



(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 I754010 B

(45) 公告日：中華民國 111 (2022) 年 02 月 01 日

(21) 申請案號：107106020

(22) 申請日：中華民國 107 (2018) 年 02 月 22 日

(51) Int. Cl. : **G02B6/24 (2006.01)****G02B5/12 (2006.01)****G02B27/42 (2006.01)**

(30) 優先權：2017/02/22 美國

62/461,805

(71) 申請人：以色列商魯姆斯有限公司 (以色列) LUMUS LTD. (IL)

以色列

(72) 發明人：丹齊格 尤查 DANZIGER, YOCHAY (IL)

(74) 代理人：劉哲郎

(56) 參考文獻：

TW 201626048A

CN 106338832A

CN 205485073U

US 2015/0277117A1

審查人員：蔡志明

申請專利範圍項數：7 項 圖式數：15 共 41 頁

(54) 名稱

導光光學組件

(57) 摘要

本發明提供一種用於光學孔徑擴張的光及學組件，其結合刻面反射技術及繞射技術。使用至少兩個繞射組件，具有相反的光功率(匹配)，因此第一繞射組件所引入的色散將接著被第二繞射組件消除。該兩個繞射組件被用於及一反射光學部件組合，以達成(近眼顯示時)更有效的孔徑擴張，相較於傳統技術，降低扭曲及雜訊，同時也降低系統及單一組件的設計限制。該組件消除及/或減少了偏振管理需求，同時實現了更廣泛的視野。此外，因為兩種技術的失真模式不相關，故與傳統的單一技術實施相比，本發明實施例可以減少不均勻性。

An optical assembly for optical aperture expansion combines facet reflective technology with diffractive technology. At least two diffractive components having opposite optical power (matching) are used, so that chromatic dispersion introduced by the first diffractive component will then be cancelled by the second diffractive component. The two diffractive components are used in combination with a reflective optical component to achieve more efficient aperture expansion (for near eye display), reducing distortions and noise, while also reducing design constraints on the system and individual components, as compared to conventional techniques. The assembly eliminates and/or reduces the need for polarization management, while enabling wider field of view. In addition, embodiments can have reduced nonuniformity, as compared to conventional single technology implementations, since the distortion patterns of the two technologies do not correlate.

指定代表圖：

符號簡單說明：

5 . . . 繞射組件

10 . . . 光導件

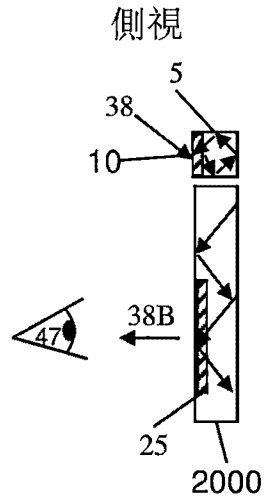
25 . . . 繞射元件

38 . . . 入射光

38B . . . 耦合出光

47 . . . 觀察者

2000 . . . 光導件



第 8A 圖

I754010

發明摘要

【發明名稱】(中文/英文)

導光光學組件/ LIGHT GUIDE OPTICAL ASSEMBLY

【中文】

本發明提供一種用於光學孔徑擴張的光及學組件，其結合刻面反射技術及繞射技術。使用至少兩個繞射組件，具有相反的光功率(匹配)，因此第一繞射組件所引入的色散將接著被第二繞射組件消除。該兩個繞射組件被用於及一反射光學部件組合，以達成(近眼顯示時)更有效的孔徑擴張，相較於傳統技術，降低扭曲及雜訊，同時也降低系統及單一組件的設計限制。該組件消除及/或減少了偏振管理需求，同時實現了更廣泛的視野。此外，因為兩種技術的失真模式不相關，故與傳統的單一技術實施相比，本發明實施例可以減少不均勻性。

【英文】

An optical assembly for optical aperture expansion combines facet reflective technology with diffractive technology. At least two diffractive components having opposite optical power (matching) are used, so that chromatic dispersion introduced by the first diffractive component will then be cancelled by the second diffractive component. The two diffractive components are used in combination with a reflective optical component to achieve more efficient aperture expansion (for near eye display), reducing distortions and noise, while also reducing design constraints on the system and individual

components, as compared to conventional techniques. The assembly eliminates and/or reduces the need for polarization management, while enabling wider field of view. In addition, embodiments can have reduced nonuniformity, as compared to conventional single technology implementations, since the distortion patterns of the two technologies do not correlate.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 8A ）圖

【本代表圖之符號簡單說明】：

5	繞射組件	10	光導件
25	繞射元件	38	入射光
38B	耦合出光	47	觀察者
2000	光導件		

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)

導光光學組件/ LIGHT GUIDE OPTICAL ASSEMBLY

【技術領域】

【0001】 本發明是關於光學組件，以及特別是涉及光學孔徑擴張。

【先前技術】

【0002】 參考第 7A 圖，其顯示出在一波導中使用數個繞射組件的傳統光學孔徑擴張的一概略圖。在當前的圖中，入射光（影像）從頁面外部垂直進入頁面。耦入元件 1001 將入射光耦合到橫向擴張元件 1002 中，該橫向擴張元件 1002 橫向地（在當前圖中從左到右）擴張光線。然後，橫向擴張的光線被耦入垂直擴張元件 1003 中，該垂直擴張元件 1003 將光線垂直地（從當前圖中的頂部到底部）擴張，並耦出該光線到一使用者（一觀看者的眼睛）。

【0003】 傳統的繞射元件引入色散（chromatic dispersion），其中不同波長的光線以不同的角度繞射。為了減少色散窄帶光源（如雷射）可以使用。更實際的一個解決方案是設計該繞射組件來消除彼此的色散。

【0004】 參考第 7B 圖，顯示出在角域（角空間）中傳播光線的第 7A 圖的繞射方向的一示意圖。虛線箭頭及實線箭頭顯示兩個不同的示例性波長。區域 1005 處的起始角度表示當光線入射到要耦合到該光導件中的該第一繞射元件（耦入元件 1001）時光線的角度。區域 1007 表示在耦入元件 1001 之後的光線方向，在橫向擴張元件 1002 之後的區域 1009，以及該區

域 1005 也表示通過垂直擴張元件 1003 耦出該光導件後該光線的角度。進入該光導件的光線的方向等於從光導件耦出的光線的方向，以使色散最小化。很顯然，不同波長的光線在光導件內傳播的方向不同，從該光導件輸出時將具有相同方向。

【0005】 基本技術-第 1 至 6 圖

【0006】 第 1 圖示出了一傳統的現有技術的折疊光學排列，其中一基板 2 被一顯示源 4 照亮。該顯示器由一準直光學件 6，例如透鏡，進行準直。來自該顯示源 4 的光線通過一第一反射表面 8 耦合到該基板 2 中，如此使得該主射線 11 平行於該基板平面。一第二反射表面 12 將光線從基板中耦出並進入一觀察者 14 的眼睛。儘管這種配置緊湊，但這種配置具有明顯的缺點。特別是，只能實現非常有限的 FOV。

【0007】 現在參考第 2 圖，其示出了一示例性的導光光學元件 (LOE) 的側視圖。為了減輕上述限制，可以使用被製造在一導光光學元件 (LOE) 內的數個選擇性反射表面的一陣列。該第一反射表面 16 被從位於該裝置後面的一光源 (未示出) 發出一準直顯示光射線 (束) 18 照射。為了簡化當前附圖，通常只描繪一條光線，該入射光 38 (也稱為“光束”或“入射光線”)。諸如光束 18A 及 18B 的其它入射光可用於指定入射光瞳的邊緣，例如入射光瞳的左邊緣及右邊緣。通常，無論在此處由光束表示的影像在何處，應該注意的是，該光束是該影像的一樣本光束，其通常由多個光束以略微不同的角度形成，每個角度對應於該影像的一點或像素。除了特別稱為該影像的末端外，所示的該光束通常是該影像的一質心。

【0008】 該反射表面 16 反射來自光源的入射光，使得光線通過全內

反射被捕捉在一光導件 20 內。該光導件 20 也被稱為一“波導”，“平面基板”及一“光穿透基板”。該光導件 20 包括至少兩個彼此平行的(主要)表面，如當前圖中所示為一後(主要)表面 26 以及一前(主要)表面 26A。注意到關於該主要表面(26、26A)的“前”及“後”的名稱是為了方便參考，因為該光導件 20 通常是對稱的(所以對主要表面 26、26A 的參考可以是切換的，結果相同)。該光導件 20 在本文件的上下文中稱為一維(1D)波導，在一對平行面(在此處情況下，為該些主要表面 26、26A)之間僅在一個維度上引導注入的影像。

【0009】 入射光 38 在基板的近端(圖中的右側)進入基板。光線通過該光導件及一個或多個刻面，正常是至少數個刻面，典型的有幾個刻面，朝向該光導件的一遠端(圖的左側)傳播。光線通過該光導件在傳播的一初始方向 28 及傳播的另一方向 30 兩者中傳播。

【0010】 經過基板 20 表面的幾次反射後，被捕捉的數個波到達選擇性反射表面 22 的一陣列，該選擇性反射表面 22 將來自該基板的光線耦合到一觀察者的眼睛 24 中。在可替代的配置中，該選擇性反射表面 22 緊接在光射線 18 進入該基板之後，而沒有首先反射離開該基板 20 的表面。

【0011】 內部的數個部分反射表面，例如選擇性反射表面 22 在本文中通常被稱為“刻面”。在此限制中，刻面也可以完全反射(100%反射率，或者一鏡子，例如基板遠端的最後刻面)或最小反射。為了增強現實應用，刻面是部分反射的，允許來自真實世界的光線通過該上表面 26A 進入，穿過包括刻面的基板，並經由該下表面 26 離開基板到觀看者的眼睛 24。為了虛擬實境應用，該刻面可以具有可選的反射率，例如首先在具有 100%反射

率的反射鏡中耦合，因為來自真實世界的影像光線不必穿過此反射鏡。這些內部的部分反射表面 22 通常至少部分地以該光導件 20 的伸長方向的斜角（即，既不平行也不垂直）橫穿該光導件 20。

