



(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 I860880 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：112141189

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 10 月 27 日

(51)Int. Cl. : G02C7/08 (2006.01)

G02C7/04 (2006.01)

G02B1/10 (2015.01)

(30)優先權：2022/10/28 美國

63/420,144

(71)申請人：英商庫博光學國際有限公司 (英國) COOPERVISION INTERNATIONAL LIMITED
(GB)

英國

(72)發明人：張伯倫 保羅 CHAMBERLAIN, PAUL (GB)；薩哈 蘇拉 SAHA, SOURAV
(US)；布拉德利 亞瑟 BRADLEY, ARTHUR (US)

(74)代理人：陳長文；王淑靜；羅文妙

(56)參考文獻：

CN 101019059A

US 8111463B2

US 2005/0219691A1

審查人員：陳浩璋

申請專利範圍項數：22 項 圖式數：6 共 55 頁

(54)名稱

應用於眼鏡或其他眼科鏡片之具有不對稱梯度折射率光學元件之薄膜

(57)摘要

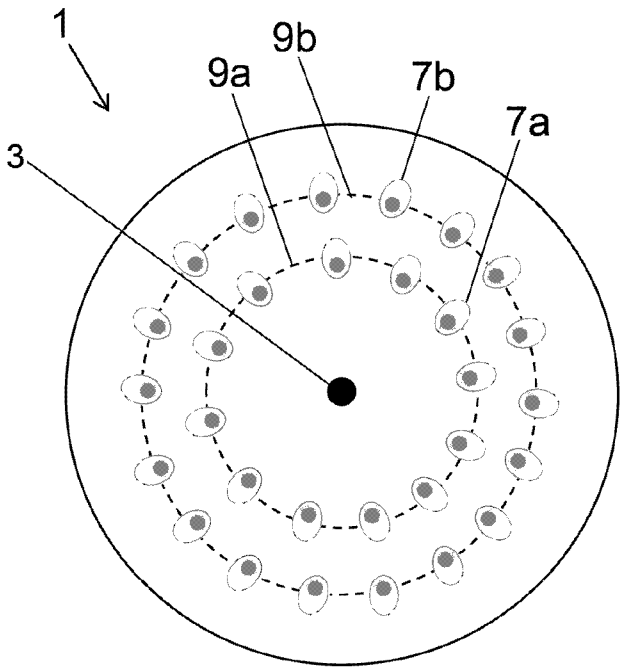
本發明描述一種薄膜(1)、包含一薄膜(1)之眼科鏡片、包括包含一薄膜(1)之一眼科鏡片之眼鏡，及製造一薄膜(1)之方法。該薄膜(1)具有一基本折射率且包含具有一不對稱折射率分佈之至少一個梯度折射率光學元件(7a、7b)。

A film (1), an ophthalmic lens including a film (1), spectacles comprising an ophthalmic lens including a film (1), and a method of manufacturing a film (1) are described. The film (1) has a base refractive index and includes at least one gradient index optical element (7a, 7b) having an asymmetric refractive index profile.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 1: 薄膜
- 3: 薄膜軸線
- 7a: 梯度折射率(GRIN)光學元件/梯度折射率(GRIN)元件
- 7b: 梯度折射率(GRIN)光學元件
- 9a: 同心圓/虛線/內圓/內環
- 9b: 同心圓/虛線/外環



【圖1A】



I860880

【發明摘要】

【中文發明名稱】

應用於眼鏡或其他眼科鏡片之具有不對稱梯度折射率光學元件之薄膜

【英文發明名稱】

FILMS HAVING ASYMMETRIC GRIN OPTICAL ELEMENTS FOR APPLICATION TO SPECTACLES OR OTHER OPHTHALMIC LENSES

【中文】

本發明描述一種薄膜(1)、包含一薄膜(1)之眼科鏡片、包括包含一薄膜(1)之一眼科鏡片之眼鏡，及製造一薄膜(1)之方法。該薄膜(1)具有一基本折射率且包含具有一不對稱折射率分佈之至少一個梯度折射率光學元件(7a、7b)。

【英文】

A film (1), an ophthalmic lens including a film (1), spectacles comprising an ophthalmic lens including a film (1), and a method of manufacturing a film (1) are described. The film (1) has a base refractive index and includes at least one gradient index optical element (7a, 7b) having an asymmetric refractive index profile.

【指定代表圖】

圖1A

【代表圖之符號簡單說明】

1: 薄膜

3: 薄膜軸線

7a: 梯度折射率(GRIN)光學元件/梯度折射率(GRIN)元件

7b: 梯度折射率(GRIN)光學元件

9a: 同心圓/虛線/內圓/內環

9b: 同心圓/虛線/外環

【發明說明書】

【中文發明名稱】

應用於眼鏡或其他眼科鏡片之具有不對稱梯度折射率光學元件之薄膜

【英文發明名稱】

FILMS HAVING ASYMMETRIC GRIN OPTICAL ELEMENTS FOR APPLICATION TO SPECTACLES OR OTHER OPHTHALMIC LENSES

【技術領域】

【0001】 本發明係關於應用於眼科鏡片之包含具有一不對稱折射率分佈之至少一個梯度折射率光學元件之薄膜。本發明亦係關於包含此等薄膜之眼科鏡片，及製造此等薄膜之方法。

【先前技術】

【0002】 包含兒童及成人之許多人需要眼科鏡片來矯正近視(myopia (short-sightedness))，且許多成人需要眼科鏡片來矯正老花眼(年齡相關的無法適應及因此無法聚焦於近處物件)。亦可需要眼科鏡片來矯正遠視(hyperopia (far-sightedness))、散光或圓錐角膜(角膜逐漸凸出以形成一錐形之一狀況)。

【0003】 在無光學矯正的情況下，近視眼將來自遠處物件之傳入光聚焦至視網膜前面之一位置。因此，光會聚朝向視網膜前面之一平面，接著向該平面遠處發散，且在到達視網膜時失焦。用於矯正近視之習知鏡片(例如，眼鏡鏡片及隱形眼鏡)降低來自遠處物件之傳入光在其到達眼睛之前之會聚(對於隱形眼鏡)或引起其發散(對於眼鏡鏡片)，使得使焦點之位置移位至視網膜上。

【0004】 在一老花眼中，晶狀體無法有效地改變形狀以適應近處物件，且因此患有老花眼之人不能聚焦於近處物件。用於矯正老花眼之習知鏡片(例如，眼鏡鏡片及隱形眼鏡)包含雙焦點或漸進式鏡片，該等鏡片包含針對近視力最佳化之區域及針對遠視力最佳化之區域。亦可使用雙焦點或多焦點鏡片或單視力(monovision)鏡片(其中為每隻眼睛提供不同處方，一隻眼睛被提供一遠視力鏡片，且一隻眼睛被提供一近視力鏡片)來治療老花眼。

【0005】 幾十年前曾提出，兒童或年輕人之近視進展可藉由矯正不足(即，使焦點朝向視網膜移動但不完全移動至視網膜上)來減緩或預防。然而，與用完全矯正近視之一鏡片獲得之視力相比，該方法必然導致遠視力下降。此外，現懷疑矯正不足是否有效控制發展中之近視。一較新方法係提供具有提供遠視力之完全矯正之區域及矯正不足或故意誘發近視散焦之區域兩者之鏡片。亦可提供與穿過鏡片之完全矯正區域之光相比，增加特定區域中之光散射之鏡片。已提出，此等方法可預防或減緩兒童或年輕人之近視發展或進展，同時提供良好的遠視力。

【0006】 在鏡片具有提供散焦之一區域之情況下，提供遠視力之完全矯正之區域通常被稱為基本屈光力(base power)區域，且提供矯正不足或故意誘發近視散焦之區域通常被稱為附加屈光力區域或近視散焦區域(因為屈光度(dioptric power)比遠視矯正基本屈光力區域之屈光力更正或負更少)。該(等)附加屈光力區域之一表面(通常為前表面)具有比該(等)遠視屈光力區域之曲率半徑小之一曲率半徑，且因此為眼睛提供一更多正或更少負屈光力。該(等)附加屈光力區域經設計以將傳入平行光(即，來自一遠處之光)聚焦於視網膜前面(即，更靠近鏡片)之眼睛內，而該(等)遠視

屈光力區域經設計以聚焦光且在視網膜處(即，更遠離鏡片)形成一影像。當一鏡片配戴者正在觀看近處目標且使用適應以聚焦穿過該(等)遠視屈光力區域之光時，該(等)附加屈光力區域將把光聚焦於視網膜前面。

【0007】 在增加一特定區域中之光散射之鏡片之情況下，增加散射之特徵可被引入至一鏡片表面中或可被引入至用於形成鏡片之材料中。例如，散射元件可藉由熱或機械或光誘發方法產生至鏡片表面中，或嵌入於鏡片中。散射元件可為例如雷射誘發之材料變化以形成嵌入於鏡片材料中之光學元件。

【0008】 減少近視進展之一已知類型之隱形眼鏡係可以MISIGHT (CooperVision公司)之名稱購得之一種雙焦點隱形眼鏡。此雙焦點鏡片與經組態以改良老花眼者之視力的雙焦點或多焦點隱形眼鏡之不同之處在於，該雙焦點鏡片經組態具有特定光學尺寸，以使能夠適應之一人能夠使用遠視矯正(即，基本屈光力)用於觀看遠處物件及近處物件兩者。具有附加屈光力之雙焦點鏡片之治療區亦在遠處及近處觀看距離兩者處提供一近視散焦影像。

【0009】 雖然已發現此等鏡片有利於預防或減緩近視之發展或進展，但環狀附加屈光力區域可能產生非所要視覺副作用。由環狀附加屈光力區域聚焦於視網膜前面之光自焦點發散以在視網膜處形成一散焦環。因此，此等鏡片之配戴者可看見圍繞形成於視網膜上之影像之一環或「光暈」，尤其是對於小型明亮物件(諸如路燈及汽車頭燈)。再者，理論上，配戴者可利用額外環狀附加屈光力區域來聚焦近處物件，而非使用眼睛之自然適應(即，眼睛改變焦距之自然能力)來使近處物件聚焦；換言之，配戴者可能不經意地以與使用老花眼矯正鏡片相同之方式來使用鏡片，此對

年輕受試者而言係不可取的。

【0010】 已發展出可用於治療近視之進一步鏡片。在此等鏡片中，環狀區域經組態使得未在視網膜前面形成單一軸上影像，藉此防止此一影像被用於聚焦近處目標且避免需要眼睛適應。實情係，遠點光源係由環狀區域成像至一近視附加屈光力焦面處之一環形焦線，而在一遠視焦面處導致視網膜上之光之一小光點尺寸，而無一周圍「光暈」效應。

【0011】 對於治療近視，已認知，提供引入額外近視散焦之一鏡片可為有益的。對於治療老花眼，提供產生一擴展焦深之一鏡片可為有益的。

【0012】 已認知，包含用於引入散焦之治療部分之已知鏡片通常經設計以向一鏡片配戴者提供一特定治療。鏡片可為昂貴的且在設計上複雜，且隨著時間推移，若鏡片配戴者之需求變化，則其等可能需要購買提供不同矯正位準之不同鏡片。

【0013】 本發明尋求提供一種對已知鏡片之簡單的且具成本效益的替代物以用於預防或減緩近視之惡化。此等鏡片在矯正或改良與老花眼、遠視、散光、圓錐角膜或其他折射異常相關聯之視力方面亦可為有益的。

