



(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 I830753 B

(45) 公告日：中華民國 113 (2024) 年 02 月 01 日

(21) 申請案號：108125101

(22) 申請日：中華民國 108 (2019) 年 07 月 16 日

(51) Int. Cl. :

G02B6/26 (2006.01)**G02B6/27 (2006.01)****G02B5/30 (2006.01)****G02B27/01 (2006.01)****G02B27/09 (2006.01)****G02B27/14 (2006.01)**

(30) 優先權：2018/07/16 美國

62/698,300

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

以色列

(72) 發明人：丹齊格 尤奇 DANZIGER, YOCHAY (IL)；邁克爾斯 丹尼爾 MICHAELS,

DANIEL (IL)

(74) 代理人：廖俊龍

(56) 參考文獻：

TW I611212B

US 6,231,992B1

US 7,245,795B2

US 2013/0242392A1

US 2016/0170213A1

US 2016/0334562A1

審查人員：陳淑敏

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：9 共 30 頁

(54) 名稱

光導光學元件和用於向觀察者的眼睛提供圖像的顯示器

(57) 摘要

光導光學元件(Light-guide Optical Element, LOE)包括透明基板，該透明基板具有兩個平行主外表面，用於在基板內通過全內反射(Total Internal Reflection, TIR)引導光。提供具有結構偏振器的 LOE 內的相互平行內表面，該結構偏振器對平行於主偏振透射軸偏振的光是透明的，並且對垂直於主偏振透射軸偏振的光是部分地或完全地反射的。通過相繼內表面的偏振軸的合適取向以及 TIR 的偏振混合特性和/或雙折射材料的使用，可以實現從每個相繼小平面耦出圖像照明的期望比例。

指定代表圖：

符號簡單說明：

12:偏振光線

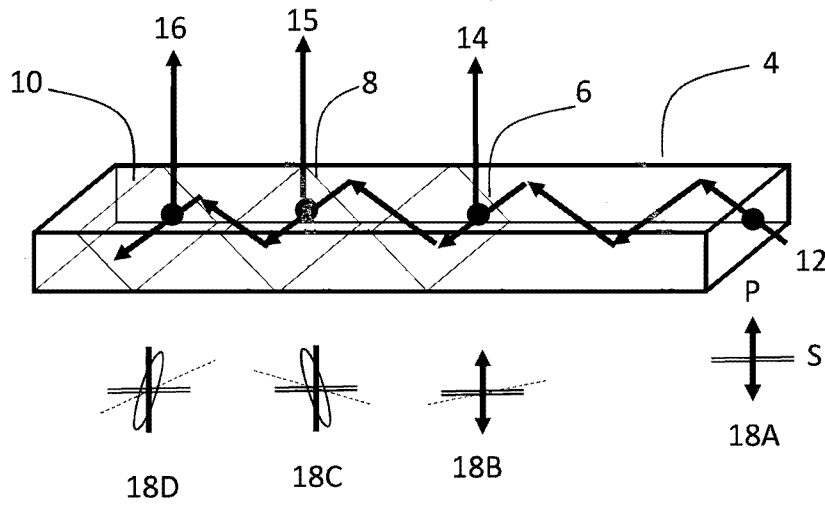
18A、18B、18C、

18D:偏振方案

6、8、10:小平面

14、15、16:光線

4:波導



第1圖



I830753

發明摘要

※ 申請案號：108125101

※ 申請日：108年7月16日

G02B 6/26 (2006.01)*G02B 6/27* (2006.01)*G02B 5/30* (2006.01)

※IPC 分類：

G02B 27/01 (2006.01)*G02B 27/09* (2006.01)*G02B 27/14* (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

光導光學元件和用於向觀察者的眼睛提供圖像的顯示器

Light-Guide Optical Element And Display For Providing Image To Eye Of
Observer

【中文】

光導光學元件 (Light-guide Optical Element, LOE) 包括透明基板，該透明基板具有兩個平行主外表面，用於在基板內通過全內反射 (Total Internal Reflection, TIR) 引導光。提供具有結構偏振器的 LOE 內的相互平行內表面，該結構偏振器對平行於主偏振透射軸偏振的光是透明的，並且對垂直於主偏振透射軸偏振的光是部分地或完全地反射的。通過相繼內表面的偏振軸的合適取向以及 TIR 的偏振混合特性和/或雙折射材料的使用，可以實現從每個相繼小平面耦出圖像照明的期望比例。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

偏振光線	12
偏振方案	18A、18B、18C、18D
小平面	6、8、10
光線	14、15、16
波導	4

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

光導光學元件和用於向觀察者的眼睛提供圖像的顯示器

Light-Guide Optical Element And Display For Providing Image To Eye Of Observer

【技術領域】

【0001】 本發明涉及顯示系統，並且特別地涉及適合用於顯示器的光導光學元件。

【先前技術】

【0002】 某些顯示技術——特別適合於平視顯示器（例如，用於虛擬實境和增強現實應用的近眼顯示器）——採用光導光學元件，也稱為“波導”，具有一系列內部傾斜的相互平行的部分反射平面（或“小平面”）。圖像投影儀光學耦合到波導並且將與准直圖像對應的光注入到波導中，以便通過內部反射沿波導傳播，以及通過小平面序列處的反射朝向觀察者的眼睛從波導逐漸耦出，從而與投影機的輸出孔徑相比，擴大了與眼睛相對的有效孔徑光學孔徑。

【0003】 小平面的反射率對偏振和角度敏感。通常使用電介質塗層來生成期望的反射率圖案。

【0004】 當光在波導內傳播時，其由外表面以全內反射（TIR）的角度反射。這種類型的反射在 S 偏振與 P 偏振之間生成相位變化。因此，以 S 偏振或 P 偏振傳播的光將保持其偏振，而具有兩個偏振分量的組合偏振（對角或橢圓）將改變取向。

【發明內容】

【0005】 本發明是一種光導光學元件。

【0006】 根據本發明的實施方式的教導，提供了一種光導光學元件，該光導光學元件包括：(a) 透明基板，其具有至少兩個平行主外表面，用於在基板內通過外表面處的內反射引導光；以及(b) 多個相互平行內表面，其被部署在所述基板內且與主外表面不平行，每個內表面的至少一部分包括具有主偏振透射軸的結構偏振器，該結構偏振器對平行於主偏振透射軸偏振的光是基本上透明的，並且對於垂直於主偏振透射軸偏振的光是至少部分地反射的。

【0007】 根據本發明的實施方式的另一特徵，針對內表面中的每個相繼內表面相對於在前內表面旋轉主偏振透射軸。

【0008】 根據本發明的實施方式的另一特徵，在內表面中的第一內表面與內表面中的後續內表面之間沿第一方向旋轉結構偏振器的主偏振透射軸，並且在內表面中的後續內表面與內表面中的進一步後續內表面之間沿與第一方向相反的第二方向旋轉結構偏振器的主偏振透射軸。

【0009】 根據本發明的實施方式的另一特徵，在內表面中的第一內表面與內表面中的後續內表面之間將結構偏振器的主偏振透射軸旋轉通過第一角度，並且在內表面中的後續內表面與內表面中的進一步後續內表面之間將結構偏振器的主偏振透射軸旋轉通過第二角度，第二角度大於第一角度。