【0012】 反射率的參考通常是關於標稱反射率。標稱反射率是基板中特定位置所需的全反射。例如，如果一刻面的反射率被稱為 50%，則通常這是指標稱反射率的 50%。在標稱反射率為 10%的情況下，50%的反射率導致刻面的反射率為 5%。本領域技術人員將會理解使用上下文中反射率百分比的使用。部分反射可以通過多種技術來實現，包括但不限於透射一定百分比的光線或使用偏振。

【0013】 第 3A 及 3B 圖示出了選擇性反射表面的期望反射行為。在第 3A 圖中，射線 32 部分地從刻面 34 反射並耦出基板 20 的 38B。在第 3B 圖中，射線 36 穿透刻面 34 而沒有任何明顯的反射。

【0014】 第 4A 圖是選擇性反射表面之一陣列的一詳細截面圖，其將光耦合到基板中，然後出射到一觀看者的眼睛中。可以看出，來自光源 4 的一射線 38 照射在第一部分反射表面上。部分射線 41 以原始方向繼續並被耦出基板。射線 42 的其他部分通過全內反射耦合到基板中。被補獲的射線在點 44 處由另外兩個部分反射表面 22 逐漸從基板中耦出。第一反射表面 16 的塗層特性不一定與其它反射表面 22、46 的塗層特性相似。這種塗層可以是一個更簡單的分束器，無論是金屬，二向色或混合金屬-二向色。類似地，在一非透視系統的情況下，最後反射表面 46 可以是一個簡單的鏡面。

【0015】 第 4B 圖是包括反射表面之一陣列的一設備的一詳細截面

圖，其中最後表面 46 是一全反射鏡。最後反射表面 46 的最左邊的部分在這種情況下不能被光學活化，並且邊緣射線 48 不能從基板耦出。因此，該設備的輸出孔徑會略小。然而，光學效率可以更高，並且 LOE 的製造流程可以更簡單。

【0016】 重要的是要注意，與第 2 圖所示的配置不同，該反射表面 16 及 22 的取向存在約束。在前一種配置中，所有的光通過反射表面 16 耦合到該基板內部。因此，表面 16 不需要平行於表面 22。再者，該反射表面可以被定向，使得光線將以與輸入波方向相反的方向從該基板耦出。然而，對於第 4A 圖所示的配置，部分輸入光線不被表面 16 反射，而是在該輸入光線 38 的一原始方向上繼續，並且立即從該基板耦出作為輸出光線 41。因此，為了確保從相同的平面波始發的所有的射線將具有相同的輸出方向，不僅所有的反射表面 22 應該彼此平行，而且表面 16 也應該平行於表面 22。

【0017】 再次參考第 4A 圖，其示出了用於將光線耦出基板的具有兩個反射表面的系統，然而，可以根據光學系統的所需輸出孔徑及基板的厚度使用任何數量的反射表面。當然，有些情況下只需要一個耦合輸出表面。在那種情況下，該輸出孔徑將基本上是系統的輸入孔徑尺寸的兩倍。最後配置唯一需要的反射面是簡單的分束器及反射鏡。

【0018】 在當前圖中描述的裝置中，來自顯示源的光線耦合到基板中位於該基板的端部處，然而，具有對稱系統的系統是較佳的。也就是說，該輸入光線應該耦合到基板中央部分的基板中。

【0019】 第 4C 圖是示出具有一對稱結構的一橫向光瞳擴張一維 (1D) 光導件的詳細截面圖的示意圖。本圖說明了一種組合兩個相同基板

的方法，以製造一對稱光學模塊。可以看出，來自顯示源 4 的一部分光線直接穿過該些部分反射表面從該基板中出來。其他部分的光線分別通過該些部分反射表面 16R 及 16L 耦合到該基板 20R 的右側及該基板 20L 的左側。被捕獲的光線接著分別被該些反射表面 22R 及 22L 逐漸地耦出。顯然，該輸出孔徑是系統輸入孔徑尺寸的三倍，具有與第 5B 圖中所述相同的放大率。然而，與此處的系統不同，此處的系統對稱於右側及左側基板的膠合表面 29。

【0020】 現在參考第 5A 及 5B 圖，其示出了第 4B 及 4C 圖在一光導件上的示例性實施。第 4B 及 4C 圖的配置橫向擴張入射影像。第 4B 圖的裝置可以用來實現第 5A 圖的該第一 LOE 20a，第 4C 圖的裝置可以用來實現第 5B 圖的該第一 LOE 20a'，以及第 2 圖的裝置可以用來實現該第二 LOE 20b。

【0021】 第 5A 圖示出了利用一雙 LOE 配置沿兩個軸線擴張光束的一替代方法。輸入波 90 被耦合到第一 LOE 20a 中，其具有類似於第 4B 圖所示的非對稱結構，通過該第一反射表面 16a 並且接著沿著 η 軸傳播。該些部分反射表面 22a 將光線耦出該第一 LOE 20a，然後通過該反射表面 16b 將光線耦合到該第二不對稱 LOE 20b 中。該光線接著沿著 ζ 軸傳播，然後通過該選擇性反射表面 22b 耦出。如圖所示，該原始光束 90 沿著兩個軸線擴張，其中總體擴張由元件 16a 及 22b 的橫向尺寸之間的比率決定。第 5A 圖給出的配置只是一雙 LOE 設置的一個例子。兩個或更多 LOE 被組合在一起以形成複雜的光學系統的其他配置也是可能的。

【0022】 現在參考第 5B 圖，其示出了說明利用一雙 LOE 配置沿兩

個軸擴張光束的另一種方法的示意圖。通常，光線被該表面 16b 耦入該第二 LOE 20b 的區域不能對外部光透明並且不是透視區域的一部分。因此，該第一 LOE 20a 不需要是透明的。結果，通常可以設計該第一 LOE 20a 具有對稱結構，如在當前圖中可以看到，甚至用於透視系統。該第二 LOE 20b 具有使得該使用者能夠看到外部場景的不對稱結構。在這種配置中，該輸入光束 90 的一部分沿原始方向 92 繼續進入該第二 LOE20b 的耦入鏡 16b，而另一部分 94 通過該反射表面 16a 耦合到該第一 LOE20a'中，沿著 η 軸傳播並且接著通過該選擇性反射表面 22a 耦合到該第二 LOE20b 中。兩部分然後通過該反射表面 16b 耦合到該第二不對稱 LOE20b 中，沿著 ξ 軸傳播，然後通過該選擇性反射表面 22b 耦出。

【0023】 第 6 圖示出了嵌入在一標準眼鏡框 107 中的 LOE 20a/20a' 及 20b 的範例。該顯示源 4 及折疊以及該準直光學件 6 裝配在該眼鏡框的手臂部分 112 內，緊挨著 LOE 20a/20a'，其位於該第二 LOE 20b 的邊緣處。對於其中顯示源是諸如小型 CRT、LCD 或 OLED 之類的電子元件的情況，用於顯示源的驅動電子設備 114 可以被組裝在該手臂 112 的後部內。電源供應器及數據界面 116 可通過一引線 118 或包括無線電或光學傳輸的其他通信方式連接到該手臂 112。或者，一電池及微型數據連接電子裝置可以被整合在該眼鏡框中。當前圖式就是一個例子，並且可以構建其他可能的頭戴式顯示器裝置的安排，包括顯示源平行附接於該 LOE 平面，或者在該 LOE 的上部之處的組件。

【0024】 該基本技術的其他細節可以在美國專利 7,643,214 及未公開的 PCT/IL2018/050025 中找到，並且不構成本發明的現有技術。

【發明內容】

【0025】 根據本實施例的教導，提供了一種光學孔徑擴張裝置，其包括：至少一光導件；一套組的三個光學部件，與該至少一光導件相聯結，該套組包括：一對匹配繞射的第一光學部件及第二光學部件；以及一反射光學部件，包括一系列的部分反射、互相平行的數個表面，以及該些光學部件相配合以將一耦合進光擴張成一耦合出光，該耦合進光是耦入該至少一光導件之光線，以及該擴張是二維的。

【0026】 在一個可選實施例中，該套組的一第一光學部件配置用以於一第一光導件內在一第一擴張方向上引導該耦合進光，藉此生成一第一擴張光；該套組的一第二光學部件配置用以在一第二擴張方向上使該第一擴張光耦入一第二光導件，藉此生成一第二擴張光；以及該套組的一第三光學部件配置用以在一第三方向上使該第二擴張光耦出以作為該耦合出光，其中該第一、第二以及第三方向是彼此不平行的。

【0027】 在另一個可選實施例中，還包括：一非繞射光學部件，配置用以引導光線進入該至少一光導件，以作為該耦合進光；其中該至少一光導件是一個光導件，包含：該第一繞射光學部件，配置用以於該一個光導件內在一第一擴張方向上引導該耦合進光，藉此生成一第一擴張光；該第二繞射光學部件，配置用以在一第二擴張方向上擴張位於該一個光導件內之該第一擴張光，藉此生成一第二擴張光；以及該反射光學部件，配置用以在一第三方向上使該第二擴張光耦出以作為該耦合出光，其中該第一、第二以及第三方向是彼此不平行的。

【0028】 在另一個可選實施例中，還包括一對匹配繞射的第三光學

部件及第四光學部件；以及一對匹配繞射的第五光學部件及第六光學部件。

【0029】 在另一個可選實施例中，該些匹配對的該些光學部件的每一個具有與其他匹配對的該光學部件不同的一繞射間距，該繞射間距使得該些匹配對的該些光學部件的每一個通過多個相似的角度偏轉一不同於其他匹配對的該光學部件的波長。

【0030】 在另一個可選實施例中，該波長是紅光波長、綠光波長以及藍光波長。

【0031】 在另一個可選實施例中，該至少一光導件的一第一光導件包括該一對匹配繞射的第一及第二光學部件；該至少一光導件的一第二光導件包括該一對匹配繞射的第三及第四光學部件；以及該至少一光導件的一第三光導件包括該一對匹配繞射的第五及第六光學部件。

