



(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 I605269 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 11 月 11 日

(21)申請案號：103110922

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 03 月 24 日

(51)Int. Cl. : G02B27/22 (2006.01)

G02F1/13357(2006.01)

(30)優先權：2013/03/25 美國

13/850,276

(71)申請人：3 M新設資產公司 (美國) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (US)
美國

(72)發明人：西可拉 麥克 喬瑟夫 SYKORA, MICHAEL JOSEPH (US)；惠特力 約翰 艾倫 WHEATLEY, JOHN ALLEN (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

US 2011/0149391A1

US 2012/0236403A1

審查人員：劉人維

申請專利範圍項數：5 項 圖式數：23 共 89 頁

(54)名稱

具有複合稜鏡之雙側薄膜

DUAL-SIDED FILM WITH COMPOUND PRISMS

(57)摘要

本發明提供雙側光學薄膜，其具有形成於一主表面中的延伸稜鏡，及形成於一對置主表面中之延伸小透鏡。該等稜鏡中之一些或全部為複合稜鏡，其中每一複合稜鏡之該兩個傾斜表面各自包括一尖端部分、一基底部分及一安置於該尖端部分與該基底部分之間的中間部分，該中間部分及該尖端部分形成一凹入形狀且該中間部分及該基底部分形成一凸起形狀，或該中間部分及該尖端部分形成一凸起形狀且該中間部分及該基底部分形成一凹入形狀。當(例如)來自一光導之斜入射光入射於該薄膜之稜鏡側上時，一輸出射束自該薄膜之小透鏡側射出。該輸出射束具有一具有一明確左射束邊緣及一明確右射束邊緣之強度分佈，此等射束邊緣具有不超過 7 度、6 度、5 度、4 度、3 度或 2 度之 10%至 90%過渡角。

Dual-sided optical films have extended prisms formed in one major surface, and extended lenslets formed in an opposite major surface. Some or all of the prisms are compound prisms, in which the two inclined surfaces of each compound prism each include a tip portion, a base portion, and an intermediate portion disposed between the tip portion and the base portion, the intermediate and tip portions forming a concave shape and the intermediate and base portions forming a convex shape, or vice versa. When obliquely incident light, e.g. from a light guide, is incident on the prism side of the film, an output beam emerges from the lenslet side of the film. The output beam has an intensity distribution with a sharp left beam edge and a sharp right beam edge, these beam edges having 10%-to-90% transition angles of no more than 7, 6, 5, 4, 3, or 2 degrees.

指定代表圖：

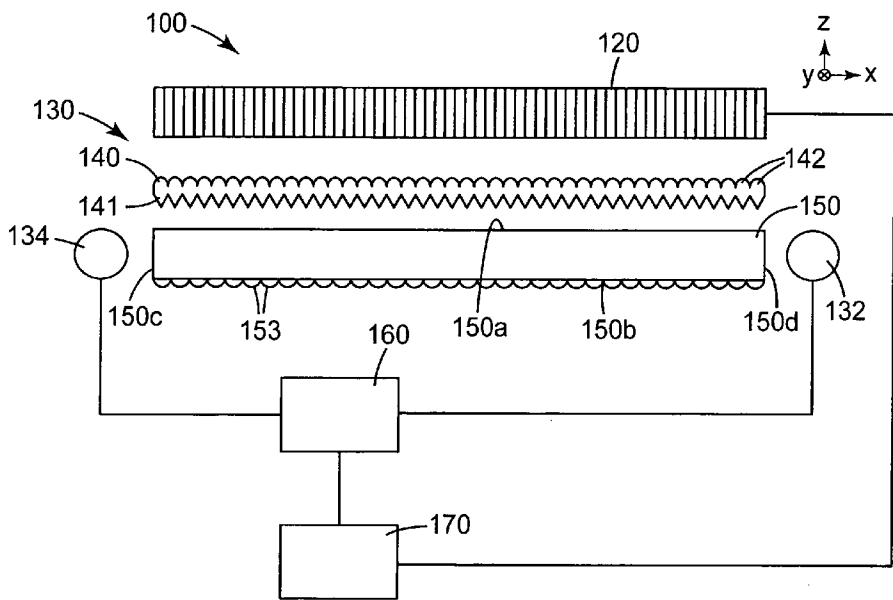


圖1A

符號簡單說明：

- 100 . . . 光學系統
- 120 . . . 顯示面板
- 130 . . . 背光
- 132 . . . 第二光源
- 134 . . . 第一光源
- 140 . . . 雙側光學薄膜
- 141 . . . 稜鏡
- 142 . . . 小透鏡
- 150 . . . 光導
- 150a . . . 第二光導主表面
- 150b . . . 第一光導主表面
- 150c . . . 第一光輸入側/第一側
- 150d . . . 第二光輸入側/第二側
- 153 . . . 光提取特徵
- 160 . . . 可切換驅動元件
- 170 . . . 控制器

公告本

發明摘要

※ 申請案號：103110922

※ 申請日：103.3.24

※ IPC 分類：G02B 27/22 (2006.01)

G02F 1/3357 (2006.01)

【發明名稱】

具有複合稜鏡之雙側薄膜

DUAL-SIDED FILM WITH COMPOUND PRISMS

【中文】

本發明提供雙側光學薄膜，其具有形成於一主表面中的延伸稜鏡，及形成於一對置主表面中之延伸小透鏡。該等稜鏡中之一些或全部為複合稜鏡，其中每一複合稜鏡之該兩個傾斜表面各自包括一尖端部分、一基底部分及一安置於該尖端部分與該基底部分之間的中間部分，該中間部分及該尖端部分形成一凹入形狀且該中間部分及該基底部分形成一凸起形狀，或該中間部分及該尖端部分形成一凸起形狀且該中間部分及該基底部分形成一凹入形狀。當(例如)來自一光導之斜入射光入射於該薄膜之稜鏡側上時，一輸出射束自該薄膜之小透鏡側射出。該輸出射束具有一具有一明確左射束邊緣及一明確右射束邊緣之強度分佈，此等射束邊緣具有不超過7度、6度、5度、4度、3度或2度之10%至90%過渡角。

【英文】

Dual-sided optical films have extended prisms formed in one major surface, and extended lenslets formed in an opposite major surface. Some or all of the prisms are compound prisms, in which the two inclined surfaces of each compound prism each include a tip portion, a base portion, and an intermediate portion disposed between the tip portion and the base portion, the intermediate and tip portions forming a concave shape and the intermediate and base portions forming a convex shape, or vice versa. When obliquely incident light, e.g. from a light guide, is incident on the prism side of the film, an output beam emerges from the lenslet side of the film. The output beam has an intensity distribution with a sharp left beam edge and a sharp right beam edge, these beam edges having 10%-to-90% transition angles of no more than 7, 6, 5, 4, 3, or 2 degrees.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1A）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

100	光學系統
120	顯示面板
130	背光
132	第二光源
134	第一光源
140	雙側光學薄膜
141	稜鏡
142	小透鏡
150	光導
150a	第二光導主表面
150b	第一光導主表面
150c	第一光輸入側/第一側
150d	第二光輸入側/第二側
153	光提取特徵
160	可切換驅動元件
170	控制器

【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】

具有複合稜鏡之雙側薄膜

DUAL-SIDED FILM WITH COMPOUND PRISMS

【技術領域】

本發明大體而言係關於微結構化光學薄膜，特定言之係關於其中對置之兩個主表面皆被結構化的此等薄膜，以及併入有此等薄膜之物品及系統，及關於此等薄膜之方法。

【先前技術】

已知在對置之兩個主表面上具有結構化表面之光學薄膜，本文中將其稱作雙側光學薄膜。在一些此等薄膜中，一結構化表面具有形成於其中之雙凸透鏡狀特徵，且另一結構化表面具有形成於其中之稜鏡狀特徵。存在稜鏡狀特徵與雙凸透鏡狀特徵成一對一之對應關係，且個別稜鏡狀特徵為伸長的，且彼此平行地並與個別雙凸透鏡狀特徵平行地延伸，雙凸透鏡狀特徵亦為伸長的。此等薄膜已經揭示用作自動立體3D顯示系統中之光學光重導向薄膜。舉例而言，參看美國專利8,035,771(Brott等人)及8,068,187(Huizinga等人)，以及專利申請公開案US 2005/0052750(King等人)、US 2011/0149391(Brott等人)及US 2012/0236403(Sykora等人)。

【發明內容】

吾人已開發一新系列雙側光學薄膜，其中延伸之稜鏡及延伸之小透鏡係在薄膜之對置主表面中並以彼此成一對一之對應關係而形成，且此等元件經組態以產生一在垂直於稜鏡之觀測平面中以射束之兩側上的明確過渡或邊緣表徵並以有限角展度或寬度表徵的輸出射

束。薄膜可與一具有經調適成優先以斜角發射光之至少一主表面的光導一起操作，且雙側薄膜接近光導而安置，並經定向使得自光導之主表面發射的斜光穿過稜鏡而進入光學薄膜，且雙側薄膜將斜光轉換成具有明確邊緣之輸出射束。光源可安置於光導之對置端處以在兩個不同方向上發射斜光，使得一方向之斜光(發源自一光源)由雙側薄膜轉換成一第一此邊緣明確的輸出射束，且在另一方向中之斜光(發源自另一光源)由雙側薄膜轉換成一第二此邊緣明確的輸出射束。第一及第二邊緣明確的輸出射束可重疊(包括第一及第二輸出射束之最靠近射束邊緣重合的限制性狀況)，或可不重疊。新雙側薄膜可用於系統中以提供一低輪廓(薄)照明器件，其輸出射束具有(例如)如將由習知聚光燈提供的清晰明確射束邊緣，但呈一薄得多的輪廓而無需諸如用於聚光燈之龐大透鏡或反射體，且具有(通常)更大且在平面中更多地延伸的發射表面。

雙側薄膜上之稜鏡中的一些或全部為複合稜鏡，其中每一複合稜鏡之兩個傾斜表面各自包括一尖端部分、一基底部分及一安置於該尖端部分與該基底部分之間的中間部分。每一複合稜鏡亦具有一尖銳頂點。給定複合稜鏡之每一傾斜表面之中間部分與尖端部分形成第一輪廓形狀及與基底部分形成第二輪廓形狀。第一輪廓形狀為凹入的且第二輪廓形狀為凸起的，抑或第一輪廓形狀為凸起的且第二輪廓形狀為凹入的。在一些狀況下，中間部分具有一比尖端部分及基底部分之傾斜角小的傾斜角，使得第一輪廓形狀為凹入的且第二輪廓形狀為凸起的。在其他狀況下，中間部分具有一比尖端部分及基底部分之傾斜角大的傾斜角，使得第一輪廓形狀為凸起的且第二輪廓形狀為凹入的。當斜入射光入射於薄膜之稜鏡側上時，一輸出射束自薄膜之小透鏡側射出。在垂直於稜鏡之伸長軸的觀測平面中，輸出射束具有一具有明確左射束邊緣及明確右射束邊緣之強度分佈，此等射束邊緣具有

不超過7度、或6度、或5度、或4度、或3度、或2度之10%至90%過渡角。

本申請案進一步揭示(尤其)具有對置之第一及第二結構化表面的光學薄膜，光學薄膜包括形成於第一結構化表面中的複數個延伸之稜鏡，及形成於第二結構化表面中的複數個延伸之小透鏡，該等稜鏡及小透鏡係以小透鏡與稜鏡成一對一之對應關係配置。稜鏡中之至少一些為複合稜鏡，每一複合稜鏡具有兩個複合的傾斜表面，每一複合稜鏡之每一此複合傾斜表面具有一尖端部分、一基底部分及一安置於該尖端部分與該基底部分之間的中間部分。複合稜鏡亦各自具有一尖銳頂點。中間部分與尖端部分形成第一輪廓形狀及與基底部分形成第二輪廓形狀。第一輪廓形狀為凹入的且第二輪廓形狀為凸起的，抑或第一輪廓形狀為凸起的且第二輪廓形狀為凹入的。

對於每一複合稜鏡之每一複合傾斜表面，尖端部分、基底部分及中間部分中之至少一者可為平坦的。此外，尖端部分、基底部分及中間部分可全部為平坦的。對於每一複合稜鏡之每一複合傾斜表面，尖端部分、基底部分及中間部分中之至少一者可為彎曲的。此外，尖端部分、基底部分及中間部分可全部為彎曲的。每一複合稜鏡之複合傾斜表面可為連續彎曲的。

對於每一複合稜鏡，其兩個傾斜表面之尖端部分可相交以形成尖銳頂點，且頂點可具有不超過3微米，或不超過2微米，或不超過1微米之曲率半徑。

稜鏡可沿彼此平行之各別第一伸長軸延伸，且小透鏡可沿彼此平行之各別第二伸長軸延伸。第一軸可平行於第二軸。

稜鏡可具有各別稜鏡光學軸，且複合稜鏡中之至少一些可相對於稜鏡光學軸對稱地成形。然而，複合稜鏡中之至少一些可不相對於其各別稜鏡光學軸對稱地成形。對於每一稜鏡-小透鏡對，小透鏡可

具有一焦點，且稜鏡可具有一在焦點處或靠近焦點安置之頂點。

中間部分可具有一比尖端部分及基底部分之傾斜角小的傾斜角，使得第一輪廓形狀為凹入的且第二輪廓形狀為凸起的。或者，中間部分可具有一比尖端部分及基底部分之傾斜角大的傾斜角，使得第一輪廓形狀為凸起的，且第二輪廓形狀為凹入的。

吾人亦揭示光學系統，該等光學系統包括與具有一經調適成優先以斜角發射光之主表面的光導組合之此等光學薄膜，且光學薄膜可接近光導而安置，並經定向使得自光導之主表面發射的光穿過第一結構化表面而進入光學薄膜。在一些狀況下，光學薄膜及光導可為不平坦的。在一些狀況下，光學薄膜及光導可為撓性的。在一些狀況下，系統亦可包括一或多個附接至光導之光源。在一些狀況下，系統可為或包括顯示器、背光、燈具、工作燈或通用照明模組。

吾人亦揭示包括光導、第一光源及光學薄膜之光學系統。光導具有一經調適成發射光之主表面。第一光源經組態以沿第一方向將光注入至光導中。光學薄膜具有對置之第一及第二結構化表面，第一結構化表面具有形成於其中之複數個延伸稜鏡，且第二結構化表面具有形成於其中之複數個延伸小透鏡，且稜鏡及小透鏡係以小透鏡與稜鏡成一對一之對應關係配置。光學薄膜接近光導而安置，並經定向使得自光導之主表面發射之光穿過第一結構化表面而進入光學薄膜並脫離光學薄膜之第二結構化表面，當第一光源被激發時，脫離光學薄膜之光形成一第一輸出射束。第一輸出射束具有一隨角 θ 而變的第一強度分佈，該第一強度分佈係由在角 θ_{LE1} 處之第一左射束邊緣、在角 θ_{RE1} 處之第一右射束邊緣、第一基線強度 $I_{baseline1}$ ，及在第一左射束邊緣與第一右射束邊緣之間的第一最大強度 I_{max1} 及一第一最小強度 I_{min1} 表徵。第一左射束邊緣具有一由過渡角 $\Delta\theta_{LE1}$ 表徵的銳度，且第一右射束邊緣具有一由過渡角 $\Delta\theta_{RE1}$ 表徵的銳度，其中 $\Delta\theta_{LE1}$ 及 $\Delta\theta_{RE1}$ 係

自 $I_{\max 1}$ 與 $I_{\text{baseline}1}$ 之間的10%至90%強度位準量測。過渡角 $\Delta\theta_{\text{LE}1}$ 不超過7度(或不超過6度、或5度、或4度、或3度、或2度)，過渡角 $\Delta\theta_{\text{RE}1}$ 不超過7度(或不超過6度、或5度、或4度、或3度、或2度)， $I_{\min 1}$ 為至少 $I_{\text{baseline}1}+20\%*(I_{\max 1}-I_{\text{baseline}1})$ ，且等於 $\theta_{\text{RE}1}-\theta_{\text{LE}1}$ 之第一射束寬度為至少10度。

光學薄膜中之稜鏡中之至少一些可為複合稜鏡，其兩個傾斜表面為複合的且其頂點為尖銳的。每一此複合稜鏡之每一複合傾斜表面具有一尖端部分、一基底部分及一安置於該尖端部分與該基底部分之間的中間部分。中間部分與尖端部分形成第一輪廓形狀及與基底部分形成第二輪廓形狀，且第一輪廓形狀為凹入的且第二輪廓形狀為凸起的，抑或第一輪廓形狀為凸起的且第二輪廓形狀為凹入的。系統亦可包括一經組態以沿一不同於第一方向之第二方向將光注入至光導中的第二光源，且當第二光源被激發時脫離光學薄膜之光形成一第二輸出射束。第二輸出射束具有一隨角 θ 而變的第二強度分佈，該第二強度分佈係由在角 $\theta_{\text{LE}2}$ 處之第二左射束邊緣、在角 $\theta_{\text{RE}2}$ 處之第二右射束邊緣、第二基線強度 $I_{\text{baseline}2}$ ，及在第二左射束邊緣與第二右射束邊緣之間的一第二最大強度 $I_{\max 2}$ 及一第二最小強度 $I_{\min 2}$ 表徵。第二左射束邊緣具有一由過渡角 $\Delta\theta_{\text{LE}2}$ 表徵的銳度，且第二右射束邊緣具有一由過渡角 $\Delta\theta_{\text{RE}2}$ 表徵的銳度，其中 $\Delta\theta_{\text{LE}2}$ 及 $\Delta\theta_{\text{RE}2}$ 係自 $I_{\max 2}$ 與 $I_{\text{baseline}2}$ 之間的10%至90%強度位準量測。過渡角 $\Delta\theta_{\text{LE}2}$ 不超過7度(或不超過6度、或5度、或4度、或3度、或2度)，過渡角 $\Delta\theta_{\text{RE}2}$ 不超過7度(或不超過6度、或5度、或4度、或3度、或2度)， $I_{\min 2}$ 為至少 $I_{\text{baseline}2}+20\%*(I_{\max 2}-I_{\text{baseline}2})$ ，且等於 $\theta_{\text{RE}2}-\theta_{\text{LE}2}$ 之第二射束寬度為至少10度。

過渡角 $\Delta\theta_{\text{LE}1}$ 、 $\Delta\theta_{\text{RE}1}$ 、 $\Delta\theta_{\text{LE}2}$ 及 $\Delta\theta_{\text{RE}2}$ 各自可不超過7度，或不超過6度，或不超過5度，或不超過4度，或不超過3度，或不超過2度，且

其各自可為至少1度或2度。第一最小強度 I_{min1} 可為至少 $I_{baseline1}+30\%*(I_{max1}-I_{baseline1})$ ，或至少 $I_{baseline1}+40\%*(I_{max1}-I_{baseline1})$ ，且第二最小強度 I_{min2} 可為至少 $I_{baseline2}+30\%*(I_{max2}-I_{baseline2})$ ，或至少 $I_{baseline2}+40\%*(I_{max2}-I_{baseline2})$ 。第一射束寬度及第二射束寬度可各自為至少20度，或至少30度，或在10度至40度之範圍內。角 θ_{LE2} 可在 θ_{LE1} 至 θ_{RE1} 之範圍內，使得第一輸出射束與第二輸出射束重疊。第一輸出射束及第二輸出射束可彼此間隔開，且可具有一分開至少3度之最靠近的射束邊緣。

光學薄膜及光導可為不平坦的。光學薄膜及光導可為撓性的。第一光源可附接至光導。光學薄膜可附接至光導。系統可為或包括顯示器、背光、燈具、工作燈或通用照明模組。

亦論述相關方法、系統及物品。

本申請案之此等及其他態樣將由以下詳細描述而顯而易見。然而，決不應將上述概要解釋為對所主張之發明主體構成限制，該發明主體僅由可能在審核期間進行修正的附加申請專利範圍界定。

【圖式簡單說明】

圖1A為包括一雙側光學薄膜之說明性顯示系統的示意側視圖；

圖1B為可充當圖1A之顯示系統中的背光或可用於其他應用的照明系統之示意透視圖；

圖2為光導之示意透視圖，其誇示地展示光導之兩個主表面上之例示性表面結構；

圖2A為與準直光源組合的圖2之光導的視圖，其說明可如何根據光導之給定側上的哪些光源被接通而有效地再分或分割一光導；

圖3為諸如圖1B之照明系統的照明系統之示意側視圖，其中一個光源被激發，此光源產生一自雙側光學薄膜射出的具有兩個明確過渡或邊緣之第一輸出射束；

圖4A為圖3之照明系統之示意側視圖，但對置光源被激發，此光源產生一自雙側光學薄膜射出的第二輸出射束，第二輸出射束亦具有兩個明確過渡或邊緣；

圖4B為類似於圖4A之照明系統之示意側視圖，但其中雙側光學薄膜經修改以產生一經修改第二輸出射束，該經修改第二輸出射束除明確邊緣外還具有一射束腰；

圖5為已知3D光重導向薄膜之示意側視圖或截面圖；

圖5A為自己知光重導向薄膜部分之一部分發射的光的模型化輻射率對觀測角之圖表，已知光重導向薄膜部分具有具複合曲率之相同雙凸透鏡狀特徵且亦具有對應的相同稜鏡狀特徵，雙凸透鏡狀特徵不具有傾斜($\alpha=0$)且稜鏡狀特徵亦不具有傾斜($\beta=0$)；

圖6為包括伸長小透鏡及伸長複合稜鏡之雙側光學薄膜之一部分的示意側視圖或截面圖；

圖6A為可由諸如圖6之光學薄膜的光學薄膜產生的兩個假想輸出射束之角分佈圖，角分佈與特定觀測平面相關聯；

圖7為類似於圖6之角分佈圖但針對可由所揭示光學薄膜中之任一者產生的一個假想輸出射束的角分佈圖，該圖說明諸如射束邊緣銳度及射束(角)寬度的與角相關之射束特徵；

圖8為具有與圖6之設計相同或類似之設計的雙側光學薄膜之一部分的示意圖側視圖或截面圖，此視圖展示一複合稜鏡/小透鏡對；

圖9為類似於圖8之複合稜鏡/小透鏡對的示意側視圖或截面圖，但其中添加了光線以展示進入稜鏡之第一傾斜表面的一些斜光線如何由薄膜重導向以提供具有兩個明確邊緣之輸出射束；

圖10為適用於所揭示雙側光學薄膜的另一複合稜鏡/小透鏡對之示意側視圖或截面圖；

圖11為具有複合稜鏡/小透鏡對之另一雙側光學薄膜之一部分的

示意側視圖或截面圖；

圖12A為一繪製圖11之複合稜鏡之複合傾斜表面中之一者的形狀或輪廓的圖表；

圖12B為圖12A之函數的一階導數之圖表，亦即，隨圖11之複合稜鏡之複合傾斜表面中之一者的位置而變的斜率之圖表；

圖12C為圖12A之函數的二階導數之圖表；

圖13A為由一系統產生的輸出射束之模型化或計算之亮度的極座標等燭光圖(polar iso-candela plot)(類似於錐光圖)，在該系統中圖11之雙側薄膜係以第一方向之斜光照明(例如，自諸如圖2之光導的光導，其中一個光源接通)，且圖13B為沿特定觀測平面之圖13A之亮度的圖表；

圖14A為由一系統產生的輸出射束之模型化或計算之亮度的極座標等燭光圖，在該系統中圖11之雙側薄膜係以第一方向及第二方向兩者之斜光照明(例如，自諸如圖2之光導的光導，其中其對置兩側上之光源接通)，且圖14B為沿特定觀測平面之圖14A之亮度的圖表；

圖15為例示性雙側光學薄膜或其部分的示意側視圖，其中小透鏡與其各別稜鏡對準，且小透鏡之間距與稜鏡之間距相同；

圖16為例示性雙側光學薄膜或其部分的示意側視圖，其中小透鏡之間距不同於稜鏡間距；

圖17為稜鏡/小透鏡對之示意側視圖，其中元件彼此平移且旋轉地不對準，且以不同量傾斜；

圖18A為其中根據第一及第二光源中之哪些被激發而提供兩個不同輸出射束(每一輸出射束具有明確射束邊緣)的光學系統之示意側視圖或截面圖，該光學系統包括一所揭示雙側光學薄膜，且圖18B為以簡化形式展示的兩個輸出射束之角分佈圖；

圖19、圖20及圖21為其中根據第一及第二光源中之哪些被激發

而提供兩個不同輸出射束(每一輸出射束具有明確射束邊緣)的其他光學系統之示意圖，每一此光學系統包括一所揭示雙側光學薄膜；

圖22為其中低輪廓照明組件耦接至延伸安裝構件的光學系統之示意透視圖，該照明組件包括一所揭示雙側光學薄膜；且

圖23A至圖23E為示範雙側光學薄膜及/或光導可具有的一些平坦及不平坦形狀的光學系統之示意透視圖。

在該等圖中，相同參考數字指定相同元件。

【實施方式】

圖1A中展示一能夠利用所揭示雙側光學薄膜之獨特性質的光學系統**100**。在此狀況下，光學系統**100**為一顯示系統，但亦預期其他器件及應用，包括環境照明器件(諸如燈具或工作燈)。關於笛卡爾x-y-z座標系統展示系統**100**，使得可更易於論述選定特徵之方向及定向。系統**100**包括顯示面板**120**(例如，液晶顯示器(LCD)面板)，及經定位以提供光至顯示面板**120**之背光**130**。背光**130**包括一或多個光導**150**、一或多個第一光源**134**及一或多個第二光源**132**。背光**130**亦包括一雙側光學薄膜**140**，下文進一步論述雙側光學薄膜**140**之細節。假定座標系統之x-y平面平行於薄膜**140**之平面，薄膜**140**之平面亦通常平行於光導**150**及顯示面板**120**之平面。

光源**132**、**134**安置於光導之對置端上，且將光自相反方向注入至光導中。該等光源中之每一者可發射標稱白色且具有所要色調或色溫之光。或者，每一光源可發射彩色光(例如感知為紅色、綠色、藍色或另一已知非白色之光)，及/或可發射紫外線及/或紅外線(包括近紅外線)光。光源亦可為或包含個別發光器件之叢集，該等發光器件中之一些或全部可發射非白色光，但來自個別器件之光的組合可(例如)自紅光、綠光及藍光之疊加產生標稱白光。在光導之對置端上的光源可發射不同的白色或非白色之光，或其發射相同色彩之光。光源

132、**134**可為任一已知設計或類型的光源，例如，一者或兩者可為或包含冷陰極螢光燈(CCFL)，且一者或兩者可為或包含一或多個無機固態光源，諸如發光二極體(LED)或雷射二極體，且一者或兩者可為或包含一或多個有機固態光源，諸如有機發光二極體(OLED)。用以表示圖式中之光源的圓形僅係示意性的，且不應解釋為排除LED，或任一其他合適類型之光源。光源**132**、**134**較佳為可電子控制的，使得任一光源可經激發至接通狀態(產生最大或其他顯著光輸出)同時使另一光源保持關斷狀態(產生很少或沒有光輸出)，或兩者可同時在接通狀態中(若需要)，且兩者可在不使用期間關斷。在許多狀況下，光源**132**、**134**不需要滿足關於切換速度之任一特定要求。舉例而言，儘管任一或兩個光源**132**、**134**可能夠以人眼不可察覺之速率(例如，至少30或60 Hz)在關斷狀態與接通狀態之間反覆地轉變，但此能力在許多實施例中係不必要的。(為了無閃爍操作，轉變速率可在50 Hz至70 Hz(或更大)之範圍內；為了雙側操作，對於顯示面板(若存在)及光源，轉變速率可在100 Hz至140 Hz(或更大)之範圍內。)因此，亦可使用具有慢得多的在接通狀態與關斷狀態之間的特性轉變時間的光源。

光導**150**包括一鄰近於第一光源**134**之第一光輸入側**150c**及一鄰近於第二光源**132**之對置第二光輸入側**150d**。第一光導主表面**150b**在第一側**150c**與第二側**150d**之間延伸。與第一主表面**150b**對置之第二光導主表面**150a**在第一側**150c**與第二側**150d**之間延伸。光導**150**之主表面**150b**、**150a**可實質上彼此平行，或其可不平行，使得光導**150**為楔形。光可自光導**150**之任一表面**150b**、**150a**反射或發射，但通常光自表面**150a**發射且自表面**150b**反射。在一些狀況下，高反射性表面可設在第一表面**150b**上或鄰近於第一表面**150b**以輔助將光穿過第二表面**150a**重導向出去。光提取特徵**153**(例如，淺稜鏡、雙凸透鏡狀特徵、白點、混濁塗層及/或其他特徵)可安置於光導**150**之一或兩個主表面

