



(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 I851962 B

(45) 公告日：中華民國 113 (2024) 年 08 月 11 日

(21) 申請案號：111104638

(22) 申請日：中華民國 111 (2022) 年 02 月 08 日

(51) Int. Cl. : G02B27/01 (2006.01)

(30) 優先權：2021/02/08 美國 63/147,214

2021/07/01 美國 63/217,297

(71) 申請人：美商海思智財控股有限公司 (美國) HES IP HOLDINGS, LLC (US)
美國(72) 發明人：葉逢春 YEH, FENG-CHUN (TW)；陳國軒 CHEN, GUO-HSUAN (TW)；賴俊穎
LAI, JIUNN-YIING (TW)；張寅 CHANG, YIN (TW)；許博雅 HSU, PO-YA (TW)

(74) 代理人：趙嘉文

(56) 參考文獻：

TW 201435654A

TW 201738618A

TW 202016603A

US 2011/0032706A1

US 2019/0146224A1

審查人員：施孝欣

申請專利範圍項數：25 項 圖式數：15 共 58 頁

(54) 名稱

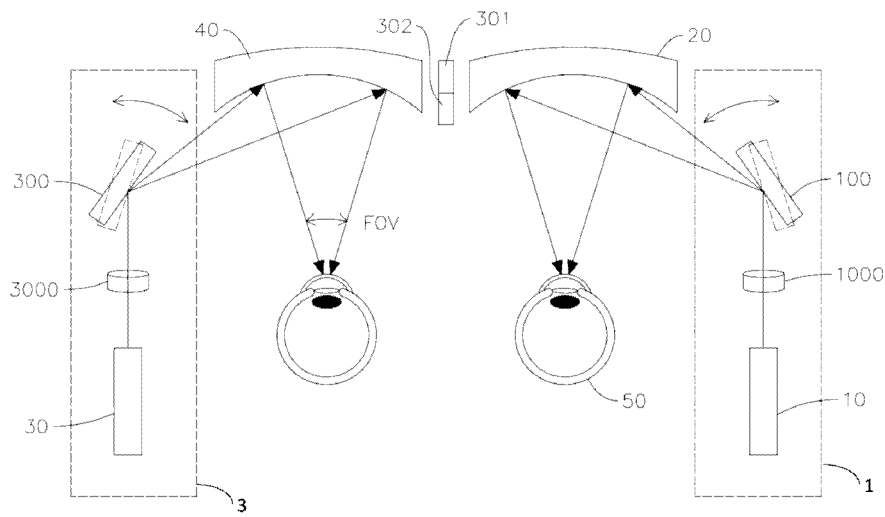
強化視力的系統及方法

(57) 摘要

本發明揭露一頭戴式顯示系統，包含一目標物件偵測模組，用於接收一目標物件的一第一部份及一第二部份的複數個影像像素以及該各別的深度；一第一光發射器，發射複數個第一眼光訊號為一觀看者顯示該目標物件的該第一部份及該第二部份的第一眼虛擬影像；一第一光線方向調節器，用於分別調整來自該第一光發射器的複數個第一眼光訊號中的每一條的光線方向；一第一準直元件；一第一合光元件，用於重導向並匯聚該複數個第一光訊號至該觀看者的一第一眼。在第一視野內的該目標物件的該第一眼虛擬影像的第一部份，其每度的複數個第一光訊號的數量比在一第二視野內的該目標物件的該第一眼虛擬影像的第二部份更多。

A head wearable display system comprising a target object detection module receiving multiple image pixels of a first portion and a second portion of a target object, and the corresponding depths; a first light emitter emitting multiple first-eye light signals to display a first-eye virtual image of the first portion and the second portion of the target object for a viewer; a first light direction modifier for respectively varying a light direction of each of the multiple first-eye light signals emitted from the first light emitter; a first collimator; a first combiner, for redirecting and converging the multiple first-eye light signals towards a first eye of the viewer. The first-eye virtual image of the first portion of the target object in a first field of view has a greater number of the multiple first-eye light signals per degree than that of the first-eye virtual image of the second portion of the target object in a second field of view.

指定代表圖：



符號簡單說明：

1:第一光投影機

3:第二光投影機

10:第一光發射器

20:第一合光元件

30:第二光發射器

40:第二合光元件

50:第一眼

100:第一光線方向調節器

300:第二光線方向調節器

301:距離偵測單元

302:眼動追蹤裝置

1000:第一準直元件

3000:第二準直元件

圖 9



I851962

【發明摘要】

【中文發明名稱】 強化視力的系統及方法

【英文發明名稱】 SYSTEM AND METHOD FOR ENHANCING VISUAL

ACUITY

【中文】

本發明揭露一頭戴式顯示系統，包含一目標物件偵測模組，用於接收一目標物件的一第一部份及一第二部份的複數個影像像素以及該各別的深度；一第一光發射器，發射複數個第一眼光訊號為一觀看者顯示該目標物件的該第一部份及該第二部份的第一眼虛擬影像；一第一光線方向調節器，用於分別調整來自該第一光發射器的複數個第一眼光訊號中的每一條的光線方向；一第一準直元件；一第一合光元件，用於重導向並匯聚該複數個第一光訊號至該觀看者的一第一眼。在第一視野內的該目標物件的該第一眼虛擬影像的第一部份，其每度的複數個第一光訊號的數量比在一第二視野內的該目標物件的該第一眼虛擬影像的第二部份更多。

【英文】

A head wearable display system comprising a target object detection module receiving multiple image pixels of a first portion and a second portion of a target object, and the corresponding depths; a first light emitter emitting multiple first-eye light signals to display a first-eye virtual image of the first portion and the second portion of the target object for a viewer; a first light direction modifier for respectively varying a light direction of each of the

multiple first-eye light signals emitted from the first light emitter; a first collimator; a first combiner, for redirecting and converging the multiple first-eye light signals towards a first eye of the viewer. The first-eye virtual image of the first portion of the target object in a first field of view has a greater number of the multiple first-eye light signals per degree than that of the first-eye virtual image of the second portion of the target object in a second field of view.

【指定代表圖】 圖9

【代表圖之符號簡單說明】

1:第一光投影機

3:第二光投影機

10:第一光發射器

20:第一合光元件

30:第二光發射器

40:第二合光元件

50:第一眼

100:第一光線方向調節器

300:第二光線方向調節器

301:距離偵測單元

302:眼動追蹤裝置

1000:第一準直元件

3000:第二準直元件

【發明說明書】

【中文發明名稱】 強化視力的系統及方法

【英文發明名稱】 SYSTEM AND METHOD FOR ENHANCING VISUAL

ACUITY

【技術領域】

【0001】 本發明涉及提供優於常人視力的系統與方法；具體來說，涉及可以產生具有深度知覺及視力超過1.0的機器輔助視覺的系統及方法。

【先前技術】

【0002】 視覺能力往往受限於人眼的解剖結構。特別是，例如眼睛水晶體的屈光度、眼球的軸向長度、以及角膜及視網膜的狀況等參數會大幅度影響視覺能力。目前，市面上還沒有優於正常視覺能力的機器視覺。此外，近年來，機器視覺已經被開發並應用於許多領域，以改善有視力障礙的人。特別是，機器視覺已經被應用在醫療領域，以幫助患有失明或視力缺陷的病患，例如青光眼及近視性黃斑部病變。舉例來說，像素畫圖型的增強可以通過增加病患正在觀看的物件的亮度或對比度來幫助病患恢復視力。然而，這只能部份修復病患的視力。

【0003】 因此，有必要提供一頭戴式顯示裝置，便於日常使用，並能部份或實質取代人類的自然視覺，為用戶提供優於正常人類視覺的視力。

【發明內容】

【0004】本發明的構想為在頭戴式顯示系統/裝置(即AR眼鏡或VR護目鏡)或視網膜掃描裝置上使用基於光訊號掃描的光發射裝置，以幫助視力障礙或視力受損的人恢復正常生活。特別是，本發明可以擷取一目標物件或該觀看者周遭環境的即時影像資訊，供一觀看者觀看，並向該觀看者再現一具有深度感知的立體數位(或像素化)的影像。此外，本發明可以取代傳統處方眼鏡，為有近視或老花眼的人進行視力校正。本發明也可以改善正常人的視力，使其優於正常視覺能力。

【0005】該頭戴式顯示系統包括一目標物件偵測模組、一第一光發射器、一第一光線方向調節器、一第一準直元件、以及一第一合光元件。該目標物件偵測模組接收一目標物件的一第一部份及一第二部份的複數個影像像素。該第一光發射器發射與該目標物件有關的複數個第一眼光訊號。舉例來說，該複數個第一眼可以直接再現該目標物件的影像像素，從而使該觀看者通過該頭戴式顯示系統看到該目標物體的該第一眼虛擬影像。該第一光發射器可以產生光脈衝，以創造像素化的影像。在一些範例中，該光發射器可以包括一紅光雷射二極體、一綠光雷射二極體、以及一藍光雷射二極體。該第一光線方向調節器接收由該第一光發射器發射的複數個第一眼光訊號並改變來自該第一光發射器的複數個第一光訊號的光線方向。該光線方向可以根據時間在複數個空間維度上變化，從而通過該第一光線方向調節器的週期性掃描運動創造一影像，在一段時間內產生一影像幀。本發明提到的該光線方向調節器可以為能夠隨著時間動態地改變依光發射器發射的光線方向的機械或光學元件。該第一準直元件可以設置在該第一光發射器及該第一光線方向調節器之間，用於使來自該第一光發射器的複數個第一眼光訊號平行。在另一實施例中，該第一準直元件可以

設置在該第一光線方向調節器及該第一合光元件之間。此外，該第一準直元件可以改變該第一眼光訊號的光徑。

【0006】 該第一合光元件用於重導向並匯聚該複數個第一眼光訊號至該觀看者的第一眼。在一些實施例中，該第一合光元件接收來自該第一光線方向調節器的複數個第一眼光訊號，匯聚複數個第一眼光訊號並導向致一觀看者的第一眼。該第一光線方向調節器可以在一定範圍內旋轉，或是在一定範圍內線性移動。該複數個第一眼光訊號的光線方向也可以在一特定範圍內改變；當該第一合光元件接收來自該第一光線方向調節器的複數個第一眼光訊號，該第一合光元件把擁有不同入射角的第一眼光訊號導向一觀看者的第一眼。該複數個第一眼光訊號在預設的入射角範圍內射入該觀看者的第一眼，入射角範圍等同於該頭戴式顯示系統產生的最大視野。在一些實施例中，可以通過改變該光線方向調節器與該第一準直元件之間的距離來操縱投影在該第一眼的視網膜上的該第一眼光訊號的光點尺寸。

【0007】 在一實施例中，該光點尺寸可以透過改變一單一像素的投影時間調整。於是，該光點尺寸可實時調整以滿足不同視力設定的瑞利準則 (Rayleigh criterion)。在本實施例的一些變化中，可以透過在不同行或不同列的像素中，重複投影該相同像素或影像像素，有效地增加投影時間。

【0008】 根據本發明的一實施例，可以藉由調整該光線方向調節器方向的改變速率，改變兩相鄰投影光訊號之間的距離。在本發明的一實施例中，可以縮小該複數個第一眼光訊號的光點尺寸，使得任兩相鄰第一眼光訊號之間沒有間隙；因此，這樣就沒有必要改變光線方向調節器的擺動頻率或是光發射器的發射頻率。

【0009】 在本發明的另一實施例中，只有一部份的該虛擬影像幀會以每單位FOA較高的光訊號數量投射。

【0010】 在一些實施例中，本發明可以應用在一用於視力矯正或視力訓練的頭戴式裝置。本發明可以用於校正或改善眼疾，例如但不限於，近視、遠視、斜視、弱視以及輻輳障礙。

【0011】 本發明可以擷取一目標物件或周遭環境的實時影像像素並對該AR/VR系統的一觀看者再現一具有改善影像品質的立體數位影像。本發明的觀看者可以調整該影像品質以達到優於一般視力(即高於20/20視力或VA1.0)。此外，本發明可以幫助視力受損的人，或是取代傳統處方眼鏡，為患有近視或遠視等人進行視力矯正。本發明可用於健康照顧人員、軍事人員、精密加工業、航空飛行員、執法人員、緊急救護人員及運動員等。

【圖式簡單說明】

【0012】

圖1為一瑞利準則(Rayleigh Criterion)的示意圖。

圖2為一示意圖，說明在不同投影平面上的光點尺寸變化。

圖3為一示意圖，說明本發明中的顯示系統。

圖4A為一示意圖，說明改變準直元件位置的影響。

圖4B為另一示意圖，說明改變準直元件位置的影響。

圖5A為一示意圖，說明改變發光時間對光點尺寸的影響。

圖5B為另一示意圖，說明改變發光時間對光點尺寸的影響。

圖6為一示意圖，說明改變相鄰光訊號之間的空間間隔對視野(FOV)的影響。

圖7為一示意圖，說明改變相鄰光訊號之間的空間間隔的一實施例。

圖8為一示意圖，說明改變該光線方向調節器的擺動頻率以改變視力的一實施例。

圖9為一示意圖，說明本發明中的顯示系統的另一實施例。

圖10為另一示意圖，說明本發明中顯示系統的另一實施例。

圖11為另一示意圖，說明本發明中顯示系統的另一實施例。

圖12為另一示意圖，說明本發明中顯示系統的另一實施例。

圖13為一示意圖，說明本發明中光學組件的一實施例。

圖14為另一示意圖，說明本發明中光學組件的一實施例。

圖15為一示意圖，描述本發明的一個應用。

【實施方式】

【0013】 本文中所使用的詞彙係用來描述本發明特定具體實施例中的細節，所有的詞彙應以最大的範疇做合理解讀。某些詞彙將在以下特別強調；任何限制性用語將由具體實施例定義。

【0014】 本發明的目標一方面是為健康的人提高視力並超越一般視覺能力。另一方面，為視力受損的人例如近視或散光的人提供改善的視力，或是幫助訓練有障礙的眼睛以改善視力。再另一方面，本發明可以實質上取代失明或其他嚴重視覺障礙者的視力。本發明可以作為一輔助裝置以增進該觀看者的視力；在一些情況下，本發明可以部份或幾近完全取代視力受損的人的眼睛功能。此外，對於視力受損的觀看者，本發明的系統及方法可以略過眼睛受損或被破壞的組織並提供清晰的影像給該觀看者視網膜的健康部份。本發明將眼球的軸長以及觀看者的角膜及視網膜的狀況考慮在內，並將其納入本發明的設計

中；此外，本發明能夠提供多重或連續的深度感知，使觀看者能夠感知到最高程度的真實感。本發明能夠接收有一段距離的一目標物件的複數個影像像素，並以更高的視覺敏銳度為該觀看者再現該目標物件的一虛擬影像。