【0032】 在另一個可選實施例中，該反射光學部件配置用以於一第一光導件內在一第一擴張方向上擴張該耦合進光，藉此生成一第一擴張光；該第一、第三以及第四繞射光學部件配置用以在一第二擴張方向上擴張位在各自的第一、第二以及第三光導件內之該第一擴張光的各自的波長，藉此生成各自的第二擴張光；以及該第二、第四以及第六繞射光學部件配置用以在一第三方向上將該各自的第二擴張光耦出以作為該耦合出光；其中該第一、第二以及第三方向是彼此不平行的。

【圖式簡單說明】

【0033】 這裡僅通過舉例的方式參照附圖描述實施例，其中：

第 1 圖是一現有技術的折疊式光學裝置的側視圖。

第 2 圖是一示例性的一導光光學元件的一側視圖。

第 3A 及 3B 圖繪示對於入射角的兩個範圍，數個選擇性反射表面的期望反射率及穿透率特性。

第 4A 圖是繪示一導光光學元件的一示例性配置的一示意圖。

第 4B 圖是繪示一導光光學元件的另一配置的一示意圖。

第 4C 圖是繪示一橫向瞳孔擴張具有一對稱結構的一維光導件的詳細截面圖的一示意圖。

第 5A 圖是繪示一種利用一雙 LOE 配置沿著兩軸擴張一光束的方法的一示意圖。

第 5B 圖是繪示一種利用一雙 LOE 配置沿著兩軸擴張一光束的另一方法的一示意圖。

第 6 圖繪示數個 LOE 嵌入一標準眼鏡框的一範例。

第 7A 圖是使用數個繞射組件於一波導內的傳統光學孔徑擴張的一概略圖。

第 7B 圖是第 7A 圖中光線傳播於角域內的繞射方向的一示意圖。

第 8A 及 8B 圖是一繞射-反射-繞射的示例性實施例之相應的側視及前視圖概略圖。

第 8C 圖是一反射-繞射的示例性實施例的一概略圖。

第 8D 圖是第 8A 及 8B 圖中光線在角域中傳播的繞射方向的一示意圖。

第 9A 及 9B 圖是一繞射-繞射-反射的示例性實施例的一概略圖之相應的側視及前視圖。

第 9C 圖是第 9A 及 9B 圖中光線在角域中傳播的繞射方向的一示意圖。

第 10A 及 10B 圖是一繞射-反射的示例性實施例的一概略圖之相應的側

視及前視圖。

第 11A 及 11B 圖是一繞射-繞射-反射的示例性實施例的概略圖之相應的側視及前視圖。

第 11C 圖是重疊的繞射-反射-繞射的示例性實施例的一前視概略圖。

第 12A 及 12B 圖是一繞射-反射的示例性實施例的一概略圖之相應的側視及前視圖。

第 12C 圖是一繞射-繞射-反射的示例性實施例的一概略圖的一前視圖。

第 13A 及 13B 圖是具有單獨的橫向擴張器的一繞射-繞射-反射的示例性實施例的相應的側視及前視概略圖。

第 14A 及 14B 圖是一繞射-反射的示例性實施例的一概略圖相應的側視及前視圖。

第 14C 是一繞射-繞射-反射的示例性實施例的一概略圖的一前視圖。

第 15A、15B 及 15C 圖是一反射-繞射-繞射的示例性實施例的一概略圖相應的側視、前視以及俯視圖。

第 15D 圖是第 15A、15B 以及 15C 圖中光線在角域中傳播的繞射方向的一示意圖。

【實施方式】

【0034】 為了讓本發明之上述及其他目的、特徵、優點能更明顯易懂，下文將特舉本發明較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。再者，本發明所提到的方向用語，例如上、下、頂、底、前、後、左、右、內、外、側面、周圍、中央、水平、橫向、垂直、縱向、軸向、徑向、最上層或最下層等，僅是參考附加圖式的方向。此外，本發明所提到的單數

形式“一”、“一個”及“所述”包括複數引用，除非上下文另有明確規定。數值範圍（如 10%~11%的 A）若無特定說明皆包含上、下限值（即 $10\% \leq A \leq 11\%$ ）；數值範圍若未界定下限值（如低於 0.2%的 B，或 0.2%以下的 B），則皆指其下限值可能為 0（即 $0\% \leq B \leq 0.2\%$ ）。上述用語是用以說明及理解本發明，而非用以限制本發明。

【0035】 為了便於參照，本章節包含本文中所使用的縮寫、縮略語及簡短定義的減要列表。本章節不應被視為限制。下面可以找到更詳細的描述，也可以在適用的標準中找到。

1D：一維(one-dimensional)

2D：二維(two-dimensional)

CRT：陰極射線管(cathode ray tube)

EMB：眼運動框(eye-motion-box)

FOV：視場(field-of-view)

HMD：頭戴式顯示器(head-mounted display)

HUD：平視顯示器(head-up display)

LCD：液晶顯示器(liquid crystal display)

LOE：導光光學元件(light-guide optical element)

OLED：有機發光二極管陣列(organic light emitting diode array)

OPL：光徑長度(optical path length)

SLM：空間光調製器(spatial light modulator)

TIR：全內反射(total internal reflection)

【0036】 詳細說明-第 8A 至 15D 圖

【0037】 參考圖式及所附描述可以更好地理解根據本實施例的裝置的原理及操作。本發明是一種光學孔徑擴張的光學組件。該裝置組合多個刻面反射技術（數個反射組件）與繞射技術（數個繞射組件）。具有數個繞射組件的創新實施例使用具有相反光功率（匹配）的至少兩個光學組件，因此被一第一繞射組件所引導的色散（chromatic dispersion）將接著被一第二繞射組件消除。該兩個繞射組件被用來組合一反射光學部件，以達成更有效率的孔徑擴張（用於近眼顯示），減少扭曲及雜訊，同時也減少系統及各個組件的設計限制，與傳統技術相比。

【0038】 目前，傳統的光學孔徑擴張使用一單一技術於同時多個擴張（橫向及垂直）。該領域當前的進展是優化及改善這些技術中的任何一種。使用的兩個主要的技術是：

【0039】 1) 傾斜的塗層刻面反射（例如魯姆斯有限公司的 US 7,457,040）。此反射技術具有寬光譜，因此可以從一個單一光導件投射所有可見光譜。而該數個刻面通常都部分反射及傳送該多個傳播光射線，為了本文的簡化，此技術一般被稱為通過一“反射光學部件”實施。該反射通常是依賴偏振的。

【0040】 2) 繞射圖案於光導件面上。如本領域所知，一繞射光柵（圖案）可以反射或傳送傳播光射線，取決於該光柵的構造。為了本文的簡化，此技術一般被稱為通過一“繞射光學部件”實施。此繞射技術受限於光譜及角度。然而，此技術具有低偏振依賴度。

【0041】 使用一系列的數個反射及繞射組件，以多種數量及順序（一個接一個，反之亦然）消除及/或減少對偏振管理的需要，同時實現更廣的

視野。此外，與傳統的單一技術實現相比，數個實施例可以具有減少的不均勻性，因為這兩個技術的失真模式並不相關（是不相關的）。

【0042】 一般來說，一種光學孔徑擴張裝置包含至少一光導件，以及一套組的三個光學部件，與該至少一光導件相聯結。該套組的三個光學部件包括一對匹配繞射的數個光學部件，以及一反射光學部件。該反射光學部件包括一系列的數個至少部分反射、互相平行的表面。該些光學部件被設置用以相配合以達成一耦合出光的二維擴張。換句話說，該些組件相配合以將一耦合進光擴張成一耦合出光。該耦合進光是耦入該至少一光導件之光線，以及該擴張是二維的。

【0043】 在本說明的上下文中，術語“匹配（matching）”對於數個繞射光學部件通常是指光柵及/或光柵元件的間距基本上完全相等，因此該些繞射組件的光功率相等，並且通常相反。雖然該些組件的整體物理尺寸可能不同，但類似的光柵導致該些組件的光功率匹配。

【0044】 在本說明的上下文中，術語“組件（component）”是用於光學元件，特別是反射及繞射光學元件。反射及光學部件的設計及製造工藝在此領域中為已知。基於目前的描述，可以根據需要以各種形狀及大小的反射及繞射光學部件來實現組件，並具有各種操作參數，包括波長、功率及角度。

【0045】 繞射光學部件在本說明的上下文中也被稱為“繞射光柵”及“繞射圖案”，可被嵌入一光導件內，或建構或裝設於一光導件的一表面（面）上。例如，一繞射光學部件可以一繞射光柵或全像元件來實現。數個繞射組件可採用例如來自 Horiba Scientific (Kyoto, Japan) 以及數個反

射組件可採用例如魯姆斯(Ness Ziona, Israel)的 OE50。

【0046】 現在參考第 8A 及 8B 圖，顯示一繞射-反射-繞射示例性實施例的相應的側視以及前視概略圖。數個不同光學部件的結合將一光線沿著一不同軸擴張。光學的光導件 10 是一二維(2D)光導件，具有在此任意表示為對應於“x 軸”的一伸長方向。光導件 10 通過兩組平行面之間的反射引導入射的影像在兩個維度之內，在此意義上，光導件 10 被稱為一 2D 波導，如第 8A 圖光導件 10 內部的四個箭頭所示。一系列的數個內部的部分反射表面 40 至少部分地以一個斜角（即，不平行也不垂直）相對於該伸長方向橫穿過該光導件 10。

【0047】 入射光 38 通過一繞射組件 5 被耦入該光導件 10。該耦合進光進入該光導件 10，其在一第一方向上用作為一第一橫向光導擴張器。該擴張光 38C 從該光導件 10 被耦入一光導件 2000。光學的該光導件 2000 引導光線主要沿著“y 軸”。該擴張光 38C 繼續在光導件 2000 內反射，在一第二擴張方向(y 軸)擴張，如第 8A 圖的側視圖的箭頭所示。在光導件 2000 內的光線在本說明的上下文中被稱作一第二擴張光 38D。當該第二擴張光 38D 遭遇該繞射圖案 25，該第二擴張光被耦出該光導件 2000 的 38B，到該觀察者 47。目前實施例的一個特徵就是該些繞射組件可以彼此不平行。

