I778178

(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 I778178 B**

(45)公告日： 中華民國 111 (2022) 年 09 月 21 日

(21)申請案號：107140633 (22)申請日： 中華民國 107 (2018) 年 11 月 15 日

(51)Int. Cl.： ***G02B27/01 (2006.01)*** ***G02B27/28 (2006.01)***

(30)優先權：2018/11/09 美國 16/186,120

(71)申請人：美商元平台技術有限公司 (美國) META PLATFORMS TECHNOLOGIES, LLC (US)
美國

(72)發明人：黃 寧峰 HUANG, NINGFENG (CN) ；李喜允 LEE, HEE YOON (KR)

(74)代理人：閻啓泰；林景郁

(56)參考文獻：

TW 201719234A US 2017/0315356A1

US 2018/0052276A1

審查人員：劉守禮

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：15 共 80 頁

(54)名稱

光耦合器、波導型近眼顯示器、利用波導型近眼顯示器顯示影像的方法

(57)摘要

用於一波導型顯示器的一光耦合器可包含一傾斜型表面浮雕光柵。傾斜型表面浮雕光柵包含多個區域。傾斜型表面浮雕光柵之不同的這些區域對於入射顯示光線分別具有不同的多個角度選擇特性，且對於不同視角的顯示光線可被傾斜型表面浮雕光柵的不同區域繞射。

An optical coupler for a waveguide-based display includes a slanted surface-relief grating that includes a plurality of regions. Different regions of the plurality of regions of the slanted surface-relief grating have different angular selectivity characteristics for incident display light. Display light for different viewing angles is diffracted by different regions of the slanted surface-relief grating.

指定代表圖：

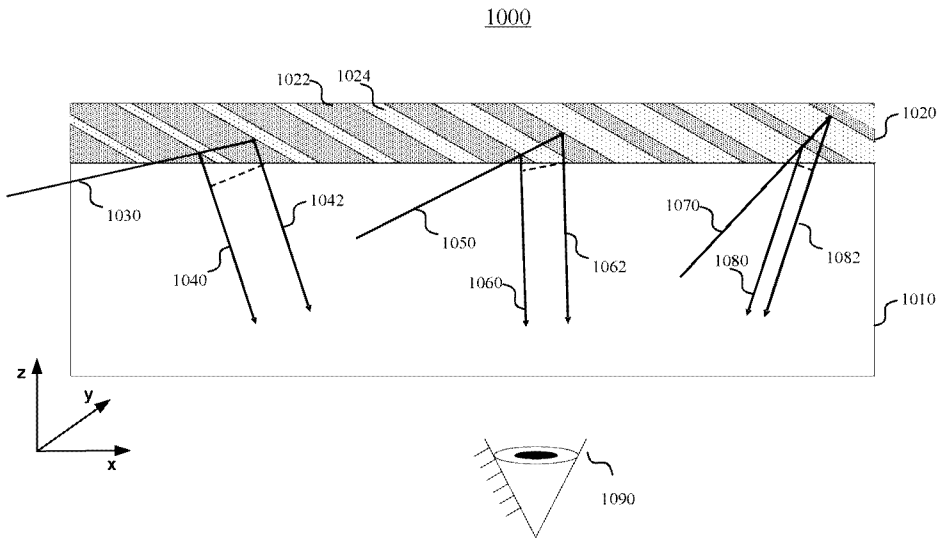


圖 10

符號簡單說明：

1000:波導型近眼顯示器

1010:波導

1020:傾斜型光柵耦合器

1022:光柵凸部

1024:間隙

1030、1050、1070:顯示光線

1040、1042、1060、1062、1080、1082:繞射光線

1090:眼動範圍

專利案號：107140633

公告本

申請日：107年11月15日
IPC 分類：*G02B 27/01* (2006.01)
G02B 27/28 (2006.01)

I778178

【發明摘要】

【中文發明名稱】 光耦合器、波導型近眼顯示器、利用波導型近眼顯示器顯示影像的方法

【英文發明名稱】 OPTICAL COUPLER, WAVEGUIDE-BASED NEAR-EYE DISPLAY AND METHOD OF DISPLAYING IMAGES USING WAVEGUIDE-BASED NEAR-EYE DISPLAY

【中文】

用於一波導型顯示器的一光耦合器可包含一傾斜型表面浮雕光柵。傾斜型表面浮雕光柵包含多個區域。傾斜型表面浮雕光柵之不同的這些區域對於入射顯示光線分別具有不同的多個角度選擇特性，且對於不同視角的顯示光線可被傾斜型表面浮雕光柵的不同區域繞射。

【英文】

An optical coupler for a waveguide-based display includes a slanted surface-relief grating that includes a plurality of regions. Different regions of the plurality of regions of the slanted surface-relief grating have different angular selectivity characteristics for incident display light. Display light for different viewing angles is diffracted by different regions of the slanted surface-relief grating.

【指定代表圖】 圖10。

【代表圖之符號簡單說明】

1000 波導型近眼顯示器

1010 波導

1020 傾斜型光柵耦合器

1022 光柵凸部

1024 間隙

1030、1050、1070 顯示光線

1040、1042、1060、1062、1080、1082 繞射光線

1090 眼動範圍

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 光耦合器、波導型近眼顯示器、利用波導型近眼顯示器顯示影像的方法

【英文發明名稱】 OPTICAL COUPLER, WAVEGUIDE-BASED NEAR-EYE DISPLAY AND METHOD OF DISPLAYING IMAGES USING WAVEGUIDE-BASED NEAR-EYE DISPLAY

【技術領域】

【0001】 本發明係關於用於人工實境系統的技術，特別是關於一波導型近眼顯示器系統。

【先前技術】

【0002】 人工實境系統例如為頭戴式顯示裝置(head-mounted display；HMD)或頭上顯示器(heads-up display；HUD)系統，且一般包含一近眼顯示器(例如為頭戴式組件(headset)或眼鏡)。近眼顯示器係用於藉由設置於近眼顯示器中的電子或光學顯示器呈現在虛擬環境中描繪物體的虛擬影像。如同虛擬實境(virtual reality；VR)、擴增實境(augmented reality；AR)或混合實境(mixed reality；MR)的應用，顯示器可顯示虛擬物體或將現實物體的影像與虛擬物體結合。舉例而言，於擴增實境系統中，使用者例如可藉由透視顯示的眼鏡或透鏡(通常稱為光學透視(optical see-through))或藉由觀看一相機所捕捉之周遭環境之顯示影像(通常稱為影像合成穿透式(video see-through))而一併看到虛擬物體(例如電腦合成影像(computer-generated images；CGIs)及周遭環境。

【0003】 一種示例性的光學透視擴增實境系統可使用一波導光學顯示器(waveguide-based optical display)。被投射影像之光線可被導引進一

波導(例如一基板)、傳播於波導中，並以不同的位置被導引出波導。於一些實施態樣中，可利用一繞射光學元件(例如光柵)將被投射影像之光線導引出或導引進波導。與任何其他移動電子設備一樣，通常希望波導型光學顯示器的效率盡可能高。

【發明內容】

【0004】 本發明係關於用於人工實境系統的技術，特別是關於一波導型近眼顯示器(waveguide-based near-eye display)系統。根據特定的實施例，用於一波導型近眼顯示器的一光耦合器可包含一光柵耦合器(grating coupler)(例如傾斜型表面浮雕光柵(slanted surface-relief grating))。光柵耦合器包含多個區域(例如每個區域具有大約介於 10 微米(micrometers)至 1 毫米(millimeter)範圍內的寬度)。光柵耦合器之不同的這些區域對於入射顯示光線可具有不同的多個角度選擇特性(angular selectivity characteristics)(相長干擾條件(constructive interference conditions))，使得在波導型近眼顯示器的任何區域中，最終不會到達使用者眼睛的繞射光線可被壓抑(suppressed)(即，不會被光柵耦合器繞射而被導引進或導引出波導)，且只有最終會到達使用者眼睛的繞射光可被光柵耦合器繞射且被導引進或導引出波導。如此一來，近眼顯示系統的電源效率可被顯著地提升。

【0005】 在一些實施例中，用於一波導型顯示器的一光耦合器可包含一傾斜型表面浮雕光柵。傾斜型表面浮雕光柵包含多個區域。傾斜型表面浮雕光柵之不同的這些區域對於入射顯示光線可具有不同的角度選擇特性，且對於不同視角(viewing angle)的顯示光線可被傾斜型表面浮雕光柵的不同區域繞射。在一些實施例中，傾斜型表面浮雕光柵之不同的這些區域可

具有不同的佔空比(duty cycle)、不同的傾斜角度或不同的折射率中至少其中一者。

【0006】 在一些實施例中，傾斜型表面浮雕光柵可包含一外塗層(overcoat layer)。外塗層填補於傾斜型表面浮雕光柵內的多個間隙。傾斜型表面浮雕光柵之不同的這些區域於外塗層可具有不同的折射率。在一些實施例中，外塗層在傾斜型表面浮雕光柵之不同的這些區域上可包含不同的材料或具有不同摻雜物(doping)之相同材料。在一些實施例中，外塗層的折射率與傾斜型表面浮雕光柵的折射率之間的差值可等於或大於 0.2。

【0007】 在一些實施例中，傾斜型表面浮雕光柵可用來將顯示光線從波導型顯示器的一波導中導引出。由波導被傾斜型表面浮雕光柵之不同的這些區域繞射的顯示光線可以相異的多個方向朝向波導型顯示器的一眼動範圍(eyebox)傳播。在一些實施例中，眼動範圍的面積可小於波導型顯示器的一輸出面積的五分之一。

【0008】 在一些實施例中，傾斜型表面浮雕光柵的每一區域可用來將各個視野(field of view，FOV)的顯示光線導引進波導型顯示器的一波導，且避免對於其他視野之被導引的顯示光線被傾斜型表面浮雕光柵導引出波導。被傾斜型表面浮雕光柵之不同的這些區域所繞射進波導的顯示光線可以不同方向傳播於波導內。

【0009】 在一些實施例中，傾斜型表面浮雕光柵可形成在波導型顯示器的一前表面或一後表面。在一些實施例中，每一區域的寬度介於 10 微米至 1 毫米之間。在一些實施例中，被傾斜型表面浮雕光柵之每一區域繞射

的顯示光線可具有大於 10 度的一角度範圍。在一些實施例中，傾斜型表面浮雕光柵的一傾斜角度可大於 30 度。

【0010】 根據特定實施例，一種波導型近眼顯示器可包含一基板及一輸出耦合器。輸出耦合器包含形成在基板之表面上的一傾斜型表面浮雕光柵。傾斜型表面浮雕光柵可包含多個區域。傾斜型表面浮雕光柵之不同的這些區域對於入射的顯示光線可具有不同的角度選擇特性。被傾斜型表面浮雕光柵之不同的這些區域繞射的顯示光線可以不同方向朝向波導型近眼顯示器的一眼動範圍傳播。

【0011】 在波導型近眼顯示器的一些實施例中，傾斜型表面浮雕光柵之不同的這些區域可具有不同的佔空比，且佔空比介於 5%至 95%之間。傾斜型表面浮雕光柵的深度可大於一臨界值(threshold value)。在一些實施例中，臨界值可大於該傾斜型表面浮雕光柵之光柵週期的一半。

【0012】 在一些實施例中，傾斜型表面浮雕光柵可包含一外塗層。外塗層填補傾斜型表面浮雕光柵內的多個間隙。傾斜型表面浮雕光柵之不同的這些區域可於外塗層具有不同的折射率。在一些實施例中，外塗層的折射率與傾斜型表面浮雕光柵的折射率之間的差值可等於或大於 0.2。

【0013】 在一些實施例中，被傾斜型表面浮雕光柵的每一區域繞射的顯示光線可具有大於 10 度的一角度範圍。

【0014】 在一些實施例中，波導型近眼顯示器亦可包含一光源及一輸入耦合器。輸入耦合器形成在基板上且用來將顯示光線從光源導引進基板。輸入耦合器可包含具有不同角度選擇特性的多個區域。輸入耦合器

之每一區域可用來將顯示光線以各自的一角度範圍導引進基板。

【0015】 根據特定實施例，一種利用波導型近眼顯示器顯示影像的方法可包含透過一傾斜型光柵耦合器的一第一區域僅將顯示光線的一第一部分繞射出一波導。顯示光線的第一部分可以一第一角度範圍內的多個角度朝波導型近眼顯示器的一眼動範圍傳播。此方法也可包含透過傾斜型光柵耦合器的一第二區域僅將顯示光線的一第二部分繞射出波導。顯示光線的第二部分可以一第二角度範圍內的多個角度朝波導型近眼顯示器的眼動範圍傳播，且第二角度範圍不同於第一角度範圍。在一些實施例中，傾斜型光柵耦合器的第一區域及第二區域具有不同的佔空比、不同的傾斜角度或不同的折射率調變(refractive index modulations)。

【0016】 在一些實施例中，用於一波導型顯示器的一光耦合器可包含一傾斜型表面浮雕光柵。傾斜型表面浮雕光柵包含多個區域。傾斜型表面浮雕光柵之不同的這些不同區域對於入射顯示光線可具有不同的角度選擇特性，且對於不同視角的顯示光線可被傾斜型表面浮雕光柵之不同的這些區域繞射。在一些實施例中，傾斜型表面浮雕光柵之不同的這些區域可具有不同的佔空比、不同的傾斜角度及不同的折射率中至少其中一者。

【0017】 在一些實施例中，傾斜型表面浮雕光柵可包含一外塗層。外塗層填補於傾斜型表面浮雕光柵內的多個間隙。傾斜型表面浮雕光柵之不同的這些區域於外塗層可具有不同的折射率。在一些實施例中，外塗層在傾斜型表面浮雕光柵之這些區域上可包含不同的材料或具有不同摻雜物之相同材料。在一些實施例中，外塗層的折射率與傾斜型表面浮雕光柵的折射率之間的差值可等於或大於 0.2

【0018】 在一些實施例中，傾斜型表面浮雕光柵可用來將顯示光線從波導型顯示器的一波導中導引出。由波導被傾斜型表面浮雕光柵之不同的這些區域繞射的顯示光線可以相異的多個方向朝向波導型顯示器的一眼動範圍傳播。在一些實施例中，眼動範圍的面積可小於波導型顯示器的一輸出面積的五分之一。

【0019】 在一些實施例中，傾斜型表面浮雕光柵的每一區域可用來將各個視野的顯示光線導引進波導型顯示器的一波導，且避免對於其他視野之被導引的顯示光線被傾斜型表面浮雕光柵導引出波導。被傾斜型表面浮雕光柵之不同的這些區域所繞射進波導的顯示光線可以不同方向傳播於波導內。

【0020】 在一些實施例中，傾斜型表面浮雕光柵可形成在波導型顯示器的一前表面或一後表面。在一些實施例中，每一區域的寬度介於 10 微米至 1 毫米之間。在一些實施例中，被傾斜型表面浮雕光柵之每一區域繞射的顯示光線可具有大於 10 度的一角度範圍。在一些實施例中，傾斜型表面浮雕光柵的一傾斜角度可大於 30 度。

【0021】 根據特定實施例，一種波導型近眼顯示器可包含一基板及一輸出耦合器。輸出耦合器包含形成在基板之表面上的一傾斜型表面浮雕光柵。傾斜型表面浮雕光柵可包含多個區域。傾斜型表面浮雕光柵之不同的這些區域對於入射的顯示光線具有不同的角度選擇特性。被傾斜型表面浮雕光柵之不同的這些區域繞射的顯示光線可以不同方向朝向波導型近眼顯示器的一眼動範圍傳播。

【0022】 在波導型近眼顯示器的一些實施例中，傾斜型表面浮雕光

柵之不同的這些區域可具有不同之佔空比，且佔空比介於 5%至 95%之間。傾斜型表面浮雕光柵的深度可大於一臨界值。在一些實施例中，臨界值可大於該傾斜型表面浮雕光柵之光柵週期的一半。

【0023】 在一些實施例中，傾斜型表面浮雕光柵可包含一外塗層。外塗層填補傾斜型表面浮雕光柵內的多個間隙。傾斜型表面浮雕光柵之不同的這些區域可於外塗層具有不同的折射率。在一些實施例中，外塗層的折射率與傾斜型表面浮雕光柵的折射率之間的差值可等於或大於 0.2。

【0024】 在一些實施例中，被傾斜型表面浮雕光柵的每一區域繞射的顯示光線可具有大於 10 度的一角度範圍。

【0025】 在一些實施例中，波導型近眼顯示器亦可包含一光源及一輸入耦合器。輸入耦合器形成在基板上且用來將顯示光線從光源導引進基板。輸入耦合器可包含具有不同角度選擇特性的多個區域。輸入耦合器之每一區域可用來將顯示光線以各自的一角度範圍導引進基板。

【0026】 根據特定實施例，一種利用波導型近眼顯示器顯示影像的方法可包含透過一傾斜型光柵耦合器的一第一區域僅將顯示光線的一第一部分繞射出一波導。顯示光線的第一部分以一第一角度範圍內的多個角度朝波導型近眼顯示器的一眼動範圍傳播。此方法也可包含透過傾斜型光柵耦合器的一第二區域僅將顯示光線的一第二部分繞射出波導。顯示光線的第二部分以一第二角度範圍內的多個角度朝向波導型近眼顯示器的眼動範圍傳播，且第二角度範圍不同於第一角度範圍。在一些實施例中，傾斜型光柵耦合器的第一區域及第二區域具有不同的佔空比、不同

的傾斜角度或不同的折射率調變。

【0027】 本發明內容既不旨在標識所要求保護的主題的關鍵或必要特徵，也不旨在單獨使用以確定所要求保護的主題的範圍。通過參考本發明的整個說明書的適當部分、任何或所有附圖及每個權利要求，應該理解主題。以下將在以下說明書、權利要求及附圖中更詳細地描述前述以及其他特徵和示例。

【圖式簡單說明】

【0028】

示範性實施例的詳細說明伴隨著以下附圖。

圖 1 為根據特定實施例之包含近眼顯示器之示例性人工實境系統環境的簡化方塊圖。

圖 2 為實現揭露於此之一些範例之以頭戴式顯示器(HMD)呈現的示例性近眼顯示器的立體圖。

圖 3 為實現揭露於此之一些範例之以一副眼鏡呈現的簡化示例性近眼顯示器的立體圖。

圖 4 根據特定實施例繪示使用波導顯示器的示例性光學透視擴增實境系統。

圖 5 為根據特定實施例之示例性近眼顯示器的剖視示意圖。

圖 6A 繪示將所有視野之顯示光線均勻地自波導之不同區域輸出的示例性波導型近眼顯示器。

圖 6B 根據特定實施例繪示顯示光線在波導的不同區域中以不同角度被導引出波導的示例性波導型近眼顯示器。

圖 7A 根據特定實施例繪示顯示光線在第一角度範圍內從波導的第一區域被導引出波導的示例性波導型近眼顯示器。

圖 7B 根據特定實施例繪示顯示光線在第二角度範圍內從波導的第二區域被導引出波導的示例性波導型近眼顯示器。

圖 7C 根據特定實施例繪示顯示光線在第三角度範圍內從波導的第三區域被導引出波導的示例性波導型近眼顯示器。

圖 8 根據特定實施例繪示被波導型近眼顯示器的前表面上的示例性傾斜型光柵耦合器繞射的光線。

圖 9 根據特定實施例繪示波導型近眼顯示器內之示例性傾斜型光柵耦合器的角度選擇特性。

圖 10 根據特定實施例繪示波導型近眼顯示器中的示例性傾斜型光柵耦合器的不同區域之角度選擇特性，且傾斜型光柵耦合器在不同區域具有不同的佔空比。

圖 11 根據特定實施例繪示波導型近眼顯示器中的示例性傾斜型光柵耦合器的不同區域之角度選擇特性，且傾斜型光柵耦合器在不同區域具有不同的折射率調變。

圖 12 根據特定實施例繪示被波導型近眼顯示器之後表面上的示例性傾斜型光柵耦合器繞射的光線。

圖 13 根據特定實施例繪示示例性波導型近眼顯示器，且來自不同視野的顯示光線可在輸入耦合器之不同區域以不同角度被導引進波導。

圖 14 根據特定實施例繪示利用波導型近眼顯示器顯示影像的示例性方法。

圖 15 為根據特定實施例之示例性近眼顯示器之示例性電子系統的簡化方塊圖。

圖式僅用於說明本發明。熟悉本技藝者可在不偏離本發明之原則下由以下的敘述了解到不同結構及方法的實施例可被執行。

於圖式中，相似的元件及/或特性可具有相同的標號。此外，同樣類型但不同的元件可藉由在第一標號後添加橫槓或別的第二標號來辨別。若於說明書中只有使用第一標號，無論第二標號是否相同，其敘述可適用於任何具有相同的第一標號的元件。

【實施方式】

【0029】 本發明揭露的技術是關於一種人工實境系統，尤其是一種波導型近眼顯示系統。在波導型近眼顯示系統中，波導的輸出面積通常遠大於近眼顯示器系統的眼動範圍(eyebox)的尺寸。因此，若所有視野(field of view，FOV)中的顯示光線不均勻地自波導的任何區域輸出，可能到達使用者眼睛的光線的比例可取決於眼動範圍的尺寸與波導之輸出面積之間的比值。此比值在特定適眼距(eye relief)及視野下例如可小於 10%。

【0030】 根據本發明特定實施例，一種用於一波導型顯示器(waveguide-based display)的一光耦合器可包含一光柵耦合器(grating coupler)。光柵耦合器例如為傾斜型表面浮雕光柵(slanted surface-relief grating)或其他繞射光柵。光柵耦合器可包含多個區域，且每個區域的寬度例如大約介於 10 微米至 1 毫米之間。光柵耦合器的不同區域對於入射顯示光線可具有不同的角度選擇特性(angular selectivity characteristics)(即，相長干擾條件(constructive interference condition))，而讓最終不會朝向近

