



(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 I871876 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 02 月 01 日

(21)申請案號：112151627 (22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 08 月 26 日

(51)Int. Cl. : G02B6/28 (2006.01) G02B6/42 (2006.01)

(30)優先權：2018/08/26 美國 62/722,903

2019/05/06 美國 62/843,610

(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)；羅寧 埃坦 RONEN, EITAN (IL)；格爾貝格 喬納森 GELBERG, JONATHAN (IL)；艾森菲爾德 齊翁 EISENFELD, TSION (IL)；沙皮拉 阿米爾 SHAPIRA, AMIR (IL)

(74)代理人：廖俊龍

(56)參考文獻：

TW	201701021A	CN	103616771A
CN	105229514A	CN	105934902A
CN	106526848A	JP	2014-170094A
JP	2015-169887A	US	2016/0252727A1
WO	2013/049248A2		

審查人員：廖天佑

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：16 共 46 頁

(54)名稱

近眼顯示器

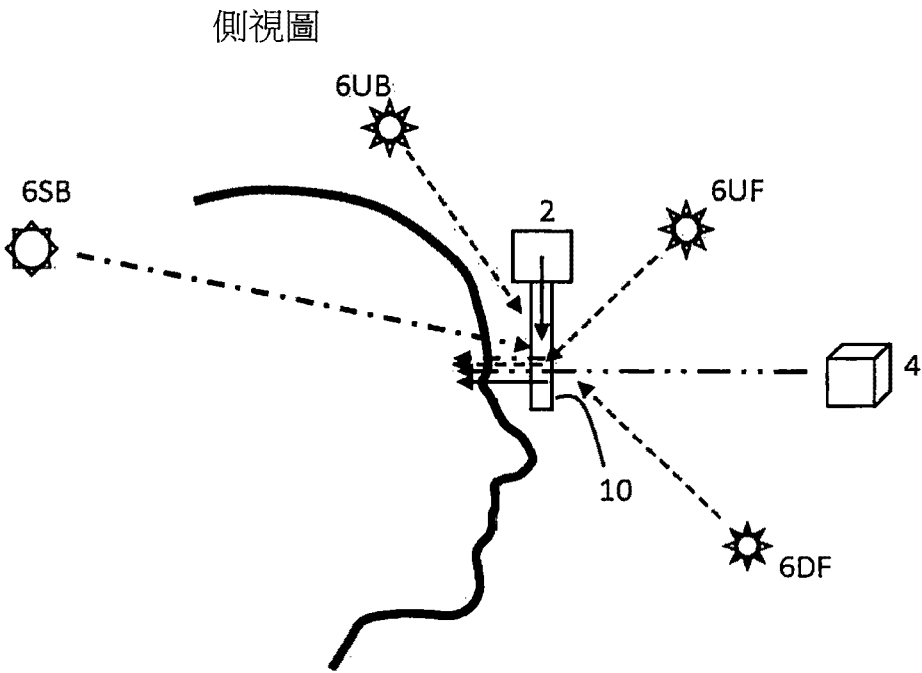
(57)摘要

近眼顯示器包括光導光學元件 LOE，LOE 具有平面的且相互平行的第一主外表面和第二主外表面。圖像投影儀將對應於圖像的照明引入 LOE 中，使得照明通過主外表面處的內反射在所述 LOE 內傳播。耦出裝置將照明朝向觀察者的眼睛從 LOE 耦出。耦出裝置可以是成斜角地被部署在 LOE 內的相互平行的部分反射表面集。用於抑制環境光源的反射的各種裝置包括被定向成避免周邊視場減小的遮擋擋板、各種非反射塗層以及偏振濾波器的各種部署。

A near-eye display includes a light-guide optical element (LOE) (10) having first and second major external surfaces (11A, 11B) that are planar and mutually parallel. An image projector (2) introduces into the LOE illumination corresponding to an image so that the illumination propagates within said LOE by internal reflection at the major external surfaces. A coupling-out arrangement couples the illumination out of the LOE towards the eye of the observer. The coupling-out arrangement may be a set of mutually-parallel, partially-reflective surfaces (12A) deployed at an oblique angle within the LOE. Various arrangements for suppressing reflections of ambient light sources include obstructing baffles oriented so as to avoid reduction of peripheral field of view, various non-reflective coatings and various deployments of polarization filters.

指定代表圖：

- 符號簡單說明：
- 10:光導光學元件/波導
 - 2:圖像投影儀
 - 4:物件
 - 6SB:源
 - 6UF、6DF、6UB:光源



第1A圖

I871876

發明摘要

※ 申請案號：112151627(由108130460分割)

※ 申請日：108年8月26日

※IPC 分類：**G02B 6/28** (2006.01)
G02B 6/42 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

近眼顯示器

Near-Eye Displays

【中文】

近眼顯示器包括光導光學元件 LOE，LOE 具有平面的且相互平行的第一主外表面和第二主外表面。圖像投影儀將對應於圖像的照明引入 LOE 中，使得照明通過主外表面處的內反射在所述 LOE 內傳播。耦出裝置將照明朝向觀察者的眼睛從 LOE 耦出。耦出裝置可以是成斜角地被部署在 LOE 內的相互平行的部分反射表面集。用於抑制環境光源的反射的各種裝置包括被定向成避免周邊視場減小的遮擋擋板、各種非反射塗層以及偏振濾波器的各種部署。

【英文】

A near-eye display includes a light-guide optical element (LOE) (10) having first and second major external surfaces (11A, 11B) that are planar and mutually parallel. An image projector (2) introduces into the LOE illumination corresponding to an image so that the illumination propagates within said LOE by internal reflection at the major external surfaces. A coupling-out arrangement couples the illumination out of the LOE towards the eye of the observer. The coupling-out arrangement may be a set of mutually-parallel, partially-reflective surfaces (12A) deployed at an oblique angle within the LOE. Various arrangements for suppressing reflections of ambient light sources include obstructing baffles oriented so as to avoid reduction of peripheral field of view, various non-reflective coatings and various deployments of polarization filters.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1A）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

光導光學元件/波導	10
圖像投影儀	2
物件	4
源	6SB
光源	6UF、6DF、6UB

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)

近眼顯示器

Near-Eye Displays

【技術領域】

【0001】 本發明涉及近眼顯示器，並且特別地涉及具有用於抑制明亮物件的重影圖像的各種特徵的近眼顯示器。

【先前技術】

【0002】 本發明是申請日中華民國 108 年 8 月 26 日、發明名稱為“近眼顯示器”、申請號為 108130460 的專利申請的分案申請。

【0003】 許多近眼顯示系統包括在使用者眼睛前放置的透明光導光學元件（LOE）或“波導”，其通過內反射在 LOE 內傳送圖像，並且然後通過合適的輸出耦合機制朝向使用者眼睛耦出圖像。輸出耦合機制可以基於嵌入的部分反射器或“小平面”，或者可以採用衍射模式。下面的描述將主要涉及基於小平面的耦出裝置，但是應當理解，本發明的各種特徵也能夠適用於衍射裝置。在應用於衍射元件的情況下，本文中所稱的小平面的延伸方向可以被認為是指衍射光柵的元件的方向。

【0004】 波導和小平面至少部分透明，使得來自周圍（場景）的光可以穿過波導和小平面，允許用戶直接觀看現實世界。場景光線中的一些被小平面反射並且以各種角度到達眼睛，從而生成現實世界的 unwanted “重影” 圖像（反射）。

【發明內容】

【0005】 本發明是近眼顯示器。

【0006】 根據本發明的實施方式的教導，提供了一種用於將圖像投射到觀察者的眼睛的近眼顯示器，近眼顯示器包括：(a) 光導光

學元件 (LOE)，其具有平面的且相互平行的第一主外表面和第二主外表面以及邊緣；(b) 支承裝置，其被配置用於在第二主外表面與觀察者的眼睛呈面向關係的情況下相對於觀察者的頭部支承 LOE；(c) 圖像投影儀，其用於投射對應於圖像的照明，圖像投影儀光學地耦合至 LOE 以將照明引入 LOE 中，以便通過在第一主外表面和第二主外表面處的內反射在 LOE 內傳播；(d) 耦出裝置，其被部署用於將照明朝向觀察者的眼睛從 LOE 耦出；以及 (e) 阻光擋板，其沿 LOE 的邊緣之一的大部分延伸並且從第二主外表面的平面突出，以便阻擋來自一定範圍掠射角的入射輻射到達第二外表面的至少一部分，擋板在朝向觀察者的眼睛的方向上突出，從而與第二主外表面形成銳角。

【0007】 根據本發明的實施方式的另一特徵，阻光擋板在朝向觀察者的眼球中心的方向上突出。

【0008】 根據本發明的實施方式的另一特徵，耦出裝置包括多個相互平行的部分反射表面，部分反射表面與第一主外表面成斜角地被部署在 LOE 內。

【0009】 根據本發明的實施方式的另一特徵，擋板和部分反射表面的部署阻止光線路徑在進入第一主外表面和第二主外表面之一並且經歷來自部分反射表面之一的單次反射之後到達觀察者的眼睛。

【0010】 根據本發明的實施方式的另一特徵，部分反射表面具有平行於第二外表面的延伸方向，並且其中，擋板與部分反射表面的延伸方向基本上平行地沿邊緣之一的大部分延伸。

【0011】 根據本發明的實施方式的另一特徵，阻光擋板通過附接至 LOE 而被機械地支承。

【0012】 根據本發明的實施方式的另一特徵，阻光擋板通過附接至支承裝置而被機械地支承。

【0013】 根據本發明的實施方式的教導，還提供了一種用於將圖像投射到觀察者的眼睛的近眼顯示器，近眼顯示器包括：(a) 光導

光學元件 (LOE)，其具有平面的且相互平行的第一主外表面和第二主外表面；(b) 支承裝置，其被配置用於在第二主外表面與觀察者的眼睛呈面向關係的情況下相對於觀察者的頭部支承 LOE；(c) 圖像投影儀，其用於投射對應於圖像的照明，圖像投影儀光學地耦合至 LOE 以將照明引入 LOE 中，以便通過在第一主外表面和第二主外表面處的內反射在 LOE 內傳播；以及 (d) 耦出裝置，其被部署用於將照明朝向觀察者的眼睛從 LOE 耦出，其中，第一主外表面塗覆有多層塗層，多層塗層被配置成為以小於 40 度的入射角入射的可見光提供抗反射特性，並且為以大於 70 度的入射角入射的可見光的至少第一偏振提供高反射率。

【0014】 根據本發明的實施方式的另一特徵，第二主外表面塗覆有多層塗層，多層塗層被配置成為以小於 40 度的入射角入射的可見光提供抗反射特性，並且為與以 70 度與 85 度之間的入射角入射的第一偏振垂直的、可見光的第二偏振提供低反射率。

【0015】 根據本發明的實施方式的教導，還提供了一種用於將圖像投射到觀察者的眼睛的近眼顯示器，近眼顯示器包括：(a) 光導光學元件 (LOE)，其具有平面的且相互平行的第一主外表面和第二主外表面；(b) 支承裝置，其被配置用於在第二主外表面與觀察者的眼睛呈面向關係的情況下相對於觀察者的頭部支承 LOE；(c) 圖像投影儀，其用於投射對應於圖像的照明，圖像投影儀光學地耦合至 LOE 以將照明引入 LOE 中，以便通過在第一主外表面和第二主外表面處的內反射在 LOE 內傳播；(d) 耦出裝置，其被部署用於將照明朝向觀察者的眼睛從 LOE 耦出；以及 (e) 微細百葉窗層，其與 LOE 的第一主外表面相關聯，微細百葉窗層阻擋從至少一個方向以大於 70 度的入射角入射的光進入 LOE。

【0016】 根據本發明的實施方式的另一特徵，微細百葉窗層包括具有延伸方向的一維微細百葉窗陣列，並且其中，在延伸方向基本上水準的情況下部署微細百葉窗層。

【0017】 根據本發明的實施方式的另一特徵，微細百葉窗層包括具有基本上垂直的延伸方向的兩個微細百葉窗陣列。

【0018】 根據本發明的實施方式的教導，還提供了一種用於將圖像投射到觀察者的眼睛的近眼顯示器，近眼顯示器包括：(a) 光導光學元件 (LOE)，其具有平面的且相互平行的第一主外表面和第二主外表面；(b) 支承裝置，其被配置用於在第二主外表面與觀察者的眼睛呈面向關係的情況下相對於觀察者的頭部支承 LOE；(c) 圖像投影儀，其用於投射對應於圖像的照明，圖像投影儀光學地耦合至 LOE 以將照明引入 LOE 中，以便通過在第一主外表面和第二主外表面處的內反射在 LOE 內傳播；(d) 耦出裝置，其被部署用於將照明朝向觀察者的眼睛從 LOE 耦出，LOE 和耦出裝置限定以大於 60 度的入射角入射在第一主外表面和第二主外表面之一上並且朝向觀察者的眼睛離開 LOE 的至少一個高入射角偏振相關光學路徑，偏振相關光學路徑具有有利偏振取向；以及 (e) 偏振濾波器，其被部署用於防止沿偏振相關光學路徑前進的具有有利偏振取向的外部光到達觀察者的眼睛。

【0019】 根據本發明的實施方式的另一特徵，偏振濾波器被部署成對進入第一主外表面的光進行濾波。

【0020】 根據本發明的實施方式的另一特徵，偏振濾波器被部署成對朝向觀察者的眼睛離開第二主外表面的光進行濾波。

【0021】 根據本發明的實施方式的另一特徵，朝向觀察者的眼睛從 LOE 出來的照明基本上被使用圖像偏振進行偏振，並且其中，偏振濾波器被部署成阻擋具有垂直於圖像偏振的偏振的光。

