202516216

(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 202516216 A

(43)公開日： 中華民國 114 (2025) 年 04 月 16 日

(21)申請案號：113149467 (22)申請日： 中華民國 110 (2021) 年 03 月 22 日

(51)Int. Cl.： *G02B6/26 (2006.01)* *G02B6/42 (2006.01)*
G02B27/01 (2006.01)

(30)優先權：2020/03/23 美國 62/993,100

(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：羅寧 埃坦 RONEN, EITAN (IL)；弗里德曼 埃德加 FRIEDMANN, EDGAR (IL)

(74)代理人：廖俊龍

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：11 項 圖式數：19 共 50 頁

(54)名稱

用於減輕重影的光學裝置

(57)摘要

光學裝置具有透光基板、光學耦出配置和光學佈置。透光基板具有至少兩個主表面，並且通過主表面之間的內反射來引導光。光學耦出配置將通過內反射引導的光朝向觀看者的眼睛耦出透光基板。光學佈置與兩個主表面中的至少一個相關聯，並且具有第一光學元件和第二光學元件。光學元件彼此光學耦合以限定與耦出配置的至少一部分相關聯的介面區域。介面區域使從外部場景發出的、以給定入射角範圍入射到光學裝置的光線偏轉。

指定代表圖：

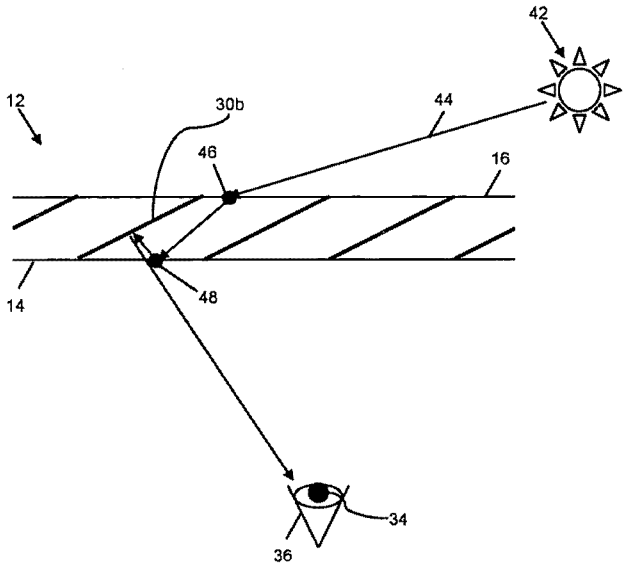


圖 2

符號簡單說明：

12:基板、光導光學元件

14、16:面

30b:表面

34:瞳孔

36:眼睛

42:光源

44:光線

46、48:點

202516216

發明摘要

※ 申請案號：

※ 申請日：　　※IPC 分類：

【發明名稱】（中文/英文）

用於減輕重影的光學裝置

【中文】

光學裝置具有透光基板、光學耦出配置和光學佈置。透光基板具有至少兩個主表面，並且通過主表面之間的內反射來引導光。光學耦出配置將通過內反射引導的光朝向觀看者的眼睛耦出透光基板。光學佈置與兩個主表面中的至少一個相關聯，並且具有第一光學元件和第二光學元件。光學元件彼此光學耦合以限定與耦出配置的至少一部分相關聯的介面區域。介面區域使從外部場景發出的、以給定入射角範圍入射到光學裝置的光線偏轉。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 2 。

【本代表圖之符號簡單說明】：

12: 基板、光導光學元件

14、16: 面

30b: 表面

34: 瞳孔

36: 眼睛

42: 光源

44: 光線

46、48: 點

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）

用於減輕重影的光學裝置

【技術領域】

[0001] 本申請要求於 2020 年 3 月 23 日提交的美國臨時專利申請第 62/993,100 號的優先權，該申請的全部公開內容通過引用合並且于本文中。

[0002] 本發明涉及基板引導的光學裝置。

【先前技術】

[0003] 近眼顯示器（NED，near eye display）、頭戴式顯示器（HMD，head mounted display）和平視顯示器（HUD，head up display）的光學佈置需要大孔徑以覆蓋觀看者的眼睛所在的區域（通常被稱為眼睛運動盒或 EMB）。為了實現緊湊的裝置，要投影到觀看者的眼睛中的圖像由具有小孔徑的小型光學圖像生成器（投影儀）生成，該小孔徑被倍增以生成大孔徑。

[0004] 基於透明材料的平行面對的板開發了一種在一個維度上進行孔徑倍增的方法，在該平行面對的板中圖像通過內反射進行傳播。通過使用成斜角的部分反射器或通過在板的一個表面上使用衍射光學元件，將圖像波前的一部分耦出板。這樣的板在本文中被稱為光導光學元件（LOE，light-guide optical element）、透光基板或光波導。在圖 1 中示意性地示出了這種孔徑倍增的原理，圖 1 示出了產生圖像並且執行圖像的孔徑擴展的光學裝置 10。光學裝置 10 具有光導光學元件 12，該光導光學元件 12 由透明材料形成並且具有一對平行的主外表面（面）14、16，用於通過內反射（優選但不一定是全內反射）來引導光。圖像投影儀 18（示意性地表示為矩形）生成如此處由照明束 20 示意性地表示的投影圖像 20，該照明束 20 包括跨越束的樣本光線 20A 和樣本光線 20B。投影圖像 20 由如此處由棱鏡 22（可互換地被稱為“楔形件”或“棱鏡”）示意性地示出的光學耦入配置 22 耦入光導光學元件 12 中，以生成反射光線 24，該反射光線 24 通過內反射被捕獲在基板內，從而還生成光線 26。此處，耦合楔形件 22 包括三個主表面，其中一個主表面位於 LOE 12 的傾斜邊緣面 28 旁邊（或與 LOE 10 的傾斜邊緣 28 是共同的）（此處邊緣 26 與面 14、面 16 成傾斜角）。

[0005] 耦入圖像 20 通過面 14、面 16 的重複內反射沿基板 12 傳播，入射在與平行面 14、面 16 成傾斜角（α_{sur}）的光學耦出配置 30 上，光學耦出配置 30 此處由一系列部分反射表面 30a、部分反射表面 30b、部分反射表面 30c、部分反射表面 30d、部分反射表面 30e、部分反射表面 30f（統稱為部分反射表面 30）示意性地示出，其中，圖像強度的一部分被反射，以朝向位於 EMB 38 中的觀看者的眼睛 36 的瞳孔 34 作為光線 32A 和光線 32B 耦出基板，該 EMB 36 處於距表面 14 的出瞳間隔（ER，eye relief）距離 40 處。基板 12 的透明性使觀看者能夠觀看覆蓋在基板 12 的前側處（即在面 16 處）的外部場景（即，真實世界場景）的視圖上的耦合出圖像 20，當將光學裝置 10 佈置為增強現實（Augmented Reality, AR）系統的一部分時，這是特別有用的。

[0006] 為了使可能引起重影圖像的圖像 20 的不需要的反射最小化，部分反射表面 30 優選地被塗覆成具有針對第一入射角度範圍的低反射率，同時具有針對第二入射角度範圍的所期望的部分反射率，其中，將相對於部分反射表面 30 的法線具有小傾斜度的光線（此處表示為角度 βref）分開以生成用於耦出的反射光線，而高傾斜度（相對於法線）的光線以可忽略的反射透過。

[0007] 投影圖像 20 是准直圖像，即其中每個圖元由對應角度處的平行光線束——相當於來自遠離觀看者的場景的光——來表示（准直圖像被稱為“准直到無限遠”）。此處，圖像由與圖像中的單個點（通常是圖像的質心）對應的光線簡化地表示，但事實上，圖像包括到該中心束的每一側的角度範圍，該圖像以對應角度範圍耦入至基板，並且類似地以對應的角度耦出，從而創建與以不同方向到達觀看者的眼睛 36 的圖像的部分對應的視場（FOV，field of view）。

[0008] 除了可能產生重影的圖像 20 的不需要的反射之外，基板 12 和耦出配置 30 的能夠使來自圖像投影儀 18 的圖像 20 通過重複內反射從面 14、面 16 沿基板 12 傳播並且由耦出配置 30 耦出的光學特性還可能引起來自外部場景（即，真實世界場景）的不需要的光向觀看者的眼睛 36 偏轉，從而引起外部場景重影。

【發明內容】

[0009] 本發明的各方面提供了用於減輕由外部場景中的源發出的光引起的重影圖像的光學裝置。

[0010] 根據本發明的實施方式的教導，提供了一種光學裝置。該光學裝置包括：具有至少兩個主表面的透光基板，用於通過主表面之間的內反射來引導光；光學耦出配置，用於將通過兩個主表面之間的內反射引導的光朝向觀看者的眼睛耦出透光基板；以及光學佈置，其與兩個主表面中的至少一個相關聯，並且包括第一光學元件以及第二光學元件，第二光學元件光學耦合至第一光學元件，以限定與光學耦出配置的至少一部分相關聯的介面區域，光學佈置被佈置成使得從外部場景發出並且以給定入射角範圍入射到光學佈置的光線在介面區域處偏轉。

[0011] 可選地，第一光學元件和第二光學元件均具有比介面區域的折射率高的折射率。

[0012] 可選地，介面區域被形成為氣隙。

[0013] 可選地，介面區域被形成為低折射率材料的透明層。

[0014] 可選地，第一光學部件和第二光學部件各自包括多個表面，並且經由多個表面中的對應表面來對應配置和相鄰放置，以限定介面區域。

[0015] 可選地，第一光學元件和第二光學元件中的每一個是棱鏡，棱鏡具有相互平行的第一表面和第二表面以及傾斜于相互平行的第一表面和第二表面的第三表面，並且其中，第一光學元件和第二光學元件在第三表面處彼此光學耦合。

[0016] 可選地，光學佈置被形成為透鏡。

[0017] 可選地，介面區域具有線性表面輪廓。

[0018] 可選地，介面區域具有非線性表面輪廓。

[0019] 可選地，介面區域包括第二透光基板，第二透光基板具有一對平行面以及在相對于平行表面傾斜地佈置第二透光基板內的多個部分反射表面。

[0020] 可選地，部分反射表面中的每一個包括：一對透明層以及佈置在一對透明層之間的塗覆有低折射率材料的粗糙透明層，其中，一對透明層中的每一個的折射率高於低折射率材料的折射率。

[0021] 可選地，以給定角度範圍從外部場景發出的光線在介面區域處偏轉，從而通過內反射被捕獲在第一光學元件內。

[0022] 可選地，以給定角度範圍從外部場景發出的光線經由第一光學元

件的第一表面進入光學佈置，在介面區域處被反射，在第一光學元件的第一表面處被反射，並且在介面區域處朝向第一光學元件的第二表面反射並且離開透光基板。

[0023] 可選地，第一光學元件的第二表面與光收集或耗散部件相關聯。

[0024] 可選地，以給定角度範圍之外的角度範圍從外部場景發出的光線經由第一光學元件的第一表面進入光學佈置，被介面區域透射，經由第二光學元件的第一表面離開光學佈置，並且穿過透光基板到達觀看者的眼睛。

[0025] 可選地，光學佈置使得在缺少該光學佈置的情況下，以給定角度範圍從外部場景發出的光線進入透光基板並且通過光學耦出配置朝向觀看者的眼睛耦出透光基板。

[0026] 可選地，該光學裝置還包括：第二光學佈置，第二光學佈置被佈置成正交於透光基板的取向並且位於透光基板的端部處。

[0027] 可選地，光學耦出配置包括位於透光基板內的至少一個部分反射表面。

[0028] 可選地，光學耦出配置包括至少部分地橫穿透光基板的多個部分反射表面。

[0029] 可選地，所述光學裝置還包括：圖像投影儀，圖像投影儀耦合到透光基板的近端，以將與准直圖像對應的光波引入透光基板中，其中，介面區域跨越位於透光基板的與近端相對的遠端附近的部分反射表面的子集。

[0030] 可選地，光學耦出配置包括與兩個主表面之一相關聯的衍射元件。

[0031] 可選地，所述光學裝置還包括：圖像投影儀，圖像投影儀耦合到透光基板，以將與准直圖像對應的光波引入透光基板中，使得准直圖像在透光基板內通過內反射傳播，並且通過光學耦出配置耦出透光基板。

[0032] 可選地，所述光學裝置還包括：與透光基板和圖像投影儀相關聯的光學耦入配置，光學耦入配置用於從圖像投影儀接收准直圖像並且將准直圖像耦入透光基板中。

[0033] 根據本發明的教導的實施方式，還提供了一種光學裝置。該光學裝置包括：透光基板，具有一對面，用於通過面之間的內反射來引導光；光學耦出配置，用於將通過面之間的內反射引導的光朝向觀看者的眼睛耦出透光基板；以

及至少一個光學元件，其具有多個表面，多個表面包括一對平行主表面以及傾斜于一對平行主表面並且與光學耦出配置的至少一部分相關聯的第三主表面，其中，至少部分地通過第三主表面來限定折射率低於至少一個光學元件的折射率的介面區域，其中，至少一個光學元件被佈置成：一對平行主表面中的一個主表面與透光基板的一個面相關聯，使得從外部場景發出並且以給定入射角範圍入射到一對平行主表面中的另一個主表面的光線在介面區域處偏轉。

[0034] 可選地，至少一個光學元件的多個表面還包括第四表面，並且其中，以給定角度範圍從外部場景發出的光線經由一對平行主表面中的另一主表面進入至少一個光學元件，在介面區域處被反射，在一對平行主表面中的所述另一主表面處被反射，並且在介面區域處朝向第四表面反射並且離開透光基板。

[0035] 可選地，第四表面與光收集或耗散部件相關聯。

[0036] 可選地，介面區域還部分地由光學耦合至第三主表面的透明板限定。

[0037] 根據本發明的教導的實施方式，還提供了一種光學裝置。該光學裝置包括：透光基板，其具有至少兩個主表面，用於通過主表面之間的內反射來引導光；光學耦出配置，用於將通過兩個主表面之間的內反射引導的光朝向觀看者的眼睛耦出透光基板；以及光學佈置，其與兩個主表面中的至少一個相關聯，並且包括被相鄰定位以限定與光學耦出配置的至少一部分相關聯的介面區域的一對光學元件，介面區域的折射率小於光學元件的折射率，並且光學佈置被佈置成使得從外部場景發出並且以給定入射角範圍入射到光學佈置的光線在介面區域處偏轉。

[0038] 根據本發明的教導的實施方式，還提供了一種光學裝置。該光學裝置包括：第一透光基板，具有至少第一主表面和第二主表面，用於通過第一主表面和第二主表面之間的內反射來引導光；光學耦出配置，用於將通過第一主表面與第二主表面之間的內反射引導的光朝向觀看者的眼睛耦出第一透光基板；以及光學佈置，包括：具有至少兩個主表面的第二透光基板，其中，第二透光基板的兩個主表面中的一個與第一透光基板的第一主表面或第二主表面相關聯，以及多個部分反射表面，多個部分反射表面被相對於第二透光基板的兩個主表面傾斜地佈置在第二透光基板的一部分內，以限定與光學耦出配置的至少一部分

