



(21) 申請案號：103140361

(22) 申請日：中華民國 103 (2014) 年 11 月 21 日

(51) Int. Cl. : A61B3/10 (2006.01)

G02C7/02 (2006.01)

(30) 優先權：2013/11/26 美國

14/090,690

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

(US)

美國

(72) 發明人：韋德史密斯 克里斯托弗 WILDSMITH, CHRISTOPHER (US)；魏 欣 WEI, XIN

(US)

(74) 代理人：林秋琴；陳彥希

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：23 項 圖式數：4 共 26 頁

(54) 名稱

使用光學波前來決定眼睛上的鏡片對位

DETERMING LENS ALIGNMENT ON AN EYE USING OPTICAL WAVEFRONTS

(57) 摘要

一種用於選擇有考量偏心誤差及/或旋轉誤差之一鏡片之設備及方法。該方法包括：獲得對一患者的第一波前檢查之結果，該等結果包括一波前圖及任尼克多項式；選擇改善視力之一第一鏡片；獲得一第二波前檢查之結果，該等結果包括一波前圖及任尼克多項式；藉由計算該等任尼克多項式之間的一差值來計算所選擇的該鏡片之偏心誤差及/或旋轉誤差；及選擇較佳矯正/考量該所計算偏心誤差及/或旋轉誤差之一第二鏡片。

An apparatus and method for selecting a lens that accounts for Decentration and/or Rotation Errors. The method includes obtaining results of a first wavefront exam on a patient, including a wavefront map and Zernike polynomials, selecting a first lens that improves vision, obtaining the results of a second wavefront exam including a wavefront map and Zernike polynomials, calculating the Decentration and/or Rotation Errors of the selected lens by calculating a difference between the Zernike polynomials, and selecting a second lens that better corrects accounts for the calculated Decentration and/or Rotation Errors.

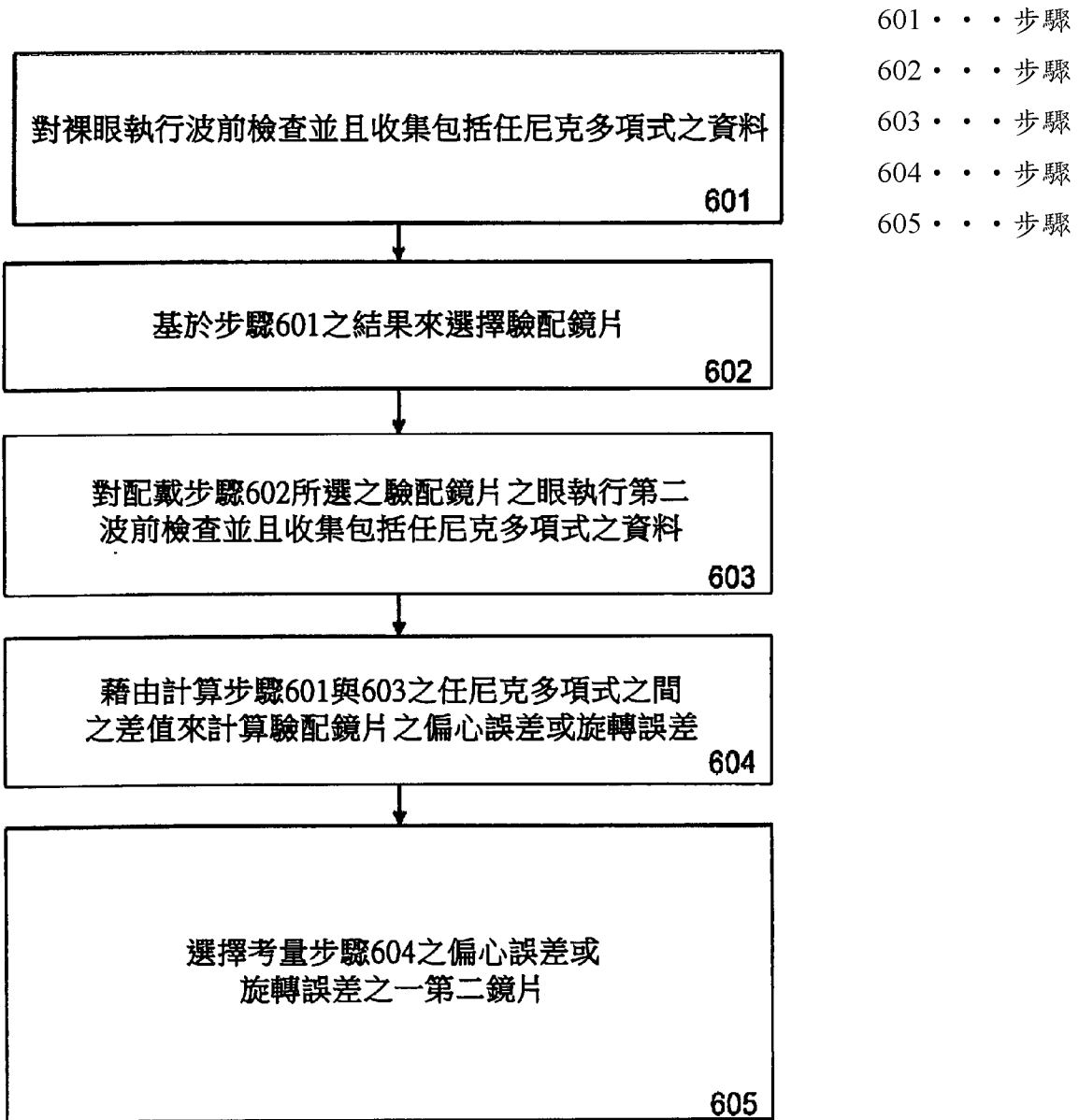


圖4

201526864

## 發明摘要

※ 申請案號：103140361

A61B 3/10 (2006.01)

※ 申請日：103.11.21 ※IPC 分類：

G02C 7/02 (2006.01)

## 【發明名稱】

使用光學波前來決定眼睛上的鏡片對位

DETERMING LENS ALIGNMENT ON AN EYE USING OPTICAL  
WAVEFRONTS

## 【中文】

一種用於選擇有考量偏心誤差及/或旋轉誤差之一鏡片之設備及方法。該方法包括：獲得對一患者的第一波前檢查之結果，該等結果包括一波前圖及任尼克多項式；選擇改善視力之一第一鏡片；獲得一第二波前檢查之結果，該等結果包括一波前圖及任尼克多項式；藉由計算該等任尼克多項式之間的一差值來計算所選擇的該鏡片之偏心誤差及/或旋轉誤差；及選擇較佳矯正/考量該所計算偏心誤差及/或旋轉誤差之一第二鏡片。

## 【英文】

An apparatus and method for selecting a lens that accounts for Decentration and/or Rotation Errors. The method includes obtaining results of a first wavefront exam on a patient, including a wavefront map and Zernike polynomials, selecting a first lens that improves vision, obtaining the results of a second wavefront exam including a wavefront map and Zernike polynomials, calculating the Decentration and/or Rotation Errors of the selected lens by calculating a difference between the Zernike polynomials, and selecting a second lens that better corrects accounts for the calculated Decentration and/or Rotation Errors.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：圖 4。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

601 步驟

602 步驟

603 步驟

604 步驟

605 步驟

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】**：

無

# 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】

使用光學波前來決定眼睛上的鏡片對位

DETERMING LENS ALIGNMENT ON AN EYE USING OPTICAL  
WAVEFRONTS

## 【技術領域】

【0001】 本發明大致上係關於隱形眼鏡之領域，且更具體而言，係關於一種用於測定當一患者配戴一特定隱形眼鏡時發生之旋轉誤差與偏心誤差之系統與方法。此資訊可用於選擇或設計對於該患者更為最佳化的鏡片。

