



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 201830057 A

(43) 公開日：中華民國 107 (2018) 年 08 月 16 日

(21) 申請案號：107101428

(22) 申請日：中華民國 107 (2018) 年 01 月 15 日

(51) Int. Cl. : G02B1/10 (2015.01)

(30) 優先權：2017/01/16 美國 62/446,821

(71) 申請人：美商 3M 新設資產公司 (美國) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (US)  
美國(72) 發明人：迪爾克斯 克里斯多夫 詹姆士 DERKS, KRISTOPHER JAMES (US)；愛普斯坦  
肯尼斯 艾倫 EPSTEIN, KENNETH ALAN (US)；菲 崔 狄恩 PHAM, TRI  
DINH (US)；藍伯 大衛 約翰 LAMB, DAVID JOHN (US)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：37 共 73 頁

(54) 名稱

刻面微結構化表面

FACETED MICROSTRUCTURED SURFACE

(57) 摘要

一種光學膜包括一微結構化表面，該微結構化表面包含複數個稜柱結構，該微結構化表面界定一參考平面及垂直於該參考平面的一厚度方向；其中該複數個稜柱結構包括複數個刻面，各刻面具有形成相關於該厚度方向的一極角及沿著該參考平面之一方位角的一刻面法線方向，且其中該微結構化表面具有實質均勻之該複數個刻面的一表面方位分布，且其中該微結構化表面具有其具有一離軸峰極分布之該複數個刻面的一表面極分布。

An optical film includes a microstructured surface comprising a plurality of prismatic structures, the microstructured surface defining a reference plane and a thickness direction perpendicular to the reference plane; wherein the plurality of prismatic structures includes a plurality of facets, each facet having a facet normal direction forming a polar angle with respect to the thickness direction and an azimuthal angle along the reference plane, and wherein the microstructured surface has a surface azimuthal distribution of the plurality of facets that is substantially uniform, and wherein the microstructured surface has a surface polar distribution of the plurality of facets that has an off-axis peak polar distribution.

指定代表圖：

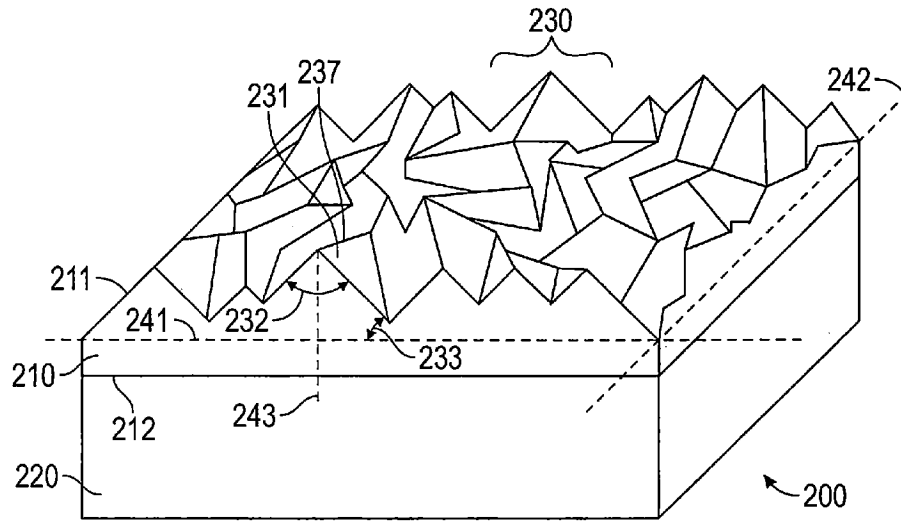


圖2A

符號簡單說明：

- 200 . . . 光學物品
- 210 . . . 光學膜
- 211 . . . 微結構化表面
- 212 . . . 平坦主表面
- 220 . . . 基材
- 230 . . . 稜柱結構
- 231 . . . 刻面
- 232 . . . 頂角
- 233 . . . 底角
- 237 . . . 峰
- 241 . . . x-軸
- 242 . . . y-軸
- 243 . . . z-軸

# 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】** 刻面微結構化表面

FACETED MICROSTRUCTURED SURFACE

**【技術領域】**

**【先前技術】**

**【0001】** 顯示器系統，諸如，液晶顯示器(LCD)系統，使用在各式各樣的應用及市售裝置中，諸如，電腦監視器、個人數位助理(PDA)、行動電話、微型音樂播放器、及薄型 LCD 電視。許多 LCD 包括液晶面板及擴展面光源，其常稱為背光，用於照明該液晶面板。背光一般包括一或多個燈及數個光管理膜，諸如，光導、鏡膜、光重導向膜（包括增亮膜）、延遲膜、偏光膜、及漫射膜。通常包括漫射膜以隱藏光缺陷，並改善由背光所發射之光的亮度均勻性。漫射膜也能使用在顯示器系統以外的應用中。

**【發明內容】**

**【0002】** 根據本揭露的實施例，一種光學物品可包括具有一微結構化表面的一光學膜，該微結構化表面具有橫跨一參考平面隨機分布的稜柱結構。該等不規則稜柱結構可包括與該參考平面成一極角並沿著該參考平面成一方位角的平坦刻面。可將該等稜柱結構分布及定向使得該微結構化表面的準直光光學透射性質近似於聚集圓錐形稜柱結構的準直光光學透射性質。

**【0003】** 在另一實施例中，一種光學膜可包括一微結構化表面，其包含複數個稜柱結構，該微結構化表面界定一參考平面及垂直於該參考平面的一厚度方向；其中該複數個稜柱結構包括複數個刻面，各刻面具有形成相關於該厚度方向的一極角及沿著該參考平面之一方位角的一刻面法線方向，且其中該微結構化表面具有實質均勻之該複數個刻面的一表面方位分布，且其中該微結構化表面具有其具有一離軸峰極分布之該複數個刻面的一表面極分布。

**【0004】** 以下在附圖及實施方式中提出本發明之一或多項實施例的細節。經由說明及圖式，並且經由申請專利範圍，本發明之其他特徵、目標、以及優點將顯而易見。

#### **【圖式簡單說明】**

**【0005】** 類似的符號在圖式中表示類似的元件。點虛線指示可選或功能性組件，而虛線指示視野外的組件。

圖 1 係包括基材上之光學膜的光學物品的圖解。

圖 2A 係包括具有微結構化表面之光學膜的光學物品的圖解。

圖 2B 係稜柱結構之刻面的頂視圖的圖解。

圖 2C 係稜柱結構之平坦刻面的側視圖的圖解。

圖 3 繪示用於形成光學膜的例示性程序。

圖 4 係透過準直光透射產生光學膜之光透射資訊的例示性方法。

圖 5A、圖 6A、及圖 7A 分別係本文揭示之光學膜的樣本 1、樣本 2、及樣本 3 在極角及方位角的光強度的錐光圖。

圖 5B、圖 6B、及圖 7B 係平均極斜率 (x-軸) 對於正規化極透射率分布 (y-軸) 的圖。

圖 8A 係具有圓錐體之六角形封裝陣列的樣本光學膜在極角及方位角的光強度的錐光圖。

圖 8B 係平均極斜率 (x-軸) 對於正規化極透射率分布 (y-軸) 的圖。

圖 9A 係具有稜鏡之鬆餅狀(waffle-like)網格的樣本光學膜在極角及方位角的光強度的錐光圖。

圖 9B 係平均極斜率 (x-軸) 對於正規化極透射率分布 (y-軸) 的圖。

圖 10A 係具有部分球體之陣列的樣本光學膜在極角及方位角的光強度的錐光圖。

圖 10B 係平均極斜率 (x-軸) 對於正規化極透射率分布 (y-軸) 的圖。

圖 11A 係具有圓峰形不規則稜鏡的樣本光學膜在極角及方位角的光強度的錐光圖。

圖 11B 係平均極斜率 (x-軸) 對於正規化極透射率分布 (y-軸) 的圖。

圖 12A 係樣本光學膜之極角及方位角的共焦斜率資料的光錐表示。

圖 12B 係斜率頻率 (y-軸) 之於極角 (x-軸) 的圖。

圖 13 係模型化圓錐體增益之於各種圓錐體結構參數的表。

圖 14A 係顯示與圓錐形結構之平坦主表面成極角並與沿著圓錐形結構的主表面成方位角之倒圓錐形結構的光強度的圖。

圖 14B 係樣本 5 及模擬圓錐形結構之表面極角範圍之正規化輝度的圖。

圖 15A 及圖 15B 分別係包括上述刻面分析之樣本 6A 及樣本 6B 的複合 AFM 影像。

圖 16A 及圖 16B 分別係包括上述刻面分析之樣本 7A 及樣本 7B 的複合 AFM 影像。

圖 17A 係包括上述刻面分析之樣本 8 的複合 AFM 影像。

圖 17B 係包括上述刻面分析之樣本 9 的複合 AFM 影像。

圖 18A 及圖 18B 係具有包括上述刻面分析之圓峰形不規則稜鏡的光學膜的複合 AFM 影像。

圖 19 係具有包括上述刻面分析之圓錐體的六角形封裝陣列之光學膜的複合 AFM 影像。

圖 20 係具有包括上述刻面分析之部分球體的封裝陣列之光學膜的複合 AFM 影像。

圖 21 係具有包括上述刻面分析之角錐形稜鏡的陣列之光學膜的複合 AFM 影像。

圖 22 係表示為總表面面積的百分比之六個光學膜實例的平坦刻面核心區域之覆蓋面積的圖。樣本 6 至樣本 9 顯示顯著地高於不規則稜鏡、部分球體、及六角形圓錐體光學膜的表面面積覆蓋率。

圖 23A 及圖 23B 係沿著二個正交面內方向（分別係  $x$  及  $y$ ）之功率頻譜密度之於空間頻率的圖。

圖 24A 係光學膜之刻面方位角分布的圖，代表刻面部分在各種方位角的表面面積覆蓋率。

圖 24B 係平面刻面化光學膜之梯度方位角分布的圖，代表梯度部分在各種方位角的表面面積覆蓋率。

圖 25A 至圖 25B 係基於來自本揭露之光學膜的 AFM 資料之梯度/刻面分布的二維分布圖。

圖 26A 至圖 26D 係基於來自具有不規則稜鏡(26D)、部分球體(26A)、六角形圓錐體(26B)、及角錐形稜鏡(26C)之光學膜的 AFM 資料之梯度/刻面分布的二維分布圖。

圖 27A 係樣本 10 所揭示的光學膜、樣本 11 所揭示之光學膜、及不規則稜鏡光學膜的梯度量值累積分布圖。

圖 27B 係樣本 10、樣本 11、及不規則稜鏡光學膜的梯度量值分布圖。

圖 27C 係上述光學膜的累積刻面斜率量值分布圖。

圖 27D 係樣本 6、樣本 7、及不規則稜鏡的斜率角之於正規化頻率的刻面斜率角分布圖。

圖 27E 係上述光學膜的梯度量值累積分布圖。

圖 27F 係具有大於 20 度之斜率的平坦刻面核心區域之覆蓋率的圖。

圖 27G 係不具有任何斜率限制的平坦刻面核心區域之覆蓋率的圖。

圖 27H 及圖 27I 係刻面方位角分布及梯度方位角分布的圖。

圖 27J 係上述光學膜的累積刻面斜率角分布圖。

圖 27K 及圖 27L 係梯度量值對於以平方度為單位之每立體角的%之正規化頻率的圖。

圖 28 至圖 36 含有與上述圖 15 至圖 22 之討論相同的分析，但使用更寬的曲率限制。

圖 37 係如本文所述之實例光學膜的顯微圖。

### 【實施方式】

【0006】 微結構化膜可包括具有成角度側的微結構，以藉由折射特定入射角的光並將其他入射角的光反射回該膜中以受進一步處理而準直光。為提昇橫跨微結構化膜之表面的一致亮度，微結構可使用以各式各樣角度定向的表面來圖案化。在一些實例中，微結構可係具有在相對方向上成角度之平坦側的狹長稜柱形微結構。例如，狹長稜柱形微結構的二膜可以垂直角度堆疊以各沿著單一軸來準直光。具有此等微結構之膜的表面可由成角度側覆蓋。然而，由於側角度的有限方位分布，此等膜的圖案化結構可能不會橫跨整體表面在空間上均勻地分布光。在其他實例中，微結構可具有圓形或橢圓形的基底輪廓，其具有在全部方向上分布光的徑向表面。例如，微結構可係球形透鏡或圓錐體。然而，此等圓形基底微結構的圓形輪廓可能不會使用此等微結構實質覆蓋膜的表面，在圓形基底微結構之間留下平坦或未結構化

區域。進一步地，具有微結構之規則圖案之微結構化膜可遭受負面效應，諸如，疊紋效應(moiré effect)。

**【0007】** 本揭露包括具有用於準直光之微結構化表面的光學膜。該微結構化表面包括複數個稜柱結構之不規則分布，該稜柱結構包括與該微結構化表面之參考平面成角度的複數個刻面。在稜柱結構可係獨立不規則或隨機的同時，可將稜柱結構之刻面的定大小、定角度、及分布，使得刻面的表面方位分布可沿著參考平面為實質均勻，而刻面的表面極分布可實質落在與法線入射至該參考平面之光之尖峰透射率關聯的極範圍內。刻面的此分布可導致近似於圓錐形光學分布性質（諸如，具有底角之等效分布的圓錐形稜柱結構之總體的光學分布性質）之微結構化表面的光學分布性質，同時以稜柱結構實質覆蓋該整體主表面。互連刻面表面的使用可實質使光學膜的整體表面能夠由微結構化表面所覆蓋。稜柱結構之不規則分布可減少出現在圖案化膜或規則膜中的疊紋效應。

**【0008】** 圖 1 係包括基材 120 上之光學膜 110 的光學物品 100 的圖解。光學膜 110 包括微結構化表面 111 及耦接至基材 120 的平坦主表面 112。基材 120 包括底主表面 121。由光源 130 產生的光 131 可在底主表面 121 折射通過基材 120 並在微結構化表面 111 離開。從光學物品 100 離開的光 131 可係實質準直的（亦即，在實質垂直於底主表面 121 的方向上離開微結構化表面 111）。

**【0009】** 可將微結構化表面 111 結構化以從由光源 130 產生並經由光學物品 100 處理的非準直光產生實質準直光。影響在微結構化表

面 111 的光之準直的因素可包括，例如，光學膜 110 的折射率、與微結構化表面 111 接觸之介質的折射率、及入射光在微結構化表面 111 上的角度。影響在微結構化表面 111 上的入射光之角度的因素可包括，例如，基材 120 的折射率、在基材 120 的底主表面 121 與光源 130 之間的介質的折射率、及從光源 130 發射之入射光的角度。

