



(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 201743113 A

(43)公開日：中華民國 106 (2017) 年 12 月 16 日

(21)申請案號：106109088

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 03 月 20 日

(51)Int. Cl.：

G02C7/02 (2006.01)

G02C7/06 (2006.01)

G02C7/04 (2006.01)

(30)優先權：2016/03/22 美國

62/311,487

2016/11/30 美國

15/364,737

(71)申請人：壯生和壯生視覺關懷公司 (美國) JOHNSON & JOHNSON VISION CARE, INC.

(US)

美國

(72)發明人：屋利 班傑明 WOOLEY, C. BENJAMIN (US)；貝瑞南 挪爾 BRENNAN, NOEL

(US)

(74)代理人：陳彥希；何愛文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：7 共 40 頁

(54)名稱

多焦點鏡片設計及預防及／或延緩近視惡化的方法

MULTIFOCAL LENS DESIGN AND METHOD FOR PREVENTING AND/OR SLOWING MYOPIA PROGRESSION

(57)摘要

一種多焦點眼用鏡片，其具有一光學區，該光學區包括：至少一第一區，其具有滿足一患者之一遠距離折射的需求之一屈光率；及至少一第二區，其具有大於該至少第一區之該屈光率的一屈光率。該至少一第一區及該至少一第二區經組態以使 1)該患者之視網膜上的一影像品質優於視網膜前方及視網膜後方兩者之影像品質，且 2)該患者之視網膜前方的一影像品質優於視網膜後方之影像品質。該多焦點眼用鏡片預防及／或延緩近視惡化。

A multifocal ophthalmic lens has an optic zone that includes at least one first zone having a dioptric power that satisfies a distance refraction need of a patient; and at least one second zone having a dioptric power that is greater than the dioptric power of the at least first zone. The at least one first zone and the at least one second zone are configured so that 1) an image quality on the retina of the patient is superior to the image quality both in front of the retina and behind the retina, and 2) an image quality in front of the retina of the patient is superior to the image quality behind the retina. The multifocal ophthalmic lens prevents and/or slows myopia progression.

指定代表圖：

- 符號簡單說明：
- 100 . . . 隱形眼鏡/ 鏡片
 - 102 . . . 光學區
 - 104 . . . 外圍區域
 - 106 . . . 內部或中心區
 - 108 . . . 外圍區

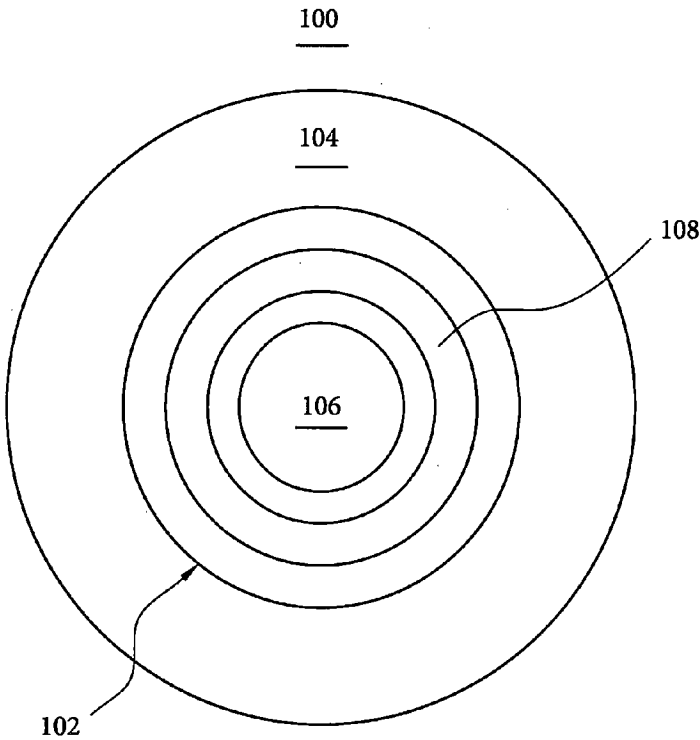


圖1

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】(中文/英文)

多焦點鏡片設計及預防及/或延緩近視惡化的方法

MULTIFOCAL LENS DESIGN AND METHOD FOR
PREVENTING AND/OR SLOWING MYOPIA PROGRESSION

【0001】 本申請案主張 2016 年 3 月 22 日於美國專利及商標局申請之美國專利序號 62/311,487 之優先權，該案全文以引用方式併入本文中。

【技術領域】

【0002】 本發明係關於眼用鏡片(ophthalmic lens)，且更具體地係關於經設計以延緩、遲滯或預防近視惡化(myopia progression)的隱形眼鏡。本發明的眼用鏡片包含多焦點屈光率分佈(multifocal power profiles)，其提供視窩視力矯正(foveal vision correction)、一增加的聚焦深度、及位於多種調節距離處之一最佳化的視網膜影像，其使得在近距離工作活動期間視網膜影像品質的劣化對模糊較不敏感，從而預防及/或延緩近視惡化。

【先前技術】

【0003】 導致視敏度(visual acuity)減退的常見病狀包括近視及遠視(hyperopia)，為此處方以眼鏡、或者硬式或軟式之型式的矯正鏡片。此等病狀一般係描述為眼睛的長度(length of the eye)與眼睛之光

學元件(optical element)的焦點間的不平衡。患近視的眼睛聚焦於視網膜平面(retinal plane)的前方，而患遠視的眼睛聚焦於視網膜平面的後方。罹患近視一般係因眼睛的軸長增長至比眼睛之光學元件的焦距(focal length)更長，亦即眼睛變得太長。罹患遠視一般係因眼睛的軸長與眼睛之光學元件的焦距相較之下太短，亦即眼睛增長長度不足。

【0004】 近視在全世界許多地區皆高度普遍。此病狀最大的隱憂就是其可能惡化成高度近視，例如比五(5)或六(6)屈光度(diopter)更深，此會嚴重影響一個人在沒有視力輔助時正常運作的能力。高度近視亦與視網膜病變(retinal disease)、白內障(cataract)、以及青光眼(glaucoma)之增高風險相關聯。

【0005】 矯正鏡片經使用以變更眼睛之整體焦點(gross focus)以在視網膜平面呈現一較清楚的影像，分別藉由將焦點從平面前方移動以矯正近視、或從平面後方移動以矯正遠視。然而，對該等病狀的此矯正方法並不處理病狀的本因，而僅為假體或意欲處理症狀。更重要地，矯正眼睛的近視散焦誤差不會延緩或遲滯近視惡化。

