



(21) 申請案號：107130320 (22) 申請日：中華民國 107 (2018) 年 08 月 30 日  
 (51) Int. Cl. : **G02B27/01 (2006.01)** **G02B13/18 (2006.01)**  
 (30) 優先權：2017/08/30 美國 62/551,886  
 (71) 申請人：美商康寧公司 (美國) CORNING INCORPORATED (US)  
 美國  
 (72) 發明人：寇柏 約書亞蒙洛 COBB, JOSHUA MONROE (US)  
 (74) 代理人：李世章；彭國洋  
 申請實體審查：無 申請專利範圍項數：24 項 圖式數：15 共 79 頁

## (54) 名稱

寬視場個人顯示裝置

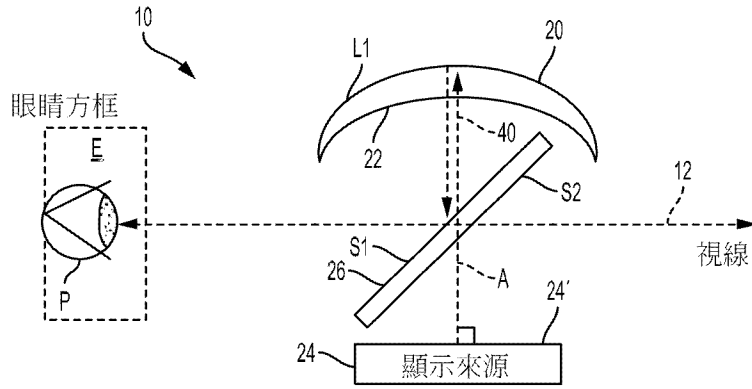
WIDE FIELD PERSONAL DISPLAY DEVICE

## (57) 摘要

一種顯示設備，具有一影像產生器及一透鏡，該影像產生器從一表面產生承載影像的光，該透鏡離該影像產生器有間隔，並具有凹向該影像產生器的一非球面入射折射表面及具有凹向該影像產生器的一非球面反射表面，其中該反射表面的一主軸正交於該影像產生器。經設置在該影像產生器與該透鏡之間的自由空間中的一光束分離板具有第一及第二平行表面，該第一及第二平行表面向一觀看者的一視線傾斜。針對沿著該觀看者的該視線的該承載影像的光，該透鏡及該光束分離板界定一觀看者眼睛方框。

A display apparatus has an image generator that generates image-bearing light from a surface and a lens spaced apart from the image generator and having an aspheric incident refractive surface concave to the image generator and having an aspheric reflective surface concave to the image generator, wherein a principal axis of the reflective surface is normal to the image generator. A beam splitter plate disposed in free space between the image generator and the lens has first and second parallel surfaces that are oblique to a line of sight of a viewer. The lens and the beam splitter plate define a viewer eye box for the image-bearing light along the line of sight of the viewer.

指定代表圖：



第1A圖

符號簡單說明：

A . . . 主軸

E . . . 眼睛方框

L1 . . . 透鏡

P . . . 瞳孔

S1 . . . 第一平行表面

S2 . . . 第二平行表面

10 . . . 虛擬影像形成設備

12 . . . 視線

20 . . . 非球面反射表面

22 . . . 非球面折射表面

24 . . . 影像產生器 (顯示來源)

24' . . . 顯示表面

26 . . . 光束分離板

40 . . . 光徑

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】寬視場個人顯示裝置

【英文發明名稱】WIDE FIELD PERSONAL DISPLAY DEVICE

【技術領域】

【0001】 本申請案主張申請於2017年8月30日的美國第62/551,886號臨時申請案的優先權益，該案的內容為本案所依據並在此藉引用方式整體併入本文。

【0002】 本揭示案概略有關個人顯示裝置，且更特定地有關用於寬視場頭戴式或其他具有瞳孔成像系統之單一觀看者顯示器的設備及方法。

【先前技術】

【0003】 在習知顯示螢幕的使用會是累贅的應用場合中，個人顯示裝置使得提供影像內容給觀看者成為可能。像是顯示護目鏡等頭戴式裝置（HMD）正被認為是在各式各樣領域中可使用的一類有用的可穿戴式個人顯示裝置，其具有之應用廣及軍事、醫藥、牙醫、工業、遊戲呈現等等，以及其他。藉由立體成像的加強空間表現方式及改善的相關細節呈現，立體成像特別有用於呈現更逼真的影像以及顯示深度資訊的影像，所述深度資訊比起藉二維（2-D）平面顯示器可行地更為準確。

【0004】 儘管針對改善可穿戴式顯示裝置的可用性（usability）、大小、成本、及效能已完成一些進步，改善仍有可觀的空間。尤其，對觀看者呈現經電子處理之影像的成像光學元件讓人失望。習知的設計做法被證明難

以按照需求大小、權重、及位置需求來放大縮小（scale），往往難以解決有關視場及扭曲、適眼距（eyerelief）、瞳孔大小的光學問題和其他因素。

**【發明內容】**

**【0005】** 按照一些實施例一種顯示設備包含：

（a）至少一個影像產生器，該至少一個影像產生器產生承載影像的光；

（b）一透鏡，該透鏡離該影像產生器有間隔，該透鏡具有凹向該影像產生器的一非球面入射折射表面以及具有凹向該影像產生器的一非球面反射表面，及

（c）一光束分離板，該光束分離板經設置在該影像產生器與該透鏡中間的自由空間中並具有第一及第二表面，該第一及第二表面向一觀看者的一視線傾斜，

其中對於沿著該觀看者之該視線的該承載影像的光而言該透鏡及該光束分離板界定一觀看者眼睛方框，其中

該影像產生器從一平面顯示器表面產生承載影像的光的一平面視場；

該透鏡離該影像產生器有間隔，使得該反射表面的一主軸正交於該影像產生器；及

該光束分離板的該第一及第二表面為斜向一觀看者之一視線的大致平行表面；及

（d）一彎曲保護屏或遮光板，該彎曲保護屏或遮光板自聚碳酸酯製成，來自一實際場景的光在被該光束分離板合併之前被該彎曲保護屏或遮光板透射，所述彎曲保護屏或

該遮光板具有的一透射率在可見光譜內的10%到75%之間，其中(i)該彎曲保護屏或該遮光板包含光吸收性材料；或

(ii)該彎曲保護屏或該遮光板具有一部分反射表面，及顯示設備進一步包含：a)一吸收性直線偏振器，該吸收性直線偏振器經設置在該光束分離器與該彎曲保護屏或遮光板之間；及b)一四分之一波長降速器，該四分之一波長降速器經設置在該吸收性直線偏振器與該彎曲保護屏或該遮光板之間。

**【0006】** 按照本揭示案的一態樣，一種顯示設備包含：

(a)至少一個影像產生器，該至少一個影像產生器產生承載影像的光；

(b)一透鏡，該透鏡離該影像產生器有間隔，該透鏡具有凹向該影像產生器的一非球面入射折射表面以及具有凹向該影像產生器的一非球面反射表面，及

(c)一光束分離板，該光束分離板經設置在該影像產生器與該透鏡中間的自由空間中並具有第一及第二表面，該第一及第二表面向一觀看者的一視線傾斜，

其中對於沿著該觀看者之該視線的該承載影像的光而言該透鏡及該光束分離板界定一觀看者眼睛方框，其中

該影像產生器從一平面顯示器表面產生承載影像的光的一平面視場；

該透鏡離該影像產生器有間隔，使得該反射表面的一主軸正交於該影像產生器；及

該光束分離板的該第一及第二表面為斜向一觀看者之一視線的大致平行表面；及

(d) 一彎曲保護屏或遮光板，該彎曲保護屏或遮光板自聚碳酸酯製成，來自一實際場景的光在被該光束分離板合併之前被該彎曲保護屏或遮光板透射，所述彎曲保護屏或該遮光板具有的一透射率小於可見光譜內的10%到75%之間，其中

(i) 該彎曲保護屏或遮光板包含光吸收性材料；或

(ii) 該彎曲保護屏或該遮光板具有一部分反射表面，及該顯示設備進一步包含：a) 一吸收性直線偏振器，該吸收性直線偏振器經設置在該光束分離器與該彎曲保護屏或遮光板之間；及b) 一四分之一波長減速器，該四分之一波長降速器經設置在該吸收性直線偏振器與該彎曲保護屏或遮光板之間。

**【0007】** 按照本揭示案的一態樣，一種顯示設備包含：  
(a) 一影像產生器，該影像產生器產生承載影像的光；  
(b) 一透鏡，該透鏡離該影像產生器有間隔，該透鏡具有凹向該影像產生器的一非球面入射折射表面以及具有凹向該影像產生器的一非球面反射表面，及

(c) 一光束分離板，該光束分離板經設置在該影像產生器與該透鏡中間的自由空間中並具有第一及第二表面，該第一及第二表面向一觀看者的一視線傾斜，其中對於沿著該觀看者之該視線的該承載影像的光而言該透鏡及該光束分離板界定一觀看者眼睛方框，其中

該影像產生器從一平面顯示器表面產生承載影像的光的一平面視場；

該透鏡離該影像產生器有間隔，使得該反射表面的一主軸正交於該影像產生器；及

該光束分離板的該第一及第二表面為斜向一觀看者之一視線的大致平行表面；及

(d) 一保護屏，來自一實際場景的光在被該光束分離板合併之前被該保護屏透射，所述保護屏具有的一透射率小於75%。

**【0008】** 按照一些實施例該保護屏是自聚碳酸酯製成的一彎曲保護屏。按照一些實施例該保護屏透射入射至其上之可見光的10%至75%（例如50%~60%）之透射率。

**【0009】** 按照本揭示案的一態樣，提供有一種顯示設備，該顯示設備包含：

(a) 一影像產生器，該影像產生器產生承載影像的光；

(b) 一透鏡，該透鏡離該影像產生器有間隔，且具有凹向該影像產生器的一非球面入射折射表面以及具有凹向該影像產生器的一非球面反射表面，及

(c) 一光束分離板，該光束分離板經設置在該影像產生器與該透鏡中間的自由空間中並具有第一及第二表面，該第一及第二表面向一觀看者的一視線傾斜，

其中對於沿著該觀看者之該視線的該承載影像的光而言該透鏡及該光束分離板界定一觀看者眼睛方框，其中

該影像產生器從一平面顯示器表面產生承載影像的光的一平面視場；

該透鏡離該影像產生器有間隔，使得該反射表面的一主軸正交於該影像產生器；及

該光束分離板的該第一及第二表面為斜向一觀看者之一視線的大致平行表面；及

(c) 一保護屏；

(d) 一吸收性直線偏振器，該吸收性直線偏振器經設置在該光束分離器與該保護屏之間；及

(e) 及一四分之一波長降速器，該四分之一波長降速器經設置在所述吸收性直線偏振器與該彎曲保護屏之間。

**【0010】** 按照本揭示案的一態樣，提供有一種顯示設備，該顯示設備包含：

一影像產生器，該影像產生器自一平面表面產生承載影像的光的一平面視場；

一透鏡，該透鏡離該影像產生器有間隔並具有凹向該影像產生器的一非球面入射折射表面及具有凹向該影像產生器的一非球面反射表面，其中該反射表面的一主軸正交於該影像產生器；及

一光束分離板，該光束分離板經設置在該影像產生器與該透鏡之間的自由空間中並具有第一及第二平行表面，該第一及第二平行表面向一觀看者的一視線傾斜，其中對沿著該觀看者之該視線的該承載影像的光而言該透鏡及該光束分離板界定一觀看者眼睛方框。



【0011】本文中描述的顯示設備設計以相較於其他設計的低成本造成增加的視場、減少的影像像差、和大的瞳孔大小，藉而提供可容易製造且本質上經針對人類視覺系統調適的個人顯示裝置設計。以下的實施方式部分中將闡述額外的特徵及優點，且本領域中的技術人員將從說明書中顯而易見、或者藉實施說明書及其申請專利範圍（還有隨附圖式）中描述的實施例了解到一部分的額外特徵及優點。

