



(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 201921023 A

(43) 公開日：中華民國 108 (2019) 年 06 月 01 日

(21) 申請案號：107132874 (22) 申請日：中華民國 107 (2018) 年 09 月 18 日

(51) Int. Cl. : **G02B15/14 (2006.01)** **G01B9/02 (2006.01)**

(30) 優先權：2017/09/18 美國 62/560,131
2017/09/18 美國 62/560,090

(71) 申請人：安盟生技股份有限公司 (中華民國) APOLLO MEDICAL OPTICS INC. (TW)
臺北市內湖區瑞光路 188 巷 43 號 2 樓

(72) 發明人：黃升龍 HUANG, SHENG-LUNG (TW)；呂志偉 (TW)；何端書 HO, TUAN-SHU
(TW)；陳怡伶 (TW)；李丹 (TW)；盧松暉 (TW)；劉子維 (TW)；曾仁興
(TW)；林廷岳 (TW)；林嘉偉 (TW)；莊又澄 (TW)

(74) 代理人：李珩

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：43 項 圖式數：10 共 35 頁

(54) 名稱

干涉物鏡模組和光學裝置，以及彼等的使用方法

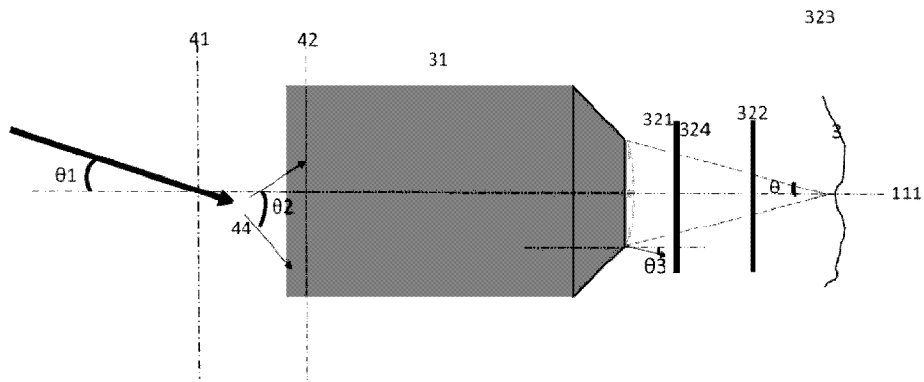
INTERFERENCE OBJECTIVE MODULE AND OPTICAL DEVICE AND METHOD USING THE SAME

(57) 摘要

本案提供一種干涉物鏡模組，其包含：一物鏡；以及一包含有一低反射率參考鏡的第一玻片，以容許由第二玻片反射而來的雜散光通過；其中該物鏡被構形成在一配置中接受入射光，而該配置使該入射光之焦點位於該物鏡的一焦平面和一主平面之間。本案也提供了運用該干涉物鏡模組的裝置和系統。

Provided herein an interference objective module comprising: an objective; and a first glass plate comprising a low-reflectance reference mirror allowing stray light reflected from a second glass plate passing through; wherein the objective is configured to accept incident light in an arrangement having a focal spot of the incident light between a focal plane and a principal plane of the objective. Also provided are the device and system utilizing the interference objective module.

指定代表圖：



【圖8A】

符號簡單說明：

31 . . . 物鏡

41 . . . 焦平面

42 . . . 主平面

44 . . . 焦點

111 . . . 線狀光

321 . . . 第一玻片

322 . . . 第二玻片

323 . . . 第三玻片

324 . . . 低反射率參考鏡

【發明說明書】

【中文發明名稱】 干涉物鏡模組和光學裝置，以及彼等的使用方法

【英文發明名稱】 INTERFERENCE OBJECTIVE MODULE AND OPTICAL
DEVICE AND METHOD USING THE SAME

【技術領域】

【0001】 本案提供一種干涉物鏡模組，其包含：一物鏡；以及包含有一低反射率參考鏡的一第一玻片，以容許由第二玻片反射而來的雜散光通過；其中該物鏡被構形成在一配置中接受入射光，而該配置使該入射光之焦點位於該物鏡的一焦平面和一主平面之間。本案也提供了運用該干涉物鏡模組的裝置和系統。

【先前技術】

【0002】 根據世界衛生組織的統計，過去十年中皮膚癌在全球逐年增加，此與生活形態、高齡社會和地球臭氧層的破壞密切相關。

【0003】 皮膚癌是出現在皮膚的癌症。它們是由具有侵犯或傳播到身體其他部位之能力的異常細胞所發展而成。

【0004】 干涉儀（Interferometer）是一種用來測量物品表面的常用裝置，其將樣品反射光和參考反射光加以結合，而生成一個干涉圖。

【0005】 光學同調斷層掃描（OCT）是一種干涉儀。OCT廣泛地用於眼科和皮膚科的臨床測量上。OCT的基本架構是邁克遜型干涉儀（Michelson type interferometer）；也有以米勞型（Mirau type）為基礎的系統。米勞型干涉儀是以相同於邁克遜型干涉儀的基本原理來運作。兩者的差異在於參考臂的位置。米勞型干涉儀參考臂位於顯微鏡的物鏡總成內，這意味著該參考臂位於樣品臂的相同光軸上。藉由將分光鏡和反射鏡與顯微物鏡相組合，

使人射光接受該顯微物鏡的處理而分成一個參考臂和一個樣品臂。這個設計使成像系統中的光學元件得以共享，因而降低了以光程和彌散現象的差異為主的元件差異效應。如果在掃描期間有環境干擾，則該干擾也會一致性地影響參考臂和樣品臂。因此，米勞型干涉儀有較好的S/N比。

