I862340

(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 I862340 B**

(45)公告日： 中華民國 113 (2024) 年 11 月 11 日

(21)申請案號：112149320 (22)申請日： 中華民國 110 (2021) 年 05 月 24 日

(51)Int. Cl.： ***G02B6/13 (2006.01)*** ***G02B6/122 (2006.01)***
G02B27/01 (2006.01)

(30)優先權：2020/05/24 美國 63/029,500

(71)申請人：以色列商魯姆斯有限公司 (以色列) LUMUS LTD (IL)
以色列

(72)發明人：格拉巴尼克 希蒙 GRABARNIK, SHIMON (IL)；艾森菲爾德 齊翁 EISENFELD, TSION (IL)

(74)代理人：廖俊龍

(56)參考文獻：

TW	201819970A	TW	202014694A
CN	108254918A	US	2019/0227215A1
WO	2020/049542A1		

審查人員：黃同慶

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：13 共 31 頁

(54)名稱

複合光導光學元件的製造方法及光學結構

(57)摘要

提供了一種製造複合光導光學元件(Light-guide Optical Element,LOE)的方法。將多個 LOE 前體和在多個 LOE 前體之間交替的多個透明間隔板的接合的堆疊接合至具有多個相互平行的成傾斜角度的內表面的第一光學塊。將該塊接合至堆疊，使得塊的第一多個部分反射內表面不平行於 LOE 前體的內表面。在接合之後，由此形成第二光學。通過貫穿至少兩個連續間隔板對第二塊進行切割來從第二光學塊切出至少一個複合 LOE，至少兩個連續間隔板之間夾有 LOE 前體。

指定代表圖：

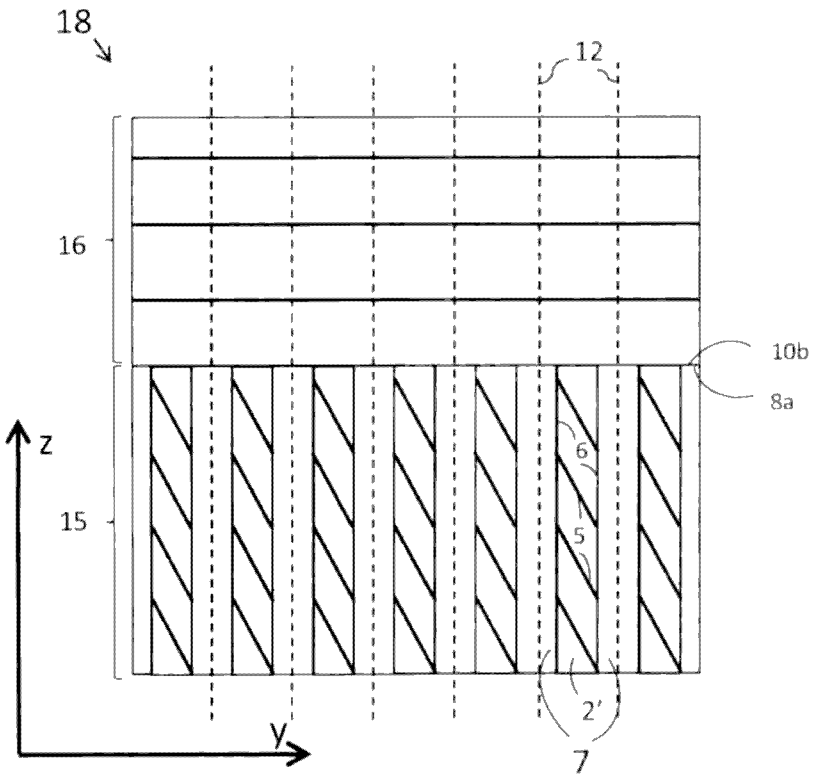


圖 7(a)

符號簡單說明：

12:平面

15:堆疊

16:光學塊

18:光學塊

2':LOE 前體

5:小平面

6:表面

7:透明間隔板

8a、10b:面

公告本

I862340

發明摘要

※ 申請案號：

※ 申請日：　　※IPC分類：

【發明名稱】（中文/英文）

複合光導光學元件的製造方法及光學結構

METHOD OF FABRICATION OF COMPOUND LIGHT-GUIDE OPTICAL ELEMENTS, AND OPTICAL STRUCTURE

【中文】

提供了一種製造複合光導光學元件（Light-guide Optical Element, LOE）的方法。將多個LOE前體和在多個LOE前體之間交替的多個透明間隔板的接合的堆疊接合至具有多個相互平行的成傾斜角度的內表面的第一光學塊。將該塊接合至堆疊，使得塊的第一多個部分反射內表面不平行於LOE前體的內表面。在接合之後，由此形成第二光學。通過貫穿至少兩個連續間隔板對第二塊進行切割來從第二光學塊切出至少一個複合LOE，至少兩個連續間隔板之間夾有LOE前體。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 7(a)。

【本代表圖之符號簡單說明】：

12: 平面

15: 堆疊

16: 光學塊

18: 光學塊

2': LOE 前體

5: 小平面

6: 表面

7: 透明間隔板

8a、10b: 面

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）

複合光導光學元件的製造方法及光學結構

METHOD OF FABRICATION OF COMPOUND LIGHT-GUIDE OPTICAL ELEMENTS, AND OPTICAL STRUCTURE

【技術領域】

【0001】 本發明涉及光導光學元件（Light-guide Optical Element, LOE），特別是涉及用於二維圖像擴展的複合 LOE 及其製造方法。

【先前技術】

【0002】 複合 LOE 或"二維擴展波導"已經在魯姆斯有限公司（Lumus Ltd.）（以色列）先前的出版物中描述過。這樣的複合 LOE 的示例可以在例如 PCT 公佈 WO 2020/049542 中找到。一般而言，這些複合 LOE 採用兩個區域，每個區域是透明材料的平行面對塊，該平行面對塊用於通過主表面處的內反射支援攜載準直圖像的光的傳播，並且每個區域包括一組相互平行的、內部的、部分反射的表面或"小平面"，其重定向準直圖像並且同時實現光學孔徑的擴展。通過組合具有不同小平面取向的兩個這樣的元件，可以在單個元件內實現光學孔徑的二維擴展，從而擴展來自圖像投影儀的輸入圖像並且將其朝向觀察者的眼睛在較大區域上輸出。

【發明內容】

【0003】 根據本發明的一個方面，提供一種製造複合光導光學元件（Light-guide Optical Element，LOE）的方法，該方法包含：提供多個 LOE 前體和多個透明間隔板的接合的堆疊，該堆疊具有第一成對平行面，該堆疊包括沿著堆疊的長度的交替的 LOE 前體和透明間隔板，堆疊的長度垂直於第一成對平行面，每個 LOE 前體包括成對主平行表面和相對於成對主平行表面成傾斜角度的第一多個相互平行的部分反射內表面；提供第一光學塊，該第一光學塊具有第二成對平行面和相對於該第二成對平行面成傾斜角度的多個相互平行的內表面，內表面是至少部分地部分反射的，使得第一光學塊包括第二多個相互平

行的部分反射內表面；將第一光學塊接合至堆疊，使得第一光學塊的面中的一個面接合至堆疊的面中的一個面，並且第一多個相互平行的部分反射內表面不平行於第二多個相互平行的部分反射內表面，從而形成第二光學塊；以及通過貫穿至少兩個連續透明間隔板對第二光學塊進行切割來從第二光學塊切出至少一個複合 LOE，至少兩個連續透明間隔板之間夾有 LOE 前體。

【0004】 根據一些方面，第一光學塊的內表面均僅部分地塗覆有部分反射塗層，使得內表面包括部分反射塗層的條帶，條帶之間具有間隙。

【0005】 根據一些方面，該方法包括：在將堆疊與第一光學塊接合之前，對堆疊的將接合至第一光學塊的面進行拋光；以及/或者在將第一光學塊與堆疊接合之前，對第一光學塊的將接合至堆疊的面進行拋光。

【0006】 根據一些方面，該方法包括在將第一光學塊接合至堆疊之前：對準第一光學塊和堆疊，使得第一多個相互平行的部分反射內表面與第二多個相互平行的部分反射內表面正交。

【0007】 根據一些方面，該方法包括拋光切出的至少一個複合 LOE 的外表面，該複合 LOE 的外表面平行於 LOE 前體的主平行表面。

【0008】 根據一些方面，第一光學塊的內表面均僅部分地塗覆有部分反射塗層，使得內表面包括部分反射塗層的條帶，該條帶之間具有間隙。

【0009】 根據本發明的另一方面，提供了一種光學結構，該光學結構是複合 LOE 製造過程的中間工作產品，該光學結構包括：第一區域，其包括多個 LOE 前體，該多個 LOE 前體由在多個 LOE 前體之間的透明間隔板隔開，每個 LOE 前體包括成對主外平行表面和相對於該成對主外平行表面成傾斜角度的第一多個相互平行的部分反射內表面；第二區域，其包括與第一多個相互平行的部分反射內表面不平行的第二多個相互平行的部分反射內表面；以及分隔第一區域和第二區域的至少一個內表面，該內表面垂直於成對主外平行表面。

【0010】 根據一些方面，光學結構通過將包括第一區域的第一光學塊與包括第二區域的第二光學塊接合而形成。

【0011】 根據一些方面，光學結構可以包括在第一區域與第二區域之間的第三光學區域。該第三光學區域可以包括一個或更多個光學元件。光學元件可以是光學活性元件或光學惰性元件。在一些方面，第二區域內的至少一個