相關聯的介面區域，光學佈置被佈置成使得從外部場景發出並且以給定入射角範圍入射到光學佈置的光線在介面區域處被偏轉或吸收。

[0039] 在本文檔的上下文內，術語"引導"通常是指通過在透光材料的主外表面處的內反射而被捕獲在透光材料（例如，基板）內的光，使得被捕獲在透光材料內的光在傳播方向上穿過透光材料傳播。當在透光基板內傳播的光以在給定角度範圍內的入射角入射到透光材料的主外表面時，在透光基板內傳播的光通過內反射被捕獲。被捕獲的光的內反射可以呈全內反射的形式，由此以大於臨界角（部分由透光材料的折射率和佈置有透光材料的介質例如空氣的折射率限定）的角度入射到透光材料的主外表面的傳播光在主外表面處經歷內反射。替選地，可以通過將塗層（例如，角度選擇性反射塗層）應用至透光材料的主外表面以實現在給定角度範圍入射到主外表面的光的反射來實現被捕獲的光的內反射。

[0040] 除非本文另有定義，否則本文使用的所有技術和/或科學術語具有與本發明所屬領域的普通技術人員通常理解的含義相同的含義。儘管與本文描述的方法和材料類似或等同的方法和材料可以在本發明的實施方式的實踐或測試中使用，但是下文描述了示例性方法和/或材料。在存在衝突的情況下，應以專利說明書（包括定義）為准。另外，材料、方法和示例僅是說明性的，並非旨在必然進行限制。

【圖式簡單說明】

[0041] 本文參照附圖以僅示例的方式描述了本發明的一些實施方式。在具體詳細地參照附圖的情況下，要強調的是，所示的細節是作為示例並且出於說明性討論本發明的實施方式的目的。在這方面，結合附圖進行的描述使得本領域技術人員清楚如何實踐本發明的實施方式。

[0042] 現在將注意力轉向附圖，其中相同的附圖標記或字元指示對應的或相同的部件。在圖中：

[0043] 圖 1 是如上所述的用於近眼顯示器的採用部分反射表面的現有技術的光導光學元件（LOE）的示意性側視圖；

[0044] 圖 2 是示意性側視圖，示出了從圖 1 的 LOE 的前側處的外部場景中的源發出的代表性光線通過部分反射表面之一朝向觀看者的眼睛偏轉，以形成外部場景的重影；

[0045] 圖 3 是示意性側視圖，示出了從圖 1 的 LOE 的後側處的外部場景中的源發出的代表性光線通過部分反射表面之一朝向觀看者的眼睛偏轉，以形成外部場景的重影；

[0046] 圖 4 是示出引起重影的光線的角度分佈的示意性側視圖；

[0047] 圖 5 是根據本發明的實施方式構造和操作的光學裝置的示意性側視圖，該光學裝置包括 LOE 以及與 LOE 的前表面相關聯的光學裝置，並且具有彼此耦合以限定介面區域的一對光學元件，該介面區域使引起重影的光線偏轉；

[0048] 圖 6 是示出圖 5 的光學佈置的部件的示意性側視圖；

[0049] 圖 7 是圖 6 中用 VII 表示的區域的放大圖；

[0050] 圖 8 是圖 5 的光學佈置的示意性側視圖，其中介面區域被實現為薄的透明板；

[0051] 圖 9 是示意性側視圖，示出了由圖 5 和圖 6 的光學佈置的介面區域引起的樣本光線的偏轉；

[0052] 圖 10 是在給定入射角範圍內入射到圖 5 和圖 6 的光學佈置上的光線的光強度分佈的熱圖的圖；

[0053] 圖 11 是類似於圖 5 的示意性側視圖，但光學佈置與 LOE 的後面相關聯；

[0054] 圖 12 是根據本發明的另一實施方式的使引起重影圖像的光線偏轉的光學佈置的示意性側視圖，該光學佈置具有成對的彎曲的主表面；

[0055] 圖 13 是根據本發明的另一實施方式的使引起重影圖像的光線偏轉的光學佈置的示意性側視圖，該光學佈置具有成對的彎曲的和平面的主表面；

[0056] 圖 14 是根據本發明的另一實施方式的使引起重影圖像的光線偏轉的光學佈置的示意性側視圖，該光學裝置類似於圖 5 的光學佈置，但是具有有著非線性表面輪廓的介面區域；

[0057] 圖 15 是根據本發明的另一實施方式的使引起重影圖像的光線偏轉的光學佈置的示意性側視圖，該光學裝置類似於圖 13 的光學佈置，但是具有有著非線性表面輪廓的介面區域；

[0058] 圖 16 是根據本發明的另一實施方式的使引起重影圖像的光線偏轉的光學佈置的示意性側視圖，該光學裝置具有被形成為採用一組部分反射表面

的透光基板的介面區域；

[0059] 圖 17 是示出圖 16 的介面區域的部分反射表面中的代表性部分反射表面的結構的示意性側視圖；

[0060] 圖 18 是類似於圖 16 的光學佈置的示意性側視圖，但是介面區域具有多個相互平行的吸收表面；以及

[0061] 圖 19 是類似於圖 5 的示意性側視圖，但是具有第二光學佈置，該第二光學佈置以正交於 LOE 的取向佈置在光學裝置的圖像投影儀處或圖像投影儀附近。

【實施方式】

[0062] 本發明的實施方式提供了用於減輕由外部場景中的源發出的光引起的重影的光學裝置。

[0063] 參照說明書附圖，可以更好地理解根據本發明的光學裝置的原理和操作。

[0064] 在詳細說明本發明的至少一個實施方式之前，應理解的是，本發明不一定將其應用限於以下描述中闡述的和/或在附圖和/或示例中示出的方法和/或部件的構造和佈置的細節。本發明能夠具有其他實施方式或者能夠以各種方式實踐或執行。

[0065] 通過介紹的方式，圖 2 和圖 3 是來自圖 1 的基板 12 和部分反射表面 30 的部分的複製，其被注釋以示出下述示例場景：來自光源 42（其為外部場景的一部分）的不需要的光朝向眼睛 36 偏轉，引起外部場景重影。光源 42 通常是可以在外部場景中提供照明的任何光源，包括自然照明光源（例如太陽）和人造照明光源（例如燈、顯示幕、燈泡等）。在圖 2 中，基板 12 被佈置成面 16 面向光源 42 的關係。表示從光源 42 發出的光的樣本光線 44 以掠射角（大入射角——或 AOI[Automated Optical Inspection]）入射到面 16，並且通過折射在點 46 處進入基板 12。光線 44 在面 14 處被主平面（在點 48 處）朝向部分反射表面 30 之一（在該示例中為部分反射表面 30b）反射，該部分反射表面 30 將光線 44 反射回去通過面 14 而離開基板 12，並且朝向眼睛 36 傳播。由於光線 44 的源不是圖像投影儀 20 而是真實世界，因此光線 44 在基板 12 內的傳播不是通過（全）內反射。因此，與圖 1 中的從基板 12 發出的垂直於面 14 並且在 FOV 內

的（作為光線 32A 和 32B）的圖像投影儀 20 相比，朝向眼睛 36 偏轉的光線 44 的部分是傾斜於面 16 從基板 12 發出的並且在 FOV 的外部。

[0066] 在圖 3 中，源 42 與眼睛 36 位於基板 12 的同一側。此處，光線 44 在點 50 處以掠射角（大 AOI）入射到面 14，並且通過折射在點 50 處進入基板 12。光線 44 然後入射在部分反射表面 30 之一（在該示例中為部分反射表面 30b）上，該部分反射表面 30 將光線 44 反射回去通過面 14 從而朝向眼睛 36 離開基板 12。

[0067] 在圖 2 和圖 3 所示的場景中，由不需要的光線產生的重影圖像（其中，重影圖像位於 FOV 外部，並且通常經歷來自給定部分反射表面的最多一次反射（在下文中可互換地稱為重影）。

[0068] 現在參照圖 5 至圖 19，圖 5 至圖 19 示出了根據本發明的實施方式構造和操作的用於減輕/減少重影的總體上標記為光學裝置 100 的結構和操作的各個方面。光學裝置 100 通常包括光學裝置 10 的所有部件，但是還包括用於使以特定 AOI 範圍到達的光偏轉的光偏轉光學佈置 102（在下文中稱為"光學佈置"）。更具體地，光學裝置 100 包括：光導光學元件 12（也稱為 LOE、透光基板或光波導），其由透明材料（例如玻璃）形成並且具有一對主外表面（面）14、16，面 14、面 16 被佈置成面中的一個面 14 面對觀看者/觀察者的眼睛 36；光學耦出配置 30（示意性地表示為至少部分地橫穿基板 12 的部分反射表面的陣列），該光學耦出配置 30 與面 14、面 16 中的一個或兩個相關聯；以及圖像投影佈置（即，圖像投影儀）18，用於生成准直圖像，該准直圖像經由光學耦入配置 22（在此示意性地用棱鏡示出）耦入 LOE 12 中。光學佈置 102 與面 14、面 16 中的至少一個相關聯，並且在某些非限制性實施方式中，光學佈置 102 通常包括由具有適當高的折射率（優選地在 1.5 至 1.9 的範圍內）的材料形成的兩個光學元件，並且這兩個光學元件彼此光學耦合以限定介面區域，該介面區域具有小於兩個光學元件的折射率的適當低的折射率（優選地在 1 至 1.35 的範圍內）。

[0069] 光學佈置 102 被佈置成使得從外部場景中的源（例如，源 42）發出的以給定 AOI 範圍入射到光學佈置 102（特別是光學佈置 102 的第一光學元件）的光線（由光線 44 表示，並且在下文中可互換地稱為"不需要的光"）在介面區域處被偏轉。介面區域使不需要的光偏轉離開基板 12 和光學耦出配置 30，

從而防止不需要的光到達眼睛 36。通常將不需要的光定義為以給定 AOI 範圍入射到光學佈置 102 的特定的一組光線，在缺少光學佈置 102 的情況下，該特定的一組光線會產生重影。

[0070] 在詳細描述光學佈置 102 的結構和操作之前，首先要注意的是，由於來自外部場景的不需要的光（由光線 44 表示）在 FOV 之外，因此，為了使不需要的光到達 EMB（即到達眼睛 36），偏轉/反射的光應離開 LOE 12 的邊緣或末端部分。這在圖 4 中示意性地示出，圖 4 示出了經由位於 LOE 12 的遠端 11 處或附近的部分反射表面 30a、30b、30c 到達（EMB 內的）眼睛 36 的不需要的光線 43 的角度分佈。這意味著僅需要通過光學佈置 102 將該組部分反射表面 30 的有效區域的邊緣處的不需要的光線進行偏轉來減輕外部場景重影。另外，僅需要通過光學佈置 102 將以給定角度範圍（即，給定角度分佈）入射到面 14、面 16 上的光線（該光線的從右側到面 14、面 16 的法線的掠射角大於測得的特定掠射角）進行偏轉。在本文中，LOE 12 的遠端 11 被任意地定義為在圖的左側，並且與 LOE 12 的近端 13（在圖的右側）相對，其中，圖像投影儀 18 和光學耦入配置 22 位於 LOE 12 的近端 13 或附近。

[0071] 出於上述考慮，參照圖 5，圖 5 示出了佈置在面 16 處的光學佈置 102，以對抗/減輕由位於 LOE 12 的前部的外部場景中的光源引起的重影（即，當面 16 面對具有光源的外部場景時，如圖 2 所示）。如所提及的，在某些實施方式中，光學佈置 102 通常由至少兩個光學部件形成，此處將兩個光學部件示出為第一光學部件 104 和第二光學部件 106，它們被相應地配置並且彼此光學耦合以限定與光學耦出配置 30 的至少一部分相關聯的介面區域 108（替選地稱為“介面表面”或“介面層”）。在優選實施方式中，介面區域 108 與有效區域的邊緣處的部分反射表面（即位於更靠近 LOE 12 的遠端 11 的最後幾個部分反射表面 30）相關聯。在所示示例中，介面區域 108 與最後三個部分反射表面 30——被標記為 30a、30b、30c——相關聯。

[0072] 圖 6 和圖 7 示出了根據某些實施方式的光學佈置 102 的更詳細的視圖，該視圖中沒有 LOE、耦合棱鏡和圖像投影儀。圖 7 示出了圖 6 中標記為區域 VII 的放大圖。在某些非限制性實施方式例如圖 5 至圖 10 中所示的一些實現方式中，第一光學部件 104、第二光學部件 106 被實現為一對相應地配置的棱

鏡，使得光學佈置 102 形成大體上矩形的橫截面（即，在紙平面上為矩形）。在這樣的實現方式中，這些棱鏡 104、棱鏡 106 優選地（但不是必須地）在紙平面上是四邊形的。現在將描述這些棱鏡 104、棱鏡 106 的具體結構和特性。

[0073] 第一光學部件 104 通常包括多個表面，所述多個表面包括至少四個平面主表面（即，面），分別被標記為表面 105a、表面 105b、表面 105c、表面 105d。表面 105a 和表面 105b 優選地彼此平行並且具有不同的長度。在所示的實施方式中，表面 105a 的長度大於表面 105b 的長度（該長度是沿水準軸測量的）。表面 105c 在表面 105a、表面 105b 的相應的第一端之間延伸並且傾斜於表面 105a、表面 105b。在圖 7 中，傾斜角 α 是在表面 105a 與表面 105c 之間形成的角度。表面 105d 在兩個表面即表面 105a、表面 105b 的相應第二端（與第一端相對）之間延伸，並且優選地（但不是必須地）正交於表面 105a、105b。

[0074] 類似地，第二光學元件 106 通常包括多個表面（即，面），所述多個表面包括至少四個平面主表面，分別標記為表面 107a、表面 107b、表面 107c、表面 107d。如圖所示，表面 107a 和表面 107b 可以相互平行，並且具有不同的長度。在所示的實施方式中，表面 107b 的長度大於表面 107a 的長度。表面 107c 在表面 107a、表面 107b 的相應的第一端之間延伸並且傾斜於表面 107a、表面 107b。在圖 7 所示的實施方式中，在表面 107b 與表面 107c 之間形成相同的傾斜角 α。表面 107d 在兩個表面 107a、表面 107b 的相應第二端（與第一端相對）之間延伸。表面 107d 可以與表面 107a、107b 正交或者可以不正交。在圖 5 至圖 10 所示的實施方式中，表面 105a、表面 107a 是共面的，表面 105b、表面 107b 以及表面 105c、表面 107c 也是共面的。

[0075] 如上所述，光學元件 104、光學元件 106 被相應地配置。特別地，通過經由機械或光學附件使表面 105c、表面 107c 彼此相鄰放置，光學元件 104、光學元件 106 彼此光學耦合。表面 105c、表面 107c 的相鄰放置限定了位於表面 105c、表面 107c 處的介面區域 108。明顯的是，介面區域 108 傾斜於表面 105a、表面 105b、表面 107a、表面 107b（由於光學佈置 102 的部件的幾何形狀）。在某些非限制性實施方式例如圖 5 至圖 10 中所示的實施方式中，表面 105c、表面 107c 中的每一個都是平面的，從而具有線性表面輪廓，使得介面區域 108 也具有線性表面輪廓（介面區域在紙平面上是線性的）。

