



(21) 申請案號：107126604

(22) 申請日：中華民國 107 (2018) 年 08 月 01 日

(51) Int. Cl. : *H01L21/304 (2006.01)*

(30) 優先權：2017/08/23 美國 15/683,904

(71) 申請人：新加坡商先進科技新加坡有限公司 (新加坡) ASM TECHNOLOGY SINGAPORE PTE LTD (SG)
新加坡

(72) 發明人：鄭志華 CHENG, CHI WAH (HK)；周立基 CHOW, LAP KEI (HK)；郭至恆 KWOK, CHI HANG (HK)

(74) 代理人：邱昱宇

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：16 項 圖式數：15 共 37 頁

(54) 名稱

使用選擇性聚焦深度的輻射晶片切割

RADIATIVE WAFER CUTTING USING SELECTIVE FOCUSING DEPTHS

(57) 摘要

本發明提供一種通過將多個雷射光束引導至晶片處來優化半導體晶片切割，其中雷射光束被聚焦為使得它們的相應焦點中的至少一些焦點位於整個晶片的不同深度處。

Semiconductor wafer cutting is optimized by directing a plurality of laser beams at the wafer, with the laser beams being focused so that at least some of their respective focal points are located at different depths throughout the wafer.

指定代表圖：

符號簡單說明：

21 . . . 半導體晶

22A . . . 雷射光束

22B . . . 雷射光束

22C . . . 雷射光束

22D . . . 雷射光束

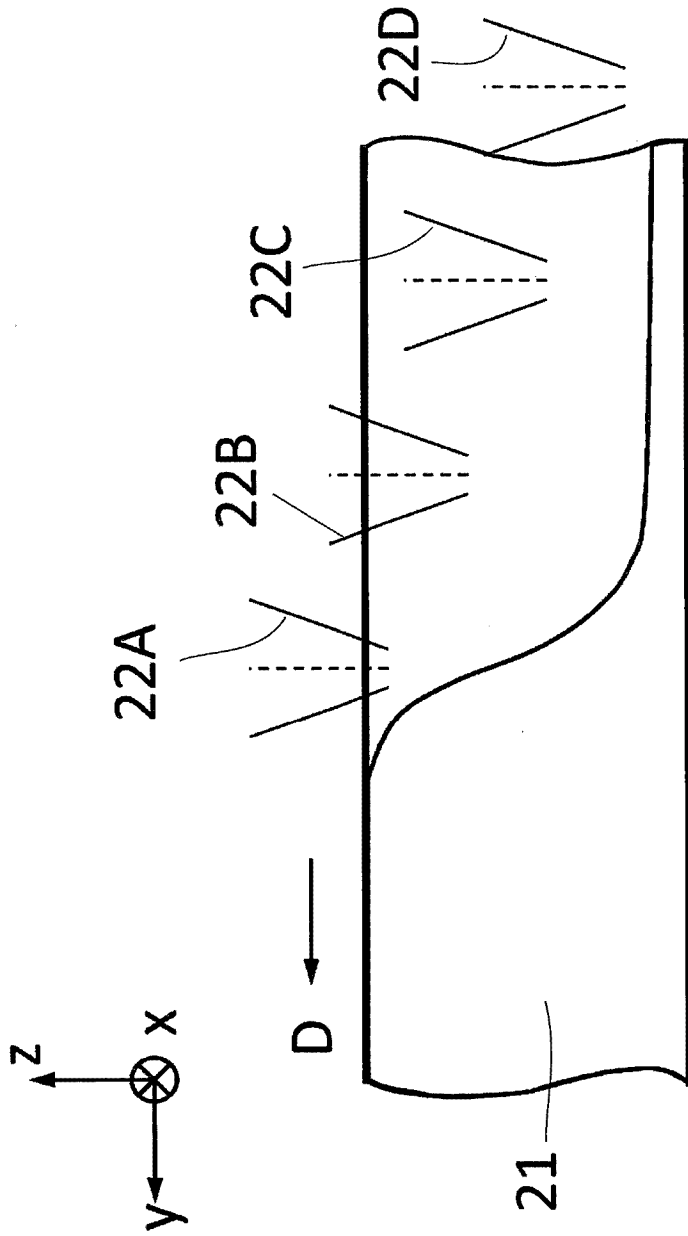


圖9

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

使用選擇性聚焦深度的輻射晶片切割 / Radiative Wafer Cutting Using Selective Focusing Depths

【技術領域】

【0001】 本發明涉及鐳射切割設備和切割平面半導體晶片的方法。

【先前技術】

【0002】 切分和劃片是半導體工業中眾所周知的技術，其中使用切割機來加工工件或襯底，例如半導體晶片，所述半導體晶片可以例如包括矽但不限於此。在整個說明書中，術語“晶片”用於包括所有這些產品。在切分技術（也稱為例如切片、分割、切割）中，晶片被完全切斷，以便將晶片切分成單獨的晶片。在劃片技術（也稱為例如開槽、刻痕、槽蝕或開溝）中，溝槽或槽被切割成晶片。隨後可以應用其他技術，例如通過沿切割溝槽使用物理鋸進行完全切分。在整個本說明書，術語“切割”將用於包括切分和劃片。

【0003】 矽半導體晶片通常約為 0.1 mm 至 1 mm 厚。近來，半導體製造商已經開始轉向使用“薄”晶片，這裡將薄晶片定義為具有小於 200 μm 厚度的晶片。這種薄晶片的切分需要特定方法，例如在 US8,785,298 中描述的。

【0004】 另一方面，還需要在各種應用中處理“厚”晶片（即，厚度超過 200 μm 的晶片），例如模製晶片、陶瓷基板等。

使用較厚的晶片也可以導致成本降低，這是由於例如 LED 製造技術中藍寶石襯底的研磨（減薄）時間減少。

【0005】 由於薄的半導體器件可以通過在五個或六個側面上封裝環氧樹脂模塑膠來增加其機械強度，環氧樹脂模塑膠的厚度通常在 200 μm –2000 μm 的範圍內，並且常見地在 200 μm –800 μm 的範圍內，因此厚半導體的切分技術也可以與這些封裝器件相關。

【0006】 通常，在諸如切屑、分層和大切口寬度的物理限制要求較低的情況下，使用片鋸來切分厚晶片。隨著切片“道（street）”寬度變窄，對切分品質的要求相應地變高。為了滿足此要求，鐳射切片正成為切分厚晶片的新興解決方式，同時保持可接受的器件產量和視覺品質。更具體地，已經觀察到，如果使用片鋸機械地切分厚晶片，則許多切分後的器件以機械破碎狀態從切分過程中出現。例如，與使用片鋸機械切分的模製矽晶片相比，對於使用雷射光束進行輻射切分的模製矽晶片，觀察到切片品質和精度的明顯優點，這是因為通過這種輻射切分可實現較窄的切口寬度。

【0007】 已經提出使用多束鐳射切分方法，例如在 WO 1997/029509 A1 中，其中線性集群的聚焦雷射光束協作以形成鐳射光斑的線性陣列，用於沿著劃線燒蝕襯底材料，從而使襯底沿著燒蝕線被輻射刻痕。以這種方式使用多個光束而不是單個（更大功率的）光束可以有助於在襯底上產生較窄的燒蝕道。這可以具有某些優點，特別是當所討論的劃線在半導體襯底上非常靠近可能易碎且昂貴的器件時。對於厚晶片，沿著劃線的襯底材料通過這種聚焦光斑陣列的多次通過而連續移除。

【0008】 各種已知的輻射切割方式在圖 1 至圖 8 中示意性地

示出。許多附圖引用了坐標系，如本領域中常見的， X - Y 平面是平行於正被切割的平面半導體晶片的平面，該平面通常是水準的。 Z 軸垂直於 X - Y 平面延伸，即通常在豎直方向上延伸。圖 1 示出了鐳射切割設備的一部分的剖視圖，該鐳射切割設備包括晶片工作台 1，未切割的厚平面半導體晶片 2 被支撐在晶片工作台 1 上。黏合劑承載箔 3（例如市售的切片膠帶）介於晶片工作台 1 和晶片 2 之間，晶片 2 黏附在黏合劑承載箔 3 上。晶片 2 具有兩個基本平行的主表面 4、5，它們以 $200\mu\text{m}$ 至 $2000\mu\text{m}$ 範圍內的厚度 T 彼此分開。晶片 2 被安裝為使得其第二主表面 5 接觸箔 3，而其第一主表面 4（沿 Z 方向）存在於輻射劃片工具上。例如，箔可以在夾緊到工作台的周向框架（未示出）內跨過。圖 2 是與圖 1 類似的視圖，但是正在進行切分切割過程時截取的。通過入射雷射光束 7 沿著切割線或劃線 6 形成了多個貫穿切口。切割線 6 沿 X 和 Y 方向以網格形式延伸，如可以在下面描述的圖 5 中更清楚地看到的。由於這是切分過程，因此切口的深度 D 通過進行多次通過或使用多個雷射光束最終將達到晶片 2 的厚度 T ，即，切割晶片的整個厚度。這允許沿切割線分離器件。

【0009】 圖 3 和圖 4 對應於圖 1 和圖 2，但示出了替代構型，其中厚半導體晶片 2 被支撐在晶片承載夾具 8 上，通過施加真空將晶片黏附到該晶片承載夾具 8 上。夾具 8 安裝在晶片工作台 1 上。晶片 2 的第二主表面 5 接觸晶片承載夾具 8，而其第一主表面 4 存在於輻射劃片工具上。晶片承載夾具 8 將切分後的器件保持在晶片工作台 1 上的適當位置。

【0010】 圖 5 示意性地示出了晶片 2 的切割方法。這裡，為了清楚起見，僅出於示例的目的示出了四個器件 9，其中切割線 6 將這些器件分開。可以容易地看到由這些線 6 形成的正交網格

結構。使用“縱向掃描和橫向步進”方法切割晶片 2，其中在特定方向（在該實例中為 $\pm Y$ ）沿多個連續切割線切割晶片 2。更詳細地說，通過在 $-Y$ 方向掃描光束，晶片 2 沿切割線 6A 被切割；在該示例中，通過使用台元件（stage assembly）移動晶片工作台來實現該相對運動，以沿 $+Y$ 方向掃描晶片工作台。或者，晶片工作台可以保持靜止並且切割雷射光束移動，或者工作台和雷射光束都可以移動。

【0011】 在沿著切割線 6A 完成切割運行之後，台組件將用於使晶片工作台在 $+x$ 方向上步進 ΔX 的量；因此，光束將相對於晶片表面有效地步進 $-\Delta X$ 的量。

【0012】 現在通過沿 $+Y$ 方向掃描光束來沿切割線 6B 切割晶片 2；實際上，這種相對運動可以通過使用台元件來實現，以在 $-Y$ 方向上掃描晶片工作台。然後可以重複這些步驟，直到整個晶片 2 被切分。

【0013】 圖 6 示意性地示出了在沿著切割線 6B 切割晶片時，在器件 9 的區域中的晶片 2 的放大視圖。特別地，圖 6 示出了四個器件 9 通過兩個正交的切片道 10A、10B 相互分開。所期望的切割線 6B 被示出為沿著這些切片道 10A 之一延伸，平行於 Y 軸延伸並且相對於 x 方向在切片道 10A 內居中。相當於入射到晶片 2 上的相應雷射光束 7（參見圖 2、圖 4）的橫截面的鐳射光斑 11 沿 $-Y$ 方向（如方向 D 所示）相對於晶片 2 移動以燒蝕所照射的半導體材料。在所示的示例中，存在四個鐳射光斑 11A-11D 的簡單線性陣列。當每個鐳射光斑 11 通過半導體器件 9 的區域時，更多的半導體材料被燒蝕，目的是在該陣列的最後一個鐳射光斑通過之後沿著切割線 6B 的所有半導體材料將被燒蝕。

【0014】 本發明人已經意識到，使用多個光束的多次通過的

這種已知的技術和方法可能對於有效地去除厚晶片中的材料不是最優的。

【0015】 該問題在圖 7 中示出，圖 7 示意性地示出了在切割過程中沿切割線 6（例如，參見圖 5）的軸線截取的晶片 2 的截面圖。對應於圖 6 的四個鐳射光斑 11A-11D 的四個單獨的雷射光束 20A-20D 被佈置成當它們在方向 D 上相對於晶片移動時燒蝕半導體材料。每個連續的雷射光束 20A-20D 將操作為將晶片燒蝕成連續更大的深度。第一雷射光束 20A 具有最大的燒蝕效果，即它去除了最大量的半導體材料，因為其鐳射能量和因此燒蝕被集中的焦點位於半導體材料內。隨後的雷射光束 20B-20D 的焦點位於第一雷射光束 20A 燒蝕後留下的空間中。為了進一步說明這一點，圖 8 示意性地示出了沿著與切割線正交的截面的圖 7 的切割線。可以看出，這種已知方法導致切割效率低下。