【0010】 根據本發明的實施方式的另一特徵，結構偏振器對垂直於主

偏振透射軸偏振的光是基本上完全反射的。

【0011】 根據本發明的實施方式的另一特徵，基板的至少一部分由表現出雙折射的材料形成。

【0012】 根據本發明的實施方式的另一特徵，主偏振透射軸對於多個內表面中的至少兩個相繼內表面是平行的。

【0013】 根據本發明的實施方式的另一特徵，該基板具有在主外表面之間測量的厚度，並且其中，該結構偏振器跨小於整個厚度來延伸。

【0014】 根據本發明的實施方式的另一特徵，該結構偏振器橫跨小於該厚度的一半。

【0015】 根據本發明的實施方式的另一特徵，該結構偏振器不延伸到主外表面中的任一主外表面。

【0016】 根據本發明的實施方式的另一特徵，還提供了部署在基板內且與主外表面不平行的另外一組相互平行的內表面，該另外一組內表面中的每個表面的至少一部分包括多層部分反射電介質塗層。

【0017】 根據本發明的實施方式的另一特徵，該另外一組內表面與多個內表面平行。

【0018】 根據本發明的實施方式的另一特徵，該另外一組內表面與多個內表面交錯。

【0019】 根據本發明的實施方式的另一特徵，該另外一組內表面的表面與多個內表面的表面共面。

【0020】 根據本發明的實施方式的另一特徵，將基板的厚度細分為第一層和第二層，並且其中，該多個內表面位於第一層內並且該另外一組內表面位於第二層內。

【0021】 根據本發明的實施方式的教導還提供了一種用於向觀察者的眼睛提供圖像的顯示器，其包括：(a) 前述光導光學元件；以及 (b) 生成准直圖像的圖像投影儀，該圖像投影儀光學耦合到光導光學元件，以將准直圖像引入光導光學元件來通過內反射在光導光學元件內傳播，其中，多個內表面被定向成朝向觀察者的眼睛耦出准直圖像的一部分。

【0022】 根據本發明的實施方式的另一特徵，還提供了吸收偏振器，其被部署在基板的距觀察者較遠的側，該吸收偏振器具有與結構偏振器的主偏振透射軸的平均方向對準的偏振軸。

【圖式簡單說明】

【0023】 本文參照圖式僅通過示例的方式來描述本發明，在圖式中：

第 1 圖是根據本發明的一個方面的教導來構造和操作的在顯示系統中使用的光導光學元件 (LOE) 的示意性表示，示出了穿過結構偏振器內部小平面的光線中的偏振的進展；

第 2 圖是類似於第 1 圖的示意性表示，示出了在 LOE 的開始處增加偏振調節內部小平面；

第 3 圖是類似於第 1 圖的示意性表示，示出了注入 S 偏振耦入圖像的情況；

第 4 圖是類似於第 1 圖的示意性表示，示出了添加軸上 (on-axis) 結構

偏振器以進一步穩定沿著 LOE 前進的光的偏振；

第 5A 圖是示出觀察者可以沿其觀察到現實世界物件的二次光線路徑的示意性側視圖，從而呈現重影圖像（ghost image）的風險；

第 5B 圖是類似於第 5A 圖的視圖，示出了根據本發明的一個方面使用外部偏振器來使第 5A 圖的二次光線路徑衰減；

第 6 圖是示出根據本發明的一個方面的採用交疊小平面的 LOE 的示意性側視圖；

第 7A 圖是示出根據本發明的教導的 LOE 的實現方式的示意性側視圖，在該圖中，相對淺角度小平面和較高角度光線可以導致光線路徑經歷穿過小平面的多路徑；

第 7B 圖和第 7C 圖是類似於第 7A 圖的兩個視圖，示出了結構偏振器反射表面在與 LOE 的主表面間隔開的 LOE 的層內的定位；

第 8A 圖和第 8B 圖是根據本發明的另一方面的教導的 LOE 的示意性側視圖，其在單個 LOE 中分別以交錯或共面配置將結構偏振器內表面與多層電介質塗層部分反射內表面結合；以及

第 9 圖是類似於第 1 圖的示意圖，示出了沿著雙折射波導穿過具有相同取向的結構偏振器內部小平面序列來前進的光線中的偏振的進展。

【實施方式】

【0024】 本發明是光導光學元件（LOE）和採用這樣的 LOE 的對應顯示系統。

【0025】 參照圖式和所附描述可以更好地理解根據本發明的 LOE 的原理和操作。

【0026】 在描述圖式之前，概括地說，根據本發明的一個方面的光導光學元件包括透明基板，該透明基板具有至少兩個平行主外表面，其用於通過外表面處的內反射在基板內引導光。在基板內部署了多個相互平行的內表面，其與主外表面不平行。每個內表面的至少一部分設置有具有主偏振透射軸的結構偏振器。結構偏振器對平行於主偏振透射軸偏振的光基本上是透明的（透射大於 90%），以及對垂直於主偏振透射軸偏振的光是至少部分地反射的。通過相繼內表面的偏振軸的合適取向以及 TIR 的偏振混合特性和/或雙折射材料的使用，可以實現從每個相繼小平面耦出期望比例的圖像照明。

【0027】 本發明的某些優選實施方式採用取向敏感偏振反射器（或“結構偏振器”），其根據反射器固有軸取向透射一個入射偏振並且反射正交偏振。這樣的結構偏振器的示例包括線柵膜（例如，可從美國猶他州的 Moxtek 公司商購），其中線的取向決定了反射的偏振。結構偏振器的另一個示例是可從美國明尼蘇達州 3M 公司商購的雙折射電介質塗層或膜。本發明的“結構偏振器”術語不限於這些示例，而是一般地指任何和所有以下偏振選擇元件：該偏振選擇元件具有各向異性光學性質，使得其電場向量平行於第一軸入射的平面偏振光主要/多數被反射，並且其電場向量垂直於第一軸入射的平面偏振光主要/多數被透射。最優選地，透射偏振顯示出多於 90% 的透射（稱為“基本透明”），以及最優選地超過 95% 的透射。相反，在某些

實現方式中，反射偏振是“基本上完全反射”（表現出多於 90%的反射），以及最優選地超過 95%的反射。在某些優選的情況下，兩個偏振軸之間的分離基本上是完全的，其中透射偏振的小於 1%被反射，以及反射偏振的小於 1%被透射。具有相對於主軸的成中間角度偏振面的混合偏振或平面偏振光束將被分解成平行於分量和垂直於第一軸的分量，並且將以與對應軸所成角度的余弦對應的比例被部分地反射和部分地透射。

【0028】 在替選的一組實現方式中，結構偏振器的反射率可以例如通過改變線柵的電導率、電介質塗層參數或通過結構偏振器的軸相對於入射光偏振的旋轉來修改。例如，以這種方式調整的線柵偏振器可以繼續透射 P 偏振，但是可以具有用於降低到選定值（例如，80%或 50%）的 S 偏振的降低反射率，其中剩餘 S 偏振被透射。這為系統設計增加了額外的自由度。例如，可以使一些或所有小平面具有相同的取向，並且然後通過使用從小平面到小平面的相繼增加的反射率來調整耦出的 S 偏振的比例。

【0029】 根據本發明的一個方面，將結構偏振器用作小平面的反射機構，其中結構偏振器的軸不同於波導的軸，即，不平行且不垂直於基板的主表面。可以通過施加膜或通過直接塗覆來將結構偏振器實現在小平面上。小平面序列優選地通過以下操作來構造：形成在其介面處用合適的膜或塗層結合在一起的板的堆疊，並且然後以適當的角度切割和拋光堆疊以形成內部小平面，可選地，附加的面對層和/或其他層將具有內表面的層夾在中間（如下所示）。

