



(21) 申請案號：113105632

(22) 申請日：中華民國 106 (2017) 年 07 月 17 日

(51) Int. Cl. :

*G02B27/00 (2006.01)**G02B27/01 (2006.01)**G02B30/00 (2020.01)**G02B6/10 (2006.01)**G02B5/32 (2006.01)**G03H1/02 (2006.01)**G03H1/22 (2006.01)**H04N5/89 (2006.01)**H04N13/344 (2018.01)*

(30) 優先權：2016/07/15

美國

62/362,602

2016/07/24

美國

62/366,076

2017/05/17

美國

62/507,500

(71) 申請人：美商光場實驗室公司 (美國) LIGHT FIELD LAB, INC. (US)

美國

(72) 發明人：卡拉芬 強納森 西恩 KARAFIN, JONATHAN SEAN (US)；貝芬席 布蘭登 艾

爾務德 BEVENSEE, BRENDAN ELWOOD (US)

(74) 代理人：陳長文；蔣大中；朱淑尹

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：32 項 圖式數：17 共 77 頁

(54) 名稱

光場及全像波導陣列中能量的選擇性傳播

(57) 摘要

所揭示之實施例包含一種能量波導系統，其具有：波導陣列；及能量抑制元件，其經組態以限制能量沿通過該波導陣列之一些能量傳播路徑傳播。在一實施例中，此能量波導系統可根據 4D 全光系統來界定通過該波導陣列之能量傳播路徑。在一實施例中，透過該能量波導系統傳播之能量可包含光，且可藉由允許光在空間中會聚成立體來將該等波導併入至全像顯示或擷取系統中。該等波導可包含經組態以經由折射、反射或影響能量之傳播路徑之其他方法來導引能量之不同結構。

Disclosed embodiments include an energy waveguide system having an array of waveguides and an energy inhibiting element configured to limit propagation of energy along some energy propagation paths through the array of waveguides. In an embodiment, such an energy waveguide system may define energy propagation paths through the array of waveguides in accordance to a 4D plenoptic system. In an embodiment, energy propagating through the energy waveguide system may include light, and the waveguides may be incorporated into a holographic display or capture system by allowing light to converge in a volume in space. The waveguides may include different structures configured to direct energy via refraction, reflection, or other approaches of affecting the propagation paths of energy.

指定代表圖：

【發明摘要】

【中文發明名稱】

光場及全像波導陣列中能量的選擇性傳播

【英文發明名稱】

SELECTIVE PROPAGATION OF ENERGY IN LIGHT FIELD
AND HOLOGRAPHIC WAVEGUIDE ARRAYS

【中文】

所揭示之實施例包含一種能量波導系統，其具有：波導陣列；及能量抑制元件，其經組態以限制能量沿通過該波導陣列之一些能量傳播路徑傳播。在一實施例中，此能量波導系統可根據4D全光系統來界定通過該波導陣列之能量傳播路徑。在一實施例中，透過該能量波導系統傳播之能量可包含光，且可藉由允許光在空間中會聚成立體來將該等波導併入至全像顯示或擷取系統中。該等波導可包含經組態以經由折射、反射或影響能量之傳播路徑之其他方法來導引能量之不同結構。

【英文】

Disclosed embodiments include an energy waveguide system having an array of waveguides and an energy inhibiting element configured to limit propagation of energy along some energy propagation paths through the array of waveguides. In an embodiment, such an energy waveguide system may define energy propagation paths through the array of waveguides in accordance to a 4D plenoptic system. In an embodiment, energy propagating through the energy waveguide system may include light, and the waveguides may be incorporated into

a holographic display or capture system by allowing light to converge in a volume in space. The waveguides may include different structures configured to direct energy via refraction, reflection, or other approaches of affecting the propagation paths of energy.

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 10: 顯示系統/投影源
- 11: 機械外殼
- 12: 主動顯示區域/主動影像區域
- 13: 顯示驅動器
- 14: 電子器件

【發明說明書】

【中文發明名稱】

光場及全像波導陣列中能量的選擇性傳播

【英文發明名稱】

SELECTIVE PROPAGATION OF ENERGY IN LIGHT FIELD
AND HOLOGRAPHIC WAVEGUIDE ARRAYS

【技術領域】

本發明係關於能量導引裝置，且具體而言，本發明係關於經組態以根據四維全光系統來導引能量之能量波導。

【先前技術】

全像成像一直為科幻作家數十年來的夢想。然而，液晶顯示器(LCD)、發光二極體(LED)、數位光處理(DLP)、有機發光二極體(OLED)、量子點、液晶覆矽(LCOS)及其他類似量產顯示器技術歸因於當前最先進製程而具有解析度及實體限制。儘管存在超過形成干涉圖案之密度要求之解析度的全像薄膜，但最先進顯示器技術受限於解析度、資料通量及製造可行性。迄今為止，沒有技術能夠生產具有近全像解析度之光場視訊顯示器，且全像薄膜實際上無法用於產生影像序列。

顯示器製造商不斷使用相對於當前技術之增大動態範圍、較寬色域、較高圖框速率及大量其他升級突破傳統二維顯示器之限制，但沒有解析度能夠產生滿足匹配聚散度及調視兩者之要求的立體影像。

全像影像一般展現以下性質：雙眼像差、運動視差、調視、會聚、自由浮動投影、360度視角、高解析度影像、裸眼/無需眼睛及多觀看者相容性。由於構成全像影像之內容通常為高度爭論話題，所以此等僅供例

示。然而，要重點注意的是，存在來自此要求列表之多個要素無法由其他「全像」主張技術解決，其包含立體顯示器、頭戴式顯示器(HMD)、水平或垂直凸鏡狀顯示器、佩珀爾幻象(Pepper's Ghost)及其類似者。

在短期內生產能夠滿足令人信服光場顯示器所要之解析度要求之單片顯示器係不現實的且將需要超出當前製造能力之極複雜矽製造。允許使用複數種日用顯示器技術之光學系統之實施導致全像顯示器技術之更快速發展途徑。

將多種顯示器技術結合在一起之限制涉及封裝之實體大小、電子器件、封閉體、光學器件及來自成像及/或大小觀點之不可避免地導致不可行技術之若干其他挑戰。例如，當觀看微顯示器時，吾人可僅在陣列中平鋪此等顯示器。然而，顯示器之主動區域小於包含感測器板、電子器件、封閉體及通常介面板及其他所需元件之機械外殼。此導致於單一顯示器之間的實體間隙且導致產生傳統2D顯示器之連續顯示表面及/或在無需解決此等遺漏接縫區域之情況下匹配光場顯示器之聚散度及調視兩者之能力受破壞。此挑戰對於基於面板之顯示器及基於投影之顯示器而言係相同的。此等解析度間隙存在無法由先前技術成功實施以產生無縫、高密度、超高解析度2D顯示器或在滿足或超過眼睛之解析度之解析度處匹配聚散度及調視兩者之光場顯示器的挑戰。存在用於實施立體顯示器(其包含視差障壁、全像像素、立體像素、各種光學器件、多視角投影器系統、全像擴散器、旋轉鏡、張量顯示器、多層顯示器、時序顯示器等等)之各種方法。在大多數情況中，此等方法之挑戰涉及解析度、角取樣密度、大小、成本、安全性、色彩、圖框速率等等受損。

【發明內容】

用於界定複數個能量傳播路徑之能量波導系統之實施例包括能量波導陣列，該陣列包括第一側及第二側且經組態以沿延伸通過該第一側上之複數個能量位置之複數個能量傳播路徑導引能量通過其。該複數個能量傳播路徑之子集可延伸通過第一能量位置。

在實施例中，第一能量波導經組態以沿該複數個能量傳播路徑之該第一子集之第一能量傳播路徑導引能量，該第一能量傳播路徑由形成於該第一能量位置與該第一能量波導之間的第一主光線界定，且其中該第一能量傳播路徑在至少由該第一能量位置判定之唯一方向上自該第一能量波導朝向該陣列之該第二側延伸。沿通過該第一能量波導之該第一能量傳播路徑導引之能量可實質上填充該第一能量波導之第一孔隙。

在實施例中，該能量波導系統包括能量抑制元件，其經定位以限制能量沿不延伸通過該第一孔隙之該複數個能量傳播路徑之該第一子集之部分傳播。

在實施例中，該能量抑制元件可定位於該能量波導陣列與該複數個能量位置之間的該第一側上。

在實施例中，該第一能量波導包括二維空間座標，且其中至少由該第一能量位置判定之該唯一方向包括二維角座標，藉此該2D空間座標及該2D角座標形成四維(4D)座標集。

在實施例中，沿該第一能量傳播路徑導引之能量可包括在實質上平行於該第一主光線之方向上透過該第一能量波導導引之一或多個能量光線。

在實施例中，沿該第一能量傳播路徑導引之能量可與沿通過第二能量波導之第二能量傳播路徑導引之能量會聚。此外，該第一能量傳播路徑

及該第二能量傳播路徑可會聚於該陣列之該第二側上、該陣列之該第一側上或該陣列之該第一側與該第二側之間。

此外，經組態以限制接近於該第一能量位置之能量之角範圍的結構可包括鄰近於該第一能量位置之能量中繼器。另外，能量阻擋結構可包括至少一數值孔徑，且可包括擋板結構。該能量阻擋結構可定位於該第一能量波導鄰近處且大體上朝向該第一能量位置延伸，或可定位於該第一能量位置鄰近處且大體上朝向該第一能量波導延伸。

在實施例中，該能量波導陣列可經配置以形成平坦表面，或可經配置以形成彎曲表面。

用於界定複數個能量傳播路徑之能量波導系統之實施例可包括小透鏡陣列，該陣列包括第一側及第二側且經組態以沿延伸通過複數個能量位置之複數個能量傳播路徑導引能量通過其。該複數個能量傳播路徑之第一子集延伸通過第一能量位置。

在實施例中，第一小透鏡經組態以沿該複數個能量傳播路徑之該第一子集之第一能量傳播路徑導引能量，該第一能量傳播路徑由形成於該第一能量位置與該第一小透鏡之間的第一主光線界定，且其中該第一能量傳播路徑在至少由該第一能量位置判定之唯一方向上自該第一能量波導朝向該陣列之該第二側延伸。沿通過該第一小透鏡之該第一能量傳播路徑導引之能量可實質上填充該第一小透鏡之第一孔隙。

在實施例中，該能量波導系統包括能量抑制元件，其經定位以限制能量沿不延伸通過該第一孔隙之該複數個能量傳播路徑之該第一子集之部分傳播。

在實施例中，該小透鏡陣列可經配置以形成平坦表面，或可配置以

形成彎曲表面。

在實施例中，該小透鏡陣列之小透鏡可為菲涅爾(Fresnel)透鏡。

在實施例中，該第一小透鏡之形狀可經組態以另外更改至少由該第一能量位置判定之該唯一方向。

用於界定複數個能量傳播路徑之能量波導系統之實施例包括反射器元件，其包括：第一反射器，其定位於該反射器元件之第一側上，該第一反射器包括透過其形成之一或多個孔徑光闌；及第二反射器，其定位於該反射器元件之第二側上，該第二反射器包括透過其形成之一或多個孔徑光闌。該第一反射器及該第二反射器經組態以沿延伸通過該第一反射器及該第二反射器之該等孔徑光闌及該反射器元件之該第一側上之複數個能量位置的複數個能量傳播路徑導引能量。該複數個能量傳播路徑之第一子集可延伸通過第一能量位置。

在實施例中，該反射器元件經組態以沿該複數個能量傳播路徑之該第一子集之第一能量傳播路徑導引能量，該第一能量傳播路徑由形成於該第一能量位置與該第一反射器之第一孔徑光闌之間的第一主光線界定，且其中該第一能量傳播路徑在至少由該第一能量位置判定之唯一方向上自該第二反射器之第一孔徑光闌朝向該反射器元件之該第二側延伸。沿該第一能量傳播路徑導引之能量可實質上填充該第一反射器之該第一孔徑光闌及該第二反射器之該第一孔徑光闌。

在實施例中，該能量波導系統包括能量抑制元件，其經定位以限制能量沿不延伸通過該第一反射器之該第一孔徑光闌之該複數個能量傳播路徑之該第一子集之部分傳播。

在實施例中，該第一反射器及該第二反射器之該一或多個孔徑光闌

之大小可為恆定的或可變動。

在實施例中，該第一反射器及該第二反射器包括一或多個拋物面，使得該第一反射器之第一拋物面及該第二反射器之第一拋物面經組態以沿該第一能量傳播路徑反射能量。該第一反射器之該第一拋物面之焦距可相同於該第二反射器之該第一拋物面之焦距，或可不同於該第二反射器之該第一拋物面之焦距。

在實施例中，額外能量抑制元件可定位於該反射器元件之該第一側與該第二側之間。

在實施例中，該能量波導系統雙向傳播能量。

在實施例中，該等能量波導經組態以傳播機械能。

在實施例中，該等能量波導經組態以傳播電磁能。

在實施例中，該等能量波導經組態以同時傳播機械能、電磁能及/或其他形式之能量。

在實施例中，該等能量波導依分別針對4D座標系內之 u 及 v 之不同比率傳播能量。

在實施例中，該等能量波導依漸變函數傳播能量。

在實施例中，該等能量波導包括沿該能量傳播路徑之多個元件。

在實施例中，該等能量波導直接由光纖中繼拋光面形成。

在實施例中，該能量波導系統包括展現橫向安德森局域化(Transverse Anderson Localization)之材料。

在實施例中，該等能量抑制元件經組態以抑制電磁能。

在實施例中，該等能量抑制元件經組態以抑制機械能。

在實施例中，該等能量抑制元件經組態以抑制機械能、電磁能及/或

其他形式之能量。

熟習技術者將自[實施方式]及隨附申請專利範圍明白本發明之此等及其他優點。

【圖式簡單說明】

圖1繪示具有主動顯示區域及機械外殼之顯示系統；

圖2繪示光纖錐鑲嵌系統；

圖3繪示透過傳統多心光纖中繼之影像之實例；

圖4繪示透過光纖中繼之影像之實例，其展現安德森局域化原理之性質；

圖5A-B表示影像表面至觀看者之光線軌跡，其描述光線如何自各種視點形成虛擬立體物件；

圖6繪示具有4個中繼元件之基底結構之實施例，該4個中繼元件黏附在一起且使用一系列安裝托架來固定地緊固至該基底結構；

圖7繪示可操作以界定複數個能量傳播路徑之能量波導系統之實施例之俯視透視圖；

圖8繪示圖7中所展示之實施例之前透視圖；

圖9A至圖9H繪示能量抑制元件之各種實施例；

圖10繪示能量波導系統之額外實施例；

圖11繪示能量波導系統之額外實施例；

圖12突顯用於能量波導設計考量之正方堆積、六方堆積及不規則堆積之間的差異；

圖13繪示以配置成一彎曲組態之能量波導陣列為特徵之實施例；

圖14繪示突顯波導元件可如何影響通過其之能量之空間分佈的實施

例；

圖15繪示進一步突顯波導元件可如何影響通過其之能量之空間分佈的額外實施例；

圖16繪示其中複數個能量波導包括繞射波導元件之實施例；及

圖17繪示用於提供所要視角之全密度之光線照明的小透鏡組態。

【實施方式】

現將在下文中參考附圖來描述實例性實施例，附圖構成本發明之部分且繪示可實踐之實例性實施例。如本發明及隨附申請專利範圍中所使用，術語「實施例」、「實例性實施例」及「例示性實施例」未必係指單一實施例，但其等及各種實例性實施例可在不背離實例性實施例之範疇或精神的情況下容易地組合及互換。此外，本文所使用之術語僅用於描述實例性實施例且不意在限制。就此而言，如本文所使用，術語「在...中」可包含「在...中」及「在...上」，且術語「一」及「該」可包含單數個及複數個指涉物。此外，如本文所使用，術語「藉由」亦可意謂「由」，其取決於上下文。此外，如本文所使用，術語「若」亦可意謂「當...時」或「在...之後」，其取決於上下文。另外，如本文所使用，用語「及/或」可涉及及涵蓋相關聯列項之一或多者之任何及所有可能組合。

