



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I516802 B

(45) 公告日：中華民國 105 (2016) 年 01 月 11 日

(21) 申請案號：102146856

(22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 12 月 18 日

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

(30) 優先權：2012/12/19 美國 13/720,842

(71) 申請人：輝達公司 (美國) NVIDIA CORPORATION (US)
美國(72) 發明人：盧博克 大衛 派崔克 LUEBKE, DAVID PATRICK (US)；朗門 道格拉斯
LANMAN, DOUGLAS (US)；福克斯 湯瑪士 F FOX, THOMAS F. (US)；史萊柏
格 葛瑞特 SLAVENBURG, GERRIT (US)

(74) 代理人：李宗德

(56) 參考文獻：

TW	201228380A	CN	1653374A
CN	101184166A	US	2008/0239499A1
US	2011/0164047A1		

M. Alonso Jr、A. B. Barreto, "Pre-Compensation for High-Order Aberrations of the Human Eye Using On-Screen Image Deconvolution", IEEE, pages 556-559, 2003.

審查人員：陳淑敏

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：14 共 50 頁

(54) 名稱

近眼光學去迴旋積顯示器

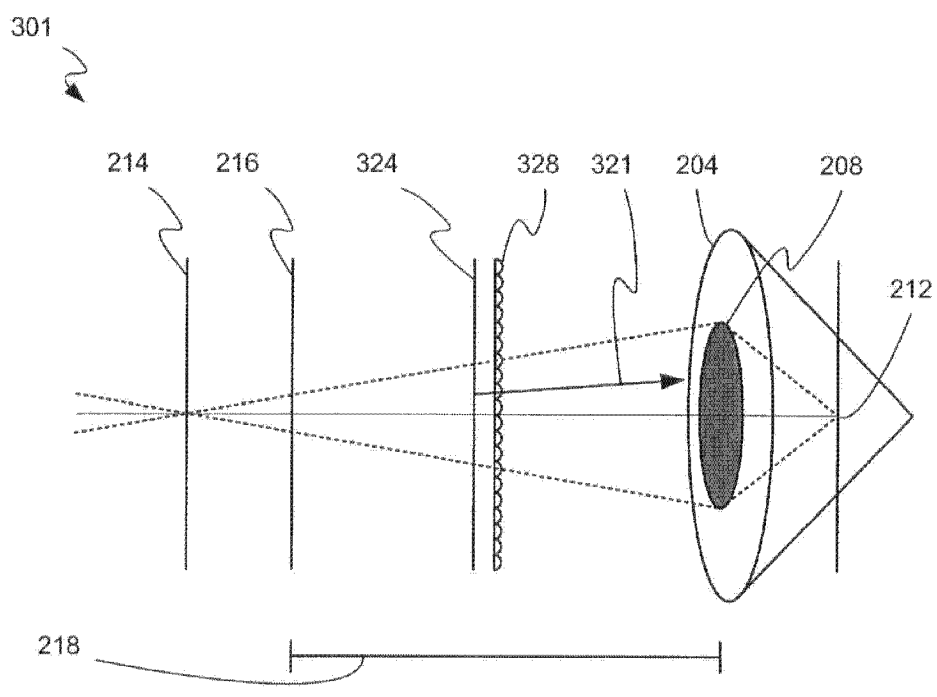
NEAR-EYE OPTICAL DECONVOLUTION DISPLAYS

(57) 摘要

在本發明之實施例中，一種設備可包括一顯示器，包含複數個像素。設備可更包括一電腦系統，與顯示器耦接且可操作以指示顯示器顯示對應於一目標影像的一去迴旋積影像，其中當顯示器在位於一觀察者之一近眼範圍內時顯示去迴旋積影像時，目標影像可被觀察者聚焦地感知到。

In embodiments of the invention, an apparatus may include a display comprising a plurality of pixels. The apparatus may further include a computer system coupled with the display and operable to instruct the display to display a deconvolved image corresponding to a target image, wherein when the display displays the deconvolved image while located within a near-eye range of an observer, the target image may be perceived in focus by the observer.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 204 . . . 眼睛
- 208 . . . 晶體
- 212 . . . 視網膜平面
- 214 . . . 焦點平面
- 216 . . . 近平面
- 218 . . . 最小調節距離
- 212 . . . 離
- 301 . . . 近眼微透鏡陣列顯示器
- 321 . . . 光射線
- 324 . . . 顯示器
- 328 . . . 微透鏡陣列

圖 3B

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

近眼光學去迴旋積顯示器

NEAR-EYE OPTICAL DECONVOLUTION DISPLAYS

【交叉參考相關應用】

【0001】 本文爲了所有目的而藉由引用來合併下面共同審查的美國專利申請書：申請於__之代理人案號 NVIDIA P-SC-12-0347-US2，David Luebke 的美國專利申請書第__號的「__」、及申請於__之代理人案號 NVIDIA P-SC-12-0347-US3，David Luebke 的美國專利申請書第__號的「__」。

【技術領域】

【0002】 本發明一般關於近眼顯示器，尤其是近眼微透鏡陣列顯示器。

【先前技術】

【0003】 近眼顯示器(NED)包括頭戴式顯示器(HMD)，其可將影像直接投射至觀看者的眼睛中。這類顯示器可藉由合成虛擬大幅面顯示表面來克服其他行動顯示形式因素所提供的有限螢幕尺寸，或可用於虛擬或擴增實境應用。

【0004】 近眼顯示器能分成兩大類別：沉浸式顯示器和透視顯示器。可在虛擬實境(VR)環境中採用前者以使用合成呈現影像來完全地涵蓋使用者的視野。可在擴增實境(AR)應用中採用後者，其中可在實體環境的使用者之視野中重疊文字、其他合成註解、或影像。在顯示技術方面，AR 應用需要半透明顯示器(例如，藉由光學或電光方法來實現)，使得可以近眼顯示

器來同時地觀看實體世界。

【0005】 已證明近眼顯示器由於單獨人的肉眼不能調焦(聚焦)於置放在近距離(例如，當使用者正戴著眼鏡時，閱讀用放大鏡的透鏡到使用者的眼睛之間的距離)內的物件之事實而難以建構。因此，NED 系統傳統上已需要複雜且笨重的光學元件來使觀看者能舒適地調節近眼顯示器(否則會失焦)和實體環境。

【0006】 傳統的解決方法是將分束器(例如，部分鍍銀鏡)直接置放在觀看者的眼睛前面。這允許直接觀看實體場景，儘管亮度降低。另外，顯示器(例如，LCD 面板)係置放於次要光學路徑上。在分束器與顯示器之間引進透鏡具有合成位於實體環境內的半透明顯示器之效果。實際上，需要多個光學元件來對上述解決方法最小化像差且實現廣視野，導致已禁止普遍消費者採用之笨重且昂貴的眼鏡。

【0007】 用於 VR 應用的傳統解決方法是將放大鏡置放於微顯示器前面。例如，單一透鏡置放於小 LCD 面板上，以便觀看者能調焦或聚焦於顯示器(儘管近距離)以及放大顯示，使得它看起來似乎大很多且位於更大距離。

【發明內容】

【0008】 在本發明之實施例中，一種設備可包括一顯示器，包含複數個像素、及一電腦系統，與顯示器耦接且可操作以指示顯示器顯示影像。設備可更包括一微透鏡陣列，位於鄰近顯示器且包含複數個微透鏡，其中微透鏡陣列可操作以藉由改變顯示器所發射的光來產生一光場以當顯示器和微透鏡陣列位於一觀察者的一近眼範圍內時模擬觀察者所聚焦的一物件。

【0009】 本發明之各種實施例可包括一種設備，包含一顯示器，可操作以產生一影像。設備可更包括一微透鏡陣列，位於鄰近顯示器，其中微

透鏡陣列連同顯示器可操作以當顯示器和微透鏡陣列位於一觀察者的一近眼範圍內時產生模擬觀察者可辨識之一 3D 物件的一光場。

【0010】 本發明之一些實施例可包括一種方法，包含決定將被顯示的一預濾波影像，其中預濾波影像對應於一目標影像。方法可更包括顯示預濾波影像在一顯示器上及在預濾波影像通過相鄰於顯示器的微透鏡陣列之後產生一近眼光場，其中近眼光場可操作以模擬對應於目標影像的光場。

【0011】 下面的詳細說明以及附圖將提供更好地了解本發明之本質和優點。

【圖式簡單說明】

【0012】 本發明之實施例在附圖之圖中係經由舉例而非限制方式來繪示出，且其中相同參考數字係指類似元件。

【0013】 圖 1 係依照本發明之實施例之示範電腦系統。

【0014】 圖 2A 繪示觀察者的眼睛和對應最小調節距離。

【0015】 圖 2B 和 2C 描繪在觀察者之不同觀看距離所感知到的影像。

【0016】 圖 3A 繪示根據本發明之實施例之源於焦點平面的光射線。

【0017】 圖 3B 繪示根據本發明之實施例之近眼微透鏡陣列顯示器的側視圖。

【0018】 圖 4 繪示根據本發明之實施例之為光場之一部分的光射線。

【0019】 圖 5 繪示根據本發明之實施例之近眼微透鏡陣列顯示器的放大圖之側視圖。

【0020】 圖 6A 繪示根據本發明之實施例之近眼視差屏障顯示器的側視圖。

【0021】 圖 6B 繪示根據本發明之實施例之近眼視差屏障顯示器和微透鏡陣列的側視圖。

【0022】 圖 7 繪示根據本發明之實施例之近眼視差屏障顯示器的放

大側視圖。

【0023】 圖 8 繪示根據本發明之實施例之近眼多層 SLM 顯示器的側視圖。

【0024】 圖 9 繪示根據本發明之實施例之近眼多層 SLM 顯示器的放大側視圖。

【0025】 圖 10 描繪根據本發明之實施例之通過近眼視差屏障顯示器的視野。

【0026】 圖 11 繪示根據本發明之實施例之近眼光學去迴旋積顯示器的側視圖。

【0027】 圖 12A 描繪根據本發明之實施例之迴旋積之前和之後的影像。

【0028】 圖 12B 描繪根據本發明之實施例之去迴旋積之前和之後的影像。

【0029】 圖 12C 描繪根據本發明之實施例之迴旋積之前和之後的去迴旋積影像。

【0030】 圖 13 描繪根據本發明之實施例之顯示近眼影像的示範程序之流程圖。

【0031】 圖 14 描繪根據本發明之實施例之顯示近眼影像的示範程序之流程圖。

【實施方式】

【0032】 現在將詳細參考本揭露之各種實施例，其實例係繪示於附圖中。儘管結合這些實施例來說明，但將了解它們並不打算將本揭露受限於這些實施例。反之，本揭露打算涵蓋可包括在如由所附之申請專利範圍定義之揭露之精神和範圍內的替換、修改及等效。再者，在本揭露之下的詳細說明中，提出了許多具體細節以提供本揭露的全面性了解。然而，將

