



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I778407 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 09 月 21 日

(21)申請案號：109129313

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 08 月 27 日

(51)Int. Cl. : G02B27/01 (2006.01)

G02B26/12 (2006.01)

(30)優先權：2019/09/26 美國

62/906,115

(71)申請人：奇景光電股份有限公司 (中華民國) HIMAX TECHNOLOGIES LIMITED (TW)
臺南市新市區紫棟路 26 號

(72)發明人：連峻儀 LIEN, JIUN-YI (TW)；呂柏翰 LYU, BO-HAN (TW)；蔡孟珂 TSAI, MENG-KO (TW)；呂引棟 LU, YIN-TUNG (TW)

(74)代理人：葉璟宗；詹東穎；劉亞君

(56)參考文獻：

CN 105093528A

US 9442291B1

US 2016/0377871A1

US 2018/0149869A1

WO 2018/160506A1

審查人員：陳章德

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：31 共 58 頁

(54)名稱

頭戴式顯示裝置

(57)摘要

一種頭戴式顯示裝置，包括顯示模組。顯示模組包括用於提供光束的光源以及設置在光束的傳輸途徑上的結合器。結合器包括多個反射元件。多個反射元件彼此間隔開來且傾斜地設置，其中各反射元件在其傾斜方向上的最大寬度小於 4 毫米且大於 10 微米。

A head-mounted display including a display module is provided. The display module includes a light source configured to provide a light beam and a combiner disposed on a transmission path of the light beam. The combiner includes a plurality of reflective elements spaced apart from each other and obliquely disposed. A maximum width of each of the plurality of reflective elements along an oblique direction thereof is less than 4 mm and greater than 10 μ m.

指定代表圖：

符號簡單說明：

1:頭戴式顯示裝置

10:顯示模組

100:光源

102:結合器

1020:反射元件

1021:第一基板

1022:柱狀結構

B、B':光束

D:距離

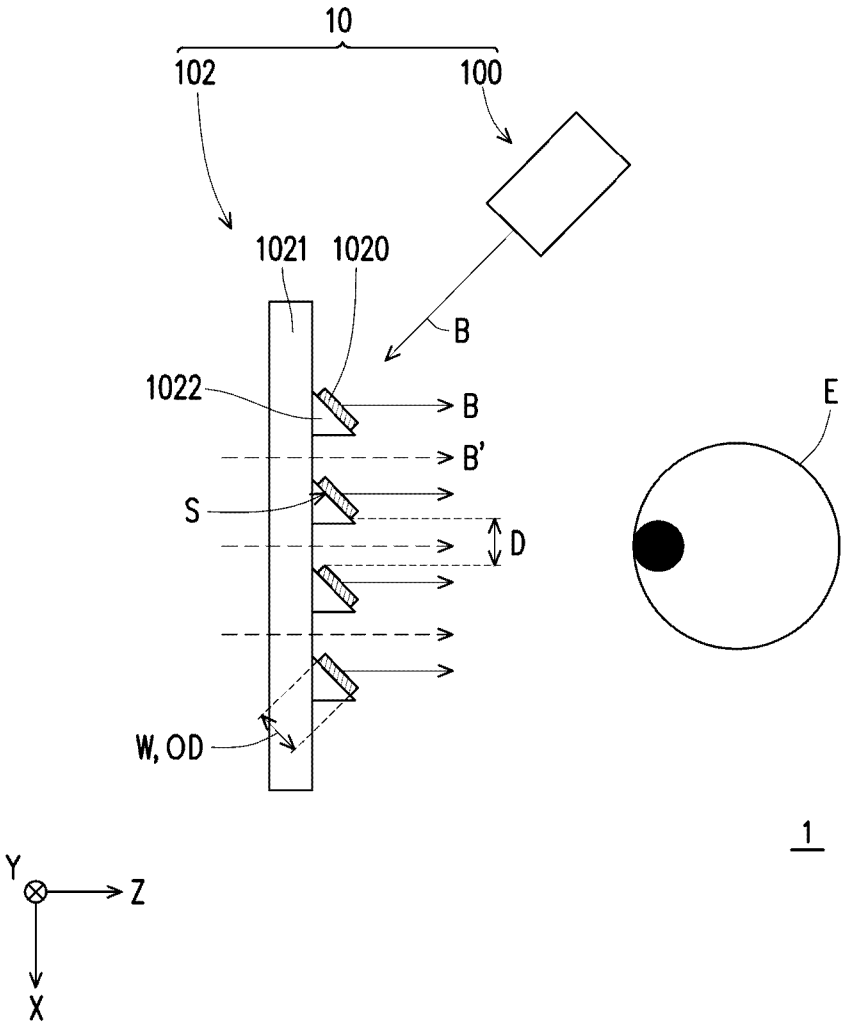
E:眼睛

OD:傾斜方向

S:斜面

W:最大寬度

X、Y、Z:方向



【圖1】



I778407

【發明摘要】

【中文發明名稱】頭戴式顯示裝置

【英文發明名稱】HEAD-MOUNTED DISPLAY

【中文】一種頭戴式顯示裝置，包括顯示模組。顯示模組包括用於提供光束的光源以及設置在光束的傳輸途徑上的結合器。結合器包括多個反射元件。多個反射元件彼此間隔開來且傾斜地設置，其中各反射元件在其傾斜方向上的最大寬度小於4毫米且大於10微米。

【英文】A head-mounted display including a display module is provided. The display module includes a light source configured to provide a light beam and a combiner disposed on a transmission path of the light beam. The combiner includes a plurality of reflective elements spaced apart from each other and obliquely disposed. A maximum width of each of the plurality of reflective elements along an oblique direction thereof is less than 4 mm and greater than 10 μm .

【指定代表圖】圖1。

【代表圖之符號簡單說明】

1:頭戴式顯示裝置

10:顯示模組

100:光源

102:結合器

1020:反射元件

1021:第一基板

1022:柱狀結構

B、B':光束

D:距離

E:眼睛

OD:傾斜方向

S:斜面

W:最大寬度

X、Y、Z:方向

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】頭戴式顯示裝置

【英文發明名稱】HEAD-MOUNTED DISPLAY

【技術領域】

【0001】 本揭露是有關於一種電子裝置，且特別是有關於一種頭戴式顯示裝置。

【先前技術】

【0002】 擴增實境(Augmented reality, AR)是一種結合實際影像以及虛擬影像的技術。虛擬影像可包括文字或是圖樣以及其他用於指示功能或是註解的顯示資訊。由光引擎(light engine)提供的顯示資訊通過可透光的結合器投射至使用者的眼睛，使得虛擬影像與實際影像能夠結合。近年來，各式各樣用於實現擴增實境的頭戴式顯示裝置被提出。然而，這些頭戴式顯示裝置仍然有許多問題(例如：重量、顯示品質等等)需要被改善。

【發明內容】

【0003】 本揭露提供一種頭戴式顯示裝置，可在輕量下提供良好的顯示品質。

【0004】 在本揭露的一實施例中，頭戴式顯示裝置包括顯示模組。顯示模組包括用於提供光束的光源以及設置在光束的傳輸途

徑上的結合器。結合器包括多個反射元件。多個反射元件彼此間隔開來且傾斜設置。各反射元件在其傾斜方向上的最大寬度小於 4 毫米且大於 10 微米。

【0005】 為了讓本揭露的上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【圖式簡單說明】

【0006】

圖 1 為依照本揭露的第一實施例的一種頭戴式顯示裝置的示意圖。

圖 2 至圖 10 為可應用於本揭露的一種頭戴式顯示裝置的結合器的示意圖。

圖 11A 與圖 11B 為依照本揭露的第一實施例的另一種頭戴式顯示裝置的側視示意圖與上視示意圖。

圖 12 為可應用於本揭露的一種頭戴式顯示裝置的結合器的一種製造流程的示意圖。

圖 13 為可應用於本揭露的一種頭戴式顯示裝置的結合器的剖面示意圖。

圖 14 為可應用於本揭露的一種頭戴式顯示裝置的結合器的另一種製造流程的示意圖。

圖 15 至圖 17 為可應用於本揭露的一種頭戴式顯示裝置的結合器的示意圖。

圖 18 為依照本揭露的第二實施例的一種頭戴式顯示裝置的示意圖。

圖 19 至圖 21 為可應用於本揭露的一種頭戴型顯示器的結合器的示意圖。

圖 22A 為依照本揭露的第三實施例的一種頭戴式顯示裝置的示意圖。

圖 22B 為可應用於本揭露的一種頭戴型顯示器的結合器的前視示意圖。

圖 23 與圖 24 為可應用於本揭露的一種頭戴型顯示器的結合器的前視示意圖。

圖 25 與圖 26 為依照本揭露的第四實施例與第五實施例的頭戴式顯示裝置的示意圖。

圖 27A 為依照本揭露的第六實施例的一種頭戴式顯示裝置示意圖。

圖 27B 為可應用於本揭露的一種頭戴型顯示器的結合器的側視示意圖。

圖 27C 為可應用於本揭露的一種頭戴型顯示器的結合器的前視示意圖。

圖 28 為可應用於本揭露的一種頭戴型顯示器的另一種結合器的前視示意圖。

圖 29 為依照本揭露的第七實施例的一種頭戴式顯示裝置的示意圖。

圖 30 為依照本揭露的第八實施例的一種頭戴式顯示裝置的示意圖。

圖 31 為可應用於本揭露的一種頭戴型顯示器的結合器的前視示意圖。

【實施方式】

【0007】 在下述實施例中，用來指示方向的用語，如：「上」、「下」、「前」、「後」、「左」以及「右」，僅是用來表示參考附圖的方向。因此，方向術語是用來敘述，並非用來限制本揭露。

【0008】 在附圖中，各圖式繪示特定實施例所使用的方法、結構或材料的通常性特徵。然而，這些圖式不應被詮釋成界定或限制這些實施例所涵蓋的範圍或本質。舉例來說，為了清楚起見，各疊層、區域或結構的相對尺寸、厚度及位置可能縮減或放大。

【0009】 在實施例中，相同或相似的元件會標示相同或相似的編號，且將省略其贅述。此外，不同實施例的特徵可能會在不相衝突的情況下互相結合，且依本說明書或申請專利範圍所作之簡單的等效變化與修飾，皆仍屬本專利涵蓋的範圍內。

【0010】 在實施例中，本說明書或申請專利範圍中提及的「第一」、「第二」等用語僅是用來命名不同元件或區分不同實施例或範圍，並非用來限制元件數量上的上限或下限，也並非用來限定元件的製造程序或是設置順序。此外，一疊層或元件設置在另一疊層或元件上（或上方）可涵蓋所述疊層或元件直接設置在所述

另一疊層或元件上（或上方），且兩個疊層或元件直接接觸的情況；或者所述疊層或元件間接設置在所述另一疊層或元件上（或上方），且兩個疊層或元件之間存在一或多個疊層或元件的情況。

【0011】圖 1 為依照本揭露的第一實施例的一種頭戴式顯示裝置的示意圖。請參照圖 1，頭戴式顯示裝置 1 可包括一顯示模組 10。顯示模組 10 設置在使用者的眼睛 E 前方，以提供使用者影像。在另一些實施例中，頭戴式顯示裝置 1 可包括設置在使用者的兩個眼睛 E 前方的兩個顯示模組 10。本揭露中任何實施例可如上述進行修改，於下便不再重述。

【0012】顯示模組 10 可包括一光源 100 以及一結合器 102。光源 100 用於提供具有顯示資訊的一光束 B。舉例來說，光源 100 可包括一微型投影機，微型投影機具有投射影像功能並且可以調整成像位置、成像尺寸或是光源在特定範圍內的出瞳尺寸。替代地，光源 100 可包括一微型顯示器，微型顯示器具有顯示影像的能力，且可透過在光源 100 與結合器 102 之間設置透鏡組或反射鏡組，來調整成像位置、成像尺寸或光源的出瞳尺寸。在一些實施例中，光源 100 可包括一微型投影機、一矽基液晶顯示器、一數位光處理投影機、一微型有機發光二極體顯示器、一微型發光二極體顯示器、一微型液晶顯示器或一雷射掃描顯示器，但不以此為限。在一些實施例中，顯示模組 10 可更包括一光學元件(未繪示)，光學元件設置在光源 100 的光傳遞路徑上，以調整成像位置、成像尺寸或光源的出瞳尺寸。光學元件可包括至少一透鏡元件、至少

一反射鏡、至少一可調焦距透鏡或上述的組合。

【0013】 結合器 102 設置在光束 B 的傳遞路徑上。結合器 102 用於將來自光源 100 的光束 B(即帶有顯示資訊的光束)反射到使用者的眼睛 E。此外，結合器 102 允許來自前方環境的光束 B'(即帶有環境資訊的光束)通過，使得使用者一併看見光源 100 提供的虛擬影像以及使用者前方的實際影像。

【0014】 結合器 102 包括多個反射元件 1020，多個反射元件 1020 用於反射光束 B。舉例來說，各反射元件 1020 包括一金屬層、一合金層、一分散式布拉格反射器(DBR)或一半反射層。半反射層是兼具反射性與透光性的一光學層。半反射層的反射率(或透光率)可依需求而改變，並且不限於 50%。舉例來說，多個反射元件 1020 的材料可包括金屬氧化物，如二氧化矽、二氧化鋯、二氧化鈦，但不以此為限。

【0015】 多個反射元件 1020 彼此間隔開來。換言之，多個反射元件 1020 彼此不相連，且兩相鄰反射元件 1020 之間保持距離 D，使得帶有環境資訊的光束 B'能夠通過兩相鄰反射元件 1020 之間的空隙而傳遞至眼睛 E。如此，多個反射元件 1020 可由高反射率材料製成，以提升反射到眼睛 E 的光束 B 的光強度，從而改善了現有技術的光利用率、對比率或色散等問題。在一些實施例中，可藉由增加兩相鄰反射元件 1020 之間的距離 D，來進一步提升透光量或是透光面積。

【0016】 多個反射元件 1020 傾斜地設置，以將來自光源 100 的光

束 B 導向眼睛 E。在一些實施例中，如圖 1 所示，結合器 102 更包括一第一基板 1021 以及設置在第一基板 1021 上的多個柱狀結構 1022。各柱狀結構 1022 有一斜面 S，且多個反射元件 1020 以共形方式設置在多個柱狀結構 1022 的多個斜面 S 上。在一些實施例中，多個柱狀結構 1022 的多個斜面 S 可包括相對於第一基板 1021 傾斜的平面、凸面、凹面或上述至少兩者的組合。對應地，多個反射元件 1020 可為相對於第一基板 1021 傾斜的平面反射元件、曲面反射元件或上述兩者的組合。在本實施例中，多個柱狀結構 1022 的多個斜面 S 為相對於第一基板 1021 傾斜的多個平面。對應地，多個反射元件 1020 為相對於第一基板 1021 傾斜的多個平面反射元件。

【0017】 第一基板 1021 可由容許帶有環境資訊的光束 B' 通過的透明材料製成。在一些實施例中，第一基板 1021 以及多個柱狀結構 1022 可為一體成型，且第一基板 1021 以及多個柱狀結構 1022 的材料可包括玻璃或是塑膠，但不以此為限。

【0018】 各反射元件 1020 在其傾斜方向 OD 上的最大寬度 W 小於 4 毫米並大於 10 微米。對於各反射元件 1020，如圖 1 所示，傾斜方向 OD 是平行於連接反射元件 1020 的最高點與最低點之間的線的方向，且最大寬度 W 指的是在傾斜方向 OD 上由所述最高點至所述最低點的一最短距離。藉由使反射元件 1020 在傾斜方向 OD 上的最大寬度 W 小於瞳孔直徑(4 毫米)，可降低多個反射元件 1020 的存在感。此外，藉由使反射元件 1020 在傾斜方向 OD 上的最大

寬度 W 大於繞射效應尺寸(10 微米)，可避免繞射效應影響影像品質(例如：色散)。

【0019】 由於多個反射元件 1020 很小，結合器 102 的整體厚度可被縮減，也因此降低了與透鏡元件結合的難度。此外，由於可以不用在多個反射元件 1020 上設置額外膜層，結合器 102 的製程可被簡化。另外，由於在光源 100 與反射元件 1020 之間以及在反射元件 1020 與眼睛 E 之間保持相同的傳輸媒介(例如：空氣)，可減少影像的像差與失真。

【0020】 圖 2 至圖 10 為可應用於本揭露的一種頭戴式顯示裝置(如圖 1 之頭戴式顯示裝置 1)的結合器的示意圖，其中圖 2 與圖 3 為立體圖、圖 4 與圖 5 為剖面圖，且圖 6 到圖 10 為上視圖。在一些實施例中，圖 1 至圖 10 繪示的任一結合器可更包括一第二基板(未繪示)，第二基板設置在多個反射元件 1020、第一基板 1021 以及多個柱狀結構 1022 上。在一些實施例中，第二基板可與多個柱狀結構 1022 具有相同或是大致相近的折射率，如圖 18 所示，導光板 1024 可由第一基板 1021、多個柱狀結構 1022 以及第二基板組成。在一些實施例中，多個柱狀結構 1022 與第二基板之間的折射率差異小於 0.1。

【0021】 在一些實施例中，如圖 2 所示，多個柱狀結構 1022 在方向 X 上排列，且各柱狀結構 1022 在方向 Y 上延伸。各柱狀結構 1022 的斜面 S 在第一基板 1021 上的正投影形狀為矩形，但不以此為限。各反射元件 1020 的傾斜方向 OD 位在由方向 X 與方向 Z 組

成的 XZ 平面上，且傾斜方向 OD 不平行也不垂直於方向 X 與方向 Z。位在相同柱狀結構 1022 上的多個反射元件 1020 在方向 Y 上排列，且各反射元件 1020 的形狀為圓形。然而，各反射元件 1020 的反射率、各反射元件 1020 的形狀、多個反射元件 1020 的設置方式、多個反射元件 1020 的數量、各柱狀結構 1022 的形狀、多個柱狀結構 1022 的設置方式或多個柱狀結構 1022 的數量可根據需求而改變。

