，省略了雷射振盪器20、光學元件30、射出位置變更部35等的記載。

【0102】 在載台50設置有定子15。載台50使定子15在圓周方向上旋轉。在定子15，可在圓周方向上隔著間隔配置複數個第1電導體11與第2電導體12。

【0103】 雷射頭25將第1電導體11與第2電導體12的端部彼此雷射熔接。在比雷射頭25更靠近載台50的旋轉方向的下游側設置有偵測部51。

【0104】 偵測部51會偵測第1電導體11的端部與第2電導體12的端部之位置關係。偵測部51的偵測結果會被傳送至控制部40。之後，藉由使載台50旋轉，而將檢查完畢之第1電導體11以及第2電導體12搬送至雷射頭25的雷射射出位置。偵測部51會偵測下一個檢查對象即第1電導體11以及第2電導體12之位置。偵測部51可為例如影像感測器。

【0105】 控制部40具有雷射頭控制部41、光學元件控制部42與位置偏移量計算部43。

【0106】位置偏移量計算部43是依據偵測部51的偵測結果，計算第2電導體12的端部相對於第1電導體11的端部之相對的位置偏移量。

【0107】控制部40依據位置偏移量計算部43的計算結果，控制射出位置變更部35的動作，藉此變更第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2的射出位置。

【0108】以下，如圖23所示，針對第2電導體12之Y軸方向的位置已相對於第1電導體11朝+Y方向相對地偏移之情況進行探討。

【0109】在圖23所示之例中，在未使光學元件30旋轉之初始狀態下，第1雷射光束LB1射出至第1電導體11之比X軸方向以及Y軸方向的中心位置更朝+Y方向偏移後之位置。又，第2雷射光束LB2射出至第1電導體11之比X軸方向及Y軸方向的中心位置更朝-Y方向偏移後之位置。

【0110】因此，控制部40藉由控制射出位置變更部35的動作，來補正射出位置，以使第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2射出至第1電導體11以及第2電導體12的中心位置。

【0111】具體而言，如圖24所示，是藉由角度變更部32(參照圖1)，使光學元件30在圓周方向上旋轉而使第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2的射出位置旋轉。又，藉由距離變更部31(參照圖1)，使光學元件30朝上方移動，藉此增大第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2的分歧間距。

【0112】藉此，即使第2電導體12相對於第1電導體11之相對的位置已偏移的情況下，也可以將第1雷射光束LB1以及第2雷射光束LB2射出至第1電導體11以及第2電導體12的中心位置，而抑制熔接不良的產生。

#### 《其他的實施形態》

【0113】關於前述實施形態，亦可設成如以下的構成。

【0114】在前述實施形態中，雖然光學元件30是使用單純地分歧成二道之類型的元件，但並非限定於此形態之元件。例如，為了進一步抑制焊濺物

(spatter)或氣孔(blowhole)等的產生，亦可設成使用分歧成如下之形狀的光學元件：在已分歧成二道之主要的雷射光束的周圍，添加有環(ring)狀、或同心圓之點分歧的形式之形狀。

【0115】 又，作為減少焊濺物或氣孔的對策之一，亦可設成在加工終端部也進行降低雷射輸出等加工中的雷射輸出控制等。

【0116】 再者，在變更光學元件30的種類時，亦可設成使用旋轉器(revolver)式的更換系統。藉此，可以減輕光學元件30的更換時的位置調整等之勞務。

【0117】 在本揭示中，是藉由光學元件使從雷射頭射出之雷射光束分歧成第1雷射光束與第2雷射光束。藉由射出位置變更部，來變更第1雷射光束相對於第1電導體之射出位置、與第2雷射光束相對於第2電導體之射出位置。

【0118】 只要做成這樣的構成，便可以使用1個雷射頭來同時地對第1電導體以及第2電導體的端部射出雷射光束。藉此，可以同時地對第1電導體以及第2電導體的端部進行熔融以及接合，而實現熔接時間的縮短化、熔融品質的提升、以及雷射熔接裝置的低成本化。

【0119】 根據本揭示，可以使用1個雷射頭來同時地對第1電導體及第2電導體的端部射出雷射光束。

產業上之可利用性

【0120】 如以上所說明，本揭示由於可以獲得使用1個雷射頭來同時地對第1電導體以及第2電導體的端部射出雷射光束這樣的實用性高之效果，因此極為有用且在產業上之可利用性高。

## 【符號說明】

### 【0121】

1:雷射熔接裝置

- 5:第1熔融部
- 6:第2熔融部
- 7:接合部
- 10:旋轉電機
- 11:第1電導體
- 12:第2電導體
- 15:定子
- 16:定子鐵芯
- 17:線圈
- 18:狹縫
- 20:雷射振盪器
- 21:傳輸光纖
- 25:雷射頭
- 26:檢流計鏡
- 27: $f\theta$  透鏡
- 30:光學元件
- 31:距離變更部
- 32:角度變更部
- 35:射出位置變更部
- 40:控制部
- 41:雷射頭控制部
- 42:光學元件控制部
- 43:位置偏移量計算部
- 50:載台

51:偵測部

D1,D2:距離

P1,P2:分歧間距

LB:雷射光束

LB1:第1雷射光束

LB2:第2雷射光束

$\theta$ :預定角度

X,+X,-X,Y,+Y,-Y,Z:方向

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種雷射熔接裝置，藉由雷射熔接將第1電導體、與配置成和前述第1電導體相鄰之第2電導體相互接合，前述雷射熔接裝置具備：

雷射頭，射出雷射光束；

光學元件，使從前述雷射頭射出之前述雷射光束分歧成第1雷射光束與第2雷射光束，且前述第1雷射光束朝向前述第1電導體，前述第2雷射光束朝向前述第2電導體；

射出位置變更部，變更第1相對位置與第2相對位置，前述第1相對位置是前述第1雷射光束相對於前述第1電導體之射出位置，前述第2相對位置是前述第2雷射光束相對於前述第2電導體之射出位置；及

控制部，控制前述射出位置變更部的動作。

【請求項2】 如請求項1之雷射熔接裝置，其中前述雷射頭具有檢流計鏡，前述檢流計鏡是變更前述雷射光束相對於前述光學元件之射出位置，

前述射出位置變更部包含前述檢流計鏡，

前述控制部藉由變更前述檢流計鏡的角度，來變更前述第1相對位置以及前述第2相對位置。

【請求項3】 如請求項1或2之雷射熔接裝置，其具備距離變更部，

前述距離變更部是使前述光學元件沿著前述雷射光束的光軸方向移動，來變更前述光學元件與前述第1電導體之間的第1距離、以及前述光學元件與前述第2電導體之間的第2距離，

前述射出位置變更部包含前述距離變更部，

前述控制部藉由前述距離變更部來變更前述光學元件的位置，藉此變更前述第1相對位置以及前述第2相對位置。

【請求項4】 如請求項1至3中任一項之雷射熔接裝置，其具備角度變更

部，前述角度變更部是藉由使前述光學元件繞著前述雷射光束的光軸方向在圓周方向上旋轉，而變更前述光學元件的角度，

前述射出位置變更部包含前述角度變更部，

前述控制部藉由前述角度變更部來變更前述光學元件的角度，藉此變更前述第1相對位置以及前述第2相對位置。

**【請求項5】** 如請求項1至4中任一項之雷射熔接裝置，其具備：

偵測部，偵測前述第1電導體與前述第2電導體之位置關係；及

位置偏移量計算部，依據前述位置關係，計算前述第2電導體相對於前述第1電導體之相對的位置偏移量，

前述控制部依據前述位置偏移量來控制前述射出位置變更部的動作，藉此變更前述第1相對位置以及前述第2相對位置。

**【請求項6】** 如請求項1至5中任一項之雷射熔接裝置，其中前述控制部控制前述射出位置變更部的動作，藉此，令前述射出位置變更部使前述第1雷射光束沿著預定的第1軌跡掃描，另一方面，令前述射出位置變更部使前述第2雷射光束沿著預定的第2軌跡掃描，

前述第1軌跡具有第1掃描形狀，前述第2軌跡具有夾著前述第1電導體與前述第2電導體之間隙而和前述第1掃描形狀對稱之第2掃描形狀。

**【請求項7】** 如請求項1至6中任一項之雷射熔接裝置，其中前述控制部將前述射出位置變更部的動作控制成：

在前述雷射頭射出前述雷射光束之期間，變更前述第1相對位置與前述第2相對位置。

**【請求項8】** 一種雷射熔接方法，藉由雷射熔接將第1電導體、與配置成和前述第1電導體相鄰之第2電導體相互接合，前述雷射熔接方法具備以下步驟：

藉由光學元件使從雷射頭射出之雷射光束分歧成第1雷射光束與第2雷射光束，且前述第1雷射光束朝向前述第1電導體，前述第2雷射光束朝向前述第2電導體；及

變更第1相對位置與第2相對位置，前述第1相對位置是前述第1雷射光束相對於前述第1電導體之射出位置，前述第2相對位置是前述第2雷射光束相對於前述第2電導體之射出位置。