解析度要求之概述

光場顯示係複數個投影之結果，其中當自空間中之有限位置觀看時，傳統2D像素現保持角資訊及隱藏色彩及強度資訊可用。不同於立體顯示，當提供依所有觀點觀看時之角樣本及隱藏像素兩者之足夠密度時，空間中之會聚光線之觀看位置不隨觀看者在螢幕四周移動而變動且其係真正分享體驗，其中顯示之每個觀看者可同時看見世界座標中之物件，宛如

其真實存在。

理解最小解析度要求之一潛在方法可基於以下標準：顯示器大小(例如84"對角線)、顯示器寬高比(例如16:9)、座位距離(例如，與顯示器相距127.7")、座位視域(例如圍繞顯示器之中心之120度或 ± 60 度)、距離處之眼睛之間的所需中間樣本(例如一額外「第三眼視圖」)及知道平均眼間距係約65 mm且人眼平均解析度可為約1弧分。

對於上述各實例值，應取決於特定技術及應用要求來將此等值假定為佔位符。存在諸多方式來考量解析度要求，且下文將提出之方法組合實際產品考量與眼睛之生物解析度限制。

存在諸多令人信服方法來判定眼睛可解析之最小特徵，然而，上文僅助於僅供例示之文件數量級。

就所理解之眼解析度限制，總共所需之小透鏡密度可經計算使得眼睛無法使用以下方程式來使小透鏡彼此區分：

顯示器水平大小(DHS)= $\cos(\arctan(V\text{方位}/H\text{方位})) \times$ 螢幕對角線

顯示器垂直大小(VHS)= $\sin(\arctan(V\text{方位}/H\text{方位})) \times$ 螢幕對角線

水平視域(HFoV)= $\arctan((DHS/2)/\text{座位距離}) \times 2$

垂直視域(VFoV)= $\arctan((VHS/2)/\text{座位距離}) \times 2$

水平小透鏡解析度(HLR)= $\text{HFoV} \times 60 / \text{眼解析度}$

垂直小透鏡解析度(VLR)= $\text{VFoV} \times 60 / \text{眼解析度}$

上述計算導致約 32×18 度視域以導致需要約 1919×1099 小透鏡解析度。為簡單起見，吾人將考量此小透鏡解析度要求 1920×1080 。儘管可取決於吾人參考何種源及利用何種量測來討論眼解析度，但理解全像顯示表面所需之像素密度之數量級係良好起點且可替換任何變數來解釋關於眼解

析度之不同原理。然而，1弧分一般為使用視力表來測試視力之方式。

在關於全像透鏡陣列之以下討論中，將討論額外最佳化。為簡潔起見，此計算假定小透鏡之正方堆積且僅考量中央顯示屏。一般技術者應瞭解如何解釋離軸觀看者應期望任何變動密度。小透鏡可為任何大小或形狀且不應明確被視為圓形區域。

最後要解釋的是所需角取樣。假定觀看者眼睛在界定距離處，且可期望兩眼間具有一個額外樣本視點，吾人可使用以下方程式來計算所需最小角取樣：

$$\text{樣本距離}(SD)=\text{眼間距}/(\text{所要中間樣本之數目}+1)$$

$$\text{角取樣}(AS)=\arctan(SD/\text{座位距離})$$

就以上所考量之變數而言，此導致每0.57度約1條光線之角要求。最後，就所界定之此等資料點而言，可使用以下方程式來計算總系統解析度：

$$\text{每小透鏡之像素}(N)=\text{座位FOV}/AS$$

$$\text{總解析度H (TRH)}=N*HLR$$

$$\text{總解析度V (TRV)}=N*VLR$$

每小透鏡之此角取樣值在本文中將被稱為「N」值，因為此係用於充分產生上文所指示之視角及密度所需之每小透鏡之樣本數目。

就鑑於所解決之顯示器之大小及角解析度的上述方案而言，所得顯示器將需要產生約404,210×227,368個像素或91.9個十億像素之解析度。不存在可達成此解析度之單一顯示器。本發明中揭示諸多創新，其中各種形式之超解析度、變動中繼元件之組合、堆疊方法、光束導向技術及諸多其他創新產生令人信服之立體顯示所需之有效解析度。另外，可取決於產

品要求來放寬所提供之變數，且上文僅供例示且絕不使本發明受限於此解析度。在額外實施例中，可基於輸入變數來需要1十億像素顯示。

儘管吾人注意到鑑於為例示而輸入之變數，但吾人可要求大於或低於全像薄膜要求之量值。當然，變數可經修改以提高此解析度要求，然而，需要解釋眼睛之生物解析限制之互動及數十億個像素之累積之仔細研究以有助於在不產生多餘資訊之情況下降低所要解析度要求。在較靠近實體顯示器之距離處，此等值趨向於顯著增大以適應增大角密度要求。

主動區域、顯示電子器件及封裝

圖1繪示具有主動顯示區域12及特定外型尺寸之顯示系統10。顯示系統10可包含用於供電給主動顯示區域12及成像至主動顯示區域12上之顯示驅動器13及電子器件14，主動顯示區域具有由x及y箭頭展示之尺寸。此顯示系統10不考量可期望用於驅動、供電給及冷卻組件之佈纜及機械結構，且可藉由將撓曲纜線引入至顯示系統10中來進一步最小化佔用面積。此顯示系統10之最小佔用面積亦可指稱具有由M:x及M:y箭頭展示之尺寸的機械外殼11。此顯示系統10僅供說明且客製電子器件設計可進一步減少封裝大小負擔，但在幾乎所有情況中，無法恰好為顯示器之主動成像區域之大小。此顯示系統10繪示電子器件與微OLED、DLP晶片及LCD面板之主動影像區域12或具有顯示影像目的之任何其他方法或技術相關時之相依性。

在一些實施例中，亦可考量用於使多個影像聚合至較大總顯示器上之投影技術。然而，此會犧牲投擲距離之較大複雜性、最小焦點、光學品質、隨溫度梯度及隨時間之熱一致性考量及影像混合、對準、大小及外型尺寸。對於大多數實際應用，收容數十個或數百個此等投影源10會導致設

計變大很多且更不可靠。

現可使用以上所計算之解析度要求來判定需要多少個別面板(例如顯示系統10)。僅舉例而言，吾人將假定吾人將利用具有 3840×2160 之像素密度之微OLED顯示器。

顯示器 $H = TRH / \text{面板解析度} H$

顯示器 $V = TRV / \text{面板解析度} V$

可鑑於上述解析度要求來需要類似於圖1中所展示之顯示系統的約 105×105 個顯示系統。應注意，諸多顯示器包括可或可不映射至規則網格之各種像素結構。若各全像素內存在額外子像素，則此等可用於產生額外解析度或角密度。需要額外信號處理來判定如何將光場轉換為取決於(若干)像素結構之指定位置之正確(u, v)座標，且額外信號處理可為已知且經校準之各顯示器之明確特性。此將在後續揭示內容中被更詳細展示及討論。

所得計算可用於理解需要多少此等個別顯示器來產生全解析度影像表面。在此情況中，需要約 105×105 個或約11,080個顯示器來產生必要影像品質。挑戰及新穎性在於自此等可用像素位點產生連續影像表面以產生全像影像之完整再現。

光纖鑲嵌陣列

如上文所討論，為進一步解決自歸因於顯示系統之機械要求之限制而不具有接縫之個別顯示器陣列產生高解析度之挑戰，光纖錐可用於增大主動顯示區域之有效大小以滿足或超過將錐體陣列無縫拼接在一起且形成單一連續顯示表面所需之機械尺寸。

圖2繪示此光纖錐鑲嵌系統20之實施例。如圖中所展示，光纖系統20

可包含安裝至機械外殼22之主動顯示器21，其中光纖錐23自主動顯示器21中繼能量。光纖錐23可經組態以提供減小可在將顯示系統之多個機械外殼22放置至多個顯示器21之陣列中時產生之任何間隙24的能力。

例如，若顯示器之主動區域21係20 mm×10 mm且機械外殼22係40 mm×20 mm，則光纖錐23可經設計有2:1之放大率以在縮小端(箭頭A)上產生約為20 mm×10 mm (當被切割時)之錐體且在放大端(箭頭B)上產生約為40 mm×20 mm (被當切割時)之錐體以提供在不更改或侵犯各顯示器21之機械外殼22的情況下使此等錐體23之陣列一起無縫對準的能力。

光纖錐23可經機械地接合或融合在一起以被對準及拋光而確保顯示器21、22之間的最小可能接縫間隙24。在此實施例中，可使用與光纖材料23熱匹配之環氧樹脂來達成小於約50微米之接縫間隙24。在另一實施例中，使錐體陣列受壓縮及/或加熱之製程可提供將元件融合在一起之能力。在另一實施例中，使用之塑膠光纖可經化學融合或熱處理以在無需額外接合程序之情況下產生接合。為避免疑義，可使用任何方法來將陣列接合在一起，或在一些例項中，除重力及/或力之外，不期望額外化學或加熱或處理接合技術。

橫向安德森局域化

儘管在20世紀50年代就引入安德森局域化原理，但直至最近才取得材料及程序之技術突破以允許在光學傳送中實際探究該原理。橫向安德森局域化係透過橫向無序但縱向一致材料所傳送之光線在波不在橫向平面中擴散之情況下之傳播。

已在光纖面板中觀察到橫向安德森局域化，該光學面板藉由自由隨機混合且融合在一起之具有不同折射率(RI)之諸多光纖撚線組成之隨機預

成體拉製光纖來製造。當橫跨面板之表面之一者掃描輸入光束時，對置表面上之輸出光束跟隨輸入光束之橫向位置。由於安德森局域化展現在無序介質中不存在波擴散，所以一些基本物理顯現不同於有序光纖中繼器之計算。此隱含：產生安德森局域化現象之光纖之效應比受多個散射路徑之間的隨機化(其中波干涉可完全限制橫向定向上之傳播，同時在縱向路徑中繼續)小地受全內反射影響。

d維晶格 Z^d 上之波函數 Ψ 由薛丁格(Schrodinger)方程式： $i\hbar\psi = H\psi$ 給出，其中哈密爾頓函數(Hamiltonian) H 由 $(H\phi)(j) = E_j\phi(j) + \sum_{k \neq j} V(|k-j|)\phi(k)$ 給出。為簡潔起見，本文中將不詳述此現象所涉及之極密集物理學。一般技術者應瞭解如何執行所需計算。

圖3繪示透過傳統多心光纖中繼之實例性影像之正交圖，其中可歸因於光纖之固有性質而展現實體動畫及光纖雜訊。就傳統多模多心光纖而言，可歸因於心之離散陣列之全內反射之性質而本質上像素化中繼影像，其中心之間的任何串擾將減少調變轉移函數(MTF)且增加模糊。使用傳統多心光纖所產生之所得影像趨向於具有類似於圖中所展示之剩餘固定雜訊光纖圖案之剩餘固定雜訊光纖圖案，其中吾人可辨認出光纖之間的字母L之模糊輪廓。

另一方面，圖4繪示透過展現安德森局域化原理之性質之光纖中繼之相同影像之正交圖，其中雜訊圖案似乎比固定光纖圖案更像晶粒結構。在此等例項中且根據本發明之實施例，展現安德森性質之光纖已被展示為與市售多模玻璃影像光纖一樣好或在一些例項中比其好地傳送光，且具有較高MTF。透過展現安德森局域化原理之性質之實例性材料樣本中繼之相同影像展示似乎比固定光纖圖案更像晶粒結構之雜訊圖案。在此圖中，字母

L之輪廓比圖3中所展示之輪廓更可見及突出。

展現安德森局域化現象之光纖之另一顯著優點係：其可由聚合物材料製造以導致減少成本及重量。一般由玻璃或其他類似材料製成之類似光學級材料會比使用聚合物產生之相同尺寸之材料之成本高10倍至100倍。此外，鑑於大多數材料密度係空氣及其他輕量塑膠，聚合物光纖之重量可更輕10倍至100倍。為避免疑義，展現安德森局域化性質之任何材料包含於本發明中，即使其不滿足上述成本及重量建議。熟習技術者應瞭解，上述建議係使本身適合於重要商業模式(類似玻璃產品除外)之單一實施例。顯著額外益處係：無需光纖包層來使橫向安德森局域化運作，對於傳統多心光纖而言，需要光纖包層來防止光在光纖之間散射，但同時光纖包層阻擋部分光線且因此使傳輸減少至少心皮比(例如，70:30之心皮比將傳輸至多70%之接收照明)。

安德森材料之另一顯著益處係產生可無縫接合或融合之諸多較小部分的能力，此係因為材料基本上不具有傳統意義上之邊緣且任何兩個部件之合併體幾乎產生相同於單一部件之組件，其取決於用於將兩個或兩個以上部件合併在一起之程序。就大規模應用而言，此係使製造商能夠無需大量基礎設施或加工成本之顯著益處，且其提供產生否則將挑戰其他方法之單件材料之能力。傳統塑膠光纖具有一些此等益處，但歸因於包層，一般仍涉及具有一些距離之接縫線。

本文提出：展現橫向安德森局域化之光學中繼器可由一或多個構建塊結構構成，該一或多個構建塊結構各具有受控RI、約為可見光之波長之大小(約1微米)及用於促進電磁能沿結構之長軸傳輸之長形形狀。結構可經配置使得最小RI變動之通道在整個光學中繼器長度中縱向形成，但RI

在橫向平面中隨機變動。在針對可見電磁能波中繼器之一實施例中，選擇具有約0.1之折射率偏移的兩個構建塊結構，其等包含聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA，1.49之RI)及聚苯乙烯(PS，1.59之RI)之長形粒子。在一實施例中，第一結構(PMMA)及第二結構(PS)可經配置，與光學接合劑混合，且接著被固化。在一實施例中，材料之比率可為50:50。

在另一實施例中，具有預定直徑之PPMA及PS撚線可被隨機混合在一起，藉由加熱及/或化學方法來融合，且接著經再拉以形成第二預定直徑以確保RI在整個光纖中保持相對縱向一致，但橫向變動。

為避免疑義，材料數量、程序、類型、RI及其類似者僅供例示且展現安德森局域化性質之任何光纖材料可用於任何實施例中。此外，亦可在本文所揭示之任何實施例中考量使用任何無序光纖材料及程序。

應注意，本發明中之光學設計之原理一般應用於所有形式之光纖，且針對特定產品、市場、外型尺寸、安裝及其他要求所選擇之設計實施方案可或可不需要指定此等光學幾何形狀，但為簡單起見，所揭示之任何方法包含所有潛在光學中繼器及光纖材料。

4D全光函數

如上文及本文所討論，光場顯示系統一般包含能源(例如光源)及經組態有足夠像素密度之無縫顯示表面。複數個中繼元件可用於將能量自能源中繼至無縫顯示表面。在一些例項中，可使用其他中繼元件。一旦已將能量輸送至具有必要像素密度之無縫顯示表面，則可根據4D全光函數來輸出能量。一般技術者應瞭解，4D全光函數在此項技術中已為吾人所熟知且將不在本文中進一步加以詳述。

現參考圖5，其繪示根據4D全光函數之4D影像空間中之光場顯示之

實例。該圖展示影像表面500至觀看者520之光線軌跡，其描述光線如何自各種視點形成虛擬立體物件530。如圖中所展示，各小透鏡510界定描述自成像表面500投影之光線540之四個維度之資訊。兩個空間維度(本文中指稱x及y)係可在影像空間中看到之實體影像及在透過全像透鏡陣列投影時於虛擬空間中看到之角組分 θ 及 ϕ (本文中指稱u及v)。一般而言且根據4D全光函數，複數個波導(例如透鏡)能夠將來自x, y維度之像素中繼至虛擬空間中u、v處之唯一位置以形成本文所描述之全像或光場顯示系統。

