



(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 I835950 B

(45) 公告日：中華民國 113 (2024) 年 03 月 21 日

(21) 申請案號：108146141

(22) 申請日：中華民國 108 (2019) 年 12 月 17 日

(51) Int. Cl. : H01L21/203 (2006.01)

H01L21/302 (2006.01)

(30) 優先權：2018/12/17 美國

62/780,793

(71) 申請人：美商應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)  
美國(72) 發明人：高德 路迪維奇 GODET, LUDOVIC (US)；梅保奇 班雀奇 MEBARKI,  
BENCHERKI (US)；傅 晉欣 FU, JINXIN (US)

(74) 代理人：李世章；彭國洋

(56) 參考文獻：

EP 0230652A1

US 2002/0046945A1

US 2003/0224116A1

US 2005/0128592A1

審查人員：吳松屏

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：7 共 36 頁

(54) 名稱

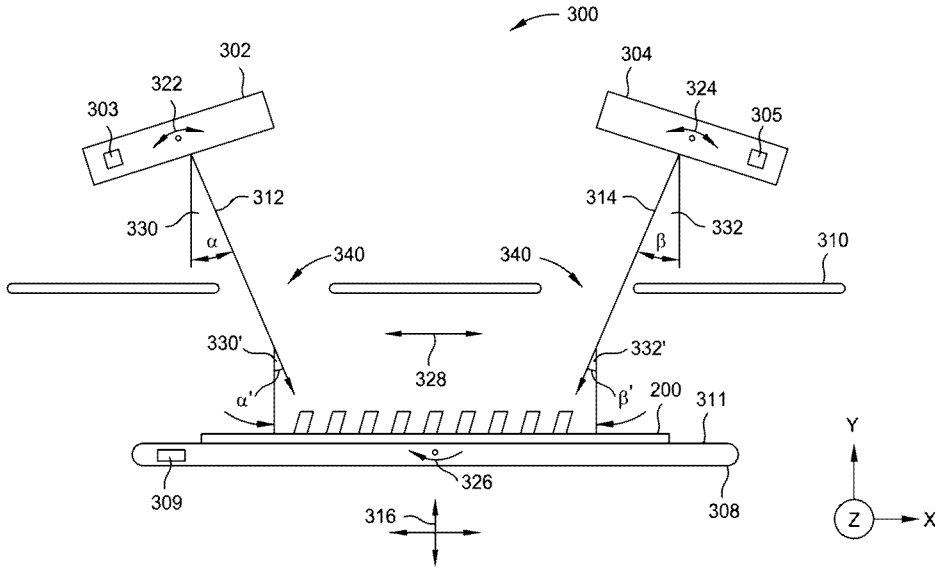
用於封裝的 PVD 定向沉積

(57) 摘要

於此描述的實施例關於封裝的奈米結構光學裝置以及藉由非對稱選擇性物理氣相沉積 (PVD) 來封裝此類裝置的光柵的方法。在一些實施例中，用於封裝光學裝置光柵的方法包括：可同時或順序地執行的第一 PVD 製程和第二 PVD 製程。第一 PVD 製程可以不垂直於光柵的基板的第一角度提供材料的第一流。第二 PVD 製程可以不垂直於光柵的基板的第二角度提供材料的第二流。第一 PVD 製程和第二 PVD 製程的組合在光柵上方形成封裝層，並在光柵的相鄰鱗片之間形成一或多個氣隙。

Embodiments described herein relate to encapsulated nanostructured optical devices and methods of encapsulating gratings of such devices by asymmetric selective physical vapor deposition (PVD). In some embodiments, a method for encapsulating optical device gratings includes a first PVD process and a second PVD process that may be carried out simultaneously or sequentially. The first PVD process may provide a first stream of material at a first angle non-perpendicular to a substrate of the grating. The second PVD process may provide a second stream of material at a second angle non-perpendicular to the substrate of the grating. The combination of the first PVD process and the second PVD process forms an encapsulation layer over the grating and one or more air gaps between adjacent fins of the grating.

指定代表圖：



第3圖

符號簡單說明：

- 200:光柵
- 300:設備
- 302:PVD 源
- 303:致動器
- 304:PVD 源
- 305:致動器
- 308:支撐件
- 309:致動器
- 310:准直器
- 311:支撐表面
- 312:流
- 314:流
- 316:箭頭/線性運動
- 322:箭頭
- 324:箭頭
- 326:旋轉
- 328:箭頭
- 330: $\alpha$ /入射角度
- 330':入射角度
- 332: $\beta$ /入射角度
- 332':入射角度
- 340:開口



I835950

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】用於封裝的 PVD 定向沉積

【英文發明名稱】PVD DIRECTIONAL DEPOSITION FOR ENCAPSULATION

【中文】

於此描述的實施例關於封裝的奈米結構光學裝置以及藉由非對稱選擇性物理氣相沉積（PVD）來封裝此類裝置的光柵的方法。在一些實施例中，用於封裝光學裝置光柵的方法包括：可同時或順序地執行的第一 PVD 製程和第二 PVD 製程。第一 PVD 製程可以不垂直於光柵的基板的第一角度提供材料的第一流。第二 PVD 製程可以不垂直於光柵的基板的第二角度提供材料的第二流。第一 PVD 製程和第二 PVD 製程的組合在光柵上方形成封裝層，並在光柵的相鄰鱗片之間形成一或多個氣隙。

【英文】

Embodiments described herein relate to encapsulated nanostructured optical devices and methods of encapsulating gratings of such devices by asymmetric selective physical vapor deposition (PVD). In some embodiments, a method for encapsulating optical device gratings includes a first PVD process and a second PVD process that may be carried out simultaneously or sequentially. The first PVD process may provide a first stream of material at a first angle non-perpendicular to a substrate of the grating. The second PVD process may provide a second stream of material at a second angle non-perpendicular to the substrate of the grating. The combination of the first PVD process and the second PVD process forms an encapsulation layer over the grating and one or more air gaps between adjacent fins of the grating.



【指定代表圖】第 ( 3 ) 圖。

【代表圖之符號簡單說明】

- 200 : 光柵
- 300 : 設備
- 302 : PVD 源
- 303 : 致動器
- 304 : PVD 源
- 305 : 致動器
- 308 : 支撐件
- 309 : 致動器
- 310 : 准直器
- 311 : 支撐表面
- 312 : 流
- 314 : 流
- 316 : 箭頭 / 線性運動
- 322 : 箭頭
- 324 : 箭頭
- 326 : 旋轉
- 328 : 箭頭
- 330 :  $\alpha$  / 入射角度
- 330' : 入射角度
- 332 :  $\beta$  / 入射角度
- 332' : 入射角度
- 340 : 開口

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】用於封裝的 PVD 定向沉積

【英文發明名稱】PVD DIRECTIONAL DEPOSITION FOR ENCAPSULATION

【技術領域】

【0001】 本揭露書的實施例大體上關於光學裝置。更具體地，本揭露書的實施例關於一種封裝奈米結構光學裝置的光柵的方法。

【先前技術】

【0002】 虛擬實境通常被認為是其中使用者具有明顯的物理存在的電腦生成的模擬環境。可以 3D 形式生成虛擬實境體驗，並使用頭戴式顯示器（HMD）（諸如眼鏡或具有近眼顯示面板作為鏡頭的其他可穿戴式顯示裝置）進行查看，以顯示可替代實際環境的虛擬實境環境。

【0003】 然而，增強實境使得使用者仍然可看穿眼鏡或其他 HMD 設備的顯示鏡片，以查看周圍的環境，還可看到為顯示而生成的虛擬物件的影像並顯示為環境的一部分。增強實境可包括任何類型的輸入（諸如音訊和觸覺輸入）及可強化或增強使用者體驗的真實環境的視覺影像、圖形和視訊。作為新興技術，增強實境存在有許多挑戰和設計約束。

【0004】 一個此類挑戰是顯示覆蓋在周圍環境上的虛擬影像。波導用以輔助疊加影像。產生的光通過波導傳播，直到光離開波導並覆蓋在周圍環境上。由於波導趨於具有不均勻的性質，因此製造波導可能具有挑戰性。因此，本領域所需要的是一種封裝波導的光柵的改良方法。

**【發明內容】**

**【0005】** 在一個實施例中，於此顯示並描述了一種藉由非對稱選擇性物理氣相沉積（PVD）來封裝光學裝置的光柵的方法。方法包括以下步驟：以相對於基板表面的第一非垂直角度在第一方向上從第一PVD源向基板上的第一鰭片結構的一或多個表面提供第一材料的第一流；在第一鰭片結構的一或多個表面上沉積第一材料，以形成從第一鰭片結構橫向延伸的第一突起；以相對於基板表面的第二非垂直角度在第二方向上從第二PVD源向基板上的第二鰭片結構的一或多個表面提供第二材料的第二流；及在第二鰭片結構的一或多個表面上沉積第二材料，以形成從第二鰭片結構橫向延伸的第二突起。第二突起與第一突起會聚以在第一鰭片結構和第二鰭片結構上方形成封裝層。

