



(21) 申請案號：112140720

(22) 申請日：中華民國 112 (2023) 年 10 月 25 日

(51) Int. Cl. : G02C7/02 (2006.01)

G02C7/08 (2006.01)

(30) 優先權：2022/10/28 美國

63/420,114

(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

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：23 項 圖式數：6 共 54 頁

(54) 名稱

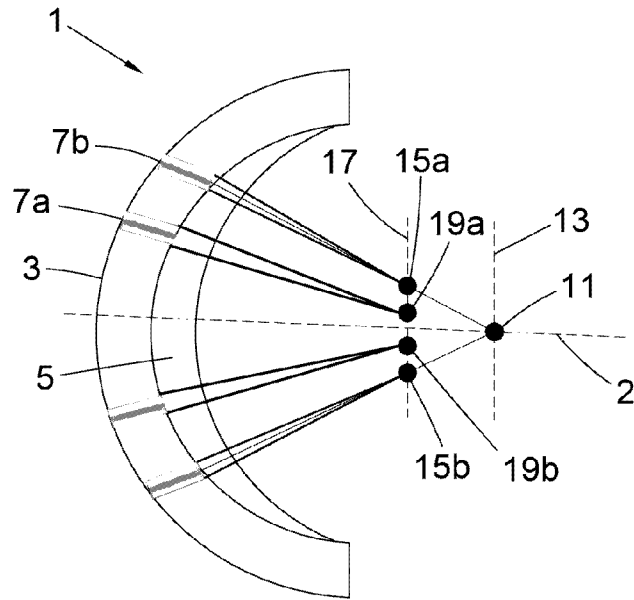
包括不對稱梯度折射率之光學元件的眼科鏡片

(57) 摘要

本發明描述一種眼科鏡片(1)、於一眼科鏡片(1)中使用之膜及製造一眼科鏡片(1)之方法(500)。該鏡片(1)具有一光軸。該鏡片(1)包含設置於一基板(5)之一表面上之一層(3)。該層(3)具有一基本折射率且包括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)。該至少一個梯度折射率光學元件(7a、7b)將來自該光軸上之一遠點源之光聚焦至距該光軸(2)一第一距離之一點。

An ophthalmic lens (1), a film for use in an ophthalmic lens (1) and a method (500) of manufacturing an ophthalmic lens (1) are described. The lens (1) has an optical axis. The lens (1) comprises a layer (3) provided on a surface of a substrate (5). The layer (3) has a base refractive index and includes at least one gradient index optical element (7a, 7b) having an asymmetric refractive index profile. The at least one gradient index optical element (7a, 7b) focuses light from a distant point source on the optical axis to a point that is a first distance from the optical axis (2).

指定代表圖：



【圖1A】

符號簡單說明：

1:眼科鏡片

2:光軸

3:層

5:基板

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

11:光點

13:基本屈光力焦面

15a:焦點

15b:焦點

17:附加屈光力焦面

19a:焦點

19b:焦點

【發明摘要】

【中文發明名稱】

包括不對稱梯度折射率之光學元件的眼科鏡片

【英文發明名稱】

OPHTHALMIC LENSES INCLUDING ASYMMETRIC GRADIENT
INDEX OPTICAL ELEMENTS

【中文】

本發明描述一種眼科鏡片(1)、於一眼科鏡片(1)中使用之膜及製造一
眼科鏡片(1)之方法(500)。該鏡片(1)具有一光軸。該鏡片(1)包含設置於
一基板(5)之一表面上之一層(3)。該層(3)具有一基本折射率且包括具有一
不對稱折射率分佈之至少一個梯度折射率光學元件(7a、7b)。該至少一個
梯度折射率光學元件(7a、7b)將來自該光軸上之一遠點源之光聚焦至距該
光軸(2)一第一距離之一點。

【英文】

An ophthalmic lens (1), a film for use in an ophthalmic lens (1) and
a method (500) of manufacturing an ophthalmic lens (1) are described.
The lens (1) has an optical axis. The lens (1) comprises a layer (3)
provided on a surface of a substrate (5). The layer (3) has a base refractive
index and includes at least one gradient index optical element (7a, 7b)
having an asymmetric refractive index profile. The at least one gradient
index optical element (7a, 7b) focuses light from a distant point source on
the optical axis to a point that is a first distance from the optical axis (2).

【指定代表圖】

圖1A

【代表圖之符號簡單說明】

1: 眼科鏡片

2: 光軸

3: 層

5: 基板

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

11: 光點

13: 基本屈光力焦面

15a: 焦點

15b: 焦點

17: 附加屈光力焦面

19a: 焦點

19b: 焦點

【發明說明書】

【中文發明名稱】

包括不對稱梯度折射率之光學元件的眼科鏡片

【英文發明名稱】

OPHTHALMIC LENSES INCLUDING ASYMMETRIC GRADIENT
INDEX OPTICAL ELEMENTS

【技術領域】

【0001】 本發明係關於具有包括具有一不對稱折射率分佈之至少一個梯度折射率折射元件的一層之眼科鏡片，於此等鏡片中使用之膜及製造此等鏡片之方法。

【先前技術】

【0002】 包括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(年齡相關之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)包括雙焦點或漸進式鏡片，該等鏡片包括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的處方，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形或「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，包括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之眼科鏡片。

【0015】 根據一第二態樣，本發明提供一種如技術方案22之膜。

【0016】 根據一第三態樣，本發明提供一種如技術方案23之方法。

【0017】 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】

【0018】 現將參考隨附示意圖僅藉由實例描述實例實施例。

【0019】 圖1A係根據本發明之一實施例之一眼科鏡片之一橫截面視圖；

【0020】 圖1B係圖1A之鏡片之一俯視圖(即，看向在鏡片在一眼睛上使用時面向前之表面)；

【0021】 圖1C係圖1A及圖1B之鏡片的GRIN光學元件之一者之一俯視圖；

【0022】 圖1D係圖1C中所展示之GRIN光學元件之一透視圖；

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

【0024】 圖2A係根據本發明之另一實施例之一眼科鏡片之一橫截面視圖；

【0025】 圖2B係圖2A之鏡片之一俯視圖(即，看向在鏡片在一眼睛上使用時面向前之表面)；

【0026】 圖2C係形成圖2A及圖2B中之鏡片中之GRIN元件的內環之GRIN光學元件之一者之一俯視圖；

【0027】 圖2D係形成圖2A及圖2B中之鏡片中之GRIN元件的外環之GRIN光學元件之一者之一俯視圖；

【0028】 圖2E係圖2C中所展示之GRIN光學元件之一透視圖；

【0029】 圖2F係圖2D中所展示之GRIN光學元件之一透視圖；

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

【0031】 圖3A係根據本發明之一實施例之一眼科鏡片之一橫截面視圖；

【0032】 圖3B係圖3A之鏡片之一俯視圖；

【0033】 圖3C係圖3A及圖3B之鏡片的GRIN光學元件之一者之一俯視圖；

【0034】 圖3D係展示在圍繞圖3C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4係根據本發明之一實施例之包括鏡片的一副眼鏡之一前視圖；

【0036】 圖5A係根據本發明之一實施例之於一眼科鏡片中使用的膜之一俯視圖；

【0037】 圖5B係根據本發明之一實施例之施覆於一鏡片之圖5A的膜之一小部分之一橫截面視圖；及

【0038】 圖6係展示根據本發明之一實施例之製造一鏡片之一方法之一流程圖。

【實施方式】

【0039】 根據一第一態樣，本發明提供一種具有一光軸之一眼科鏡片。該鏡片包含設置於一基板之一表面上之一層。該層具有一基本折射率且包括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，使得該至少一個梯度折射率(GRIN)光學元件將來自該光軸上之一遠點源之光聚焦至距該鏡片之該光軸一第一距離之一點。

