



(21)申請案號：106102254

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 01 月 20 日

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

(30)優先權：2016/01/22 美國 62/286,019

2016/09/20 美國 62/397,138

2016/10/11 美國 62/406,674

(71)申請人：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：68 項 圖式數：14 共 103 頁

(54)名稱

廣視野個人顯示器

WIDE FIELD PERSONAL DISPLAY

(57)摘要

一種顯示裝置，具有：一影像產生器，從一表面產生影像承載光；及一透鏡，從該影像產生器隔開，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面反射面，其中該反射面的一主軸與該影像產生器正交。一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線是傾斜的第一及第二平行表面。該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱。

A display apparatus has an image generator that generates image-bearing light from a f 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：

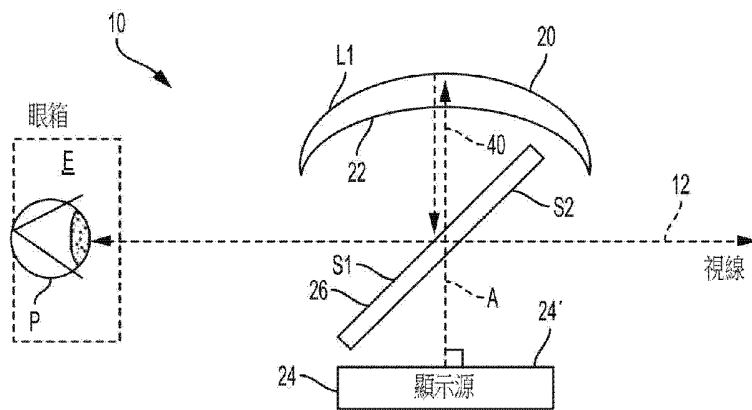


圖1A

符號簡單說明：

10 . . . 虛擬影像形成裝置

12 . . . 視線

20 . . . 反射性非球面

22 . . . 折射性非球面

24 . . . 影像產生器

24' . . . 顯示表面

26 . . . 分光板

40 . . . 光學路徑

A . . . 主軸

E . . . 眼箱

L1 . . . 透鏡

P . . . 瞳孔

S1 . . . 第一平行表面

S2 . . . 第二平行表面

【發明說明書】

【中文發明名稱】廣視野個人顯示器

【英文發明名稱】WIDE FIELD PERSONAL DISPLAY

【技術領域】

【0001】 此申請案依據專利法主張於2016年1月22日所提出申請之第62/286019號、於2016年10月11日所提出申請之第62/406674號及2016年9月20日所提出申請之第62/397138號之美國臨時申請案的優先權權益，其整體內容以引用方式依附及併入本文中。

【0002】 本揭示案大體而言係關於個人顯示設備，且更具體而言係關於用於具有瞳孔成像系統之廣視野頭載式或其他單一檢視者顯示器的裝置及方法。

【先前技術】

【0003】 個人顯示設備使得可能在傳統顯示螢幕的使用會是障礙的應用中向檢視者提供影像內容。頭載式設備（HMD）（例如顯示護目鏡）被認為是在各種領域中是有用的有用類型的可穿戴式個人顯示設備，該個人顯示設備除了其他應用之外具有軍事、醫學、牙科、工業及遊戲呈現之範圍的應用。立體成像（具有其強化的空間表示及改良的相關細節呈現）對於呈現影像可為特別有用的，該等影像是更逼真的且相較於使用2維（2-D）扁平顯示器所可能顯示的更精確地顯示深度資訊。

【0004】 儘管已針對改良可穿戴式顯示設備的可用性、尺寸、成本及效能作出許多進步，仍存在可觀的改良

空間。具體而言，向檢視者呈現經電子處理之影像的成像光學件已是令人失望的。傳統的設計方法已證明難以縮放至需要的尺寸、重量及放置需求，通常難以解決關於視野及失真、適眼距（eye relief）、瞳孔尺寸及其他因素的光學問題。

【發明內容】

【0005】 依據本揭示案的一態樣，提供了一種顯示裝置，該顯示裝置包括：

一影像產生器，產生影像承載光；

一透鏡，從該影像產生器隔開，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面反射面；及

一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱。

【0006】 依據某些實施例，該影像產生器從一扁平表面（例如從一扁平顯示源）產生該影像承載光。依據某些實施例，該分光板具有實質彼此平行的第一及第二表面。依據至少某些實施例，該透鏡之該反射面的一主軸與該影像產生器的該扁平表面正交。

【0007】 依據本揭示案的一態樣，提供了一種顯示裝置，該顯示裝置包括：

一影像產生器，從一扁平表面產生一扁平的影像承載光像場；

一透鏡，從該影像產生器隔開，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面反射面，其中該反射面的一主軸與該影像產生器正交；及

一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二平行表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱。

【0008】 本文中所述的顯示裝置設計相較於其他設計造成增加了視野、減少了影像色差及低成本下的大光瞳尺寸，藉此提供可輕易製造且本質上適應於人類視覺系統的個人顯示設備設計。附加的特徵及優點將在以下的詳細說明中闡述，且其部分將由本領域中具技藝者藉由本說明書或藉由實行如書面說明及其請求項以及隨附繪圖中所述的實施例來辨識而輕易理解。

【0009】 要了解的是，上述的一般說明及以下的詳細說明兩者僅為示例性的，且係欲提供概觀或架構以了解請求項的本質及特質。

【0010】 附隨的繪圖被包括為提供進一步的了解，且被併入及構成此說明書的一部分。該等繪圖繪示一或更多個

實施例，且與本說明一起用以解釋各種實施例的原理及操作。

【圖式簡單說明】

【0011】 圖1A為一示意側視圖，圖示用於向檢視者的眼睛形成虛擬影像的光學特性及關係。

【0012】 圖1B為另一實施例的示意側視圖，圖示用於向檢視者的眼睛形成虛擬影像的光學特性及關係。

【0013】 圖2為一透視圖，圖示用於在檢視者的眼箱（eye box）處形成雙筒鏡（binocular）或立體影像的顯示裝置。

【0014】 圖3A、3B及3C分別為顯示裝置之實施例的透視、側視及前視圖。

【0015】 圖4A、4B及4C分別為顯示裝置之替代實施例的透視、側視及前視圖。

【0016】 圖5A、5B及5C分別為顯示裝置之另一替代實施例的透視、側視及前視圖。

【0017】 圖5D為一透視圖，圖示一替代實施例，其中單獨的分光板用於左眼及右眼虛擬影像形成裝置中的各者。

【0018】 圖5E為一透視圖，圖示一替代實施例，其中分光板以相對的傾斜角安置。

【0019】 圖6A為替代實施例的示意側視圖，該替代實施例使用偏振作用以供在分光板處定向光。

【0020】圖6B為替代實施例的示意側視圖，該替代實施例使用偏振作用以供在分光板處定向光。

【0021】圖7為一替代實施例的透視圖，其中視野的部分被阻擋。

【0022】圖8A及8B為用於依據本揭示案的實施例之顯示裝置之可折疊封裝佈置的側視圖。

【0023】圖9繪示機械外殼中之顯示裝置的實施例，該機械外殼具有保護罩及周邊窗。

【0024】圖10繪示圖9的顯示裝置，其中保護罩在光學系統的外面及裡面上，該光學系統位在該等保護罩之間。

【0025】圖11為顯示裝置的橫截面，圖示用於旋轉影像產生器的調整機構。

【0026】圖12繪示顯示裝置的實施例，包括具有光學元件之機械外殼中的影像產生器，該光學元件用於折曲位在攝影機上之影像產生器的檢視方向。

【0027】圖13繪示機械外殼中之顯示裝置的實施例，該機械外殼包括用於最小化太陽眩光的遮陽板。

【0028】圖14繪示本文中所述之顯示裝置的另一實施例。

【實施方式】

【0029】提供本文中所圖示及描述的圖式以繪示依據各種實施例之光學裝置之操作及製造的關鍵原理，且不欲將許多該等圖式繪製為圖示實際尺寸或比例。為了強調基本結構關係或操作原理，某些誇大可能是必要的。

【0030】 所提供的圖式可能不圖示各種支援元件，包括光學安裝件、電源、影像資料來源及用於顯示設備中之標準特徵的相關安裝結構。可由光學技術領域中具技藝者所理解的是，本發明的實施例可使用許多類型的標準安裝件及支援元件中的任何者，包括同可穿戴式及手持式顯示裝置兩者使用的彼等元件。

【0031】 在本揭示案的背景下，例如為「頂」及「底」或「上方」及「下方」或「之下」的術語是相對的，且並不指示元件或表面的任何必要定向，但僅用以代表及區隔視野、相對的表面、空間關係或元件或裝置內的不同光路徑。類似地，可相對於圖式使用術語「水平」及「垂直」，以例如描述相對於標準檢視條件之不同平面上之元件或光的相對正交關係，但該等術語並不指示相對於真實水平及垂直定向的任何需要的元件定向。

【0032】 在使用術語「第一」、「第二」、「第三」等等之情況下，該等術語並不一定指示任何順序或優先關係，而是用於更清楚地將一個構件或時間間隔與另一者彼此區隔。該等描述符用以在本揭示案及請求項的背景下清楚將一個構件與另一類似構件區隔。

【0033】 可在本揭示案的背景下交換使用術語「檢視者」、「觀察者」及「使用者」，以指示檢視來自個人顯示裝置之影像的人員。

【0034】 如本文中所使用的，術語「可通電」關於在接收電力之後及可選地在接收一或更多個啟用訊號之後執

行所指示的功能的設備或元件集合。例如，可將光源通電以發射光束，且可調變該光源以供依據影像資料訊號來進行影像呈現。

【0035】 在本揭示案的背景下，兩個平面、方向向量或其他幾何特徵在其實際或投射的交角是在90度的 ± 4 度內時被視為是實質正交的。

【0036】 在本揭示案的背景下，術語「傾斜」或用語「傾斜角」用以指一非法向角，該非法向角被傾斜，使其沿至少一個軸與法向差（亦即與90度差或與90度的整數倍差）至少約4度或更多。例如，使用此一般定義的情況下，傾斜角可大於或小於90度至少約4度。

【0037】 在本揭示案的背景下，術語「耦合」意欲指示兩個或兩個以上元件之間的機械性聯合、連接、關係或鏈結，使得一個元件的安排影響其耦合之元件的空間安排。對於機械耦合而言，兩個元件不需要直接接觸，而是可經由一或更多個中介元件進行鏈結。

【0038】 在本揭示案的背景下，術語「左眼影像」描述由檢視者左眼所檢視的虛擬影像，而「右眼影像」描述由檢視者右眼所檢視的相對應虛擬影像。片語「左眼」及「右眼」可用作形容詞來區隔用於形成立體影像對偶之各影像的成像元件，因為該概念由立體成像技術領域中具技藝者所廣泛地了解。

【0039】 術語「中的至少一者」用以意謂可選擇所列出之項目中的一或更多者。在指稱尺度量測或位置而使用術

語「約」或「大約」時，意謂是在實務上被接受的量測誤差及不精確性的期望容差內。只要相對於標稱值的偏差並不造成程序或結構的故障而符合所繪示之實施例的需求，列出的經表達值可有點從標稱值變動。

【0040】 針對尺度，術語「實質上」意謂在比幾何上準確的尺寸的 $\pm 12\%$ 更佳的尺度內。因此，例如，若第一尺度值在從第二值的約44%至約56%的範圍中，則第一尺度值實質上為第二值的一半。在距離尺度相對於適當的參考尺度（例如曲率半徑、焦點、元件位置或光軸上的其他點）實質上是相同的、彼此差不大於約12%（較佳地是在5%或1%或更少距離）時，空間中的位置為在彼此「附近」或緊鄰。

【0041】 術語「可致動」具有其傳統意義，其關於能夠回應於刺激物（例如回應於電訊號，舉例而言）而實現動作的設備或元件。

【0042】 如本案中所使用的術語「訊號連通」意謂兩個或兩個以上設備及/或元件能夠經由在某個類型的訊號路徑上前行的訊號彼此通訊。訊號通訊可為有線或無線的。訊號可為通訊、電力、資料或能量訊號，該等訊號可沿第一設備及/或元件及第二設備及/或元件之間的訊號路徑從第一設備及/或元件向第二設備及/或元件傳遞資訊、電力及/或能量。訊號路徑可包括第一設備及/或元件及第二設備及/或元件之間的實體、電氣、磁式、電磁、光學、

有線及/或無線連接。訊號路徑亦可包括第一設備及/或元件及第二設備及/或元件之間的額外設備及/或元件。

【0043】術語「示例性」指示的是，說明用作實例，而非暗示其為理想的。

【0044】針對元件位置或曲率中心或光學裝置的其他特徵，在考慮期望製造容差及量測不精確性（舉例而言）以及考慮光的理論及實際行為之間的期望差異的情況下，術語「靠近」具有其如會由光學設計技術領域中具技藝者使用的標準意涵。

【0045】如所習知的，特定光學系統內及來自特定光學系統的光分佈取決於其整體配置，該配置並不需要為了適當的效能而是幾何上完美的或展現理想的對稱性。例如，彎曲反射鏡的光分佈可更精確地描述為聚焦在小區域上，該區域實質上居中在焦點周圍；然而，為了說明的目的，使用例如為「焦點」或「焦域」的傳統術語。術語「眼箱」指示一區域，可從該區域檢視由光學系統所形成的虛擬影像。

【0046】在從單一位置檢視場景且在兩個眼睛位置處向觀察者呈現該場景時，視野缺乏深度感受、第三維度效果。以此方式檢視的場景稱為雙眼單筒鏡（*bi-ocular*）。然而，在從稍微彼此均等隔離的兩個位置檢視單一場景時，向觀察者呈現的視野具有深度的場景。以此方式檢視的場景稱為雙筒鏡（*binocular*）。從一個眼睛位置檢

視且從一個位置產生的場景稱為單筒鏡，且缺乏第三維度效果。

【0047】 如成像技術領域中具技藝者所習知的，虛擬影像是藉由光線的發散來合成地模擬，該等光線從光學系統向眼睛提供且在眼箱處的空間中被檢視。光學系統形成以給定位置及距離出現在檢視者視野中的虛擬影像。在視野中不存在光線實際上從其發散的相對應「實際」物體。所謂的「增強實境」檢視系統採用虛擬成像系統來提供將虛擬影像疊覆至沿檢視者視線檢視之真實世界的物體場景上。用於形成可與檢視者視野中之物體場景影像內容結合之虛擬影像的此性能將增強實境成像設備與僅向檢視者提供實際影像的其他顯示設備區隔。

