

(21)申請案號：100117458

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 05 月 18 日

(51)Int. Cl. : **G02B27/10 (2006.01)**

G02B27/18 (2006.01)

G02B27/28 (2006.01)

(30)優先權：2010/05/19 美國

61/346,183

(71)申請人：3M新設資產公司(美國) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (US)
美國

(72)發明人：奧德奇爾克 安卓 約翰 OUDERKIRK, ANDREW JOHN (US)；程曉輝 CHENG, XIAOHUI (CN)；負智省 YUN, ZHISHENG (CN)；陳金良 TAN, KIM LEONG (MY)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：21 項 圖式數：5 共 45 頁

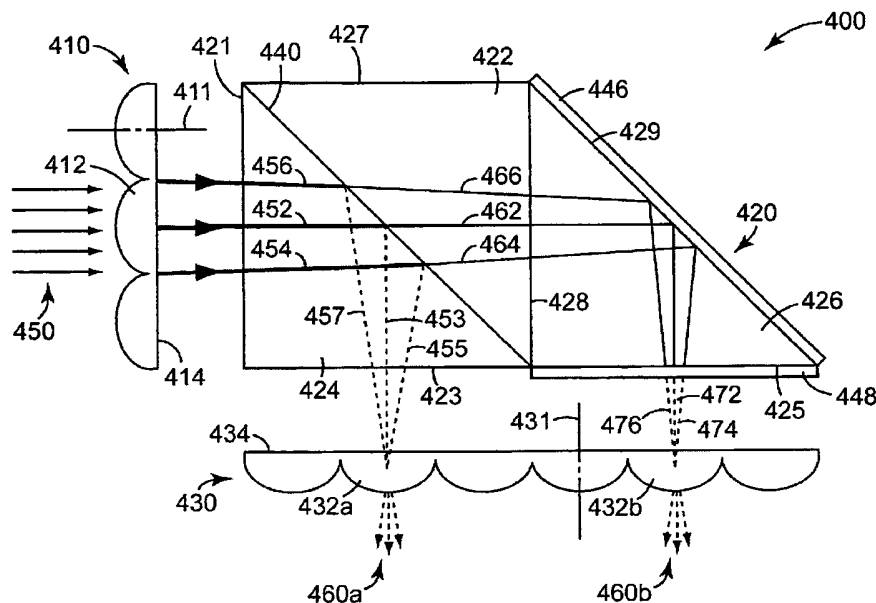
(54)名稱

複眼積分器偏振轉換器

FLY EYE INTEGRATOR POLARIZATION CONVERTER

(57)摘要

本發明大體而言係關於一種光學元件、一種包括該光學元件之光投影器及一種包括該光學元件之影像投影器。詳言之，該光學元件藉由用小透鏡陣列(諸如，「複眼陣列」(FEA))均勻化光來提供光之經改良均一性。一第一 FEA 經定位以在一非偏振組合光轉換成單偏振狀態之前截獲該光且使該光會聚，且一第二 FEA 經定位以截獲具有單偏振狀態之經轉換光且使該光發散。



400：光學元件

410：第一小透鏡陣列

411：第一透鏡之第一光軸

412：第一透鏡

420：偏振轉換器

421：稜鏡面/第三稜鏡面

423：第三稜鏡面

424：第二稜鏡

425：稜鏡面/第五稜鏡面

426：第三稜鏡

430：第二小透鏡陣列

431：第二透鏡之第二光軸

432a：第二小透鏡陣
列之第三透鏡
432b：第二小透鏡陣
列之第二透鏡
440：反射偏振器
446：寬頻鏡
448：半波延遲器
450：非偏振輸入光
452：第一會聚非偏振
光射線
453：第一 s 偏振會聚
光射線
454：第二會聚非偏振
光射線
455：第二 s 偏振會聚
光射線
456：第三會聚非偏振
光射線
457：第三 s 偏振會聚
光射線
460a：第二 s 偏振發
散光
460b：第一 s 偏振發
散光
462：第一 p 偏振會聚
光射線
464：第二 p 偏振會聚
光射線
466：第三 p 偏振會聚
光射線
472：第四 s 偏振會聚
光射線
474：第五 s 偏振會聚
光射線
476：第六 s 偏振會聚
光射線

(21)申請案號：100117458

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 05 月 18 日

(51)Int. Cl. : G02B27/10 (2006.01)

G02B27/18 (2006.01)

G02B27/28 (2006.01)

(30)優先權：2010/05/19 美國

61/346,183

(71)申請人：3M新設資產公司(美國) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (US)
美國

(72)發明人：奧德奇爾克 安卓 約翰 OUDERKIRK, ANDREW JOHN (US)；程曉輝 CHENG, XIAOHUI (CN)；負智省 YUN, ZHISHENG (CN)；陳金良 TAN, KIM LEONG (MY)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：21 項 圖式數：5 共 45 頁

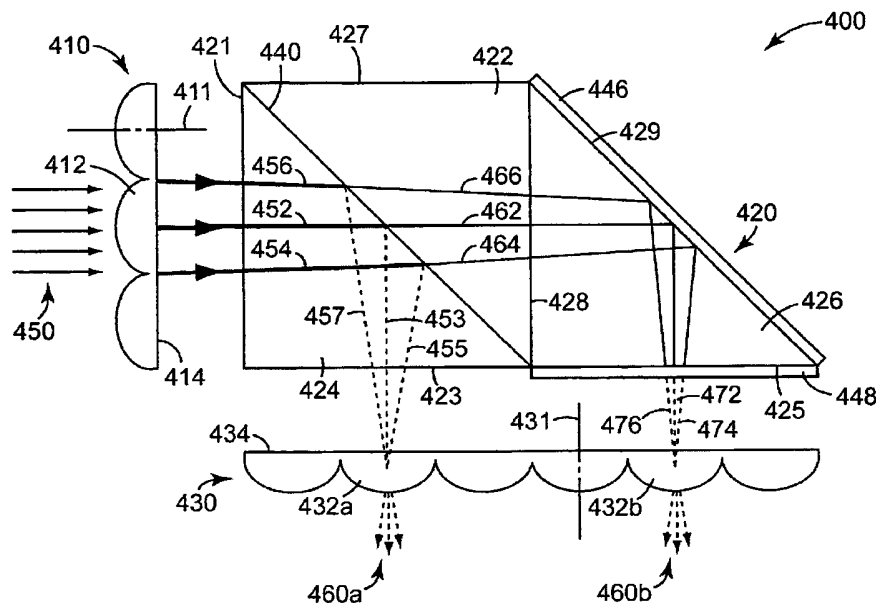
(54)名稱

複眼積分器偏振轉換器

FLY EYE INTEGRATOR POLARIZATION CONVERTER

(57)摘要

本發明大體而言係關於一種光學元件、一種包括該光學元件之光投影器及一種包括該光學元件之影像投影器。詳言之，該光學元件藉由用小透鏡陣列(諸如，「複眼陣列」(FEA))均勻化光來提供光之經改良均一性。一第一 FEA 經定位以在一非偏振組合光轉換成單偏振狀態之前截獲該光且使該光會聚，且一第二 FEA 經定位以截獲具有單偏振狀態之經轉換光且使該光發散。



400：光學元件

410：第一小透鏡陣列

411：第一透鏡之第一光軸

412：第一透鏡

420：偏振轉換器

421：稜鏡面/第三稜鏡面

423：第三稜鏡面

424：第二稜鏡

425：稜鏡面/第五稜鏡面

426：第三稜鏡

430：第二小透鏡陣列

431：第二透鏡之第二光軸

六、發明說明：

本申請案與以引用方式併入之以下美國專利申請案相關：2010年1月6日申請之「緊湊型光學積分器 (Compact Optical Integrator)」，美國序號為61/292574(代理人案號為65902US002)；以及與本申請案在同一日期申請之「緊湊型照明器 (Compact Illuminator)」(代理人案號為66360US002)及「偏振投影照明器 (Polarized Projection Illuminator)」(代理人案號為66249US002)。

【先前技術】

用於將影像投影於螢幕上之投影系統可使用具有不同色彩之多個彩色光源(諸如，發光二極體(LED))產生照明光。將若干光學元件安置於LED與影像顯示單元之間以組合來自LED之光且將該光傳遞至影像顯示單元。影像顯示單元可使用各種方法將影像強加給光。舉例而言，如同透射性或反射性液晶顯示器一樣，影像顯示單元可使用偏振(polarization)。

用於將影像投影於螢幕上之另外其他投影系統可使用經組態而以成影像方式自數位微鏡(DMM)陣列(諸如，Texas Instruments之數位光處理器(DLP[®])顯示器中所使用之陣列)反射之白光。在DLP[®]顯示器中，數位微鏡陣列內之個別鏡面表示所投影影像之個別像素。顯示像素在相應鏡面傾斜時得到照明，使得入射光被導引至所投影光徑。置放於光徑內之旋轉彩色轉盤經定時以反射來自數位微鏡陣列

之光，使得所反射之白光經濾光以投影對應於像素之色彩。接著將數位微鏡陣列切換至下一所要像素色彩，且以使整個投影顯示器看上去被連續照明之快速速率繼續此程序。數位微鏡投影系統需要較少之像素化陣列組件，此可導致較小尺寸之投影器。

影像亮度為投影系統之重要參數。彩色光源之亮度及對光進行收集、組合、均勻化及傳遞至影像顯示單元之效率均影響亮度。隨著現代投影器系統之尺寸減小，需要在將彩色光源所產生之熱保持在可在小型投影器系統中耗散之低等級的同時維持足夠等級之輸出亮度。需要一種在光源不會有過度功率消耗的情況下以增加之效率組合多種彩色光以提供具有足夠等級之亮度之光輸出的光組合系統。

