

申請日期	90. 11. 2
案 號	90127215
類 別	A6B3/10

A4  
C4

(以上各欄由本局填註)

## 發 明 專 利 說 明 書 529927

一、發明 名稱	中 文	波前像差之量測方法與裝置
	英 文	Method and apparatus for measuring wavefront aberrations
二、發明 創作人	姓 名	1.戴貝特 Davis, Brett A. 2.柯麥克 Collins, Michael J. 3.伊代德 Iskander, Daoud R. 4.羅傑福 Roffman, Jeffrey H. 5.羅代恩 Ross, III, Denwood F.
	國 籍	1.-3.為澳洲；4.-5.為美國
三、申請人	住、居所	1.澳洲昆士蘭枯帕諾市瑞爾特街 3/48 號 3/48 Rialto Street, Cooparoo, Queensland, Australia 2.澳洲昆士蘭內苞市內苞路 8 號 8 Mt. Nebo Road, Mt. Nebo, Queensland 4520 Australia 3.澳洲昆士蘭哈瓦瑞市哈瓦瑞路 180 號 180 Hawthorne Road, Hawthorne, Queensland, Australia 4.美國佛羅里達州傑克威市伊德瓦路 307 號 307 Edgewater Branch Drive, Jacksonville, FL 32259, U.S.A. 5.美國俄亥俄州奧斯丁伯格中央南路 8420 號 8420 Center Road South, Austinburg, OH 44010, U.S.A.
	代 表 人 姓 名	美商壯生和壯生視覺關懷公司 Johnson & Johnson Vision Care, Inc.  美國  美國佛羅里達州傑克威市百夫長公園大道 7500 號 7500 Centurion Parkway – Suite 100, Jacksonville, Florida 32256, U.S.A.  金羅斯 Lois A. Gianneschi

裝 訂 線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6  
B6

本案已向：

美國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ， 有 無主張優先權  
 西元 2000 年 10 月 2 日 09/677, 191

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

## 五、發明說明( / )

### 【發明領域】

本發明一般係關於光學儀器，尤有關一種波前像差之量測方法與裝置。本發明對於以眼科設備，以例如鏡片之校正裝置(譬如隱形眼鏡、眼鏡用透鏡、以及眼內鏡片)來  
5 測量光學波前(譬如眼睛像差之測量)，並對於在改善視覺之屈光手術之前、之期間與之後評估眼睛的像差特別有用，但並非僅限於此。

### 【發明背景】

人眼係為一種光學系統，其運用鏡片以將代表影像之  
10 光線聚焦至眼睛內的視網膜之上。視網膜上所產生之影像的清晰度係為決定眼睛之視覺銳度的一項因素。然而，鏡片內的瑕疵與眼睛內的其他組成部分與材質，可能導致光線脫離期望的路徑。這些以像差表示之偏差，會導致模糊不清的影像並降低視覺銳度。因此，需要一種像差之量測  
15 方法與裝置以協助修正這種問題。

一種由眼睛所產生之像差之偵測方法，牽涉到決定脫離眼睛的光線之像差。被導引進入眼睛作為視網膜上之一點的光束，會被反射或散射回而離開眼睛以作為波前。波前表示脫離眼睛之光線之方向。藉由決定波前之個別部分  
20 的傳輸方向，可決定並校正被導入通過眼睛的部分(例如角膜)的光線之像差。於此型式之系統中，在決定像差方面所要增加的準確度，係可藉由降低用以導出傳輸方向之波前的區域之尺寸而達成。

產生波前之一般圖例係顯示於圖 1 中。圖 1 係為藉由

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明( > )

從眼睛 16 之視網膜 20 反射雷射光束 12 所產生之波前 10 之概要視圖。雷射光束 12 會聚焦至視網膜 20 上的小光點 14。充當擴散反射器之視網膜 20 會反射雷射光束 12，藉以產生點光源波前 10。理想上，來自離開完美眼睛的點光源之波前 10，將以球面波前或平面波前 22 表示。然而，當波前通過眼睛時所導入至眼睛 16 之像差，會導致有缺陷的波前，如以波前 10 說明。波前 10 表示導致散焦、像散性、球面像差、慧星像差、以及其他不規則之像差。測量與校正這些像差，係可允許眼睛 16 接近其最高潛能，亦即視覺解析度之極限。

圖 2 係為習知技術之用以量測如圖 1 所示之波前 10 之裝置之圖例。藉由測量像差，可製造出矯正鏡片及/或執行矯正程序以改善視覺。在圖 2 中，雷射 22 產生雷射光束 12，其係藉由分光鏡 25 而行進至眼睛 16。雷射光束 12 於眼睛 16 之視網膜 20 上形成一光點 14。視網膜從光點 14 反射光線，以產生點光源波前 10，當光通過鏡片與其他眼睛 16 內的組成部分與材質時，點光源波前 10 會變成有像差。波前 10 通過分光鏡 25 朝向波前感測器 26。圖 2 所說明之裝置通常被描述成單通波前量測系統。

典型習知技術之波前感測器 26 包含圖 3 所示之像差觀察儀器 30 與取像平面 28，或圖 4 所示之 Hartmann-Shack 感測器 40 與取像平面 28。波前感測器 26 藉由使波前 10 通過像差觀察儀器 30 或 Hartmann-Shack 感測器 40 而從波前 10 取樣，使波前 10 在取像平面 28 上產生光點陣列。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明（？）

一般而言，取像平面 28 係為一種電荷耦合元件 (CCD) 照相機。藉由比較由參考波前所產生的光點陣列與由波前 10 所產生之光點陣列，可計算出由眼睛 16 所產生之像差。

取像平面 28 上的每個光點代表波前 10 之一部份，而較小部分可促使吾人可以較大之準確度決定像差。因此，圖 3 之像差觀察儀器 30 中的子孔徑間距 32 與子孔徑 33 之尺寸越小，以及圖 4 之 Hartmann-Shack 感測器 40 中的小透鏡之子孔徑間距 42 越小，可以決定的像差就越正確。

Hartmann-Shack 系統之一例係說明於美國專利第 6,095,651 號公告，發明人為 Williams 等人，名稱為 "改善網膜圖像之視覺與解析度之方法與裝置 (Method and Apparatus for Improving Vision and the Resolution of Retinal Images)"，申請日為 1999 年 7 月 2 日，於此併入作參考。

然而，在這種習知技術裝置中的像差之解析度，係受限於像差觀察儀器 30 中的格點尺寸 32 與孔徑尺寸 33 (參見圖 3)，並受限於 Hartmann-Shack 感測器 40 中的小透鏡之子孔徑間距 42 (參見圖 4)。由於折疊的關係，就限制住了格點尺寸 32 與小透鏡之子孔徑間距 42 之縮小。舉例而言，當取像平面 28 上兩個以上的光點 31A、31B、以及 31C 重疊，藉以導致鄰近的子孔徑的光點之間的混淆時，於像差觀察儀器感測器 30 中會產生折疊 (foldover)。同樣地，當取像平面 28 上兩個以上的光點 41A、41B、41C、以及 41D 重疊時，於 Hartmann-Shack 感測器 40 中會產生折疊