【0048】 參照圖1A的示意圖，其以側視圖表示圖示虛擬影像形成裝置10，該虛擬影像形成裝置形成供在眼箱E中由眼瞳P檢視的虛擬影像。具有第一及第二平行表面S1及S2的分光板26（或者稱為板型分光器、分光器或分束器）傾斜地沿檢視者視線12而安置，且從用於提供影像的影像產生器24及透鏡L1隔開且安置在該影像產生器及透鏡之間的自由空間中。在所繪示的實施例中，影像產生器24為具有用於提供影像之顯示表面24'的顯示源。在某些實施例中，如圖1中所示，影像產生器的表面24'是扁平的且因此產生扁平的影像承載光場域。例如，顯示表面可為手機或「智慧型手機」的扁平顯示表面。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。

【0049】 在此實施例中，圖 1A 繪示的是，L1 是經更改的凹凸透鏡。更具體而言，透鏡 L1 具有相對於影像產生器 24 是凹的折射性非球面 22 及相對於影像產生器 24 亦是凹的反射性非球面 20。在圖 1A 的實施例中，透鏡 L1 可為折反射光學構件，亦即在形成彎曲反射鏡之構件背側上具有反射表面的凹凸透鏡，該彎曲反射鏡在扁平的影像場域（亦即跨視野的扁平影像表面）中在無球面像差的情況下朝影像產生器 24 將光反射回去。反射性非球面 20 的主軸 A 與影像產生器 24 正交。影像產生器 24 可通電以朝分光板 26 的隔開的表面 S2 定向扁平的影像承載光場域。影像產生器 24、分光板 26 及透鏡 L1 協作且被結構化以形成可在眼箱 E 處沿視線 12 檢視的虛擬影像。在某些實施例中，影像產生器 24 可位在檢視者眼睛上方，且透鏡位在檢視者眼睛下方。在某些實施例中，影像產生器 24 可位在檢視者眼睛下方，且透鏡 L1 位在檢視者眼睛上方。

【0050】 分光板 26 及透鏡 L1 針對用於單一眼睛的影像定義光學路徑 40，沿該光學路徑將來自分光板 26 的光傳遞通過自由空間以供經由非球面入射折射面 22 以第一方向進行第一折射。折射的光從非球面反射面 20 反射且接著繼續沿著光學路徑 40 回來，其中反射光從非球面入射折射面 22 折射第二次。光接著前行通過自由空間且回到分光板 26，該分光板 26 沿檢視者的視線 12 朝檢視者

眼箱E沿著不中斷的路徑反射來自透鏡L1的光，其中針對物體場景的視線12延伸通過分光板26。分光板26提供傾斜的窗，可經由該傾斜的窗檢視物體場景。因此，分光器被結構化及定位，使得由影像產生器所產生的影像承載光在其朝透鏡傳播時橫過分光器，且在其被透鏡反射時從分光器反射。依據某些實施例，分光板26的重量小於25克（例如<20克、<15克、<10克）且提供至少30度的水平全視野，且在某些實施例中該視野超過40度（例如40-70度，例如50-60度）。在某些實施例中，分光板26重2-10克，例如不大於5克，且在某些實施例中為2到5克。依據某些實施例，分光板26具有部分反射表面，該部分反射表面被定位為面向透鏡L1、L2。在本文中所述的示例性實施例中，部分反射表面反射傳送之可見光譜中之光的至少25%（例如25%到75%，或30%到70%，或40到60%，或45到65%），且傳送傳送之可見光譜中之光的至少25%（例如25%到75%，或30%到70%，或40到60%，或45到60%）。例如，部分反射表面可：(i)傳送45%的光及反射55%的光，或(ii)可將50%的光傳送通過，且將50%的光反射回來，或(ii)可在可見光譜中傳送55%的光及反射45%的光。

【0051】 注意的是，若成像光學構件僅為球面鏡，而非透鏡L1（具有面向影像產生器24的折射面及回向反射面），造成的像場會是非常失焦的。可藉由顯著減少視野來解決此散焦現象。然而，如由本文中所述的實施例所

示，藉由具有有著折射以及反射透鏡面（其在此實施例中皆為非球面的）的光學元件 L1、L2，吾人可校正影像像差（跨瞳孔及像場）且即使在視野超過 40 度時亦獲取良好聚焦的影像。因為來自影像產生器 24 的光穿過折射面 22 兩次，透鏡 L1 相當於提供三個非球表面，允許經由簡單、單一、緊湊、輕量的構件在超過 40 度的寬廣視野上校正若干光學像差。在某些實施例中，非球面中的一或更多者可具有不同因素，例如曲率半徑、圓錐常數或定義非球面之光學屬性的其他因素（例如以下將進一步描述的 A、B 及 C 非球面係數）。在某些實施例中，所有非球面可具有如此不同的曲率半徑及 / 或其他因素。

【0052】 如本文中指稱的，「扁平影像像場」代表跨視野的扁平影像平面。如本文中所指稱的，由影像產生器 24 所產生之「影像承載光之扁平像場」及「扁平影像像場」代表扁平顯示表面 24' 或跨由來源 24 顯示的視野（物體）從此表面發射的光。

【0053】 依據本揭示案的實施例，透鏡 L1 被設計為提供針對虛擬影像的像場彎曲進行的校正。在另一實施例中，補償像場彎曲的替代方法是使用放置在影像產生器 24 附近的像場透鏡；然而，沿光學路徑 40 在反射面處使用單件的透鏡可提供相同的功能，且利於簡單性、減少光學放置需求且允許使用任何的許多類型的顯示器，包括在尺寸及高寬比上不同的顯示器，舉例而言。

【0054】可替代性地在光學系統中使用一或更多個額外透鏡 $L1'$ 、 $L2'$ （未圖示）來校正影像失真。然而，亦可藉由適當調整影像資料以直截了當的方式數位地校正失真。

【0055】圖1A圖示用於形成單一左眼或右眼影像之虛擬影像形成裝置10的元件佈置。圖2的示意圖圖示顯示裝置30如何形成雙筒鏡虛擬影像，其中可使用單一分光板26在各別的眼箱 E_L 及 E_R 處檢視左眼及右眼影像。單一影像產生器24分別產生實際的左眼及右眼影像32L及32R。來自左眼影像32L的扁平的影像承載光像場傳送通過分光板26且到達透鏡 $L1$ 。在此佈置的情況下，影像產生器24及透鏡 $L1$ 形成與分光板26協作的左眼虛擬影像形成裝置10L。類似地，來自右眼影像32R的光傳送通過分光板26且到達透鏡 $L2$ 。影像產生器24及透鏡 $L2$ 與分光板26形成右眼虛擬影像形成裝置10R。使用單一分光板26及透鏡 $L1$ 、 $L2$ 以供針對左及右眼虛擬影像兩者定義眼箱位置有利於減少部件數量及簡化元件安裝。圖2的佈置在被提供適當的左及右眼影像內容時能夠提供立體檢視。影像內容可為立體的或可替代性地為非立體的。此外，可例如在影像產生器及分光板26之間中添加像場透鏡以進一步針對像差進行校正。例如，像場透鏡可位於影像產生器附近。

【0056】在某些實施例中（例如參照圖1B），只有透鏡 $L1$ 、 $L2$ 的一個表面（亦即透鏡 $L1$ 、 $L2$ 的反射或折射

面) 是非球面的。圖 1 B 的實施例與圖 1 中所示的實施例類似，但進一步包括位在影像產生器附近或與影像產生器接觸的像場透鏡 L_F 。在圖 1 B 的實施例中，像場透鏡 L_F 具有至少一個非球面，例如表面 S_1 。

【0057】 圖 2 中之顯示裝置 30 的設計可隨各個各別的透鏡 L_1 及 L_2 的焦長而縮放。圖 3 A 到 5 D 圖示可能具有不同焦長的不同示例性佈置，基於焦長而允許較長或較短的適眼距。此外，顯示裝置 30 元件的垂直間隔可為更加或更不緊湊，使得可針對各種可穿戴式及頭載式配置以及手持式配置或針對顯示裝置 30 被安裝至其他裝備的靜置配置而縮放顯示裝置。

【0058】 圖 3 A 圖示來自顯示裝置 30 配置之前面的透視圖，該顯示裝置具有單一影像產生器 24 以供從不同的顯示表面部分在各相對應的眼箱處向各別的瞳孔 P (檢視者的眼瞳) 提供左眼及右眼影像內容。圖 3 B 圖示圖 3 A 配置的側視圖。圖 3 C 圖示圖 3 A 配置的前視圖。如圖 3 C 的前平面圖中所示，各眼睛的視野可為水平上非對稱的。亦即，眼睛外面的視野(水平地向右及左方延伸的周邊像場)可大於眼睛裡面的視野。

【0059】 在圖 3 A 及後續的實施例中，針對相對應的左或右眼存在相對應的左或右視線 12。

【0060】 圖 4 A 圖示分別使用單獨的左及右眼影像產生器 24 L 及 24 R 之實施例的透視圖，圖 4 B 圖示該實施例的側視圖，而圖 4 C 圖示該實施例的前平面圖。影像產生器

24L及24R及/或顯示表面24L'、24R'可位在相同平面上或可彼此偏移、傾斜或調整以供改良封裝或針對檢視者的解剖而進行調整，舉例而言。

【0061】圖5A圖示分別同單獨的左及右眼影像產生器24L及24R使用單一分光板26之替代實施例的透視圖，圖5B圖示該實施例的側視圖，而圖5C圖示該實施例的前視圖。

【0062】圖5D為一透視圖，圖示一替代實施例，其中單獨的分光板26L用於左眼虛擬影像形成裝置10L；分光板26R用在右眼虛擬影像形成裝置10R中。各分光板26L、26R針對相對應的左或右眼沿相對應的左或右視線12而定位。

【0063】圖5E的透視圖圖示針對左及右眼虛擬影像形成裝置使用個別分光板26L及26R的替代實施例。左及右分光板26L及26R相對於視線12以相對的傾斜角安置。影像產生器24L及24R以及透鏡L1及L2的位置亦在虛擬影像形成裝置10L及10R之間反轉。左眼及右眼影像產生器24L及24R分別以相對的方向定向影像承載光。此替代佈置可能例如對於提供更緊湊的封裝是有用的。

【0064】可例如同基於OLED的影像產生設備利用圖5A-5E的實施例。在一個實施例中，此類基於OLED的影像產生設備具有小於或等於44微米x44微米、40微米x40微米、30微米x30微米、24微米x24微米、20微米

x 2 0 微米的像素，或影像產生設備可甚至具有更小尺寸的像素。亦可利用其他影像產生設備。

【0065】 依據某些實施例，顯示裝置包括光學系統。該光學結構包括：(i)一影像產生器，從一影像產生器顯示表面產生一影像承載光；(ii)至少兩個透鏡，從該影像產生器隔開，該兩個透鏡中的各者具有相對於該影像產生器是凹的一入射折射面且具有相對於該影像產生器是凹的一反射面，且該反射或折射面中的至少一者為一非球面；及(iii)一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱。

本文中所揭示的顯示器設計可造成 8 m m 及 4 0 m m 之間（例如 1 0 m m 到 3 0 m m）的適眼距距離（亦即眼瞳及分光器的最近邊緣之間的水平距離）、3 0 及 7 0 度（例如 4 0 到 7 0 度）之間的水平 F O V 及每像素 1 分（m i n）及 4 分/像素之間的解析度。例如若吾人使用例如為具有 2 0 x 2 0 μ m 像素之 O L E D 顯示器的影像產生器，則可達到約 1 分/每像素的解析度。依據某些實施例，透鏡 L 1 及 L 2 的反射及折射面被結構化，使得透鏡的該光軸在 1 弧分內彼此平行且以 5 0 m m 及 8 0 m m（例如 6 0 - 7 0 m m）之間的距離彼此隔開。顯示裝置的光學系統更包括具有出射光瞳直徑 $D_p \geq 7 \text{ m m}$ 的出射光瞳，例如 $7 \text{ m m} \leq D_p \leq 2 0 \text{ m m}$ （例

如 8 mm、10 mm、12 mm、15 mm、18 mm、20 mm 或其間)。

【0066】 依據某些實施例，光學系統更包括具有出射光瞳直徑 $D_p \geq 7 \text{ mm}$ 的出射光瞳，且亦具有垂直全視野 FOV_v 及水平全視野 FOV_h ，使得水平視野對垂直視野的比率為 $FOV_h/FOV_v > 1.5$ 。在某些實施例中， $FOV_h/FOV_v > 1.7$ ，例如 $3 \geq FOV_h/FOV_v > 1.7$ 。

【0067】 依據某些實施例，影像產生器 24 及透鏡 L1、L2 之間的距離為 20 - 60 mm，例如 30 - 50 mm。

【0068】 依據某些實施例，顯示裝置包括：

(i) 一影像產生器，從一影像產生器顯示表面產生一影像承載光；(ii) 一透鏡，從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一反射面，且該表面中的至少一者是非球面的；及(iii) 一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱，且其中該顯示裝置展現以下中的至少一者：(a) 30 及 70 度之間的水平視野、5 mm 及 50 mm 之間的一適眼距距離、30 mm 及 70 mm 間之該透鏡的焦長；7 mm 及 20 mm 之間的一出射光瞳直徑，及該透鏡及該顯示器之間 30 mm 到 70 mm 的一距離；或 (b) 5 mm 及 40 mm 之間的一適眼距距離、30 及 70 度之間的一水平 FOV 及 1 分/像素及 4 分/

像素之間的解析度。依據某些實施例，顯示裝置展現小於44微米的側向色差。（側向色差是隨色彩（紅、綠及藍（R、G、B））進行的倍率變化）。依據某些實施例，顯示裝置展現小於像素尺寸的側向色差，亦即使得R、G及B射線落在相同像素內。依據某些實施例，顯示裝置展現不大於影像產生器之像素尺寸的側向色差。

