202005613

(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 202005613 A

(43)公開日： 中華民國 109 (2020) 年 02 月 01 日

(21)申請案號：108122926 (22)申請日： 中華民國 108 (2019) 年 06 月 28 日

(51)Int. Cl.： *A61B18/20 (2006.01)* *G06T7/00 (2017.01)*

(30)優先權：2018/07/02 美國 62/693,169

(71)申請人：瑞士商愛爾康股份有限公司 (瑞士) ALCON INC. (CH)
瑞士

(72)發明人：埃爾 馬汀 EIL, MARTIN (DE)；瑞波波特 托拜厄斯 J RAPOPORT, TOBIAS JURA (DE)

(74)代理人：劉法正；尹重君

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：4 共 30 頁

(54)名稱

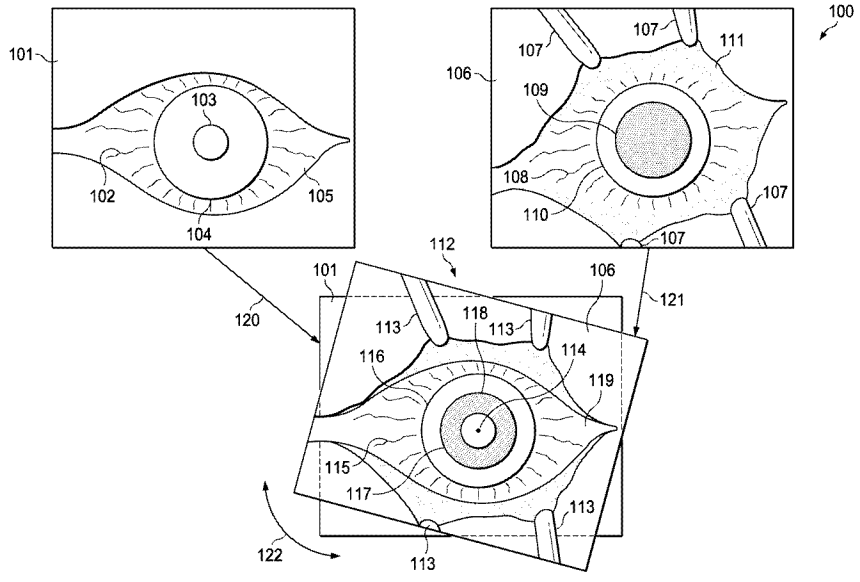
搖動圖像進行配準驗證

(57)摘要

描述了一種允許使用者在圖像引導的眼科手術過程中驗證配準建議之方法和系統。被配置用於執行所述方法的系統具有處理器和該處理器可訪問的非暫時性電腦可讀介質，該非暫時性電腦可讀介質包含可由該處理器執行的指令，以執行該方法。

A method and system are described that allow a user to verify a registration proposal during an image-guided ophthalmic surgery. The system configured to perform the method has a processor and a non-transitory computer-readable medium accessible to the processor containing instructions executable by the processor to perform the method.

指定代表圖：




【圖1】

符號簡單說明：

100・・・示意圖

101・・・術前圖像

102、115、

108・・・血管

103、109、117、

118・・・瞳孔

104、110、

116・・・角膜緣

105、119、

111・・・鞏膜

106・・・術中圖像

107、113・・・眼睛夾具

112・・・合併圖像

114・・・中心

120、121、

122・・・箭頭

# 【發明說明書】

【中文發明名稱】 搖動圖像進行配準驗證

【英文發明名稱】 SHAKING IMAGE FOR REGISTRATION VERIFICATION

【技術領域】

【0001】 本揭露涉及眼科手術，更具體地涉及一種被配置用於允許使用者在圖像引導的眼科手術過程中驗證配準建議之方法和系統。

【先前技術】

【0002】 在眼科學中，眼科手術每年拯救和改善數以萬計患者的視力。然而，考慮到視力對眼睛的甚至小變化的敏感度以及許多眼睛結構的微小而脆弱的性質，很難進行眼科手術，並且甚至小的或不尋常的手術錯誤的減少或手術技術的準確度的小幅改進都可以對患者術後的視力產生巨大的不同。

【0003】 圖像引導的手術系統可以用於基於術前計畫的手術程序。在圖像引導的眼科手術過程中，患者眼睛的術前圖像（諸如診斷圖像）可以用作參考圖像，以用於引導眼外科醫生對患者眼睛進行手術程序。術前圖像可以被認為係參考圖像，並且可以包括指示座標的標記，以用於引導眼外科醫生，這種標記指示患者眼睛結構內的作為手術程序的靶的位置。

【0004】 典型地，對於圖像引導的眼科手術，執行配準步驟，在所述配準步驟中，將患者眼睛的術前參考圖像與患者眼睛的術中圖像對準。執行對準以使患者眼睛的術前圖像的特徵（諸如鞏膜血管、虹膜特徵和角膜緣）的位置與患者眼睛的術中圖像中相同特徵的位置相匹配。配準步驟可以包括相對於術中

圖像旋轉術前圖像，這可以被稱為配準角度。各種眼科手術系統採用電腦處理器，所述電腦處理器執行用於執行配準步驟的演算法。由系統執行的配準步驟的結果可以被稱為建議配準或配準建議，該建議配準或配準建議包括建議配準角度。典型地，在建議配準之後，眼外科醫生執行驗證步驟，在所述驗證步驟中，眼外科醫生檢查建議配準。現有的用於驗證建議配準的方法對眼外科醫生提出了挑戰。例如，這通常需要人工干預來評估建議配準角度是否代表最佳配準角度。然而由此，眼外科醫生驗證建議配準的過程的改進仍然具有挑戰性。

【發明內容】

【0005】 本揭露提供了一種被配置用於由使用者在眼科手術過程中驗證建議配準的系統。該系統包括處理器和該處理器可訪問的非暫時性電腦可讀介質，該非暫時性電腦可讀介質包含可由該處理器執行的指令，所述指令用於：從光電感測器獲取被顯微鏡放大的患者眼睛的術中圖像；從非暫時性電腦可讀介質中檢索所述患者眼睛的術前參考圖像，其中，所述患者眼睛的術前圖像的角膜緣具有中心；執行配準過程，從而提供所述患者眼睛的術前參考圖像與所述患者眼睛的術中圖像的建議配準；使所述術前參考圖像和所述術中圖像重疊，從而提供具有該建議配準的合併圖像，其中，該合併圖像係可由該使用者看到的；調整所述術前參考圖像和所述術中圖像中的至少一個圖像的透明度，使得所述術前參考圖像和所述術中圖像在該合併圖像中可由該使用者同時看到；並且相對於可看到的該合併圖像中的可看到的所述術中圖像旋轉可看到的所述術前參考圖像，其中，該旋轉以所述術前參考圖像中的所述患者眼睛的角膜緣的中心為中心。該系統由此被配置用於允許該使用者在眼科手術過程中驗

證建議配準。

【0006】 在所揭露的實施方式中的任一實施方式中，該系統和方法可以進一步包括以下細節，所述細節可以以任意組合的方式與所述方法和系統組合，並且彼此組合，除非明顯相互排斥:

【0007】 i）該透明度可以選自約1%-10%、10%-20%、20%-30%、30%-40%、40%-50%、50%-60%、60%-70%、70%-80%、80%-90%和90%-99%之間；

