



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 202331318 A

(43)公開日：中華民國 112 (2023) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：111141610

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 11 月 01 日

(51)Int. Cl.：

G02B6/10 (2006.01)**G02B6/42 (2006.01)****G02B27/01 (2006.01)****G03B21/20 (2006.01)****B60R1/00 (2022.01)**

(30)優先權：2021/12/07 芬蘭

20216248

(71)申請人：芬蘭商迪斯帕列斯有限公司 (芬蘭) DISPELIX OY (FI)

芬蘭

(72)發明人：拉朱寧 漢娜 LAJUNEN, HANNA (FI)；薩斯塔莫寧 托尼 SAASTAMOINEN, TONI (FI)

(74)代理人：洪武雄；陳昭誠

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：5 共 41 頁

(54)名稱

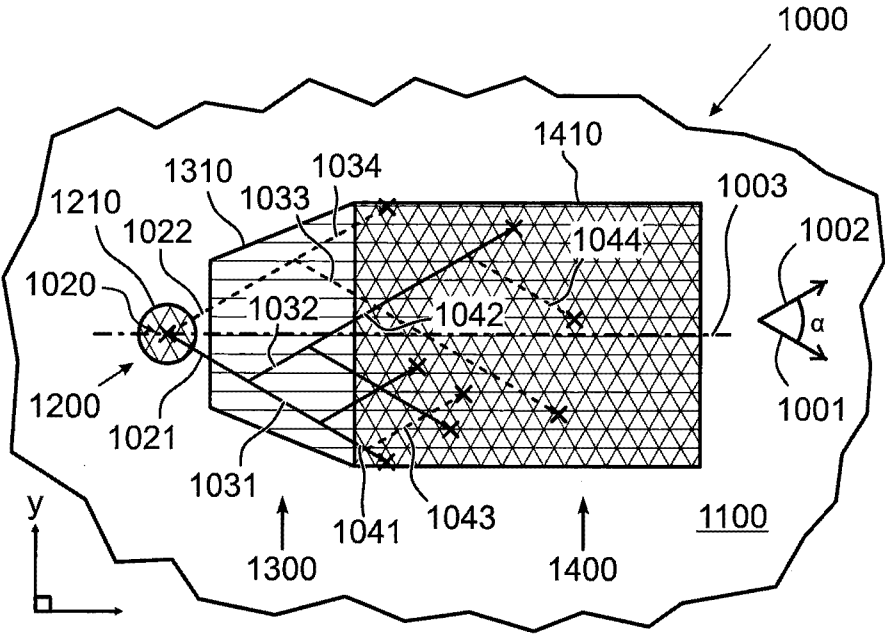
顯示結構、顯示裝置、及車輛

(57)摘要

本發明揭露一種顯示結構(1000)、顯示裝置、及車輛。該顯示結構(1000)包括：波導(1100)；輸入耦合結構(1200)，係配置為輸入耦合輸入耦合射束組(1021)；繞射出射光瞳擴展結構(1300)，配置為接收並繞射該輸入耦合射束組(1021)以形成第一引導射束組(1031)及第二引導射束組(1032)；以及繞射輸出耦合結構(1400)，配置為從該出射光瞳擴展結構(1300)接收第一繞射射束組(1041)和第二繞射射束組(1042)，並將來自該第一繞射射束組(1041)和來自該第二繞射射束組(1042)的光輸出耦合。

A display structure (1000), a display device, and a vehicle are disclosed. The display structure (1000) comprises a waveguide (1100); an in-coupling structure (1200) configured to in-couple a set of in-coupled beams (1021); a diffractive exit pupil expansion structure (1300) configured to receive and diffract the set of in-coupled beams (1021) to form a first set of guided beams (1031) and a second set of guided beams (1032); and a diffractive out-coupling structure (1400) configured to receive from the exit pupil expansion structure (1300) a first diffracted set of beams (1041) and a second diffracted set of beams (1042) and to out-couple light from the first diffracted set of beams (1041) and from the second diffracted set of beams (1042).

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

- α : 角度
- 1000: 顯示結構
- 1001: 第一光引導方向
- 1002: 第二光引導方向
- 1003: 橫向平面
- 1020: 輸入射束組
- 1021: 輸入耦合射束組
- 1022: 次級輸入耦合射束組
- 1031: 第一引導射束組
- 1032: 第二引導射束組
- 1033: 第一次級引導射束組
- 1034: 第二次級引導射束組
- 1041: 第一繞射射束組
- 1042: 第二繞射射束組
- 1043: 第一附加射束組
- 1044: 第二附加射束組
- 1100: 波導
- 1200: 輸入耦合結構
- 1210: 輸入耦合光柵
- 1300: 出射光瞳擴展結構、繞射出射光瞳擴展結構
- 1310: 出射光瞳擴展光柵
- 1400: 輸出耦合結構
- 1410: 輸出耦合光柵

【發明摘要】

【中文發明名稱】 顯示結構、顯示裝置、及車輛

【英文發明名稱】 DISPLAY STRUCTURE, DISPLAY DEVICE, AND
VEHICLE

【中文】

本發明揭露一種顯示結構(1000)、顯示裝置、及車輛。該顯示結構(1000)包括：波導(1100)；輸入耦合結構(1200)，係配置為輸入耦合輸入耦合射束組(1021)；繞射出射光瞳擴展結構(1300)，配置為接收並繞射該輸入耦合射束組(1021)以形成第一引導射束組(1031)及第二引導射束組(1032)；以及繞射輸出耦合結構(1400)，配置為從該出射光瞳擴展結構(1300)接收第一繞射射束組(1041)和第二繞射射束組(1042)，並將來自該第一繞射射束組(1041)和來自該第二繞射射束組(1042)的光輸出耦合。

【英文】

A display structure (1000), a display device, and a vehicle are disclosed. The display structure (1000) comprises a waveguide (1100); an in-coupling structure (1200) configured to in-couple a set of in-coupled beams (1021); a diffractive exit pupil expansion structure (1300) configured to receive and diffract the set of in-coupled beams (1021) to form a first set of guided beams (1031) and a second set of guided beams (1032); and a diffractive out-coupling structure (1400) configured to

receive from the exit pupil expansion structure (1300) a first diffracted set of beams (1041) and a second diffracted set of beams (1042) and to out-couple light from the first diffracted set of beams (1041) and from the second diffracted set of beams (1042).

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

α :角度

1000:顯示結構

1001:第一光引導方向

1002:第二光引導方向

1003:橫向平面

1020:輸入射束組

1021:輸入耦合射束組

1022:次級輸入耦合射束組

1031:第一引導射束組

1032:第二引導射束組

1033:第一次級引導射束組

1034:第二次級引導射束組

1041:第一繞射射束組

1042:第二繞射射束組

1043:第一附加射束組

1044:第二附加射束組

1100:波導

1200:輸入耦合結構

1210:輸入耦合光柵

1300:出射光瞳擴展結構、繞射出射光瞳擴展結構

1310:出射光瞳擴展光柵

1400:輸出耦合結構

1410:輸出耦合光柵

【特徵化學式】 無。

【發明說明書】

【中文發明名稱】 顯示結構、顯示裝置、及車輛

【英文發明名稱】 DISPLAY STRUCTURE, DISPLAY DEVICE, AND
VEHICLE

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種顯示裝置。特別是，本發明係關於一種基於波導的顯示結構、包括這種顯示結構的顯示裝置、及包括這種顯示裝置的車輛。

【先前技術】

【0002】 一般而言，小的形狀因數(form factor)對於各種便攜式顯示器和車輛顯示器而言是必不可少的。可以藉由利用基於波導的結構將來自這種顯示器的光學引擎的光引導至使用者的眼睛，來實現具有減小的形狀因數的顯示器。

【0003】 由於一般的光學引擎所產生的圖像相對較小，因此通常使用基於光瞳複製(pupil replication)的出射光瞳擴展(exit-pupil-expansion)方法，來增加傳統的基於波導的顯示器中的輸出圖像的尺寸。在傳統的出射光瞳擴展方法中，將光束耦合到波導中，從而使其通過例如繞射光柵(diffraction grating)或一系列分光器(beam splitter)的出射光瞳擴展結構朝向第一方向傳播，並且出射光瞳擴展結構形成朝向垂直於第一方向的第

二方向傳播的複數個光束。來自這種複數個光束的光接著耦合到波導外以形成輸出圖像。

【0004】儘管這種傳統方法已成功用於生成各種便攜式和車輛顯示器，但由一般的出射光瞳擴展結構所引起的光學損耗可能過高。藉由提高出射光瞳擴展結構反射或繞射輸入耦合光的效率，可以在某種程度上減少這種損失。然而，簡單提高出射光瞳擴展結構的效率可能導致輸出圖像中的亮度不均勻。

【0005】有鑑於此，可能需要開發與顯示裝置相關的新的解決方案。

【發明內容】

【0006】提供本發明內容以簡化的形式介紹一些挑選出的概念，這些概念將在下面的詳細描述中進一步說明。本發明內容並非旨在識別所要求保護的標的之關鍵特徵或基本特徵，也非旨在限制所要求保護的標的之範圍。