150b、**150a**上。下文結合圖2論述用於光導之例示性光提取特徵。光提取特徵**153**通常經選擇，使得自主表面**150a**發射之光優先地在空氣中以如x-z平面中所量測之高斜角傳播，而非以平行於z軸或僅稍微偏離z軸之法向或近法向傳播方向(再次如x-z平面中所量測)傳播。舉例而言，自表面**150a**發射至空氣中的光可具有一峰值強度方向，該峰值強度方向相對於表面法線(z軸)形成60度或更大、或70度或更大、或80度或更大的角度，其中該峰值強度方向係指x-z平面中之輸出射束之強度分佈為最大值所在的方向。

光導**150**可具有一實心形式，亦即，其可具有在第一主表面**150a**與第二主表面**150b**之間的完全實心內部。實心材料可為或包含任何合適之透光材料，諸如玻璃、丙烯酸系樹脂、聚酯或其他合適聚合物或非聚合物材料。或者，光導**150**可為中空的，亦即，其內部可為空氣或另一氣體，或真空。若為中空，則光導**150**在其對置兩側上具備光學薄膜或類似組件以提供第一主表面**150a**及第二主表面**150b**。中空光導亦可經分割或再分成多個光導。無論是實心抑或中空，光導**150**可為實質上平坦的，或其可為非平坦的(例如，波狀或彎曲的)，且曲率可為微小的(接近於平坦)或大的，包括光導自身向內彎曲以形成一完全或部分管之狀況。此等管可具有任一所要之橫截面形狀，包括彎曲形狀(諸如圓形或橢圓形)或多邊形形狀(諸如正方形、矩形或三角形)或任何此形狀之組合。就此而言，中空管狀光導可由自身向內折入以形成中空管之單片光學薄膜或類似組件製成，在該狀況下光導之第一及第二主表面兩者皆可被解釋為由此光學薄膜或組件提供。曲率可僅在x-z平面中，或僅在y-z平面中，或在兩平面中。儘管光導及雙側薄膜可為非平坦的，但為簡單起見，其在圖中經展示為平坦的；在非平坦狀況下，吾人可將諸圖解釋為展示光導及/或光學薄膜之一足夠小的部分，使得其看起來像是平坦的。無論是實心抑或空心，取決於構

造之材料及其各別厚度，光導可為實體上剛性的，或其可為撓性的。撓性光導或光學薄膜可經撓曲或以其他方式操縱以將其形狀自平坦改變成彎曲或自彎曲改變成平坦，或自在一平面中彎曲改變成在正交平面中彎曲。

雙側光學薄膜**140**安置於顯示面板**120**與光導**150**之間。薄膜**140**具有對置之結構化表面。在背向光導**150**定向的結構化表面上，形成小透鏡**142**。

稜鏡**141**形成於薄膜**140**之對置之結構化表面上，該表面朝向光導**150**定向。在此定向中，自光導**150**之主表面**150a**發射之光入射於稜鏡**141**上，稜鏡有助於使入射光偏離。入射光由膜**140**偏離並通過膜**140**以提供一自膜**140**射出之輸出光束。如下文進一步描述，輸出射束之性質受光源**132**、**134**中之哪一者處在接通狀態中的強烈影響。當一光源接通時，輸出射束可對向(subtend)一第一角範圍。當對置之光源接通時，輸出射束可對向一第二角範圍，該第二角範圍可或可不與第一角範圍重疊。稜鏡**141**在圖1A及圖1B中經示意地展示為具有一簡單V形輪廓；然而，稜鏡**141**中之一些、多數或全部可為複合稜鏡，在下文進一步展示並描述其詳細細節。更複雜稜鏡形狀可用以提供在兩側上具有明確射束邊緣之輸出射束。

稜鏡**141**及小透鏡**142**兩者通常皆為線性的，或在一者或兩者並非為精確線性(例如，非筆直)之狀況下，稜鏡**141**及小透鏡**142**以其他方式沿特定平面內軸而延伸或伸長。因此，小透鏡**142**可沿彼此平行之小透鏡軸延伸。一個此軸在圖1B中被展示為軸**144**，假定其平行於y軸。稜鏡**141**可沿彼此平行之各別稜鏡軸延伸。小透鏡之伸長軸通常平行於稜鏡之伸長軸。無需完美的平行性，且稍微偏離完美平行性之軸亦可被認為係平行的；然而，不對準會導致在雙側薄膜之工作表面上沿稜鏡/小透鏡的長度之不同位置處的給定稜鏡/小透鏡對之間的不

同配準量一旦配準度之此等差(無關於配準度經特製以具有相關頂點或其他參考點之精確對準抑或故意的不對準，如下文論述)理想地為約1微米或更少。在一些狀況下，光導之主表面**150b**上的提取特徵**153**可為線性的或沿平行於薄膜**140**之小透鏡及稜鏡之伸長軸的軸伸長；或者，此等伸長提取特徵**153**可以其他角度定向。

在薄膜**140**或其相關部分中，存在稜鏡**141**與小透鏡**142**成一對一之對應關係。因此，對於每一稜鏡**141**，存在給定稜鏡主要與之互動的唯一小透鏡**142**，且反之亦然。小透鏡**142**中之一者、一些或全部可與其各別稜鏡**141**實質上配準。或者，薄膜**140**可經設計以併入有該(等)小透鏡之一些或全部相對於其各別稜鏡的一有意之不對準或不配準。與稜鏡及小透鏡之對準或不對準相關的係此等元件之中心至中心的間隔或間距。在顯示系統之狀況下，小透鏡**142**之間距及稜鏡**141**之間距可經選擇以減少或消除關於顯示面板**120**中之週期特徵的波紋圖案。小透鏡**142**之間距及稜鏡**141**之間距亦可基於可製造性來判定。當製造具有不同像素間距的LCD面板時，可需要改變光學薄膜之間距以適應LCD面板之不同像素間距。光學薄膜**140**之結構化表面上的各別元件之有用間距範圍為(例如)約10微米至約140微米，但此不應以過度限制性的方式來解釋。

系統**100**可具有任何有用形狀或組態。在許多實施例中，顯示面板**120**、光導**150**及/或雙側光學薄膜**140**可具有正方形或矩形形狀。然而，在一些實施例中，此等元件中之任一者或全部可具有四個以上側及/或彎曲形狀。

可切換驅動元件**160**電連接至第一光源**132**及第二光源**134**。此元件可含有一能夠激發光源**132**、**134**中之一者或兩者的合適之電源供應器(例如，一或多個電壓源及/或電流源)。電源供應器可為單一電力供應模組或元件，或電力供應元件之群組或網路(例如，每一光源有一

電力供應元件)。驅動元件**160**亦可含有一耦接至電源供應器並耦接至連接至光源之供電線的切換器。切換器可為單一電晶體或其他切換元件，或切換模組或元件之群組或網路。驅動元件**160**內之切換器及電源供應器可經組態以具有若干操作模式。此等模式可包括以下各者中之兩者、三者或全部：僅第一光源**134**接通之模式；僅第二光源**132**接通之模式；第一光源及第二光源兩者皆接通之模式；及第一光源及第二光源皆不接通(亦即，兩者皆關斷)之模式。

控制器**170**耦接至可切換驅動元件**160**並耦接至顯示面板**120**。控制器**170**可控制或引導驅動元件進入其操作模式之一，以便選擇性地激發光源。在控制器**170**與驅動元件**160**之間的耦接可為有線，或無線，或有線與無線之某一組合。舉例而言，使用者可使用一行動電話或其他行動無線器件來啟動驅動元件**160**，且行動電話或其他無線器件可被認為係控制器**170**之部分。控制器**170**亦可控制顯示面板**120**，使得其顯示所要影像或影像系列。影像資訊可以任何已知方式自控制器**170**提供至顯示面板**120**。影像可為(例如)靜止影像、影像之序列、視訊串流，及/或經呈現之電腦圖形。

吾人在下文較詳細地描述當具備複合稜鏡時雙側光學薄膜**140**可如何將產生至少兩個不同輸出射束的能力提供給背光(或其他光學系統)，每一此射束具有一在射束之兩側上具有明確邊緣之角分佈。由背光或系統提供之輸出射束之數目取決於哪些光源由驅動元件**160**激發，且輸出射束之特性或特徵係由小透鏡及複合稜鏡之設計細節控制。

圖1B為展示光導**150**、光學薄膜**140**及第二光源**132**的背光**130**之示意透視圖。圖1A與圖1B之間的相同元件具有相同參考數字，且無需進一步論述。光學薄膜**140**包括背向光導**150**定向之小透鏡**142**及具有朝向光導**150**定向之稜鏡峰的稜鏡**141**。小透鏡之伸長軸**144**(其亦可

對應於稜鏡**141**之伸長軸)經展示為平行於y軸。在稜鏡**141**之狀況下，伸長軸平行於稜鏡之頂點延伸。薄膜**140**經展示為鄰近光導**150**但稍微間隔開。薄膜**140**亦可經安裝或固持，使得其與光導**150**接觸，例如，薄膜**140**可擱在光導**150**上，同時在稜鏡**141**之刻面或傾斜側表面處仍實質上維持一空氣/聚合物界面(具有一實體上薄但光學上厚的空氣層)，使得稜鏡**141**之折射特性可得以保持。或者，可在稜鏡**141**與光導**150**之間使用低折射率結合材料以將薄膜**140**結合至光導。就此而言，已知在折射率方面可稍微接近於空氣且可用於此目的之具有超低折射率(ULI)的奈米空隙(nanovoiced)材料。參看(例如)專利申請公開案WO 2010/120864(Hao等人)及WO 2011/088161(Wolk等人)，該等案論述折射率(n)在約 $n \approx 1.15$ 至 $n \approx 1.35$ 之範圍內的ULI材料。亦參看專利申請公開案WO 2010/120422(Kolb等人)、WO 2010/120468(Kolb等人)、WO 2012/054320(Coggio等人)及US 2010/0208349(Beer等人)。亦可使用氣隙間隔技術，例如，其中將微複製桿的陣列用以將兩個組件結合在一起同時實質上維持在兩個組件之間的氣隙。參看(例如)專利申請公開案US 2013/0039077(Edmonds等人)。

可以多種形式及組態來提供所揭示之雙側光學薄膜及相關聯之組件。在一些狀況下，雙側光學薄膜可(例如)以片、薄片或卷形式而封裝、出售或單獨使用。在其他狀況下，雙側光學薄膜可與光導一起被封裝、出售或使用，該光導之輸出射束特性經特製以與雙側薄膜一起使用。在此等狀況下，雙側薄膜可如上文所論述結合至光導，或雙側薄膜與光導可不彼此結合。在一些狀況下，雙側光學薄膜可與一經特製以與雙側薄膜一起使用之光導及經調適成將光(例如)自如圖1A中大體展示之光導的對置兩端注入至光導中的一或多個LED或其他光源一起被封裝、出售或使用。雙側薄膜、光導及光源可彼此結合、附接或以其他方式接近地固持以形成一照明模組，該照明模組可為大的或

小的、剛性的或撓性的，及實質上平面的/平坦的或非平面的/非平坦的，且該照明模組可被單獨使用或結合其他組件而使用。包括雙側光學薄膜、光導及一或多個光源之照明系統可經調適用於任何所要終端用途，例如顯示器、背光、燈具、工作燈或通用照明模組。

圖2展示可適於與所揭示雙側光學薄膜之一些或全部一起使用的例示性光導**250**之示意透視圖。光導**250**可替代圖1A中之光導**150**，且應理解結合光導**150**論述之性質、選項及替代例同樣適用於光導**250**。以與圖1A及圖1B之座標一致之方式在圖2中提供笛卡爾x-y-z座標。圖2誇示地展示在光導**250**之兩個主表面上之例示性表面結構，但可使用該(等)結構化表面相對於光導之邊緣或邊界的其他定向。光導**250**包括第一主表面**250a**(從該第一主表面向雙側光學薄膜提取光)、一與該第一主表面對置之第二主表面**250b**，及可充當如本文中別處論述的第一及第二光源之光注入表面之側表面**250d**、**250c**。舉例而言，一個光源可沿側表面**250c**定位以提供一自光導**250**發射之第一斜光束，且一類似光源可沿側表面**250d**定位以提供一自光導**250**發射之第二斜光束。就此而言，斜光束係指在x-z平面內之強度分佈具有相對於表面法線(z軸)之60度或更大、或70度或更大、或80度或更大之峰值強度方向的光束，如上文所論述。

光導之後主表面**250b**較佳經機械加工、模製或以其他方式形成以提供淺稜鏡結構**252**之線性陣列。此等稜鏡結構沿平行於y軸之軸而伸長，且經設計以反射沿光導之長度(沿x軸)傳播的光之適當部分，使得經反射光可以一適當斜角自前主表面**250a**折射至空氣(或具有適當低折射率之有形材料)中，並繼續傳播至雙側光學薄膜。在許多狀況下，需要沿光導**250**之長度相當均勻地自前主表面**250a**提取經反射光。表面**250b**可塗佈有一反射薄膜(諸如，鋁)，或其可不具有此反射塗層。在不存在任一此反射塗層之情況下，可接近表面**250b**提供單獨

的背部反射器以反射通過光導的任何向下傳播之光，使得此光被反射回至光導中並穿過光導。稜鏡結構**252**通常具有一相對於光導之總厚度較淺的深度，及一相對於光導之長度較小的寬度或間距。稜鏡結構**252**具有通常比用於所揭示雙側光學薄膜中的稜鏡之頂角大得多的頂角。光導可由通常具有低散射之任一透明光學材料(諸如，聚碳酸酯，或丙烯酸系聚合物(諸如，Spartech Polycast材料))製成。在一例示性實施例中，光導可由丙烯酸系材料(諸如，槽模注塑丙烯酸系樹脂(cell-cast acrylic))製成，且可具有1.4 mm之總厚度及沿x軸的140 mm之長度，且稜鏡可具有2.9微米之深度及81.6微米之寬度，對應於約172度之稜鏡頂角。讀者將理解此等值僅係例示性的，且不應解釋為過度限制性的。

光導之前主表面**250a**可經機械加工、模製或以其他方式形成以提供彼此平行並平行於雙凸透鏡伸長軸的雙凸透鏡狀結構或特徵**254**之線性陣列。與稜鏡結構**252**之伸長軸相對比，雙凸透鏡伸長軸通常平行於x軸。雙凸透鏡狀結構**254**可經成形並定向以增強穿過前主表面離開光導之光在y-z平面中之角擴散，且(若需要)限制藉由自前主表面反射而保持在光導中的光沿y軸之空間擴散。在一些狀況下，雙凸透鏡狀結構**254**可具有一相對於光導之總厚度較淺的深度，及一相對於光導之寬度較小的寬度或間距。在一些狀況下，雙凸透鏡狀結構可彎曲得相當多，而在其他狀況下，其可較少地彎曲。在一實施例中，光導可由槽模注塑丙烯酸系樹脂製成，且可(例如)具有0.76 mm之總厚度、沿x軸之141 mm之長度，及沿y軸之66 mm的寬度，且雙凸透鏡狀結構**254**各自可具有35.6微米之半徑、32.8微米之深度及72.6 mm之寬度。在此實施例中，稜鏡結構**252**可具有2.9微米之深度、81.6微米之寬度，及約172度之稜鏡頂角。再一次，讀者將理解此等實施例僅為例示性的，且不應被解釋為過度限制性的；舉例而言，可在光導之前

主表面上使用不同於雙凸透鏡狀結構之結構。

如上文所提及，雙凸透鏡狀結構**254**可經成形並經定向以限制藉由自前主表面反射而保持於光導中之光沿y軸之空間擴散。藉由在光導之平面(亦即，x-y平面)中準直(包括實質上準直)的光源，亦可達成或增強沿y軸之有限空間擴散。此光源可為與一或多個準直透鏡、鏡子或其類似者組合的一或多個相對較小面積LED晶粒。圖2A展示與沿側表面**250d**配置之光源**232a**、**232b**、**232c**及沿側表面**250c**配置之光源**234a**、**234b**、**234c**組合的圖2之光導**250**。此等光源可實質上被準直，或雙凸透鏡狀結構**254**可經成形以限制光沿y軸的空間擴散，或具有該兩種特徵。在圖中，光源**232a**、**232b**、**232c**經展示為接通，且其他光源為關斷。歸因於光源之準直，雙凸透鏡狀結構**254**之形狀，或該兩者，光源**232a**、**232b**、**232c**照明光導**250**之各別條或帶**250-1**、**250-2**、**250-3**。該等帶可不同，如圖中所示很少重疊或沒有重疊，或其可在某一程度上重疊。光源中之每一者可為可獨立定址的，使得可根據光導之每一側上的哪些光源接通而有效地再分或分割光導。舉例而言，可僅照明帶**250-1**、**250-2**、**250-3**中之一者，或可僅照明兩者，或可照明所有帶。光源**234a**、**234b**、**234c**(其位於光導之對置側上)可與其在側表面**250d**處之對應光源對準，使得該等光源照明相同各別帶**250-1**、**250-2**、**250-3**；或者，光源**234a**、**234b**、**234c**可沿y方向相對於側表面**250d**處之光源偏移或錯開，使得其照明以與帶**250-1**、**250-2**、**250-3**類似之方式可能或可能不彼此重疊的其他帶。光源**232a**、**232b**、**232c**、**234a**、**234b**、**234c**可全部發射白光，或非白色或波長之光，或光源可發射不同色彩。光導**250**之給定部分(諸如，帶**250-1**、**250-2**、**250-3**中之任一者)因此可充當一獨立光導，且可根據是否僅在一側表面(例如，表面**250d**)處之其相關聯光源接通，或是否僅在對置側表面(例如，表面**250c**)處之其相關聯光源接通，或是否此兩個光源

皆接通而發射至少兩個不同輸出射束。當將雙側光學薄膜與此光導一起使用時，光導之空間帶狀或條狀輸出能力實質上被轉移至雙側光學薄膜，使得藉由激發適當光源，所揭示邊緣明確的輸出射束可在雙側光學薄膜的輸出表面之全部(全部條或帶)、或僅一部分(至少一，但小於全部條或帶)、或沒有一個部分(沒有條或帶)上自雙側光學薄膜射出。

現轉至圖3，在該圖中，吾人可看見在與圖1A、圖1B及圖2之座標系統一致的座標系統之背景下的照明系統**300**之示意側視圖。除圖3中之控制器**170**未耦接至任一顯示面板，且圖3之光導**150**可具有一實質上如結合圖2之光導**250**所描述之設計外，系統**300**可與圖1A及圖1B之背光**130**相同或類似。除此之外，相同元件以相同參考數字標記，且無需進一步論述。此外，在圖3中，僅光源**134**經激發(接通)，且光源**132**未被激發(關斷)。歸因於光導**150**之特性、光學薄膜**140**之特性及光導與光學薄膜之間的互動，來自光源**134**之光產生一自雙側光學薄膜射出之第一輸出射束**310**，該第一輸出射束**310**在x-z平面中具有一由其兩側上之明確過渡或邊緣表徵的角分佈。

來自經激發光源**134**之光穿過第一側**150c**進入光導**150**。此光沿光導**150**大體上在正x方向上行進，該光自主表面**150a**、**150b**反射以提供一第一經導引之光束**134-1**。當射束**134-1**傳播時，光中之一些經折射或以其他方式被從主表面**150a**提取以提供一斜光束**134-2**，該斜光束**134-2**由表示x-z平面中之最大光強度之方向的傾斜定向箭頭表示。斜光束**134-2**通常在主表面**150a**之實質上整個表面區域上(亦即，不僅在主表面**150a**之幾何中心而且在其邊緣處或靠近其邊緣及在其間的中間位置處，如由多個斜箭頭指示)發射。斜光束**134-2**具有與正x方向最緊密對準的最大光強度之方向。光束**134-2**之最大光強度之方向可偏離正x方向(例如)30度或更小、或20度或更小、或15度或更小、或10

度或更小。

由於斜光束**134-2**之方向性，來自光源**134**之光主要穿過在薄膜**140**之下部結構化表面上之稜鏡**141**中的每一者的僅一傾斜側表面而進入雙側光學薄膜**140**。然而，此傾斜側表面可為如下文描述之具有至少一不同尖端部分、基底部分及中間部分的複合表面。由此等複合表面提供之折射(與在稜鏡之其他傾斜表面處提供的反射協作，並與由小透鏡提供之折射協作)使光作為第一輸出射束**310**自薄膜**140**射出。輸出射束**310**由自薄膜**140**上之每一小透鏡**142**發射的個別輸出射束或「小射束」之疊加而產生。在圖3中說明了三個此代表性小射束：在薄膜**140**之幾何中心處或靠近薄膜**140**之幾何中心發射的小射束**310-0**，在薄膜**140**之第一末端或邊緣處或靠近薄膜**140**之第一末端或邊緣發射的小射束**310-1**，以及在薄膜**140**之第二末端或邊緣處或靠近薄膜**140**之第二末端或邊緣發射的小射束**310-2**。在所說明之實施例中，個別射束或小射束之角展度或寬度標稱地與總輸出射束**310**之角展度或寬度相同，此係因為小射束之角分佈可全部實質上相同。在其他實施例中，個別射束或小射束之角展度可與總輸出射束**310**之角展度稍微不同。

若第一光源**134**關斷且第二光源**132**接通，則系統**300**產生第二輸出射束，其亦由一具有兩個明確邊緣之角分佈表徵。第二輸出射束通常覆蓋一不同於第一輸出射束之角範圍，且兩個輸出射束之角分佈可重疊或其可不重疊。圖4A展示一可藉由相同雙側光學薄膜以與圖3之第一輸出射束一致的方式產生的典型第二輸出射束。圖4B展示一可藉由修改雙側光學薄膜之設計而產生的替代第二輸出射束。

因此，在圖4A中，在與圖3之座標系統一致的座標系統之背景下展示照明系統**400a**。除光源**134**未被激發(關斷)，且光源**132**被激發(接通)外，系統**400a**可與照明系統**300**相同或類似。歸因於光導**150**之特

性、雙側光學薄膜**140**之特性及光導與光學薄膜之間的互動，來自光源**132**之光產生一自光學薄膜射出之第二輸出射束**410a**，該第二輸出射束**410a**在x-z平面中具有一不同角分佈並在一不同於圖3之第一輸出射束**310**的方向中傳播。

來自經激發光源**132**之光穿過第二側**150d**而進入光導**150**。此光沿光導**150**大體上在負x方向上行進，該光自主表面**150a**、**150b**反射以提供一第一經導引之光束**132-1**。當射束**132-1**傳播時，光中之一些經折射或以其他方式被從主表面**150a**提取以提供一斜光束**132-2**，該斜光束**132-2**由表示x-z平面中之最大光強度之方向的斜定向箭頭表示。斜光束**132-2**通常在主表面**150a**之實質上整個表面區域上(亦即，不僅在主表面**150a**之幾何中心，而且在其邊緣處或靠近其邊緣及在其間的中間位置處，如由多個斜箭頭所指示)發射。斜光束**132-2**具有與負x方向最緊密對準的最大光強度之方向。射束**132-2**之最大光強度之方向可偏離負x方向(例如)30度或更小、或20度或更小、或15度或更小、或10度或更小。

由於斜光束**132-2**之方向性，來自光源**132**之光主要穿過在薄膜**140**之下部結構化表面上之稜鏡**141**中的每一者的僅一第二傾斜側表面而進入雙側光學薄膜**140**，此第二傾斜表面與結合圖3使用的傾斜表面對置。第二傾斜側表面亦可為一如下文描述之具有至少一不同尖端部分、基底部分及中間部分的複合表面。由複合第二傾斜表面提供之折射(與在稜鏡之其他傾斜表面處提供的反射協作，並與由小透鏡提供之折射協作)使光作為第二輸出射束**410a**自薄膜**140**射出。輸出射束**410a**由自薄膜**140**上之每一小透鏡**142**發射的個別輸出射束或「小射束」之疊加而產生。在圖4A中說明了三個此代表性小射束：在薄膜**140**之幾何中心處或靠近薄膜**140**之幾何中心發射的小射束**410-0a**，在薄膜**140**之第一末端或邊緣處或靠近薄膜**140**之第一末端或邊緣發射的

小射束**410-1a**，及在薄膜**140**之第二末端或邊緣處或靠近薄膜**140**之第二末端或邊緣發射的小射束**410-2a**。在所說明之實施例中，個別射束或小射束之角展度或寬度標稱地與總輸出射束**310**之角展度或寬度相同，此係因為小射束之角分佈可全部實質上相同。

在圖4B之替代實施例中，個別射束或小射束之角展度不同於總輸出射束之角展度，此係因為小射束之角分佈在雙側薄膜之表面上變化。亦即，小射束在薄膜之中心處的角分佈不同於小射束在薄膜之一端或末端處的角分佈，小射束在薄膜之一端或末端處的角分佈又不同於小射束在薄膜之另一端或末端處的角分佈。小射束方向之此非均勻性可藉由用經修改之光學薄膜**140b**替代圖3及圖4a之光學薄膜**140**而達成。薄膜**140b**可藉由再次具有形成於第一結構化表面中的延伸之複合稜鏡**140b**及形成於第二結構化表面中的延伸之小透鏡**142b**而類似於薄膜**140**，但可藉由將稜鏡間距及/或小透鏡間距修改為彼此不同及/或藉由特製稜鏡**140b**及/或小透鏡**142b**以具有在薄膜之表面上變化的傾斜度或旋轉度而不同於薄膜**140**。隨位置而變之非均勻小射束方向亦產生一具有會聚特性之總輸出射束，其中射束腰或最小射束直徑或尺寸定位於距光學薄膜的一有限距離處。(注意，在使用修改之薄膜**140b**之情況下，藉由關斷光源**132**及接通光源**134**而產生的輸出射束通常亦將具有一會聚特性，或至少亦將具有隨薄膜上之位置而變的非均勻小射束方向。)

因此，在圖4B中，在與先前圖之座標系統一致的座標系統之背景下展示照明系統**400b**。除雙側光學薄膜**140**由經修改之光學薄膜**140b**替代，且在光源**132**被激發(接通)的同時光源**134**未被激發(關斷)外，系統**400b**可類似於照明系統**300**。歸因於光導**150**之特性、光學薄膜**140b**之特性及光導與光學薄膜之間的互動，來自光源**132**之光產生自雙側光學薄膜射出之第二輸出射束**410b**，該第二輸出射束**410b**亦在

x-z平面中具有由其兩側上之明確過渡或邊緣表徵的角分佈。

正如圖4A中，來自經激發光源**132**之光穿過第二側**150d**而進入光導**150**。此光沿光導**150**大體上在負x方向上行進，該光自主表面**150a**、**150b**反射以提供一第一經導引之光束**132-1**。當射束**132-1**傳播時，光中之一些經折射或以其他方式被從主表面**150a**提取以提供斜光束**132-2**，該斜光束**132-2**可與上文描述之圖4A之斜光束**132-2**相同或類似。

由於斜光束**132-2**之方向性，來自光源**132**之光主要穿過在薄膜**140**之下部結構化表面上之稜鏡**141b**中的每一者的僅一第二傾斜側表面進入雙側光學薄膜**140b**，此第二傾斜表面與結合圖3使用的傾斜表面對置。第二傾斜側表面亦可為一如下文描述之具有至少一不同尖端部分、基底部分及中間部分的複合表面。由複合第二傾斜表面提供之折射(與在稜鏡之其他傾斜表面處提供的反射協作，並與由小透鏡提供之折射協作)使光作為第二輸出射束**410b**自薄膜**140b**射出。輸出射束**410b**由自薄膜**140b**上之每一小透鏡**142b**發射的個別輸出射束或「小射束」之疊加而產生。在圖4B中說明了三個此代表性小射束：在薄膜**140b**之幾何中心處或靠近薄膜**140b**之幾何中心發射的小射束**410-0b**，在薄膜**140b**之第一末端或邊緣處或靠近薄膜**140b**之第一末端或邊緣發射的小射束**410-1b**，以及在薄膜**140b**之第二末端或邊緣處或靠近薄膜**140b**之第二末端或邊緣發射的小射束**410-2b**。在所說明之實施例中，小射束**410-0b**、**410-1b**、**410-2b**係在如所展示之不同方向上定向，此導致第二輸出射束**410b**在自薄膜**140**射出時會聚。第二射束**410b**達成在射束腰**410b'**處之一最小射束寬度(對於x-z平面中之光分佈)，射束**410b**在射束腰**410b'**之外發散。射束腰**410b'**可相當於透鏡之焦點，且吾人可將距離**f**定義為自薄膜**140**至射束腰**410b'**或至居中定位於射束腰**410b'**內的點**415**之軸向距離。吾人可藉由控制由複合稜鏡