【0012】將理解到，前面的概述及以下的實施方式部分兩者都僅為例示性，且本意是提供一概觀或架構，以了解申請專利範圍的性質及特性。

【0013】隨附的圖式經包括以提供進一步了解，且該些圖式經併入本說明書並構成其一部分。圖式闡釋了一或更多實施例，且與說明書一起負責解釋各不同實施例的原理及操作。

#### 【圖式簡單說明】

【0014】第1A圖是一示意側面圖，顯示用於對觀看者的眼睛形成虛擬影像的光學特性及關係。

【0015】第1B圖是另一實施例的示意側面圖，顯示用於對觀看者的眼睛形成虛擬影像的光學特性及關係。

【0016】第2圖是顯示一顯示設備的透視圖，該顯示設備用於於觀看者眼睛方框處形成雙眼或立體影像。

【0017】第3A、3B、及3C圖分別是該顯示設備之實施例的透視圖、側面圖、及正面圖。

【0018】 第4A、4B、及4C圖分別是該顯示設備之替代實施例的透視圖、側面圖、及正面圖。

【0019】 第5A、5B、及5C圖分別是該顯示設備之另一替代實施例的透視圖、側面圖、及正面圖。

【0020】 第5D圖是顯示替代實施例的透視圖，其中針對左眼及右眼虛擬影像形成設備之各者使用一個分開的光束分離板。

【0021】 第5E圖是顯示替代實施例的透視圖，該實施例具有以相對傾斜角置放的光束分離板。

【0022】 第6A圖是替代實施例的示意側面圖，該實施例利用偏振來導向光束分離板處的光。

【0023】 第6B圖是替代實施例的示意側面圖，該實施例利用偏振來導向光束分離板處的光。

【0024】 第7圖是替代實施例的透視圖，該實施例中部分視場被擋住。

【0025】 第8A及8B圖是用於按照本揭示案之實施例的顯示設備的可折疊包裝安排方式之側面圖。

【0026】 第9圖描繪在一機械外殼中的顯示設備的實施例，該機械外殼具有保護屏及周邊窗口。

【0027】 第10圖描繪第9圖的顯示設備，其具有的保護屏在位於其間的光學系統的外側及內側。

【0028】 第11圖是顯示設備的截面，其顯示用於旋轉影像產生器的調整機制。

【0029】 第12圖描繪顯示設備之實施例，該顯示設備包括在一機械外殼中的影像產生器，其具有一光學組件用於摺疊位在照相機之上的影像產生器的觀看方向。

【0030】 第13圖描繪在一機械外殼中的顯示設備的實施例，該機械外殼包括用於將太陽眩光最小化的遮光板。

【0031】 第14圖描繪本文中所述顯示設備的另一實施例。

【0032】 第15圖描繪顯示設備的另一實施例，該顯示設備具有一部分反射性遮光板或外屏。

【實施方式】

【0033】 本文中顯示及說明的圖式乃為了闡述按照各不同實施例之光學設備的關鍵操作原理和製造方式而經提供，而這些圖中數個刻意不畫出真實大小或比例。為了強調基本的結構關係或操作原理，有些誇大是必須的。

【0034】 經提供的圖不一定顯示了各不同的支撐組件，包括光學安裝件、電源、影像資料來源、及用於顯示裝置中所用標準零件的相關安裝結構。在光學領域中的技術人員能了解，本發明的實施例能利用數個類型之標準安裝件及支撐組件中任意者，包括被可穿戴式及手持式顯示設備兩者都使用的組件。

【0035】 在本揭示案的情境中，像是「頂部」及「底部」或「上方」及「下方」或「底下」等用語為相對的而不表示出組件或表面的任何必要的排列方向，卻只是用來指稱及區別視圖、相對表面、空間關係、或組件或設備之內的

不同光路徑。類似地，相關於圖式可使用「水平」及「垂直」之用語，來描述相對於標準的觀看條件下在不同平面中組件或光線的相對正交關係（舉例來說），但並不表示出相對於真正的水平及垂直排列方向而言組件的任何必要排列方向。

【0036】 用語「第一」、「第二」、「第三」、等等在經使用的情況下，並不必然表示任何順序或優先度關係，卻是被用作更清楚地區分不同的元件或時間間隔。在本揭示案的情境及申請專利範圍中，這些描述詞被用來清楚地將一元件與另一元件區別開。

【0037】 用語「觀看者」、「觀察者」、及「使用者」在本揭示案之情境中能經互換地使用來表示從個人顯示設備觀看影像的人。

【0038】 如本文中所用，用語「可激能的」有關於一裝置或一組組件在接收到電力之後（以及可選地，在接收一或更多致能信號之後）即進行經指示功能。例如，光源為可激能以發出光束，且能針對按照影像資料信號的影像呈現方式而經調制。

【0039】 在本揭示案的情境中，兩個平面、方向向量、或其他幾何特徵在其實際或投影的交叉角度在90度的 $\pm 4$ 度之內時，被認為是大致正交的。

【0040】 在本揭示案的情境中，用語「斜的」或語詞「傾斜角」被用來表示一非正交（non-normal）角度，該角度傾斜而因此不同於正交，也就是與90度或90度的整數

倍數沿著至少一軸差了至少大約4度以上。例如，利用此概略定義，一傾斜角可為比90度較大或較小至少大約4度。

**【0041】** 在本揭示案的情境中，用語「經耦接」意圖表示兩個或更多個組件之間的一種機械關聯、連接、關係、或鏈結，使得一組件的設置影響該組件經耦接至隻組件的空間設置。對於機械耦接而言，兩個組件不需要直接接觸，卻能通過一或更多個中間組件而經鏈接。

**【0042】** 在本揭示案的情境中，用語「左眼影像」描述由觀看者的左眼觀看的虛擬影像，而「右眼影像」描述由觀看者的右眼觀看的對應虛擬影像。如同此概念被立體成像領域之通常知識者所廣泛了解的，詞語「左眼」及「右眼」可被用作形容詞，以區分用於形成一對立體影像之各影像的成像組件。

**【0043】** 用語「...中至少一個」被用來表示能選擇被列出之項目中一或更多個。當用語「大約」或「趨近於」被用以參照尺寸測量結果或位置時，其表示在實務上所接受的測量錯誤及不準確性的預期容許度。所表達的列出數值可能與標稱值有些許改變，只要與標稱值的差異不會造成程序或結構無法符合所闡述實施例的必要條件。

**【0044】** 關於尺寸而言，用語「大致」表示在較佳於一幾何確切尺寸之 $+/- 12\%$ 之內。因此，例如，如果第一尺寸值在第二值的從大約44%到大約56%之範圍中，則該第一尺寸值大致是第二值的一半。當空間中的位置相對

於一適當參照維度（像是曲率半徑、焦點、組件位置、或光軸上的其他點）而言的距離維度大致相同，相距不超過大約12%（較佳地在彼此間距離在5%或1%以下之內）時，該些空間中的位置為彼此「接近」或在附近。

【0045】用語「可致動的」具有其習知意義，有關於能夠影響回應於一刺激的一動作（像是回應於一電性信號，舉例來說）的裝置或組件。

【0046】本案中使用的用語「信號連通」表示兩個或更多個裝置及/或組件能夠經由信號彼此通訊，該些信號在某類型之信號路徑上行進。信號通訊可為有線的或無線的。該些信號可為沿著第一裝置及/或組件與第二裝置及/或組件之間的一信號路徑來從第一裝置及/或組件傳達資訊、電力、及/或能量到第二裝置及/或組件的通訊、電力、資料、或能量信號。信號路徑可包括第一裝置及/或組件與第二裝置及/或組件之間的物理的、電性的、磁性的、電磁的、光學的、有線的、及/或無線的連接。信號路徑也可在第一裝置及/或組件與第二裝置及/或組件之間包括額外裝置及/或組件。

【0047】用語「例示性」指示出該說明被用作一例，而非暗示其為理想。

【0048】關於光學設備之組件的位置、或曲率的中心、或其他特徵，如光學設計領域之技術人員所用的，用語「接近」有其標準，該些技術人員會考量預期的製造容差及測

量不準確性（舉例），還有對於光的理論與實際表現行為之間的預期差異。

【0049】 如所熟知的，在一特定光學系統內或來自一特定光學系統的光分佈依其整體配置而異，其不必須為幾何完美的或展現理想的對稱才能得到適當的效能。例如，一彎曲鏡的光分佈能更準確地描述成被聚焦在一小區域上，該小區域大致以一焦點為中心；然而，為說明之目的，使用了像是「焦點」或「聚焦區域（focal region）」等習知用語。用語「眼睛方框」標示出一區域，從該區域能觀看由一光學系統形成的一虛擬影像。

【0050】 當從單一位置觀看一場景，且該場景於雙眼位置被呈現給觀看者時，視圖缺少深度（第三維度的效果）的感知。以此方式觀看的場景稱為雙單眼的（bi-ocular）。然而，當單一場景從兩個彼此有距離（甚至是稍微）的位置觀看時，呈現給觀察者的視圖具有深度感。以此方式觀看的場景稱為雙眼的（binocular）。從一眼睛位置觀看且從一位置產生的場景稱為單眼的（monocular），且缺乏第三維度的效果。

【0051】 如成像技術領域中之技術人員所熟知的，虛擬影像是藉由從光學系統提供至眼睛的光射線發散來綜合模擬並於一眼睛方框處在空間中被觀看。一光學系統形成一虛擬影像，該虛擬影像於一給定位置及距離處出現在觀看者的視場中。從光線實際發散處並沒有對應的「真實」客體（object）在該視場中。所謂的「擴增實境」觀看

系統採用一虛擬成像系統，以在沿著觀看者視線所觀看的真實世界客體場景上提供虛擬影像的疊加。此種形成能與觀看者的視場中的客體場景影像內容結合的虛擬影像的功能，將擴增實境成像裝置與僅提供真實影像給觀看者的其他顯示裝置做出區別。

【0052】參看第1A圖的示意圖，其以側面圖表示方式顯示有一虛擬影像形成設備10，該虛擬影像形成設備形成一虛擬影像以供眼睛方框E中的一眼睛瞳孔P觀看。具有第一及第二平行表面S1及S2的一光束分離板26（或者稱為平板分光器、分光器、或光束分離器）沿著一觀看者視線12經傾斜地設置，且與提供一影像的一影像產生器24間隔開，而經設置在該影像產生器24與一透鏡L1之間的自由空間中。在所圖示實施例中，影像產生器24是一顯示來源，該顯示來源具有用於提供影像的一顯示表面24'。在一些實施例中（如第1圖中所示），該影像產生器的表面24'是平的，而因此產生承載影像的光的平面視場。例如，該顯示表面可為手機或「智慧型手機」的平面顯示表面。然而，在其他實施例中影像產生器24的顯示表面24'可為稍微彎曲的。

【0053】第1A圖描繪在此實施例中透鏡L1是一經修改的凹凸透鏡（meniscus）。更特定地，透鏡L1具有相對於影像產生器24為凹的一折射非球面表面22以及也相對於影像產生器24為凹的一反射性非球面表面20。在第1A圖實施例中，透鏡L1可為一折反射光學元件—即，



凹凸透鏡，其具有在該元件後側上的一反射表面，該反射表面形成一彎曲鏡，其將光朝向影像產生器 24 反射回去而在平面影像視場中沒有球面像差（即，跨於視場的平面影像表面）。反射性非球面表面 20 的主軸 A 正交於影像產生器 24。影像產生器 24 是可激能的以將承載影像的光的一平面視場朝向光束分離板 26 的有間隔的表面 S2 導向。影像產生器 24、光束分離板 26、及透鏡 L1 協作且經結構以形成一虛擬影像，該虛擬影像可於眼睛方框 E 處沿視線 12 觀看。在一些實施例中影像產生器 24 可位處觀看者的眼睛上方，而該透鏡乃位處觀看者的眼睛的下方。在一些實施例中影像產生器 24 可位處觀看者的眼睛的下方，而透鏡 L1 位處觀看者的眼睛的上方。