**【請求項9】** 如請求項8之雷射熔接方法，其中在變更前述射出位置之步驟中，變更前述雷射頭的檢流計鏡的角度，來變更前述雷射光束相對於前述光學元件之射出位置。

**【請求項10】** 如請求項8或9之雷射熔接方法，其中在變更前述射出位置之步驟中，使前述光學元件沿著前述雷射光束的光軸方向移動，來變更前述光學元件與前述第1電導體之間的第1距離、以及前述光學元件與前述第2電導體之間的第2距離。

**【請求項11】** 如請求項8至10中任一項之雷射熔接方法，其中在變更前述射出位置之步驟中，藉由使前述光學元件繞著前述雷射光束的光軸方向在圓周方向上旋轉，來變更前述光學元件的角度。

**【請求項12】** 如請求項8至11中任一項之雷射熔接方法，其具備以下步驟：

偵測前述第1電導體與前述第2電導體之位置關係；及

依據前述位置關係，計算前述第2電導體相對於前述第1電導體之相對的位置偏移量；

在變更前述射出位置之步驟中，是依據前述位置偏移量來變更前述第1相對位置以及前述第2相對位置。

**【請求項13】** 如請求項8至12中任一項之雷射熔接方法，其中在變更前述

射出位置之步驟中，使前述第1雷射光束沿著預定的第1軌跡掃描，另一方面，使前述第2雷射光束沿著預定的第2軌跡掃描，

前述第1軌跡具有第1掃描形狀，且前述第2軌跡具有夾著前述第1電導體與前述第2電導體之間隙而和前述第1掃描形狀對稱之第2掃描形狀。

**【請求項14】** 如請求項8至13中任一項之雷射熔接方法，其中在變更前述第1相對位置與前述第2相對位置之步驟中，在前述雷射頭射出前述雷射光束之期間，變更前述第1相對位置與前述第2相對位置。

**【請求項15】** 一種旋轉電機的製造方法，是具備有定子之旋轉電機的製造方法，並具備以下步驟：

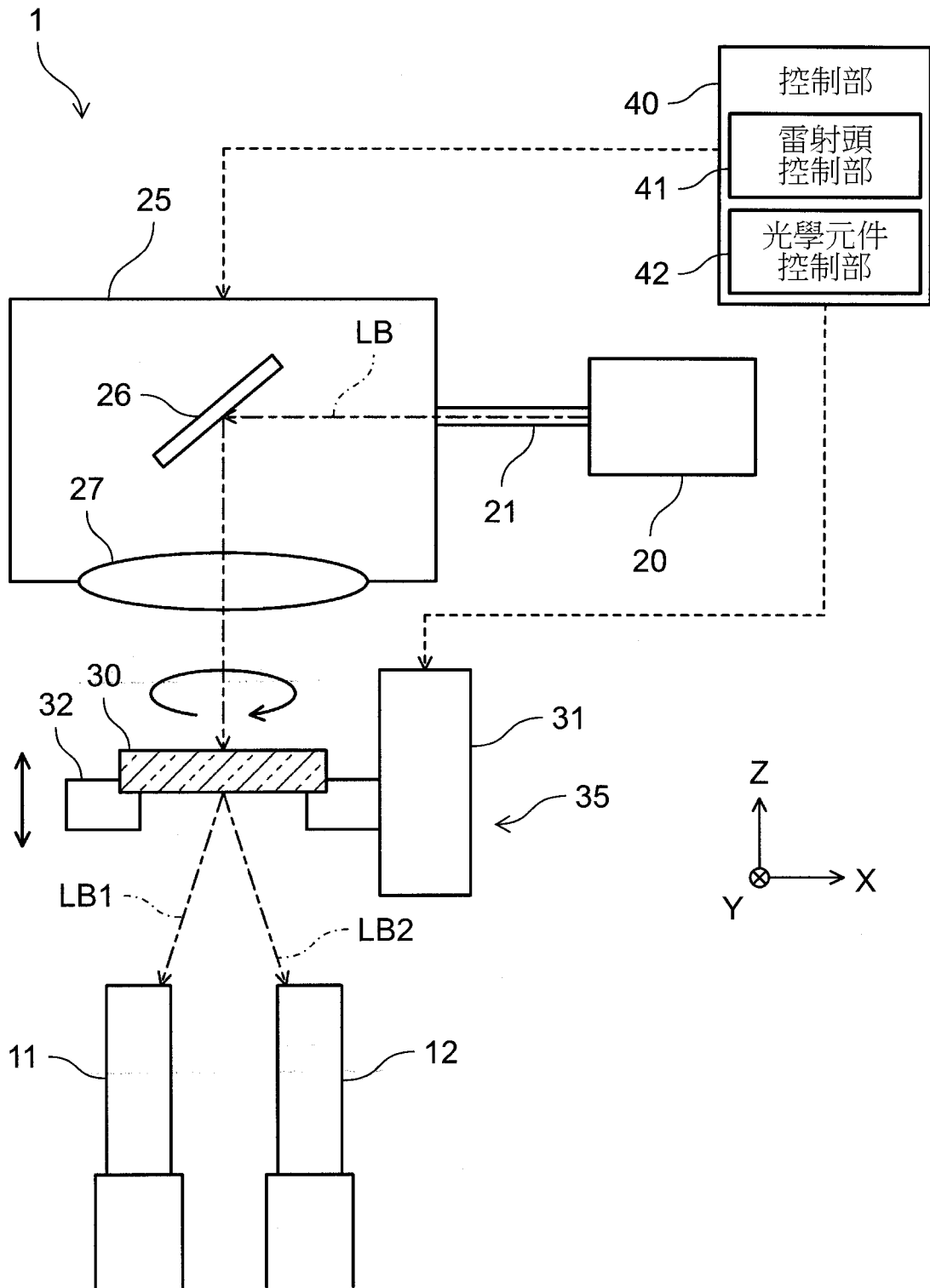
在前述定子之設置於定子鐵芯的狹縫插通第1電導體以及第2電導體；

藉由光學元件使從雷射頭射出之雷射光束分歧成第1雷射光束與第2雷射光束，且前述第1雷射光束朝向前述第1電導體，前述第2雷射光束朝向前述第2電導體；

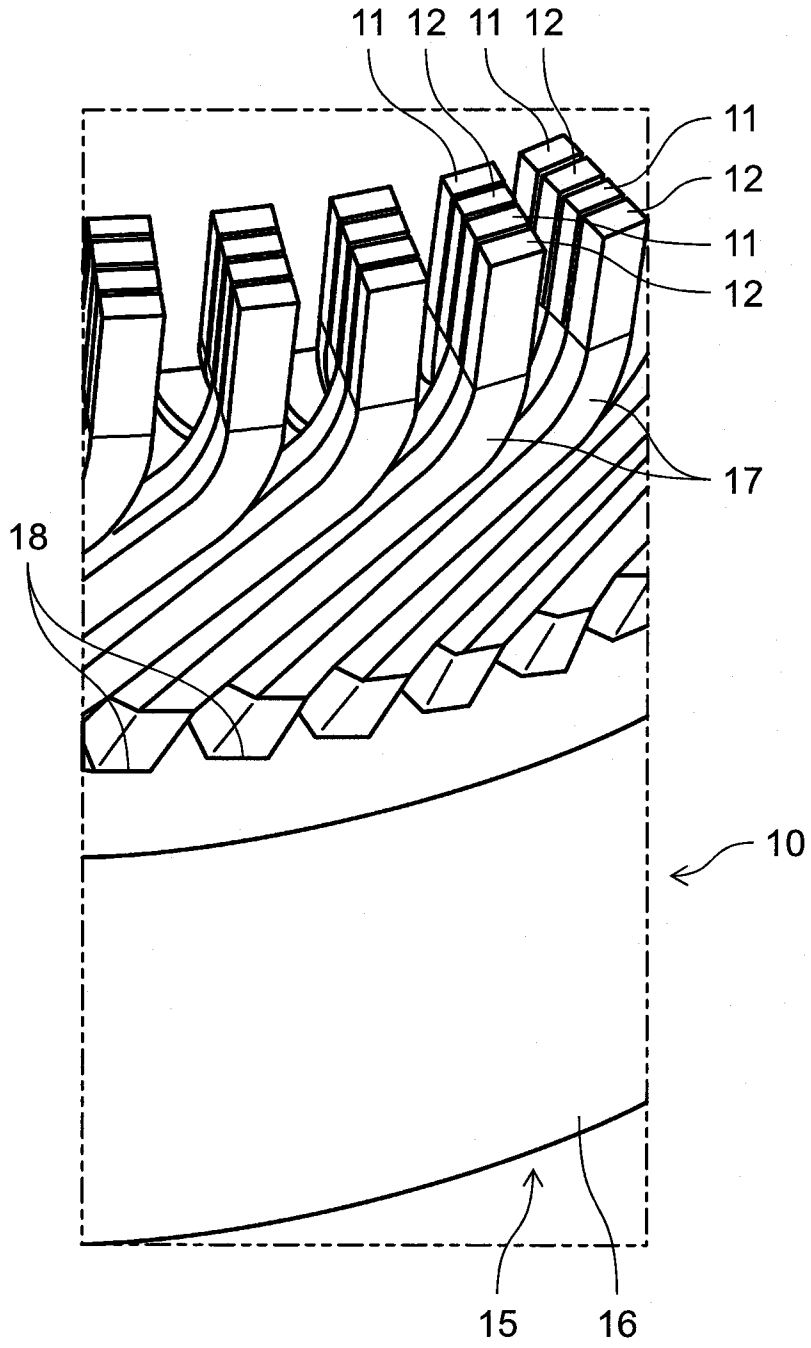
變更第1相對位置與第2相對位置，前述第1相對位置是前述第1雷射光束相對於前述第1電導體之射出位置，前述第2相對位置是前述第2雷射光束相對於前述第2電導體之射出位置；及