/小透鏡對產生的小射束之擴散角及傾斜角，藉由接著控制薄膜**140b**上的稜鏡**141b**與小透鏡**142b**的相對間距及/或傾斜角之分佈而特製距離**f**，下文進一步論述。

為了理解由所揭示雙側薄膜產生的輸出射束之獨特特性中之一些(亦即，輸出射束在其兩側上具有明確角過渡或邊緣)，吾人為比較之目的在此處包括圖5及圖5A。圖5為已知3D光重導向薄膜之示意圖，且圖5A為自己知光重導向薄膜部分之一部分發射的光的模型化輻射率對觀測角的圖表，已知光重導向薄膜部分具有具複合曲率之相同雙凸透鏡狀特徵，且亦具有對應的相同稜鏡狀特徵，雙凸透鏡狀特徵不具有傾斜($\alpha=0$)且稜鏡狀特徵亦不具有傾斜($\beta=0$)。此等圖實質上自專利申請公開案US 2012/0236403 (Sykora等人)中得到。其稜鏡狀特徵不具有複合傾斜表面。

在圖5中，展示用於自動立體顯示系統之3維(3D)光重導向薄膜**500**。薄膜**500**包括具有對置之第一表面**520**及第二表面**530**之腹板**510**基板。施加至此等第一表面**520**及第二表面**530**的分別為第一微複製結構**525**及第二微複製結構**535**。第一微複製結構**525**包括複數個弓形或雙凸透鏡狀特徵**526**，其可為圓柱形透鏡。第二微複製結構**535**包括複數個鋸齒形或角錐形稜鏡狀特徵**536**。此等稜鏡狀特徵不具有複合傾斜表面。

第一特徵**526**及第二特徵**536**具有相同間距或重複週期**P**。所展示之特徵具有沿平面內x軸之不確定長度。(就此而言，圖5中所示之笛卡爾x-y-z座標系統不同於本文中別處展示之座標系統定向，此係因為在圖5中x軸而非y軸平行於稜鏡及小透鏡之伸長軸。)對置之微複製特徵**526**、**536**為配對或匹配的以形成複數個光學元件**540**。每一光學元件**540**之效能隨各別對置特徵**529**、**539**之對準而變。薄膜**500**在一些狀況下可包括第一連接盤部分**527**及第二連接盤部分**537**。薄膜**500**之

其他細節可在Sykora等人之'403公開案中發現。

圖5A為圖5中所示之類型的雙側光學薄膜之模型化效能的圖表。光學薄膜之雙凸透鏡狀特徵及稜鏡狀特徵兩者皆被假定為不具有旋轉或傾斜，亦即 $\alpha=\beta=0$ 。模型化產生斜入射於光學薄膜之稜鏡側上的兩個不同輸入光束，且計算由光學薄膜產生的對應輸出射束之角分佈。光學薄膜之其他細節及由模型使用的斜光注入之細節可在Sykora等人的'403公開案中發現。模型化結果係在圖5A中展示，其中「L」識別自3D薄膜發射的「左眼射束」且「R」識別自3D薄膜發射的「右眼射束」。注意此等輸出射束中之每一者不具有兩個明確過渡，亦即輸出射束在射束之兩側上皆不具有明確過渡。

吾人現在將論述允許薄膜產生輸出射束(諸如圖3至圖4B中所示之彼等輸出射束)的例示性雙側光學薄膜之設計細節，輸出射束在特定觀測平面中的角分佈在輸出射束之兩側上具有明確過渡或邊緣。大體而言，此等薄膜具有對置之第一及第二結構化表面，第一結構化表面具有形成於其中之複數個延伸稜鏡，且第二結構化表面具有形成於其中之複數個延伸小透鏡。該等稜鏡及小透鏡係以稜鏡與小透鏡成一對一之對應關係而配置。重要地，形成於第一結構化表面中的稜鏡中之全部或多數或至少一些為複合稜鏡。複合稜鏡為其對置傾斜表面為複合(亦即，每一此傾斜表面具有一不同尖端部分、基底部分及中間部分，該中間部分安置於尖端部分與基底部分之間)之稜鏡。複合稜鏡亦具有一由其兩個傾斜表面之尖端部分形成的尖銳頂點。對於複合稜鏡之給定傾斜表面，中間部分與尖端部分形成第一輪廓形狀及與基底部分形成第二輪廓形狀。為了達成具有兩個明確邊緣之所要輸出射束，選擇各種部分之斜率或傾斜度，使得第一輪廓形狀為凹入的且第二輪廓形狀為凸起的，抑或第一輪廓形狀為凸起的且第二輪廓形狀為凹入的。

可使用任何已知微複製技術(例如，藉由壓印或熱成形聚合物薄膜)或使用連續澆鑄及固化方法來製造薄膜之結構化表面。在使用連續澆鑄及固化方法之狀況下，可在透明載體薄膜與經合適組態之結構化表面工具之間應用可固化聚合物材料或聚合物前驅體材料。材料接著經固化並與工具分開以提供一結合至載體薄膜且具有所要微結構化構形之層。一個此層可應用於載體薄膜之一側上以形成複合稜鏡(參看(例如)圖3中之稜鏡**141**)，且另一此層可應用於載體薄膜之對置側上以形成小透鏡(參看(例如)圖3中之小透鏡**142**)。就將微複製技術用於薄膜之製造而言，理想地以在薄膜之對置結構化表面上的元件(例如，給定之小透鏡及給定之稜鏡)之相對位置可受到控制且其間的軸向距離亦可受到控制(例如，藉由對薄膜厚度及塗層厚度之適當選擇)之方式來使用該等微複製技術。參考專利申請公開案 US 2005/0052750 (King等人)，該案尤其描述可如何使在物品之對置兩側上的微複製結構對準。雙側光學薄膜可使用由聚對苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚碳酸酯或任何其他合適之透光聚合物或其他材料製成的載體薄膜來製造。

所揭示雙側光學薄膜之結構化表面以及所揭示光導之結構化表面可替代地或另外使用已知加成性製造技術(有時稱作三維印刷或3D印刷)來製造。

圖6為一例示性雙側光學薄膜**640**之一部分的示意圖。此薄膜具有對置之第一結構化表面**640a**及第二結構化表面**640b**。薄膜**640**係相對於與除圖5外之先前圖中之座標一致的笛卡爾x-y-z座標系統而展示。第一結構化表面**640a**具有形成於其中之複數個稜鏡**641**。稜鏡**641**各自沿一平行於y軸之伸長軸延伸。每一稜鏡**641**具有兩個傾斜側表面**642**、**643**，其在稜鏡之峰或頂點(標記為**Vprism**)處相交。相鄰稜鏡**641**之傾斜表面在稜鏡之基底(標記為**Bprism**)處相交。因此，每一傾

斜表面自一基底點 **Bprism** 延伸至一頂點 **Vprism**。稜鏡之基底在圖6中展示為尖的或v形；然而，亦可使用非尖及非v形輪廓(例如，經截斷之輪廓)。每一稜鏡 **641** 具有一由頂角表徵之尖銳頂點。典型頂角係在50度至90度之範圍內(例如，63.5度)，但此不應被解釋為過度限制性的。無關於頂角，頂點為尖銳的而非經截斷或圓形，例如，具有不超過3微米或不超過2微米或不超過1微米之曲率半徑。圖6中之傾斜側表面 **642**、**643** 全部經展示為具有一複合組態，亦即，每一此表面具有斜率或傾斜度截然不同的可區別之尖端、基底及中間部分，其中中間部分具有一不同於尖端部分及基底部分之斜率或傾斜度的斜率或傾斜度，以便與彼等兩個部分形成獨立的凹入及凸起輪廓形狀。孤立來看，傾斜表面 **642**、**643** 之不同部分(例如，尖端、基底、中間)各自可為平坦的或不平坦的(例如，有些彎曲)。稜鏡 **641** 可共同地由間距 **p1**(例如，參看下文圖15或圖16)表徵。可以相鄰稜鏡之中心至中心或邊緣至邊緣的方式量測間距。間距通常在結構化表面 **640a** 之範圍內係均勻的，但在一些狀況下其可係不均勻的。下文中結合圖8及以下內容論述複合稜鏡之其他細節。

第二結構化表面 **640b** 具有形成於其中之複數個小透鏡 **644**。此等亦沿平行於y軸之伸長軸延伸。小透鏡 **644** 可具有單一均勻曲率(亦即，每一小透鏡之彎曲表面可為直圓柱體之一部分)，或其可具有一非均勻曲率，例如，具有中心部分中之較小曲率半徑及靠近邊緣之較大曲率半徑的連續可變曲率，或具有靠近邊緣之較小曲率半徑及中心部分中之較大曲率半徑的連續可變曲率。具有不均勻曲率之小透鏡被稱為具有複合曲率。小透鏡 **644** 可共同地由間距 **p2**(例如，參看下文圖15及圖16)表徵。可以相鄰小透鏡之中心至中心或邊緣至邊緣的方式量測間距。間距通常在結構化表面 **640b** 之範圍內係均勻的，但在一些狀況下其可係不均勻的。間距 **p2** 可等於 **p1**，因此小透鏡 **644** 與稜鏡

641之配準程度沿x軸在薄膜**640**之相關區域上保持恆定或實質上恆定。或者，**p2**可稍微大於或小於**p1**，因此小透鏡**644**與稜鏡**641**之配準程度沿x軸在薄膜**640**之相關區域上變化。

薄膜**640**經展示為包括三個組成層或元件**645**、**646**、**647**，但亦預期更多或更少之層。層**647**可為一載體薄膜，且層**645**、**647**可為(例如)使用澆鑄及固化程序或其他合適程序結合至載體薄膜之層。薄膜**640**及其組成層經假定為包含具有在整個可見光譜上的高光學透射性及低吸收性之實質上透明材料，但在一些狀況下，薄膜**640**或其組成層中之一或多者可包括染料、顏料及/或其他吸收劑以為薄膜**640**提供彩色及/或灰階色澤。用於薄膜中之例示性材料為透光聚合物材料，然而，亦可使用其他合適透光材料。薄膜及/或其組成組件中之一些或全部可具有對於可見波長之在1.4至1.7或1.5至1.7之範圍內的折射率(例如，載體薄膜的1.67之折射率，及形成層**646**及/或**645**的樹脂之1.51之折射率)，但此等範圍應被認為係例示性的且不過度限制。

圖6A為可由雙側光學薄膜(諸如圖6之雙側光學薄膜)產生的兩個假想輸出射束之角分佈圖。該圖表示由薄膜**640**發射的光在x-z觀測平面中之隨極角 θ 而變的角分佈，極角 θ 係相對於正交於薄膜之平面的軸(亦即，相對於z軸)並關於薄膜之相關部分上的合適參考點(例如，結構化表面**640b**上之居中定位的點)來量測。實曲線表示在薄膜**640**耦接至在第一方向上行進的斜光之源時(例如，當耦接至圖2之具有安置於其對置兩端之光源的光導**250**，且其中第一光源接通且第二光源關斷時)由薄膜**640**發射之光。虛曲線表示在薄膜**640**耦接至在第二方向(例如，與第一方向相反)上行進的斜光之源時(例如，當耦接至圖2之光導**250**，其中第一光源關斷且第二光源接通時)由薄膜**640**發射之光。如可自圖中容易地看見，實曲線界定一第一輸出射束**610**且虛曲線界定一第二輸出射束**612**。此等射束中之每一者具有兩個明確過渡或邊

緣，其為方便起見被稱作左射束邊緣及右射束邊緣。因此，射束**610**具有一左射束邊緣**610L**及一右射束邊緣**610R**，且射束**612**具有一左射束邊緣**612L**及一右射束邊緣**612R**。在x-z平面中，在每一輸出射束之兩側上的射束邊緣根據角 θ 而明確。

為了本申請案之目的，為了量化射束邊緣之「銳度」的概念，且為了闡明關於輸出光束之其他概念，吾人轉至圖7。該圖展示由如本文中揭示的假想雙側光學薄膜發射之光的在垂直於稜鏡**641**之伸長軸的觀測平面中(亦即，在x-z平面中)的角強度分佈(強度對極角 θ)。光強度界定一具有左射束邊緣**710L**及右射束邊緣**710R**之輸出射束**710**。輸出射束**710**係由相對於背景或基線強度具有增加之強度的單一連續帶(沿極角軸)表徵。基線強度(其在圖中標記為**Ibaseline**)可或可不為零強度。輸出射束**710**具有最大帶內強度**I_{max}**及最小帶內強度**I_{min}**。輸出射束**710**之左邊緣被視為出現在左邊緣極角 θ_{LE} ，且輸出射束**710**之右邊緣被視為出現在右邊緣極角 θ_{RE} 。下文進一步描述此等邊緣角 θ_{LE} 及 θ_{RE} 。邊緣角可用以界定射束**710**之中央或中心角 θ_{CENTER} ，以及射束**710**之角展度或寬度 $\Delta\theta_B$ 。左及右射束邊緣之銳度分別由差分 $\Delta\theta_{LE}$ 及 $\Delta\theta_{RE}$ 來界定。

為了界定此等各種角參數，吾人對圖7之強度分佈執行以下分析。吾人識別基線強度**Ibaseline**及最大強度**I_{max}**。吾人接著判定為在**Ibaseline**與**I_{max}**之間的10%及90%之強度值，且吾人分別將此等值參考並標記為**I10**及**I90**。因此， $I10 = Ibaseline + 0.1 * (I_{max} - Ibaseline)$ 且 $I90 = Ibaseline + 0.9 * (I_{max} - Ibaseline)$ 。此等經繪製於圖7之圖表上。亦包括於圖7中的係強度分佈曲線上之與吾人對輸出射束之表徵有關的六個點：點**P1**為射束之左側的點，其中強度等於**I10**；點**P2**為曲線之左側的點，其中強度等於**I90**；點**P3**為射束之最大強度(**I_{max}**)的點；點**P4**為在左帶邊緣與右帶邊緣之間的最小強度(**I_{min}**)的點；點**P5**為射

束之右側的點，其中強度等於**I90**；且點**P6**為射束之右側的點，其中強度等於**I10**。在識別了此等強度分佈點後，吾人可界定射束邊緣之銳度。左射束邊緣之銳度係由差分值 $\Delta\theta_{LE}$ 提供，吾人將其設定為等於點**P1**與**P2**之間的角 θ 之差。參數 $\Delta\theta_{LE}$ 因此基本上係左射束邊緣處之10%及90%強度位準在極角上相距多遠的度量。又，吾人將左射束邊緣之角座標 θ_{LE} 設定為等於點**P1**與**P2**之角座標之間的一半處的角。右射束邊緣之銳度係由差分值 $\Delta\theta_{RE}$ 提供，吾人將其設定為等於點**P5**與**P6**之間的角 θ 之差。參數 $\Delta\theta_{RE}$ 基本上係右射束邊緣處之10%及90%強度位準在極角上相距多遠的度量。吾人將右射束邊緣之角座標 θ_{RE} 設定為等於點**P5**與**P6**之角座標之間的一半處的角。吾人將中心角 θ_{CENTER} 設定為等於左射束邊緣角 θ_{LE} 與右射束邊緣角 θ_{RE} 之間的一半處的角，且吾人將射束寬度 $\Delta\theta_B$ 設定為等於 θ_{LE} 與 θ_{RE} 之間的差。

在如此界定此等參數後，吾人可藉由規定 $\Delta\theta_{LE}$ 及 $\Delta\theta_{RE}$ 中之每一者為7度或更小，或6度或更小，或5度或更小，或4度或更小，或3度或更小，或2度或更小，或在7度至1度，或6度至1度，或5度至1度，或4度至1度，或3度至1度，或2度至1度，或7度至2度，或6度至2度，或5度至2度，或4度至2度，或3度至2度之範圍內來量化吾人的「明確」射束邊緣之概念。又，為了避免將單獨的角度上分離的射束錯誤解釋為單一射束，吾人可規定最小帶內強度 I_{min} 至少等於 $I_{baseline}+20\%*(I_{max}-I_{baseline})$ ，或至少為 $I_{baseline}+30\%*(I_{max}-I_{baseline})$ ，或至少為 $I_{baseline}+40\%*(I_{max}-I_{baseline})$ 。吾人可進一步規定射束寬度 $\Delta\theta_B$ 為至少10度，或20度，或30度，或在10度至40度之範圍內。

在圖8中，吾人展示可與圖6之薄膜**640**相同或類似的雙側光學薄膜**840**之一部分的示意圖。與圖6之視圖相比，圖8之視圖被放大以允許仔細檢查單一複合稜鏡/小透鏡對(標記為**848**)，其被假定為浸沒在

空氣中。圖8之笛卡爾座標系統與除圖5外的先前圖中的座標一致。薄膜**840**經展示為整體的，但其可替代地具有圖6之分層構造或不同分層構造。薄膜**840**具有一其中形成有複數個稜鏡**841**的第一結構化表面**840a**。表面**840a**及稜鏡**841**可與上文論述之各別結構化表面**640a**及稜鏡**641**相同。就此而言，稜鏡**841**具有兩個傾斜側表面或刻面**842**、**843**，其可與上文論述之各別傾斜表面**642**、**643**相同。表面**842**、**843**相交以形成一明確稜鏡頂點**Vprism**，該頂點可為一平行於y軸延伸之線或脊。表面**842**、**843**亦與相鄰稜鏡之其他傾斜表面相交以形成基底點(標記為**Bprism**)。傾斜表面**842**、**843**因此各自自基底點**Bprism**中之一者延伸至頂點**Vprism**。

傾斜側表面**842**、**843**此外具有一複合組態，亦即，此等表面具有如所展示的可區別之尖端部分**842a**、**843a**、基底部分**842c**、**843c**，及中間部分**842b**、**843b**。對於每一傾斜表面，此等不同部分具有截然不同的斜率或傾斜度，且在每一狀況下，中間部分具有小於或大於其相鄰尖端部分及基底部分之斜率或傾斜度的斜率或傾斜度。「較小」斜率或傾斜度意謂中間部分比其相鄰尖端部分及基底部分更接近於平行於薄膜之平面(x-y平面)，或中間部分與薄膜之平面之間的夾角小於尖端部分與薄膜之平面之間的夾角，並小於基底部分與薄膜之平面之間的夾角。「較大」斜率或傾斜度指代相反情形。孤立來看，圖8中展示的不同尖端、基底及中間部分各自為實質上平坦的。稜鏡**841**之特性頂角因此由尖端部分**842a**、**843a**之交點來界定。頂點為尖銳的，例如，具有不超過3微米，或不超過2微米，或不超過1微米之曲率半徑。

藉由具有一不同於中間部分之相鄰尖端部分及基底部分的斜率，中間部分形成兩個不同輪廓形狀：一由中間部分及其相鄰尖端部分界定的第一輪廓形狀，及一由中間部分及其相鄰基底部分界定的第

二輪廓形狀。此外，藉由使中間部分之斜率小於尖端部分及基底部分兩者之斜率，或大於尖端部分及基底部分兩者之斜率，可使第一及第二輪廓形狀從凸起或凹入之觀點上來看為相反的。因此，自圖8之視點來看，由中間部分**842b**及尖端部分**842a**界定之第一輪廓形狀為凹入的，而由中間部分**842b**及基底部分**842c**界定之第二輪廓形狀為凸起的。(類似地，由中間部分**843b**及尖端部分**843a**界定之第一輪廓形狀為凹入的，而由中間部分**843b**及基底部分**843c**界定之第二輪廓形狀為凸起的。)此處，吾人將由稜鏡之傾斜表面之兩個相鄰部分界定的輪廓形狀稱作「凹入的」(若該形狀背向稜鏡開放)，及將該形狀稱作「凸起的」(若該形狀朝向稜鏡開放)。在圖8之狀況下，其中間部分具有一比其相鄰尖端部分及基底部分之斜率小的斜率，第一輪廓形狀為凹入的且第二輪廓形狀為凸起的。在其他狀況下，其中間部分具有一比其相鄰尖端部分及基底部分之斜率大的斜率(例如，參看下文圖11)，第一輪廓形狀為凸起的且第二輪廓形狀為凹入的。

薄膜**840**亦具有其中形成有複數個小透鏡**844**的第二結構化表面**840b**。表面**840b**及小透鏡**844**可與上文論述之各別結構化表面**640b**及小透鏡**644**相同。小透鏡**844**之外邊緣及稜鏡**841**之外邊緣經展示為由虛垂直線區段連接，該等虛垂直線區段可被認為標誌稜鏡/小透鏡對**848**之邊界。小透鏡之頂點經標記為**V**。小透鏡頂點**V**及稜鏡頂點**Vprism**可用作藉以表徵稜鏡**841**相對於小透鏡**844**之對準(或不對準)程度的參考點。在許多狀況下，需要特製小透鏡**844**之曲率及其相對於稜鏡**841**之定向及間隔，使得稜鏡頂點**Vprism**安置在小透鏡之焦點處或靠近小透鏡之焦點而安置。

圖9為類似於圖8但添加了光線以展示進入稜鏡之第一傾斜表面的一些斜光線如何由薄膜重導向以提供具有兩個明確邊緣之輸出射束之複合稜鏡/小透鏡對**948**之示意圖。稜鏡**941** (其可與圖8之稜鏡**841**相

同或類似)具有一第一傾斜表面**942**及一第二傾斜表面**943**，此等傾斜表面具有如所展示之尖端部分**942a**、**943a**，基底部分**942c**、**943c**，及中間部分**942b**、**943b**。尖端部分**942a**、**943a**在頂點**Vprism**處相交且界定稜鏡之頂角。對**948**亦包括小透鏡**944**，小透鏡**944**可與圖8之小透鏡**944**相同或類似。由稜鏡**941**之傾斜側表面折射及/或反射的光被小透鏡**944**聚焦或以其他方式折射以產生一輸出射束，如在**910**處大體展示。

藉由分析斜光線穿過對**948**的跡線，吾人可理解哪些光線對輸出射束**941**之哪些部分有貢獻。吾人亦可理解對**948**之設計細節(諸如複合傾斜表面之不同部分之相對長度及傾角、小透鏡之曲率，及稜鏡頂點**Vprism**相對於小透鏡**944**之焦點的位置)對所得輸出射束**910**有何效應。一些此代表性斜光線經展示於圖9中。對輸出射束特性(諸如，左射束邊緣及右射束邊緣兩者之銳度)之最佳化可藉由控制自稜鏡之峰至小透鏡的俘獲角之範圍而達成，此控制係藉由對小透鏡之焦距、小透鏡之暴露量(間距)及複合稜鏡之傾斜表面的不同部分之刻面角的明智選擇而達成。舉例而言，藉由在小透鏡**944**之焦點處或靠近小透鏡**944**之焦點置放尖銳稜鏡頂點**Vprism**，自稜鏡頂點發射的實質上全部光(例如，參看經展示為照射於稜鏡頂點**Vprism**上的兩個斜光線)被從小透鏡沿正 z 軸平行發送，以提供一前邊緣光線束**910a**，且接著產生輸出射束之明確的第一角截止或邊緣。在稜鏡頂點**Vprism**處或靠近稜鏡頂點**Vprism**入射於稜鏡**941**上的斜光之量判定鄰近於射束之此第一邊緣的亮度，且由稜鏡頂點之夾角及來自光導之照射於稜鏡**941**上之斜光的分佈來控制。

稜鏡及其側表面之複合設計可用以引導來自一傾斜表面的更多入射斜光沿稜鏡之對置傾斜表面向上。在圖9中，傾斜表面**942**之中間部分**942b**具有將光沿傾斜表面**943**之基底部分**943c**向上折射更高的效

應。從而引導入射斜光中的一些遠離小透鏡**944**之焦點，此係因為靠近小透鏡之焦點的光更靠近垂直方向(亦即，更靠近 z 軸)而脫離小透鏡**944**，因此對前邊緣光線束**910a**有貢獻。對於行進至距稜鏡頂點**Vprism**更遠的小透鏡的光，此光以相對於薄膜平面之法線(亦即，相對於圖9中之 z 軸)漸增的脫離角脫離小透鏡。藉由此控制，可針對一已知光導輸出分佈選擇特定最大脫離角。以最大脫離角或靠近最大脫離角脫離小透鏡**944**之光線提供一後邊緣光線束**910b**，且接著產生輸出射束**910**之與第一明確射束邊緣對置的明確的第二角截止或邊緣。在第一明確射束邊緣與第二明確射束邊緣之間，其他斜光線由複合傾斜表面**942**、**943**之不同部分折射並反射，以提供一填充光線束**910c**。光線束**910a**、**910b**及**910c**共同地形成一具有兩個明確射束邊緣之單一輸出射束**910**。

上文針對圖9之複合稜鏡/小透鏡對**948**概述的操作原理亦可用於複合稜鏡之複合傾斜表面為連續彎曲或甚至分段彎曲的實施例。此實施例係在圖10中展示。在此圖中，雙側光學薄膜**1040**具有一其中形成有複合稜鏡**1041**之第一結構化表面**1040a**，及一其中形成有小透鏡**1044**之第二結構化表面**1040b**。小透鏡與稜鏡成一對一之對應關係導致稜鏡/小透鏡對，諸如對**1048**。小透鏡**1044**可與圖9之小透鏡**944**或圖8之小透鏡**844**相同或類似。稜鏡**1041**在一些態樣中類似於稜鏡**941**、**841**但在其他態樣中不同於稜鏡**941**、**841**。稜鏡**1041**在其傾斜側表面**1042**、**1043**皆為複合設計的意義上係類似的，此等表面在基底點**Bprism**與稜鏡頂點**Vprism**之間延伸。因此，傾斜表面**1042**具有尖端部分**1042a**、中間部分**1042b**及基底部分**1042c**，且中間部分**1042b**具有一比部分**1042a**、**1042c**小或大(在此狀況下，小)的斜率或傾斜度。同樣，傾斜表面**1043**具有尖端部分**1043a**、中間部分**1043b**及基底部分**1043c**，且中間部分**1043b**亦具有一比部分**1043a**、**1043c**小或大(在此

實施例中此處再次較小)的斜率或傾斜度。由中間部分(1042b或1043b)及其相鄰尖端部分(分別為1042a或1043a)形成的第一輪廓形狀為凹入的，且由中間部分(1042b或1043b)及其相鄰基底部分(分別為1042c或1043c)形成的第二輪廓形狀為凸起的。然而，稜鏡1041不同於稜鏡941、841，此係因為稜鏡1041之各種尖端部分、基底部分及中間部分並非個別平坦的。實情為，其為彎曲的，且其形成連續彎曲傾斜側表面1042、1043。在圖10中藉由將來自圖8之分段平坦結構化表面840 (呈虛線)疊置於彎曲結構化表面1040a之上而強調彎曲側表面1042、1043與圖8之分段平坦側表面842、843之間的差別。

在圖11中展示具有具彎曲側表面之複合稜鏡之另一雙側光學薄膜。在此圖中，雙側光學薄膜1140具有其中形成有複合稜鏡1141之第一結構化表面1140a，及其中形成有小透鏡1144之第二結構化表面1140b。小透鏡與稜鏡成一對一之對應關係導致稜鏡/小透鏡對，諸如對1148。小透鏡1144可與圖8至圖10之小透鏡844、944及1044相同或類似。稜鏡1141在其傾斜側表面1142、1143為複合設計，在基底點Bprism與稜鏡頂點Vprism之間延伸的意義上類似於稜鏡1041。傾斜表面1142具有尖端部分1142a、中間部分1142b及基底部分1142c，且傾斜表面1143具有尖端部分1143a、中間部分1143b及基底部分1143c。注意，與圖10之實施例相對比，圖11之中間部分(1142b、1143b)具有比相鄰尖端部分(分別為1142a、1143a)及基底部分(分別為1142c、1143c)大的斜率或傾斜度。結果，由中間部分(1142b或1143b)及其相鄰尖端部分(分別為1142a或1143a)形成的第一輪廓形狀為凸起的，且由中間部分(1142b或1143b)及其相鄰基底部分(分別為1142c或1143c)形成的第二輪廓形狀為凹入的。傾斜側表面1142、1143在其為連續彎曲的意義上類似於稜鏡1041之彼等側表面。在圖11中，基底部分1142c、1143c藉由各別側表面之其他部分1142d、1143d而與基底點