【0022】 根據本發明的實施方式的另一特徵，還提供了第二偏振濾波器，第二偏振濾波器被部署成對進入第一主外表面的光進行濾波，偏振濾波器與第二偏振濾波器被對準以透射相同的偏振。

【0023】 根據本發明的實施方式的另一特徵，還提供了橫向偏振遮光元件，橫向偏振遮光元件用於對沿觀察者的眼睛與 LOE 之間的路徑來自至少一個方向的光進行濾波，其中，橫向偏振遮光元件的偏振軸處於相對於偏振濾波器的偏振軸交叉的角度。

【0024】 根據本發明的實施方式的另一特徵，還提供了橫向偏

振遮光元件，橫向偏振遮光元件用於對沿觀察者的眼睛與 LOE 之間的路徑來自至少一個方向的光進行濾波。

【0025】 根據本發明的實施方式的另一特徵，耦出裝置包括多個相互平行的部分反射表面，部分反射表面與第一主外表面成斜角地被部署在 LOE 內。

【圖式簡單說明】

【0026】

本文中僅以示例方式參照附圖描述了本發明，在附圖中：

第 1A 圖和第 1B 圖是使用根據本發明的教導構造和操作的近眼顯示器的觀察者的示意性側視圖和俯視圖，示出了可能引起要抑制的反射的各種環境光源；

第 2A 圖是第 1A 圖的近眼顯示器的放大示意性側視圖，示出了圖像照明的光線路徑以及來自環境光源的示例性“重影”光路的光線路徑；

第 2B 圖和第 2C 圖是示出第 2A 圖的圖像光線路徑和重影光線路徑的光線路徑的各個部分之間的角度關係的角度圖；

第 3A 圖是根據第 1A 圖的近眼顯示器的光導光學元件的放大示意性側視圖，示出了來自光導光學元件後側的環境光源的替選示例性“重影”光路集；

第 3B 圖是示出第 3A 圖的重影光線路徑的光線路徑的各個部分之間的角度關係的角度圖；

第 3C 圖是根據第 1A 圖的近眼顯示器的光導光學元件的變型實現方式的放大示意性側視圖；

第 4 圖和第 5 圖是示出通過第 1A 圖的近眼顯示器的觀察者的能視域範圍的示意性俯視圖；

第 6 圖是類似於第 4 圖的視圖，示出了來自光導光學元件後部的入射環境光線在光導光學元件的內部小平面處單次反射之後可以到達觀察者的眼睛的角度範圍；

第 7 圖是類似於第 6 圖的視圖，示出了對包含內部小平面的區域進行限制以抑制某些重影光路到達觀察者的眼睛的變型實現方式；

第 8A 圖和第 8B 圖是類似於第 7 圖的視圖，示出了根據本發明的實施方式的另一方面使用遮擋擋板以阻擋某些重影光路到達觀察者的眼睛，分別在有和沒有示例性光線路徑的情況下示出；

第 8C 圖是類似於第 8A 圖的視圖，示出了根據本發明的方面的雙目近眼顯示器的變型，該變型採用其之間以 10 度至 30 度之間的角度部署以更好地符合面部曲率的兩個非共面的光導光學元件，示出了該傾斜對擋板幾何結構的影響；

第 9A 圖是示出根據本發明的實現方式的反射率根據示例性部分反射表面（小平面）的塗層的入射角而變化的圖表；

第 9B 圖是對於未經修改的菲涅耳反射的反射率根據入射角而變化的對應圖表；

第 10A 圖是類似於第 1A 圖的示意性側視圖，示出了採用外部偏振濾波器的變型實現方式；

第 10B 圖是類似於第 10A 圖的視圖，示出了採用內部偏振濾波器的變型實現方式；

第 10C 圖和第 10D 圖分別是不使用和使用橫向偏振濾波器情況下的 10B 圖的實現方式的俯視圖；

第 10E 圖是類似於第 10A 圖的視圖，示出了採用內部偏振濾波器和外部偏振濾波器兩者的變型實現方式；

第 11 圖是本發明的實現方式的示意性俯視圖，示出了與觀察者直接觀看到的場景的能視域相比的來自環境光源的光線的典型入射角；

第 12 圖是示出根據本發明的實施方式的方面的、優選抗反射塗層的反射率特性根據光導光學元件的表面的入射角而變化的圖表。

第 13 圖是在根據本發明的實施方式的另一方面的近眼顯示器的

實現方式中使用的微細百葉窗膜的示意圖；

第 14A 圖至第 14C 圖是在使用光導光學元件的近眼顯示器的各種實現方式中相對於小平面位置的眼睛位置的示意圖，該光導光學元件包括以不同取向的兩個不同的部分反射表面集；

第 15A 圖是使用光導光學元件的近眼顯示器的另一示例的示意圖，該光導光學元件包括以不同取向的兩個不同的部分反射表面集，其中，兩個小平面集的主反射偏振向量類似地對準；

第 15B 圖是適於與第 15A 圖的光導光學元件一起使用的偏振濾波器的取向的示意圖；

第 16A 圖是基於第 14A 圖的光導光學元件的近眼顯示器的部分示意圖；

第 16B 圖是被實現為具有非均勻偏振濾波器的雙目顯示器的第 16A 圖的近眼顯示器的示意性俯視圖；以及

第 16C 圖是示出第 16A 圖和第 16B 圖的實現方式中反射率根據光導光學元件的部分反射表面的入射角而變化的圖表。

【實施方式】

【0027】 本發明是近眼顯示器。

【0028】 參照附圖和所附描述可以更好地理解根據本發明的近眼顯示器的原理和操作。

【0029】 “重影圖像”的介紹和分類

【0030】 為了充分理解本發明的各個方面，重要的是識別到達光導光學元件（LOE）的入射光可能生成潛在地困擾觀察者的眼睛的“重影”的各種不同方向。

【0031】 作為介紹，第 1A 圖示意性地示出了通過近眼顯示器進行觀看的觀察者。一般而言，近眼顯示器包括光導光學元件（LOE）或“波導”10，LOE 或“波導”10 具有平面的且相互平行的第一主外表面 11A 和第二主外表面 11B，並且具有通常沒有光學活性的邊緣。圖像投影儀 2 光學地耦合至 LOE 10，以在 LOE 中引入對應於圖像的

照明，使得照明通過在主外表面 11A 和 11B 處內反射在所述 LOE 內傳播。圖像投影儀 2 至 LOE 10 的光學地耦合可以經由具有斜角度輸入表面的耦合稜鏡或者經由反射耦合裝置、經由 LOE 的側邊緣和/或 LOE 的主外表面之一來實現。

【0032】 合適的圖像投影儀（或“POD”）的示例——例如，採用通常全部被設置在一個或更多個 PBS 立方體或其他稜鏡裝置的表面上的照明源、諸如 LCOS 片的空間光調製器以及准直光學器件——是本領域公知的。類似地，用於將圖像耦合至 LOE 中的合適的耦入配置——例如，通過使用耦入反射器或通過呈適當角度的耦合稜鏡——是本領域公知的。圖像投影儀與 LOE 之間的耦合可以是直接的，或者可以是經由用於擴展跨其在 LOE 的平面中注入圖像的孔徑尺寸的附加的孔徑擴展裝置。為了表示的簡潔性，本文中將不再進一步討論投影儀和耦入配置，並且這裡僅示意性地表示其組合。

【0033】 近眼顯示器還包括耦出裝置，耦出裝置被部署用於將照明朝向觀察者的眼睛從 LOE 耦出以供觀察者觀看。耦出裝置在本文中被示為多個相互平行的部分反射表面（或“小平面”）12A，部分反射表面 12A 與第一主外表面 11A 和第二主外表面 11B 成斜角地被部署在 LOE 10 內。小平面通常具有角度相關塗層，以如下面進一步討論的那樣在某些角度提供高透射並且在其他角度提供部分反射。包括這樣的小平面的 LOE 的各種實現方式可以從 LUMUS 公司（以色列）商購獲得。儘管本文中的描述主要涉及基於小平面的耦出裝置，但是本領域普通技術人員將理解，本發明的各個方面也適用於替選耦出裝置，例如基於衍射光學元件的耦出裝置。

【0034】 本發明的近眼顯示器通常是頭戴式顯示器，並且因此優選地包括被配置用於在第二主外表面 11B 與觀察者的眼睛呈面向關係的情況下相對於觀察者的頭部支承 LOE 10 的支承裝置。支承裝置在第 1B 圖中被示意性地示為包括用於相對於觀察者耳朵支承顯示器的側 15 的眼鏡框架結構。這僅是還包括頭帶安裝結構以及與頭盔相關聯的顯示器的許多選項中的一個選項。支承裝置本身的細節對於本發明並不是關鍵的，並且在本文中不再詳細描述。

【0035】 如第 1A 圖示意性所示，圖像投影儀 2 將對應於所需圖像的光（實線箭頭）注入波導中，並且該光朝向觀察者的眼睛從波導耦出。來自場景中的物件 4 的光（雙點劃線）在有一些強度降低的情況下穿過波導到達觀察者。外來外部光的各種可能的入射方向用附圖標記 6 加上指示方向的兩個字母代碼進行標記：上、下或側（分別為 U、D 或 S）以及前或後（分別為 F 或 B）。在圖 1B 的俯視圖中更清楚地示出側方向。

【0036】 第 2A 圖是示出圖像投影儀 2、波導 10 和所選內部小平面 12A 的放大示意圖，內部小平面 12A 具有相對於形成波導的前部和後部的平行主外表面的角度 13。在這裡示出的示例性配置中，投影儀位於頂部（如第 1A 圖中）。在該情況下，小平面通常是將光從波導並且朝向觀察者的眼睛耦出的水準延伸的部分反射器，儘管部分反射器不一定是精確地水準的。在該示例中，為了清楚呈現，僅示出了圖像的一個光束，但實際上，圖像的角度擴展（通常准直到無窮遠）沿波導投射並且朝向眼睛耦出。小平面的間距呈現為非均勻以有助於示出反射路徑，但小平面的間距通常是均勻的。

【0037】 這裡，圖像的引導光用從波導的外部面反射的光線 14A 和 16A 表示。當光線 16A 入射在小平面之一上時，光線 16A 中的一部分朝向觀察者反射為光線 18A。第 2B 圖示出了角空間中的相應光線方向，其中平面 12B 對應於小平面 12A 的平面角度，並且雙箭頭表示該平面的向量（垂直於當衍射元件執行耦出時可適用的平面）。向量 14B、16B 和 18B 分別表示光線 14A、16A 和 18A 的方向。第 2B 圖和第 2C 圖中的虛線角表示波導 10 的外部面的全內反射（Total Internal Reflection, TIR）角，即，落在示出的角度範圍內的諸如向量 18B 的光線將從波導逸出，而在該範圍之外的光線方向將被內部地反射。

【0038】 波導和輸出耦合機制的任何架構通常固有來自場景的各種不期望的反射機制。光線 20 源自光源 6UF（在用戶前方並且在經由波導觀看到的現實世界的正常視場上方的光源，這是典型的陽光或頂部照明的場景）並且作為光線 22A 折射到波導中。該光線在

第 2C 圖的角空間中被示為向量 22B。該光線的大多數將穿過波導並且作為光線 20A 折射出波導，光線 20A 處於正常視場之外並且不會干擾觀察者。然而，光線 22A 的一部分可以從小平面 12A(平面 12B)之一反射為光線 24A(向量 24B)。該光線將被 LOE 的外表面反射為光線 26A(向量 26B)並且再次被小平面 12A 之一反射為光線 28A(向量 28B)。向量 28B 與向量 14B 大致相同，因此光線將繼續以與 14A(14B)相同的方式朝向觀察者的眼睛傳播。這被呈現為光線 30A(相當於 16A)和 32A(相當於 18A)。

【0039】 生成干擾重影照明的另一可能的機制是從 LOE 的第二主外表面 11B 部分反射光線 22A，然後從小平面 12A 部分反射該光線，從而生成輸出光線 23A。

【0040】 第 3A 圖描述了現實空間中在將圖像側向注入光導的情況下來自源 102 的“單次反射”的光學路徑，其中，小平面的延伸方向大致是豎直的。該源類似於第 1B 圖中的源 6SB。第 3B 圖描述了角空間中的相同過程。來自源的光折射進波導作為光線 106A(向量 106B)，被小平面 104A(平面 104B)反射為光線 112A(向量 112B)並且折射出波導。與涉及多個小平面反射的其他類型的反射路徑相比，該過程涉及由小平面進行的僅一次反射。因此，在一些情況下，該單次相同側反射可能是特別明亮的反射。當場景源以遠離掠入射的角度照明時，反射角變大，如通過將光線 110A 和 112A 與光線 106A 和 108A 進行比較所示。

【0041】 波導的幾何結構及其相對於眼睛的位置確定了將到達眼睛的反射的角度分佈。第 4 圖和第 5 圖示出了觀察者的頭部的俯視圖。波導和用戶眼睛的相對定位由諸如眼鏡框架支承結構或一些其他頭戴式支承結構的支承結構確定，為了簡化呈現在這裡省去了支承結構。在該示例中，如根據實線箭頭和小平面角度明顯的那樣，波導 10 配置有從側面引入的照明的圖像。該示例中的小平面指的是“豎直小平面”。

【0042】 瞳可以在一定範圍的位置和取向內移動，但是如第 4 圖和第 5 圖所示來自中心場的中心光線在所有觀察方向上朝向中央

凹穿過眼球 101 的中心。觀察者關注的角度場被描述為角度 100。等效角度豎直地存在。為了清楚，在說明書中不包括用於擴大角度 100 的其他考慮，例如 IPD 或眼動範圍（eye-box）容差。

