



(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 I801904 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 05 月 11 日

(21)申請案號：110122137

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 06 月 17 日

(51)Int. Cl. : G02B6/13 (2006.01)

G02B27/01 (2006.01)

G02B27/44 (2006.01)

G02B6/34 (2006.01)

(30)優先權：2020/06/17 芬蘭

20205642

(71)申請人：芬蘭商迪斯派利克斯公司 (芬蘭) DISPELIX OY (FI)

芬蘭

(72)發明人：爾德曼尼斯 米可海奧 ERDMANIS, MIKHAIL (FI)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 201037358A

CN 109891298A

US 6545808B1

US 2019/0114484A1

US 2020/0110278A1

審查人員：林韋廷

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：8 共 28 頁

(54)名稱

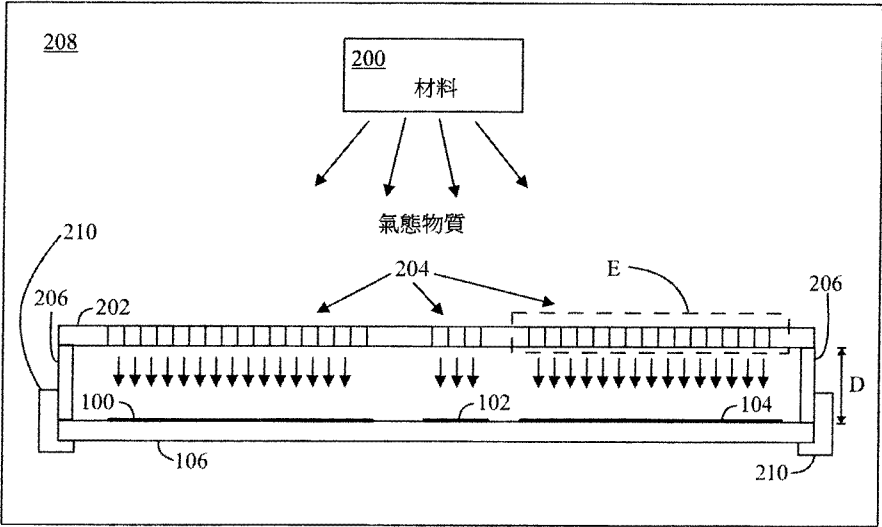
光學元件的製造方法、光學元件、和用於製造光學元件的設備

(57)摘要

強化實境眼鏡的光學元件之製造方法。經過板件在距波導器的非零距離處之穿孔，將至少一層材料沉積於波導器上。使至少一層的高度回應於穿孔之橫截面積而變動，穿孔基於此等穿孔在板件中的位置而變動，用於由至少一層在波導器上形成至少一繞射光柵，此至少一繞射光柵於波導器及環境之間施行可見光的輸入耦合及/或輸出耦合。

A manufacturing method of an optical element of an augmented reality eyewear. At least one layer of a material is deposited on a waveguide through perforations of a plate at a non-zero distance from the waveguide. Height of the at least one layer is made to vary in response to cross sectional areas of the perforations, which vary based on a location of the perforations in the plate for forming at least one diffractive grating on the waveguide from the at least one layer, the at least one diffractive grating performing in-coupling and/or out-coupling of visible light between the waveguide and environment.

指定代表圖：



【圖 2】

符號簡單說明：

- 100:輸出耦合繞射光柵
- 102:繞射光柵
- 104:輸出耦合繞射光柵
- 106:波導器
- 200:材料
- 202:板件
- 204:穿孔
- 206:間隔件結構
- 208:沉積系統
- 210:調整配置



【發明摘要】

公告本

【中文發明名稱】

光學元件的製造方法、光學元件、和用於製造光學元件的設備

【英文發明名稱】

MANUFACTURING METHOD OF OPTICAL ELEMENT, OPTICAL ELEMENT AND APPARATUS FOR MANUFACTURING OPTICAL ELEMENT

【中文】

強化實境眼鏡的光學元件之製造方法。經過板件在距波導器的非零距離處之穿孔，將至少一層材料沉積於波導器上。使至少一層的高度回應於穿孔之橫截面積而變動，穿孔基於此等穿孔在板件中的位置而變動，用於由至少一層在波導器上形成至少一繞射光柵，此至少一繞射光柵於波導器及環境之間施行可見光的輸入耦合及／或輸出耦合。

【 英文 】

A manufacturing method of an optical element of an augmented reality eyewear. At least one layer of a material is deposited on a waveguide through perforations of a plate at a non-zero distance from the waveguide. Height of the at least one layer is made to vary in response to cross sectional areas of the perforations, which vary based on a location of the perforations in the plate for forming at least one diffractive grating on the waveguide from the at least one layer, the at least one diffractive grating performing in-coupling and/or out-coupling of visible light between the waveguide and environment.

【指定代表圖】圖 2

【代表圖之符號簡單說明】

100:輸出耦合繞射光柵

102:繞射光柵

104:輸出耦合繞射光柵

106:波導器

200:材料

202:板件

204:穿孔

206:間隔件結構

208:沉積系統

210:調整配置

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

光學元件的製造方法、光學元件、和用於製造光學元件的設備

【英文發明名稱】

MANUFACTURING METHOD OF OPTICAL ELEMENT, OPTICAL ELEMENT AND APPARATUS FOR MANUFACTURING OPTICAL ELEMENT

【技術領域】

【0001】本發明有關光學元件的製造方法、光學元件及用於製造光學元件之設備。

【先前技術】

【0002】基於繞射光柵的強化實境(AR)眼鏡之光學組合器通常用高折射率薄膜製成，此等薄膜沉積在用作光導器的透明基板之頂部上，並圖案化以形成繞射光學元件(DOE)。

【0003】眼鏡的操作意味著可見光範圍之光係經過繞射光柵耦合進入波導器，且於光分佈在波導器內側之後，它經過另一繞射光柵輸出耦合，使得使用者看到除了可經過波導器看到的周圍環境以外之數位影像。為了達成更好的影像品質，繞射光柵配置之散射強度通常應該以可控方