【發明內容】

【0006】本發明提供了一種干涉物鏡模組，其包含：一物鏡；以及包含有一低反射率參考鏡的一第一玻片，以容許由第二玻片反射而來的雜散光通過；其中該物鏡被構形成在一配置中接受入射光，而該配置使該入射光之焦點位於該物鏡的一焦平面和一主平面之間。

【0007】在另一態樣中提供了一種創新的裝置/系統，特別是一種線掃描式干涉成像裝置，其具有一檢測器，以接收干涉訊號並且達到良好的影像品質和影像解析度。該裝置包含一位於干涉物鏡模組上的線形反射鏡，藉此增加光的利用效率。

【0008】在另一態樣中提供了一種裝置/系統，其包含一照明模組，被構形成用於將一光源供應至一光學干涉模組，而該光學干涉模組將該光源轉變成為本案所揭露的適當光線樣式，並且處理光訊號；本案所揭露的干涉物鏡模組，其處理來自於該光學干涉模組的光線，並處理由一樣品所產生的光訊號；一個檢測器，其被構形成用於接收來自該樣品之一背向散射干涉訊號，以及一資料處理模組，其將該干涉訊號處理成為一影像。

【0009】在另一態樣中提供了一種裝置/系統，其包含一照明模組，被構形成用於將一光源（例如一線光源或一面光源）供應至一光學干涉模組；本案所揭露的一干涉物鏡模組，其處理來自於該光學干涉模組的光線，並處理由一樣品所產生的光訊號；一個檢測器，其接收來自該樣品之一背向散射干涉訊號；以及一資料處理模組，用於分析光訊號並且提供一樣品成像，

其中裝置/系統被構形成使該物鏡在一配置中接受入射光，而該配置使該入射光之焦點位於該物鏡的一焦平面和一主平面之間。

【0010】在另一態樣中提供了一種用於成像一樣品的方法，其包含經由本案所揭露的干涉物鏡模組，將光線供應至一樣品；檢測由該樣品返回的光訊號並且成像。

【0011】援引併入

本說明書中所提到的所有出版物、專利和專利申請案均通過引用併入本文，其程度等同於特別地且單獨地指出每個單獨的出版物、專利或專利申請通過引用而併入。

【圖式簡單說明】

【0012】參考以下使用本發明原理所詳述之實施方式及圖式，將能更理解本發明的特徵及優點，圖式說明如下：

【0013】第1A/B圖例示本案裝置/系統的方塊圖，其包含一照明模組**A**、一光學干涉模組**B**、一鄰接著樣品區的干涉物鏡模組**C**、一檢測器**D**，以及一影像處理模組**E**（第1A圖）。本案裝置/系統可選擇性的包含成像導引模組，其包含另一檢測器**F**（第1B圖）。

【0014】第2A/B圖例示本案的裝置/系統，其不含有一第二個二維（2D）攝像機（第2A圖）以及納入有一個檢測器（第2B圖）。

【0015】第3圖例示數個影像，其由本案裝置/系統的一具體例所產生。

【0016】第4A/B圖例示干涉物鏡模組的數個設計，其設有一黑色斑點（第4A圖）或是未設有黑色斑點（第4B圖）。

【0017】第5圖為第一玻片的具體例，其具有一線形反射鏡。

【0018】第6A/B圖為本案裝置/系統的另一具體例，其中一邁克遜型物鏡（Michelson type objective）未併用有一成像導引模組（第6A圖）或是併用有一成像導引模組（第6B圖）。

【0019】第7圖提供了本案裝置/系統的例示性設計的另一具體例，其具有一開關以切換照明模式。

【0020】第8A/B/C圖顯示了一個例示性的本案裝置/系統，其包含一干涉物鏡模組，其中物鏡31被構形成使得入射光的焦點44位於焦平面41和主平面42之間。

【0021】第9A/B/C圖顯示了數個不同形狀的反射參考鏡的實例。

【0022】第10圖進一步顯示裝置/系統如何被建構而使得雜散光聚焦在檢測器D之成像範圍的邊緣和外界。

【實施方式】

【0023】近年來，光學同調斷層掃描（OCT）已被廣泛地運用在皮膚組織或角膜的三維（3-D）影像重建。已知在表皮中以非侵入方式針對角質層（SC）偵測諸如總平均厚度（a-TT）、皮層平均數（a-NOLs）和細胞層平均厚度（a-CLT）等皮層參數（LPs），對於評估表皮的皮膚保溼度是重要的。但是，將OCT技術應用於皮膚組織成像時，在組織中獲得比1.2 μm 更佳的縱向解析度是測量SC之LPs的門檻。此外，單一表皮細胞的3-D形態對於在癌前診斷中早期偵測正常和異常細胞也是重要的。這些都需要組織中的次微米空間解析度。

【0024】本案提供了數種裝置和系統，其將OCT技術（例如FF-OCT）應用於皮膚組織或角膜的成像，其照射一線光源至一樣品並利用一檢測器，可產生出乎意料地清晰且具有低光斑影像品質的截面掃描影像。特別是，本發明提供了數種在干涉物鏡模組上具有一線形反射鏡的裝置和系統，該線

形反射鏡平行於由檢測器所檢測到的線狀光，從而達成光利用效率且增進影像掃描速度。

【0025】在直接的投射照明下，帶有米勞型物鏡的OCT系統經常產生低對比的影像，此乃由於來自於雜散光的訊號過強因而造成高訊噪比的緣故。解決這個問題的一種方式是在該米勞型物鏡前的玻片中央施放一個黑色斑點，以吸收來自於雜散光的強大訊號。但是，該黑色斑點也會在影像上造成一個暗點，而遮蔽了部分的影像。

【0026】本案提供一種干涉物鏡模組，其具有一用於使得入射光之焦點位於物鏡的一焦平面和一主平面之間的構形，除此之外，可以使該焦點偏離物鏡，以有效地避免雜散光聚焦於第一玻片，從而達成影像品質的改善。本發明進一步提供另一種干涉物鏡模組，其具有一個用於增進入射光在樣品上之利用的構形。