【0008】 ii）該透明度可以為約50%；

【0009】 iii）該旋轉可以是順時針的；

【0010】 iv）該旋轉可以是逆時針的；

【0011】 v）該旋轉可以包括至少一次順時針旋轉和至少一次逆時針旋轉，其中，該順時針旋轉和該逆時針旋轉交替；

【0012】 vi）該旋轉可以重複約1至20次；

【0013】 vii）可以以1-10 Hz之間的頻率重複該旋轉；

【0014】 viii）該旋轉可以具有約1°-10°之間的角度；

【0015】 ix）該角度可以為約5°；

【0016】 x）該旋轉可以包括具有多個可看到的交替的順時針旋轉和逆時針旋轉的系列，其中：該系列具有第一可看到的旋轉，該第一可看到的旋轉具有第一角度；並且在該第一可看到的旋轉之後，該系列中的各連續可看到的旋轉具有更小的角度；

【0017】 xi）該多個可看到的旋轉可以包括約10次旋轉；

【0018】 xii）該第一角度可以為約10°；

【0019】 xiii）各連續可看到的旋轉的角度可以減小約1°；

【0020】 xiv）在該系列之後，該建議配準可以是可看到的；

【0021】 xv）該系統和方法可以進一步包括所述執行、重疊、調整、以及旋轉步驟中的一個或多個；

【0022】 xvi）該顯微鏡可以包括目鏡，並且該處理器可訪問的非暫時性電腦可讀介質可以包含可由該處理器執行的指令，以用於通過該目鏡顯示可看到的該合併圖像；

【0023】 xvii）該系統可以包括顯示器，並且該處理器可訪問的非暫時性電腦可讀介質可以包含可由該處理器執行的指令，以用於在該顯示器上顯示可看到的該合併圖像；

【0024】 xviii）該重疊、調整、以及旋轉可以藉由該處理器執行包含在該非暫時性電腦可讀介質中的指令來啟動；並且

【0025】 xix）該重疊、調整、以及旋轉可以由該使用者啟動。

【圖式簡單說明】

【0026】 為了更完整地理解本揭露，現在結合附圖參考以下說明，附圖係示例性的，並且沒有按比例繪製，在附圖中：

【0027】 圖1係眼睛的術前參考圖像、患者眼睛的術中圖像、以及術前參考圖像和術中圖像的合併圖像的示例性示意圖示，其中，合併圖像具有建議配準，展示了在眼科手術過程中驗證建議配準的示例性方法；

【0028】 圖2A係術前參考圖像重疊在術中圖像上之示例性示意圖；

【0029】 圖2B係展示了術前參考圖像相對於術中圖像順時針旋轉之示例

性示意圖；

【0030】 圖2C係展示了術前參考圖像相對於術中圖像逆時針旋轉之另一個示例性示意圖；

【0031】 圖3係用於執行由使用者在眼科手術過程中驗證建議配準的方法的示例性系統之示意圖；並且

【0032】 圖4係展示旋轉角度與時間之間的示例性關係之示例性示意圖，其中，旋轉角度在一系列交替的順時針旋轉和逆時針旋轉中隨時間減小。

【實施方式】

【0033】 在以下說明中，藉由舉例的方式闡述了細節以便於討論所揭露的主題。然而，對於熟悉該項技術者而言明顯的是，所揭露的實施方式係示例性的，並且不是所有可能實施方式的窮舉。

【0034】 本揭露涉及眼科手術，更具體地涉及一種允許使用者在圖像引導的眼科手術過程中驗證建議配準之方法、以及一種被配置用於執行所述方法之系統。

【0035】 眼科手術係在眼睛和附屬視覺結構上進行的。例如，玻璃體視網膜手術包括涉及眼睛內部部分（諸如玻璃體液和視網膜）的各種精細程序。視網膜係包括黃斑的感光區域，黃斑由感光細胞組成，感光細胞提供清晰、細緻的視力。眼睛的玻璃體液係填充視網膜與晶狀體之間的空間的透明膠狀體。視網膜、黃斑、以及玻璃體全部可能遭受各種疾病和病狀，所述疾病和病狀可能導致失明或視力喪失，並且可能需要玻璃體視網膜外科醫生的關注。

【0036】 使用不同的玻璃體視網膜手術程序（有時使用雷射）來改善許多

眼睛疾病（包括黃斑前膜、糖尿病視網膜病變、玻璃體出血、黃斑裂孔、視網膜脫落、以及白內障手術的併發症等等）的治療中的視覺感觀性能。

【0037】 眼科手術經常涉及去除眼組織。例如，白內障手術通常需要去除和更換晶狀體。然後可以將人工晶狀體或眼內透鏡植入物植入眼睛中，以恢復或改善患者的視力。其他程序也可能涉及去除晶狀體組織和/或其他類型的眼組織。

【0038】 存在已經開發用於去除眼組織的許多程序和裝置。例如，超音波乳化術係廣泛用於去除病變或受損晶狀體組織之方法。超音波乳化術過程通常涉及：穿過較小的角膜切口插入探針，以在白內障手術中打碎並去除晶狀體。

【0039】 在超音波乳化術中，通常在眼睛中形成一個或多個切口，以允許引入手術器械。外科醫生然後去除包含眼睛內的晶狀體的囊的前面。尖端以超音波波頻率振動的超音波波手機通常用於修整和乳化白內障。去除白內障後，後囊通常仍然完好無損，並且可以將眼內透鏡植入物（IOL）放置到剩餘的晶狀體囊中。

【0040】 在眼科手術過程中，由於眼睛結構的較小尺寸和精細性質，外科醫生典型地使用顯微鏡來放大正在手術的患者眼睛或眼睛的一部分的視覺化。

【0041】 眼外科醫生可以使用接目鏡（另外被稱為目鏡）來觀察被顯微鏡放大的眼睛或眼睛的一部分。在眼科手術過程中，典型地使用具有兩個接目鏡的立體顯微鏡，所述兩個接目鏡可由兩隻眼睛同時觀察以進行雙目觀察。作為使用接目鏡的替代方案，或者附加地，在眼科手術過程中，數位顯微術的發展已經允許被顯微鏡放大的眼睛或眼睛的一部分的即時術中圖像和存儲的術前圖像顯示在可由外科醫生可看到的螢幕上。

【0042】 適用於本文描述的方法和系統的、利用數位顯微術和顯示幕的眼科手術視覺化平台通常包括至少一個高解析度光電感測器（諸如相機或電荷耦合器件（CCD）），所述高解析度光電感測器能夠接收和獲取被顯微鏡放大的眼睛的一個或多個光學視圖。熟悉該項技術者應瞭解的是，接收除正常可見光波長外的波長之外的可見波長的光也在本發明的範圍內。一般而言，高解析度光電感測器然後將得到的圖像訊號傳輸到高解析度顯示器，所述得到的圖像訊號經由執行包含在非暫時性電腦可讀介質中的指令的處理器傳輸。