容限及機械設計

為製造顯示器鑲嵌結構，可期望使光纖與所有元件機械地對準及接合，使得自製造商透過使用之觀點看，總偏差小於預定容限。此容限可取決於顯示器意欲達成之生產線及環境條件，其包含溫度(熱膨脹係數(CTE)變化)、衝擊耐受性、其他環境因數及其類似者。在一實施例中，任何顯示像素與所得顯示表面之間的容限可具有小於0.5個像素之最大偏差。在另一實施例中，容限可小於1微米。

圖6繪示具有4個中繼元件610之基底結構600之實例，4個中繼元件610經黏附在一起且使用一系列安裝托架來固定地緊固至基底結構600。在此實例中，中繼元件610可具有一致CTE及/或對操作條件之變化作出回應，該等操作條件包含用於保持光學鑲嵌結構之材料、光學材料(例如用於產生所得中繼元件之環氧樹脂、聚合物、心、包層及其類似者)、顯示表面、透鏡陣列材料及可用於製造最終總成之任何其他機械結構。因而，可推薦利用具有與光學材料之CTE緊密匹配之CTE之材料。在一實施例中，科伐合金(kovar)可用於具有玻璃光纖之機械結構。在另一實施例中，聚苯乙烯可用於具有聚合物光纖之機械結構。

在結構上，可有利地使用基板600來收容各光纖，基板600具有完全匹配之CTE及結構剛性以維持用於指定應用之顯示表面結構620之對準。結構620可包含具有直徑之開口網格，該直徑至少為可呈斜面、彎曲或任何其他形狀以適當保持中繼元件610之插入位置處之光纖之直徑。額外安裝托架可安裝至基底結構600，使得可提供額外強化材料來充分固定各中繼元件610。在一些例項中，安裝托架可螺合至基底結構600且可黏附或壓配合或其類似者至中繼元件610。安裝托架可保持一或多個中繼元件610且可收容一或多個中繼元件610。替代地，中繼元件610可進一步黏附或壓配合或其類似者至基底結構600。在一些實施例中，各中繼元件610可經融合、接合、黏附、壓配合、對準或依其他方式在一起以形成所得光學顯示表面620。在一些實施例中，顯示器630可安裝至中繼元件610之後部且被動或主動對準，其中視覺透過成像源、顯微鏡、其他光學器件、人類視覺或其類似者來回饋以確保維持判定容限內之適當像素對準。顯示器630可經安裝有折射率匹配油、環氧樹脂、接合劑、壓力或其類似者。

中繼元件610後面可存在第二、第三或更多額外中繼元件640、650。在一實施例中，額外中繼元件640係面板且額外中繼元件650係具有顯示驅動器電子器件之顯示器。此等額外中繼元件640、650可包含用於機械穩定性及/或其他光學性質之各種外型尺寸。在主動顯示區域620外產生各種形狀之能力提供透過夾緊結構、接合程序或使一或多個中繼元件610、640、650保持於適當位置中所需之任何其他機械構件來將多個中繼元件610、640、650串聯耦合至相同基底結構之能力。各種形狀可由光學材料或接合額外適當材料形成。用於保持所得形狀之機械結構可具有相同外形

以配合於該結構之頂部。在一實施例中，中繼元件經設計有方形形狀，其係中繼元件610之總長度之約10%但比沿寬度及高度之主動顯示區域620大約25%。此中繼元件610可使用匹配機械結構來夾緊且可利用折射率匹配油、折射率匹配環氧樹脂或其類似者。用於使任何兩個中繼元件640、650串聯之程序可包含機械或主動對準，其中可提供視覺回饋來確保執行影像對準之適當容限。通常，顯示器630可在對準之前安裝至中繼元件610之後表面，但可取決於應用而被或不被需要。

光場及全像波導陣列中能量的選擇性傳播

圖7繪示可操作以界定複數個能量傳播路徑108之能量波導系統100之實施例之俯視透視圖。能量波導系統100包括經組態以沿複數個能量傳播路徑108導引能量通過其之能量波導陣列112。在實施例中，複數個能量傳播路徑108延伸通過陣列之第一側116上之複數個能量位置118而至陣列之第二側114。

參考圖7及圖9A至圖9H，在實施例中，複數個能量傳播路徑108之第一子集290延伸通過第一能量位置122。第一能量波導104經組態以沿複數個能量傳播路徑108之第一子集290之第一能量傳播路徑120導引能量。第一能量傳播路徑120可由形成於第一能量位置122與第一能量波導104之間的第一主光線138界定。第一能量傳播路徑120可包括形成於第一能量位置122與第一能量波導104之間的光線138A及138B，其等分別由第一能量波導104沿能量傳播路徑120A及120B導引。第一能量傳播路徑120可自第一能量波導104朝向陣列之第二側114延伸。在實施例中，沿第一能量傳播路徑120導引之能量包括介於能量傳播路徑120A與120B之間或包含能量傳播路徑120A及120B之一或多個能量傳播路徑，其等在實質上平行於

第一主光線138之方向上被導引通過第一能量波導104。

實施例可經組態使得沿第一能量傳播路徑120導引之能量可在實質上平行於能量傳播路徑120A及120B及第一主光線138之方向上離開第一能量波導104。可假定延伸通過能量波導元件112之能量傳播路徑包括實質上類似傳播方向之複數個能量傳播路徑。

圖8係能量波導系統100之實施例之前視圖。第一能量傳播路徑120可在自第一能量波導104延伸之唯一方向208 (其至少由第一能量位置122判定)上朝向陣列之第二側114延伸。第一能量波導104可由空間座標204界定，且至少由第一能量位置122判定之唯一方向208可由界定第一能量傳播路徑120之方向之角座標206界定。空間座標204及角座標206可形成界定第一能量傳播路徑120之唯一方向208之四維全光座標集210。

在實施例中，沿第一能量傳播路徑120透過第一能量波導104導引之能量實質上填充第一能量波導104之第一孔隙134，且沿位於能量傳播路徑120A與120B之間且平行於第一能量傳播路徑120之方向的一或多個能量傳播路徑傳播。在實施例中，實質上填充第一孔隙134之一或多個能量傳播路徑可包括大於50%之第一孔隙134直徑。

在較佳實施例中，沿第一能量傳播路徑120透過第一能量波導104導引之能量(其實質上填充第一孔隙134)可包括50%至80%之間的第一孔隙134直徑。

返回至圖7及圖9A至圖9H，在實施例中，能量波導系統100可進一步包括能量抑制元件124，其經定位以限制能量在第一側116與第二側114之間傳播且抑制相鄰波導112之間的能量傳播。在實施例中，能量抑制元件經組態以抑制能量沿不延伸通過第一孔隙134之複數個能量傳播路徑108

之第一子集290之部分傳播。在實施例中，能量抑制元件124可定位於能量波導陣列112與複數個能量位置118之間的第一側116上。在實施例中，能量抑制元件124可定位於複數個能量位置118與能量傳播路徑108之間的第二側114上。在實施例中，能量抑制元件124可定位於正交於能量波導陣列112或複數個能量位置118之第一側116或第二側114上。

在實施例中，沿第一能量傳播路徑120導引之能量可與沿第二能量傳播路徑126透過第二能量波導128導引之能量會聚。第一能量傳播路徑及第二能量傳播路徑可會聚於陣列112之第二側114上之位置130處。在實施例中，第三能量傳播路徑140及第四能量傳播路徑141亦可會聚於陣列112之第一側116上之位置132處。在實施例中，第五能量傳播路徑142及第六能量傳播路徑143亦可會聚於陣列112之第一側116與第二側114之間的位置136處。

在實施例中，能量波導系統100可包括用於導引能量之結構，諸如：經組態以更改通過其之能量之角方向的結構，例如折射、繞射、反射、梯度折射率、全像或其他光學元件；包括至少一數值孔徑的結構；經組態以自至少一內表面重定向能量之結構；光學中繼器；等等。應瞭解，波導112可包含雙向能量導引結構或材料之任何者或組合，諸如：

- a) 折射、繞射或反射；
- b) 單一或複合多層元件；
- c) 全像光學元件及數位編碼光學器件；
- d) 3D印刷元件或微影主控器或複製品；
- e) 菲涅爾透鏡、光柵、波帶片、二元光學元件；
- f) 反光元件；

- g) 光纖、全內反射或安德森局域化；
- h) 梯度折射率光學器件或各種折射率匹配材料；
- i) 玻璃、聚合物、氣體、固體、液體；
- j) 聲波導；
- k) 微米級及奈米級元件；或
- l) 極化、稜鏡或光束分離器。

在實施例中，能量波導系統雙向傳播能量。

在實施例中，能量波導經組態以傳播機械能。

在實施例中，能量波導經組態以傳播電磁能。

在實施例中，藉由交錯、分層、反射、組合或依其他方式提供能量波導元件內之一或多個結構內及包括能量波導系統之一或多層內之適當材料性質，能量波導經組態以同時傳播機械能、電磁能及/或其他形式之能量。

在實施例中，能量波導依分別針對4D座標系內之 u 及 v 之不同比率傳播能量。

在實施例中，能量波導依漸變函數傳播能量。

在實施例中，能量波導包括沿能量傳播路徑之多個元件。

在實施例中，能量波導直接由光纖中繼拋光面形成。

在實施例中，能量波導系統包括展現橫向安德森局域化之材料。

在實施例中，能量波導系統傳播特超聲頻以使觸覺會聚於立體空間中。

圖9A至圖9H係能量抑制元件124之各種實施例之說明圖。為避免疑義，此等實施例僅供例示且絕不限制本發明之範疇內所提供之組合或實施

方案之範疇。

圖9A繪示複數個能量位置118之實施例，其中能量抑制元件251被放置於能量位置118之表面鄰近處且包括指定折射、繞射、反射或其他能量更改性質。能量抑制元件251可經組態以藉由抑制能量沿能量傳播路徑252傳播來將能量傳播路徑之第一子集290限制為較小範圍之傳播路徑253。在實施例中，能量抑制元件係具有小於1之數值孔徑之能量中繼器。

圖9B繪示複數個能量位置118之實施例，其中能量抑制結構254被放置成正交於能量位置118之區域之間，且其中能量抑制結構254展現吸收性質，且其中抑制能量結構254具有沿能量傳播路徑256之界定高度，使得特定能量傳播路徑255受抑制。在實施例中，能量抑制結構254呈六邊形形狀。在實施例中，能量抑制結構254呈圓形形狀。在實施例中，能量抑制結構254沿傳播路徑之任何定向呈不均勻形狀或大小。在實施例中，能量抑制結構254嵌入具有額外性質之另一結構內。

圖9C繪示複數個能量位置118，其中第一能量抑制結構257經組態以將通過其傳播之能量259實質上定向為第一狀態。第二能量抑制結構258經組態以允許實質上定向為第一狀態之能量259通過其傳播且限制實質上不定向為第一狀態之能量260之傳播。在實施例中，能量抑制元件257、258係能量極化元件對。在實施例中，能量抑制元件257、258係能量波帶通元件對。在實施例中，能量抑制元件257、258係繞射波導對。

圖9D繪示複數個能量位置118之實施例，其中能量抑制元件261經結構化以取決於能量傳播路徑263延伸通過複數個能量位置118之何者來使能量傳播路徑263在一定程度上更改。能量抑制元件261可依沿能量傳播

路徑263之均勻或不均勻方式更改能量傳播路徑263，使得特定能量傳播路徑262受抑制。在實施例中，抑制元件261係場透鏡。在實施例中，抑制元件261係繞射波導。在實施例中，抑制元件261係彎曲波導表面。

圖9E繪示複數個能量位置118之實施例，其中能量抑制元件264提供吸收性質以限制能量266之傳播，同時允許其他傳播路徑267通過。

圖9F繪示複數個能量位置118及複數個能量波導112之實施例，其中第一能量抑制結構268經組態以將通過其傳播之能量270實質上定向為第一狀態。第二能量抑制結構271經組態以允許實質上定向為第一狀態之能量270通過其傳播且限制實質上不定向為第一狀態之能量269之傳播。為進一步控制通過系統之能量傳播(例如雜散能量傳播272)，能量抑制結構268、271需要複合能量抑制元件來確保能量傳播維持準確傳播路徑。

圖9G繪示複數個能量位置118之實施例，且其中能量抑制元件276提供吸收性質以限制能量沿能量傳播路徑278傳播，同時允許其他能量沿能量傳播路徑277通過波導陣列112內之指定孔隙組284之一對能量波導112。在實施例中，能量抑制元件276包括黑鉻。在實施例中，能量抑制元件276包括吸收材料。在實施例中，能量抑制元件276包括透明像素陣列。在實施例中，能量抑制元件276包括陽極氧化材料。

圖9H繪示包括複數個能量位置118及複數個能量波導112之實施例，其中第一能量抑制結構251放置於能量位置118之表面鄰近處且包括指定折射、繞射、反射或其他能量更改性質。能量抑制結構251可經組態以藉由抑制能量沿能量傳播路徑274傳播來將能量傳播路徑之第一子集290限制為較小範圍之傳播路徑275。第二能量抑制結構261經結構化以取決於能量傳播路徑275延伸通過複數個能量位置118之何者來使能量傳播路徑

275在一定程度上更改。能量抑制結構261可依均勻或不均勻方式更改能量傳播路徑275，使得特定能量傳播路徑274受抑制。第三能量抑制結構254被放置成正交於能量位置118之區域之間。能量抑制結構254展現吸收性質且具有沿能量傳播路徑275之界定高度，使得特定能量傳播路徑274受抑制。能量抑制元件276提供吸收性質以限制能量280之傳播，同時允許能量281通過。類似或不同波導元件112之複合系統經定位以實質上使用來自複數個能量位置118之能量來填充有效波導元件孔隙285且更改由特定系統界定之能量之傳播路徑273。

在實施例中，能量抑制元件124可包括用於衰減或修改能量傳播路徑之結構。在實施例中，能量抑制元件124可包含定位於系統內以限制至或來自波導112之能量之傳播的一或多個能量吸收元件或壁。在實施例中，能量抑制元件124可包含定位於系統100內以限制至及來自波導112之能量之角分佈的指定數值孔徑。

在實施例中，能量抑制元件124可包含一或多個光阻擋壁、結構、金屬、塑膠、玻璃、環氧樹脂、顏料、液體、顯示技術或其他吸收或結構材料，其具有介於能量位置122之平面與具有高達波導孔隙直徑之節距之空隙或結構之波導陣列平面之間的判定厚度。

在實施例中，能量抑制結構124定位於第一能量位置122接近處且包括鄰近於第一能量位置122之光學中繼面板。在實施例中，能量抑制元件124可包含光學中繼面板，其包括一或多個空間一致或可變數值孔徑，其中數值孔徑值有效限制至及來自波導112之能量之角分佈。例如，數值孔徑之實施例可經設計以提供角分佈來提供指定波導孔隙134之離軸填充因數，該角分佈為或幾乎為形成於能量位置之間且垂直於有效波導元件大

小、入射光瞳、孔隙或用於能量傳播之其他物理參數之中心的視域之兩倍。

在實施例中，能量抑制元件124可包含二元、梯度折射率、菲涅爾、全像光學元件、波帶片或更改通過系統之能量波之路徑以減少散射、擴散、雜散光或色差之其他繞射光學元件。在實施例中，能量抑制元件124可在能量傳播路徑經更改以進一步增大波導孔隙134之填充因數或減少雜散光之位置處或其周圍包含正或負光學元件。在實施例中，能量抑制元件124可包含與第二主動或被動極化元件組合之主動或被動極化元件，該第二主動或被動極化元件經設計以提供能量位置122、波導孔隙134或其他區域之界定區域之空間或時間多工衰減。在實施例中，能量抑制元件124可包含主動或被動孔徑光闌障壁，其經設計以提供能量位置122、波導孔隙134或其他區域之界定區域之空間或時間多工衰減。在實施例中，能量抑制元件124可包含以下之任何者或其等之任何組合：

- a) 實體光擋板結構；
- b) 立體、錐形或刻面機械結構；
- c) 孔徑光闌或遮罩；
- d) 光學中繼器及受控數值孔徑；
- e) 折射、繞射或反射；
- f) 反光元件；
- g) 單一或複合多層元件；
- h) 全像光學元件及數位編碼光學器件；
- i) 3D印刷元件或微影主控器或複製品；
- j) 菲涅爾透鏡、光柵、波帶片、二元光學元件；