【0027】在一些具體例中提供了一種裝置/系統，其包含一照明模組，該照明模組被構形成用於將一光源（例如一線光源或一面光源）供應至一光學干涉模組；一干涉物鏡模組，其處理來自於該光學干涉模組的光線，並處理由一樣品所產生的光訊號；一個檢測器，其接收來自該樣品之一背向散射干涉訊號；以及一個資料處理模組，用於分析光訊號並且提供一樣品成像。

【0028】第1A圖提供了本案裝置/系統的一個具體例，它包含一照明模組A，其被構形成將一光源（例如一線光源或一面光源）供應至一光學干涉模組B；一個干涉物鏡模組C，其處理並且將該光線投射至該干涉物鏡模組B，並且將該線光源照明至一樣品3；一檢測器D，用於接收來自該樣品3之一背向散射干涉訊號；以及一資料處理模組E，其處理該干涉訊號而成為一影像。

【0029】 在一些具體例中，該照明模組（例如一光源 11）包含一自發輻射光源（spontaneous emission light source）、一放大自發輻射光源（amplified spontaneous emission light source）、一超輻射二極體（superluminescent diode）、一發光二極體（LED）、一寬頻超連續譜光源（broadband supercontinuum light source）、一鎖模雷射（mode-locked laser）、一可調雷射（tunable laser）、一傅立葉域鎖模光源（Fourier-domain mode-locked light source）、一光參量振盪器（optical parametric oscillator；OPO）、一鹵素燈或是諸如 Ce^{3+} :YAG晶體光纖、 Ti^{3+} : Al_2O_3 晶體光纖、 Cr^{4+} :YAG晶體光纖的摻合型晶體光纖等等。在某些具體例中，該光源模組包含 Ce^{3+} :YAG晶體光纖、 Ti^{3+} : Al_2O_3 晶體光纖或是 Cr^{4+} :YAG晶體光纖。在某些具體例中，該照明模組包含 Ti^{3+} : Al_2O_3 晶體光纖。舉例而言，該光源模組是 Ti^{3+} : Al_2O_3 晶體光纖光源，其功率為0.5mW至500 mW，或是4至100 mW，或是10至50 mW，或是20至40 mW，抑或是其他適合的功率範圍。

【0030】 在一些具體例中，該光學干涉模組被設置成能夠將該照明模組中之光源所投射的光線產生一直線樣式的光線，一平面的光線或是其他適合的光線樣式。在某些具體例中，該光學干涉模組包含一變體鏡頭，例如一柱狀透鏡、或是一圓形轉線形光纖束、一繞射光學元件、經特殊設計的光學散射器等等。習於此藝者將可以容易地採用其他適合的手段來產生具有諸如3至100或是5至20或是其他適當比例等具有各種高寬比（aspect ratio）的線狀光，也可以使用其他適合產生細長光線的習用光學元件，沒有任何限制。

【0031】 在一些具體例中，該干涉物鏡模組包含一物鏡和一干涉構件（如本案所界定者），其被構形成用於處理由一光學干涉模組所投射出來的光源，而照明至一樣品，並且接收來自該樣品之一背向散射訊號而產生一干

涉訊號。在一些具體例中，該干涉物鏡模組是一個米勞型（Mirau-type）干涉物鏡模組、邁克遜型干涉模組、馬赫-曾德爾（Mach-Zehnder）干涉物鏡模組或是習於此藝者容易認知到的任何適合的干涉型物鏡模組。

【0032】在一些具體例中，該物鏡是一個米勞型干涉物鏡模組，其包含一個液浸物鏡，該物鏡具有一折射率近似於樣品折射率的浸漬液。舉例而言，如果樣品是皮膚，則折射率將會介於約1.2至約1.8的範圍內，較佳為約1.3至約1.5。在一些具體例中，媒質包含水、聚矽氧油、乙醇、甘油、耐熱玻璃（pyrex）、超音波凝膠或是彼等之組合。在某些具體例中，媒質包含水、聚矽氧油或甘油。在某些具體例中，媒質包含水。

【0033】在一些具體例中，如第1B圖所示，本案裝置/系統另包含一成像導引模組**F**，其包含一攝像機鏡片和一第二檢測器，用於成像導引。成像導引模組提供了一個大面積的樣品影像（例如詳細的大面積樣品表面。該成像導引模組和干涉物鏡模組共享了相同的光通道或路徑，因而使其視域範圍重疊，如第2B圖所示。

【0034】第2A圖提供了一個例示性的本案裝置/系統。光線是由一包含例示性光源**11**的照明模組所產生，並且經由光纖**16**傳送至準直鏡**12**。該光線是藉由例如一個柱狀透鏡**13**而被轉變成為適當樣式的光線，例如線狀光，隨後通過偏極分光鏡**14**和四分之一波片**15**，使所希望的光線樣式轉為圓偏極化。接著使光線進入干涉物鏡模組**C**。在一些具體例中，干涉物鏡模組**C**包含一物鏡**21**和一干涉構件**22**。當光線（例如線狀光）經由干涉物鏡模組**C**投射至樣品**3**時，樣品**3**的背向散射光通過干涉物鏡模組**C**而抵達分光鏡**14**，且經由投射透鏡**4**將光訊號投射至檢測器**D**。訊號隨後被一資料處理模組（圖未示）進一步處理，以提供樣品成像。已知一維攝像機經常被使用於線性掃描光，因為除了記錄單一維度的「直線」以外，不需要記錄面積。

意外地發現到，藉由運用一個帶有特殊設計的2-D攝像機，相較於運用一個1-D攝像機，可以產生更高影像訊噪比、更高解析度的截面影像。至於由照明模組所產生的其他光線樣式，可以使用任何適用的檢測器。它被設計成運用一個z-軸壓電式轉換器（PZT）6於Z方向上掃描干涉物鏡模組C。