此等電子投影器常常包括用於以光學方式均勻化光束以便改良投影於螢幕上之光之亮度及色彩均一性之裝置。兩個常見裝置為積分隧道(integrating tunnel)及複眼均化器(fly's eye homogenizer)。複眼均化器可非常緊湊，且因此為常用裝置。積分隧道在均勻化方面可更有效率，但中空隧道通常需要常常為高度或寬度(其中較大者)之5倍之長度。歸因於折射效應，實心隧道常常比中空隧道長。

微型及口袋型投影器具有用於光積分器或均化器之有限可用空間。然而，來自此等投影器中所使用之光學裝置(諸如，色彩組合器及偏振轉換器)之有效率且均一的光輸出可需要緊湊且有效率之積分器。

【發明內容】

本發明大體而言係關於一種光學元件、一種包括該光學元件之光投影器及一種包括該光學元件之影像投影器。詳言之，該光學元件藉由用小透鏡陣列(諸如，「複眼陣列」(FEA))均勻化光來提供光之經改良均一性。在一態樣中，本發明提供一種光學元件，其包括：具有第一複數個透鏡之一第一小透鏡陣列，其經安置以接受一非偏振光且輸出一會聚非偏振光。該光學元件進一步包括一偏振轉換器，其經安置以接受該會聚非偏振光且輸出一會聚偏振光。該光學元件更進一步包括具有第二複數個透鏡之一第二小透鏡陣列，其經安置以接受該會聚偏振光且輸出一發散偏振光。與該第一複數個透鏡中之一第一透鏡之光軸重合之一非偏振光射線通過該偏振轉換器且變為一第一偏振光射線及一第二偏振光射線，且此外，該第一偏振光射線與該第二複數個透鏡中之一第二透鏡之光軸重合，且該第二偏振光射線與該第二複數個透鏡中之一第三透鏡之光軸重合。

在另一態樣中，本發明提供一種光投影器，其包括：一第一非偏振光源及一第二非偏振光源；一色彩組合器，其經安置以輸出來自該第一非偏振光源及該第二非偏振光源之一組合非偏振光；及一光學元件。該光學元件包括：具有第一複數個透鏡之一第一小透鏡陣列，其經安置以接受該組合非偏振光且輸出一會聚非偏振光；一偏振轉換器，其經安置以接受該會聚非偏振光且輸出一會聚偏振光；及具有第二複數個透鏡之一第二小透鏡陣列，其經安置以接受該會聚偏振光且輸出一發散偏振光。與該第一複數個透

鏡中之一第一透鏡之光軸重合之一非偏振光射線通過該偏振轉換器且變為一第一偏振光射線及一第二偏振光射線，且此外，該第一偏振光射線與該第二複數個透鏡中之一第二透鏡之光軸重合，且該第二偏振光射線與該第二複數個透鏡中之一第三透鏡之光軸重合。

在又一態樣中，本發明提供一種影像投影器，其包括：一第一非偏振光源及一第二非偏振光源；一色彩組合器，其經安置以輸出來自該第一非偏振光源及該第二非偏振光源之一組合非偏振光；一光學元件；一空間光調變器，其經安置以將一影像賦予該發散偏振光；及投影光學器件。該光學元件包括：具有第一複數個透鏡之一第一小透鏡陣列，其經安置以接受該組合非偏振光且輸出一會聚非偏振光；一偏振轉換器，其經安置以接受該會聚非偏振光且輸出一會聚偏振光；及具有第二複數個透鏡之一第二小透鏡陣列，其經安置以接受該會聚偏振光且輸出一發散偏振光。與該第一複數個透鏡中之一第一透鏡之光軸重合之一非偏振光射線通過該偏振轉換器且變為一第一偏振光射線及一第二偏振光射線，且此外，該第一偏振光射線與該第二複數個透鏡中之一第二透鏡之光軸重合，且該第二偏振光射線與該第二複數個透鏡中之一第三透鏡之光軸重合。

以上概述不欲描述本發明之每一所揭示之實施例或每一實施。以下諸圖及詳細描述更詳細地舉例說明說明性實施例。

【實施方式】

在本說明書全篇中參考隨附圖式，其中類似參考數字指示類似元件。

圖示未必按比例繪製。圖示中所使用之類似數字指代類似組件。然而，將理解，使用一數字指代一特定圖中之組件不欲限制另一圖中用相同數字標記之組件。

本發明大體而言係關於影像投影器，詳言之，影像投影器藉由用小透鏡陣列(諸如，「複眼陣列」(FEA))均勻化光來改良光之均一性。在一特定實施例中，用於影像投影器之照明器包括光源，其中所發射之非偏振光被導引至透鏡陣列中，該透鏡陣列使光聚焦。可將光聚焦於至少一軸線上，且使來自小透鏡陣列之會聚光束進入偏振轉換器中。偏振轉換器將光分離成兩個路徑，每一偏振狀態一個路徑。該兩個偏振狀態中之每一者之路徑長度大致相等，且會聚光束到達一靠近第二透鏡陣列之焦點。該第二透鏡陣列可使光束發散，且光束接著被導引以便進一步處理(例如，藉由使用空間光調變器將影像賦予光束，及使用投影光學器件在螢幕上顯示影像)。

在一些情況下，光學投影器使用非偏振光源(諸如，發光二極體(LED)或放電燈(discharge light))、偏振選擇元件、第一偏振空間調變器及第二偏振選擇元件。由於第一偏振選擇元件濾除50%的自非偏振光源發射之光，故偏振選擇性投影器常常可具有低於非偏振裝置之效率。

增加偏振選擇性投影器之效率之一種技術為，在光源與第一偏振選擇元件之間添加偏振轉換器。一般而言，有兩

種方式來設計此項技術中所使用之偏振轉換器。第一種方式為：使自光源發射之光部分地準直，使經部分準直之光束通過一透鏡陣列，且將一偏振轉換器陣列定位於每一焦點處。偏振轉換器通常具有一偏振光束分光器，該偏振光束分光器具有偏振選擇性傾斜膜(例如，MacNeille偏振器、線柵偏振器或雙折射光學膜偏振器)，其中反射偏振由一傾斜之鏡面反射，以使得反射光束平行於由傾斜之偏振選擇性膜透射之光束而傳播。使其中任一偏振光束通過半波延遲器，以使得兩個光束具有相同偏振狀態。

將非偏振光束轉換成具有單偏振狀態之光束之另一種技術為：使整個光束通過傾斜之偏振選擇器，且藉由鏡面及半波延遲器調節分裂之光束，以使得發射單偏振狀態。直接用偏振轉換器照明偏振選擇性空間光調變器可導致照度及色彩非均一性。

在一特定實施例中，偏振轉換器可併有複眼陣列以在投影系統中均勻化光。偏振轉換器之輸入側包括用以聚焦入射光之一或多個透鏡。偏振轉換器之輸出側包括數目為輸入側上之兩倍的透鏡，其中輸出側上之每一透鏡大致以輸入側處之一匹配透鏡之焦點為中心。透鏡可為柱面、雙凸、球面或非球面透鏡。在一些情況下，球面透鏡可為較佳的；然而，在許多情況下，可使用柱面透鏡。複眼積分器及偏振轉換器可顯著改良投影器之照度及色彩均一性。

透鏡及小透鏡陣列可鄰近於偏振轉換器之輸入表面及輸出表面而置放或可結合至稜鏡。或者，可藉由在膜上微複

製塑膠透鏡來製造該等透鏡，該等透鏡可被切割、對準且結合至偏振轉換器。另一替代選擇為，用玻璃或塑膠將一個或兩個稜鏡與透鏡模製為單個單元，且將其結合至反射偏振器、四分之一波及鏡面膜。針對彼等情況，當需要半波延遲器來將一個偏振狀態轉換成另一偏振狀態時，可將半波延遲器結合至偏振轉換器之輸出端，或結合至諸如聚光透鏡或偏振光束分光器(PBS)之其他光學元件。

在偏振轉換器之輸入面及輸出面上使用之小透鏡陣列可由單軸透鏡(諸如，柱面透鏡)或具有兩個折射軸之透鏡(諸如，球面透鏡)製成。輸入面上之透鏡之數目可在單一透鏡、一維透鏡陣列至二維透鏡陣列的範圍內變化。

在一些情況下，摺疊式複眼陣列可均勻化照明光。摺疊式複眼陣列可由一第一小透鏡陣列、一摺疊鏡及一第二小透鏡陣列形成，其中組成該第二小透鏡陣列之透鏡大致位於組成該第一小透鏡陣列之透鏡之焦點處。

圖1展示根據本發明之一態樣之影像投影器100之示意圖。影像投影器100包括能夠將組合光輸出124注入至均勻化偏振轉換器模組130中之色彩組合器模組110，組合光輸出124在均勻化偏振轉換器模組130中得以轉化為離開均勻化偏振轉換器模組130且進入影像產生器模組150之均勻化的偏振光145。影像產生器模組150輸出進入投影模組170之影像光165，影像光165在投影模組170中變成投影影像光180。