【0016】 本發明試圖提供一種方法和相關設備，用於使用多個雷射光束特別是對於所謂的厚晶片進行更有效的鐳射切割。

【0017】 根據本發明，該目的通過實施鐳射切割技術來實現，其中多個光斑聚焦在半導體晶片的主體內的多個高度處。

【0018】 該技術適用於晶片的劃片和完全切分。

【發明內容】

【0019】 根據本發明的第一方面，提供了一種用於沿半導體晶片的切割線切割該晶片的鐳射切割設備，包括：

平面晶片支撐表面，所述平面晶片支撐表面具有用於在使用中將半導體晶片支撐於其上的平面，

鐳射供應器，所述鐳射供應器用於產生多個輸出雷射光束，

光束聚焦器，所述光束聚焦器位於每個輸出雷射光束的光路

中，用於將每個所述雷射光束聚焦在相應的焦點處，晶片支撐表面能夠在平行於晶片支撐表面的平面的方向上相對於所述光束聚焦器移動，及

致動器，所述致動器用於使晶片支撐表面和光束聚焦器在平行於晶片支撐表面的平面的方向上相對移動，使得在使用中，每個輸出雷射光束的焦點在所述相對移動期間跟隨晶片的切割線，

其中至少一個輸出雷射光束的焦點與至少一個其他輸出雷射光束的焦點相比，定位在距晶片支撐表面的平面的不同距離處。

【0020】 鐳射供應器可包括：鐳射源，所述鐳射源用於沿光路發射源雷射光束；以及光束分離器，所述光束分離器沿源雷射光束的光路定位，以將源雷射光束分成多個輸出雷射光束。在這種情況下，光束分離器可以包括衍射光學元件。衍射光學元件可用於產生具有不同發散度的至少兩個輸出雷射光束和/或產生具有不同傳播方向的至少兩個輸出雷射光束。

【0021】 可選擇地，鐳射供應器可以包括多個鐳射源，每個鐳射源用於產生相應的輸出雷射光束。在這種情況下，該設備可以包括多個光束聚焦器，每個光束聚焦器沿著相應的鐳射輸出光束的光路定位。

【0022】 利用任一上述設備，每個輸出雷射光束的焦點可以在使用中位於半導體晶片內，使得不同的輸出雷射光束的相應焦點在半導體晶片內的不同深度處。

【0023】 利用任一上述設備，多個輸出雷射光束可以形成陣列，陣列中每個輸出雷射光束的焦點在平行於晶片支撐表面的平面的方向上間隔開。在這種情況下，陣列內的輸出雷射光束焦點

的佈置可以形成線性輪廓，使得相鄰焦點在平行於晶片支撐表面的平面的方向上的間隔與這些相鄰焦點在正交於晶片支撐表面的平面的方向上的間隔成正比。陣列內的相鄰輸出雷射光束焦點可以以輸出雷射光束的瑞利（Rayleigh）長度隔開。在另一種情況下，陣列內的輸出雷射光束焦點的佈置可以形成非線性輪廓，使得相鄰焦點在平行於晶片支撐表面的平面的方向上的間隔與這些相鄰焦點在正交於晶片支撐表面的平面的方向上的間隔不成正比。

【0024】 根據本發明的第二方面，提供了一種沿平面半導體晶片的切割線切割該晶片的方法，包括以下步驟：

- a) 將半導體晶片支撐在鐳射切割設備內，
- b) 將多個雷射光束在基本正交於半導體晶片的平面的傳播方向上引導至半導體晶片處，
- c) 聚焦多個雷射光束，使得所述多個雷射光束的各個焦點位於半導體晶片內，從而至少一個雷射光束的焦點與至少一個其他輸出雷射光束的焦點相比，定位在半導體晶片的不同深度處，及
- d) 使半導體晶片和多個雷射光束在平行於半導體晶片的平面的方向上相對地移動，使得每個雷射光束的焦點跟隨晶片的切割線，從而沿著切割線切割半導體晶片。

【0025】 步驟 c) 可以包括聚焦多個雷射光束，使得相鄰焦點在平行於晶片支撐表面的平面的方向上的間隔與這些相鄰焦點在正交於晶片支撐表面的平面的方向上的間隔成正比，從而雷射光束焦點的佈置形成線性輪廓。在這種情況下，相鄰的輸出雷射光束焦點可以隔開雷射光束的瑞利長度。

【0026】 可選擇地，步驟 c) 可以包括聚焦多個雷射光束，

使得相鄰焦點在平行於晶片支撐表面的平面的方向上的間隔與這些相鄰焦點在正交於晶片支撐表面的平面的方向上的間隔不成正比，從而雷射光束焦點的佈置形成非線性輪廓。

【0027】 在所附申請專利範圍中闡述了本發明的其他特定方面和特徵。

【圖式簡單說明】

【0028】

圖 1 示意性地示出了已知鐳射切割設備的一部分的剖視圖；

圖 2 示意性地示出了切割過程中圖 1 的切割設備；

圖 3 示意性地示出了用於切割背面貼箔的晶片的另一種已知鐳射切割設備的剖視圖；

圖 4 示意性地示出了切割過程中圖 3 的切割設備；

圖 5 示意性地示出了晶片的俯視圖，圖示了已知的切割方法；

圖 6 示意性地示出了圖 5 的晶片的放大視圖；

圖 7 示意性地示出了用已知切割設備切割的晶片切割線的剖視圖；

圖 8 示意性地示出了沿著與切割線正交的截面截取的圖 7 的切割線；

圖 9 示意性地示出了用根據本發明實施方式的切割設備切割的晶片的切割線的剖視圖；

圖 10 示意性地示出了沿著與切割線正交的截面截取的圖 9 的切割線；

圖 11A-11D 示意性地示出了沿晶片的切割線的剖視圖，圖示了根據本發明的焦點的示例性輪廓；

圖 12 示意性地示出了根據本發明的實施方式的鐳射切割設備；

圖 13A、圖 13B 示意性地示出了適合於與本發明一起使用的 DOE；

圖 14 示意性地示出了根據本發明另一實施方式的鐳射切割設備的一部分；及

圖 15 示意性地示出了根據本發明又一實施方式的鐳射切割設備的一部分。

【實施方式】

【0029】 圖 9 和圖 10 分別示出了與圖 7 和圖 8 類似的視圖，但是具有根據本發明實施方式的改進的雷射光束焦點輪廓。這裡，四個輸出雷射光束 22A-22D 的陣列照射平面半導體晶片 21，以引起晶片沿著切割線的燒蝕。儘管未清楚地示出，但是晶片 21 被支撐在平面晶片支撐表面（24，參見圖 12）上。半導體晶片 21 可以設置有類似於圖 1 中所示的承載箔（未示出），或者可選地，晶片支撐表面 24 可以包括夾具（未示出），晶片 21 被支撐在該夾具上，類似於圖 3 所示的佈置。雷射光束 22A-22D 的相應焦點不僅沿著切割線在 Y 方向上間隔開，而且在 Z 方向上也間隔開，使得它們相對於晶片支撐表面位於不同距離處。此外，焦點全部位於未切割晶片的主體內。以這種方式，焦點被定位成更靠近待被相應雷射光束燒蝕的剩餘材料。

【0030】 圖 11A-11D 示意性地示出了沿平面半導體晶片 21 的切割線的剖視圖，圖示了根據本發明的焦點的示例性輪廓。在這些圖中，半導體晶片 21 被示出為在切割方向 D 上由八個輸出雷射光束 22A-22H 的線性陣列切割。因此，雷射光束 22A 是陣列的前導雷射光束。每個輸出雷射光束 22A-22H 聚焦到相應的焦點 23A-23H。陣列中的每個輸出雷射光束的焦點在平行於晶片支撐表面的平面的方向上與另一個輸出雷射光束隔開。

【0031】 雷射光束 22A-22H 經歷聚焦，使得至少一個輸出雷射光束的焦點與至少一個其他輸出雷射光束的焦點相比，定位在距晶片支撐表面 24 的平面不同距離處。在較佳的實施方式中，例如圖 11A-11D 中所示的那些，每個雷射光束 22A-22H 在使用中具有位於半導體晶片 21 內的焦點 23A-23H，使得不同的輸出雷射光束的相應焦點位於半導體晶片內的不同深度處。

【0032】 陣列的相鄰光束之間在 Y 方向上的間距可以例如在約 $5\mu\text{m}$ 至約 $400\mu\text{m}$ 的範圍內。相鄰光束之間在 Z 方向上的高度差可以例如在約 $5\mu\text{m}$ 至約 $100\mu\text{m}$ 的範圍內，這可以取決於晶片 21 的厚度。

【0033】 在圖 11A 中，焦點 23A-23H 以線性輪廓佈置，如虛線所示，使得相鄰焦點在平行於晶片支撐表面 24 的平面的方向上的間隔與這些相鄰焦點在正交於晶片支撐表面 24 的平面的方向上的間隔成正比。前導雷射光束 22A 聚焦在靠近半導體晶片 21 的上部主表面的點處，陣列中的每個後續雷射光束聚焦在後續較低點處，直到拖尾雷射光束 22H 聚焦在靠近半導體晶片 21 的下部主表面的點處。利用這種輪廓，很明顯每個雷射光束將作用為沿著切割線在後續較低深度處燒蝕半導體材料。拖尾光束 22H 的焦點 23H 被選擇為足夠靠近半導體晶片 21 的下表面，以確保在切割線的整個深度上完全燒蝕半導體材料，從而提供切分。有利地，陣列內的相鄰輸出雷射光束焦點以輸出雷射光束的瑞利長度隔開。

【0034】 在圖 11B-11D 中，焦點 23A-23H 以非線性輪廓佈置，使得相鄰焦點在平行於晶片支撐表面 24 的平面的方向上的間隔與這些相鄰焦點在正交於晶片支撐表面的平面的方向上的間隔不成正比。

【0035】 在圖 11B 中，相鄰雷射光束的焦點之間在 Z 方向上的間隔從前導光束到拖尾光束以非正比佈置增加。

【0036】 在圖 11C 中，使用階梯式輪廓，其中相鄰的雷射光束對具有距晶片支撐工作台相同距離處的焦點，每對雷射光束的焦點在後續較低點處聚焦，直到拖尾雷射光束 22H 及其直接前體 22G 聚焦在靠近半導體晶片 21 的下部主表面的點處。

【0037】 在圖 11D 中，示出了更不規則的輪廓，前四個雷射光束 22A-22D 的焦點以線性輪廓佈置，接下來的三個雷射光束 22E-22G 的焦點距晶片支撐表面 24 的距離相同，並且最後拖尾雷射光束 22H 聚焦在靠近半導體晶片 21 的下部主表面的點處。

【0038】 圖 12 示意性地示出了根據本發明的鐳射切割設備。平面半導體晶片 21 被支撐在晶片工作台 1 的晶片支撐表面 24 上，晶片工作台 1 形成可移動台組件的一部分，由運動控制器 12 控制，其中晶片 21 通過週邊夾緊等保持在晶片工作台上。台元件包括例如兩個單獨的線性馬達（未示出），用於沿 X 軸和 Y 軸獨立地驅動晶片工作台 1。使晶片工作台 1 例如借助於空氣軸承或磁性軸承（未示出）在 X-Y 平面內的參考表面（例如拋光的石材表面）上平滑地浮動。例如，借助於諸如干涉儀或線性編碼器之類的定位儀器（未示出）來監視和控制晶片工作台 1 的精確位置。採用聚焦控制和/或水準傳感系統（未示出）來確保晶片 21 的表面相對於鐳射投射系統保持在所需的水準。

【0039】 提供脈衝鐳射源 14 以發射沿光路傳播的脈衝雷射光束。鐳射源 14 連接到控制器 13，例如處理器或電腦，控制器 13 除其他之外其可以用於控制鐳射參數，例如脈衝持續時間、脈衝重複率和光束的功率或影響。

【0040】 衍射光學元件 (DOE) 26 沿光路定位，以將雷射光束分成具有不同光束發散角的多個輸出雷射光束，如下面將更詳細描述的。

【0041】 光束分離器/組合器 16，例如部分鍍銀或二向色鏡，將輸出雷射光束導向晶片 21，同時還允許反射光傳遞到視覺系統 (見下文)。

【0042】 諸如透鏡或凹面鏡等的光束聚焦器 27 收集輸出雷射光束並將它們聚焦以投射到晶片 21 上。在光束照射到晶片 21 上的點處，根據各個光束屬性形成光斑。如本領域中已知的，也可以在該階段執行像差和/或失真校正。光束聚焦器 27 用於將輸出雷射光束聚焦在距晶片支撐表面 24 的所需距離處。

【0043】 光學地連接到數位相機 19 的視覺系統 18 接收來自光束分離器/組合器 16 的反射光。這用於執行光束相對於晶片 21 表面的對準和跟蹤操作，如本領域中已知的。光束分離器/組合器 16 的使用允許相機 19 以“軸上”佈置使用，由此它可以沿著與光束基本上共線的軸觀察晶片 21。由於反射而從表面 4 發出的光的一部分將穿過光束分離器/組合器 16 並被引導到相機 19。