**【0006】** 在一個實施例中，於此顯示並描述了一種藉由非對稱選擇性物理氣相沉積（PVD）來封裝光學裝置的光柵的方法。方法包括以下步驟：以相對於基板的上表面的平面的第一非垂直角度在第一方向上從第一PVD源向設置在基板上的光柵的一或多個表面提供第一材料的第一流；在光柵的一或多個表面上沉積第一材料；以相對於基板的上表面的平面的第二非垂直角度在第二方向上從第二PVD源向光柵的一或多個表面提供第二材料的第二流；及在光柵的一或多個表面上沉積第二材料。第一材料和第二材料在光柵的一或多個表面上的沉積在光柵上方形成封裝層，封裝層部分地界定了光柵的相鄰鰭片之間的一或多個氣隙。

**【0007】** 在一個實施例中，於此顯示並描述了一種藉由非對稱選擇性物理氣相沉積（PVD）來封裝光學裝置的光柵的方法。方法包括以下步驟：以相對於基板表面的第一非垂直角度在第一方向上從第一PVD源向基板上的第一鰭片結構的一或多個表面提供第一材料的第一流；引導第一材料的第一流通過具有至少一個開口的准直器，以限制通過至少一個開口的第一材料的角度範圍；在第一鰭片結構的一或多個表面上沉積第一材料，以形成從第一鰭片結構的頂部部分橫向延伸的第一突起；以相對於基板表面的第二非垂直角度在第二方向上從第二PVD源向基板上的第二鰭片結構的一或多個表面提供第二材料的第二流；引導第二材料的第二流通過具有至少一個開口的准直器。

**【圖式簡單說明】**

**【0008】** 為了可詳細地理解本揭露書的上述特徵的方式，可藉由參考實施例來對上文簡要地概述的本揭露書進行更詳細的描述，其中一些實施例顯示在附隨的圖式中。然而，應注意附隨的圖式僅顯示示例性實施例，且因此不應被認為是對其範圍的限制，且可允許其他等效實施例。

**【0009】** 第1圖是根據於此描述的實施例的波導組合器的示意性正視圖。

**【0010】** 第2圖是根據於此描述的實施例的具有封裝的光柵的波導組合器的區域的示意性橫截面圖。

**【0011】** 第3圖是根據於此描述的實施例的用於PVD沉積的設備的示意圖。

【0012】 第 4 圖是根據於此描述的實施例的在波導的光柵上方形成封裝層的方法的流程圖。

【0013】 第 5 A 和 5 B 圖是根據於此描述的實施例的在波導的光柵上方形成封裝層的方法的示意圖。

【0014】 第 6 圖是根據於此描述的實施例的在波導的光柵上方形成封裝層的方法的流程圖。

【0015】 第 7 A 圖和第 7 B 圖是根據於此描述的實施例的在波導的光柵上方形成封裝層的方法的示意圖。

【0016】 為促進理解，在可能的情況下使用了相同的元件符號來表示圖式中共有的相同元件。可預期的是，一個實施例的元件和特徵可有益地併入其他實施例中，而無需進一步敘述。

#### 【實施方式】

【0017】 本揭露書的實施例關於成角度的 PVD 設備和方法。更具體地，於此描述的實施例提供了一種在光柵上沉積封裝層的方法。

【0018】 於此描述的實施例關於封裝的奈米結構光學裝置以及藉由非對稱選擇性物理氣相沉積 (PVD) 來封裝此種裝置的光柵的方法。奈米結構光學裝置的示例包括波導和金屬透鏡。在一些實施例中，用於封裝光學裝置光柵的方法包括：可同時或順序地執行的第一 PVD 製程和第二 PVD 製程。第一 PVD 製程可以不垂直於光柵的基板的第一角度提供材料的第一流。第二 PVD 製程可以不垂直於光柵的基板的第二角度提供材料的第二流。第一 PVD 製程和第二

PVD製程的組合在光柵上方形成封裝層，並在光柵的相鄰鰭片之間形成一或多個氣隙。

**【0019】** 第1圖顯示了具有三個光柵103、105和107的示例性波導組合器100（如，用於VR或AR應用）的透視正視圖。可理解下文描述的波導組合器100是可利用於此描述的系統和方法形成的示例性波導組合器，且可利用本揭露書的系統和方法來形成或修改其他光學裝置和奈米結構的光學裝置，諸如其他波導組合器。例如，可形成具有三個以上光柵的光學裝置，諸如五個或更多個光柵。替代地，可形成具有三個以下光柵的光學裝置，諸如兩個複數個光柵。在另一個示例中，可形成在兩個主平面側上都具有光柵的光學裝置。在又一示例中，可形成具有多於一個輸入耦合區域和多於一個輸出耦合區域的光學裝置。

**【0020】** 波導組合器100包括由第一光柵103界定的輸入耦合區域102、由第二光柵105界定的中間區域104以及由第三光柵107界定的輸出耦合區域106。每個光柵103、105及107分別包括複數個鰭片113、115、117。在一些實施例中，複數個鰭片113、115和117的一或多個包括具有不同幾何形狀的鰭片，諸如與彼光柵中的其他鰭片具有不同的傾斜角度或尺寸的傾斜角度或尺寸。另外，複數個鰭片113、115或117內的一個分散鰭片的傾斜角度在其光柵的長度或寬度上可不同。在一些實施例中，輸入耦合區域102、中間區域104和輸出耦合區域106佈置成在輸入耦

合區域 102 和輸出耦合區域 106 之間達成光的基本全內反射。

**【0021】** 第 2 圖顯示了根據於此描述的實施例的示例性光柵 200 的示意性橫截面圖。光柵 200 可與光柵 103、105 或 107 之一者基本相似，且因此可在輸入耦合區域 102、中間區域 104 或輸出耦合區域 106 之一者中使用。

**【0022】** 光柵 200 包括設置在基板 205 上的光柵材料層 203。在一些實施例中，光柵材料層 203 可設置在一或多個間隔層（未顯示）上，一或多個間隔層（未顯示）設置在基板 205 上的。在包括間隔層的實施例中，間隔層可操作以為光柵 200 提供支撐，並且具有根據光柵 200 的所期望光學特性的厚度和材料。

**【0023】** 基板 205 可由任何合適的材料形成並具有任何合適的厚度，只要基板 205 可適當地透射期望波長或波長範圍中的光且可用作光柵 200 的適當支撐。在一些實施例中，基板 205 的材料包括（但不限於）矽（Si）、二氧化矽（SiO<sub>2</sub>）、玻璃、塑膠、聚碳酸酯及含藍寶石的材料的一或多種。在一些實施例中，基板 205 包括摻雜的玻璃。例如，基板 205 包括摻雜有重摻雜劑（諸如鐳（La）、鋯（Zr）、鋅（Zn）及類似者）的玻璃。基板 205 的材料可進一步具有可捲曲和撓性的性質。在一些實施例中，基板 205 的材料包括（但不限於）具有在約 1.5 和約 2.4 之間的折射率的材料。例如，基板 205 可為具有在約 1.7 和約 2.4 之間的折射率的摻雜的高折射率基板。

**【0024】** 光柵材料層 203 包括碳氧化矽 ( $\text{SiOC}$ )、氧化鈦 ( $\text{TiO}_x$ )、 $\text{TiO}_x$  奈米材料、氧化鈮 ( $\text{NbO}_x$ )、鈮鍺 ( $\text{Nb}_3\text{Ge}$ )、二氧化矽 ( $\text{SiO}_2$ )、碳氮氧化矽 ( $\text{SiOCN}$ )、氧化釩 ( $\text{IV}$ ) ( $\text{VO}_x$ )、氧化鋁 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )、氧化銦錫 ( $\text{ITO}$ )、氧化鋅 ( $\text{ZnO}$ )、五氧化鉭 ( $\text{Ta}_2\text{O}_5$ )、氮化矽 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )、 $\text{Si}_3\text{N}_4$  富矽、 $\text{Si}_3\text{N}_4$  氫摻雜、 $\text{Si}_3\text{N}_4$  硼摻雜、硝酸矽碳 ( $\text{SiCN}$ )、氮化鈦 ( $\text{TiN}$ )、二氧化鋯 ( $\text{ZrO}_2$ )、鍺 ( $\text{Ge}$ )、磷化鎵 ( $\text{GaP}$ )、多晶 ( $\text{PCD}$ )、奈米晶金剛石 ( $\text{NCD}$ ) 及含摻雜金剛石的材料。可藉由任何合適的方式在基板 205 的表面上方形成光柵材料層 203。例如，光柵材料層 203 可藉由 PVD、化學氣相沉積 (CVD)、電漿增強 CVD (PECVD)、可流動 CVD (FCVD)、原子層沉積 (ALD) 和旋塗製程的一種或多種形成。在一些實施例中，光柵材料層 203 的材料具有在約 1.5 與約 2.65 之間的折射率。在一些實施例中，光柵材料層 203 的材料具有在約 3.5 和 4.0 之間的折射率。