【0048】 一般而言，一套組的三個光學部件包括一第一光學部件（繞射組件 5），配置用以於一第一光導件（光導件 10）內在一第一擴張方向（x 軸）上引導該耦合進光 38，藉此生成一第一擴張光 38C。該套組的一第二光學部件（一系列的數個部分反射表面 40）配置用以在一第二擴張方向（y 軸）上使該第一擴張光 38C 耦入一第二光導件 2000，藉此生成一第二擴張

光 38D。該套組的一第三光學部件（繞射組件 25）配置用以在一第三方向上使該第二擴張光 38D 耦出以作為該耦合出光 38B。

【0049】 在本說明的上下文中，術語“方向”通常是指一光導件內的傳播的一平均方向，典型沿著該光導件的光學軸（正常長度）。換句話說，在一光導件板內通過全內反射（TIR）捕捉光線的過程或一般方法是沿著該光導件板前進，也就是，該光導件板的平面上的一擴張過程、該光導件板的基板中該傳播光射線的平面分量。

【0050】 該第一、第二以及第三方向是彼此不平行的。

【0051】 現在參考第 8D 圖，其顯示了第 8A 以及 8B 圖在角域（角空間）內的光線傳播的繞射方向的一示意圖。虛線箭頭及實線箭頭顯示兩個不同的示例波長。方向區域 1005 是參照第 7B 圖所述的人射角度。區域 1007 代表通過一系列數個部分反射表面 40 橫向擴張及反射之後的光射線（或簡稱射線）的方向。該些部分反射表面 40 轉移射線的方向到區域 1011。然而，從區域 1007 到區域 1011 的這個反射並不引入額外的分散，只映照圍繞鏡像方向（如點狀虛線 1008 所示）的傳播方向。該鏡像方向 1008 由該些部分反射表面 40 的傾斜度來決定。最後繞射元件 25 繞射該射線到區域 1013。當該射線以補償方式被繞射至一繞射組件 5 時，該輸出方向 1013 將不具有色散，但不需要重疊 1005。在此實施例中，色散已經被消除，但該耦合出光 38B 的輸出角度不需要及該耦合進光 38 的輸入角度相匹配。

【0052】 現在參考第 8C 圖，其顯示一反射-繞射示例的實施例的一概略圖。當前的圖及第 8A 及 8B 圖相似，除了入射光 38 通過一傾斜的稜鏡 7（代替繞射組件 5）被耦入光導件 10。當前實施例包括僅一個繞射元件（繞

射元件 25)，相較於包含兩個匹配繞射的元件（5 及 25）的第 8A 及 8B 圖的實施例而言，色散將會顯著。該色散（像差）可以通過使用一窄波帶的光源來降低。

【0053】 現在參考第 9A 及 9B 圖，其顯示一繞射-繞射-反射示例性實施例的一概略圖之相應側視圖及前視圖。該光導件 2010 是一 2D 光導件。在此實施例中，該套組的一第一光學部件是由一繞射組件 5A 來實現，其配置用以於一第一光導件內在一第一擴張方向（x 軸）上引導該耦合進光 38，藉此生成一第一擴張光 38C。該套組的一第二光學部件是由一繞射組件 370 來實現，其配置用以在一第二擴張方向（y 軸）上使該第一擴張光 38C 耦入一光導件 20，藉此生成一第二擴張光 38D。該套組的一第三光學部件是通過一系列的數個部分反射表面（刻面）45 來實現，較佳至少部分地以一個斜角相對於該光導件 20 的數個面橫穿過該光導件 20，其配置用以在一第三方向上使該第二擴張光 38D 耦出以作為該耦合出光 38B。

【0054】 現在參考第 9C 圖，其顯示第 9A 以及 9B 圖在角域（角空間）內的光線傳播的繞射方向的一示意圖。角向量也被顯示，1005 是進入方向，以及在該第一元件 5A 之後的方向是 1007。該繞射元件 370 具有相反的光功率，因此光線將從該光導件 2010 耦入該光導件 20，該光導件 20 具有相同的方向且沒有色散（與 1005 重疊）。該些刻面 45 反射不具有色散的該光線在較佳方向 1013 而無色散。一些色散可能被該反射組件引入，且殘餘的繞射可以補償這個部分。

【0055】 現在參考第 10A 及 10B 圖，顯示一繞射-反射示例性實施例的一概略圖之相應側視圖及前視圖。光導件 2011 是一 2D 光導件。該橫向

擴張是由該繞射組件製造，同時該垂直擴張是由該些反射刻面製造。耦入光導件 2011 的方法不被描述。該光線在該光導件 2011 內傳播，撞擊在該繞射表面（組件）35 上，並朝向光導件 20 繞射。該繞射組件 35 可以位在光導件 2011（在當前圖中，繪示於頂端）的任意表面。當該光線於該光導件 20 內傳播，該些刻面 45 將該光線耦出 38B，朝向眼睛 47。此配置不需要光導件 2011 及光導件 20 之間的偏振管理。該光線的被注入的偏振可以被導向以匹配該些刻面 45 所需要的偏振。

【0056】 現在參考第 11A 及 11B 圖，顯示一繞射-繞射-反射示例性實施例的一概略圖之相應側視圖及前視圖。一非繞射光學部件 501 配置用以引導光線進入光導件 2002 作為一耦合進光，如光線 38 所示。在本實施例中，一單一光導件 2002 被使用，且兩個繞射組件已被實現作為部分的光導件 2002。一第一繞射光學部件 502 配置用以於該一個光導件 2002 中在一第一擴張方向（x 軸）上引導該耦合進光 38，藉此生成一第一擴張光 38C。該第二繞射光學部件 50 配置用以在一第二擴張方向（y 軸）上使該第一擴張光 38C 在該光導件 2002 內擴張，藉此生成一第二擴張光 38D。該反射光學部件（一系列的數個刻面 45）配置用以在一第三方向上耦出該第二擴張光 38D 作為該耦合出光 38B。如上面實施例，該第一、第二以及第三方向是彼此不平行的。

【0057】 此實施例的一個特徵就是使用一個單一的、一維的光導件。通過非繞射組件 501 耦合到該光導件中，並且該光線被強繞射圖案 502 轉移。該光線在一維上被引導，並且因此沿著繞射組件 50 從左向右傳播時在另一維度上擴張。當該光線遇到繞射圖案 50 時，該光線也向下轉向。在

向下傳播的同時，該光線通過數個反射刻面 45（在第 11A 圖的側視圖中示出）反射向觀察者 47。此配置包括一單個光導件，不需要偏振管理（注入光導件的光的偏振可適用於該些反射刻面 45）。繞射圖案 502 及繞射圖案 50 的組合不會導致色散。

【0058】 現在參考第 11C 圖，顯示重疊的繞射-反射-繞射的示例性實施例的一前視圖的概略圖。由於不同的技術，可以將同一光導件上的該繞射元件及反射元件以重疊關係放置。在本圖中，繞射光柵組件 1110 於一第一方向上擴張一耦合進光 38 以製造一第一擴張光 38C。橫向孔徑擴張是通過重疊橫向來回耦合的光線的數個對角刻面 1114 來實現，使該光線在一第二方向 38D 上擴張，而不引入色差（chromatic aberration）。繞射圖案 1112 用於將該光線耦出該波導。

【0059】 現在參考第 12A 及 12B 圖，顯示一繞射-反射的示例性實施例的一概略圖的各個側視圖及前視圖。橫向擴張是基於一個一維光導件 2012（例如，參見魯姆斯有限公司的專利 US 7,643,214）。在第 12B 圖中，進入該光導件 2012 中的耦合是通過一高度反射（部分反射及反射大部分能量）一內部刻面 65 來執行，其將該耦合進光 38 的大部分反射到該光導件 2012 的右側及左側，而該耦合進光 38 的一部分穿過該內部刻面 65 進入該光導件 20。由於當前實施例僅包括一個繞射元件，所以與下面的第 12C 圖的實施例相比，色散將是顯著的。色散（像差）可以通過使用窄波帶光源來降低。

【0060】 現在參考第 12C 圖，其顯示一繞射-繞射-反射示例性實施例的一概略圖之前視圖。在此實施例中，該耦合進入一光導件 2013 是通過一

繞射組件 66 執行的，具有高效率，該繞射組件反射大部分的該耦合進光 38 到該光導件 2013 的右側及左側，同時一部分的該耦合進光 38 通過該繞射組件 66 進入該光導件 20。

【0061】 類似於第 9B 圖的描述，一第一擴張光 38C 被在第 12B 圖中的數個繞射組件 67 以及在第 12C 圖中的數個繞射組件 38 繞射，以在該光導件 20 內生成一第二擴張光 38D。

【0062】 如同該些示例性實施例可見，該些繞射組件一般可以位在該些光導件的任意側。如前面實施例，通過注入適當的偏振，不需要額外管理沿著該裝置的偏振。

【0063】 不同波長的光通過不同方向的繞射圖案偏轉。這種現象可以用於，例如通過近眼顯示器，通過為每個波長實施一單獨的光導件。一個典型的實施例是三個光導件，每個對應於紅 (R)，綠 (G) 及藍 (B) 色光的波長。單獨的繞射橫向孔徑擴張器 (每種顏色一個) 被組合成一個單一垂直反射孔徑擴張器。

【0064】 現在參考第 13A 及 13B 圖，其顯示具有單獨的繞射橫向擴張器的一繞射-繞射-反射示例性實施例的相應的側視及前視概略圖。本實施例是基於上述關於第 9A 及 9B 圖的實施例。第 9B 圖的光導件 2010 被一套組的數個光導件 103、102 以及 101 取代。該套組的每個光導件具有一第一繞射組件 (分別是 133R、133G、133B) 為了一特定波長而配置，在此例中，是紅、綠及藍波長。該套組的每個光導件具有一第二繞射組件 (分別是 134R、134G、134B) 匹配該第一繞射組件。該耦合進光 38 通過該第一繞射組件被注入。這些第一繞射組件的每一個是波長特定的，繞射該特定關