【0007】根據第一態樣，提供了一種顯示結構。該顯示結構包括：波導；輸入耦合結構，係配置為將輸入射束組耦合到該波導中作為輸入耦合射束組，該輸入耦合射束組與定義在與該波導相關聯的環形引導傳播領域內的 k 空間中的第一領域的輸入耦合 k 向量組相關聯；以及繞射出射光瞳擴展結構，配置為接收該輸入耦合射束組並繞射該輸入耦合射束組以形成第一引導射束組及第二引導射束組，該第一引導射束組及該第二引導射束組分別與分別位於該第一領域和與該第一領域不相交的第二領域的第一 k 向量組及第二 k 向量組相關聯。該顯示結構還包括繞射輸出耦合結構，配

置為從該出射光瞳擴展結構接收第一繞射射束組和第二繞射射束組，該第一繞射射束組和該第二繞射射束組分別與分別位於該第一領域和該第二領域的第一繞射 k 向量組和第二繞射 k 向量組相關聯，以及該輸出耦合結構配置為將來自該第一繞射射束組的光和來自該第二繞射射束組的光耦合到該波導外。

【0008】根據第二態樣，提供了一種包括根據第一態樣的顯示結構的顯示裝置。

【0009】根據第三態樣，提供了一種包括根據第二態樣的車輛顯示裝置的車輛。

【圖式簡單說明】

【0010】結合所附圖式閱讀以下詳細描述將能更好地理解本發明，其中：

圖 1 係表示顯示結構的局部正交俯視圖；

圖 2 係繪示說明顯示結構之操作原理的標準化 k 向量圖 2000；

圖 3 係繪示說明與顯示結構之操作相關的各種繞射事件的影響的複數個 k 向量圖；

圖 4 係表示顯示裝置；以及

圖 5 係繪示車輛。

【0011】除非有相反的特別說明，否則前述圖式中的任何圖式都可以不按比例繪製，所述圖式中的任何元件可以相對於所述圖式中的其他元件以不準確的比例繪製，以強調所述圖式的實施例的特定結構態樣。

【0012】此外，在前述圖式中任兩張圖式的實施例中的對應元件在所述兩張圖式中可能彼此不成比例，以強調所述兩張圖式的實施例的特定結構態樣。

【實施方式】

【0013】關於本實施方式中所討論的顯示結構和顯示裝置，應注意以下內容。

【0014】在本說明書中，「顯示裝置」可以是指用於圖像及/或資料的視覺呈現的可操作輸出裝置，例如，電子裝置。顯示裝置一般可以包括對圖像及/或資料的視覺呈現必要或有益的任何部件或元件，例如，電源單元；光學引擎；組合光學單元，例如基於波導的組合光學單元；眼睛跟踪單元；頭部跟踪單元；手勢感應單元；及/或深度映射單元(depth mapping unit)。顯示裝置可以實現為或者也可以不實現為透視顯示裝置及/或便攜式顯示裝置及/或車輛顯示裝置。

【0015】此處，「透視顯示裝置」或「透明顯示裝置」可以是指允許其使用者看到顯示裝置上顯示的圖像及/或資料且可透過顯示裝置看出去的顯示裝置。

【0016】此處，「便攜式顯示裝置」可以是指配置為易於攜帶及/或配置為攜帶及/或佩戴的顯示裝置。

【0017】此外，「車輛顯示裝置」可以是指配置為用於例如在車輛運作時在車輛中使用的顯示裝置。附加地或可替代地，車輛顯示裝置可以是指配置為呈現與車輛及/或其操作相關的圖像及/或資料的顯示裝置。一般

而言，車輛顯示裝置可以實現為或者也可以不實現為固定於車輛的車載顯示裝置。

【0018】在本揭露中，「顯示結構」可以是指可操作顯示裝置的至少一部分。附加地或可替代地，顯示結構可以是指適合在顯示裝置中使用的結構。

【0019】在本說明書中，「 k 向量」或「波向量」可以是指 k 空間中的向量。附加地或可替代地， k 向量可以表示具有特定傳播方向的光學射束，亦即，光的射線。一般而言，與在介質中傳播的光學射束相關的 k 向量可以具有由定義為 $k = n \frac{2\pi}{\lambda_0}$ 的(角)波數(wavenumber)所界定的大小(magnitude)，其中， n 為介質的折射率，並且 λ_0 為真空中光學射束的波長。從以上等式可以明顯看出，波長較短的光學射束具有更高大小的 k 向量。另外， k 向量可以指向其表示的光學射束的傳播方向。基於上述， k 向量(k)可以定義為 $k = k\hat{v}$ ，其中， k 為光學射束的波數，並且 $\hat{v}$ 為指向光學射束的傳播方向的單位向量。

【0020】此處，「 k 空間」或「角空間」可以是指一種架構，其中，空間的頻率空間分析用於將 k 向量與幾何點相關聯。附加地或可替代地， k 空間可以是指與波導相關聯的二維投影空間。在 k 空間中，光在波導中傳播時發生的任何繞射事件都可以表示為轉移(translation)。使用 k 空間體系，顯示結構的操作可以藉由所述顯示結構造成輸入 k 向量組在 k 空間中移動的方式來描述。

【0021】一般而言，在無界均勻介質(unbounded homogeneous medium)中，所有傳播方向都是允許的，並且給定波長的所有 k 向量的大

小都相同。因此，在無界均勻介質中給定波長的允許 k 向量在 k 空間中定義一空心球，其半徑由 k 向量的共同波數(common wavenumber)所界定。由於 k 向量的共同波數與介質的折射率成正比，因此空心球的半徑也與介質的折射率成正比。

【0022】然而，在沿著平面延伸的均勻波導中，給定波長的允許 k 向量通常由具有 k 向量的共同波數定義的半徑的立體盤(solid disk)來表示。這種表示可以視為先前描述的空心球在 k 空間中對應於波導延伸的平面的平面上的投影。立體盤的邊界內的每個點都對應於兩個允許 k 向量，其分量垂直於彼此相對的平面。例如，在沿著 x - y 平面延伸的均勻波導的情況下，具有波數 k 的 k 向量的面外分量 k_z 為 $k_z = \pm \sqrt{k^2 - k_x^2 - k_y^2}$ ，其中， k_x 和 k_y 分別為 k 向量的 x 和 y 分量的大小。與無界均勻介質的情況類似，立體盤的半徑與波導的折射率成正比。

【0023】一般而言，並非波導中允許的所有 k 向量都在波導中被引導。波導通常被折射率小於波導的介質包圍。一般而言，可以定義一個單獨的立體盤，來表示這種介質中允許的 k 向量。由於周圍介質的折射率小於波導的折射率，因此與周圍介質相關聯的立體盤的半徑小於與波導相關聯的立體盤的半徑。

【0024】一般而言， k 空間中的環形領域(annular domain)由這種較大立體盤中的這種較小立體盤的相對補數(complement)來定義，亦即，較大立體盤與較小立體盤的差異可以稱為與波導相關聯的「引導傳播領域」。

(guided propagation domain)」。具有位於波導的這種引導傳播領域內的面內分量的所有 k 向量可以以被引導的方式在所述波導中傳播。

【0025】如上所述，較小的立體盤表示波導周圍介質中允許的 k 向量。由於要耦合到波導中或耦合到波導外的光必須能夠在這種周圍介質中傳播，因此只有具有位於這種較小立體盤內的面內分量的 k 向量可以耦合到波導中或耦合到波導外。因此，表示波導周圍介質中允許的 k 向量的較小立體盤可以稱為與所述波導相關聯的「耦合領域(coupling domain)」。

【0026】基於上述，波導中允許的 k 向量可以使用二維 k 向量圖在 k 空間中繪示。此處，「 k 向量圖」可以是指 k 空間的描述，其中，在波導中傳播的光學射束的引導傳播角由與所述波導相關聯的環形引導傳播領域表示。附加地或可替代地， k 向量圖可以是指 k 空間的描述，其中，在波導中傳播的光學射束的非引導傳播角由與所述波導相關聯的耦合領域表示。

【0027】一般而言，引導傳播領域的外半徑可以與光的波長成反比，從而較低波長的光可以與較寬的引導傳播領域相關聯。儘管引導傳播領域的寬度可能會影響可以在波導中引導的 k 向量的範圍，但非分散波導(non-dispersive waveguide)通常仍然可能無法支持具有較低波長的較寬視場(field of view)。這可能是因為視場的角度範圍與波長成反比。有鑑於此， k 向量圖通常被標準化，使得與在真空中傳播相關聯的立體盤以單位半徑繪示，亦即，藉由將每個 k 向量除以其在真空中的波數(k_0)，亦即， $k_0 = \frac{2\pi}{\lambda_0}$ ，以對該圖進行標準化。

【0028】圖 1 係繪示根據一實施例的顯示結構 1000 的局部正交俯視圖，圖 2 係表示說明顯示結構 1000 之操作原理的標準化 k 向量圖 2000，

並且圖 3 係繪示進一步說明與顯示結構 1000 之操作相關的各種繞射事件的影響的複數個 k 向量圖 3000。在其他實施例中，顯示結構可以與圖 1 至圖 3 的實施例的顯示結構 1000 相同、相似或不同。

【0029】在圖 1 至圖 3 的實施例中，顯示結構 1000 包括波導 1100。在圖 1 中，波導 1100 係平行於圖式的平面延伸。

【0030】在本揭露中，「波導」可以是指光學波導。附加地或可替代地，波導可以是指二維波導(two-dimensional waveguide)，其中，可以沿著所述波導的厚度方向限制光。附加地或可替代地，波導可以是指二維波導，其中，光可以藉由全內反射而被限制於所述波導的相對面之間。

