201915546

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 201915546 A

(43)公開日： 中華民國 108 (2019) 年 04 月 16 日

(21)申請案號：106136990 (22)申請日： 中華民國 106 (2017) 年 10 月 26 日

(51)Int. Cl.： *G02B27/01 (2006.01)*

(30)優先權：2017/09/29 中國大陸 201710910334.6

(71)申請人：中強光電股份有限公司 (中華民國) CORETRONIC CORPORATION (TW)
新竹市東區新竹科學工業園區力行路 11 號

(72)發明人：羅欣祥 LO, HSIN-HSIANG (TW) ；莊福明 CHUANG, FU-MING (TW) ；張銓仲 CHANG, CHUAN-CHUNG (TW)

(74)代理人：洪蘭心

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：17 項 圖式數：19 共 65 頁

(54)名稱

近眼光場顯示裝置及近眼顯示裝置

NEAR-EYE LIGHT FIELD DISPLAY AND NEAR-EYE DISPLAY

(57)摘要

一種近眼光場顯示裝置，其包含顯示元件、微透鏡陣列及光學元件。顯示元件具有多個微影像單元，每一微影像單元適於提供子影像光束。微透鏡陣列設置在顯示元件前方，並具有與多個微影像單元分別對應的多個微透鏡。光學元件設置在微透鏡陣列前方，位在來自於微透鏡的子影像光束的傳遞路徑上。微透鏡陣列位於光學元件與顯示元件之間，且每一子影像光束經由對應的微透鏡投射至光學元件。微透鏡陣列與光學元件滿足：$Vd_{OE} > Vd_{MLA}$ 及 $nd_{OE} < nd_{MLA}$ 的至少其中之一。Vd_{MLA} 與 nd_{MLA} 是微透鏡陣列的阿貝數及折射率，Vd_{OE} 與 nd_{OE} 是光學元件的阿貝數及折射率。本發明另提出一種近眼顯示裝置。

A near-eye light field display inlcudes a display element, a microlens array, and an optical element. The display element has a plurality of micro-image units. Each micro-image unit is adapted to provide a sub-image beam. The microlens array is disposed in front of the display element and has a plurality of microlenses corresponding to the micro-image units, respectively. The optical element is disposed in front of the microlens array, and located on the transmission path of the sub-image beams from the microlenses. The microlens array is located between the optical element and the display element, and each sub-image beam is projected to the optical element via the corresponding microlens. The microlens array and the optical element satisfy at least one of VdOE > VdMLA and ndOE < ndMLA.VdMLA and ndMLA are Abbe number and refractive index of the microlens array, and VdOE and ndOEare Abbe number and refractive index of the optical element. A near-eye display is also provided.

指定代表圖：

TW 201915546 A

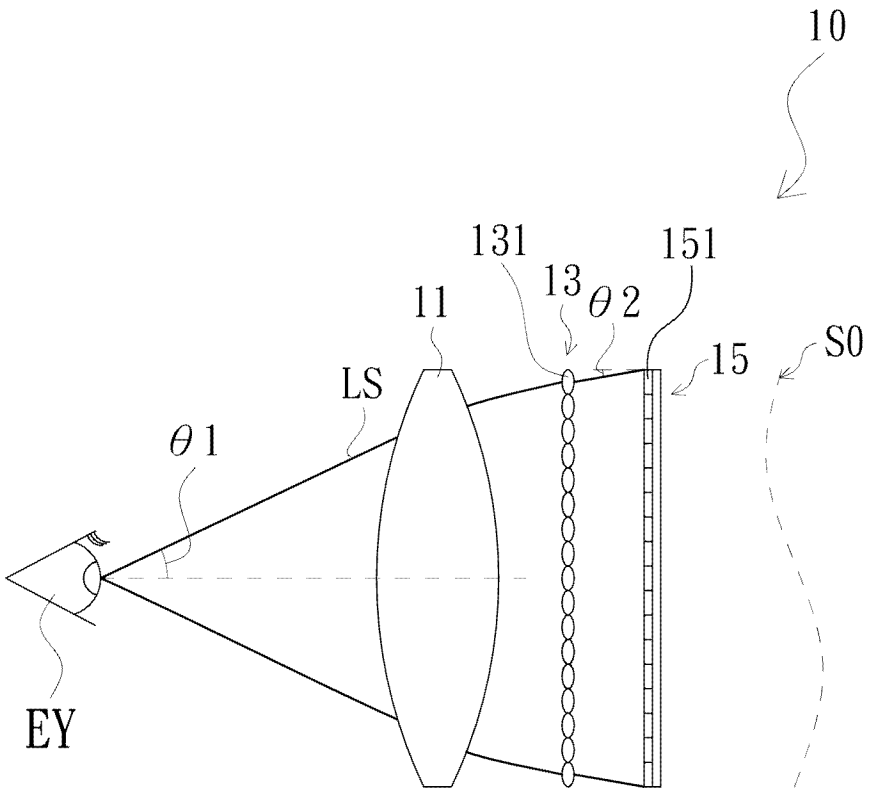


圖1

符號簡單說明：

10・・・近眼光場顯示裝置

11・・・光學元件

13・・・微透鏡陣列

131・・・微透鏡

15・・・顯示元件

151・・・微影像單元

EY・・・眼睛

LS・・・子影像光束

S0・・・光場虛像

θ1・・・入射角

θ2・・・出射角

【發明說明書】

【中文發明名稱】近眼光場顯示裝置及近眼顯示裝置

【英文發明名稱】Near-Eye Light Field Display and Near-Eye Display

【技術領域】

【0001】本發明是關於一種顯示裝置，且特別關於一種近眼光場顯示裝置。

【先前技術】

【0002】近眼光場顯示裝置（Near-Eye Light Field Display）是一種使用光場顯示技術產生立體視覺影像的顯示裝置，光場影像透過微透鏡陣列產生一實像於成像面上，因此觀察者可以在遠方看到具有深度感受的光場影像。

【0003】然而，習知的近眼光場顯示裝置一般採用自由曲面稜鏡（Freeform prism）或多片式目鏡進行成像，因而使得習知的近眼光場顯示裝置厚度較厚且重量較重，並不適合長時間配戴。而且，自由曲面稜鏡一般是使用塑膠材料，其光學材料的阿貝數（Abbe number）較高，色散較為嚴重。並且，若要提高近眼光場顯示裝置的視野（field of view, FOV），自由曲面稜鏡或多片式目鏡的厚度及重量也將增加，因而使得習知的近眼光場顯示裝置的視野受到限制。因此，如何降低近眼光場顯示裝置的厚度與重量並提高視野，實為本領域相關人員所關注的焦點。

【0004】本「先前技術」段落只是用來幫助瞭解本發明內容，因此在「先前技術」中所揭露的內容可能包含一些沒有構成所屬技術領域中

具有通常知識者所知道的習知技術。此外，在「先前技術」中所揭露的內容並不代表該內容或者本發明一個或多個實施例所要解決的問題，也不代表在本發明申請前已被所屬技術領域中具有通常知識者所知曉或認知。

【發明內容】

【0005】本發明提供一種近眼光場顯示裝置，以降低近眼光場顯示裝置的厚度與重量，並提高視野。

【0006】本發明另提供一種近眼顯示裝置，以降低近眼顯示裝置的厚度與重量，並提高視野，且還可調整景深。

【0007】本發明的其他目的和優點可以從本發明所揭露的技術特徵中得到進一步的了解。

【0008】為達上述之一或部分或全部目的或是其他目的，本發明之一實施例提供一種近眼光場顯示裝置，其包含顯示元件、微透鏡陣列及光學元件。顯示元件具有多個微影像單元，其中每一微影像單元適於提供子影像光束。微透鏡陣列設置在顯示元件前方，並具有多個微透鏡，這些微透鏡分別對應於這些微影像單元。光學元件設置在微透鏡陣列前方，位在來自於這些微透鏡的這些子影像光束的傳遞路徑上，微透鏡陣列位於光學元件與顯示元件之間，且每一子影像光束經由對應的微透鏡投射至光學元件。微透鏡陣列的阿貝數是Vd_{MLA}，微透鏡陣列的折射率是nd_{MLA}，光學元件的阿貝數是Vd_{OE}，光學元件的折射率是nd_{OE}，其中微透鏡陣列與光學元件滿足：$Vd_{OE}>Vd_{MLA}$及$nd_{OE}<nd_{MLA}$的至少其中之一。

【0009】在本發明的近眼光場顯示裝置一實施例中，上述之光學元件具有第一表面與第二表面，第一表面鄰近微透鏡陣列，第二表面遠離微透鏡陣列，第一表面是凸面，第二表面是平面，第一表面是球面或非球面。

【0010】在本發明的近眼光場顯示裝置一實施例中，上述之光學元件具有第一表面與第二表面，第一表面鄰近微透鏡陣列，第二表面遠離微透鏡陣列，第一表面是平面，第二表面是凸面，第二表面是球面或非球面。