在一態樣中，色彩組合器模組110包括不同波長光譜之

輸入光源 112、114 及 116，該等光源經由準直光學器件 118 輸入至色彩組合器 120。色彩組合器 120 產生包括該等不同波長光譜光之組合光輸出 124。適合用於本發明中之色彩組合器模組 110 包括(例如)在以下各案中所描述之色彩組合器：題為「光組合器(Light Combiner)」之第 WO 2009/085856 號、題為「光組合器(Light Combiner)」之第 WO 2009/086310 號、題為「光學元件及光組合器(Optical Element and Color Combiner)」之第 WO 2009/139798 號、題為「光學元件及光組合器(Optical Element and Color Combiner)」之第 WO 2009/139799 號 PCT 專利公開案中；以及題為「偏振轉換色彩組合器(Polarization Converting Color Combiner)」之第 US 2009/062939 號、題為「高耐久性色彩組合器(High Durability Color Combiner)」之第 US 2009/063779 號、題為「色彩組合器(Color Combiner)」之第 US 2009/064927 號及題為「偏振轉換色彩組合器(Polarization Converting Color Combiner)」之第 US 2009/064931 號同在申請中之 PCT 專利申請案。

在一態樣中，所接收之輸入光源 112、114、116 為非偏振的，且組合光輸出 124 亦為非偏振的。組合光輸出 124 可為包含一個以上波長光譜光之多色組合光。組合光輸出 124 可為所接收光中之每一者之按時間順序輸出。在一態樣中，不同波長光譜光中之每一者對應於不同色彩之光(例如，紅光、綠光及藍光)，且組合光輸出為白光或按時間順序之紅光、綠光及藍光。對本文中所提供之描述而

言，「彩色光」及「波長光譜光」均意欲意謂具有可能與特定色彩(若可為人眼所見)相關之波長光譜範圍之光。更一般的術語「波長光譜光」指代可見光及其他波長光譜之光，包括(例如)紅外光。

根據一態樣，每一輸入光源(112、114、116)包含一或多個發光二極體(LED)。可使用各種光源，諸如雷射、雷射二極體、有機發光二極體(OLED)及非固態光源(諸如具有適當集光器或反射器之超高壓(UHP)鹵素或氙氣燈)。本發明中可用之光源、光準直器、透鏡及光積分器進一步描述於(例如)已公開之美國專利申請案第US 2008/0285129號，該申請案之內容之全文包括於本文中。

在一態樣中，均勻化偏振轉換器模組130包括能夠將非偏振組合光輸出124轉換成均勻化的偏振光145之偏振轉換器140。均勻化偏振轉換器模組130進一步可包括第一複數個透鏡101及第二複數個透鏡102(兩者均在別處描述)，該等透鏡可均勻化且改良組合光輸出124之均一性，組合光輸出124作為均勻化的偏振光145而離開均勻化偏振轉換器模組130。

在一態樣中，影像產生器模組150包括偏振光束分光器(PBS)156、代表性成像光學器件152、154及空間光調變器158，上述各者合作將均勻化的偏振光145轉換成影像光165。合適的空間光調變器(亦即，影像產生器)先前已描述於(例如)以下各案中：美國專利第7,362,507號(Duncan等人)、第7,529,029號(Duncan等人)、美國公開案第2008-

0285129-A1 號 (Magarill 等人) ; 以及 PCT 公開案第 WO 2007/016015 號 (Duncan 等人)。在一特定實施例中，均勻化的偏振光 145 為源於 FEA 之每一透鏡之發散光。在通過成像光學器件 152、154 及 PBS 156 之後，均勻化的偏振光 145 變為均勻地照明該空間光調變器之成像光 160。在一特定實施例中，來自 FEA 中之該等透鏡中之每一者的發散光射線束中之每一者照明該空間光調變器 158 之主要部分，使得個別發散光射線束彼此重疊。

在一態樣中，投影模組 170 包括可用以將影像光 165 投射為投射光 180 之代表性投影光學器件 172、174、176。合適的投影光學器件 172、174、176 先前已描述且係熟習此項技術者所熟知的。

圖 2 展示根據本發明之一態樣之光學元件 200 之側視示意圖。光學元件 200 可用作如圖 1 所示之影像投影器 100 中之均勻化偏振轉換器模組 130。光學元件 200 包括第一小透鏡陣列 210、偏振轉換器 220 及第二小透鏡陣列 230。如此項技術中已知的，第一小透鏡陣列 210 及第二小透鏡陣列 230 中之每一者可被稱為「複眼陣列」或 FEA。在一些情況下，第一小透鏡陣列 210 及第二小透鏡陣列 230 中之每一者可包括會聚(亦即，正)度數。非偏振光 250(諸如，圖 1 中所展示之非偏振組合光輸出 124)進入第一小透鏡陣列 210，通過偏振轉換器 220，且作為發散 p 偏振光 260a 及 260b 而離開第二小透鏡陣列 230。一般而言，如自以下論述可看出，非偏振組合光 250 之每一偏振狀態之路徑長度在光學

元件200中基本上相同。

第一小透鏡陣列210包括該複數個透鏡中之代表性第一透鏡212，其經安置以接受非偏振光250且輸出諸如由代表性的第一非偏振光252、第二非偏振光254及第三非偏振光256所展示的會聚非偏振光。在一些情況下，第一小透鏡陣列210之每一透鏡可為(例如)柱面透鏡，且可配置成陣列，以使得圓柱體之長軸垂直於圖2中所展示之橫截面。在一些情況下，第一小透鏡陣列210之每一透鏡可為(例如)球面透鏡且可配置成矩形陣列。第一小透鏡陣列210之每一透鏡具有第一光軸211及通常為平坦表面之離開表面214。第一小透鏡陣列210可由玻璃或聚合物形成，且可包括與離開表面214重合之基板，或可改為由單一材料形成之單片小透鏡陣列。

在一些情況下，高指數玻璃可用於小透鏡陣列。又，含鉛之高指數玻璃傾向於具有低應力光學組件(SOC)，其可導致較佳的低雙折射率。然而，可能難以將小的透鏡特徵模製至玻璃中。因此，聚合材料對小透鏡陣列構造而言為較佳，該等材料包括(例如)諸如聚碳酸酯(PC)、環烯聚合物(COP)、環烯共聚物(COC)及聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)之聚合物。例示性聚合材料包括(例如)：環烯聚合物材料，諸如 Zeonex®(例如，可自 Zeon Chemicals L.P., Louisville, KY 獲得之 E48R、330R、340R、480R 及其類似者)；環烯共聚物，諸如 APL5514ML、APL5014DP 及其類似者(可自 Mitsui Chemicals, Inc. JP 獲得)；聚甲基丙烯酸

甲酯 (PMMA) 材料，諸如 WF100(可自 Mitsubishi Rayon Technologies, JP 獲得)及 Acrypet® VH001(可自 Guangzhou Hongsu Trading Co., Guangdong, CN 獲得)；及聚碳酸酯、聚酯或聚苯硫醚。一般而言，小於 50 奈米或小於 30 奈米或甚至小於 20 奈米之雙折射率為較佳(在 550 奈米之標稱波長下)。在一些情況下，當 FEA 均勻化組件置放於照明源之後且在光被偏振之前時(例如，當第一小透鏡陣列 210 定位於光學元件 200 中時)，可使用更寬範圍之材料，例如，較高雙折射率材料(諸如，具有約 50 奈米或更大之雙折射率之材料)變為可接受的。

偏振轉換器 220 經安置以接受諸如由代表性的第一非偏振光 252、第二非偏振光 254 及第三非偏振光 256 所展示的會聚非偏振光，且輸出如下文所描述之會聚偏振光。偏振轉換器 220 包括：具有第一面 223 及第二面 228 之第一稜鏡 222、具有第三面 221 及第四面 227 之第二稜鏡 224，及具有第二面 228(與第一稜鏡 222 共用)、第五面 225 及對角面 229 之第三稜鏡 226。反射偏振器 240 安置於第一稜鏡 222 與第二稜鏡 224 之間的對角線上。

反射偏振器 240 可為任何已知的反射偏振器，諸如 MacNeille 偏振器、線柵偏振器、多層光學膜偏振器或圓偏振器(諸如膽固醇液晶偏振器)。根據一實施例，多層光學膜偏振器可為較佳的反射偏振器。一般而言，反射偏振器 240 可為笛卡爾(Cartesian)反射偏振器或非笛卡爾(non-Cartesian)反射偏振器。非笛卡爾反射偏振器可包括多層

無機膜，諸如藉由無機介電質之循序沈積所產生之無機膜，諸如 MacNeille 偏振器。笛卡爾反射偏振器具有一個偏振軸方向，且包括線柵偏振器及諸如可藉由多層聚合層壓板之擠壓及後續拉伸產生之聚合多層光學膜兩者。在一實施例中，反射偏振器 240 經對準以使得一個偏振軸平行於第一偏振方向且垂直於第二偏振方向。在一實施例中，第一偏振方向可為 s 偏振方向，且第二偏振方向可為 p 偏振方向。

笛卡爾反射偏振器膜給偏振光束分光器提供使未完全準直且自中央光束軸線發散或偏斜之輸入光射線通過之能力。笛卡爾反射偏振器膜可包含一聚合多層光學膜，該聚合多層光學膜包含多個介電或聚合材料層。介電膜之使用可具有使光通過時的光之低衰減及高效率之優點。多層光學膜可包含聚合多層光學膜，諸如美國專利第 5,962,114 號 (Jonza 等人) 或美國專利 6,721,096 (Bruzzzone 等人) 中所描述之聚合多層光學膜。

