



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201945776 A

(43)公開日：中華民國 108 (2019) 年 12 月 01 日

(21)申請案號：108110768

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 03 月 27 日

(51)Int. Cl. : **G02B6/00 (2006.01)** **G02B6/10 (2006.01)****G02B6/24 (2006.01)** **G09F9/00 (2006.01)**

(30)優先權：2018/03/28 美國 62/649,535

(71)申請人：美商 3 M 新設資產公司 (美國) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (US)
美國(72)發明人：強森 尼可拉斯 艾倫 JOHNSON, NICHOLAS ALLEN (US)；伊蒙斯 羅伯特
繆頓 EMMONS, ROBERT MILTON (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：42 項 圖式數：11 共 56 頁

(54)名稱

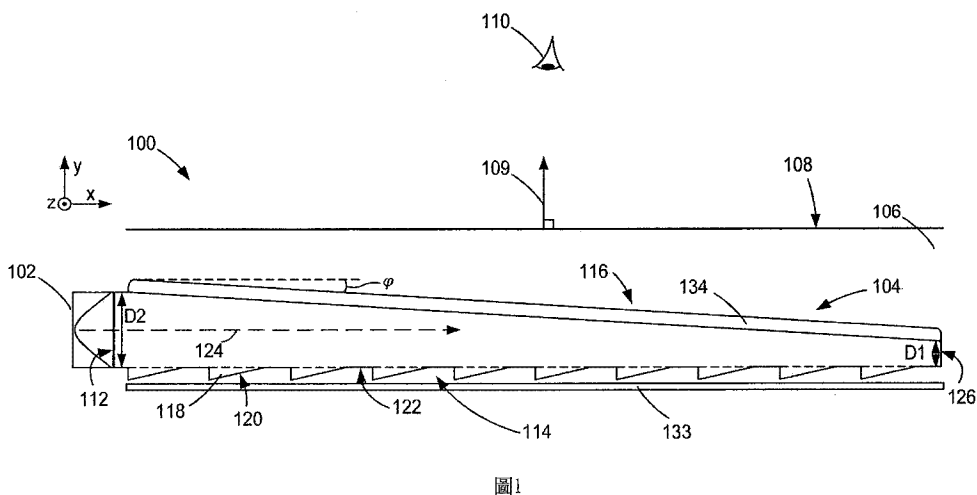
楔形光導

(57)摘要

一種顯示裝置，其包括一光源及一楔形光導，該楔形光導界定一光入口側、一顯示側、及一背側，該顯示側及該背側面對不同方向並形成界定一會聚軸的一楔形形狀，該光入口側定位在該楔形形狀的一發散側且該背側背對該顯示裝置的一顯示表面。該背側包括複數個楔形提取器，各楔形提取器在實質正交於該會聚軸的一方向上延伸。該光源定位成相鄰於該楔形光導的該光入口側。該楔形光導經組態以通過該光入口側接收來自該光源的光線並以在從由該顯示側界定的一平面所測量的約 10° 與約 40° 之間具有一最大強度的出射角將該等光線傳輸通過該顯示側。

A display device including a light source and a wedge lightguide defining a light-inlet side, a display side, and a back side, the display and back sides facing in different directions and forming a wedge-shape that defines a convergence axis, the light-inlet side positioned at a divergent side of the wedge-shape and the back side facing away from a display surface of the display device. The back side includes a plurality of wedge extractors, each wedge extractor extending in a direction substantially orthogonal to the convergence axis. The light source positioned adjacent to the light-inlet side of the wedge lightguide. The wedge lightguide is configured to receive light rays from the light source through the light-inlet side and transmit the light rays through the display side an exit angle with a maximum intensity at between about 10° and about 40° measured from a plane defined by the display side.

指定代表圖：



- 符號簡單說明：
- 100 . . . 光源
 - 102 . . . 光源
 - 104 . . . 楔形光導
 - 106 . . . 光學膜或裝置；轉向膜
 - 108 . . . 顯示表面
 - 109 . . . 法線
 - 110 . . . 觀看者
 - 112 . . . 光入口側
 - 114 . . . 背側
 - 116 . . . 顯示側
 - 118 . . . 楔形提取器
 - 120 . . . 成角度表面
 - 122 . . . 主表面
 - 124 . . . 會聚軸
 - 126 . . . 會聚側
 - 128 . . . 光線
 - 133 . . . 光反射器
 - 134 . . . 微結構；透鏡微結構；分組
 - D1 . . . 會聚側厚度
 - D2 . . . 相鄰於光入口側厚度
 - φ . . . 會聚角

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】 楔形光導

WEDGE LIGHTGUIDE

【技術領域】

【0001】 本揭露關於用於光學顯示裝置的光導及光學系統。

【先前技術】

【0002】 光學顯示系統廣泛用於膝上型電腦、手持裝置（諸如，智慧型手機）、電子錶、車用顯示器、及類似者。世所周知的液晶顯示器(LCD)係此一光學顯示器的常見實例。LCD 顯示器中，部分液晶因電場的施加而改變其光學狀態。此過程產生顯示資訊之「像素」所必需的對比。在一些實例中，LCD 顯示器可包括組合光源及各種光學膜（包括反射偏振器）以產生及修改顯示器總成的光性質。

【0003】 光學顯示器能基於照明類型分類。光學顯示器的常見實例合併「背光」，其中光源置於光學裝置內並將光投射通過一或多個光學層（例如，LCD 面板）以照明裝置。一般背光總成包括光學腔及燈或產生光的其他結構。

【0004】 已提出用於照明光學顯示器的各種背光總成。在一些實例中，背光總成可合併使用光導。光導通常藉由接收來自光源的光並在光導內傳播光直到從光導將光提取並導向穿過光學顯示裝置（諸如，LCD 總成）至使用者以照明能由使用者觀看的影像而運作。光的有效率使用、保存、及分布對於最大化電子顯示器（諸如，在電腦螢

幕、智慧型手機、或其他個人裝置、及車用顯示系統中使用的電子顯示器)中的電力效率、亮度、可視性、及散熱係重要的。

【發明內容】

【0005】 在一些實例中，本揭露描述一種顯示裝置，其包括一楔形光導，該楔形光導界定一光入口側、一顯示側、及一背側，該顯示側及該背側面對彼此不同的方向以形成界定一會聚軸的一楔形形狀，其中該光入口側定位在該楔形形狀的一發散側且該背側背對該顯示裝置的一顯示表面，其中該背側包括複數個楔形提取器，且其中該複數個楔形提取器的各楔形提取器在實質正交於該會聚軸的一方向上延伸；及一光源，該光源定位成相鄰於該楔形光導的該光入口側，其中該光導經組態以通過該光入口側接收來自該光源的光線並將該等光線傳輸通過該顯示側，其中傳輸通過該顯示側的該等光線在從由該顯示側界定的一平面所測量的約 10° 與約 40° 之間的一出射角界定一最大強度。

【0006】 在一些實例中，本揭露描述一種楔形光導，其包括界定該楔形光導的一發散側的一光入口側、與該光入口側相對的一會聚側、實質正交於該光入口側對準的一顯示側、及一背側，其中該顯示側及該背側面對彼此不同的方向以形成一楔形形狀，該楔形形狀界定一會聚軸，其中該光入口側及該會聚側在該楔形形狀的相對端，其中該背側包括複數個楔形提取器，且其中各楔形提取器在實質正交於該會聚軸的一方向上延伸，其中該楔形光導經組態以通過該光入口側接收來自一光源的光線並將該等光線傳輸通過該顯示側，其中傳輸通過

該顯示側的該等光線在從由該顯示側界定的一平面所測量的約 10° 與約 40° 之間的一出射角界定一最大強度。

【0007】 在一些實例中，本揭露描述一種楔形光導，其包括界定該光入口側的一入口側耦合器，該光入口側界定該楔形光導的一發散側，其中該入口側耦合器經組態以增加通過該光入口側進入之光的一準直角、與該光入口側相對的一會聚側、實質正交於該光入口側對準並相鄰於該入口側耦合器的一顯示側、及一背側，其中該顯示側及該背側面對彼此不同的方向以形成一楔形形狀，該楔形形狀界定一會聚軸，其中該光入口側及該會聚側在該楔形形狀的相對端，其中該背側包括複數個楔形提取器，且其中各楔形提取器在實質正交於該會聚軸的一方向上延伸，且其中該複數個楔形提取器的各楔形提取器包括一成角度表面，該成角度表面界定相對於該光入口側的一內角，其中該內角小於約 10° ，其中該楔形光導經組態以通過該光入口側接收來自一光源的光線並將該等光線傳輸通過該顯示側，且其中傳輸通過該顯示側的該等光線在從由該顯示側界定的一平面所測量的約 10° 與約 40° 之間的一出射角界定一最大強度。

【0008】 於附圖及以下說明中提出一或多項實例的細節。可從說明與圖式以及從申請專利範圍中明白了解其他特徵、目標及優點。

【圖式簡單說明】

【0009】

圖 1 係如本文描述之包括楔形光導的實例光學顯示系統的示意側立視截面圖。

圖 2 係展示楔形光導的一些操作及光學原理之圖 1 的楔形光導的放大示意截面圖。

圖 3 係圖 1 之楔形光導及光源的示意仰視圖。

圖 4 繪示具有在光入口側及顯示側二者上的可選結構化表面之圖 1 的楔形光導的示意透視圖。

圖 5 係包括光源、楔形光導、及一或多個可選光學膜或裝置之另一實例光學顯示系統的示意側立視截面圖。

圖 6 係展示楔形光導的一些操作及光學原理之圖 5 的楔形光導的放大示意截面圖。

圖 7 係若圖 5 組裝成相鄰於光源之楔形光導的示意仰視圖。

圖 8 係在實例 1 的模型化實驗中使用的楔形光的截面圖，該楔形光界定在模型化中使用之組件的各種尺寸。

圖 9 顯示對於以各種斜坡內角所模型化的楔形提取器之與可相比平面光導相比之實例的楔形光導的遠端損耗部分。

圖 10 顯示對於以各種斜坡內角所模型化的楔形提取器之與可相比平面光導相比之實例的楔形光導的照度對最大亮度的比率。

圖 11 顯示對於以各種斜坡內角所模型化的楔形提取器之與可相比平面光導相比之實例的楔形光導的) 相對亮度值。

【實施方式】

【0010】 車用顯示器及其他高亮度光學系統由於亮度需求而常將發光二極管(LED)使用為此種光學顯示系統的光源。與使用在其他可攜式裝置（諸如，膝上型電腦及手機）中的光源相比，此種 LED 可相

對大。結果，用在此種系統中的光導相對厚（例如，超過 1.5 mm 厚）以有效率地獲得來自 LED 光源的光。然而，隨著各別光導的厚度增加，耦合效率（例如，光導有效率地提取及在光導內重導向傳播光線的能力）通常會降低。例如，光導材料的相對大厚度對應於以給定傳播角在光導內傳播之各別光線向下導引行進距離上的增加。因此，相比於在比較薄的光導內以相同的傳播角傳播的光線，在相對厚光導內傳播的光線在每單位行進長度上將具有較少的交互作用（例如，反射）。

【0011】 在一些實例中，本揭露描述可併入光學顯示系統及裝置（諸如，具有高亮度要求的車用顯示器）中的楔形形狀光導(wedge-shaped lightguide)（例如，「楔形光導(wedge lightguide)」）。本文描述的楔形光導可相對厚（例如，厚度大於 1.5 mm），並組態成接收來自光源（諸如，LED）的光並有效率地及橫跨顯示側表面相對均勻地重導向該光，其中出射光在相對於裝置之顯示表面的大致側向方向上繼續行進。在一些實例中，通過楔形光導之顯示側在楔形光導出射的光可在指定準直角內準直，並在大致平行於光學顯示表面的方向上（例如，垂直於光學顯示表面之法線）被導向。本文描述的楔形光導可包括一或多個結構化表面，該等結構化表面修改並重導向穿過光導的光而使用相較於傳統光導更高程度的提取效率產生高度均勻、相對準直の出射光。

【0012】 另外地或替代地，在一些實例中，與朝向觀看者引導光相反地，藉由在大致平行於光學顯示表面的方向上引導輸出光，本文

描述的楔形光導可提供通用、多用途、及高效率的背光系統，該背光系統可結合各式各樣的轉向膜或設計成建立相異觀看圖案而無需額外修改光導或光源以容納此種膜的其他專用膜/裝置使用。

【0013】 圖 1 係包括光源 102、楔形光導 104、及一或多個可選光學膜或裝置 106 的實例光學顯示系統 100 的示意側立視截面圖。光學顯示系統 100 可界定具有朝向觀看者 110 定向之法線 109 的顯示表面 108。為便於描述，參考標記於圖 1 中且於圖 1 至圖 4 各處一致地使用之 x、y、及 z 軸顯示及描述光學顯示系統 100 及其各種組件。

【0014】 楔形光導 104 包括光入口側 112、背側 114、及顯示側 116。背側 114 可包括橫跨主表面 122 設置的複數個楔形提取器 118，其中各楔形提取器 118 界定成角度表面 120。顯示側 116 可表示楔形光導 104 通常面對顯示表面 108 之側，而背側 114 可表示楔形光導 104 通常背對顯示表面 108 之側。顯示側 116 可特徵化為光出口側，通過光入口側 112 進入之光的大部分將於該處傳出楔形光導 104。