【0069】 以下的表格（表格1）列出圖3A-5C中所示之若干示例性實施例的各種效能特性。

表格1 一般實施例的效能

	對於圖式 中所示的 裝置	FOV 角 度（H x W）	適 眼 距	有效焦長 （EFL）	分光板尺 寸	角解析度 （註1）
實 施 例1	3A - 3C	60 x 28	30mm	64.7mm	60 x 170mm	2.3 分 / 像 素
實 施 例2	4A - 4C	30 x 17.5	28mm	38mm	25 x 100mm	4分/像素
實 施 例3	5A - 5C	60 x 28	16mm	38mm	40 x 125mm	4分/像素
實 施 例4	3A - 3C	60 x 28	30mm	64.7mm	60 x 170mm	1.1 分 / 像 素
實 施 例4	4A - 4C	30 x 17.5	28mm	38mm	25 x 100mm	2分/像素
實 施 例6	5A - 5C	60 x 28	16mm	38mm	40 x 125mm	2分/像素

實 施 例7	5A-5C	60x28	8.4mm	20mm		3.8 分 / 像 素
-----------	-------	-------	-------	------	--	----------------

註 1：- 表格 1 之首先的三個實施例的角解析度值是基於具有 0.044 mm 顯示像素的商用智慧型手機。表格 1 之實施例 4-7 的角解析度值是基於具有 0.02 mm 之像素尺寸的顯示器（例如 OLED 顯示器）。

【0070】 應注意的是，檢視者針對物體場景（亦即針對檢視者之視野中的實物）的視野大於在內形成虛擬影像的視野。所揭示之實施例的光學佈置針對增強實境顯示器提供大的視野（FOV）。

【0071】 有利地，分光板是輕量的。依據一示例性實施例，適用於大於 40 度水平 FOV 的分光板（例如 80 x 150 mm 的分光板）的重量小於 25 克。分光板表面之間的光學厚度小於 3 mm（例如 0.5 mm、1 mm、1.5 mm、2 mm 或其間）。

【0072】 相較之下，其他提出的增強實境顯示器設計使用稜鏡。然而，基於稜鏡的光學系統需要相對應地大的稜鏡以提供大的 FOV，使其難以針對大 FOV 應用縮放基於稜鏡的設計。針對兩眼針對標稱 40 度的水平 FOV 使用單一分光稜鏡的頭載式裝置必須支撐遠遠超過 700 克的稜鏡重量。大稜鏡添加的重量有效地限制可用的 FOV，以及添加可觀的體積及重量。

【0073】 圖 6 的示意側視圖圖示使用偏振以供在分光板 26 處定向光的替代實施例。

【0074】 影像產生器24在偏振光具有第一偏振態（例如p偏振）時提供影像內容。配置為偏振分光器的分光板26傳送第一態（p偏振，以箭頭圖示），且反射正交態（s偏振，以點圖示）。兩態傳（穿）過四分波片40'，該四分波片將第一（p）偏振態變換成正交（s）偏振態以供從分光板26反射。波片40'可為四分波阻滯器（在本文中亦稱為 $\frac{1}{4}$ 波片）。波片40'可為消色的 $\frac{1}{4}$ 波片。較佳地，波片40'跨可見光譜是消色的。在圖6A中的實施例中，波片40'位在透鏡L1及分光板26之間。圖6B與圖6A類似，但亦繪示的是，此實施例利用位在影像產生器24旁邊的偏振片40''。偏振片40''用以偏振來自影像產生器24的光，且跨可見光譜是消色的。

【0075】 圖7的透視圖圖示允許物體場景之受限可見度的替代實施例。用於右虛擬影像形成裝置10R的透鏡L2被安置為部分阻擋視線12；用於左虛擬影像形成裝置10L的透鏡L1具有圖示在其他圖式中的相同位置，允許通過分光板26之物體場景的可見度。

【0076】 針對全虛擬實境檢視，透鏡L1及L2兩者可經安置，使得其阻擋視線12。

影像產生器

【0077】 如本文中所使用的，影像產生器24可為可發射用於針對檢視者的一個或兩個眼睛形成影像之影像承載光的任何來源，包括手持式個人通訊設備、智慧型手機、平板電腦、電腦螢幕或其他顯示源或影像投射源。在

某些實施例中，影像產生器能夠發射扁平的影像承載光，亦即，該影像不是正在傳送的彎曲影像。可使用的影像產生器設備可包括扁平面板個人通訊設備，例如手機、提供某些類型的行動作業系統的所謂的「智慧型手機」、具有至少某些計算及顯示性能措施的功能手機、「智慧型手錶」及各種類型的電子板、電腦化的平板電腦及至少包括能夠顯示圖形內容之顯示區的類似設備。本揭示案的裝置特別適用於使用從產生自智慧型手機或其他類型的可攜式個人通訊設備之影像的應用，如可從先前表格中所給定的值清楚看見的。在某些實施例中，影像產生器 24 是併入以下中的至少一者的智慧型手機：GPS 感測器、用於檢視及拍攝由使用者所檢視之場景的第一攝影機及以與第一攝影機相對的方向定向的額外攝影機「自拍攝影機」。

【0078】 影像產生器 24 可為任何影像產生源，且並不需要能夠用作人眼的影像顯示裝置。依據某些實施例，影像產生器為螢幕，其中由另一設備（例如投影機）將影像投影投射在該螢幕上。

【0079】 可被適當調適以供產生影像承載光的其他類型影像產生器包括各種類型的空間光調變器（SLM）元件。可使用各種類型的 SLM 設備，包括來自德州達拉斯之德州儀器公司的數位光處理器（DLP）；液晶設備（LCD）、有機發光二極體（OLED）、LCOS（矽上液晶）設備或光柵電機設備，舉例而言。可替代性地使用線性光調變器。

【0080】 可提供可選的像場透鏡以適當地調整由影像產生器所提供之像場的形狀，例如用以幫助減少失真。

分光板 26

【0081】 有利地，在本文中所述之實施例的情況下，只有分光板 26 位在檢視者的視線 12 上。此佈置提供了物體場景內容的非常寬廣的水平視野（FOV），其中視野僅被玻璃板從通暢的視線稍微垂直偏移。

【0082】 依據一實施例，分光板 26 可形成於玻璃基板上，該玻璃基板具有在嚴格的容差內平行的表面，例如小於 50 弧秒內，更有利地是在 30 弧秒內，或甚至在 20 弧秒內。在某些實施例中，分光器 26 的玻璃基板具有在小於 10 弧秒（例如 8 到 10 弧秒）內平行的表面。平行表面是高度有利的，最小化鬼影及可能藉由甚至略帶楔形之分光器表面所造成的其他效應。

【0083】 分光板 26 可形成於使用熔融拉製處理來獲取的玻璃片上。此方法提供具有高度平行的相對側的玻璃片。標準類型的玻璃可能需要雙側拋光以減少鬼影，若分光板表面不是高度平行，則可能發生鬼影。

【0084】 理想上，分光板 26 是盡量薄的，以允許盡量大的視野。在某些實施例中，分光板 26 具有小於 4 mm 的寬度，更佳地是小於 3 mm，甚至更佳地是小於 2 mm，且甚至又更佳地是小於 1 mm（例如 0.3 到 0.7 mm）。藉由併入具有如此小厚度的分光器，在影像承載光朝檢視者的眼睛反射離開兩個表面時，該兩個反射之間的距離是

夠小的使得檢視者不「看見」雙重影像。在某些實施例中，分光板 26 具有第一及第二主要表面，且分光板的該等表面彼此平行到 50 弧秒內。在某些實施例中，分光板 26 具有第一及第二主要表面，且分光板的該等表面彼此平行到 1 弧分內，或到 75 弧秒內，更佳地是在 55 弧秒內、45 弧秒內，且甚至更佳地是在 40 弧秒內。在某些實施例中，分光板 26 具有第一及第二主要表面，且分光板的該等表面彼此平行到 30 弧秒內或甚至 20 弧秒內。分光板可例如以可從康寧公司取得之融熔形成的玻璃製造，且可具有平行到 10 弧秒（例如 4 到 10 弧秒）內的表面。在某些實施例中，分光板 26 具有小於 20 微米（峰至谷（P V））的扁平度、小於 0.025 mm 的厚度變化（在玻璃的中心 90% 區域上（例如至少在玻璃區域的 95% 上）或至少在用以通過檢視影像的區域中）。在某些實施例中，分光板 26 具有小於 10 微米（峰至谷）的扁平度及小於 0.02 mm 的厚度變化（例如 0.002 mm 到 0.01 mm）。在某些實施例中，分光板 26 跨例如為 75 mm 或 100 mm 的表面長度或跨分光器長度具有小於 7 微米 P V 的扁平度（例如 4 或 5 微米 P V）及小於 0.015 mm 或甚至 0.01 mm 或更少（例如 0.002 mm、0.005 mm 或 0.01 mm 或其間）的厚度變化。

【0085】 在 30 弧秒或更少內彼此平行的表面的情況下具有小於 0.02 mm 之總厚度變化之分光器玻璃的實例為可從紐約康寧的康寧公司取得的 Gorilla® 玻璃、

LotusTM XT 玻璃、LotusTM NXT 玻璃或 EAGLE XG[®] 玻璃。使用具有如此扁平度及厚度精確度的玻璃導致極大地在沒有鬼影的情況下改良了影像品質，因為在影像反射離開兩個表面的情況下，其靠近在一起使得其落在實質相同位置中的視網膜上。分光板較佳地在一側上塗有部分反射塗層而在另一側上塗有抗反射（AR）塗層。在部分反射器緊緊接近 50% 的反射性（意謂跨可見光譜區域的平均 50% 的反射率）時，例如在部分反射器達到跨可見光譜區域的約 40% - 60% 的反射率之間（更佳地是在約 45 - 55% 之間）時，且在另一側上存在抗反塗層時，獲取顯示系統的尖峰效率。例如，可經由蒸發塗層技術來施加鋁金屬塗層以達到此部分反射率。

【0086】 在某些實施例中，抗反射塗層展現小於 10%（更佳地為小於 5%，甚至更佳地是小於 2% 且最佳地是小於 1 或甚至小於 0.5%）的反射性（意謂跨可見光譜區域平均小於 0.5% 的反射率）。例如，可利用介電層或介電層疊（例如可經由蒸發塗層技術所施用者）以達到此類抗反射屬性。此舉亦將從真實世界物體場景阻擋 50% 的光。隨著分光器的反射減少，顯示影像變得更暗且外面的場景變得更亮。因此，變化該等塗層參數可幫助平衡來自顯示器及外面場景的照明度。

透鏡 L1 及 L2

可以塑膠或玻璃模製透鏡 L1 及 L2。材料的選擇可影響影像的色差。低色散材料（阿貝數 $V_d > 40$ ）（例如壓克力

塑膠（P M M A））可用以減少色差。因此，在某些實施例中，透鏡 L 1、L 2 的阿貝 V 數為 ≥ 50 ，甚至 ≥ 55 ，例如在 50 及 70 之間，或在 50 及 60 之間。在一個示例性實施例中，V d 為約 57。

【0087】透鏡 L 1 及 L 2 各為單件的。單件透鏡被製造為單一件。此將單件透鏡與雙合透鏡或藉由將多件黏在一起形成的其他複合透鏡組件區隔，例如雙合透鏡。在本文中所述的實施例中，透鏡 L 1 及 L 2 的重量總共 5 克到 80 克（例如 40 - 65 克）。

【0088】依據某些實施例，透鏡 L 1、L 2 被定位為彼此接觸。依據某些實施例，透鏡 L 1 及 L 2 形成在一起（例如模製）為一個單件元件。依據本文中所述之實施例，透鏡 L 1、L 2 被形成或調整形狀為提供空間，該空間供檢視者的鼻部至少部分地契合於該等透鏡之間。例如，透鏡 L 1、L 2 可被模製在一起成為具有凹口或去角的單件結構，以便在其間產生「鼻部安插空間」。

【0089】依據某些實施例，透鏡 L 1 及 L 2 的反射及折射面被結構化，使得透鏡的該光軸在 1 弧分內彼此平行且以 50 mm 及 80 mm（例如 60 mm - 70 mm）之間的距離彼此隔開。

【0090】針對凹凸透鏡 L 1（及 / 或 L 2）的凸的外表面 20 施用反射塗層 20'。反射塗層依據一實施例為二色性塗層。或者，可施用金屬塗層。

【0091】如上所述，透鏡L1及L2可被形成為接合在一起成為單一模製組件。或者，可藉由鑽石車削來製造透鏡L1及L2。一般的透鏡厚度可為4-10mm，例如5到9mm。

【0092】在一個示例性實施例中，透鏡L1、L2為壓克力塑膠，各透鏡具有8mm的中心厚度及由以下等式描述的兩個非球面20、22

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

其中r為徑向距離（距其頂點沿透鏡表面），z為高度r處的表面弛度，c為表面曲率（ $c = 1/R_i$ ，其中 R_i 是表面i的半徑），k為圓錐常數，而A、B及C為更高階的非球面係數。在本文中所揭示的示例性實施例中，非球面20及22具有非零之非球面係數A、B或C中的至少一者。例如，在以下表格2的實施例中，與透鏡L1、L2的透鏡表面20相關聯的非球面係數A、B及C全部非零。

表格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

在表格2中，表面1相對應於凹的折射面22，表面2相對應於其上具有反射塗層的凸表面20。在此實施例中，從表面22的頂點到影像產生器24的表面24'的距離為55.28mm。分光器26及透鏡L1、L2之間的距離被選擇使得分光器與瞳孔P對準。在此實施例中，透鏡L1、L2

是模製的。在替代性實施例中，表面20、22可為鑽石車削的。

封裝選項

【0093】 本揭示案的裝置可使用傳統眼鏡型框架、頭帶或對著頭部安裝顯示器的其他機構來組裝為頭載式設備的部件。該裝置可替代性地耦合至頭罩、帽或頭盔，取決於所要的應用。

【0094】 本揭示案的實施例可利用小的元件數、寬鬆的容差、減少的重量及分光板26基板的結構剛性，以允許用於顯示裝置30的許多改良的封裝佈置。

【0095】 圖8A及8B的側視圖圖示依據本揭示案的實施例之顯示裝置30之可折疊版本的簡化圖。分光板26例如沿分光板26的邊緣由第一轉樞42或其他類型的可撓耦合器來可撓地耦合至透鏡L1及L2。第二轉樞44將分光板26耦合至支撐影像產生器24的外殼或框46，例如用於暫時安插及容易移除智慧型手機設備的外殼，舉例而言。圖8A圖示用於檢視之配置下的顯示裝置30。圖8B圖示經折疊以供攜帶或儲存的顯示裝置30，其中影像產生器24被移除。可理解的是，可設計許多可能的機械佈置以供提供在僅使用小數量的機械元件的情況下可相對於垂直方向折疊之顯示裝置30的版本。