【0054】 光束分離板 26 及透鏡 L1 界定了對於給單一眼睛之一影像而言的一光徑 40，來自光束分離板 26 的光沿著該光徑通過非球面入射折射表面 22 在第一方向通過自由空間傳達第一次折射。經折射的光從非球面反射表面 20 反射，並接著繼續沿著光徑 40 往回，其中經反射的光從非球面入射折射表面 22 被折射第二次。光接著通過自由空間行進且回到光束分離板 26，光束分離板 26 沿著觀看者之視線 12 朝向觀看者之眼睛方框 E 沿一未中斷路徑反射來自透鏡 L1 的光，其中針對客體場景的視線 12 通過光束分離板 26 延伸。光束分離板 26 提供一傾斜的窗口，通過該窗口可觀看客體場景。因此該光束分離器經結構及定位，使得由影像產生器產生的承載影像的光隨著光朝向

透鏡傳播而穿過該光束分離器，並在光被透鏡反射之後從光束分離器反射。按照一些實施例光束分離板 26 重少於 25 克（例如 < 20 克、< 15 克、< 10 克）並提供至少 30 度的水平完整視場，且在一些實施例中超過 40 度（例如 40 ~ 70 度，例如 50 ~ 60 度）。在一些實施例中光束分離板 26 重 2 ~ 10 克，例如不超過 5 克，而在一些實施例中 2 至 5 克。按照一些實施例光束分離板 26 具有一部分反射表面，該部分反射表面經定位以面對透鏡 L1、L2。在本說明書所述例示性實施例中該部分反射表面反射可見光譜中至少 25 % 的光（例如 25 % 到 75 %，或 30 % 到 70 %，或 40 到 60 % 或 45 到 65 %），以及透射可見光譜中至少 25 % 的光（例如 25 % 到 75 %，或 30 % 到 70 %，或 40 到 60 % 或 45 到 65 %）。例如，該部分反射表面可：(i) 透射 45 % 的光及反射 55 % 的光，或 (ii) 可透射 50 % 的光通過，並往回反射 50 % 的光，或 (iii) 可透射可見光譜中 55 % 的光及反射 45 % 的光。

**【0055】** 可注意，若成像光學元件僅是一球面鏡而非透鏡 L1（其具有面向影像產生器 24 的一折射表面及一反射性背表面），所產生的視場將非常失焦。此種失焦可藉由大幅減少視場來解決。然而，如本文所述實施例所顯示的，有了具有一折射性透鏡表面還有一反射性透鏡表面（在此實施例中兩者都是非球面）的光學組件 L1、L2，我們能校正影像像差（跨於瞳孔及視場）而獲得良好聚焦的影像，即使當視場超過 40 度時。因為來自影像產生器

24的光穿過折射表面22兩次，透鏡L1提供了三個非球面表面的等效物，使得能經由一簡單的、單一的、小型的、輕量的元件來校正在超過40度之寬視場上的數個光學像差。在一些實施例中，該等非球面表面中一或更多者能具有界定非球面表面之光學屬性的不同因數，像是曲率半徑、錐線常數或其他因數（例如以下將進一步說明的A、B、及C非球面係數。在一些實施例中，全部的非球面表面可具有這樣的不同曲率半徑及/或其他因數。

【0056】如本文中所稱的「平面影像視場」指的是跨於視場的平坦影像平面。如本文中所稱的，由影像產生器24所產生之「影像的平面視場」及「承載影像的光的平面視場」指的是平面顯示表面24'或從跨於來源24顯示之（客體）視場的此平面發出的光。

【0057】按照本揭示案的一實施例，透鏡L1經設計以對虛擬影像的視場彎曲（field curvature）提供校正。在另一實施例中，補償視場彎曲的另外一作法是利用靠近影像產生器24置放的一視場透鏡；然而，利用位於沿著光徑40之反射表面處的單片透鏡能提供相同的功能，且具有簡單、減少光學設置需求及允許使用數種類型之顯示器（包括在大小及長寬比上有差異的顯示器，比方說）中任意者的優勢。

【0058】可以利用光學系統中一或更多個額外透鏡L1'、L2'（未圖示）來替代地校正影像扭曲。然而，也

能藉由對影像資料的適當調整，以一直接的方式來數位地校正扭曲。

【0059】 第1A圖描繪用於形成單一左眼或右眼影像之虛擬影像形成設備10的組件排列方式。第2圖之示意圖顯示一顯示設備30如何利用一單一光束分離板26形成雙眼的虛擬影像，具有於個別的眼睛方框EL及ER處可觀看的左眼及右眼影像。一單一影像產生器24分別地產生真實的左眼及右眼影像，32L及32R。來自左眼影像32L之承載影像的光的平面視場通過光束分離板26並往透鏡L1透射。以此種排列方式，影像產生器24及透鏡L1形成與光束分離板26協作的一左眼虛擬影像形成設備10L。類似地，來自右眼影像32R的光通過光束分離板26並往透鏡L2透射。影像產生器24及透鏡L2形成具光束分離板26的右眼虛擬影像形成設備10R。利用一單一光束分離板26及透鏡L1、L2以供界定用於左眼及右眼虛擬影像兩者的眼睛方框位置，有利於減少部件個數並簡化組件安裝。第2圖的排列方式在被提供適當的左眼及右眼影像內容時能夠提供立體觀看。影像內容能為立體的或能替代地為非立體的。此外，能加入一視場透鏡，例如在該影像產生器與光束分離板26中間，來進一步校正像差。例如，該視場透鏡可位處鄰接該影像產生器。

【0060】 在一些實施例中（參見例如第1B圖）僅有透鏡L1、L2的一表面（即，透鏡L1、L2的反射性或折射表面）是非球面的。第1B圖的實施例類似於第1圖中顯示

的實施例，但進一步包括一視場透鏡  $L_F$ ，該視場透鏡位處鄰接（或接觸）該影像產生器。第 1 B 圖的實施例中視場透鏡  $L_F$  具有至少一個非球面表面，例如表面  $S_1$ 。

【0061】 第 2 圖中之顯示設備 30 的設計能隨各個別透鏡  $L_1$  及  $L_2$  的焦距來放大縮小（scale）。第 3 A 到 5 D 圖顯示以不同焦距可行的不同例示性排列方式，允許基於焦距的較長或較短適眼距。此外，顯示設備 30 之組件的垂直間隔能更加（或更少）緊湊，使該顯示設備能針對各式各樣的可穿戴式及頭戴式配置（還有手持式配置）、或針對在其中顯示設備 30 經安裝至其他設備的靜態配置來放大縮小（scale）。

【0062】 第 3 A 圖顯示來自顯示設備 30 之配置的正面的透視圖，該顯示設備 30 有一單一影像產生器 24 用於對位於各對應的眼睛方框處的個別瞳孔  $P$ （觀看者的眼睛瞳孔）提供左眼及右眼影像內容（從該顯示表面的不同部分）。第 3 B 圖顯示第 3 A 圖之配置的側面圖。第 3 C 圖顯示第 3 A 圖之配置的正面圖。如第 3 C 圖之正面平面視圖所示，各個眼睛的視場可為水平非對稱。換言之，眼睛外部的視場（水平向右及向左延伸的周圍視場）可比眼睛內部的視場更大。

【0063】 在第 3 A 圖及後續的實施例中，對於對應的左或右眼有一對應的左或右視線 12。

【0064】 第 4 A 圖、第 4 B 圖、第 4 C 圖分別顯示一實施例的透視圖、側面圖、及正面平面視圖，該實施例利用分

開的左眼及右眼影像產生器 24 L 及 24 R。影像產生器 24 L 及 24 R 及 / 或顯示表面 24 L'、24 R' 能位在相同平面中或可針對改善的包裝或針對觀看者解剖學（例如）來彼此位移、傾斜或經調整。

【0065】 第 5 A 圖、第 5 B 圖、第 5 C 圖分別顯示替代實施例的透視圖、側面圖、及正面圖，該替代實施例利用單一光束分離板 26 與分開的左眼及右眼影像產生器 24 L 及 24 R。

【0066】 第 5 D 圖是一透視圖，其顯示的替代實施例其中針對左眼虛擬影像形成設備 10 L 利用一分開的光束分離板 26 L；在右眼虛擬影像形成設備 10 R 中使用光束分離板 26 R。各光束分離板 26 L、26 R 位在沿著對應左或右眼的對應左或右視線 12 處。

【0067】 第 5 E 圖的透視圖顯示使用用於左及右眼虛擬影像形成設備的個別光束分離板 26 L 及 26 R 的替代實施例。左及右光束分離板 26 L 及 26 R 經設置於相對於視線 12 的相對傾斜角處。影像產生器 24 L 及 24 R 的位置與透鏡 L1 及 L2 的位置也在虛擬影像形成設備 10 L 及 10 R 之間相反。左眼及右眼影像產生器 24 L 及 24 R 分別在相對的方向中導向承載影像的光。此種替換的排列方式可對於（例如）提供更緊湊的包裝有用。

【0068】 第 5 A ~ 5 E 圖之實施例可藉（例如）基於 OLED 之影像產生裝置運用。在一實施例中，此種基於 OLED 之影像產生裝置具有的像素是少於或等於 44 微米

x 44 微米、40 微米 x 40 微米、30 微米 x 30 微米、24 微米 x 24 微米、20 微米 x 20 微米，或該等影像產生裝置可甚至具有更小尺寸的像素。也可運用其他影像產生裝置。

【0069】按照一些實施例該顯示設備包含一光學系統。該光學系統包含：(i)一影像產生器，該影像產生器自一影像產生器顯示表面產生承載影像的光；(ii)離該影像產生器有間隔的至少兩個透鏡，該兩個透鏡之各者具有凹向該影像產生器的一入射折射表面且具有凹向該影像產生器的一反射表面，且該反射性或折射表面中至少一個是一非球面表面；及(iii)一光束分離板，該光束分離板經設置在該影像產生器與該等透鏡之間的自由空間中且具有第一及第二表面，該第一及第二表面斜向一觀看者的一視線，

其中該等透鏡及該光束分離板界定用於沿著該觀看者之該視線的承載影像的光的一觀看者眼睛方框。

本文中揭示的顯示設計可造成適眼距離(即眼睛瞳孔與最近的光束分離器邊緣之間的水平距離)在8 mm與40 mm之間(例如10 mm至30 mm)，水平FOV在30與70度之間(例如40至70度)和解析度在1弧分(min)每像素與4弧分每像素之間。如果使用像是具有20 x 20  $\mu\text{m}$ 像素的OLED顯示器的影像產生器(舉例來說)能達成大約1弧分每像素的解析度。按照一些實施例，透鏡L1及L2的反射性及折射表面經結構使得該等透鏡的光軸彼此平

行在 1 弧分之內，且彼此間隔的距離在 50 mm 與 80 mm 之間（例如 60 ~ 70 mm）。該顯示設備的光學系統進一步包含一出射瞳孔，其具有一出射瞳孔直徑  $D_p \geq 7 \text{ mm}$ ，例如  $7 \text{ mm} \leq D_p \leq 20 \text{ mm}$ （例如 8 mm、10 mm、12 mm、15 mm、18 mm、20 mm、或其之間）。

【0070】 按照一些實施例該光學系統進一步包含具有出射瞳孔直徑  $D_p \geq 7 \text{ mm}$  的一出射瞳孔並也具有一垂直完整視場  $FOV_v$  及一水平完整視場  $FOV_h$ ，使得水平視場對垂直視場的比例是  $FOV_h/FOV_v > 1.5$ 。在一些實施例中  $FOV_h/FOV_v > 1.7$ （例如  $3 \geq FOV_h/FOV_v > 1.7$ ）。

【0071】 按照一些實施例在影像產生器 24 與透鏡 L1、L2 之間的距離是 20 ~ 60 mm，例如 30 ~ 50 mm。

【0072】 按照一些實施例該顯示設備包含：

(i) 一影像產生器，該影像產生器自一影像產生器顯示表面產生一承載影像的光；(ii) 一透鏡，該透鏡離該影像產生器有間隔，該透鏡具有凹向該影像產生器的一入射折射表面並具有凹向該影像產生器的一反射表面，且所述表面中至少一者為非球面；及(iii) 一光束分離板，該光束分離板經設置在該影像產生器與該透鏡之間的自由空間中，且具有斜向一觀看者之一視線的第一及第二表面，其中該透鏡及該光束分離板界定了針對沿著該觀看者之該視線的承載影像的光的一觀看者眼睛方框，且其中該顯示設備展現下列中至少一者：(a) 水平視場在 30 與 70 度之間，一適眼距離在 5 mm 與 50 mm 之間，透鏡的焦距在