**【0010】** 在一些實例中，光學物品 100 可偏光及準直來自光源 130 的光。如可在下文中進一步詳細描述的，光學膜 110 可係準直膜且基材 120 可係反射偏光器。藉由組合本文描述的準直光學膜與反射偏光器，光學物品可操作以增加單一背光膜中的準直及亮度。

**【0011】** 圖 2A 係包括具有微結構化表面 211 的光學膜 210 之光學物品 200 的圖解，諸如，上述的光學物品 100。光學物品 200 可應用在其進一步包含光源（諸如，光源 130）及光閘裝置的光學裝置（諸如，液晶顯示裝置）中。光學物品 200 可用於將來自光源的光導向至光閘裝置。光源的實例包括電致發光板、光導總成、及螢光或 LED 背光。光源可產生非準直光。取決於微結構化表面 211 的組態，可將光學物品 200 使用為增亮膜、均勻膜、轉向膜、或影像導向膜（折射光束重導向產品）。使用光學物品 200 的光學系統可係光學顯示器、背光、或相似系統，並可包括其他組件（諸如，液晶面板及額外偏光器）、及/或其他光學膜或組件。

**【0012】** 光學膜 210 可在平坦主表面 212 附接至基材 220。在此實施例中，光學物品 200 包括二層：基材 220 及光學膜 210。然而，光學膜 210 可具有一或多個層。例如，在一些情形中，光學物品 200

可僅具有其包括微結構化表面 211 及底主表面 212 之光學膜 210 的單一層。在一些情形中，光學物品 200 可具有許多層。例如，基材 220 可由多個不同層組成。當光學物品 200 包括多層時，該組成層可彼此共延伸，且各對相鄰組成層可包含有形光學材料，並具有彼此完全重合或以至少超過 80% 或至少 90% 的其等個別表面面積彼此實體地接觸的主表面。

**【0013】** 基材 220 可具有適合在設計成控制光流之光學產品中使用的組成物。使用作為基材材料的因素及性質可包括足夠的光學清晰度及結構強度，使得，例如，可將基材 220 組裝至特定光學產品中或在該特定光學產品內使用，且可具有足夠的對溫度及老化的抗性使得光學產品的效能不隨時間受損。用於任何光學產品之基材 220 的特定化學組成物及厚度可取決於所構建之該特定光學產品的需求，其例如平衡以下要求：強度、清晰度、溫度抗性、表面能、至微結構化表面的黏著性、形成微結構化表面的能力等。基材 220 可係單軸或雙軸定向的。

**【0014】** 用於基材 220 的有用基材材料可包括但不限於，苯乙烯-丙烯腈、醋酸丁酸纖維素、醋酸丙酸纖維素、三醋酸纖維素、聚醚砜、聚甲基丙烯酸甲酯、聚胺甲酸酯、聚酯、聚碳酸酯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚萘二甲酸乙二酯、基於萘二羧酸、聚環烯烴、聚醯亞胺的共聚物或摻合物、及玻璃。可選地，基材材料可含有此等材料的混合物或組合。在實施例中，基材 220 可係多層的，或可含有以連續相

懸浮或分散的分散相。針對一些光學產品，諸如，增亮膜，所欲基材材料的實例可包括但不限於，聚對苯二甲酸乙二酯(PET)及聚碳酸酯。

**【0015】** 一些基材材料可係光學活性的，並可作用為偏光材料。對通過膜之光的偏光可藉由例如在選擇性吸收通過光之膜材料中包括二色性偏光器(dichroic polarizer)，或藉由在選擇性反射通過光之膜材料中包括反射偏光器來實現。光偏光亦可藉由包括無機材料（例如經對準之雲母晶片(aligned mica chip)）或藉由分散於連續膜內之不連續相（例如分散於連續膜內之光調變液晶液滴）來達成。作為替代方案，可由不同材料之微細層製備膜。可藉由例如採用諸如拉伸膜、施加電場或磁場、以及塗佈技術等方法將膜內之偏光材料對準至偏光定向。

**【0016】** 偏光膜之實例包括美國專利第 5,825,543 號及第 5,783,120 號中所述者，彼等各者以引用方式併入本文中。與增亮膜組合之該等偏光器膜的用途已描述於美國專利第 6,111,696 號中，以引用方式併入本文中。能使用為基材之偏光膜的第二實例係美國專利第 5,882,774 號中所述之彼等膜，也以引用方式併入本文中。可購得之膜係以商品名稱 DBEF (Dual Brightness Enhancement Film)由 3M 出售之多層膜。此種多層偏光光學膜於增亮膜中之用途已描述於美國專利第 5,828,488 號中，以引用方式併入本文中。基材材料的列表不係排它的，且如所屬技術領域中具有通常知識者所將理解的，其他偏光及非偏光膜也能有用的作為本發明之光學產品的底材。此等基材材料可與包括例如偏光膜之任何數目的其他膜結合以形成多層結構。額外基

材材料的短列表能包括在美國專利第 5,612,820 號及第 5,486,949 號等中所述的彼等膜。特定底材的厚度也能取決於光學產品的上述需求。

**【0017】** 在一些實例中，光學物品 200 可包括自由浮動或背光膜，且基材 220 可係反射偏光器。具有面對顯示器組件（諸如，液晶顯示器）之微結構化表面 211 的光學膜 210 可在底主表面 212 附接至基材 220。光學膜 210 可關於行進通過使用光學物品 200 的系統之光的路徑位於系統之膜堆疊中的基材 220「上方」。具有反射偏光器及準直光學膜的光學物品 200 可在相同膜中提供準直及亮度增加性質二者。

**【0018】** 光學膜 210 可在底主表面 212 直接接觸基材 220 或光學地對準基材 220，且能係允許微結構化表面 211 導向或集中光流的大小、形狀、及厚度。光學膜 210 可與基材 220 整體地形成或能從材料形成並黏附或層壓至基材 220。

**【0019】** 光學膜 210 可具有任何合適的折射率。用於選擇折射率的因素可包括但不限於將入射光至光學膜 210 的方向、微結構化表面 211 的表面性質、及來自微結構化表面 211 之出射光的期望方向。例如，在一些情形中，光學膜 210 可具有在從約 1.4 至約 1.8、或從約 1.5 至約 1.8、或從約 1.5 至約 1.7 之範圍中的折射率。在一些情形中，光學膜 210 可具有不小於約 1.5、或不小於約 1.55、或不小於約 1.6、或不小於約 1.65、或不小於約 1.7 的折射率。

**【0020】** 光學膜 210 可具有適合在設計成控制光流之光學產品中使用的組成物。對光學膜 210 有用的材料包括但不限於：聚(碳酸

酯)(PC)；對排及同排聚(苯乙烯)(PS)；C1-C8 烷基苯乙烯；含烷基、芳族、及脂族環的(甲基)丙烯酸酯，包括聚(甲基丙烯酸甲酯)(PMMA)及 PMMA 共聚物；乙氧基化及丙氧基化(甲基)丙烯酸酯；多官能基(甲基)丙烯酸酯；丙烯酸化環氧樹脂(acrylated epoxies)；環氧樹脂；及其他乙烯系不飽和材料；環烯烴及環烯烴共聚物；丙烯腈丁二烯苯乙烯(ABS)；苯乙烯丙烯腈共聚物(SAN)；環氧樹脂；聚(乙烷基環己烷)；PMMA/聚(乙烷基氟)摻合物；聚(苯醚)(poly(phenylene oxide))合金；苯乙烯嵌段共聚物；聚醯亞胺；聚砜；聚(氯乙烯)；聚(二甲基矽氧烷)(PDMS)；聚胺甲酸酯；不飽和聚酯；聚(乙烯)，包括低雙折射聚乙烯；聚(丙烯)(PP)；聚(對苯二甲酸烷酯)，諸如，聚(對苯二甲酸乙二酯)(PET)；聚(萘二甲酸烷酯)，諸如，聚(萘二甲酸乙二酯)(PEN)；聚醯胺；離子聚合物；乙酸乙烯酯/聚乙烯共聚物；乙酸纖維素；乙酸丁酸纖維素(cellulose acetate butyrate)；氟聚合物；聚(苯乙烯)-聚(乙烯)共聚物；PET 及 PEN 共聚物，包括聚烯烴 PET 及 PEN；及聚(碳酸酯)/脂族 PET 摻合物。

**【0021】** 光學膜 210 可包括微結構化表面 211。微結構化表面 211 可代表用於透射來自光學物品 200 之實質準直光的結構化表面。微結構化表面 211 可組態成折射以(一或多個)特定入射角範圍接觸微結構化表面 211 的光並反射在此等(一或多個)範圍外側的光。此等(一或多個)範圍可相依於例如光學膜 210 及與微結構化表面 211 接觸之任何材料(諸如，空氣)的折射率。圖 4 係具有微結構化表面(諸如，微結構化表面 211)之實例光學膜(諸如，光學膜 210)的

SEM 影像。為便於參考，微結構化表面 211 可界定具有 x-軸 241 及垂直於 x-軸 241 之 y-軸 242 的參考平面，並可界定沿著垂直於該參考平面之 z-軸 243 的厚度方向。

**【0022】** 微結構化表面 211 可包括複數個稜柱結構 230。稜柱結構 230 可代表將具有稜柱結構 230 之光學膜 210 的期望功能（諸如，使光準直）表徵化之微結構化表面 211 的組態。通常，稜柱結構 230 能藉由例如折射一部分的入射光並回收不同部分的入射光而重導向光。可將稜柱結構 230 設計成沿著期望方向（諸如沿著正 z-方向）重導向入射在稜柱結構 230 之刻面 231 上的光。在一些實例中，稜柱結構 230 可在實質平行於 z-軸 243 的方向上或法向於藉由 x-軸及 y-軸形成之參考平面的方向上重導向光。稜柱結構 230 可實質覆蓋光學膜 210 的所有微結構化表面 211，諸如，覆蓋大於 90%之微結構化表面 211 的表面面積。

**【0023】** 微結構化表面 211 的稜柱結構 230 可橫跨微結構化表面 211 實質不規則地或隨機地配置。實質不規則或隨機的配置可橫跨局部未圖案化或不規則圖案化的微結構化表面 211 包括稜柱結構 230 的空間分布，但可展示該聚集體中的特定性質、性質範圍、或性質的概率。例如，當複數個稜柱結構 230 增加時，複數個稜柱結構 230 之性質的平均可呈現較少偏差；然而，稜柱結構 230 之第一空間區域及稜柱結構 230 的第二空間區域可不具有相似的性質分布。

**【0024】** 光學物品 200 之微結構化表面 211 中的不連續性（例如，突出物）在輪廓上可與透過稜柱結構 230 所畫出的平均中心線偏

離，使得由中心線上方的表面輪廓所囊括之面積的和等於該線下方之面積的和，該線基本上平行於該物品的標稱表面（其支撐微結構）。如藉由光學或電子顯微鏡通過該表面之代表表徵長度所測量的，稜柱結構 230 的高度可係約 0.2 至 100 微米，例如 1 至 30  $\mu\text{m}$ 。該平均中心線能係平坦、下凹、凸出、非球面、或彼等的組合。稜柱結構 230 可具有界定為二個相交刻面之間最遠的距離的間距。稜柱結構 230 的間距可不多於 250 微米且可由 0（相交）至 250 微米變化。該間距可與諸如稜柱結構 230 上之刻面 231 的底角 233 及稜柱結構 230 之高度的因素相關。在一些實例中，可選擇高度及間距以減少閃光。閃光係指出現為粒狀紋理（紋理雲紋）的光學假影，該粒狀紋理係由亮和暗輝度出現為隨機圖案的小區域組成。亮及暗區域的位置可隨觀看角度的改變而變化，使紋理對觀看者尤其明顯且令人反感。為最小化閃光，稜柱結構 230 可具有小於約 100 微米的高度，且較佳地小於 20 至 30 微米、可具有非常小的週期性、可不形成緊鄰結構的微影像、或此等屬性的任何組合。

**【0025】** 複數個稜柱結構 230 可包括複數個刻面 231。各稜柱結構 230 可包括在峰 237 會聚的複數個刻面 231。各刻面 231 可代表稜柱結構 230 的表面及其界定相對於由 x-軸 241 及 y-軸 242 形成之參考平面的至少一個斜率的微結構化表面 211，各刻面 231 及對應斜率形成非零底角 233。

**【0026】** 複數個刻面 231 的至少一個斜率可界定斜率量值分布及斜率量值累積分布。斜率量值分布可代表斜率角（諸如，底角 233）

的正規化頻率。斜率量值累積分布可針對微結構化表面 211 上方的各角度代表斜率角（諸如，底角 233）的累積正規化頻率。累積斜率量值分布可包括代表斜率角之累積正規化頻率中的改變的改變率。例如，請參考圖 4A。在一些實例中，針對小於約 10 度之斜率的斜率量值累積分布中的改變率可小於每度約 1%，而針對小於約 30 度之斜率的斜率量值累積分布中的改變率可小於每度約 2% 例如，請參考圖 27A。在一些實例中，20% 之斜率量值累積分布中的改變率可實質小於約 60 度之斜率量值累積分布中的改變率。例如，請參考圖 27D。在一些實例中，在約 10 度之斜率量值累積分布中的改變率可小於每度約 0.5%，而在約 20 度之斜率量值累積分布中的改變率可小於每度約 1% 例如，請參考圖 27B。

**【0027】** 微結構化表面 211 可界定相對於參考平面的複數個斜率。在一些實例中，約 10% 的微結構化表面具有小於約 10 度的斜率，且約 15% 的微結構化表面具有大於約 60 度的斜率。例如，請參考圖 27A。在一些實例中，約 80% 的結構化表面具有在約 30 度至約 60 度之間的斜率。例如，請參考圖 27A。

**【0028】** 各刻面 231 可具有表面面積及代表刻面 231 之平均表面方向的刻面法線方向。各刻面 231 的表面面積可代表通過光學膜 210 的光可經由其與刻面接觸且以較低入射角折射或以較高入射角反射的區域。在刻面 231 彎曲的實例中，刻面法線方向可係曲率的平均角度、曲率之切線、橫跨刻面 231 之峰的平面、或代表刻面 231 之平均折射表面的其他功能性表面的法線方向。