【發明內容】

【0014】 根據一第一態樣，本發明提供一種如技術方案1之應用於一眼科鏡片之薄膜。

【0015】 根據一第二態樣，本發明包括一種如技術方案19之眼科鏡片。

【0016】 根據一第三態樣，本發明包括如技術方案22之眼鏡。

【0017】 根據一第四態樣，本發明包括一種如技術方案23之方法。

【0018】當然，將瞭解，關於本發明之一個態樣描述之特徵可被併入至本發明之其他態樣中。例如，本發明之方法可併有關於本發明之設備描述之特徵，反之亦然。

【圖式簡單說明】

【0019】現將參考隨附示意圖僅藉由實例描述實例實施例。

【0020】圖1A係根據本發明之一實施例之一薄膜之一俯視圖；

【0021】圖1B係圖1A之薄膜的GRIN光學元件之一者之一俯視圖；

【0022】圖1C係圖1A中所展示之GRIN光學元件之一透視圖；

【0023】圖1D係展示圖1B及圖1C中所展示之GRIN光學元件之折射率分佈之一圖表；

【0024】圖1E係應用於一眼科鏡片之圖1A之薄膜之一橫截面視圖；

【0025】圖2A係根據本發明之另一實施例之一薄膜之一俯視圖；

【0026】圖2B係形成圖2A之薄膜中之GRIN光學元件之內環的部分之GRIN光學元件之一者之一俯視圖；

【0027】圖2C係圖2B中所展示之GRIN光學元件之一透視圖；

【0028】圖2D係形成圖2A之薄膜中之GRIN光學元件之外環的部分之GRIN光學元件之一者之一俯視圖；

【0029】圖2E係圖2D中所展示之GRIN光學元件之一透視圖；

【0030】圖2F係展示圖2B至圖2E中所展示之GRIN光學元件之折射率分佈之一圖表；

【0031】圖2G係應用於一眼科鏡片之圖2A之薄膜之一橫截面視圖；

【0032】 圖3A係根據本發明之一實施例之一薄膜之一俯視圖；

【0033】 圖3B係圖3A中所展示之GRIN元件之一者之一俯視圖；

【0034】 圖3C係展示在圍繞圖3B中所展示之GRIN光學元件之一者之一圓周方向上的折射率分佈之一圖表；

【0035】 圖3D係應用於一眼科鏡片之圖3A之薄膜之一橫截面視圖；

【0036】 圖4係根據本發明之一實施例之包含鏡片的一副眼鏡之一前視圖；

【0037】 圖5A係根據本發明之一實施例之一薄膜之一俯視圖；

【0038】 圖5B係應用於一眼科鏡片之圖5A的薄膜之一小部分之一橫截面視圖；及

【0039】 圖6係展示根據本發明之一實施例之製造一薄膜的一方法之一流程圖。

【實施方式】

【0040】 根據一第一態樣，本發明提供一種應用於一眼科鏡片之薄膜，其中該薄膜具有一基本折射率且包含具有一不對稱折射率分佈之至少一個梯度折射率光學元件。

【0041】 該薄膜可用於預防或減緩近視之發展或進展。薄膜可用於矯正或改良與老花眼、遠視、散光、圓錐角膜或另一折射異常相關聯之視力。

【0042】 薄膜可為一交聯聚合物薄膜。薄膜可為一薄膜(thin film)。薄膜可能已由未交聯聚合物之一基質形成。薄膜可為一Bayfol® HX薄膜。薄膜可具有一均勻厚度。

【0043】 薄膜之基本折射率可為均勻的。薄膜之基本折射率可介於1.3與1.8之間，較佳地為約1.5。至少一個GRIN光學元件之各者可具有大於基本折射率之一平均折射率。替代地，至少一個GRIN光學元件之各者可具有小於基本折射率之一平均折射率。

【0044】 在本發明之內容背景中，至少一個GRIN光學元件之各者係在平行於薄膜之一表面之一平面中具有一變化的且不對稱的折射率分佈之一元件。各元件可為實質上圓柱形的，或具有一橢圓形或卵形橫截面之圓柱形，且可具有垂直於層之平面之其圓柱軸線。各元件可為實質上球狀的或立方體的。各元件可在平行於薄膜之一表面之一平面中具有一圓形、橢圓形、卵形或方形橫截面。在本發明之實施例中，跨至少一個GRIN光學元件之折射率變動將在至少一個橫向方向(即，平行於層之一表面延行之一方向)上係不對稱的。

【0045】 不對稱折射率變動可為一徑向折射率變動，即，折射率可自GRIN光學元件之中心處之一點且在平行於薄膜之一表面之一平面(即，一橫向平面)中徑向向外延伸而變化。不對稱折射率變動可在一圓周方向上，即，折射率可在平行於薄膜之一表面之一平面中圍繞GRIN元件之圓周變化，且折射率變動可沿著GRIN光學元件之不同子午線不同。

【0046】 不對稱折射率變動可為在平行於薄膜之一表面之一線性方向上之一變動。

【0047】 有利地，GRIN光學元件可提供散焦。據信，散焦可有助於預防或減緩近視之惡化。據信，散焦可有助於矯正或改良與老花眼、遠視、散光、圓錐角膜或其他折射異常相關聯之視力。GRIN光學元件可經配置使得其等跨薄膜提供隨機折射率調變，藉此增加光跨視網膜之散佈且

降低影像對比度。

【0048】 至少一個GRIN光學元件之任何者之折射率變動可由一不對稱多項式函數定義。

【0049】 薄膜可具有在實質上垂直於薄膜之平面之一方向上延伸之一薄膜軸線。若薄膜具有一圓形橫截面，則薄膜軸線可在薄膜之徑向中點處，或薄膜軸線可朝向薄膜之徑向中點。薄膜軸線可為薄膜之一光軸。薄膜之光軸可參考位於薄膜之光軸上之一遠點光源來定義。來自位於薄膜之光軸上之一遠點源且穿過具有基本折射率之薄膜的一區域之光將被聚焦至薄膜之光軸上之一點。由於GRIN光學元件之不對稱折射率分佈，來自薄膜之光軸上的一遠點源之穿過具有基本折射率之薄膜的GRIN光學元件之一者之光將被聚焦朝向距薄膜之光軸一第一距離之一點。因此，來自一遠點源之在實質上法向於薄膜之平面的一方向上入射於至少一個梯度折射率光學元件上之傳入光係在並非法向於薄膜之平面之一方向上聚焦。

【0050】 至少一個GRIN光學元件之各者係具有其自身之局部光軸之一鏡片。由於不對稱折射率分佈，至少一個GRIN光學元件之各者之局部光軸係相對於薄膜之光軸傾斜。來自薄膜之光軸上的一遠點源之穿過GRIN光學元件之各者之光將被聚焦至該GRIN元件之局部光軸上之一點。在平行於薄膜之一表面之一方向(即，一橫向方向)上具有一不對稱折射率變動之一GRIN光學元件將具有相對於鏡片之光軸傾斜之一局部光軸，且因此，來自薄膜之光軸上的一遠點源之穿過GRIN光學元件之各者之光將被聚焦至距薄膜之光軸一第一距離之一點。GRIN光學元件之各者之焦度將取決於該GRIN光學元件之折射率分佈。

【0051】 薄膜可組態於一眼科鏡片(其在下文可被稱為一鏡片)之一

表面上。此一鏡片可為用於預防或減緩近視之發展或進展之一鏡片。鏡片可為用於矯正或改良與老花眼、遠視、散光、圓錐角膜或另一折射異常相關聯之視力之一鏡片。

【0052】 一眼科鏡片將具有一光軸。當根據本發明之實施例之一薄膜被應用於一眼科鏡片時，鏡片-薄膜總成之光軸可受薄膜之光學性質影響。在下文，在於已將一薄膜應用於一鏡片時提及該薄膜的情況下，且在提及該鏡片之光軸的情況下，在結合薄膜進行考量時，光軸將為鏡片之光軸。

【0053】 薄膜可組態於一鏡片之一表面上，使得來自鏡片之光軸上的一遠點源之穿過具有基本折射率之薄膜的一區域之光被聚焦朝向鏡片之光軸上之一點，且來自鏡片之光軸上的一遠點源之穿過至少一個梯度折射率光學元件之光被聚焦朝向距光軸一第一距離之一點。

【0054】 鏡片之光軸可參考位於鏡片之光軸上之一遠點光源來定義。來自位於鏡片之光軸上的一遠點源(其在下文可被稱為一軸上遠點源)且穿過鏡片之光將被聚焦至鏡片之光軸上之一點。

【0055】 當薄膜被應用於鏡片時，來自一軸上遠點源之穿過具有基本折射率之薄膜的一區域之光可被聚焦至鏡片之光軸上在一基本屈光力焦面處之一焦點。一基本屈光力焦面可被定義為垂直於鏡片之光軸且穿過鏡片之焦點之一表面。如本文中所使用，術語表面並非係指一實體表面，而是指可穿過將聚焦來自遠處物件之光之點繪製之一表面。此一表面亦被稱為一影像平面(即使其可能為一曲面)或影像殼(image shell)。眼睛將光聚焦至彎曲之視網膜上，且在一完美聚焦眼睛中，影像殼之曲率將與視網膜之曲率匹配。因此，眼睛未將光聚焦至一平坦數學平面上。然而，在此項

技術中，視網膜之曲面通常被稱為一平面。當薄膜被應用於一鏡片時，來自一軸上點源之穿過薄膜之光被聚焦至鏡片之光軸上在基本屈光力焦面處之一焦點。由於不對稱折射率分佈，當薄膜被應用於鏡片時，來自一軸上遠點源之穿過至少一個GRIN光學元件之光將被引導朝向未在鏡片之光軸上之一點(即，一離軸焦點)。

【0056】 當薄膜被應用於鏡片時，由於不對稱折射率分佈，至少一個GRIN光學元件之各者之局部光軸係相對於鏡片之光軸傾斜。來自一軸上遠點源(即，在鏡片之光軸上之一點源)之穿過GRIN光學元件之各者之光將被聚焦至該GRIN元件之局部光軸上之一點。在平行於薄膜之一表面之一方向(即，一橫向方向)上具有一不對稱折射率變動之一GRIN光學元件將具有相對於鏡片之光軸傾斜之一局部光軸，且因此，來自一軸上遠點源之穿過GRIN光學元件之各者之光將被聚焦至距鏡片之光軸一第一距離之一點。GRIN光學元件之各者之焦度將取決於該GRIN光學元件之折射率分佈。

【0057】 至少一個GRIN光學元件之任何者或全部可經組態使得當薄膜被應用於一鏡片時，來自一軸上遠點源之穿過GRIN光學元件之一光線在基本屈光力焦面處形成以鏡片之光軸為中心之一小光點。因此，儘管GRIN光學元件之各者可將光聚焦朝向一離軸焦點，但由穿過具有基本折射率之鏡片之區域之光形成的一影像及由穿過GRIN光學元件之光形成的散焦影像之近似疊加可改良在視網膜處形成之一影像之品質或對比度，且可改良鏡片配戴者之視力。替代地，至少一個GRIN光學元件之任何者或全部可經組態使得當薄膜被應用於鏡片時，來自一軸上遠點源之穿過GRIN光學元件之光在基本屈光力焦面處未與鏡片之光軸相交。此可導致

在視網膜處形成之一影像之對比度降低或影像品質降低，此在減少近視進展可為有利的。

【0058】 薄膜可包含複數個GRIN光學元件。薄膜可包含跨薄膜隨機分佈之複數個GRIN元件。複數個GRIN元件可跨薄膜之一部分隨機分佈。薄膜可包含經配置以形成至少一個環狀環之複數個GRIN光學元件。至少一個環狀環可為圓形、卵形或橢圓形形狀。至少一個環狀環可以薄膜軸線為中心，其中薄膜軸線在實質上垂直於薄膜之平面之一方向上延伸。當薄膜被應用於一鏡片時，薄膜可經組態使得至少一個環狀環係以鏡片之光軸為中心。薄膜可包括定位於距薄膜軸線之不同徑向距離處之至少兩個同心環狀環。薄膜可組態於一鏡片上，使得複數個GRIN光學元件可經配置以形成定位於距鏡片之光軸的不同徑向距離處之至少兩個同心環狀環。

【0059】 GRIN光學元件可跨整個薄膜或薄膜之一部分以規則間隔定位。GRIN光學元件可配置於一個三角格子之格點上。GRIN光學元件可配置於一方形或矩形格子之格點上。

【0060】 GRIN光學元件可經配置以在薄膜上形成一環狀圖案。環狀圖案可使薄膜之一中心區域不具有GRIN光學元件。薄膜可具有具高達8 mm之一直徑之一中心區域，該中心區域不具有GRIN光學元件。當薄膜被應用於一鏡片時，薄膜可經組態使得環狀圖案使鏡片之一中心區域不具有GRIN光學元件。鏡片可具有具高達8 mm之一直徑之一中心區域，該中心區域不具有GRIN光學元件。環狀圖案可包括一單一環或複數個同心環。

【0061】 薄膜可包含GRIN光學元件之至少一個第二環狀環。光學元件之第二環狀環可定位於距薄膜軸線之一不同徑向距離處。當薄膜被應

用於一鏡片時，薄膜可經組態使得光學元件之第二環狀環係距薄膜軸線一第二不同徑向距離。

【0062】 GRIN光學元件之至少兩者可為實質上相同的，即，其等可具有相同尺寸及形狀，且其等可具有相同的不對稱折射率分佈。

【0063】 當薄膜被應用於一鏡片時，至少兩個GRIN光學元件可將來自一軸上遠點源之光聚焦朝向未在鏡片之光軸上且位於相同焦面上之點。至少兩個GRIN元件之折射率分佈可變化，使得當包括薄膜之一鏡片被定位於一眼睛上時，來自一軸上遠點源之穿過GRIN光學元件之光將位於比基本屈光力焦面更靠近鏡片之後表面之一表面處。至少兩個GRIN元件之折射率分佈可變化，使得當包括薄膜之一鏡片被定位於一眼睛上時，來自一軸上遠點源之穿過GRIN光學元件之光將被聚焦於比基本屈光力焦面更遠離鏡片之後表面之一表面處。

