



(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 I712821 B

(45) 公告日：中華民國 109 (2020) 年 12 月 11 日

(21) 申請案號：106115940 (22) 申請日：中華民國 106 (2017) 年 05 月 15 日

(51) Int. Cl. : G02B27/01 (2006.01) G02B6/24 (2006.01)

(30) 優先權：2016/05/18 世界智慧財產權組織 PCT/IL2016/050523

(71) 申請人：以色列商露慕斯股份有限公司 (以色列) LUMUS LTD. (IL)
以色列

(72) 發明人：奧菲爾 尤瓦 OFIR, YUVAL (IL)

(74) 代理人：周良謀；周良吉

(56) 參考文獻：

TW	200628838A	CN	101324726A
CN	104145208A	CN	104597602A
CN	104956252A	US	2010/0291489A1
US	2015/0241619A1		

審查人員：黃同慶

申請專利範圍項數：37 項 圖式數：18 共 46 頁

(54) 名稱

光學系統、擴增實境系統、抬頭顯示系統、電子裝置以及光學模組

(57) 摘要

提供一種光學系統，用於電子裝置(例如，使用抬頭顯示系統的類型)中。該光學系統包含：一光傳輸波導基板，該光傳輸波導基板係用以接收指示所投射之影像的一輸入光、藉由全內反射引導該輸入光、及將該光耦出(coupling out)該基板以沿在一預定方向上的一輸出路徑傳播；至少一透明光學元件，該至少一透明光學元件被容納在該輸出路徑中且與該波導基板的一表面的至少一部分介接；一界面區域，該界面區域係在該波導基板之該表面的該至少部分與該光學元件的一表面之間且為一圖案化界面，該圖案化界面係配置成在該波導基板與該光學元件之間提供光學耦合並同時維持該光傳輸波導內之光傳播的全內反射條件。

An optical system is provided, for use in an electronic device, for example of the kind utilizing a head up display system. The optical system comprising: a light-transmitting waveguide substrate configured for receiving input light indicative of an image being projected, guiding said input light s by total internal reflection, and coupling the light out of the substrate to propagate along an output path in a predetermined direction; at least one transparent optical element accommodated in said output path and interfacing at least a portion of a surface of said waveguide substrate; an interface region between at least a portion of the surface of said waveguide substrate and a surface of the optical element being a patterned interface configured to provide optical coupling between the waveguide substrate and said optical element while maintaining the total internal reflection condition R of light propagation within said light-transmitting waveguide..

指定代表圖：

符號簡單說明：

85:超精細週期性圖案

110:氣隙膜

112:基底

124:內橫剖面

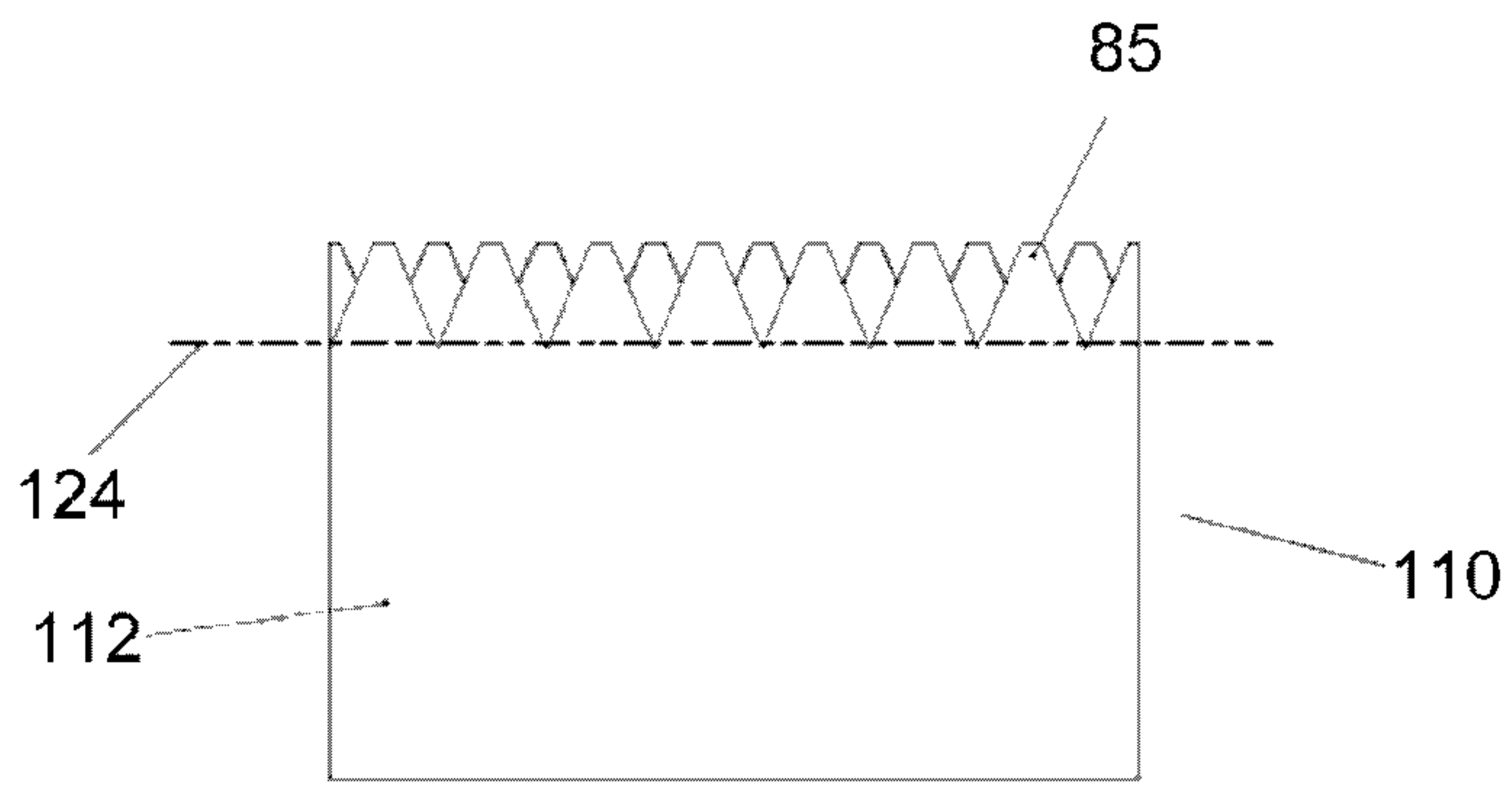


圖 9A



I712821

【發明摘要】

【中文發明名稱】 光學系統、擴增實境系統、抬頭顯示系統、電子裝置以及光學模組

【英文發明名稱】 OPTICAL SYSTEM, AUGMENTED REALITY SYSTEM, HEAD UP DISPLAY SYSTEM, ELECTRONIC DEVICE AND OPTICAL MODULE

【中文】

提供一種光學系統，用於電子裝置(例如，使用抬頭顯示系統的類型)中。該光學系統包含：一光傳輸波導基板，該光傳輸波導基板係用以接收指示所投射之影像的一輸入光、藉由全內反射引導該輸入光、及將該光耦出(coupling out)該基板以沿在一預定方向上的一輸出路徑傳播；至少一透明光學元件，該至少一透明光學元件被容納在該輸出路徑中且與該波導基板的一表面的至少一部分介接；一界面區域，該界面區域係在該波導基板之該表面的該至少部分與該光學元件的一表面之間且為一圖案化界面，該圖案化界面係配置成在該波導基板與該光學元件之間提供光學耦合並同時維持該光傳輸波導內之光傳播的全內反射條件。

【英文】

An optical system is provided, for use in an electronic device, for example of the kind utilizing a head up display system. The optical system comprising: a light-transmitting waveguide substrate configured for receiving input light indicative of an image being projected, guiding said input light s by total internal reflection, and coupling the light out of the substrate to propagate along an output path in a predetermined direction ; at least one transparent optical element accommodated in

said output path and interfacing at least a portion of a surface of said waveguide substrate ; an interface region between at least a portion of the surface of said waveguide substrate and a surface of the optical element being a patterned interface configured to provide optical coupling between the waveguide substrate and said optical element while maintaining the total internal reflection condition R of light propagation within said light-transmitting waveguide..

【指定代表圖】 圖9A

【代表圖之符號簡單說明】

85 超精細週期性圖案

110 氣隙膜

112 基底

124 內橫剖面

【發明說明書】

【中文發明名稱】 光學系統、擴增實境系統、抬頭顯示系統、電子裝置以及光學模組

【英文發明名稱】 OPTICAL SYSTEM, AUGMENTED REALITY SYSTEM, HEAD UP DISPLAY SYSTEM, ELECTRONIC DEVICE AND OPTICAL MODULE

【技術領域】

【0001】 本發明大體上係屬於擴增實境(augmented reality)之領域，且係關於用於擴增實境系統中之光學裝置。本發明可設置於許多的成像應用方式中，例如可攜式DVD、手機、行動電視接收器、視訊遊戲、可攜式媒體播放器、或任何其它行動顯示裝置。本發明更可設置於任何類型之使用全內反射(TIR)原理的波導系統中。具體而言，可將這樣的光學裝置納入透視式頭戴顯示裝置(例如，裝設於頭盔或眼鏡上之顯示器)中，該透視式頭戴顯示裝置為具有反射所投射影像之能力且容許使用者透視它的可穿戴式顯示器。

【先前技術】

【0002】 在頭戴式顯示器(HMD)中，光學模組係作為成像鏡片與組合器(光學混合器)，且二維影像來源係成像至無窮遠並反射至觀察者的眼睛中。這樣的影像來源可直接從基於陰極射線管(CRT)、液晶顯示器(LCD)、有機發光二極體陣列(OLED)、掃描來源或類似裝置的空間光調變器(SLM)而獲得，或間接地藉由使用中繼鏡片或光纖束而獲得。影像來源一般包含一像素矩陣，該像素矩陣係藉由準直鏡而成像至無

窮遠，並藉由反射或部分反射表面而傳輸至觀察者的眼睛中，其中反射或部分反射表面係分別做為非透視及透視應用方式之組合器。

【0003】 用於擴增實境應用方式的各種光學裝置及系統係描述於以下專利公開案中，以下所有專利公開案皆係讓與於本申請案之受讓人並藉由參照而納入本文中，該等專利公開案為：WO 01/95027、WO 03/081320、WO2005/024485、WO2005/024491、WO2005/024969、WO2005/124427、WO2006/013565、WO2006/085309、WO2006/085310、WO2006/087709、WO2007/054928、WO2007/093983、WO2008/023367、WO2008/129539、WO2008/149339、WO2013/175465、及IL2014/232197。

【發明內容】

【0004】 在本領域中，需要用於擴增實境系統的新穎光學裝置來達成高品質的成像。

【0005】 如上面所述，習知擴增實境系統係使用作為成像鏡片及組合器的光學模組。一般而言，這係自由空間光學模組。吾人期望增加系統的視場(FOV，field-of-view)。然而，這導致光學模組變得更大、更重、且更大型。因此，即使對於中等性能的設備而言，這樣的系統亦為不實用的。這對於應盡可能地輕量小型的頭戴式應用方式係更為關鍵的。

【0006】 吾人亦希望降低光學裝置效能對該裝置相對於觀察者眼睛之小移動的敏感性，並容許足夠的瞳孔動作以便從顯示器舒適地閱讀文字。

【0007】 本發明提供新穎的光學裝置，其促成了HMD以及其它應用方式對一非常小型的導光光學元件(LOE)之利用。本發明容許相對較寬的FOV及相對較大的眼睛移動框(EMB，eye-motion-box)值/角度。這提供了大的、高品質的影像，而其亦容許大的眼睛移動。由於本發明之光學系統可較目前最先進的裝置更為小型，且可輕易地將其納入至甚至具有專用配置的光學系統中，因此本發明之光學系統係特別有優勢的。

【0008】 在本發明之光學裝置中所使用的LOE為一波導，該波導係配置成藉由全內反射而使光波被捕獲在該波導內。通常而言，光學裝置需要在路徑(從波導輸出的光係沿該路徑傳播至觀察者眼睛中)中包含一或更多額外光學元件。這樣的光學元件可具有或不具有光學倍率(optical power)。舉例而言，這可為保護元件或眼科鏡片(例如，具有為特定使用者開立的光學倍率)。

【0009】 因此，至少在由光傳播及波導的輸出所界定的有效區域內，波導(LOE)與這樣的額外光學元件之間需要適當的光學分離，亦即使得傳輸影像之影像品質得以維持的光學分離。這意味著波導與光學元件之間的光學分離在一方面使得來自波導之外表面的光波之反射不會劣化，而在另一方面使得光波進入LOE及離開LOE的耦出(coupling-out)及耦入(coupling-in)機制不受干擾(換言之，在LOE與光學元件之間的界面區域維持了全內反射效果)。

【0010】 本發明藉由在至少波導與光學元件之間的有效區域內提供具有圖案(表面凸紋)之界面區域而解決了上述問題，該圖案(表面凸紋)係用以提供與LOE介面相鄰(在其附近)之有效的假性空氣層/間隙(pseudo air

layer/gap)，該假性空氣層/間隙有效地維持了與該介面互動之光的TIR條件。

【0011】 在界面區域處的圖案實際上提供了對角度敏感之反射機構，使得該介面實質上使耦合在LOE中並以傾斜角度撞擊在圖案化界面上的全部光波反射，且實質上使實質上垂直地(入射角為零)撞擊在該界面上的光波透射。

【0012】 吾人應理解，產生有效假性空氣層/界面之這樣的圖案化界面可藉由以下配置其中一者來設置，該等配置為：(i)在波導之外表面的至少一部分上提供圖案(表面凸紋)；(ii)在光學元件之外表面的至少一部分上提供圖案；(iii)在波導與光學元件的表面之間使用獨立的圖案化元件。舉例而言，在後者之情況下，這樣的獨立圖案化元件可採取與波導的表面或光學元件的表面相聯合的膜(所謂的「氣隙膜」)之形式。舉例而言，這樣的氣隙膜可配置為一蛾眼結構，該蛾眼結構係為了本發明之目的進行配置以提供對角度敏感之反射機構。

【0013】 因此，一般而言，界面區域中的圖案(表面凸紋)係採取間隔開的突起部之形式。突起部之佈置方式(換言之，它們的高度及它們之間の間隔)係加以選擇，以形成對於預定波長範圍之波長產生有效假性空氣層(其使得對角度敏感之反射得以發生)之超精細結構/次波長結構。

【0014】 例如，圖案化界面可包含約200 nm高之複數突起部的六邊形圖案，該等突起部係佈置成使它們的中心間隔開約300 nm。這樣的突起部係小於可見光的波長，因此入射至界面上的光將該界面「視為」在空氣(在波導與光學元件區域之間的接觸部/界面中)與光學元件或波導的介質之間具有連續的折射率梯度，而這保持了在LOE鏡片界面處的反射。可將相同的原理用於其他形狀及尺寸的圖案，以使與其他波長

範圍(從UV至IR)及較寬之光入射角(0 ± 60 度)相關聯之虛擬空氣界面得以形成。

【0015】 就將波導表面或光學元件(例如，鏡片)的表面直接圖案化而產生的圖案化界面而言，可使用任何合適的圖案化技術。舉例而言，這些技術包含了藉由使用電漿蝕刻處理而產生之抗反射微結構的隨機紋理(這樣的技術為已知的，且係描述於例如US8,187,481中；或以具有期望的超精細結構之模具進行之硬塗層的UV壓印/熱壓花；或在表面上之硬塗層的2D干涉式微影；或標準高解析度微影(100 nm或更小的特徵部))。

【0016】 吾人應注意，波導及光學元件(其可具有或不具有光學倍率)可採取任何可應用上述圖案化技術之合適透明結構的形式(例如由玻璃或塑膠製成)。若使用塑膠結構，則可使用頂部塑膠表面之熱壓花以產生期望之圖案。或者，可藉由澆鑄或射出成型來產生塑膠元件，其中所使用的模具已經具有超精細結構之負模(negative)。

【0017】 根據本發明，使用蛾眼膜或任何類似的超精細結構來產生假性空氣層、以及針對從周遭透射穿過整個光學元件之垂直入射光的抗反射界面。

【0018】 在使用具有超精細結構的氣隙膜之情況下，當需要將光學元件附接至LOE的外表面時，可將該膜膠合至光學元件或LOE。因此，當LOE內的耦入光波以不同傾斜角度撞擊在超精細結構上時，它們僅「看到」週期性結構的外部部分。因此，入射光波所「看到」的實際折射率係接近空氣的折射率，且保留了全內反射機制。在另一方面，對於來自外部景物的人射光波、或從LOE耦出的光波而言，氣隙膜係實質上透明的。

【0019】 因此，根據本發明的一廣義態樣，其提供一種光學系統，該光學系統包含：一光傳輸波導基板，該光傳輸波導基板係用以接收指示所投射之影像的一輸入光、藉由全內反射引導該輸入光、及將該光耦出(coupling out)該基板以沿在一預定方向上的一輸出路徑傳播；至少一透明光學元件，該至少一透明光學元件被容納在該輸出路徑中且與該波導基板的一表面的至少一部分介接；一界面區域，該界面區域係在該波導基板之該表面的該至少部分與該光學元件的一表面之間且為一圖案化界面，該圖案化界面係配置成在該波導基板與該光學元件之間提供光學耦合並同時維持該光傳輸波導內之光傳播的全內反射條件。

【0020】 該圖案化界面係由該波導基板之該表面的該至少部分上的一表面凸紋所形成；或由該光學元件之該表面上的一表面凸紋所形成；或由一氣隙膜所形成，該氣隙膜具有一圖案化表面且位於該波導基板之該表面的該至少部分與該光學元件之間。在後者的情況下，該氣隙膜係藉由其實質上未圖案化的表面而附接至該波導基板的該至少部分以使該圖案化表面面向該光學元件，或者附接至該光學元件之該表面以使該圖案化表面面向該波導基板的該至少部分。

【0021】 該圖案化界面中的圖案包含複數突起部之陣列，該複數突起部之陣列於該等突起部與面向該等突起部的該波導基板或該光學元件之表面之間形成複數氣穴。因此，這樣的圖案在波導與光學元件之間形成一假性空氣層/界面。該等突起部一般包含介電質材料。較佳地，該等突起部其中每一者係加以配置，使得該突起部的一橫剖面係隨著與該突起部的一基部之距離而從該基部向其末端逐漸改變。在此配置下，該突起部在該基部的介電質材料之量較佳為最大的，而該突出部

在該末端的介電質材料之量為最小的。較佳地，該突起部之介電質材料之比例部分從在該基部的實質上等於一向在該末端的實質上等於零減少。

【0022】 在一些實施例中，該突起部之長度係小於1微米。

【0023】 較佳地，該配置係使得在該等突起部之末端的有效折射率係實質上等於空氣的折射率。

【0024】 該圖案化界面包含一週期性圖案。

【0025】 該圖案化界面可具有一蛾眼配置。

【0026】 該光學元件為一平坦的透明基板。在一些實施例中，該光學元件為一準直模組。在一些實施例中，該光學元件為一鏡片。

【0027】 在一些實施例中，設置一額外光學元件，該額外光學元件經由一額外圖案化界面而與該波導基板的一表面的另一部分相聯合。因此，該等圖案化界面係與該波導基板之反向的表面相聯合。該等光學元件可為複數鏡片，分別用以將指示所投射之(擴增)影像的該光波成像至使用者的眼睛上、及將一外部景物成像至使用者的眼睛上。

【0028】 在一些實施例中，該光學元件可由具有一實質上平坦表面的至少一鏡片所構成，該至少一鏡片係以該實質上平坦表面面向該圖案化界面。

【0029】 在一些實施例中，該波導基板及該至少一光學元件係組裝在一眼鏡框內。

【0030】 該波導基板及該至少一光學元件係藉由使用週邊接合技術而嵌在一起。該波導基板及該光學元件係整體成型地 (monolithically) 嵌在一起。

- 【0031】 該波導基板可包含用以將該光波耦出該基板的至少一部分反射表面。這樣的部分反射表面一般係相對於該波導基板之主要表面而傾斜的。該部分反射面可配置為一繞射元件；亦可為一實質上平坦表面或一曲面。
- 【0032】 在另一態樣中，本發明提供一種擴增實境系統或一種抬頭顯示系統，其包含：上述之光學系統；一影像產生器裝置，該影像產生器裝置係用以產生指示欲投射影像的一光；及一準直模組，該準直模組係用以接收該光並將表示該光的一準直光波引導向該波導基板。
- 【0033】 本發明亦提供了包含上述光學系統的電子裝置。這樣的電子裝置可為智慧型電話裝置、智慧型手錶裝置；這樣的裝置中所使用之光學元件可為觸控屏幕。
- 【0034】 本發明亦提供用於上述光學系統中的一種光學模組，其中該光學模組包含該波導結構，該波導結構在該波導之該表面的該至少部分上帶有該至少一圖案化界面。

