

公告本

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：P3135208

※ 申請日期：P3.11.17

※IPC 分類：

G02B 27/18

一、發明名稱：(中文/英文)

用以在空間中形成影像之光學系統

OPTICAL SYSTEM FOR FORMING AN IMAGE IN SPACE

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

PC 摩拉舉公司 / PC Mirage, LLC

代表人：(中文/英文)

歐英 赫舒曼 / HIRSCHMAN, ORIN

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國馬里蘭州 21209 巴爾的摩市柏克萊大道 6006 號

6006 Berkeley Avenue, Baltimore, Maryland 21209, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國 / U.S.A.

三、發明人：(共 1 人)

姓名：(中文/英文)

布魯斯 D 戴克 / DIKE, BRUCE D.

國籍：(中文/英文)

美國 / U.S.A.

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

美國；2003.11.25；10/721,128

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

一用於將實像（140、412、504）投射至空間的光學系統（100、200、400、500），包含一或多個位在該光學路徑上用於增強實像之可見度的特別設計。該光學系統包含一收斂元件（128、208、416、528），用於收斂一部份的光源（104，516）以便形成實像。其中一增強可見度的特別設計係使用一具有高傳輸與反射效率的寬帶反射器-偏振器（124、208、408、532）。另一增強可視度的特別設計則為使用偏振元件（116、124、136、408、420、424），該元件具有實質匹配的寬帶反應與/或包含一無色設計。另一用於增強可視度的特別設計則為使用廣視角膜（144）以增加影像視角。

六、英文發明摘要：

An optical system (100, 200, 400, 500) that projects a real image (140, 412, 504) into space and includes one or more features located along the optical path that enhance the viewability of the real image. The optical system includes a converging element (128, 208, 416, 528) for converging a portion of source light (104, 516) so as to form the real image. One of the viewability-enhancing features is the use of a broadband reflector-polarizer (124, 208, 408, 532) having high transmitting and reflecting efficiencies. Another viewability-enhancing feature is the use of polarizing elements (116, 124, 136, 408, 420, 424) having substantially matched bandwidth responses and/or comprising an achromatic design. An additional viewability-enhancing feature is the use of a wide-view

film (144) to increase the viewing angle of the image.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 100 光學系統
- 104 隨機偏振光源
- 108 來源
- 112 圓偏振器
- 116 第一線性偏振器
- 120 第一個四分之一波延遲器
- 124 寬帶反射器-偏振器
- 128 凹形分束器
- 132 第二個四分之一波延遲器
- 136 第二線性偏振器
- 140 實像
- 142 直視減光器
- 144 廣視角膜

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

一般言之，本發明係關於光學領域；特別言之，則本發明係關於一用於在空間中形成影像之光學系統。

【先前技術】

可以由被照亮物件形成影像的光學系統在諸如廣告、行銷以及產品展覽與其他隱密功能（例如模擬）等方面有許多重要的應用。此種系統若能縮小尺寸、具有較廣視野和高對比，並在所有周遭環境照明條件下都可被見到便是其優點。

許多實像光學系統（例如，實像投影機）被用來產生一影像，其中影像出現在黑色背景上。在實像投影機中，對於諸如遊戲等應用而言，一浮動的、真實的人物影像被投射到空間中。如果遊戲元件清晰明亮、輪廓分明、並具有高對比，則這影像對於心理的衝擊最大。目前，此種實像投影機之一範例為以雙亮度增強膜（DBEF）為基礎的新月形投影光學系統，該系統已揭示於頒給本案發明人之美國專利第 6,262,841 號，圖 1 的光學系統 20 便是該系統圖示。然而，光學系統 20 雖然是一種極小型的設計，但在光輸出量的效率卻較低，並在非直角視角（也就是，離心或傾斜視角）的對比也較差。

一般而言，本文說明基於 DBEF 的光學系統 20 之原理以說明實像光學系統的基本功能，並用以點明該特定系統

相對於本發明所述之實像光學系統而言的缺點。圖 1 所示之光學系統 20 包括一由來源 28 所射出及/或反射的光源 24。光源 24 具有隨機偏振的本質，並在它前往觀察者 36 前使之經由第一線性偏振器 32 的作用成為線性偏振光線。這一經過線性偏振處理的光線通過 DBEF 40，其軸心在傳輸方向與通過線性偏振器 32 的線性偏振光線對齊。通過 DBEF 40 的線性偏振光線經由第一個四分之一波延遲器 44 的作用而產生圓偏振光，第一個四分之一波延遲器亦可稱為第一個四分之一波長板 (QWP)。接著，此一圓偏振光線 (在此說明中假設為右旋方向) 被入射到部份鏡射凹形 (球形或非球形) 的分束器 48 上。最後則由凹形分束器 48 使光線收斂而形成實像 52。

光線的反射部份利用在分束器 48 之處的反射將其圓偏振的左右旋特性 (handedness) 切換到左旋，並使用第一個四分之一波延遲器 44 將之轉化為線性偏振光線，此動作在它由圖中的右邊走向左邊時發生。這一線性偏振光線由 DBEF 40 大量反射，因為線性偏振光線的方向與初始線性偏振光線的極性相反。這一部份的反射光線接著便由第一個四分之一波延遲器 44 使之成為圓偏振光線，此動作發生在它由圖中左方行進到右方時。這光線在通過部份鏡射凹形分束器 48 時，一部份光線被反射，而另一部份則傳輸通過。被傳輸的部份經由第二個四分之一波延遲器 56 的作用使之成為線性偏振光線。第二線性偏振器 60 被對齊以使線性偏振光線被傳輸而形成觀察者 36 可明顯看到實像 52。

被傳輸通過部份鏡射凹形分束器 48 的右手圓偏振光線的部份由第二個四分之一波延遲器 56 將之轉化為線性偏振光線，其方向與最後被傳輸光線的偏振方向相反。由於通過第二個四分之一波延遲器 56 的光線方向與第二線性偏振器 60 的傳輸方向相反，它便可被第二線性偏振器分辨出來。