【0011】在本發明的近眼光場顯示裝置一實施例中，上述之光學元件具有第一表面與第二表面，第一表面鄰近微透鏡陣列，第二表面遠離微透鏡陣列，第一表面具有凸面，第二表面具有凹面，第一表面是球面或非球面，第二表面是球面或非球面。

【0012】在本發明的近眼光場顯示裝置一實施例中，上述之光學元件具有第一表面與第二表面，第一表面鄰近微透鏡陣列，第二表面遠離微透鏡陣列，第一表面是繞射光學元件（DOE，diffractive optical element）表面，第二表面是凸面，第二表面是球面或非球面。

【0013】在本發明的近眼光場顯示裝置一實施例中，上述之光學元件具有第一表面與第二表面，第一表面鄰近微透鏡陣列，第二表面遠離微透鏡陣列，第一表面是凸面，第二表面是繞射光學元件表面，第一表面是球面或非球面。

【0014】在本發明的近眼光場顯示裝置一實施例中，上述之光學元件具有第一表面與第二表面，第一表面鄰近微透鏡陣列，第二表面遠離微透鏡陣列，第一表面是菲涅耳透鏡（Fresnel lens）表面，第二表面是繞射光學元件表面。

【0015】在本發明的近眼光場顯示裝置一實施例中，上述之近眼光場顯示裝置還包括光轉向元件，其中這些子影像光束通過光學元件之後成為影像光束，光轉向元件位在來自於光學元件的影像光束的傳遞路徑上。

【0016】在本發明的近眼光場顯示裝置一實施例中，上述之光轉向元件為部分穿透部分反射元件。

【0017】在本發明的近眼光場顯示裝置一實施例中，上述之這些微透鏡的焦距相同。

【0018】在本發明的近眼光場顯示裝置一實施例中，上述之這些微透鏡的焦距不同。

【0019】在本發明的近眼光場顯示裝置一實施例中，上述之微透鏡陣列具有可變焦距。

【0020】在本發明的近眼光場顯示裝置一實施例中，上述之光學元件具有可變焦距。

【0021】為達上述之一或部分或全部目的或是其他目的，本發明之另一實施例提供一種近眼顯示裝置，其包含顯示元件、微透鏡陣列以及光學元件。顯示元件具有多個微影像單元，其中每一微影像單元適於提供子影像光束。微透鏡陣列設置在顯示元件前方，並具有多個微透鏡，其中多個微透鏡分別對應於多個微影像單元。光學元件設置在微透鏡陣列前方，位在來自於微透鏡的子影像光束的傳遞路徑上。微透鏡陣列位於光學元件與顯示元件之間，且每一子影像光束經由對應的微透鏡投射至光學元件。此外，微透鏡陣列及光學元件至少其中之一具有可變焦距。

【0022】在本發明的近眼顯示裝置一實施例中，上述之微透鏡陣列的阿貝數是Vd_{MLA}，微透鏡陣列的折射率是nd_{MLA}，光學元件的阿貝數是Vd_{OE}，光學元件的折射率是nd_{OE}，其中微透鏡陣列與光學元件滿足：$Vd_{OE}>Vd_{MLA}$及$nd_{OE}<nd_{MLA}$的至少其中之一。

【0023】在本發明的近眼顯示裝置一實施例中，上述之微透鏡陣列的阿貝數是Vd_{MLA}，微透鏡陣列的折射率是nd_{MLA}，光學元件的阿貝數是Vd_{OE}，光學元件的折射率是nd_{OE}，其中微透鏡陣列與光學元件滿足：$Vd_{OE}<Vd_{MLA}$及$nd_{OE}>nd_{MLA}$的至少其中之一。

【0024】在本發明的近眼顯示裝置一實施例中，上述之微透鏡陣列的阿貝數是Vd_{MLA}，微透鏡陣列的折射率是nd_{MLA}，光學元件的阿貝數是Vd_{OE}，光學元件的折射率是nd_{OE}，其中微透鏡陣列與光學元件滿足：$Vd_{OE}=Vd_{MLA}$及$nd_{OE}=nd_{MLA}$的至少其中之一。

【0025】基於上述，本發明實施例的近眼光場顯示裝置透過設置光學元件於微透鏡陣列的前方，且使微透鏡陣列與光學元件滿足：$Vd_{OE}>Vd_{MLA}$及$nd_{OE}<nd_{MLA}$的至少其中之一，因而達成降低近眼光場顯示裝置的厚度與重量，並提高視野的效果。此外，本發明之實施例的近眼顯示裝置因微透鏡陣列及光學元件至少其中之一具有可變焦距，所以具有焦距調節的功能，可改變視野及角解析度。

【0026】為讓本發明之上述和其他目的、特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。

【圖式簡單說明】

【0027】

圖1是本發明一實施例的近眼光場顯示裝置的示意圖。

圖2A是圖1所示實施例的近眼光場顯示裝置的顯示元件的多個微影像單元所分別顯示的多個子影像（elemental image）的示意圖。

圖2B是使用者的眼睛透過圖1所示實施例的近眼光場顯示裝置所觀察到的影像的示意圖。

圖3是圖1所示實施例的近眼光場顯示裝置的微透鏡陣列的示意圖。

圖4A是本發明又一實施例的近眼光場顯示裝置的示意圖。

圖4B是非球面的徑向高度的示意圖。

圖5A是使用圖4A中的近眼光場顯示裝置且微透鏡陣列的每一微透鏡具有相同的焦距所產生的調制轉換函數（modulation transfer function, MTF）曲線圖。

圖5B是使用圖4A中的近眼光場顯示裝置且微透鏡陣列的多個微透鏡具有不同的焦距所產生的MTF曲線圖。

圖6是本發明又一實施例的近眼光場顯示裝置的示意圖。

圖7A是使用圖6中的近眼光場顯示裝置且微透鏡陣列的每一微透鏡具有相同的焦距所產生的MTF曲線圖。

圖7B是使用圖6中的近眼光場顯示裝置且微透鏡陣列的多個微透鏡具有不同的焦距所產生的MTF曲線圖。

圖8是本發明又一實施例的近眼光場顯示裝置的示意圖。

圖9A是使用圖8中的近眼光場顯示裝置且微透鏡陣列的每一微透鏡具有相同的焦距所產生的MTF曲線圖。

圖9B是使用圖8中的近眼光場顯示裝置且微透鏡陣列的多個微透鏡具有不同的焦距所產生的MTF曲線圖。

圖10是本發明又一實施例的近眼光場顯示裝置的示意圖。

圖11A是使用圖10中的近眼光場顯示裝置且微透鏡陣列的每一微透鏡具有相同的焦距所產生的MTF曲線圖。

圖11B是圖10中的近眼光場顯示裝置且微透鏡陣列的多個微透鏡具有不同的焦距所產生的MTF曲線圖。

圖12是本發明又一實施例的近眼光場顯示裝置的示意圖。

圖13A是使用圖12中的近眼光場顯示裝置且微透鏡陣列的每一微透鏡具有相同的焦距所產生的MTF曲線圖。

圖13B是圖12中的近眼光場顯示裝置且微透鏡陣列的多個微透鏡具有不同的焦距所產生的MTF曲線圖。

圖14是本發明又一實施例的近眼光場顯示裝置的示意圖。

圖15A是使用圖14中的近眼光場顯示裝置且微透鏡陣列的每一微透鏡具有相同的焦距所產生的MTF曲線圖。

圖15B是圖14中的近眼光場顯示裝置且微透鏡陣列的多個微透鏡具有不同的焦距所產生的MTF曲線圖。

圖16是本發明又一實施例的近眼光場顯示裝置的示意圖。

圖17A與圖17B是本發明一實施例的近眼顯示裝置在不同變焦狀態下的示意圖。

圖18A與圖18B是本發明另一實施例的近眼顯示裝置在不同變焦狀態下的示意圖。

圖19A與圖19B是本發明另一實施例的近眼顯示裝置在不同變焦狀態下的示意圖。

【實施方式】

【0028】有關本發明之前述及其他技術內容、特點與功效，在以下配合參考圖式之一較佳實施例的詳細說明中，將可清楚的呈現。以下實施例中所提到的方向用語，例如：上、下、左、右、前或後等，僅是參考附加圖式的方向。因此，使用的方向用語是用來說明並非用來限制本發明。

【0029】圖1是本發明一實施例的近眼光場顯示裝置的示意圖。請參照圖1，本實施例的近眼光場顯示裝置10包含顯示元件15、微透鏡陣列13及光學元件11。顯示元件15具有多個微影像單元151，其中每一微影像單元151適於提供子影像光束LS（圖1以位於上緣的微影像單元151所發出的子影像光束LS的上邊界與位於下緣的微影像單元151所發出的子影像光束LS的下邊界示意）。微透鏡陣列13設置在顯示元件15前方，並具有多個微透鏡131，這些微透鏡131分別對應於顯示元件15的這些微影像單元151。光學元件11設置在微透鏡陣列13前方，位在來自於這些微透鏡131的這些子影像光束LS的傳遞路徑上。微透鏡陣列13位於光學元件11與顯示元件15之間，且每一子影像光束LS經由對應的微透鏡131投射至光學元件11。