## 【先前技術】

【0002】 眾所周知，可使用各種眼成像與分析技術（例如，波前成像）來設計及/或選擇用於特定患者之鏡片設計，無論是隱形眼鏡或眼鏡。對於直接配戴在眼睛上的隱形眼鏡而言，亦已知的是，患者眼睛本身之生理性、患者之眼瞼之生理性、以及眼睛與眼瞼兩者之間之相互作用會影響鏡片在眼睛上之實際定位。通常，這些因素導致所選鏡片本身在眼睛上的定向非為最佳，例如橫向偏移於意欲位置或處於相對於所意欲定向成一角度的定向。這會由於鏡片未如設計般定位而導致透過該鏡片之視力非為最佳。

【0003】 在目前實務中，眼保健醫師可能會嘗試藉由查看在患者眼睛上的所選隱形眼鏡（通常在鏡片上所刻劃、印刷、或以其它方式產生之基準標記或定向標記之輔助下），並利用查看位置誤差的經驗與判斷，以選擇出置於眼睛上將會更佳考量此等位置誤差的另一鏡片，來矯正這些誤差。一般來說，接著為患者選擇另一標準或常備鏡片(stock lens)，並且重複程序直到眼保健醫師滿意所選鏡片之效能。由於此係取決於眼保健醫師之目視及判斷的人工程序，所以下一個所

選鏡片可能不是最佳適用於患者的。另外，通常鏡片在被生產時不具備此等基準標記，而使得選擇程序更加困難且會有所誤差。

**【0004】** 本發明提供一種更精確地測量患者眼睛上之隱形眼鏡的定位誤差之系統及方法，從而提供為患者選擇或設計將更佳考量此等誤差之一後續鏡片的能力。

### **【發明內容】**

**【0005】** 本發明提供一種用於選擇有考量偏心誤差及/或旋轉誤差的一鏡片之方法，其包括下列步驟：獲得對患者裸眼所執行之第一波前檢查之結果，該等結果包括一第一波前圖及一第一組任尼克多項式；使用該等第一波前檢查之結果來選擇改善該患者視力之一第一隱形眼鏡；獲得對配戴所選擇的該第一隱形眼鏡之該患者所執行之一第二波前檢查之結果，該等第二波前檢查之結果包括一第二波前圖及一第二組任尼克多項式；藉由計算該等第一與第二組任尼克多項式之間的一差值來計算所選擇的該第一鏡片的偏心誤差或旋轉誤差；以及使用所計算的該差值來選擇有考量所選擇的該第一鏡片之所計算的該偏心誤差或旋轉誤差之更佳的一第二鏡片。

**【0006】** 根據一實施例，該測定步驟可進一步包括：首先基於所計算的該差值來計算偏心誤差或旋轉誤差之一者；產生矯正所計算的該偏心誤差或旋轉誤差的一第三波前圖及第三組任尼克多項式；以及藉由計算該等第三與第二組任尼克多項式之間的一差值來計算該偏心誤差或旋轉誤差之另一者，其中該選擇該第二鏡片之步驟進一步包含選擇考量該所計算的該偏心誤差及旋轉誤差兩者之該第二鏡片。

**【0007】** 在又另一實施例中，該方法可進一步包括：在該首先的計算步驟之前，會抵消存在於該第一組任尼克多項式中的任何彗差項 (coma terms)。

**【0008】** 該方法可包括使用一波前像差計所執行的波前檢查。

**【0009】** 根據各種實施例，所選擇的該第二鏡片可包括：相較於所選擇的該第一鏡片之一經重新定位之光學區；相較於所選擇的該第一鏡片之一經矯正之柱面屈光軸(cylinder power axis)；相較於所選擇

的該第一鏡片之一替代之基弧(base curve)；相較於所選擇的該第一鏡片之一替代之直徑；相較於所選擇的該第一鏡片之一替代之弛垂(sag)；相較於所選擇的該第一鏡片之一替代之穩定化區；或相較於所選擇的該第一鏡片之一替代之形狀。

**【0010】** 本發明進一步提供一種用於識別改善一患者視力之一隱形眼鏡之設備，其包括：一電腦處理器；一數位媒體儲存裝置，其與該電腦處理器通訊並儲存可執行的軟體碼，該可執行的軟體碼可應要求執行，且可利用該電腦處理器操作以接收代表對一患者裸眼所執行的一第一波前檢查之結果，以及對配戴改善該患者視力的一第一所選鏡片的該患者眼睛所執行的一第二波前檢查之結果的一輸入資料。該輸入資料包括對應於該等第一及第二波前檢查的至少一第一及第二組任尼克多項式。該軟體碼可進一步藉由計算該等第一與第二組任尼克多項式之間的一差值來計算該患者眼睛上之該第一所選鏡片之偏心誤差或旋轉誤差之一者，並識別適用於該患者之將實質上矯正所計算的該偏心誤差或旋轉誤差的一第二鏡片。

**【0011】** 該設備之該可執行的軟體碼可進一步操作以：首先藉由計算該等第一與第二組任尼克多項式之間的一差值來計算該患者眼睛上之該第一所選鏡片之偏心誤差；產生一第三組任尼克多項式，該第三組任尼克多項式代表經調整以彌補所計算的該偏心誤差的該第二組任尼克多項式；藉由計算該等第二與第三組任尼克多項式之間的一差值來計算該患者眼睛上的該第一所選鏡片之旋轉誤差；以及識別將實質上矯正該所計算之偏心誤差及旋轉誤差的該第二所選鏡片。

**【0012】** 在一實施例中，該可執行的軟體碼可進一步操作以：在計算偏心誤差之前，抵消存在於該第一組任尼克多項式中的任何彗差項。

**【0013】** 在又另一實施例中，該電腦處理器與一波前檢查設備數位通訊，且該輸入資料係自該波前檢查設備以數位方式接收。該波前檢查設備可為一波前像差計。

**【0014】** 根據各種實施例，所識別的該第二鏡片可包括：相較於該第一所選鏡片之一經重新定位之光學區；相較於該第一所選鏡片之

一經矯正之柱面屈光軸；相較於該第一所選鏡片之一替代之基弧；相較於該第一所選鏡片之一替代之直徑；相較於該第一所選鏡片之一替代之弛垂；相較於該第一所選鏡片之一替代之穩定化區；或相較於該第一所選鏡片之一替代之形狀。

【0015】 從以下本發明闡釋性實施例之詳細說明中（應配合附圖閱讀），將顯而易見本發明之這些及其他目的、特徵與優勢。

### 【圖式簡單說明】

#### 【0016】

圖 1 繪示使用波前圖及任尼克多項式進行患者眼睛上所配戴之鏡片的定位誤差之矯正計算的一例示性程序。

圖 2 繪示示範患者眼睛上之鏡片定向有偏心誤差但無旋轉誤差所造成之像差的一系列例示性波前測量。

圖 3 繪示示範鏡片定向有旋轉誤差但無偏心誤差所造成之像差的一系列例示性波前測量。

圖 4 依流程圖形式繪示使用波前資料來計算位置偏移且使用此資訊來為患者選擇或設計一最佳鏡片的一例示性方法。

### 【實施方式】

【0017】 本發明提供一種用於測定一給定患者配戴一隱形眼鏡時該隱形眼鏡之旋轉誤差及/或偏心誤差之系統及方法。此資訊可用於選擇或設計用於彼患者之一後續客製鏡片。在下列段落中，將提供實施例及方法之詳細說明。較佳實施例與替代實施例兩者之說明僅為例示性實施例，且應理解對於所屬技術領域中具有通常知識者而言各種變化、修改及變更可係顯而易見的。因此，應理解例示性之實施例並不限制由申請專利範圍所定義之發明態樣的範圍。

### 名詞解釋

【0018】 在有關本發明之說明與申請專利範圍中，各式用語將應用如下定義：

「偏心誤差」如本文中所使用，係指定向偏移，其通常以相對於患者眼睛上之一測定點（例如瞳孔或虹膜中心，或一輪部邊緣(limbal edge)）的(x, y)座標予以描述。舉例而言，具有偏心誤差之鏡片本身之定向可能為僅光學區之一小部分座落於瞳孔區域上方並且使鏡片之矯正屈光度偏斜。

