



(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 I588549 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 06 月 21 日

(21)申請案號：102103564 (22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 01 月 30 日

(51)Int. Cl. : G02B6/00 (2006.01)

(30)優先權：2012/01/31 美國 61/593,071

(71)申請人：3M新設資產公司(美國) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (US)
美國(72)發明人：伊蒙斯 羅伯特 繆頓 EMMONS, ROBERT MILTON (US)；洪 布萊恩 文生
HUNG, BRYAN VINCENT (US)；貝爾茲 可瑞 達爾文 BALTS, COREY
DARWIN (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW	201044038A	US	7330315B2
US	2011234942A1	US	2008/088933A1

審查人員：劉人維

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：35 共 85 頁

(54)名稱

光導膜及其製造方法

LIGHT DIRECTING FILMS AND METHODS OF MAKING SAME

(57)摘要

光導膜具有一表面，其包含具有沿該表面之一長度延伸之尖峰的複數個微結構。每一微結構包括複數個升高部分及複數個非升高部分。可上覆於該光導膜的該表面上而不包括一升高部分之至少一部分之最大圓的一空隙直徑 D_c 小於約 0.5 mm。該光導膜不能分成形成一連續二維柵格的複數個相同大小及形狀之柵格單元，其中該等柵格單元中之至少 90% 的柵格單元中之每一者包含一升高部分之一單一前緣抑或一升高部分之一部分，其中該升高部分具有大於該等升高部分之平均長度的一長度。

Light directing films have a surface comprising a plurality of microstructures with peaks extending along a length of the surface. Each microstructure includes a plurality of elevated portions and a plurality of non-elevated portions. A void diameter, D_c , of the largest circle that can be overlaid on the surface of the light directing film without including at least a portion of an elevated portion is less than about 0.5 mm. The light directing film cannot be divided into a plurality of same size and shape grid cells forming a continuous two-dimensional grid, where each of at least 90% of the grid cells comprise either a single leading edge of an elevated portion, or a portion of an elevated portion where the elevated portion has a length that is greater than the average length of the elevated portions.

指定代表圖：

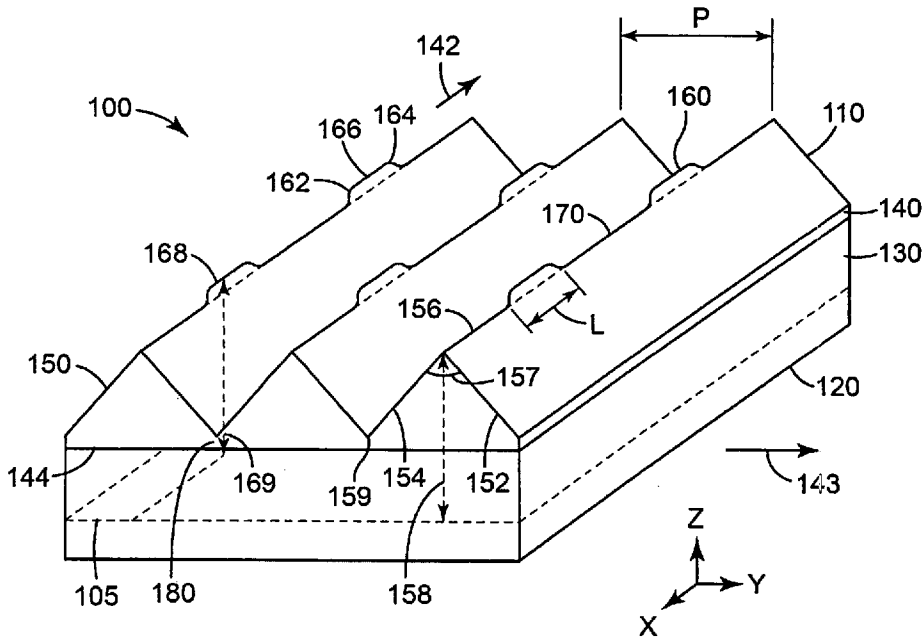
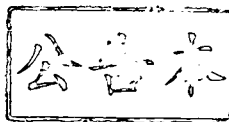


圖1

符號簡單說明：

- 100 . . . 光導膜
- 105 . . . 共同參考平面
- 110 . . . 第一結構化主表面
- 120 . . . 第二主表面
- 130 . . . 基板
- 140 . . . 結構化層
- 142 . . . 第一方向
- 143 . . . 第二方向
- 144 . . . 底部主表面
- 150 . . . 微結構
- 152 . . . 第一側
- 154 . . . 第二側
- 156 . . . 尖峰
- 157 . . . 尖峰角/頂角
- 158 . . . 尖峰高度
- 159 . . . 凹部
- 160 . . . 升高部分
- 162 . . . 前緣
- 164 . . . 後緣
- 166 . . . 主要部分
- 168 . . . 尖峰
- 169 . . . 尖峰高度
- 170 . . . 非升高部分
- 180 . . . 接點區域
- L . . . 長度



發明摘要

※ 申請案號： 107103564

※ 申請日：

102. 1. 30

※IPC 分類：G02B 6/00 (2006.01)

【發明名稱】

光導膜及其製造方法

LIGHT DIRECTING FILMS AND METHODS OF MAKING SAME

【中文】

光導膜具有一表面，其包含具有沿該表面之一長度延伸之尖峰的複數個微結構。每一微結構包括複數個升高部分及複數個非升高部分。可上覆於該光導膜的該表面上而不包括一升高部分之至少一部分之最大圓的一空隙直徑 D_c 小於約0.5 mm。該光導膜不能分成形成一連續二維柵格的複數個相同大小及形狀之柵格單元，其中該等柵格單元中之至少90%的柵格單元中之每一者包含一升高部分之一單一前緣抑或一升高部分之一部分，其中該升高部分具有大於該等升高部分之平均長度的一長度。

【英文】

Light directing films have a surface comprising a plurality of microstructures with peaks extending along a length of the surface. Each microstructure includes a plurality of elevated portions and a plurality of non-elevated portions. A void diameter, D_c , of the largest circle that can be overlaid on the surface of the light directing film without including at least a portion of an elevated portion is less than about 0.5 mm. The light directing film cannot be divided into a plurality of same size and shape grid cells forming a continuous two-dimensional grid, where each of at least 90% of the grid cells comprise either a single leading edge of an elevated portion, or a portion of an elevated portion where the elevated portion has a length that is greater than the average length of the elevated portions.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

100	光導膜
105	共同參考平面
110	第一結構化主表面
120	第二主表面
130	基板
140	結構化層
142	第一方向
143	第二方向
144	底部主表面
150	微結構
152	第一側
154	第二側
156	尖峰
157	尖峰角/頂角
158	尖峰高度
159	凹部
160	升高部分
162	前緣
164	後緣
166	主要部分
168	尖峰
169	尖峰高度
170	非升高部分

180 接點區域

L 長度

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

(無)

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】

光導膜及其製造方法

LIGHT DIRECTING FILMS AND METHODS OF MAKING SAME

【技術領域】

本發明大體上係關於光導膜、該等光導膜之製造方法及併入有該等膜之顯示器。

【先前技術】

平板顯示器(諸如，包括液晶顯示器(LCD)面板之顯示器)通常併入有一或多個光導膜來增強沿著預定檢視方向的顯示亮度。該等光導膜通常包括將光導向檢視方向的複數個線性微結構。當置於堆疊中時，光導膜可彼此光學地耦合，從而產生稱為「溼潤」之不良視覺缺陷。

【發明內容】

本文中揭示之實施例涉及光導膜。根據某些實施例，光導膜包括表面，該表面包含具有沿表面之長度延伸之尖峰的複數個微結構。每一微結構包含複數個升高部分及複數個非升高部分，其中可上覆於該表面上而不包括一升高部分之至少一部分的最大圓的直徑 D_c 小於約0.5 mm，且其中光導膜不能分形成連續二維柵格的複數個相同大小及形狀之柵格單元，其中該等柵格單元中之至少90%的柵格單元中之每一者包含升高部分之單一前緣抑或升高部分之一部分，其中該升高部分具有大於該等升高部分之平均長度之長度。

根據某些態樣，在配置中之升高部分的數量密度 N_{DEP} 小於約2500/cm²或甚至小於約1223/cm²。在某些情況下， D_c 小於約0.40 mm

或小於約0.30 mm，或小於約0.25 mm。例如，微結構之間距可在約5微米至約200微米之間，且升高部分之平均長度可在約0.15 mm與0.6 mm之間。

某些實施例涉及具有表面之光導膜，該表面包含具有沿表面之長度延伸之尖峰的複數個微結構。表面包括以不規則型樣安置於尖峰上之升高部分之配置。可上覆於該光導膜之該表面上而不包括一升高部分之至少一部分的最大圓的空隙直徑 D_c 小於約 $0.6125\sqrt{\frac{2447}{N_{DEP}}}e^{-0.7159L}$ ，其中 N_{DEP} 為升高部分之每平方公分之數量密度，且 L 為升高部分之以毫米為單位的平均長度。在某些實施中，光導膜不能分成形成連續二維柵格的複數個相同大小及形狀之柵格單元，其中該等柵格單元中之至少90%的柵格單元中之每一者包含升高部分之單一前緣抑或升高部分之一部分，其中該升高部分具有大於該等升高部分之平均長度的長度。

某些實施例涉及具有表面之光導膜，該表面包含具有沿表面之長度延伸之尖峰的複數個微結構。表面包括以不規則型樣安置於尖峰上之升高部分及非升高部分之配置。升高部分具有平均長度 L 及數量密度 N_{DEP} 。光導膜之空隙直徑 D_c 為可上覆於該光導膜之該表面上而不包括一升高部分之至少一部分的最大圓的直徑。光導膜具有以下至少一者：

$$\begin{array}{l}
 L \leq \text{約} 0.57 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.577 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.408 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2, \\ \text{約} 0.289 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases} \\
 L \leq \text{約} 0.28 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.707 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.5 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2, \text{ 及} \\ \text{約} 0.354 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases} \\
 L \leq \text{約} 0.14 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.783 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.553 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2. \\ \text{約} 0.391 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}
 \end{array}$$

在一些實施中，用於 D_0 、 N_{DEP} 、 L 及 D_c 之值可滿足表32。

一些實施例涉及光導膜，其中光導膜具有以下至少一者：

$$L \leq \text{約} 0.57 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.387 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.274 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2, \\ \text{約} 0.193 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}$$

$$L \leq \text{約} 0.28 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.475 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.335 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2, \text{ 及} \\ \text{約} 0.237 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}$$

$$L \leq \text{約} 0.14 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.525 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.371 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2。 \\ \text{約} 0.262 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}$$

在一些情況下，光導膜具有以下至少一者：

$$L \leq \text{約} 0.57 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.346 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.244 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2, \\ \text{約} 0.173 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}$$

$$L \leq \text{約} 0.28 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.424 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.300 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2, \text{ 及} \\ \text{約} 0.212 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}$$

$$L \leq \text{約} 0.14 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.469 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.332 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2。 \\ \text{約} 0.234 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}$$

在一些情況下，光導膜具有以下至少一者：

$$L \leq \text{約} 0.57 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.288 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.204 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2, \\ \text{約} 0.144 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}$$

$$L \leq \text{約} 0.28 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.353 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.250 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2, \text{ 及} \\ \text{約} 0.176 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}$$

$$L \leq \text{約} 0.14 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.391 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.276 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2。 \\ \text{約} 0.195 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}$$

根據一些態樣，微結構可為線性稜柱，例如，具有約80度至約110度之夾角的線性稜柱。微結構可具有任何間距，例如，間距可在約5微米至約200微米之間。在一些情況下，在升高部分之區域中之複

數個微結構中的微結構的側向橫截面區域與在非升高部分之區域中之微結構的側向橫截面區域具有相同形狀。升高部分之高度可改變，或升高部分之高度可為恆定的。

在一些實施例中，光導膜具有表面，該表面具有複數個微結構，該複數個微結構具有沿該表面之長度延伸的尖峰。表面包括安置於尖峰上之升高部分之配置，其中升高部分之配置係基於準隨機型樣。舉例而言，準隨機型樣可包含Sobel型樣、Halton型樣、反向Halton型樣及Neiderreiter型樣中之一或多者。

一些實施例涉及光導膜之製造方法，該光導膜具有複數個微結構，該複數個微結構具有沿光導膜之表面延伸的尖峰。使用準隨機數產生器判定安置於微結構上之升高部分之配置，包括獲取配置中之升高部分的二維座標。根據該配置，藉由該等升高部分形成該等微結構。

在一些情況下，判定配置包括將使用準隨機數產生器判定之座標修改成對應於微結構之尖峰上之位置的經調整之座標。

在一些情況下，使用Sobel演算法、Halton演算法、反向Halton演算法及/或Neiderreiter演算法判定升高部分之二維座標。

根據一些方法，用於將升高部分安置於微結構之尖峰上的配置係藉由獲取一或多個二維座標及將該等座標與用於置放該等升高部分之一準則進行比較來判定。舉例而言，準則可包含對升高部分之間的最小距離的要求。選擇滿足該準則之座標，且去除不滿足該準則之座標。使用經選擇之座標來判定配置中之升高部分的位置。根據配置形成具有升高部分之微結構。