**【0025】** 根據於此描述的方法，光柵材料層 203 包括設置在其上的具有高度  $h$  和橫向距離  $d$  的複數個鰭片 207。在第 2 圖所示的實施例中，鰭片 207 的高度  $h$  界定為從光柵材料層 203 的表面 214 到鰭片 207 的頂表面 216 的距離。在沒有光柵材料層 203 的實施例中，鰭片 207 的高度  $h$  可界定為從基板 205 的頂表面到鰭片 207 的頂表面 216 的距離。間隙  $g$  是在光柵 200 的相鄰鰭片 207 之間的距離。在一些實施例中，複數個鰭片 207 的每個相鄰鰭片 207 的間隙  $g$  基本相同。在

另一實施例中，至少一組相鄰鰭片 207 的間隙  $g$  不同於複數個鰭片 207 的另一組相鄰鰭片 207 的間隙  $g$ 。在一些實施例中（如第 2 圖所示），複數個鰭片 207 可具有鰭片 207 的單個部分 209，其中每個鰭片 207 相對於表面法線 215 具有相同的傾斜角度  $\theta'$ 。在一些實施例（未顯示）中，複數個鰭片 207 可具有鰭片 207 的兩個或更多個部分，每個鰭片相對於基板 205 的表面法線 215 可具有不同的傾斜角度  $\theta'$ 。在一些實施例中，基於複數個鰭片 207 的期望深度和傾斜角度來選擇光柵材料層 203 的材料。在一些實施例中，鰭片 207 可具有相對於表面法線 215 等於零的傾斜角度  $\theta'$ ，且因此，鰭片 207 可為二元鰭片（binary fins）。

**【0026】** 光柵 200 進一步包括設置在複數個鰭片 207 上方的封裝層 208。封裝層 208 是設置在鰭片 207 的頂表面 216 上方的基本平面的材料層，與鰭片 207 和基板 205 的表面 214 或間隔層的頂表面一起界定了設置在相鄰鰭片 207 之間的一或多個氣隙（如，空腔）218。在一些實施例中，封裝層 208 具有在約 5 nm 和約 1000 nm 之間的厚度，諸如在約 50 nm 和約 750 nm 之間。例如，封裝層 208 具有在約 100 nm 和約 600 nm 之間的厚度，諸如在約 200 nm 和約 400 nm 之間，諸如約 300 nm。

**【0027】** 通常，封裝層 208 的折射率低於光柵材料層 203 的折射率。在一些實施例中，封裝層 208 的折射率在約 1.0 與大約 .7 之間，諸如在約 1.2 和約是 1.5 之間。在一些實施例中，封裝層 208 的吸收係數小於約 0.001。封裝層 208 可由

任何合適的透明材料形成，包括（但不限於）含二氧化矽的材料和不含二氧化矽的材料，諸如含聚合物的材料，例如含氟聚合物的材料。在一些實施例中，封裝層208由二氧化矽（ $\text{SiO}_2$ ）或低k介電膜形成，諸如碳摻雜和氮化物摻雜的氧化矽（ $\text{SiCON}$ ）或碳氮化矽（ $\text{SiCN}$ ）。在一些實施例中，封裝層208包括含氟材料，諸如氟化鋁（ $\text{AlF}_3$ ）和氟化鎂（ $\text{MgF}_2$ ）。在其他實施例中，封裝層208和基板205或光柵材料層203由基本相同的材料形成。

**【0028】** 每個氣隙218的高度基本上類似於與其相鄰的鰭片207的高度 $h$ ，且每個氣隙218的寬度等於在相鄰的鰭片207之間間隙 $g$ 。氣隙218可填充大氣或任何其他合適的氣體。空氣具有1.0的折射率為和0的吸收係數，且因此，與使用間隙填充材料或其他塗層相比，使用空氣填充的氣隙218可改善通過光柵200的光學透射率。因此，氣隙218可使光柵200具有更好的效率並且減小光學裝置設計中需要的鰭片207的高度 $h$ 。在一些實施例中，氣隙218填充有處於或接近大氣壓的一種或多種氣體。在其他實施例中，氣隙218填充有處於次大氣壓的一或多種氣體。

**【0029】** 第3圖是根據本揭露書的至少一些實施例的用於PVD沉積的設備300的示意性側視圖。具體地，第3圖示意性地描繪了用於將成角度的PVD放置在光柵上以在其上形成大體上平坦的封裝層的設備300。設備300通常包括第一PVD源302、用於支撐光柵200的支撐件308及任選的准直器310。第一PVD源302配置成提供從PVD源302朝向

支撐件 308 (及設置在支撐件 308 上的光柵 200 或其他基板) 的第一定向材料流 (如第 3 圖所描繪的流 312)。在一些實施例中, 設備 300 包括從 PVD 源 304 朝向支撐件 308 (及設置在支撐件 308 上的光柵 200 或其他基板) 的第二定向材料通量流 (如第 3 圖所描繪的流 314)。第一 PVD 源 302 及 / 或第二 PVD 源 304 可耦接至可旋轉蓋 (未顯示) 或其他可旋轉支撐結構, 以使第一 PVD 源 302 及 / 或第二 PVD 源 304 相對於支撐件 308 繞著 y 軸旋轉多達 360 度或 180 度。

**【0030】** 支撐件 308 包括支撐表面 311 以支撐光柵 200, 使得要沉積在其上的光柵 200 的一或多個工作表面曝露於第一流 312 和第二流 314。支撐件 308 可配置成相對於第一 PVD 源 302 和第二 PVD 源 304 沿 x 軸、y 軸和 z 軸移動 (如, 掃描), 如箭頭 316 所示, 其中移動可為線性的或非線性的。任選地, 支撐件 308 可另外配置成繞 y 軸旋轉或繞 x 軸和 z 軸傾斜, 如箭頭 316 所示。通常, 支撐件 308 耦接到致動器 309, 致動器 309 用於圍繞 x、y 和 z 軸平移和旋轉致動支撐件 308。

**【0031】** 第一和第二 PVD 源 302、304 包括要濺射沉積在光柵 200 上的靶材。在一些實施例中, 第一和第二 PVD 源 302、304 的靶材是相同的靶材。在其他實施例中, 由第一和第二 PVD 源 302、304 提供的靶材彼此不同。在一些實施例中, 靶材包括上述封裝層 208 中將包括的一或多種材料。例如, 靶材可包括含二氧化矽的材料和不含二氧化矽

的材料，諸如含聚合物的材料，例如氟聚合物材料。在一些實施例中，靶材包括含矽（Si）材料（諸如二氧化矽（ $\text{SiO}_2$ ）、摻雜碳和氮化物的氧化矽（ $\text{SiCON}$ ）及/或碳氮化矽（ $\text{SiCN}$ ））。在一些實施例中，靶材包括含鋁（Al）材料。在一些實施例中，靶材包括含氟（ $\text{F}_2$ ）材料，諸如氟化鋁（ $\text{AlF}_3$ ）和氟化鎂（ $\text{MgF}_2$ ）。根據於此提供的教示，也可適當地使用其他材料。PVD源302、304進一步包括功率源或耦合至功率源，以提供合適的功率用於形成靠近靶材的電漿並用於將原子從靶材濺射出。功率源可為DC功率源或RF功率源的任一者或兩者。

**【0032】** 在一些實施例中，與離子束或其他離子源不同，第一和第二PVD源302、304配置成提供靶材的大部分中性離子和少量離子。這樣，可形成具有足夠低密度的電漿，以避免電離太多靶材的濺射原子。可針對其他尺寸的波導或其他基板按比例縮放所施加的功率或功率密度。另外，可控制其他參數以幫助在材料流312、314中提供大部分中性的物質。例如，可將壓力控制為足夠低，使得平均自由路徑長於第一和第二PVD源302、304的開口的總體尺寸，材料通量流通過開口朝向支撐件308。在一些實施例中，可將壓力控制在約0.5毫托（mTorr）和約25mTorr之間，諸如在約1mTorr和約20mTorr之間，諸如在約5mTorr和約15mTorr之間，諸如約10mTorr。

**【0033】** 在與本揭露書一致的實施例中，可控制材料通量的第一和第二流312、314的入射的橫向角度。例如，第3圖

描繪了根據本揭露書的至少一些實施例的設備300，其顯示了來自第一PVD源302的第一流312的材料沉積角度 $\alpha$  330和來自第二PVD源304的第二流314的角度 $\beta$  332。在一些實施例中，角度 $\alpha$  330和 $\beta$  332可固定或藉由如箭頭322所示傾斜第一PVD源302及/或如箭頭324所示傾斜第二PVD源304來調節。因此，第一和第二PVD源302、304通信地耦合至致動器303、305，用於使PVD源302、304繞x軸線和z軸線傾斜。