【0015】 出為描述及理解的目的，楔形光導 104 之給定側的定向可依據由該側界定的平面特徵化，而與可能存在或可能不存在於各別側上的任何獨立表面結構（例如，稜鏡、楔形鏡、柱狀透鏡、漫射器、或類似者）的定向或形狀無關。例如，如下文進一步描述的，背側 114 可包括呈界定複數個成角度表面 120 的楔形提取器 118 之形式的複數個表面結構。楔形提取器 118 的各種面及背側 114 的主表面 122 可定向在各種方向上。儘管楔形提取器 118 或任何尊重表面之定向的存在，背側 114 可特徵化為界定在圖 1 之 x-z 平面上延伸並面對

負 y 軸方向的平面（例如，指向負 y 軸方向之背側 114 所界定之平面的法線）。除非另外描述，在說明書中各處使用的給定側面對、指向、定位在、定向在特定方向的描述係指由各別側界定之平面的定向而非在各別側上之任何給定光學結構的定向。因此，參考圖 1，光入口側 112 可特徵化為界定設定成實質正交（例如，正交或幾乎正交）於顯示表面 108 的平面，背側 114 可特徵化為界定設定成實質平行（例如，平行或幾乎平行）於顯示表面 108 但面對與顯示表面 108 相反之方向上的平面，且顯示側 114 可特徵化成界定以會聚角(ϕ)偏離顯示表面 108 的平面。另外地或替代地，光入口側 112 可特徵化為實質正交（例如，正交或幾乎正交）於背側 114。雖然背側 114 在圖 1 中繪示及描述為實質平行於顯示表面 108，在其他實例中，楔形光導 104 可在顯示系統 100 中定向成使得顯示側 116 實質平行（例如，平行或幾乎平行）於顯示表面 108，其中光在相對於顯示表面 108 的側向方向上從顯示側 116 出射。

【0016】 顯示側 116 及背側 114 可定位成大致彼此相對使得二側面對彼此不同的方向並以非平行會聚角(ϕ)彼此對準使得二側形成楔形形狀。在一些實例中，會聚角(ϕ)可稱為楔形光導 104 的楔形角、錐角、或類似者。在一些實例中，楔形形狀的錐度也可藉由在會聚側 (D1)126 及相鄰於光入口側(D2)測量之顯示側 116 與背側 114 之間的厚度比率而特徵化。在一些實例中，厚度的比率(D1:D2)可小於約 0.9、小於約 0.5、或小於約 0.25。

【0017】 針對本說明的目的，楔形光導 104 的楔形形狀可藉由其之平行於由背側 114 界定之平面的會聚軸 124 特徵化，該會聚軸可特徵化為藉由從楔形形狀的發散側（例如，光入口側 112）移動至會聚側 126 在顯示側 114 與背側 116 之間的錐度建立的方向。在圖 1 中，將會聚軸 124 繪示成平行於 x 軸及背側 114 的平面對準。背側 114 上的各楔形提取器 118 可在實質正交（例如，正交或幾乎正交，除了在不顯著修改楔形提取器之光學特性的製程期間所導致的少量錯位（例如， $\pm 5^\circ$ ））於會聚軸 124 的方向上延伸。

【0018】 光學系統 100 可組態成使得由光源 102 產生的光通過光入口表面 112 進入楔形光導 104，其中該光在會聚軸 124 的一般方向上傳播。在一些實例中，楔形光導 104 可界定比直接相鄰於顯示側 116 之材料（例如，空氣或其他光學膜）更高的折射率，從而導致在楔形光導 104 內傳播的任何光線由光導的各側反射或優先由顯示側 116 折射。如下文進一步描述的，包括楔形光導 104 之各種表面結構的參數可組態成使得通過顯示側 116 出射的光可在界定最大強度出射角（例如，在輸出光的最大強度發生內的點）的指定準直出射角內實質準直，該指定準直出射角在從相對於會聚軸 124 由背側 114 界定之平面測量之約 10° 及約 40° 之間（例如，在 x 軸表示 0° 的 x-y 平面中測量的角）。可將準直出射角的邊界判定為出射光線的強度減少至小於最大強度之 10% 的點。在一些實例中，出射準直角可在約 0° 至約 50° 之間，其中 0° 表示會聚軸 124 或 x 軸（例如，準直角在相對於顯示表面 108 之法線 109 的約 40° 至約 90° 之間，其中 0° 表示法線 109）。在

一些實例中，在顯示側 116 出射之光的峰強度出射角可在相對於會聚軸 124 測量的約 10° 與約 25° 之間（例如，相對於顯示表面 108 之法線 109 的約 65° 至約 80° 之間，其中 0° 表示法線 109）。在一些實例中，出射光線可在小於約 $\pm 25^\circ$ 的準直角內實質準直。

【0019】 楔形光導 104 內的給定光線是否將由給定側反射或折射將取決於光線的傳播角(σ)。圖 2 係展示楔形光導 104 的一些操作及光學原理之楔形光導 104 的放大示意截面圖。如圖 2 所示，光線 128、130 可由光源 102 產生並通過光入口側 112 引導至楔形光導 104 中，其中光線 128、130 分別以 σ_{a1} 及 σ_{b1} 的初始傳播角向下導引前進。初始傳播角 σ_{a1} 及 σ_{b1} ，以及楔形光導 104 內的其他傳播角及/或出射角可參考會聚軸 124 及法線 109 測量（例如，在圖 1 及圖 2 中的 x-y 平面內），其中將會聚軸 124 取為 0° 。為便於理解，各別光線 128 及 130 的傳播角依據彼等相對於會聚軸 124 的絕對值描述。

【0020】 由於楔形光導 104 及顯示系統 100 的光學性質，假如光線的傳播角低於某個指定臨限角(σ_t)，在楔形光導 104 內傳播的光線將由顯示側 116 及背側 114 實質反射。超過臨限角(σ_t)之變成入射在顯示側 116 上的光線將實質折射，而非反射，並以出射角（例如， σ_{ae} 及 σ_{be} ）在顯示側 116 出射。

【0021】 由於楔形光導 104 的幾何形狀及表面結構，在楔形光導 104 內傳播的光線的傳播角(σ)將取決於反射光線的表面或反射發生的數目逐漸增加。例如，以小於 σ_t 之進入/傳播角 σ_{a1} （相對於 x 軸）通過光入口側 112 進入並朝向顯示側 116 導向的光線 128a 將由顯示側

116 朝向背側 114 實質反射。由於顯示側 116 與背側 114 之間的會聚角(ϕ)，由顯示側 116 反射的光線 128b 將以大致等於 $\sigma_{a1} + 2\phi$ 之絕對值的角 ϕ_{a2} (相對於 x 軸) 傳播。然後光線 128b 將繼續朝向背側 114，其在該處顯示為由主表面 122 (與楔形形狀提取器 118 之一者的表面相對) 反射，光線在該處朝向顯示側 116 反射成保持傳播角 σ_{a2} 的反射光線 128c。假如反射光線 128c 的傳播角 σ_{a2} 超過臨限角(σ_t)，光線將實質折射，而非反射，並在顯示側 116 出射為具有 σ_{ac} 之出射角的出射光線 128d。

【0022】 在此配置中，能理解以超過臨限角(σ_t)的傳播角通過光入口側 112 進入的光線將在更接近光入口側 112 及光源 102 的位置通過顯示側 116 出射，而以低於臨限角(σ_t)的傳播角(σ)進入及行進的光將需要額外反射且因此進一步向下導引出射 (例如，更接近會聚側 126)。因此，與平面光導相比，顯示側 116 與背側 114 之間的楔形幾何形狀可橫跨顯示側 116 的整體表面提供更佳的出射光的提取和分布。

【0023】 即使具有楔形光導 104 的楔形幾何形狀，楔形光導 104 的相對較大厚度 (例如，大於 1.5 mm) 將導致在楔形光導 104 內傳播的光線在相對於會聚軸 124 行進的每單位長度上將具有很少的交互作用 (例如，反射)。因此，與較低厚度之可比楔形光導相比，楔形光導 104 的相對大厚度將降低光導的提取效率。

【0024】 在一些實例中，為改善通過顯示側 116 出射之光的提取效率，特別係向下導引或更接近會聚側 126 出射的光，背側 114 可包

括複數個楔形提取器 118，該等楔形提取器各包括組態成反射傳播光以及增加反射光線之傳播角(σ)的各別成角度表面 120。例如，各成角度表面 120 可界定相對於由背側 114 界定之平面（例如，相對於主表面 122）的內角 β 。內角 β 可由與光源 102 及光入口側 112 相對之成角度表面 120 的該側（例如，進一步向下導引的該側）建立。反射離開給定成角度表面 120 之光線的傳播角 σ 將以約二倍之內角 β 的量增加。作為一個非限制性實例，圖 2 繪示以傳播角 σ_{b1} 通過光入口側 112 進入並朝向背側 114 導向的光線 130a。光線 130a 由成角度表面 120a 反射為具有等於大約 $\sigma_{b1} + 2\beta$ 之絕對值的傳播角 σ_{b2} （相對於 x 軸）的反射光線 130b。若反射光線 130b 的傳播角 σ_{b2} 超過臨限角(σ_t)，光線將藉由顯示側 116 實質折射，而非反射，且在楔形光導 104 出射為具有 σ_{be} 之出射角的出射光線 130c。

【0025】 假如楔形提取器 118 界定至少一個操作為主反射表面的成角度表面 120 並界定相對於由背側 114 界定之平面的內角 β ，楔形提取器 118 可採用任何合適形狀及設計。成角度表面 120 可係平面的、彎曲的、起伏的、分段的、或其組合。在一些實例中，楔形提取器 118 可描述為背側 114 上的離散稜鏡（例如，微稜鏡），或可已藉由橫跨背側 114 壓印的起伏圖案（例如，建立起伏的鋸齒或正弦圖案的表面）建立。

【0026】 內角可設定成使得由成角度表面 120 反射的光線朝向擁有傳播角(σ)的顯示側 116 重導向，該傳播角足以允許反射光線至少部分地折射及在指定出射準直角內在楔形光導 104 出射。在一些實例

中，為獲得用於出射光線之在約 0° 至約 50° 之間的出射準直角，其中 0° 代表 x 軸，楔形提取器 118 的內角 β 可大於相對於由背側 114 或主表面 122 界定之平面測量的 0° ，但小於約 10° ，其中內角 β 表示成角度表面 120 進一步遠離光源 102 的該側（例如，在 x 軸方向上更向下導引的該側）。在一些實例中，與較高角度的提取器（例如， β 大於 10° ）相比，具有相對低角度的提取器（例如， β 小於約 10° ）可幫助降低出射光線的向下導引角分布，允許出射光維持相對均勻的準直角。出射光線的均勻準直在進一步處理該光（例如，經由後續轉向膜）的顯示系統中特別有用，其中需要該均勻性以維持光學均勻性。在一些實例中，內角 β 可在約 0.5° 至約 10° 之間、約 1° 至約 8° 之間、或約 1° 至約 5° 之間。

【0027】 在一些實例中，楔形提取器 118 的內角 β 可在會聚軸 124（移至遠端或向下導引）的方向上界定角度梯度。例如，內角 β 或楔形提取器 118 可隨一給定提取器距光源 102 進一步向下導引而增加。此種組態可提供橫跨顯示側 116 出射之光的更均勻出射準直角以及進一步向下導引之更大提取效率。例如，傳播至進一步向下導引（例如，朝向會聚側 126）之光的量可較少，並可至少最初呈現更低且更接近 0° （例如，更接近於與會聚軸 124 平行）的傳播角(σ)。因此，反射離開更遠端（例如，向下導引）的成角度表面 120 至光入口側 112 的光可能在其傳播角(σ)上需要更大變化，以捕獲超過臨限角 σ_t 的光，其可藉由增加更遠端楔形提取器 118 的內角 β 而完成。

【0028】 另外地或替代地，楔形提取器 118 的尺寸及布置可在背側 114 上方選擇地變化，以增強傳播至向下導引之光線的提取效率。例如，進入光入口側 112 的光可取決於光源 102 的類型而呈現特定的分散圖案。取決於分散圖案，可藉由在期望增加或減少提取效率的區域中增加或減少楔形提取器 118 之可用表面面積或內角 β 而改善向上導引或向下導引轉向或反射之光的量。在一些實例中，增加存在於楔形光導 104 之遠端區域內的楔形提取器 118（例如，可用表面面積）可藉由增加反射光的傳播角(σ)使得其能實質地折射並通過顯示側 116 出射而幫助增加通過此等遠端區域內之顯示側 116 提取之光的效率。

【0029】 圖 3 繪示楔形提取器 118 可如何橫跨背側 114 而分布的一個非限制性實例。圖 3 係組裝成相鄰於光源 102 之楔形光導 104 的示意仰視圖（例如，與顯示系統 100 類似的配置）。楔形提取器 118 可配置在一或多個分組 132 中，該等分組從鄰近區域（例如，相鄰於光入口側 112）延伸至背側 114 的遠端區域（例如，相鄰於會聚側 126）。分組 132 內的各楔形提取器 118 可界定在約 $5\ \mu\text{m}$ 至約 $400\ \mu\text{m}$ 之間的寬度(W)。在一些實例中，各別分組 132 內的楔形提取器 118 的寬度可不同，使得與楔形光導 104 之遠端區域內的楔形提取器 118（例如，更接近會聚側 126）相比，在楔形光導 104 之鄰近區域內的楔形提取器 118（例如，更接近光入口側 112）擁有較小的寬度。在一些此種實例中，給定分組 132 內的楔形提取器 118 可界定從約 $10\ \mu\text{m}$ 延伸至約 $150\ \mu\text{m}$ 的寬度範圍。另外地或替代地，寬度範圍可界定寬度梯度，使得楔形提取器 118 的寬度隨給定楔形提取器 118 距光入