【圖式簡單說明】

- 【0035】 為了更好地理解本文中所揭露的主題並示例其實際上可如何實施，現在將參照隨附圖式而以僅為非限制性範例之方式來說明實施例。
- 【0036】 雖然詳細地對圖式進行明確的參照，但吾人須強調，所顯示之細節係以舉例方式顯示且僅用於說明性地討論本發明的較佳實施例之目的，且其係為了提供據信為本發明之原理及概念態樣之最有用且容易理解的描述而呈現。就此而言，吾人無意顯示較本發明基礎理解所

必須更詳細的本發明之結構細節。配合圖式所做出之描述係作為關於在如何實際上實現本發明之好幾種形式上對熟悉本技藝人員之引導。

【0037】 在該等圖式中：

【0038】 圖1至圖3示意性地繪示了抬頭顯示系統的一般配置及操作原理，其中圖1為用於抬頭顯示系統中之波導結構中的光傳播架構之示意圖；且圖2及圖3顯示了分別繪示二個已知配置之示意圖，該等已知配置係用以對來自顯示器光源之輸入光波進行準直、並將其耦入波導結構中。

【0039】 圖4繪示了用於抬頭顯示系統中之本發明的光學裝置的範例性實施例，其中光學元件係採取附接至導光光學元件之外表面的負鏡片之形式；

【0040】 圖5繪示了用於抬頭顯示系統中之本發明的光學裝置的範例性實施例，其中光學元件係採取附接至導光光學元件之外表面的負鏡片與正鏡片之形式；

【0041】 圖6A至6C例示了本發明之光學元件中的圖案化界面的三個不同實行例，該等實行例係藉由光學裝置之直接圖案化(圖6A、6C)、及藉由波導之表面的直接圖案化(圖6B)而獲得；

【0042】 圖7A及7B為設置成氣隙膜之圖案化介面配置之範例性實施例的二維及三維示意圖，其中透明介電質材料的超精細週期性結構(圖案)係以較光子範圍之波長更短的小間距加以佈置，並建構在平坦的透明基板上；

【0043】 圖8A及8B分別繪示範例性氣隙膜的側視圖及俯視圖；

【0044】 圖9A及9B分別繪示了靠近基底之內橫剖面的範例性氣隙膜的側視圖及俯視圖；

- 【0045】 圖10A及10B分別繪示了靠近空氣之外橫剖面的範例性氣隙膜的側視圖及俯視圖；
- 【0046】 圖11繪示了附接至LOE之外表面的氣隙膜，其中耦合的光波撞擊在LOE與膜之間的界面上且被表面完全反射；
- 【0047】 圖12A及12B繪示如何將使用本發明的抬頭顯示系統納入眼鏡中，其中 LOE係嵌入在二光學鏡片之間並組裝在眼鏡框架內；
- 【0048】 圖13A、13B、及13C例示了如何將包含LOE的非整體成型之光學元件嵌入至前方正鏡片與後方負鏡片之間，該前方正鏡片與後方負鏡係在沒有黏著劑的情況下一起裝設於框架內；
- 【0049】 圖14A、14B、及14C例示了藉由使用週邊接合技術而將LOE嵌入至二光學鏡片之間的另一技術；
- 【0050】 圖15A、15B、及15C例示了將LOE整體成型地嵌入至二光學鏡片之間的再另一技術；
- 【0051】 圖16A、16B、及16C例示了嵌入在二平坦基板之間且組裝在框架內的LOE；
- 【0052】 圖17例示了與繞射耦入及/或耦出光學元件相聯合的波導基板；
及
- 【0053】 圖18例示了本發明之原理於配置為小型行動裝置的手持顯示器(HHD)中之使用。

【實施方式】

- 【0054】 首先參考圖1、圖2、及圖3，該等圖式示意性地繪示了與本發明有關的抬頭顯示系統(head up display system)類型其中一些者的一般配置及操作原理。

【0055】 圖1繪示了導光光學元件(LOE)20中的光傳播示意圖，導光光學元件20有時係稱為適用於本發明之光學裝置中的基板或導光光學元件(LOE)。一般而言，導光光學元件20係用以為其內之光傳播提供全內反射(TIR)條件。導光光學元件20具有光輸入區域21(其係與準直模組之輸出對準(如以下將進一步描述))、及以適當方位佈置於波導內的導光介面16及22。

【0056】 如圖所示，輸入光波18(其係經準直的，且表示欲呈現給觀察者的影像)與反射介面16互動，該反射介面16反射這些光波，使得它們藉由全內反射而被捕獲於LOE的導光光學元件20中。在從導光光學元件20的主要下表面26及上表面28的幾次反射之後，所捕獲的光波到達選擇性部分反射表面22之陣列，而其將光從基板耦出以傳播向觀察者之眼睛24的瞳孔25。

【0057】 本文中，將LOE之光輸入表面視為輸入光波進入LOE所通過之表面，並將LOE之光輸出表面視為所捕獲的波離開LOE所通過之表面。以圖1中所繪示的LOE配置而言，輸入及輸出表面皆在導光光學元件20的下表面26上。然而，在輸入及影像波可位於導光光學元件20的相反側之情況下，或當光係藉由基板的傾斜邊緣而耦合至LOE中時，吾人可預見其他的配置。

【0058】 圖2及圖3例示了抬頭顯示系統的兩個範例，其中光學系統包含了上述的導光光學元件20及準直光學元件6。光波2(其為影像產生裝置4(例如，投影儀)之輸出且因此表示了欲顯示之影像)透過準直光學元件6之下表面30而進入準直光學元件6。一般而言，這些光波2具有特定的偏振，例如s偏振輸入光波2。準直光學元件6通常由光波透射材料所製成且與一偏振單元相聯合，該偏振單元包含偏振分束器31、偏振

旋轉器(例如，四分之一波長延遲板)34及40、及反射器36及44(例如，金屬或介電質塗層)。因此，輸入偏振光2通過準直光學元件6的刻面30並被分束表面31反射向四分之一波長延遲板34，然後如此產生的p偏振光被反射器36(例如，平面鏡)反射以通過延遲板34並接著通過偏振分束面31。這些p偏振光現在傳播通過準直光學元件6的刻面38以通過第二個四分之一波長延遲板40，並在由元件42(例如鏡片)加以準直之後被反射器44(例如，在鏡片之表面上的反射塗層)反射，然後回去再次通過延遲板34。現在的s偏振光波被偏振分束表面31反射，並透過準直光學元件6的刻面46(該模組以刻面46面向LOE的輸入區域21)而離開準直光學元件6。準直光學元件6的主體可由稜鏡52及54(例如，折疊稜鏡)形成。

【0059】 如圖2及圖3之範例中所示，來自準直光學元件6的光輸出48透過在導光光學元件20之下表面26上的輸入區域21而進入導光光學元件20。進入導光光學元件20的光波48從導光元件16反射並被捕獲在基板中(如上面參照圖1所述)。可輕易地將上述元件所形成的準直光學元件6整合至單一機械模組中，並獨立於波導基板進行組裝而不需要準確的機械公差。此外，延遲板34及40可分別與其相聯合之反射光學元件36及42膠合在一起以形成兩個單元。

【0060】 在圖2之範例中，準直光學元件6係藉由一氣隙而與導光光學元件20的輸入區域21間隔開。將準直光學元件6的所有元件附接至導光光學元件20而與導光光學元件20之輸入區域21適當對準以形成簡化機械結構之單一小型裝置會是有利的。這係例示於圖3中，其中準直光學元件6之上表面46於介面平面58附接至導光光學元件20之下表面26。然而，這樣的配置(使用準直光學元件6與導光光學元件20之間的

物理性附接之配置)在這些結構之間不具有氣隙(圖2中的50)，但是這樣的空氣間隙對於將輸入光波48捕獲在導光光學元件20內的為不可或缺的。所捕獲的光波48應在界面平面58的點62及64處反射。因此，應在此平面(在導光光學元件20的主要表面26或在準直光學元件6的上表面46)上施加一反射機制。然而，由於這些表面對於在範例性的點66進入及離開導光光學元件20之光波而言亦應為透明的，所以吾人無法輕易地塗佈簡單的反射塗層。以小入射角入射在表面46上的光波應通過此表面，且具有較大入射角的光波應被反射。通常而言，通過的入射角係在 0° 與 15° 之間，且反射的入射角係在 40° 與 80° 之間。

【0061】 在上述已知的抬頭顯示系統中，耦合至LOE中的影像係準直至無窮遠。此外，在大多數的抬頭顯示應用方式中，係假設景物位於無窮遠處。然而，存在著需要將傳輸之影像聚焦至更近距離的應用方式，例如對於患有近視且不能適當地看到位在遠距離之影像的人。另外，存在著外部景物係位於較近距離的專業或醫療應用方式。

【0062】 參考圖4及5，該等圖式例示了本發明之光學裝置/系統，該光學裝置/系統使得吾人得以將額外的光學元件納入抬頭顯示系統之光學模組中。吾人應理解，雖然在下面的描述中，這樣的額外光學元件係例示為鏡片(換言之，具有光學倍率的光學元件)，然而本發明之原理並不限於此具體範例，且可有利地與任何光學元件一起使用、具有任何合適的形狀、具有或不具有光學倍率。

【0063】 為了便於說明及理解，在所有範例中使用相同的元件符號來辨識功能相通的元件。

【0064】 因此，圖4及圖5繪示了包含本發明之光學裝置/模組102的系統100，該光學裝置/模組102從準直光學元件6(例如，如上述配置)接收經

準直的光(其表示了影像形成裝置(例如，投影儀)4所產生之影像)，並傳送該影像以供使用者觀看。如圖式中示意性地顯示，來自無限遠的影像18係藉由導光元件(反射表面)16而耦合至導光光學元件20中，並接著藉由部分反射表面22之陣列而進一步被引導(反射)至觀眾的眼24中。光學裝置102亦包含一光學元件(例如，鏡片82)。

【0065】 在圖4之範例中，這為平凹鏡片82，其將影像聚焦至指定的焦平面上，並可選地矯正觀察者眼睛的其他像差(例如，散光)。光學元件(鏡片)82在其平坦表面部分84係與導光光學元件20適當地光學分離。本文中有時將位於導光光學元件20與光學元件82之間且在它們之間提供光學間隔的介面區域(波導之光傳播及光輸出係於此處發生)稱為有效區域。

【0066】 在圖5之範例中，額外光學元件82具有雙鏡片配置，其中鏡片82A及82B係位於與波導之輸出區域相對準的導光光學元件20之相反側。來自無窮遠的影像光波18(藉由準直光學元件6的準直而獲得)係藉由反射表面16而耦合至導光光學元件20中，接著藉由部分反射表面22之陣列反射並由鏡片82A聚焦至觀察者的眼睛24中。來自近距離景物的另一影像光86由鏡片82B加以準直至無限遠，接著通過導光光學元件20至觀察者的眼睛24中。鏡片82A將投射影像18及外部景物影像86皆聚焦至在合適距離(其通常為外部景物影像的原始距離，但不一定總是如此)的焦平面上，並矯正觀察者眼睛的其他像差(若需要的話)。

【0067】 鏡片82(圖4)及鏡片82A、82B(圖5)為簡單的平凹及平凸鏡片。然而，為了保持波導基板的平面形狀，吾人可能使用菲涅耳鏡片，菲涅爾鏡片可用具有精細步階之模製塑膠板製成。此外，取代使用上面所述的固定鏡片，設置鏡片的一替代方式為使用電子控制動態鏡片。

有一些應用方式，使用者不僅可看到非準直的影像，還可動態地控制影像的焦點。吾人已經看到，高解析度的空間光調變器(SLM, spatial light modulator)可用以形成全像元件。目前，用於此目的之最受歡迎的來源為LCD裝置，但亦可使用其他動態SLM裝置。具有數百特徵部(線條)的高解析度動態鏡頭為已知的。取代配合圖4及圖5所描述的固定鏡片，可使用這種光電控制鏡片做為本發明的光學裝置中想要的動態元件。因此，使用者可以實時方式判定並設置波導基板所投射之虛擬影像(擴增影像)及外部景物之真實影像的精確焦平面。鏡片82(圖4)、及鏡片82A與82B(圖5)可具有任何期望/需要的形狀因子(尺寸)，例如可與矯正鏡片的眼睛移動框區域相對應，及/或與整個導光光學元件20或其期望/需要部分相對準。例如，若光學元件82為保護性元件，則其較佳與整個波導的表面(換言之，沿著整個波導基板延伸的互動區域)相對準。這取決於額外光學元件的類型，及波導與光學元件的製造技術。

【0068】 如上面參照圖3所解釋，須於鏡片與波導基板之間保持一薄氣隙，以確保藉由全反射將影像光波(投射影像的光波18)捕獲在波導基板內。

【0069】 如圖4及圖5所繪示，將光學元件82(單一鏡片或雙鏡片82A-82B)附接至導光光學元件20以形成單一(整合)、小型的簡化機械模組，會是有利的。顯然地，如本文先前所述，主要的問題為附接程序消除了先前存在於導光光學元件20與光學元件82之間的氣隙，而該間隙對於將影像光波捕獲在導光光學元件20內為不可或缺的。如圖5中所示(對於圖4而言亦成立)，所捕獲的影像光波應於介面區域84的點/位置 90進

行反射，並於點/位置92傳輸通過相同的界面。因此，應在此區域應用與上面參照圖3所述相似之反射機制。

【0070】 為了達成所需的全反射機制，界面區域84應適當地配置以具有次波長特徵部之圖案85，例如採取間隔開的複數突起部之佈置之形式之表面凸紋，該等突起部之間的高度及間隔係加以選擇以形成超精細結構/次波長結構，該超精細結構/次波長結構對於預定波長範圍之波長會產生一折射率分布(refractive index profile)，其導致對角度敏感之反射產生。

【0071】 可藉由在波導之外表面的至少一部分上、或在光學元件之外表面的至少一部分上提供一圖案(表面凸紋)而實現圖案化界面84。這係例示於圖6A至6C中。吾人應理解，圖式中的圖案不是按比例，而只是為了便於理解。在圖6A及6C之範例中，圖案化界面84係藉由使光學元件82之表面的至少一部分直接圖案化(產生表面凸紋)而形成。在圖6B之範例中，圖案化界面84係藉由使導光光學元件20之表面28的至少一部分直接圖案化(產生表面凸紋)而形成。

【0072】 如上面所述，這樣的圖案化界面(其係藉由使波導表面及/或光學元件表面至少部分直接圖案化而產生的)可藉由使用任何已知的合適圖案化技術而獲得。這樣的技術之一些具體但非限制性之範例包含了使用電漿蝕刻處理產生微結構的隨機紋理；或以具有期望的超精細結構之模具進行之硬塗層的UV壓印/熱壓花；或在表面上之硬塗層的2D干涉式微影；或標準高解析度微影。

【0073】 替代性地(或額外地)，該圖案化界面可在波導及光學元件的表面之間使用獨立的圖案化元件。這樣的獨立圖案化元件可採取膜(所謂的「氣隙膜」)之形式，該膜係例如藉由使用蛾眼結構之原理而加以配

置，而該蛾眼結構根據本發明係配置成提供對角度敏感之反射機制，其有效地產生一假性氣隙。此透明氣隙膜可附接至波導基板的主要表面、或光學元件的表面。這樣的氣隙膜係示意性地例示於圖7A及7B中。氣隙膜為具有平坦的透明(介電質)基板/基底112之光學元件110，該基板/基底112在其表面上具有呈超精細週期性圖案85(表面凸紋)之複數特徵部，例如具有緻密(不均勻)的超精細週期性結構之蛾眼膜，其中該等特徵係以較明視覺範圍(photopic region)之波長更短的小間距排列。該表面凸紋的高度較佳(但不一定)小於1微米。當位於導光光學元件20的表面與光學元件82之間時(附接至它們其中一者時)，膜110提供了圖案化界面區域84。

【0074】 在圖6A-6C及圖7A-7B之任一範例中，圖案之突起部/特徵部較佳具有變化的橫剖面，使得突起部的橫剖面尺寸在從突起部的基底向突起部的末端之方向上逐漸減小。圖案85係使得該等特徵部之末端面向光學元件或波導。

【0075】 如圖8A及8B中更具體地繪示，任何與氣隙膜110之表面平行的橫剖面121具有周期性的構造/突出部，其中凸紋構造中的介電質材料123的比例部分係隨著與膜本身的距離而逐漸改變。

【0076】 如進一步於圖9A-9B及圖10A-10B中所見，於膜的基底112附近之內橫剖面124(換言之，超精細結構85的下部(近端)部分)中，凸紋結構126中之介電質材料125的比例部分為最大的且實質上接近1，而在外橫剖面127中(換言之，在超精細結構85的上部(末端)附近)，凸紋結構129中之介電質材料128的比例部分為最小的(換言之，顯著較材料125中低，且實質上等於零)。

- 【0077】 一般而言，當光波通過具有周期性圖案化結構的光學元件時，光的繞射發生，且零級之繞射光(亦即，傳輸通過元件而沒有任何繞射的光)的亮度顯著降低。然而，當超精細週期性結構的間距較入射光波的波長短得多時，繞射不會發生。替代地，由於光波與具有有效折射率(其為此介質中所含之材料的平均值)的介質互動，因此可獲得有效的抗反射特性。
- 【0078】 在另一方面，當光波以傾斜角度於結構的上側(末端)撞擊在周期性超精細結構85上時，它們僅「看見」週期性結構的外部部分(被其影響)，其中透明材料的比例部分係非常低的。因此，入射光波所「看到」(換言之，對光波傳播造成影響)的實際/有效折射率係接近空氣的折射率。
- 【0079】 如圖11中所繪示，當將這樣的圖案化結構(例如，氣隙膜)設置於導光光學元件20的外表面28與光學元件82的外表面87之間時(舉例而言，如此特定的非限制性範例中所示，膜係附接至光學元件之表面)，該圖案化結構面向波導並形成圖案化界面區域84。耦合的光波130以大於臨界角度的角度撞擊在導光光學元件20與圖案/膜的末端之間的界面132上，而限制在膜110與導光光學元件20之間的空氣131提供了光學隔離(由於在邊界表面的類空氣折射率)。因此，保持了耦合光波自外表面全內反射的條件並將光波侷限在波導基板內。吾人應理解，於圖案化結構面向光學元件82的情況下將這樣的空氣膜附接至導光光學元件20的外表面28(或直接將波導基板圖案化)時，將發生相同的效果。超精細結構的幾何特性(例如其高度、峰至峰、及寬度)可在10至800奈米之間。吾人應理解，超精細結構的形狀不需要為蛾眼之形狀。可使用任何其它奈米結構形狀，例如金字塔、稜鏡、錐體等。此

外，超精細結構不需要為特定週期性的，儘管週期性結構通常更容易製造。適用於本發明中之超精細結構一方面為足夠堅固而不會在附接處理中塌陷，且在另一方面，該結構的外橫剖面中的介電材料之比例部分係實質上等於零以保持波導基板內的全內反射條件。此外，該超精細結構的基礎單元之尺寸不是太大的，以避免繞射效應。然而，將超精細結構的厚度減小至100 nm以下，可能不想要地容許所捕獲的波穿透氣隙膜並導致全內反射現象的劣化。因此，超精細結構之厚度較佳在200~300 nm之間。

【0080】 參照圖12A及12B，其中圖12A示意性地繪示了眼鏡系統140，且圖12B繪示了嵌入在雙鏡片光學元件(與上面所述之雙鏡片配置82A-82B相對應)的鏡片141與142之間並組裝於眼鏡框架143中的導光光學元件20。如所見，在光學元件之外，框架可包含其他配件，其中包含了相機144、麥克風145、耳機146、USB連接器、記憶卡、慣性測量單元(IMU)、及類似配件。