**【0034】** 如上所述，設備300可包括任選的准直器310。在一些實施例中，准直器310是插入在PVD源302、304和光柵200之間的具有一或多個的開口340的物理結構（諸如罩，盤或複數個擋板），使得材料通量的流312、314行進通過結構（如，准直器310）。具有角度太大或太小以致不能通過准直器310的開口340的任何材料將被阻擋，從而限制了到達光柵200的材料的允許角度範圍。在一些實施例中，准直器310可包括單個開口。在其他實施例中，設備300包括具有多個開口的單個准直器310。另外，在其他實施例中，准直器310可包括多個准直器，每個准直器具有一或多個開口。如於此所使用的，准直器310用作控制從第一及/或第二PVD源302、304濺射的材料的散佈角度的散佈角度控制設備。在一些實施例中，一或多個准直器310可線性地移動，如箭頭328所示。

**【0035】** 在一些實施例中，材料的流312、314實際接觸光柵200的一或多個表面的人射角度 $\alpha$  330'、 $\beta$  332'可不同於由

第一 PVD 源 302 和第二 PVD 源 304 所提供的材料的流 312、314 的入射角度 330、332。材料的流 312、314 實際接觸光柵 200 表面的入射角度 330'、332' 可藉由以下的一或多者而控制（如，改變）：由第一和第二 PVD 源 302、304 所提供的材料的流的入射角度 330、332，任選准直器 310 中的開口的數量和位置、相對於 PVD 源 302、304 和光柵 200 或支撐件 308 的位置的任選准直器 310 的線性位置及支撐件 308 的旋轉 326 和線性運動 316。

**【0036】** 於此揭露的方法和實施例有利地使得能夠沉積材料，以封裝波導的光柵。例如，第 4 圖是根據一個實施例的使用設備 300 在光柵 200 的複數個鰭片 207 上方形成封裝層 208 的方法 400 的流程圖。第 5 A 和 5 B 圖是根據一實施例的形成封裝層 208 的方法 400 的示意圖。具體地，第 5 A 和 5 B 圖描繪了其上沉積有封裝層 208 的光柵 200 的示意性橫截面圖。儘管描繪了光柵 200，但是包括具有特徵（諸如柱、溝槽、通孔或類似者）的光學裝置的其他結構可同樣地受益於於此描述的方法。

**【0037】** 用於在光柵 200 上沉積封裝層 208 的方法 400 在操作 402 處開始，其中從第一 PVD 源 302 在第一方向上朝鰭片 207 的一或多個表面提供材料的第一流 312。例如，第一 PVD 源 302 可被偏壓並用惰性氣體離子（諸如氬（Ar）、氪（Kr）和氙（Xe）離子）轟擊，以將材料的第一流 312 濺射沉積到複數個鰭片 207。在一些實施例中，PVD 化學作用物質是反應性 PVD 化學物質。例如，PVD 化學物質可

包括氧氣 (  $O_2$  ) 、氮氣 (  $N_2$  ) 、氫氣 (  $H_2$  ) 、氫氣和氧氣的混合物及 / 或氫氣和氟氣 (  $F_2$  ) 的混合物。以相對於基板 205 的頂表面 214 的平面不垂直的第一角度  $\alpha$  330 提供材料的第一流 312。基於封裝層 208 和鰭片 207 的期望尺寸及鰭片 207 的 ( 多個 ) 傾斜角度來選擇第一角度  $\alpha$  330。在一些實施例中，第一角度  $\alpha$  330 相對於基板 205 的表面法線 215 在約 45 度和約 89 度之間，諸如相對於基板 205 的表面法線 215 在約 60 度和約 89 度之間。例如，第一角度  $\alpha$  330 相對於基板 205 的表面法線 215 在約 75 度和約 85 度之間，諸如在約 78 度和約 82 度之間。

**【0038】** 在操作 404 處，材料的第一流 312 任選地被引導通過具有至少一個開口 340 的准直器 310，以進一步限制穿過其中的第一流 312 的角度範圍 ( 如，擴展 )，從而進一步限制材料的第一流 312 到鰭片 207 上的沉積角度。在一些實施例中，由第一 PVD 源 302 提供的流的角度、任選的准直器 310 的物理結構和放置及支撐件 308 的表面角度的組合控制材料的第一流 312 接觸鰭片 207 的入射角度 330'。藉由在沉積期間控制入射角度 330' 及相對於第一 PVD 源 302 及 / 或准直器 310 線性地移動光柵 200，可實現靶材在鰭片 207 上的選擇性和非對稱沉積。具體地，在操作 406 處 ( 描繪在第 5A 圖中 )，材料的第一流 312 僅沉積在鰭片 207 的期望表面上，諸如至少一個鰭片 207 的頂表面 216 及 / 或第一側壁 518 的頂部部分。如第 5A 圖所示，材料的第一流 312 在第二側壁 520 上沒有沉積，且材料的第一流 312

在基板 205 的頂表面 214 附近幾乎沒有或沒有沉積。因此，藉由沉積從第一側壁 518 的頂部部分及 / 或 鰭片 207 的頂表面橫向延伸的材料的第一流 312 而形成一或多個第一橫向突起 530。一旦完成方法 400 之後，第一橫向突起 530 最終形成封裝層 208 的一部分。

**【0039】** 在操作 408（其可與上文的操作 402 至 406 的任一同時或相繼發生）處，從第二 PVD 源 304 在第二方向上向 鰭片 207 的一或多個表面提供材料的第二流 314。例如，第二 PVD 源 304 可被偏壓並用惰性氣體離子轟擊，以將材料的第二流 314 濺射沉積到複數個 鰭片 207 上。以相對於基板 205 的頂表面 214 的平面不垂直的第二角度  $\beta$  332 提供材料的第二流 314。基於封裝層 208 和 鰭片 207 的期望尺寸及 鰭片 207 的（多個）傾斜角度來選擇第二角度  $\beta$  332。在一些實施例中，第二角度  $\beta$  332 相對於基板 205 的表面法線 215 在約 45 度和約 89 度之間，諸如相對於基板 205 的表面法線 215 在約 60 度和約 89 度之間。例如，第一角度  $\beta$  332 相對於基板 205 的表面法線 215 在約 75 度和約 85 度之間，諸如在約 78 度和約 82 度之間。

**【0040】** 在操作 410 處，材料的第二流 314 任選地被引導通過具有至少一個開口 340 的准直器 310，以進一步限制穿過其中的第二流 314 的角度範圍（如，擴展），從而進一步限制材料的第二流 314 到 鰭片 207 上的沉積角度。如上所述，由第二 PVD 源 304 提供的流的角度、任選的准直器 310

的物理結構和放置及支撐件308的表面角度的組合可控制材料的第二流314接觸鱗片207的入射角度332'。

**【0041】** 在操作412（描繪在第5B圖中）處，材料的第二流314僅沉積在鱗片207的期望表面上，諸如至少一個鱗片207的頂表面216及/或第二側壁520的頂部部分。如第5B圖所示，材料的第二流314在第一側壁518上沒有沉積，且材料的第二流314在基板205的頂表面214附近幾乎沒有或沒有沉積。因此，藉由沉積從第二側壁520的頂部部分及/或鱗片207的頂表面216朝第一橫向突起530橫向延伸的材料的第二流314而形成一或多個第二橫向突起532。一旦如上所述的進一步沉積之後，第一橫向突起530和第二橫向突起532最終會聚並彼此整合，以形成封裝層208（描繪在第2圖中）。

**【0042】** 第6圖是根據一實施例的使用設備300在光柵200的複數個鱗片207上方形成封裝層208的替代方法600的流程圖。方法600與方法400基本相似，並包括與操作402、404和406基本相似的幾個操作602、604和606。因此，僅方法600的操作608、610、612和614將為了清楚起見而於此描述。第7A和7B圖是根據一實施例的形成封裝層208的方法600的示意圖。具體地，第7A和7B圖描繪了具有封裝層208沉積於其上的光柵200的示意性橫截面圖。儘管描繪了光柵200，但是包括具有特徵（諸如柱、溝槽、通孔或類似者）的光學裝置的其他結構可同樣地受益於於此描述的方法。

【0043】 在鰭片 207 的期望表面上沉積材料的第一流 312 以形成第一橫向突起 530 (第 7A 圖所示) 之後, 在操作 608 處, 光柵 200 及 / 或第一 PVD 源 302 可繞 y 軸線旋轉。例如, 支撐件 308 及 / 或第一 PVD 源 302 可繞 y 軸線在約 1 度和約 360 度之間旋轉, 諸如在約 1 度和約 180 度之間旋轉, 諸如在約 1 度和約 90 度之間旋轉。支撐件 308 及 / 或第一 PVD 源 302 的旋轉使得第一 PVD 源 302 相對於光柵 200 具有與形成第一橫向突起 530 期間不同的平移和角度取向, 如第 7B 圖所示。因此, 第一 PVD 源 302 及 / 或支撐件 308 的旋轉使得能夠在第二方向上從第一 PVD 源 302 提供材料的第二流 314, 而無需利用第二 PVD 源。因此, 可僅利用第一 PVD 源 302 來形成第二橫向突起 532 以完成封裝層 208 的形成。

