



(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 202244552 A

(43) 公開日：中華民國 111 (2022) 年 11 月 16 日

(21) 申請案號：111107400 (22) 申請日：中華民國 111 (2022) 年 03 月 01 日

(51) Int. Cl. : **G02B6/27 (2006.01)** **G02B6/34 (2006.01)**  
**G02B27/14 (2006.01)** **G02B27/18 (2006.01)**  
**G02B6/10 (2006.01)**

(30) 優先權：2021/03/01 美國 63/154,870

(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：切里基 羅寧 CHRIKI, RONEN (IL)；艾森菲爾德 齊翁 EISENFELD, TSION  
(IL)；沙爾林 埃拉德 SHARLIN, ELAD (IL)

(74) 代理人：廖俊龍

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：8 項 圖式數：8 共 22 頁

## (54) 名稱

具有從投影儀到波導中的緊湊耦合的光學系統

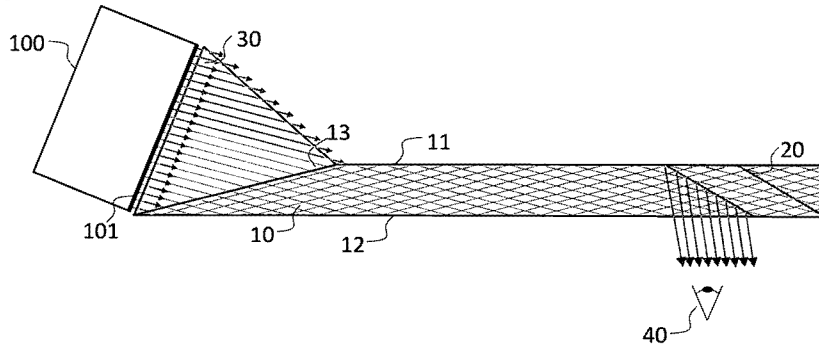
## (57) 摘要

一種光學系統，包括：光導光學元件(light-guide optical element, LOE)，該光導光學元件具有相互平行的第一主外表面和第二主外表面，以用於通過內反射引導光；以及投影儀，其從孔徑投射與準直圖像對應的照明。投影儀經由附接至第一主外表面的耦合稜鏡將光注入 LOE，該耦合稜鏡投射圖像注入表面。反射偏振分束器與主外表面平行地被部署在主外表面與耦合稜鏡之間的分介面處，以將照明從耦合稜鏡選擇性地透射至 LOE 中，同時捕獲已經在 LOE 內的光，以便通過內反射在 LOE 內傳播。

An optical system includes a light-guide optical element (LOE) having mutually-parallel first and second major external surfaces for guiding light by internal reflection, and a projector that projects illumination corresponding to a collimated image from an aperture. The projector injects light in to the LOE via a coupling prism attached to the first major external surface that projects an image injection surface. A reflective polarizing beam splitter is deployed at an interface between the major external surface and the coupling prism parallel to the major external surfaces, to selectively transmit illumination from the coupling prism into the LOE while trapping light already within the LOE so as to propagate within the LOE by internal reflection.

指定代表圖：

圖2A



符號簡單說明：

10:光導光學元件  
(LOE)

11:第一主外表面

12:第二主外表面

13:表面

20:反射鏡

30:耦合稜鏡

40:眼睛

100:投影儀

101:孔徑

## 發明摘要

※ 申請案號：

※ 申請日：

※IPC 分類：

### 【發明名稱】(中文/英文)

具有從投影儀到波導中的緊湊耦合的光學系統

Optical System with Compact Coupling from a Projector into a Waveguide

### 【中文】

一種光學系統，包括：光導光學元件 (light-guide optical element, LOE)，該光導光學元件具有相互平行的第一主外表面和第二主外表面，以用於通過內反射引導光；以及投影儀，其從孔徑投射與準直圖像對應的照明。投影儀經由附接至第一主外表面的耦合稜鏡將光注入 LOE，該耦合稜鏡投射圖像注入表面。反射偏振分束器與主外表面平行地被部署在主外表面與耦合稜鏡之間的分介面處，以將照明從耦合稜鏡選擇性地透射至 LOE 中，同時捕獲已經在 LOE 內的光，以便通過內反射在 LOE 內傳播。

### 【英文】

An optical system includes a light-guide optical element (LOE) having mutually-parallel first and second major external surfaces for guiding light by internal reflection, and a projector that projects illumination corresponding to a collimated image from an aperture. The projector injects light in to the LOE via a coupling prism attached to the first major external surface that projects an image injection surface. A reflective polarizing beam splitter is deployed at an interface between the major external surface and the coupling prism parallel to the major external surfaces, to selectively transmit illumination from the coupling prism into the LOE while trapping light already within the LOE so as to propagate within the LOE by internal reflection.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】：**圖 2A

**【本代表圖之符號簡單說明】：**

10:光導光學元件 (LOE)

11:第一主外表面

12:第二主外表面

13:表面

20:反射鏡

30:耦合稜鏡

40:眼睛

100:投影儀

101:孔徑

# 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)

具有從投影儀到波導中的緊湊耦合的光學系統

Optical System with Compact Coupling from a Projector into a Waveguide

## 【技術領域】

【0001】 本發明涉及光學系統，並且特別地涉及將圖像從投影儀緊湊耦合至波導中的光學系統。

## 【先前技術】

【0002】 許多虛擬實境和擴增實境顯示器採用具有兩個主平行平坦表面的光導光學元件 (light-guide optical element, LOE)，在 LOE 內圖像通過內反射傳播。與準直圖像對應的照明由投影儀生成，並且在耦入區域被引入到 LOE 中。照明通過內反射在 LOE 內傳播直到到達耦出區域，在該耦出區域，照明被朝向觀察者的眼睛耦出 LOE。朝向眼睛耦出照明可以通過使用一組成傾斜角度的部分反射內表面來進行，或者通過使用一個或更多個衍射光學元件來進行，所有這些都是本領域公知的。可以經由耦合稜鏡來實現將圖像照明從投影儀耦合至 LOE 中。