【0022】 在一些實施例中，如圖 3 所示，位在不同柱狀結構 1022 上的反射元件 1020 的數量可有所不同。此外，在方向 X 上相鄰的兩個柱狀結構 1022 上的兩個相鄰的反射元件 1020 之間的距離 D 可不同於在方向 X 上相鄰的另外兩個柱狀結構 1022 上的兩個相鄰的反射元件 1020 之間的距離 D'。另外，位於一柱狀結構 1022 上的兩相鄰反射元件 1020 之間的節距 P 可不同於位於另一柱狀結構 1022 上的兩相鄰反射元件 1020 之間的節距 P'。再者，多個反射元件 1020 可包括多個第一反射層 1020A1 以及多個第二反射層 1020A2，且各第一反射層 1020A1 可能與各第二反射層 1020A2 具有不同的反射率(或透光率)。舉例來說，第一反射層 1020A1 可為具有較高反射率的分散式布拉格反射器(DBR)，且第二反射層 1020A2 可為具有較低反射率的半反射層，但不以此為限。在一些實施例中，可透過控制多個反射元件 1020 的分布、排列、反射率(或透光率)或不同柱狀結構 1022 上的反射元件 1020 的數量，來提升影像(例如：虛擬影像或實際影像)的亮度均勻性。

【0023】 在一些實施例中，如圖 4 與圖 5 所示，多個柱狀結構 1022 的斜面 S 可為相對於第一基板 1021 傾斜的凸面(圖 4)或是凹面(圖 5)。對應地，形成在多個柱狀結構 1022 上的多個反射元件 1020 可為相對於第一基板 1021 傾斜的曲面反射元件。可透過控制多個柱狀結構 1022 的曲率來控制多個反射元件 1020 的曲率。藉由調整多個反射元件的曲率與傾斜角可增加視域、成像尺寸域或是虛擬影像的位置。

【0024】 在一些實施例中，如圖 6 所示，各柱狀結構 1022 上可僅設置一個反射元件 1020。反射元件 1020 可具有與對應的柱狀結構 1022 的斜面 S 的形狀實質上相同的形狀，且反射元件 1020 的面積可相同或略小於對應的柱狀結構 1022 的斜面 S 的面積。

【0025】 在一些實施例中，如圖 7 所示，各柱狀結構 1022 可設置有不只一個反射元件 1020。設置在多個柱狀結構 1022 上的多個反射元件 1020 可具有多種形狀，例如：圓形、正方形、三角形、鑽石型，但不以此為限。如圖 7 所示，在方向 X 上排列的多個反射元件 1020 可具有相同的形狀，且在方向 Y 上排列的多個反射元件 1020 可具有不同的形狀。替代地，在方向 Y 上排列的多個反射元件 1020 可具有相同的形狀，且在方向 X 上排列的多個反射元件 10200 可具有不同的形狀。

【0026】 在一些實施例中，如圖 8 所示，各柱狀結構 1022 的斜面 S 在第一基板 1021 上的正投影形狀可為部分環形，其中多個柱狀結構 1022 與多個反射元件 1020 的側視圖或剖面圖可參照圖 2 至

圖 5 的其中一個圖式。斜面 S 的正投影的曲線可為圓形、拋物線或雙曲線。反射元件 1020 可具有與對應的柱狀結構 1022 的斜面 S 的形狀(部分環形)實質上相同的形狀，且反射元件 1020 的面積可相同於或略小於對應的柱狀結構 1022 的斜面 S 的面積。替代地，如圖九所示，多個反射元件 1020 可具有與對應的柱狀結構 1022 的斜面 S 的形狀不同的形狀，且各柱狀結構 1022 上可設置有不只一個反射元件 1020。

【0027】 在一些實施例中，如圖 10 所示，多個柱狀結構 1022 可在方向 X 以及 Y 上排列，且各柱狀結構 1022 上可設置有一個反射元件 1020。反射元件 1020 可具有與對應的柱狀結構 1022 的斜面 S 的形狀不同或相同的形狀。

【0028】 在一些實施例中，圖 1 的光源 100 可以是一雷射掃描顯示器或一具有窄束寬的投影機，且顯示模組 10 中的多個反射元件 1020 之曲率或是傾斜角可依照多個反射鏡 1020 的位置而改變(反射元件 1020 在不同的位置具有不同的曲率或傾斜角)，以確保光源 100 輸出之光束 B 在各個角度都可以反射至眼睛 E。如此，頭戴式顯示裝置可具有明度、輕薄度以及大視域上的優勢。在一些實施例中，上述反射元件 1020 的曲率或傾斜角的漸變設計，可以與微型顯示器(例如：微型 OLED 顯示器或微型 LED 顯示器)一起使用，以擴增視域(FoV)或改變虛擬影像的成像尺寸或位置。圖 11A 與圖 11B 為依照本揭露的第一實施例的另一種頭戴式顯示裝置的側視示意圖與上視示意圖。如圖 11A 與圖 11B 所示，結合器 102

可應用於視網膜投影顯示科技。視網膜投影顯示科技使用一投影機(例如：光源 100)投射出一具有窄束寬的光束 B，且多條不同角度的光束 B 投影至不同像素且藉由反射元件 1020 反射至視網膜上形成影像。因為是窄束寬(類似針孔效應)，成像並不會被人眼聚焦影響，且無需去調整焦距以及放大影像，此可以節省用於調整焦距的光學元件的空間。此外，藉由控制斜面 S(如圖 2 所示)的斜率、曲率、高度或是寬度，以形成具有漸變曲率或傾斜角(如圖 11B 所示)的微鏡陣列(或稱菲涅耳鏡)，可以在不影響結合器 102 厚度且無光色散的情況下擴增視域。

【0029】 如圖 11A 以及圖 11B 所示，反射元件 1020 可為在方向 X 以及 Y 上排列的曲面鏡。這些曲面鏡可以是球形鏡或拋物面鏡，且尺寸、形狀、曲率、斜率、高度以及間隔等等可以隨著對應的光束角度而改變。各曲面鏡可以對應至光束 B 的多個角度。在一些實施例中，相鄰兩個曲面鏡的距離 D_i 滿足：

$$D_i < L * |\sin \theta_{i+1} - \sin \theta_i|$$

L 為光源 100 至結合器 102 之間的最短距離，且 L、第 i 光束以及第 i+1 光束均在相同平面上。 θ_i 是虛線與第 i 光束間的夾角。

【0030】 在另一些實施例中，反射元件 1020 可為相對於第一基板 1021 傾斜的多個非曲面鏡，且各非曲面鏡適合在單一角度下反射光束。藉由改變非曲面鏡的尺寸、形狀、斜率、高度或是間隔，可使不同角度的光束聚焦於人眼並在視網膜上成像。

【0031】 結合器 102 之前視圖可參考圖 27C 或是圖 28 中結合器

102O(請見光輸入區域 R1 中的圖樣)的上部。

【0032】 圖 12 為應用於本揭露的一種頭戴式顯示裝置的一結合器(如圖 1 的結合器 102 或本揭露的任何結合器)的一種製造流程的示意圖。參照圖 12，多個反射元件 1020 可以經由一塗布製程形成在多個柱式結構 1022 的斜面 S 上。在塗布製程中，一光罩 M 位在多個柱狀結構 1022 以及第一基板 1021 上方。光罩 M 的開口 O 在方向 Z 上重疊於多個柱狀結構 1022 的斜面 S，使得反射元件 1020 的材料形成於多個柱狀結構的斜面 S 上而不形成於第一基板 1021 上。

【0033】 圖 13 為可應用於本揭露的一種頭戴式顯示裝置的一結合器的剖面示意圖。在一些實施例中，如圖 13 所示，各反射元件 1020 包括一反射層 1020A 以及一吸收層 1020B。反射層 1020A 以及吸收層 1020B 可按順序或倒序方式形成在各柱狀結構 1022 的斜面 S 上。在圖 1 的組態中，吸收層 1020B 位在反射層 1020A 的背面(即反射層 1020A 比吸收層 1020B 更接近於光源 100)，以防止外來者看見虛擬影像以及防止串擾影像產生。

【0034】 圖 14 為可應用於本揭露的一種頭戴式顯示裝置的一結合器的另一種製造流程的示意圖。在一些實施例中，如圖 14 所示，可以藉由改變第一基板 1021 的傾斜角，在多個柱式結構 1022 的背面 SB 上形成接近或等於 90 度的多個反射元件 1020。這種類型的結合器的應用會在以下描述。

【0035】 圖 15 至圖 17 為可應用於本揭露的一種頭戴式顯示裝置

(如圖 1 的該頭戴式顯示裝置 1)的結合器的示意圖。在圖 15 至圖 17 中，為了理解使用者與結合器間的相對設置關係，更繪示了使用者的眼睛 E。

【0036】 在一些實施例中，如圖 15 所示，除了多個反射元件 1020、第一基板 1021 以及多個柱狀結構 1022 之外，一結合器 102B 可更包括一第二基板 1023 以及一固定元件 F。第二基板 1023 可重疊於第一基板 1021、多個柱狀結構 1022 以及多個反射元件 1020。

【0037】 結合器 102B 的固定元件 F 可為固定於第一基板 1021 以及第二基板 1023 的一側的邊框，其中多個柱狀結構 1022 以及多個反射元件 1020 位在第一基板 1021 以及第二基板 1023 之間。由於多個反射元件 1020 位在第一基板 1021 以及第二基板 1023 之間，可防止多個反射元件 1020 受損(如刮傷)。在一些實施例中，第一基板 1021 以及第二基板 1023 中的至少一個可為用於視力校正的透鏡元件。換言之，第一基板 1021 以及第二基板 1023 中的至少一個可具有屈光力。舉例來說，如圖 15 所示，第二基板 1023 可為一凸凹透鏡或一凹凸透鏡，而第一基板 1021 可為不具有屈光力的一平板，但不以此為限。在一些實施例中，第一基板 1021 以及第二基板 1023 的其中一個可為偏光板或具有低透光率，使得結合器 102B 可作為色素墨鏡或是偏光墨鏡。舉例來說，如圖 15 所示，位在多個反射元件 1020 背部(從眼睛 E 看過去)的第一基板 1021 可為一偏光板或具有比第二基板 1023 低的透光率，使得結合器 102B 可作為色素墨鏡或是偏光墨鏡。本揭露的任何實施例可以

如上述進行修改，於下便不再重述。

【0038】 在一些實施例中，如圖 16 所示，一結合器 102C 可不具有如圖 15 所示的固定元件 F。此外，第一基板 1021 可位在第二基板 1023 以及多個柱狀結構 1022 之間。

【0039】 在一些實施例中，如圖 17 所示，一結合器 102D 的第一基板 1021 可為連接至第二基板 1023 的一可撓性薄膜，且第一基板 1021 位在第二基板 1023 以及多個柱狀結構 1022 之間。

【0040】 圖 18 為依照本揭露的第二實施例的一種頭戴式顯示裝置的示意圖。圖 19 至圖 21 為可應用於本揭露的一種頭戴式顯示裝置(例如，圖 18 中頭戴式顯示裝置 1H)的結合器的示意圖。參照圖 18 以及圖 19，頭戴式顯示裝置 1H 以及圖 1 的頭戴式顯示裝置 1 的主要差異如下所述。

【0041】 頭戴式顯示裝置 1H 包括一顯示模組 10H。顯示模組 10H 包括一光源 100H 以及一結合器 102H。光源 100H 例如是一矽基液晶顯示器。在一些實施例中，如圖 18 所示，光源 100H 可設置在結合器 102H 面向眼睛 E 的一側。替代地，光源 100H 可設置在結合器 102H 背對眼睛 E 的一側。

【0042】 除了多個反射元件 1020 之外，結合器 102H 包括一平板(以下稱作「導光板 1024」)。多個反射元件 1020 設置在由第一基板 1021、多個柱狀結構 1022 以及第二基板 1023 組成的平板(導光板 1024)中。在一些實施例中，可將第二基板 1023 直接形成於第一基板 1021、多個反射元件 1020 以及多個柱狀結構 1022 上，藉

此形成結合器 102H，其中多個柱狀結構 1022 以及第二基板 1023 由相同材料或折射率差異低於 0.1 的不同材料製作而成，使得在平板(導光板 1024)形成時，多個柱以及第二基板之間沒有明顯的接合面存在。在一些實施例中，第一基板 1021、多個柱狀結構 1022 以及第二基板 1023 的材料可以從玻璃、紫外線固化或熱固化有機材料或上述的組合中選擇。

【0043】 如圖 18 所示，多個反射元件 1020 可沿著相同或不同的傾斜方向設置。在一些實施例中，多個反射元件 1020 可包括多個第一反射元件 1020H1 以及多個第二反射元件 1020H2。多個第一反射元件 1020H1 設置在導光板 1024 的一光輸入區域 R1 中，且多個第二反射元件 1020H2 設置在導光板 1024 的一光輸出區域 R2 中。光輸入區域 R1 在方向 Z 上重疊於光源 100H，且光輸出區域 R2 重疊於眼睛 E 的一視區(eye box)。多個第一反射元件 1020H1 的傾斜方向 OD1 可相同或不同於多個第二反射元件 1020H2 的傾斜方向 OD2。在光源 100H 與眼睛 E 的視區(eye box)位在結合器 102H 的同一側的實施例中，如圖 18 所示，多個第一反射元件 1020H1 的傾斜方向 OD1 可不同於多個第二反射元件 1020H2 的傾斜方向 OD2。在光源 100H 與眼睛 E 的視區分別位在結合器 102H 的不同側的實施例中，多個第一反射元件 1020H1 的傾斜方向 OD1 可相同於多個第二反射元件 1020H2 的傾斜方向 OD2。

【0044】 具體而言，多個第一反射元件 1020H1 用於把來自光源 100H 的光束 B 朝向多個第二反射元件 1020H2 反射。來自多個第

一反射元件 1020H1 的光束 B 透過全內反射(Total Internal Reflection, TIR)傳遞至多個第二反射元件 1020H2。多個第二反射元件 1020H2 用於把傳遞至其的光束 B 反射到使用者的眼睛 E。

【0045】 在一些實施例中，影像(例如虛擬影像或實際影像)亮度的均勻性可藉由調整各反射元件 1020 的反射率(或透光率)、各反射元件 1020 的形狀、多個反射元件 1020 的設置方式(例如，相鄰兩反射元件 1020 在方向 X 或 Y 上的距離)或多個反射元件 1020 的數量來改善。

【0046】 在一些實施例中，各反射元件 1020 可包括一吸收層 1020B(如圖 13 所示)，以防止外來者看見虛擬影像以及防止串擾影像產生。

【0047】 在一些實施例中，藉由調整多個第一反射元件 1020H1 以及多個第二反射元件 1020H2 中的至少一個的曲率或傾斜角，可以增加出瞳尺寸、成像尺寸或虛擬影像的位置。如圖 20 與圖 21 所示，可透過反射元件 1020 不同的曲率或傾斜角設計來實現二維(2D)出瞳擴展(即放大在方向 X 及 Y 上的視區)，從而可擴增使用者的視區而不增大光源(影像產生器)的尺寸。

【0048】 圖 22A 為依照本揭露的第三實施例的一種頭戴式顯示裝置的示意圖。圖 22B 為可應用於本揭露的一種頭戴式顯示裝置(如圖 22A 的頭戴式顯示裝置)的一結合器的前視示意圖。在一些實施例中，如圖 22A 以及圖 22B 所示，光輸入區域可具有多個光輸入子區域(如光輸入子區域 R11 以及光輸入子區域 R12)，且設置在不

同的光輸入子區域內的多個第一反射元件(未繪示於圖 22A 及圖 22B)可具有不同的傾斜方向。相似地，光輸出區域可具有多個光輸出子區域(如光輸出子區域 R21 以及光輸出子區域 R22)，且設置在不同的光輸出子區域內的多個第二反射元件(未繪示於圖 22A 及圖 22B)可具有不同的傾斜方向。具體而言，光輸入子區域 R11 適於把來自光源 100H 的光束 B 反射至光輸出子區域 R21，且光輸出子區域 R21 適於將來自光輸入子區域 R11 的光束 B 反射至眼睛 E。相似地，光輸入子區域 R12 適於把來自光源 100H 的光束 B 反射至光輸出子區域 R22，且光輸出子區域 R22 適於將來自光輸入子區域 R12 的光束 B 反射至眼睛 E。藉由調整子區域中的反射元件的方向、位置或曲率可實現二維出瞳擴展。

【0049】 在一些實施例中，多個反射元件(包括多個第一反射元件及多個第二反射元件)可為圖 6、圖 7 及圖 19 中任一圖式所示的非曲面鏡。在一些實施例中，多個反射元件(包括多個第一反射元件及多個第二反射元件)可為圖 8 或圖 9 中任一圖式所示的曲面鏡。圖 23 及 24 為可應用於本揭露的一種頭戴式顯示裝置(如圖 22A)的結合器的前視示意圖。如圖 23 及圖 24 所示，藉由調整位在多個子區域(包括光輸入子區域 R11、R12 與 R13 以及光輸出子區域 R21、R22 與 R23)的多個反射元件(包括多個第一反射元件 1020H1 及多個第二反射元件 1020H2)的方向、位置或曲率，平行光束的寬度可增加且可實現二維出瞳擴展。在一些實施例中，如圖 23 所示，多個反射元件的曲率中心可面向結合器 102H 的中央部分。在另一

些實施例中，如圖 24 所示，反射元件的曲率中心可面向結合器 102H 的一側(例如，光源側)。

【0050】 圖 25 及圖 26 為依照本揭露的第四實施例及第五實施例的頭戴式顯示裝置的示意圖。在一些實施例中，如圖 25 所示，除了導光板 1024 及多個反射元件 1020 之外，一結合器 102I 可包括一第三基板 1025 以及一第四基板 1026。第三基板 1025 及第四基板 1026 可設置在導光板 1024 的相對側上且與導光板 1024 接觸，其中第三基板 1025 及第四基板 1026 的折射率可小於導光板 1024 的折射率，以利全內反射的形成。在一些實施例中，第三基板 1025 在方向 Z 上重疊於光輸出區域 R2 且不重疊於光輸入區域 R1。在一些實施例中，第四基板 1026 在方向 Z 上重疊於光輸出區域 R2 且不重疊於光輸入區域 R1。