【0019】 「驗配鏡片(Fitting Lens)」如本文中所使用，係指標準、較佳地穩定化之隱形眼鏡，其經設計以輔助製造商測定眼睛上之鏡片位置，或用於選擇或設計一隱形眼鏡。驗配鏡片可具有穩定性與結合於鏡片中之測量點，以協助測量鏡片之旋轉位置，以及相對於患者眼睛之鏡片偏心。

【0020】 「眼生理性」或「人眼生理性」如本文中所指，包括可為其製作/客製化眼用鏡片以達最佳配適之患者其眼睛前部分（「前房」）的特有形狀。此包括（但不限於）患者之眼球、眼瞼、或淚功能之屬性。

【0021】 「鏡片」如本文中所使用，係指任何放置於眼睛之內或之上的眼用裝置。該等裝置可用於光學矯正或可為妝飾性。例如，鏡片一詞可意指隱形眼鏡、人工水晶體、覆蓋鏡片(overlay lens)、眼插件(ocular insert)、光學插件(optical insert)或其他可藉以矯正或修改視力，或在不妨礙視力的情況下可加強妝飾眼睛生理性質（例如虹膜顏色）之類似裝置。在一些實施例中，本發明較佳的鏡片係由聚矽氧彈性體或水凝膠所製成的軟性隱形眼鏡，其包括但不限於聚矽氧水凝膠及氟水凝膠。

【0022】 「鏡片設計」如本文中所使用，係指形成、作用為、或者形成且作用為一所欲鏡片，其若經製成則可提供光焦度矯正、可接受之鏡片適配（例如，角膜覆蓋與移動）、可接受之鏡片旋轉穩定性等等。鏡片設計可以一經水合或非經水合狀態、以平坦或彎曲空間、以二維或三維空間來表示，並且可藉由包括但不限於下列之一方法來表示：幾何繪圖、焦度分布曲線、形狀、特徵、厚度等等。鏡片設計可含有與規則或不規則間隔網格相關聯之資料。

【0023】 「鏡片位置誤差」如本文中所使用，係指鏡片本身之定向使得患者的適配性、舒適度、視覺銳度、或任何其他所欲之鏡片態樣變差。此包括（例如）鏡片之定向具有偏心誤差或旋轉誤差，或兩者。此亦可包括由於眼睛移動或患者的眨眼動態而使鏡片失去穩定度。會減小鏡片之任何態樣之功效的任何移動（靜態或動態）可視為一鏡片位置誤差。

【0024】 「光學像差」或「像差」如本文中所使用，係指由光學系統所形成之影像的失真。光學像差可包括低階像差（例如，球面屈光度、柱面屈光度、柱面軸等）及高階像差（例如，球面像差、三葉(trefoil)、彗差、五葉(pentafoil)等）中之一者或兩者。

【0025】 「最佳化鏡片位置」如本文中所使用，係指相對於眼睛上鏡片之所需矯正定向，鏡片之定位無旋轉誤差或偏心誤差。另外，此用語可係指可為或可非為眼睛或眼瞼移動之結果的穩定度及變動之態樣。

【0026】 「旋轉誤差」如本文中所使用，係指相對於符合患者眼睛需求之角定向的欠對準。舉例而言，鏡片本身在患者眼睛上可定向成具有 30 度順時針誤差，因此偏斜於一個或多個矯正屈光軸。

【0027】 一般來說，對患者進行眼睛檢查係為眼保健醫師為患者選擇適合隱形眼鏡的程序之部分。但是，如前文所指示，所選鏡片實際上置放在眼睛上時可能無法總是如所預期般起作用，因為鏡片與患者特有的眼睛生理性之間之相互作用會影響鏡片放在眼睛上時之舒適度、適配性及/或視力。本發明之目的為，在鏡片置放在患者眼睛上時測量及評估鏡片之位置參數及旋轉參數，並且潛在地使用該資料來判定將提供更為最佳化鏡片位置的適合鏡片。

【0028】 波前檢查是一種在眼睛檢查期間可對患者施行的測試。大致上來說，波前像差計是測量光在被引入至患者眼睛及從患者眼睛返回時是如何彎曲的。這些裝置可診斷低階視力誤差（例如，近視、遠視及散光）及較高階視力誤差（例如，彗差、三葉像差及球面像差）兩者。例示性波前像差計為可商購自日本 Nidek Co., Ltd.的 OPD-Scan III。

【0029】 波前像差計產生波前圖或光學像差圖。若像差計偵測到零光學像差，所產生之圖將為完全地平坦，表示射線束行進通過角膜與鏡片時保持平行且未失真的理想情況（例如，請參閱圖 110）。實際上，因任何給定患者之特有眼睛生理性所造成的眼睛缺陷會引起波失真，使得所得波前圖表示一非平坦三維影像，其中所顯示圖上的每個點表示零光學像差與所測量光學像差之間之差值。此三維圖一般顯示有變化的顏色，該等顏色相對應於在任何給定點處自零像差的相對發散。圖 101 以灰階（而非彩色）繪示所產生波前圖，然而易於明白，商用像差計一般係提供彩色顯示。

【0030】 行進通過眼睛之波的不同像差已予以識別並以有時已知為任尼克角錐(Zernike pyramid)之方式分類為不同的視力誤差。這些所識別像差可各藉由已知為任尼克多項式之數學方程式予以表示。所有任尼克多項式之總和描述一給定眼睛之光學像差或集合視力誤差之合計。任尼克多項式亦為光學及視力科學之技術領域中具有通常知識者所熟知。波前成像裝置亦可包括作為輸出的一顯示器，其識別所擷取影像的任尼克多項式，諸如圖 103 中所展示。

【0031】 本發明依新穎且未預見的方式利用這些技術，以提供一種更精確且一致地測定患者眼睛上之鏡片的旋轉誤差及/或偏心誤差之系統及方法，其進一步實現對於該患者更為最佳化鏡片的設計選擇。現請參照圖 1，使用波前像差計或類似物來產生患者裸眼的波前圖，如藉由圖 101 所表示。如前文所指示，相對灰階表示自完美眼睛的偏差，其中（例如）元件符號 101a 之描繪可指稱一「峰值」或高點，而元件符號 101b 表示一「谷值」或低點，使得整體形狀若以三維呈現可表示在一方向上伸長之一倒置碗。

【0032】 一旦產生出患者裸眼的波前圖，所屬技術領域中具有通常知識者將易於明白如何解讀此圖並且使用此圖來選擇將更佳矯正患者視力的隱形眼鏡。但是，如所指出，此選擇未考量患者實際上配戴鏡片時可能發生的任何定位誤差。圖 102 表示經設計或經選擇用以矯正圖 101 所示之患者眼睛之波前誤差的鏡片之波前圖，或替代地，用於評估鏡片本身定向是否具有位置偏移而置放於患者眼睛上的鏡片

(例如驗配鏡片)的波前圖。圖 102 表示鏡片本身之波前圖，無關於患者之眼睛。以與圖 101 之波前圖中所見之誤差稍微相反之方式，102a 描繪一「谷值」而 102b 表示一「峰值」，理想情況中，所選鏡片將「抵消」(cancel out)或中和(neutralize)圖 101 中所識別之誤差。

【0033】 圖 103 為表示圖 102 之波前圖之任尼克多項式係數之圖表。如前文提及，任何波前可經表示為基於這些係數的任尼克多項式之加權線性總和。所示之圖形輸出在波前像差裝置中為常見的。在此實例中，圖 103 所示之任尼克多項式係數代表諸如用於產生圖 102 之波前圖的經設計鏡片之矯正屬性。具體而言，103a、103b、及 103c 處的任尼克多項式係數表示圖 102 之波前圖中所帶有的失焦、球面像差、及散光之量。在此實例中，所有其它像差項之係數為零。

