



(21)申請案號：109115485

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 05 月 08 日

(51)Int. Cl. :

G02B13/00 (2006.01)G02B27/10 (2006.01)

G01B9/02 (2022.01)G01N21/00 (2006.01)

(30)優先權：2019/05/08美國62/845,309

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

(72)發明人：何端書 HO, TUAN-SHU (TW) ； 呂志偉 LU, CHIH-WEI (TW)

(74)代理人：李玢

(56)參考文獻：

TW I499754CN 108817656A

US 6064518US 2012/0038979A1

US 2018/0120575A1

審查人員：林韋廷

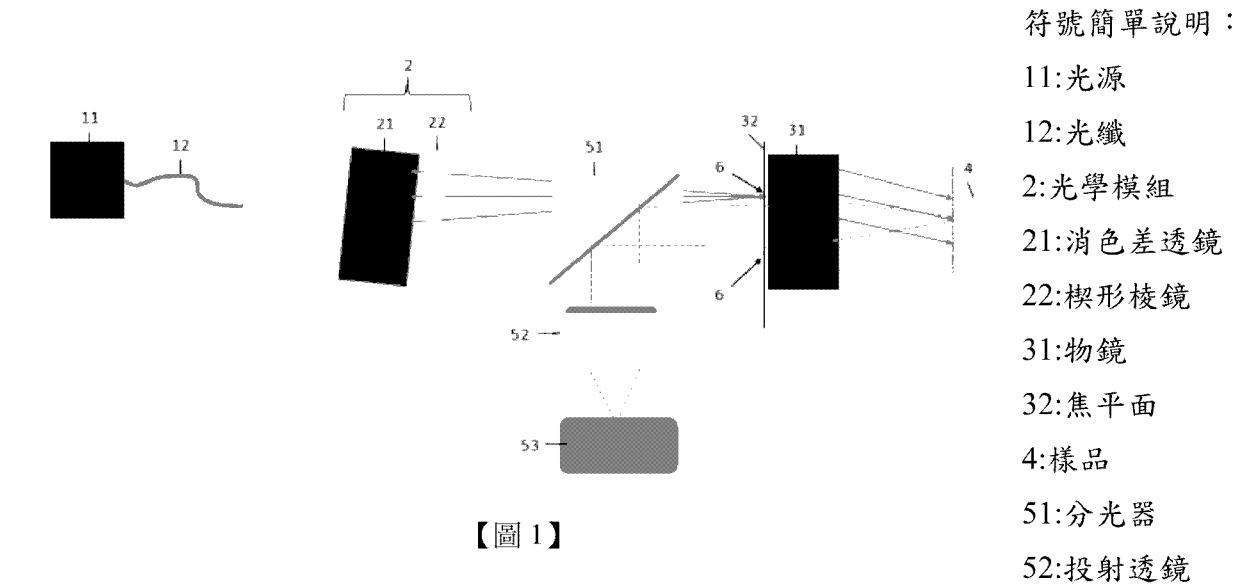
申請專利範圍項數：30 項圖式數：10共 24 頁

(54)名稱
光學系統及其檢測方法

(57)摘要
本發明提供一種光學成像系統，其具有一用於將光均勻地且有效地投射至樣品上的光學模組。此外，本發明提供一種用於將光投射至一樣品上之光學模組的檢測方法，以消除偽像並改善影像品質。

The present invention provides an optical imaging system having an optical module to project the light onto the sample evenly and effectively. In addition, the present invention provides a detecting method of an optical module to project a light onto a sample to eliminate image artifacts and improve image quality.

指定代表圖：



I855069

TW I855069 B

53:檢測器

6:焦點



I855069

【發明摘要】

公告本

【中文發明名稱】 光學系統及其檢測方法

【英文發明名稱】 OPTICAL SYSTEM AND DETECTION METHOD THEROF

【中文】

本發明提供一種光學成像系統，其具有一用於將光均勻地且有效地投射至樣品上的光學模組。此外，本發明提供一種用於將光投射至一樣品上之光學模組的檢測方法，以消除偽像並改善影像品質。

【英文】

The present invention provides an optical imaging system having an optical module to project the light onto the sample evenly and effectively. In addition, the present invention provides a detecting method of an optical module to project a light onto a sample to eliminate image artifacts and improve image quality.