偏振轉換器 220 進一步包括一偏振旋轉反射器，該偏振旋轉反射器包括安置於第四面 227 上之四分之一波延遲器 242 及寬頻鏡 244。在別處，例如，在 PCT 公開案第 WO 2009/085856 號 (English 等人) 中論述偏振旋轉反射器。偏振旋轉反射器反轉光之傳播方向，且取決於偏振分量 (polarization component) 及其在偏振旋轉反射器中之定向而更改偏振分量之量值。偏振旋轉反射器通常包括反射器及延遲器。在一實施例中，反射器可為藉由反射來阻斷光

之透射之寬頻鏡。延遲器可提供任何所要延遲，諸如八分之一波延遲器、四分之一波延遲器及其類似者。在本文中所述之實施例中，使用四分之一波延遲器及相關聯之反射器可能有優點。線性偏振光在其通過相對於光偏振軸以 45° 之角度對準之四分之一波延遲器時變為圓偏振光。來自反射偏振器及四分之一波延遲器/反射器之反射導致來自偏振轉換器之有效光輸出。相比之下，線性偏振光在其通過其他延遲器及定向時變成在s偏振與p偏振之間中途的偏振狀態(橢圓的或線性的)，且可導致偏振轉換器之較低效率。

較佳地，四分之一波延遲器242包括相對於第一偏振方向以 $\pm 45^\circ$ 對準之四分之一波偏振方向。在一些實施例中，四分之一波偏振方向可相對於第一偏振方向以任何度數定向(例如，自逆時針方向上之 90° 至順時針方向上之 90°)對準。以如所描述之大致 $\pm 45^\circ$ 來定向延遲器可為有利的，因為在線性偏振光通過與偏振方向如此對準之四分之一波延遲器時產生圓偏振光。四分之一波延遲器之其他定向可導致在自鏡面反射後s偏振光未全部轉變成p偏振光且p偏振光未全部轉變成s偏振光，從而導致如別處所描述之效率降低。

第二寬頻鏡246係鄰近第三稜鏡226之對角線229而安置。偏振轉換器之組件(包括稜鏡、反射偏振器、四分之一波延遲器、鏡面及任何其他組件)可藉由合適的光學黏著劑結合在一起。用以將該等組件結合在一起之光學黏著

劑可具有比光組合器中所使用之稜鏡之折射率低的折射率。完全結合在一起之偏振轉換器提供多種優點，包括在裝配、處置及使用期間之對準穩定性。

根據一特定實施例，稜鏡面221、223、225、227、229為與一種具有小於稜鏡222、224及226之折射率「 n_2 」之折射率「 n_1 」之材料接觸的經研磨外部表面。根據另一實施例，偏振轉換器220之所有外部面(包括端面，圖中未繪示)為提供斜射光射線在偏振轉換器220內之TIR的經研磨面。該等經研磨外部表面與一種具有小於稜鏡222、224及226之折射率「 n_2 」之折射率「 n_1 」之材料接觸。TIR改良偏振轉換器220中之光利用率，特別是當導引至偏振轉換器220中之光未沿著中央軸線準直(亦即，入射光會聚或發散)時。

第二小透鏡陣列230包括代表性第二透鏡232a及第三透鏡232b，該等透鏡經安置以接受諸如由代表性的第一會聚p偏振光262至第六會聚p偏振光267所展示之會聚偏振光，且輸出發散p偏振光260a及260b。在一些情況下，第二小透鏡陣列230之每一透鏡可為(例如)柱面透鏡，且可配置成陣列，以使得圓柱體之長軸垂直於圖2中所展示之橫截面。在一些情況下，第二小透鏡陣列230之每一透鏡可為(例如)球面透鏡且可配置成矩形陣列。第二小透鏡陣列230之每一透鏡具有第二光軸231及通常為平坦表面之進入表面234。第二小透鏡陣列230可由玻璃或聚合物形成，且可包括與進入表面234重合之基板，或可改為由單一材料形

成之單片小透鏡陣列。

與第一透鏡212之第一光軸211重合之非偏振光射線250變為第一會聚非偏振光射線252，經由第二稜鏡224之第三面221進入偏振轉換器220，且與反射偏振器240相交，在反射偏振器240中被分裂成第一p偏振會聚光射線262及第一s偏振會聚光射線253。以一類似方式，非偏振光射線250中之在與第一光軸211分離之一位置處進入第一透鏡212的另一非偏振光射線變為第二會聚非偏振光射線254，且分裂成第二p偏振會聚光射線264及第二s偏振會聚光射線255。以又一類似方式，非偏振光射線250中之在與第一光軸211分離之第二位置處進入第一透鏡212的另一非偏振光射線變為第三會聚非偏振光射線256，且分裂成第三p偏振會聚光射線266及第三s偏振會聚光射線257。

第一p偏振會聚光射線262、第二p偏振會聚光射線264及第三p偏振會聚光射線266通過反射偏振器240，自寬頻鏡246反射，且經由第三稜鏡226之第五面225離開偏振轉換器220。第一p偏振會聚光射線262、第二p偏振會聚光射線264及第三p偏振會聚光射線266之焦點靠近第二小透鏡陣列230而定位，以使得與第一透鏡212之第一光軸211重合之第一非偏振光射線252變為與第二透鏡232b之第二光軸231重合的第一p偏振會聚光射線262。一般而言，第一小透鏡陣列210之每一透鏡(例如，第一透鏡212)之焦點定位於第二小透鏡陣列230之每一透鏡(例如，第二透鏡232b)之第一主平面處。總體而言，代表性的第一p偏振會聚光射

線262、第二p偏振會聚光射線264及第三p偏振會聚光射線266在其通過第二小透鏡陣列230之第二透鏡232b時變為第一p偏振發散光260b。

第一s偏振會聚光射線253、第二s偏振會聚光射線255及第三s偏振會聚光射線257自反射偏振器240反射，經由第四面227離開第二稜鏡，在其通過四分之一波延遲器242時變為圓偏振會聚光，自寬頻鏡244反射而改變圓偏振之方向，且在其再次通過四分之一波延遲器242時變為第四p偏振會聚光263、第五p偏振會聚光265及第六p偏振會聚光267。第四p偏振會聚光263、第五p偏振會聚光265及第六p偏振會聚光267通過反射偏振器240，經由第一稜鏡222之第一面223離開偏振轉換器220。第四p偏振會聚光263、第五p偏振會聚光265及第六p偏振會聚光267之焦點接近第二小透鏡陣列230而定位，以使得與第一透鏡212之第一光軸211重合之第一非偏振光射線252變為與第二小透鏡陣列230之第三透鏡232a之第二光軸231重合的第四p偏振會聚光射線263。一般而言，第一小透鏡陣列210之每一透鏡(例如，第一透鏡212)之焦點定位於第二小透鏡陣列230之每一透鏡(例如，第三透鏡232a)之第一主平面處。總體而言，代表性的第四p偏振會聚光263、第五p偏振會聚光265及第六p偏振會聚光267在其通過第二小透鏡陣列230之第三透鏡232a時變為第二p偏振發散光260a。P偏振發散光260a及260b以改良之均一性通過圖1中所描述之投影系統之剩餘部分。

在一些情況下，四分之一波延遲器242可改為鄰近反射偏振器240而安置於寬頻鏡244與反射偏振器240之間(圖中未繪示)，且經由偏振轉換器220可追蹤到類似光徑，如熟習此項技術者已知的。在一些情況下，包括四分之一波延遲器242及寬頻鏡244之偏振旋轉反射器可改為安置於第三面221上，且非偏振輸入光射線250可經由第四面227進入偏振轉換器220，且經由偏振轉換器220可追蹤到類似光徑，如熟習此項技術者已知的。

在一特定實施例中，將雙折射效應之量減至最小包括選擇具有低應力光學係數(SOC)且薄的FEA材料，雙折射效應可能會影響貫穿複眼陣列(FEA)之光束。低SOC表現為：在FEA之基板之兩個表面已結構化/模製成匹配之小透鏡陣列之後，該基板中之低的誘發雙折射率。達成低雙折射率之第二方面為減少基板材料中之光徑。此需要小透鏡之短焦距設計。第一小透鏡陣列之焦點被投射至第二小透鏡陣列之主平面上。短焦距促成每一小透鏡元件之小曲率半徑。因此，每一小透鏡之橫向尺寸通常減小，以便維持每一小透鏡元件之孔徑(亦即，在無度數之情況下，陣列無平坦區)。因此，所得的每一陣列之小透鏡數目增加，此可改良光束均勻化。

具有小的小透鏡橫向尺寸需要第一小透鏡陣列中之每一小透鏡元件之光軸與第二小透鏡陣列中之相應小透鏡光軸對齊之高精度。在一特定實施例中，例如，LED照明器中所使用之FEA可具有大約0.6毫米×0.9毫米之小透鏡孔徑且

具有30至50微米之典型機械位置容限，由未對準引起之光串擾將為嚴重的。對低雙折射率FEA元件之需要促成小且薄的小透鏡元件設計。小的小透鏡元件促成對用於維持所需對準精度之單片FEA製造之需要。薄的小透鏡基板在基板中所誘發之相同量之應力情況下確保小的雙折射率。

圖3展示根據本發明之一態樣之光學元件300之側視示意圖。光學元件300可用作如圖1所示之影像投影器100中之均勻化偏振轉換器模組130。光學元件300包括第一小透鏡陣列210、偏振轉換器220及第二小透鏡陣列230。圖3中所展示之元件210至263中之每一者對應於先前已描述的圖2中所展示之類似編號之元件210至263。在圖3中，第一小透鏡陣列210直接鄰近第二稜鏡224而定位，以使得第一小透鏡陣列210之離開表面214與第二稜鏡224之第三面221重合。以一類似方式，第二小透鏡陣列230直接鄰近第一稜鏡222而定位，以使得第二小透鏡陣列230之平坦表面234與第二稜鏡224之第一表面223重合(另外，第二小透鏡陣列230之平坦表面234與第三稜鏡226之第五表面225亦重合)。