【0051】 在一些實施例中，第三基板 1025 以及第四基板 1026 其中的至少一個可為一透鏡元件，以提供視力校正。在第四基板 1026 為一透鏡元件的實施例中，可透過第四基板 1026 調整虛擬影像的成像位置。在一些實施例中，第三基板 1025 及第四基板 1026 的其中一個可為偏光板或具有低透光率，使得結合器 102I 可作為色素墨鏡或偏光墨鏡。舉例來說，如圖 25 所示，位在多個反射元件 1020 背面(從眼睛 E 來看)的第三基板 1025 可為一偏光板或具有比第四基板 1026 低的透光率，使得結合器 102I 可作為色素墨鏡或偏光墨鏡。本揭露揭示的任何實施例可如上修改，於下不再重述。

【0052】 在一些實施例中，如圖 26 所示，除了導光板 1024、多個

反射元件 1020、第三基板 1025 以及第四基板 1026 之外，一結合器 102J 可包括固定元件 F1 以及固定元件 F2。固定元件 F1 將第三基板 1025 固定至導光板 1024，且固定元件 F2 將第四基板 1026 固定至導光板 1024。在一些實施例中，固定元件 F1 與固定元件 F2 可為黏合劑。在一些實施例中，固定元件 F1 以及固定元件 F2 可具有一框架形狀，使得第三基板 1025 的中央部位以及第四基板 1026 的中央部位與導光板 1024 間隔開來。在一些實施例中，一空氣間隙 G 存在於第三基板 1025 與導光板 1024 之間以及第四基板 1026 與導光板 1024 之間，以利全反射的形成。在一些實施例中，該第四基板 1026 在方向 Z 上重疊於光輸出區域 R2 且不重疊於光輸入區域 R1，而第三基板 1025 在方向 Z 上重疊於光輸出區域 R2 以及光輸入區域 R1。

【0053】 圖 27A 為依照本揭露的第六實施例的一種頭戴式顯示裝置的示意圖。圖 27B 為可應用於本揭露的一種頭戴式顯示裝置(如圖 27A 的頭戴式顯示裝置)的一結合器的側視示意圖。圖 27C 為可應用於本揭露的一種頭戴式顯示裝置(如圖 27A 的頭戴式顯示裝置)的一結合器的前視示意圖。圖 28 為可應用於本揭露的一種頭戴式顯示裝置(如圖 27A 的頭戴式顯示裝置)的另一結合器的前視示意圖。

【0054】 參照圖 27A 至圖 27C 及圖 28，一頭戴式顯示裝置 10 與圖 18 中頭戴式顯示裝置 1H 的主要差別描述如下。在頭戴式顯示裝置 10 中，位於顯示模組 100 的結合器 1020 內的多個第一反射

元件 1020H1 為曲面反射元件。藉由控制多個反射元件 1020(如多個第一反射元件 1020H1)的曲率或傾斜角可以調整虛擬影像的成像尺寸以及影像距離，而不需要額外的光學元件，因而減少了光引擎(light engine)佔據的空間。在一些實施例中，多個第一反射元件 1020H1 可為分段的拋物面反射元件。在一些實施例中，多個第一反射元件 1020H1 可形成具有漸變曲率的微鏡陣列(或菲涅耳鏡)。在一些實施例中，透過改變在光輸入區域 R1 中的反射元件的橫切面的斜率與曲率以及在 X-Y 平面上的弧度與方向，可以改變成像位置、尺寸或視域，且可達到菲涅耳鏡的效果。光源 100O 可包括一投影機或一微型顯示器。

【0055】 圖 29 為依照本揭露的第七實施例的一種頭戴式顯示裝置的示意圖。參照圖 29，一頭戴式顯示裝置 1P 與圖 27A 中頭戴式顯示裝置 1O 的主要差異如下所述。在頭戴式顯示裝置 1P 中，顯示模組 10P 包括多個光源(如光源 100H1 及光源 100H2)。對應地，導光板 1024 的光輸入區域 R1 包括多個光輸入子區域(如光輸入子區域 R11 及光輸入子區域 R12)，多個光輸入子區域分別與多個光源(如光源 100H1 及光源 100H2)重疊。除了多個第二反射元件 1020H2 之外，多個反射元件 1020 可包括設置在光輸入子區域 R11 內的多個第一反射元件 1020H11 以及設置在光輸入子區域 R12 內的多個第一反射元件 1020H12。

【0056】 在一些實施例中，多個第一反射元件 1020H11 與多個第一反射元件 1020H12 可具有不同的曲率或不同的傾斜角。多個第

一反射元件 1020H11 與多個第一反射元件 1020H12 的設計參數(例如，設置方式)可以參照圖 27A 的敘述，於此不再重述。

【0057】 在一些實施例中，透過光源的選擇及/或結合器的設計可以實現多個成像距離。在一些實施例中，光源 100H1 及光源 100H2 為具有不同成像距離的投影機，且多個反射元件 1020H11 與多個第一反射元件 1020H12 可為具有相同曲率或漸變曲率的非曲面鏡，或多個反射元件 1020H11 與多個第一反射元件 1020H12 可為具有漸變曲率(如圖 29 所示)的曲面鏡。在另一些實施例中，光源 100H1 及光源 100H2 為具有相同成像距離的投影機，且多個第一反射元件 1020H11 及多個第一反射元件 1020H12 可為具有漸變傾斜角的非曲面鏡或具有漸變曲率的曲面鏡。在另一些實施例中，光源 100H1 及光源 100H2 為微型投影機，且多個第一反射元件 1020H11 及多個第一反射元件 1020H12 可為具有漸變傾斜角的非曲面鏡或具有漸變曲率的曲面鏡。

【0058】 圖 30 為依照本揭露的第七實施例的一種頭戴式顯示裝置的示意圖。圖 31 為可應用於本揭露的一種頭戴式顯示裝置(如圖 30 的頭戴式顯示裝置)的一結合器的前視示意圖。參照圖 30 以及圖 31，一頭戴式顯示裝置 1Q 與圖 18 中頭戴式顯示裝置 1H 的主要差異如下所述。

【0059】 在頭戴式顯示裝置 1Q 中，每個顯示模組 10Q 內的結合器 102Q 的各導光板 1024 除了光輸入區域 R1 及光輸出區域 R2 之外，還包括一過渡區域 R3。光輸入區域 R1 與光輸出區域 R2 位在

過渡區域 R3 的相鄰兩側。多個反射元件 1020 除了多個第一反射元件 1020H1 及多個第二反射元件 1020H2 之外，還可包括多個第三反射元件 1020H3。多個第三反射元件 1020H3 設置在導光板 1024 的過渡區域 R3 內，其中多個第一反射元件 1020H1、多個第二反射元件 1020H2 及多個第三反射元件 1020H3 具有不同的傾斜方向。具體而言，多個第一反射元件 1020H1 用於將來自光源 100H 的光束 B 反射至多個第三反射元件 1020H3，多個第三反射元件 1020H3 用於將來自多個反射元件 1020H1 的光束 B 反射至多個第二反射元件 1020H2，且多個第二反射元件 1020H2 用於將來自多個第三反射元件 1020H3 的光束 B 反射至使用者的眼睛 E。在一些實施例中，多個第三反射元件 1020H3 由圖 13 所示的製造流程所形成，但不以此為限。

【0060】 在一些實施例中，各顯示模組 10Q 可包括不只一個光源以及不只一個光學元件，以增加如圖 32 所述的虛擬影像的視域深度。替代地，各顯示模組 10Q 可包括不只一個光源，且位在多個光源前方的多個反射元件可具有不同曲率或不同傾斜角，以增加虛擬影像的視域深度，而不需額外的光學元件。

【0061】 在頭戴式顯示裝置的實施例中，結合器透過彼此間隔開來且傾斜設置的多個反射元件反射來自光源的光束，且各反射元件在其傾斜方向上的最大寬度小於 4 毫米且大於 10 微米。如此一來，減少了使用者察覺到反射元件存在的可能性且可以避免繞射效應對影像品質的影響(例如色散)。因此，本揭露實施例中的頭戴

式顯示裝置可以改善至少一個現有技術的問題(如低光利用率、低對比率、色散、小視域、大體積、重的重量或難以與透鏡元件結合)。

【0062】 在一些實施例中，透過控制多個反射元件的分布、設置方式或反射率(或透光率)，可以改善影像(如虛擬影像或實際影像)強度的均勻性。在一些實施例中，透過控制反射元件的曲率或傾斜角可以改善視域(FoV)或視區(eye box)。在一些實施例中，在光源與結合器之間設置光學元件，可以改善視域、成像尺寸或虛擬影像的位置。在一些實施例中，將光學元件、色素墨鏡或是偏光墨鏡結合進結合器，頭戴式顯示裝置可進一步提供視力校正或墨鏡的功能。在一些實施例中，頭戴式顯示裝置可為一波導式頭戴式顯示裝置或一投影機式顯示裝置。在一些實施例中，藉由在光源與結合器之間設置凸透鏡元件、凹面鏡或不同曲率的可調焦透鏡，可增加虛擬影像域的深度。在一些實施例中，藉由控制光源前方的反射元件的曲率或傾斜角，可以增加虛擬影像域的深度。

【0063】 雖然本揭露已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本揭露，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本揭露的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本揭露的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0064】

1、1H、1O、1P、1Q:頭戴式顯示裝置

10、10H、10O、10P、10Q:顯示模組

100、100H、100H1、100H2、100O:光源

102、102B 至 102D、102H、102I、102J、102O 至 102Q:結合

器

1020:反射元件

1020A:反射層

1020A1:第一反射層

1020A2:第二反射層

1020B:吸收層

1020H1、1020H11、1020H12:第一反射元件

1020H2:第二反射元件

1020H3:第三反射元件

1021:第一基板

1022:柱狀結構

1023:第二基板

1024:導光板

1025:第三基板

1026:第四基板

B、B':光束

D、D'、D_i:距離

E:眼睛

F、F1、F2:固定元件

G:空氣間隙

L:最短距離

M:光罩

O:光罩開口

OD、OD1、OD2:傾斜方向

P、P':節距

R1:光輸入區域

R11、R12、R13:光輸入子區域

R2:光輸出區域

R21、R22、R23:光輸出子區域

R3:過渡區域

S:斜面

W:最大寬度

X、Y、Z:方向

θ_i 、 θ_{i+1} :夾角

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種頭戴式顯示裝置，包括：

一顯示模組，包括：

一光源，用於提供一光束；以及

一結合器，設置在該光束的傳輸途徑上且包括多個反射元件，該些反射元件彼此間隔開來且傾斜地設置，其中各該反射元件在其傾斜方向上的最大寬度小於 4 毫米且大於 10 微米，其中該結合器更包括一第一基板及設置在該第一基板上的多個柱狀結構，各該柱狀結構具有一傾斜面，且該些反射元件以共形的方式設置在該些柱狀結構的該些斜面上，各該柱狀結構的該斜面在該第一基板上的正投影形狀為部分環形，該部分環形具有一弧長，該弧長的延伸方向平行於該第一基板。

【請求項2】 如請求項1所述的頭戴式顯示裝置，其中該光源包括一微型投影機、一矽基液晶顯示器、一數位光處理投影機、一微型有機發光二極體顯示器、一微型發光二極體顯示器、一微型液晶顯示器或一雷射掃描顯示器。

【請求項3】 如請求項1所述的頭戴式顯示裝置，其中各該反射元件包括一金屬層、一合金層、一分散式布拉格反射器、一半反射層、一吸收層或上述至少兩者的組合。

【請求項4】 如請求項1所述的頭戴式顯示裝置，其中該些反射元件具有漸變的曲率或傾斜角。

【請求項5】 如請求項1所述的頭戴式顯示裝置，其中該些柱狀結構的該些斜面包括相對於第一基板傾斜的平面、凸面、凹面或上述至少兩者的組合。

【請求項6】 如請求項1所述的頭戴式顯示裝置，其中該結合器更包括一第二基板，該第二基板與該第一基板、該些柱狀結構以及該些反射元件重疊。

【請求項7】 如請求項6所述的頭戴式顯示裝置，其中該結合器更包括一固定元件，該固定元件固定該第一基板以及該第二基板，且該些反射元件與該第二基板間隔開來。

【請求項8】 如請求項6所述的頭戴式顯示裝置，其中該第一基板以及該第二基板中的至少一個是透鏡元件。

【請求項9】 如請求項6所述的頭戴式顯示裝置，其中該第一基板為附接至該第二基板的一彈性薄膜，且該第一基板位在該第二基板以及該些柱狀結構之間。

【請求項10】 如請求項1所述的頭戴式顯示裝置，其中該結合器更包括一導光板，且該些反射元件設置在該導光板中。

【請求項11】 如請求項10所述的頭戴式顯示裝置，其中該些反射元件沿著相同的傾斜方向設置。

【請求項12】 如請求項10所述的頭戴式顯示裝置，其中該些反射元件沿著兩個或兩個以上的傾斜方向設置。

【請求項13】 如請求項10所述的頭戴式顯示裝置，其中該導光板具有一光輸入區域以及一光輸出區域，該些反射元件包括設置

在該光輸入區域中的多個第一反射元件以及設置在該光輸出區域中的多個第二反射元件，其中該些第一反射元件以及該些第二反射元件具有相同或不同的傾斜方向。

【請求項14】 如請求項13所述的頭戴式顯示裝置，其中該光輸入區域具有多個光輸入子區域，且設置在不同光輸入子區域中的該些第一反射元件具有不同的傾斜方向，該光輸出區域具有多個光輸出子區域，且設置在不同光輸出子區域的該些第二反射元件具有不同的傾斜方向。

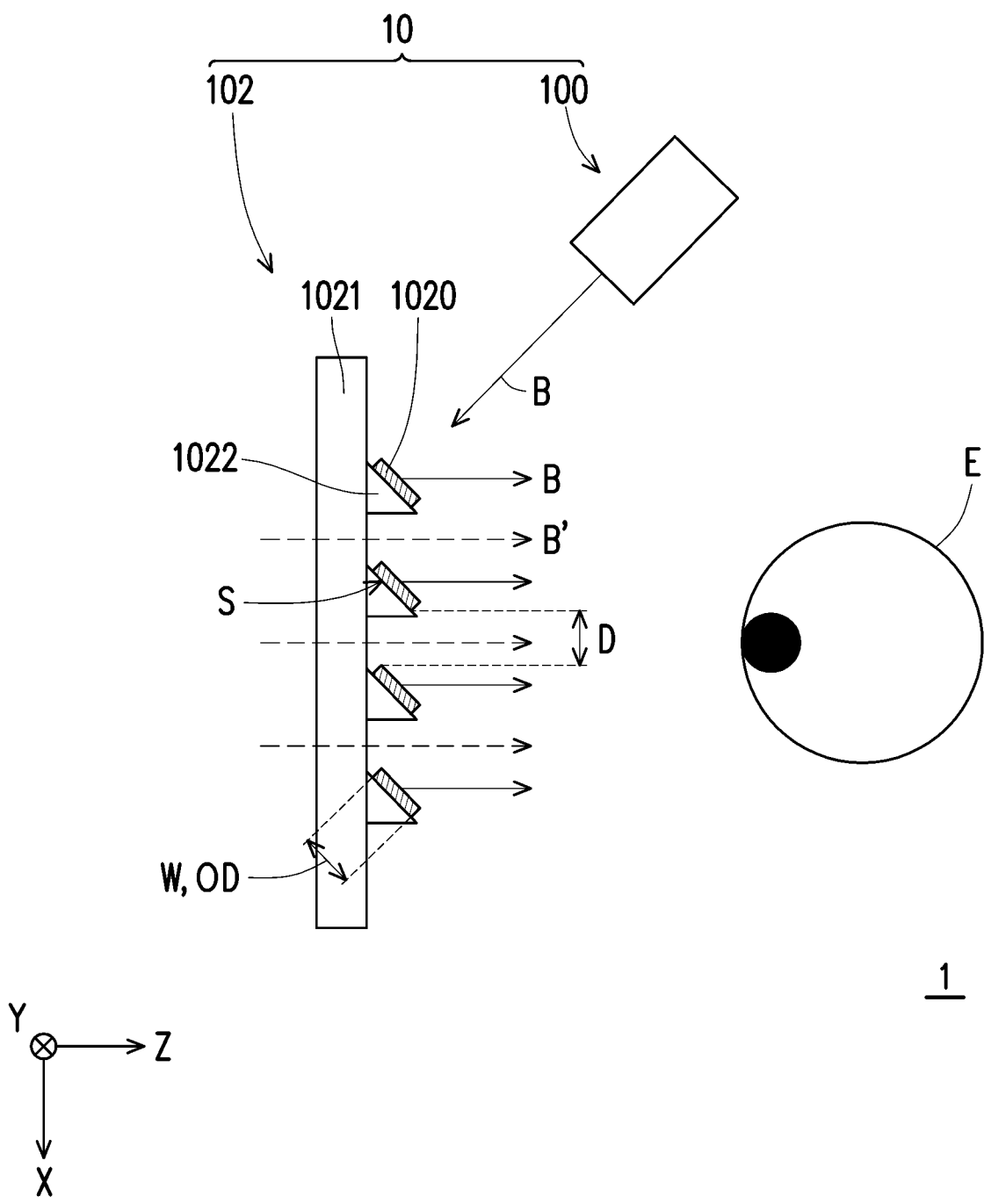
【請求項15】 如請求項14所述的頭戴式顯示裝置，其中該些第一反射元件以及該些第二反射元件是曲面反射元件。