了解無需這些具體細節便可實現本揭露。在其他情況下，未詳細地說明熟知的方法、程序、元件、和電路以免不必要地模糊本揭露之態樣。

【0033】 針對電腦記憶體內之資料位元上之操作的程序、邏輯方塊、處理、及其他符號表示來提出所遵循之詳細說明的一些部分。這些說明和表示係由資料處理領域之那些技藝者使用的工具以最有效地傳達其作業的真義給本領域之其他技藝者。在本申請書中，程序、邏輯方塊、過程或之類通常被設想為導致期望結果之一串自相一致的步驟或指令。步驟係為利用物理量之物理操作的步驟。通常，雖然不一定，但這些量係採取能夠在電腦系統中被儲存、傳送、結合、比較、及以其他方式處理之電或磁信號的形式。主要由於共同使用的緣故，已證明有時將這些信號稱為傳送、位元、值、元件、符號、字元、樣本、像素或之類係方便地。

【0034】 然而，應當牢記所有這些和類似術語係與適當物理量相關且僅僅是施用於這些量的方便標記。除非特別聲明，如從下面的討論可知，否則了解在整篇本揭露中，利用如「顯示」、「產生」、「生產」、「計算」、「決定」、「輻射」、「發射」、「衰減」、「調變」、「迴旋積」、「去迴旋積」、「進行」或之類的詞之說明係指電腦系統或類似電子計算裝置或處理器(例如，圖 1 之系統 110)的動作和程序(圖 13 和 14 之流程圖 1300 和 1400)。電腦系統或類似電子計算裝置處理和轉換表示為電腦系統記憶體、暫存器或其他這類資訊儲存器、傳輸或顯示裝置內之物理(電子)量的資料。

【0035】 可在存在於由一或更多電腦或其他裝置執行之某種形式的電腦可讀儲存媒體(如程式模組)上的電腦可執行指令之一般內文中說明本文所述之實施例。經由舉例而非限制方式，電腦可讀儲存媒體可包含非暫態電腦可讀儲存媒體和通訊媒體；非暫態電腦可讀媒體包括除了暫態的傳播信號之外之所有電腦可讀媒體。一般來說，程式模組包括進行特定任務或實作特定抽象資料類型的常式、程式、物件、元件、資料結構等。可如各種實施例中期望地結合或分佈程式模組的功能。

【0036】 電腦儲存媒體包括以用於儲存如電腦可讀指令、資料結構、程式模組或其他資料之資訊的任何方法或技術所實作的揮發性和非揮發性、可移除和不可移除媒體。電腦儲存媒體包括，但不限於隨機存取記憶體(RAM)、唯讀記憶體(ROM)、電子可抹除可程式化 ROM(EEPROM)、快閃記憶體或其他記憶體技術、唯讀光碟機(CD-ROM)、數位通用光碟(DVD)或其他光儲存器、磁帶盒、磁帶、磁碟儲存器或其他磁儲存裝置、或能用來儲存期望資訊且能被存取以取得此資訊的任何其他媒體。

【0037】 通訊媒體能具體化電腦可執行指令、資料結構、及程式模組，且包括任何資訊傳送媒體。經由舉例而非限制方式，通訊媒體包括如有線網路或直接有線連線的有線媒體、及如聲學、無線電頻率(RF)、紅外線、及其他無線媒體的無線媒體。任何上述的組合也能包括在電腦可讀媒體的範圍內。

【0038】 圖 1 係能夠實作本揭露之實施例之計算系統 110 的實例之方塊圖。計算系統 110 廣義地代表任何單一或多處理器計算裝置或能夠執行電腦可讀指令的系統。計算系統 110 的實例包括，但不限於工作站、膝上型電腦、客戶端終端、伺服器、分散式計算系統、手持裝置、佩戴裝置(例如，頭戴式或腰帶式裝置)、或任何其他計算系統或裝置。在其最基本配置中，計算系統 110 可包括至少一個處理器 114 及系統記憶體 116。

【0039】 處理器 114 通常代表能夠處理資料或解譯和執行指令之任何類型或形式的處理單元。在某些實施例中，處理器 114 可從軟體應用程式或模組接收指令。這些指令可使處理器 114 進行本文所述及/或所示的示範實施例之一或更多者的功能。

【0040】 系統記憶體 116 通常代表能夠儲存資料及/或其他電腦可讀指令之任何類型或形式的揮發性或非揮發性儲存裝置或媒體。系統記憶體 116 的實例包括，但不限於 RAM、ROM、快閃記憶體、或任何其他適當的記憶體裝置。雖然不是必需的，但在某些實施例中，計算系統 110 可包括

揮發性記憶體單元(例如，系統記憶體 116)與非揮發性儲存裝置(例如，主要儲存裝置 132)兩者。

【0041】 計算系統 110 除了處理器 114 和系統記憶體 116 之外還可包括一或更多元件或部件。例如，在圖 1 之實施例中，計算系統 110 包括記憶體控制器 118、輸入/輸出(I/O)控制器 120、及通訊介面 122，每個可經由通訊基礎架構 112 來互連。通訊基礎架構 112 通常代表能夠促進計算裝置之一或更多元件之間通訊之任何類型或形式的基礎架構。通訊基礎架構 112 的實例包括，但不限於通訊匯流排(如工業標準架構(ISA)、周邊元件互連(PCI)、PCI 快捷(PCIe)、或類似匯流排)及網路。

【0042】 記憶體控制器 118 通常代表能夠處置記憶體或資料或控制計算系統 110 之一或更多元件之間通訊之任何類型或形式的裝置。例如，記憶體控制器 118 可經由通訊基礎架構 112 來控制處理器 114、系統記憶體 116、與 I/O 控制器 120 之間的通訊。

【0043】 I/O 控制器 120 通常代表能夠協調及/或控制計算裝置的輸入和輸出功能之任何類型或形式的模組。例如，I/O 控制器 120 可控制或促進在計算系統 110 之一或更多元件(如處理器 114、系統記憶體 116、通訊介面 122、顯示適配器 126、輸入介面 130、及儲存介面 134)之間傳送資料。

【0044】 通訊介面 122 廣義地代表能夠促進示範計算系統 110 與一或更多額外裝置之間通訊之任何類型或形式的通訊裝置或適配器。例如，通訊介面 122 可促進計算系統 110 與包括額外計算系統的私用或公用網路之間的通訊。通訊介面 122 的實例包括，但不限於有線網路介面(如網路介面卡)、無線網路介面(如無線網路介面卡)、數據機、及任何其他適當的介面。在一實施例中，通訊介面 122 經由連接網路(如網際網路)的直接連結來提供直接連線至遠端伺服器。通訊介面 122 也可透過任何其他適當連線來間接地提供這樣的連線。

【0045】 通訊介面 122 也可代表主機適配器，配置以經由外部匯流排

或通訊通道來促進計算系統 110 與一或更多額外網路或儲存裝置之間的通訊。主機适配器的實例包括，但不限於小電腦系統介面(SCSI)主機适配器、通用序列匯流排(USB)主機适配器、IEEE(電機電子工程師學會)1394 主機适配器、序列先進技術附件(SATA)和外部 SATA(eSATA)主機适配器、先進技術附件(ATA)和平行 ATA(PATA)主機适配器、光纖通道介面适配器、乙太網路适配器或之類。通訊介面 122 也可允許計算系統 110 參與分散式或遠端計算。例如，通訊介面 122 可從遠端裝置接收指令或將指令發送至遠端裝置以供執行。

【0046】 如圖 1 所示，計算系統 110 也可包括至少一個顯示裝置 120，經由顯示适配器 126 來耦接至通訊基礎架構 112。顯示裝置 124 通常代表能夠視覺上顯示由顯示适配器 126 轉送的資訊之任何類型或形式的裝置。同樣地，顯示适配器 126 通常代表配置以轉送圖形、文字、及其他資料以顯示於顯示裝置 124 上之任何類型或形式的裝置。

【0047】 如圖 1 所示，計算系統 110 也可包括至少一個輸入裝置 128，經由輸入介面 130 來耦接至通訊基礎架構 112。輸入裝置 128 通常代表能夠將(電腦或人類產生的)輸入提供至計算系統 110 之任何類型或形式的輸入裝置。輸入裝置 128 的實例包括，但不限於鍵盤、指向裝置、語音辨識裝置、眼睛追蹤調整系統、環境動作追蹤感測器、內部動作追蹤感測器、陀螺儀感測器、加速度計感測器、電子羅盤感測器、或任何其他輸入裝置。

【0048】 如圖 1 所示，計算系統 100 也可包括主要儲存裝置 132 和備份儲存裝置 133，經由儲存介面 134 來耦接至通訊基礎架構 112。儲存裝置 132 和 133 通常代表能夠儲存資料及/或其他電腦可讀指令之任何類型或形式的儲存裝置或媒體。例如，儲存裝置 132 和 133 可以是磁碟機(例如，所謂的硬碟機)、軟碟機、磁帶機、光碟機、快閃驅動器、或之類。儲存介面 134 通常代表用於在儲存裝置 132 和 133 與計算系統 110 的其他元件之間傳送資料之任何類型或形式的介面或裝置。

【0049】 在一實例中，資料庫 140 可儲存於主要儲存裝置 132 中。資料庫 140 可代表單一資料庫或計算裝置的一部分或可代表多個資料庫或計算裝置。例如，資料庫 140 可代表(儲存於)計算系統 110 的一部分及/或圖 2(下方)之示範網路架構 200 的一部分。另外，資料庫 140 可代表(儲存於)能夠被計算裝置(如計算系統 110 及/或網路架構 200 的一部分)存取之一或更多實體上分離的裝置。

【0050】 繼續參考圖 1，儲存裝置 132 和 133 可配置以從可移除儲存單元讀取及/或寫入至可移除儲存單元，可移除儲存單元係配置以儲存電腦軟體、資料、或其他電腦可讀資訊。適當的可移除儲存單元之實例包括，但不限於軟碟、磁帶、光碟、快閃記憶體裝置、或之類。儲存裝置 132 和 133 也可包括用於允許電腦軟體、資料、或其他電腦可讀指令被載入至計算系統 110 中的其他類似結構或裝置。例如，儲存裝置 132 和 133 可配置以讀取和寫入軟體、資料、或其他電腦可讀資訊。儲存裝置 132 和 133 也可以是計算系統 110 的一部分或可以是透過其他介面系統存取的單獨裝置。