【0030】微透鏡陣列13的阿貝數（Abbe number）是Vd_{MLA}，微透鏡陣列13的折射率（refractive index）是nd_{MLA}，光學元件11的阿貝數是Vd_{OE}，光學元件11的折射率是nd_{OE}。在本實施例中，每個微透鏡131的材料例如皆相同，因此每個微透鏡131的阿貝數例如等於微透鏡陣列13的阿貝數，且每個微透鏡131的折射率例如等於微透鏡陣列13的折射率。在本實施例中，微透鏡陣列13與光學元件11滿足：$Vd_{OE}>Vd_{MLA}$及$nd_{OE}<nd_{MLA}$的至少其中之一，如此，透過光學元件11與微透鏡陣列13

的材質不同的設計，可以進行色差消除，因此可以得到清晰的成像品質。

【0031】如圖1所示，在本實施例中，光學元件11例如是雙凸透鏡，但本發明並不以此為限制。在本實施例中，顯示元件15的每一微影像單元151例如包含多個畫素（未顯示於圖上），適於提供子影像光束LS。每一影像光束LS經由對應的微透鏡131投射至光學元件11。在本實施例中，光學元件11適於收集這些微透鏡131所投射的子影像光束LS，並將子影像光束LS傳遞至使用者的眼睛EY。在本實施例中，使用者的眼睛EY可在遠方融合成光場虛像（virtual image）S0，因此使用者可以看到具有深度感受的光場影像。

【0032】請參閱圖2A及圖2B，圖2A是圖1所示實施例的近眼光場顯示裝置的顯示元件的多個微影像單元所分別顯示的多個子影像（elemental image）的示意圖，圖2B是使用者的眼睛透過圖1所示實施例的近眼光場顯示裝置所觀察到的影像的示意圖。圖2A所顯示的子影像EI0、EI是顯示元件15的多個微影像單元151所提供的多個子影像光束LS的一範例。如圖2A所示，在本實施例中，多個微影像單元151顯示一個子影像EI0與多個子影像EI，其中子影像EI0為中心子影像，多個子影像EI圍繞中心子影像（即子影像EI0）。在本實施例中，每一個子影像EI0、EI經由對應的微透鏡131投射至光學元件11，再經由光學元件11投射至使用者的眼睛EY，而讓使用者可觀看到如圖2B所顯示的影像。如此，本實施例的近眼光場顯示裝置10透過顯示元件15、微透鏡陣列13及光學元件11的設置，讓使用者可以看到具有深度感受的光場影像。然而，圖2A中顯示元件15產生的子影像EI0、EI僅為一舉例說明，本發明並不以此為限制。

【0033】圖3是圖1所示實施例的近眼光場顯示裝置的微透鏡陣列的示意圖。請參照圖3，在本實施例中，微透鏡陣列13的多個微透鏡131是以矩陣方式排列做為舉例說明，但本發明不以此為限。在本實施例中，每一微透鏡131的焦距例如是相同。在一實施例中，這些微透鏡131的焦距也可以不同。舉例來說，如圖3所示，在通過位於微透鏡陣列13中心的微透鏡131的水平線（即一整列(row)）上或鉛直線（即一整行(column)）上的多個微透鏡131中，焦距的變化可以是由中心的微透鏡131往左右兩側或上下兩側逐漸改變。在一實施例中，焦距的變化可以是從中心往左右兩側或上下兩側逐漸變大，但本發明不以此為限。在一實施例中，焦距的變化可以是從中心往左右兩側或上下兩側變大後再變小，但本發明仍不以此為限。然而，焦距的變化可依各種設計需求而有不同的改變方式。在各微透鏡131具有不同焦距的實施例中，可以進行影像投射的微調，因此可以得到更為清晰的成像品質。

【0034】在圖1的實施例中，光學元件11可對子影像光束LS進行大角度的轉折，因此微透鏡陣列13的這些微透鏡131可無需採用傾斜光學面的特殊設計，即，可採用不具有傾斜光學面的一般微透鏡陣列的設計，以增加製造/製程方便性及良率，更可避免相鄰的微透鏡的光學面之間具有斷差。另外，本實施例的近眼光場顯示裝置10可改善/解決傳統的近眼光場顯示裝置因採用具有斷差的光學面的微透鏡陣列而導致微透鏡的有效面積縮小（或有效孔徑縮小）以及使得入射光的進光量變少等問題，進而提升成像品質。此外，本實施例因使用光學元件11而使子影像光束LS可大角度地轉折，所以進入使用者眼睛EY的入射角θ 1會遠大於子影像光束LS從微影像單元151出射時的出射角θ 2，因此近眼光場顯示裝置10的整體厚度不需太厚即可達到大視野的優點。

【0035】然而，本發明的光學元件不限於圖1的設計，以下將另舉採用不同光學元件的近眼光場顯示裝置的其他實施例，但本發明仍不以下述這些實施例為限。

【0036】圖4A是本發明又一實施例的近眼光場顯示裝置的示意圖。請參照圖4A，在本實施例中，近眼光場顯示裝置20包含顯示元件15、微透鏡陣列23及光學元件21。本實施例的近眼光場顯示裝置20與圖1所示的近眼光場顯示裝置10具有相似的結構與功能，本實施例與圖1所示的實施例不同之處主要在於：光學元件21具有第一表面S3與第二表面S2，第一表面S3鄰近微透鏡陣列23，第二表面S2遠離微透鏡陣列23，第一表面S3位於第二表面S2與微透鏡陣列23之間，而第一表面S3是凸面，第二表面S2是平面。也就是說，本實施例的光學元件21是平凸透鏡，其中凸面（第一表面S3）位於平面（第二表面S2）與微透鏡陣列23之間。在本實施例中，第一表面S3可以是球面或非球面，本發明並不以此為限制。此外，本實施例的微透鏡陣列23的結構與圖3相似，且可以是由焦距相同或是焦距不同的多個微透鏡231所構成的微透鏡陣列23。

【0037】舉例來說，以微透鏡陣列23的每一微透鏡231的焦距是相同且焦距值例如是3.392毫米（mm）為例，而其他參數如以下表一、表二所示。然而，表一、表二及下文提及的表格中所列的數據資料並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者在參照本發明之後，當可對其參數或設定做適當的更動，惟其仍應屬於本發明之範疇內。

【0038】

表一

位置	表面	曲率半徑	間　　距	折射率	阿貝數

		（mm）	（mm）		
光場虛像	S0	無限大	-1000		
瞳孔（pupil）	S1	無限大	12.695		
光學元件	S2	無限大	2.677	1.533	55.732
	S3	-20.451	0.2		
微透鏡陣列	S4	-2.907	1	1.59	29.921
	S5	-1.337	3.5		
顯示元件	S6	無限大			

【0039】如圖4A所示，表一中所指間距為兩相鄰表面於近眼光場顯示裝置20的光軸上的直線距離。舉例來說，在本實施例中，表面S1的間距為表面S1與表面S2於光軸上的直線距離。此外，如圖4A所示，在本實施例中，表面S0的間距為-1000 mm，其表示光場虛像位於瞳孔前方1000 mm處。此外，在本實施例中，曲率半徑為正值的表面代表該表面朝圖的左側彎曲，曲率半徑為負值的表面代表該表面朝圖的右側彎曲。

【0040】在本實施例中，表面S3、S4、S5例如為非球面，且其滿足下列方程式：

$$Z=\frac{Y^2/R}{1+\sqrt{1-(1+K)(Y/R)^2}}+BY^2+CY^4+DY^6+EY^8+FY^{10}+GY^{12}+HY^{14}+IY^{16}+JY^{18}+KY^{20}$$

【0041】在上述方程式中，由圖4B所示意的非球面SA可知，Z為在光軸Ax方向的座標值；k為二次曲面常數（conic constant）；R為曲率半徑；Y為正交於光軸Ax方向的座標值，即非球面SA的徑向高度（radial height），其中Y以圖面的上方為正方向；B、C、D、E、F、G、H、I、J、K為非球面係數（aspheric coefficient）。在表一與表二的實施例中，因非球面係數B、G、H、I、J、K例如都為0因而省略示出，而非球面的微透鏡231的相關參數如以下表

二所示。

【0042】

表二

表面	k	C	D	E	F
S3	-3.174	-3.2E-5	3.151E-8	-1.769E-9	1.492E-11
S4	6.722	-1.182E-1	-4.78E-3	-2.511E-1	3.485E-1
S5	3.34	1.124E-1	7.596E-1	-2.293	6.463

【0043】承上述，並請參照圖5A，圖5A為使用圖4A中的近眼光場顯示裝置且微透鏡陣列的每一微透鏡具有相同的焦距（例如3.392mm）所產生的調制轉換函數（Modulation Transfer Function, MTF）曲線圖，其中橫軸表示子影像EI與子影像EI0（即中心子影像）的距離（單位為mm），縱軸為MTF值，以實線繪示的曲線為弧矢（sagittal）方向上的MTF曲線，以虛線繪示的曲線為子午（tangential）方向上的MTF曲線。