口側 112 越遠（例如，向下導引）而越增加（例如，連續地或逐步地增加）。

【0030】 另外地或替代地，在會聚軸 124 之方向上測量的楔形提取器 118 的各別向下導引長度(L)（未依比例繪製）可隨楔形提取器 118 距光入口側 112 越遠而在各別分組 134 內越增加。在一些實施例中，楔形提取器 118 的長度(L)可隨著以保持相對恆定的內角從光入口側 112 移遠（例如，向下導引）而藉由從相對於 y-軸方向）測量的主表面 122 增加給定楔形提取器 118 的高度/深度而調整。在一些此種實例中，給定分組 132 內的楔形提取器 118 可界定從約 0.5 μm 延伸至約 10 μm 的深度範圍，其中較大深度提供較大的提取器長度(L)。另外地或替代地，深度範圍可界定深度梯度，使得楔形提取器 118 的各別深度隨給定楔形提取器 118 距光入口側 112 越遠（例如，向下導引）而越增加（例如，連續地或逐步地增加）。在一些實例中，成角度表面 120 的各別表面面積可隨給定楔形提取器 118 距光入口側 112 越遠（例如，向下導引）而越增加（在寬度、長度、或二者上增加）。例如，楔形提取器 118 可包括第一楔形提取器及第二楔形提取器，其中第一楔形提取器定位成比第二楔形提取器更接近光入口側 112。第一楔形提取器可界定比第二楔形提取器的各別寬度、深度、長度、或表面更小的寬度、深度、長度、或表面面積。在一些實例中，取決於內角及所選深度，楔形提取器 118 的長度(L)可在約 0.01 mm 至約 0.4 mm 之間，或在約 0.02 mm 至約 0.2 mm 之間。

【0031】 楔形提取器 118 之分組 132 的數目可選擇成為楔形光導 104 提供期望的光學性質。在一些實例中，通過顯示側 116 提取之光均勻性及分布可藉由包括更多之具有較小各別寬度之楔形提取器 118 的分組 132 而改善。在一些實例中，楔形光導 104 可包括橫跨背側 114（例如，在圖 3 的 z 軸方向上）側向地測量之每公分約 25 個至約 200 個楔形提取器分組 132。

【0032】 如下文進一步描述的，楔形光導 104 的楔形形狀及楔形提取器 118 的組合可為傳輸光通過顯示器側 116 提供更大的提取效率。特徵的組合可對利用或需要在約 2 mm 至約 3 mm 的相對厚光導（例如，在 y 軸方向上測量的厚度）的某些類型的應用（諸如，車用顯示器）特別有用，否則其可能由於光導的相對厚度而苦於提取效率減少。

【0033】 在一些實例中，顯示系統 100 可包括定位成相鄰於背側 114 的光反射器 133（圖 1）。光反射器 133 可組態成將通過背側 114 出射的光反射回楔形光導 104 中以增加楔形光導 104 的提取效率。另外地或替代地，背側 114 可包括組態成實質反射光的反射塗層（例如，鏡面加工），該光可以其他方式通過背側 114 出射。

【0034】 為改善光在側向方向（例如，在 y-z 平面內）內的付出，顯示側 116 本身可係結構化表面。例如，顯示側可包括複數個微結構 134（諸如，柱狀透鏡微結構），該等微結構組態成增加通過顯示側 116 出射之光線的側向準直角（例如，相對於圖 1 之 y-z 平面的角）。

【0035】 圖 4 係具有在光入口側 112 及顯示側 116 二者上的可選結構化表面楔形光導 104 的示意透視圖。如圖 4 所示，複數個透鏡微結構 134 可相對於會聚軸 124 大致對準，使得微結構從光入口側 112 延伸至會聚側 126。在一些實例中，複數個透鏡微結構 134 可相對於會聚軸 124 以約 $\pm 10^\circ$ 偏移，其中 0° 表示與會聚軸 124 的平行對準。

【0036】 另外地或替代地，為改善在側向方向內（例如，在 x-z 平面內）通過顯示側 116 出射之光的分布，光入口側 112 可包括複數個微結構，該等微結構組態成當光通過光入口側 112 進入時在 x-z 平面上擴散或分布光。例如，光入口側 112 可包括實質垂直對準（例如，在圖 4 之 y 軸的 $\pm 5^\circ$ 內對準）的複數個微結構 136（諸如，柱狀透鏡微結構、稜鏡、或類似者），以增加在楔形光導 104 內傳播之光在 x-z 平面上的分布或擴散。在一些實例中，微結構 136 可分散（例如，沿 z 軸擴散）進入光，以及在相對於由背側 114（例如，相對於 x-z 平面）界定之平面的期望準直角內準直該進入光。

【0037】 另外地或替代地，光入口側 112 可包括組態成相對於 x-y 平面擴散或發散入射光的結構。藉由以此種方式擴散光，更大百分比的光可穿過接近或相鄰於光源 102 的顯示側 116，以幫助均勻地分布通過顯示器側 116 出射的光。

【0038】 包括任何表面結構（諸如，楔形提取器 118、顯示器側 116 的微結構 134，或光入口側 112 的微結構 136）的楔形光導 104 可從包括下列各者的各式各樣的光學合適材料製造，例如，聚碳酸酯；聚丙烯酸酯，諸如，聚甲基丙烯酸甲酯；聚苯乙烯；聚對苯二甲酸乙

二酯；聚萘二甲酸乙二酯；其之共聚物或摻合物；玻璃；或類似者。在一些實例中，所選擇的材料可係光學透明的、或具有低霧度及高清晰度，以避免非所欲的散射入射及傳播光。在一些實例中，楔形光導 104 可具有足夠高的折射率，諸如，相對於空氣（例如，PC = 1.58 或 PMMA = 1.49）約 1.5 或更多，以建立所欲的反射及折射性質。其他適當材料可包括丙烯酸、甲基苯乙烯、丙烯酸酯、聚丙烯、聚氯乙烯、及類似者。在一些實例中，可選擇楔形光導 104 的材料、尺寸、或二者以產生半可撓性光導。

【0039】 包括任何表面結構的楔形光導 104 可使用任何合適的技術形成。例如，楔形光導 104 可藉由對車床車削工具/模頭或其他經形成表面模製、壓紋、固化、或以其他方式形成可射出模製樹脂而製造，由承載期望結構化表面之複製陰模的金屬或其他耐用材料製造。所屬技術領域中具有通常知識者會熟悉製造此種形成表面及用於模製、壓紋、或固化表面結構的方法。

【0040】 在一些實例中，光入口側 112、光反射側 114、及顯示側 116 的一或多者之結構化表面（若有）可與楔形光導 104 整體地形成。例如，楔形光導 104 可使用上述技術形成，其中結構化表面係在楔形光導 104 的製程期間使用負模具或輥形成，使得楔形光導 104 的本體及表面結構（例如，楔形提取器 118）從相同材料整體地形成。

【0041】 在其他實例中，光入口側 112、光反射側 114、及顯示側 116 的一或多者之結構化表面（若有）可形成為光學地耦接至楔形光導 104 之各別側的聚合物膜。例如，表面結構（例如，楔形提取器

118) 可形成為光學膜並使用光學黏著劑耦接至楔形光導 104 的胚料以形成背側 104。在其他實例中，光學膜塗層可擠製在楔形光導 104 的黑色上並穿過模頭輥以形成表面結構（例如，楔形提取器 118）。在二種情形中，用於形成光學膜的光學黏著劑及材料應選擇成呈現與楔形光導 104 之主體類似的光學性質（例如，實質類似的折射率），以減少可在楔形光導 104 的主體與光學膜材料之間的界面發生的任何反射或折射。在一些此種實例中，用於形成結構化表面的材料可與用於形成楔形光導 104 之主體的材料相同。

【0042】 在一些實例中，由於楔形光導 104 的光學性質，顯示系統 100 可對來自光源 102 通過顯示側 116 或楔形光導 104 的光提供相對有效率的轉移。在一些實例中，顯示系統 100 的提取效率可基於在楔形光導 104 內傳播通過會聚側 126 出射之光的量（例如，由於光學效率低下或光導設計的光損耗）特徵化。在一些實例中，楔形光導 104 可呈現提取效率，使得通過光入口側 112 接收的光通過會聚側 126 的損耗小於 10%（例如，小於 8%）。

【0043】 光源 102 可包括任何合適的光源或光源的組合。例如，光源 102 可包括邊緣光總成，該邊緣光總成包括一或多個發光二極體(LED)、冷陰極螢光燈(CCFL)、或白熾光源。光源 102 可包括單一光源或可包括複數個光源（例如，燈軌）。例如，光源 102 可係沿著進入/離開圖 1 之頁面的 z 軸延伸的一系列 LED 或 LED 陣列。在一些實例中，光源 102 可包括組態成將從經由光源（例如，LED）產生的光重導向至光入口側 112 的反射外殼。

【0044】 在一些實例中，光源 102 可經組態以發射實質白光，或擁有各發射不同波長的光的不同組件，該不同波長的光可共同地再建白光。「白(white)」光可指任何適合的所欲顏色點，該顏色點可由觀看者感知為白光，且可取決於顯示系統 100 的應用而調整或校準。在一些實例中，光源 102 可發射在電磁波譜的紫外光範圍、可見光範圍、或近紅外光範圍中之一或多者中的光。可選擇包括任何對應的注入、準直、及其他光學元件的光源 102 以提供任何適當的波長或波長、偏振、點擴散分布、及準直度的組合。

【0045】 來自光源 102 的光可朝向楔形光導 104 導向並耦合至其，使得來自光源 102 之光的大部分穿過楔形光導 104 的光入口表面 112，其中該光在該處通常在光導 104 的 x 軸方向上行進。

【0046】 在一些實例中，顯示系統 100 可包括定位在楔形光導 104 與顯示表面 108 之間的其他一或多個可選的光學膜或裝置 106。例如，顯示系統 100 可包括 LCD 總成，該 LCD 總成包括，例如，增亮膜、轉向膜、偏振器、防窺螢幕、防護螢幕、漫射器、LCD 總成、反射器、或類似者。在一些實例中，顯示系統 100 可包括可定位在楔形光導 104 與 LCD 總成之間或 LCD 總成與顯示表面 108 之間的一或多個吸收或反射偏振器膜，或二者的組合。在此種實例中，偏振膜可用於增強顯示系統 100 的對比度（例如，吸收偏振器）、亮度（例如，反射偏振器）、可見度（例如，在高眩光環境中）、或其組合。

【0047】 在一些實例中，顯示系統 100 可包括定位成接收來自楔形光導 104 之出射光線的至少一個轉向膜（例如，可選的光學膜或裝

置 106)。轉向膜可用於藉由以指定觀看/準直角將接收自楔形光導 104 的光朝向顯示表面 108 轉向而提供光的有用的或所欲的輸出分布。例如，轉向膜可包括接收來自楔形光導 104 的出射光並朝向法線 109 反射的複數個微結構（例如，稜鏡）。

【0048】 在一些實例中，藉由使用結合不同轉向膜的楔形光導 104，與組態成將提取光實質朝向顯示器螢幕導向（例如，會包括與法線 109 平行之光線的輸出光）的光導相比，顯示系統 100 可擁有針對在特定應用中的使用的更大適應性及多功能性。在一些實例中，轉向膜可具有各具有至少第一側及第二側（例如，稜鏡的面）的複數個微結構或稜鏡。在此種實例中，除了可在界面發生的菲涅耳反射外，來自楔形光導 104 之顯示側 116 的出射光線可通過一側進入轉向膜 106，且彼等變成由相對側反射，使得光線在指定準直/觀看角內有效地朝法線 109 轉向。

【0049】 圖 5 係包括光源 202、楔形光導 204、及一或多個可選光學膜或裝置 206 的另一實例光學顯示系統 200 的示意側立視截面圖。光學顯示系統 200 可界定具有朝向觀看者 210 定向之法線 209 的顯示表面 208。為便於描述，參考標記於圖 5 中並於圖 5 至圖 7 各處一致地使用之 x、y、及 z 軸來顯示及描述光學顯示系統 200 及其各種組件。光學顯示系統 200 的一或多個態樣可與光學顯示系統 100 的態樣相同或相似，包括，例如，關於具有下文指示之任何差異的光源 202、可選光學膜或裝置 206、顯示表面 208、光反射器 233、塗層、及類似者（除非另外指示）的細節。

【0050】 楔形光導 204 包括光入口側 212、背側 214、及顯示側 216。背側 214 可包括橫跨主表面 222 設置的複數個楔形提取器 218，其中各楔形提取器 218 界定成角度表面 220。顯示側 216 可表示楔形光導 204 通常面對顯示表面 208 之側，而背側 214 可表示楔形光導 204 通常背對顯示表面 208 的之側。顯示側 216 可特徵化為光出口側，通過光入口側 212 進入之光的大部分將於該處傳輸出楔形光導 204。

【0051】 如同楔形光導 104，楔形光導 204 之給定側的定向可依據由該側界定的平面特徵化，而與可能存在或可能不存在於各別側上的任何個別表面結構（例如，稜鏡、楔形鏡、柱狀透鏡、漫射器、或類似者）的定向或形狀無關。除非另外描述，在說明書中各處使用的給定側面對、指向、定位、定向在特定方向的描述係指由各別側界定之平面的定向而非在各別側上之任何給定光學結構的定向。在一些實例中，顯示側 216 可特徵化為界定在圖 5 之 x-z 平面上延伸並面對 y 軸方向的平面（例如，指向 y 軸方向之背側 216 所界定之平面的法線）。另外地或替代地，光入口側 212 可特徵化為界定經設定成實質上正交（例如，正交或幾乎正交）於顯示表面 208、顯示側 216、或二者的平面。