## 五、發明說明(4)

(foldover)。折疊可能起因於太小、高度像差，或這些狀況之組合的格點尺寸32或小透鏡之子孔徑間距42。因此，格點尺寸32或小透鏡之子孔徑間距42必須平衡，以在允許測量大像差時達到良好的空間分辨率。因此，測量高度像差之技巧取決於空間分辨率之花費，反之亦然。

由像差觀察儀器與 Hartmann-Shack 方法所加上之約束，限制了以高度之空間分辨率量測大像差之這些系統的效應。這些限制避免具有大像差之光學系統受到測量，藉以避免使它們達到它們的最高潛能。因此，可以利用高度之空間分辨率來測量廣大範圍之像差的眼科裝置與方法將是有用的。

### 【發明之概述】

本發明揭露一種以高準確度決定波前像差之裝置與方法。此裝置包含：複數個鏡，用以反射波前之選定部分；一取像裝置，用以擷取關於選定部分之資訊；以及一處理器，用以控制複數個鏡並解析擷取的資訊以計算像差。此方法包含：將波前之選定部分反射至取像裝置之上；擷取關於選定部分之資訊；以及處理擷取的資訊以導出像差。本發明之裝置與方法係能利用高度的空間分辨率來測量廣大範圍之像差。

波前係起源於聚焦光學系統(譬如眼睛)之內的點光源。點光源之產生方式為：藉由將輻射光束(例如雷射)導引經由聚焦光學系統，並散射或反射此光束。配置在雷射光束之路徑中的分光鏡，會將雷射光束導引經由聚焦光學

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂  
線

## 五、發明說明(5)

系統。聚焦光學系統具有內側部分，其係作為擴散反射器之功能，用以反射或散射光束。由點光源所產生的波前通過聚焦光學系統與分光鏡，然後到達本發明之波前感測器。波前感測器測量波前之失真，以作為由聚焦光學系統所產生的像差之估算。然後，藉由連接至波前感測器之處理器來計算像差。

### 【圖式之簡單說明】

圖 1 係為由眼睛之視網膜反射之雷射光束所產生的波之概要圖；

10 圖 2 係為用以量測由眼睛所產生之像差之習知技術裝置的概要圖；

圖 3 係為供習知技術裝置量測像差使用之像差觀察儀器的概要圖；

15 圖 4 係為供習知技術裝置量測像差使用之 Hartmann-Shack 小透鏡陣列的概要圖；

圖 5 係為依據本發明之用以測量由光學系統所產生的像差之裝置的概要圖；

圖 5A 係為依據本發明之反射裝置之例示概要圖；

20 圖 5B 係為依據本發明之包含波前與取像裝置之圖 5A 之反射裝置的剖面圖；

圖 6 係為依據本發明反射波前之一部份的概要圖；

圖 7 係為數位微鏡元件™(DMD™)之一部份之立體圖；

圖 8 係為以依據本發明之圖 7 之在 DMD™ 之內的單

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂  
線

## 五、發明說明(6)

一鏡反射波前之一部份的概要圖；以及

圖 9 係為依據本發明將波前之一部份予以反射並重新定向至取像裝置之上的概要圖。

### 【發明之詳細說明】

5 圖 5 所示係為依據本發明之較佳實施例之波前量測裝置 100。在圖 5 所示之裝置 100 之一般概要中，輻射源 110 會產生光束 112。光束 112 通過未改變的任意分光鏡 114。另一個分光鏡 116 接著將光束 112 再導引至光學系統 115(例如眼睛 118)。光束 112 經由角膜 120 進入眼睛 118，  
10 於此光束 112 被視網膜 124 反射以產生反向行進離開眼睛 118 之點光源影像波前 126。波前 126 係受導致像差之眼睛 118 內的缺陷影響。受影響的波前 126 通過分光鏡 116 朝向反射裝置 128。在反射裝置 128 之內的個別鏡區 130，係經由改向鏡 134(擷取關於波前 126 之資訊)，而將波前  
15 126 之部分選擇性地反射至取像裝置 132。處理器 136 係用以控制反射裝置 130，並用以處理擷取的資訊。

輻射源 110 係為一種能產生光子之聚焦光束的裝置，且較佳例子是雷射。可替代之輻射源 110 包含雷射二極體、超極發光二極體、或本質上任何適當的輻射裝置。此外，輻射源 110 可包含空間濾光鏡(spacial filter)，用以  
20 修正與輻射源 110 相關的雜訊。

任意分光鏡 114 係為一種能選擇性地使波前量測裝置 100 內之光束通過並導引此光束之裝置。在較佳實施例中，任意分光鏡 114 係設計成用以使由輻射源 110 所產生

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線



## 五、發明說明(7)

的光線通過，並從定影目標 117 來反射光線。此種構造允許來自定影目標 117 之光線被置於相同路徑上，以作為來自朝向眼睛 118 之輻射源 110 之光線。定影目標 117 係為一種任意元件，其提供給人一個聚焦點，人的眼睛 118 係被掃描，藉以控制眼睛之移動與視力調整(聚焦)。如果並未使用定影目標 117，則可移除任意分光鏡 114。較佳狀況是，任意分光鏡 114 係為一種偏振光束分光器，其基於光之極化而選擇性地使光線通過或將光線反射。

另一個分光鏡 116 亦能選擇性地使光束通過並導引光束。分光鏡 116 係設計成用以使光束 112 與光線從定影目標 117 反射至光學系統 115(例如眼睛 118)，並使從未改變的光學系統 115 投射的光通過。較佳狀況是，分光鏡 116 亦係為一種如上所述之偏振光束分光器。

所顯示的光學系統 115 係為眼睛 118。或者，光學系統可包含反射表面與隱形眼鏡或眼鏡、眼睛與隱形眼鏡或眼鏡、望遠鏡、顯微鏡、或其他型式之光學系統。於此，使來自輻射源 110 之光束 112 維持遠小於繞射極限之瞳孔孔徑(大約 2 mm)，以便在視網膜 124 上形成一光點 122。聚焦鏡片亦可被使用於光束 112 之路徑，用以說明眼睛之散焦及/或像散性。用以作為擴散反射器之視網膜 124，有效地變成離開眼睛 118 的光源，藉以建立波前 126。當光反射脫離視網膜 124 時，會產生由於眼睛內的瑕疵之像差。因為光束 112 小，所以當光束進入眼睛 118 時，眼睛 118 內的像差產生的瑕疵具有小效應。因此，像差主要在