式於低值與高值之間調制，而橫越繞射光柵配置的散射強度中具有大差異、例如2至10倍以上。

【0004】有多種標準方式來調制橫越繞射光柵配置之散射強度，包括光柵圖案本身中的變動或光柵特徵之高度中的變化(亦即光柵突脊高度或光柵溝槽深度)。光柵圖案之變動本質上受到所利用的製造製程所限制，且通常它們不能橫越繞射光柵配置在散射強度中提供足夠強的調制(例如，10倍以上)。因此，於許多案例中，有用於光柵特徵高度中之可控變動的需要。然而，此類型之調制使繞射光柵配置的製造更加複雜，且要求使用額外之製程步驟，如同：沉積額外層、引導多數蝕刻步驟、使用灰階微影等。在此等複雜的製造順序中，製程良率亦遭受影響，且製造成本增加。因此，對於改進有基本之需要性。

【發明內容】

【0005】本發明尋求提供強化實境眼鏡的可製造性之改進。

【0006】本發明藉由獨立請求項所界定。實施例在附屬請求項中界定。

【圖式簡單說明】

【0007】下面僅通過範例並參考附圖敘述本發明的示範實施例，其中

[圖 1A 及 1B]說明 AR 眼鏡之範例；

[圖 2]說明沉積製程的範例；

[圖 3A]說明帶有穿孔之板件的範例；

[圖 3B]說明經過具有穿孔之板件沉積至波導器上的固體材料層之範例；

[圖 3C]說明於此層上的圖案化抗蝕劑或蝕刻遮罩之範例；

[圖 4]說明繞射光柵的突脊之高度分佈的範例，突脊係由波導器上之固體材料所製成；

[圖 5A]說明固體材料所製成的突脊之高度分佈及板件的穿孔之橫截面積的範例；

[圖 5B]說明突脊之高度分佈及板件的穿孔之橫截面積的另一範例；

[圖 6]說明彎曲板件之範例；

[圖 7]說明包含帶有繞射光柵的波導器之 DOE 的範例；
及

[圖 8]說明製造方法之流程圖的範例。

【實施方式】

【0008】以下實施例僅為範例。儘管本說明書可在數個位置中提及“一”實施例，但這並不一定意味著每一個此參考都是針對相同之實施例，或此特徵僅適用於單一實施例。不同實施例的單一特徵亦可結合以提供其它實施例。再者，「包含」及「包括」等詞應理解為不將所敘述之實

施例限制於僅由已提及的那些特徵所組成，且此等實施例亦可含有尚未明確地提及之特徵/結構。如果這些實施例的組合未導致結構或邏輯矛盾，則認為這些實施例之所有組合都是可能的。

【0009】應當注意，雖然圖面說明諸多實施例，但它們是僅顯示一些結構及／或功能實體之簡化圖解。圖面中所顯示的連接可意指邏輯或物理連接。對熟諳本技術領域之人員來說顯而易見的是，所敘述之設備亦可包含除了圖面及文字中所敘述的那些者以外之其他功能及結構。應當理解，一些功能、結構、及使用於操作的發信號之細節係與實際發明無關。因此，在此不需要更詳細地討論它們。

【0010】下面，呈現一種控制由具有高折射率的固體材料所製成之繞射光柵特徵的局部厚度之技術。週期性的特徵可包括繞射光柵的突脊及溝槽，例如，定位於任何二直接相鄰的突脊之間的溝槽，且反之亦然。厚度可在一維度或二維度中控制。此方式的基本益處是具有高折射率之固體材料特徵的厚度分佈可定製塑形。接著將所形成之輪廓使用於製造 DOE，並順著沉積薄膜厚度輪廓進行散射效率調制。接著可僅用一個蝕刻步驟形成 DOE，例如，不像在具有多個蝕刻步驟的方式。

【0011】圖 1A 及 1B 說明 AR(強化實境)眼鏡之範例。例如，眼鏡可看起來像雙筒望遠鏡、眼罩或護目鏡。於實施例中，眼鏡可為與像無檐帽、有檐帽或頭盔的頭飾相

連。在圖 1A 中，眼鏡包含光學元件 10 及影像生成單元 12，此影像生成單元 12 又可具有影像來源 14 及光學部件配置 16。影像生成單元 12 生成影像(靜止或視頻)之可見光，此可見光經過光學部件配置 16 及位於波導器 106 的表面上之繞射光柵 102 耦合至可見光的波導器 106。於圖 1B 中，眼鏡包含二個零件 A 及 B，每一個零件用於一個眼睛 150、152。影像生成單元 12 可將影像之可見光引導至光學部件配置 16，此光學部件配置 16 可將光分流至二個零件 A 及 B。代替光學分光，眼鏡可具有二個影像生成單元 12，每一個影像生成單元用於一個零件 A 及 B。

【0012】波導器 106 允許可見光經由來自輸入耦合區域的全內反射傳播至一個以上之所期望區域，在此可見光係藉由繞射光柵 102 輸入耦合進入波導器 106，此區域具有第一輸出耦合繞射光柵 100 及第二輸出耦合繞射光柵 104。波導器 106 可為由像例如玻璃、藍寶石及／或聚合物的透明材料所製成。例如，玻璃可包含高折射率燧石玻璃系列。波導器 106 亦可稱為光導器。波導器 106 之折射率可為由約 1.7 至 2 或更高。

【0013】可見光因此於波導器 106 內橫側地導引，且第一及第二輸出耦合繞射光柵 100、104 的一或兩者將可見光輸出耦合至波導器 106，以便將可見光引導進入使用者之一或兩個眼睛 150、152，用於顯示影像。輸出耦合繞射光柵 100、104 使用作 AR 眼鏡中的光學組合器。亦即，使用者可經過光學元件 10 看到環境及由第一與第二繞射光柵

100、104所散射之影像。

【0014】在實施例中，第一輸出耦合繞射光柵 100與第二輸出耦合繞射光柵 104之間的距離 DD可為至少大約與人類眼睛 150、152之間的距離 DE相同，其係稱為瞳孔間距離 (IPD)。此距離 DD例如可為約 63 mm。然而，第一輸出耦合繞射光柵 100、輸入耦合繞射光柵 102、及第二輸出耦合繞射光柵 104可於另一實施例中之波導器 106上形成連續的繞射元件結構。

【0015】作為進一步之細節，例如，距離 DD可為與 IPD的平均值或估計值相同。例如，IPD、亦即距離 DE對於插入式配件可為大約 64 mm，且對於凹入式配件可為 62 mm。因此，距離 DD可判定為第一輸出耦合繞射光柵 100之中心與第二輸出耦合繞射光柵 104的中心之間的間距。