[0076] 如所提及的，光學元件 104、光學元件 106 由具有適當高折射率的材料（稱為“高折射率材料”）形成，並且介面區域 108 由具有低於（即小於）光學元件 104、光學元件 106 的折射率的適當低折射率的材料（稱為“低折射率材料”）形成。可用于形成光學元件 104、光學元件 106 的材料的示例包括不同類型的玻璃（例如折射率約為 1.52 的 BK7）、聚合物等。在隨後的段落中將提供可用于形成介面區域 108 的材料的示例。

[0077] 在圖 5 所示的實施方式中，光學佈置 102 經由面 16 與表面 105b、表面 107b 之間的光學耦合被佈置在面 16 處。光學佈置 102 的幾何形狀使得介面區域 108 傾斜於 LOE 12 的面 14、面 16。優選地，光學佈置 102 光學地耦合到 LOE 12，使得面 16 平行於表面 105b、表面 107b。在某些非限制性實施方式中，光學耦合通過佈置在面 16 與表面 105b、表面 107b 之間的一層光學粘合劑來實現。在其他非限制性實施方式中，光學耦合可以通過機械附接來實現，由此光學佈置 102 被機械地定位成在表面 105b、表面 107b 與面 16 之間保持氣隙的情況下使表面 105b、表面 107b 與面 16 相鄰。

[0078] 介面區域 108 可以以各種方式實現。在一組非限制性實施方式中，介面區域 108 被實現為氣隙，從而具有大約 1 的折射率。例如，可以通過將第一光學元件 104 佈置成（例如，經由機械連接、光學粘合劑等）使表面 16b 與面 16 的第一部分相鄰並且將第二光學元件 106 佈置成（例如，經由機械連接、光學粘合劑等）使表面 107b 與面 16 的第二部分相鄰來實現這種氣隙，使得在表面 105c、107c 之間保持均勻的氣隙。在其他非限制性實施方式中，介面區域 108 被實現為透明的低折射率材料的薄層，例如光學粘合劑層、固體電介質材料層、薄膜電介質塗層或低折射率材料的透明薄板。在這樣的實施方式中，可以類似於氣隙實現方式那樣佈置光學元件 104、光學元件 106，並且可以在表面 105c、表面 107c 處在光學元件 104、光學元件 106 之間佈置低折射率材料的透明薄層。

[0079] 市場上可購得折射率約為 1.3 的光學粘合劑。可以將這種光學粘合劑沉積在表面 105c、表面 107c 中的任何一個上。固體電介質材料也可以在市場上購得，例如形式為已開發的一系列氣凝膠材料。這些氣凝膠材料的折射率在 1.1 至 1.2 的範圍內，並且具有穩定的機械性能。可以將這種氣凝膠材料塗覆到表面 105c、表面 107c 中的任何一個上。替選地，可以將具有必要的反射特性（即，

在低 AOI 時是透射性的並且在較大 AOI 時是高反射性的）的薄膜電介質塗層塗覆到表面 105c、表面 107c 中的任一個上。

[0080] 圖 8 示出了根據本公開的某些實施方式的非限制性實現方式，其中介面區域 108 被實現為薄的透明板 114。在這樣的實施方式中，透明板 114 包括兩對相互平行的側面（即，表面、面），即側面 109a、側面 109b、側面 111a、側面 111b。在此，透明板 114 的尺寸對應於光學元件 104、光學元件 106 的尺寸，特別是側面 111a、側面 111b 的長度對應於表面 105c、表面 107c 的長度，使得側面 109a、側面 109b 之間的距離對應於（在表面 105a、表面 105b 和/或表面 107a、表面 107b 之間測量的）光學元件 104、光學元件 106 的厚度。因此，側面 109a、側面 109b 比側面 111a、側面 111b 短，從而形成非矩形的平行四邊形截面，即，透明板 114 的相鄰側面彼此傾斜。特別地，側面 111a、側面 109b 之間以及側面 111b、側面 109a 之間的角度為 α（根據表面 105c、表面 107c 的傾斜佈置）。在這種實現方式中，透明板 114 的短側面中的一個側面 109a 與表面 105a、表面 107a 共面，而透明板 114 的短側面中的另一個側面 109b 與表面 105b、表面 107b 共面。透明板 114 的長側面中的一個側面 111a 光學地附接到表面 105c 並且實際上（即，有效地）與表面 105c 重合，並且長邊中的另一個側面 111b 光學地附接到表面 107c 並且實際上與表面 107c 重合。側面 111a、側面 111b 可以經由光學粘合劑薄層光學地附接到相應的表面 105c、表面 107c。替選地，薄的透明板 114 可以被機械地定位成使得側面 111a、側面 111b 被佈置成與相應的表面 105c、表面 107c 相鄰並且實際上與相應的表面 105c、107c 重合。注意，如圖 8 所示，在側面 111a、側面 111b 與相應的表面 105c、表面 107c 之間的間隙的尺寸為了圖示清楚而被放大，並且在實踐中優選地實際上不存在這種間隙。

[0081] 如所提及的，介面區域 108 與光學耦出配置 30 的至少一部分相關聯，並且在圖 5 所示的示例佈置配置中與最後三個部分反射表面即部分反射表面 30a、部分反射表面 30b、部分反射表面 30c 相關聯。特別地，介面區域 108 跨越最後的部分反射表面 30a 的至少一部分，並且跨越整個部分反射表面 30b、30c。這種佈置防止了以第一給定入射角範圍入射到光學佈置 102 的光線從最後兩個部分反射表面 30a、30b 反射並且到達眼睛 36。

[0082] 注意，表面 105a、105b、107a、107b 的相對長度確定傾斜角 α，

反之，傾斜角 α 也確定表面 105a、105b、107a、107b 的相對長度。還應注意的是，由於介面區域 108 僅需要與部分反射表面 30 中的一些相關聯（通常最多是部分反射表面 30 中的一半），因此光學元件 104 的長度顯著小於光學元件 106 的長度，並且表面 105b 的長度顯著小於表面 107a 的長度。在本文中，光學元件 104、106 的長度分別由表面 105a、107b 的長度限定，並且表面 105a、105b、107a、107b 的長度沿水準軸測量（跨越在表面 105d 與 107d 之間）。在某些非限制性實施方式中，表面 107b 的長度約為表面 105a 的長度的兩倍，並且表面 107a 的長度約為表面 105b 的長度的五倍。在這樣的實施方式中，表面 105a 的長度約為表面 105b 的長度的 1.5 倍，並且表面 107b 的長度約為表面 107a 的長度的四倍。兩個光學元件 104、106 的表面長度的乘數可以取決於各種因素，包括例如部分反射表面的數量和期望的傾斜角 α。例如，可以選擇要與介面區域 108 相關聯的部分反射表面的數量，其指示傾斜角 α，該傾斜角 α 然後將指示表面 105a、105b、107a、107b 的對應長度。

[0083] 圖 9 通過兩個入射光線即光線 44 和光線 60 的示例方式，示出了光線與光學佈置 102 的部件之間的相互作用。為清楚起見，介面區域 108 的厚度與圖 7 和圖 8 所示的介面區域厚度相比基本上是減小的。光線 44 表示特定的一組光線中的以第一給定入射角範圍入射到光學佈置 102 的光線，在缺少光學佈置 102 的情況下，該一組光線會產生重影。光線 60 表示以第一給定範圍之外的第二給定入射角範圍入射到光學佈置 102 的光線。在缺少光學佈置 102 的情況下，第二入射角範圍內的光線不會引起重影，因此優選的是，第二給定範圍內的光線大體上不受光學佈置 102 的影響。第二光學元件 106 確保這樣的光線大體上不受光學佈置 102 的影響，並且使這些光線以與這些光線到達光學元件 104 的 AOI 相同（或近似相同）的 AOI 到達 LOE 12。

[0084] 首先看光線 60 的遍歷，光線 60 以大約 0°（即，大致垂直於表面 105a）的 AOI 入射到光學佈置 102 的光學元件 104 的表面 105a。入射光線 60 經由表面 105c 進入光學佈置 102，並且以小於（由光學元件 104 的折射率和介面區域 108 的折射率定義的）臨界角 θ_c 的（相對於介面區域 108 的法線測量的）AOI 入射在介面區域 108 上，使得光線 60 進入（即，透射到）介面區域 108 中。由於從第一光學元件 104 的高折射率到介面區域 108 的低折射率的變化，光線

60 可能經歷一些折射。光線 60 然後離開介面區域 108 並且進入第二光學元件 106，並且由於從介面區域 108 的低折射率到第二光學元件 106 的高折射率的變化，可能經歷一些折射。由於光學元件 104、106 優選地具有相同的折射率，因此光線 60 的由於從高折射率到低折射率到高折射率的轉變的雙折射，確保了光線 60 的傳播方向大體上不受光學佈置 102 的影響。換言之，入射光線 60 傳播穿過介面區域 108 而沒有傳播角的任何顯著變化，使得光線 60（經由表面 107c）進入光學元件 106 的角度與光線 60（經由表面 105c）離開光學元件 104 的角度大體上相同。另外，由於光學元件 104、106 的對應配置和共同的折射率，光線 60（經由光學元件 104 的表面 105a）進入光學佈置 102 與（經由光學元件 106 的表面 107b）離開光學佈置 102 的角度大體上相同。

[0085] 儘管未在附圖中示出，但是在離開光學佈置 102 之後，光線 60 以與光線 60 入射在表面 105a 上相同的 AOI 入射在 LOE 12 的面 16 上。在該特定示例中，AOI 大約為 0°，光線 60 經由面 16 進入 LOE 12，並且直接穿過 LOE 12（不經過部分反射表面 30 的反射或者反射量可忽略不計），從而經由面 14 離開 LOE 12 並且被觀看者的眼睛 36 觀看到。因此，光學佈置 102 不會遮擋觀看者對外部場景的觀看。

[0086] 光線 44 以掠射角（相對於表面 105a 的大 AOI——標記為 θ_{in}）入射到光學佈置 102 的表面 105a。光線 44 的一部分強度作為光線 45a 耦合到光學佈置 102 中，其中，透射光線 45a 以角度 θ_1 傳播（可以根據斯涅耳定律（Snell's law），使用光學元件 104 的折射率以及佈置光學佈置 102 採用的介質（例如空氣）的折射根據 θ_{in} 計算出角度 θ_1）。透射光線 45a 以 θ_2 的 AOI（相對於介面區域 108 的法線測量的）入射在介面區域 108 上。可以使用以下運算式來計算角度 θ_2：$\theta_2=\theta_1+\alpha$（其中 α 是在表面 107b 與表面 107c 之間形成的傾斜角）。

[0087] 如果 θ_2 大於臨界角 θ_c，則光線 45a 在介面區域 108 處被全內反射成為反射光線 45b（即，經歷全內反射即 Total Internal Reflection, TIR）。經 TIR 反射的光線 45b 朝向表面 105a 傳播回來，並且在表面 105a 處經歷內反射，從而向介面區域 108 傳播回來成為反射光線 45c。反射光線 45c 繼續傳播通過光學元件 104，直到經歷從介面區域 108 的最終反射，從而朝向表面 105d 反射成為反射光線 45d。反射光線 45d 到達與光學元件 104 的表面 105d 相關聯的光收集/耗

散部件 110，該光收集/耗散部件 110 收集和/或耗散與反射光線 45d 相關聯的強度。光收集/耗散部件 110 可以被佈置在表面 105d 處並且可以以各種方式來實現，包括例如作為吸收器或散射器。吸收器和散射器是本領域普通技術人員眾所周知的。當被實現為吸收器時，光收集/耗散部件 110 可以被實現為例如塗覆到或沉積在表面 105d 上的光吸收材料層，例如黑光吸收塗料。

[0088] 可以選擇光學佈置 102 的設計參數，特別是角度 α 以及介面區域 108 和光學元件 104、106 的折射率，以產生臨界角 θ_c，臨界角 θ_c 確保將以第一給定入射角範圍內的 AOI 入射到光學佈置 102 的所有光線通過內反射耦合到光學佈置 102 中，並且在光收集/耗散部件 110 處被收集和/或耗散，以防止這種光線進入 LOE 12 並且通過部分反射表面 30 朝向眼睛 36 耦出 LOE 12（在這裡，耦出光線表現為外部場景重影）。

[0089] 如所提到的，光學元件 104、106 優選地由高折射率材料形成，優選地，其折射率 η_1 在 1.5 至 1.9 的範圍內，並且介面區域 108 優選地由低折射率材料形成，優選地其折射率 η_2 在 1 至 1.35 的範圍內。如本領域中已知的，臨界角 $\theta_c = \sin^{-1}(\eta_2/\eta_1)$。因此，使用上述 η_1 和 η_2 的示例性範圍，臨界角可以採用介於大約 33.7°（對於 η_1= 1.8 並且 η_2= 1）與 60.1°（對於 η_1= 1.5 並且 η_2= 1.3）之間的值。

[0090] 圖 10 示出了入射在圖 5 和圖 6 的光學佈置 102 上的第一給定入射角範圍內的光線的光強度分佈的熱圖，其中光學元件 104、106 由折射率為 1.59 的材料構成，介面區域 108 的折射率為 1.1，並且 α=2.5。該熱圖示出了與表面 105b、107b 相關聯佈置的檢測器的強度分佈，該檢測器收集來自點光源的光，該點光源具有與表面 105a、107a 相關聯佈置的朗伯分佈（Lambertian distribution）。豎直軸上的光分佈具有 180°的跨度，並且在沿水準軸的一側（表示介面區域 108 的跨度）被截斷。以大於 71°的 AOI 入射到光學佈置 102（在這種情況下為光學元件 106 的表面 107a）的光通過內反射耦入光學佈置 102 中，並且被介面區域 108 偏轉離開 LOE 12（並且朝向光收集/耗散部件 110）。通常，可以選擇光學佈置 102 的光學參數（例如，α、介面區域 108 的折射率、光學元件 104、106 的折射率等），以減輕以第一給定入射角範圍入射到光學佈置 102（即，光學元件 104 的表面 105a）的不需要的光線的影響。第一入射角範圍通常為 56°至 86°，但可

能會根據光學裝置的具體配置而有所不同。例如，在某些光學配置中，第一入射角範圍是 70°至 86°，而在其他光學配置中是 55°至 86°。還可以選擇光學佈置 102 的光學參數，使得以（第一範圍之外的）第二給定入射角範圍（通常在-90°至 45°範圍內）入射到光學佈置 102（即，光學元件 104 的表面 105a）的光線大體上不受光學佈置 102 的影響（如先前在示例光線 60 中所討論的）。

[0091] 現在參照圖 11，圖 11 示出了佈置在面 14 處的光學佈置 102，該光學佈置 102 用於對抗/減輕由在 LOE 12 的後部處的外部場景中的光源引起的重影（即，當面 14 面對具有光源的外部場景時，如圖 3 所示）。在此，光學佈置 102 的結構幾乎與先前參照圖 5 至圖 9 描述的結構相同，但是有一些關鍵的區別。首先，也是最值得注意的，光學佈置 102 經由面 16 與表面 105b、107b 之間的光學耦合佈置在面 14 處。其次，圖 11 所示的佈置配置可能需要沿長度維度（在 LOE 12 的近端與遠端之間的方向上的跨度，即水準軸）截斷光學元件 106（與圖 5 所示的佈置配置相比），以容納光學耦入配置 22。第三，由於光學佈置 102 被佈置成減輕由 LOE 12 後部的光源引起的重影，所以介面區域跨越了整個的最後幾個部分反射表面（在該示例中為部分反射表面 30a、30b），並且跨越隨後的部分反射表面的至少一部分（在該示例中為部分反射表面 30c，並且跨過整個部分反射表面 30b、30c）。這種佈置防止以第一給定入射角範圍入射到光學佈置 102 的光線從最後兩個部分反射表面 30a、30b 被反射並且到達眼睛 36。