【0040】 鏡片之光軸可參考在鏡片之光軸上之一遠點光源來定義。來自在鏡片之光軸上之一遠點源(其在下文中可被稱為一軸上遠點源)之光

將被聚焦至鏡片之光軸上之一點。

【0041】 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。

【0042】 層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，層可覆蓋鏡片之一表面之一部分。層可覆蓋鏡片之一表面之一中心部分，例如，當鏡片在使用中時，組態為位於一鏡片配戴者之眼睛前面之一部分。層可覆蓋圍繞鏡片之中心之一表面之一環狀區域。可存在未由層覆蓋之鏡片之一周邊區域。

【0043】 層之基本折射率可為均勻的。層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比基本折射率大之一平均折射率。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。來自一軸上遠點源之穿過層之光將被聚焦至鏡片之光軸上之一焦點。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。來自一軸上點源之穿過層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。

【0044】 在本發明之內容背景中，至少一個GRIN光學元件之各者

係具有一變化折射率及在平行於層之一表面之一平面中由該變化折射率引起之一不對稱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實質上立方體的。各元件可在平行於層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。由於不對稱折射率分佈，自一軸上遠點源行進之穿過至少一個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)。

【0045】 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，該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。在平行於層之一表面之一方向(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具有基本折射率之鏡片之層的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距將取決於該GRIN光學元件之折射率分佈。

【0046】 至少一個GRIN光學元件之任何者或全部可經組態使得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的光形成之一影像及由穿過GRIN光學元件之光形成之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，此在減少近視進展方面可為有利的。

【0047】 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層之一表面之一平面(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，折射率可在平行於層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。

【0048】 不對稱折射率變動可為在平行於層之一表面之一線性方向上之一變動。

【0049】 不對稱折射率變動可為在一橫向平面中在一線性方向上之一變動與在一徑向及/或圓周方向上之一變動之一組合。

【0050】 有利地，GRIN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層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。

【0051】 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。

【0052】 層可包括複數個GRIN元件。層可包括跨層隨機分佈之複數個GRIN元件。複數個GRIN元件可跨層之一部分隨機分佈。層可包括經

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鏡片之光軸為中心。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。

【0053】 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。

【0054】 GRIN光學元件可跨整個層或層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。

【0055】 GRIN光學元件可經配置以在層上形成一環狀圖案。該環狀圖案可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。環狀圖案可包含一單一環或複數個同心環。

【0056】 層可包括定位於距鏡片之光軸之一不同徑向距離處之GRIN光學元件之至少一個第二環狀環。

【0057】 GRIN光學元件之至少兩者可為實質上相同的，即，其等可具有相同大小及形狀，且其等可具有相同不對稱折射率分佈。在此情況下，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同一焦面上之點。至少兩個GRIN元件之折射率分佈可變化，使得當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。

【0058】 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)可將光聚焦朝向與來自鏡片之光軸等距且位於同一焦面上之離軸點。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光軸為中心之一橢圓形或卵形環，且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。

【0059】 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。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遠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遠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。

【0060】 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。

【0061】 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。層可劃分成複數個相異部分，其中各部分包含具有相同或一類似折射率變動之GRIN光學元件。

【0062】 至少一個GRIN光學元件之各者之折射率分佈與該元件自鏡片之光軸之徑向位置之間可存在一相關性。定位於距鏡片之光軸的相同徑向距離處(例如，圍繞以鏡片之光軸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。定位於距鏡片之光軸的不同徑向距離處之GRIN元件可具有不同折射率分佈。

【0063】 定位於距鏡片之光軸的一較大徑向距離處之GRIN光學元件可具有與定位於距鏡片之光軸的一較小徑向距離處之GRIN光學元件相比導致一更大焦度之一折射率分佈。當鏡片在使用中時，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之後表面之一表面。

【0064】 鏡片可包含形成以鏡片之光軸為中心之一第一圓環之GRIN光學元件，且此等GRIN元件可具有一第一折射率分佈。鏡片可包含在比第一圓環更大之一徑向距離處形成以鏡片之光軸為中心的一第二圓環之GRIN元件，且此等GRIN元件可具有一第二不同折射率分佈。第一折射率分佈可導致形成第一環之部分之GRIN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。

【0065】 鏡片可包含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。定位於距鏡片之光軸的一較大徑向距離處之環狀環可包含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含將光聚焦朝向更靠近鏡片之後表面之一表面之GRIN元件。替代地，定位於距鏡片之光軸的一較大徑向距離處之環狀環可包含具有一更小焦度之GRIN元件。當鏡片在使用中時，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含將光聚焦朝向更遠離鏡片之後表面之一表面之GRIN元件。

【0066】 與入射於層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。

【0067】 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-0.25 D與+25.0 D之間之一最小折射力。對於用於預防或減緩近視之發展或進展之鏡片，各GRIN光學元件可具有介於-0.25 D與+25.0 D之間之一最小折射力。對於用於預防或減緩遠視之發展或進展之鏡片，各GRIN光學元件可具有介於0.0與-25.0 D之間之一最小折射力。

【0068】 層具有一有限厚度，且至少一個GRIN光學元件之各者可延伸穿過層之厚度。至少一個GRIN光學元件之各者可僅延伸半穿(partway through)層之厚度。至少一個GRIN光學元件之各者可嵌入於層內。

【0069】 層可為包括至少一個GRIN光學元件之一交聯聚合物層。層可能已由未交聯聚合物之一基質形成。層可接合至基板。層可使用電漿接合至基板。層可黏著至基板。層可使用一可固化黏著劑黏著至基板。

【0070】 層可設置於基板之一前表面上。層可設置於基板之一後表面上。一層可設置於基板之一前及後表面兩者上。層可為已施覆至基板之一表面之一膜。層可包含一Bayfol® HX膜。層可為在鏡片之製造期間施覆至基板之一膜。層可為可釋放地黏著或以其他方式施覆至基板，即，其可容易地自鏡片移除。層可為可重用的，使得層可被容易地移除且再施覆至同一基板或一不同基板。

【0071】 層可為設置於基板之一表面上之一塗層。塗層可在基板製程期間施覆至基板。塗層可噴塗至基板上。塗層可接合至基板之一表面。

塗層可為不可逆地施覆至鏡片，例如，塗層與基板之間的接合可為永久性接合。

【0072】 基板可為用於施覆至一鏡片之一表面之一膜。膜可為一可撓性透明膜。對於一隱形眼鏡，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，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。

【0073】 膜可施覆至鏡片之一前表面。

【0074】 基板可在鏡片之製造期間施覆至鏡片。基板可為可釋放地黏著或以其他方式施覆至鏡片，即，其可容易地自鏡片移除。基板可為可重用的，使得基板可被容易地移除且再施覆至同一基板或一不同基板。

【0075】 替代地，基板可為鏡片。

【0076】 鏡片可為一眼鏡鏡片。眼鏡鏡片可包含PMMA、CR-39、聚碳酸酯、Trivex或冕牌玻璃。鏡片可為一隱形眼鏡。層可設置於鏡片之一前表面上。在本發明之內容背景中，當鏡片由一鏡片配戴者配戴時，鏡片之前表面係鏡片之面向前表面或外表面。

【0077】 鏡片可為圓形形狀。鏡片可為橢圓形形狀。鏡片可為卵形形狀。鏡片可為矩形形狀。鏡片可為方形形狀。鏡片之前表面可具有介於1200 mm^2 與3000 mm^2 之間的一面積。鏡片可由透明玻璃或剛性塑膠(諸如聚碳酸酯)形成。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。

【0078】 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 mm^2 與 750 mm^2 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。

【0079】 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。

【0080】 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括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。

【0081】 鏡片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。

【0082】 鏡片可包含彈性體材料、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。聚矽氧水凝膠係包括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括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、riofilcon A、delefilcon A、verofilcon A、kalifilcon A、lehfilcon A及類似者。

【0083】 替代地，鏡片可包含聚矽氧彈性體材料，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，鏡片可包含具有自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。