【0052】 在一些實例中，顯示側 216 可特徵化為界定經設定成實質平行於（例如，平行或幾乎平行）顯示表面 208 的平面，且背側 214 可特徵化為界定以會聚角(ϕ')偏離顯示表面 208 並背對顯示表面 208 的平面。在一些實例中，使顯示側 216 定位成實質平行於顯示表

面 208 可協助減少在會聚側 226 附近損耗的出射光的量。例如，在顯示側 216 未定位成實質平行於顯示表面 208 的替代性配置中，顯示側 216 與任何相鄰可選光學膜或裝置 206 之間の間隙距離隨進一步向下導引距離而增加。由於來自顯示側 216 之出射光的相對低角度，顯示側 216 與任何相鄰可選光學膜或裝置 206 之間の間隙距離的增加可導致至光學顯示系統 200 周圍之光的損耗增加。藉由保持顯示側 216 實質平行於顯示表面 208，間隙距離可在整個光導上實質恆定，從而減少在會聚側 226 附近損耗的光量。

【0053】 顯示側 216 及背側 214 可定位成通常彼此相對，使得二側面對彼此不同的方向並以彼此不平行的會聚角(ϕ')對準，使得該二側形成楔形形狀。會聚角(ϕ')可與就楔形光導 104 而言於上文描述的會聚角(ϕ)實質相同。在一些實例中，楔形形狀的錐度也可藉由在會聚側 (D1)226 及相鄰於入口側耦接器 240(D2)的部分所測量之顯示側 216 與背側 214 之間的厚度比率而特徵化。在一些實例中，厚度的比率 (D1:D2)可小於約 0.9、小於約 0.5、或小於約 0.25。

【0054】 楔形光導 204 也可藉由其之平行於由背側 214 界定之平面的會聚軸 224 特徵化，該會聚軸指示藉由從楔形形狀的發散側（例如，光入口側 212）移動至會聚側 226 在顯示側 214 與背側 216 之間的錐度所建立的方向。在圖 5 中，會聚軸 224 繪示成平行於背側 214 對準並以(ϕ')的角度對準 x-y 平面中的 x 軸。沿著背側 214 的各楔形提取器 218 可在實質正交（例如，正交或幾乎正交，除了在不顯著修改

楔形提取器之光學特性的製程期間所導致的少量錯位（例如， $\pm 5^\circ$ ））於會聚軸 224 的方向上延伸。

【0055】 光學系統 200 可組態成使得由光源 202 產生的光通過光入口表面 212 進入楔形光導 204，其中該光在會聚軸 224 的大致方向上傳播。

【0056】 光入口側 112 可包括組態成在進入光入口側 112 之光的 x-y 平面上擴展準直角的入口側耦接器 240。在圖 5 至圖 7 所示的實例中，將入口側耦接器 240 繪示成具有實質垂直於會聚軸 224 而跨越（例如，橫向導引）以在到達顯示側 216 之前減少在光入口側 212 之 y 軸方向上的相對厚度之錐形表面 242 的反射稜鏡。在一些實例中，入口側耦接器 240 可特徵化為具有實質垂直於光入口側 212 而延伸的線性表面 244 及從線性表面 244 延伸至顯示側 216 的錐形表面 242。在一些實例中，入口側耦接器 240 可組態成反射入射落在錐形表面 242 上的進入光，使得反射光（例如，光線 232）的傳播角充分地增加以允許反射光通過光源 202 附近的顯示側 216 出射。藉由以此種方式擴散光，更大百分比的光可穿過接近或相鄰於光源 202 的顯示側 216，以幫助確保足夠的光量接近光源 202 出射，以在整體顯示側 216 上方提供出射光的均勻分布。雖然將入口側耦接器 240 繪示於圖 5 中，也可使用包括錐形表面 242 的稜鏡結構，包括，例如，楔形鏡、漏斗形鏡、微結構表面、或類似者的其他結構。在一些實例中，入口側耦接器 240 可界定光入口側 212、線性表面 244、錐形表面 242、及背側 214 的一部分（例如，表面 246）。

【0057】 在一些實例中，光入口側 212 也可包括組態成在光通過光入口側 212 進入時在 x - z 平面上擴散或分布光的複數個微結構。例如，光入口側 212 可包括實質垂直地對準（例如，在圖 5 之 y 軸的 $\pm 5^\circ$ 內對準）的複數個微結構（未圖示）（諸如，柱狀透鏡微結構、稜鏡、或類似者），以增加在楔形光導 204 內傳播之光在 x - z 平面上的分布或擴散。在一些實例中，微結構可分散（例如，沿 z 軸擴散）進入光，以及在相對於由背側 214（例如，相對於 x - z 平面）界定之平面的期望準直角內準直該進入光。

【0058】 在一些實例中，楔形光導 204 可界定比直接相鄰於顯示側 216 之材料（例如，空氣或其他光學膜）更高的折射率，從而導致在楔形光導 204 內傳播的任何光線由光導的各側反射或優先由顯示側 216 折射。在一些實例中，楔形光導 204 之各種表面結構的參數可組態成使得通過顯示側 216 出射的光可在界定最大強度出射角（例如，在輸出光的最大強度發生內的點）的指定準直出射角內實質準直，該指定準直出射角在從由顯示側 216 界定的平面測量之在會聚軸 224 的一般方向上的約 10° 及約 40° 之間（例如，在圖 5 中以 x 軸表示 0° 的 x - y 平面中測量的角）。如上文所述，可將準直出射角的邊界判定為出射光線的強度減少至小於最大強度之 10% 的點。在一些實例中，出射準直角可在約 0° （例如，平行於圖 5 中的 x 軸）至約 65° 之間（例如，準直角在相對於顯示表面 208 之法線 209 的約 25° 至約 90° 之間，其中 0° 表示法線 209）。在一些實例中，在顯示側 216 出射之光的峰強度出射角可在相對於由顯示側 216 界定之平面測量的約 10° 與約 30°

之間（例如，相對於顯示表面 208 之法線 209 的約 60° 至約 80° 之間，其中 0° 表示法線 209）。在一些實例中，出射光線可在小於約 $\pm 25^\circ$ 的角內實質準直。

【0059】 在一些實例中，通過顯示側 216 出射之提取光的大部分可在從相對於會聚軸 224 對準之顯示側 216 的平面所測量的約 0° 至約 65° 的指定出射準直角內輸出。在一些實例中，出射準直角之範圍的邊界可界定在強度減少至小於最大強度之約 10% 的點。

【0060】 如就圖 1 之楔形光導 104 而言於上文描述的，楔形光導內的給定光線是否將由給定側反射或折射將取決於光線的傳播角 (σ')。圖 6 提供展示楔形光導 204 的一些操作及光學原理之楔形光導 204 的放大示意截面圖。如圖 6 所示，光線 228、230、及 232 可由光源 202 產生，並通過光入口側 212 引入至楔形光導 204 中。光線 228、230、及 232 穿過光入口側 212，其中光線 228、230 分別以 σ'_{a1} 及 σ'_{b1} 的初始傳播角前進至楔形光導 204 的主體中（例如，背側 214 與顯示側 216 之間的區域），同時光線 232 與入口側耦合器 240 的反射表面交互作用。光線 232 以高得多的傳播角反射離開入口側耦合器 240 並實質上向上導引（例如，相鄰於入口側耦接器 240）通過顯示側 216 出射。

【0061】 初始傳播角 σ'_{a1} 及 σ'_{b1} ，以及楔形光導 204 內的其他傳播角及/或出射角可相對於會聚軸 224 參考圖 6 的 x-y 平面（例如，建立在會聚軸 224 與法線 209 之間中平面中）測量，其中將會聚軸 224

取為 0° 。為便於理解，各別光線 228 及 230 的傳播角依據彼等相對於會聚軸 224 的絕對值描述。

【0062】 由於楔形光導 204 及顯示系統 200 的光學性質，假如光線的傳播角低於某個指定臨限角(σ'_t)，在楔形光導 204 內傳播的光線將由顯示側 216 及背側 214 實質反射。超過臨限角(σ'_t)之變成入射在顯示側 216 上的光線將實質折射，而非反射，並以出射角（例如， σ'_{ae} 及 σ'_{be} ）在顯示側 216 出射。

【0063】 如先前描述的，在楔形光導 204 內傳播的光線的傳播角(σ')將取決於反射光線的表面或反射發生的數目逐漸增加。除了本文描述的任何差異外，傳播光線 228 及 230 在楔形光導 204 內之進展的行為方式可實質類似於光線 128 及 130 在楔形光導 104 內的傳播，且因此將不於下文重複。

【0064】 在一些實例中，光導 204 可相對厚（例如，大於 1.5 mm）。為改善通過顯示側 216 出射之光的提取效率，特別係在向下導引或更接近會聚側 226 出射之光，背側 214 可包括複數個楔形提取器 218，該等楔形提取器各包括組態成既反射傳播光線，又增加反射光線之傳播角(σ')的各別成角度表面 220。楔形提取器 218 可採用任何合適的形狀及設計，並可實質類似於上述楔形提取器 118。在一些實例中，楔形提取器 218 界定操作為主反射表面的至少一個成角度表面 220，並界定相對於由背側 214 界定之平面（例如，相對於主表面 222）的內角 β' 。內角 β' 可由與光源 202 及光入口側 212 相對之成角度表面 220 的該側（例如，進一步向下導引的該側）建立。內角 β' 可

設定成使得由成角度表面 220 反射的光線朝向擁有增加傳播角(σ')的顯示側 216 重導向，該傳播角可足以允許反射光線至少部分地折射及在指定出射準直角內在楔形光導 204 出射。在一些實例中，楔形提取器 218 的內角 β' 可大於相對於由背側 214 或主表面 222 界定之平面測量的 0° ，但小於約 10° ，其中內角 β' 表示成角度表面 220 進一步遠離光源 202 的該側（例如，在 x 軸方向上更向下導引的該側）。成角度表面 220 可係平面的、彎曲的、起伏的、分段的、或其組合。在一些實例中，楔形提取器 218 可描述為背側 214 上的離散稜鏡（例如，微稜鏡），或可已藉由橫跨背側 214 壓印的起伏圖案（例如，建立起伏的鋸齒或正弦圖案的表面）建立。

【0065】 在一些實例中，與較高角度的提取器（例如，具有大於 10° 之內角 β' 的提取器）相比，具有相對低角度的提取器可幫助降低出射光線的向下導引角分布，允許出射光維持相對均勻的準直角。出射光線的均勻準直在進一步處理出射光（例如，經由後續轉向膜或類似者）的顯示系統中特別有用，其中可能需要該準直以維持均勻亮度或允許轉向膜（例如，膜 206）有效率地發揮功能。在一些實例中，內角 β' 可在約 0.5° 至約 10° 之間、約 1° 至約 8° 之間、或約 1° 至約 5° 之間。

【0066】 在一些實例中，楔形提取器 218 的內角 β' 可在會聚軸 224（移至遠端或向下導引）的方向上界定類似於就楔形光導 104 而言於上文描述之梯度的角度梯度。此種組態可提供橫跨顯示側 216 出射之光的更均勻出射準直角以及進一步向下導引之更大提取效率。

【0067】 另外地或替代地，楔形提取器 218 的尺寸及布置可在背側 214 上方選擇地變化，以增強傳播向下導引之光線的提取效率。增加存在於此等遠端區域內的楔形提取器 218 可藉由增加反射光的傳播角(σ')使得其能實質地折射並通過顯示側 216 出射而幫助增加通過此等遠端區域內之顯示側 216 提取之光的效率。

【0068】 在一些實例中，為改善光在側向方向（例如，在 y-z 平面內）內的付出，顯示側 216 本身可係結構化表面。顯示側 216 可包括複數個微結構 236（諸如，柱狀透鏡微結構），該等微結構組態成增加通過顯示側 216 出射之光線的側向準直角（例如，相對於圖 6 之 y-z 平面的角）。柱狀透鏡微結構 236 可大致相對於會聚軸 224 對準，使得微結構沿著顯示側 216 從入口側耦接器 240 延伸至會聚側 226。在一些實例中，複數個透鏡微結構 236 可相對於會聚軸 224 以約 $\pm 10^\circ$ 偏移，其中 0° 表示與會聚軸 224 的平行對準。

【0069】 圖 7 繪示楔形提取器 218 可如何橫跨背側 214 分布的一個非限制性實例。圖 7 係組裝成相鄰於光源 202 之楔形光導 204 的示意仰視圖（例如，與顯示系統 200 類似的配置）。楔形提取器 218 可配置在一或多個分組 234 中，該等分組從鄰近區域（例如，相鄰於光入口側 212）延伸至背側 214 的遠端區域（例如，相鄰於會聚側 226）。分組 234 內的各楔形提取器 218 可界定在約 $5\ \mu\text{m}$ 至約 $400\ \mu\text{m}$ 之間（例如，約 $10\ \mu\text{m}$ 至約 $150\ \mu\text{m}$ ）的寬度(W)。在一些實例中，各別分組 234 內的楔形提取器 218 的寬度可不同，使得與楔形光導 204 之遠端區域內的楔形提取器 218（例如，更接近會聚側 226）

相比，在楔形光導 204 之鄰近區域內的楔形提取器 218（例如，更接近光入口側 212）擁有較小的寬度。在一些此種實例中，給定分組 234 內的楔形提取器 218 可界定寬度範圍或一或多個寬梯度，使得相鄰楔形提取器 218 的寬度隨給定楔形提取器 218 距光入口側 212 越遠（例如，向下導引）而越增加（例如，連續地或逐步地增加）。