【0034】 接下來，將用於產生圖 102 之波前圖之所選鏡片置入於患者眼睛中。接著，在鏡片就定位時施行波前檢查，從而產生圖 104 所示之波前圖。若所選鏡片最佳地矯正患者的視力，則所得波前圖將為完全地平坦，無峰值及谷值，諸如圖 110 所示之圖。但是，由於定位誤差，圖 104 之波前圖展示殘餘誤差。圖 105 繪示用於圖 104 之波前圖的任尼克多項式，其展示由於偏心誤差及旋轉誤差而存在的殘餘像差。在圖 105 之此實例中，任尼克多項式亦展示散光、失焦、及彗差等誤差。

【0035】 接下來，產生一波前圖(圖 106)，其表示介於圖 104 之波前圖(患者眼睛上的所選鏡片之波前圖)與圖 102 之波前圖(鏡片本身之波前圖)之間之差值或自其等之偏差。此差值表示由偏心鏡片及/或旋轉鏡片所引入之淨波前誤差。圖 107 展示圖 106 之波前圖之任尼克多項式係數，其等不同於 103 中所示之歸因於鏡片旋轉及偏心者。在此實例中，彗形像差項 107a 係單獨地歸因於鏡片位置誤差。可進行計算(下文進一步描述)以自 107a 所示之彗形像差項之係數預測鏡片偏心量。但是，若圖 103 所示之任尼克多項式包括彗形像差項，則首先將需中和或減去這些彗形像差項，使得剩餘任尼克多項式係數係單獨地歸因於鏡片偏心。

【0036】 一旦獲得鏡片偏心誤差，則可重新定位圖 106 所示之波前誤差圖。換言之，藉由在一矯正方向上調整圖 106 達一量而置中圖 106，以使得該圖經定位成如同鏡片完全未經受任何偏心般。基於經重新定位之圖產生由圖 108 所表示之另一波前圖，其展示已矯正偏心誤差後仍然存在的殘餘波前像差。108a 處之波前圖中未以一波前表示予以顯示之部分係因為事實上鏡片過去的偏心誤差已藉由計算而矯正，且當施行第二波前檢查時，因為鏡片不在適當的位置，所以現在經置中鏡片之一部分的值不存在而無法取得。圖 109 表示圖 108 之波前圖之任尼克多項式係數。109 中所示之任尼克多項式係數不同於 103 中所示者。由於已調整波前圖 108 之偏心，所以圖 109 與 103 之任尼克多項式之間之差值係單獨地歸因於鏡片旋轉。在 109a 處的兩個散光項展示此等差值。自這些項，可進行計算（下文進一步描述）以預測旋轉誤差量。

【0037】 一旦獲得患者配戴時鏡片之偏心誤差及旋轉誤差，可調整鏡片之光學區以補償任何此等誤差。舉例而言，偏心誤差及旋轉誤差資料可轉換成(x, y)座標。自彼等座標，可產生一新的鏡片設計，其中新鏡片的光學區係藉由相對於鏡片之一周邊區或裙部的(x, y)座標而重新定位。當新選擇或經重新設計之鏡片置中於眼睛上時，此第二鏡片由患者所配戴時之矯正波前現在將更密切地（若非最佳地）相對應於圖 102，其為患者所欲的矯正。經置中、經重新設計之鏡片的波前與裸眼之波前誤差（圖 101）的總和導致零像差，如圖 110 所示，其藉由一平坦波前圖予以表示。圖 111 之圖表繪示圖 110 所繪示之零波前像差之任尼克係數。光學上，此意指新的眼睛上覆鏡片(lens-on-eye)系統之殘餘像差為零，此係因為鏡片完全矯正了患者眼睛之像差誤差（圖 101）。

【0038】 再次參照圖 101 至圖 111，現在將更詳細描述可實施上文大致上描述之方法及計算的方式。自圖 102 之波前圖，圖 103 所示之任尼克多項式可表示為  $\tilde{C}_{Design, EP}$ ，其表示經置中、經設計之鏡片的波前之任尼克多項式係數。接下來，計算眼睛上鏡片之實際誤差，此係藉由採用圖 104 之波前誤差並且求得該誤差與眼睛之原始波前誤差

(圖 101) 之間之差值而進行。該差值表示由實際偏心且旋轉之鏡片所引入之淨波前誤差之任尼克多項式係數，其可藉由  $\vec{C}_{CL_{Actual\_EP}}$  予以表示。

【0039】 由於眼睛上之實際鏡片經偏心且旋轉，所以  $\vec{C}_{CL_{Actual\_EP}}$  不同於  $\vec{C}_{Design\_EP}$ ，其相對應於鏡片完美地置中於患者之眼睛上時鏡片之波前的任尼克係數。此差值可經計算為  $\Delta\vec{C} = \vec{C}_{CL_{Actual\_EP}} - \vec{C}_{Design\_EP}$ 。  $\Delta\vec{C}$  中的第 8 及第 9 任尼克多項式項（分別表示為「 $\Delta C^8$ 」及「 $\Delta C^9$ 」）表示彗差項。如在所屬技術中所熟知，這些項正相關於鏡片垂直偏心及水平偏心（分別表示為「 $\Delta y$ 」及「 $\Delta x$ 」），並且逆相關於經置中鏡片設計之球面像差，其為  $\vec{C}_{Design\_EP}$  中第 13 項（表示為  $C_{Design\_EP}^{13}$ ）。因此，可藉由下列關係式而易於計算偏心：

$$\Delta x = k \frac{\Delta C^9}{C_{Design\_EP}^{13}}, \Delta y = k \frac{\Delta C^8}{C_{Design\_EP}^{13}} \quad (\text{其中 } k \text{ 為隨瞳孔大小而變之常數})$$

一旦獲得鏡片偏心誤差，可重新定位波前誤差圖，如上文所描述且如圖 108 所示。藉由圖 109 之圖表來表示如藉由  $\vec{C}_{CL\_adjusted}$  所表示的圖 108 之波前誤差之任尼克係數。 $\vec{C}_{adjusted}$  與  $\vec{C}_{Design\_EP}$  之間之差值係單獨地歸因於鏡片旋轉且可計算如下：

$$\text{Rotation\_angle} = \frac{\tan^{-1}(C_{Design\_EP}^6 / C_{Design\_EP}^4) - \tan^{-1}(C_{CL\_adjusted}^6 / C_{CL\_adjusted}^4)}{2}$$

其中： $C_{Design\_EP}^4$  及  $C_{Design\_EP}^6$  表示任尼克向量  $\vec{C}_{Design\_EP}$  中的第 4 及第 6 像差係數；

$C_{CL\_adjusted}^4$  及  $C_{CL\_adjusted}^6$  表示任尼克向量  $\vec{C}_{CL\_adjusted}$  中的第 4 及第 6 像差係數。一旦獲得鏡片之偏心且旋轉，即可調整鏡片之周邊區，以補償此種偏心及旋轉，如上文所描述。當經調整鏡片置中於眼睛上時，眼睛上覆鏡片系統之殘餘像差為零，此係因為鏡片最佳地矯正了眼睛之像差誤差。

【0040】 藉由進一步實例，圖 201 至圖 208 及圖 301 至圖 308 以及相對應之說明闡釋僅具有偏心誤差（圖 201 至 208）或僅具有旋轉誤差（圖 301 至 308）、但非同時具有偏心誤差與旋轉誤差兩者之患者配戴所選鏡片時可能會遇到的情況。首先，圖 201 至圖 208 繪示所選鏡片置放在患者眼睛上時僅展現旋轉誤差的情況。類似於上文參照圖 101 及圖 102 所描述，圖 201 為患者裸眼之波前圖；圖 202 為最初所選鏡片之波前圖；及圖 203 表示圖 202 之波前圖之任尼克多項式。圖 204 為所選鏡片由患者所配戴時之波前圖，其為所選鏡片之本身定向具有偏心誤差但無旋轉誤差之例示性情況。