- k) 光纖、全內反射或安德森局域化；
- l) 梯度折射率光學器件或各種折射率匹配材料；
- m) 玻璃、聚合物、氣體、固體、液體；
- n) 毫米級、微米級及奈米級元件；及
- o) 極化、稜鏡或光束分離器。

在實施例中，能量抑制結構124可經構造以包含六方堆積能量擋板，其經構造以形成沿Z軸漸縮之空隙以在到達波導系統之孔徑光闌位置時減小空隙大小。在另一實施例中，能量抑制結構124可經構造以包含接合至光學中繼面板之六方堆積能量擋板。在另一實施例中，能量抑制結構124可經構造以包含填充有指定折射率以進一步更改至及來自能量波導陣列之能量波投影之路徑的六方堆積能量擋板。在另一實施例中，繞射或折射元件可放置、附接或接合至具有界定波導規格之能量擋板以進一步更改至及來自波導元件112之能量投影之路徑。在另一實例中，能量抑制結構124可形成為單一機械總成，且能量波導陣列112可放置、附接或接合至經組裝之能量抑制元件124。應瞭解，其他實施方案可用於實現其他能量波導組態或超解析度考量。

在實施例中，能量抑制結構124可定位於第一能量位置122接近處且大體上朝向第一能量波導104延伸。在實施例中，能量抑制結構124可定位於第一能量波導104接近處且大體上朝向第一能量位置122延伸。

在實施例中，能量抑制元件經組態以抑制電磁能。

在實施例中，能量抑制元件經組態以抑制機械能。

在實施例中，藉由交錯、分層、反射、組合或依其他方式提供能量抑制元件內之一或多個結構內及包括能量波導系統之一或多層內之適當材

料性質，能量抑制元件經組態以同時衰減機械能、電磁能及/或其他形式之能量。

在實施例中，能量波導陣列可經配置以形成平坦表面或所要形狀之彎曲表面。圖13係以配置成彎曲組態之能量波導陣列1102為特徵之實施例1100之說明圖。

本發明之實施例可經組態以導引屬於電磁光譜之任何波長之能量，其包含可見光、紫外線、紅外線、x射線等等。本發明亦可經組態以導引諸如聲波振動及觸覺壓力波之其他形式之能量。

圖10係能量波導系統300之額外實施例之說明圖。能量波導系統300可界定複數個能量傳播路徑304，且可包括反射器元件314，其包括：第一反射器306，其定位於反射器元件314之第一側310上，第一反射器306包括透過其形成之一或多個孔徑光闌316；及第二反射器308，其定位於反射器元件314之第二側312上，第二反射器308包括透過其形成之一或多個孔徑光闌318。第一反射器306及第二反射器308經組態以沿延伸通過第一反射器及第二反射器之孔徑光闌316、318及反射器元件314之第一側310上之複數個能量位置320的複數個能量傳播路徑304導引能量。複數個能量傳播路徑304之第一子集322延伸通過第一能量位置324。反射器元件314經組態以沿複數個能量傳播路徑304之第一子集322之第一能量傳播路徑326導引能量。

在實施例中，第一能量傳播路徑326可由形成於第一能量位置324與第一反射器306之第一孔徑光闌328之間的第一主光線338界定。第一能量傳播路徑326可在自第二反射器308之第一孔徑光闌330延伸之唯一方向(其至少由第一能量位置324判定)上自第二反射器308之第一孔徑光闌330

朝向反射器元件314之第二側312延伸。

在實施例中，沿第一能量傳播路徑326導引之能量實質上填充第一反射器306之第一孔徑光闌328及第二反射器308之第一孔徑光闌330。

在實施例中，能量抑制元件332可經定位以限制能量沿不延伸通過第一反射器306之第一孔徑光闌328之複數個能量傳播路徑304之第一子集322之部分350傳播。

在其中能量係光且能量波導可操作以依完美拋物線結構導引該光之實施例中，通過或來自第一反射器之焦點之任何光線將平行於光軸反射，自第二反射器反射，且接著在相反定向上依相同角中繼。

在實施例中，第一反射器及第二反射器具有不同焦距以產生能量資訊之不同放大及/或更改觀看者將自第二反射器之表面上方觀看反射資訊時之角視域覆蓋範圍。孔徑光闌可具有用於不同設計之不同大小及不同焦距。

提供額外實施例，其中兩個反射面呈非線性錐形、刻面、彎曲形狀或其他形狀。此曲率設計係確保顯示資訊及觀看資訊可具有非線性關係以改變或簡化信號處理的關鍵。

在實施例中，能量波導包括能夠動態更改反射面輪廓以改變通過能量波導系統之能量之傳播路徑的撓性反射面。

在實施例中，額外波導(其包含(但不限於)反射或光學元件、雙折射材料、液體透鏡、折射、繞射、全像或其類似者)可定位於能量傳播路徑內之任何位置處。就此方法而言，此實施例提供設計，使得當被觀看時，視角在顯著不同於孔徑光闌之位置處且將依其他方式提供焦距。圖11展示此方法之一此類應用。

圖11係能量波導系統700之實施例之說明圖。能量波導系統700分別包括第一反射器702及第二反射器704。額外光學元件706及垂直於能量位置708之能量抑制器707定位於第一反射器702之焦點處。額外光學元件經設計以影響透過能量波導系統700傳播之能量之能量傳播路徑。額外波導元件可包含於能量波導系統700內，或額外能量波導系統可放置至能量傳播路徑中。

在實施例中，能量波導元件陣列可包含：

- a) 能量波導陣列之六方堆積；
- b) 能量波導陣列之正方堆積；
- c) 能量波導陣列之不規則或半規則堆積；
- d) 能量波導之彎曲或非平坦陣列；
- e) 能量波導之球形陣列；
- f) 能量波導之圓柱形陣列；
- g) 能量波導之傾斜規則陣列；
- h) 能量波導之傾斜不規則陣列；
- i) 能量波導之空間變化陣列；
- j) 能量波導之多層陣列。

圖12突顯能量波導元件陣列之正方堆積901、六方堆積902及不規則堆積903之間的差異。

能量波導可製造於玻璃或塑膠基板上以特別包含光學中繼元件(若期望)，且可經設計有玻璃或塑膠光學元件以亦特別包含光學中繼器(根據期望)。此外，能量波導可經刻面而用於提供多個傳播路徑或其他行/列或棋盤式定向之設計(其特別考量(但不限於)由光束分離器或稜鏡分離之多個

傳播路徑)，或經平鋪而用於允許平鋪或單片板之波導組態，或經平鋪成彎曲配置(例如具有相對於階層之幾何更改以相應配合之刻面圓柱體或球形)、彎曲表面以包含(但不限於)球形或圓柱形或特定應用所需之任何其他任意幾何形狀。

在其中能量波導陣列包括彎曲組態之實施例中，可經由熱處理或藉由直接製造至彎曲表面上以包含光學中繼元件來產生彎曲波導。

在實施例中，能量波導陣列可鄰接其他波導且可取決於特定應用來覆蓋整個牆壁及/或天花板及/或房間。波導可經明確設計以用於基板上或基板下安裝。波導可經設計以直接配合至能量表面或藉由氣隙或其他偏移介質來偏移。波導可包含對準設備以提供將平面主動或被動聚焦為永久固定具或加工元件之能力。所描述之幾何形狀之用途係有助於最佳化由小透鏡之法線及所表示之影像界定之視角。對於非常大之能量表面平坦表面，表面之最左及最右處之大多數角樣本大部分在環境之觀看範圍外。對於具有彎曲輪廓及彎曲波導之相同能量表面，使用更多此等傳播光線來形成會聚立體之能力顯著增強。然而，此犧牲離軸時之可用資訊。設計之專用性大體上指定將實施所提出之設計之何者。此外，波導可經設計有使用額外波導元件來製造以使小透鏡朝向預定波導軸傾斜之規則、分度或區域元件結構。

在其中能量波導係透鏡之實施例中，實施例可包含凸透鏡及凹透鏡兩者，且可包含將透鏡直接製造至光學中繼表面上。此可涉及破壞性或新增小透鏡製程，其包含移除待形成或衝壓之材料及小透鏡輪廓或將複製品直接製造至此表面。

實施例可包含提供額外能量傳播最佳化及角控制之多層波導設計。

所有上述實施例可獨立地或連同此方法組合在一起。在實施例中，可設想具有第一波導元件上之傾斜波導結構及用於第二波導元件之區域變動結構的多層設計。

實施例包含一起接合為單一波導之每元件或每區域液體透鏡波導之設計及製造。此方法之額外設計包含可同時修改整個波導陣列之單一雙折射或液體透鏡波導電池。此設計提供在無需重新設計波導之情況下動態控制系統之有效波導參數的能力。

在經組態以導引光之實施例中，可使用本文所提供之揭示內容之任何組合來產生壁掛式2D光場或全像顯示器。壁掛式組態經設計使得觀看者觀看可在設計顯示表面前、設計顯示表面處或設計顯示表面後浮動之影像。就此方法而言，光線之角分佈可為均勻的，或取決於特定顯示要求而在空間中之任何特定位置處具有增大密度。依此方式，可組態波導以更改依據表面輪廓而變化之角分佈。例如，對於垂直於顯示表面及平面波導陣列之給定距離，光學完美波導將在顯示器之垂直中心處提供增大密度且沿至顯示器之給定垂直距離提供光線間隔距離之遞增。相反地，若圍繞顯示器徑向觀看光線(其中觀看者維持眼睛與顯示器之中心點之間的距離)，則所觀看之光線將橫跨整個視域維持一致密度。取決於預期觀看條件，可藉由更改波導功能來最佳化各元件之性質以產生光線之任何可能分佈以最佳化任何此類環境之觀看體驗。

圖14係實施例1200之說明圖，其突顯單一波導元件功能1202可如何橫跨徑向觀看環境1206產生能量1204之相同分佈，而當依恆定且平行於波導表面1210之距離1208傳播時，相同波導元件功能1202似乎將在波導表面之波導元件中心1212處展現增大密度及在波導表面之中心1212遠離

處展現減小密度。

圖15係實施例1300之說明圖，其繪示組態波導元件功能1302以在平行於波導表面1306之恆定距離1304處展現均勻密度，其同事在依為圍繞波導表面1306之中心之恆定半徑的距離1308觀看時於波導表面1306之中心1310處產生明顯較低密度。

產生在場距離上變動取樣頻率之波導功能的能力係各種波導失真之特性且在此項技術中係已知的。通常不期望波導功能中包含失真，然而，為了波導元件設計，此等係主張為取決於所需特定觀看範圍來進一步控制及分佈能量傳播之能力之益處的所有特性。需要取決於觀看範圍要求來橫跨整個波導陣列新增多個功能或層或功能梯度。

在實施例中，藉由能量表面及/或波導陣列之彎曲表面來進一步最佳化功能。主光線角度之法線相對於能量表面本身之變動可進一步提高效率且需要不同於平坦表面之功能，但波導功能之梯度、變動及/或最佳化仍適用。

此外，利用鑑於波導拼接方法之所得最佳化波導陣列，可藉由平鋪波導及系統之各者以產生所要之任何大小或外型尺寸來進一步增大波導之有效大小。應重點注意的是，波導陣列可藉由產生於任何兩個單獨基板之間或具有任何形式之非方形網格包裝架構之反射來展現不同於能量表面之接縫假影。為抵消此效應，可產生較大單一波導，可在任何兩個表面之邊緣之間利用折射匹配材料，或可採用規則波導網格結構來確保兩個波導表面之間無元件分離，及/或可利用能量抑制元件之間的精密切割及沿非方形波導網格結構之接縫。

可使用此方法來產生空間尺度2D、光場及/或全像顯示器。此等顯示

器可無縫橫跨大平坦或彎曲壁，可經產生以依立方方式覆蓋所有壁，或可產生為彎曲組態，其中形成圓柱型形狀或球型形狀以提高整個系統之視角效率。

替代地，可設計波導功能，其翹曲傳播能量以實際上消除所需視角中非所要之區域以導致能量傳播之非均勻分佈。為完成此，吾人可實施金牛座形狀光學輪廓，環形透鏡、同心稜鏡陣列、菲涅爾或繞射功能、二元、折射、全像及/或任何其他波導設計可允許較大孔隙及較短焦距(本文將指稱「菲涅爾小透鏡」)提供實際上形成單元件或多元件(或多片)菲涅爾波導陣列之能力。取決於波導組態，此可或可不與包含額外波導陣列之額外光學器件組合。

為產生寬能量傳播角(例如180度)，需要非常低之有效 f /數(例如， $<f/.5$)，且為確保無4D「磁碟翻轉」發生(來自一小透鏡之光線看見任何第二小透鏡下方之像素的能力)，進一步需要焦距適當緊密匹配所需視角。此意謂：為產生約160度觀看範圍，需要約 $f/.17$ 透鏡及幾乎匹配之約.17 mm焦距。

圖16繪示其中複數個能量波導包括繞射波導元件1402之實施例1400，且展示針對經修改菲涅爾波導元件結構1404所提出之一結構，其產生有效極短焦距及低 f /數，同時將光線導引至明確界定位置1406。

圖17繪示其中複數個能量波導包括元件1502之實施例1500，且展示此波導組態1506可如何用於陣列中以提供所要觀看範圍1504之光線傳播之全密度。

所提出之經修改波導組態之進一步實施例提供用於產生分離達具有每環節距及直徑 X (其中 X 可為恆定的或可變的)之預定量之具有折射率之

兩個或兩個以上材料之徑向對稱環的方法。

在進一步實施例中，產生所有光線之相等或非線性分佈，其具有或不具有壁掛式及/或桌面安裝之波導結構及所有基於空間或環境之波導結構(其中平鋪多個波導)之經修改波導組態。

可使用波導陣列來產生投影光之平面，平面在不定位於顯示器本身之表面處之位置處空間會聚。藉由光線追蹤此等光線，吾人可清楚地看見所涉及之幾何形狀及會聚光線可如何顯現於螢幕上(遠離觀看者)及螢幕外(朝向觀看者)或兩者同時。當平面移動遠離具有傳統波導陣列設計之平面顯示器上之觀看者時，平面趨向於隨視點之錐台生長且可取決於促成照明源之數目來變得由顯示器本身之實體圖框阻隔。相比而言，當平面朝向具有傳統波導陣列設計之平面顯示器上之觀看者移動時，平面趨向於隨視點之錐台縮小，但可自指定位置處之所有角度觀看，只要觀看者依將能量呈現給眼睛之角度且虛擬平面不移動超出產生於觀看者與主動顯示區域之遠邊緣之間的角度。

在一實施例中，所觀看之一或若干2D影像影像呈現於螢幕外。

在另一實施例中，所觀看之一或若干2D影像呈現於螢幕上。

在另一實施例中，所觀看之一或若干2D影像同時呈現於螢幕上及/或螢幕外。

在另一實施例中，所觀看之一或若干2D影像與其他立體元件一起呈現或因其他圖形設計或互動原因而呈現為文本。

在另一實施例中，所觀看之一或若干2D影像經呈現有高於波導元件否則將歸因於依比實體元件高之空間密度會聚光線的能力而建議之X及Y之實體數目的有效2D解析度。

此方法之新穎性係完全可製造產生立體成像能力及極高解析度2D影像兩者之全像顯示器，使得不存在顯示器中之波導在平坦影像與立體影像之間無縫移動或產生其他關注效應所需之進一步機械或電子設備或更改。

可使用此性質來程式化地隔離特定照明源以對觀看者呈現僅可在明確角度看見之顯示。

在一實施例中，在各波導元件下方依相對於觀看者之眼睛三角測量且呈現僅可自空間中之觀看者之位置觀看之影像的角度照射單一像素或像素群組。

在另一實施例中，第二照明源或照明源群組經同時呈現以相對於僅可由第二觀看者看見之位置三角測量且含有可相同於或不同於呈現給第一觀看者之第一影像的影像。為避免疑義，此可為X個可定址視點，其中X表示可為一或多個之可個別定址視點之數目。