## 【發明內容】

【0003】 本發明是將圖像從投影儀緊湊耦合至波導中的光學系統。

【0004】 根據本發明的實施方式的教導，提供了一種光學系統，包括：(a) 光導光學元件 (LOE)，其由透明材料形成，並且具有相互平行的第一主外表面和第二主外表面，以用於通過內反射引導光；(b) 投影儀，其被配置成從孔徑投射與準直圖像對應的照明，該照明以限定投影儀的光軸的主光線並且以圍繞主光線的角場離開孔徑；(c) 耦合稜鏡，其附接至 LOE 的第一主外表面，該耦合稜鏡提供與主外表面成傾斜角度的圖像注入表面的至少一部分，投影儀與圖像注入表面相關聯並且被定向成使得主光線和圍繞主光線的角場以相對於主外表面的入射角度、通過圖像注入表面注入，所述入射角大於主外表面處的內反射的臨界角；以及 (d) 反射偏振分束器，其與主外表面平行地被部署在主外表

面與耦合稜鏡之間的分介面處，照明的至少一部分以第一偏振入射至分束器上，並且由分束器從耦合稜鏡透射至 LOE 中，與準直圖像的共軛圖像對應並且具有從 LOE 內入射至分束器上的第二偏振的光從分束器被反射，以便通過內反射在 LOE 內傳播。

**【0005】** 根據本發明的實施方式的另一特徵，還提供了波片，其被部署在照明的至少一部分的路徑中，以將照明在第一偏振與第二偏振之間轉換。

**【0006】** 根據本發明的實施方式的另一特徵，波片是與 LOE 的第二主外表面的至少一部分相關聯的四分之一波片。

**【0007】** 根據本發明的實施方式的另一特徵，波片是半波片，其被部署成與孔徑的第一部分成交疊關係，而與孔徑的第二部分不交疊。

**【0008】** 根據本發明的實施方式的另一特徵，孔徑的第一部分通過圖像注入表面的下述部分投射照明：光從該圖像注入表面的所述部分進入 LOE 中而不穿過分束器。

**【0009】** 根據本發明的實施方式的另一特徵，投影儀被配置成投射第二偏振的照明，其中，孔徑的第一部分通過圖像注入表面的下述部分投射照明：光從該圖像注入表面的所述部分通過分束器，半波片將第二偏振的照明轉換為第一偏振的照明。

**【0010】** 根據本發明的實施方式的另一特徵，圖像注入表面部分地由耦合稜鏡提供，並且部分地由 LOE 的表面提供。

**【0011】** 根據本發明的實施方式的另一特徵，圖像注入表面完全地由耦合稜鏡提供。

### **【圖式簡單說明】**

**【0012】** 本文中僅通過示例的方式參照圖式描述本發明，在圖式中：

圖 1 是投影儀經由邊緣表面將圖像注入到波導中的示意性側視圖，其指示使用圖像對波導的不完全填充；

圖 2A 和圖 2B 是投影儀經由耦合稜鏡將圖像注入到波導中以使用圖像填充波導的厚度的示意性側視圖，其分別示出了投射的角場的平緩極端和投射的角場的最陡極端；

圖 3A 至圖 3C 是根據本發明的實施方式的光學系統的示意性側視圖，該光

學系統包括經由具有反射偏振分束器的耦合稜鏡將圖像注入到波導中的投影儀，其分別示出了投射的角場的平緩極端、中間場和最陡極端；

圖 4 是示出適於在本發明的實施方式中使用的偏振分束器的作為入射角的函數的 p 偏振的透射率和 s 偏振的反射率的曲線圖；

圖 5A 和圖 5B 是根據本發明的變型實施方式的光學系統的示意性側視圖，其分別示出了投射的角場的平緩極端和最陡極端；

圖 6A 和圖 6B 是根據本發明的另一變型實施方式的光學系統的示意性側視圖，其分別示出了投射的角場的平緩極端和最陡極端；

圖 7A 至圖 7C 是根據上述實施方式中的任何實施方式的光學系統的示意性側視圖，其示出了用於減少偏振相關的帶狀效應的延遲器元件的可能部署；以及

圖 8A 和圖 8B 是根據上述實施方式中的任何實施方式的光學系統的示意性側視圖，其分別示出了一個或兩個內部部分反射器的可能部署，來實現混合以減少偏振相關的帶狀效應。

### 【實施方式】

【0013】 本發明是將圖像從投影儀緊湊耦合至波導中的光學系統。

【0014】 參照圖式和所附描述，可以更好地理解根據本發明的光學系統的原理和操作。

【0015】 通過介紹，圖 1 示出了通過在相互平行的第一主外表面 11 和第二主外表面 12 處的內反射在光導光學元件 (LOE) 10 (本文中可交換地稱為“波導”) 內傳播的光線。在該示例中，光線通過嵌入的部分反射鏡 20 被朝向觀察者的眼睛 40 耦出，部分反射鏡 20 與 LOE 的主外表面成傾斜角度。如本領域所公知的，本發明同樣適用於採用衍射光學元件以將圖像照明朝向觀察者的眼睛耦出的顯示器。

【0016】 與準直圖像對應的來自投影儀 100 的照明此處示為以不複製注入圖像因此共軛圖像未生成的簡單方式在表面 13 處被注入到波導中。因此，在波導內傳播的光線包含“洞”，即圖像照明沒有到達的區域，並且到達觀察者的眼睛 40 的光線不均勻。因此，由觀察者檢測到的強度分佈是不均勻的，並且將隨著“眼動框”(眼睛的可允許觀看位置) 內眼睛的不同位置而變化，並且將取決

於在觀察的特定場。

**【0017】** 為了實現向外耦合的光的均勻照明，通常使用更先進的耦合配置，例如圖 2A 和圖 2B 中所示的配置。這裡，投影儀 100 提供更大的孔徑並且經由稜鏡 30 耦合至 LOE，使得被注入到波導中並且由波導的第二主外表面 12（下表面）反射的光線與從投影儀直接被注入的光線交疊。這確保了圖像及其共軛兩者完全存在於波導內，被稱為用圖像照明“填充”波導。當然，這對於波導所支持的所有場必須是正確的。圖 2A 和圖 2B 示出了在介質內約為 20°寬、對應在空氣中約為 30°寬的典型視場的兩個極端情況。要注意的是，每個場的照明的很大一部分損失(用由於落在 LOE 孔徑之外而終止於耦合稜鏡的後表面而不是進入 LOE 的光線方向表示)。