【0006】 大部分眼睛並不只有單純的近視或遠視，而是有近視散光(astigmatism)或遠視散光。散光之焦點誤差導致一光之點源的影像形成為兩條在不同焦距處之互相垂直線。在以下的論述中，用語「近視(myopia)」及「遠視(hyperopia)」係分別用於包括單純的近視或近視散光、及遠視及遠視散光。

【0007】 正視眼(emmetropia)描述視野清楚的狀態，其中晶狀體(crystalline lens)放鬆時一無限遠(infinity)的物體係相對銳利清晰的。在正常或正視的成人眼睛中，來自遠處物體和近處物體兩者、並通過孔徑(aperture)或瞳孔之中央或近軸(paraxial)區域的光，係由晶

狀體聚焦於眼中靠近視網膜平面之處，在此感測到反轉的影像。然而觀察到，大部分正常眼展現正的縱向球面像差(spherical aberration)，以一 5.0 mm 之孔徑來說一般約在+0.50 屈光度(D)之區域內，意即當眼睛聚焦於無限遠處時，通過孔徑或瞳孔之周邊(periphery)的光線係聚焦於視網膜平面前方之+0.50 D 處。如本文中所使用，量度 D 為屈光率(dioptric power)，經定義為一鏡片或光學系統之焦距的倒數(reciprocal)（以公尺為單位）。

【0008】 正常眼的球面像差並非恆定。舉例而言，調節（眼睛光學倍率(optical power)的改變，其主要來自於晶狀體的改變）導致球面像差從正的改變為負的。

【0009】 如所述，近視一般係因眼睛的過度軸向生長或伸長而發生。現在一般接受（主要來自動物研究）眼睛的軸向生長會受視網膜影像之品質及焦點的影響。在多種不同動物物種上利用多種不同實驗範例進行的實驗已說明變更視網膜影像的品質可引起一致且可預期的眼睛生長變化。

【0010】 此外，已知在雛雞和靈長類動物模式中透過正透鏡（近視散焦(myopic defocus)）或負透鏡（遠視散焦(hyperopic defocus)）使視網膜影像散焦(defocus)，會引起眼睛生長之（就方向及量值二者而言）可預期的改變，該改變與眼睛為補償所施加之散焦的生長一致。與視力模糊(optical blur)相關聯的眼睛長度改變已顯示是受到鞏膜(scleral)生長之變化的調控。引起近視模糊及降低鞏膜生長速率的正透鏡(positive lens)模糊導致遠視折射誤差(refractive error)的發生。引起遠視模糊及增加鞏膜生長速率的負透鏡(negative lens)模糊導致近視折射誤差的發生。眼睛生長回應於視網膜影像散焦的這

些改變已展示出係大幅透過局部視網膜機制調節，因為眼睛長度之改變在視神經受損時仍會發生，且已顯示在局部視網膜區域上施加散焦會導致經變更眼睛生長被集中在彼特定視網膜區域。

【0011】 在人類方面，兼有間接及直接證據支持視網膜影像之品質會影響眼睛生長的看法。多種都會引起視覺形成之破壞的不同眼部病狀(ocular condition)，例如上瞼下垂(ptosis)、先天性白內障(congenital cataract)、角膜斑(corneal opacity)、玻璃體出血(vitreous hemorrhage)及其他眼部疾病，已被發現與年輕人之不正常的眼睛生長相關聯，這意味著視網膜影像品質之相對大幅的變更的確會影響人類主體的眼睛生長。較細微的視網膜影像改變對人類眼睛生長的影響亦經假設，該假設係基於人類聚焦系統在近距離工作(near work)時的光學誤差（此可對人類帶來眼睛生長及近視形成的刺激）。

【0012】 近距離工作是近視發生的危險因子之一。由於與此近距離工作期間的調節相關聯的調節延遲或負球面像差，眼睛可能會經歷遠視模糊，其如上文所討論般地刺激近視惡化。

【0013】 而且，調節系統為一主動調適光學系統；其不斷地對近距離物體、以及光學設計作反應。即使在將先前已知的光學設計放置在眼睛前方的情況下，當眼睛與鏡片+眼睛系統互動地調節來適應近距離物體時，連續的遠視散焦仍可存在，導致近視惡化。因此，延緩近視惡化的速率之一方式係設計出減少遠視模糊對視網膜影像品質之影響的光學。使用此類設計，對遠視散焦之每一屈光度而言，視網膜影像品質劣化較少。在另一層意義上，視網膜因而對遠視散焦相對去敏感化。具體地，聚焦深度(DOF)及影像品質(IQ)敏感度可用於量化眼睛由於位在視網膜的遠視散焦而近視惡化的易感性。具有一較大

聚焦深度與低影像品質敏感度之一眼用鏡片設計將使得視網膜影像品質的劣化對遠視散焦較不敏感，從而使近視惡化的速率延緩下來。

【0014】 在物體空間中，在一場景中之呈現出可接受的清晰的最近及最遠物體之間的距離被稱為景深。在影像空間中，其被稱為聚焦深度(DOF)。在一習知的單光光學設計的情況下，一鏡片具有一單一焦點，其中影像的清晰度在焦點的每一側急遽地減低。在具有擴大的 DOF 之一光學設計的情況下，雖然其可具有一單一的焦點標稱點，在聚焦距離的每一側之影像清晰度係逐步地減低，以便在 DOF 的範圍內，減少的清晰度在正規的觀看條件下是無法被察覺的。

【0015】 影像品質(IQ)敏感度可定義為在 1 至 5 屈光度之一調節需求處之視網膜 IQ 散焦曲線的斜度。其指示影像品質如何隨著散焦改變。IQ 敏感度的值越大，則在調節期間影像品質對散焦誤差就越敏感。

【發明內容】

【0016】 本發明的眼用鏡片包含多焦點屈光率分佈(multifocal power profiles)，其提供視窩視力矯正(foveal vision correction)、一增加的聚焦深度、及位於多種調節距離處之一最佳化的視網膜影像，其使得在近距離工作活動期間視網膜影像品質的劣化對模糊較不敏感，從而預防及/或延緩近視惡化、如上文簡述般克服先前技術之限制。

【0017】 根據一態樣，本發明係關於一多焦點眼用鏡片，其具有一光學區，該光學區包含至少一第一區及至少一第二區，該至少一第一區具有滿足一患者之一遠距離折射的需求之一屈光率(dioptic power)，該至少一第二區具有大於該至少一第一區之該屈光率的一屈

光率。該至少一第一區及該至少一第二區經組態以使 1)該患者之視網膜上之一影像品質優於視網膜前方及視網膜後方兩者之影像品質，及 2)該患者之視網膜前方之一影像品質優於視網膜後方之影像品質。