子區域可以不含任何部分反射內表面並且/或者第一區域中的每個 LOE 前體可以包括不含任何部分反射內表面的至少一個子區域。

【圖式簡單說明】

【0012】 在本文中僅以舉例的方式參照附圖描述本發明，在附圖中：

圖 1(a)至圖 1(b)示出根據現有技術的複合 LOE 的實施方式；

圖 2(a)至圖 2(c)示出製造複合 LOE 的已知方法；

圖 3(a)至圖 3(b)示出複合 LOE 的另一實施方式；

圖 4(a)至圖 4(b)示出具有給定厚度 *d1* 的 LOE；

圖 5(a)至圖 5(b)示出由給定厚度 *d2* 的透明板隔開的接合的 LOE 前體的堆疊；

圖 6(a)至圖 6(b)示出透明板的塊；

圖 6(c)示了形成圖 6(a)至圖 6(b)的塊的方法；

圖 7(a)至圖 7(b)示出由將圖 6(a)至圖 6(b)的塊接合至圖 5(a)至圖 5(b)的堆疊形成的光學結構；

圖 7(c)至圖 7(d)示出取自圖 7(a)至圖 7(b)的塊的切片；

圖 8(a)至圖 8(b)示出圖 6(a)至圖 6(b)的塊的替選實施方式；

圖 9(a)至圖 9(b)示出由將圖 8(a)至圖 8(b)的塊與圖 5(a)至圖 5(b)的堆疊接合而形成的光學結構；

圖 10(a)至圖 10(b)示出從圖 9(a)至圖 9(b)的光學結構切出的複合 LOE；

圖 11(a)至圖 11(b)示出光學塊 16 的另一實施方式；

圖 12(a)至圖 12(b)示出由將圖 11(a)至圖 11(b)的塊與圖 5(a)至圖 5(b)的堆疊接合而形成的光學結構；

圖 12(c)至圖 12(d)示出取自圖 12(a)至圖 12(b)的光學結構的切片；

圖 13(a)至圖 13(b)示出光學塊 16 的另一實施方式；以及

圖 13(c)至圖 13(d)示出取自圖 13(a)至圖 13(b)的光學結構的切片。

【實施方式】

【0013】 圖 1（a）至圖 1（b）示出根據現有技術的複合 LOE 100 的實施方式。複合 LOE 100 包括在表面 102 處接合在一起的第一 LOE 1 和第二 LOE 2。LOE 1 包括成對主平行表面 101、102 以及相對於表面 101、102 成傾斜角度的多個相互平行的部分反射內表面（“小平面”）4。在形成 LOE 1 之前經由內表面上的塗層來提供反射率。每個小平面的反射比可以彼此相同或不同。小平面 4 被配置成將圖像從外部微投影儀（未示出）向 LOE 2 引導，同時在一個維上擴展圖像（在這種情況下為 x 維）。LOE 1 包括垂直於表面 101、102 的表面 103。

【0014】 LOE 2 還包括垂直於 LOE 1 的表面 101、102 的成對主平行表面 201，以及相對於表面 201 成傾斜角度的多個相互平行的部分反射小平面 5。在一些實施方式中，如圖 1(a)至圖 1(b)所示，小平面 5 相對於小平面 4 的空間取向可以是正交的，但是取決於複合 LOE 的特定應用的設計規格，其他取向也是可能的。在形成 LOE 2 之前，經由內表面上的塗層來提供小平面 5 的反射率。每個小平面的反射率可以彼此相同或不同。小平面 5 被配置成將圖像從 LOE 1（現在在一個維度上擴展）向觀察者引導，同時在第二維度上擴展圖像（在這種情況下為 z 維）。

【0015】 複合 LOE 100 還包括在 XZ 平面中的複合 LOE 100 的表面上的透明蓋板 3。由透明蓋板 3 覆蓋的表面包括 LOE 1 的表面 103 和 LOE 2 的表面 201。相應地，這些表面需要精確地對準以施加透明蓋板 3。

【0016】 圖 2(a)至圖 2(c)示出製造複合 LOE 的已知方法。一般，LOE 1 和 LOE 2 分開製造並且接合在一起。在本檔中，術語“接合”應理解為意指用光學膠或粘合劑附接。然後在外表面上拋光接合的 LOE。將透明蓋板 3 施加到拋光表面，然後通常也對這些蓋板進行拋光。使用該製造方法，必須以非常高的精度執行 LOE 1 到 LOE 2 之間的接合過程，使得 LOE 1 的表面 103 與 LOE 2 的對應表面 201 處於同一平面中。該方法易於產生如圖 2（a）至圖 2（c）所示的失準。

【0017】 為了克服上述困難，本發明公開了製造複合 LOE 的新方法。除了克服在 LOE 1 到 LOE 2 的接合期間的精確對準的問題之外，本文所公開的

過程允許製造複合 LOE 100 的新實施方式，其中透明蓋板 3'僅存在於 LOE 2 的表面 201 上，如圖 3(a)至圖 3(b)中所示。在與本申請同日提交的題為"Compound Light-Guide Optical Elements"（"複合光導光學元件"）的共同待審 PCT 申請中進一步詳細討論了複合 LOE 的該實施方式，該申請要求 2020 年 5 月 24 日提交的美國臨時專利申請第 63/029,496 號的優先權

【0018】 圖 4(a)至圖 4(b)示出 LOE"前體"2'，其應當被理解為意指 LOE 2 生產中的中間光學元件。LOE 前體 2'包括成對主平行外表面 6 和相對於該成對平行表面成傾斜角度的多個相互平行的部分反射內表面（"小平面"）5。該 LOE 前體 2'具有表面 6 之間的在本文中表示為 *d1* 的預定厚度。存在用於製造 LOE 前體 2'的已知方法，例如，如 PCT 公佈 WO 2016/103263 中所述。

【0019】 現在參照圖 5(a)至圖 5(b)，在製造多個 LOE 前體 2'之後，形成具有相同厚度 *d1* 的多個 LOE 前體 2'和多個透明間隔板 7 的接合的堆疊 15。該堆疊由沿堆疊長度（y 維）交替的 LOE 前體 2'和透明間隔板組成。每個透明板具有在本文中表示為 *d2* 的相同的預定厚度。堆疊 15 具有沿垂直於表面 6 的堆疊的長度延伸的成對平行面 8a、8b。

【0020】 現在參照圖 6(a)至圖 6(b)，具有平行的面 10a、10b 的光學塊 16 由多個接合的、透明塗覆板 17（每個板塗覆有部分反射塗層）形成，從而形成多個相互平行的部分反射內表面 9，每個部分反射內表面 9 相對於面 10b 以預定角度 11（也稱為"小平面傾角"）成傾斜角度。

【0021】 存在用於形成光學塊 16 的已知方法。例如，如圖 6(c)所示，一種方法包括堆疊並且接合多個透明塗覆板 17，並且沿著圖 6(c)所示的虛線切割堆疊，以提取塊。然後，通過拋光裝置 38 對面 10b 進行拋光，以實現期望的小平面傾角 11，該小平面傾角 11 可以根據最終的複合 LOE 的特定設計規格而變化。

【0022】 現在參照圖 7(a)至圖 7(b)，將光學塊 16 與堆疊 15 對準並且接合至堆疊 15，從而形成光學塊 18。更具體地，將光學塊 16 的面 10b 接合至堆疊 15 的面 8a。在接合之前，可以將面 10b 和面 8a 中的任一個或兩個拋光成平的。光學塊 16 與堆疊之間的特定對準可以根據產品的設計規格而變化。在與

圖 3(a)至圖 3(b)所示的複合 LOE 對應的實施方式中，參照圖 7(a)至圖 7(b)所示的坐標系 XYZ，可以如下理解堆疊 15 和光學塊 16 的對準。應該將堆疊 15 和光學塊 16 對準，使得：LOE 前體 2'的表面 6 平行於平面 XZ、堆疊 15 的面 8a 平行於平面 XY、LOE 前體 2'的小平面 5 垂直於平面 YZ、光學塊 16 的透明塗覆板 17 垂直於平面 XZ、並且光學塊 16 的面 10b 平行於平面 XY。在對準之後，透明塗覆板 17 垂直於堆疊 15 中的 LOE 前體 2'的表面 6。

【0023】 在本文中將經對準和接合的結構表示為光學塊 18，光學塊 18 實際上是作為複合 LOE 製造過程的中間工作產品的光學結構。如圖所示，光學塊 18 包括：第一區域，其具有多個 LOE 前體，該多個 LOE 前體由 LOE 前體之間的透明間隔板隔開；第二區域，其具有多個相互平行的部分反射內表面；以及將第一區域與第二區域隔開的內表面。在其他實施方式中，如下面將進一步詳細描述的，光學塊 18 還可以包括第一區域和/或第二區域中的一個或更多個附加子區域。這些子區域可以包括非有小平面的區域以及包括一個或更多個光學活性或光學惰性元件的區域。可以通過在與堆疊 15 接合之前將一個或更多個板（板中一些可以包括光學活性元件）添加到光學塊 16 而將這些子區域添加到光學塊 18，如下面將參照圖 11(a)至圖 13(d)詳細描述的。

【0024】 使用切割裝置（未示出）沿著堆疊 15 的長度（y 維）以預定間隔並且貫穿透明間隔板 7 對光學塊 18 切片，以形成從塊光學 18 切出的多個複合 LOE 結構。切分平面在圖 7(a)至圖 7(b)中以虛線 12 示出，並且單個切片在圖 7(c)至圖 7(d)中示出。從光學塊 18 切出的複合 LOE 具有與圖 3(a)至圖 3(b)中所示的複合 LOE 類似的結構。應觀察到，在切片之後，間隔板（更準確地，半間隔板）提供與圖 3(a)至圖 3(b)中的透明蓋板 3'類似的結構，從而避免了需要附接單獨的透明蓋板 3'。然後，在由透明間隔板 7 和透明塗覆板 17 構成的外表面上對每個切出的複合 LOE 結構進行拋光，以形成適合於通過內反射引導光的最終複合 LOE。

【0025】 可選地，可以將附加的透明蓋板在透明塗覆板 17 和 17 上接合至最終複合 LOE 並且將這些蓋板拋光（在這種情況下，LOE 1 將具有單蓋板並且 LOE 2 將具有雙蓋板）。

【0026】 如以上參照圖 5(a)至圖 5(b)所詳述的，透明板具有預定厚度 *d2*。在一些實施方式中，根據下式來確定預定厚度 *d2*：

$$d2 = 2t + 2p + s$$

【0027】 其中，*t* 表示第一 LOE 蓋板與第二 LOE 蓋板的厚度之間期望差異，*p* 表示在拋光期間移除的材料的厚度，並且 *s* 表示包括鋸床中的切割定位的公差的切割的厚度。應當注意，在僅 LOE 2 需要蓋板而 LOE 1 不需要蓋板的情況下，*t* 簡單地表示 LOE 2 蓋板的厚度。*t* 的典型值的範圍可以從 50 微米至 500 微米。

【0028】 圖 8(a)至圖 8(b)示出光學塊 16 的替選實施方式，此處表示為光學塊 16'。在該實施方式中，透明板各自僅部分地塗覆有部分反射塗層，該部分反射塗層以其間具有間隙的條帶的形式施加到每個板。每個塗覆條帶具有相同的預定厚度 *d3*，而塗覆條帶之間的間隙各自具有相同的預定厚度 d4，如魯姆斯有限公司的美國專利公佈第 2018/0292599 號所述。在該實施方式中，*d3* 對應於最終複合 LOE 中 LOE 1 的反射區域的期望寬度，並且根據下式來計算 *d4*：

$$d4 = d1 + d2 - d3$$

其中，*d1* 和 *d2* 已經在前面限定。

【0029】 圖 9(a)至圖 9(b)示出了對準並且接合至堆疊 15 並且與以上參照圖 7(a)至圖 7(b)描述的方式類似的方式沿平面 12 切割的光學塊 16'。提取的切片在圖 10(a)至圖 10(b)中示出。同樣可以在外平行表面上對這些切片進行拋光以形成最終的複合 LOE。應注意，根據該實施方式形成的複合 LOE 包括 LOE 1 的部分反射小平面 4 與外表面 14 之間的緩衝部，該緩衝部由塗覆條帶之間的間隙提供並且在不需要物理蓋板的情況下實現與透明蓋板類似的效果。