【0044】 在操作 610 處, 從第一 PVD 源 302 在第二方向上朝鰭片 207 的一或多個表面提供材料的第二流 314。例如, 在第一 PVD 源 302 及 / 或支撐件 308 上的光柵 200 旋轉之後, 第一 PVD 源 302 可再次偏壓並用惰性氣體離子轟擊, 以將材料的第二流 314 濺射沉積到複數個鰭片 207 上, 這次是在第二方向上。類似於操作 408, 材料的第二流 314 以第二角度  $\beta_{332}$  提供, 第二角度  $\beta_{332}$  基於封裝層 208 和鰭片 207 的所期望尺寸及鰭片 207 的 (多個) 傾斜角度。在一些實施例中, 第二角度  $\beta_{332}$  相對於基板 205 的表面法線 215 在約 45 度和約 89 度之間, 諸如相對於基板 205 的表面法線 215 在約 60 度和約 89 度之間。例如, 相對於基板 205 的表

面法線 215，第一角度  $\beta$  332 在約 75 度和約 85 度之間，諸如在約 78 度和約 82 度之間。

**【0045】** 在操作 612 處，材料的第二流 314 任選地被引導通過具有至少一個開口 340 的准直器 310，以進一步限制穿過其中的第二流 314 的角度範圍（如，擴展），從而進一步限制將材料的第二流 314 沉積到鰭片 207 上的角度。如上所述，由第一 PVD 源 302 提供的流的角度、任選的准直器 310 的物理結構和位置及支撐件 308 的表面角度的組合可控制材料的第二流 314 接觸鰭片 207 的入射角度 332'。

**【0046】** 在操作 614（描繪在第 7B 圖中）處，材料的第二流 314 僅沉積在鰭片 207 的所期望表面上，諸如至少一個鰭片 207 的頂表面 216 及 / 或第二側壁 520 的頂部部分。如第 7B 圖所示，材料的第二流 314 在第一側壁 518 上沒有沉積，且材料的第二流 314 在基板 205 的頂表面 214 附近幾乎沒有或沒有沉積。因此，藉由沉積從第二側壁 520 的頂部部分及 / 或鰭片 207 的頂表面 216 朝第一橫向突起 530 橫向延伸的材料的第二流 314 而形成一或多個第二橫向突起 532。一旦進一步沉積之後，第一橫向突起 530 和第二橫向突起 532 最終會聚並彼此整合，以形成封裝層 208（描繪在第 2 圖中）。

**【0047】** 儘管參考單個 PVD 源進行了描繪和描述，但是方法 600 可與第一 PVD 源 302 和第二 PVD 源 304 一起執行。因此，兩個或更多個材料的流在以上的操作 602 到 614 的任一個的期間可被提供且同時或依次沉積。此外，在一些實

施例中，當支撐件 308 及 / 或第一和第二 PVD 源 302、304 旋轉時，可同時進行沉積。

**【0048】** 總之，於此描述的實施例提供了具有封裝光柵的波導及其形成方法。利用成角度的 PVD 或定向 PVD 使得能夠在光柵上方形成封裝層，從而在其相鄰鰭片之間形成氣隙。利用在光柵的相鄰鰭片之間的氣隙而不是間隙填充材料可改善通過光柵的光傳輸，從而增強了整合此類光柵的光學裝置的光學效能。

**【0049】** 儘管前述內容涉及本揭露書的示例，但是在不背離本揭露書的基本範圍的情況下，可設計本揭露書的其他和進一步的示例，且本揭露書的範圍由以下的申請專利範圍決定。

**【符號說明】**

**【0050】**

- 100 : 波導組合器
- 102 : 輸入耦合區域
- 103 : 光柵
- 104 : 中間區域
- 105 : 光柵
- 106 : 輸出耦合區域
- 107 : 光柵
- 113 : 鰭片
- 115 : 鰭片
- 117 : 鰭片

2 0 0	:	光 柵
2 0 3	:	光 柵 材 料 層
2 0 5	:	基 板
2 0 7	:	鱗 片
2 0 8	:	封 裝 層
2 0 9	:	部 分
2 1 4	:	表 面 / 頂 表 面
2 1 5	:	表 面 法 線
2 1 6	:	頂 表 面
2 1 8	:	氣 隙
3 0 0	:	設 備
3 0 2	:	P V D 源
3 0 3	:	致 動 器
3 0 4	:	P V D 源
3 0 5	:	致 動 器
3 0 8	:	支 撐 件
3 0 9	:	致 動 器
3 1 0	:	准 直 器
3 1 1	:	支 撐 表 面
3 1 2	:	流
3 1 4	:	流
3 1 6	:	箭 頭 / 線 性 運 動
3 2 2	:	箭 頭
3 2 4	:	箭 頭

- 3 2 6 : 旋轉
- 3 2 8 : 箭頭
- 3 3 0 :  $\alpha$  / 入射角度
- 3 3 0' : 入射角度
- 3 3 2 :  $\beta$  / 入射角度
- 3 3 2' : 入射角度
- 3 4 0 : 開口
- 4 0 0 : 方法
- 4 0 2 : 操作
- 4 0 4 : 操作
- 4 0 6 : 操作
- 4 0 8 : 操作
- 4 1 0 : 操作
- 4 1 2 : 操作
- 5 1 8 : 第一側壁
- 5 2 0 : 第二側壁
- 5 3 0 : 第一橫向突起
- 5 3 2 : 第二橫向突起
- 6 0 0 : 方法
- 6 0 2 : 操作
- 6 0 4 : 操作
- 6 0 6 : 操作
- 6 0 8 : 操作
- 6 1 0 : 操作

6 1 2 : 操 作

6 1 4 : 操 作

**【生物材料寄存】**

國內寄存資訊(請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

國外寄存資訊(請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種藉由非對稱選擇性物理氣相沉積（PVD）來封裝一波導組合器的多個光柵的方法，包含以下步驟：

從一第一 PVD 源向該波導組合器提供一第一材料的一第一流，該波導組合器包括一輸入耦合光柵及一輸出耦合光柵，該輸入耦合光柵具有至少一第一鰭片結構及一第二鰭片結構，該第一流在一第一方向上往第一鰭片結構之一或多個表面、且以相對於該波導組合器的一第一非垂直角度提供；

在該第一鰭片結構的該一或多個表面上沉積該第一材料，該第一材料的該沉積形成從該第一鰭片結構橫向延伸的一第一突起；

從一第二 PVD 源向該輸入耦合光柵的該第二鰭片結構的一或多個表面提供一第二材料的一第二流，該第二流在一第二方向上且以相對於該波導組合器的一第二非垂直角度提供；及

在該第二鰭片結構的該一或多個表面上沉積該第二材料，該第二材料的該沉積形成從該第二鰭片結構橫向延伸的一第二突起，該第二突起與該第一突起會聚以在該輸入耦合光柵的該第一鰭片結構和該第二鰭片結構上方形成一封裝層。

【請求項2】 如請求項1所述之方法，其中該封裝層部分地在該第一鰭片結構和該第二結構之間界定一氣隙。

- 【請求項3】 如請求項2所述之方法，其中該氣隙包含大氣。
- 【請求項4】 如請求項3所述之方法，其中該氣隙在大氣壓下或接近大氣壓下被填充。
- 【請求項5】 如請求項3所述之方法，其中該氣隙在次大氣壓低下被填充。
- 【請求項6】 如請求項1所述之方法，其中該第一材料的該第一流和該第二材料的該第二流被同時地提供和沉積。
- 【請求項7】 如請求項1所述之方法，其中該第一材料的該第一流和該第二材料的該第二流被順序地提供和沉積。
- 【請求項8】 如請求項1所述之方法，其中該第一材料和該第二材料在組成上基本相同。
- 【請求項9】 如請求項1所述之方法，其中該第一材料和該第二材料在組成上基本不同。
- 【請求項10】 如請求項1所述之方法，其中該第一非垂直角度相對於該基板的一表面法線在約70度和約89度之間。
- 【請求項11】 如請求項1所述之方法，其中該第二非垂直角度相對於該基板的一表面法線在約91度和約110度之間。
- 【請求項12】 如請求項1所述之方法，進一步包含以下步驟：