在一些情況下，該準則考慮到升高部分之形狀之各向異性。例如，根據各種態樣，最小距離可為約1.3 mm或約1.9 mm。

根據一些實施，獲取K個座標，其中K大於或等於2。在一些情況

下，若所有K個座標因不滿足準則而被去除，則選擇K個座標中之距該等升高部分最遠之座標。在一些情況下，選擇K個座標中之具有比K個座標中之其他座標大的最小距離的座標。

判定用於將升高部分安置於尖峰上之配置的一些方法涉及：使用第一置放程序判定初始配置，以判定升高部分之第一部份的位置；及使用不同於第一置放程序之第二置放程序判定最終配置，以判定升高部分之第二部份的位置。微結構形成有根據最終配置定位之升高部分。可藉由識別初始配置中超過最大空隙直徑準則的空隙及將升高部分之第二部份置於經識別之空隙內的座標處來判定最終配置。

在一些情況下，判定初始配置涉及獲取升高部分之複數個二維座標；將該複數個座標中之座標與升高部分之間的一最小距離準則進行比較；及使用該配置中之該複數個座標中的滿足該準則的座標且去除該複數個座標中之不滿足該準則之座標。判定最終配置涉及識別初始配置中超過最大空隙直徑準則的空隙及識別在經識別之空隙內的座標處的升高部分之第二部份的位置。

一些實施例係針對光導膜，其包括表面，該表面包含具有沿光導膜之表面之長度延伸的尖峰的複數個微結構。表面包含以不規則型樣安置於尖峰上之升高部分及非升高部分之配置。可上覆於該光導膜之該表面上而不包括一升高部分之至少一部分的最大圓的空隙直徑 D_c 小於約 $1.225 \sqrt{\frac{2447}{N_{DEP}}} e^{-0.7159L} D_0$ ， D_0 在約0.250 mm與0.336 mm之間，其中 N_{DEP} 為升高部分之每平方公分之數量密度，且 L 為升高部分之以毫米為單位的平均長度。在各種實施中， D_0 、 N_{DEP} 、 L 及 D_c 之值可滿足表33至表35中之一或多者。

【圖式簡單說明】

在結合隨附圖式考慮以下詳細描述時可更全面地瞭解及理解所

呈現之實施例，其中：

圖1及圖2分別為光導膜100之示意性三維圖及俯視圖，其可包括根據本文中所描述之實施例的特徵配置；

圖3為線性微結構之示意性三維圖，該線性微結構具有曲線橫截面輪廓且沿第一方向延伸；

圖4及圖5為光導膜之微結構的示意性側視圖；

圖6為沿第一方向延伸之線性微結構的示意性三維圖；

圖7為微結構之橫截面圖，其中非升高區域中之側向橫截面具有與升高區域中之側向橫截面相同之形狀；

圖8為圓柱形微複製工具之示意性三維圖；

圖9展示二維(2D)設計空間，其可映射至圖8之微複製工具之表面的一部分；

圖10A展示形成於微複製工具之表面中之「凸塊特徵」的實例；

圖10B展示在由圖10A之工具生產之最終光導膜中的稜柱表面上的互補凸塊特徵；

圖11A及圖11B分別展示使用線性設計方法設計之特徵配置的低解析度影像及高解析度影像；

圖12A及圖12B分別展示使用隨機置放設計方法設計之特徵配置的低解析度影像及高解析度影像；

圖13A及圖13B分別展示使用基於柵格之設計方法設計之特徵配置的低解析度影像及高解析度影像；

圖14A及圖14B分別展示使用基於Halton演算法之設計方法設計之特徵配置的低解析度影像及高解析度影像；

圖15A及圖15B分別展示使用基於反向Halton演算法之設計方法設計之特徵配置的低解析度影像及高解析度影像；

圖16A及圖16B分別展示使用基於Sobel演算法之設計方法設計之

特徵配置的低解析度影像及高解析度影像；

圖17A及圖17B分別展示使用基於Neiderreiter演算法之設計方法設計之特徵配置的低解析度影像及高解析度影像；

圖18說明受約束置放設計方法；

圖19A及圖19B分別展示使用具有最小分離因數 $F=0.4$ 之受約束置放方法設計之特徵配置的低解析度影像及高解析度影像；

圖20A及圖20B分別展示使用最佳K方法($K=10$)設計之特徵配置的低解析度影像及高解析度影像；

圖21A及圖21B分別展示使用混合方法設計之特徵配置的低解析度影像及高解析度影像，該混合方法包括第一組特徵之隨機置放及剩餘特徵之受約束間隔置放；

圖22A及圖22B分別展示使用受約束置放及最佳K混合方法設計之特徵配置的低解析度影像及高解析度影像，其中受約束縮放因數 $F=0.6$ ，且其中 $K=200$ ；

圖23及圖24為針對各種設計技術之自最大空隙開始按直徑展示所有空隙的累積頻率的曲線；

圖25及圖26繪出各種設計技術之累積部份面積對距最近特徵之距離的曲線；

圖27展示在具有使用線性設計方法設計之特徵配置的3英吋×3英吋之區域中發現之20個最大空隙；

圖28展示在具有使用受約束間隔($F=0.6$)+最佳K($K=200$)方法設計之特徵配置的3英吋×3英吋之區域中發現之20個最大空隙；

圖29說明將回溯空隙填充程序用於初始設計(F 值為0.6的受約束置放結合 $K=200$ 之限制)的結果，其中大於0.25 mm之空隙被回溯地填充額外特徵；

圖30展示使用隨機佈局方法及吾人之標準基本情況作為中心點

的相對最大空隙大小對相對特徵長度的相依性；

圖31展示基於在 $2447/\text{cm}^2$ 的特徵密度下 0.5 mm 之直徑的依據其他數量密度縮放的空隙大小；及

圖32至圖35為展示基於參考空隙大小針對各種特徵密度及長度的空隙大小的表格。

在本說明書中，用於多個圖中之相同數字指代具有相同或類似性質及功能性之相同或類似元件。

【實施方式】

本文中所描述之實施例大體上係關於當併入至諸如液晶顯示器之顯示器中時具有實質上均勻之外觀的光導膜。降低光導膜中之溼潤缺陷的一些方法包括使用沿膜之光導微結構的尖峰安置的升高部分或凸塊。升高部分限制了光導膜與主要相對於升高部分之相鄰膜或層之間的光學耦合。升高部分以導致光導膜及併入有光導膜之顯示器具有均勻外觀的方式分佈遍及光導膜。

本文中所描述之方法涉及具有包括複數個微結構之結構化表面之光導膜。微結構具有沿光導膜之表面之長度延伸的尖峰，其中升高部分或「凸塊」之不規則配置安置於尖峰上。空隙存在於升高部分之間。光導膜之升高部分之配置中的空隙大小可由 D_c 表徵，其為可上覆於該光導膜之該表面上而不包括一升高部分之至少一部分的最大圓。根據本文中所論述之各種實施例，配置中之空隙可具有小於或等於約 0.5 mm 之 D_c 及小於約 $2500/\text{cm}^2$ 或甚至小於約 $1223/\text{cm}^2$ 的在配置中之升高部分的數量密度 N_{DEP} 。在一些實施中，空隙大小 D_c 可小於 0.40 mm 、 0.30 mm 或甚至小於 0.25 mm 。

根據一些方法，光導膜不能分形成假想連續二維柵格的複數個相同大小及形狀之柵格單元，其中該等柵格單元中之至少90%的柵格單元中之每一者包含升高部分之單一前緣抑或升高部分之一部分，

其中該升高部分具有大於該等升高部分之平均長度的長度。在一些實施例中，光導膜不能分成形成連續二維柵格的複數個相同大小及形狀之柵格單元，其中柵格單元中的至少80%、70%、60%或甚至50%之柵格單元中之每一者包含升高部分之單一前緣抑或升高部分之一部分，其中該升高部分具有大於該等升高部分之平均長度的長度。

上文論述的最大空隙直徑及特徵密度約束可使用判定二維設計空間上之升高部分的配置(在本文中亦稱為「凸塊特徵」、「特徵」或「凸塊」)之各種設計方法中之一或多者來實現。例如，膜之設計可基於用於特徵之置放的隨機演算法、偽隨機演算法及/或準隨機演算法。在一些情況下，此等演算法可結合產生實現上文表示之空隙直徑及特徵數量密度約束之膜設計的額外設計約束一起使用。

圖1及圖2分別為光導膜**100**之示意性三維圖及俯視圖。光導膜**100**大體上位於xy平面中且包括第一結構化主表面**110**及相反的第二主表面**120**。第一結構化主表面**110**包括沿第一方向**142**延伸之複數個微結構**150**，該第一方向**142**在例示性光導膜**100**中平行於x軸。光導膜**100**包括安置於基板**130**上之結構化層**140**，其中結構化層**140**包括第一結構化主表面**110**，且基板**130**包括第二主表面**120**。例示性光導膜**100**包括兩層。大體而言，具有如本文中所論述之特徵配置之光導膜可包括一或多個層。

每一微結構**150**包括複數個升高部分**160**及複數個非升高部分**170**。大體而言，每一微結構**150**包括交替之升高部分及非升高部分。升高部分**160**實質上防止非升高部分**170**與置於光導膜**100**上且與光導膜**100**光學或物理接觸之相鄰層之間的光學耦合。升高部分**160**將任何光學耦合主要限制至升高部分**160**。升高部分**160**可被視為安置於微結構**150**之尖峰**156**上的部分。

大體而言，升高部分**160**之密度(諸如，數量密度、線密度或區域

密度)足夠低，以使得升高部分處之光學耦合不顯著地降低光導膜之光學增益，且足夠高以將光學耦合限制於光導膜之升高部分或區域。在一些情況下，沿微結構**150**之尖峰**156**之升高部分**160**的密度不大於微結構的沿第一方向**142**之長度的約30%、或不大於約25%或不大於約20%。在一些情況下，沿微結構之尖峰**156**之升高部分**160**的密度不小於約5%、或不小於約10%或不小於約15%。在一些情況下，每單位面積之升高部分**160**之數量密度不大於約10000/cm²、或不大於約9000/cm²、或不大於約8000/cm²、或不大於約7000/cm²、或不大於約6000/cm²、或不大於約5000/cm²、或不大於約4500/cm²、或不大於約4000/cm²、或不大於約3500/cm²、或不大於約3000/cm²或不大於約2500/cm²。在一些情況下，每單位面積之升高部分**160**之數量密度不小於約500/cm²、或不小於約750/cm²、或不小於約1000/cm²、或不小於約1250/cm²、或不小於約1500/cm²、或不小於約1750/cm²或不小於約2000/cm²。在一些情況下，每一微結構之升高部分沿第一方向**142**覆蓋微結構的至少約1%、或至少1.5%、或至少3%、或至少5%、或至少7%、或至少10%、或至少13%或至少15%。

每一升高部分**160**包括沿第一方向**142**之長度 L ，其中大體而言，不同升高部分可具有不同長度。大體而言，升高部分**160**具有平均長度，其可在約10微米至約500微米、或約25微米至約450微米、或約50微米至約450微米、或約50微米至約400微米、或約75微米至約400微米、或約75微米至約350微米或約100微米至約300微米之範圍內。

每一升高部分**160**包括沿第一方向**142**之前緣**162**、沿第一方向之後緣**164**及在前緣與後緣之間且連接前緣與後緣之主要部分**166**。前緣**162**位於升高部分之相同側或末端上，且後緣**164**位於升高部分之相反側或末端上。換言之，當沿微結構之尖峰行進時，首先遇到升高部分之前緣，然後遇到升高部分之主要部分，接著遇到升高部分之後緣。

參看圖1，例示性微結構**150**具有稜柱狀橫截面輪廓。每一微結構**150**包括在尖峰**156**處相會之第一側**152**及第二側**154**、尖峰角或頂角**157**，及自尖峰至安置於第一結構化主表面**110**與第二主表面**120**之間之共同參考平面**105**量測的尖峰高度**158**。大體而言，微結構**150**可具有能夠引導光且在一些情況下能夠提供光學增益之任何形狀。舉例而言，在一些情況下，微結構**150**可具有曲線橫截面輪廓或直線橫截面輪廓。舉例而言，圖3為具有曲線橫截面輪廓且沿第一方向**342**延伸之線性微結構**350**的示意性三維圖。微結構**350**包括尖峰**356**、安置於尖峰**356**上之升高部分**360**及非升高部分**370**。

返回參看圖1，微結構**150**之升高部分**160**具有尖峰**168**及尖峰高度**169**，且微結構**150**之非升高部分**170**具有尖峰**156**及尖峰高度**158**，其中自尖峰至安置在第一結構化主表面**110**與第二主表面**120**之間之共同參考平面**105**量測尖峰高度。作為實例，共同參考平面可為第二主表面**120**或結構化層**140**之底部主表面**144**。大體而言，非升高部分**170**可具有沿第一方向**142**之恆定或變動之尖峰高度**158**。例如，在一些情況下，每一非升高部分**170**具有沿第一方向之恆定尖峰高度。作為另一實例，在一些情況下，每一微結構**150**之非升高部分**170**具有沿第一方向之相同恆定尖峰高度。

例如，圖4為光導膜**100**之微結構**150**的示意性側視圖，其中微結構之非升高部分**170**具有沿第一方向**142**之相同尖峰高度**158**。作為又一實例，在一些情況下，複數個微結構**150**中之微結構的非升高部分**170**具有沿第一方向之相同恆定尖峰高度。