【0016】在圖 1A所說明之實施例中，眼鏡具有一光學部件 10及一用於雙眼 150、152的影像生成單元 12。

【0017】在實施例中，為每一隻眼睛 150、152，眼鏡可具有一光學部件 10及一影像生成單元 12。

【0018】於實施例中，繞射光柵 100至 104可為在波導器 106之任一側面上。於實施例中，繞射光柵 100至 104的至少一個可為在波導器 106之與它們的至少一個相對之側面上。

【0019】圖 2說明沉積製程的範例。使用於形成至少一個繞射光柵 100、102、104之材料 200係經過板件 202的穿孔 204沉積至波導器 106或波導器 106之預製件上。在製

造製程期間，“波導器”一詞亦被認為包括波導器 106 的預製件。板件 202 距波導器 106 係於非零距離 D 處。例如，可使用間隔件結構 206 來設定距離 D。板件 202 可為藉由間隔件結構 206 所支撐。如果波導器 106 之形狀是圓形，則間隔件結構 206 可為繞著波導器 106 的外輪廓之環件。包括間隔件結構 206 的結構之總厚度可具有大於距離 D 的厚度。間隔件結構 206 可具有一形狀，此形狀帶有圓形之外圓周及帶有圓形開口、矩形開口及／或其他支撐板件在波導器 106 上的定位之定製形狀的開口之內側面，並篩選其他區域，以免於其上沉積材料 200。因此，間隔件結構 206 可具有等於距離 D 的厚度。間隔件結構 206 之材料可包含例如金屬、玻璃、陶瓷等。在實施例中，間隔件結構 206 可包含例如陽極化鋁。

【0020】於實施例中，間隔件結構 206 可包含至少一個調整配置 210。調整配置 210 可為例如機械式、機電式、液壓式及／或氣動式。例如，機械式調整配置可包含螺桿。例如，機電調整配置可包含電動馬達及藉由電動馬達所旋轉的螺桿。

【0021】距離 D 係重要之參數，其可取決於以下者考量；a) 沉積製程的反應器類型、本質及參數；b) 板件 202 之厚度；c) 特徵尺寸，包括板件 202 中的穿孔 204 之高度及／或寬度和穿孔 204 的結構；d) 特定之 DOE 佈局；e) 晶圓上的 DOE 之配置。在此 DOE 佈局意指不同的光柵形狀是可能的，並取決於特定之形狀（例如，矩形、領結、三角形

等)，板件 202 中的穿孔 204 將具有不同之配置。DOE 的配置隱含有不同之選項，取決於例如具有不同高度的數個 DOE 如何相對於彼此定位，以便調整或控制此層 300 之高度縱向分佈。

【0022】板件 202 與波導器 106 之間的距離 D 可設定至特定之最佳值。在實施例中，距離 D 例如可為約 5 mm。如果距離 D 太小，則穿孔 204 的特徵可為未充分均勻，且層 300 之結構可不夠保形。如果距離 D 過長，則局部薄膜厚度控制的精度可降低。於實施例中，板件 202 可為相對於波導器 106 傾斜。

【0023】在實施例中，間隔件結構 206 亦可包括為特定案例且未於附圖中顯示之附加元件。這些元件可為：a) 支撐陰影遮罩的附加特徵，b) 使用於屏蔽所製造之 DOE 區域(或環繞 DOE)的附加特徵，在此不應沉積高折射材料，亦即應與沉積高折射率層保持清潔之區域。

【0024】例如，板件 202 的材料可包含金屬、玻璃、陶瓷等。於實施例中，金屬可為例如能具有高純度之不鏽鋼。在實施例中，例如，板件 202 的厚度可於約 0.001 mm 至約 1 mm 之間。在實施例中，典型的厚度可為例如約 0.01 mm 至約 0.1 mm。於範例中，厚度可為約 0.05 mm。

【0025】在實施例中，例如，波導器 106 及板件 202 之直徑可由幾十毫米變動至 450 mm。大波導器 106 可切成適合用於眼鏡的配件。在實施例中，例如，波導器 106 及板件 202 的直徑可為約 100 mm。沉積系統 208 可針對較小/較

大直徑之波導器 106 進行縮放/修改或能縮放的。

【0026】如圖 3A 之範例中所顯示，其顯示圖 2 的截面 E，穿孔 204 之橫截面積取決於板件 202 中的位置以已決定之方式變動(僅只少數穿孔在圖 3A 中具有參考數字，因為所有穿孔都不能用數字標記)。於圖 3A 的範例中，穿孔 204 之橫截面積在 X 軸的方向中變動，但於 Y 軸之方向中保持恆定。

【0027】在實施例中，穿孔 204 的橫截面積之變動於板件 202 的表面上可為一維度的，而穿孔 204 之橫截面積可在另一維度中保留恆定(穿孔可僅於空間上分佈在二維度中)。此等維度可為笛卡爾坐標系或極坐標系的那些維度，其每一維度可被認為是正交於另一維度及／或獨立於另一維度之空間範圍。在實施例中，穿孔 204 的橫截面積可作為二維度之值的函數而變動。

【0028】圖 3A 顯示六邊形穿孔作為範例，及於 X 方向中之遮罩開口區域的調制。穿孔 204 之形狀可為：例如六邊形、圓形、矩形、線性、星形、這些形狀的任意組合。穿孔 204 之形狀亦可為定製的。

【0029】具有穿孔 204 之板件 202 可製成在 x 方向、x 及 y 方向、或橫跨板件 202 的定製圖案中實踐期望之開口對固體面積比例或光柵填充因數。

【0030】於實施例中，固體材料 200 可轉變為可流動狀態，其可為氣態或蒸氣狀態，以便允許其通過板件 202 的穿孔 204。然後可流動狀態中之材料 200 在波導器 106 上

固化。

【0031】於實施例中，用於沉積至波導器上的材料轉移可為例如在汽化狀態中施行。然後，例如，固體材料 200 可轉變為蒸氣狀態，且蒸氣於例如氣相沉積製程中冷凝為波導器 106 上之層狀或薄膜結構。氣相沉積可使用例如濺射、化學氣相沉積、或物理氣相沉積來實現，但不限於這些。