圖 1 的光學系統 20 在一個小尺寸的設計中採用一系列的偏振零件，亦即 DBEF 40 以及與一個分束器（亦即，分束器 48）相聯的第一與第二線性偏振器 32、60，這些零件將光線重新導向數次以便折疊光學路徑。光學路徑的折疊造成了小裝置尺寸以及優異的視野。然而，DBEF 40 以及第一與第二偏振器 32、60 之本質具有吸光性並將造成光線輸出量的損失。另外，最後影像的對比也將因為偏振零件之間不同的帶寬反應而受到影響，特別是在傾斜視角處。對比主要是受到不期望的滲漏部分光源 24 的影響，光源滲漏係因為在離角觀察條件下，偏振元件的消光比不佳所造成。

光學系統 20 除了剛剛所提到的缺點之外，在效能方面與製造方面尚有可改進之處。例如，第一個與第二個四分之一波延遲器 44、56 所使用的四分之一波延遲器種類是拉伸型聚乙烯醇（PVA），其特性是波遲滯性並無良好的一致性，而隨著時間的改變，其效能也將降低，因為這類偏振器本身具有吸收水份的習性並因吸水之故而改變其遲滯性。此外，缺乏一致性將因其在傾斜視角時滲漏較大而導致主要顯露它本身整個系統的效率不良。

光學系統 20 也利用一個可撓性的第一個四分之一波延遲器 44，此一延遲器直接與 DBEF 40 相鄰，本身是可撓性的。由於 DBEF 40 被用在沿著期望光線路徑的反射，它必須是平坦的，如此才能提供一個無扭曲的反射影像。無論如何，直接將可撓性 DBEF 40 層合到可撓性的第一個四分之一波延遲器 56 將使 DBEF 表面產生波動，並因而使其反射影像產生扭曲。很明顯地，若欲將 DBEF 40 層合（或光學耦合）到可撓性的第一個四分之一波延遲器的某一側，並將第一線性偏振器 32 層合到另一側，並使可撓性 DBEF 40 維持平坦，則製造方面極其複雜。因此，DBEF 40 必須在被層合到第一個四分之一波延遲器 44 以及額外的偏振與抗反射玻璃元件之前先層合到其自身的平坦玻璃基板（未顯示在圖中）。此一額外步驟將使得光學系統必須包含一具有三個剛性基板的子組合，此一子組合尚須包含兩個抗反射玻璃零件，並伴有三個片狀極性元件，如此將造成製造方面的困擾。關於 DBEF 40 本身，此元件對於整個系統的整體輸出量的貢獻度大約為 49%，亦即，大約 70% 的反射量以及 70% 的傳輸量。

對於右手圓偏振光線被第二線性偏振器 60 理想地分辨出來的部份，其偏振程度通常並不足以明確地被該偏振器完全分辨出來。存在此種無效率的原因係現有 PVA 類偏振器通常僅可在某單一波長達到最佳化，而預期應用（例如，以上所討論的應用）所須的光源 24 通常是多色光源。斜看實像 52 也將對目前四分之一波延遲器產生限制，因為這類

延遲器的效能通常與視角有高度相關。

因此，吾人便期望獲得一種小型的新月形實像投影器，其具有較高亮度與對比，並較光學系統 20 更容易製造，同時仍能保持或改善該光學系統已甚為優異的系統尺寸與視野特性。本發明揭示數種增強光學系統之影像特性的改良方式。

【發明內容】

就某一觀點而言，本發明係關於一用以由來源所射出的光源產生實像的光學系統。該光學系統至少包含一收斂元件，用於收斂一部份的光源以便在使用光學系統時形成實像。本發明將一個寬帶反射器-偏振器放置在系統正在使用時的光學路徑中，至少一收斂元件與實像間，與來源相反之處。

就另一觀點而言，本發明係關於一用以由來源所射出的光源產生實像的光學系統。該光學系統包含一直視減光器，其包含一具有第一帶寬反應的四分之一波延遲器。一反射器-偏振器位於系統正在使用時的光學路徑中，直視減光器與來源之間。該反射器-偏振器具有一與四分之一波延遲器的第一帶寬反應相匹配的第二帶寬反應。至少一收斂元件被用於收斂一部份的光源以便在光學系統正在使用時形成實像。

再就另一觀點而言，本發明係關於用以由來源所發出的光源形成一實像的光學系統。該光學系統包含一反射器-

偏振器，當光學系統正在使用時位於來源與實像之間。至少一收斂元件使一部份的光源收斂以便當光學系統正在使用時形成實像。當光學系統正在使用時，一廣角視膜位於反射器-偏振器與實像之間。

【實施方式】

本發明之一項目的在於將較亮的實像投射到空間中，同時可改善實像光學系統的離角反應及可製造性，例如前文背景段中參考圖 1（光學系統 20）所討論的美國專利第 6,262,841 號專利，其使用偏振與反射技術以創造一具有寬廣視野的小型影像系統。本發明揭示數種用於增強此種光學系統之影像特性的改進方案。一般而言，所有三種效能增強方案的基本前提是在偏振元件之間達成較大的“合作性”（亦即，較好的或“匹配的”帶寬反應），或者改善因為偏振元件吸收光線所產生的漏失，採用何種方式係根據其增強程度而定。本文參考美國專利第 6,262,841 號專利說明本發明之特性，下文將該專利以“Dike 專利”一詞稱之。

圖 1 中已知的光學系統 20 利用一反射器-偏振器，例如 DBEF 40，來反射線性偏振光線中某一左右旋特性的光線，同時並傳輸另一左右旋特性的光線。偏振的兩種狀態之間的差異化特性在用於諸如光學系統 20 之類的偏振系統時顯得極為重要，因為光學系統必須存在兩種狀態，如此才可使其中一狀態代表被熄滅或被吸收，而另一狀態則代表被

傳輸。以 DBEF 為基礎所設計的光學系統之缺點可分兩方面說明。

首先，DBEF 40 依靠線性偏振光線而工作。產生兩種清楚分別的光線偏振特性是可行的，此係因為透過反射而切換圓偏振光線的左右旋特性之故。這種反射發生在圖 1 的分束器 48 並使該部份光線的左右旋可適用在 DBEF 40 上的反射以及後續傳輸通過鄰近的第二線性偏振器 60，在此處它便可用期望的實像 52 的形式被看見。