**【0018】** 原則上，可以設計先進的投影儀，使得每個場僅包括最終被耦合至波導中的光線。然而，這些難以設計，並且表明許多技術複雜性（例如，這樣的系統中的孔徑與主光線成傾斜的角度，並且距投影儀遠，通常需要大型投影儀）。此外，這種類型的投影儀必須為特定的波導設計，而“一個適合所有”的通用投影儀是不可能的。

**【0019】** 現在一般地參考本發明的某些特別優選的實現方式，提供了包括光導光學元件（LOE）10 的光學系統，該光導光學元件由透明材料形成，並且具有相互平行的第一主外表面 11 和第二主外表面 12，以用於通過內反射引導光。投影儀 100 被配置成從孔徑 101 投射與準直圖像對應的照明，該照明以限定投影儀的光軸 102 的主光線並且以圍繞主光線的角場離開孔徑。圖 3B 示出了與主光線平行的一組光線，而圖 3A 和圖 3C 分別示出了角場的最平緩（shallow）角度光線和最陡角度光線。

**【0020】** 附接至 LOE 的第一主外表面 11 的耦合稜鏡 30 提供與第一主外表面 11 和第二主外表面 12 成傾斜角度的圖像注入表面 32 的至少一部分。在圖 3A 至圖 3C 的非限制性示例中，圖像注入表面 32 部分地由耦合稜鏡 30 提供，並且部分地由 LOE 10 的邊緣提供，它們一起被拋光以形成連續表面。投影儀 100 與圖像注入表面 32 相關聯，並且被定向成使得主光線以及圍繞主光線的角場以相對於主外表面的入射角、通過圖像注入表面注入，入射角大於主外表面處的內反射的臨界角。換句話說，投影儀和耦合稜鏡的取向使得圖像照明可以

以它們被投射的角度通過內反射在 LOE 內傳播。

**【0021】** 本發明的某些優選實現方式的特定特徵是，反射偏振分束器 51 與主外表面平行地被部署在第一主外表面 11 與耦合稜鏡 30 之間的分介面處。來自投影儀 100 的照明的至少一部分以第一偏振入射在分束器 51 上，第一偏振由分束器從耦合稜鏡 30 透射至 LOE 10 中，同時與準直圖像的共軛圖像對應並且具有第二偏振的光從 LOE 內入射在分束器上，並且從分束器被反射，以便通過內反射在 LOE 內傳播。因此，分束器區分來自投影儀 100 的圖像照明（其被允許進入 LOE）與已經在 LOE 內的圖像照明（其被防止逃逸），並且經由沿 LOE 的內反射開始它的傳播。

**【0022】** 可以使用各種佈置來使實現上述功能的偏振調節生效。在示例的特別優選的子集中，波片被部署在圖像照明的至少一部分的路徑中，以將照明在第一偏振與第二偏振之間轉換。圖 3A 至圖 3C 示出了這種情況的一個示例，其中，波片被實現為與 LOE 的第二主外表面 12 的至少一部分相關聯的四分之一波片 52。

**【0023】** 該實現方式的操作如下。光從投影儀 100 被投射至 p 偏振的光導光學元件 10 中。（對於本示例，任意選擇採用 p 偏振投射照明的選項，但是應當理解，本示例同樣可以用 s 偏振照明的投射來呈現，並且 p/s 偏振名稱在整個過程中互換）。（在本示例中）透射 p 偏振光並且反射 s 偏振光的反射偏振分束器 51 被部署在耦合稜鏡 30 與第一主外表面 11（上表面）之間。光學延遲器（四分之一波片）52 被置於第二主外表面 12（下表面）的至少一部分上，並且用於改變入射光線的偏振。

**【0024】** 圖 4 呈現了作為入射角的函數的（分別）s 偏振的反射率和 p 偏振的透射率的曲線圖，其描述了偏振分束器 51（表面）的典型塗層，如偏振分束器領域中已知的。替選地，可以使用線柵偏振器來實現合適的效果。優選地，延遲器 52 將是四分之一波片，使得由延遲器來回傳輸的光的偏振將旋轉，並且將從 p 偏振光被轉換為 s 偏振光（或者將從 s 偏振光被轉換為 p 偏振光）。由於這種結構，由投影儀 100 投射的光線通過分束器 51 被傳輸並且進入波導。如圖 3C 所示，入射至延遲器 52 上的光線改變它們的偏振，並且如果它們第二次入射在偏振分束器 51 上則被偏振分束器 51 反射。分束器的選擇特性允許注入圖

像照明的更大部分被耦合至波導中，以極大地減少能量損失。此外，投影儀孔徑的所需尺寸顯著地小於圖 2A 和圖 2B 中的投影儀孔徑的所需尺寸。

【0025】延遲器 52 可以以多種方式實現，包括但不限於晶體零階晶體延遲器、薄膜多晶真零階延遲器、亞波長結構和直接塗覆在波導上的高級電介質層。

【0026】最優地，該系統被實現為使得所有場的光線在到達耦合稜鏡的端部之前從偏振分束器 51（表面）被反射僅一次。否則，通常將發生一些光損失。

【0027】在本實施方式中，較陡傳播的光線（圖 3C）在某些情況下可能遭受不均勻的強度分佈。這可以通過不同的方式來減輕，例如，通過使用嵌入的混合器元件（即，與波導的主軸平行的部分反射表面，下面參照圖 8A 和圖 8B 描述），或者通過在波導中放置緊密間隔的耦出小平面。通過仔細設計的投影儀孔徑和耦合配置的幾何形狀，可以減輕或甚至消除不均勻性。