在另一實施例中，利用此項技術中已知之感測器及演算法來對眼睛、視網膜、物件或其類似追蹤物呈現此等影像以動態變動照明像素位置以將影像動態呈現至觀看者與各小透鏡下方之像素之間的三角測量位置。此可應用於一或多個觀看者。追蹤可執行為2D程序或3D/立體程序，或利用此項技術中已知之其他深度感測技術。

在一實施例中，第一區域及第二區域兩者呈拋物線輪廓，其中第一區域焦點定位於第二區域之頂點處且第二區域焦點定位於第一區域之頂點處，且顯示表面定位於定位於第二區域之頂點處之開口處，且等效於顯示表面之直徑之開口呈現至定位於第一區域之頂點處之第二區域之頂點。使用此方法，顯示表面影像似乎將在自離軸視點通過第二區域之焦點之觀看光線將自第二區域表面反射且平行於第一表面且接著在自第一區域至顯示

表面之相反定向上依自觀看位置之相同角時於無任何實體表面之表面上浮動。

在實施例中，雙拋物線中繼系統包含兩個各自區域，其等各具有定位於交替反射器之頂點處之焦點，顯示表面定位於第二區域之頂點處，且開口等效於定位於產生顯示表面之虛擬影像之第一區域處之呈現顯示表面之直徑。若利用波導陣列、全像或光場顯示器，則觀看影像將保持全像資料之本性且似乎在不具有實體顯示表面之空間中浮動。

在另一實施例中，兩個區域之聚焦位置不同以產生放大或縮小。在第二實施例中，區域已匹配焦距且偏移達大於焦距之距離以產生具有增大放大率之虛擬影像。

在另一實施例中，製造拋物線輪廓以適應導致自顯示器之不同觀看位置之特定形狀以適應各種顯示表面幾何形狀或其他所需視角或條件。

在另一實施例中，區域含有多個刻面以由刻面區域而非作為單一表面獨立地傳播光線。

在另一實施例中，反射面由光學中繼器形成，使得光學表面之CRA超過可來自應用於一或多個表面之曲線之視角，其中否則將為反射面之第一表面具有特定幾何輪廓且光學元件之交替端處之第二表面具有特定幾何輪廓，且第一表面及第二表面累積地具有自觀看者之位置反射光之CRA且可實施在第二表面處新增顯示面板，藉此提供不可自觀看者之直接位置看見但可透過一或多個反射面及相對於最終觀看資料計算反射成像資料所需之相關聯校準程序間接提供成像資訊之顯示資訊。

本發明提供表達允許對任何數目個同時觀看者產生極高解析度無縫2D顯示器、全像、立體及/或光場內容之方法之各種實施例。在一些實施

例中，顯示系統可包含利用各種光學組件來產生單一連續或非連續可觀看影像表面之H×W顯示模組。詳述立體考量及解析度要求以表達觀看範圍、角密度、空間解析度及影響所得顯示之其他各種顯示元件之影響。

可利用多種顯示技術且可利用玻璃及聚合物光學器件兩者及其類似者來將顯示中繼至指定可觀看影像表面。可使用玻璃光纖及/或玻璃無序光纖及/或聚合物(或類似)光纖材料及/或聚合物(或類似)無序光纖材料及/或可展現由橫向安德森局域化界定之性質之聚合物(或類似)光學材料及/或任何其他光學中繼系統。光纖元件可包含錐體、面板、帶、鬆散同調束、光導、光導管及/或其類似者。額外光學聚焦元件可用於將影像聚焦於光纖元件上。光纖可依提供指定影像大小要求及顯示器可用性所需之放大或縮小之靈活性之方式構造。可引入額外中繼元件以增大均勻度及可觀看光線之角度。本發明亦揭示用於減輕光纖之觀看相依性之方法。

在一些實施例中，揭示無限解析度方法以提供利用各種日用顯示器類型之標準解析度且消除任何兩個或兩個以上主動顯示區域之間的接縫間隙之能力以促進形成藉由耦合及校準多個傳統顯示器至單一表面所形成之連續顯示表面之能力。在其他實施例中，此可藉由使光纖元件或中繼器漸縮且直接耦合至顯示器或直接投影至中繼元件之後表面上且將該等中繼元件之陣列完成為單一無縫連續顯示表面來適應。在一些例項中，表面可展現各種表面幾何形狀以提供光束導向各種顯示器組態之所得光線之能力。

在一實施例中，全像透鏡陣列可與各種小透鏡組態一起用於導向立體顯示器所需之角度中之像素。在一些實施例中，額外小透鏡及顯示組件可經整合以產生不透明立體像素。在其他實施例中，全像透鏡陣列可經組態以產生各種幾何形狀，該等幾何形狀提供任何表面輪廓/或桌面觀看以

允許使用者自360度組態中、高達360度組態及包含360度組態之顯示表面觀看立體影像。另外，在此等例項中，顯示表面可定向成面向具有各種形狀及組態之中央立體以設計具有各種光學及顯示組態之立體環境。在一些實施例中，全像透鏡陣列可為反射面且光學輪廓之配置可為六邊形的、正方形的、不規則的、半規則的、彎曲的、非平面的、球形的、圓柱形的、傾斜規則的、傾斜不規則的、空間變動的及/或多層的。本發明亦揭示用於菲涅爾小透鏡陣列及各種光學組態以最佳化指定環境之觀看立體資料的方法。在一實施例中，可消除磁碟翻轉以確保在不破壞相鄰透鏡下方之像素的情況下在整個範圍視角中維持指定視角。

在一些實施例中，可整合包含光束分離器、稜鏡、主動視差障壁及/或極化技術之額外顯示器元件以提供大於小透鏡之節距之角解析度及/或提供較高總立體或2D影像品質。

在一些實施例中，可整合額外光纖元件以擴展顯示器之視域以適當匹配用於2D及立體成像兩者之觀看環境。

在一些實施例中，揭示使用較低成本提高光纖之光學品質及透過維度晶格產生展現橫向安德森現象之中繼元件的製造方法及程序。

在一些實施例中，額外光學及反射材料可用於中繼顯示器之表面上方之影像以導致空間中之真正自由浮動物件。在其他實施例中，額外深度感測及主動掃描技術可用於允許正確世界座標中之立體顯示器與觀看者之間的互動。

本發明亦揭示用於在立體空間中呈現二維影像以藉此提高二維影像之成像品質及解析度的額外方法。另外，本發明亦揭示經組態以將多個隱藏影像輸送至多個觀看者之安全螢幕。

在一些實施例中，實體顯示表面可展現用於特定應用及最佳化之非平面結構。在此等實施例中，顯示表面可經進一步平鋪以產生大格式或特殊場地組態。

在一些實施例中，資料之傳輸可包含2D、立體、多視角及其他，且編碼器/解碼器可提供透過深度估計演算法將即時2D、2D+深度、立體、立體+深度、多視角、多視角+深度及光場內容之資料轉換為具有或不具有深度資訊之立體內容之能力及透過特徵化全像透鏡陣列將由反光線追蹤產生之所得全像影像自各種2D、立體、多視角或立體資料映射至真實世界座標之反光線追蹤方法。在此等實施例中，取決於應用及頻寬可用性，所需之總資料傳輸可在不具有進一步改變之當前廣播資料透過全光場內容流動時較低。

在一實施例中，揭示用於實現高有製造及移除顯示假影且產生所得顯示表面之幾何映射之能力的校準程序。

在一些實施例中，所揭示之顯示系統亦可視情況用作為諸如虛擬實境(VR)或擴增實境(AR)之可穿戴顯示系統。在其他實施例中，顯示系統可包含引起顯示影像聚焦於觀看者之空間中之判定平面接近處之(若干)橫向(或類似)調整中繼元件。在一些實施例中，全像透鏡陣列可與或不與橫向元件合併以產生立體HMD成像。在其他實施例中，顯示系統可包含光束分離器或稜鏡或類似方法以允許觀看者看見顯示系統及真實世界環境(例如透明顯示)兩者。在此等例項中，顯示系統可呈現為近場及其他方法。

可包含用於本文之所有揭示內容之系統架構實施例。

儘管上文已描述根據本文所揭示之原理之各種實施例，但應瞭解，

該等實施例僅供例示且不具限制性。因此，本發明之廣度及範疇不應受限於上述例示性實施例之任何者，而是應僅根據來源於本發明之申請專利範圍及其等效物界定。此外，上述優點及特徵提供於所描述之實施例中，但不會限制此等發佈申請專利範圍應用於實現上述優點之任何者或所有之程序及結構。

應瞭解，可在不背離本發明之範疇的情況下在各種實施例中採用本發明之主要特徵。熟習技術者將認識到或能夠僅使用例行試驗來確定本文所描述之特定程序之諸多等效物。此等等效物被視為在本發明之範疇內且由申請專利範圍涵蓋。

另外，根據37 CFR 1.77來提供與建議一致之本文章節標題或依其他方式提供組織線索。此等標題不會限制或特徵化可來源於本發明之任何請求項中所設定之(若干)發明。具體而言且舉實例而言，儘管標題指稱「技術領域」，但此等請求項不應受限於此標題下之語言來描述所謂之技術領域。此外，「先前技術」章節中之技術描述不應被解釋為承認技術係本發明中之任何(若干)發明之先前技術。「發明內容」亦不應被視為所發佈之申請專利範圍中所闡述之(若干)發明之特性。此外，本發明中對單一形式之「發明」之任何參考不應用於表明本發明中僅存在單一新穎點。可根據來源於本發明之多個請求項之限制來闡述多個發明，且此等請求項據此界定藉此保護之(若干)發明及其等效物。在所有例項中，此等請求項之範疇應被視為其自身優點鑑於本發明，但不應受本文所闡述之標題約束。

結合申請專利範圍及/或說明書中之術語「包括」所使用之用語「一」可意謂「一個」，但其亦與「一或多個」、「至少一個」及「一或一個以上」之含義一致。除非明確指示僅係指替代方案或替代方案相互排

斥，否則申請專利範圍中所使用之術語「或」用於意謂「及/或」，但本發明支援僅係指替代方案及「及/或」之定義。在本申請案中，術語「約」用於指示值包含裝置之誤差之固有變動、用於判定值之方法或存在於研究主題之間的變動。一般而言，但經受先前討論，由近似用語(諸如「約」)修飾之本文之數值可自所述值變動至少 $\pm 1\%$ 、 2% 、 3% 、 4% 、 5% 、 6% 、 7% 、 10% 、 12% 或 15% 。

如本說明書及申請專利範圍中所使用，用語「包括」(及「包括」之任何形式)、「具有」(及「具有」之任何形式)、「包含」(及「包含」之任何形式)或「含有」(及「含有」之任何形式)係包含性或開放式的且不排除額外未列舉元件或方法步驟。

比較、量測及時序之用語(諸如「在...時」、「等效」、「在...期間」、「完成」及其類似者)應被理解為意謂「實質上在...時」、「實質上等效」、「實質上在...期間」、「實質上完成」等等，其中「實質上」意謂此等比較、量測及時序可用於完成隱含或明確陳述之所要結果。與諸如「附近」、「接近」及「鄰近」之元件之相對位置相關之用語應意謂足夠靠近以對各自系統元件互動具有實際效應。類似地，其他近似用語係指在經如此修飾時被理解為未必為絕對或完美而是被視為足夠靠近一般技術者之一條件，如一般技術者授權將條件指定為存在。描述可變動之範圍將取決於可建立多大變化且仍使一般技術者認識到修改特徵仍具有未修改特徵之所需特性及能力。

如本文所使用，術語「或其等之組合」係指術語之前之列項之所有排列及組合。例如，「A、B、C或其等之組合」意欲包含A、B、C、AB、AC、BC或ABC之至少一者，且若在一特定內文中順序係很重要

的，則亦包含BA、CA、CB、CBA、BCA、ACB、BAC或CAB。繼續此實例，明確包含含有一或多個項目或項之重複的組合，諸如BB、AAA、AB、BBC、AAABCCCC、CBBAAA、CABABB等等。熟習技術者應瞭解，除非自內文另外明白，否則通常任何組合中之項目或項之數目不受限制。

可在無需鑑於本發明之過度實驗的情況下進行及執行本文所揭示及主張之所有組合物及/或方法。儘管已根據較佳實施例來描述本發明之組合物及方法，但熟習技術者應明白，可在不背離本發明之概念、精神及範疇的情況下將變動應用於組合物及/或方法及本文所描述之方法之步驟或步驟序列中。熟習技術者明白之所有此等類似替代及修改被視為在由隨附申請專利範圍界定之本發明之精神、範疇及概念內。

【符號說明】

- 10: 顯示系統/投影源
- 11: 機械外殼
- 12: 主動顯示區域/主動影像區域
- 13: 顯示驅動器
- 14: 電子器件
- 20: 光纖系統
- 21: 主動顯示器
- 22: 機械外殼
- 23: 光纖錐/光纖材料
- 24: 接縫間隙
- 100: 能量波導系統

- 104: 第一能量波導
- 108: 能量傳播路徑
- 112: 能量波導陣列/波導/波導元件
- 114: 陣列之第二側
- 116: 陣列之第一側
- 118: 能量位置
- 120: 第一能量傳播路徑
- 120A: 能量傳播路徑
- 120B: 能量傳播路徑
- 122: 第一能量位置
- 124: 能量抑制元件/能量抑制結構
- 126: 第二能量傳播路徑
- 128: 第二能量波導
- 130: 位置
- 132: 位置
- 134: 第一孔隙
- 136: 位置
- 138: 第一主光線
- 138A: 光線
- 138B: 光線
- 140: 第三能量傳播路徑
- 141: 第四能量傳播路徑
- 142: 第五能量傳播路徑

- 143: 第六能量傳播路徑
- 204: 空間座標
- 206: 角座標
- 208: 唯一方向
- 210: 四維全光座標集
- 251: 能量抑制元件/第一能量抑制結構
- 252: 能量傳播路徑
- 253: 傳播路徑
- 254: 第三能量抑制結構
- 255: 能量傳播路徑
- 256: 能量傳播路徑
- 257: 第一能量抑制結構/能量抑制元件
- 258: 第二能量抑制結構/能量抑制元件
- 259: 能量
- 260: 能量
- 261: 能量抑制元件/第二能量抑制結構
- 262: 能量傳播路徑
- 263: 能量傳播路徑
- 264: 能量抑制元件
- 266: 能量
- 267: 傳播路徑
- 268: 第一能量抑制結構
- 269: 能量

- 270: 能量
- 271: 第二能量抑制結構
- 272: 雜散能量傳播
- 273: 傳播路徑
- 274: 能量傳播路徑
- 275: 能量傳播路徑
- 276: 能量抑制元件
- 277: 能量傳播路徑
- 278: 能量傳播路徑
- 280: 能量
- 281: 能量
- 284: 孔隙
- 285: 有效波導元件孔隙
- 290: 能量傳播路徑之第一子集
- 300: 能量波導系統
- 304: 能量傳播路徑
- 306: 第一反射器
- 308: 第二反射器
- 310: 第一側
- 312: 第二側
- 314: 反射器元件
- 316: 孔徑光闌
- 318: 孔徑光闌

- 320: 能量位置
- 322: 能量傳播路徑之第一子集
- 324: 第一能量位置
- 326: 第一能量傳播路徑
- 328: 第一孔徑光闌
- 330: 第一孔徑光闌
- 332: 能量抑制元件
- 338: 第一主光線
- 350: 部分
- 500: 影像表面
- 510: 小透鏡
- 520: 觀看者
- 530: 虛擬立體物件
- 540: 光線
- 600: 基底結構/基底板
- 610: 中繼元件
- 620: 主動顯示區域/顯示表面結構
- 630: 顯示器
- 640: 中繼元件
- 650: 中繼元件
- 700: 能量波導系統
- 702: 第一反射器
- 704: 第二反射器