【0030】 第 1 圖描述了根據本發明的一個方面的架構。波導 4 具有小

平面 6、8 和 10（為清楚起見僅示出了三個小平面）。偏振光線 12 被注入波導 4 中並且傳播，同時通過 TIR 在波導 4 中被反射。當光線穿過小平面 6、8 和 10（標記為圓點）時，部分光被反射並且從基板耦出，在此示出為來自小平面 6 的光線 14、來自小平面 8 的光線 15 和來自小平面 10 的光線 16。偏振光線 12 和產生的耦出光線 14 至 16 表示准直圖像的單個光線，准直圖像包括針對圖像的每個圖元的成不同角度的光線，但是相同的原理適用於每個光線。

【0031】 偏振方案 18A 至 18D 示出了從傳播光線觀察到的光的偏振取向。18A 示出了垂直於反射波導面的注入光線 P 偏振，其中 S 是與波導 4 水準的偏振（在該示例中沒有能量）。由於僅存在一個偏振（如 18A 中的雙頭箭頭所示的 P），該偏振在波導 4 中的 TIR 傳播期間將被保持。方案 18B 示出了在光線射在小平面 6 上時光線的 P 偏振（雙頭箭頭），並且虛線示意性地表示沿傳播方向看到的在小平面 6 上的結構偏振器反射軸。如果小平面 6 的反射軸垂直於光線的偏振 P，那麼將沒有光作為光線 14 被反射出來，然而反射軸（18B 中的虛線）被有意地略微傾斜（旋轉）。傾斜角度以近似於傾斜角的正弦的比例確定從波導 4 作為光線 14 耦出的光的量。

【0032】 大部分光能量繼續作為 TIR 在波導 4 內傳播。然而，由於剩餘光偏振略微不垂直於波導面，所以其將進一步偏離於與每一 TIR 的垂直性。該偏差由 18C 中的橢圓表示。這裡，當傳播光線射在小平面 8 上時，傳播光線偏離與基板軸的垂直性。為了使從垂直性的漂移最小化，在某些情況下，優選的是沿與相對於小平面 6 的原始偏振相反的方向傾斜下一小

平面 8 的結構偏振器軸，如通過 18C 中的虛線相對於 18B 所示。生成具有以下強度的光線 15：該強度取決於入射光（橢圓）的平行於結構偏振器反射軸（虛線）的偏振分量，其中，結構偏振器反射軸垂直於主偏振透射軸。在其他情況下，如果相鄰小平面偏振軸之間的旋轉沿同一方向逐漸前進，則這對圖像均勻性會是有利的。

【0033】 在小平面 10 上重複方案 18C 中描述的共同過程，並且將其描述為方案 18D。

【0034】 結構偏振器的週期性扭轉限制了傳播光線的偏振漂移，並且因此實現沿著波導的均勻光提取以及朝著觀察者的更有效的光能量提取。

【0035】 當偏振光線 12 在波導內傳播時，其能量減少。因此，通過增加更加離開光注入點的小平面的耦出來提高照明均勻性。這是通過如第 1 圖所示從小平面到小平面增加結構偏振器扭轉角度來實現的。結構偏振器的扭轉（虛線）從小平面 6（18B）到小平面 8（18C）、到小平面 10（18D）增加。使用相對於在前小平面的結構偏振器的旋轉來調整每個相繼小平面處的耦出比例可以提供特別簡單的製造結構，這是因為在每個小平面處使用的結構部件基本相同，而不需要製造每個相繼介面處的獨特分層結構。

【0036】 在某些實施方式中，波導的材料可以有利地是均勻的，因此不存在雙折射並且較小的偏振偏差被引入光線。然而，在一些情況下，優選的可以是形成塑膠製成的波導，在這種情況下存在一些雙折射。根據本發明的某些實現方式，這些偏差被濾除，因為每個小平面將偏離（通過 TIR 或其他）的能量耦出，從而根據結構偏振器的軸促使透射光成為平面偏振

配置。在第 2 圖中，引入了附加小平面 20，其具有平行於波導 4 的軸的結構偏振器軸。因此，由材料雙折射或不準確的輸入耦合引入的任何偏差（表示為 24 中橢圓偏振）將被耦出並且偏振取向的進一步退化被抑制。這確保了小平面 6 接收如第 1 圖所示的標稱偏振。

【0037】 該附加偏振小平面可以處於任何角度（不一定將偏轉光向觀察者反射），並且可以結合在反射小平面是沒有任何結構偏振器的電介質的系統中。

【0038】 第 3 圖示出了與第 1 圖中相同的架構，但是其中注入 S 偏振並且結構偏振器反射軸適當旋轉。

【0039】 如第 4 圖所示，通過在相繼小平面之間結構偏振器相對取向的逐漸旋轉可以實現偏振取向的進一步穩定。光以垂直偏振（這裡假設為 P 偏振）注入並且射在具有傾斜結構偏振器軸 30B 的第一小平面上（與 18B 相同）。現在，光的偏振漂移，並且下一小平面具有結構偏振器垂直軸 30C。因此，軸外光被耦出，並且透射光在其照射到下一小平面 30D 上時再次被 P 偏振（雙頭箭頭）。在小平面 30D 中，結構偏振器再次傾斜（優選地，角度大於第一小平面 30B 並且可以沿任一方向）。該過程本身在小平面 30E 和小平面 30F 重複進行。通過間歇地返回到平行於基板的軸的偏振，偏振被穩定並且在正交偏振小平面與隨後的小平面之間保持恒定。

【0040】 其他結構偏振器軸扭轉分佈也是可能的，包括保持簡化了生產的恒定角度扭轉。在存在足夠的雙折射的情況下，可以採用具有相同取向（零旋轉）並且依賴於的由於相繼小平面之間的雙折射而引起的偏振混

合的偏振器小平面序列，如下面進一步討論。

【0041】 結構偏振器也反射環境光，這在某些情況下可能導致有問題的效果，如第 5A 圖所述。如前所述，波導 4 引導注入的偏振光線 12，並且小平面將光傳送到觀察者 32 的眼睛上。來自景物 34 的光源用非偏振光 36 照射波導，該非偏振光 36 將被結構偏振器分成兩個偏振，一個將作為光線 38 被直接透射，而垂直分量將在作為光線 40 被透射之前被反射。

【0042】 儘管兩個透射光線 38 和 40 是平行的，但是如果景物 34 很近，這可能會對觀察者造成干擾。第 5B 圖示出了根據本發明的一個實施方式通過引入平行於 LOE 的外表面部署的用於外部“世界”的外偏振器 42 來解決該問題的方法。偏振器的透射取向平行於結構偏振器透射軸的平均取向，使得反射的偏振光線 40 將基本上衰減。在相繼小平面之間的結構偏振器軸的旋轉沿同一方向漸進情況下，外偏振器 42 的軸優先地被選擇為根據投影到光導的外主表面上的小平面的軸的平均來取向，從而最小化小平面的軸與外部偏振器的軸之間的不對準。

【0043】 第 6 圖示出了根據本發明的實施方式的具有提高的圖像均勻性的配置。小平面是交疊的（例如，45、46 和 47），結果是由這些小平面反射的一些光在被反射出去之前將被相鄰小平面反射。

【0044】 偏振光線 12 在具有預定義偏振（標記為虛線）的情況下在波導 4 內傳播。當其射在小平面 45 上時，垂直偏振分量（標記為實線）作為光線 48 被直接向外反射。當偏振光線 12 繼續傳播時，其射在小平面 46 上。來自該小平面 46 的反射照射在相鄰小平面 45 上，然後在作為光線 50