【0064】 定位於距薄膜軸線相同徑向距離處之實質上相同的GRIN光學元件(例如，配置於以薄膜軸線為中心之一圓形同心環中之GRIN光學元件)可將光聚焦朝向與薄膜軸線或薄膜之光軸等距之離軸點。當薄膜被應用於一鏡片時，定位於距鏡片之光軸的相同徑向距離處之實質上相同的GRIN光學元件(例如，配置於以光軸為中心之一圓形同心環中之GRIN光學元件)可將光聚焦朝向與鏡片之光軸等距且位於相同焦面處之離軸點。因此，由穿過此等GRIN光學元件之光形成之焦點可在一焦面處形成一圓環。類似地，實質上相同的GRIN光學元件可經配置以形成以薄膜軸線為中心之一橢圓形或卵形環。當薄膜被應用於一鏡片時，由來自一軸上遠點源之穿過此等GRIN光學元件之光形成之焦點可在一焦面處形成一橢圓形或卵形環。薄膜可組態於一鏡片之一表面上，使得來自鏡片之光軸上的一

遠點源之穿過具有基本折射率之薄膜的一區域之光被聚焦朝向鏡片之光軸上之一點，且來自鏡片之光軸上之一遠點源之穿過梯度折射率光學元件之至少一個環狀環之光在一焦面處形成焦點之一環狀環。

【0065】 GRIN光學元件之至少兩者可具有不同的不對稱折射率分佈。在此情況下，至少兩個GRIN光學元件將具有不同的局部光軸。當薄膜被應用於一鏡片時，對於具有不同折射率分佈且定位於距鏡片之光軸的相同徑向距離處之第一及第二GRIN元件，來自一軸上遠點源之穿過第一GRIN光學元件之光可被聚焦至距離鏡片之光軸一第一距離之一點，且來自一軸上遠點源之穿過第二GRIN光學元件之光可被聚焦至距離鏡片之光軸一第二不同距離之一點。GRIN光學元件之各者之焦點將取決於GRIN元件之不對稱折射率分佈，及GRIN光學元件之位置。

【0066】 當薄膜被應用於一鏡片時，具有不同折射率分佈之GRIN光學元件之至少兩者可將光聚焦朝向不同焦面。

【0067】 複數個GRIN光學元件之各者可具有一不同折射率變動。替代地，一些GRIN光學元件可具有相同折射率變動，且其他元件可具有一不同折射率變動。複數個GRIN光學元件可經分佈使得具有相同或一類似折射率變動之GRIN光學元件可以叢集或以一有序配置分組。薄膜可劃分成複數個相異部分，其中各部分包括具有相同或類似折射率變動之GRIN光學元件。

【0068】 至少一個GRIN光學元件之各者之折射率分佈與該元件距薄膜軸線之徑向位置之間可存在一相關性。定位於距薄膜軸線之相同徑向距離處(例如，圍繞以薄膜軸線為中心之一圓環定位)之GRIN光學元件可具有相同折射率分佈。定位於距薄膜軸線的不同徑向距離處之GRIN元件

可具有不同折射率分佈。

【0069】 定位於距薄膜軸線的一較大徑向距離處之GRIN光學元件可具有與定位於距薄膜軸線的一較小徑向距離處之GRIN光學元件相比導致一更大焦度之一折射率分佈。

【0070】 當薄膜被應用於一鏡片且當此一鏡片在使用中時，與定位於距鏡片之光軸的一較小徑向距離處之GRIN光學元件相比，定位於距鏡片基板之光軸的一較大徑向距離處之GRIN光學元件可將來自一軸上遠點源之光聚焦朝向更靠近鏡片基板之後表面之一表面。

【0071】 薄膜可包括形成一第一圓環之GRIN光學元件，且此等GRIN元件可具有一第一折射率分佈。薄膜可包括形成一第二圓環之GRIN元件，且此等GRIN元件可具有一第二不同折射率分佈。與第二圓環相比，第一圓環可在距薄膜軸線之一更小徑向距離處。當薄膜被應用於一鏡片時，第一折射率分佈可導致形成第一環之部分之GRIN光學元件將光聚焦朝向一第一焦面，且第二折射率分佈可導致形成第二環之GRIN元件將光聚焦朝向一第二焦面。當此一鏡片由一使用者配戴時，第一焦面及/或第二焦面可比基本焦面更靠近鏡片之後表面。第一焦面可比第二焦面更靠近鏡片之後表面。第一焦面可比第二焦面更遠離鏡片之後表面。

【0072】 薄膜可包括形成多個同心環狀環之GRIN光學元件。在同一環狀環內之GRIN光學元件可具有相同折射率分佈。形成不同環狀環之GRIN光學元件可具有不同折射率分佈。定位於距薄膜軸線的一較大徑向距離處之環狀環可包括具有導致該元件之一更大焦度之一折射率變動之GRIN元件。當薄膜被應用於一鏡片且當該鏡片在使用中時，與定位於距鏡片之光軸的一較小徑向距離處之環狀環相比，定位於距鏡片基板之光軸

的一較大徑向距離處之環狀環可包括將光聚焦朝向更靠近鏡片之後表面的一表面之GRIN元件。替代地，定位於距薄膜軸線的一較大徑向距離處之環狀環可包括具有一更小焦度之GRIN元件。在此情況下，當薄膜被應用於一鏡片且當該鏡片在使用中時，與定位於距鏡片之光軸的一較小徑向距離處之環狀環相比，定位於距鏡片之光軸的一較大徑向距離處之環狀環可包括將光聚焦朝向更遠離鏡片之後表面的一表面之GRIN元件。

【0073】與入射於薄膜之其餘部分上之光相比，至少一個GRIN光學元件之各者可產生入射於該GRIN光學元件上之光之額外散射。

【0074】與基本折射率相比，至少一個GRIN光學元件之各者可具有至少0.001，較佳地至少0.005之一最小折射率差。至少一個GRIN光學元件之各者可具有比基本折射率大0.001之一最小折射率。至少一個GRIN光學元件之各者可具有比基本折射率大0.005之一最小折射率。至少一個GRIN光學元件之各者可具有比基本折射率小0.005之一最大折射率。至少一個GRIN光學元件之各者可具有比基本折射率小0.001之一最大折射率。與基本折射率相比，至少一個GRIN光學元件之各者可具有小於0.1，較佳地小於0.025之一最大折射率差。至少一個GRIN光學元件之各者可具有比基本折射率大0.1之一最大折射率。至少一個GRIN光學元件之各者可具有比基本折射率大0.025之一最大折射率。至少一個GRIN光學元件之各者可具有比基本折射率小0.1之一最小折射率。至少一個GRIN光學元件之各者可具有比基本折射率小0.025之一最小折射率。至少一個GRIN光學元件之各者可具有等於基本折射率之一最小折射率。至少一個GRIN光學元件之各者可具有介於-25 D與+25 D之間，較佳地介於-0.25D與+25.0 D之間的一最小折射力。對於用於預防或減緩近視之發展或進展之薄膜，各GRIN

光學元件可具有介於-0.25 D與+25.0 D之間的一最小折射力。對於用於預防或減緩遠視之發展或進展之薄膜，各GRIN光學元件可具有介於0.0與-25.0 D之間的一最小折射力。

【0075】 薄膜具有一有限厚度，且至少一個GRIN光學元件之各者可延伸穿過薄膜之厚度。至少一個GRIN光學元件之各者可僅延伸半穿(partway through)薄膜之厚度。至少一個GRIN光學元件之各者可嵌入於薄膜內。

【0076】 薄膜可為包含至少一個GRIN光學元件之一交聯聚合物薄膜。薄膜可能已由未交聯聚合物之一基質形成。

【0077】 薄膜可為可重用的，使得薄膜可被容易地移除且再應用於同一基板或一不同鏡片基板。

【0078】 薄膜可具有一均勻厚度。

【0079】 薄膜可為一可撓性透明薄膜。對於一隱形眼鏡，薄膜可具有介於1 μm 與100 μm 之間，較佳地介於10 μm 與20 μm 之間，且更佳地介於14 μm 與18 μm 之間的一厚度。對於一眼鏡鏡片，薄膜可具有介於1 μm 與1000 μm 之間，較佳地介於10 μm 與20 μm 之間，且更佳地介於14 μm 與18 μm 之間的一厚度。

【0080】 至少一個GRIN光學元件之各者可具有介於1 μm 與5 mm之間，較佳地介於10 μm 與2 mm之間的一寬度。至少一個GRIN光學元件之各者可具有介於1 μm^3 與5 mm^3 之間，較佳地介於10 μm^3 與2 mm^3 之間的一體積。複數個GRIN光學元件可佔據薄膜之體積之5%與80%之間。複數個GRIN光學元件可覆蓋薄膜之20%與80%之間的一表面積。薄膜可包含2個至5000個之間的GRIN光學元件。

【0081】 薄膜可經設定尺寸及/或經塑形以覆蓋一鏡片之一整個表面，或實質上覆蓋鏡片之一表面之全部。替代地，薄膜可經設定尺寸及/或經塑形且覆蓋鏡片之一表面之一部分。當薄膜被應用於一鏡片時，薄膜可經組態以覆蓋一鏡片之一表面之一中心部分，例如，當眼科鏡片在使用中時，組態為位於一鏡片配戴者之眼睛前面之一部分。薄膜可經組態以覆蓋圍繞鏡片之中心之一表面之一環狀區域。可存在未由薄膜覆蓋之鏡片之一周邊區域。

【0082】 當薄膜被應用於一鏡片時，薄膜可經組態以覆蓋鏡片之一環狀區域之一部分。情況可為，薄膜未覆蓋鏡片之一中心區域，且因此中心區域可能不具有GRIN光學元件。薄膜可覆蓋全部環狀區域或環狀區域之部分。如本文中所使用，術語環狀區域係指可圍繞中心區域之整個外邊緣延伸或可部分圍繞中心區域之外邊緣延伸之一鏡片之一區域。一鏡片之環狀區域可為圓形、卵形或橢圓形形狀。一鏡片之環狀區域可包含複數個GRIN光學元件。複數個GRIN光學元件可圍繞整個環狀區域分佈，或可跨環狀區域之一部分分佈。

【0083】 薄膜可包含由具有基本折射率之薄膜的一區域徑向分隔之複數個同心環狀區域。

【0084】 至少一個GRIN光學元件可為一經光固化GRIN光學元件。在本發明之內容背景中，經光固化GRIN光學元件係已藉由光固化或光聚合形成之GRIN光學元件。經光固化GRIN光學元件可由可光聚合的或可光固化的分子或其他可光固化元素產生。光固化導致跨經光固化區域之一不對稱變化之折射率。可光固化分子可分散於薄膜內。可光固化分子可分散於交聯聚合物基質內，或樹脂內。

【0085】 薄膜可包括用於將薄膜黏著至一眼科鏡片之一表面之一黏著表面。黏著劑可包括一透明黏著劑，諸如環氧基黏著劑。黏著劑可為一黏著層。

【0086】 根據一第二態樣，本發明提供一種包括一薄膜之眼科鏡片。薄膜可包含上文闡述之任何特徵。眼科鏡片(其在下文可被稱為鏡片)可為用於預防或減緩近視之發展或進展之一鏡片。鏡片可為用於矯正或改良與老花眼、遠視、散光、圓錐角膜或另一折射異常相關聯之視力之一鏡片。

【0087】 薄膜可覆蓋鏡片之一整個表面，或鏡片之一表面之實質上全部。替代地，薄膜可覆蓋鏡片之一表面之一部分。薄膜可覆蓋鏡片之一表面之一中心部分，例如，當眼科鏡片在使用中時，組態為位於一鏡片配戴者之眼睛前面之一部分。可存在未由薄膜覆蓋之鏡片之一周邊區域。

【0088】 鏡片可為一眼鏡鏡片。對於一眼鏡鏡片，使GRIN光學元件跨鏡片之一相對較大區域分佈可為有利的，因為此可實現在鏡片配戴者之眼睛相對於鏡片移動時維持由GRIN光學元件引起之散焦。跨一眼鏡鏡片分佈之複數個GRIN光學元件可實現維持一致近視散焦。眼鏡鏡片可包括PMMA、CR-39、聚碳酸酯、Trivex或冕牌玻璃。