30 mm 及 70 mm 之間；一出射瞳孔直徑在 7 mm 與 20 mm 之間，及該透鏡與該顯示器之間的距離在 30 mm 至 70 mm 之間；或者 (b) 一適眼距離在 5 mm 與 40 mm 之間，一水平 FOV 在 30 與 70 度之間且解析度在 1 弧分每像素與 4 弧分每像素之間。按照一些實施例該顯示設備展現橫向色像差，該橫向色像差少於 44 微米。橫向色彩是隨顏色（紅、綠、及藍 (R、G、B)）的放大倍數變化。按照一些實施例該顯示設備展現的橫向色像差少於一像素的大小—即，因此 R、G、及 B 射線落在相同像素內。按照一些實施例該顯示設備展現的橫向色像差不大於該影像產生器的像素大小。

【0073】 以下的表格（表 1）列出第 3A ~ 5C 圖中顯示之數個例示性實施例的各種效能特性。

**表 1. 典型實施例的效能**

	針對之設備的圖式	FOV 度數 (H x W)	適眼距	有效焦距 (EFL)	光束分離板大小	角解析度 (註 1)
實施例 1	3A~3C	60 x 28	30mm	64.7mm	60 x 170mm	2.3 min/pixel
實施例 2	4A~4C	30 x 17.5	28mm	38mm	25 x 100mm	4 min/pixel
實施例 3	5A~5C	60 x 28	16mm	38mm	40 x 125mm	4 min/pixel
實施	3A~3C	60 x 28	30mm	64.7mm	60 x	1.1

例 4					170mm	min/pixel
實施 例 4	4A~4C	30 x 17.5	28mm	38mm	25 x 100mm	2 min/pixel
實施 例 6	5A~5C	60 x 28	16mm	38mm	40 x 125mm	2 min/pixel
實施 例 7	5A~5C	60x28	8.4mm	20mm		3.8 min/pixel

註 1: 表 1 的前三個實施例的角解析度數值乃基於市面可購得的具有 0.044 mm 顯示像素的智慧型手機。表 1 的實施例 4~7 的角解析度數值是基於所具像素大小為 0.02 mm 的顯示器（例如 OLED 顯示器）。

【0074】 應注意，對於客體場景（即，對於該觀看者之視場中的真實客體）的該觀看者之視場比該虛擬影像形成所在之視場更大。所揭示實施例的光學排列方式對於擴增實境顯示提供大的視場（FOV）。

【0075】 有優勢地，該光束分離板是輕量的。按照一例示性實施例，光束分離板適合用於大於 40 度的水平 FOV，像是 80 mm x 150 mm 光束分離板（重少於 25 克）。光束分離板的表面之間的光學厚度少於 3 mm（例如 0.5 mm、1 mm、1.5 mm、2 mm 或其中間）。

【0076】 作為比較，其他經提出的擴增實境顯示設計利用稜鏡。然而，基於稜鏡的光學系統需要一相應大的稜鏡，以為了提供大的 FOV，使得難以針對大的 FOV 應用來放大縮小（scale）基於稜鏡之設計。對於雙眼的標稱 40 度水平 FOV 的利用單一分光器稜鏡之頭戴式設備，必

須支援遠超過700克之稜鏡重量。大的稜鏡所增加的重量有效地限制了可得的FOV，也增加了可觀的體積和重量。

【0077】第6A圖的示意側面圖描繪之替代實施例利用偏振以供於光束分離板26導向光。

隨著經偏振光具有第一偏振狀態（例如，p偏振）影像產生器24提供影像內容。經配置成為一偏振光束分離器的光束分離板26，透射該第一狀態（p偏振，由箭頭顯示）而反射正交狀態（s偏振，由點顯示）。通過四分之一波板40'的兩次透射（兩次通過）將對於來自光束分離板26的反射從該第一（p）偏振狀態轉換成正交（s）偏振狀態。波板40'可為四分之一波長減速器（本文中亦稱為 $\frac{1}{4}$ 波板）。波板40'可為一消色差 $\frac{1}{4}$ 波板。較佳地波板40'跨於可見光譜是消色差的。第6A圖的實施例中波板40'位處透鏡L1與光束分離板26之間。第6B圖類似第6A圖但也描繪了此實施例運用一偏振板40''，該偏振板位於影像產生器24旁。偏振板40''運作以偏振來自影像產生器24的光，且跨於可見光譜為消色差的。

【0078】第7圖的透視圖顯示的替代實施例允許客體場景的受限可見度（visibility）。用於右虛擬影像形成設備10R的透鏡L2經設置以部分阻擋視線12；用於左虛擬影像形成設備10L的透鏡L1具有同樣的位置（顯示在其他圖中），允許通過光束分離板26對該客體場景的可見度。

【0079】為了完整的虛擬實境觀看，透鏡L1及L2兩者都能經設置以因此阻擋視線12。

### 影像產生器

【0080】如本文中所用，影像產生器24能為任何能夠發射承載影像的光以供對觀看者的一眼或雙眼形成影像的來源，包括手持式個人通訊裝置、智慧型手機、平板、電腦螢幕、或其他顯示來源或影像投影來源。在一些實施例中該影像產生器能夠發射平面的承載影像的光，也就是說，該影像不是被傳送的彎曲影像。能被使用的影像產生器裝置能包括平面面板個人通訊裝置（像是蜂巢式手機）、提供某類型行動作業系統的所謂「智慧型手機」、具有至少某程度之運算及顯示功能性的功能手機、「智慧錶」、及各種類型的電子平板、電腦化平板、及包括能夠顯示圖形內容之至少一顯示區域的類似裝置。如能從前面的表中所給數值能清楚看到的，本揭示案的設備尤其適於利用從智慧型手機或其他類型之可攜的、個人通訊裝置所產生之影像的應用。在一些實施例中影像產生器24是一智慧型手機裝置，其併有下列中至少一者：GPS感測器、用於觀看及拍下使用者觀看之場景的照片的一第一照相機，及面向相反於該第一照相機之方向的一額外照相機「自拍照相機」。

【0081】影像產生器24能為任何影像製造來源，且不需要能夠被人眼使用為影像顯示裝置。按照一些實施例該

影像產生器是具有一影像投影被另一裝置（例如投影機）投射到其上的一螢幕。

【0082】能經適當調適以用於產生承載影像的光的其他類型影像產生器包括各種類型的空間光調制器（*spatial light modulator*，SLM）組件。能使用各種類型的SLM裝置，包括來自德州儀器（德州達拉斯）的數位光處理器（*Digital Light Processor*，DLP）；液晶裝置（LCD）、有機發光二極體（OLED）、LCOS（矽上液晶）裝置、或光柵機電裝置（舉例）。可以替代地使用線性光調制器。

能提供選擇性的視場透鏡以適當地塑形由該影像產生器提供的影像視場，像是協助減少扭曲。

## 光束分離板 26

【0083】有優勢地，藉本文描述的實施例，只有光束分離板 26 位在觀看者的視線 12 中。此種排列方式提供非常寬的客體場景內容之水平視場（FOV），其具有的視圖僅被玻璃板從暢通之視線稍微垂直位移。

【0084】按照一實施例，光束分離板 26 能被形成在一玻璃基板上，該玻璃基板具有在緊縮之容許度內平行的表面，像是在少於 50 弧秒（*arc second*）內，更有優勢地在 30 弧秒內，或甚至 20 弧秒內。在一些實施例中光束分離器 26 的玻璃基板具有的表面為平行在少於 10 弧秒之內（例如 8 到 10 弧秒）。平行表面高度有優勢，其最小化可

能從平均略成楔形的光束分離器表面產生的鬼影 (ghosting) 及其他效果。

【0085】 光束分離板 26 能經形成在利用熔融拉伸處理所獲之一片玻璃上。此方法提供具高度平行之相對側的玻璃片。標準類型之玻璃可需要雙側拋光以減少若光束分離板表面不是高度平行可能發生的鬼影。

【0086】 理想地，光束分離板 26 儘可能地薄，以允許視場儘可能地大。在一些實施例中，光束分離板 26 具有的寬度少於 4 mm，更佳地少於 3 mm，甚至更佳地少於 2 mm，及甚至更佳地少於 1 mm (例如，0.3 到 0.7 mm)。藉由併有具備如此小厚度之光束分離器，當承載影像的光從兩表面經反射往觀看者的眼睛遠離，此兩反射之間的距離足夠小使得觀看者沒有「看見」雙重影像。在一些實施例中光束分離板 26 具有一第一主要表面及一第二主要表面，且該光束分離板的這些表面彼此平行在 50 弧秒之內。在一些實施例中光束分離板 26 具有一第一主要表面及一第二主要表面，而該光束分離板的這些表面互相平行到 1 弧分之內 (或到 75 弧秒之內、更佳地在 55 弧秒之內、45 弧秒之內、及甚至更佳地到 40 弧秒之內)。在一些實施例中光束分離板 26 具有一第一主要表面及一第二主要表面而該光束分離板的這些表面為互相平行於 30 或甚至 20 弧秒之內。光束分離板可經製造 (例如可從美商康寧公司購得的熔融形成玻璃) 且可具有平行於 10 弧秒之內 (例如 4 到 10 弧秒) 的表面。在一些實施例中，光束分離

板 26 具有峰至谷 ( peak to valley , P V ) 少於 20 微米的平坦度，以及在玻璃中心之 90 % 區域上 ( 例如至少 95 % 玻璃區域上 ) 或是至少在透過其觀看影像之區域中有少於 0.025 mm 的厚度變異。在一些實施例中，光束分離板 26 具有的平坦度少於 10 微米 ( 峰至谷 ) 及厚度變異少於 0.02 mm ( 例如 0.002 mm 至 0.01 mm )。在一些實施例中，光束分離板 26 具有少於 7 微米 P V ( 例如 4 或 5 微米 P V ) 的平坦度以及跨於一表面之長度 ( 例如 75 mm 、或 100 mm 、或跨於光束分離器之長度 ) 之厚度變異少於 0.015 mm ，或甚至 0.01 mm 以下 ( 例如 0.002 mm 、0.005 mm 、或 0.01 mm ，或其之間 )。

【0087】 具有總厚度變異少於 0.02 mm 及具有互相平行在 30 弧秒以下之內的表面的光束分離器玻璃的例子為可從美國紐約州康寧市 ( Corning NY ) 的美商康寧公司購得的 Gorilla® 玻璃、Lotus™ XT 玻璃、Lotus™ NXT 玻璃、或 EAGLE XG® 玻璃。利用具有這樣的平坦度及厚度準確性的玻璃帶來沒有鬼影的大幅改良的影像品質，原因是，在影像從兩表面反射遠離此事上，該兩反射如此靠近而幾乎在相同位置落在視網膜上。該光束分離板較佳地在一側上塗有部分反射性塗層而另一側上塗有抗反射 ( AR ) 塗層。對於該顯示系統的峰效率 ( peak efficiencies ) 經取得在該部分反射器密切接近 50 % 反射性時 ( 代表跨於光譜之可見光範圍有平均 50 % 的反射率，例如當該部分反射器達到大約 40 % ~

60% 之間，更佳地跨於光譜之可見光範圍有大約 45 ~ 55% 反射率），以及當在另一側有一抗反射塗層時。例如，經由蒸發式塗層技術能施加鋁金屬塗層以達成這樣的部分反射率。

**【0088】** 在一些實施例中，該抗反射塗層展現少於 10%，更佳地少於 5%，甚至更佳地少於 2% 且最佳地少於 1（或甚至少於 0.5）% 的反射性（代表跨於光譜的可見光範圍平均少於 .5% 的反射率）。例如，能運用一介電層或介電層層疊（像是能經由蒸發式塗層技術套用的）來達成這樣的抗反射屬性。此也將阻擋來自真實世界客體場景的光的 50%。隨著該光束分離器的反射減少，顯示器影像變成較暗而外部場景變得較亮。因此，變化這些塗層參數能協助平衡來自顯示器及外部場景的亮度級。