【0084】 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，增加鏡片之大小，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。在本發明之實施例中，包括GRIN光學元件之至少一者之層可覆蓋光學區，但情況可為其不覆蓋周邊區。

【0085】 層可具有一均勻厚度。對於一隱形眼鏡，層可具有介於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，層可具有介於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。

【0086】層可為一光聚合物層。至少一個梯度折射率光學元件之各者可為一經光固化梯度折射率光學元件。GRIN光學元件之各者可能已使用光固化形成。

【0087】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光學元件可佔據層之體積之5%與80%之間。複數個GRIN光學元件可覆蓋層之20%與80%之間的一表面積。層可包括2個至5000個GRIN光學元件。

【0088】鏡片可具有一中心區域及圍繞中心區域之一環狀區域。層可覆蓋環狀區域之一部分。情況可為，層未覆蓋中心區域，且因此中心區域可能不具有GRIN光學元件。層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。環狀區域可包括複數個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。

【0089】層可包括由具有基本折射率之層之一區域徑向分隔之複數個同心環狀區域。

【0090】鏡片可進一步包含設置於層與基板之表面之間的一黏著劑。黏著劑可包含一透明黏著劑，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施覆至基板之一前表面。黏著劑可將層永

久地黏著至基板之表面。替代地，層可接合至基板之表面。層可永久地或不可逆地接合至基板之表面。

【0091】 鏡片可進一步包含設置於包括至少一個梯度折射率光學元件之層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，包括至少一個GRIN光學元件之層之前表面係層之面向前表面或外表面。保護層可覆蓋包括至少一個GRIN光學元件之層之前表面之全部或部分。保護層可為一透明層。保護層可包含聚碳酸酯(PC)。保護層可包含聚對苯二甲酸乙二酯(PET)或三乙酸纖維素(TAC)。保護層可包含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包括GRIN光學元件之至少一者之層。

【0092】 根據一第二態樣，本發明提供一種用作一眼科鏡片中之一層之膜。該鏡片具有一光軸。該鏡片包含一基板。該鏡片可包括上文闡述之任何特徵。該膜具有一基本折射率，且包括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。該膜可經設置於鏡片基板之一表面上，使得梯度折射率光學元件之至少一者將來自光軸上之一遠點源之光聚焦朝向距光軸一第一距離之一點。

【0093】 膜可具有上文描述之層之任何性質。有利地，可將膜施覆至一配戴者之現有鏡片，因此降低其等治療之成本。

【0094】 膜可為包括梯度折射率光學元件之至少一者之一交聯聚合物薄膜。膜可能已由未交聯聚合物之一基質形成。膜可為一Bayfol® HX膜。

【0095】 膜可能已經切割、經成形或經塑形以具有適於施覆至一眼

鏡鏡片或一隱形眼鏡之一面積。膜可經組態或經設定尺寸且經塑形以用於一眼鏡鏡片，且可具有介於 300 mm^2 與 5000 mm^2 之間，較佳地介於 1000 mm^2 與 3000 mm^2 之間的一面積。膜可用於施覆至眼鏡鏡片，且可為圓形、卵形、橢圓形、方形或矩形形狀。膜可經組態或經設定尺寸且經塑形以用於施覆至一隱形眼鏡，且可具有介於 60 mm^2 與 750 mm^2 之間的一面積。膜可用於施覆至隱形眼鏡，且可為圓形、卵形、橢圓形、方形或矩形形狀。膜可用於施覆至隱形眼鏡，且可具有介於 6 mm 與 20 mm 之間，較佳地介於 9 mm 與 16 mm 之間的一直徑。

【0096】 膜可具有一均勻厚度。對於一隱形眼鏡，膜可具有介於 $1\text{ }\mu\text{m}$ 與 $100\text{ }\mu\text{m}$ 之間，較佳地介於 $10\text{ }\mu\text{m}$ 與 $20\text{ }\mu\text{m}$ 之間，且更佳地介於 $14\text{ }\mu\text{m}$ 與 $18\text{ }\mu\text{m}$ 之間的一厚度。對於一眼鏡鏡片，膜可具有介於 $1\text{ }\mu\text{m}$ 與 $1000\text{ }\mu\text{m}$ 之間，較佳地介於 $10\text{ }\mu\text{m}$ 與 $20\text{ }\mu\text{m}$ 之間，且更佳地介於 $14\text{ }\mu\text{m}$ 與 $18\text{ }\mu\text{m}$ 之間的一厚度。

【0097】 至少一個梯度折射率光學元件之各者可為一經光固化光學元件。梯度折射率光學元件之各者可能已使用光固化形成。梯度折射率光學元件之各者可能已運用一數位光投影系統、一直接雷射寫入系統或一準直LED或雷射光源使用光固化來形成。一高解析度3D可光固化系統(諸如一基於雙光子共焦顯微鏡之雷射照明系統)可用於光固化GRIN元件之各者。

【0098】 膜可經組態以可容易地自一眼科鏡片移除。膜可為可重用的，使得膜可被容易地移除且再施覆至同一鏡片或一不同鏡片。有利地，此可實現一鏡片配戴者之處方之靈活性，因為若鏡片配戴者之處方改變，則可將一膜施覆至其等之現有鏡片或自其等之現有鏡片移除。

【0099】 膜可具有用於黏著至一鏡片基板之表面之一黏著表面。在施覆至一鏡片基板之前，膜之黏著表面可由一保護膜覆蓋。保護膜可包含一種聚合物，諸如聚對苯二甲酸乙二酯(PET)、聚乙烯(PE)或三乙酸纖維素(TAC)。保護膜可為透明的。保護膜可為一可撓性膜。黏著表面可為一黏著劑(諸如環氧基黏著劑)層。

【0100】 膜可設置於一基板上。基板可接觸膜之一第一表面，且膜之一第二相對表面可為黏著表面。因此，若膜係使用黏著表面黏著至一眼科鏡片，則當膜被施覆至鏡片時，基板可變為鏡片膜之前/面向前/外表面。當膜被施覆至一眼科鏡片之一表面時，基板可經組態以提供一保護層。基板可包含聚碳酸酯(PC)。基板可包含聚對苯二甲酸乙二酯(PET)或三乙酸纖維素(TAC)。基板可包含具有可忽略雙折射之一物質。基板可為不透水的。基板可為耐刮擦的。基板可具有基本折射率。基板可提供一定程度的UV防護。

【0101】 根據一第三態樣，本發明提供一種製造一眼科鏡片之方法。該鏡片具有一光軸。該鏡片包含設置於基板之一表面上之一層。該層具有一基本折射率，且包括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。該至少一個梯度折射率光學元件將來自該光軸上之一遠點源之光聚集至距該光軸一第一距離之一點。該鏡片可包括上文描述之任何特徵。該方法包含提供具有一光軸之鏡片。該方法包含提供具有一基本折射率之層，其中該層包括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。該方法包含將該層施覆於鏡片基板之一表面上，使得將來自光軸上之一遠點源之穿過該層之光聚焦至光軸上之一點，且將來自光軸上之一遠點源之穿過至少一個梯度折射率光學元件之光聚焦至距光軸一第一距離

之一點。

【0102】 製造鏡片可包含：形成具有一凹透鏡形成表面之一母模部件及具有一凸透鏡形成表面之一公模部件。方法可包含用塊材鏡片材料填充該母模部件與該公模部件之間的一間隙。方法可進一步包含固化塊材鏡片材料以形成鏡片。

【0103】 鏡片可為一模製隱形眼鏡。鏡片可藉由澆鑄模製(cast molding)製程、旋轉澆鑄模製製程或車削(lathing)製程或其等之一組合形成。如熟習此項技術者所理解，澆鑄模製係指藉由將一鏡片形成材料放置於具有一凹透鏡部件形成表面之一母模部件與具有一凸透鏡部件形成表面之一公模部件之間來模製一鏡片。