【0028】延遲器 52 可以僅部署在耦入區域中，或者可以跨波導的部分或全部進行延伸。延遲器還可以用來旋轉和混合沿波導的偏振，並且減輕例如由本實施方式的偏振相關的耦入配置可能產生的任何偏振偽影。延遲器可以位於波導的外表面上，或者位於光導光學元件 10 與外部薄蓋板（未示出）之間，這可以用於增強向外耦合的照明的均勻性。

【0029】在本文中描述的本實施方式和其他實施方式中，由相對靠近圖像注入表面的分束器 51 捕獲 LOE 內的光為圖像投影儀 100 的設計提供了優勢。具體地，為了光學效率，波導的入口孔徑優選地由投影儀光學器件（照明光學器件加準直光學器件，未示出）成像至投影儀的照明光闌。在圖 2A 和圖 2B 的設計中，波導的有效孔徑位於耦合稜鏡的遠離圖像注入表面的端部。相比之下，圖 3A 至圖 3C 的設計和本文中後續的示例提供了更靠近圖像注入表面 32 的有效波導孔徑，允許使用其中照明光闌被成像至投影儀出口孔徑的通用投影儀設計，並且通常有助於使用投影儀的較小的總尺寸。

【0030】圖 5A 和圖 5B 示出了本發明的實施方式的替選實現方式，其中圖像注入表面 32 完全由耦合稜鏡 30 提供，從而使投影儀 100 被放置在波導的頂部。這樣的配置將顯著地容易製造，但是會導致孔徑略大。在所有其他方面，圖 5A 和圖 5B 的實現方式的結構和操作類似於圖 3A 至圖 3C 的結構和操作。

【0031】圖 6A 和圖 6B 示出了替選實現方式，該實現方式不在波導的第二

主表面上採用光學延遲器，而是採用半波片形式的光學延遲器 52，該光學延遲器 52 被部署成與孔徑 101 的第一部分成交疊關係，而與孔徑的第二部分不交疊。在這裡所示的情況下，孔徑的“第一”部分通過圖像注入表面 32 的、光從其通過分束器 51 的部分來投射照明。這適用於投影儀投射被分束器反射的偏振的情況。如圖所示，由分束器反射的偏振直接被引入至耦合表面的下部中的 LOE 中，並且因此被分束器捕獲，並且通過內反射沿 LOE 傳播，同時在如圖所示的孔徑的上部中，光學延遲器 52（半波片）將第二偏振的照明轉換為第一偏振的照明，從而允許圖像照明的該部分被分束器透射並且進入 LOE。

**【0032】** 因此，通過具體的示例，在圖 6A 和圖 6B 的情況下，其中分束器使 p 偏振通過並且使 s 偏振反射，直接被注入至波導中並且不傳播通過光學延遲器 52 的圖像注入表面下部的的光線被 s 偏振，而傳播通過光學延遲器 52（這裡優選地用作半波片）的圖像注入表面上部的的光線以 p 偏振被注入至波導中。

**【0033】** 顯然，通過使用生成由分束器透射的偏振的投影儀，並且在圖像注入表面 32 的、光通過其直接耦合到 LOE 中而不穿過分束器的部分（下部，在這裡示出的取向中）部署光學延遲器 52（半波片），可以實現等同的效果。

**【0034】** 在本文中描述的所有實施方式中，分束器被描述為位於第一主外表面 11 與耦合稜鏡 30 之間的分介面處，並且與主外表面平行。用於該目的的“分介面”在功能上被定義為光從耦合稜鏡 30 進入 LOE 10 的區域。最優選地，分束器被部署成與第一主外表面 11 共面，通常作為在接合之前施加至耦合稜鏡 30 的進入 LOE 10 的相向表面中的一個或另一個的塗層，或者作為夾在耦合稜鏡 30 與 LOE 10 之間的膜或其他層。然而，嵌入耦合稜鏡 30 內或嵌入 LOE 10 內的分束器的部署也將被認為是“在分介面處”，只要其足夠靠近分介面以提供上述的功能。在所有所示的情況下，分束器與 LOE 的主表面的平行是必要的，以避免在圖像照明沿 LOE 傳播時生成重影圖像。

**【0035】** 上述的各種耦合佈置固有地以混合偏振狀態將光耦合至波導中，即以 p 偏振光和 s 偏振光的疊加，使得對於特定場，輸入孔徑的一些區域由 p 偏振光組成，而輸入孔徑的其他區域由 s 偏振光組成。由於將光耦合出波導的嵌入（折射或衍射）部件通常是偏振敏感的，這可能會在輸出處產生條紋（非均勻強度）圖像。

【0036】 原則上，可以通過匹配兩種偏振狀態的條件來設計和優化嵌入的元件，以最大化均勻性，但這通常很難實現；並且將以效率、顏色均勻性等為代價。因此，下面提出若干替選方法來改善被耦合至波導中的混合偏振照明的效果。

【0037】 如圖 7A 至圖 7C 所呈現的，偏振延遲器 201 可以放置在波導內部，使得其控制波導內部的光的偏振狀態。延遲器可以由雙折射晶體、聚合物薄層或者結構或空間變化塗層或空間變化光柵製成。這樣的元件可以嵌入波導內部（如在共同轉讓的 PCT 專利申請第 PCT/IL2021/051143 號中所描述的），或者如果波導和耦入楔是分開生產的，則延遲器可以單獨接合在波導與耦入楔之間。延遲器的厚度可以設置為優選的厚度。例如，它可以是薄的，使得它對於相關波長並考慮到視場（field of view, FOV）中所有場的人射角而將作為真正的四分之一波片操作，使得由延遲器透射的 s 偏振光和 p 偏振光將被轉換為（近似的）圓偏振的（但具有相反的旋向性）。

【0038】 在替選但概念相關的實現方式中，投影儀 100 可以被配置成生成圓偏振圖像照明，並且偏振分束器 51 可以相應地被實現為圓偏振分束器。以這種方式，被耦合至波導中的光將是右旋圓偏振的或左旋圓偏振的，並且輸出光的均勻性將顯著地改進。