【0043】 後側重影的幾何阻擋

【0044】 根據第 8A 圖至第 8C 圖示出的本發明的實施方式的第一方面，近眼顯示器設置有阻光擋板(130L, 130R)，阻光擋板(130L, 130R) 沿 LOE 的邊緣之一的大部分延伸並且從第二主外表面的平面突出以阻擋來自一定範圍掠射角的入射輻射到達第二主外表面的至少一部分，擋板在朝向觀察者的眼睛的方向上突出，從而與第二主外表面形成銳角，並且最優選地在朝向觀察者的眼球中心的方向上突出。這確保擋板對觀察者的周邊視場的影響最小，使觀察者留下不受限制的視場的印象。

【0045】 擋板優選地沿 LOE 的邊緣延伸，該邊緣與平行於主表面的部分反射表面的延伸方向基本上平行。根據幾何定義，平行於主表面的小平面的延伸方向可以被限定為部分反射表面之一位於其中的平面與第一主外表面的平面之間的相交線。本文中所使用的“基本上平行”優選地是指彼此平行或彼此在約 20 度內的方向。

【0046】 根據第一選擇，阻光擋板 130L、130R 通過附接至 LOE 10 而被機械地支承。替選地，阻光擋板通過附接至支承裝置（未在這些附圖中示出）而被機械地支承。

【0047】 用於實現擋板的優選幾何結構考慮如下。如上所述，第 3A 圖至第 3C 圖呈現了已經經歷根據光導（3A，3B）的後側上的照明的入射角而變化的單次反射或來自前側光導 3C 的單次反射的光線的角度依賴性。第 6 圖以部署在觀察者的頭部上的近眼顯示器的俯視圖示出了該角度依賴性的含義。波導 10 將場景光線 120、光線 122、掠射光線 124 從波導上的點 121R、點 123R、點 125R 朝向觀察者的眼球 101 的中心反射。

【0048】 根據本發明的方面的某些實施方式，最後的小平面（即，離圖像投影儀最遠的小平面）位於由來自場景（124R 或 124L）

的掠入射光線造成的臨界角光線的反射不再能夠到達眼睛 101 中心的位置，如第 7 圖中的點 125L 和點 125R 所示。右眼（或左眼）的波導中的小平面終止於光線 124R（124L）反射到眼睛 101 中心上的點。根據第 6 圖，明顯的是，任何其他光線均不能反射到眼睛中心 101 上，因為那裡不存在反射光的小平面。

【0049】 雖然在一些場景下，以上方法可以有效地避免來自後側環境照明的單反射明亮重影，但對於一些應用，對“最後的小平面”的位置的幾何限制可能無法提供足夠的角度視場。根據本發明的另一方面，使用第 6 圖中示出的幾何關係並且在識別所需的視場的程度（例如，如第 6 圖所示延伸到位置 123R）之後，可以識別以下有限的角度範圍（例如，從光線 124 到光線 122 的角度），該有限的角度範圍需要被遮擋以避免來自需要輸出小平面的區域的單次反射重影到達觀察者的中心視覺。

【0050】 根據這些原理實現的阻光擋板 130L、130R 通常相對小，從光學裝置的周邊大體上向後延伸，其中，與完全側擋裝置相比，對觀察者的周邊視覺的遮擋大大減小。在某些特別優選的實現方式中，擋板被實現為從光學裝置的周邊大體上朝向眼睛延伸，在一些情況下擋板與投影儀的一些特徵和/或框架側對準，以對觀察者的周邊視覺幾乎不具有遮擋影響。

【0051】 在圖 8A 中，示出了這樣的遮擋擋板的示例。阻光擋板 130R 和 130L 在這裡被示為位於波導邊緣並且朝向眼球 101 定向的平面，如點劃線所示。對於預定義的虛擬 FOV，具有小平面的波導 10 的長度被限定為位置 123R（123L）。如第 8B 圖所示，限定後反射的光學路徑並且設置擋板 130R（130L）長度，以阻擋由最後的小平面反射的光線的該光學路徑。如圖 8C 所示，傾斜波導也可以使用該散射阻擋。除了在美學上符合使用者的“面部曲線”之外，這樣的傾斜波導還通過針對給定長度的擋板跨波導的後表面投射更長的“陰影”來進一步放寬對擋板尺寸的要求。

【0052】 因此，最優選地，阻光擋板 130L、130R 和部分反射表面的部署防止光線路徑在進入第一主外表面和第二主外表面之一

並且經歷從部分反射表面之一的單次反射之後到達觀察者的眼睛。

【0053】 排除高入射角光線

【0054】 單獨或與本文中描述的其他方面結合均有用的本發明的實施方式的另一方面涉及用於管理以高入射角接近 LOE 10 的第一（外）主外表面 11A 的入射光線的方法。

【0055】 再次參照第 2A 圖，注意到，現實世界光源的有問題的反射中的許多反射開始於諸如這裡示意性地示出為光線 20 的高角度入射光線。如果這樣的光線可以被排除而完全不進入 LOE，則這將清楚地避免生成朝向觀察者的眼睛的引起麻煩的反射的入射輻射。

【0056】 因此，波導 10 的外部小平面的適當塗層可以使場景反射減弱，如第 11 圖和第 12 圖所示。角度 100 表示觀察者通過波導 10 看周圍環境的角度場。

【0057】 在第 12 圖中示出具有抗反射塗層的波導的第一（外）表面的角反射率的優選實現方式。角度範圍 166 表示角度 100。在該範圍中，波導的透射率應當是最大的。來自範圍 100 之外的場景的光線源自前方 168 或後方 120（受小平面反射、小平面或觀察者面部遮擋的限制）。這些光線的角度範圍被示為第 10B 圖中的 170。根據本發明的一個方面，波導上的抗反射塗層被修改為在 170 處具有高反射率並且在角度範圍 166 處具有高透射率。（高角度處的高反射率是被設計用於垂直光入射的 AR 塗層的共同特性。）這大大減少了進入波導 10 的前向和後向場景照明以高角度進入並且通過內部小平面反射到眼睛上。

【0058】 因此，根據本發明的實施方式的該方面的一個實現方式，第一（外）主外表面 11A 塗覆有多層塗層，該多層塗層被配置成為以小於 40 度的入射角入射的可見光提供抗反射特性，並且為以大於 70 度的入射角入射的可見光的至少第一偏振提供高反射率。根據對觀察者通過 LOE 直接觀看的能視域的特定要求以及有問題的環境照明可能入射的可能方向，可以優選地為多至 50 度的角度提供抗

反射特性和/或為超過大約 60 度的角度提供高反射率，但是這些限制越接近，塗層需求變得要求越高，以致實現它們可能變得不現實或不合理地複雜。在本上下文中，“抗反射特性”優選地是指小於 5% 並且最優選地小於 3% 的反射率。在該上下文中的“高反射率”是指超過 70% 並且優選地超過 80%、更優選地至少 90%、並且在一些特別優選的情況下至少 95% 的反射率。

【0059】 當考慮外部照明可能入射的角度範圍時，可能難以實現對於整個 FOV 以及整個可見光譜的高入射角（小掠射角）的所期望的排除。因此，在本發明的特別優選的實現方式中，該反射率增強僅針對高角度入射照明的 S 偏振進行優化。如下所述，提供了替選解決方案，用於降低來自外部光源的 P 偏振照明的重影的可見性。

【0060】 具體地，參照第 2A 圖的折射光線 22A，根據以上方法，由於外表面的塗層，在光導的前主表面處折射並且透射穿過光導的前主表面的來自入射光線 20 的殘餘光可能基本上是 P 偏振的。重影反射光線路徑中的一些涉及隨後在基板的第二（後）主外表面 11B 處反射光線 22A，以生成重影光線 23A。然而，由於在離開主表面法線的介面處的折射，透射穿過後主表面 11B 的該光的任何部分將在與進入 LOE 的前主表面的環境光 20 的傳播方向基本上平行的急劇向下路徑 20A 上繼續，並且將不會干擾近眼顯示器的佩戴者的眼睛。因此提出在 LOE 的後表面塗覆抗反射塗層，以增加高入射角光線的透射。在所有角度實現 P 偏振的有效抗反射塗層更可行。因此，本發明的該第二方面對第一方面補充如下：具有 S 偏振的入射外部重影照明中的大部分可以通過第一主外前表面 11A 處的外部反射而被排除，而 P 偏振重影照明中的大部分可以在第二主外後表面 11B 處透射。其結果是：與現有的 LOE 相比，遵循第 2 圖中示出的路徑的整體重影照明大大減小。

【0061】 因此，根據本發明的該方面，第二主外表面 11B 有利地塗覆有多層塗層，該多層塗層被配置成為以小於 40 度的入射角入射的可見光提供抗反射特性並且為與以 70 度與至少約 85 度（優選地接近 90 度）之間的入射角入射的第一偏振垂直的、可見光的第二偏

振提供低反射率。

【0062】 再次參照第 2 圖，關於可以生成重影 32A 的替選光線路徑，可以通過殘餘環境光形成重影，該殘餘環境光穿透到 LOE 中並且然後在相對受限的角度範圍內從光導的部分反射小平面反射（例如，從光線 22A 到光線 24A 或從光線 26A 到光線 28A），該角度範圍通常不同於顯示信號傳播的角度範圍（和偏振取向）。因此，提出了修改部分反射表面塗層的設計，以在這些特定角度範圍中的一個或兩個內基本上減小反射率。具體地，抑制高角度光線的反射的小平面塗層將趨向於使進入被引導模式的光量（即，從光線 22A 到 24A 的反射）最小化，並且因此抑制重影 32A 的強度。

微細百葉窗膜變型

【0063】 作為本發明的前一方面的替選的或另外的實現方式，可以使用百葉窗膜來實現對高角度入射光的排斥，該百葉窗膜被部署在 LOE 的外表面前方並且被配置成在期望的視場上提供來自外部場景的光的高透射的同時阻擋從高角度入射的光。微細百葉窗膜是已知的，並且通常作用於將電腦顯示器的可視性限制到期望的視角範圍的“隱私膜”。這樣的膜的示例可以從 3M[®]公司在高級光控制膜（Advanced Light Control Film, ALCF）的描述下商購獲得。

【0064】 在第 13 圖中示意性地示出這樣的膜的結構，其中，膜的內層包含被支承在透明基板 302 中的不透明（或大大減弱）微細百葉窗 300 的陣列，基板 302 限定了入射光可以穿過膜的角度的幾何限制。商業可獲得的隱私膜通常包括一維微細百葉窗陣列，即，所有百葉窗以相同方向延伸。在該情況下，優選地相對於 LOE 部署膜，使得百葉窗水準延伸，從而阻擋來自上方的高角度外部光源。替選地，可以使用二維陣列微細百葉窗結構，其具有在兩個垂直方向上延伸的微細百葉窗（通常在膜結構的兩個單獨的層中，一個疊加在另一個上）以提供對來自所有側的高角度外部光源的排除。

【0065】 為了避免影響 LOE 的光學特性以從主表面進行內反射，通常優選的是避免直接向 LOE 表面施加光控制膜。可選地，可

以提供合適的結構以確保相鄰於 LOE 保持氣隙，並且在與 LOE 稍微間隔開的單獨的光學元件（透鏡等）上支承光控制膜。替選地，可以設置具有足夠低的有效折射率以保持 LOE 的光學特性的緩衝或“隔離”層。用於這樣的層的合適的材料示例可以商購獲得，並且包括氣凝膠以及用於類似目的的各種其他材料。根據另一替選實現方式，可以設置通常使用多層電介質塗層來實現的角度選擇性反射塗層，以在允許在小角度下的高透射的同時模擬在 LOE 內傳播的圖像的相關角度範圍的 TIR。該選擇還允許微細百葉窗膜直接光學附接至 LOE 的塗覆表面而不損害 LOE 的光學特性。順便指出，在本文中提及與 LOE 的一個或兩個表面相關聯的偏振濾波器的情況下，所有以上提及的用於在不影響其光學特性的情況下相對於 LOE 施加支承微細百葉窗膜的選擇同樣能夠適用。

【0066】 在特別優選的實現方式中，微細百葉窗層 300 與 LOE 10 的第一主外表面 11A 相關聯，並且阻擋從至少一個方向以大於 70 度的入射角入射的光進入 LOE。在使用具有一維微細百葉窗陣列的微細百葉窗層 300 的情況下，微細百葉窗層優選地在延伸方向基本上水準的情況下部署。替選地，可以使用具有兩個具有基本上垂直的延伸方向的微細百葉窗陣列的微細百葉窗層。

【0067】 偏振濾波

【0068】 小平面上的塗層設計對反射濾波具有顯著影響。第 9A 圖示出了在小平面 12A 和 40A 上使用的典型塗層的角度反射率。在大多數情況下，反射率如所示是偏振相關的（或“偏振敏感的”），這也是基本菲涅耳反射特性（第 9B 圖）所固有的。

【0069】 箭頭 150 示出了對應於反射 26A（B）至 28A（B）的角度。對於該塗層並且在該入射角下，P 偏振比 S 偏振更多地反射。箭頭 154 示出了具有低反射率和無偏振選擇性的角度反射 22A（B）至 24A（B）。在用於某些 LOE 的小平面的替選實現方式中，155 和 152 表示具有明顯的主 S 偏振的反射角度。根據本發明的實施方式的方面，如現在將描述的那樣，可以使用對小平面斜角度和/或塗層輪廓的特定選擇來利用偏振相關特性以抑制真實世界反射。