【0032】本領域技術人員熟悉可使用作沉積系統 208 的諸多沉積系統及製程。例如，固體材料 200 在可見光範圍中可具有等於或高於波導器 106 之折射率。在一些案例中，材料 200 的折射率亦可為低於波導器 106 之折射率。例如，固體材料 200 的折射率可為在約 1.8 至約 2.7 或甚至高達 3.5 之範圍中。然而，它亦可為低於約 1.8。高折射率導致光的有效散射，及於輸入耦合及輸出耦合角度之寬廣範圍內的典型更好之 DOE 性能，其依次為使用者導致更好的影像品質。

【0033】圖 3B 顯示板件 202 之穿孔圖案如何可轉變為波導器 106 上的材料 200 之層 300 的特定高度縱向分佈之範例。材料 200 的分佈可如於此範例中那樣為線性的，或它可順著任何形狀、如同非線性函數之形狀。

【0034】板件 202 中的特徵之單位單元應該足夠小，以提供此層 300 的局部厚度及良好均勻性之高度控制。除其他因素以外，由於最小特徵尺寸受板件 202 的厚度及穿孔技術所限制，如同 0.1 mm 及以下之薄遮罩可為普遍有利

的。板件 202 之特徵的所需分辨率及板件 202 之厚度取決於所製造的 DOE 之特定佈局。

【0035】在實施例中，板件 202 與波導器 106 之間的距離 D 可取決於板件 202 之穿孔 204 的橫截面之面積。在實施例中，板件 202 與波導器 106 之間的距離 D 可取決於板件 202 之穿孔 204 的橫截面之最小面積。

【0036】在實施例中，板件 202 的穿孔 204 之橫截面的面積越小，則距離 D 可為越短。對應地，板件 202 之穿孔 204 的橫截面之面積越大，則距離 D 可為越長。以此方式，材料 200 亦可散佈至未直接重疊或面向穿孔 204 的波導器 106 之面積。此散佈又導致波導器 106 上的材料 200 之平坦或至少完全/相當平坦的層 300。

【0037】圖 3C 說明材料 200 之層 300 上的圖案化抗蝕劑或蝕刻遮罩層 302 之範例。然後可蝕刻材料 200 的層 300，以便形成包括光柵之突脊 304 及溝槽 306 的特徵(看圖 4)。於實施例中，蝕刻可包括乾式蝕刻。代替蝕刻，例如可藉由任何其他合適之先前技術圖案化方法來形成繞射光柵(100 至 104)的特徵。

【0038】如圖 4 之範例中所示，至少一個繞射光柵 100 至 104 因此由固體材料 200 的層 300 所製成，固體材料 200 係轉移至沉積系統 208 中之波導器 106。材料移除裝置可由至少一個繞射光柵 100 至 104 的溝槽 306 之位置移除層 300 的固體材料 200，並將層 300 之固體材料 200 保持在至少一個繞射光柵 100 至 104 的突脊 304 之位置處，其如上所述可包括

蝕刻裝置或任何其他合適的先前技術之材料移除裝置。水平軸線 X 標示於一方向中的位置，且垂直軸線標示高度 H。兩軸線係於任意比例。

【0039】波導器 106 上之光柵 100 至 104 的每一突脊 304 之固體材料 200 的量回應於穿孔 204 之橫截面積而變動。正因為如此，由波導器 106 上的固體材料 200 所製成之每一突脊 304 的高度回應於穿孔 204 之橫截面積而變動。由於穿孔 204 的橫截面積取決於位置而變動，突脊 304 之高度亦作為板件 202 中的位置之函數而變動。穿孔之橫截面積越大，則固體材料 200 的突脊 304 在波導器 106 上之對應位置處的厚度越高。不同之固體材料 200 可經過相同的穿孔橫截面積沉積至不同高度，但是本領域技術人員可輕易地找到適合用於所期望之固體材料的橫截面面積。

【0040】例如，繞射光柵 100 至 104 之光柵週期、亦即突脊 304 及／或溝槽 306 之間的距離可為由約 200 nm 至約 500 nm。例如，繞射光柵 100 至 104 之突脊 304 的高度可為在約 10 nm 至約 300 nm 之間變動，且於一些案例中在約 10 nm 至大約 1000 nm 之間變動。

【0041】板件 202 與波導器 106 之間的非零距離 D 使得固體材料 200 之可流動狀態分佈於比波導器 106 上的穿孔 204 之橫截面積較大的區域上(看圖 3B)。固體材料 200 亦即也在穿孔 204 側邊沉積於板件 202 之下。此洩漏典型考量為非期望的，但是對於 DOE，洩漏是有利的，因為它允許形成固體材料 200 之層 300 及繞射光柵 100、102、104 的期望

厚度縱向分佈。由於洩漏，面向穿孔 204 之層 300 的高度及面向就在該穿孔 204 旁邊之板件 202 的固體表面之層 300 的高度具有可忽略之差異或沒有差異。亦即，可將層 300 製造成如此光滑，以致其不會暴露板件 202 的穿孔 204 之位置。例如，可定製層 300 的縱向分佈，以具有多數更高及更低厚度的區域。

【0042】厚度縱向分佈之形狀亦可藉由改變波導器 106 與板件 202 之間的距離 D 來改變。於實施例中，距離 D 在板件 202/波導器 106 之相對端可為不同。然後此高度縱向分佈將於距離較小的側面更多遵循穿孔特徵，且在距離較大之側面處，此高度縱向分佈將更加均勻。

【0043】圖 5A 說明層 300 及波導器 106 上的繞射光柵之對應突脊 304 的高度之分佈 400、及板件 202 中的穿孔 204 之橫截面的面積在基於圖 3A 至 4 之範例的 X 軸之方向中的分佈 402 之範例。分佈 400 及 402 在此範例中為線性的。於左邊之 Z 軸代表高度 H ，且在右邊的區域 A ， X 軸代表位置(=距原點之距離)。所有軸線均採用任意標度。

【0044】圖 5B 說明層 300 及例如波導器 106 上的突脊 304 之高度的分佈 400、及板件 202 中之穿孔 204 的橫截面之面積於 X 軸的方向中之分佈 402。儘管此等分佈亦可為類似的，但此範例中之分佈並不類似。圖 5B 中的結果可為基於穿孔 204 在中間較大但它們之密度較低的特徵。於此範例中，此等分佈 400、402 類似於鐘形曲線之形式。在左邊的 Z 軸代表高度 H ，且於右邊區域 A ， X 軸代表位置(=距原點