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明(8)

離開眼睛 118 時被導入至光中，本質上完成此種單通像差量測系統。因為雙通量測系統有效地計算像差兩次(例如，像差係被導入至進入眼睛 118 的光中，而當光離開眼睛 118 時會再導入)，所以單向量測系統是受歡迎的。

5 一個或更多個光學裝置(例如鏡片 125)係被安置在眼睛 118 與反射裝置 128 之間。鏡片 125 傳送在眼睛 118 與反射裝置 128 之間的點光源影像波前 126，以使組成波前 126 之波的傳輸方向在它們從眼睛 118 通過反射裝置 128 時能受到維持。本發明所使用之例如鏡片 125 之光學裝置  
10 係為熟習本項技藝者所熟知的。

反射裝置 128 具有複數個鏡 129，這些鏡 129 形成鏡區 130，或可被聚集以形成鏡區 130(參見圖 5 與 5A)。每個鏡區 130 係能反射波前 126 之一部份，以供獨立於其他部分之那個部分作測量用(參見 FIG 5B)。較佳情況是，每  
15 個鏡區 130 可能被定位於至少兩個位置。在第一位置 133(圖 5B)中，鏡區 130 將入射於鏡區 130 上的波前 126 之一部分 140 朝所欲被取像裝置 132 接收的方向反射，而在第二位置 135 中，鏡區 130 將波前 126 之部分朝遠離取像裝置 132 之方向反射。

20 每個鏡區 130 可能由單一鏡 129，或多重鏡 129 所組成，鏡 129 最好是彼此鄰接，如圖 5A 所示。舉例而言，如果反射裝置 128 包含陣列 1000×1000 個鏡，則每個鏡區 130 可包含單一鏡 129、如圖 5A 所示之陣列 3×3 個鏡、陣列 100×100 個鏡，或任何其他適當的群組。雖然本實

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明(9)

施例考慮每個鏡區 130 將具有相同構造之鏡，但這並不是必要的。

圖 6 顯示藉由在反射裝置 128 內的鏡區 130 將波前 126 之一部分 140 反射至取像裝置 132 以決定像差。於此，鏡區 130 具有單一鏡 129。當例如鏡 131 之鏡 129 位於第一位置 133(參見圖 5B)時，波前部分 140 係被導引至取像裝置 132 之取像平面 142 以作為反射的波前部分 144。位於第二位置 135 之例如鏡 137 之其他鏡 129(參見圖 5B)，會使入射於其上之波前 126 之部分反射遠離取像平面 142，例如反射至區域 139。

為了擷取整個波前 126，每一個鏡 129 或數個鏡 130 之群組會依序受到安置，以使入射於其上之波前的各個部分反射至取像裝置 132，然後，當將另一個鏡 129 安置以反射至取像裝置 132 時，每一個鏡 129 或數個鏡 130 之群組會復位以反射離開。當然，如果鏡區 130 具有一個以上的鏡 129，則每個鏡區 130 之所有鏡 129 較佳是被安置成為一個單元。

波前部分 140 內的像差使反射的波前部分 144 從像差自由徑 146 挪開了一定之數量，而這數量係與對應於鏡 131 的波前部分 140 之局部斜率成比例。在給定反射波前部分 144 之位置與入射於取像平面 142 上之像差自由徑 146 之間的位移 145，並給定從波前部分 140 至取像平面 142 的距離之狀況下，波前部分 140 之傳輸方向可藉由使用已知方法(例如反正切函數，亦即相對波前部分 140 之角之側

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明(10)

邊之長度與鄰接此角之側邊之長度的比率)計算出。然後，可藉由使用已知方法計算出波前部分 140 之像差。

在較佳實施例中，係個別定位每個鏡區 130，用以將波前 126 之對應部分導引至取像裝置 132，而關於那個部分之資訊係被取像裝置 132 所擷取。或者，實質上可能同時定位一個以上的鏡區 130，用以將波前 126 之各個部分導引至取像裝置 132。如果一個以上的鏡區 130 同時將波前 126 之各個部分導引至取像裝置 132，則這種鏡區 130 應被反射遠離取像裝置 132 之鏡之另一個區域隔開，用以避免在取像區域之間產生折疊。舉例而言，參見圖 5A，如果兩個鏡區 130A 與 130C 實質上係同時受到定位以將波前 126 之各個部分導引至取像裝置 132，則兩個鏡區 130A 與 130C 將被一個或更多個鏡區 130(例如第三鏡區 130B，其將受到定位以使波前 126 之各個部分反射遠離取像裝置 132)隔開。藉由改變鏡區 130 之尺寸以及鏡區 130(同時將波前 126 之部分導引至取像裝置 132)之數目，可調整擷取系統之所有波前 126 與空間分辨率所需要的速度。

一個比較好的反射裝置 128 係為一種數位微鏡元件 (Digital Micromirror Device™ (DMD™))。熟習本項技藝者將明白到可能依據本發明使用其他型式之反射裝置。DMD™ 係說明於美國專利 5,096,279 號公告(發明人為 Hornbeck 等人，名稱為"空間光調變器與方法(Spatial Light Modulator and Method)")，以及美國專利 4,954,789 號公

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂  
線

## 五、發明說明(11)

告(發明人為 Sampsell, 名稱為"空間光調變器(Spatial Light Modulator)")中, 兩者係於此併入作參考。

圖 7 說明數位微鏡元件(DMD<sup>TM</sup>)150 之一部份。DMD<sup>TM</sup> 包含一個陣列之數百或數千個些微傾斜的鏡 129, 每一個鏡 129 能反射波前 126 之一部份。圖 7 說明兩個個別在 DMD<sup>TM</sup>150 之內的鏡 129。為了允許鏡傾斜, 每個鏡 129 係裝設至一個或更多個安裝於支柱上的鉸鏈 152, 並利用遍及互補式金氧半導體(CMOS)基板 154 上的下層控制電路之流體(空氣或液體)間隙隔開。控制電路提供使每個鏡 129 選擇性地傾斜之靜電力。在運作時, 將資料載入至 DMD<sup>TM</sup> 150 之記憶體單元, 而依據此種資料, 傾斜個別鏡 129 俾能使光線經由改向鏡 134 而反射接近或遠離取像裝置 132, 如圖 5 所示。適當的 DMD<sup>TM</sup> 裝置包含可從德州儀器取得的 SXGA 與 SVGA DMD<sup>TM</sup> 裝置。