藉由雷射熔接將前述第1電導體以及前述第2電導體相互接合，藉此形成線圈。

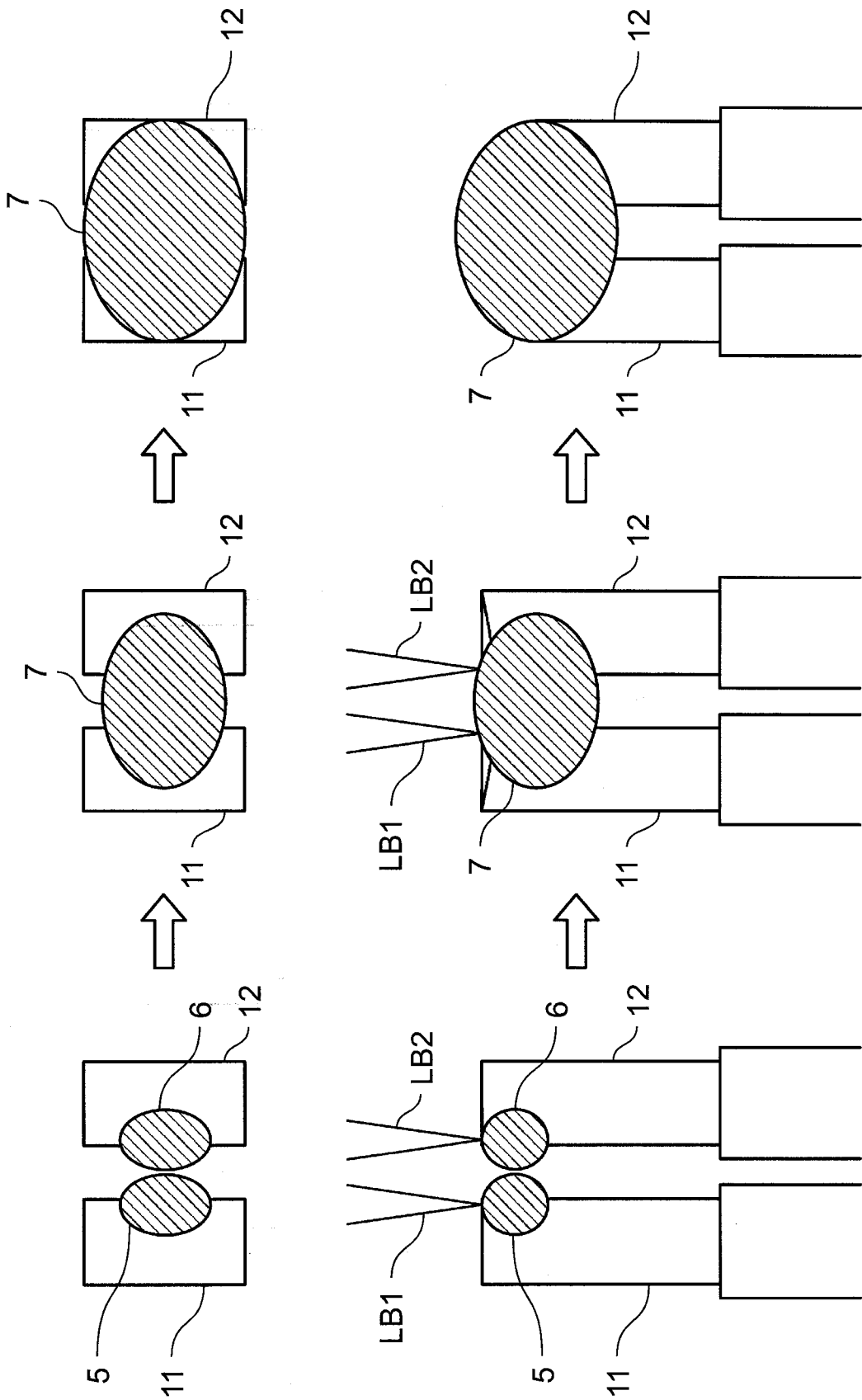
【發明圖式】



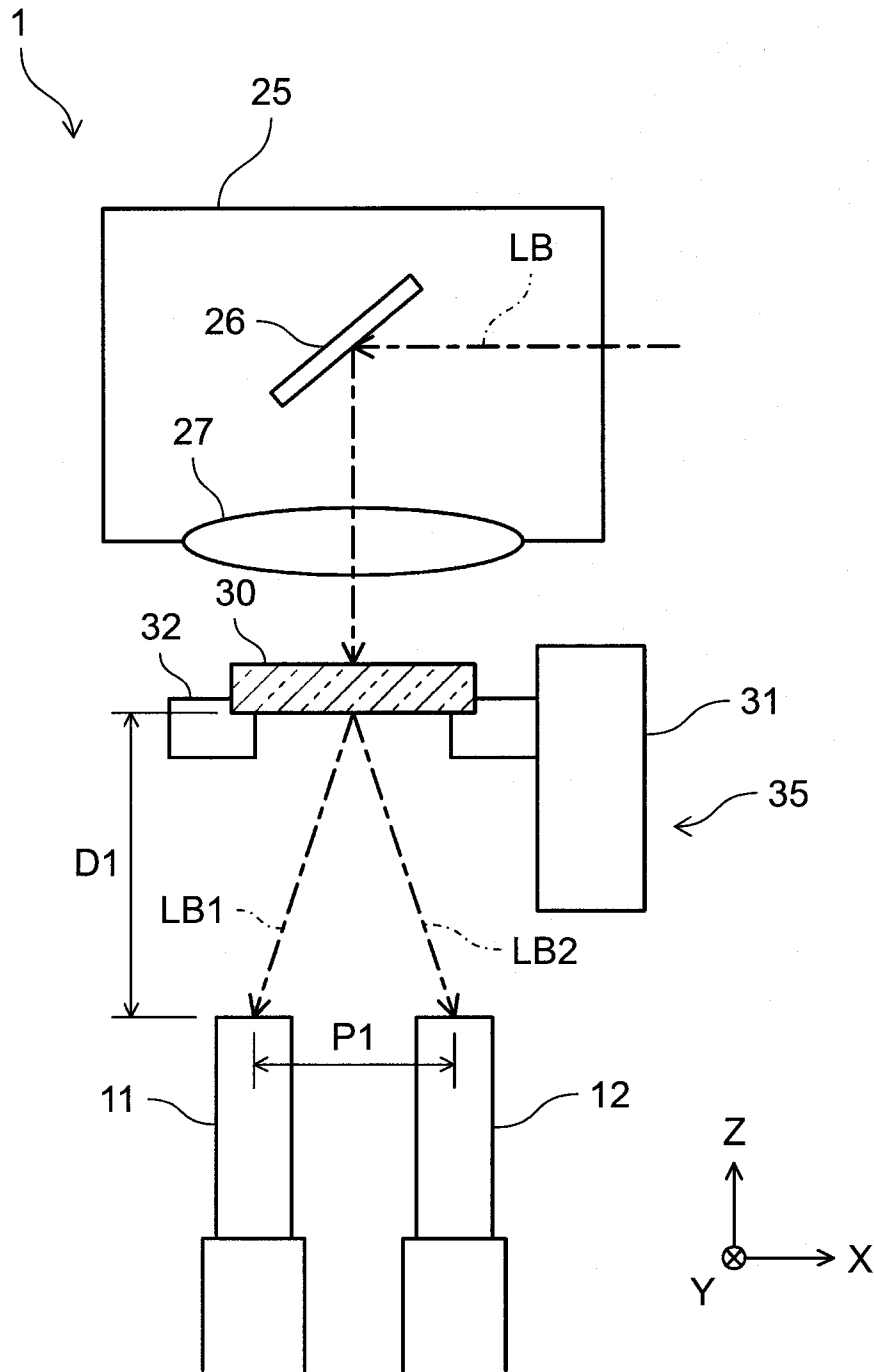
【圖1】



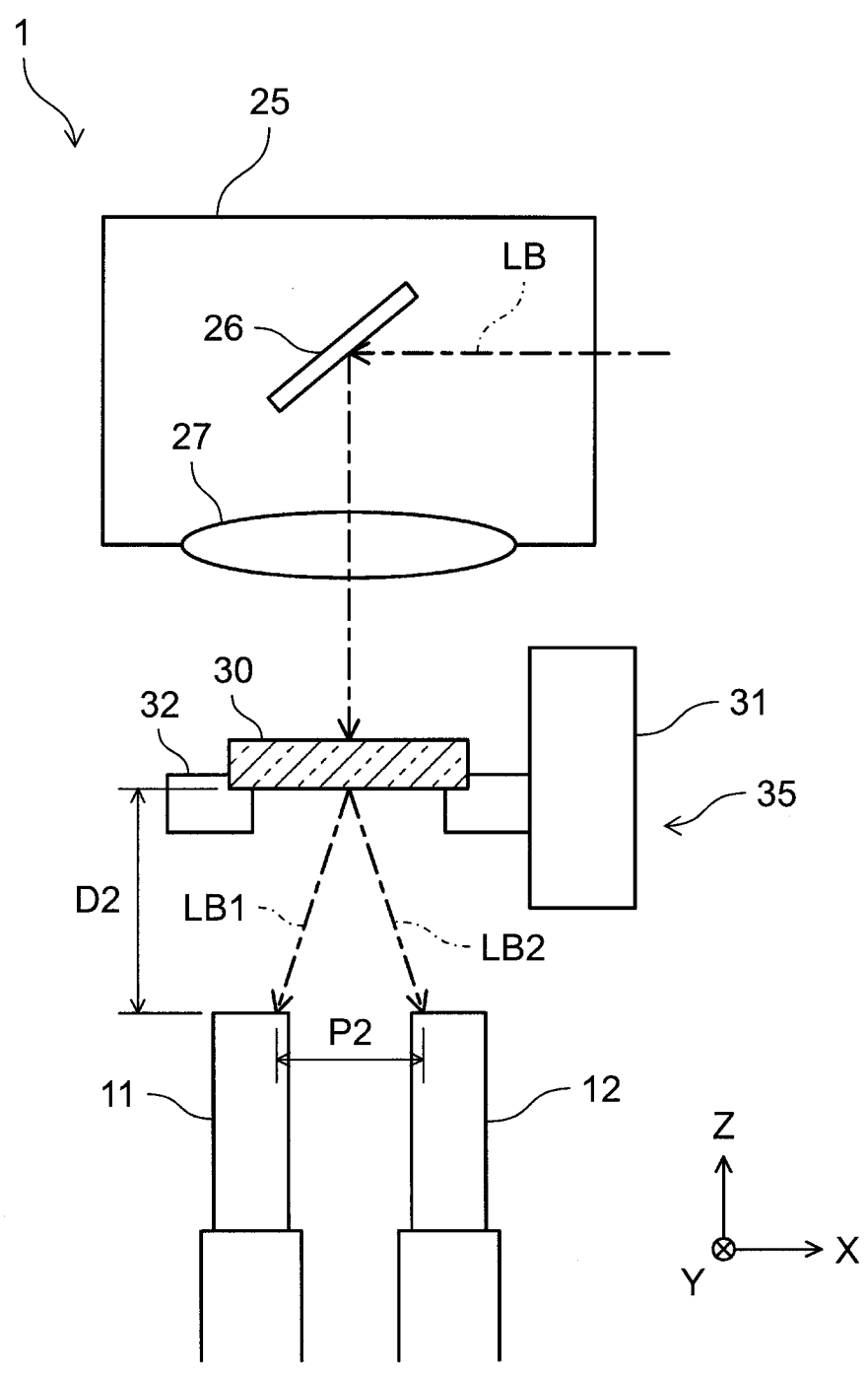
【圖2】