【0015】 「視覺敏銳度」一詞與觀看者視野的一弧分內能夠分辨的關鍵間隙的數量有關。視覺敏銳度(VA)的普遍定義如以下公式：

視覺敏銳度=1/間隙尺寸(以弧分計)；以及

1弧分=1/60度

【0016】 對於視覺敏銳度1.0(或20/20)，該觀看者的眼睛必須可以在視野的一弧分內分辨一對比圖案(即黑白圖案)。換句話說，對於視覺敏銳度1.0的人，該觀看者的眼睛必須可以在視野的一度內分辨60個對比圖案。舉例來說，若一個人僅能在視野的兩弧分內分辨一對比影像，則其視覺敏銳度為0.5。本發明所述之視覺敏銳度與一弧分的範圍內(即視野的六十分之一度)，視網膜能夠分辨/分離的像素數量有關。換句話說，為了用像素化顯示系統達到優於一般視覺敏銳度(即VA1.0)，目標是將目標物件的至少一部份的影像投射給觀看者，該影像對視網膜來說，每度視野的可分辨像素數量增加；或者目標是在視野中的每一度投射超過六十個可分辨的光訊號/像素的該目標物件的影像至視網膜，而該影像包括該目標物件的虛擬影像的至少一部份。或是在本發明的一些範例中，目標是在每度視野中投射具有超過120(VA2.0)或180(VA3.0)個可分辨光訊號/像素的該目標物件的影像至視網膜，而該影像包含該目標物件的虛擬影像的至少一部份。也就是說，為了達到最佳的視覺敏銳度，有必要投射最高數量的可分辨像素至該觀看者眼睛的視網膜。視網膜上任何相鄰像素要被分辨的基本因素是該相鄰像素之間的空間間隔。視網膜上(或該觀看者眼睛的其他部份)

的任何相鄰像素間的空間間隔需要滿足一系列與視覺敏銳度有關的標準。此外，為了在視野的一弧分內投射出更多的可分辨像素至視網膜，需要減少像素的截面面積，因此視野的一弧分內可以包含更多像素。

【0017】 參照圖1，無論本發明要再現給該觀看者觀看的該目標物件的距離及尺寸為何，該目標物體的再現影像都需要能夠在該觀看者的視網膜上分辨。更具體來說，產生影像的光訊號(光脈衝訊號或光束訊號)需要滿足瑞利準則(Rayleigh Criterion)，該準則為兩能夠分辨的光訊號之間的最小間隔的規範。在一像素化顯示系統中，光訊號對應到顯示該虛擬影像的像素。舉例來說，每個光訊號可以包含該目標物件的影像的一像素。當每個光訊號投射至光徑的一橫截面時(即該觀看者眼睛的視網膜)，每個光訊號具有一個接近圓形或橢圓形的截面面積(也被稱為光點尺寸)。根據瑞利準則(Rayleigh Criterion)，兩相鄰光訊號的中心點之間的空間間隔需要大於該相鄰光訊號的最大直徑的一半(光點尺寸的一半)，以使兩個光訊號得以分辨。根據上述原因，雖然增加單位視野內的光訊號數量以提升視覺敏銳度是可行的，但光訊號之間の間隔必須滿足瑞利準則才能使光訊號可分辨。由於這個原因，提升觀看者感知的視覺敏銳度不能僅透過提高解析度來實現(這會導致兩光訊號之間の間隔變小)。在改變光訊號的光點尺寸的同時，維持兩相鄰光訊號的中心點之間有足夠的空間間隔也是非常重要的。若兩相鄰光訊號的中心點之間的空間間隔太大，則影像質量(即解析度)可能會下降。顯然，為了使視覺敏銳度大於1.0，維持適當的光點尺寸以及光訊號之間的空间間隔是必要的。

【0018】 光訊號的光點尺寸與色散角，以及光發射器與投影平面之間的垂直距離有關。參照圖2，在整個光徑的色散角 α 不變的情況下，投射在投影平

面的光點尺寸會隨著光發射器與投影平面之間的垂直距離增加而變大(平面1上的光點尺寸比平面2上的光點尺寸小)。相同地，在光發射器與投影平面之間的垂直距離不變的情況下，光點尺寸會隨著色散角增加而變大。在本發明中，進入眼睛的光訊號的最終色散角，以及光發射器與觀看者的視網膜之間的光徑可以用幾種方式調整。以下將會更詳細的描述。

【0019】 為了使視覺敏銳度優於常人視力，投射至視網膜的單位面積的可分辨光訊號(如像素)的數量(即像素密度)需要比自然視覺的數量更多。投射至視網膜單位面積上的光訊號數量與光訊號的數量及包含該光訊號的視野(以度為單位)的比例成正比；也就是與觀看者感知到的視覺敏銳度正相關。換句話說，觀看者感知到的視覺敏銳度與每度視野中的可分辨光訊號的數量正相關。因此，透過增加投射至觀看者視網膜上的每度視野中的可分辨光訊號的數量，可以提升該觀看者感知到的視覺敏銳度。

【0020】 在本發明中，提供了用於提升視覺敏銳度的系統及方法，以最大限度地增加單位角度的視野(以度為單位)中投射的可分辨及可分離的光訊號的數量，從而在視網膜上創造單位面積中具有最大數量的可分辨訊號的一影像幀，同時具有最大視野及光訊號密度。根據本發明之一實施例，提升視覺敏銳度的系統及方法可以應用在一頭戴式顯示器上，例如AR/VR眼鏡、AR/VR頭盔、或是其他相似商業或醫療裝置。在一些其他範例中，本發明可以應用在其他固定或非頭戴式顯示裝置上。以下使用頭戴式顯示系統解釋本發明的實施例；此外，該頭戴式顯示系統可以提供像素化影像給觀看者；因此，由光發射器投射的光訊號會對應至影像的像素。然而，本發明不限於此實施例。

【0021】 參照圖3，該頭戴式顯示系統包括一目標物件偵測模組300、一第一光發射器10、一第一光線方向調節器100、一第一準直元件1000、以及一第一合光元件20。該目標物件偵測模組300接收一目標物件的第一部份及第二部份的複數個影像像素。該目標物件可以為該觀看者的周遭環境、周遭環境的一部份、或是周遭環境中的一物件。該目標物件偵測模組300可以進一步包括一距離偵測單元301，用於確定該目標物件的或該目標物件的至少一部份的深度。為了呈現該目標物件的一完整立體虛擬影像，該目標物件偵測模組300及該距離偵測單元301可以量測該目標物件的複數個點，並建立該目標物件的立體輪廓，以便之後可以製造該目標物件的立體虛擬影像。該目標物件偵測模組300的功能在美國專利臨時申請案62/978322及17/179423中有所描述，在此全部納入引用。該第一光發射器10發射條有關於該目標物件的第一眼光訊號。舉例來說，該複數個第一眼光訊號可以直接再現該目標物件的影像像素，從而使該觀看者通過頭戴式顯示系統看到該目標物體的第一眼虛擬影像。該第一光發射器10能夠產生光脈衝，以創造像素化的影像。例如，該第一光發射器10可為一雷射發射器，能夠一次發射出一個光訊號或像素。舉例來說，在某些情況下，該光發射器可以包括一紅光雷射二極體、一綠光雷射二極體及一藍光雷射二極體。該第一光線方向調節器100接收由該第一光發射器10發射的複數個第一眼光訊號，並改變來自該第一光發射器10的複數個第一眼光訊號的光線方向。該光線方向可以隨著時間在複數個空間維度上改變，藉此透過該第一光線方向調節器100的週期性掃描動作創造一影像，以在一段時間內產生一影像幀。本發明所提到之光線方向調節器可以為機械或光學元件，其能夠隨著時間動態改變由一光發射器發射的光線的方向。其中一個例子可以是，但不限於，微機電系統(MEMS)鏡。該第一準直元件1000可以

設置在該第一光發射器10及該第一光線方向調節器100之間，用於使來自該第一光發射器10的複數個第一光訊號平行。在另一實施例中，該第一準直元件100可以設置在該第一光線方向調節器100及該第一合光元件20之間。此外，該第一準直元件1000可以改變該第一眼光訊號的光徑。

【0022】 該第一合光元件20用於重導向並匯聚該複數個第一眼光訊號至該觀看者的第一眼。在某些實施例中，該第一合光元件20接收來自該第一光線方向調節器100的複數個第一眼光訊號，匯聚該複數個光訊號並導向一觀看者的第一眼50。更具體來說，作為一範例，該第一光線方向調節器100可以在一範圍內旋轉或線性位移。於是，該複數個第一眼光訊號的光線方向也可以在一特定範圍內改變；當該第一合光元件20接收到來自該第一光線方向調節器100的複數個第一眼光訊號(每條光訊號有不同入射角)時，該第一合光元件20將具有不同入射角的各個第一眼光訊號導向該觀看者的第一眼50。由於該第一光線方向調節器100的旋轉或線性位移皆為預設的，於是該複數個第一眼光訊號導向該觀看者第一眼50的入射角範圍也是預設的，這相當於頭戴式顯示系統產生的最大視野。

【0023】 在本發明的一些實施例中，該頭戴式顯示系統可以對該合光元件進行雙軸設計，以便調整該合光元件的俯仰及翻滾(沿水平方向及垂直方向的旋轉角度)。此外，該合光元件的X軸、Y軸及Z軸位置也可以調整，以適應每個觀看者的瞳孔間距離。在一些其他的實施例中，該合光元件的X軸、Y軸及Z軸位置也可以個別為觀看者調整。

【0024】 參照圖4A至4B，每個光訊號從該第一合光元件20至該第一眼50的色散角決定了該光訊號呈現在該觀看者視網膜上的光點尺寸。光點尺寸隨著色散角增加而變大，反之亦然。根據一實施例，可以透過改變該第一光線方向調節

器100及該第一準直元件1000之間的距離，操控投射在視網膜上的第一眼光訊號的光點尺寸。參照圖4A至4B，該圖說明改變該第一光線方向調節器100及該第一準直元件1000之間的距離是如何影響光點尺寸的。圖中的光束代表由該第一光發射器10發射的單一光訊號的光徑。在該第一眼光訊號從該第一光發射器10到該觀看者的第一眼50的整個光線路徑中，該第一眼光訊號的光束經歷了幾個發散/匯聚的循環。該光束的截面積(等同於光點尺寸)沿著光線路徑的不同位置而變化。換句話說，光點尺寸在光線路徑的不同位置也會不同。透過改變光發射器及觀看者眼睛的總光線路徑，投射至該觀看者視網膜的截面積也會隨之改變，光點尺寸也是。觀看者眼睛感知到的光點尺寸也會取決於每個觀看者眼睛的規格，例如眼睛的總屈光度、軸長以及視網膜的狀況等。這些因素需要在對不同使用者進行初始校正時加以考慮。在圖4A及4B中，第一眼光訊號從該第一合光元件20出來後逐漸匯聚，但在不同位置形成光束腰(光束的截面積最小處)。在圖4A中，在入射該第一合光元件前，該光訊號便形成光束腰且發散。在到達該觀看者第一眼50之前，該光訊號經由該第一合光元件20反射後再次匯聚。在圖4B中，光束腰在該第一合光元件20及該觀看者的第一眼50之間形成。於是，在這兩張圖中，提供給觀看者第一眼50的第一眼光訊號的光點尺寸是不同的。在本實施例中，光束腰的位置可以藉由改變該第一準直元件1000的位置調整，從而調整投射在該觀看者第一眼50(即視網膜)的複數個第一眼光訊號的光點尺寸，使複數個第一眼光訊號根據瑞利準則為可分離且可分辨的。在其他狀況下，光束腰的位置可以藉由改變該第一光線方向調節器100及該第一準直元件1000之間的距離來調整。顯而易見地，通過操縱該第一光線方向調節器100及該第一準直元件1000之間的距離，可以為具有不同眼睛條件的觀看者創造最適合的光點尺寸及光束間隔。一般

而言，該準直元件及該合光元件的曲率可以根據不同使用者客製化，因為這些參數也會影響光點尺寸。此外，由於這兩個圖中的光點尺寸不同，相鄰第一眼光訊號的中心點間的空間間隔也會不同。

【0025】 以下介紹幾種改變觀看者視野內的光訊號數量的比例(該比例以每度的第一眼光訊號的數量來測量)，以改變觀看者感知的視覺敏銳度的方法。這些方法涉及修改光訊號的光點尺寸，以及相鄰光訊號之間的空間間隔。

【0026】 參照圖5A及5B，在一實施例中，光點尺寸可以藉由改變單一像素的投影時間(例如通過控制程式的方式)來調整。光發射器藉由一次投影出一影像的光訊號/像素形成一影像幀；該光發射器接著透過該光線方向調節器的移動改變投影位置，以在一新位置形成該影像的另一像素。因此，若光訊號的投影時間縮短，則該像素在該光線方向調節器的旋轉方向上的寬度也會縮小；若該光訊號的投影時間延長，則該像素在該光線方向調節器的旋轉方向上的寬度也會變長。於是，該光點尺寸可以在不同視覺敏銳度設定下實時調整以符合瑞利準則(Rayleigh criterion)。在本實施例的一些變化中，可以透過在不同行或不同列的像素中重複投射相同像素或影像像素，有效地增加投影時間。在圖5A中，該光發射脈衝相較於圖5B有更長的投影時間。在圖5A及5B的光線方向調節器的擺動頻率相同的情況下，較長的投影時間可以讓該光訊號掃過更廣的面積，使該光訊號的光點尺寸增加。

【0027】 考慮到改變光點尺寸也會影響到每個光訊號之間の間隔，因此有需要處理每個光訊號之間的距離的增減。以下介紹幾種改變每個光訊號之間間隔的實施例。

【0028】 根據本發明的一實施例，可以調整該光線方向調節器改變方向的速率(即擺動頻率)來改變每個投射光訊號之間的距離。如前所述，本發明的光線方向調節器可以在一個或兩個獨立的軸上改變光線方向(例如，二維微機電系統鏡)。舉例來說，一二維微機電系統鏡可以在兩個軸上高速地讓光訊號偏轉，使其光學掃描角度到達接近30度。然而，在其中一軸(主掃描軸)的最大掃描角度會比另一軸(次掃描軸)的掃描角度更大。微機電系統鏡的擺動頻率及擺動幅度可以分別藉由施加不同頻率的驅動電壓/電磁場以及不同強度的驅動電壓/電磁場至該微機電系統鏡來控制。這些在本領域中皆為習知技術。根據本實施例，該第一光線方向調節器100以非恆定的擺動頻率(或擺動速率，即該光線方向調節器相對於一參考點的旋轉或移動速度)改變複數個第一眼光訊號的第一座標分量或第二座標分量。該第一座標分量或第二座標分量可以直角坐標戲中的X座標分量或Y座標分量，或者是極座標系中的 θ 座標分量及 ϕ 座標分量。當本發明以更高的視覺敏銳度設定顯示影像時，該光訊號的光點尺寸會減小。該第一光線方向調節器100的擺動速率可以減少，從而使每個相鄰的光訊號可以以較小的角位移投射，讓投射在該觀看者視網膜上光訊號更靠近(參照圖6)。於是，每單位視野內投射的光訊號數量增加，使觀看者感知到的視覺敏銳度增加。該光線方向調節器的擺動角度是恆定的，因此，產生了一個具有相同尺寸但光訊號密度更大的虛擬影像幀。