- 706: 額外光學元件
- 707: 能量抑制器
- 708: 能量位置
- 901: 正方堆積
- 902: 六方堆積
- 903: 不規則堆積
- 1100: 實施例
- 1102: 能量波導陣列
- 1200: 實施例
- 1202: 波導元件功能
- 1204: 能量
- 1206: 徑向觀看環境
- 1208: 距離
- 1210: 波導表面
- 1212: 波導元件中心
- 1300: 實施例
- 1302: 波導元件功能
- 1304: 恆定距離
- 1306: 波導表面
- 1308: 距離
- 1310: 中心
- 1400: 實施例
- 1402: 繞射波導元件

1404: 經修改之菲涅爾(Fresnel)波導元件結構

1406: 明確界定位置

1500: 實施例

1502: 元件

1504: 觀看範圍

1506: 波導組態

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種用於界定複數個能量傳播路徑之能量波導系統，其包括：
能量波導陣列，該陣列包括第一側及第二側且經組態以沿延伸通過該第一側上之複數個能量位置之複數個能量傳播路徑導引能量通過其；
其中該複數個能量傳播路徑之第一子集延伸通過第一能量位置；
其中第一能量波導經組態以沿該複數個能量傳播路徑之該第一子集之第一能量傳播路徑導引能量，該第一能量傳播路徑由形成於該第一能量位置與該第一能量波導之間的第一主光線界定，且此外其中該第一能量傳播路徑在至少由該第一能量位置判定之唯一方向上自該第一能量波導朝向該陣列之該第二側延伸；及
其中沿通過該第一能量波導之該第一能量傳播路徑導引之能量實質上填充該第一能量波導之第一孔隙；及
能量抑制元件，其經定位以限制能量沿不延伸通過該第一孔隙之該複數個能量傳播路徑之該第一子集之部分傳播。

【請求項2】

如請求項1之能量波導系統，其中該能量抑制元件定位於該能量波導陣列與該複數個能量位置之間的該第一側上。

【請求項3】

如請求項1之能量波導系統，其中該第一能量波導包括二維空間座標，且其中至少由該第一能量位置判定之該唯一方向包括二維角座標，藉此該2D空間座標及該2D角座標形成四維(4D)座標集。

【請求項4】

如請求項3之能量波導系統，其中沿該第一能量傳播路徑導引之能量包括在實質上平行於該第一主光線之方向上透過該第一能量波導導引之一或多個能量光線。

【請求項5】

如請求項1之能量波導系統，其中沿該第一能量傳播路徑導引之能量與沿通過第二能量波導之第二能量傳播路徑導引之能量會聚。

【請求項6】

如請求項5之能量波導系統，其中該第一能量傳播路徑及該第二能量傳播路徑會聚於該陣列之該第二側上之位置處。

【請求項7】

如請求項5之能量波導系統，其中該第一能量傳播路徑及該第二能量傳播路徑會聚於該陣列之該第一側上之位置處。

【請求項8】

如請求項5之能量波導系統，其中該第一能量傳播路徑及該第二能量傳播路徑會聚於該陣列之該第一側與該第二側之間的位置處。

【請求項9】

如請求項1之能量波導系統，其中各能量波導包括用於導引能量之結構，該結構選自由以下各者組成之群組：

- a) 經組態以更改通過其之能量之角方向的結構；
- b) 包括至少一數值孔徑的結構；
- c) 經組態以自至少一內表面重新導引能量的結構；
- d) 能量中繼器。

【請求項10】

如請求項1之能量波導系統，其中該能量抑制元件包括用於衰減或修改能量傳播路徑之結構，該結構選自由以下各者組成之群組：

a) 能量阻擋結構；

b) 經組態以更改第一能量傳播路徑以更改該第一孔隙之填充因數的元件；

c) 經組態以限制接近於該第一能量位置之能量之角範圍的結構。

【請求項11】

如請求項10之能量波導系統，其中經組態以限制接近於該第一能量位置之能量之角範圍的該結構包括鄰近於該第一能量位置之光學中繼面板。

【請求項12】

如請求項10之能量波導系統，其中該能量阻擋結構包括至少一數值孔徑。

【請求項13】

如請求項10之能量波導系統，其中該能量阻擋結構包括擋板結構。

【請求項14】

如請求項10之能量波導系統，其中該能量阻擋結構定位於該第一能量波導鄰近處且大體上朝向該第一能量位置延伸。

【請求項15】

如請求項10之能量波導系統，其中該能量阻擋結構定位於該第一能量位置鄰近處且大體上朝向該第一能量波導延伸。

【請求項16】

如請求項1之能量波導系統，其中該能量波導陣列經配置以形成平坦

表面。

【請求項17】

如請求項1之能量波導系統，其中該能量波導陣列經配置以形成彎曲表面。

【請求項18】

如請求項1之能量波導系統，其中沿該第一能量傳播路徑導引之能量係由波長界定之電磁能，該波長屬於選自由以下各者組成之群組之體系：

- a) 可見光；
- b) 紫外線；
- c) 紅外線；
- d) x射線。

【請求項19】

如請求項1之能量波導系統，其中沿該第一能量傳播路徑導引之能量係由壓力波界定之機械能，該等波選自由以下各者組成之群組：

- a) 觸覺壓力波；
- b) 聲波振動。

【請求項20】

一種用於界定複數個能量傳播路徑之能量波導系統，其包括：

小透鏡陣列，該陣列包括第一側及第二側且經組態以沿延伸通過複數個能量位置之複數個能量傳播路徑導引能量通過其；

其中該複數個能量傳播路徑之第一子集延伸通過第一能量位置；

其中第一小透鏡經組態以沿該複數個能量傳播路徑之該第一子集之第一能量傳播路徑導引能量，該第一能量傳播路徑由形成於該第

一能量位置與該第一小透鏡之間的第一主光線界定，且此外其中該第一能量傳播路徑在至少由該第一能量位置判定之唯一方向上自該第一能量波導朝向該陣列之該第二側延伸；及

其中沿通過該第一小透鏡之該第一能量傳播路徑導引之能量實質上填充該第一小透鏡之第一孔隙；及

能量抑制元件，其經定位以限制能量沿不延伸通過該第一孔隙之該複數個能量傳播路徑之該第一子集之部分傳播。

【請求項21】

如請求項19之能量波導系統，其中該小透鏡陣列經配置以形成平坦表面。

【請求項22】

如請求項19之能量波導系統，其中該小透鏡陣列經配置以形成彎曲表面。

【請求項23】

如請求項19之能量波導系統，其中該小透鏡陣列之小透鏡並排安置成選自由以下各者組成之群組之配置：

- a) 六方堆積配置；
- b) 正方堆積配置；
- c) 不規則堆積配置。

【請求項24】

如請求項19之能量波導系統，其中該小透鏡陣列之小透鏡係菲涅爾(Fresnel)透鏡。

【請求項25】

如請求項19之能量波導系統，其中該第一小透鏡之形狀經組態以另外更改至少由該第一能量位置判定之該唯一方向。

【請求項26】

一種用於界定複數個能量傳播路徑之能量波導系統，其包括：
反射器元件，其包括：

第一反射器，其定位於該反射器元件之第一側上，該第一反射器包括透過其形成之一或多個孔徑光闌，及

第二反射器，其定位於該反射器元件之第二側上，該第二反射器包括透過其形成之一或多個孔徑光闌；

其中該第一反射器及該第二反射器經組態以沿延伸通過該第一反射器及該第二反射器之該等孔徑光闌及該反射器元件之該第一側上之複數個能量位置的複數個能量傳播路徑導引能量；

其中該複數個能量傳播路徑之第一子集延伸通過第一能量位置；

其中該反射器元件經組態以沿該複數個能量傳播路徑之該第一子集之第一能量傳播路徑導引能量，該第一能量傳播路徑由形成於該第一能量位置與該第一反射器之第一孔徑光闌之間的第一主光線界定，且此外其中該第一能量傳播路徑在至少由該第一能量位置判定之唯一方向上自該第二反射器之第一孔徑光闌朝向該反射器元件之該第二側延伸；及

其中沿該第一能量傳播路徑導引之能量實質上填充該第一反射器之該第一孔徑光闌及該第二反射器之該第一孔徑光闌；及

能量抑制元件，其經定位以限制能量沿不延伸通過該第一反射器之該第一孔徑光闌之該複數個能量傳播路徑之該第一子集之部分傳播。

【請求項27】

如請求項25之能量波導系統，其中該第一反射器及該第二反射器之該一或多個孔徑光闌之大小係恆定的。

【請求項28】

如請求項25之能量波導系統，其中該第一反射器及該第二反射器之該一或多個孔徑光闌之大小係變動的。

【請求項29】

如請求項25之能量波導系統，其中該第一反射器及該第二反射器包括一或多個拋物面，使得該第一反射器之第一拋物面及該第二反射器之第一拋物面經組態以沿該第一能量傳播路徑反射能量。

【請求項30】

如請求項27之能量波導系統，其中該第一反射器之該第一拋物面之焦距相同於該第二反射器之該第一拋物面之焦距。

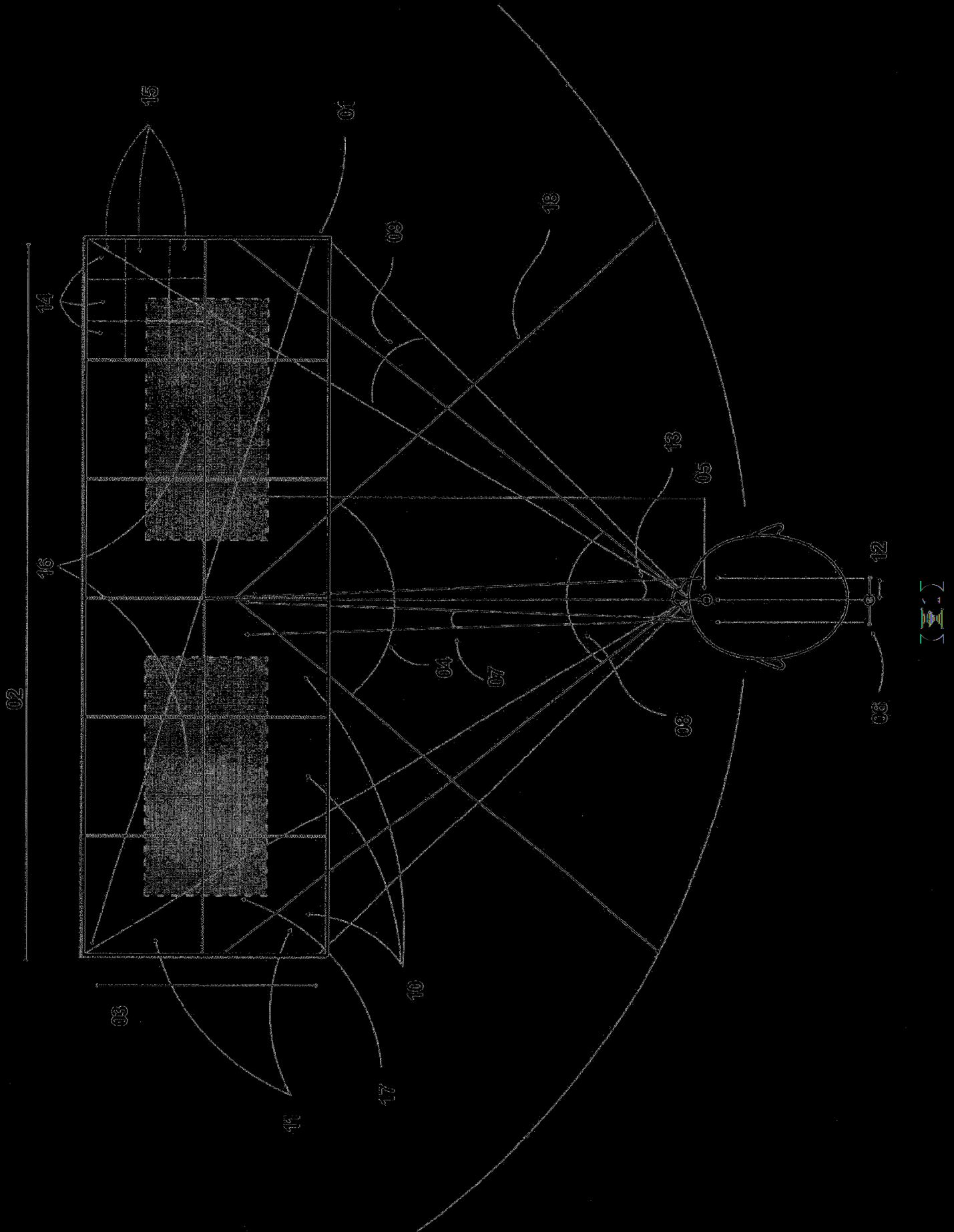
【請求項31】

如請求項27之能量波導系統，其中該第一反射器之該第一拋物面之焦距不同於該第二反射器之該第一拋物面之焦距。

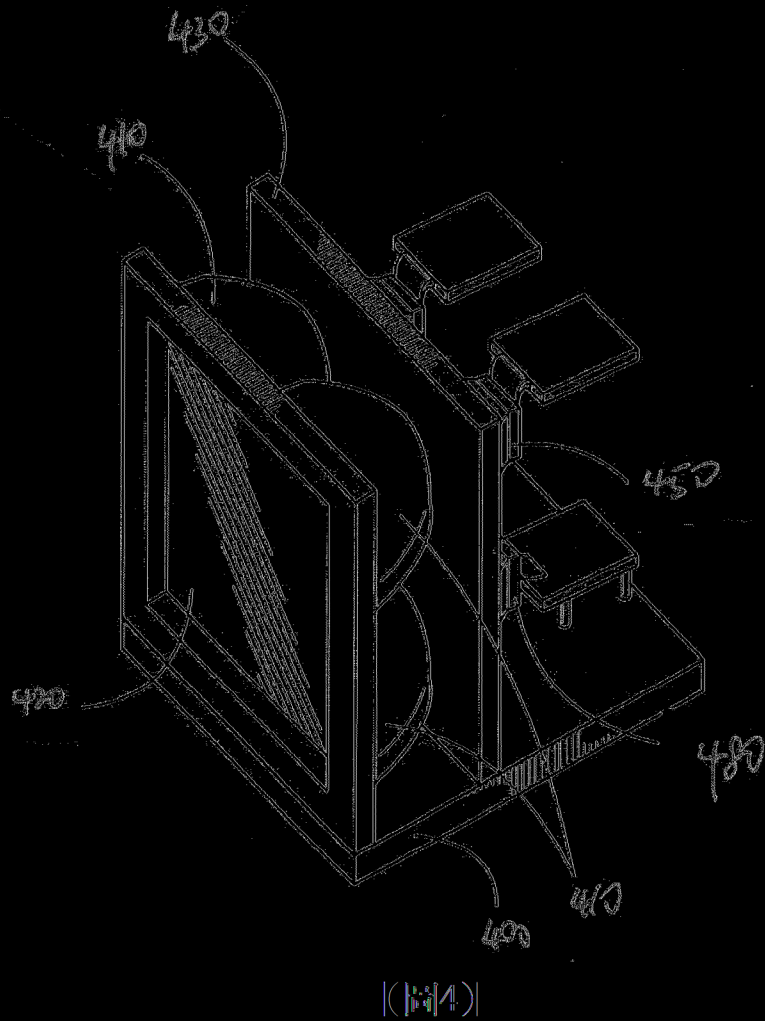
【請求項32】

如請求項25之能量波導系統，其中額外能量抑制元件定位於該反射器元件之該第一側與該第二側之間。

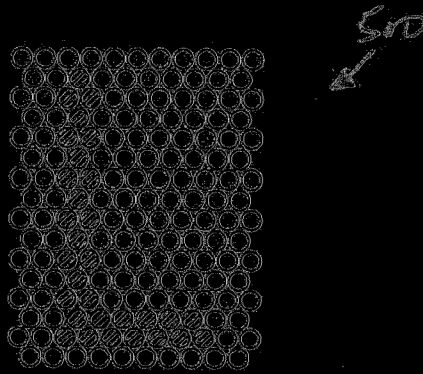
(發明圖式)