【0018】 根據另一態樣，本發明係關於一種設計實用於減輕近視惡化之一多焦點眼用鏡片的方法。選擇用於一鏡片之至少一第一區之一第一屈光率分佈(dioptric power profile)，其中該第一屈光率分佈為一患者提供遠距離折射。選擇用於該鏡片之至少一第二區之一第二屈光率分佈，其中該第二屈光率分佈大於該第一屈光率分佈。評估該等第一及第二屈光率分佈之一組合以判定視網膜上之一影像品質、視網膜前方之一影像品質、及視網膜後方之一影像品質。修改該第二屈光率之分佈直至 1)視網膜上之一影像品質優於視網膜前方及視網膜後方之影像品質，且 2)視網膜前方之一影像品質優於視網膜後方之影像品質。

【0019】 本發明提供一種設計一多焦點光學鏡片的方法，可利用該多焦點光學鏡片以在將其配戴於眼睛上時延緩或預防近視惡化。本發明亦提供一種用於一隱形眼鏡之最佳化設計，其實用於在將該鏡片配戴於眼睛上時延緩或預防近視惡化。更具體而言，根據本發明，藉由設計能在提供適足之遠距離視力的同時，影像品質在視網膜前方、在視網膜處、及在視網膜後方亦具有特定值與關係的一鏡片，吾人可利用一方法並產生可非常有效減輕近視惡化之一鏡片設計。

【圖式簡單說明】

【0020】 從以下對本發明較佳實施例之更詳細說明中，如所附圖式所繪示，將更清楚明白本發明之前述及其他特徵與優勢。

【0021】 圖 1 係一例示性隱形眼鏡的示意圖。

【0022】 圖 2 係根據本發明之一實施例之一隱形眼鏡之一屈光率分佈的圖形表示。

【0023】 圖 3A 係一先前技術雙焦距鏡片之一屈光率分佈的圖形表示。圖 3B 係該鏡片之視敏度對散焦的圖形表示。圖 3C 係該鏡片之視敏度對散焦的另一圖形表示。

【0024】 圖 4A 係具 1.75 ADD (+ 1.75D)之一四區多焦點鏡片之一屈光率分佈的圖形表示。圖 4B 係該鏡片之視敏度對散焦的圖形表示。

【0025】 圖 5A 係具 1.65D ADD (+1.65D)之一六區多焦點鏡片之一屈光率分佈的圖形表示。圖 5B 係該鏡片之視敏度對散焦的圖形表示。

【0026】 圖 6A 係具 4D ADD (+4D)之一六區多焦點鏡片之一屈光率分佈的圖形表示。圖 6B 係該鏡片之視敏度對散焦的圖形表示。

【0027】 圖 7A 係具 1.75D ADD (+1.75 D)之一六區多焦點鏡片之一屈光率分佈的圖形表示。圖 7B 係該鏡片之視敏度對散焦的圖形表示。

【實施方式】

【0028】 為老花眼設計的多焦點隱形眼鏡經最佳化，以為遠、中、近的觀看距離提供適當的視力。該等設計之許多者經最佳化以提供遠近皆優的視力。然而，由於用於近視控制之多焦點鏡片的度量不同，因而有多種不同設計。由於需要近視控制之例如兒童的患者可能

有足夠的調節而能夠聚焦於近距及中距物體，根據本發明之鏡片的設計目標與已知的多焦點鏡片不同。

【0029】 請參閱圖 1，圖中繪示一隱形眼鏡 100 之示意圖。隱形眼鏡 100 包含一光學區 102 及一外圍區域 104。光學區 102 包含一內部或中心區 106 及至少一外圍區 108。在特定實施例中，光學區 102 之直徑可經選定為 8 mm，實質上圓形內部區 106 的直徑可經選定為 4 mm，而一環狀外圍區 108 之邊界直徑(boundary diameter)可為 5 mm 及 6.5 mm，如從鏡片 100 之幾何中心所測量者。重要的是請注意，圖 1 僅繪示本發明之一例示性實施例。舉例而言，在此例示性實施例中，至少一外圍區 108 之外邊界並不一定與光學區 102 之外圍邊緣重合，但在其他例示性實施例中它們可能會重合。外圍區域 104 環繞光學區 102，且提供標準隱形眼鏡之特徵，包括鏡片定位及集中。根據一例示性實施例，外圍區域 104 可包括一或多個穩定機制，以降低鏡片在眼睛上時之轉動。光學區 102 可能由許多個區所組成，其中各區具有一相對於其相鄰區之獨特屈光率分佈。

【0030】 重要的是請注意，圖 1 中的各種區經繪示為同心圓，該等區可包含任何合適的圓形或非圓形，例如橢圓形。

I. 本發明之眼用鏡片

【0031】 根據本發明，一種用於一患者的多焦點眼用鏡片包含一光學區。該光學區包括 1)至少一第一區，其具有滿足一患者之遠距離折射的需求之一屈光率，及 2)至少一第二區，其具有大於該至少一第一區之該屈光率的一屈光率。該至少一第一區及該至少一第二區經設計以在患者之視網膜上具有優於視網膜前方及視網膜後方兩者之影

像品質之一影像品質。此外，該至少一第一區及該至少一第二區經設計以使視網膜前方的影像品質優於視網膜後方之影像品質。

【0032】 該至少一第一區及該至少一第二區可包含同心環，各環具有之獨特屈光率。在特定實施例中，該等鏡片可具有自 2 至 10 個同心環（例如，2、4、或 6 環）。在一特定實施例中，該至少一第二區可具有一大於該至少一第一區之屈光率。亦即，該至少一第二區可具有一「ADD」（相對於該鏡片之中心處之該屈光率之額外附加度數）。

【0033】 在一特定實施例中，一鏡片可具有至少一第一區（例如，一內部區），該第一區具有-0.5 至-10D 之一屈光率，且該至少第二區（例如，環繞該內部區之外圍區）可具有一較佳在 1.5 至 4D 之範圍內的 ADD。在另一特定實施例中，一鏡片可具有至少一第二區（例如，一外圍區），該第二區具有-0.5 至-10D 之一屈光率，且該至少第一區（例如，由該外圍區環繞之該內部區）可具有一較佳在 1.0 至 4D 之範圍內的 ADD。因此，該多焦點鏡片可包含與 ADD 環交替之「遠距」環。

【0034】 先前技術鏡片（例如 Acuvue® Bifocal (AVB)）經設計在正面及背面表面兩者都有球面表面或區段。根據本發明，該多焦點眼用鏡片可具有一非球面之正面及背面表面。本質上，各同心環內的屈光率可能非恆定，而可能顯現來自球面像差之一變異。球面表面之鏡片的球面像差隨著鏡片屈光率（例如，一患者之折射處方）而變異。