【0051】 許多其他裝置或子系統可連接至計算系統 110。相反地，不需要提出圖 1 所示之所有元件和裝置來實現本文所述之實施例。上面所提到的裝置和子系統也可以與圖 1 所示之方式不同的方式來互連。計算系統 110 也可採用一些軟體、韌體、及/或硬體配置。例如，本文所揭露之示範實施例可被編碼為在電腦可讀媒體上的電腦程式(也稱為電腦軟體、軟體應用程式、電腦可讀指令、或電腦控制邏輯)。

【0052】 包含電腦程式的電腦可讀媒體可被載入至計算系統 110 中。儲存於電腦可讀媒體上的全部或部分電腦程式可接著儲存於系統記憶體 116 及/或儲存裝置 132 和 133 的各種部分中。當被處理器 114 執行時，載入至計算系統 110 中的電腦程式可使處理器 114 進行及/或為用於進行本文所述及/或所示的示範實施例之功能的工具。此外或另外，本文所述及/或所示之示範實施例可以韌體及/或硬體來實作。

【0053】 例如，用於基於目標影像來決定預濾波影像的電腦程式可儲存於電腦可讀媒體上且之後儲存於系統記憶體 116 及/或儲存裝置 132 和 133 的各種部分中。當被處理器 114 執行時，電腦程式可使處理器 114 進行及/或為用於進行執行決定上述預濾波影像所需之功能的工具。

【0054】 近眼顯示器

【0055】 本發明之實施例提出近眼顯示器，包括可操作以直接置放於觀看者之眼睛前面的薄半透明顯示器堆疊，連同用於評估所描繪之多層成像的預處理演算法，而不需要額外昂貴或笨重的光學元件來支援舒適的調節。

【0056】 本發明之實施例允許衰減為基的光場顯示器，其可允許輕型近眼顯示器。應了解其他實施例並不僅限於衰減為基的光場顯示器，還有發光為基的光場顯示器。使用近眼光場顯示器，可藉由合成對應於位於觀察者之調節範圍內的虛擬顯示器之光場來實現舒適的觀看。

【0057】 本發明之實施例提供包括置放於接近觀看者的眼睛之一或更多顯示器的近眼顯示器，其中目標影像係藉由用於眼睛之估計的點散佈函數去迴旋積，而不是合成支援舒適的調節之光場。此外，本發明之實施例提供用於近眼顯示器的額外方法，包括結合光場顯示器與光學去迴旋積的方法、以及對全像式顯示器的擴展。

【0058】 圖 2A 繪示觀察者的眼睛 204 和對應最小調節距離 218。眼睛 204 包括將所觀看物件聚焦於眼睛 204 之視網膜平面 212 的晶體 208。眼睛 204 也許能夠聚焦於在距眼睛 204 和晶體 208 之不同距離的物件。例如，眼睛 204 也許能夠聚焦於位於比近平面 216 距眼睛 204 更遠(例如，在超出近平面 216 的焦點平面 214)的物件。

【0059】 因此，眼睛 204 可具有最小調節距離 218，其定義眼睛 204 能夠聚焦於之物件的最小距離。換言之，眼睛 204 也許不能夠聚焦於位於距眼睛 204 小於最小調節距離 218 或比近平面 216 更接近眼睛 204 之距離

的物件。例如，若物件表面在位於距眼睛 204 小於最小調節距離 218 之距離的近眼平面 222，則物件表面對於觀察者而言將是失焦的。比近平面 216 距眼睛 204 更遠的物件係在調節範圍內且比近平面 216 更接近眼睛 204 的物件係在調節範圍外。比近平面 216 更接近眼睛 204 的物件係在近眼範圍中。

【0060】 圖 2B 和 2C 描繪在觀察者之不同觀看距離所感知到的影像 230 和 240。例如，圖 2B 顯示眼睛檢查表 230，當若它位於圖 2A 中的眼睛 204 之焦點平面 214 處時，則觀察者會感知到它。或者，眼睛檢查表 230 可位於不同的焦點平面，只要眼睛檢查表 230 在調節範圍內即可。如所能了解的，眼睛檢查表 230 是清晰的、明顯的、及/或可辨識的。

【0061】 另外，圖 2C 顯示眼睛檢查表 240，當若它位於比圖 2A 中的焦點平面 214 更接近眼睛 204 處時，則觀察者會感知到它。換言之，眼睛檢查表 230 可位於調節範圍外，例如，在近眼平面 222。如所能了解的，眼睛檢查表 240 是失焦的、模糊的、及/或無法辨識的。

【0062】 近眼微透鏡陣列顯示器

【0063】 傳統的顯示器(如液晶顯示器(LCD)和有機發光二極體(OLED))可被設計為在所有方向上各向同性地(均勻地)發光。對照下，光場顯示器支援個別光射線之控制。例如，光射線的輻射率可被調變為跨顯示器之位置的函數，以及光射線離開顯示器的方向。

【0064】 圖 3A 繪示根據本發明之實施例之源於焦點平面 214 的光射線 320。圖 3A 包括與圖 2A 相同的眼睛 204、晶體 208、視網膜平面 212、焦點平面 214、及調節距離 218。圖 3A 也包括源於位於焦點平面 214 之物件表面的光射線 320。觀察者可觀看到之光射線 320 及其他光射線的起始點、角度、強度、和色彩將聚焦物件的視野提供至觀察者。

【0065】 圖 3B 繪示根據本發明之實施例之近眼微透鏡陣列顯示器 301 的側視圖。圖 3B 包括與圖 3A 相同的元件、加上顯示器 324 和微透鏡

陣列 328。儘管圖 3A 顯示微透鏡陣列 328 在顯示器 324 與眼睛 204 之間，但實施例允許顯示器 324 在微透鏡陣列 328 與眼睛 204 之間。

【0066】 顯示器 324 可以是，但不限於 LCD 或 OLED。微透鏡陣列 328 可以是多個微透鏡的集合。微透鏡陣列 328 或每個個別微透鏡可由多個表面形成以最小化光學像差。顯示器 324 可提供影像，其中影像各向同性地發射光射線。然而，當光射線到達微透鏡陣列 328 時，微透鏡陣列 328 可允許某些光射線往眼睛 204 折射或通過眼睛 204，同時使其他光射線折射遠離眼睛 204。

【0067】 因此，微透鏡陣列 328 可使來自顯示器 324 之選擇像素的光往眼睛 204 折射或通過眼睛 204，同時其他光射線通過眼睛 204 但折射遠離眼睛 204。於是，微透鏡陣列 328 可使光射線 321 通過、模擬圖 3A 之光射線 320。例如，光射線 321 可具有與光射線 320 相同的角度、強度、和色彩。重要的是，光射線 321 不具有與光射線 320 相同的起始點，因為它源於顯示器 324 而不是焦點平面 214，但從眼睛 204 的角度來看，光射線 320 與光射線 321 相同。因此，無論光射線 321 的起始點，當實際上在焦點平面 214 不存在任何物件時，光射線 321 所表現的物件看起來好像位於焦點平面 214。

【0068】 應了解微透鏡或微透鏡陣列 328 完全可以是可電光切換的，使得微透鏡陣列 328 可配置以為透明或不透明的(例如，顯現為玻璃的平板)。例如，微透鏡陣列 328 可由液晶或由雙折射光學、以及偏光鏡形成。於是，可交替地從可操作以顯示光場至顯現類似於玻璃的平板之不透明元件、可操作以允許觀看周圍環境的微透鏡陣列電性控制上述可切換微透鏡。透明和不透明模式可快速地交替於空間多工、或結合空間和時間調變之間。藉此，類似於關於圖 6-10 所論述的那些，可提供擴增實境應用。另外，可使用固定微透鏡陣列來提供虛擬實境應用。

【0069】 重要的是，顯示器 324 係位於眼睛 204 的調節範圍外。換言之，顯示器 324 係位於小於最小調節距離 218 的距離。然而，由於微透鏡

陣列 328 建立模仿或模擬在最小調節距離 218 外能被聚焦的物件所發射之光射線的光場(如下所論述)，因此顯示器 324 所顯示的影像可能是清晰的。

【0070】 圖 4 繪示根據本發明之實施例之為光場之一部分的光射線 408。光場可定義或描繪表面 404、多重疊加表面、或一般 3D 場景的外觀。針對一般虛擬 3D 場景，可撞擊到微透鏡陣列 328 上的這組(虛擬)射線必須被近眼顯示裝置重建。因此，表面 404 將對應於顯示器 324 平面且每個射線 408 將對應於相交於顯示器 324 平面的射線 320，導致建立來自近眼光場顯示器的發射射線 321。

【0071】 更具體來說，光場可包括關於對每個點的光射線及表面 404 上之光射線輻射角的資訊，其可從不同距離和角度描繪表面 404 的外觀。例如，針對表面 404 上的每個點，及針對光射線的每個輻射角，如光射線之強度和色彩的資訊可定義描繪表面 404 之外觀的光場。關於每個點和輻射角的這類資訊構成光場。

【0072】 在圖 4 中，光射線 408 可從表面 404 的起始點 412 輻射，其可藉由「x」和「y」座標來說明。此外，光射線 408 可輻射至具有 x(水平)、y(垂直)、和 z(進入和離開頁面的深度)成分的 3 維空間中。上述角度可藉由角度 Φ 和 θ 來描繪。因此，每個(x,y, Φ , θ)座標可描繪光射線，例如，所顯示之光射線 408。每個(x,y, Φ , θ)座標可對應於光射線強度和色彩，其共同形成光場。針對視頻應用，光場強度和色彩也可隨時間(t)而變化。

【0073】 當光場對於表面 404 而言是已知的時，可對觀察者建立或模擬表面 404 的外觀(不存在實際表面 404)。模擬表面 404 之光射線的起始點可不同於來自表面 404 之實際光射線的實際起始點，但從觀察者的角度來看，表面 404 可能看起來像存在，彷彿觀察者實際上看到它一般。

【0074】 回到圖 3B，結合微透鏡陣列 328 的顯示器 324 可產生可模仿或模擬位於焦點平面 214 之物件的光場。如上所論述，從眼睛 204 的角度來看，光射線 321 可與圖 3A 之光射線 320 相同。由此，被顯示器 324 和