眼顯示系統之眼動範圍傳播的繞射光可被壓抑(suppressed)(即，可不被光柵繞射進波導內或從波導繞射出)。如此一來，來自不同視野(或不同視角(viewing angle))的光線可在波導之不同區域被導引進波導或被導引出波導，且在任何所假設的區域中，只有最終可到達眼動範圍的光線可被導引進波導或被導引出波導，而在波導中之其他的顯視光線可繼續在波導內傳播(propagate)，直到顯示光線在光柵耦合器之區域滿足對應之角度選擇性條件才自波導被導引出。因此，來自不同視野之大部分顯示光線可到達使用者的眼睛，而波導型顯示器的效率可因此有顯著地提升。

【0031】 光柵耦合器之不同的角度選擇特性可由光柵耦合器於不同區域的不同光柵構造(故於一光柵週期達到不同的有效光學路徑長度)所達成。光柵耦合器之不同構造例如可包含在傾斜型表面浮雕光柵之不同區域之不同的佔空比(duty cycles)(光柵凸部(grating ridge)之寬度與光柵週期之間的比值)、不同的折射率(refractive indexs)、不同的傾斜角度(slant angles)、不同的週期或前述的組合。可以有多種不同的方式製造於整個區域具有不同構造(例如佔空比，或折射率調變(refractive index modulation))的光柵耦合器。舉例來說，具有不同的佔空比(例如大約 5%~95%)的傾斜型表面浮雕光柵可採用不同的平版印刷(lithography)及蝕刻(etching)技術加工(例如離子束蝕刻(ion beam etch)、反應離子蝕刻(reactive ion beam etch；RIBE)或化學輔助離子束蝕刻(chemically assisted ion beam etch)處理，或是其他圖案轉移技術(pattern transfer techniques))。不同的折射率調變例如可由改變用於傾斜型表面浮雕光柵的外塗(overcoat)材料，或改變位於光柵耦合器之不同區域的外塗層內的摻雜物(doping)所達成。

【0032】 在包含傾斜型表面浮雕光柵的光柵耦合器中，在光柵週期中光柵凸部與光柵刻痕(grating groove)區域之間的大折射率變化(例如大於0.2)可以被實現。因此，大角度帶寬(angular bandwidth)(例如大於 10 度)可以被實現而提供波導型顯示器系統足夠大的眼動範圍。此外，由於大折射率變化，角度選擇性可經由數量小(例如二個或更多個)的光柵週期之間的相長干擾來達成，故傾斜型表面浮雕光柵能具有小的深度(例如較薄的光柵)。

【0033】 具有不同角度選擇性的傾斜型表面浮雕光柵能被定位在波導鄰近於使用者眼睛的一側或波導遠離於使用者眼睛的一側。相同的技術也能被用在波導型顯示器中的一光學的輸入耦合器。

【0034】 在接下來的說明中，出於解釋的目的，闡述了具體細節來對於本發明提供透徹的理解。但，顯而易見的是各種示例可在沒有這些具體細節的情況下被實施。舉例來說，裝置、系統、結構、組件、方法及其他元件可以方塊圖的形式呈現，以避免不必要的細節模糊了示例。在其他情況下，可以在沒有說明必要細節的情況下示出公眾所皆知的裝置、過程、系統、結構及技術。說明及圖式不是限制性。在說明中所使用的術語和措辭是作為描述的術語並非限制本發明，且無意使用這些術語和措辭排除所示和所述特性的任何等同物或其部分示例。在本文中的例如一詞用於表示示例、實例或說明。本文中描述為示例的任何實施例或設計非一定被解釋為比其他實施例或設計更優選或更具優勢。

【0035】 圖 1 為根據特定實施例之包含一近眼顯示器 120 的一人工實境系統環境 100 的簡化方塊圖。圖 1 所示的人工實境系統環境 100 可包

含近眼顯示器 120、可選用的一外部成像裝置 150 及可選用的一輸入/輸出介面 140。近眼顯示器 120、外部成像裝置 150 及輸入/輸出介面 140 可各自與可選用的一控制台 110 連接。而，圖 1 呈現包含一個近眼顯示器 120、一個外部成像裝置 150 及一個輸入/輸出介面 140 的示例性人工實境系統環境 100。人工實境系統環境 100 可包含任何數量的前述元件，或是部分前述元件可被省略。舉例來說，可以有被一個或多個外部成像裝置 150 監控的多個近眼顯示器 120，且一個或多個外部成像裝置 150 與控制台 110 相通訊。在一些態樣中，人工實境系統環境 100 可不包含外部成像裝置 150、可選用的輸入/輸出介面 140 及可選用的控制台 110。在另外的態樣中，不同或額外的元件可被包含在人工實境系統環境 100。

【0036】 近眼顯示器 120 可為呈現內容予使用者的一頭戴式顯示器。近眼顯示器 120 所呈現的內容例如包含一個或多個影像、影片、音頻或前述之一些組合。在一些實施例中，音頻可經由外部裝置(例如喇叭(speaker)及/或耳機(headphone))呈現。外部裝置從近眼顯示器 120、控制台 110 或所述二者接收音頻資訊，且根據音頻資訊呈現音頻。近眼顯示器 120 可包含一個剛體(rigid body)或彼此剛性或非剛性連接的多個剛體。剛體之間的剛性連接可讓這些剛體被視為單一的剛性實體(rigid entity)。剛體之間的非剛性連接可讓這些剛體相對彼此移動。在不同的實施例中，近眼顯示器 120 可以任何合適的形態因子(form factor)實施(包含一副眼鏡)。近眼顯示器 120 的一些實施例進一步參照圖 2 及圖 3 於以下描述。此外，在不同的實施例中，這裡描述的功能可以用在頭戴式組件(headset)中。所述頭戴式組件結合了近眼顯示器 120 之外部環境的影像和人工實境內容(例如，電腦

合成影像)。因此，近眼顯示器 120 可將合成內容(影像、影片及聲音等)擴增至真實外部環境的影像，藉以呈現擴增實境給使用者。

【0037】 在不同的實施例中，近眼顯示器 120 可包含一個或多個電子顯示元件 122、光學顯示結構 124 及一眼動追蹤單元 130。在一些實施例中，近眼顯示器 120 亦可包含一個或多個定位器 126、一個或多個位置感測器 128 及一慣性量測單元(inertial measurement unit，IMU)132。在不同的實施例中，近眼顯示器 120 可省略任何前述的元件，或包含其他額外的元件。此外，在一些實施例中，近眼顯示器 120 可包含結合參照圖 1 說明之各個元件之功能的多個元件。

【0038】 電子顯示元件 122 例如可根據從控制台 110 接收的數據向使用者顯示影像或使影像容易顯示給使用者。在不同的實施例中，電子顯示元件 122 可包含一個或多個顯示面板(例如液晶顯示器(liquid crystal display，LCD)、有機發光二極體(organic light emitting diode，OLED)顯示器、微發光二極體(micro light emitting diode，mLED)顯示器、主動矩陣有機發光二極體顯示器(active-matrix OLED display，AMOLED)、透明式有機發光二極體顯示器(transparent OLED display，TOLED)或其他的顯示器)。舉例來說，在近眼顯示器 120 其中一個態樣中，多個電子顯示元件 122 可包含為透明式有機發光二極體面板的一前顯示面板、一後顯示面板及位於前顯示面板及後顯示面板之間的一光學元件(例如衰減器(attenuator)、偏振器(polarizer)、繞射薄膜或光譜薄膜(diffractive or spectral film))。電子顯示元件 122 可包含多個像素來發射如紅、綠、藍、白或黃色等主要顏色的光。在一些態樣中，電子顯示元件 122 可經由二維

面板產生的立體效果(stereoscopic effects)來顯示三維(3D)影像，以產生影像深度的主觀感知(subjective perception)。舉例來說，電子顯示元件 122 可包含分別定位在使用者之左眼及右眼前面的一左顯示器及一右顯示器。左顯示器及右顯示器可呈現彼此相對水平轉移的複製影像，以產生立體效果(stereoscopic effect)(即，觀看影像的使用者對影像深度的感知)。

【0039】 在特定的實施例中，光學顯示結構 124 可光學地顯示影像內容(例如利用光學波導及耦合器)或放大自電子顯示元件 122 接收的影像光線、修正與影像光線相關的光學誤差，及呈現修正過的影像光線予近眼顯示器 120 的使用者。在不同的實施例中，光學顯示結構 124 可以包含一個或多個光學元件。光學元件例如為基板、光學波導、光圈(aperture)、菲涅爾鏡片(Fresnel lens)、凸透鏡、凹透鏡、過濾器(filter)或任何會影響自電子顯示元件 122 所發出之影像光線的合適光學元件。光學顯示結構 124 可包含多個相異的光學元件的組合及多個機構耦合件，以維持光學元件的組合之相對間隙及方位。光學顯示結構 124 中的一個或多個光學元件可具有一光學塗層(optical coating)(例如為抗反光塗層(anti-reflective coating)、反光塗層(reflective coating)、過濾塗層(filtering coating)或者是前述不同光學塗層的組合)。

【0040】 相較於較大的顯示器，由光學顯示結構 124 放大影像光線可讓電子顯示元件 122 實體上較為小、輕並消耗較少的能量。此外，放大影像光線可增加顯示內容的視野。可經由從光學顯示結構 124 調整、加入或移除光學元件而改變光學顯示結構 124 放大影像光線的幅度。

【0041】 光學顯示結構 124 亦可以被設計以修正一種或多種類型的

光學誤差(例如二維光學誤差、三維光學誤差或是前述二者之間的結合)。二維誤差可包含發生在二個維度的光學像差(optical aberrations)。二維誤差的類型例如為筒狀變形(Barrel distortion)、枕狀變形(pincushion distortion)、縱向色差(longitudinal chromatic aberration)及橫向色差(transverse chromatic aberration)。三維誤差可包含發生在三個維度的光學像差。三維誤差的類型例如為球差(spherical aberration)、彗星像差(comatic aberration)、像場彎曲(field curvature)及色散(astigmatism)。

【0042】 定位器 126 可位於近眼顯示器 120 上彼此相對且相對於近眼顯示器 120 上的一參考點的多個特定位置。在一些態樣中，控制台 110 可於被外部成像裝置 150 所捕捉之影像中辨識定位器 126，以決定人工實境頭戴式組件的位置、方位或是前述二者。定位器 126 可為一發光二極體(light emitting diode；LED)、一角反射器(corner cube reflector)、一反射標誌(reflective marker)、對比(contrast)於近眼顯示器 120 工作的環境的一種光源或是一些前述的組合。在定位器 126 為主動元件(例如 LED 燈或其他發光裝置)的實施例中，定位器 126 所發出的光是位於可見光波段(大約介於 380 奈米(nm)至 750 奈米之間)、紅外線波段(大約介於 750 奈米至 1 毫米)、紫外線波段(大約介於 10 奈米至 380 奈米之間)、電磁波段(electromagnetic spectrum)的其他部分或前述任何電磁波段之部分的組合。

【0043】 外部成像裝置 150 可根據自控制台 110 接收的多個校準參數產生慢校準數據(slow calibration data)。慢校準數據可包含呈現定位器 126 的被觀察位置的一個或多個影像，且定位器 126 的位置能被外部成像裝置 150 所感測。外部成像裝置 150 可包含一個或多個相機、一個或多個

攝像機、任何可捕捉包含有一個或多個定位器 126 的影像之裝置或是一些前述之組合。此外，外部成像裝置 150 可包含一個或多個過濾器(例如用來增加訊號雜訊比(signal to noise ratio，SNR))。外部成像裝置 150 可用來於外部成像裝置 150 的視野內感測從定位器 126 發出或反射的光線。在定位器 126 包含被動元件(例如為後向反射鏡(retroreflectors))的實施例中，外部成像裝置 150 可包含照亮一些或全部定位器 126 的一光源，且該光源可反向反射(retro-reflect)光線至外部成像裝置 150 中的光源。慢校準數據可從外部成像裝置 150 傳送至控制台 110，且外部成像裝置 150 可自控制台 110 皆收一個或多個校準參數來調整一個或多個成像參數(例如焦距(focal length)、焦點(focus)、幀率(frame rate)、感測器溫度、快門速度及光圈等)。

【0044】 位置感測器 128 可產生一或多量測訊號以響應近眼顯示器 120 的動作。位置感測器 128 例如可包含多個加速計(accelerometers)、陀螺儀(gyroscopes)、磁量計(magnetometers)、動作感測器、誤差修正感測器或一些前述之組合。舉例來說，在一些實施例中，位置感測器 128 可包含量測平移運動(translational motion)(例如前後、上下或左右移動)的多個加速計，以及量測轉動移動(例如俯仰移動(pitch)、偏轉移動(yaw)或滾動(roll))的多個陀螺儀。在一些實施例中，不同的位置感測器可彼此正交地相向。

【0045】 慣性量測單元 132 可為一電子裝置。此電子裝置可依據自一個或多個位置感測器 128 所接收之多個量測訊號產生快速校準數據(fast calibration data)。位置感測器 128 可位於慣性量測單元 132 的外部、內部

或前述二者的結合。根據來自一個或多個位置感測器 128 的一個或多個量測訊號，慣性量測單元 132 可產生快速校準數據。且，此快速校準數據會指出近眼顯示器 120 相對於近眼顯示器 120 之一初始位置的一預估位置。舉例來說，慣性量測單元 132 可將接收自加速器的量測訊號對時間積分來估計速度向量，以及將速度向量對時間積分來決定在近眼顯示器 120 上之參考點的預估位置。另外，慣性量測單元 132 可提供取樣(sampled)量測訊號予控制台 110，且控制台 110 可決定快速校準數據。參考點一般可定義為在空間內的其中一點，但在其他實施例中，參考點還可被定義為近眼顯示器 120 內的一點(例如慣性量測單元 132 的中心)。

【0046】 眼動追蹤單元 130 可包含一個或多個眼動追蹤系統。眼動追蹤可指決定眼睛相對於近眼顯示器 120 的位置(包含眼睛的方向和位置)。眼動追蹤系統可包含一成像系統及一可選用的發光器。成像系統對於一隻眼睛或一對眼睛成像。發光器可產生發向眼睛的光線，而使經由眼睛反射的光線可被成像系統捕捉。舉例來說，眼動追蹤單元 130 可包含所發出可見光或紅外光的一同調(coherent)光源(例如為雷射二極體)及捕捉經由使用者眼睛所反射之光線的一相機。在其他的例子中，眼動追蹤單元 130 可捕捉一微型雷達單元(miniature radar unit)所發射之反射無線電波(radio waves)。眼動追蹤單元 130 可使用低功率的發光器。此低功率的發光器所發出的光線的頻率及強度不會傷害眼睛或造成身體不適。雖然眼動追蹤單元 130 整體所消耗的能量被降低(例如減少發光器及被包含於眼動追蹤單元 130 的成像系統的耗能)，但眼動追蹤單元 130 可被設置以增加眼動追蹤單元 130 所捕捉的單眼之影像的對比度(contrast)。舉例來說，在一些實施

例中，眼動追蹤單元 130 可消耗小於 100 毫瓦(milliwatts)的功率。

【0047】 近眼顯示器 120 例如可利用眼睛的方向決定使用者的瞳孔距離(interpupillary distance，IPD)、決定凝視方向(gaze direction)、引入(introduce)深度線索(depth cue)(例如使用者主視線之外的模糊影像)、收集使用者與 VR 媒體互動的經驗(heuristics)(例如花費在任何特別的主題、對象或幀的時間作為暴露刺激的函數)、執行部分基於使用者之至少一眼睛的方向的一些其他功能或是一些上述功能的結合。由於使用者雙眼的方向可被決定，眼動追蹤單元 130 可以決定使用者正在觀看的位置。舉例來說，決定使用者凝視方向可包含依據已決定的使用者雙眼之方向來判斷匯聚點(point of convergence)。匯聚點可為使用者雙眼之二小窩軸線(foveal axes)的相交點。使用者凝視的方向可為穿過匯聚點及使用者雙眼之二瞳孔間的中央點的連線之方向。

【0048】 輸入/輸出介面 140 可為允許使用者向控制台 110 發送動作請求的一裝置。動作請求可為執行特定動作的請求。舉例來說，動作請求可以是開始或結束一個應用程式，或是在應用程式內執行特定動作。輸入/輸出介面 140 可以包含一個或多個輸入裝置。輸入裝置例如可包含一鍵盤、一滑鼠、一遊戲控制器、一手套、一按鈕、一觸控螢幕或任何適於接收動作請求及傳送所接收的動作請求給控制台 110 的裝置。被輸入/輸出介面 140 所接收的動作請求可被傳送至控制台 110，且控制台 110 可以對應於動作請求執行對應的動作。在一些實施例中，輸入/輸出介面 140 可以根據從控制台 110 所接收的指令提供觸覺反饋(haptic feedback)給使用者。舉例來說，當動作請求被接收，或當控制台 110 已經執行所要求的動作及傳

送指令給輸入/輸出介面 140 時，輸入/輸出介面 140 可提供觸覺反饋。

【0049】 控制台 110 可依據外部成像裝置 150、近眼顯示器 120 及輸入/輸出介面 140 其中之一個或多個所接收的資訊，來提供內容予近眼顯示器 120 以呈現給使用者。在圖 1 的例子中，控制台 110 可包含一應用程式儲存區 112、一頭戴式追蹤模組 114、一人工實境引擎 116 及一眼動追蹤模組 118。相較於參照圖 1 所描述的模組，控制台 110 的一些實施例可包含不同或額外的模組。下面進一步描述的功能可以與這裡描述之功能不同的方式分佈在控制台 110 的元件之間。

【0050】 在一些實施例中，控制台 110 可包含一個處理器及儲存能被處理器執行之指令的一非暫態電腦可讀資料儲存媒體(non-transitory computer-readable storage medium)。處理器可包含多個平行處理指令的處理單元。非暫態電腦可讀資料儲存媒體可為任何種類的記憶體，例如硬碟、可移除式記憶體或固態硬碟(例如快閃記憶體(flash memory)或動態隨機存取記憶體(dynamic random access memory，DRAM))。在不同的實施例中，當被處理器執行時，參照圖 1 說明的控制台 110 的多個模組可被編碼為在非暫態電腦可讀資料儲存媒體中的指令，使處理器執行下面進一步描述的功能。

【0051】 應用程式儲存區 112 可儲存一個或多個程式來供控制台 110 執行。應用程式可包含一組指令。當這組指令被處理器執行時，這組指令會產生呈現給使用者之內容。應用程式所產生之內容可響應經由眼睛的移動自使用者所接收到的輸入，或是自輸入/輸出介面 140 所接收到之輸入。應用程式例如可包含遊戲程式、會議程式、影片回放程式(video playback

application)或其他適合的應用程式。

【0052】 頭戴式追蹤模組 114 可利用來自外部成像裝置 150 的慢校準資訊追蹤近眼顯示器 120 的移動。舉例來說，頭戴式追蹤模組 114 可利用來自慢校準資訊及近眼顯示器 120 之模組(model)的所觀察的定位器，來決定近眼顯示器 120 之參考點的位置。頭戴式追蹤模組 114 亦可利用來自快校準資訊的位置資訊，來決定近眼顯示器 120 之一參考點的位置。此外，在一些實施例中，頭戴式追蹤模組 114 可利用部分的快校準資訊、部分的慢校準資訊或是一些上述的組合，來預測近眼顯示器 120 的未來位置。頭戴式追蹤模組 114 可提供近眼顯示器 120 預估或預測的未來位置給人工實境引擎 116。

【0053】 頭戴式追蹤模組 114 可利用一個或多個校準參數校準人工實境系統環境 100，且可調整一個或多個校準參數來減少決定近眼顯示器 120 之位置時產生的誤差。舉例來說，頭戴式追蹤模組 114 可調整外部成像裝置 150 的焦點來更精確地獲得近眼顯示器 120 上被觀測之定位器的位置。此外，頭戴式追蹤模組 114 所執行的校準亦可考慮從慣性量測單元 132 接收到的資訊。另外，若近眼顯示器 120 的追蹤跟丟(例如外部成像裝置 150 對至少臨界數量的這些定位器 126 失去視線)，頭戴式追蹤模組 114 可重新校準一些或全部的校準參數。

【0054】 人工實境引擎 116 可在人工實境系統環境 100 內執行應用程式，及從頭戴式追蹤模組 114 接收近眼顯示器 120 的位置資訊、近眼顯示器 120 的加速資訊、近眼顯示器 120 的速度資訊、近眼顯示器 120 的預測未來位置或一些前述的結合。人工實境引擎 116 亦可從眼動追蹤模組 118

接收估計的眼睛位置及方向資訊。根據接收到的資訊，人工實境引擎 116 可決定提供給近眼顯示器 120 以呈現給使用者的內容。舉例來說，若接收到的資訊指出使用者往左觀看，人工實境引擎 116 可產生鏡射於使用者眼睛在虛擬環境內的移動之內容給近眼顯示器 120。此外，人工實境引擎 116 可在執行於控制台 110 中的一應用程式內執行一個動作，以響應自輸入/輸出介面 140 接收的一個動作請求，並提供回饋予使用者來表示此動作已被執行。前述的回饋可為經由近眼顯示器 120 產生視覺回饋或聲音回饋，或是可為經由輸入/輸出介面 140 產生的觸覺反饋。