【0029】 如圖6所示，為了應對擺動頻率降低，同時維持影像投影的幀率不變，可以減少該光線方向調節器的掃描區域。這反而會導致每個投射光訊號之間的空間間隔變小，使視野也隨之減小。然而視野的減少實際上可以增加視覺敏銳度。

【0030】如圖7所示，在本發明的一實施例中，可以調整複數個第一眼光訊號的光點尺寸，使任兩相鄰第一眼光訊號之間很少或沒有間隔。當光訊號投射至光徑的橫截面上時，會產生一光點區域。如圖7所示，在光徑橫截面上的兩個相鄰光訊號的光點區域是相互緊連的。因此，不需要改變光線方向調節器的擺動頻率或光發射器的發射頻率。然而，在本實施例中，因為最小的光點尺寸受到限制，所以最高的視覺敏銳度也有限制。

【0031】為了維持足夠的幀率，在本發明的另一實施例中，只有一部份的虛擬影像幀以每單位視野更高的光訊號數量投射(即高視覺敏銳度)。本實施例的構想是當人眼觀看一目標物件時，眼睛的視軸朝向該目標物件，使該目標物件的影像集中在眼睛的黃斑部(視網膜最敏感的部分)；因此，該目標物件看起來在視野的中心。相對於該影像中的目標物件，該影像中的其他部分可能變得不那麼清楚，因為這些部分被投射至視網膜其他對於光較不敏感的區域。根據上述人類視覺的性質，本發明提供了一中央視野(或第一視野)，代表該目標物件的虛擬影像幀的第一部分(即中央部分)，以及一周邊視野(或第二視野)，代表該目標物件的虛擬影像幀的第二部分(即周邊部分)，而第一部分相較第二部分，每度視野的光訊號數量更多，所以本發明的使用者可以看到該目標物體的中央視野具有更高的像素密度(更高視覺敏銳度)；而該目標物件的周邊視野的影像不需要像中央視野那樣清晰，因為人眼無法在周邊視也感知到更高品質的影像。換句話說，第一視野中該目標物件的第一部分每度的第一眼光訊號數量比第二視野中該目標物件的第二部分每度的第一眼光訊號數量更多。在一實施例中，當該第一光發射器10為中央視野投射光訊號時，可以通過改變光線方向調節器的擺動頻率，操控中央視野中投射光訊號(或像素)的數量。如前所述，

除了改變擺動頻率之外，也可以藉由改變光訊號的投影頻率或投影時間進一步改變投射在中央視野的光訊號(或像素)數量。藉由這些方法，光發射器產生一幀所需的時間(鄭速)可以維持在較高的速率。由這種方法產生的虛擬影像會有不一致的像素密度。

【0032】舉例來說，在一般狀況下(當擺動頻率為預設值)，該第一光發射器10及該第一光線方向調節器100可以在一第一空間範圍(例如水平方向40度或垂直方向22.5度)形成一由預設解析度(例如1280*720像素)組成的影像幀。本發明提到的空間範圍是指第一座標分量及第二座標分量的範圍，可以用兩個座標表示。在本實施例中，該第一空間範圍對應至該第一眼50的視野。該第一影像幀可以分為兩個視野，分別是周邊視野及中央視野。該影像幀的中央視野相較於周邊視野在每度視野中有較高的光訊號數量(投射在視網膜上的光訊號/像素密度較高)。舉例來說，中央視野的兩個座標分量可以設定為總視野在兩個座標分量中的10度；在兩側的周邊視野可以設定為總視野的15度。當該觀看者選擇一較高的視覺敏銳度設定時，中央視野內光訊號的光點尺寸會縮小；同時，該光線方向調節器的擺動速率會為了補償每個光訊號之間增加間隙而減少。周邊範圍內光訊號可以以預設的光點尺寸及預設的光線方向調節器的擺動頻率產生。因此，該觀看者可以在像素密度不一致的影像幀F1中感知到中央視野的視覺敏銳度高於周邊視野。參照圖8，以下演示一例子，用於在一座標分量上改變像素密度(例如水平方向或垂直方向)。在本範例中，在一方向上的總視野為40度；中央視野被設為10度，且每幀的預設解析度為1280*720。若目標視覺敏銳度為2.0，則中央視野內所需的總像素數量為：

$$60*2*10=1200\text{像素(其中60為每度視野要達到視覺敏銳度1.0的像素數量)}$$

對於剩餘的視野(周邊視野)，像素密度維持相同。在該方向上的周邊視野的總像素數量為：

$$1280*30/40=960\text{像素}$$

$$VA=960/30/60=0.53$$

該第一影像幀形成的過程中，該第一光線方向調節器100連續旋轉並改變該第一光發射器10的投射方向，以逐行或逐列的方式產生第一影像幀。特別是，該第一光發射器10透過一次投射該影像的一像素來產生該第一影像幀；該第一光線方向調節器100接著改變該第一眼光訊號的方向，在一新的位置產生該影像的另一像素。新的位置通常是水平或垂直方向上緊鄰前一個影像像素。因此在一段時間後，該第一光發射器10產生一行或一列影像像素(例如1280*1或1*720)。該第一光線方向調節器100接著改變該第一眼光訊號的方向至下一行或下一列，繼續產生第二行或第二列的影像像素。此過程會重複進行直到形成一完整的影像幀(例如完整1280*720像素的影像)

【0033】 在一些實施例中，在光發射器的投影頻率不變的情況下，可以降低光線方向調節器的擺動頻率，以增加該光線方向調節器在次掃描方向上的像素密度(通過減少相鄰像素的空間間隔)。為了增加主掃描方向上的像素密度，可以增加光發射器的投影頻率。舉例來說，該光線方向調節器的擺動頻率可以降低至一半，以增加次掃描方向上的像素數量，從720p增加至1440p。光發射器的投影頻率可以增加至兩倍，以增加主掃描方向上的像素數量，從720p至1440p。

【0034】 在其他情況下，因為該光線方向調節器在水平方向及垂直方向上的擺動頻率可以根據視野中的不同區域而變化，所以設置兩個一維光線方向

調節器是有益的。如前所述，該光線方向調節器在水平方向及垂直方向上的擺動頻率是根據水平位置及垂直位置變化的。在投射中央視野中的影像時，可以提高投射速率及/或降低該光線方向調節器在水平方向及垂直方向上的擺動頻率，以在中央視野投射出較高密度的像素或影像像素(這樣可以增加中央視野的視覺敏銳度)。投射速率及/或光線方向調節器的在兩個方向上的擺動頻率在周邊視野中可以回歸正常。

【0035】 在上述的實施例的一變化中，中央視野的影像可以具有較高視覺敏銳度，而光發射器不發射任何與周邊視野有關的光訊號。特別是，在一AR頭戴式顯示系統，只有該目標物件的一部份(例如在較遠處的目標)被觀看者選擇以較高的視覺敏銳度顯示；該目標物件的其他部份則由該觀看者的自然視力觀看。因此，只有總視野的一小部份需要以每度視野較高的光訊號數量顯示，而剩餘視野則以每度視野0光訊號來顯示。由於需要被光線方向調節器掃描的視野較小，所以幀率可以維持在一相對較高的水平。

【0036】 如前所述，為了超越一般常人視力的視覺敏銳度，需要增加投射在該觀看者視網膜上的每單位視野的可分辨光訊號數量。為了實現這一點，本發明將以下因素納入考量：投射在觀看者視網膜上的光訊號的光點尺寸；該觀看者感知到的視野大小；以及每個光訊號之間的空間間隔。在本發明的一實施例中，光點尺寸與投射至視網膜上的像素大小有關。若光點尺寸太大，或是相鄰像素之間的空間間隔太小(即相鄰像素中心點之間的空間間隔)，則像素會彼此重疊，使得像素或影像無法分辨。另一方面，若光點尺寸太小，或像素之間的時間隔過大，則單位角度內的視角(視網膜的一區域)可設置的像素數量會減少。在兩種情況下，視覺敏銳度都會下降。舉例來說，以下表格說明了視覺敏

銳度與上述關鍵因素之間的關係。在這個例子中，雷射投影機作為一光發射器。本發明的該雷射投影機的解析度通常為1280*720或1920*1080像素。然而，光發射器的解析度不限於這些數值。下表所示的數據是根據實驗結果得出的。

VA (or Angular Resolution) v.s. FOV and Spot size

Resolution of Laser Projector	Visual Acuity	Pixels or lines/degree required	FOV to meet lines/degree (VA) requirement	Lens pair to shrink FOV	Minimum spot size to meet Rayleigh Criterion Unit: um (Ideal ~ Max.)
1280 x 720p	0.53 (1280/2400)	0.53*60= 31.8	1280/31.8=40 degrees	F50 /F50 mm	13.96~20.94 um
1280 x 720p	1	60	21.33	F50 /F100 mm	6.98~10.47 um
1280 x 720p	1.5	90	14.22	F25 /F100 mm	4.65~6.98 um
1280 x 720p	2	120	10.67	F25 /F100mm	3.49~5.25 um
1280 x 720p	2.5	150	8.53	F20 /F100mm	2.79~4.19 um
1280 x 720p	3	180	7.11	F16.67 /F100mm	2.33~3.49 um
1280 x 720p	4	240	5.33	F12.5 /F100mm	1.75~2.62 um
1920 x 1080p	2	120	16.00	NA	3.49~5.25 um
1920 x 1080p	4	240	8.00	NA	1.75~2.62 um

表1

【0037】根據上表，為了達到視覺敏銳度為1.0，在一度的視野中所需的可分辨像素的數量(滿足瑞利準則)為60。在使用能夠製造1280*720p解析度影像的雷射投影機的情況下，為了達到視覺敏銳度為2.0，在10.67度的視野內所需的可分辨像素的數量為120。為了達到視覺敏銳度為3.0，在7.1度的視野內需要180個可分辨的像素。為了達到視覺敏銳度為4.0，在5.33度的視野內需要240個可分辨的像素。若使用能夠製造1920*1080p解析度影像的雷射投影機，為了達到視覺敏銳度2.0，在16度的視野內需要120個可分辨的像素。為了達到視覺敏銳度4.0，在8度的視野內需要240個可分辨的像素。

【0038】此外，為了超越常人視力的視覺敏銳度，需要為不同的使用者選擇適當的合光元件曲率(焦距)。一旦選定，為了使觀看者能體驗到所需的視覺敏銳度設定，可以調整光線方向調節器與準直元件之間的距離，以便投射具有適當光點尺寸的光訊號。

【0039】以下敘述本發明的一示範性實施例。一頭戴式顯示系統被一觀看者用作視覺輔助工具，以獲得優於常人視覺的視力(例如視覺敏銳度高於1.0)。該目標物件偵測模組300擷取該目標物件的複數個影像像素。這些影像像素可以與該目標物件的一部份或是整個目標物件有關，取決於目標物件的物理尺寸。由於目標物件的每一部份對於觀看者可能具有不同的位置或深度，該目標物件偵測模組300確定該目標物件的至少一部份的距離或相對深度。為了更好的理解本發明，假設在觀看者的周遭有兩個相同物理尺寸的物件，當該觀看者同時看著兩個物件時，距離該觀看者較遠的一個(深度較深)會相對於距離該觀看者較近的一個(深度較淺)佔據較小部份的總視野。為了讓該觀看者看到離該觀看者較遠的物件與離該觀看者較近的物件具有相同數量的細節，離該觀看者較遠的物件需要以更高的視覺敏銳度顯示(例如超過1.0)。因此，如前所述，為了呈現具有不同深度的目標物件的不同部份的虛擬影像，需要根據深度變化調整複數個光訊號中每一個的色散角，以及呈現該物體影像的任兩相鄰光訊號的中心點之間的空間間隔。此外，這裡所提到的目標物件可以為該觀看者的周遭環境或是周遭環境中的個別物體。若該目標物件佔據該觀看者相對大部份的視野，則該目標物件的虛擬影像可以被分為複數個視野。根據該目標物件不同部份的深度，複數個第一眼光訊號的數量與包含該目標物件的第一部份的第一視野(也就是每度第一眼光訊號的數量)的比例可能超過複數個第一眼光訊號的

數量與包含該目標物件的第二部份的第二視野的比例。在本實施例中，第一視野和第二視野分別代表該目標物件的不同部份。

【0040】 在上述提到的實施例的變化中，當該目標物件相對於該觀看者移動時，該目標物件偵測模組300擷取該移動目標物件的影像像素。該目標物件偵測模組300的距離偵測單元301動態確定該移動目標物件在周圍的距離或深度。該移動目標物件的虛擬影像的視野會根據該移動目標物件的位置而改變。需要根據物件的深度調整該複數個光訊號的每一個的色散角，以及呈現該移動目標物件的影像的任兩相鄰光訊號的中心點間的空間間隔，以補償視野的變化。因此，複數個第一眼光訊號的數量與該目標物件的第一視野(例如當該目標物體較遠時)之間的比例可能超過複數個第一眼光訊號的數量與該目標物件的第二視野(例如當該目標物體較近時)之間的比例。在本實施例中，該第一視野和第二視野分別代表該移動目標物體在不同時間的不同虛擬影像。

【0041】 本發明的另一層面是能夠產生具有高視覺敏銳度及深度感知的目標物體或其一部份的影像。

【0042】 參照圖9，在一些實施例中，本發明包括一第一光投影機1，其中包括：一第一光發射器10、一第一光線方向調節器100、一第一準直元件1000以及一第一合光元件20。此外，本發明進一步包括一第二光投影機3，其中包括：一第二光發射器30，用於發射與複數個第一眼光訊號相對應的複數個第二眼光訊號，以顯示該目標物件的第二眼虛擬影像；一第二準直元件3000，用於調整複數個第二眼光訊號的每一個的光腰的位置，使複數個第二眼光訊號彼此分離；一第二光線方向調節器300，用於改變來自該第二光發射器30的複數個第二眼光訊號的光線方向。本發明進一步包括一第二合光元件40，用於匯