微透鏡陣列 328 模擬位於觀看平面 214 的物件可能看起來好像對眼睛 204 而言是清晰的，因為模擬了真實物件的相同光場。另外，由於模擬了真實物件的相同光場，因此所模擬之物件將看起來像 3 維的。

【0075】 在一些情況下，光場顯示器之解析度的限制可能使所產生的光射線只是大約複製射線。例如，關於圖 3A 和 3B，光射線 321 可具有與光射線 320 稍微不同的色彩、強度、位置、或角度。給定預濾波演算法的品質、近眼光場顯示器的性能、及人類視覺系統的能力以感知差異，近眼顯示器所發射的這組射線 321 可大約或完全地複製如位置 404 之虛擬物件的外觀。在外觀近似的情況下，可能不需要為了適當的或令人滿意的影像辨識而精確地複製射線。

【0076】 圖 5 繪示根據本發明之實施例之圖 3B 之顯示器 324 和微透鏡陣列 328 的放大側視圖。圖 5 也包括圖 3B 之觀察者的眼睛 204。

【0077】 顯示器 324 可包括多個像素，例如，像素 512、522、524、和 532。可能有像素組，例如，包括像素 512 的像素組 510、包括像素 522 和 524 的像素組 520、及包括像素 532 的像素組 530。每個像素組可與微透鏡陣列 328 的微透鏡相對應。例如，像素組 510、520、和 530 可分別位於鄰近微透鏡 516、526、和 536。

【0078】 如上所論述，像素可在所有方向上各向同性地(均勻地)發光。然而，微透鏡陣列 328 可對準每個像素所發射的光以在一個方向上或在狹窄範圍之方向上實質上各向異性地(不均勻地)行進(例如，射出光束可擴散或收斂/聚焦一個小角度)。事實上，這在一些情況下可能是期望的。例如，像素 532 可在所有方向上發射光射線，但在光射線到達微透鏡 536 之後，可使所有光射線在一個方向上行進。如圖所示，像素 532 所發射的光射線在它們已通過微透鏡 536 之後可全部往眼睛 204 平行行進。於是，顯示器 324 和微透鏡陣列 328 可操作以使用光射線來建立光場以模擬物件的外觀。

【0079】 光射線行進的方向可取決於發射像素相對於微透鏡的位置。例如，當像素 532 所發射的射線可能往右上方向行進時，像素 522 所發射的射線可能往右下方向行進，因為像素 522 相對於其對應微透鏡位於高於像素 532。因此，像素組中之每個像素的光射線可能不一定往眼睛行進。例如，當眼睛 204 如圖所示地定位時，像素 524 所發射的點光射線可能不往眼睛 204 行進。

【0080】 應了解顯示器 324 可包括像素的列和行，使得位於進入或離開頁面的像素可產生可行進進入或離開頁面的光射線。藉此，可使上述光在通過微透鏡之後在一個方向上行進進入或離開頁面。

【0081】 也應了解顯示器 324 可能顯示只有當透過微透鏡陣列 328 觀看時可辨識或清晰的影像。例如，若不透過微透鏡陣列 328 觀看顯示器 324 所產生的影像，則影像可能不與眼睛 204 借助微透鏡陣列 328 所感知到的影像相同，即使是在比近平面 216 更遠的距離處觀看。顯示器 324 可顯示預濾波影像(對應於最後被投射之目標影像)，其當不透過微透鏡陣列 328 觀看時是無法辨識的。當以微透鏡陣列 328 觀看預濾波影像時，可產生且可辨識目標影像。電腦系統或圖形處理系統可產生對應於目標影像的預濾波影像。

【0082】 還應注意單獨的微透鏡陣列及/或顯示器可置放於觀看者的每個眼睛前面。由此，可實現雙眼觀看。於是，可完全地或大致上模擬雙眼視差和會聚的深度知覺線索。每個光場也可對調焦(聚焦)支援深度線索以被正確模擬。再者，藉由使用一對近眼光場顯示器，同時地且完全地或大致上模擬雙眼視差、會聚、和調節，產生在顯示器 324 後面延伸的 3D 場景之「舒適的」感覺。

【0083】 另外，由於合成的光場可延伸到晶體/瞳孔 208 之外，因此觀看者可左/右/上/下移動、轉動他們的頭、或改變其眼睛 204 之間的距離(例如，由於不同使用者)，維持虛擬 3D 場景的錯覺。本發明之實施例也支援

稱為移動視差的第四深度線索。

【0084】 另外，應了解微透鏡陣列及/或顯示器可只佔據觀察者的一部分視野。

【0085】 近眼視差屏障顯示器

【0086】 圖 6A 繪示根據本發明之實施例之近眼視差屏障顯示器 600 的側視圖。圖 6A 包括圖 2 之具有晶體 208 的眼睛 204、視網膜平面 212、焦點平面 214、及近平面 216。圖 6A 也包括顯示器 624 和空間光調變器(SLM)陣列 626(或視差屏障或針孔陣列)。SLM 可吸收或衰減射線或光而無須顯著地改變其方向。因此，SLM 可改變射線的強度且可能改變射線的顏色，但不改變其方向。SLM 可包括印刷膜、LCD、光閥、或其他機制。

【0087】 當顯示器 624 和 SLM 陣列 626 在最小調節距離 218 內時，它們可操作以產生光場來模擬從眼睛 204 之調節範圍內所聚焦的物件。例如，可藉由顯示器 624 和 SLM 陣列 626 來產生光射線 621，其為模擬位於近平面 216 外之物件的光場之一部分。

【0088】 顯示器 624 和 SLM 陣列 626 的區域可操作以在透明、半透明、及/或不透明之間進行切換。因此，源於顯示器 624 和 SLM 陣列 626(例如，源於周圍環境)外的光射線仍可到達眼睛 204。例如，源於可為 10 英尺遠的物件之表面的光射線 622 可通過顯示器 624 和 SLM 陣列 626 而到達眼睛 204。因此，觀察者也許仍然能夠觀看至少一部分的周圍環境。

【0089】 圖 6B 繪示根據本發明之實施例之近眼視差屏障顯示器和微透鏡陣列的側視圖。圖 6B 包括與圖 3B 類似的元件。圖 6A 也包括可設置於近平面 216 與顯示器 324 之間的微透鏡陣列 328B。微透鏡陣列 328B 可例如壓進凹透鏡而不是凸透鏡。微透鏡陣列 328 和 328B 之組合可使射線 622 能通過微透鏡系統。除了包括遮罩、稜鏡、或雙折射材料的其他元件之外，微透鏡陣列 328 和 328B 還可包含複數個微透鏡。

【0090】 圖 7 繪示根據本發明之實施例之近眼視差屏障顯示器 600

的放大側視圖。圖 7 包括圖 6A 之顯示器 624 和 SLM 陣列 626。顯示器 624 可包括多個像素，例如，像素 722 和 725。SLM 陣列 626 可包括多個針孔，可操作以允許、阻擋、或以其他方式調變光在 SLM 陣列 626 的不同點(例如，像素 730、735、740、和 745)通過。視差屏障 626 可以任何空間光調變器來實作。例如，視差屏障 626 可以是 LCD 或 OLED。

【0091】 在一或更多實施例中，顯示器 624 可包括發光元件(例如，半透明 OLED)的陣列且 SLM 陣列 626 可包括光衰減元件(例如，半透明 LCD)。在上述實施例中，源於周圍環境的光射線 736、741、和 746 可能不被顯示器 624 和 SLM 陣列 626 修改。反而，當顯示器 624 和 SLM 陣列 626 正操作時，可使用阻擋射線進入的額外光閘來達到修改上述光射線。

【0092】 在一或更多實施例中，顯示器 624 和 SLM 陣列 626 兩者是光衰減 SLM。顯示器 624 或 SLM 陣列 626 之其一者可顯示狹縫/針孔的陣列，而其他元件顯示預濾波影像以藉由衰減通過層之源於周圍環境的光射線 736、741、和 746 來合成光場。這將支援「低功率」情況，其中藉由看著場景，射線被阻擋建立文字或影像，而不從顯示器 624 發射，接著被 SLM 陣列 626 阻擋。

【0093】 SLM 陣列 626 可允許某些光射線通過，同時阻擋其他光射線。例如，像素 730 可阻擋像素 722 所發射的光射線 723，而允許像素 722 所發射的另一光射線 724 通過。藉此，可產生光場，因為 SLM 陣列 626 使光在一個方向上各向異性地行進。另外，像素 722 所發射的多個光射線可通過 SLM 陣列 626。在傳統的視差屏障(狹縫和針孔)中，只有單一方向可通過，但在廣義解決方法中，多個方向可通過(甚至在一些情況下是所有方向，導致不阻擋或調變像素 722 所發射的光射線)。此外，SLM 陣列 626 可以不同程度來部分地衰減光。例如，像素 745 可部分地衰減像素 725 所發射的光射線 726。

【0094】 顯示器 624 可以是半透明顯示器(例如，透明 LCD 或

OLED)。因此，從眼睛 204 的角度來看，可使源於顯示器 624 和 SLM 陣列 626 兩者後面的光射線通過顯示器 624。於是，即使當顯示器 624 和 SLM 陣列 626 置放於眼睛 204 前面，眼睛 204 也許仍然能夠觀看周圍環境。

【0095】 然而，SLM 陣列 626 可允許或阻擋源於周圍環境的這類光射線。例如，可允許源於周圍環境的光射線 736 藉由像素 735 來通過至眼睛 204，而可阻擋源於周圍環境的光射線 741 藉由像素 740 來通過至眼睛 204。也可藉由顯示器 624 來調變光射線 736、741、和 746。由此，顯示器 624 可表現為類似於 SLM 陣列 626、半透明發光器、或 SLM 陣列與發射器之組合的另一 SLM。

【0096】 此外，SLM 陣列 626 可以不同程度來部分地衰減上述光。例如，從眼睛 204 的角度來看，像素 745 可部分地衰減源於顯示器 624 和 SLM 陣列 626 兩者後面的光射線 746。

【0097】 藉此，由於來自周圍環境的光射線可到達眼睛 204，因此觀看者通常也許能夠觀看環境，同時顯示器 624 和 SLM 陣列 626 可藉由增加及/或移除光射線來修改觀看者所能看到的。例如，光衰減元件(例如，LCD)可藉由阻擋光來包括觀察者之視野中的黑色文字，或發光元件(例如，OLED)可藉由發光來包括觀察者之視野中的白色文字。因此，顯示器 624 和 SLM 陣列 626 可提供擴增實境體驗。