聯的光線波長，並且穿過其他光線波長。波長特定繞射進入每一個光導件內可能藉著在每個第一繞射組件（133R、133G、133B）之後加入一套組的二向色反射器（分別是 133R1、133G1、133B1）來改善。該二向色反射器可以數個塗佈或繞射反射器為基礎，因此不同波長被耦合到該不同相應的光導件（103、102 以及 101）。通過該第一繞射組件（133R、133G、133B）繞射的該光線波長擴張且橫向傳播於該相應的光導件（103、102 以及 101）內作為相應的第一擴張光（38CR、38CG、38CB）。每個光導件（103、102、101）具有一相應的第二繞射組件（134R、134G、134B），將該相應的第一擴張光（38CR、38CG、38CB）繞射向光導件 20。來自該些上光導件的光線穿過該些下光導件而具有最小扭曲，因為該些第二繞射組件（134G、134B）是波長選擇性的或對於其它波長具有低繞射效率的。在光導件 20 中，該系列的數個部分反射表面 45 將所有波長反射到眼睛 47。

【0065】 對當前實施例的另一種描述是，該對匹配繞射的第一 133R 及第二 134R 光學部件被增加 1) 一對匹配繞射的第三 133G 及第四 134G 光學部件，以及 2) 一對匹配繞射的第五 133B 及第六 134B 光學部件。匹配對的每個光學部件與其他匹配對的光學部件具有不同的繞射間距。該些匹配對的該些光學部件的每一個具有與其他匹配對的該光學部件不同的一繞射間距。該繞射間距使得該些匹配對的該些光學部件的每一個通過多個相似的角度偏轉—不同於其他匹配對的該光學部件的波長。—第一光導件 103 包括該一對匹配繞射的第一 133R 及第二 134R 光學部件。—第二光導件 102 包括該一對匹配繞射的第三 133G 及第四 134G 光學部件。—第三光導件 101 包括該一對匹配繞射的第五 133B 及第六 134B 光學部件。

【0066】 在當前配置中，一個光導件可以位於眼睛 47 的前方，並且可選地在該些光導件（103、102、101 及 20）之間沒有偏振管理。在這種配置中，該些光導件可以直接放置在彼此的頂部（典型地，在該些光導件之間使用氣隙以保持 TIR）。

【0067】 現在參考第 14A 及 14B 圖，其顯示一繞射-反射的示例性實施例的一概略圖的各個側視圖及前視圖。當前實施例與參考第 12A 及 12B 圖所描述的操作類似，光導件 2012 替換/增加（替換為三個光導件 160R、160G 及 160B）。光線 38 的耦入每個光導件（160R、160G、160B）是通過各自高度反射數個內部刻面/中心分裂反射鏡（165R、165G、165B）來進行的。在每個光導件（160R、160G、160B）中側向（橫向）擴張是繞射的，然後該第一擴張光 38C 被繞射/轉向到光導件 20 中以耦出到用戶的眼睛 47。

【0068】 現在參考第 14C 圖，顯示一繞射-繞射-反射的示例性實施例的一概略圖的前視圖。當前實施例與參考第 12C 圖所描述的操作類似，在每個第一繞射組組件（133R、133G、133B）之後用一套組的數個繞射組件（133R、133G、133B）及相聯結的二向色反射器（分別為 133R1、133G1、133B1）在各個光導件（159R、159G、159B）的中心替換/增強繞射組件 66。在該中心的繞射組件（133R、133G、133B）的任一側上，匹配繞射的數個元件（133R、133G、133B）被數個繞射元件（134R1、134R2、134G1、134G2、134B1、134B2）取代。

【0069】 現在參考第 15A、15B 以及 15C 圖，其顯示一反射-繞射-繞射的示例性實施例的概略圖的相應側視圖、前視圖及俯視圖。在當前實施例中，該反射孔徑擴張器位於該繞射擴張器之前。使用四個光導件：反

射組件 201 及三個繞射組件（205、206 及 207）。該反射組件 201 是一反射橫向擴張光導件。該反射光導件 201 可以是 1D 光導件（類似於第 4A 圖中的光導件 20）或一 2D 光導（類似於第 8C 圖中的光導件 10）。耦合到該反射光導件 201 中的光線包括該耦合進光 38 的所有波長，因此該反射光導件 201 可以包括一反射器（例如第 4A 圖中的反射表面 16，或一稜鏡（例如第 8C 圖中的傾斜稜鏡 7）。

【0070】 刻面 203（在第 15C 圖的俯視圖中示出）將被引導的光線向前轉移並且從光導件 201 轉移到數個光導件 205、206 及 207 中。光導件 205、206 及 207 中的每一個具有相應的耦入光柵（209R，209G，209B）。這些耦入光柵（209R、209G、209B）在每個光導件中具有不同的週期，因此不同的波長將通過每個耦入光柵耦合到每個相關聯的光導件。

【0071】 光線在該些光導件（205、206、207）內傳播，並且通過根據每個光導件內的波長設計的相應光柵（25R，25G，25B）朝向觀察者 47 耦出 38B，並且與相應的耦入光柵（209R，209G，209B）相匹配。

【0072】 一般而言，該反射光學部件（刻面 203）被配置為使該耦合進光 38 在第一光導件 201 內於第一擴展方向上擴張，藉此生成第一擴張光 38C。該第一 209R，第三 209G 及第四 209B 射線光學部件被配置用於耦合在各自的第一光導件 205，第二光導件 206 及第三光導件 207 中的該第一擴張光的各個波長。該第二 25R，第四 25G 及第六 25B 繞射光學部件被配置用於將各個光線於一第三方向上擴張且耦出，作為該耦合出光 38B。

【0073】 現在參考第 15D 圖，其顯示第 15A、15B 以及 15C 圖在角域（角空間）中傳播的光線的繞射方向的一示意圖。第 15A-C 圖所示的一

單個光導件的該角度方向的前視圖顯示於第 15D 圖。該光線以 1005 方向耦合，並且該反射鏡 203 將該射線轉向到方向 1007 而沒有分散。當繞射組件（光柵 25R、25G、25B 之一）具有相反的光功率時，該繞射耦合組件（209R、209G、209B 中的一個）向下轉向分散該射線，因此將該光線耦出（方向重疊 1007）而沒有分散。

【0074】 此配置具有強抗色散特性，以及因此可以使用減少數量的組件以及在窄域（角光譜），傳輸大於一個色頻（R、G、B）。例如，該三個光導件（205、206、207）可以使用一單一光導件來實現，或兩個色頻的結合可以在一單一光導件內實現（如{紅及綠、藍}或{紅、綠及藍}的套組）。

【0075】 注意到，上面所描述的例子、使用的數字以及舉例的計算是為了幫助此實施例的描述。無意的印刷錯誤，數學錯誤及/或簡化計算的使用不會損害本發明的實用性及基本優點。

【0076】 就所附申請專利範圍編寫沒有多重依附性而言，這只是為了因應不允許這種多重依附的司法管轄區的形式要求。注意到，通過使申請專利範圍成為多重依附而暗示的所有可能的特徵組合是被明確設想的，並且應該被認為是本發明的一部分。

【0077】 應該理解的是，以上描述僅用作示例，並且在所附申請專利範圍限定的本發明的範圍內的許多其他實施例是可能的。

【符號說明】

【0078】

1001	耦入元件 1001	1002	橫向擴張元件
1003	垂直擴張元件	1005、1007、1009	區域

2	基板	4	顯示源
6	準直光學件	7	傾斜稜鏡
8	第一反射表面	10	光導件
11	主射線	12	第二反射表面
14	觀察者	16、16a	第一反射表面
16b	反射表面	16R、16L	部分反射表面
18	準直顯示光射線		
18A、18B	光束	20	光導件
20a	第一 LOE	20a'	第一 LOE
20b	第二 LOE	20R、20L	基板
22、22b	選擇性反射表面	22a	部分反射表面
22R、22L	反射表面	24	眼睛
25	繞射圖案	26	後表面
26A	前表面	27	觀察者
28	初始方向		
29	膠合表面	30	另一方向
32、36	射線	34	刻面
35	繞射表面	38	入射光
38C	第一擴張光		
38CR、38CG、38CB	第一擴張光		
38D	第二擴張光	40	部分反射表面
41、42	射線	44	點
45	部分反射表面	46	反射表面
47	眼睛	50	第二繞射光學部件

65	內部刻面	66、67	繞射組件
90	原始光束	92	原始方向
94	另一部分	101、102、103	光導件
107	標準眼鏡框	112	手臂部分
114	驅動電子設備	116	電源供應器及數據界面
118	引線		
133R、133G、133B	第一繞射組件		
134R、134G、134B	第二繞射組件		
133R1、133G1、133B1	二向色反射器		
160R、160G、160B	光導件		
165R、165G、165B	中心分裂反射鏡		
159R、159G、159B	光導件		
134R1、134R2、134G1、134G2、134B1、134B2	繞射元件		
201	反射組件	203	刻面
205、206、207	繞射組件	25R、25G、25B	光柵
209R、209G、209B	耦合光柵		
5、5A、370	繞射組件		
501	非繞射光學部件		
502	第一繞射光學部件		
1011、1013	區域	1110	繞射光柵組件
1112	繞射刻面	1114	對角刻面
2000、2002、2010、2011	光導件		
2012	一維光導件	2013	光導件

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種光學孔徑擴張裝置，其包含：

- (a) 至少一光導件，該光導件包含一第一成對的外表面，用以通過內反射來引導光；
- (b) 一套組的三個光學部件，與該至少一光導件相聯結，該套組包括：
 - (i) 一對匹配繞射的第一光學部件及第二光學部件；以及
 - (ii) 一反射光學部件，包括一套組的刻面，該套組的刻面：
 - (1) 包括彼此平行的數個部份反射刻面；
 - (2) 位在該第一成對的外表面之間；及
 - (3) 相對於該第一對外表面是不平行的；以及
- (c) 該些光學部件相配合以將一耦合進光擴張成一耦合出光；
 - (i) 該耦合進光是耦入該至少一光導件之光線；以及
 - (ii) 該擴張是二維的；
- (d) 一對匹配繞射的第三光學部件及第四光學部件；以及
- (e) 一對匹配繞射的第五光學部件及第六光學部件。