之距離)。所有軸線均採用任意標度。

【0045】在圖6所說的實施例及範例中，例如，板件202可為彎曲的，亦即板件202之縱向分佈可為彎曲的。例如，彎曲之縱向分佈可為波浪形。於實施例中，板件202可僅在一維度中為彎曲的。於實施例中，板件202可在二維度中為彎曲的。於實施例中，板件202之彎曲度可在二維度中為類似的。於實施例中，板件202之彎曲度可在二維度中為不同的。以這些方式，於板件202/波導器106之不同位置中，在板件202之下於穿孔204側邊的洩漏能以可控及期望之方式進行。彎曲度可為與板件202的穿孔204之橫截面的面積之變動相結合，使得能以期望的方式控制層300之高度的變動。

【0046】在實施例中，可將抗反射塗層施加於繞射光柵100至104上。

【0047】如可於圖4及圖5中看出，在實施例中，製成同時滿足以下三個定義之繞射光柵100、102、104係可能的：

- 1)有複數對滿足以下特徵之直接連續的突脊304；
- 2)任何所述對於其間沒有固體材料200，且任何所述對之突脊304在其間沒有固體材料200；及
- 3)任何所述對的突脊304於沿著其增加或減少突脊304之高度的方向中具有不同之高度。

【0048】例如，於圖5B中的分佈400之鐘形曲線的頂部，可有一對彼此直接相鄰之具有相同高度的突脊304。

然而，在分佈 400 之上升部分上不存在彼此直接相鄰的一對突脊 304 之實施例中作成分佈可為可能的，使得該對突脊具有相同之高度。於實施例中，對於此分佈 400 的下降部分也同樣如此。

【0049】一 DOE 之橫側尺寸可為例如約 10 mm 至約 20 mm，且繞射光柵的周期可為例如約 400 nm，而線性地增加/減少橫越繞射光柵之光柵高度、例如由約 0 nm 至約 50 nm。

【0050】固體材料 200 可為至少二元素的化合物。在實施例中，固體材料可例如為氧化鈦 (TiO_2)。氧化鈦可為非晶質的。氧化鈦之折射率於可見光範圍內的波長可為約 2.4。取決於 DOE 之特定類型及應用，對於經過層 300 的厚度之可見光，材料 200 應該足夠光學透明。

【0051】圖 7 說明一範例，在此輸入耦合繞射光柵 102 可具有不同高度的突脊 304，而輸出耦合繞射光柵 100 可具有恆定高度之突脊 304。

【0052】於替代實施例中，其亦可能的是輸出耦合繞射光柵 100 可具有不同高度之突脊 304，且輸入耦合繞射光柵 102 可具有恆定高度的突脊 304。再者，於實施例中，輸出耦合繞射光柵 100 及輸入耦合繞射光柵 102 兩者可具有不同高度之突脊 304。

【0053】在實施例中，輸出耦合繞射光柵 100 及輸入耦合繞射光柵 102 可具有不同的突脊 304 之高度變動。

【0054】於實施例中，輸出耦合繞射光柵 100 的突脊

304之高度變動及輸入耦合繞射光柵 102的突脊 304之高度變動可具有鏡像對稱性。

【0055】在實施例中，輸出耦合繞射光柵 100及輸入耦合繞射光柵 102可具有類似的突脊 304之高度變動。

【0056】不同繞射光柵 100、102、104之間的類似或不同之高度分佈的合適組合可改進由影像生成單元 12傳送至使用者之眼睛 150、152的影像品質，藉此允許更好之影像均勻性、更好的顏色分佈、及／或更深之對比度，於此組合可取決於應用。以這些方式，可改進整體使用者的體驗。具有增加亮度之可能性允許眼鏡使用在不同環境中，如同於明亮的戶外照明條件之下。此外，當眼鏡裝置具有高光學效率時，它消耗更少的電能，藉此節省電池及／或允許更長之操作時間。

【0057】如上所解釋，沉積方法包含具有穿孔 204的板件 202，且在板件 202與波導器 106之間使用非零距離。可用間隔件結構 206實現非零距離。在取決於可作為穿孔 204在每一位置處的橫截面積測量之尺寸的速率，材料 200以氣態狀態穿透穿孔 204。板件 202將與波導器 106保持於特定距離，以便橫越波導器 106達成所期望之厚度調制，並類似地保持層 300及突脊 304的共形。

【0058】與常用方法相比，以上面教導者直接解決 DOE中之散射效率調制的問題，而具有至少二個顯著之益處。首先，可改進具有不同高度的光柵特徵之 DOE的性能。這是由於光柵高度中之可控變化，其導致未能僅藉由

光柵圖案的面內變動獲得之 DOE 散射強度的增強調制。其次，此 DOE 組件之可製造性可實質上勝過廣泛使用的替代方法之其中一者。尤其是，所提出的解決方案允許在製造具有不同高度之周期性特徵的 DOE 中避免額外之沉積步驟、額外的蝕刻步驟、額外之微影步驟、灰階微影的使用等。

【0059】圖 8 是強化實境眼鏡之光學元件 10 的製造方法之流程圖，光學元件 10 包含用於可見光的波導器 106 及至少一個繞射光柵 100、102、104 之組合，繞射光柵 100、102、104 建構為將可見光耦合在波導器 106 與環境之間。於步驟 800 中，在距波導器 106 的非零距離 D 處，經過板件 202 之穿孔 204 將固體材料 200 的至少一層 300 沉積於波導器 106 上。在步驟 802 中，至少一層 300 之高度係製成回應於穿孔 204 的橫截面積而變動，穿孔 204 之橫截面積基於板件 202 中的穿孔 204 之位置而變動，用於由至少一層 300 在波導器 106 上形成至少一個繞射光柵 100、102、104，至少一個繞射光柵 100、102、104 建構為於波導器 106 與環境之間施行可見光的輸入耦合及／或輸出耦合。

【0060】在或許可選地施行之步驟 804 中，藉由在突脊 304 之間於周期性溝槽 306 的位置處由波導器 106 移除固體材料 200 來形成至少一個繞射光柵 100、102、104 之突脊 304。