【0041】 圖 205 表示藉由圖 204 之波前圖所示之殘餘波前像差之任尼克多項式。接下來，亦如前文所描述，使用圖 202 及圖 205 中表示之任尼克多項式來計算所選鏡片之偏心誤差。圖 206 中展示得自於此計算之任尼克多項式，其繪示表示經定向於眼睛上之鏡片的偏心誤差之殘餘像差，當選擇或設計用於患者的下一鏡片時必須考量該等殘餘像差。

【0042】 假設具有所欲參數之一替代鏡片存在或經客製化設計，且當患者配戴時該鏡片本身之定向類似於先前鏡片，則圖 207 之波前圖表示經重新設計鏡片之殘餘波前像差，從而導致零殘餘像差，如圖 207 之波前圖及圖 208 中表示之相對應任尼克多項式所展示。

【0043】 圖 301 至圖 308 繪示其中最初所選鏡片置放於患者眼睛上時展現旋轉誤差但零偏心誤差之一實例。圖 301 為患者裸眼之波前圖；圖 302 為基於圖 301 之波前圖所選擇且經設計以矯正該波前圖之波前誤差的一最初鏡片之波前圖；及圖 303 展示如藉由圖 302 之波前圖所表示的所需矯正之任尼克多項式。圖 304 為患者眼睛配戴所選鏡片時所取得的波前圖。假設所選鏡片本身之定向具有旋轉誤差及零偏心誤差，配戴該所選鏡片之患者的波前圖將在波前圖上展現像差，諸如圖 304 所示者。

【0044】 圖 305 為表示自圖 302 及圖 304 之波前像差所導出的經旋轉鏡片之所計算殘餘波前像差之波前圖。如上文參照圖 101 至圖 111 所描述，圖 306 表示圖 305 之任尼克係數，其繪示表示經定向於

眼睛上之鏡片的旋轉誤差之殘餘像差，當選擇或設計用於患者的下一鏡片時必須考量該等殘餘像差，以考量最初鏡片所展現的旋轉誤差。

【0045】 假設具有所欲參數之一替代鏡片存在或經客製化設計，且當患者配戴時該鏡片本身之定向類似於先前鏡片，則圖 307 之波前圖表示新選擇或經重新設計鏡片之殘餘波前像差，其為零。圖 308 繪示圖 307 之波前圖之任尼克多項式。

【0046】 現請參照圖 4，依流程圖形式展示擷取波前資料並且使用該波前資料來計算鏡片位置誤差之一方法。另外，該流程圖展示出藉由提供考量該鏡片位置誤差之一鏡片來矯正鏡片位置誤差之方法。

【0047】 在 601，對患者的裸眼施行波前檢查。在一例示性實施例中，可利用波前像差計裝置（諸如前文提及之 OPD-Scan III）施行波前檢查。波前檢查一般係以波前圖形式提供波前折射資料，如上文亦已論述。在 602，接著可使用波前折射資料來選擇適用於患者的最初鏡片。在一例示性實施例中，可使用波前資料（可經轉換或可不經轉換成任尼克係數空間）來選擇適合的標準鏡片，或替代地，選擇適合患者的驗配鏡片，並且將所選鏡片置放於患者眼睛上。

【0048】 在 603，接著在患者配戴所選鏡片時施行一後續波前檢查，其提供波前資料（諸如以波前圖之形式），該資料亦可由或可不由任尼克係數予以表示。若所選鏡片本身之定向具有鏡片位置誤差，則此第二波前檢查將提供戴鏡驗光(over-refraction)波前資料。戴鏡驗光波前資料可為繪示波前像差之波前圖之形式或任尼克多項式之形式。繼步驟 603 擷取第二組波前折射資料後，接著可比較（選擇原始鏡片所依據之）第一組資料與第二組波前折射資料。

【0049】 接下來，在 604，使用波前資料進行計算，且在某些實施例中係使用波前資料之任尼克多項式表示、患者裸眼之任尼克多項式表示及患者眼睛上的第一所選鏡片之任尼克多項式表示來進行計算。在 604 之計算可判定偏心誤差及/或旋轉誤差。在 605，基於在 604 所計算之誤差，可選擇提供患者更為最佳化視力矯正的一後續鏡片。此後續所選鏡片可為一標準鏡片或經設計為具體考量在 604 所計算之誤差之一客製鏡片。在 605，可對配戴後續鏡片及任何必要的進

一步鏡片的患者施行額外波前檢查，並且重複相同的波前資料計算方法，直到一鏡片導致基於患者眼睛生理性之該患者可用的最佳化鏡片位置。

**【0050】** 一旦獲得關於偏心誤差及旋轉誤差之定位資料，可選擇或設計一第二鏡片。上述實例主要展示典型眼保健醫師使用標準鏡片或常備鏡片的做法，其中當眼保健醫師選擇第二或進一步後續鏡片時的選擇有限。利用一客製鏡片（例如透過輪廓成形(ContourForm)製造程序所生產之一鏡片，如美國專利第 8,317,505 號中詳細描述，該案之全文以引用方式併入本文中），定位資料提供更多選項用於為患者設計一第二或進一步後續鏡片。

**【0051】** 如上文所提及，一例示性實施例係藉由相對於鏡片之其餘部分僅重新定位光學區來矯正整個鏡片之定位誤差。此做法允許鏡片保持在相同的眼睛上位置，同時將光學區移動至鏡片上將為患者提供經設計視力矯正的一位置。

**【0052】** 除了移動光學區外，亦存在額外實施例涉及設計鏡片使得鏡片定位在眼睛上不同於第一鏡片之位置。一例示性實施例係生產具有一不同基弧之一鏡片。標準鏡片製造規範係在一特定鏡片生產線中提供少量後弧(back curve)變動。輪廓成形製造程序可提供一較寬選擇的基弧或一客製基弧。因此，一旦獲得特定鏡片的定位資料，對該資料進行分析可允許鏡片之設計併入一替代基弧。替代基弧將與患者眼睛及眼瞼產生不同的相互作用，導致鏡片位置不同於第一鏡片之位置。遵循上述方法，可選擇具有替代基弧之一系列鏡片，直到獲得一最小鏡片位置誤差。

**【0053】** 一進一步例示性實施例係設計具有一替代直徑之一第二鏡片。一鏡片邊緣具有亦與患者眼瞼相互作用的額外條件。因此，分析定位資料可允許一鏡片設計具有一替代直徑。此具有一替代直徑之第二鏡片可與患者眼睛及眼瞼產生不同的相互作用，並且因此導致不同鏡片位置。遵循上述方法，可生產具有替代直徑之一系列鏡片，直到獲得一最小鏡片位置誤差。

**【0054】** 另外，鏡片邊緣與患者眼睛之間關於直徑的相互作用之衍生，係鏡片與患者眼睛之間關於鏡片形狀的相互作用。正如同不同的直徑會與患者眼睛及眼瞼產生不同的相互作用，不同的鏡片形狀亦會與患者眼睛及眼瞼產生不同的相互作用。在一例示性實施例中，最初鏡片形狀可為標準鏡片或常備鏡片典型的圓形。可分析定位資料以設計具有一替代形狀之一鏡片，例如具有一較寬下半部及一較窄上半部之鏡片。鏡片形狀之改變會改變與患者眼睛及眼瞼之相互作用，因此改變所得鏡片定位。可生產具有一替代形狀之一系列鏡片，直到獲得一最小鏡片位置誤差。

**【0055】** 一進一步實施例可包括修改鏡片之內部特徵。在一例示性實施例中，可生產具有穩定化區之一鏡片。依據設計，穩定化區影響眼睛上鏡片之穩定度及/或定位。在典型眼保健醫師做法中，可自其中選擇各後續鏡片的標準鏡片或常備鏡片具有有限數目之穩定化區選項（即使有的話）。在一製造程序（例如輪廓成形）中，可能可以產生穩定化區以為患者提供一客製驗配。一旦獲得且分析定位資料，可產生一鏡片設計，其修改一或全部的穩定化區以導致減少眼睛上鏡片之移動。可生產具有替代穩定化區之一系列鏡片，直到獲得一最小鏡片位置誤差。