【0081】 圖13A、13B、及13C繪示了非整體成型之光學元件150，該非整體成型之光學元件150包含嵌入在前方正鏡片151及後方負鏡片152(構成雙鏡片或兩件式光學元件)之間的導光光學元件20，該前方正鏡片151及後方負鏡片152係在沒有黏著劑的情況下一起裝設於框架154中。在此具體範例中，導光光學元件20與光學元件之間的圖案化界面84係由氣隙膜構成，然而吾人應理解(且如上面所述)，本發明並不限於此具體範例。可將複數氣隙膜110(圖13C)放置或接合於導光光學元件20與鏡片151、152之間，其中超精細結構85分別面向導光光學元件20的外表面26及28。亦可將複數氣隙膜110(圖13C)放置或接合於導光光學元件20與鏡片151、152之間，其中該等超精細結構85分別面向鏡

片151及152之內表面。可藉由使用壓敏黏著劑(PSA)、可熱固化或可UV固化之黏著劑而將氣隙膜110直接膠合在光學鏡片151及152的平坦表面上，或者可藉由使用壓花、注射成型、澆鑄、機械加工、軟微影、或任何其他相關之製造方法而將氣隙膜110直接製造為鏡片的整體部分。可藉由使用壓力或膠合技術而將嵌入式光學元件150組裝在框架154內。亦可藉由波導表面或光學元件表面之至少部分(在有效區域內)的直接圖案化而產生該界面，該直接圖案化可藉由使用任何已知的合適圖案化技術而獲得。

【0082】 於圖14A、14B、及14C中例示了將導光光學元件20整體成型地嵌入該二光學鏡片之間的替代技術。導光光學元件20係藉由使用週邊接合技術而嵌入至光學鏡片之間。前方鏡片151及後方鏡片152係藉由使用將所有元件安裝在一起的光學或非光學黏著劑、或任何其它高粘度黏著劑156而膠合至導光光學元件20的週邊邊緣。黏著劑的粘滯度係選擇為足夠高以防止黏著劑滲漏至在光學有效區域中的突起部、或被限制在膜110與導光光學元件20之間的氣穴131中。這樣的滲漏可使氣隙消失，而該氣隙為保存光波從波導基板外表面之全內反射所必需的。所需的黏著劑156可例如為OP-67-LS、或任何室溫硬化(RTV，room temperature vulcanization)矽膠。該界面亦可藉由波導表面或光學元件表面之至少部分(有效區域)的直接圖案化而產生，該直接圖案化可藉由使用任何已知的合適圖案化技術而獲得。

【0083】 於圖15A、15B、及15C中例示了將導光光學元件20整體成型地嵌入該二光學鏡片之間的再另一替代技術。該嵌入式元件之製造流程可如下面所述：在該等超精細結構85面向導光光學元件20的外表面26及28之情況下設置氣隙膜110；使用附接技術(例如，靜電)；準備具有

所需之元件外形158的模具160；將導光光學元件20插入至模具中；將液態樹脂聚合物澆鑄或注射至模具中；藉由UV或藉由改變聚合物溫度而使該聚合物固化；最後，使嵌入式元件從模具退出。如上面參照圖14A至圖14C所解釋，超精細區域在注射成型處理期間係與注射材料隔離的，以防止材料滲漏至導光光學元件20與氣隙膜110之間的氣穴131中。

【0084】 上述之圖12A至圖15C繪示了用以形成光學元件的不同技術，該光學元件包含了嵌入在二光學元件(鏡片)之間的波導基板。然而，有一些應用方式需要將平面元件附接至波導基板的外表面。在上述的圖4中繪示了這樣的實施例之範例，其中將準直光學元件6附接至導光光學元件20。將平坦的光學元件附接至波導基板的一些其他原因可為用以機械式地保護波導基板以提高使用者的眼睛安全性，或在平坦元件的外表面上塗覆一塗層以達成各樣的特性，例如光致變色反應、耐刮傷性、超疏水性、著色(彩色)影像、極化、抗指紋、及類似特性。

【0085】 於圖16A、16B、及16C中例示了嵌入至二平坦光學元件(基板)162及與164之間並組裝於框架166、167內的導光光學元件20。波導基板及平坦元件之嵌入處理可藉由使用機械式附接、週邊膠合、或整體成型製造(monolithic fabrication)而達成。嵌入處理可包含僅將單一元件附接至波導基板的外表面其中一者，或者結合不同的元件(例如，平坦基板及彎曲鏡片)。

【0086】 在迄今所示的所有實施例中，用以將光波耦合離開波導基板的元件係位於導光光學元件20內的至少一平坦的部分反射表面22，其通常係藉由使用部分反射介電質塗層而獲得，且與波導基板之主要表面為非平行的。然而，根據本發明而以圖案化介面之形式提供的特殊反

射機構亦可用於其它耦出技術。圖17繪示了導光光學元件20，其中設置了為繞射元件的耦入元件170、及/或耦出元件172。此外，可使用如彎曲之部分反射表面這樣的其它耦出元件、及其它裝置。

【0087】 上述圖12-16之實施例僅為說明本發明的簡單實行方法之範例。由於構成系統之核心的基板導引式光學元件係非常小型且輕量，所以其可以安裝在許多種類的配置中。因此，許多其他實施例亦為可能的，其中包含了遮光板、折疊式顯示器、單片眼鏡、及許多裝置。此實施例係針對其中顯示器係靠近眼睛、頭戴式、穿在頭上、或頭攜式的應用方式。然而，存在著顯示器係位於不同地方之實施例。這樣的應用方式之範例為用於行動式應用方式的手持設備，例如智慧型電話或智慧型手錶。這些智慧型裝置的主要問題為所需的小尺寸及體積與期望的高品質影像之間的抵觸。

【0088】 基於本發明之原理，圖18繪示一替代技術，其消除了目前在小尺寸的行動式裝置與於全版顯示器上觀看數位內容的願望之間的必要妥協。此應用方式為手持式顯示器(HHD，hand-carried display)，其藉由直接將高品質影像投射至使用者的眼睛中而解決了先前相反的要求(達成小的行動裝置，以及在全版顯示器上觀看數位內容的願望)。光學模組/裝置包含了顯示來源4(影像產生器)、折疊及準直光學元件6、及導光光學元件20，該等元件皆係整合至智慧型裝置210的主體中，其中導光光學元件20取代了現有的電話之保護蓋窗。具體而言，支援元件(包含來源4及準直光學元件6)之體積係小到足以裝配至現代智慧型裝置的可接受體積中。為了觀看裝置所傳輸的完整螢幕，裝置的窗口係位於使用者眼睛24的前方，從而以高的FOV、大的眼睛移動框、及舒服的適眼距(eye-relief)來觀察影像。亦可能藉由將設備傾斜來顯

示影像的不同部分而以更大的適眼距來觀察整個FOV。此外，由於光學模組可以透視配置進行操作，所以裝置的雙重操作為可能的(換言之，存在著將傳統顯示器212維持原樣之選項)。以此方式，當顯示來源4關閉時，可透過導光光學元件20而觀看標準顯示器。在第二、虛擬的模式(針對大量的網路瀏覽、或高品質的影像操作)中，將傳統顯示器212關閉，而顯示來源4透過導光光學元件20將所需的寬FOV影像投射至觀察者的眼睛中。通常而言，在大部分的手持智慧型裝置中，使用者可藉由使用嵌入在設備之前窗口上的觸控屏幕而操作智慧型裝置。如圖18中所繪示，觸控屏幕220可藉由直接膠合至位於導光光學元件20上的氣隙膜110之外表面而附接至智慧型裝置。

【符號說明】

【0089】

- 2 光波
- 4 影像產生裝置
- 6 準直光學元件
- 16 介面
- 18 輸入光波(影像)
- 20 導光光學元件(LOE)
- 21 光輸入區域
- 22 導光介面
- 24 眼睛
- 25 瞳孔
- 26 下表面

- 28 上表面
- 30 下表面 (刻面)
- 31 偏振分束器
- 34 偏振旋轉器
- 36 反射器
- 38 刻面
- 40 偏振旋轉器
- 42 元件
- 44 反射器
- 46 刻面
- 48 光波
- 50 氣隙
- 52 稜鏡
- 54 稜鏡
- 58 界面平面
- 62 點
- 64 點
- 66 點
- 82 光學元件
- 82A 鏡片
- 82B 鏡片
- 84 界面區域
- 85 圖案
- 86 外部景物影像

87 外表面
90 點/位置
92 點/位置
102 光學裝置/模組
100 系統
110 氣隙膜
112 基底
121 橫剖面
123 介電質材料
124 內橫剖面
125 介電質材料
126 凸紋結構
127 外橫剖面
128 介電質材料
129 凸紋結構
130 光波
131 空氣
132 界面
140 眼鏡系統
141 鏡片
142 鏡片
143 眼鏡框架
144 相機
145 麥克風

- 146 耳機
- 150 光學元件
- 151 前方正鏡片
- 152 後方負鏡片
- 154 框架
- 156 黏著劑
- 160 模具
- 162 平坦光學元件
- 164 平坦光學元件
- 166 框架
- 167 框架
- 170 耦入元件
- 172 耦出元件
- 210 智能裝置
- 212 傳統顯示器
- 220 觸控屏幕

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種光學系統，包含：

一光傳輸波導基板，用以接收表示所投射之影像的輸入光、藉由全內反射引導該輸入光、及將該光耦出(coupling out)該基板以沿在一預定方向上的一輸出路徑傳播；

至少一透明光學元件，被容納在該輸出路徑中且與該波導基板的一表面的至少一部分介接；及

一界面區域，在該波導基板之該表面的該至少一部分與該光學元件的一表面之間且為一圖案化界面，該圖案化界面係配置成在該波導基板與該光學元件之間提供光學耦合並同時維持該光傳輸波導基板內之光傳播的全內反射條件。

【第2項】 如申請專利範圍第1項之光學系統，其中該圖案化界面係由該波導基板之該表面的該至少一部分上的一表面凸紋所形成。

【第3項】 如申請專利範圍第1項之光學系統，其中該圖案化界面係由該光學元件之該表面上的一表面凸紋所形成。

【第4項】 如申請專利範圍第1項之光學系統，其中該圖案化界面係由一氣隙膜所形成，該氣隙膜具有一圖案化表面且位於該波導基板之該表面的該至少一部分與該光學元件之間。

【第5項】 如申請專利範圍第4項之光學系統，其中該氣隙膜係藉由其實質上未圖案化的表面加以附接至該波導基板的該至少一部分，俾使該圖案化表面面向該光學元件。

【第6項】 如申請專利範圍第4項之光學系統，其中該氣隙膜係藉由其實質上未圖案化的基底表面加以附接至該光學元件之該表面，俾使該圖案化表面面向該波導基板的該至少一部分。

【第7項】如申請專利範圍第1至6項其中任一項之光學系統，其中該圖案化界面中的一圖案包含複數突起部之陣列，該複數突起部之陣列於該等突起部與面向該等突起部的該波導基板或該光學元件之表面之間形成複數氣穴。

【第8項】如申請專利範圍第7項之光學系統，其中該等突起部包含介電質材料。

【第9項】如申請專利範圍第7項之光學系統，其中該等突起部其中每一者係加以配置，使得該突起部的一橫剖面係隨著與該突起部的一基部之距離而從該基部向其末端逐漸改變。

【第10項】如申請專利範圍第9項之光學系統，其中該橫剖面從該基部向該末端逐漸減小，使得該突起部在該基部的介電質材料之量為最大的。

【第11項】如申請專利範圍第10項之光學系統，其中該突出部在該末端的介電質材料之量為最小的。

【第12項】如申請專利範圍第10項之光學系統，其中該突起部之介電質材料之比例部分從在該基部的實質上等於一向在該末端的實質上等於零減少。

【第13項】如申請專利範圍第10項之光學系統，其中該突起部之長度係小於1微米。

【第14項】如申請專利範圍第10項之光學系統，其中在該突起部之末端的有效折射率係實質上等於空氣的折射率。

【第15項】如申請專利範圍第1項或第2項之光學系統，其中該圖案化界面包含一週期性圖案。

【第16項】如申請專利範圍第1項或第2項之光學系統，其中該圖案化界面包含一蛾眼構造。

【第17項】如申請專利範圍第1項或第2項之光學系統，其中該光學元件為一平坦的透明基板。

【第18項】如申請專利範圍第1項或第2項之光學系統，其中該光學元件為一準直模組。

【第19項】如申請專利範圍第1項或第2項之光學系統，其中該光學元件為一鏡片。

【第20項】如申請專利範圍第1項或第2項之光學系統，更包含一額外光學元件，該額外光學元件經由一額外圖案化界面而光學耦合至該波導基板的一表面的另一部分。

【第21項】如申請專利範圍第20項之光學系統，其中該等圖案化界面係分別與該波導基板之反向的表面相聯合。

【第22項】如申請專利範圍第21項之光學系統，其中該等光學元件係複數鏡片，分別用以將表示所投射之影像的該光波成像至使用者的眼睛上、及將一外部景物成像至該使用者的眼睛上。

【第23項】如申請專利範圍第1項或第2項之光學系統，其中該光學元件包含具有一實質上平坦表面的至少一鏡片，該至少一鏡片係以該實質上平坦表面面向該圖案化界面。

【第24項】如申請專利範圍第1項或第2項之光學系統，其中該波導基板及該至少一光學元件係組裝在一眼鏡框內。

【第25項】如申請專利範圍第1項或第2項之光學系統，其中該波導基板及該至少一光學元件係藉由使用週邊接合技術而嵌在一起。

【第26項】如申請專利範圍第1項或第2項之光學系統，其中該波導基板及該光學元件係整體成型地（monolithically）嵌在一起。

【第27項】如申請專利範圍第1項或第2項之光學系統，其中該波導基板包含用以將該光波耦出該基板的至少一個部分反射表面。

【第28項】如申請專利範圍第27項之光學系統，其中該至少一個部分反射表面相對於該波導基板之主要表面為傾斜的。

【第29項】如申請專利範圍第27項之光學系統，其中該至少一個部分反射表面具有以下構造其中一者：(i) 配置成一繞射元件；(ii) 為一實質上平坦表面；(iii) 為一曲面。

【第30項】如申請專利範圍第1項或第2項之光學系統，包含用以藉由內反射而將光波耦合至該波導基板中的至少一繞射光學元件。

【第31項】一種擴增實境系統，包含：

如請求項第1至30項其中任一項之光學系統；

一影像產生器裝置，用以產生表示擴增影像的一光；及

一準直模組，用以接收該光並將指示該光的準直光波引導向該波導基板。

【第32項】一種抬頭顯示系統，包含：

如請求項第1至30項其中任一項之光學系統；

一影像產生器裝置，用以產生表示欲投射影像的一光；及

一準直模組，用以接收該光並將表示該光的準直光波引導向該波導基板。

【第33項】一種電子裝置，包含如請求項第1至30項其中任一項之光學系統。

【第34項】如申請專利範圍第33項之電子裝置，其為一智慧型電話裝置。

【第35項】如申請專利範圍第33項之電子裝置，其為一智慧型手錶裝置。

【第36項】如申請專利範圍第33項之電子裝置，其中該光學元件為一觸控屏幕。

【第37項】 一種光學模組，用於如請求項第1至30項其中任一項之光學系統中，該光學模組包含一波導結構，該波導結構在該波導基板之該表面的該至少一部分上帶有該至少一圖案化界面。