【0035】 相對於-3.D、-3.25 D、-3.5 D、及類似者之庫存劑量單位(SKU)之恆定折射，本發明之鏡片可跨鏡片具有一經處方之屈光

率分佈。因此，在交替之「遠距」環內之屈光率可實質上係鏡片之折射屈光率，其變異以校正眼睛自然之球面像差。

【0036】 現請參照圖 2，其圖示根據本發明之一實施例之一隱形眼鏡之一屈光率分佈的圖形表示。屈光率 P_{CL} 可跨隱形眼鏡之半徑 (r) 變異。該屈光率對應於屈光度之軸向屈光率。屈光率 $P_{CL}(r)$ 係自鏡片中心及鏡片光學軸以高度 r 進入鏡片之光線之 $1/(\text{距離焦點幾公尺})$ 。

【0037】 「遠距」環（例如，環 1、環 3、環 5 等或替代地環 2、環 4、環 6 等）中之屈光率(P_1)可係：

$$P_1(r) = \text{Spherical Refraction} + \Delta_1 + (SA_1) * r^2, \quad (1)$$

其中 SA_1 係設定為眼睛之負球面像差且可係約 $-0.08\text{D}/\text{mm}^2$ ， r 係自鏡片中心之距離；Spherical Refraction 係患者屈光度之球面折射；且 Δ_1 係一特定屈光率位移以確保當以未調節之眼睛觀看一遠距物體時係峰視力且一般係介於 -0.25 D 與 0.25 D 之間。

【0038】 ADD 環（例如，環 2、環 4、環 6 等或替代地環 1、環 3、環 5 等）中之屈光率(P_2)可係：

$$P_2(r) = \text{Spherical Refraction} + \text{ADD} + (SA_2) * r^2, \quad (2)$$

其中 SA_2 一般介於 0.0 與 $-0.15\text{ D}/\text{mm}^2$ 間之範圍且 ADD 一般係介於 1.0 與 4.0 D ，但在特定實施例中可係小於 2.5 D 。

【0039】 隱形眼鏡之屈光率 $P_{CL}(r)$ 因此係 $P_1(r)$ 與 $P_2(r)$ 的一組合，如圖 2 所示，該等區之邊緣分別由 r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4 、 r_5 界定。舉例而言，當「遠距」區係一第二區，如圖 2 所描繪時：

$$P_{CL}(r), = P_2(r) \text{ for } r \leq r_1, r_2 < r \leq r_3, r_4 < r \leq r_5 \quad (3)$$

$$P_{CL}(r), = P_1(r) \text{ for } r_1 < r \leq r_2, r_3 < r \leq r_4, r > r_5$$

替代實施例可具有更多或更少區、或 P_1 與 P_2 可互換。在特定實施例中，同心環之間可具有轉移區，該等轉移區提供從一同心環至下一同心環之平順變異的屈光率。

【0040】 對於近視控制，根據本發明之多焦點設計目標包括下列者：

1. 適足之遠距離視力（例如，20/25 或更佳，或在特定實施例中以 -10logMAR 單位計係大於 -1.0）而將不良影像假影(image artifact)最小化。
2. 視網膜上的影像品質優於視網膜前方及視網膜後方之影像品質。
3. 當於任何距離且以自直徑 1 mm 至 7 mm（例如，自 3 mm 至 6 mm）之瞳孔大小觀看一物體時，視網膜前方之影像品質優於視網膜後方之影像品質。

【0041】 可藉由確保 1) 跨焦(through-focus)視力曲線之峰如上述般係於 0.0 D 散焦位置且 2) 該跨焦曲線係關於 0.0 D 不對稱的，且其最佳影像品質係在負散焦(minus defocus)側上，來達成這些目標。

II. 影像品質之測量

【0042】 【0001】可使用任何適當的視力度量來測量影像品質或視敏度，例如：調制轉換函數面積(Area of Modulation Transfer Function, AMTF)；史特瑞比率(strehl ratio)；如 Thibos 等人於 *Accuracy and precision of objective refraction from wave front aberrations*, Journal of Vision (2004) 4, 329-351 所述之神經清晰度；或者預測模型化，其使用瞳孔大小及發光強度位準來如下述般計算單眼視敏度（以-10 logMAR 單位計）。

【0043】 方程式 4 給出隱形眼鏡加上眼睛的波前 W 如下

$$W(R) = \int_0^R r [P_{CL}(r) - \text{Spherical Refraction} + SA_{eye} * r^2] dr \quad (4)$$

其中 R 給出自鏡片中心（及眼睛及波前）的徑向距離，球面折射係以 D 計，且 SA_{eye} 係眼睛之球面像差且於此計算設定於 $0.08D/mm^2$ 。波前 W 預設一旋轉對稱鏡片；不過，要更準確，可以卡氏座標 (Cartesian coordinates) 來給定波前。極座標與卡氏座標之間的轉換已是眾所周知。已知波前 $W(x, y)$ ，瞳孔函數(PF)為：

$$PF(x, y) = A(x, y) e^{-i \frac{2\pi}{\lambda} W(x, y)} \quad (5)$$

其中 $A(x, y) = 1$ ，因 $r = (x^2 + y^2)^{1/2}$ 小於或等於($\leq$) $D/2$ ；且

其中 $A(x, y) = 0$ ，因 r 大於($>$) $D/2$ 且波長 λ 係 0.555 微米。

瞳孔函數 $PF(x, y)$ 係在瞳孔內的複振幅(complex amplitude)，且在瞳孔外側為零，亦即，當 r 大於($>$) $D/2$ 時， $A(r) = 0$ ，其中 D 為瞳孔直徑。

【0044】 一光學系統（在此情況中係鏡片加眼睛）之振幅點擴散函數(PSFa)係給定為 2 維瞳孔函數 PF(x,y)之傅立葉轉換，且係：

$$PSFa(u,v) = \iint PF(x,y) e^{-i \cdot 2 \cdot \pi \cdot (u \cdot x + y \cdot v)} dx dy \quad (6)$$

積分對瞳孔半徑進行。量 u 與 v 具有 1/mm 之頻率單位，且係關於角度 θ_x 與 θ_y ，該等為 x 與 y 方向中的角度，且在物空間中具有弧度單位：

$$\theta_x = \lambda \cdot u \quad (7)$$

$$\theta_y = \lambda \cdot v, \quad (8)$$

其中 λ 係以 mm 為單位的波長。

【0045】 強度點擴散函數(PSF)係：

$$PSF(u,v) = PSFa(u,v) \cdot PSFa^*(u,v) \quad (9)$$

其中*表示共軛複數。

【0046】 光學轉移函數(OTF)係給定為 PSF 之傅立葉轉換，其係：

$$OTF(v_x, v_y) = \int PSF(\theta_x, \theta_y) e^{-i 2 \pi (\theta_x \cdot v_x + \theta_y \cdot v_y)} d\theta_x d\theta_y \quad (10)$$