【0070】 另外地或替代地，在會聚軸 224 之方向上測量的楔形提取器 218 的各別向下導引長度(L)（未依比例繪製）可隨楔形提取器 218 距光入口側 212 越遠而在各別分組 234 內越增加。在一些實施例中，楔形提取器 218 的長度(L)可藉由隨著從光入口側 212 移遠（例如，向下導引）而從相對於 y-軸方向）測量的主表面 222 增加給定楔形提取器 218 的高度/深度而調整。在一些此種實例中，給定分組 234 內的楔形提取器 218 可界定從約 0.5 μm 延伸至約 10 μm 的深度範圍。另外地或替代地，深度範圍可界定深度梯度，使得楔形提取器 218 的各別深度隨給定楔形提取器 218 距光入口側 212 越遠（例如，向下導引）而越增加（例如，連續地或逐步地增加）。在一些實例中，成角度表面 220 的各別表面面積可隨給定楔形提取器 218 距光入口側 212 越遠（例如，向下導引）而越增加（在寬度、長度、或二者上增加）。楔形提取器 218 之分組 234 的數目可選擇成為楔形光導 204 提供期望的光學性質。在一些實例中，通過顯示側 216 而提取之光的均勻性及分布可藉由包括更多楔形提取器 218 的分組 234（例如，每公分約 25 至約 200 分組）而改善。

【0071】 顯示系統 200 可包括定位在楔形光導 204 與顯示表面 208 之間的其他一或多個可選的光學膜或裝置 206。在一些實例中，顯示系統 200 可包括定位成接收來自楔形光導 204 之出射光線的至少一個轉向膜（例如，可選的光學膜或裝置 206）。轉向膜可用於藉由以指定觀看/準直角將接收自楔形光導 204 的光朝向顯示表面 208 轉向而提供光的有用的或所欲的輸出分布。在一些實例中，可選的膜或裝置 206（例如，轉向膜）可定位成相鄰並實質平行於（例如，在實質相同的平面內）顯示側 216。在一些實例中，例如，在車用顯示器中，可選的膜或裝置 206 可藉由空氣間隙與顯示側 216 分開，以避免由於振動而對任一表面造成潛在損壞。在其他實例中，可選的膜或裝置 206 及顯示側 216 可機械地及光學地耦接在一起（例如，經由光學黏著劑）。

【0072】 在一些實例中，由於楔形光導 104 及 204 的光學性質，可對來自光源 102、202 通過顯示側 116、216 的光提供相對有效率的轉移。例如，楔形光導 204 的楔形形狀、楔形提取器 218、及入口側耦接器 240 的組合可對均勻地通過顯示側 216 且在期望準直角內傳輸光提供更大的提取效率及改善的分布。特徵的組合可對利用或需要相對厚光導（例如，大於 1.5 mm，諸如，約 2 mm 至約 3 mm）的某些類型的應用（諸如，車用顯示器）特別有用，否則其可能由於光導的相對厚度而苦於提取效率減少。在一些實例中，楔形光導 104 及 204 的提取效率可基於在楔形光導內傳播通過會聚側 126 或 226 出射之光的量（例如，由於光學效率低下或光導設計的光損耗）特徵化。在一

些實例中，楔形光導 104 及 204 可呈現提取效率，使得通過光入口側 112 或 212 接收的光通過會聚側 126 或 226 的損耗小於 10%（例如，小於 7%）。

實例

【0073】 在名為 LightTools（Synopsis 的產品）的商業光學模型化程式中架構類似於楔形光導 204 之楔形光導系統的數位模型。圖 8 係在模型化程式中使用的模型化楔形光 300 的截面圖，該楔形光界定在模型化中使用之組件的各種尺寸。楔形光導 300 包括 2 mm 的注入邊緣厚度（D1，例如，光入口側 212 的厚度）、包括 1 mm 之平坦長度(D2)的入口側耦接器、及 4.81 mm 的錐形長度(D3)、及 1.516 mm 的光導開始厚度(D4)。會聚側的厚度(D5)係與許多邊緣加工處理一致的 0.3 mm。比較楔形光導 300 的光學性質與具有 1.516 mm 之厚度及可相比入口側耦接器 302 的平面光導。

【0074】 假定模型化楔形光導 300 的光入口側 304 具有 10 度標準差的高斯散射分布。顯示側 306 包括具有 100%佔有比率的柱狀透鏡表面。柱狀透鏡的半徑係具有 0.034 mm 之週期的 0.046 mm。將楔形提取器 308 置於背側 310 上。楔形提取器 308 是非對稱的並具有 60°之底角的前緣(213)（最接近光入口側 304 之側）。楔形提取器 308 的成角度表面以包括 1°、2°、4°、及 8°的各度內角（例如， β'' ）測試。楔形提取器 308 的最小提取器間隔係 0.0075 mm。楔形提取器 308 的向下導引提取器週期係 0.075 mm，且各提取器的基底長度相

同。在橫向導引的方向上，平均楔形提取器 308 間距係 0.075 mm。楔形提取器 308 以 7.43 mm 從光入口側 304 起始。

【0075】 楔形光導 300 的寬度設定在 300 mm，且光導長度(D6)設定在 120 mm。該模型也包括定位成相鄰於背側 310 的反射器。假設反射器係 99%反射的。將 58°底角的對稱轉向膜模製在楔形光導 300 上，以將出射光朝向顯示側 306 的法線轉向。將反射器及轉向膜二者模製成具有與各別背側 310 及顯示側 306 相同的尺寸。假設轉向膜及楔形光導 300 在 550 nm 具有 1.587 的折射率及 3.7E-8 的消光係數。該模型化對 550 nm 的光線完成。

【0076】 假設光源係沿著光入口側 304 均勻地間隔的 30 個 LED 的陣列。光偵測在轉向膜上方及遠端（例如，會聚側 312）上的空氣中測量到。遠端偵測器僅收集從光導內側出射至空氣中的光。

【0077】 圖 9 顯示對於以各種斜坡內角（例如， β'' ）模型化的楔形提取器 308 與可相比平面光導相比之楔形光導 300 的遠端損耗部分。結果顯示楔形設計具有低得多的遠端損耗，及高得多的效率。彼等也展示較少的遠端光被反射。所有平面光導設計均具有大於 10%的部分遠端損耗，而所有楔形光導設計均具有小於 10%的部分遠端損耗。

【0078】 圖 10 顯示對於以各種斜坡內角（例如， β'' ）模型化的提取器 308 與可相比平面光導相比之楔形光導 300 的照度對最大亮度的比率。結果展示楔形光導 300 呈現比該平面光導更大的提取效率、

更少的遠端損耗、及出射光的更佳準直。資料指示楔形光導 300 呈現擁有更高的峰亮度值。

【0079】 圖 11 顯示對於以各種斜坡內角（例如， β'' ）模型化的楔形提取器 308 與可比平面光導相比之楔形光導 300 的相對亮度值。

【0080】 已描述各種實例。這些及其他實例係在以下申請專利範圍的範疇內。

【符號說明】

【0081】

100...光學顯示系統

102...光源

104...楔形光導

106...光學膜或裝置；轉向膜

108...顯示表面

109...法線

110...觀看者

112...光入口側

114...背側

116...顯示側

118...楔形提取器

120...成角度表面

120a...成角度表面

122...主表面

- 124...會聚軸
- 126...會聚側
- 128...光線
- 128a...光線
- 128b...光線
- 128c...反射光線
- 128d...出射光線
- 130...光線
- 130a...光線
- 130b...反射光線
- 130c...出射光線
- 132...分組
- 133...光反射器
- 134...微結構；透鏡微結構；分組
- 136...微結構
- 200...光學顯示系統；光學系統
- 202...光源
- 204...楔形光導
- 206...光學膜或裝置
- 208...顯示表面
- 209...法線
- 210...觀看者

- 212...光入口側
- 213...前緣
- 214...背側
- 216...顯示側
- 218...楔形提取器
- 220...成角度表面
- 222...主表面
- 224...會聚軸
- 226...會聚側
- 228...光線
- 230...光線
- 232...光線
- 233...光反射器
- 234...分組
- 236...微結構；柱狀透鏡微結構；透鏡微結構
- 240...入口側耦接器
- 242...錐形表面
- 244...線性表面
- 246...表面
- 300...楔形光導；楔形光
- 302...入口側耦接器
- 304...光入口側

306...顯示側

308...楔形提取器

310...背側

312...會聚側

D1...會聚側厚度

D2...相鄰於光入口側厚度

D3...錐形長度

D4...光導開始厚度

D5...會聚側的厚度

D6...光導長度

β, β' ...內角

β'' ...斜坡內角

φ, φ' ...會聚角

σ, σ' ...傳播角

$\sigma_{a1}, \sigma_{b1}, \sigma'_{a1}, \sigma'_{b1}, \sigma_{a2}, \sigma_{b2}$...初始傳播角

$\sigma_{ae}, \sigma_{be}, \sigma'_{ae}, \sigma'_{be}$...出射角

σ_t, σ'_t ...臨限角

發明摘要

※ 申請案號：

※ 申請日：

※IPC 分類：

【發明名稱】 楔形光導

WEDGE LIGHTGUIDE

【中文】

一種顯示裝置，其包括一光源及一楔形光導，該楔形光導界定一光入口側、一顯示側、及一背側，該顯示側及該背側面對不同方向並形成界定一會聚軸的一楔形形狀，該光入口側定位在該楔形形狀的一發散側且該背側背對該顯示裝置的一顯示表面。該背側包括複數個楔形提取器，各楔形提取器在實質正交於該會聚軸的一方向上延伸。該光源定位成相鄰於該楔形光導的該光入口側。該楔形光導經組態以通過該光入口側接收來自該光源的光線並以在從由該顯示側界定的一平面所測量的約 10° 與約 40° 之間具有一最大強度的出射角將該等光線傳輸通過該顯示側。

【英文】

A display device including a light source and a wedge lightguide defining a light-inlet side, a display side, and a back side, the display and back sides facing in different directions and forming a wedge-shape that defines a convergence axis, the light-inlet side positioned at a divergent side of the wedge-shape and the back side facing away from a display surface of the display device. The back side includes a

plurality of wedge extractors, each wedge extractor extending in a direction substantially orthogonal to the convergence axis. The light source positioned adjacent to the light-inlet side of the wedge lightguide. The wedge lightguide is configured to receive light rays from the light source through the light-inlet side and transmit the light rays through the display side an exit angle with a maximum intensity at between about 10° and about 40° measured from a plane defined by the display side.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 1

【本代表圖之符號簡單說明】：

100...光學顯示系統
102...光源
104...楔形光導
106...光學膜或裝置；轉向膜
108...顯示表面
109...法線
110...觀看者
112...光入口側
114...背側
116...顯示側
118...楔形提取器
120...成角度表面
122...主表面
124...會聚軸
126...會聚側
128...光線
133...光反射器
134...微結構；透鏡微結構；分組
D1...會聚側厚度

D2...相鄰於光入口側厚度

ϕ ...會聚角

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

申請專利範圍

1. 一種顯示裝置，其包含：

一楔形光導，其界定一光入口側、一顯示側、及一背側，該顯示側及該背側面對彼此不同的方向以形成界定一會聚軸的一楔形形狀，其中該光入口側定位在該楔形形狀的一發散側且該背側背對該顯示裝置的一顯示表面，其中該背側包含複數個楔形提取器，且其中該複數個楔形提取器的各楔形提取器在實質正交於該會聚軸的一方向上延伸；及

一光源，其定位成相鄰於該楔形光導的該光入口側，其中該楔形光導經組態以通過該光入口側接收來自該光源的光線並將該等光線傳輸通過該顯示側，其中傳輸通過該顯示側的該等光線在從由該顯示側界定的一平面所測量的約 10° 與約 40° 之間的一出射角界定一最大強度。

2. 如請求項 1 之顯示裝置，其中該複數個楔形提取器的各楔形提取器包含一成角度表面，該成角度表面界定與該光入口側相對的一內角，其中該成角度表面經組態以將在該楔形光導內傳播的光線朝向該顯示側反射，且其中該內角小於約 10° 。
3. 如請求項 2 之顯示裝置，其中該內角界定在由該背側界定的一平面與由該成角度表面界定的一平面之間的一角。
4. 如請求項 2 或 3 之顯示裝置，其中該複數個楔形提取器的該等成角度表面各界定一表面面積，其中該等成角度表面的該等表面面積隨該成角度表面距該光入口側越遠而越增加。
5. 如請求項 2 至 4 中任一項之顯示裝置，其中該複數個楔形提取器的該內角隨該成角度表面距該光入口側越遠而越增加。
6. 如請求項 2 至 4 中任一項之顯示裝置，其中該複數個楔形提取器的

該等內角實質相同，其中該複數個楔形提取器的各楔形提取器界定一深度，該深度經測量為該背側的一主表面與該楔形提取器之間在實質正交於該主表面的一方向上的一最大距離，且其中該複數個楔形提取器的該等深度隨該楔形提取器距該光入口側越遠而越增加。

7. 如請求項 1 至 6 中任一項之顯示裝置，其中該複數個楔形提取器的各楔形提取器界定在實質正交於該會聚軸的一方向上測量的一寬度，其中該複數個楔形提取器的該等寬度隨該楔形提取器距該光入口側越遠而越增加。

8. 如請求項 1 至 7 中任一項之顯示裝置，其中該複數個楔形提取器包含：

一第一楔形提取器，其界定在實質正交於該會聚軸的一方向上測量的一第一寬度；及

一第二楔形提取器，其界定在實質正交於該會聚軸的一方向上測量之大於該第一寬度的一第二寬度，其中該第一楔形提取器定位成比該第二楔形提取器更接近該光入口側。

9. 如請求項 8 之顯示裝置，其中該第一楔形提取器包含界定一第一面積的一第一成角度表面，且該第二楔形提取器包含界定大於該第一面積的一第二面積的一第二成角度表面。