【0104】 製造鏡片可包含：將一黏著劑施覆至基板之一表面，及使用該黏著劑將層施覆至鏡片基板之一表面。製造鏡片可包含：將層接合至鏡片基板之一表面。製造鏡片可包含：將一黏著劑施覆至層之一表面，及使用該黏著劑將層施覆至鏡片。方法可包含對層進行切割、成形或塑形使其具有適於施覆至一眼鏡鏡片或一隱形眼鏡之一面積。

【0105】 提供層可包含：提供一可光固化膜。提供該膜可包含：使用一數位光投影系統來光固化膜之至少一個區域，藉此產生至少一個經光固化梯度折射率折射元件。

【0106】 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。光固化可導致跨經光固化區域之一橫向變化之折射率。可光固化分子可分散於膜內。可光固化分子可分散於交聯聚合物基質內，或樹脂內。

【0107】 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膜，藉此能夠光固化該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膜材料之光聚合或光固化之一波長。例如，對於一Bayfol® HX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系統可包括一微機電系統(MEMS)。DLP系統可包括一數位鏡裝置。數位鏡裝置可引導光，及/或控制朝向膜之光傳輸。

【0108】 DLP系統可用於照明整個膜或膜之一區域。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系統可用於照明膜之一環狀區域或膜之複數個同心環狀區域。

【0109】 使用數位光投影系統可包含使用一灰階影像來控制至膜上之光投影。灰階影像可提供用於將來自DLP系統之光投影至膜上之一樣板。灰階影像可為一.bmp影像。灰階影像可遮罩膜之一些區域，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系統之光之膜之區域可經光固化以產生經光固化GRIN光學元件。

【0110】 製造鏡片之方法可包含產生膜之一設計，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

含使用設計產生灰階影像。

【0111】 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。灰階影像可包含使來自DLP系統之光能夠到達膜之複數個孔隙。由來自DLP系統之光照明的膜之區域可被光固化。影像可包含阻擋或遮罩光到達膜之複數個部分。未由來自DLP系統之光照明的膜之區域將不會被光固化。影像可包含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膜之格點上之一GRIN光學元件陣列，且在此情況下，影像可包含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。

【0112】 方法可包含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。

【0113】 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。條件可取決於膜性質，例如，膜材料及膜厚度。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元件模型化所要不對稱折射率分佈。對於包括複數個GRIN光學元件之一膜，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的所要不對稱折射率分佈。

【0114】 模型化步驟可包含量測或繪製依據一曝光條件而變化之一折射率變化圖。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膜之20%與80%之間的區域產生經光固化GRIN元件。

【0115】 模型化步驟可包括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。曝光條件可取決於膜類型、經光固化GRIN光學元件之所需圖案或配置、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膜上之光投影。

【0116】 方法可包含使用一灰階影像及/或一數位光投影強度圖將膜曝露於來自DLP系統之光，以控制至跨膜之曝光上之光投影。方法可包含

等待供膜顯影之一最小時間量。方法可包含在等待供膜顯影之一最小時間之後，使用DLP系統或使用一UV烘箱對膜進行泛光(flood)固化或泛光曝光。

【0117】 DLP系統可包括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，則方法可包含調適數位光投影強度圖以考量非線性回應。

【0118】 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 μm 與5.0 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 μm 與5.0 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 μm^3 與5 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。

【0119】 方法可包含在光固化之後將膜施覆至鏡片或鏡片基板之一表面。膜可在自一第二基板移除及施覆至鏡片或鏡片基板之前安置於該第二基板上以進行光固化。第二基板可為一載玻片。可在光固化之前將膜施覆至鏡片之表面。可使用一黏著劑(諸如環氧基黏著劑)將膜黏著至鏡片之一表面。黏著劑可為一黏著層。可在鏡片之製造期間將黏著層施覆至鏡片

之一前表面。可在將膜施覆至鏡片表面之前將黏著層施覆至膜之一後表面。黏著劑可將膜永久地黏著至鏡片之表面。黏著劑可將膜可釋放地黏著至鏡片之表面。

【0120】 在將膜施覆至鏡片或鏡片基板之前(此可在光固化膜之一區域之前或之後)，膜可經切割或經塑形以適於施覆至一眼科鏡片。膜可經切割或經塑形以覆蓋鏡片之整個表面或鏡片之表面之一部分。膜可被切割或塑形為圓形的、卵形的或橢圓形的。膜可經切割或經塑形以覆蓋鏡片之光學區，或在鏡片由一鏡片配戴者配戴時將定位於一鏡片配戴者之視網膜前面的鏡片之一區域。

【0121】 在光固化之前，可將一保護層施覆至膜之一表面。方法可包含在光固化之前移除保護層。保護層可包含聚丙烯。

【0122】 在將經光固化膜施覆至鏡片之後，方法可包含將一保護層施覆至鏡片之前表面(即，在經光固化層之頂部上)。保護層可覆蓋包括至少一個經光固化GRIN光學元件之膜之前表面之全部或部分。保護層可為一透明層。保護層可包含聚碳酸酯(PC)。保護層可包含聚對苯二甲酸乙二酯(PET)或三乙酸纖維素(TAC)。保護層可包含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包括至少一個經光固化GRIN光學元件之膜。

【0123】 在本發明之其他實施例中，提供層可包含使用一準直LED/雷射光源來光固化一可光固化層之至少一個區域。一高解析度3D可光固化系統(諸如一基於雙光子共焦顯微鏡之雷射照明系統)可用於光固化一可光固化層之至少一個區域。提供層可包含使用一高解析度光聚合程序及採

用高解析度梯度強度光罩(即，用於投影微影中之鉻或抗蝕劑塗佈之玻璃光罩)。

【0124】 在本發明之其他實施例中，層可包含一塗層。一塗層可藉由各種塗佈方法(諸如噴塗、旋塗、溶液澆鑄、液相表面沈積或氣相表面沈積)直接施覆至一鏡片表面或一鏡片基板表面上。在將塗層施覆至一鏡片表面或鏡片基板表面之前，可例如使用電漿處理來處理表面，以改良與塗佈層之接合或黏著。

【0125】 根據本發明之一實施例之一眼科鏡片1 (圖1A)具有一光軸2，且包含設置於一基板5 (在此情況下，基板5形成鏡片1之部分)之一前表面上之一層3。層3具有一均勻厚度及一均勻基本折射率。層3覆蓋鏡片1之前表面。來自一軸上遠點源之穿過具有基本折射率的層3之一區域之光將被聚焦至鏡片1之光軸2上之一光點11。光點11位於圖1A中所展示之一基本屈光力焦面13上。

【0126】 如圖1A至圖1B中所展示，層3包括配置成同心圓9a、9b之複數個GRIN光學元件7a、7b (虛線9a、9b被提供為至眼睛之一導引且不表示鏡片1之結構特徵)。GRIN光學元件7a、7b之各者係實質上圓柱形形狀，其在平行於層3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，平行於層3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。圖1C係圖1A及圖1B中所展示之鏡片1的GRIN光學元件7a之一者之一俯視圖，且圖1D以透視圖展示同一元件7a。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，在平行於層3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」指示之平行於層3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1D)。折射率變動在方向「Y」上具有一不對稱分佈22，如圖1E中所展示。

【0127】 形成內環9a之GRIN元件7a全部具有相同折射率分佈(如圖1C及圖1D中所展示)且全部係定位於距鏡片1之光軸2之相同徑向距離處。由於GRIN光學元件7a具有一不對稱折射率分佈，如圖1C至圖1E中所展示，因此GRIN元件7a之局部光軸係相對於鏡片1之光軸2傾斜。來自一軸上遠點源之穿過具有基本折射率的層3之一區域之光被聚焦至光軸上之光點11。來自一軸上遠點源之穿過GRIN光學元件7a之光被聚焦遠離鏡片1之光軸2。GRIN光學元件7a係配置成以鏡片1之光軸2為中心之一圓9a，且來自一軸上遠點源之穿過形成內環9a的GRIN光學元件7a之光將形成焦點15a、15b(圖1A中所展示)之一環。當鏡片1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(圖1A中所展示)相比，附加屈光力焦面17更靠近鏡片1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之光軸相交，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。