Bprism分開。在此特定狀況下，其他部分**1142d**、**1143d**具有比相鄰(各別)基底部分**1142c**、**1143c**大的斜率或傾斜度。因此，圖11之實施例亦示範本文中別處論述之基底部分無需(但在一些狀況下可，並且被)安置於稜鏡之基底點處；確切言之，基底部分僅需要被安置成比尖端部分及中間部分更接近於基底點。

圖11之雙側光學薄膜係使用光學設計軟體來模型化。為了模型化之目的，薄膜構造之細節為如下：薄膜之折射率為1.67(針對具有約50 μm 厚度之中心載體薄膜部分)，及1.51(針對稜鏡及分裂擴散結構部分)；稜鏡頂角為約63.5度；小透鏡具有可變之曲率半徑(非球面或非柱面)但小透鏡之標稱曲率半徑為約41微米；稜鏡間距為50微米；小透鏡間距亦為50微米，且每一稜鏡/小透鏡對之小透鏡頂點與其相關聯稜鏡之頂點垂直對準；自小透鏡頂點至稜鏡頂點之實體(垂直)距離為111微米；且假定沒有小透鏡傾斜及沒有稜鏡傾斜。此外，假定經模型化稜鏡**1141**相對於一通過稜鏡頂點之垂直軸(亦即，相對於稜鏡之光學軸)對稱。關於用於傾斜側表面**1142**、**1143**之實際形狀，在圖12A、圖12B及圖12C中最好地描述該形狀。

圖12A繪製側表面**1143**之實際輪廓。亦即，圖12A假定x-y-z座標系統之原點經置放於稜鏡頂點**Vprism**處，且圖12A藉由繪製隨x座標或位置而變的表面**1143**上之所有點的z座標或位置來繪製表面**1143**之輪廓。因此，圖12A中之所得曲線揭示模型化側表面**1143**之實際輪廓。在圖中，0微米之x位置對應於稜鏡之頂點(**Vprism**)，且25微米之x位置對應於稜鏡之基底點**Bprism**。若吾人得到圖12A中所示之曲線關於x座標或位置的一階導數，則可判定沿傾斜表面**1143**的每一點處之瞬時斜率。在圖12B中根據相同x座標或位置來繪製此一階導數。因此，在圖12B中，0微米之x位置再次對應於稜鏡之頂點(**Vprism**)，且25微米之x位置再次對應於稜鏡之基底點**Bprism**。吾人可進一步得

到圖12A中所示之曲線(或圖12B中所示曲線之一階導數)關於 x 座標或位置的二階導數。在圖12C中再次根據相同 x 座標或位置來繪製此二階導數。

圖12A至圖12C之曲線確認了在傾斜表面之中間部分處的大於在尖端部分處之斜率(例如，參看在約5微米之 x 位置處的圖12B之一階導數)及在基底部分處之斜率(例如，參看在約20微米之 x 位置處的圖12B之一階導數)兩者的斜率或傾斜度(例如，參看在約12微米之 x 位置處的圖12B之一階導數)的存在。對圖12C之檢查亦揭示指示傾斜表面輪廓之相反彎曲段(凹入及凸起)的拐點(其中曲線等於零)。

在如此界定雙側光學薄膜後，將光學模型化軟體用以判定當薄膜之稜鏡側暴露於斜光(諸如將自經合適設計之光導的主表面發射的光)時其產生何輸出射束。在一狀況下，模型化在第一方向上之斜光。參看圖11，此第一狀況之斜光具有以下角分佈：分佈為 x - z 平面中之高斯分佈，具有在距 z 軸70度(及距 x 軸20度)處之最大強度方向，具有在 x - z 平面中約23度之半高全寬(FWHM)角寬度，並具有在 y - z 平面中約48度之FWHM角寬度。此第一狀況下對應於光僅被注入至光導之一側中的系統，例如，如圖3中。在第二狀況下，模型假定斜光在第一方向中，但在相反的第二方向中傳播之斜光之另一輸入射束被添加至此光。第二斜輸入射束與第一斜輸入射束關於 y - z 平面對稱。此第二狀況因此對應於光被注入至光導之兩側中的系統，例如，圖3及圖4之組合。此光注入因此亦將被預期產生兩個光束——一個光束與第一光源相關聯，另一光束與第二光源相關聯。

錐光圖便於展示光如何由雙側薄膜根據極角及方位角兩者來發射。與錐光圖緊密相關的係極座標等燭光圖，除強度值在極座標等燭光圖中未受到餘弦校正外，極座標等燭光圖提供類似便利之角資訊；然而，藉由將強度值除以極角之餘弦，可獲得相對明度資料。圖13A

為針對第一狀況之模型化輸出光的極座標等燭光圖，且圖14A為針對第二狀況之模型化輸出光的極座標等燭光圖。在此等圖中，0度及180度之方位角對應於圖11中之x-z平面，且90度及270度之方位角對應於y-z平面。在圖13B中針對第一狀況且在圖14B中針對第二狀況展示在x-z平面中(亦即，在垂直於稜鏡之伸長軸的觀測平面中)之正規化明度的角分佈。圖13B及圖14B皆展示在左側及右側兩者上具有明確射束邊緣之強度分佈。

在圖13B中，單一第一輸出射束**1310**係由來自一光源之光產生。輸出射束**1310**具有一左射束邊緣**1310L**，及一右射束邊緣**1310R**，其中之每一者為明確的。透過使用上文結合圖7論述之方法，吾人藉由用於左射束邊緣之參數 $\Delta\theta_{LE}$ (其在此狀況下等於約3.4度)及藉由用於右射束邊緣之參數 $\Delta\theta_{RE}$ (其等於約1.2度)來量化銳度。

因為第二狀況基本上為第一狀況加上由來自斜光之第二源的光產生的第二光束，所以吾人將圖14B中之輸出光分佈標記為第一射束**1410**及第二射束**1412**，即使其看起來僅為單一射束。第一射束**1410**可與圖13B之第一射束**1310**相同或類似。射束**1410**、**1412**之最靠近射束邊緣實質上在約0度之極角處重合，使得藉由第一射束與第二射束之重疊而產生單一寬射束。單一寬射束具有對應於第一射束**1410**之左邊緣**1410L**的左邊緣，及對應於第二射束**1412**之右邊緣**1412R**的右邊緣。透過使用圖7之方法，吾人將邊緣**1410L**之銳度計算為 $\Delta\theta_{LE}$ =約3.4度，並將邊緣**1412R**之銳度計算為 $\Delta\theta_{RE}$ =約3.4度。

現在已描述併入有小透鏡及複合稜鏡之若干雙側光學薄膜，吾人現在較詳細地論述可藉以將此等元件組合於薄膜中以產生照明系統中的所要輸出射束的各種方式。薄膜中的每一稜鏡/小透鏡對之設計細節(包括稜鏡與小透鏡之垂直間隔、此等元件之相對橫向位置(不論其係橫向對準還是未對準)、稜鏡之傾斜量(若存在)及小透鏡之傾斜量

(若存在))判定針對給定輸入光束的由給定稜鏡/小透鏡對產生的輸出射束或小射束之形狀及其他性質。在一些狀況下，諸如相對橫向位置及/或傾斜量之設計參數在薄膜之面上變化，具有在薄膜之中心中的一值並朝薄膜之外邊緣或末端單調地增加或減少。此空間變化可用以產生諸如圖4B之輸出射束**410b**之輸出射束。在其他狀況下，相關設計參數可全部在薄膜之面上實質上相同，使得由所有稜鏡/小透鏡對產生的射束或小射束實質上相同。此空間均勻性可用以產生諸如圖4A之輸出射束**410a**之輸出射束。

圖15中示意地展示雙側光學薄膜**1540**。薄膜**1540**具有一第一結構化表面**1540a**及一第二結構化表面**1540b**，該第一結構化表面**1540a**具有形成於其中之複數個伸長複合稜鏡**1541**，且該第二結構化表面**1540b**具有形成於其中之複數個伸長小透鏡**1544**。關於與除圖5外之先前圖一致的笛卡爾x-y-z座標系統展示薄膜**1540**。

每一複合稜鏡**1541**包括在頂點**V_{prism}**處相交的兩個傾斜側表面，該等傾斜表面各自具有如上文論述之複合組態。每一稜鏡**1541**亦具有一稜鏡光學軸**1549-1**。稜鏡光學軸**1549-1**位於x-z平面中，通過稜鏡頂點，並平分稜鏡頂角。稜鏡**1541**係由沿x軸自中心至中心(例如，稜鏡頂點至稜鏡頂點)之稜鏡間距**p1**表徵。

每一小透鏡**1544**具有頂點**V**及自小透鏡之頂點至邊緣可為均勻或不均勻的曲率。每一小透鏡亦具有一光學軸**1549-2**。該小透鏡光學軸**1549-2**通過頂點**V**並在頂點**V**之點處局部地垂直於小透鏡表面。若小透鏡實質上對稱，則小透鏡光學軸**1549-2**為小透鏡**1544**之對稱軸。小透鏡**1544**係由沿x軸自中心至中心(例如，**V**至**V**)的小透鏡間距**p2**表徵。

在薄膜**1540**中，結構化表面**1540a**、**1540b**經組態，使得**p1=p2**，且稜鏡頂點**V_{prism}**中之每一者與其各別小透鏡之頂點**V**垂直對準，且

稜鏡光學軸**1549-1**彼此平行並平行於 z 軸，且小透鏡光學軸**1549-2**亦彼此平行並平行於 z 軸。薄膜**1540**中之所有稜鏡光學軸**1549-1**及所有小透鏡光學軸**1549-2**因此具有零傾斜。在替代實施例中， p_1 可再次等於 p_2 ，但稜鏡頂點 V_{prism} 可與其各別小透鏡頂點不對準達所要量，以便在特定方向上導引輸出射束。因此，當由來自諸如圖2之光導的光導之斜光照明時，可產生諸如圖3或圖4a之彼等輸出射束之輸出射束。

圖16中以類似於圖15之方式展示另一雙側光學薄膜**1640**。薄膜**1640**具有一第一結構化表面**1640a**及一第二結構化表面**1640b**，該第一結構化表面**1640a**具有形成於其中之複數個複合稜鏡**1641**，且該第二結構化表面**1640b**具有形成於其中之複數個小透鏡**1644**。相對於與除圖5外之先前圖一致的笛卡爾 x - y - z 座標系統展示薄膜**1640**。

每一複合稜鏡**1641**包括在頂點 V_{prism} 處相交的兩個傾斜側表面，該等傾斜表面各自具有一複合組態。複合稜鏡**1641**各自亦具有一如上文論述之稜鏡光學軸**1649-1**。稜鏡**1641**係由稜鏡間距 p_1 來表徵。

每一小透鏡**1644**具有一頂點 V ，及一可為均勻或不均勻之曲率。每一小透鏡亦具有一如上文描述之光學軸**1549-2**。小透鏡**1644**係由沿 x 軸自中心至中心(例如， V 至 V)之小透鏡間距 p_2 表徵。

在薄膜**1640**中，結構化表面**1640a**、**1640b**經組態，使得 $p_1 > p_2$ ，且稜鏡光學軸**1649-1**彼此平行並平行於 z 軸，且小透鏡光學軸**1649-2**亦彼此平行並平行於 z 軸。薄膜**1640**中之所有稜鏡光學軸**1649-1**及所有小透鏡光學軸**1649-2**因此具有零傾斜。對於位於薄膜中心(距薄膜之左末端之第四個頂點及距薄膜之右末端之第四個頂點)的稜鏡/小透鏡對，稜鏡頂點 V_{prism} 與其各別小透鏡之頂點 V 垂直對準。然而，對於薄膜上之剩餘稜鏡/小透鏡對，沒有出現此垂直對準，且不對準之量隨距薄膜**1640**之中心的距離增加而單調地增加。使用圖16中所示之

技術製造的薄膜(或更一般而言在 $p_1 \neq p_2$ 的情況下)可產生輸出光之中心分佈可向內指向或對準以產生一會聚效應(例如，如圖4B中所示)的效應。較大的不對準程度產生較大串擾位準，且最大可接受不對準程度可由對於特定應用之最大可接受串擾位準來限制。當標稱對準特徵對(稜鏡/小透鏡對)開始與其最靠近的相鄰特徵對重疊時帶來串擾。在一些狀況下，此瞄準光之方法可受限於薄膜之法線方向(z軸)與各種稜鏡/小透鏡對的約10度或更小之中心輸出角之間的角度。對於此偏離角的限制可取決於薄膜之幾何態樣，諸如厚度(參看圖17中之Dz)、間距、基板、稜鏡之夾角等等，且受光導之輸出分佈影響。

在又一替代設計中，在圖15或圖16中之任一者中的小透鏡可以任一所要方式(例如，以根據薄膜上之位置變化的方式)傾斜，例如，具有在薄膜之中心的零傾斜，自中心至薄膜之左邊緣的漸增之正傾斜，及自中心至薄膜之右邊緣的漸增之負傾斜。類似地，在圖15或圖16中之任一者中的複合稜鏡可以任一所要方式(例如，以根據薄膜上之位置變化的方式)傾斜，例如，具有在薄膜之中心的零傾斜，自中心至薄膜之左邊緣的漸增之正傾斜，及自中心至薄膜之右邊緣的漸增之負傾斜。

圖17展示可存在於所揭示雙側光學薄膜中的一般化稜鏡/小透鏡對之放大描繪。在此一般化對中，元件平移地及/或旋轉地彼此不對準，且其亦以可不同之量傾斜。稜鏡/小透鏡對**1748**具有一複合稜鏡**1741**及一小透鏡**1744**。複合稜鏡**1741**具有在頂點**V_{prism}**處相交之傾斜側表面**1742**、**1743**。每一傾斜表面具有一如上文描述之複合組態。稜鏡**1741**亦具有一稜鏡光學軸**1749-1**，其如上文描述通過稜鏡頂點。

小透鏡**1744**經假定為傾斜，且因此在先前圖中之簡單小透鏡頂點**V**簡併成圖17中之兩個小透鏡頂點；峰頂點**PV**及對稱頂點**SV**。峰頂點**PV**位於小透鏡之表面上之最高點(亦即，z座標為最大所在的點)。

處。對稱頂點**SV**位於小透鏡之對稱點處，例如，小透鏡之端點之間的一半處，或若小透鏡之曲率在小透鏡上改變，使得在小透鏡之中央部分中存在曲率的局部最大值或局部最小值，則(例如)在此局部最大值或最小值之點處。小透鏡之光學軸**1749-2**通過對稱頂點**SV**。

藉由適當選擇薄膜厚度及/或塗層厚度，稜鏡頂點**Vprism**與小透鏡對稱頂點**SV**之間的垂直距離**Dz**可經控制以提供輸出射束之所要的光學效能(亦考慮到光學薄膜之折射率)。小透鏡**1744**與複合稜鏡**1741**沿x軸平移地不對準達一位移量**Dx**。小透鏡**1744**亦與複合稜鏡**1741**旋轉地不對準：小透鏡光學軸**1749-2**在x-z平面中相對於稜鏡光學軸**1749-1**傾斜，且此外，小透鏡光學軸**1749-2**及稜鏡光學軸**1749-1**兩者皆相對於z軸傾斜。角 α 及 β 可用以指小透鏡光學軸及稜鏡光學軸之傾斜角，如圖中所展示。本文中揭示之雙側光學薄膜可適當利用設計參數**Dz**、**Dx**、 α 及 β ，其可在薄膜(對於所有稜鏡/小透鏡對)之區域上為均勻的或其可在此區域上為不均勻的。此等參數可用以按需要特製第一及第二輸出射束，當兩個光源中僅一者接通時提供第一輸出射束，且當僅另一光源接通時提供第二輸出射束。

使用如圖17中所示之稜鏡及/或小透鏡之傾斜的雙側光學薄膜可產生輸出光之中心分佈可向內指向或對準以產生一會聚效應(例如，如圖4B中所示)的效應。較大的不對準程度產生較大串擾位準，且最大可接受不對準程度可由對於特定應用之最大可接受串擾位準來限制，如上文所論述。在一些狀況下，此瞄準光之方法可限於薄膜之法線方向(z軸)與各種稜鏡/分裂擴散結構對的中心輸出角之間的約35度或更小之角度。對於此偏離角的限制可取決於薄膜之幾何態樣，諸如厚度(參看圖17中之**Dz**)、間距、基板、稜鏡之夾角等等，且受光導之輸出分佈影響。亦參考專利申請公開案US 2012/0236403(Sykora等人)以獲得類似對準技術之其他細節。

圖18A展示藉由分別選擇性地激發第一光源**1834**及第二光源**1832**來提供兩個不同輸出射束**1810**、**1812**的一般化光學系統**1800**。來自光源之光由光學器件**1820**轉換成各別輸出射束，光學器件**1820**包括一如本文中描述之具有小透鏡及複合稜鏡的雙側光學薄膜，且其亦可包括如本文中描述之光導。每一輸出射束**1810**、**1812**在垂直於複合稜鏡之伸長軸的觀測平面中具有兩個明確射束邊緣。射束**1810**、**1812**經展示為具有不重疊角分佈，且具有在其之間的可觀角間隙，但在其他實施例中，角間隙可較小或較大，或射束可彼此重疊。可以任一所要方式來控制光源，使得僅產生射束**1810**，或僅產生射束**1812**，產生兩個射束**1810**、**1812**。

在圖18B之角分佈圖表中展示輸出射束**1810**、**1812**之簡化表示，其中x-z平面中之光強度經繪製為極角 θ 之函數。第一輸出射束**1810**係由左射束邊緣**1810L**(其出現在角 θ_{LE1} 處)及右射束邊緣**1810R**(其出現在角 θ_{RE1} 處)來表徵，如上文結合圖7所描述。輸出射束**1810**亦具有中心角 $\theta_{CENTER1}$ (其被標記)及射束寬度 $\Delta\theta_{B1}$ (其未被標記)，其全部與圖7之描述一致。類似地，第二輸出射束**1812**係由左射束邊緣**1812L**(其出現在角 θ_{LE2} 處)及右射束邊緣**1812R**(其出現在角 θ_{RE2} 處)來表徵。輸出射束**1812**亦具有中心角 $\theta_{CENTER2}$ (其被標記)及射束寬度 $\Delta\theta_{B2}$ (其未被標記)。最終，兩個輸出射束**1810**、**1812**具有由間隙角 θ_{gap} 分開的最靠近之射束邊緣(θ_{RE1} 及 θ_{LE2})。

輸出分佈**1810**及**1812**之形狀及其他設計細節隨雙側薄膜設計及光導輸出分佈而變。對於由光導發射之斜光的給定分佈，複合稜鏡之形狀及小透鏡之特徵的設計細節控制著射束**1810**、**1812**之特性，諸如總分佈寬度 $\theta_{RE2}-\theta_{LE1}$ 、強度，及射束之左邊緣**1810L**、**1812L**的銳度。總寬度 $\theta_{RE2}-\theta_{LE1}$ 可藉由增加或減少後邊緣束(參看圖9中之後邊緣光線束**910b**)與小透鏡之焦點的視在距離而改變。視在後邊緣束**910b**

距小透鏡之焦點愈近，射束**1810**、**1812**之射束寬度($\Delta\theta_{B1}$ 及 $\Delta\theta_{B2}$)變得愈窄。相反，視在後邊緣束**910b**距小透鏡之焦點愈遠，射束**1810**、**1812**之射束寬度($\Delta\theta_{B1}$ 及 $\Delta\theta_{B2}$)變得愈寬。自後邊緣束**910b**至小透鏡之焦點的視在距離係由針對給定光導輸入分佈的複合稜鏡之設計來控制。此可藉由改變傾斜側表面之各個部分(例如，圖9中之部分**942a**、**942b**、**942c**、**943a**、**943b**及**943c**)的斜率及長度來修改。射束之中心角 $\theta_{center1}$ 及 $\theta_{center2}$ (其係相對於薄膜之法線軸(亦即，相對於z軸)來量測)係由複合稜鏡相對於小透鏡之對準或不對準程度來控制，如結合圖15、圖16及圖17所論述。射束之內部邊緣(亦即，射束邊緣**1810R**及**1812L**)之銳度係由稜鏡之頂點(**Vprism**)相對於小透鏡之焦點置放的精度來控制。藉由使用可變形狀小透鏡(亦即，在x-z平面中之曲率不均勻但在小透鏡之表面上的不同點處不同(例如，自小透鏡之中心至邊緣單調增加或單調減少)的小透鏡)，可最小化模糊圈。參看(例如)專利申請公開案US 2011/0149391(Brott等人)。藉由精確地控制薄膜之厚度，可最大化內部邊緣(諸如，射束邊緣**710R** (圖7))之銳度，因此最小化差分角 $\Delta\theta_{RE}$ (圖7)。再次參看圖18B，射束**1810**及**1812**之間隔(稱作 θ_{gap})可藉由控制複合稜鏡之頂點相對於小透鏡之焦點的散焦之量而增加或減少。藉由使雙側薄膜之厚度比小透鏡之焦距薄，可使 θ_{gap} 增加(例如)至5度、10度或15度之值。藉由使雙側薄膜之厚度比小透鏡之焦距大，可使 θ_{gap} 減少(例如)以變為實質上零或負，使得射束**1810**、**1812**重疊，例如， θ_{RE1} 可實質上等於 θ_{LE2} ，或 θ_{LE2} 可落在 θ_{LE1} 與 θ_{RE1} 之間(且 θ_{RE1} 可落在 θ_{LE2} 與 θ_{RE2} 之間)，角重疊之量為(例如)5度、或10度或15度。小透鏡形狀亦可具備經特製之不均勻或可變曲率以提供一可變焦點，使得可最大化射束邊緣**1810L**、**1810R**、**1812L**及**1812R**之銳度。

圖19、圖20及圖21為併入有所揭示雙側光學薄膜以便根據第一

光源及第二光源中之哪些被激發來提供兩個不同輸出射束(每一射束具有明確射束邊緣)之其他光學系統之示意圖。在圖19中，光學系統**1900**包括一耦接至第一光源**1934**及第二光源**1932**之光學器件**1920**。光學器件**1920**(其可與光學器件**1820**相同或類似)包括一具有如上文論述之複合稜鏡之雙側光學薄膜，且可包括一經特製以藉由亦如上文論述之斜入射光照明光學薄膜之稜鏡側的光導。當第一光源**1934**被激發時，光學器件產生一第一輸出光束**1910**。當第二光源**1932**被激發時，光學器件產生一第二輸出光束**1912**。此等光束皆具有具兩個對置明確射束邊緣之角分佈。光學系統**1900**可為或包括任一合適系統，包括但不限於顯示器、背光、燈具、工作燈或通用照明模組。在顯示器之狀況下，藉由與光源**1934**、**1932**之調變同步地適當控制經提供至顯示面板(未圖示)的影像資訊，可將不同的無關的影像呈現給位於相對於器件**1920**之不同位置的檢視者。舉例而言，第一檢視者**1902**可感知與第一輸出射束**1910**但不與第二輸出射束**1912**相關聯之影像，且第二檢視者**1902**可感知與第二輸出射束**1912**但不與第一輸出射束**1910**相關聯之影像。

在圖20中，光學系統**2000**包括一耦接至第一及第二光源(未圖示)之光學器件**2020**。光學器件**2020**可與光學器件**1820**及**1920**相同或類似，且包括具有複合稜鏡之雙側光學薄膜及光導，如上文所論述。光學器件**2020**可安裝於一桿或其他支撐件**2021**上。當第一光源被激發時，光學器件**2020**產生一第一輸出光束**2010**。當第二光源被激發時，光學器件產生一第二輸出光束**2012**。此等光束皆具有具兩個對置明確射束邊緣之角分佈。光學系統**2000**可為或包括任一合適系統，包括但不限於顯示器、背光、燈具、工作燈或通用照明模組。系統**2000**可(例如)用於交通控制目的，(例如)提供顯示資訊給第一檢視者**2002**但不給第二檢視者**2003**，或反之亦然，或將給定色彩之光(例如，用於

「停止」之紅光或用於「通行」之綠光)投射至僅第一檢視者**2002**，並將相同或不同色彩之光投射至第二檢視者**2003**。

在圖21中，光學系統**2100**包括一耦接至第一及第二光源(未圖示)之光學器件**2120**。光學器件**2120**可與光學器件**1820**、**1920**及**2020**相同或類似，且包括具有複合稜鏡之雙側光學薄膜及光導，如上文所論述。器件**2120**可安裝於天花板或其他支撐件(未圖示)之上或之中。當第一光源被激發時，光學器件**2120**產生一第一輸出光束**2110**。當第二光源被激發時，光學器件產生一第二輸出光束**2112**。此等光束皆具有具兩個對置明確射束邊緣之角分佈。光學系統**2100**可為或包括任一合適系統，包括但不限於顯示器、背光、燈具、工作燈或通用照明模組。系統**2100**可(例如)用作一燈具以照明一或多個居住者**2102**生活或工作於的房間或空間。在第一光束**2110**與第二光束**2112**之間切換的能力可用於美觀或實用目的。此系統之用途之實例為嵌入式(及可電子切換式)聚光燈。此外，藉由特製輸出射束**2110**或**2112**以具有會聚輸出分佈(諸如，圖4B之輸出分佈)，系統**2100**可充當一線性聚光燈以照明所關注之特定區域。系統**2100**亦可充當一提供對比度增強照明的燈具。

在圖22之光學系統**2200**中，低輪廓照明組件**2220**耦接至一延伸之安裝構件**2221**。組件**2220** (或者本文中稱作光學器件**2220**)耦接至第一及第二光源(未圖示)，且可與光學器件**1820**、**1920**、**2020**及**2120**相同或類似。組件**2220**因此包括一具有複合稜鏡的雙側光學薄膜及光導，如本文中所論述。第一及/或第二光源可結合至組件**2220**以提供獨立照明模組。組件**2220**經調適成經由溝槽**2221a**或藉由其他合適構件耦接至安裝構件**2221**。安裝構件**2221**可機械地及/或電地耦接至組件**2220**，例如，其可將組件固持於適當位置及/或將電力供應給組件。安裝構件自身可安裝至天花板、牆壁或其他表面，例如作為習知

軌道燈的替代。由組件**2220**提供的經明確界定之輸出射束可被認為係由習知聚光燈提供之照明的合適替代，且具有美觀的低輪廓(薄)產品組態。

在前述實施例中之任一者(包括圖19至圖22之實施例)中，雙側光學薄膜可經特製以提供一諸如圖4B中所示之輸出射束的會聚輸出射束。舉例而言，在圖21之狀況下，由燈具提供之給定輸出射束可會聚以界定一射束腰，且該射束腰可經設計以定位於任一所要位置處(例如，在房間中之地板水平面或桌子水平面處)。

如本文中使用的術語「強度」(包括但不限於圖6A及圖7及其相關描述)可指代光之亮度或強度的任一合適度量，包括標準(餘弦校正)明度及非餘弦校正明度，及輻射率(餘弦校正及非餘弦校正)兩者。

可對所揭示雙側光學薄膜、光導及相關組件進行眾多修改，且將眾多特徵併入於所揭示雙側光學薄膜、光導及相關組件中。舉例而言，雙側光學薄膜或光導之任一給定結構化表面可在空間上均勻，亦即，結構化表面之個別元件或結構可形成一佔據組件之整個主表面的重複圖案。例如，參看圖1B及圖2。或者，可以使得結構化表面之(多個)部分不含有此等個別元件或結構，或(多個)部分含有此等個別元件或結構但已使此等元件或結構完全或部分不可操作的方式來圖案化任一此結構化表面。此等個別元件或結構在結構化表面之(多個)部分上的不存在可藉由在整個主表面上形成該等元件或結構，且接著藉由任一合適技術(例如，在所要部分中選擇性地施加充分熱及/或壓力以平坦化該等元件或結構(逐圖案地))破壞或以其他方式移除該等元件或結構而達成。或者，個別元件或結構之不存在可藉由(例如)使用合適圖案化工具當將元件或結構形成於結構化表面之其他區域中時不同時將元件或結構形成於結構化表面之所要部分中而達成。在結構化表面之所要部分中使個別元件或結構完全或部分地不可操作的狀況下，結構