大體而言，升高部分**160**具有尖峰**168**、尖峰高度**169**、最大尖峰及最大尖峰高度。例如，圖5為類似於微結構**150**、沿第一方向**542**延伸且包括升高部分**560**及非升高部分**570**之微結構**550**的示意性側視圖。升高部分**560**包括尖峰**568**，及沿第一方向變動且在最大尖峰**575**

處呈現最大尖峰高度**580**的尖峰高度**569**。返回參看圖1，大體而言，微結構**150**之升高部分**160**可具有或可不具有相同最大尖峰高度。在一些情況下，複數個微結構**150**中之微結構的升高部分**160**具有相同最大尖峰高度。

在一些情況下，第一升高部分具有第一最大尖峰高度，且第二升高部分具有不同於第一最大尖峰高度之第二最大尖峰高度。例如，圖6為沿第一方向**642**延伸之線性微結構**650A**及**650B**的示意性三維圖。微結構**650A**包括具有最大尖峰高度**680A**之升高部分**660A**及具有最大尖峰高度**680B**之升高部分**660B**，其中最大尖峰高度**680B**大於最大尖峰高度**680A**。

返回參看圖1，結構化層**140**包括接點(land)區域**180**，其經界定為凹部**159**與結構化層**140**之底部主表面**144**之間的區域。在一些情況下，接點區域之主要功能可包括以高效率傳輸光、為微結構提供支撐及在微結構與基板之間提供足夠附著力。大體而言，接點區域**180**可具有可適用於應用中的任何厚度。在一些情況下，接點區域**180**之厚度小於約20微米、或小於約15微米、或小於約10微米、或小於約8微米、或小於約6微米或小於約5微米。大體而言，結構化層**140**可包括或可不包括接點區域。在一些情況下，諸如，在例示性光導膜**100**中，結構化層**140**包括接點區域。在一些情況下，結構化層**140**不包括接點區域。

例示性光導膜**100**包括兩層：安置於基板**130**上之結構化層**140**。大體而言，揭示之光導膜可具有一或多個層。例如，在一些情況下，光導膜**100**可為單式建構且包括單一層。

大體而言，基板**130**可為或可包括在應用中可為理想的任何材料。例如，基板**130**可包括玻璃及/或聚合物(諸如，聚對苯二甲酸伸乙酯(PET)、聚碳酸酯及丙烯酸聚合物)或可由其製成。在一些情況

下，基板可具有多個層。大體而言，基板**130**可提供在應用中可為理想的任何功能。例如，在一些情況下，基板**130**可主要為其他層提供支撐。作為另一實例，在一些情況下，基板**130**可藉由包括(例如)反射偏光器或吸收偏光器而偏振光，或藉由包括光學漫射體漫射光。

在一些情況下，在升高部分之區域中及在非升高部分之區域中的所揭示之微結構的側向橫截面具有與PCT公開案WO2009/124107(Campbell等人)中描述之形狀相同的形狀，該案之全文以引用之方式併入本文中。例如，圖7為類似於微結構**150**之微結構的橫截面圖，其中非升高區域**170**中之側向橫截面**710**(yz平面中或垂直於第一方向**142**之平面中的橫截面)具有與升高區域**160**中之側向橫截面**720**相同的形狀。橫截面**710**包括在尖峰**716**處相會且形成尖峰角 β_1 的第一側**712**及第二側**714**。橫截面**720**包括在尖峰**726**處相會且形成尖峰角 β_2 之第一側**722**及第二側**724**，其中 β_2 實質上等於 β_1 ，第一側**722**實質上平行於第一側**712**，且第二側**724**實質上平行於第二側**714**。

返回參看圖1，頂角、尖峰角或二面角**157**可具有在應用中可為理想的任何值。例如，在一些情況下，頂角**157**可在約70度至約110度、或約80度至約100度或約85度至約95度之範圍中。在一些情況下，微結構**150**具有相等頂角，其可(例如)在約88度或89度至約92度或91度之範圍中，諸如90度。大體而言，頂點或尖峰**156**可為尖的、修圓的或扁平的或截斷的。例如，微結構**150**可經修圓成在約1微米至4微米至7微米至15微米之範圍內的半徑。

結構化層**140**可具有在應用中可為理想的任何折射率。例如，在一些情況下，結構化層之折射率在約1.4至約1.8、或約1.5至約1.8或約1.5至約1.7之範圍中。在一些情況下，結構化層之折射率不小於約1.5、或不小於約1.54、或不小於約1.55、或不小於約1.56、或不小於約1.57、或不小於約1.58、或不小於約1.59、或不小於約1.6、或不小

於約1.61、或不小於約1.62、或不小於約1.63、或不小於約1.64、或不小於約1.65、或不小於約1.66、或不小於約1.67、或不小於約1.68、或不小於約1.69或不小於約1.7。在一些情況下，如此項技術中所述，藉由包括各種溴化(甲基)丙烯酸酯單體增加結構化層**140**之折射率。在一些情況下，結構化層**140**為非溴化的，意謂著結構化層不包括溴取代基。然而，在該等情況下，可偵測量，亦即小於1重量%(如根據離子層析法量測)之溴可能作為污染物存現。在一些情況下，結構化層為非鹵化的。然而，在該等情況下，可偵測量，亦即小於1重量%(如根據離子層析法量測)之鹵素可能作為污染物存在。

在一些情況下，藉由包括表面改質(例如，膠狀)無機奈米粒子增加結構化層**140**之折射率。在一些情況下，存在於結構化層**140**中之表面改質無機奈米粒子之總量可為至少10重量%、或至少20重量%、或至少30重量%或至少40重量%之量。奈米粒子可包括金屬氧化物，諸如氧化鋁、氧化鋯、二氧化鈦、其混合物或其混合氧化物。

微結構**150**沿垂直於第一方向**142**之第二方向**143**形成週期型樣。週期型樣具有界定為鄰近或相鄰微結構尖峰**156**之間的距離的間距或週期 P 。大體而言，微結構**150**可具有在應用中可為理想的任何週期。在一些情況下，週期 P 小於約500微米、或小於約400微米、或小於約300微米、或小於約200微米或小於約100微米。在一些情況下，間距可為約150微米、或約100微米、或約50微米、或約24微米、或約23微米、或約22微米、或約21微米、或約20微米、或約19微米、或約18微米、或約17微米、或約16微米、或約15微米、或約14微米、或約13微米、或約12微米、或約11微米或約10微米。

本文中所揭示之光導膜具有實質上均勻之外觀，且當用於顯示器(諸如，液晶顯示器)中時，導致明亮且實質上均勻顯示之影像。本文中所揭示之光導膜(諸如，光導膜**100**)可藉由首先製造切割工具(諸

如，鑽石切割工具)來製造。切割工具隨後可用於在微複製工具中產生所要微結構。圖8中說明微複製工具**800**之一個實施例。微複製工具**800**隨後可用於將微結構微複製至材料或樹脂(諸如，UV或熱可固化樹脂)，從而導致光導膜。微複製可由任何適合製造方法(諸如，UV鑄造及固化法、擠製法、射出模製法、壓印法或其他已知方法)實現。

例如，可使用卷軸式製程來使用圓柱形微複製工具**800**製造光導膜(諸如，膜**100**)。微複製工具**800**包括包含與光導膜之稜柱尖峰互補之凹槽的多個微結構**856**。例如，微複製工具**800**之凹槽**856**可與圖1之稜柱尖峰**156**互補。膜**100**之升高部分**166**對應於具有增加之深度的凹槽**856**的部分。微複製工具**800**上之位置與x編碼器輸出及y編碼器輸出相關聯，其中x編碼器輸出提供沿凹槽**856**之方向(圓周方向)之位置，且y編碼器輸出提供在橫切方向中之位置。當形成微複製工具**800**時，對應於光導膜**100**上之升高部分**166**的深度增加部分**866**可在由用於形成微複製工具**800**之x編碼器及y編碼器指示之位置處切割入微複製工具中。

微結構可藉由各種方法切割入微複製工具中。微複製工具可能為扁平的，可能為圓柱形(如圖8中所示)，或其可能為藉由(例如)展開圓柱形殼工具來產生之扁平工具。在一些實例中，微複製工具之直徑大約為16"，雖然任何其他有用直徑可與所論述之方法一起使用。可(例如)藉由使用適當裝置(諸如，車床)將型樣直進式切割或螺紋切割至微複製工具之表面中來製造微結構工具。在直進式切割中，對於每一凹槽，將切割工具插入微複製工具至少一次，且每一凹槽為獨立的。藉由產生多個該等凹槽來形成微複製工具。在一些實施中，藉由螺紋切割在微複製工具中形成連續凹槽。在此製程中，將切割工具插入微複製工具表面一次，且單一凹槽螺旋地圍繞微複製工具。不管方法為何，最終微複製工具通常由具有特性間距之一個凹槽或一組凹槽

覆蓋。在本論述中之一些實例使用24微米螺紋間距，但如前文所論述，微結構可具有任何適宜間距。例如，在5微米至200微米之範圍中之間距在顯示器應用中相當常見。

用於在微複製工具中產生凹槽之切割工具可具有適用於應用中之任何組成及形狀。例如，鑽石切割工具適合該用途。切割工具上之輪廓控制凹槽形狀。爲了該論述之目的，將在尖峰處之半徑小於5微米的V形切割工具作爲實例。在各種實施中，切割工具之輪廓(及所得微結構輪廓)可具有在80度與110度之間的夾角、大致直緣區段，及在尖峰區域處具有小於10微米之半徑的接合段。該等特性通常視設計意圖及用於切割微複製工具之特性間距而定。當然，其他切割工具輪廓是可能的，包括圓形、橢圓形、拋物線形或在切割期間足夠穩固而具有合理壽命的任何其他切割工具輪廓。

光導膜之升高部分由微複製工具之凹槽之深度的變化形成。一種改變凹槽之深度(且因此改變最終膜中之稜柱尖端高度)的方法爲使用可由某種信號驅動之伺服機構調變切割深度。例如，在一些情況下，信號爲通常具有標稱位準及「凸塊」位準之矩形波類型的型樣。圖10A展示形成於微複製工具**1000**之表面**1002**中之「凸塊特徵」**1001**的實例。圖10B展示由工具**1000**生產之最終光導膜**1010**中之稜柱表面**1012**上的互補凸塊特徵**1011**。(工具**1000**爲膜**1010**之負片。)。本文中所描述之實施例涉及用於設計該等凸塊特徵之配置以使得該等凸塊特徵具有良好間隔物性質及良好視覺吸引力的設計實施。

圖9中所示之二維(2D)設計空間**900**可映射至微複製工具**800**之表面**810**的一部分。微複製工具**800**之凹槽**856**對應於沿設計空間**900**之x軸延行之線**956**；安置於圖8中所示之微複製工具之凹槽**856**上之特徵**866**在設計空間中由特徵**966**指示。本文中所揭示之實施例係關於用於判定在二維設計空間**900**中升高部分(由特徵**966**指示)之配置的設計技

術。設計出之配置可映射至用於製造光導膜之工具表面。

本文中論述之2D設計方法中的一些可與一維(1D)設計相比較。1D設計涉及升高部分之一維型樣。該等基於1D之型樣可在將凹槽切割入工具中時沿凹槽佈置。在1D配置之設計程序期間，可針對正常稜柱尖峰深度選擇最小延行長度及最大延行長度，且隨後在隨機位置處，產生具有固定長度及高度的升高部分。由於在1D設計程序中不考慮該等升高部分在微複製工具上之2D定位，所以在2D中升高部分之配置可同相及異相，從而產生隨機假影與類節拍假影(beat like artifact)的組合。結果為較低視覺均勻性及存在影響間隔物效能之大空隙的可能性。

如本文中之實施例中所論述，可設計升高部分之2D配置，且隨後，可根據2D配置將升高部分切割入微複製工具中。在切割製程期間，使切割工具致動器信號同步於微複製工具之位置。對於螺紋切割工具及直進式切割工具，吾人可將此等2D設計轉換為沿每一連續螺紋編碼特徵高度之一或多個1D型樣。此舉可藉由簡單地沿每一連續螺紋展開2D圓柱形微磚(tile)來完成，此係因為螺紋螺旋地捲繞於圓柱形設計周圍。對於螺紋切割工具，此通常為跨越整個設計型樣之單一連續螺紋。此等1D型樣隨後可用於在切割工具沿特定螺紋行進時控制切割工具之深度。藉由用適當構件使此1D型樣或多個1D型樣之讀出與沿每一螺紋之位置同步，諸如藉由同步於工具圓周位置，吾人可甚至在多次旋轉中控制相鄰螺紋上或同一螺紋上之特徵的相對位置。以此方式，可設計升高部分之2D配置、將其轉換至用於切割微複製工具之一或多個1D資料串流。所設計之2D配置被切割入微複製工具中，微複製工具隨後被用於形成光導膜。

一種2D設計方法涉及將升高部分(在本文中亦稱為「凸塊特徵」或僅僅「特徵」)隨機定位於2D配置中。例如，可能使用偽隨機數產

生器來選擇特徵在2D設計空間中之位置而產生隨機型樣。在隨機設計方法中，例如，可為特徵之起點選擇任何隨機位置，其中約束為添加至2D設計之每一新特徵不重疊先前置放之特徵。然而，由隨機特徵形成之2D配置可由於隨機叢集化而產生特徵叢集及相對大的空隙(特徵之間的區域)。