被耦出之前再一次由 46 反射。相同的過程生成光線 51。

【0045】 應該注意的是，這些多次反射發生在已經被偏轉一次以用於從基板耦出的光線中。這些光線僅是沿光導傳播的全部光能量中的小部分，但是具有主要橫向偏振，使得其被有效地反射以經受多次反射。這在不破壞傳播偏振光線 12 的情況下最大化“混合”效果以增強圖像的均勻性，其中，破壞傳播光線可能導致傳播圖像失真。

【0046】 第 7A 圖示出了在小平面與波導軸的角度比光線的角度淺的情況下偏振光線 12 在波導 4 內的傳播。這導致以下幾何結構：在該幾何結構中光線可以以對頂角 60 穿過小平面並且以正角 62 通過同一小平面。在正角 64 和對頂角 66 中存在相同的過程。兩次通過同一小平面可能是傳播照明中的不均勻性的源。此外，如果結構偏振器的透射不高（例如，由於吸收損耗），則穿過小平面的多次轉換將降低光功率。第 7B 圖示出了改進的架構，其中小平面未跨波導寬度延伸。因此，小平面二次穿過的情況大幅度減少，並且穿過小平面（並且因此穿過結構偏振器）減少，導致更均勻的照明和更少的衰減。

【0047】 第 7C 圖示出了小平面的窄截面以進一步改進透射並且提高均勻性。作為一個非限制性示例，小平面可以跨越主平行表面之間的光導的總厚度的小於一半，以及在一些情況下小於三分之一，以及在這裡示出的示例中小於四分之一。在這種情況下，小平面之間間距優先地小，因此進一步降低了對觀察者的不均勻性的可見性。例如，在近眼顯示器的情況下，沿著平行於光導的主表面的傳播方向測量的相鄰小平面之間的距離

可以不超過 2 mm，並且在某些特別優選的情況下不超過 1 mm。

【0048】 在第 7B 圖和第 7C 圖的優選的但非限制性的示例中，小平面未延伸到基板的主表面，而是被包括在中間層中。可以通過將透明堤部（bank）附接到第 7A 圖中描述的配置的側（或兩側）來生成第 7B 圖和第 7C 圖中描述的邊緣。

【0049】 採用具有結構偏振器的小平面和具有部分反射電介質塗層的小平面的組合的混合小平面系統可以在一些情況下結合兩種技術的優點，從而改善均勻性、能量提取和透過率。在第 8A 圖中，波導包括結構偏振器小平面 62（由單線表示）和電介質小平面 64（由雙線表示）。當偏振光線 12 在波導內傳播時，兩種小平面 62, 64 朝著觀察者反射光。

【0050】 第 8B 圖示出了易於生產的配置，其中電介質小平面在部分 68 中並且結構偏振器小平面在部分 70 中。兩種類型的小平面可以彼此平行，或者可以如所示共面。在替選的一組實現方式中，例如根據 PCT 第 PCT/IL2018/050701 號（其不構成本申請的現有技術）的教導，第二組（電介質）小平面可以與結構偏振器小平面被不同地定向以實現二維孔擴展。

【0051】 使用該混合配置可以實現一系列不同的結構和實現方式：

- 1) 結構偏振器小平面和電介質部分反射器小平面兩者都反射 S 偏振。
- 2) 電介質小平面反射 S 偏振，以及結構偏振器被定向成反射 P 偏振。
- 3) 電介質部分反射小平面可以沿著 LOE 是相同的（具有恒定的反射率），同時使用結構偏振器軸角度的變化來提供跨 LOE 的整體耦出比例的

所需變化。這顯著降低了 LOE 的生產成本。

4) 使用塑膠作為光導的主要材料（不受控制的雙折射），其中結構偏振器用作偏振穩定器。

5) 具有最小多徑的交疊小平面：通過沿著波導使結構偏振器和電介質塗覆小平面交替，可以實現小平面的緊密交疊並且同時使耦出光線在離開 LOE 之前遇到相鄰結構偏振器小平面的情況減到最少。

【0052】 結構偏振器小平面架構可以在 1D 波導中實現，即其中光由一對平行主表面以一維被引導，或者在 2D 波導中實現，即其中光由兩對正交表面通過四重內反射被引導。

【0053】 如上所提及的，波導介質本身可以被設計成引入雙折射，並且從而旋轉入射的偏振光。第 9 圖示意性地示出了這樣的架構。例如，通過在製造期間施加的應力或通過將雙折射薄膜附著到其平面上，使波導 204 呈雙折射。在該示例中，波導 204 的雙折射軸被示為點劃線。如 218A 中所示，以與該軸的一定偏移來將光注入到波導 204 中。當光傳播時，波導雙折射和 TIR 將偏振旋轉為如 218B 中所示的橢圓形。偏振旋轉量可以通過相對於 TIR 預期旋轉的波導雙折射量來管理。結構偏振器反射器 206 具有如用虛線所示的傾斜的偏振反射軸取向。因此，在透射之後，在作為光線 214 的正交偏振耦出之後偏振如 219B 中所示。

【0054】 在這種情況下，可以使用沿著波導的部分或全部以相同偏振軸角度（取向）設置的結構偏振器來操作，因此以上過程本身關於結構偏振器 208 和 210 重複進行。

【0055】 儘管在大多數圖式中僅示出了 LOE 結構，但是應當理解，LOE 旨在用作用於向觀察者的眼睛提供圖像的顯示器的一部分，其中顯示器通常是平視顯示器，其優選地是近眼顯示器，例如，頭戴式顯示器或眼鏡鏡框支援顯示器。在所有這些情況下，顯示器優選地包括生成准直圖像的圖像投影儀，其被光學耦合到 LOE，以便將准直圖像引入光導光學元件，以便通過內反射在光導光學元件內傳播，並且通過內部選擇性反射表面被逐漸耦出以將圖像指向觀察者的眼睛。

【0056】 合適的圖像投影儀（或“POD”）（例如，採用照明源、諸如 LCOS (Liquid Crystal on Silicon, 矽基液晶)晶片的空間光調製器以及准直光學器件——通常全部佈置在一個或更多個 PBS (Polarization Beam Splitter, 偏振分束器)立方體或其他稜鏡裝置的表面上）的示例在本領域中是公知的。類似地，用於將圖像耦合到 LOE 中的合適的耦入配置（例如，通過使用耦入反射器或通過成適當角度的耦合稜鏡）在本領域中是公知的。為了簡潔的呈現，本文將不再進一步討論投影儀和耦入配置。

【0057】 應當理解，以上描述僅旨在用作示例，並且在所附申請專利範圍中限定的本發明的範圍內，許多其他實施方式是可能的。

【符號說明】

【0058】

偏振光線	12	結構偏振器小平面	62
偏振	S、P	電介質小平面	64、66
結構偏振器軸	30B	電介質小平面在部分	68
結構偏振器垂直軸	30C	結構偏振器小平面在部分	70
觀察者	32	後偏振	219B
景物	34	結構偏振器反射器	206
非偏振光	36	橢圓形	218B
對頂角	60	雙折射軸	218A
偏振器	42、208、210		
偏振方案	18A、18B、18C、18D		
小平面	6、8、10、20、30D、30F、30E、45、46、47		
光線	14、15、16、38、40、48、50、51、214		
波導	4、24、204、1D、2D		

申請專利範圍

1. 一種光導光學元件，包括：

(a) 透明基板，其具有至少兩個平行主外表面，用於在所述基板內通過所述主外表面處的内反射引導光；以及

(b) 多個相互平行的内表面，其被部署在所述基板內且與所述主外表面不平行，每個所述内表面的至少一部分包括具有主偏振透射軸的結構偏振器，所述結構偏振器對平行於所述主偏振透射軸偏振的光是基本上透明的，並且對垂直於所述主偏振透射軸偏振的光是至少部分地反射的，