【0031】在圖 1 至圖 3 的實施例中，顯示結構 1000 包括輸入耦合結構 1200。

【0032】在本揭露中，「輸入耦合結構」可以是指配置為將輸入射束組(set of input beams)耦合到波導中以及在波導中引導傳播的結構。一般而言，輸入耦合結構可以包括：例如，一個或多個繞射光學元件，諸如繞射光柵；及/或一個或多個反射光學元件，諸如鏡子；及/或一個或多個折射光學元件，諸如稜鏡(prism)。

【0033】在圖 1 至圖 3 的實施例中，波導 1100 在整個可見光譜範圍內可以具有大約為 2 的折射率。在其他實施例中，波導可以具有任何合適的折射率和任何合適的分散特性。

【0034】波導 1100 可以由在整個可見光譜中折射率大約為 1 的空氣包圍。因此，光可以在相對的空氣-玻璃界面之間的波導 1100 內被引導。

在其他實施例中，光可以在波導內在任意合適的界面之間被引導，例如，空氣-玻璃界面。

【0035】如圖 1 中示意性繪示的，圖 1 至圖 3 的實施例的輸入耦合結構 1200 配置為將輸入射束組 1020 耦合到波導 1100 中作為輸入耦合射束組 1021。

【0036】此處，「輸入射束組」可以是指指向輸入耦合結構並且對應於輸入圖像的光學射束組。附加地或可替代地，輸入射束組可以是指從界定所述顯示結構的視場的立體角(solid angle)朝向顯示結構的輸入耦合結構傳播的光學射束組。附加地或可替代地，輸入射束組可以是指與位於與波導相關聯的耦合領域中的輸入 k 向量組相關聯的光學射束組。

【0037】此外，「輸入耦合射束組」可以是指藉由輸入耦合結構耦合到波導中的光學射束組。附加地或可替代地，輸入耦合射束組可以是指對應於圖像並且在波導內以引導的方式傳播的光學射束組。附加地或可替代地，輸入耦合射束組可以是指與位於與波導相關聯的引導傳播領域中的輸入耦合 k 向量組相關聯的光學射束組。

【0038】附加地或可替代地，輸入耦合射束組及/或輸入射束組可以對應於圖像的視場。該圖像可以包括例如要顯示給使用者的圖像。

【0039】圖 1 至圖 3 的實施例的輸入射束組 1020 和輸入耦合射束組 1021 分別與輸入 k 向量組 3020 和輸入耦合 k 向量組 3021 相關聯。

【0040】在圖 3 的複數個 k 向量圖 3000 中，輸入 k 向量組 3020 示意性地繪示為第一 k 向量圖 3100 中的一組點，輸入耦合 k 向量組 3021 示意性地繪示為第二 k 向量圖 3200 中的一組點，並且輸入射束組 1020 耦合到

波導 1100 中作為輸入耦合射束組 1021 示意性地表示為從第一 k 向量圖 3100 延伸到第二 k 向量圖 3200 的箭頭。

【0041】由圖 2 及圖 3 可清楚看到，輸入 k 向量組 3020 和輸入耦合 k 向量組 3021 分別位於輸入耦合領域 2100 和第一領域 2310 中。第一領域 2310 位於與波導 1100 相關聯的環形引導傳播領域 2001 中，而輸入耦合領域 2100 位於由引導傳播領域 2001 包圍的耦合領域 2002 中。

【0042】在圖 1 至圖 3 的實施例中，輸入耦合領域 2100 配置於耦合領域 2002 的中心。在其他實施例中，輸入耦合領域可以以任何合適的方式配置於耦合領域中，例如，位於中心或偏離中心。

【0043】此處，「第一領域」可以是指位於與波導相關聯的引導傳播領域內的 k 空間中的領域。附加地或可替代地，第一領域可以是指藉由輸入耦合結構耦合到波導中的輸入耦合 k 向量組所定義的 k 空間中的領域。此處，「由輸入耦合 k 向量組所定義的 k 空間中的領域」可以是指與波導相關聯的引導傳播領域內的最小非空連通開集(non-empty connected open set)，其包括代表所述輸入耦合 k 向量組的每個點。

【0044】在圖 1 至圖 3 的實施例中，顯示結構 1000 還包括繞射出射光瞳擴展結構 1300。

【0045】在本說明書中，結構為「繞射的」可以是指所述結構包括繞射光學元件。此處，「繞射光學元件」可以是指其操作是基於光的繞射的光學元件。一般而言，繞射光學元件可以包括具有至少一個可見光波長大小的維度的結構特徵，例如，至少一個維度小於一微米。繞射光學元件的一般示例包括繞射光柵，例如，一維和二維繞射光柵，其可以實現為單區

域繞射光柵(single-region diffraction grating)或多區域繞射光柵(multi-region diffraction grating)。繞射光柵通常可以至少實現為表面起伏光柵(surface relief diffraction grating)或體積全像繞射光柵(volume holographic diffraction grating)，並且其可以配置為用作透射型及/或反射型的繞射光柵。

【0046】此外，「出射光瞳擴展」或「EPE」可以是指以受控的方式在波導內分散光以擴展發生光輸出耦合的所述波導的部分的過程。一般而言，可以使用所謂的「光瞳複製」方案在基於波導的顯示結構中實現出射光瞳擴展，其中，在成像系統中形成複數個出射子光瞳。因此，「出射光瞳擴展結構」可以是指適合或配置為用於例如藉由光瞳複製進行出射光瞳擴展的結構。

【0047】如圖 1 中示意性繪示的，圖 1 至圖 3 的實施例的出射光瞳擴展結構 1300 配置為接收輸入耦合射束組 1021 並使輸入耦合射束組 1021 繞射，以形成第一引導射束組 1031 和第二引導射束組 1032。

【0048】當輸入耦合射束組及/或輸入射束組對應於圖像的視場時，第一引導射束組 1031 和第二引導射束組 1032 也可以對應於圖像的視場。因此，出射光瞳擴展結構 1300 可以產生圖像的整個視場的副本。因此，第一引導射束組 1031 和第二引導射束組 1032 可以包括圖像的整個視場的副本。

【0049】在圖 1 至圖 3 的實施例中，第一引導射束組 1031 與第一 k 向量組 3031 相關聯，並且第二引導射束組 1032 與第二 k 向量組 3032 相關聯。在圖 3 的複數個 k 向量圖 3000 中，第一 k 向量組 3031 和第二 k 向量

組 3032 繪示為第三 k 向量圖 3300 中的多組點，並且藉由出射光瞳擴展結構 1300 使輸入耦合射束組 1021 繞射以形成第一引導射束組 1031 和第二引導射束組 1032 示意性地表示為從第二 k 向量圖 3200 延伸到第三 k 向量圖 3300 的箭頭。如圖 2 及圖 3 所示，第一 k 向量組 3031 位於第一領域 2310，並且第二 k 向量組 3032 位於第二領域 2320，其中第二領域 2320 與第一領域 2310 不相交且配置於引導傳播領域 2001 中。

【0050】圖 1 至圖 3 的實施例的第一領域 2310 和第二領域 2320 相對於圖 2 的 k 向量圖 2000 中的 k_x/k_0 軸對稱地配置。在其他實施例中，第一領域和第二領域可以配置為或者也可以不配置為相對於經過與波導相關聯的 k 向量圖的原點延伸的線對稱。例如，在一些實施例中，第一領域和第二領域中的一個可以配置於距離與波導相關聯的 k 向量圖的原點第一徑向距離的位置，並且所述第一領域和所述第二領域中的另一個可以配置於距離所述原點第二徑向距離的位置，第二徑向距離不同於所述第一徑向距離，亦即，第二徑向距離大於或小於所述第一徑向距離。

【0051】圖 1 至圖 3 的實施例的顯示結構 1000 還包括繞射輸出耦合結構 1400。

【0052】在本揭露中，「輸出耦合結構」可以是指配置為將光耦合到波導外的結構。

【0053】如圖 1 中示意性繪示的，圖 1 至圖 3 的實施例的輸出耦合結構 1400 配置為從出射光瞳擴展結構 1300 接收第一繞射射束組 1041 和第二繞射射束組 1042。

【0054】在本說明書中，「第一繞射射束組」和「第二繞射射束組」可以是指輸出耦合結構要從出射光瞳擴展結構接收的射束組，其中，所述第一繞射射束組和所述第二繞射射束組可以分別與位於 k 空間中的第一領域的第一繞射 k 向量組和位於與所述第一領域不相交的第二領域中的第二 k 向量組相關聯。附加地或可替代地，「第一繞射射束組」可以是指射束組，其包括來自輸入耦合射束組的光及/或來自藉由輸入耦合結構耦合到波導中的次級輸入耦合射束組的光。

【0055】第一繞射射束組 1041 和第二繞射射束組 1042 分別與第一繞射 k 向量組 3041 和第二繞射 k 向量組 3042 相關聯。在圖 3 的複數個 k 向量圖 3000 中，第一繞射 k 向量組 3041 和第二繞射 k 向量組 3042 繪示為第四 k 向量圖 3400 中的多組點，並且第一繞射射束組 1041 和第二繞射射束組 1042 從出射光瞳擴展結構 1300 到輸出耦合結構 1400 的傳播示意性地表示為從第三 k 向量圖 3300 延伸到第四 k 向量圖 3400 的箭頭。如圖 2 及圖 3 所示，第一繞射 k 向量組 3041 位於第一領域 2310，並且第二繞射 k 向量組 3042 位於第二領域 2320。