【0030】 應當理解，接合光學塊 16'和堆疊 15 表示中間光學塊 18 的另一實施方式。實際上，光學塊 16（以及因此光學塊 18）的各種其他實施方式也可能用於得到關於 LOE 1 具有不同結構的各種複合 LOE，其中的一些描述如下。

【0031】 例如，在一些實施方式中，可能期望 LOE 1 的一些小平面 4 不是一直延伸跨過 LOE 1，從而在 LOE 1 內提供一個或更多個無小平面的區域（即，沒有部分反射的內表面），如將在以下示例中示出的。

【0032】 圖 11(a)至圖 11(b)示出了光學塊 16 的另一實施方式，此處表示為塊 19。塊 19 包括光學塊 16（如圖 6(a)至圖 6(b)中），其中附加的平面平行透明板 20 接合至光學塊 16 的面 10b。將板 20 的外表面 10b'平行於面 10b 進行拋光。

【0033】 如圖 12(a)至圖 12(b)所示，塊 19 和堆疊 15 對準並且接合在一起，從而形成中間光學塊 21。隨後沿著平行於 XZ 平面的平面 12 將中間光學塊 21 進行切割。一個這樣產生的切片在圖 12(c)至圖 12(d)中示出。這樣的切片包括 LOE 1、LOE 2 和沒有任何反射或半反射表面的光學清潔區域 22（也稱為惰性區域）。替選地，光學清潔區域 22 也可以包括一個或更多個光學元件，例如部分反射的混合器或偏振器。在這種情況下，透明板 20 可以代替結合期望的一個或更多個光學元件（即混合器、偏振器等）的板。

【0034】 圖 13(a)至圖 13(b)示出了光學塊 16 的另一實施方式，其中，可以通過將光學塊 16 切割並且與其他光學板和/或稜鏡結合來產生 LOE 1 的更複雜的幾何形狀。在圖 13(a)至圖 13(b)中，將光學塊 16 沿著平面 31 和 32 切割和拋光，並且與透明板 24 和三稜鏡 25 和 26 接合。透明板 24 的經拋光的表面 10b"平行於光學塊 16 的面 10b。光學塊 16 與透明板 24 和稜鏡 25 和 26 形成新的光學塊 23，該光學塊 23 包括該塊內的一個或更多個無小平面的子區域。以類似於圖 12(a)至圖(b)所示的方式，將光學塊 23 與堆疊 15 對準並且接合以形成新的中間結構。隨後，將該中間結構沿平面 12 切片，得到圖 13(c)至圖(d)中示出的切片。這樣的切片具有惰性區域 27、28 和 29，沒有任何反射或半反射表面。

【0035】 在其他實施方式（未示出）中，堆疊 15 的 LOE 前體可以被修改成在 LOE 前體內包括一個或更多個無小平面的區域，從而得到複合 LOE，在該複合 LOE 中，LOE 2 包括一個或更多個無小平面的子區域（即，沒有部分反射的內表面）。

【0036】 應當理解，上文描述僅旨在用作示例，並且在所附請求項所限定的本發明的範圍內，許多其他實施方式是可能的。

【符號說明】

【0037】

100: 複合 LOE

101、102、103、201、6、9: 表面

11: 小平面傾角

12: 平面

14: 外表面

15: 堆疊/ 16、16': 光學塊

17: 透明塗覆板

18: 光學塊

19: 塊

2': LOE 前體

21: 中間光學塊

22: 光學清潔區域(惰性區域)

23: 光學塊

24: 透明板

25、26: 稜鏡

27、28、29: 惰性區域

38: 拋光裝置

3、3': 透明蓋板

4、5: 小平面

7: 透明間隔板

8a、8b、10a、10b:面

第 112149320 號(修正版) 日期：113 年 6 月 19 日

申請專利範圍

【請求項1】 一種製造複合光導光學元件（LOE）的方法，包括：

獲得多個 LOE 前體的堆疊，所述堆疊具有包括第一面和第二面的第一成對平行面，每個 LOE 前體包括成對主平行表面和相對於所述成對主平行表面成傾斜角度的相互平行的第一多個部分反射內表面；

獲得第一塊，所述第一塊具有：包括第三面和第四面的第二成對平行面、相互平行的第二多個部分反射內表面以及接合至所述第三面或所述第四面的透明板；

將所述第一塊和所述堆疊接合在一起，使得所述透明板的外表面接合至所述堆疊的第一面或第二面中的一個面，並且所述第一多個部分反射內表面不平行於所述第二多個部分反射內表面，從而形成第二塊；以及

通過貫穿至少兩個切割平面對所述第二塊進行切割來從所述第二塊切出至少一個複合 LOE，所述至少兩個切割平面基本上平行於所述 LOE 前體的主平行表面。

【請求項2】 如請求項 1 所述的方法，其中，所述透明板是沒有任何反射或半反射表面的光學惰性區域。

【請求項3】 如請求項 1 所述的方法，其中，所述透明板結合至少一個光學元件。

【請求項4】 如請求項 3 所述的方法，其中，所述至少一個光學元件包括部分反射表面。

【請求項5】 如請求項 3 所述的方法，其中，所述至少一個光學元件包括偏振元件。

【請求項6】 如請求項 1 所述的方法，其中，所述透明板包括以下的任何組合：沒有任何反射或半反射表面的光學惰性區域、包括部分反射表面的區域以及包括偏振元件的區域。

【請求項7】 如請求項 1 所述的方法，還包括：在將所述第一塊和所述堆疊接合在一起之前拋光所述透明板的外表面。

【請求項8】 如請求項 1 所述的方法，還包括：在將所述第一塊和所述堆疊接合在一起之前拋光所述堆疊的所述第一面或所述第二面。

【請求項9】 如請求項 1 所述的方法，還包括：在將所述第一塊和所述堆疊接合在一起之前，對準所述第一塊和所述堆疊，使得第一多個部分反射內表面和所述第二多個部分反射內表面正交。

【請求項10】 如請求項 1 所述的方法，還包括：拋光切出的至少一個複合 LOE 的外表面，所述至少一個複合 LOE 的外表面平行於所述 LOE 前體的主平行表面。

【請求項11】 如請求項 1 所述的方法，其中，所述堆疊是包括多個透明間隔板的接合的堆疊，其中，所述 LOE 前體和所述透明間隔板佈置在所述接合的堆疊中以沿著垂直於所述第一成對平行面的所述接合的堆疊的長度交替。

【請求項12】 如請求項 11 所述的方法，其中，所述至少兩個切割平面在至少兩個連續間隔板中，所述至少兩個連續間隔板之間夾有 LOE 前體。

【請求項13】 一種光學結構，所述光學結構是複合光導光學元件（LOE）製造工藝的中間工作產品，所述光學結構包括：

第一區域，所述第一區域包括多個 LOE 前體，每個 LOE 前體包括成對主平行表面和相對於所述成對主平行表面成傾斜角度的相互平行的第一多個部分反射內表面；

第二區域，所述第二區域包括與所述第一多個部分反射內表面不平行的相互平行的第二多個部分反射內表面；以及

第三區域，所述第三區域分隔所述第一區域和所述第二區域，所述第三區域由透明板形成，所述透明板具有垂直於所述成對主平行表面的主外表面。

【請求項14】 如請求項 13 所述的光學結構，其中，所述透明板是沒有任何反射或半反射表面的光學惰性區域。

【請求項15】 如請求項 13 所述的光學結構，其中，所述透明板結合至少一個光學元件。

【請求項16】 如請求項 15 所述的光學結構，其中，所述至少一個光學元件包括部分反射表面。

【請求項17】 如請求項 15 所述的光學結構，其中，所述至少一個光學元件包括偏振元件。

【請求項18】 如請求項 13 所述的光學結構，其中，所述透明板包括以下的任何組合：沒有任何反射或半反射表面的光學惰性區域、包括部分反射表面的區域以及包括偏振元件的區域。

【請求項19】 如請求項 13 所述的光學結構，其中，所述多個 LOE 前體由透明間隔板隔開。

圖式

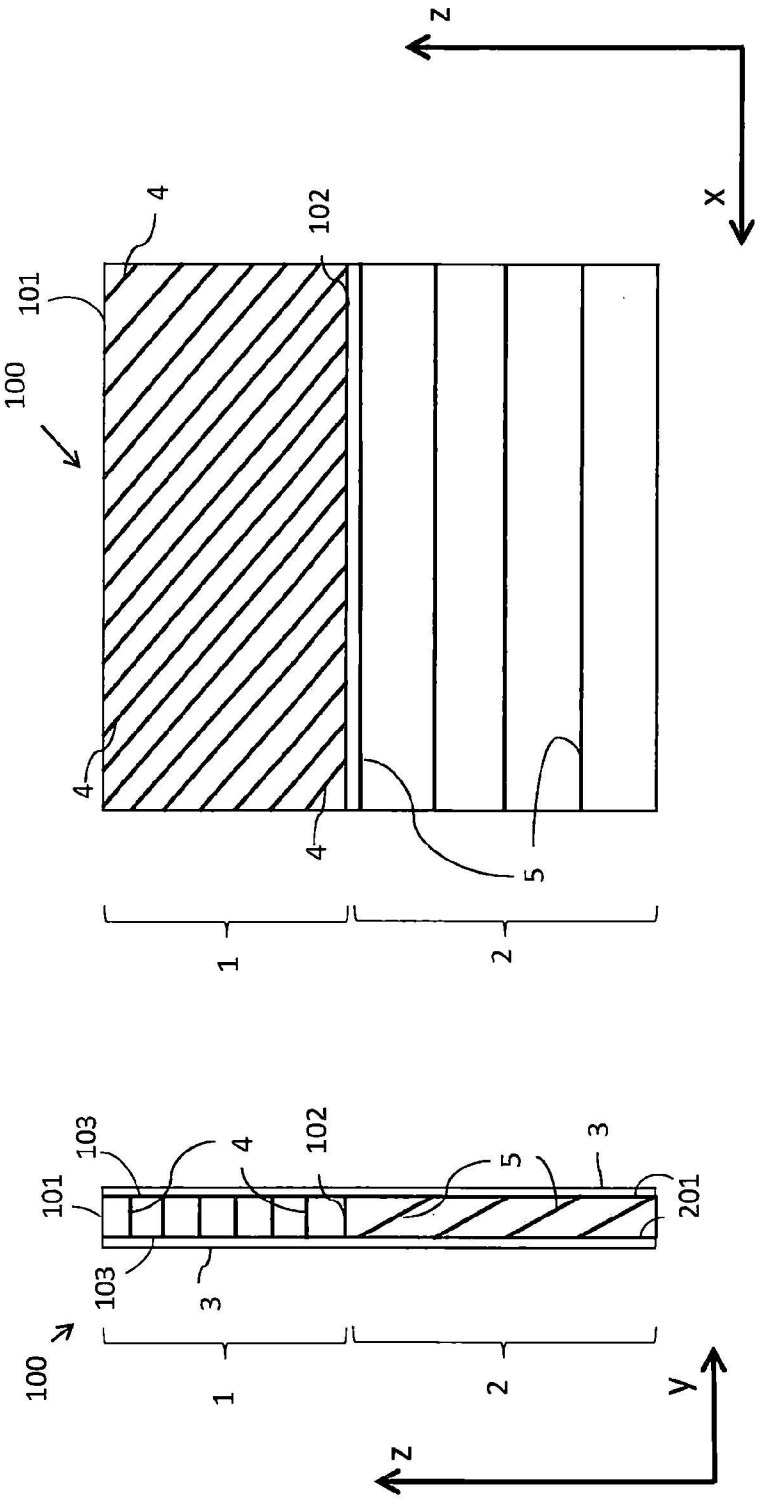


圖 1(b)