【0043】 圖像引導的手術系統可以用於基於術前計畫的手術程序。在圖像引導的眼科手術過程中，患者眼睛的術前圖像（諸如診斷圖像）可以用作參考圖像，以用於引導眼外科醫生對患者眼睛進行手術程序。術前圖像可以被認為係參考圖像，並且可以包括指示座標的標記，以用於引導眼外科醫生，這種標記指示患者眼睛結構內的作為手術程序的靶的位置。

【0044】 本文使用的術語「顯示器」係指能夠顯示靜態圖像或視頻圖像的任何裝置。較佳的是，本揭露的顯示器顯示高清（HD）靜態圖像和視頻圖像或視頻，所述靜態圖像和視頻圖像或視頻向外科醫生提供比標清（SD）訊號更高水平的細節。在一些實施方式中，顯示器以三維（3D）方式呈現這種HD靜態圖像和視頻圖像。示例性顯示器包括HD監測器、陰極射線管、投影螢幕、液晶顯示器、電漿顯示面板、發光二極體（LED）或有機LED（OLED）、其3D等效物等。3D高清全息顯示系統被認為在本揭露的範圍內。

【0045】 本文描述的視覺化平台包括至少一個高解析度光電感測器。光電感測器係電磁感測器，所述電磁感測器對光作出響應，並產生電訊號或將光轉換成電訊號，所述電訊號可以傳輸到接收器以供進行訊號處理或其他操作，並

且最終由儀器或觀察者讀取。它可能能夠響應於或檢測形成電磁波譜的任何或所有波長的光。替換性地，光電感測器可以對更有限範圍的波長敏感。

【0046】 本文描述的視覺化平台可以包括的光電感測器的實例係相機。相機係用於捕獲圖像作為靜態照片或活動圖像序列（電影或視頻）的裝置。相機通常由封閉中空件組成，所述中空件在一端具有用於光進入的開口（孔徑），並且在另一端具有用於捕獲光的記錄表面或觀察表面。記錄表面可以是化學的（如帶有薄膜）、或電子的。相機可以具有定位在相機開口前方的透鏡以收集入射光，並將全部或一部分圖像聚焦在記錄表面上。孔徑的直徑通常由光圈機構控制，但是替換性地，在適當的情況下，相機具有固定尺寸的孔徑。

【0047】 根據本揭露的示例性電子光電感測器包括但不限於互補金屬氧化物半導體（CMOS）感測器或電荷耦合器件（CCD）感測器。兩種類型的感測器都執行捕獲光並將其轉換成電訊號的功能。CCD係模擬器件。當光到達CCD時，其持有小電荷。在電荷從CCD被讀取時，所述電荷一次被轉換成一個圖元的電壓。CMOS芯片係使用CMOS半導體製程製成的一種有源圖元感測器。通常位於每個光電感測器旁邊的電子電路系統將接收到的光能轉換成電壓，然後附加電路系統將電壓轉換成可以傳輸或記錄的數位資料。

【0048】 適用於實施該系統和實踐本文描述的方法的示例性圖像引導的系統包括VERION®圖像引導的系統（諾華股份公司，巴塞爾，瑞士）和蔡司CALLISTO eye®（卡爾·蔡司股份公司，奧伯科亨，德國）、以及技術人員可識別的其他系統。

【0049】 在圖像引導的眼睛手術的工作流程過程中，將眼睛的術前圖像與術中拍攝的圖像進行比較並與其對準。此對準步驟被稱為配準，並且允許根據

治療計畫進行治療。典型地，圖像引導的系統藉由提供使用配準演算法計算的配準建議而在此配準步驟過程中說明外科醫生。適用於實施該系統和實踐本文描述的方法的示例性配準方法包括VERION®圖像引導的系統中使用的那些配準方法、以及諸如美國專利申請13/989,501和美國專利申請案14/065,173中描述的那些配準方法，所述專利申請藉由援引整體併入本文。

【0050】 例如，對於白內障屈光手術，VERION®參考單元執行關鍵診斷測量，並捕獲患者眼睛的高解析度術前圖像，所述高解析度術前圖像包括鞏膜血管、角膜緣和虹膜特徵，這個高解析度術前圖像用作眼睛的「指紋」，並用作參考圖像從而作為手術干預（諸如切口定位、囊切開術和IOL定位）的視覺參考來配準和跟蹤眼睛。使用參考圖像作為指紋，VERION®數位標記然後允許外科醫生在手術程序過程中即時定位所有切口和對準。

【0051】 典型地，對於圖像引導的眼科手術，執行配準步驟，在所述配準步驟中，將患者眼睛的術前參考圖像與患者眼睛的術中圖像對準。執行對準以使患者眼睛的術前圖像的特徵（諸如鞏膜血管、虹膜特徵和角膜緣）的位置與患者眼睛的術中圖像中相同特徵的位置相匹配。配準步驟可以包括相對於術中圖像旋轉術前圖像，這可以被稱為配準角度。各種眼科手術系統採用電腦處理器，所述電腦處理器執行熟悉該項技術者可識別的用於執行配準步驟的演算法。由系統執行的配準步驟的結果可以被稱為建議配準，該建議配準包括建議配準角度。

【0052】 在圖像引導的手術工作流程過程中，外科醫生需要驗證和確認配準建議。這係藉由在患者眼睛的術前參考圖像和術中圖像中驗證患者眼睛的結構（例如，鞏膜血管、虹膜特徵和角膜緣）在兩個圖像中是否匹配而在視覺上

完成的。

【0053】 基於術前計畫的每個圖像引導的手術系統都需要進行配準，所述手術系統係例如VERION®圖像引導的系統以及蔡司CALLISTO eye®系統。目前，圖像引導的系統要求外科醫生根據不同方法來驗證和確認建議配準。在一種方法中，眼外科醫生可在螢幕上看到患者眼睛的術前參考圖像和術中圖像，在所述螢幕上這兩個圖像被視覺化為交替圖像。在另一種方法中，所示的患者眼睛的術前參考圖像和術中圖像彼此相鄰。在另一種方法中，眼睛的術前圖像和術中圖像被切割、展開或拉伸成矩形，並彼此相鄰地進行比較。

【0054】 用於驗證建議配準的當前方法和系統的一個問題係，經常需要人工干預來評估建議配準是否表示最佳配準角度。典型地，周密的驗證需要外科醫生稍微改變建議旋轉，以便驗證建議配準。

【0055】 本文描述的方法和系統的優點預期包括諸如眼外科醫生等使用者更容易且更快地驗證和確認建議配準。

【0056】 一般而言，本文描述的方法和系統提供了改進的過程和系統，所述過程和系統被如此配置以用於在眼科手術過程中驗證建議配準。在各個實施方式中，所述方法和系統通常包括使術前參考圖像和術中圖像重疊或合併的過程，其中，兩個圖像係可同時看到的。接下來，使諸如術前參考圖像等圖像中的一個圖像繞建議配準角度以旋轉運動的方式例如前後「搖動」幾度。這種「搖動」可以自動觸發、或由使用者的動作觸發。因此，合併圖像中的一個圖像的「搖動」預期使得更容易區分結構並更容易驗證建議配準，包括驗證建議配準角度是否係圖像的最佳旋轉配準。