聚該複數個第二眼光訊號並匯聚至該觀看者的第二眼60。該第二光發射器30、該第二準直元件3000、該第二光線方向調節器300及該第二合光元件40的功能與它們的對應物相似。舉例來說，該複數個第二眼光訊號由該觀看者的左眼感知，而該複數個第一眼光訊號由該觀看者的右眼感知(或反之亦然)。該複數個第二眼光訊號的每一個都有一相對應第一眼光訊號；即一第一眼光訊號和該相對應第二眼光訊號融合在一起，形成該雙眼虛擬影像的一虛擬雙眼像素。該第一眼光訊號的每一個及該第二眼光訊號的每一個皆分別有其進入第一眼50及第二眼60的入射角。此外，該第二光發射器30、該第二準直元件3000、該第二光線方向調節器300、以及該第二合光元件40可以藉由改變該複數個第二眼光訊號的光腰位置以及相鄰第二眼光訊號之間的空間間隔來改變光點尺寸，與他們的對應組相似。該第一眼50及該第二眼60感知一第一眼光訊號及其相對應第二眼光訊號以產生雙眼視覺，該第一眼光訊號及該相對應第二眼光訊號相互融合並為該觀看者形成一雙眼像素。特別是在本實施例中，參照圖10及圖11，該第一眼光訊號由該第一光投影機1投射，並由該第一合光元件20重導向後進入該觀看者的第一眼50。一相對應第二眼光訊號由該第二光投影機3投射，並由該第二合光元件40重導向後進入該觀看者的第二眼60。該第一及第二光訊號由該觀看者感知，以形成一虛擬目標物件70的一具有一第一深度(d1)的一第一虛擬雙眼視覺72，該第一深度與該重導向第一眼光號及該重導向第二眼光訊號的光線路徑延伸之間一第一角度(θ_1)有關。更具體的說，該第一眼光訊號及該第二眼光訊號的光線路徑延伸會在該第一及第二合光元件40的另外一側，並虛擬匯聚至一位置P1。當該第一眼光訊號及該第二眼光訊號的光線路徑延伸之間的該第一角度(θ_1)變大，則該觀看者感知到的該第一深度d1減少；反之，當該第一

角度(θ_1)變小，則該觀看者感知到的該第一深度 d_1 增加。該第一虛擬雙眼像素72的該第一深度 d_1 可以下列公式大致計算：

$$\tan\left(\frac{\theta_1}{2}\right) = \frac{\text{瞳孔間距離}}{2d_1}$$

【0043】 參照圖9至圖12，在使用上述方法形成一影像幀時，該第一影像幀F1的像素及該第二影像幀F2的相對應像素在一第一深度形成一虛擬雙眼像素，該第一深度與投射至該觀看者眼睛的該第一眼光訊號及該第二眼光訊號之間的一第一角度有關。在收到複數個光訊號後，該觀看者會在區域A中感知到該第一影像幀F1中的該物體的複數個右像素，該區域A是由來自合光元件的該重導向第二眼光訊號的延伸所限定的。該區域A是指該第二眼50的視野(FOV)。同樣地，該第二影像幀F2的複數個第一眼光訊號由該第一合光元件20重導向，經過左瞳孔62的中心，並最終由該左視網膜64接收。在收到該重導向第一眼光訊號後，該觀看者會在區域B中感知到該物體的複數個左像素，該區域B是由該重導向第一眼光訊號的延伸所限定的。該區域B是指該第一眼的視野(FOV)。當來自該第一影像幀F1的複數個右像素以及來自該第二影像幀F2的左像素在區域C中顯示，該區域C是區域A及區域B的重疊部份，至少一顯示一右像素的第二眼光訊號以及一顯示一左像素的第一眼光訊號會融合並在區域C顯示具有特定深度的一虛擬雙眼像素。該深度與該重導向第二眼光訊號及該重導向第一眼光訊號之間的一角度有關。該角度也被稱作輻輳角。

【0044】 進一步參照圖9至圖12，如上所述，該複數個第二眼光訊號由該第二光投影機3產生、由該第二合光元件40重導向、並接著由該右視網膜掃描以在該右視網膜上形成一右視網膜影像。相同地，該複數個第一眼光訊號由第

一光投影機1產生、由該第一合光元件20重導向、並接著由該左視網膜掃描以在該左視網膜上形成一左視網膜影像。在一實施例中，來自該第一影像幀F1的一右視網膜影像包含36個右像素(6*6的矩陣)，且來自該第二影像幀F2的一左視網膜影像包含36個左像素(6*6的矩陣)(圖11)。在另一實施例中，來自該第一影像幀F1的一右視網膜影像包含921600個右像素(1280*720個像素)，且來自該第二影像幀F2的一左視網膜包含921600個左像素(1280*720個像素)。該物件顯示系統用於產生複數個第二眼光訊號及相對應的複數個第一眼光訊號，他們分別在右視網膜上形成右視網膜影像，並在左視網膜上形成左視網膜影像。於是，該觀看者在區域C中因為影像融合而感知到一據有特定深度的虛擬雙眼物件。來自該第二光投影機的該第一第二眼光訊號16會被該第二合光元件40接收並反射。該第一重導向第二眼光訊號16'穿過右瞳孔52到達該觀看者的右視網膜以形成該右像素R34。來自該第一光投影機1的該相對應第一眼光訊號36會被該第一合光元件20接收並反射。該第一重導向第一眼光訊號36'穿過左瞳孔62到達該觀看者的左視網膜以形成該左像素L33。作為影像融合的結果，一觀看者感知到據有複數個深度的該虛擬雙眼物件，其中該深度由同一物件的複數個重導向第二眼光訊號及該相對應複數個重導向第一眼光訊號之間的角度決定。一重導向第二眼光訊號及一相對應重導向第一眼光訊號之間的角度是由該右像素及該左像素之間的水平距離所決定的。換句話說，該觀看者感知到的一虛擬雙眼像素越深，形成該虛擬雙眼像素的該右像素及左像素之間的X軸相對水平距離越小。舉例來說，由該觀看者所感知到的該第二虛擬雙眼像素74比該第一虛擬雙眼像素72更深(即離觀看者更遠)。因此，在該視網膜影像上，該第二右像素

與該第二左像素之間的水平距離比該第一右像素與該第一左像素之間的距離更小。

【0045】 在上述實施例的變化中，本發明的該頭戴式顯示系統有一覆蓋該使用者雙眼的單一合光元件。該合光元件的曲率被設計為可以分別接收並匯聚該複數個第一眼光訊號及該複數個第二眼光訊號。當該複數個第二眼光訊號的每一個從該第一合光元件20至該觀看者的第二眼60時，該複數個第二眼光訊號的每一個皆具有一色散角。

【0046】 通過上述方法，在AR環境中，由複數個第一及第二眼光訊號組成的該目標物件的一部份的虛擬影像(例如該目標物件中的一物件)可以在複數個深度呈現，所以該觀看者可以看到具有最佳真實感(具有深度感知及3D效果)的虛擬影像。此外，根據部份周遭環境的不同點的複數個深度，該虛擬影像可以疊加在部份周遭環境中的真實影像上作為輔助，讓該觀看者可以以更高的視覺敏銳度看到部份周遭環境。在本實施例中，由該目標物件偵測模組300單元所擷取的該影像資訊可以疊加在該觀看者所看到的影像上(如美國專利臨時申請案63/074444所提到，在此全部引用該申請案的內容)。在另一實施例中，本發明應用在一VR系統上，該觀看者的視覺完全依靠該VR系統所提供的影像資訊。

【0047】 通過上述實施例，該眼動追蹤裝置302可以分別確定該觀看者第一眼50以及第二眼60的凝視位置，該眼動追蹤裝置302至少用於追蹤一觀看者兩個瞳孔的位置。此外，該眼動追蹤模組更可以用於提供更多該觀看者眼睛的資訊，包括但不限於，該觀看者每一眼的眼球移動、瞳孔大小、凝視角(視角)、以及輻輳角。這些眼睛資訊不僅可以用於確定該虛擬物件投射光訊號的方

向及位置，也可以確定該觀看者凝視位置及凝視深度。該眼動追蹤裝置可以包含一第一相機以追蹤該第一眼50以及一第二相機以追蹤該第二眼60。除了一般眼動追蹤相機之外，該第一相機及該第二相機可以透過超小型微機電系統建立。該第一相機及該第二相機可以利用紅外光發射及感測器偵測並得到各種眼睛訊息。該眼動追蹤裝置302可以進一步包括一積體慣性測量單元(IMU)，該積體慣性測量單元為一電子裝置，可以使用加速計、陀螺儀、以及有時磁力計的組合，量測並回報身體的比力、角速度、以及有時身體的面向。以下描述本發明的示範性實施例，其中該觀看者的第一眼及第二眼都有一光發射器、一準直元件、一光線方向調節器以及一合光元件，以獲得優於常人視力的視覺能力(例如視覺敏銳度高於1.0)。該眼動追蹤裝置302確定該觀看者的凝視位置以確定該觀看者所觀看的目標物件的部份。該目標物件偵測模組300擷取該目標物件的複數個影像像素。該複數個影像像素與該目標物件的一部份或整個目標物件相關。由於該目標物件的每個部份相對於該觀看者皆有不同的位置及深度，該目標物件偵測模組300需要確定該觀看者所凝視的該目標物件的至少一部份的距離或相對深度。如前所述，為了呈現具有不同深度的該目標物件的不同部份的虛擬影像，該複數個光訊號的每一個的色散角以及呈現該物件的影像的任兩個相鄰光訊號中心點之間的空間間隔需要根據深度變化而調整。此外，此處所提到的目標物件是指該觀看者的周遭環境或是周遭環境中的一單獨物件。若該目標物件或該目標物件的一部份佔據該觀看者相對大部份的視野，則該目標物件的虛擬影像可被分為複數個視野。根據該目標物件的凝視位置，複數個第一眼光訊號的數量與包含該目標物件的第一部份的第一視野(即每度的第一眼光訊號的數量)之間的比例可能超過複數個第一眼光訊號的數量與包含該目標物件的第

二部份的第二視野之間的比例；同時，複數個第二眼光訊號的數量與包含該目標物件的第一部份的第三視野(即每度的第二眼光訊號的數量)之間的比例可能超過複數個第一眼光訊號的數量與包含該目標物件的第二部份的第四視野之間的比例。該第一眼的第二視野對應到該第二眼的第三視野，兩者皆呈現該目標物件的第一部份。該第一眼的第三視野對應至該第二眼的第四視野，兩者皆呈現該目標物件的第二部份。在此實施例中，該複數個第一眼光訊號及第二眼光訊號的光點尺寸與空間間隔皆可以根據該觀看者的凝視位置進行動態調整。

【0048】 上述所提到的，該複數個光訊號的每一個的色散角以及呈現該目標物件的影像的任兩相鄰光訊號中心點之間的空間間隔可以根據上述方法來進行調整；即透過調整光發射器的投影時間、該合光元件與準直元件之間的距離、光發射器的投影頻率、以及光線方向調節器的擺動頻率來調整。實際上，該觀看者的雙眼可以不斷地改變凝視位置，以觀看據有不同立體位置(包括深度)的目標物件的不同部份或是不同物件。或是在某些情況下，該觀看者的雙眼可能凝視著一移動物件，所以該觀看者需要不斷地改變凝視位置。因此，該光發射器的投影時間、合光元件與準直元件之間的距離、光發射器的投影頻率、以及該光線方向調節器的擺動頻率需要根據凝視位置(即該觀看者凝視的物件深度)進行動態調整。

【0049】 參照圖13至圖14，在本實施例的另一變化中，一光學組件可以安裝上述的光發射器及準直元件之間，以改變複數個光訊號的光徑的預設截面積。具體來說，該光學組件包括透鏡組，可以改變從該第一光發射器10至該第一合光元件20的複數個第一眼光訊號的光徑，以改變該複數個第一眼光訊號中的每一個的投射區域或截面積大小(即光點尺寸)。舉例來說，參照圖13，該光

學組件包含Lens_1及Lens_2。Lens_1及Lens_2皆為凸透鏡。該光發射器最初被設置於Lens_1的焦距處。當Lens_1移動至Lens_1'所示的新位置時，該光發射器與Lens_1之間的距離增加了；於是，來自LBS的光線色散角也變大了。因此，該複數個第一眼光訊號的每一個的截面積或投影區域也增加了，使該光訊號的光點尺寸也增加。參照圖14，在另一實施例中，該光學組件包括Lens_1、Lens_2以及LBS。Lens_1及Lens_2皆為凸透鏡。該光發射器被設置於Lens_1的焦距處，使該光發射器發射的光訊號在通過Lens_1後可以變成平行光訊號。在此模式下，Lens_2的焦距可以用來減少視野。舉例來說，將Lens_2的焦距從50毫米改為100毫米(並將瞳孔放在距離Lens_2 100毫米處，這是Lens_2的焦點)可以減少一半的視野。當本發明以頭戴式裝置或AR/VR眼鏡的形式實現時，Lens_2可以為一合光元件。然而，Lens_2在其他實施例中也可以為其他光學元件。

【0050】 在一些實施例中，為了進一步改善視野，圖13及圖14所示的方法可以同時使用。當本發明以頭戴式裝置或AR/VR眼鏡的形式實現時，Lens_2可以為一合光元件。然而，Lens_2在其他實施例中也可以為其他光學元件。

【0051】 本發明可以協助角膜及視網膜受損的觀看者(例如：老年黃斑部病變)。在用有正常眼睛的情況下，感光的最佳區域在黃斑部；但是對於有黃斑部病變或其他眼疾的人，眼睛的其他區域可能更適合感光及接收影像像素。因此，本發明可以用於投射光訊號至視網膜的健康部份，以產生周遭環境的影像供該觀看者觀看。在實施本發明前，角膜地形圖及視網膜周長會被用來尋找最佳光徑及位置，以便將光訊號投射至該觀看者眼睛。同時需要確定具有最少缺陷的角膜區域的最佳入射角，以投射光至具有最少缺陷的視網膜部份上。為了