【0070】 由於反射（例如 6UF 或 6DF）可以被控制成具有預定義的主偏振（例如，通過如上所述的合適的抗反射塗層，或通過小平面本身的特性），因此通過如第 10A 圖所示在波導前方使用偏振濾波器或“偏振器” 160U 來有利地實現重影反射減弱。可以使用任何合適類型的偏振器，最優選地為結構（或“笛卡爾”）偏振器，並且通常使用吸收型偏振器。該偏振器將使來自場景中的物件 4 的非偏振光減弱 50%（在許多情況下，無論如何都可能需要或期望），但會使偏振的上正面反射 6UF 或下正面反射 6DF 減弱更多。應當優選地相對於反射的小平面的取向（依賴於 S 或 P 阻擋為與小平面垂直或水準）來設置偏振器的取向。

【0071】 在一些情況下，LOE 和耦出裝置限定以大於 60 度的入射角入射在第一主外表面和第二主外表面之一上並且朝向觀察者的眼睛離開 LOE 的至少一個高入射角偏振相關光學路徑，其中，偏振相關光學路徑具有有利偏振取向。然後，有利地部署偏振濾波器以防止沿偏振相關光學路徑前進的具有有利偏振取向的外部光到達觀察者的眼睛。在圖 10A 的上述示例中，偏振濾波器 160U 被外部地部署成對進入第一（外）主外表面 11A 的光進行濾波。

【0072】 本發明的實施方式的一個實現方式是具有小平面塗層的波導，該小平面塗層被設計成生成具有與耦出的投影圖像的偏振垂直的偏振的真實世界重影圖像的反射。在該情況下，可以如第 10B 圖和第 10C 圖中的偏振濾波器 160I 所示將偏振器放置在面向觀察者的內側，即，偏振濾波器被部署成對朝向觀察者的眼睛離開第二主外表面的光進行濾波的位置。該配置可以阻擋還源自波導的背面（例如 6SB）並且兩次通過偏振器的反射投射到眼睛上，如第 10C 圖明顯的那樣。然而，僅在投影儀 2 投射的虛擬影像以該偏振器最小減弱或失真來照射眼睛的情況下，才應當使用該配置。換言之，其中朝向觀察者的眼睛從 LOE 耦出的圖像照明基本上被使用圖像偏振進行偏振，並且偏振濾波器 160I 被部署成阻擋具有垂直於圖像偏振的偏振的光。

【0073】 在使用偏振器的每種情況下，將注意的是，偏振器的

取向由小平面結構指定，偏振器的取向被定向以使得可能被小平面反射的真實世界重影照明的偏振被減弱，而不會顯著地被小平面集中的至少一個根據重影光線路徑以其特定入射角反射的偏振被允許通過。這導致在許多情況下與透射 P 偏振並且排斥來自水準表面的 S 偏振的正常偏振的太陽鏡部署有角度偏移（例如，至少 20 度，或至少 30 度，並且在某些情況下，在 60 度與 120 度之間）的偏振器取向。

【0074】 第 10D 圖示出了在系統側上的側偏振器 160S 的實現方式。以此方式，偏振器與偏振濾波器 160U 的作用大致相同，用以阻擋從波導（6SB）側反射的偏振。優選地，側偏振器與偏振濾波器 160U 或 160I 一起實現，因此場景的強度可見性從前方或周邊（側）是相同的。

【0075】 如果偏振濾波器 160I 與側偏振器 160S 結合使用（如圖 10D 所示），則 160S 的取向優選地垂直於 160I（即，交叉偏振軸，例如一個豎直並且一個水準），導致在保持周邊可見性的情況下完全阻擋所有側反射。

【0076】 在一些波導和小平面架構中，虛擬注入圖像在線性偏振的情況下照射在眼睛上。在這樣的情況下，可以更接近眼睛使用偏振器（如圖 10B 所示），其效果是對重影反射中的一些進行濾波。然而，除此之外，場景反射中的一些也在波導中的偏振旋轉之後在相同偏振處反射。由於該偏振旋轉不會發生在直接場景中的物件 4 的光線上，因此引入具有與偏振器 230 相同取向的第二偏振器 232（第 10E 圖）將不會對直接場景中的物件 4 的光線產生任何附加的影響，但是會引入對反射 6UF 和 6DF 的附加減弱。

【0077】 具有兩個小平面集的 LOE 的變型實現方式

【0078】 根據本發明的 LOE 的某些實現方式採用兩個不同的非平行的部分反射表面集，以在 LOE 內實現二維的光學孔徑擴展。用於消除或減弱（統稱為“抑制”）現實世界照明（重影）的不需要的反射的上述特徵中的許多特徵同樣適用於 2D 擴展 LOE。下面參照第 14A 圖至第 16C 圖說明這些應用中的一些中的各種另外的考慮。

【0079】 在第 14A 圖中，小平面 64A 位於眼睛前方，以將引導圖像反射到眼睛上。小平面 68A 用於通過從光導內的一個引導圖像方向到不同引導圖像方向的反射來進行光學孔徑擴展，並且不耦合至眼睛。這使得在一些情況下將這些小平面定位在遠離眼睛相關場以消除小平面的直接反射的可見性是可行的。第 14A 圖示出了小平面 68A 位於低於眼睛中心的佈置。通過如第 14B 圖和第 14C 圖所示的非交疊架構可以進一步減少交疊，其中，眼睛通過僅具有一種類型的小平面的區域觀看。

【0080】 第 15A 圖示出了兩個交疊的小平面集。在第 10A 圖至第 10E 圖中呈現的偏振結構可以同時應用於兩個小平面集。通過如第 15A 圖中由 200A 和 202A 所示將一個偏振設置為 P 偏振並且一個設置為 S 偏振來操縱來自兩個偏振的反射使其接近平行，從而提高偏振器效率。第 15B 圖示出了偏振取向（200B 和 202B）的交疊和優選偏振取向以阻擋組合偏振。

【0081】 替選地，可以垂直於（或平行於）生成主反射的小平面來設置偏振器。

【0082】 第 16A 圖示出了具有兩個小平面集的波導，其中，傾斜的小平面 220 集用於注入圖像的豎直孔徑擴展，並且豎直的小平面集 222 用於水準擴展。小平面 220 可以相對於波導的外部小平面傾斜。在該情況下，單個小平面反射通常將從後面進行，如第 6 圖所示。然而，如果小平面 220 垂直於（或接近垂直於）光導的外部面，則可以從光導前方的方向發生單次反射，如第 16B 圖的箭頭所示。

【0083】 第 16C 圖示出了具有正面單次反射（第 16B 圖）的典型的反射角 224 和角度 226 的典型的小平面塗層的反射率（反射率如具有近似或準確垂直的小平面的 3C 所述）。明顯的是，背面反射傾向於在更接近垂直的角度 224 處，其中，電介質塗層將在偏振之間具有低差異，而正面反射角 226 將具有高差異。因此，根據本發明的方面，在波導的前方放置濾掉否則會引起顯著單次正面反射的偏振的偏振器 228。

【0084】 一些塗層例如線閘或雙折射電介質（如通過 3M）在垂直角度也具有固有的偏振選擇性。在該情況下，側偏振器（第 10D 圖中的 160S）可以有利地用於實現有效的反射減弱。

【0085】 偏振器 228 可以被設計成在小平面 220 前方和小平面集 222 前方具有不同取向，因為小平面的不同取向將生成具有不同偏振的反射。可選地，可以使用在兩個期望的偏振取向之間逐漸轉變的非線性偏振器，以避免尖銳的邊界。

【0086】 反射可以源自由多於一個的小平面集進行的多個反射。例如，在第 12A 圖中，反射可以在由小平面 68A 反射之後具有一定程度的線性偏振，並且可以在由小平面 64A 反射之後變為任意偏振。在該情況下，應當計算反射的特定偏振，並且將非線性偏振器與波導一起使用。這可以包括具有線性偏振器的波片或其他雙折射材料。

本公開內容還可以具有以下配置：

1. 一種用於將圖像投射到觀察者的眼睛的近眼顯示器，所述近眼顯示器包括：

（a）光導光學元件（LOE），其具有平面的且相互平行的第一主外表面和第二主外表面以及邊緣；

（b）支承裝置，其被配置用於在所述第二主外表面與所述觀察者的眼睛呈面向關係的情況下相對於所述觀察者的頭部支承所述 LOE；

（c）圖像投影儀，其用於投射對應於所述圖像的照明，所述圖像投影儀光學地耦合至所述 LOE 以將所述照明引入所述 LOE 中，以便通過所述第一主外表面和所述第二主外表面處的內反射在所述 LOE 內傳播；

（d）耦出裝置，其被部署用於將所述照明朝向所述觀察者的眼睛從所述 LOE 耦出；以及

（e）阻光擋板，其沿所述 LOE 的所述邊緣之一的大部分延伸並

且從所述第二主外表面的平面突出，以便阻擋來自一定範圍掠射角の入射輻射到達所述第二主外表面的至少一部分，所述擋板在朝向所述觀察者的眼睛的方向上突出，從而與所述第二主外表面形成銳角。

2. 如方案第 1 項所述的近眼顯示器，其中，所述阻光擋板在朝向所述觀察者的眼球中心的方向上突出。

3. 如方案第 1 項所述的近眼顯示器，其中，所述耦出裝置包括多個相互平行的部分反射表面，所述部分反射表面與所述第一主外表面成斜角地被部署在所述 LOE 內。

4. 如方案第 3 項所述的近眼顯示器，其中，所述擋板和所述部分反射表面的部署阻止光線路徑在進入所述第一主外表面和所述第二主外表面之一並且經歷來自所述部分反射表面之一的單次反射之後到達所述觀察者的眼睛。

5. 如方案第 3 項所述的近眼顯示器，其中，所述部分反射表面具有平行於所述第二主外表面的延伸方向，並且其中，所述擋板與所述部分反射表面的所述延伸方向基本上平行地沿所述邊緣之一的大部分延伸。

6. 如方案第 1 項所述的近眼顯示器，其中，所述阻光擋板通過附接至所述 LOE 而被機械地支承。

7. 如方案第 1 項所述的近眼顯示器，其中，所述阻光擋板通過附接至所述支承裝置而被機械地支承。

8. 一種用於將圖像投射到觀察者的眼睛的近眼顯示器，所述近眼顯示器包括：

(a) 光導光學元件 (LOE)，其具有平面的且相互平行的第一主外表面和第二主外表面；

(b) 支承裝置，其被配置用於在所述第二主外表面與所述觀察者的眼睛呈面向關係的情況下相對於所述觀察者的頭部支承所述 LOE；

(c) 圖像投影儀，其用於投射對應於所述圖像的照明，所述圖像

投影儀光學地耦合至所述 LOE 以將所述照明引入所述 LOE 中，以便通過所述第一主外表面和所述第二主外表面處的內反射在所述 LOE 內傳播；以及

(d) 耦出裝置，其被部署用於將所述照明朝向所述觀察者的眼睛從所述 LOE 耦出，

其中，所述第一主外表面塗覆有多層塗層，該多層塗層被配置成為以小於 40 度的入射角入射的可見光提供抗反射特性，並且為以大於 70 度的入射角入射的可見光的至少第一偏振提供高反射率。

9. 如方案第 8 項所述的近眼顯示器，其中，所述第二主外表面塗覆有多層塗層，該多層塗層被配置成為以小於 40 度的入射角入射的可見光提供抗反射特性，並且為與以 70 度與 85 度之間的入射角入射的所述第一偏振垂直的、可見光的第二偏振提供低反射率。

10. 一種用於將圖像投射到觀察者的眼睛的近眼顯示器，所述近眼顯示器包括：

(a) 光導光學元件 (LOE)，其具有平面的且相互平行的第一主外表面和第二主外表面；

(b) 支承裝置，其被配置用於在所述第二主外表面與所述觀察者的眼睛呈面向關係的情況下相對於所述觀察者的頭部支承所述 LOE；

(c) 圖像投影儀，其用於投射對應於所述圖像的照明，所述圖像投影儀光學地耦合至所述 LOE 以將所述照明引入所述 LOE 中，以便通過所述第一主外表面和所述第二主外表面處的內反射在所述 LOE 內傳播；

(d) 耦出裝置，其被部署用於將所述照明朝向所述觀察者的眼睛從所述 LOE 耦出；以及

(e) 微細百葉窗層，其與所述 LOE 的所述第一主外表面相關聯，所述微細百葉窗層阻擋從至少一個方向以大於 70 度的入射角入射的光進入所述 LOE。

11. 如方案第 10 項所述的近眼顯示器，其中，所述微細百葉窗層包括具有延伸方向的一維微細百葉窗陣列，並且其中，在所述延伸方向基本上水準的情況下部署所述微細百葉窗層。

12. 如方案第 10 項所述的近眼顯示器，其中，所述微細百葉窗層包括具有基本上垂直的延伸方向的兩個微細百葉窗陣列。

13. 一種用於將圖像投射到觀察者的眼睛的近眼顯示器，所述近眼顯示器包括：

(a) 光導光學元件 (LOE)，其具有平面的且相互平行的第一主外表面和第二主外表面；

(b) 支承裝置，其被配置用於在所述第二主外表面與所述觀察者的眼睛呈面向關係的情況下相對於所述觀察者的頭部支承所述 LOE；

(c) 圖像投影儀，其用於投射對應於圖像的照明，所述圖像投影儀光學地耦合至所述 LOE 以將所述照明引入所述 LOE 中，以便通過所述第一主外表面和所述第二主外表面處的內反射在所述 LOE 內傳播；