在一些情況下，可將2D抖動柵格方法用於設計特徵之配置。根據基於2D柵格之設計的一些實施，特徵可佈置於2D柵格上，但特徵之位置隨後被隨機化為較不規則的。用於基於柵格之2D設計的另一程序為佈置含有多個可能的起點的柵格，每一起點與跨凹槽方向(圖8中之y方向)上的給定凹槽計數及沿凹槽(圖8中之x方向)之給定某一編碼器計數相關聯，且隨機選擇每一柵格單元之特徵的單一起點。藉由產生柵格單元縱橫比使得其含有多個螺紋計數，吾人可獲得2D設計效果。此設計效果可給出非常均勻之佈局及具有已知空隙大小限制。共同擁有之美國專利申請案第61/369926號(代理人案號66809US002)及指定美國之PCT專利申請案US2011/046082中描述基於柵格之2D設計方法及由此等基於柵格之方法產生之膜，該等案之全文以引用之方式併入本文中。

基於柵格之方法可用於產生包含結構化主表面之光導膜，該結構化主表面具有沿光導膜之表面延伸之複數個微結構。每一微結構包括複數個升高部分及複數個非升高部分。複數個微結構之升高部分具有平均長度。每一升高部分包含沿第一方向(亦即，沿微結構之尖峰)的前緣及後緣。在一些實施例中，光導膜不能分形成連續二維柵格的複數個相同大小及形狀的柵格單元。柵格單元中的至少90%或92%、或94%、或96%、或98%或100%的柵格單元中之每一者包含升高部分之單一前緣抑或升高部分之一部分，其中該升高部分具有大於該等升高部分之平均長度的長度。

柵格單元可為正方形或可具有其他形狀。在基於柵格之設計的一些實施中，在柵格單元內僅有一個微結構尖峰，而在其他實施中，每一柵格單元包括兩個、三個或三個以上微結構的尖峰。在基於柵格之設計的一些實施中，柵格單元中的至少50%、或70%或90%之柵格單元包含升高部分之單一前緣。在基於柵格之設計的一些實施中，少於20%、或少於10%或少於5%之柵格單元不包括升高部分之前緣或具有大於升高部分之平均長度的長度之升高部分之一部分。

本文中所論述之實施例涉及用於將用於光導膜之升高部分配置於2D設計空間中的方法。該等方法可涉及或可不涉及使用隱含柵格，該柵格將可能之起點分組在一起，且在設計程序期間自該柵格選擇單一起點。本文中所論述之技術可用於獲取具有均勻視覺外觀與減少之溼潤缺陷的光導膜。所揭示膜中之此等視覺外觀及溼潤缺陷減少係至少部分由於可使用以下描述之方法實現之空隙大小及特徵密度特性。

本文中所論述之一些實施例不使用基於柵格之設計或結合用於微結構之配置的不基於柵格之方法使用基於柵格之方法。例如，在一些不基於柵格之設計或部分基於柵格之設計中，光導膜不能分形成連續二維柵格的複數個相同大小及形狀之柵格單元，其中該等柵格單元中之至少90%的柵格單元中之每一者包含升高部分之單一前緣抑或升高部分之一部分，其中該升高部分具有大於該等升高部分之平均長度的長度。在一些實施例中，光導膜不能分形成連續二維柵格的複數個相同大小及形狀之柵格單元，其中柵格單元中之至少80%、70%、60%或甚至至少50%的柵格單元中之每一者包含升高部分之單一前緣抑或升高部分之一部分，其中該升高部分具有大於該等升高部分之平均長度的長度。

本文中提供之實例大體上基於直徑約為16英吋之微複製工具，

但本方法亦可應用其他微複製工具直徑及/或其他微複製工具幾何形狀，諸如，扁平微複製工具。以24微米之螺紋間距將型樣切割於工具上，且用於同步伺服器驅動之切割頭的圓周編碼器具有每轉18000計數之解析度。驅動切割頭伺服機構之數位信號經編碼，且該編碼被饋送至驅動切割頭伺服機構之數位類比(D/A)轉換器且同步於圓周編碼器位置。

例如在本文中所論述之2D設計空間的解析度在圓周方向(圖8中之x方向)上為70.93微米且在橫切方向(圖8中之y方向)上為24微米。注意，可替代性地使用任何其他解析度。在以下提供之分析中，模擬用於大致6656個凹槽之配置，其對應於在微複製工具的橫切方向(y方向)上之約6.3英吋。因此，用於此等實例中所設計之配置的2D設計區域為6.3英吋×50.27英吋，亦即，在橫切方向上為6.3英吋，且在圓周方向上為16英吋* π =50.27英吋。

可藉由串接初始配置之原始數位化信號串流之複本而將特徵之經設計配置平鋪，以建立較長切割型樣。由於此等實例中論述之設計為2D，所以存在允許平鋪原始配置之一些程序。特定言之，對於螺紋切割凹槽，2D設計空間配置經轉譯成數位化信號，該數位化信號控制切割工具將具有凸塊特徵之凹槽切割入微複製工具之表面中。當將下一串接微磚切割入微複製工具中時，用於控制切割工具之信號被視為循環。超出第一微磚之末端的凸塊特徵的部分被添加至下一微磚之開始處。

在本文中所論述之2D設計實例中，微磚被約束為在工具之整數轉數時結束(對於扁平微複製工具，工具整數轉數將對應於所使用之微磚大小)。在圓柱形微複製工具的情況下，如本文中所論述之實例中所使用，圓柱形微複製工具之表面的對應於2D設計空間之部分的型樣長度為18000之整數倍。藉由假設每一2D設計空間(在本文中所論

述之實例中為6.3英吋×50.27英吋)具有平鋪於其旁邊的自身的複本來進行密度判定。

注意，存在兩種圍繞微複製工具的圓周接合微磚的方式。一種方法假設螺紋切割凹槽，其中特徵型樣係沿螺旋地捲繞微複製工具之單一螺紋。第二種方法涉及直進式切割，其中微複製工具由獨立的凹槽之集合製成。在直進式切割方法中，在微磚之邊緣退出之凹槽在其進入微磚之另一邊緣時連接至同一凹槽。對於螺紋切割，退出微磚之一個邊緣之凹槽偏移一個凹槽地進入另一邊緣，其中微磚上之最後一個凹槽捲繞至微磚上之第一凹槽。

連同額外2D設計方法一起模擬基於上文論述的線性設計方法、隨機設計方法及基於柵格之設計方法的特徵設計。許多經測試之額外設計方法不使用在先前併入之美國專利申請案第61/369926號中論述之柵格類型來判定特徵置放，且因此，在本文中表示為「無柵格」或「不基於柵格」的設計。術語「無柵格」用於區別該等額外設計與美國專利申請案第61/369926號中論述之彼等設計。大體而言，2D設計在x方向及y方向中受凹槽之間距及用於將凸塊切割入微複製工具中之工具的解析度約束。此等約束將y方向上之可能的特徵位置限制於微結構尖峰位置，且將x方向上之可能的特徵位置限制於編碼器解析度。

「無柵格」設計方法之一個種類係基於產生用於判定特徵在設計空間內之位置的準隨機數。與偽隨機型樣相比，準隨機數產生器可用於在設計空間中提供特徵之相對更均勻之配置。本文中論述基於包括Sobel、Neiderreiter、Halton、反向Halton之準隨機數產生演算法的凸塊配置。然而，用於判定特徵置放的技術並不限於該準隨機演算法集合，且大體而言，任何準隨機演算法可用於特徵之配置的設計中。使用包括GNU科學程式庫(GNU Scientific Library)之演算法實施本文

中測試之準隨機設計。

基於準隨機型樣設計特徵配置之程序涉及：對於每一第 i 個特徵，產生準隨機座標 (x_{1i}, y_{1i}) 及將 (x_{1i}, y_{1i}) 座標映射至經量化凹槽及圓周編碼器位置 (x_{2i}, y_{2i}) 。例如，可藉由捨入至設計空間中之最近凹槽及可能圓周位置來實現映射。可自點 (x_{2i}, y_{2i}) 處開始定位特徵，或特徵之其他參考點(例如，末端或中點)可定位於點 (x_{2i}, y_{2i}) 處。將特徵置於設計空間中之程序對於特徵配置中之所有 M 個特徵(亦即，橫越 $i=1$ 至 N)反覆地重複，其中 N 為配置中的特徵的總數。特徵高度可經抖動，雖然在一些情況下，抖動可為 0 ，從而對應於恆定特徵高度。對於本文中所描述之所有實例，將恆定值用於特徵高度(抖動 $=0$)。

基於Halton、反向Halton、Sobel及Neiderreiter之準隨機演算法使用以上方法模擬凸塊配置。基於Halton方法(圖14A(低解析度)，圖14B(高解析度))、反向Halton(圖15A(低解析度)，圖15B(高解析度))、Sobel(圖16A(低解析度)，圖16B(高解析度))及Neiderreiter(圖17A(低解析度)，圖17B(高解析度))以用於特徵配置之低解析度及高解析度可視化該等特徵配置。爲了比較，亦模擬了使用1D線性方法(圖11A(低解析度)，圖11B(高解析度))、隨機方法(圖12A(低解析度)，圖12B(高解析度))及基於柵格之方法(圖13A(低解析度)，圖13B(高解析度))設計之特徵配置。使用大致 $2447/\text{cm}^2$ 之特徵數量密度。

藉由 512×512 像素影像以兩個不同解析度提供視覺結果。對於經可視化之特徵配置，圖11B、圖12B、圖13B、圖14B、圖15B、圖16B、圖17B中所示之高解析度影像具有每像素寬度(其爲跨螺紋方向)爲 24 微米且在高度方向(其爲圓周方向)上爲大致 23.64 微米之像素。選擇此等尺寸，以使得高解析度影像不具有頻疊(至少在原始源影像中)。此等 512×512 影像對應於每側約 0.5 英吋之視圖。圖11A、圖12A、圖13A、圖14A、圖15A、圖16A、圖17A中所示之低解析度影

像的大小亦為 512×512 個像素，且被設計為大約每英吋80點(dpi)。低解析度影像檢視在一側上為約6.4英吋之實體區域。圖11至圖17之影像為位於由像素覆蓋之區域內的升高部分及非升高部分的平均值的表示。圖11至圖17中所示之影像被伽瑪校正為具有2.0的伽瑪值，以使得影像之亮度將大致與區域上之平均特徵深度成正比例。

在檢視圖11至圖17之模擬時，應理解，使用基於柵格之設計方法及準隨機設計方法(Halton、反向Halton、Sobel及Neiderreiter)產生之特徵配置與使用線性方法及隨機方法的情況相比在視覺上展示特徵配置之優越均勻性。基於不同準隨機演算法設計之特徵配置可導致不同視覺均勻性結果。當結合與工具之解析度、用於檢視影像之像素型樣及/或顯示器系統中之其他週期組件相關聯之基本週期性型樣而應用各種準隨機演算法時，可進一步加重該等差異。作為一個實例，使用反向Halton系列產生之特徵配置似乎具有良好視覺外觀，其中特徵實質上隨機分佈，同時具有極少的特徵叢集，但似乎Sobel系列及Neiderreiter系列可產生具有在一些應用中可為不理想的週期性視覺假影之特徵配置。

用於特徵配置之另一設計方法涉及根據用以將特徵在設計空間中間隔開(解叢集)的置放規則的約束置放特徵。使用該等解叢集規則之特徵配置設計方法之群組在本文中統稱為「受約束置放」方法。在一個受約束置放設計方法中，將基於隨機選擇之座標用作特徵之起點。對於待置於設計空間中之每一第 i 個特徵，產生隨機座標 (x_{1i}, y_{1i}) 。藉由捨入至設計空間中之最近螺紋及可能的圓周位置而將隨機座標映射至經量化凹槽及圓周編碼器位置 $(x_{1i}, y_{1i}) \rightarrow (x_{2i}, y_{2i})$ 。應用置放約束規則，且基於經調整之特徵位置 (x_{2i}, y_{2i}) 是否滿足置放約束規則來選擇或去除經映射之特徵位置 (x_{2i}, y_{2i}) 。若選擇了特徵位置座標，則將特徵置於設計空間中之該位置處。識別特徵之初始座標、將初始

座標映射至經量化凹槽及圓周編碼器位置及應用置放約束規則之程序對於特徵配置中之所有N個特徵(亦即，橫越*i*=1至N)反覆地重複，其中N為配置中的特徵之總數。

在受約束置放方法之一些實施中，特徵之位置受約束為距其他先前置放之特徵至少預定距離。因此，將選擇距最近的相鄰特徵的距離超過預定距離之每一建議之特徵位置(x_{2i}, y_{2i})，將去除距最近的相鄰特徵的距離小於預定距離的每一建議之特徵位置(x_{2i}, y_{2i})。

例如，在一個實施中，約束規則包括建議之特徵之中心線至現存特徵之中心線之間的距離必須大於預定距離。可替代性地使用其他距離量度，諸如考慮中之特徵的起點之間的距離，或隨距離或類距離量度單調增加的任何其他量度。對於具有各向異性形狀之特徵(亦即，具有小於特徵長度之寬度的特徵)，不同於前述準隨機技術，上文論述之中心線距離約束隱含地考慮到特徵之各向異性形狀。或者，可量測特徵之起點(或一些其他位置)之間的距離，但此等約束規則會忽略特徵形狀之各向異性之影響。