**【0056】** 進一步例示性實施例包括上文提及之鏡片設計參數的組合修改。舉例而言，鏡片弛垂係隨鏡片直徑、基弧及形狀之尺寸而變化。改變鏡片弛垂的效應可類似於替代基弧、直徑、形狀或該三者全部的效應。但是，具體而言，鏡片弛垂係指在彎曲空間中自頂點至鏡片邊緣之平行線的距離。一鏡片可隨弛垂之變化而與患者之眼睛及眼瞼產生不同的相互作用，此與單獨地隨基弧、直徑或形狀而變化者相反。據此，具有替代弛垂之一鏡片設計亦可包括一替代之直徑及/或形狀，但鏡片位置之變化不會相同於任何單獨地基於直徑或形狀之其他參數之一者的鏡片位置之變化。

**【0057】** 上述參數組合之另一例示性實施例可包括經設計具有經修改穩定化區及一經重新定位光學區之一鏡片。舉例而言，第二鏡片或是最先的幾個後續鏡片可經設計具有經修改之穩定化區。但是，歸

因於經修改穩定化區的鏡片位置之變化可能無法矯正整個鏡片定位誤差。一旦經由穩定化區修改而達成經改善之鏡片位置，則接著即可重新定位光學區以矯正剩餘的鏡片位置誤差量。

【0058】 雖然本文中已參照附圖描述本發明之闡釋性實施例，但是應明白，本發明不限於彼等精確實施例，並且應明白所屬技術領域中具有通常知識者可進行各種其它變更及修改，而未脫離本發明之範疇或精神。

### 【符號說明】

#### 【0059】

- 101 裸眼之波前圖
- 101a 峰值或高點
- 101b 谷值或低點
- 102 鏡片之波前圖
- 102a 谷值
- 102b 峰值
- 103 任尼克多項式係數之圖表
- 103a 任尼克多項式係數
- 103b 任尼克多項式係數
- 103c 任尼克多項式係數
- 104 波前圖
- 105 任尼克多項式
- 106 波前圖
- 107 任尼克多項式係數
- 107a 彗形像差項
- 108 波前圖
- 108a 波前圖之部分
- 109 任尼克多項式係數
- 109a 散光項
- 110 零波前像差；平坦波前圖

- 111 任尼克係數
- 201 裸眼之波前圖
- 202 所選擇鏡片之波前圖
- 203 任尼克多項式
- 204 患者配戴之鏡片之波前圖
- 206 計算之任尼克多項式
- 207 波前圖
- 301 患者裸眼之波前圖
- 302 波前圖
- 303 所需矯正之任尼克多項式
- 304 患者眼睛配戴鏡片時的波前圖
- 305 所計算殘餘波前像差之波前圖
- 306 任尼克係數
- 307 波前圖
- 308 任尼克多項式
- 601 步驟
- 602 步驟
- 603 步驟
- 604 步驟
- 605 步驟

## 申請專利範圍

1. 一種用於選擇有考量偏心誤差及/或旋轉誤差之一隱形眼鏡之方法，其包含下列步驟：
  - 獲得對患者裸眼所執行之第一波前檢查之結果，該等結果包括一第一波前圖及一第一組任尼克多項式；
  - 使用該等第一波前檢查之結果來選擇改善該患者的視力之一第一隱形眼鏡；
  - 獲得對配戴所選擇的該第一隱形眼鏡之該患者所執行之一第二波前檢查之結果，該等第二波前檢查之結果包括一第二波前圖及一第二組任尼克多項式；
  - 藉由計算該等第一與第二組任尼克多項式之間的一差值來計算所選擇的該第一鏡片的偏心誤差或旋轉誤差；以及
  - 使用所計算的該差值來選擇有考量所選擇的該第一鏡片之所計算的該偏心誤差或旋轉誤差之更佳的一第二鏡片。
2. 如請求項 1 之方法，其中該測定步驟進一步包含：
  - 首先基於所計算的該差值來計算偏心誤差或旋轉誤差中之一者；
  - 產生矯正所計算的該偏心誤差或旋轉誤差的一第三波前圖及第三組任尼克多項式；
  - 藉由計算該等第三與第二組任尼克多項式之間的一差值來計算該偏心誤差或旋轉誤差中之另一者；其中該選擇該第二鏡片之步驟進一步包含選擇有考量所計算的該偏心誤差及旋轉誤差兩者之該第二鏡片。
3. 如請求項 2 之方法，其進一步包含：在該首先的計算步驟之前，會抵消存在於該第一組任尼克多項式中的任何彗差項(coma terms)。
4. 如請求項 1 之方法，其中使用一波前像差計執行該等波前檢查。

5. 如請求項 1 之方法，其中相較於所選擇的該第一鏡片，所選擇的該第二鏡片包括經重新定位之一光學區。
6. 如請求項 1 之方法，其中相較於所選擇的該第一鏡片，所選擇的該第二鏡片包括經矯正的一柱面屈光軸。
7. 如請求項 1 之方法，其中相較於所選擇的該第一鏡片，所選擇的該第二鏡片包括一替代之基弧(base curve)。
8. 如請求項 1 之方法，其中相較於所選擇的該第一鏡片，所選擇的該第二鏡片包括一替代之直徑。
9. 如請求項 1 之方法，其中相較於所選擇的該第一鏡片，所選擇的該第二鏡片包括一替代之弛垂(sag)。
10. 如請求項 1 之方法，其中相較於所選擇的該第一鏡片，所選擇的該第二鏡片包括一替代之穩定化區。
11. 如請求項 1 之方法，其中相較於所選擇的該第一鏡片，所選擇的該第二鏡片包括一替代之形狀。
12. 一種用於識別改善一患者視力之一隱形眼鏡之設備，其包含：
  - 一電腦處理器；
  - 一數位媒體儲存裝置，其與該電腦處理器通訊並儲存可執行的軟體碼，該可執行的軟體碼可應要求執行且可利用該電腦處理器操作以：
    - 接收代表對該患者裸眼所執行的一第一波前檢查之結果，以及對配戴改善該患者之視力的一第一所選鏡片的該患者眼睛所執行的一第二波前檢查之結果的一輸入資料，該輸入資料包括對應於該等第一及第二波前檢查的至少一第一及第二組任尼克多項式；

藉由計算該等第一與第二組任尼克多項式之間的一差值來計算該患者眼睛上之該第一所選鏡片之偏心誤差或旋轉誤差中之一者；以及

識別適用於該患者之一第二鏡片，該第二鏡片將實質上矯正所計算的該偏心誤差或旋轉誤差。

13. 如請求項 12 之設備，其中該可執行的軟體碼可進一步操作以：  
首先藉由計算該等第一與第二組任尼克多項式之間的一差值來計算該患者眼睛上之該第一所選鏡片之偏心誤差；  
產生一第三組任尼克多項式，該第三組任尼克多項式代表經調整以彌補所計算的該偏心誤差的該第二組任尼克多項式；  
藉由計算該等第二與第三組任尼克多項式之間的一差值來計算該患者眼睛上的該第一所選鏡片之旋轉誤差；以及  
識別該第二所選鏡片，該第二所選鏡片將實質上矯正該所計算之偏心誤差及旋轉誤差。
14. 如請求項 13 之設備，其中該可執行的軟體碼可進一步操作以：在計算該偏心誤差之前，抵消存在於該第一組任尼克多項式中的任何彗差項。
15. 如請求項 12 之設備，其中該電腦處理器係與一波前檢查設備數位通訊，且其中該輸入資料係以數位方式接收自該波前檢查設備。
16. 如請求項 15 之設備，其中該波前檢查設備為一波前像差計。
17. 如請求項 12 之設備，其中相較於該第一所選鏡片，所識別的該第二鏡片包括經重新定位之一光學區。
18. 如請求項 12 之設備，其中相較於該第一所選鏡片，所識別的該第二鏡片包括經矯正之一柱面屈光軸。