【0089】 眼科鏡片可為一隱形眼鏡。薄膜可設置於眼科鏡片之一前表面上。在本發明之內容背景中，當眼科鏡片由一鏡片配戴者配戴時，眼科鏡片之前表面係鏡片之面向前表面或外表面。

【0090】 眼科鏡片可為圓形形狀。眼科鏡片可為橢圓形形狀。眼科鏡片可為卵形形狀。眼科鏡片可為矩形形狀。眼科鏡片可為方形形狀。眼科鏡片之前表面可具有介於1200 mm²與3000 mm²之間的一面積。眼科鏡

片可由透明玻璃或剛性塑膠(諸如聚碳酸酯)形成。眼科鏡片可為實質上平面的且可具有提供一鏡片屈光力之至少一個曲面。

【0091】 鏡片可為一隱形眼鏡。如本文中所使用，術語隱形眼鏡係指可放置至眼睛之前表面上之一眼科鏡片。將瞭解，此一隱形眼鏡將提供臨床上可接受的眼上移動且不與人之一或兩隻眼睛結合。隱形眼鏡可呈一角膜鏡片(例如，擱置於眼睛之角膜上之一鏡片)之形式。在其中鏡片係一隱形眼鏡之實施例中，鏡片可具有介於60 mm²與750 mm²之間的一表面積。鏡片可具有一圓形形狀。鏡片可具有一卵形形狀。鏡片可具有一橢圓形形狀。鏡片可具有介於10 mm與15 mm之間的一直徑。

【0092】 鏡片可為一硬式(rigid)隱形眼鏡。鏡片可為一硬式高透氧(gas permeable)隱形眼鏡。

【0093】 隱形眼鏡可為一複曲面隱形眼鏡。例如，複曲面隱形眼鏡可包含經塑形以矯正人之散光之一光學區。鏡片可為一鞏膜隱形眼鏡。

【0094】 眼科眼鏡可為一軟性隱形眼鏡，諸如水凝膠隱形眼鏡或聚矽氧水凝膠隱形眼鏡。

【0095】 眼科鏡片可包括彈性體材料、聚矽氧彈性體材料、水凝膠材料或聚矽氧水凝膠材料，或其等之組合。如在隱形眼鏡之領域中所理解，水凝膠係將水保持於一平衡狀態且不具有含聚矽氧化學品之一材料。聚矽氧水凝膠係包含含聚矽氧化學品之水凝膠。如在本發明之內容背景中所描述，水凝膠材料及聚矽氧水凝膠材料具有至少10%至約90% (wt/wt)之一平衡水含量(EWC)。在一些實施例中，水凝膠材料或聚矽氧水凝膠材料具有自約30%至約70% (wt/wt)之一EWC。相比而言，如在本發明之內容背景中所描述，聚矽氧彈性體材料具有自約0%至小於10% (wt/wt)之水

含量。通常，與本發明方法或設備一起使用之聚矽氧彈性體材料具有自0.1%至3% (wt/wt)之水含量。合適鏡片配方之實例包含具有以下美國採用名稱(USAN)之鏡片配方：methafilcon A、ocufilcon A、ocufilcon B、ocufilcon C、ocufilcon D、omafilcon A、omafilcon B、comfilcon A、enfilcon A、stenfilcon A、fanfilcon A、etafilcon A、senofilcon A、senofilcon B、senofilcon C、narafilcon A、narafilcon B、balafilcon A、samfilcon A、lotrafilcon A、lotrafilcon B、somofilcon A、rioofilcon A、delefilcon A、verofilcon A、kalifilcon A、lehfilcon A及類似者。

【0096】 替代地，眼科鏡片可包括聚矽氧彈性體材料，基本上由聚矽氧彈性體材料組成或由聚矽氧彈性體材料組成。例如，鏡片可包括具有自3至50之一肖氏A硬度(Shore A hardness)之聚矽氧彈性體材料，基本上由該聚矽氧彈性體材料組成或由該聚矽氧彈性體材料組成。肖氏A硬度可使用如一般技術者所理解之習知方法(例如，使用一方法DIN 53505)來判定。其他聚矽氧彈性體材料可自例如NuSil Technology或Dow Chemical公司獲得。

【0097】 薄膜可設置於鏡片之一前表面上。薄膜可設置於鏡片之一後表面上。一薄膜可設置於鏡片之一前及後表面兩者上。薄膜可為可釋放地黏著或以其他方式應用於鏡片，即，其可容易地自鏡片移除。薄膜可為可重用的，使得薄膜可被容易地移除且再應用於同一基板或一不同鏡片。

【0098】 眼科鏡片可具有一光學區。光學區涵蓋鏡片之具有光學功能性之部分。光學區經組態以在使用時定位於一眼睛之瞳孔上方或前面。光學區可由一周邊區圍繞。周邊區並非光學區之部分，而是位於光學區外部。對於一隱形眼鏡，當鏡片被配戴時，周邊區可位於虹膜上方。周邊區

可提供機械功能，例如，增加鏡片之尺寸，藉此使鏡片更容易處置。對於一隱形眼鏡，周邊區可提供防止鏡片之旋轉之垂重(ballasting)，及/或提供改良鏡片配戴者之舒適度之一經塑形區域。周邊區可延伸至鏡片之邊緣。薄膜可覆蓋光學區，但情況可為其不覆蓋周邊區。

【0099】 鏡片可具有一中心區域及圍繞中心區域之一環狀區域。當薄膜被應用於鏡片時，薄膜可覆蓋環狀區域之一部分。情況可為，薄膜未覆蓋中心區域，且因此中心區域可能不具有GRIN光學元件。薄膜可覆蓋全部環狀區域或環狀區域之部分。如本文中所使用，術語環狀區域係指可圍繞中心區域之整個外邊緣延伸或可部分圍繞中心區域之外邊緣延伸之一區域。環狀區域可為圓形、卵形或橢圓形形狀。環狀區域可包含複數個GRIN光學元件。複數個GRIN光學元件可圍繞整個環狀區域分佈，或可跨環狀區域之一部分分佈。

【0100】 鏡片可進一步包括設置於薄膜與鏡片基板之表面之間的一黏著劑。黏著劑可包括一透明黏著劑，諸如環氧基黏著劑。黏著劑可為一黏著層。黏著層可在鏡片之製造期間應用於鏡片基板之一前表面。黏著劑可將層永久地黏著至鏡片之表面。替代地，薄膜可接合至鏡片之表面。薄膜可永久地或不可逆地接合至鏡片之表面。

【0101】 鏡片可進一步包括設置於薄膜之一前表面上之一保護層。當鏡片在正常使用中且由一鏡片配戴者配戴時，薄膜之前表面係薄膜之面向前表面或外表面。薄膜可包括經組態以在薄膜被應用於一眼科鏡片之一表面時提供一保護層之一基板。保護層可覆蓋薄膜之前表面之全部或部分。保護層可為一透明層。保護層可包括聚碳酸酯(PC)。保護層可包括聚對苯二甲酸乙二酯(PET)或三乙酸纖維素(TAC)。保護層可包括具有可忽

略雙折射之一物質。保護層可為不透水的。保護層可為耐刮擦的。保護層可具有基本折射率。保護層可提供一定程度的UV防護。保護層可使用一黏著劑黏著至薄膜。

【0102】 根據一第三態樣，本發明提供包括根據第二態樣之眼科鏡片之眼鏡。該眼科鏡片可包含上文闡述之任何特徵。

【0103】 根據一第四態樣，本發明提供一種製造一薄膜之方法。該薄膜可包含上文闡述之任何特徵。該方法包括提供一可光固化薄膜，及使用一數位光投影系統來光固化薄膜之至少一個區域，藉此產生具有一不對稱折射率分佈之至少一個經光固化梯度折射率光學元件。

【0104】 在本發明之內容背景中，經光固化GRIN光學元件係已藉由光固化或光聚合形成之GRIN光學元件。經光固化GRIN光學元件可由可光聚合的或可光固化的分子或其他可光固化的元素產生。光固化導致跨經光固化區域之一不對稱變化之折射率。可光固化分子可分散於薄膜內。可光固化分子可分散於交聯聚合物基質內，或樹脂內。

【0105】 在本發明之內容背景中，數位光投影(DLP)系統係用於將光引導朝向一可光固化薄膜，藉此能夠光固化薄膜之一區域之一光照明系統。所使用之DLP系統具有適用於目標薄膜材料之光聚合或光固化之一波長。例如，對於一Bayfol® HX薄膜，DLP系統可具有在介於440 nm至660 nm之間的範圍內之一波長。DLP系統之像素解析度可小於100 μm ，較佳地小於30 μm ，更佳地小於10 μm 。DLP系統可為一商業DLP系統，例如，具有一460 nm波長及30 nm像素解析度之一3DLP9000-LED.9”WQXGA光引擎。DLP系統可包含一微機電系統(MEMS)。DLP系統可包含一數位鏡裝置。數位鏡裝置可引導光，及/或控制朝向薄膜之光

傳輸。

【0106】 DLP系統可用於照明整個薄膜或薄膜之一區域。DLP系統可用於光固化一個別可光固化元素或分子，或複數個個別可光固化分子。複數個個別可光固化分子可連續或同時被光固化。DLP系統可用於照明薄膜之一環狀區域或薄膜之複數個同心環狀區域。

【0107】 使用數位光投影系統可包括使用一灰階影像來控制至薄膜上之光投影。灰階影像可提供用於將來自DLP系統之光投影至薄膜上之一樣板。灰階影像可為一.bmp影像。灰階影像可遮罩薄膜之一些區域，使得此等區域未曝露於來自DLP系統之光，同時將薄膜之至少一個區域曝露於來自DLP系統之光。灰階影像可將複數個區域曝露於來自DLP系統之光。曝露於來自DLP系統之光的薄膜之區域可經光固化以產生經光固化GRIN光學元件。

【0108】 製造薄膜之方法可包括產生薄膜之一設計，其中該設計具有具不對稱折射率分佈之經光固化GRIN光學元件之一所要圖案。方法可包括使用設計產生灰階影像。

【0109】 灰階影像可經設計以產生上文描述之經光固化GRIN元件之任何配置，其中GRIN光學元件具有不對稱折射率分佈。灰階影像可包括使來自DLP系統之光能夠到達薄膜之複數個孔隙。由來自DLP系統之光照明的薄膜之區域可被光固化。影像可包括阻擋或遮罩光到達薄膜之複數個部分。未由來自DLP系統之光照明的薄膜之區域將不會被光固化。影像可包括配置成一圖案之複數個孔隙。經光固化GRIN光學元件之所要圖案可為配置於薄膜之格點上之一GRIN光學元件陣列，且在此情況下，影像可包括配置於格點上之複數個孔隙。格子可為一個三角格子、一方形格子

或立方格子。替代地，經光固化梯度折射率光學元件之所要圖案可包括經光固化梯度折射率光學元件之至少一個環狀環。經光固化梯度折射率光學元件之所要圖案可包括經光固化梯度折射率光學元件之複數個同心環狀環。

【0110】 方法可包括模型化至少一個經光固化GRIN元件之各者之一所要不對稱折射率分佈，及判定產生該所要不對稱折射率分佈所需之至少一個曝光條件。

【0111】 模型化可用於判定光固化具有一所要不對稱折射率分佈之GRIN元件所需之曝光之強度及/或曝光之持續時間及/或曝光之波長。條件可取決於DLP系統之特性，例如，光源之波長、強度及類型。條件可取決於薄膜性質，例如，薄膜材料及薄膜厚度。模型化可使用任何合適模型化軟體(例如，MATLAB™)來執行。模型化可使用實驗(經量測)資料或理論(經預測)資料來執行。經預測資料可基於薄膜材料及/或DLP系統之已知性質。經光固化GRIN元件之各者之所要折射率分佈可由一不對稱多項式函數定義，或可由一不對稱多項式函數近似計算。可針對一單一經光固化GRIN元件或針對複數個經光固化GRIN元件來模型化所要不對稱折射率分佈。對於包含複數個GRIN光學元件之一薄膜，至少一個經光固化GRIN元件之各者之所要不對稱折射率分佈可為相同的，或經光固化GRIN元件之各者可具有不同所要不對稱折射率分佈。

【0112】 模型化步驟可包括量測或繪製依據一曝光條件而變化之一所要折射率變化圖。曝光條件可為光強度、曝光之持續時間或光波長。圖可被產生為具有一非平面表面之一圖。圖可被產生為一3D圖。圖可經迭代地更新及/或最佳化以產生一經光固化GRIN光學元件之一所要折射率分