**【0029】** 刻面 231 可實質覆蓋所有的微結構化表面 211。在一些實例中，刻面 231 可覆蓋大於 90% 的微結構化表面 211。微結構化表面 211 的表面覆蓋率可針對特定梯度量值範圍或限制而表示為百分比之以平方度為單位之每立體角的微結構化表面。在一些實例中，小於 0.010% 之以平方度為單位之每立體角的微結構化表面 211 具有約 10 度的梯度量值，而小於約 0.008% 之以平方度為單位之每立體角的微結構化表面 211 具有約 30 度的梯度量值。例如，請參考圖 27K。在一些實例中，小於約 0.008% 之以平方度為單位之每立體角的微結構化表面 211 具有約 10 度的梯度量值，而小於約 0.007% 之以平方度為單位之每立體角的微結構化表面具有約 30 度的梯度量值。在一些實例中，具有約零的梯度量值之以平方度為單位之每立體角的微結構化表面 211 係從約 0.0005% 至約 0.01%。在一些實例中，具有約零的梯度量值之以平方度為單位之每立體角的微結構化表面 211 係從約 0.001% 至約 0.006%。在一些實例中，小於約 0.010% 之以平方度為單位之每立體角的微結構化表面 211 具有小於約 10 度的梯度量值，而大於約 0.008% 之以平方度為單位之每立體角的微結構化表面 211 具有約 50 度的梯度量值。例如，請參考圖 27L。在一些實例中，諸如，微結構化表面之平坦部分的百分比大於約 10%、小於約 0.010% 之具有約 10 度的梯度量值之以平方度為單位之每立體角的結構表面的實例。例如，請參考圖 27M 及 27N。

**【0030】** 複數個稜柱結構 230 的次複數個稜柱結構可包括刻面 231，其包含藉由實質彎曲周邊部分圍繞的實質平坦中心部分。在一些

實例中，小於約 20%之刻面的平坦中心部分具有小於約 40 度的斜率，小於約 10%的微結構化表面 211 具有小於約 20 度的斜率。

【0031】 刻面 231 可係實質上平坦的。實質平坦度可藉由例如平坦刻面 231 的曲率或平均曲率的半徑指示或判定，諸如，大於十倍稜柱結構 230 之平均高度的曲率半徑。在一些實例中，微結構化表面 211 之刻面 231 的特定部分可係實質平坦的，諸如大於 30%。

【0032】 複數個稜柱結構 230 可包括形成在二刻面 231 之交點的複數個峰 237。形成峰 237 的二刻面 231 可具有關聯頂角 232。各峰 237 可具有代表峰之角銳度的關聯曲率半徑。例如，峰 237 可具有小於稜柱結構 230 之平均高度的十分之一的曲率半徑。峰 237 可被實質界定或係尖銳的，使得峰 237 之表面面積對微結構化表面 211 的貢獻微不足道。在一些實例中，複數個峰 237 的表面面積小於微結構化表面 211 之總表面面積的 1%。具有經界定峰 237 的微結構化表面 211 可增加刻面 231 的表面面積、增加來自光學膜 210 之期望透射率範圍的光學增益、及減少在接近正軸透射角度所造成的光耦合(wet-out)。

【0033】 圖 2B 係稜柱結構 230 的刻面 231 之頂視圖的圖解。刻面法線方向 234 可與 x-軸 241 (如圖所示) 或 y-軸 242 形成方位角 235。方位角 235 可代表沿著由 x-軸 241 及 y-軸 242 形成的參考平面之刻面 231 的定向。刻面 231 可遍及方位角 235 的實質全部方位範圍定向，諸如，0 至  $2\pi$  徑。

【0034】 圖 2C 係稜柱結構 230 的平坦刻面 231 之側視圖的圖解。刻面法線方向 234 可與 z-軸 243 形成極角 236。極角 236 可代表

相關於藉由 x-軸 241 及 y-軸 242 形成之參考平面的法線之刻面 231 的定向。刻面 231 可遍及極角 236 的實質全部極象限定向，諸如，0 至  $\pi/2$  徑。

**【0035】** 微結構化表面 211 可具有刻面 231 的表面法線分布。刻面的表面法線分布可代表刻面 231 的法線分布，諸如，具有特定極角 235 或方位角 236 之刻面 231 的概率或密集度。刻面 231 的表面法線分布包括刻面 231 的表面極分布及刻面 231 的表面方位分布。

**【0036】** 表面極分布代表刻面 231 在特定極角 236 的法線分布。在一些實例中，可將表面極分布表示為在極角範圍內之刻面的百分比。例如，實質全部刻面 231，諸如，大於 90%的刻面，可具有在特定極角範圍內的極角。特定極角範圍可包括產生實質準直光的極角範圍，諸如，在 z-軸 243 的五度內。在一些實例中，實質全部刻面 231 可具有約 45 度的極角 236，諸如，90%的刻面 231 具有在 40 度與 50 度之間的極角 236。在一些實例中，可將表面極分布表示為具有特定極角 236 之平刻面 231 的概率。

**【0037】** 複數個刻面 231 的表面極分布可包括與代表複數個刻面 231 之峰分布的極角或極角範圍關聯的峰極分布。峰極分布可係離軸的；亦即，峰極分布可不實質法向於微結構化表面 211 的參考平面。在一些實例中，表面極分布具有為至少高達正軸極分布二倍的離軸極分布。

**【0038】** 稜柱結構 230 可橫跨光學膜 210 分布且彼等的刻面橫跨微結構化表面 211 定向，使得刻面的表面極分布針對特定極角範圍增

加光學膜 210 的光學增益。在一些實例中，可將表面極分布組態成產生極透射率分布，其中極透射率分布代表透射通過微結構化表面 211 的軸向準直光在  $0$  至  $\pi/2$  之極角中的強度分布。極透射率分布可與聚集體圓錐形微結構的準直光透射性質關聯。例如，圓錐形微結構可針對特定折射率以特定極角分布具有峰輝度的光，且該峰輝度可係高於正軸極透射率的特定比率（諸如，高達二倍）。微結構化表面 211 的表面極分布可包括極範圍中的實質全部刻面，其從與峰輝度關聯之特定入射角的光產生準直光。在一些實例中，極範圍係針對在  $32$  與  $38$  度之間的人射角的光的峰輝度選擇。刻面 231 可遍及極角 236 的範圍定向，諸如  $30$  至  $60$  度，使得將透射自微結構化表面 211 的光實質準直。

**【0039】** 刻面 231 的表面極分布可具有峰。

**【0040】** 表面方位分布代表刻面 231 在特定方位角的分布。例如，使用高樣本大小，實質上，所有平刻面的第 360 個（諸如，在  $0.1\%$  與  $0.5\%$  之間、或  $0.25\%$  與  $0.3\%$  之間）可具有在特定角度之間的方位角。稜柱結構 230 橫跨光學膜 210 分布且彼等的平刻面橫跨微結構化表面 211 定向，使得刻面 231 的表面方位分布可產生均勻方位透射率分布，其中方位透射率分布代表以方位角通過微結構化表面 211 之光的透射率。光的方位透射率可與聚集體圓錐形微結構的準直光透射性質關聯。例如，圓錐形微結構可橫跨全部方位範圍平均地分布光。刻面 231 的表面方位分布在橫跨全部  $360$  度在特定角度解析度內可係均勻的。在一些實例中，角度解析度係基於製造精確度選擇。刻

面 231 的聚集體表面面積或數目對各方位角 235 可係實質相同的，且方位角 235 的平均可係旋轉對稱的。在一些實例中，雖然在方位角 235 上可有局部差異，於刻面 231 的特定樣本大小或解析度（諸如，大於 10,000 個平刻面），可將刻面 231 的聚集體表面面積或數目評價為實質相同的。

**【0041】** 在稜柱結構 230 可橫跨光學膜 210 不規則地分布及定向的同時，稜柱結構 230 之平刻面 231 的聚集體效應係其具有在參考平面上的整個方位角範圍中平均地分布之表面面積的微結構化表面 211 以平均地分布光，及有限極角範圍以實質準直光。

**【0042】** 圖 3 繪示用於形成光學膜，諸如光學膜 210 的例示性程序 300。在製造光學膜前，可製造具有對應於光學膜的微結構化表面（諸如，微結構化表面 211）之結構化表面性質的微複製工具。替代地，可基於光學膜的期望微結構化表面而提供或選擇具有對應於光學膜之微結構化表面之結構化表面性質的微複製工具。

**【0043】** 在步驟 310 中，可提供基底以用作為能將金屬層電鍍於其上的基座(foundation)。該基底能採用許多形式之一者，例如，片材、板或圓柱體。例如，圓柱體可用於製造連續輥成品。該基底可由金屬製成，且例示性金屬包括鎳、銅、及黃銅；然而，也可使用其他金屬。該基底具有暴露表面（「基底表面(base surface)」），在後續步驟中可將一或多個電沈積層形成於該表面上。該基底表面可係平滑且平坦，或實質上平坦。平滑拋光之圓柱體的彎曲外表面可視為實質上平

坦，尤其當考量在圓柱體之表面上的任何給定點附近的小局部區域時。

**【0044】** 在步驟 320 中，電鍍條件可針對電鍍基底表面選擇。可選擇該電鍍溶液的組成物（諸如，使用在溶液中的金屬鹽類型），以及其他程序參數（諸如，電流密度、電鍍時間、及基材移動速度）使得該電鍍層未形成為平滑及平坦的，而是具有經結構化的主表面，並藉由不規則平坦刻面化特徵表徵化，諸如，對應於期望稜柱結構 230 的特徵。電流密度的選擇、電鍍時間的選擇、及基底暴露率（諸如，基材移動速度）的選擇可決定不規則特徵的尺寸及密度。金屬模板的選擇，諸如，使用在電鍍溶液中的金屬鹽類型，可決定特徵的幾何。例如，使用在電鍍程序中的金屬鹽類型可決定經沈積金屬結構的幾何，且因此可決定微結構化表面（諸如，微結構化表面 211）上之稜柱結構（諸如，稜柱結構 230）的形狀。

**【0045】** 在步驟 330 中，可使用電鍍程序將金屬層形成在基材的該基底表面上。在起始此步驟前，該基材之該基底表面上可經加底膠或以其他方式經處理以促進黏著性。待電鍍的金屬可實質相同於構成基底表面的金屬。例如，若基底表面包含銅，在步驟 330 中形成的該電鍍層亦可由銅製成。為形成金屬層，該電鍍程序可使用電鍍溶液。可實行電鍍程序使得電鍍層的表面具有微結構化表面，該微結構化表面具有對應於微結構化表面 211 的不規則面。金屬可非均質地增生在輓的微結構化表面上，形成隆起。光學膜的微結構化表面複製相對於輓之微結構化表面的峰或谷等。沈積金屬結構在微結構化輓上的位置

及設置係隨機的。代表性第一主表面的結構化表徵及粗糙度能在圖 36 之光學膜的 SEM 影像中看到，該膜係微複製自根據步驟 330 產生之電鍍層的表面。

**【0046】** 步驟 330 完成後，可將具有（若干）電鍍層的基材使用為以其形成光學漫射膜的原始工具。在一些情況中，該工具的結構化表面可用第二金屬或其他適合材料鈍化或以其他方式保護，該結構化表面可包括在步驟 330 中產生之（若干）電鍍層的結構化表面。例如，若（若干）電鍍層係由銅構成，該結構化表面能電鍍有薄鉻塗層。鉻或其他適合材料的薄塗層薄至足以實質保留該結構化表面的形貌較佳。

**【0047】** 一或多個複製品工具可藉由微複製該原始工具的結構化表面製造，而非在製造光學漫射膜時使用該原始工具本身，且然後可使用該（若干）複製品工具以製造光學膜。自該原始工具製成的第一複製品將具有對應於結構化表面的第一複製品結構化表面，但係該結構化表面的倒置形式。例如，結構化表面中的突起對應於第一複製品結構化表面中的空腔。可自第一複製品製成第二複製品。第二複製品將具有與原始工具之結構化表面對應的第二複製品結構化表面，且係該原始工具之結構化表面的非倒置形式。

**【0048】** 結構化表面工具，例如，在步驟 330 中製成後，具有相同結構化表面（無論相對於原始工具是否係倒置或非倒置的）的光學膜（諸如，光學膜 210）能在步驟 340 中藉由微複製自該原始或複製品工具而製成。光學膜可使用任何適合程序自該工具形成，包括例如

壓紋預形成膜、或將可固化層澆鑄及固化在載體膜上。例如，具有微結構化表面 211 的光學膜 210 可藉由下列步驟製備：(a)製備可聚合組成物；(b)將足以填充母版腔穴之量的可聚合組成物沉積至在步驟 330 中形成的結構化表面工具的母版負型結構化表面上；(c)藉由在基材（諸如，基材 220）與母版之間移動可聚合組成物珠以填充腔穴；以及(d)固化該可聚合組成物。在上述實施例中，光學膜 210 及基材 220 可係接合在一起的分離層。另一方法可包括將該模直接複製至擠製或鑄造基材材料上，造成單塊的基材 220 及光學膜 210。

## 實例

### 光透射率表徵化

**【0049】** 根據本揭露之光學膜的樣本（樣本 1、樣本 2、及樣本 3）係根據本文描述之包括上述圖 3 的技術製造。工具使用與發明名稱「光學物品」的美國專利申請案第 2010/0302479 號中所述之相似的方法製造。該工具用於藉由鑄造及固化程序的方法製作光學膜，諸如，在美國專利第 5,175,030 中所述者。使用在鑄造及固化程序中的樹脂係適於光學使用的樹脂。也提供具有(1)圓錐體的六角形封裝陣列、(2)稜鏡之鬆餅網格、(3)部分球體的封裝陣列、及(4)圓峰形不規則稜鏡之光學膜的比較例。

**【0050】** 該等光學膜使用準直光透射探測器測試以判定光學膜的光學性質，此種極透射率分布及方位透射率分布。圖 4 係透過準直光透射產生光學膜之光透射資訊的例示性方法。將具有軸向準直 LED 光

的光探測器置於光學膜的微結構化表面前方並與 0 度的極角及方位角對準。將偵測器置於光學膜的平坦主表面後方。來自光探測器的軸向準直光經由光學膜處理，且來源光由於光學膜的微結構化表面的角散射在偵測器測量。準直光透射率可用於決定對應於微結構化表面的表面極分布之極範圍的微結構化表面之刻面的底角。

## 表面表徵化

**【0051】** 根據本揭露之光學膜的四個樣本（樣本 6A/B、樣本 7A/B、樣本 8、及樣本 9）係根據本文描述之包括上述圖 3 及實例 1 至實例 3 的技術製造。也提供：(1)具有圓峰形不規則稜鏡的光學膜、(2)具有圓錐體的六角形封裝陣列的光學膜、(3)具有部分球體的封裝陣列的光學膜、及(4)具有角錐形稜鏡的陣列的光學膜的比較例。如將於下文描述的，拍攝樣本的 AFM 影像並用於影像分析。

**【0052】** 針對平坦性及角定向分析 AFM 影像。編寫程式碼以將刻面分析功能性加至斜率分析工具。刻面分析功能性針對樣本之刻面的平坦性及定向的分析組態以識別刻面的核心區域。選擇預過濾器高度映射以最小化雜訊（例如，針對 AFM 的介質 3(media 3)及針對共焦顯微術的傅立葉低通）並移位高度映射使得零高度係平均高度。