【發明圖式】

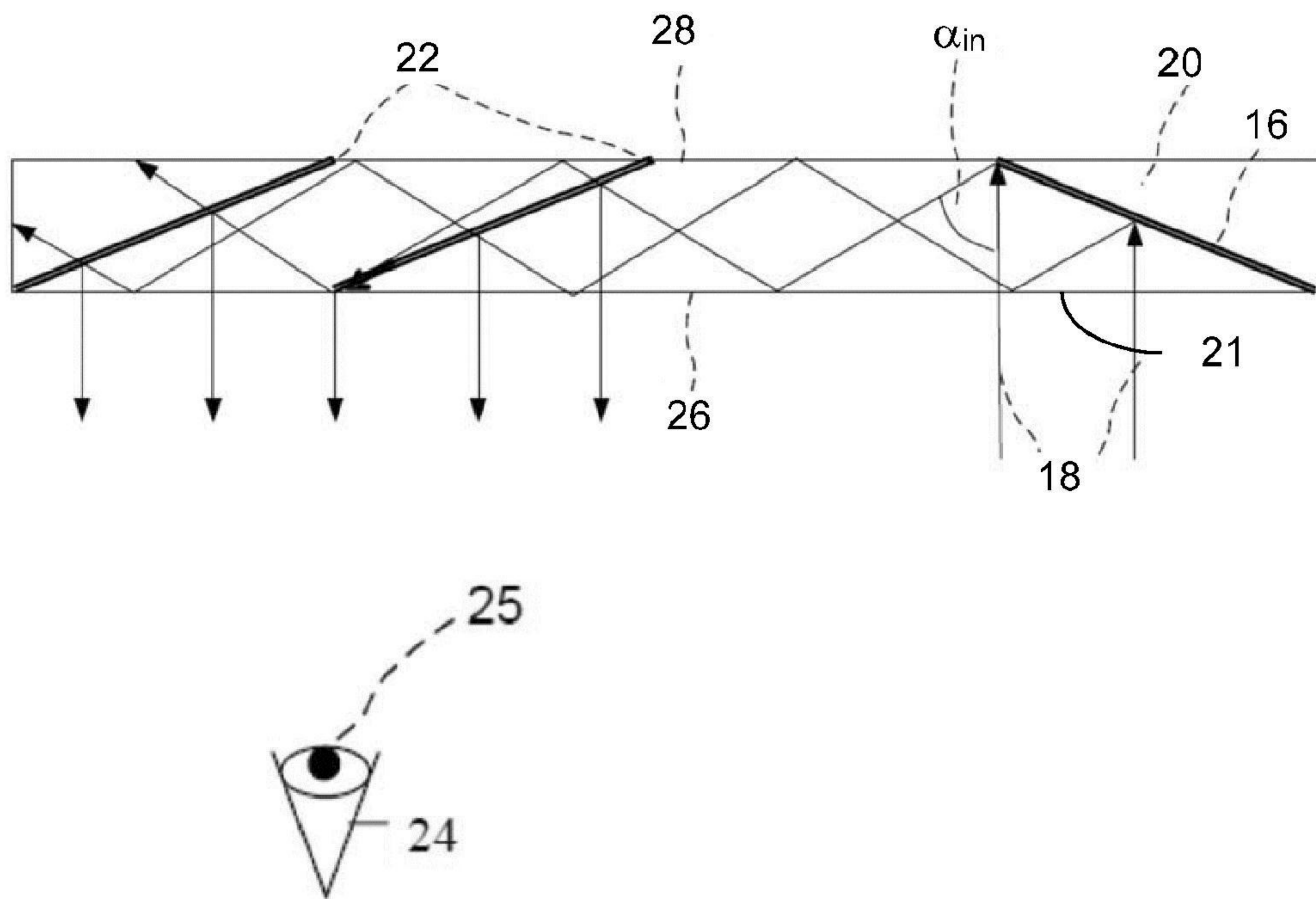


圖 1

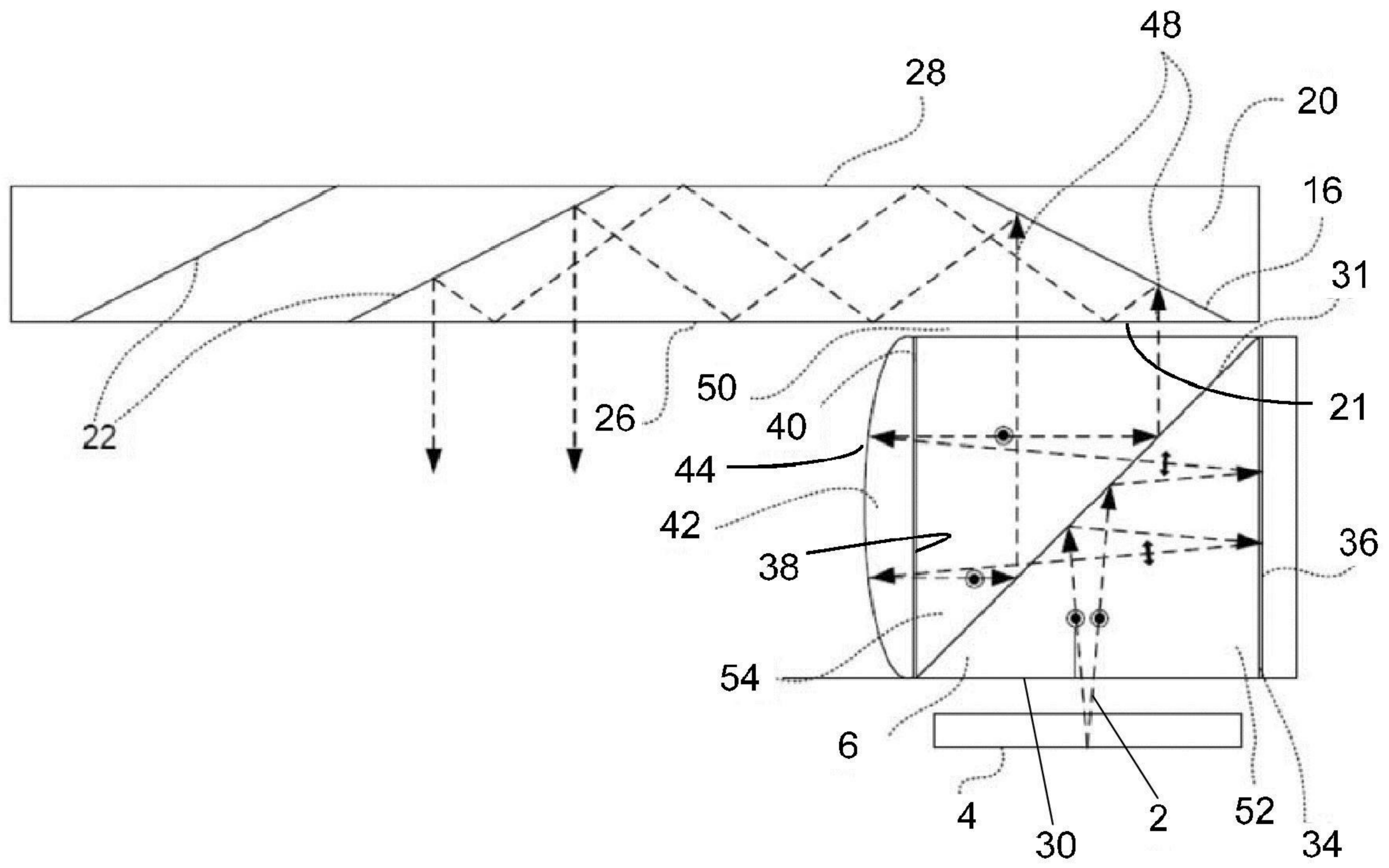


圖 2

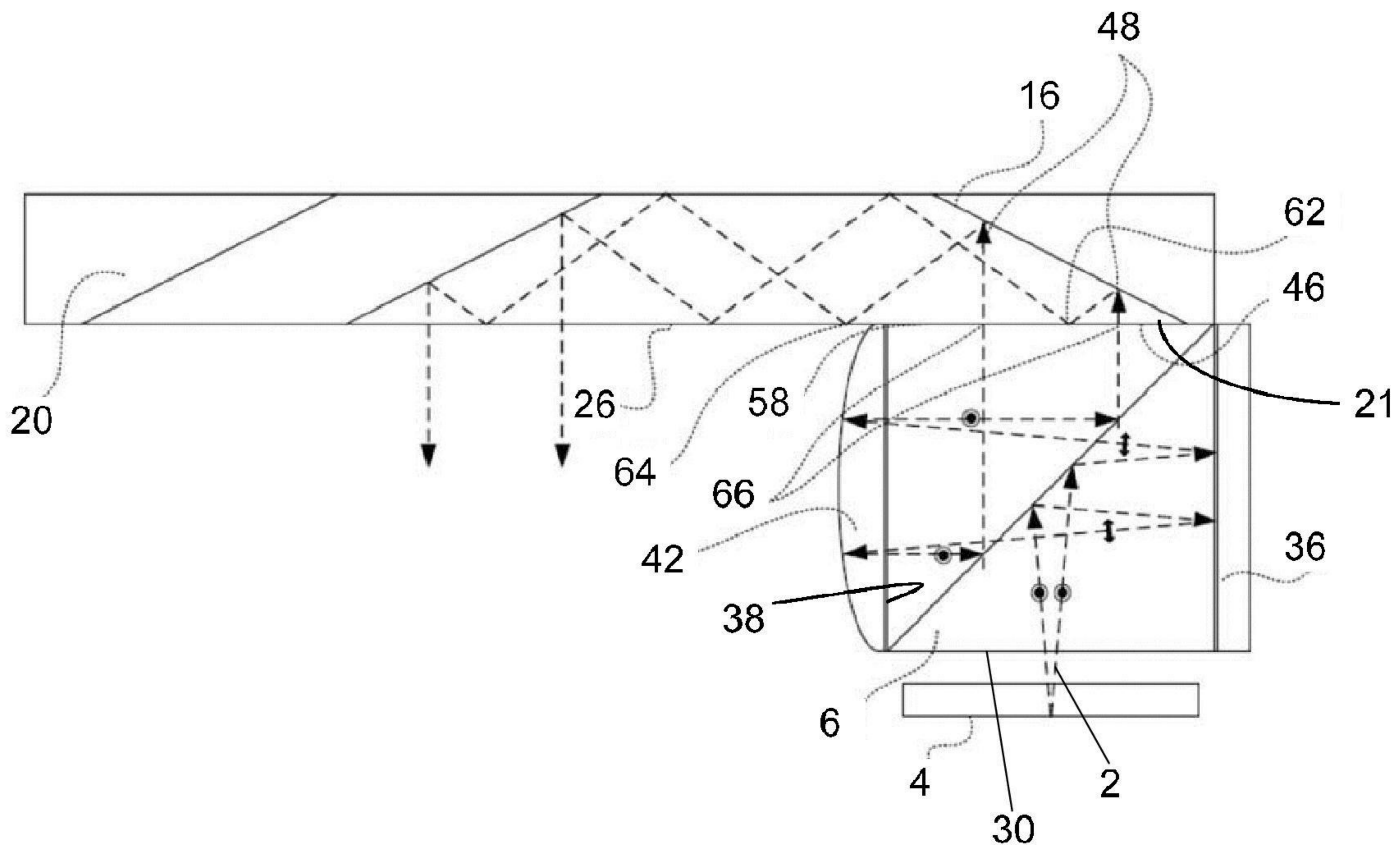


圖 3

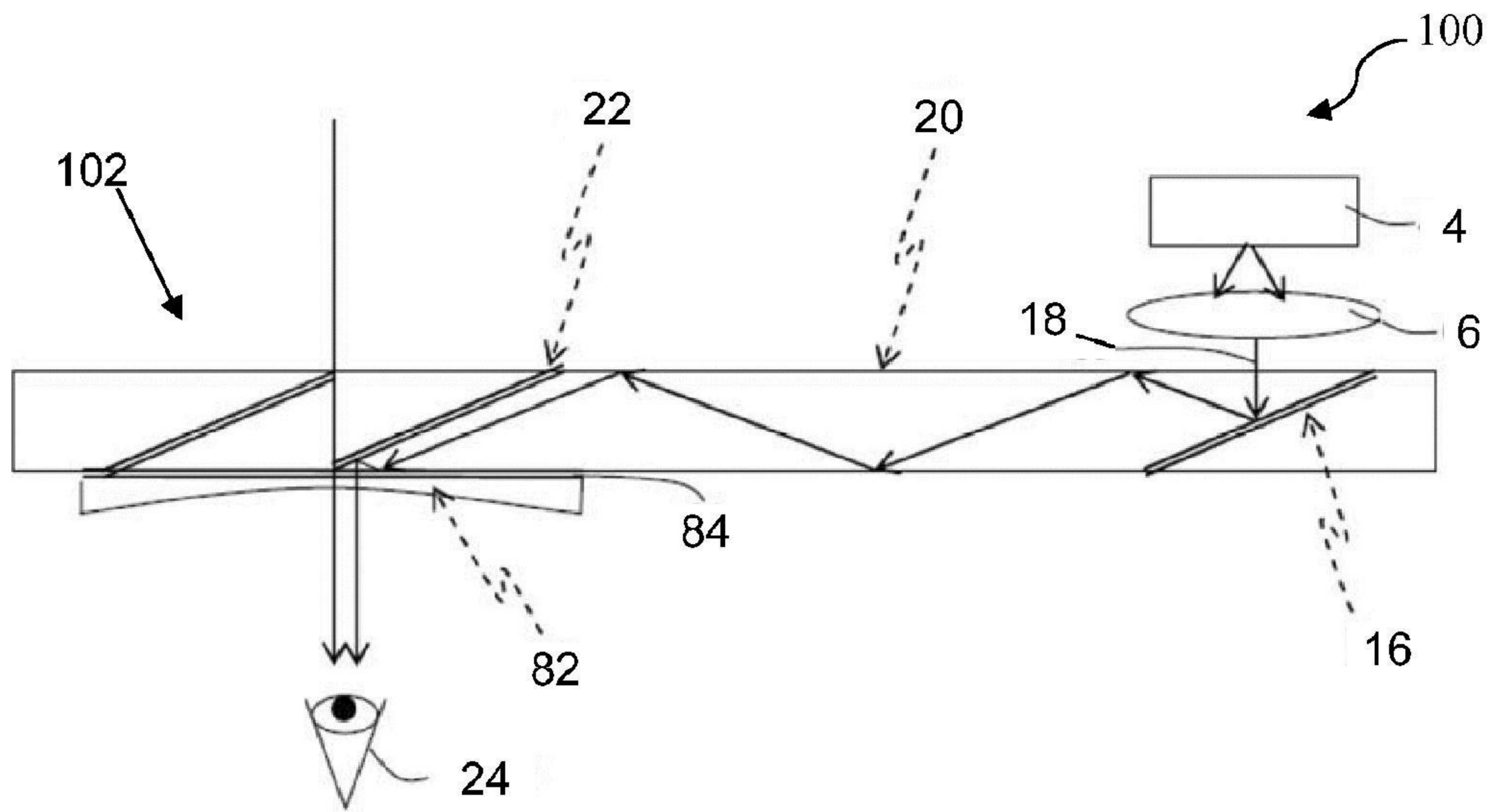


圖 4

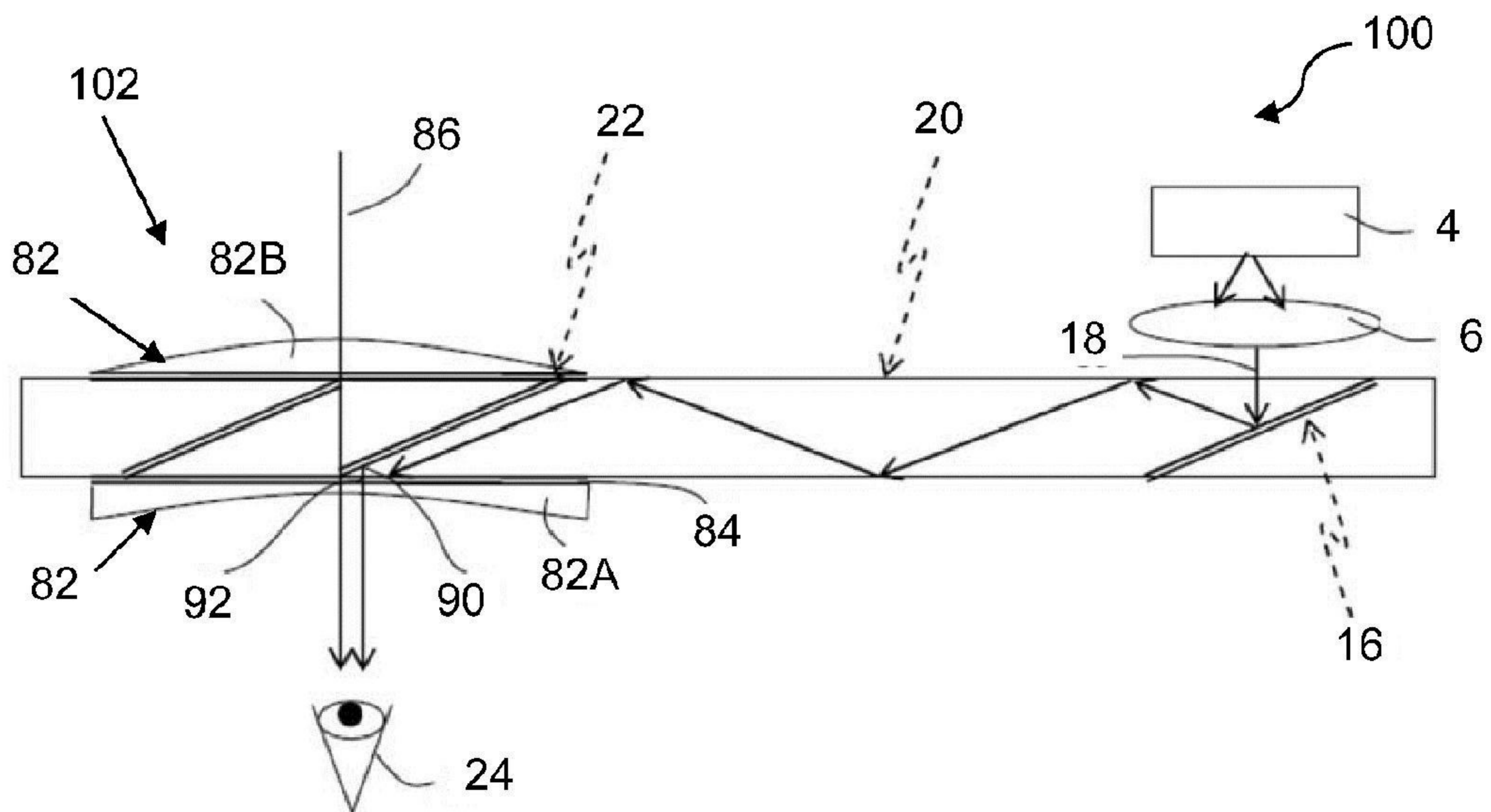


圖 5