【0098】 例如，圖 10 描繪根據本發明之實施例之通過近眼視差屏障顯示器 600 的視野。視野包括周圍環境，其在本實施例中包括街道、建築物、樹木等等。近眼視差屏障顯示器 600 可藉由包括例如具有指向咖啡廳方向之箭頭 1010 的咖啡標誌 1005 來修改視野。

【0099】 在本發明之一或更多實施例中，可提供調節線索。例如，若箭頭 1010 沒有被標記且指向房子 1015，且觀看者的眼睛聚焦於位於比房子 1015 更近距離的車子 1020，則箭頭 1010 可能會稍微模糊而大約與房子 1015 相同的模糊程度。因此，可模擬自然人類調節/散焦效應。

【0100】 應了解例如藉由阻擋來自周圍環境的所有光及透過顯示器 624 和 SLM 陣列 626 來提供成像，近眼視差屏障顯示器 600 當作爲沉浸式顯示器時可提供虛擬實境體驗。

【0101】 在圖 6 和 7 中，SLM 陣列 626 係在眼睛 204 與顯示器 624 之間。然而，應牢記本發明之實施例允許顯示器 624 在眼睛 204 與 SLM 陣列 626 之間。

【0102】 也應了解顯示器 624 及/或 SLM 陣列 626 只有當在位於比近平面 216 更近處觀看時可產生可辨識或清晰的影像。例如，當在調節範圍中觀看時，影像可能會顯得模糊或失焦。顯示器 624 可顯示預濾波影像(對應於最後被投射之目標影像)，其當不透過 SLM 陣列 626 觀看時是無法辨識的。當以 SLM 陣列 626 觀看預濾波影像時，可產生且可辨識目標影像。電腦系統或圖形處理系統可產生對應於目標影像的預濾波影像。

【0103】 另外，應記住圖 6 和 7 繪示從側面觀看的近眼視差屏障顯示器 600 且近眼視差屏障顯示器 600 可以是延伸進入或離開頁面的三維物件。例如，近眼視差屏障顯示器 600 可水平和垂直地延伸跨過閱讀用放大鏡。更應注意單獨的近眼視差屏障顯示器可置放於觀看者的每個眼睛前面。另外，應了解近眼視差屏障顯示器 600 可能只佔據觀察者的一部分視野。

【0104】 圖 8 繪示根據本發明之實施例之近眼多層 SLM 顯示器 800 的側視圖。圖 8 之近眼多層 SLM 顯示器 800 可類似於圖 6A 之近眼視差屏障顯示器 600。然而，圖 8 之近眼多層 SLM 顯示器 800 包括多個 SLM 陣列 826。藉由使用多個 SLM 陣列，可提高亮度、解析度及/或景深。此外，藉由使用比人類閃光融合臨界刷新更快的高速 SLM，解析度能接近原生顯示解析度的解析度。如在圖 6 和 7 中，本發明之實施例對高速顯示器的應用提供了雙層 SLM、其他雙層配置、及多層 SLM。

【0105】 圖 9 繪示根據本發明之實施例之近眼多層 SLM 顯示器 800

的放大側視圖。圖 9 與圖 7 類似之處為包括眼睛 204 和顯示器 824。然而，圖 9 也包括多個 SLM 陣列 826，例如，SLM 陣列 830、832、和 834。在所示之實施例中，多個 SLM 陣列 826 包括三個 SLM 陣列。然而，本發明之實施例允許任何數量的 SLM 陣列。

【0106】 多個 SLM 陣列 826 允許增加對被允許通過至眼睛 204 之光的控制。例如，多個 SLM 陣列 826 可允許更多定義光場被提供至眼睛 204，因為每個額外 SLM 陣列可有助於進一步定義光射線。因此，可提高成像的解析度及/或景深。例如，可允許光射線 905 通過至眼睛 204，同時可藉由 SLM 陣列 832 來阻擋光射線 920，但若只有 SLM 陣列 830 位於光射線 920 與眼睛 204 之間，則能夠以其他方式通過。應了解類似於圖 7 之像素 745，多個 SLM 陣列 826 中的像素可部分地衰減光射線。

【0107】 此外，由於多個光射線的路徑可能重疊，因此上述射線可通過 SLM 陣列的相同 SLM 元件，且因此，可允許更多光到達眼睛 204。例如，光射線 905 和 910 可通過 SLM 陣列 832 的相同 SLM 元件，且光射線 905 和 915 可通過 SLM 陣列 834 的相同 SLM 元件。

【0108】 另外，可藉由以高速調變 SLM 陣列來提高解析度或亮度。例如，若人的眼睛也許只能夠以 60Hz 來偵測影像，則 SLM 陣列可以 600Hz 來更快 10 倍地調變。儘管阻擋光射線在第一訊框期間行進至眼睛 204，但 SLM 陣列仍可調變以允許相同光射線通過，藉此提高解析度或亮度。

【0109】 在圖 8 和 9 中，多個 SLM 陣列 826 係在眼睛 204 與顯示器 824 之間。然而，應記住本發明之實施例允許顯示器 824 在眼睛 204 與多個 SLM 陣列 826 之間。

【0110】 還應注意單獨的 SLM 陣列及/或顯示器可置放於觀看者的每個眼睛前面。由此，可實現雙眼觀看。於是，可完全地或大致上模擬雙眼視差和會聚的深度知覺線索。每個光場也可對調焦(聚焦)支援深度線索以被正確模擬。再者，藉由使用一對 SLM 陣列顯示器，同時地且完全地或大

致上模擬雙眼視差、會聚、和調節，產生在顯示器 624 或 824 後面延伸的 3D 場景之「舒適的」感覺。

【0111】 另外，由於合成的光場可延伸到晶體/瞳孔 208 之外，因此觀看者可左/右/上/下移動、轉動他們的頭、或改變其眼睛 204 之間的距離(例如，由於不同使用者)，維持虛擬 3D 場景的錯覺。本發明之實施例也支援稱為移動視差的第四深度線索。

【0112】 另外，應了解 SLM 陣列及/或顯示器可能只佔據觀察者的一部分視野。

【0113】 近眼光學去迴旋積顯示器

【0114】 圖 11 繪示根據本發明之實施例之近眼光學去迴旋積顯示器 1100 的側視圖。圖 11 包括圖 2 之具有晶體 208 的眼睛 204、視網膜平面 212、焦點平面 214、及近平面 216。圖 11 也包括第一顯示器 1124 和如同顯示器 1125 的可選額外顯示器。這些顯示器可位於比近平面 216 更接近眼睛 204 處。因此，如關於圖 2A 所論述，顯示器 1124 所顯示的影像對於眼睛 204 而言通常是失焦的。

【0115】 然而，本發明之實施例允許顯示器 1124 產生當被眼睛 204 感知到時為清楚且聚焦的影像。在這樣近距離觀看到的表面就某方面來說是模糊的。本發明之實施例允許顯示已反模糊的影像，使得眼睛的自然模糊效應會消除反模糊，導致聚焦影像。

【0116】 圖 12A 描繪根據本發明之實施例之迴旋積之前和之後的影像。圖 12A 包括表面上的點 1204。當由在眼睛之最小調節距離內的眼睛觀看點 1204 時，點 1204 對於觀察者而言可能顯得模糊。例如，可藉由圓盤 1208 來描繪所感知到的模糊影像。描繪圓盤 1208 的函數 $s(x,y)$ 可以是描繪點 1204 之函數 $i(x,y)$ 與第二函數 $h(x,y)$ 的迴旋積運算結果。第二函數可以是例如點散佈函數(PSF)。點散佈函數可說明嘗試觀看眼睛之調節距離外的平面之散焦眼睛的結果。

【0117】 藉此，可藉由迴旋積運算來說明眼睛所引起的自然模糊效應。例如，下面的數學等式可描述點 1204 與圓盤 1208 之間的關係：

$$\text{【0118】 } i(x,y) * h(x,y) = s(x,y)$$

【0119】 圖 12B 描繪根據本發明之實施例之去迴旋積之前和之後的影像。圖 12B 包括與在圖 12A 中相同的點 1204。爲了消除、反轉、或抵消眼睛所引起的模糊效應，可產生去迴旋積或預濾波影像。例如，可藉由對點 1204 進行去迴旋積運算來產生點 1204 的去迴旋積點 1212。可藉由兩個同心環來描繪去迴旋積運算的結果，例如，去迴旋積點 1212。兩個同心環可具有不同的強度。

【0120】 更具體來說，若函數 $i(x,y)$ 所描述的點 1204 與第二函數之反向 $h^{-1}(x,y)$ 進行迴旋積，則描述去迴旋積點 1212 的所得之函數可以是 $\tilde{i}(x,y)$ 。第二函數之反向可以是例如 PSF 的反向。

【0121】 因此，可藉由去迴旋積運算來描述眼睛所引起之自然模糊效應的相反或反向。下面的數學等式可描述點 1204 與去迴旋積點 1212 之間的關係：

$$\text{【0122】 } i(x,y) * h^{-1}(x,y) = \tilde{i}(x,y)$$

【0123】 去迴旋積運算可減少負值，這可能不被顯示器或顯示器之動態範圍外的值合成。可濾波去迴旋積影像 $\tilde{i}(x,y)$ 以將去迴旋積輸出轉換爲在顯示裝置的動態範圍內。

【0124】 圖 12C 描繪根據本發明之實施例之迴旋積之前和之後的去迴旋積影像。當對描述去迴旋積影像的函數進行迴旋積運算時，產生之函數可描述原始影像。例如，當 $\tilde{i}(x,y)$ 所描述的去迴旋積點 1212 受到與第二函數 $h(x,y)$ 的迴旋積運算時，結果可以是描述原始點 1204 的函數 $i(x,y)$ 。第二函數可以是例如 PSF。

【0125】 下面的數學等式可描述去迴旋積點 1212 與點 1204 之間的關係：

提供 VR 應用。例如，顯示器可當提供另一部分中的去迴旋積影像時阻擋觀察者之視野的一部分。或者，例如，多層去迴旋積顯示器中的第一顯示器可當第二顯示器提供去迴旋積影像時阻擋光。

【0133】 另外，這類顯示器通常可允許來自周圍環境的光且只阻擋入射光的部分及/或具有顯示器所產生之光的增加部分以提供 AR 應用。

【0134】 也應了解顯示器 1124 和 1125 可顯示只有當位於比近平面 216 更近處時觀看時可辨識或清晰的影像。例如，當在調節範圍中觀看時，影像可能會顯得模糊或失焦。顯示器 1124 和 1125 可顯示預濾波影像(對應於最後被投射之目標影像)，其當在調節範圍內觀看時是無法辨識的。當在調節範圍內觀看預濾波影像時，目標影像可能是可辨識的。電腦系統或圖形處理系統可產生對應於目標影像的預濾波影像。