(d) 耦出裝置，其被部署用於將所述照明朝向所述觀察者的眼睛從所述 LOE 耦出，所述 LOE 和所述耦出裝置限定以大於 60 度的入射角入射在所述第一主外表面和所述第二主外表面之一上並且朝向所述觀察者的眼睛離開所述 LOE 的至少一個高入射角偏振相關光學路徑，所述偏振相關光學路徑具有有利偏振取向；以及

(e) 偏振濾波器，其被部署用於防止沿所述偏振相關光學路徑前進的具有所述有利偏振取向的外部光到達所述觀察者的眼睛。

14. 如方案第 13 項所述的近眼顯示器，其中，所述偏振濾波器被部署成對進入所述第一主外表面的光進行濾波。

15. 如方案第 13 項所述的近眼顯示器，其中，所述偏振濾波器被部署成對朝向所述觀察者的眼睛離開所述第二主外表面的光進行濾波。

16. 如方案第 15 項所述的近眼顯示器，其中，朝向所述觀察者的眼睛從所述 LOE 耦出的所述照明基本上被使用圖像偏振進行偏振，並且其中，所述偏振濾波器被部署成阻擋具有垂直於所述圖像偏振的偏振的光。

17. 如方案第 15 項所述的近眼顯示器，還包括第二偏振濾波器，所述第二偏振濾波器被部署成對進入所述第一主外表面的光進行濾波，所述偏振濾波器與所述第二偏振濾波器被對準以透射相同的偏振。

18. 如方案第 15 項所述的近眼顯示器，還包括橫向偏振遮光元件，所述橫向偏振遮光元件用於對沿所述觀察者的眼睛與所述 LOE 之間的路徑來自至少一個方向的光進行濾波，其中，所述橫向偏振遮光元件的偏振軸處於相對於所述偏振濾波器的偏振軸交叉的角度。

19. 如方案第 13 項所述的近眼顯示器，還包括橫向偏振遮光元件，所述橫向偏振遮光元件用於對沿所述觀察者的眼睛與所述 LOE 之間的路徑來自至少一個方向的光進行濾波。

20. 如方案第 8 項至第 19 項中任一項所述的近眼顯示器，其中，所述耦出裝置包括多個相互平行的部分反射表面，所述部分反射表面與所述第一主外表面成斜角地被部署在所述 LOE 內。

【0087】 投射到眼睛上的反射的光學特性可以跨波導變化。因此，可以跨波導非均勻地使用上述方法，以跨觀察者的整個視場來實現反射抑制。這可以包括（不限於）：

- 可變偏振器
- 可變波片
- 平行和不平行小平面的可變塗層
- 波導的外部面的可變塗層，以改變透射率和偏振

【0088】 在所有以上描述中，自上而下的配置等同於側配置，並且豎直小平面等同於水準。換言之，佈置通常是可互換的；可以將系統旋轉 90 度。這包括擋板、塗層和偏振。

【0089】 應當理解，以上描述僅旨在用作示例，並且在所附權利要求書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】

【0090】

光導光學元件/波導	10	眼球	101
第一主外表面	11A	阻光擋板	130L、130R
第二主外表面	11B	光導	3A、3B、3C
圖像投影儀	2	場景光線	120
側	15	掠射光線	124
物件	4	點	121R、123R、125L 125R
附圖標記	6	角度範圍	166、170
向量	14B、16B、18B	前方	168
平面	12B、104B	後方	120
源	102、6SB	重影	32A
第二偏振器	232	基板	302
反射角	224、226	微細百葉窗層	300
偏振器	228	箭頭	150、154
位置	123R/123L	偏振	P、S
小平面集	222	偏振濾波器	160U、160I
偏振取向	200B、202B	側偏振器	160S
光線	14A、16A、18A、20A、22A、23A、24A、26A、28A、106A、108A、110A、112A、122、124、124R、124L、20		

向量	14B、22B、24B、26B、28B、106B、112B
光源	6UF、6DF、6UB、30A、32A、112A
角度	13、100、155、152
部分反射表面/小平面	12A、64A、68A、104A、40A、220
偏振器	230

申請專利範圍

【請求項1】 一種用於將圖像投射到觀察者的眼睛的近眼顯示器，所述近眼顯示器包括：

(a) 光導光學元件 (LOE)，其具有平面的且相互平行的第一主外表面和第二主外表面；

(b) 支承裝置，其被配置用於在所述第二主外表面與所述觀察者的眼睛呈面向關係的情況下相對於所述觀察者的頭部支承所述 LOE；

(c) 圖像投影儀，其用於投射對應於所述圖像的光，所述圖像投影儀光學地耦合至所述 LOE 以將所述光引入所述 LOE 中，以便通過所述第一主外表面和所述第二主外表面處的內反射在所述 LOE 內在第一方向上傳播；

(d) 重定向裝置，其與所述 LOE 的第一區域相關聯並且被配置成漸進地將在所述第一方向上傳播的光重定向，以便通過所述第一主外表面和所述第二主外表面處的內反射在所述 LOE 內在第二方向上朝向所述 LOE 的第二區域傳播，所述 LOE 和所述重定向裝置限定入射在所述第一主外表面和所述第二主外表面之一上並且朝向所述觀察者的眼睛離開所述 LOE 的至少一個偏振相關光學路徑，所述偏振相關光學路徑具有有利偏振取向；

(e) 耦出裝置，其被部署在所述 LOE 的所述第二區域中，用於將光朝向所述觀察者的眼睛從所述 LOE 耦出；以及

(f) 偏振濾波器，其被部署在所述第一主外表面和所述第二主外表面之一上的所述 LOE 的所述第一區域中，以防止沿所述偏振相關光學路徑前進的具有所述有利偏振取向的外部光到達所述觀察者的眼睛。

【請求項2】 如請求項 1 所述的近眼顯示器，其中，所述偏振濾波器被部署成對進入所述第一主外表面的光進行濾波。

【請求項3】 如請求項 1 所述的近眼顯示器，其中，所述偏振濾

波器被部署成對朝向所述觀察者的眼睛離開所述第二主外表面的光進行濾波。

【請求項4】如請求項1所述的近眼顯示器，其中，所述 LOE 和所述耦出裝置限定入射在所述第一主外表面和所述第二主外表面之一上並且朝向所述觀察者的眼睛離開所述 LOE 的至少一個附加偏振相關光學路徑，所述附加偏振相關光學路徑具有第二有利偏振取向，所述近眼顯示器還包括附加偏振濾波器，所述附加偏振濾波器被部署在所述第一主外表面和所述第二主外表面之一上的所述 LOE 的所述第二區域中，以防止沿所述附加偏振相關光學路徑前進的具有所述第二有利偏振取向的外部光到達所述觀察者的眼睛。

【請求項5】如請求項4所述的近眼顯示器，其中，所述偏振濾波器和所述附加偏振濾波器兩者均包括在非線性偏振器中，所述非線性偏振器在兩個偏振方向之間逐漸轉變。

【請求項6】如請求項1所述的近眼顯示器，其中，所述重定向裝置包括一組相互平行的部分反射表面，所述部分反射表面在所述第一區域中在所述 LOE 的內部。

【請求項7】如請求項1所述的近眼顯示器，其中，所述耦出裝置包括一組相互平行的部分反射表面，所述部分反射表面在所述第二區域中在所述 LOE 的內部。

【請求項8】一種用於將圖像投射到觀察者的眼睛的近眼顯示器，所述近眼顯示器包括：

(a) 光導光學元件 (LOE)，其具有平面的且相互平行的第一主外表面和第二主外表面；

(b) 支承裝置，其被配置用於在所述第二主外表面與所述觀察者的眼睛呈面向關係的情況下相對於所述觀察者的頭部支承所述 LOE；

(c) 圖像投影儀，其用於投射對應於所述圖像的光，所述圖像投影儀光學地耦合至所述 LOE 以將所述光引入所述 LOE 中，以便通

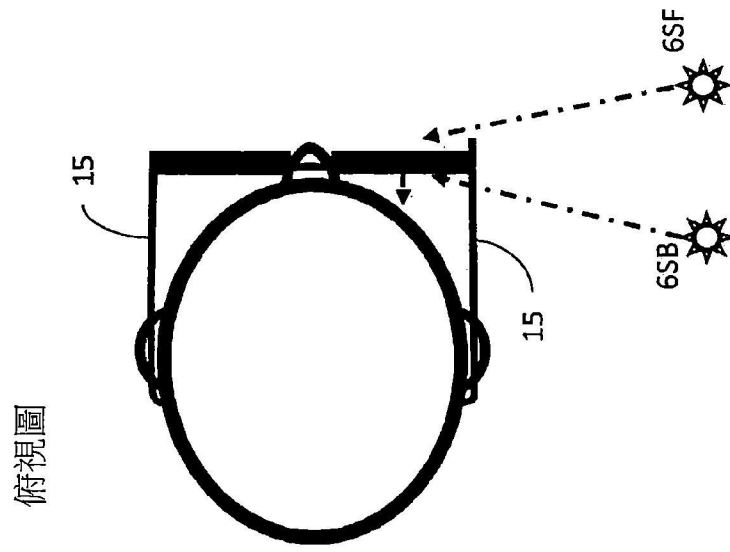
過所述第一主外表面和所述第二主外表面處的內反射在所述 LOE 內傳播；

(d) 耦出裝置，其被部署用於將所述光朝向所述觀察者的眼睛從所述 LOE 耦出，所述 LOE 和所述耦出裝置限定入射在所述第二主外表面上並且朝向所述觀察者的眼睛離開所述 LOE 的至少一個偏振相關光學路徑，所述偏振相關光學路徑具有有利偏振取向；以及

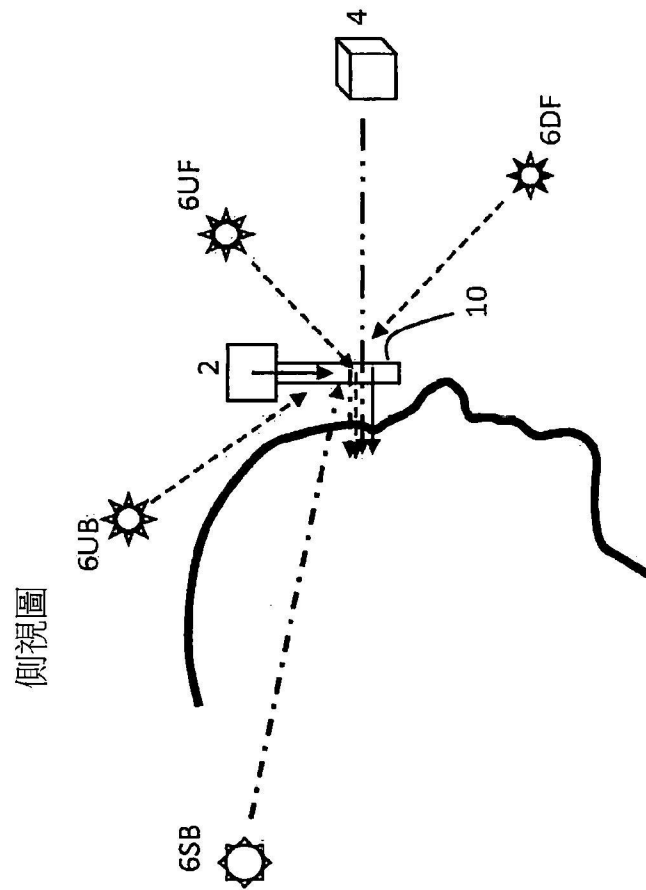
(e) 橫向偏振遮光元件，其被部署成與所述 LOE 不平行，以防止沿所述偏振相關光學路徑前進的具有所述有利偏振取向的橫向入射的外部光到達所述觀察者的眼睛。

【請求項9】 如請求項 8 所述的近眼顯示器，其中，所述耦出裝置包括多個相互平行的部分反射表面，所述部分反射表面與所述第一主外表面成斜角地被部署在所述 LOE 內。