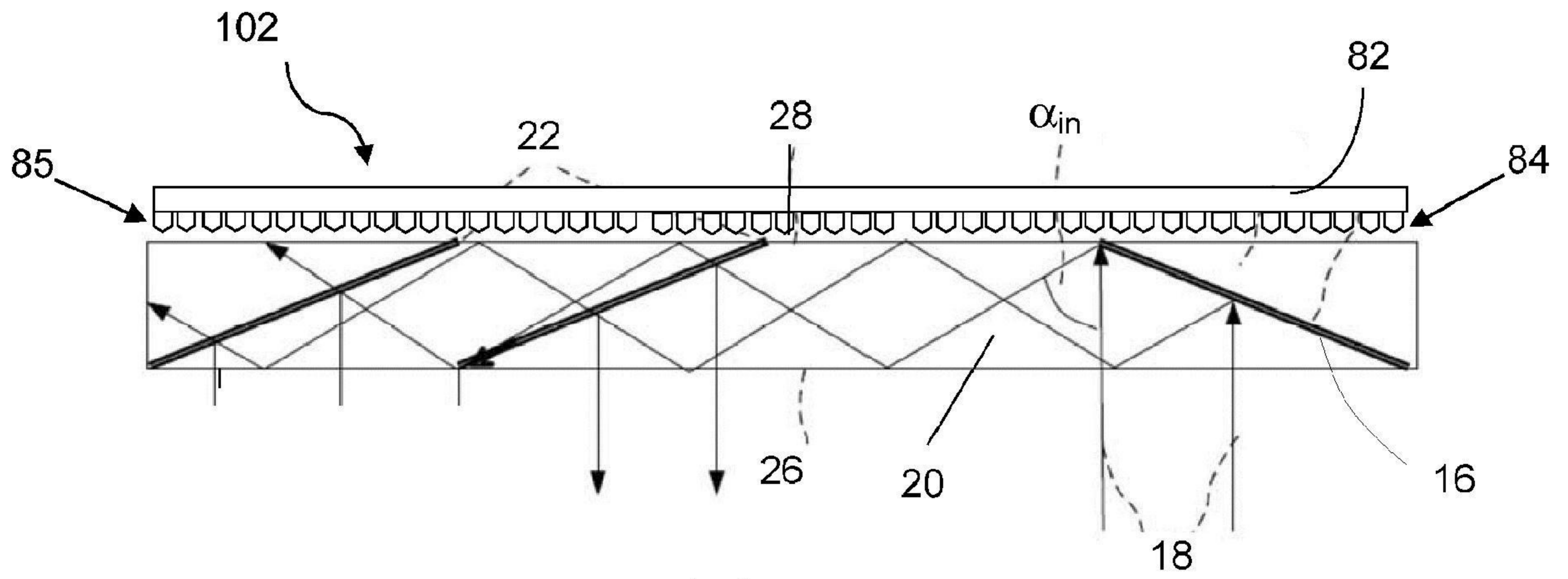


圖 6A

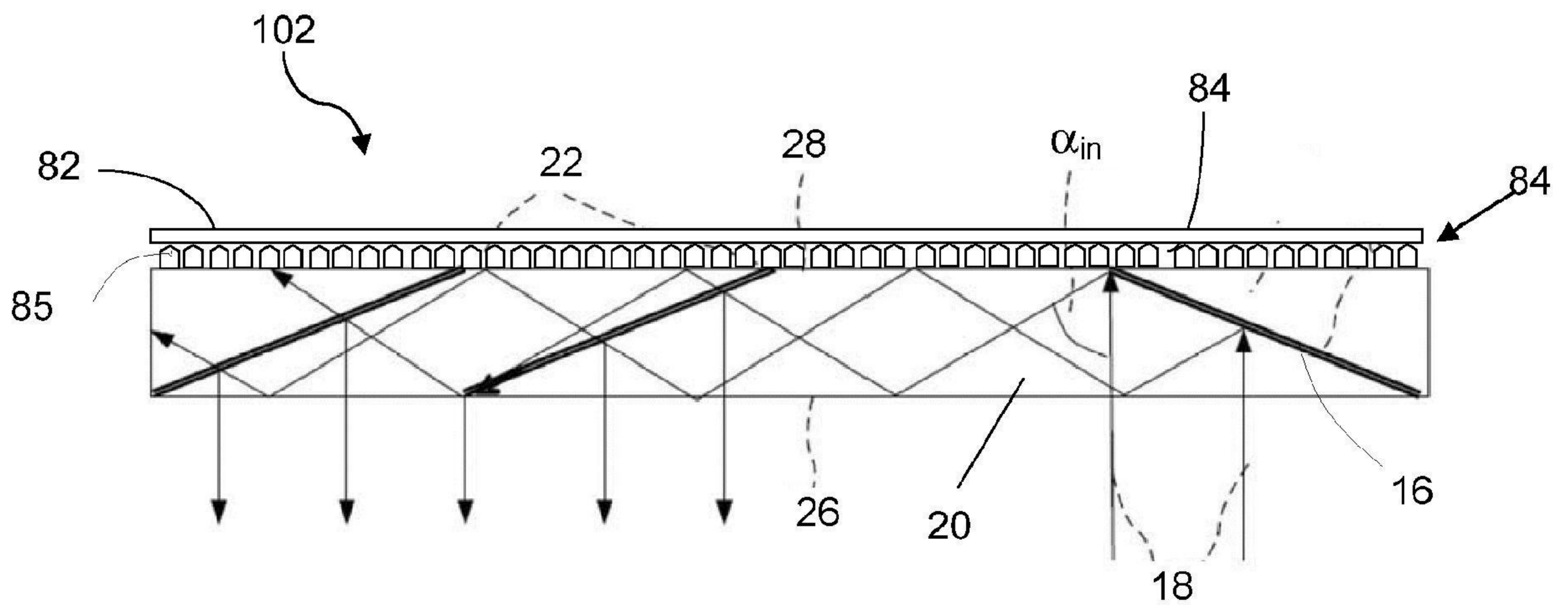


圖 6B

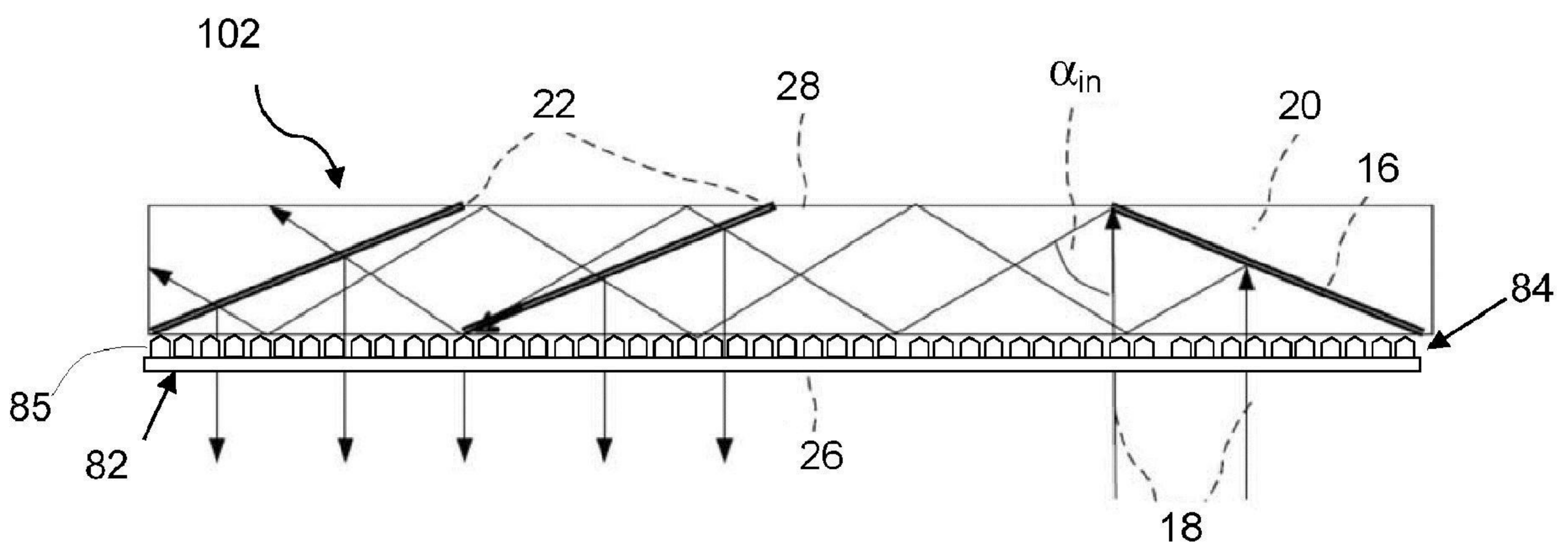


圖 6C

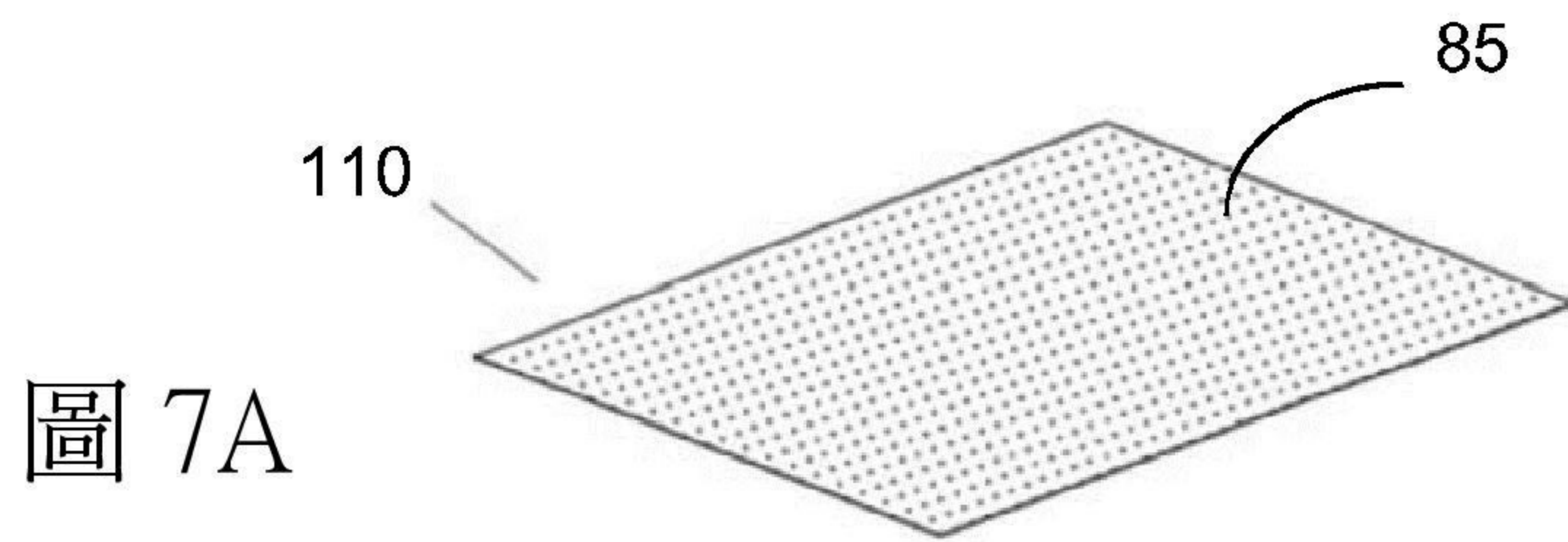


圖 7A

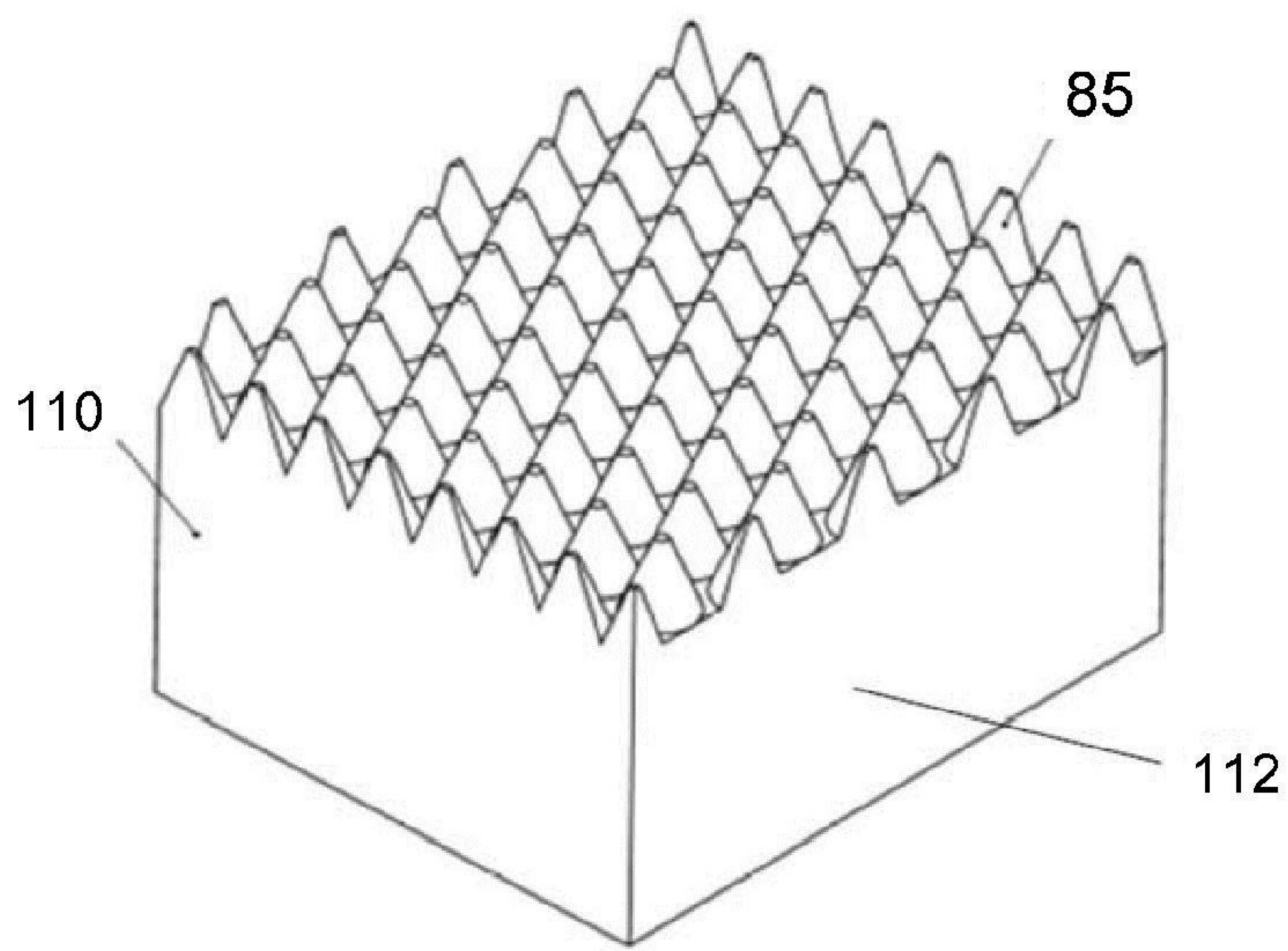


圖 7B

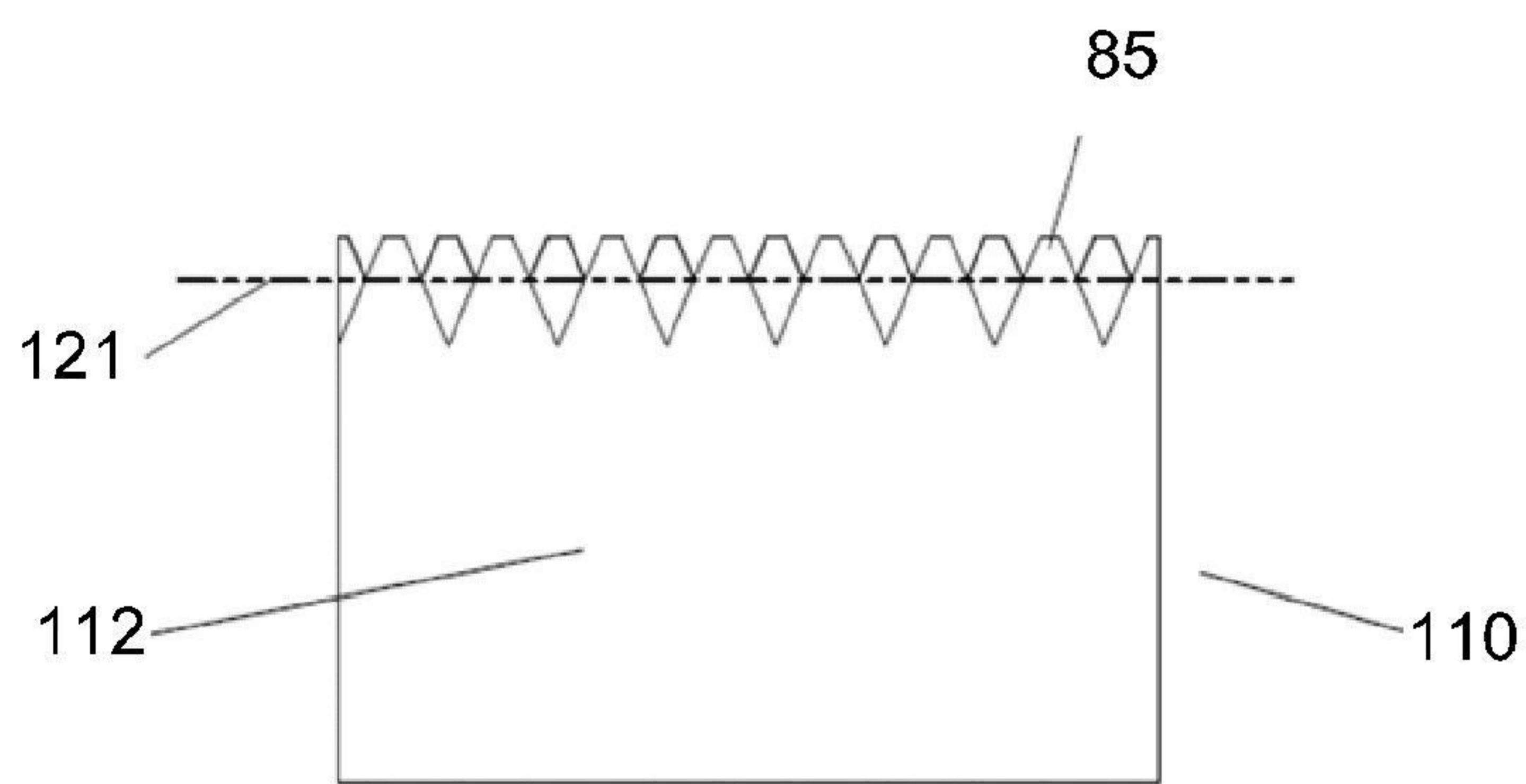