【0056】在圖 1 至圖 3 的實施例中，輸出耦合結構 1400 進一步配置為將來自第一繞射射束組 1041 的光和來自第二繞射射束組 1042 的光耦合到波導 1100 外。一般而言，輸出耦合結構配置為將來自與位於 k 空間中的第一領域的第一 k 向量組相關聯的第一繞射射束組和來自與位於與所述第一領域不相交的第二領域的第二 k 向量組相關聯的第二繞射射束組的光輸出耦合，如此可以減少與出射光瞳擴展相關的光學損失。

【0057】在圖 3 的複數個 k 向量圖 3000 中，與藉由輸出耦合結構 1400 輸出耦合到波導 1100 外的光相對應的 k 向量示意性地繪示為第五 k 向量圖 3500 中的一組點，並且光的輸出耦合示意性地表示為從第四 k 向量圖 3400 延伸到第五 k 向量圖 3500 的箭頭。如圖 2 及圖 3 所示，與藉由輸出耦合結構 1400 輸出耦合到波導 1100 外的光相對應的 k 向量位於配置在耦合領域 2002 中的輸出耦合領域 2200。

【0058】在圖 1 至圖 3 的實施例中，輸出耦合領域 2200 配置在耦合領域 2002 的中央。在其他實施例中，輸出耦合領域可以以任何合適的方式配置於耦合領域中，例如，位於中心或偏離中心。在一些實施例中，輸出耦合領域可以與輸入耦合領域對齊。

【0059】在圖 2 的標準化 k 向量圖 2000 中，藉由出射光瞳擴展結構 1300 使輸入耦合射束組 1021 繞射表示為從第一領域 2310 延伸到第二領域 2320 的基本出射光瞳擴展光柵 k 向量(G^{EPE})。因此，出射光瞳擴展結構 1300 配置為藉由零階繞射來繞射輸入耦合射束組 1021 以形成第一引導射束組 1031，並藉由一階繞射(G^{EPE})來形成第二引導射束組 1032。一般而言，配置為藉由零階和一階繞射來繞射輸入耦合射束組以形成第一引導射束組和第二引導射束組的出射光瞳擴展結構可以進一步有利於減少與出射光瞳擴展相關的光學損失。

【0060】此處，「光柵 k 向量」可以是指 k 空間中的向量，其表示繞射光學元件對由 k 向量表示的光學射束的傳播方向的影響。附加地或可替代地，與繞射光學元件相關聯的光柵 k 向量可以是指 k 空間中的向量，其

可以添加到與光學射束相關聯的 k 向量的面內分量，以表示所述繞射光學元件對所述光學射束之傳播的影響。

【0061】一般而言，繞射光學元件可以用於將光學射束耦合到波導中及/或耦合到波導外，及/或用於改變所述光學射束在所述波導內的傳播方向。表示繞射光學元件影響的光柵 k 向量的大小和方向由所述繞射光學元件的特性決定。特別是，基本光柵向量可以與繞射光學元件的每個週期性方向相關聯，每個基本光柵向量的方向和大小由所述繞射光學元件在其相關週期性方向上的方向和間距來決定。繞射光學元件的高階光柵向量可以接著表示為繞射光學元件的基本光柵向量的整數線性組合。例如，假設繞射光學元件在第一方向上具有第一週期性並且在第二方向上具有第二週期性，則第一基本光柵向量 G_1 和第二基本光柵向量 G_2 可以與第一方向和第二方向相關聯，並且更高階的光柵向量，例如， G_1+G_2 、 G_1-G_2 、 $-2G_1$ 及 $3G_2$ ，可以基於基本光柵向量來界定。

【0062】在本說明書中，「 N 階繞射」，例如，一階繞射或二階繞射，可以是指正 N 階繞射及/或負 N 階繞射。附加地或可替代地，配置為「藉由 N 階繞射來繞射射束組」的結構可以是指所述結構配置為以可由光柵 k 向量 $\pm NG^f$ 表示的方式繞射所述射束組，其中， G^f 為所述結構的繞射光學元件的基本光柵 k 向量。

【0063】在其他實施例中，出射光瞳擴展結構可以配置為或者也可以不配置為藉由零階和一階繞射來繞射輸入耦合射束組，以形成第一引導射束組和第二引導射束組。例如，在一些實施例中，出射光瞳擴展結構可以配置為藉由零階繞射來繞射輸入耦合射束組以形成第一引導射束組，並且

藉由二階繞射來繞射輸入耦合射束組以形成第二引導射束組。在這樣的實施例中，所述出射光瞳擴展結構可以配置為藉由一階繞射來繞射所述輸入耦合射束組，以形成與位於與第一領域和第二領域中的每一個不相交的第三領域的第三 k 向量組相關聯的第三引導射束組。在一些這樣的實施例中，輸出耦合結構可以配置為從所述出射光瞳擴展結構接收與位於所述第三領域的第三繞射 k 向量組相關聯的第三繞射射束組，並且將來自所述第三繞射射束組的光耦合到波導外。

【0064】如圖 1 中示意性繪示的，圖 1 至圖 3 的實施例的出射光瞳擴展結構 1300 配置為藉由繞射第一引導射束組 1031 和第二引導射束組 1032 進一步增加繞射射束的數量。一般而言，配置為藉由繞射第一引導射束組和第二引導射束組進一步增加繞射射束的數量的出射光瞳擴展結構可以有助於減少整個輸出耦合結構的空間圖像亮度變化。在其他實施例中，出射光瞳擴展結構可以或者也可以不以這種方式配置。例如，在一些實施例中，出射光瞳擴展結構可以配置為藉由使繞射效率最小化到特定繞射階數 (diffraction order)，來抑制第二引導射束組的繞射。

【0065】在圖 1 至圖 3 的實施例中，出射光瞳擴展結構 1300 包括一維出射光瞳擴展光柵 1310，用於繞射輸入耦合射束組 1021 以形成第一引導射束組 1031 和第二引導射束組 1032。一般而言，包括一維出射光瞳擴展光柵的出射光瞳擴展結構可以有利於所述出射光瞳擴展結構的形成。附加地或可替代地，包括一維出射光瞳擴展光柵的出射光瞳擴展結構可以有利於將來自輸入耦合射束組的光導向特定的繞射階數，以減少與出射光瞳擴展相關的光學損失。

【0066】在其他實施例中，出射光瞳擴展結構可以包括或者也可以不包括一維出射光瞳擴展光柵。例如，在一些實施例中，出射光瞳擴展結構可以包括二維繞射出射光瞳擴展元件。在一些這樣的實施例中，所述出射光瞳擴展元件可以具有沿著用於繞射輸入耦合射束組以形成第一引導射束組和第二引導射束組的初級方向的初級週期性，以及沿著與初級方向不同的次級方向的次級週期性。在一些這樣的實施例中，所述次級週期性可以由防止所述出射光瞳擴展結構接收的光沿著所述次級方向發生繞射的間距來定義。

【0067】在圖 1 至圖 3 的實施例中，第一領域 2310 界定第一光引導方向 1001，第二領域 2320 界定第二光引導方向 1002，並且第一光引導方向 1001 與第二光引導方向 1002 之間的最小角度(α)大約為 60° 。一般而言，第一光引導方向與第二光引導方向之間的角度較小可以減少由光傳播經過或穿過輸出耦合結構所引起的光學損失，而第一光引導方向與第二光引導方向的角度較大可以有利於減小出射光瞳擴展結構的尺寸。在其他實施例中，第一光引導方向與第二光引導方向之間可以存在任何合適的最小角度，例如，大於或等於 45° 或 55° 及/或小於或等於 65° 或 75° 的最小角度。

【0068】此處，位於與波導相關聯的引導傳播領域內的 k 空間中的領域「界定光引導方向」可以是指，所述波導沿著平面橫向延伸，且所述領域包括特徵點，例如所述領域的質心，並限定沿著所述平面的所述光引導方向。

【0069】如圖 1 中示意性繪示的，圖 1 至圖 3 的實施例的輸出耦合結構 1400 配置為分別繞射第一繞射射束組 1041 和第二繞射射束組 1042 以形成第一附加射束組 1043 和第二附加射束組 1044。

【0070】第一附加射束組 1043 和第二附加射束組 1044 分別與第一附加 k 向量組 3043 和第二附加 k 向量組 3044 相關聯。在圖 3 的複數個 k 向量圖 3000 中，第一附加 k 向量組 3043 和第二附加 k 向量組 3044 在第四 k 向量圖 3400 中分別繪示為疊加於繪示第二繞射 k 向量組 3042 和第一繞射 k 向量組 3041 的多組點上的多組點。如圖 2 及圖 3 所示，第一附加 k 向量組 3043 位於第二領域 2320，並且第二附加 k 向量組 3044 位於第一領域 2310。

【0071】一般而言，輸出耦合結構配置為分別繞射第一繞射射束組及/或第二繞射射束組以形成第一附加射束組及/或第二附加射束組，其分別與分別位於第二領域及/或第一領域的第一附加 k 向量組及/或第二附加 k 向量組相關聯，如此可以有利於減少整個輸出耦合結構的空間圖像亮度變化。在其他實施例中，輸出耦合結構可以或者也可以不以這種方式配置。