【請求項16】 如請求項13所述的頭戴式顯示裝置，其中該些第一反射元件是曲面反射元件，且該些第一反射元件具有漸變的曲率。

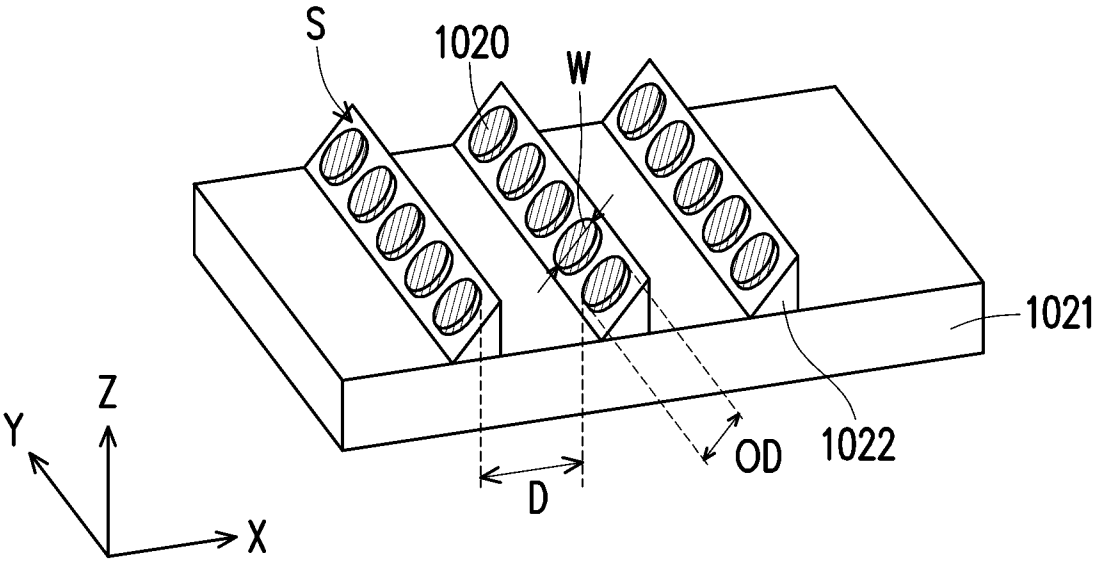
【請求項17】 如請求項1所述的頭戴式顯示裝置，其中該顯示模組包括多個該光源，且該些反射元件中的位於該些光源前的複數個反射元件具有不同的曲率或是不同的傾斜角。