圖 8A

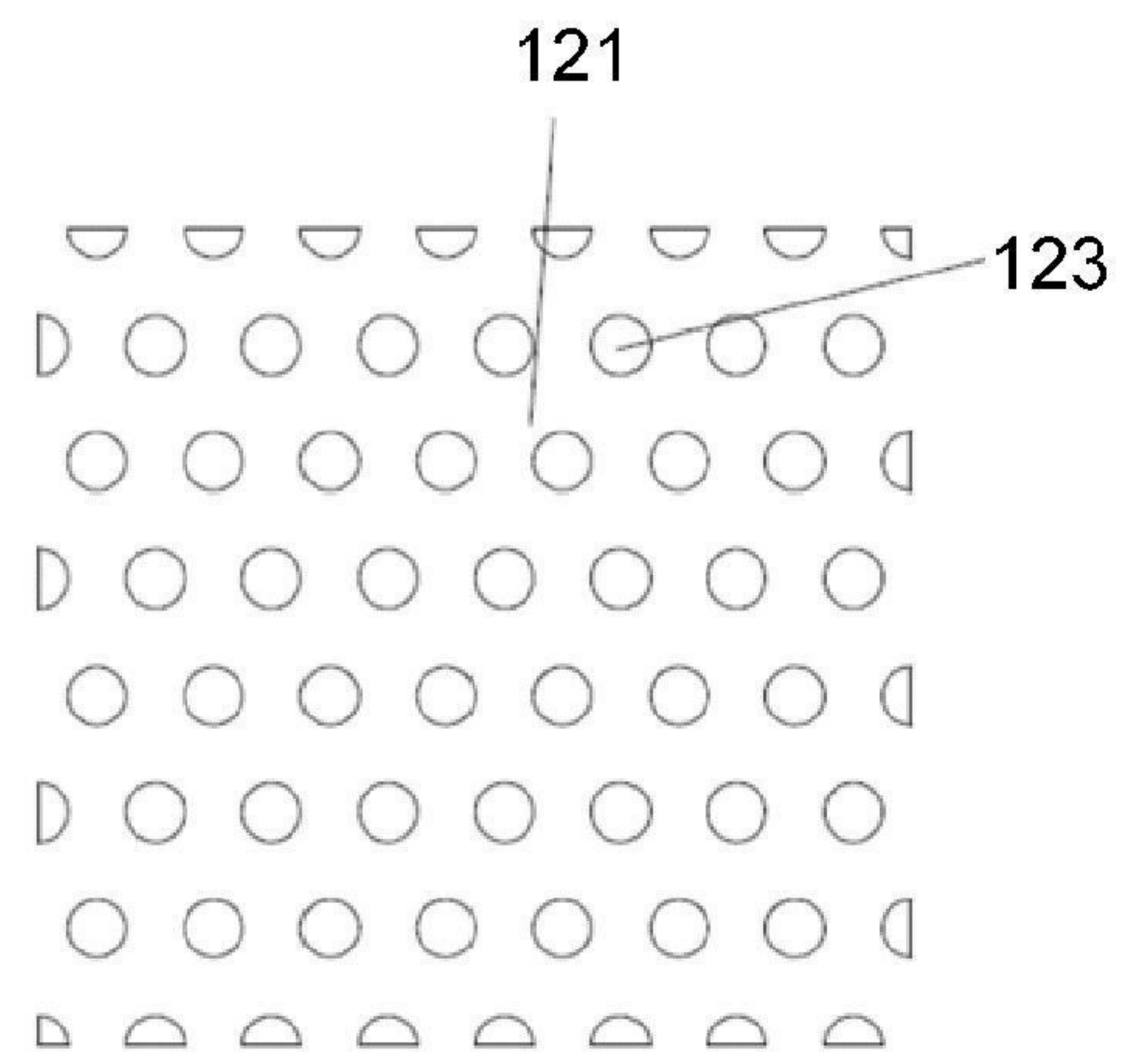


圖 8B

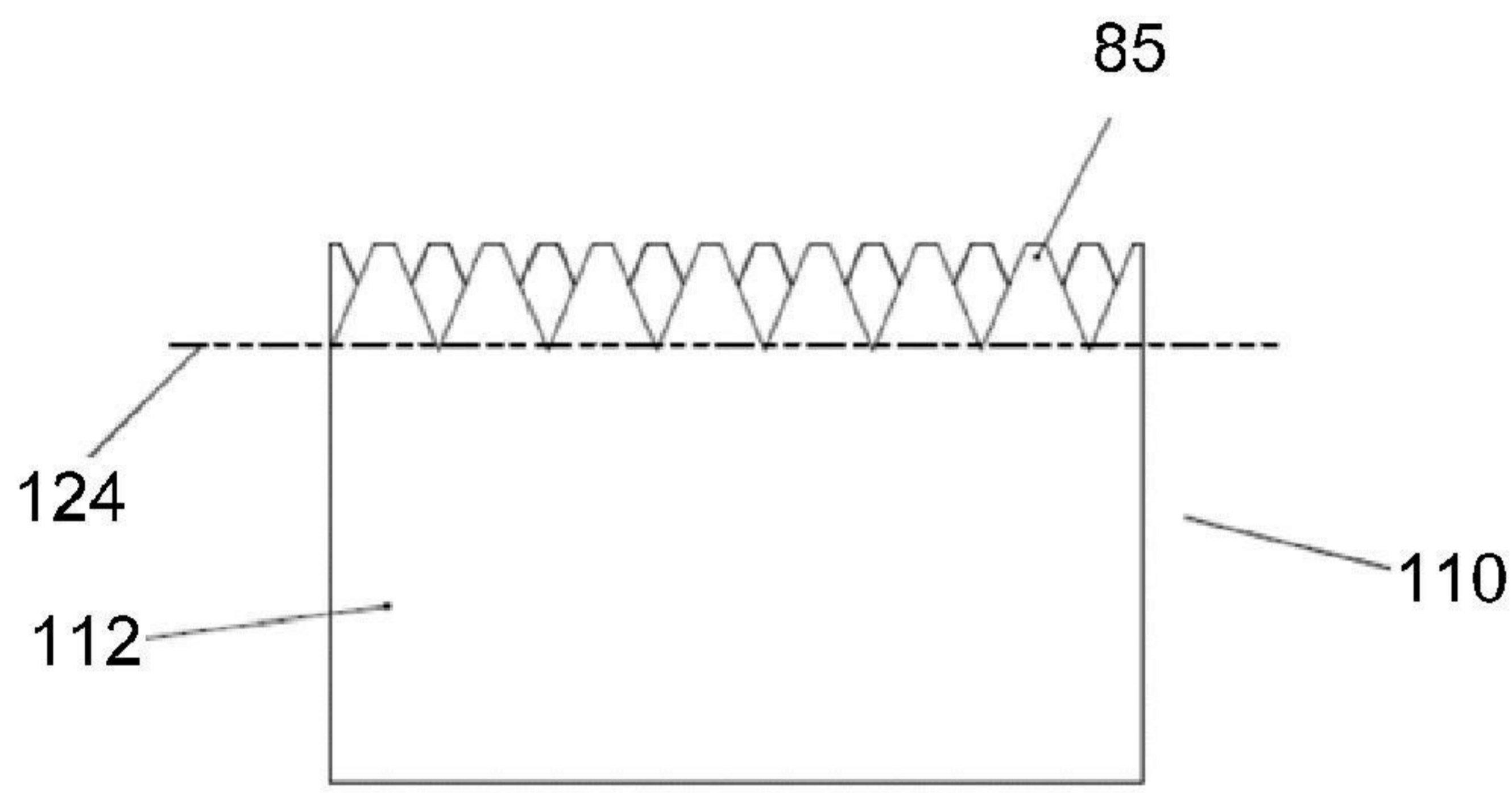


圖 9A

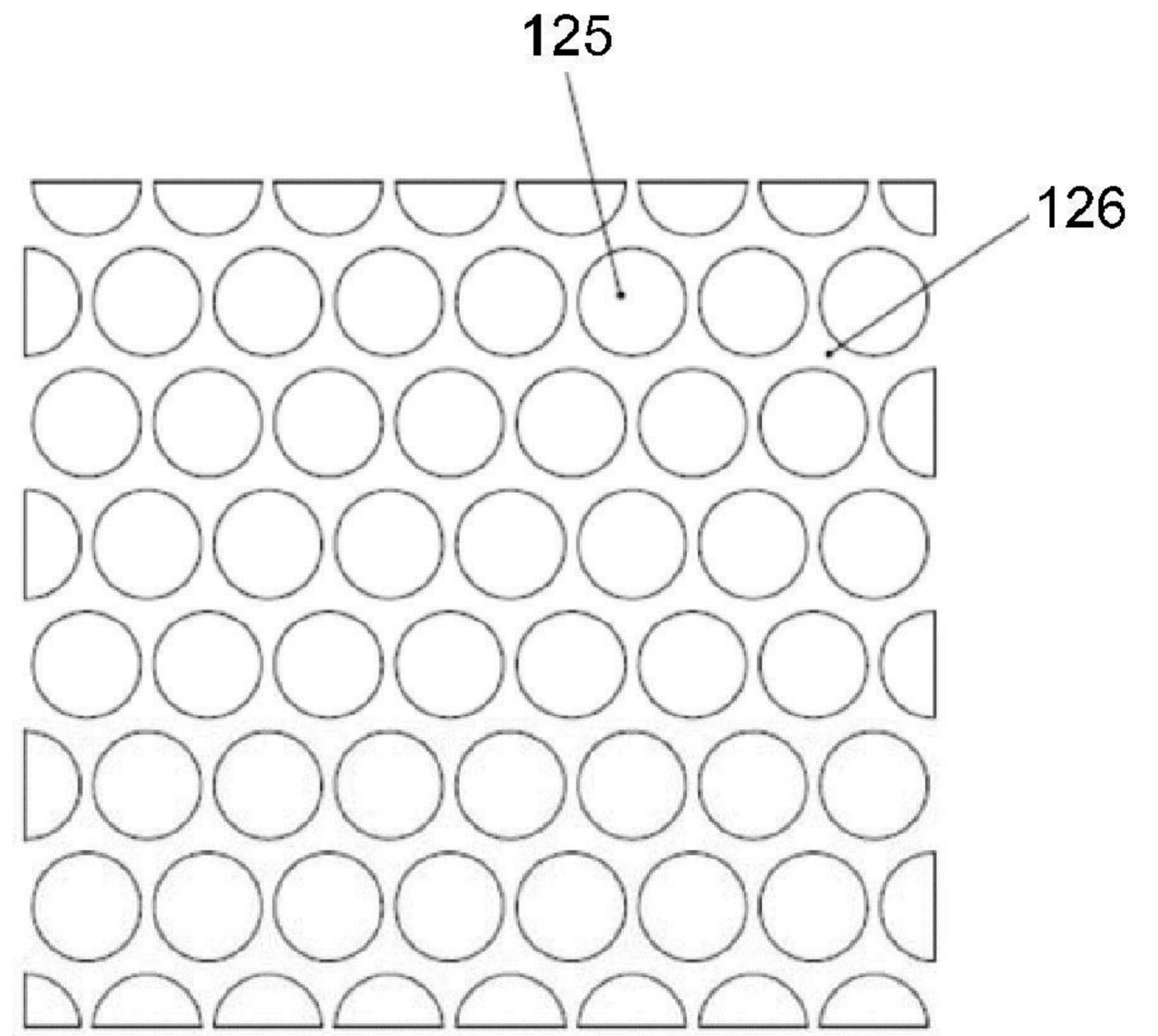


圖 9B

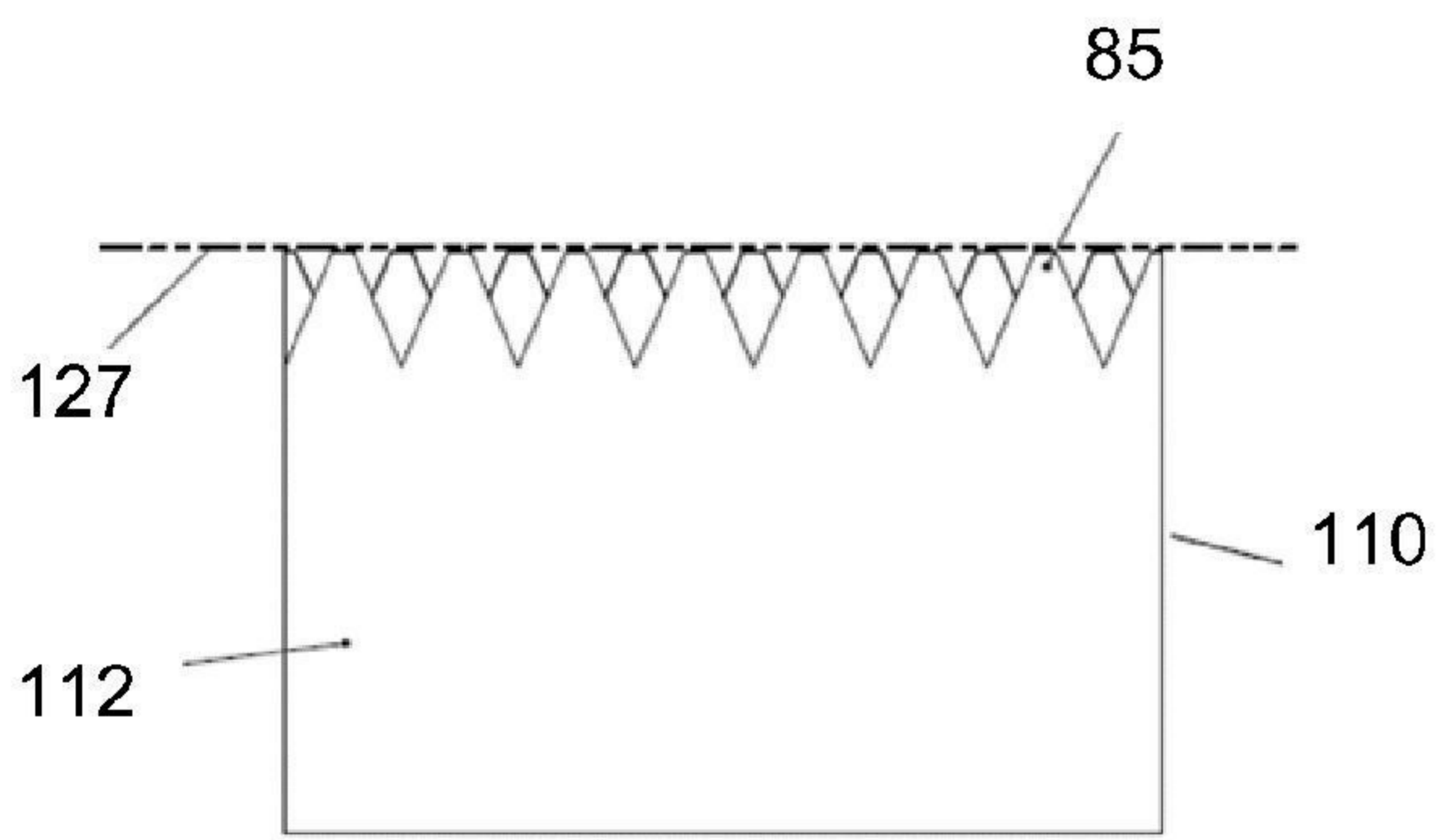


圖 10A

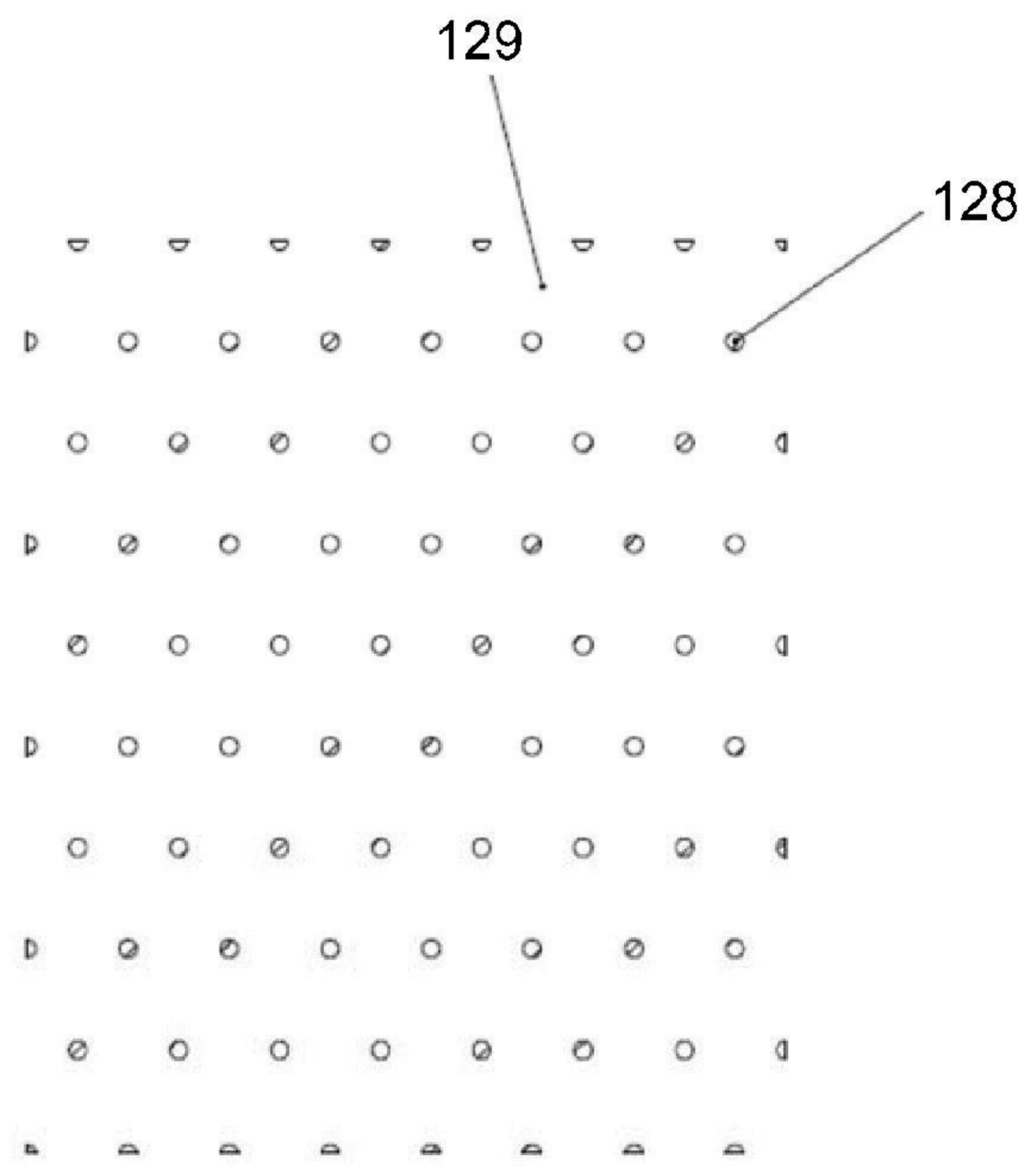


圖 10B