[0092] 圖 11 所示的佈置配置中的光學佈置 102 的一般操作原理與圖 5 所示的佈置配置中的操作原理相同或相似。在圖 11 中，來自與面 14 相關聯佈置的並且在圖像投影儀 18 附近的（外部場景中的）光源的以給定範圍的 AOI 入射到表面 105a 的光經由光學元件 104 的表面 105a 耦入光學佈置 102 中，並且通過全內反射在介面區域 108 處被反射，以作為反射光線向表面 105a 反射回去。然後，該反射光線在表面 105a 處被反射回介面區域 108，該介面區域 108 將反射光線朝向表面 105d 反射，該表面 105d 具有佈置在其上和/或與其相關聯的光收集/耗散部件。

[0093] 明顯的是，圖 5 和圖 11 中所示的佈置配置可以組合使用，以對抗/減輕在 LOE 12 的前側（即面 16）處的外部場景中的第一組光源以及在 LOE 12 的後側（即面 14）處的外部場景中的第二組光源的影響。換言之，第一光學佈

置 102 可以與面 16 相關聯地佈置（如圖 5 所示），並且第二光學佈置 102'可以與面 14 相關聯地佈置（如圖 11 所示）。

[0094] 現在參照圖 12，圖 12 示出了根據本公開的另一實施方式的光偏轉光學佈置 202。類似於光學佈置 102，光學佈置 202 由彼此光學耦合（並且彼此相鄰放置）以限定介面區域 208 的對應配置的第一光學部件 204 和第二光學部件 206 形成。如所討論的，與前述實施方式的光學部件 104、106 不同，光學部件 204、206 具有彎曲的主表面，使得當光學部件 204、206 彼此耦合時，光學佈置 202 形成具有兩個連續彎曲的主表面的透鏡狀的形狀。

[0095] 如圖所示，第一光學部件 204 包括多個表面，所述多個表面包括至少四個主表面（即，面），分別標記為表面 205a、205b、205c、205d。表面 205a 和 205b 分別是凹曲面和凸曲面。與光學元件 102 類似，表面 205a 比表面 205b 長，並且表面 205c 在兩個表面 205a、205b 的相應的第一端之間延伸並且傾斜於表面 205a、205b。

[0096] 表面 205d 在兩個表面 205a、205b 的（與第一端相對的）相應第二端之間延伸，並且優選地（但不是必須地）平行於 LOE 12 的面 14、面 16，並且提供光學佈置 202 與 LOE 12 之間的光學耦合的一部分。特別地，表面 205d 將光學佈置 202 光學地耦合到在 LOE 12 的遠端處或附近的面 16 的一部分。

[0097] 第二光學部件 206 包括多個表面（即，面），所述多個表面包括至少四個主表面，分別標記為表面 207a、207b、207c、207d。表面 207a 和 205b 分別是凸曲面和凹曲面。與光學元件 102 類似，表面 207b 比表面 207a 長（並且表面 207b 的長度大於表面 205a 的長度，並且表面 207a 的長度大於表面 205b 的長度）。表面 207c 在兩個表面 207a、207b 的相應的第一端之間延伸，並且傾斜於表面 207a、207b。

[0098] 表面 207d 在兩個表面 207a、207b 的（與第一端相對的）相應第二端之間延伸，並且優選地（但不是必須地）平行於 LOE 12 的面 14、面 16，並且最優選地與表面 205d 共面。表面 207d 提供光學佈置 202 與 LOE 12 之間的光學耦合的一部分。特別地，表面 207d 將光學佈置 202 光學耦合至 LOE 12 的近端處或附近的面 16 的一部分。

[0099] 由於表面 205a、205b、207a、207b 均具有一定程度的曲率，因此

表面 205c 與表面 205a、205b 之間的傾斜角以及表面 207c 與表面 207a、207b 之間的傾斜角是混合角。因此，在表面 205a、205c 之間的交點處，在表面 205c 與表面 205a 的切線之間測量表面 205a、205c 之間的傾斜角。類似地，在表面 205b、205c 之間的相交點處，在表面 205c 與表面 205b 的切線之間測量表面 205b、205c 之間的傾斜角。類似地，在表面 207a、207c 之間的交點處，在表面 207c 與表面 207a 的切線之間測量表面 207a、207c 之間的傾斜角。類似地，在表面 207b、207c 之間的交點處，在表面 207c 與表面 207b 的切線之間測量表面 207b、207c 之間的傾斜角。這些傾斜角限定了介面區域 208 的傾斜佈置，類似於上述光學佈置 102 中的傾斜佈置。

[0100] 從圖 12 中可以看出，光學部件 204、206 的光學耦合（相鄰放置）優選地導致：表面 205b 和 207b 形成光學佈置 202 的連續凹曲面的一部分；以及表面 205a 和 205b 形成光學佈置 202 的連續凸曲面的一部分。

[0101] 可以使光收集/耗散部件（類似於圖 9 的光收集/耗散部件 110）與主表面 205a 的靠近表面 205d 的部分相關聯，以收集或耗散通過內反射傳播通過光學部件 204 的不需要的光。

[0102] 圖 13 示出了根據本公開的另一實施方式的光偏轉光學佈置 302。類似於光學佈置 102、202，光學佈置 302 由彼此光學耦合（並且彼此相鄰放置）以限定介面區域 308 的對應配置的第一光學部件 304 和第二光學部件 306 形成。光學元件 304 包括多個表面，但是與光學佈置 102、202 的光學元件不同，光學元件 304 主要由紙平面中的標記為表面 305a、305b、305c 的三個主表面（即，面）限定。與表面 205a 相似，表面 305a 是凸曲面。表面 305b 是平面表面，並且表面 305c 在兩個表面 305a、305b 的相應的第一端之間延伸並且傾斜於表面 305a、305b。表面 305a、305b 在兩個表面 305a、305b 的相應第二端處接合。光收集/耗散部件可以與主表面 305a 的靠近表面 305b 的部分相關聯，以收集或耗散通過內反射傳播通過光學元件 304 的不需要的光。

[0103] 第二光學部件 306 也主要由紙平面中的標記為表面 307a、307b、307c 的三個主表面（即，面）限定。與表面 207a 相似，表面 307a 是凸曲面。表面 307b 是優選地與表面 305b 共面的平面。表面 307c 在兩個表面 307a、307b 的相應的第一端之間延伸，並且傾斜於表面 307a、307b。表面 307a、307b 在兩個

表面 307a、307b 的相應第二端處接合。

[0104] 從圖 13 中可以看出，光學部件 304、306 的光學耦合（相鄰放置）優選地導致：表面 305b 和 307b 形成光學佈置 202 的連續平面的一部分；以及表面 305a 和 305b 形成光學佈置 202 的連續凸曲面的一部分，使得光學佈置 302 具有一般的平凸結構。

[0105] 在圖 13 所示的實施方式中，光學佈置 302 經由面 16 與表面 305b、307b 之間的光學耦合佈置在面 16 處。在某些優選但非限制性的實施方式中，光學耦合通過機械耦合來實現，由此光學佈置 302 被機械地定位成：表面 305b、307b 與面 16 相鄰，並且在表面 305b、307b 與面 16 之間保持氣隙（類似於參照圖 5 至圖 9 描述的實施方式中的氣隙）。

[0106] 儘管未在附圖中示出，但是圖 12 和圖 13 的光學佈置 202、302 可以與面 14 相關聯地佈置（類似於圖 11），以對抗/減輕由位於 LOE 12 後部的外部場景中的光源引起的重影。應注意，這種佈置可能需要對光學佈置 202 進行修改，類似於對在圖 11 的佈置配置中描述的光學佈置 102 的修改（例如，光學元件 206、306 的截斷，以及介面區域 208、308 相對於部分反射表面的放置）。注意，通常，如果在 LOE 12 與眼睛 36 之間引入具有光功率的光學表面，則該光學表面是平凹表面。光學表面的平凹性使得能夠以比無限遠更近的距離對經由光學耦出配置 30 從 LOE 12 耦出的照明（例如，圖 1 中的光束 20）進行成像。

[0107] 儘管到目前為止描述的實施方式涉及了具有限定了具有線性表面輪廓的介面區域的兩個相鄰放置的對應配置的光學元件的光偏轉光學佈置，但是其中介面區域的表面輪廓是非線性的其他實施方式也是可能的。圖 14 和圖 15 示出了具有這種非線性介面區域的光學裝置的示例。

[0108] 首先參照圖 14，圖 14 示出了根據本公開的實施方式的光偏轉光學佈置 402，光偏轉光學佈置 402 類似於光學佈置 102，但是具有有著非線性表面輪廓的介面區域。除了光學佈置 402 的部件的附圖標記以數位“4”開頭之外，光學佈置 402 的相同部件被標記為與光學佈置 102 的部件相同。光學佈置 402 在結構和操作上幾乎與光學佈置 102 相同，不同之處在於，表面 405c、407c 是彎曲表面（即具有一定程度的曲率），使得介面區域 408 具有非線性表面輪廓，優選地為二維（2D）或一維（1D）凸或半凸表面輪廓。在這樣的實施方式中，表

面 405c 通常是凸的或半凸的，而表面 407c 通常是凹的或半凹的。光收集/耗散部件可以與主表面405d相關聯，以收集或耗散通過內反射傳播通過光學元件404的不想要的光。

[0109] 圖 15 示出了根據本公開的另一實施方式的光偏轉光學佈置 502，光偏轉光學佈置 502 類似於光學佈置 302。光學佈置 502 的相同部件被標記為與光學佈置 302 的部件相同，不同之處在於，光學佈置 502 的部件的附圖標記以數位“5”開頭。光學佈置 502 在結構和操作上幾乎與光學佈置 302 相同，不同之處在於，表面 505c、507c 是曲面（類似於光學佈置 402），使得介面區域 508 具有非線性表面輪廓，優選地為凸或半凸表面輪廓。光收集/耗散部件可以與主表面 505a 的靠近表面 505b 的部分相關聯，以收集或耗散通過內反射傳播通過光學元件 504 的不需要的光。

[0110] 由於光學佈置 402、502 的結構，入射到表面 405a、505a 的光線經歷介面區域 408、508 的變化的表面輪廓，使得入射光線的 AOI 隨著位置變化（即，入射點在介面區域處的位置）。結果，光學佈置 402、502 能夠在較大的 FOV 上使光線偏轉，這是因為隨著介面區域的曲率變陡（在圖中從 LOE 12 的近端到遠端的方向上），被偏轉的光線的角度分佈增加。

[0111] 儘管到目前為止描述的實施方式涉及了被形成為氣隙或透明低折射率材料層（例如，光學粘合劑層、固體電介質材料層或低折射率材料的薄透明板）的介面區域，但是其中介面區域具有更確定的光學結構（例如形式為嵌入在基板內的一系列部分反射器）的其他實施方式也是可能的。圖 16 示出了根據這樣的實施方式的光偏轉光學佈置 602 的非限制性實現方式。光學佈置 602 類似於光學佈置 102，但是包括具有一系列部分反射表面的介面區域。光學佈置 602 的相同部件被標記為與光學佈置 102 的部件相同，不同之處在於，光學佈置 602 的部件的附圖標記以數位“6”開頭。

[0112] 在所示的非限制性實施方式中，光學佈置 602 包括兩個光學元件 604、606，所述兩個光學元件具有在其間形成的介面區域 608。介面區域 608 被形成為具有第一對平行的主外表面 612a、612b 和第二對平行的主外表面 614a、614b 的透光基板 610，並且包括一系列部分反射表面 630a、630b、630c、630d、630e、630f（總體上標記為部分反射表面 630），所述部分反射表面被佈置在基板

610 內，所述部分反射表面在表面 612a、612b 之間延伸並且傾斜於表面 612a、612b。

[0113] 兩個光學元件 604 和 606 中的每一個包括多個表面，所述多個表面包括至少四個平面主表面（即，面），分別標記為表面 605a、605b、605c、605d 和表面 607a、607b、607c、607d。表面 605a、605b 相互平行並且分別與相互平行的表面 607a、607b 共面。在某些非限制性實施方式中，表面 605a、605b 與表面 605c、605d 正交，並且表面 607a、607b 優選地與表面 607c、607d 正交。在這樣的實施方式中，介面區域 608 被形成為佈置在光學元件 604、606 之間的矩形平板型基板 610，其中第二對表面中的一個表面 614a 光學耦合至表面 605c，而第二對表面中的另一個表面 614b 光學耦合至表面 605c。在其他非限制性實現方式中，表面 605c、607c 傾斜於表面 605a、605b、607a、607b。

[0114] 表面 605a、612a、607a 形成單個連續表面（標記為表面 620a）的一部分，該單個連續表面 620a 平行於由表面 605b、612b、607b 形成的另一個單個連續表面（標記為表面 620b）。

[0115] 有時，在另外一些更優選的非限制性實現方式中，光學佈置 602 通常被形成為具有平行表面 620a、620b 的整體矩形平板型基板，並且具有佈置在平板型基板內在表面 620a、620b 之間延伸並且傾斜於表面 620a、620b 的部分反射表面 630。就降低的製造複雜性而言，這樣的實現方式可以具有優於非整體實現方式的某些優點。

[0116] 無論採用哪種實施方式，光學佈置 602 都被佈置成使得部分反射表面 630 與光學耦出配置 30 相關聯。在優選但非限制性的實現方式中，部分反射表面 630 跨越整個光學耦出配置 30，並且在各組部分反射表面 30、630 的每一個中的部分反射器之間存在一對一的關係。這在圖 16 中進行了說明，在圖 16 中，部分反射表面 630 中的每個部分反射表面的投影跨越部分反射表面 30 中的相應部分反射表面的投影。例如，部分反射表面 630a 的投影跨越部分反射表面 30a 的投影，其中投影平面平行於表面 620a、620b、14、16 的平面。

[0117] 注意，（在表面 620a、620b 之間測量的）基板 610 的厚度小於 LOE 12 的厚度。因此，部分反射表面 30 和 630 被佈置的傾斜角是不同的。

[0118] 以下段落描述了部分反射表面 630 的優選光學性質。首先，部分反

射表面 630 優選地對於高 AOI 是反射性的並且在低 AOI 下是透射性的（其中垂直於部分反射表面 630 的平面來測量 AOI）。該光學性質類似於在先前描述的實施方式中討論的介面區域的光學性質，其中以大於臨界角 θ_c 的角度入射在介面區域上的光線在介面區域處被反射。