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

11.....光源

12.....光纖

2.....光學模組

21.....消色差透鏡

22.....楔形稜鏡

31.....物鏡

32.....焦平面

4.....樣品

51.....分光器

52.....投射透鏡

53.....檢測器

6.....焦點

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 光學系統及其檢測方法

【英文發明名稱】 OPTICAL SYSTEM AND DETECTION METHOD THEROF

【技術領域】

【0001】本發明提供一種光學成影系統，其具有一用於將光均勻地且有效地投射至樣品上的光學模組。此外，本發明提供一種用於將光投射至一樣品上之光學模組的檢測方法，以消除偽像並改善影像品質。

【先前技術】

【0002】成像光學系統為一種能夠用於成像的系統，通常包含透鏡、反射鏡和稜鏡，以組成光學設備的光學部件。成像光學系統，諸如光學同調斷層掃描（OCT）、共軛焦顯微術（RCM）、雙光子發光顯微術（TPL）等，被廣泛地使用在各式各樣的應用中，例如皮膚成像。舉例來說，光學同調斷層掃描（OCT）是一種影像干涉法的技術，其已被廣泛地應用在組織的成像重建。這種干涉成像技術容許生物樣品的高解析度截面成像。對於成像干涉法而言，寬帶照明有助於軸向解析度，而且可以產生高解析度截面/體積影像。

【發明內容】

【0003】本發明提供一種光學成影系統，其具有一用於將光均勻地且有效地投射至樣品上的光學模組。此外，本發明提供一種用於將光投射至一樣品上之光學模組的檢測方法，以消除偽像並改善影像品質。

【0004】本發明提供光學系統的另一具體例，其包含一或多個光源，該等光源被建構用於產生一或多道光束，以進入一光學模組內，該光學模組被建構用於處理該光束而使其進入一物鏡內並且引導至一樣品上，其中進入該物鏡內之該些光束被建構成偏離該物鏡的中心軸；以及一檢測器，其被建構用於檢測一由該樣品返回的訊號。

【0005】本發明另提供一種光學系統的檢測方法之具體例，其包含：藉由一或多個光源提供一或多道光束；處理該光束使其進入一物鏡內，並且經由一光學模組引導至一樣品上，其中進入該物鏡內之該些光束被建構成使該等光束偏離該物鏡的中心軸；以及檢測一由該樣品返回的訊號。

【0006】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】

【0007】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：

【0008】圖1繪示本發明光學系統之一具體例。

【0009】圖2繪示本發明光學系統的照明模組之一具體例。

【0010】圖3繪示本發明光學系統的照明模組之一具體例。

【0011】圖4繪示本發明光學系統的照明模組之一具體例。

【0012】圖5繪示本發明光學系統的照明模組之一具體例。

【0013】圖6繪示本發明光學系統中的照明模組之一具體例，其具有調整構件以修改焦點的位置。

【0014】圖7繪示本發明光學系統之一具體例。

【0015】圖8繪示本發明照明模組的一具體例，其包含一米勞型(Mirau type)物鏡。

【0016】圖9A/B顯示由傳統非對稱式照明模組(9A)所得到的影像，與由本發明對稱式照明模組中之一者所得到之影像(9B)作比較。

【0017】圖10提供利用本發明光學系統之例示性影像。

【實施方式】

【0018】在相關技術領域中已經知道，可以藉由使光經由一具有小光展量的寬帶光源集中於一小區域內，而改善成像干涉法的掃描速率及訊雜比。然而，小光展量光源在具有中央遮蔽性的光學系統中(例如米勞(Mirau)干涉儀)有著低光利用率之缺點，此造成不良的偽像，並且降低影像品質。因此，針對這種光學影像系統存在著改善影像品質之需求。