**【0053】** 在各像素計算  $gcurvature$  及  $tcurvature$ 。像素的  $gcurvature$  係使用下列三個點的高度在梯度方向上計算的表面曲率： $Z(x, y)$ 、 $Z(x-dx, y-dy)$ 、及  $Z(x+dx, y+dy)$ ，其中  $(dx, dy)$  平行於梯度向量且  $(dx, dy)$  的量值 =  $S_k / S_{kdivisor}$ ，其中  $S_k$  係核心粗糙度深度且

Skdivisor 係由使用者設定的無單位參數。可將(dx,dy)的量值四捨五入至最近像素並設定在最小值，諸如 3 個像素。tcurvature 與 gcurvature 相同，除了在計算曲率時使用橫向於而非平行於梯度的方向。

**【0054】** 各像素的臨限用於得到平坦刻面的二元映射。臨限包括：(1)  $\max(\text{gcurvature}, \text{tcurvature}) < \text{rel\_curvecutoff} / R$ ，其中  $R = \min(\text{xcrossing\_period}, \text{ycrossing\_period}) / 2$  且  $\text{xcrossing\_period}$  及  $\text{ycrossing\_period}$  分別係 x、y 方向上的零交差之間的平均距離；及(2)  $\text{gslope} < \text{facetslope\_cutoff}$ 。

**【0055】** 可施加影像處理步驟以清理二元影像。影像處理步驟可包括：侵蝕、移除少於 N 個像素的刻面、膨脹兩倍、侵蝕，其中  $N = \text{ceil}(r * r * \text{minfacetcoeff})$  個像素，r 係像素中之(dx, dy)的量值，且 ceil 係捨進至最近整數的函數。然後產生影像並計算刻面區域的統計數據及分布。

### 實例 1、實例 2、實例 3

**【0056】** 圖 5A、圖 6A、及圖 7A 分別係本文揭示之光學膜的樣本 1、樣本 2、及樣本 3 在極角及方位角的光強度的錐光圖。各樣本顯示其係離軸的且在極範圍中集中的極透射率分布，及在全部範圍上方實質均勻的方位透射率分布。

**【0057】** 圖 5B、圖 6B、及圖 7B 係平均極斜率 (x-軸) 對於正規化極透射率分布 (y-軸) 的圖。如在圖 5B、圖 6B、及圖 7B 中觀察到的，針對該等三個樣本，各樣本具有峰極透射率角及極角的集中極

範圍。也記錄峰極透射率角對正軸（0 度）極角的比率。明顯的峰極透射率角及峰極透射率對正軸透射率的高比率可指示圓錐形透射率分布並可與刻面的實質均勻表面方位分布及刻面的集中、離軸表面極分布關聯。

### 比較例 1-圓錐體的六角形封裝陣列

**【0058】** 圖 8A 係具有圓錐體之六角形封裝陣列的樣本光學膜在極角及方位角的光強度的錐光圖。各圓錐體可具有其具有六角形基底並可配置成圖案化陣列（諸如，圖 19 的陣列）的彎曲側。在特定方位角的高相對輝度指示關聯於不均勻表面方位分布的不均勻方位透射率分布，諸如，圓錐體的圖案化六角形峰。圖 8B 係平均極斜率（x-軸）對於正規化極透射率分布（y-軸）的圖。該樣本具有高度集中的極透射率分布並具有對正軸極角非常高的峰極透射率角。

### 比較例 2-稜鏡網格

**【0059】** 圖 9A 係具有稜鏡之鬆餅狀(waffle-like)網格的樣本光學膜在極角及方位角的光強度的錐光圖。各平坦稜鏡面可定向於四個方角的一者。在特定方位角的高相對輝度指示關聯於不均勻方位分布的不均勻方位透射率分布，諸如，稜鏡的四個方角。圖 9B 係平均極斜率（x-軸）對於正規化極透射率分布（y-軸）的圖。多個峰極透射率角指示不平均的稜鏡表面，而高正軸極角指示在稜鏡頂點的顯著平坦或圓化表面。

### 比較例 3-部分球體

【0060】 圖 10A 係具有部分球體之陣列的樣本光學膜在極角及方位角的光強度的錐光圖。各部分球體可具有圓化側，其具有高正軸極分量。圖 10B 係平均極斜率（x-軸）對於正規化極透射率分布（y-軸）的圖。該樣本具有高正軸極透射率分布。

### 比較例 4-圓化不規則稜鏡

【0061】 圖 11A 係具有圓峰形不規則稜鏡的樣本光學膜在極角及方位角的光強度的錐光圖。不規則稜鏡可具有在圓峰會聚的彎曲側，諸如在圖 18A 及圖 18B 中。圖 11B 係平均極斜率（x-軸）對於正規化極透射率分布（y-軸）的圖。該樣本的峰極透射角接近正軸透射角，且峰極透射率對正軸極透射率的低比率可指示稜鏡表面之間的圓峰。

### 實例 4

【0062】 根據圖 3 及上述方法製備如本文揭示之第四樣本光學膜（樣本 4）。圖 12A 係樣本光學膜之極角及方位角的共焦斜率資料的光錐表示。在此實例中，極角及方位角可分別關聯於光學膜之平坦刻面的極角及方位角。如能在圖 12A 中見到的，斜率分布在特定極角範圍最高且橫跨方位角範圍實質均勻地分布。峰極分布角橫跨方位角為實

質恆定。圖 12B 係斜率頻率（y-軸）之於極角（x-軸）的圖。個別相對方位角的極分布實質關聯，指示實質均勻的方位分布。

## 實例 5

**【0063】** 將光學圓錐形結構模型化以判定光學圓錐形結構的光學性質。光學圓錐形結構模擬，例如，光學圓錐形結構之表面的折射及菲涅耳反射圖 13 係模型化圓錐體增益之於各種圓錐體結構參數的表。將許多圓錐體模型化以相關於在光學膜中得到的增益評估圓錐體增益之於圓錐體結構參數。橫跨圓錐體變化的因素包括，例如結構（折射）率、突起表面分率、突起高寬比（高度對半徑）、及藉由相關於幾何圓錐形表面法線的表面法線之高斯分布寬度特徵化的表面粗糙度。圖 14A 係顯示與圓錐形結構之平坦主表面成極角並與沿著圓錐形結構的主表面成方位角之倒圓錐形結構的光強度的圖。

**【0064】** 比較光學膜之樣本（樣本 5）的光學性質與圓錐形結構模型的光學性質。圖 14B 係樣本 5 及模擬圓錐形結構之表面極角範圍之正規化輝度的圖。如能在圖 14A 中見到的，光學膜之輝度的極圖表具有方位上平滑的外觀。如能在圖 13 及圖 14B 中見到的，光學膜的準直光光學透射性質（諸如，經測量的光學增益）實質相比於模擬圓錐形結構的準直光光學透射性質（諸如，模擬光學增益）。

實例 6 至實例 9 及比較例 5 至比較例 8：

【0065】 圖 15A 及圖 15B 分別係包括上述刻面分析之樣本 6A 及樣本 6B 的複合 AFM 影像。圖 16A 及圖 16B 分別係包括上述刻面分析之樣本 7A 及樣本 7B 的複合 AFM 影像。圖 17A 係包括上述刻面分析之樣本 8 的複合 AFM 影像。圖 17B 係包括上述刻面分析之樣本 9 的複合 AFM 影像。圖 18A 及圖 18B 係具有包括上述刻面分析之圓峰形不規則稜鏡的光學膜的複合 AFM 影像。圖 19 係具有包括上述刻面分析之圓錐體的六角形封裝陣列之光學膜的複合 AFM 影像。圖 20 係具有包括上述刻面分析之部分球體的封裝陣列之光學膜的複合 AFM 影像。該等輪廓可代表曲率參數內的刻面表面。圖 21 係具有包括上述刻面分析之角錐形稜鏡的陣列之光學膜的複合 AFM 影像。該等輪廓可代表曲率參數內的刻面表面。

【0066】 圖 22 係表示為總表面面積的百分比之六個光學膜實例的平坦刻面核心區域之覆蓋面積的圖。樣本 6 至樣本 9 顯示顯著地高於不規則稜鏡、部分球體、及六角形圓錐體光學膜的表面面積覆蓋率。

【0067】 圖 23A 及圖 23B 係沿著二個正交面內方向（分別係  $x$  及  $y$ ）之功率頻譜密度之於空間頻率的圖。可相對於各光學膜沿著其延伸的參考平面來界定膜的形貌。將  $x,y$  平面使用為參考平面，可將各結構化表面的形貌描述為相對於  $x$  及  $y$  分量之參考平面的高度。圖 23A 及圖 23B 代表各光學膜之表面上的稜柱結構的空間不規則度或隨機性。如在圖 23A 及 23B 中所見的， $x$ -平均及  $y$ -平均功率譜密度二者分別隨著減少本揭露之樣本 6A/B 及樣本 7A/B 的  $x$ -方向及  $y$ -方向空

間頻率而穩定地減少。相反地，如藉由功率譜密度中眾多高峰所觀察到的，具有角錐形稜鏡的光學膜顯示高週期性及圖案化，如具有六角形封裝陣列圓錐體之光學膜一樣。

**【0068】** 圖 24A 係光學膜之刻面方位角分布的圖，代表刻面部分在各種方位角的表面面積覆蓋率。圖 24B 係平面刻面化光學膜之梯度方位角分布的圖，代表梯度部分在各種方位角的表面面積覆蓋率。各圖繪製膜在週期方位角的膜之覆蓋百分比。如在圖 24A 中所見的，角錐形稜鏡及六角形圓錐體二者對刻面部分呈現不平均方位角分布，而本揭露的光學膜在較窄範圍內呈現覆蓋率。如在圖 24A 及圖 24B 二者中所見的，本揭露的二光學膜以在表面覆蓋率上具有小局部差異的方式在全方位範圍上呈現刻面的實質均勻表面方位分布。

**【0069】** 圖 25A 至圖 25B 係基於來自本揭露之光學膜的 AFM 資料之梯度/刻面分布的二維分布圖。圖 25C 及圖 26A 至圖 26C 係基於來自具有不規則稜鏡(26D)、部分球體(26A)、六角形圓錐體(26B)、及角錐形稜鏡(26C)之光學膜的 AFM 資料之梯度/刻面分布的二維分布圖。針對各圖表，該 x-軸係 x-方向斜率且該 y-軸係 y-方向斜率。取得斜率的反正切以提供以度為單位的斜率角。每個同心環代表 10 度。如圖 25A 及圖 25B 中所見的，本揭露的光學膜呈現均勻表面方位分布及離軸、集中表面極分布，與上述實例 1 至實例 3 之錐光圖中所見的相似且大致上關聯於方位及極透射率分布。相反地，圖 26D 顯示較接近正軸極角的表面極分布。圖 26A 顯示具有高正軸密集度的漫射表面極

分布。圖 26B 顯示高密集的表面極分布。圖 26C 顯示不均勻的表面方位分布。

【0070】 圖 27C 係上述光學膜的累積刻面斜率量值分布圖。樣本 6 至樣本 9 具有相較於其他光學膜更緊密的梯度量值分布。

【0071】 圖 27D 係樣本 6、樣本 7、及不規則稜鏡的斜率角之於正規化頻率的刻面斜率角分布圖。不規則稜鏡具有雙峰斜率分布，而樣本 6 及樣本 7 具有明顯的峰分布。

【0072】 圖 27E 係上述光學膜的梯度量值累積分布圖。樣本 6 至樣本 9 具有比部分球體及不規則稜鏡更高的梯度量值。

【0073】 圖 27F 係具有大於 20 度之斜率的平坦刻面核心區域之覆蓋率的圖。樣本 6 至樣本 9 具有明顯較高的平坦刻面的覆蓋率，該等平坦刻面具有比六角形圓錐體、部分球體、及不規則稜大 20 度的斜率。

【0074】 圖 27G 係不具有任何斜率限制的平坦刻面核心區域之覆蓋率的圖。樣本 6 至樣本 9 具有明顯較高的平坦刻面的覆蓋率，該等平坦刻面具有比六角形圓錐體、部分球體、及不規則稜鏡大 20 度的斜率。

【0075】 圖 27H 及圖 27I 係刻面方位角分布及梯度方位角分布的圖。樣本 6 及樣本 7 顯示遍及全部方位範圍的實質均勻的方位斜率分布。

【0076】 圖 27J 係上述光學膜的累積刻面斜率角分布圖。樣本 6 及樣本 7 具有遠比不規則稜鏡更緊密的斜率角（或梯度量值）分布。

【0077】 圖 27K 及圖 27L 係梯度量值對於以平方度為單位之每立體角的%之正規化頻率的圖。如以平方度為單位之每立方角的高%所指示的，樣本 6 至樣本 9 針對 35 與 65 之間的梯度量值具有高表面覆蓋率。

【0078】 圖 28 至圖 36 含有與上述圖 15 至圖 22 之討論相同的分析，但使用更寬的曲率限制。

### 實例 10 及 11

【0079】 圖 27A 係樣本 10 所揭示的光學膜、樣本 11 所揭示之光學膜、及不規則稜鏡光學膜的梯度量值累積分布圖。在此實例中，不規則稜鏡可具有比樣本 10 及樣本 11 任一者低的斜率。圖 27B 係樣本 10、樣本 11、及不規則稜鏡光學膜的梯度量值分布圖。峰梯度正規化頻率係在較低的梯度量值。

【0080】 已描述了本發明的各種實施例。這些及其他實施例係在以下申請專利範圍的範疇之內。

### 【符號說明】

#### 【0081】

100...光學物品

110...光學膜

111...微結構化表面

112...平坦主表面

120...基材

- 121...底主表面
- 130...光源
- 131...光
- 200...光學物品
- 210...光學膜
- 211...微結構化表面
- 212...平坦主表面
- 220...基材
- 230...稜柱結構
- 231...刻面
- 232...頂角
- 233...底角
- 234...刻面法線方向
- 235...方位角
- 236...極角
- 237...峰
- 241...x-軸
- 242...y-軸
- 243...z-軸
- 300...程序
- 310... 步驟
- 320... 步驟

330... 步驟

340... 步驟

# 發明摘要

※ 申請案號：

※ 申請日：

※IPC 分類：

**【發明名稱】** 刻面微結構化表面

FACETED MICROSTRUCTURED SURFACE

**【中文】**

一種光學膜包括一微結構化表面，該微結構化表面包含複數個稜柱結構，該微結構化表面界定一參考平面及垂直於該參考平面的一厚度方向；其中該複數個稜柱結構包括複數個刻面，各刻面具有形成相關於該厚度方向的一極角及沿著該參考平面之一方位角的一刻面法線方向，且其中該微結構化表面具有實質均勻之該複數個刻面的一表面方位分布，且其中該微結構化表面具有其具有一離軸峰極分布之該複數個刻面的一表面極分布。