10. 如請求項 8 之顯示裝置，其中該第一楔形提取器界定一第一內角且該第二楔形提取器界定大於該第一內角的一第二內角，其中一內角界定在由該背側界定的一平面與由一楔形提取器的一成角度表面界定的一平面之間的一角。

11. 如請求項 1 至 10 中任一項之顯示裝置，其中顯示側包含在實質平行於該會聚軸的一方向上延伸的複數個柱狀透鏡微結構。

12. 如請求項 1 至 11 中任一項之顯示裝置，其進一步包含一轉向膜，該轉向膜包含定位在該顯示表面與該楔形光導的該顯示側之間的複數

個微結構，其中該轉向膜接收在該楔形光導的該顯示側出射的該等光線並將該等光線朝向該顯示表面重導向。

13. 如請求項 1 至 12 中任一項之顯示裝置，其中該光入口側包含複數個微結構，該等微結構經組態以在平行於由該背側界定的一平面的一平面內擴散從該光源接收的光線。
14. 如請求項 1 至 13 中任一項之顯示裝置，其中該楔形光導進一步包含界定該光入口側的一入口側耦合器，其中該入口側耦合器經組態以在通過該光入口側進入之光經過該顯示側與該背側之間之前增加該光的一準直角。
15. 如請求項 14 之顯示裝置，其中該入口側耦合器包含垂直於該會聚軸延伸的一稜鏡。
16. 如請求項 1 至 15 中任一項之顯示裝置，其中在該顯示側出射的該等光線在約 $\pm 25^\circ$ 之間的一準直角內實質準直，其中該準直角表示從該顯示側出射的該等光線的一強度係該最大強度的至少 10%的一範圍。
17. 如請求項 1 至 16 中任一項之顯示裝置，其中在該顯示側出射的該等光線在從由該背側界定的一平面測量的約 0° 與約 50° 之間的一準直出射角內經實質準直並相對於該會聚軸對準。
18. 如請求項 1 至 17 中任一項之顯示裝置，其中該楔形光導界定至少 1.5 mm 之在該顯示側與該背側之間的一厚度。
19. 如請求項 1 至 18 中任一項之顯示裝置，其中該楔形光導進一步包含與該光入口側相對的一會聚側，其中少於 10%之通過該光入口側進入的該等光線通過該會聚側出射。
20. 如請求項 19 之顯示裝置，其中少於 7%之通過該光入口側進入的該等光線通過該會聚側出射。
21. 如請求項 1 至 20 中任一項之顯示裝置，其中該背側實質平行於該顯

示表面而對準。

22. 如請求項 1 至 20 中任一項之顯示裝置，其中該顯示側實質平行於該顯示表面而對準。

23. 一種楔形光導，其包含：

一光入口側，其界定該楔形光導的一發散側；

一會聚側，其相對於該光入口側；

一顯示側，其實質正交於該光入口側而對準；及

一背側，其中該顯示側及該背側面對彼此不同的方向以形成一楔形形狀，該楔形形狀界定一會聚軸，其中該光入口側及該會聚側在該楔形形狀的相對端，其中該背側包含複數個楔形提取器，且其中各楔形提取器在實質正交於該會聚軸的一方向上延伸，

其中該楔形光導經組態以通過該光入口側接收來自一光源的光線並將該等光線傳輸通過該顯示側，其中傳輸通過該顯示側的該等光線在從由該顯示側界定的一平面所測量的約 10° 與約 40° 之間的一出射角界定一最大強度。

24. 如請求項 23 之楔形光導，其中該複數個楔形提取器的各楔形提取器包含一成角度表面，該成角度表面界定與該光入口側相對的一內角，其中該成角度表面經組態以將在該楔形光導內傳播的光線朝向該顯示側反射，且其中該內角小於約 10° 。

25. 如請求項 24 之楔形光導，其中該內角界定在由該背側界定的一平面與由該成角度表面界定的一平面之間的一角。

26. 如請求項 24 或 25 之楔形光導，其中該複數個楔形提取器的該等成角度表面各界定一表面面積，其中該等成角度表面的該等表面面積隨該成角度表面距該光入口側越遠而越增加。

27. 如請求項 24 至 26 中任一項之楔形光導，其中該複數個楔形提取器的該內角隨該成角度表面距該光入口側越遠而越增加。

28. 如請求項 24 至 26 中任一項之楔形光導，其中該複數個楔形提取器的該等內角實質相同，其中該複數個楔形提取器的各楔形提取器界定一深度，該深度經測量為該背側的一主表面與該楔形提取器之間在實質正交於該主表面的一方向上的一最大距離，且其中該複數個楔形提取器的該等深度隨該楔形提取器距該光入口側越遠而越增加。
29. 如請求項 23 至 28 中任一項之楔形光導，其中該複數個楔形提取器的各楔形提取器界定在實質正交於該會聚軸的一方向上測量的一寬度，其中該複數個楔形提取器的該等寬度隨該楔形提取器距該光入口側越遠而越增加。
30. 如請求項 23 至 29 中任一項之楔形光導，其中該複數個楔形提取器包含：
- 一第一楔形提取器，其界定在實質正交於該會聚軸的一方向上測量的一第一寬度；及
 - 一第二楔形提取器，其界定在實質正交於該會聚軸的一方向上測量之大於該第一寬度的一第二寬度，其中該第一楔形提取器定位成比該第二楔形提取器更接近該光入口側。
31. 如請求項 30 之楔形光導，其中該第一楔形提取器包含界定一第一面積的一第一成角度表面，且該第二楔形提取器包含界定大於該第一面積的一第二面積的一第二成角度表面。
32. 如請求項 30 之楔形光導，其中該第一楔形提取器界定一第一內角且該第二楔形提取器界定大於該第一內角的一第二內角，其中一內角界定在由該背側界定的一平面與由一楔形提取器的一成角度表面界定的一平面之間的一角。
33. 如請求項 23 至 32 中任一項之楔形光導，其中顯示側包含在實質平行於該會聚軸的一方向上延伸的複數個柱狀透鏡微結構。

34. 如請求項 23 至 33 中任一項之楔形光導，其中該光入口側包含複數個微結構，該等微結構經組態以在平行於由該背側界定的一平面的一平面內擴散通過該光入口側接收的光線。
35. 如請求項 23 至 34 中任一項之楔形光導，其進一步包含界定該光入口側的一入口側耦接器，其中該入口側耦接器經組態以在通過該光入口側進入之光經過該顯示側與該背側之間之前增加該光的一準直角。
36. 如請求項 35 之楔形光導，其中該入口側耦接器包含垂直於該會聚軸延伸的一稜鏡。
37. 如請求項 23 至 36 中任一項之楔形光導，其中在該顯示側出射的該等光線在從由該背側界定的一平面測量的約 0° 與約 50° 之間的一準直出射角內經實質準直並相對於該會聚軸對準。
38. 如請求項 23 至 37 中任一項之楔形光導，其中該楔形光導界定至少 1.5 mm 之在該顯示側與該背側之間的一厚度。
39. 如請求項 23 至 38 中任一項之楔形光導，其中少於 10% 之通過該光入口側進入的該等光線通過該會聚側出射。
40. 一種楔形光導，其包含：
 - 一入口側耦接器，其界定該光入口側，該光入口側界定該楔形光導的一發散側，其中該入口側耦接器經組態以增加通過該光入口側進入之光的一準直角；
 - 一會聚側，其相對於該光入口側；
 - 一顯示側，其實質正交於該光入口側對準並相鄰於該入口側耦接器；及
 - 一背側，其中該顯示側與該背側面對彼此不同的方向以形成一楔形形狀，該楔形形狀界定一會聚軸，其中該光入口側及該會聚側在該楔形形狀的相對端，其中該背側包含複數個楔形提取器，且其中

各楔形提取器在實質正交於該會聚軸的一方向上延伸，且其中該複數個楔形提取器的各楔形提取器包含一成角度表面，該成角度表面界定相對於該光入口側的一內角，其中該內角小於約 10° ，

其中該楔形光導經組態以通過該光入口側接收來自一光源的光線並將該等光線傳輸通過該顯示側，其中傳輸通過該顯示側的該等光線在從由該顯示側界定的一平面所測量的約 10° 與約 40° 之間的一出射角界定一最大強度。

41. 如請求項 40 之楔形光導，其中該楔形光導界定至少 1.5 mm 之在該顯示側與該背側之間的一厚度。
42. 如請求項 40 或 41 之楔形光導，其中少於 10% 之通過該光入口側進入的該等光線通過該會聚側出射。