【0057】 圖1示出了展示本揭露的示例性方法的示意圖100。示意圖100示

出了眼睛的術前（例如，診斷）圖像101，所述圖像示出了眼睛的特徵，諸如血管102、瞳孔103、角膜緣104和鞏膜105。

【0058】 示意圖100還示出了眼睛的術中圖像106，所述圖像示出了眼睛夾具107（用於在眼科手術過程中保持眼睛張開）和眼睛的特徵，諸如血管108、瞳孔109、角膜緣110和鞏膜111。

【0059】 示意圖100還示出了術前圖像101和術中圖像106的重疊，從而提供合併圖像112。合併圖像112中所示的眼睛夾具113對應於術前圖像106中的眼睛夾具107。合併圖像112示出了患者眼睛的重疊特徵，諸如與術前參考圖像101的角膜緣104和術中圖像106的角膜緣110相對應的角膜緣116的重疊圖像。在合併圖像112中還示出了眼睛的其他特徵，諸如合併圖像112中的鞏膜119（對應於術前圖像101的鞏膜105和術中圖像106的鞏膜111的重疊圖像）、以及合併圖像112中的血管115（對應於術前圖像101中的血管102和術中圖像106的血管108的重疊圖像）。合併圖像112示出了與術前圖像101的瞳孔103相對應的瞳孔117和與術中圖像106的瞳孔109相對應的瞳孔118。

【0060】 應當注意的是，如示例性示意圖101所示，與術前圖像101中的與合併圖像112中的瞳孔117相對應的瞳孔103相比，術中圖像106中的與合併圖像112中的瞳孔118相對應的瞳孔109擴張（更大）。在一些實施方式中，瞳孔103/117和瞳孔109/118的尺寸可以是大致相同的尺寸，或者瞳孔103/117可以小於瞳孔109/118。

【0061】 圖1的合併圖像112示出了中心114。在本文描述的方法和系統的一些實施方式中，中心114可以對應於重疊圖像112的角膜緣116的中心、或者術前參考圖像101的角膜緣104的中心、或者術中圖像106的角膜緣110的中心。熟

悉該項技術者應理解的是，角膜緣116/110/104的形狀近似於圓。在其他實施方式中，中心114可以對應於術前圖像101的瞳孔103的中心或術中圖像106的瞳孔109，這兩個瞳孔在合併圖像112中分別示出為瞳孔117和瞳孔118。熟悉該項技術者應理解的是，瞳孔103/109/117/118的形狀近似於圓。

【0062】 在合併圖像112中，術前圖像101和/或術中圖像106的透明度可以被設置為大於0%的值。因此，對於術前圖像101和/或術中圖像106中的至少一個圖像，將透明度設置為大於0%的值可以允許使用者看見眼睛特徵在術前圖像101和/或術中圖像106重疊在合併圖像112中時在每一個圖像中的相對位置。

【0063】 例如，術前圖像101和術中圖像106的透明度可以被設置為諸如50%等值。可以使用技術人員可識別的其他值，以允許使用者在合併圖像112中看見眼睛特徵在術前圖像101和術中圖像106中的每一個圖像中的相對位置。例如，術前圖像101和/或術中圖像106在重疊在合併圖像112中時的透明度可以被設置為在約1%-10%、10%-20%、20%-30%、30%-40%、40%-50%、50%-60%、70%-80%、80%-90%、或90%-99%之間的值。

【0064】 箭頭120和箭頭121指示術前圖像101和術中圖像106的合併或重疊，從而提供合併圖像112。技術人員應理解的是，術語「合併」和「重疊」大致等同，並且因此在本說明書中可以互換使用。

【0065】 箭頭122指示當重疊為合併圖像112時，術前圖像101相對於術中圖像106的旋轉。旋轉中心係中心114。應理解的是，在合併圖像112中，可以對術前圖像101和/或術中圖像106進行旋轉，使得術前圖像101的旋轉角度與術中圖像106相比發生了變化。

【0066】 本文使用的術語「旋轉角度」係指通常以度數（°）測量的角度

值，圖像圍繞固定點（諸如圓心）旋轉該角度值。傳統上，逆時針旋轉被認為係正旋轉，而順時針旋轉被認為係負旋轉，使得例如旋轉310°（逆時針）也可以被稱為旋轉-50°（順時針），因為310° + 50° = 360°，即完整旋轉。

【0067】 圖2A-圖2C示出了術前圖像101相對於重疊在圖1的合併圖像112中的術中圖像106的旋轉的示例性示意圖200，所述術前圖像和術中圖像在圖2A-圖2C圖中被分別描繪為術前圖像201和術中圖像202。如圖2A-圖2C所示，瞳孔203對應於圖1的術中圖像106的瞳孔109/118，而瞳孔204對應於圖1的術前圖像101的瞳孔103/117。圖2A-圖2C中的中心205對應於圖1的中心114。

【0068】 如圖2A-圖2C中示意性所示，當術前圖像201和/或術中圖像202具有圖1和圖2A-圖2C所示的橫向定向的矩形的形狀時，本文使用的術語「旋轉角度」可以指例如術前圖像201的長邊（指示為長邊206）與術中圖像202的長邊（指示為長邊207）之間的旋轉角度。因此，例如，如圖2A所示，其中術前圖像202相對於術中圖像201的旋轉角度為零，長邊206和長邊207平行。

【0069】 具體地，圖2A示出了術前圖像202和術中圖像201的示例性示意圖，其中術前圖像202相對於術中圖像201的旋轉角度為零（例如，0°）。

【0070】 與圖2A相比，在示例性圖2B中，術前圖像201相對於術中圖像202繞中心205朝箭頭208指示的順時針方向旋轉了負角度θ（θ）。

【0071】 在示例性圖2C中，術前圖像201相對於術中圖像202繞中心205朝箭頭208指示的逆時針方向旋轉了正角度θ（θ）。

【0072】 熟悉該項技術者應理解的是，在配準過程中，患者眼睛的術前參考圖像可以根據配準演算法按照要求旋轉，以將術前參考圖像的特徵與患者眼睛的術中圖像對準，從而提供建議配準。患者眼睛的術前參考圖像相對於術中

圖像在配準過程中的旋轉角度可以被稱為配準角度。因此，在配準過程之後，建議配準具有建議配準角度。

【0073】 本揭露提供了一種方法和系統，所述方法和系統被如此配置以用於由使用者在眼科手術過程中驗證建議配準。圖3示出了用於執行由使用者在眼科手術過程中驗證建議配準的方法的示例性系統的示意性圖示。圖3中所示的示例性系統包括處理器301和非暫時性電腦可讀介質（另外本文稱為處理器可藉由連接311訪問的記憶體302）。記憶體302包含可由處理器301執行的指令，以用於從諸如相機303等光電感測器獲取被顯微鏡305放大的患者眼睛304的術中圖像。所示顯微鏡305藉由連接312連接到相機303上，並且所示相機303藉由連接313連接到處理器301上。虛線306指示可通過顯微鏡305看到的患者眼睛304的術中視野。記憶體302還包含可由處理器301執行的指令，以用於從記憶體中檢索患者眼睛304的術前參考圖像307。包含患者眼睛304的術前參考圖像407的記憶體可以是與記憶體302相同的介質、或者可以是不同的介質。例如，在一些實施方式中，記憶體302可以是電腦內部硬碟驅動器，而包含患者眼睛的術前圖像的記憶體可以是諸如USB驅動器等可移動介質、以及技術人員可識別的其他配置。記憶體302具有可由處理器301執行的指令，以用於執行配準過程，從而提供患者眼睛的術前參考圖像307相對於患者眼睛304的術中圖像的建議配準。