經由一可移動支撐件通過該第一材料的該第一流或該第二材料的該第二流掃描該基板。

【請求項13】如請求項1所述之方法，進一步包含以下步驟：

引導該第一材料的該第一流通過具有至少一個開口的一准直器，以限制穿過該至少一個開口的該第一材料的一角度範圍。

【請求項14】如請求項13所述之方法，進一步包含以下步驟：

引導該第二材料的該第二流通過具有該至少一個開口的該准直器，以限制該第二材料通過該至少一個開口的一角度範圍。

【請求項15】如請求項1所述之方法，其中在該第一鰭片結構和該第二鰭片結構的一底部上沒有沉積該第一材料或該第二材料。

【請求項16】一種藉由非對稱選擇性物理氣相沉積（PVD）來封裝一波導組合器的多個光柵的方法，包含以下步驟：

從一第一PVD源向該波導組合器提供一第一材料的一第一流，該波導組合器包括一輸入耦合光柵及一輸出耦合光柵，該輸入耦合光柵具有至少一第一鰭片結構及一第二鰭片結構，該第一鰭片結構及該第二鰭片結構相對於該波導組合器的表面法線具有一傾斜角度，該第一流在一第一方向上往第一鰭片結構之一或多個表面、且

相對於該波導組合器的一平面成一第一非垂直角度提供；

在該第一鱗片結構的該一或多個表面上沉積該第一材料；

從一第二 PVD 源向該輸入耦合光柵之該第二鱗片結構的該一或多個表面提供一第二材料的一第二流，該第二流在一第二方向上且相對於該波導組合器的該平面成一第二非垂直角度提供；及

在該第二鱗片結構的該一或多個表面上沉積該第二材料，其中該第一材料和該第二材料在該第二鱗片結構的該一或多個表面上的該沉積在該輸入耦合光柵的該第一鱗片結構和該第二鱗片結構上方形成一封裝層。

**【請求項 17】** 如請求項 16 所述之方法，其中該第一材料的該第一流和該第二材料的該第二流被同時地提供和沉積。

**【請求項 18】** 如請求項 16 所述之方法，其中該第一材料的該第一流和該第二材料的該第二流被順序地提供和沉積。

**【請求項 19】** 如請求項 16 所述之方法，其中該第一材料和該第二材料在組成上基本相同。

**【請求項 20】** 一種藉由非對稱選擇性物理氣相沉積 (PVD) 來封裝一波導組合器的多個光柵的方法，包含以下步驟：

從一第一 PVD 源向該波導組合器提供一第一材料的

一第一流，該波導組合器包括一輸入耦合光柵及一輸出耦合光柵，該輸入耦合光柵具有至少一第一鰭片結構及一第二鰭片結構，該第一流在一第一方向上往第一鰭片結構之一或多個表面、且相對於該波導組合器成一第一非垂直角度提供；

引導該第一材料的該第一流通過具有至少一個開口的一准直器，以限制通過該至少一個開口的該第一材料的一角度範圍；

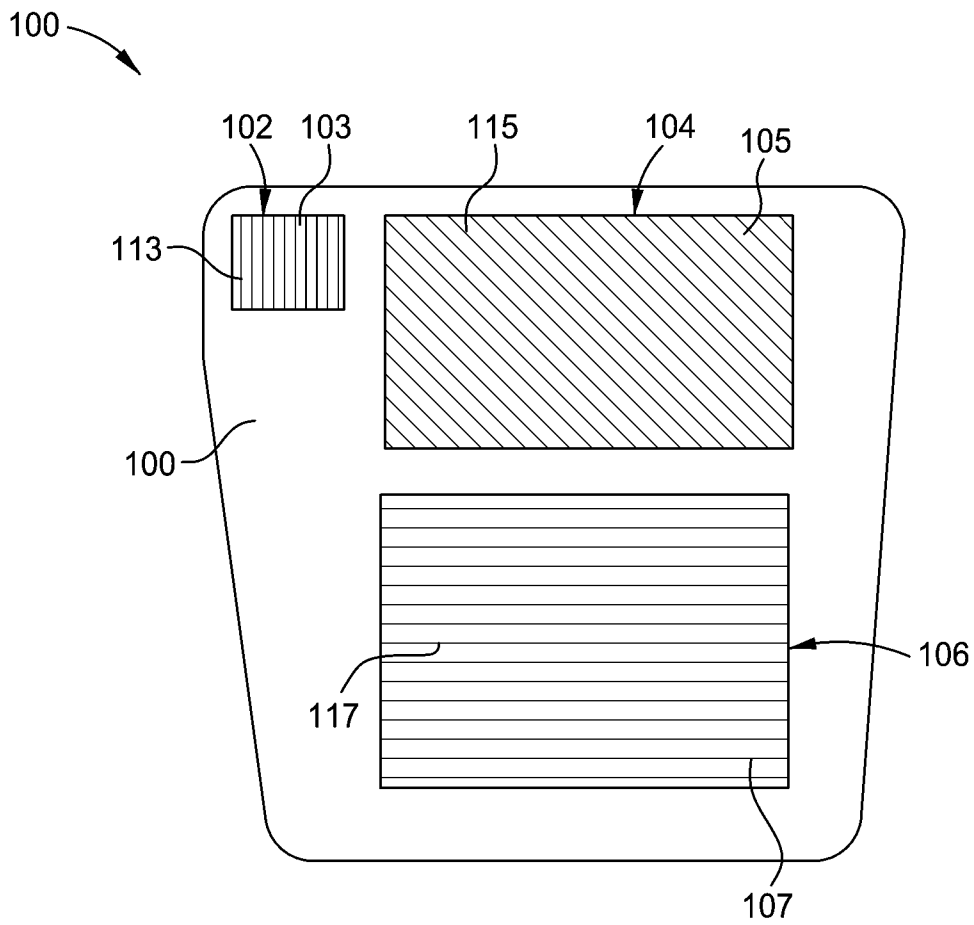
在該第一鰭片結構的該一或多個表面上沉積該第一材料，該第一材料的該沉積形成從該第一鰭片結構的一頂部部分橫向延伸的一第一突起；

從一第二 PVD 源向該輸入耦合光柵的該第二鰭片結構的一或多個表面提供一第二材料的一第二流，該第二流在一第二方向上且相對於該波導組合器成一第二非垂直角度提供；

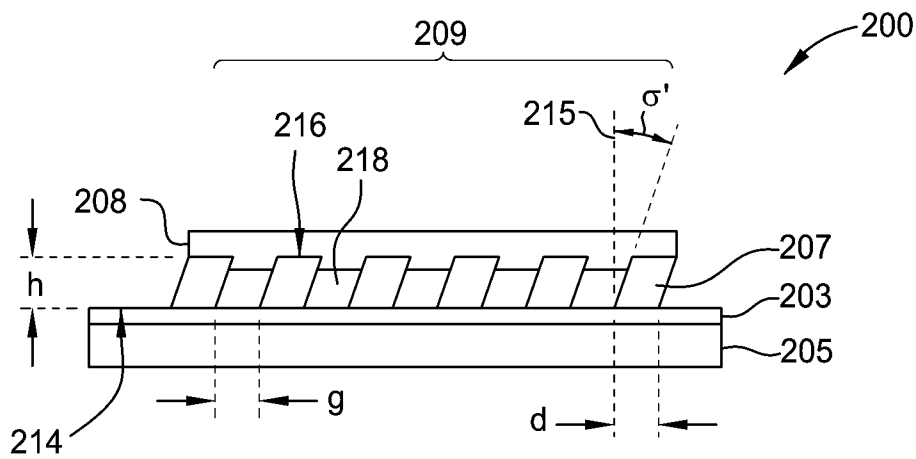
引導該第二材料的該第二流通過具有該至少一個開口的該准直器，以限制通過該至少一個開口的該第二材料的一角度範圍；及

在該第二鰭片結構的該一或多個表面上沉積該第二材料，該第二材料的該沉積形成從該第二鰭片結構的一頂部部分橫向延伸的一第二突起，該第二突起與該第一突起會聚以在該輸入耦合光柵的該第一鰭片結構和該第二鰭片結構上方形成一封裝層，該封裝層部分地界定了在該光柵的相鄰鰭片之間的一或多個氣隙。