【0061】對於本領域技術人員來說將顯而易見的是，隨著技術進步，能以諸多方式實施本發明之構思。本發明

及其實施例不限於上述的示範實施例，而是可在請求項之範圍內變動。

【符號說明】

【 0062 】

10:光學元件

12:影像生成單元

14:影像來源

16:光學部件配置

100:輸出耦合繞射光柵

102:繞射光柵

104:輸出耦合繞射光柵

106:波導器

150:眼睛

152:眼睛

200:材料

202:板件

204:穿孔

206:間隔件結構

208:沉積系統

210:調整配置

300:層

302:蝕刻遮罩層

304:突脊

306:溝 槽

400:分 佈

402:分 佈

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種強化實境眼鏡之光學元件的製造方法，該方法包含

在與波導器相距非零距離處經過板件之複數個穿孔於該波導器上沉積至少一層材料；及

使該至少一層材料的高度回應於該等穿孔之橫截面積而變動，該等穿孔建構為基於該等穿孔在該板件中的位置而變動，用於在該波導器上由該至少一層材料形成至少一繞射光柵，該至少一繞射光柵建構為於該波導器及該環境之間施行可見光的輸入耦合及／或輸出耦合。

【請求項 2】如請求項 1 的製造方法，該方法包含變動該板件與該波導器之間的非零距離。

【請求項 3】如請求項 1 的製造方法，其中該材料具有等於或高於在可見光範圍內之波導器的折射率之折射率。

【請求項 4】如請求項 1 的製造方法，該方法包含藉由以下之至少一者施行沉積：濺射、化學氣相沉積、及物理氣相沉積。

【請求項 5】如請求項 1 的製造方法，該方法包含藉由在突脊之間的溝槽位置處由該波導器移除該固體材料來形成該至少一繞射光柵之突脊。

【請求項 6】如請求項 1 的製造方法，該方法包含相對於該波導器傾斜該板件。

【請求項 7】如請求項 1 的製造方法，該方法包含該固體材料之折射率高於 1.8。

【請求項 8】如請求項 1 的製造方法，其中該等穿孔之橫截面積建構為在二維度中變動，用於使該等沉積物的高度在該二維度中變動。

【請求項 9】如請求項 1 的製造方法，該方法包含使用彎曲之板件。

【請求項 10】一種光學元件，其中該光學元件包含如請求項 1 的製造方法所製造之至少一繞射光柵。

【請求項 11】一種用於製造光學元件的設備，該光學元件係由請求項 1 的製造方法所製造，其中

該設備包含具有複數個穿孔之板件，每一該穿孔具有取決於其在該板件中的位置之橫截面積，該板件及該光學元件的波導器建構為於它們之間具有非零距離；及

該設備建構為經過該板件的穿孔在該波導器上沉積至少一層固體材料，用於在該波導器上造成該層之高度，以回應於該等穿孔的橫截面積而變動。

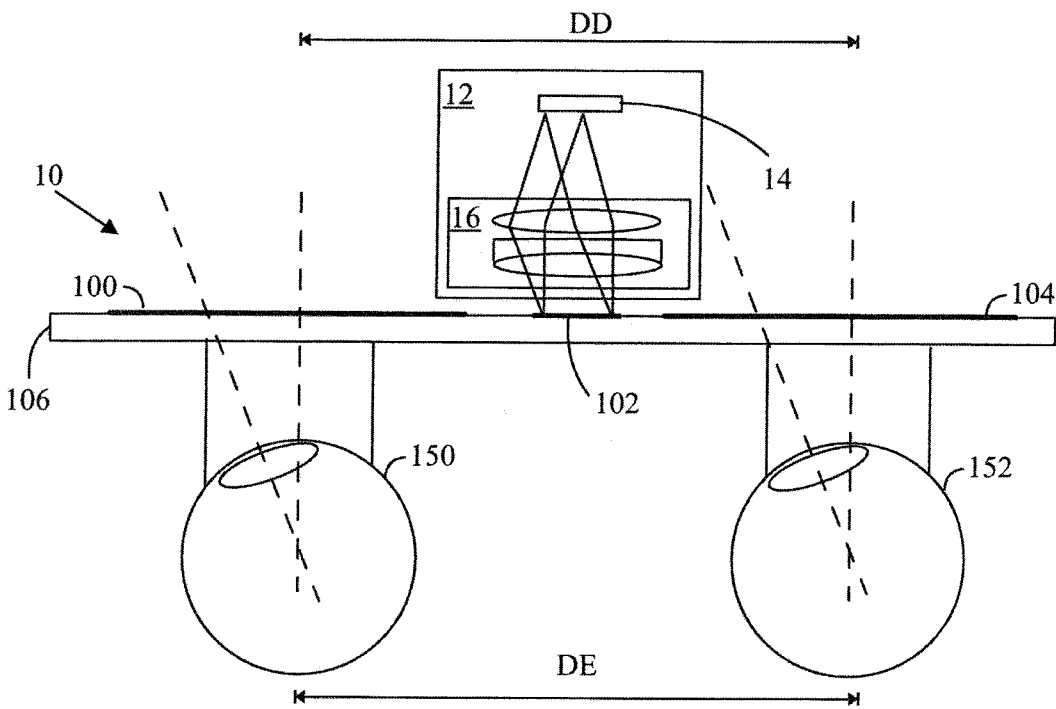
【請求項 12】如請求項 11 的設備，其中該設備建構為允許該板件與該波導器之間的距離變動。