達到這個功能，該合光元件需要設計為一橢圓形的凹表面，且/或具有一客製化的反射角。

【0052】 在本發明中，該合光元件20、40接收、匯聚並重導向由該光發射器10、30所產生的複數個光訊號。在一實施例中，該合光元件20、40反射該複數個光訊號，所以該重導向光訊號與入射光訊號在該合光元件20、40的同一側。在另一實施例中，該合光元件20、40折射該複數個光訊號，所以該重導向光訊號與入射光訊號在該合光元件20、40的不同側。當該合光元件20、40作為折射鏡時，其反射率可以非常廣，例如20%~80%，部份取決於光訊號產生器的強度。在本領域具有通常知識者知道該如何根據光發射器10、30以及合光元件20、40的特性確定適當的反射率。此外，在一實施例中，該合光元件20、40對於來自該入射光訊號的另一側的環境光是光學透明的。透明度的範圍非常廣，取決於其應用。在AR/MR應用中，透明度最好大於50%，例如在一實施例中大約為75%。除了重導向光訊號之外，該合光元件20、40可以匯聚形成合光元件影像的複數個光訊號，讓它們可以通過瞳孔並到達該觀看者雙眼的視網膜。該合光元件20、40可由玻璃或塑膠材料製成(例如鏡片)，上面覆蓋著特定材料使其部份透明或部份反射，例如金屬。在將光訊號導向該使用者眼睛時，使用反射合光元件而不是先前技術的導波器的一個優點是消除繞射效應所帶來的不良影響，例如重影、色彩位移等。該合光元件20、40可以為全息合光元件，但不是最優選，因為繞射效應會導致重影及RGB位移。在一些實施例中，我們會想要避免使用全息合光元件；或者在其他實施例中，本發明可以利用一快門來大幅減少環境光進入觀看者的眼睛。該快門是透過降低該第一合光元件及第二合光元件的透明度運作的。

【0053】 在一些實施例中，本發明可作為頭戴式裝置使用，用於視力矯正或視力訓練。本發明可用於矯正或改善眼部疾病，例如但不限於，近視、遠視、斜視、弱視以及輻輳障礙。矯正或改善上述疾病的原理是針對該觀看者的眼睛提供更多的視覺刺激。換句話說，給眼睛適當的刺激可以促進眼睛的視覺敏銳度及肌肉運動的改善。舉例來說，參照圖15，本發明可用於矯正近視或遠視者的視力。在該實施例中，具有AR/VR系統的頭戴式裝置可以透過該目標物件偵測模組300，擷取一個給一觀看者觀看的一目標物件或周遭環境的實時影像，並投射一具有深度感知的像素化影像給該觀看者。該系統的像素化影像可以透過前面提到的方法聚焦在一個理想的位置。舉例來說，對於近視的人，該像素化影像可以聚焦在視網膜的正前方；對於遠視的人，可以聚焦在視網膜的正後方，以刺激睫狀肌調整眼睛的晶狀體，使該圖像正確聚焦在視網膜上。通過使用這種方法，眼睛的肌肉可以得到訓練。

【0054】 本發明可以擷取一目標物件或是周遭環境的實時影像像素並再現一具有改善影像品質的立體數位影像給該AR/VR系統的觀看者。本發明的觀看者可以調整影像品質使其優於常人視覺敏銳度(例如高於20/20或VA1.0)。此外，本發明可以幫助有視力障礙的人或取代一般的處方眼鏡，為有近視或遠視的人進行視力矯正等。本發明可用於健康照顧人員、軍事人員、精密加工業、航空飛行員、執法人員、緊急救護人員及運動員等。

【0055】 儘管為了說明，已經詳細描述了本發明的特定實施例，但在不背離本發明所揭露的精神及範圍的情況下，可以進行各種修改及改進。

【符號說明】

- 1:第一光投影機
- 3:第二光投影機
- 10:第一光發射器
- 16:第二眼光訊號
- 16':重導向第二眼光訊號
- 18:右光訊號
- 18':重導向右光訊號
- 20:第一合光元件
- 30:第二光發射器
- 36:第一眼光訊號
- 36':重導向第一眼光訊號
- 38:左光訊號
- 38':重導向左光訊號
- 40:第二合光元件
- 50:第一眼
- 52:右瞳孔
- 54:右視網膜
- 60:第二眼
- 62:左瞳孔
- 64:左視網膜
- 70:虛擬目標物件
- 72:第一虛擬雙眼像素

- 74:第二虛擬雙眼像素
- 82:右合光元件影像
- 86:右視網膜影像
- 92:左合光元件影像
- 96:左視網膜影像
- 100:第一光線方向調節器
- 102:第一主動物件
- 104:第二主動物件
- 106:虛擬/真實目標物件
- 110:真實物件偵測模組
- 112:RGB相機
- 114:深度相機
- 120:真實物件識別模組
- 122:右影像
- 124:左影像
- 130:虛擬物件顯示模組
- 140:碰撞模組
- 150:互動模組
- 160:反饋模組
- 170:處理模組
- 180:介面模組
- 190:外部伺服器

300:第二光線方向調節器

300:目標物件偵測模組

301:距離偵測單元

302:眼動追蹤裝置

410:距離

420:距離

430:距離

440:距離

450:距離

460:距離

470:距離

910:電視

920:虛擬長方形

930:虛擬控制選單

940:音量標示圈

1000:第一準直元件

3000:第二準直元件

A:區域

B:區域

C:區域

F1:第一影像幀

F2:第二影像幀

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種頭戴式顯示系統，該系統包括：

一目標物件偵測模組，用於接收一目標物件的一第一部份及一第二部份的複數個影像像素，以及該第一部份及該第二部份的各別深度；

一第一光發射器，用於發射複數個第一眼光訊號以向一觀看者顯示該目標物件的該第一部份及該第二部份的一第一眼虛擬影像；

一第一光線方向調節器，分別改變來自該第一光發射器的複數個第一眼光訊號的每一個的光線方向；

一第一準直元件，設置在該第一光發射器與該第一光線方向調節器之間，用於調整該複數個第一眼光訊號的每一個的光腰位置，使該複數個第一眼光訊號彼此分離；

一第一合光元件，用於重導向並匯聚該複數個第一眼光訊號至該觀看者的第一眼；

一第二光發射器，用於發射複數個第二眼光訊號，對應至該複數個第一眼光訊號，以對該觀看者顯示該目標物件的第一部份及第二部份的一第二眼虛擬影像；

一第二光線方向調節器，分別改變來自該第二光發射器的複數個第二眼光訊號的每一個光線方向；

一第二準直元件，設置在該第二光發射器及該第二光線方向調節器之間，以調整該複數個第二眼光訊號的光腰位置，使該複數個第二眼光訊號彼此之間分離；

一第二合光元件，用於重導向並匯聚該複數個第二眼光訊號至該觀看者的第二眼；

其中在一第一視野中的該目標物件的該第一部份的第一眼虛擬影像與在一第二視野中的該目標物件的該第二部份的第一眼虛擬影像相比，其每度所含的第一眼光訊號的數量較多

其中在一第三視野中的該目標物件的第一部份的第二眼虛擬影像相較於在一第四視野中的該目標物件的第二部份的第二眼虛擬影像，其每度的複數個第二眼光訊號的數量較多；以及

其中一第一眼光訊號及一相對應第二眼光訊號皆由該觀看者感知，以顯示一具有一深度的該目標物件的一雙眼虛擬影像的虛擬雙眼像素，該深度與投射至該觀看者眼睛的該第一眼光訊號及該相對應第二眼光訊號之間的一角度有關。

【請求項2】 如請求項1中所述的該頭戴式顯示系統，其中若任兩個相鄰第一眼光訊號的中心點在光徑的一橫截面上的空間間隔大於兩相鄰第一眼光訊號的最大直徑的一半，則該複數個第一眼光訊號是彼此之間是分離的。

【請求項3】 如請求項1中所述的該頭戴式顯示系統，其中該目標物件的該第一眼虛擬影像，其每度中的複數個第一眼光訊號的數量係根據該目標物件的複數個影像像素的各別深度來調整。

【請求項4】 如請求項1中所述的該頭戴式顯示系統，其中在該第一視野中的該目標物件的第一部份的第一眼虛擬影像，其每度中的複數個第一眼光訊號的數量超過120。

【請求項5】 如請求項1中所述的該頭戴式顯示系統，其中該第一光發射器對該複數個第一眼光訊號的每一個的投影時間會改變，以調整該目標物體第一部份的第一眼虛擬影像的複數個第一眼光訊號的光點尺寸。

【請求項6】 如請求項1中所述的該頭戴式顯示系統，其中該第一眼光發射器的投影頻率會改變，以調整該目標物件第一部份的該第一眼虛擬影像中每度複數個第一眼光訊號的數量。

【請求項7】 如請求項1中所述的該頭戴式顯示系統，其中該第一光線方向調節器的擺動頻率會改變，以調整該目標物件第一部份的該第一眼虛擬影像中每度複數個第一眼光訊號的數量。

【請求項8】 如請求項1中所述的該頭戴式顯示系統，其中每兩相鄰的第一眼光訊號在光徑的橫截面上的光點區域彼此緊鄰。

【請求項9】 如請求項1中所述的該頭戴式顯示系統，其中該第一光發射器包含一紅光雷射二極體、一綠光雷射二極體、以及一藍光雷射二極體。

【請求項10】 如請求項7中所述的該頭戴式顯示系統，其中該複數個第一眼光訊號的光線方向在該擺動頻率下隨時間變化，以顯示該目標物件的第一眼虛擬影像，且該擺動頻率非恆定。

【請求項11】 如請求項10中所述的該頭戴式顯示系統，其中該光線方向包含一第一座標分量以及一第二座標分量；該第一光訊號的光線方向的第一座標分量及第二座標分量會分別在一第一擺動頻率及一第二擺動頻率下隨時間變化，以顯示該目標物件的第一眼虛擬影像；且該第一擺動頻率或該第二擺動頻率非恆定。

【請求項12】如請求項10中所述的該頭戴式顯示系統，其中該複數個第一眼光訊號的每一個會在該目標物件的該第一眼虛擬影像中形成一像素，且該第一眼虛擬影像的像素密度不固定。

【請求項13】如請求項12中所述的該頭戴式顯示系統，其中該目標物件的第一部份為一中央部份，該目標物件的第二部份為一周邊部份，且該目標物件的第一部份的該第一眼虛擬影像相較於該目標物件的第二部份的該第一眼虛擬影像有更高的像素密度。

【請求項14】如請求項1中所述的該頭戴式顯示系統，其中該第一光線方向調節器與該第一準直元件之間的第一距離會改變，以調整該目標物件的第一部份的該第一眼虛擬影像中複數個第一眼光訊號的光點尺寸。

【請求項15】如請求項1中所述的該頭戴式顯示系統，其中該第一合光元件接收並向該觀看者匯聚該複數個第二眼光訊號。

【請求項16】如請求項1中所述的該頭戴式顯示系統，進一步包括一眼動追蹤裝置，用於分別確定該觀看者第一眼及第二眼的視軸，以確定凝視位置。

【請求項17】如請求項1中所述的該頭戴式顯示系統，其中該目標物件偵測模組為該目標物件的第一部份及第二部份的複數個影像像素的每一個確定一三維座標。

【請求項18】如請求項1中所述的該頭戴式顯示系統，其中該目標物件的雙眼虛擬影像顯示並疊加在該目標物件上。

【請求項19】如請求項1中所述的該頭戴式顯示系統，進一步包括一快門，大幅減少進入該觀看者眼睛的環境光。

【請求項20】如請求項19中所述的該頭戴式顯示系統，其中該快門藉由降低該第一合光元件及該第二合光元件的透明度運作。

【請求項21】如請求項16中所述的該頭戴式顯示系統，其中該第一光發射器及該第二光發射器的投影頻率根據凝視位置改變，以分別調整該目標物件的第一部份的該第一眼虛擬影像的每度中複數個第一眼光訊號的數量，以及調整該目標物件的第一部份的該第二眼虛擬影像的每度中複數個第二眼光訊號的數量。

【請求項22】如請求項16中的所述該頭戴式顯示系統，其中該第一光線方向調節器及該第二光線方向調節器的擺動頻率會根據凝視位置而變動，以分別調整該目標物件第一部份的該第一眼虛擬影像中每度複數個第一眼光訊號的數量以及該目標物件第二部份的該第二眼虛擬影像中每度複數個第二眼光訊號的數量。

【請求項23】如請求項16中所述的該頭戴式顯示系統，其中該第一光發射器及該第二光發射器的投影頻率會根據凝視位置而變動，以分別調整該目標物件第一部份的該第一眼虛擬影像中每度複數個第一眼光訊號的數量以及該目標物件第二部份的該第二眼虛擬影像中每度複數個第二眼光訊號的數量。

【請求項24】如請求項16中所述的該頭戴式顯示系統，其中該第一光發射器對複數個第一眼光訊號的每一個的投影時間以及該第二光發射器對複數個第二眼光訊號的每一個的投影時間會根據凝視位置而變動，以分別調整該目標物件第一部份的該第一眼虛擬影像中該複數個第一眼光訊號的光點尺寸以及該目標物件第二部份的該第二眼虛擬影像中該複數個第二眼光訊號的光點尺寸。

【請求項25】 如請求項16中所述的該頭戴式顯示系統，其中該第一光線方向調節器與該第一準直元件之間的一第一距離以及該第二光線方向調節器與該第二準直元件之間的一第二距離會根據凝視位置而變動，以分別調整該目標物件第一部份的該第一眼虛擬影像中該複數個第一眼光訊號的光點尺寸以及該目標物件第二部份的該第二眼虛擬影像中該複數個第二眼光訊號的光點尺寸。