【0128】 形成外環9b之GRIN光學元件7b全部具有相同於形成內環9a之GRIN元件7a(如圖1C至圖1E中所展示)之折射率變動。形成外環9b之GRIN光學元件7b全部係定位於距光軸2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之一更大徑向距離處。

【0129】 GRIN光學元件7b係配置成以鏡片1之光軸2為中心之一圓。其等具有聚焦來自一軸上遠點源之穿過GRIN光學元件7b之光以形成焦點19a、19b (圖1A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1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之光軸相交，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。

【0130】 根據本發明之另一實施例之一眼科鏡片101 (圖2A)係以一光軸102為中心，且包含設置於一基板105 (在此情況下，基板105形成鏡片101之部分)之一前表面上之一層103。層103具有一均勻基本折射率及一均勻厚度。層103覆蓋鏡片101之前表面。來自一軸上遠點源之穿過具有基本折射率的層103之一區域之光將被聚焦至鏡片101之光軸102上之一光點111。光點111位於一基本屈光力焦面113上。

【0131】 如圖2B中所展示，層103包含配置成同心圓109a、109b之複數個GRIN光學元件107a、107b (虛線109a、109b被提供為至眼睛之一導引且不表示鏡片101之結構特徵)。GRIN光學元件107a、107b之各者係實質上圓柱形形狀，其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，平行於層

103之一表面之一平面)中在一徑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至圖2G中所展示。形成內圓109a之GRIN元件107a全部具有相同折射率變動(如圖2B、圖2C、圖2E及圖2G中所展示)且全部係定位於距光軸102之相同徑向距離處。圖2C係作為內圓109a之部分的GRIN光學元件107a之一者之一俯視圖。圖2E以透視圖展示相同元件107a。在垂直於元件107a之圓柱軸線之一平面中跨元件107a的表面之折射率在平行於層103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」指示之平行於層103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)，如圖2E中所展示。折射率變動在方向「Y」上具有一不對稱分佈122a，如圖2G中所展示。

【0132】 由於此等GRIN元件107a全部具有圖2C及圖2E中所展示之相同不對稱折射率分佈，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2A中所展示)之一環。當鏡片101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101之後表面。

【0133】 圖2D係作為外環109b之部分的GRIN光學元件107b之一者之一俯視圖。圖2F以透視圖展示相同元件107b。與形成內環109a之部分之GRIN光學元件107a相比，此元件107b展示折射率變動之一不同量值。在垂直於元件107b之圓柱軸線之一平面中跨元件107b的表面之折射率在平行於層103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」指示之平行於層103之前表面的一方向上橫向變化。折射率分佈在平行於元件107b之圓柱軸線之一方向「Z」上係恆定的(即，不變化)，如圖2F中所展示。折射率變動在方向「Y」上具有一不對稱分佈122b，如圖2G中所展示。

【0134】 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101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，如圖2A中所展示。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101之後表面，且與低附加屈光力焦面117相比更靠近鏡片101之後表面。

【0135】 根據本發明之另一實施例之一眼科鏡片201 (圖3A)係以一光軸202為中心，且包含設置於一基板205 (在此情況下，基板205形成鏡片201之部分)之一前表面上之一層203。層203之基本折射率係均勻的，且層203具有一均勻厚度。層203覆蓋鏡片201之前表面。來自一軸上遠點

源之穿過具有基本折射率的層203之一區域之光將被聚焦至鏡片201之光軸202上之一光點211。光點211位於圖3A中所展示之一基本屈光力焦面213上。

【0136】 圖3B展示圖3A之鏡片201之一示意性俯視圖。層203包含跨層203配置成一隨機圖案之複數個GRIN光學元件207。GRIN光學元件207在層203之平面中具有一圓形橫截面，且具有在一圓周方向上(在圖3C及圖3D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。元件207在方向「W」上之不對稱折射率變動係由圖3D中之曲線222展示。GRIN元件207全部具有相同折射率變動，如圖3C及圖3D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201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201之後表面，如圖3A中所展示。

【0137】 圖3C係圖3A及圖3B中所展示之鏡片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3C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3D中被繪製為曲線222。

【0138】 圖4係包括類似於圖2A及圖2B中所展示之鏡片101之鏡片301的一副眼鏡325之一前視圖。該副眼鏡325含有兩個鏡片301。各鏡片301係以一光軸302為中心，且包含設置於一基板(在此情況下，基板形成

鏡片 301 之部分)之一前表面上之一層 303。層 303 之基本折射率係均勻的，且層 303 具有一均勻厚度。層 303 覆蓋鏡片 301 之前表面。來自一軸上遠點源之穿過鏡片 301 的基底層 303 之光將被聚焦至鏡片 301 之光軸 302 上在一基本屈光力焦面(未展示)處之一光點。

【0139】 各層 303 包含配置成同心圓 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 301 之結構特徵)。GRIN 光學元件 307a、307b 之各者具有平行於層 303 之一平面跨元件 307a、307b 在一徑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 301 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 之 GRIN 光學元件 307a 之光將形成焦點之一環。

【0140】 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 一更大徑向距離處。來自一軸上遠點源之穿過形成外環 309b 的 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 301 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301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301之後表面。

【0141】 圖5A展示根據本發明之一實施例之於一眼科鏡片中使用之一膜403之一示意性俯視圖。膜403包含Bayfol® HX膜且已被切割成具有500 mm²之一面積之一圓形形狀。膜具有一基本折射率及一恆定厚度。膜403包括已藉由光固化形成且跨膜403隨機分佈之複數個GRIN光學元件407。各GRIN光學元件407在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401之形式施覆至一基板405之圖5A的膜403之一小部分之一橫截面。GRIN光學元件407延伸穿過膜403之厚度。鏡片401係以一光軸402為中心，光軸402在實質上垂直於膜403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的膜403之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401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。

【0142】 圖6係展示根據本發明之一實施例之製造一眼科鏡片之一方法500之一流程圖。在一第一步驟531中，提供以一光軸為中心之一眼科鏡片。在一第二步驟533中，提供包括具有不對稱折射率分佈之複數個

GRIN光學元件之一層。在一第三步驟535中，方法包含將層施覆至鏡片之一前表面。一旦膜被設置於鏡片之一表面上，來自一軸上遠點源之穿過層之光便被聚焦至鏡片之光軸上之一光點。來自一軸上遠點源之穿過GRIN光學元件之光將被聚焦於離軸焦點處。

【0143】 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。

【0144】 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。

【0145】 在上文描述之實例實施例中，將層施覆至鏡片之一表面。在其他實施例中，可將層施覆至一基板，隨後可將基板施覆至一鏡片之一表面。

【0146】 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期望的且因此可能不存在。

【符號說明】

【0147】

1: 眼科鏡片

2: 光軸

3: 層

5: 基板

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: 眼科鏡片

102: 光軸

103: 層

105: 基板

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: 不對稱分佈
- 122b: 不對稱分佈
- 123: 高附加屈光力焦面
- 201: 眼科鏡片
- 202: 光軸
- 203: 層
- 205: 基板
- 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: 鏡片
- 302: 光軸
- 303: 層/基底層

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: 隱形眼鏡/鏡片

402: 光軸

403: 膜

405: 基板

407: 梯度折射率(GRIN)光學元件/梯度折射率(GRIN)元件

500: 方法

531: 第一步驟

533: 第二步驟

535: 第三步驟

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】

一種具有一光軸之眼科鏡片，該鏡片包含設置於一基板之一表面上之一層，該層具有一基本折射率且包括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，使得該至少一個梯度折射率光學元件將來自該光軸上之一遠點源之光聚焦至距該光軸一第一距離之一點。