【0044】然而，在其他實施例中，圖4A中的近眼光場顯示裝置20的微透鏡陣列23的多個微透鏡231也可具有不同的焦距。請參照以下表三、表四、表五中的相關參數，並請參照圖5B，圖5B為使用圖4A中的近眼光場顯示裝置且微透鏡陣列的多個微透鏡具有不同的焦距（例如表五中的有效焦距(effective focal length, EFL)）所產生的MTF曲線圖。

【0045】

表三

位置	表面	曲率半徑（mm）	間　距（mm）	折射率	阿貝數
光場虛像	S0	無限大	-1000		
瞳孔	S1	無限大	14.013		
光學元件	S2	無限大	1.818	1.533	55.732

	S3	-27.578	0.2		
微透鏡陣列	S4	-2.983	1	1.59	29.921
	S5	-1.331	3.5		
顯示元件	S6	無限大			

【0046】

表四

表面	k	C	D	E	F
S3	-0.947	-2.5E-5	1.977E-7	-3.65E-9	2.213E-11
S4	7.175	-1.154E-1	1.977E-7	-2.511E-1	3.485E-1
S5	3.324	1.155E-1	1.977E-7	-2.293	6.463

【0047】

表五

距離（mm）	曲率半徑(mm)	k	C	D	E	F	有效焦距(mm)
0	-1.331	3.324	0.115	0.769	-2.293	6.463	3.327
1	-1.332	-1.557	-0.131	0.214	-0.723	0.788	3.329
2	-1.332	2.799	0.109	0.393	-0.667	2.478	3.329
3	-1.333	-4.115	-0.24	0.06	0.374	-0.918	3.332
4	-1.334	-1.203	-0.083	-0.118	0.646	-1.184	3.339
5	-1.335	-1.468	-0.089	-0.155	0.658	-1.02	3.344
6	-1.336	-1.147	-0.063	-0.225	0.847	-1.186	3.348
7	-1.34	0.996	0.044	-0.145	0.868	-1.218	3.361
8	-1.338	-1.124	-0.041	-0.436	1.693	-2.382	3.356

【0048】在表三至表五的實施例中，因非球面係數B、G、H、I、J、K例如都為0，因此省略示出。另外，表三中微透鏡陣列23的表面S5的曲率半徑是以微透鏡陣列23的中心的曲率半徑作代表。此外，表五中的距離為微透鏡231的中心與微透鏡陣列23的中心之間的距離，其對應於圖5B中橫軸所表示的子影像EI與子影像EI0（即中心子影像）之間的距離；而有效焦距為微透鏡231的焦距。

【0049】圖6是本發明又一實施例的近眼光場顯示裝置的示意圖。請參照圖6，在本實施例中，近眼光場顯示裝置30包含顯示元件15、微透鏡陣列33及光學元件31。本實施例的近眼光場顯示裝置30與圖1所示的近眼光場顯示裝置10具有相似的結構與功能，本實施例與圖1所示的實施例不同之處主要在於：光學元件31具有第一表面S3與第二表面S2，第一表面S3鄰近微透鏡陣列33，第二表面S2遠離微透鏡陣列33，第一表面S3位於第二表面S2與微透鏡陣列33之間，而第一表面S3是平面，第二表面S2是凸面。也就是說，本實施例的光學元件31是平凸透鏡，其中平面（第一表面S3）位於凸面（第二表面S2）與微透鏡陣列33之間。在本實施例中，第二表面S2可以是球面或非球面，本發明並不以此為限制。此外，本實施例的微透鏡陣列33的結構與圖3相似，且可以是由焦距相同或是焦距不同的多個微透鏡331所構成的微透鏡陣列33。

【0050】舉例來說，以微透鏡陣列33的各微透鏡331的焦距是相同且焦距值例如是3.304mm為例，而其他參數如以下表六、表七之一、表七之二所示。然而，表六、表七之一、表七之二及下文提及的表格中所列的數據資料並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者在參照本發明之後，當可對其參數或設定做適當的更動，惟其仍應屬於本發明之範疇內。

【0051】

表六

位置	表面	曲率半徑（mm）	間　　距（mm）	折射率	阿貝數
光場虛像	S0	無限大	-1000		
瞳孔	S1	無限大	13.071		

光學元件	S2	22.874	2.432	1.533	55.732
	S3	無限大	0.2		
微透鏡陣列	S4	-2.514	1	1.59	29.921
	S5	-1.26	3.5		
顯示元件	S6	無限大			

【0052】

表七之一

表面	k	C	D	E	F
S2	-17.913	1.366E-4	-2E-6	1.34E-8	-8.915E-11
S4	4.67	-0.122	-1.04E-1	0.013	0
S5	2.749	0.118	7.21E-1	-2.119	5.983

表七之二

表面	G	H	I	J	K
S2	6.069E-13	2.446E-15	-7.806E-17	-1.358E-18	1.966E-20
S4	0	0	0	0	0
S5	0	0	0	0	0

【0053】承上述，並請參照圖7A，圖7A為使用圖6中的近眼光場顯示裝置且微透鏡陣列的每一微透鏡具有相同的焦距（例如3.304mm）所產生的MTF曲線圖。然而，在其他實施例中，圖6中的近眼光場顯示裝置30的微透鏡陣列33的多個微透鏡331也可具有不同的焦距。請參照以下表八、表九之一、表九之二、表十中的相關參數，並請參照圖7B，圖7B為使用圖6中的近眼光場顯示裝置且微透鏡陣列的多個微透鏡具有不同的焦距（例如表十中的有效焦距）所產生的MTF曲線圖。此外，以下表九之一中非球面係數B例如為0，且以下表十中非球面係數B、G、H、I、J、K例如都為0，因此皆省略示出。另外，表八中微

透鏡陣列33的表面S5的曲率半徑是以微透鏡陣列33的中心的曲率半徑作代表。

【0054】

表八

位置	表面	曲率半徑（mm）	間　　距（mm）	折射率	阿貝數
光場虛像	S0	無限大	-1000		
瞳孔	S1	無限大	13.49		
光學元件	S2	30.735	2.158	1.533	55.732
	S3	無限大	0.2		
微透鏡陣列	S4	-2.621	1	1.59	29.921
	S5	-1.267	3.5		
顯示元件	S6				

【0055】

表九之一

表面	k	C	D	E	F
S2	-15.582	9.109E-5	-1.174E-6	1.531E-8	-1.099E-10
S4	5.664	-0.114	-1.16E-1	0.06	0
S5	2.885	0.114	8.67E-1	-2.689	7.113

表九之二

表面	G	H	I	J	K
S2	3.246E-13	2.246E-15	-4.146E-17	-9.235E-19	1.33E-20
S4	0	0	0	0	0
S5	0	0	0	0	0

【0056】

表十

距離	曲率半徑	k	C	D	E	F	有效焦距

（mm）	(mm)						(mm)
0	-1.267	2.885	0.114	0.867	-2.689	7.113	3.26
1	-1.265	-1.212	-0.105	0.109	-0.462	0.599	3.253
2	-1.267	2.553	0.112	0.548	-1.301	3.837	3.264
3	-1.268	-2.156	-0.16	0.089	-0.276	0.314	3.267
4	-1.27	-1.309	-0.106	0.028	-0.103	0.072	3.275
5	-1.271	-1.237	-0.094	-0.059	0.285	-0.529	3.281
6	-1.272	-0.956	-0.069	-0.136	0.58	-0.936	3.286
7	-1.273	0.367	0.021	-0.195	0.948	-1.385	3.292
8	-1.273	-1.161	-0.06	-0.322	1.27	-1.845	3.289

【0057】圖8是本發明又一實施例的近眼光場顯示裝置的示意圖。請參照圖8，在本實施例中，近眼光場顯示裝置40包含顯示元件15、微透鏡陣列43及光學元件41。本實施例的近眼光場顯示裝置40與圖1所示的近眼光場顯示裝置10具有相似的結構與功能，本實施例與圖1所示的實施例不同之處主要在於：光學元件41具有第一表面S3與第二表面S2，第一表面S3鄰近微透鏡陣列43，第二表面S2遠離微透鏡陣列43，第一表面S3位於第二表面S2與微透鏡陣列43之間，而第一表面S3是凸面，第二表面S2是凹面。也就是說，本實施例的光學元件41是具有雙面曲率的透鏡。在本實施例中，第一表面S3可以是球面或非球面，第二表面S2也可以是球面或非球面，本發明並不以此為限制。此外，本實施例的微透鏡陣列43的結構與圖3相似，且可以是由焦距相同或是焦距不同的多個微透鏡431所構成的微透鏡陣列43。

【0058】舉例來說，以微透鏡陣列43的各微透鏡431的焦距是相同且焦距值例如是3.333為例，而其他參數如以下表十一、表十二所示。此外，在表十一與表十二的實施例中，因非球面係數B、G、H、I、J、K例如都為0，因此省略示出。