[0119] 另外，為了防止光被部分反射表面 630 中的一個反射到引導方向中並且被反射表面 630 中的另一個反射回原始方向（該現象稱為"雙反射"），將部分反射表面 630 實現為散射表面可能是有利的。在圖 16 中示意性地示出了雙反射，其中，代表性的入射光線 44 經由表面 620a 耦入光學佈置 602 成為折射光線 45a。光線 45a 入射在表面中的一個 630e 上，並且被反射成為反射光線 45b，該反射光線 45b 入射在該表面的相鄰表面 630d 上並且被反射成為反射光線 45c。然後，光 45c 經由表面 620b 被折射出光學佈置 602，成為光線 45d。通過利用散射特性，雙反射光也將被雙散射以失去其原始方向。這樣，對於較大的 AOI，部分反射表面 630 具有反射和散射/漫射特性。

[0120] 然而，對於較小的 AOI，部分反射表面 630 也應該是鏡面透明的。通過在非常粗糙的漫射玻璃上沉積非常薄的低折射率材料層，可以實現在高 AOI 時具有漫反射特性並且在低 AOI 時具有鏡面透明度的部分反射表面。例如，可以將具有大約 1μm 的厚度的氟化鎂（MgF_2）層沉積在具有大約 10 μm 的表面粗糙度（Ra）的漫射玻璃上以構造部分反射表面 630。

[0121] 另外，如果光學佈置 602 的材料是部分吸收性的，則直行傳播通過光學佈置 602 的光（例如光線 60）將被稍微吸收，而光線 44（以及相關聯的折射和反射光線 45a 至 45c）將在吸收材料內部傳播長得多的距離，從而顯著降低光線 44、45a 至 45d 的強度。這種部分吸收性材料的示例是光致變色材料，該光致變色材料在存在明亮光源時變暗（即吸收更多）。因此，例如，當將光學裝置佈置到戶外使用時，在存在以特定 AOI 入射到光學裝置上的陽光時，當重影反射可能非常明亮時，光致變色材料將轉變為黑色，並且顯著減少重影圖像。另外，如果表面 630 是部分吸收性的，則通過這些表面 630 反射的光將被吸收兩次，而穿過表面 630 的光將僅被吸收一次。注意，對光線 60 的透射與對光線 44、45a 至 45d 的阻擋的差異在某種程度上受到限制。因此，可以更好地區分這些光線的光學結構可能是優選的。

[0122] 圖 17 示出了這種有時是優選的光學結構的示例。此處，（表示部分反射表面 630 的）部分反射表面是通過將塗覆有低折射率材料 634（例如，MgF_2）的薄層的粗糙表面 632（由旨在表示表面粗糙度的彎曲線示意性地表示）夾在具有大於材料 634 的折射率的近似相同的高折射率的兩個透明層（光學元件）636、638 中間構造而成。這將在低 AOI 時產生清晰的鏡面透明表面，而在高 AOI 時產生漫反射表面。

[0123] 透明層 636、638 彼此光學耦合，從而以塗覆有材料 634 的表面 632 的形式限定介面區域。由於每個部分反射表面 630 是通過將低折射率塗覆的粗糙表面夾在一對高折射率光學元件之間實現，因此介面區域 608 包括多個介面區域（即，對於每個部分反射表面 630 有一個介面區域）。

[0124] 圖 18 示出了根據本公開的另一實施方式的用於對抗重影的光學佈置 702 的非限制性實現方式，光學佈置 702 類似於光學佈置 602。光學佈置 702 的相同部件被標記為與光學裝置 602 的部件相同，不同之處在於，光學佈置 702 的部件的附圖標記以數位“7”開頭。類似於光學佈置 602，光學佈置 702 採用佈置在透光基板 710 內的一組相互平行的表面 730。然而，在光學佈置 602 和 702 之間存在幾個關鍵差異。一個關鍵差異是表面 730 的基本光學原理。在本實施方式中，表面 730 是吸收性的，並且阻擋所有光通過表面 730。這在圖 18 中示意性地示出，在圖 18 中，入射光線 44 經由表面 720a 耦合到光學裝置成為折射光線 45a。光線 45a 入射在表面 730 之一上並且被該表面吸收，從而防止光線 44 到達 LOE12。因此，光學佈置 702 並且非嚴格地是“光偏轉”光學佈置，而是“光吸光”光學佈置。

[0125] 另一個關鍵差異在於，與表面 630 相比，表面 730 以更大的傾斜角佈置，並且在與部分反射表面 30 相反的方向上佈置。大的傾斜角使得可以將更多數量的表面填充到基板 710 中。在圖 18 中清楚地示出了這一點，圖 18 將表面 730a 至 730f 示出為多個平行表面 730 中的僅一些平行表面的示例。表面 730 相對於部分反射表面 30 的位置以及表面 730 的佈置角度確保表面 730 不會打擾用戶/觀看者。如圖所示，表面 730 被定位成/位於僅在 LOE 12 的左側區域（與在 LOE 12 的遠端處或附近的部分反射表面 30 相關聯）。（相對於表面 720b 的平面測量的）通常在 75°至 85°的範圍內的較大的傾斜角以及與部分反射表面

30 相反的傾斜方向並且結合表面 730 的佈置位置確保了用於以接近法線的角度入射在表面 720a 上的外部場景光線（例如，光線 60）的表面 730 的橫截面非常小。因此，以接近法線的角度入射在表面 720a 上的來自外部場景的大部分光將直接穿過光學佈置 702。

[0126] 可以使用與先前參照圖 17 描述的結構類似的結構來實現表面 730，期望該材料 634 應為吸收性的，並且折射率與透明層 636 和 638 的折射率相似。

[0127] 注意，不管光學佈置的實現方式如何，光學佈置優選地跨越 LOE 12 的整個寬度（即，跨越 LOE 12 的近端與遠端之間），以確保觀看者可以無障礙地看到外部場景。

[0128] 當以眼鏡的形狀因數實現時，根據本公開的實施方式的光學裝置可以被有利地利用，其中，頭戴式機械本體被實現為帶有側臂的眼鏡框架，以與觀看者（觀看者）的耳朵接合。這種眼鏡形狀因數的示例可以在許多共同擁有的專利文獻中找到，例如美國專利第 8,432,614 號，其公開內容通過引用整體併入本文。在這樣的非限制性實現方式中，圖像投影儀 18 和光學耦入配置 22 位於眼鏡框架的太陽穴附近。應當注意，其他形狀因數例如頭盔安裝形狀因數以及其他平視顯示器和近眼顯示器形狀因數也顯然落入本發明的範圍內。

[0129] 可能特別有利的是，在眼鏡框架的側臂之一處或附近佈置第二光學佈置，以防止源自觀看者的後側和太陽穴側的不需要的光線到達 EMB。圖 19 示出了根據這種佈置配置來佈置的第二光學佈置 102'。在所示的佈置配置中，第二光學佈置 102'類似於第一光學佈置 102，第二光學佈置 102'的相同部件被標記為與第一光學佈置 102 的部件相同，不同之處在於，第二光學部件 102'的部件的附圖標記附有“撇號（prime）（'）”。

[0130] 第二光學佈置 102'被佈置在 LOE 12 的近端處（即，在圖像投影儀 18 和光學耦入佈置 22 附近），正交於 LOE 12（並且正交於光學佈置 102）的取向，並且表面 105b'、107b'面向眼睛 36。光學佈置 102'與 LOE 12 之間的正交取向通常是指光學佈置 102'與 LOE 12 的伸長方向的正交性。在所示的實施方式中，LOE 12（和第一光學佈置 102）具有任意地對應于水準軸的伸長方向，並且第二光學佈置 102'具有對應於豎直軸的伸長方向。

[0131] 注意，由於第二光學佈置 102'被佈置在正交於 LOE 12 的側臂之一

處或附近，因此光學元件 104'的幾何形狀可以與光學元件 104 的幾何形狀不同。與光學元件 104、106 的長度相比，（沿圖中的豎直軸測量的）元件 104'、106'的長度可以被截斷。另外，（沿豎直軸測量的）表面 105a'、105b'的長度優選地比表面 105a、105b 的相應長度短得多。在某些實施方式中，光學元件 104'由三個主表面限定，以在紙平面上形成三棱柱（即表面 105b'的有效長度為 0）。此外，表面 105a'、105c'之間的傾斜角的測量可以不同於表面 105a、105c 之間的傾斜角的測量。

[0132] 注意，儘管圖 19 中的兩個正交取向的光學佈置被示出為被實現為參照圖 5 描述的光學佈置，但是可以根據任何先前描述的光學裝置來實現兩個正交取向的光學佈置。此外，兩個正交取向的光學佈置不必一定是相同的實現方式。例如，第一光學佈置可以被實現為參照圖 12 描述的光學佈置，並且第二光學佈置可以被實現為參照圖 5 描述的光學佈置。

[0133] 在以眼鏡形狀因數或其他平視顯示器和近眼顯示器形狀因數實現光學裝置的上下文中，由具有彎曲的主表面的光學元件形成的光學佈置（例如光學佈置 202、302、502）可以為視力障礙的觀看者提供優勢。例如，光學佈置 202、302、502 可以被形成為透鏡，或者被形成為透鏡的一部分，由此表面 205a、207a、305a、307a、505a、507a 可以對從外部場景發出的光施加校正力（該光在缺少光學佈置的情況下會以相對小的 AOI（例如，0°至 34°範圍內的 AOI）入射在面 16 上），從而改進觀看者對外部場景的觀看。注意，在所示的非限制性實現方式中，光學佈置 202、302、502 在被佈置在外部場景與 LOE 12 之間時具有 0.5D 的功率（如圖 12 和 13 中所示），並且在被佈置在 LOE 12 與眼睛之間時具有-0.5 的功率（例如圖 11）。

[0134] 儘管到目前為止已經在被實現為一組部分反射表面 30 的光學耦出配置 30 的上下文中描述了根據本公開的實施方式的光學裝置，但是該組部分反射表面 30 僅說明了光學耦出配置的一個非限制性實現方式，並且可以使用其他光學耦合配置將圖像光耦出 LOE 12。光學耦出配置可以是將已經通過內反射在 LOE 12 內傳播的圖像入射光的一部分偏轉到一定角度使得圖像入射光的被偏轉部分離開 LOE 12 的任何光學耦合佈置。這樣的合適光學耦合佈置的其他示例包括但不限於佈置在面 14、面 16 上的一個或更多個衍射光學元件和分束器佈置。

在來自外部場景的入射光以特定的掠射角範圍入射在外表面 14、面 16 上的情況下，這種光學耦合佈置也可能引起重影。因此，當與利用這種衍射或分束光學耦合佈置的透光基板組合使用時，根據上述本公開的實施方式的光偏轉或吸收光學佈置也適用於減輕重影。

[0135] 還應注意，儘管到此為止已經在平行面平板型光波導的上下文中描述了本文所討論的重影減輕技術，但是根據本文所描述的實施方式的光偏轉或吸收光學佈置可以與其他光波導架構結合使用。如背景技術部分中所討論的，一個維度上的孔徑倍增是基於透明材料的平行面對的板開發的，在該平行面對的板內圖像通過內反射傳播。注意，還使用各種光波導配置開發了兩個維度上的孔徑倍增。在一個示例配置中，通過第一光波導和第二光波導來實現二個維度的孔徑擴展。第一光波導具有形成矩形截面的兩對平行的主外表面。第一組相互平行的部分反射表面傾斜于光波導的伸長方向而橫穿第一光波導。光耦合至第一光波導的第二光波導具有形成板型波導的一對平行的主外表面。第二組相互平行的部分反射表面傾斜于第二光波導的主外表面而橫穿第二光波導。此外，包含第一組部分反射表面的平面優選地傾斜於包含第二組部分反射表面的平面。兩個光波導之間的光耦合以及兩組部分反射表面的佈置和配置使得，當圖像以初始傳播方向以傾斜于第一光波導的兩對平行主外表面的耦合角度耦合到第一光波導中時，圖像沿第一光波導通過四重內反射（即，在兩個維度上）前進，其中在第一組部分反射表面處反射的圖像的一部分強度被耦出第一光波導並耦入第二光波導，並且然後通過第二光波導內的雙重內反射(即，在一個維度上)傳播，其中在第二組部分反射表面處反射的圖像的一部分強度被耦出第二光波導，作為由觀看者的眼睛看到的可見圖像。這樣的二維孔徑倍增器的進一步細節可以在各種專利文獻——包括例如美國專利第 10,564,417 號中找到，該美國專利第 10,564,417 號的全部內容通過引用併入本文中。

[0136] 可以與光波導的主表面之一相關聯地佈置根據本公開的實施方式的光偏轉或吸收光學佈置，以對抗/減輕由位於光波導的主表面之一的前方的外部場景中的光源引起的重影。

[0137] 在另一示例配置中，通過第一板型光波導和第二板型光波導來實現二維孔徑擴展。第一光波導具有形成板型波導的兩對平行的主外表面。第一組

相互平行的內部部分反射表面以與兩對平行的主外表面成傾斜角橫穿第一光波導。第二光波導也具有兩對平行的主外表面。第二組相互平行的內部部分反射表面以與第二光波導的兩對平行的主外表面成傾斜角地橫穿第二光波導。此外，包含第一組部分反射表面的平面傾斜于或垂直於包含第二組部分反射表面的平面。兩個光波導之間的光耦合以及兩組部分反射表面的佈置和配置使得，當圖像被耦合到第一光波導管中時，圖像在第一引導方向上在兩對外表面中的一對的外表面之間通過在第一光波導內的兩重內反射傳播，其中在第一組部分反射表面處反射的圖像的一部分強度被耦出第一光波導並耦入第二光波導中，並且然後在第二引導方向（傾斜於第一引導方向）上在第二光波導的兩對外表面中的一對的外表面之間通過在第二光波導內的兩重內反射傳播，其中，在第二組部分反射表面處反射的圖像的一部分強度被耦出第二光波導，作為觀看者的眼睛看到的可見圖像。這樣的二維孔徑倍增器的進一步細節可以在各種專利文獻——包括例如美國專利第 10,551,544 號中找到，該美國專利第 10,551,544 號的全部內容通過引用併入本文中。

[0138] 可以與光波導的主表面之一相關聯地佈置根據本公開的實施方式的光偏轉或吸收光學佈置，以對抗/減輕由位於光波導的主表面之一的前方的外部場景中的光源引起的重影。

[0139] 注意，儘管未在附圖中示出，但是本文描述的各種光學裝置的圖像投影儀 18 通常包括用於生成圖像光的微顯示器，例如矽上液晶（LCoS）、有機發光二極體（OLED）等以及用於將圖像准直到無限遠的對應的准直光學器件。當微顯示器被實現為反射式或透射式顯示器時，在圖像投影儀 18 中還包括照明部件（例如，一個或更多個 LED）和照明光學裝置（例如，分束器），以將光從照明部件引導到微顯示器，以及將圖像光引導至准直光學裝置。

[0140] 還應注意，本文所述的各種光學裝置的耦合棱鏡 22 僅是光學耦入配置的一種非限制性實施方式的說明，並且其他光學耦合配置可用於將來自圖像投影儀 20 的圖像光耦入 LOE 12。光學耦入配置可以是將圖像光的一部分以適當的角度偏轉到 LOE 12 中以通過內反射在 LOE 12 內引導光的任何光學耦合佈置。這樣的合適的光學耦合佈置的其他示例包括但不限於形式為耦入反射器的反射表面和衍射光學元件。