【0039】 替選地，延遲器可以做得“厚”，由  $d > \frac{\Delta\lambda}{\Delta n}$  定義，其中 d 是延遲器的厚度， $\Delta\lambda$  是每種透射顏色的光譜頻寬，並且  $\Delta n = |n_e - n_o|$ ，其中  $n_e$  和  $n_o$  是延遲器的異常折射率和普通折射率。通常， $d \sim 0.1 \text{ mm} - 1 \text{ mm}$  足以使延遲器提供“去偏振”效果。具體地，給定顏色光譜頻寬內的不同波長被旋轉至不同的偏振狀態，並且所有波長的疊加有效地表現為非偏振光。

【0040】 由於會生成重影圖像的通過延遲器的不同光路，厚的延遲器可能在圖 7B 和圖 7C 的配置中引起不想要的偽影。如圖 7A 所示，如果延遲器以足夠的精確度垂直於波導放置，則可以解決這個問題。在這種情況下，傳播通過延遲器的所有光線的角取向被保持，並且預期沒有重影圖像。

【0041】 如果投影儀以與波導不正交的偏振狀態輸出圖像照明，即不是根據波導軸的純 s 偏振光或純 p 偏振光，而是兩者的線性疊加，則每個波長的偏振將在波導主表面上的全內反射(Total Internal Reflection, TIR)的每次反射時旋

轉。這將有效地具有與圖 7 中的厚延遲器類似的效果。如專利 WO2021105978A1 中所示，可以通過使用專用塗層塗覆波導的主表面來進一步增強塗層的這種混合。

**【0042】** 另一種方法可以是將部分反射層 202 放置在波導的中間並且平行於主外表面（如 PCT 專利申請公佈第 WO 2021/079372 號中所公開的），這將混合光。這樣的結構的示例在圖 8A 和圖 8B 中示出。根據該選項，每個場的光在整個波導中將是均勻的，然而，p 偏振光和 s 偏振光的比例可能仍然在一個場與另一個場之間不同。當設計嵌入在波導內部的衍射元件或折射元件的特性時，需要考慮這種影響。

**【0043】** 這裡描述的本發明的各種實現方式適用於廣泛的環境，並且採用任何類型的波導和任何類型的投影儀。例如，投影儀 100 可以採用任何合適的圖像生成技術，包括但不限於液晶透射或反射式（Liquid Crystal On Silicon，LCOS）投影儀、掃描雷射投影儀或數位光處理(Digital Light Processing，DLP) 投影儀，所有這些都採用任何適合的準直光學器件。

**【0044】** 應當理解的是，以上描述僅旨在用作示例，並且在如所附請求項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】**

##### **【0045】**

- 10:光導光學元件 (LOE)
- 11:第一主外表面
- 12:第二主外表面
- 13、32:表面
- 20:反射鏡
- 30:耦合稜鏡
- 40:眼睛
- 51:偏振分束器
- 52:光學延遲器（四分之一波片）
- 100:投影儀
- 101:孔徑

102:光軸

201:偏振延遲器

202:反射層

## 申請專利範圍

**【請求項1】** 一種光學系統，包括：

(a) 光導光學元件 (LOE)，其由透明材料形成，並且具有相互平行的第一主外表面和第二主外表面，以用於通過內反射引導光；

(b) 投影儀，其被配置成從孔徑投射與準直圖像對應的照明，所述照明以限定所述投影儀的光軸的主光線並且以圍繞所述主光線的角場離開所述孔徑；

(c) 耦合稜鏡，其附接至所述 LOE 的所述第一主外表面，所述耦合稜鏡提供與所述主外表面成傾斜角度的圖像注入表面的至少一部分，所述投影儀與所述圖像注入表面相關聯，並且被定向成使得所述主光線和圍繞所述主光線的角場以相對於所述主外表面的入射角度、通過所述圖像注入表面被注入，所述入射角度大於所述主外表面處的內反射的臨界角度；以及

(d) 反射偏振分束器，其與所述主外表面平行地被部署在所述主外表面與所述耦合稜鏡之間的分介面處，所述照明的至少一部分以第一偏振入射至所述分束器上，並且由所述分束器從所述耦合稜鏡透射至所述 LOE 中，與所述準直圖像的共軛圖像對應並且具有從所述 LOE 內入射至所述分束器上的第二偏振的光從所述分束器被反射，以便通過內反射在所述 LOE 內傳播。

**【請求項2】** 如請求項 1 所述的光學系統，還包括：波片，其被部署在所述照明的至少一部分的路徑中，以將所述照明在所述第一偏振與所述第二偏振之間轉換。

**【請求項3】** 如請求項 2 所述的光學系統，其中，所述波片是與所述 LOE 的所述第二主外表面的至少一部分相關聯的四分之一波片。

**【請求項4】** 如請求項 2 所述的光學系統，其中，所述波片是半波片，所述半波片被部署成與所述孔徑的第一部分成交疊關係，而與所述孔徑的第二部分不交疊。

**【請求項5】** 如請求項 4 所述的光學系統，其中，所述孔徑的所述第一部分通過所述圖像注入表面的下述部分投射照明：光從所述圖像注入表面的所述部分進入所述 LOE 中而不穿過所述分束器。

**【請求項6】** 如請求項 4 所述的光學系統，其中，所述投影儀被配置成投射

所述第二偏振的照明，其中，所述孔徑的所述第一部分通過所述圖像注入表面的下述部分投射照明：光從所述圖像注入表面的所述部分通過所述分束器，所述半波片將所述第二偏振的照明轉換為所述第一偏振的照明。