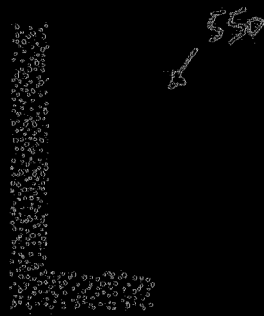
(圖式)



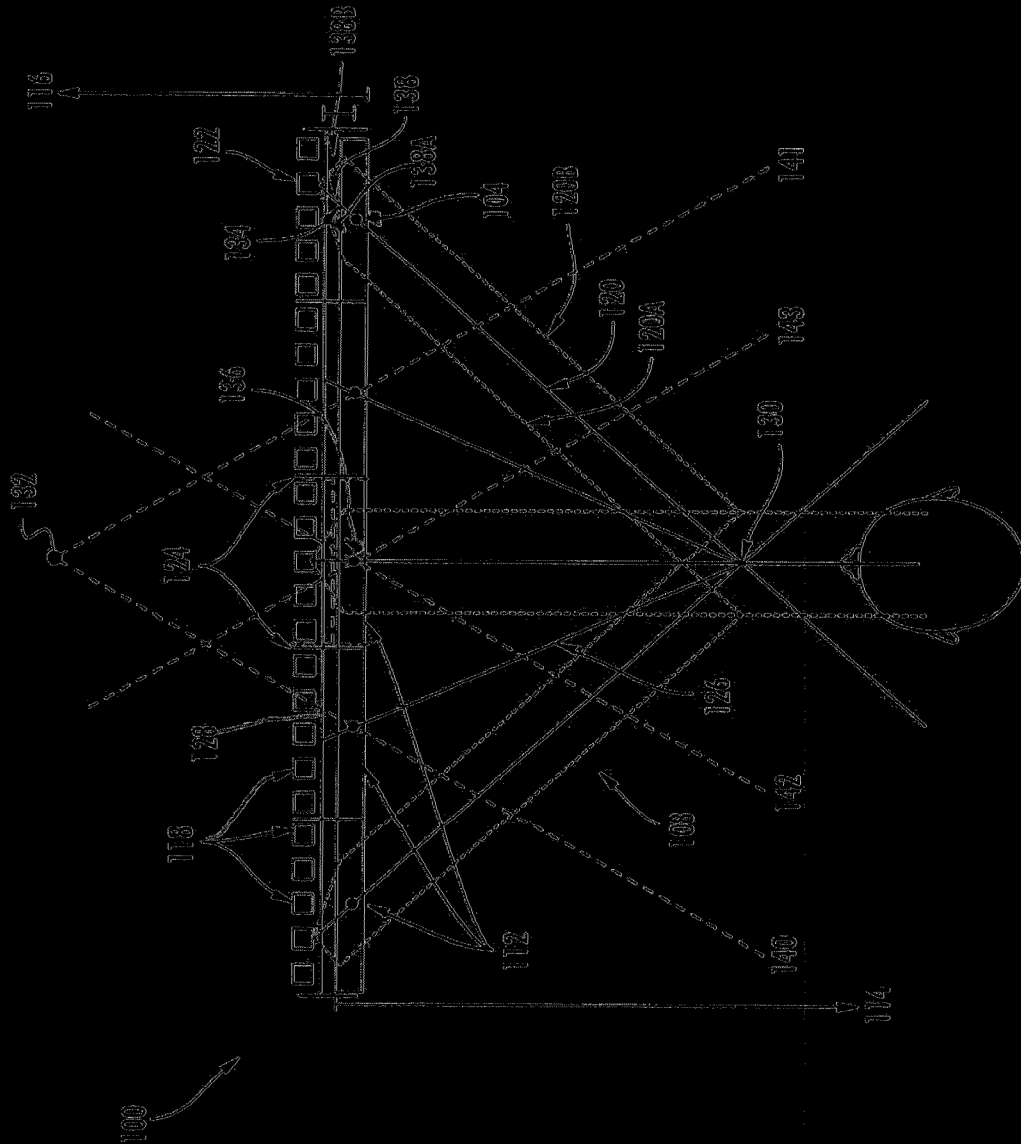
(41)



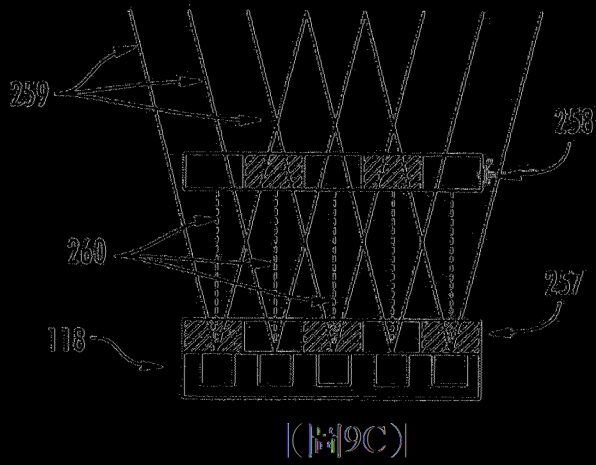
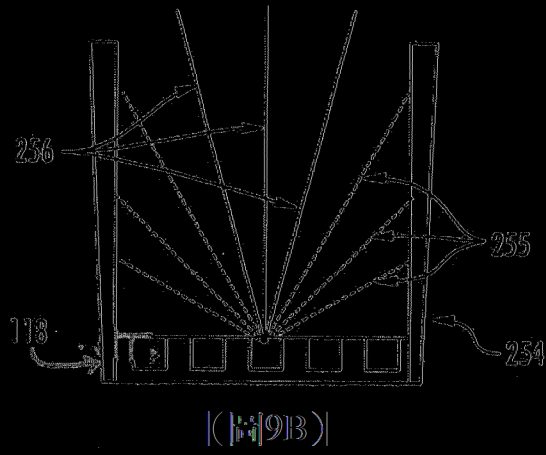
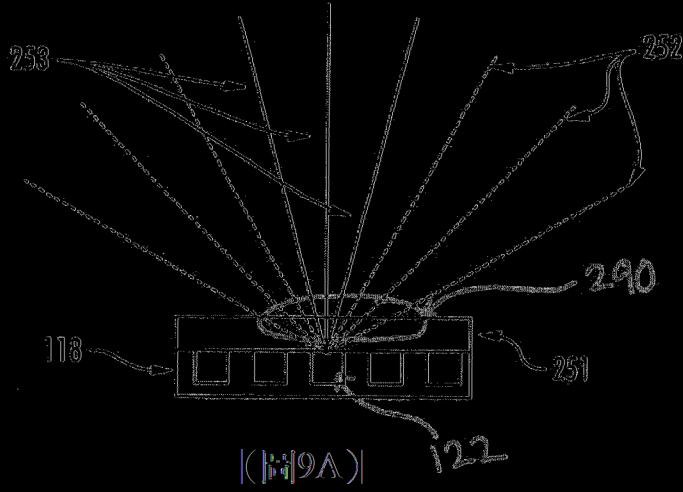
[(圖)5A]

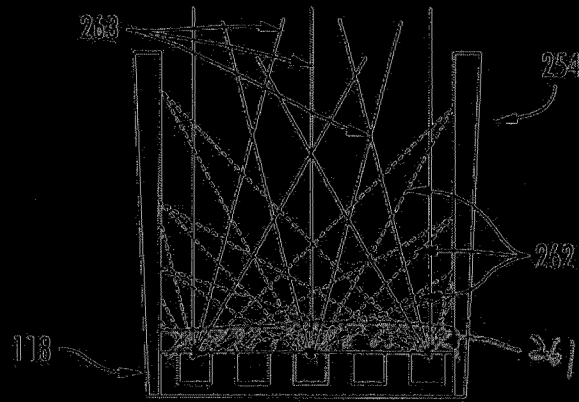


[(圖)5B]

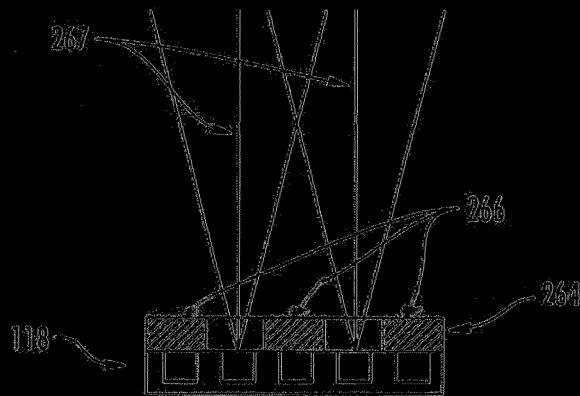


【圖10】

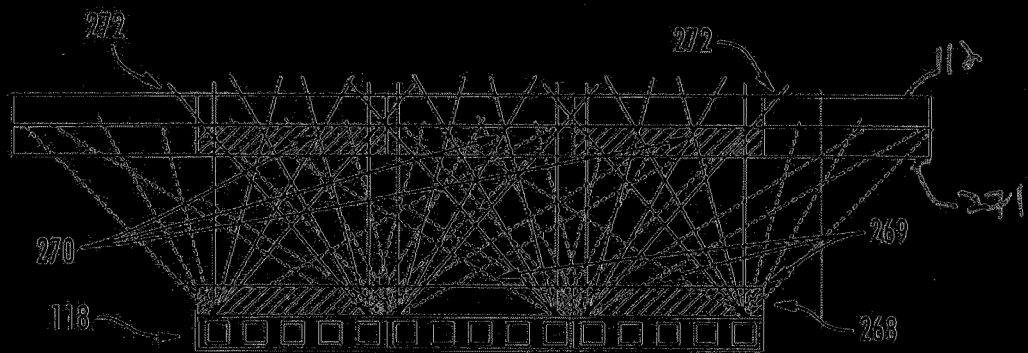




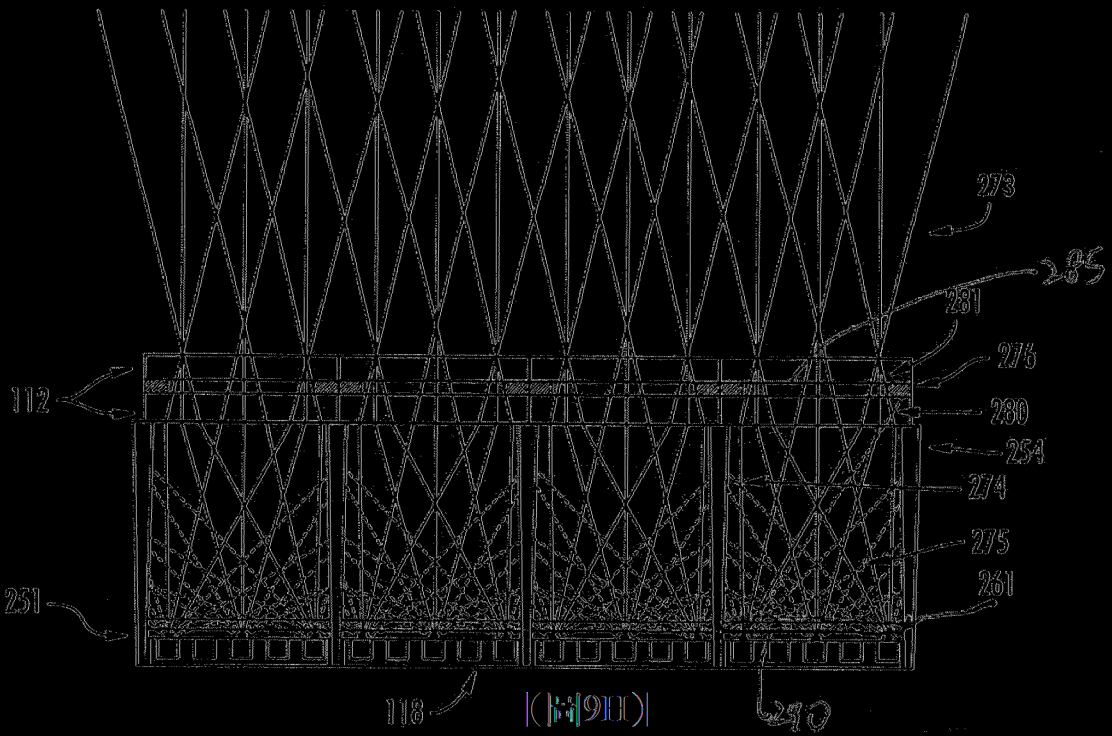
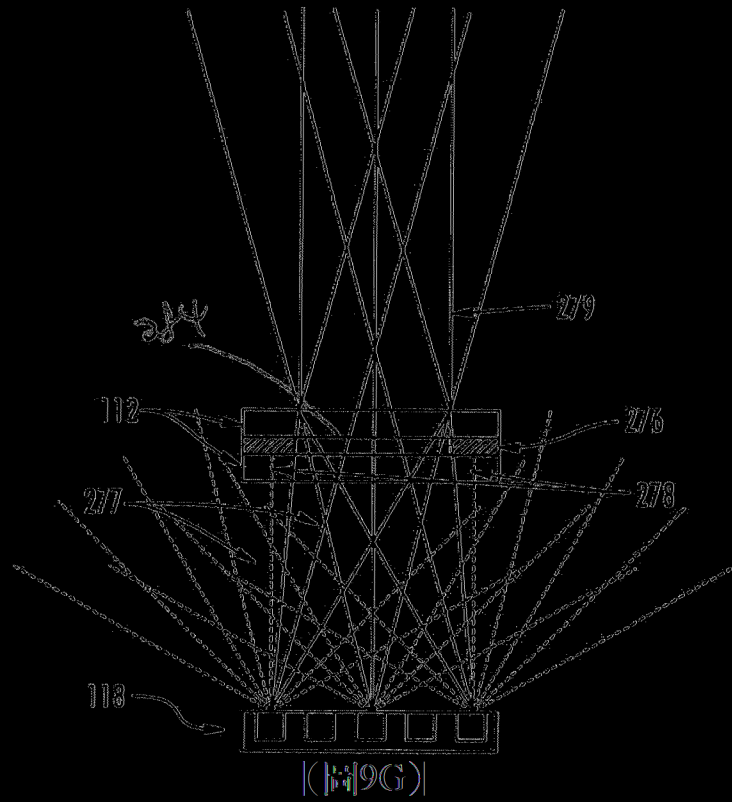
(圖91D)