佈。圖可為一單一經光固化GRIN光學元件或複數個經光固化GRIN光學元件之一折射率變化圖。圖可用於產生用於DLP成像系統中之一折射率梯度像素矩陣。像素矩陣可識別DLP成像系統之各像素之所需曝光條件以產生跨薄膜之所需折射率變動。折射率梯度像素矩陣可經組態以產生一單一經光固化GRIN光學元件，或跨薄膜分佈之2個至5000個之間的經光固化GRIN元件。折射率梯度像素矩陣可經組態以跨薄膜之20%與80%之間的區域產生經光固化GRIN元件。

【0113】 模型化步驟可包含將一折射率變化圖轉換成一數位光投影強度圖。數位光投影強度圖可為用於DLP系統之一像素矩陣。可自一折射率梯度像素矩陣產生數位光投影強度圖。當產生用於DLP系統中之一灰階影像時，可使用數位光投影強度圖。數位光投影強度圖可用於判定用於DLP系統中之所需曝光條件。DLP強度圖可用於產生一.bmp影像。影像可為一8位元影像。曝光條件可取決於薄膜類型、經光固化GRIN光學元件之所需圖案或配置、薄膜性質及DLP成像系統之性質。因此，數位光投影強度圖可用於藉由判定所需曝光條件來控制至薄膜上之光投影。

【0114】 當將折射率變化圖轉換成一數位光投影強度圖時，經模型化之所要折射率分佈可導致一不對稱折射率分佈。

【0115】 所要折射率分佈可導致在平行於薄膜之一表面之一平面中在一徑向方向上變化之一不對稱折射率分佈。所要折射率分佈可導致在平行於薄膜之一表面之至少一個線性方向上變化之一不對稱折射率分佈。所要折射率分佈可導致在平行於薄膜之一表面之一平面中在一圓周方向上變化之一不對稱折射率分佈。

【0116】 模型化步驟可包含模型化至少兩個不同的經光固化GRIN

光學元件之至少兩個不同的所要折射率分佈。模型化步驟可包含取決於所要圖案內之元件之位置來選擇至少一個GRIN光學元件之各者之一所要折射率分佈。若GRIN光學元件之所要圖案包括經光固化梯度折射率光學元件之複數個同心環狀環，則模型化步驟可包含選擇形成同一環狀環之GRIN光學元件之相同所要折射率分佈。模型化步驟可包含選擇形成不同環狀環之部分的GRIN光學元件之不同所要折射率分佈。模型化步驟可包括選擇至少一個GRIN光學元件之各者之一所要折射率，使得定位於距薄膜軸線之相同徑向距離處之GRIN光學元件具有相同所要折射率分佈。模型化步驟可包括選擇至少一個GRIN光學元件之各者之一所要折射率分佈，使得定位於距薄膜軸線的一較大距離處之GRIN光學元件具有一更不對稱的所要折射率分佈。替代地，模型化步驟可包括選擇至少一個GRIN光學元件之各者之一所要折射率分佈，使得定位於距薄膜軸線的一較大距離處之GRIN光學元件具有一更對稱的所要折射率分佈。

【0117】 方法可包括使用一灰階影像及/或一數位光投影強度圖將薄膜曝露於來自DLP之光，以控制至跨薄膜之曝光上之光投影。方法可包括等待供薄膜顯影之一最小時間量。方法可包括，在等待供薄膜顯影之一最小時間之後，使用DLP系統或使用一UV烘箱對薄膜進行泛光(flood)固化或泛光曝光。

【0118】 DLP系統可包含引起非線性強度回應之光學器件。方法可涉及判定在任何或所有像素處是否存在顯著非線性回應。若存在顯著非線性回應，則方法可包括調適數位光投影強度圖以考量非線性回應。

【0119】 至少一個GRIN光學元件之各者之所要折射率分佈可產生具有介於約1 μm 與5.0 mm之間的一直徑之一經光固化GRIN光學元件。經

模型化折射率分佈可經組態以產生具有介於約 $1\ \mu\text{m}$ 與 $5.0\ \text{mm}$ 之間的一直徑之至少一個經光固化GRIN光學元件。經模型化折射率分佈可經最佳化或經迭代地最佳化以產生具有介於約 $1\ \mu\text{m}$ 與 $5.0\ \text{mm}$ 之間的一直徑之至少一個經光固化GRIN光學元件。至少一個經光固化GRIN光學元件之各者之所要折射率分佈可產生具有介於 $1\ \mu\text{m}^3$ 與 $5\ \text{mm}^3$ 之間的一體積之經光固化GRIN元件。至少一個經光固化GRIN光學元件之各者之所要折射率分佈可產生在平行於薄膜之一表面之一方向上具有一不對稱分佈之圓盤狀經光固化GRIN元件或球狀經光固化GRIN元件。經模型化折射率分佈可經最佳化或經迭代地最佳化以產生具有上文描述之任何特性之至少一個經光固化GRIN光學元件。

【0120】圖1A係根據本發明之一實施例之應用於一眼科鏡片之包含具有不對稱折射率分佈的複數個經光固化GRIN光學元件7a、7b之一薄膜1之一示意性俯視圖。GRIN光學元件7a、7b係配置成同心圓9a、9b（虛線9a、9b被提供為至眼睛之一導引且不表示薄膜1之結構特徵）。同心圓係以一薄膜軸線3為中心，薄膜軸線3在實質上垂直於薄膜1之平面之一方向上延伸。圖1B係圖1A中所展示之薄膜1的GRIN光學元件7a之一者之一俯視圖，且圖1C以透視圖展示相同元件7a。GRIN光學元件7a、7b之各者係實質上圓柱形形狀，其在平行於薄膜1之一表面之一平面中具有一橢圓形橫截面。GRIN光學元件7a、7b之各者具有在垂直於元件7a、7b之圓柱軸線之一平面（即，平行於薄膜1之一表面之一平面）中在一徑向方向及橫向方向兩者上變化之一折射率分佈，而導致跨元件7a、7b之一不對稱折射率分佈。跨元件7a之表面之折射率在垂直於元件7a之圓柱軸線之一平面中變化，在平行於薄膜1之前表面之一平面中自一點「X」徑向向外變化，且

在由箭頭「Y」指示之平行於薄膜1之前表面的一方向上橫向變化。折射率分佈在平行於元件7a之圓柱軸線之一方向「Z」上係恆定的(即，不變化)(參見圖1C)。折射率變動在方向「Y」上具有一不對稱分佈22，如圖1D中所展示。

【0121】 形成內環9a之GRIN光學元件7a全部具有相同折射率分佈(如圖1B至圖1D中所展示)且全部係定位於距薄膜軸線3之相同徑向距離處。圖1E展示應用於一鏡片5之圖1A之薄膜1之一橫截面視圖。薄膜軸線3與鏡片5之光軸2對準。由於GRIN光學元件7a具有一不對稱折射率分佈，因此當薄膜1被應用於鏡片5時，GRIN元件7a之局部光軸將相對於鏡片5之光軸2傾斜。來自鏡片5之光軸2上之一遠點源(在下文中被稱為一軸上遠點源)之穿過具有基本折射率的薄膜1之一區域之光被聚焦至光軸2上之一光點11。來自一軸上遠點源之穿過GRIN光學元件7a之光將被聚焦遠離鏡片5之光軸2。來自一軸上遠點源之穿過形成內環9a的GRIN光學元件7a之光將在一焦面17處形成焦點15a、15b之一環。當鏡片5由一鏡片配戴者配戴時，形成內環9a之GRIN元件7a將來自一軸上遠點源之光聚焦朝向一附加屈光力焦面17，與基本屈光力焦面13相比，附加屈光力焦面17更靠近鏡片5之後表面(即，更遠離視網膜，或更靠近角膜)。GRIN光學元件7a之各者之局部光軸與鏡片5之光軸2相交，且來自一軸上遠點源之穿過形成內環9a的GRIN光學元件7a之光線經引導使得在基本屈光力表面13處形成未聚焦光之一小光點尺寸。此可改良形成於一鏡片配戴者之視網膜處之一影像之品質。

【0122】 形成外環9b之GRIN光學元件7b全部具有與形成內環9a之GRIN元件7a(如圖1A及圖1E中所展示)相同的折射率變動。形成外環9b之

GRIN光學元件7b全部係定位於距鏡片5之光軸2及薄膜軸線3之相同徑向距離處，且與形成內環9a之GRIN光學元件7a相比在距光軸2及薄膜軸線3之一更大徑向距離處。

【0123】 GRIN光學元件7b具有聚焦來自一軸上遠點源之光以形成焦點19a、19b (圖1E中所展示)之一環之局部光軸。焦點19a、19b之環將具有比由穿過GRIN光學元件7a之內環9a之光形成的焦點15a、15b之環更大之一半徑。形成外環9b之GRIN光學元件7b之折射分佈與形成內環9a之GRIN光學元件7a之折射率分佈相同。當鏡片5由一配戴者配戴時，形成外環9b之GRIN光學元件7b將把光聚焦朝向相同於形成內環9a之GRIN元件7a之附加屈光力焦面17。GRIN光學元件7b之各者之局部光軸與鏡片5之光軸2及薄膜軸線3相交，且來自一軸上遠點源之穿過形成外環9b的GRIN光學元件7b之光線經引導使得在基本屈光力表面13處形成未聚焦光之一小光點尺寸。此可改良形成於一鏡片配戴者之視網膜處之一影像之品質。

【0124】 圖2A係根據本發明之一實施例之應用於一眼科鏡片之包含具有不對稱折射率分佈的複數個經光固化GRIN光學元件107a、107b之一薄膜101之一示意性俯視圖。

【0125】 GRIN光學元件107a、107b係配置成同心圓109a、109b (虛線109a、109b被提供為至眼睛之一導引且不表示薄膜101之結構特徵)。同心圓係以一薄膜軸線103為中心，薄膜軸線103在實質上垂直於薄膜101之平面之一方向上延伸。圖2B係形成圖2A中所展示之薄膜101中之GRIN光學元件的內圓109a之GRIN光學元件107a之一者之一俯視圖，且圖2C以透視圖展示相同元件107a。

【0126】 圖2D係形成圖2A中所展示之薄膜101中之GRIN光學元件

的外圓109b之GRIN光學元件107b之一者之一俯視圖，且圖2E以透視圖展示相同元件107b。

【0127】 形成內環109a之GRIN元件107a全部具有相同的不對稱折射率分佈。形成外環109b之GRIN光學元件107b亦全部具有相同折射率變動，但此等元件107b具有不同於形成內環109a之GRIN光學元件107a之一折射率分佈。GRIN光學元件107a、107b之各者係實質上圓柱形形狀，其在平行於薄膜101之一表面之一平面中具有一橢圓形橫截面。GRIN光學元件107a、107b之各者具有在垂直於元件107a、107b之圓柱軸線之一平面(即，平行於薄膜101之一表面之一平面)中在一徑向方向及橫向方向兩者上變化之一折射率分佈，而導致跨元件107a、107b之一不對稱折射率分佈。如圖2C及圖2E中所展示，跨元件107a、107b之表面之折射率在垂直於元件107a、107b之圓柱軸線之一平面中變化，在平行於薄膜101之前表面之一平面中自一點「X」徑向向外變化，且在由箭頭「Y」指示之平行於薄膜101之前表面的一方向上橫向變化。折射率分佈在平行於元件107a之圓柱軸線之一方向「Z」上係恆定的(即，不變化)。圖2F中展示兩個元件在方向「Y」上之折射率變動。形成內圓109a之部分的一元件107a之分佈122a係藉由點虛線展示，且形成外圓109b之部分的一元件107b之分佈122b係藉由虛線展示。

【0128】 圖2G展示應用於一鏡片105之圖2A之薄膜101之一橫截面視圖。薄膜軸線103 (點虛線)與鏡片105之光軸102 (虛線)對準。來自鏡片105之光軸102上的一遠點源之穿過具有基本折射率的薄膜101之一區域之光將被聚焦至光軸102上之一光點111。

【0129】 由於形成內圓109a (參見圖2A)之部分之GRIN元件107a全

部具有圖2B、圖2C及圖2F中所展示之相同的不對稱折射率分佈，且由於其等係定位於距光軸102之相同徑向距離處，因此來自一軸上遠點源之穿過GRIN光學元件107a之光將被聚焦遠離光軸102且將形成焦點115a、115b (圖2G中所展示)之一環。當鏡片105由一鏡片配戴者配戴時，GRIN光學元件107a之折射率分佈導致來自一軸上遠點源之光被聚焦於一低附加屈光力焦面117處，與基本屈光力焦面113相比，低附加屈光力焦面117更靠近鏡片105之後表面。