其中 v_x 及 v_y 以每弧度周數為單位。

【0047】 調制轉換函數(MTF)係：

$$MTF(\nu_x, \nu_y) = |OTF(\nu_x, \nu_y)| \quad (11)$$

如上述從波前計算 MTF 在所屬技術領域中已眾所周知，並可以數值方法為之。在極座標中，MTF 變成：

$$MTF(\nu, \Theta) \quad (12)$$

其中 ν 為徑向頻率：

$$\nu = \sqrt{\nu_x^2 + \nu_y^2} \quad (13)$$

且 Θ 為角度。

【0048】 平均 MTFa 係：

$$MTFa = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} MTF(\nu, \Theta) d\Theta \quad (14)$$

MTF (WA)之加權區塊係根據下列方程式計算：

$$WA = \int_0^{20 \text{ cyc/deg}} MTFa(\nu)^2 \cdot NCSF(\nu, D, L)^2 d\nu \quad (15)$$

其中 MTFa 係如方程式 14 般地進行計算，且係角頻率、瞳孔直徑、及鏡片加上眼睛組合的焦度分佈之一函數，而 NCSF 為神經對比敏感函數(neural contrast sensitivity function)，並取決於頻率、瞳孔直徑(D)、

及以燭光/m² 表示的亮度(L)。在非旋轉對稱的鏡片設計中，MTF 為二維 MTF 之平均。

【0049】 相當於一般的辦公室環境之 250 cd/m² 的亮度為本發明之例示，且 NCSF 係：

$$NCSF = \frac{1}{k \cdot \sqrt{2} \sqrt{\frac{2}{T} \left(\frac{1}{X_0^2} + \frac{1}{X_{\max}^2} + \frac{v^2}{N_{\max}^2} \right) \left(\frac{1}{\eta \cdot p \cdot E} + \frac{\Phi_0}{1 - e^{-(v/v_0)^2}} \right)}} \quad (16)$$

以

$$E = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L \quad (17)$$

其中 L 為亮度(250 cd/m²)，

D 為瞳孔直徑，以 mm 為單位，

而 E 為照度 Td。

方程式 16 之常數如下：

k=3.0；

T=0.1 秒；

X₀=2 度；

X_{max}=12 度；

N_{max}=15 個循環；

η=0.03；

p=1.247×10⁶ 光子/秒/度²/Td；

v 係以循環/度計之頻率；

$v_0 = 7$ 循環/度；及

$\Phi_0 = 3.0 \times 10^{-8}$ 秒度²。

NCSF 之說明可見於例如 SPIE Optical Engineering Press, 1999 中之 Baten 之「Contrast Sensitivity of the Human Eye and its Effects on Image Quality」，其以引用方式併入本文中。

【0050】 可使用加權區域(WA)以下列方程式計算出以 -10 logMAR 單位計之單眼表現(MP)：

$$MP = -11.54.94 * \log_{10}(WA) - 1.26 * \log_{10}(WA)^2 + 0.15 * \log_{10}(WA)^3, \quad (18)$$

其中 $\log_{10}(WA)$ 代表 WA 之以 10 為底的對數函數。此量可從所測得的焦度分佈或個別鏡片的設計焦度分佈計算出來，在特定實施例中，可為敘述本發明鏡片之限制提供基礎。

III. 特定鏡片之討論

【0051】 圖 3A 圖示相似於 Acuvue® Bifocal 2.5D ADD 鏡片之一先前技術多焦點鏡片之一屈光率分佈的圖形分析。圖 3A 圖示一 3.0 D SKU 之屈光率分佈。

【0052】 【0002】 圖 3B 圖示圖 3A 之鏡片之調制轉換函數面積(AMTF)由每度 3 至 12 循環的一經計算之視敏度，其隨著直徑 3.0、4.0、5.0、及 6.0 D 瞳孔大小而變動。0.0 D 散焦對應於距離。可將負散焦解讀為在觀看一遠距物體時，影像品質顯示於視網膜前方；而正

散焦則可解讀影像品質顯示於視網膜後方。圖 3C 圖示以 $-10 \log\text{MAR}$ 單位計之所預測之視敏度，其係使用上述預測臨床結果之方法計算。

【0053】 請參照圖 3B 或圖 3C，達成上述設計目標 2 至設計目標 3（例如，於 0.0 D 之該曲線之峰係整個範圍內之最大值；且跨焦視力曲線與在視網膜前方之負散焦位置之視力曲線不對稱，指示優於在正散焦位置之視力）。參照圖 3C 分析，第一目標未達成係因於 0.0 D 之一散焦值的視敏度以 $-10\log\text{MAR}$ 單位計係小於 -1.0 。再者，對於直徑 3.0 mm 之瞳孔，於約 -2 D 散焦之次峰接近於 0.0 D 之峰之高度。因此，對於小的瞳孔大小，使用由本設計提供之近距影像，患者可能反而不會完全調適於一近距影像。這會導致在視網膜後方的影像之品質優於在視網膜後方之影像，並對眼睛提供一生長信號，這會增加近視。

【0054】 圖 4A 係根據本發明之一四區多焦點鏡片之一屈光率分佈的圖形表示。該至少一第一區（例如，內部區）具有 -3.0 D 之一屈光率而交替之「遠距」環具有實質上相似於 -3.0 D 之一屈光率，但二者經球面像差校正。該至少一第二區（例如，外圍區）具有約 $+1.75$ D 之 ADD。

【0055】 圖 4B 係對於 3.0、4.0、5.0、及 6.0 mm 之瞳孔直徑以 $-10 \log\text{MAR}$ 單位計之視敏度對圖 4A 之鏡片散焦的圖形表示。0.0 D 散焦對應於距離。對於所有瞳孔直徑，達成上述之設計目標 1 至設計目標 3（例如，於 0.0 D 之該曲線之峰係整個範圍內之最大值、於 0.0 D 之視敏度以 $-10 \log\text{MAR}$ 單位計係大於 -1.0 、且跨焦曲線係非對稱且負散焦值大於正散焦值）。