【0044】 控制器 13 用於控制和處理由相機 19 捕獲的圖像，並根據接收的圖像資訊調整鐳射源 14 的操作。

【0045】 圖 13A-13B 示意性地示出了適用於上述鐳射切割設備的兩個可選 DOE 設計 26A、26B。圖 13A 示出了 DOE 26A，利用該 DOE 26A，可以通過將入射的准直源雷射光束 28 分成和變成不同發散度的多個輸出光束 22A-22C 來實現具有不同焦點深度的光斑。分離的輸出光束 22A-22C 具有相同的光束角，因此沿相同的縱軸傳播。如果輸出光束在 Y 方向上在空間上分離

以形成陣列，則它們可以根據需要通過另外的 DOE（未示出）。輸出雷射光束 22A-22C 穿過聚焦光束的光束聚焦器 27，在本實例中是透鏡。由於不同的發散度，所得到的焦點在 Z 方向上間隔開。

【0046】 圖 13B 示出了另選的 DOE 26B，其產生具有不同發散度和不同光束角度的輸出光束，使得它們沿不同方向傳播。當輸出光束由光束聚焦器 27（在本實例中是透鏡）聚焦時，產生輸出雷射光束 22A-22C 的陣列，它們各自的焦點在 Y 方向上間隔開。由於不同的發散度，所得到的焦點也在 Z 方向上間隔開。

【0047】 可以設計和製造 DOE 以產生具有微弧度量級精度的光束發散度和角度控制。對於通常用於鐳射材料技術中的 1mm 至 200mm 的焦距，設計和製造誤差將導致 X、Y 和 Z 軸上小於 4 μ m 的幾何誤差。

【0048】 DOE 的設計需要類比反向光從要在其中創建圖案的平面傳播回到 DOE 的平面。首先根據應用需求佈置 3D 光斑分佈。然後計算遠場電磁波輪廓用於反向光傳播，以實現輸入相干高斯雷射光束的所需相變。在設計不同聚焦水準的聚焦鐳射光斑時，可以在某些標稱焦點位置處定義遠場資訊，由此各個光斑具有不同的發散度以反映其對應的聚焦位置。

【0049】 上述實施方式利用 DOE 作用於通過自由空間傳播的光線。然而，在本發明的範圍內可以有各種替代方式。

【0050】 圖 14 中示意性地示出了本發明的可選實施方式。為清楚起見，僅示出了照射系統的部件，並且應該理解，晶片支撐工作台和檢查系統如前所述。

【0051】 這裡，不是分離單個源雷射光束以產生多個輸出雷

射光束，而是提供總共四個鐳射源 29A-29D，它們的輸出由控制器 13 控制。這些鐳射源設置成發射類似且大致平行的雷射光束 30A-30D。這些雷射光束由光束分離器/組合器 16 朝向包括各個透鏡 31A-31D 的相應光束聚焦器引導。透鏡 31A-31D 具有不同的焦距，使得每個輸出雷射光束的焦點在使用中距晶片支撐表面（未示出）的距離不同。

【0052】 圖 15 中示意性地示出了本發明的又一可選實施方式。為清楚起見，僅示出了照射系統的部件，並且應該理解，晶片支撐工作台、檢查系統和鐳射控制器如前所述。

【0053】 這裡，類似於前一實施方式，提供總共四個鐳射源 29A-29D，它們的輸出由控制器（未示出）控制。這些鐳射源被佈置成發射類似的雷射光束 30A-30D。雷射光束 30A-30D 通過相應的光纖 32A-32D 朝向包括單獨透鏡 31A-31D 的相應光束聚焦器引導。這裡，透鏡 31A-31D 具有相同的焦距，但是透鏡在 Z 方向上間隔開，使得每個輸出雷射光束在使用中具有距晶片支撐表面（未示出）不同距離的焦點。因此，該實施方式能夠在不使用衍射元件的情況下精確地佈置鐳射光斑的 Y 軸位置，從而可以提高調整的容易性。

【0054】 上述實施方式僅是示例性的，並且本發明範圍內的其他可能性和替代方式對於本領域技術人員而言將是顯而易見的。

【0055】 例如，在圖 14 和圖 15 中所示的實施方式中使用的光束聚焦器可自由互換。

【0056】 雖然上述實施方式示出了具有類似 Y 方向間隔的鐳射光斑陣列，但是可以適當地選擇和/或改變該間隔。

【0057】 光纖可用於貫穿雷射光束的光路的任何部分引導

雷射光束，而不是自由空間傳輸。

【0058】 可以在晶片支撐表面保持靜止的同時移動光束聚焦器（以及可選地鐳射供應器），以便實現切割。

【0059】 本發明的設備和方法可用於切分和劃片技術。

【符號說明】

【0060】

1	晶片工作台	2	半導體晶片
3	箔	4	第一主表面
5	第二主表面	6、6A、6B	切割線
7	雷射光束	8	夾具
9	半導體器件	10A、10B	切片道
11A-11D	鐳射光斑	12	運動控制器
13	控制器	14	鐳射源
15	光束分離器	16	光束分離器/組合器
17	光束聚焦器	18	視覺系統
19	相機	20A-20D	雷射光束
21	半導體晶片	22A-22H	輸出雷射光束
23A-23H	焦點	24	晶片支撐表面
26	衍射光學元件	27	光束聚焦器
28	源雷射光束	29A-29D	鐳射源
30A-30D	源雷射光束	31A-31D	透鏡
32A-32D	光纖	33A-33D	透鏡
D	切割方向	T	晶片厚度

發明摘要

※ 申請案號：

※ 申請日：

※IPC 分類：

【發明名稱】(中文/英文)

使用選擇性聚焦深度的輻射晶片切割 / Radiative Wafer Cutting Using Selective Focusing Depths

【中文】

本發明提供一種通過將多個雷射光束引導至晶片處來優化半導體晶片切割，其中雷射光束被聚焦為使得它們的相應焦點中的至少一些焦點位於整個晶片的不同深度處。

【英文】

Semiconductor wafer cutting is optimized by directing a plurality of laser beams at the wafer, with the laser beams being focused so that at least some of their respective focal points are located at different depths throughout the wafer.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖（9）。

【本代表圖之符號簡單說明】：

21	半導體晶	22A	雷射光束
22B	雷射光束	22C	雷射光束
22D	雷射光束		

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無。

申請專利範圍

1. 一種用於沿半導體晶片的切割線切割晶片的鐳射切割設備，包括：

平面晶片支撐表面，所述平面晶片支撐表面具有用於在使用中將半導體晶片支撐於其上的平面，

鐳射供應器，所述鐳射供應器用於產生多個輸出雷射光束，

光束聚焦器，所述光束聚焦器位於每個輸出雷射光束的光路中，用於將每個所述雷射光束聚焦在相應的焦點處，所述晶片支撐表面能夠在平行於所述晶片支撐表面的平面的方向上相對於所述光束聚焦器移動，及

致動器，所述致動器用於使所述晶片支撐表面和所述光束聚焦器在平行於所述晶片支撐表面的平面的方向上相對移動，使得在使用中，每個輸出雷射光束的焦點在所述相對移動期間跟隨所述晶片的所述切割線，

其中至少一個輸出雷射光束的焦點與至少一個其他輸出雷射光束的焦點相比，定位在距所述晶片支撐表面的平面的不同距離處。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之鐳射切割設備，其中，所述鐳射供應器包括：鐳射源，所述鐳射源用於沿光路發射源雷射光束；以及光束分離器，所述光束分離器沿所述源雷射光束的光路定位，以將所述源雷射光束分成所述多個輸出雷射光束。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之鐳射切割設備，其中，所述光束分離器包括衍射光學元件。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之鐳射切割設備，其中，所述衍射光學元件用於產生具有不同發散度的至少兩個輸出雷射光束。

5. 如申請專利範圍第 3 項所述之鐳射供應設備，其中，所述衍射光學元件用於產生具有不同傳播方向的至少兩個輸出雷射光束。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之鐳射切割設備，其中，所述鐳射供應器包括多個鐳射源，每個鐳射源用於產生相應的輸出雷射光束。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之鐳射切割設備，更包括多個光束聚焦器，每個光束聚焦器沿相應的鐳射輸出光束的光路定位。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之鐳射切割設備，其中，在使用中每個輸出雷射光束的焦點定位在所述半導體晶片內，使得不同的輸出雷射光束的相應焦點在所述半導體晶片內的不同深度處。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述之鐳射切割設備，其中，所述多個輸出雷射光束形成陣列，所述陣列中的每個輸出雷射光束的焦點在平行於所述晶片支撐表面的平面的方向上間隔開。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之鐳射切割設備，其中，所述陣列內的輸出雷射光束焦點的佈置形成線性輪廓，使得相鄰焦點在平行於所述晶片支撐表面的平面的方向上的間隔與這些相鄰焦點在正交於所述晶片支撐表面的平面的方向上的間隔成正比。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述之鐳射切割設備，其中，所述陣列內的相鄰輸出雷射光束焦點以所述輸出雷射光束的瑞利長度隔開。

12. 如申請專利範圍第 9 項所述之鐳射切割設備，其中，所述陣列內的輸出雷射光束焦點的佈置形成非線性輪廓，使得相鄰焦點在平行於所述晶片支撐表面的平面的方向上的間隔與這些相鄰焦

點在正交於所述晶片支撐表面的平面的方向上的間隔不成正比。

13. 一種沿平面半導體晶片的切割線切割半導體晶片的方法，包括以下步驟：

a) 將所述半導體晶片支撐在鐳射切割設備內，

b) 將多個雷射光束在基本正交於所述半導體晶片的平面的傳播方向上引導至所述半導體晶片處，

c) 聚焦所述多個雷射光束，使得所述多個雷射光束的相應焦點定位在所述半導體晶片內，從而至少一個雷射光束的焦點與至少一個其他輸出雷射光束的焦點相比，定位在所述半導體晶片的不同深度處，及

d) 使所述半導體晶片和所述多個雷射光束在平行於所述半導體晶片的平面的方向上相對移動，使得每個雷射光束的焦點跟隨所述半導體晶片的所述切割線，從而沿著所述切割線切割所述半導體晶片。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述之方法，其中，步驟 c) 包括聚焦所述多個雷射光束，使得相鄰焦點在平行於所述晶片支撐表面的平面的方向上的間隔與這些相鄰焦點在正交於所述晶片支撐表面的平面的方向上的間隔成正比，從而雷射光束焦點的佈置形成線性輪廓。

15. 如申請專利範圍第 14 項所述之方法，其中，所述相鄰輸出雷射光束焦點以所述雷射光束的瑞利長度間隔開。

16. 如申請專利範圍第 13 項所述之方法，其中，步驟 c) 包括聚焦所述多個雷射光束，使得相鄰焦點在平行於所述晶片支撐表面的平面的方向上的間隔與這些相鄰焦點在正交於所述晶片支撐表面的平面的方向上的間隔不成正比，從而雷射光束焦點的佈置形成非線性輪廓。