【請求項2】

如請求項1之眼科鏡片，其中該層包括跨該層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之眼科鏡片，其中該層包括經配置以形成至少一個環狀環之複數個該等梯度折射率光學元件。

【請求項4】

如請求項1至3中任一項之眼科鏡片，其中該等梯度折射率光學元件之至少兩者具有相同不對稱折射率分佈且將光聚焦朝向相同焦面。

【請求項5】

如請求項1至3中任一項之眼科鏡片，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，其中一第一梯度折射率光學元件將來自一軸上遠點源之光聚焦朝向距該鏡片之該光軸一第一距離之一光點，且一第二梯度折射率光學元件將來自一軸上遠點源之光聚焦朝向距該鏡片之該光軸一第二不同距離之一光點。

【請求項6】

如請求項1至3中任一項之眼科鏡片，其中定位於距該鏡片之該光軸

之相同徑向距離處之梯度折射率光學元件具有相同折射率分佈。

【請求項7】

如請求項6之眼科鏡片，其中在距該鏡片之該光軸之一第一徑向距離處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，且其中在距該鏡片之該光軸之一更大徑向距離處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8】

如請求項6之眼科鏡片，其中定位於距該鏡片之一光軸的一較大徑向距離處之梯度折射率光學元件具有與定位於距該鏡片之該光軸的一較小徑向距離處之梯度光學元件相比導致一更大焦度之一折射率分佈。

【請求項9】

如請求項1至3中任一項之眼科鏡片，其中該層係設置於該基板之一前表面上。

【請求項10】

如請求項1至3中任一項之眼科鏡片，其中該層係已被施覆至該基板之一表面之一膜。

【請求項11】

如請求項1至3中任一項之眼科鏡片，其中該層係設置於該基板之一表面上之一塗層。

【請求項12】

如請求項1至3中任一項之眼科鏡片，其中該基板係用於施覆至該鏡片之一表面之一薄膜。

【請求項13】

如請求項1至3中任一項之眼科鏡片，其中該基板係該鏡片。

【請求項14】

如請求項1至3中任一項之眼科鏡片，其中該鏡片係一眼鏡鏡片。

【請求項15】

如請求項1至3中任一項之眼科鏡片，其中該鏡片係一隱形眼鏡。

【請求項16】

如請求項15之眼科鏡片，其中該鏡片係一硬式隱形眼鏡。

【請求項17】

如請求項1至3中任一項之眼科鏡片，其中該層係一光聚合物層，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18】

如請求項1至3中任一項之眼科鏡片，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19】

如請求項1至3中任一項之眼科鏡片，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20】

如請求項1至3中任一項之眼科鏡片，其中梯度折射率光學元件佔據該層之20%與80%之間的一表面積。

【請求項21】

如請求項1至3中任一項之眼科鏡片，其中來自一軸上點源之穿過該層之光被聚焦至該鏡片之該光軸上在一基本屈光力焦面處之一焦點，且其

中該等梯度折射率光學元件之任何者或全部經組態使得來自一軸上遠點源之穿過該等GRIN光學元件之光在該基本屈光力焦面處形成以該鏡片之該光軸為中心的光之一小光點尺寸。

【請求項22】

一種用於用作如請求項1至21中任一項之眼科鏡片中的該層之膜，其中該膜具有一基本折射率，且其中該膜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。

【請求項23】

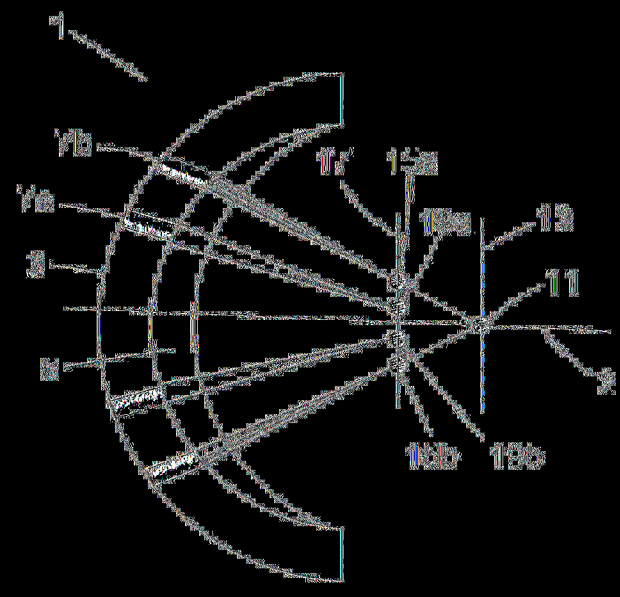
一種製造如請求項1至21中任一項之眼科鏡片之方法，該方法包含：

提供具有一光軸之一鏡片；及

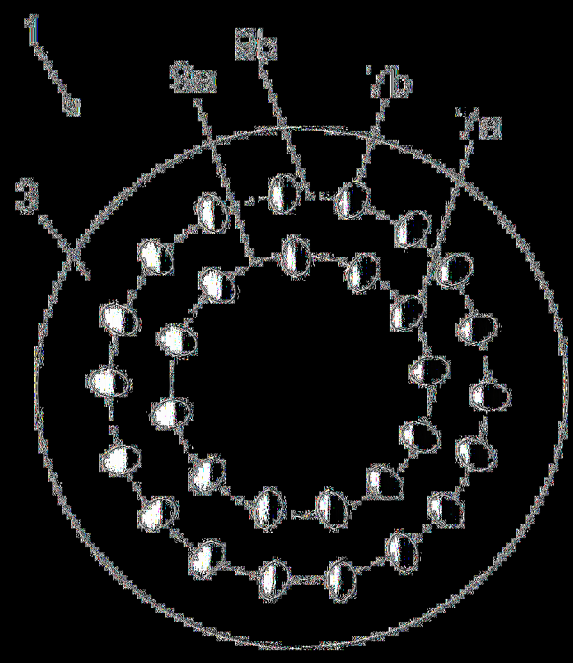
提供具有一基本折射率之一層，該層包括具有一不對稱折射率分佈之至少一個梯度折射率光學元件；及

將該層施覆至該鏡片基板之一表面，使得該至少一個梯度折射率光學元件將來自該光軸上之一遠點源之光聚焦至距該光軸一第一距離之一點。

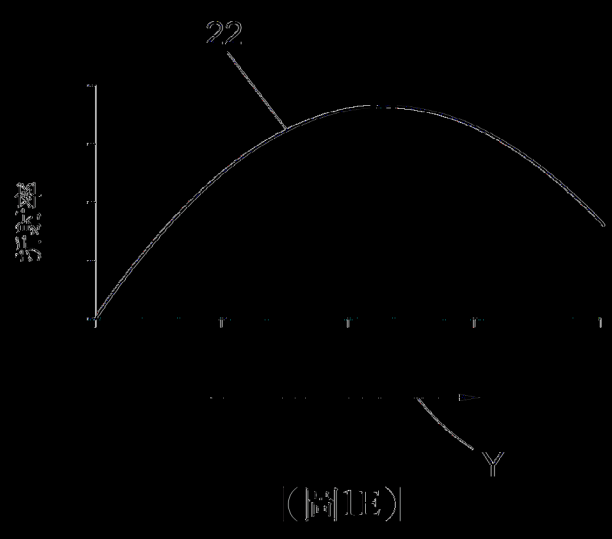
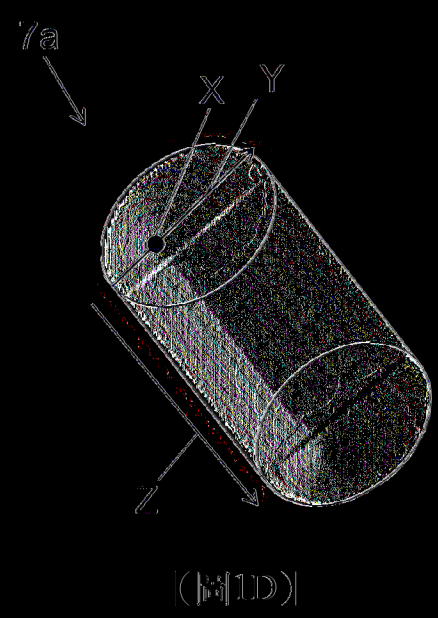
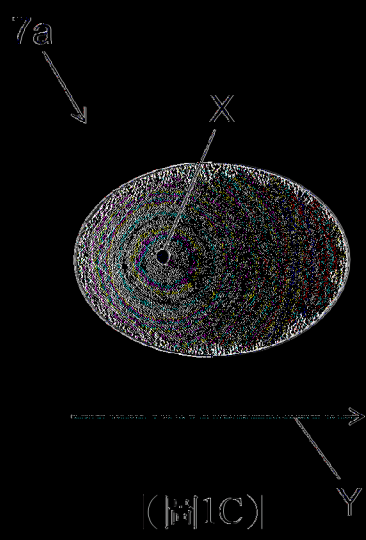
(發明圖式)