### **透鏡 L1 及 L2**

透鏡 L1 及 L2 能為經模塑塑膠或玻璃。對材料的選擇能影響影像的色像差。例如壓克力纖維（PMMA）之低發散材料（阿貝數  $V_d > 40$ ）能被用來減少色像差。因此，在一些實施例中透鏡 L1、L2 的阿貝 V 數為  $\geq 50$ 、甚至  $\geq 55$ ，例如 50 及 70 之間，或 50 及 60 之間。在一例示性實施例  $V_d$  為大約 57。

**【0089】** 透鏡 L1 及 L2 各為單片的。單片透鏡乃經製造成單一部件。如此將單片透鏡與雙合透鏡（doublet）或其他藉由將多個部件黏合在一起而形成的合成透鏡組合



件（像是雙合透鏡）區別開來。在本文所述實施例中，透鏡 L1 及 L2 重為共 5 克至 80 克（例如 40 ~ 65 克）。

【0090】 按照一些實施例透鏡 L1、L2 位處互相接觸。按照一些實施例透鏡 L1 及 L2 乃一起形成（例如經模塑）成為一單片組件。按照本文所述實施例透鏡 L1、L2 經形成或塑形以提供給觀看者的鼻子的空間，以在透鏡 L1、L2 中間裝下至少部分。例如透鏡 L1、L2 可經一起模塑成具有缺口或倒角的一單片結構，因此在透鏡 L1、L2 中間產生一「鼻子安插空間」。

【0091】 按照一些實施例透鏡 L1 及 L2 的反射性及折射表面經結構使得該等透鏡的光軸彼此平行在 1 弧分之內，且彼此有間隔為 50 mm 及 80 mm（例如 60 mm ~ 70 mm）之間的距離。

【0092】 一反射性塗層 20' 被對著凹凸透鏡 L1（或 / 及 L2）之凸外表面 20 施加。按照一實施例該反射性塗層是二向色塗層。或者，能施加一金屬性塗層。

【0093】 如上所述，透鏡 L1 及 L2 能經一起接合形成成為一單一經模塑組零件。或者，能藉由鑽石車削來製造透鏡 L1 及 L2。典型的透鏡厚度可為 3 ~ 10 mm，例如 4 ~ 10 mm，例如 5 到 9 mm，或 3 到 5 mm。

【0094】 在一例示性實施例中透鏡 L1、L2 是壓克力纖維，各透鏡具有 8 mm 之中心厚度及兩個非球面表面 20、22，如以下等式所描述

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + Ar^4 + Br^6 + Cr^8$$

其中  $r$  是徑向距離（沿著從頂點開始的透鏡表面）， $z$  是該表面於高度  $r$  處的垂度， $c$  是表面彎曲度（ $c = 1/R_i$ ，其中  $R_i$  是表面  $i$  的半徑）， $k$  是錐線常數，而  $A$ 、 $B$  及  $C$  是更高階的非球面係數。在本文所揭示例示性實施例中非球面表面 20 及 22 具有非球面係數  $A$ 、 $B$ 、或  $C$  中至少一者為非零。例如，在表 2（如下）的實施例中，關聯於透鏡 L1、L2 之透鏡表面 20 的非球面係數  $A$ 、 $B$  及  $C$  全部非零。

表 2

表面	半徑	K	A	B	C
1	-170.766	0	2.59E-06	-1.90E-09	0
2	-137.478	0	5.46E-07	-1.64E-10	-2.97E-13

表 2 中表面 1 對應於凹的折射表面 22，表面 2 對應於其上具有反射性塗層的凸表面 20。在此實施例中，從表面 22 之頂點到影像產生器 24 之表面 24' 的距離是 55.28 mm。光束分離器 26 與透鏡 L1、L2 之間的距離經選擇使得該光束分離器對齊瞳孔 P。在此實施例中透鏡 L1、L2 是模塑的。在替代實施例中表面 20、22 能經鑽石車削。

### 包裝選項

【0095】本揭示案之設備能利用習用的眼鏡形式的框架、頭帶、或其他將該顯示器靠在頭部安裝的機構，來組合成一頭戴式裝置的部件。該設備能替代地經耦接至一頭罩、帽子、或頭盔，依所意圖之應用而定。

【0096】 本揭示案的實施例能利用小的組件個數、放寬的容許度、減少的重量、以及光束分離板26基板的結構剛性，來允許用於顯示設備30的數種改良包裝配置方式。

【0097】 第8A及8B圖的側視圖顯示按照本揭示案之實施例的一種可折疊版本之顯示設備30的簡化圖。光束分離板26藉由第一樞紐42或其他類型的可撓式耦接方式（像是沿著光束分離板26的一邊緣）可撓地耦接至透鏡L1及L2。一第二樞紐44將光束分離板26耦接至支撐影像產生器24的一外殼或框架46，像是可給一智慧型手機裝置（舉例）暫時插入及簡單移除的外殼。第8A圖顯示在供觀看之配置中的顯示設備30。第8B圖顯示經折疊以供攜帶或收納的顯示設備30，其影像產生器24被移除。能瞭解到，可能設計出數種可行的機械排列方式，以利用僅少數的機械式組件，來提供可相對垂直方向摺疊之顯示設備30的版本。

【0098】 第9圖描繪包含一機械式外殼90之顯示設備30的實施例。在此實施例中影像產生器24（例如具顯示表面24'的電話，未圖示）經安裝在眼睛位準上方的外殼90中。表面24'經排列方向使得其面向位於內側、在外殼90內的光學組件。來自觀看者正注視之實體場景的光沿著視線12（見第1圖）通過光束分離器26（位處外殼90內側）透射至觀看者的眼睛並與來自影像產生器24的光合併，以形成一擴增實境（AR）影像。外殼90也支撐外保護屏100。外保護屏100能自塑膠（像是聚碳酸酯）製

成以保護顯示設備30之光學組件免於灰塵及破壞。外保護屏100也可包含防刮強化玻璃，例如可自紐約州康寧市的美商康寧公司購得的Gorilla®玻璃。該保護屏能經塗有一抗反射塗層或一吸收塗層，其控制來自現實場景到達觀看者眼睛的光的量。例如，在一些實施例中外保護屏100可包含光致變色材料，或偏振器。在此實施例中來自實體場景的光通過外保護屏100進入顯示設備30，並與影像產生器24提供的光疊加。

【0099】第9圖中也顯示一動力激發器（power activator）110（例如彈簧柱塞、或按鈕、或另外組件），其至少部分位處外殼90內，且當其被使用者接合（engage）來將影像產生器24開機時其對著影像產生器24上的電力鈕按壓。

【0100】第9圖中也顯示位在外殼90側邊上的窗口130L，因此觀看者/裝置使用者具有周圍的視圖。有一對應的窗口130R切入外殼90的右側中。

【0101】第10圖描繪第9圖之顯示裝置的外保護屏100及一內保護屏105。內保護屏105也保護光學組件免於灰塵、等等，且額外地可作為供觀看者的眼睛免受UV光（例如若其上具有UV塗層）、或免受其他環境破壞的保護。遮屏100及105兩者都可從聚碳酸酯製成。內保護屏105能經塗有抗反射塗層以減少雜散光及強光。因此，按照一些實施例顯示裝置30包括從聚碳酸酯製成的一彎曲保護屏100，其在來自實體場景的光被光束分離器組合

之前透射該光。按照一些實施例顯示裝置30進一步包括自聚碳酸酯製成的一彎曲保護屏105，其在來自實體場景的光被光束分離器組合之後透射該光。按照一些實施例彎曲保護屏105包括一抗反射塗層在面向觀看者的一側上。按照一些實施例保護屏100包括一抗反射塗層在面向觀看者的一側上。按照一些實施例保護屏100、105中之至少一個包括拒油性(oleophobic)及/或抗霧塗層(未圖示)。

【0102】藉由利用固定螺釘120R及120L，隨著該等螺釘通過影像產生器24對彈簧柱塞125R及125L施力來旋轉影像產生器24，能對齊影像產生器24。第11圖是安裝在外殼90中之顯示設備的截面圖。此圖中，120R是通過影像產生器24對彈簧柱塞125R施力的固定螺釘。對應的固定螺釘120L及彈簧柱塞125L也被用來繞主軸A旋轉影像產生器24。

【0103】按照一些實施例顯示裝置30包括用於圍繞一軸調整該影像產生器之旋轉的手段，該軸平行於反射表面的主軸。第11圖也描繪出外殼90包含用於支撐光束分離器26的內部模塑支撐結構26s。

【0104】第12圖類似於第9圖，但額外地描繪包含光學組件250的一顯示設備，光學組件250折疊關聯於影像產生器24之成像系統240的觀看方向。例如，第12圖實施例中，影像產生器24是一手機，其包括一照相機240(該手機的成像系統)。一光學組件250(像是折疊鏡或

稜鏡)位處鄰接照相機240。光學組件250經結構以折疊照相機的觀看方向。因此,該照相機能「觀看」或「看見」觀看者通過該光束分離器所觀看的視圖的至少一部分。換言之,有了光學組件250的幫助該照相機能「看」該觀看者所注視的相同方向。例如,在一些實施例中,光學組件250包含一反射表面,使得該照相機的視場包括該觀看者通過該光束分離器的視線。能(例如)藉由反射性塗層來形成該反射表面。該顯示裝置可進一步併有至少一個成像系統240',例如手機中的照相機,其經結構及定位以拍(「自拍」)終端使用者的照片。成像系統240'(例如照相機鏡頭)經調適,例如連同光學折疊光學組件250'(其類似於上述的光學組件250)來通過位於觀看者眼睛處的光束分離器來「看」,而因此追蹤觀看者所看之處。

**【0105】** 第13圖也類似第9圖,但額外描繪出顯示設備包含至少一個遮光板300A、300B,用於擋住陽光(為了太陽眩光最小化)。在所圖示實施例中,遮光板300A是樞接的,且其位置(角度)能由該觀看者依需要調整。一替代遮光板300B是可依需要在錯誤A-A指示的方向中滑動進出其位置。按照一些實施例(未圖示)也可在側窗口(及周邊窗口130L、130R)上方部署側遮光板。遮光板300A、300B、還有側遮光板可為不透明的,或是可包含偏振器或包含光致變色材料,以供最小化太陽眩光。遮光板300A、300B也可以玻璃或塑膠製成而包含

反射性塗層，該反射性塗層將日光反射回去並免除（或最小化）太陽眩光。

【0106】 按照一些實施例（未圖示），該顯示設備包含以下之至少一個：GPS感測器、至少一個頭部追蹤感測器、眼睛追蹤感測器、加速度計、或位處兩透鏡之間的一照相機，該照相機通過位於觀看者眼睛處的光束分離器「注視」。

【0107】 可注意到在第9～12圖顯示之實施例中影像產生器24位處觀看者的眼睛上方，而透鏡位處觀看者的眼睛的下方。然而，在本文中揭示的全部實施例中，影像產生器24可位處觀看者的眼睛的下方，而透鏡L1位處觀看者的眼睛上方。換言之，裝置排列方向被相對於第9～12圖中顯示者「翻轉」180度，如此有將太陽眩光最小化的優點，因為太陽射線被防止打到透鏡L1、L2的折射表面。（參見例如第14圖）第14圖也描繪出此個顯示設備之例示性實施例包含至少一個照相機240及折疊照相機之視線使得其大致平行於觀看者之視線的至少光學組件250。照相機250能被用來捕捉各眼看到的影像，因此AR的虛擬部分重疊影像產生器24提供的影像能被置放在觀看者所觀看之真正場景中的正確的位置（對於各眼中）。

【0108】 可注意到，第9～12圖的裝置運用兩個影像產生器24R、24L，如（例如）第4A及5A圖中所示。運用兩個小型影像產生器24R、24L具優勢地減少整個顯示設