圖 1(a)'

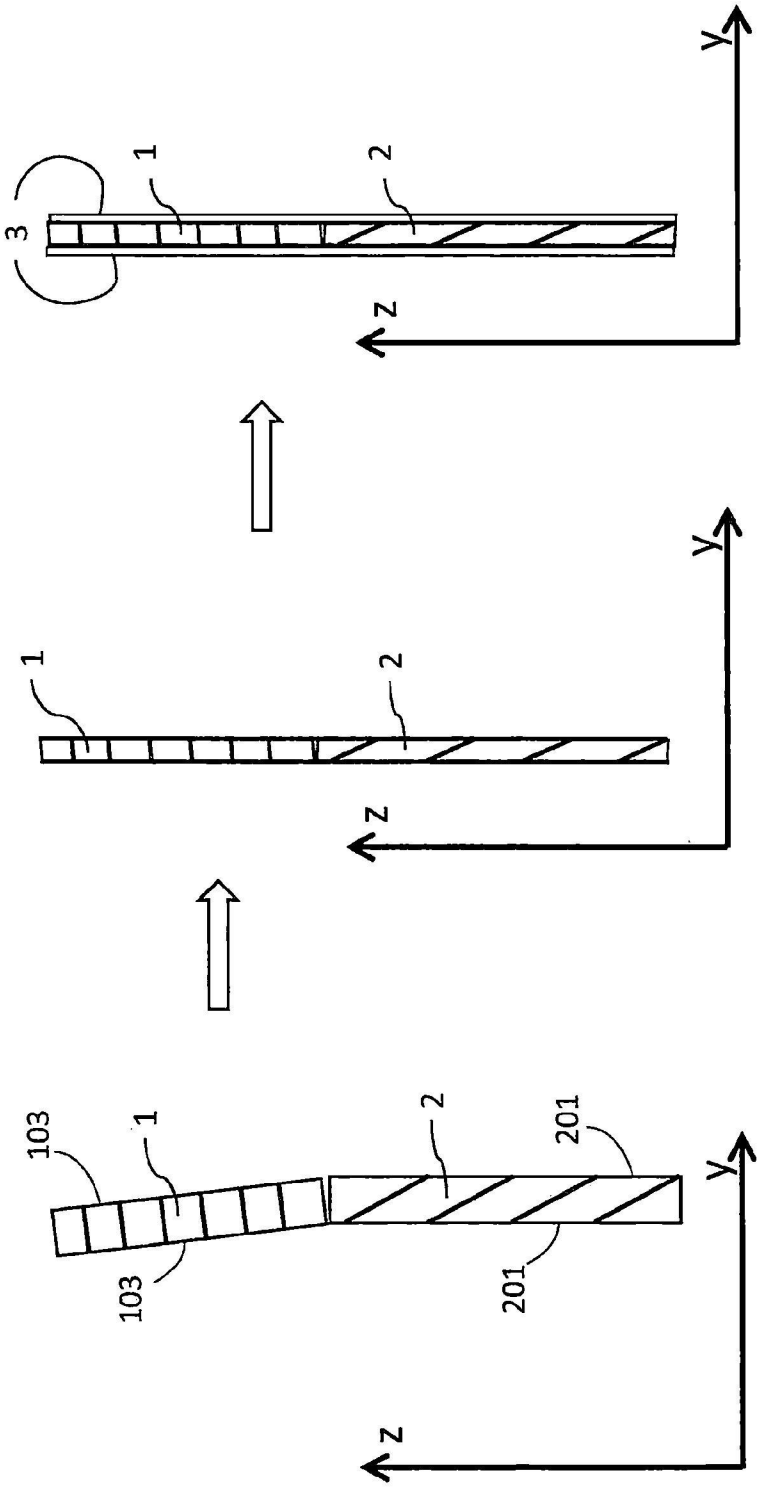


圖 2(c)

圖 2(b)

圖 2(a)

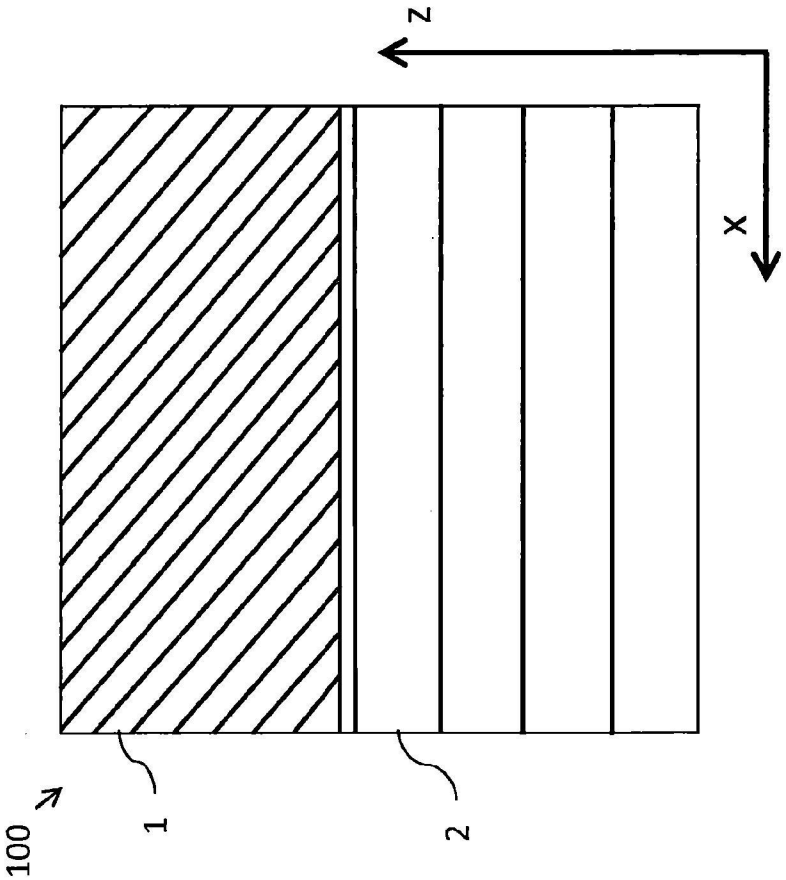


圖 3(b)

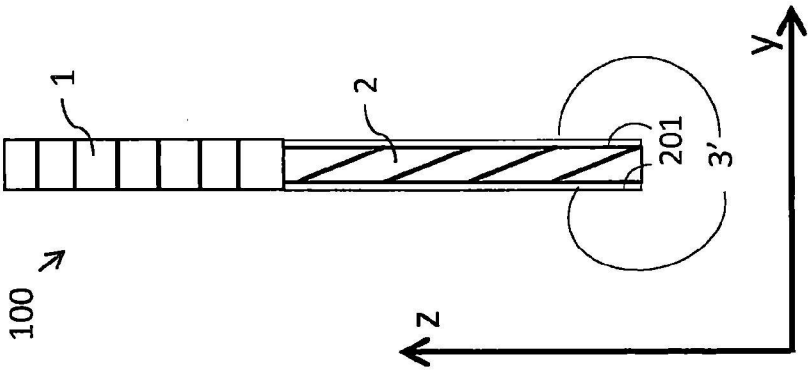


圖 3(a)

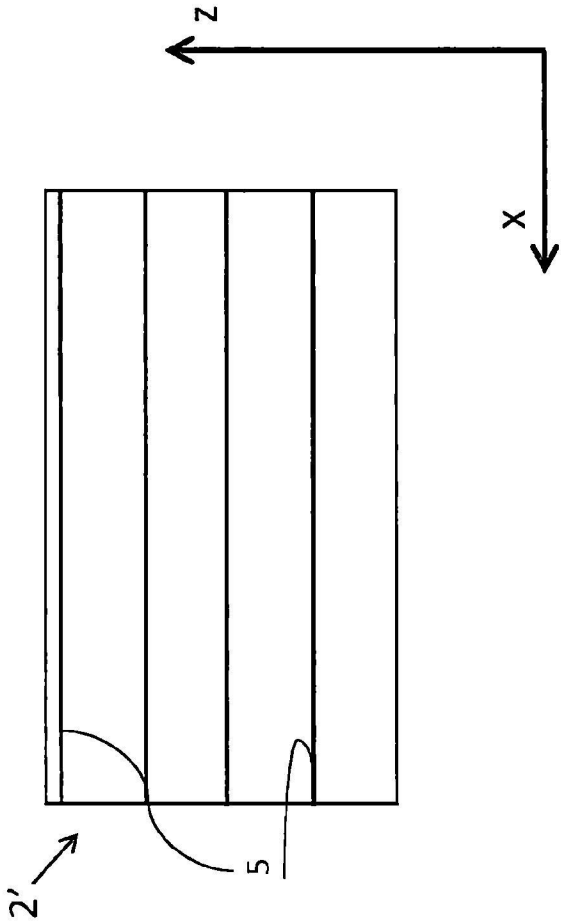


圖 4(b)