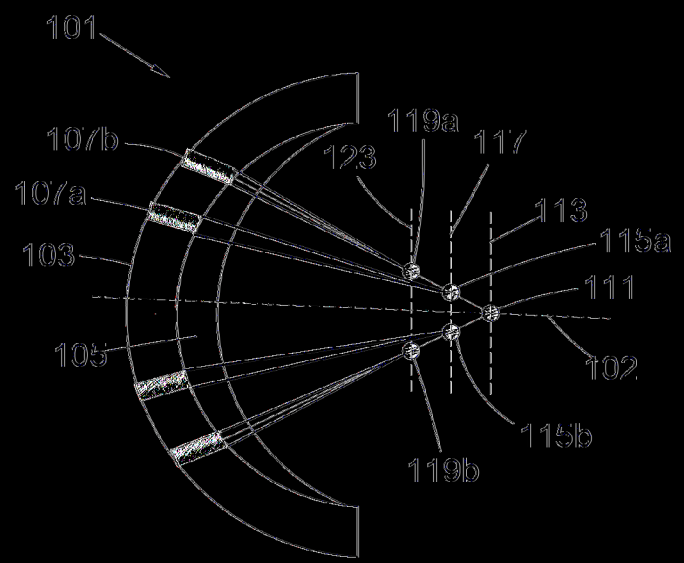


(圖1A)

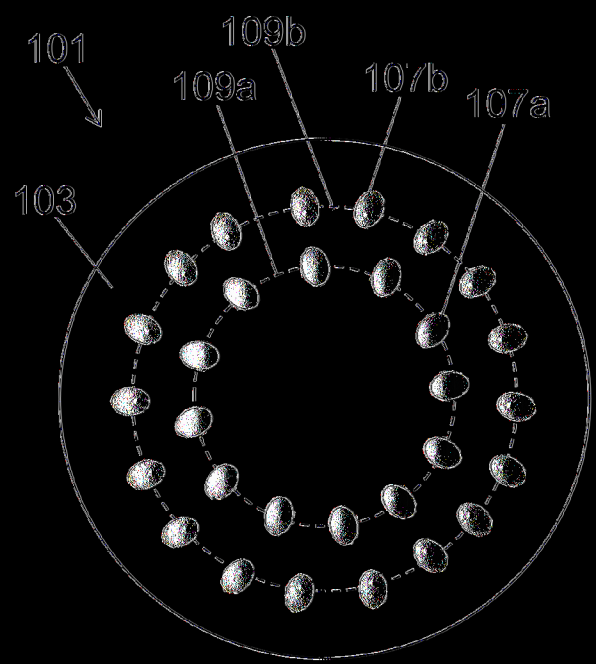


(圖1B)



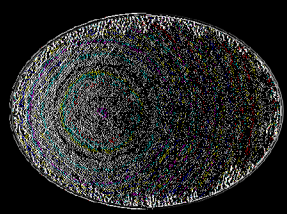


(圖2A)



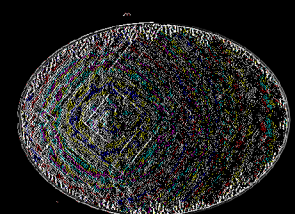
(圖2B)

107a



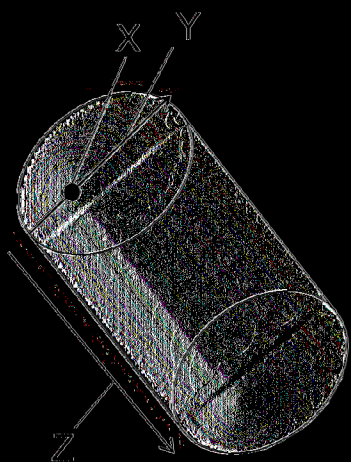
(圖2C)

107b



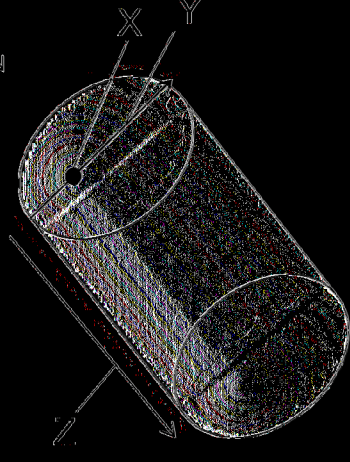
(圖2D)

107a

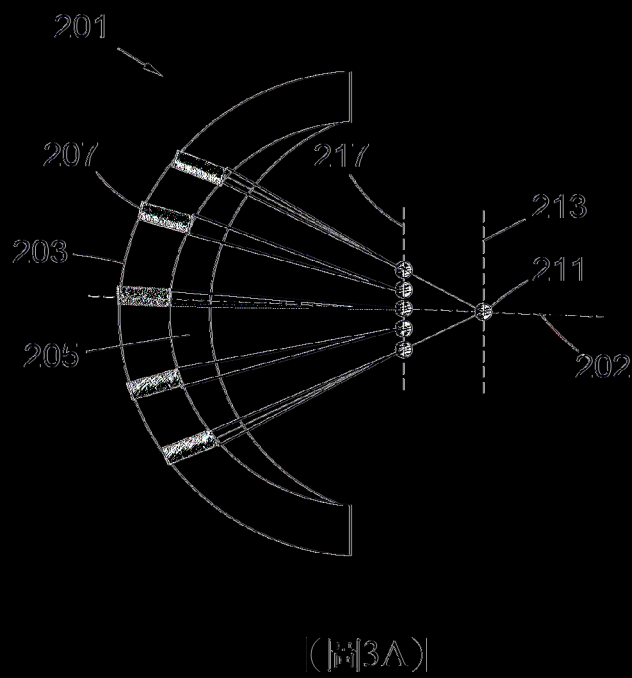
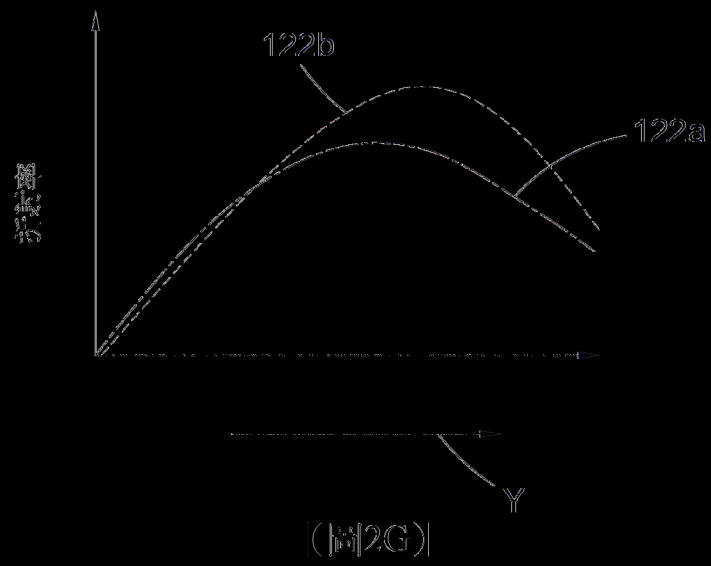