【0135】 額外的實施例

【0136】 應了解本發明之實施例提供用於結合近眼光場顯示器、近眼視差屏障顯示器、及/或近眼光學去迴旋積顯示器的層。光場顯示器和光學去迴旋積顯示器可提出不同的效能折衷。光場顯示器可能需要高解析度的基本顯示器以達到清晰的成像，但以其他方式保存影像對比度。對照下，光學去迴旋積顯示器可保存影像解析度，但降低對比度。

【0137】 可結合光場顯示器與光學去迴旋積顯示器以受益於每個顯示器的效能且支援解析度與對比度之間的連續折衷。例如，本發明之實施例支援在光場域中進行光學去迴旋積，而不是獨立地施加至每個顯示層。

【0138】 可結合近眼光場顯示器、近眼視差屏障顯示器、及/或近眼光學去迴旋積顯示器，因為這類顯示器可實作半透明顯示器。例如，這類顯示器可實作光衰減(例如，LCD)或發光(例如，OLED)顯示器之組合。

【0139】 應了解本發明之實施例允許使用平鋪在一起的多個顯示器以形成一個有效顯示器。例如，顯示器 324、顯示器 624、顯示器 824、或顯示器 1124 和 1125 可包含多個子顯示器。可平鋪(例如，並排地)子顯示器

以合成形式顯示器。不同於多個監視器工作站，顯示器之間的任何間隙可能不會引入人造物，因為可修改預濾波影像以顯示在每個圖塊上以容納它們之間間隙。

【0140】 本發明之實施例提供虛擬實境(VR)與擴增實境(AR)應用兩者。例如，近眼光場顯示器、近眼視差屏障顯示器、及/或近眼光學去迴旋積顯示器可阻擋來自周圍環境的光以提供 VR 應用。另外，這類顯示器通常可允許來自周圍環境的光且只阻擋入射光的部分及/或具有顯示器所產生之光的增加部分以提供 AR 應用。

【0141】 在各種實施例中，來自周圍環境的光可當作背光，其中顯示層衰減入射光場。在一些實施例中，至少一個顯示層可包含發光元件(例如，OLED 面板)。在本發明之實施例中，能採用光衰減與發光層之組合。應了解不只一個層可發光。例如，在圖 9 中，除了顯示器 824 之外，SLM 陣列 830、832、和 834 也可發光。

【0142】 在一或更多實施例中，每個顯示層可包括光衰減顯示器或發光顯示器、或兩者之組合(每個像素可衰減及/或發射光射線)。其他實施例可包括多層裝置，例如，OLED 和 LCD、LCD 和 LCD、或等等。

【0143】 針對用於 VR 應用的近眼光場顯示器，可以視差屏障或微透鏡陣列來覆蓋 2D 顯示器以支援舒適的調節。再者，可使用多個光衰減層來提高亮度、解析度、和景深。

【0144】 本發明之其他實施例可包括全像式顯示元件。例如，隨著解析度提高，間距可能變小到足以可能引起繞射效應。可採用影像形成模式和最佳化方法來引起繞射，包含以類似於光場顯示器的方式來對近眼顯示器使用電腦產生的全像圖。本發明之實施例提供用於對全像系統施用光學去迴旋積，藉此消除以非相干顯示器所觀看到的對比損失。

【0145】 本發明之實施例提供用於輕型「太陽眼鏡形」的外形因素，具有使用如上所述之近眼顯示器的廣視野。這類顯示器實際上能以高容量

【0150】 可以相對或絕對參照標準來表示關於感測器判定的資訊。例如，GPS 可具有相對於地球之經度和緯度的絕對參照標準。另外，內部感測器當測量相對於初始狀態的速度和加速度時可具有相對參照標準(例如，手機目前每秒移動 2mm 對手機位於已知緯度/經度)。

【0151】 近眼光場顯示器、近眼視差屏障顯示器、及/或近眼光學去迴旋積顯示器可包括在眼鏡中。例如，這類顯示器可取代一對眼鏡中的傳統鏡片。

【0152】 圖 13 描繪根據本發明之實施例之顯示近眼影像的示範程序之流程圖 1300。在方塊 1302 中，決定將被顯示的預濾波影像，其中預濾波影像對應於目標影像。例如，電腦系統可決定當藉由本身在調節範圍中觀看時可能模糊，但當透過濾波器或光場產生元件觀看時可能清晰的預濾波影像。

【0153】 在方塊 1304 中，預濾波影像係顯示於顯示器上。例如，在圖 3B、6、和 8 中，預濾波影像係分別顯示於顯示器 324、624、和 826 上。

【0154】 在方塊 1306 中，在預濾波影像通過相鄰於顯示器之光場產生元件之後產生近眼光場，其中近眼光場可操作以模擬對應於目標影像的光場。例如，在圖 3A 中，在預濾波影像通過微透鏡陣列 328 之後產生對應於目標影像的光場。同樣地，在圖 6 和 8 中，在預濾波影像分別通過 SLM 陣列 626 和多個 SLM 陣列 826 之後產生對應於目標影像的光場。

【0155】 圖 14 描繪根據本發明之實施例之顯示近眼影像的示範程序之流程圖 1400。在方塊 1402 中，接收目標影像。例如，電腦系統可從圖形處理系統接收目標影像。

【0156】 在方塊 1404 中，決定對應於目標影像的去迴旋積影像，其中當在觀察者之近眼範圍內顯示去迴旋積影像時，觀察者可感知聚焦的目標影像。例如，在圖 12B 中，決定目標影像的去迴旋積型式。如在圖 12C 中，當目標影像的去迴旋積型式受到眼睛的迴旋積運算時，觀察者便感知

聚焦的目標影像。

【0157】 在方塊 1406 中，在顯示器上顯示去迴旋積影像。例如，在圖 11 中，可在顯示器 1124 或 1125 上顯示去迴旋積影像。

【0158】 應了解儘管已以位於近平面內但距眼睛之距離的各種顯示器來論述和說明本發明之實施例，例如，在圖 3B、6、8、11 中，但本發明之實施例也提供給相鄰於眼睛的顯示器。例如，顯示器的一或更多層可操作以鄰接眼睛，類似於接觸透鏡。由於上述顯示器可具有半球形形狀，因此顯示器可說明形狀的影響以將明顯且可辨識的影像提供至眼睛。

【0159】 儘管上述揭露使用特定方塊圖、流程圖、及實例來提出各種實施例，但本文所述及/或所示之每個方塊圖元件、流程圖步驟、操作、及/或元件可使用廣範圍的硬體、軟體、或韌體(或以上之任何組合)配置來個別地及/或共同地實作。另外，包含在其他元件內的元件之任何揭露應被視為實例，因為能實作許多其他架構以達到相同的功能。

【0160】 僅經由舉例來提出本文所述及/或所示之程序參數和步驟順序。例如，儘管可以特定順序來顯示或說明本文所示及/或所述之步驟，但不一定要以所示或所述順序來進行這些步驟。本文所述及/或所示之各種示範方法也可省略本文所述或所示之一或更多步驟或包括除了所揭露那些之外的額外步驟。

【0161】 儘管本文已在全功能計算系統之內文中說明及/或顯示各種實施例，但這些示範實施例之一或更多者可分配成爲種種形式的程式產品，而無論用以實際上執行分配之特定類型的電腦可讀媒體。本文所揭露之實施例也可使用進行某些任務的軟體模組來實作。這些軟體模組可包括可儲存於電腦可讀儲存媒體上或計算系統中的描述語言、批次檔、或其他可執行檔案。這些軟體模組可配置計算系統以進行本文所揭露之一或更多示範實施例。本文所揭露之一或更多軟體模組可在雲端計算環境中實作。雲端計算環境可經由網際網路來提供各種服務和應用。這些雲端爲基的服

務(例如，軟體即服務、平台即服務、基礎架構即服務等)可透過網頁瀏覽器或其他遠端介面來存取。本文所述之各種功能可透過遠端桌面環境或任何其他雲端為基的計算環境來提供。

【0162】 為了解釋之目的，已參考具體實施例來說明前面的說明。然而，上述示意性說明並不打算為詳盡地或將本發明受限為所揭露的精確形式。有鑑於上述教示，許多修改和變化是可能的。選擇和說明實施例以最佳地解釋本發明之原理及其實際應用，藉此使本領域之那些技藝者當可適用於所預期的特定用途時能最佳地利用本發明和具有各種修改的各種實施例。

【0163】 由此，說明根據本發明之實施例。儘管已在特定實施例中說明本揭露，但應了解本發明不應被解釋為受限於這樣的實施例，而是根據下面的申請專利範圍來解釋。

【符號說明】

110	計算系統
112	通訊基礎架構
114	處理器
116	系統記憶體
118	記憶體控制器
120	輸入/輸出控制器
122	通訊介面
124	顯示裝置
126	顯示適配器
128	輸入裝置
130	輸入介面
132	主要儲存裝置
133	備份儲存裝置

134	儲存介面
140	資料庫
200	網路架構
204	眼睛
208	晶體
212	視網膜平面
214	焦點平面
216	近平面
218	最小調節距離
222	近眼平面
230	眼睛檢查表
240	眼睛檢查表
301	近眼微透鏡陣列顯示器
320	光射線
321	光射線
324	顯示器
328	微透鏡陣列
328b	微透鏡陣列
404	表面
408	光射線
412	起始點
510	像素組
512	像素
516	微透鏡
520	像素組
522	像素

524	像素
526	微透鏡
530	像素組
532	像素
536	微透鏡
600	近眼視差屏障顯示器
621	光射線
622	光射線
624	顯示器
626	SLM 陣列
722	像素
723	光射線
724	光射線
725	像素
726	光射線
730	像素
735	像素
736	光射線
740	像素
741	光射線
745	像素
746	光射線
800	近眼多層 SLM 顯示器
824	顯示器
826	多個 SLM 陣列
830	SLM 陣列

832	SLM 陣列
834	SLM 陣列
905	光射線
910	光射線
915	光射線
920	光射線
1005	咖啡標誌
1010	箭頭
1015	房子
1020	車子
1100	近眼光學去迴旋積顯示器
1124	顯示器
1125	顯示器
1204	點
1208	圓盤
1212	去迴旋積點
1300	流程圖
1302-1306	方塊
1400	流程圖
1402-1406	方塊