圖式

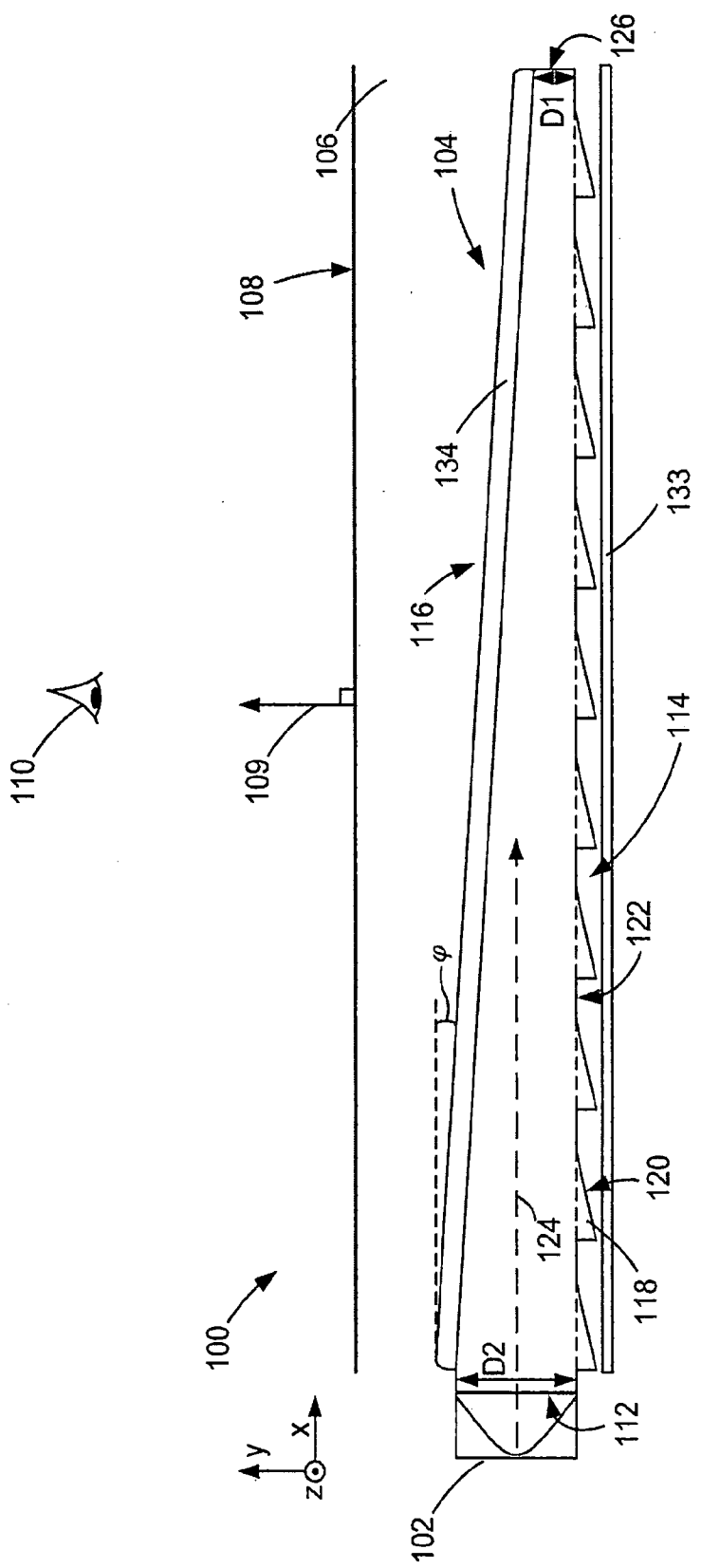


圖1

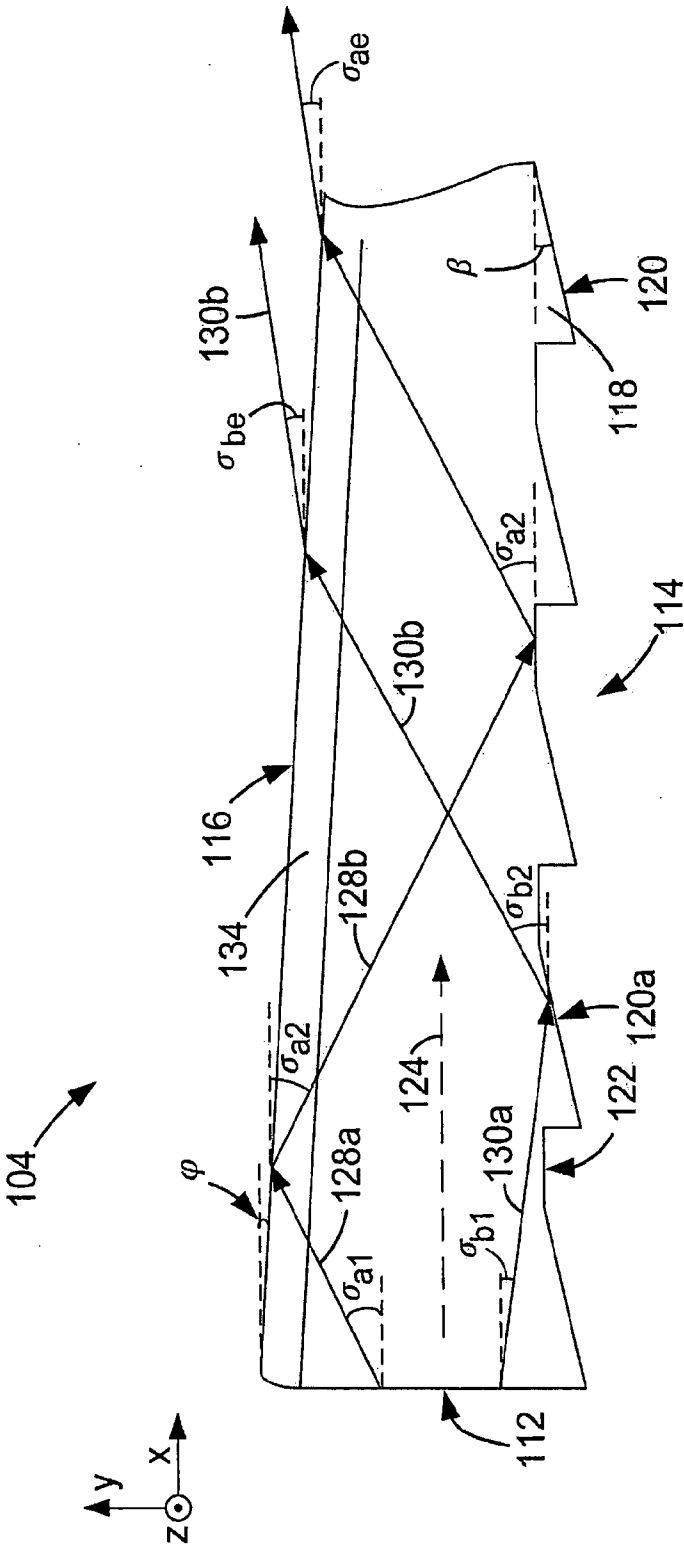


圖2

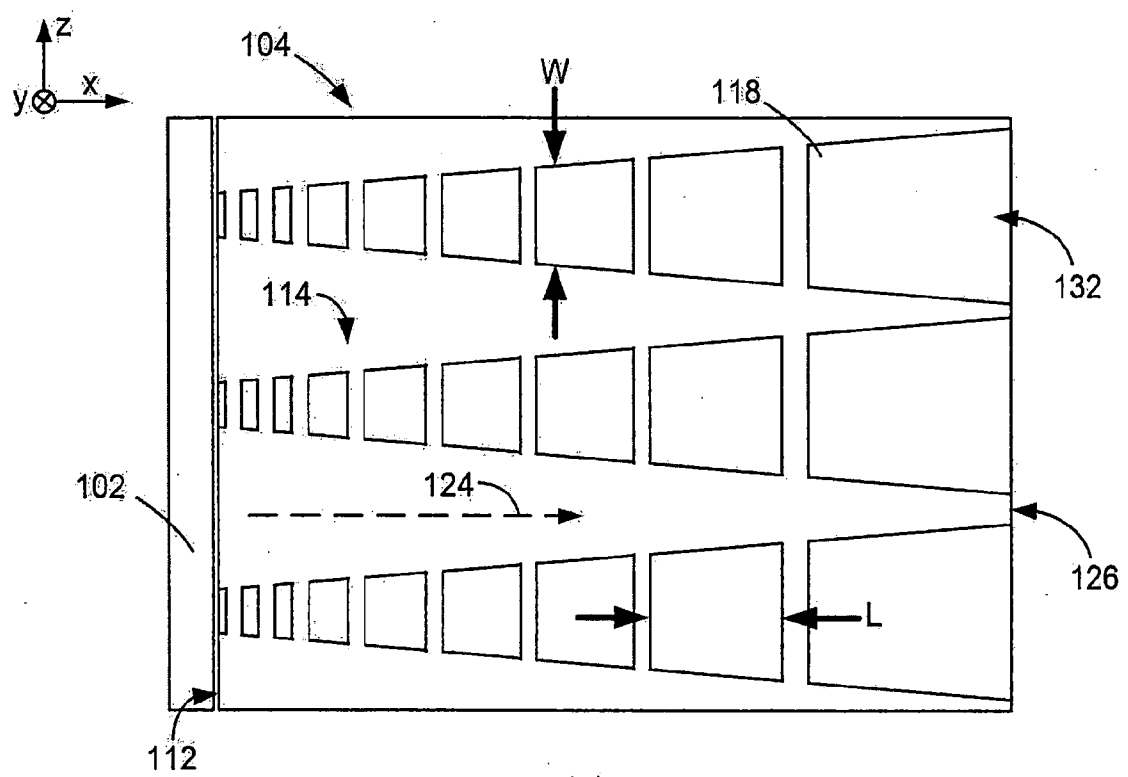


圖3

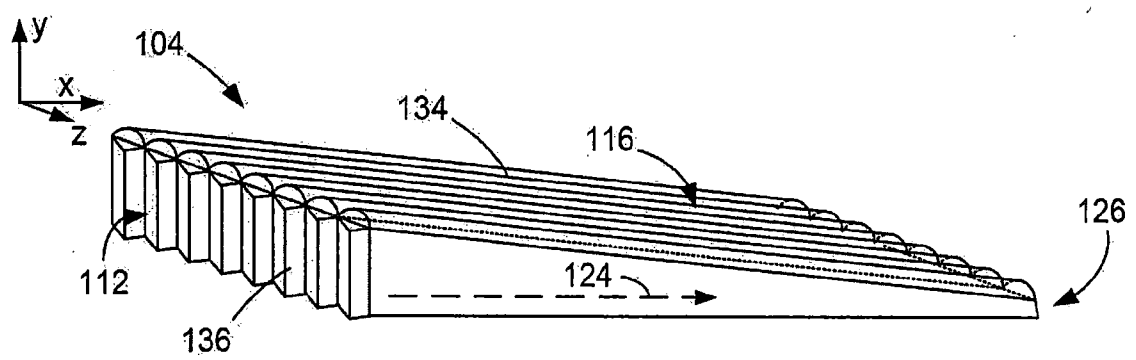


圖4

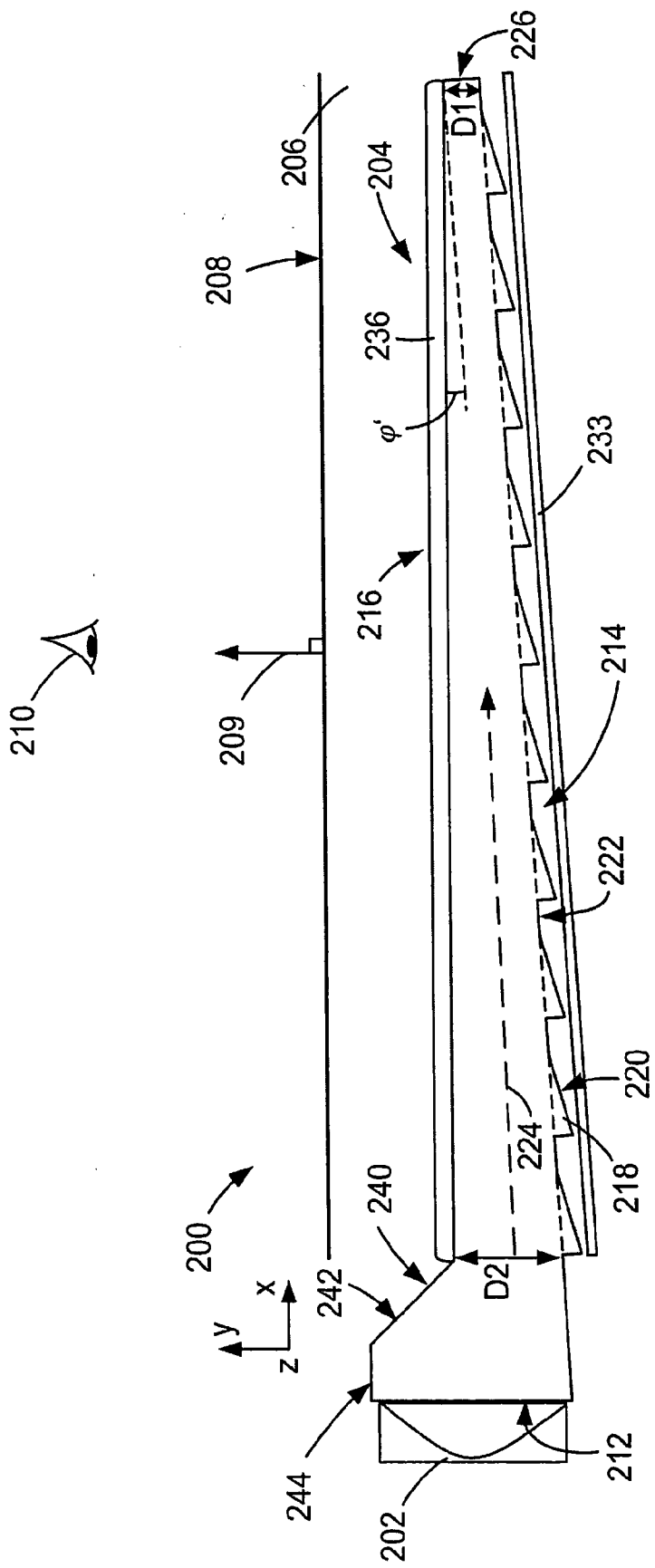


圖5