【0072】在圖 1 至圖 3 的實施例中，輸出耦合結構 1400 包括二維輸出耦合光柵 1410，其具有將來自第一繞射射束組 1041 的光耦合到波導 1100 外的第一週期性、將來自第二繞射射束組 1042 的光耦合到波導 1100 外的第二週期性、以及用於形成第一附加射束組 1043 和第二附加射束組 1044 的第三週期性。

【0073】一般而言，輸出耦合結構包括二維輸出耦合光柵，其具有將來自第一繞射射束組的光耦合到波導外的第一週期性、將來自第二繞射射

束組的光耦合到所述波導外的第二週期性、以及用於形成第一附加射束組及/或第二附加射束組的第三週期性，如此可以以單面製造方法形成輸出耦合結構。

【0074】在其他實施例中，輸出耦合結構可以包括或者也可以不包括這種二維輸出耦合光柵。例如，在一些實施例中，其中輸出耦合結構配置為分別繞射第一繞射射束組及/或第二繞射射束組以形成第一附加射束組及/或第二附加射束組，所述輸出耦合結構可以包括至少兩個相互至少部分橫向重疊的繞射光學元件，用於將來自第一繞射射束組和來自第二繞射射束組的光耦合到波導外，並形成第一附加射束組及/或第二附加射束組。

【0075】在圖 2 的標準化 k 向量圖 2000 中，從波導 1100 輸出的第一繞射射束組 1041 的光的耦合表示為從第一領域 2310 延伸到輸出耦合領域 2200 的基本初級輸出耦合光柵 k 向量(G_1^{OC})。相似地，從波導 1100 輸出的第二繞射射束組 1042 的光的耦合表示為從第二領域 2320 延伸到輸出耦合領域 2200 的基本次級輸出耦合光柵 k 向量(G_2^{OC})。因此，輸出耦合結構 1400 配置為藉由一階繞射(G_1^{OC} , G_2^{OC})將來自第一繞射射束組 1041 的光和來自第二繞射射束組 1042 的光繞射到波導 1100 外。在其他實施例中，輸出耦合結構可以配置為或者也可以不配置為藉由一階繞射將來自第一繞射射束組的光及/或來自第二繞射射束組的光繞射到波導外。

【0076】此外，在圖 2 的標準化 k 向量圖 2000 中，形成第一附加射束組 1043 的第一繞射射束組 1041 的繞射表示為從第一領域 2310 延伸到第二領域 2320 的基本三級輸出耦合光柵 k 向量(G_3^{OC})。相應地，形成第二附加射束組 1044 的第二繞射射束組 1042 的繞射可以表示為 G_3^{OC} 的倒數，亦

即， $-G_3^{OC}$ ，其從第二領域 2320 延伸到第一領域 2310。如此，輸出耦合結構 1400 配置為藉由一階繞射(G_3^{OC} ， $-G_3^{OC}$)分別繞射第一繞射射束組 1041 和第二繞射射束組 1042 以形成第一附加射束組 1043 和第二附加射束組 1044。在其他實施例中，輸出耦合結構可以配置為或者也可以不配置為藉由一階繞射分別繞射第一繞射射束組和第二繞射射束組以形成第一附加射束組和第二附加射束組。

【0077】如圖 1 中藉由從輸入耦合結構 1200 經由出射光瞳擴展結構 1300 延伸到輸出耦合結構 1400 的直線實線箭頭示意性指示的，輸入耦合結構 1200 配置為將輸入射束組 1020 耦合到波導 1100 中，使得來自輸入耦合射束組 1021 的光被引導到輸出耦合結構 1400，而沒有受到非零階繞射。一般而言，以這種方式配置的輸入耦合結構可以進一步減少與出射光瞳擴展相關的光學損失。

【0078】在其他實施例中，輸入耦合結構可以配置為或者也可以不配置為將輸入射束組耦合到波導中，使得來自輸入耦合射束組的光被引導到輸出耦合結構，而沒有受到非零階繞射。例如，在一些實施例中，輸入耦合結構可以配置為將輸入射束組耦合到波導中，使得來自輸入耦合射束組的光被引導通過出射光瞳擴展結構，且其僅由非零階繞射引導。這種配置通常可以有助於減少整個輸出耦合結構的空間圖像亮度變化。

【0079】如圖 1 中藉由從輸入耦合結構 1200 延伸的虛線箭頭示意性指示的，圖 1 至圖 3 的實施例的輸入耦合結構 1200 可以配置為將輸入射束組 1020 耦合到波導 1100 中作為次級輸入耦合射束組 1022。

【0080】圖 1 至圖 3 的實施例的次級輸入耦合射束組 1022 可以與次級輸入耦合 k 向量組 3022 相關聯。在圖 3 的複數個 k 向量圖 3000 中，次級輸入耦合 k 向量組 3022 示意性地表示為第六 k 向量圖 3600 中的一組點，並且輸入射束組 1020 耦合到波導 1100 中作為次級輸入耦合射束組 1022 示意性地表示為從第一 k 向量圖 3100 延伸到第六 k 向量圖 3600 的虛線箭頭。如圖 2 及圖 3 所示，次級輸入耦合 k 向量組 3022 位於第二領域 2320 中。

【0081】在其他實施例中，輸入耦合結構可以配置為或者也可以不配置為將輸入射束組耦合到波導中作為與位於第二領域的次級輸入耦合 k 向量組相關聯的次級輸入耦合射束組。

【0082】一般而言，顯示結構及/或其任何部分可以配置為或者也可以不配置為以與來自輸入耦合射束組的光的傳播的控制方式相對應的方式，控制來自次級輸入耦合射束組的光的傳播。

【0083】例如，如圖 1 中使用虛線箭頭示意性地表示的，繞射出射光瞳擴展結構 1300 可以配置為接收次級輸入耦合射束組 1022 並繞射次級輸入耦合射束組 1022，以形成第一次級引導射束組 1033 和第二次級引導射束組 1034。

【0084】第一次級引導射束組 1033 和第二次級引導射束組 1034 可以分別與第一次級 k 向量組 3033 和第二次級 k 向量組 3034 相關聯。在圖 3 的複數個 k 向量圖 3000 中，第一次級 k 向量組 3033 和第二次級 k 向量組 3034 繪示為第七 k 向量圖 3700 中的多組點，並且出射光瞳擴展結構 1300 繞射次級輸入耦合射束組 1022 以形成第一次級引導射束組 1033 和第二次

級引導射束組 1034 示意性地表示為從第六 k 向量圖 3600 延伸到第七 k 向量圖 3700 的虛線箭頭。

【0085】一般而言，繞射出射光瞳擴展結構配置為從輸入耦合結構接收次級輸入耦合射束組並且繞射所述次級輸入耦合射束組以形成第一次級引導射束組和第二次級引導射束組，其分別與分別位於第一領域和第二領域的第一次級 k 向量組和第二次級 k 向量組相關聯，如此可以有利於減少整個輸出耦合結構的空間圖像亮度變化。

【0086】在其他實施例中，其中輸入耦合結構配置為將輸入射束組耦合到波導中作為與位於第二領域的次級輸入耦合 k 向量組相關聯的次級輸入耦合射束組，出射光瞳擴展結構可以配置為或者也可以不配置為接收所述次級輸入耦合射束組並且繞射所述次級輸入耦合射束組以形成第一次級引導射束組和第二次級引導射束組，其分別與分別位於第一領域和第二領域的第一次級 k 向量組和第二次級 k 向量組相關聯。

【0087】在圖 2 的標準化 k 向量圖 2000 中，出射光瞳擴展結構 1300 對次級輸入耦合射束組 1022 的繞射可以表示為 G^{EPE} 的倒數，亦即， $-G^{EPE}$ 。因此，出射光瞳擴展結構 1300 配置為藉由一階繞射($-G^{EPE}$)來繞射次級輸入耦合射束組 1022 以形成第一次級引導射束組 1033，並藉由零階繞射來繞射次級輸入耦合射束組 1022 以形成第二次級引導射束組 1034。在其他實施例中，出射光瞳擴展結構可以配置為或者也可以不配置為藉由一階繞射來繞射次級輸入耦合射束組以形成第一次級引導射束組，並藉由零階繞射來繞射次級輸入耦合射束組以形成第二次級引導射束組。

【0088】在圖 1 至圖 3 的實施例中，輸入耦合結構 1200 包括用於將輸入射束組 1020 耦合到波導 1100 中的輸入耦合光柵 1210。在其他實施例中，輸入耦合結構可以包括或者也可以不包括這種輸入耦合光柵。例如，在一些實施例中，輸入耦合結構可以包括一個或多個反射光學元件，例如鏡子，及/或一個或多個折射光學元件，例如稜鏡，以作為輸入耦合光柵的附加或替代。