【0055】 眼動追蹤模組 118 可從眼動追蹤單元 130 接收眼動追蹤數據，且依據眼動追蹤數據決定使用者眼睛的位置。眼睛的位置可包含眼睛方向、位置、相對於近眼顯示器 120 的眼睛方向及位置或任何前述。由於眼睛的轉動軸線以眼睛於眼窩(socket)中之位置所組成的函數作變化，故決定眼睛於眼窩中之位置可讓眼動追蹤模組 118 更精確地決定眼睛的方向。

【0056】 在一些實施例中，眼動追蹤模組 118 可儲存眼動追蹤單元 130 所捕捉之影像與眼睛位置之間的轉換關係(mapping)，藉以從眼動追蹤單元 130 所捕捉之影像決定眼睛參考位置。另外或此外，眼動追蹤模組 118 可經由比較決定參考眼睛位置的影像及決定更新後的眼睛位置的影像，來確定相對於參考眼睛位置之更新後的眼睛位置。眼動追蹤模組 118 可利用不同成像裝置或其他感測器的量測來決定眼睛位置。舉例來說，眼動追蹤模組 118 可利用從慢眼動追蹤系統之量測來決定眼睛參考位置，且接著經由快眼動追蹤系統決定相對於參考眼睛位置之更新後的眼睛參考位置，直到下一個眼睛參考位置依據慢眼動追蹤系統的量測被決定為止。

【0057】 眼動追蹤模組 118 亦可決定多個眼睛校準參數來改善眼動追蹤的精度及準確性。眼睛校準參數可包含隨著使用者戴上或調整近眼顯示器 120 而改變的參數。眼睛校準參數例如可包含眼動追蹤單元 130 之其中一元件與眼睛之一個或多個部分(例如眼睛的中心、瞳孔、角膜邊界(cornea boundary)或眼睛表面上的一點)之間的一預估距離。眼睛校準參數之其他例子可為專用於特定使用者，且可包含一預估的平均眼睛半徑、一平均角膜半徑、一平均鞏膜(sclera)半徑、一眼睛表面的特性圖及一預估的眼睛表面輪廓。在光線從近眼顯示器 120 的外部可到達眼睛(如同一些擴增實境的應用)的實施例中，由於光線從近眼顯示器 120 之外部的改變，校準參數可以為了強度及色彩平衡包含多個修正係數(correction factors)。眼動追蹤模組 118 可採用這些眼睛校準參數來決定是否眼動追蹤單元 130 所捕捉的量測是否能讓眼動追蹤模組 118 決定準確的一眼睛位置(在這裡亦稱為有效量測)。眼動追蹤模組 118 無法確定正確眼睛位置的無效量測可能是經由使用者眨眼、調整頭戴式組件或移除頭戴式組件所造成，及/或可由近眼顯示器 120 經歷到外部光所引起的大於臨界值之亮度變化所造成。在一些實施例中，至少一些眼動追蹤模組 118 的功能可以被眼動追蹤單元 130 執行。

【0058】 圖 2 為實現揭露於此之一些範例之以頭戴式顯示器 200(HMD)呈現的示例性近眼顯示器的立體圖。頭戴式顯示裝置 200 例如可為部分的虛擬實境(virtual reality，VR)系統、部分的擴增實境(augmented reality，AR)系統、部分的混合實境(mixed reality，MR)系統或一些前述的組合的一部分。頭戴式顯示裝置 200 可以包含一本體 220 及

一頭帶 230。以圖 2 所示之立體視角來看呈現了本體 220 的一上側 223、一前側 225 及一右側 227。頭帶 230 可具有可調整或可伸縮的長度。頭戴式顯示裝置 200 的本體 220 及頭帶 230 之間有足夠的空間讓頭戴式顯示裝置 200 被戴上使用者的頭。在不同實施例中，頭戴式顯示裝置 200 可包含額外、較少的或不同的元件。舉例來說，在一些實施例中，頭戴式顯示裝置 200 例如可包含眼鏡腳(eyeglass temples)及眼鏡腳套(temples tips)而非圖 2 的頭帶 230。

【0059】 頭戴式顯示裝置 200 可以呈現包含具有電腦合成元素的實體真實世界環境的虛擬視角及/或擴增視角的媒體給使用者。頭戴式顯示裝置 200 呈現的媒體例如可包含多個影像(例如二維或三維影像)、多個影片(例如二維或三維影片)、多個音頻或一些前述之組合。影像及影片可經由一個或多個頭戴式顯示裝置 200 之本體 220 內的顯示組件(未繪示於圖 2)呈現於使用者的每一隻眼睛。在不同的實施例中，此一個或多個顯示組件可以包含單一電子顯示面板或多個電子顯示面板(例如一顯示面板對應於使用者的一隻眼睛)。電子顯示面板的類型例如為液晶顯示面板、有機發光二極體面板、無機發光二極體面板、微發光二極體面板、主動矩陣有機發光二極體面板、透明式有機發光二極體面板、其他類型面板或前述之組合。頭戴式顯示裝置 200 可包含二個眼動範圍區域。

【0060】 在一些態樣中，頭戴式顯示裝置 200 可包含多個不同的感測器(未繪示)(例如深度感測器、動作感測器、位置感測器及眼動追蹤感測器)。這些感測器的一些可用結構光圖案(structured light pattern)來執行感測。在一些實施例中，頭戴式顯示裝置 200 可包含與一控制台通訊的一輸入/輸

出介面。在一些態樣中，頭戴式顯示裝置 200 可包含一虛擬實境引擎(未繪示)，此虛擬實境引擎能於頭戴式顯示裝置 200 內執行應用程式，並從不同感測器接收頭戴式顯示裝置 200 的深度資訊、位置資訊、加速資訊、速度資訊、預測未來位置或一些前述的組合。在一些實施例中，虛擬實境引擎所接收的資訊可被用於產生一個訊號(例如顯示指令)予一個或多個顯示組件。在一些態樣中，頭戴式顯示裝置 200 可以包含位於本體 220 上相對於彼此並且相對於參考點之固定位置的多個定位器(未繪示，例如定位器 126)。每個定位器可以發出可由外部成像裝置偵測的光線。

【0061】 圖 3 為實現揭露於此之一些範例之以一副眼鏡呈現的簡化示例性近眼顯示器 300 的立體圖。近眼顯示器 300 可為圖 1 之近眼顯示器 120 具體的實施例，且可用來當作虛擬實境顯示器、擴增實境顯示器、及/或混合實境顯示器。近眼顯示器 300 可包含一框架 305 及一顯示器 310。顯示器 310 可以用來呈現內容予使用者。在一些實施例中，顯示器 310 可包含電子顯示元件及/或光學顯示結構。舉例來說，如同上述之圖 1 的近眼顯示器 120，顯示器 310 可以包含一液晶顯示面板、一發光二極體顯示面板或一光學顯示面板(例如波導顯示組件)。

【0062】 近眼顯示器 300 更可於框架 305 上或內包含多個不同的感測器 350a、350b、350c、350d、350e。在一些實施例中，感測器 350a-350e 之中可包含一個或多個深度感測器、動作感測器、位置感測器、慣性感測器或周圍光感測器(ambient light sensors)。在一些實施例中，感測器 350a-350e 中可包含一個或多個影像感測器。影像感測器用來產生於不同方向代表不同視野的影像數據。在一些實施例中，感測器 350a-350e 可當作輸入

裝置使用，藉以控制或影響近眼顯示器 300 顯示的內容，且/或提供虛擬實境(VR)、擴增實境(AR)或混合實境(MR)的互動經驗給使用近眼顯示器 300 的使用者。在一些實施例中，感測器 350a-350e 亦可用於立體成像(stereoscopic imaging)。

【0063】 在一些實施例中，近眼顯示器 300 更可包含一個或多個照明器 330 來投射光線至實體環境。被投射的光線可為不同頻帶(例如可見光、紅外光、紫外光等)，且可用於不同目的。舉例來說，照明器 330 可投射光線於黑暗的環境(或具有低密度的紅外光及紫外光等的環境)，來幫助感測器 350a-350e 於黑暗的環境捕捉不同目標物的影像。在一些實施例中，照明器 330 可用來投射特定的光圖案在位於環境中的目標物上。在一些實施例中，照明器 330 可當作定位器使用，如同前述參照圖 1 描述的定位器 126。

【0064】 在一些實施例中，近眼顯示器 300 亦可包含一高解析度的相機 340。相機 340 可捕捉位於視野之實體環境的影像。被捕捉的影像例如可被一虛擬實境引擎(例如圖 1 的人工實境引擎 116)處理，來增加虛擬物件於被捕捉的影像中，或修改被捕捉之影像中的實體物件。處理過的影像可由顯示器 310 顯示給使用者以進行擴增實境或混合實境的應用。

【0065】 圖 4 根據特定實施例繪示使用波導顯示器的示例性光學透視擴增實境系統 400。擴增實境系統 400 可包含一投影器 410 及一光結合器 415。投影器 410 可包含一光源(或一影像源)412 及多個投影光學結構 414。在其他實施例中，影像源 412 可以包含顯示虛擬物件的多個畫素，例如為液晶顯示面板或發光二極體顯示面板。在一些實施例中，影像源 412 可以包含產生同調光或部分同調光的一光源。舉例來說，影像源 412 可包

含一雷射二極體、一垂直腔面發射激光器(vertical cavity surface emitting laser)及/或一發光二極體。在一些實施例中，影像源 412 可包含多個光源，且每個光源發射對應於原色(primary color)(例如紅色、綠色或藍色)的一單色(monochromatic)影像光。在一些實施例中，影像源 412 可以包含一光學圖案產生器，例如空間光調制器(spatial light modulator)。投影光學結構 414 可包含能控制來自影像源 412 的光線的一個或多個光學元件，例如擴張(expanding)、準直(collimating)、掃描或投射來自影像源 412 的光線給光結合器 415。此一個或多個光學元件例如可包含一個或多個鏡片、液體鏡片(liquid lenses)、鏡子、光圈及/或光柵。在一些實施例中，投影光學結構 414 可包含具有多個能掃描來自影像源 412 的光線之電極的一液體鏡片(例如液晶鏡片)。

【0066】 光結合器 415 可以包含一輸入耦合器 430，且輸入耦合器 430 用於導引來自投影器 410 的光線於光結合器 415 的一基板 420 內。輸入耦合器 430 可以包含一體積全像光柵(volume holographic grating)、一繞射光學元件(diffractive optical element，DOE)(例如表面浮雕光柵)或一折射耦合器(例如楔子(wedge)或稜鏡(prism))。輸入耦合器 430 可具有大於 30%、50%、75%或 90%的耦合效率(coupling efficiency)，或是對於可見光有更高的耦合效率。如前述，可見光可以指波長在約 380 奈米(nm)至約 750 奈米(nm)之間的光線。被導引至基板 420 的光線例如經由全內反射(total internal reflection；TIR)而傳播在基板 420 內。基板 420 可為一副眼鏡之鏡片。基板 420 可具有一平坦或彎曲的表面，且可包含一或多種的介電材料(dielectric materials)，例如玻璃、石英(quartz)、塑膠、聚合物、

壓克力(poly，methyl methacrylate)、水晶或陶瓷。基板 420 的厚度例如介於小於 1 毫米(mm)至大約 10 毫米(mm)或更高。基板 420 可被可見光穿透。如果光束可以高穿透率(transmission rate)(例如大於 50%、40%、75%、80%、90%、95%或更高)穿透一材料，而小部分的光束(例如小於 50%、40%、25%、20%、10%、5%或更少)可能被散射、反射或被材料吸收，則表示此材料可為光束穿透。穿透率(即透過率；transmissivity)可以由波長範圍內的光學加權(photopically weighted)或非加權平均穿透率來表示，或者波長範圍內之最低傳輸速率來表示。波長範圍例如為可見光的波長範圍。

【0067】 基板 420 可包含或可連接於多個輸出耦合器 440。輸出耦合器 440 用來從基板 420 提取至少部分被基板 420 導引且傳播於基板 420 的光線，且將被提取的光線 460 導向於擴增實境系統 400 中之使用者的一眼睛 490。如同輸入耦合器 430，輸出耦合器 440 可包含多個光柵耦合器(例如體積全像光柵或表面浮雕光柵)、多個其他繞射光學元件、多個稜鏡等。輸出耦合器 440 之不同之處可具有不同的耦合(例如繞射)效率。基板 420 亦可讓來自位於光結合器 415 前方的環境的光線 450 以較小或甚至無損失地穿過。輸出耦合器 440 亦可讓光線 450 以較小的損失穿過。舉例來說，在一些態樣中，輸出耦合器 440 對於光線 450 可具有低繞射效率，而使光線 450 可被折射或是以較小的損失穿過輸出耦合器 440，且相較於被提取的光線 460 具有更高的密度。在一些態樣中，輸出耦合器 440 對於光線 450 可具有高繞射效率且可以較小損失繞射光線 450 至特定所欲之方向(即繞射角)。因此，使用者能觀看到光結合器 415 前方之環境與投影器 410 所投射之虛擬物件合成後的影像。

【0068】 圖 5 為根據特定實施例之示例性近眼顯示器 500 的剖視示意圖。近眼顯示器 500 可包含至少一顯示器組件 510。顯示器組件 510 可用來將影像光線(例如顯示光線)導向位於出射瞳(exit pupil)530 的一眼動範圍及使用者的眼睛 520。可知道的是，即使本發明之圖 5 及其他圖顯示近眼顯示器包含使用者其中一眼睛來作為說明之目的，使用者的眼睛並不為近眼顯示器的一部分。

【0069】 如同頭戴式顯示裝置 200 及近眼顯示器 300，近眼顯示器 500 可包含一框架 505 及一顯示器組件 510。顯示器組件 510 可包含一顯示器 512 及/或與框架 505 耦合或鑲嵌於(embedded)框架 505 的一光學顯示結構 514。如同上述，顯示器 512 可依據從控制台(例如控制台 110)接收的數據，以電的方式(例如利用液晶顯示器)或光學的方式(利用波導顯示器及光耦合器)顯示影像予使用者。顯示器 512 可包含多個子畫素，來發出主色光(例如為紅光、綠光、藍光、白光或黃光)。在一些實施例中，顯示器組件 510 可包含由一個或多個波導顯示器堆疊成的一堆疊結構。所述一個或多個波導顯示器包含但不限於一堆疊波導顯示器或一變焦波導顯示器(varifocal waveguide display)等。堆疊顯示器為多彩的顯示器(polychromatic display)(例如紅綠藍顯示器(RGB display))，且經由堆疊多個不同顏色之單色光源的波導線顯示器所產生。堆疊波導顯示器亦可為可投射至多個平面的多彩顯示器(例如多平面彩色顯示器(multi-planar colored display))。在一些態樣中，堆疊波導顯示器可為能投射至多個平面的單色顯示器(例如多平面單色顯示器(multi-planar monochromatic display))。變焦波導顯示器為能調整從波導顯示器所發出之影像光線之焦

點位置的顯示器。在另外的實施例中，顯示器組件 510 可包含堆疊波導顯示器及變焦波導顯示器。

【0070】 光學顯示結構 514 可類似於光學顯示結構 124，且可光學地顯示影像內容(例如利用光學波導及光耦合器)、修正與影像光線相關之光學誤差、結合虛擬物件與真實物件的影像及呈現修正後的影像光線予使用者眼睛 520 所位在的近眼顯示器 500 之出射瞳 530。光學顯示結構 514 亦可將影像轉換成看似遠離影像源而不是距離使用者的眼睛僅幾公分的虛擬影像。舉例來說，光學顯示結構 514 可準直影像源來產生看似遠離的虛擬影像，且將所顯示之虛擬物件之空間資訊轉換至角度資訊。光學顯示結構 514 亦可放大影像源，藉以使影像的尺寸看似大於真實影像源的尺寸。以下將更詳細的描述光學顯示結構。

【0071】 人工實境系統之使用者體驗可取決於人工實境系統之一些光學特性，例如視野，影像品質(例如解析度)、系統之眼動範圍的尺寸(用於容納眼睛及/或頭的移動)、適眼距(eye relief)的距離及被顯示之影像的亮度(brightness)。一般而言，視野及眼動範圍應盡可能地越大越好，且被顯示之影像的亮度應足夠高(特別是光學透視擴增實境系統)。

【0072】 在一波導型近眼顯示器中，顯示器的輸出面積通常遠大於近眼顯示系統之眼動範圍的尺寸。因此，可到達使用者的眼睛的光線的比例取決於眼動範圍之尺寸與顯示器之輸出面積之間的比值，且此比值對於特定適眼距及視野可小於 10%。為了達到被顯示之影像的所期望的亮度，來自投影器或光源的顯示光線需被顯著地增強，但此舉會使耗能增加及引起安全疑慮。

【0073】 圖 6A 繪示所有視野之顯示光線均勻地自波導顯示器 610 之不同區域輸出的示例性波導型近眼顯示器。近眼顯示器可包含一投影器 620 及一波導顯示器 610。投影器 620 可類似於投影器 410，且可包含類似於光源或影像源 412 的一光源或影像源及類似於投影光學結構 414 的多個投影光學結構。波導顯示器 610 可包含一波導(例如基板)、一個或多個輸入耦合器 612 及一個或多個輸出耦合器 614。輸入耦合器 612 可用來將顯示光線從不同視野(或不同視角)導引進波導，且輸出耦合器 614 可用來將顯示光線導引出波導。輸入耦合器 612 及輸出耦合器 614 例如可包含多個傾斜型表面浮雕光柵(slanted surface-relief grating)或多個體積布拉格光柵(volume Bragg grating)。在圖 6A 的例子中，輸出耦合器 614 的整個區域可具有相似的光柵參數，而不是不同的光柵參數，藉以調整耦合頻率而使輸出光更均勻。因此，顯示光線可以圖 6A 中相似的方式部分地在波導顯示器 610 之不同區域被導引出波導(即如同圖 6A 中所示之來自近眼顯示器之所有視野的顯示光線可在波導顯示器 610 之任何區域部分地被導引出波導)。

【0074】 如圖 6A 所示，近眼顯示系統可具有一眼動範圍 690，此眼動範圍 690 具有有限的尺寸而導致視野 630 為有限的。如此一來，在波導顯示器 610 中不是全部被導引出波導的光線皆會到達眼動範圍 690。舉例來說，來自波導顯示器 610 的顯示光線 632、634、636 可能不會到達眼動範圍 690，而因此不會被使用者的眼睛所接收，進而造成來自投影器 620 之光功率顯著地損失。

【0075】 根據特定的實施例，用於波導型顯示器的光耦合器(例如傾

斜型表面浮雕光柵)可包含一個光柵耦合器。此光柵耦合器包含多個區域。光柵耦合器的這些區域對於入射顯示光線可具有不同的角度選擇特性(例如相長干擾條件),使得在波導型顯示器之任何區域中,最終不會到達使用的眼睛的繞射光線會被壓抑(即,不會被光柵耦合器繞射而被導引進或導引出波導,且因此可繼續於波導內傳播),而最終會到達使用者眼睛的光線會被光柵耦合器繞射且被導引進或導引出波導。每個區域的寬度可介於一個範圍內,此範圍例如可大約介於 10 微米(micrometer)至 1 毫米(millimeter)之間。

【0076】 圖 6B 根據特定實施例繪示顯示光線在波導的不同區域中以不同角度被導引出波導顯示器 640 的示例性波導型近眼顯示器。波導顯示器 640 可包含一波導(例如基板)、一個或多個輸入耦合器 642 及一個或多個輸出耦合器 644。輸入耦合器 642 可用來將來自不同視野(例如視角)的顯示光線導引進波導,且輸出耦合器 644 可用來將顯示光線導引出波導。輸入耦合器 642 及輸出耦合器 644 例如可包含多個傾斜型表面浮雕光柵或其他光柵。輸出耦合器 644 可有不同的光柵參數,且因此在輸出耦合器 644 之不同區域具有不同角度選擇特性。因此,在輸出耦合器 644 的每個區域中,只有以特定角度範圍朝向近眼顯示器之一眼動範圍 690 傳播的顯示光線可被導引出波導,而其他顯示光線可能不滿足該區域的角度選擇條件,而可能不會被導引出基板。在一些實施例中,輸入耦合器 642 亦可具有不同光柵參數,故在輸入耦合器 642 之不同區域具有不同的角度選擇性。因此,在輸入耦合器 642 的每一個區域中,只有來自各個視野的顯示光線可被導引進波導。如此一來,被導引進波導且傳播於波導之大部分的顯示光

線可有效地被送至眼動範圍 690，進而提升波導型近眼顯示系統的電源效率。

【0077】 圖 7A 根據特定實施例繪示顯示光線在第一角度範圍內從波導顯示器的第一區域被導引出波導顯示器 710 的示例性波導型近眼顯示器。圖 7A 的波導型近眼顯示器可類似於圖 6B 的波導型近眼顯示器。近眼顯示器可包含一投影器 720 及一波導顯示器 710。投影器 720 可類似於投影器 410 或 620，且可包含類似於光源(或影像源)412 的一光源(或影像源)及類似於投影光學結構 414 的多個投影光學結構。波導顯示器 710 可包含一輸入耦合器 712。輸入耦合器 712 用來將顯示光線從投影器 720 導引進波導顯示器 710。被導引進波導顯示器 710 的顯示光線會因全內反射傳播於波導(例如上述關於圖 4 的基板)。當顯示光線到達一第一輸出耦合器 714(或一輸出耦合器的一第一區域)，滿足第一輸出耦合器 714 之相長干擾條件之一部份的顯示光線可被導引出波導。舉例來說，第一輸出耦合器 714 可包含於每個光柵週期內具有大折射率調變的一傾斜型表面浮雕光柵，且傾斜角度、佔空比、折射率調變及/或光柵週期可被用來選擇性地於特定繞射方向上以特定入射角範圍繞射入射光(例如在一角度範圍 730 所顯示的角度範圍)。由於大折射率調變(例如大於 0.2)，可在第一輸出耦合器 714 達到大角帶寬(angular bandwidth；例如大於 10 度)，藉以對於波導型近眼顯示系統提供足夠大的眼動範圍 790。