【請求項18】 如請求項17所述的頭戴式顯示裝置，其中位於該些光源前方的該些反射元件具有漸變的曲率。

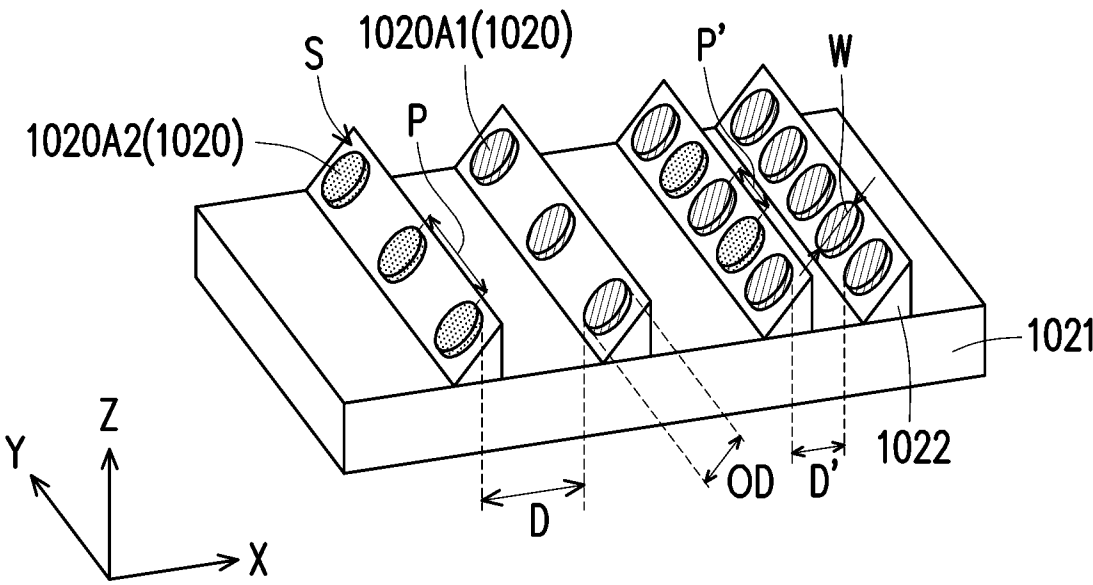
【發明圖式】



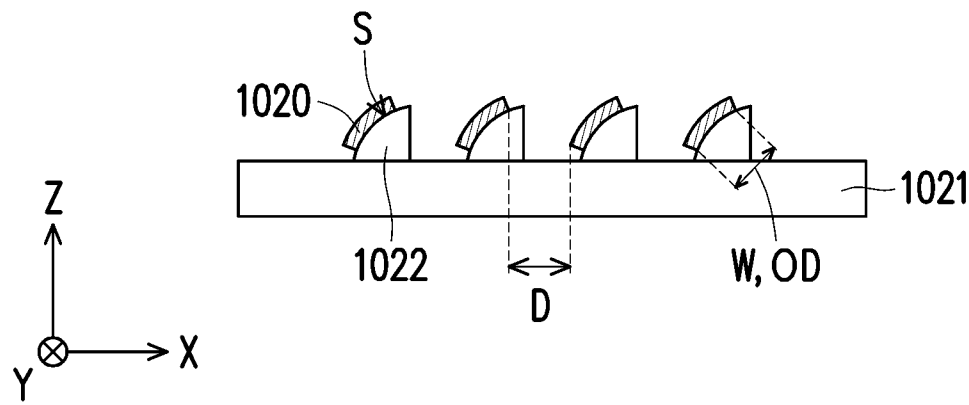
【圖1】



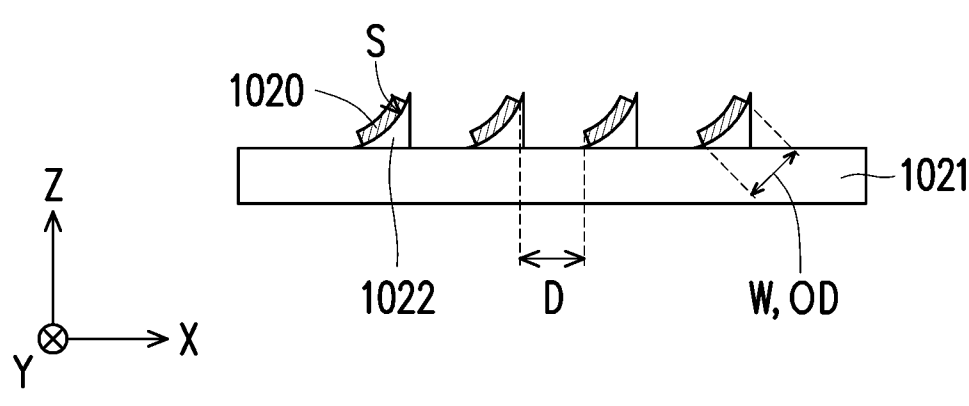
【圖2】



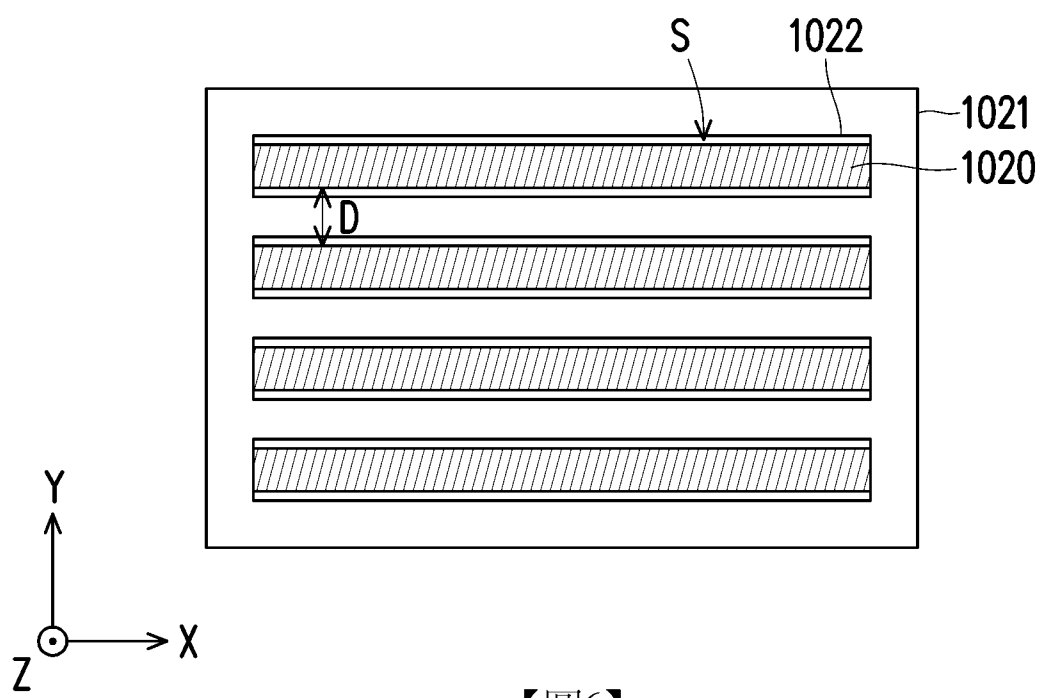
【圖3】



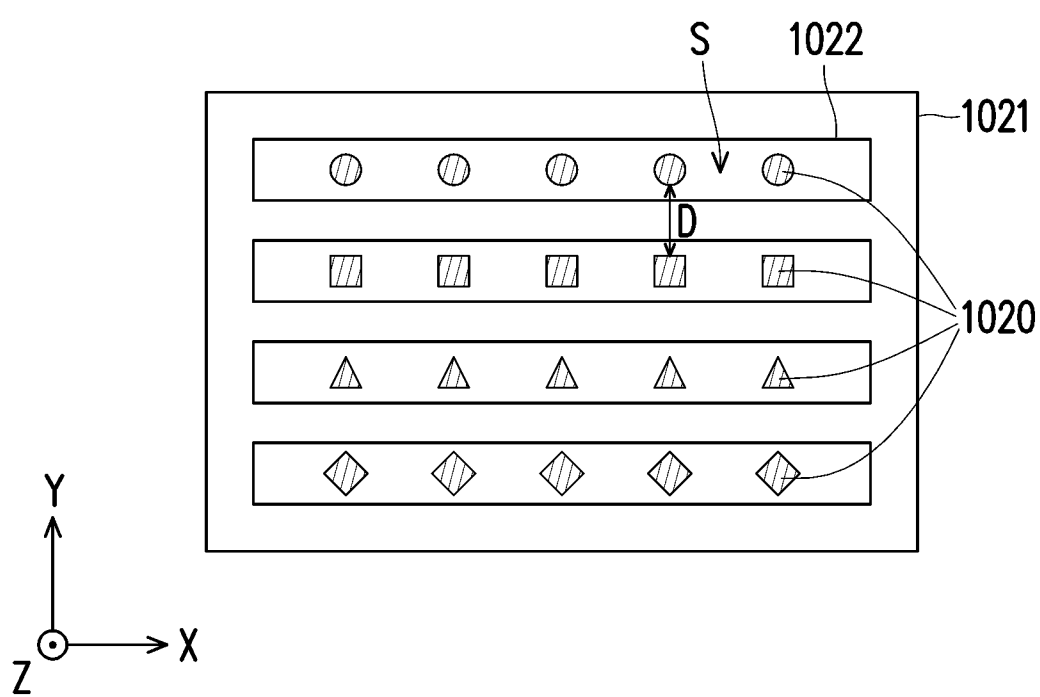
【圖4】



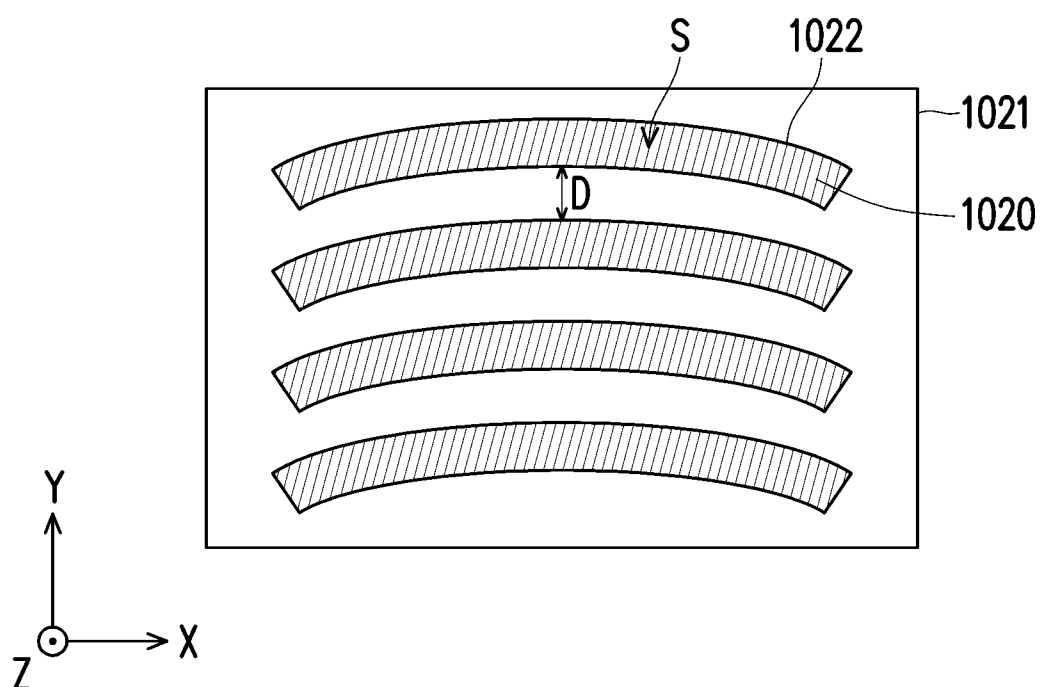
【圖5】



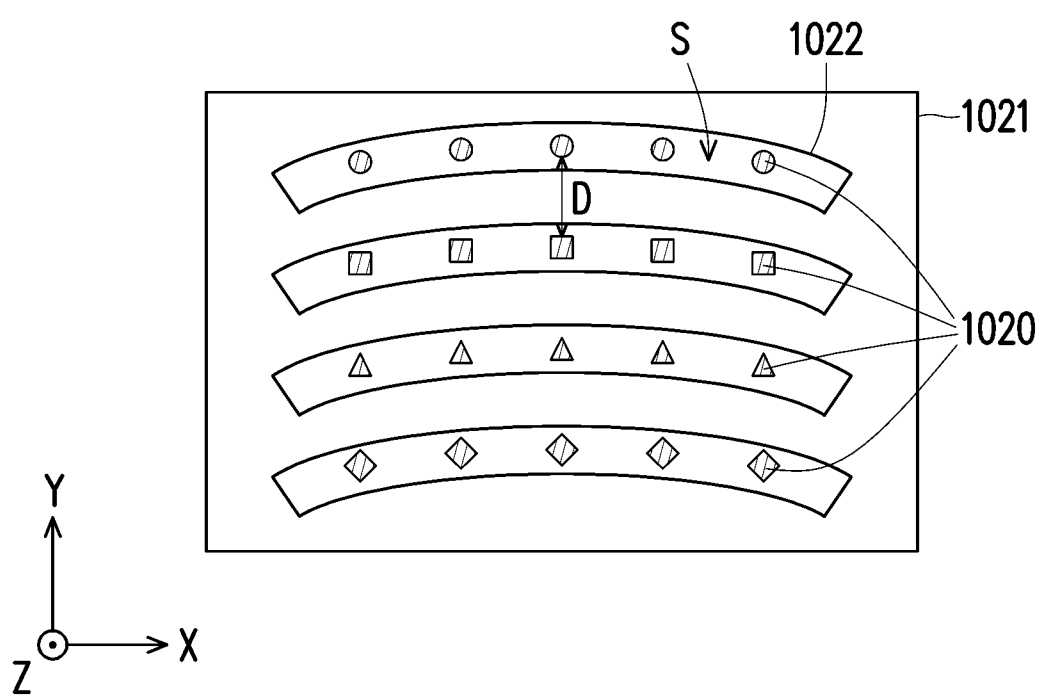
【圖6】



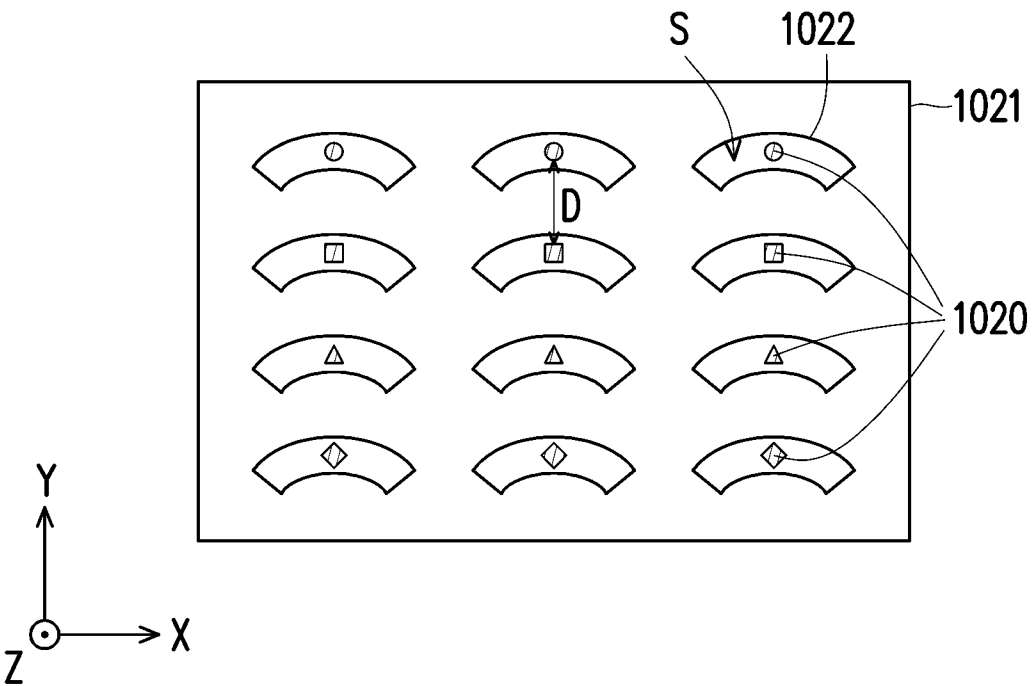