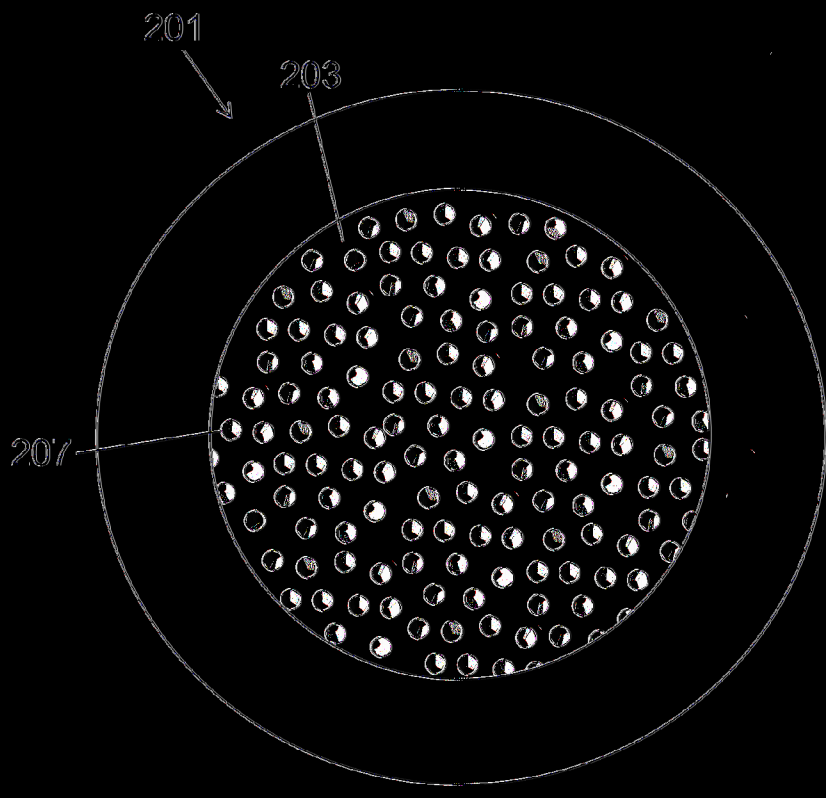
(圖2E)

107b

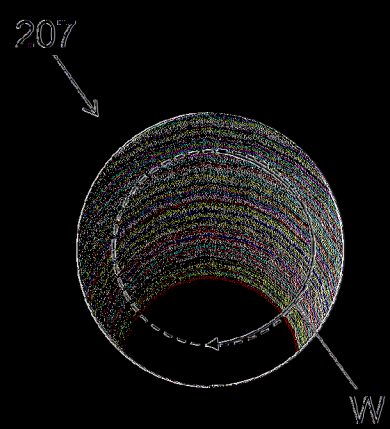


(圖2F)

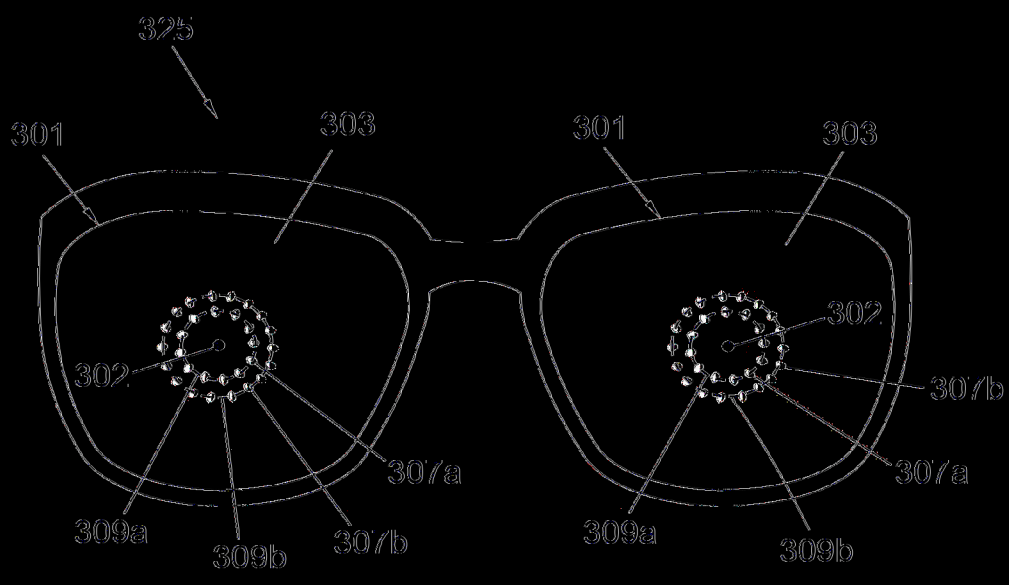




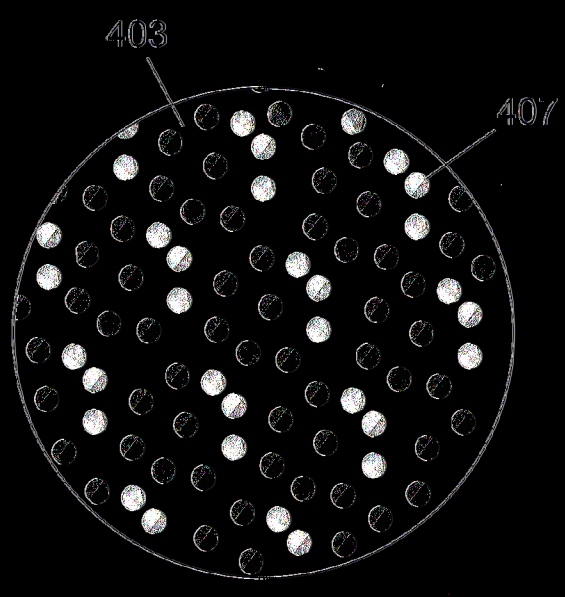
(圖3B)



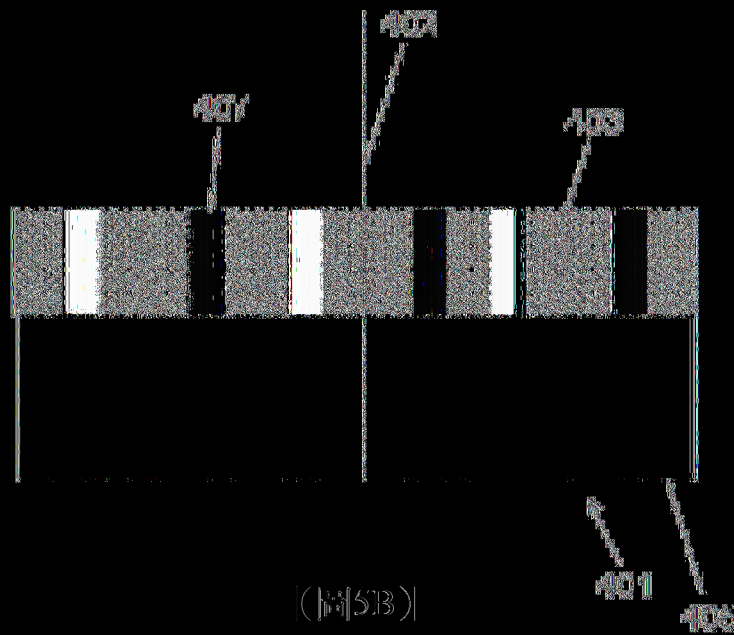
(圖3C)



(圖4)



(圖5A)



(圖6)