**【英文】**

An optical film includes a microstructured surface comprising a plurality of prismatic structures, the microstructured surface defining a reference plane and a thickness direction perpendicular to the reference plane; wherein the plurality of prismatic structures includes a plurality of facets, each facet having a facet normal direction forming a polar angle with respect to the thickness direction and an azimuthal angle along the reference plane, and wherein the

microstructured surface has a surface azimuthal distribution of the plurality of facets that is substantially uniform, and wherein the microstructured surface has a surface polar distribution of the plurality of facets that has an off-axis peak polar distribution.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：圖 2A

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

200...光學物品

210...光學膜

211...微結構化表面

212...平坦主表面

220...基材

230...稜柱結構

231...刻面

232...頂角

233...底角

237...峰

241...x-軸

242...y-軸

243...z-軸

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】**：無

## 申請專利範圍

1. 一種微結構化表面，其包含：

複數個斜率，其相對於該微結構化表面之一平面，約 10%的該微結構化表面具有小於約 10 度的斜率、約 15%的該微結構化表面具有大於約 60 度的斜率，其中約 80%的該微結構化表面具有小於約 30 至約 60 度的斜率，其中該微結構化表面包含實質隨機配置的複數個稜柱結構，各稜柱結構包含在一峰會聚的複數個刻面，且其中針對該複數個稜柱結構之至少次複數個之各者，各刻面包含由一實質彎曲周邊部分圍繞的一實質平坦中心部分。

2. 一種微結構化表面，其包含：

複數個實質隨機配置的刻面，各刻面界定相對於該微結構化表面之一平面的至少一個斜率，該複數個刻面的該至少一個斜率界定一斜率量值累積分布，約 20 度之該斜率量值累積分布的一改變率實質小於約 60 度，其中約 10 度之該斜率量值分布的一改變率小於約每度 0.5%，且約 20 度之該斜率量值分布的一改變率小於約每度 1%。

3. 一種微結構化表面，其包含：

複數個實質隨機配置的刻面，各刻面包含一實質平坦中心部分，該實質平坦中心部分界定相對於該微結構化表面之一平面的一斜率，小於約 20%之該等刻面的該等平坦中心部分具有小於約 40 度的斜率，小於約 10%的該微結構化表面具有小於約 20 度的斜率。

4. 一種微結構化表面，其包含：

複數個實質隨機配置的刻面，各刻面包含一實質平坦中心部分，該實質平坦中心部分界定相對於該微結構化表面之一平面的一斜率，該複數個刻面的該斜率界定一斜率量值累積分布，小於約 10 度之斜率的該斜率量值累積分布的一改變率小於約每度 1%，小於約

30 度之斜率的該斜率量值累積分布的一改變率小於約每度 2%。

5. 一種微結構化表面，其包括複數實質隨機配置的稜柱結構，各稜柱結構包含在一峰會聚的複數個刻面，各刻面的一中心部分界定相對於該微結構化表面的一平面之一法線方向的一方位角及相對於該微結構化表面的該平面之該法線方向的一極角，在 0 至 360 度之間的該等方位角的分布的一變異小於約 20%，小於約 5%之該複數個稜柱結構的該等刻面的該等極角小於約 10 度，且該等極角的該分布在約 10 至 60 度之間最大，使得針對沿著該法線方向入射的實質準直光，該微結構化表面針對從該微結構化表面之該等峰側入射的該準直光具有一第一總光透射率，且針對在該微結構化表面之相對側上入射的該準直光具有一實質較低的第二總光透射率，並使得針對沿著對該法線方向傾斜的一方向從該微結構化表面之該相對側入射的實質準直光，該微結構化表面具有大於該第二總光透射率的一第三總光透射率。

6. 一種微結構化表面，其包含：

複數個實質隨機配置的刻面且界定相對於該微結構化表面之一平面的複數個斜率，使得具有約零的梯度量值之以平方度為單位之每立體角的表面百分比係從約 0.0005%至約 0.01%，其中具有約零的梯度量值之以平方度為單位之每立體角的表面百分比係從約 0.001%至約 0.006%。

7. 一種微結構化表面，其包含：

複數個實質隨機配置的刻面並界定相對於該微結構化表面之一平面的複數個斜率，小於約 0.010%之以平方度為單位之每立體角的該微結構化表面具有小於約 10 度的梯度量值，且大於約 0.008%之以平方度為單位之每立體角的該微結構化表面具有約 50 度的一梯度量值。

## 8. 一種光學膜，其包含：

一微結構化表面，其包含複數個稜柱結構，該微結構化表面界定一參考平面及垂直於該參考平面的一厚度方向；

其中該複數個稜柱結構包括複數個刻面，各刻面具有形成相關於該厚度方向的一極角及沿著該參考平面之一方位角的一刻面法線方向，

其中該微結構化表面具有該複數個刻面之實質均勻的一表面方位分布，且

其中該微結構化表面具有該複數個刻面之具有一離軸峰極分布的一表面極分布，其中該離軸極分布係至少高達一正軸極分布的二倍，其中該複數個稜柱結構橫跨該微結構化表面不規則地分布，其中該微結構化表面具有刻面的一表面方位分布，該表面方位分布在包括至少 10000 個刻面的一解析度係實質均勻的。

## 9. 一種光學膜，其包含：

一微結構化表面，其包含複數個稜柱結構，該微結構化表面界定一參考平面及垂直於該參考平面的一厚度方向；

其中該複數個稜柱結構包括複數個刻面，各刻面具有形成相關於該厚度方向的一極角及沿著該參考平面之一方位角的一刻面法線方向，

其中該微結構化表面係藉由對準直光實質均勻的一方位透射率表徵化，及

其中該微結構化表面係藉由具有針對準直光之一離軸峰極透射率的一極透射率表徵化，其中該離軸峰極透射率係至少高達一正軸極透射率的二倍，且其中該複數個稜柱結構橫跨該微結構化表面不規則地分布。

## 10. 一種方法，其包含：

製備一電鍍溶液，其包含一金屬模板，其中該金屬模板具有對應於不規則稜柱結構的一晶體幾何；及

從該電鍍溶液將一金屬層電鍍至一基底上，其中該金屬層包括對應於具有不規則稜柱結構之一微結構化表面的不規則隆起，該微結構化表面界定一參考平面及垂直於該參考平面的一厚度方向，其中該等不規則稜柱結構包括平坦刻面，各平坦刻面具有形成相關於該參考平面的一極角及沿著該參考平面之一方位角的一刻面法線方向，且其中該等不規則稜柱結構橫跨光學膜分布使得該微結構化表面的準直光光學透射性質近似於圓錐形稜柱結構之一聚集體表面的準直光光學透射性質。