【圖7】



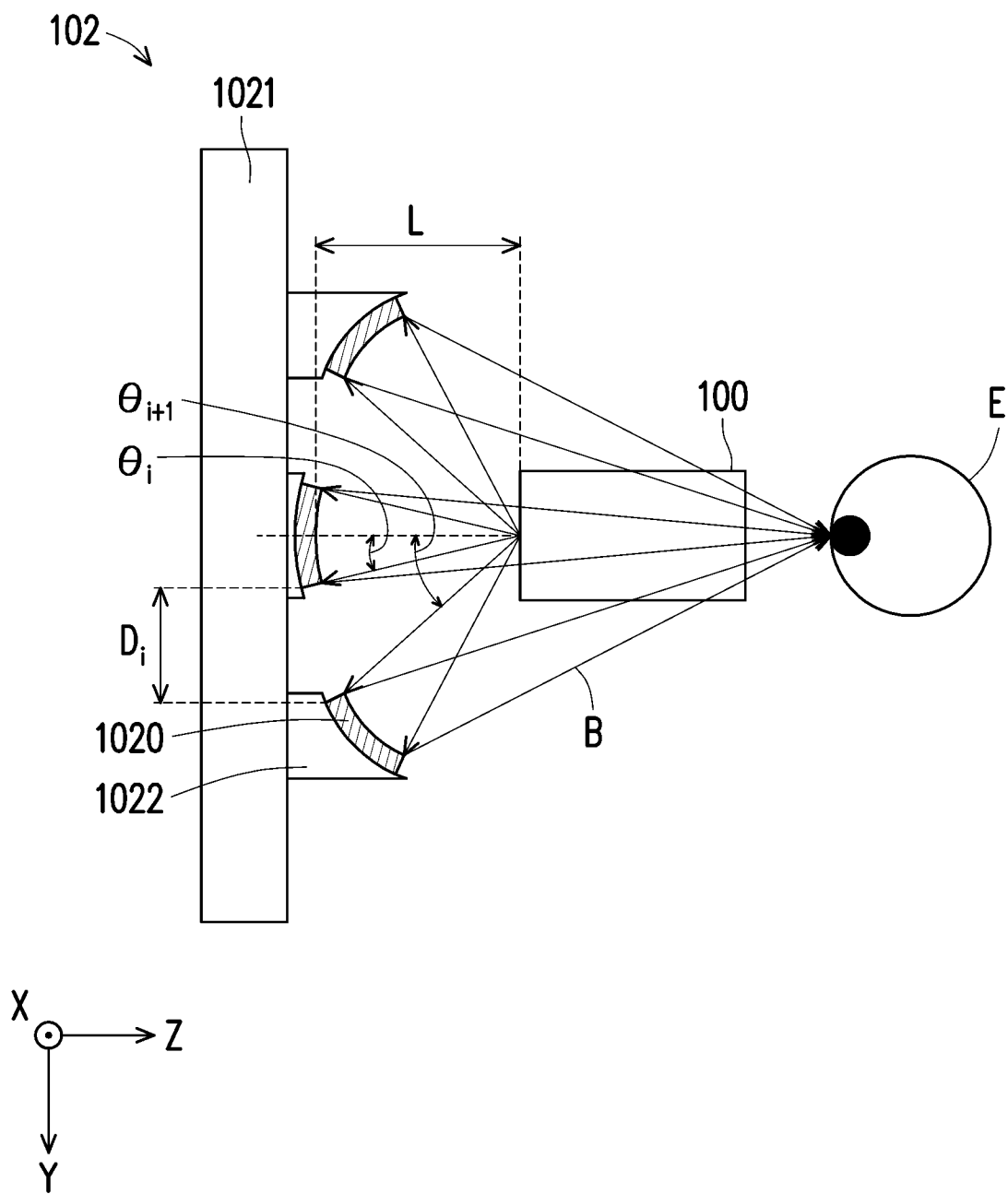
【圖8】



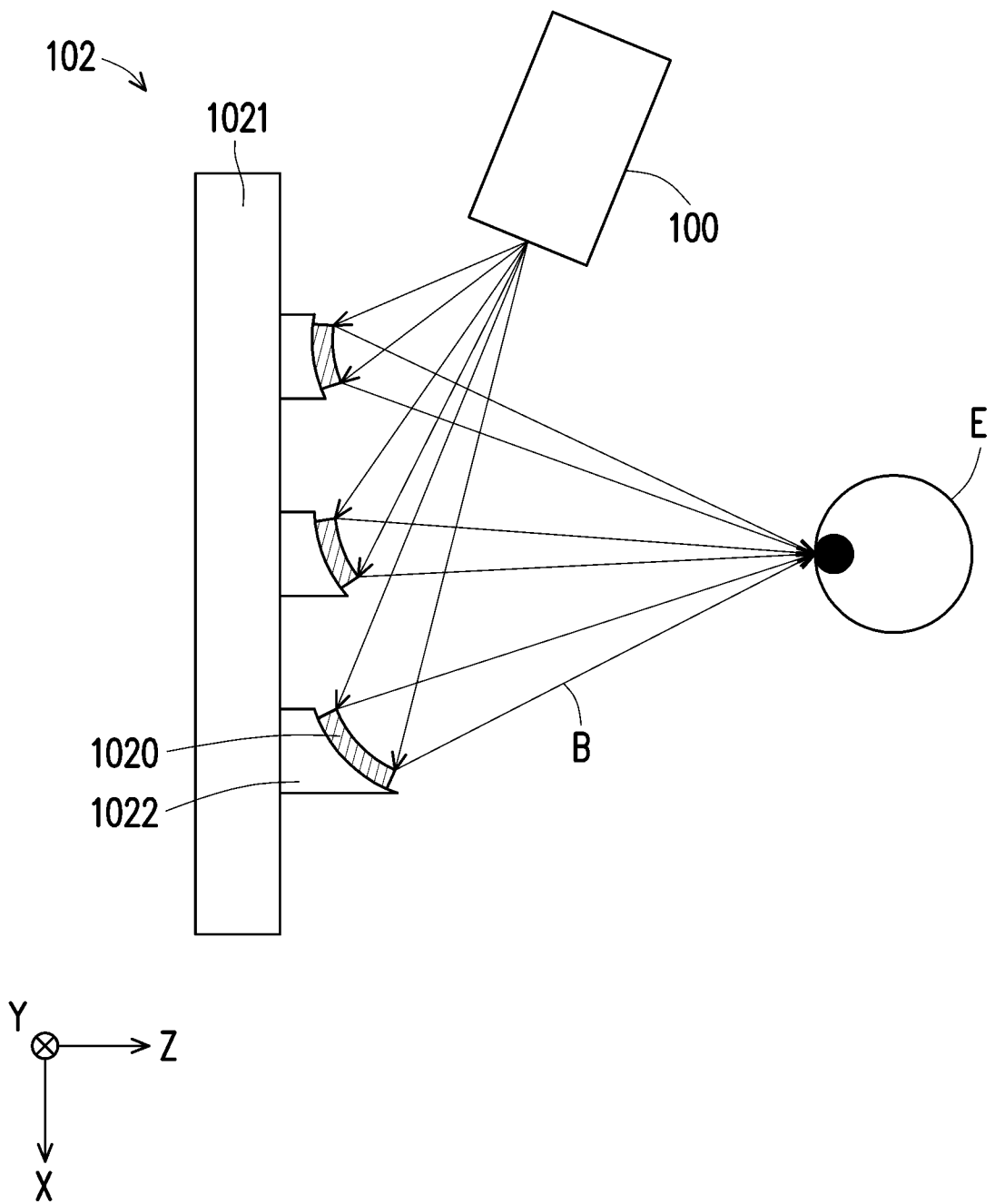
【圖9】



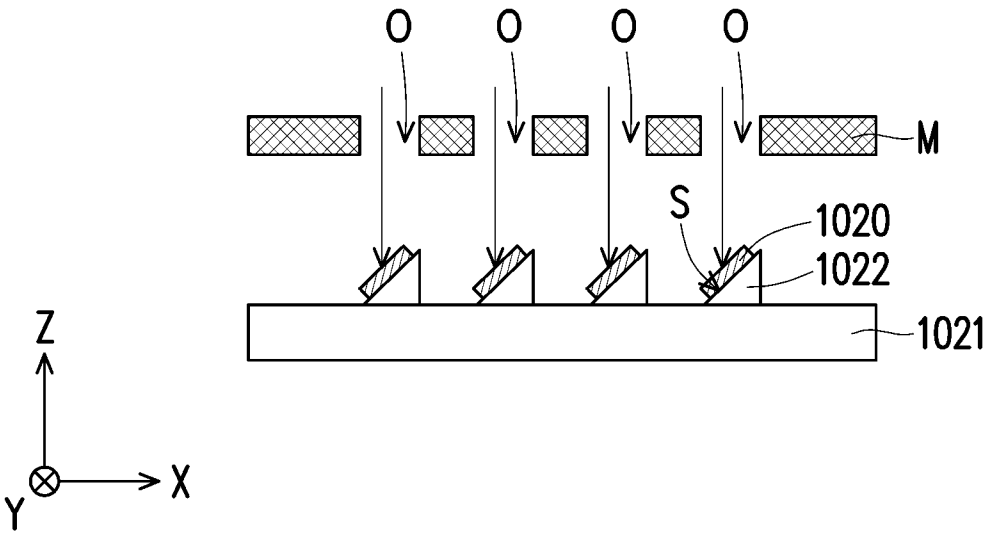
【圖10】



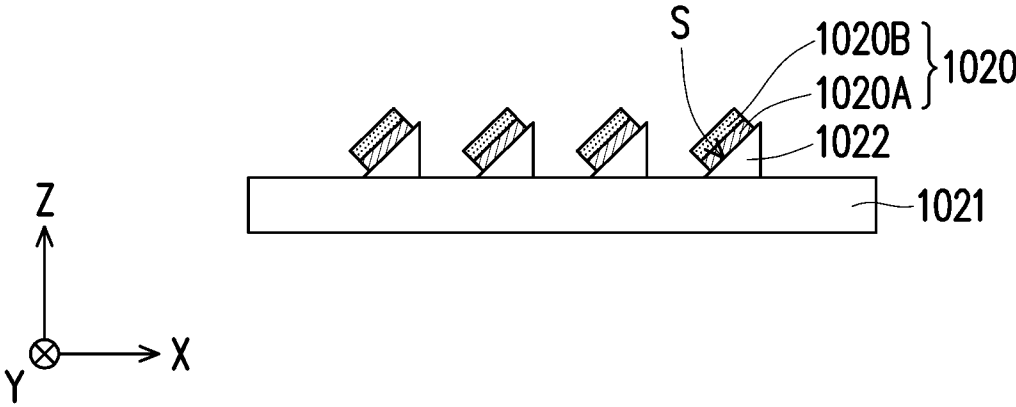
【圖11A】



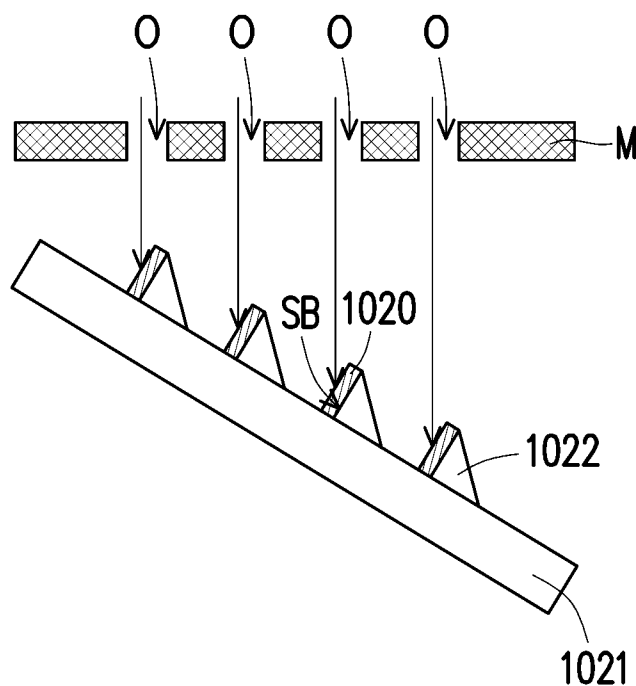
【圖11B】



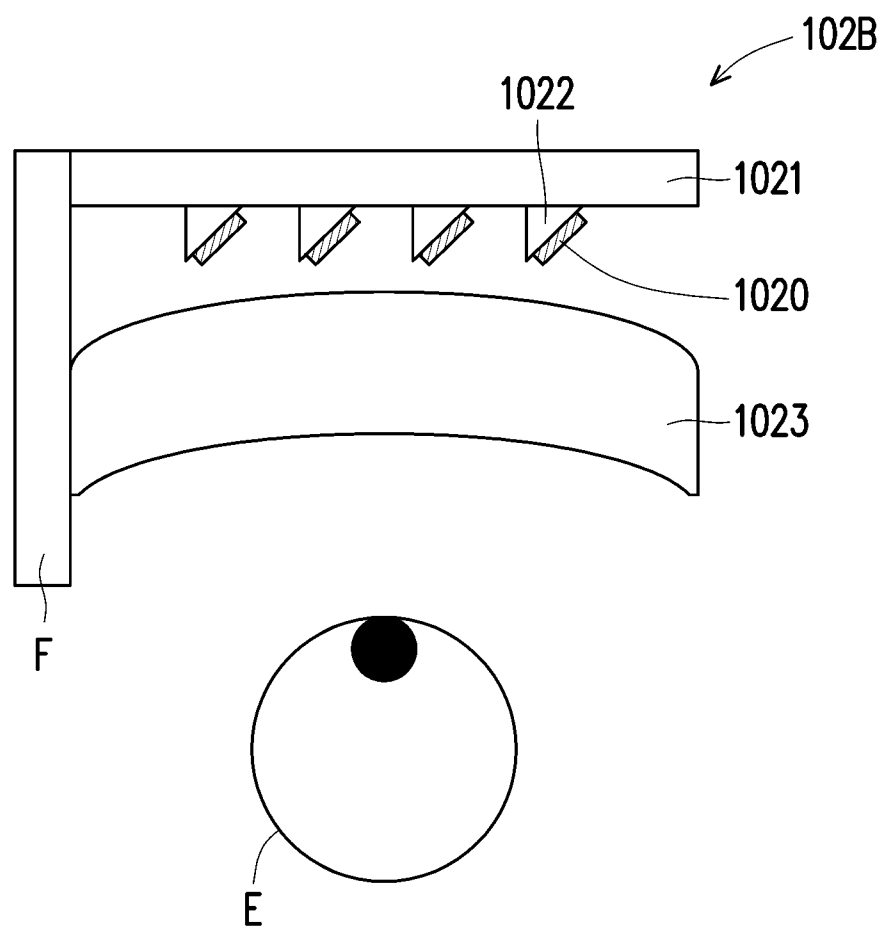
【圖12】



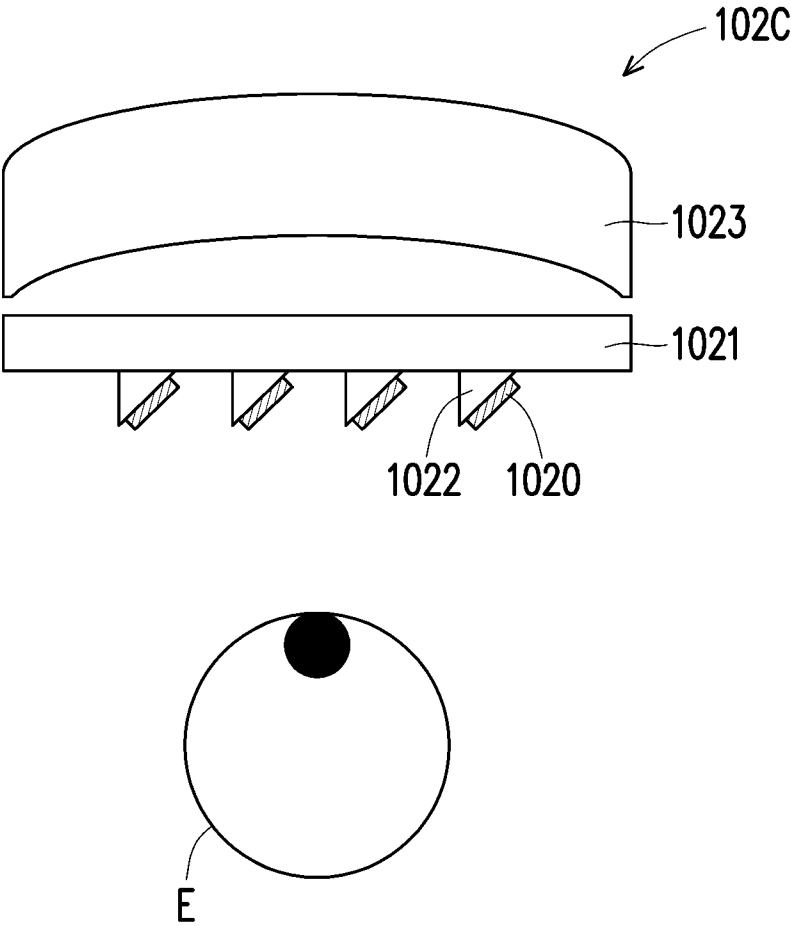
【圖13】



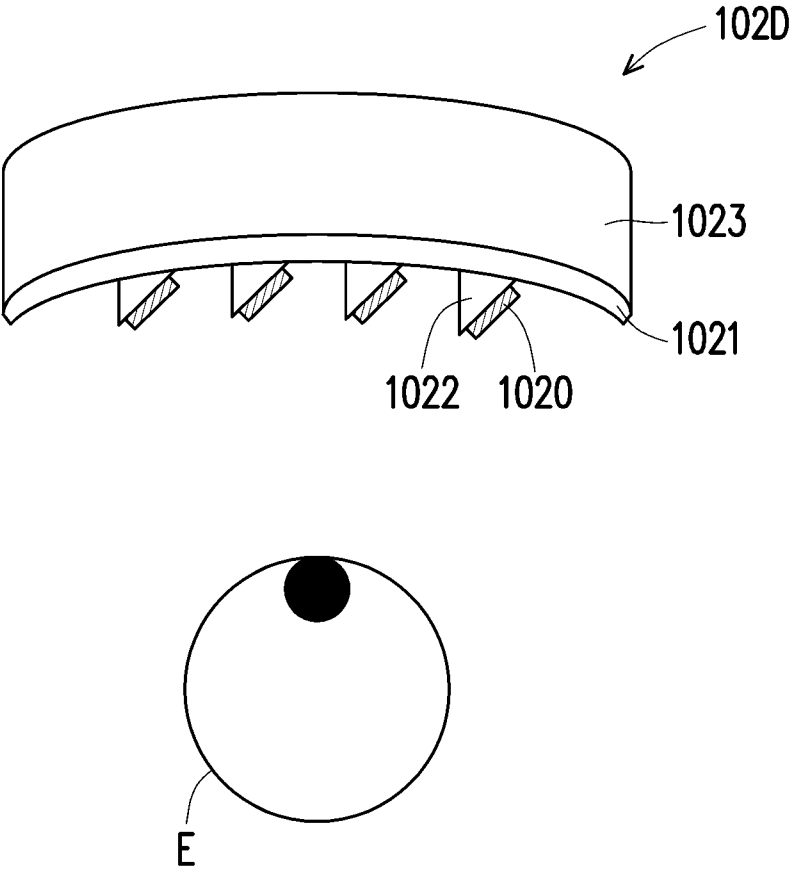