【0059】

表十一

位置	表面	曲率半徑（mm）	間　　距（mm）	折射率	阿貝數
光場虛像	S0	1E+18	-1000		
瞳孔	S1	1E+18	12.464		
光學元件	S2	-24.719	2.632	1.533	55.732
	S3	-13.139	0.5		
微透鏡陣列	S4	-2.941	1	1.59	29.921
	S5	-1.327	3.5		
顯示元件	S6	無限大			

【0060】

表十二

表面	k	C	D	E	F
S2	5.33	2.24E-4	-2E-6	7.51E-9	-2.69E-11
S3	0.643	2.06E-4	-1E-6	3.16E-9	-1.54E-11
S4	11.366	-0.102	6.19E-2	-0.46	0.716
S5	3.513	0.118	9.24E-1	-3.093	8.699

【0061】承上述，並請參照圖9A，圖9A為使用圖8中的近眼光場顯示裝置且微透鏡陣列的每一微透鏡具有相同的焦距（例如3.333 mm）所產生的MTF曲線圖。然而，在其他實施例中，圖8中的近眼光場顯示裝置40的微透鏡陣列43的多個微透鏡431也可具有不同的焦距。以下表十三、表十四、表十五中的相關參數，並請參照圖9B，圖9B為使用圖8中的近眼光場顯示裝置且微透鏡陣列的多個微透鏡具有不同的焦距（例如表十五中的有效焦距）所產生的MTF曲線圖。此外，在表十三至表十五的實施例中，因非球面係數B、G、H、I、J、K例如都為0，因此省

略示出。另外，表十三中微透鏡陣列43的表面S5的曲率半徑是以微透鏡陣列43的中心的曲率半徑作代表。

【0062】

表十三

位置	表面	曲率半徑（mm）	間　　距（mm）	折射率	阿貝數
光場虛像	S0	無限大	-1000		
瞳孔	S1	無限大	13		
光學元件	S2	-23.902	2.283	1.533	55.732
	S3	-18	0.5		
微透鏡陣列	S4	-3.115	1	1.59	29.921
	S5	-1.325	3.5		
顯示元件	S6				

【0063】

表十四

表面	k	C	D	E	F
S2	4.679	2.88E-4	-2E-6	1.79E-8	1.29E-11
S3	0.71	1.78E-4	-1E-6	5.26E-9	3.79E-11
S4	11.934	-0.109	7.96E-2	-0.453	0.351
S5	3.441	0.108	9.93E-1	-3.236	8.454

【0064】

表十五

距離（mm）	曲率半徑(mm)	k	C	D	E	F	有效焦距(mm)
0	-1.325	3.441	0.108	0.993	-3.236	8.454	3.237
1	-1.323	-1.403	-0.113	0.127	-0.451	0.47	3.228
2	-1.326	2.953	0.108	0.542	-1.216	3.654	3.24

3	-1.327	-2.502	-0.164	0.061	-0.06	-0.111	3.244
4	-1.329	-1.084	-0.084	-0.017	0.086	-0.237	3.254
5	-1.331	-1.362	-0.087	-0.122	0.481	-0.764	3.26
6	-1.333	-1.063	-0.061	-0.203	0.764	-1.142	3.267
7	-1.334	0.708	0.042	-0.21	0.904	-1.22	3.273
8	-1.335	-1.222	-0.043	-0.354	1.171	-1.567	3.275

【0065】圖10是本發明又一實施例的近眼光場顯示裝置的示意圖。請參照圖10，在本實施例中，近眼光場顯示裝置50包含顯示元件15、微透鏡陣列53及光學元件51。本實施例的近眼光場顯示裝置50與圖1所示的近眼光場顯示裝置10具有相似的結構與功能，本實施例與圖1所示的實施例不同之處主要在於：光學元件51具有第一表面S3與第二表面S2，第一表面S3鄰近微透鏡陣列53，第二表面S2遠離微透鏡陣列53，第一表面S3位於第二表面S2與微透鏡陣列53之間，而第一表面S3是繞射光學元件（diffractive optical element, DOE）表面，第二表面S2是凸面。在本實施例中，繞射光學元件表面（第一表面S3）可以有效的降低色差。在本實施例中，第二表面S2可以是球面或非球面，本發明並不以此為限制。此外，本實施例的微透鏡陣列53的結構與圖3相似，且可以是由焦距相同或是焦距不同的多個微透鏡531所構成的微透鏡陣列53。

【0066】舉例來說，以微透鏡陣列53的各微透鏡531的焦距是相同且例如是3.241mm為例，而其他參數如表十六至表十八之二所示。在表十七中，因非球面係數B、G、H、I、J、K例如都為0，因此省略示出。此外，表十八之一與表十八之二是相位元件（繞射光學元件表面）的係數，其相位展開式如下：

$$\phi(h)=\sum_{i=2,4,6\ldots}A_i h^i$$

其中，h為相位元件（繞射光學元件表面）的徑向高度（radial height）。

【0067】

表十六

位置	表面	曲率半徑（mm）	間　　距（mm）	折射率	阿貝數
光場虛像	S0	無限大	-1000		
瞳孔	S1	無限大	13.733		
光學元件	S2	35.123	2	1.533	55.732
	S3	無限大	0.2		
微透鏡陣列	S4	-2.482	1	1.59	29.921
	S5	-1.242	3.5		
顯示元件	S6	無限大			

【0068】

表十七

表面	k	C	D	E	F
S2	-11.397	6.3E-5	-1E-6	2.36E-8	-1.53E-10
S4	7.818	-0.107	1.06E-1	-1.141	2.411
S5	2.725	0.127	7.68E-1	-2.32	6.646

【0069】

表十八之一

A2	A4	A6	A8	A10
-1.48E-3	2.091E-5	-4.4E-7	2.865E-9	1.824E-11

表十八之二

A12	A14	A16	A18	A20
3.389E-14	-1.624E-15	-1.753E-17	-1.83E-19	1.434E-21

【0070】承上述，並請參照圖11A，圖11A為使用圖10中的近眼光場顯示裝置且微透鏡陣列的每一微透鏡具有相同的焦距（例如3.241mm）所產生的MTF曲線圖。然而，在其他實施例中，圖10中的近眼光場顯示裝置50的微透鏡陣列53的多個微透鏡531也可具有不同的焦距。請參照以下表十九、表二十、表二十一之一、表二十一之二、表二十二中的相關參數，並請參照圖11B，圖11B為圖10中的近眼光場顯示裝置且微透鏡陣列的多個微透鏡具有不同的焦距（例如表二十二中的有效焦距）所產生的MTF曲線圖。此外，在以下表二十與表二十二中，因非球面係數B、G、H、I、J、K例如都為0，因此省略示出。另外，表十九中微透鏡陣列53的表面S5的曲率半徑是以微透鏡陣列53的中心的曲率半徑作代表。

【0071】

表十九

位置	表面	曲率半徑（mm）	間　　距（mm）	折射率	阿貝數
光場虛像	S0	無限大	-1000		
瞳孔	S1	無限大	13.733		
光學元件	S2	21.024	2	1.533	55.732
	S3	無限大	0.2		
微透鏡陣列	S4	-2.342	1	1.59	29.921
	S5	-1.232	3.5		
顯示元件	S6	無限大			

【0072】

表二十

表面	k	C	D	E	F

S2	-3.895	7.6E-5	-1E-6	2.19E-8	-1.35E-10
S4	7.756	-0.1	1.05E-1	-0.797	1.525
S5	2.736	0.133	7.97E-1	-2.38	7.025

【0073】

表二十一之一

A2	A4	A6	A8	A10
-1.36E-3	1.3E-5	-3.26E-7	2.41E-9	2.02E-11

表二十一之二

A12	A14	A16	A18	A20
2.44E-14	-2.08E-15	-2.48E-17	-2.09E-19	3.2E-21

【0074】

表二十二

距離（mm）	曲率半徑 (mm)	k	C	D	E	F	有效焦距 (mm)
0	-1.232	2.736	0.133	0.797	-2.38	7.025	3.299
1	-1.23	-1.58	-0.131	0.112	-0.487	0.65	3.294
2	-1.232	2.358	0.125	0.5	-1.124	3.671	3.299
3	-1.231	-2.003	-0.151	0.048	-0.187	0.228	3.298
4	-1.232	-1.377	-0.106	0.008	-0.117	0.161	3.301
5	-1.233	-1.359	-0.101	-0.034	0.035	-0.035	3.305
6	-1.234	-0.952	-0.07	-0.067	0.138	-0.162	3.31
7	-1.235	0.591	0.032	-0.015	0.181	-0.128	3.316
8	-1.235	-0.831	-0.052	-0.153	0.452	-0.578	3.314

【0075】圖12是本發明又一實施例的近眼光場顯示裝置的示意圖。請參照圖12，在本實施例中，近眼光場顯示裝置60包含顯示元件15、微透鏡陣列63及光學元件61。本實施例的近眼光場顯示裝置60與圖1所示的近眼光場顯示裝置10具有相似的結構與功能，本實施例與圖1所示的實施例不同之處主要在於：光學元件61具有第一表面S3與第二表面S2，第一表面S3鄰近微透鏡陣列63，第二表面S2遠離微透鏡陣列63，