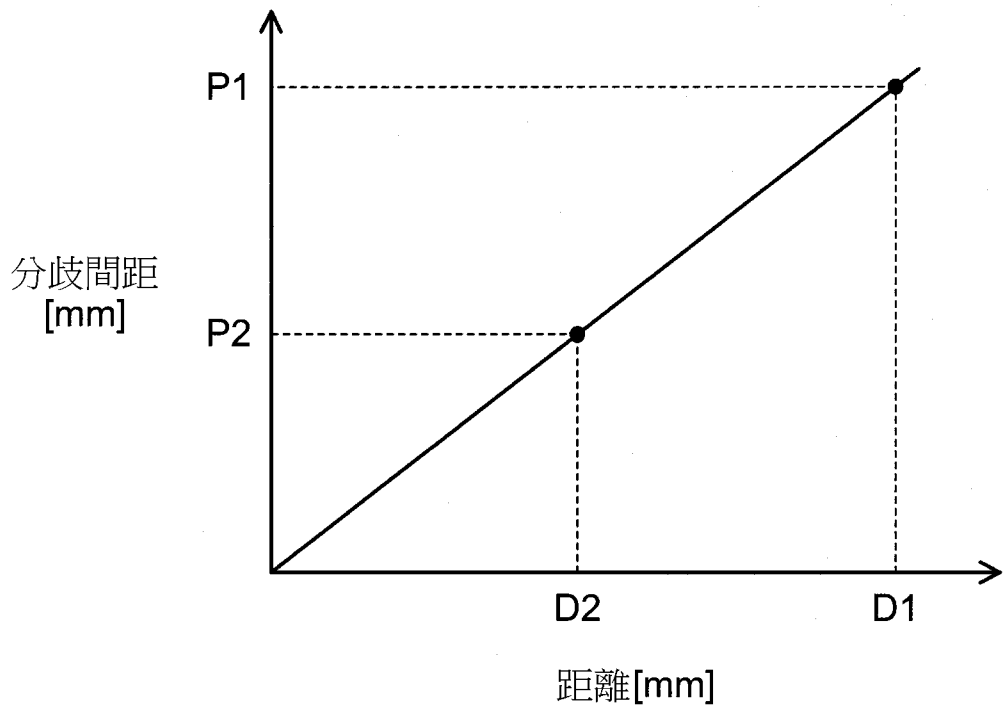
【圖3】



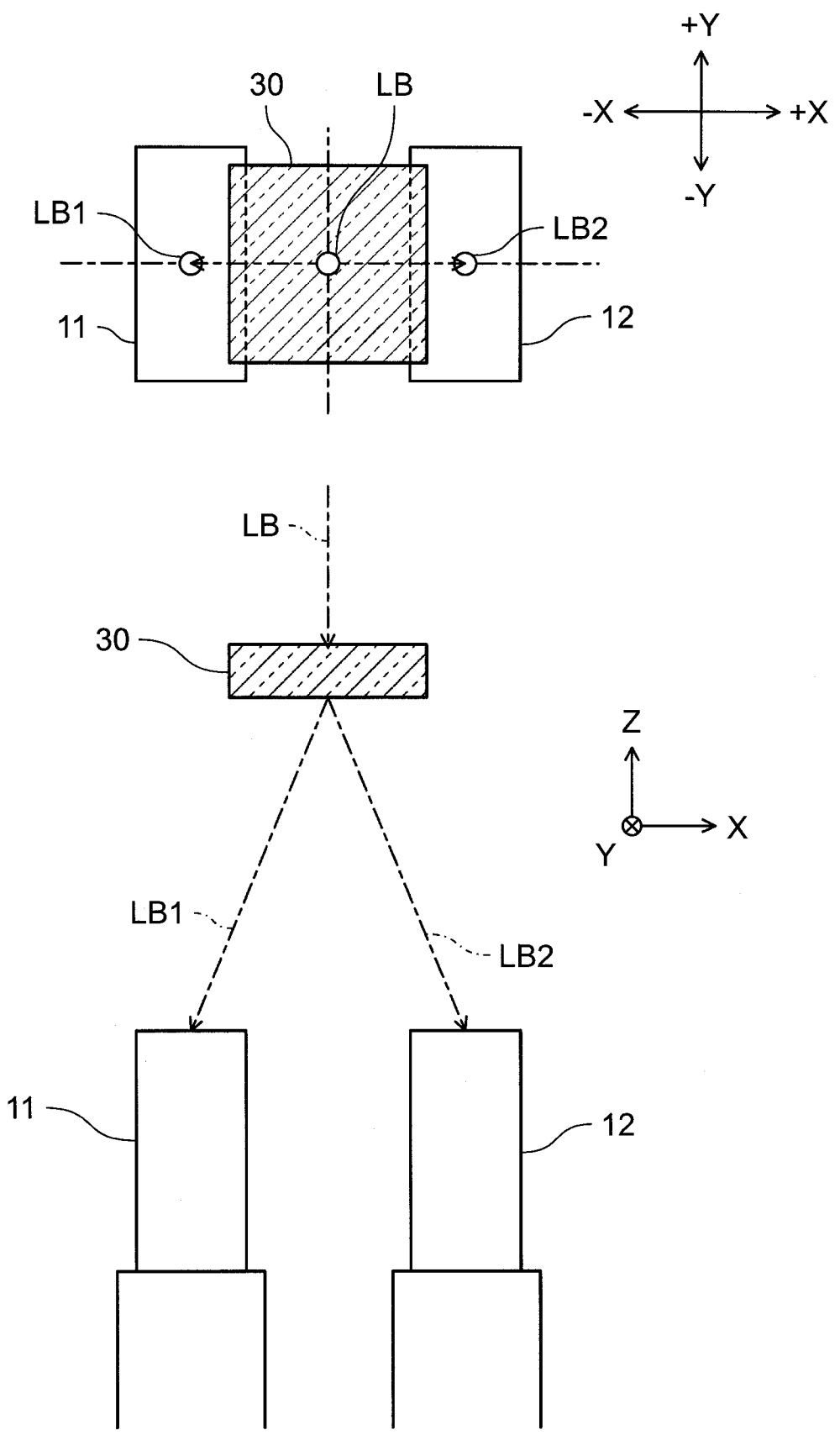
【圖4】



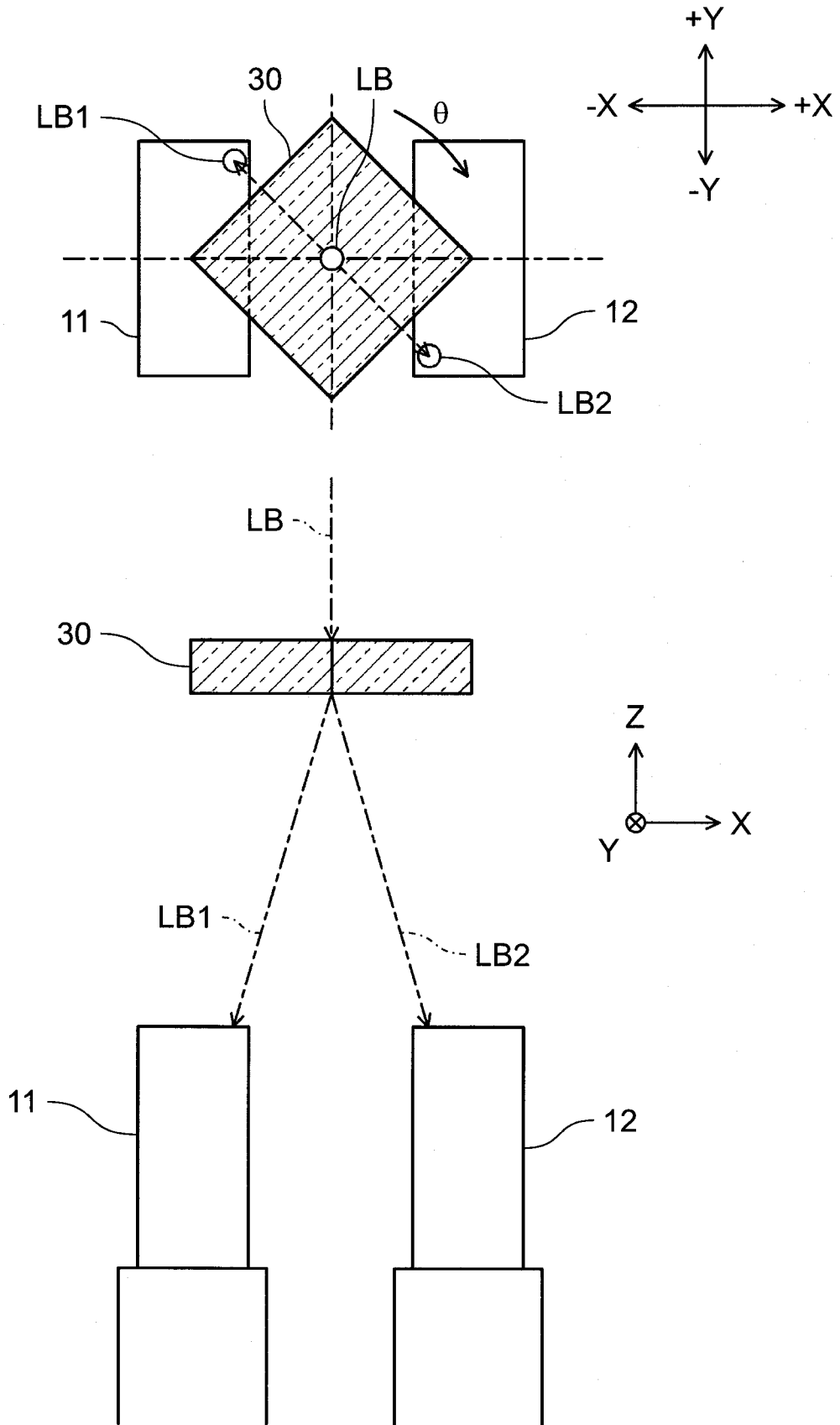
【圖5】



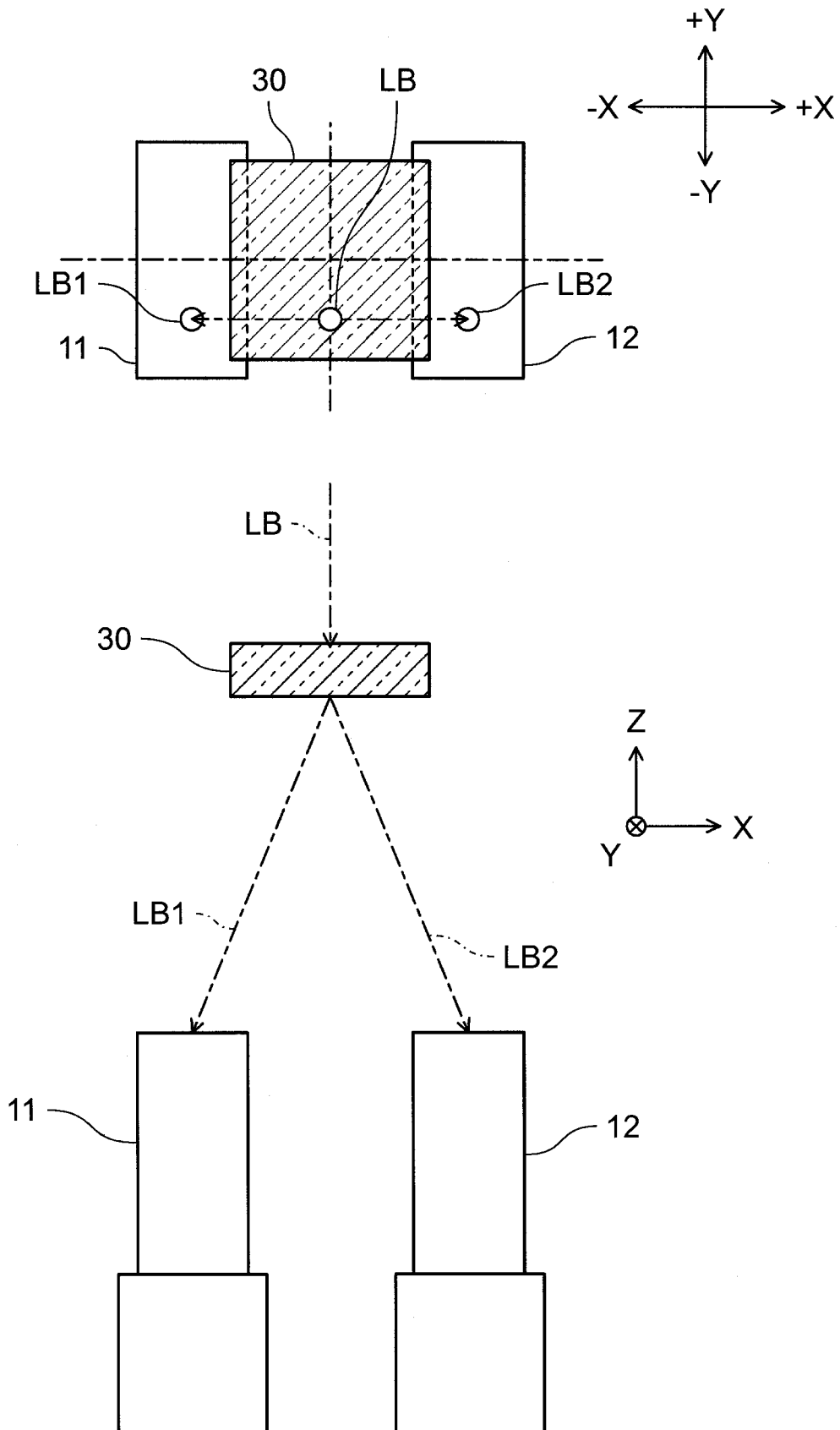
【圖6】