【0096】 圖9繪示包括機械外殼90之顯示裝置30的一個實施例。在此實施例中，影像產生器24（例如具有顯示表面24'的電話（未圖示））安裝在眼睛位準上方的外

殼 90 中。表面 24' 經定向，使其面向位在外殼 90 裡面、內的光學元件。來自檢視者正看著的實體場景的光向檢視者的眼睛沿著視線 12（參照圖 1）傳送通過分光器 26（位在外殼 90 裡面）且與來自影像產生器 24 的光結合，以形成增強實境（AR）影像。外殼 90 亦支撐外保護罩 100。外保護罩 100 可以塑膠（例如聚碳酸酯）製造，以保護顯示裝置 30 的光學元件免於灰塵及損傷。外保護罩 100 亦可包括抗刮強化玻璃，例如可從紐約康寧的康寧公司取得的 Gorilla[®] 玻璃。保護罩可塗有控制來自真實場景到達檢視者眼睛之光量的抗反射塗層或吸收塗層。例如，在某些實施例中，外保護罩 100 可包括光致變色材料或偏振器。在此實施例中，來自實體場景的光經由外保護罩 100 進入顯示裝置 30 且與由影像產生器 24 所提供的光重疊。

【0097】亦圖示於圖 9 中的是電源啟動器 110（例如彈簧柱塞或按鈕或另一元件），該電源啟動器至少部分地位在外殼 90 內，且在被使用者接合時對著影像產生器 24 的電源按鈕推動以開啟影像產生器。

【0098】亦圖示於圖 9 中的是位在外殼 90 的側上的窗 130L，使得檢視者/設備使用者具有周邊的視野。存在被切割進外殼 90 之右側的相對應的窗 130R。

【0099】圖 10 繪示圖 9 之顯示設備的外保護罩 100 及內保護罩 105。內保護罩 105 亦保護光學元件免於灰塵等等，且此外可充當額外保護供檢視者的眼睛免於 UV 光（例如若其在其上具有 UV 塗層）或免於其他環境損害。兩個

罩 100 及 105 可以聚碳酸酯製造。內保護罩 105 可塗有抗反射塗層以減少漫射光及眩光。因此，依據某些實施例，顯示設備 30 包括以聚碳酸酯製造的彎曲保護罩 100，該保護罩在被分光器結合之前傳送來自實體場景的光。依據某些實施例顯示設備 30 更包括以聚碳酸酯製造的彎曲保護罩 105，該保護罩在被分光器結合之後傳送來自實體場景的光。依據某些實施例，彎曲保護罩 105 在面向檢視者的側上包括抗反射塗層。依據某些實施例，保護罩 100 在面向檢視者的側上包括抗反射塗層。依據某些實施例，保護罩 100、105 中的至少一者包括疏油及 / 或抗霧塗層（未圖示）。

【0100】 可在固定螺釘 120R 及 120L 經由影像產生器 24 向彈簧柱塞 125R 及 125L 施力時藉由使用該等固定螺釘旋轉影像產生器來對準影像產生器 24。圖 11 為安裝在外殼 90 中之顯示裝置的橫截面圖。在此圖式中，120R 為經由影像產生器 24 向彈簧柱塞 125R 施力的固定螺釘。相對應的固定螺釘 120L 及彈簧柱塞 125L 亦用以在主軸 A 周圍旋轉影像產生器 24。

【0101】 依據某些實施例，顯示設備 30 包括調整影像產生器繞在與反射面的主軸平行的一軸進行的旋轉的手段。圖 11 亦繪示的是，外殼 90 包括用於支撐分光器 26 的內模製支撐結構 26s。

【0102】 圖 12 與圖 9 類似，但額外繪示包括光學元件 250 的顯示裝置，該光學元件折曲與影像產生器 24 相關

聯之成像系統 240 的檢視方向。例如，在圖 12 的實施例中，影像產生器 24 為包括攝影機 240（手機的成像系統）的手機。光學元件 250（例如折曲鏡或稜鏡）位在攝影機 240 附近。光學元件 250 被結構化為折曲攝影機的檢視方向。因此，攝影機可「檢視」或「看見」由檢視者經由分光器所檢視之視野的至少一部分。亦即，攝影機在光學元件 250 的幫助下可以檢視者正看著的相同方向來「看」。例如，在某些實施例中，光學元件 250 包括反射面，使得攝影機的視野包括檢視者通過分光器的視線。反射面可例如由反射塗層形成。顯示設備可更併入至少一個成像系統 240'（例如手機中被結構化及定位以拍攝終端使用者之照片（「自拍」）的攝影機）。成像系統 240'（例如攝影機透鏡）被調整或例如與光學折曲光學元件 250'（其可與上述的光學元件 250 類似）結合調整，以經由分光器來「看」著檢視者的眼睛，且因此追蹤檢視者在看哪。

【0103】 圖 13 亦與圖 9 類似，但額外繪示的是，顯示裝置包括至少一個遮陽板 300A、300B，以供阻擋太陽（為了最小化太陽眩光）。在所繪示的實施例中，遮陽板 300A 被鉸合，且其位置（角度）可由檢視者依需要調整。替代遮陽板 300B 在由箭頭 A-A 所指示的方向上能夠依需要滑進及出位置。依據某些實施例（未圖示），亦可在側窗（及周邊窗 130L、130R）上部署側遮陽板。遮陽板 300A、300B 以及側遮陽板可為不透明的，或可包括偏振器或包括光致變色材料，以供最小化太陽眩光。

【0104】 依據某些實施例（未圖示），顯示裝置包括以下中的至少一者：GPS感測器、至少一個頭部追蹤感測器、眼睛追蹤感測器、加速計或位在通過分光器「看」著檢視者眼睛的兩個透鏡之間的攝影機。

【0105】 注意的是，在圖9-12中所示的實施例中，影像產生器24位在檢視者眼睛上方，且透鏡位在檢視者眼睛下方。然而，在本文中所揭示的所有實施例中，影像產生器24可位在檢視者眼睛下方，且透鏡L1位在檢視者眼睛上方。亦即，設備的定向相對於圖9-12中所示的定向「翻轉」180度，其具有最小化太陽眩光的優點，因為防止了太陽射線撞擊透鏡L1、L2的折射面。（例如參照圖14）。圖14亦繪示的是，顯示裝置的此示例性實施例至少包括一個攝影機240及光學元件250，該光學元件折曲攝影機的視線，使其實質上與檢視者的視線平行。攝影機250可用以捕捉由各眼睛所見的影像，使得AR重疊的虛擬部分（由影像產生器24所提供的影像）可在適當位置中（針對各眼睛）放置進由檢視者所檢視的實際場景。

【0106】 注意的是，圖9-12的設備可利用兩個影像產生器24R、24L，例如如圖4A及5A中所示。利用兩個小的影像產生器24R、24L有利地減少整體顯示裝置的尺寸。該等影像產生器24R、24L可位在檢視者眼睛的下方或上方。顯示設備可更併入一或二個攝影機240'（如圖14中所示意性地圖示），該等攝影機例如與光學折曲光學元件250'結合調適或結構化以經由分光器「看」著檢

視者的眼睛，且因此追蹤檢視者在看哪。例如，成像系統或攝影機 240' 可位在影像產生器 24R、24L 的鄰近或附近。或者，一或更多個攝影機 240' 可位在經由分光器「看」著檢視者眼睛的兩個透鏡之間。攝影機 240' 亦可定位在顯示設備中的其他處，例如位在保護罩 100 或 105 附近或上，使得其可追蹤檢視者眼睛（或眼瞳）的位置。該等攝影機 240' 單獨或與其他光學元件結合可追蹤眼睛，使得由檢視者看著的真實場景的位置被顯示設備「知道」，且 AR 重疊的虛擬部分可在適當的位置中（針對各眼睛）放進由檢視者所檢視的實際場景。如上所述，例如經由多個攝影機、使用透鏡/稜鏡系統及/或反射鏡來將影像多工進適當位置，以完成此步驟。此外，吾人可與一或更多個眼睛追蹤攝影機（或使用者視線追蹤攝影機）結合使用軟體演算法，以在檢視者正看著的真實/實際場景上產生適當的虛擬影像重疊。

【0107】 據此，如本文中所述，顯示系統的某些實施例更包括以下中的至少一者：GPS 感測器、至少一個眼睛（或眼睛追蹤）追蹤感測器、加速計或看著檢視者的眼睛或由檢視者所檢視的場景的攝影機。

【0108】 以下說明 A1-O13 更描述本文中所揭示的若干示例性實施例。

【0109】 A1. 依據某些實施例，一種顯示裝置（A1）包括：

至少一個影像產生器，產生影像承載光；

一透鏡，從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一非球面入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面反射面；及

一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱。

【0110】 A2. 依據某些實施例，如 A1 中所述的顯示裝置，該分光板的該第一及第二表面平行到 50 弧秒內。

【0111】 A3 - A4. 在某些實施例中，該分光板的該第一及第二表面平行到 40 弧秒內，且在某些實施例中是在 20 弧秒內。

【0112】 A5. 依據某些實施例，如 A1 - A4 中之任一者所述之顯示裝置，在該影像承載光的該路徑上更包括一像場透鏡。

【0113】 A6. 依據某些實施例，如 A1 - A5 中之任何者所述的顯示裝置，該分光板為一偏振分光器且該顯示裝置（A1）更包括安置在該分光板及該透鏡之間的一四分波片。

【0114】 A7. 依據某些實施例，如 A1 - A6 中之任何者所述之顯示裝置，更包括一彎曲保護罩，該彎曲保護罩在被該分光器結合之後從一實體場景傳送該光。

【0115】 A8. 依據某些實施例，如A7所述之顯示裝置的該彎曲保護罩在面向該檢視者的一側上包括一抗反射塗層。

【0116】 A9. 依據某些實施例，其中A1-A8中所述之該顯示裝置的該透鏡為一塑膠透鏡。

【0117】 A10. 依據某些實施例，其中A1-A8中所述之該顯示裝置的該透鏡為一壓克力透鏡。

【0118】 A11. 依據某些實施例，如A1-A10中之任何者所述之顯示裝置，更包括調整元件，該等調整元件被結構化為調整該影像產生器繞在與該反射面的該主軸平行之一軸進行的旋轉。

【0119】 A12. 依據某些實施例，如A11所述之顯示裝置，該等調整元件包括在一側處接合該影像產生器的至少一個螺釘及在另一側處接合該影像產生器的至少一個彈簧柱塞。

【0120】 A13. 依據某些實施例，如A11所述之顯示裝置，其中該等調整元件包括在一側處接合該影像產生器的複數個螺釘及在另一側處接合該影像產生器的複數個彈簧柱塞。

【0121】 A14. 依據某些實施例，如A1-A13中之任何者所述之顯示裝置，其中該影像產生器從一扁平顯示表面產生一扁平的影像承載光像場；該透鏡從該影像產生器隔開，使得該反射面的該主軸與該影像產生器正交；及該分

光板的該第一及第二表面為實質平行的表面，該等表面相對於一檢視者的一視線是傾斜的。

【0122】 A15. 依據某些實施例，如A1-A14中之任何者所述之顯示裝置，該分光器在面向該影像產生器的該側上包括一抗反射塗層。

【0123】 A16. 依據某些實施例，如A1或A14所述之顯示裝置，該分光器為一偏振分光器。

【0124】 A17. 依據某些實施例，如A16所述之顯示裝置，更包括該影像產生器附近的一偏振片及位在該透鏡及該分光器之間的一 $\frac{1}{4}$ 波片。

【0125】 A18. 依據某些實施例，如A1-A17中之任何者所述之顯示裝置，該顯示裝置可由該檢視者穿戴。

【0126】 A19. 如A1-A18所述之顯示裝置，其中該分光板是使用一融熔拉製程序來形成的。

【0127】 A20. 如A14中所述的顯示裝置，其中該分光板的該第一及第二表面平行到30弧秒內。

【0128】 A20. 如A14中所述的顯示裝置，其中該分光板的該第一及第二表面平行到30弧秒內。

【0129】 A21. 如A14所述之顯示裝置，其中該分光板為一偏振分光器，且更包括安置在該分光板及該透鏡之間的一四分波片。

【0130】 A22. 如A14所述之顯示裝置，在該影像承載光的該路徑上更包括一像場透鏡。

【0131】 A23. 如A22所述之顯示裝置，其中該像場透鏡與該影像產生器直接相鄰，且包括一非球面。

【0132】 A24. 如A1-A23中之任一者所述之顯示裝置，其中該影像產生器包括一有機發光二極體。

【0133】 A25. 如A1-A25中之任一者所述之顯示裝置，其中該影像產生器包括一個人通訊設備。

【0134】 B1. 一種顯示裝置，包括：

a) 一扁平影像產生器；

b) 一透鏡，從該影像產生器隔開，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面反射面，其中該反射面的一主軸與該影像產生器正交；及

c) 一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中且針對一檢視者沿一物體場景的一視線安置，該分光板具有第一及第二實質平行的表面，該等表面相對於該視線是傾斜的，

其中該分光板更被安置為向透鏡傳送來自該影像產生器的影像承載光，且其中該分光板及透鏡定義一光學路徑，該光學路徑傳遞該影像承載光以供經由該非球面入射折射面進行一第一折射、從該非球面反射面反射該折射光及從該非球面入射折射面將該反射光折射回該分光板，該分光板沿該檢視者的該視線朝一檢視者眼箱反射來自該透鏡的該光。

【0135】 C1. 一種顯示裝置，包括：

一第一分光板，具有第一及第二平行表面，且被安置為沿一檢視者的一視線定義一第一檢視者眼箱；及

一第一虛擬影像形成裝置，用於在該第一檢視者眼箱處形成一第一虛擬影像，該第一虛擬影像形成裝置包括：

(i)一第一影像產生器，從該第一分光板隔開，該第一分光板朝該第一分光板的該第一表面定向一第一扁平的影像承載光像場；

(ii)一第一透鏡，具有相對於是該第一影像產生器凹的一第一非球面入射折射面，且具有相對於該第一影像產生器是凹的一第一非球面反射面，其中該第一反射面的一第一主軸與該第一影像產生器正交。