【發明圖式】

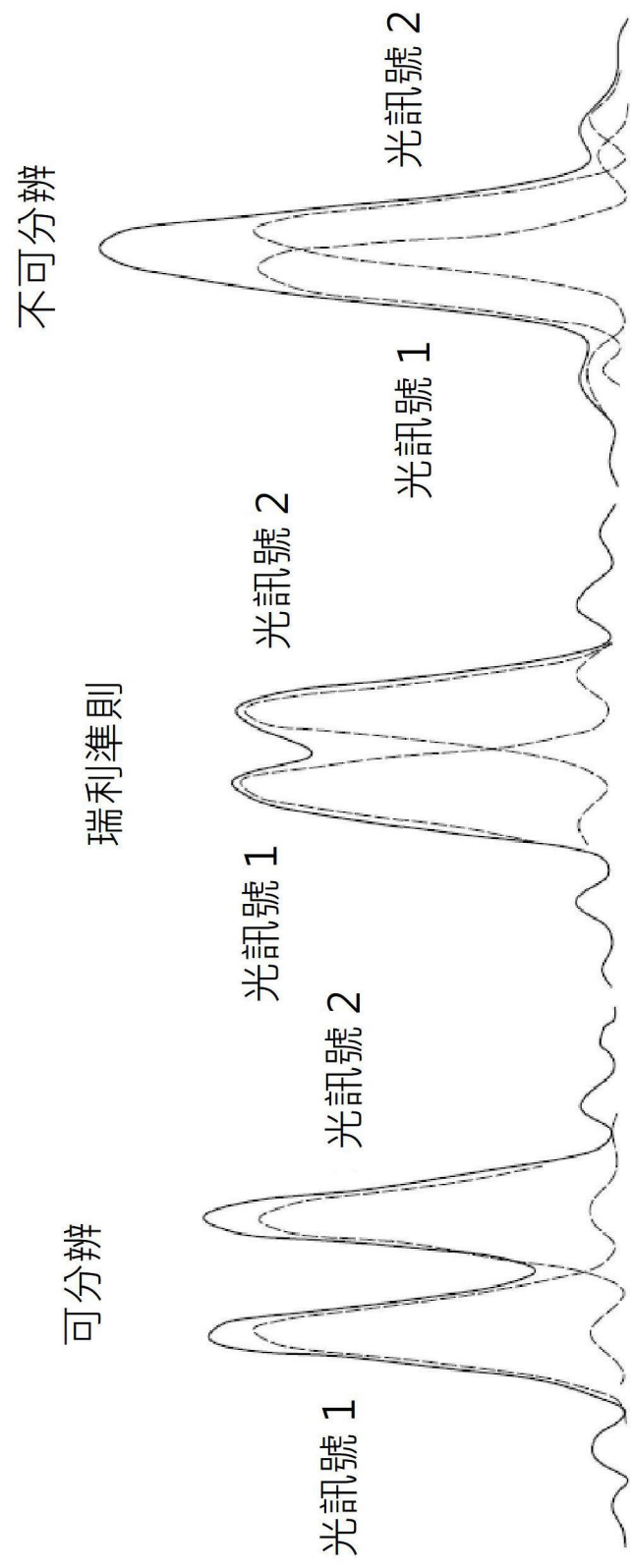


圖 1

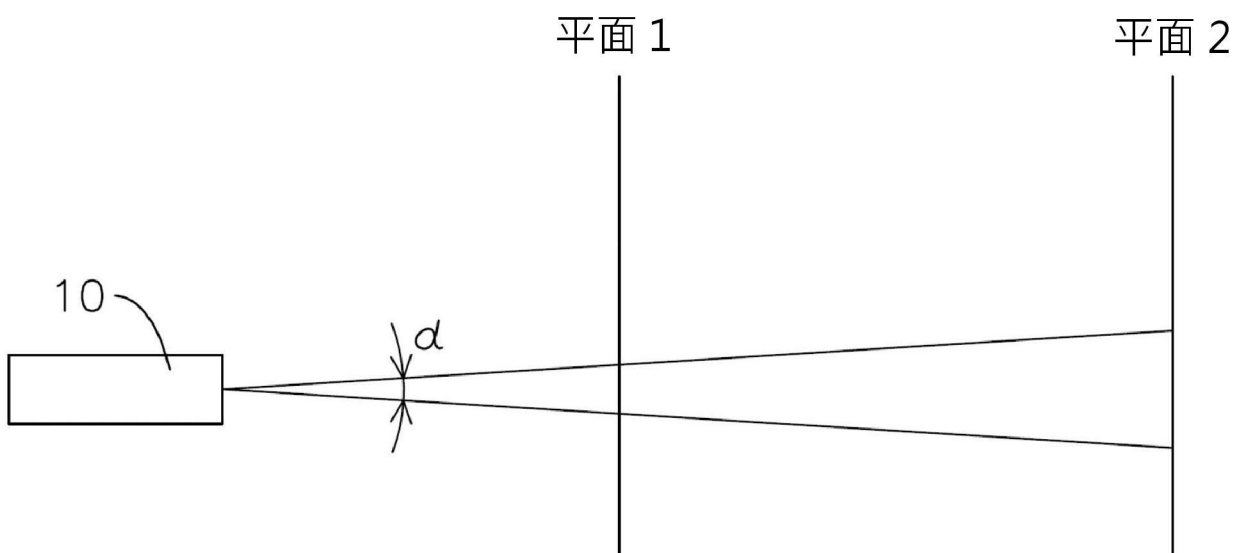


圖 2

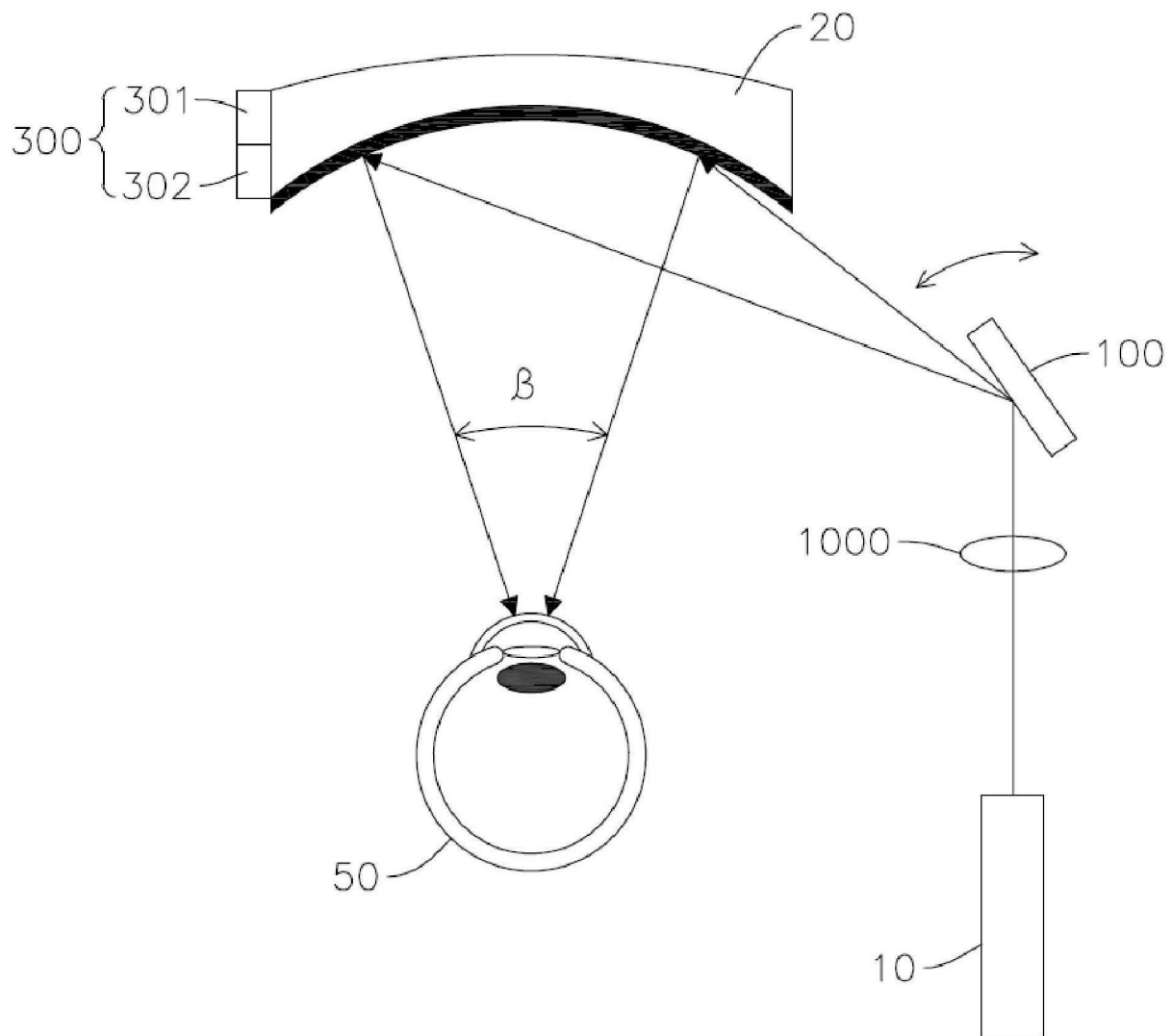


圖 3

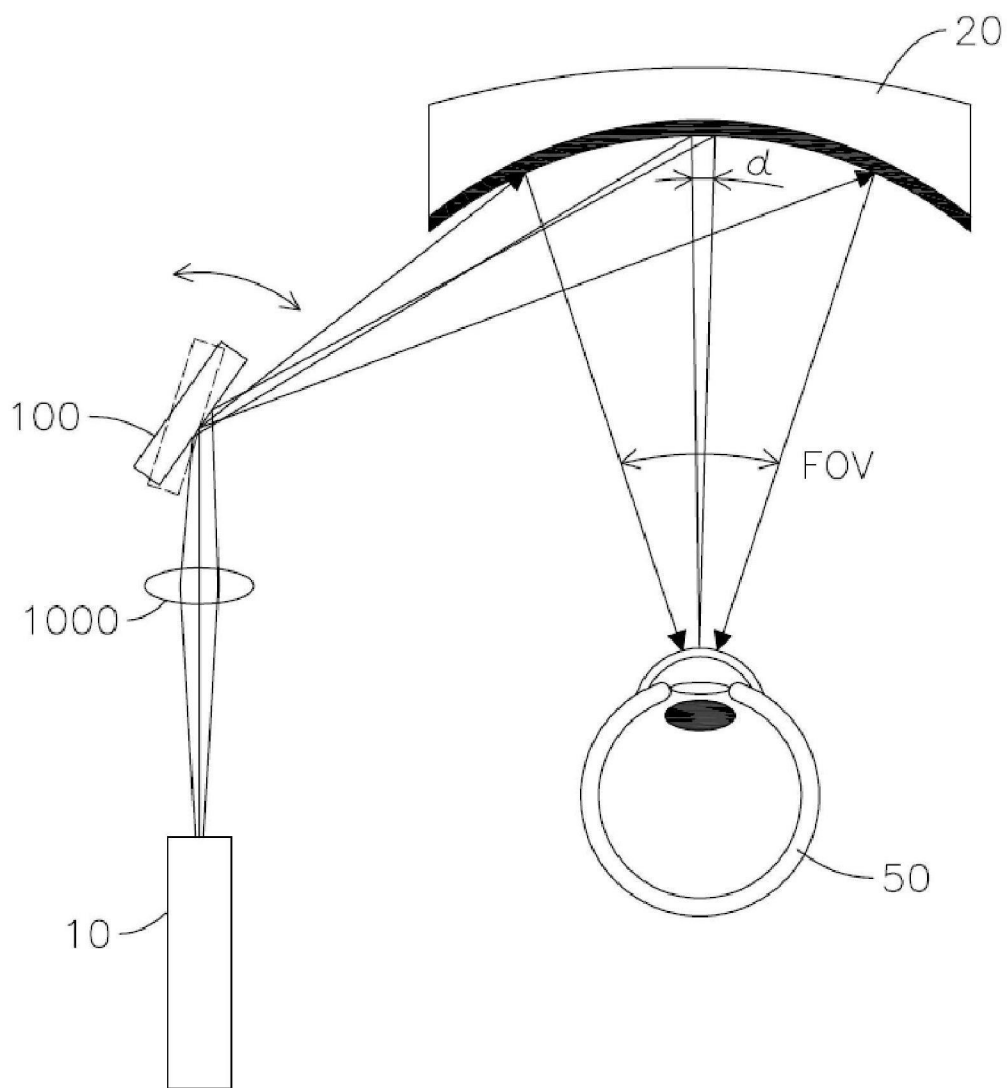


圖 4A

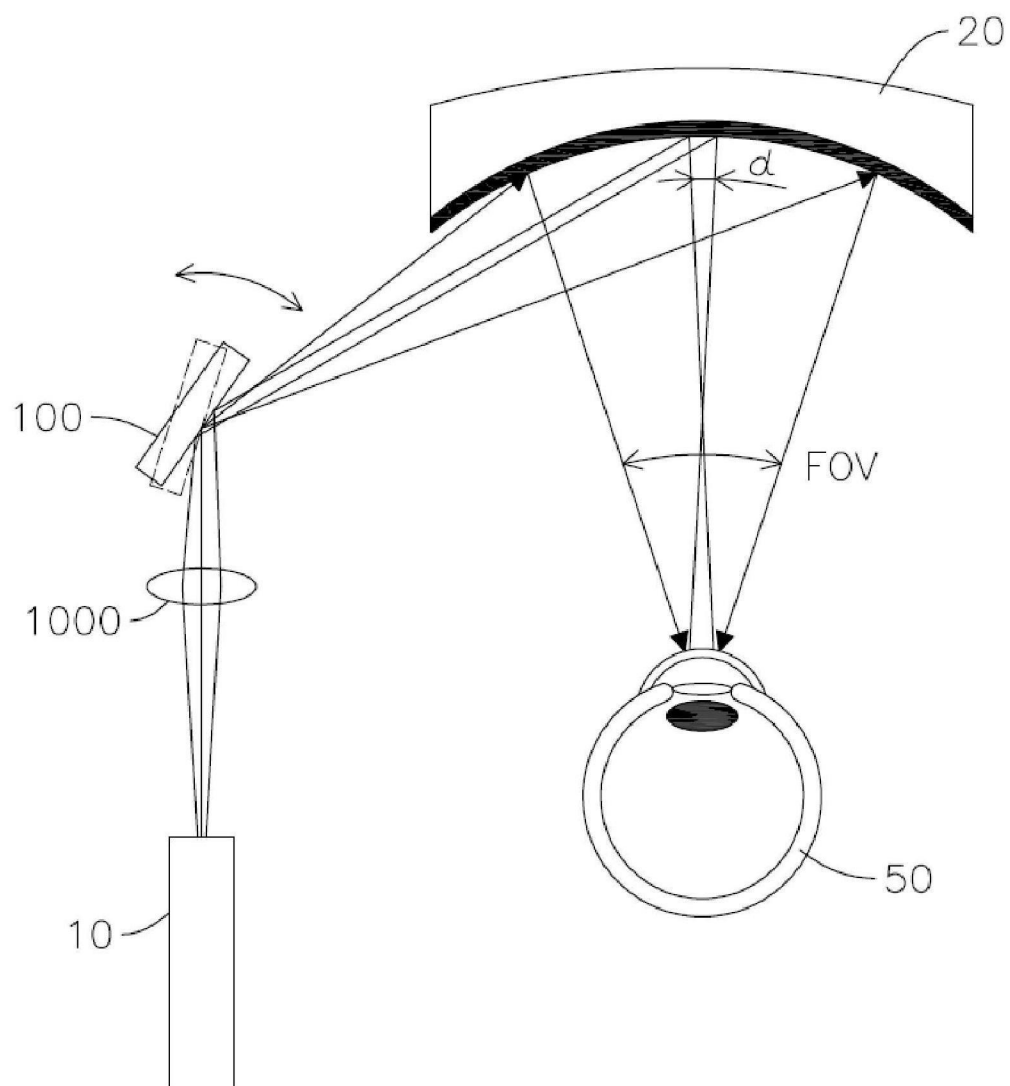


圖 4B