【0074】 處理器301可以包括具有作業系統（諸如UNIX或類UNIX作業系統、Windows系列作業系統或另一種合適的作業系統的那些作業系統）的任何合適的電腦。非暫時性電腦可讀介質302可以包括持久性和易失性介質、固定和可移動介質、磁性和半導體介質、以及熟悉該項技術者可識別的其他介質。此外，任何合適的通信介面（包括技術人員可識別的有線和/或無線介面）都可以用作

在本文描述的系統300的部件之間發送和接收電子通信訊號的裝置。

【0075】 為了執行本文描述的方法來驗證建議配準，系統，諸如圖3所示的示例性系統，被配置成使得記憶體302包含可由處理器301執行的指令，以用於使患者眼睛304的術前參考圖像307和術中圖像重疊，從而提供圖1所示的具有建議配準的合併圖像112，其中，合併圖像係可由使用者看到的。在圖3中，所示的術前參考圖像307概念性地重疊在術中患者眼睛304上方。在一些實施方式中，合併圖像可以是可通過顯微鏡目鏡308看到的。包括此功能的示例性系統係VERION®圖像引導的系統，在該系統中，顯示器309集成到顯微鏡中，如線310指示的。因此，在一些實施方式中，記憶體302可以包含可由處理器301執行的指令，以用於藉由目鏡308顯示可看到的合併圖像。在其他實施方式中，合併圖像可以是可在顯示器309（諸如在不通過目鏡308看的情況下就可看到的分離的顯示幕）上看到的。因此，在一些實施方式中，記憶體302可以包含可由處理器301執行的指令，以用於在顯示器309上顯示可看到的合併圖像。記憶體302具有可由處理器301執行的指令，以用於藉由連接314將合併圖像發送至顯示器309。

【0076】 該系統被配置成使得記憶體302包含可由處理器301執行的指令，以用於調整術前參考圖像和術中圖像中的至少一個圖像的透明度，使得術前參考圖像和術中圖像可在顯示器309上的合併圖像中由使用者同時看到。典型地，在一些實施方式中，將調整術前參考圖像的透明度。在一些實施方式中，記憶體302包含可由處理器301執行的指令，以將術前參考圖像和術中圖像中的至少一個圖像的透明度調整（例如，增加）到至少約1%、諸如在約1%-10%、10%-20%、20%-30%、30%-40%、40%-50%、50%-60%、60%-70%、80%-90%或約90%-99%之間。在一些實施方式中，透明度為約50%。

【0077】 應理解的是，通常在合併兩個圖像後，認為該合併圖像具有兩層，並且所述圖像之一可以在另一個圖像之上。因此，如果術前參考圖像和術中圖像中只有一個被製成透明的，那麼合併圖像中在上面（例如，最接近使用者的視點）的圖像將被製成透明的，使得下面（例如，在下層）的圖像將可透過頂層的圖像看到。

【0078】 可以在本文描述的系統中使用的用於調整圖像透明度的演算法在本領域中係眾所周知的，諸如在廣泛使用的程式（諸如Photoshop®（奧多比系統公司，加利福尼亞））中使用的那些演算法。

【0079】 在被配置用於執行驗證建議配準的方法的系統中，記憶體302還包含可由處理器301執行的指令，用於在具有建議配準的可看到的合併圖像中相對於患者眼睛304的可看到的術中圖像旋轉可看到的術前參考圖像307。應理解的是，在驗證過程中合併圖像中旋轉的起始位置係建議配準的建議配準角度。由此，作為驗證過程的起始位置的建議配準角度可以被認為具有0°的驗證旋轉，並且本文指示的在驗證過程中的旋轉角度係相對於建議配準角度來測量的。驗證建議配準的方法的旋轉在圖3中由雙頭箭頭315指示。如圖1和圖2所示，例如，旋轉可以以術前參考圖像中的患者眼睛的角膜緣或瞳孔的中心為中心。如技術人員應理解的，角膜緣或瞳孔形成具有可識別中心的近似圓形形狀。關於眼科手術過程中眼睛和眼睛內結構的放大圖像的檢測，本文使用的術語「圓」指的是近似圓形形狀，並且可以包括橢圓形和近似橢圓形形狀。

【0080】 因此，在一些實施方式中，記憶體可以包含可由處理器執行的指令，用於確定圖1所示的瞳孔103/109/117/118或角膜緣104/110/116的圖像的中心。例如，如美國專利申請14/065,173（藉由援引併入本文）中所述，如熟悉該

項技術者應理解的，瞳孔中心可以使用凸包的重心、或者使用強度閾值處理分割的物件來計算，或者替代性地，藉由邊緣點的變換或橢圓擬合來計算。此方法列表並非窮舉，並且可以使用熟悉該項技術者可識別的其他技術。角膜緣中心可以藉由利用沿著從瞳孔中心開始的徑向線的圖元強度的梯度來計算。使用預定梯度閾值，可以找到角膜緣的邊緣點，並且應用橢圓擬合算法來找到角膜緣中心。此方法列表也並非窮舉，並且可以使用熟悉該項技術者可識別的其他技術。在本文描述的各種實施方式中，角膜緣或瞳孔的近似圓形圖像的中心的檢測可以使用熟悉該項技術者可識別的、用於檢測圖像中的圓的任何合適的演算法。可以用於檢測圓的標準演算法包括圓霍夫變換和隨機抽樣一致性（RANSAC）、以及技術人員可識別的其他演算法。

【0081】 在一些實施方式中，對於驗證過程，在系統中，記憶體302包含可由處理器301執行的指令，以相對於患者眼睛304的術中圖像順時針和/或逆時針旋轉患者眼睛的術前參考圖像307。在一些實施方式中，旋轉可以包括至少一次順時針旋轉和至少一次逆時針旋轉，並且順時針旋轉和逆時針旋轉交替進行。可以重複一次或多次旋轉，例如最高達約20次。在一些實施方式中，旋轉重複約10次。具體地，在一些實施方式中，旋轉可以順時針和逆時針交替進行。在一些實施方式中，順時針旋轉和逆時針旋轉的交替可以具有約1-10 Hz（每秒1-10個週期）、諸如約5 Hz的頻率。每次旋轉可以具有相對於建議配準角度約+/-1-10°的旋轉角度。例如，相對於建議配準角度，旋轉角度可以為約+/-5°。

【0082】 在一些實施方式中，在驗證過程中，旋轉可以包括具有相對於建議配準角度的多個可看到的交替的順時針旋轉和逆時針旋轉的系列，其中，該系列具有第一旋轉，所述第一旋轉具有第一角度，並且該系列的各連續可看到

的旋轉相對於建議配準角度具有更小的角度。例如，多個可看到的交替的順時針旋轉角度和逆時針旋轉角度可以包括約10個交替的順時針旋轉角度和逆時針旋轉角度，並且各連續可看到的旋轉的角度相對於建議配準角度可以減小約1°。

【0083】 例如，相對於建議配準角度，這樣的一系列交替的旋轉角度可以包括以下：+10°、-9°、+8°、-7°、+6°、-5°、+4°、-3°、+2°、-1°、0°。