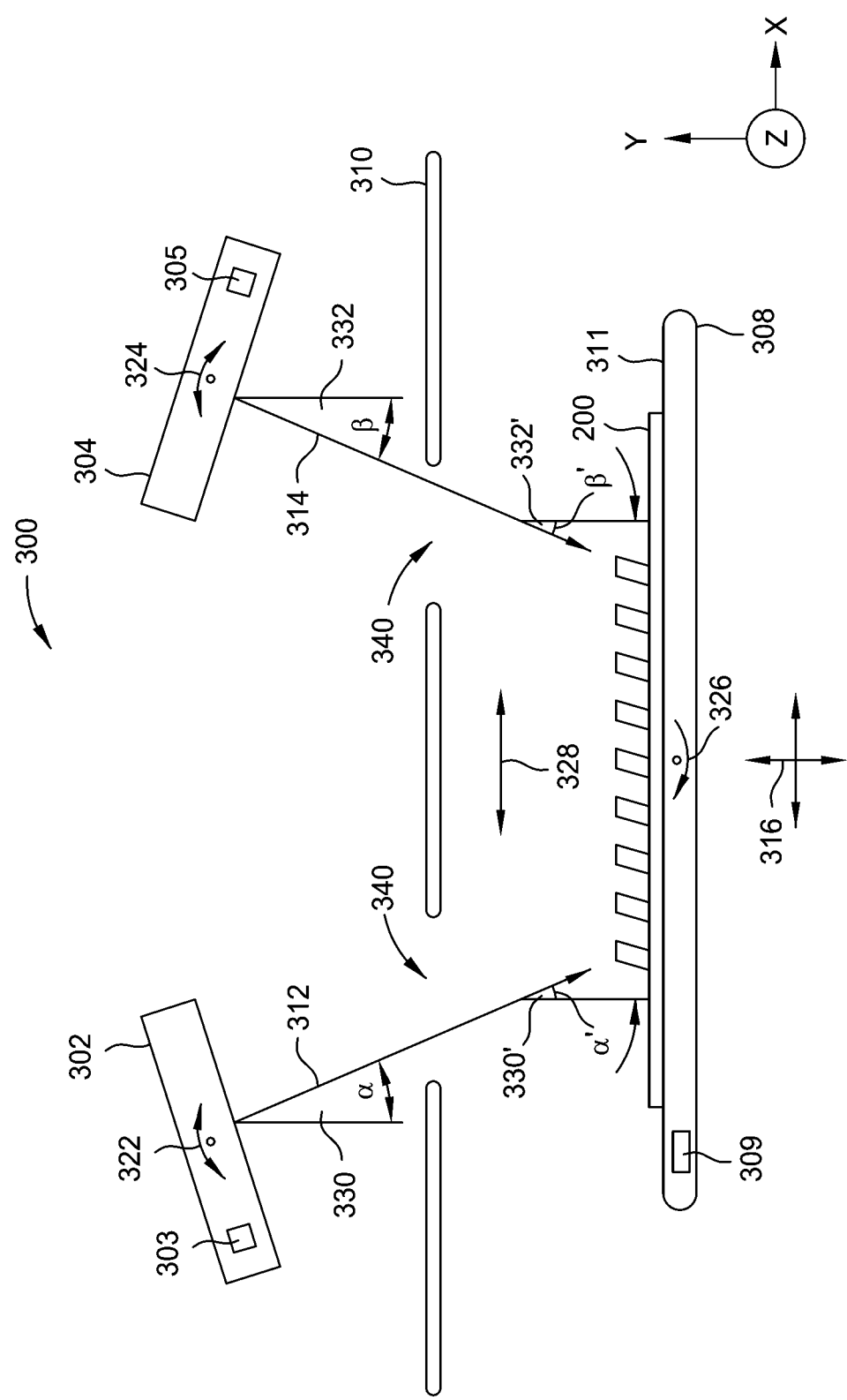
【發明圖式】



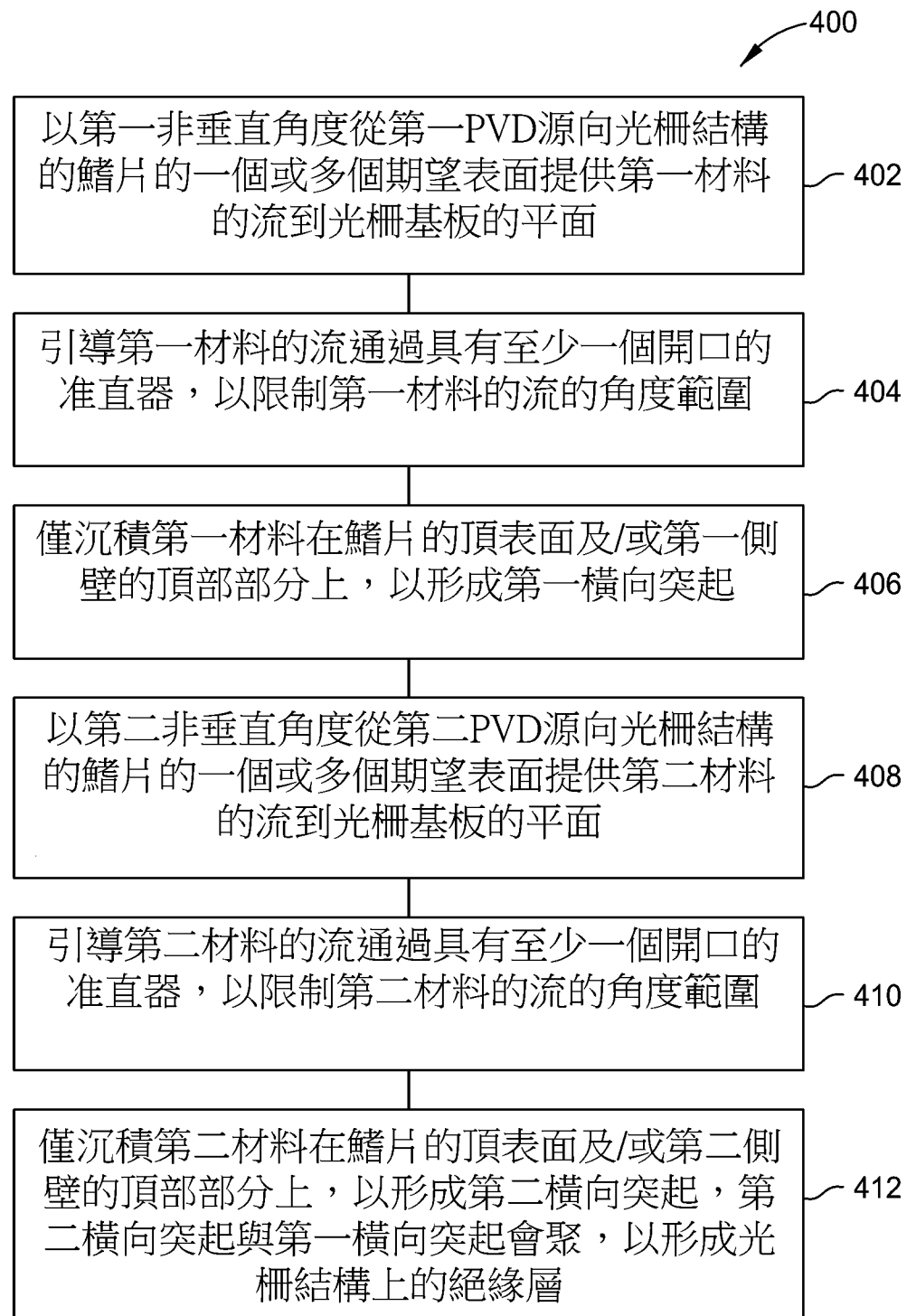
第1圖



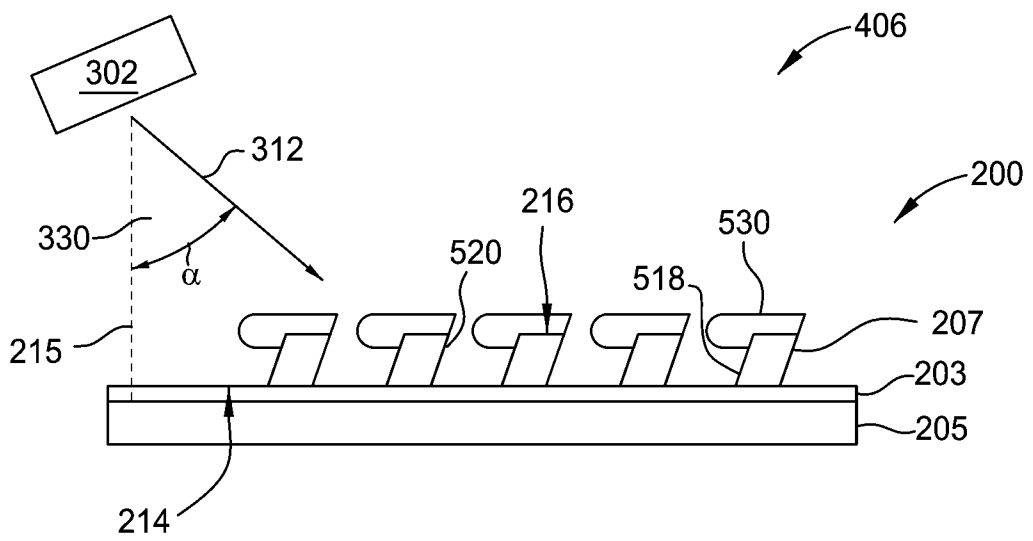
第2圖



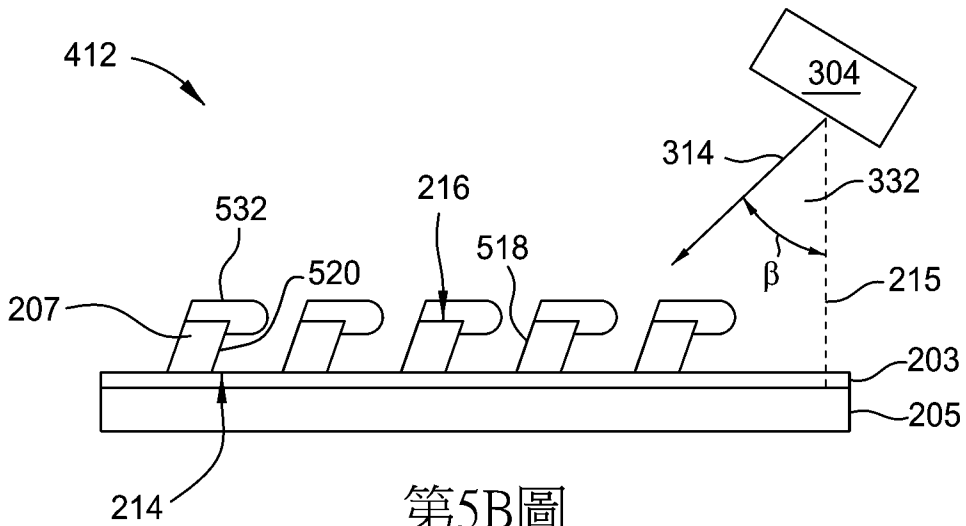