【請求項 13】如請求項 11 的設備，其中該板件係相對於該波導器傾斜及／或彎曲。

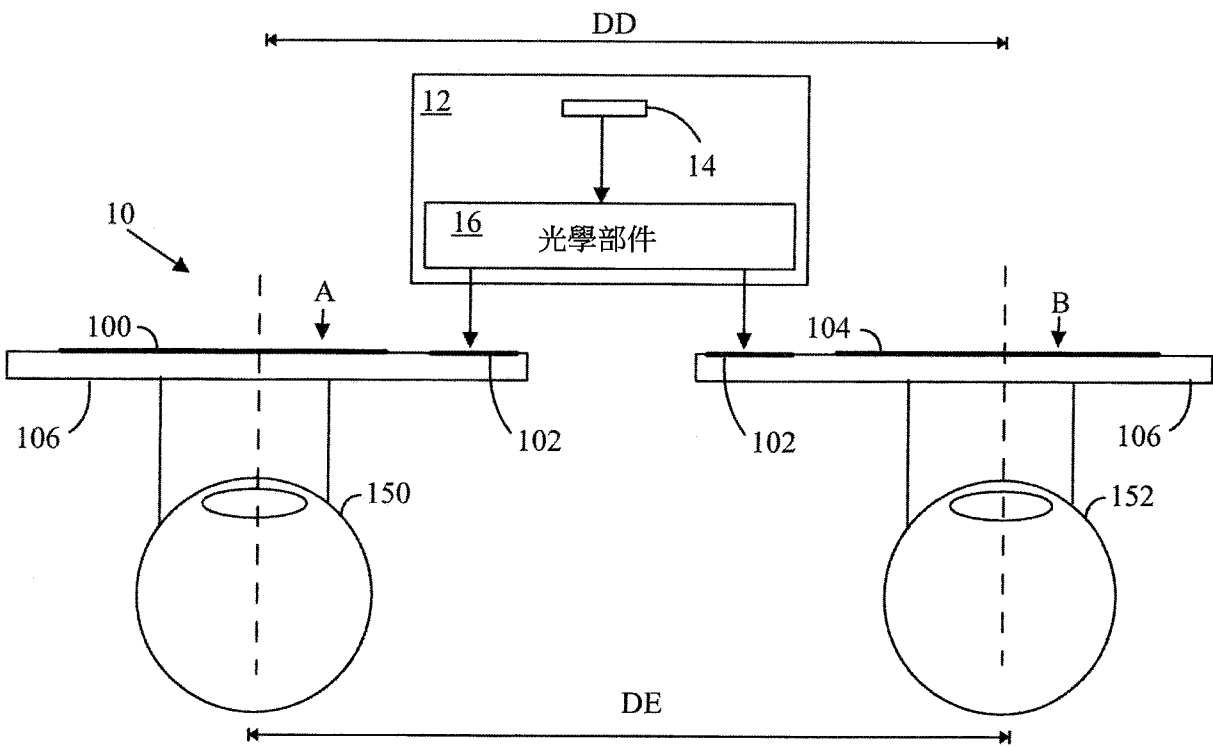
【請求項 14】如請求項 11 的設備，其中該設備具有調整手段，該調整手段建構為基於該等穿孔的橫截面積來調整該板件與該波導器之間的距離。