圖18中說明受約束置放方法之實例。圖18展示在特徵**1804**周圍之禁區**1806**，該禁區**1806**具有半徑**1805**。若先前置放之特徵**1802**中之任一者與建議之特徵**1804**之間的距離**1807**小於禁區**1805**之半徑，則會去除建議之特徵。可基於特徵數目N、用特徵填充之總面積A、特徵之長度L及分數縮放因數F估計有用的間隔距離R(R為禁區半徑1805)。特定言之：

$$R = 2F \left[\frac{\sqrt{\frac{A}{N} \pi + L^2} - L}{\pi} \right]$$

在以上方程式中，F為在0至1之範圍內之任意縮放因數，其指示每一所置放之特徵間間隔的均勻及寬廣程度。0值等效於無分離限

制的隨機置放，且F之較高值減少特徵叢集。經設計為F在0.2至0.4範圍內之凸塊配置傾向於允許有足夠自由之特徵置放靈活性，使得可透過可在200或更少次隨機嘗試中成功置放特徵的位置搜索來置放所有特徵，同時亦提供一定量的特徵分離。F之值愈高，發現可行特徵位置愈困難，且因此，設計時間顯著增加。例如，對於F=0.4， $\frac{A}{N} = \frac{1}{2447} \text{cm}^2$ 及 $L=4*70.93 \text{ }\mu\text{m}=0.2837 \text{ mm}$ ， $R=1.29 \text{ mm}$ 。作為另一實例，對於F=0.6， $\frac{A}{N} = \frac{1}{2447} \text{cm}^2$ 及 $L=4*70.93 \text{ }\mu\text{m}=0.2837 \text{ mm}$ ， $R=1.93 \text{ mm}$ 。

在一個例示性特徵配置設計中，使用0.4之最小分離因數F模擬包括6656個凹槽之設計空間。該設計造成之型樣以低解析度展示於圖19A中且以高解析度展示於圖19B中。

在另一置放方法(指示最佳K技術)中，對於每一特徵置放，進行K個隨機位置選擇，且隨後將距先前定位之特徵最遠的位置用作最終特徵位置。該技術之K=10之低解析度結果及高解析度結果分別展示於圖20A及圖20B中。在替代實施中，可使用變數K。例如，K可隨已置放之特徵的數目而增加。K之值可用於調節特徵位置之規律性與特徵位置之隨機化之間的相對取舍。

用於特徵配置設計之又一方法為使用混合方法，其中將一種設計方法用於進行設計中之總共N個特徵中的某一部份G的初始特徵佈局，且隨後，使用不同方法判定剩餘H個特徵之位置。圖21A及圖21B分別以低解析度及高解析度展示使用混合方法之結果，該混合方法包括用於特徵中的前50%個特徵之隨機置放設計技術，及隨後對剩餘特徵使用受約束間隔設計技術。當然，存在混合方法之許多變化，包括本文中所論述之設計技術的各種組合。兩個、三個或更多個技術可用於判定兩組、三組或更多組特徵的位置。例如，隨機置放技術可用於

設計之第一組特徵位置，受約束間隔置放用於第二組特徵位置，且最佳K方法可用於設計之最後部分。

又一方法為一起使用受約束置放技術與最佳K技術之組合以使得最初僅選擇滿足最小距離準則之位置，但若K個可能位置不符合最小距離準則，則自K之可能位置選擇最佳位置(例如，距(例如)先前置放之特徵最遠的位置)。因此，該設計方法可用於回應於某種事件或參數(諸如，當特徵置放隨著越來越多特徵被添加至配置而變得愈加困難時)而自一種技術切換至另一種技術。圖22A及圖22B分別展示基於縮放因數 $F=0.6$ 且具有限制 $K=200$ 的該受約束置放/最佳K混合方法的低解析度結果及高解析度結果。

可使用空隙大小之累積頻率曲線來量化在特徵配置之給定區域中之空隙的平均大小、最大大小及密度。圖23及圖24比較藉由各種設計方法產生之空隙大小分佈。該等曲線自最大空隙開始按直徑展示所有空隙的累積頻率。空隙被認為是不包括特徵之任何部分的非重疊圓形區域。例如，0.5 mm之空隙大小意謂具有0.5 mm之直徑的圓可上覆於特徵配置上而不碰到特徵之任何部分。

在計算上，藉由掃描特徵配置中之所有複數個子區域及判定子區域中心點與最近特徵之中心線之間的距離來發現圓形區域(空隙)。該距離為空隙之半徑。按直徑之遞減次序分類由該程序識別之所有空隙，且接著藉由按(遞減半徑之)次序遍歷該清單及比較當前區域與所有先前的非重疊區域來消除重疊區域。若當前區域當時為非重疊的，則將其添加至非重疊區域之最終清單。可在搜索中心點時使用任何有用的子區域解析度。在圖23及圖24中，為了簡便而使用原始設計型樣之量化解析度來判定子區域(在圓周方向(x方向)上為70.93微米且在橫切方向(y方向)上為24微米)。例如，可使用其他取樣方法，諸如，蒙地卡羅(Monte Carlo)方法。在圖23及圖24中，基於累積頻率來計數添

加至最終清單之空隙，且按面積對結果進行正規化。圖23及圖24按直徑展示以此方式計算的無特徵空隙的累積頻率曲線。由於用於計算之基礎子區域為離散的，所以量化曲線。相同量化被用於設計及分析兩者。分析大致具有3"對角線大小之區域，以產生曲線。

圖23集中於基於Halton演算法、反向Halton演算法、Sobel演算法及Neiderreiter演算法之準隨機設計方法，且比較該等設計方法與線性方法、隨機方法及基於柵格之方法。圖24比較各種置放方法，包括使用 $F=0.40$ 之受約束間隔方法、最佳K迭代方法、包括結合最佳K方法(其中 $K=200$)實施之受約束間隔方法(其中 $F=0.60$)的混合方法，及使用隨機方法置放特徵之第一部份及使用最佳K方法置放特徵之第二部份的混合方法。

如自圖23將理解，與隨機方法及線性方法相比，基於柵格之方法及準隨機方法皆減小針對給定特徵密度及特徵長度的最大空隙大小。如自圖24將理解，當與隨機方法及線性方法相比時，各種2D置放方法減小針對給定特徵密度及特徵長度的最大空隙大小。在各種方法之間亦存在最大空隙大小方面之一些差異。表1中提供每一設計技術之最大空隙大小。

表1

置放方法	最大空隙直徑(mm)
Neiderreiter	0.321
Sobel	0.321
基於柵格	0.336
反向Halton	0.355
Halton	0.358
受約束間隔， $F=0.6$ +最佳K， $K=200$	0.358
隨機+最佳K迭代， $K=10$	0.384
最佳K， $K=10$	0.390
受約束間隔， $F=0.4$	0.432
線性	0.523
隨機	0.532

如自表1可理解，Sobel方法及Neiderreiter方法在減小最大空隙大小方面最佳，但會引入在一些情況下可能為不適宜的一些假影。基於柵格之方法可產生良好均勻性。Halton、反向Halton，及受約束間隔($F=0.6$)+最佳K迭代($K=200$)皆產生最大空隙大小之類似結果。包括最佳K(其中 $K=10$)之各種最佳K方法及藉由隨機置放50%之特徵且用最佳K(其中 $K=10$)完成之混合隨機+最佳K方法產生類似結果。最後，受約束間隔0.4置放方法似乎在配合特徵方面不如一些方法好，大概是因為該方法不允許抖動在此等特定實例中所允許的最小間隔，而各種最佳K方法卻由於迭代限制而包括某種固有抖動。最後，隨機方法及線性方法對於給定特徵長度及密度產生具有相對大的最大空隙大小的類似結果。

用於分析空隙大小之替代方法為繪出累積部份面積對距最近特徵的距離的曲線。對於此分析，將特徵配置之設計空間分成多個子區域。例如，可將原始設計型樣之量化解析度用於判定子區域(在圓周方向(x方向)上為70.93微米且在橫切方向(y方向)上為24微米)。可以多種方式(包括對區域之蒙特卡羅取樣)判定類似結果，或例如可使用較高解析度。圖25及圖26展示累積面積曲線。

為了視覺地說明受約束間隔($F=0.6$)+最佳K(其中 $K=200$)方法與線性方法相比之重要性，考慮圖27及圖28。圖27展示在具有使用線性設計方法設計之特徵配置之3英吋×3英吋區域中發現之20個最大空隙。圖28展示在具有使用受約束間隔($F=0.6$)+最佳K(其中 $K=200$)方法設計之特徵配置的3英吋×3英吋區域中發現之20個最大空隙。圖27及圖28的比較展示圖28中所示之使用受約束間隔($F=0.6$)+最佳K($K=200$)方法的空隙大小比圖27中所示之由線性方法產生之空隙小得多。

返回圖23及圖24中所示之累積曲線，顯而易見地是，傾向於存在少量的與大多數其他空隙相比較大的空隙。進一步減少此等大空隙

之一種方法為回溯地識別特徵配置設計中之最大空隙，及接著將一或多個特徵添加至該等空隙內。可使用任何基於柵格之技術或不基於柵格之技術實現初始設計。

作為回溯填充之實例，最初使用受約束置放(F值為0.6)結合K=200的限制之設計方法。藉由使用此基本設計，將單一特徵回溯地添加至大於0.25 mm之每一空隙(亦即，直徑大於或等於0.25 mm之每一非重疊圓形區域)的中心處。消除大空隙及/或填充奇特形狀區域內之空隙可產生亦可經填充之額外空隙。為了處理該現象，反覆進行回溯空隙填充程序，直到未發現大於0.25 mm之額外空隙為止。在例示性情況下，空隙填充需要兩次迭代。結果為隨著每平方公分添加大致20個特徵，最大空隙大小自0.358 mm降低至小於0.250 mm。此為小於1%之特徵密度增加，其導致最大空隙之額外30%之降低。與線性設計方法相比，組合的最大空隙大小降低為約52%。圖29說明將回溯空隙填充程序用於受約束置放(其中F值為0.6)結合迭代限制(K=200)之初始設計的結果，其中大於0.25 mm之空隙被回溯地填充額外特徵。為了比較，圖29中亦展示不具有回溯空隙填充的來自線性方法、隨機方法、基於柵格之方法及受約束置放(其中F值為0.6)結合K=200之限制的方法之結果。

先前論述已集中於特徵配置之設計，且已提供例示性特徵配置之一些模擬。當將特徵配置切割入微複製工具中時，特徵之實體深度由具有其自身特性行為(包括(例如)脈衝回應)之伺服系統控制。所得工具接著被用於在某種複製製程中形成膜，且同樣該複製具有其自身之特性。自理想特徵配置至光導膜之轉譯的結果為特徵形狀將不必形成為尖銳過渡，而是可具有更漸進之過渡區域，及/或可具有不均勻之深度輪廓。

當量測特徵位置、特徵之間的距離及光導膜上的空隙面積時，

除(例如)圓形編碼器位置或在最終產生之膜上的凹槽位置以外的一般規約。然而，由本文中所論述之設計方法產生之特徵配置大體上將定位於對應於凹槽(微結構)方向(例如，圓周方向)的一個方向上及對應於跨凹槽(跨微結構)方向的另一方向上。

藉由使用沿凹槽方向及跨凹槽方向來特徵化特徵配置或用於光導膜之微複製工具上之點，在一個方向(例如，凹槽方向)上，特徵將沿該方向具有在其長度上為類似的橫截面輪廓，雖然深度及橫截面可改變。然而，在橫截面之最深點處之曲率半徑及/或在最深點附近之其他形狀因數將為實質上相同的。將存在一條線，凹槽之橫截面沿該線為最深的，且吾人可任意地將該線界定為「凹槽」之中心。鄰近凹槽由特性「間距」分離，該特性「間距」為最近的凹槽中心線之平均間隔。

在沿凹槽方向中之深度輪廓可能更複雜，然而，可產生沿凹槽之中心線(亦即，最深部分)之輪廓。可相對於無特徵標稱距離或特徵在沿凹槽方向上的類似量度開發各種特性，諸如，最大深度之位置及/或在特徵之50%高度處凹槽的起點及/或終點。可將特徵之長度定義為在基於此半高度定義(或一些其他準則)的起點位置與終點位置之間的距離。

本文中所論述之此等實例提供指導性的定義，且可替代性地使用自相一致且給出特徵位置及長度之合理定義的其他定義。例如，可依據其起點及長度界定特徵，雖然可使用其他量度，諸如，終點及/或最大位置。此等定義之效用為設計中之每一特徵的起點落在設計空間中之複數個可能位置中之一者上。在跨凹槽方向上，可能位置的解析度對應於凹槽間距，且在沿凹槽方向上，可能位置的解析度對應於在沿凹槽方向上之圓周編碼器解析度。