【0136】 C2.如C1所述之顯示裝置，更包括：

一第二分光板，具有第三及第四平行表面，且被安置為沿一檢視者的該視線定義一第二檢視者眼箱；及

一第二虛擬影像形成裝置，用於在該第二檢視者眼箱處形成一第二虛擬影像，該第二虛擬影像形成裝置包括：

(i)一第二影像產生器，從該第二分光板隔開，該第二分光板朝該第二分光板的該第三表面定向一第二扁平的影像承載光像場；

(ii)一第二透鏡，具有相對於是該第二影像產生器凹的一第二非球面入射折射面，且具有相對於該第二影像產生器是凹的一第二非球面反射面，其中該第二反射面的一第二主軸與該第二影像產生器正交。

【0137】 C2.如C1所述之顯示裝置，其中該第一及第二影像產生器以相對方向定向影像承載光。

【0138】 C3.如A1、A14、B1、C1或C2所述之顯示裝置，其中該分光板是使用一融熔拉製程序來形成的。

【0139】 C4.如C1所述之顯示裝置，其中C3。如C1所述之顯示裝置，其中C3。

【0140】 C5.如C4中所述的顯示裝置，其中該分光板的該第一及第二表面平行到30弧秒內。

【0141】 D1.一種顯示裝置，包括：

一分光板，被安置為沿一檢視者的一相對應視線定義一左眼及右眼檢視者眼箱，該分光板具有第一及第二平行表面，該等表面相對於該視線是傾斜的；

一左眼虛擬影像形成裝置及一右眼虛擬影像形成裝置，各虛擬影像形成裝置被安置為形成要在該相對應檢視者眼箱檢視的一相對應的左及右眼虛擬影像且包括：

(i)一影像產生器，從該分光板隔開，該分光板朝該分光板的該第一表面定向一扁平的影像承載光像場；
及

(ii)一單件透鏡，從該分光板的該第二表面隔開，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面反射面，其中該反射面的一主軸與該影像產生器正交。

【0142】 D2.如D1所述之顯示裝置，其中該分光板的一第一邊緣被鉸合至該單件透鏡。

【0143】 D3. 如D1所述之顯示裝置，其中該分光板的一第二邊緣耦合至一外殼，該外殼接受一個人通訊設備作為該影像產生器。

【0144】 D4. 如A1-D3所述之顯示裝置，其中該裝置相對於該垂直方向是可折疊的。

【0145】 D6. 如D1所述之顯示裝置，其中用於該等虛擬影像形成裝置中的至少一者的該單件透鏡阻擋該水平視野的一部分。

【0146】 D7. 如A1、A14、B1、C1及D1所述之顯示裝置，其中該分光板的重量小於25克且提供超過40度的一水平全視野。

【0147】 D8. 如D7所述之顯示裝置，其中該分光板重2到15克，例如3-15克、2-10克、3-10克或2-5克。

【0148】 D9. 如A1、A14、B1、C1及D1所述之顯示裝置，其中該透鏡以壓克力塑膠模製。

【0149】 D10. 如A1、A14、B1、C1及D1所述之顯示裝置，其中來自一實體場景的光被傳送通過該分光板到檢視者的眼睛且與由該影像產生器所提供的該光結合。

【0150】 D11. 如D9所述之顯示裝置，更包括該彎曲保護罩，該彎曲保護罩包括一疏油及/或一抗霧塗層。

【0151】 D12. 如D9所述之顯示裝置，更包括以聚碳酸酯製造的一彎曲保護罩，該彎曲保護罩在被該分光板結合之後傳送來自一實體場景的光。

【0152】 D13. 如D10所述之顯示裝置，更包括以聚碳酸酯製造的一彎曲保護罩，該彎曲保護罩在被該分光板結合之後傳送來自一實體場景的光。

【0153】 D14. 如A14、B1、C1及D1所述之顯示裝置，更包括調整元件，該等調整元件被結構化為調整該影像產生器繞在與該主軸平行的一軸進行的旋轉。

【0154】 D15. 如D14所述之顯示裝置，其中該等調整元件包括對著彈簧柱塞推動該影像產生器的螺釘。

【0155】 D16. 如A1、A14、B1、C1及D1所述之顯示裝置，更包括用於啟動該顯示源的一電源啟動器。

【0156】 D17. 如A1到D16中之任何者所述之顯示裝置，其中該等透鏡具有5到10 mm的一中心厚度及具有弛度（ z ）之設計的兩個非球面，該弛度由以下所描述：

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

且其中該等非球面係數A、B或C中的至少一者是非零的。

【0157】 D18. 如A1到D17中之任何者所述之顯示裝置，其中該分光器、影像產生器及透鏡的尺度及定向被選擇為造成針對該物體場景之該檢視者的一視野，該視野大於在內形成該虛擬影像的該視野。

【0158】 E1. 該顯示裝置，包括：

一支撐結構，用於在該檢視者的該直接視線外支撐一影像產生器，該影像產生器能夠產生一影像承載光；及

一扁平分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面。

【0159】 E2. 如E1所述之顯示裝置，其中該影像產生器為一電信設備。

【0160】 E3. 如A1到E2中之任何者所述之顯示裝置，其中該影像產生器為一手機。

【0161】 E5. 如A1到E3中之任何者所述之顯示裝置，該顯示設備包括至少一個可移動式光學元件。

【0162】 E6. 如E5所述之顯示裝置，其中該可移動式光學元件包括一扁平分光板。

【0163】 E7. 如E6所述之顯示裝置，其中該扁平分光板被鉸合。

【0164】 E8. 如E1所述之顯示裝置，更包括一透鏡，該透鏡從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一非球面入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面反射面。

【0165】 E9. 如A1、A14、B1、C1、D1或E1所述之顯示裝置，其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱。

【0166】 F1. 一種向一檢視者供應一影像承載光的方法，包括以下步驟：

從一影像產生器發射該影像承載光，該影像產生器定位在一檢視者的該直接視線附近但在該直接視線外面；

將該影像承載光定向前行通過一分光板；

折射該影像承載光一第一次；

從一透鏡朝該分光器將該影像承載光反射回來；

在前行至該分光器之前，折射該影像承載光一第二次；及

在該第二折射步驟之後，將該影像承載光反射離開該分光器且進入該檢視者的該視線。

【0167】 F2.如F1所述之方法，其中該第一及第二折射步驟及該第一及第二反射步驟是使用一單一透鏡來達成的，該單一透鏡具有反射該影像的一反射凹面。

【0168】 如請求項F1所述之方法，其中折射該影像承載光該第一次的該步驟包括將該光束傳遞通過定位在該影像產生器及該分光器之間的一折射光束。

【0169】 G1.一種顯示裝置，包括：

(i)一影像產生器，從一影像產生器顯示表面產生一影像承載光；

(ii)一透鏡，從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一反射面，該等透鏡表面中的至少一者是一非球面；(iii)一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱；及

(iv) 一像場透鏡，在該影像承載光的該路徑上位在該影像產生器附近，該像場透鏡包括至少一個非球面。

【0170】 G2. 一種顯示裝置，包括：

一影像產生器，從一影像產生器顯示表面產生一影像承載光；

兩個透鏡，從該影像產生器隔開，該等透鏡中的各者包括一光軸、相對於該影像產生器是凹的一入射折射面及相對於該影像產生器是凹的一反射面，其中該等表面中的至少一者是非球面的；該等表面經結構化，使得該透鏡中的各者的該等光軸在1弧分內彼此平行且以50 mm及80 mm之間的一距離彼此隔開；

一分光板，安置在該影像產生器及該等透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該等透鏡及該分光器沿該檢視者的該線視線結合提供影像承載光。

【0171】 G3. 如D17、E1、G1或G2所述之顯示裝置，其中該透鏡具有3-12 mm的一中心厚度。

【0172】 G4. 如D17、E1、G1或G2所述之顯示裝置，其中該透鏡具有3-10 mm的一厚度。

【0173】 G5. 如D17、E1、G1或G2所述之顯示裝置，其中該透鏡具有4-8 mm的一厚度。

【0174】 G6. 如G1到G5中之任何者所述之顯示裝置，其中兩個透鏡的重量總共5-80克。

【0175】 G7. 如G6所述之顯示裝置，其中該分光器的重量小於5克。

【0176】 G8. 如G7所述之顯示裝置，其中該分光器重2-10克。

【0177】 G9. 如G1-G8所述之顯示裝置，其中該影像產生器為一「智慧型手機」。

【0178】 G10. 如A1-G9中之任何者所述之顯示系統，其中該影像產生器包括一或更多個(例如兩個)OLED設備。

【0179】 G11. 如A1-G9中之任何者所述之顯示裝置，其中該影像產生器包括具有一液晶顯示器的一設備。

【0180】 G12. 如A1-G11中之任何者所述之顯示系統，更包括以下中的至少一者：一GPS感測器、一頭部追蹤感測器、一眼睛追蹤感測器、一加速計、位在經由該分光器看著檢視者眼睛的該兩個透鏡之間的一攝影機。

【0181】 H1. 一種顯示裝置，包括：

一影像產生器，從一影像產生器顯示表面產生一影像承載光；

一透鏡，從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一入射折射面及相對於該影像產生器是凹的一反射面；及

一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱；

其中該影像產生器及該透鏡之間的該距離為 20 - 60 mm。

【0182】 H2. 如 A1 - H1 中之任何者所述之顯示裝置，其中該影像產生器及該透鏡之間的該距離為 30 - 50 mm。

【0183】 H3. 如 H2 所述之顯示裝置，其中該透鏡包括至少一個非球面（例如兩個非球面）。

【0184】 H2. 如 A1 - H1 中之任何者所述之顯示裝置，其中該透鏡具有一阿貝 V 數 > 40 （例如 > 55 ，或在 50 及 70 之間，或在 55 及 65 之間）。

【0185】 I1. 一種顯示裝置，包括：

一光學系統，包括：

(i) 一影像產生器，從一顯示表面產生影像承載光；

(ii) 一透鏡，從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一反射面，且該等表面中的至少一者是非球面的；及

(iii) 一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱，

該光學系統更包括一出射光瞳，該出射光瞳具有一出射光瞳直徑 $D_p \geq 7 \text{ mm}$ 。

【0186】 I2. 如 I1 所述之顯示裝置，其中 D_p 是在 7 及 20 mm 之間。

【0187】 I3. 如 I1 所述之顯示裝置，其中 $D_p > 10 \text{ mm}$ （例如 10 - 30 mm 或 1 - 20 mm）。

【0188】 J1. 一種顯示裝置，包括：

一光學系統，包括：

(i) 一影像產生器，從一顯示表面產生影像承載光；

(ii) 一透鏡，從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一反射面，且該等表面中的至少一者是非球面的；及

(iii) 一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱，

該分光器被結構化及定位，使得由該影像產生器所產生的該影像承載光在其朝該透鏡傳播時橫過該分光器，且在其被該透鏡反射時從該分光器反射。

【0189】 J2. 如 A1、B1、C1、D1、E1、F1、G1、H1、I1 或 J1 所述之顯示裝置，其中該分光器具有一部分反射面，該部分反射面被定位為面向該透鏡。

【0190】 J3. 如 A1、B1、C1、D1、E1、F1、G1、H1、I1 或 J1 所述之顯示裝置，具有一出射光瞳直徑 $D_p \geq 7\text{ mm}$ 及一垂直全視野 FOV_v 及一水平全視野 FOV_h ，使得 $FOV_h/FOV_v > 1.5$ （例如 $3 \geq FOV_h/FOV_v > 1.5$ 或 $5 \geq FOV_h/FOV_v > 1.5$ ）。

【0191】 J4. 如 A1、B1、C1、D1、E1、F1、G1、H1、I1 或 J1 所述之顯示裝置，更包括一攝影機及位在該攝影機附近的一光學元件，該光學元件具有一反射面且經定位使得該攝影機可檢視經由該分光板由檢視者所檢視之該視野的至少一部分。

【0192】 K1. 一種顯示裝置，包括：

一光學系統，包括：

(i) 一影像產生器，從一顯示表面產生一影像承載光；

(ii) 一透鏡，從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面反射面，且該等表面中的至少一者是非球面的；及

(iii) 一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線是傾斜的第一及第二表面，該分光器被結構化及定位，使得由該影像產生器所產生的該影像承載光在其朝該透鏡傳播時橫過該分光器，且在其由該透鏡反射時從該分光器反射；及

該光學系統更包括一出射光瞳，該出射光瞳具有一出射光瞳直徑 $D_p \geq 7\text{ mm}$ ，且具有一垂直全視野 FOV_v 及一水平全視野 FOV_h ，使得 $FOV_h/FOV_v > 1.5$ 。

【0193】 K2. 如 J3 或 K1 所述之顯示裝置，其中 $FOV_h/FOV_v > 1.7$ （例如 $3 \geq FOV_h/FOV_v > 1.7$ 或 $5 \geq FOV_h/FOV_v > 1.5$ ）。

【0194】 L1. 一種顯示裝置，包括：

一光學系統，包括：

(i) 一影像產生器，從一影像產生器顯示表面產生一影像承載光；該影像產生器更包括一攝影機及一光學構件，該光學構件折曲位在其附近之該攝影機的該檢視方向。

(ii) 一透鏡，從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面反射面，且該等表面中的至少一者是非球面的；及

(iii) 一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱。

【0195】 L2. 如 L1 所述之顯示裝置，其中該光學構件包括一反射面或一稜鏡，使得該攝影機可檢視經由該分光板由該檢視者所檢視之該視野的至少一部分。

【0196】 L3.如請求項L1所述之顯示系統，其中該光學構件包括一反射面或一稜鏡，使得該攝影機的該視野包括經由該分光板之該檢視者的該視線。

【0197】 M1.一種顯示裝置，包括：

一光學系統，包括：

(i)一影像產生器，產生一影像承載光；

(ii)一偏振片，位在該影像產生器附近；

(iii)一透鏡，從該顯示源及該偏振片隔開，該透鏡具有相對於該顯示源是凹的一入射折射面，且具有相對於該顯示源是凹的一非球面反射面，且該等表面中的至少一者是非球面的；及

(iv)一分光板，安置在該偏振片及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

(v)一四分波阻滯器，位在該透鏡及該分光器之間；

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱。

【0198】 M2.如M1所述之顯示系統，其中該 $\frac{1}{4}$ 波片阻滯器跨該可見光譜是消色的。

【0199】 M3.如A1、B1、C1、D1、E1、G1、H1、I1、J1、K1更包括位在該透鏡及該分光器之間的一 $\frac{1}{4}$ 波片阻滯器，且較佳地其中該 $\frac{1}{4}$ 波片阻滯器跨該可見光譜是消色的。