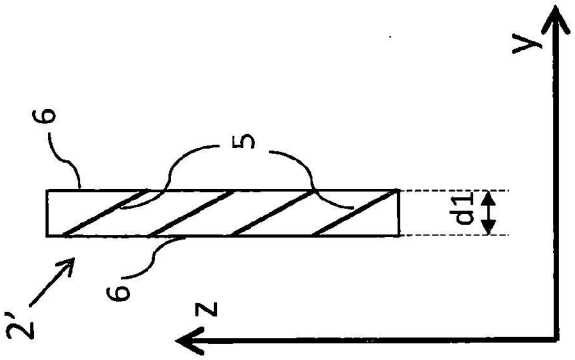


圖 4(a)

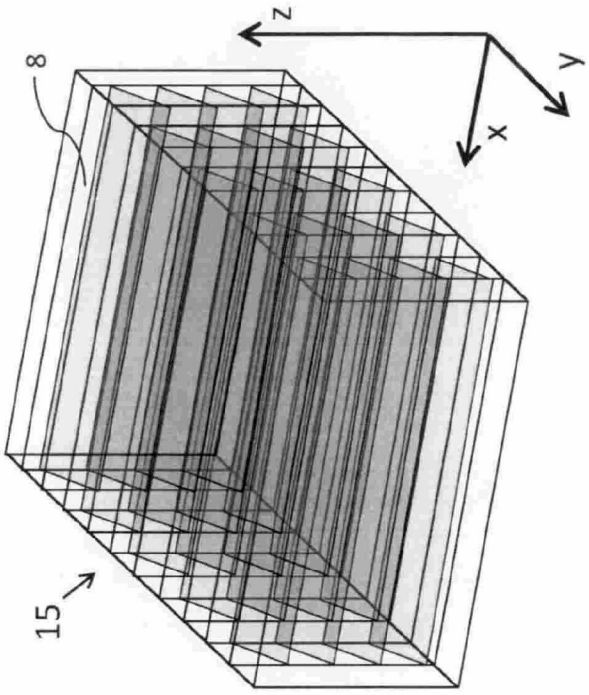


圖 5(b)

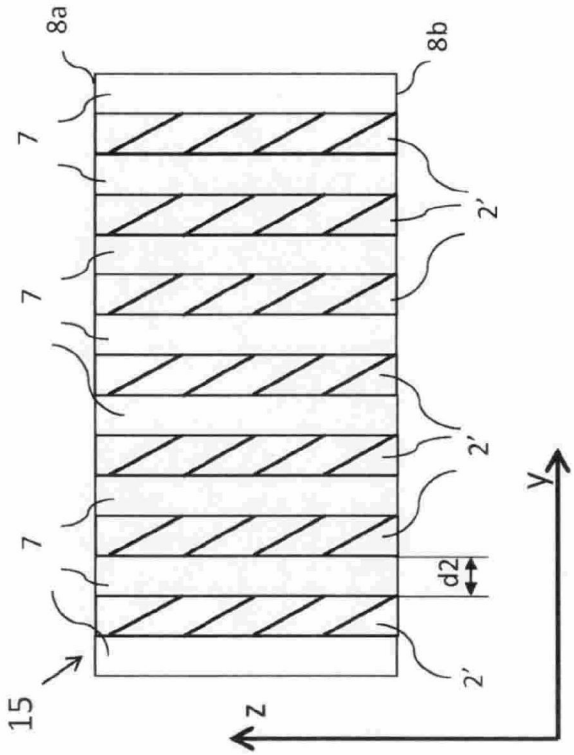


圖 5(a)

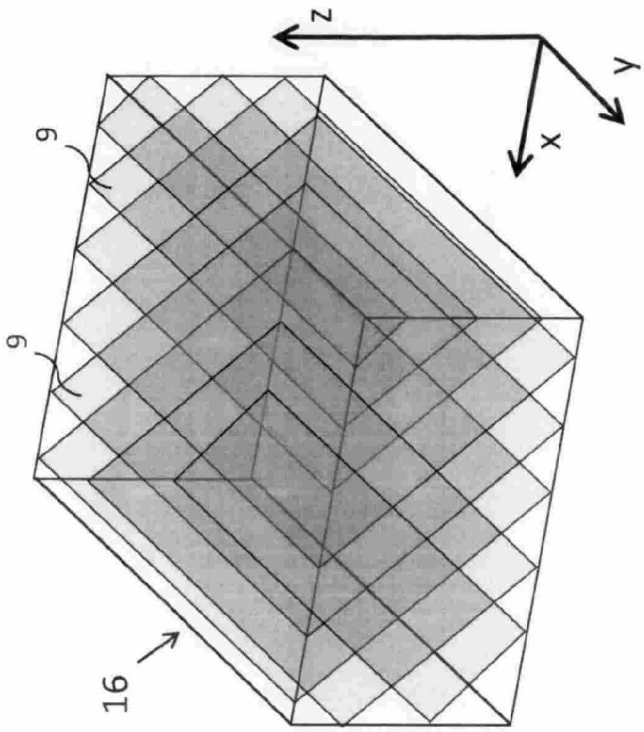


圖 6(b)

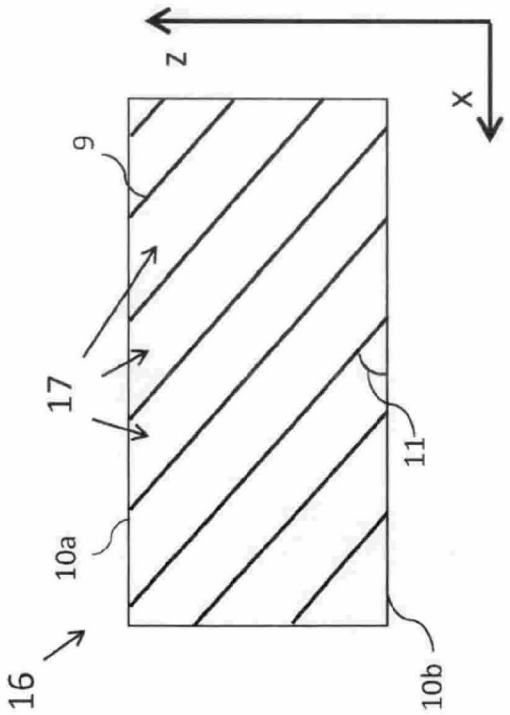


圖 6(a)

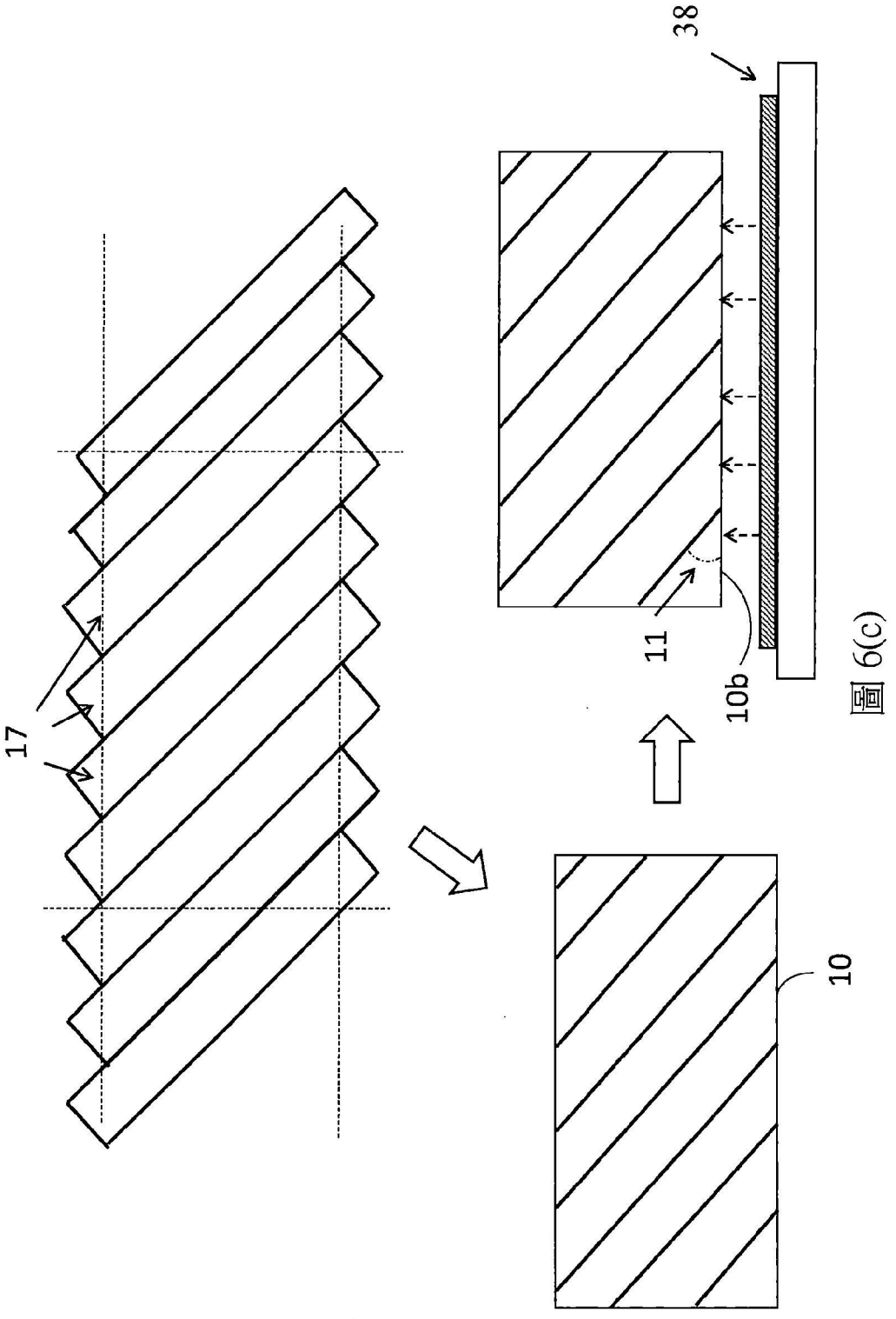


圖 6(c)