**【請求項7】** 如請求項 1 所述的光學系統，其中，所述圖像注入表面部分地由所述耦合稜鏡提供，並且部分地由所述 LOE 的表面提供。

**【請求項8】** 如請求項 1 所述的光學系統，其中，所述圖像注入表面完全地由所述耦合稜鏡提供。

圖式

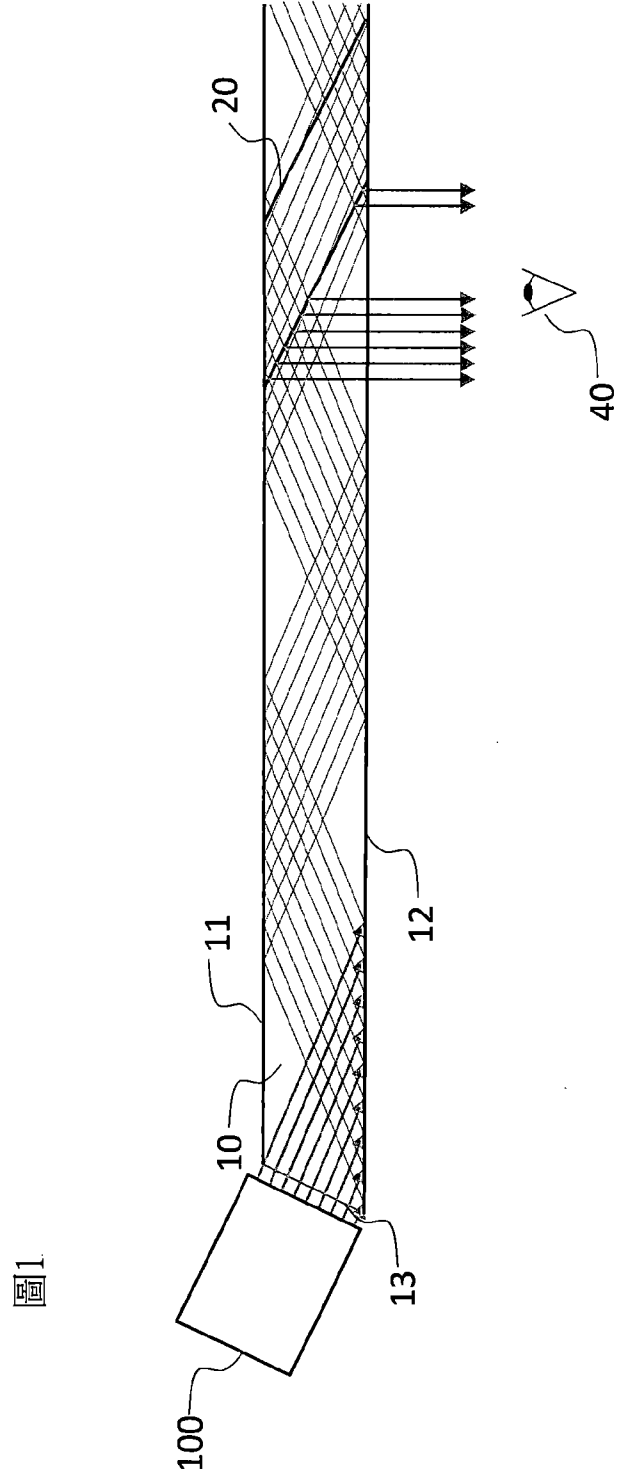


圖1

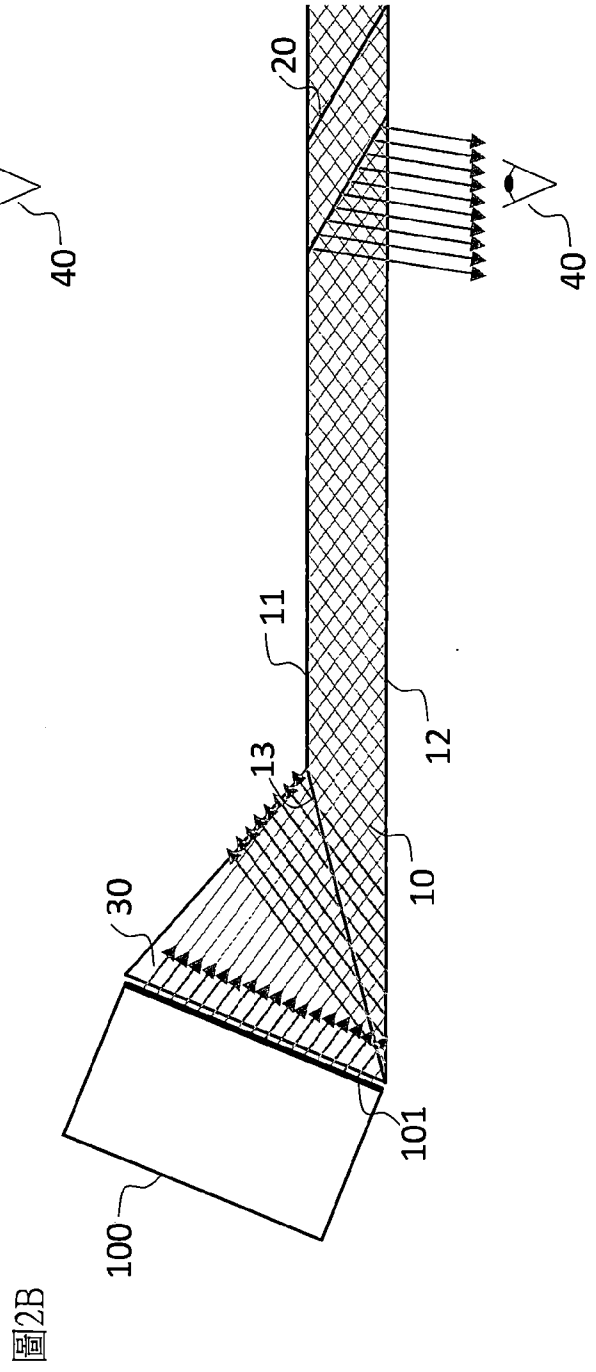
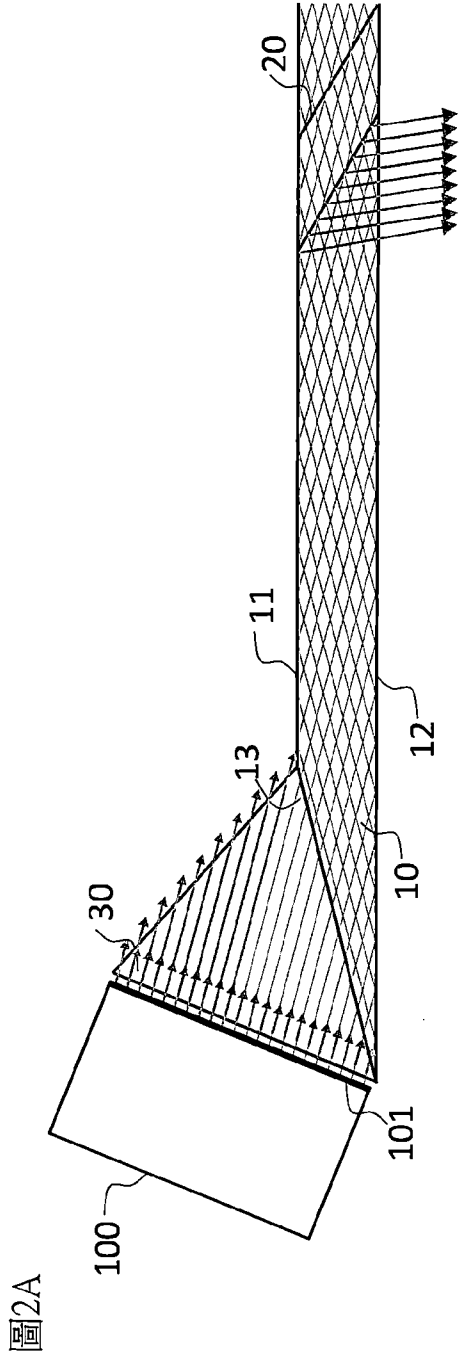