圖式

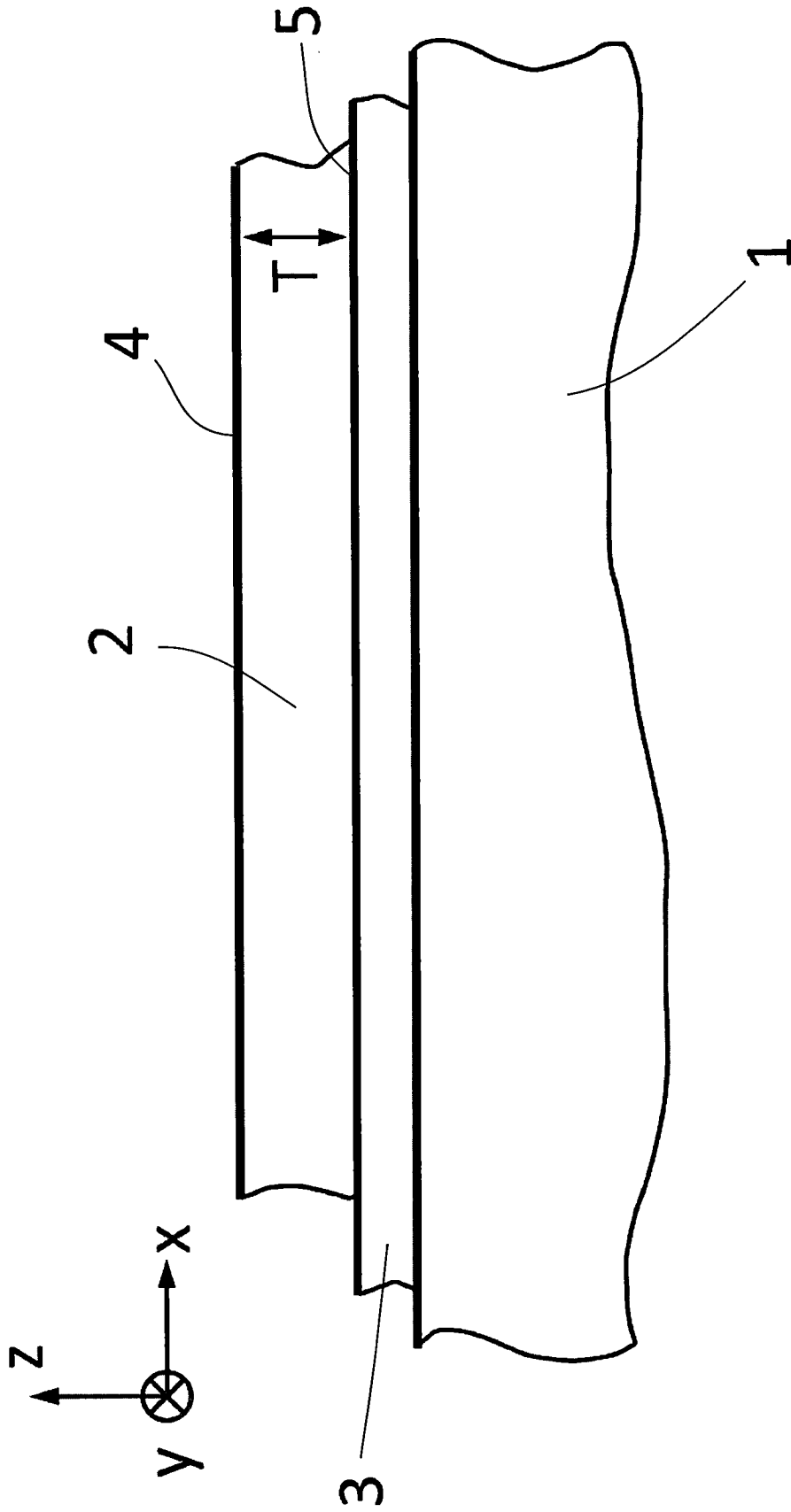


圖1

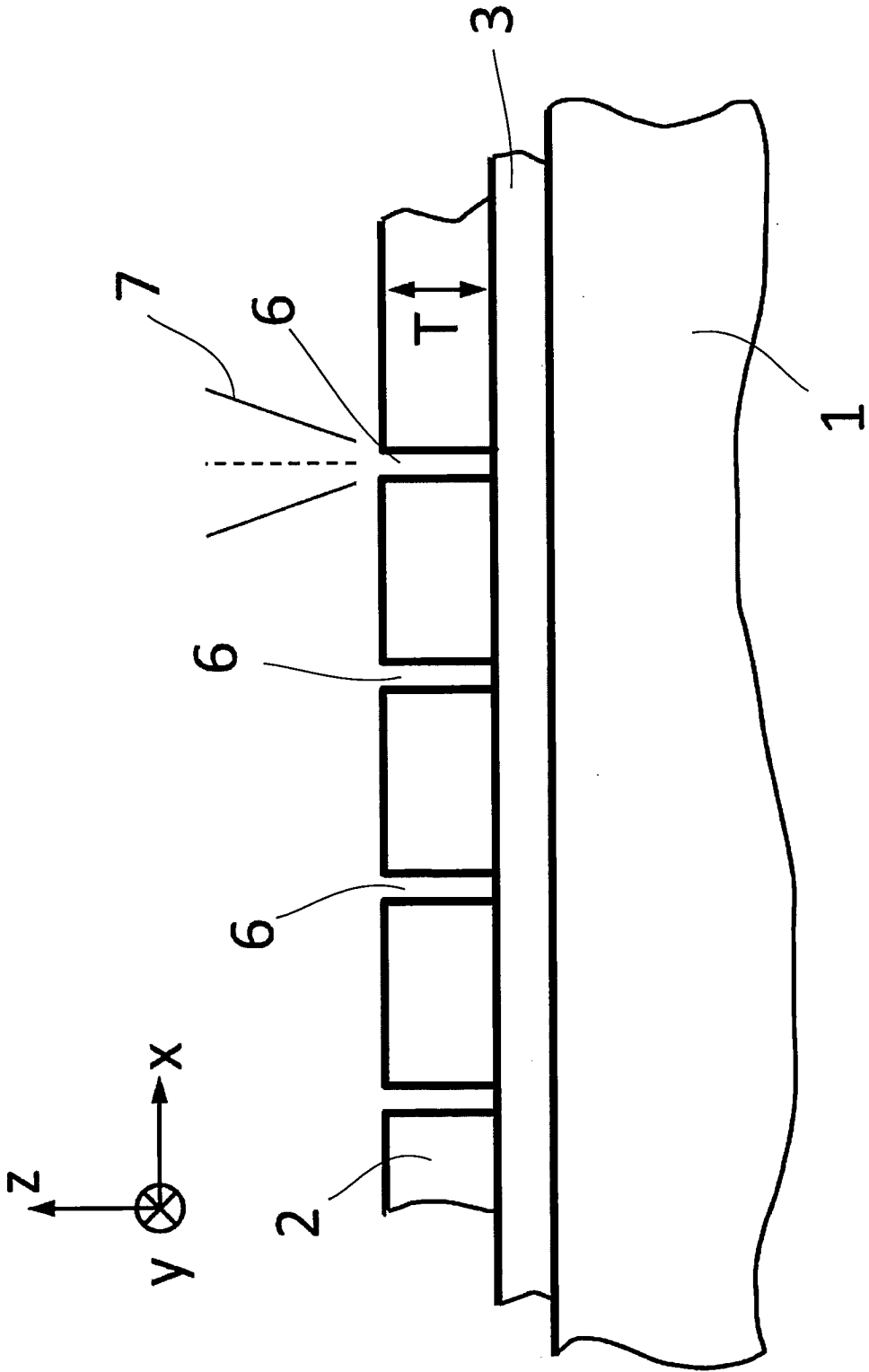


圖2

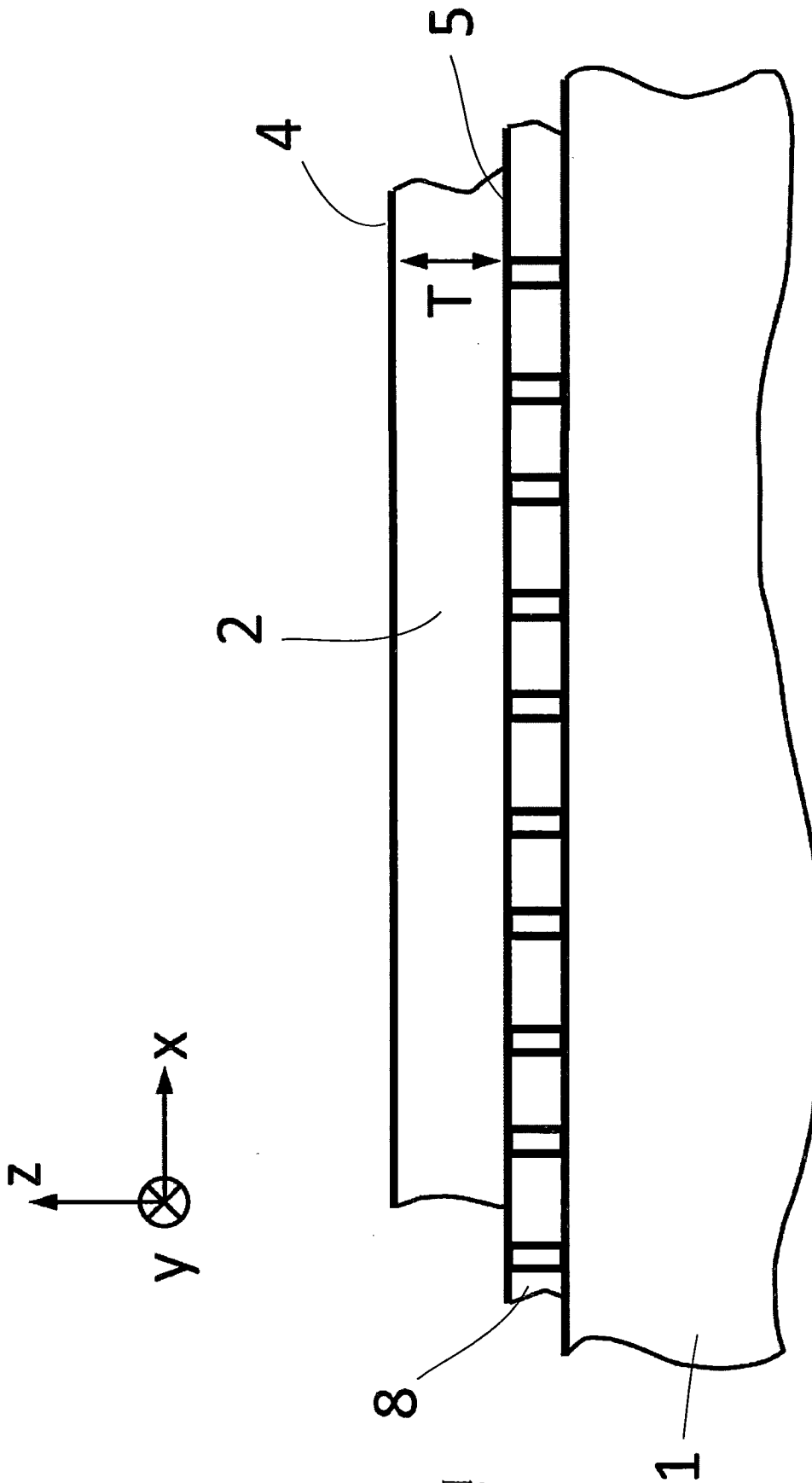


圖3

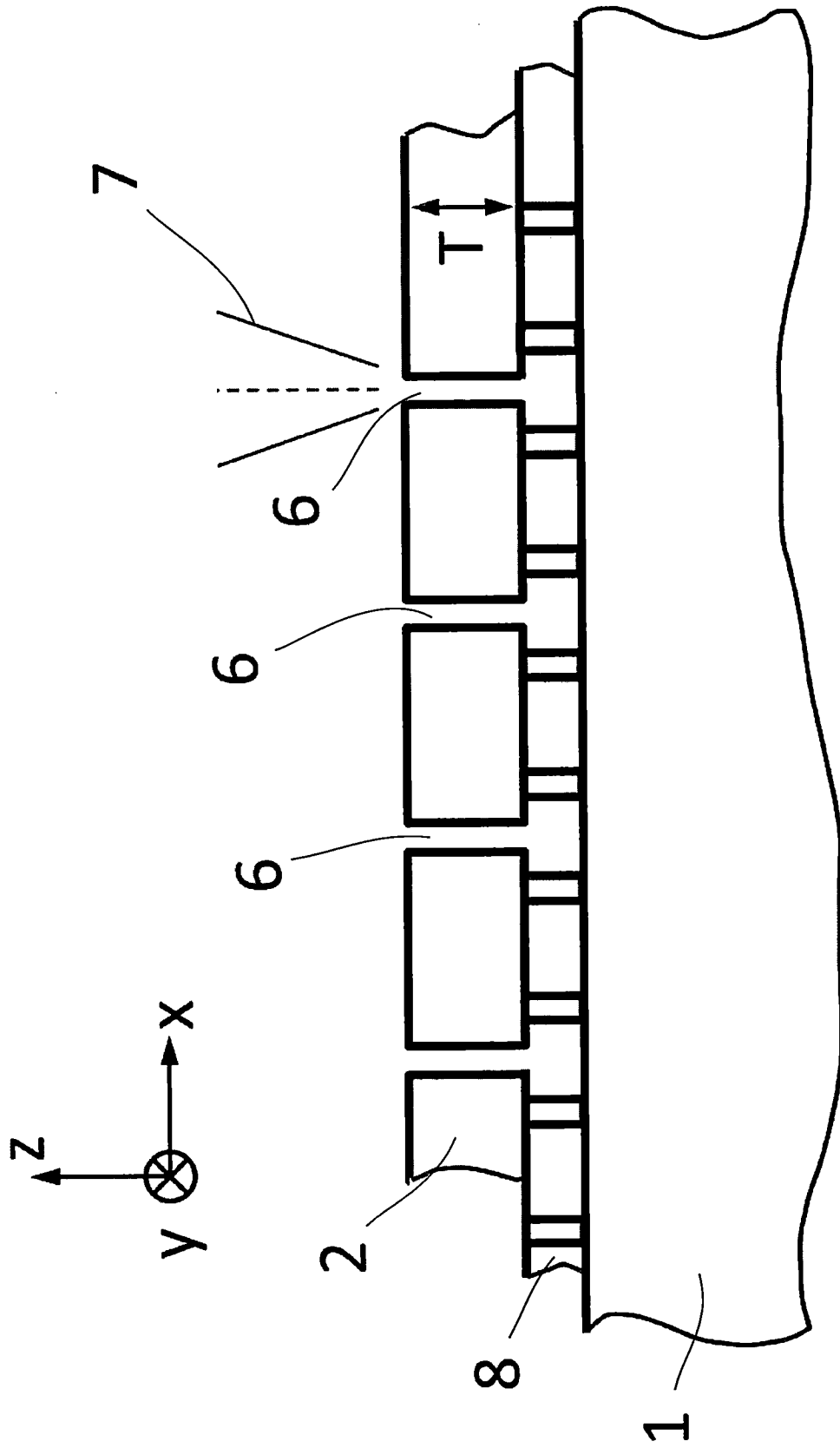