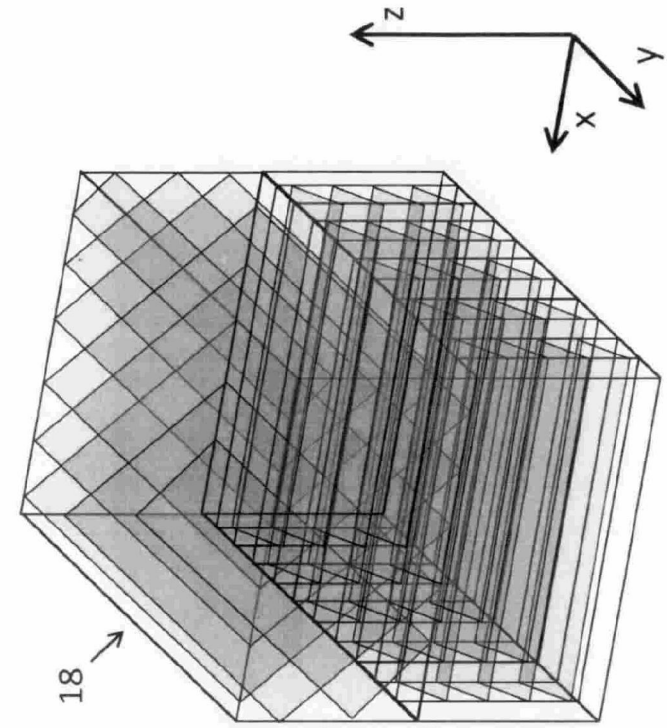


圖 7(b)

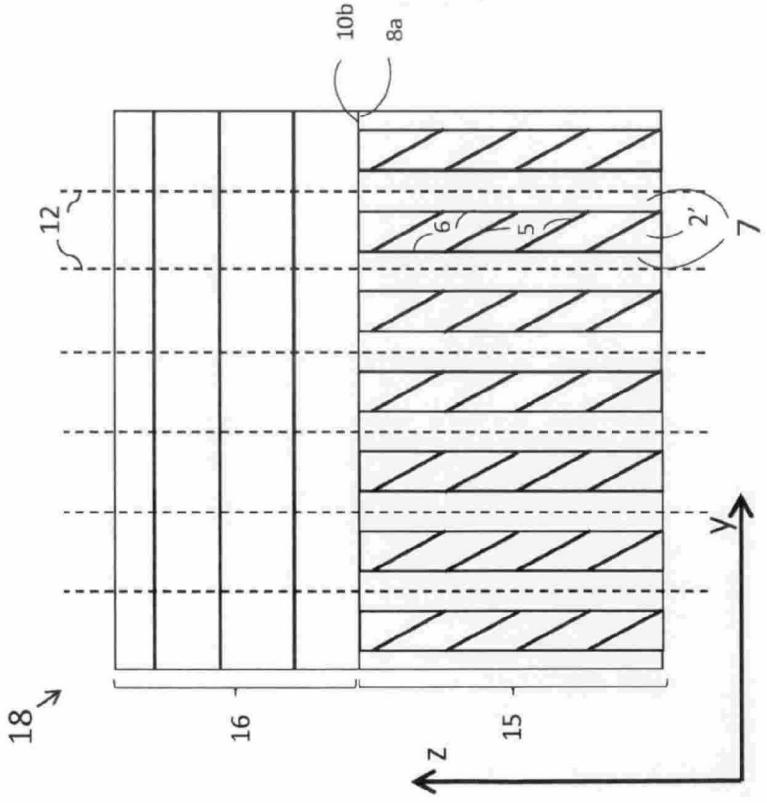


圖 7(a)

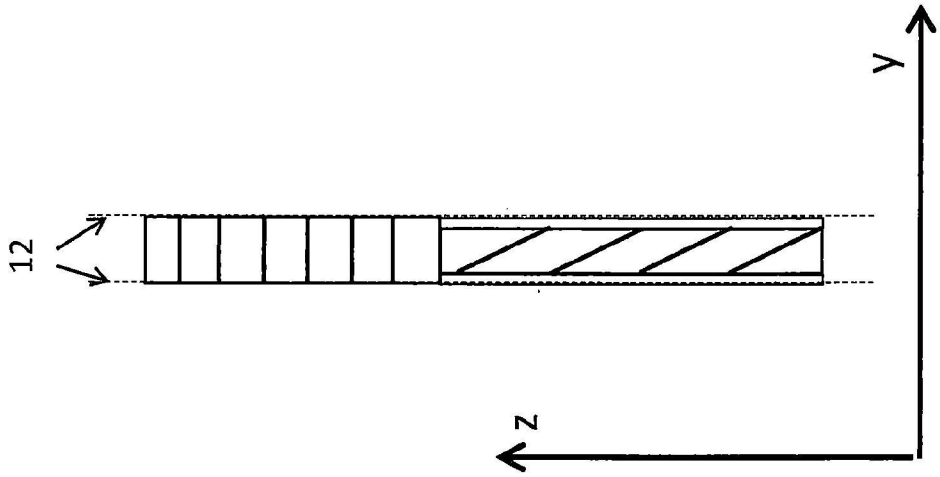


圖 7(d)

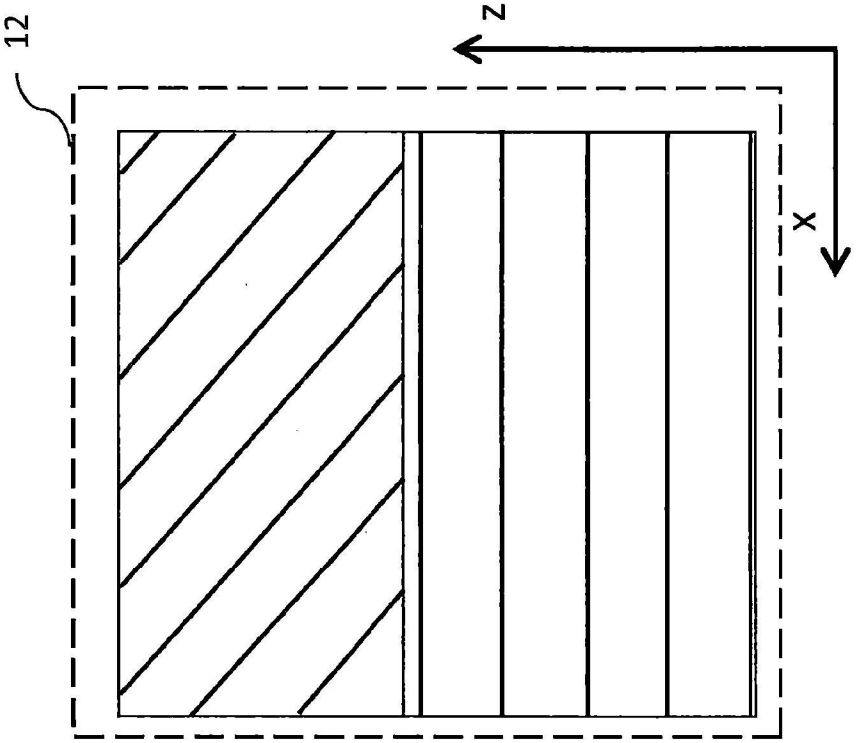


圖 7(c)

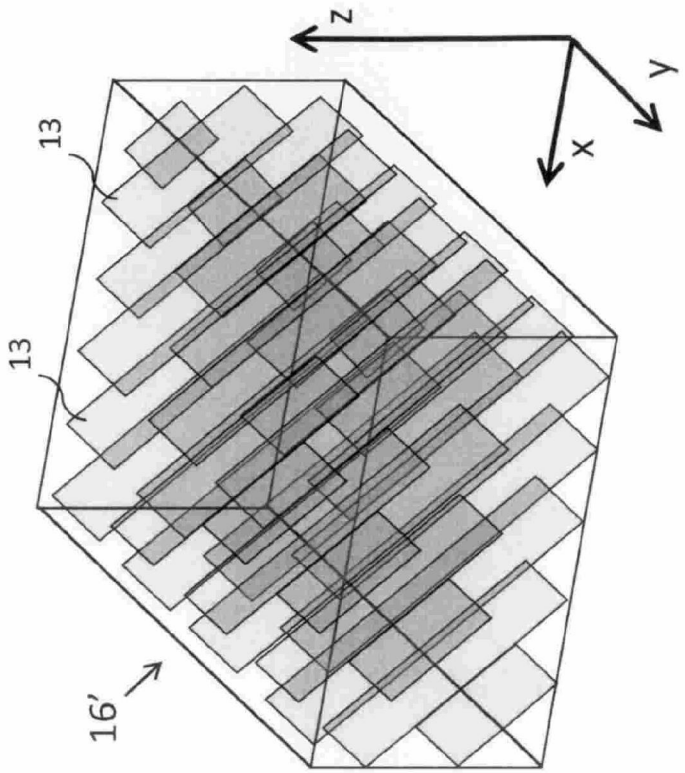


圖 8(b)

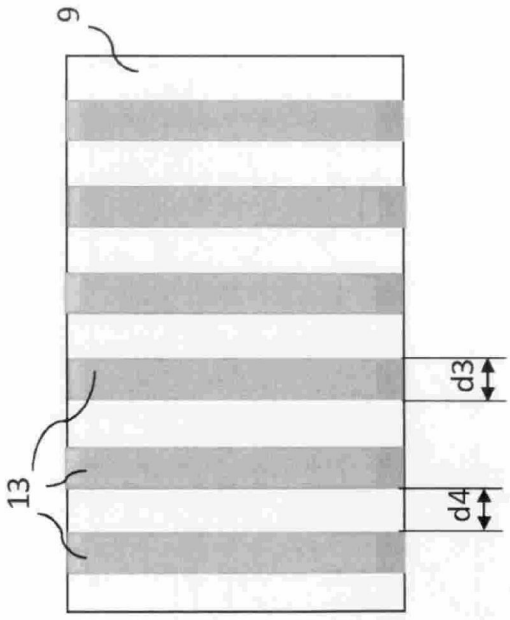


圖 8(a)

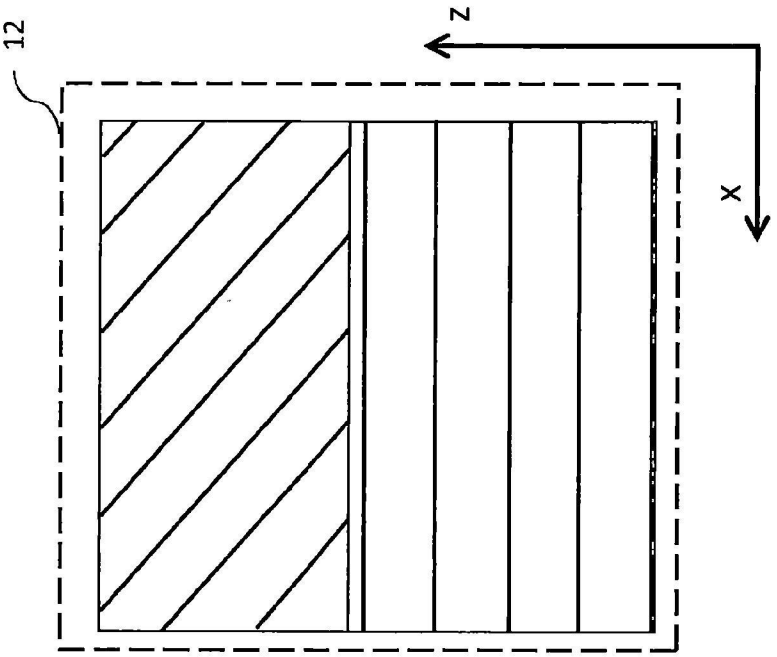


圖 9(b)