【0078】 圖 7B 根據特定實施例繪示顯示光線在第二角度範圍內從波導顯示器 710 的第二區域被導引出波導顯示器 710 之圖 7A 所示之示例性波導型近眼顯示器。如示例中所示，當傳播於波導顯示器 710 之基板的顯

示光線到達一第二輸出耦合器 716(或輸出耦合器的第二區域)時，滿足第二輸出耦合器 716 之相長干擾條件之一部份的顯示光線可被導引出波導。舉例來說，第二輸出耦合器 716 可包含於每個光柵週期內具有有大折射率調變的一傾斜型表面浮雕光柵，且傾斜角度、佔空比、折射率調變及(或)光柵週期可不同於第一輸出耦合器 714 的傾斜角度、佔空比、折射率調變及(或)光柵週期。傾斜角度、佔空比、折射率調變及(或)光柵週期可被用來選擇性地於特定繞射方向上以特定入射角範圍繞射入射光(例如在一角度範圍 740 所顯示的角度範圍)。由於大折射率調變(例如大於 0.2)，可在第二輸出耦合器 716 達成大角帶寬(angular bandwidth；例如大於 10 度)，藉以充分地遮蔽波導型近眼顯示系統的眼動範圍 790。

【0079】 圖 7C 根據特定實施例繪示顯示光線在第三角度範圍內從波導顯示器 710 的第三區域被導引出波導顯示器 710 的圖 7A 所示之示例性波導型近眼顯示器。當傳播於波導顯示器 710 之基板的顯示光線到達一第三輸出耦合器 718(或輸出耦合器的一第三區域)，滿足第三輸出耦合器 718 之相長干擾條件之一部份的顯示光線可被導引出波導。舉例來說，第三輸出耦合器 718 可包含每個光柵週期內具有有大折射率調變的一傾斜型表面浮雕光柵，且傾斜角度、佔空比、折射率調變及(或)光柵週期可不同於第一輸出耦合器 714 及第二輸出耦合器 716 的傾斜角度、佔空比、折射率調變及(或)光柵週期。傾斜角度、佔空比、折射率調變及(或)光柵週期可被用來選擇性地於特定繞射方向上以特定入射角範圍繞射入射光(例如在一角度範圍 750 所顯示的角度範圍)。由於大折射率調變(例如大於 0.2)，可在第三輸出耦合器 718 達成大角帶寬(angular bandwidth；例如大於 10 度)，藉

以充分地遮蔽波導型近眼顯示系統的眼動範圍 790。

【0080】 可以有許多不同的方式來製造在光柵耦合器整個區域上具有不同構造(例如佔空比或折射率調變)的光柵耦合器。舉例來說，具有不同佔空比的一傾斜型表面浮雕光柵耦合器可透過不同的平版印刷及蝕刻技術被製造(例如離子束蝕刻、反應離子蝕刻或化學輔助離子式蝕刻處理)，或是可透過其他圖案轉移技術被製造(例如利用不同蝕刻、沉積或 3D 印刷工藝所製造之奈米壓印模具(nanoimprint mold)的奈米壓印(nanoimprint lithography)技術)。折射率調變的變化可例如經由改變光柵耦合器所製於之基板的折射率、改變奈米壓印材料的折射率、改變傾斜型表面浮雕光柵之外塗層材料或改變光柵耦合器之不同區域上之外塗層的摻雜物而被實現。

【0081】 圖 8 根據特定實施例繪示被波導型近眼顯示器 800 之前(或上)表面上之示例性傾斜型光柵耦合器 820 繞射的光線。波導型近眼顯示器 800 可包含一波導 810(例如基板)及一傾斜型光柵耦合器 820。波導 810 可為具有折射率大於前述關於圖 4 之自由空間折射率(即 1.0)的平坦或彎曲透明的基板。傾斜型光柵耦合器 820 例如可為一傾斜型表面浮雕光柵，其多個光柵凸部 822 之間的多個間隙 824(或溝槽)可被一外塗層材料填充。該外塗層材料的折射率高於或低於光柵凸部 822 之折射率。舉例來說，在一些實施例中，高折射率的材料(例如氧化鉿(Hafnia)、氧化鉭(Tantalum oxide)、氧化鎢(Tungsten oxide)、氧化鋯(Zirconium oxide)、硫化鎵(Gallium sulfide)、氮化鎵(Gallium nitride)、磷化鎵(Gallium phosphide)、矽(silicon)及高折射率的聚合物)可被用於填充這些間隙 824。在一些實施例中，低折射率的材料(例如氧化矽(silicon oxide)、氧化鋁(alumina)、多

孔性二氧化矽(porous silica)或低折射率氟化單體(或聚合物))可被用於填充這些間隙 824。因此，這些光柵凸部的折射率與這些間隙之間的折射率差值可大於 0.1、0.2、0.3、0.5、1.0 或更高。

【0082】 顯示光線 830 可例如經由輸入耦合器 642 或 712、或上述之其他耦合器(例如稜鏡或傾斜型表面浮雕光柵)被導引進波導 810。顯示光線 830 可例如透過全內反射傳播於波導 810 內。當顯示光線 830 到達傾斜型光柵耦合器 820，顯示光線 830 例如可被傾斜型光柵耦合器 820 繞射為第 0 階的繞射(也就是反射)光線 840 及第 1 階的繞射光線 850。第 0 階的繞射光線 840 可持續傳播於波導 810 內，且可於不同位置被波導 810 的底面朝傾斜型光柵耦合器 820 反射。由於全內反射條件因繞射角的關係不會在波導 810 之底面被滿足，故第 1 階繞射光線 850 可朝向使用者的眼睛被導引(例如折射)出波導 810。

【0083】 由於相對大的折射率調變，以一角度範圍內之多個角度入射在傾斜型光柵耦合器 820 的顯示光線可對於第 1 階或更高階的繞射光線滿足或實質上滿足相長干擾條件，而使顯示光線可以高繞射效率被繞射出波導 810。因此，第一階或更高階的繞射光線可包含以角度範圍內之方向傳播的光線。角度範圍可對應於近眼顯示系統之整個視野的一部分。

【0084】 圖 9 根據特定實施例繪示波導型近眼顯示器 900 內之示例性傾斜型光柵耦合器 920 的角度選擇特性。如同以上參照圖 8 描述的波導型近眼顯示器 800，波導型近眼顯示器 900 可包含一波導 910(例如為基板)及形成於基板的一傾斜型光柵耦合器 920。波導 910 可為折射率高於自由空間折射率的平坦或曲面透明基板。傾斜型光柵耦合器 920 例如可為一傾

斜型表面浮雕光柵，其位於多個光柵凸部 922 之間的多個間隙 924(或溝槽)可以如以上參照圖 8 描述的外塗層材料填充。傾斜型表面浮雕光柵可相對於波導 910 之基板之表面法線具有一傾斜角度 α。

【0085】 經由全內反射傳播於波導 910 內的顯示光線 930 可以傾斜角度 α 入射在光柵耦合器 920 上。入射顯示光線 930 的部分可如光線 940、942 被光柵耦合器 920 繞射。光線 940 與光線 942 的光路徑長度之間的差值可為顯示光線之波長的整數倍，而使光線 940、942 可彼此相長地干擾而滿足繞射條件。光線 940、942 可分別被相鄰的光柵凸部 922 偏射。在圖 9 之示例中，光線 940 與光線 942 的光路徑長度之間的差值可概略由以下算式決定：

【0086】 $AB \times n_2 + (BC + CD) \times n_3 - AE \times n_1 = m \times \lambda$，

【0087】 其中，m 為正整數，λ 為顯示光線的波長，AB、BC、CD 及 AE 為圖 9 所示之對應點之間的實際長度，n_1 為基板的折射率，n_2 為光柵凸部 922 的折射率，以及 n_3 為外塗層材料的折射率。AB、BC、CD 及 AE 的長度取決於入射角 β、繞射角 θ、光柵的傾斜角度 α、光柵的佔空比、光柵週期、光柵的折射率及外塗層材料的折射率。因此，為了以繞射角 θ 選擇性地將以角度 β 入射的光線繞射出基板，可以相應地選擇光柵耦合器的參數以滿足上述條件。

【0088】 圖 10 根據特定實施例繪示波導型近眼顯示器 1000 中的示例性傾斜型光柵耦合器 1020 之不同區域的角度選擇特性，且傾斜型光柵耦合器 1020 在不同區域具有不同的佔空比(故有不同角度選擇性)。波導型近眼顯示器 1000 可包含一波導 1010(例如基板)及形成於基板的傾斜型光

柵耦合器 1020。傾斜型光柵耦合器 1020 可以包含一傾斜型表面浮雕光柵，且該傾斜型表面浮雕光柵中位於多個光柵凸部之間的多個間隙 1024(或溝槽)可以如上參照圖 8 所述之折射率高於或低於光柵凸部之折射率的一外塗層材料填充。在傾斜型光柵耦合器 1020 的整個區域上可有實質上均勻的光柵週期及實質上均勻的傾斜角度。但，如圖 10 所示，佔空比可逐漸改變。舉例來說，傾斜型表面浮雕光柵之一端的佔空比可相對大(例如 0.95)，且於傾斜型表面浮雕光柵之另一端的佔空比可相對小(例如 0.05)。在一些實施例中，傾斜型表面浮雕光柵的深度及厚度例如可大約大於 10 奈米、20 奈米、50 奈米、100 奈米或更高。在一些實施例中，傾斜型表面浮雕光柵的深度及厚度可大於傾斜型光柵耦合器 1020 之光柵週期的一半。

【0089】 在圖 10 的例子中，在這些間隙 1024 中的外塗層材料可具有低於這些光柵凸部 1022 之折射率的折射率，且傾斜型表面浮雕光柵的佔空比可沿 X 方向逐漸從左往右遞減。在靠近傾斜型表面浮雕光柵的左端的部分中，顯示光線 1030 在傾斜型光柵耦合器 1020 的入射角可相對地大，且因此為了滿足以上參照圖 9 描述之朝向近眼顯示系統之一眼動範圍 1090 傳播的繞射光線 1040、1042 之間的相長干擾條件，較多部分的傾斜型表面浮雕光柵可具有較高的折射率(即，較大的佔空比)。在傾斜型表面浮雕光柵的中央部分中，相較於顯示光線 1030，顯示光線 1050 在傾斜型光柵耦合器 1020 上的入射角較小，故為了滿足朝向近眼顯示系統之眼動範圍 1090 傳播的繞射光線 1060、1062 之間的相長干擾條件，傾斜型表面浮雕光柵之較少部分可具有較大的折射率(即，較小的佔空比)。在靠近傾斜型表面浮雕光柵的右端的部分中，在傾斜型光柵耦合器 1020 上之顯示光線 1070 的

入射角甚至可更小，故為了滿足朝向近眼顯示系統之眼動範圍 1090 傳播的繞射光線 1080、1082 之間的相長干擾條件，傾斜型表面浮雕光柵之更少部分具有較大的折射率(即，最小的佔空比)。

【0090】 在一些實施例中，這些間隙 1024 之間的外塗層材料可具有大於這些光柵凸部 1022 之折射率的折射率，故傾斜型表面浮雕光柵的佔空比可從左往右逐漸增加。

【0091】 圖 11 根據特定實施例繪示波導型近眼顯示器 1100 的示例性傾斜型光柵耦合器 1120 之不同區域的角度選擇特性，且傾斜型光柵耦合器 1120 在不同區域具有不同的折射率調變。波導型近眼顯示器 1100 可包含一波導 1110(例如基板)及形成於基板的傾斜型光柵耦合器 1120。傾斜型光柵耦合器 1120 可具有一傾斜型表面浮雕光柵，其多個光柵凸部 1122 之間的多個間隙 1124(或溝槽)可以如上參照圖 8 所述之折射率高於或低於光柵凸部之折射率的一外塗層材料填充。傾斜型光柵耦合器 1120 的整個區域上可具有實質上均勻的一光柵週期、實質上均勻的一佔空比、及實質上均勻的一傾斜角度。但，如圖 11 所示，外塗層材料的折射率可逐漸地改變。舉例來說，填充於這些光柵凸部 1122 之間的間隙 1124 的外塗層材料可被逐漸改變，或可在傾斜型光柵耦合器 1120 的不同區域摻雜有不同的摻雜物。

【0092】 在圖 11 的例子中，在這些間隙 1124 的外塗層材料的折射率可沿 X 方向從左往右逐漸減少。在靠近傾斜型表面浮雕光柵之左端的部分中，在傾斜型光柵耦合器 1120 上之顯示光線 1130 的入射角可相對地大，故為了滿足如上參照圖 9 所述之可朝向近眼顯示系統之一眼動範圍 1190

傳播之繞射光線 1140、1142 之間的相長干擾條件，外塗層材料的折射率可相對較大。在傾斜型表面浮雕光柵的中央部分中，相較於顯示光線 1130，在傾斜型光柵耦合器 1120 之顯示光線 1150 的入射角較小，故為了滿足朝向近眼顯示系統之眼動範圍 1190 傳播的繞射光線 1160、1162 之間的相長干擾條件，外塗層材料的折射率可較為小。在靠近傾斜型表面浮雕光柵之右端的部分中，傾斜型光柵耦合器 1120 上之顯示光線 1170 的入射角可甚至更小，故為了滿足朝向近眼顯示系統之眼動範圍 1190 傳播的繞射光線 1180、1182 之間的相長干擾條件，外塗層材料的折射率可甚至更小。

【0093】 由此可知，可藉由改變傾斜型表面浮雕光柵之佔空比(例如大約從 0.05 至 0.95)及/或外塗層材料(或光柵凸部)之折射率，調整傾斜型光柵耦合器的角度選擇性，藉以選擇性地只繞射朝向近眼顯示系統之眼動範圍的顯示光線。因此，可減少來自於波導顯示器且於眼動範圍外部的雜散光(stray light)，進而可提升波導型近眼顯示器的電源效率。

【0094】 在一些實施例中，傾斜型光柵耦合器可以被形成在波導型近眼顯示器的後(底部)表面，而非前(頂部)表面。傾斜型表面浮雕光柵的佔空比及(或)外塗層材料(或光柵凸部)之折射率可在傾斜型光柵耦合器的區域上類似地變化，來實現所期望的繞射光線之角度選擇性。

【0095】 圖 12 根據特定實施例繪示被波導型近眼顯示器 1200 之後(底部)表面上之示例性傾斜型光柵耦合器 1220 繞射的光線。傾斜型光柵耦合器 1220 可類似於上述之傾斜型光柵耦合器 1020 或 1120，且可被形成在一波導 1210(例如平坦或彎曲的基板)的底面。傳播於波導 1210 內的顯示光線 1230 可被傾斜型光柵耦合器 1220 的底面 1222 反射。被傾斜型光

柵耦合器 1220 之底面 1222 反射的顯示光線 1240 可再次到達傾斜型光柵耦合器 1220，且可被傾斜型光柵耦合器 1220 反射性地繞射。為了有效地被繞射，顯示光線 1250、1252 可滿足以上參照圖 9 描述的相長干擾條件。相長干擾條件可經由選擇適當的前述之光柵參數來達成(例如傾斜型表面浮雕光柵的佔空比、光柵凸部的折射率及/或外塗層材料的折射率)。在傾斜型光柵耦合器的不同位置中，入射角及繞射角可為不同，故為了對於入射角及所期望之繞射角滿足相長干擾條件，光柵參數可為不同。

【0096】 如上所述，在一些實施例中，為了更有效地將來自不同部分之視野讀顯示光線導引進波導，且同時減少顯示光線非預期地被導引出輸入區域內之視野，波導型顯示器的輸入耦合器亦可具有不同的角度選擇特性。

【0097】 圖 13 根據特定實施例繪示示例性波導型近眼顯示器 1300，且來自不同視野(或視角)的顯示光線可在輸入耦合器 1320 的不同區域以不同角度導引進波導 1310 中。波導型近眼顯示器 1300 可包含類似於投影器 410、620、720 的一投影器 1330，且可如以上參照圖 4 描述之準直或聚焦來自一影像源的顯示光線。來自投影器 1330 的顯示光線可包含來自不同視野(或視角)的光線。若輸入耦合器 1320 在 X 方向有均勻的構造，被輸入耦合器 1320 導引於波導 1310 中的一些顯示光線可被輸入耦合器 1320 不同之區域導引出波導 1310。舉例來說，如圖 13 所示，來自投影器 1330 的光束 1340 可被輸入耦合器 1320 的一第一區域導引進波導 1310 內而變成被導引的顯示光線 1350。被導引的顯示光線 1350 可經由全內反射傳播於波導 1310 內，且如光束 1360 所示到達輸入耦合器 1320 的一第二區域。

若輸入耦合器 1320 的第一區域及第二區域具有相同的光柵參數，大部分的光束 1360 可如繞射光線 1380 被導引出波導 1310，而例如可能造成功率損失及瞳孔裁切(pupil clipping)。

【0098】 根據特定的實施例，輸入耦合器 1320 的第二區域及第一區域可有不同的光柵參數(例如佔空比及/或折射率調變)而具有不同的角度選擇性。如此一來，光束 1340 可如顯示光線 1350 在第一區域有效地被導引進波導 1310 內，而入射於第二區域的光束 1360 可能不會在第二區域滿足輸入耦合器 1320 的相長干擾，而可能不會被繞射成繞射光線 1380。如此一來，大部分的光束 1360 可被反射成光束 1370，藉以繼續傳播於波導 1310 內。在這樣的方式之下，來自不同視野(例如不同角度)的光線可更有效地被導引進波導內且傳播於波導內，直到其滿足輸出耦合器或一部分之輸出耦合器的光柵條件。

【0099】 圖 14 根據特定實施例繪示利用波導型顯示器顯示影像之示例性方法的簡化流程圖。描述於流程圖 1400 中的操作僅用於說明，而不是作為限制。在不同實現中，可以對流程圖 1400 進行修改以添加附加操作或省略一些操作。可以使用例如波導顯示器 640、波導顯示器 710、波導型近眼顯示器 1000、波導型近眼顯示器 1100 或波導型近眼顯示器 1300 來執行流程圖 1400 中描述的操作。

【0100】 可選用地，在方塊 1410 中，一波導型近眼顯示器之一輸入耦合器的一第一區域可僅將來自波導型近眼顯示器之視野的第一角度範圍的顯示光線導引進波導型近眼顯示器的一基板。輸入耦合器可被形成在波導型近眼顯示器之基板的任何一側。輸入耦合器可包含例如以上參照圖 13

所述之一第一傾斜型表面浮雕光柵。第一傾斜型表面浮雕光柵可有大於 30 度、45 度、50 度或更大角度的一傾斜角度。第一傾斜型表面浮雕光柵可包含覆蓋於傾斜型表面浮雕光柵且填充於多個光柵凸部之間之多個間隙的一外塗層。如以上參照圖 8 所述，外塗層可包含有一個或多個材料，其具有不同於光柵凸部之折射率的折射率(例如大於 0.2，且大於或小於光柵凸部的折射率)。第一角度範圍例如為 10 度或更大角度(例如從 60 度之視角到 70 度或更大之視角)。

【0101】 可選用地，在方塊 1420 中，輸入耦合器的一第二區域可僅將來自波導型近眼顯示器之視野的第二角度範圍的顯示光線導引進基板。波導型近眼顯示器的第二角度範圍可為 10 度或是更大(例如從 40 度之視角到 50 度或更大之視角)。輸入耦合器之第一區域及第二區域可有不同的光柵參數(例如佔空比及折射率調變(光柵凸部與外塗層之間折射率不同)等)。

【0102】 在方塊 1430 中，波導型近眼顯示器的一波導(例如基板)可透過全內反射導引來自於波導型近眼顯示器之視野的第一角度範圍及第二角度範圍的顯示光線傳播於基板內。來自於波導型近眼顯示器之視野的第一角度範圍及第二角度範圍的顯示光線可以不同角度傳播於基板內。

【0103】 在方塊 1440 中，在波導(例如基板)之表面之輸出耦合器的第一區域可僅將顯示光線的一第一部分繞射出基板，其中顯示光線的第一部分在第一角度範圍(例如 10 度的範圍或更大角度範圍)內以多個角度朝波導型近眼顯示器之一眼動範圍傳播。輸出耦合器可被形成在波導型近眼顯示器之基板的任何一側。輸出耦合器例如可包含以上參照圖 6B、圖 7A-7C、

圖 10 或圖 11 所述的一第二傾斜型表面浮雕光柵。第二傾斜型表面浮雕光柵可有大於 30 度、45 度、50 度或更大的一傾斜角度。第二傾斜型表面浮雕光柵可包含覆蓋於傾斜型表面浮雕光柵及填充於多個光柵凸部之間之多個間隙的一外塗層。例如以上參照圖 8 之描述，外塗層可包含具有不同於光柵凸部之折射率的折射率(例如大於 0.2，且大於或小於光柵凸部的折射率)的一個或多個材料凸部凸部。由於相對大的折射率調變，於大角度範圍內的入射光(例如 10 度或更大)可在輸出耦合器的第一區域滿足或實質上滿足相長干擾條件，故入射光可經由繞射被導引出基板。

【0104】 在方塊 1450 中，輸出耦合器的第二區域可僅將顯示光線之一第二部分繞射出基板，且顯示光線之第二部分可在第二角度範圍之內以多個角度朝向波導型近眼顯示器之眼動範圍傳播。第二角度範圍可不同於第一角度範圍。如同上述，輸出耦合器之第一區域及第二區域可有不同的光柵參數(例如佔空比及折射率調變(光柵凸部與外塗層之間折射率不同)等)，而具有不同角度選擇特性。