【0089】圖 1 至圖 3 的實施例的輸入耦合光柵 1210 可以實施為二維光柵，其配置為將輸入射束組 1020 耦合到波導 1100 中作為輸入耦合射束組 1021 和次級輸入耦合射束組 1022。一般而言，輸入耦合結構包括用於將輸入射束組耦合到波導中作為輸入耦合射束組和次級輸入耦合射束組的二維輸入耦合光柵可以有助於減少整個輸出耦合結構的空間圖像亮度變化。在其他實施例中，其中輸入耦合結構配置為將輸入射束組耦合到波導中作為與位於第二領域的次級輸入耦合 k 向量組相關聯的次級輸入耦合射束組，所述輸入耦合結構可以包括或者也可以不包括二維輸入耦合光柵。例如，在一些實施例中，輸入耦合結構可以包括：第一輸入耦合元件，例如繞射、反射或折射光學元件，其用於將輸入射束組耦合到波導中作為輸入耦合射束組；以及第二輸入耦合元件，例如繞射、反射或折射光學元件，其用於將所述輸入射束組耦合到所述波導中作為次級輸入耦合射束組。在這樣的實施例中，所述第一輸入耦合元件和所述第二輸入耦合元件可以配置為或者也可以不配置為至少部分地彼此橫向重疊。

【0090】在圖 2 的標準化 k 向量圖 2000 中，將輸入射束組 1020 耦合到波導 1100 中作為輸入耦合射束組 1021 表示為從輸入耦合領域 2100 延

伸到第一領域 2310 的基本初級輸入耦合光柵 k 向量(G_1^{IC})，而將輸入射束組 1020 耦合到波導 1100 中作為次級輸入耦合射束組 1022 表示為從輸入耦合領域 2100 延伸到第二領域 2320 的基本次級輸入耦合光柵 k 向量(G_2^{IC})。因此，輸入耦合結構 1200 配置為藉由一階繞射(G_1^{IC} , G_2^{IC})來繞射輸入射束組 1020，以形成輸入耦合射束組 1021 和次級輸入耦合射束組 1022。在其他實施例中，輸入耦合結構可以配置為或者也可以不配置為藉由一階繞射來繞射輸入射束組，以形成輸入耦合射束組及/或次級輸入耦合射束組。

【0091】在圖 1 至圖 3 的實施例中，輸入耦合光柵 1210、出射光瞳擴展光柵 1310 和輸出耦合光柵 1410 相對於沿著波導 1100 的厚度方向延伸的虛擬橫向平面 1003 對稱地配置。在圖 1 中，橫向平面 1003 垂直於圖式的平面延伸。在其他實施例中，輸入耦合光柵、出射光瞳擴展光柵和輸出耦合光柵可以或者也可以不相對於沿著波導的厚度方向延伸的虛擬橫向平面對稱地配置。

【0092】顯示結構 1000 中的任何繞射光學元件(包括輸入耦合光柵 1210、出射光瞳擴展光柵 1310 和輸出耦合光柵 1410)可以至少部分地使用奈米壓印微影術(nanoimprint lithography)形成。在其他實施例中，可以使用任何合適的製造方法，例如奈米壓印微影術及/或電子射束微影術。

【0093】應當理解的是，上述第一態樣的實施例可以相互結合使用。許多實施例可以組合在一起以形成另外的實施例。

【0094】以上，主要討論了與顯示結構相關的特徵。在下文中，將更加強調與顯示裝置相關的態樣。上述關於實施方式、定義、細節和優點的內容比照適用於以下討論的顯示裝置。反之亦然。

【0095】圖 4 係繪示根據實施例的顯示裝置 4000。圖 4 的實施例可以根據參考或結合圖 1 至圖 3 中的任一個所公開的任何實施例。附加地或可替代地，儘管未在圖 4 中明確示出，但圖 4 的實施例或其任何部分通常可以包括圖 1 至圖 3 的實施例的任何特徵及/或元件。

【0096】在圖 4 的實施例中，顯示裝置 4000 實現為頭戴式透視顯示裝置，更具體地，實現為包括透視顯示器的眼鏡。在其他實施例中，顯示裝置可以以任何合適的方式實現，例如作為便攜式顯示裝置及/或作為車輛顯示裝置，其可以進一步實現為或者也可以不進一步實現為透視顯示裝置。在一些實施例中，顯示裝置可以具體實現為頭戴式顯示裝置。

【0097】此處，「頭戴式顯示裝置」可以是指配置為佩戴在頭上、作為一件頭飾的一部分及/或在眼睛上或眼睛上方的便攜式顯示裝置。一般而言，頭戴式顯示裝置可以實現為也可以不實現為透視顯示裝置及/或車輛顯示裝置。

【0098】在圖 4 的實施例中，顯示裝置 4000 包括框架 4100 和由框架 4100 支撐的根據第一態樣的顯示結構 4200。顯示結構 4200 包括波導 4210、輸入耦合結構 4220、出射光瞳擴展結構 4230 和輸出耦合結構 4240。在其他實施例中，顯示裝置可以包括或者也可以不包括用於支撐顯示結構的框架。

【0099】如圖 4 所示，顯示裝置 4000 還包括光學引擎 4250，其配置為將要耦合到波導 4210 中的光 4251 引導到輸入耦合結構 4220。在其他實施例中，顯示裝置可以包括或者也可以不包括這種光學引擎。

【0100】圖 5 示意性地繪示根據一實施例的車輛 5000。在圖 5 的實施例中，車輛 5000 實現為汽車。在其他實施例中，車輛可以實現為或者也可以不實現為汽車。例如，在一些實施例中，車輛可以實現為機動車輛，例如汽車、卡車、摩托車或公共巴士；有軌道的車輛，例如火車或電車；一台重型機械，例如拖拉機或收割機；船隻，例如輪船或小船；航空器，例如飛機或直升機；或飛行器，例如太空艙或太空飛機。

【0101】在圖 5 的實施例中，車輛 5000 包括根據第二態樣的車輛顯示裝置 5100。儘管未在圖 5 中明確示出，但圖 5 的實施例或其任何部分通常可以包括參考或結合圖 1 至圖 4 中的任一個所揭露的任何特徵及/或元件。

【0102】圖 5 的實施例的車輛顯示裝置 5100 包括根據第一態樣的顯示結構 5110 和光學引擎 5120。顯示結構 5110 包括波導 5111、輸入耦合結構 5112、出射光瞳擴展結構 5113 和輸出耦合結構 5114。在其他實施例中，車輛顯示裝置可以包括或者也可以不包括光學引擎。

【0103】圖 5 的實施例的車輛顯示裝置 5100 實現為抬頭顯示裝置(head-up display device)。在其他實施例中，顯示裝置可以實現為或者也可以不實現為抬頭顯示裝置。

【0104】在本文中，「抬頭顯示裝置」可以是指配置為向車輛的駕駛者(例如，駕駛員或飛行員)呈現圖像及/或資料，而不需要所述駕駛者將視線從其通常的視點移開的透視車輛顯示裝置。一般而言，抬頭顯示裝置可以實現為或者也可以不實現為車載顯示裝置。

【0105】在圖 5 的實施例中，車輛 5000 還包括層疊窗 5200，波導 5111 在窗 5200 內延伸。在其他實施例中，一個或多個波導可以以任何合適的方

式配置。在一些實施例中，波導可以在諸如擋風玻璃的層疊窗內延伸。在一些實施例中，車輛可以包括車輛顯示裝置，該車輛顯示裝置包括配置在距離窗一定距離處的波導。

【0106】對於所屬技術領域中具有通常知識者而言顯而易見的是，隨著技術的進步，本發明的基本思想可以以多種方式實現。因此，本發明及其實施例不限於上述示例，而是可以在申請專利範圍的範疇內變化。

【0107】應當理解的是，上述任何益處和優點可以與一個實施例有關，或者也可以與許多實施例有關。實施例並不限於解決任何或所有所述問題的實施例或具有任何或所有所述益處和優點的實施例。

【0108】術語「包括」在本說明書中用於表示包含其後的特徵或動作，但不排除還有一個或多個附加的特徵或動作的存在。應當進一步理解的是，提及「一個(an)」項目是指那些項目中的一個或多個。

【符號說明】

【0109】

α :角度

G_1^{IC} :初級輸入耦合光柵 k 向量

G_2^{IC} :次級輸入耦合光柵 k 向量

G^{EPE} :出射光瞳擴展光柵 k 向量

$-G^{EPE}$: G^{EPE} 的倒數

G_1^{OC} :初級輸出耦合光柵 k 向量

G_2^{OC} :次級輸出耦合光柵 k 向量

G_3^{OC} :三級輸出耦合光柵 k 向量

$-G_3^{OC}$: G_3^{OC} 的倒數

1000:顯示結構

1001:第一光引導方向

1002:第二光引導方向

1003:橫向平面

1020:輸入射束組

1021:輸入耦合射束組

1022:次級輸入耦合射束組

1031:第一引導射束組

1032:第二引導射束組

1033:第一次級引導射束組

1034:第二次級引導射束組

1041:第一繞射射束組

1042:第二繞射射束組

1043:第一附加射束組

1044:第二附加射束組

1100:波導

1200:輸入耦合結構

1210:輸入耦合光柵

1300:出射光瞳擴展結構、繞射出射光瞳擴展結構

1310:出射光瞳擴展光柵

1400:輸出耦合結構
1410:輸出耦合光柵
2000:k 向量圖
2001:引導傳播領域
2002:耦合領域
2100:輸入耦合領域
2200:輸出耦合領域
2310:第一領域
2320:第二領域
3000:複數個 k 向量圖
3020:輸入 k 向量組
3021:輸入耦合 k 向量組
3022:次級輸入耦合 k 向量組
3031:第一 k 向量組
3032:第二 k 向量組
3033:第一次級 k 向量組
3034:第二次級 k 向量組
3041:第一繞射 k 向量組
3042:第二繞射 k 向量組
3043:第一附加 k 向量組
3044:第二附加 k 向量組
3100:第一 k 向量圖