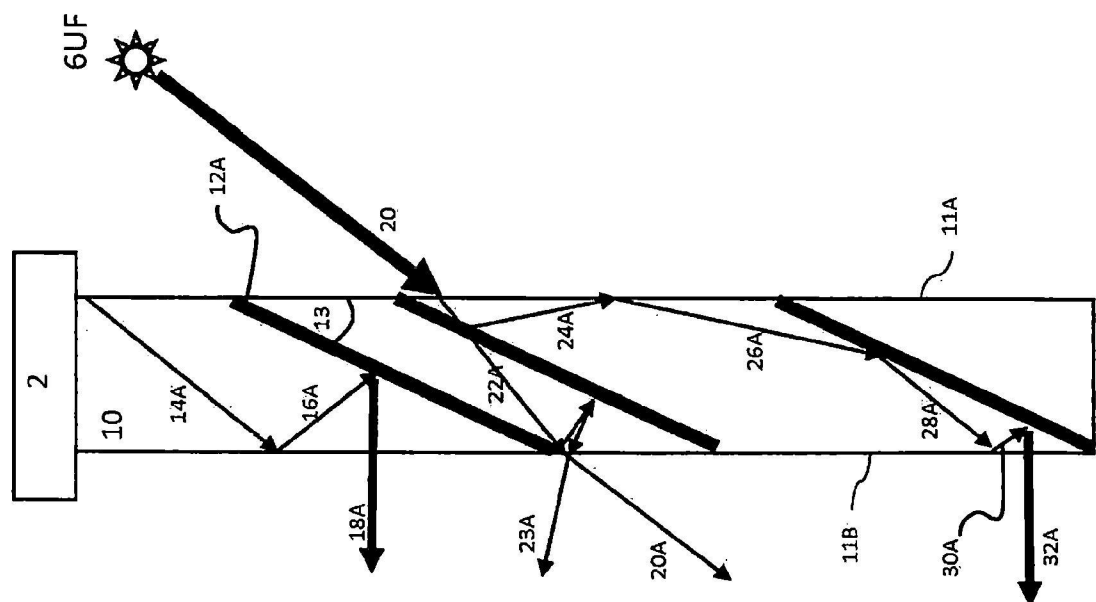
圖式



第1B圖



第1A圖



第2A圖

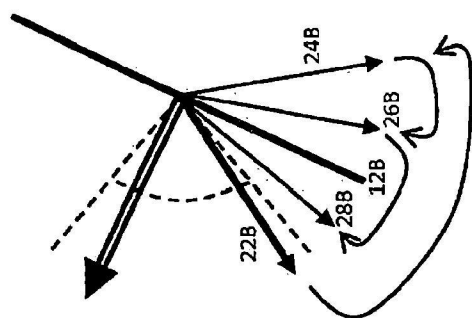


圖 2C

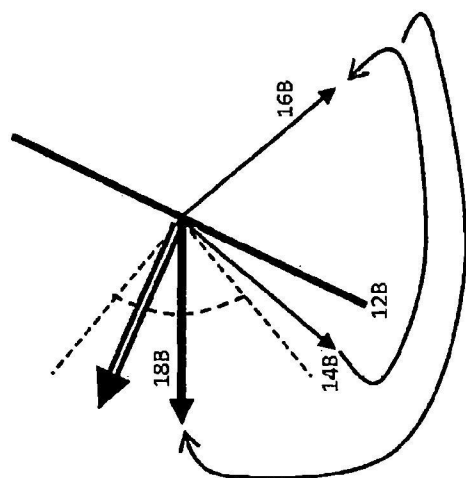
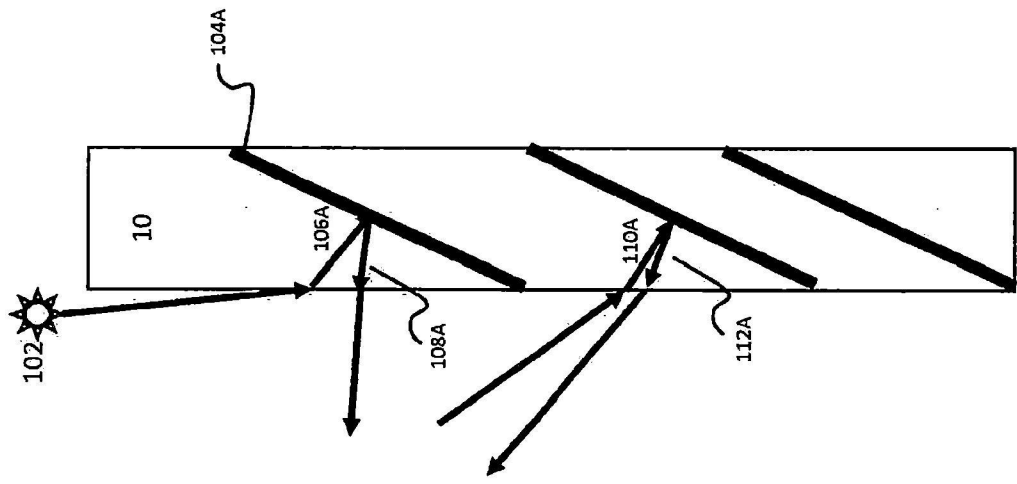
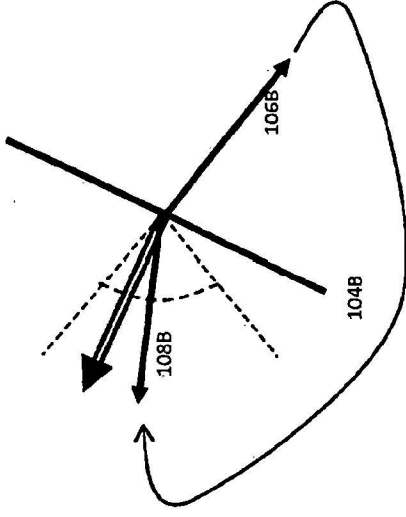