【0035】藉由裝置中所使用的線狀光，干涉訊號將會經由投射透鏡4而投射至檢測器D之狹窄矩形區域之像素上。記錄經PZT掃描過的干涉訊號之後，該狹窄矩形區域內的各個縱列像素被一資料處理模組E所處理，以產生截面影像。因此，一次掃描可以產生數個截面影像。將這些截面影像予以疊加之後，即生成一個高影像訊噪比、高解析度的截面影像。

【0036】在一些具體例中，干涉構件包含被水平排設的數片玻璃鏡，包括第一玻片、第二玻片和第三玻片。第一玻片包含被構形成具有平行於該線狀光之形狀的一反射鏡。第二玻片能使部分光線傳送至第三玻片。舉例來說，該反射鏡可以被形成在第一玻片上，其具有一細長線形且高寬比約1至5000，尤其是4至1000，尤其是8至250，尤其是10至100，習於此藝者可以視需要調整該比例。反射鏡的高寬比範圍決定了視域（FOV）的範圍。在一些具體例中，第二玻片可用做為分光鏡，其具有約5%至30%的折射比（refractive ratio），較佳為5%至20%的折射比，以避免玻璃-樣品界面所反射的雜散光。再者，這三個玻片具有與樣品之折射率相符合的折射率，例如位於約1.2至約1.8的範圍內，較佳為約1.3至約1.5，從而避免玻璃-樣品界面所產生的雜散光。

【0037】經發現，以2-D攝像機做為檢測器來取代線狀光相關光學模組所經常搭配使用的1-D攝像機，其掃描樣品所獲得的截面影像可以達到比預期更為優異的高影像清晰度和品質，此這種設計有效地提升了影像的訊噪比，並且減少影像光斑（speckles）的數量。如同第3圖中的樣品影像所顯示，

明顯的光斑可見於第3A圖影像，其是由1D攝像機所獲取，該影像模糊不清且品質不良。另一方面，相較於第3A圖所示影像，第3C圖的影像是由2D攝像機所攝得，其看起來具有清晰的影像訊號且具有更少的光斑數量。在這種與線狀光相關的設計中運用一具檢測器相較於使用1D攝像機者（其為習用的典型做法）能夠具有更佳的影像品質，其原因在於，1D攝像機只能接收1個像素寬度的影像，而該檢測器能夠接收超過1個像素的影像資料。如第3B圖所示，依據本發明藉由將數個影像予以疊加，得到了一個清晰的影像，且其具有低數量的光斑，但也發現到，如果堆疊厚度過低，則影像在某些影像特性上會變得模糊，因而，在這種設計中使用檢測器只在影像堆疊的某一厚度範圍內有用。在一些具體例中，最合適的疊加厚度是2至256個像素、4至128個像素，或是4至64個像素。在一些具體例中，最合適的疊加厚度是4至64個像素。也意外地發現到，這種2-D攝像機的設計減少了所需要的透鏡數目，使得模組更為簡化，因為檢測器可以因應測量面積而被彈性地調整，從而得以容易地使用不同高寬比的光學設計。鏡片數量減少顯著地縮短本案裝置/系統的製造時間和精力。

【0038】 在一些具體例中，該裝置/系統更包含一成像導引模組，其包含一投射透鏡**104**和一個檢測器**105**，以供成像導引之用。

【0039】 該裝置/系統併入有一成像導引模組，以提供皮膚表面細節的大範圍影像。如第2B圖所示，除了檢測器**D**搭配著典型米勞型干涉物鏡模組以供高解析度的光學成像之外，該裝置/系統中包括有一影像導引模組，其包含一攝像機透鏡**104**和一檢測器**105**，其中二色分光鏡**14a**用於將訊號導引至檢測器**105**。這兩個成像系統共享了相同的光學通道/路徑，因此，它們的FOV相互重疊，且具有固定的相對位置。一環繞著干涉構件**22**的光源，例如LED (**L11**)，係將光線提供給成像導引模組。光源 **L11** 具有不同於該照

明模組的波長或時間分佈，因此光源**L11**投射至樣品所產生的訊號完全被檢測器**105**所捕捉，以產生皮膚表面的大範圍影像。

【0040】成像導引模組的FOV大於高解析度成像模組（亦即干涉物鏡模組）的FOV。當檢測一樣品（例如一患部或一角膜）時，使用成像導引模組先取得該樣品區域的大範圍影像，接著，將干涉物鏡模組貼附在樣品上，使影像導引模組將樣品表面成像，使用一演算法進行演算，其中導引影像的FOV位於第一大範圍影像上，因為導引影像與高解析度影像之間的位置是固定的，所以高解析度影像的位置可以被精準定位於大範圍影像上。

【0041】第4A、4B和5圖繪示了一個例示性的本案干涉物鏡模組及其作動方式。

【0042】第4A圖顯示一個例示性的干涉構件**22**。在一些具體例中，該干涉構件包含覆設有一反射鏡**224**的第一玻片**221**、第二玻片**222**和第三玻片**223**，其中反射鏡**224**被覆設以產生一參考臂，並且對於由樣品**3**返回的散射光產生干涉。如第4A圖所示，佈覆於第一玻片**222**上的反射鏡**224**是線狀，且平行於經聚焦的線狀光**111**。

【0043】在其他具體例中，如第4B圖所示，第一玻片**221**更包含一黑色斑點**225**，其位於第一玻片**221**的相反側且對應於反射鏡**224**的位置處。