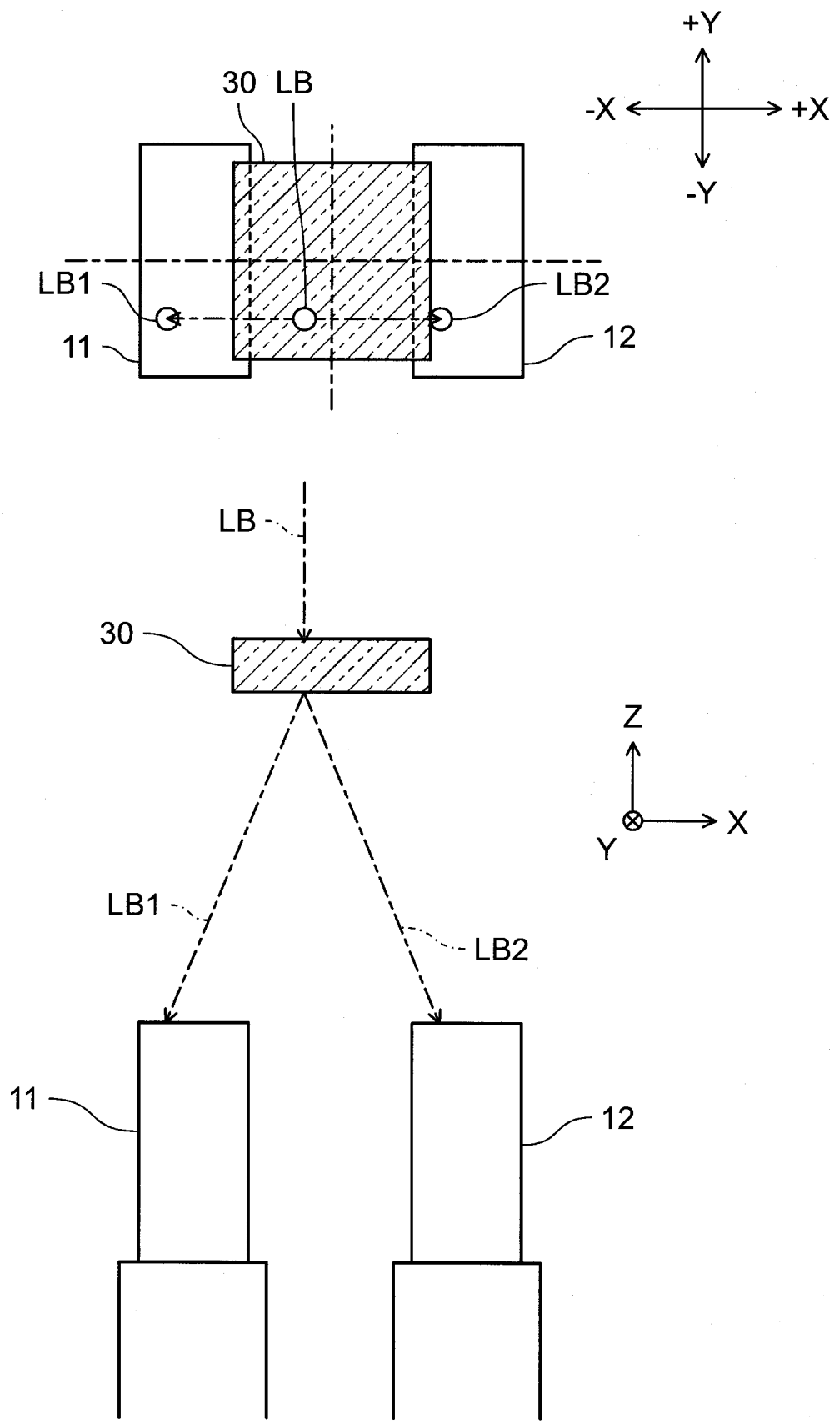
【圖7】



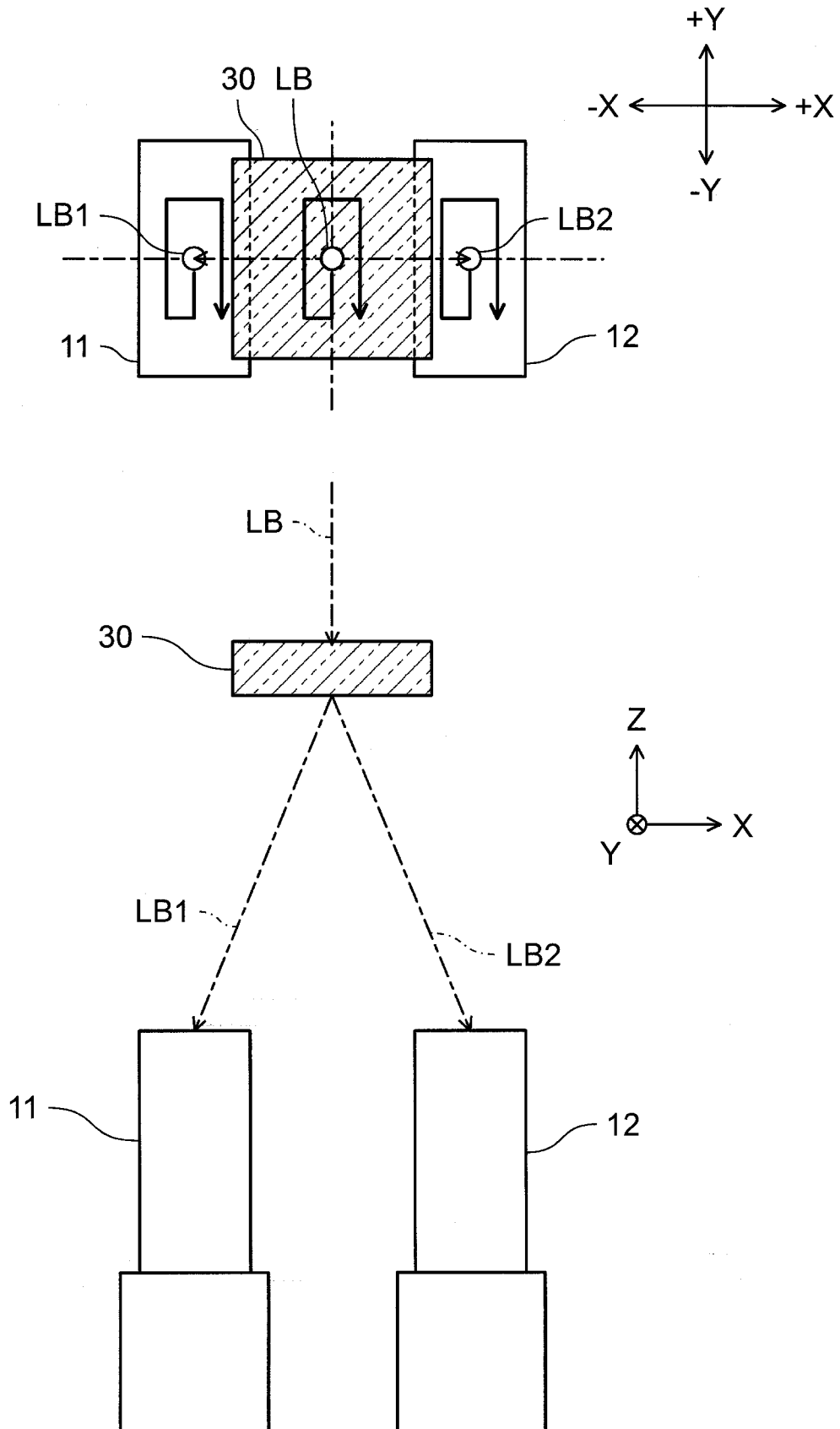
【圖8】



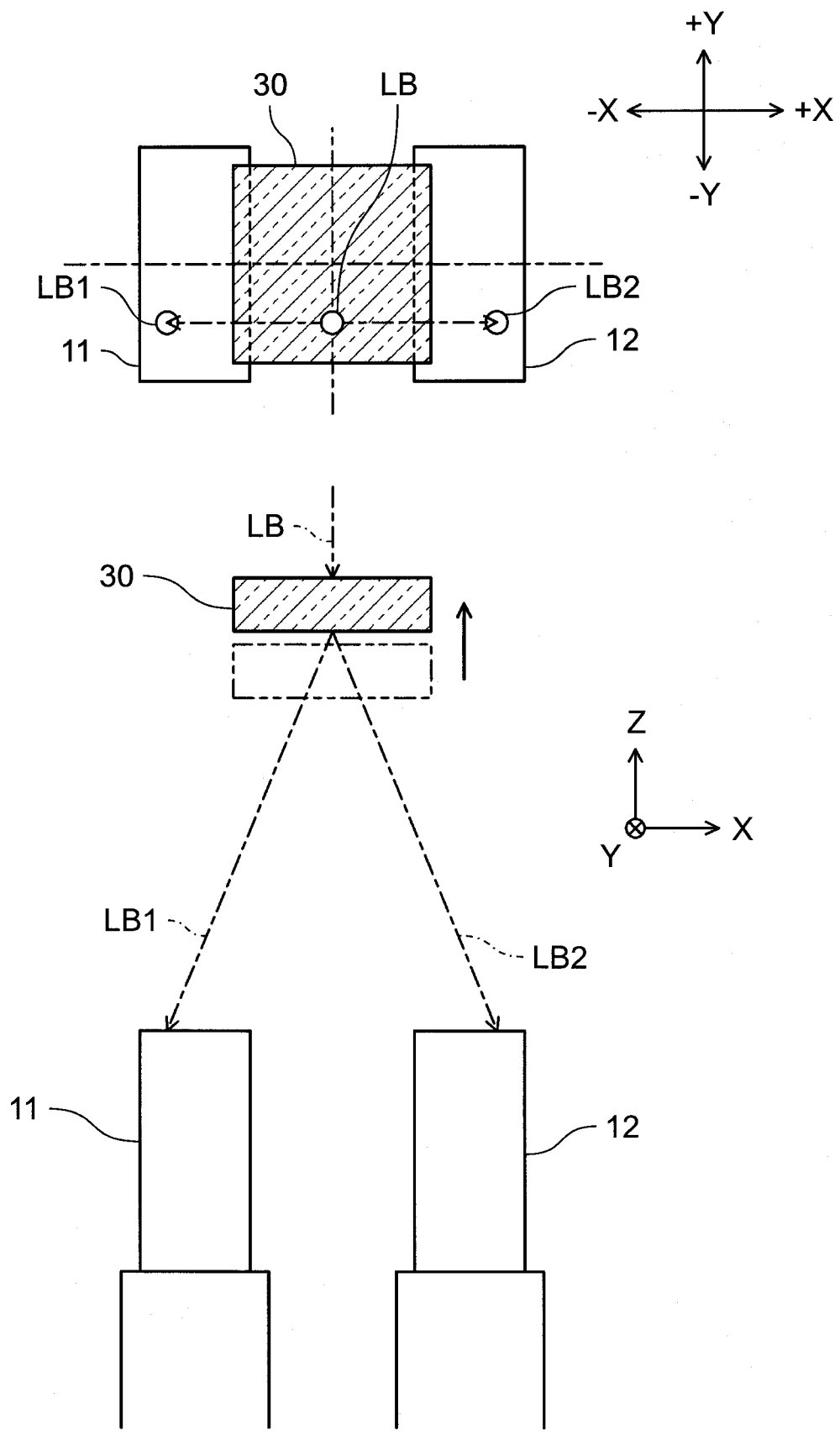
【圖9】



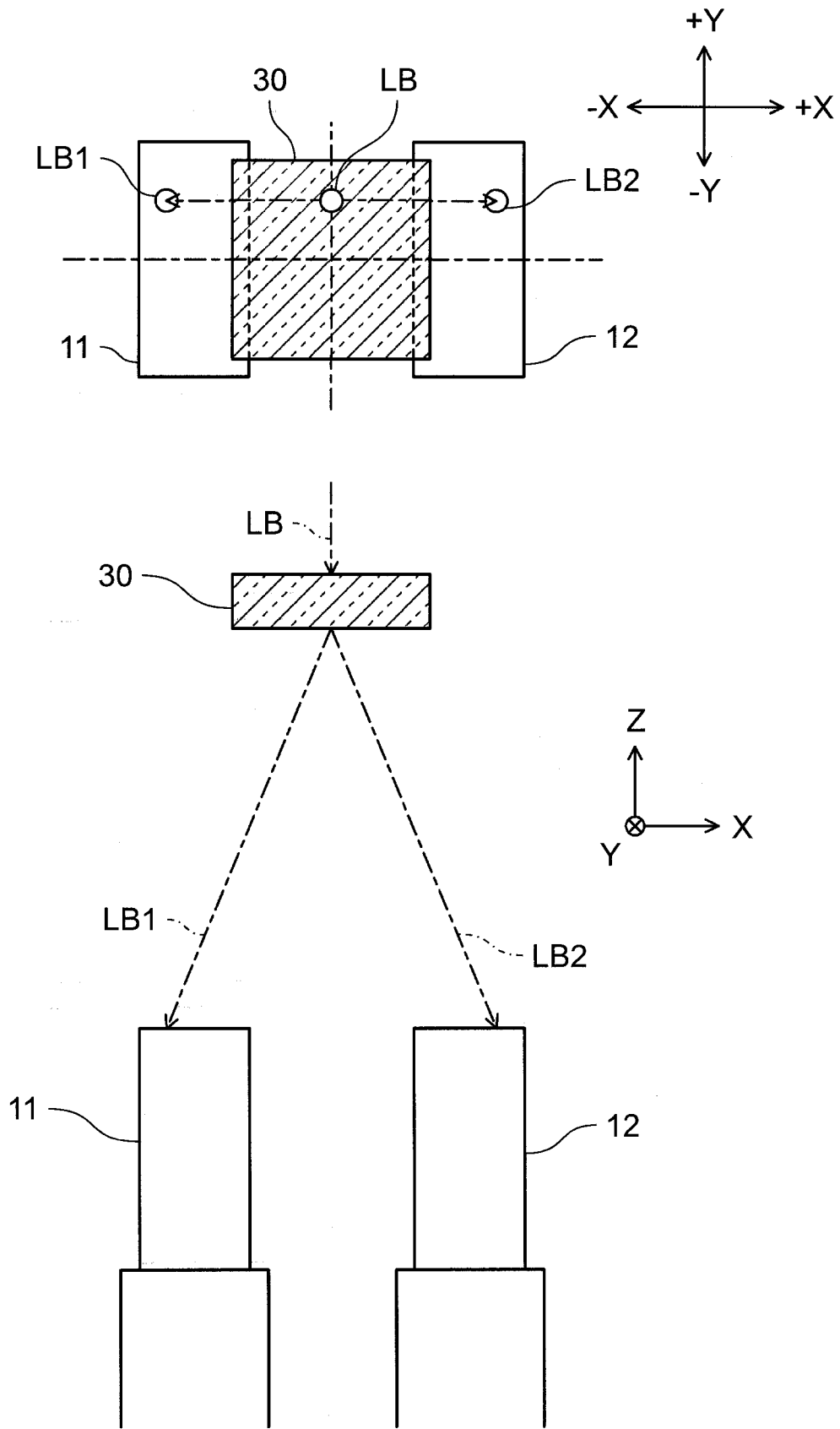
【圖 10】