圖 8 詳細說明藉由 DMD<sup>TM</sup> 之鏡 129 的波前部分 140(圖 6)之反射。個別之鏡 129 具有三個位置(亦即,  $-10^\circ$ 、 $0^\circ$ 、 $+10^\circ$ )。在  $+10^\circ$  之位置(表示圖 5B 之第一位置 133)中, 波前部分 140 係指向取像平面 142。在  $0^\circ$  與  $-10^\circ$  之位置(任一個表示圖 5B 之第二位置 135)中, 波前部分 140 係被導引遠離取像平面 142。較佳的狀況是, 取像平面 142 包含複數個能從波前部分 140 偵測能量之單元 143。雖然 DMD<sup>TM</sup> 之每個鏡具有三個位置, 但在本發明中只需要兩個。

在所說明的實施例中, 波前部分 140 係經由改向鏡 134

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明(12)

而指向取像裝置 132。改向鏡 134 係被光學安置(不需要實體安置)在反射裝置 128 與取像裝置 132 之間，用以從鏡區 130 將波前部分 140 反射至取像裝置 132。這個使取像裝置 132 相對於複數個鏡 128 之配置容易。或者，波前部分可直接從反射裝置 128 通過取像裝置 132，藉以消除對於改向鏡 134 之需求。

圖 9 詳細說明如圖 5 所示之改向鏡 134 之運作。在圖 9 中，波前部分 144 之反射係藉由反射裝置 128 內的鏡區 130 而與整個波前 126 分離。波前部分 144 之反射係從改向鏡 134 反射至取像裝置 132 之取像平面 142 之上。波前 126 之未量測部分 147 係被導引遠離取像平面 142。改向鏡 134 係藉由增加撓性而使取像裝置 132 相對於反射裝置 128 之配置變得容易。此撓性係由於此能力以將取像裝置 132 置於除了瞄準反射裝置 128 之直線以外的位置。

取像裝置 132 係能精確偵測到入射至取像平面 133 之能量的位置。較佳的情況是，取像裝置 132 係為一種電荷耦合元件(CCD)照相機。電荷耦合照相機係為一種能將入射至取像平面 133 之能量轉換成數位表示的裝置。電荷耦合元件係為吾人所熟知的，而熟習本項技藝者將輕易明白到能與本發明一起使用之適當裝置。

處理器 136 控制鏡區 130 之方位。此外，處理器 136 接收來自取像裝置 132 之資訊，並分析此資訊以計算像差。在藉由處理器 136 處理之前，資訊可能儲存於儲存暫存器中，或可能立即受到處理。在較佳實施例中，處理器

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂  
線

## 五、發明說明(13)

136 係於不同的時間將用以反射的個別鏡區 130(鏡區 130 之所有鏡 129)定方位至取像裝置 128，用以計算波前 126 之像差。在替代實施例中，處理器 136 實質上同時將兩個以上的鏡區定方位至取像裝置 132，以計算波前 126 之像差。於此替代實施例中，個別鏡區 130 係被反射遠離取像裝置 132 之緩衝鏡區隔開，用以避免在對應於個別鏡區 130 的波前 126 之部分間產生折疊，如之前所探討的。熟習本項技藝者應明白到控制複數個鏡 128、接收來自取像裝置 132 之資訊、以及處理資訊，都可能藉由單一處理器而執行，或者可能分配在複數個處理器之間。

依據本發明之實施例，像差修正裝置 138 係連接至處理器 136。或者，由處理器 136 所計算出的資訊可能被儲存於硬碟、軟性磁碟、伺服器、光碟、數位多功能光碟，或本質上任何能儲存資訊之裝置。接著，將儲存的資訊傳送至像差修正裝置 138。像差修正裝置 138 包含一個已知的鏡片研磨機，隱形眼鏡製造系統，外科雷射系統，或其他光學系統修正裝置。在外科雷射系統中，雷射可相對於分光鏡 116 受到光學配置，而為了執行眼科手術，可以本項技藝所熟知的方式將切割光束之雷射導引至眼睛 118 之角膜 120。

為了說明的目的，已從測量由人眼所產生之波前像差的角度來說明本發明。然而，熟習本項技藝者將輕易明白到本發明可被使用以測量由其他光學系統(例如眼鏡、望遠鏡、雙筒望遠鏡、單筒望遠鏡、隱形眼鏡、非人眼，或

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂  
線

## 五、發明說明(14)

這些系統之組合)所產生的像差。

因此已說明本發明之一些特別實施例，熟習本項技藝者將輕易想到各種不同的改變、修改、以及改善。雖然於此並未明確說明，但這種明顯依此揭露書所做成之改變、  
5 修改與改善，係意圖成為此說明書之一部份，並意圖在本發明之精神與範疇之內。因此，上述說明僅作為示例而非限制之用意。本發明僅受限於以下申請專利範圍與等效設計所界定的範圍。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線



## 五、發明說明(15)

## 【圖式之代號說明】

- |    |                       |                   |
|----|-----------------------|-------------------|
|    | 10~波前                 | 12~雷射光束           |
|    | 14~光點                 | 16~眼睛             |
|    | 20~視網膜                | 22~平面波前(雷射)       |
| 5  | 25~分光鏡                | 26~波前感測器          |
|    | 28~取像平面               | 30~像差觀察儀器         |
|    | 31A、31B、31C~光點        | 32~格點尺寸           |
|    | 33~孔徑尺寸               |                   |
|    | 40~Hartmann-Shack 感測器 |                   |
| 10 | 41A、41B、41C、41D~光點    |                   |
|    | 42~子孔徑間距              | 100~波前量測裝置        |
|    | 110~輻射源               | 112~光束            |
|    | 114~任意分光鏡             | 115~光學系統          |
|    | 116~分光鏡               | 117~定影目標          |
| 15 | 118~眼睛                | 120~角膜            |
|    | 122~光點                | 124~視網膜           |
|    | 125~鏡片                | 126~波前            |
|    | 128~反射裝置              | 129~鏡             |
|    | 130~反射裝置              | 130A、130B、130C~鏡區 |
| 20 | 131~鏡                 | 132~取像裝置          |
|    | 133~取像平面(第一位置)        | 134~改向鏡           |
|    | 135~第二位置              | 136~處理器           |
|    | 137~鏡                 | 138~像差修正裝置        |
|    | 139~區域                | 140~波前部分          |

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明(16)

- |                  |             |
|------------------|-------------|
| 142~取像平面         | 143~單元      |
| 144~波前部分         | 145~位移      |
| 146~像差自由徑        | 147~未量測部分   |
| 150~數位微鏡元件(DMD™) |             |
| 5 152~鉸鏈         | 154~CMOS 基板 |

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要（發明之名稱： )

### 波前像差之量測方法與裝置

一種波前像差之量測裝置與方法。裝置包含：反射裝置，用以反射波前之選定部分；取像裝置，用以擷取關於選定部分之資訊；以及處理器，用以從擷取的資訊計算出波前之像差。量測方法包含：將波前之選定部分反射至取像裝置之上；擷取關於選定部分之資訊；以及處理擷取的資訊以導出像差。

10

英文發明摘要（發明之名稱： )

### METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING WAVEFRONT ABERRATIONS

An apparatus and method for measuring wavefront aberrations. The apparatus comprises a reflecting device for reflecting selected portions of the wavefront, an imaging device for capturing information related to the selected portions, and a processor for calculating aberrations of the wavefront from the captured information. The method comprises reflecting selected portions of a wavefront onto the imaging device, capturing information related to the selected portions, and processing the captured information to derive the aberrations.