【0130】 形成外環109b之GRIN光學元件107b亦全部具有相同折射率變動，但此等元件107b具有不同於形成內環109a之GRIN光學元件107a之一折射率分佈。形成外環109b之GRIN光學元件107b全部係定位於距光軸102之相同徑向距離處，且與形成內環109a之GRIN光學元件107a相比在距光軸102之一更大徑向距離處。與形成內環109a之GRIN光學元件107a相比，形成外環109b (參見圖2A)之GRIN光學元件107b具有一不同焦度。與形成內環109a之部分的GRIN光學元件107a之局部光軸相比，形成外環109b之部分的GRIN光學元件107b之局部光軸係相對於鏡片105之光軸102傾斜更多。來自一軸上遠點源之穿過形成外環109b的GRIN光學元件107b之光經聚焦以形成焦點119a、119b之一環。焦點119a、119b之環具有比由穿過GRIN光學元件107a之內環109a之光形成的焦點115a、115b之環更大之一半徑，且穿過外環GRIN光學元件107b之光被聚焦於一高附加屈光力焦面123上之離軸點處，高附加屈光力焦面123與基本屈光力焦平面113相比更靠近鏡片105之後表面，且與低附加屈光力焦面117相比更靠近鏡片105之後表面。

【0131】 圖3A係根據本發明之一實施例之應用於一眼科鏡片之包含

具有不對稱折射率分佈的複數個經光固化GRIN光學元件207之另一薄膜201之一示意性俯視圖。薄膜201之基本折射率係均勻的，且薄膜201具有一均勻厚度。薄膜201包括跨薄膜201之一中心區域配置成一隨機圖案之複數個GRIN光學元件207。薄膜201之一周邊區域204不具有GRIN光學元件。GRIN光學元件207在薄膜201之平面中具有一圓形橫截面，且具有在一圓周方向上(在圖3B及圖3C中所展示之箭頭「W」之方向上)及在一徑向方向上連續變化之一不對稱折射率分佈。不對稱折射率變動係在垂直於一薄膜軸線203之一平面中。薄膜軸線203係定位於薄膜201之徑向中點處。元件207在方向「W」上之不對稱折射率變動係由圖3C中之曲線222展示。GRIN元件207全部具有相同折射率變動，如圖3B及圖3C中所展示，但其等係定位於距薄膜軸線203之不同徑向距離處。

【0132】 圖3B係圖2A及圖2B中所展示之薄膜201之一GRIN光學元件207之一俯視圖。GRIN元件207具有一圓形橫截面及在由箭頭「W」指示之圓周方向上且在一徑向方向上變化之一不對稱折射率分佈。沿著圖3B中所展示之虛線曲線在箭頭「W」之方向上之折射率分佈在圖3C中被繪製為曲線222。

【0133】 圖3D展示應用於一鏡片205之圖3A之薄膜201。薄膜201覆蓋鏡片205之前表面。來自一軸上遠點源之穿過具有基本折射率之薄膜201的一區域之光將被聚焦至鏡片205之光軸202上之一光點211。鏡片205之光軸202 (虛線)與薄膜軸線203 (點虛線)重合。光點211位於一基本屈光力焦面213上。GRIN元件207全部具有相同折射率變動，如圖3B及圖3C中所展示，但其等係定位於距光軸202之不同徑向距離處。由於GRIN元件207具有一不對稱折射率分佈，因此來自一軸上遠點源之穿過GRIN光

學元件207之光將被聚焦遠離光軸202。當鏡片205由一配戴者配戴時，GRIN光學元件207將光聚焦朝向一附加屈光力焦面217上之離軸焦點，與基本屈光力焦面213相比，附加屈光力焦面217更靠近鏡片205之後表面，如圖3D中所展示。

【0134】圖4係包含兩個鏡片305之一副眼鏡325之一前視圖。各鏡片305係以一光軸302為中心，且包括設置於鏡片305之一前表面上之一薄膜301。薄膜301之基本折射率係均勻的，且薄膜301具有一均勻厚度。薄膜301覆蓋鏡片305之前表面。來自一軸上遠點源之穿過薄膜301之光將被聚焦至鏡片305之光軸302上在一基本屈光力焦面(未展示)處之一光點。

【0135】各薄膜301包括配置成同心圓309a、309b之複數個GRIN光學元件307a、307b (虛線被提供為至眼睛之一導引且不表示鏡片305之結構特徵)。GRIN光學元件307a、307b之各者具有平行於薄膜301之一平面跨元件307a、307b在一徑向方向及橫向方向兩者上變化之一折射率分佈，而導致一不對稱分佈。形成內圓309a之GRIN元件307a全部具有相同折射率變動且全部係定位於距鏡片305之光軸302之相同徑向距離處。由於GRIN元件307a具有一不對稱折射率分佈，因此來自一軸上遠點源之穿過GRIN光學元件307a之光將被聚焦遠離光軸302。GRIN光學元件307a係配置成以各鏡片305之光軸302為中心之一圓，且來自一遠點源之穿過形成內環309a的GRIN光學元件307a之光將形成焦點之一環。

【0136】形成外環309b之GRIN光學元件307b亦全部具有相同折射率變動，但此等元件307b具有不同於形成內環309a之GRIN光學元件307a之一折射率變動。形成外環309b之GRIN光學元件307b全部係定位於距鏡片之光軸302之相同徑向距離處，且與形成內環309a之GRIN光學元件

307a相比在距光軸302之一更大徑向距離處。來自一軸上遠點源之穿過形成外環309b之GRIN光學元件307b之光將形成焦點之一環。焦點之此環將具有比由穿過GRIN光學元件307a之內環309a之光形成的焦點之環更大之一半徑。形成外環309b之GRIN光學元件307b之折射率分佈不同於形成內環309a之GRIN光學元件307a之折射率分佈。當鏡片305由一配戴者配戴時，穿過形成內環309a之GRIN光學元件307a之光將被聚焦至一第一焦面上之點，且穿過形成外環309b之GRIN光學元件307b之光將被聚焦至一第二不同焦面處之點。當鏡片305由一鏡片配戴者配戴時，第一及第二焦面兩者將比基本屈光力焦面更靠近鏡片305之後表面。

【0137】 圖5A展示根據本發明之一實施例之另一薄膜401之一示意性俯視圖。薄膜401包括Bayfol® HX薄膜且已被切割成具有500 mm²之一面積之一圓形形狀。薄膜具有一基本折射率及一恆定厚度。薄膜401包含已藉由光固化形成且跨薄膜401隨機分佈之複數個GRIN光學元件407。各GRIN光學元件407在薄膜之平面中具有一圓形橫截面，及在一圓周方向上不對稱地變化之一折射率分佈。數個GRIN元件407具有不同的不對稱折射率分佈。圖5B展示穿過以一隱形眼鏡405之形式應用於一基板405之圖5A的薄膜401之一小部分之一橫截面。GRIN光學元件407延伸穿過薄膜401之厚度。鏡片405係以一光軸402為中心，光軸402在實質上垂直於薄膜401之平面之一方向上延伸。來自一軸上遠點源之穿過具有基本折射率之薄膜401的一部分之光將被聚焦至光軸402上之一光點。由於GRIN光學元件407具有不對稱折射率分佈，因此各GRIN元件407之局部光軸係相對於鏡片405之光軸402傾斜。因此，來自一軸上遠點源之穿過各GRIN元件407之光將被聚焦至一離軸焦點。由於不同GRIN光學元件407具有不同的

不對稱折射率分佈，因此元件407之局部光軸可傾斜達不同量，且GRIN光學元件407可具有不同焦度。

【0138】 圖6係展示根據本發明之一實施例之製造一薄膜的一方法1000之一流程圖。在一第一步驟1003中，提供一可光固化薄膜。在一第二步驟1005中，使用一數位光投影系統來光固化薄膜之至少一個區域，藉此產生具有一不對稱折射率分佈之至少一個經光固化梯度折射率光學元件。

【0139】 雖然已參考特定實例實施例描述及繪示本發明，但一般技術者將瞭解，本發明適用於本文中未明確繪示之許多不同變動。僅藉由實例，現將描述特定可能變動。

【0140】 在上文描述之本發明之實例實施例中，各GRIN元件具有與鏡片之基本折射率相比導致一更高焦度之一折射率分佈。在其他實例實施例中，GRIN元件可具有與鏡片之基本折射率相比導致一更低焦度之一折射率分佈。

【0141】 雖然在前述描述中，提及具有已知的明顯或可預見等效物之整數或元件，但此等等效物係如同個別地闡述般併入本文中。應參考發明申請專利範圍用於判定應被解釋為涵蓋任何此等等效物之本發明之真實範疇。讀者亦將瞭解，被描述為有利的、方便的或類似者之本發明之整數或特徵係選用的，且並不限制獨立技術方案之範疇。此外，應理解，此等選用整數或特徵雖然在本發明之一些實施例中可能有益，但在其他實施例中可能並非所期望的且因此可能不存在。

【符號說明】

【0142】

1: 薄膜

2: 光軸

3: 薄膜軸線

5: 鏡片

7a: 梯度折射率(GRIN)光學元件/梯度折射率(GRIN)元件

7b: 梯度折射率(GRIN)光學元件

9a: 同心圓/虛線/內圓/內環

9b: 同心圓/虛線/外環

11: 光點

13: 基本屈光力焦面/基本屈光力表面

15a: 焦點

15b: 焦點

17: 附加屈光力焦面

19a: 焦點

19b: 焦點

22: 不對稱分佈

101: 薄膜

102: 光軸

103: 薄膜軸線

105: 鏡片

107a: 梯度折射率(GRIN)光學元件/梯度折射率(GRIN)元件

107b: 梯度折射率(GRIN)光學元件

109a: 同心圓/虛線/內圓/內環

- 109b: 同心圓/虛線/外圓/外環
- 111: 光點
- 113: 基本屈光力焦面/基本屈光力焦平面
- 115a: 焦點
- 115b: 焦點
- 117: 低附加屈光力焦面
- 119a: 焦點
- 119b: 焦點
- 122a: 分佈
- 122b: 分佈
- 123: 高附加屈光力焦面
- 201: 薄膜
- 202: 光軸
- 203: 薄膜軸線
- 204: 周邊區域
- 205: 鏡片
- 207: 梯度折射率(GRIN)光學元件/梯度折射率(GRIN)元件
- 211: 光點
- 213: 基本屈光力焦面
- 217: 附加屈光力焦面
- 222: 曲線
- 301: 薄膜
- 302: 光軸

305: 鏡片

307a: 梯度折射率(GRIN)光學元件/梯度折射率(GRIN)元件

307b: 梯度折射率(GRIN)光學元件

309a: 同心圓/內圓/內環

309b: 同心圓/外環

325: 眼鏡

401: 薄膜

402: 光軸

405: 隱形眼鏡/基板/鏡片

407: 梯度折射率(GRIN)光學元件/梯度折射率(GRIN)元件

1000: 方法

1003: 第一步驟

1005: 第二步驟

W: 方向/圓周方向

X: 點

Y: 方向

Z: 方向

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種應用於一眼科鏡片(ophthalmic lens)之薄膜，其中該薄膜具有一基本折射率且包含複數個梯度折射率光學元件，該複數個梯度折射率光學元件之各者具有一不對稱折射率分佈，其中該薄膜可組態於一鏡片之一表面上，使得來自該鏡片之一光軸上的一遠點源(distant point source)之穿過具有該基本折射率之該薄膜的一區域之光被聚焦朝向該鏡片之該光軸上之一點，且來自該鏡片之該光軸上的一遠點源之穿過該複數個梯度折射率光學元件之光被聚焦朝向距該光軸一第一距離之一點。

【請求項2】

如請求項1之薄膜，其包含跨該薄膜隨機分佈之複數個該等梯度折射率光學元件。

【請求項3】

如請求項1或請求項2之薄膜，其中該等梯度折射率光學元件之至少兩者具有相同的不對稱折射率分佈。

【請求項4】

如請求項1或請求項2之薄膜，其中該等梯度折射率光學元件之至少兩者具有不同的不對稱折射率分佈。

【請求項5】

如請求項1之薄膜，其包含經配置以形成至少一個環狀環之複數個梯度折射率光學元件，其中該至少一個環狀環係以一薄膜軸線為中心，該薄膜軸線在實質上垂直於該薄膜之一平面之一方向上延伸。

【請求項6】

如請求項5之薄膜，其包含經配置以形成至少兩個同心環狀環 (concentric annular rings)之複數個梯度折射率光學元件，其中該等同心環狀環係以該薄膜軸線為中心。