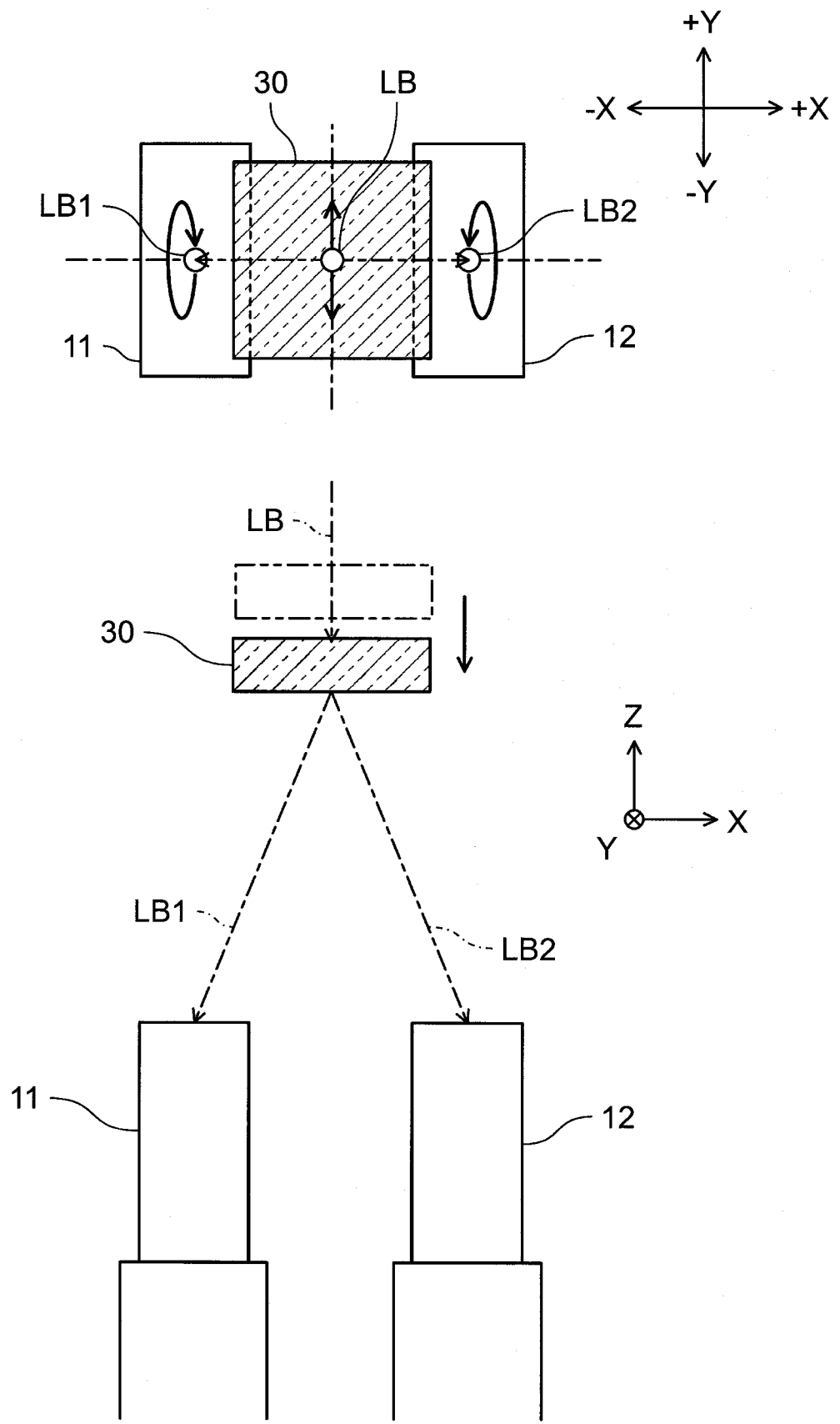
【圖11】



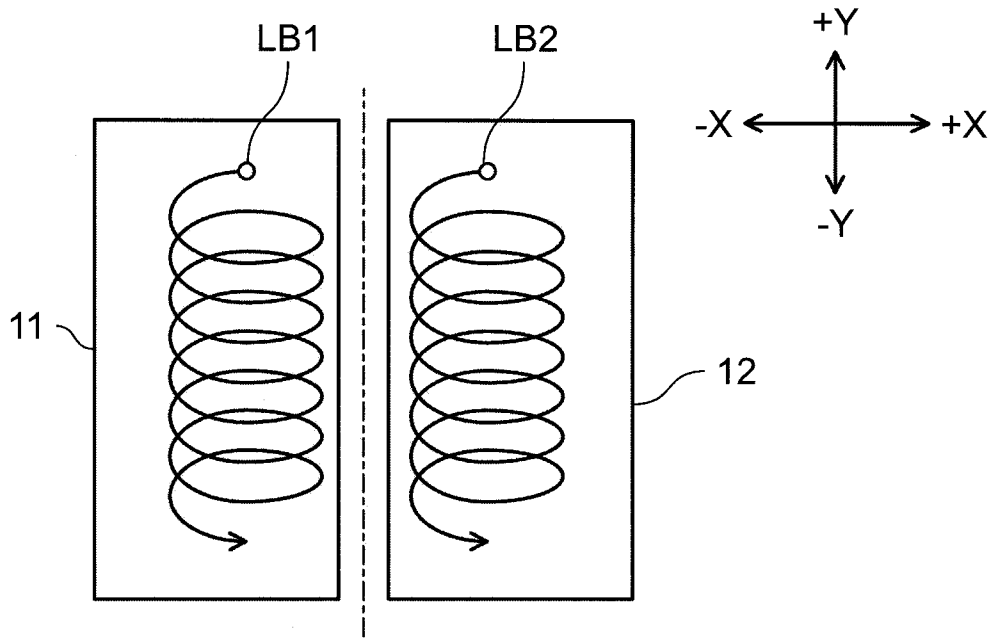
【圖12】



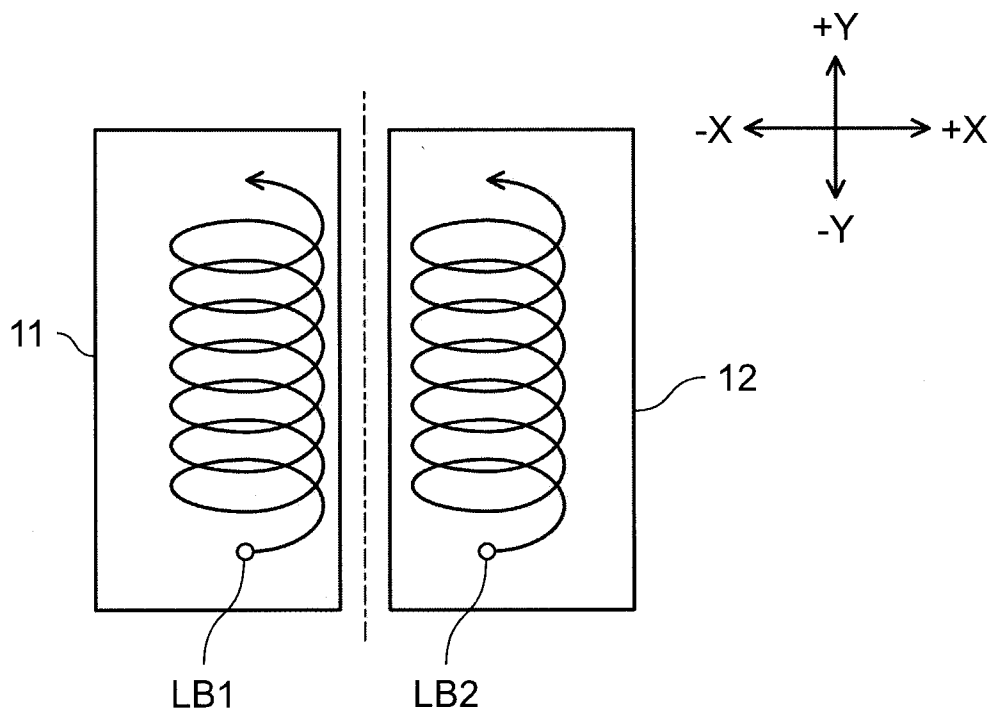
【圖13】



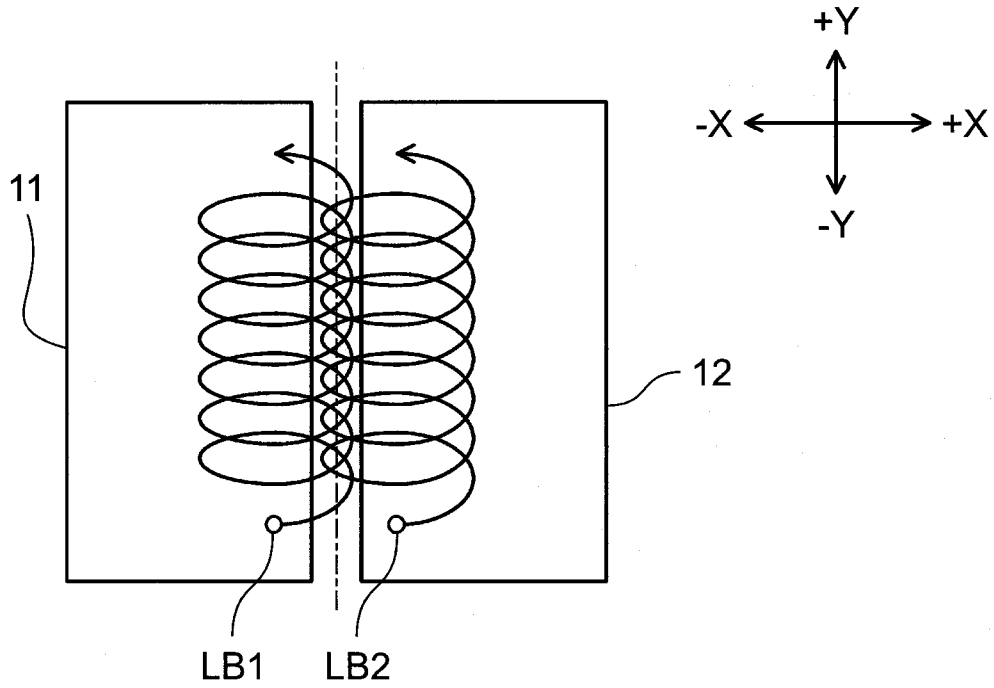