【請求項2】 如申請專利範圍第1項所述的光學孔徑擴張裝置，其中

- (a) 該套組的一第一光學部件配置用以於一第一光導件內在一第一擴張方向上引導該耦合進光，藉此生成一第一擴張光；
- (b) 該套組的一第二光學部件配置用以在一第二擴張方向上使該第一擴張光耦入一第二光導件，藉此生成一第二擴張光；以及
- (c) 該套組的一第三光學部件配置用以在一第三方向上使該第二擴張光耦出以作為該耦合出光；
- (d) 其中該第一、第二以及第三方向是彼此不平行的。

【請求項3】 如申請專利範圍第1項所述的光學孔徑擴張裝置，另包括：

(a) 一非繞射光學部件，配置用以引導光線進入該至少一光導件，以作為該耦合進光；

(b) 其中該至少一光導件是一個光導件，包含：

(i) 該第一繞射光學部件，配置用以於該一個光導件內在一第一擴張方向上引導該耦合進光，藉此生成一第一擴張光；

(ii) 該第二繞射光學部件，配置用以在一第二擴張方向上擴張位於該一個光導件內之該第一擴張光，藉此生成一第二擴張光；以及

(iii) 該反射光學部件，配置用以在一第三方向上使該第二擴張光耦出以作為該耦合出光；

(iv) 其中該第一、第二以及第三方向是彼此不平行的。

【請求項4】 如申請專利範圍第1項所述的光學孔徑擴張裝置，其中該些匹配對的該些光學部件的每一個具有與其他匹配對的該光學部件不同的一繞射間距，該繞射間距使得該些匹配對的該些光學部件的每一個通過多個相似的角度偏轉一不同於其他匹配對的該光學部件的波長。

【請求項5】 如申請專利範圍第4項所述的光學孔徑擴張裝置，其中該波長是紅光波長、綠光波長以及藍光波長。

【請求項6】 如申請專利範圍第4項所述的光學孔徑擴張裝置，其中：

(a) 該至少一光導件的一第一光導件包括該一對匹配繞射的第一及第二光學部件；

(b) 該至少一光導件的一第二光導件包括該一對匹配繞射的第三及第四光學部件；以及

(c) 該至少一光導件的一第三光導件包括該一對匹配繞射的第五及第六光學部件。

【請求項7】 如申請專利範圍第6項所述的光學孔徑擴張裝置，其中：

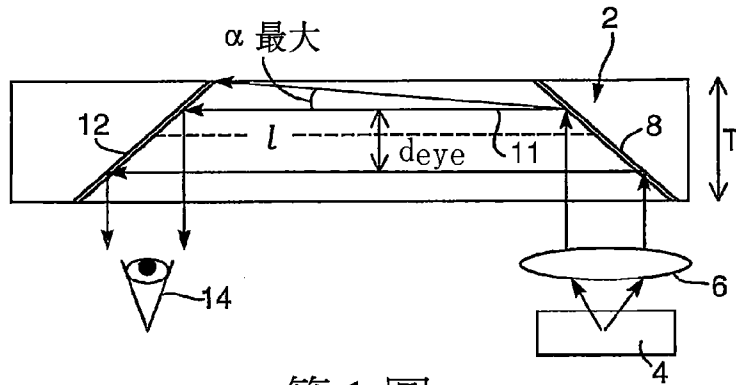
(a) 該反射光學部件配置用以於一第一光導件內在一第一擴張方向上擴張該耦合進光，藉此生成第一擴張光；

(b) 該第一、第三以及第四繞射光學部件配置用以在一第二擴張方向上擴張位在各自的第一、第二以及第三光導件內之該第一擴張光的各自的波長，藉此生成各自的第二擴張光；以及

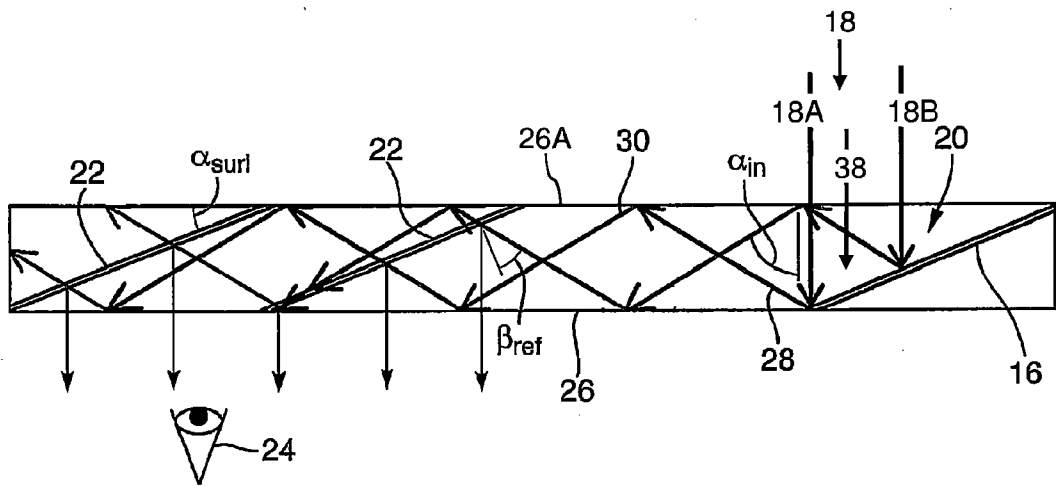
(c) 該第二、第四以及第六繞射光學部件配置用以在一第三方向上將該各自的第二擴張光耦出以作為該耦合出光；