化表面可最初在空間上均勻，但接著可以逐圖案方式以黏接劑、印刷媒體或其他合適材料來塗佈或以其他方式覆蓋個別元件或結構，該其他合適材料之折射率匹配(包括實質上匹配)該等元件或結構之折射率，或至少具有不同於空氣或真空之折射率。此逐圖案施加的材料(其在施加至結構化表面後可經固化或交聯)可平坦化結構化表面之所要部分。不論個別元件或結構被省略抑或被變得不可操作，光學系統皆可經設計，使得僅一結構化表面(例如，光導之結構化表面，或雙側薄膜之結構化表面)被圖案化，或僅兩個結構化表面被圖案化，或僅三個結構化表面被圖案化，或四個結構化表面被圖案化。若兩個以上結構化表面被圖案化，則相同圖案可用於任何兩個經圖案化表面，或可使用不同圖案。

在其他替代例中，在使用一經合適設計之光導的情況下，兩個雙側光學薄膜可用於該光導之對置兩側上。光導可經組態以自其兩個對置主表面中之每一者提供斜光束，且可在光導之每一主表面處提供一雙側薄膜以如上文所論述取決於哪一(些)光源接通，將斜光束轉換成一第一邊緣明確的輸出射束或一第二邊緣明確的輸出射束。舉例而言，在圖1B中，為薄膜**140**之鏡像(相對於x-y平面)的雙側薄膜可置放於光導**150**之對置側上，使得光導安置於兩個鏡像的雙側光學薄膜之間。

在其他替代例中，光學系統亦可包括次要結構以限制或減少由雙側光學薄膜產生的該(等)輸出射束之光擴散程度。舉例而言，可在雙側薄膜之輸出處提供一習知遮光式(louvered)隱私薄膜及/或一護罩(例如，包括一或多個光阻擋構件)。此等次要結構可藉由堵塞在x-z平面中及/或在y-z平面中(例如，參考圖3、圖4A、圖4B之x-y-z座標定向)的給定初始輸出射束之一部分而操作以產生一經修改輸出射束，該經修改輸出射束比堵塞平面中的初始輸出射束窄。

光導及雙側光學薄膜兩者可在整體形狀上為實質上平坦的，或一者或兩者可為不平坦的。在圖23A至圖23E中示意地描繪例示性照明系統實施例。在此等圖中之每一者中，沿延伸本體之對置邊緣提供第一光源**2334**及第二光源**2332**。光源**2334**、**2332**可與上文論述之光源**134**、**132**相同或類似。延伸本體(其在圖23A中標記為**EBa**，在圖23B中標記為**EBb**，在圖23C中標記為**EBc**，在圖23D中標記為**EBd**，且在圖23E中標記為**EBe**)可表示光導、雙側光學薄膜，或兩者。相對於與處圖5外之前述圖一致的笛卡爾x-y-z座標系統展示此等圖之延伸本體。與平坦性之偏離可指示一撓性延伸本體，或一以非平坦方式形成的實體上剛性延伸本體。延伸本體**EBa**實質上為平坦的，平行於x-y平面而延伸。延伸本體**EBb**為不平坦的，具有在y-z平面中但並非在x-z平面中之曲率。延伸本體**EBc**亦為不平坦的，但具有在x-z平面中且並非在y-z平面中之曲率。替代實施例可具有在x-z平面及y-z平面兩者中的曲率。延伸本體**EBd**為不平坦的，具有在y-z平面中但並非在x-z平面中之曲率，且在y-z平面中之曲率係使得本體自身閉合以形成一管狀結構。管狀結構可包括一如所展示之縱向槽或間隙。管狀結構可具有一在橫向橫截面(例如，y-z平面中之橫截面)中之實質上圓形形狀，或替代地具有一橢圓形或其他非圓形形狀。延伸本體**EBd**為不平坦的，但具有在x-z平面中且並非在y-z平面中之曲率，且在x-z平面中之曲率係使得本體自身閉合以形成一管狀結構。管狀結構可包括一如所展示之縱向槽或間隙。管狀結構可具有一在橫向橫截面(例如，x-z平面中之橫截面)中之實質上圓形形狀，或替代地具有一橢圓形或其他非圓形形狀。具有圖23A至圖23E之形狀中之任一者的照明系統可以任何所要外形尺寸(包括類似於習知燈泡之外形尺寸)來建構，且可在具有可切換寬/窄輸出射束分佈之額外能力的情況下替代習知燈泡。

除非另外指示，否則應將在本說明書及申請專利範圍中使用的表示量、性質度量等等之所有數目理解為由術語「約」修飾。因此，除非相反地指示，否則在說明書及申請專利範圍中闡述之數值參數為可取決於熟習此項技術者利用本申請案之教示尋求獲得之所要性質的近似值。並不試圖限制將等效原則應用於申請專利範圍之範疇，應至少根據所報告之有效數位的數目並藉由應用一般捨入技術來理解各數值參數。儘管闡述本發明之廣泛範疇的數值範圍及參數為近似值，但在本文所述之特定實例中闡述任何數值的範圍內，其被儘可能精確地報告。然而，任何數值十分可能含有與測試或量測侷限性相關聯之誤差。

對於熟習此項技術者而言，在不脫離本發明之精神及範疇之情況下，本發明之各種修改及更改將顯而易見，且應理解本發明並不限於本文中所闡述之說明性實施例。讀者應假定，除非另外指示，否則一所揭示之實施例的特徵亦可應用於所有其他所揭示之實施例。亦應理解，本文中所提及之所有美國專利、專利申請公開案及其他專利及非專利文獻在其不與前述揭示內容相抵觸之情況下以引用之方式併入本文中。

本文獻揭示眾多實施例，包括但不限於以下各者：

項目1為一具有對置之第一及第二結構化表面的光學薄膜，該光學薄膜包含：

形成於該第一結構化表面中之複數個延伸稜鏡；

形成於該第二結構化表面中之複數個延伸小透鏡；且

其中該等稜鏡及小透鏡係以小透鏡與稜鏡成一對一之對應關係而配置；且

其中該等稜鏡中之至少一些為複合稜鏡，每一複合稜鏡具有兩個複合之傾斜表面及一尖銳頂點，每一複合稜鏡之每一此複合傾斜表

面具有一尖端部分、一基底部分及一安置於該尖端部分與該基底部分之間的中間部分，該中間部分與該尖端部分形成一第一輪廓形狀及與該基底部分形成一第二輪廓形狀，且其中該第一輪廓形狀為凹入的且該第二輪廓形狀為凸起的，或該第一輪廓形狀為凸起的且該第二輪廓形狀為凹入的。

項目2為項目1之薄膜，其中對於每一複合稜鏡之每一複合傾斜表面，該尖端部分、該基底部分及該中間部分中之至少一者為平坦的。

項目3為項目1之薄膜，其中對於每一複合稜鏡之每一複合傾斜表面，該尖端部分、該基底部分及該中間部分中之至少一者為彎曲的。

項目4為項目3之薄膜，其中對於每一複合稜鏡之每一複合傾斜表面，該複合傾斜表面為連續彎曲的。

項目5為項目1之薄膜，其中對於每一複合稜鏡，其兩個傾斜表面之該尖端部分相交以形成該尖銳頂點，且該頂點具有一不超過3微米，或不超過2微米，或不超過1微米之曲率半徑。

項目6為項目1之薄膜，其中該等稜鏡沿彼此平行之各別第一伸長軸延伸，且該等小透鏡沿彼此平行之各別第二伸長軸延伸。

項目7為項目6之薄膜，其中該等第一軸平行於該等第二軸。

項目8為項目1之薄膜，其中該等稜鏡具有各別稜鏡光學軸，且其中該等複合稜鏡中之至少一些相對於該稜鏡光學軸對稱地成形。

項目9為項目1之薄膜，其中該等稜鏡具有各別稜鏡光學軸，且其中該等複合稜鏡中之至少一些相對於其各別稜鏡光學軸不對稱地成形。

項目10為項目1之薄膜，其中對於每一稜鏡-小透鏡對，該小透鏡具有一焦點，且該稜鏡具有一在該焦點處或靠近該焦點安置之頂點。

項目11為項目1之薄膜，其中該中間部分具有一比該尖端部分及該基底部分之傾斜角小的傾斜角，且該第一輪廓形狀為凹入的，且該第二輪廓形狀為凸起的。

項目12為項目1之薄膜，其中該中間部分具有一比該尖端部分及該基底部分之傾斜角大的傾斜角，且該第一輪廓形狀為凸起的，且該第二輪廓形狀為凹入的。

項目13為一光學系統，其包含：

項目1之光學薄膜；及

一光導，其具有一經調適成優先以斜角發射光之主表面；

其中該光學薄膜接近該光導而安置，並經定向使得自該光導之該主表面發射之光穿過該第一結構化表面而進入該光學薄膜。

項目14為項目13之系統，其中該光學薄膜及該光導為不平坦的。

項目15為項目13之系統，其中該光學薄膜及該光導為撓性的。

項目16為項目13之系統，其進一步包含附接至該光導之一或多個光源。

項目17為項目13之系統，其中該系統包含一顯示器、一背光、一燈具、一工作燈，或一通用照明模組。

項目18為一光學系統，其包含：

一光導，其具有一經調適成發射光之主表面；

一第一光源，其經組態以沿一第一方向將光注入至該光導中；及

一光學薄膜，其具有對置之第一及第二結構化表面，該第一結構化表面具有形成於其中之複數個延伸稜鏡，且該第二結構化表面具有形成於其中之複數個延伸小透鏡，該等稜鏡及小透鏡係以小透鏡與稜鏡成一對一之對應關係配置；且

其中該光學薄膜接近該光導而安置，並經定向使得自該光導之

該主表面發射之光穿過該第一結構化表面進入該光學薄膜並脫離該光學薄膜之該第二結構化表面，當該第一光源被激發時，脫離該光學薄膜之該光形成一第一輸出射束；且

其中該第一輸出射束具有一隨角 θ 而變的第一強度分佈，該第一強度分佈係由在一角 θ_{LE1} 處之一第一左射束邊緣、在一角 θ_{RE1} 處之一第一右射束邊緣、一第一基線強度 $I_{baseline1}$ ，及在該第一左射束邊緣與該第一右射束邊緣之間的一第一最大強度 I_{max1} 及一第一最小強度 I_{min1} 表徵；

其中該第一左射束邊緣具有一由一過渡角 $\Delta\theta_{LE1}$ 表徵的銳度，且該第一右射束邊緣具有一由一過渡角 $\Delta\theta_{RE1}$ 表徵的銳度，其中 $\Delta\theta_{LE1}$ 及 $\Delta\theta_{RE1}$ 係自 I_{max1} 與 $I_{baseline1}$ 之間的10%至90%強度位準量測；且

其中 $\Delta\theta_{LE1}$ 不超過7度， $\Delta\theta_{RE1}$ 不超過7度， I_{min1} 為至少 $I_{baseline1}+20\%*(I_{max1}-I_{baseline1})$ ，且一等於 $\theta_{RE1}-\theta_{LE1}$ 之第一射束寬度為至少10度。

項目19為項目18之系統，其中該光學薄膜中之該等稜鏡中之至少一些為複合稜鏡，複合稜鏡之兩個傾斜表面為複合的，每一此複合稜鏡之每一此複合傾斜表面具有一尖端部分、一基底部分及一安置於該尖端部分與該基底部分之間的中間部分，該中間部分與該尖端部分形成一第一輪廓形狀及與該基底部分形成一第二輪廓形狀，且其中該第一輪廓形狀為凹入的且該第二輪廓形狀為凸起的，或該第一輪廓形狀為凸起的且該第二輪廓形狀為凹入的。

項目20為項目18之系統，其進一步包含：

一第二光源，其經組態以沿一不同於該第一方向之第二方向將光注入至該光導中；

其中當該第二光源被激發時，脫離該光學薄膜之該光形成一第二輸出射束；且

其中該第二輸出射束具有一隨角 θ 而變的第二強度分佈，該第二強度分佈係由在一角 θ_{LE2} 處之一第二左射束邊緣、在一角 θ_{RE2} 處之一第二右射束邊緣、一第二基線強度 $I_{baseline2}$ ，及在該第二左射束邊緣與該第二右射束邊緣之間的一第二最大強度 I_{max2} 及一第二最小強度 I_{min2} 表徵；

其中該第二左射束邊緣具有一由一過渡角 $\Delta\theta_{LE2}$ 表徵的銳度，且該第二右射束邊緣具有一由一過渡角 $\Delta\theta_{RE2}$ 表徵的銳度，其中 $\Delta\theta_{LE2}$ 及 $\Delta\theta_{RE2}$ 係自 I_{max2} 與 $I_{baseline2}$ 之間的10%至90%強度位準量測；且

其中 $\Delta\theta_{LE2}$ 不超過7度， $\Delta\theta_{RE2}$ 不超過7度， I_{min2} 為至少 $I_{baseline2}+20\%*(I_{max2}-I_{baseline2})$ ，且一等於 $\theta_{RE2}-\theta_{LE2}$ 之第二射束寬度為至少10度。

項目21為項目20之系統，其中 $\Delta\theta_{LE1}$ 、 $\Delta\theta_{RE1}$ 、 $\Delta\theta_{LE2}$ 及 $\Delta\theta_{RE2}$ 各自不超過5度，或不超過3度，或不超過2度。

項目22為項目20之系統，其中 I_{min1} 為至少 $I_{baseline1}+30\%*(I_{max1}-I_{baseline1})$ ，或至少 $I_{baseline1}+40\%*(I_{max1}-I_{baseline1})$ ，且 I_{min2} 為至少 $I_{baseline2}+30\%*(I_{max2}-I_{baseline2})$ ，或至少 $I_{baseline2}+40\%*(I_{max2}-I_{baseline2})$ 。

項目23為項目20之系統，其中該第一射束寬度及該第二射束寬度各自為至少20度，或至少30度，或在10度至40度之範圍內。

項目24為項目20之系統，其中 θ_{LE2} 係在 θ_{LE1} 至 θ_{RE1} 的範圍內，藉此該第一輸出射束與該第二輸出射束重疊。

項目25為項目20之系統，其中該第一輸出射束與該第二輸出射束彼此間隔開且具有分開至少3度的最靠近射束邊緣。

項目26為項目18之系統，其中該光學薄膜及該光導為不平坦的。

項目27為項目18之系統，其中該光學薄膜及該光導為撓性的。

項目28為項目18之系統，其中該第一光源附接至該光導。

項目29為項目18之系統，其中該光學薄膜附接至該光導。

項目30為項目18之系統，其中該系統包含一顯示器、一背光、一燈具、一工作燈，或一通用照明模組。

【符號說明】

100	光學系統
120	顯示面板
130	背光
132	第二光源
132-1	第一經導引之光束/射束
132-2	斜光束
134	第一光源
134-1	第一經導引之光束/射束
134-2	斜光束
140	雙側光學薄膜
140b	經修改之光學薄膜/雙側光學薄膜
141	稜鏡
141b	稜鏡
142	小透鏡
142b	小透鏡
144	軸
150	光導
150a	第二光導主表面
150b	第一光導主表面
150c	第一光輸入側/第一側
150d	第二光輸入側/第二側
153	光提取特徵
160	可切換驅動元件

170	控制器
232a	光源
232b	光源
232c	光源
234a	光源
234b	光源
234c	光源
250	光導
250a	第一主表面/前主表面
250b	第二主表面/後主表面
250c	側表面
250d	側表面
250-1	條/帶
250-2	條/帶
250-3	條/帶
252	淺稜鏡結構/稜鏡結構
254	雙凸透鏡狀結構/特徵
300	照明系統
310	第一輸出射束/總輸出射束
310-0	小射束
310-1	小射束
310-2	小射束
400a	照明系統
410a	第二輸出射束
410b	第二輸出射束
410b'	射束腰

410-0a	小射束
410-1a	小射束
410-2a	小射束
410-0b	小射束
410-1b	小射束
410-2b	小射束
415	點
500	3維(3D)光重導向薄膜
510	腹板
520	第一表面
525	第一微複製結構
526	弓形/雙凸透鏡狀特徵/第一特徵/微複製特徵
527	第一連接盤部分
529	特徵
530	第二表面
535	第二微複製結構
536	鋸齒形/角錐形稜鏡狀特徵/第二特徵/微複製特徵
537	第二連接盤部分
539	特徵
540	光學元件
610	第一輸出射束
610L	左射束邊緣
610R	右射束邊緣
612	第二輸出射束
612L	左射束邊緣
612R	右射束邊緣

640	例示性雙側光學薄膜
640a	第一結構化表面
640b	第二結構化表面
641	稜鏡
642	傾斜側表面
643	傾斜側表面
644	小透鏡
645	組成層/元件
646	組成層/元件
647	組成層/元件
710	輸出射束
710L	左射束邊緣
710R	右射束邊緣
840	雙側光學薄膜/分段平坦結構化表面
840a	第一結構化表面
840b	第二結構化表面
841	稜鏡
842	傾斜側表面/刻面
842a	尖端部分
842b	中間部分
842c	基底部分
843	傾斜側表面/刻面
843a	尖端部分
843b	中間部分
843c	基底部分
844	小透鏡

848	複合稜鏡/小透鏡對
910	輸出射束
910a	前邊緣光線束
910b	後邊緣光線束
910c	填充光線束
941	稜鏡
942	第一傾斜表面/複合傾斜表面
942a	尖端部分
942b	中間部分
942c	基底部分
943	第二傾斜表面/複合傾斜表面
943a	尖端部分
943b	中間部分
943c	基底部分
944	小透鏡
948	複合稜鏡/小透鏡對
1040	雙側光學薄膜
1040a	第一結構化表面/彎曲結構化表面
1040b	第二結構化表面
1041	複合稜鏡
1042	傾斜側表面/彎曲傾斜側表面
1042a	尖端部分
1042b	中間部分
1042c	基底部分
1043	傾斜側表面/彎曲傾斜側表面
1043a	尖端部分

1043b	中間部分
1043c	基底部分
1044	小透鏡
1048	稜鏡/小透鏡對
1140	雙側光學薄膜
1140a	第一結構化表面/彎曲結構化表面
1140b	第二結構化表面
1141	稜鏡/經模型化稜鏡
1142	傾斜側表面/傾斜表面
1142a	尖端部分
1142b	中間部分
1142c	基底部分
1143	傾斜側表面/傾斜表面/模型化側表面
1143a	尖端部分
1143b	中間部分
1143c	基底部分
1144	小透鏡
1148	稜鏡/小透鏡對
1310	單一第一輸出射束
1310L	左射束邊緣
1310R	右射束邊緣
1410	第一射束
1412	第二射束
1410L	左邊緣
1412R	右邊緣
1540	雙側光學薄膜

1540a	第一結構化表面
1540b	第二結構化表面
1541	伸長複合稜鏡
1544	伸長小透鏡
1549-1	稜鏡光學軸
1549-2	小透鏡光學軸
1640	雙側光學薄膜
1640a	第一結構化表面
1640b	第二結構化表面
1641	伸長複合稜鏡
1644	伸長小透鏡
1649-1	稜鏡光學軸
1649-2	小透鏡光學軸
1741	複合稜鏡
1742	傾斜側表面
1743	傾斜側表面
1744	小透鏡
1748	稜鏡/小透鏡對
1749-1	稜鏡光學軸
1749-2	小透鏡光學軸
1800	光學系統
1810	第一輸出射束/輸出分佈
1810L	左射束邊緣
1810R	右射束邊緣
1812	第二輸出射束/輸出分佈
1812L	左射束邊緣

1812R	右射束邊緣
1820	光學器件
1834	第一光源
1832	第二光源
1900	光學系統
1902	第一檢視者
1903	第二檢視者
1910	第一輸出光束
1912	第二輸出光束
1920	光學器件
1934	第一光源
1932	第二光源
2000	光學系統
2002	第一檢視者
2003	第二檢視者
2010	第一輸出光束
2012	第二輸出光束
2020	光學器件
2021	支撐件
2100	光學系統
2102	居住者
2110	第一輸出光束
2112	第二輸出光束
2120	光學器件
2200	光學系統
2220	低輪廓照明組件/光學器件

2221	安裝構件
2221a	溝槽
2334	第一光源
2332	第二光源
Bprism	基底點
Dz	垂直距離/厚度
EBa	延伸本體
EBb	延伸本體
EBc	延伸本體
EBd	延伸本體
EBe	延伸本體
f	距離
Ibaseline	基線強度
Imax	最大帶內強度
Imin	最小帶內強度
P	間距/重複週期
P1	點
p1	間距
P2	點
p2	間距
P3	點
P4	點
P5	點
P6	點
PV	峰頂點
SV	對稱頂點

V	小透鏡頂點
V_{prism}	稜鏡頂點
$\Delta\theta_B$	角展度/寬度
$\Delta\theta_{LE}$	差分值
$\Delta\theta_{RE}$	差分值
θ_{CENTER}	中心角
θ_{gap}	間隙角
θ_{LE}	左邊緣極角
θ_{RE}	右邊緣極角

申請專利範圍

1. 一種具有對置之第一及第二結構化表面的光學薄膜，該光學薄膜包含：
 形成於該第一結構化表面中之複數個延伸稜鏡；
 形成於該第二結構化表面中之複數個延伸小透鏡；且
 其中該等稜鏡及小透鏡係以小透鏡與稜鏡成一對一之對應關係而配置；且
 其中該等稜鏡中之至少一些為複合稜鏡，每一複合稜鏡具有兩個複合之傾斜表面及一尖銳頂點，每一複合稜鏡之每一此複合傾斜表面具有一尖端部分、一基底部分及一安置於該尖端部分與該基底部分之間的中間部分，該中間部分與該尖端部分形成一第一輪廓形狀及與該基底部分形成一第二輪廓形狀，且其中該第一輪廓形狀為凹入的且該第二輪廓形狀為凸起的，或該第一輪廓形狀為凸起的且該第二輪廓形狀為凹入的。
2. 如請求項1之薄膜，其中對於每一複合稜鏡之每一複合傾斜表面，該尖端部分、該基底部分及該中間部分中之至少一者為平坦的。
3. 如請求項1之薄膜，其中對於每一複合稜鏡之每一複合傾斜表面，該尖端部分、該基底部分及該中間部分中之至少一者為彎曲的。
4. 如請求項3之薄膜，其中對於每一複合稜鏡之每一複合傾斜表面，該複合傾斜表面為連續彎曲的。
5. 如請求項1之薄膜，其中該等稜鏡具有各別稜鏡光學軸，且其中該等複合稜鏡中之至少一些係相對於該稜鏡光學軸對稱地成形。