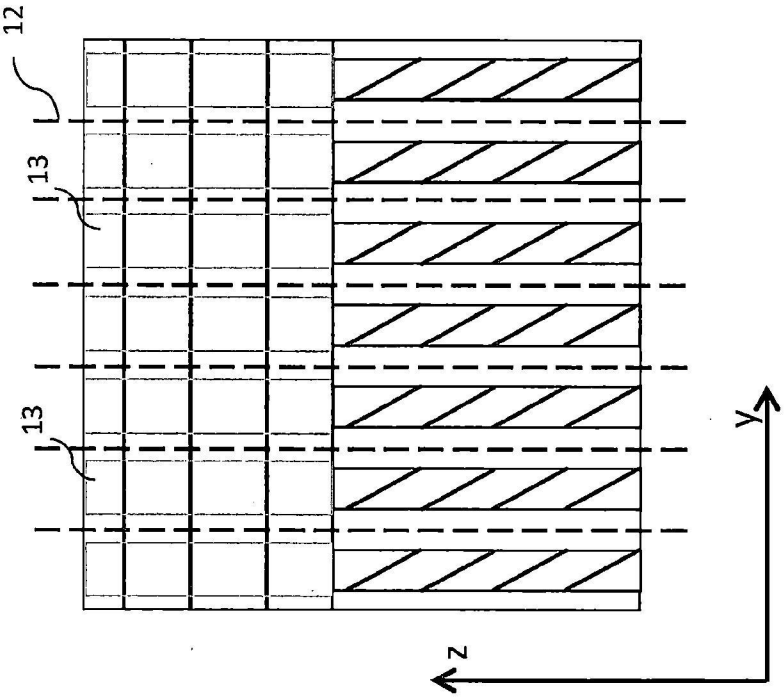


圖 9(a)

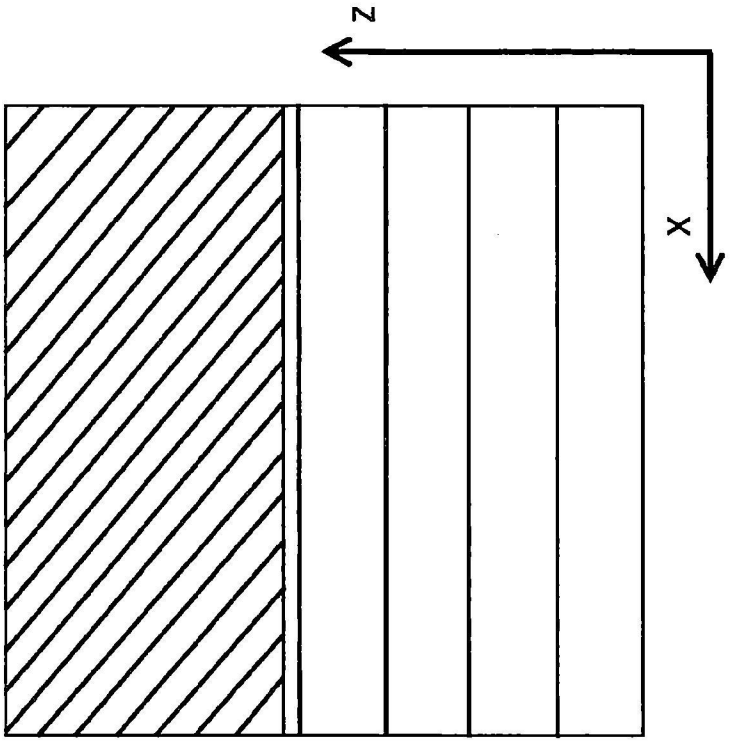


圖 10(b)

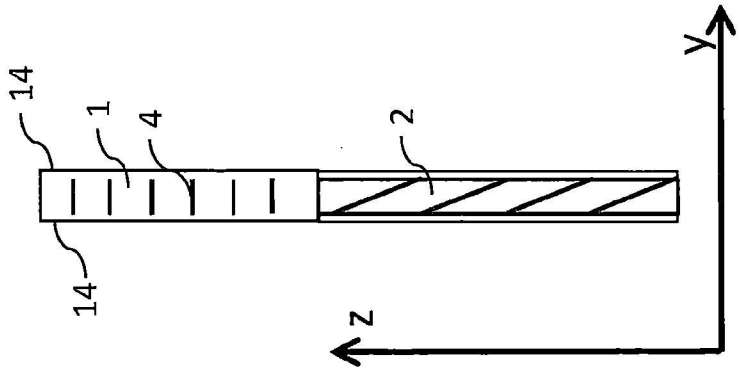


圖 10(a)

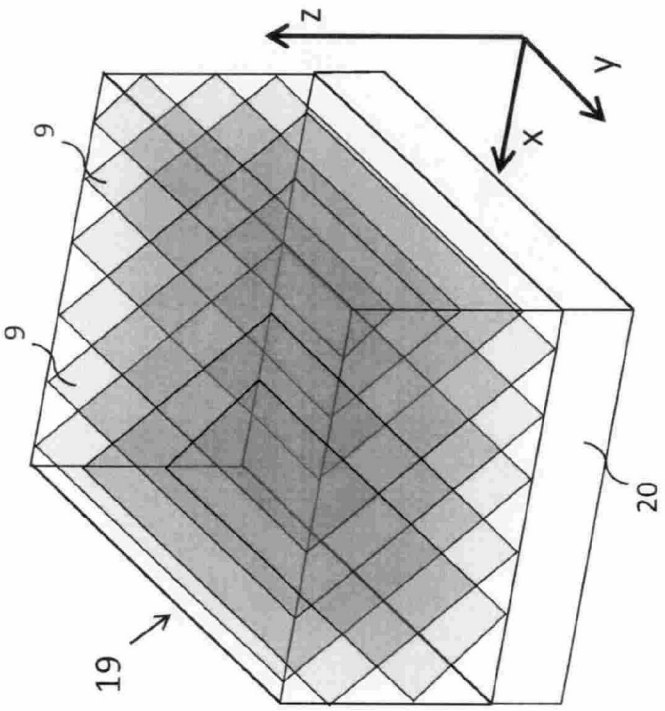


圖 11(b)

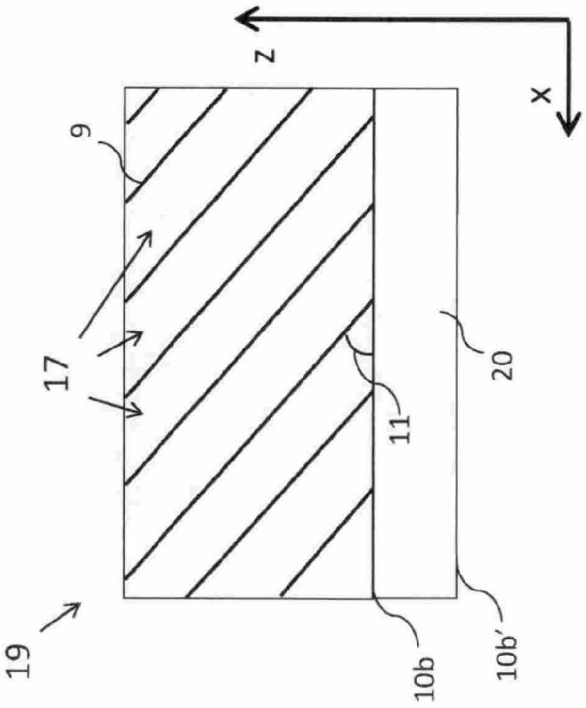


圖 11(a)

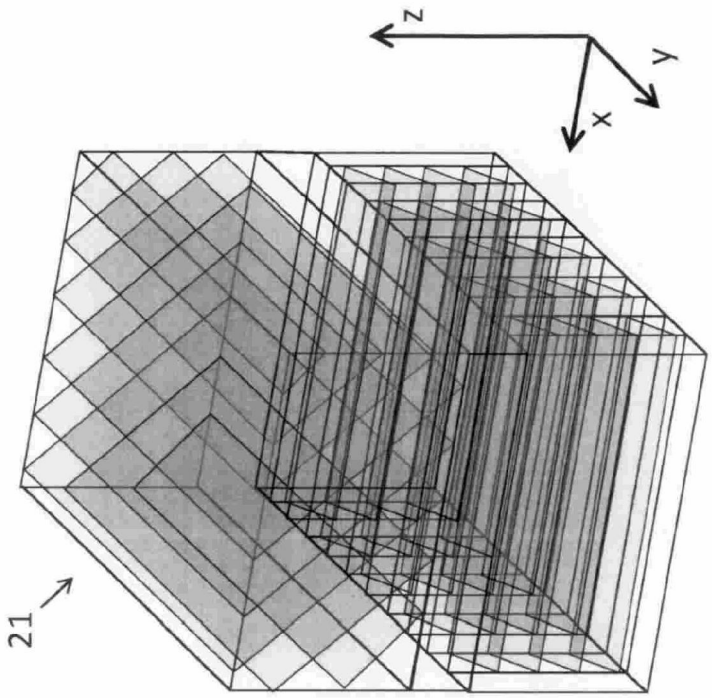


圖 12(b)

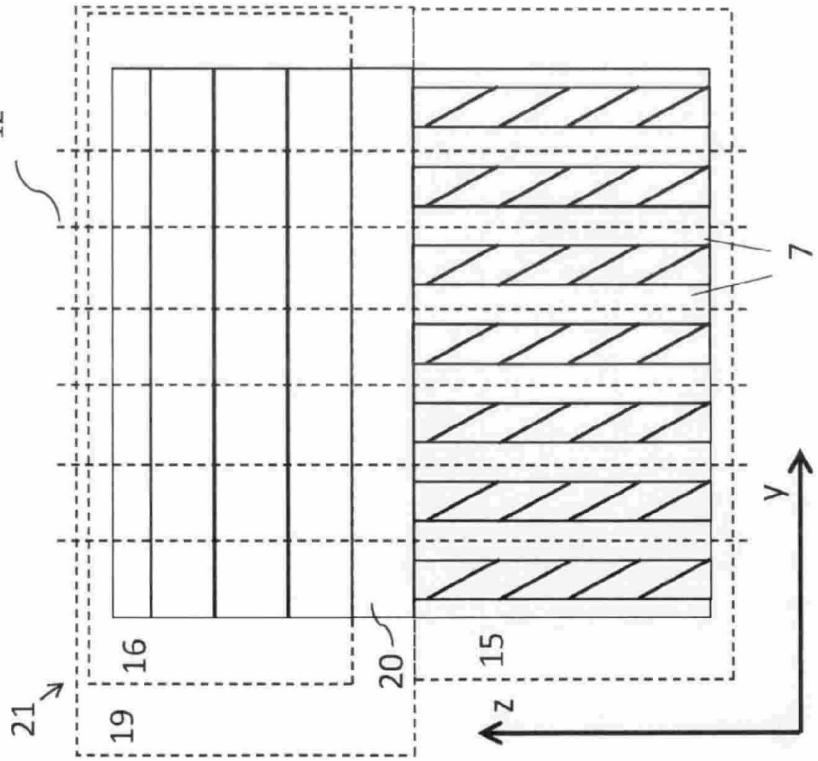


圖 12(a)