【0105】 如此一來，來自不同視野的顯示光線可有效地被輸入耦合器之不同區域導引進波導，且傳播於波導內的顯示光線可被輸出耦合器之不同區域導引出波導，故被輸出耦合器導引出的顯示光線可僅朝波導型近眼顯示器的眼動範圍傳播。因此，近眼顯示系統的電源效率可被顯著地提升。

【0106】 本發明的實施例可以用於實現人工實境系統的元件，或者可以結合人工實境系統來實現。人工實境為在呈現給使用者前經過某種方式調整的實境形式，且人工實境例如可包含虛擬實境(VR)、擴增實境(AR)、混合實境(MR，亦稱 hybrid reality)或一些前述之組合及/或衍生物。人工

實境內容可包含完整地產生的內容或與捕捉之內容(例如真實世界)結合而被產生的內容。人工實境內容可包含影片、音頻、觸覺反饋或一些前述之組合，且上述任何一個可以單一頻段(channel)或多個頻段中呈現(例如產生三維效果給使用者的立體影片)。此外，在一些實施例中，人工實境亦可伴隨著應用程式、產品、配件、服務或一些前述之組合。前述這些例如是用在人工實境創造內容，及/或以其他方式在人工實境使用(例如執行活動)。提供人工實境內容的人工實境系統可被運用在不同平台，包含連接於電腦主機的頭戴式顯示器(HMD)、獨立的頭戴式顯示器、行動裝置或電腦系統，或任何其他可提供人工實境內容給一個或多個觀看者的硬體平台。

【0107】 圖 15 為用於實現本發明的一些範例之示例性近眼顯示器(例如 HMD 裝置)的示例性電子系統 1500 的簡化方塊圖。電子系統 1500 可為一頭戴式顯示裝置的電子系統或其他前述之近眼顯示器的電子系統。在這個例子中，電子系統 1500 可包含一個或多個處理器 1510 及一記憶體 1520。處理器 1510 可用來執行對於在某些元件上操作的指令，且可例如為一般用途的處理器或適於運用在攜帶式電子裝置內的微處理器。處理器 1510 可與電子系統 1500 內多個元件通訊地連接。為了實現這種通訊連接，處理器 1510 可經由一匯流排 1540(bus)與其他繪示出的元件通訊。匯流排 1540 可為適於在電子系統 1500 內轉移數據的任何子系統。匯流排 1540 可包含多個計算機匯流排及用於轉移數據的附加電路。

【0108】 記憶體 1520 可連接於處理器 1510。在一些實施例中，記憶體 1520 可提供長期及短期儲存且可被區分為多個單元。記憶體 1520 可為揮發性的，例如靜態隨機存取記憶體(static random access memory，SRAM)

及/或動態隨機存取記憶體(dynamic random access memory，DRAM)，及/或可為非揮發性的，例如唯讀記憶體(read-only memory，ROM)、快閃記憶體(flash memory)等。此外，記憶體 1520 可包含可拆卸儲存設備，例如 SD 卡(secure digital card)。記憶體 1520 可對於電子系統 1500 提供電腦可讀之指令、數據結構、程式模組及其他數據的儲存空間。在一些實施例中，記憶體 1520 可被分配至不同的硬體模組。一組指令及/或程式碼可被儲存在記憶體 1520。指令可為電子系統 1500 可執行之程式碼及/或原始碼及/或安裝碼，且原始碼及/或安裝碼可基於編譯及/或安裝於電子系統 1500(例如利用任何各式各樣之一般可取得的編譯器、安裝程式及壓縮/解壓縮設施(utility))而能為可執行的程式碼。

【0109】 在一些實施例中，記憶體 1520 可儲存多個應用模組 1522-1524。這些應用模組可包含任何數量的應用程式。這些應用程式例如為遊戲程式、會議程式、影片回放程式或其他合適的程式。這些應用程式可包含一深度感測功能或一眼動追蹤功能。應用模組 1522-1524 可包含由處理器 1510 執行的特定指令。在一些實施例中，特定的應用程式或部分的應用模組 1522-1524 可以被其他硬體模組 1580 執行。在特定的實施例中，記憶體 1520 可額外地包含安全記憶體。安全記憶體可包含額外的安全控制來避免被複製或其他未授權的存取，以保護資訊安全。

【0110】 在一些實施例中，記憶體 1520 可包含搭載於其內部的一運作系統 1525。運作系統 1525 可被運作來啟動應用模組 1522-1524 所提供之指令的執行，且/或管理其他硬體模組 1580 與具有可包含一個或多個無線收發器之一無線通訊子系統 1530 的介面。運作系統 1525 可用來執行跨

電子系統 1500 之元件的其他操作，包含線程(threading)、資源管理、數據儲存控制及其他類似的功能。

【0111】 無線通訊子系統 1530 例如可包含一紅外線通訊裝置(infrared communication device)、一無線通訊裝置(wireless communication device)、芯片組(chipset)(例如藍芽裝置(Bluetooth® device)、無線區域網路裝置(IEEE 802.11 device)、無線網路裝置(Wi-Fi device)、全球互通微波存取裝置(WiMax device)或蜂巢式通訊設施(cellular communication facilities)等)，及/或類似的通訊介面。電子系統 1500 可包含用於無線通訊的一個或多個天線 1534。天線 1534 可作為無線通訊子系統 1530 的一部分，或連接於系統之任何部分的單獨元件。取決於所期望的功能，無線通訊子系統 1530 可包含獨立的多個收發器，以與基地收發機站(Base Transceiver Station)、其他無線裝置及存取點(access points)通訊。其可包含與不同的數據網路及/或網路類型的通訊(例如無線廣域網路(wireless wide-area network；WWAN)、無線區域網路(wireless local area network；WLAN)或無線個人區域網路(wireless personal area network；WPAN)。無線廣域網路例如為全球互通微波存取(IEEE 802.16)網路)。無線區域網路例如可為 IEEE 802.11x 網路。無線個人區域網路例如可以為藍芽網路、IEEE 802.15x 網路或其他類型的網路。在這描述的技術可被用於任何之無線廣域網路、無線區域網路及/或無線個人區域網路的組合。無線通訊子系統 1530 可允許與網路、其他電腦系統及(或)其他前述之裝置交換數據。無線通訊子系統 1530 可包含經由天線 1534 及無線連接 1532 發送或接收數據的一種手段，例如頭戴式顯示裝置的辨識碼、位置數

據、地理地圖、照片或影片。無線通訊子系統 1530、處理器 1510 及記憶體 1520 可共同包含至少一個或多個手段，來執行某些揭露於此的功能。

【0112】 電子系統 1500 還可包含一個或多個感測器 1590。感測器 1590 例如可為影像感測器、加速計、壓力感測器、溫度感測器、近接感測器、磁量計、陀螺儀、慣性感測器(例如結合加速器和陀螺儀的模組)、環境光感測器或其他可提供傳感輸出及(或)接收傳感輸入之類似的模組，例如深度感測器或位置感測器。舉例來說，在一些態樣中，感測器 1590 可包含一個或多個慣性量測單元及/或一個或多個位置感測器。慣性量測單元可依據接收自一個或多個位置感測器的量測訊號，產生指出頭戴式顯示裝置相對於初始位置之預估位置的校準參數。位置感測器可產生一個或多個量測訊號來以響應頭戴式顯示裝置的移動。位置感測器例如但不限於可包含一個或多個加速計、一個或多個陀螺儀、一個或多個磁量計、其他可偵側移動之適合形式的感測器、用於修正慣性量測單元之誤差的感測器或前述的組合。位置感測器可位於慣性量測單元的外部、內部或一些上述之結合。至少一些感測器可採用結構光圖案執行感測。

【0113】 電子系統 1500 可包含一顯示模組 1560。顯示模組 1560 可為一近眼顯示器，且可圖形地從電子系統 1500 呈現資訊予使用者(例如影像、影片及不同的指令)。呈現給使用者的資訊可源自於一個或多個應用模組 1522-1524、虛擬實境引擎 1526、一個或多個其他硬體模組 1580、一些上述的結合或任何其他解析圖形內容給使用者之合適手段(例如運作系統 1525)。顯示模組 1560 可利用液晶顯示(LCD)技術，發光二極體(LED)技術(例如 OLED、ILED、mLED、AMOLED、TOLED 等技術)、發光聚合物

顯示(light emitting polymer display；LPD)技術或其他顯示技術。

【0114】 電子系統 1500 可包含一使用者輸入/輸出模組 1570。使用者輸入/輸出模組 1570 可讓使用者發送動作請求予電子系統 1500。動作請求可為執行特定動作的請求。舉例來說，動作請求可為開始或結束應用程式，或在應用程式內執行一特定動作。使用者輸入/輸出模組 1570 可包含一個或多個輸入狀置。輸入裝置例如包含一觸控螢幕、一觸控板、多個麥克風、多個按鈕、多個轉盤(dial)、多個開關(switch)、一鍵盤、一滑鼠、一遊戲控制器或其他接收動作請求及傳送所接收之動作請求至電子系統 1500 的合適裝置。在一些實施例中，使用者輸入/輸出模組 1570 可根據從電子系統 1500 接收到的指令提供觸覺反饋予使用者。舉例來說，觸覺反饋可在動作請求被接收或被執行實被提供。

【0115】 電子系統 1500 可包含用來拍攝使用者之照片或影片的一相機 1550。相機 1550 例如用來追蹤使用者眼睛位置。相機 1550 亦可被用來拍攝環境照片或影片，藉以例如應用於虛擬實境、擴增實境或混合實境。相機 1550 例如可包含有數百萬或數千萬像素的一互補式金屬氧化物半導體(complementary metal-oxide-semiconductor；CMOS)影像感測器。在其他態樣中，相機 1550 可包含二個或更多相機，藉以捕捉三維影像。

【0116】 在一些實施例中，電子系統 1500 可包含多個其他硬體模組 1580。每一個其他硬體模組 1580 可為電子系統 1500 內的實體模組。雖然每一個其他硬體模組 1580 可被永久地視為物理結構(structure)，但一些其他硬體模組 1580 可暫時性地被用來執行特定功能或被激活(activated)。其他硬體模組 1580 例如可包含一音頻輸出模組及/或一音頻輸入模組(例如麥

克風或揚聲器)、一近場通訊(near field communication；NFC)模組、一可充電電池、一電池管理系統、一有線/無線電池充電系統等。在一些實施例中，硬體模組 1580 之一個或多個功能可被運用在軟體。

【0117】 在一些實施例中，電子系統 1500 的記憶體 1520 亦可儲存一虛擬實境引擎 1526。虛擬實境引擎 1526 可執行電子系統 1500 內的應用程式，並從不同感測器接收頭戴式顯示裝置之位置資訊、加速資訊、速度資訊、預測未來位置資訊或一些前述資訊的結合。在一些實施例中，被虛擬實境引擎 1526 接收的資訊可用來產生訊號(例如顯示指令)給顯示模組 1560。舉例來說，若被接收的資訊指出使用者已經往左看，虛擬實境引擎 1526 可於頭戴式顯示裝置產生鏡射於使用者在虛擬環境之移動的內容。此外，虛擬實境引擎 1526 可在應用程式執行動作，以響應自使用者輸入/輸出模組 1570 接收之動作請求，且提供回饋予使用者。所提供的回饋可為視覺的、聽覺的或觸覺的回饋。在一些態樣中，處理器 1510 可以包含一個或多個圖形處理器(graphics processing unit，GPU)，藉以執行虛擬實境引擎 1526。

【0118】 在不同的態樣中，上述的硬體及模組可被應用在單一的裝置或可以有線或無線互相通訊的多個裝置。舉例來說，在一些態樣中，某些元件或模組(例如 GPU)、虛擬實境引擎 1526 及應用程式(例如追蹤程式)可被應用在與頭戴式顯示器分離的控制台。在一些態樣中，控制台可連接或支援多個頭戴式顯示器。

【0119】 在另外的態樣中，不同的及/或額外的元件可被包含在電子系統 1500。相同地，一個或多個元件的功能可使用與不同於上述之方式被

分配在這些元件中。舉例來說，在一些實施例中，電子系統 1500 可被調整而包含其他系統環境，例如擴增實境系統環境及/或混合實境系統環境。

【0120】 上述之方法，系統和設備是示例。不同實施例可以適當地省略，替換或添加各種過程或元件。例如，在另外的態樣中，所描述的方法可以使用與所描述的順序不同的順序執行，且/或可以添加、省略且/或組合各種步驟(stage)。且，關於特定實施例描述的特性可以組合在不同其他實施例中。這些實施例的不同概念和元件可以使用類似的方式組合。此外，許多技術所衍生的元素僅是例子，這些例子並不會對於特定的示例限制本發明的範圍。

【0121】 在說明書中給出了具體細節以提供對實施例透徹的理解。然而，沒有這些具體細節仍可以實現實施例。例如，眾所皆知的電路、程序、系統、結構及技術係以沒有非必要細節的方式呈現，藉以避免模糊實施例。以上之描述僅提供示例性的實施例，並且不用於限制本發明的範圍、適用性或配置。而是，實施例的前述描述提供了本領域技術人員實現各種實施例的說明。在不脫離本發明的精神和範圍的情況下，可以對元件的功能和配置進行各種改變。

【0122】 而且，一些實施例被描述為程序，且是以流程圖或方塊圖示出。雖然多個運作被敘述為一個連續的程序，但多數的運作可被平行執行或同時執行。此外，這些運作的順序可以被重新安排。程序可以包含不包含在圖式的額外步驟。另外，這些實施例的方法可被硬體、軟體、韌體、中介軟體(middleware)、微編碼(microcode)、硬體描述語言(hardware description language)或一些前述之組合實現。當被軟體、韌體、中介軟體

或微軟體實現，執行相關之任務的程式碼或程式碼段(code segment)可被儲存在計算機可讀媒體(例如儲存媒體)。處理器可執行相關的任務。

【0123】 對於本領域技術人員來說顯而易見的是，可以根據特定之需求進行實質性的變化。例如，客製或專用硬體亦可以被使用，及/或特別的元件亦可被硬體、軟體(包括攜帶式軟體，如小應用程序(applet)等)或前述二者實現。此外，連接於其他計算設備(例如為網絡輸入/輸出設備等)的連接亦可被使用。

【0124】 參照附圖，包含記憶體的元件可包含非暫存機器可讀媒體(non-transitory machine-readable media)。「機器可讀媒體」及「電腦可讀媒體」可指任何參與提供造成機器以特定方式運作的儲存媒體。於以上提供的實施例中，不同的機器可讀媒體可涉及提供指令(或編碼)至處理單元及/或其他用於執行的裝置。此外或另外，機器可讀媒體可用於儲存及/或攜帶所述指令/編碼。於許多實施態樣中，電腦可讀媒體為實體及/或有形的儲存媒體。所述媒體可以許多形式呈現，包含但不限於非揮發性媒體、揮發性媒體及傳輸媒體。電腦可讀媒體常見的態樣例如包含磁及/或光學媒體(例如光碟(compact disk，CD))、或數位多功能光碟(digital versatile disk，DVD)、打孔卡片(punch cards)、紙帶(paper tape)或任何其他具有孔的圖案的實體媒體、記憶體、可複寫唯讀記憶(programmable read-only memory，PROM)、電子抹除式可複寫唯讀記憶體(electrically erasable programmable read-only memory，EEPROM)、快閃電子抹除式可複寫唯讀記憶體(FLASH-EPROM)或任何其他記憶體晶片或磁盒(cartridge)、以下所述的載波(carrier wave)或任何其他電腦可自其中讀取

指令及/或編碼的媒體。電腦程式產品可包含編碼及/或可呈現程序、功能、子程式、程式、例行事務(routine)、應用程式(app)、子例行事務、模組、套裝軟體(software package)、分類(class)或任何其他指令、資料結構或程式狀態的機器可執行指令。

【0125】 熟悉本技藝者能意識到於此所述用來溝通訊息的資訊及訊號可經由利用任何各種不同的科技及技術來表示。舉例來說，參照上述整個敘述的資料、指令、指令、資訊、訊號、位元(bits)、標記(symbols)及晶片可由電壓、電流、電磁波、磁場或粒子、光場(optical fields)或粒子或任何上述之結合表示。

【0126】 於此使用的用語「及」、「或」可包含也根據使用上述用語的至少一部份上下文解釋的多個意涵。通常，若「或」用在清單中，例如A、B或C，便代表A、B及C於此為開放式及封閉式。此外，於此使用的用語「一個或多個」可用於描述任何單一的特性、結構或特性，或特性、結構及特性中之其中一些的結合。然而，須注意的是，此僅為示範性範例且請求項的標的並不限於此範例。此外，若「至少一」用於一清單中，例如A、B或C可代表任何A、B及/或C之結合(例如A、AB、AC、BC、AA、ABC、AAB、AABBCCC等等)。

【0127】 此外，當特定實施例利用硬體及軟體特定的結合而被敘述，可以理解的是硬體及軟體的其他結合也是可能的。特定實施例可僅於硬體、僅於軟體或使用上述之結合而被執行。於一示例中，軟體可由包含電腦程式編碼或指令的電腦程式產品實現，且電腦程式編碼或指令可被一個或多個用於執行本發明所揭露的任何或所有步驟、操作、或程序的處理器執行。

電腦程式可被儲存於一非暫存性電腦可讀媒體。於此描述的不同程序可被實現於相同或任意結合的不同的處理器。

【0128】 裝置、系統、元件或模組描述為用以執行特定操作或功能的地方，其配置例如可由設計電子電路以執行操作、彙編可彙編(programmable)電子電路(例如微處理器)以例如藉由執行電腦指令、電腦編碼、處理器、被彙編而執行儲存於一非暫存記憶媒體的編碼或指令的核心或任何上述之結合。程序可利用各種技術溝通，包含但不限於用於交叉處理溝通(inter-process communications)傳統技術，且不同對的製程可使用不同的技術，或是相同對的製程可於不同時間使用不同技術。

【0129】 說明書及圖式皆為示範性而非限制性的。然而，顯而易見的是，在不偏離請求項的廣義的精神及範圍下，可對上述揭露的內容作增加、減少、刪除及任何修改及改變。因此，雖然具體的實施例於此被描述，其並非用於限定本發明。不同的修改及相等物位於下列請求項的範圍中。

【符號說明】

【0130】

100 人工實境系統環境

110 控制台

112 應用程式儲存區

114 頭戴式追蹤模組

116 人工實境引擎

118 眼動追蹤模組

120 近眼顯示器

122 電子顯示元件

124 光學顯示結構

126 定位器

128 位置感測器

130 眼動追蹤單元

132 慣性量測單元

140 輸入/輸出介面

150 外部成像裝置

200 頭戴式顯示裝置

220 本體

223 上側

225 前側

227 右側

230 頭帶

300、500 近眼顯示器

305 框架

310 顯示器

330 照明器

340 相機

350a、350b、350c、350d、350e 感測器

400 擴增實境系統

410、620、720、1330 投影器

412 影像源

414 投影光學結構

415 光結合器

420 基板

430、612、642、712、1320 輸入耦合器

440、614、644 輸出耦合器

450、460、940、942 光線

490、520 眼睛

505 框架

510 顯示器組件

512 顯示器

514 光學顯示結構

530 出射瞳

610、640、710 波導顯示器

630 視野

632、634、636、830、930、1030、1050、1070 顯示光線

1130、1150、1170、1230、1240、1250、1252、1350 顯示光線

690、790、1090、1190 眼動範圍

714 第一輸出耦合器

716 第二輸出耦合器

718 第三輸出耦合器

730、740、750 角度範圍

800、900、1000、1100、1200、1300 波導型近眼顯示器

820、920、1020、1120、1220 傾斜型光柵耦合器

822、922、1022、1122 光柵凸部

824、924、1024、1124 間隙

840、850、1040、1042、1060、1062、1080 繞射光線

1082、1140、1142、1160、1162、1180、1182、1380 繞射光線

810、910、1010、1110、1210、1310 波導

1222 底面

1340、1360、1370 光束

1400 流程圖

1410、1420、1430、1440、1450 方塊

1500 電子系統

1510 處理器

1520 記憶體

1522、1524 應用模組

1525 運作系統

1526 虛擬實境引擎

1530 無線通訊子系統

1532 無線連接

1534 天線

1540 匯流排

1550 相機

1560 顯示模組

1570 輸入/輸出模組

1580 其他硬體模組

1590 感測器

β 入射角

θ 繞射角

α 傾斜角度

X、Y、Z 方向

m：正整數

λ：顯示光線的波長

A、B、C、D、E 點

n1：基板的折射率

n2：光柵凸部的折射率

n3：外塗層材料的折射率

111年3月3日修正替換頁

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種用於波導型顯示器的光耦合器，該光耦合器包含：

一傾斜型表面浮雕光柵，包含複數個區域；

其中，該傾斜型表面浮雕光柵之該複數個區域中的不同區域具有不同的各別佔空比或不同的各別折射率調變中至少其中一者，使得該些不同區域對於入射顯示光線具有不同的角度選擇特性；以及