其中，針對所述内表面中的每個相繼内表面相對於在前内表面旋轉所述主偏振透射軸，並且

其中，在所述内表面中的第一内表面與所述内表面中的後續内表面之間沿第一方向旋轉所述結構偏振器的所述主偏振透射軸，並且在所述内表面中的所述後續内表面與所述内表面中的進一步後續内表面之間沿與所述第一方向相反的第二方向旋轉所述結構偏振器的所述主偏振透射軸。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的光導光學元件，其中，在所述内表面中的第一内表面與所述内表面中的後續内表面之間將所述結構偏振器的所述主偏振透射軸旋轉通過第一角度，並且在所述内表面的所述後續内表面與所述内表面的進一步後續内表面之間將所述結構偏振器的所述主偏振透射軸旋轉通過第二角度，所述第二角度大於所述第一角度。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述的光導光學元件，其中，所述結構偏振

器對垂直於所述主偏振透射軸偏振的光是基本上完全反射的。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述的光導光學元件，其中，所述基板的至少一部分由表現出雙折射的材料形成。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述的光導光學元件，其中，所述主偏振透射軸對於所述多個所述內表面中的至少兩個相繼內表面是平行的。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述的光導光學元件，其中，所述基板具有在所述主外表面之間測量的厚度，並且其中，所述結構偏振器跨小於整個所述厚度延伸。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述的光導光學元件，其中，所述結構偏振器跨越小於所述厚度的一半。

8. 如申請專利範圍第 6 項所述的光導光學元件，其中，所述結構偏振器不延伸到所述主外表面中的任一主外表面。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述的光導光學元件，還包括部署在所述基板內且與所述主外表面不平行的另外一組相互平行的內表面，所述另外一組內表面中的每個表面的至少一部分包括多層部分反射電介質塗層。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述的光導光學元件，其中，所述另外一組內表面與所述多個內表面平行。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述的光導光學元件，其中，所述另外一組內表面與所述多個內表面交錯。

12. 如申請專利範圍第 10 項所述的光導光學元件，其中，所述另外一

組內表面的表面與所述多個內表面的表面共面。

13. 如申請專利範圍第 9 項所述的光導光學元件，其中，將所述基板的厚度細分為第一層和第二層，並且其中，所述多個內表面位於所述第一層內並且所述另外一組內表面位於所述第二層內。