【圖14】



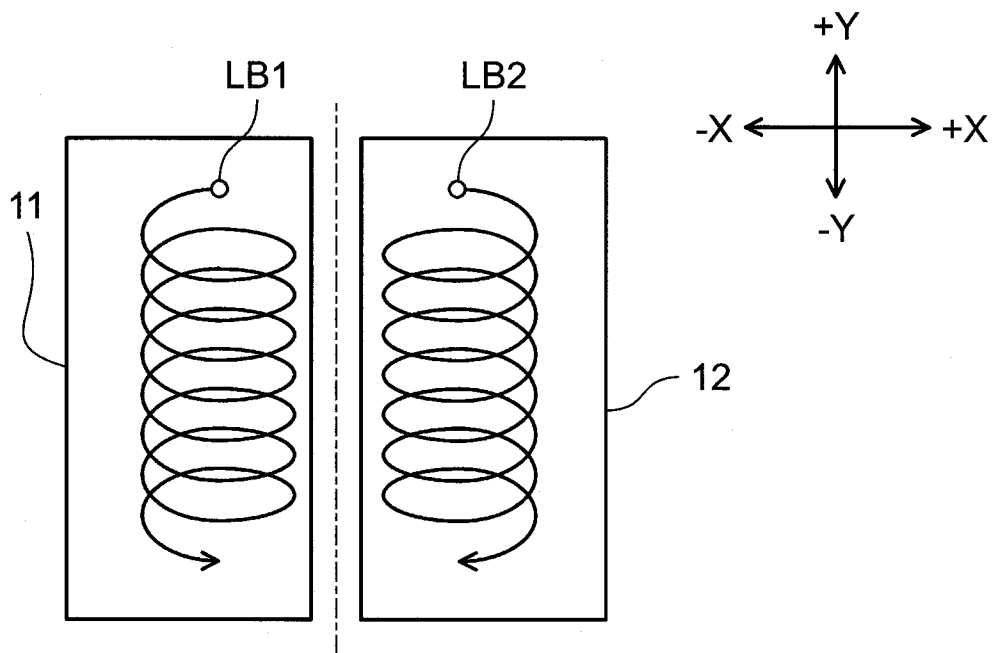
【圖15】



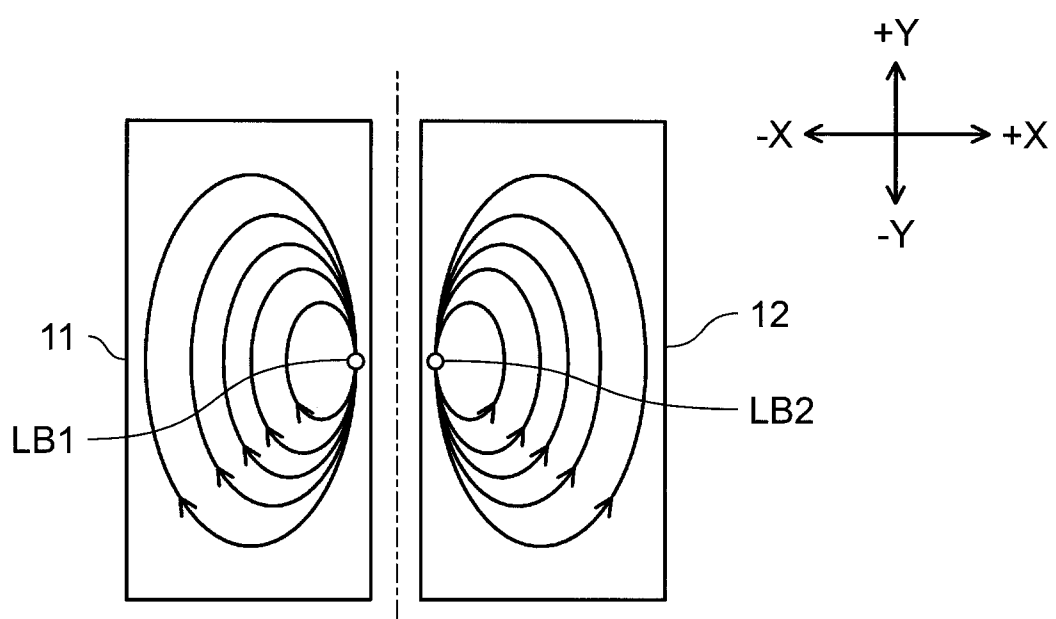
【圖16】



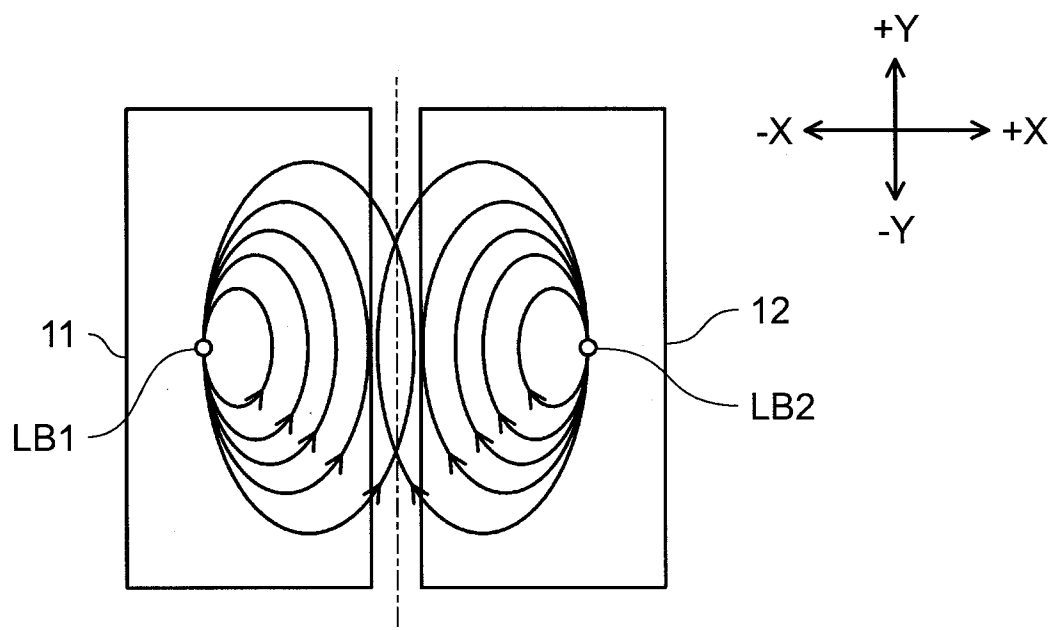
【圖17】



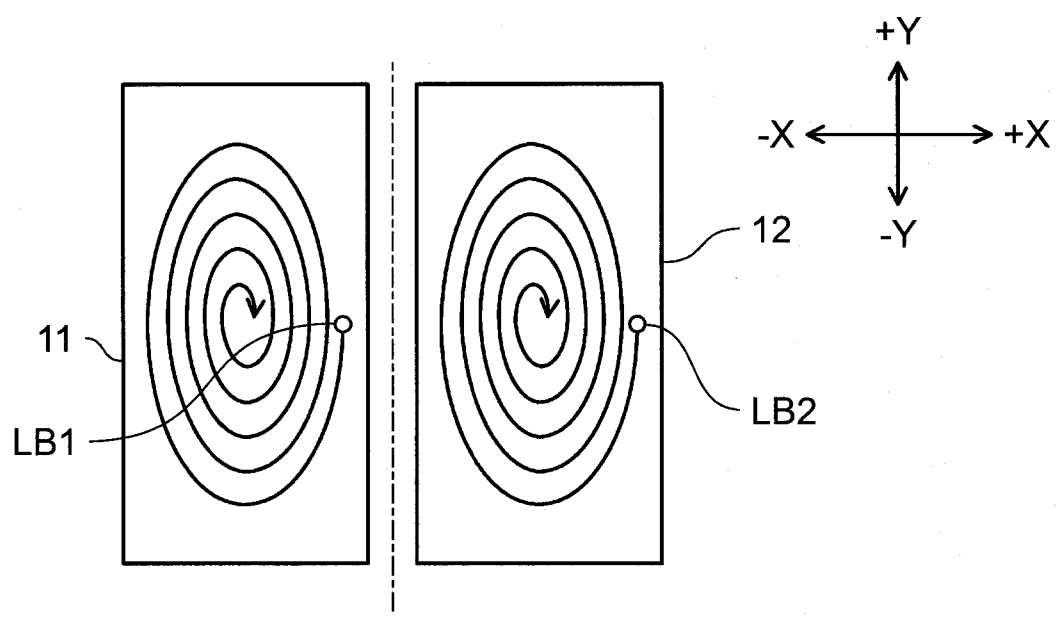