備的大小。這些影像產生器 24r、24L 可位處觀看者的眼睛的下方抑或上方。該顯示裝置可進一步併有一或兩個照相機 240'（如第 14 圖中示意地顯示），其經（例如）連同光學折疊光學組件 250' 一起調適或結構，以通過位於觀看者的眼睛處的光束分離器來「看」，並因此追蹤觀看者所注視之處。例如，成像系統或照相機 240' 可位處靠近或鄰接影像產生器 24R、24L。替代地，一或更多照相機 240' 可位處通過觀看者的眼睛處之光束分離器來「看」的兩透鏡中間。照相機 240' 也可經定位在該顯示裝置中的他處，例如鄰接保護屏 100 或 105 或位處保護屏 100 或 105 上，使得照相機能追蹤觀看者的眼睛（眼睛瞳孔）的位置。這些照相機 240' 單獨或連同其他光學組件能追蹤眼睛，因此觀看者所注視的真實場景的位置被該顯示裝置「得知」，且 AR 疊加的虛擬部分能被置放在觀看者所觀看之真正場景中的正確位置（對於各眼）中。如上所述，要達成此能（例如）通過多個照相機、利用透鏡/稜鏡系統、及/或一反射器來將影像多路（multiplex）進入正確位置。額外地，能使用軟體演算法連同一或更多個眼睛追蹤照相機（或使用者視線追蹤照相機）來創造在觀看者正注視之真實/真正場景上的虛擬影像之適當疊加。

**【0109】** 可注意到離開影像產生器之顯示表面 24' 並打到光束分離板 26 的光可由光束分離器 26 反射遠離該觀看者。當此光入射在影像形成設備 10 的其他組件上時，其可經反射回去成為朝向觀看者或朝向表面 24' 的非所



欲雜散光。例如，從顯示器 24 入射並被導向至光束分離器 26 的光被反射遠離光束分離器 26 並能被遮光板或遮屏 100、105 朝觀看者回射回去成為非所欲的雜散光，且因此可能破壞所觀看影像的對比。因此，期望影像形成設備 10 具有遮光板或遮屏（或另外的光學組件）能保護及屏蔽其餘的光學元件（例如透鏡 L1、光束分離板 26、等等）免受雜散光所致的可能破壞，以及能最小化或免除雜散光可能產生之強光。

**【0110】** 按照一實施例，能有益地利用一遮光板 70、一內遮屏 105、或一外遮屏 100 而不將令人反感的光反射回去給觀看者。此之達成能（例如）藉由自透明材料製成該遮光板，其具有抗反射塗層在其表面的一側或兩側上，或者從光吸收性材料（例如從包括可見光吸收性摻雜劑之材料）製造遮光板、內遮屏 105 或外遮屏 100，無論有或沒有抗反射塗層在其表面上，或者藉由運用互相協作的直線偏振器及四分之一波長減速器，讓四分之一波長減速器位處該光束分離器與該遮光板之間（或者在該光束分離器與該外遮屏之間）。

**【0111】** 第 15 圖描繪顯示設備（影像形成設備 10）的一例示性實施例，該顯示設備將朝向觀看者或朝向顯示表面 24' 之雜散光最小化或免除。第 15 圖的實施例類似第 1A 圖的實施例，但包括至少一個額外的光學組件（例如偏振器、減速器、外遮屏或遮光板）以供最小化或免除被朝眼睛及 / 或該影像產生器反射回來的雜散光或強光。

【0112】更特定地，第15圖描繪運用具有部分反射表面75之部分反射性遮光板70（或具有部分反射表面75之部分反射性外遮屏100）的設備的例示性實施例。在此實施例中，來自顯示來源（例如來自影像產生器24）的光的部分被光束分離器表面S1反射，並被導向遮光板70或外遮屏100。在沒有光學組件50及60之下此光的部分（雜散光）可能朝觀看者的眼睛反射回去，產生了強光。然而，在此實施例中，在遠離遮光板70反射之前，該光穿過一吸收性直線偏振器50。吸收性直線偏振器50將一偏振態中的光吸收並透射僅在正交偏振態（正交於被吸收光的偏振態）中的光。接著，雜散光被透射的部分穿過一四分之一波長減速器60，其中經直線偏振的光成為經圓形偏振的。此經圓形偏振的雜散光接著打到遮屏100、105、或遮光板70，且被部分反射表面75部分地反射。被部分反射表面75反射的此雜散光接著返回以穿過四分之一波長減速器60。穿過四分之一波長減速器60的雜散光經正交於偏振器（50）地直線偏振。該雜散光接著被直線偏振器50吸收，而觀看者無法以強光看到該光。在一些實施例中四分之一波長減速器60及直線偏振器50彼此有間隔。在其他實施例中四分之一波長減速器60及直線偏振器50經形成為一個單元而彼此沒有間隔。即，四分之一波長減速器60及直線偏振器50彼此接觸。例如，四分之一波長減速器60及直線偏振器50可形成一個單一層壓光學組件。第15圖的實施例中四分之一波長減速器60、直

線偏振器 50、及遮光板 70（或外遮屏 100）的反射表面有利地調暗外部光（相對於影像產生器所提供的），因此影像產生器所提供的經顯示影像被以相對於在外部所提供之視圖的更高對比來觀看（即，影像產生器提供的被顯示影像，相對於觀看者正注視的真實/真正實體場景而言，被以較高對比觀看）。按照一些實施例遮光板 70（或內遮屏 105、或外遮屏 100）是彎曲的。按照一些實施例遮光板 70（或內遮屏 105、或外遮屏 100）是從聚碳酸酯製成。按照一些實施例遮光板 70（及/或遮屏 105、100）經結構使得其透射入射在遮光板 70（及/或外遮屏 100）上之可見光（在 440 nm ~ 600 nm 波長之內）的少於 75%。按照一些實施例遮光板 70 及/或遮屏 105、100 經結構使得其透射 10 ~ 75%、或 25% ~ 70%、30 到 65%、40% 到 60%，而在一些實施例中 50% 到 60% 的跨於 440 nm ~ 600 nm 波長的可見光。此允許有利地改善影像的對比。

**【0113】** 或者，在其他實施例中，遮光板 70 及/或遮屏 100 或 105 能從光吸收性材料（例如該材料可包括摻雜劑，該摻雜劑吸收入射在遮光板或遮屏上的可見光的一部分）製成，且在這些實施例中四分之一波長減速器 60 及直線偏振器 50 不是必要的，因為遮光板 70（及/或遮屏 105、100）將吸收非所欲的雜散光。

**【0114】** 因此，按照一些實施例，一種顯示設備包含：  
(a) 至少一個影像產生器，其產生承載影像的光；

(b) 一透鏡，該透鏡離該影像產生器有間隔，該透鏡具有凹向該影像產生器的一非球面入射折射表面以及具有凹向該影像產生器的一非球面反射表面，及

(c) 一光束分離板，該光束分離板經設置在該影像產生器與該透鏡中間的自由空間中並具有第一及第二表面，該第一及第二表面斜向一觀看者的一視線，

其中對於沿著該觀看者之該視線的該承載影像的光而言該透鏡及該光束分離板界定一觀看者眼睛方框，其中

該影像產生器從一平面顯示器表面產生承載影像的光的一平面視場；

該透鏡離該影像產生器有間隔，使得該反射表面的一主軸正交於該影像產生器；及

該光束分離板的該第一及第二表面為斜向一觀看者之一視線的大致平行表面；及

(d) 一彎曲保護屏或遮光板，該彎曲保護屏或遮光板自聚碳酸酯製成，來自一實際場景的光在被該光束分離板合併之前被該彎曲保護屏或遮光板透射，該彎曲保護屏或該遮光板具有的一透射率少於可見光譜內的 75%，例如 40% ~ 65% 或 50 ~ 60%。

**【0115】** 按照一些實施例該彎曲保護屏是從一部分吸收性材料製成。按照一些實施例該彎曲保護屏具有一部分反射表面。按照一些實施例一吸收性直線偏振器經設置在該光束分離器及彎曲保護屏之間，而一四分之一波長減速器經設置在該吸收性直線偏振器及該彎曲保護屏之間。按

照一些實施例該吸收性直線偏振器包括在該吸收性直線偏振器之至少一個表面上的抗反射塗層。按照一些實施例該四分之一波長減速器在其表面之至少一者上包含一抗反射塗層。

【0116】 按照一些實施例，一種顯示設備包含：

(a) 至少一個影像產生器，其產生承載影像的光；

(b) 一透鏡，該透鏡離該影像產生器有間隔，該透鏡具有凹向該影像產生器的一非球面入射折射表面以及具有凹向該影像產生器的一非球面反射表面，及

(c) 一光束分離板，該光束分離板經設置在該影像產生器與該透鏡中間的自由空間中並具有第一及第二表面，該第一及第二表面斜向一觀看者的一視線，

其中對於沿著該觀看者之該視線的該承載影像的光而言該透鏡及該光束分離板界定一觀看者眼睛方框，其中

該影像產生器從一平面顯示器表面產生承載影像的光的一平面視場；

該透鏡離該影像產生器有間隔，使得該反射表面的一主軸正交於該影像產生器；及

該光束分離板的該第一及第二表面為斜向一觀看者之一視線的大致平行表面；及

(d) 一保護屏或一遮光板，來自一實際場景的光在被該光束分離板合併之前被該保護屏或遮光板透射，該保護屏或該遮光板具有的一透射率少於可見光譜內的75%（例如在10%及75%之間、在40%及60%之間、或在50%

及 60% 之間)。如上所述，按照一些實施例該保護屏或遮光板是從部分吸收性材料所製成。例如，該保護屏或該遮光板可自一玻璃或塑膠製成，該玻璃或塑膠吸收在其上入射的光的一部分。該保護屏可包括一玻璃或塑膠材料，其包括光吸收性摻雜劑或可包括光吸收性塗層。該保護屏或該遮光板可為彎曲的或可為平坦的。按照一些實施例該保護屏或該遮光板具有一部分反射表面。按照一些實施例一吸收性直線偏振器經設置在該光束分離器及保護屏（或該遮光板）之間，而一四分之一波長減速器經設置在該吸收性直線偏振器及該保護屏（或該遮光板）之間。按照一些實施例該吸收性直線偏振器包括在其至少一個表面上的抗反射塗層。按照一些實施例，該四分之一波長減速器在其表面之至少一者上包含一抗反射塗層。

**【0117】** 按照一些實施例，該顯示系統進一步包含下列之至少一者：GPS 感測器、至少一眼（或眼球追蹤）追蹤感測器、加速度計、或視野通過觀看者的眼睛或觀看者所觀看之場景的照相機。

**【0118】** 也應注意，對於非期望擴增實境而僅需要電子產生影像的實施例而言，來自真實世界客體場景的光能替代地被針對一或雙眼被擋住，像是藉由一遮屏。

**【0119】** 除非相反地明確指明，本文中闡述的任何方法完全沒有意圖被解讀為需要其步驟以特定順序進行。因此，當一方法請求項其實沒有敘明其步驟要遵循的順序，或者在申請專利範圍或說明書中沒有相反地特定敘明其

步驟被限制為一特定順序，則沒有意圖要讓人推斷出任何特定的順序。

【0120】 本領域之技術人員將顯而易見能在沒有背離本發明之精神或範疇下做出各種修改及變化。由於本領域之技術人員可想到併有本發明之精神及實質內容的所揭示實施例的修改組合、次組合、及變化，本發明應被解讀為包括落在隨附申請專利範圍及其均等者之內的全部。

【符號說明】

【0121】

A 主軸

E 眼睛方框

EL 眼睛方框

ER 眼睛方框

L1、L2 透鏡

L<sub>F</sub> 視場透鏡

P 瞳孔

S1 第一平行表面

S2 第二平行表面

10 虛擬影像形成設備

10L 左眼虛擬影像形成設備

10R 右眼虛擬影像形成設備

12 視線

20 非球面反射表面

20' 反射性塗層

- 2 2 非球面折射表面
- 2 4 影像產生器（顯示來源）
- 2 4 L 左眼影像產生器
- 2 4 R 右眼影像產生器
- 2 4 ' 顯示表面
- 2 4 L '、2 4 R ' 顯示表面
- 2 6 光束分離板
- 2 6 L 左光束分離板
- 2 6 R 右光束分離板
- 2 6 S 支撐結構
- 3 0 顯示設備
- 3 2 L 左眼影像
- 3 2 R 右眼影像
- 4 0 光徑
- 4 0 ' 四分之一波板
- 4 0 ' ' 偏振板
- 4 2 第一樞紐
- 4 4 第二樞紐
- 4 6 外殼（框架）
- 5 0 吸收性直線偏振器
- 6 0 四分之一波長減速器
- 7 0 遮光板
- 7 5 部分反射表面
- 9 0 外殼