【0044】透明的第一玻片**221**最接近於物鏡**21**，第一玻片局部佈覆有反射鏡**224**，以使面對焦平面的表面中心區域具有高度反射性，而面對物鏡**21**的表面中心區域具有一吸光性的黑色斑點**225**，用於阻擋雜散光。在一些具體例中，黑色斑點的位置在反射鏡**224**的相同側，黑色斑點於該處覆蓋了反射參考鏡**224**，以吸收來自於第一玻片的雜散光。透明的第三玻片**223**與樣品**3**（部分地）相接觸，它被設置在一位置（位置範圍），以使得物鏡的焦平面接近於樣品。

【0045】第二玻片**222**覆有塗層，以使得第二玻片之面對第三玻片**223**的表面能部分反光。此一覆有塗層的表面供做為米勞型干涉儀的分光鏡，而且透明的第二玻片**222**之位置是被設置於能使高反射區**224**位在物鏡的焦平面上。

【0046】如第4A圖所示，角度20度以內的偏差被定義為平行。在一些具體例中，其位於15度角以內、位於10度角以內或是位於5度角以內。再者，反射鏡**224**具有約3至10且較佳為約5至8的可調式高寬比。因此，這個在第一玻片上佈覆線形反射鏡的設計架構使得光線被充分運用。在一些具體例中，第二玻片**222**具有約5%至30%且較佳為10%至20%的折射比，或是視狀況需要而為任何其他適當的比例。第三玻片**223**完全透明以配適樣品**3**，以容許線狀光穿透且照射至樣品**3**。

【0047】在一些具體例中，干涉構件包含被水平排設的數片玻璃鏡，包括第一玻片、第二玻片和第三玻片。第一玻片包含被構形成一具有平行於該線狀光之形狀的反射鏡。第二玻片被構形成使光線部分地傳送至第三玻片。例如，該反射鏡可以被形成在第一玻片上，其具有一細長線形且呈現約1至5000，尤其是4至1000，尤其是8至250，尤其是10至100的高寬比，習於此藝者可以視需要調整該比例。反射鏡的高寬比範圍決定了視域（FOV）的範圍。在一些具體例中，第二玻片可用做為分光鏡，其具有約5%至30%的折射比，較佳為5%至20%的折射比。再者，這三個玻片具有與樣品之折射率相符合的折射率，例如位於約1.2至約1.8的範圍內，較佳為約1.3至約1.5，從而避免玻璃-樣品界面所產生的雜散光。

【0048】第6A/6B圖提供了另一個具體例，其中本案裝置/系統中使用一邁克遜型干涉物鏡模組。在一些具體例中，本案裝置/系統是一邁克遜型干涉成像裝置/系統，其除了使用不相同的干涉物鏡模組**C**以外，包含相同於第

2A/2B圖中的照明模組和光學干涉模組以及可選擇性設置的成像導引模組。干涉物鏡模組C包含一物鏡**21a**和一接觸樣品**3**的第三玻片**223**，用以生成一樣品臂，以及一物鏡**21b**和反射鏡**225**，用以生成一參考臂。當線狀光同時照射於樣品**3**和反射鏡**225**且被它們所反射時，將會產生干涉訊號並且經由投射透鏡**4**而被檢測器**D**捕捉，隨後由一資料處理模組生成一截面影像，而成像導引模組包含投射透鏡**104**和檢測器**105**，其提供一大範圍樣品影像，與該截面影像具有關聯性。

【0049】在一些具體例中，光學干涉模組更包含一開關，其用於在線光源和面光源之間切換光線輸出，從而在裝置的線掃描模式和全場域模式之間進行切換，以容許使用者獲取樣品的截面影像及/或正面影像（en-face images）（例如獲取一3-D切片數據）。此一設計使得使用者能夠獲取完整的樣品資訊。

【0050】為了從樣品獲得更多的結構資訊，在一些具體例中，光學干涉模組更包含一開關**17**，其用於提供不同的照明模式，如第7圖所示。在一些具體例中，有兩種模式可供轉換；一者是線光源照射模式L，另一者為面光源照射模式F，其中開關**17**（例如Thorlabs CFW6）被設置在準直鏡**12**和偏極分光鏡**14**之間，用於切換被安裝在開關**17**的鏡架中的柱狀透鏡**13**和消色差透鏡**18**，使得照明模式能切換成線光源照射模式L以獲取截面影像，或是切換成面光源照射模式F以獲取正面影像，而這能夠獲致三維體積圖像（three-dimensional volumetric images）。在一些具體例中，這種切換開關不限於變換線光源照明模式和面光源照明模式；依據本發明亦可以使用應用不同透鏡的所有其他適合模式。

【0051】在一些具體例中，本案裝置/系統被構形成能使雜散光聚焦於檢測器**D**的成像範圍邊緣和外界。

【0052】舉例而言，如第8A圖所示，干涉物鏡模組包含一物鏡**31**和一干涉構件（包含設有低反射率參考鏡**324**的第一玻片**321**、第二玻片**322**以及鄰近樣品**3**的第三玻片**323**），其中物鏡**31**能使入射光之焦點**44**位於一焦平面**41**和一主平面**42**之間，以使得雜散光被聚焦於檢測器（如第9圖所示），而非聚焦於第一玻片**321**。此一配置使得入射光的焦點**44**偏離物鏡**31**的光軸**111**，這使得雜散光被焦於檢測器**D**的成像範圍邊緣和外界（如第9圖所示）。在一些具體例中，低反射率參考鏡**324**被覆設在第一玻片**321**的局部，例如被覆設在第一玻片**321**中央。

【0053】在一些具體例中，低反射率參考鏡**324**具有一位於約3%至30%且較佳為5%至20%之範圍內的反射率，但不以此為限。本實施例的低反射率參考鏡的反射率是5%至10%，其被覆設在整個第一玻片上。在其他的具體例中，第二玻片具有約20%至40%且較佳為25%至35%的反射率，但不以此為限。在某些具體例中，第二玻片的反射率是28%至32%。藉由如第8A圖中所顯示的干涉物鏡模組之設計，由第二玻片**322**反射而來的雜散光將不會被聚焦在第一玻片上，因而增進了影像的訊噪比（SNR）。