# 圖式

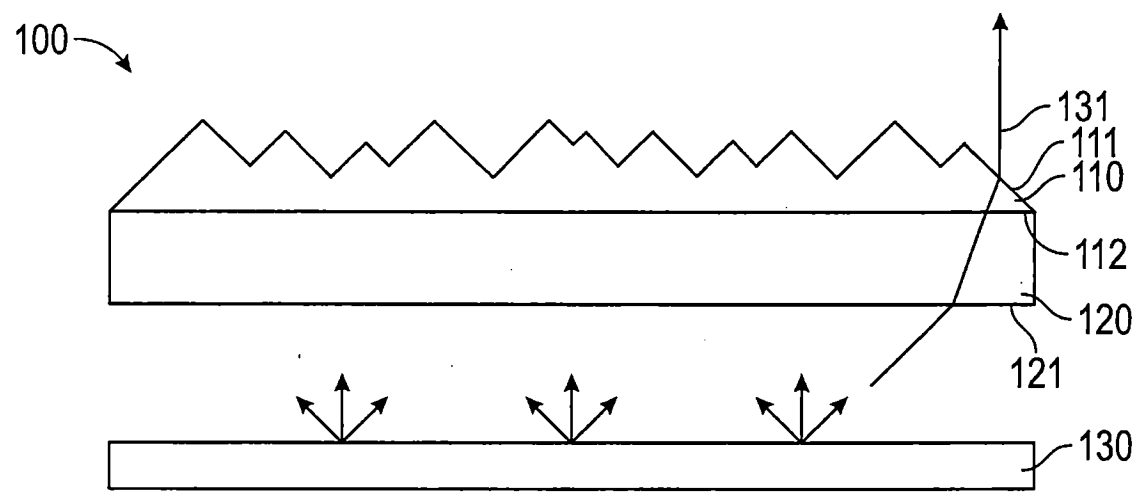


圖1

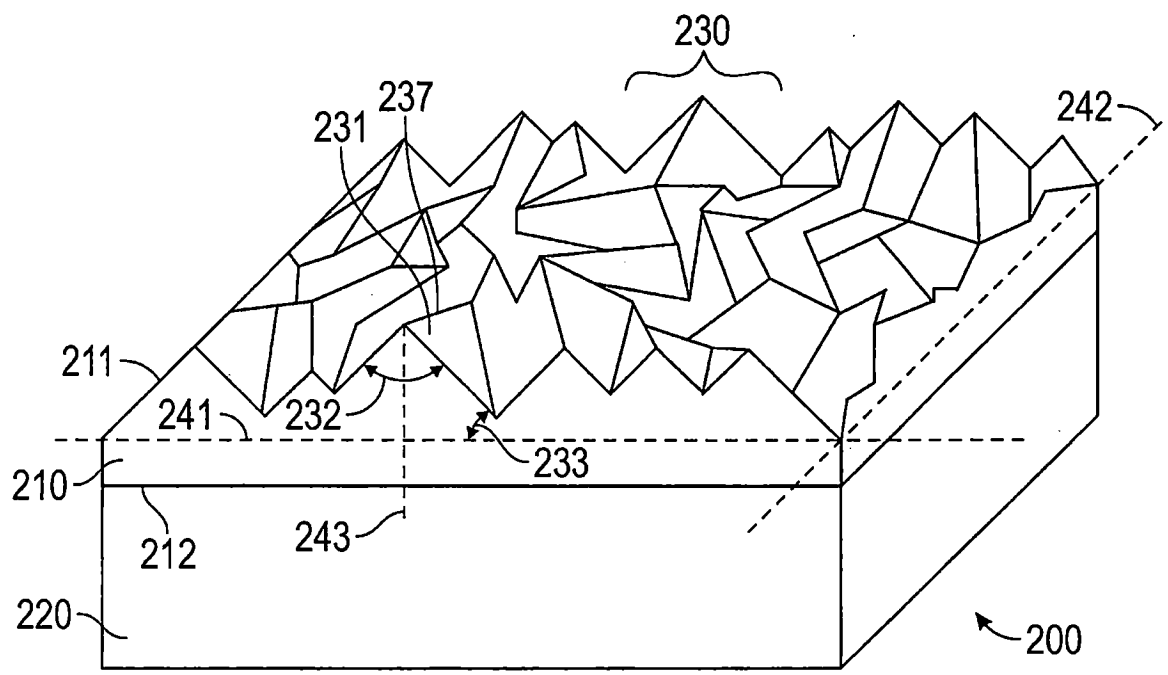


圖2A

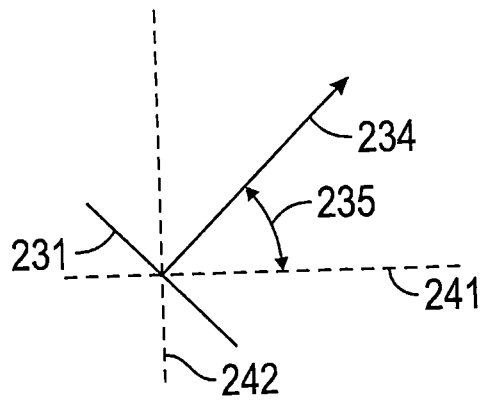


圖2B

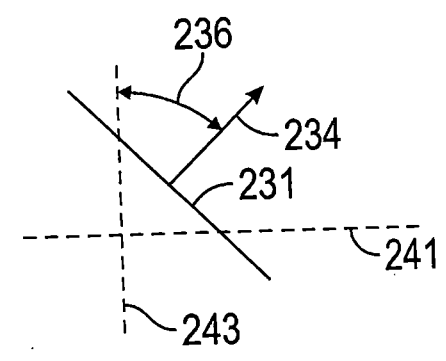


圖2C

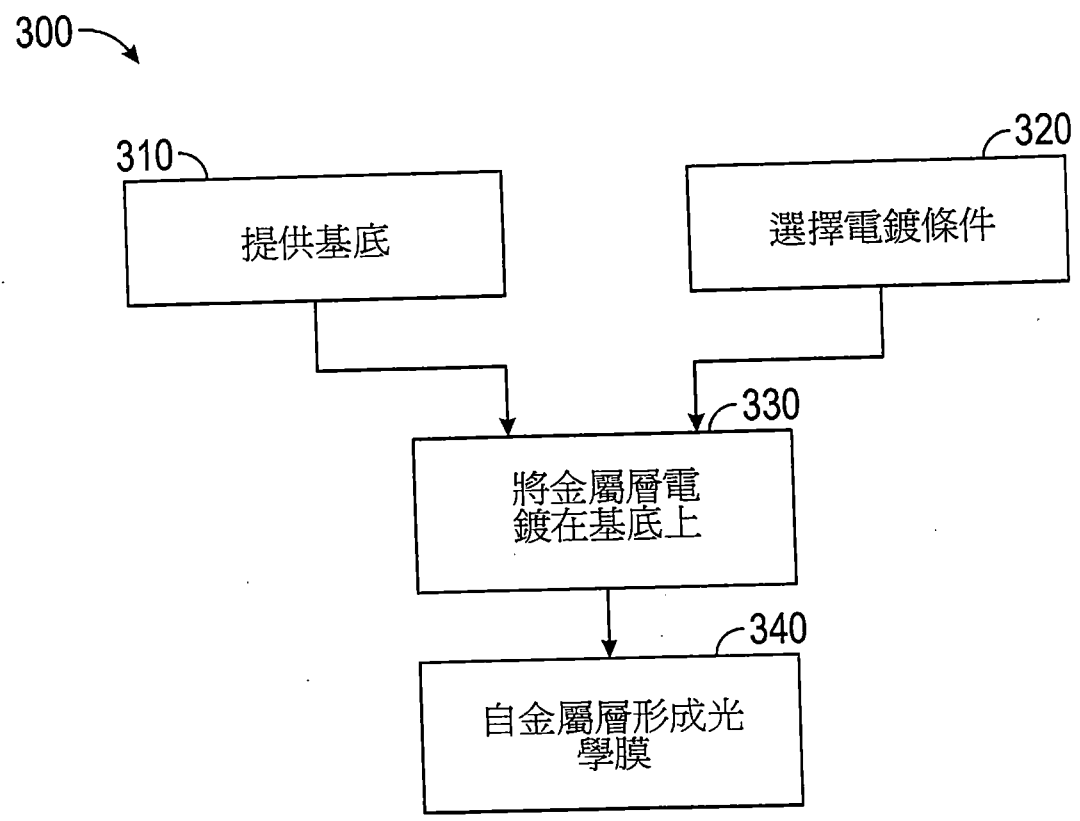


圖3

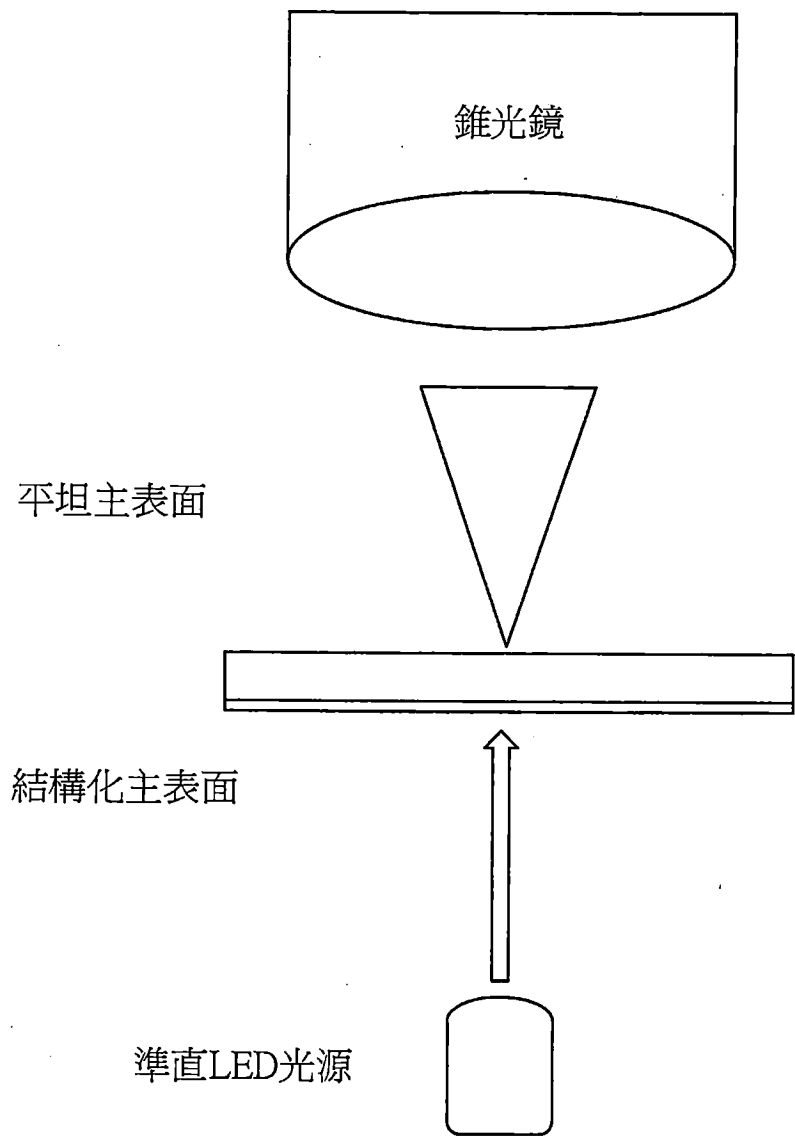


圖4

















結構類型 (0=橢球 體; 1=圓 錐體)	結構 折射 率	平面 表面 類型	平面表 面粗糙 度分率	平面粗 糙度角 分布寬 度	突起表 面分率f	橢球 體高/ 最大 高度H/a	突起高 寬比a/b	突起高 度分率 h/H	單元 胞及 方法	最大 胞直 徑D0	結構 表面 類型	結構表 面粗糙 度分率	結構角 分布寬 度(沿 X)	結構角 分布寬 度(沿 Y)	圓錐體 增益
0,1	0	0	0-1	(deg)	0-1	0	0	0-1	0-3	(um)	0	0-1	(deg)	(deg)	
1	1.58	1	1	50	1	1	1.3	1	2	10	1	1	12.5	12.5	1.404
1	1.58	1	1	50	1	1	1.35	1	2	10	1	1	12.5	12.5	1.405
1	1.58	1	1	50	1	1	1.4	1	2	10	1	1	12.5	12.5	1.410
1	1.58	1	1	50	1	1	1.45	1	2	10	1	1	12.5	12.5	1.402
1	1.58	1	1	50	1	1	1.5	1	2	10	1	1	12.5	12.5	1.402
1	1.58	1	1	50	1	1	1.55	1	2	10	1	1	12.5	12.5	1.397
1	1.58	1	1	50	1	1	1.6	1	2	10	1	1	12.5	12.5	1.400
1	1.58	1	1	50	1	1	1.65	1	2	10	1	1	12.5	12.5	1.387
1	1.58	1	1	50	1	1	1.7	1	2	10	1	1	12.5	12.5	1.381
1	1.58	1	1	50	1	1	1.75	1	2	10	1	1	12.5	12.5	1.376
1	1.58	1	1	50	1	1	1.8	1	2	10	1	1	12.5	12.5	1.375
1	1.58	1	1	50	1	1	1.85	1	2	10	1	1	12.5	12.5	1.368
1	1.58	1	1	50	1	1	1.5	1	2	10	1	1	12.5	12.5	1.398

圖13

結構類型 (0=橢球體; 1=圓錐體)	結構折射率	平面表面類型	平面表面粗糙度分率	平面粗糙度分布寬度	突起表面分率f	橢球體高度/最大高度H/a	突起高寬比a/b	突起高度分率h/H	單元胞及方法	最大胞直徑D0	結構表面類型	結構表面粗糙度分率	結構角分布寬度(X)	結構角分布寬度(Y)	圓錐體增益
0,1	0	0	0-1	(deg)	0-1	0	0	0-1	0-3	( $\mu\text{m}$ )	0	0-1	(deg)	(deg)	
1	1.58	1	1	50	0.98	1	1.5	1	2	10	1	1	12.5	12.5	1.395
1	1.58	1	1	50	0.96	1	1.5	1	2	10	1	1	12.5	12.5	1.384
1	1.58	1	1	50	0.94	1	1.5	1	2	10	1	1	12.5	12.5	1.385
1	1.58	1	1	50	1	1	1.55	1	2	10	1	1	12.5	12.5	1.392
1	1.58	1	1	50	0.98	1	1.55	1	2	10	1	1	12.5	12.5	1.392
1	1.58	1	1	50	0.96	1	1.55	1	2	10	1	1	12.5	12.5	1.384
1	1.58	1	1	50	0.94	1	1.55	1	2	10	1	1	12.5	12.5	1.371
1	1.58	1	1	50	0.94	1	1.55	1	2	10	1	1	12.5	12.5	1.379
1	1.58	1	1	50	0.92	1	1.55	1	2	10	1	1	12.5	12.5	1.369
1	1.58	1	1	50	0.9	1	1.55	1	2	10	1	1	12.5	12.5	1.368
1	1.56	1	1	50	1	1	1.55	1	2	10	1	1	11.5	11.5	1.391
1	1.56	1	1	50	0.96	1	1.55	1	2	10	1	1	11.5	11.5	1.382
1	1.56	1	1	50	0.96	1	1.55	1	2	10	1	1	11.5	11.5	1.379
1	1.56	1	1	50	0.94	1	1.55	1	2	10	1	1	11.5	11.5	1.375

圖13(續)