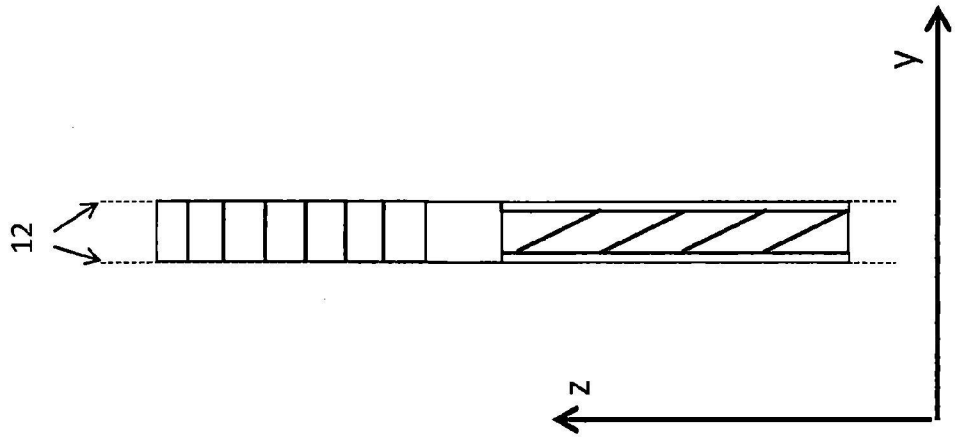


圖 12(d)

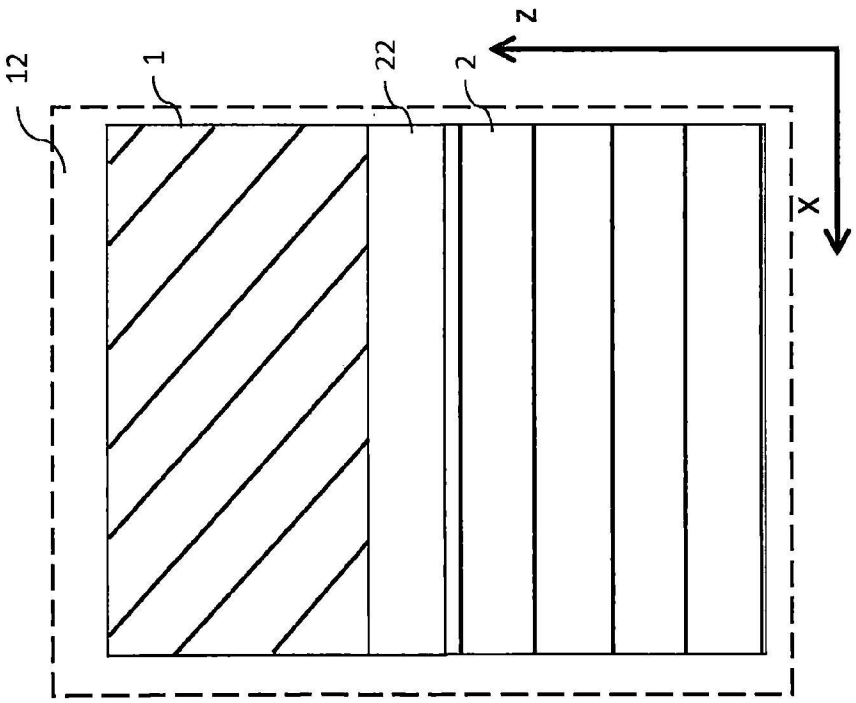


圖 12(c)

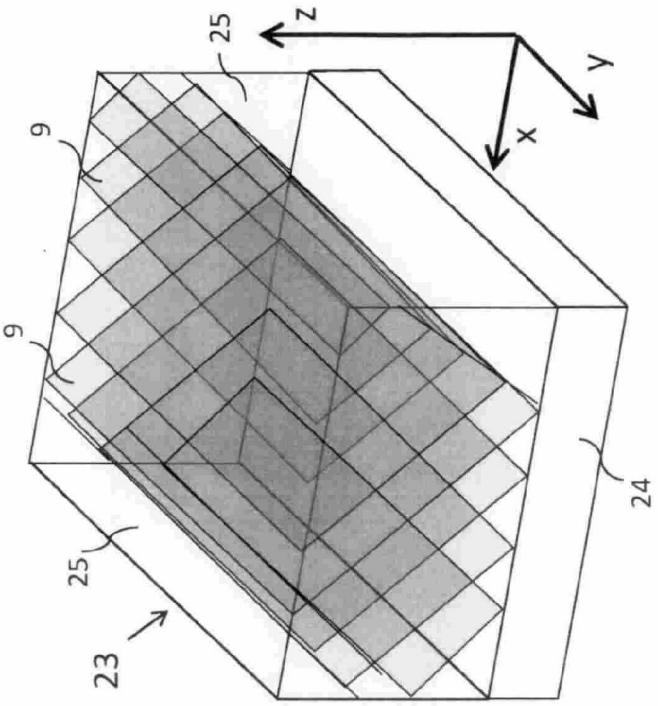


圖 13(b)

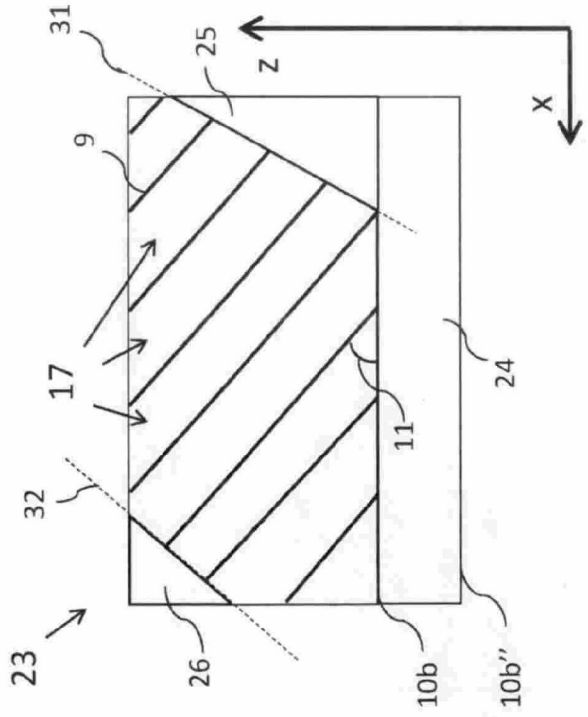


圖 13(a)

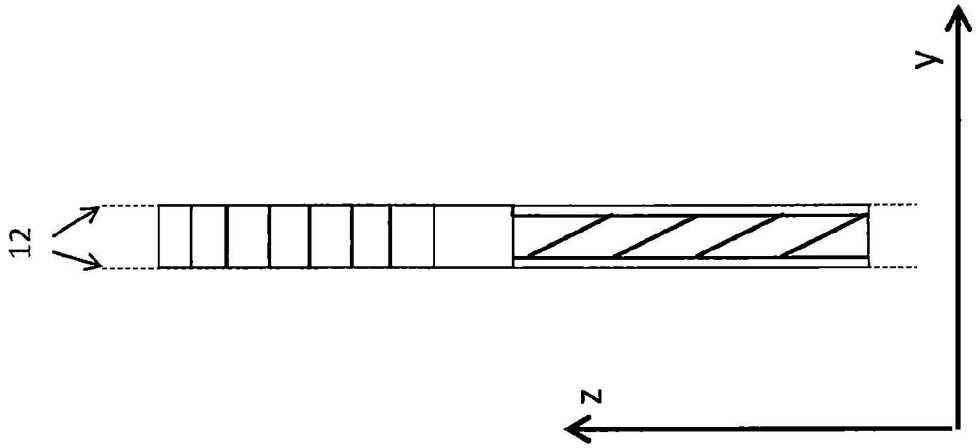


圖 13(d)

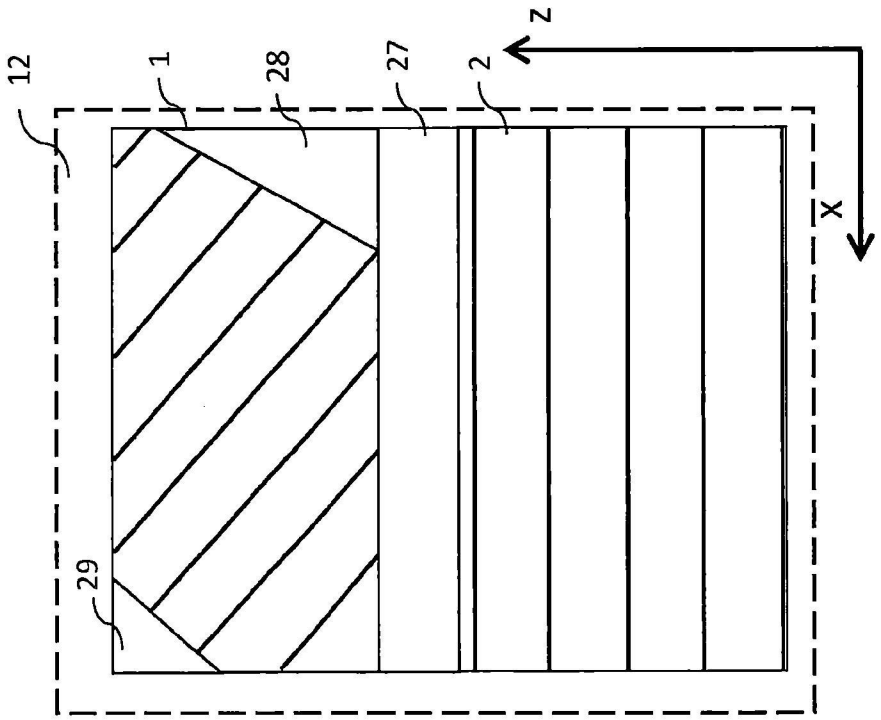


圖 13(c)