第一表面S3位於第二表面S2與微透鏡陣列63之間，而第一表面S3是凸面，第二表面S2是繞射光學元件表面。在本實施例中，繞射光學元件表面（第二表面S2）可以有效的降低色差。在本實施例中，第一表面S3可以是球面或非球面，本發明並不以此為限制。此外，本實施例的微透鏡陣列63的結構與圖3相似，且可以是由焦距相同或是焦距不同的多個微透鏡631所構成的微透鏡陣列63。

【0076】舉例來說，以微透鏡陣列63的各微透鏡631的焦距是相同且例如是以3.287mm為例，而其他參數如表二十三至表二十五所示。此外，在以下表二十四中，因非球面係數B、G、H、I、J、K例如都為0，因此省略示出。

【0077】

表二十三

位置	表面	曲率半徑（mm）	間　距（mm）	折射率	阿貝數
光場虛像	S0	無限大	-1000		
瞳孔	S1	無限大	13.733		
光學元件	S2	無限大	2	1.533	55.731
	S3	-35.624	0.2		
微透鏡陣列	S4	-2.817	1	1.59	29.921
	S5	-1.3	3.5		
顯示元件	S6	無限大			

【0078】

表二十四

表面	k	C	D	E	F
S3	-57.769	-1.579E-4	2E-6	-2.04E-8	7.96E-11

S4	12.145	-9.3E-2	0.146	-1.036	2.112
S5	2.695	0.118	0.443	-1.016	3.388

【0079】

表二十五

A2	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16	A18	A20
-1.563 E-3	3.12 E-5	-8.693 E-7	8.96 E-9	4.6E -11	-8.855 E-13	-1.599 E-14	1.774E -16	2.28E -18	-2.574 E-20

【0080】承上述，並請參照圖13A，圖13A為使用圖12中的近眼光場顯示裝置且微透鏡陣列的每一微透鏡具有相同的焦距（例如3.287mm）所產生的MTF曲線圖。然而，在其他實施例中，圖12中的近眼光場顯示裝置60的微透鏡陣列63的多個微透鏡631也可具有不同的焦距。請參照以下表二十六、表二十七、表二十八、表二十九中的相關參數，並請參照圖13B，圖13B為圖12中的近眼光場顯示裝置且微透鏡陣列的多個微透鏡具有不同的焦距(例如表二十九中的有效焦距)所產生的MTF曲線圖。此外，在以下表二十七與表二十九中，因非球面係數B、G、H、I、J、K例如都為0，因此省略示出。另外，表二十六中微透鏡陣列63的表面S5的曲率半徑是以微透鏡陣列63的中心的曲率半徑作代表。

【0081】

表二十六

位置	表面	曲率半徑（mm）	間　　距（mm）	折射率	阿貝數
光場虛像	S0	無限大	-1000		
瞳孔	S1	無限大	13.733		
光學元件	S2	無限大	2	1.533	55.731

	S3	-25.011	0.2		
微透鏡陣列	S4	-3.001	1	1.59	29.921
	S5	-1.346	3.5		
顯示元件	S6	無限大			

【0082】

表二十七

表面	k	C	D	E	F
S3	-6.732	-1.339E-4	3E-6	-4.24E-8	2.49E-10
S4	15.576	-7.98E-2	0.136	-0.692	1.413
S5	3.002	0.101	0.577	-1.485	3.987

【0083】

表二十八

A2	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16	A18	A20
-1.47E-3	2.89E-5	-8.85E-7	8E-9	7.68E-11	-4.19E-13	-1.99E-14	3E-17	2.24E-18	-1.06E-20

【0084】

表二十九

距離（mm）	曲率半徑 (mm)	k	C	D	E	F	有效焦距 (mm)
0	-1.346	3.001	0.101	0.577	-1.485	3.987	3.377
1	-1.345	-1.531	-0.117	0.155	-0.637	0.854	3.374
2	-1.346	2.479	0.09	0.319	-0.544	1.68	3.378
3	-1.346	-1.967	-0.128	0.043	-0.144	0.14	3.38
4	-1.347	-1.81	-0.115	-0.014	0.054	-0.123	3.382
5	-1.348	-1.661	-0.101	-0.068	0.235	-0.353	3.386
6	-1.349	-0.672	-0.045	-0.115	0.365	-0.495	3.391
7	-1.351	0.764	0.032	-0.103	0.486	-0.586	3.398
8	-1.352	-0.955	-0.056	-0.137	0.418	-0.543	3.404

【0085】圖14是本發明又一實施例的近眼光場顯示裝置的示意圖。請參照圖14，在本實施例中，近眼光場顯示裝置70包含顯示元件15、微

透鏡陣列73及光學元件71。本實施例的近眼光場顯示裝置70與圖1所示的近眼光場顯示裝置10具有相似的結構與功能，本實施例與圖1所示的實施例不同之處主要在於：光學元件71具有第一表面S3與第二表面S2，第一表面S3鄰近微透鏡陣列73，第二表面S2遠離微透鏡陣列73，第一表面S3位於第二表面S2與微透鏡陣列73之間，而第一表面S3是菲涅耳（Fresnel）透鏡表面，第二表面S2是繞射光學元件表面。在本實施例中，菲涅耳透鏡表面（第一表面S3）可以有效降低透鏡的厚度，繞射光學元件表面（第二表面S2）可以有效的降低色差。此外，本實施例的微透鏡陣列73的結構與圖3相似，且可以是由焦距相同或是焦距不同的多個微透鏡731所構成的微透鏡陣列73。

【0086】舉例來說，以微透鏡陣列73的各微透鏡731的焦距是相同且例如是以3.302mm為例，而其他參數如表三十至表三十二所示。此外，在以下表三十一中，因非球面係數B、G、H、I、J、K例如都為0，因此省略示出。

【0087】

表三十

位置	表面	曲率半徑（mm）	間　距（mm）	折射率	阿貝數
光場虛像	S0	無限大	-1000		
瞳孔	S1	無限大	15.271		
光學元件	S2	無限大	1	1.533	55.731
	S3	-29.562	0.2		
微透鏡陣列	S4	-2.655	1	1.59	29.921
	S5	-1.281	3.5		

顯示元件	S6	無限大			

【0088】

表三十一

表面	k	C	D	E	F
S3	-3.963	1.887E-4	4E-6	-4.553E-8	1.965E-10
S4	1.6E+1	-0.058	0.137	0	0
S5	1.115	0.044	0.101	0	0

【0089】

表三十二

A2	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16	A18	A20
-2.566E-3	7.957E-5	-1.605E-6	5.812E-9	2.049E-10	-1.536E-12	-8.962E-15	-2.995E-16	8.472E-18	-5.015E-20

【0090】承上述，並請參照圖15A，圖15A為使用圖14中的近眼光場顯示裝置且微透鏡陣列的每一微透鏡具有相同的焦距（例如3.302mm mm）所產生的MTF曲線圖。然而，在其他實施例中，圖14中的近眼光場顯示裝置70的微透鏡陣列73的多個微透鏡731也可具有不同的焦距。請參照以下表三十三、表三十四、表三十五、表三十六中的相關參數，並請參照圖15B，圖15B為圖14中的近眼光場顯示裝置且微透鏡陣列的多個微透鏡具有不同的焦距（例如表三十六中的有效焦距）所產生的MTF曲線圖。此外，以下表三十四中因非球面係數B、G、H、I、J、K例如都為0，且以下表三十六中因非球面係數B、E、F、G、H、I、J、K例如都為0，因此省略示出。另外，表三十三中微透鏡陣列73的表面S5的曲率半徑是以微透鏡陣列73的中心的曲率半徑作代表。

【0091】

表三十三

位置	表面	曲率半徑（mm）	間　　距（mm）	折射率	阿貝數
光場虛像	S0	無限大	-1000		
瞳孔	S1	無限大	15.271		
光學元件	S2	無限大	1	1.533	55.732
	S3	-30.288	0.2		
微透鏡陣列	S4	-3.061	1	1.59	29.921
	S5	-1.35	3.5		
顯示元件	S6	無限大			

【0092】

表三十四

表面	k	C	D	E	F
S3	-6.43	-1.915E-4	4E-6	-4.578E-8	2.11E-10
S4	20.4	-0.053	1.043E-1	0	0
S5	1.681	0.056	1.514E-1	0	0

【0093】

表三十五

A2	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16	A18	A20
-2.41E-3	6.95E-5	-1.46E-6	5.96E-9	1.93E-10	-1.6E-12	-7.48E-15	-2.75E-16	8.59E-18	-5.68E-20

【0094】

表三十六

距離（mm）	曲率半徑(mm)	k	C	D	有效焦距(mm)
0	-1.35	1.681	0.056	0.151	3.362
1	-1.348	-1.165	-0.078	-0.006	3.354
2	-1.349	0.992	0.029	0.072	3.358
3	-1.348	-1.479	-0.09	-0.011	3.355
4	-1.352	-1.284	-0.084	-0.007	3.371