- 1 0 0 外保護屏
- 1 0 5 內保護屏
- 1 1 0 動力激發器
- 1 2 0 L 固定螺釘
- 1 2 0 R 固定螺釘
- 1 2 5 L 彈簧柱塞
- 1 2 5 R 彈簧柱塞
- 1 3 0 L 窗口
- 1 3 0 R 窗口
- 2 4 0 照相機
- 2 4 0' 照相機
- 2 5 0 光學組件
- 2 5 0' 光學組件
- 3 0 0 A 遮光板
- 3 0 0 B 遮光板

**【生物材料寄存】**

**【 0 1 2 2 】** 國內寄存資訊（請依寄存機構、日期、號碼順序註記）

無

**【 0 1 2 3 】** 國外寄存資訊（請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記）

無



201921029

**【發明摘要】****【中文發明名稱】** 寬視場個人顯示裝置**【英文發明名稱】** WIDE FIELD PERSONAL DISPLAY DEVICE**【中文】**

一種顯示設備，具有一影像產生器及一透鏡，該影像產生器從一表面產生承載影像的光，該透鏡離該影像產生器有間隔，並具有凹向該影像產生器的一非球面入射折射表面及具有凹向該影像產生器的一非球面反射表面，其中該反射表面的一主軸正交於該影像產生器。經設置在該影像產生器與該透鏡之間的自由空間中的一光束分離板具有第一及第二平行表面，該第一及第二平行表面向一觀看者的一視線傾斜。針對沿著該觀看者的該視線的該承載影像的光，該透鏡及該光束分離板界定一觀看者眼睛方框。

**【英文】**

A display apparatus has an image generator that generates image-bearing light from a surface and a lens spaced apart from the image generator and having an aspheric incident refractive surface concave to the image generator and having an aspheric reflective surface concave to the image generator, wherein a principal axis of the reflective surface is normal to the image generator. A beam splitter plate disposed in free space between the image generator and the lens has first and second parallel surfaces that are oblique to a line of sight of a viewer. The lens and the beam splitter plate define a viewer eye box for the image-bearing light along the line of sight of the viewer.

**【指定代表圖】** 第 ( 1A ) 圖。

**【代表圖之符號簡單說明】**

A 主軸

E 眼睛方框

L 1 透鏡

P 瞳孔

S 1 第一平行表面

S 2 第二平行表面

1 0 虛擬影像形成設備

1 2 視線

2 0 非球面反射表面

2 2 非球面折射表面

2 4 影像產生器（顯示來源）

2 4' 顯示表面

2 6 光束分離板

4 0 光徑

**【特徵化學式】**

無

## 【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種顯示設備，包含：

(a) 至少一個影像產生器，該至少一個影像產生器產生承載影像的光；

(b) 一透鏡，該透鏡離該影像產生器有間隔，該透鏡具有凹向該影像產生器的一非球面入射折射表面以及具有凹向該影像產生器的一非球面反射表面，及

(c) 一光束分離板，該光束分離板經設置在該影像產生器與該透鏡中間的自由空間中並具有第一及第二表面，該第一及第二表面向一觀看者的一視線傾斜，

其中對於沿著該觀看者之該視線的該承載影像的光而言該透鏡及該光束分離板界定一觀看者眼睛方框，其中

該影像產生器從一平面顯示器表面產生承載影像的光的一平面視場；

該透鏡離該影像產生器有間隔，使得該反射表面的一主軸正交於該影像產生器；及

該光束分離板的該第一及第二表面為斜向一觀看者之一視線的大致平行表面；及

(d) 一彎曲保護屏或遮光板，該彎曲保護屏或遮光板自聚碳酸酯製成，來自一實際場景的光在被該光束分離板合併之前被該彎曲保護屏或遮光板透射，所述

彎曲保護屏或該遮光板具有的一透射率在可見光譜內的 10% 到 75% 之間，其中 (i) 該彎曲保護屏或該遮光板包含光吸收性材料；或 (ii) 該彎曲保護屏或該遮光板具有一部分反射表面，及

顯示設備進一步包含：a) 一吸收性直線偏振器，該吸收性直線偏振器經設置在該光束分離器與該彎曲保護屏或遮光板之間；及 b) 一四分之一波長降速器，該四分之一波長降速器經設置在該吸收性直線偏振器與該彎曲保護屏或該遮光板之間。

【第 2 項】 如請求項 1 所述之顯示設備，進一步包含一抗反射塗層，該抗反射塗層在所述吸收性直線偏振器的至少一表面上。

【第 3 項】 如請求項 1 所述之顯示設備，進一步包含一抗反射塗層，該抗反射塗層在所述四分之一波長降速器的至少一表面上。

【第 4 項】 如請求項 1 所述之顯示設備，其中該光束分離板的該第一及第二表面為平行於 50 弧秒內。

【第 5 項】 如請求項 1 所述之顯示設備，其中該光束分離板的該第一及第二表面為平行於 20 弧秒內。

【第 6 項】 如請求項 1 所述之顯示設備，其中該顯示設備是可由該觀看者穿戴的。

【第 7 項】 如請求項 1 所述之顯示設備，其中來自一實

際場景的光通過該光束分離板透射至觀看者的眼睛並與該影像產生器提供的該光合併。

【第8項】如請求項1所述之顯示設備，其中來自一實際場景的光在被該光束分離板合併前由該彎曲保護屏或遮光板所透射。

【第9項】如請求項1所述之顯示設備，其中該透鏡具有一中心厚度及至少一非球面表面，該中心厚度為3到10 mm，該至少一非球面表面具有如下所述的一垂度  $z$ ：

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + Ar^4 + Br^6 + Cr^8$$

其中非球面係數 A、B、或 C 中至少一者為非零。

【第10項】如請求項1所述之顯示設備，其中該光束分離器、影像產生器、及透鏡的尺寸與排列方向經選擇以造成該觀看者針對該客體場景的一視場大於在其中形成該虛擬影像的該視場。

【第11項】如請求項1所述之顯示設備，其中該顯示設備是可折疊的。

【第12項】如請求項11所述之顯示設備，其中該顯示設備包括可移動的光學組件。

【第13項】如請求項12所述之顯示設備，其中該可移動的光學組件包含該光束分離板。

【第14項】如請求項12所述之顯示設備，其中該光束

分離板是經樞接的。

【第15項】 如請求項1所述之顯示系統，其中該影像產生器是一「智慧型手機」。

【第16項】 如請求項1所述之顯示系統，其中該影像產生器包含至少一OLED裝置。

【第17項】 如請求項1所述之顯示系統，其中該影像產生器包含具有一液晶顯示器的一裝置。

【第18項】 如請求項1所述之顯示系統，其中該影像產生器是一螢幕，該螢幕具有由另一裝置投射至其上的一影像。

【第19項】 如請求項1所述之顯示設備，其中該透鏡及該光束分離板針對沿著該觀看者之該視線的該承載影像的光界定一觀看者眼睛方框，所述顯示系統進一步特徵在於該出射瞳孔具有一出射瞳孔直徑  $D_p \geq 7$  mm。

【第20項】 如請求項19所述之顯示設備，其中  $D_p$  在7與20 mm之間。

【第21項】 如請求項20所述之顯示設備，其中  $D_p$  為  $> 10$  mm。

【第22項】 如請求項20所述之顯示系統，進一步包含一適眼距離、一水平FOV及解析度，該適眼距離在8 mm與40 mm之間，該水平FOV在30與70度

之間，該解析度在 1 弧分每像素 (  $\text{min}/\text{pixel}$  ) 與 4 弧分每像素之間。

【第 23 項】 如請求項 20 所述之顯示設備，其中該出射瞳孔具有一垂直完整視場  $\text{FOV}_v$  及一水平完整視場  $\text{FOV}_h$ ，使得  $\text{FOV}_h/\text{FOV}_v > 1.5$ 。

【第 24 項】 如請求項 20 所述之顯示系統，其中  $3 \geq \text{FOV}_h/\text{FOV}_v > 1.7$ 。



























































該影像產生器從一平面顯示器表面產生承載影像的光的一平面視場；

該透鏡離該影像產生器有間隔，使得該反射表面的一主軸正交於該影像產生器；及

該光束分離板的該第一及第二表面為斜向一觀看者之一視線的大致平行表面；及

(d) 一保護屏；

(e) 一吸收性直線偏振器，該吸收性直線偏振器經設置在該光束分離器與該保護屏之間；及

(f) 一四分之一波長降速器，該四分之一波長降速器經設置在所述吸收性直線偏振器與該彎曲保護屏之間。

**【0010】** 按照本揭示案的一態樣，提供有一種顯示設備，該顯示設備包含：

一影像產生器，該影像產生器自一平面表面產生承載影像的光的一平面視場；

一透鏡，該透鏡離該影像產生器有間隔並具有凹向該影像產生器的一非球面入射折射表面及具有凹向該影像產生器的一非球面反射表面，其中該反射表面的一主軸正交於該影像產生器；及

一光束分離板，該光束分離板經設置在該影像產生器與該透鏡之間的自由空間中並具有第一及第二平行表面，該第一及第二平行表面向一觀看者的一視線傾斜，其中對沿著該觀看者之該視線的該承載影像的光而言該透鏡及該光束分離板界定一觀看者眼睛方框。

系統採用一虛擬成像系統，以在沿著觀看者視線所觀看的真實世界客體場景上提供虛擬影像的疊加。此種形成能與觀看者的視場中的客體場景影像內容結合的虛擬影像的功能，將擴增實境成像裝置與僅提供真實影像給觀看者的其他顯示裝置做出區別。

【0052】參看第1A圖的示意圖，其以側面圖表示方式顯示有一虛擬影像形成設備10，該虛擬影像形成設備形成一虛擬影像以供眼睛方框E中的一眼睛瞳孔P觀看。具有第一及第二平行表面S1及S2的一光束分離板26（或者稱為平板分光器、分光器、或光束分離器）沿著一觀看者視線12經傾斜地設置，且與提供一影像的一影像產生器24間隔開，而經設置在該影像產生器24與一透鏡L1之間的自由空間中。在所圖示實施例中，影像產生器24是一顯示來源，該顯示來源具有用於提供影像的一顯示表面24'。在一些實施例中（如第1A圖中所示），該影像產生器的表面24'是平的，而因此產生承載影像的光的平面視場。例如，該顯示表面可為手機或「智慧型手機」的平面顯示表面。然而，在其他實施例中影像產生器24的顯示表面24'可為稍微彎曲的。

【0053】第1A圖描繪在此實施例中透鏡L1是一經修改的凹凸透鏡（meniscus）。更特定地，透鏡L1具有相對於影像產生器24為凹的一折射非球面表面22以及也相對於影像產生器24為凹的一反射性非球面表面20。在第1A圖實施例中，透鏡L1可為一折反射光學元件—即，

能藉由對影像資料的適當調整，以一直接的方式來數位地校正扭曲。

【0059】 第1A圖描繪用於形成單一左眼或右眼影像之虛擬影像形成設備10的組件排列方式。第2圖之示意圖顯示一顯示設備30如何利用一單一光束分離板26形成雙眼的虛擬影像，具有於個別的眼睛方框EL及ER處可觀看的左眼及右眼影像。一單一影像產生器24分別地產生真實的左眼及右眼影像，32L及32R。來自左眼影像32L之承載影像的光的平面視場通過光束分離板26並往透鏡L1透射。以此種排列方式，影像產生器24及透鏡L1形成與光束分離板26協作的一左眼虛擬影像形成設備10L。類似地，來自右眼影像32R的光通過光束分離板26並往透鏡L2透射。影像產生器24及透鏡L2形成具光束分離板26的右眼虛擬影像形成設備10R。利用一單一光束分離板26及透鏡L1、L2以供界定用於左眼及右眼虛擬影像兩者的眼睛方框位置，有利於減少部件個數並簡化組件安裝。第2圖的排列方式在被提供適當的左眼及右眼影像內容時能夠提供立體觀看。影像內容能為立體的或能替代地為非立體的。此外，能加入一視場透鏡，例如在該影像產生器與光束分離板26中間，來進一步校正像差。例如，該視場透鏡可位處鄰接該影像產生器。