【圖14】



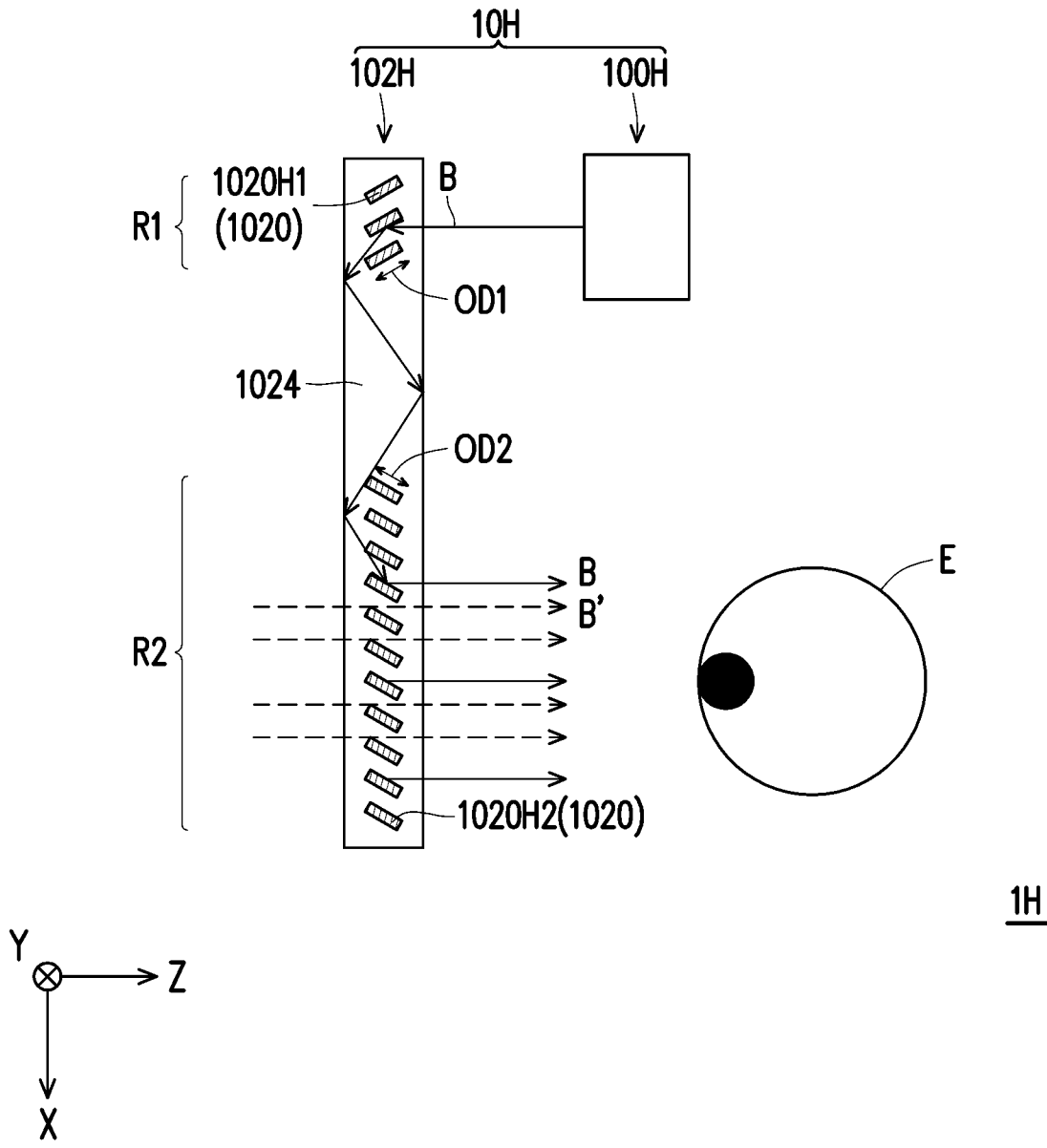
【圖15】



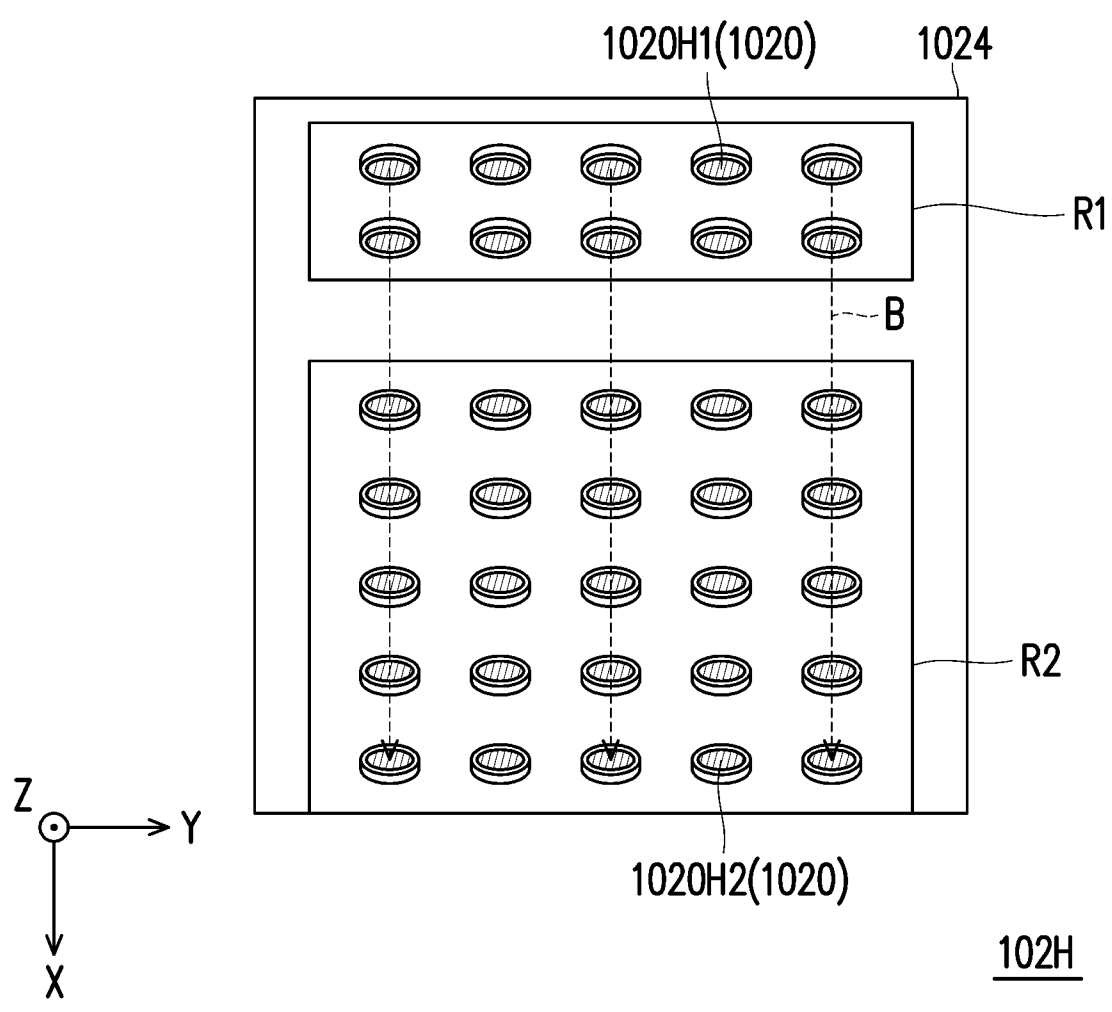
【圖16】



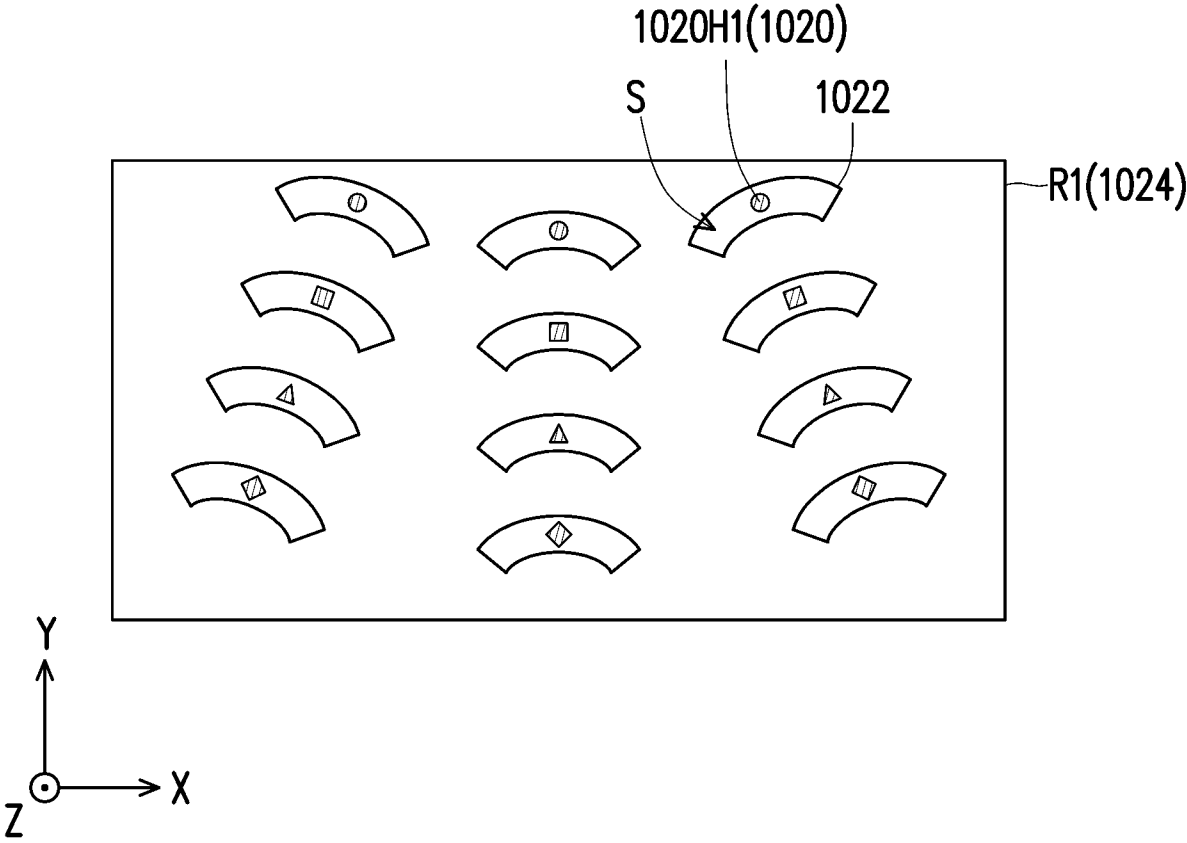
【圖17】



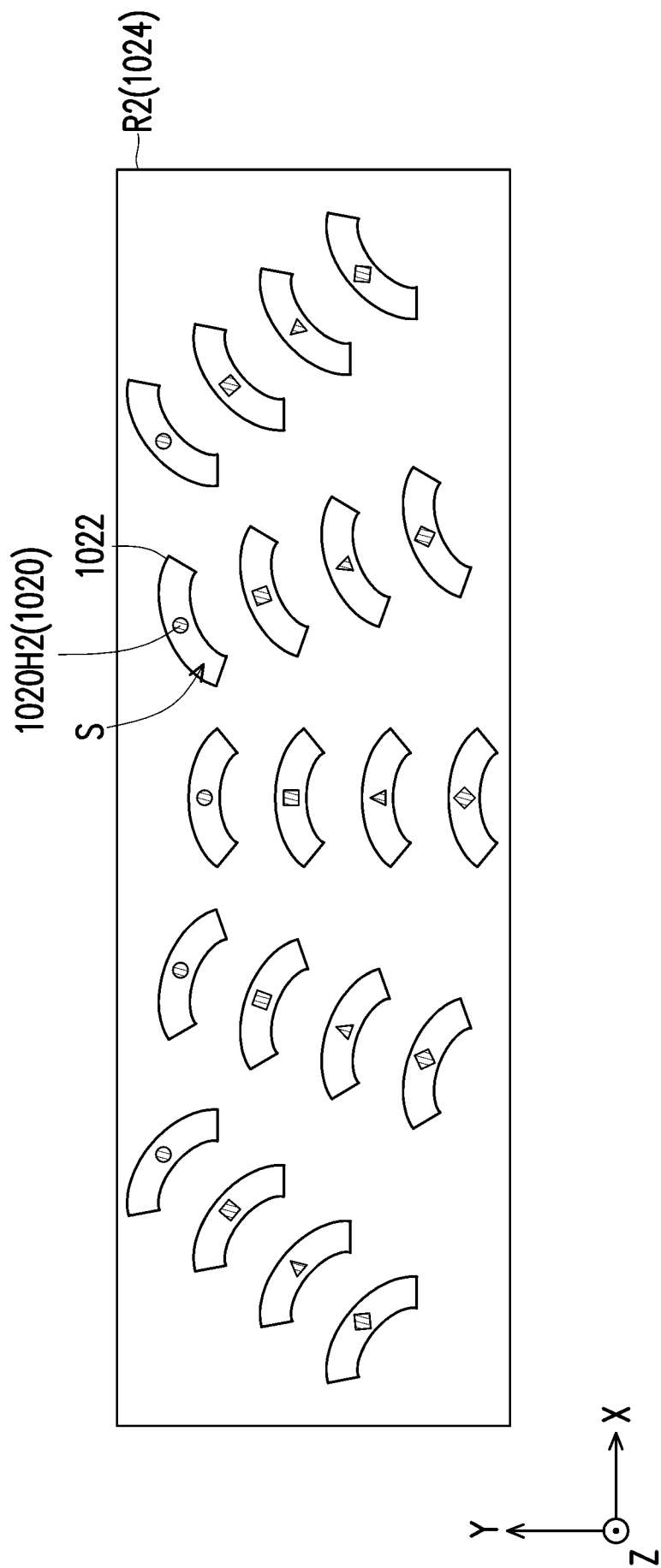
【圖18】



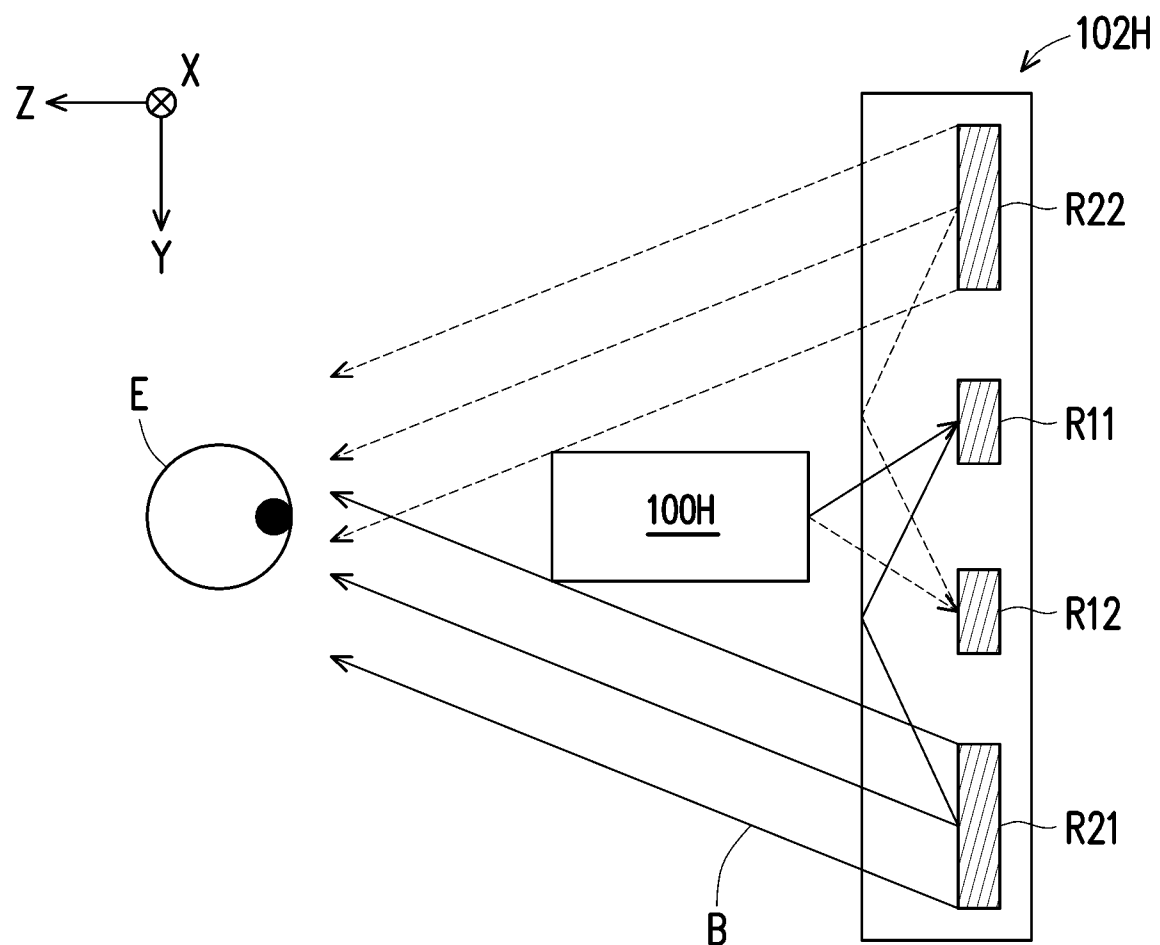
【圖19】



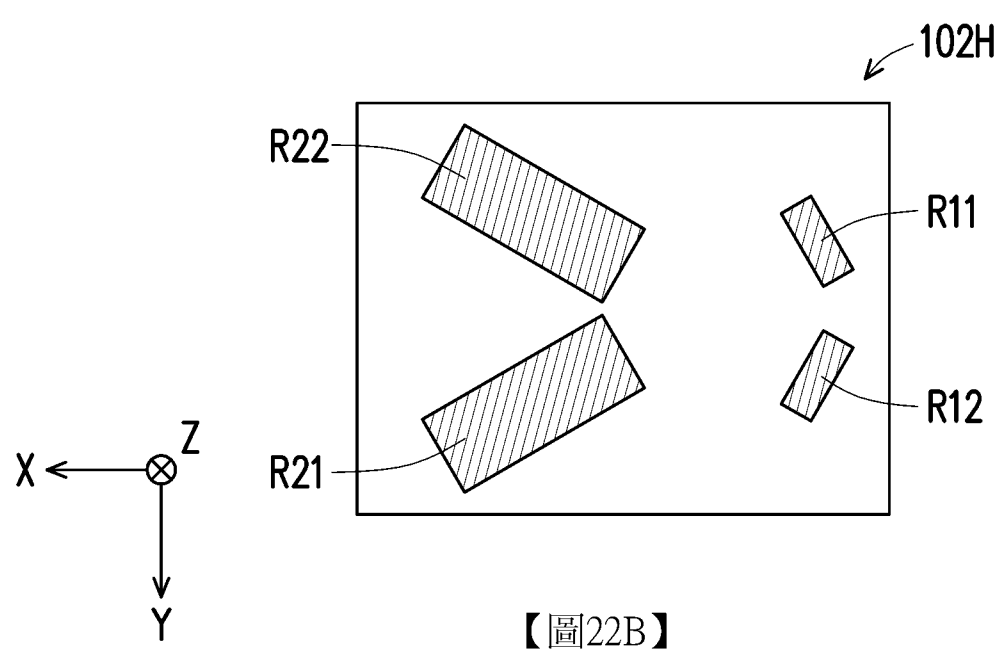
【圖20】



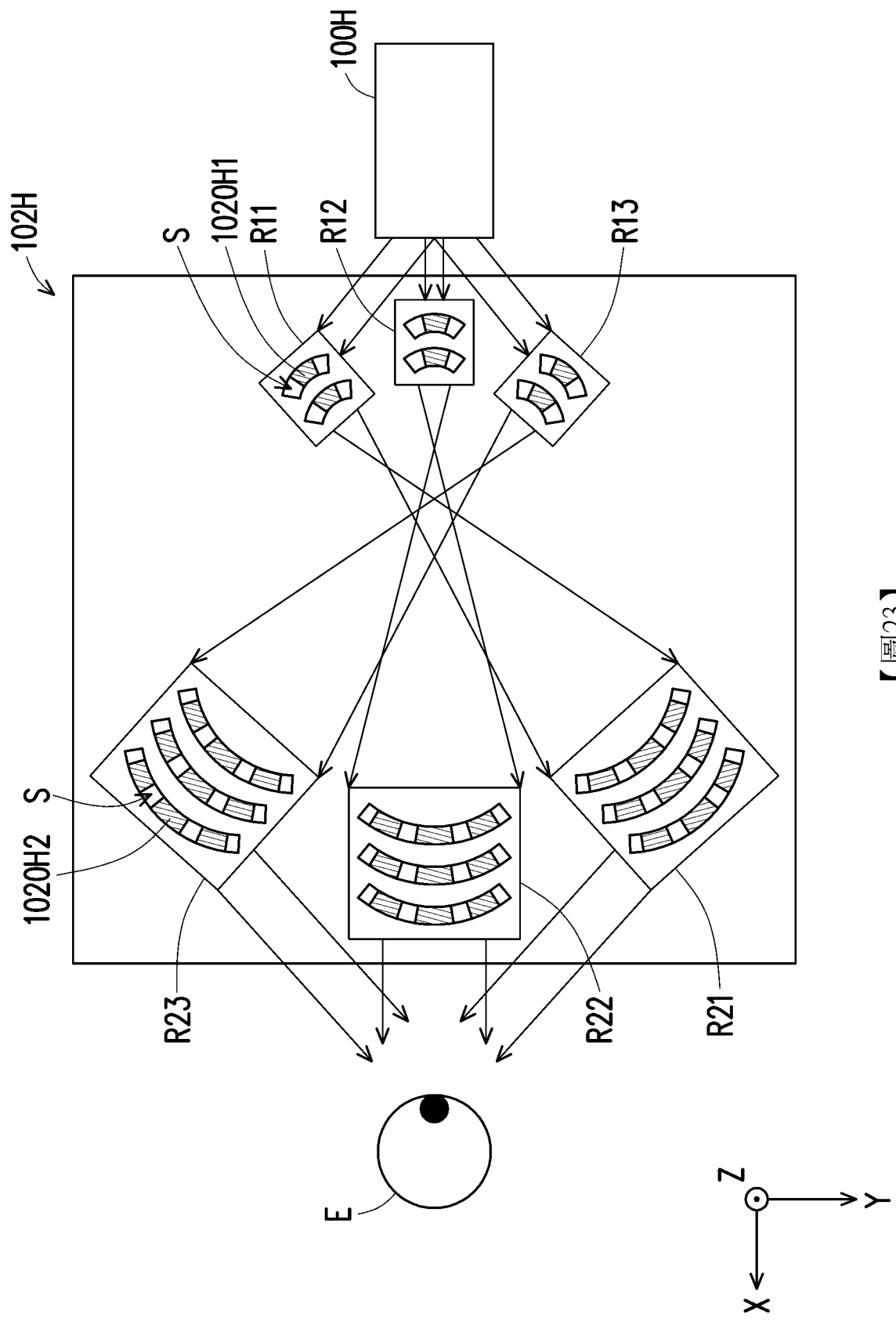
【圖21】



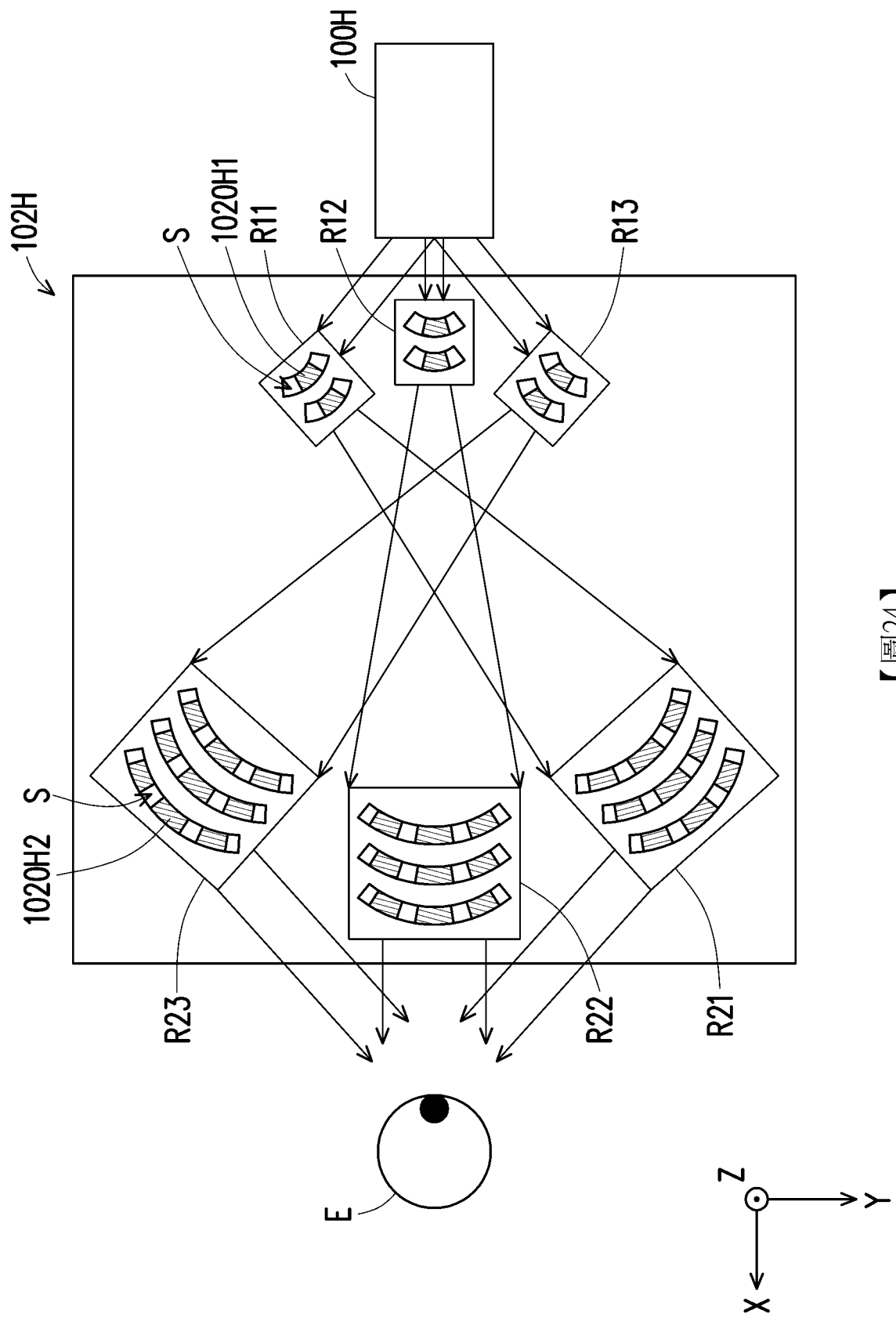
【圖22A】