圖式

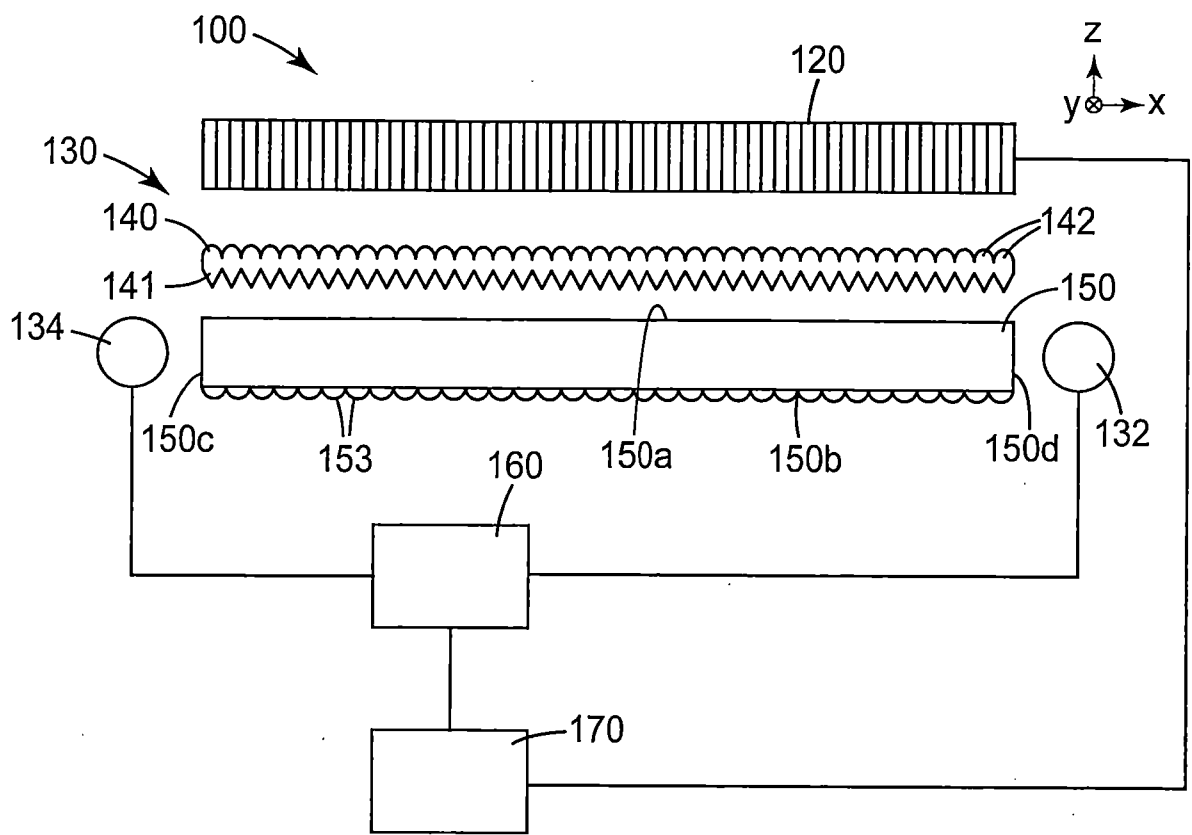


圖1A

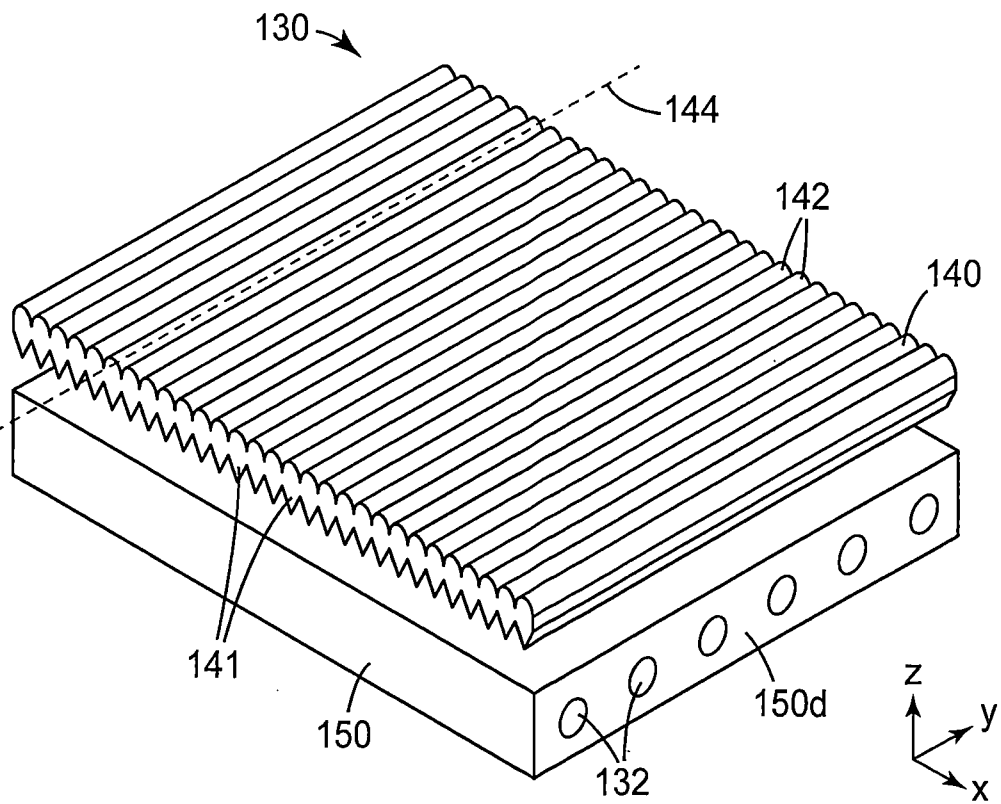


圖1B

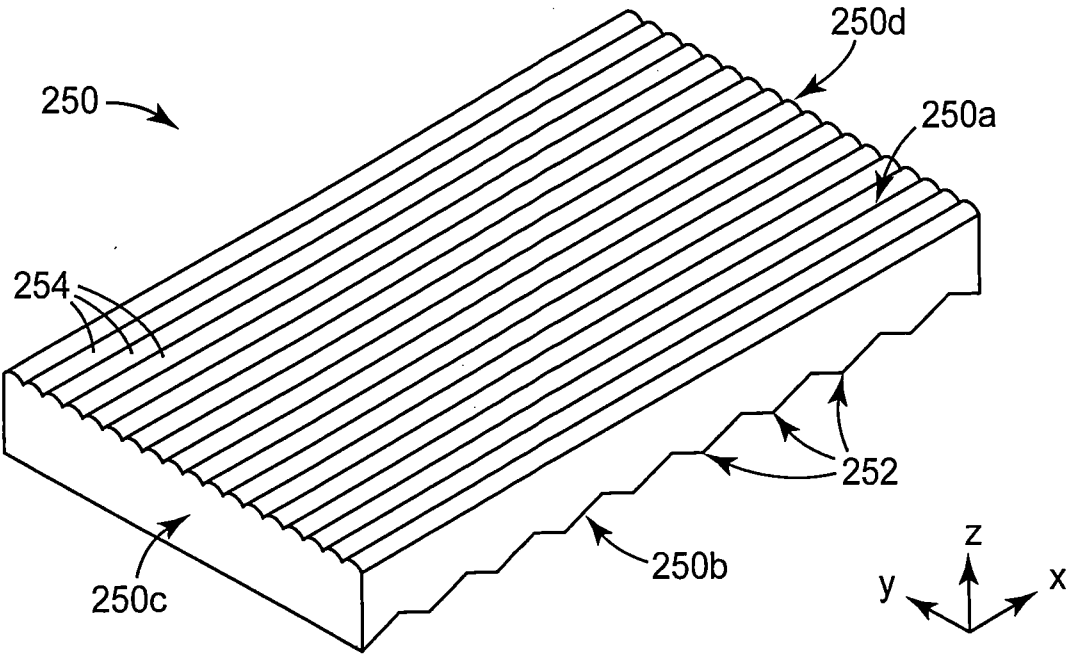


圖2

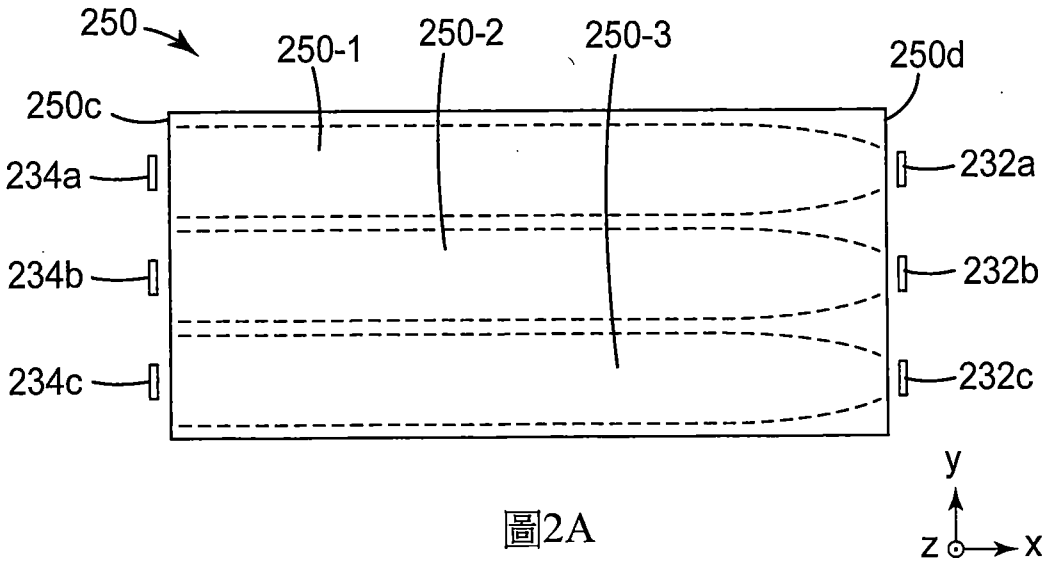


圖2A

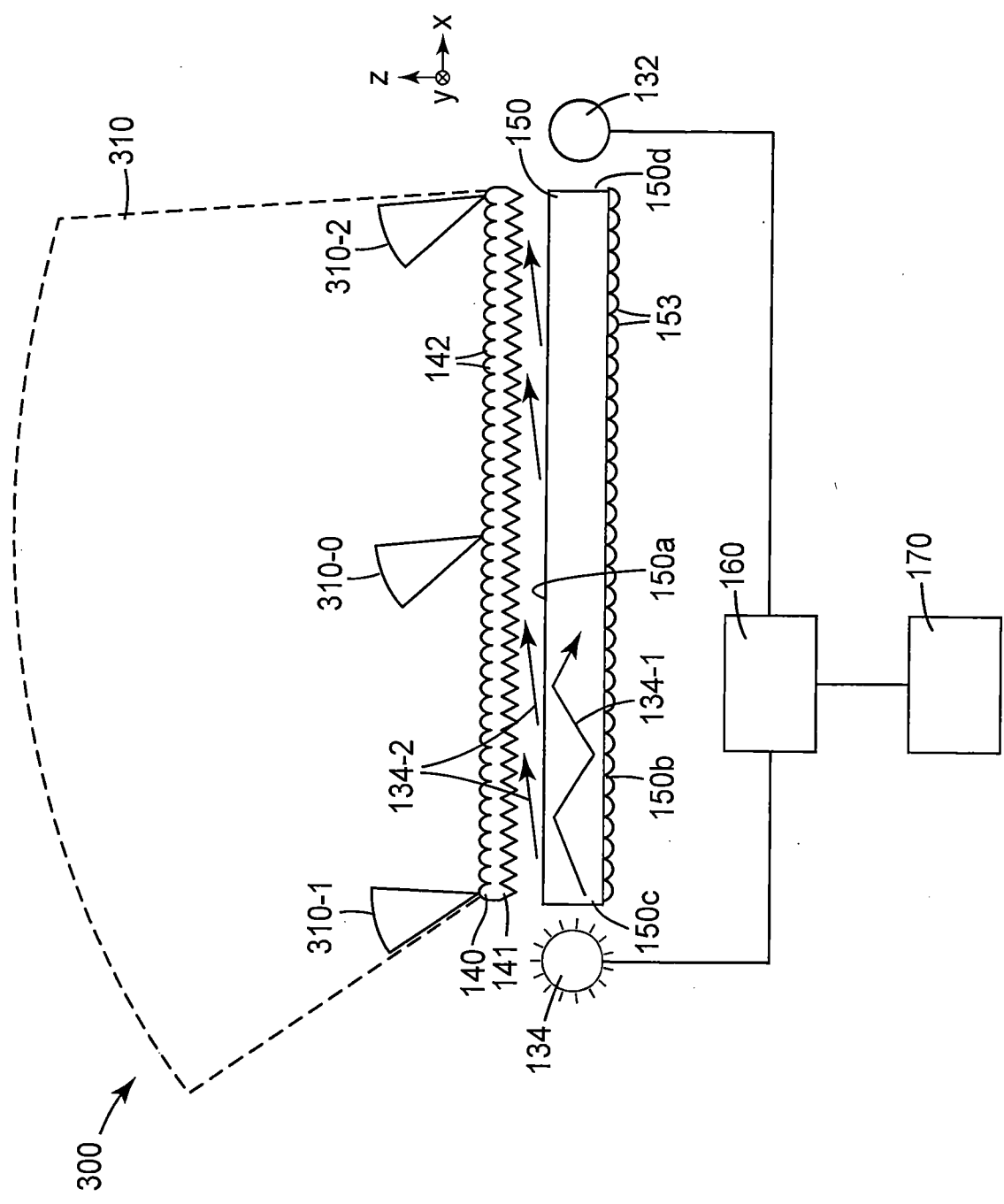


圖3

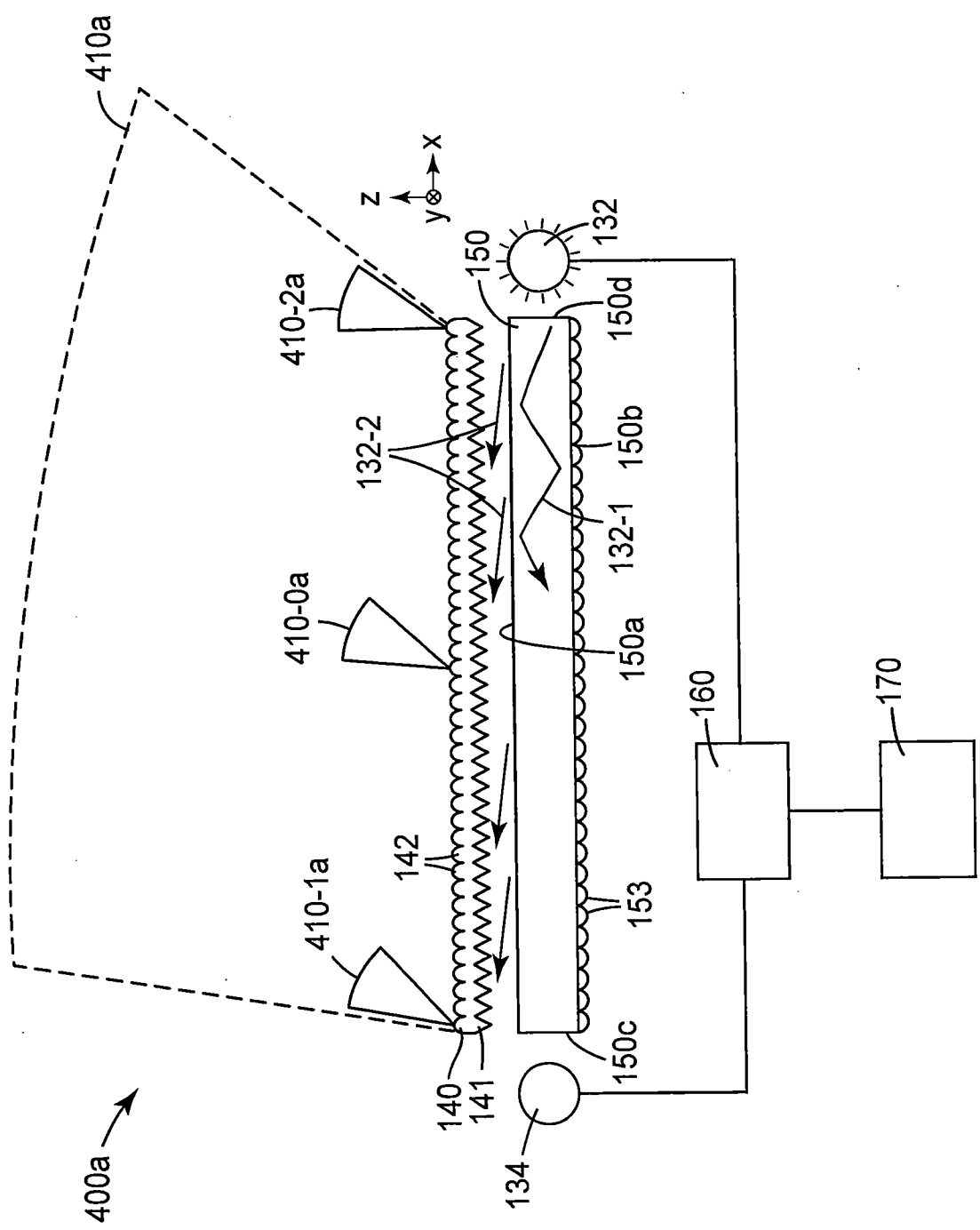


圖4A

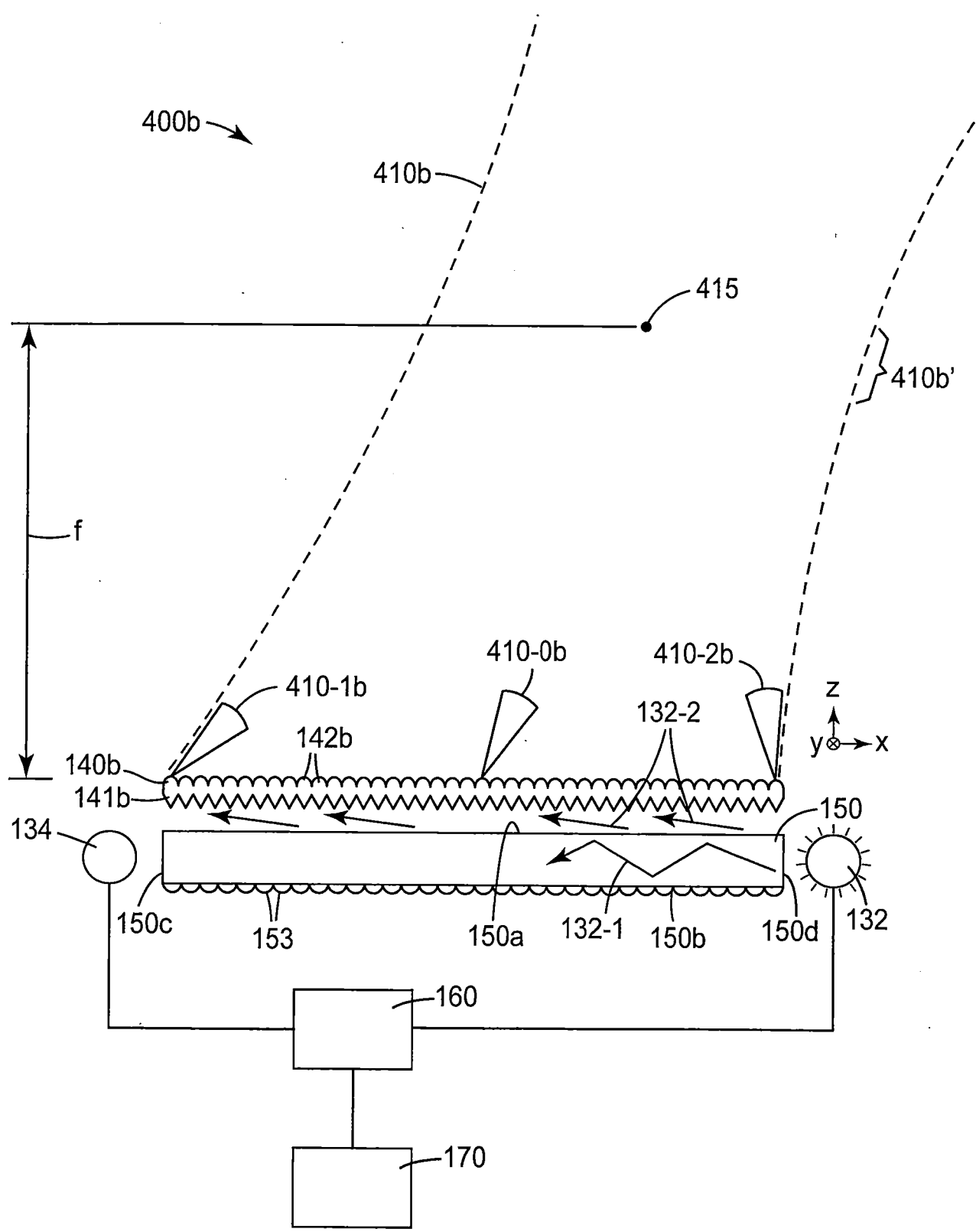


圖4B

5

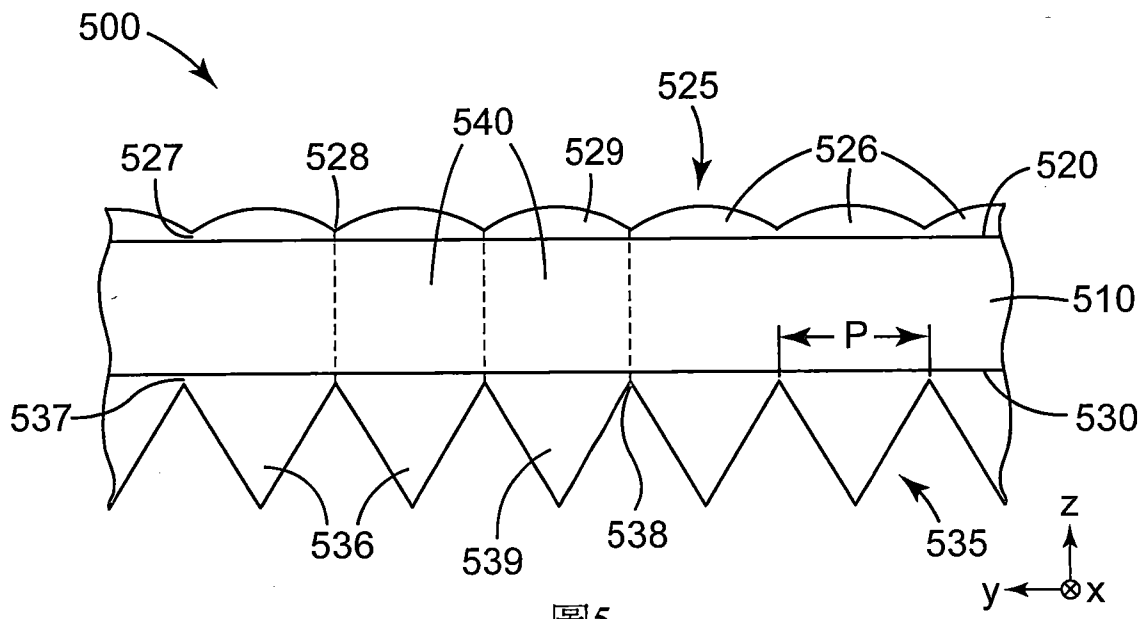


圖5

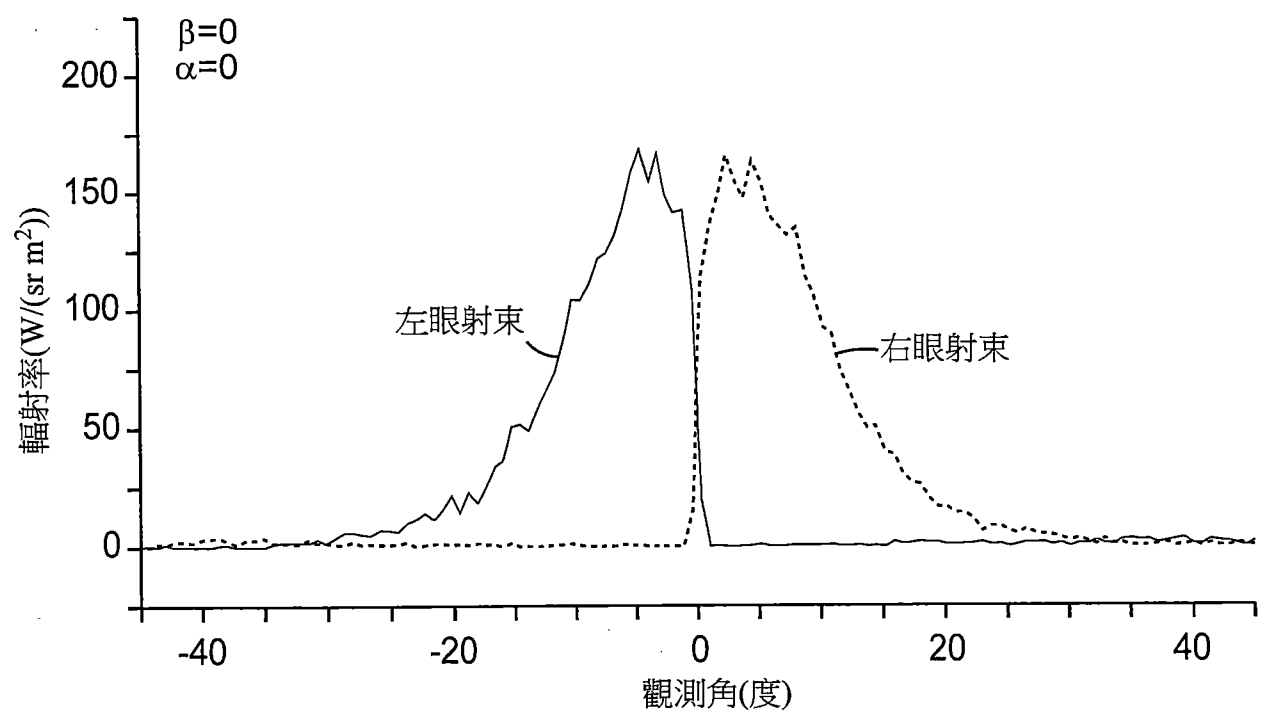
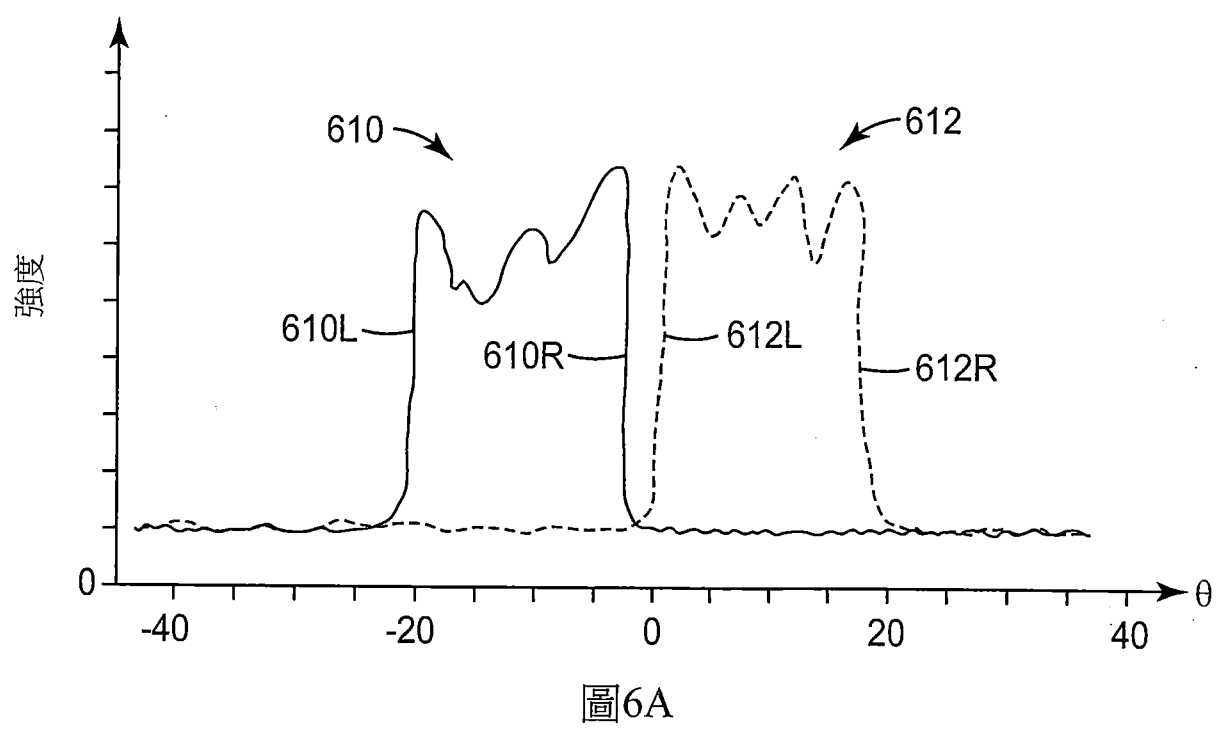
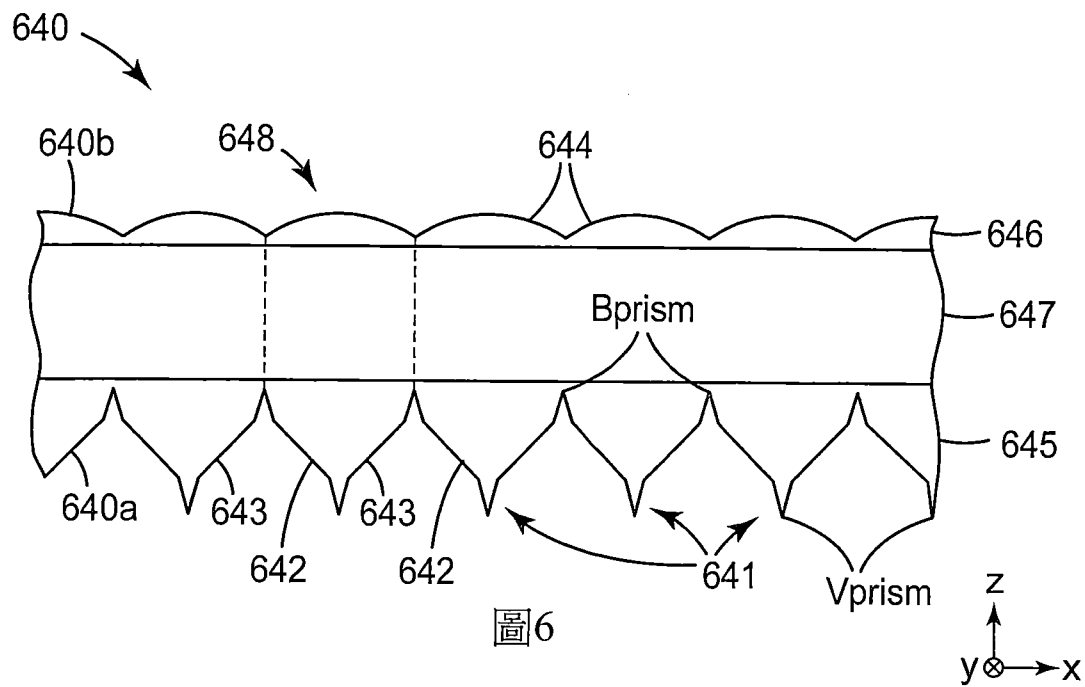