19. 如請求項 12 之設備，其中相較於該第一所選鏡片，所識別的該第二鏡片包括一替代之基弧。
20. 如請求項 12 之設備，其中相較於該第一所選鏡片，所識別的該第二鏡片包括一替代之直徑。
21. 如請求項 12 之設備，其中相較於該第一所選鏡片，所識別的該第二鏡片包括一替代之弛垂。
22. 如請求項 12 之設備，其中相較於該第一所選鏡片，所識別的該第二鏡片包括一替代之穩定化區。
23. 如請求項 12 之設備，其中相較於該第一所選鏡片，所識別的該第二鏡片包括一替代之形狀。

圖式

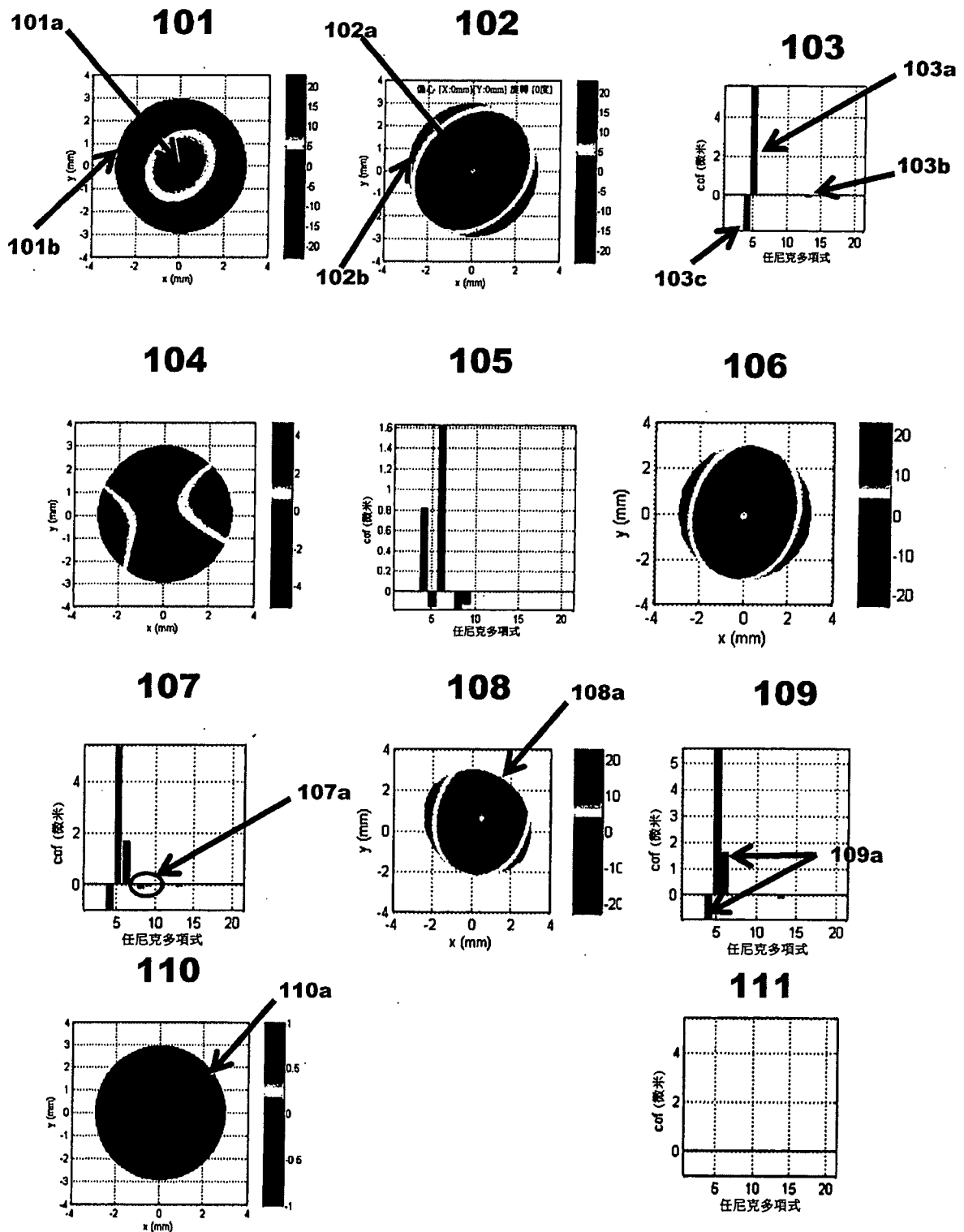
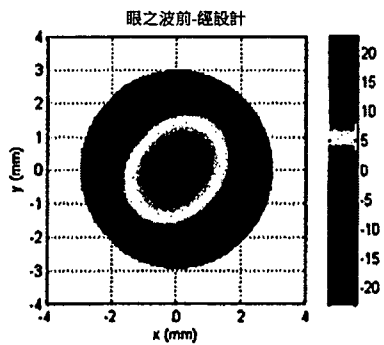
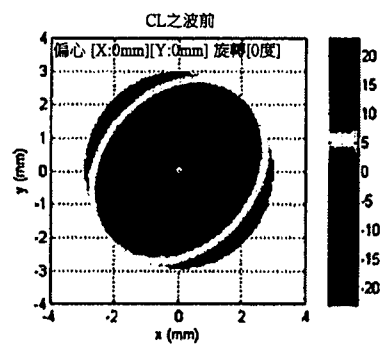