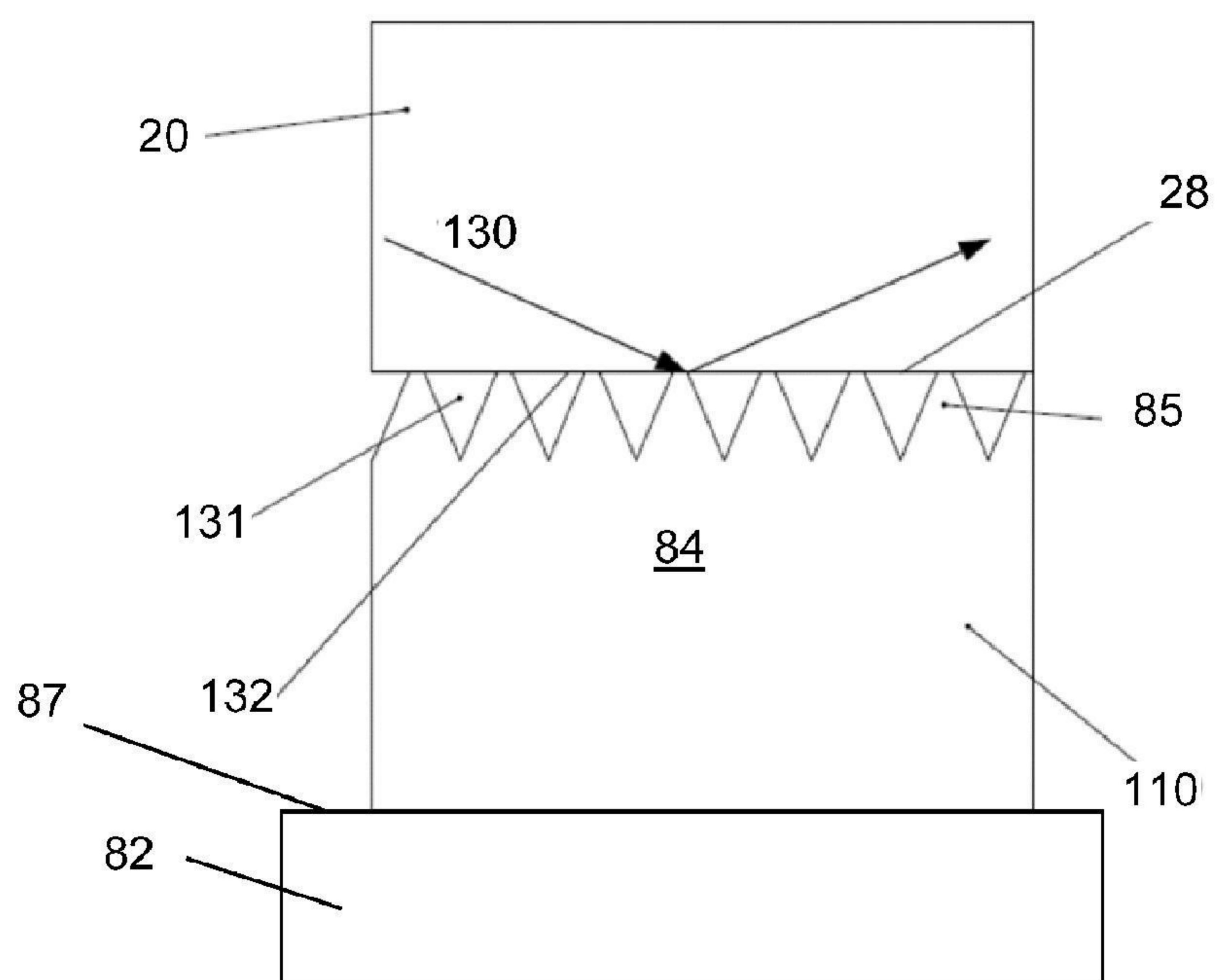


圖 11

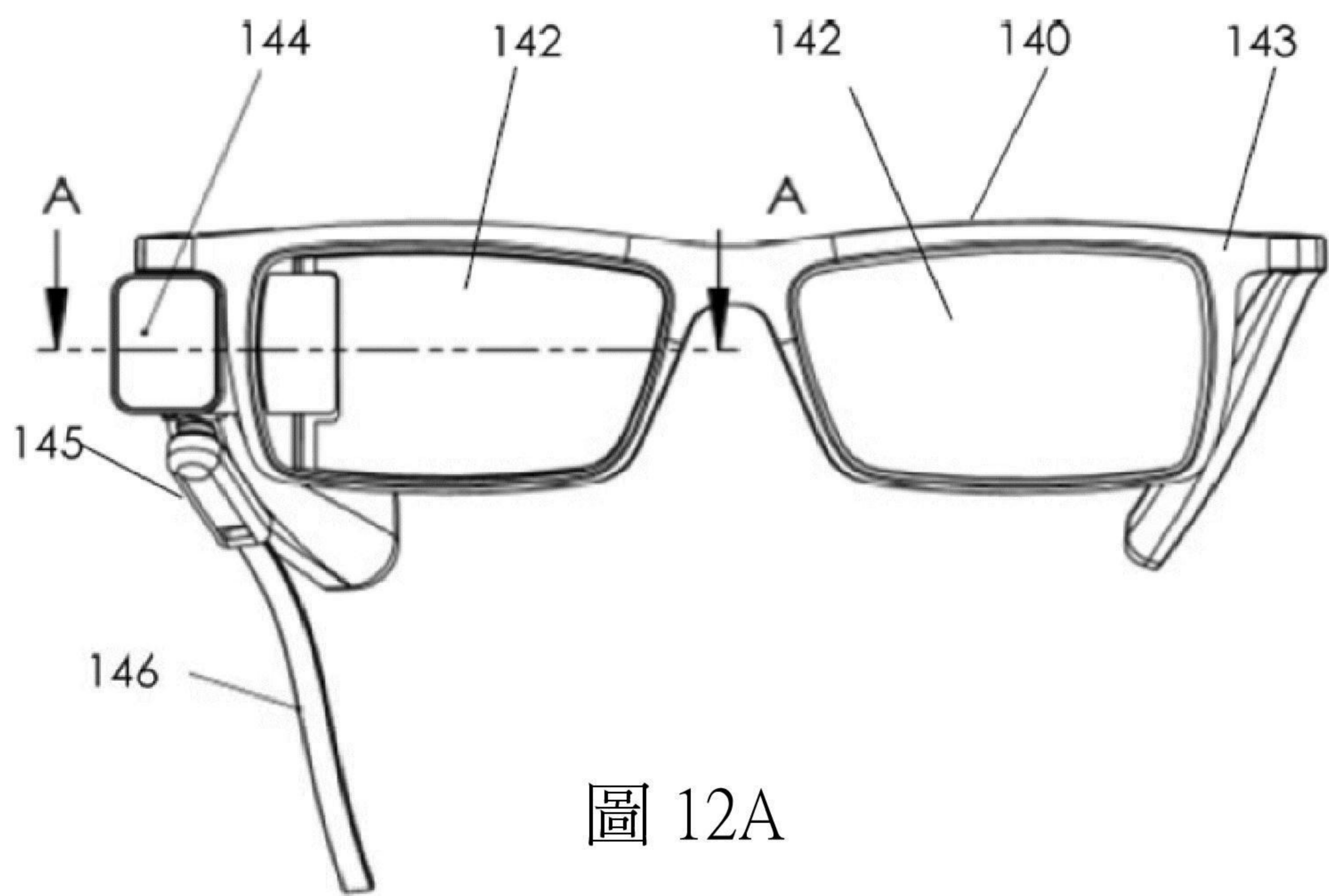


圖 12A

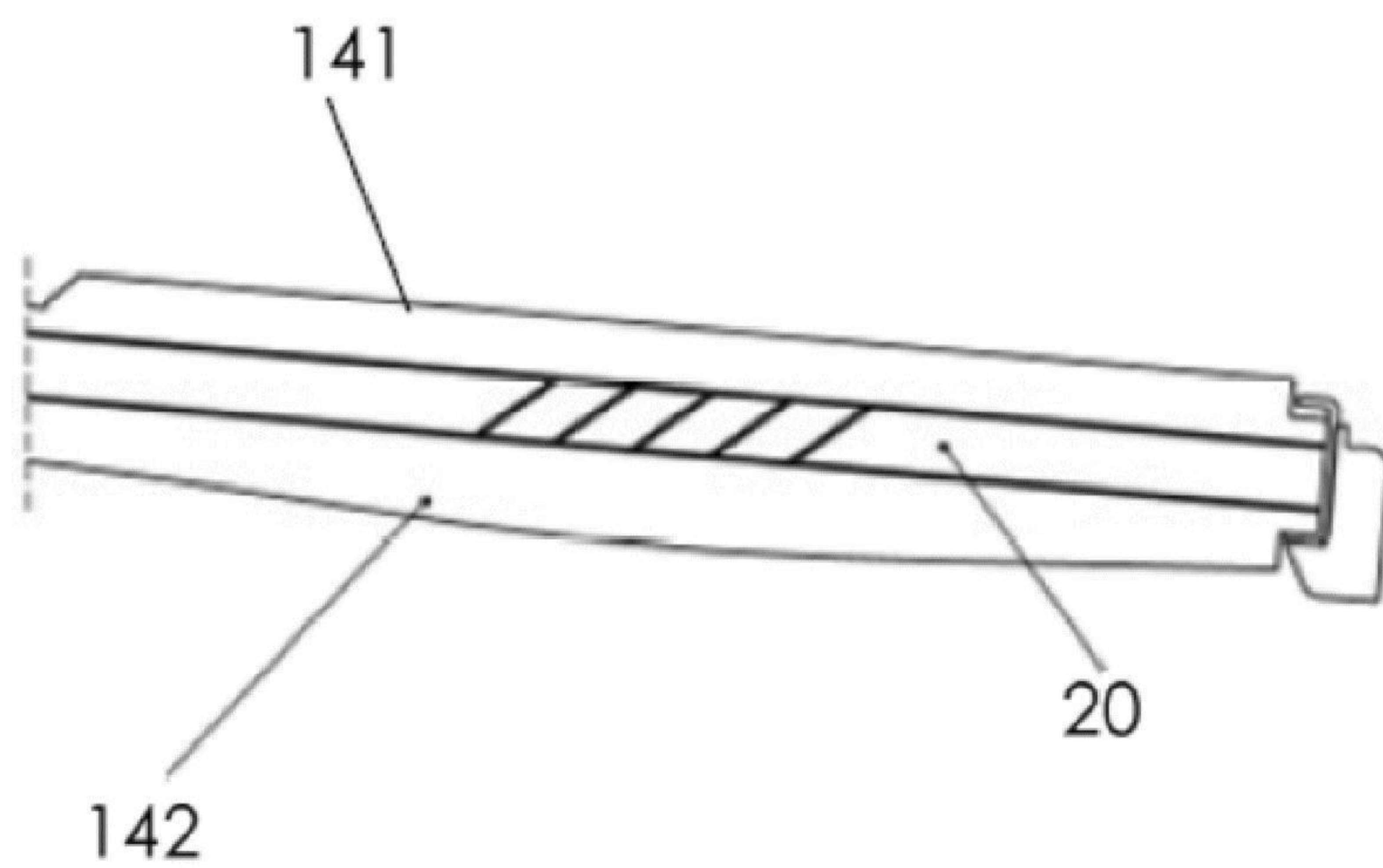
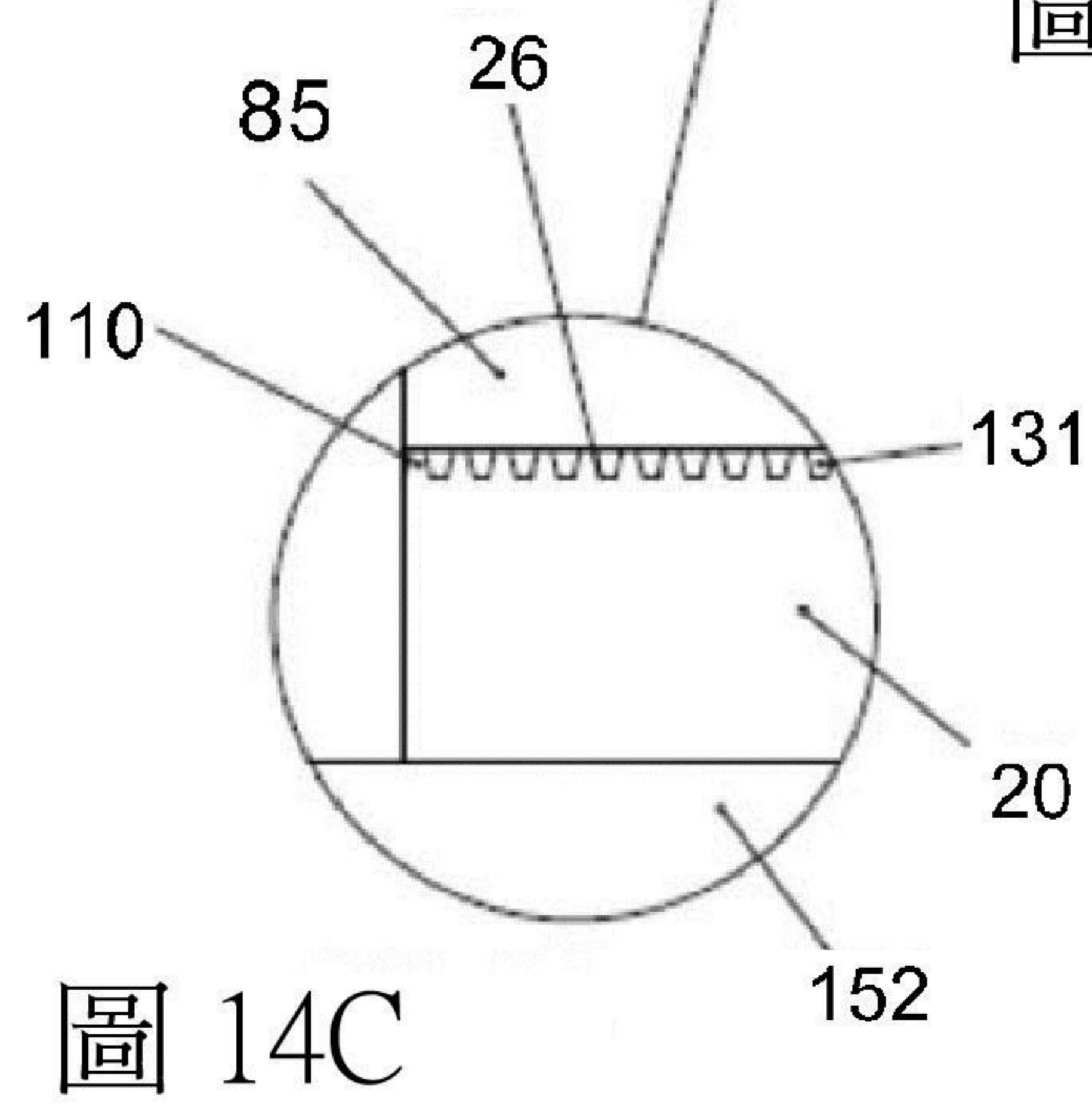
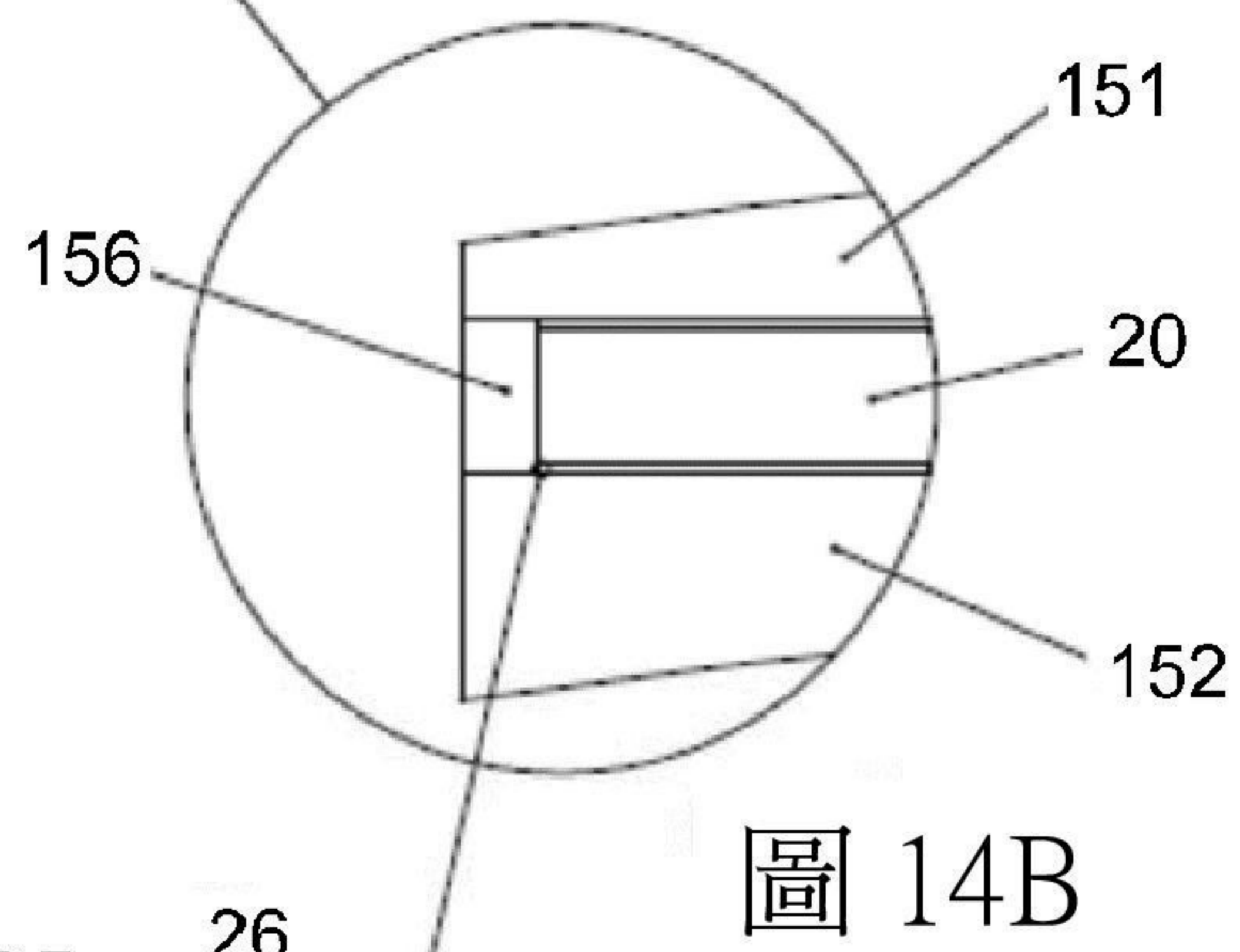
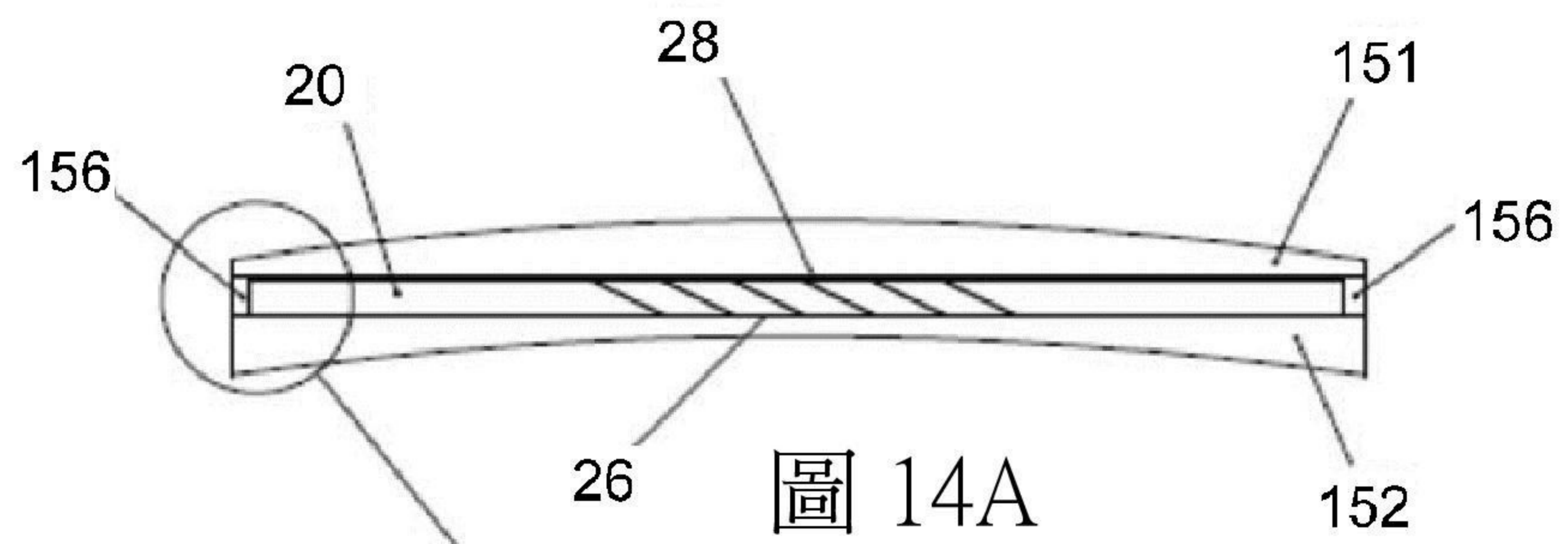