圖5A



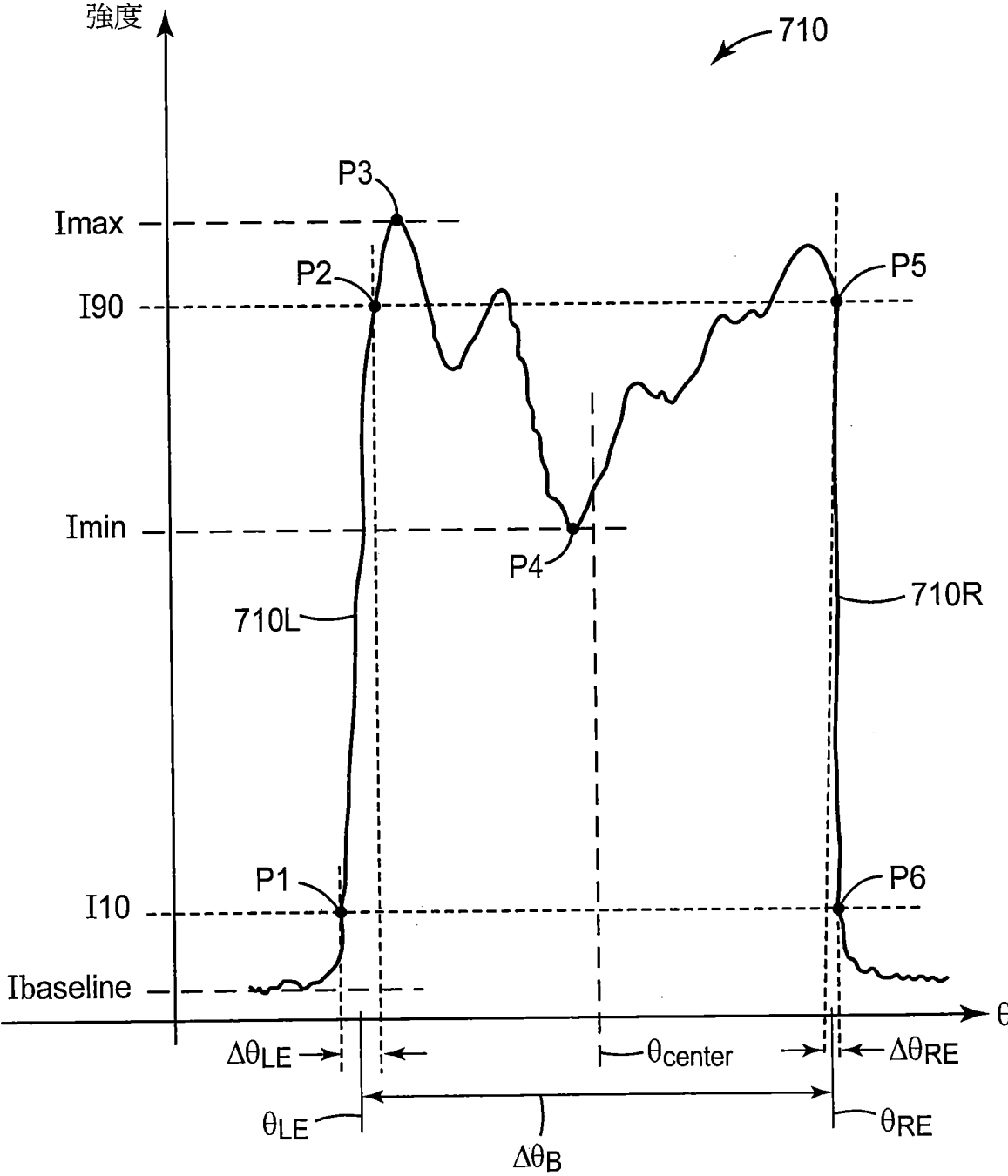


圖7

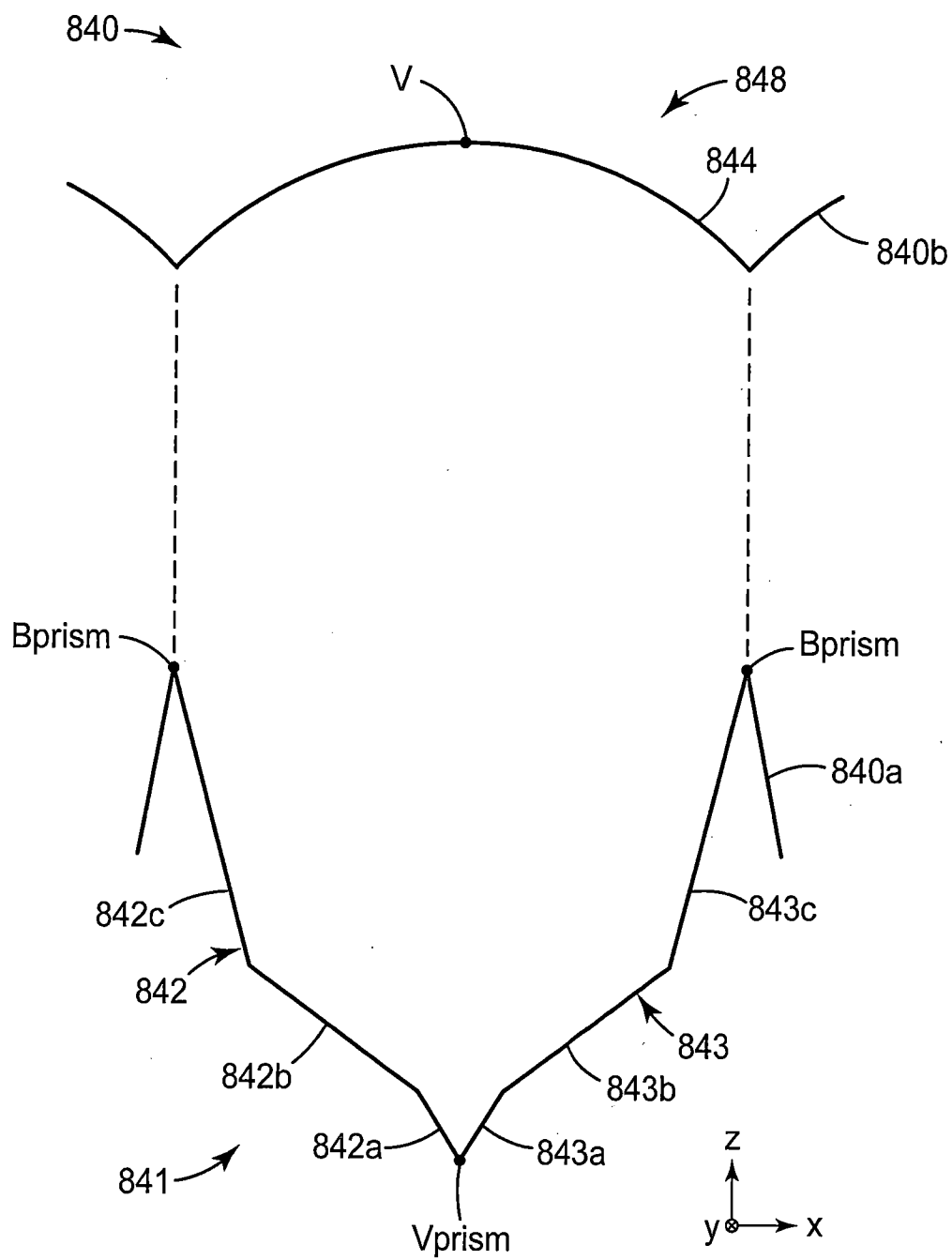


圖 8

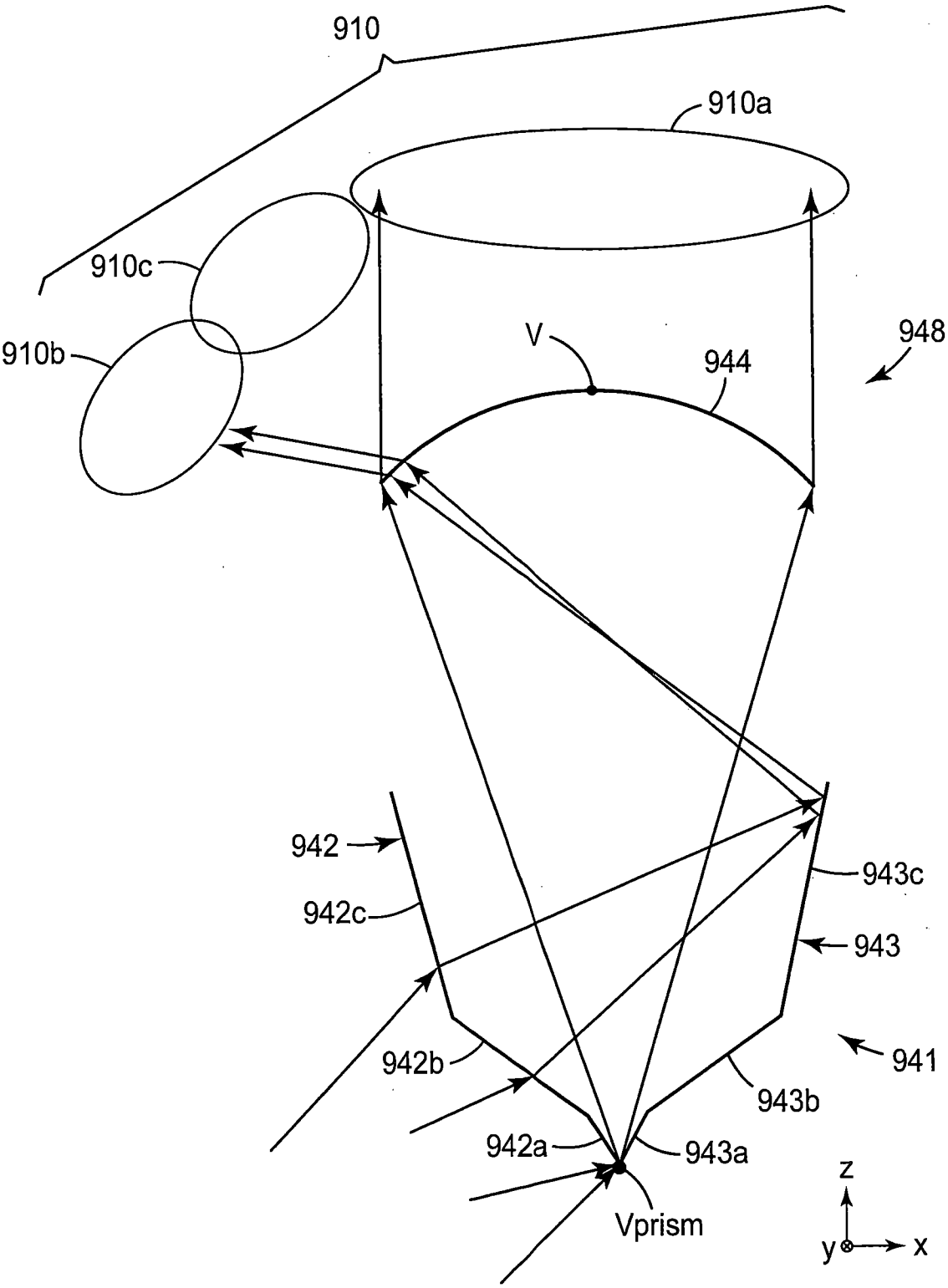


圖9

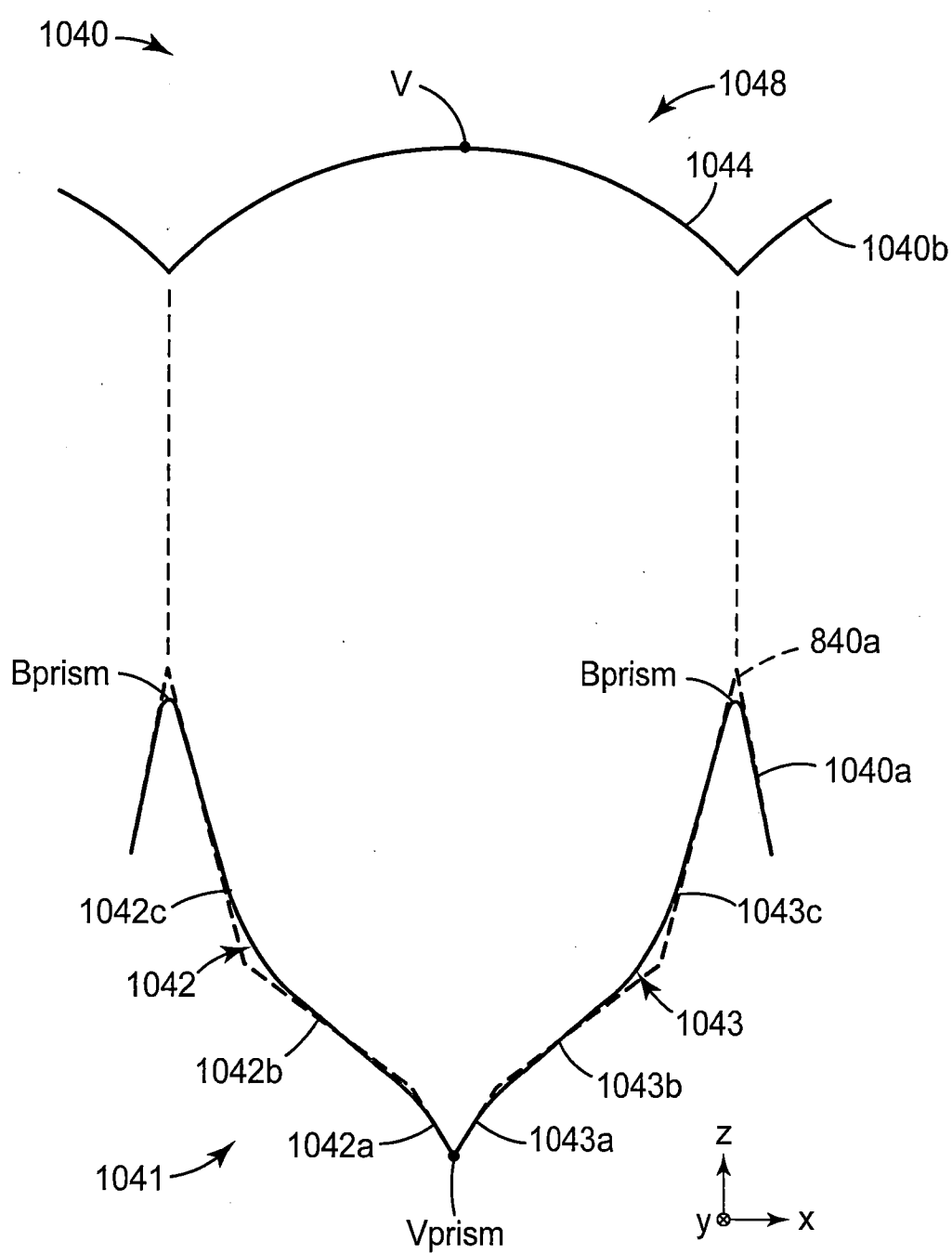


圖10

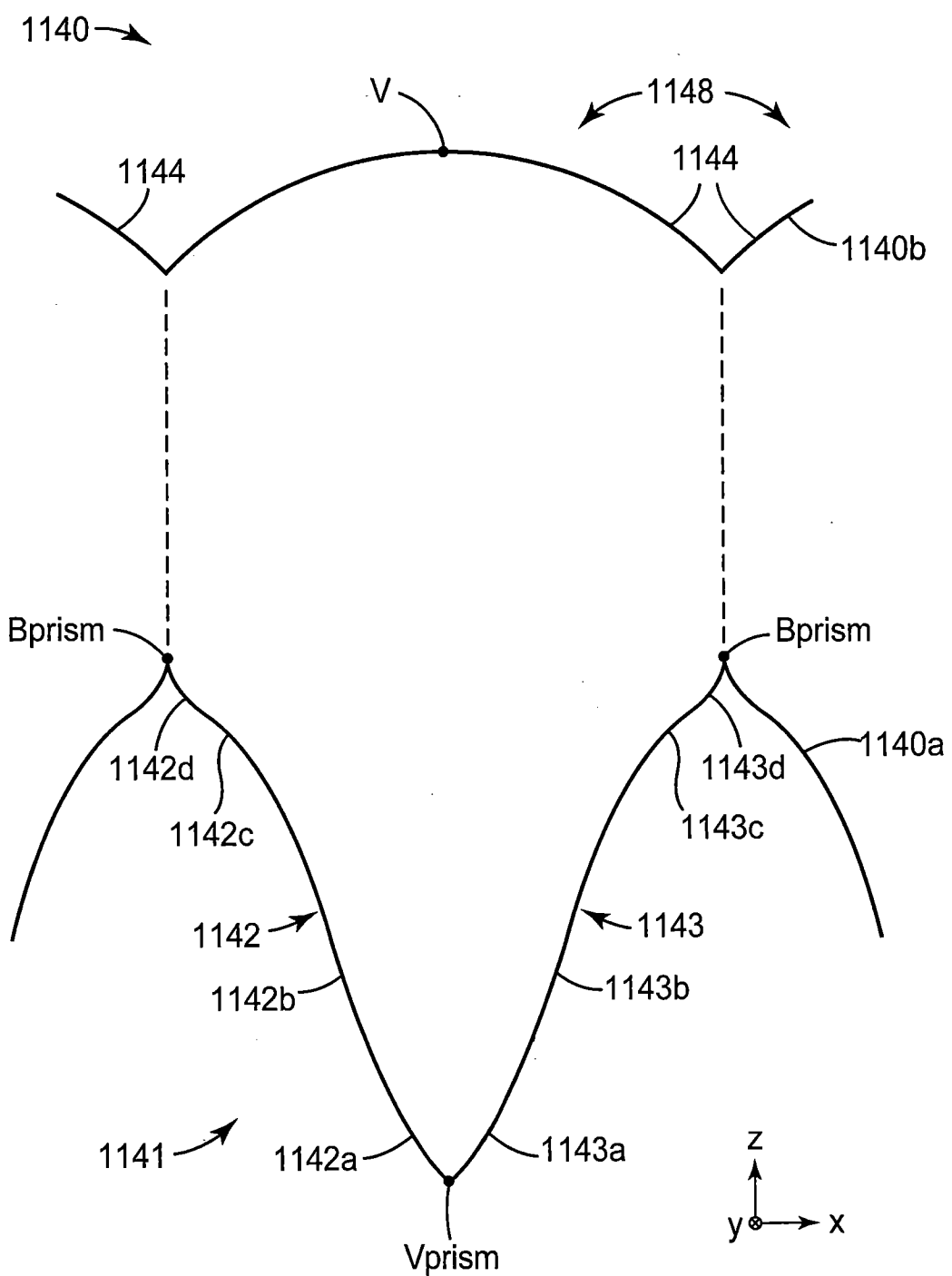


圖11

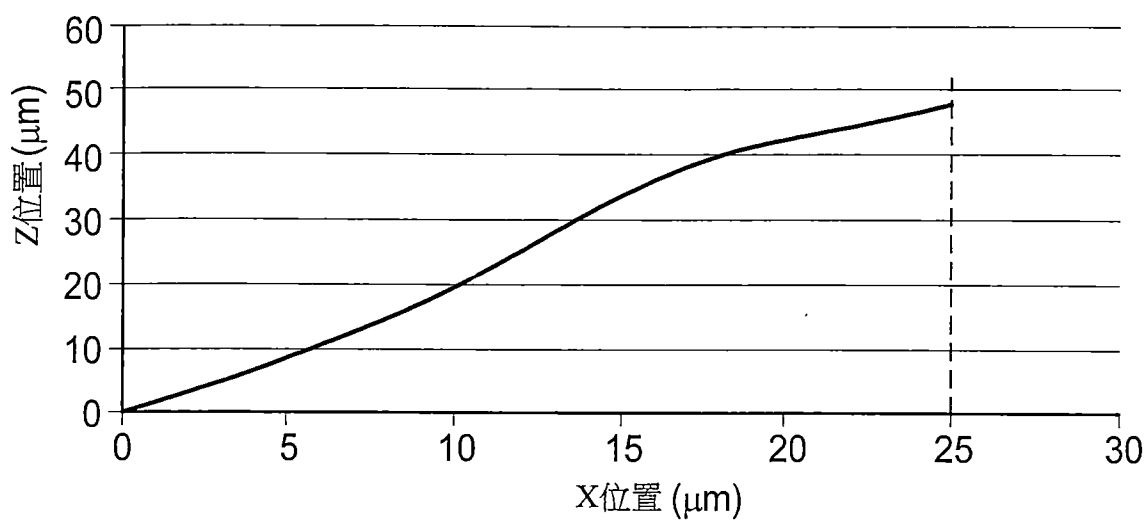


圖12A

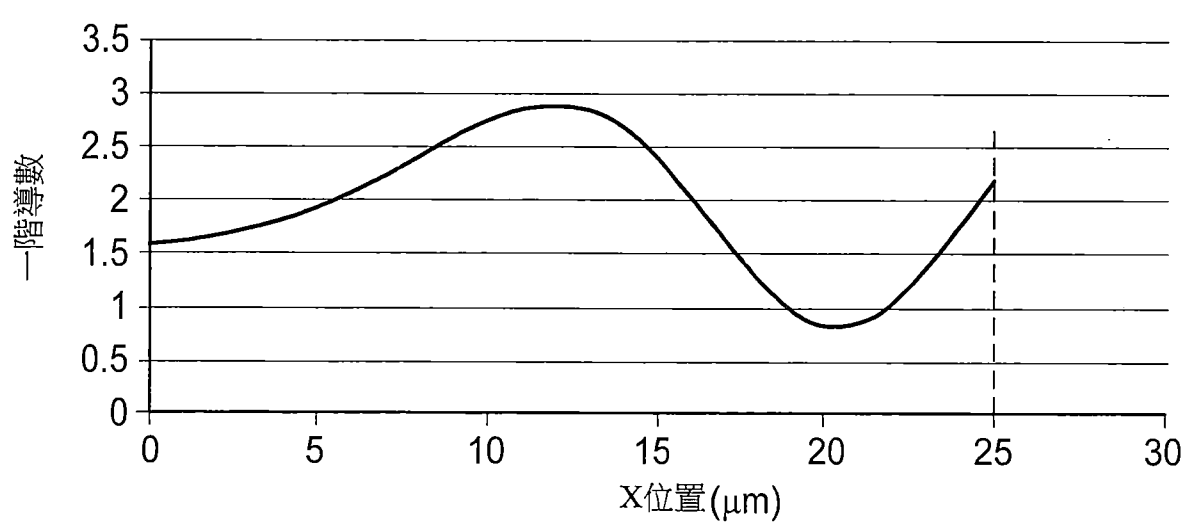


圖12B

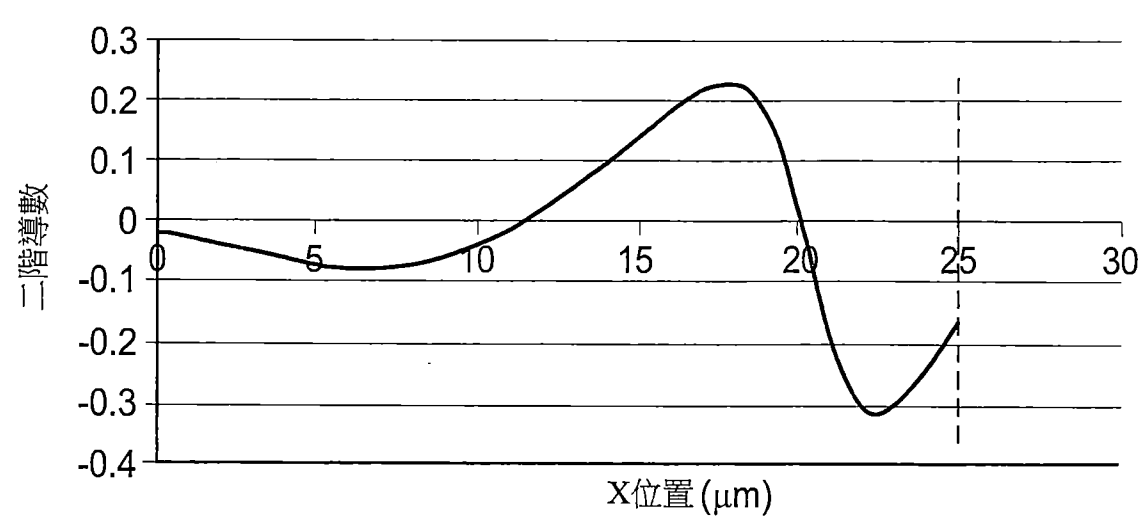


圖12C

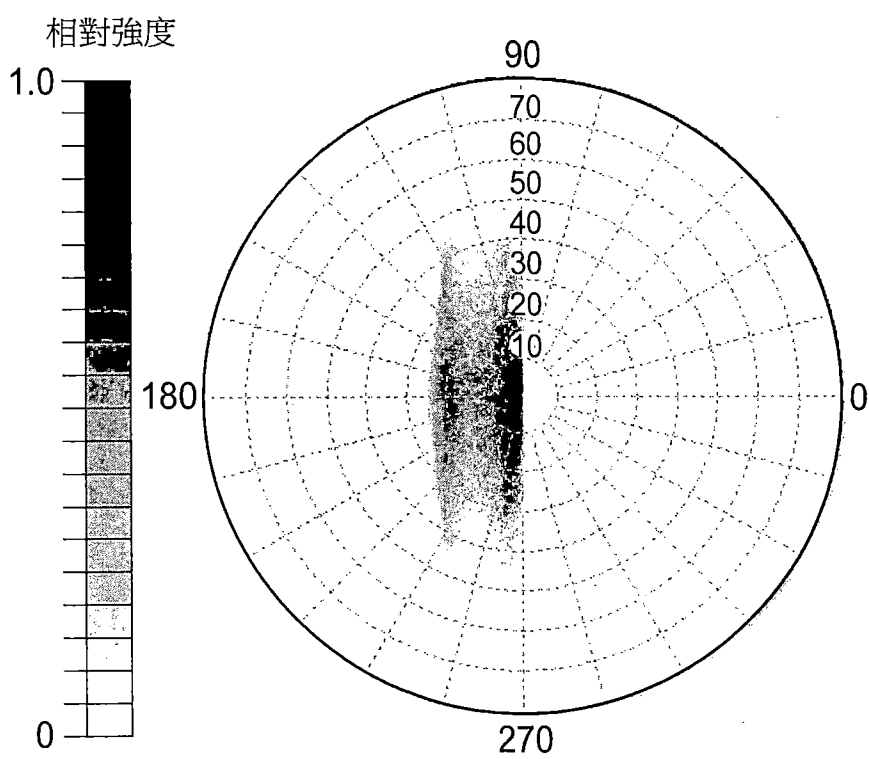


圖13A

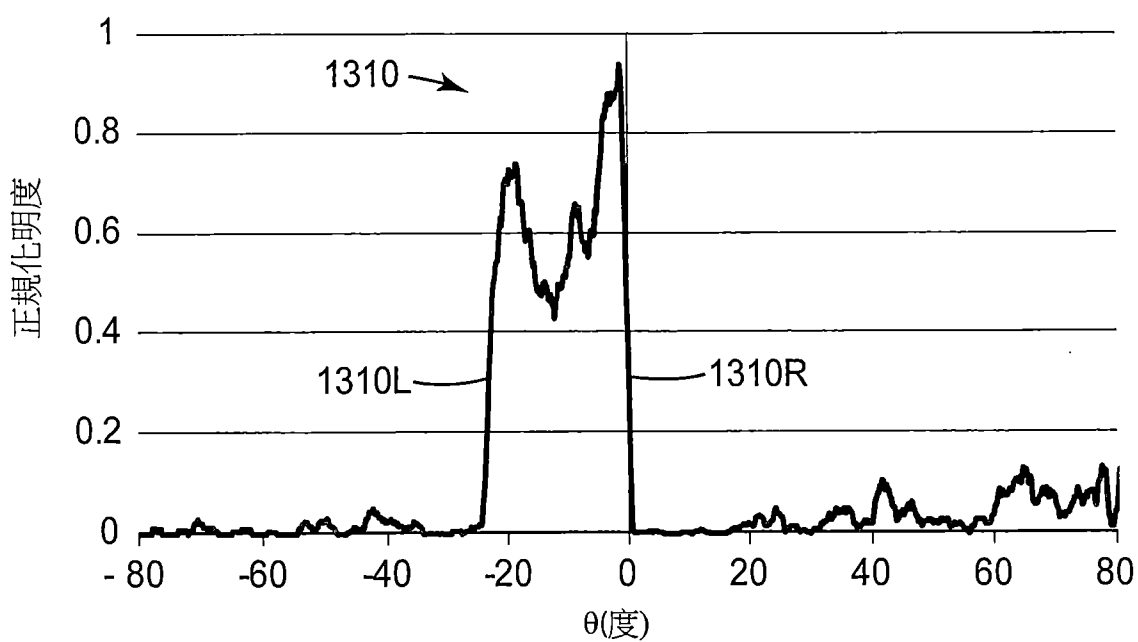


圖13B

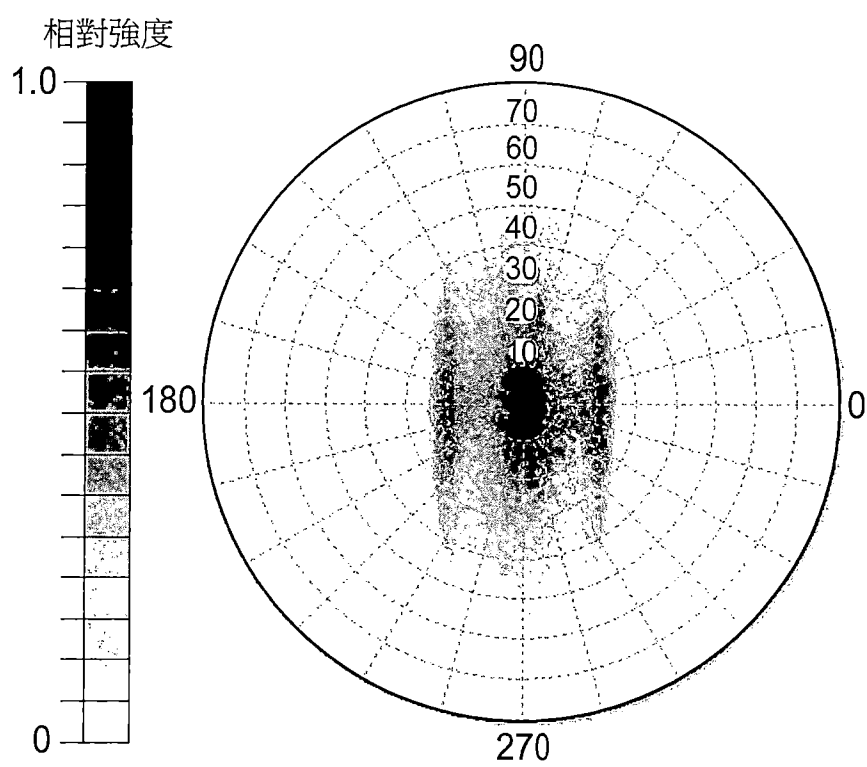


圖14A

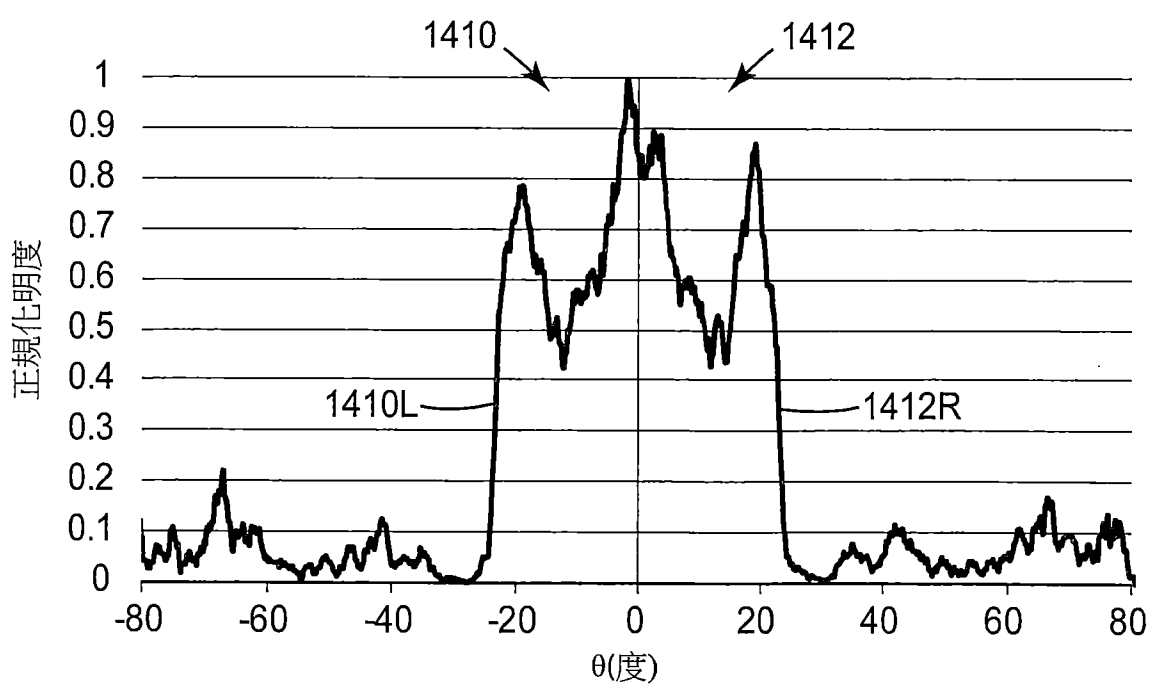


圖14B

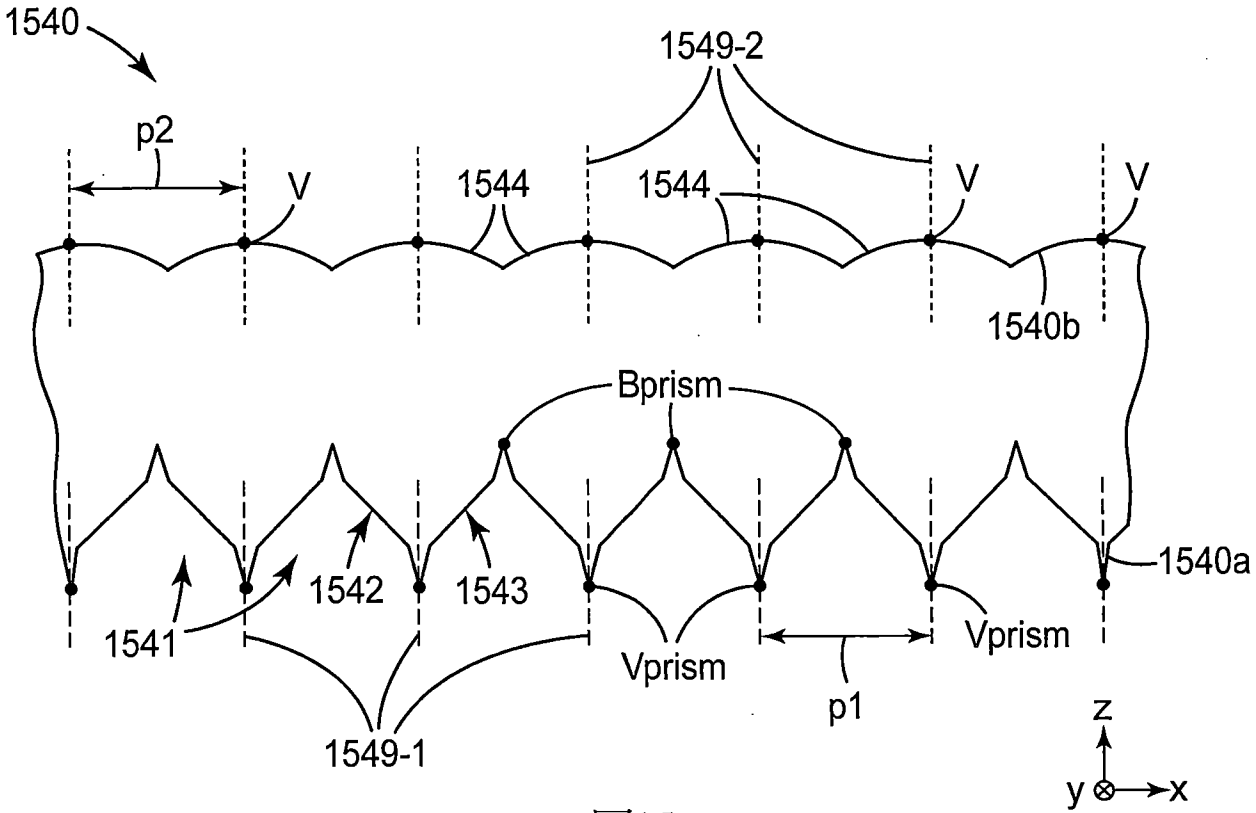