特徵亦將具有特性長度，雖然該長度未必為圓周編碼器步長之

整數倍。所有此等位置及長度可在實驗室中之實際膜上量測。本文中所描述之方法界定包括多個特徵、特徵位置、特徵數量密度及特徵長度之特徵配置。由於此等特性可合理地具有明確意義，所以可將用於產生累積空隙計數及累積面積曲線之方法自本文中所論述之模擬外推至實際光導膜，只要正確識別諸如數量密度及特徵長度之特性便可。

以上提供之實例集中於給定特徵密度，然而，對於不包括特徵長度之量度或對於包括特徵長度且特徵長度與分離相比較小之彼等量度，就空隙直徑及距特徵之距離而言的結果與特徵之數量密度的平方根成反比例地縮放。空隙數量與數量密度成正比例地縮放。對於包括特徵長度之量度，與假設零特徵長度之彼等設計方法或使用較短特徵長度之設計方法相比，考慮特徵長度將傾向於在某種程度上減小距離。圖30展示使用隨機佈局方法及吾人之標準基本情況作為中心點的相對最大空隙大小對相對特徵長度的相依性。特定言之，此係基於 $2447/\text{cm}^2$ 及 0.2837 mm 之基本特徵長度。此估計使用了稍微不同於先前描述之設計方法的隨機設計方法。特定言之，在此估計中，不要求隨機置放之特徵不重疊。

圖30及圖31中呈現之資料可用於識別最大空隙大小與升高部分之密度之間的關係。參看圖30，使用基本設計條件且考慮具有不同特徵長度之特徵提供了最大空隙大小對特徵長度之經驗關係。該關係可藉由設計之放大或縮小而縮放至不同升高特徵密度。特定言之，空隙之大小將按 $1/\sqrt{N_{DEP}}$ 縮放，其中 N_{DEP} 為特徵之數量密度。該方法用於自圖30中所示之經驗資料產生圖31。圖31展示基於在 $2447/\text{cm}^2$ 的特徵密度下 0.5 mm 之直徑的依據特徵數量密度縮放的空隙大小。

吾人亦可將適當方程式擬合至圖30中之資料點，且隨後應用 $1/\sqrt{N_{DEP}}$ 縮放因數以建立估計空隙大小對升高部分之密度及長度的關係之方程式。藉由使用該方法，開發在 2447 特徵/ cm^2 之密度、 0.2837

mm的特徵長度(其為基本條件)下等於1.0之指數形式的方程式。由於事先已知對於大特徵長度，空隙直徑將傾向於零，且對於小特徵長度，空隙大小將接近針對給定特徵密度之某最大值，故指數形式為擬合方程式之合理選擇。所得方程式為：

$$D_c = 1.225 \sqrt{\frac{2447}{N_{DEP}}} e^{-0.7159L} D_0$$

在此式中， N_{DEP} 為以 cm^{-2} 為單位量測之升高部分之數量密度(每單位面積升高部分之數量)，且 L 為以 mm 為單位量測之升高部分的平均長度。 D_c 為基於在基本條件(2447特徵/ cm^2 及0.2837 mm的特徵長度的設計)下的給定參考直徑 D_0 的膜之估計空隙直徑。光導膜之空隙直徑 D_c 為可上覆於光導膜的表面上而不包括升高部分的至少一部分的最大圓的直徑。根據各種實施例且尤其參考回溯空隙填充程序，已證明可藉由添加少量額外升高部分來減小空隙大小。例如，回溯添加之升高部分可包含配置中之升高部分之總量的小於20%或甚至小於10%。特定言之，基於回溯空隙填充之方法可用於對於2447特徵/ cm^2 及0.2837 mm之特徵長度的設計建立空隙大小之直徑小於0.336 mm的佈局。在吾人之實例中，吾人展示了在不顯著增加特徵密度且具有相同特徵長度的情況下空隙直徑小於0.25 mm的設計。大體而言，增加特徵長度且增加特徵密度會減小空隙大小。對於給定特徵長度及特徵密度，具有類似或更大特徵密度及類似或更大特徵長度之所有設計將皆具有類似或更小的空隙大小。可判定基於回溯空隙填充設計方法的預期空隙大小。

圖32提供表，其展示基於在2447特徵/ cm^2 及0.2837 mm特徵長度的基本條件下的參考空隙大小的針對各種特徵密度及長度的空隙大

小。圖32之表提供基於0.50 mm之參考空隙大小 D_0 之可使用回溯空隙填充實現的針對各種特徵密度及平均特徵長度之空隙大小。如圖32中之可針對具有0.50 mm之參考空隙大小的膜實現之 N_{DEP} 、 L 及 D_c 之參數可針對光導膜不能分成形成連續二維柵格的複數個相同大小及形狀之柵格單元的膜實現，其中該等柵格單元中之至少90%的柵格單元中之每一者包含升高部分之單一前緣抑或升高部分之一部分，其中該升高部分具有大於該等升高部分之平均長度的長度。例如，如圖32之表的有方框區域所示，該光導膜可具有以下至少一者：

$$L \leq \text{約} 0.57 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.577 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.408 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.289 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}$$

$$L \leq \text{約} 0.28 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.707 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.5 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.354 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases} ; \text{ 及}$$

$$L \leq \text{約} 0.14 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.783 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.553 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.391 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}$$

在一些實施中，可使用回溯填充針對膜實現圖33至圖35之表中所示之用於 N_{DEP} 、 L 及 D_c 之參數的值。如表33至表35中所說明，參考空隙大小可為任何適當數量，例如，在約0.336 mm與0.25 mm之間。圖33之表提供可基於0.336 mm之參考空隙大小、使用回溯空隙填充實現的針對各種特徵密度及長度的空隙大小；圖34中所示之表提供基於0.30 mm之參考空隙大小之針對各種特徵密度及長度的空隙大小；且圖35中所示之表提供基於0.25 mm之參考空隙大小之針對各種特徵密度及長度的空隙大小。

例如，根據本文中所揭示之實施例的光導膜具有表面，其具有複數個微結構，該複數個微結構具有沿第一方向延伸之尖峰。表面包括以不規則型樣安置於尖峰上之升高部分之配置。升高部分具有平均

長度 L 及數量密度 N_{DEP} ，其中空隙在升高部分之間。膜之空隙大小之特徵在於具有最大直徑 D_c 的圓，該最大直徑 D_c 為可上覆於光導膜之表面上而不包括升高部分之至少一部分的最大圓的直徑。

在一些實施中，如圖33之表的有方框區域所示，光導膜可具有以下至少一者：

$$L \leq \text{約} 0.57 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.387 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.274 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.193 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases},$$

$$L \leq \text{約} 0.28 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.475 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.335 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.237 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}; \text{ 及}$$

$$L \leq \text{約} 0.14 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.525 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.371 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.262 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}$$

在一些實施中，如圖34之表的有方框區域所示，光導膜可具有以下至少一者：

$$L \leq \text{約} 0.57 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.346 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.244 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.173 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases};$$

$$L \leq \text{約} 0.28 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.424 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.300 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.212 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}; \text{ 及}$$

$$L \leq \text{約} 0.14 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.469 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.332 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.234 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}$$

在一些實施中，如圖35之表的有方框區域所示，光導膜可具有以下至少一者：

$$L \leq \text{約} 0.57 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.288 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.204 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.144 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases};$$

$$L \leq \text{約} 0.28 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.353 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.250 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.176 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}; \text{ 及}$$

$$L \leq \text{約} 0.14 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.391 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.276 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.195 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}$$

在各種實施中，可使用無柵格方法或部分基於柵格之方法實現圖32、圖33、圖34及/或圖35之空隙密度。在一些實施中，光導膜不能分形成連續二維柵格的複數個相同大小及形狀之柵格單元，其中該等柵格單元中之至少90%的柵格單元中之每一者包含升高部分之單一前緣抑或升高部分之一部分，其中該升高部分具有大於該等升高部分之平均長度的長度。在一些實施例中，光導膜不能分形成連續二維柵格的複數個相同大小及形狀之柵格單元，其中柵格單元中的至少80%、70%、60%或甚至50%之柵格單元中之每一者包含升高部分之單一前緣抑或升高部分之一部分，其中該升高部分具有大於該等升高部分之平均長度的長度。

基於使用0.2837 mm之特徵長度針對2447特徵/cm²的數量密度之模型化結果，本文中所論述之佈局方法允許具有小於約0.5 mm、或小於約0.4 mm、或小於約0.35 mm、或小於約0.30 mm或甚至小於約0.25 mm之空隙的設計特徵配置。相當之線性設計及隨機設計具有直徑約為0.53 mm的大空隙。圖31展示對於0.5 mm之空隙直徑及2447特徵/cm²之特徵配置設計參考而言縮放數量密度的影響。該標稱值假設特徵長度類似地與空隙密度之平方根反比例地縮放。曲線上亦包括變化情況，其展示使用圖29中所示之近似縮放因數以2的倍數改變特徵長度的影響。

以下為根據本發明之例示性實施例：

項目1. 一種光導膜，其包含：

表面，其包含具有沿表面之長度延伸之尖峰的複數個微結構，每一微結構包含複數個升高部分及複數個非升高部分，其中可上覆於

該表面上而不包括一升高部分之至少一部分的最大圓的直徑 D_c 小於約0.5 mm，且其中光導膜不能分形成連續二維柵格的複數個相同大小及形狀之柵格單元，其中該等柵格單元中之至少90%的柵格單元中之每一者包含升高部分之單一前緣抑或升高部分之部分，其中該升高部分具有大於該等升高部分之平均長度之長度。

項目2. 如項目1之光導膜，其中在配置中之升高部分之數量密度 N_{DEP} 小於或等於約2500/cm²，且平均長度 L 小於約0.3 mm。

項目3. 如項目1之光導膜，其中在配置中之升高部分之數量密度 N_{DEP} 小於或等於約1223/cm²，且平均長度 L 小於約0.6 mm。

項目4. 如項目1之光導膜，其中 D_c 小於或等於約0.40 mm。

項目5. 如項目1之光導膜，其中 D_c 小於或等於約0.30 mm。

項目6. 如項目1之光導膜，其中微結構之間距在約5微米至約200微米之間。

項目7. 如項目1之光導膜，其中升高部分之平均長度 L 在約0.15 mm與約0.6 mm之間。

項目8. 如項目1之光導膜，其中在升高部分之區域中之複數個微結構中的微結構的側向橫截面區域與在非升高部分之區域中之微結構的側向橫截面區域具有相同形狀。

項目9. 一種光導膜，其包含：

表面，其包含具有沿表面之長度延伸之尖峰的複數個微結構，表面包含以不規則型樣安置於尖峰上之升高部分的配置，其中可上覆於光導膜之表面上而不包括升高部分之至少一部分的最大圓的空隙直徑 D_c 小於約 $0.6125\sqrt{\frac{2447}{N_{DEP}}}e^{-0.7159L}$ ，其中 N_{DEP} 為升高部分之每平方公分之數量密度，且 L 為升高部分之以毫米為單位之平均長度，且其中光導膜不能分形成連續二維柵格的複數個相同大小及形狀的柵格單元，其

中該等柵格單元中之至少90%的柵格單元中之每一者包含升高部分之單一前緣抑或升高部分之一部分，其中該升高部分具有大於該等升高部分之該平均長度之長度。

項目10. 如項目9之光導膜，其中，

光導膜具有以下至少一者：

$$L \leq \text{約} 0.57 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.577 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.408 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2, \\ \text{約} 0.289 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}$$

$$L \leq \text{約} 0.28 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.707 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.5 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2 ; \text{ 及} \\ \text{約} 0.354 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}$$

$$L \leq \text{約} 0.14 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.783 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.553 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2 。 \\ \text{約} 0.391 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}$$

項目11. 如項目9之光導膜，其中 D_0 為約0.5 mm，且 N_{DEP} 、 L 及 D_c 滿足表32。

項目12. 一種光導膜，其包含：

表面，其包含具有沿表面之長度延伸之尖峰的複數個微結構，表面包含以不規則型樣安置於尖峰上之升高部分及非升高部分的配置，其中 L 為升高部分之平均長度， N_{DEP} 為升高部分之數量密度，且光導膜之空隙直徑 D_c 為可上覆於光導膜之表面上而不包括升高部分之至少一部分的最大圓，其中光導膜具有以下至少一者：

$$L \leq \text{約} 0.57 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.387 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.274 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2, \\ \text{約} 0.193 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}$$

$$L \leq \text{約} 0.28 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.475 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.335 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2 ; \text{ 及} \\ \text{約} 0.237 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}$$

$$L \leq \text{約} 0.14 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.525 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.371 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2 。 \\ \text{約} 0.262 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}$$

項目13. 如項目12之光導膜，其中光導膜具有以下一者：

$$L \leq \text{約} 0.57 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.346 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.244 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2 ; \\ \text{約} 0.173 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}$$

$$L \leq \text{約} 0.28 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.424 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.300 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2 ; \text{ 及} \\ \text{約} 0.212 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}$$

$$L \leq \text{約} 0.14 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.469 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.332 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2 。 \\ \text{約} 0.234 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}$$

項目14. 如項目12之光導膜，其中光導膜具有以下一者：

$$L \leq \text{約} 0.57 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.288 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.204 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2 ; \\ \text{約} 0.144 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}$$

$$L \leq \text{約} 0.28 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.353 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.250 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2 ; \text{ 及} \\ \text{約} 0.176 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}$$

$$L \leq \text{約} 0.14 \text{ mm 且 } D_c \leq \begin{cases} \text{約} 0.391 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 1224 / \text{cm}^2 \\ \text{約} 0.276 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 2448 / \text{cm}^2 。 \\ \text{約} 0.195 \text{ mm, 對於 } N_{DEP} \leq \text{約} 4894 / \text{cm}^2 \end{cases}$$