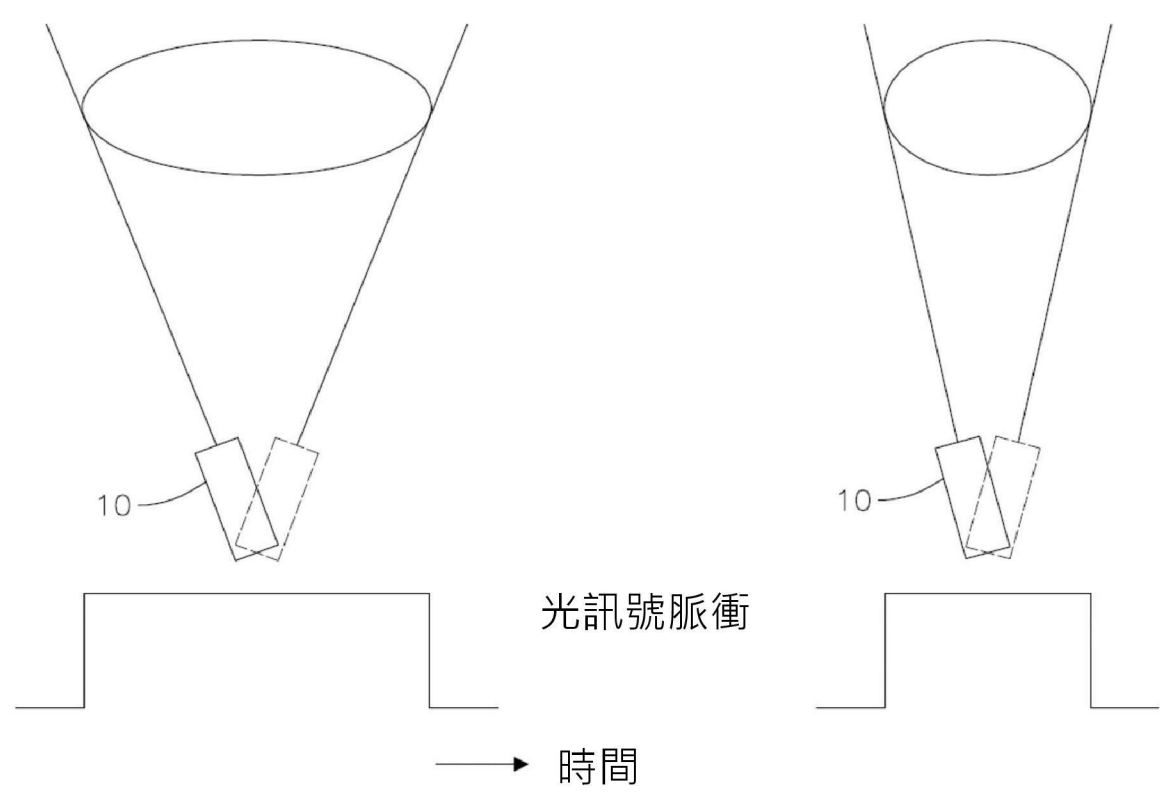


圖 5A

圖 5B

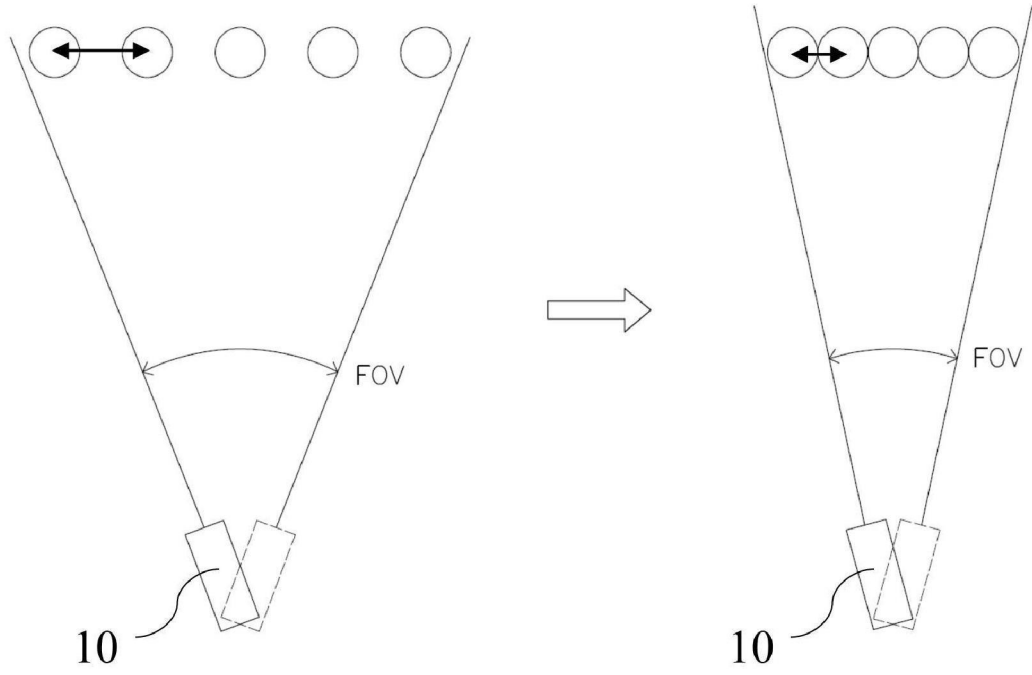


圖 6

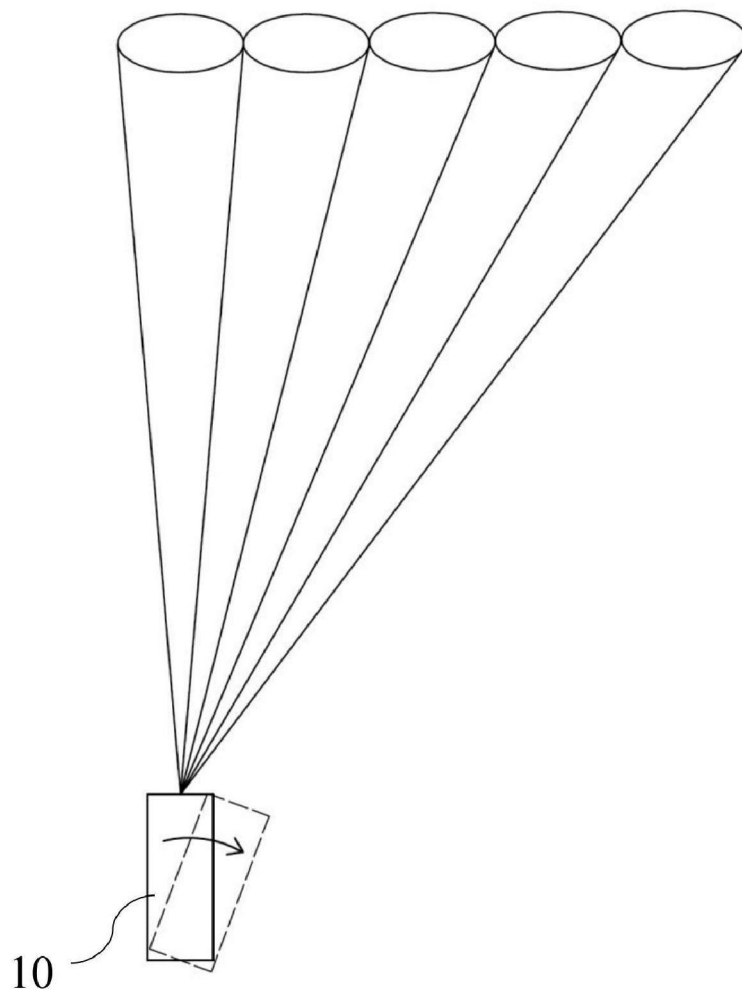


圖 7

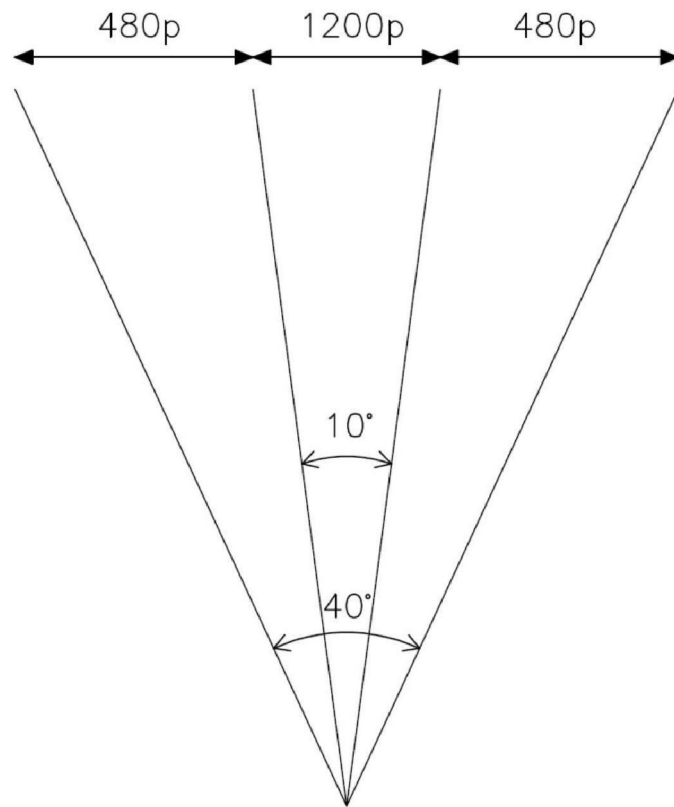


圖 8

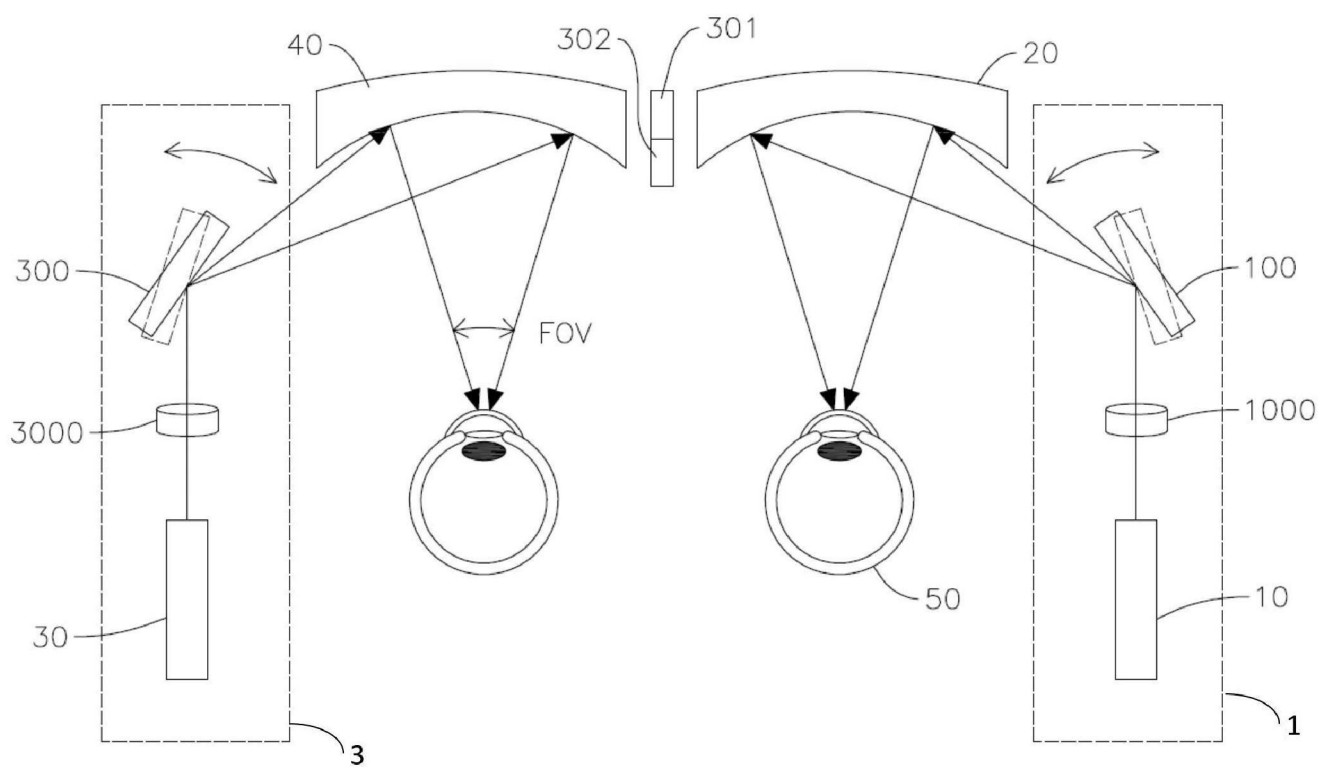


圖 9

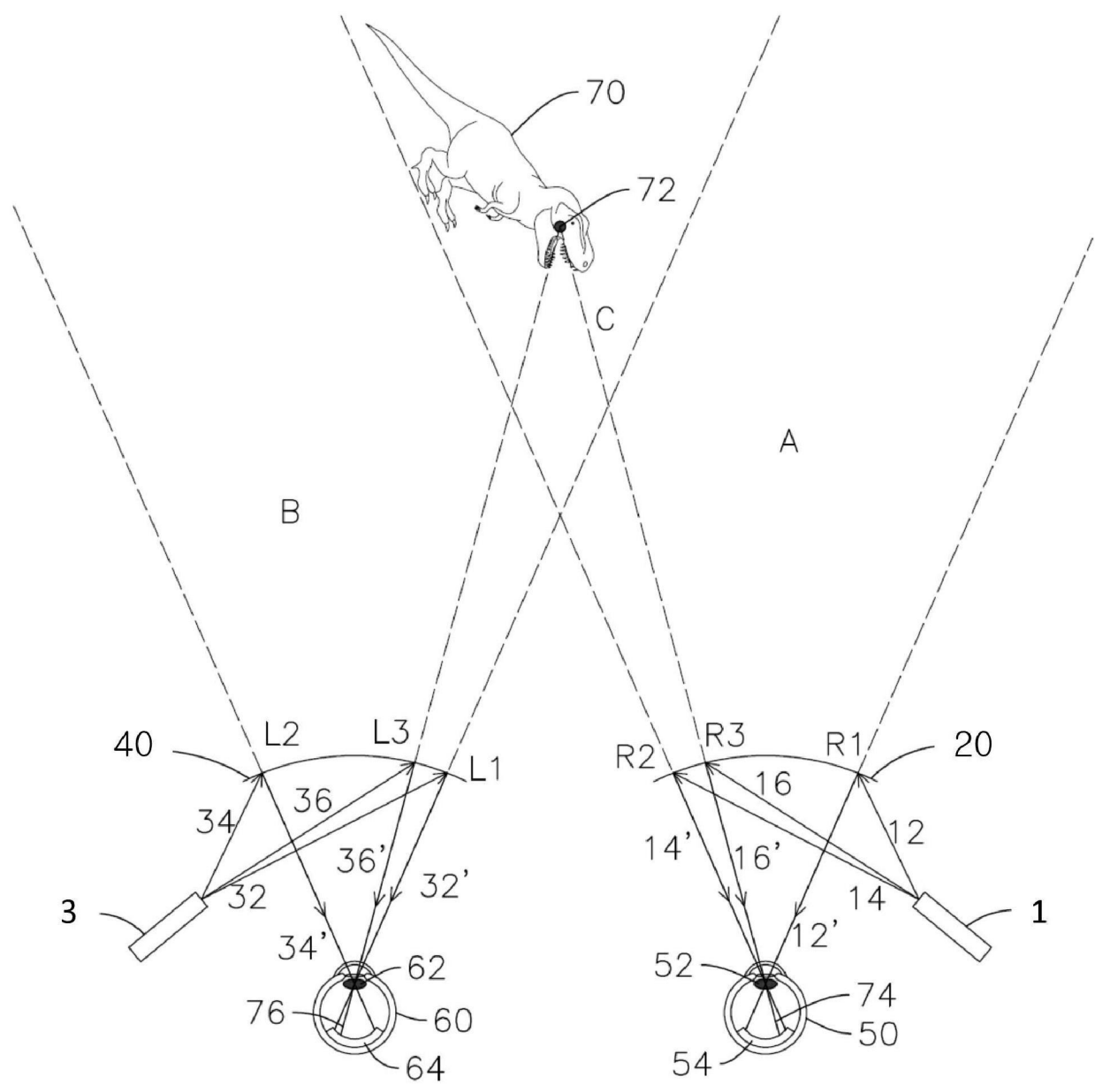