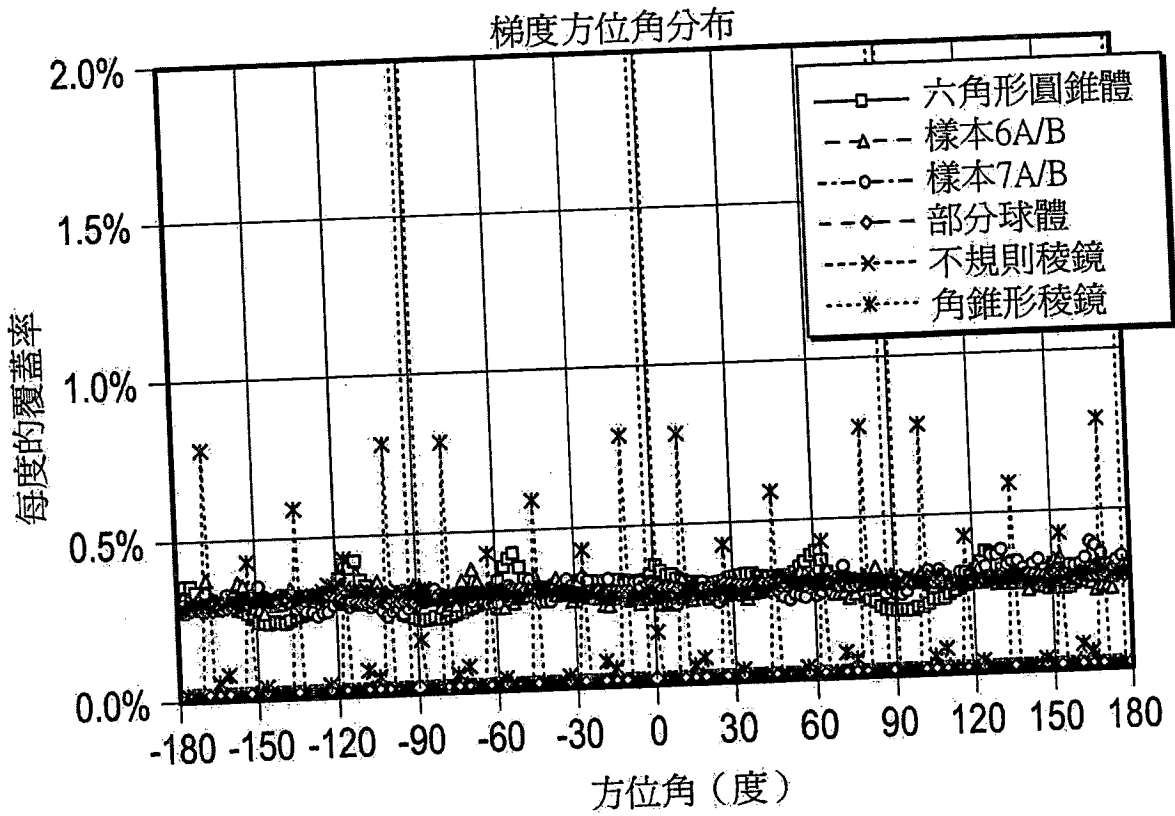


圖24A

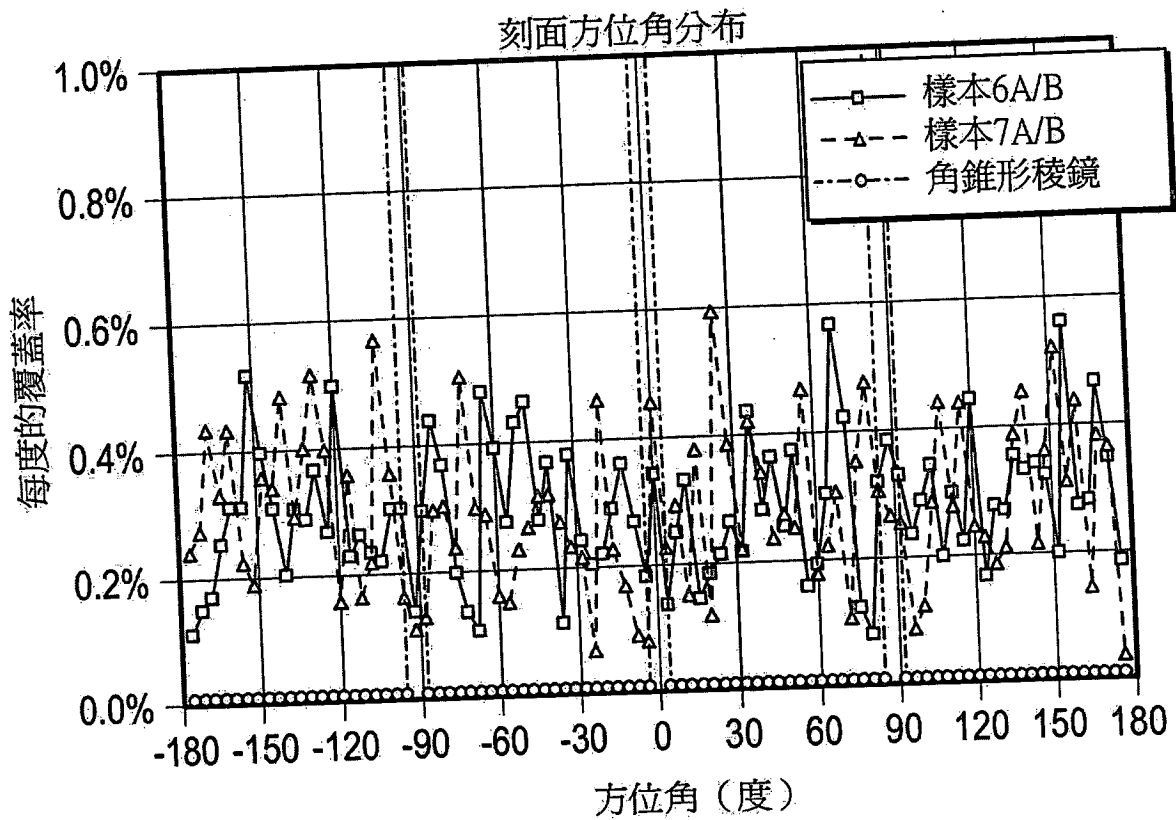


圖24B





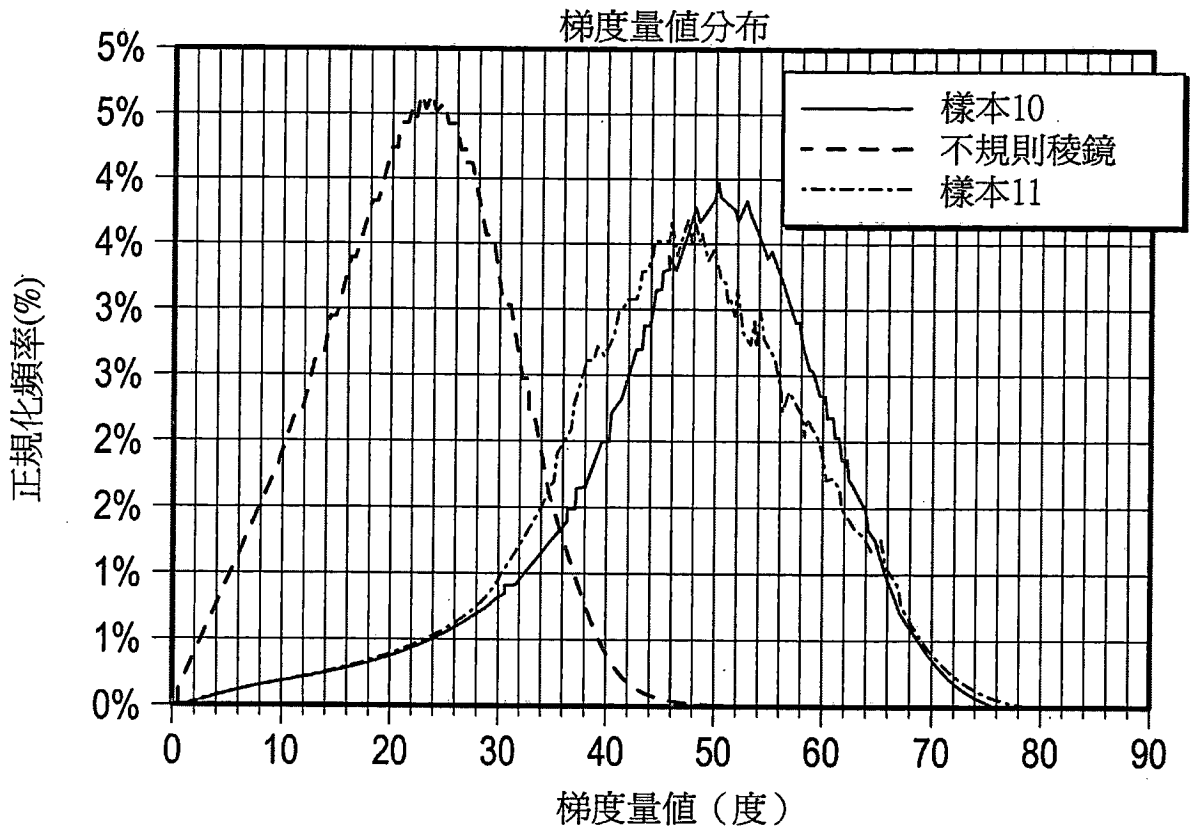


圖27B

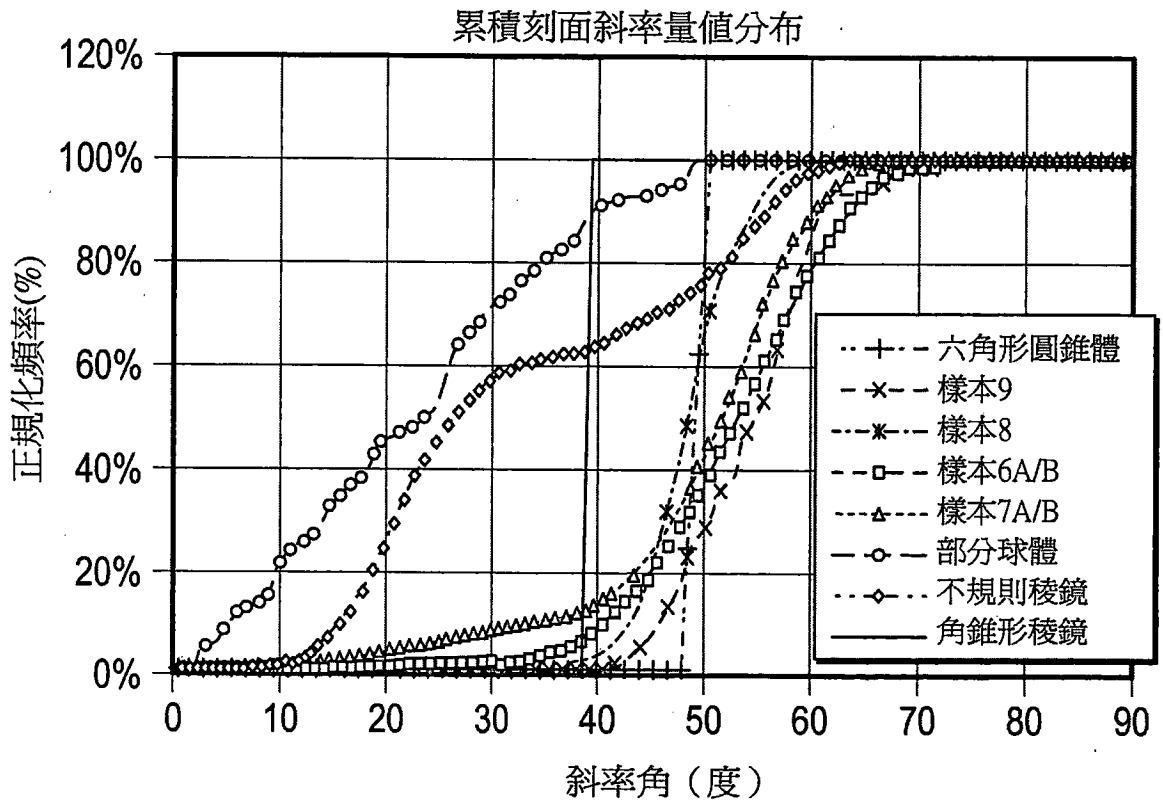


圖27C

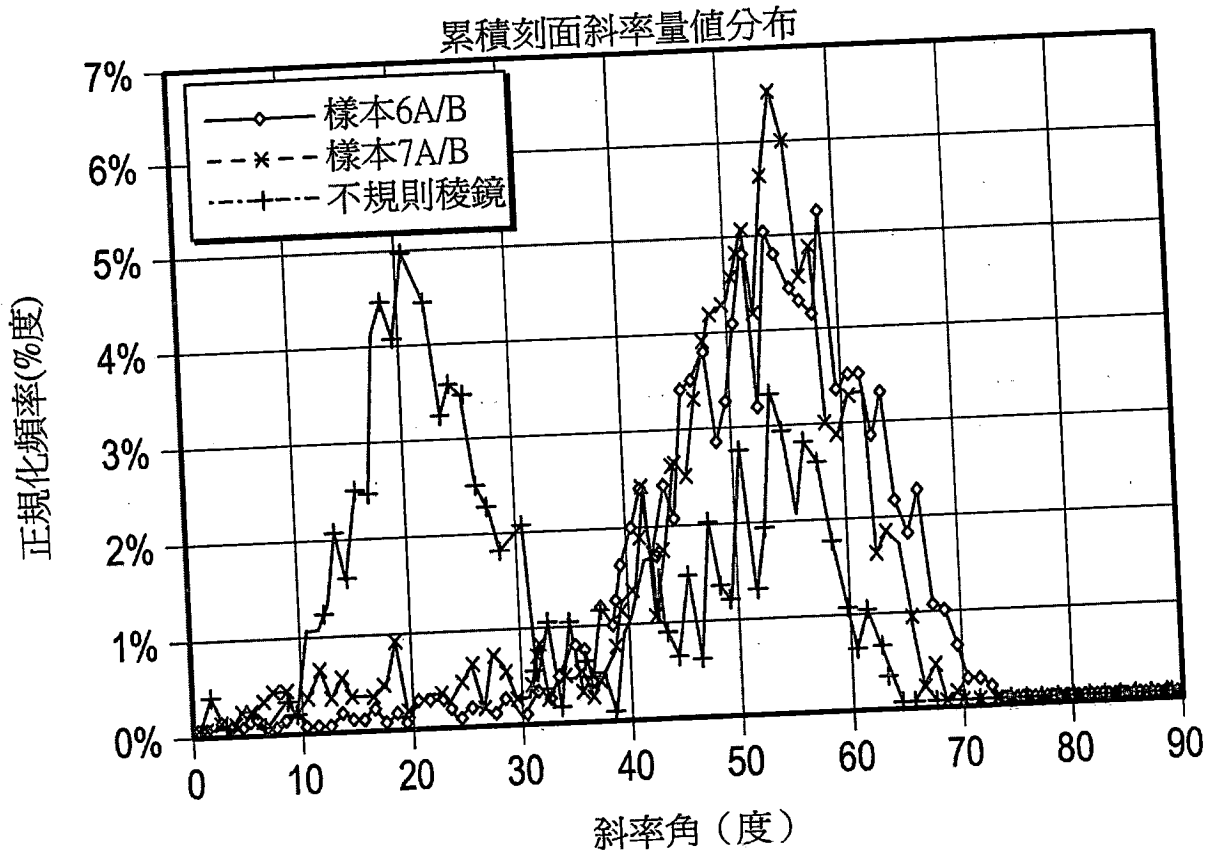


圖27D

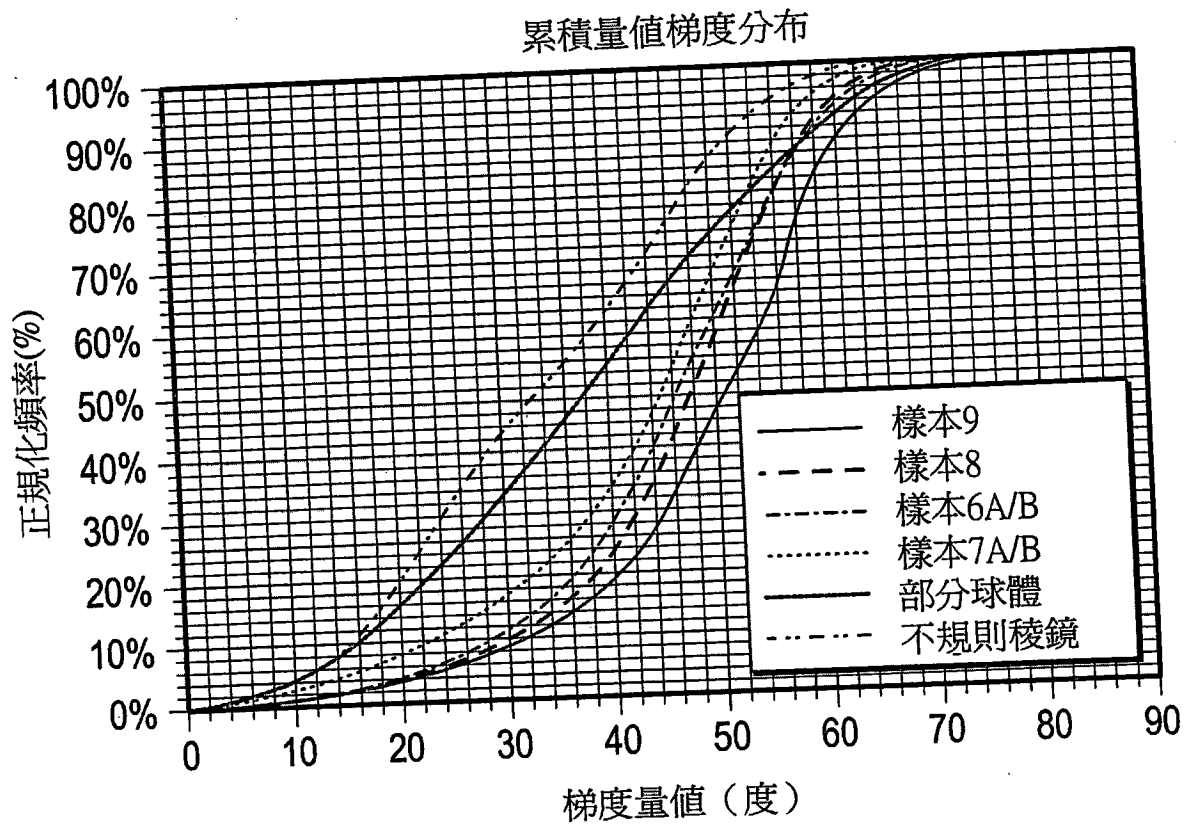


圖27E