## 六、申請專利範圍

1. 一種感測器，用以量測波前，該感測器包含：

複數個用以接收波前之鏡，該複數個鏡包含第一鏡區，用以反射波前之第一部分，該第一鏡區具有朝一個方向反射之第一位置以及朝另一個方向反射之第二位置；

5 一個取像裝置，用以偵測該波前之第一部分，當該第一鏡區位於該第一位置時，該第一鏡區導引待被該取像裝置接收之該波前之該部分，在該第一鏡區位於該第二位置時，該第一鏡區導引該波前之該部分，以免被該取像裝置接收；以及

10 一個處理器，用以控制該第一鏡區在該第一與第二位置之間的移動。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之感測器，其中：

該複數個鏡更包含第二鏡區，用以反射波前之第二部分，該第二鏡區具有第一位置與第二位置；

15 當該第二鏡區位於該第一位置時，該第二鏡區導引被該取像裝置接收之該波前之第二部分，當該第二鏡區位於該第二位置時，該第二鏡區導引該波前之第二部分，以免被該取像裝置接收；且

20 該處理器控制該第二鏡區在該第一與第二位置之間的移動。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之感測器，其中該第一鏡區與該第二鏡區每個皆包含至少一鏡。

4. 如申請專利範圍第 2 項所述之感測器，其中該處理器能夠接收來自該取像裝置之資訊，用以計算出該波前之

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

第一部分的第一波像差以及該波前之第二部分的第二波像差。

5 5.如申請專利範圍第4項所述之感測器，其中該處理器實質上能夠同時將該第一鏡區定位於該第一位置並將該第二鏡區定位於該第一位置，且計算出該波前之第一與第二部分的該第一與第二波像差。

10 6.如申請專利範圍第2項所述之感測器，其中該第一鏡區與該第二鏡區係被第三鏡區隔開，用以反射波前之第三部分，該第三鏡區具有將該波前之第三部分導引至該取像裝置之第一位置，以及將該波前之第三部分導引以免被該取像裝置接收之第二位置。

7.如申請專利範圍第6項所述之感測器，其中當該第一與第二鏡區位於該第一位置時，該第三鏡區係位於該第二位置。

15 8.如申請專利範圍第4項所述之感測器，其中該處理器係於不同時間將該第一鏡區定位於該第一位置中，而將該第二鏡區定位於該第一位置中，用以計算該波前之第一與第二部分之該第一波像差與該第二波像差。

20 9.如申請專利範圍第1項所述之感測器，其中該複數個鏡係由數位微鏡元件(DMD)所提供。

10.如申請專利範圍第1項所述之感測器，其中該取像裝置係為一種電荷耦合元件(CCD)。

11.如申請專利範圍第1項所述之感測器，更包含：  
一個改向鏡，光學安置在該反射裝置與該取像裝置之

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂  
線

## 六、申請專利範圍

間，用以從該反射裝置將該波前之第一部分反射至該取像裝置。

12. 一種量測裝置，係從聚焦光學系統射出之點光源影像波前的像差，包含：

5 一個輻射源，用以產生待被導引至聚焦光學系統之光束；

複數個鏡，用以接收來自聚焦光學系統之點光源影像波前，該複數個鏡包含用以反射該點光源影像波前之第一部分之第一鏡區，該第一鏡區具有第一位置與第二位置；

10 一個取像裝置，用以接收點光源影像波前之該第一部分，在該第一鏡區位於該第一位置時，該第一鏡區導引待被該取像裝置接收之該點光源影像波前之該部分，在該第一鏡區位於該第二位置時，該第一鏡區導引該點光源影像波前之該部分，以免被該取像裝置接收；以及

15 一個處理器，用以控制該第一鏡區在該第一與第二位置之間的移動。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之裝置，其中：