項目15. 如項目12之光導膜，其中微結構之間距為約5微米至約200微米。

項目16. 如項目12之光導膜，其中在升高部分之區域中之複數個微結構中之微結構的側向橫截面區域與在非升高部分之區域中之微結構的側向橫截面區域具有相同形狀。

項目17. 如項目12之光導膜，其中升高部分之高度改變。

項目18. 如項目12之光導膜，其中升高部分之高度相同。

項目19. 如項目12之光導膜，其中至少一些微結構包含線性稜柱。

項目20. 如項目19之光導膜，其中線性稜柱之夾角為約80度至約110度。

項目21. 一種光導膜，其包含：

表面，其具有複數個微結構，該複數個微結構具有沿表面之長度延伸之尖峰，表面包括安置於尖峰上之升高部分之配置，其中升高部分之配置係基於準隨機型樣。

項目22. 如項目21之光導膜，其中準隨機型樣包含以下一或多者：

Sobel型樣；

Halton型樣；

反向Halton型樣；及

Neiderreiter型樣。

項目23. 一種製造光導膜之方法，該光導膜具有複數個微結構，該複數個微結構具有沿光導膜之表面延伸的尖峰，該方法包含：

藉由使用準隨機數產生器獲取升高部分之二維座標而判定用於安置於微結構上之升高部分的配置；及

根據該配置形成具有升高部分之微結構。

項目24. 如項目23之方法，其中判定配置進一步包含：將座標修改為對應於微結構之尖峰上的位置之經調整座標。

項目25. 如項目23之方法，其中獲取座標包含使用Sobel、Halton、反向Halton及Neiderreiter演算法中之至少一者獲取座標。

項目26. 一種製造光導膜之方法，該光導膜具有複數個微結構，該複數個微結構具有沿光導膜之表面之長度延伸的尖峰，該方法包含：

判定用於將升高部分安置於尖峰上之配置，其包含：

獲取一或多個二維座標；

將座標與用於置放升高部分之準則進行比較，該準則包含對升高部分之間的最小距離的要求；

選擇一或多個座標中之滿足準則的座標，且去除一或多個座標中之不滿足準則之座標；及

使用經選擇之座標來判定升高部分在配置中之位置；及
根據配置形成具有升高部分之微結構。

項目27. 如項目26之方法，其中該準則考慮到升高部分之形狀的各向異性。

項目28. 如項目26之方法，其中最小距離為約1.3 mm。

項目29. 如項目26之方法，其中最小距離為約1.9 mm。

項目30. 如項目26之方法，其中：

獲取一或多個座標包括獲取K個座標，其中K大於或等於2；及
若所有K個座標皆因不滿足準則而被去除，則選擇K個座標中之距升高部分距離最遠之座標。

項目31. 如項目26之方法，其中：

獲取一或多個座標包括獲取K個座標，其中K大於或等於2；及
選擇滿足準則之座標且去除不滿足準則之座標包含選擇K個座標中之至少一個座標，該至少一個座標具有大於K個座標中之其他座標的最小距離。

項目32. 一種製造光導膜之方法，該光導膜具有複數個微結構，該複數個微結構具有沿光導膜之表面的長度延伸的尖峰，該方法包含：

判定用於將升高部分安置於尖峰上之配置，其包含：

使用第一置放程序判定初始配置，以判定升高部分之第一部份的位置；及

使用不同於第一置放程序之第二置放程序判定最終配置，以判定升高部分之第二部份的位置；及

形成具有根據最終配置定位之升高部分的微結構。

項目33. 如項目32之方法，其中判定最終配置包含：

識別初始配置中超過最大空隙直徑準則之空隙；及

將升高部分之第二部份置於經識別之空隙內的座標處。

項目34. 如項目32之方法，其中：

判定初始配置包含：

獲取升高部分之複數個二維座標；

將該複數個座標中之座標與升高部分之間的一最小距離準則進行比較；

使用配置中之複數個座標中之滿足準則的座標，且去除複數個座標中之不滿足準則之座標；且

判定最終配置包含：

識別初始配置中超過最大空隙直徑準則之空隙；及

在經識別空隙內之座標處識別用於升高部分之第二部份的位置。

項目35. 一種光導膜，其包含：

表面，其包含具有沿表面之長度延伸之尖峰的複數個微結構，表面包含以不規則型樣安置於尖峰上之升高部分及非升高部分的配置，其中可上覆於光導膜之表面上而不包括升高部分之至少一部分的最大圓的空隙直徑 D_c 小於約 $1.225 \sqrt{\frac{2447}{N_{DEP}}} e^{-0.7159L} D_0$ ，其中 D_0 在約0.250 mm與0.336 mm之間，其中 N_{DEP} 為升高部分之每平方公分之數量密度，且 L 為升高部分之以毫米為單位之平均長度。

項目36. 如項目35之光導膜，其中 D_0 為約0.336 mm，且 N_{DEP} 、 L 及 D_c 滿足表33。

項目37. 如項目35之光導膜，其中 D_0 為約0.30 mm，且 N_{DEP} 、 L 及 D_c 滿足表34。

項目38. 如項目35之光導膜，其中 D_0 為約0.25 mm，且 N_{DEP} 、 L 及 D_c 滿足表35。

以上引用之所有專利、專利申請案及其他公開案以引用之方式併入本文件中，就如同全部複製一般。雖然以上詳細描述特定實例來促進解釋各種實施例，但應理解，不欲將可能之實施例限制於此等實例的特定細節。

【符號說明】

100	光導膜
105	共同參考平面
110	第一結構化主表面
120	第二主表面
130	基板
140	結構化層
142	第一方向
143	第二方向
144	底部主表面
150	微結構
152	第一側
154	第二側
156	尖峰
157	尖峰角/頂角
158	尖峰高度
159	凹部
160	升高部分
162	前緣
164	後緣

166	主要部分
168	尖峰
169	尖峰高度
170	非升高部分
180	接點區域
342	第一方向
350	微結構
356	尖峰
360	升高部分
370	非升高部分
542	第一方向
550	線性微結構
560	升高部分
568	尖峰
569	尖峰高度
570	非升高部分
575	最大尖峰
580	最大尖峰高度
642	第一方向
650A	線性微結構
650B	線性微結構
660A	升高部分
660B	升高部分
680A	最大尖峰高度
680B	最大尖峰高度
710	側向橫截面

712	第一側
714	第二側
716	尖峰
720	橫截面
722	第一側
724	第二側
726	尖峰
800	微複製工具
810	表面
856	凹槽
866	深度部分
900	二維設計空間
956	線
966	特徵
1000	微複製工具
1001	凸塊特徵
1002	表面
1010	最終光導膜
1011	互補凸塊特徵
1012	稜柱表面
L	長度
β_1	尖峰角
β_2	尖峰角

申請專利範圍

1. 一種光導膜，其包含：

一表面，其包含具有沿該表面之一長度延伸之尖峰的複數個微結構，每一微結構包含複數個升高部分及複數個非升高部分，其中可上覆於該表面上而不包括一升高部分之至少一部分的一最大圓的一直徑 D_c 小於約0.5 mm，且其中該光導膜不能分形成一連續二維柵格的複數個相同大小及形狀之柵格單元，其中該等柵格單元中之至少90%的柵格單元中之每一者包含一升高部分之一單一前緣抑或一升高部分之一部分，其中該升高部分具有大於該等升高部分之平均長度之一長度。

2. 如請求項1之光導膜，其中在該配置中之該等升高部分之一數量密度 N_{DEP} 小於或等於約2500/cm²，且該平均長度 L 小於約0.3 mm。

3. 如請求項1之光導膜，其中在該配置中之該等升高部分之一數量密度 N_{DEP} 小於或等於約1223/cm²，且該平均長度 L 小於約0.6 mm。

4. 如請求項1之光導膜，其中該等微結構之一間距在約5微米至約200微米之間。

5. 如請求項1之光導膜，其中該等升高部分之一平均長度 L 在約0.15 mm與約0.6 mm之間。

6. 如請求項1之光導膜，其中在一升高部分之一區域中之該複數個微結構中的一微結構的一側向橫截面區域與在一非升高部分之一區域中之該微結構的一側向橫截面區域具有一相同形狀。

7. 一種光導膜，其包含：

一表面，其包含具有沿該表面之一長度延伸之尖峰的複數個微結構，該表面包含以一不規則型樣安置於該等尖峰上之升高部分之一配置，其中可上覆於該光導膜之該表面上而不包括一

升高部分之至少一部分之一最大圓之一空隙直徑 D_c 小於約 $0.6125 \sqrt{\frac{2447}{N_{DEP}}} e^{-0.7159L}$ ，其中 N_{DEP} 為該等升高部分之每平方公分之一數量密度，且 L 為該等升高部分之以毫米為單位之一平均長度，且其中該光導膜不能分形成一連續二維柵格的複數個相同大小及形狀的柵格單元，其中該等柵格單元中之至少90%的柵格單元中之每一者包含一升高部分之一單一前緣抑或一升高部分之一部分，其中該升高部分具有大於該等升高部分之該平均長度之一長度。

8. 如請求項1之光導膜，其中該升高部分之一配置係基於一準隨機型樣。
9. 如請求項8之光導膜，其中該準隨機型樣包含以下型樣中之一或多者：

- Sobel型樣；
- Halton型樣；
- 反向Halton型樣；及
- Neiderreiter型樣。

10. 一種光導膜，其包含：

一表面，其包含具有沿該表面之一長度延伸之尖峰的複數個微結構，該表面包含以一不規則型樣安置於該等尖峰上之升高部分及非升高部分之一配置，其中可上覆於該光導膜之該表面上而不包括一升高部分之至少一部分之一最大圓之一空隙直徑 D_c 小於約 $1.225 \sqrt{\frac{2447}{N_{DEP}}} e^{-0.7159L} D_0$ ， D_0 在約0.250 mm與0.336 mm之間，其中 N_{DEP} 為該等升高部分之每平方公分之一數量密度，且 L 為該等升高部分之以毫米為單位之一平均長度。