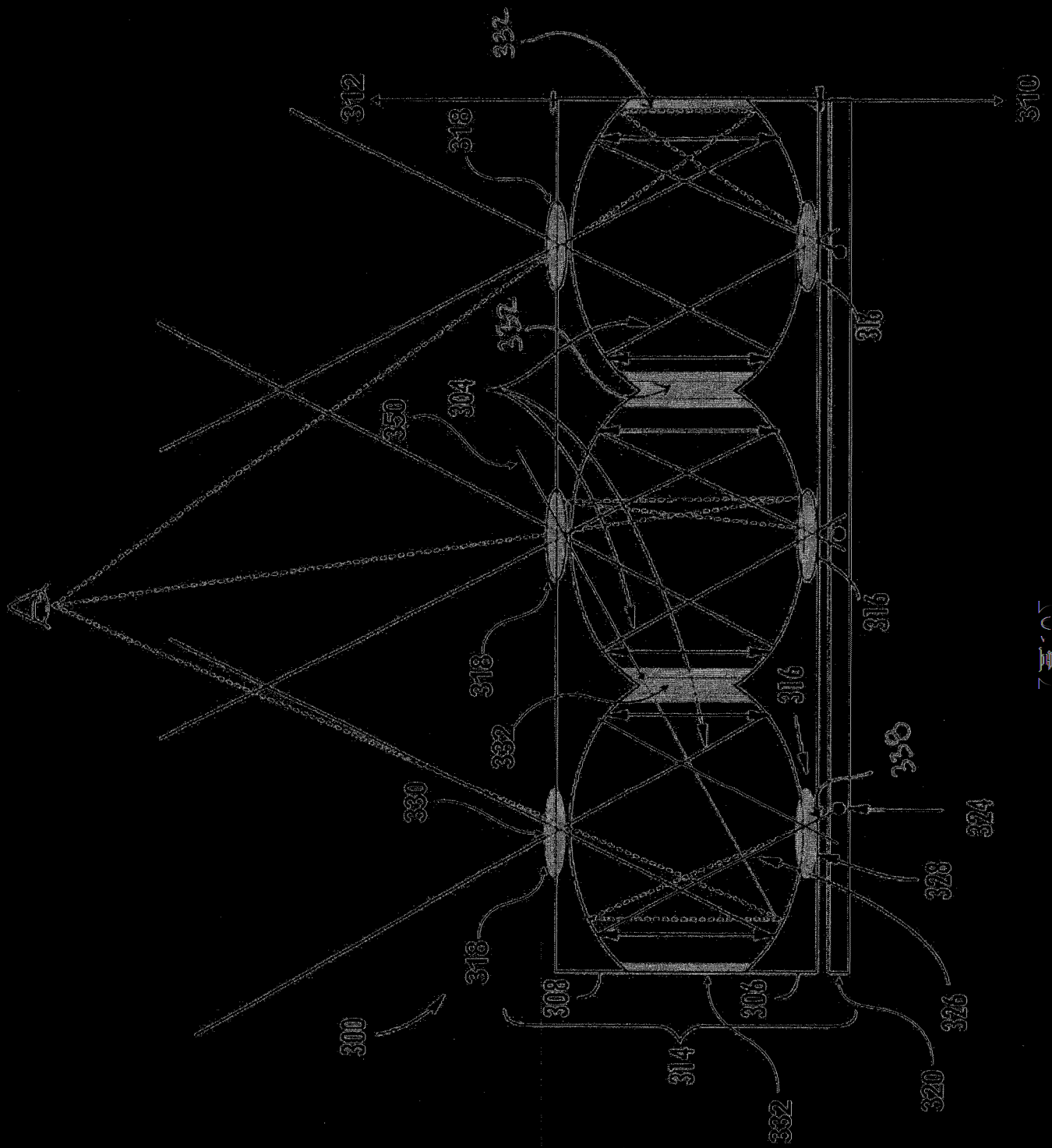


(圖91E)

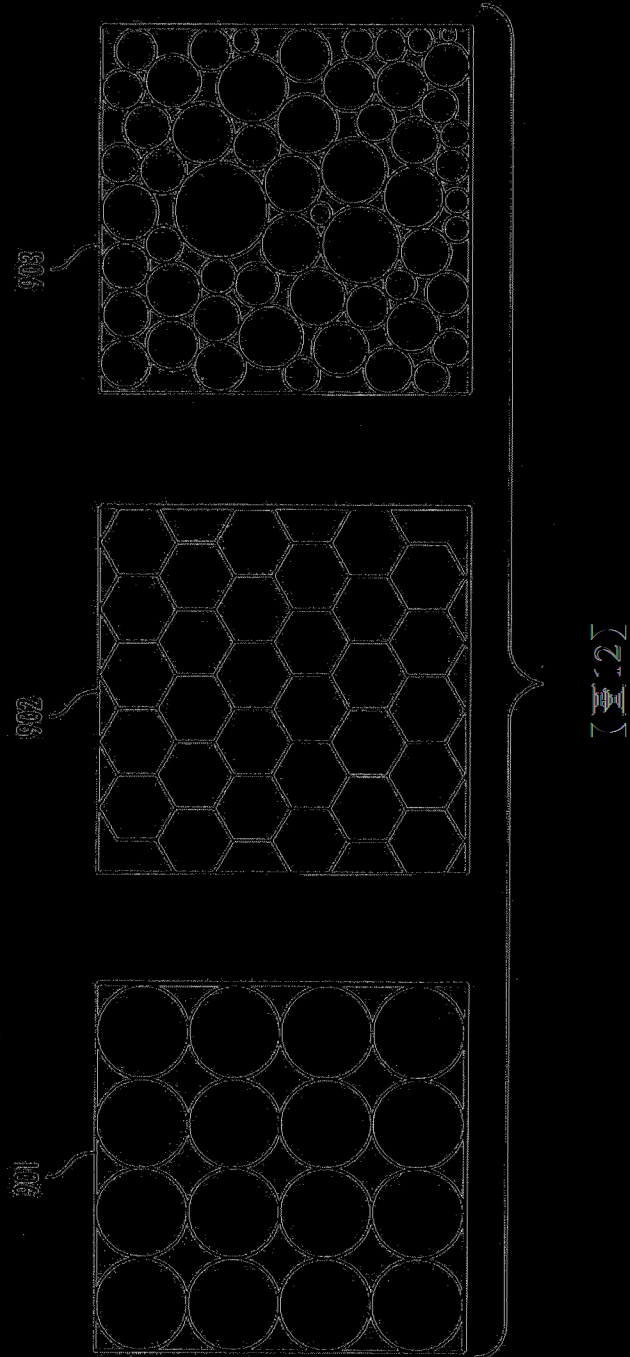


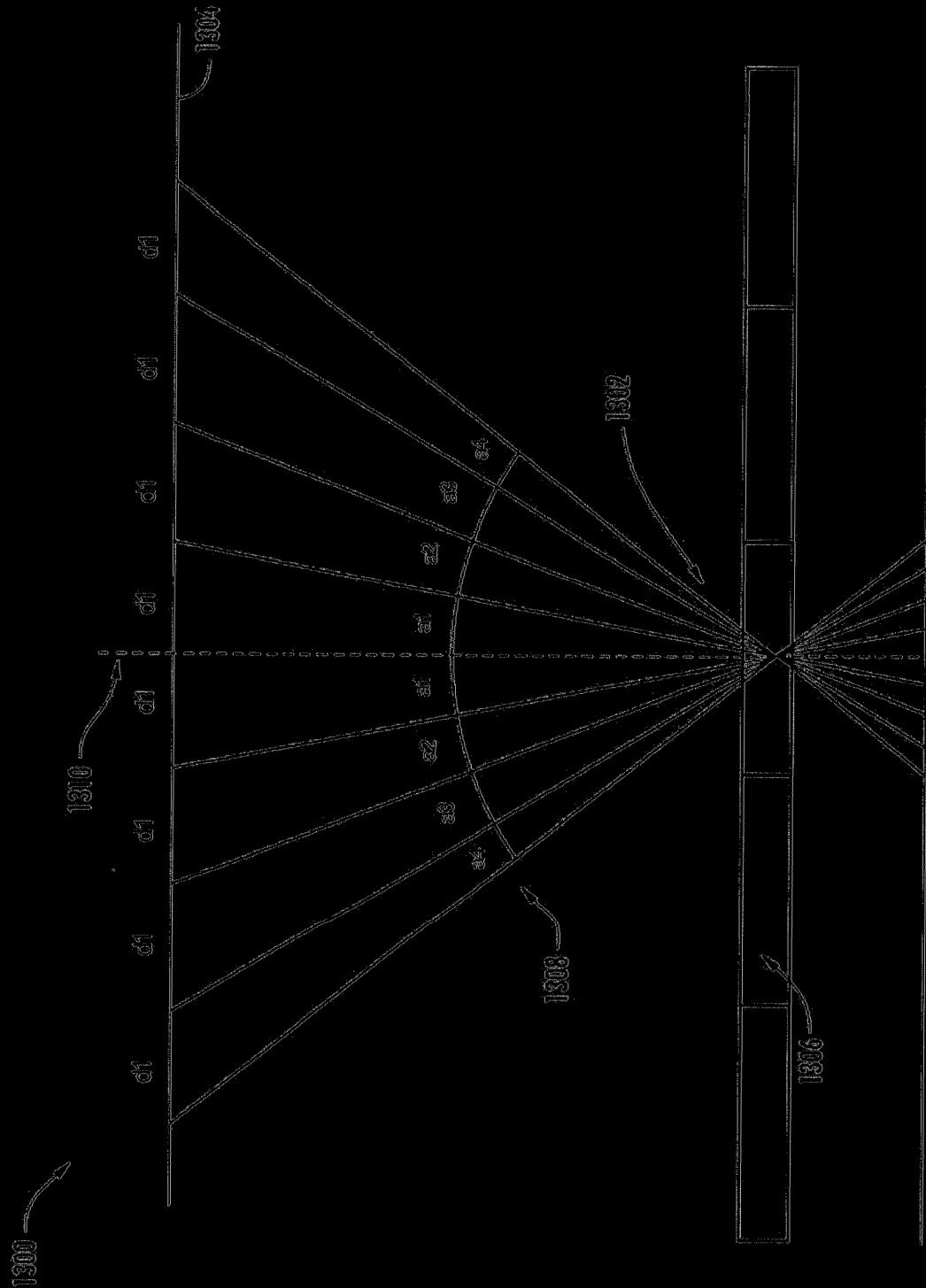
(圖91F)



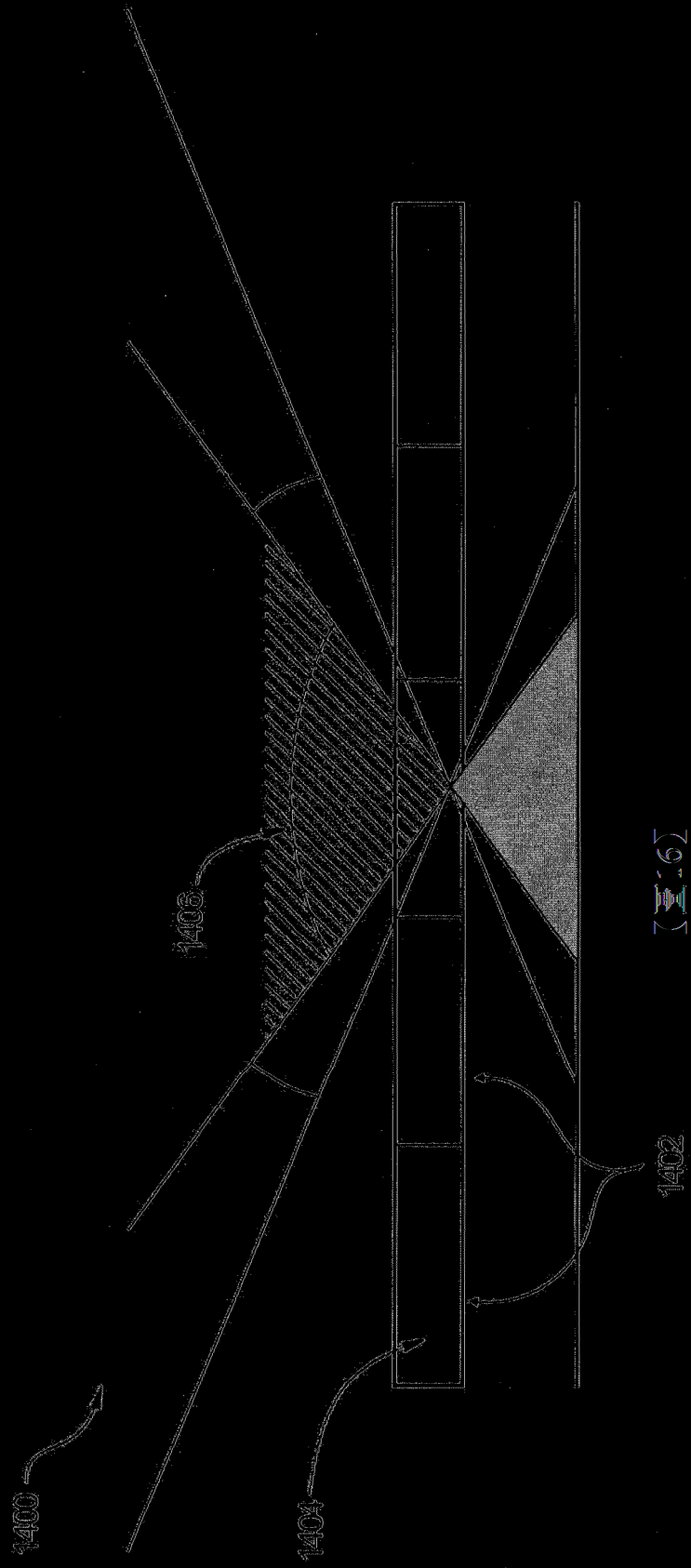


[圖 10]





(圖5)



【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種用於傳播能量之能量波導系統，其包括：

第一及第二波導陣列，該等陣列彼此間隔開；

能量抑制元件；

其中該第一及第二波導陣列與該能量抑制元件經配置以協作沿著複數個傳播路徑導引能量，該複數個傳播路徑延伸通過該能量波導系統的第一側之複數個能量位置，且沿著根據基於該複數個能量位置的四維函數所判定之複數個方向延伸。

【請求項2】

如請求項1之能量波導系統，其中該能量抑制元件包含位於該第一及第二波導陣列之間的第一部分及位於該第一波導陣列與該複數個能量位置之間的第二部分。

【請求項3】

如請求項2之能量波導系統，其中該能量抑制元件可操作以衰減或修改沿著該複數個能量傳播路徑的能量。

【請求項4】

如請求項3之能量波導系統，其中該能量抑制元件之該第一或第二部分之至少一者包含能量阻擋結構。

【請求項5】

如請求項3之能量波導系統，其中該能量抑制元件之該第一或第二部分之至少一者包含經配置以改變通過該第一或第二波導陣列之第一波導的該複數個傳播之第一能量傳播路徑的元件，使得改變該第一或第二波導陣

列之第一波導的第一孔隙的填充因數。

【請求項6】

如請求項3之能量波導系統，其中該能量抑制元件之該第一或第二部分之至少一者包含經配置以將能量之角範圍限制為接近該複數個能量位置之第一能量位置的結構。

【請求項7】

如請求項3之能量波導系統，其中該能量抑制元件之該第一或第二部分之至少一者包含鄰近該複數個能量位置之第一能量位置的能量中繼元件。

【請求項8】

如請求項3之能量波導系統，其中該能量抑制元件之該第一或第二部分之至少一者包含數值孔徑。

【請求項9】

如請求項3之能量波導系統，其中該能量抑制元件之該第一或第二部分之至少一者包含擋板結構。

【請求項10】

如請求項3之能量波導系統，其中該能量抑制元件之該第一或第二部分之至少一者係定位於該第一或第二波導陣列鄰近處。

【請求項11】

如請求項1之能量波導系統，其中該第一及第二波導陣列包括繞射波導。

【請求項12】

一種用於傳播能量之能量波導系統，其包含：

第一及第二繞射波導陣列，該等陣列彼此間隔開；及

能量抑制元件，其包含位於該第一及第二波導陣列之間之第一部分及位於該第一波導陣列與該能量波導系統之第一側的複數個能量位置之間的第二部分；

其中該第一及第二波導陣列與該能量抑制元件經配置以協作沿著複數個傳播路徑導引能量，該複數個傳播路徑延伸通過該複數個能量位置，且沿著根據基於該複數個能量位置的四維函數所判定之複數個方向延伸；且

其中該能量抑制元件可操作以衰減或修改沿該複數個傳播路徑的能量。

【請求項13】

如請求項12之能量波導系統，其中該能量抑制元件之該第一或第二部分之至少一者包含能量阻擋結構。

【請求項14】

如請求項12之能量波導系統，其中該能量抑制元件之該第一或第二部分之至少一者包含經配置以改變通過該第一或第二波導陣列之第一波導的該複數個傳播之第一能量傳播路徑的元件，使得改變該第一或第二波導陣列之第一波導之第一孔隙的填充因數。

【請求項15】

如請求項12之能量波導系統，其中該能量抑制元件之該第一或第二部分之至少一者包含經配置以將能量之角範圍限制為接近該複數個能量位置之第一能量位置的結構。

【請求項16】

如請求項12之能量波導系統，其中該能量抑制元件之該第一或第二部分之至少一者包含鄰近該複數個能量位置之第一能量位置的能量中繼元件。

【請求項17】

如請求項12之能量波導系統，其中該能量抑制元件之該第一或第二部分之至少一者包含數值孔徑。

【請求項18】

如請求項12之能量波導系統，其中該能量抑制元件之該第一或第二部分之至少一者包含擋板結構。

【請求項19】

如請求項12之能量波導系統，其中該能量抑制元件之該第一或第二部分之至少一者係定位於該第一或第二波導陣列鄰近處。