【請求項7】

如請求項5或請求項6之薄膜，其中形成同一環狀環之部分之梯度折射率光學元件具有相同折射率分佈。

【請求項8】

如請求項1或請求項2之薄膜，其中形成一第一環狀環之梯度折射率光學元件具有一第一折射率分佈，形成一第二同心環狀環之梯度折射率光學元件具有一第二不同折射率分佈。

【請求項9】

如請求項1或請求項2之薄膜，其中該至少一個梯度折射率光學元件之各者具有介於1 μm 與5 mm之間的一直徑或寬度。

【請求項10】

如請求項1或請求項2之薄膜，其中該等梯度折射率光學元件佔據該薄膜之20%與80%之間的一表面積。

【請求項11】

如請求項1或請求項2之薄膜，其中該薄膜係一光聚合物薄膜，且其中該至少一個梯度折射率光學元件之各者係一經光固化梯度折射率光學元件。

【請求項12】

如請求項1或請求項2之薄膜，其中該至少一個梯度折射率光學元件之各者具有由一不對稱多項式函數定義之一折射率分佈。

【請求項13】

如請求項1或請求項2之薄膜，其具有介於1 μm 與70 μm 之間的一厚度。

【請求項14】

如請求項1或請求項2之薄膜，其進一步包括用於將該薄膜黏著至一眼科鏡片之一表面之一黏著表面。

【請求項15】

如請求項1或請求項2之薄膜，其進一步包括經組態以在該薄膜被應用於一眼科鏡片之一表面時提供一保護層之一基板。

【請求項16】

如請求項1或請求項2之薄膜，其中來自一遠點源之在實質上法向於該薄膜之該平面的一方向上入射於該至少一個梯度折射率光學元件上之傳入光係在並非法向於該薄膜之一平面之一方向上聚焦。

【請求項17】

如請求項1或請求項2之薄膜，其包括梯度折射率光學元件之至少一個環狀環，其中該薄膜可組態於一鏡片之一表面上，使得來自該鏡片之該光軸上的一遠點源之穿過具有該基本折射率之該薄膜的一區域之光被聚焦朝向該鏡片之該光軸上之一點，且來自該鏡片之該光軸上的一遠點源之穿過梯度折射率光學元件之該至少一個環狀環之光在一焦面處形成焦點之一環狀環。