相似地，光源 24 可以用不同的方法直接透過光學系統 20 被看見，而不須沿著形成實像 52 所須的“被折疊的”光學路徑行進，因其極性狀態與期望光線的極性狀態相反而被熄滅。無論如何，如此仍存在著無效率，因為期望的光線必須由在分束器 48 處產生反射與偏振翻轉所須的圓偏振光線轉換為 DBEF 40 所需的線性偏振光線。此轉換是由位在分束器 48 和 DBEF 40 之間的第一個四分之一波延遲器 44 所完成。期望光線必須沿著被折疊的光學路徑通過第一個四分之一波延遲器 44 三次以產生適用於通過整個光學系統 20 的偏振狀態。在製造過程中所產生或者因為曝露在低劣的周遭環境而產生的任何偏離第一個四分之一波延遲器 44 之設計值（一般為 140 奈米，也就是說，可見光頻譜的中心波長 560 奈米的四分之一）的偏離量都因為使期望光線多次通過該延遲器而被放大。

為了避免此種因為多次通過第一個四分之一波延遲器 44 所造成的效能劣化狀況，一種採用具有寬帶偏振能力之

反射器-偏振器以及在傳輸某一圓偏振光線之一左右旋時反射圓偏振光線的另一左右旋的設計便相當受歡迎，因為它可立即被置於鄰近凹形分束器 48 之處。此種設計如圖 2 所示，其係本發明之新月形光學系統 100。為了點明本發明之光學系統 100 與圖 1 所示之已知新月形光學系統 20 之間的差異，圖 2 所示之光學系統 100 與圖 1 之光學系統間有一些相同元件。無論如何，如下文所將討論者，也可製造出許多採用本發明之不同特性以及其他不同元件的實施例。

請參考圖 2，由來源 108 射出及/或反射的隨機偏振光 104 被射入圓偏振器 112（包含第一線性偏振器 116 以及第一個四分之一波延遲器 120 或第一個四分之一波長板（QWP））以產生圓偏振光線。然後，通過第一個四分之一波延遲器 120 的光線被射入寬帶反射器-偏振器 124。第一線性偏振器 116 與第一個四分之一波延遲器 120 彼此對齊以使光 104 成為圓偏振光線，其方向適用於傳輸通過寬帶反射器-偏振器 124。

圓偏振光線的一部份被凹形分束器 128 反射，其偏振之左右旋特性被此反射所反轉。現在當反射部份在圖中由右至左行進時，它便被射入寬帶反射器-偏振器 124，並在該處大量反射，因其左右旋特性與初始傳輸光線相反。接著，光線便由左至右行進，部份通過分束器 128，被第二個四分之一波延遲器 132 轉換為線性偏振光線，接著並通過第二線性偏振器 136 以形成期望的實像 140。第二個四分之一波延遲器 132 與第二線性偏振器 136 的組合可被視為直

視滅光器 142，因其動作係用於使光 104 傳輸通過分束器 128 的一部份（亦即，“直視”光線）實質熄滅，而不至於也被分束器反射。通過第二線性偏振器 136 的光線可被選擇性地導向通過一用於增強實像 140 之離角可視性的廣視角膜 144。

如同在圖 1 的以 DBEF 為基礎的光學系統中一般，傳輸通過分束器 128 而未往來源 108 反射回去的偏振光源 104 的初始部份的左右旋與期望反射光線的左右旋相反，因此可由直視光線熄滅器 142 將之滅熄。本發明之重要特性包括：（1）利用寬帶反射器-偏振器 124 取代 DBEF，例如，圖 1 中的 DBEF 40；（2）包含廣視角膜 144 以及（3）將第一與/或第二個四分之一波延遲器 120、132 與寬帶反射器-偏振器（或 DBEF，若未採用寬帶反射器-偏振器時便採用 DBEF）相匹配。此種四分之一波延遲器可為無色的。

寬帶反射器-偏振器 124 可由對掌性的膽固醇型液晶（CLC）製成。這類液晶偏振器因為具有可被賦予此類偏振器之液晶的宏觀螺旋狀結構而可展現預期影像應用所期望的特性，其螺旋狀結構之軸線與觀察平面垂直。這類偏振器的偏振元件包含具有不同螺旋間距（分佈在元件的厚度方向）的膽固醇型結構藉以賦予一適於併入實像系統（例如圖 2 所示的光學系統 20 以及下文所將述及的光學系統等）的寬帶反應。這類 CLC 結構被稱為“坡度式間距”（gradient pitch）CLC。此種坡度式間距 CLC 目前係由加州 Sunnyvale 的 Chelix 公司製作。瑞士的 Rolic 科技有限公

司也生產一種相似的寬帶零件，該零件在各層使用個別施加的液晶材料，各層液晶材料的間距特性可針對不同的光線波長範圍而作出反應。相似地，荷蘭 Eindhoven 的菲利浦研究中心已發展出使用“畸形”螺旋結構的材料來達到寬帶反應的目的。

除了達到直接作用在圓偏振光線以及消除四分之一波延遲器 44 (圖 1, 若不如此, 則此延遲器便必須位於 DBEF 40 附近) 的直接優點, 寬帶反射器-偏振器 CLC 大大地為非吸收性, 如此便可使其整體效率較 DBEF 為大。對於圓偏振光線的某一左右旋特性而言, 新式 CLC 可有接近 100% 的可傳送性, 而對另一左右旋特性而言, 其反射性則接近 90%。因此, 寬帶反射器-偏振器 124 “單獨”貢獻整體系統輸出量的大約 90%。相較之下, DBEF 在反射性與可傳送性皆較為接近 70%, 因此其對整體系統輸出量的貢獻度大約為 49%。另外, 目前資料報導較現有的 DBEF 更可能達到較高對比 (或較為“乾淨”) 的偏振光線。CLC 偏振材料為聚合物且可直接應用到基板 (例如, 玻璃) 上以確保良好的平坦度並確保由被層合的偏振器發出射到鄰近、非剛性偏振器的最後影像不至於產生扭曲。因此, 此一種寬帶反射器-偏振器可被置於一系列被層合的偏振元件與玻璃外面, 以確保其可在不增加額外基板與製造複雜度的情況下保持其平坦度。

寬帶反射器-偏振器 124 也可置於分束器 128 附近, 以使其附屬偏振器不至於影響其偏振效率及最後影像的品

質。這項特性在此位置特別重要，因為位於該處的任何其他傳輸元件，例如圖 1 中以 DBEF 為基礎的光學系統 20 的第一個四分之一波延遲器 44，在未折疊的光學路徑上有效地出現三次。