【0054】在一些具體例中，入射光具有一與物鏡的光軸成大於 0° 且小於 45° 的入射角 θ_1 ，較佳為 θ_1 是大於 0° 且小於 20° ，更佳為大於 0° 且小於 5° ，但不以此為限。

【0055】在一些具體例中，焦點具有約 0° 至 70° 的範圍內的發散角 θ_2 。 θ_2 的數值依視野（FOV）而定，而且與FOV呈正比。在一些具體例中，習於此藝者可以選擇 0° 至 20° 或 5° 至 15° 的 θ_2 ，以獲得較小的FOV，抑或是選擇 40° 至 70° 或 50° 至 60° 的 θ_2 ，以獲得較大的FOV。

【0056】在一些具體例中，物鏡NA值滿足下式(1)：

$$NA = n \times \sin\theta, \text{ 且 } \theta = \theta_3 / (0.5 \sim 1.5) \dots\dots\dots (1),$$

NA是物鏡的數值孔徑， n 是折射率， θ 是 $1/2$ 角孔徑，且 θ_3 是物鏡的半擴散角(half spreading angle)。

【0057】較佳為 $\theta = \theta_3/(0.5\sim 1.0)$ 。如果 θ_3 的角度過大，就會降低樣品的訊號校正，進而降低樣品的亮度。

【0058】在一些具體例中，干涉物鏡模組例示於第 8B圖中。該干涉物鏡模組的構形除了第一玻片 321包含反射參考鏡424以外，與第8A圖中所顯示者幾乎相同。反射參考鏡424被覆設在第一玻片 321局部，例如被覆設在第一玻片中央，其中該反射參考鏡具有高反射率，其由銀或其他適於覆設的金屬所製成。

【0059】在一些具體例中提供了另一種干涉物鏡模組，如第8C圖所示。該干涉物鏡模組除了反射參考鏡524和第二玻片 322的設計以外，與第8A圖和第8B圖中所顯示者幾乎相同。反射參考鏡524被覆設在第一玻片 321靠近物鏡31的一側上。在第8B圖和第8C圖所示構形中（可適用於第4B圖），其運用高反射鏡來反射參考光，參考鏡524在靠近物鏡之一側所產生的反射引起了強大的主要雜散光，其降低了系統的訊噪比。為了克服這些構形的缺點，反射參考鏡524上覆設有一黑色斑點525，以便吸收來自於第一玻片的雜散光。黑色斑點525被設置在物鏡31和反射參考鏡524之間，無論位於玻片 321的哪一側。在一些具體例中，黑色斑點的位置是在反射鏡524的相反側，以便吸收來自於第一玻片的雜散光。此外，第二玻片 322含有兩個玻鏡，而它們之間具有低反射率塗層，其中該低反射率塗層具有20%至40%且較佳為25%至35%之的反射率，但不以此為限。第8C圖中所顯示的第一玻片和第二玻片的這種設計大大地減少了來自於第一玻片的雜散光。

【0060】參照第9圖所示（第9A至9C圖），反射參考鏡424可以具有直線、圓點或多邊形的形狀，但不以此為限。另外，反射參考鏡的尺寸可小於1500

μm^2 ，較佳為小於 $1000 \mu\text{m}^2$ ，較佳為小於 $500 \mu\text{m}^2$ ，且較佳為小於 $300 \mu\text{m}^2$ ，而且習於此藝者可以視需要調整該尺寸。藉由將反射參考鏡覆設在第一玻片的局部上，將會有效地增進光線的使用。在一些具體例中，反射參考鏡具有直線、多邊形（例如方形）、圓點的形狀，抑或是適用於裝置或系統的其他形狀。

【0061】 在一些具體例中，本案裝置/系統包含一照明模組，其被構形成用於供應一光源（例如線光源、面光源或視需要為其他適合的光源）給光學干涉模組；一干涉物鏡模組，其包含一物鏡和一干涉構件（如本說明書中所界定者），用於處理來自於光學干涉模組的光線，並處理由一樣品所產生的光訊號；一檢測器，用於接收來自於該樣品的一背向散射干涉訊號；以及一資料處理模組，用於分析光訊號並且提供一樣品成像，其中裝置/系統被構形成使該物鏡在一配置中接受入射光，而該配置使該入射光之焦點位於該物鏡的一焦平面和一主平面之間。

【0062】 如第10圖所示，由照明模組所提供的光線經由光纖**16**被投射至光學干涉模組。光線被準直鏡**312**所捕捉，且如圖所示隨後被柱狀透鏡**313**轉換成為適當樣式的光線，例如線狀光（抑或如第7圖所示由消色差透鏡轉換成為面狀光），並且通過分光鏡**14**而被傳送進入干涉物鏡模組**C**。當光線透過干涉物鏡模組**C**再經由第三玻片**323**抵達樣品**3**時，該光線會被吸收、反射或背向散射。背向散射的光訊號將會被干涉物鏡模組**C**所收集，進而與反射鏡**324**和第二玻片**322**所反射而來的參考光進行干涉，以生成一干涉訊號。接著，分光鏡**14**將訊號反射至投射透鏡**4**，使雜散光聚焦於檢測器**D**的成像範圍的邊緣和外界。