在一特定實施例中，如此項技術中已知的，可使用光學黏著劑將第一小透鏡陣列210及第二小透鏡陣列230黏合至其各別稜鏡面。在一特定實施例中，可(例如)藉由以下方式將第一小透鏡陣列210及第二小透鏡陣列230直接模製至其各別稜鏡面上：使用一模具同時形成稜鏡與各別小透鏡陣列；使用一模具將小透鏡陣列(諸如，用熱塑性或熱固

性聚合物)形成於已形成之稜鏡上；或將小透鏡陣列熱壓印至已形成之稜鏡上；或類似方式。

在圖3中，與第一光軸211重合之單一非偏振光射線252經展示為經由偏振轉換器220追蹤到。熟習此項技術者將瞭解，圖2中相對應地繪製之各種會聚及發散光射線以類似方式通過圖3中所展示之實施例。然而，如熟習此項技術者已知的，由於小透鏡陣列與其各別稜鏡面之間的間距已自圖2中所展示的間距有所改變，故每一透鏡之焦距亦可能不同。因而，進入光學元件300之非偏振光350作為第一p偏振發散光360b及第二p偏振發散光360a離開。應理解，第一小透鏡陣列210及第二小透鏡陣列230中之任一者或兩者可直接鄰近各別稜鏡面。

圖4展示根據本發明之一態樣之光學元件300之側視示意圖。光學元件400可用作如圖1所示之影像投影器100中之均勻化偏振轉換器模組130。光學元件400包括第一小透鏡陣列410、偏振轉換器420及第二小透鏡陣列430。圖4中所展示之元件410至446中之每一者對應於先前已描述的圖2中所展示之類似編號之元件210至246。舉例而言，圖4之第三稜鏡426對應於圖2之第三稜鏡226，等等。在圖4中，反射偏振器440之相對位置已自圖2中之反射偏振器240之位置有所改變，且因此，如圖中可看出，非偏振輸入光450之每一分量之路徑長度在圖4中所展示之組態中係不同的。一般而言，每一偏振分量之路徑長度較佳為相同的；然而，光學元件400將充當均勻化偏振轉換器之替代實施

例。

與第一透鏡412之第一光軸411重合之非偏振光射線450變為第一會聚非偏振光射線452，經由第二稜鏡424之第三稜鏡面421進入偏振轉換器420，且與反射偏振器440相交，在反射偏振器440中被分裂成第一p偏振會聚光射線462及第一s偏振會聚光射線453。以一類似方式，非偏振光射線450中之在與第一光軸411分離之一位置處進入第一透鏡412的另一非偏振光射線變為第二會聚非偏振光射線454，且分裂成第二p偏振會聚光射線464及第二s偏振會聚光射線455。以又一類似方式，非偏振光射線450中之在與第一光軸411分離之第二位置處進入第一透鏡412的另一非偏振光射線變為第三會聚非偏振光射線456，且分裂成第三p偏振會聚光射線466及第三s偏振會聚光射線457。

第一p偏振會聚光射線462、第二p偏振會聚光射線464及第三p偏振會聚光射線466通過反射偏振器440，自寬頻鏡446反射，且經由第三稜鏡426之第五稜鏡面425離開偏振轉換器420。第一p偏振會聚光射線462、第二p偏振會聚光射線464及第三p偏振會聚光射線466接著通過半波延遲器448且變為第四s偏振會聚光射線472、第五s偏振會聚光射線474及第六s偏振會聚光射線476。第四s偏振會聚光射線472、第五s偏振會聚光射線474及第六s偏振會聚光射線476之焦點靠近第二小透鏡陣列430而定位，以使得與第一透鏡412之第一光軸411重合之第一非偏振光射線452變為與第二透鏡432b之第二光軸431重合的第四s偏振會聚光射

線 472。一般而言，第一小透鏡陣列 410 之每一透鏡(例如，第一透鏡 412)之焦點定位於第二小透鏡陣列 430 之每一透鏡(例如，第二透鏡 432b)之第一主平面處。總體而言，代表性的第四 s 偏振會聚光射線 472、第五 s 偏振會聚光射線 474 及第六 s 偏振會聚光射線 476 在其通過第二小透鏡陣列 430 之第二透鏡 432b 時變為第一 s 偏振發散光 460b。

第一 s 偏振會聚光射線 453、第二 s 偏振會聚光射線 455 及第三 s 偏振會聚光射線 457 自反射偏振器 440 反射，且經由第三稜鏡面 423 離開第二稜鏡 424。第一 s 偏振會聚光射線 453、第二 s 偏振會聚光射線 455 及第三 s 偏振會聚光射線 457 之焦點靠近第二小透鏡陣列 430 而定位，以使得與第一透鏡 412 之第一光軸 411 重合之第一非偏振光射線 452 變為與第二小透鏡陣列 430 之第三透鏡 432a 之第二光軸 431 重合的第三 s 偏振會聚光射線 453。一般而言，第一小透鏡陣列 410 之每一透鏡(例如，第一透鏡 412)之焦點定位於第二小透鏡陣列 430 之每一透鏡(例如，第三透鏡 432a)之第一主平面處。總體而言，代表性的第一 s 偏振會聚光射線 453、第二 s 偏振會聚光射線 455 及第三 s 偏振會聚光射線 457 在其通過第二小透鏡陣列 430 之第三透鏡 432a 時變為第二 s 偏振發散光 460a。

應理解，第一小透鏡陣列 410 及第二小透鏡陣列 430 中之每一者可以一類似於圖 3 中所展示之方式的方式直接鄰近於各別稜鏡面(或者，直接鄰近於一安置於一稜鏡面與第二小透鏡陣列 430 之間的半波延遲器，如圖 4 所示)而定

位。

圖5展示根據本發明之一特定實施例之偏振轉換器520之橫截面示意圖。可使用偏振轉換器520以替代已描述之偏振轉換器中之任一者，例如，光學元件200中之偏振轉換器220、光學元件400中之偏振轉換器420；且亦如光學元件300中所描述，其中偏振轉換器可包括一體式小透鏡陣列。為簡潔起見，已自圖5移除小透鏡陣列，且將僅描述穿過偏振轉換器520之光之路徑。然而，應理解，圖1之偏振轉換器模組130包括偏振轉換器520及任何相關聯之小透鏡陣列(類似於圖2至圖4中所描述之小透鏡陣列)。

圖5中所展示之元件520至546中之每一者對應於先前已描述的圖2中所展示之類似編號之元件220至246。舉例而言，圖5之第三稜鏡526對應於圖2之第三稜鏡226，等等。在圖5中，反射偏振器540之相對位置已自圖2中之反射偏振器240之位置有所改變，且因此，如圖中可看出，非偏振輸入光552之每一分量之路徑長度在圖5中所展示之組態中係不同的。一般而言，每一偏振分量之路徑長度較佳為相同的；然而，偏振轉換器520將充當均勻化偏振轉換器之替代實施例。

在圖5中所展示之一特定實施例中，第二稜鏡524具有一選用之延長部分「P」，其延長稜鏡面523之長度。稜鏡面523之延長長度可用以增加非偏振輸入光552之路徑長度，且因此，增加非偏振輸入光552之均勻化，如(例如)在2010年1月6日申請之題為「緊湊型光學積分器(Compact Optical

Integrator)」的同在申請中之美國專利申請案第61/292574號(代理人案號為65902US002)中所描述。

在一特定實施例中，偏振轉換器520包括如圖5所示安置於第一稜鏡522與第三稜鏡526之間的半波延遲器548。在一特定實施例中，半波延遲器548可改為以類似於圖4中所展示之半波延遲器448之方式鄰近稜鏡面525而安置。在一些情況下，該半波延遲器可置放於透射穿過反射偏振器540之光之光徑內的任何處，以使得透射光之偏振狀態變為反射光之偏振狀態。在一特定實施例中，該半波延遲器可鄰近於稜鏡面523、540、548、525及529中之任一者而插入。

中央非偏振光束552進入第一稜鏡面521且與反射偏振器540相交，在反射偏振器540中被分裂成經透射之p偏振光束562及經反射之第一s偏振光束553。經反射之第一s偏振光束553接著經由第二稜鏡面523離開偏振轉換器520。經透射之p偏振光束562離開第二稜鏡522，通過半波延遲器548而變為第二s偏振光束572，自寬頻反射器546反射，且經由第五稜鏡面525離開偏振轉換器520。

除非另有指示，否則說明書及申請專利範圍中所使用之表示特徵尺寸、量及物理性質之所有數字應被理解為由術語「約」予以修正。相應地，除非有相反的指示，否則在前述說明書及附加之申請專利範圍中所陳述之數值參數為可取決於熟習此項技術者利用本文中所揭示之教示所設法獲得之所要性質而改變之近似值。

本文中所引用之所有參考文獻及公開案係以在本發明中全文引用之方式明確地併入本文中，除非該等參考文獻及公開案可能與本發明直接抵觸。雖然本文中已說明且描述特定實施例，但一般熟習此項技術者將瞭解，在不脫離本發明之範疇的情況下，多種替代及/或等效實施可替代所展示及描述之特定實施例。本申請案意欲涵蓋本文中所論述之特定實施例之任何調適或變化。因此，希望本發明僅受申請專利範圍及其等效物限制。