[0141] 已經出於說明的目的給出了對本公開內容的各種實施方式的描述，但是其並非旨在是窮舉的或限於所公開的實施方式。在不脫離所述實施方式的範圍和精神的情況下，許多修改和變型對於本領域的普通技術人員將會是明顯的。選擇本文所使用的術語以最好地解釋實施方式的原理、實際應用或對市場中發現的技術改進，或使本領域的其他普通技術人員能夠理解本文所公開的實施方式。

[0142] 除非上下文另有明確規定，否則如本文所使用，單數形式（無量詞修飾詞和該）包括複數指代。

[0143] 在本文中使用詞語"示例性"來表示"用作示例、實例或說明"。被描述為"示例性"的任何實施方式不必然被解釋為比其他實施方式優選或有利以及/或者排除併入來自其他實施方式的特徵。

[0144] 應理解，為清楚起見而在分開的實施方式的上下文中描述的本發明的某些特徵也可以在單個實施方式中組合地提供。反之，為簡化起見而在單個實施方式的上下文中描述的本發明的各個特徵也可以單獨地提供或以任何合適的子組合提供，或者適用于本發明的任何其他描述的實施方式。在各種實施方式的上下文中描述的某些特徵不應被認為是這些實施方式的必要特徵，除非該實施方式在沒有這些元件的情況下不起作用。

[0145] 就所附請求項是在沒有多項引用的情況下撰寫的而言，這樣做僅是為了適應不允許這樣的多項引用的司法管轄區的形式要求。應當注意，通過使請求項多項引用而隱含的特徵的所有可能組合被明確地設想並且應當被認為是本發明的一部分。

[0146] 儘管已結合本發明的特定的實施方式描述了本發明，但是對於本領域普通技術人員來說，許多替選、修改及變型是明顯的。因此，旨在涵蓋落入所附請求項的精神和寬範圍內的所有這樣的替選、修改和變型。

【符號說明】

[0147]

10、100: 光學裝置

105a、105a'、105b、105b'、105c、105c'、105d、107a、107b、107b'、107c、107d、16b、205a、205b、205c、205d、207a、207b、207c、207d、30a、30b、30c 、305a、

305b、305c、307a、307b、307c、405a 、405c、405d 、407c、505a、505b 、505c、507a 、507c、605a、605b、605c、605d、607a、607b、607c、607d 、612a、612b、614a、614b、720a、720b、730、730a、730b、730c、730d、730e、730f:表面

108、208: 介面區域(介面表面、介面層)

109a、109b、111a、111b: 側面

11: 遠端

110: 光收集/耗散部件

114: 透明板

12: 基板、光導光學元件

13: 近端

14、16: 面

18: 圖像投影佈置(圖像投影儀)

20: 圖像投影儀

208、308、408、508、608: 介面區域

22: 光學耦入配置、光學耦入佈置、棱鏡

30: 光學耦出配置、反射表面

32A 、32B、43、44、45a、45b、45c、45d 、60: 光線

34: 瞳孔

36: 眼睛

42: 光源

46、48、50: 點

610、710: 基板

630a、630b、630c、630d、630e、630f: 反射表面

632: 粗糙表面

634: 材料

636、638: 透明層

102:第一光學佈置、光學元件

102': 第二光學佈置、第二光學部件

202、302、402、502、602、702: 光學佈置

104: 第一光學部件、棱鏡、第一光學元件

104': 光學元件

204: 第一光學部件、第一光學元件

106: 第二光學部件、棱鏡、第二光學元件

206: 第二光學部件、第二光學元件

304: 第一光學部件、光學元件

306: 第二光學部件、第二光學元件

404、504、604、606、: 光學元件

α:傾斜角

θ_{in}: 相對於表面 105a 的大 AOI

θ_c: 臨界角

申請專利範圍

【請求項1】 一種光學裝置，包括：

第一透光基板，所述第一透光基板具有至少第一主表面和第二主表面，用於通過所述第一主表面與所述第二主表面之間的內反射來引導光；

光學耦出配置，用於將通過所述第一主表面與所述第二主表面之間的內反射引導的光朝向觀看者的眼睛耦出所述第一透光基板；以及

光學佈置，所述光學佈置包括：

第二透光基板，所述第二透光基板具有至少兩個主表面，其中，所述第二透光基板的所述兩個主表面中的一個被佈置在所述第一透光基板的第一主表面或第二主表面處，以及

多個部分反射表面，所述多個部分反射表面相對於所述第二透光基板的所述兩個主表面傾斜地佈置在所述第二透光基板的一部分內以限定介面區域，所述介面區域跨越所述光學耦出配置的至少一部分，所述光學佈置被佈置成使得從外部場景發出並且以給定入射角範圍入射到所述光學佈置的光線在所述介面區域處被偏轉或吸收。

【請求項2】 如請求項 1 所述的光學裝置，其中，所述部分反射表面中的每一個包括：一對透明層以及佈置在所述一對透明層之間的塗覆有低折射率材料的粗糙透明層。

【請求項3】 如請求項 2 所述的光學裝置，其中，所述一對透明層中的每一個的折射率高於所述低折射率材料的折射率。

【請求項4】 如請求項 1 所述的光學裝置，其中，所述光學佈置使得在不存在所述光學佈置的情況下，以所述給定角度範圍從所述外部場景發出的光線進入所述第一透光基板並且通過所述光學耦出配置朝向所述觀看者的眼睛耦出所述第一透光基板。

【請求項5】 如請求項 1 所述的光學裝置，其中，所述介面區域跨越整個所述光學耦出配置。

【請求項6】 如請求項 1 所述的光學裝置，其中，所述光學耦出配置包括位於所述第一透光基板內的至少一個部分反射表面。

【請求項7】 如請求項 1 所述的光學裝置，其中，所述光學耦出配置包括至少部分地橫穿所述第一透光基板的多個部分反射表面。

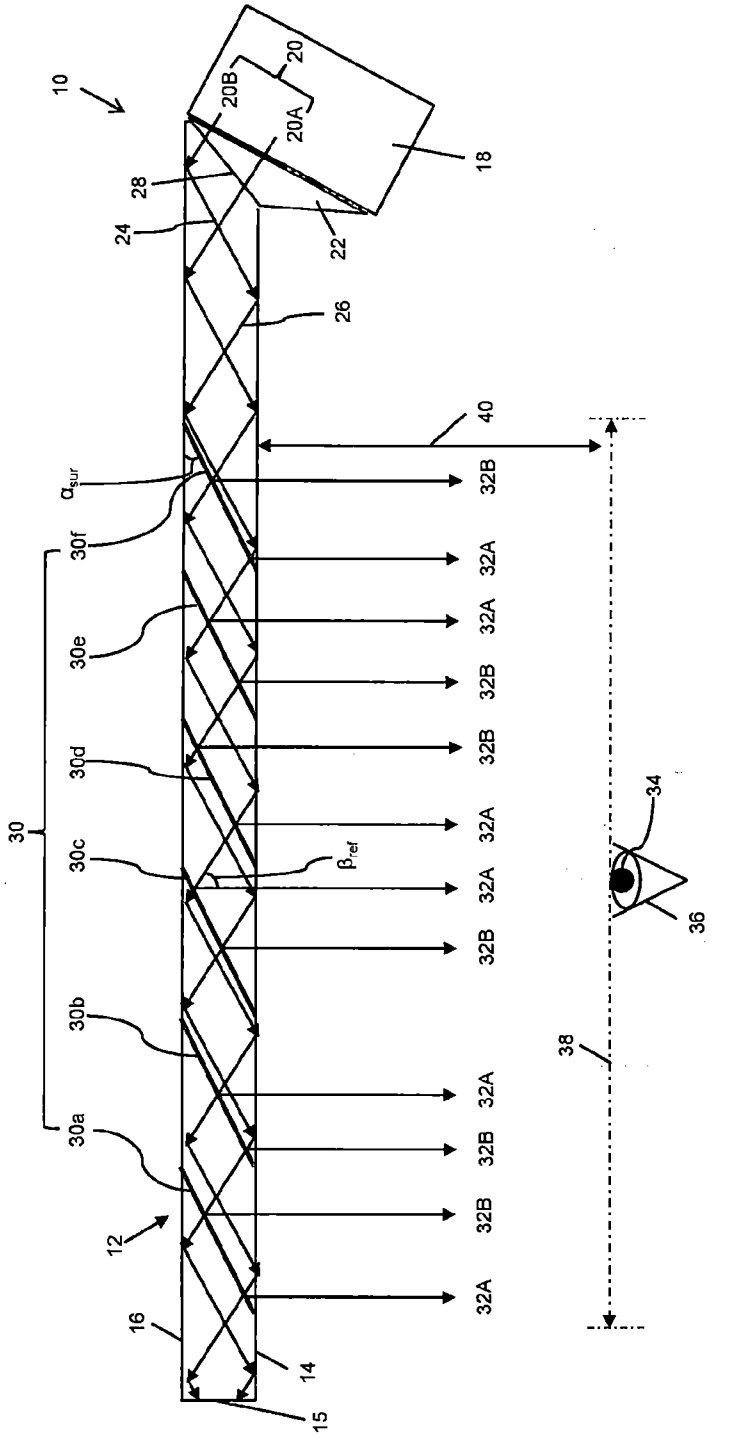
【請求項8】 如請求項 1 所述的光學裝置，其中，所述光學耦出配置包括佈置在所述第一透光基板的所述兩個主表面中的一個上的衍射元件。

【請求項9】 如請求項 1 所述的光學裝置，還包括：第二光學佈置，所述第二光學佈置被佈置成正交於所述第一透光基板的取向。

【請求項10】 如請求項 1 所述的光學裝置，還包括：圖像投影儀，所述圖像投影儀耦合到所述第一透光基板，以將與准直圖像對應的光波引入所述第一透光基板中。

【請求項11】 如請求項 10 所述的光學裝置，還包括：光學耦入配置，所述光學耦入配置與所述第一透光基板和所述圖像投影儀相關聯，用於從所述圖像投影儀接收所述准直圖像並且將所述准直圖像耦入所述第一透光基板中。

圖式


10
20
20B
20A
18
28
24
22
26
40
α_{sur}
30f
32B
32A
30e
32A
32B
30d
32B
32A
30
30c
β_{ref}
32A
32B
30b
32A
30a
32B
12
32B
32A
16
14
15
34
36
38

(現有技術)

圖 1

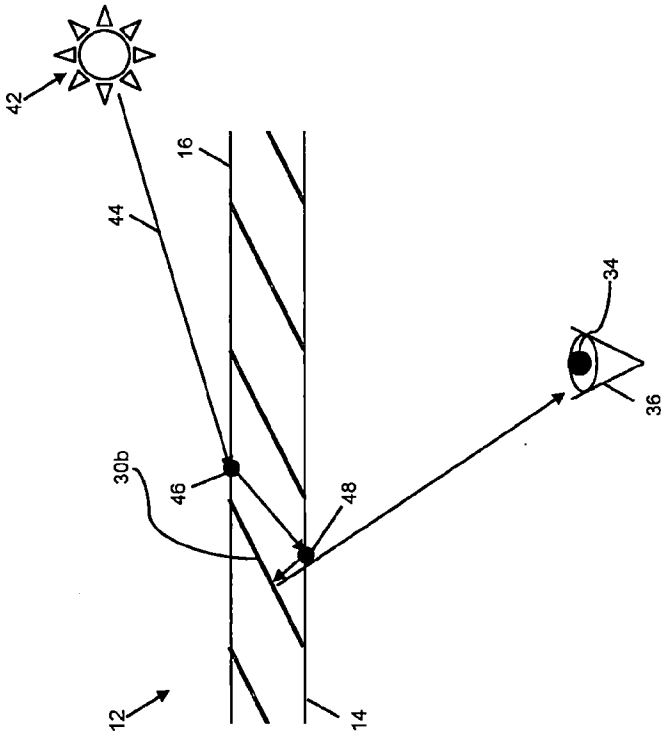


圖 2

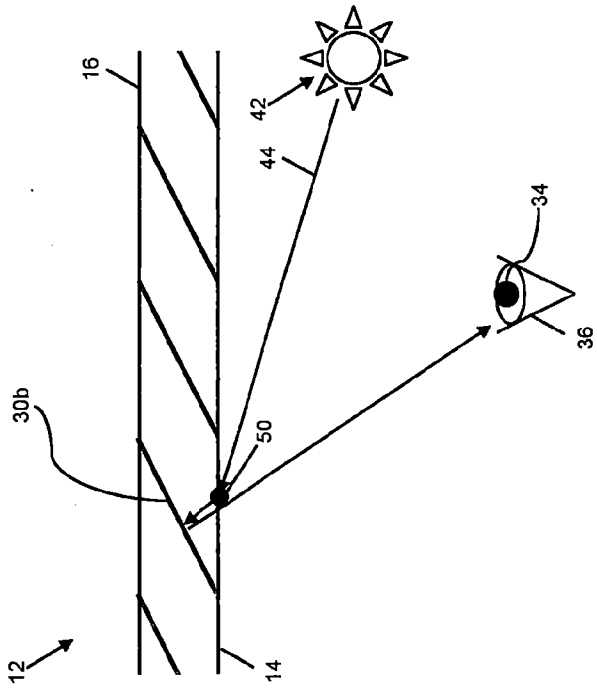
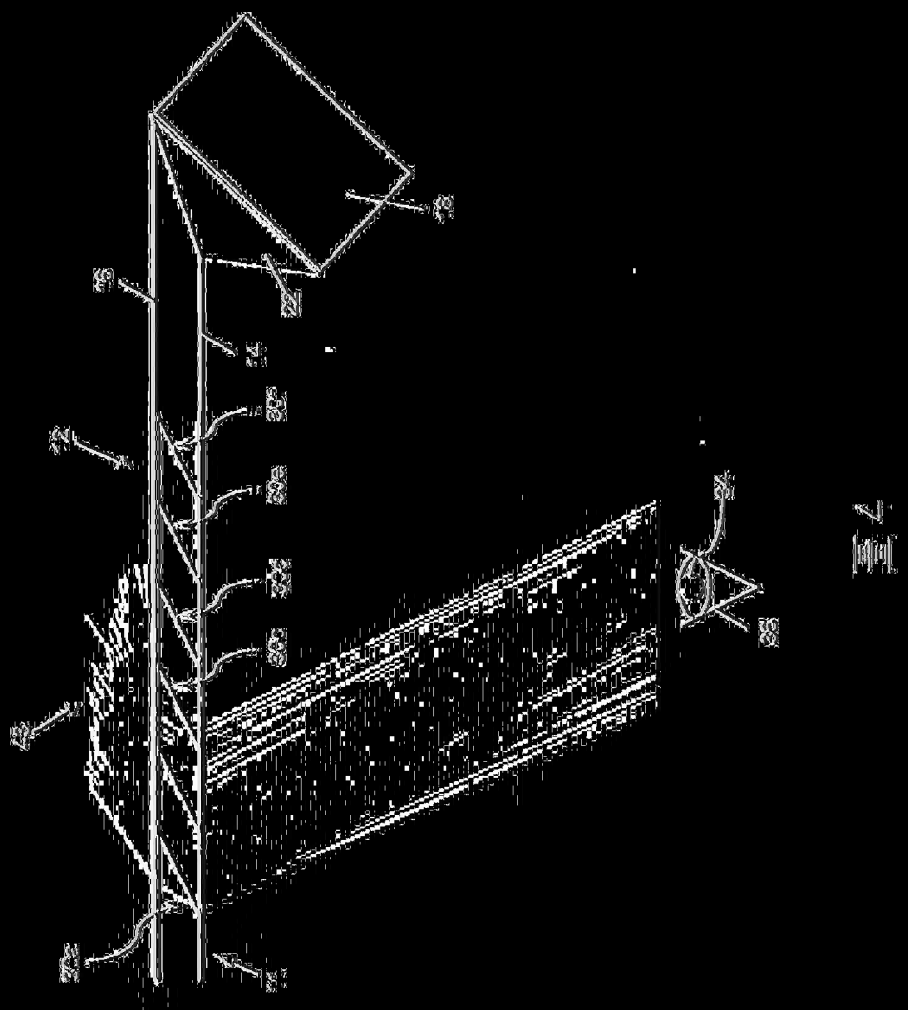