【0056】 圖 5A 係根據本發明之一六區多焦點鏡片之一屈光率分佈的圖形表示。該至少一第一區（例如，內部區）具有-3.0 D 之一屈光率而交替之「遠距」環具有實質上相似於-3.0 D 之一屈光率，但二者經球面像差校正。該至少一第二區（例如，外圍區）具有約+1.65 D 之 ADD。

【0057】 圖 5B 係對於 3.0、4.0、5.0、及 6.0 mm 之瞳孔直徑之視敏度對圖 3A 之鏡片散焦的圖形表示。對於所有瞳孔直徑，達成上述之設計目標 1 至設計目標 3（例如，於 0.0 D 之該曲線之峰係整個範圍內之最大值、於 0.0 D 之視敏度以-10 logMAR 單位計係大於-1.0、且跨焦曲線係非對稱且負散焦值大於正散焦值）。

【0058】 圖 6A 係根據本發明之一六區多焦點鏡片之一屈光率分佈的圖形表示。該至少一第一區（例如，內部區）具有-3.0 D 之一屈光率而交替之「遠距」環具有實質上相似於-3.0 D 之一屈光率，但二者經球面像差校正。該至少一第二區（例如，外圍區）具有約+4 D 之 ADD。

【0059】 圖 6B 係對於 3.0、4.0、5.0、及 6.0 mm 之瞳孔直徑之視敏度對圖 6A 之鏡片散焦的圖形表示。對於所有瞳孔直徑，達成上述之設計目標 1 至設計目標 3（例如，於 0.0 D 之該曲線之峰係整個範圍內之最大值、於 0.0 D 之視敏度以-10 logMAR 單位計係大於-1.0、且跨焦曲線係非對稱且負散焦值大於正散焦值）。

【0060】 圖 7A 係根據本發明之另一六區多焦點鏡片之一屈光率分佈的圖形表示。和其他鏡片不同，該第一「遠距」區並非鏡片中心，而是環繞著鏡片之中心的一 ADD 區。該第一遠距區具有-3.0 D

之一屈光率而交替之「遠距」環具有實質上相似於-3.0 D 之一屈光率，但二者經球面像差校正。該第二區具有約+1.75 D 之一 ADD。

【0061】 圖 7B 係對於 3.0、4.0、5.0、及 6.0 mm 之瞳孔直徑之視敏度對圖 5A 之鏡片散焦的圖形表示。對於所有瞳孔直徑，達成上述之設計目標 1 至設計目標 3（例如，於 0.0 D 之該曲線之峰係整個範圍內之最大值、於 0.0 D 之視敏度以-10 logMAR 單位計係大於-1.0、且跨焦曲線係非對稱且負散焦值大於正散焦值）。

【0062】 此外，本發明之設計可能考量到球面像差隨著調節而改變，且鏡片可為兒童之瞳孔大小（包括隨著調節而改變的瞳孔大小）最佳化。

【0063】 重要的是請注意，眼睛之入射瞳孔大小及目標聚散度/調節在各亞族群(subpopulation)間有所不同。在某些例示性實施例中，鏡片設計可客製化，以基於患者的平均瞳孔大小及較佳目標聚散度而達成好的眼窩視力矯正及近視治療效能。此外，由於對小兒患者而言瞳孔大小與折射及年齡相關聯，因此在某些例示性實施例中，可基於小兒亞族群之各子群(subgroup)的瞳孔大小，進一步針對特定年齡及/或折射進行鏡片之最佳化。基本上，屈光率分佈可針對瞳孔大小調整或訂製，以在視窩視力矯正、增加的聚焦深度、及減少的 IQ 敏感度之間達成最佳平衡。

【0064】 目前可得的隱形眼鏡在視力矯正上仍為符合成本效益的手段。此薄型塑膠鏡片貼合於眼睛角膜上方以矯正視力缺陷，包括近視或近視眼、遠視或遠視眼、散光（即角膜的非球面性）與老花（即水晶體失去調變能力）。隱形眼鏡有許多形式且以各種材料製成，以提供不同的功能。

【0065】 日戴型軟式隱形眼鏡一般而言是由軟質聚合物材料製成，這些材料並與水結合以提供透氧性。日戴型軟式隱形眼鏡可為日拋式或長戴拋棄式。日拋式隱形眼鏡通常在配戴一日後即丟棄，而長戴式拋棄式隱形眼鏡則通常可配戴至多三十日以上。經著色軟式隱形眼鏡使用不同材料以提供不同功能。例如，可見性染色隱形眼鏡(visibility tint contact lens)使用淺色染色來協助配戴者找到掉落的隱形眼鏡；增色用染色隱形眼鏡(enhancement tint contact lens)具有半透明的染色來加強配戴者眼睛天生的顏色；變色用染色隱形眼鏡(color tint contact lens)包含較深、不透明的染色來改變配戴者眼睛的顏色；而濾光用染色隱形眼鏡(light filtering tint contact lens)的功能則為強化某些顏色同時弱化其他顏色。剛性透氣硬式隱形眼鏡(rigid gas permeable hard contact lens)係由含矽氧烷的聚合物所製成，但較軟式隱形眼鏡更具剛性，故因而能保持其形狀且更為耐用。雙焦距隱形眼鏡(bifocal contact lens)係專為老花患者所設計，並且有軟式與硬式兩種。複曲面隱形眼鏡(toric contact lens)係專為散光患者所設計，並也有軟式與硬式兩種。也有結合以上不同態樣之組合式鏡片，例如混合式隱形眼鏡(hybrid contact lens)。

【0066】 重要的是須注意本發明的多焦點鏡片設計可併入由任何數量種材料形成之任何數量種不同隱形眼鏡之中。具體而言，本發明的多焦點鏡片設計可用於本文所述之任何隱形眼鏡中，包括日戴型軟式隱形眼鏡、剛性透氣式隱形眼鏡、雙焦隱形眼鏡、複曲面隱形眼鏡、及混合型隱形眼鏡。此外，雖然本發明之描述係關於隱形眼鏡，但重要的是請注意，本發明之概念可利用於眼鏡鏡片(spectacle lens)、

人工水晶體(intraocular lens)、角膜植入物(corneal inlay)及覆蓋物(onlay)。

【0067】 儘管所顯示與所描繪者是被認為最實用且最佳的實施例，但對所屬技術領域中具有通常知識者來說，仍可輕易思及偏離所描述且所顯示的特定設計與方法，且可加以運用而不脫離本發明的精神與範疇。本發明並不限於所敘述及繪示的具體構造，而是應建構為符合可落在所附申請專利範圍之範疇內的所有修改形式。