5	-1.355	-1.135	-0.079	-0.004	3.384
6	-1.349	-0.698	-0.042	-0.032	3.361
7	-1.35	-0.854	-0.049	-0.037	3.364
8	-1.354	-1.666	-0.095	-0.027	3.382

【0095】圖16是本發明又一實施例的近眼光場顯示裝置的示意圖。請參照圖16，在本實施例中，近眼光場顯示裝置80包含顯示元件15、微透鏡陣列13、光學元件11及光轉向元件81。本實施例的近眼光場顯示裝置80與圖1所示的近眼光場顯示裝置10具有相似的結構與功能，本實施例與圖1所示的實施例不同之處主要在於：近眼光場顯示裝置80還包括光轉向元件81，其中這些子影像光束(未繪示)通過光學元件11之後成為影像光束L1，光轉向元件81位在來自於光學元件11的影像光束L1的傳遞路徑上，並配置於光學元件11之遠離微透鏡陣列13的一側。在本實施例中，光學元件11位於光轉向元件81與微透鏡陣列13之間。光轉向元件81將影像光束L1反射而成為朝向使用者眼睛EY的影像光束L2。

【0096】在本實施例中，光轉向元件81例如可以是部分穿透部分反射元件。因此，外部的環境光源LA可以穿透光轉向元件81至使用者眼睛EY，讓本實施例的近眼光場顯示裝置80例如可以應用於虛擬實境等。

【0097】然而，上述實施例中的微透鏡陣列及光學元件的至少其中之一可具有可變焦距，以下舉例說明。圖17A與圖17B是本發明一實施例的近眼顯示裝置在不同變焦狀態下的示意圖。請參照圖17A與圖17B，本實施例的近眼顯示裝置90包含顯示元件95、微透鏡陣列93以及光學元件91，其中近眼顯示裝置90例如是近眼光場顯示裝置。顯示元件95具有多個微影像單元951，其中每一微影像單元951適於提供子影像光束LS（圖17A與圖17B以位於上緣的微影像單元951所發出的子影像光

束LS的上邊界與位於下緣的微影像單元951所發出的子影像光束LS的下邊界示意）。微透鏡陣列93設置在顯示元件95前方，並具有多個微透鏡931，多個微透鏡931分別對應於多個微影像單元951。光學元件91設置在微透鏡陣列93前方，位在來自於微透鏡931的子影像光束LS的傳遞路徑上。微透鏡陣列93位於光學元件91與顯示元件95之間，且每一子影像光束LS經由對應的微透鏡931投射至光學元件91。此外，在本實施例中，光學元件91具有可變焦距。

【0098】上述之顯示元件95及微透鏡陣列93與圖1的顯示元件15及微透鏡陣列13相似，在此不再詳述。本實施例的光學元件91例如是液態透鏡（liquid lens）、液晶透鏡（liquid crystal lens）或其他可調整焦距的光學元件。

【0099】與圖1的實施例相似，圖17A與圖17B中的實施例因使用光學元件91而使子影像光束LS可大角度地轉折，所以進入使用者眼睛/瞳孔（即圖17A與圖17B中表面S1之處）的入射角θ 3會遠大於子影像光束LS從微影像單元951出射時的出射角θ 4，因此近眼顯示裝置90的整體厚度不需太厚即可達到大視野的優點。

【0100】在本實施例中，由於光學元件91具有可變焦距，所以近眼顯示裝置90具有焦距調節（focus accommodation）的功能，如此可達到藉由調整光學元件91的焦距來改變視野及角解析度（angular resolution）的效果。舉例來說，圖17A中的光學元件91的焦距大於圖17B中的光學元件91的焦距，所以圖17A的光場虛像S0的視野小於圖17B的光場虛像S0的視野，且圖17A中的出射角θ 4大於圖17B中的出射角θ 4。然而，在圖17A與圖17B的實施例中中，光學元件91的形狀

改變是用以示意焦距改變以簡化說明，而非限制光學元件91的具體形狀。

【0101】圖18A與圖18B是本發明另一實施例的近眼顯示裝置在不同變焦狀態下的示意圖。請參照圖18A與圖18B，本實施例的近眼顯示裝置100包含顯示元件95、微透鏡陣列103以及光學元件101。本實施例的近眼顯示裝置100與上述的近眼顯示裝置90具有相似的結構與功能，不同之處主要在於本實施例的微透鏡陣列103具有可變焦距，亦即本實施例的微透鏡陣列103的每一個微透鏡1031都具有可變焦距。調整微透鏡陣列103的焦距即指調整這些微透鏡1031的焦距。在本實施例中，各微透鏡1031例如是液態透鏡、液晶透鏡或其他可調整焦距的光學元件。

【0102】在圖18A與圖18B的實施例中，由於微透鏡陣列103及光學元件101都具有可變焦距，所以可選擇性調整微透鏡陣列103及/或光學元件101的焦距來改變視野及角解析度，進而使近眼顯示裝置100可具有更廣的調整範圍。詳細而言，在本實施例中，近眼顯示裝置100可以包括近眼光場顯示裝置，也可以包括不具光場顯示功能的近眼顯示裝置。舉例來說，在圖18A的實施例中，微透鏡陣列103具有屈光度（refractive power），而近眼顯示裝置100可形成具有景深的光場虛像S0。在圖18B的實施例中，微透鏡陣列103的焦距例如調整至無限大（即沒有屈光度），而使近眼顯示裝置100所形成的虛像S01可不具有景深。如此一來，由於近眼顯示裝置100可透過調整焦距而切換成近眼光場顯示裝置或不具光場顯示功能的近眼顯示裝置，因而可提高使用上的通用性與便利性。

【0103】圖19A與圖19B是本發明另一實施例的近眼顯示裝置在不同變焦狀態下的示意圖。請參照圖19A與圖19B，本實施例的近眼顯示裝置

110包含顯示元件95、微透鏡陣列113以及光學元件111。本實施例的近眼顯示裝置110與上述的近眼顯示裝置100具有相似的結構與功能，不同之處主要在於本實施例的光學元件111不具有可變焦距。在本實施例中，微透鏡陣列113具有可變焦距，亦即微透鏡陣列113的每一個微透鏡1131都具有可變焦距，而各微透鏡1131可為液態透鏡、液晶透鏡或其他可調整焦距的光學元件。

【0104】在圖19A與圖19B的實施例中，可藉由調整微透鏡陣列113的焦距來改變視野及角解析度。在圖19A的實施例中，微透鏡陣列113具有屈光度，而近眼顯示裝置110可形成具有景深的光場虛像S0。在圖19B的實施例中，微透鏡陣列113的焦距例如調整至無限大（即沒有屈光度），而使近眼顯示裝置110所形成的虛像S01可不具有景深。如此一來，由於近眼顯示裝置110可透過調整焦距而切換成近眼光場顯示裝置或不具光場顯示功能的近眼顯示裝置，因而可提高使用上的通用性與便利性。類似地，在本實施例中，由於微透鏡陣列113具有可變焦距，圖19A中的微透鏡陣列113的焦距小於圖19B中的微透鏡陣列113的焦距，所以圖19A中的出射角θ 4小於圖19B中的出射角θ 4。然而，在圖19A與圖19B的實施例中，微透鏡陣列113的形狀改變是用以示意焦距改變以簡化說明，而非限制微透鏡陣列113的具體形狀。

【0105】此外，上述微透鏡陣列93/103/113的阿貝數是Vd_{MLA}，微透鏡陣列93/103/113的折射率是nd_{MLA}，光學元件91/101/111的阿貝數是Vd_{OE}，光學元件91/101/111的折射率是nd_{OE}，其中Vd_{MLA}與Vd_{OE}的大小關係以及nd_{MLA}與nd_{OE}的大小關係可以視不同的設計需求而調整。在一實施例中，微透鏡陣列93/103/113與光學元件91/101/111滿足：$Vd_{OE}>Vd_{MLA}$及$nd_{OE}<nd_{MLA}$的至少其中之一。在另一實施例中，微透鏡陣

列93/103/113與光學元件91/101/111滿足：$Vd_{OE}<Vd_{MLA}$及$nd_{OE}>nd_{MLA}$的至少其中之一。在又一實施例中，微透鏡陣列93/103/113與光學元件91/101/111滿足：$Vd_{OE}=Vd_{MLA}$及$nd_{OE}=nd_{MLA}$的至少其中之一。

【0106】綜上所述，本發明之實施例的近眼光場顯示裝置透過設置一光學元件於微透鏡陣列的前方，且使微透鏡陣列與光學元件滿足：$Vd_{OE}>Vd_{MLA}$及$nd_{OE}<nd_{MLA}$的至少其中之一，因而達成降低近眼光場顯示裝置的厚度與重量，並提高視野的效果。此外，本發明之實施例的近眼顯示裝置因微透鏡陣列及光學元件至少其中之一具有可變焦距，所以具有焦距調節的功能，可改變視野及角解析度。