【0019】本案提供一種光學系統及其檢測方法，包含一具有例示性照明模組的光學模組，以有效地改善偽像並且增加影像品質(例如解析度及影像

對比)。尤其是，本發明提供一種光學系統及其檢測方法，其特別適合於高光利用率的光學系統。

【0020】為了使偽像最小化，照明光可以是複數道光束（例如透過將該照明光分成為複數道光束），而且不同的照明光束以不同的角度入射至樣品。特別是，在一些具體例中，由不同入射角之光束所產生的照明場在樣品上實質重疊。由於上述照明場的強度分布可以不同，所以所組合出的照明場展現出更好的照明均勻度。在一些具體例中，上述光束是由不同的光源產生。可將這種照明策略視為一種幾乎無損耗的空間光束組合方法。

【0021】本發明提供一具體例，如圖1所示。一例示性光學系統包含一照明模組及一成像模組。該照明模組包含一或多個光源11，光源11被建構成用於產生一或多道接受處理而進入光學模組2內的光束，其中光學模組2被建構成用於處理該光束而使其進入物鏡31中並且引導至樣品4上，其中進入該物鏡內之光束被建構成使該光束偏離該物鏡的中心軸。該例示性光學系統的成像模組包含一被建構成用於檢測一來自於樣品4之訊號的檢測器53，其中該光係由該樣品背向散射、再通過分光器51和投射鏡52，最終被檢測器/相機53所偵測。在一些具體例中，該檢測器為一個被選擇性地耦接至一電腦的一維檢測器或二維檢測器，或是它們的組合。在某些具體例中，該檢測器是二維檢測器。在某些具體例中，該二維檢測器為一電荷耦合元件（CCD）、一多像素相機、或一互補式金屬氧化物半導體（CMOS）相機，抑或是它們的組合。

【0022】在一些具體例中，接受處理而進入物鏡內之光束係對稱地照射在樣品上。此外，進入物鏡內之光束被建構成使其照明場在樣品上重疊，較佳為在樣品上實質重疊。進入物鏡內之光束被建構成使光的中心射線實質平行。該中心射線係指光束的中心光線。「實質平行 (substantially parallel)」的定義係指大致平行，容許某些角度偏向，諸如0至20度的偏向、0至15度、0至10度、0至5度、或0至3度的偏向。在某些具體例中，用語「實質平行 (substantially parallel)」中的偏向係在容許的實驗誤差範圍內。

【0023】用語「實質重疊 (substantially overlapped)」係指該照明場在40~100%、60~100%、80~100%或90~100%的範圍內重疊，而該等範圍位在相關技術領域中已知實驗的容許誤差範圍內。當接受處理而進入物鏡內之光束符合上述條件時，該光束將帶來偏離中心軸的對稱照明並且均勻地照明在樣品4上。相較於傳統非對稱式照明光學系統 (圖9A)，偽像 (例如線性偽像) 將由於對稱式照明而被明顯地改善 (圖9B)。在一些具體例中，解析度及影像對比也將經由本案光學系統/方法而被改善。

【0024】在一些具體例中，為了達到上述對稱式照明，該光學模組可進一步包含一分光元件，該分光元件包含至少一厚玻片、楔形稜鏡、反光鏡，或是它們的組合，從而將光束分成二或更多道光。然而，並非以此為限。

【0025】圖1中，選擇楔形稜鏡22作為分光元件的一個實例。光束通過光纖12，再傳輸至包含消色差透鏡21及楔形稜鏡22的光學模組2中。為了將來自於光纖12之光束加以分光，消色差透鏡21隨著楔形稜鏡22旋轉一特定角度，而楔形稜鏡22部分地設定在由消色差透鏡21輸出的照明區上。兩道分

離光投射至聚焦在物鏡31的焦平面32上的兩個焦點6上。在某些具體例中，焦點6彼此不重疊。

【0026】楔形稜鏡22的功能在於，對光（諸如其中一道分離光）提供一偏向角。楔形稜鏡22具有一楔角，其與兩道分離光的焦點6之距離成正比。在一些具體例中，該楔角位在 2° 至 10° 的範圍內。在某些具體例中，該楔角位在 3° 至 9° 、 4° 至 8° 或 4° 至 7° 的範圍內。然而，並非以此為限。其取決於兩道分離光之焦點的期望距離。