3200:第二 k 向量圖

3300:第三 k 向量圖

3400:第四 k 向量圖

3500:第五 k 向量圖

3600:第六 k 向量圖

3700:第七 k 向量圖

4000:顯示裝置

4100:框架

4200:顯示結構

4210:波導

4220:輸入耦合結構

4230:出射光瞳擴展結構

4240:輸出耦合結構

4250:光學引擎

4251:光

5000:車輛

5100:車輛顯示裝置

5110:顯示結構

5111:波導

5112:輸入耦合結構

5113:出射光瞳擴展結構

5114:輸出耦合結構

5120:光學引擎

5200:窗

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種顯示結構(1000)，係包括：

波導(1100)；

輸入耦合結構(1200)，係配置為將輸入射束組(1020)耦合到該波導(1100)中作為輸入耦合射束組(1021)，該輸入耦合射束組(1021)與定義在與該波導(1100)相關聯的環形引導傳播領域(2001)內的 k 空間中的第一領域(2310)的輸入耦合 k 向量組(3021)相關聯；以及

繞射出射光瞳擴展結構(1300)，係配置為接收該輸入耦合射束組(1021)並繞射該輸入耦合射束組(1021)以形成第一引導射束組(1031)及第二引導射束組(1032)，該第一引導射束組(1031)及該第二引導射束組(1032)分別與分別位於該第一領域(2310)和與該第一領域(2310)不相交的第二領域(2320)的第一 k 向量組(3031)及第二 k 向量組(3032)相關聯；

其中，該顯示結構(1000)進一步包括繞射輸出耦合結構(1400)，係配置為從該出射光瞳擴展結構(1300)接收第一繞射射束組(1041)和第二繞射射束組(1042)，該第一繞射射束組(1041)和該第二繞射射束組(1042)分別與分別位於該第一領域(2310)和該第二領域(2320)的第一繞射 k 向量組(3041)和第二繞射 k 向量組(3042)相關聯；以及

該輸出耦合結構(1400)，係配置為將來自該第一繞射射束組(1041)的光和來自該第二繞射射束組(1042)的光耦合到該波導(1100)外。

【請求項2】 如請求項 1 所述之顯示結構(1000)，其中，該出射光瞳擴展結構(1300)配置為藉由零階和一階繞射來繞射該輸入耦合射束組(1021)，以形成該第一引導射束組(1031)和該第二引導射束組(1032)。

【請求項3】如請求項 1 或 2 所述之顯示結構(1000)，其中，該出射光瞳擴展結構(1300)配置為藉由繞射該第一引導射束組(1031)和該第二引導射束組(1032)以進一步增加繞射射束的數量。

【請求項4】如請求項 1 至 3 中任一項所述之顯示結構(1000)，其中，該出射光瞳擴展結構(1300)包括一維出射光瞳擴展光柵(1310)，用於繞射該輸入耦合射束組(1021)以形成該第一引導射束組(1031)和該第二引導射束組(1032)。

【請求項5】如請求項 1 至 4 中任一項所述之顯示結構(1000)，其中，該第一領域(2310)定義第一光引導方向(1001)，該第二領域(2320)定義第二光引導方向(1002)，並且該第一光引導方向(1001)與該第二光引導方向(1002)之間的最小角度 α 係大於或等於 45° 或 55° 及/或小於或等於 65° 或 75° 。

【請求項6】如請求項 1 至 5 中任一項所述之顯示結構(1000)，其中，該輸出耦合結構(1400)進一步配置為分別繞射該第一繞射射束組(1041)及/或該第二繞射射束組(1042)以形成第一附加射束組(1043)及/或第二附加射束組(1044)，該第一附加射束組(1043)及/或該第二附加射束組(1044)分別與分別位於該第二領域(2320)及/或該第一領域(2310)的第一附加 k 向量組(3043)及/或第二附加 k 向量組(3044)相關聯。

【請求項7】如請求項 6 所述之顯示結構(1000)，其中，該輸出耦合結構(1400)包括二維輸出耦合光柵(1410)，該二維輸出耦合光柵(1410)具有將來自該第一繞射射束組(1041)的光耦合到該波導(1100)外的第一週期性、將來自該第二繞射射束組(1042)的光耦合到該波導(1100)外的第二週期

性、以及用於形成該第一附加射束組(1043)及/或該第二附加射束組(1044)的第三週期性。

【請求項8】如請求項 1 至 7 中任一項所述之顯示結構(1000)，其中，該輸入耦合結構(1200)配置為將該輸入射束組(1020)耦合到該波導(1100)中，使得來自該輸入耦合射束組(1021)的光被引導到該輸出耦合結構(1400)，而沒有受到非零階繞射。

【請求項9】如請求項 1 至 8 中任一項所述之顯示結構(1000)，其中，該輸入耦合結構(1200)進一步配置為將該輸入射束組(1020)耦合到該波導(1100)中，作為與位於該第二領域(2320)的次級輸入耦合 k 向量組(3022)相關聯的次級輸入耦合射束組(1022)，以及

該出射光瞳擴展結構(1300)配置為接收該次級輸入耦合射束組(1022)並繞射該次級輸入耦合射束組(1022)以形成第一次級引導射束組(1033)和第二次級引導射束組(1034)，該第一次級引導射束組(1033)和該第二次級引導射束組(1034)分別與分別位於該第一領域(2310)和該第二領域(2320)的第一次級 k 向量組(3033)和第二次級 k 向量組(3034)相關聯。

【請求項10】如請求項 9 所述之顯示結構(1000)，其中，該輸入耦合結構(1200)包括二維輸入耦合光柵(1210)，用於將該輸入射束組(1020)耦合到該波導(1100)中，作為該輸入耦合射束組(1021)及該次級輸入耦合射束組(1022)。

【請求項11】一種顯示裝置(4000)，包括如請求項 1 至 10 中任一項所述之顯示結構(1000)。

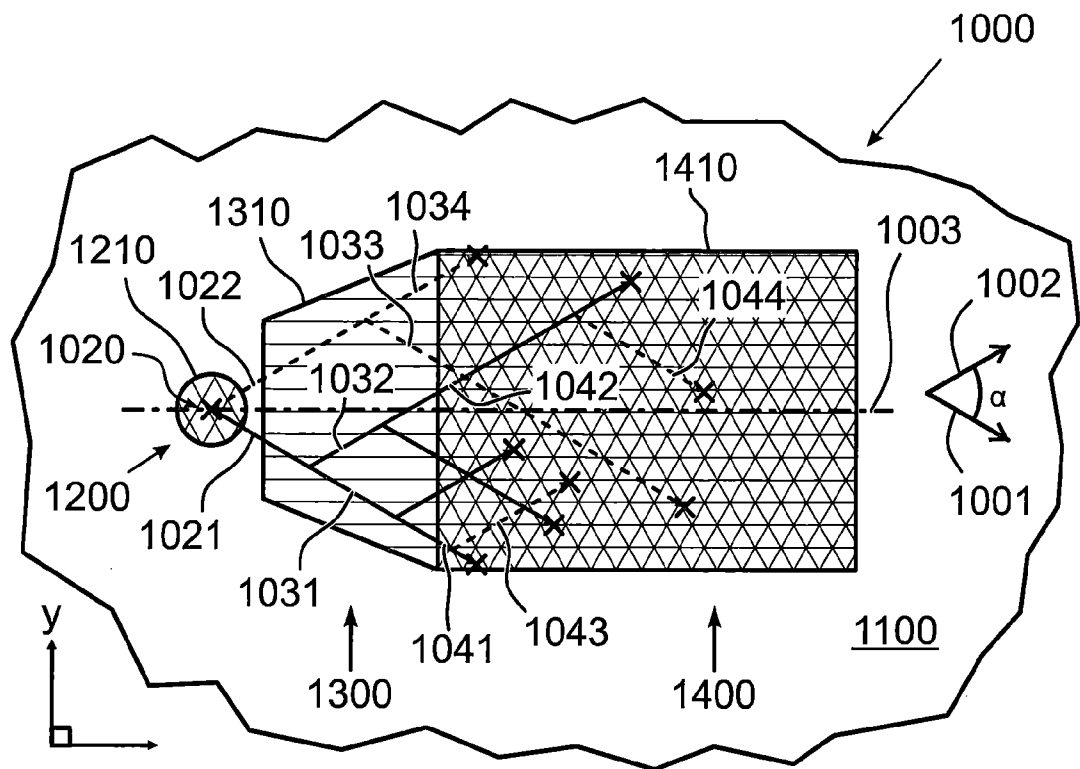
【請求項12】 如請求項 11 所述之顯示裝置(4000)，係實現為透視顯示裝置。