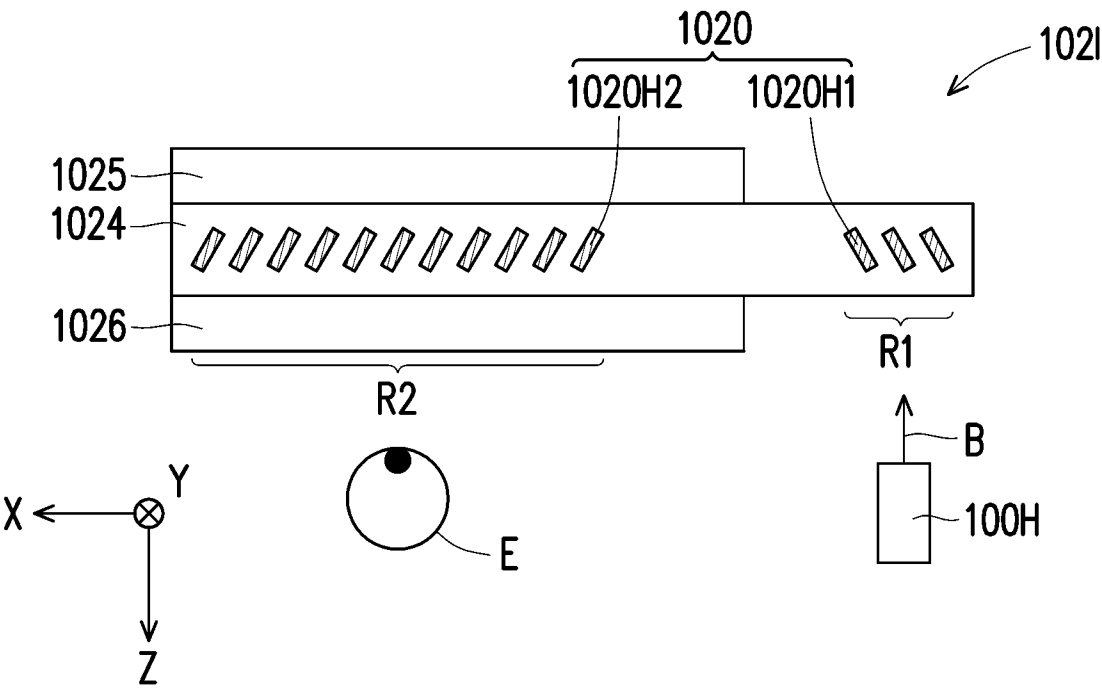
【圖22B】



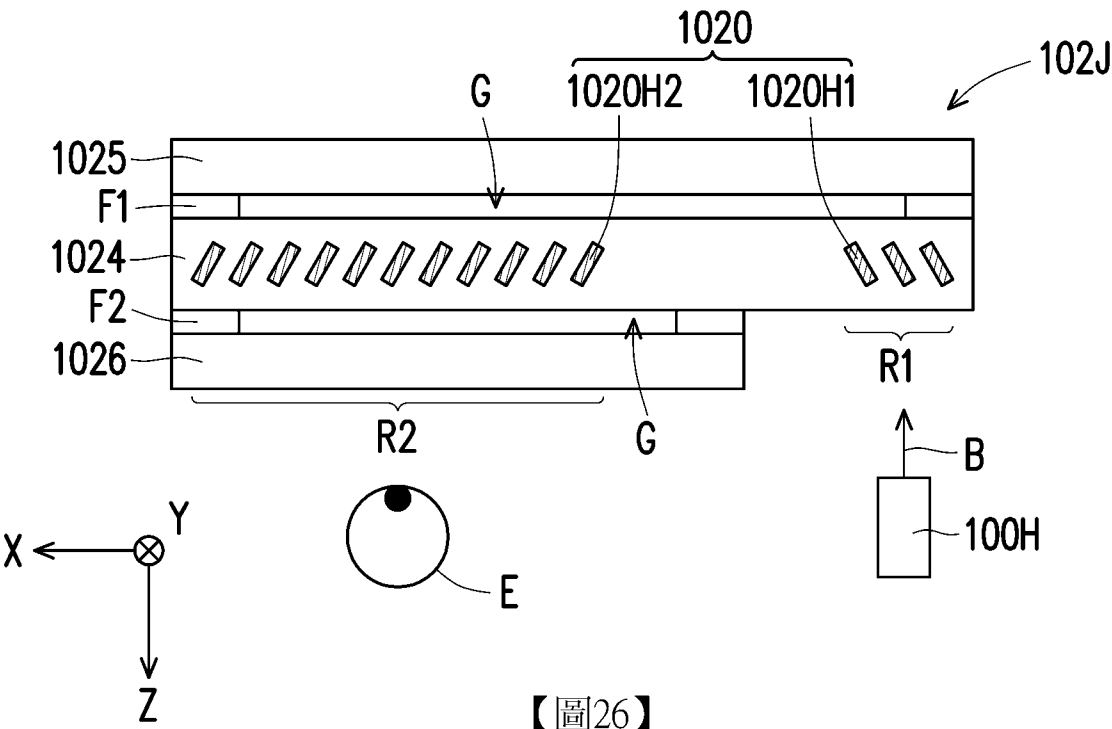
【圖23】



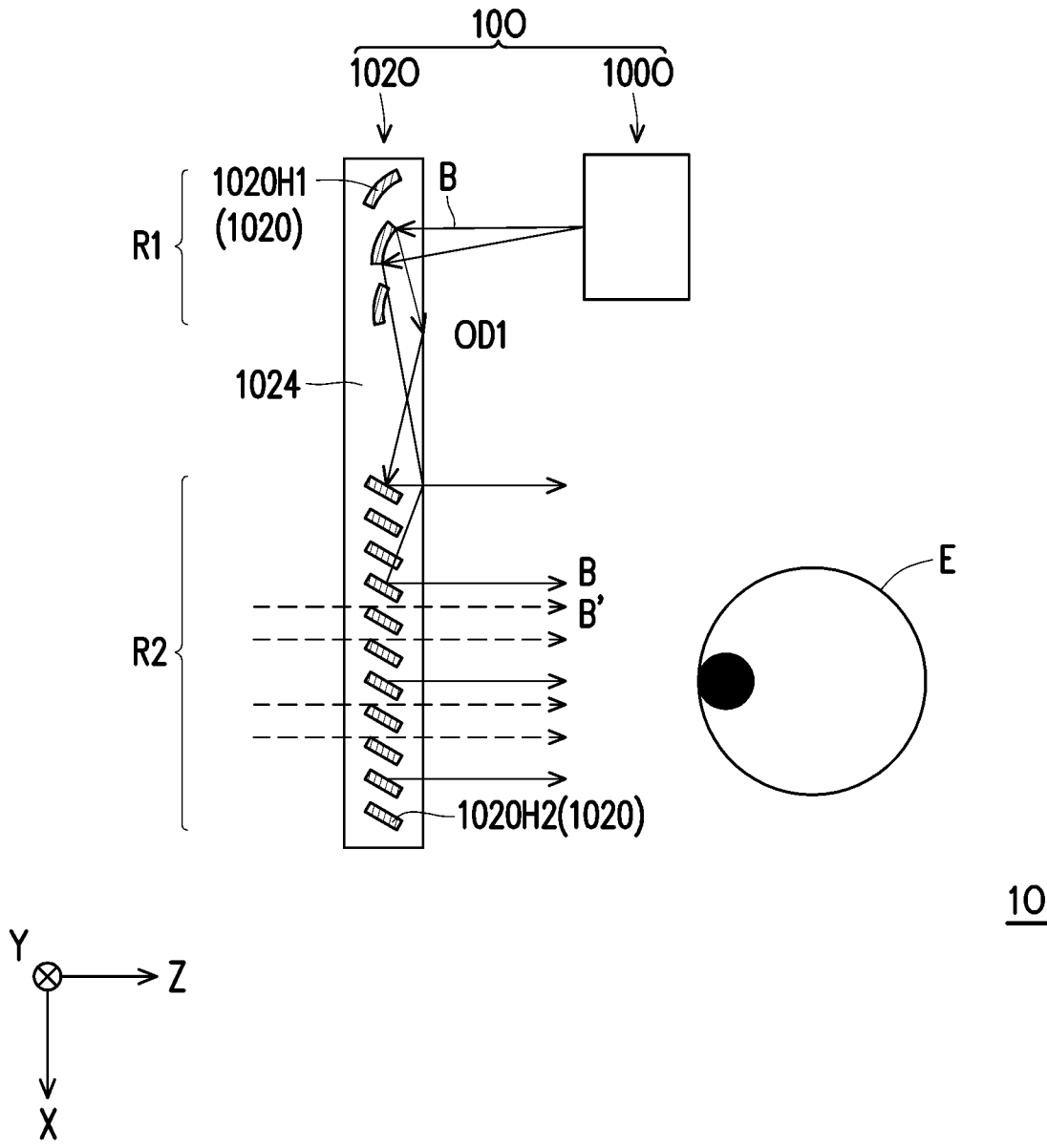
【圖24】



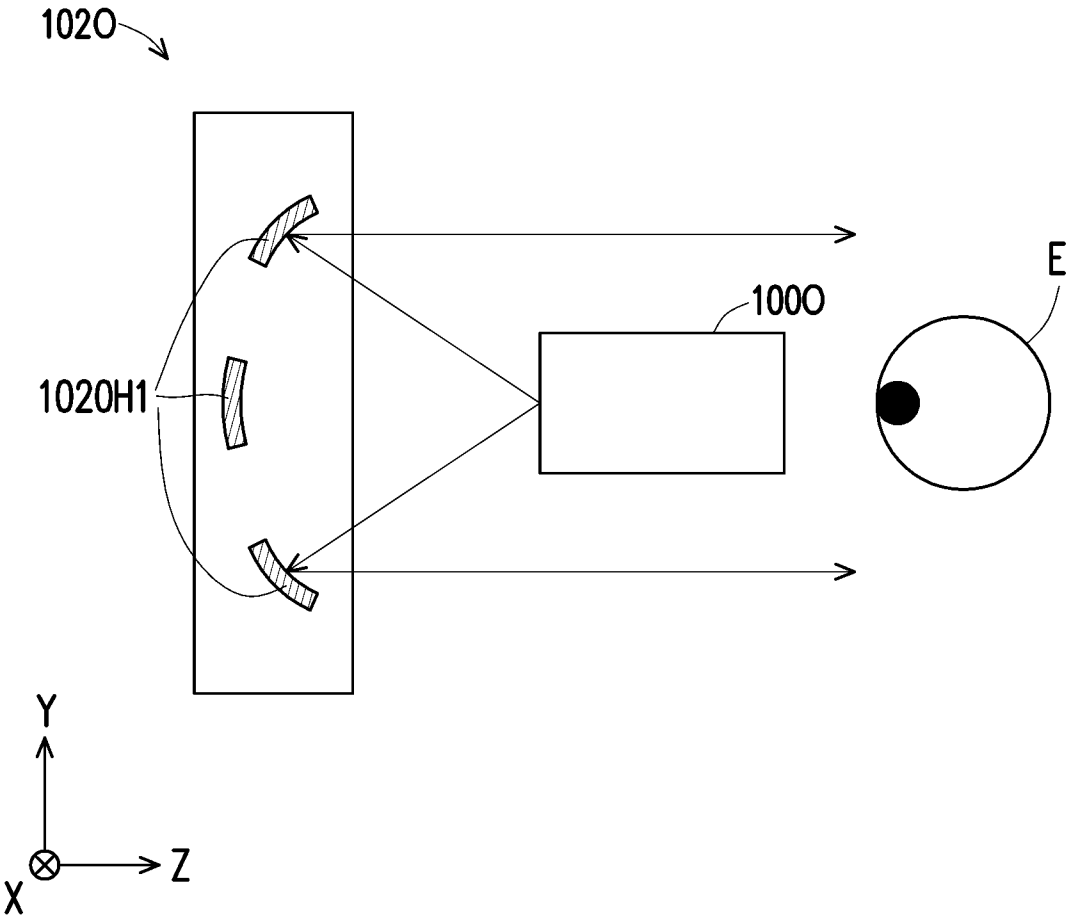
【圖25】



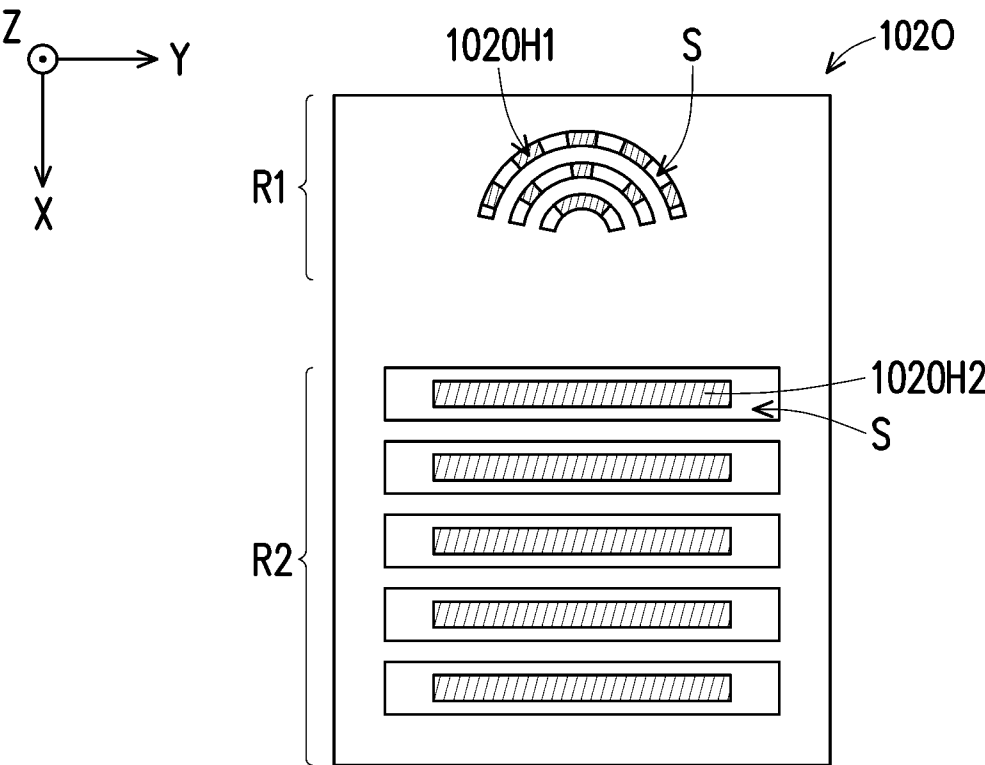
【圖26】



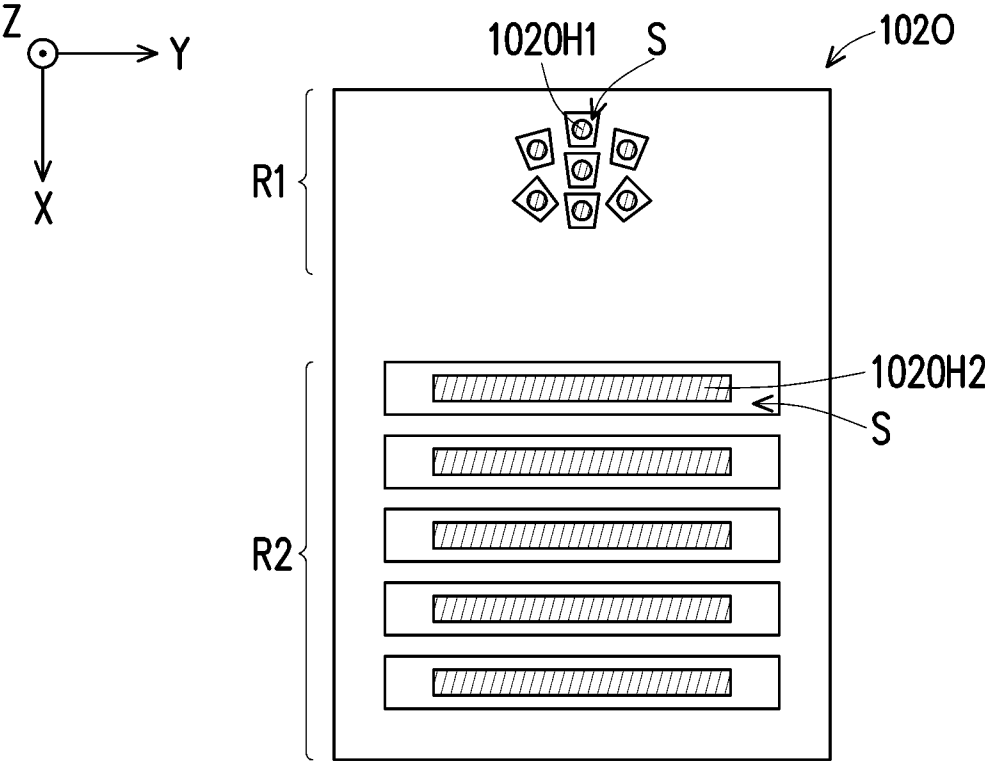
【圖27A】



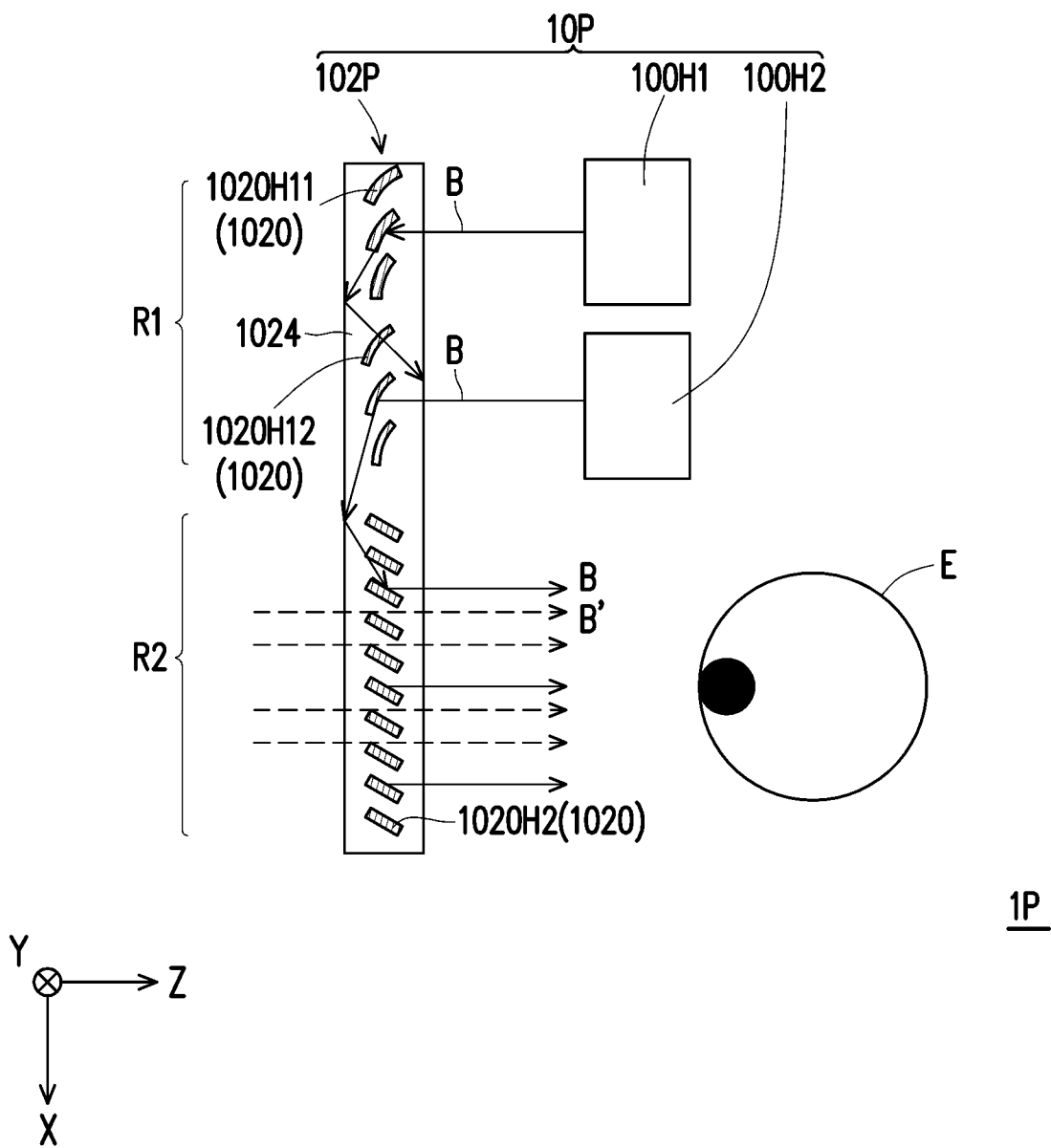
【圖27B】



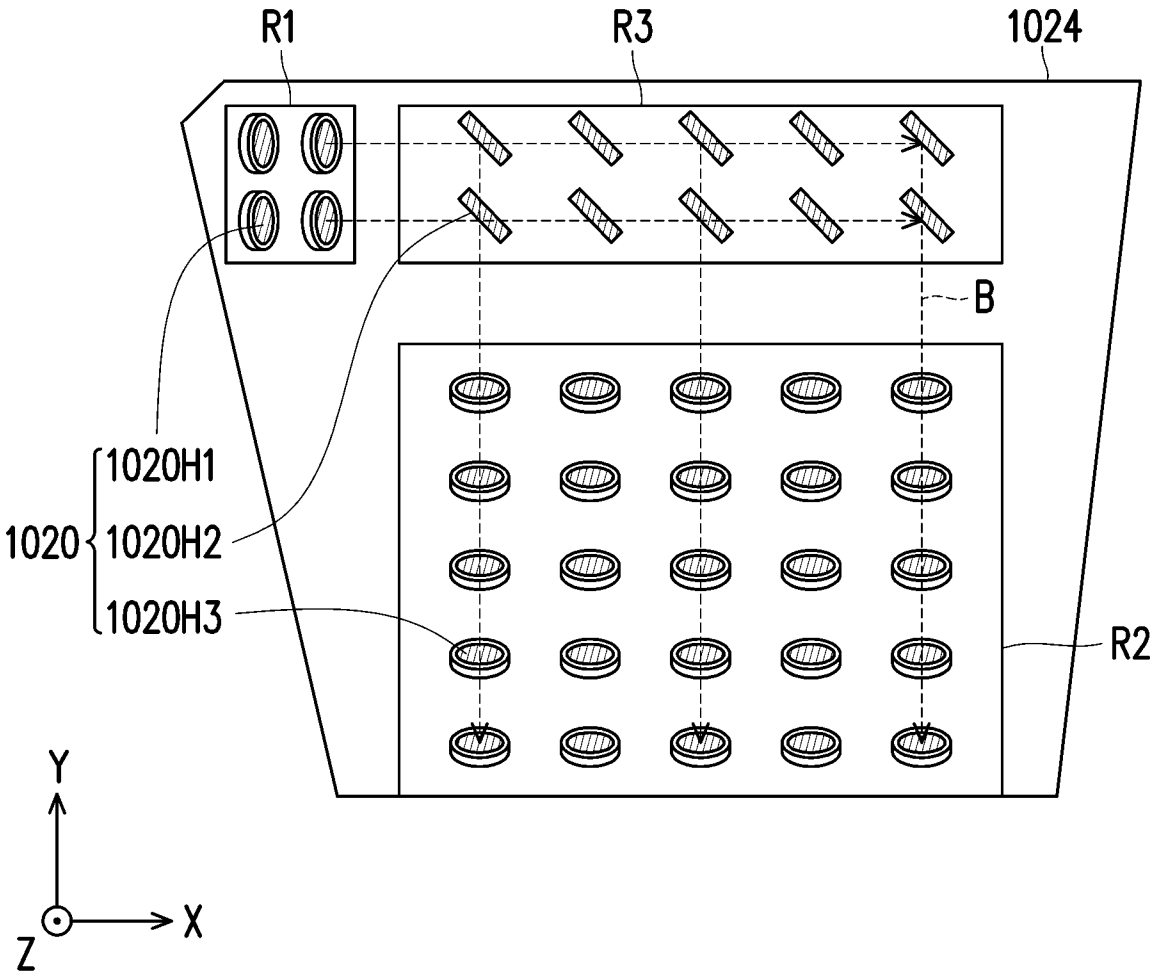
【圖27C】



【圖28】



【圖29】



【圖31】