【圖式簡單說明】

圖1展示一影像投影器之示意圖；

圖2展示一光學元件之橫截面示意圖；

圖3展示一光學元件之橫截面示意圖；

圖4展示一光學元件之橫截面示意圖；及

圖5展示一偏振轉換器之橫截面示意圖。

【主要元件符號說明】

100	影像投影器
101	第一複數個透鏡
102	第二複數個透鏡
110	色彩組合器模組
112	輸入光源
114	輸入光源
116	輸入光源
118	準直光學器件
120	色彩組合器

124	組合光輸出
130	偏振轉換器模組
140	偏振轉換器
145	均勻化的偏振光
150	影像產生器模組
152	成像光學器件
154	成像光學器件
156	偏振光束分光器(PBS)
158	空間光調變器
160	成像光
165	影像光
170	投影模組
172	投影光學器件
174	投影光學器件
176	投影光學器件
180	投影影像光
200	光學元件
210	第一小透鏡陣列
211	第一光軸
212	第一透鏡
214	離開表面
220	偏振轉換器
221	稜鏡面/第三面
222	第一稜鏡

223	稜鏡面/第一面
224	第二稜鏡
225	稜鏡面/第五面
226	第三稜鏡
227	稜鏡面/第四面
228	稜鏡面/第二面
229	稜鏡面/對角面
230	第二小透鏡陣列
231	第二光軸
232a	第二透鏡
232b	第三透鏡
234	進入表面
240	反射偏振器
242	四分之一波延遲器
244	寬頻鏡
246	第二寬頻鏡
250	非偏振光
252	第一非偏振光
253	第一s偏振會聚光射線
254	第二非偏振光
255	第二s偏振會聚光射線
256	第三非偏振光
257	第三s偏振會聚光射線
260a	第二p偏振發散光

260b	第一 p 偏振發散光
262	第一 p 偏振會聚光射線
263	第四 p 偏振會聚光
264	第二 p 偏振會聚光射線
265	第五 p 偏振會聚光
266	第三 p 偏振會聚光射線
267	第六 p 偏振會聚光
300	光學元件
350	非偏振光
360a	第二 p 偏振發散光
360b	第一 p 偏振發散光
400	光學元件
410	第一小透鏡陣列
411	第一透鏡之第一光軸
412	第一透鏡
420	偏振轉換器
421	稜鏡面/第三稜鏡面
423	第三稜鏡面
424	第二稜鏡
425	稜鏡面/第五稜鏡面
426	第三稜鏡
430	第二小透鏡陣列
431	第二透鏡之第二光軸
432a	第二小透鏡陣列之第三透鏡

432b	第二小透鏡陣列之第二透鏡
440	反射偏振器
446	寬頻鏡
448	半波延遲器
450	非偏振輸入光
452	第一會聚非偏振光射線
453	第一s偏振會聚光射線
454	第二會聚非偏振光射線
455	第二s偏振會聚光射線
456	第三會聚非偏振光射線
457	第三s偏振會聚光射線
460a	第二s偏振發散光
460b	第一s偏振發散光
462	第一p偏振會聚光射線
464	第二p偏振會聚光射線
466	第三p偏振會聚光射線
472	第四s偏振會聚光射線
474	第五s偏振會聚光射線
476	第六s偏振會聚光射線
520	偏振轉換器
521	第一稜鏡面
522	第一稜鏡
523	稜鏡面
524	第二稜鏡

525	稜鏡面/第五稜鏡面
526	第三稜鏡
529	稜鏡面
540	反射偏振器
546	寬頻反射器
548	半波延遲器
552	非偏振輸入光
553	經反射之第一s偏振光束
562	經透射之p偏振光束
572	第二s偏振光束
P	選用之延長部分

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：(00117458)

※ 申請日：(00.5.18)

※IPC 分類：G02F

602B 27/10 (2006.01)
602B 27/18 (2006.01)
602B 27/58 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

複眼積分器偏振轉換器

FLY EYE INTEGRATOR POLARIZATION CONVERTER

二、中文發明摘要：

本發明大體而言係關於一種光學元件、一種包括該光學元件之光投影器及一種包括該光學元件之影像投影器。詳言之，該光學元件藉由用小透鏡陣列(諸如，「複眼陣列」(FEA))均勻化光來提供光之經改良均一性。一第一FEA經定位以在一非偏振組合光轉換成單偏振狀態之前截獲該光且使該光會聚，且一第二FEA經定位以截獲具有單偏振狀態之經轉換光且使該光發散。

三、英文發明摘要：

The present disclosure relates generally to an optical element, a light projector that includes the optical element, and an image projector that includes the optical element. In particular, the optical element provides an improved uniformity of light by homogenizing the light with lenslet arrays, such as "fly-eye arrays" (FEA). A first FEA is positioned to intercept and converge an unpolarized combined light before the light is converted to a single polarization state, and a second FEA is positioned to intercept and diverge the converted light having a single polarization state.

七、申請專利範圍：

1. 一種光學元件，其包含：

具有第一複數個透鏡之一第一小透鏡陣列，其經安置以接受一非偏振光且輸出一會聚非偏振光；

一偏振轉換器，其經安置以接受該會聚非偏振光且輸出一會聚偏振光；及

具有第二複數個透鏡之一第二小透鏡陣列，其經安置以接受該會聚偏振光且輸出一發散偏振光，

其中與該第一複數個透鏡中之一第一透鏡之光軸重合的一非偏振光射線通過該偏振轉換器且變為一第一偏振光射線及一第二偏振光射線，且

此外，其中該第一偏振光射線與該第二複數個透鏡中之一第二透鏡之光軸重合，且該第二偏振光射線與該第二複數個透鏡中之一第三透鏡之光軸重合。

2. 如請求項1之光學元件，其中該第一小透鏡陣列之一第一橫截面面積為該第二小透鏡陣列之一第二橫截面面積的 $\frac{1}{2}$ 。

3. 如請求項1之光學元件，其中該第二複數個透鏡包含為該第一複數個透鏡之兩倍之透鏡。

4. 如請求項1之光學元件，其中該第一偏振光射線及該第二偏振光射線包含相等的光徑長度。

5. 如請求項1之光學元件，其中該第二複數個透鏡包含具有在550奈米之一標稱波長下小於約30奈米之一雙折射率的一材料。

6. 如請求項1之光學元件，其中該第一複數個透鏡中之每一者之焦點定位於該第二複數個透鏡之一第一主平面處。
7. 如請求項1之光學元件，其中該第一複數個透鏡及該第二複數個透鏡中之至少一者分別黏合至該偏振轉換器之一輸入表面及一輸出表面。
8. 如請求項1之光學元件，其中該第一複數個透鏡及該第二複數個透鏡中之至少一者分別整合於該偏振轉換器之一輸入表面及一輸出表面。
9. 如請求項1之光學元件，其中該第一複數個透鏡及該第二複數個透鏡中之至少一者包含柱面透鏡。
10. 如請求項1之光學元件，其中該第一複數個透鏡及該第二複數個透鏡中之至少一者包含雙凸透鏡、球面透鏡或非球面透鏡。
11. 如請求項1之光學元件，其中該第一複數個透鏡中之每一者及該第二複數個透鏡中之每一者具有一正度數。
12. 如請求項1之光學元件，其中該偏振轉換器包含一偏振光束分光器(PBS)及一偏振旋轉器。
13. 如請求項12之光學元件，其中該PBS包含一MacNeille偏振器、MacNeille偏振器之一陣列、一線柵偏振器、一s偏振反射偏振器或一p偏振反射偏振器。
14. 如請求項12之光學元件，其中該偏振旋轉器包含一個四分之一波延遲器、一半波延遲器、一液晶或一液晶聚合物。

15. 如請求項12之光學元件，其進一步包含一寬頻反射器。
16. 如請求項15之光學元件，其中該寬頻反射器包含具有一全內反射(TIR)表面之一稜鏡。
17. 如請求項15之光學元件，其中該寬頻反射器包含一鏡面。
18. 一種光投影器，其包含：
 - 一第一非偏振光源及一第二非偏振光源；
 - 一色彩組合器，其經安置以輸出來自該第一非偏振光源及該第二非偏振光源之一組合非偏振光；
 - 一光學元件，其包含：
 - 具有第一複數個透鏡之一第一小透鏡陣列，其經安置以接受該組合非偏振光且輸出一會聚非偏振光；
 - 一偏振轉換器，其經安置以接受該會聚非偏振光且輸出一會聚偏振光；及
 - 具有第二複數個透鏡之一第二小透鏡陣列，其經安置以接受該會聚偏振光且輸出一發散偏振光，
 - 其中與該第一複數個透鏡中之一第一透鏡之光軸重合的一非偏振光射線通過該偏振轉換器且變為一第一偏振光射線及一第二偏振光射線，且
 - 此外，其中該第一偏振光射線與該第二複數個透鏡中之一第二透鏡之光軸重合，且該第二偏振光射線與該第二複數個透鏡中之一第三透鏡之光軸重合。