圖3A

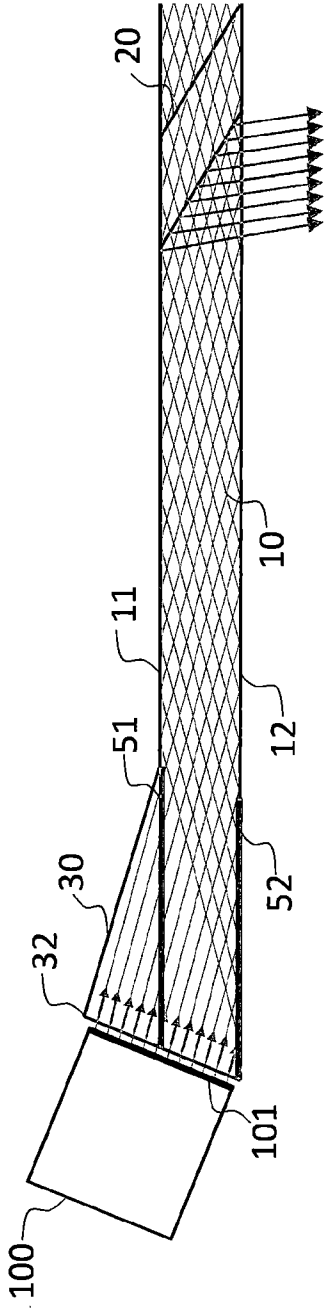


圖3B

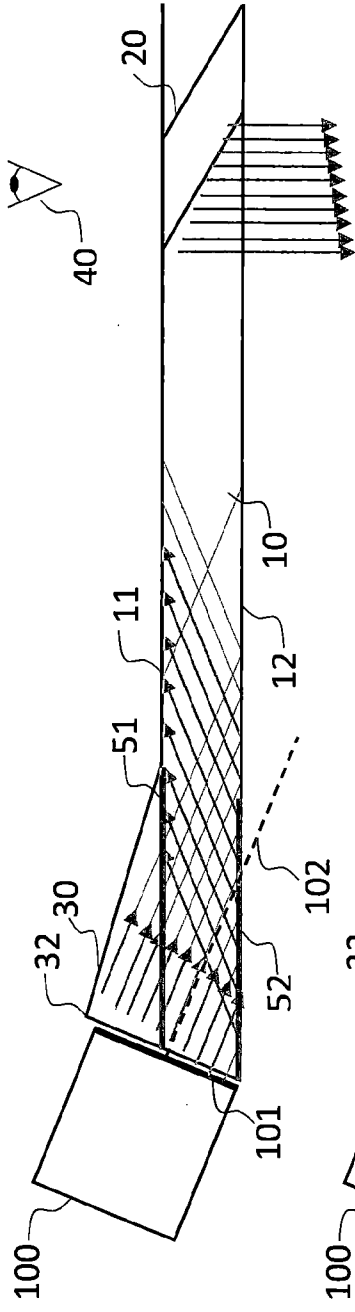


圖3C

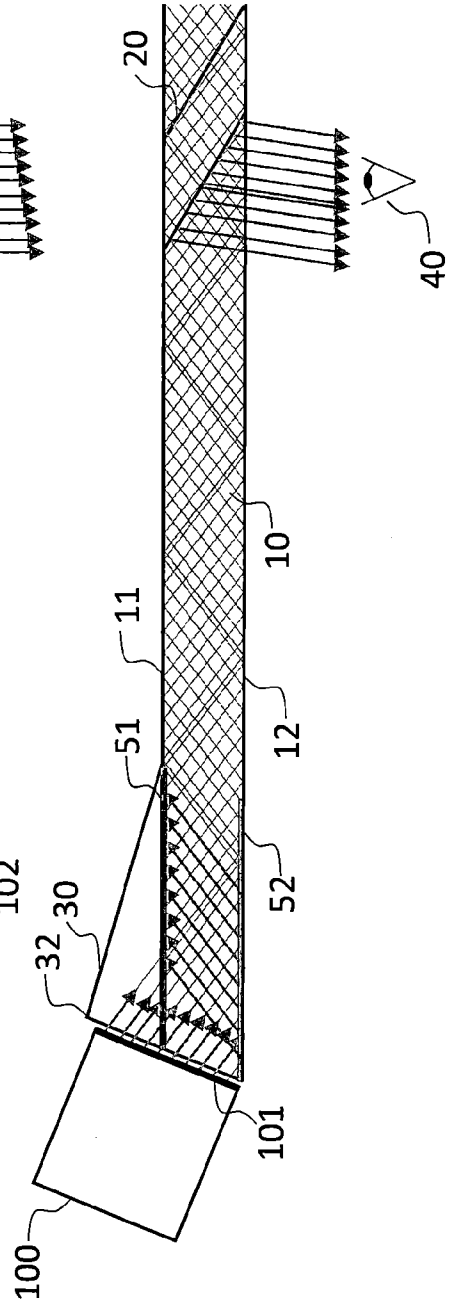