【0063】 在一些具體例中，可以藉由偏移光源，或是調整光通道內的光學元件，抑或是習於此藝者所認識的其他適合手段，使入射光偏離物鏡**31**的

光軸。如果使入射光的焦點進一步偏離物鏡的光軸，則將會使雜散光被聚焦於檢測器的範圍之外，從而達成減少雜散光的效果。

【0064】 本案裝置/系統能在截面方向以及正面方向上使樣品成像。它特別有益於協助提供樣品的表面和次表面的資訊，例如皮膚或角膜的狀況。本案裝置/系統提供了高訊噪比的截面影像，能有效地改善影像品質並且達到1 μm 等級的解析度，使得影像掃描速度增加到150 μm /秒或更高。運用一成像導引模組使得使用者能夠有效率地精確定位感興趣的區域。

【0065】 雖然本說明書已經顯示並且描述了本發明的較佳具體例，但是對習於此藝者而言明顯的是，這些具體例僅提供做為例示。在不悖離本發明的情況下，習於此藝者現在將會想到許多變化、改變和替代。應當理解，在實施本發明時，可以採用本說明書所述的發明具體例的各種替代方案。旨在用下列申請專利範圍限定本發明的範圍，由此也涵蓋這些申請專利範圍之範疇內的方法和結構及其等效物。

【符號說明】

【0066】

照明模組...**A**

光學干涉模組...**B**

干涉物鏡模組...**C**

檢測器...**D**

資料處理模組...**E**

另一檢測器...**F**

樣品...**3**

投射透鏡...**4**

壓電式轉換器...**6、6a、6b**

光源 ...	11
光源、LED...	L11
準直鏡...	12
柱面鏡...	13
分光鏡...	14
分光鏡...	14a
四分之一波片...	15
光纖...	16
開關...	17
消色差透鏡...	18
物鏡...	21
物鏡...	21a
物鏡...	21b
干涉構件...	22
物鏡...	31
焦平面...	41
主平面...	42
焦點...	44
投射透鏡...	104
檢測器...	105
線狀光...	111
第一玻片 ...	221
第二玻片 ...	222
第三玻片 ...	223

反射鏡、高反射區...**224**

黑色斑點...**225**

準直鏡...**312**

柱面鏡...**313**

第一玻片...**321**

第二玻片...**322**

第三玻片...**323**

低反射率參考鏡...**324**

反射參考鏡...**424**

反射參考鏡...**524**

黑色斑點...**525**

【生物材料寄存】

無



201921023

【發明摘要】

【中文發明名稱】 干涉物鏡模組和光學裝置，以及彼等的使用方法

【英文發明名稱】 INTERFERENCE OBJECTIVE MODULE AND OPTICAL

DEVICE AND METHOD USING THE SAME

【中文】

本案提供一種干涉物鏡模組，其包含：一物鏡；以及一包含有一低反射率參考鏡的第一玻片，以容許由第二玻片反射而來的雜散光通過；其中該物鏡被構形成在一配置中接受入射光，而該配置使該入射光之焦點位於該物鏡的一焦平面和一主平面之間。本案也提供了運用該干涉物鏡模組的裝置和系統。

【英文】

Provided herein an interference objective module comprising: an objective; and a first glass plate comprising a low-reflectance reference mirror allowing stray light reflected from a second glass plate passing through; wherein the objective is configured to accept incident light in an arrangement having a focal spot of the incident light between a focal plane and a principal plane of the objective. Also provided are the device and system utilizing the interference objective module.

【指定代表圖】 第8A圖

【代表圖之符號簡單說明】

物鏡...**31**

焦平面...**41**

主平面...**42**

焦點...**44**

線狀光...**111**

第一玻片...**321**

第二玻片...**322**

第三玻片...**323**

低反射率參考鏡...**324**

【特徵化學式】 無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種干涉物鏡模組，其包含：

一物鏡；以及

一第一玻片，包含有一低反射率參考鏡，以容許由一第二玻片反射而來的雜散光通過；

其中該物鏡被構形成在一配置中接受入射光，而該配置使該入射光之焦點位於該物鏡的一焦平面和一主平面之間。

【第2項】 如請求項1所述之干涉物鏡模組，其中該焦點偏離該物鏡的光軸。

【第3項】 如請求項1所述之干涉物鏡模組，其中該低反射率參考鏡具有約3%至30%的反射率。

【第4項】 如請求項1所述之干涉物鏡模組，其中該第二玻片具有約20%至40%的反射率。

【第5項】 如請求項1所述之干涉物鏡模組，其中該入射光具有與該物鏡的光軸成大於 0° 且小於 45° 的入射角 θ_1 。

【第6項】 如請求項5所述之干涉物鏡模組，其中該入射角 θ_1 大於 0° 且小於 20° 。

【第7項】 如請求項1所述之干涉物鏡模組，其中該焦點具有約 0° 至 70° 的發散角 θ_2 。

【第8項】 如請求項7所述之干涉物鏡模組，其中該發散角 θ_2 介於約 10° 至 45° 。

【第9項】 如請求項1所述之干涉物鏡模組，其中該物鏡的NA值滿足下式(1)：

$$NA = n \times \sin\theta, \text{ 且 } \theta = \theta_3/(0.5\sim 1.5) \dots\dots\dots (1),$$