【符號說明】

【0068】

100...隱形眼鏡/鏡片

102...光學區

104...外圍區域

106...內部或中心區

108...外圍區

【生物材料寄存】

國內寄存資訊【請依寄存機構、日期、號碼順序註記】

無

國外寄存資訊【請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

無

發明摘要

※ 申請案號 : 106109088

※ 申請日 : 106/03/20 ※ I P C 分類 : **G02G 7/02** (2006.01)

G02G 7/06 (2006.01)

G02G 7/04 (2006.01)

【發明名稱】 (中文/英文)

多焦點鏡片設計及預防及/或延緩近視惡化的方法

MULTIFOCAL LENS DESIGN AND METHOD FOR

PREVENTING AND/OR SLOWING MYOPIA PROGRESSION

【中文】

一種多焦點眼用鏡片，其具有一光學區，該光學區包括：至少一第一區，其具有滿足一患者之一遠距離折射的需求之一屈光率；及至少一第二區，其具有大於該至少第一區之該屈光率的一屈光率。該至少一第一區及該至少一第二區經組態以使 1)該患者之視網膜上的一影像品質優於視網膜前方及視網膜後方兩者之影像品質，且 2)該患者之視網膜前方的一影像品質優於視網膜後方之影像品質。該多焦點眼用鏡片預防及/或延緩近視惡化。

【英文】

A multifocal ophthalmic lens has an optic zone that includes at least one first zone having a dioptric power that satisfies a distance refraction need of a patient; and at least one second zone having a dioptric power that is greater than the dioptric power of the at least first zone. The at least one first zone and the at least one second zone are configured so that 1) an image quality on the retina of the patient is superior to the image quality both in front of the retina and behind the retina, and 2) an image quality in front of the retina of the patient is superior to the image quality behind the retina. The multifocal ophthalmic lens prevents and/or slows myopia progression.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 1

【本代表圖之符號簡單說明】：

100...隱形眼鏡/鏡片

102...光學區

104...外圍區域

106...內部或中心區

108...外圍區

【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. 一種多焦點眼用鏡片，其包含：
一光學區，其包含：
至少一第一區，其具有滿足一患者之一遠距離折射的需求之一屈光率(dioptric power)；及
至少一第二區，其具有大於該至少一第一區之該屈光率之一屈光率，
其中該至少一第一區及該至少一第二區經組態以使 1)該患者之視網膜上的一影像品質優於視網膜前方及視網膜後方兩者之影像品質，
及 2)該患者之視網膜前方的一影像品質優於視網膜後方之影像品質。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之多焦點眼用鏡片，其中於散焦(defocus) 0.0 D 之視敏度(visual acuity)或影像品質以-10logMAR 單位計係大於-1.0。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之多焦點眼用鏡片，其中該至少第一區及該至少一第二區包含 2 至 10 個同心環。
4. 如申請專利範圍第 3 項所述之多焦點眼用鏡片，其包含：
數個同心遠距環，其具有實質上相等於該患者之該遠距離折射之一屈光率，及
數個同心 ADD 環，其相對於該內部區之屈光率具有額外屈光率，
且與該等同心遠距環交替。
5. 如申請專利範圍第 4 項所述之多焦點眼用鏡片，其中奇數同心環包含具有變異以校正眼睛球面像差之一屈光率的遠距環。
6. 如申請專利範圍第 5 項所述之多焦點眼用鏡片，其中偶數同心環包含 ADD 環。

7. 如申請專利範圍第 4 項所述之多焦點眼用鏡片，其中偶數同心環包含具有變異以校正眼睛球面像差之一屈光率的遠距環。
8. 如申請專利範圍第 7 項所述之多焦點眼用鏡片，其中奇數同心環包含 ADD 環。
9. 如申請專利範圍第 1 項所述之多焦點眼用鏡片，其中該至少一第一區具有一-0.5 D 至-10.0 D 之屈光率。
10. 如申請專利範圍第 9 項所述之多焦點眼用鏡片，其中該至少一第二區相對於該至少一第一區之該屈光率具有 1.5 D 至 4.0 D 之一額外屈光率。
11. 如申請專利範圍第 1 項所述之多焦點眼用鏡片，其中對於直徑自 1 至 7 mm 之瞳孔大小之一跨焦(through-focus)視力曲線的一峰(peak)係於 0.0 D 散焦位置。
12. 如申請專利範圍第 1 項所述之多焦點眼用鏡片，其中該光學區對應於約 3 mm 至 6 mm 的一瞳孔大小。
13. 如申請專利範圍第 3 項所述之多焦點眼用鏡片，其包含 4 個同心環。
14. 如申請專利範圍第 3 項所述之多焦點眼用鏡片，其包含 6 個同心環。
15. 如申請專利範圍第 1 項所述之眼用鏡片，其中該眼用鏡片包含一隱形眼鏡。
16. 如申請專利範圍第 1 項所述之眼用鏡片，其中該眼用鏡片包含一人工水晶體(intraocular lens)、一角膜植入物(corneal inlay)、或一角膜覆蓋物(corneal onlay)。
17. 一種設計用於減輕近視惡化惡化之一多焦點眼用鏡片的方法，其包含：

選擇一鏡片之至少一第一區之一第一屈光率分佈(dioptric power profile)，其中該第一屈光率分佈為一患者提供遠距離折射；

選擇該鏡片之至少一第二區之一第二屈光率分佈，其中該第二屈光率分佈大於該第一屈光率分佈；及

評估該等第一及第二屈光率分佈之一組合以判定視網膜上之一影像品質、視網膜前方之一影像品質、及視網膜後方之一影像品質；及修改該第二屈光率之分佈直至 1)視網膜上的一影像品質優於視網膜前方及視網膜後方之影像品質，且 2)視網膜前方的一影像品質優於視網膜後方之影像品質。

18. 如申請專利範圍第 17 項所述之方法，其中於散焦 0.0 D 之影像品質以 $-10\log\text{MAR}$ 單位計係大於-1.0。

19. 如申請專利範圍第 17 項所述之方法，其中該至少第一區及該至少一第二區包含 2 至 10 個同心環。

20. 如申請專利範圍第 17 項所述之方法，其中該多焦點眼用鏡片包含：數個同心遠距環，其具有實質上相等於該患者之該遠距離折射之一屈光率，及數個同心 ADD 環，其相對於該內部區之屈光率具有額外屈光率、且與該等同心遠距環交替。