圖 3



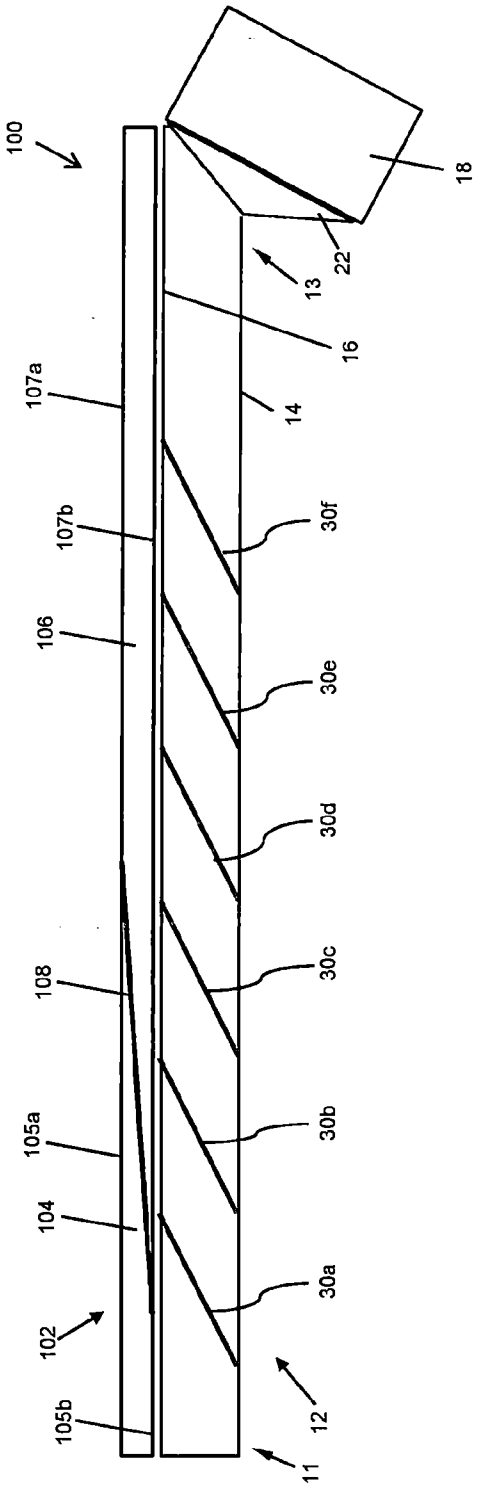

100
18
22
13
16
14
107a
107b
106
30f
30e
30d
30c
30b
30a
108
105a
104
102
105b
12
11
34
36

圖 5

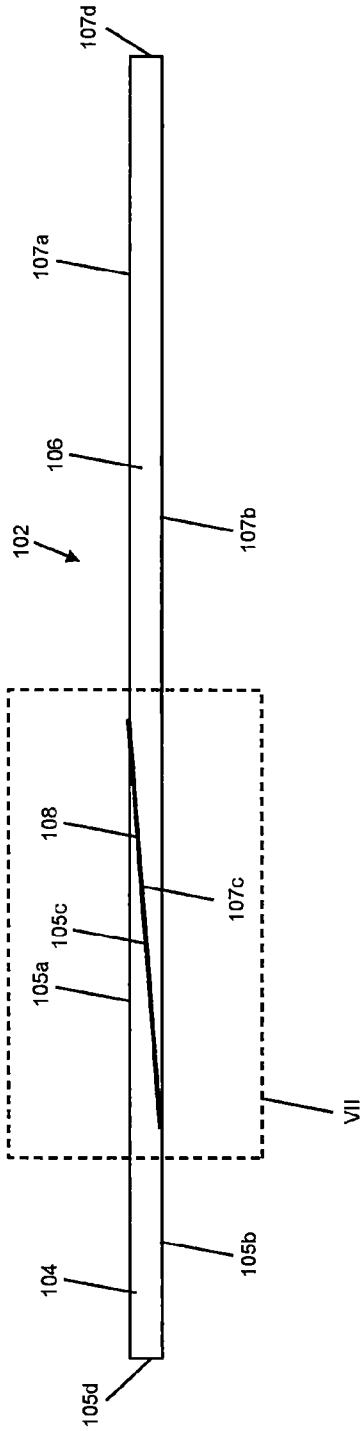

107d
107a
106
102
107b
108
107c
105c
105a
VII
104
105b
105d

圖 6

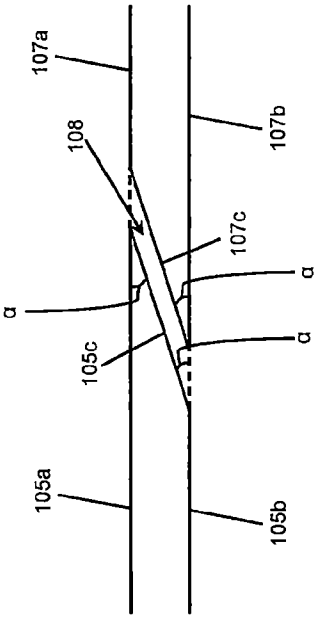

107a
108
107b
107c
α
α
α
105c
105a
105b

圖 7

CN 115216216 A 2022.10.21

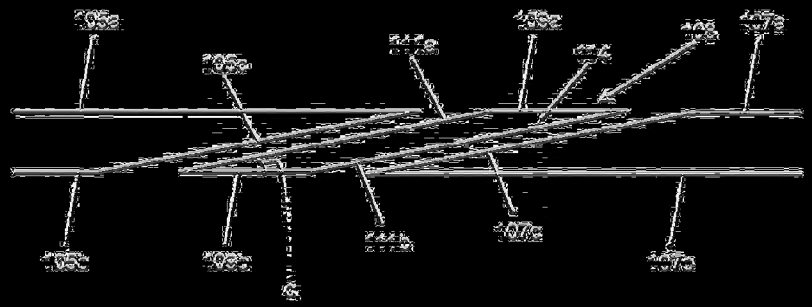


图8

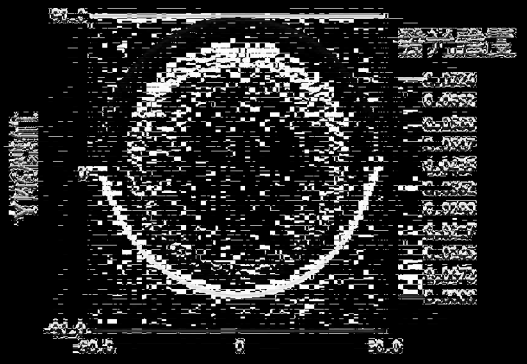


图10

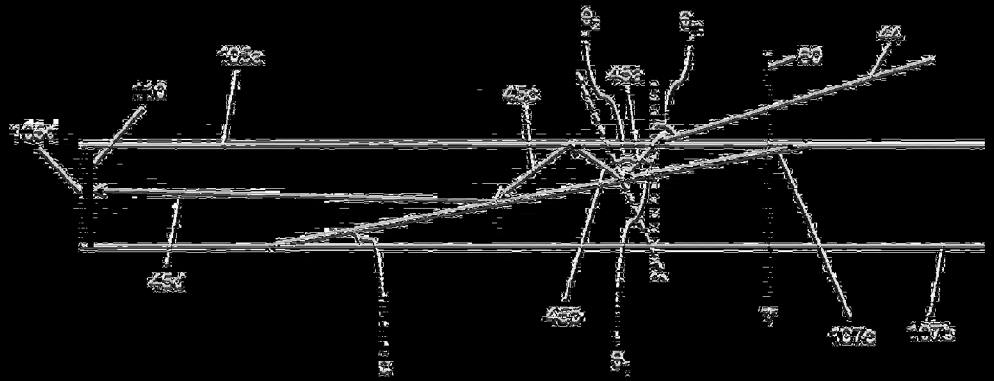


图9

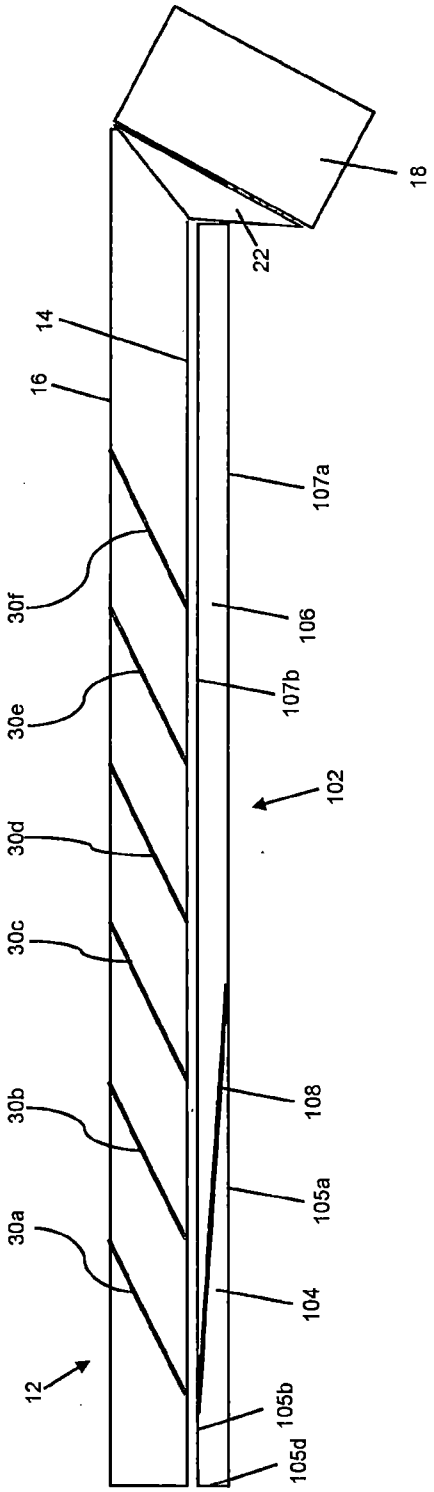

18
22
14
16
107a
30f
106
30e
107b
102
30d
30c
30b
108
105a
30a
104
12
105b
105d
34
36

圖 11

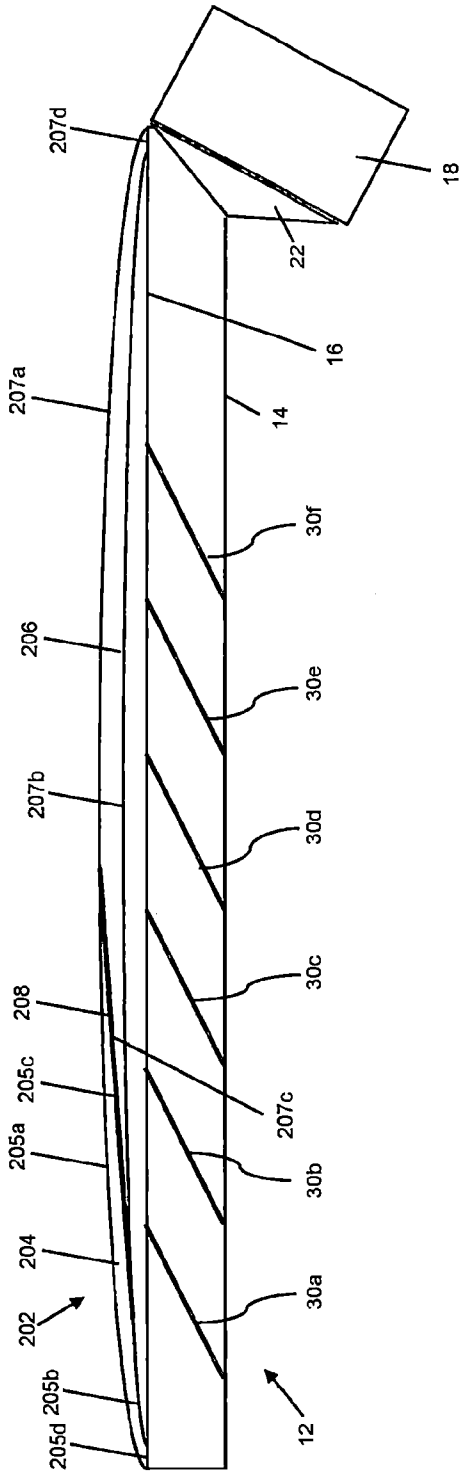

207d
18
22
16
207a
14
30f
206
30e
207b
30d
30c
208
205c
207c
205a
30b
204
30a
202
205b
205d
12
34
36

圖 12

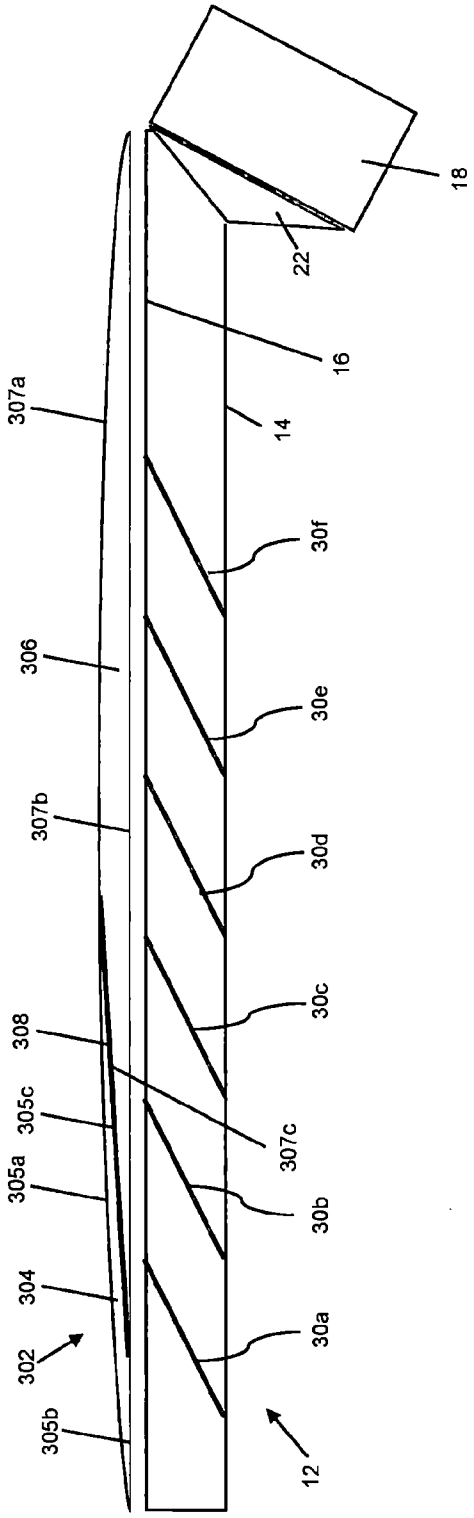

18
22
16
14
307a
30f
306
30e
307b
30d
308
30c
305c
307c
305a
30b
304
30a
302
305b
12
34
36