14. 一種用於向觀察者的眼睛提供圖像的顯示器，包括：

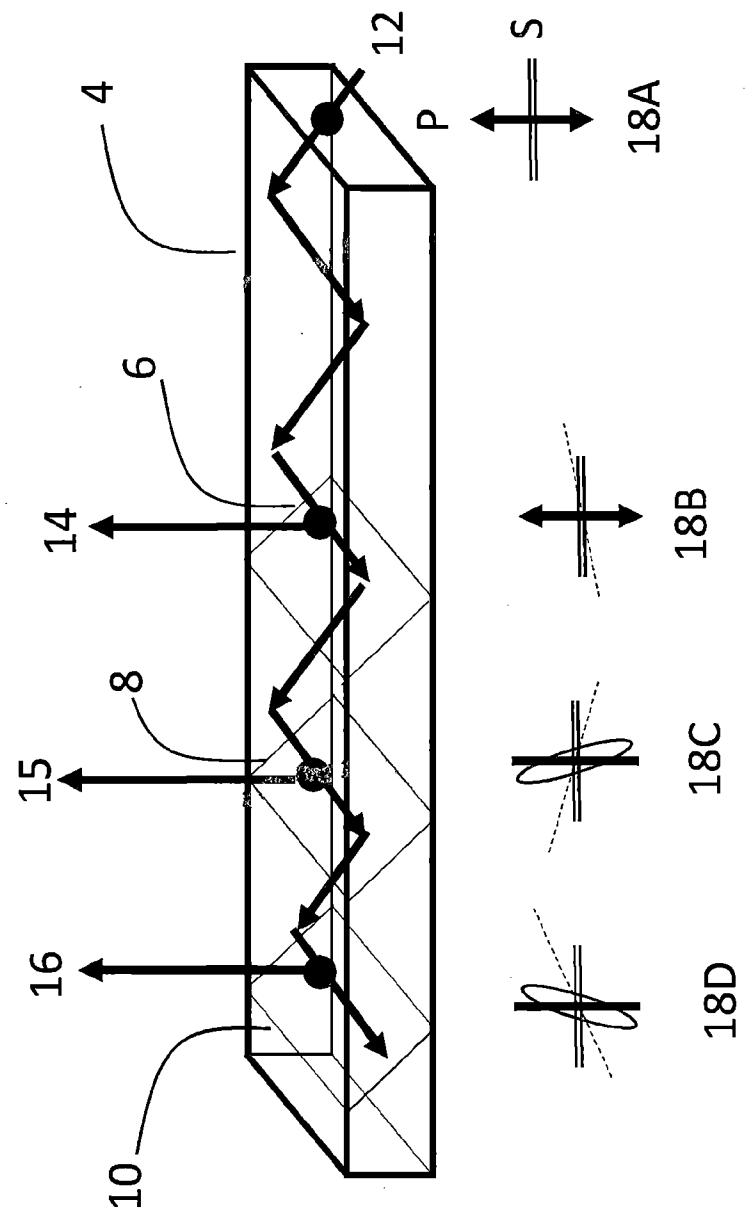
(a) 根據任一前述申請專利範圍所述的光導光學元件；以及

(b) 生成准直圖像的圖像投影儀，所述圖像投影儀光學耦合到所述光導光學元件，以將所述准直圖像引入所述光導光學元件來通過內反射在所述光導光學元件內傳播，

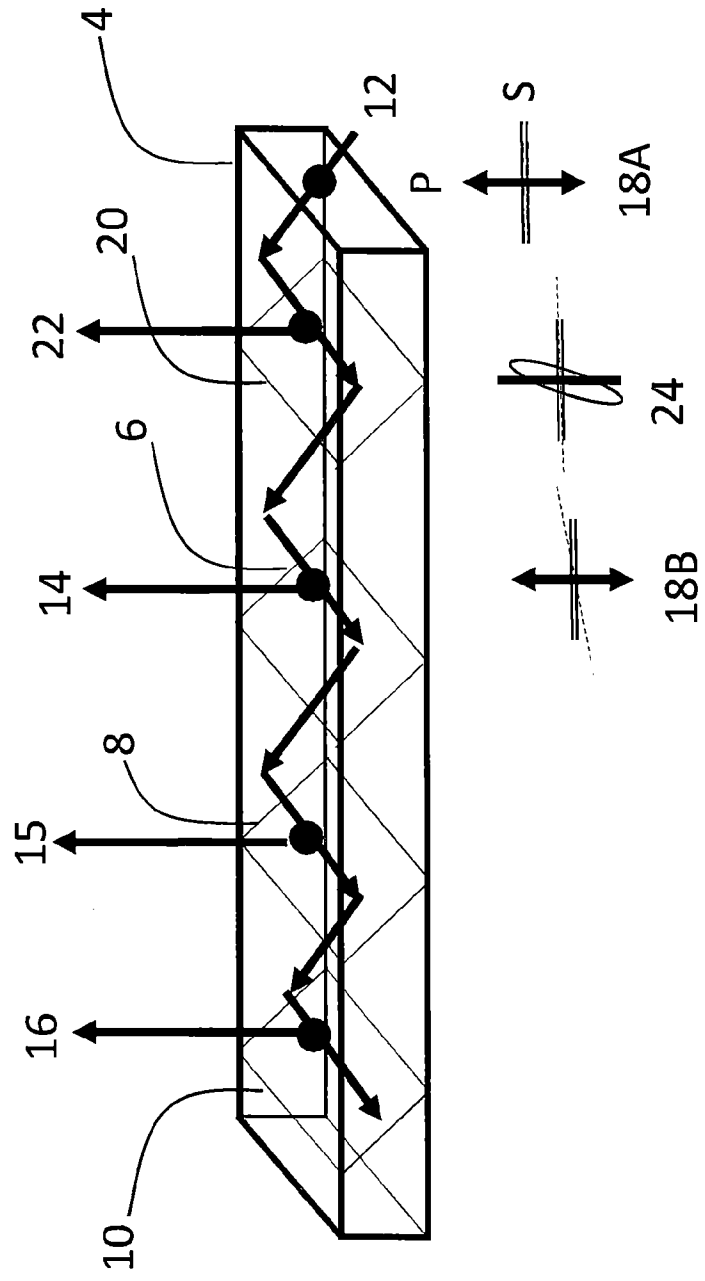
其中，所述多個內表面被定向成朝向所述觀察者的眼睛耦出所述准直圖像的一部分。

15. 如申請專利範圍第 14 項所述的顯示器，還包括吸收偏振器，所述吸收偏振器被部署在所述基板的距所述觀察者較遠的側，所述吸收偏振器具有與所述結構偏振器的所述主偏振透射軸的平均方向對準的偏振軸。