該複數個鏡更包含第二鏡區，用以反射點光源影像波前之第二部分，該第二鏡區具有第一位置與第二位置；

20 該第二鏡區之該第一位置導引待被該取像裝置接收之該點光源影像波前之第二部分，該第二鏡區之該第二位置導引該點光源影像波前之第二部分，以免被該取像裝置接收；且

該處理器控制該第二鏡區在該第一與第二位置之間的

## 六、申請專利範圍

移動。

14.如申請專利範圍第 12 項所述之裝置，更包含：  
一個改向鏡，光學安置在該反射裝置與該取像裝置之間，用以促進該取像裝置相對於該反射裝置之配置。

5 15.如申請專利範圍第 12 項所述之裝置，更包含：  
定影目標；以及

分光鏡，光學安置在該輻射源與聚焦光學系統之間，用以光學結合該定影目標與該光束。

10 16.一種量測方法，用以量測光學波前，包含以下步驟：

(a)將光學波前之一個選定部分反射至取像裝置之上；

(b)將光學波前之另一個選定部分反射至該取像裝置之上；以及

15 (c)擷取關於光學波前之每一個選定部分之資訊，用以計算每一個選定部分之像差。

17.如申請專利範圍第 16 項所述之方法，更包含下述步驟：

分析擷取的資訊，以決定每一個選定部分之像差。

20 18.如申請專利範圍第 16 項所述之方法，更包含下述步驟：

重複步驟(b)與(c)，直到擷取到關於該光學波前之期望區域之資訊為止。

19.如申請專利範圍第 18 項所述之方法，更包含下述

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂  
線

## 六、申請專利範圍

步驟：

計算該期望區域之像差。

20. 一種測量方法，用以量測光學波前，包含以下步

驟：

- 5 將光學波前之各該複數個部分反射至取像裝置之上；  
以及

決定光學波前之像差。

21. 如申請專利範圍第 20 項所述之方法，其中該決定  
步驟包含：

- 10 將由光學波前在該取像裝置上所產生之影像，與光學  
波前之各該複數個部分的像差自由波前之已知數值作比  
較；

計算光學波前之各該複數個部分之個別像差；以及  
結合個別像差以導出光學波前像差。

- 15 22. 一種量測方法，用以量測聚焦光學系統之波像差，  
包含以下步驟：

在聚焦光學系統之內，於反射表面上產生一光點；

將從聚焦光學系統射出之點光源影像之每一個部分反  
射至取像裝置之上；以及

- 20 決定聚焦光學系統之波像差。

23. 如申請專利範圍第 22 項所述之方法，其中該決定  
步驟包含：

將由點光源影像在該取像裝置上所產生之影像，與各  
該複數個部分之像差自由影像之已知數值作比較；

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂  
線



## 六、申請專利範圍

計算各該複數個部分之個別像差；以及  
結合個別像差以導出聚焦光學系統像差。

24.如申請專利範圍第 23 項所述之方法，其中該點光源影像係對應至該反射表面上之該光點。

5 25.如申請專利範圍第 21 項所述之方法，更包含以下步驟：

產生定影目標；以及

使該定影目標通過該聚焦光學系統。

26.一種決定方法，用以決定眼睛之波像差，包含以下步驟：

產生光束；

使該光束通過眼睛之視網膜之光點；

使對應於從該眼睛輻射出該視網膜上之該光點的波前通過多重鏡裝置；以及

15 將入射在該多重鏡裝置上的該波前之部分選擇性地反射至取像裝置。

27.如申請專利範圍第 26 項所述之方法，更包含以下步驟：

產生定影目標；以及

20 使該定影目標通過該眼睛。

28.如申請專利範圍第 26 項所述之方法，更包含以下步驟：

將該取像裝置上之該波前之選擇性反射部分與像差自由影像之已知數值作比較；以及

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表  
訂  
線

## 六、申請專利範圍

藉由使用該波前之比較過的選擇性反射部分，決定該眼睛之波像差。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

線

91年9月26日  
修正  
補充

圖 1

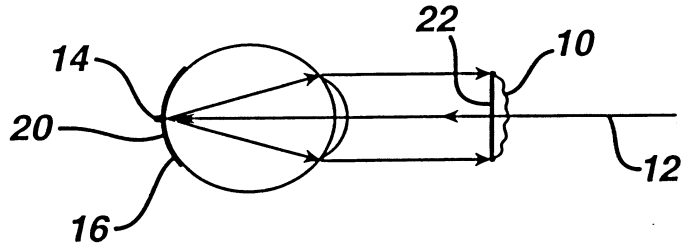


圖 2 習知技術

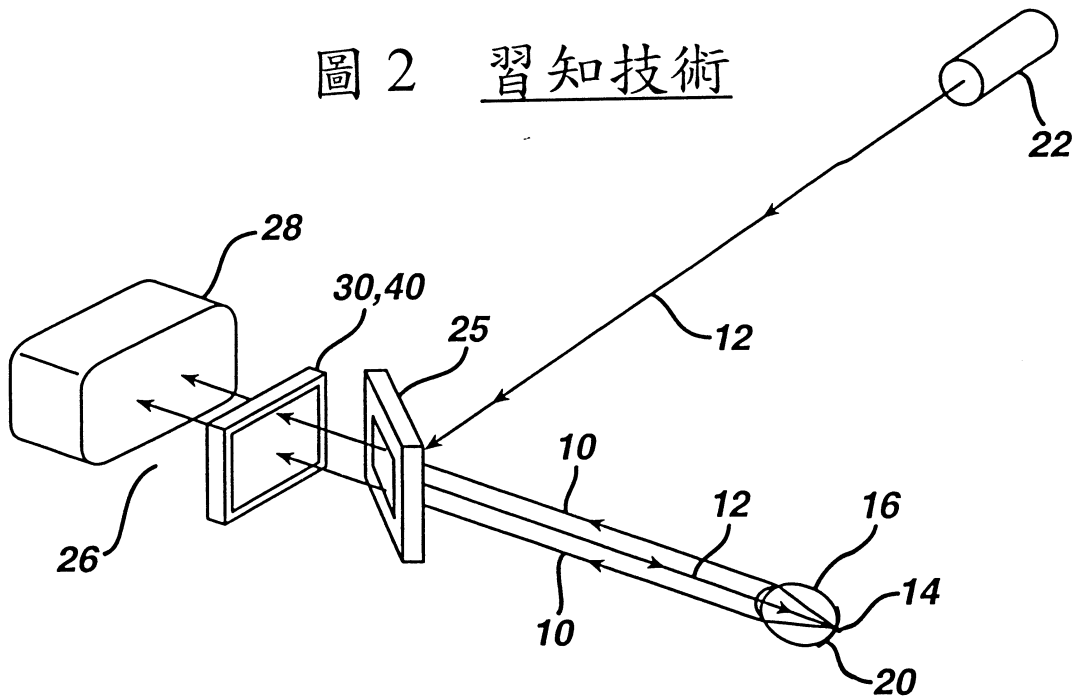


圖 3

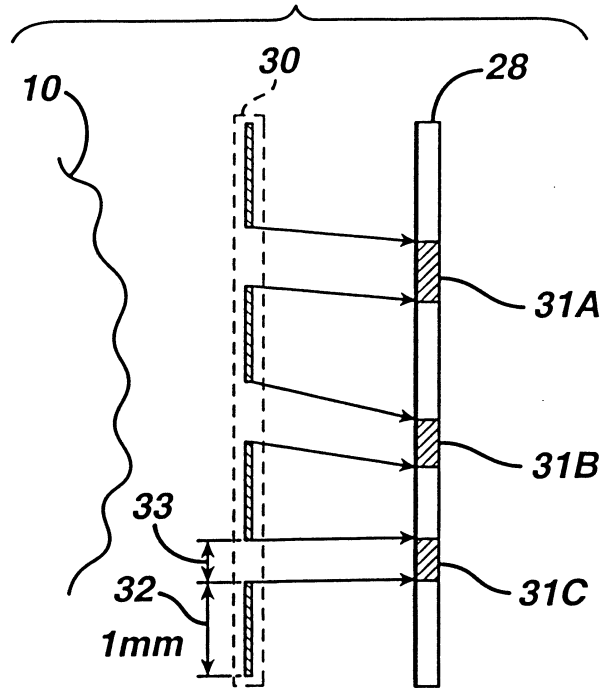
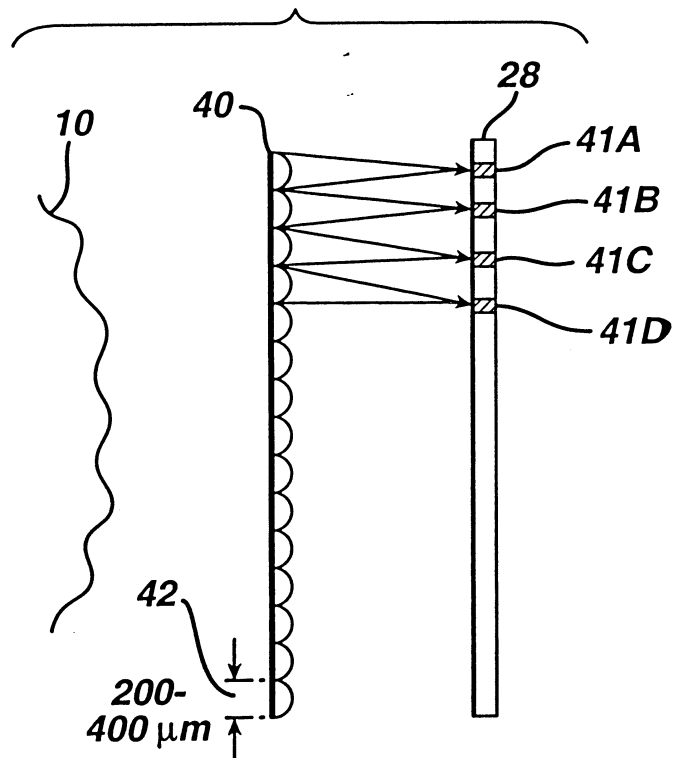