圖式

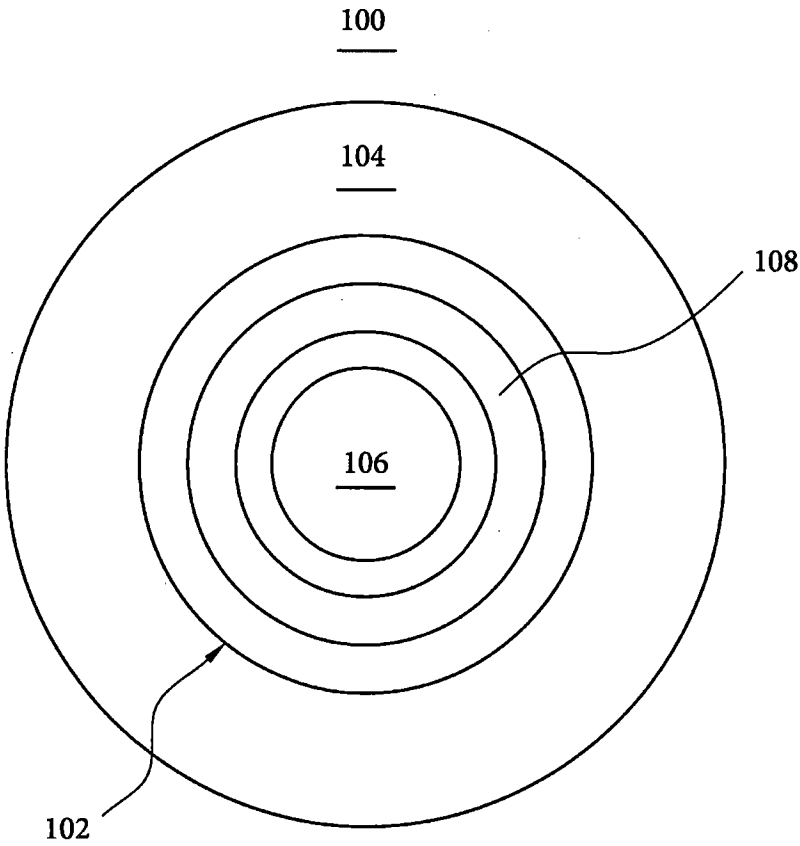


圖1

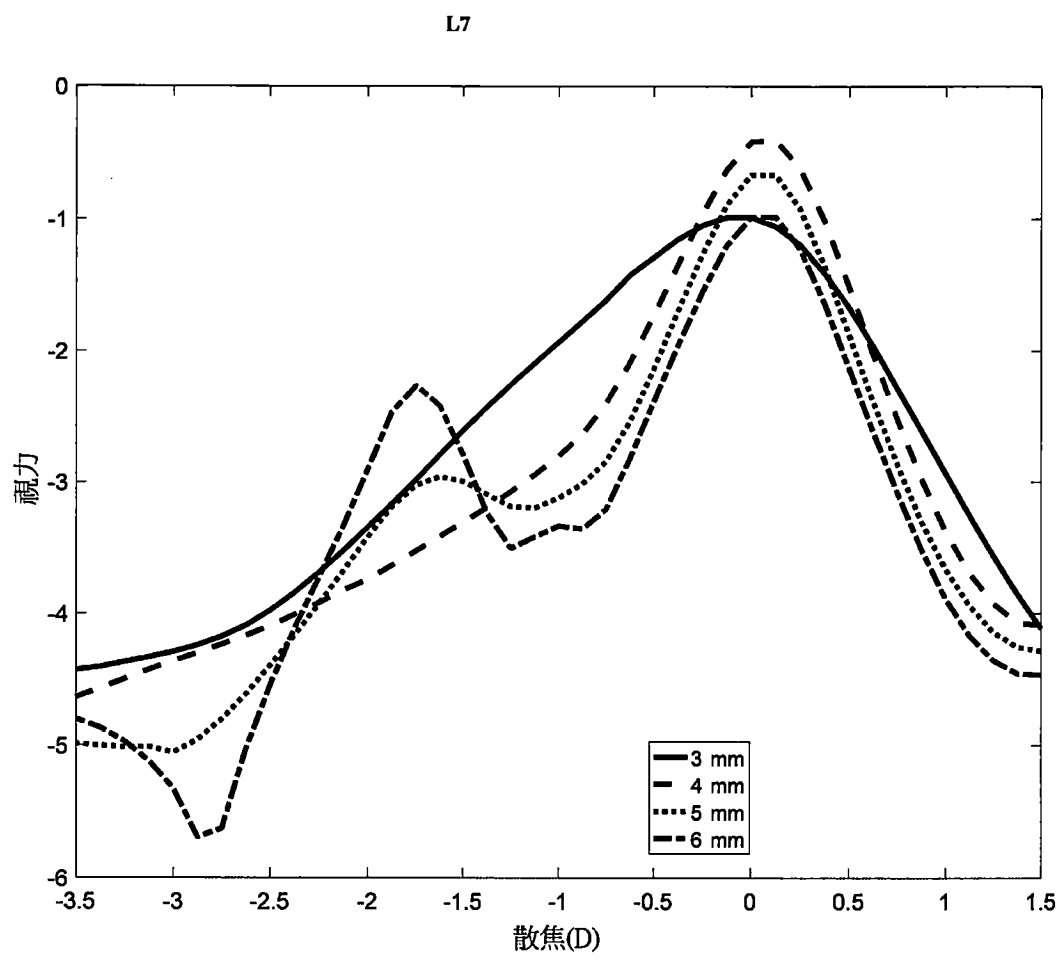


圖4B

發明摘要

※ 申請案號：

※ 申請日：

※ I P C 分類：

【發明名稱】（中文/英文）

多焦點鏡片設計及預防及/或延緩近視惡化的方法

MULTIFOCAL LENS DESIGN AND METHOD FOR

PREVENTING AND/OR SLOWING MYOPIA PROGRESSION

【中文】

一種多焦點眼用鏡片，其具有一光學區，該光學區包括：至少一第一區，其具有滿足一患者之一遠距離折射的需求之一屈光率；及至少一第二區，其具有大於該至少一第一區之該屈光率的一屈光率。該至少一第一區及該至少一第二區經組態以使 1)該患者之視網膜上的一影像品質優於視網膜前方及視網膜後方兩者之影像品質，且 2)該患者之視網膜前方的一影像品質優於視網膜後方之影像品質。該多焦點眼用鏡片預防及/或延緩近視惡化。

【英文】

A multifocal ophthalmic lens has an optic zone that includes at least one first zone having a dioptric power that satisfies a distance refraction need of a patient; and at least one second zone having a dioptric power that is greater than the dioptric power of the at least one first zone. The at least one first zone and the at least one second zone are configured so that 1) an image quality on the retina of the patient is superior to the image quality both in front of the retina and behind the retina, and 2) an image quality in front of the retina of the patient is superior to the image quality behind the retina. The multifocal ophthalmic lens prevents and/or slows myopia progression.