圖1

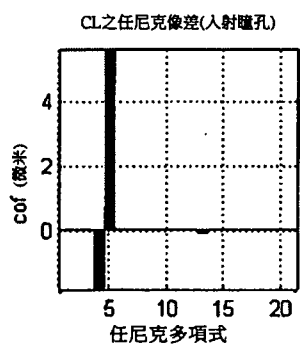
201



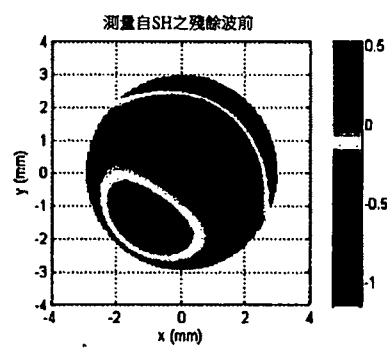
202



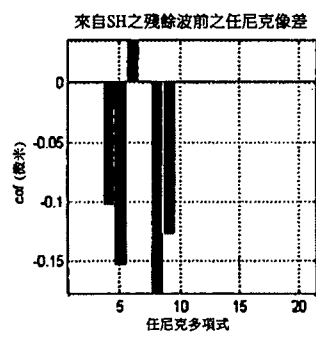
203



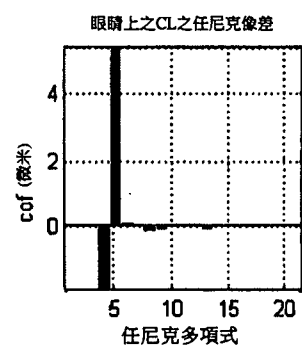
204



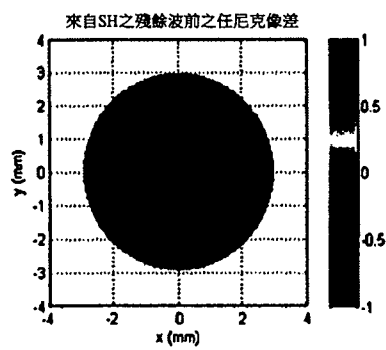
205



206



207



208

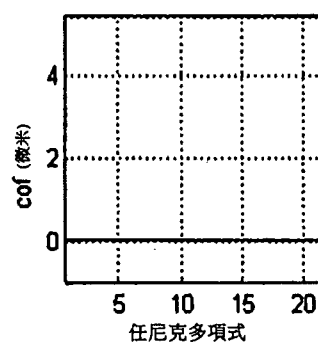


圖2



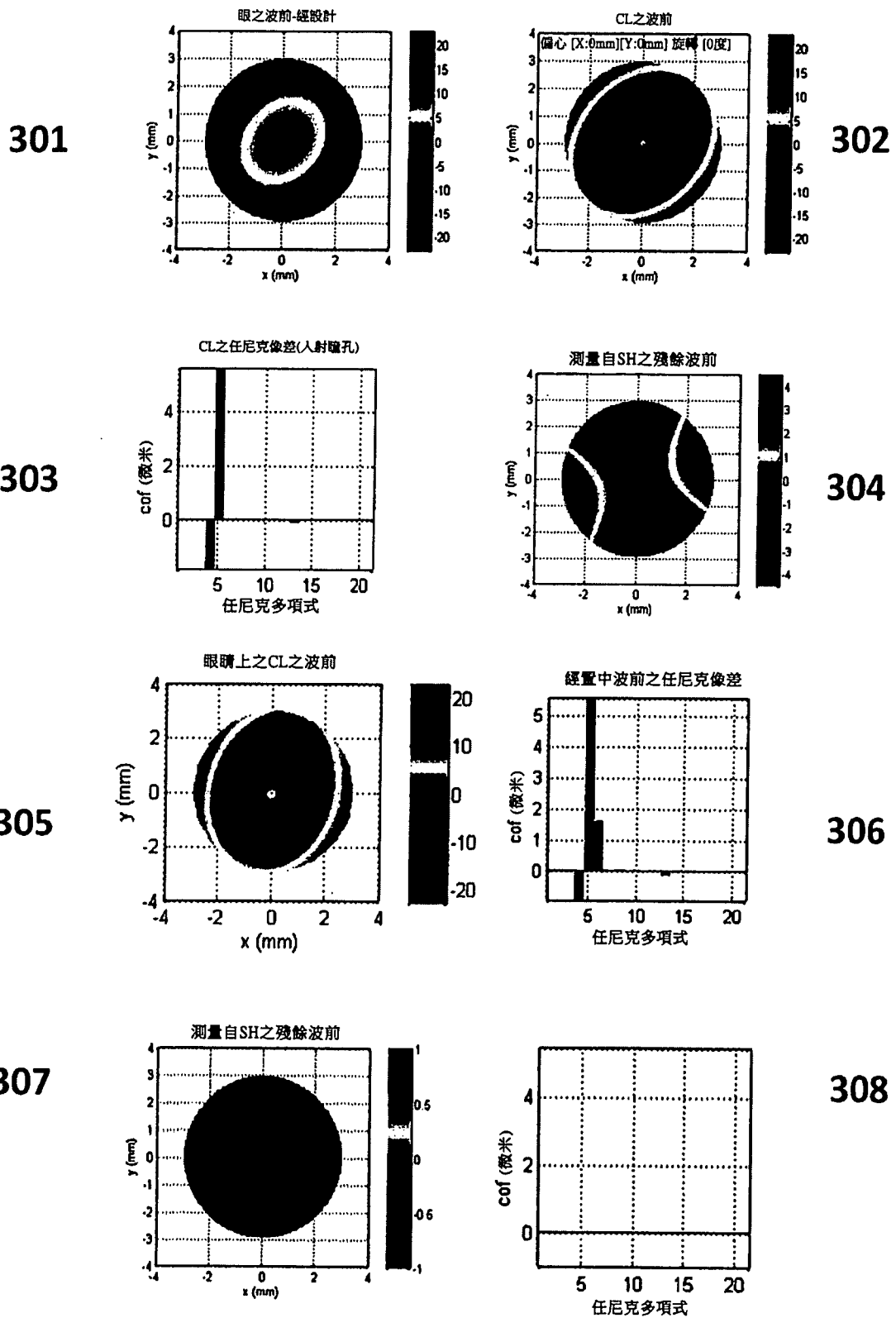


圖3

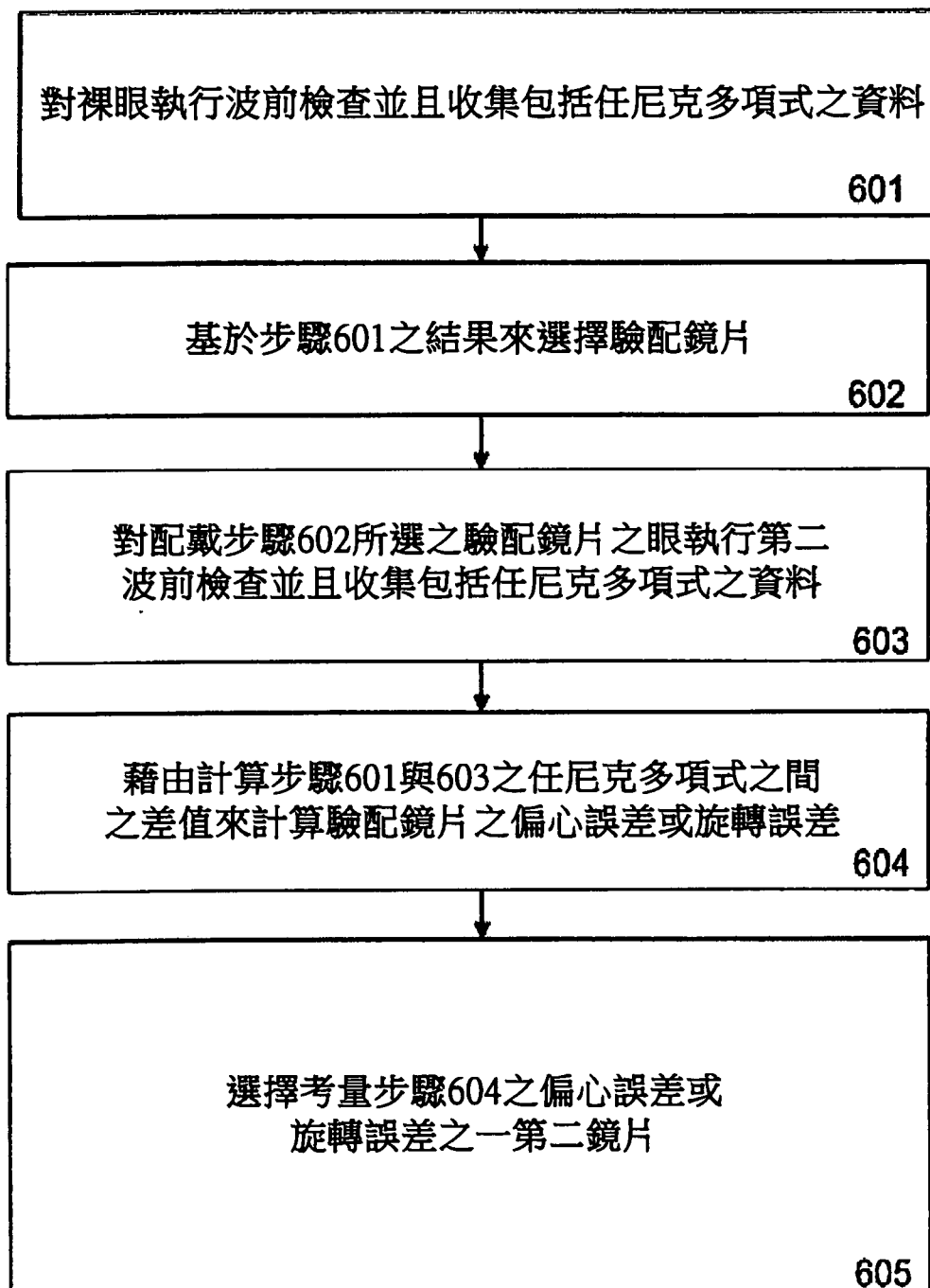


圖4