請注意，CLC 偏振器具有由隨機偏振入射光線產生圓偏振光線之兩種左右旋的特性。因此，當寬帶反射器-偏振器 124 係一 CLC 偏振器時，便有可能可排除第一線性偏振器 116 以及第一個四分之一波延遲器 120，如此便可使用較圖 2 所示實質為少的元件製成較簡單的系統。無論如何，包含第一線性偏振器 116 與第一個四分之一波延遲器 120 可以使光源 104 更乾淨地偏振以增加其對比度。開發光學系統 100 的其他元件並使所有用到的偏振器達到更緊密的合作（以帶寬反應而言）便可不使用第一線性偏振器 116 以及第一個四分之一波延遲器 120。

加入廣視角膜 144 可改進光學系統 100 相對於傳統實像投射光學系統（例如圖 1 的光學系統 20）的離角可視度以及對比。就如同上文中背景部份所述者，光學系統 20 之偏振元件的雙折射將產生與角度有關的光線傳輸。目前所發展用於 LCD 的補償膜可用於改善實像的品質，因此可作為廣視角膜 144 的材料。另外，諸如可由南加州 Greenwood 之富士光膜公司購得的廣視角膜（WVF）以及 Rolic 的光對齊 LC 聚合物膜之類的薄膜也可作為廣視角膜 144 的材料。目前市面上已有許多可在期望應用上達成預期效果的“廣視角膜”或補償技術。實現這些技術可能需要增加一個零

件 144，或在本組態的其他一或多個位置增加不同的零件。在本系統中包含廣視角膜 144 的一個重要原因係其對最終影像所造成的功能與效能增強與系統種類無關，不論其係以反射器-偏振器為基礎或以 DBEF 為基礎。

本發明對於現有以 DBEF 為基礎的實像光學系統的另一項改進係併入“匹配的”第一個與第二個四分之一波延遲器 120、320 可更有利地與其它偏振元件（特別是，本發明的寬帶反射器-偏振器或傳統以 DBEF 為基礎的光學系統的 DBEF）的帶寬反應合作。當不同偏振元件因不同波長而有不同的效率反應，將導致較暗影像及較大滲漏或對比劣化等無效率現象。這類錯誤的明顯來源為四分之一波延遲器，例如，圖 1 的光學系統 20 的第一個與第二個四分之一波延遲器 44、56，其設計波長僅位於可見光譜的中心頻率，亦即，560 奈米。因此，此種四分之一波延遲器在波長高於或低於 560 奈米時其效能皆將降低。這類無效率對於最終影像的影響主要將使其滲漏增加（或使其對比降低），特別是在傾斜視角時更為明顯。

某些材料具有優異的性能並可用於四分之一波延遲器中，例如，圖 1 中的第一個或第二個四分之一波延遲器 44、56 以及圖 2 中的第一個與第二個四分之一波延遲器 120、132，以便分別改進對應的光學系統（例如光學系統 20、100）的整體影像品質。將液晶聚合物（LCP）以堆疊組態（可為光對齊的組態）包含在內的無色四分之一波延遲器，例如 Rolic 所生產者，已被發現存在許多優異性能，特別是關於

離角觀察特性而言。這種四分之一波延遲器的帶寬反應也可與 DBEF 或寬帶反射器-偏振器的帶寬特性及光源種類（例如，LCD）相匹配，以改善效率並達成優異影像。

圖 3 顯示本發明的另一種新月形光學系統 200。設計光學系統 200 係因瞭解到偏振元件（例如，圖 2 中的寬帶反射器-偏振器）的效能係與視角相關。如上所述，此種相關性在以傾斜角度觀看實像 140 時可能造成對比漏失與色彩偏移。因此，當觀看位置由軸上或正規角度往左或往右移動時，將寬帶反射器-偏振器以一種使寬帶反射器-偏振器表面大部分垂直於觀察者的方式安排在光學系統中便為有利。關於圖 2 中的光學系統 100，此目標可以藉由反轉平坦寬帶反射器-偏振器 124 以及凹形分束器 128 的功能而達成，如圖 3 所示，其中光學系統 200 包含一平坦分束器 204 以及凹形寬帶反射器-偏振器 208。這項調整使得光學系統 200 中的相同光學機制得以在不同的偏振狀態下可以達成良好的周遭反射衰減與免除直視光源。

在本發明的新月形光學系統的變化中，例如分別示於圖 2 與圖 3 的光學系統 100、200，在各系統中的反射元件，亦即，圖 2 中的凹形分束器 128 與平坦寬帶反射器 124 以及圖 3 中的凹形寬帶反射器-偏振器 208，可用一對相對的圓柱形元件來取代（例如，圖 4 中的圓柱形元件 300、304），其凹面的軸 308、312 彼此垂直。使用相對的圓柱形元件 300、304 取代球形元件的特性與理由已於 Hines 的美國第 4,653,875 號專利中討論過，詳情請參見該項專利文件。在

此一種安排中，一圓柱形元件（例如，凹形元件 300）可使用傳統的分束器披覆物將之披覆，而其他圓柱形元件（亦即，圓柱形元件 304）則可包含一寬帶反射器-偏振器元件。

這種設計有兩項優點。第一，圓柱形寬帶反射器-偏振器 304 所在位置可使其凹形軸 312 的方向可達成最佳視角效能。第二，在製造方面可有改進的潛能，因為兩個圓柱形元件 300、304 可為薄的、可撓性的組合以便經由彎曲框架四周的層合物而得到期望凹形，如同 Hines 專利中所述一般。如此便可無須使用圖 2 與圖 3 中較貴的新月形元件，亦即，分束器 128（圖 2）以及凹形寬帶反射器-偏振器 208（圖 3）。

圖 5 說明本發明的另一實施例-光學系統 400。光學系統 400 與圖 2 及圖 3 中的光學系統 100、200 不同之處在於其採用了平坦分束器 404 及平坦寬帶反射器-偏振器 408，而不是在其中之一採用凹形元件（或是非如圖 4 所討論的變化方式中二者皆用凹形元件）。因此，用於顯示實像 412 所需的收斂功率便可由一或多個透鏡所提供，例如，透鏡 416，其放置方式可如同圖 5 所示。習知本技術者可相當瞭解到透鏡 416 可用另一種方式放置，例如放置於分束器 404 與寬帶反射器-偏振器 408 之間。同樣明顯可見的是：可使用上述方式使用一透鏡與額外的透鏡或凹形反射元件來達成影像 412。系統的其他可能變化包括與 Dike 專利中圖 4 到圖 6 所示之光學系統相似的變化。