【生物材料寄存】

國內寄存資訊【請依寄存機構、日期、號碼順序註記】

國外寄存資訊【請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

【序列表】 (請換頁單獨記載)

發明摘要

※ 申請案號：102146856

※ 申請日：102年12月18日

※IPC 分類：G02B 27/01 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

近眼光學去迴旋積顯示器

NEAR-EYE OPTICAL DECONVOLUTION DISPLAYS

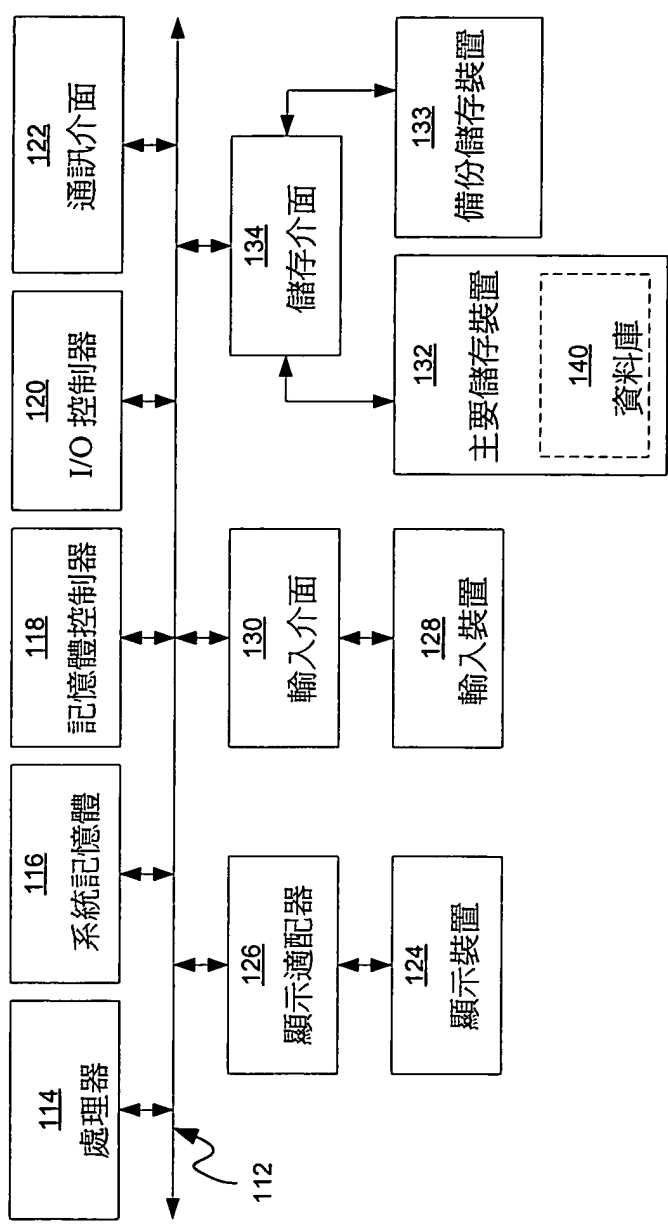
【中文】

在本發明之實施例中，一種設備可包括一顯示器，包含複數個像素。設備可更包括一電腦系統，與顯示器耦接且可操作以指示顯示器顯示對應於一目標影像的一去迴旋積影像，其中當顯示器在位於一觀察者的一近眼範圍內時顯示去迴旋積影像時，目標影像可被觀察者聚焦地感知到。

【英文】

In embodiments of the invention, an apparatus may include a display comprising a plurality of pixels. The apparatus may further include a computer system coupled with the display and operable to instruct the display to display a deconvolved image corresponding to a target image, wherein when the display displays the deconvolved image while located within a near-eye range of an observer, the target image may be perceived in focus by the observer.