【0200】 N1.一種顯示裝置，包括：

一影像產生器，從一影像產生器顯示表面產生一影像承載光；

一透鏡，從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一反射面，且該等表面中的至少一者是非球面的；及

一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱，且其中該顯示裝置展現以下中的至少一者：

(a) 30及70度之間的水平視野、5 mm及50 mm之間（且較佳地至少8 mm）的一適眼距距離、30 mm及70 mm間之該透鏡的焦長；7 mm及20 mm之間的一出射光瞳直徑，及該透鏡及該顯示器之間30 mm到70 mm的一距離；

(b) 5 mm及40 mm之間（且較佳地至少8 mm）的一適眼距距離、30及70度之間的一水平FOV及1分/像素及4分/像素之間的解析度。

【0201】 N2.如A1-M3中之任何者所述之顯示裝置，其中該顯示裝置展現以下中的至少一者：

(a) 30及70度之間的水平視野、5 mm及50 mm之間（且較佳地至少8 mm）的一適眼距距離、30 mm及70 mm

間之該透鏡的焦長；7 mm 及 20 mm 之間的一出射光瞳直徑，及該透鏡及該顯示器之間 30 mm 到 70 mm 的一距離；

(b) 5 mm 及 40 mm 之間（且較佳地至少 8 mm）的一適眼距距離、30 及 70 度之間的一水平 FOV 及 1 分/像素及 4.4 分/像素之間（例如 1 - 4 分/像素）的解析度。

【0202】 O1.一種顯示裝置，包括：

一光學系統，包括：

(i) 一影像產生器，產生一影像承載光；

(ii) 一偏振片，位在該影像產生器附近。

(iii) 一透鏡，從該顯示源及該偏振片隔開，該透鏡具有相對於該顯示源是凹的一入射折射面，且具有相對於該顯示源是凹的一非球面反射面，且該等表面中的至少一者是非球面的；及

(iv) 一分光板，安置在該偏振片及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱。

【0203】 O2.一種顯示裝置，包括：

一影像產生器，從一影像產生器顯示表面產生一影像承載光；

至少兩個透鏡，從該影像產生器隔開，該兩個透鏡中的各者具有相對於該影像產生器是凹的一入射折射面，且具

有相對於該影像產生器是凹的一非球面反射面，且該等表面中的至少一者是非球面的；及

一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱，及其中

該顯示裝置展現以下中的至少一者：

(a) 30 及 70 度之間的水平視野、5 mm 及 50 mm 之間（且較佳地至少 8 mm）的一適眼距距離、30 mm 及 70 mm 間之該透鏡的焦長；7 mm 及 20 mm 之間的一出射光瞳直徑，及該透鏡及該顯示器之間 30 mm 到 70 mm 的一距離；

(b) 5 mm 及 40 mm 之間（且較佳地至少 8 mm）的一適眼距距離、30 及 70 度之間的一水平 FOV 及 1 分/像素及 4 分/像素之間的解析度。

【0204】 O3.如 O2 所述之顯示裝置，其中該兩個透鏡被定位為彼此接觸。

【0205】 O4.如 O2 所述之顯示裝置，其中該兩個透鏡被形成為一單件單一元件。

【0206】 O5.如 O2 所述之顯示裝置，其中該兩個透鏡被調整形狀以針對檢視者的鼻部提供一安插空間。

【0207】 O6.如 O2 所述之顯示裝置，其中該等透鏡中的各者包括一光軸，且該等透鏡經結構化及定位，使得該

透鏡中的各者的該光軸在1弧分內彼此平行（例如在50弧秒內、40弧秒內或甚至30弧秒內）。

【0208】 O7.如O6所述之顯示裝置，其中該影像產生器顯示表面為一扁平表面。

【0209】 O8.如說明A1到O6中之任何者所述之顯示裝置，其中該顯示裝置展現小於44微米的側向色差。

【0210】 O9.如說明A1到O6中之任何者所述之顯示裝置，其中該顯示裝置展現小於該顯示設備之該像素之該寬度的側向色差。

【0211】 O10.如說明A1-O9中之任何者所述之顯示裝置，其中該影像產生器位在該檢視者的眼睛上方且該透鏡位在檢視者的眼睛下方。

【0212】 O11.如說明A1-O9中之任何者所述之顯示裝置，其中該影像產生器位在檢視者的眼睛下方且該透鏡位在檢視者的眼睛上方。

【0213】 O12.如G12-O9中之任何者所述之顯示裝置，更包括以下中的至少一者：一GPS感測器、至少一個眼睛追蹤感測器、一加速計或被結構化為看著該檢視者眼睛或看著由檢視者所檢視之一場景的一攝影機。

【0214】 O13.如A1-O12所述之顯示系統，更包括被結構化為看著該檢視者眼睛或看著由該檢視者所檢視之場景的至少一個攝影機。

【0215】 亦應注意的是，對於不需要增強實境且僅需要電子產生的影像的實施例而言，可替代性地例如藉由罩針

對一或兩個眼睛阻擋來自真實世界物體場景的光。除非原本明確表明，絕不欲本文中所闡述的任何方法被建構為需要其步驟以特定順序執行。據此，凡方法請求項實際上並不記載要由其步驟所遵循的順序或在請求項或說明書中原本未具體表明將步驟限於特定順序，絕不欲推斷任何特定順序。

【0216】對於本領域中具技藝者將理解的是，在不脫離本發明之精神或範圍的情況下，可作出各種更改及變化。因為併入本發明之精神及本質之所揭示實施例的修改組合、子組合及變化對於先前技術中具技藝者而言是可能發生的，本發明應被建構為包括隨附請求項及其等效物之範圍內的一切事物。

【符號說明】

【0217】

10 虛擬影像形成裝置

10L 左眼虛擬影像形成裝置

10R 右眼虛擬影像形成裝置

12 視線

20 反射性非球面

20' 反射塗層

22 折射性非球面

24 影像產生器

24' 顯示表面

24L 左眼影像產生器

2 4 R 右眼影像產生器

2 6 分光板

2 6 L 分光板

2 6 R 分光板

2 6 S 內模製支撐結構

3 0 顯示裝置

3 2 L 左眼影像

3 2 R 右眼影像

4 0 光學路徑

4 0 '' 偏振片

4 2 第一轉樞

4 4 第二轉樞

4 6 外殼

9 0 機械外殼

1 0 0 外保護罩

1 0 5 內保護罩

1 1 0 電源啟動器

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 周邊窗

1 3 0 R 周邊窗

2 4 0 成像系統

2 4 0 ' 成 像 系 統

2 5 0 光 學 元 件

2 5 0 ' 光 學 折 曲 光 學 元 件

3 0 0 A 遮 陽 板

3 0 0 B 遮 陽 板

A 主 軸

E 眼 箱

E L 眼 箱

E R 眼 箱

L 1 透 鏡

L 2 透 鏡

L_F 像 場 透 鏡

P 瞳 孔

S 1 第 一 平 行 表 面

S 2 第 二 平 行 表 面

【生物材料寄存】

【 0 2 1 8 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 2 1 9 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

無

**【發明摘要】****【中文發明名稱】**廣視野個人顯示器**【英文發明名稱】**WIDE FIELD PERSONAL DISPLAY**【中文】**

一種顯示裝置，具有：一影像產生器，從一表面產生影像承載光；及一透鏡，從該影像產生器隔開，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面反射面，其中該反射面的一主軸與該影像產生器正交。一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線是傾斜的第一及第二平行表面。該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱。

【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。

申請案號：

申請日：

IPC 分類：

【代表圖之符號簡單說明】

1 0 虛 擬 影 像 形 成 裝 置

1 2 視 線

2 0 反 射 性 非 球 面

2 2 折 射 性 非 球 面

2 4 影 像 產 生 器

2 4 ' 顯 示 表 面

2 6 分 光 板

4 0 光 學 路 徑

A 主 軸

E 眼 箱

L 1 透 鏡

P 瞳 孔

S 1 第 一 平 行 表 面

S 2 第 二 平 行 表 面

【特徵化學式】

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種顯示裝置，包括：

至少一個影像產生器，產生影像承載光；

一透鏡，從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一非球面入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面反射面；及

一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱。

【第2項】 如請求項1中所述的顯示裝置，其中該分光板的該第一及第二表面平行到50弧秒內。

【第3項】 如請求項1所述之顯示裝置，更包括調整元件，該等調整元件被結構化為調整該影像產生器繞在與該反射面的該主軸平行之一軸進行的旋轉。

【第4項】 一種如請求項1所述之顯示裝置，其中：

該影像產生器從一扁平的顯示表面產生一扁平的影像承載光像場；

該透鏡從該影像產生器隔開，使得該反射面的該主軸與該影像產生器正交；及

該分光板的該第一及第二表面為實質平行的表面，該等表面相對於一檢視者的一視線是傾斜的。

【第5項】 如請求項4所述之顯示裝置，其中該分光器在面向該影像產生器的該側上包括一抗反射塗層。

【第6項】 如請求項4所述之顯示裝置，其中該分光器為一偏振分光器。

【第7項】 如請求項6所述之顯示裝置，更包括該影像產生器附近的一偏振片及位在該透鏡及該分光器之間的一 $\frac{1}{4}$ 波片。

【第8項】 如請求項4所述之顯示裝置，其中該顯示裝置可由該檢視者穿戴。

【第9項】 如請求項4所述之顯示裝置，其中該分光板是使用一融熔拉製程序來形成的。

【第10項】 如請求項4所述之顯示裝置，其中該分光板為一偏振分光器，且更包括安置在該分光板及該透鏡之間的一四分波片。

【第11項】 如請求項4所述之顯示裝置，在該影像承載光的該路徑上更包括一像場透鏡。

【第12項】 如請求項11所述之顯示裝置，其中該像場透鏡與該影像產生器直接相鄰，且包括一非球面。

【第13項】 一種顯示裝置，包括：

a) 一扁平影像產生器；

b) 一透鏡，從該影像產生器隔開，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面反射面，其中該反射面的一主軸與該影像產生器正交；及

c) 一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中且針對一檢視者沿一物體場景的一視線安置，該分光板具有第一及第二實質平行的表面，該等表面相對於該視線是傾斜的，

其中該分光板更被安置為向透鏡傳送來自該影像產生器的影像承載光，且其中該分光板及透鏡定義一光學路徑，該光學路徑傳遞該影像承載光以供通過該非球面入射折射面進行一第一折射、從該非球面反射面反射該折射光及從該非球面入射折射面將該反射光折射回該分光板，該分光板沿該檢視者的該視線朝一檢視者眼箱反射來自該透鏡的該光。

【第14項】 一種顯示裝置，包括：

一第一分光板，具有第一及第二平行表面，且被安置為沿一檢視者的一視線定義一第一檢視者眼箱；及

一第一虛擬影像形成裝置，用於在該第一檢視者眼箱處形成一第一虛擬影像，該第一虛擬影像形成裝置包括：

(i) 一第一影像產生器，從該第一分光板隔開，該第一分光板朝該第一分光板的該第一表面定向一第一扁平的影像承載光像場；

(ii) 一第一透鏡，具有相對於該第一影像產生器是凹的一第一非球面入射折射面，且具有相對於該第一影像產生器是凹的一第一非球面反射面，其中該第一反射面的一第一主軸與該第一影像產生器正交。

【第15項】 如請求項14所述之顯示裝置，更包括：

一第二分光板，具有第三及第四平行表面，且被安置為沿一檢視者的該視線定義一第二檢視者眼箱；及

一第二虛擬影像形成裝置，用於在該第二檢視者眼箱處形成一第二虛擬影像，該第二虛擬影像形成裝置包括：

(i) 一第二影像產生器，從該第二分光板隔開，該第二分光板朝該第二分光板的該第三表面定向一第二扁平的影像承載光像場；

(ii) 一第二透鏡，具有相對於該第二影像產生器是凹的一第二非球面入射折射面，且具有相對於該第二影像產生器是凹的一第二非球面反射面，其中該第二反射面的一第二主軸與該第二影像產生器正交。

【第16項】 如請求項15所述之顯示裝置，其中該第一及第二影像產生器以相對方向定向影像承載光。

【第17項】 一種顯示裝置，包括：

一分光板，被安置為沿一檢視者的一相對應視線定義一左眼及右眼檢視者眼箱，該分光板具有第一及第二平行表面，該等表面相對於該視線是傾斜的；

一左眼虛擬影像形成裝置及一右眼虛擬影像形成裝置，各虛擬影像形成裝置被安置為形成要在該相對應檢視者眼箱檢視的一相對應的左及右眼虛擬影像且包括：

(i) 一影像產生器，從該分光板隔開，該分光板朝該分光板的該第一表面定向一扁平的影像承載光像場；及

(ii) 一單件透鏡，從該分光板的該第二表面隔開，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面反射面，其中該反射面的一主軸與該影像產生器正交。

【第18項】 如請求項17所述之顯示裝置，其中該分光板的一第一邊緣被鉸合至該單件透鏡。

【第19項】 如請求項17所述之顯示裝置，其中該分光板的一第二邊緣耦合至一外殼，該外殼接受一個人通訊設備作為該影像產生器。

【第20項】 如請求項17所述之顯示裝置，其中該裝置相對於該垂直方向是可折疊的。

【第21項】 如請求項4、13-15、17所述之顯示裝置，其中來自一實體場景的光被傳送通過該分光板到檢視者的眼睛且與由該影像產生器所提供的該光結合。

【第22項】 如請求項21所述之顯示裝置，更包括以聚碳酸酯製造的一彎曲保護罩，該彎曲保護罩在被該分光板結合之前傳送來自一實體場景的光。

【第23項】 如請求項22所述之顯示裝置，其中彎曲保護罩包括一疏油及/或一抗霧塗層。

【第24項】 如請求項22所述之顯示裝置，更包括以聚碳酸酯製造的一彎曲保護罩，該彎曲保護罩在被該分光板結合之後傳送來自一實體場景的光。

【第25項】 如請求項14所述之顯示裝置，其中該透鏡具有5到10 mm的一中心厚度及具有弛度（ z ）之設計的兩個非球面，該弛度由以下所描述：
$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + Ar^4 + Br^6 + Cr^8$$