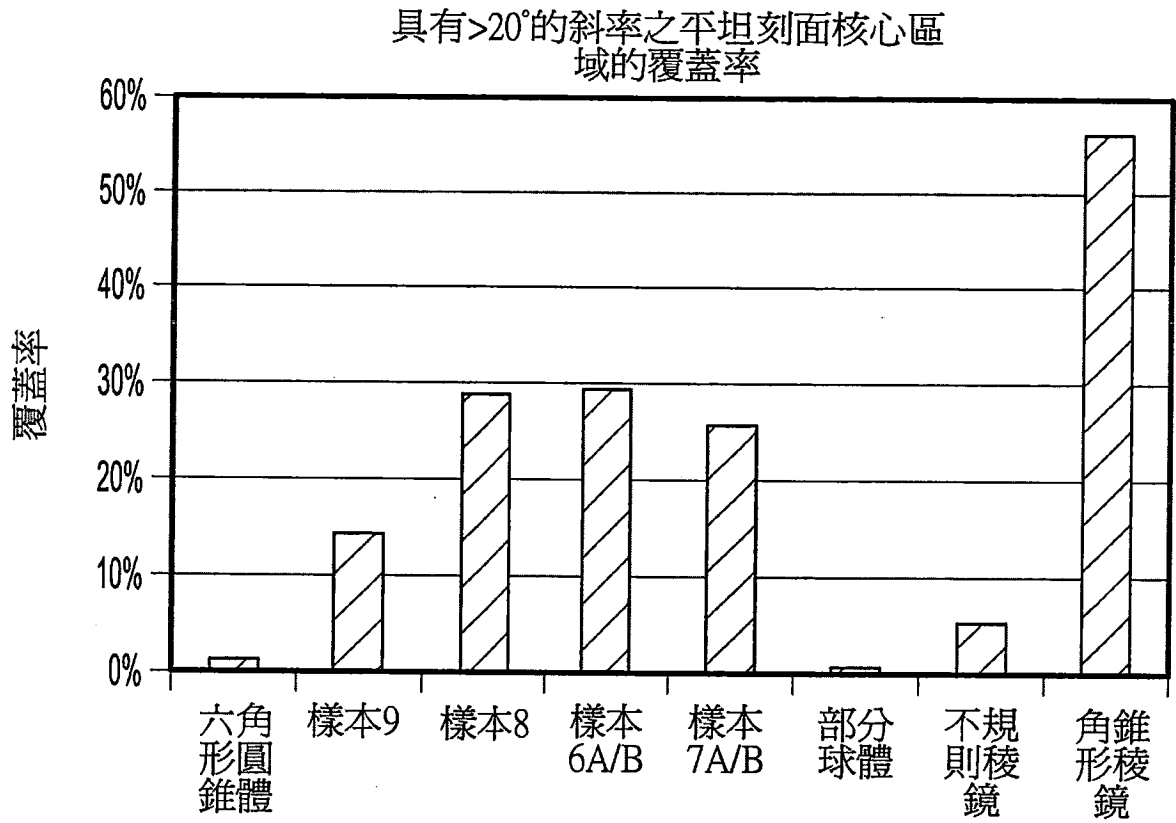


圖27F

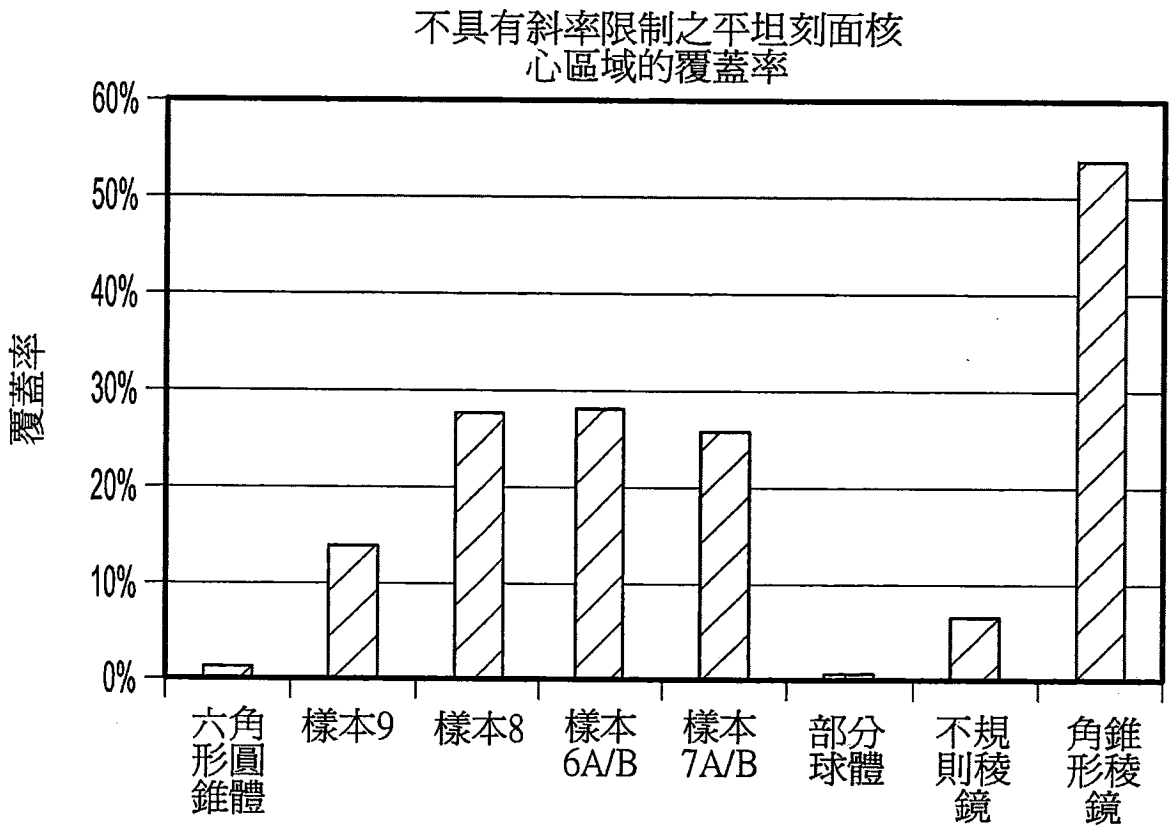


圖27G

剖面方位角分布

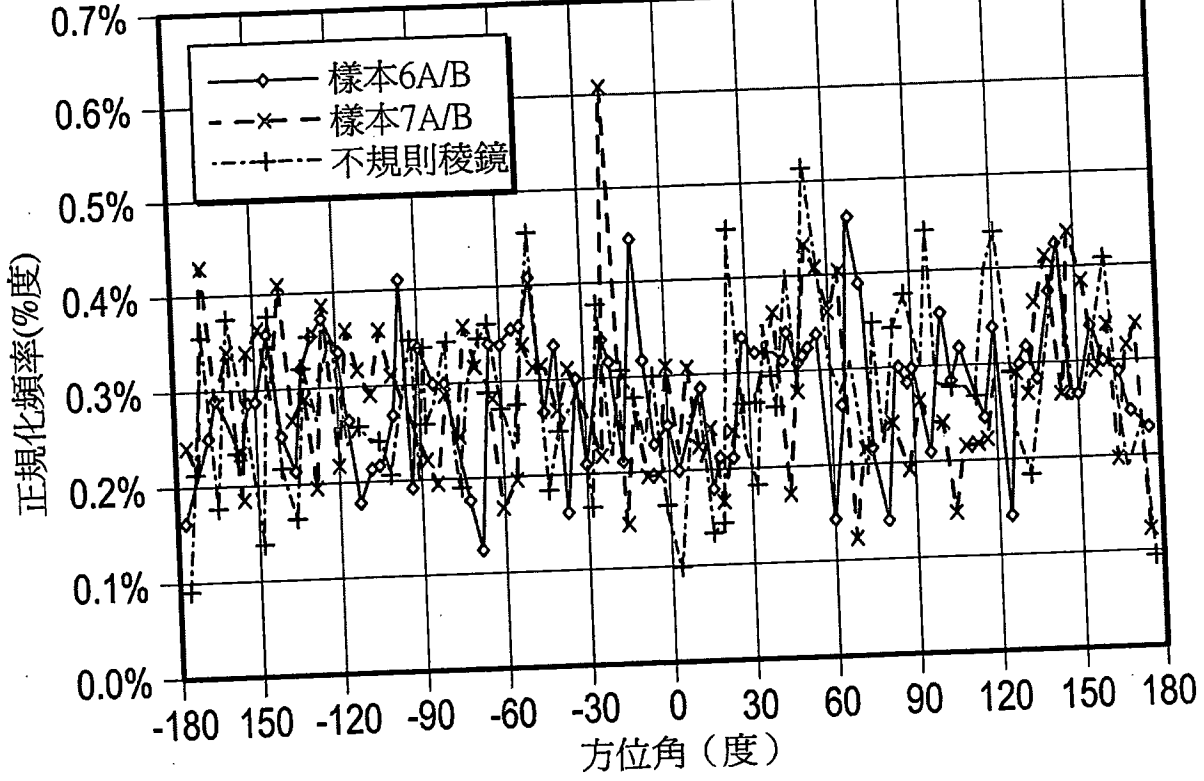


圖27H

梯度方位角分布

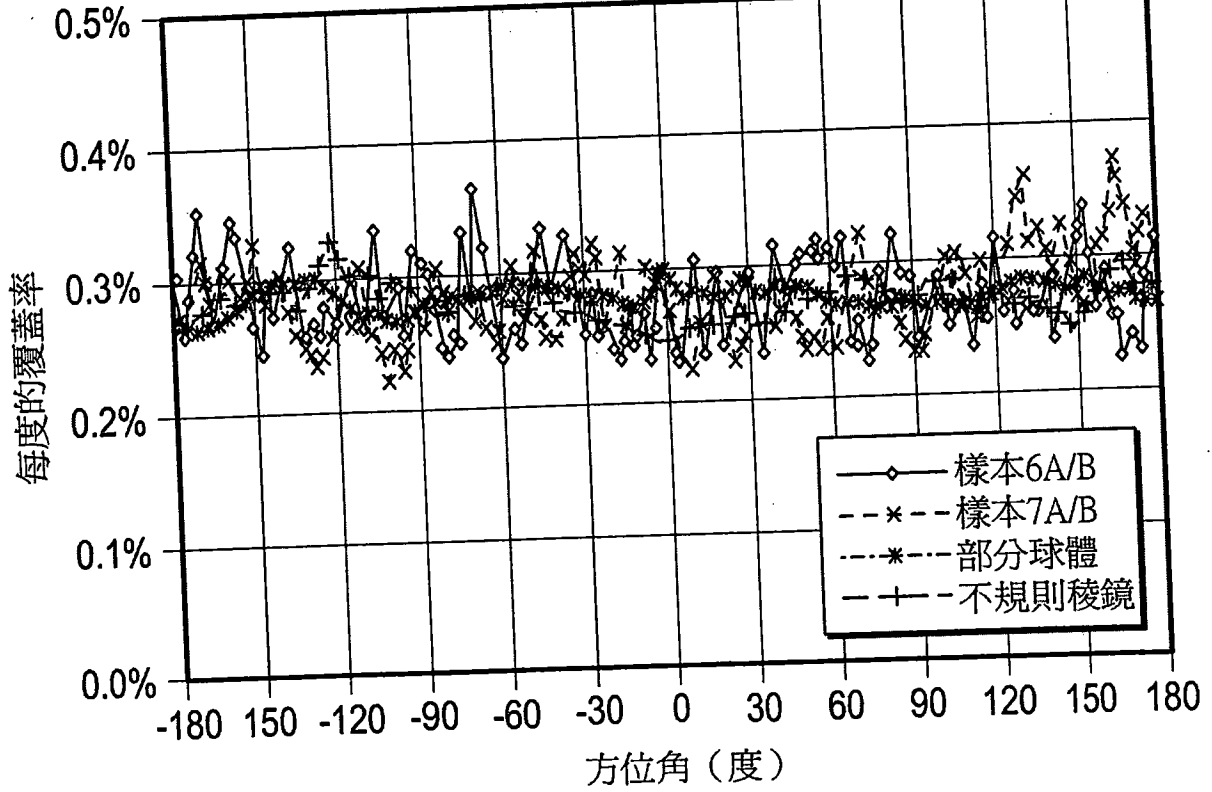


圖27I

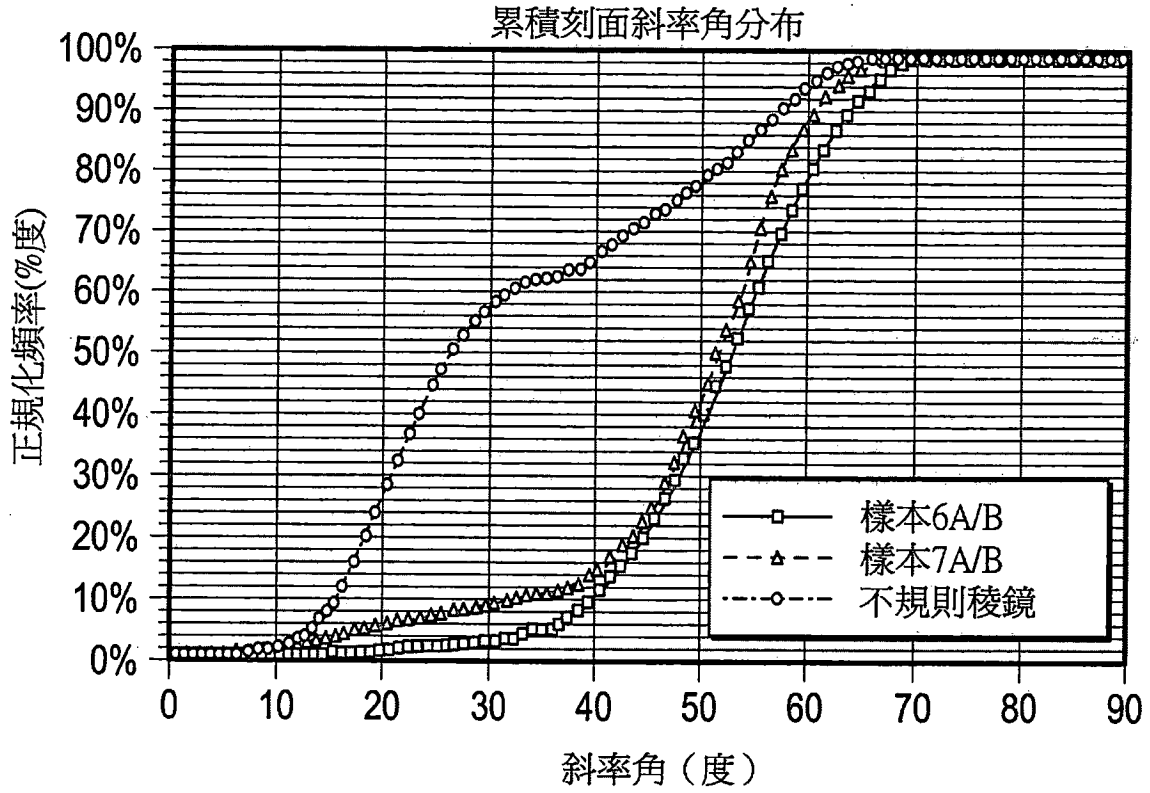


圖27J

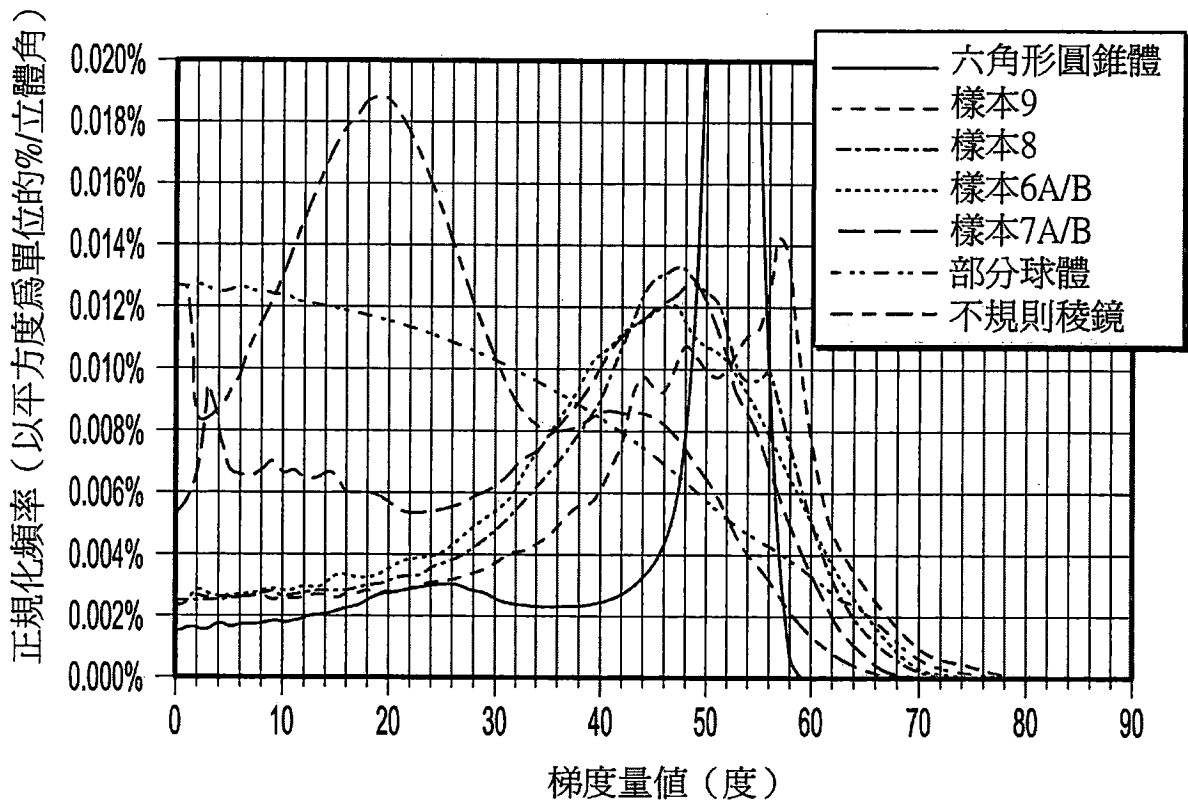


圖27K