不論透鏡 416 係位於光學系統 400 中何處，其他元件

(例如，第一與第二線性偏振器 420、424 以及第一個與第二個四分之一波延遲器 428、432) 的安排與沿著光學路徑的光線偏振狀態可與已於圖 2 與圖 3 中說明的相對應元件的安排與偏振狀態相同。其差別可能僅在於採用一或多個透鏡 416 來取代一或多個凹形元件來使形成實像 412 的光線收斂。在一個透鏡位於光學系統 400 的來源端或觀察者端的實施例中，可藉由下列方式達到改進簡單的來源/透鏡系統之效能的目的：當光學路徑的影像端或來源端（在一個產生實像的光學系統中）被有效折疊三次，利用期望光線在反射分束器(例如分束器 404)與寬帶反射器-偏振器(例如，寬帶反射器-偏振器 408)之間的反射與再反射來達到折疊的效果。這可使一包含折疊式光學路徑的裝置較一僅包含簡單的來源/透鏡系統，而未壓縮(折疊)其光學路徑的裝置更為小型。相似地，若透鏡 416 位於分束器 404 與寬帶反射器-偏振器 408 之間，當透鏡的光學功率因為多次通過透鏡而被放大時便可產生相似的折疊光學路徑之優點。此種以透鏡為基礎的變化可使其製造成本降低，因其反射元件，亦即，分束器 404 與寬帶反射器-偏振器 408，為平坦狀元件，而額外的透鏡 416 則可為傳統的設計或 Fresnel 的設計。

圖 6 所示係本發明之一實施例-光學系統 500，其可產生一浮動式實像 504 以及一或多個在浮動影像後方可看到的背景影像 508、512。一般而言，安排光學系統 500 的方式係為了不由主要來源 520 直接看到光 516，其係藉由將來

源放置於遠離視軸以及藉由一個交叉式偏振器的機制來達成。隨機偏振光源 516 透過一個圓偏振器 524 (例如, 一線性偏振器/四分之一波延遲器的組合) 而產生圓偏振光線。圓偏振光線往凹形元件 528 的方向反射, 其間經過一斜放的寬帶反射器-偏振器 532。將寬帶反射器-偏振器 532 放置在得以使光源達到最小反射與最大傳輸的方向。現在為左向(相對於圖 6)行進的圓偏振光線接著便入射至凹形元件 528, 圓偏振的左右旋特性在該處因反射之故而反轉。凹形元件 528 收斂光線並在最後形成浮動實像 504。現在, 右向行進光線的左右旋特性可適用於傳輸通過寬帶反射器-偏振器 532, 在此之後, 它將接著形成可由觀察者 536 看見的浮動實像 504。

傳統上, 實像(或浮動影像)可經由以一種相似於圖 6 所示的安排方式來實現隨手可得的分束元件與凹形反射元件而產生。無論如何, 就光偏振而言, 此種元件並無差別, 且因此在傾斜放置的分束器之處將有實質漏失, 分束器對於整個系統之輸出量的單獨貢獻量最多可達到 25%(50%的反射並接著傳輸光線剩餘部份的 50%)。這種情況可因實現如 Dike 專利所述之以 DBEF 為基礎的設計而得到改善, 例如其圖 9 所示者, 其中的凹形元件前方必須有一個四分之一波延遲器(Dike 專利圖 9 中的元件 30)。圖 6 中的光學系統 500 以及, 特別是, 寬帶反射器-偏振器 532 的實現提供額外的效能改進, 且可消除至少一與基於 DBEF 的設計有關的層合式偏振元件。

在先前設計中所採用的傳統非極性元件也具有可允許來自觀察環境的周遭光線由凹形元件將之反射的優點，藉以產生與期望影像在一起的競爭光線來源影像。此種周遭反射將造成具有低對比的混淆影像。關於這周遭反射損傷，本發明之光學系統 500 這種以寬帶反射器-偏振器為基礎的設計首先使進入的周遭光線 540 成為圓偏振光線，接著並在由凹形元件 528 反射時反轉該種偏振光的左右旋特性。接著，這一“返回的”光線的偏振狀態便可適用於寬帶反射器-偏振器 532 之反射，其將使返回的光線重新導向遠離觀察者 536 之處，以便浮動影像 504 可在沒有對抗、沒有對比劣化、以及沒有周遭光線反射等情況下被看到。這種機制與傳統用在明亮的周遭條件之影像顯示器所用的傳統圓偏振抗眩光濾鏡（飛機座艙顯示器是普通的應用）相似。這些濾鏡首先使周遭光線圓偏振，在顯示器表面反射時反轉其左右旋，接著並在離開系統時吸收該光線。一種關於光學系統 500 的差別便是這些濾鏡如同在交叉偏振情況般地吸收周遭光線，而以寬帶反射器-偏振器為基礎的光學系統 500 的周遭光線控制機制則僅使周遭光線反射離開觀察者 536。

另外，傳統使用非偏振元件的光學系統允許一觀察者可以直接往下看進包含系統的裝置內而看到影像來源，在包含系統的裝置中，影像來源可以很簡單地透過傳輸分束器被看到。在圖 6 的光學系統 500 中，無論如何，當某人嘗試直接使用剛才所描述的方式來觀看主要來源 520 時，

可以使用偏振元件來大量消除離開的光線。在光學系統 500 中，寬帶反射器-偏振器 532 與圓偏振器 524 結合而在交叉偏振情況內工作以使光源 516 熄滅（或者，更精確地說，重新將之導離觀察者 536），否則，光源 516 可能離開光學系統 500 而可能在系統外部被看到。