圖 10

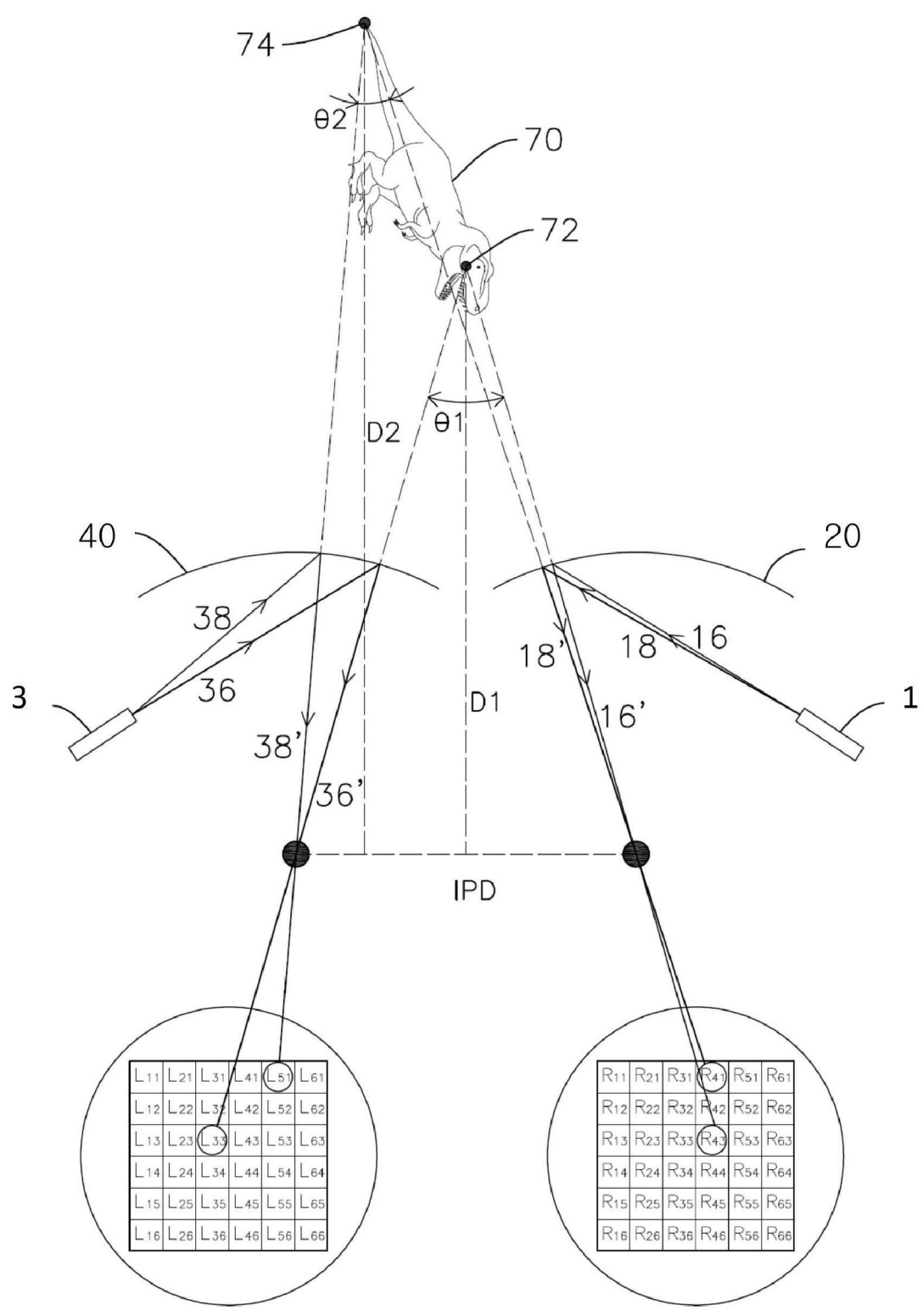


圖 11

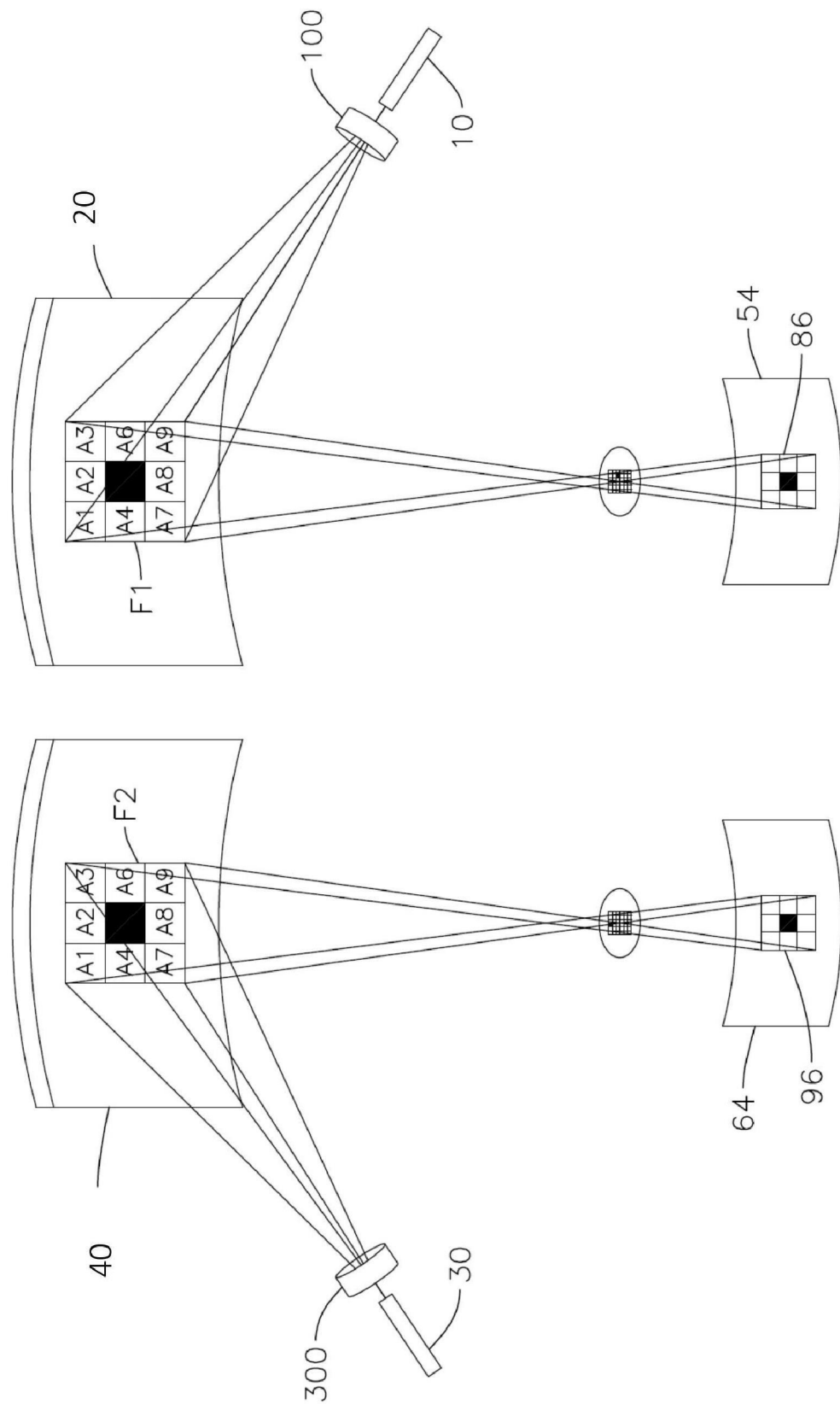


圖 12

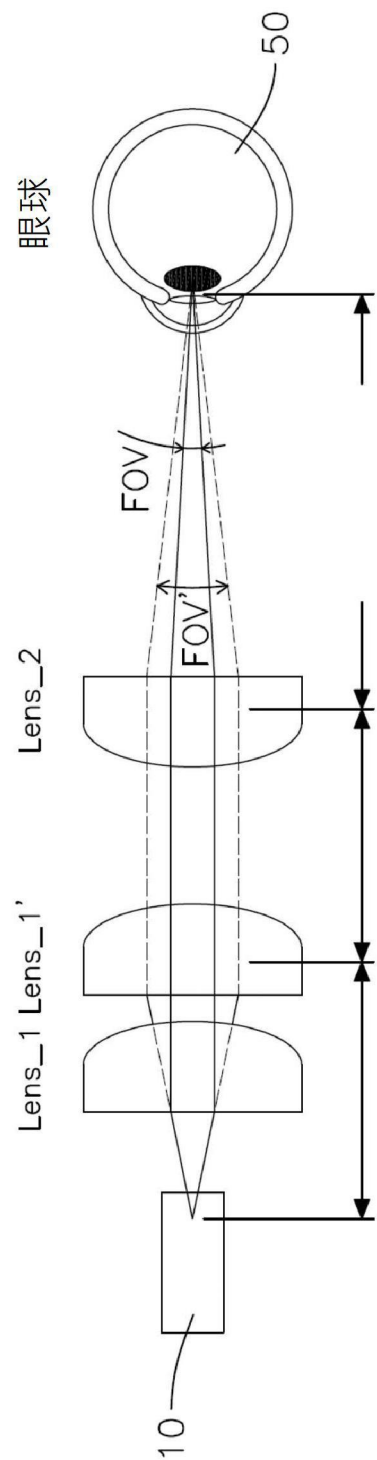


圖 13

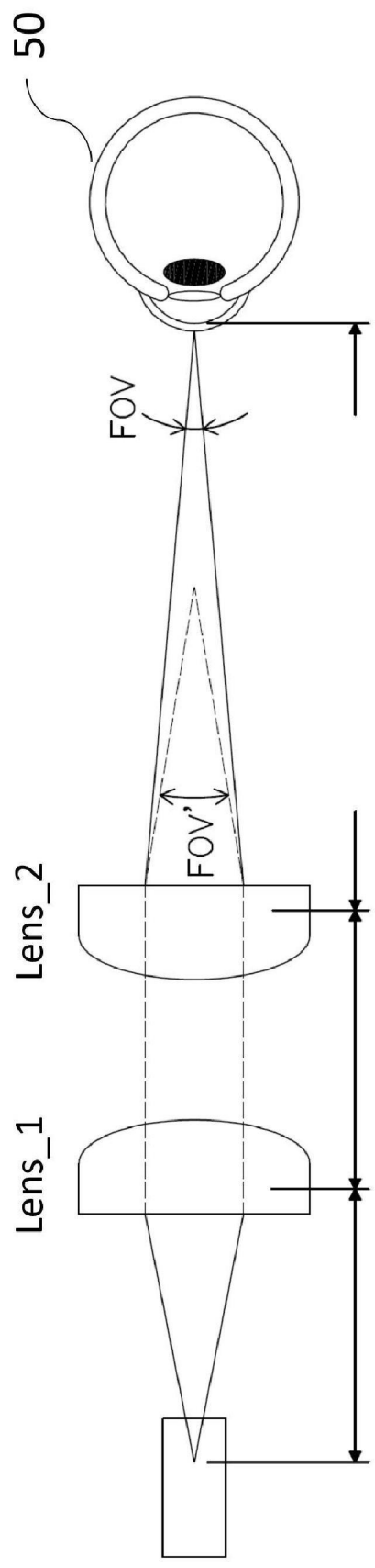


圖 14

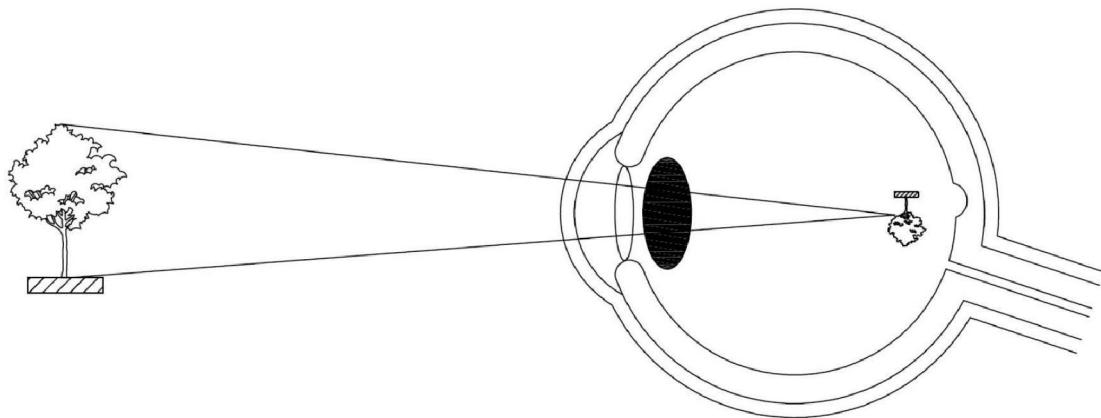


圖 15