圖4

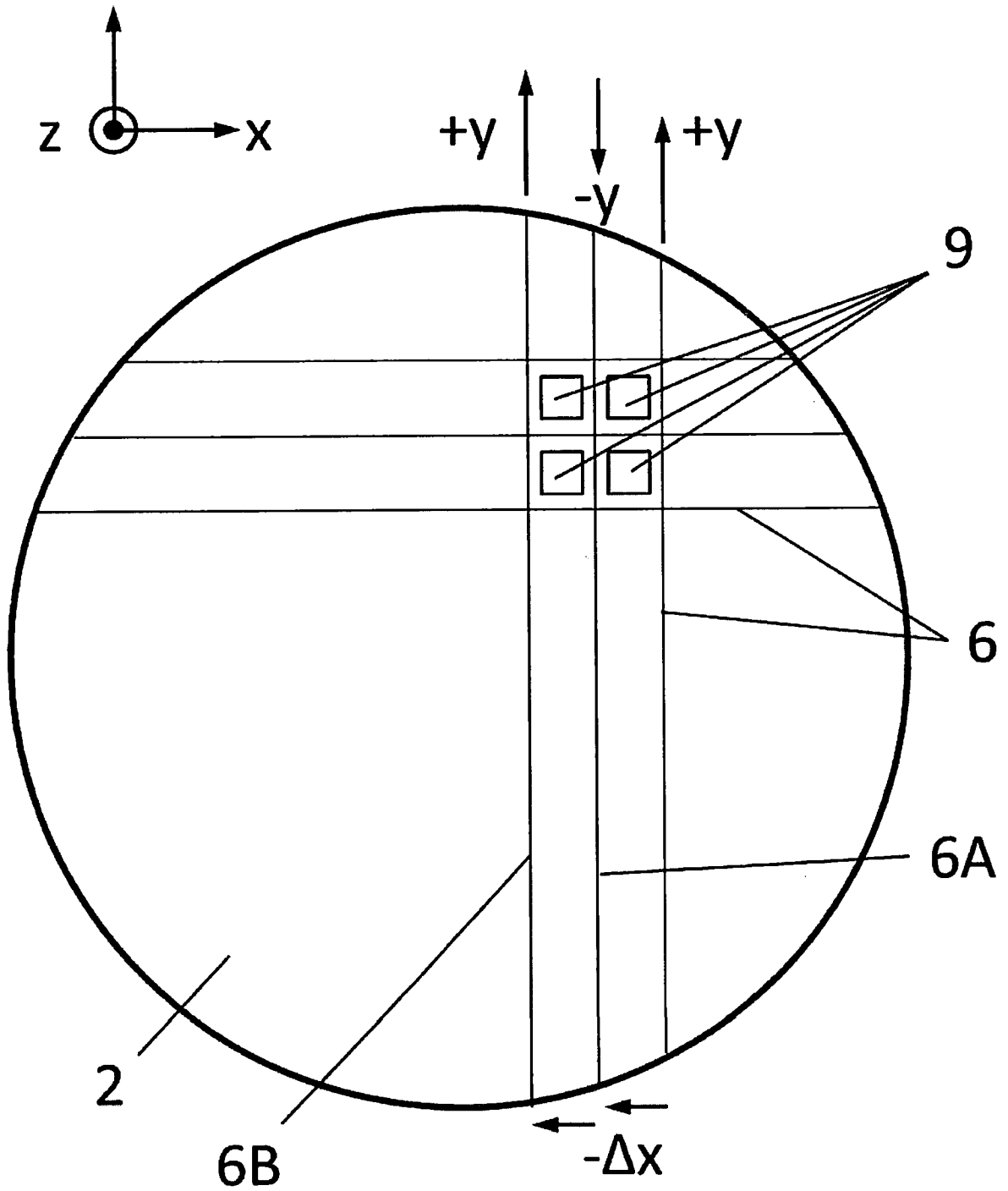


圖5

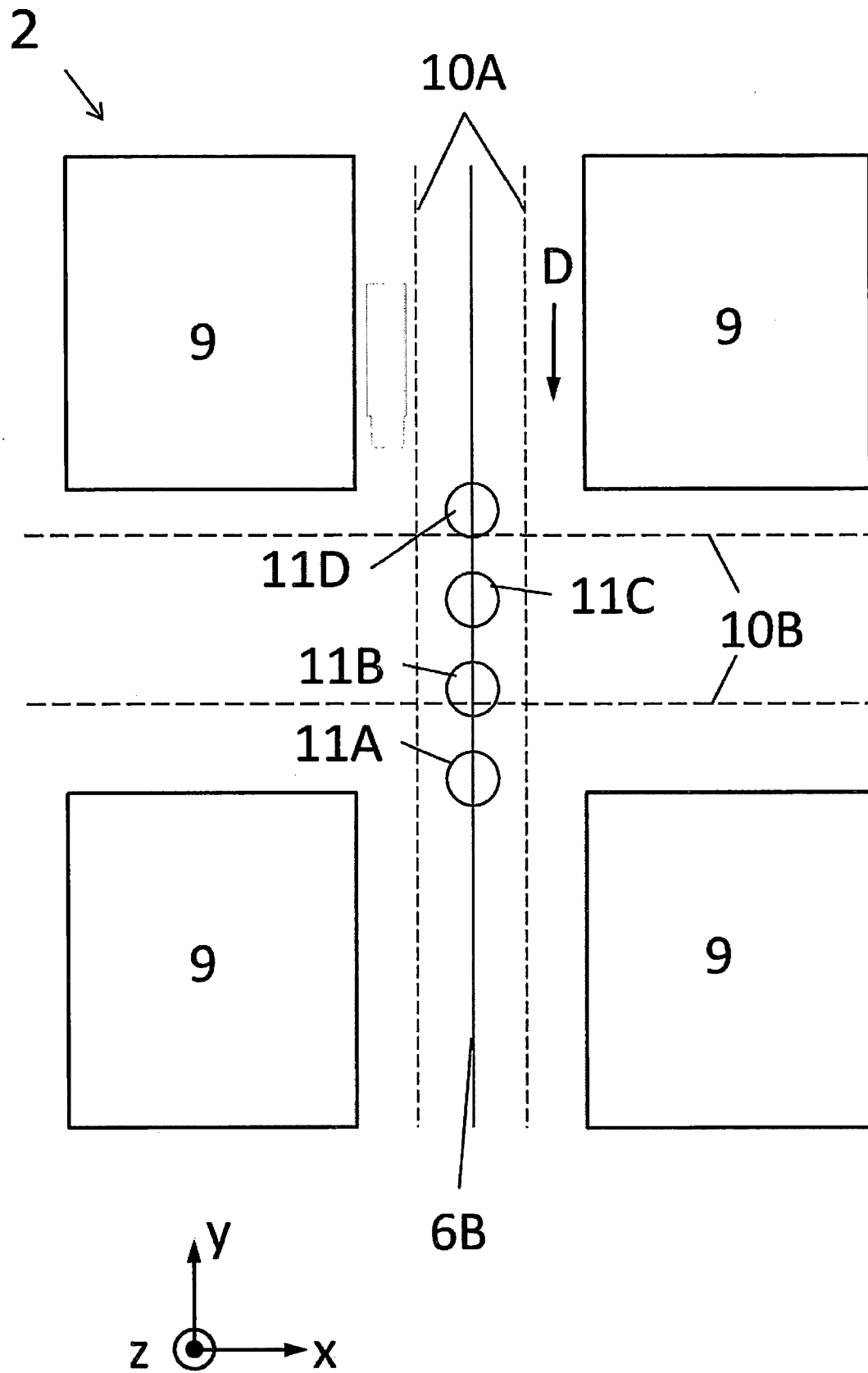


圖6

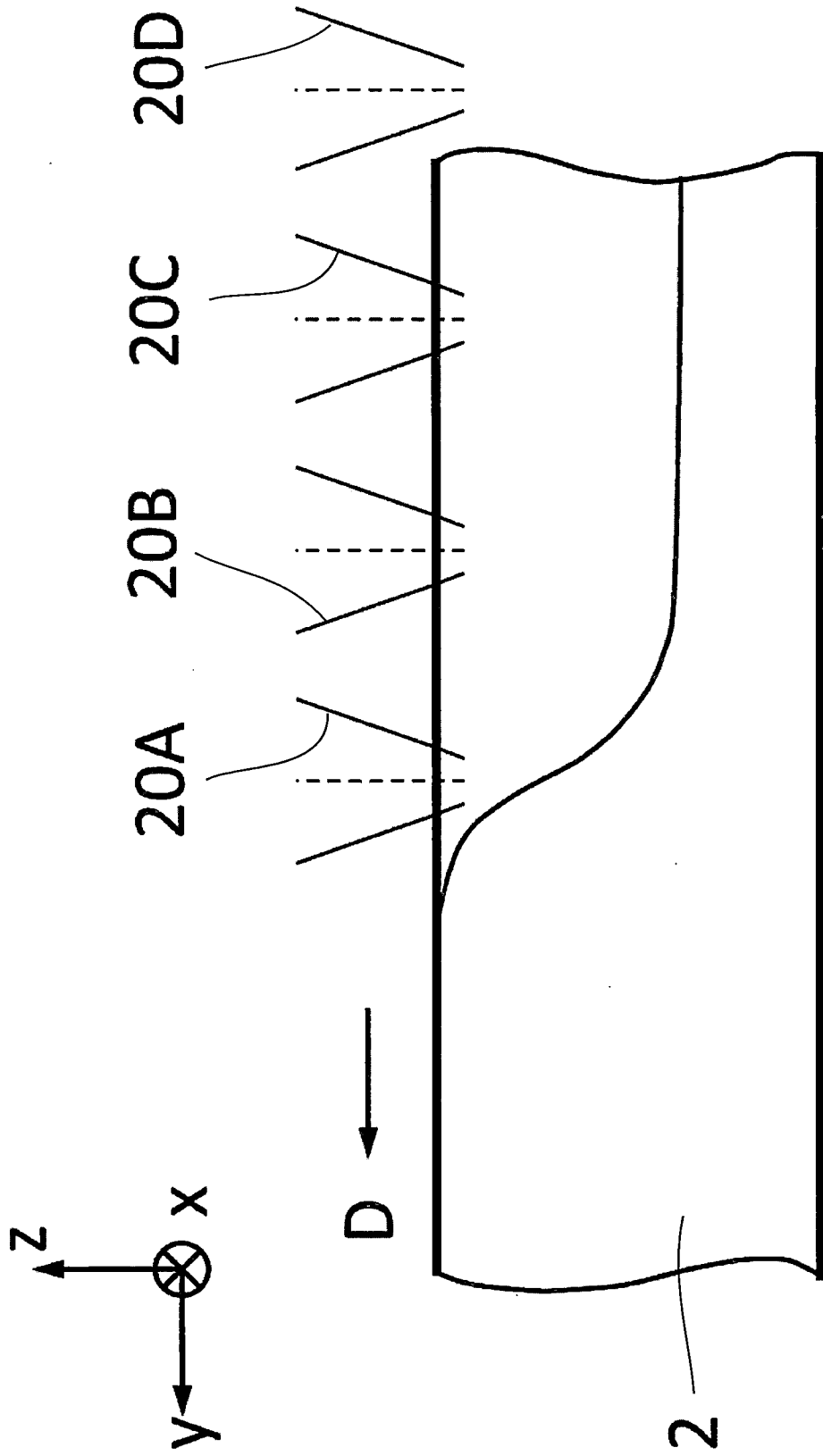


圖7

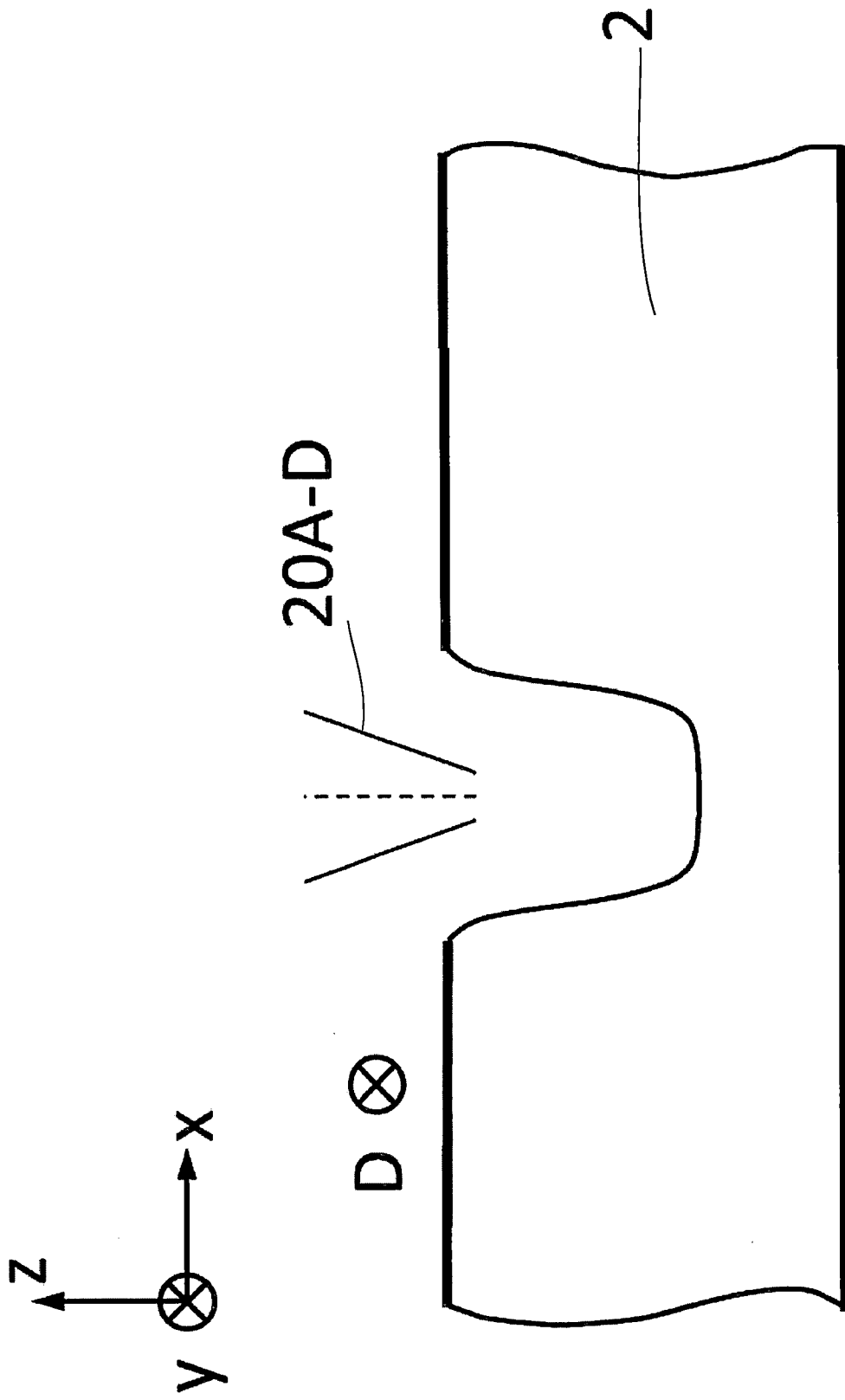