以寬帶反射器-偏振器為基礎的光學系統 500 的額外利益可藉由其與傳統的非偏振設計作比較而得知。非偏振設計的周遭反射與直接光源可視性損傷可藉由變化分束器/凹形反射器組合的幾何形狀而得到部份修正。可以將凹形元件 528 指往下方以產生此種變化，以便將周遭反射重新往下導向至視軸下方。這有允許垂直光源軸被反時針方向旋轉（當傳統系統在右方的觀察者以相似於圖 6 的光學系統的方式指向時）的額外益處，此可將主要影像來源移近顯示器的“前端”，藉以使往下看進顯示器時更難觀看到來源。然而，這種設計的一種缺點便是凹形成像元件相對於來源的離軸本質，因為改變分束器/凹形反射器組合的幾何形狀，將造成具有非常不良垂直對稱（以及其他光學瑕疵）的幾何混淆影像。這些扭曲在由系統的右方或左方觀看時被大幅放大。在光學系統 500 中，以寬帶反射器-偏振器為基礎的設計允許一設計者得以維持成像光學系統（亦即，凹形元件 528）的軸上安排，以及維持來源照明以產生一對稱的、較無扭曲的影像。

凹形元件 528 可為全反射元件，或部份反射分束元件。在後者情況下，凹形元件 528 的傳輸本質允許背景來源 544

的配置可借由直接透過凹形（分束）元件 528 以及寬帶反射器-偏振器 532 的方式被看到。額外的背景影像 508 可借由將額外的背景來源 548 放置於寬帶反射器-偏振器 532 之上而形成，以使一由此額外來源所反射的影像可由浮動實像 504 後方看到。此種變化的結果便是第一或第二背景影像 508、512 將可在光學系統 500 的“後方”被看到。變動背景來源 544 或背景來源 548 的配置可使背景影像 508、512 相對於浮動實像 504 的位置產生變動。凹形元件 528 的焦距可使之適用於產生浮動在光學系統 500 前方一段距離處的實像 504，或者它也可以是較長的焦距以便產生一顯示於無限遠處的虛像，就像在飛行模擬器一般，或者是在某一中間無限距離處。

本發明雖以已特定的較佳實施例加以說明，但應瞭解的是，本發明並不限於該特定實施例。反而，本發明可涵蓋所有包括在以上所定義及以下申請範圍所述的本發明之精神與範圍的其他選擇，調整以及等效實施方式。

【圖式簡單說明】

為了說明本發明起見，附圖代表本發明的一種較佳形式。無論如何，應瞭解的是，本發明的安排以及儀器並不限於附圖所示，附圖中：

圖 1 所示係現有以 DBEF 為基礎的新月形實像光學系統；

圖 2 所示係本發明之新月形實像光學系統；

圖 3 所示係本發明之另一種新月形實像光學系統；

圖 4 所示係圖 2 與圖 3 光學系統的反射元件之圓柱形類比物，其可用於這些系統的各系統中；

圖 5 所示係本發明之透鏡類實像光學系統；以及

圖 6 所示係本發明之另一種實像光學系統，其具有一或多個第二來源，用以形成一或多個與第一影像相關的第二影像。

【主要元件符號說明】

20	光學系統
24	光源
28	來源
32	第一線性偏振器
36	觀察者
40	DBEF
44	第一個四分之一波延遲器
48	凹形分束器
52	實像
56	第二個四分之一波延遲器
60	第二線性偏振器
100	光學系統
104	隨機偏振光源
108	來源
112	圓偏振器
116	第一線性偏振器

- 120 第一個四分之一波延遲器
- 124 寬帶反射器-偏振器
- 128 凹形分束器
- 132 第二個四分之一波延遲器
- 136 第二線性偏振器
- 140 實像
- 142 直視減光器
- 144 廣視角膜
- 200 新月形光學系統
- 204 平坦分束器
- 208 凹形寬帶反射器-偏振器
- 300 圓柱形元件
- 304 圓柱形元件
- 308 凹形軸
- 312 凹形軸
- 400 光學系統
- 404 平坦分束器
- 408 平坦寬帶反射器-偏振器
- 412 實像
- 416 透鏡
- 420 第一線性偏振器
- 424 第二線性偏振器
- 428 第一個四分之一波延遲器
- 432 第二個四分之一波延遲器

- 500 光學系統
- 504 浮動式實像
- 508 背景影像
- 512 背景影像
- 516 光源
- 520 主要來源
- 524 圓偏振器
- 528 凹形元件
- 532 寬帶反射器-偏振器
- 536 觀察者
- 540 周遭光線
- 548 背景來源

十、申請專利範圍：

1. 一種在空間中形成浮動實像之方法，包含：

從沿著光軸之第一方向，由影像來源接收光線；

將該光線偏振，如此以產生具有第一左右旋特性的圓偏振光；

在沿著該光軸之一寬帶反射器-偏振器與一部分鏡射反射器之間，反彈第一部份的圓偏振光，如此第一部份的圓偏振光具有相反於第一左右旋特性的第二左右旋特性，並且第一部份的圓偏振光導向成沿著該光軸之相反於第一方向的第二方向；

在反彈第一部份的圓偏振光之後，轉換第一部份的圓偏振光成為沿著該光軸的線性偏振光；

讓第二部份的圓偏振光通過沿著光軸之寬帶反射器-偏振器與部分鏡射反射器，如此第二部份的圓偏振光仍保持第一左右旋特性；

在第二部份的圓偏振光通過之後，消滅第二部份的圓偏振光；與

將第一部份的圓偏振光聚焦於空間中一位置，如此以於該位置形成浮動實像，

其中一廣視角膜位於該光軸中。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中將第一部份的圓偏振光聚焦乃包含：將第一部份的圓偏振光沿著光軸而聚焦於第二方向。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中將第一部

份的圓偏振光聚焦乃包含：以該寬帶反射器-偏振器將第一部份的圓偏振光聚焦。

4. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中將第一部份的圓偏振光聚焦乃包含：以該部分鏡射反射器將第一部份的圓偏振光聚焦。

5. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中將第一部份的圓偏振光聚焦乃包含：以一折射透鏡將第一部份的圓偏振光聚焦。