【請求項13】 如請求項 11 或 12 所述之顯示裝置(4000)，係實現為便攜式顯示裝置。

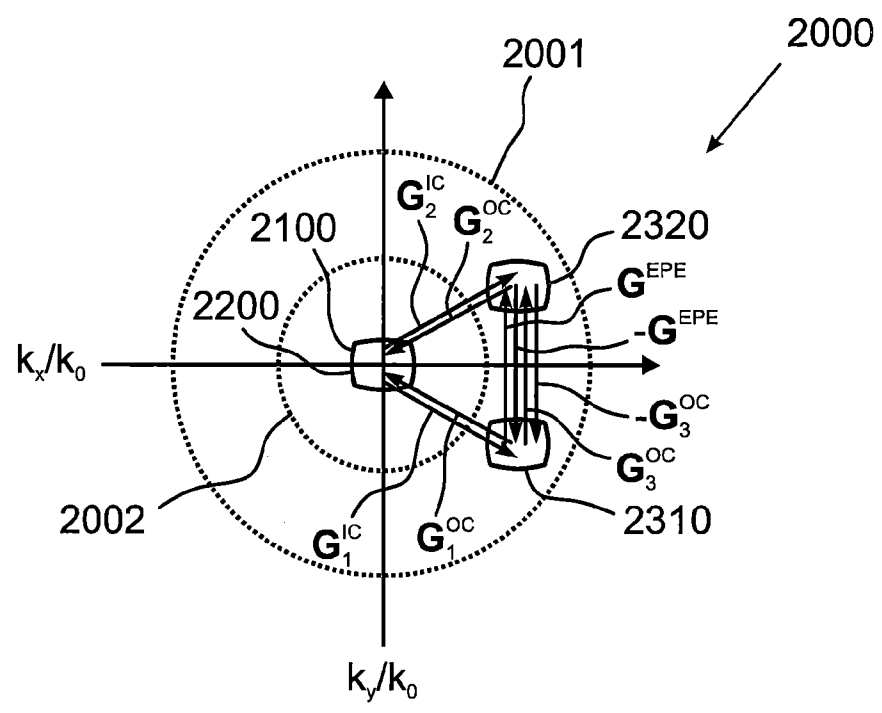
【請求項14】 如請求項 11 至 13 中任一項所述之顯示裝置(4000)，係實現為車輛顯示裝置。

【請求項15】 一種車輛(5000)，包括如請求項 14 所述之車輛顯示裝置(5100)。

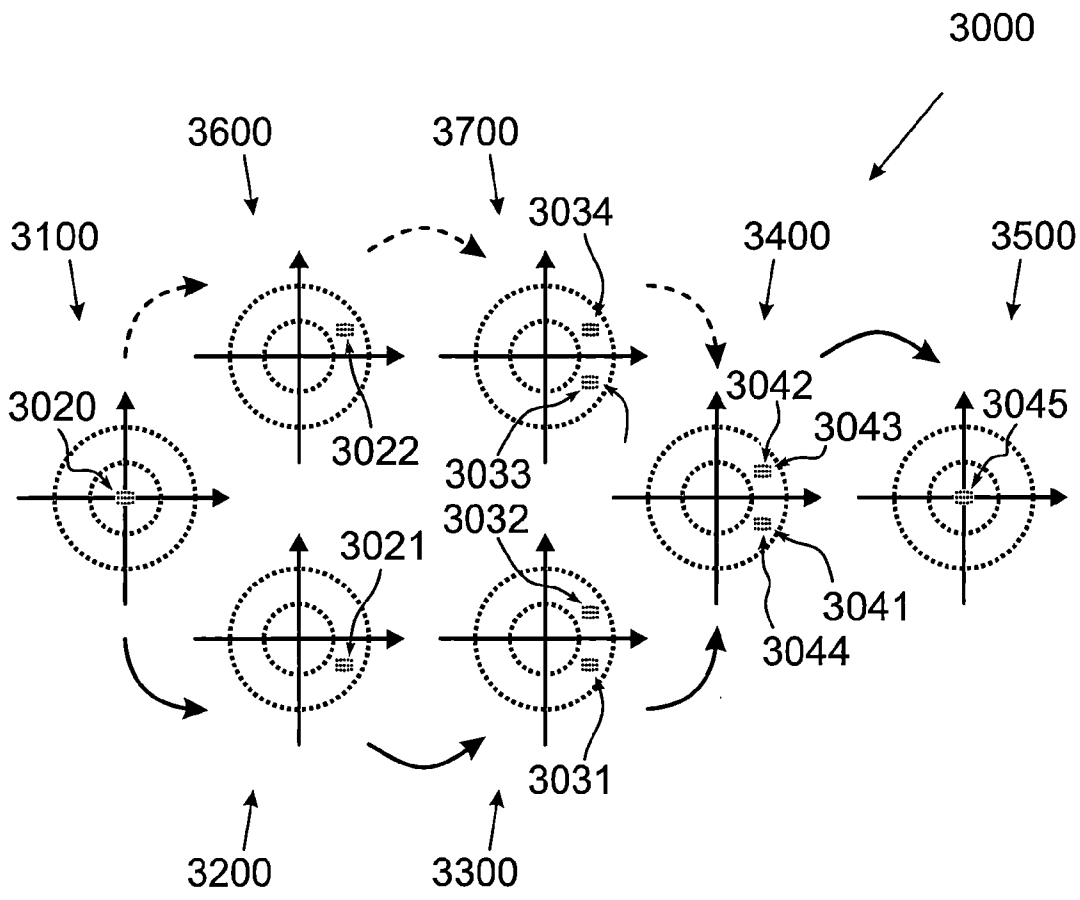
【發明圖式】



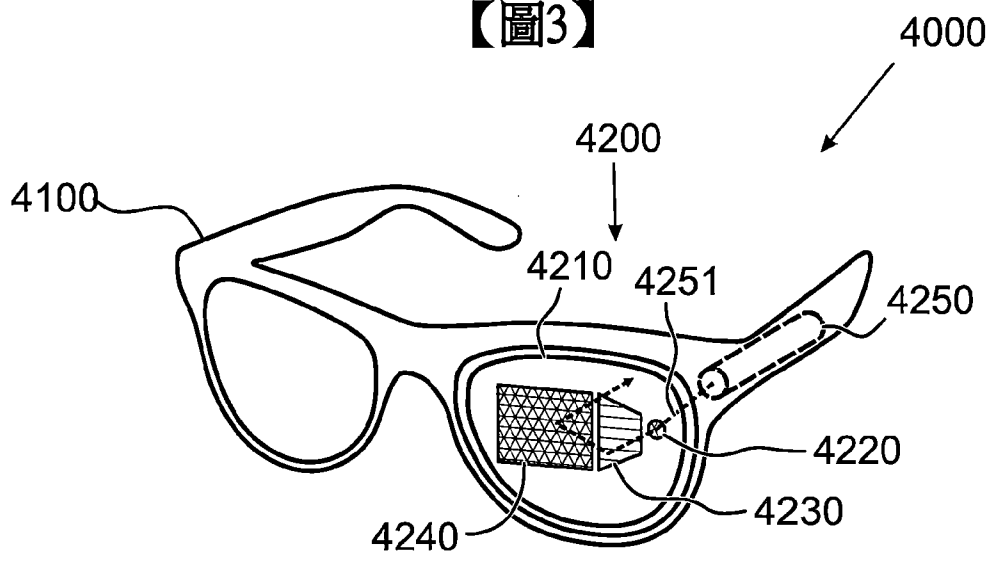
【圖1】



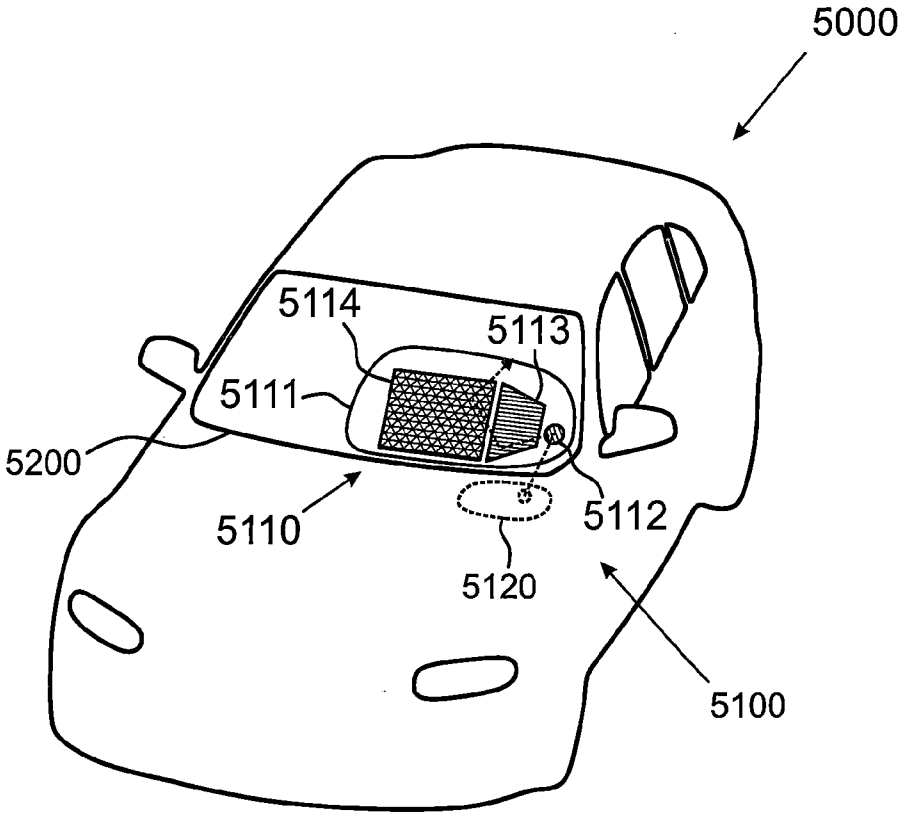
【圖2】



【圖3】



【圖4】



【圖5】