【0084】 例如，在驗證過程中，圖4示出了展示旋轉角度與時間之間的示例性關係的示意性曲線圖400，其中，旋轉角度在一系列交替的順時針旋轉和逆時針旋轉中隨時間減小。具體地，曲線圖400示出了表示旋轉角度（旋轉°）的豎直軸線，所述豎直軸線示出了正驗證旋轉角度（指示相對於建議配準角度的逆時針旋轉角度）和負驗證旋轉角度（指示相對於建議配準角度的順時針旋轉角度）。因此，如本文描述的，在由401指示的曲線圖的原點驗證旋轉角度的值為零（0°）的點表示建議配準的角度。因此，所示的順時針負驗證旋轉值沿著軸線的在點401以下的由402指示的部分，而所示的逆時針正驗證旋轉值沿著軸線的在點401以上的由403指示的部分。指示時間的軸線由404指示。在圖4中，示例性曲線圖400示出了指示一系列可看到的交替的順時針旋轉和逆時針旋轉的線405，其中，該系列具有第一旋轉，所述第一旋轉具有第一角度，並且該系列的各連續可看到的旋轉具有更小的角度。具體地，在軸線404的左端處，所示的線405具有0°的值，指示配準角度，隨後是一系列驗證旋轉角度，該系列驗證旋轉角度的峰值的值依次變小。最後，在軸線404的右端處，所示的線405返回至0°的值。

【0085】 在本文描述的驗證過程中，旋轉或一系列旋轉之後，合併圖像中的建議配準可以是可看到的。因此，在本文描述的驗證過程之後，處理器301可

以執行包含在記憶體302中的指令，以在顯示器309上再次呈現具有建議配準的合併圖像。

【0086】 在本文描述的驗證過程之後，使用者可以確認建議配準係最佳配準，或者使用者可以確認建議配準不是最佳配準。本文描述的驗證過程可以根據使用者的要求執行多次，以對確認建議配準係或不是最佳配準作出判定。因此，該系統和方法可以進一步包括執行、重疊、調整、以及旋轉步驟中的一個或多個。

【0087】 因此，在一些實施方式中，記憶體302可以包含可由處理器301執行的指令，以用於在執行配準過程之後，自動啟動重疊、調整、以及旋轉步驟。在其他實施方式中，在執行配準過程之後，使用者可以啟動系統來執行重疊、調整、以及旋轉步驟。

【0088】 因此，本文描述的系統被配置用於允許使用者在合併圖像中同時看到術前參考圖像和術中圖像，其中，已經對術前參考圖像和術中圖像執行了配準過程，並且合併圖像具有建議配準。

【0089】 隨後，在本文描述的驗證過程中，使用者可以驗證建議配準。如本文描述的，本文描述的驗證過程涉及一種方法，其中使用者觀看電腦處理器控制的術前參考圖像背離建議配準角度的臨時旋轉。

【0090】 本文描述的過程可以被稱為在合併圖像中相對於建議配準角度「搖動」術前圖像，其中，關於建議配準，患者眼睛的術前參考圖像的旋轉角度與建議配準的旋轉角度短暫不同。執行搖動以允許使用者驗證建議配準。

【0091】 在驗證過程中，在各個實施方式中，所述方法和系統允許使用者看見術前參考圖像相對於患者眼睛的術中圖像的旋轉角度背離建議配準角度的

短暫變化。

【0092】 本文描述的驗證過程的各個參數可以根據使用者偏好來定製，諸如透明度、旋轉角度、旋轉重複次數、以及旋轉頻率。因此，圖3所示的示例性系統可以另外包括諸如觸控式螢幕等控制台（未示出），所述控制台具有允許外科醫生調整參數的使用者操作的控制項或命令。

【0093】 在一些實施方式中，在完成建議配準後，本文描述的驗證過程可以藉由處理器執行包含在記憶體中的指令來啟動。在其他實施方式中，在完成建議配準後，使用者可以啟動驗證過程的步驟，例如藉由選擇啟動驗證過程的使用者操作的控制項、例如顯示在諸如觸控式螢幕等控制台上的命令，所述命令被配置用於啟動系統中的驗證過程。在一些實施方式中，驗證的啟動可以是在處理器啟動與使用者啟動之間可選的。因此，控制台可以包括使用者操作的控制項或命令，所述控制項或命令被配置用於藉由包含在記憶體中的指令來實現在處理器啟動與由使用者啟動之間的選擇。因此，在配準過程之後，包括重疊、調整、以及旋轉步驟的驗證過程可以自動觸發，或者可以由使用者觸發。一般而言，應理解的是，術語「自動」指的是不需要使用者（諸如眼外科醫生）手動控制或操縱的動作或過程。

【0094】 以上揭露的主題應認為係說明性而非限制性的，並且所附申請專利範圍旨在覆蓋所有此類修改、增強、以及落入本揭露的真實精神和範圍內的其他實施方式。因此，為了被法律最大程度地允許，本揭露的範圍將由以下申請專利範圍及其等效物的最廣泛允許的解讀來確定、並且不應受限於或局限於上述詳細說明。

【0095】 如在本說明書和所附申請專利範圍中使用的，單數形式「一（a，

an）」和「所述（the）」包括複數指代物，除非內容另有明確規定。術語「多個」包括兩個或更多個指代物，除非內容另有明確指明。除非另有定義，本文使用的所有技術和科學術語具有與本揭露所屬領域的普通技術人員通常理解的相同含義。

【符號說明】

【0096】

100、200…示意圖

101、201…術前圖像

102、115、108…血管

103、109、117、118、203、204…瞳孔

104、110、116…角膜緣

105、119、111…鞏膜

106、202…術中圖像

107、113…眼睛夾具

112…合併圖像

114、205…中心

120、121、122、208…箭頭

206、207…長邊

300…系統

301…處理器

302…記憶體

303…相機

304…患者眼睛

305…顯微鏡

306…虛線

307…術前參考圖像

308…顯微鏡目鏡

309…顯示器

310…線

311、312、313、314…連接

315…雙頭箭頭

400…曲線圖

401…點

402…順時針負驗證旋轉值

403…逆時針正驗證旋轉值

404…軸線

405…線

202005613

# 【發明摘要】

【中文發明名稱】 搖動圖像進行配準驗證

【英文發明名稱】 SHAKING IMAGE FOR REGISTRATION VERIFICATION

【中文】

描述了一種允許使用者在圖像引導的眼科手術過程中驗證配準建議之方法和系統。被配置用於執行所述方法的系統具有處理器和該處理器可訪問的非暫時性電腦可讀介質，該非暫時性電腦可讀介質包含可由該處理器執行的指令，以執行該方法。

【英文】

A method and system are described that allow a user to verify a registration proposal during an image-guided ophthalmic surgery. The system configured to perform the method has a processor and a non-transitory computer-readable medium accessible to the processor containing instructions executable by the processor to perform the method.