其中，不同視角的顯示光線是被該傾斜型表面浮雕光柵之該複數個區域中的該些不同區域所繞射。

【第2項】如申請專利範圍第1項所述之光耦合器，其中該傾斜型表面浮雕光柵之該複數個區域中的該些不同區域具有不同的各別傾斜角度。

【第3項】如申請專利範圍第1項所述之光耦合器，其中：

該傾斜型表面浮雕光柵更包含一外塗層，該外塗層填補該傾斜型表面浮雕光柵內的多個間隙；以及

該傾斜型表面浮雕光柵之該複數個區域中的該些不同區域於該外塗層具有不同的折射率。

【第4項】如申請專利範圍第3項所述之光耦合器，其中該外塗層在該傾斜型表面浮雕光柵之該複數個區域中的該些不同區域上包含不同的材料或具有不同摻雜物之相同的材料。

【第5項】如申請專利範圍第1項所述之光耦合器，其中：

該傾斜型表面浮雕光柵包含一外塗層，該外塗層填補該傾斜型表面浮雕光柵內的多個間隙；以及

該外塗層的折射率與該傾斜型表面浮雕光柵的折射率之間的差值等於或大於0.2。

【第6項】如申請專利範圍第1項所述之光耦合器，其中：

該傾斜型表面浮雕光柵是用來將顯示光線從該波導型顯示器的一波導中導引出；以及

由該波導被該傾斜型表面浮雕光柵之該複數個區域中的該些不同區域繞射的顯示光線以相異的多個方向朝向該波導型顯示器的一眼動範圍傳播。

【第7項】如申請專利範圍第6項所述之光耦合器，其中該眼動範圍的面積小於該波導型顯示器的一輸出面積的五分之一。

【第8項】如申請專利範圍第1項所述之光耦合器，其中：

該傾斜型表面浮雕光柵之該複數個區域中的每一個區域是用來將各個視野的顯示光線導引進該波導型顯示器的一波導，且避免對於其他視野之被導引的顯示光線被該傾斜型表面浮雕光柵導引出該波導；以及

被該傾斜型表面浮雕光柵之該複數個區域中的該些不同區域所繞射進該波導的顯示光線以不同方向傳播於該波導內。

【第9項】如申請專利範圍第1項所述之光耦合器，其中該傾斜型表面浮雕光柵是形成在該波導型顯示器的一前表面或一後表面。

【第10項】如申請專利範圍第1項所述之光耦合器，其中該複數個區域中的每一個區域的寬度介於10微米至1毫米之間。

【第11項】如申請專利範圍第1項所述之光耦合器，其中被該傾斜型

表面浮雕光柵之該複數個區域中的每一個區域繞射的顯示光線具有大於10度的一角度範圍。

【第12項】 如申請專利範圍第 1 項所述之光耦合器，其中該傾斜型表面浮雕光柵的一傾斜角度大於 30 度。

【第13項】 一種波導型近眼顯示器，包含：

一基板；以及

一輸出耦合器，包含形成在該基板之表面上的一傾斜型表面浮雕光柵，且該傾斜型表面浮雕光柵包含複數個區域；

其中，該傾斜型表面浮雕光柵之該複數個區域中的不同區域具有不同的各別佔空比或不同的各別折射率調變中至少其中一者，使得該些不同區域對於入射顯示光線具有不同的角度選擇特性；以及

其中，不同視野的顯示光線以不同的各別角度傳播於該基板內且因此被該傾斜型表面浮雕光柵之該複數個區域中的該些不同區域繞射，從而以不同的各別方向朝向該波導型近眼顯示器的一眼動範圍傳播。

【第14項】 如申請專利範圍第 13 項所述之波導型近眼顯示器，其中：

該傾斜型表面浮雕光柵之該複數個區域中的該些不同區域具有不同之介於 5%至 95%之間的佔空比；以及

該傾斜型表面浮雕光柵的深度大於一臨界值。

【第15項】 如申請專利範圍第 14 項所述之波導型近眼顯示器，其中該臨界值大於該傾斜型表面浮雕光柵之光柵週期的一半。

【第16項】 如申請專利範圍第 13 項所述之波導型近眼顯示器，其中:

該傾斜型表面浮雕光柵包含一外塗層，該外塗層填補該傾斜型表面浮雕光柵內的多個間隙；以及

該傾斜型表面浮雕光柵之該複數個區域中的該些不同區域於該外塗層具有不同的折射率。

【第17項】 如申請專利範圍第13項所述之波導型近眼顯示器，其中：

該傾斜型表面浮雕光柵包含一外塗層，該外塗層填補該傾斜型表面浮雕光柵內的多個間隙；以及

該外塗層的折射率與該傾斜型表面浮雕光柵的折射率之間的差值等於或大於0.2。

【第18項】 如申請專利範圍第13項所述之波導型近眼顯示器，其中被該傾斜型表面浮雕光柵之該複數個區域中的每一個區域繞射的顯示光線具有大於10度的一角度範圍。

【第19項】 如申請專利範圍第13項所述之波導型近眼顯示器，更包含：

一光源；以及

一輸入耦合器，形成在該基板上且用來將顯示光線從該光源導引進該基板；

其中，該輸入耦合器包含具有不同角度選擇特性的複數個區域；以及

該輸入耦合器之該複數個區域中的每一個區域是用來將顯示光線以各自的一角度範圍導引進該基板。

【第20項】 一種利用波導型近眼顯示器顯示影像的方法，包含：

透過一傾斜型光柵耦合器的一第一區域僅將顯示光線的一第一部分繞射出一波導，顯示光線的該第一部分以一第一角度範圍內的多個角度朝該波導型近眼顯示器的一眼動範圍傳播；以及

透過該傾斜型光柵耦合器的一第二區域僅將顯示光線的一第二部分繞射出該波導，顯示光線的該第二部分以一第二角度範圍內的多個角度朝向該波導型近眼顯示器的該眼動範圍傳播，該第二角度範圍不同於該第一角度範圍，

其中該第一區域和該第二區域具有不同的各別佔空比或不同的各別折射率調變中至少其中一者。

【發明圖式】

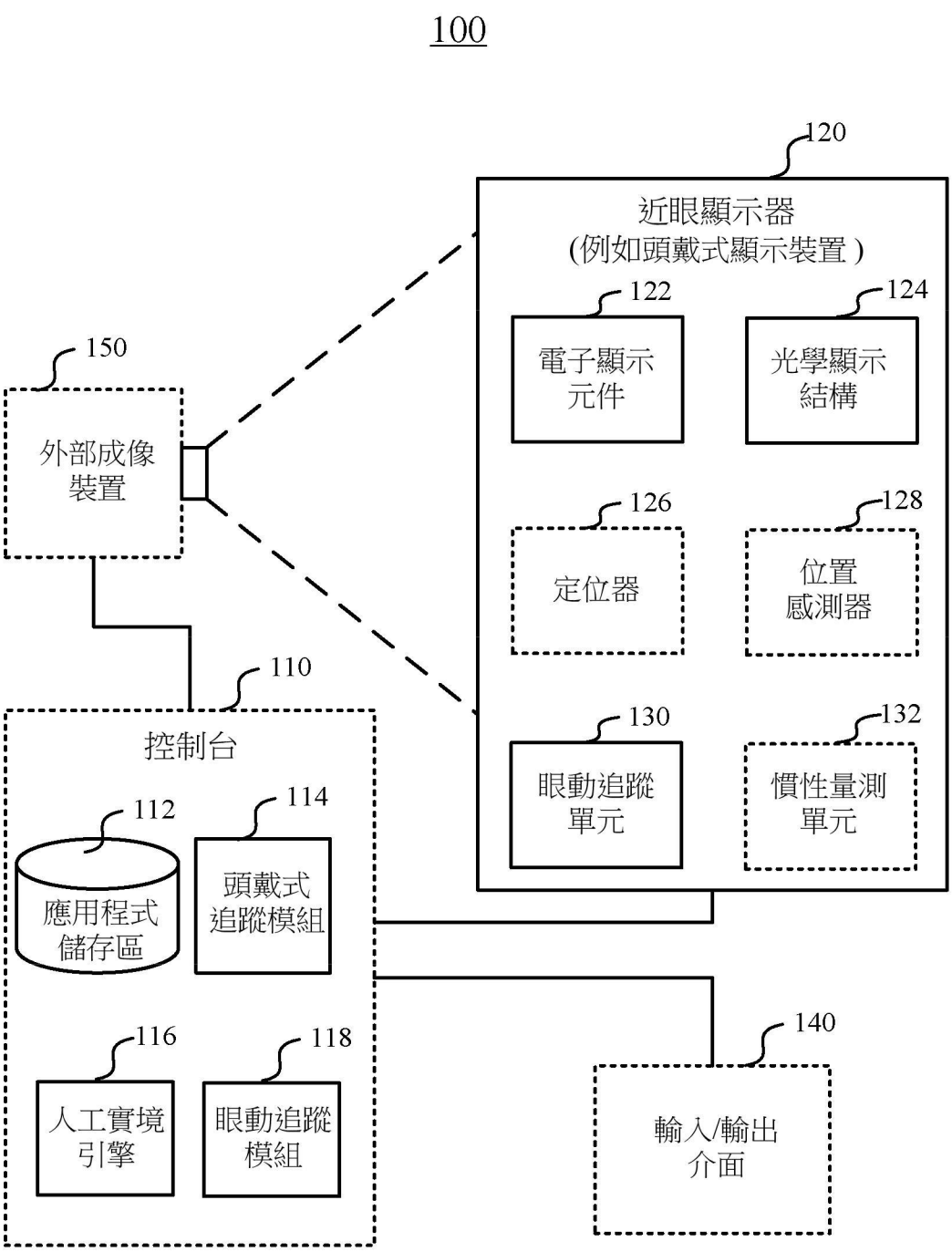

100
120
近眼顯示器
(例如頭戴式顯示裝置)
122
電子顯示
元件
124
光學顯示
結構
126
定位器
128
位置
感測器
130
眼動追蹤
單元
132
慣性量測
單元
150
外部成像
裝置
110
控制台
112
應用程式
儲存區
114
頭戴式
追蹤模組
116
人工實境
引擎
118
眼動追蹤
模組
140
輸入/輸出
介面