其中該等非球面係數A、B或C中的至少一者是非零的。

【第26項】 如請求項1所述之顯示裝置，其中該分光器、影像產生器及透鏡的尺度及定向被選擇為造成針對該物體場景之該檢視者的一視野，該視野大於在內形成該虛擬影像的該視野。

【第27項】 一種顯示裝置，包括：

一支撐結構，用於在該檢視者的該直接視線外支撐一影像產生器，該影像產生器能夠產生一影像承載光；及

一扁平分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面。

【第28項】 如請求項27所述之顯示裝置，其中該影像產生器為一電信設備。

【第29項】 如請求項28所述之顯示裝置，其中該影像產生器為一手機。

【第30項】 如請求項1、4、13-15、17所述之顯示裝置，其中該顯示設備為可折疊的。

【第31項】 如先前請求項中之任何者所述之顯示裝置，其中該顯示設備包括可移動式光學元件。

【第32項】 如請求項31所述之顯示裝置，其中該可移動式光學元件包括一扁平分光板。

【第33項】 如請求項32所述之顯示裝置，其中該扁平分光板被鉸合。

【第34項】 如請求項27所述之顯示裝置，更包括一透鏡，該透鏡從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一非球面入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面反射面。

【第35項】 如請求項34所述之顯示產生器，其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱。

【第36項】 一種向一檢視者供應一影像承載光的方法，包括以下步驟：

從一影像產生器發射該影像承載光，該影像產生器定位在一檢視者的該直接視線附近但在該直接視線外面；

將該影像承載光定向前行通過一分光板；

折射該影像承載光一第一次；

從一透鏡朝該分光器將該影像承載光反射回來；

在前行至該分光器之前，折射該影像承載光一第二次；及

在該第二折射步驟之後，將該影像承載光反射離開該分光器且進入該檢視者的該視線。

【第37項】 如請求項36所述之方法，其中該第一及第二折射步驟及該等反射步驟是使用一單一透鏡來達成的，該單一透鏡具有反射該影像的一反射凹面。

【第38項】 如請求項請求項36所述之方法，其中折射一第一次的該步驟包括將該光束傳遞通過定位在該影像產生器及該分光器之間的一折射光束。

【第39項】 一種顯示裝置，包括：

(i) 一影像產生器，從一影像產生器顯示表面產生一影像承載光；

(ii) 一透鏡，從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一反射面，該等透鏡表面中的至少一者是一非球面；

(iii) 一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱；及

(iv) 一像場透鏡，在該影像承載光的該路徑上位在該影像產生器附近，該像場透鏡包括至少一個非球面。

【第40項】 一種顯示裝置，包括：

一影像產生器，從一影像產生器顯示表面產生一影像承載光；

兩個透鏡，從該影像產生器隔開，該等透鏡中的各者包括一光軸、相對於該影像產生器是凹的一入射折射面及相對於該影像產生器是凹的一反射面，其中該表面中的至少一者是非球面的；該表面經結構化，使得該透鏡中的各者的該光軸在1弧分內彼此平行且以50 mm及80 mm之間的一距離彼此隔開；

一分光板，安置在該影像產生器及該等透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該等透鏡及該分光器沿該檢視者的該線視線結合提供影像承載光。

【第41項】 如請求項39或40所述之顯示系統，其中該影像產生器為一「智慧型手機」。

【第42項】 如請求項40所述之顯示系統，更包括以下中的至少一者：

一GPS感測器、一頭部追蹤感測器、一眼睛追蹤感測器、一加速計、位在通過該分光器看著檢視者眼睛的該兩個透鏡之間的一攝影機。

【第43項】 一種顯示裝置，包括：

一影像產生器，從一影像產生器顯示表面產生一影像承載光；

一透鏡，從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一入射折射面及相對於該影像產生器是凹的一反射面；及

一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱；

其中該影像產生器及該透鏡之間的該距離為 20 - 60 mm。

【第44項】 如請求項1、4、39、40、43中之顯示裝置，其中該影像產生器及該透鏡之間的該距離為 30 - 50 mm。

【第45項】 如請求項44所述之顯示系統，其中該透鏡包括至少一個非球面。

【第46項】 如請求項45所述之顯示系統，其中該透鏡包括至少二個非球面。

【第47項】 如請求項4、39、40、43所述之顯示裝置，其中該透鏡具有一阿貝V數 >40 。

【第48項】 如請求項47所述之顯示裝置，其中該透鏡具有50及70之間的一阿貝V數。

【第49項】 一種顯示裝置，包括：

一光學系統，包括：

(i) 一影像產生器，從一顯示表面產生影像承載光；

(ii) 一透鏡，從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一反射面，且該表面中的至少一者是非球面的；及

(iii) 一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱，

該光學系統更包括一出射光瞳，該出射光瞳具有一出射光瞳直徑 $D_p \geq 7 \text{ mm}$ 。

【第50項】 如請求項49所述之顯示裝置，其中 D_p 是在7及20 mm之間。

【第51項】 如請求項49所述之顯示裝置，其中 $D_p > 10 \text{ mm}$ 。

【第52項】 一種顯示裝置，包括：

一光學系統，包括：

(i) 一影像產生器，從一顯示表面產生影像承載光；

(ii) 一透鏡，從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一反射面，且該表面中的至少一者是非球面的；及

(iii) 一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱，

該分光器被結構化及定位，使得由該影像產生器所產生的該影像承載光在其朝該透鏡傳播時橫過該分光器，且在其被該透鏡反射時從該分光器反射。

【第53項】 如請求項52所述之顯示裝置，其中該分光器具有一部分反射面，該部分反射面被定位為面向該透鏡。

【第54項】 一種顯示裝置，包括：

一光學系統，包括：

(i) 一影像產生器，從一顯示表面產生一影像承載光；

(ii) 一透鏡，從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面反射面，且該表面中的至少一者是非球面的；及

(iii) 一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線是傾斜的第一及第二表面，該分光器被結構化及定位，使得由該影像產生器所產生的該影像承載光在其朝該透鏡傳播時橫過該分光器，且在其由該透鏡反射時從該分光器反射；及

該光學系統更包括一出射光瞳，該出射光瞳具有一出射光瞳直徑 $D_p \geq 7\text{ mm}$ ，且具有一垂直全視野 FOV_v 及一水平全視野 FOV_h ，使得 $FOV_h / FOV_v > 1.5$ 。

【第55項】 如請求項54所述之顯示裝置，其中 $FOV_h / FOV_v > 1.7$ 。

【第56項】 一種顯示裝置，包括：

一光學系統，包括：

(i) 一影像產生器，從一影像產生器顯示表面產生一影像承載光；該影像產生器更包括一攝影機及一光學構件，該光學構件折曲位在其附近之該攝影機的該檢視方向。

(ii) 一透鏡，從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面反射面，且該表面中的至少一者是非球面的；及

(iii) 一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱。

【第57項】 如請求項56所述之顯示系統，其中該光學構件包括：

(i) 一反射面，使得該攝影機可檢視經由該分光板由該檢視者所檢視之該視野的至少一部分；或

(ii) 一反射面，使得該攝影機的該視野包括該檢視者通過該分光器的該視線。

【第58項】 如請求項56所述之顯示系統，其中該光學構件包括一稜鏡，該稜鏡經結構化使得：

(i) 該攝影機可檢視經由該分光板由該檢視者所檢視之該視野的至少一部分；或

(ii) 該攝影機的該視野包括該檢視者的該視線。

【第59項】 一種顯示裝置，包括：

一光學系統，包括：

(i) 一影像產生器，產生一影像承載光；

(ii) 一偏振片，位在該影像產生器附近；

(iii) 一透鏡，從該顯示源及該偏振片隔開，該透鏡具有相對於該顯示源是凹的一入射折射面，且具有相對於該顯示源是凹的一非球面反射面，且該表面中的至少一者是非球面的；及

(iv) 一分光板，安置在該偏振片及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

(v) 一四分波阻滯器，位在該透鏡及該分光器之間；

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱。

【第60項】 如請求項59所述之顯示裝置，其中該 $\frac{1}{4}$ 波片跨該可見光譜是消色的。

【第61項】 一種顯示裝置，包括：

一影像產生器，從一影像產生器顯示表面產生一影像承載光；

一透鏡，從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一非球面入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一反射面，且該表面中的至少一者是非球面的；及

一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱，及其中

該顯示裝置展現以下中的至少一者：

(a) 30 及 70 度之間的水平視野、5 mm 及 50 mm 之間的一適眼距距離、30 mm 及 70 mm 間之該透鏡的焦長；7 mm 及 20 mm 之間的一出射光瞳直徑，及該透鏡及該顯示器之間 30 mm 到 70 mm 的一距離；

(b) 5 mm 及 40 mm 之間的一適眼距距離、30 及 70 度之間的一水平 FOV 及 1 分/像素及 4 分/像素之間的解析度。

【第 62 項】 一種顯示裝置，包括：

一光學系統，包括：

(i) 一影像產生器，產生一影像承載光；

(ii) 一偏振片，位在該影像產生器附近；

(iii) 一透鏡，從該顯示源及該偏振片隔開，該透鏡具有相對於該顯示源是凹的一入射折射面，且具有相對於該顯示源是凹的一非球面反射面，且該表面中的至少一者是非球面的；及

(iv) 一分光板，安置在該偏振片及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱。

【第63項】 一種顯示裝置，包括：

一影像產生器，從一影像產生器顯示表面產生一影像承載光；

至少兩個透鏡，從該影像產生器分開，該兩個透鏡中的各者具有相對於該影像產生器是凹的一入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面反射面，且該表面中的至少一者是非球面的；及

一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱，及其中

該顯示裝置展現以下中的至少一者：

(c) 30及70度之間的水平視野、5 mm及50 mm之間的一適眼距距離、30 mm及70 mm間之該透鏡的焦長；7 mm及20 mm之間的一出射光瞳直徑，及該透鏡及該顯示器之間30 mm到70 mm的一距離；

(d) 5 mm 及 40 mm 之間的一適眼距距離、30 及 70 度之間的一水平 FOV 及 1 分 / 像素及 4 分 / 像素之間的解析度。

【第 64 項】 如請求項 63 所述之顯示裝置，其中：

(i) 適眼距距離為至少 8 mm；及 / 或

(ii) 該兩個透鏡被定位為彼此接觸；及 / 或

(iii) 該兩個透鏡被模製在一起成為一個單件元件。

【第 65 項】 如請求項 63 所述之顯示裝置，其中該兩個透鏡被調整形狀以針對檢視者的鼻部提供一安插空間。

【第 66 項】 如請求項 63 所述之顯示裝置，其中該等透鏡中的各者包括一光軸，且該等透鏡經結構化及定位，使得該透鏡中的各者的該光軸在 1 弧分內彼此平行。

【第 67 項】 如請求項 1、4、17、27、29、30、36、39、46、49、52、53、54、56、57、61、62 或 63 所述之顯示裝置，其中該顯示裝置展現小於 44 微米的側向色差。

【第 68 項】 如請求項 1、4、17、27、29、30、36、39、46、49、52、53、54、57、61、62 或 63 所述之顯示裝置，其中該顯示裝置展現小於該顯示設備之該像素之該寬度的側向色差。

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種顯示裝置，包括：

至少一個影像產生器，產生影像承載光；

一透鏡，從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一非球面入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面反射面；及

一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱。

【第2項】 如請求項1中所述的顯示裝置，其中該分光板的該第一及第二表面平行到50弧秒內。

【第3項】 如請求項1所述之顯示裝置，更包括調整元件，該等調整元件被結構化為調整該影像產生器繞在與該反射面的該主軸平行之一軸進行的旋轉。

【第4項】 如請求項1所述之顯示裝置，其中該分光器、影像產生器及透鏡的尺度及定向被選擇為造成針對該物體場景之該檢視者的一視野，該視野大於在內形成該虛擬影像的該視野。

【第5項】 如請求項1所述之顯示裝置，其中該顯示設備為可折疊的。

【第6項】 如請求項1所述之顯示裝置，其中該顯示設備包括可移動式光學元件。

【第7項】 如請求項6所述之顯示裝置，其中該可移動式光學元件包括一扁平分光板。

【第8項】 如請求項7所述之顯示裝置，其中該扁平分光板被鉸合。

【第9項】 一種如請求項1所述之顯示裝置，其中：

該影像產生器從一扁平的顯示表面產生一扁平的影像承載光像場；

該透鏡從該影像產生器隔開，使得該反射面的該主軸與該影像產生器正交；及

該分光板的該第一及第二表面為實質平行的表面，該等表面相對於一檢視者的一視線是傾斜的。

【第10項】 如請求項9所述之顯示裝置，其中該分光器在面向該影像產生器的該側上包括一抗反射塗層。

【第11項】 如請求項9所述之顯示裝置，其中該分光器為一偏振分光器。

【第12項】 如請求項11所述之顯示裝置，更包括該影像產生器附近的一偏振片及位在該透鏡及該分光器之間的一 $\frac{1}{4}$ 波片。

【第13項】 如請求項9所述之顯示裝置，其中該顯示裝置可由該檢視者穿戴。

- 【第14項】 如請求項9所述之顯示裝置，其中該分光板是使用一融熔拉製程序來形成的。
- 【第15項】 如請求項9所述之顯示裝置，其中該分光板為一偏振分光器，且更包括安置在該分光板及該透鏡之間的一四分波片。
- 【第16項】 如請求項9所述之顯示裝置，在該影像承載光的該路徑上更包括一像場透鏡。
- 【第17項】 如請求項16所述之顯示裝置，其中該像場透鏡與該影像產生器直接相鄰，且包括一非球面。
- 【第18項】 如請求項9所述之顯示裝置，其中來自一實體場景的光被傳送通過該分光板到檢視者的眼睛且與由該影像產生器所提供的該光結合。
- 【第19項】 如請求項18所述之顯示裝置，更包括以聚碳酸酯製造的一彎曲保護罩，該彎曲保護罩在被該分光板結合之前傳送來自一實體場景的光。
- 【第20項】 如請求項19所述之顯示裝置，其中彎曲保護罩包括一疏油及/或一抗霧塗層。
- 【第21項】 如請求項19所述之顯示裝置，更包括以聚碳酸酯製造的一彎曲保護罩，該彎曲保護罩在被該分光板結合之後傳送來自一實體場景的光。
- 【第22項】 如請求項9所述之顯示裝置，其中該影像產生器及該透鏡之間的該距離為30-50 mm。