圖4

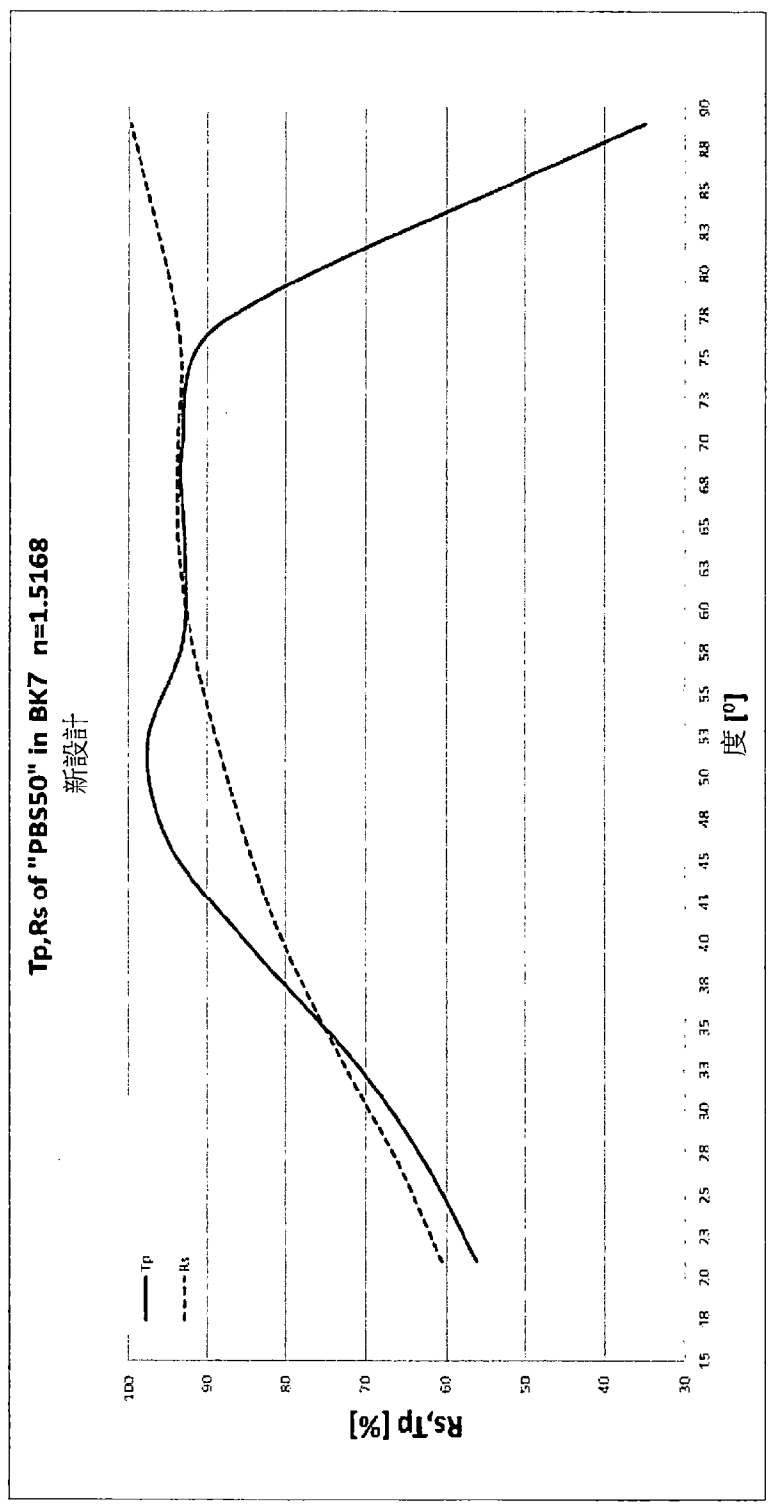




圖6A

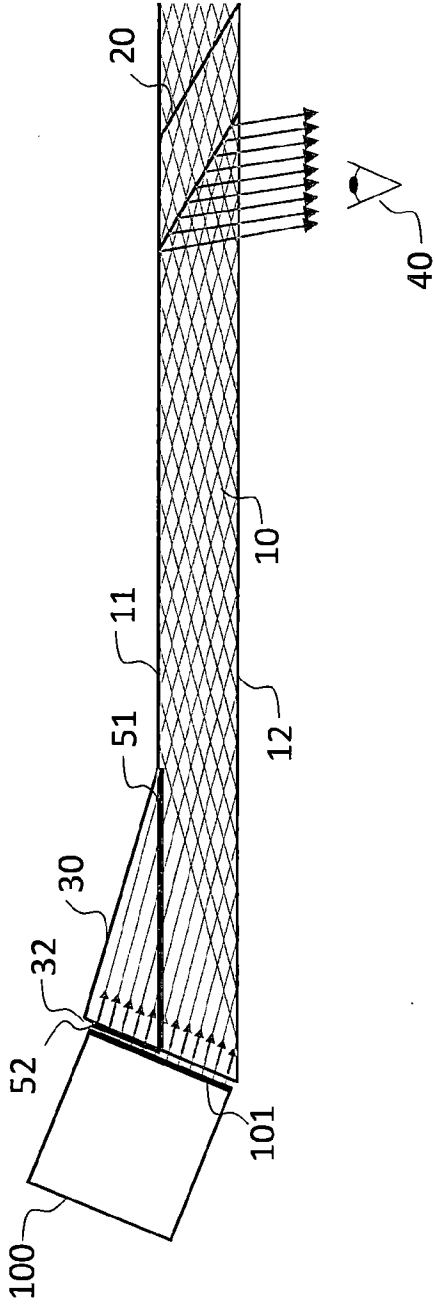


圖6B