圖8

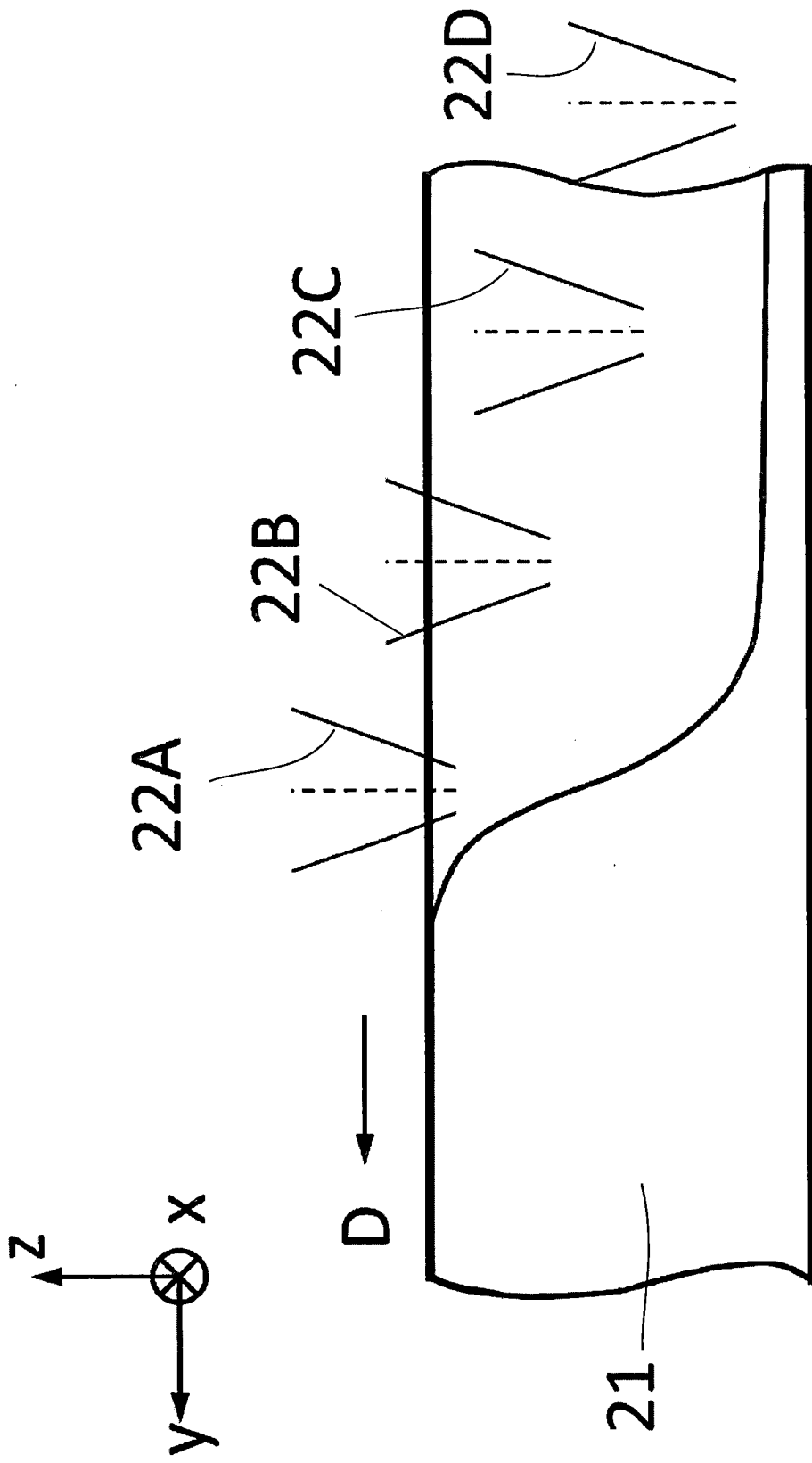


圖9

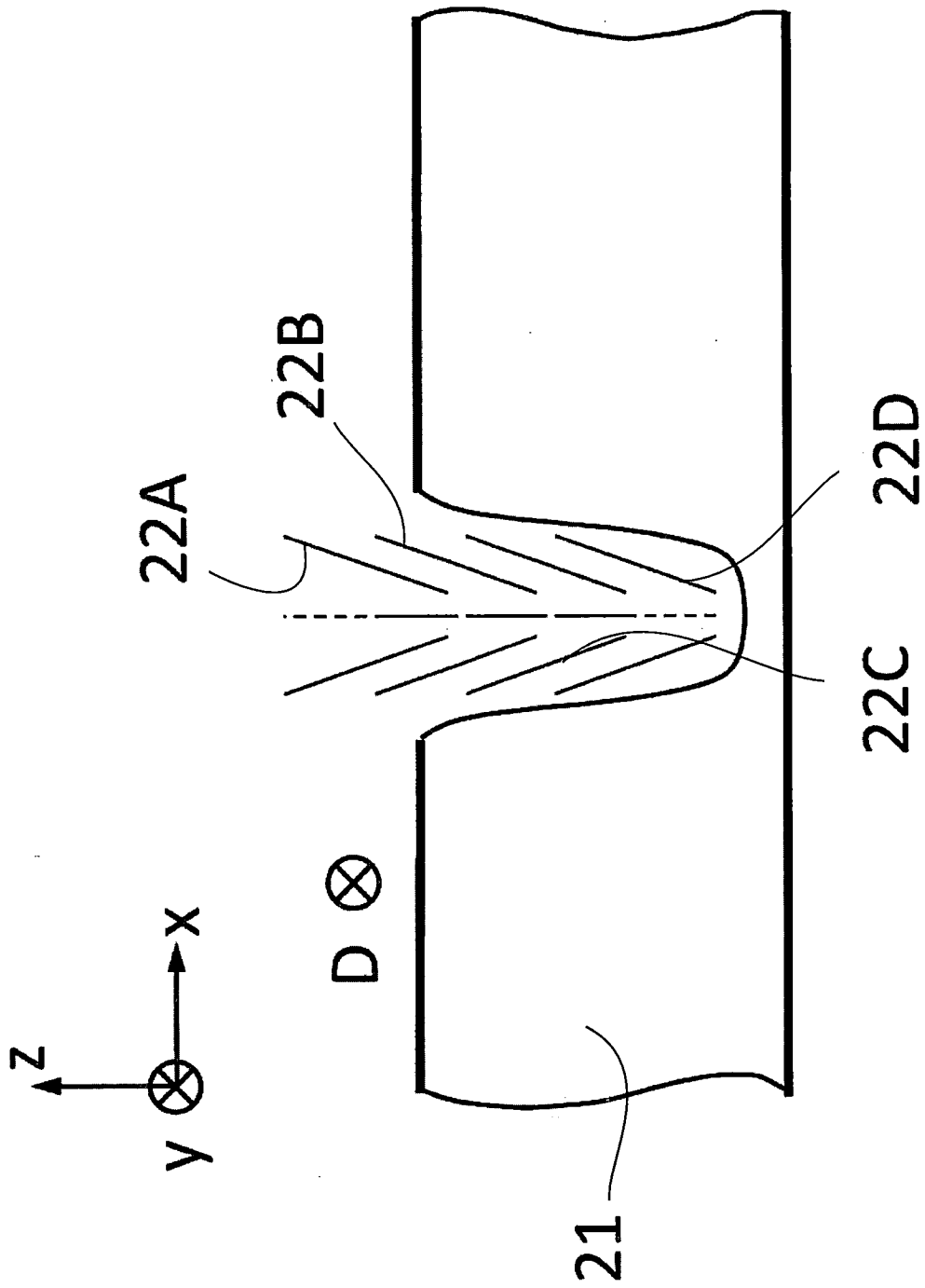


圖10

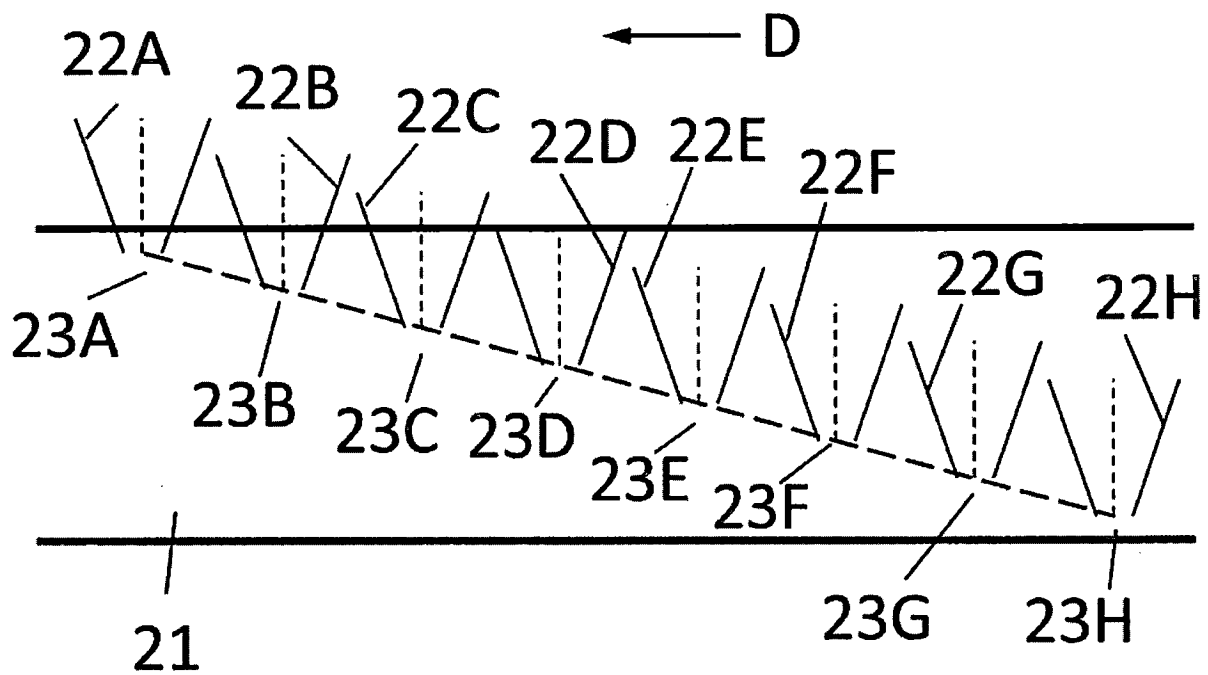


圖11A

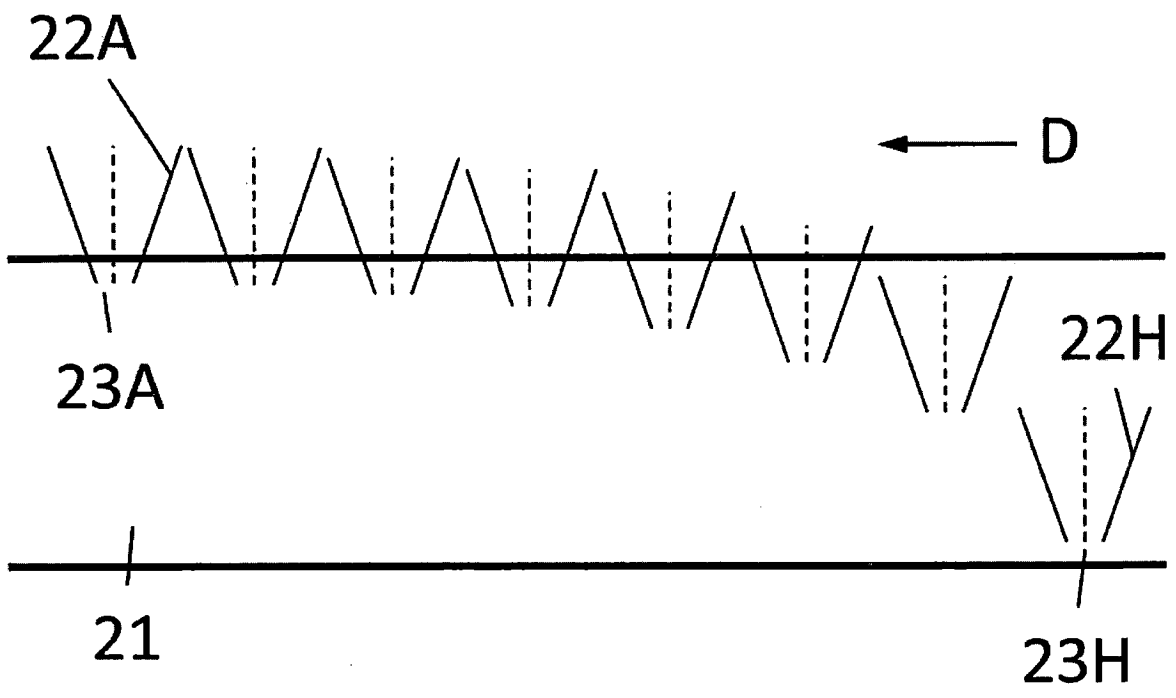