圖 12B





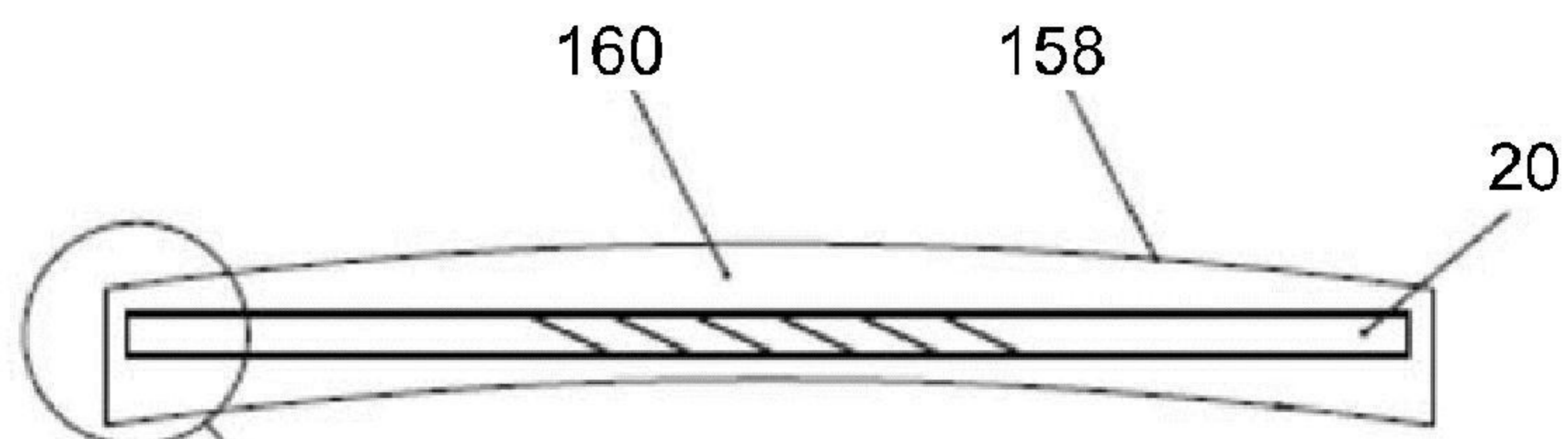


圖 15A

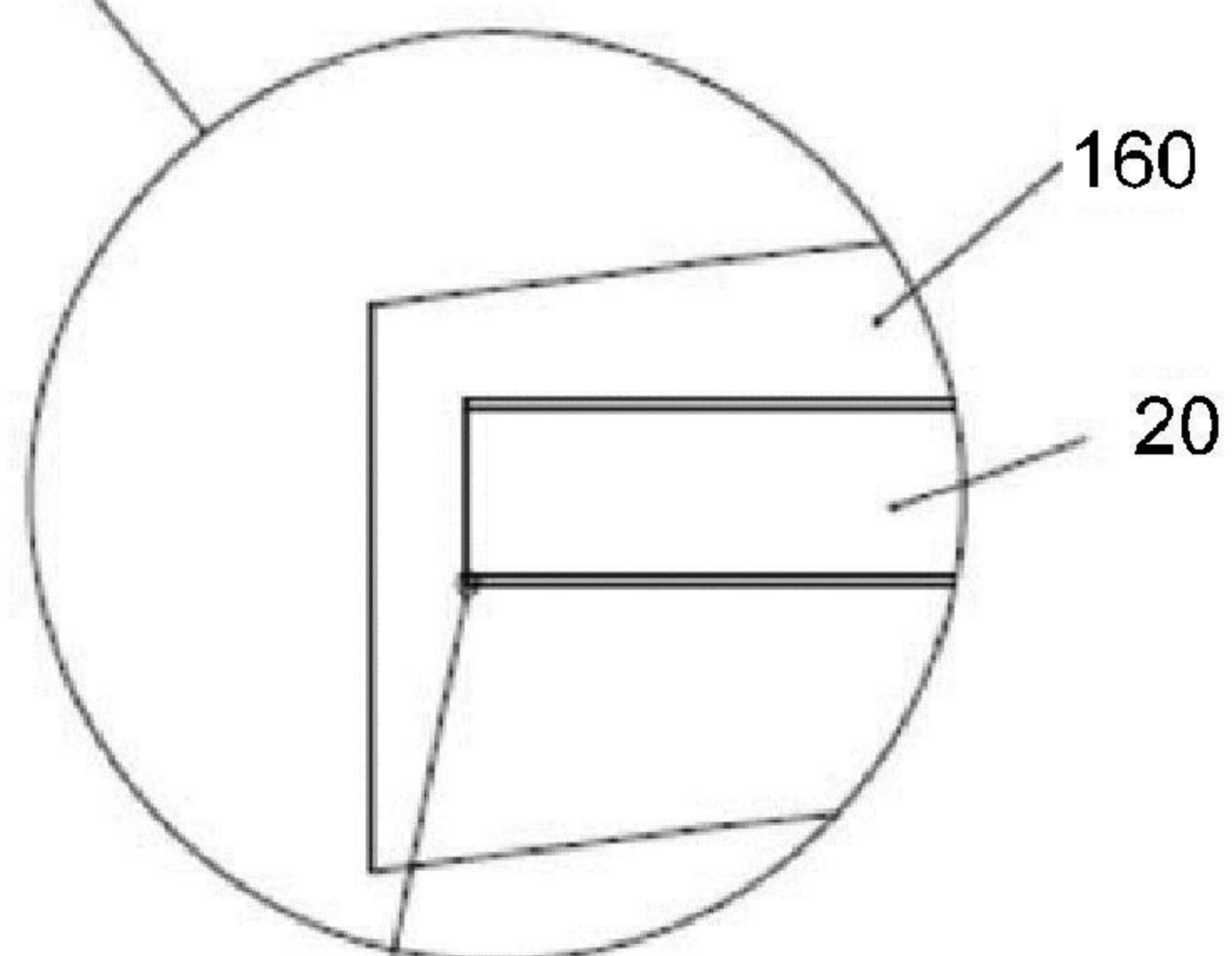


圖 15B

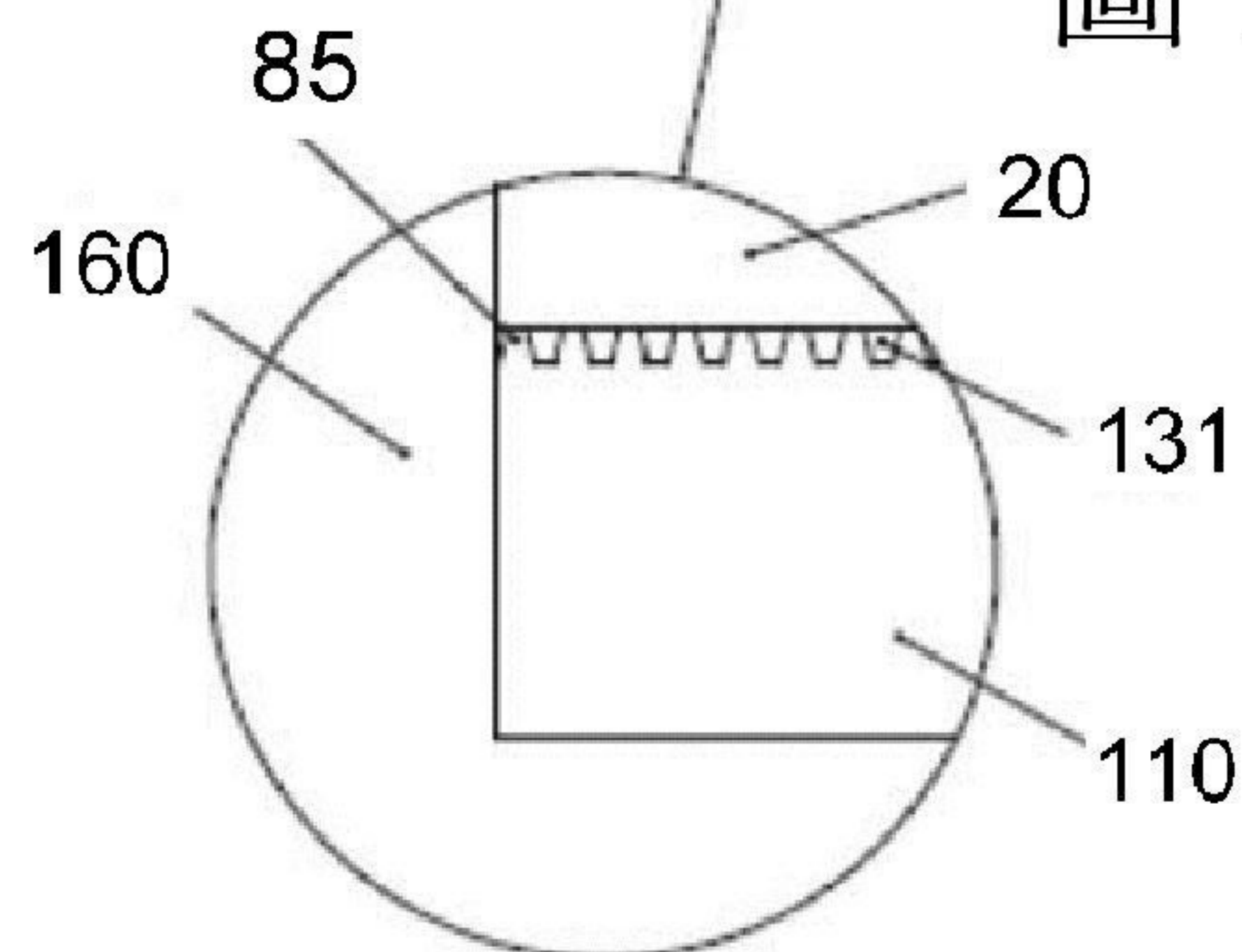


圖 15C

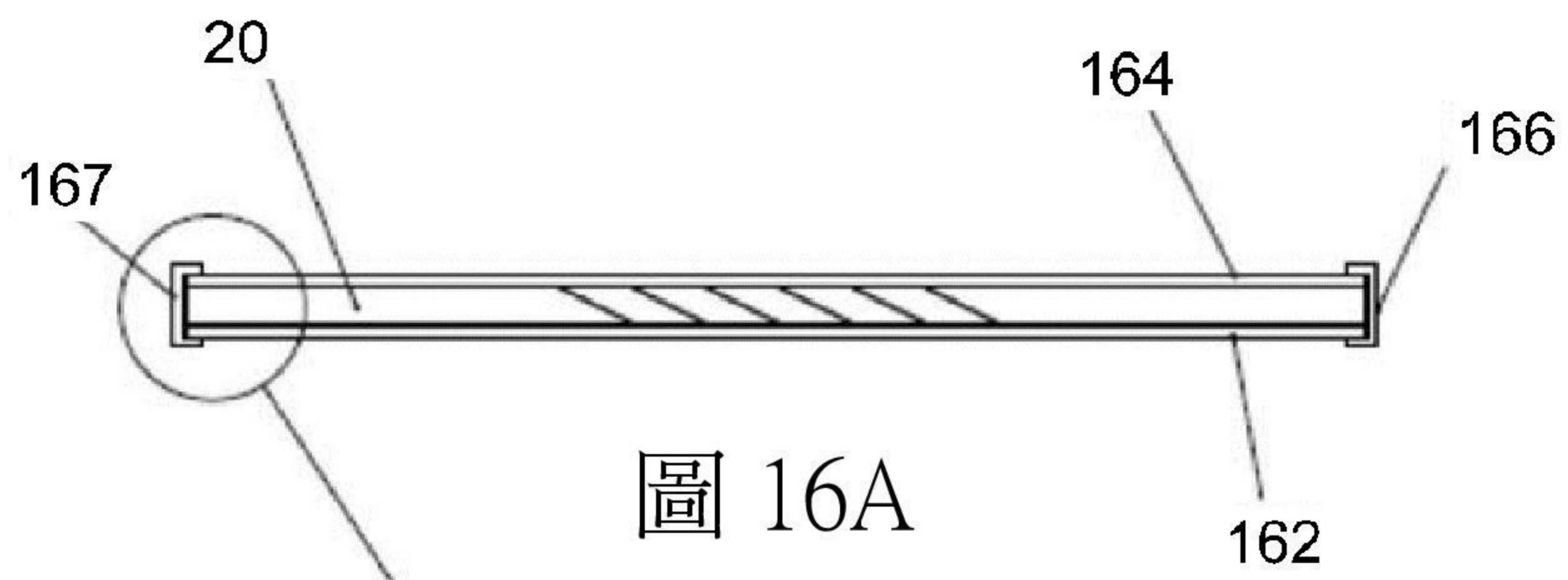


圖 16A

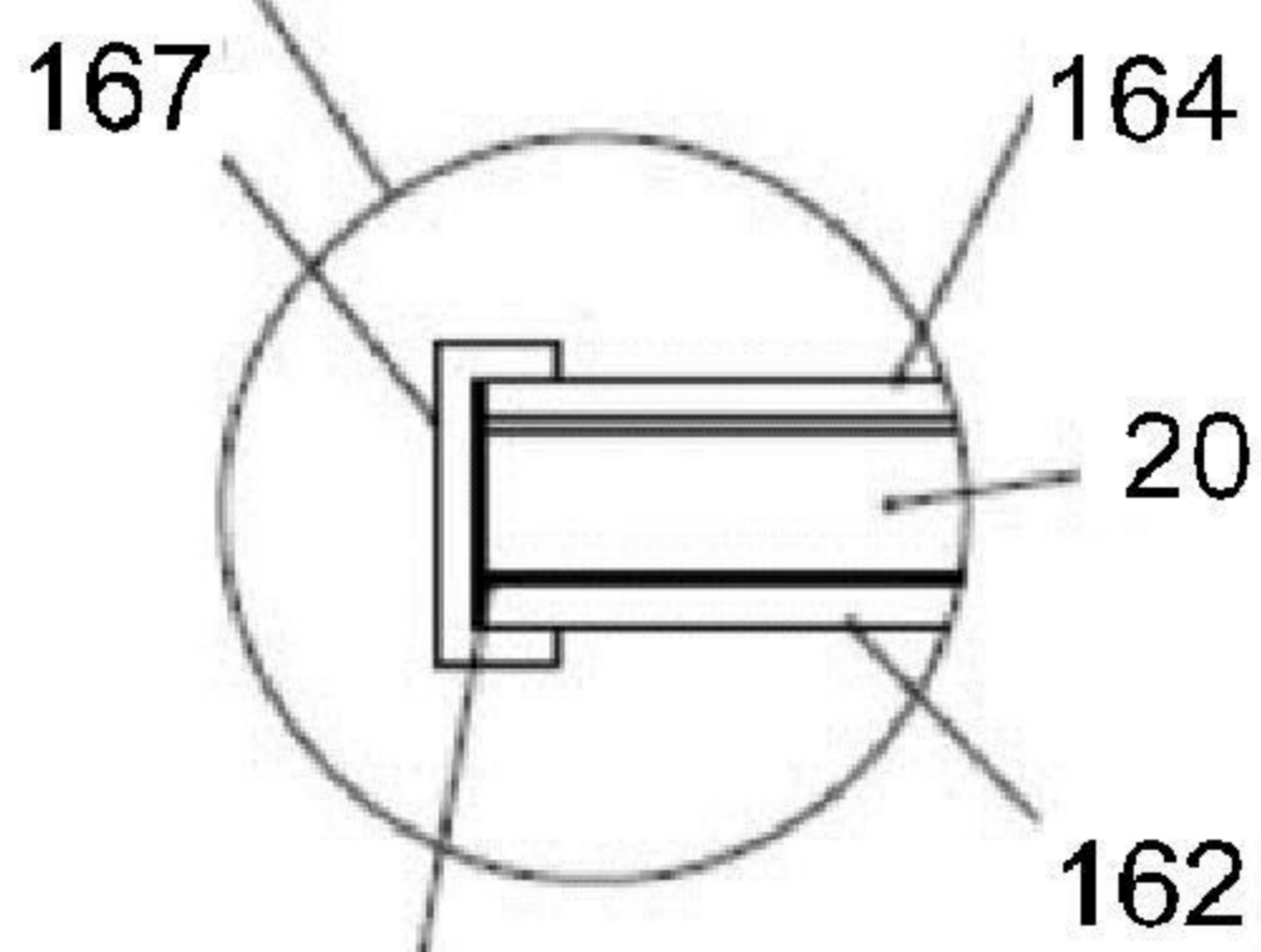


圖 16B

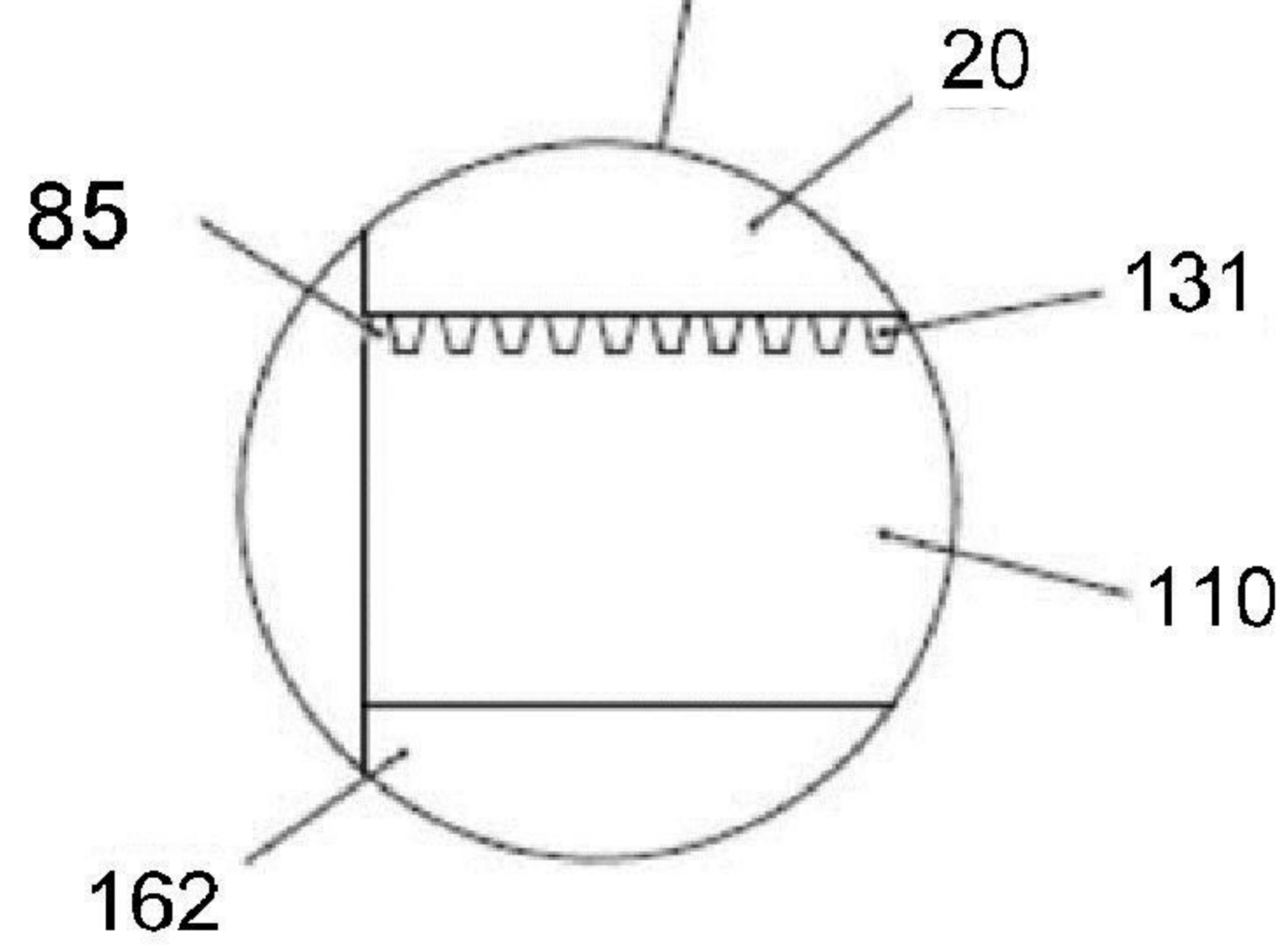


圖 16C

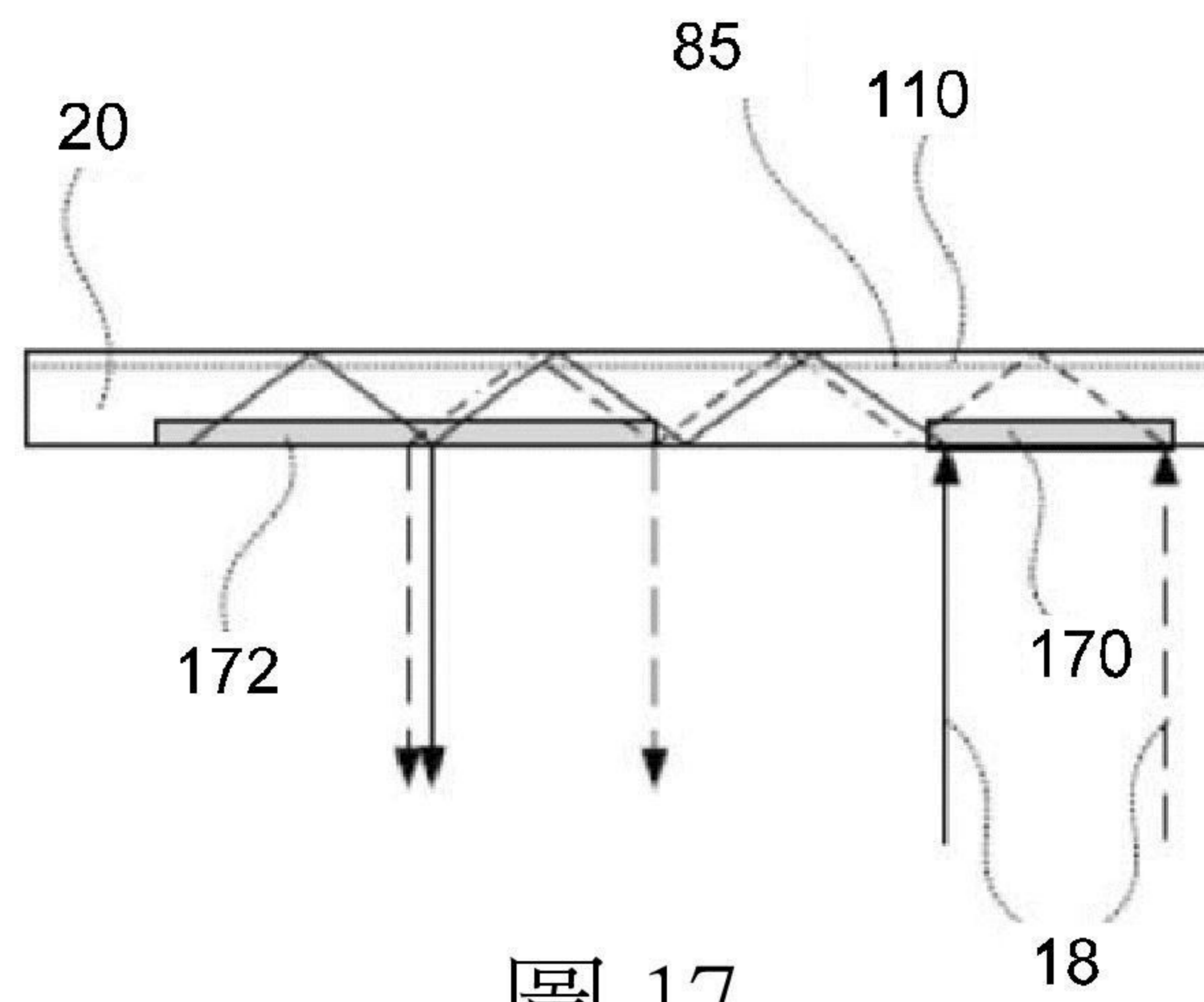


圖 17

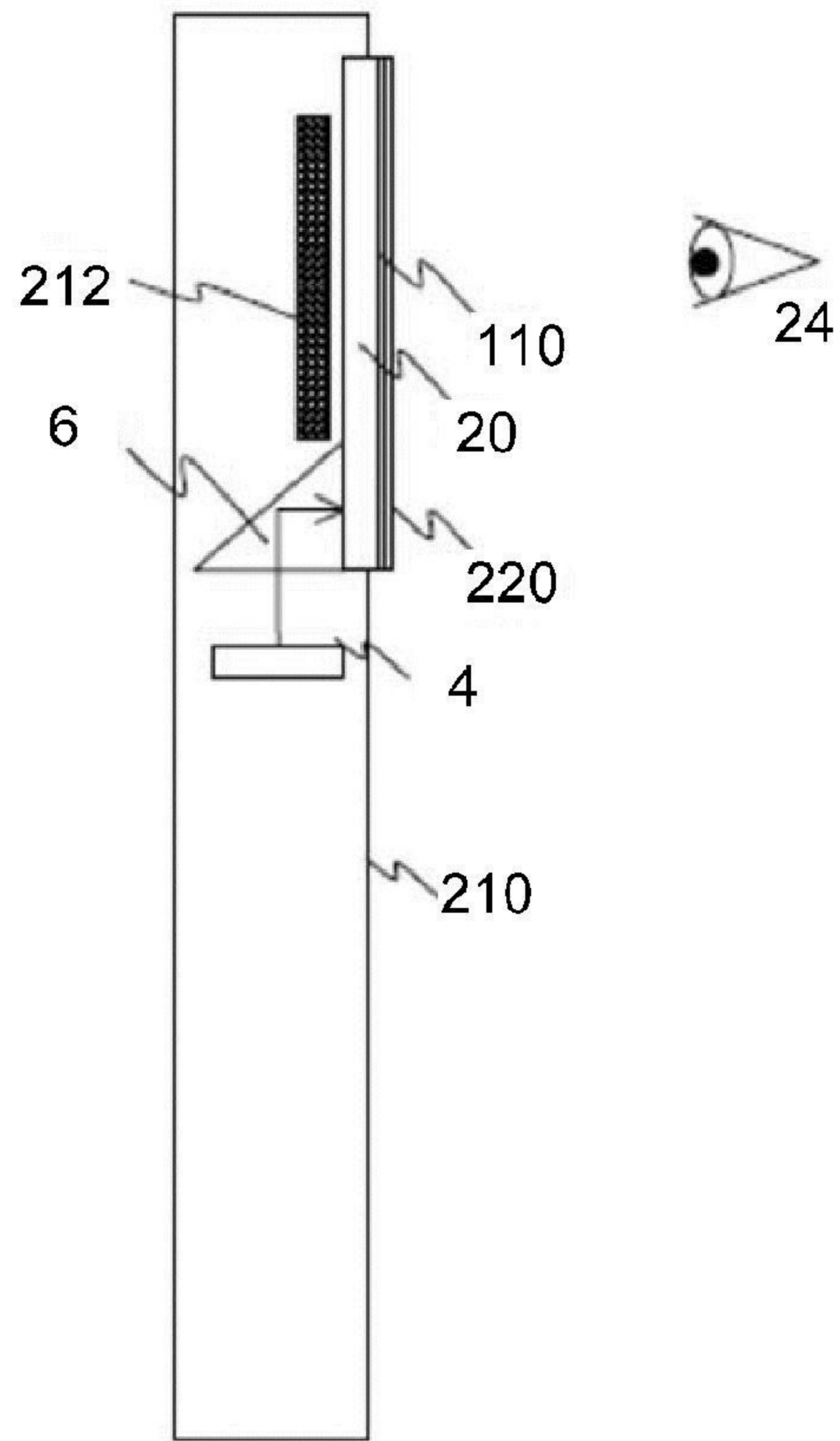


圖 18