19. 一種影像投影器，其包含：

- 一第一非偏振光源及一第二非偏振光源；

一色彩組合器，其經安置以輸出來自該第一非偏振光源及該第二非偏振光源之一組合非偏振光；

一光學元件，其包含：

具有第一複數個透鏡之一第一小透鏡陣列，其經安置以接受該組合非偏振光且輸出一會聚非偏振光；

一偏振轉換器，其經安置以接受該會聚非偏振光且輸出一會聚偏振光；及

具有第二複數個透鏡之一第二小透鏡陣列，其經安置以接受該會聚偏振光且輸出一發散偏振光，

其中與該第一複數個透鏡中之一第一透鏡之光軸重合的一非偏振光射線通過該偏振轉換器且變為一第一偏振光射線及一第二偏振光射線，且

此外，其中該第一偏振光射線與該第二複數個透鏡中之一第二透鏡之光軸重合，且該第二偏振光射線與該第二複數個透鏡中之一第三透鏡之光軸重合；

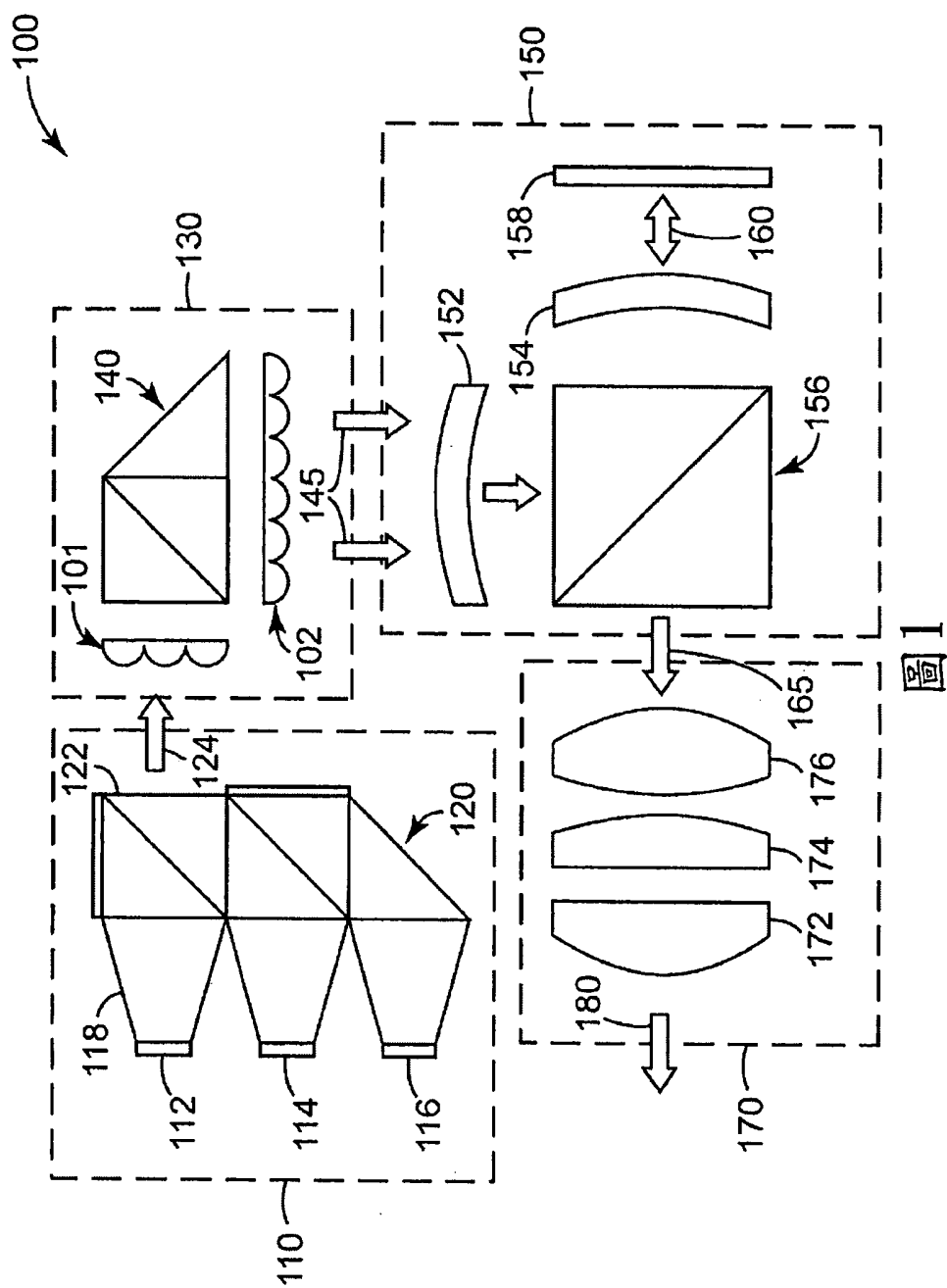
一空間光調變器，其經安置以將一影像賦予該發散偏振光；及

投影光學器件。

20. 如請求項19之影像投影器，其中該空間光調變器包含一矽基液晶(LCoS)成像器或一透射性液晶顯示器(LCD)。

21. 如請求項19之影像投影器，其中來自該第二透鏡陣列之每一透鏡之該發散偏振光照明該空間光調變器的一主要部分。

八、圖式：



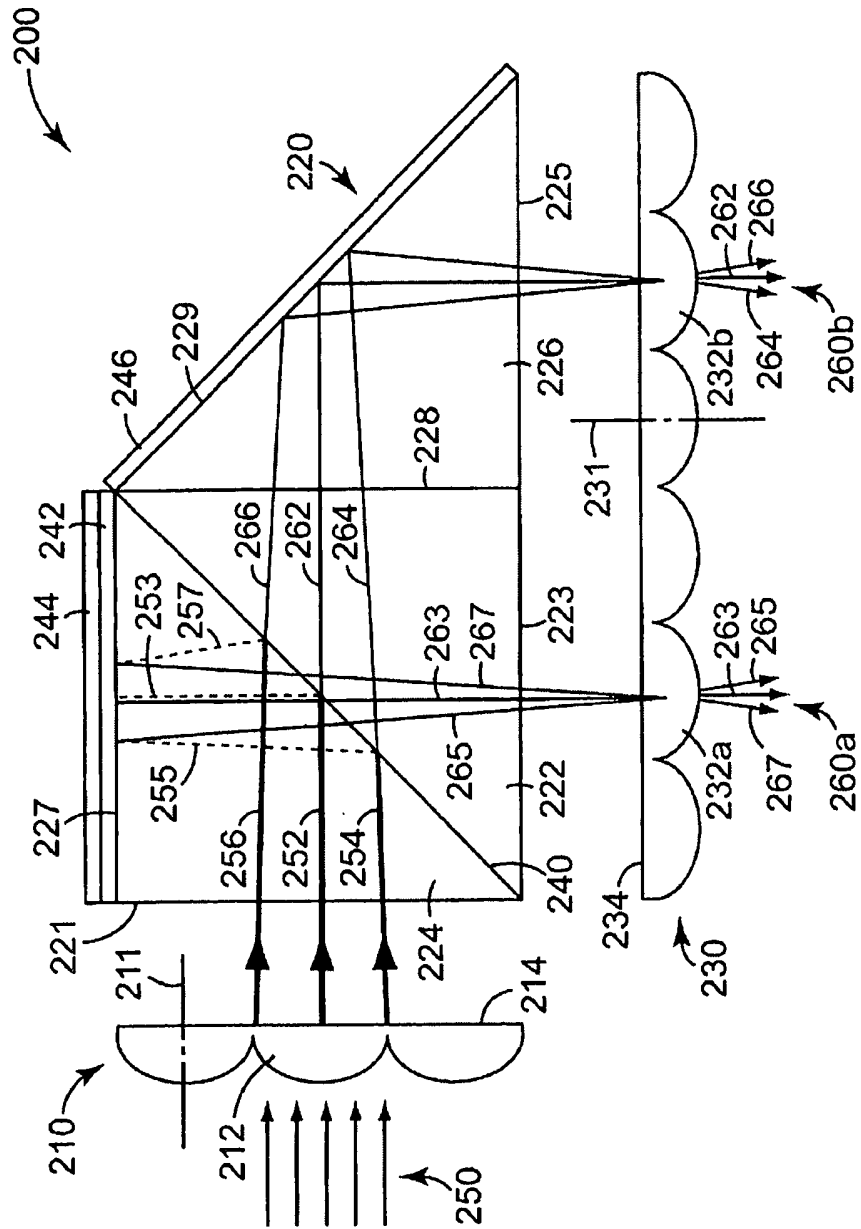
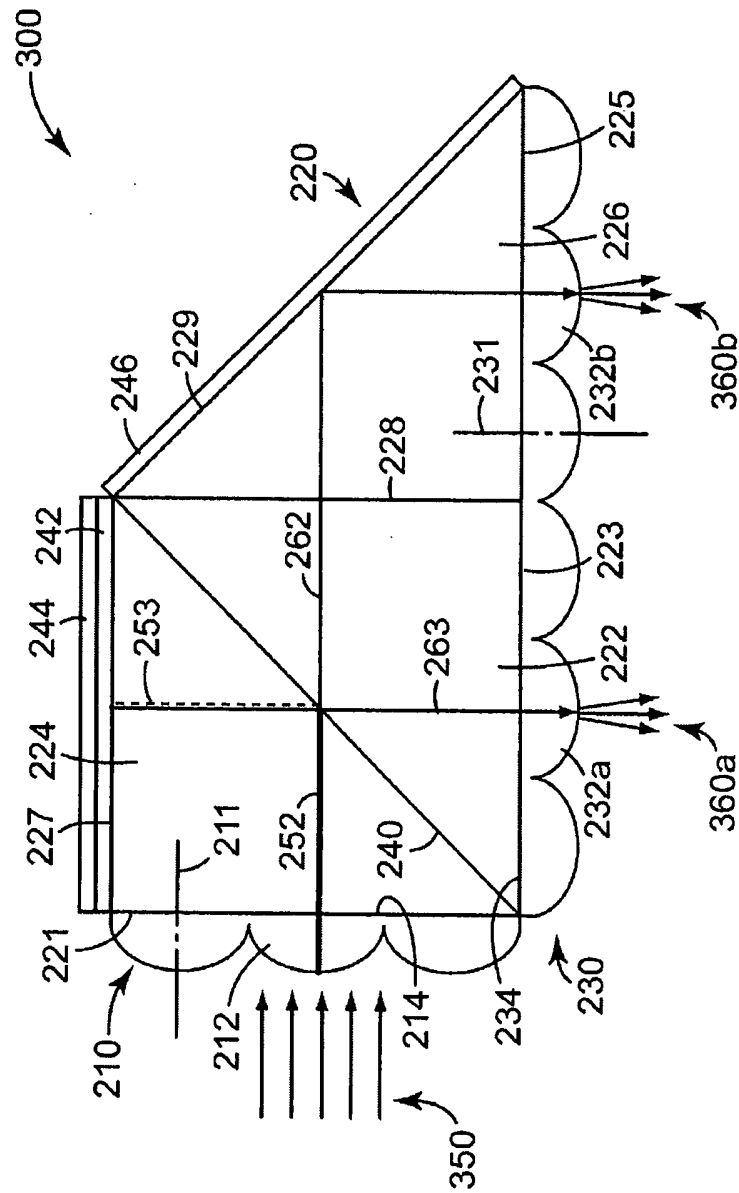