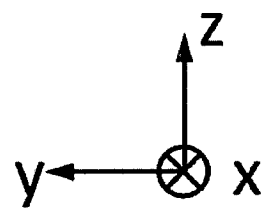


圖11B

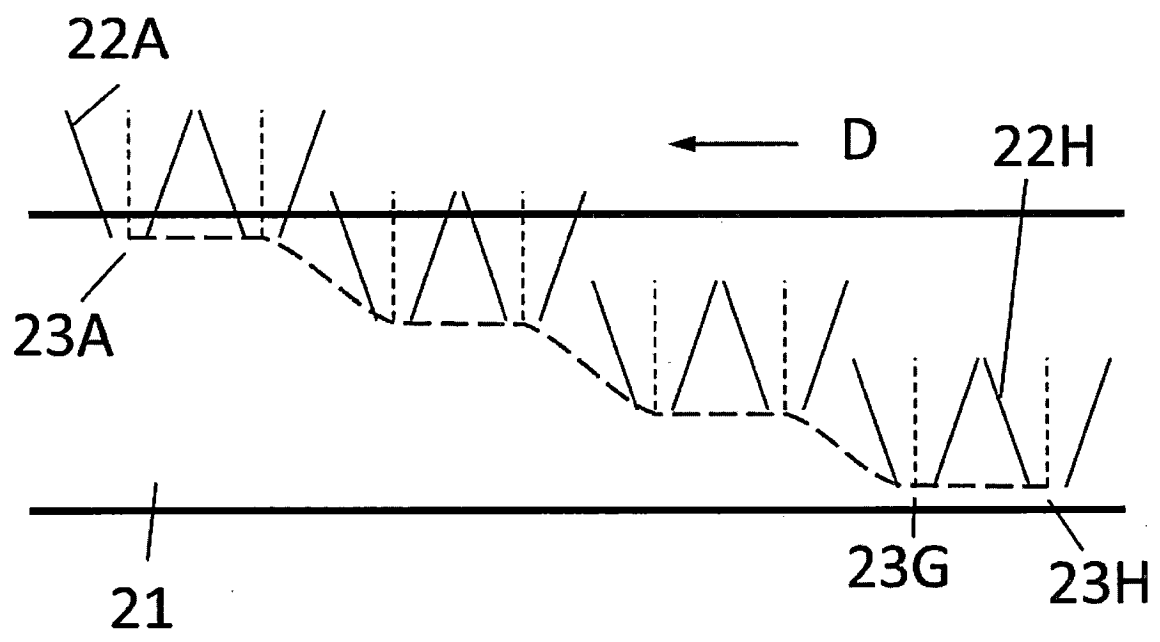


圖11C

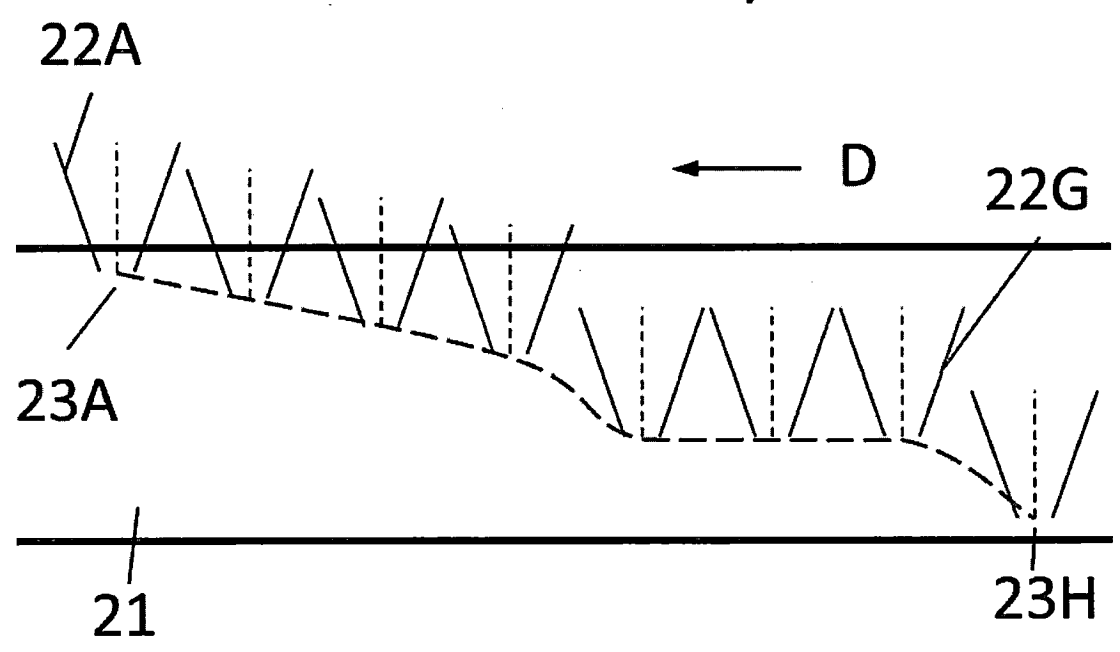
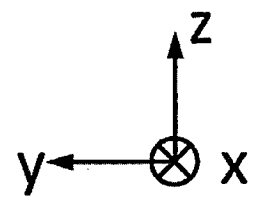