110



圖式

圖 1

400

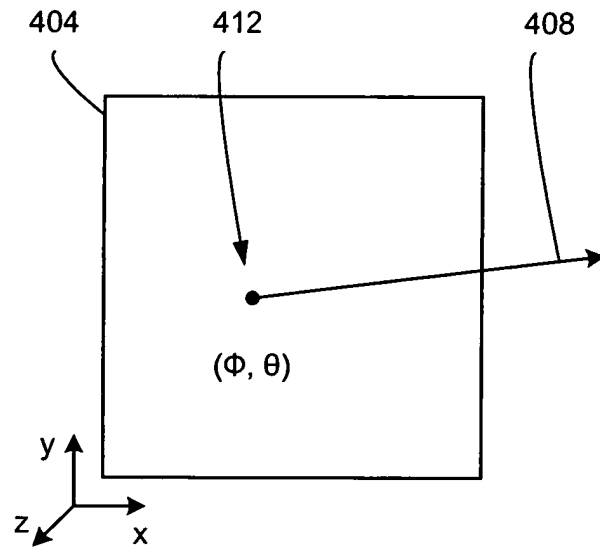


圖 4

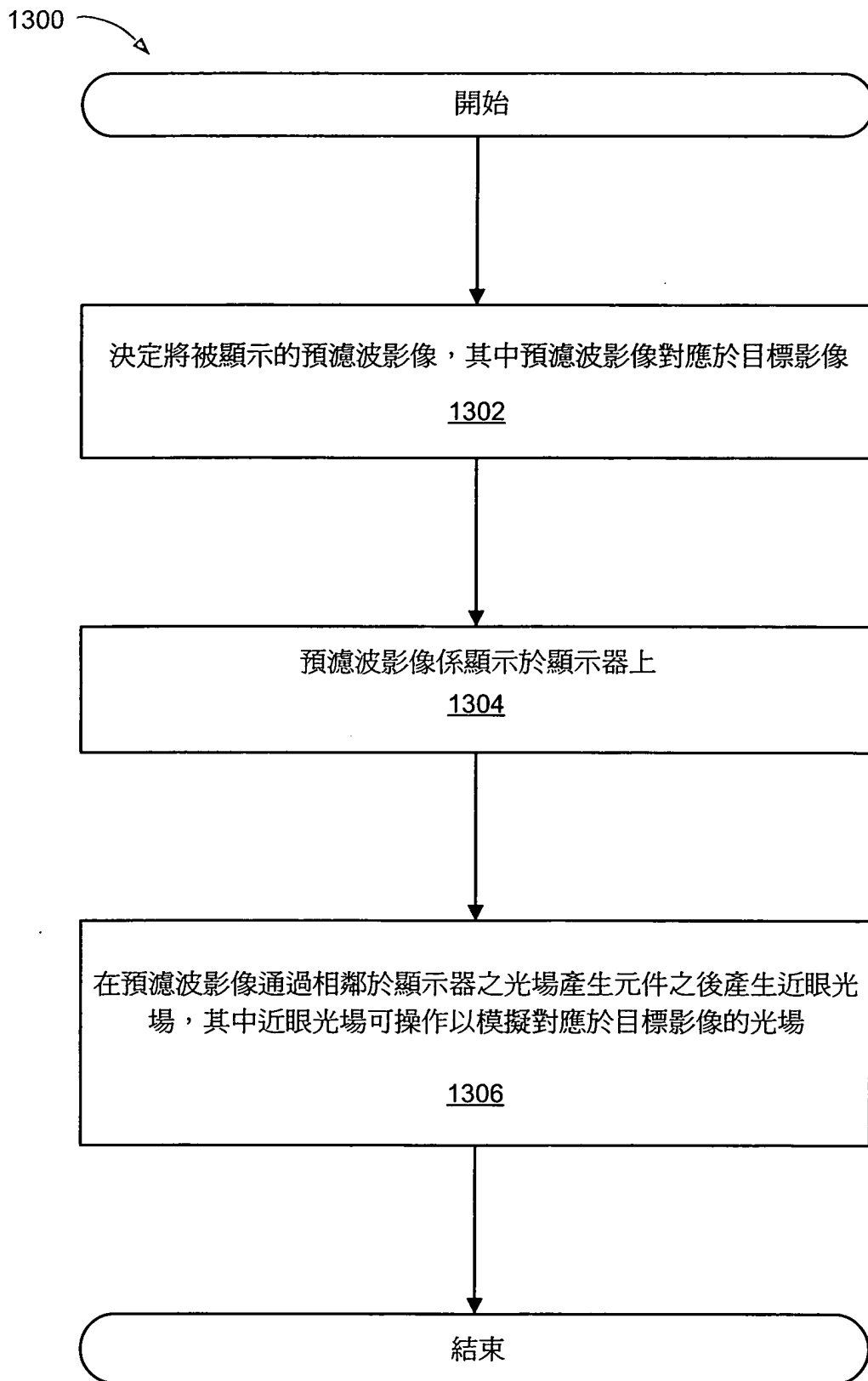


圖 13

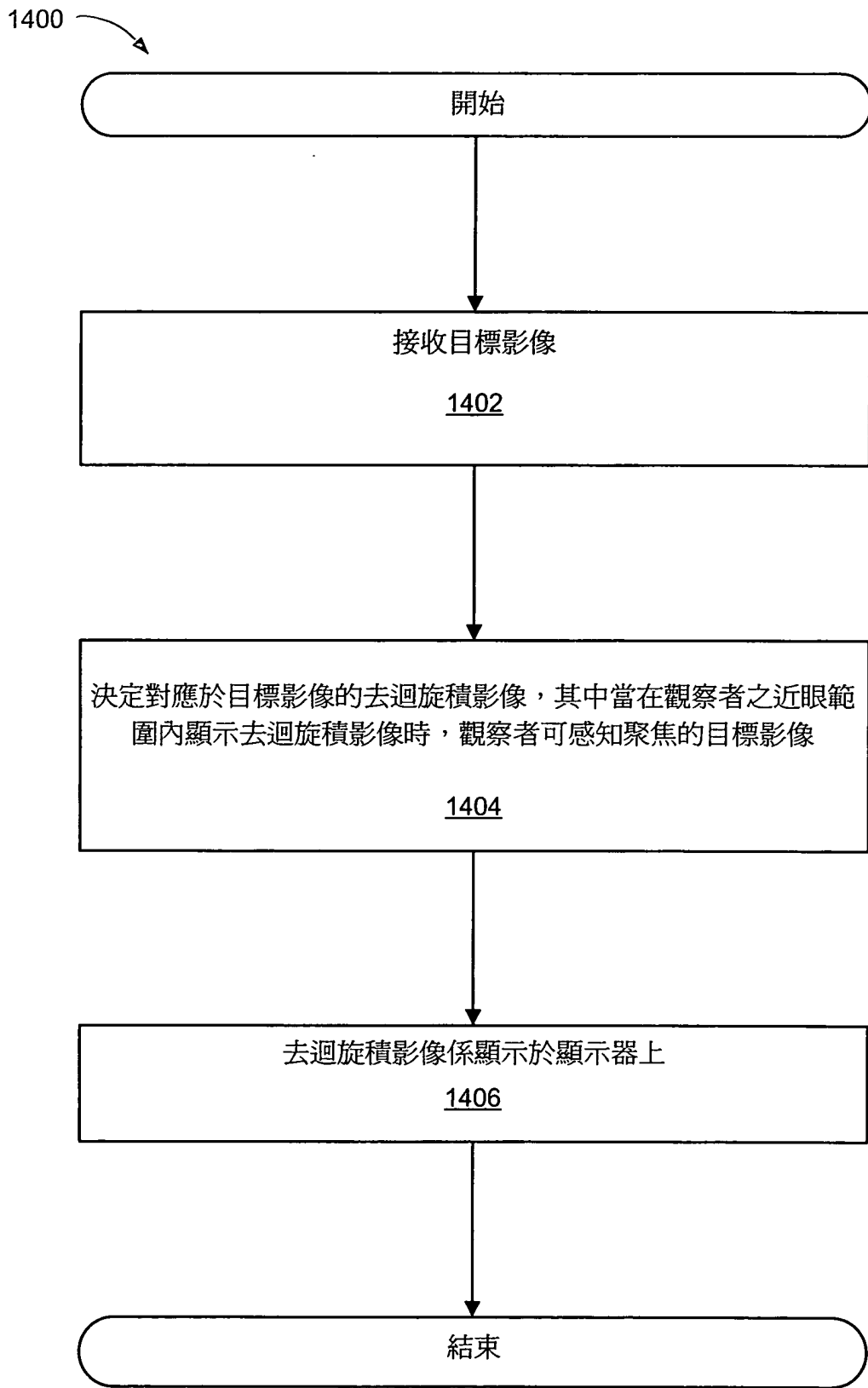


圖 14

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 3B。

【本代表圖之符號簡單說明】：

204	眼睛
208	晶體
212	視網膜平面
214	焦點平面
216	近平面
218	最小調節距離
301	近眼微透鏡陣列顯示器
321	光射線
324	顯示器
328	微透鏡陣列

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無。

【0126】 $\tilde{i}(x,y) * h(x,y) = i(x,y)$

【0127】 因此，眼睛可完全地或至少大致上類似於當在近眼範圍(比眼睛的近平面更接近眼睛處)中觀看點的去迴旋積型式 1212 時所聚焦的原始點 1204 地感知影像，因為眼睛的迴旋積效應可完全地或至少大致上類似於原始點 1204 地轉化點的去迴旋積型式。如相較於不施用預濾波或去迴旋積的傳統顯示器，這種近似可能具有降低的對比度或其他人造物，但仍可提高影像的清晰度或可辨識度。

【0128】 應了解函數 $i(x,y)$ 可描述共同形成影像之平面上的多個點或像素。由此，去迴旋積函數 $\tilde{i}(x,y)$ 可對應於共同形成影像之去迴旋積型式的多個點或像素。於是，當在近眼範圍中觀看去迴旋積函數 $\tilde{i}(x,y)$ 所描述的影像之去迴旋積型式時，觀察者可感知到函數 $i(x,y)$ 所描述的原始影像。

【0129】 回到圖 11，可藉由顯示器 1124 來顯示去迴旋積影像。由於顯示器 1124 在近眼範圍內，因此觀察者可感知去迴旋積影像的迴旋積型式。如上所論述，迴旋積函數的反向所去迴旋積之影像的迴旋積將實質上導致原始影像。因此，觀察者將感知清晰的影像，因為眼睛的模糊效應將已被去迴旋積影像的顯示抵消。由此，在近眼範圍中的觀察者可辨識出影像。

【0130】 應了解本發明之實施例允許除了去迴旋積之外的預濾波程序。例如，可使用除了去迴旋積之外的其他運算來建立當在近眼距離觀看時的預濾波影像，在受到眼睛的迴旋積效應之後將可辨識影像提供至觀察者。

【0131】 應了解可使用多個顯示器。更應了解顯示器 1124 和 1125 可以是半透明的。於是，眼睛 204 也許能夠透過顯示器 1125 來觀看顯示器 1124 所顯示的影像。眼睛 204 也許也能夠透過顯示器 1124 和 1125 兩者來觀看周圍環境。顯示器的多個層也可減少或消除人為振影且提高對比度。

【0132】 也應了解光學去迴旋積顯示器可阻擋來自周圍環境的光以

和低成本來建構。這類顯示器可具有可行的商業潛力作為資訊顯示器，例如，描述基本狀態信息、時刻、及擴增直接感知到的實體世界。

【0146】 本發明之實施例提供用於調整所產生的影像以考量觀察者之眼睛的像差或缺陷。像差可包括例如近視、遠視、散光及/或老花眼。例如，近眼光場顯示器、近眼視差顯示器、或近眼光學去迴旋積顯示器可產生影像以基於觀察者的光學矯正處方(optical prescription)來抵消觀察者之像差的效應。因此，觀察者也許能夠無需如同眼鏡或隱形眼鏡的矯正眼鏡來聚焦地觀看影像。應了解本發明之實施例也可利用可判定眼睛之缺陷的反饋系統來自動地校準視力矯正調整。

【0147】 本發明之實施例也可基於來自可判定注視方向及/或眼睛距顯示器的距離之眼睛追蹤調整系統的資訊來調整所提供的影像。藉此，顯示器可調整所顯示的影像以最佳化在不同注視方向、眼睛距顯示器的距離、及/或眼睛的像差之影像的辨識度。

【0148】 本發明之實施例也可基於來自一或更多感測器的資訊來調整所提供的影像。例如，實施例可包括環境動作追蹤元件，其可包括照相機。環境動作追蹤元件可追蹤周圍環境的移動或變化(例如，物件移動或明暗變化)。在又一實例中，可追蹤使用者之身體的移動且可提供相關資訊。由此，本發明之實施例可基於使用者的環境、使用者動作、或使用者移動來調整所提供的影像。

【0149】 在另一實例中，本發明之實施例可包括內部動作追蹤元件，其可包括陀螺儀感測器、加速計感測器、電子羅盤感測器、或之類。內部動作追蹤元件可追蹤使用者的移動且提供關聯於所追蹤移動的資訊。因此，本發明之實施例可基於動作來調整所提供的影像。在其他實例中，感測器可判定且提供使用者的位置(例如，GPS)、使用者的頭部位置或定向、觀看者之頭部位置和定向的速度和加速度、環境濕度、環境溫度、高度、等等。

申請專利範圍

1. 一種顯示設備，包含：
 - 一顯示器，包含複數個像素；
 - 一電腦系統，與該顯示器耦接且可操作以指示該顯示器顯示對應於一目標影像的一去迴旋積影像；其中當該顯示器在位於一觀察者之一近眼範圍內時顯示該去迴旋積影像時，該目標影像可被該觀察者聚焦地感知到，其中該電腦系統的一處理器可操作藉由對於一第一函數與一第二函數的反向進行一迴旋積運算，來決定該去迴旋積影像，該第一函數描述該目標影像，該第二函數描述企圖觀看一平面之一失焦的眼睛的一模糊效應，而該平面是在該眼睛的一調節距離之外，並且其中該處理器可操作以濾波該去迴旋積影像於該顯示器的一動態範圍之內，使得該顯示器可操作以顯示濾波的該去迴旋積影像。
2. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中該去迴旋積影像係被該電腦系統藉由以一點散佈函數之反向對於該目標影像進行一迴旋積運算來產生。
3. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中該顯示器是半透明的。
4. 如申請專利範圍第 2 項之設備，更包含一額外顯示器，與該電腦系統耦接，其中該額外顯示器與該顯示器分開小於該近眼範圍的一距離。
5. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中該電腦系統可操作以基於該觀察者之一眼睛與該顯示器之間的一距離以及該觀察者之該眼睛的矯正處方特性，來決定一去迴旋積影像用於顯示。
6. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中該電腦系統可操作以決定一去迴旋積影像用於抵消該觀察者的眼睛之像差的顯示。

7. 如申請專利範圍第 1 項之設備，更包含一反饋系統，可操作以進行該觀察者的眼睛之像差的測量；及

其中該電腦系統更可操作以基於該些測量來決定一影像用於抵消該些像差的顯示。

8. 如申請專利範圍第 1 項之設備，更包含一感測器，可操作以提供關於一周圍環境的資訊；及

其中該電腦系統更可操作以基於該資訊來決定一影像用於抵消像差的顯示。

9. 如申請專利範圍第 1 項之設備，更包含一眼睛追蹤調整系統，可操作以追蹤一眼睛的一注視，其中該眼睛追蹤調整系統可操作以將關於該眼睛之該注視的資訊傳遞至該電腦系統，以藉由該電腦系統基於該資訊來決定一去迴旋積影像用於顯示。

10. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中該顯示器包含彼此並排設置的複數個子顯示器。

11. 一種顯示設備，包含：

一電腦系統，可操作以藉由對於一第一函數與一第二函數的反向進行一迴旋積運算，來決定對應於一目標影像的一去迴旋積影像，該第一函數描述該目標影像，該第二函數描述企圖觀看一平面之一失焦的眼睛的一模糊效應，而該平面是在該眼睛的一調節距離之外；及

一第一顯示器，與該電腦系統通訊地耦接，其中該第一顯示器可操作以基於從該電腦系統收到的指令來顯示該去迴旋積影像，並且其中該電腦系統可操作以濾波該去迴旋積影像於該第一顯示器的一動態範圍之內，使得該第一顯示器可操作以顯示濾波的該去迴旋積影像。

12. 如申請專利範圍第 11 項之設備，其中該第一顯示器是半透明的。
13. 如申請專利範圍第 11 項之設備，更包含至少一個額外顯示器，位於鄰近該第一顯示器，其中該至少一個額外顯示器與該電腦系統通訊地耦接且可操作以基於從該電腦系統收到的指令來顯示該去迴旋積影像。
14. 如申請專利範圍第 11 項之設備，其中若在一近眼範圍外觀看，則該去迴旋積影像是離焦的，且若在一近眼範圍內觀看，則該去迴旋積影像是聚焦的。
15. 如申請專利範圍第 11 項之設備，其中該第二函數是一點散佈函數。