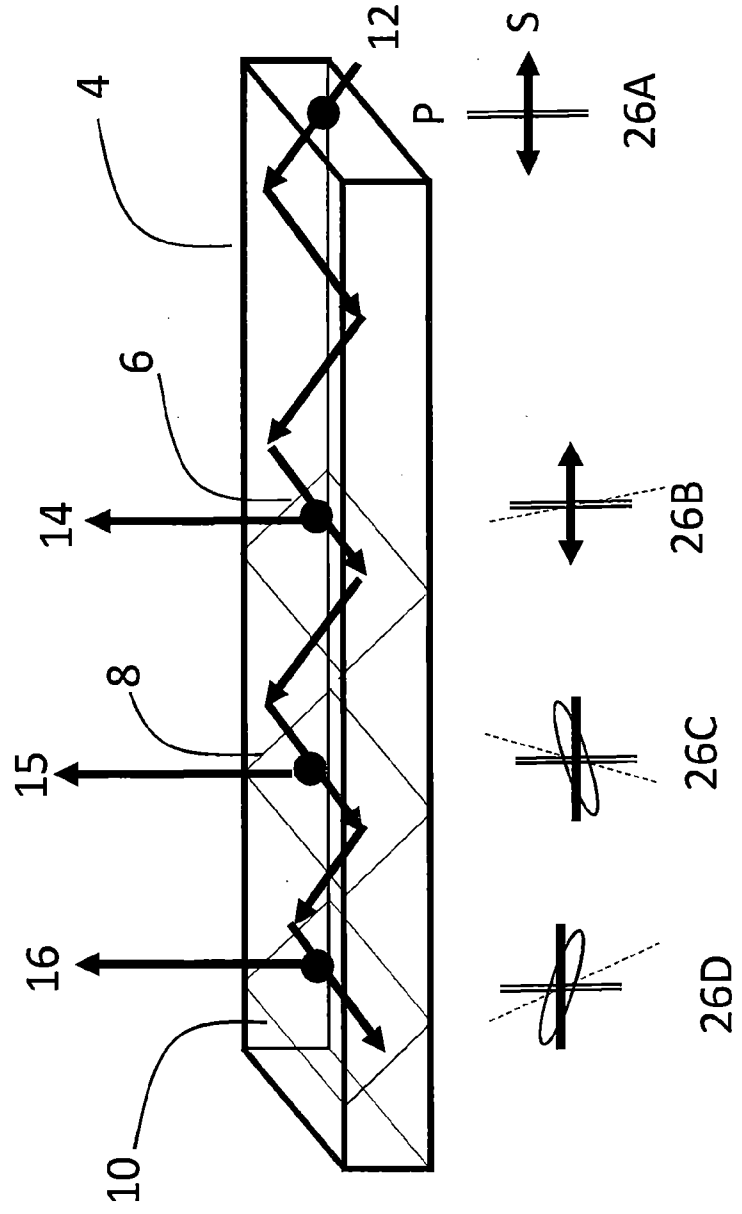
圖式



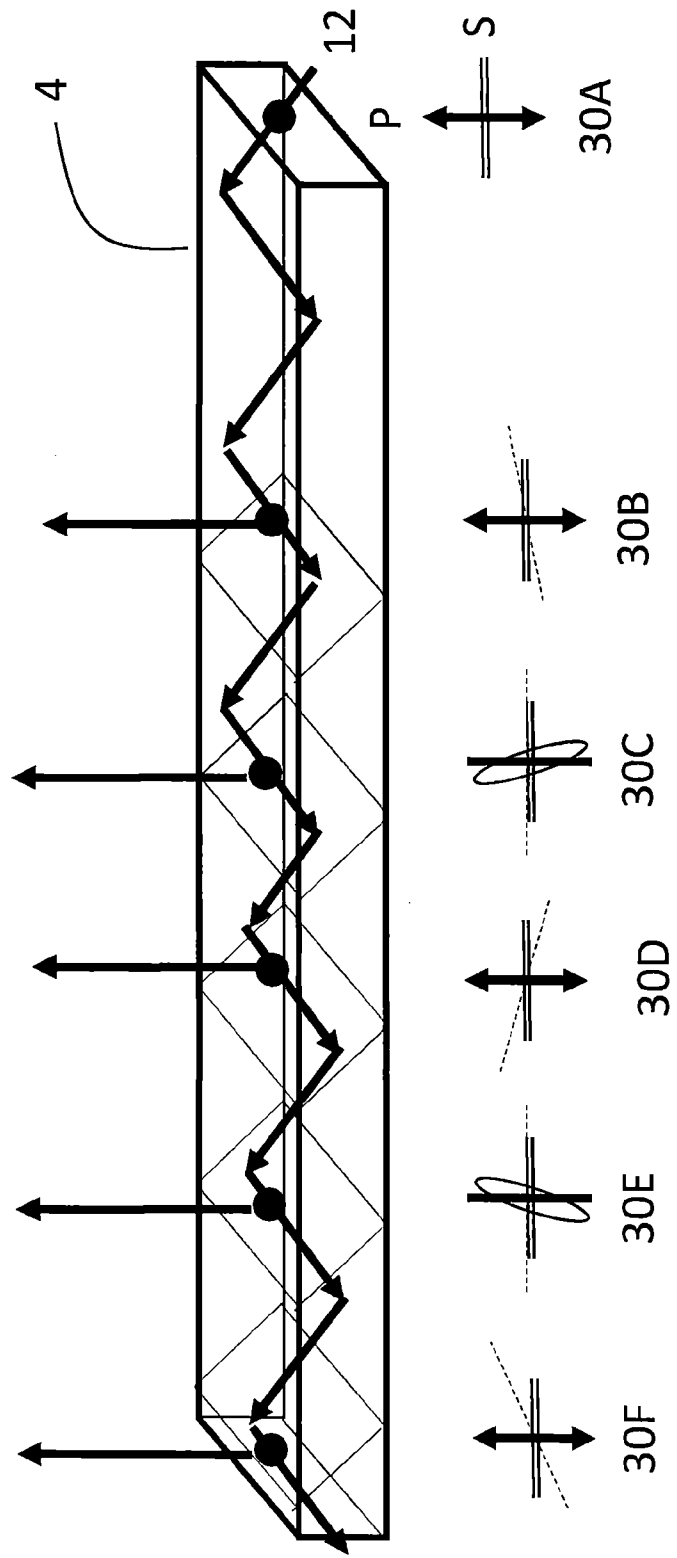
第1圖



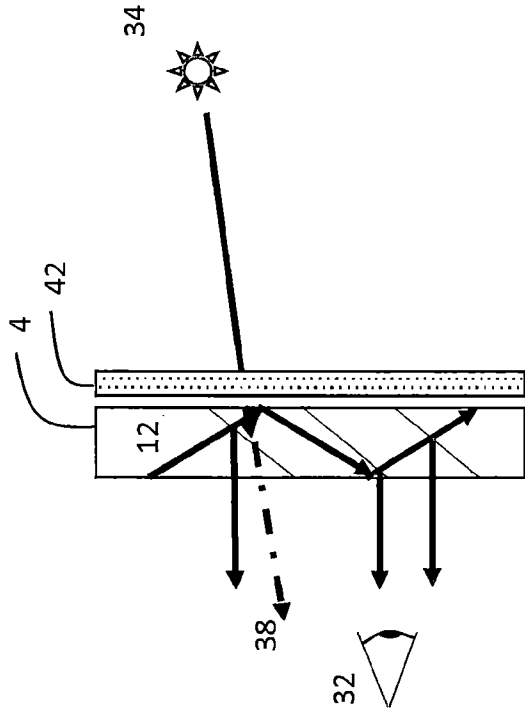
第2圖



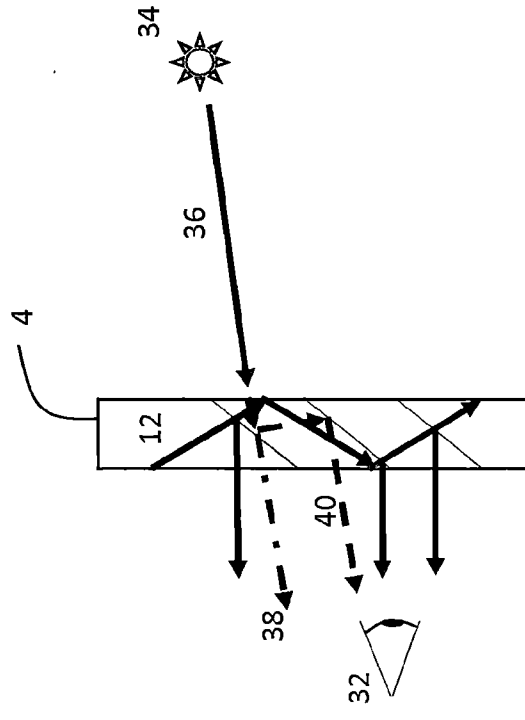
第3圖



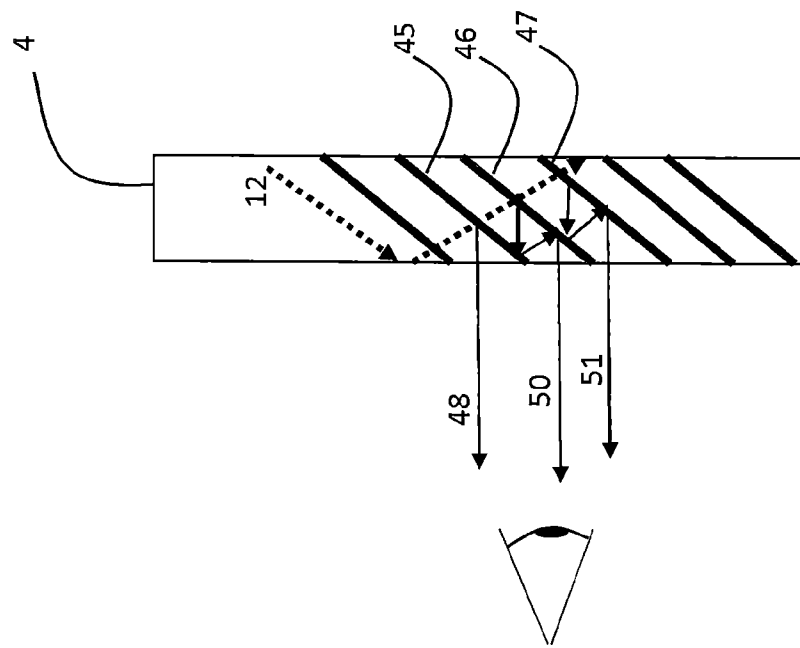
第4圖



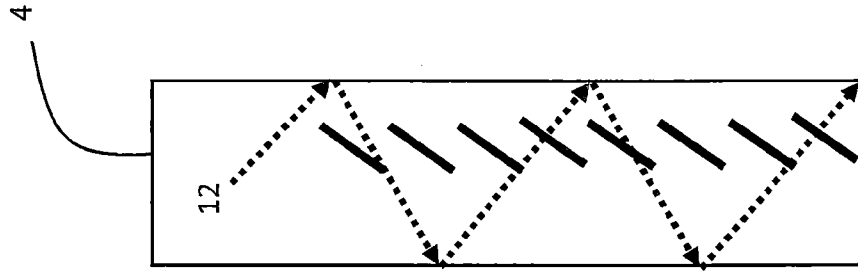