圖 2



三

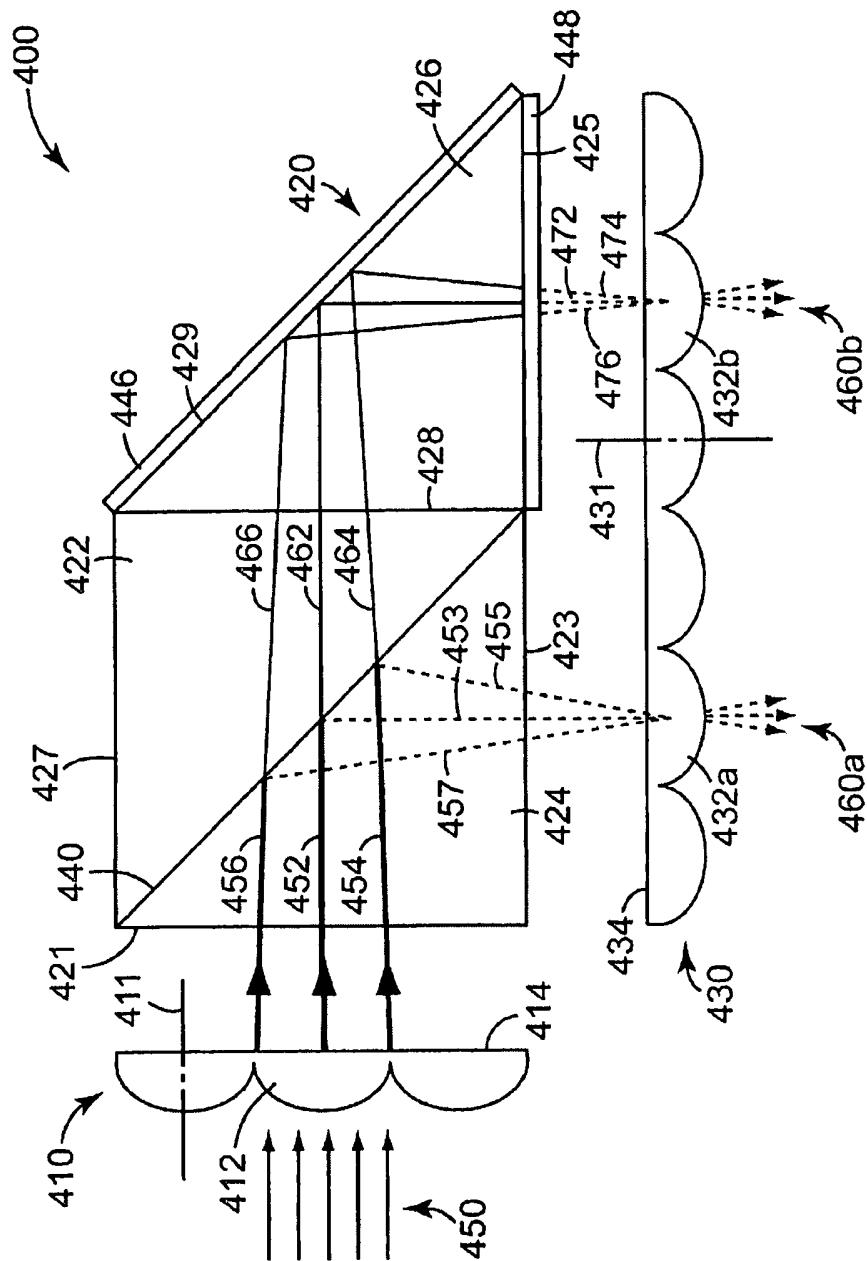
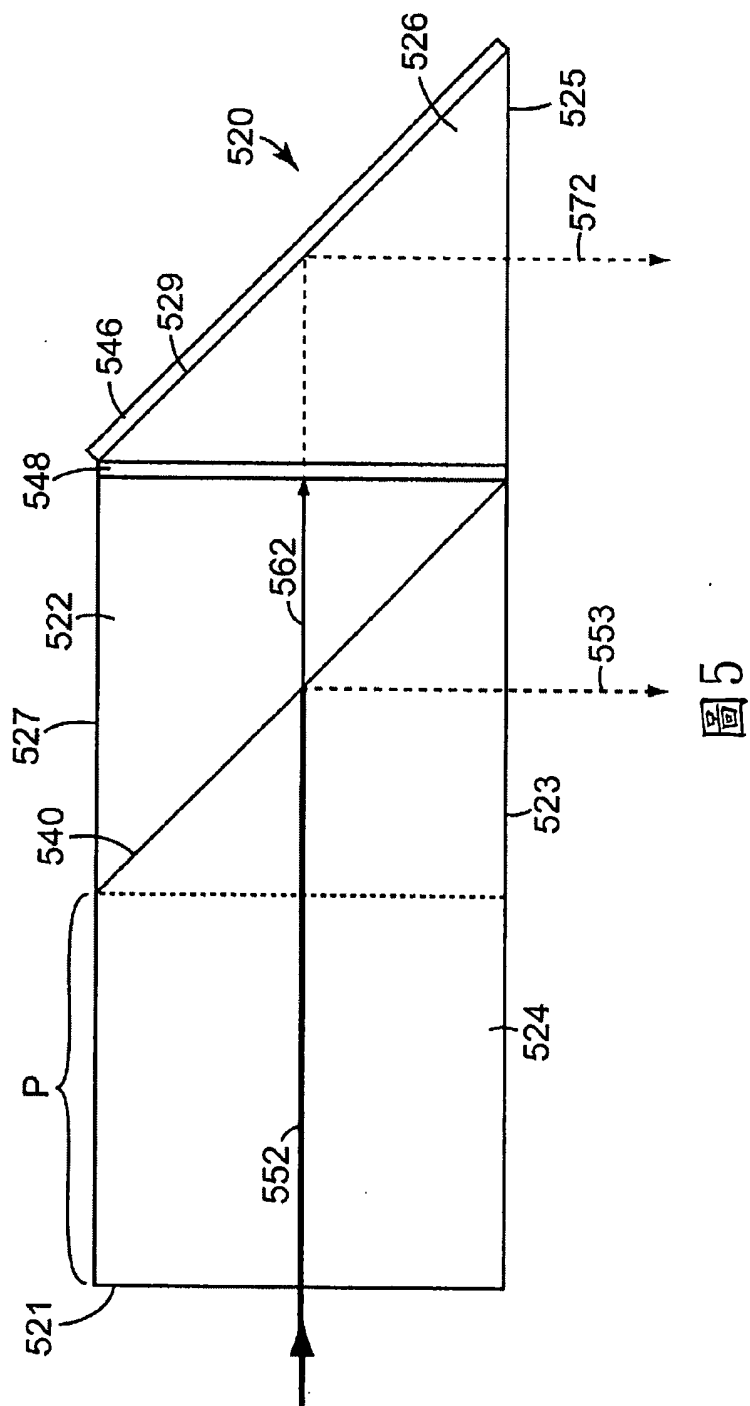


圖4



四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(4)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

400	光學元件
410	第一小透鏡陣列
411	第一透鏡之第一光軸
412	第一透鏡
420	偏振轉換器
421	稜鏡面/第三稜鏡面
423	第三稜鏡面
424	第二稜鏡
425	稜鏡面/第五稜鏡面
426	第三稜鏡
430	第二小透鏡陣列
431	第二透鏡之第二光軸
432a	第二小透鏡陣列之第三透鏡
432b	第二小透鏡陣列之第二透鏡
440	反射偏振器
446	寬頻鏡
448	半波延遲器
450	非偏振輸入光
452	第一會聚非偏振光射線
453	第一s偏振會聚光射線
454	第二會聚非偏振光射線



455	第二s偏振會聚光射線
456	第三會聚非偏振光射線
457	第三s偏振會聚光射線
460a	第二s偏振發散光
460b	第一s偏振發散光
462	第一p偏振會聚光射線
464	第二p偏振會聚光射線
466	第三p偏振會聚光射線
472	第四s偏振會聚光射線
474	第五s偏振會聚光射線
476	第六s偏振會聚光射線

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)