圖11D

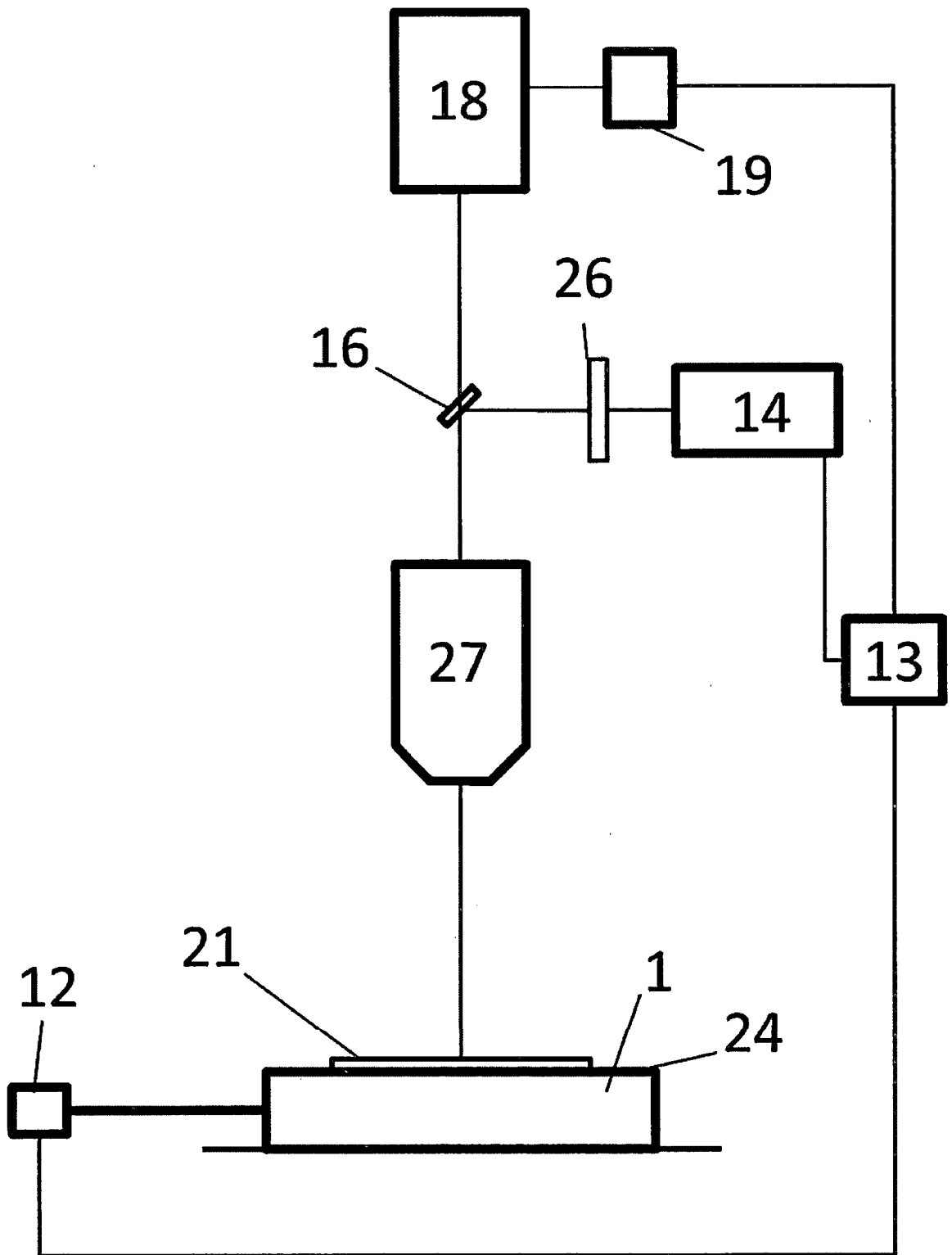


圖12

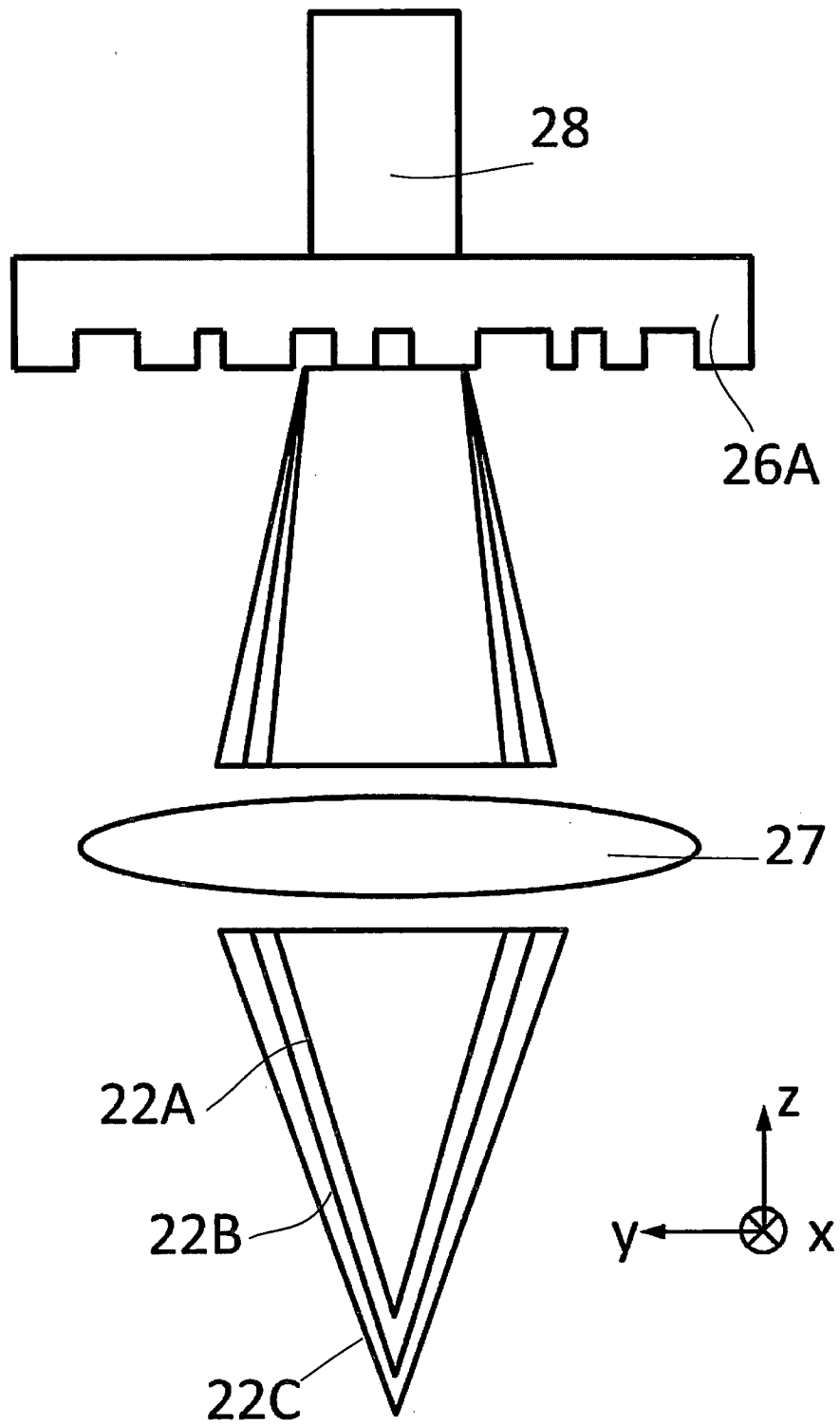


圖13A

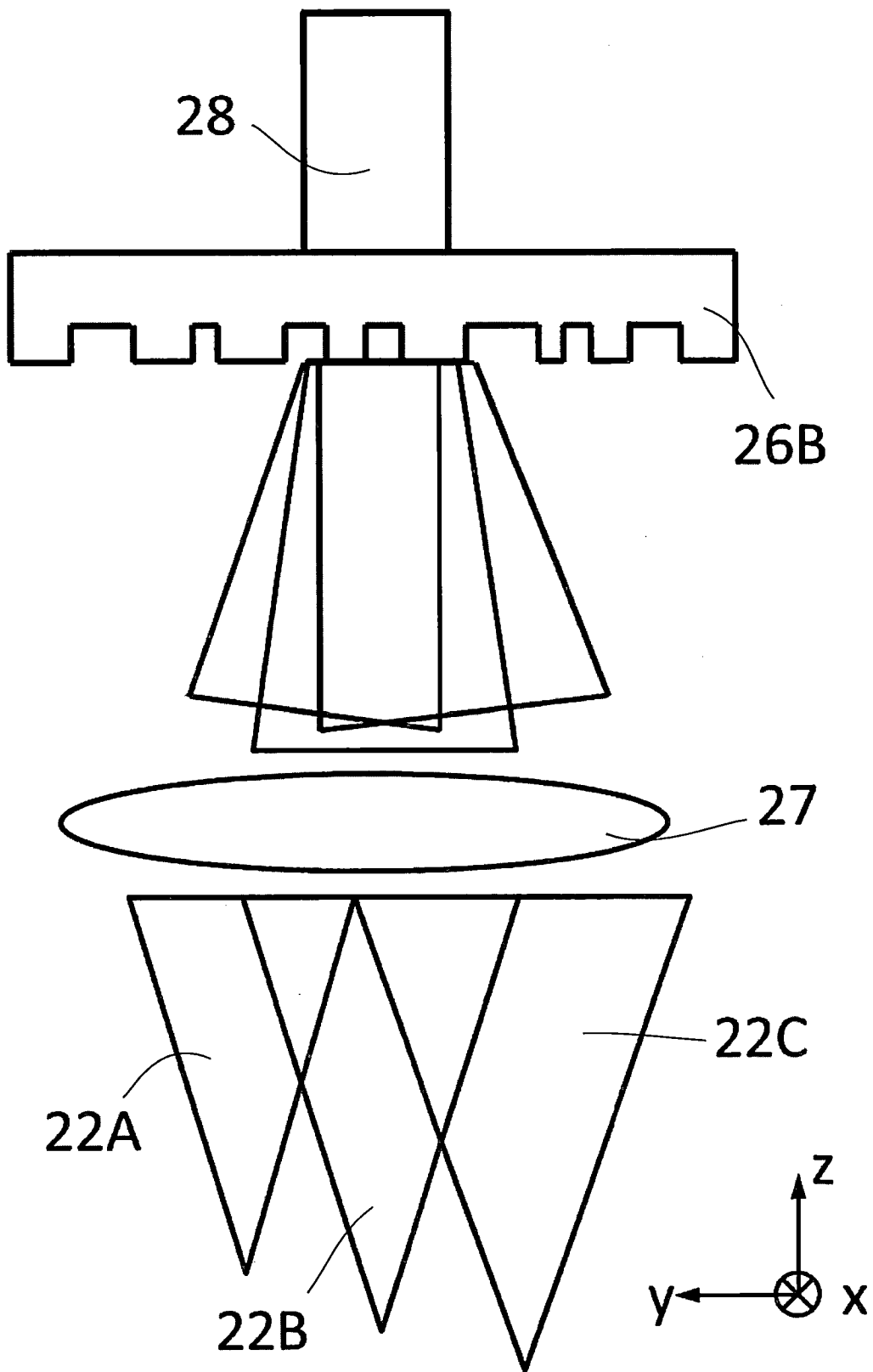


圖13B

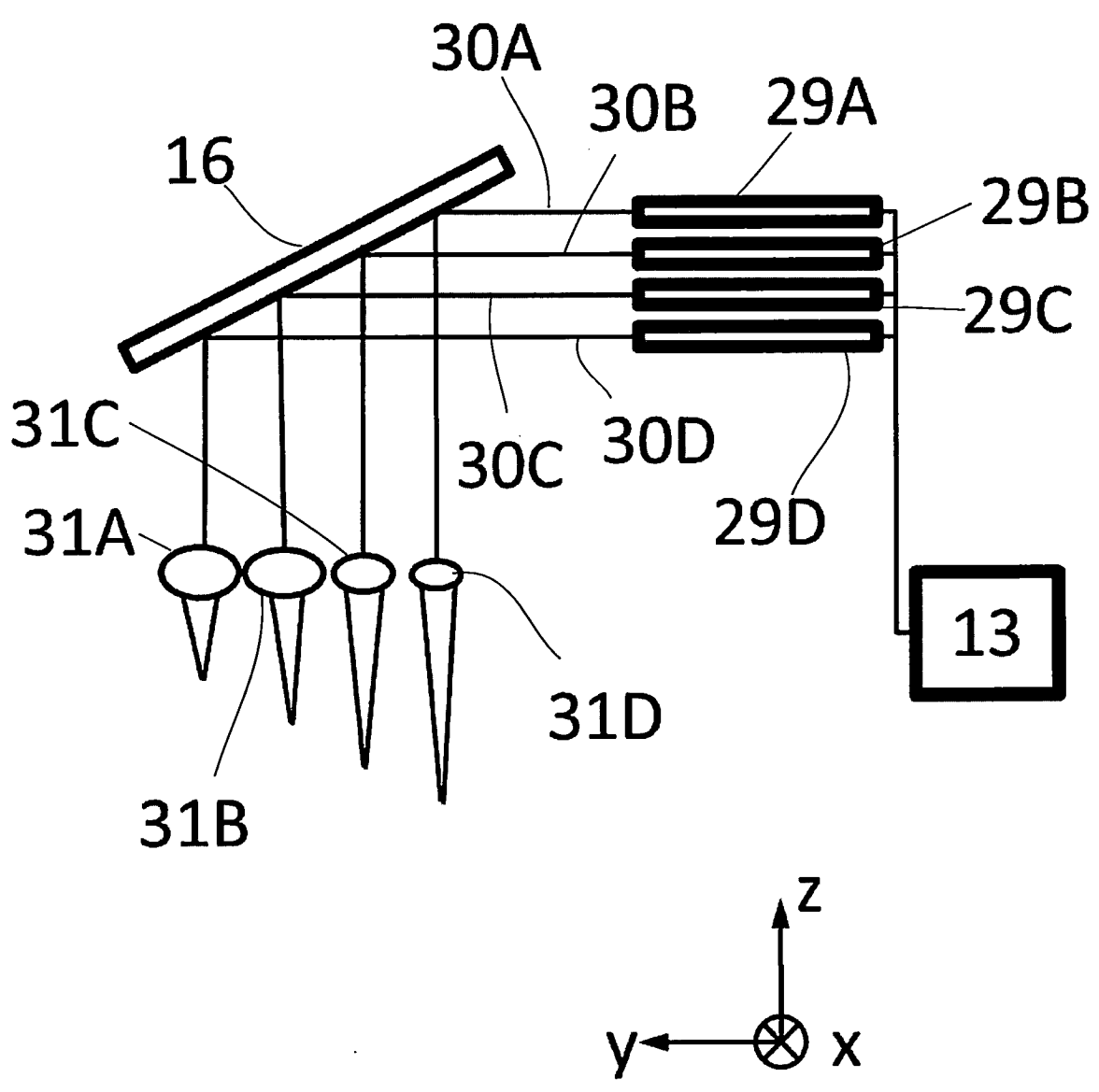


圖14

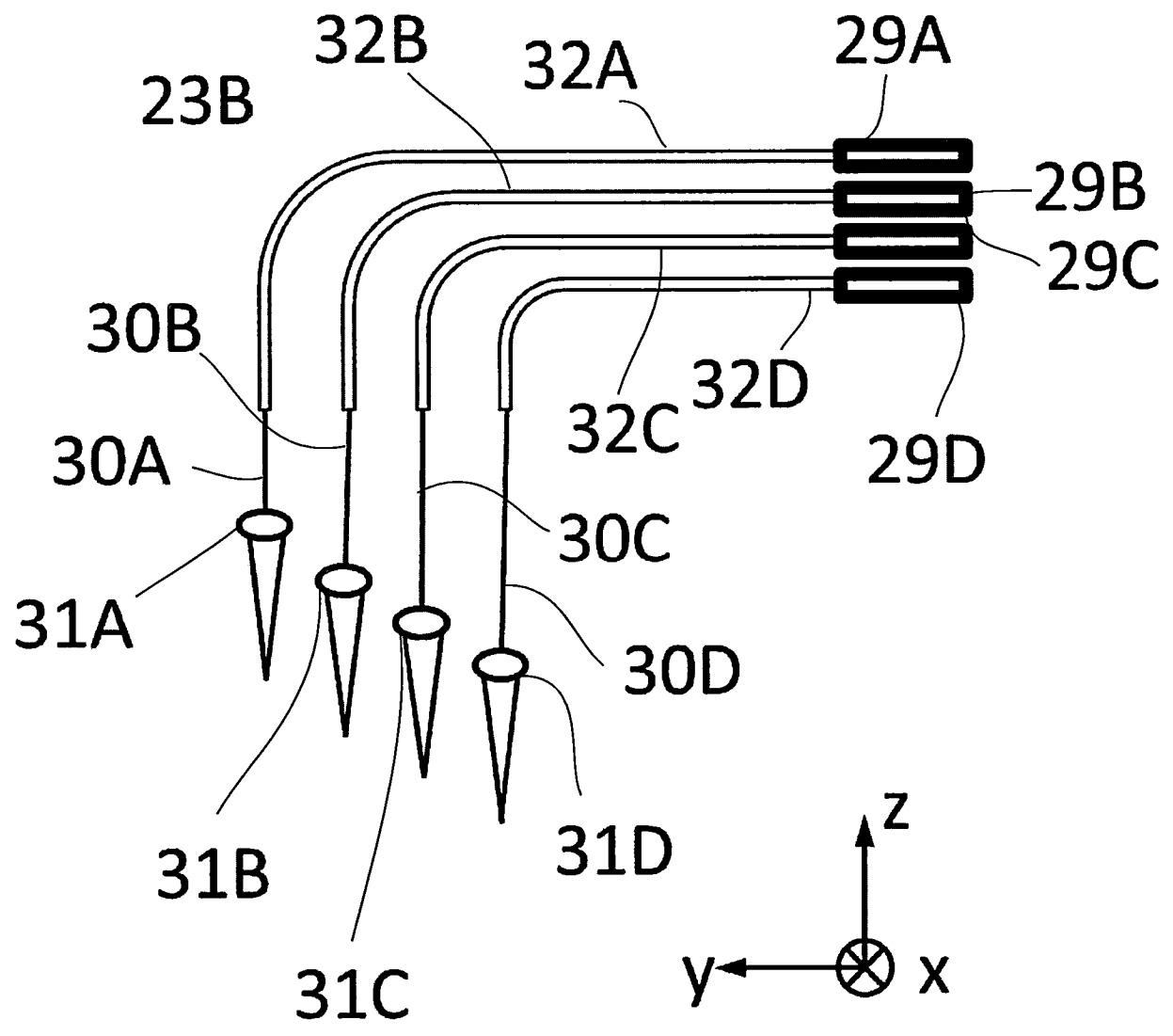


圖15