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

100…示意圖

101…術前圖像

102、115、108…血管

103、109、117、118…瞳孔

104、110、116…角膜緣

105、119、111…鞏膜

106…術中圖像

107、113…眼睛夾具

112…合併圖像

114…中心

120、121、122…箭頭

【特徵化學式】

無

# 【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種被配置用於由使用者在眼科手術過程中驗證建議配準之系統，該系統包括：

處理器；以及

該處理器可訪問的非暫時性電腦可讀介質，該非暫時性電腦可讀介質包含可由該處理器執行的指令，所述指令用於：

從光電感測器獲取被顯微鏡放大的患者眼睛的術中圖像；

從非暫時性電腦可讀介質中檢索所述患者眼睛的術前參考圖像，其中，所述患者眼睛的術前圖像的角膜緣具有中心；

執行配準過程，從而提供所述患者眼睛的術前參考圖像與所述患者眼睛的術中圖像的建議配準；

使所述術前參考圖像和所述術中圖像重疊，從而提供具有該建議配準的合併圖像，其中，該合併圖像係可由該使用者看到的；

調整所述術前參考圖像和所述術中圖像中的至少一個圖像的透明度，使得所述術前參考圖像和所述術中圖像在該合併圖像中可由該使用者同時看到；以及

相對於可看到的該合併圖像中包含的可看到的所述術中圖像旋轉可看到的所述術前參考圖像，其中，該旋轉以所述術前參考圖像中的所述患者眼睛的角膜緣的中心為中心；

由此允許該使用者在眼科手術過程中驗證建議配準。

【第2項】 如請求項1所述之系統，其中，該透明度選自約1%-10%、10%-20%、20%-30%、30%-40%、40%-50%、50%-60%、60%-70%、70%-80%、80%-90%和90%-99%之間。

【第3項】 如請求項2所述之系統，其中，該透明度為約50%。

【第4項】 如請求項1所述之系統，其中，該旋轉係順時針的。

【第5項】 如請求項1所述之系統，其中，該旋轉係逆時針的。

【第6項】 如請求項1所述之系統，其中，該旋轉包括至少一次順時針旋轉和至少一次逆時針旋轉，並且該順時針旋轉和該逆時針旋轉交替進行。

【第7項】 如請求項1所述之系統，其中，該旋轉重複約1至20次。

【第8項】 如請求項7所述之系統，其中，以1-10 Hz之間的頻率重複該旋轉。

【第9項】 如請求項1所述之系統，其中，該旋轉具有約1°-10°之間的角度。

【第10項】 如請求項9所述之系統，其中，該角度為約5°。

【第11項】 如請求項1所述之系統，其中，該旋轉包括具有多個可看到的交替的順時針旋轉和逆時針旋轉的系列，其中：

該系列具有第一可看到的旋轉，該第一可看到的旋轉具有第一角度；以及

在該第一可看到的旋轉之後，該系列的各連續可看到的旋轉具有更小的角度。

【第12項】 如請求項11所述之系統，其中，該多個可看到的旋轉包括約10次旋轉。

【第13項】 如請求項11所述之系統，其中，該第一角度為約10°。

【第14項】 如請求項11所述之系統，其中，各連續可看到的旋轉的角度減小約1°。

【第15項】 如請求項11所述之系統，其中，在該系列之後，該建議配準係可看到的。

【第16項】 如請求項1所述之系統，進一步包括所述執行、重疊、調整、以及旋轉步驟中的一個或多個。

【第17項】 如請求項1所述之系統，其中，該顯微鏡包括目鏡，並且其中，該處理器可訪問的非暫時性電腦可讀介質包含可由該處理器執行的指令，以用於通過該目鏡顯示可看到的該合併圖像。