圖 4



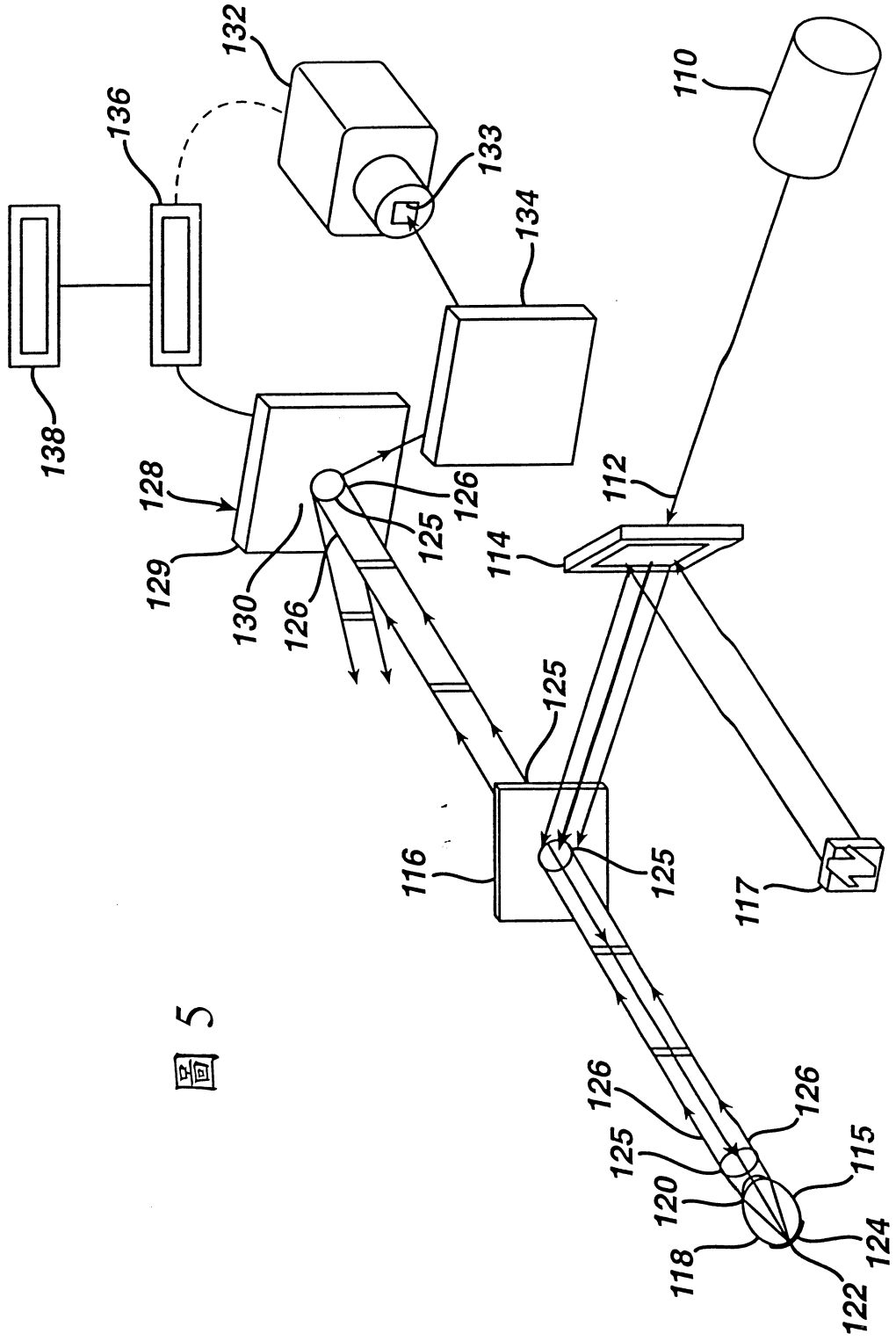
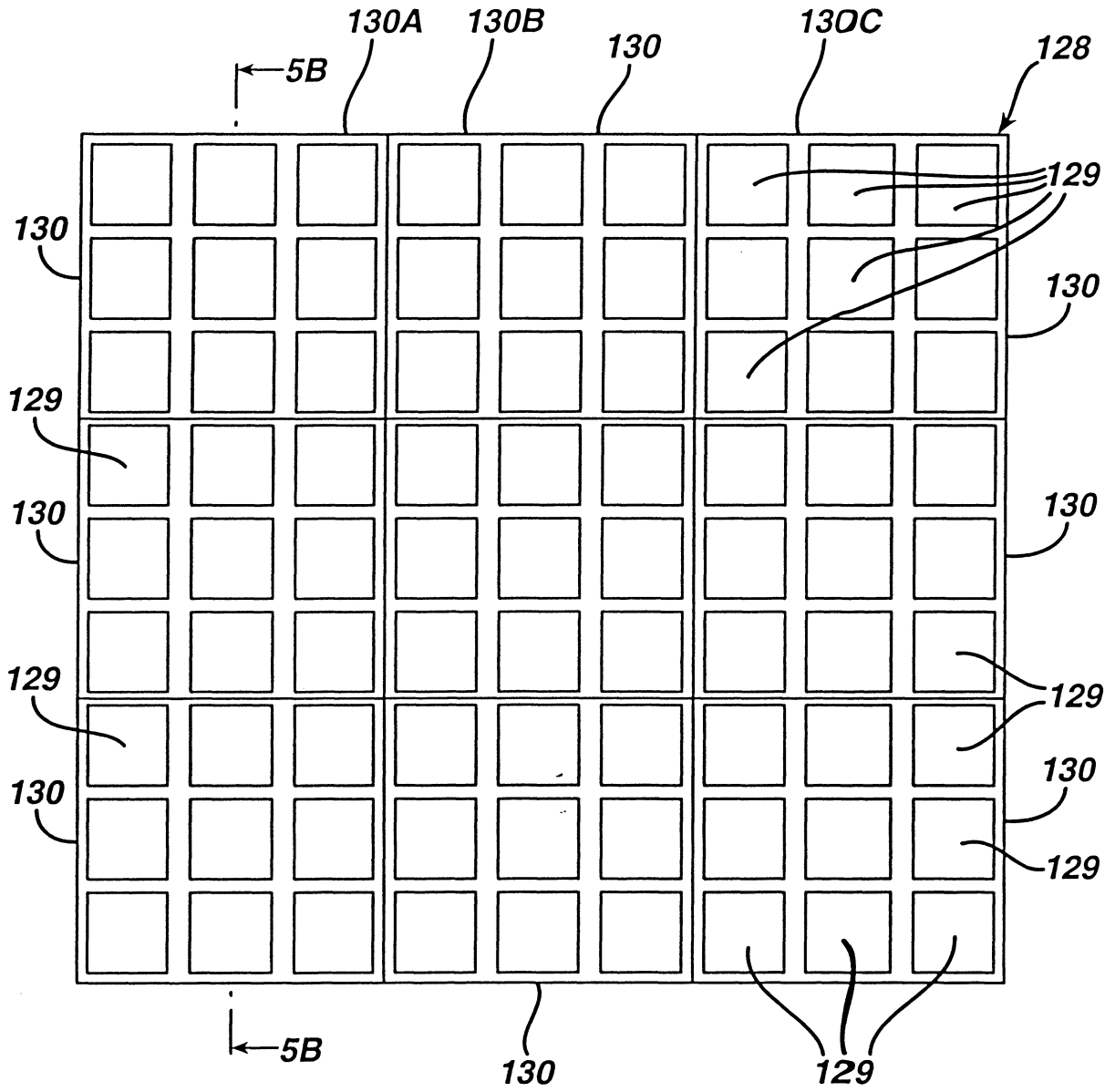