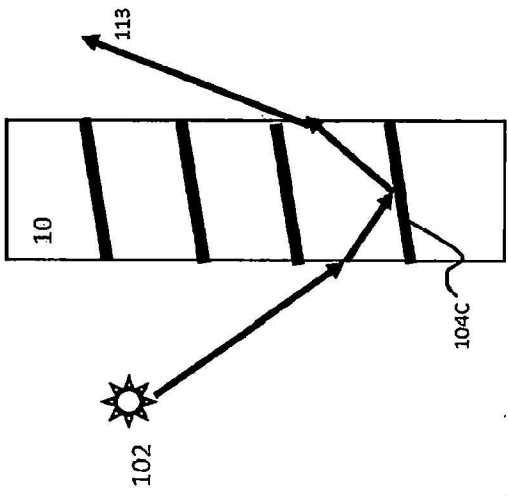
圖
第2B



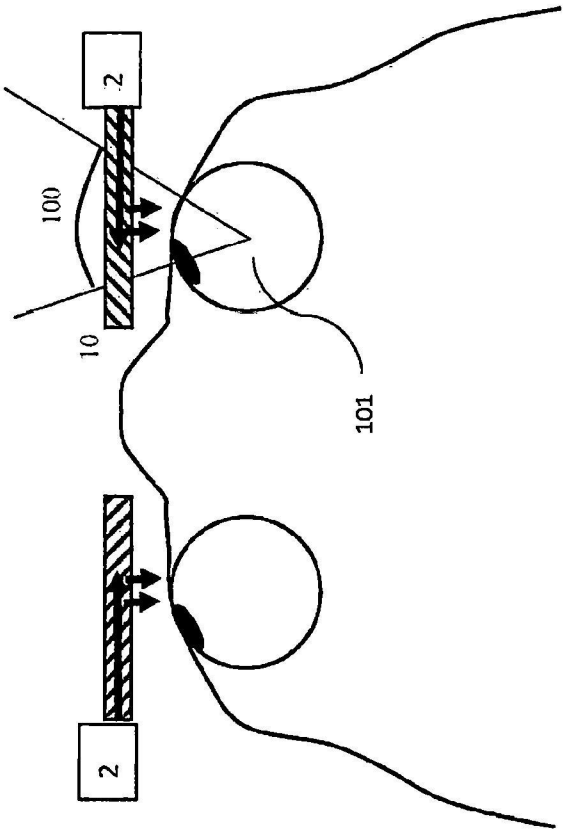
第3A圖



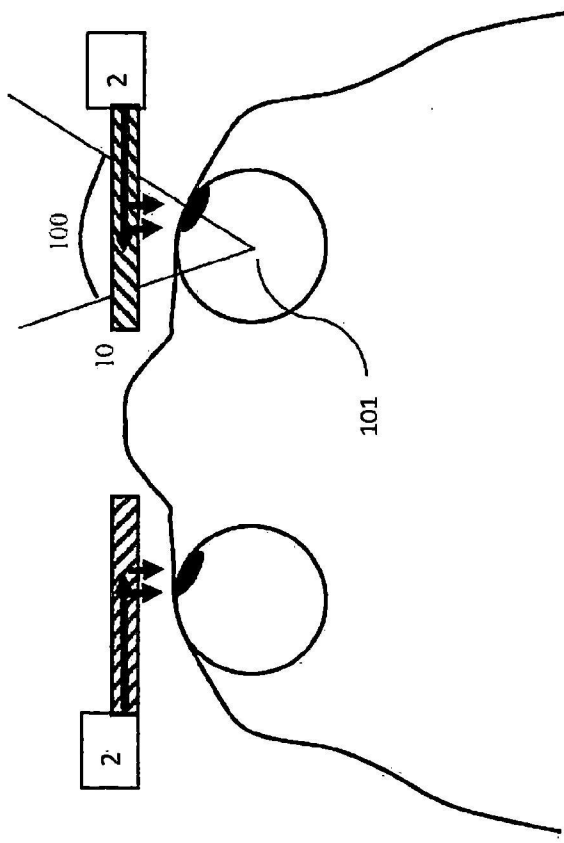
第3B圖



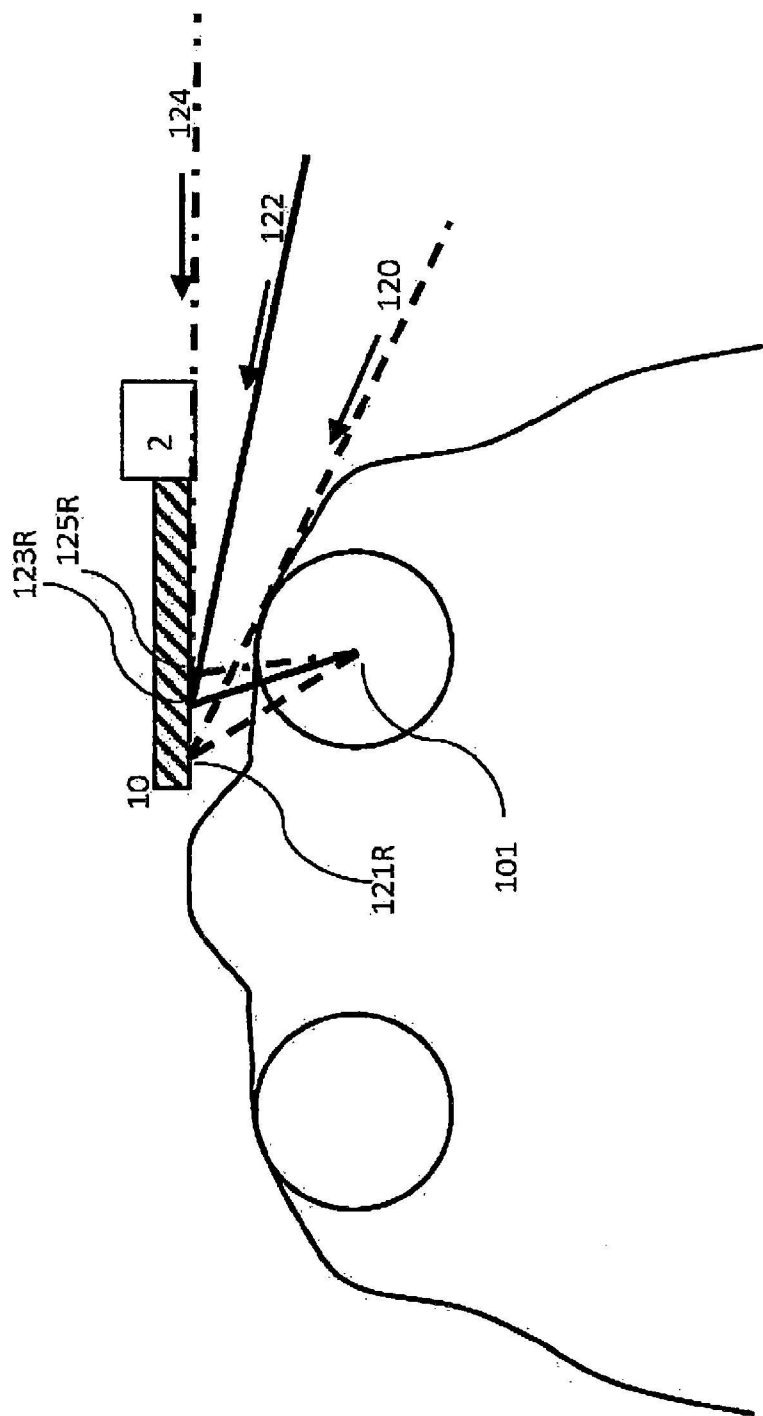
第3C圖



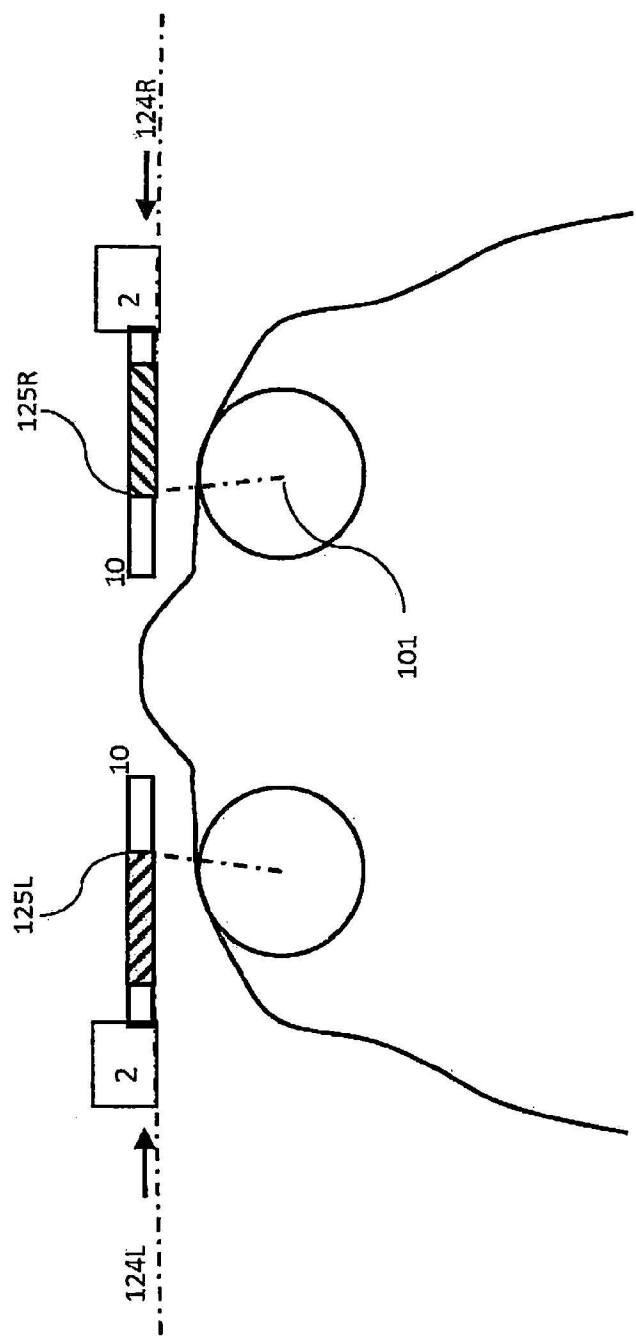
第5圖



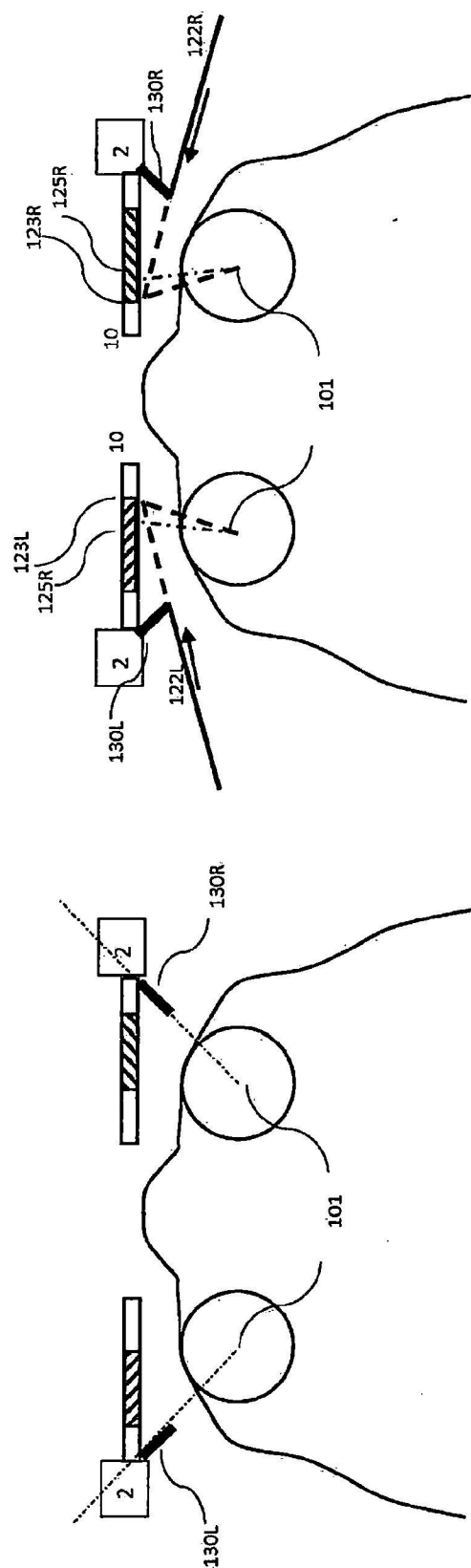
第4圖



第6圖

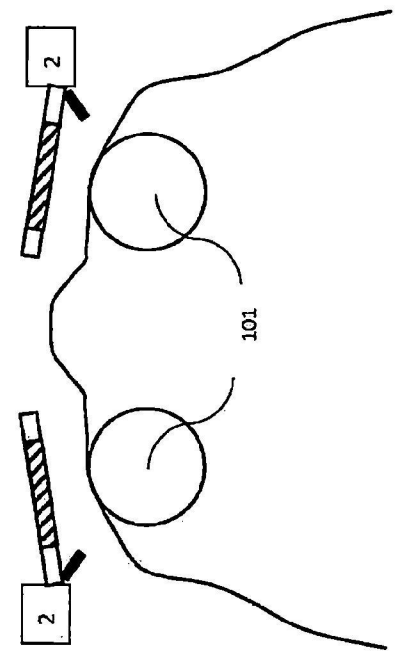


第7圖

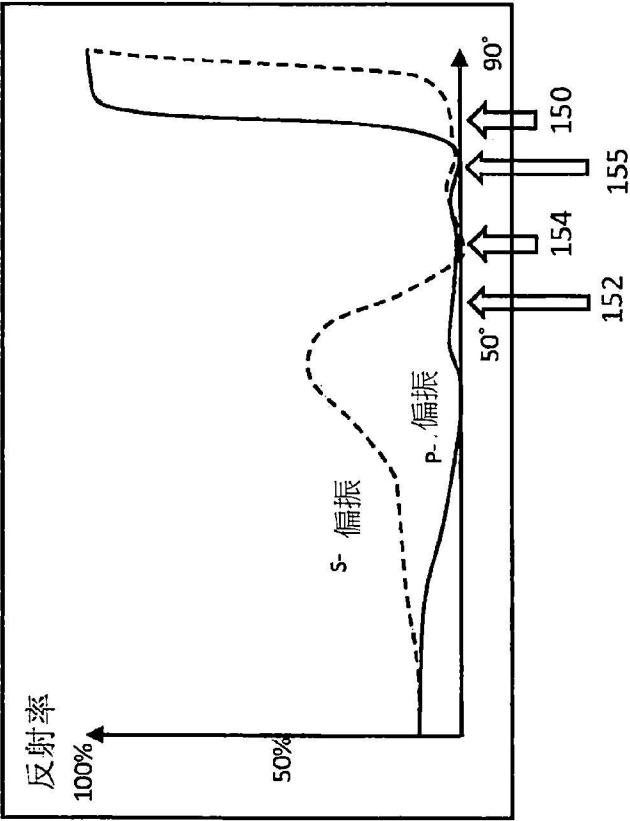


第8A圖

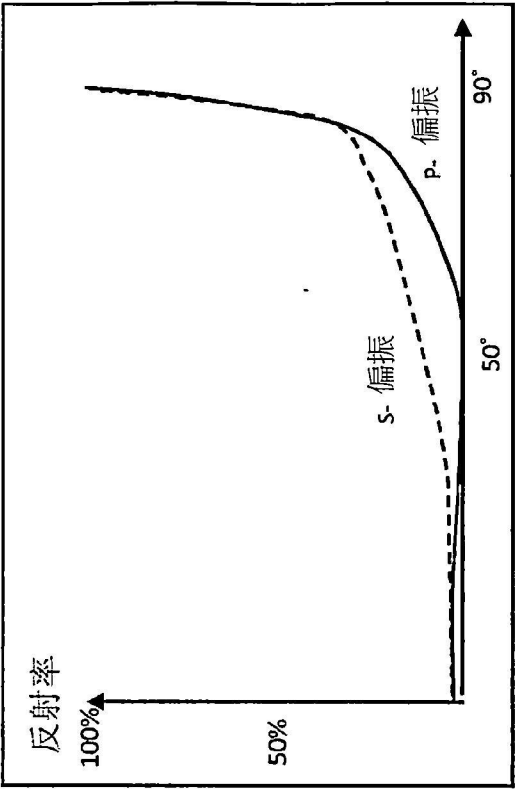
第8B圖



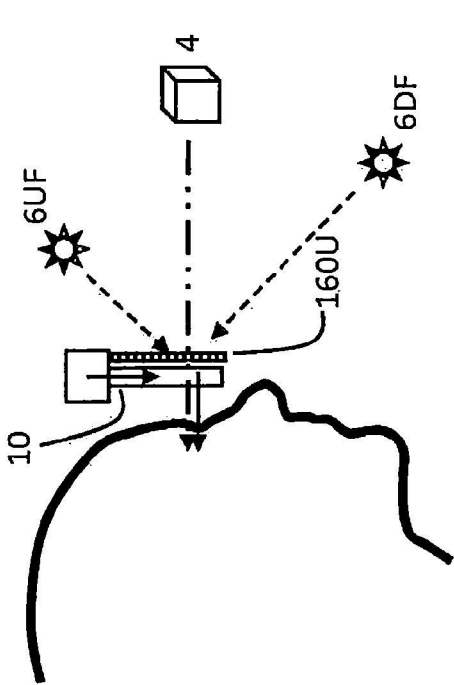
第8C圖



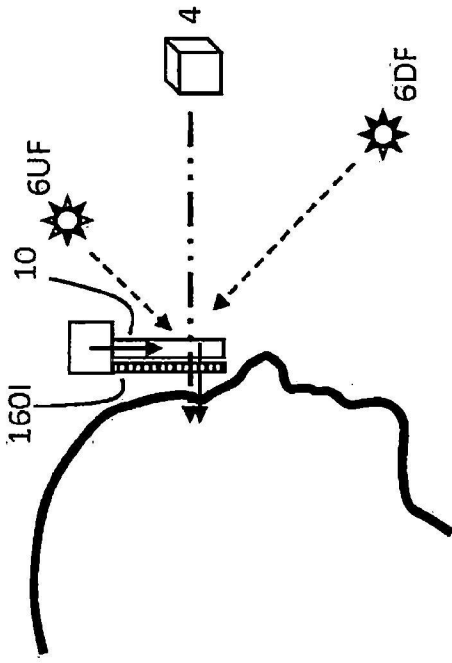
第9A圖



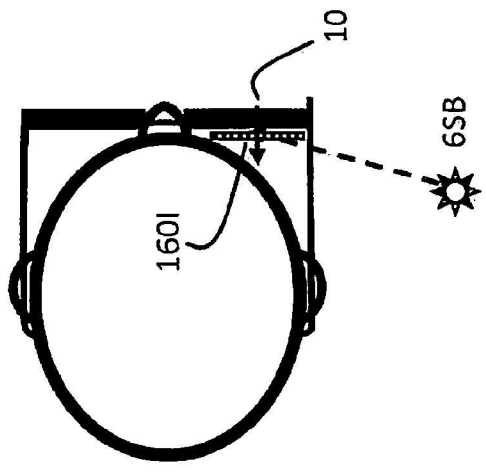
第9B圖



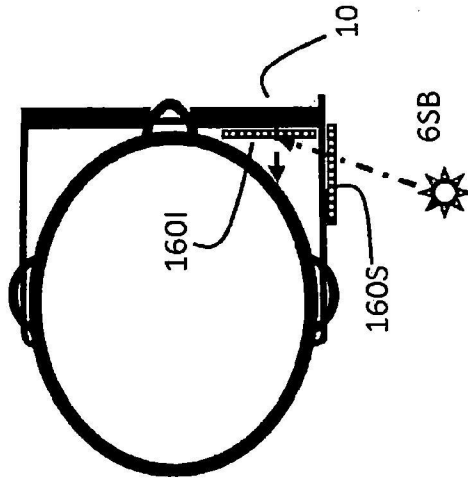