其中NA是該物鏡的數值孔徑，n是折射率， θ 是1/2角孔徑，且 θ_3 是該物鏡的半擴散角。

【第10項】如請求項9所述之干涉物鏡模組，其中該 $\theta = \theta_3/(0.5\sim 1.0)$ 。

【第11項】如請求項1所述之干涉物鏡模組，其中該物鏡為一液浸物鏡，且該物鏡的液浸媒質的折射率約1.2至1.8。

【第12項】如請求項11所述之干涉物鏡模組，其中該液浸媒質是至少一選自由水、聚矽氧油、甘油水和甘油所組成的群組。

【第13項】一種干涉物鏡模組，其包含：

一物鏡；以及

一第一玻片，包含被覆在局部第一玻片上的一反射參考鏡，且容許由第二玻片反射而來的雜散光通過；

其中該物鏡被構形成在一配置中接受入射光，而該配置使該入射光之焦點位於該物鏡的一焦平面和一主平面之間。

【第14項】如請求項13所述之干涉物鏡模組，其中該焦點偏離該物鏡的光軸。

【第15項】如請求項13所述之干涉物鏡模組，其中該反射參考鏡具有直線、圓形或多邊形的形狀。

【第16項】如請求項13所述之干涉物鏡模組，其中該第二玻片具有約20%至40%的反射率。

【第17項】如請求項13所述之干涉物鏡模組，其中該入射光具有與該物鏡的光軸成大於 0° 且小於 45° 的入射角 θ_1 。

【第18項】如請求項17所述之干涉物鏡模組，其中該入射角 θ_1 大於 0° 且小於 20° 。

【第19項】如請求項13所述之干涉物鏡模組，其中該焦點具有約 0° 至 70° 的發散角 θ_2 。

【第20項】如請求項19所述之干涉物鏡模組，其中該發散角 θ_2 約 10° 至 45° 。

【第21項】如請求項13所述之干涉物鏡模組，其中該物鏡的NA值滿足下式(1)：

$$NA = n \times \sin\theta, \text{ 且 } \theta = \theta_3/(0.5\sim 1.5) \dots\dots\dots (1),$$

其中NA是該物鏡的數值孔徑， n 是折射率， θ 是 $1/2$ 角孔徑，且 θ_3 是該物鏡的半擴散角。

【第22項】如請求項21所述之干涉物鏡模組，其中該 $\theta = \theta_3/(0.5\sim 1.0)$ 。

【第23項】一種裝置，其包含：

一照明模組，設置用於將一光源供應至一光學干涉模組，而該光學干涉模組轉換該光源並處理光訊號；如請求項1-21中任一項所述之一干涉物鏡模組，其處理來自於該光學干涉模組的光線，並且處理由一樣品所產生的光訊號；一檢測器，接收來自該樣品的一背向散射干涉訊號；以及一資料處理模組，將該干涉訊號處理成一影像。

【第24項】如請求項22所述之裝置，其中該照明模組包含一放大自發輻射光源、一超輻射二極體、一發光二極體（LED）、一寬頻超連續譜光源、一鎖模雷射、一可調雷射、一傅立葉域鎖模光源、一光參量振盪器（OPO）、一鹵素燈、 Ce^{3+} :YAG晶體光纖、 Ti^{3+} : Al_2O_3 晶體光纖，或是 Cr^{4+} :YAG晶體光纖。

【第25項】 如請求項23所述之裝置，其中該照明模組包含Ce³⁺:YAG晶體光纖、Ti³⁺:Al₂O₃晶體光纖或是Cr⁴⁺:YAG晶體光纖。

【第26項】 如請求項22所述之裝置，其中該光學干涉模組用於將該照明模組中之一光源所投射的光線形成一線光源。

【第27項】 如請求項22所述之裝置，其中該光學干涉模組包含一變體鏡頭或是一光纖束直線陣列，以將來自於該光源的光線轉換成線狀光。

【第28項】 如請求項26所述之裝置，其中該線狀光具有3至100或是5至20的高寬比。

【第29項】 如請求項1-21中任一項所述之裝置，其中該干涉物鏡模組是一個米勞型（Mirau-type）干涉物鏡模組、邁克遜型（Michelson-type）干涉模組或是馬赫-曾德爾（Mach-Zehnder）干涉物鏡模組。

【第30項】 如請求項28所述之裝置，其中該物鏡是一液浸物鏡，其浸漬液具有約1.2至約1.8的折射率。

【第31項】 如請求項22所述之裝置，其中該裝置更包含一成像導引模組，其包含一攝像機鏡片及一檢測器，用於成像導引。

【第32項】 如請求項30所述之裝置，其中該成像導引模組和該干涉物鏡模組共享了相同的光通道或路徑，藉此使視域重疊。

【第33項】 如請求項1-21中任一項所述之裝置，其中該干涉物鏡模組更併入一光源，以將光線投射在該樣品上。

【第34項】 如請求項32所述之裝置，其中該反射鏡被構形成具有一平行於該線狀光之形狀。

【第35項】 如請求項33所述之裝置，其中該反射鏡具有一細長線形且呈現約1至5000、4至1000、8至250或是10至100的高寬比。

【第36項】 如請求項34所述之裝置，其中該第一玻片更包含一黑色斑點，位於該第一玻片的相反側且對應於該反射鏡的位置處。

【第37項】 如請求項35所述之裝置，其中該黑色斑點具有吸光性，以阻擋雜散光。

【第38項】 如請求項36所述之裝置，其中該第二玻片之位置是被設定在一位置，以使得該高反射區位於該物鏡的焦平面上。

【第39項】 如請求項37所述之裝置，其中該第二玻片具有約5%至30%或是10%至20%的折射率。

【第40項】 如請求項22所述之裝置，其中該光學干涉模組更包含一開關，其用於切換線光源和面光源。

【第41項】 如請求項39所述之裝置，其中該開關切換一柱狀透鏡和一消色差透鏡。

【第42項】 一種裝置，其包含：

一照明模組，設置用於將一光源供應至一光學干涉模組；如請求項1-21中任一項所述之一干涉物鏡模組，其處理來自該光學干涉模組的光線，並且處理由一樣品所產生的光訊號；一檢測器，接收來自該樣品的一背向散射干涉訊號；以及一資料處理模組，用於分析光訊號並且使樣品成像，其中裝置/系統被構形成使該物鏡在一配置中接受入射光，而該配置使該入射光之焦點位於該物鏡的一焦平面和一主平面之間。

【第43項】 一種樣品成像的方法，其包含：

藉由如請求項1-21中任一項所述之一干涉物鏡模組，將光線供應至一樣品；檢測由該樣品返回的光訊號並且成像。