圖式

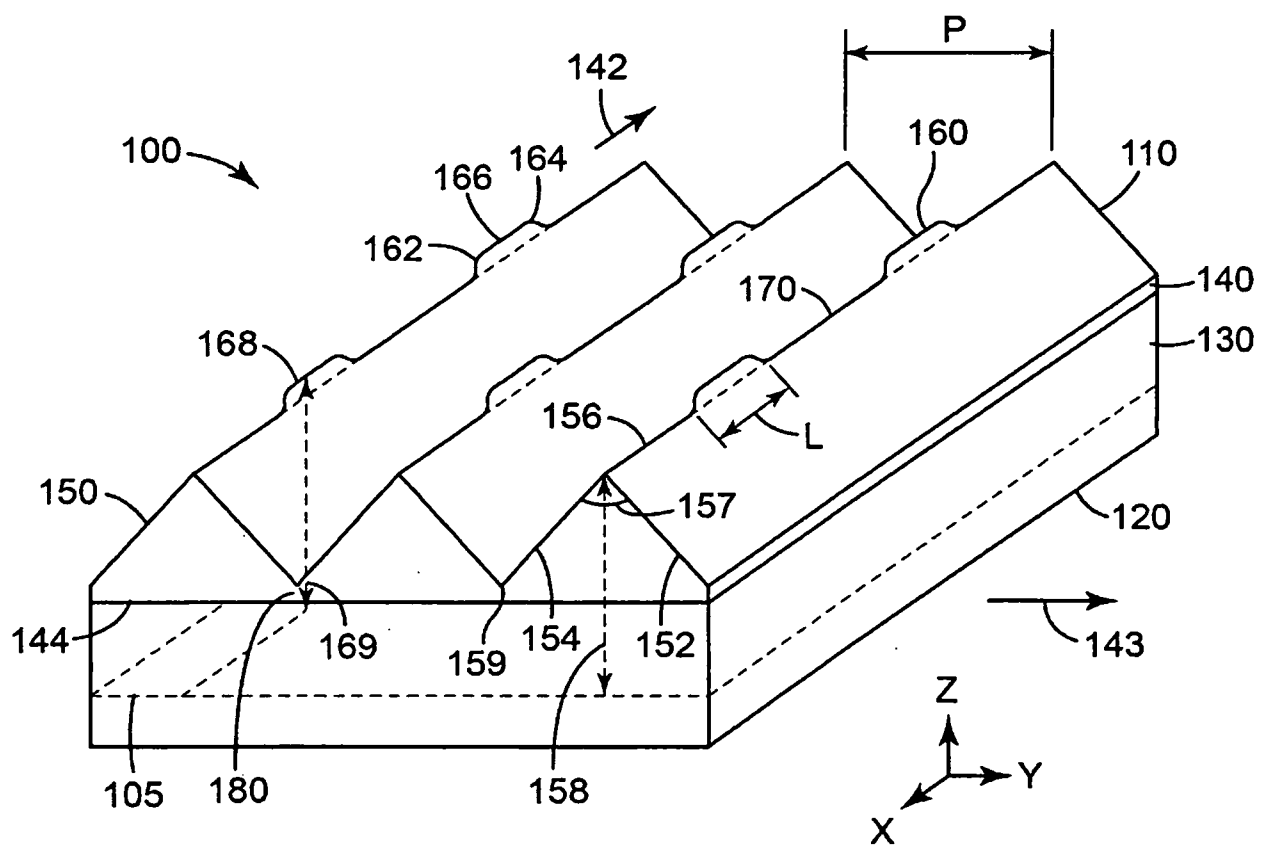


圖1

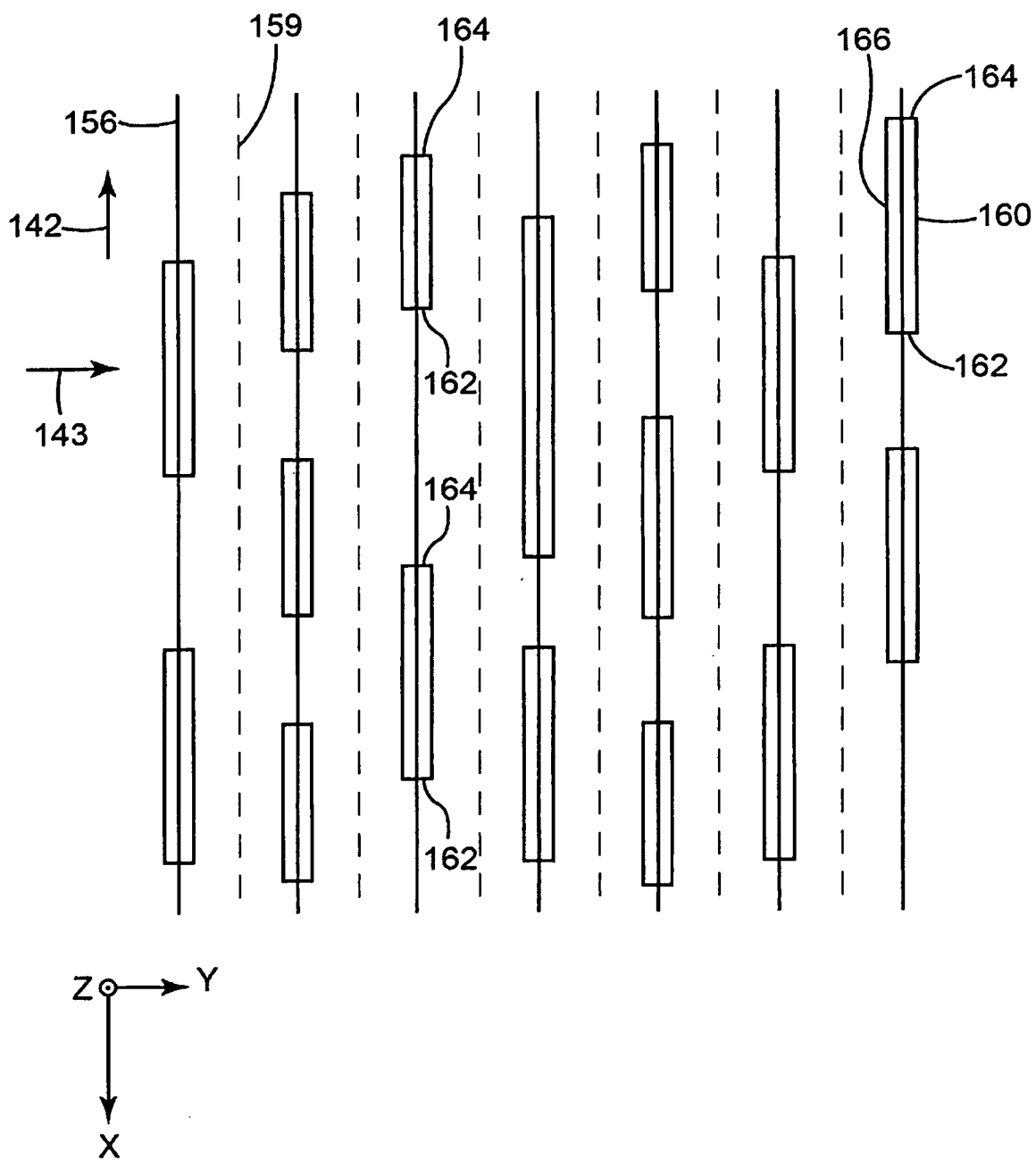


圖2

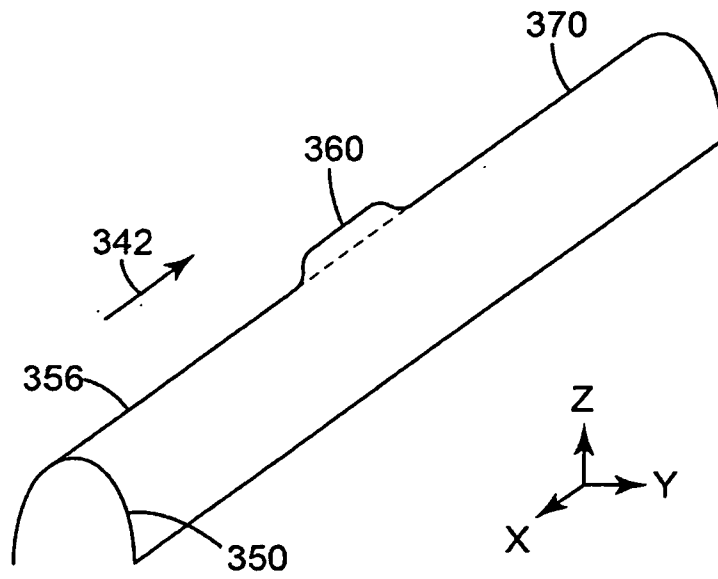


圖3

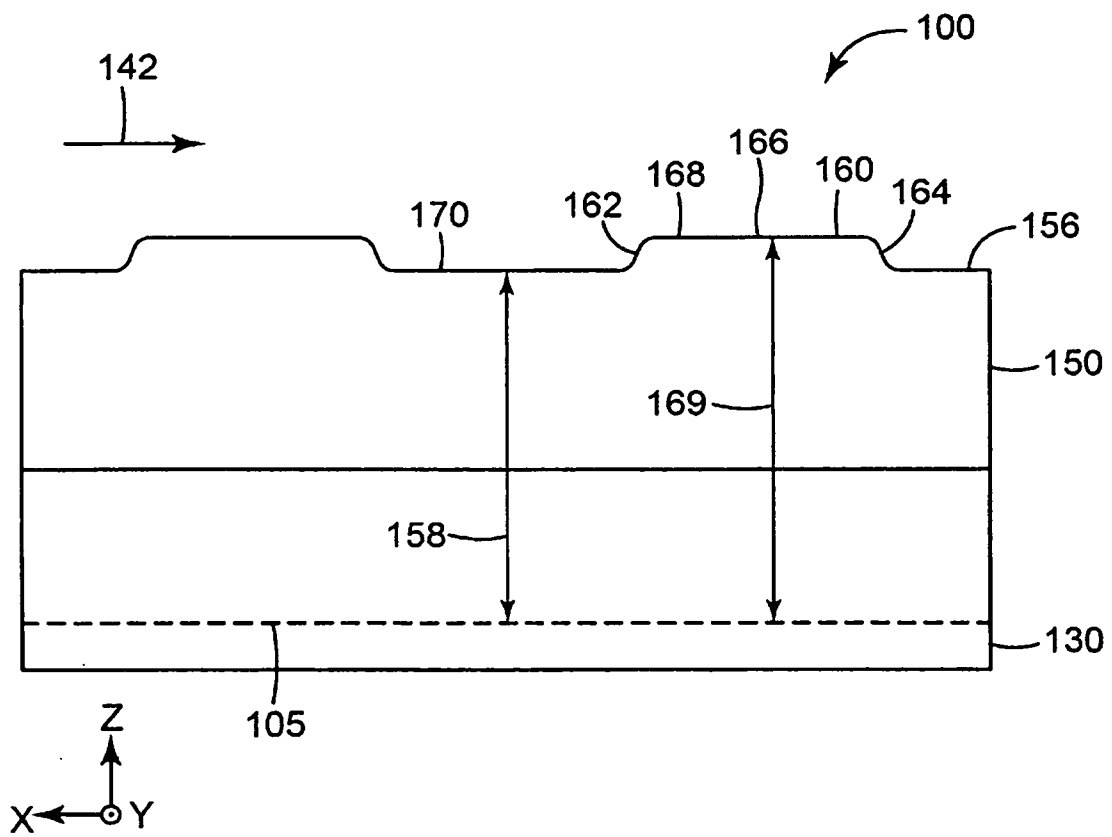


圖4

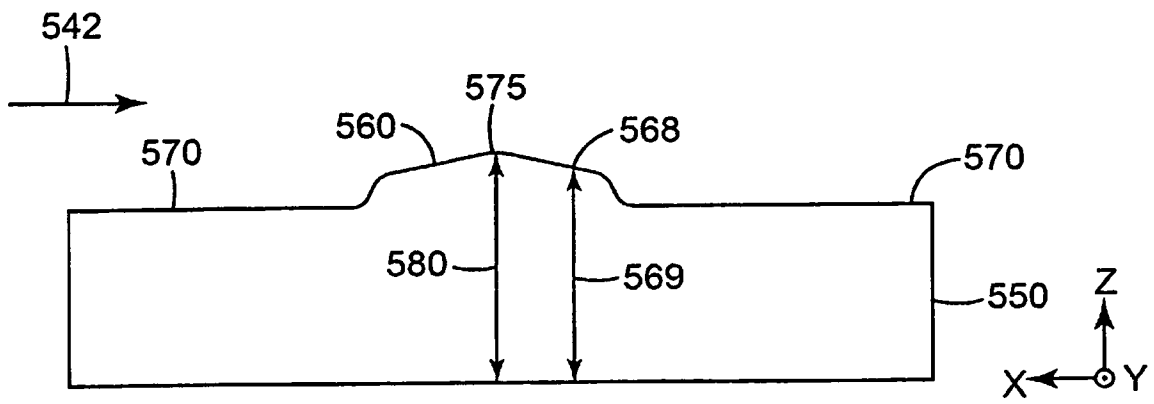


圖5

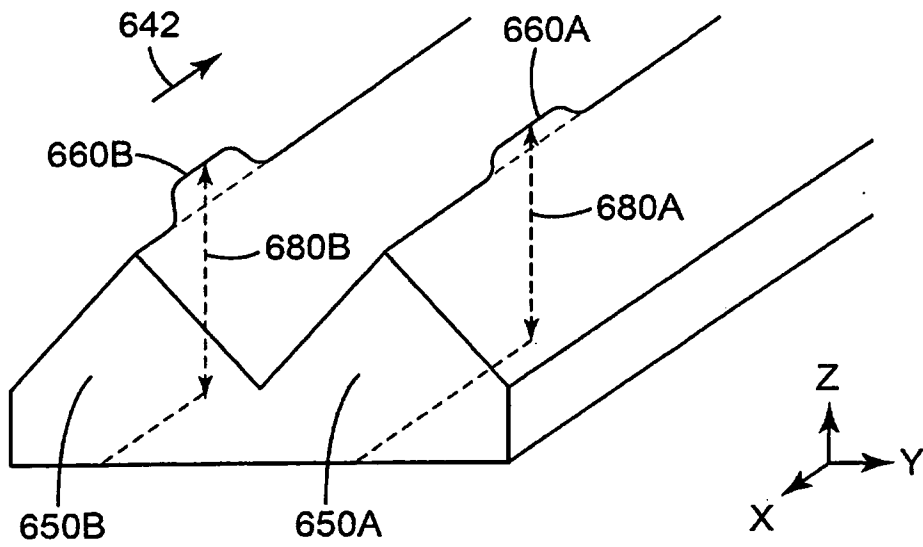


圖6

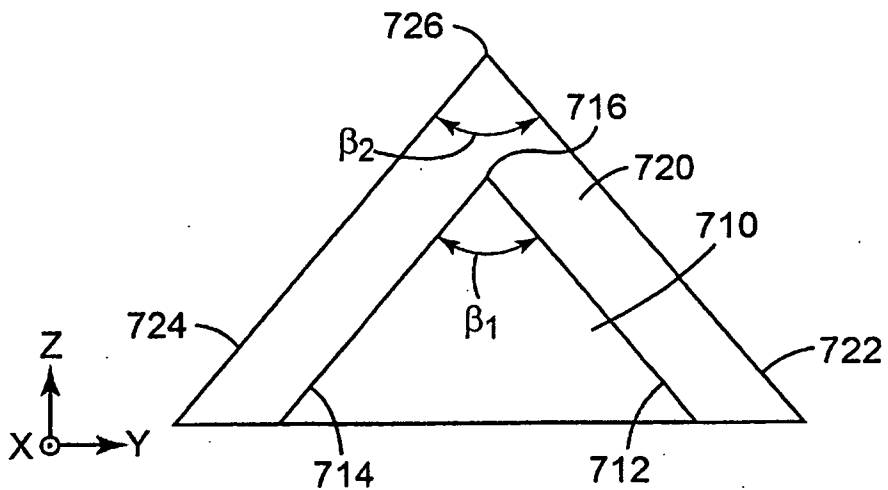


圖7