【第23項】 如請求項22所述之顯示裝置，其中該透鏡包括至少一個非球面。

【第24項】 如請求項23所述之顯示裝置，其中該透鏡包括至少二個非球面。

【第25項】 如請求項9所述之顯示裝置，其中該透鏡具有一阿貝V數 >40 。

【第26項】 如請求項25所述之顯示裝置，其中該透鏡具有50及70之間的一阿貝V數。

【第27項】 如請求項9所述之顯示裝置，其中該顯示裝置展現小於44微米的側向色差。

【第28項】 如請求項9所述之顯示裝置，其中該顯示裝置展現小於該顯示設備之該像素之該寬度的側向色差。

【第29項】 一種顯示裝置，包括：

a) 一扁平影像產生器；

b) 一透鏡，從該影像產生器隔開，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面反射面，其中該反射面的一主軸與該影像產生器正交；及

c) 一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中且針對一檢視者沿一物體場景的一視線安

置，該分光板具有第一及第二實質平行的表面，該等表面相對於該視線是傾斜的，

其中該分光板更被安置為向透鏡傳送來自該影像產生器的影像承載光，且其中該分光板及透鏡定義一光學路徑，該光學路徑傳遞該影像承載光以供通過該非球面入射折射面進行一第一折射、從該非球面反射面反射該折射光及從該非球面入射折射面將該反射光折射回該分光板，該分光板沿該檢視者的該視線朝一檢視者眼箱反射來自該透鏡的該光。

【第30項】 一種顯示裝置，包括：

一第一分光板，具有第一及第二平行表面，且被安置為沿一檢視者的一視線定義一第一檢視者眼箱；及

一第一虛擬影像形成裝置，用於在該第一檢視者眼箱處形成一第一虛擬影像，該第一虛擬影像形成裝置包括：

(i) 一第一影像產生器，從該第一分光板隔開，該第一分光板朝該第一分光板的該第一表面定向一第一扁平的影像承載光像場；

(ii) 一第一透鏡，具有相對於該第一影像產生器是凹的一第一非球面入射折射面，且具有相對於該第一影像產生器是凹的一第一非球面反射面，其中

該第一反射面的一第一主軸與該第一影像產生器正交。

【第31項】 如請求項30所述之顯示裝置，更包括：

一第二分光板，具有第三及第四平行表面，且被安置為沿一檢視者的該視線定義一第二檢視者眼箱；及

一第二虛擬影像形成裝置，用於在該第二檢視者眼箱處形成一第二虛擬影像，該第二虛擬影像形成裝置包括：

(i) 一第二影像產生器，從該第二分光板隔開，該第二分光板朝該第二分光板的該第三表面定向一第二扁平的影像承載光像場；

(ii) 一第二透鏡，具有相對於該第二影像產生器是凹的一第二非球面入射折射面，且具有相對於該第二影像產生器是凹的一第二非球面反射面，其中該第二反射面的一第二主軸與該第二影像產生器正交。

【第32項】 如請求項31所述之顯示裝置，其中該第一及第二影像產生器以相對方向定向影像承載光。

【第33項】 如請求項30所述之顯示裝置，其中該透鏡具有5到10 mm的一中心厚度及具有弛度（ z ）之設計的兩個非球面，該弛度由以下所描述：

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} +$$

$$Ar^4 + Br^6 + Cr^8$$

其中該等非球面係數 A、B 或 C 中的至少一者是非零的。

【第 34 項】 一種顯示裝置，包括：

一分光板，被安置為沿一檢視者的一相對應視線定義一左眼及右眼檢視者眼箱，該分光板具有第一及第二平行表面，該等表面相對於該視線是傾斜的；

一左眼虛擬影像形成裝置及一右眼虛擬影像形成裝置，各虛擬影像形成裝置被安置為形成要在該相對應檢視者眼箱檢視的一相對應的左及右眼虛擬影像且包括：

(i) 一影像產生器，從該分光板隔開，該分光板朝該分光板的該第一表面定向一扁平的影像承載光像場；及

(ii) 一單件透鏡，從該分光板的該第二表面隔開，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面反射面，其中該反射面的一主軸與該影像產生器正交。

【第 35 項】 如請求項 34 所述之顯示裝置，其中該分光板的一第一邊緣被鉸合至該單件透鏡。

【第36項】 如請求項34所述之顯示裝置，其中該分光板的一第二邊緣耦合至一外殼，該外殼接受一個人通訊設備作為該影像產生器。

【第37項】 如請求項34所述之顯示裝置，其中該裝置相對於該垂直方向是可折疊的。

【第38項】 一種顯示裝置，包括：

一支撐結構，用於在該檢視者的該直接視線外支撐一影像產生器，該影像產生器能夠產生一影像承載光；及

一扁平分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面。

【第39項】 如請求項38所述之顯示裝置，其中該影像產生器為一電信設備。

【第40項】 如請求項39所述之顯示裝置，其中該影像產生器為一手機。

【第41項】 如請求項38所述之顯示裝置，更包括一透鏡，該透鏡從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一非球面入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面反射面。

【第42項】 如請求項41所述之顯示裝置，其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱。

【第43項】 一種向一檢視者供應一影像承載光的方法，包括以下步驟：

從一影像產生器發射該影像承載光，該影像產生器定位在一檢視者的該直接視線附近但在該直接視線外面；

將該影像承載光定向前行通過一分光板；

折射該影像承載光一第一次；

從一透鏡朝該分光器將該影像承載光反射回來；

在前行至該分光器之前，折射該影像承載光一第二次；及

在該第二折射步驟之後，將該影像承載光反射離開該分光器且進入該檢視者的該視線。

【第44項】 如請求項43所述之方法，其中該第一及第二折射步驟及該等反射步驟是使用一單一透鏡來達成的，該單一透鏡具有反射該影像的一反射凹面。

【第45項】 如請求項43所述之方法，其中折射一第一次的該步驟包括將該光束傳遞通過定位在該影像產生器及該分光器之間的一折射光束。

【第46項】 一種顯示裝置，包括：

(i) 一影像產生器，從一影像產生器顯示表面產生一影像承載光；

(ii) 一透鏡，從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一反射面，該等透鏡表面中的至少一者是一非球面；

(iii) 一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱；及

(iv) 一像場透鏡，在該影像承載光的該路徑上位在該影像產生器附近，該像場透鏡包括至少一個非球面。

【第47項】 一種顯示裝置，包括：

一影像產生器，從一影像產生器顯示表面產生一影像承載光；

兩個透鏡，從該影像產生器隔開，該等透鏡中的各者包括一光軸、相對於該影像產生器是凹的一入射折射面及相對於該影像產生器是凹的一反射面，其中該表面中的至少一者是非球面的；該表面經結構化，使得該透鏡中的各者的該光軸在1弧分內彼此平行且以50 mm及80 mm之間的一距離彼此隔開；

一分光板，安置在該影像產生器及該等透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該等透鏡及該分光器沿該檢視者的該線視線結合提供影像承載光。

【第48項】 如請求項47所述之顯示裝置，其中該影像產生器為一「智慧型手機」。

【第49項】 如請求項47所述之顯示裝置，更包括以下中的至少一者：

一GPS感測器、一頭部追蹤感測器、一眼睛追蹤感測器、一加速計、位在通過該分光器看著檢視者眼睛的該兩個透鏡之間的一攝影機。

【第50項】 一種顯示裝置，包括：

一影像產生器，從一影像產生器顯示表面產生一影像承載光；

一透鏡，從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一入射折射面及相對於該影像產生器是凹的一反射面；及

一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱；

其中該影像產生器及該透鏡之間的該距離為 20 - 60 mm。

【第51項】 一種顯示裝置，包括：

一光學系統，包括：

(i) 一影像產生器，從一顯示表面產生影像承載光；

(ii) 一透鏡，從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一反射面，且該表面中的至少一者是非球面的；及

(iii) 一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱，

該光學系統更包括一出射光瞳，該出射光瞳具有一出射光瞳直徑 $D_p \geq 7 \text{ mm}$ 。

【第52項】 如請求項51所述之顯示裝置，其中 D_p 是在 7 及 20 mm 之間。

【第53項】 如請求項51所述之顯示裝置，其中
 $D_p > 10\text{ mm}$ 。

【第54項】 一種顯示裝置，包括：

一光學系統，包括：

(i) 一影像產生器，從一顯示表面產生影像承載光；

(ii) 一透鏡，從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一反射面，且該表面中的至少一者是非球面的；及

(iii) 一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱，

該分光器被結構化及定位，使得由該影像產生器所產生的該影像承載光在其朝該透鏡傳播時橫過該分光器，且在其被該透鏡反射時從該分光器反射。

【第55項】 如請求項54所述之顯示裝置，其中該分光器具有一部分反射面，該部分反射面被定位為面向該透鏡。

【第56項】 一種顯示裝置，包括：

一光學系統，包括：

(i) 一影像產生器，從一顯示表面產生一影像承載光；

(ii) 一透鏡，從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面反射面，且該表面中的至少一者是非球面的；及

(iii) 一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線是傾斜的第一及第二表面，該分光器被結構化及定位，使得由該影像產生器所產生的該影像承載光在其朝該透鏡傳播時橫過該分光器，且在其由該透鏡反射時從該分光器反射；及

該光學系統更包括一出射光瞳，該出射光瞳具有一出射光瞳直徑 $D_p \geq 7\text{ mm}$ ，且具有一垂直全視野 FOV_v 及一水平全視野 FOV_h ，使得 $FOV_h / FOV_v > 1.5$ 。

【第57項】 如請求項56所述之顯示裝置，其中 $FOV_h / FOV_v > 1.7$ 。

【第58項】 一種顯示裝置，包括：

一光學系統，包括：

(i) 一影像產生器，從一影像產生器顯示表面產生一影像承載光；該影像產生器更包括一攝影機及一光學構件，該光學構件折曲位在其附近之該攝影機的該檢視方向。

(ii) 一透鏡，從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面反射面，且該表面中的至少一者是非球面的；及

(iii) 一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱。

【第59項】 如請求項58所述之顯示裝置，其中該光學構件包括：

(i) 一反射面，使得該攝影機可檢視經由該分光板由該檢視者所檢視之該視野的至少一部分；或

(ii) 一反射面，使得該攝影機的該視野包括該檢視者通過該分光器的該視線。

【第60項】 如請求項58所述之顯示裝置，其中該光學構件包括一稜鏡，該稜鏡經結構化使得：

(i) 該攝影機可檢視經由該分光板由該檢視者所檢視之該視野的至少一部分；或

(ii) 該攝影機的該視野包括該檢視者的該視線。

【第61項】 一種顯示裝置，包括：

一光學系統，包括：

(i) 一影像產生器，產生一影像承載光；

(ii) 一偏振片，位在該影像產生器附近；

(iii) 一透鏡，從該顯示源及該偏振片隔開，該透鏡具有相對於該顯示源是凹的一入射折射面，且具有相對於該顯示源是凹的一非球面反射面，且該表面中的至少一者是非球面的；及

(iv) 一分光板，安置在該偏振片及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

(v) 一四分波阻滯器，位在該透鏡及該分光器之間；

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱。

【第62項】 如請求項61所述之顯示裝置，其中該 $\frac{1}{4}$ 波片跨該可見光譜是消色的。

【第63項】 一種顯示裝置，包括：

一影像產生器，從一影像產生器顯示表面產生一影像承載光；

一透鏡，從該影像產生器隔開，該透鏡具有相對於該影像產生器是凹的一非球面入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一反射面，且該表面中的至少一者是非球面的；及

一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱，及其中

該顯示裝置展現以下中的至少一者：

(a) 30 及 70 度之間的水平視野、5 mm 及 50 mm 之間的一適眼距距離、30 mm 及 70 mm 間之該透鏡的焦長；7 mm 及 20 mm 之間的一出射光瞳直徑，及該透鏡及該顯示器之間 30 mm 到 70 mm 的一距離；

(b) 5 mm 及 40 mm 之間的一適眼距距離、30 及 70 度之間的一水平 FOV 及 1 分/像素及 4 分/像素之間的解析度。

【第 64 項】 一種顯示裝置，包括：

一光學系統，包括：

(i) 一影像產生器，產生一影像承載光；

(ii) 一偏振片，位在該影像產生器附近；

(iii) 一透鏡，從該顯示源及該偏振片隔開，該透鏡具有相對於該顯示源是凹的一入射折射面，且具有相對於該顯示源是凹的一非球面反射面，且該表面中的至少一者是非球面的；及

(iv) 一分光板，安置在該偏振片及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱。

【第65項】 一種顯示裝置，包括：

一影像產生器，從一影像產生器顯示表面產生一影像承載光；

至少兩個透鏡，從該影像產生器隔開，該兩個透鏡中的各者具有相對於該影像產生器是凹的一入射折射面，且具有相對於該影像產生器是凹的一非球面反射面，且該表面中的至少一者是非球面的；及

一分光板，安置在該影像產生器及該透鏡之間的自由空間中，且具有相對於一檢視者的一視線傾斜的第一及第二表面，

其中該透鏡及該分光板沿該檢視者的該視線針對該影像承載光定義一檢視者眼箱，及其中

該顯示裝置展現以下中的至少一者：

(c) 30 及 70 度之間的水平視野、5 mm 及 50 mm 之間的一適眼距距離、30 mm 及 70 mm 間之該透鏡的焦長；7 mm 及 20 mm 之間的一出射光瞳直徑，及該透鏡及該顯示器之間 30 mm 到 70 mm 的一距離；

(d) 5 mm 及 40 mm 之間的一適眼距距離、30 及 70 度之間的一水平 FOV 及 1 分 / 像素及 4 分 / 像素之間的解析度。

【第 66 項】 如請求項 65 所述之顯示裝置，其中：

(i) 適眼距距離為至少 8 mm；及 / 或

(ii) 該兩個透鏡被定位為彼此接觸；及 / 或

(iii) 該兩個透鏡被模製在一起成為一個單件元件。

【第 67 項】 如請求項 65 所述之顯示裝置，其中該兩個透鏡被調整形狀以針對檢視者的鼻部提供一安插空間。

【第 68 項】 如請求項 65 所述之顯示裝置，其中該等透鏡中的各者包括一光軸，且該等透鏡經結構化及定位，使得該透鏡中的各者的該光軸在 1 弧分內彼此平行。