第3圖



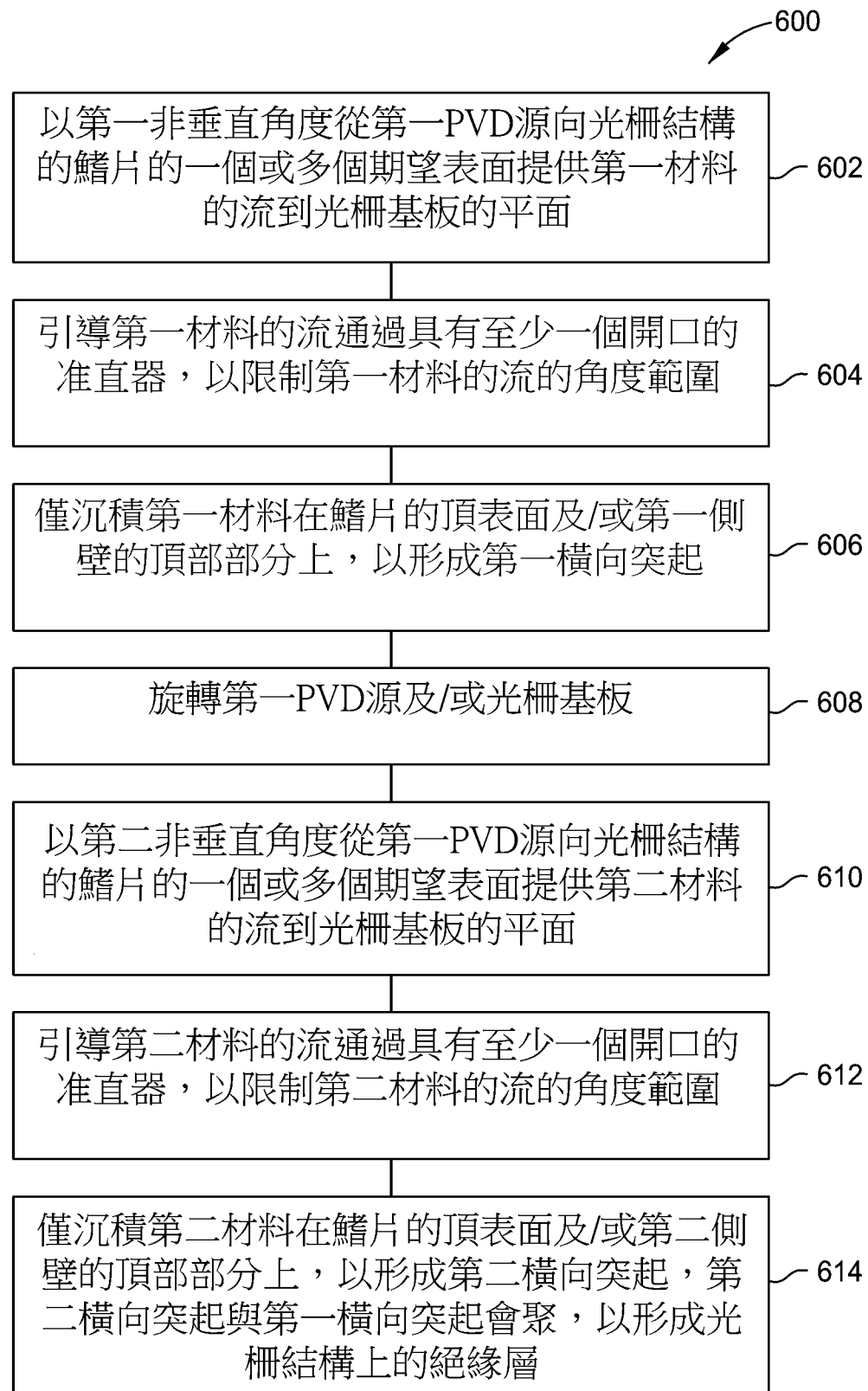
第4圖



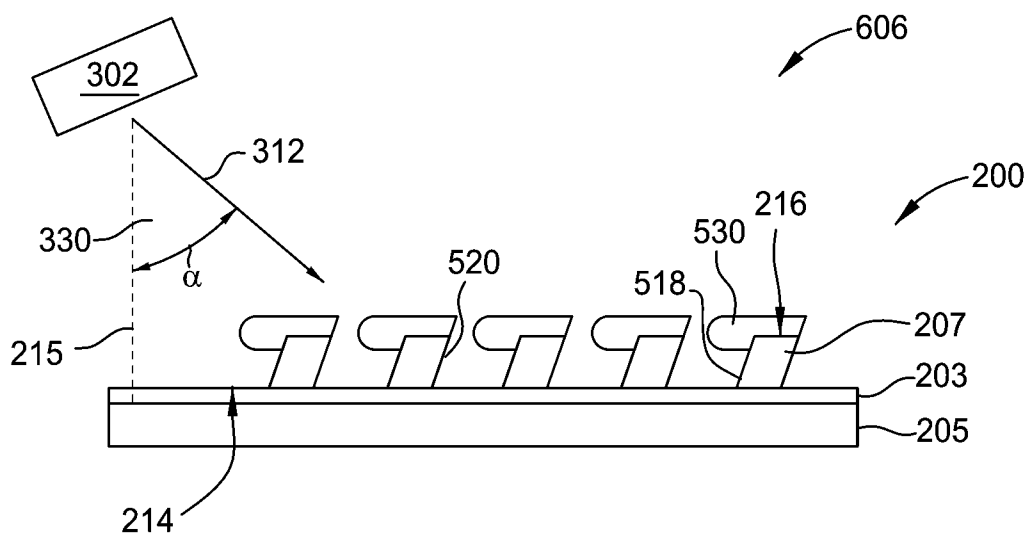
第5A圖



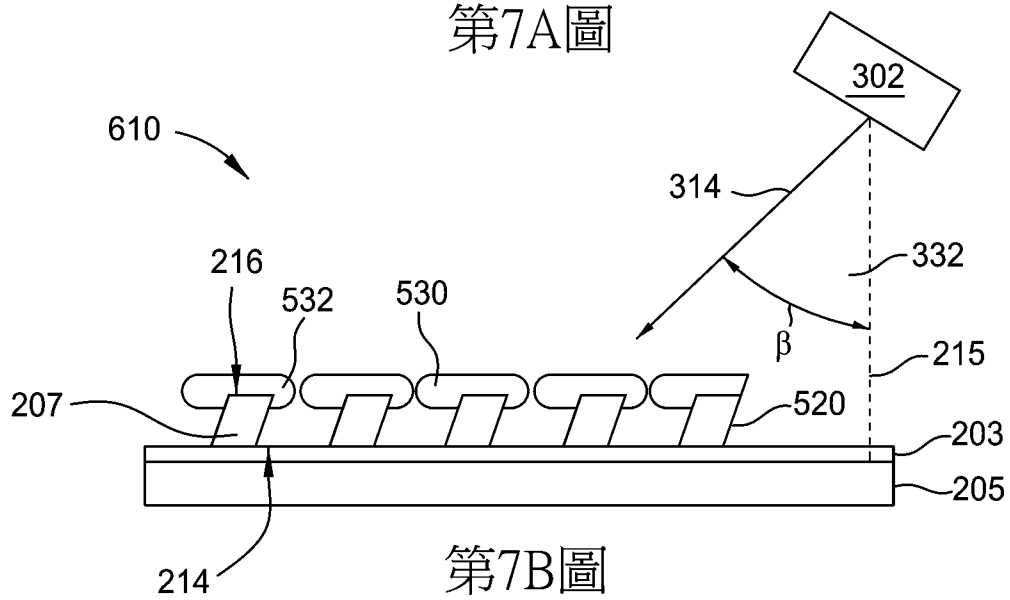
第5B圖



第6圖



第7A圖



第7B圖