圖 5

圖 5A



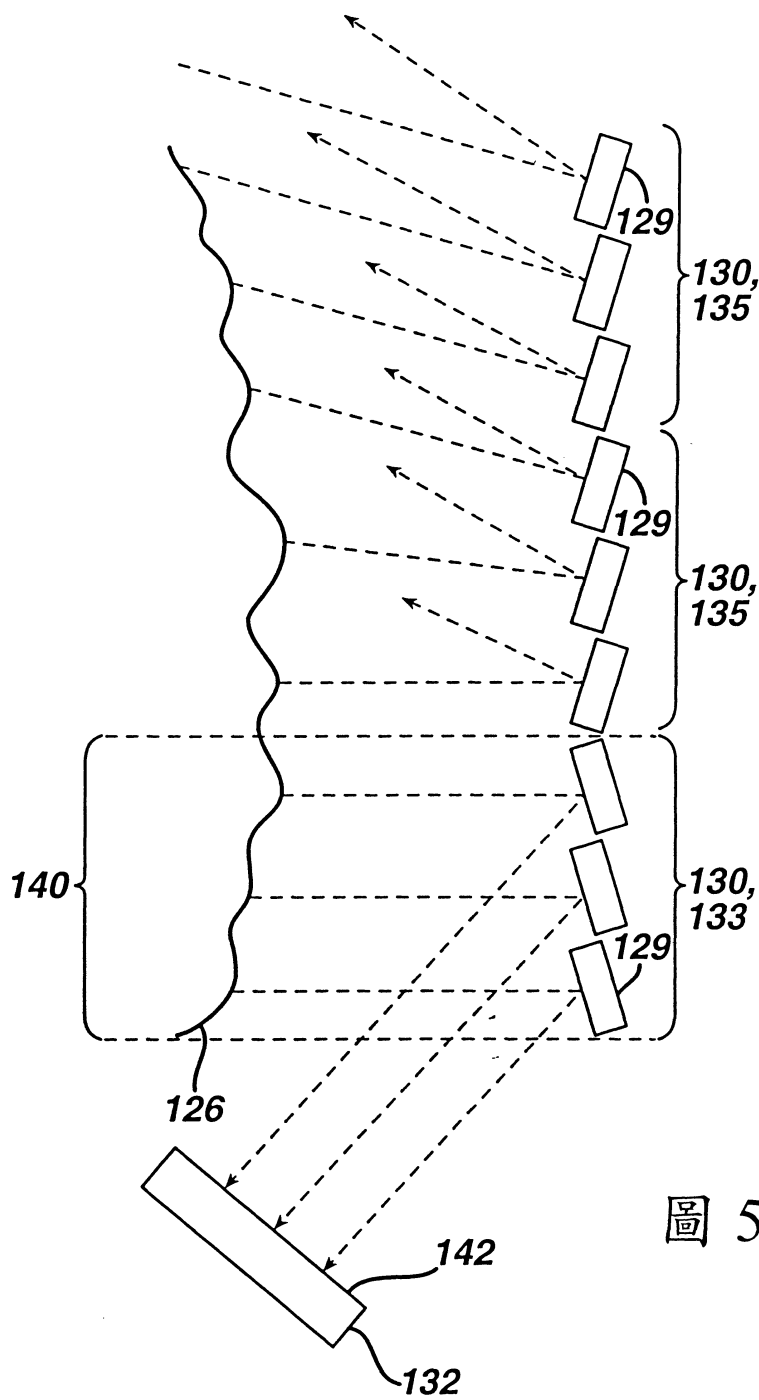


圖 5B





圖 8

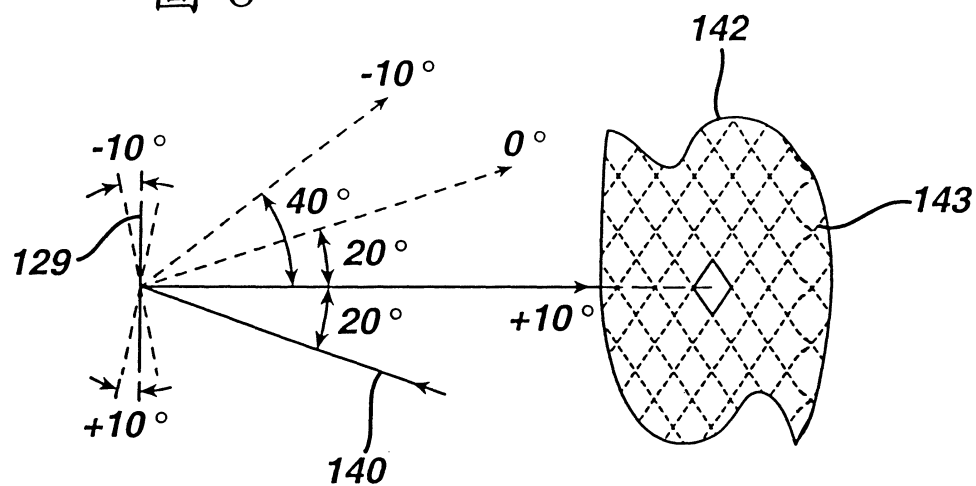


圖 9