(d) 其中該第一、第二以及第三方向是彼此不平行的。

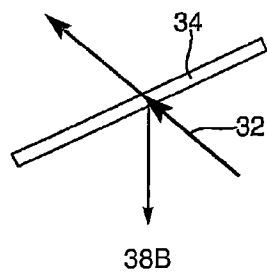
圖式



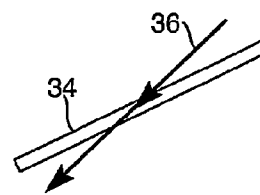
第 1 圖



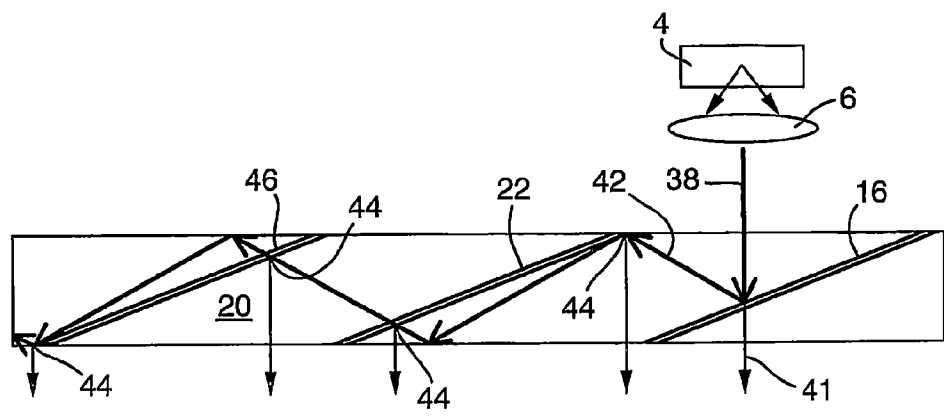
第 2 圖



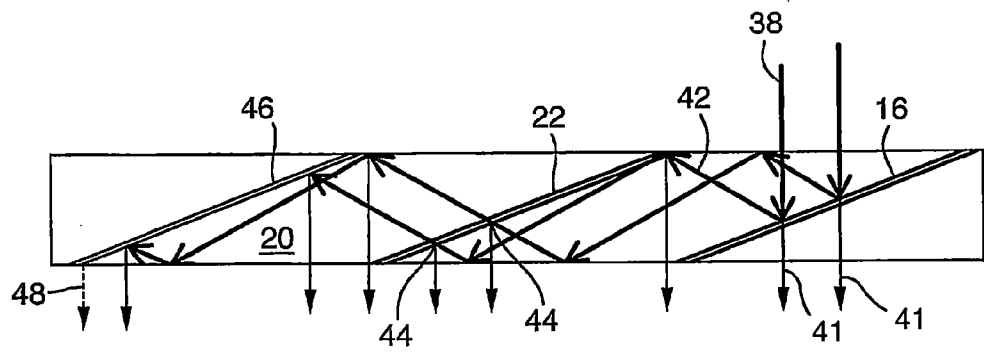
第 3A 圖



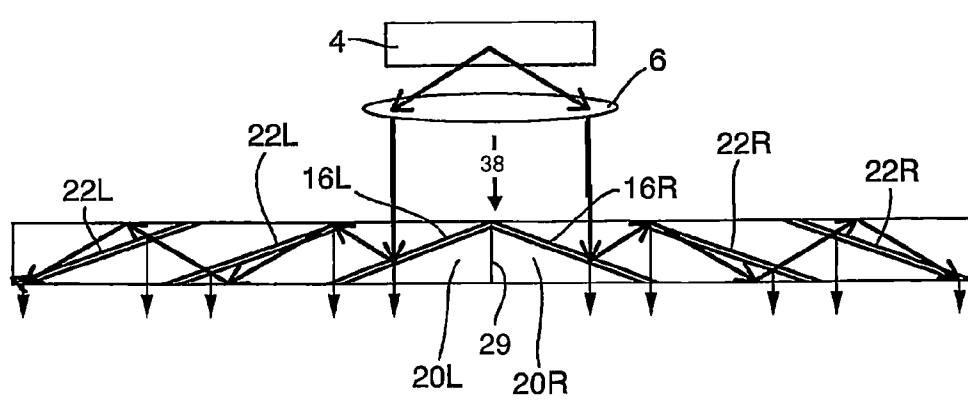
第 3B 圖



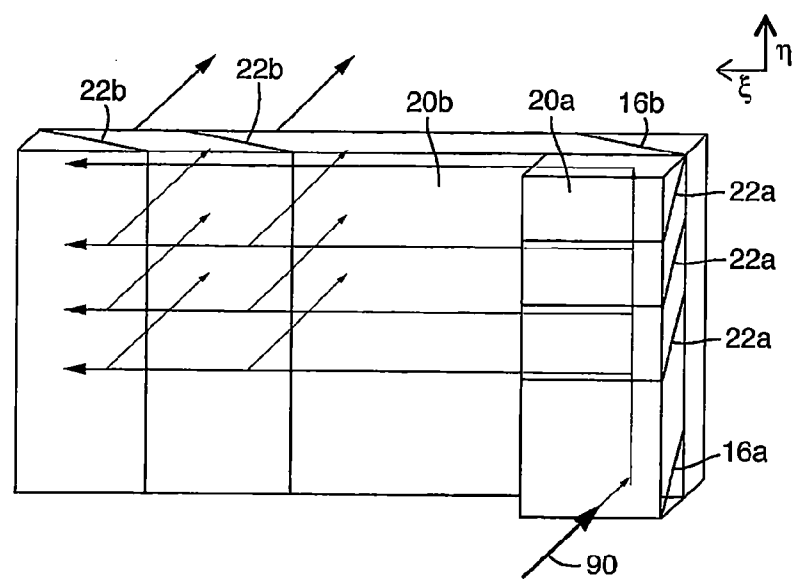
第4A圖



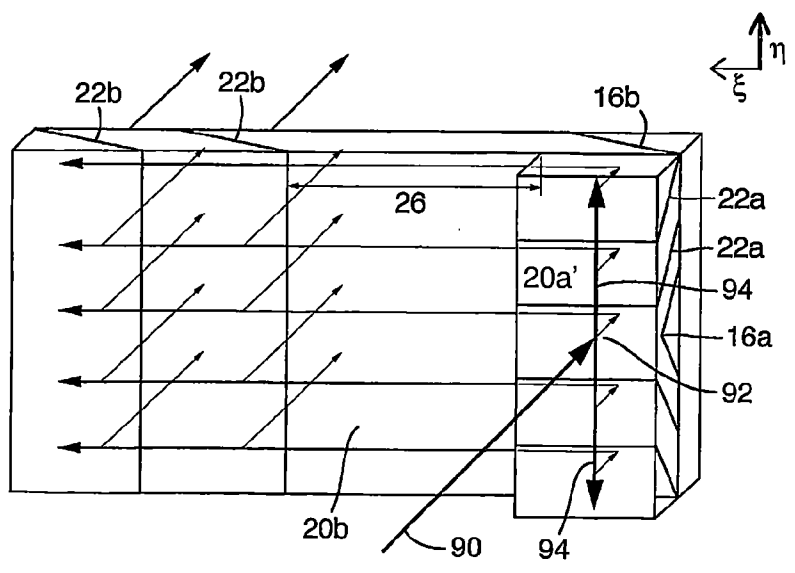
第4B圖



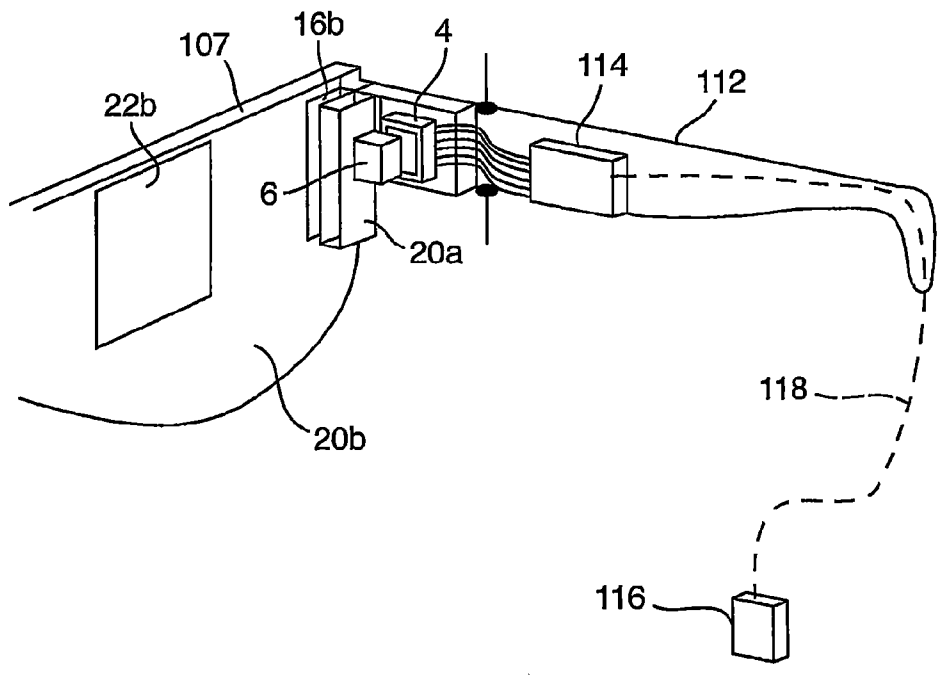
第4C圖



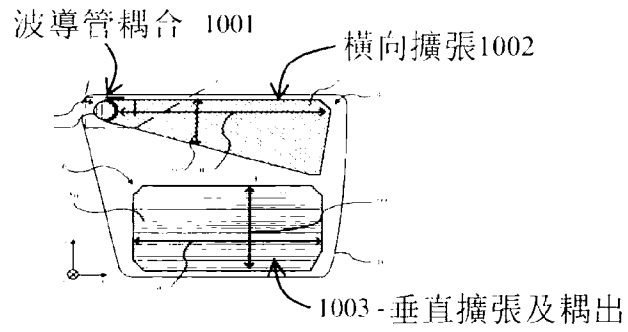
第 5A 圖



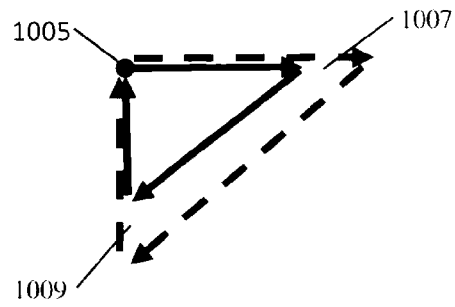
第 5B 圖



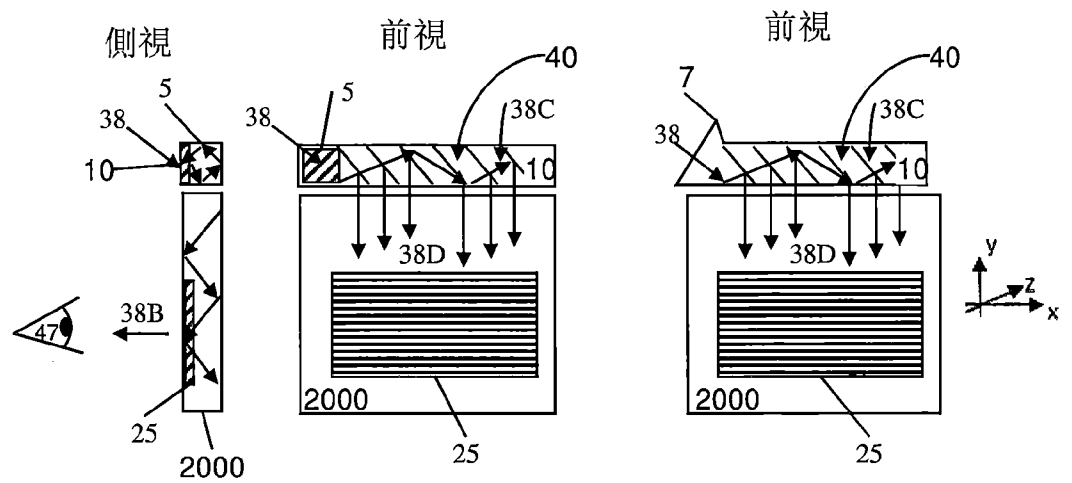