【圖18】



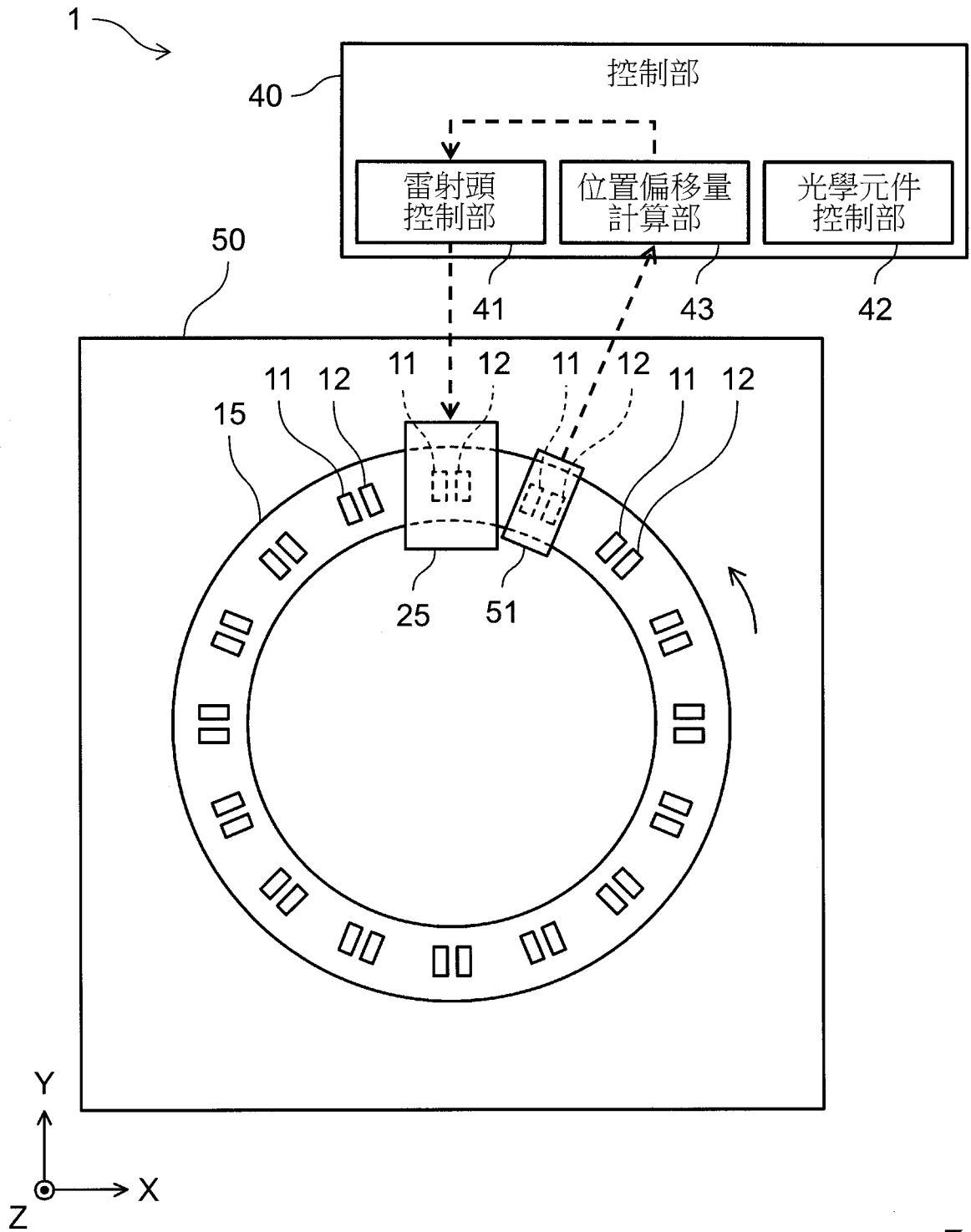
【圖19】



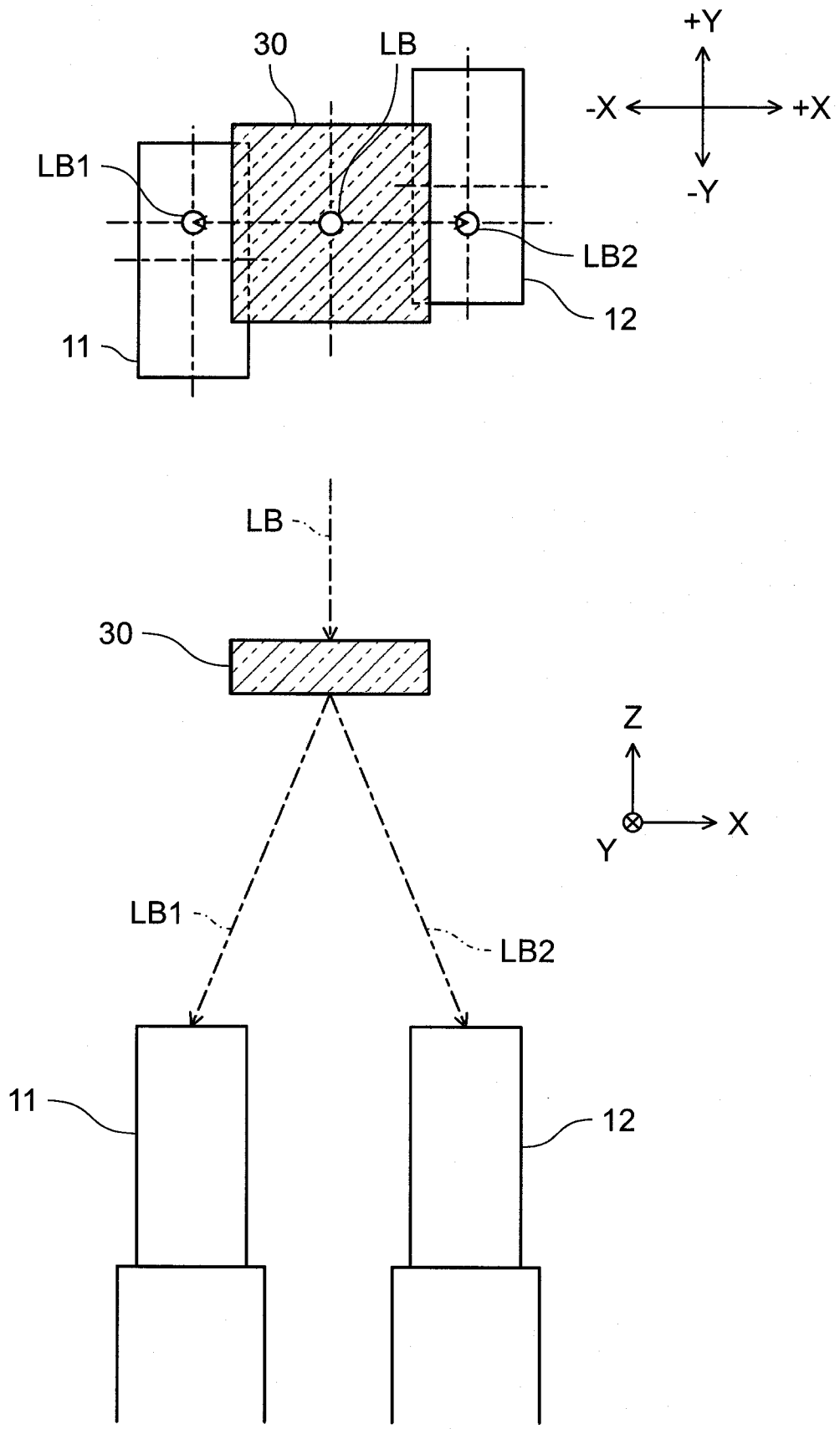
【圖20】



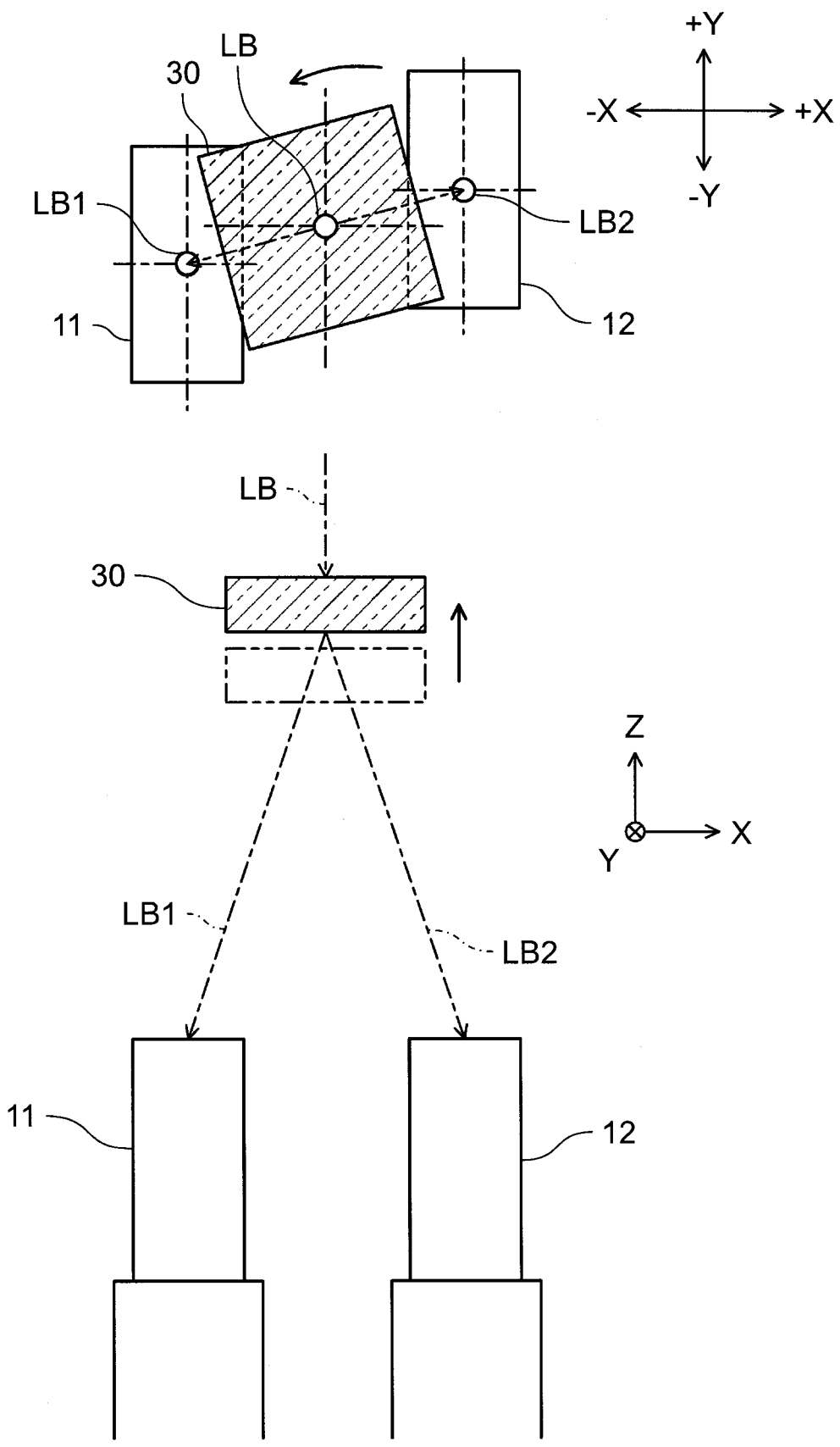
【圖21】



【圖22】



【圖23】



【圖24】