6. 一種沿著最佳視線來對觀察者顯示多個影像之方法，包含：

將第一影像的光線圓偏振，如此以產生具有左右旋特性的圓偏振光；

以一寬帶反射器-偏振器傾斜反射該圓偏振光，如此以產生導向於一收斂反射器之反射圓偏振光；

從該收斂反射器反射該反射圓偏振光，如此以：

反轉該反射圓偏振光的左右旋特性，以產生反轉左右旋特性的反射圓偏振光；

讓該反轉左右旋特性的反射圓偏振光通過該寬帶反射器-偏振器；與

將該反轉左右旋特性的反射圓偏振光沿著該最佳視線聚焦超過該寬帶反射器-偏振器，如此以於空間中形成該第一影像整體的浮動實像；與

當該浮動實像由觀察著沿著該最佳視線觀察時，在該浮動實像後面提供與該浮動實像相關的第二影像來觀察，

其中一廣視角膜位於一光學路徑中。

7. 如申請專利範圍第6項所述之方法，其中該收斂反射器是一部份鏡射反射器，以及提供該第二影像乃包含：提供該第二影像，如此使之從該最佳視線而經過該寬帶反射器-偏振器和該部份鏡射反射器來觀察。

8. 如申請專利範圍第6項所述之方法，其中提供該第二影像乃包含：提供該第二影像，如此使之從該最佳視線而由該寬帶反射器-偏振器反射後來觀察。

9. 一種投影光學系統，用以將來源影像的實像投影於自由空間中，該來源影像係透過隨機偏振光線所提供，該系統包含：

當該投影光學系統相關於該來源影像而操作時，一光軸延伸經過該來源影像；

沿著該光軸的一圓偏振器，用以偏振該隨機偏振光線，如此以產生具有左右旋特性的圓偏振光；

沿著該光軸的一路徑折疊光學系統，其組態成：

沿著該光軸從第一方向接收該圓偏振光；

通過第一部份的圓偏振光成為直視光；

反轉第二部份的圓偏振光之左右旋特性；與

於相反於該第一方向的第二方向上輸出反轉

左右旋特性的圓偏振光；

其中該路徑折疊光學系統包含一分束器和一寬帶反射器-偏振器；

沿著該光軸的一直視減光器，用以熄滅該直視光以及

在第二方向上通過該反轉左右旋特性的圓偏振光；與
一收斂元件，用以聚焦第二部份的圓偏振光，如此以
沿著該光軸而在第二方向上形成浮動實像，
其中一廣視角膜位於該光軸中。

10. 如申請專利範圍第9項所述之投影光學系統，其中
該收斂元件包含該寬帶反射器-偏振器。

11. 如申請專利範圍第9項所述之投影光學系統，其中
該收斂元件包含該分束器。

12. 如申請專利範圍第9項所述之投影光學系統，其中
該收斂元件是一折射透鏡。

13. 一種沿著最佳視線來對觀察者顯示多個重疊影像
之顯示系統，包含：

一第一影像來源，用以透過隨機偏振光線來提供來源
影像；

一自該來源影像延伸之第一光學路徑；

沿著該第一光學路徑的一圓偏振器，用以偏振該隨機
偏振光線，如此以產生具有左右旋特性的圓偏振光；

沿著該第一光學路徑的一收斂元件，用以聚焦一部份
的圓偏振光於空間中一點，如此以產生浮動實像，該收斂
元件反轉該圓偏振光之左右旋特性，如此以產生反轉左右
旋特性的圓偏振光；

沿著該第一光學路徑的一寬帶反射器-偏振器，其傾斜
於該圓偏振器和該收斂元件，如此以反射該部分的圓偏振
光至該收斂元件，其中該收斂元件相關於該寬帶反射器-偏

振器而定位，如此使反轉左右旋特性的圓偏振光從該收斂元件反射經過該寬帶反射器-偏振器而形成浮動實像；與一第二影像來源，用以當觀察者位在該最佳視線時提供背景影像至該浮動實像，

其中一廣視角膜位於該第一光學路徑中。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述之顯示系統，其中該第二影像來源乃定位成從該寬帶反射器-偏振器經由反射而提供該背景影像。

15. 如申請專利範圍第 13 項所述之顯示系統，其中該第二影像來源乃定位成透過該收斂元件和該寬帶反射器-偏振器經由透射而提供該背景影像。

16. 一種光學系統，用以由來源的光源形成實像，包含：

(a) 至少一收斂元件，用於收斂一部份的光線，以便在光學系統正在使用時形成實像；與

(b) 一寬帶反射器-偏振器，當光學系統正在使用時位於該至少一收斂元件與實像之間的光學路徑上，且與來源相對；

其中該至少一收斂元件將該寬帶反射器-偏振器包含在圓柱形組態中，

其中一廣視角膜位於該光學路徑中。

17. 如申請專利範圍第 16 項所述之光學系統，尚包含一圓偏振器，當光學系統正在使用時位於該光學路徑中，該來源與該寬帶偏振器之間。

18. 如申請專利範圍第 17 項所述之光學系統，其中該

圓偏振器包含一個線性偏振器與一個四分之一波延遲器。

19. 如申請專利範圍第 18 項所述之光學系統，其中該寬帶反射器-偏振器具有第一帶寬反應，且該第一個四分之一波延遲器具有第二帶寬反應，實質上與該寬帶反應器-偏振器之該第一帶寬相匹配。