【請求項18】

一種包含如請求項1至17中任一項之薄膜之眼科鏡片。

【請求項19】

一種如請求項18之眼科鏡片，其係一眼鏡鏡片。

【請求項20】

一種如請求項18之眼科鏡片，其係一隱形眼鏡。

【請求項21】

一種包括如請求項18之眼科鏡片之眼鏡。

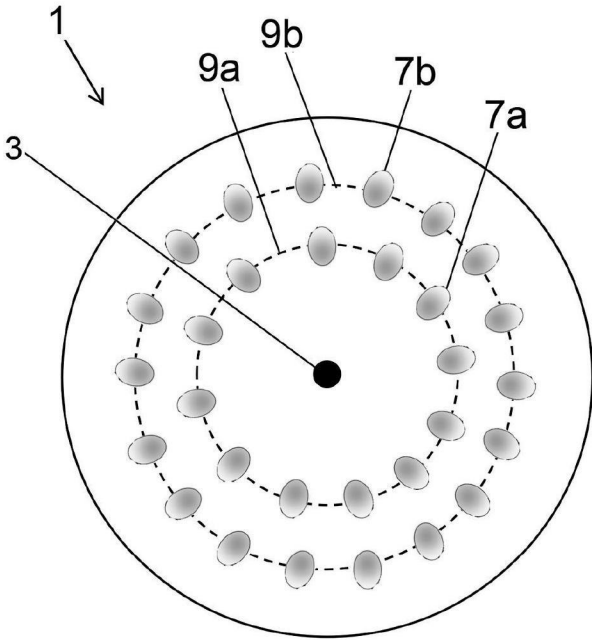
【請求項22】

一種製造如請求項1至17中任一項之薄膜之方法，該方法包括：

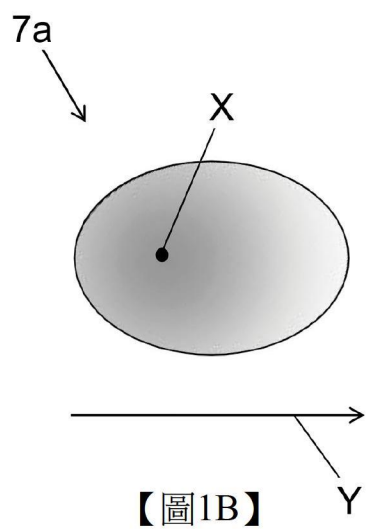
提供一可光固化薄膜(photocurable film)；及

使用一數位光投影系統來光固化該薄膜之至少一個區域，藉此產生具有一不對稱折射率分佈之至少一個經光固化梯度折射率光學元件。

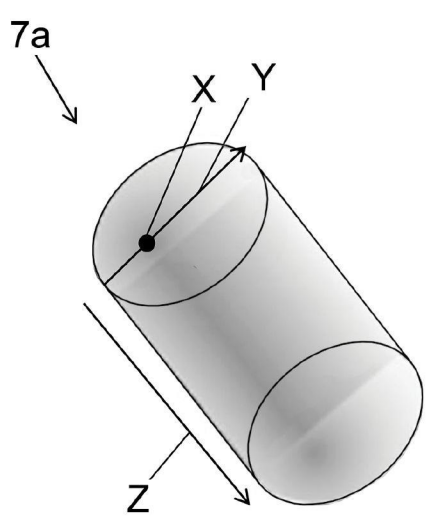
【發明圖式】



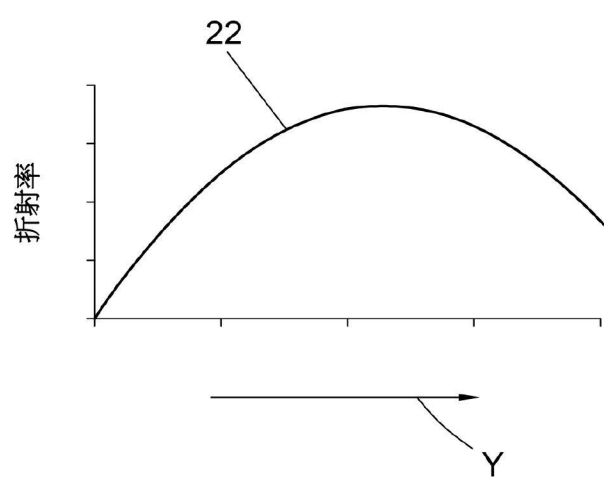
【圖1A】



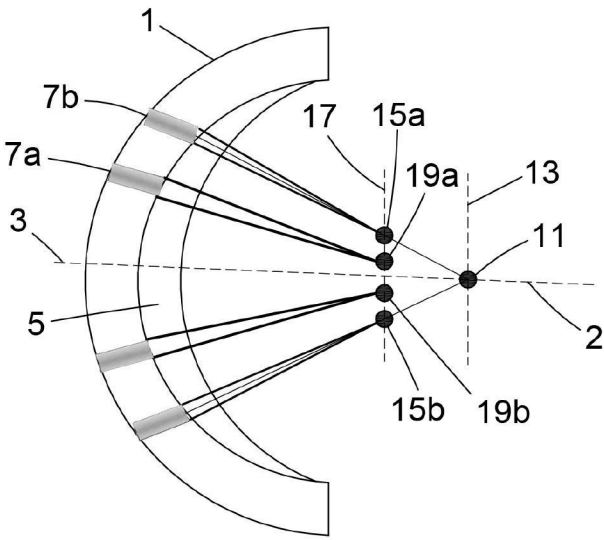
【圖1B】



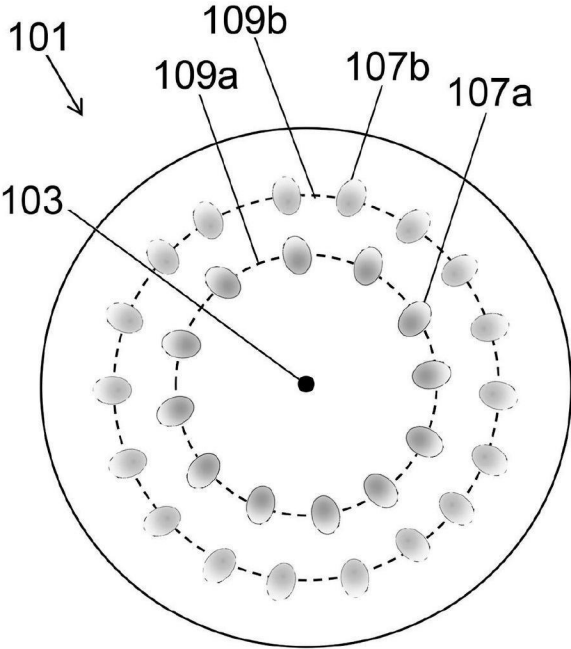
【圖1C】



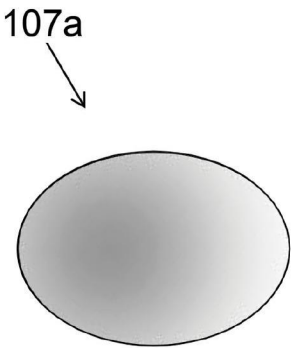
【圖1D】



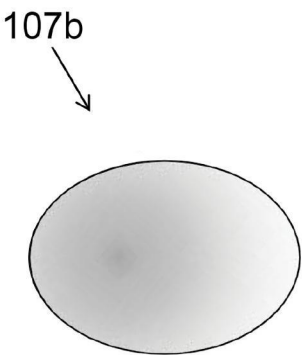
【圖1E】



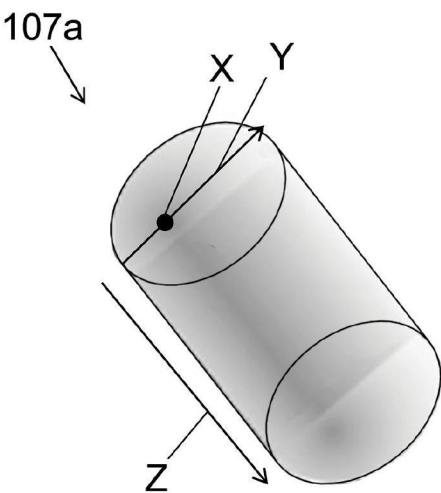
【圖2A】



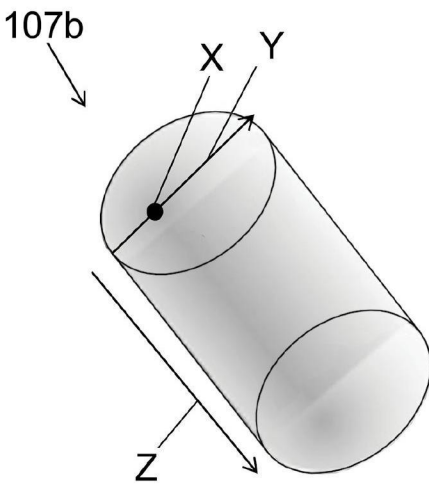
【圖2B】



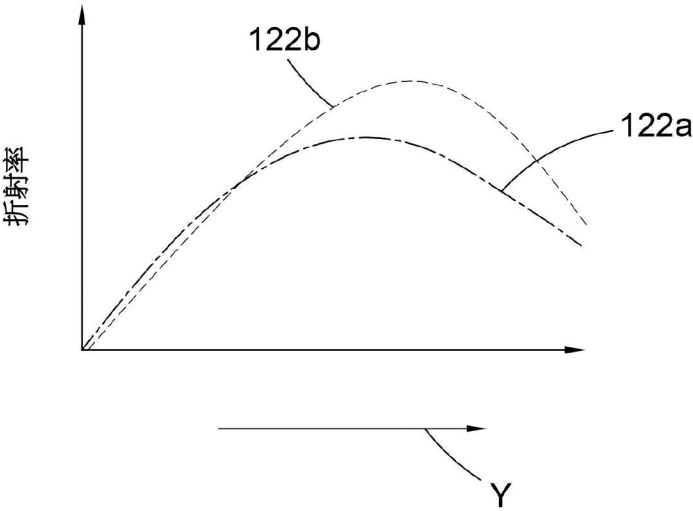
【圖2D】



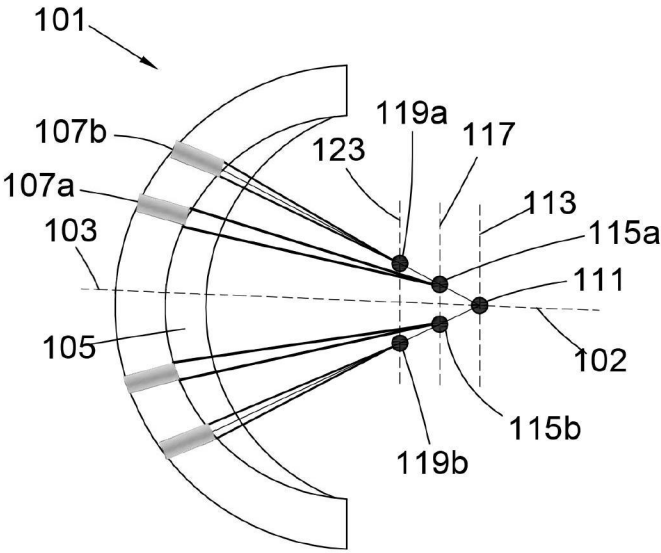
【圖2C】



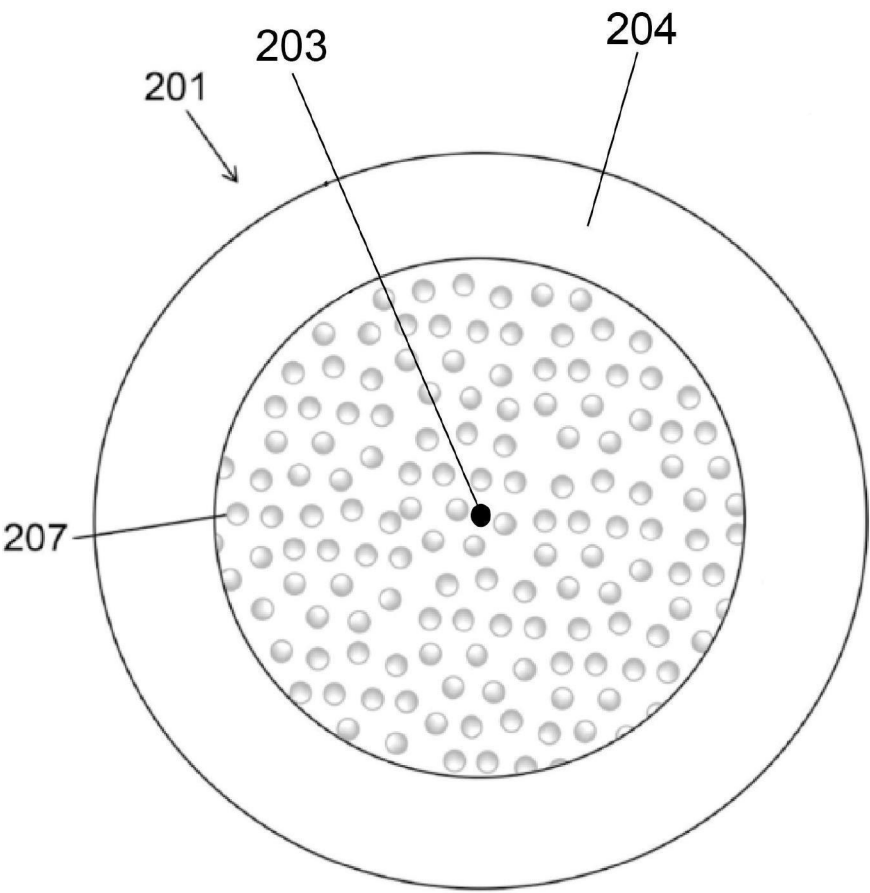
【圖2E】



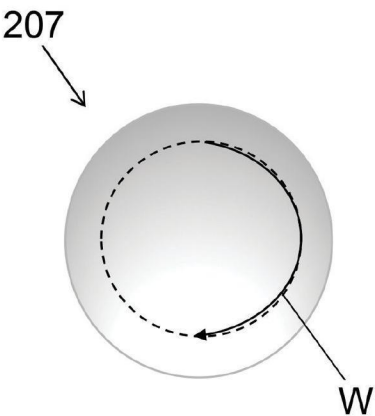
【圖2F】



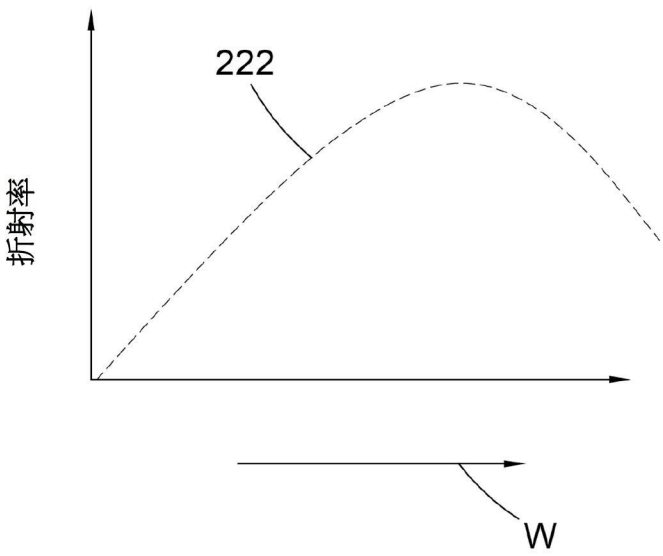
【圖2G】



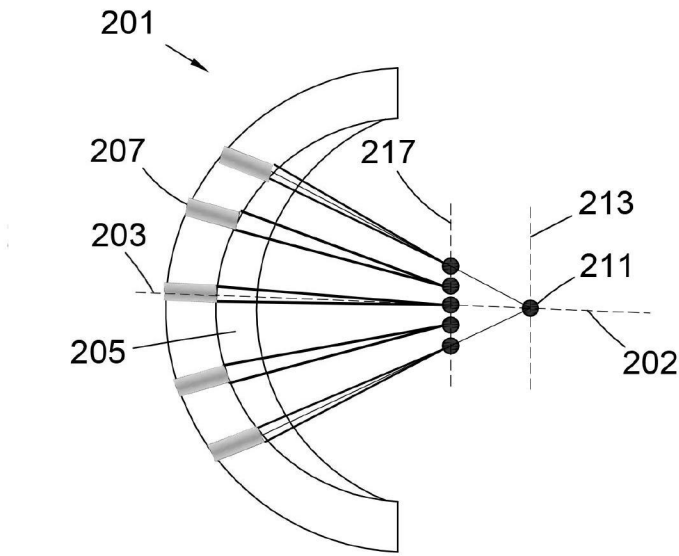
【圖3A】



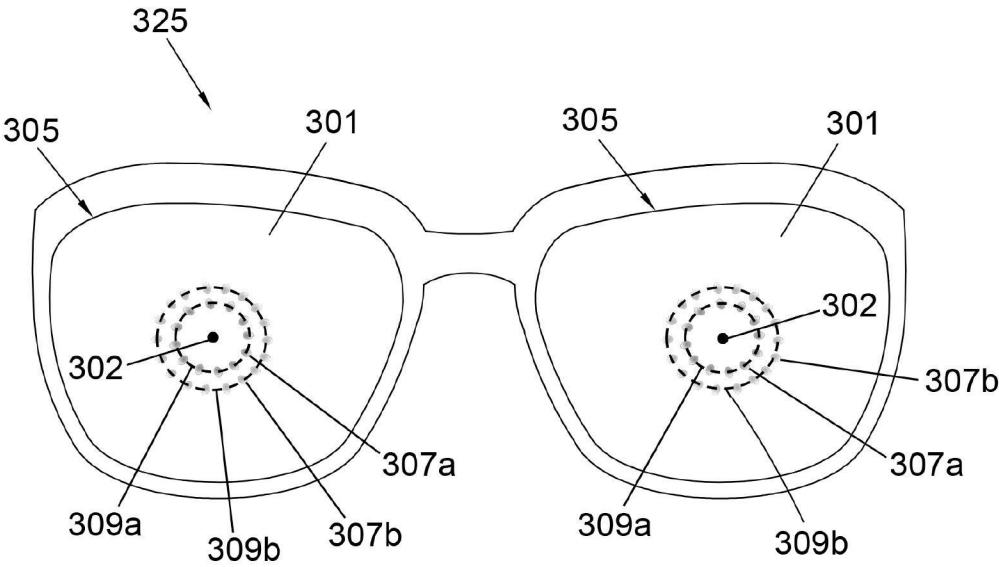
【圖3B】



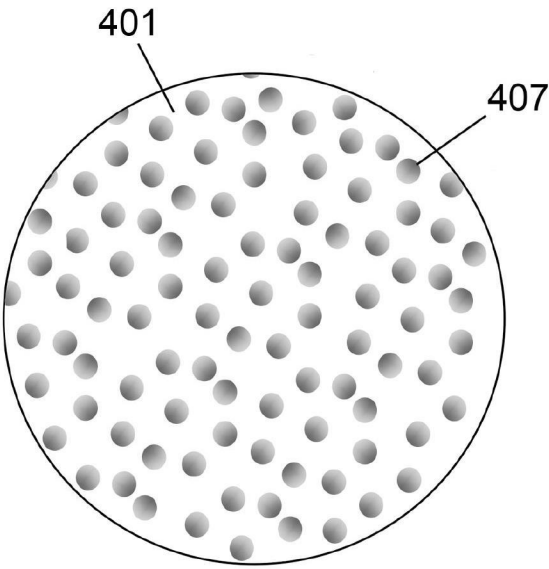
【圖3C】



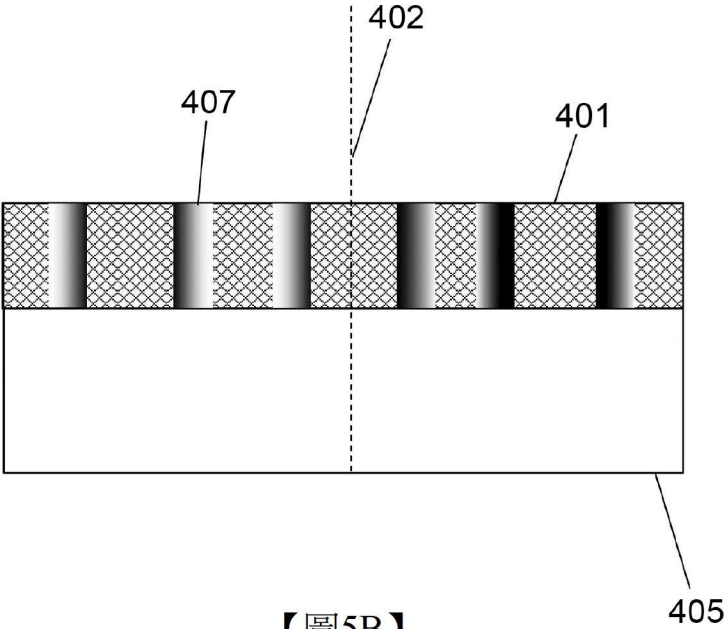
【圖3D】



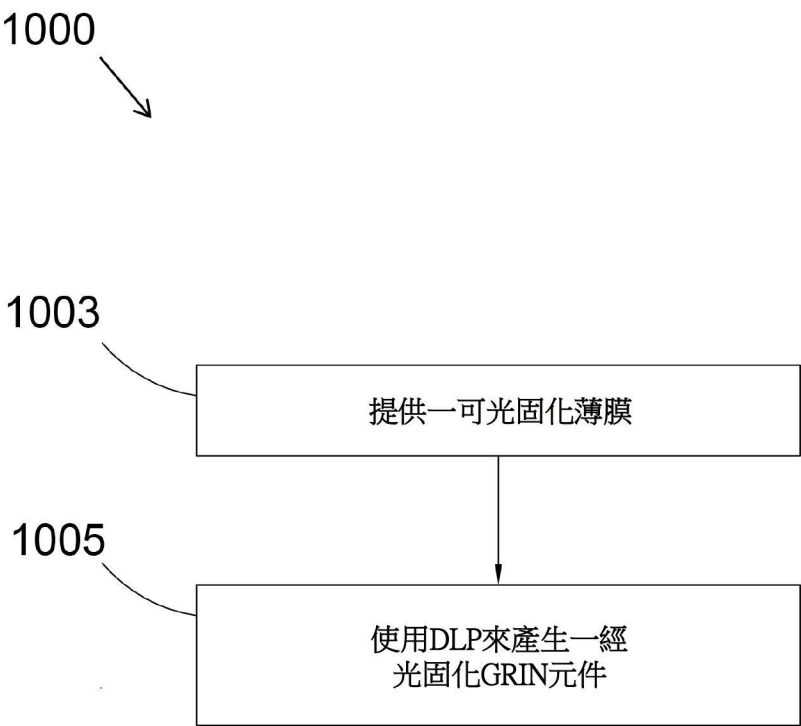
【圖4】



【圖5A】



【圖5B】



【圖6】