【0060】 在一些實施例中（參見例如第1B圖）僅有透鏡L1、L2的一表面（即，透鏡L1、L2的反射性或折射表面）是非球面的。第1B圖的實施例類似於第1A圖中顯

示的實施例，但進一步包括一視場透鏡 $L_F$ ，該視場透鏡位處鄰接（或接觸）該影像產生器。第1B圖的實施例中視場透鏡 $L_F$ 具有至少一個非球面表面，例如表面 $S_1$ 。

【0061】 第2圖中之顯示設備30的設計能隨各個別透鏡 $L_1$ 及 $L_2$ 的焦距來放大縮小（scale）。第3A到5D圖顯示以不同焦距可行的不同例示性排列方式，允許基於焦距的較長或較短適眼距。此外，顯示設備30之組件的垂直間隔能更加（或更少）緊湊，使該顯示設備能針對各式各樣的可穿戴式及頭戴式配置（還有手持式配置）、或針對在其中顯示設備30經安裝至其他設備的靜態配置來放大縮小（scale）。

【0062】 第3A圖顯示來自顯示設備30之配置的正面的透視圖，該顯示設備30有一單一影像產生器24用於對位於各對應的眼睛方框處的個別瞳孔 $P$ （觀看者的眼睛瞳孔）提供左眼及右眼影像內容（從該顯示表面的不同部分）。第3B圖顯示第3A圖之配置的側面圖。第3C圖顯示第3A圖之配置的正面圖。如第3C圖之正面平面視圖所示，各個眼睛的視場可為水平非對稱。換言之，眼睛外部的視場（水平向右及向左延伸的周圍視場）可比眼睛內部的視場更大。

【0063】 在第3A圖及後續的實施例中，對於對應的左或右眼有一對應的左或右視線12。

【0064】 第4A圖、第4B圖、第4C圖分別顯示一實施例的透視圖、側面圖、及正面平面視圖，該實施例利用分

【0096】 本揭示案的實施例能利用小的組件個數、放寬的容許度、減少的重量、以及光束分離板26基板的結構剛性，來允許用於顯示設備30的數種改良包裝配置方式。

【0097】 第8A及8B圖的側視圖顯示按照本揭示案之實施例的一種可折疊版本之顯示設備30的簡化圖。光束分離板26藉由第一樞紐42或其他類型的可撓式耦接方式（像是沿著光束分離板26的一邊緣）可撓地耦接至透鏡L1及L2。一第二樞紐44將光束分離板26耦接至支撐影像產生器24的一外殼或框架46，像是可給一智慧型手機裝置（舉例）暫時插入及簡單移除的外殼。第8A圖顯示在供觀看之配置中的顯示設備30。第8B圖顯示經折疊以供攜帶或收納的顯示設備30，其影像產生器24被移除。能瞭解到，可能設計出數種可行的機械排列方式，以利用僅少數的機械式組件，來提供可相對垂直方向摺疊之顯示設備30的版本。

【0098】 第9圖描繪包含一機械式外殼90之顯示設備30的實施例。在此實施例中影像產生器24（例如具顯示表面24'的電話，未圖示）經安裝在眼睛位準上方的外殼90中。表面24'經排列方向使得其面向位於內側、在外殼90內的光學組件。來自觀看者正注視之實體場景的光沿著視線12（見第1A圖）通過光束分離器26（位處外殼90內側）透射至觀看者的眼睛並與來自影像產生器24的光合併，以形成一擴增實境（AR）影像。外殼90也支撐外保護屏100。外保護屏100能自塑膠（像是聚碳酸酯）製

稜鏡)位處鄰接照相機240。光學組件250經結構以折疊照相機的觀看方向。因此,該照相機能「觀看」或「看見」觀看者通過該光束分離器所觀看的視圖的至少一部分。換言之,有了光學組件250的幫助該照相機能「看」該觀看者所注視的相同方向。例如,在一些實施例中,光學組件250包含一反射表面,使得該照相機的視場包括該觀看者通過該光束分離器的視線。能(例如)藉由反射性塗層來形成該反射表面。該顯示裝置可進一步併有至少一個成像系統240',例如手機中的照相機,其經結構及定位以拍(「自拍」)終端使用者的照片。成像系統240'(例如照相機鏡頭)經調適,例如連同光學折疊光學組件250'(其類似於上述的光學組件250)來通過位於觀看者眼睛處的光束分離器來「看」,而因此追蹤觀看者所看之處。

**【0105】** 第13圖也類似第9圖,但額外描繪出顯示設備包含至少一個遮光板300A、300B,用於擋住陽光(為了太陽眩光最小化)。在所圖示實施例中,遮光板300A是樞接的,且其位置(角度)能由該觀看者依需要調整。一替代遮光板300B是可依需要在箭頭A-A指示的方向中滑動進出其位置。按照一些實施例(未圖示)也可在側窗口(及周邊窗口130L、130R)上方部署側遮光板。遮光板300A、300B、還有側遮光板可為不透明的,或是可包含偏振器或包含光致變色材料,以供最小化太陽眩光。遮光板300A、300B也可以玻璃或塑膠製成而包含

備的大小。這些影像產生器 24 R、24 L 可位處觀看者的眼睛的下方抑或上方。該顯示裝置可進一步併有一或兩個照相機 240'（如第 14 圖中示意地顯示），其經（例如）連同光學折疊光學組件 250' 一起調適或結構，以通過位於觀看者的眼睛處的光束分離器來「看」，並因此追蹤觀看者所注視之處。例如，成像系統或照相機 240' 可位處靠近或鄰接影像產生器 24 R、24 L。替代地，一或更多照相機 240' 可位處通過觀看者的眼睛處之光束分離器來「看」的兩透鏡中間。照相機 240' 也可經定位在該顯示裝置中的他處，例如鄰接保護屏 100 或 105 或位處保護屏 100 或 105 上，使得照相機能追蹤觀看者的眼睛（眼睛瞳孔）的位置。這些照相機 240' 單獨或連同其他光學組件能追蹤眼睛，因此觀看者所注視的真實場景的位置被該顯示裝置「得知」，且 AR 疊加的虛擬部分能被置放在觀看者所觀看之真正場景中的正確位置（對於各眼）中。如上所述，要達成此能（例如）通過多個照相機、利用透鏡/稜鏡系統、及/或一反射器來將影像多路（multiplex）進入正確位置。額外地，能使用軟體演算法連同一或更多個眼睛追蹤照相機（或使用者視線追蹤照相機）來創造在觀看者正注視之真實/真正場景上的虛擬影像之適當疊加。

**【0109】** 可注意到離開影像產生器之顯示表面 24' 並打到光束分離板 26 的光可由光束分離器 26 反射遠離該觀看者。當此光入射在影像形成設備 10 的其他組件上時，其可經反射回去成為朝向觀看者或朝向表面 24' 的非所



## 【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種顯示設備，包含：

(a) 至少一個影像產生器，該至少一個影像產生器產生承載影像的光；

(b) 一透鏡，該透鏡離該影像產生器有間隔，該透鏡具有凹向該影像產生器的一非球面入射折射表面以及具有凹向該影像產生器的一非球面反射表面，及

(c) 一光束分離板，該光束分離板經設置在該影像產生器與該透鏡中間的自由空間中並具有第一及第二表面，該第一及第二表面向一觀看者的一視線傾斜，

其中對於沿著該觀看者之該視線的該承載影像的光而言該透鏡及該光束分離板界定一觀看者眼睛方框，其中

該影像產生器從一平面顯示器表面產生承載影像的光的一平面視場；

該透鏡離該影像產生器有間隔，使得該反射表面的一主軸正交於該影像產生器；及

該光束分離板的該第一及第二表面為斜向一觀看者之一視線的大致平行表面；及

(d) 一彎曲保護屏或遮光板，該彎曲保護屏或遮光板自聚碳酸酯製成，來自一實際場景的光在被該光束分離板合併之前被該彎曲保護屏或遮光板透射，所述

彎曲保護屏或該遮光板具有的一透射率在可見光譜內的 10% 到 75% 之間，其中 (i) 該彎曲保護屏或該遮光板包含光吸收性材料；或 (ii) 該彎曲保護屏或該遮光板具有一部分反射表面，及

該顯示設備進一步包含：a) 一吸收性直線偏振器，該吸收性直線偏振器經設置在該光束分離器與該彎曲保護屏或遮光板之間；及 b) 一四分之一波長降速器，該四分之一波長降速器經設置在該吸收性直線偏振器與該彎曲保護屏或該遮光板之間。

【第2項】 如請求項 1 所述之顯示設備，進一步包含一抗反射塗層，該抗反射塗層在所述吸收性直線偏振器的至少一表面上。

【第3項】 如請求項 1 所述之顯示設備，進一步包含一抗反射塗層，該抗反射塗層在所述四分之一波長降速器的至少一表面上。

【第4項】 如請求項 1 所述之顯示設備，其中該光束分離板的該第一及第二表面為平行於 50 弧秒內。

【第5項】 如請求項 1 所述之顯示設備，其中該光束分離板的該第一及第二表面為平行於 20 弧秒內。

【第6項】 如請求項 1 所述之顯示設備，其中該顯示設備是可由該觀看者穿戴的。

【第7項】 如請求項 1 所述之顯示設備，其中來自一實

際場景的光通過該光束分離板透射至觀看者的眼睛並與該影像產生器提供的該光合併。

【第8項】如請求項1所述之顯示設備，其中來自一實際場景的光在被該光束分離板合併前由該彎曲保護屏或遮光板所透射。

【第9項】如請求項1所述之顯示設備，其中該透鏡具有一中心厚度及至少一非球面表面，該中心厚度為3到10 mm，該至少一非球面表面具有如下所述的一垂度  $z$ ：

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + Ar^4 + Br^6 + Cr^8$$

其中非球面係數 A、B、或 C 中至少一者為非零。

【第10項】如請求項1所述之顯示設備，其中該光束分離器、影像產生器、及透鏡的尺寸與排列方向經選擇以造成該觀看者針對該實際場景的一視場大於在其中形成該虛擬影像的該視場。

【第11項】如請求項1所述之顯示設備，其中該顯示設備是可折疊的。

【第12項】如請求項11所述之顯示設備，其中該顯示設備包括可移動的光學組件。

【第13項】如請求項12所述之顯示設備，其中該可移動的光學組件包含該光束分離板。

【第14項】如請求項12所述之顯示設備，其中該光束

分離板是經樞接的。

【第15項】 如請求項1所述之顯示設備，其中該影像產生器是一「智慧型手機」。

【第16項】 如請求項1所述之顯示設備，其中該影像產生器包含至少一OLED裝置。

【第17項】 如請求項1所述之顯示設備，其中該影像產生器包含具有一液晶顯示器的一裝置。

【第18項】 如請求項1所述之顯示設備，其中該影像產生器是一螢幕，該螢幕具有由另一裝置投射至其上的一影像。

【第19項】 如請求項1所述之顯示設備，其中該透鏡及該光束分離板針對沿著該觀看者之該視線的該承載影像的光界定一觀看者眼睛方框，所述顯示系統進一步特徵在於一出射瞳孔具有一出射瞳孔直徑  $D_p \geq 7$  mm。

【第20項】 如請求項19所述之顯示設備，其中  $D_p$  在7與20 mm之間。

【第21項】 如請求項20所述之顯示設備，其中  $D_p$  為  $> 10$  mm。

【第22項】 如請求項20所述之顯示設備，進一步包含一適眼距離、一水平FOV及解析度，該適眼距離在8 mm與40 mm之間，該水平FOV在30與70度

之間，該解析度在 1 弧分每像素 (  $\text{min}/\text{pixel}$  ) 與 4 弧分每像素之間。

【第 23 項】 如請求項 20 所述之顯示設備，其中該出射瞳孔具有一垂直完整視場  $\text{FOV}_v$  及一水平完整視場  $\text{FOV}_h$ ，使得  $\text{FOV}_h/\text{FOV}_v > 1.5$ 。

【第 24 項】 如請求項 20 所述之顯示設備，其中  $3 \geq \text{FOV}_h/\text{FOV}_v > 1.7$ 。