【請求項 15】如請求項 11 的設備，其中該設備建構為由至少一繞射光柵的突脊之間間隙之位置移除該固體材

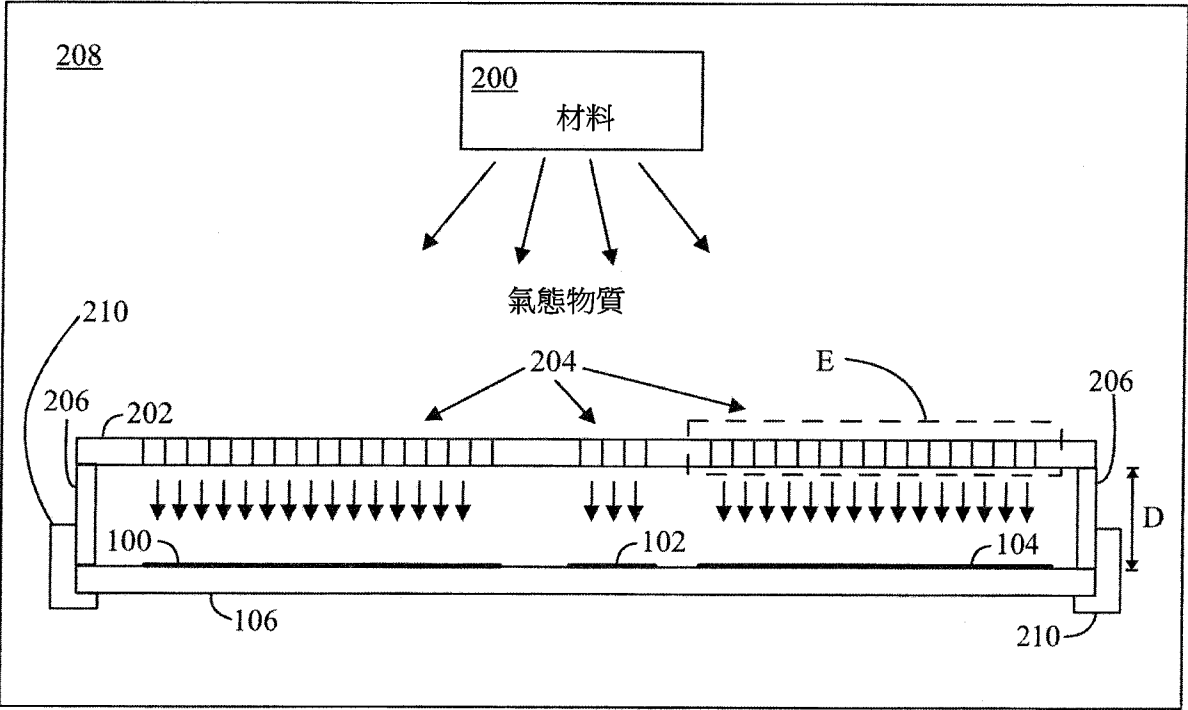
料，並將該固體材料保持在該至少一繞射光柵的突脊之位置處。



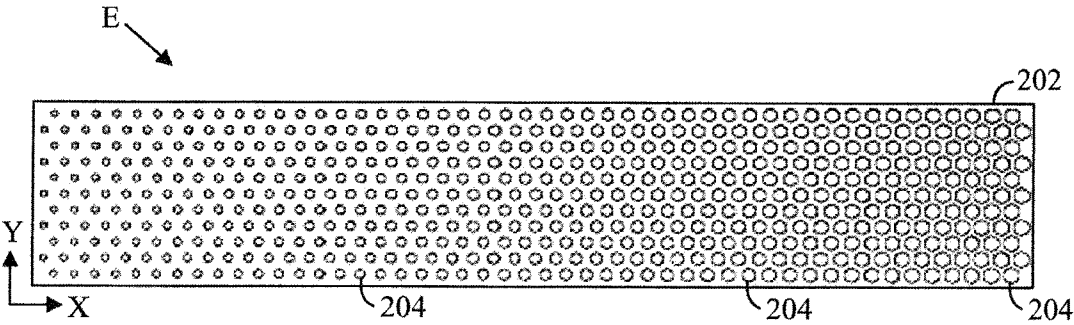
【圖 1A】



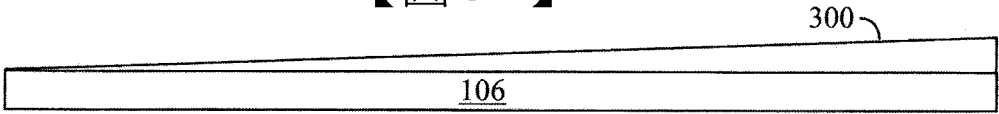
【圖 1B】



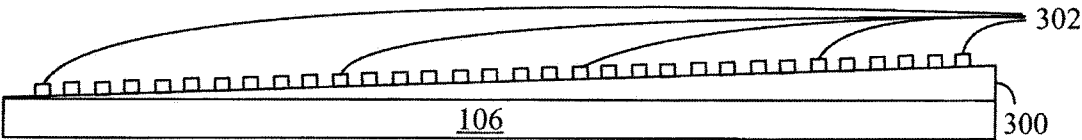
【圖 2】



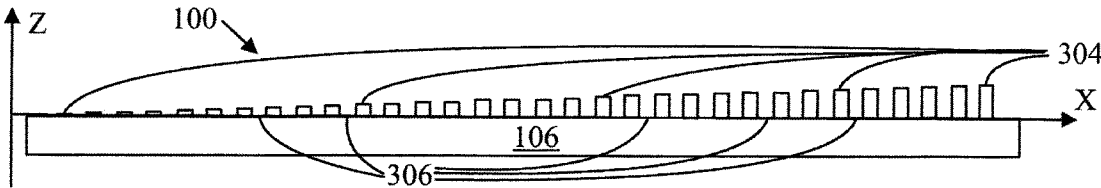
【圖 3A】



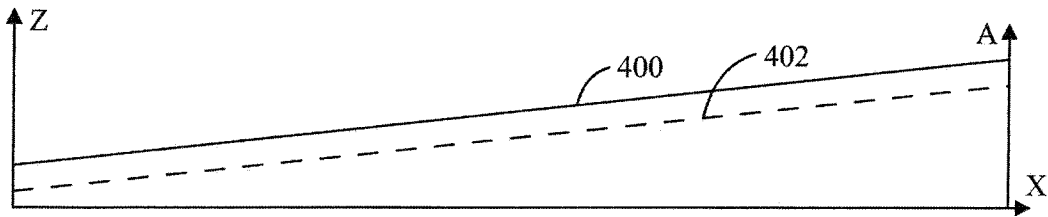
【圖 3B】



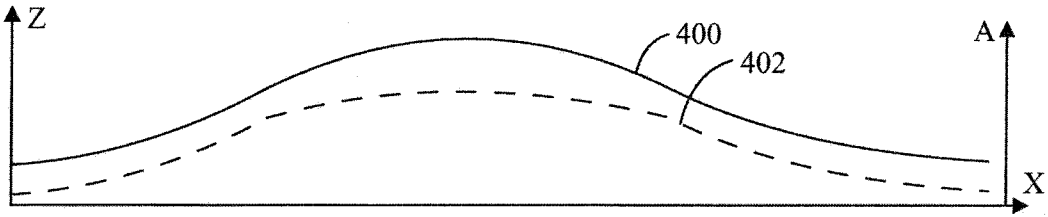
【圖 3C】



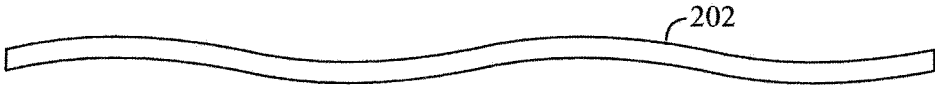
【圖 4】



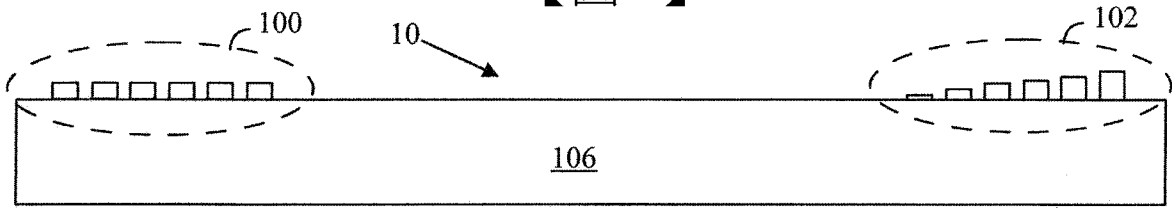
【圖 5A】



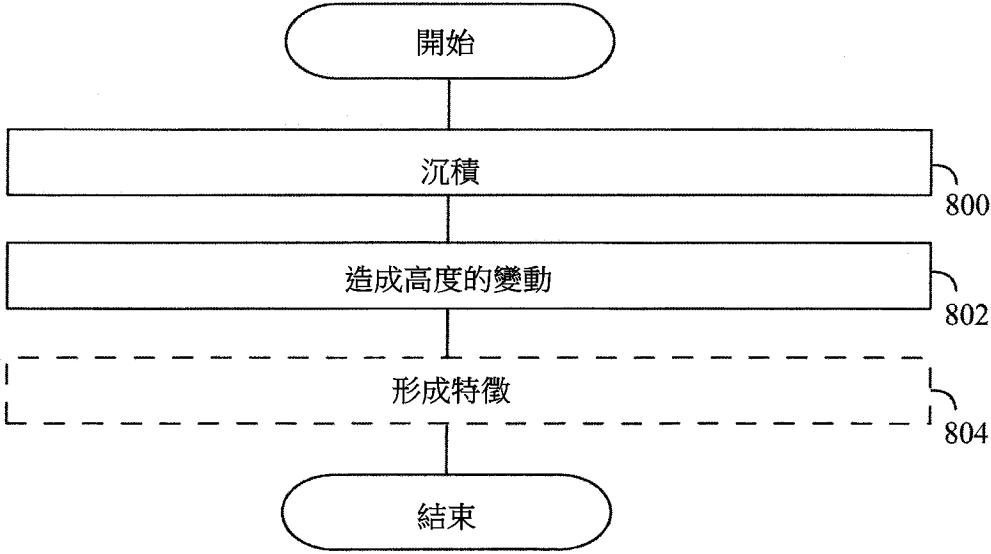
【圖 5B】



【圖 6】



【圖 7】



【圖 8】