第 6 圖



第 7A 圖



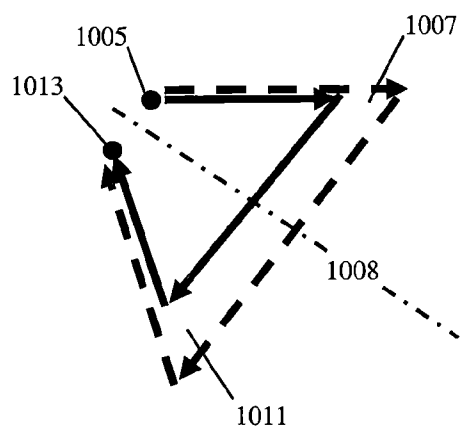
第 7B 圖



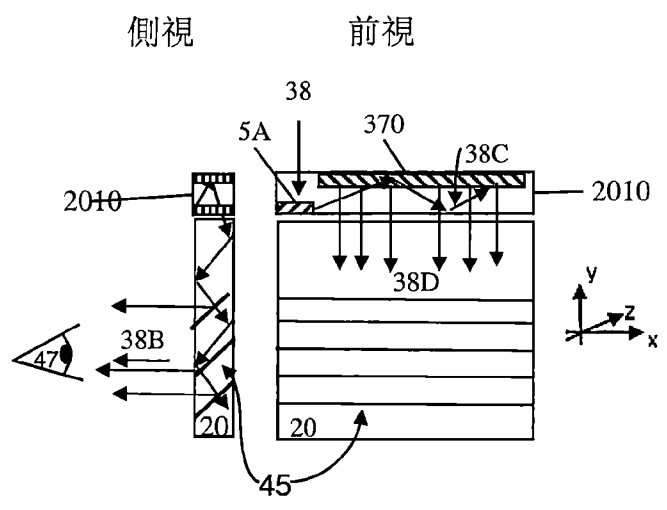
第 8A 圖

第 8B 圖

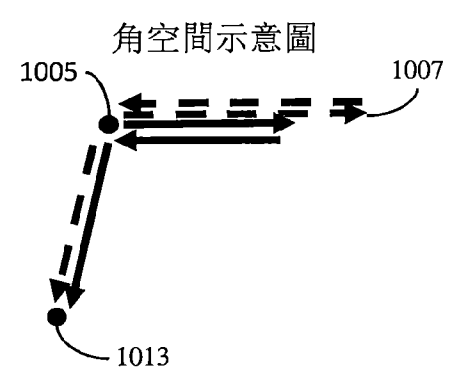
第 8C 圖



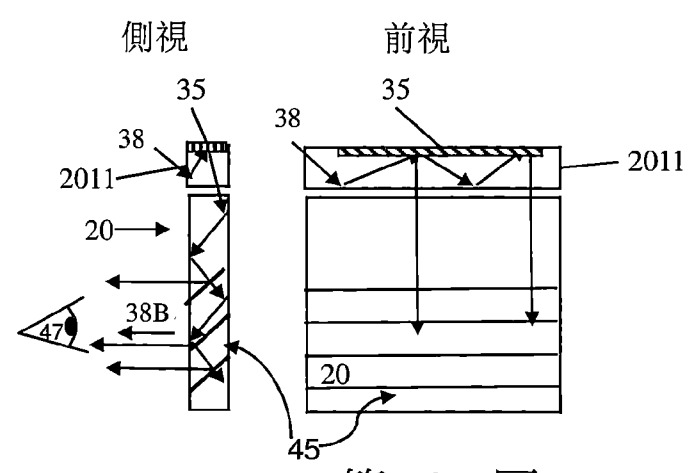
第 8D 圖



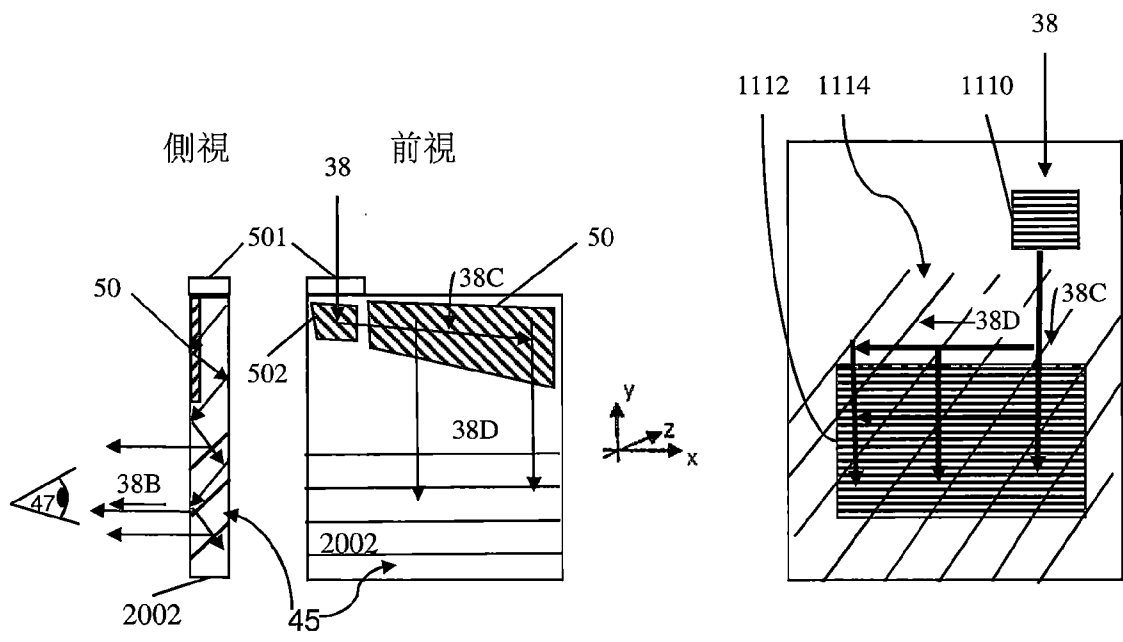
第9A圖 第9B圖



第9C圖

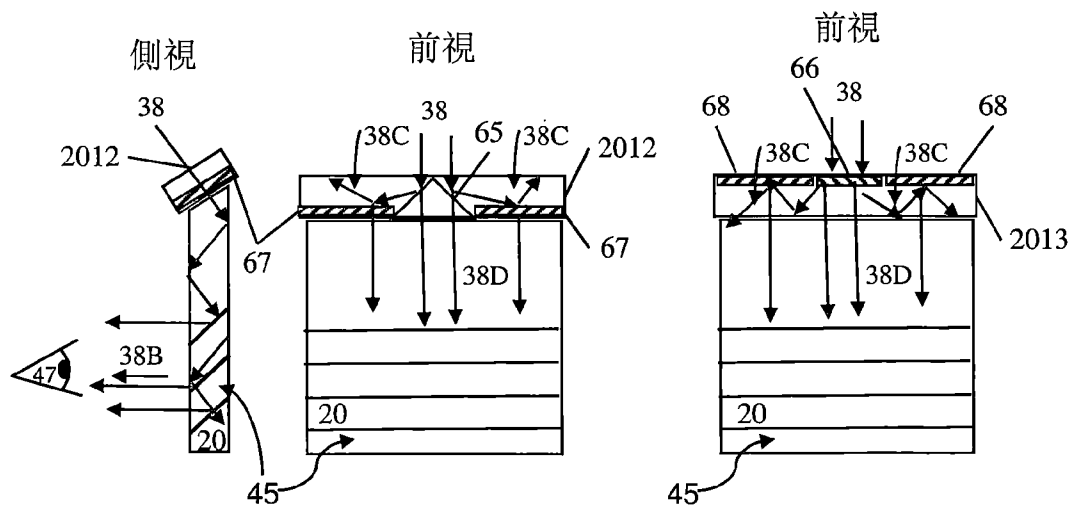


第10A圖 第10B圖



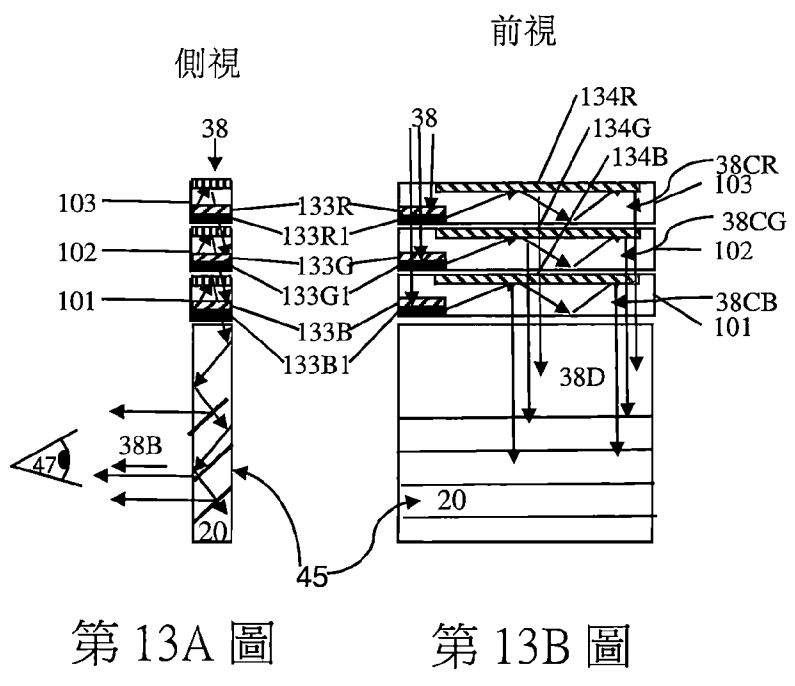
第 11A 圖 第 11B 圖

第 11C 圖



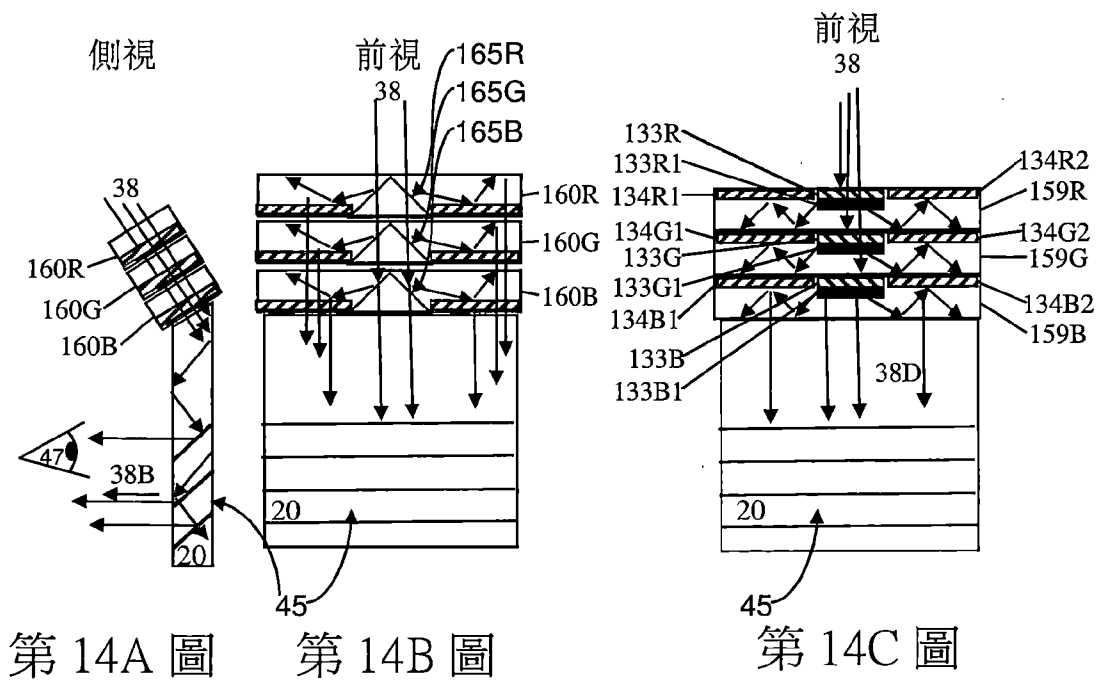
第 12A 圖 第 12B 圖

第 12C 圖



第 13A 圖

第 13B 圖



第 14A 圖

第 14B 圖

第 14C 圖