第5B圖



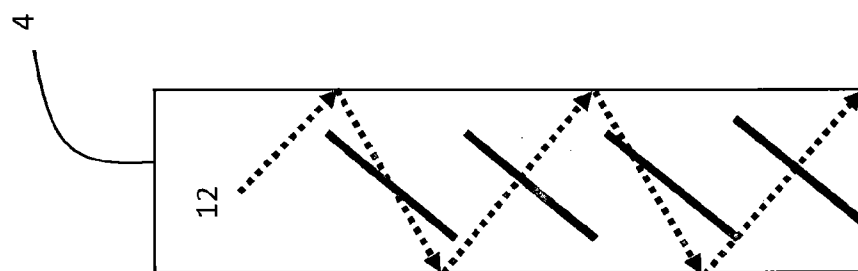
第5A圖



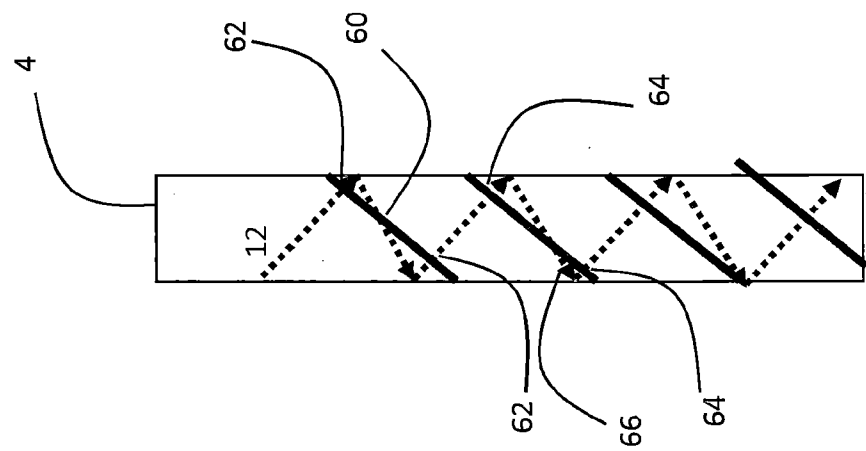
第6圖



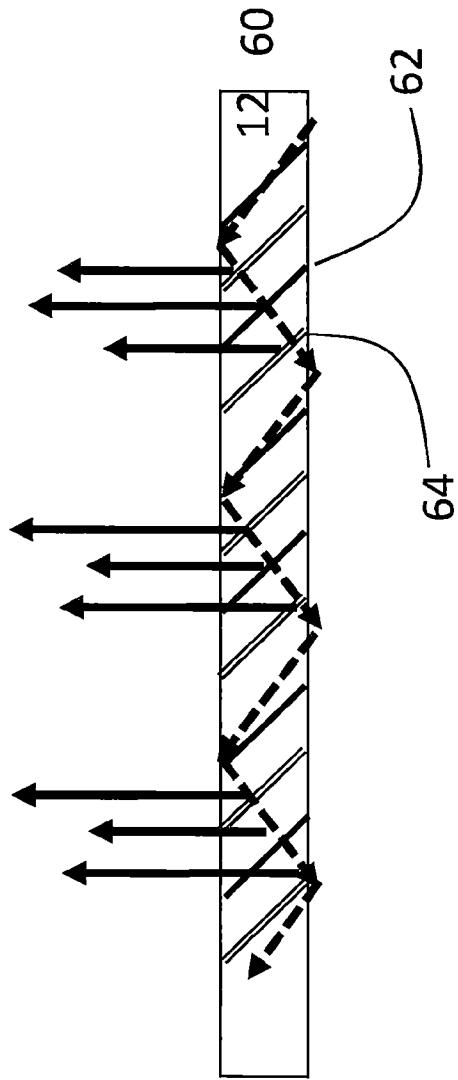
第7C圖



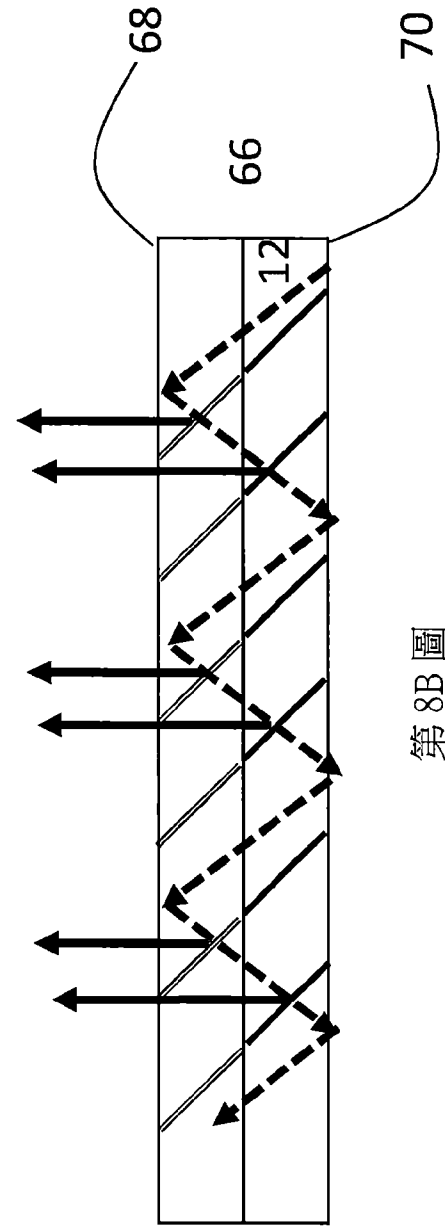
第7B圖



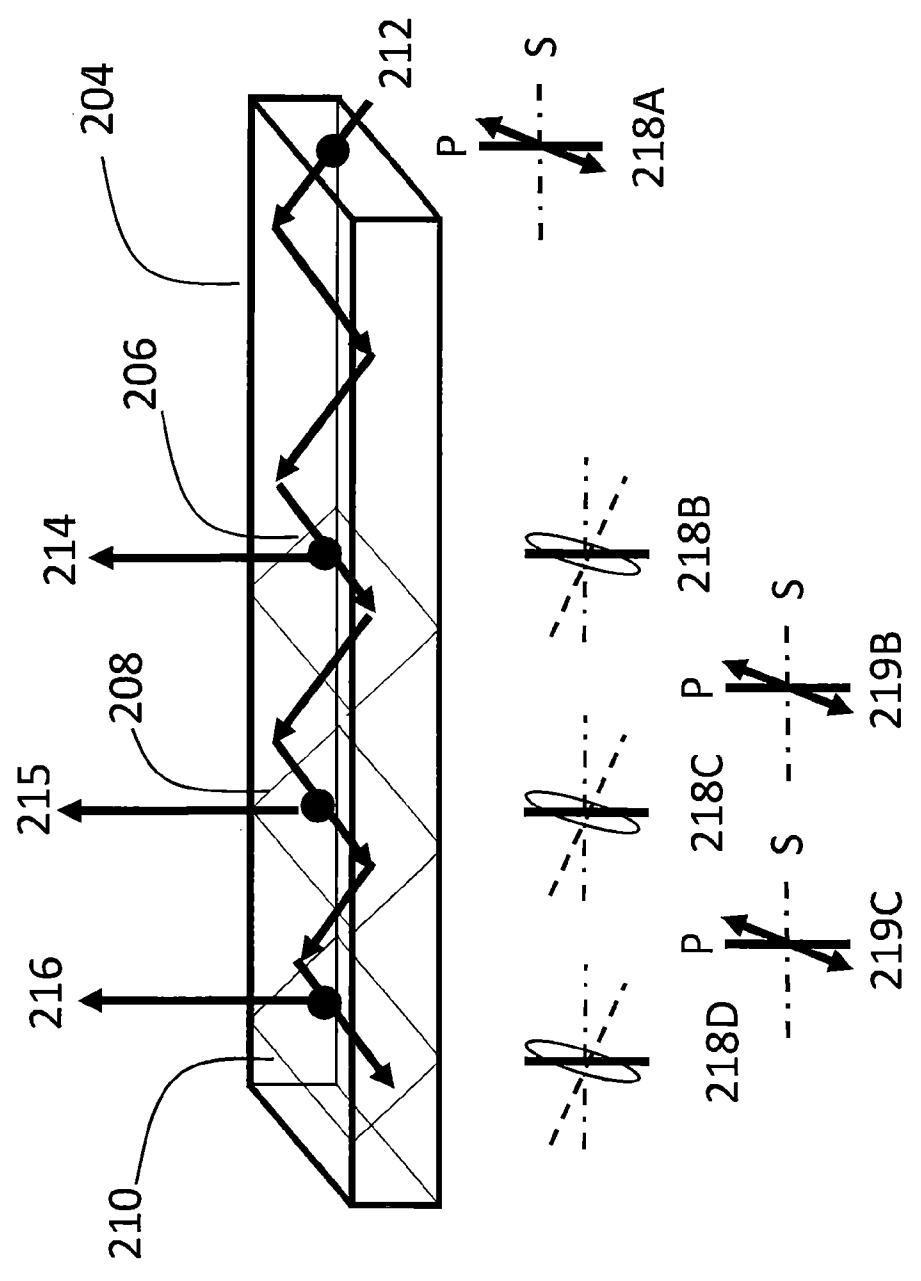
第7A圖



第8A圖



第8B圖



第9圖