圖15

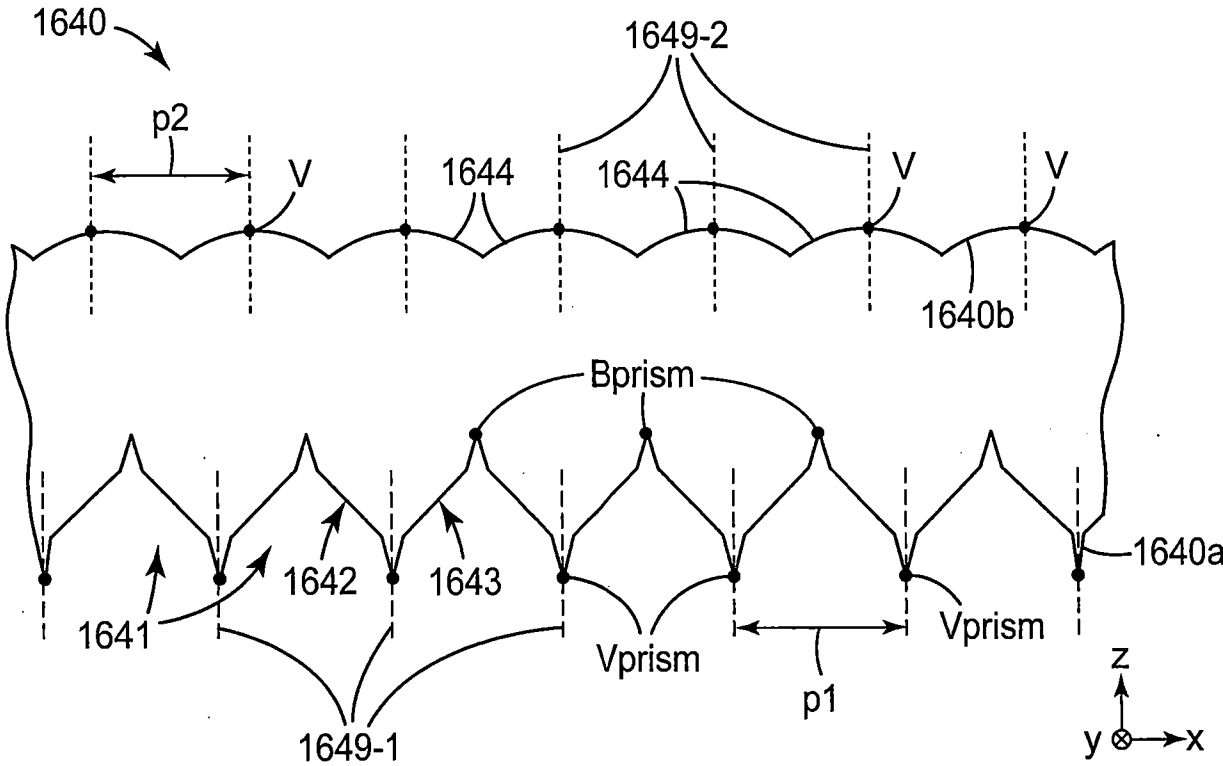


圖16

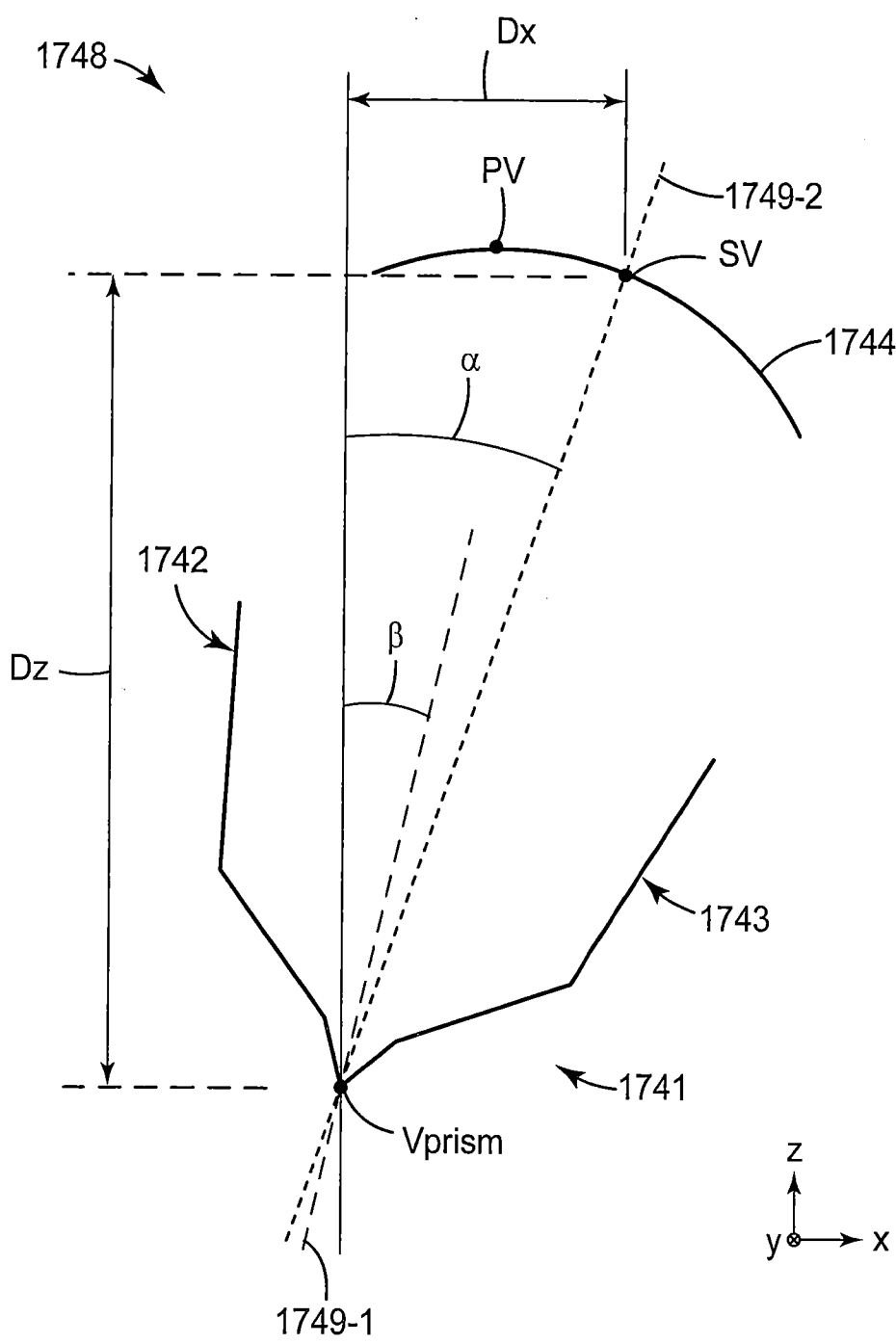


圖 17

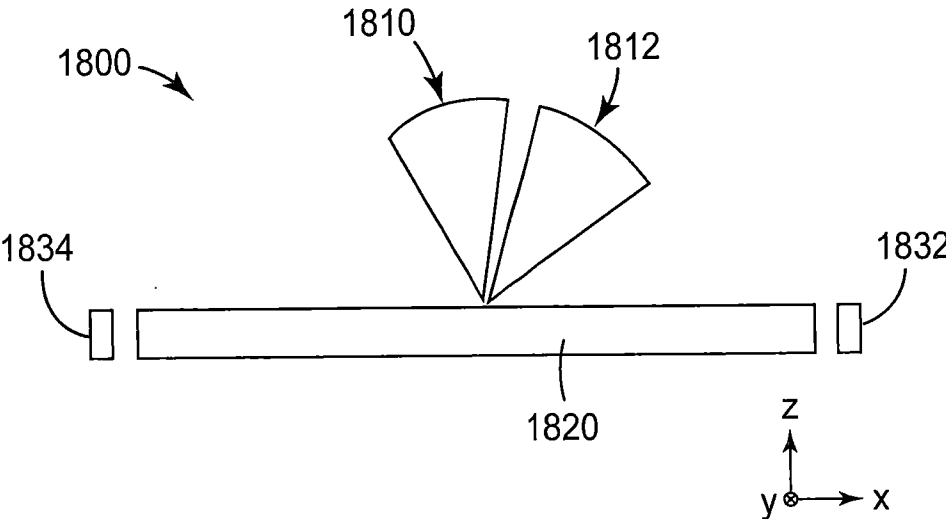


圖18A

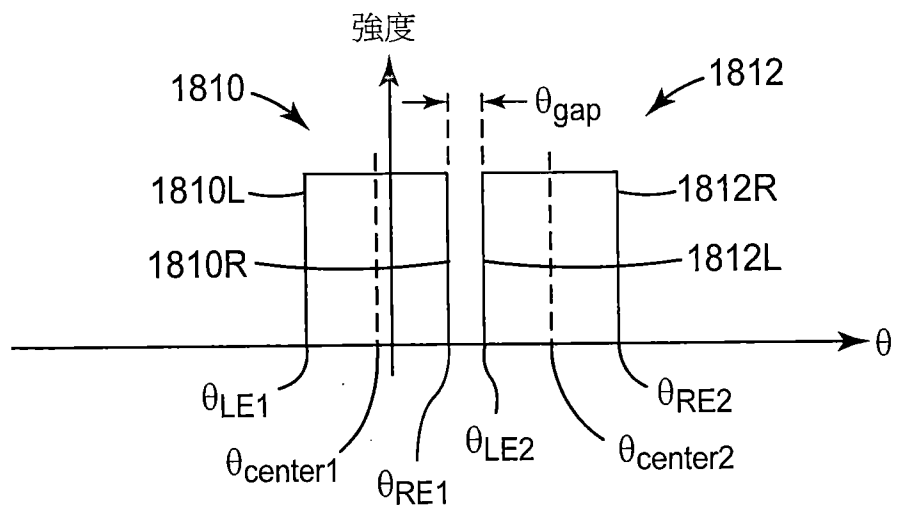


圖18B

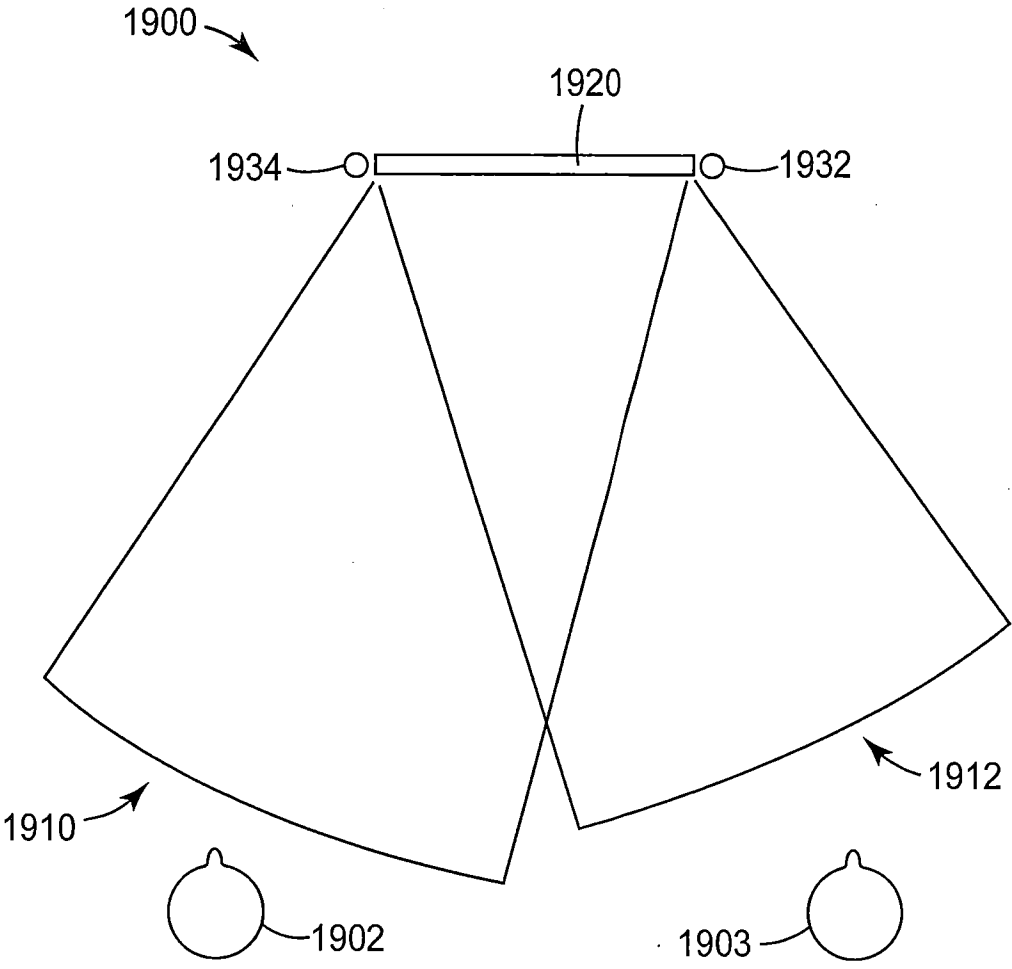


圖19

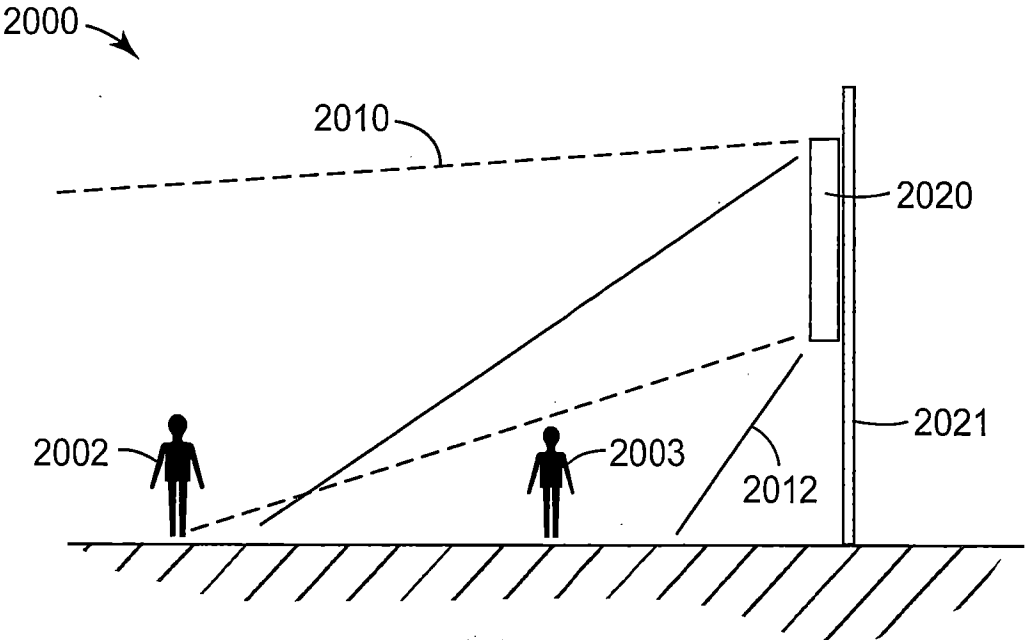


圖20

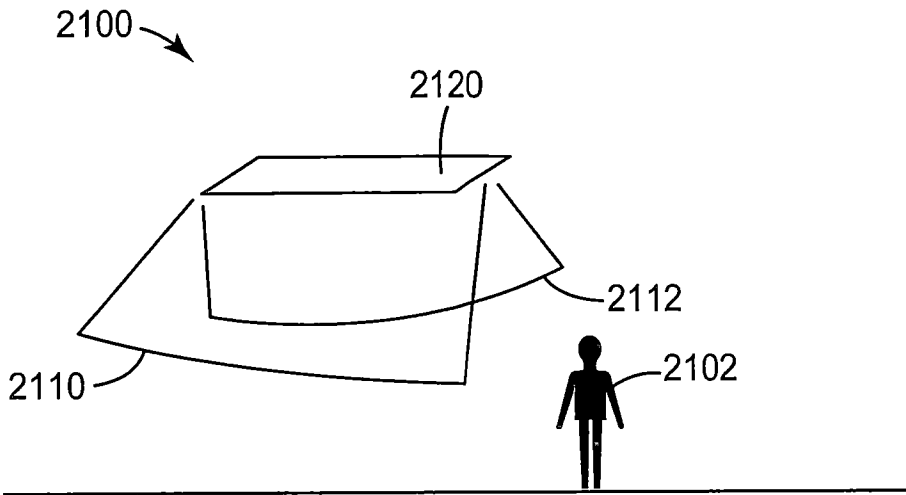


圖21

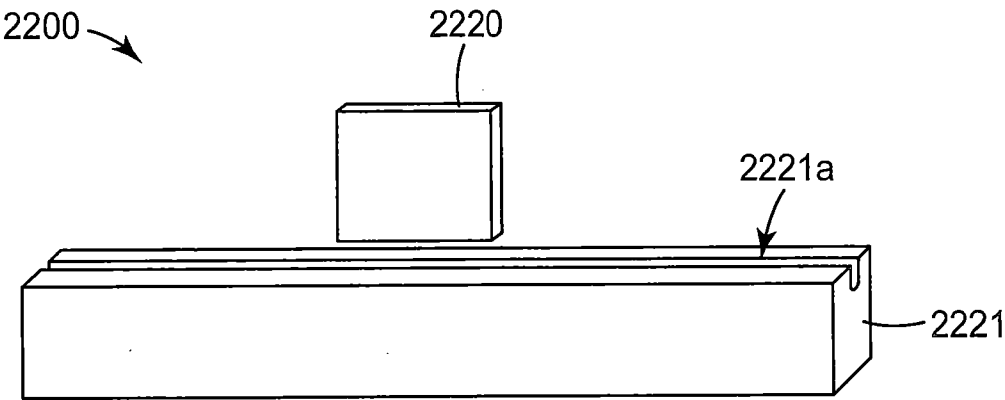


圖22

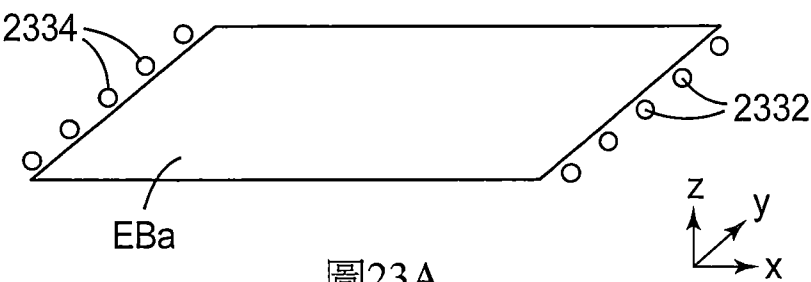


圖23A

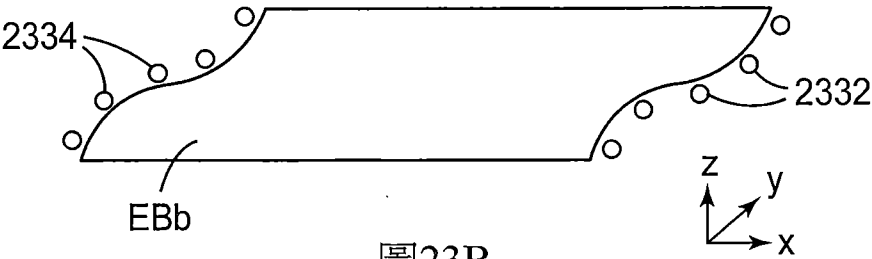


圖23B

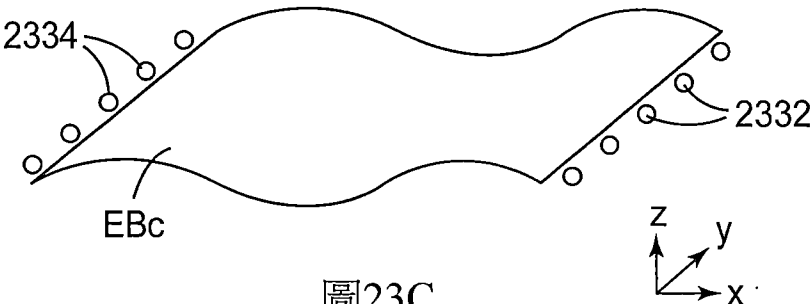


圖23C

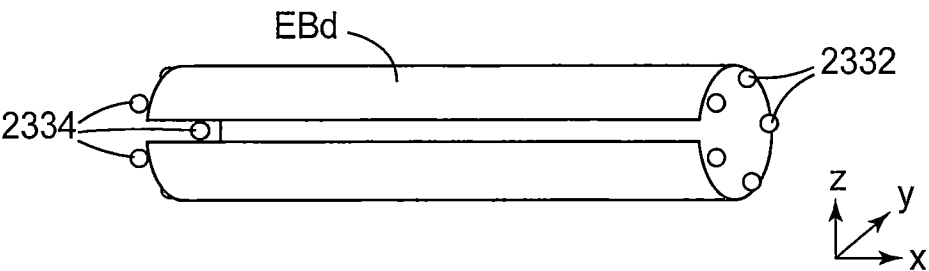


圖23D

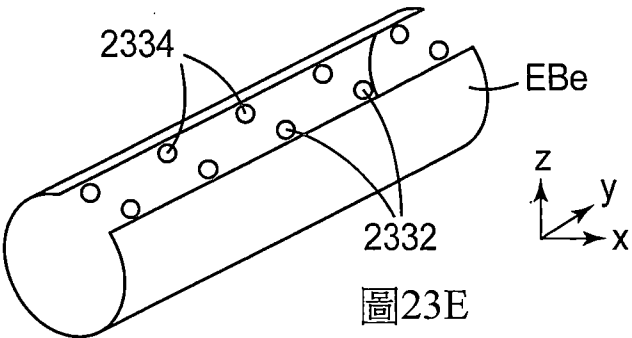


圖23E