【0107】惟以上所述者，僅為本發明之較佳實施例而已，當不能以此限定本發明實施之範圍，即大凡依本發明申請專利範圍及發明說明內容所作之簡單的等效變化與修飾，皆仍屬本發明專利涵蓋之範圍內。另外，本發明的任一實施例或申請專利範圍不須達成本發明所揭露之全部目的或優點或特點。此外，摘要部分和標題僅是用來輔助專利文件搜尋之用，並非用來限制本發明之權利範圍。此外，本說明書或申請專利範圍中提及的「第一」、「第二」等用語僅用以命名元件(element)的名稱或區別不同實施例或範圍，而並非用來限制元件數量上的上限或下限。

【符號說明】

【0108】

10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、110：近眼光場顯示裝置

11、21、31、41、51、61、71、91、101、111：光學元件

13、23、33、43、53、63、73、93、103、113：微透鏡陣列

131、231、331、431、531、631、731、931、1031、1131：微透鏡

15、95：顯示元件

151、951：微影像單元

81：光轉向元件

Ax：光軸

EY：眼睛

EI0、EI：子影像

LA：環境光源

LS：子影像光束

L1、L2：影像光束

SA：非球面

S0：光場虛像

S01：虛像

S1~S6：表面

Y：徑向高度

θ 1、θ 3：入射角

θ 2、θ 4：出射角

201915546
專利案號：106136990
申請日：
IPC分類：*G02B 27/01* (2006.01)

【發明摘要】

【中文發明名稱】近眼光場顯示裝置及近眼顯示裝置

【英文發明名稱】Near-Eye Light Field Display and Near-Eye Display

【中文】

一種近眼光場顯示裝置，其包含顯示元件、微透鏡陣列及光學元件。顯示元件具有多個微影像單元，每一微影像單元適於提供子影像光束。微透鏡陣列設置在顯示元件前方，並具有與多個微影像單元分別對應的多個微透鏡。光學元件設置在微透鏡陣列前方，位在來自於微透鏡的子影像光束的傳遞路徑上。微透鏡陣列位於光學元件與顯示元件之間，且每一子影像光束經由對應的微透鏡投射至光學元件。微透鏡陣列與光學元件滿足：$Vd_{OE}>Vd_{MLA}$及$nd_{OE}<nd_{MLA}$的至少其中之一。Vd_{MLA}與nd_{MLA}是微透鏡陣列的阿貝數及折射率，Vd_{OE}與nd_{OE}是光學元件的阿貝數及折射率。本發明另提出一種近眼顯示裝置。

【英文】

A near-eye light field display inlcudes a display element, a microlens array, and an optical element. The display element has a plurality of micro-image units. Each micro-image unit is adapted to provide a sub-image beam. The microlens array is disposed in front of the display element and has a plurality of microlenses corresponding to the micro-image units, respectively. The optical element is disposed in front of the microlens array, and located on the transmission path of the sub-image beams from the microlenses. The microlens array is located between the optical element and the display

element, and each sub-image beam is projected to the optical element via the corresponding microlens. The microlens array and the optical element satisfy at least one of VdOE>VdMLA and ndOE<ndMLA.VdMLA and ndMLA are Abbe number and refractive index of the microlens array, and VdOE and ndOEare Abbe number and refractive index of the optical element. A near-eye display is also provided.

【指定代表圖】圖 1

【代表圖之符號簡單說明】

10：近眼光場顯示裝置

11：光學元件

13：微透鏡陣列

131：微透鏡

15：顯示元件

151：微影像單元

EY：眼睛

LS：子影像光束

S0：光場虛像

θ 1：入射角

θ 2：出射角

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種近眼光場顯示裝置，包含：

一顯示元件，具有多個微影像單元，其中每一該微影像單元適於提供一子影像光束；

一微透鏡陣列，設置在該顯示元件前方，並具有多個微透鏡，其中該些微透鏡分別對應於該些微影像單元；以及

一光學元件，設置在該微透鏡陣列前方，位在來自於該些微透鏡的該些子影像光束的傳遞路徑上，其中該微透鏡陣列位於該光學元件與該顯示元件之間，且每一該子影像光束經由對應的該微透鏡投射至該光學元件；

其中該微透鏡陣列的阿貝數是Vd_{MLA}，該微透鏡陣列的折射率是nd_{MLA}，該光學元件的阿貝數是Vd_{OE}，該光學元件的折射率是nd_{OE}，其中該微透鏡陣列與該光學元件滿足：$Vd_{OE}>Vd_{MLA}$及$nd_{OE}<nd_{MLA}$的至少其中之一。

【第2項】如申請專利範圍第1項所述的近眼光場顯示裝置，其中該光學元件具有一第一表面與一第二表面，該第一表面鄰近該微透鏡陣列，該第二表面遠離該微透鏡陣列，該第一表面是凸面，該第二表面是平面，該第一表面是球面或非球面。

【第3項】如申請專利範圍第1項所述的近眼光場顯示裝置，其中該光學元件具有一第一表面與一第二表面，該第一表面鄰近該微透鏡陣列，該第二表面遠離該微透鏡陣列，該第一表面是平面，該第二表面是凸面，該第二表面是球面或非球面。

【第4項】如申請專利範圍第1項所述的近眼光場顯示裝置，其中該光學元件具有一第一表面與一第二表面，該第一表面鄰近該微透鏡陣列，該第

二表面遠離該微透鏡陣列，該第一表面具有凸面，該第二表面具有凹面，該第一表面是球面或非球面，該第二表面是球面或非球面。

【第5項】如申請專利範圍第1項所述的近眼光場顯示裝置，其中該光學元件具有一第一表面與一第二表面，該第一表面鄰近該微透鏡陣列，該第二表面遠離該微透鏡陣列，該第一表面是繞射光學元件表面，該第二表面是凸面，該第二表面是球面或非球面。

【第6項】如申請專利範圍第1項所述的近眼光場顯示裝置，其中該光學元件具有一第一表面與一第二表面，該第一表面鄰近該微透鏡陣列，該第二表面遠離該微透鏡陣列，該第一表面是凸面，該第二表面是繞射光學元件表面，該第一表面是球面或非球面。

【第7項】如申請專利範圍第1項所述的近眼光場顯示裝置，其中該光學元件具有一第一表面與一第二表面，該第一表面鄰近該微透鏡陣列，該第二表面遠離該微透鏡陣列，該第一表面是菲涅耳透鏡表面，該第二表面是繞射光學元件表面。

【第8項】如申請專利範圍第1項所述的近眼光場顯示裝置，還包括一光轉向元件，其中該些子影像光束通過該光學元件之後成為一影像光束，該光轉向元件位在來自於該光學元件的該影像光束的傳遞路徑上。

【第9項】如申請專利範圍第8項所述的近眼光場顯示裝置，其中該光轉向元件為部分穿透部分反射元件。

【第10項】如申請專利範圍第1項所述的近眼光場顯示裝置，其中該些微透鏡的焦距相同。

【第11項】如申請專利範圍第1項所述的近眼光場顯示裝置，其中該些微透鏡的焦距不同。

【第12項】如申請專利範圍第1項所述的近眼光場顯示裝置，其中該微透鏡陣列具有可變焦距。

【第13項】如申請專利範圍第1項所述的近眼光場顯示裝置，其中該光學元件具有可變焦距。

【第14項】一種近眼顯示裝置，包含：

一顯示元件，具有多個微影像單元，其中每一該微影像單元適於提供一子影像光束；

一微透鏡陣列，設置在該顯示元件前方，並具有多個微透鏡，其中該些微透鏡分別對應於該些微影像單元；以及

一光學元件，設置在該微透鏡陣列前方，位在來自於該些微透鏡的該些子影像光束的傳遞路徑上，其中該微透鏡陣列位於該光學元件與該顯示元件之間，且每一該子影像光束經由對應的該微透鏡投射至該光學元件；

其中該微透鏡陣列及該光學元件至少其中之一具有可變焦距。

【第15項】如申請專利範圍第14項所述的近眼顯示裝置，其中該微透鏡陣列的阿貝數是Vd_{MLA}，該微透鏡陣列的折射率是nd_{MLA}，該光學元件的阿貝數是Vd_{OE}，該光學元件的折射率是nd_{OE}，其中該微透鏡陣列與該光學元件滿足：$Vd_{OE}>Vd_{MLA}$及$nd_{OE}<nd_{MLA}$的至少其中之一。

【第16項】如申請專利範圍第14項所述的近眼顯示裝置，其中該微透鏡陣列的阿貝數是Vd_{MLA}，該微透鏡陣列的折射率是nd_{MLA}，該光學元件的阿貝數是Vd_{OE}，該光學元件的折射率是nd_{OE}，其中該微透鏡陣列與該光學元件滿足：$Vd_{OE}<Vd_{MLA}$及$nd_{OE}>nd_{MLA}$的至少其中之一。

【第17項】如申請專利範圍第14項所述的近眼顯示裝置，其中該微透鏡陣列的阿貝數是Vd_{MLA}，該微透鏡陣列的折射率是nd_{MLA}，該光學元件的阿貝

數是Vd_{OE}，該光學元件的折射率是nd_{OE}，其中該微透鏡陣列與該光學元件滿足：$Vd_{OE}=Vd_{MLA}$及$nd_{OE}=nd_{MLA}$的至少其中之一。