第10A圖



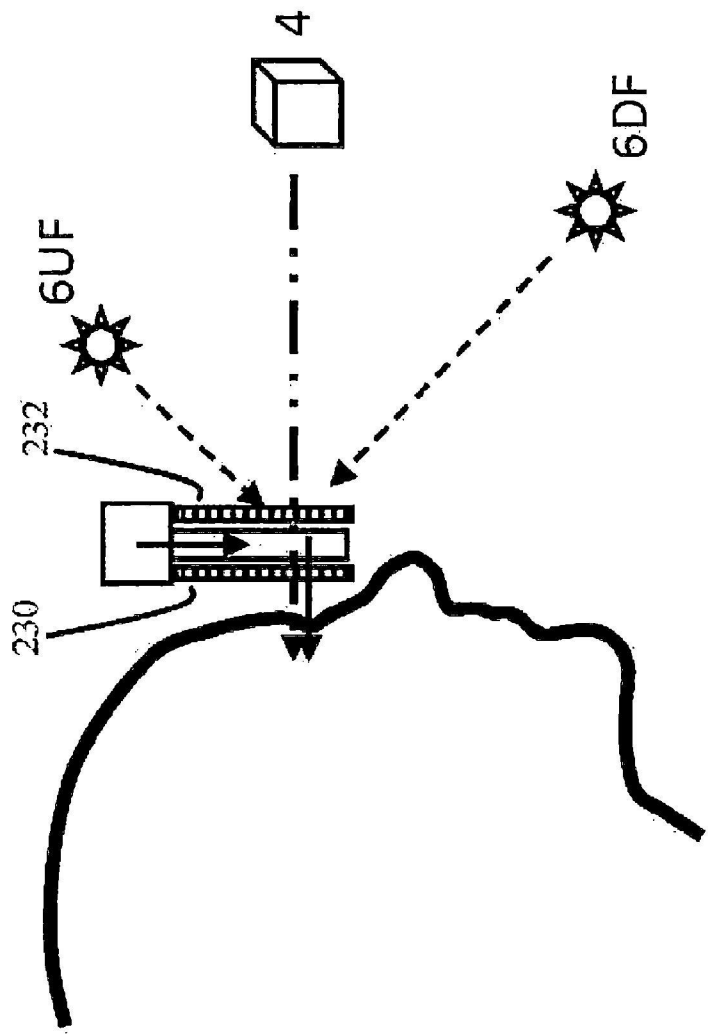
第10B圖



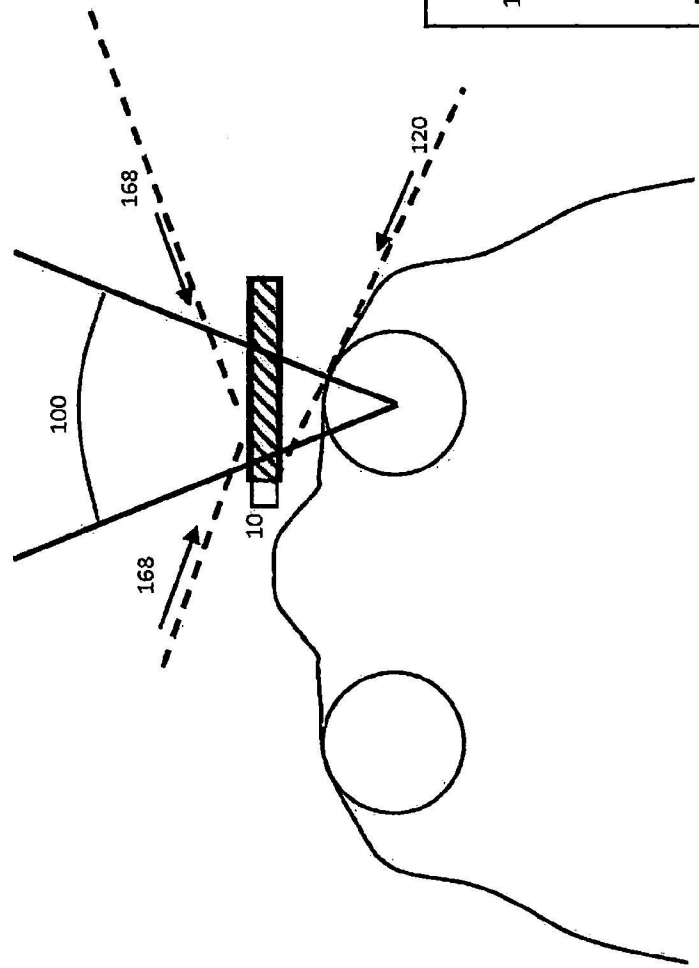
第10C圖



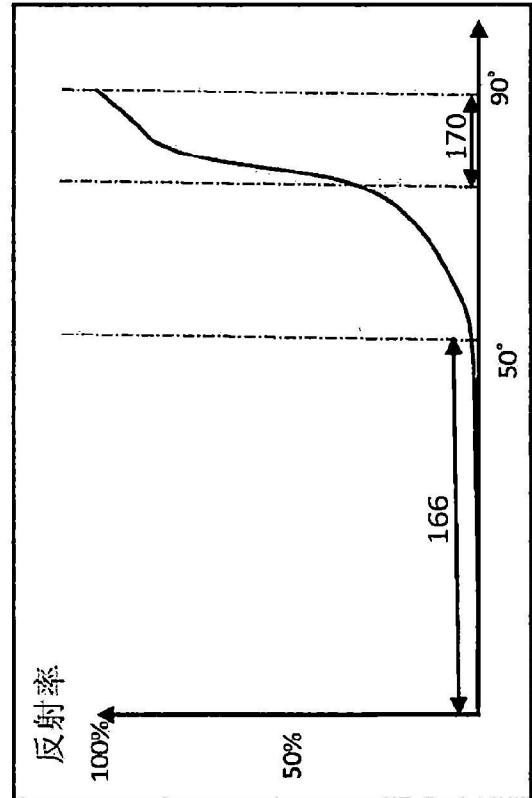
第10D圖



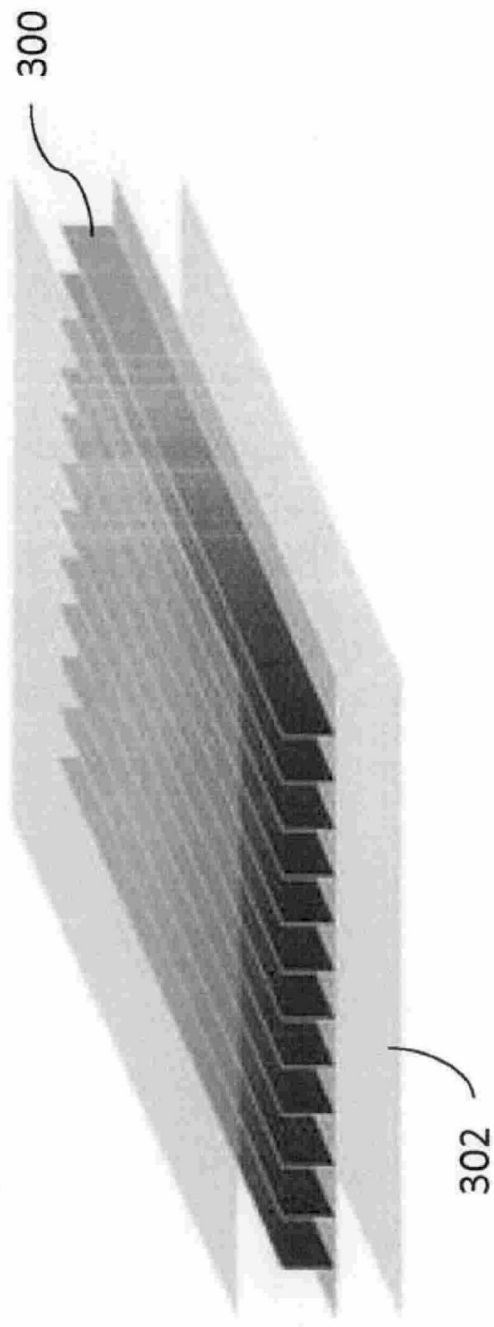
第10E圖



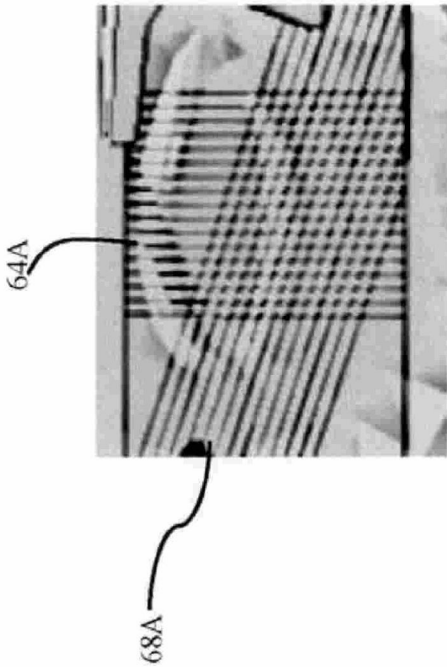
第11圖



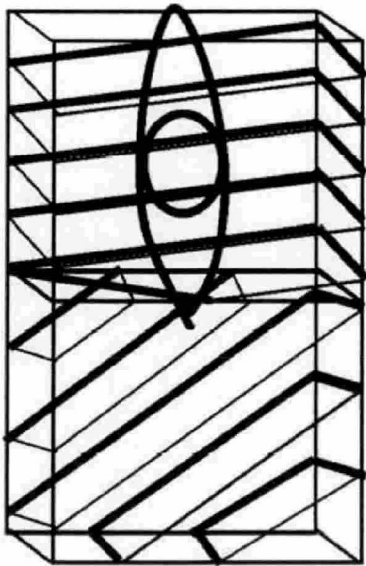
第12圖



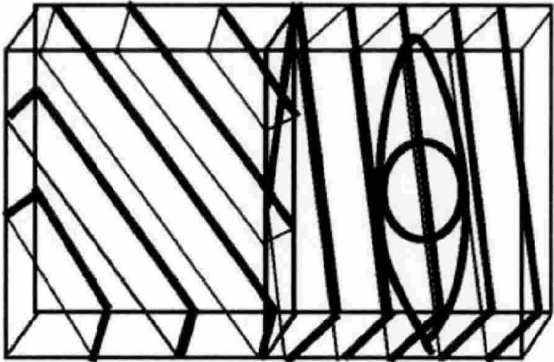
第13圖



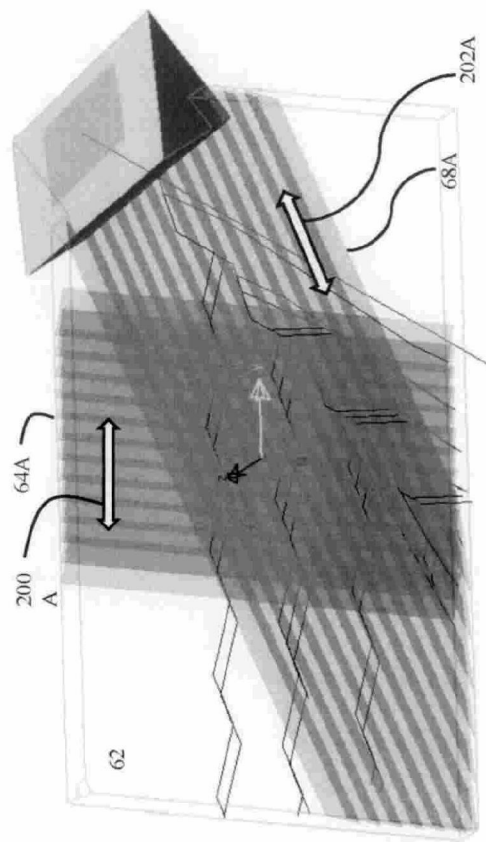
第14A圖



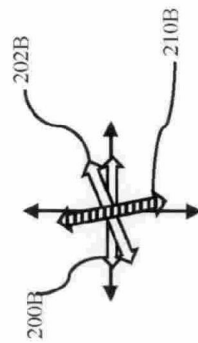
第14B圖



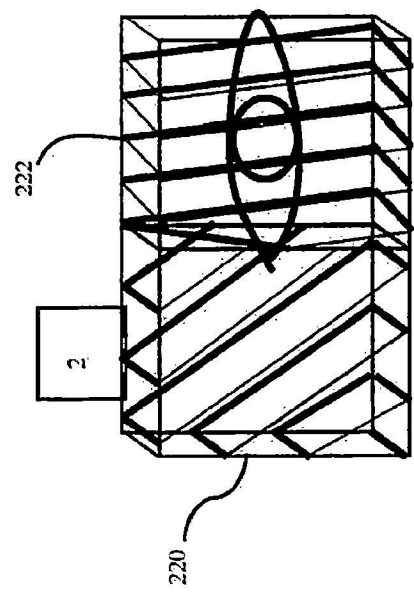
第14C圖



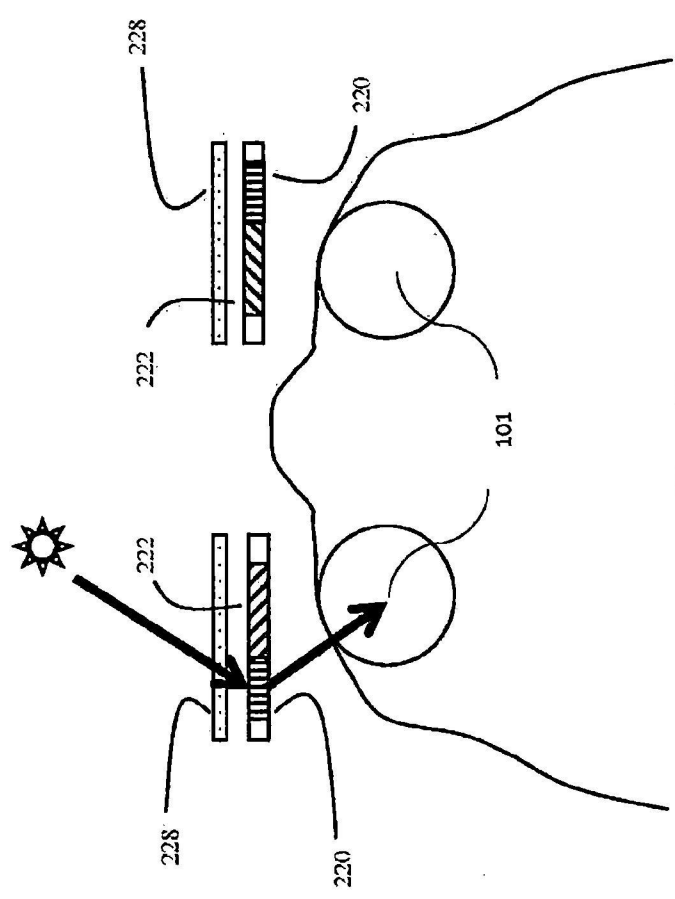
第15A圖



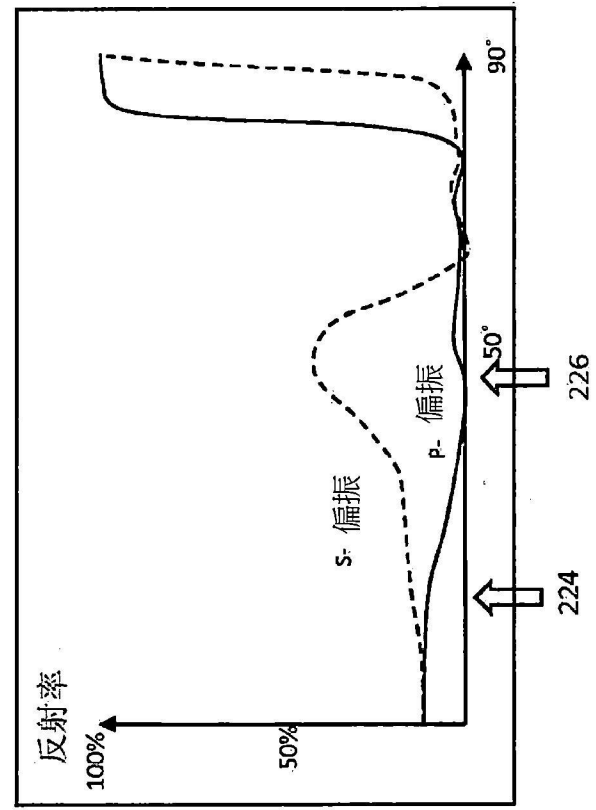
第15B圖



第16A圖



第16B圖



第16C圖