圖 13

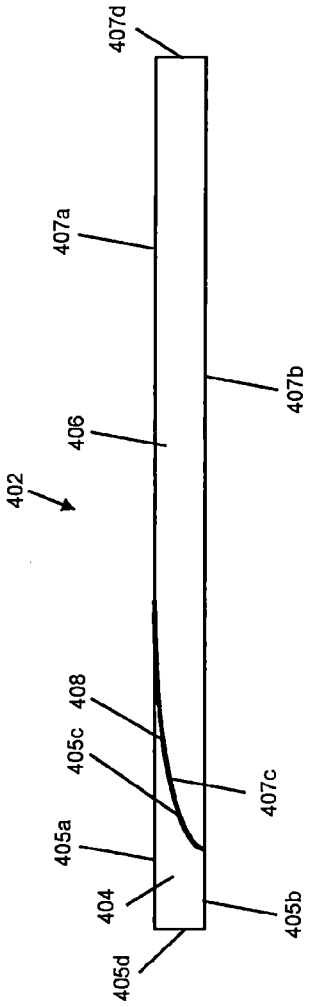

407d
407a
407b
406
402
408
405c
407c
405a
404
405b
405d

圖 14

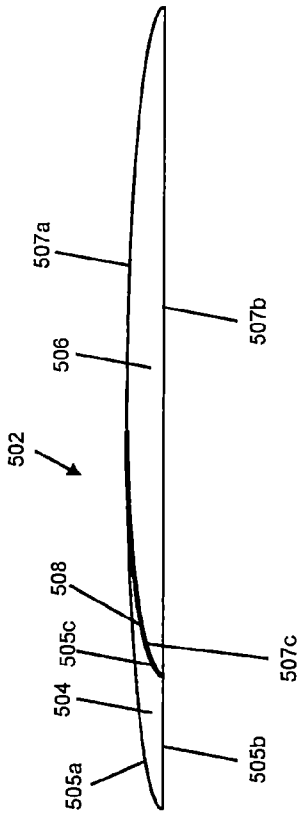

507a
507b
506
502
508
505c
507c
504
505a
505b

圖 15

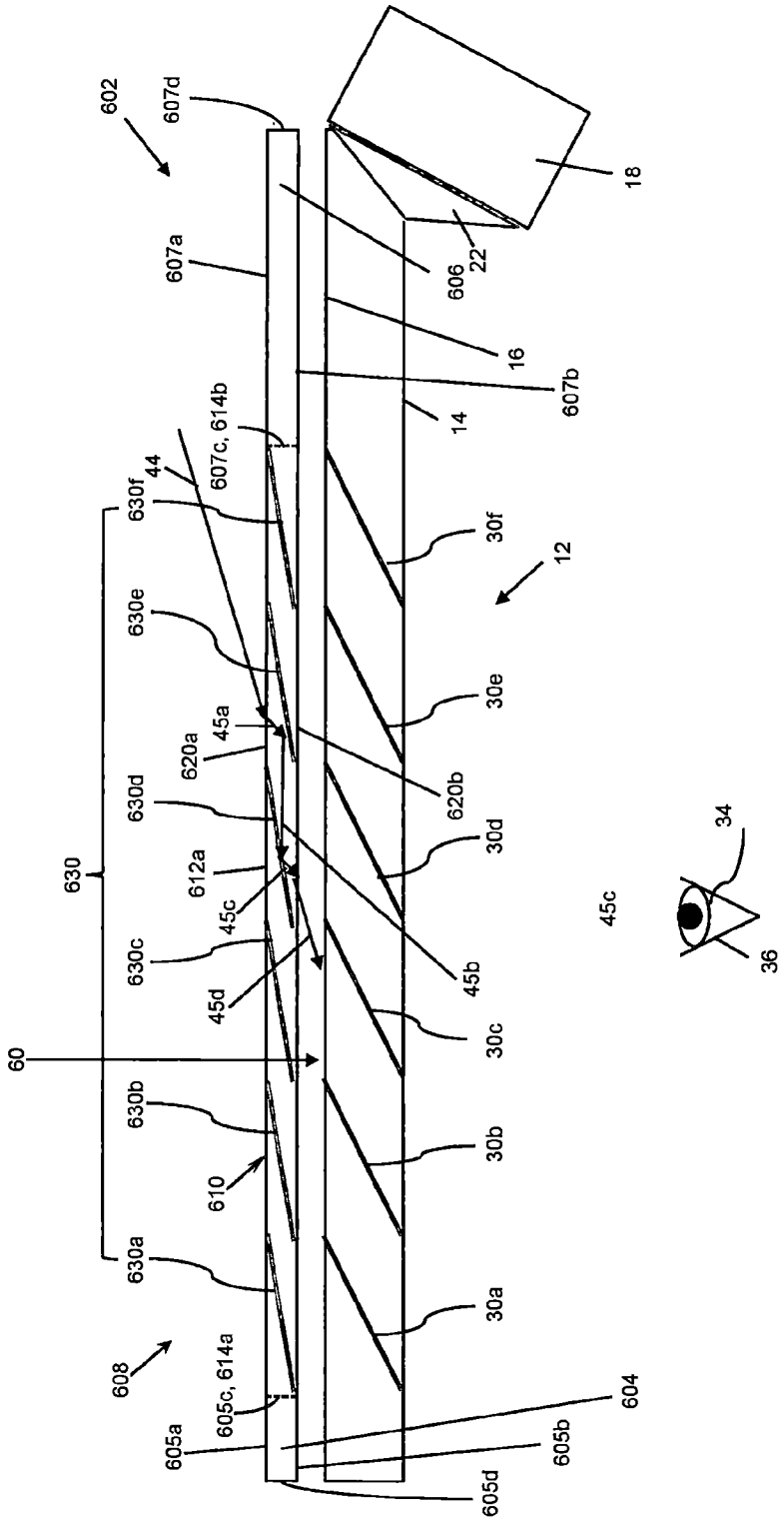

602
607d
18
607a
606
22
16
607b
14
607c, 614b
44
630f
30f
12
630e
30e
620a
45a
620b
630d
30d
630
612a
45c
630c
45d
45b
30c
60
630b
30b
610
630a
30a
608
605c, 614a
604
605a
605b
605d
45c
34
36

圖 16

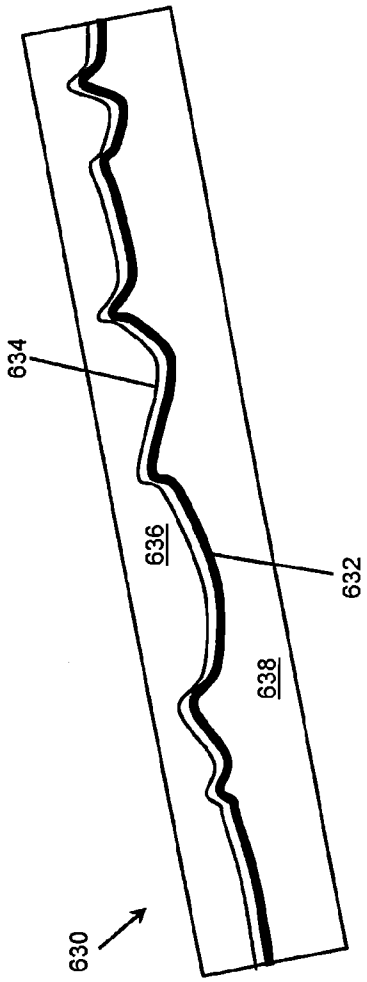


圖 17

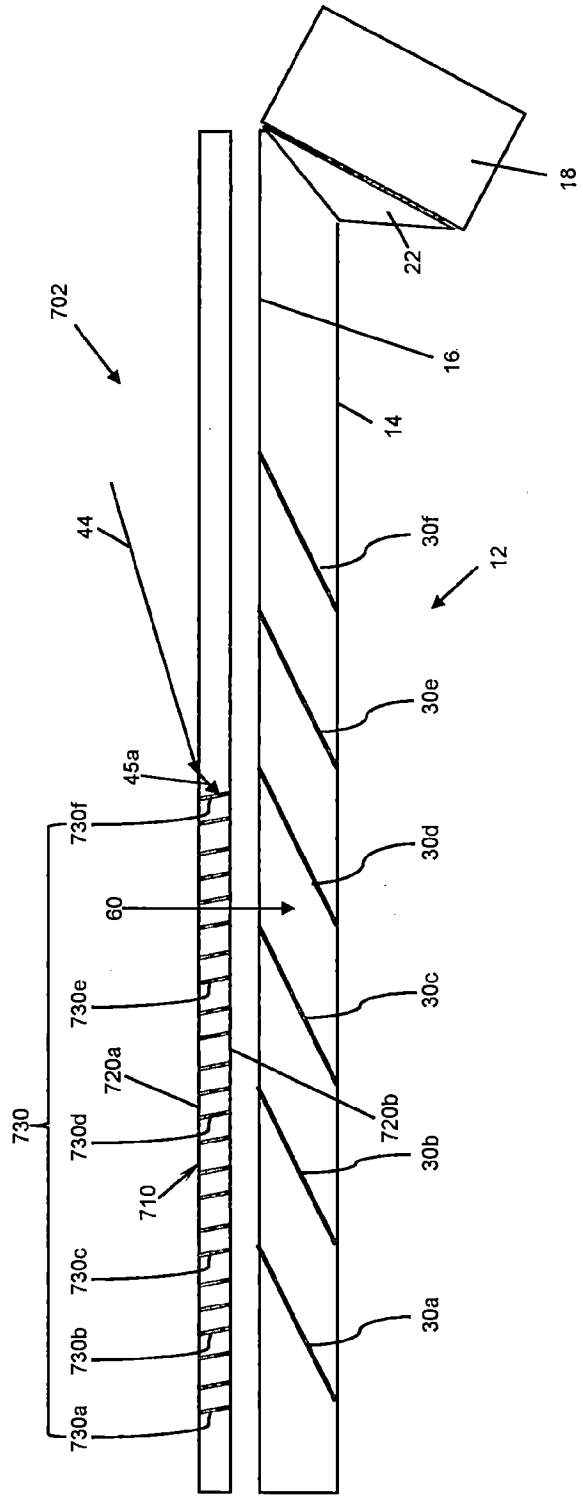

18
22
702
16
14
44
30f
12
30e
45a
730f
30d
60
730e
30c
720a
720b
730
730d
30b
710
730c
730b
30a
730a
34
36

圖 18

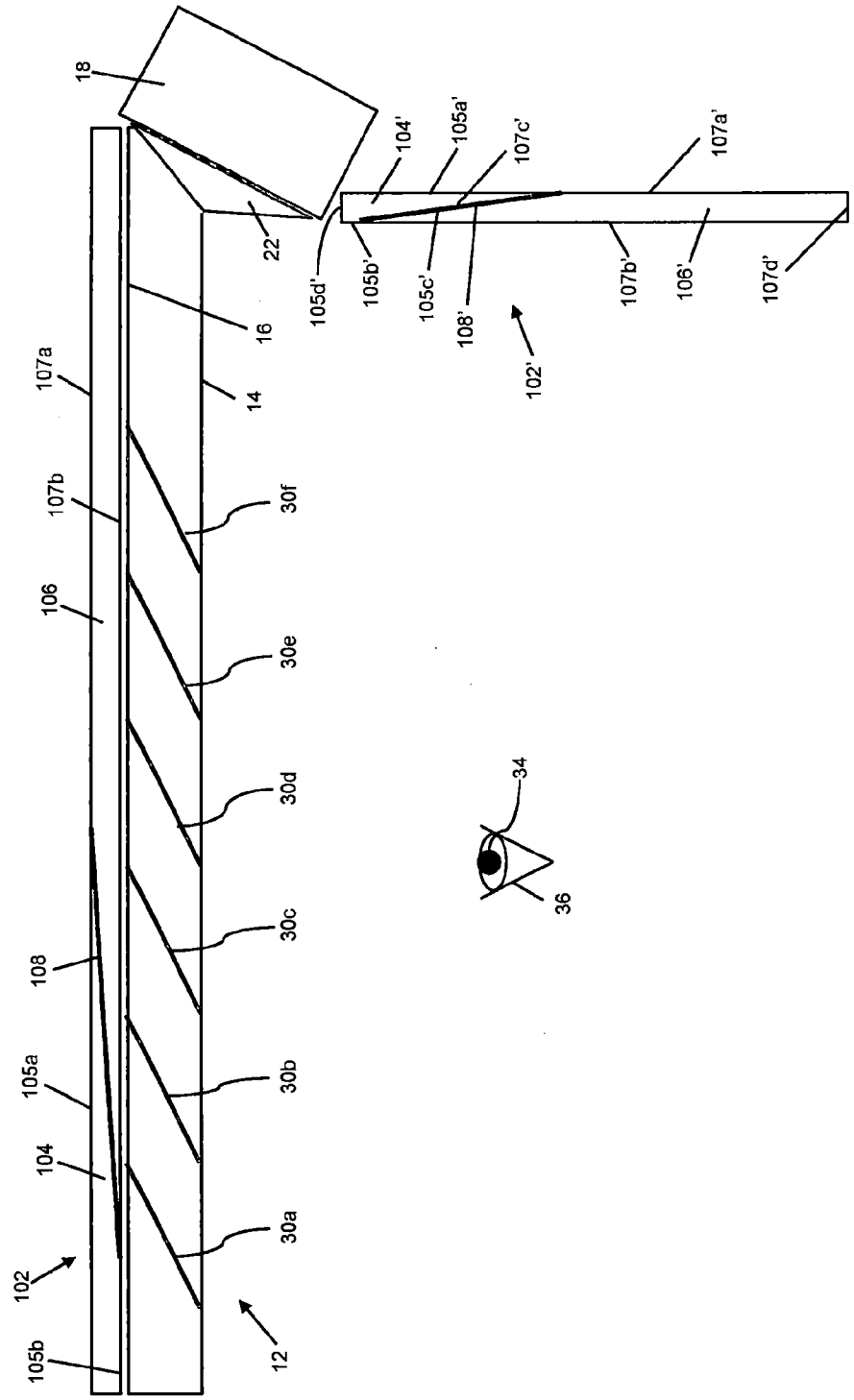

18
104'
105a'
107c'
107a'
22
105d'
105b'
105c'
108'
107b'
106'
107d'
102'
16
14
107a
107b
106
30f
30e
30d
30c
30b
30a
108
105a
104
102
105b
12
34
36

圖 19