圖 1

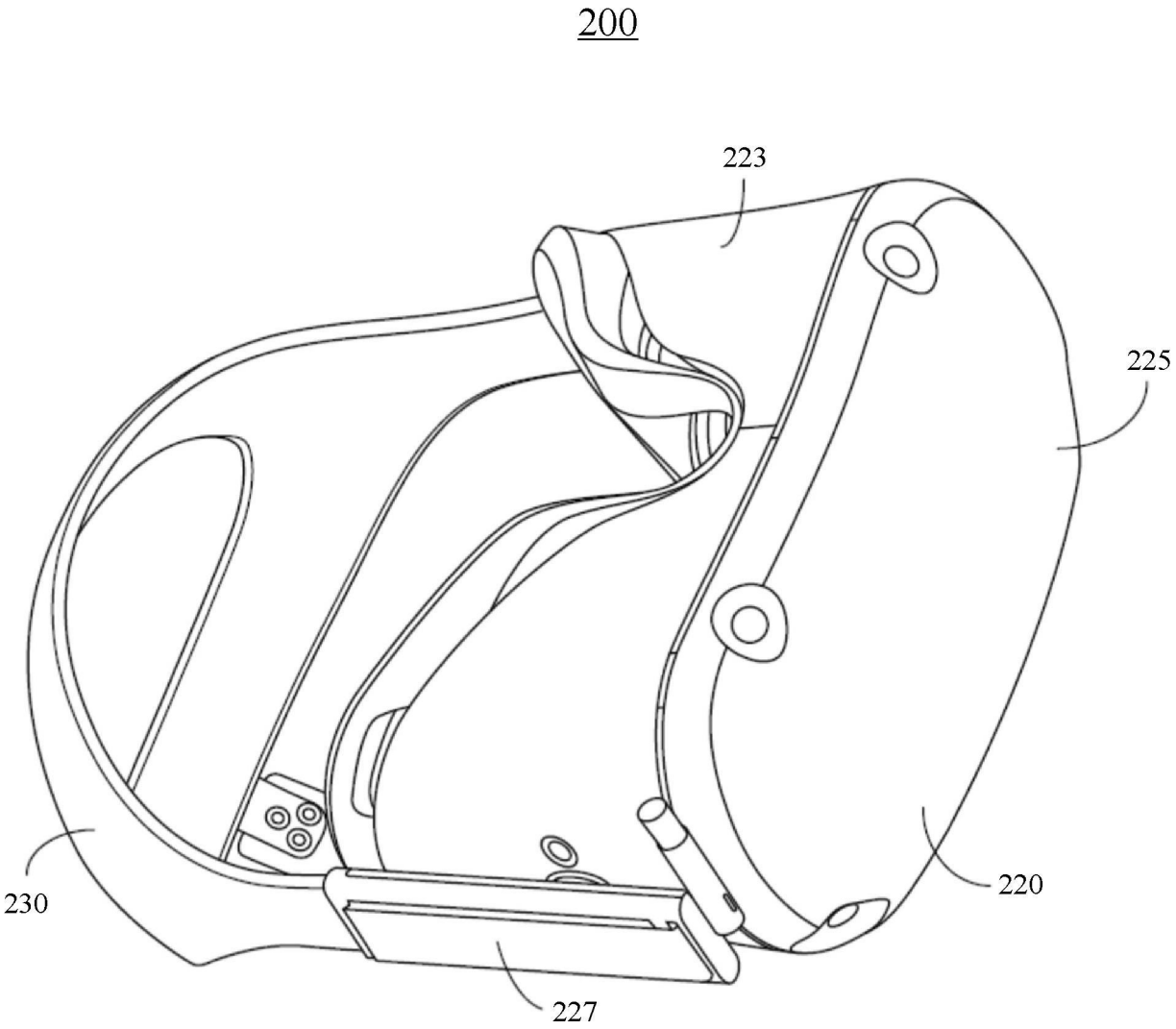


圖 2

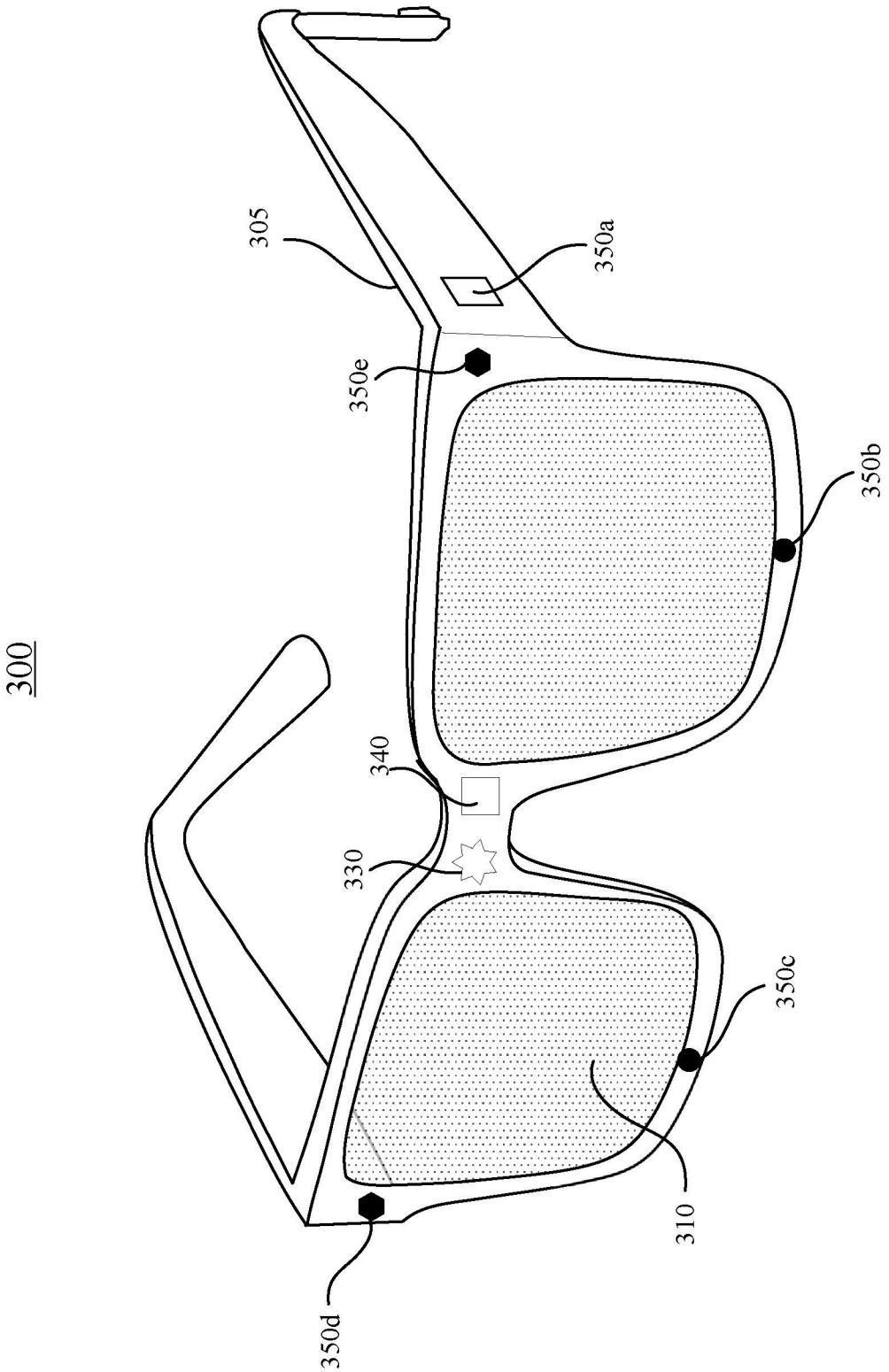


圖 3

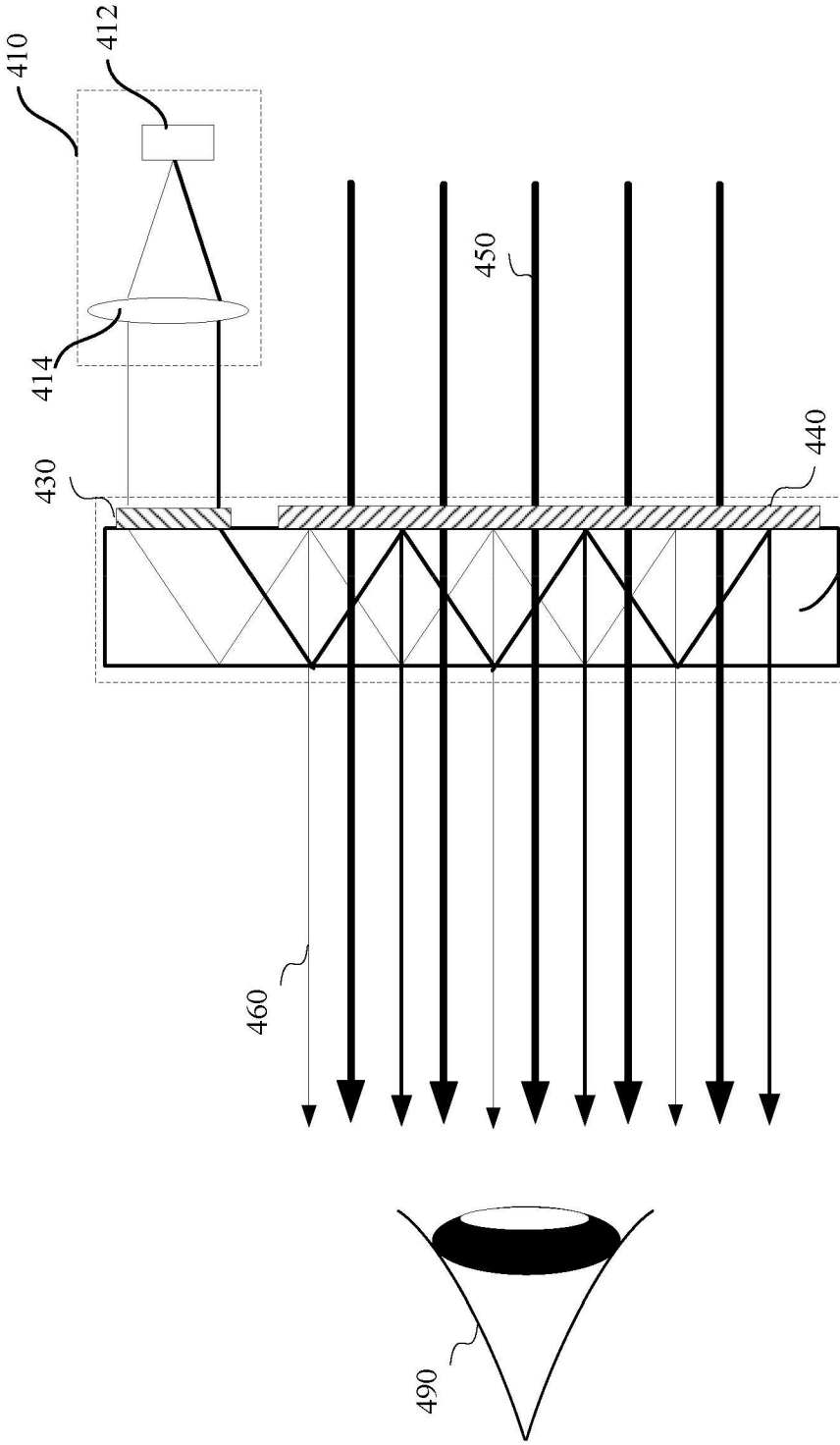


圖 4

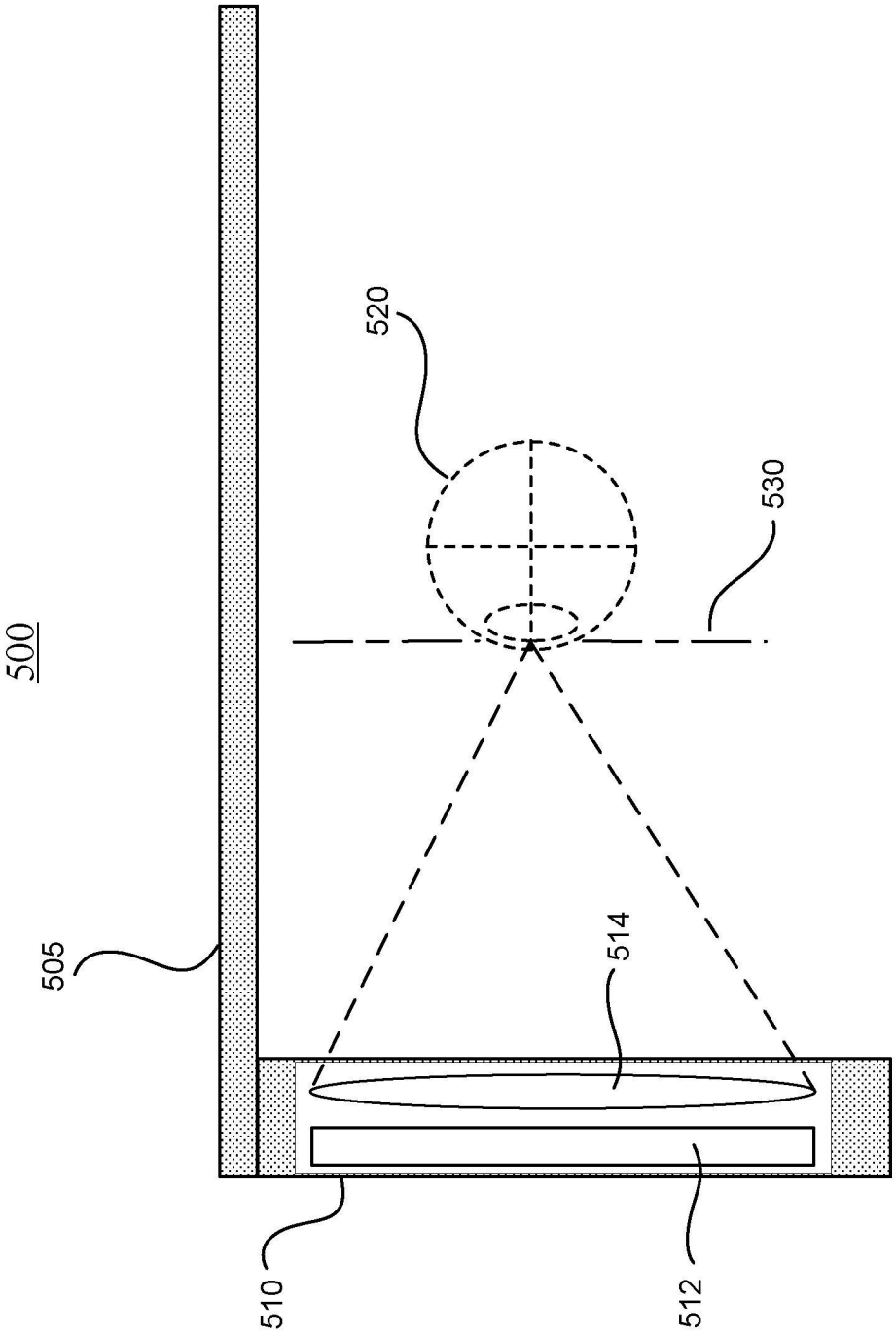


圖 5

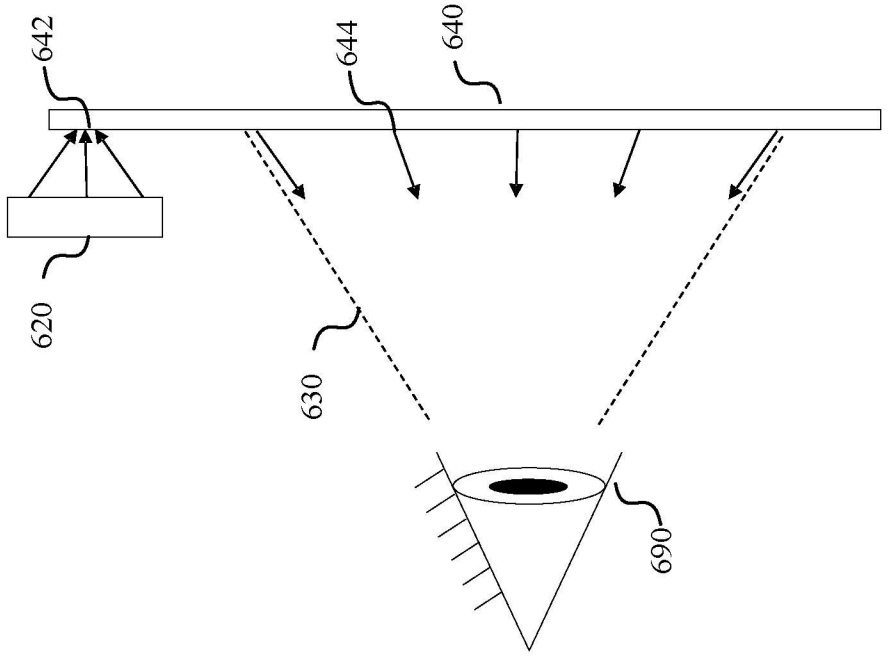


圖 6B

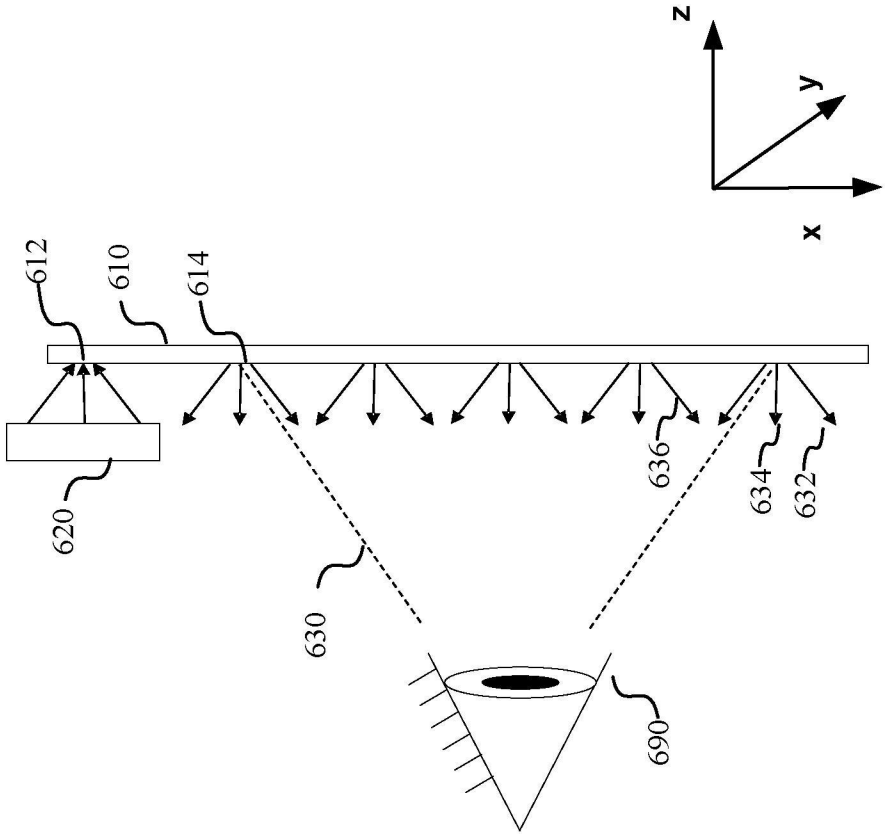


圖 6A

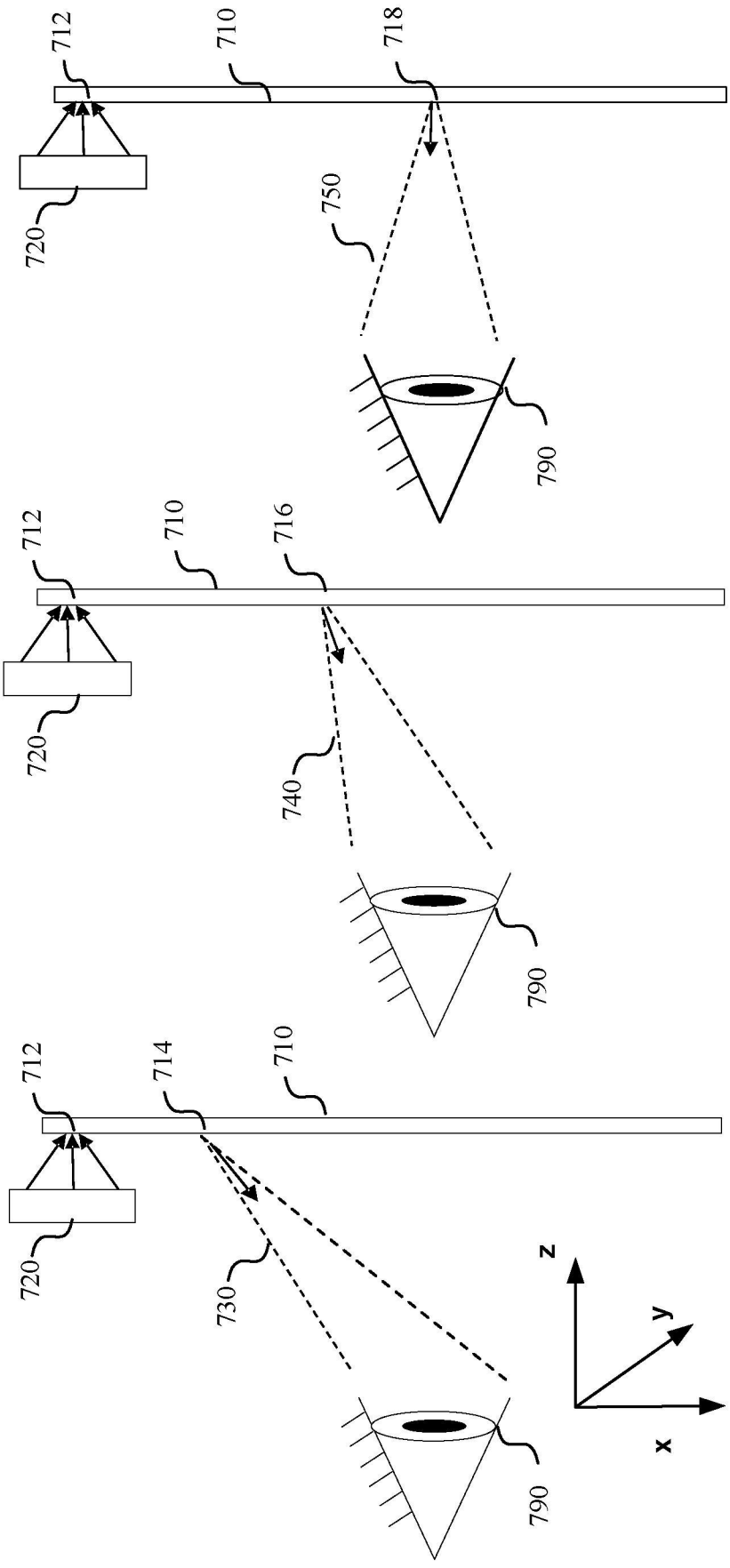

712
710
718
720
750
790
712
710
716
720
740
790
712
714
710
720
730
790
z
y
x

圖 7C

圖 7B

圖 7A

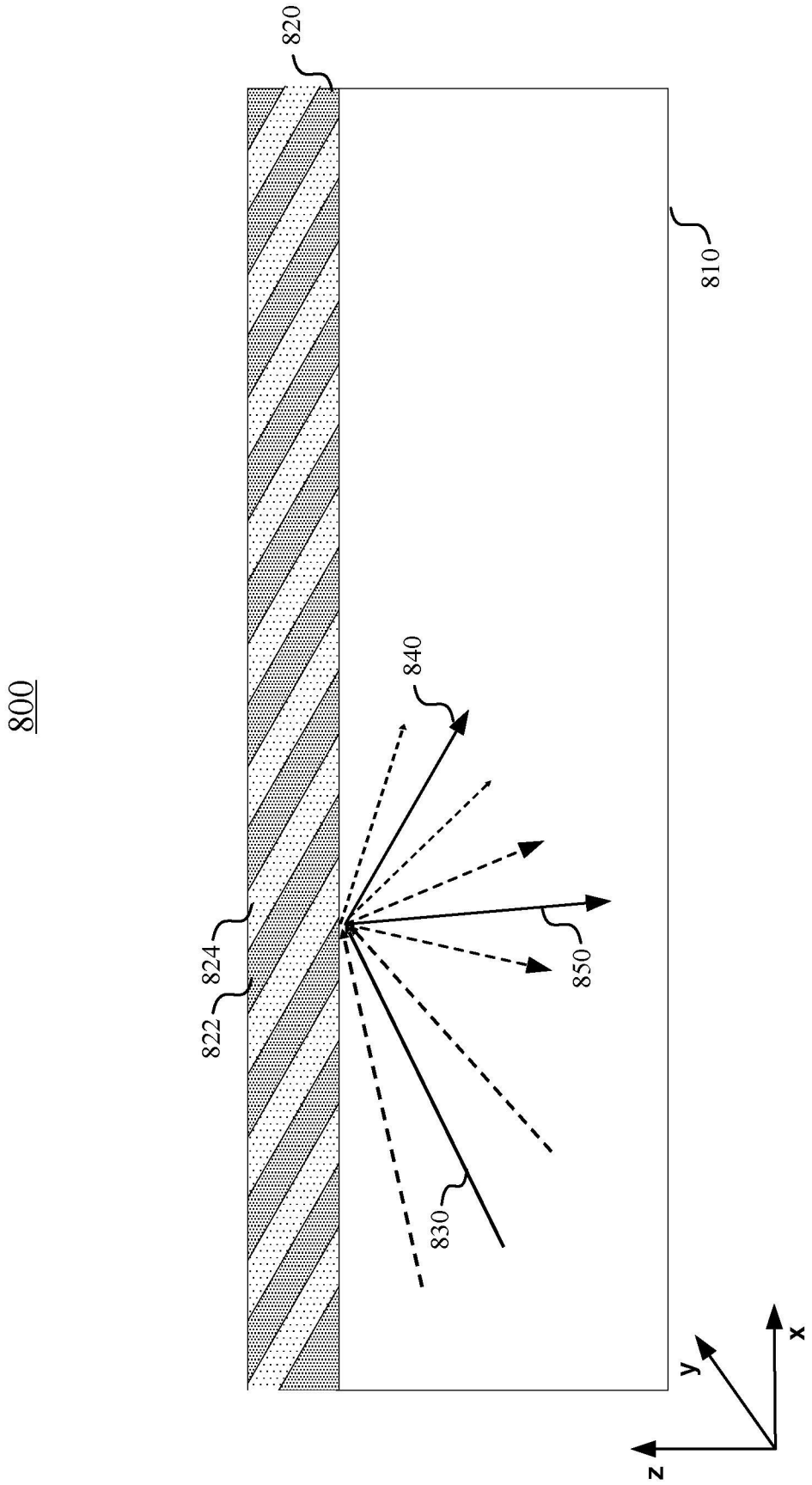


圖 8

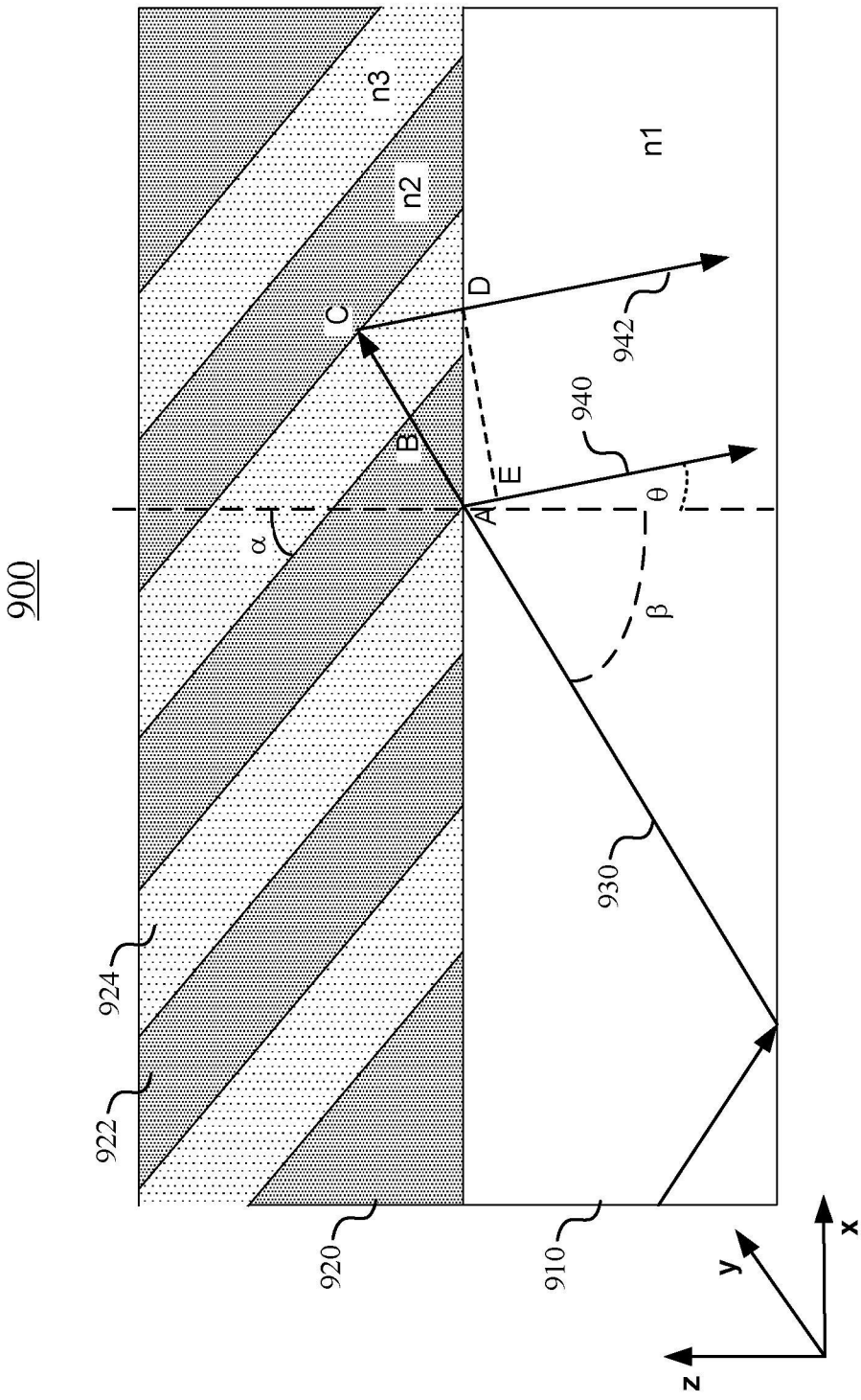


圖 9

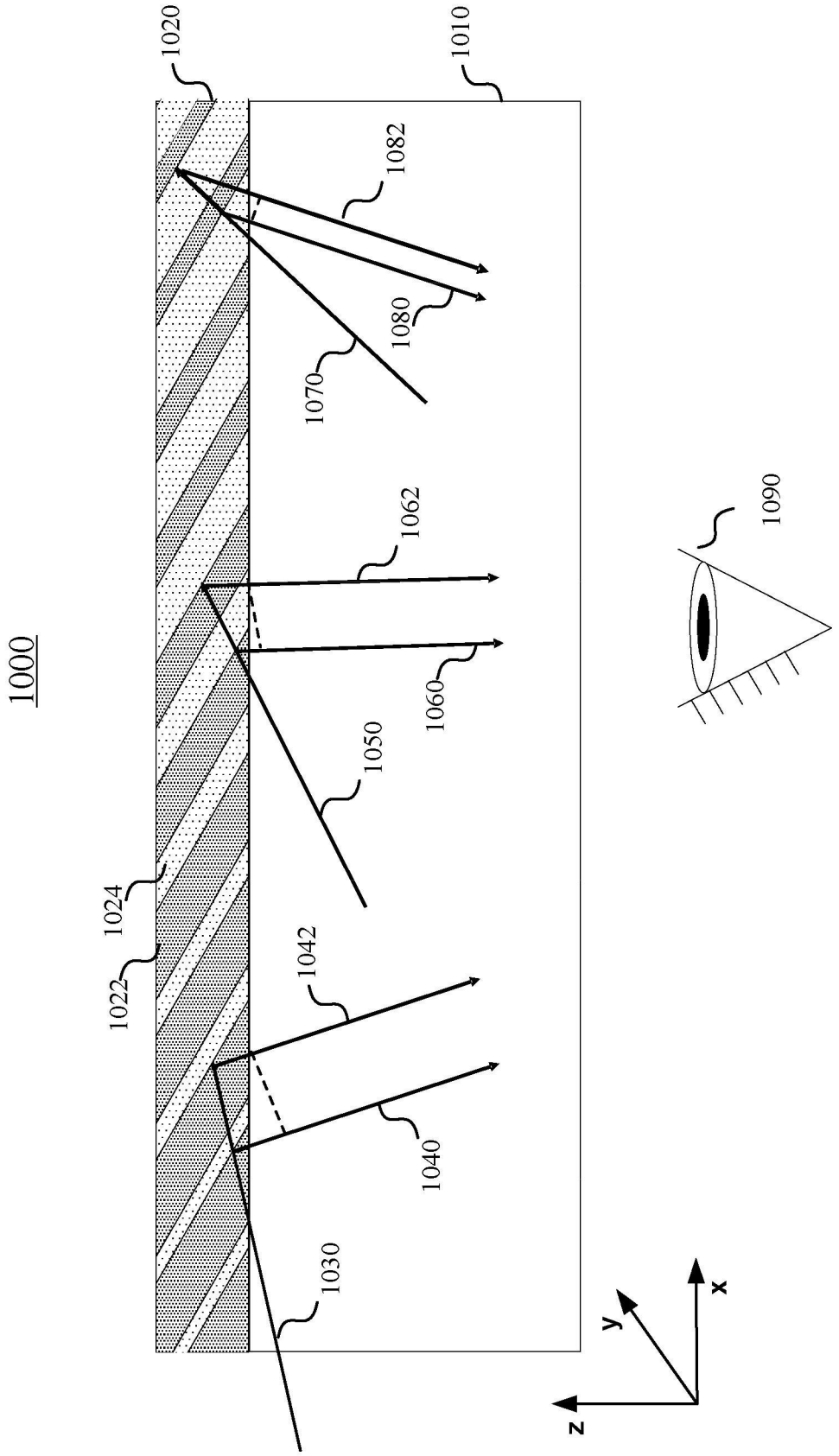

1000
1020
1010
1082
1080
1070
1062
1060
1050
1024
1022
1042
1040
1030
1090
x
y
z

圖 10

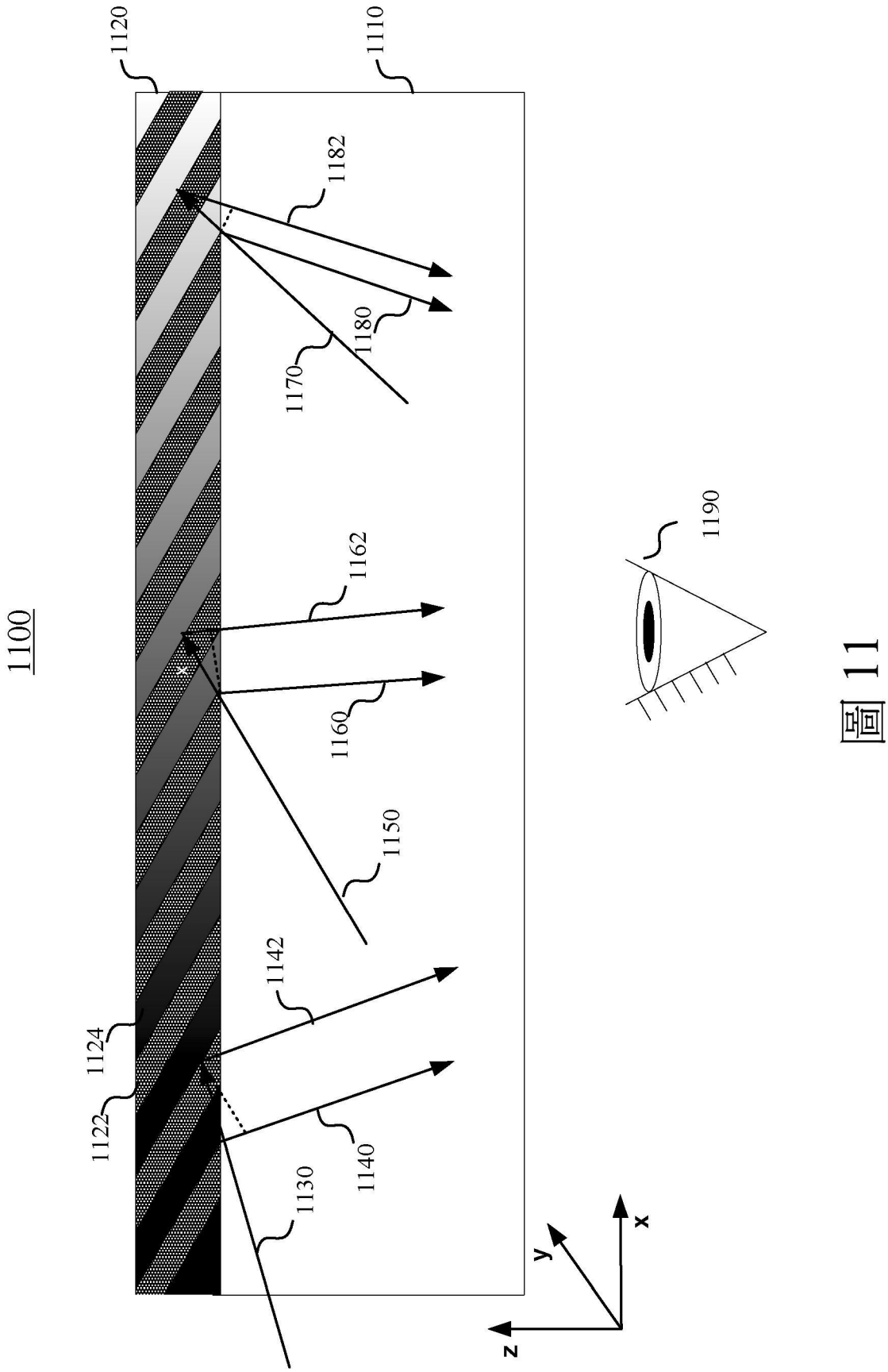

1100
1120
1110
1182
1180
1170
1162
1160
1150
1142