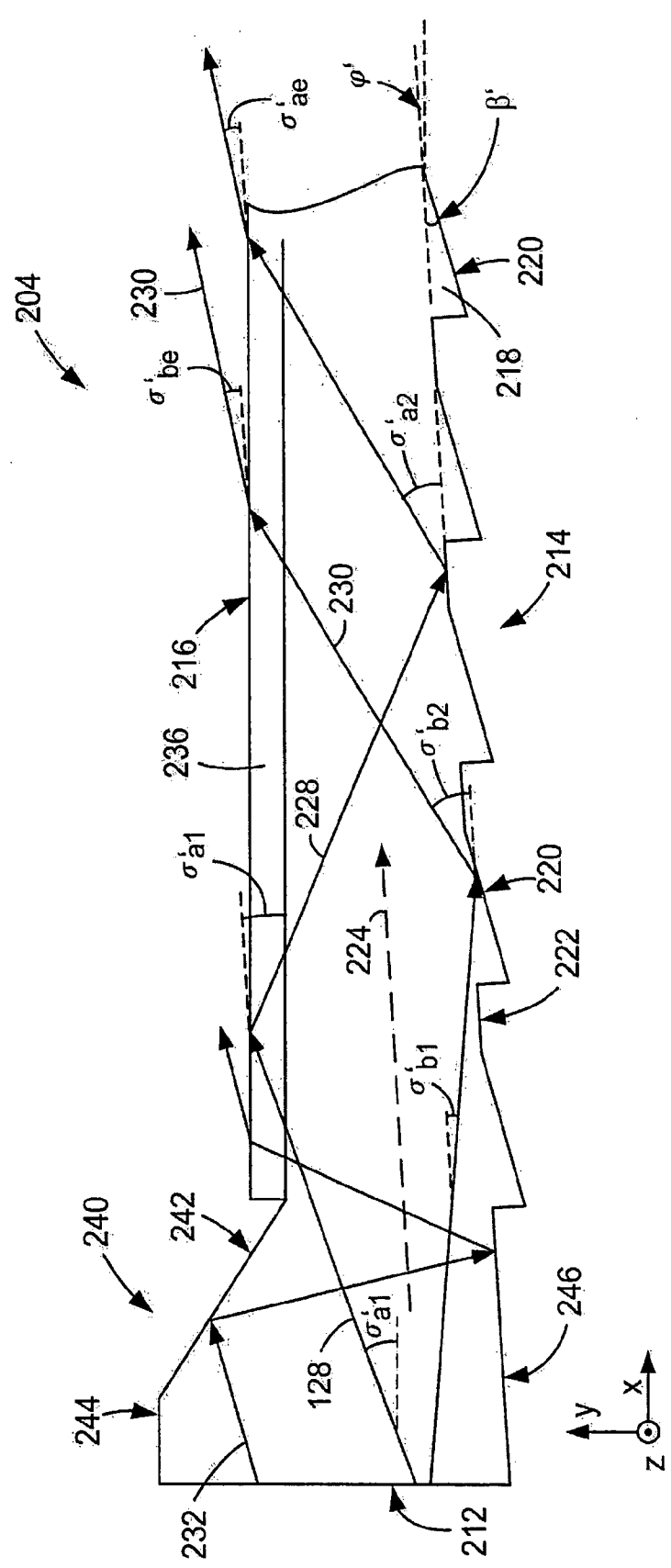


圖6

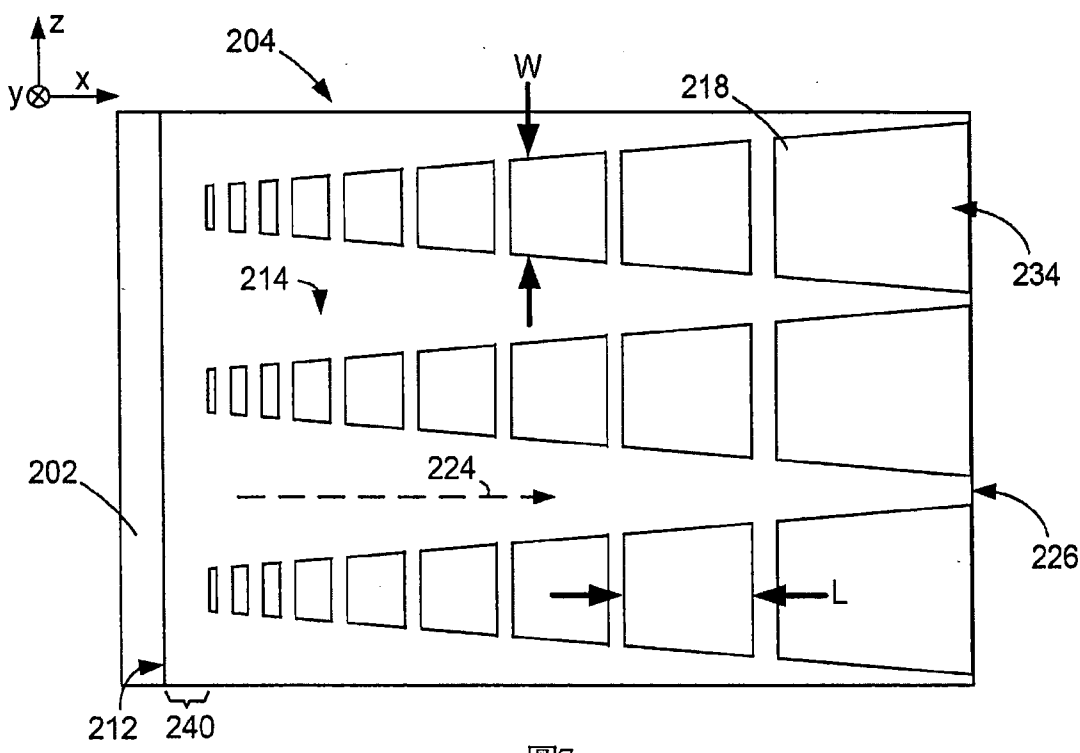


圖7

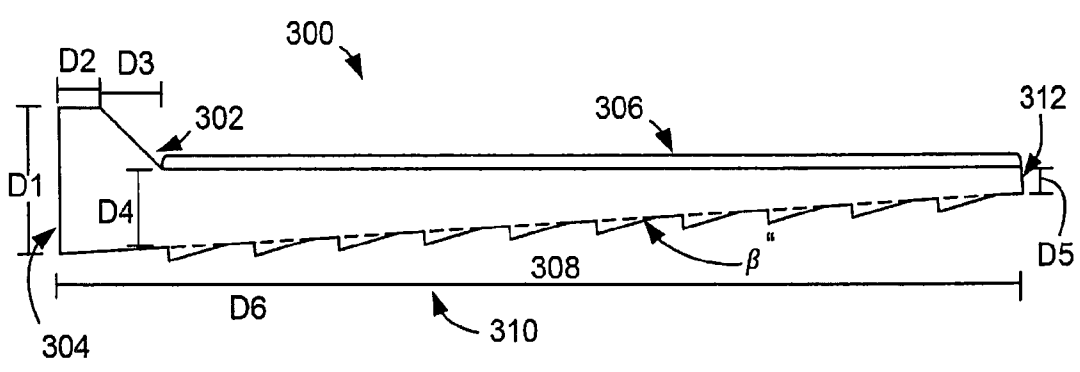


圖8

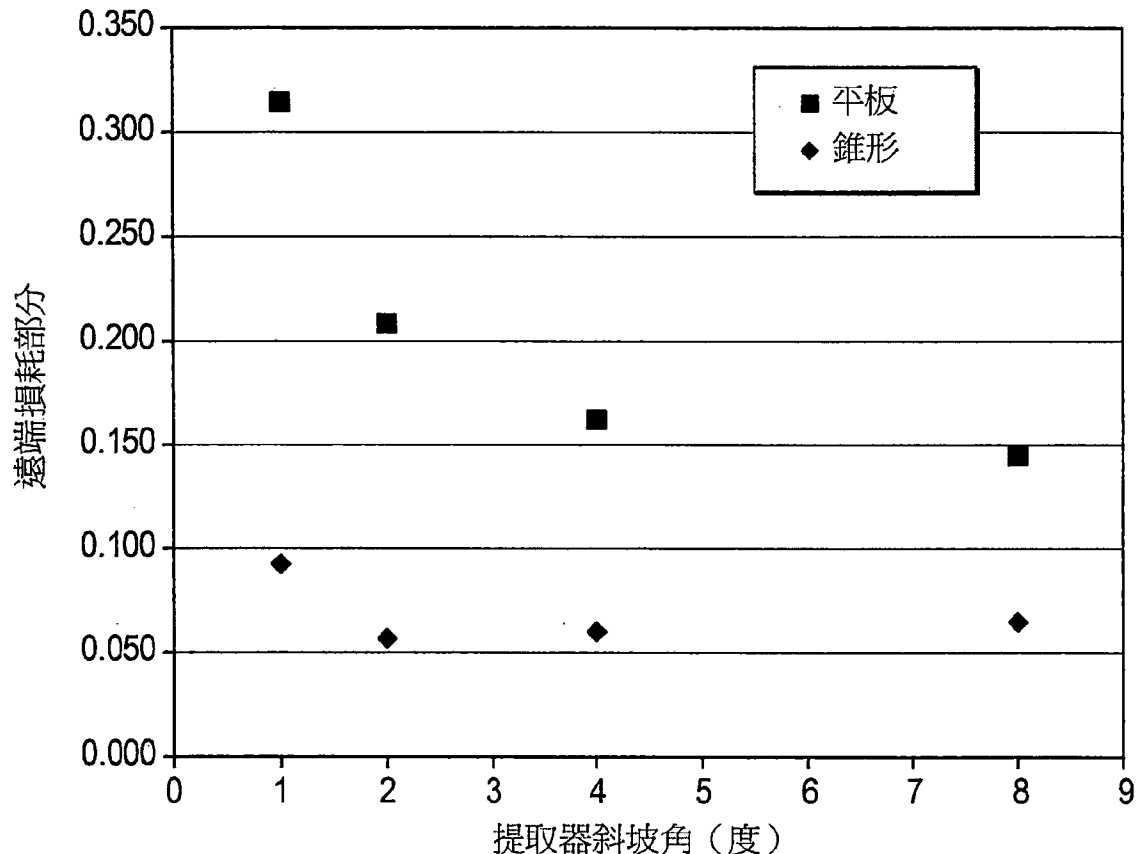


圖9

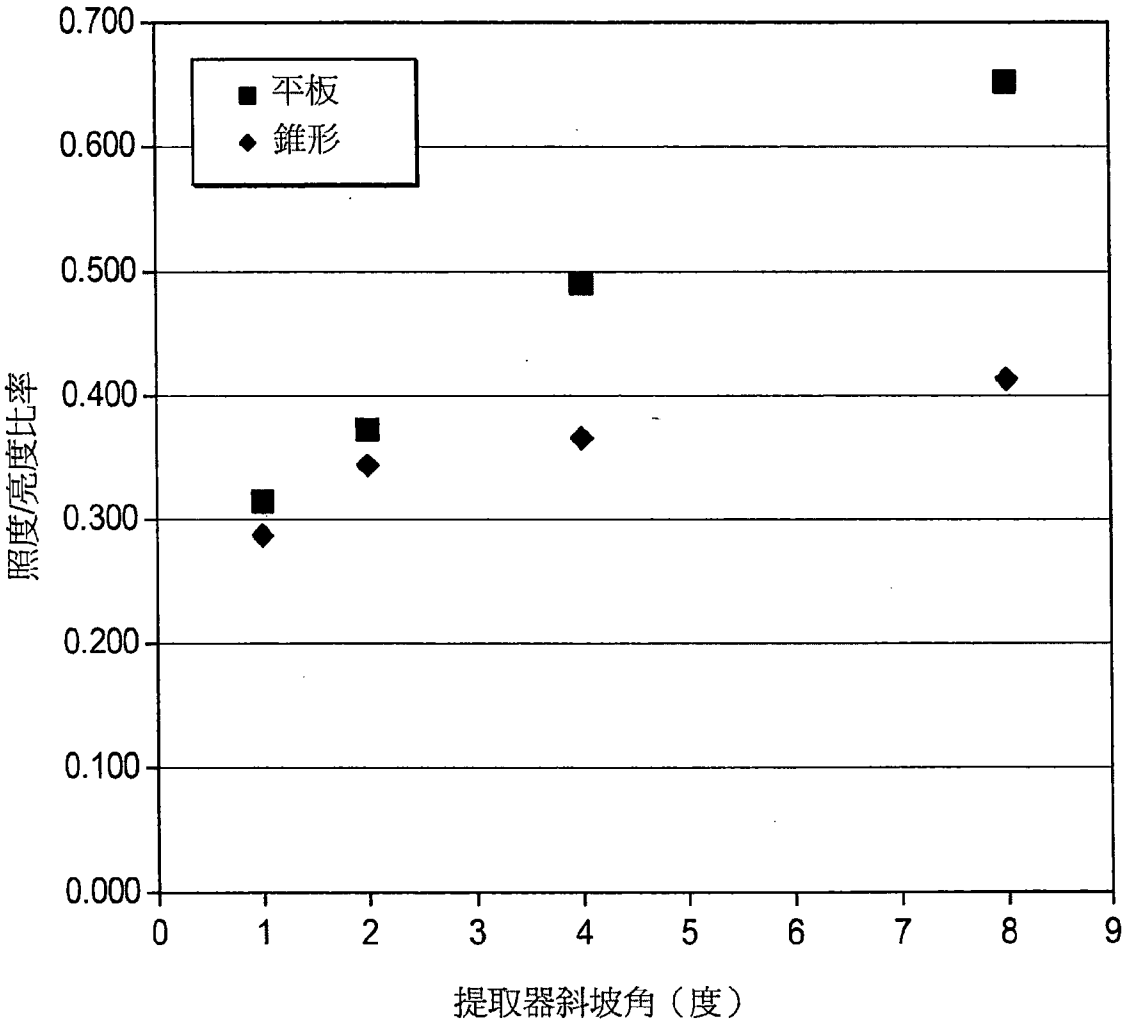


圖10

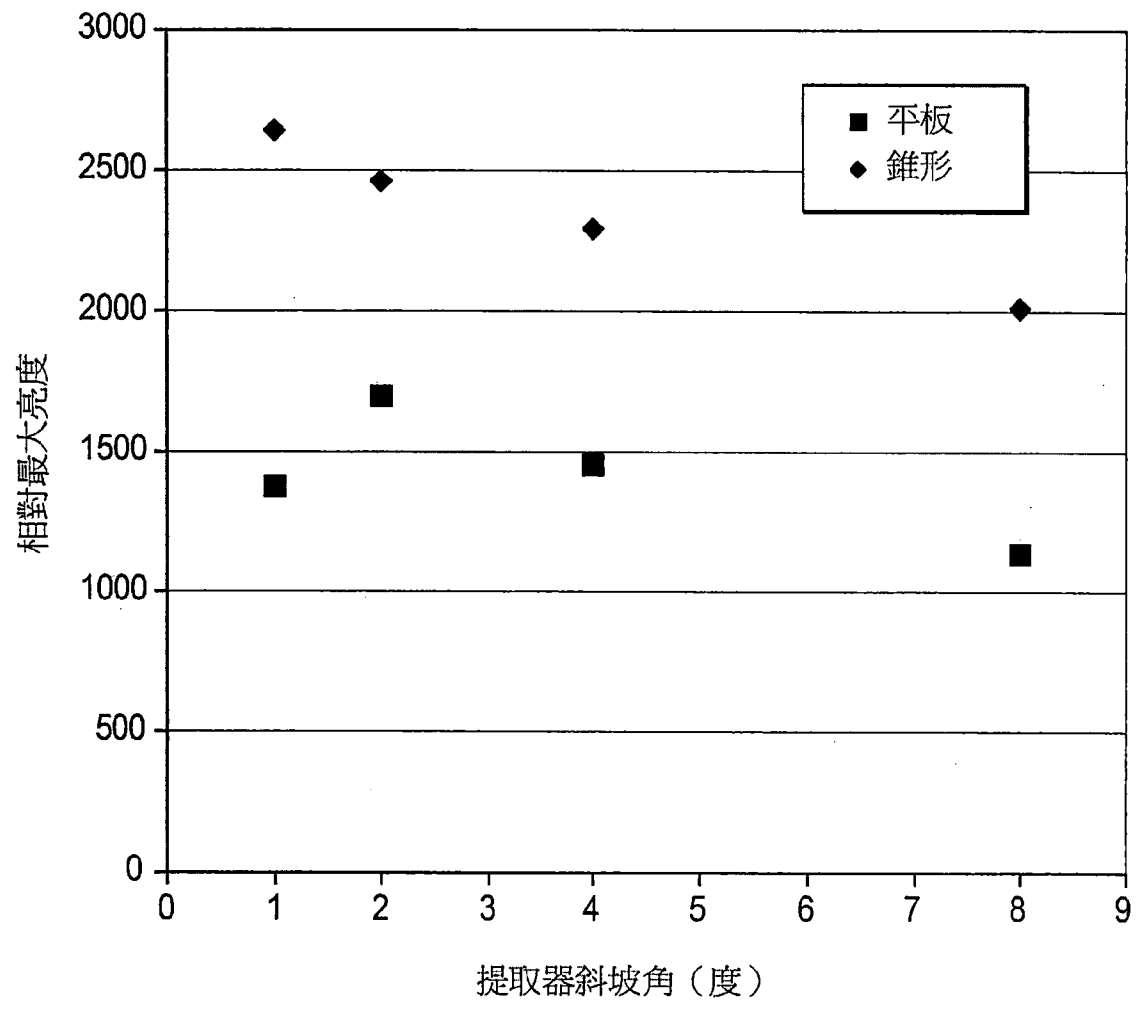


圖11