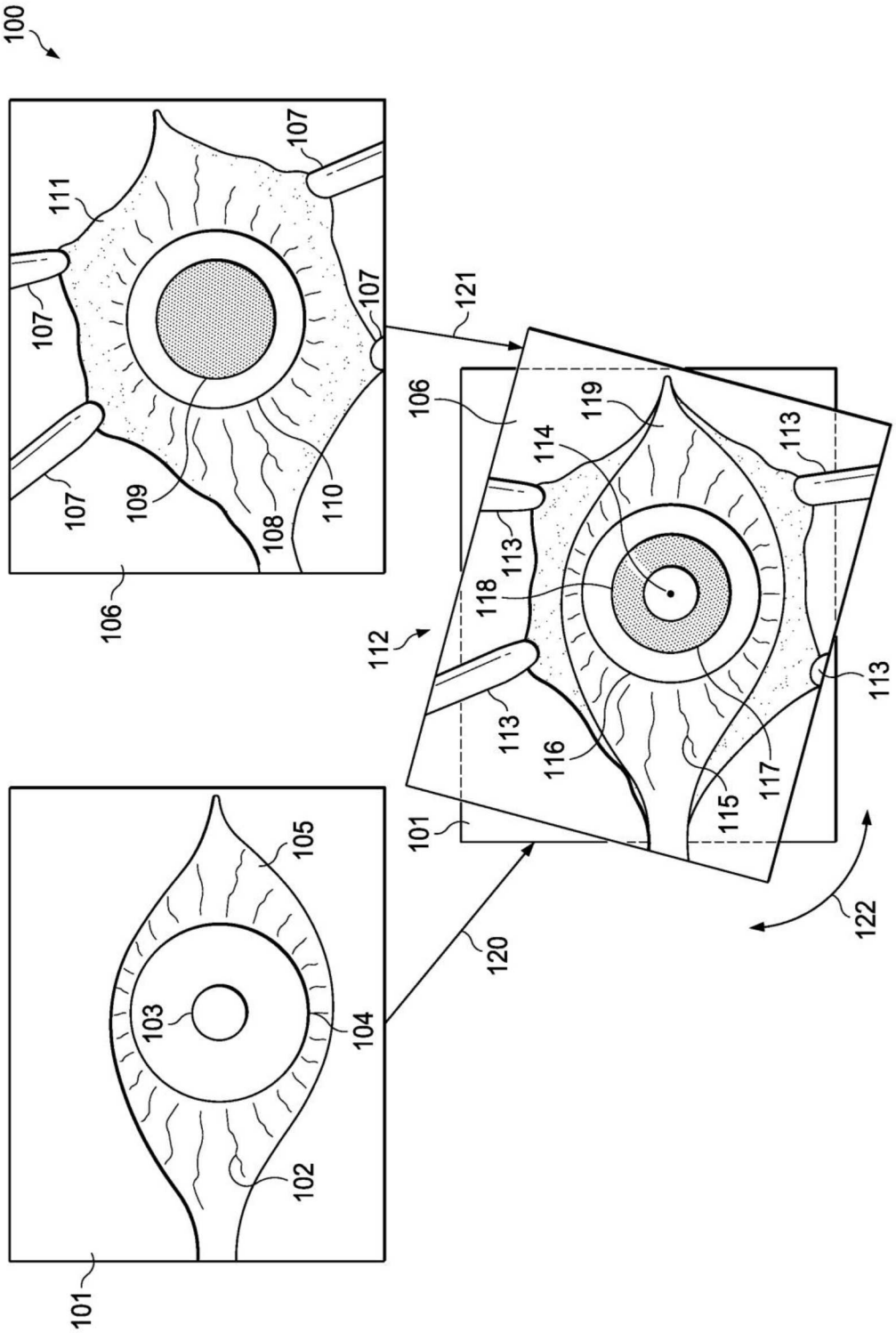
【第18項】 如請求項1所述之系統，其中，該系統進一步包括顯示器；

並且其中，該處理器可訪問的非暫時性電腦可讀介質包含可由該處理器執行的指令，以用於在該顯示器上顯示可看到的該合併圖像。

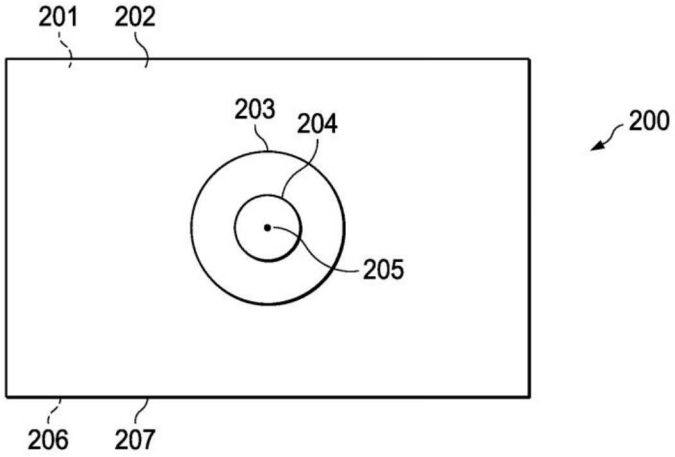
【第19項】 如請求項1所述之系統，其中，該重疊、調整、以及旋轉藉由該處理器執行包含在該非暫時性電腦可讀介質中的指令來啟動。

【第20項】 如請求項1所述之系統，其中，該重疊、調整、以及旋轉由該使用者啟動。

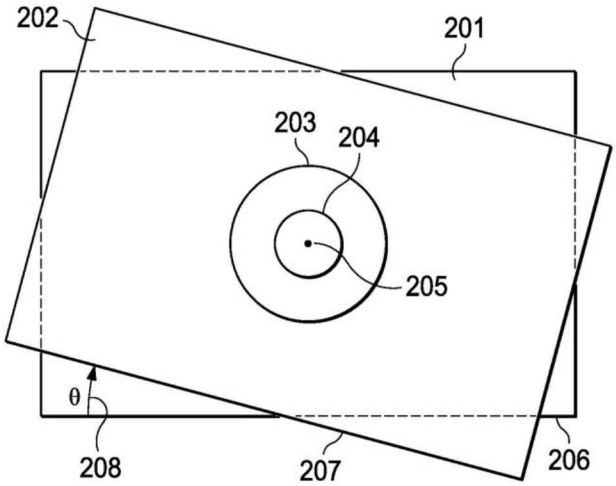
# 【發明圖式】


100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122

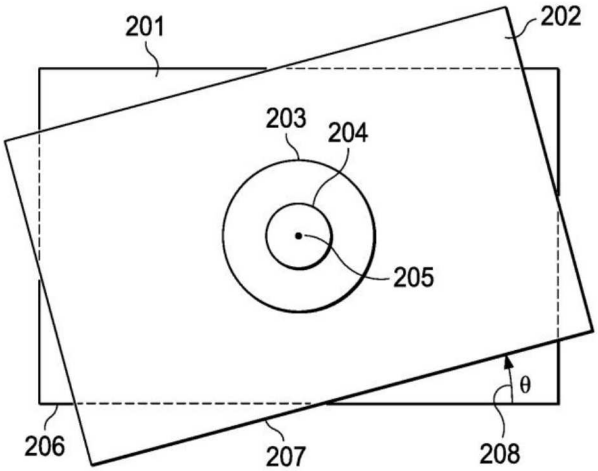
【圖1】


201
202
203
204
200
205
206
207

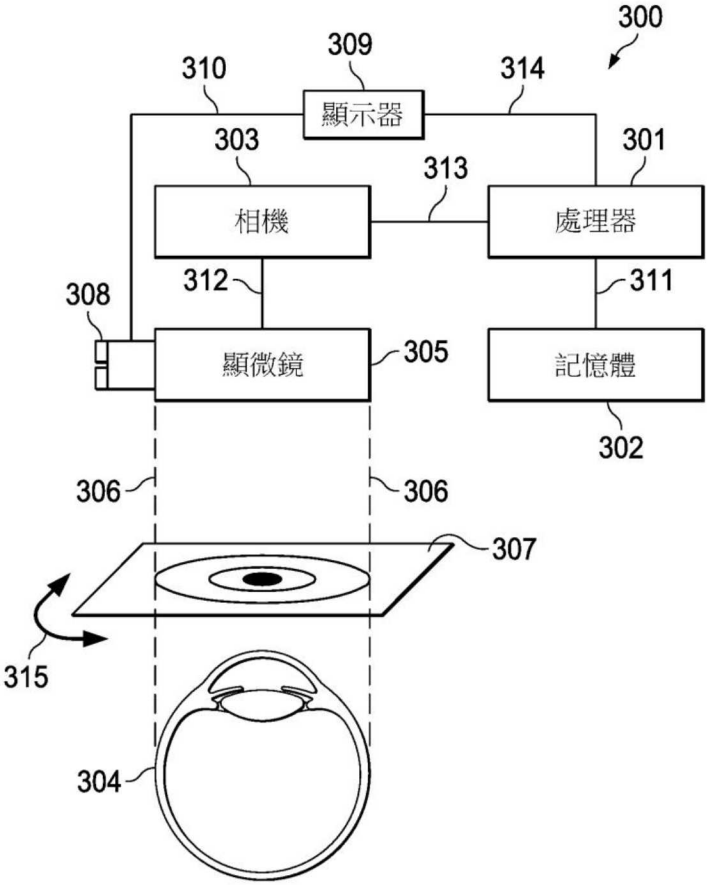
【圖2A】


202
201
203
204
205
θ
208
207
206

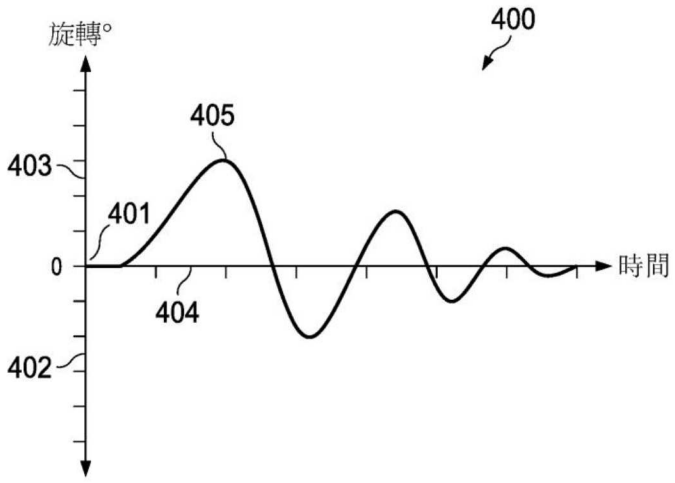
【圖2B】


201
202
203
204
205
θ
206
207
208

【圖2C】


300
309
310
314
顯示器
303
301
313
相機
處理器
312
311
308
顯微鏡
305
記憶體
302
306
306
307
315
304

【圖3】


旋轉°
400
405
403
401
0
時間
404
402

【圖4】