1124
1122
1140
1130
1190
x
y
z

圖 11

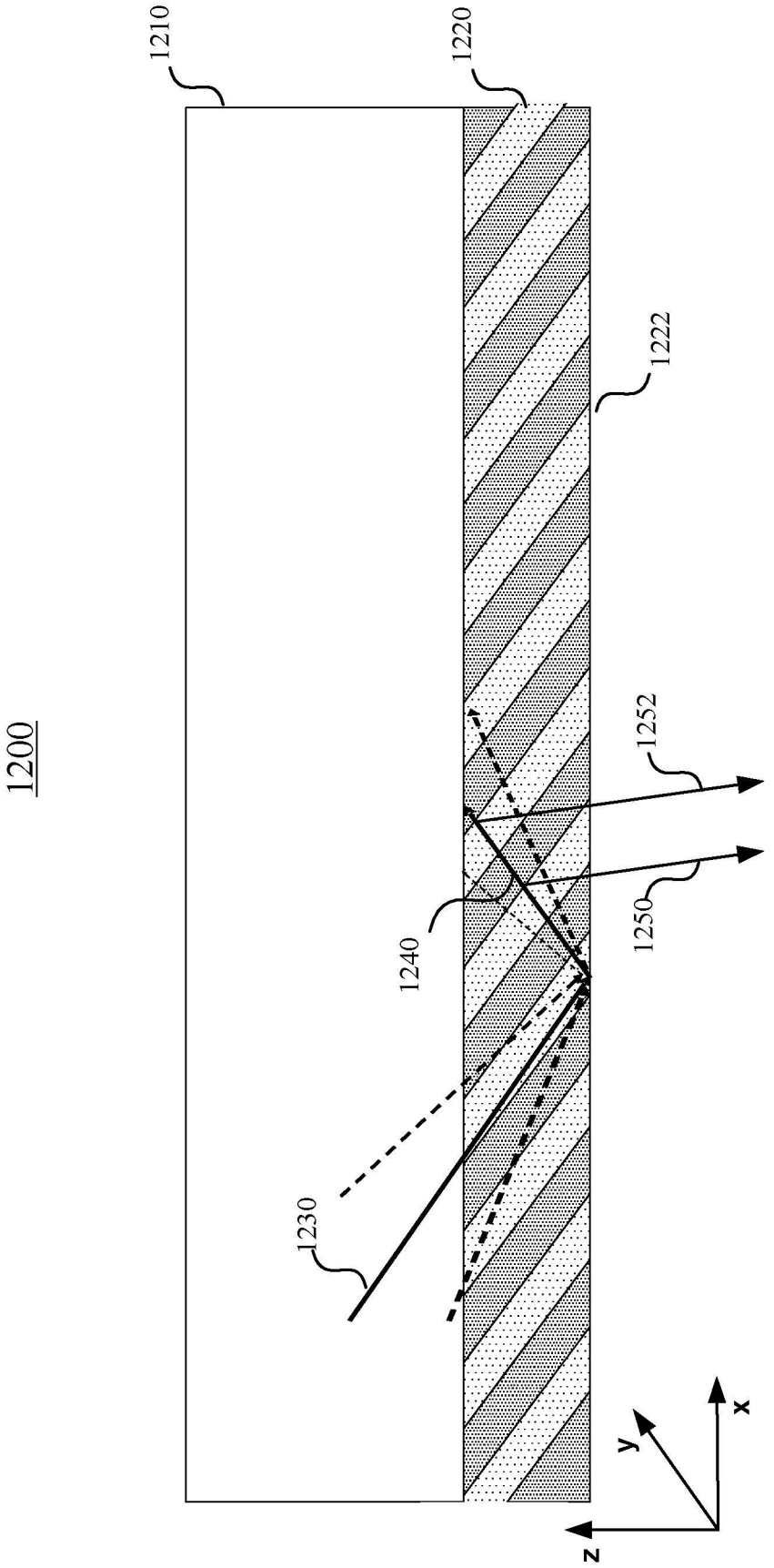


圖 12

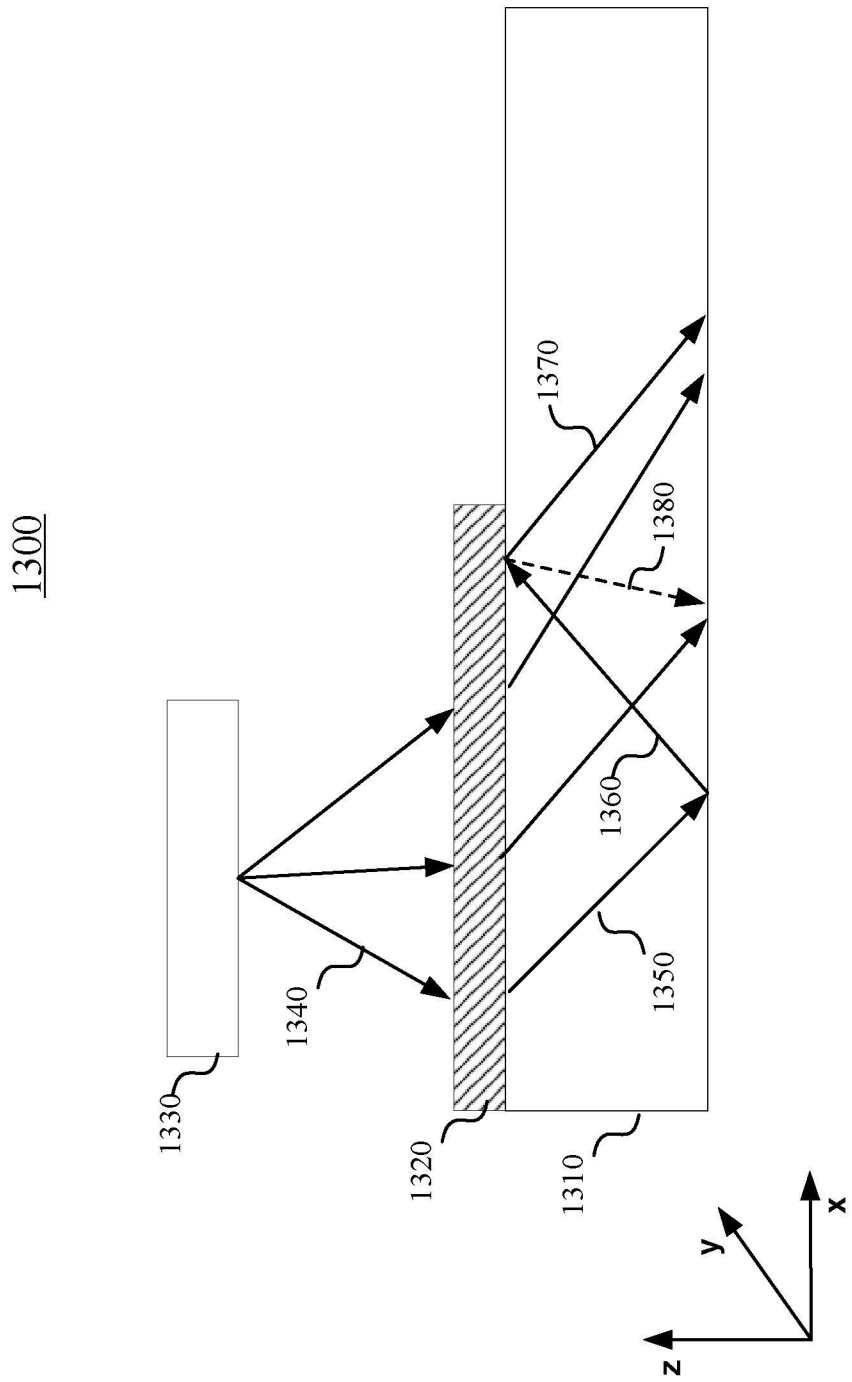


圖 13

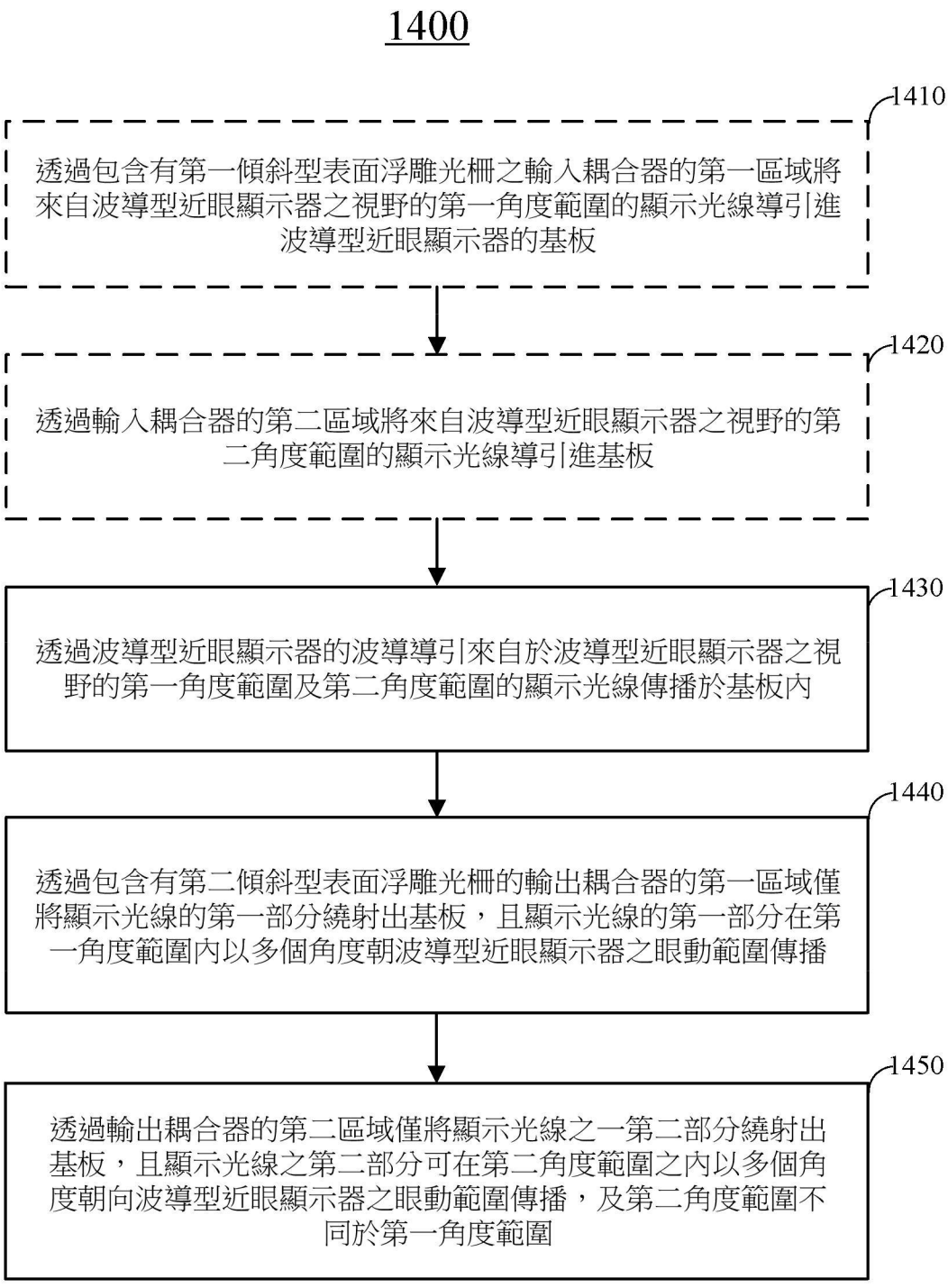

1400
1410
透過包含有第一傾斜型表面浮雕光柵之輸入耦合器的第一區域將來自波導型近眼顯示器之視野的第一角度範圍的顯示光線導引進波導型近眼顯示器的基板
1420
透過輸入耦合器的第二區域將來自波導型近眼顯示器之視野的第二角度範圍的顯示光線導引進基板
1430
透過波導型近眼顯示器的波導導引來自於波導型近眼顯示器之視野的第一角度範圍及第二角度範圍的顯示光線傳播於基板內
1440
透過包含有第二傾斜型表面浮雕光柵的輸出耦合器的第一區域僅將顯示光線的第一部分繞射出基板，且顯示光線的第一部分在第一角度範圍內以多個角度朝波導型近眼顯示器之眼動範圍傳播
1450
透過輸出耦合器的第二區域僅將顯示光線之一第二部分繞射出基板，且顯示光線之第二部分可在第二角度範圍之內以多個角度朝向波導型近眼顯示器之眼動範圍傳播，及第二角度範圍不同於第一角度範圍

圖 14

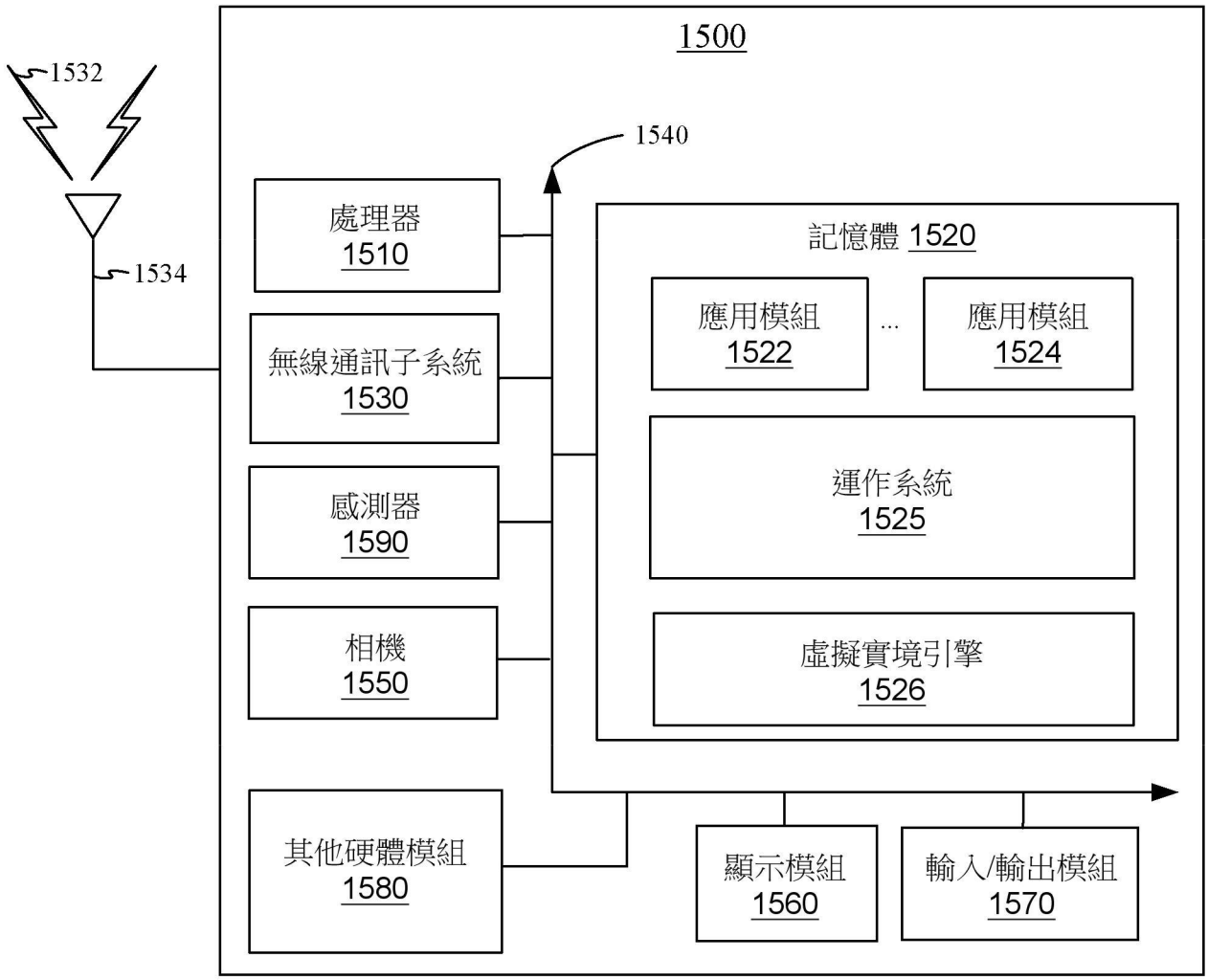

1500
1532
1534
1540
處理器
1510
無線通訊子系統
1530
感測器
1590
相機
1550
其他硬體模組
1580
記憶體 1520
應用模組
1522
...
應用模組
1524
運作系統
1525
虛擬實境引擎
1526
顯示模組
1560
輸入/輸出模組
1570

圖 15