20. 如申請專利範圍第 18 項所述之光學系統，其中該四分之一波延遲器包含液晶聚合物。

21. 如申請專利範圍第 16 項所述之光學系統，尚包含一分束器，當系統正在使用時位於該光學路徑中，來源與實像之間。

22. 如申請專利範圍第 21 項所述之光學系統，該分束器具有圓柱形組態。

23. 如申請專利範圍第 22 項所述之光學系統，該至少一收斂元件具有第一彎曲軸，而該分束器具有垂直於第一彎曲軸的第二彎曲軸。

24. 如申請專利範圍第 16 項所述之光學系統，尚包含一直視減光器，當系統正在使用時位於該光學路徑中，該寬帶反射器-偏振器與實像之間。

25. 如申請專利範圍第 16 項所述之光學系統，其中該寬帶反射器-偏振器包含一膽固醇型液晶結構。

26. 如申請專利範圍第 16 項所述之光學系統，其中該寬帶反射器-偏振器之傳輸/反射效率至少為 60%。

27. 如申請專利範圍第 26 項所述之光學系統，其中該傳輸/反射效率至少為 90%。

28. 如申請專利範圍第 16 項所述之光學系統，其中當光學系統正在使用時，該廣視角膜位在該寬帶反射器-偏振器與實像之間。

十一、圖式：

如次頁

圖 3

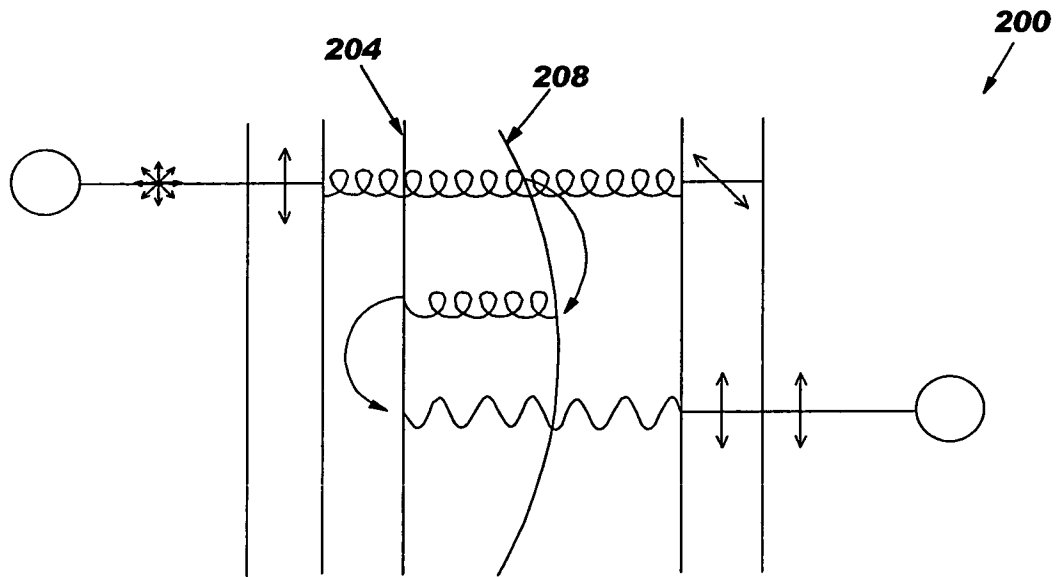


圖 4

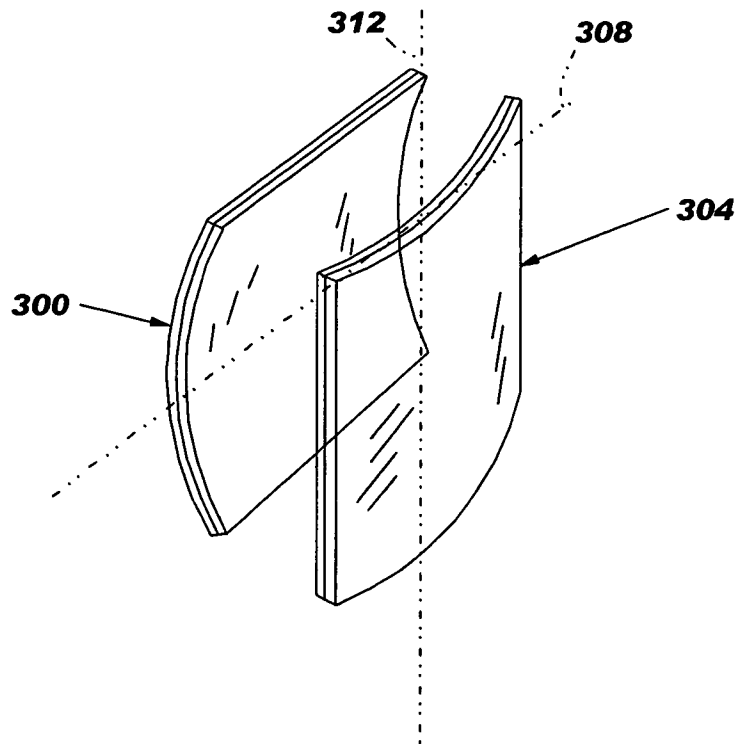


圖 5

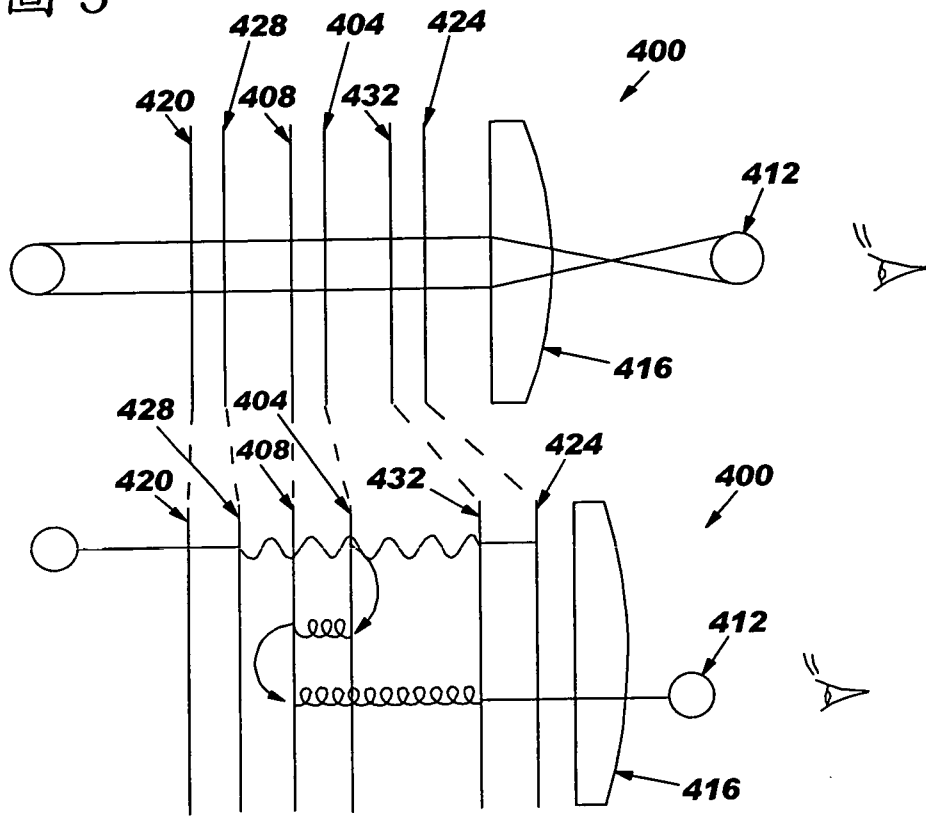


圖 6