【0027】如圖2所示，在一些具體例中所提供之本案光學系統的照明模組省略成像模組。相較於圖1，楔形稜鏡被兩個反光鏡23所取代。各個反光鏡23將來自於消色差透鏡21的部分光束加以反射，以獲致具有實質平行的中心射線及/或照明場在樣品上重疊之特徵的分光，從而對稱地照射在樣品上。

【0028】為了達到光的偏向及分離，在一些具體例中，該光學系統包含位於光纖與光學模組之間的至少一厚玻片，以將來自於該光纖的光束分成至少兩道光（圖未示）。此具體例亦將光束分成至少兩道光，並且對稱地照射在樣品上。

【0029】在一些具體例中，照明場可直接由不同的光源或次要光源產生。如圖3所示，其顯示一例示性光學系統的照明模組包含兩個光源11，該等光源產生了經由光纖12進入光學模組2的兩道光束。在另一例示性具體例中，圖4提供了一種照明模組，其具有兩個光源11以及一使光學路徑傾斜的反光鏡23，達到與圖3所示相同的效果，抑或其他具體例。

【0030】在一些具體例中，提供了所示照明模組，其包含兩個光源及一光學模組。如圖5所示，一例示性照明模組包含兩個光源11，使兩道光束照射至光學模組2內。因此，如前述圖3至圖5所示，分光的方法是透過由兩個光源的各種配置來達成。熟習於此藝者根據本發明之實施將能夠輕易地理解其他合適的配置/方法。

【0031】就一些具體例而言，為了進一步增加接受處理而進入物鏡內之光束的角度偏向自由度，一照明模組進一步包含至少一調整構件24，以調整位在物鏡31的焦平面32上之至少兩個焦點6的距離，如圖6所示。在某些具體例中，調整構件24位在分光元件旁邊。在某些具體例中，調整構件24包含至少一楔形稜鏡。然而，該元件及其配置並非以此為限。任何具有角度改變功能的任何光學元件皆可做為一調整構件。

【0032】圖7提供本發明光學系統之另一具體例，其包含光源11，該光源產生一光束，該光束接受處理而進入光學模組2內；光學模組2被建構成用於處理該光束以使其進入物鏡31內並且引導至樣品4上，其中接受處理而進入物鏡31內之光束被建構成使該光束偏離物鏡31的中心軸。由樣品4背向散射的光將經由分光器51來處理，並且藉由投射透鏡52而被投射至檢測器53上。光學模組包含消色差透鏡21，以經由光纖12接收來自於光源11的光；球面透鏡25被建構成用於處理來自於消色差透鏡21的光，並且提供面場光（area field light）照射在樣品上。替代地，可切換成柱狀透鏡26，以在樣品上提供線場光（line field light）；楔形稜鏡22被建構成用於將光分成兩道光；且四分之一波片27被建構成用於改變該光的偏極性。由於球面透鏡25

及柱狀透鏡26的可切換性，該光學系統可為一全場光學系統、一線場系統，或是它們的組合。

【0033】在一些具體例中，如圖7所示，本發明光學系統中包括一米勞型物鏡（干涉儀），其包含物鏡31及干涉構件33，而干涉構件33具有一選擇性鍍層34，以反射出一參考光臂來干涉一由樣品4背向散射出來的樣品光臂。藉由調整兩個焦點6的距離，進入物鏡31的兩道分離光可以不被選擇性鍍層34遮蔽，而到達樣品4。在一些具體例中，該光學系統包含一米勞型物鏡、一邁克遜型(Michelson type)物鏡、或一馬赫-曾德爾型(Mach Zehnder type)物鏡。

【0034】在一些具體例中，本發明光學系統為光學同調斷層掃描(OCT)系統、共軛焦顯微術(RCM)系統、雙光子發光顯微術(TPL)系統、或是它們的組合。在某些具體例中，該光學系統包含一米勞型干涉儀、一邁克遜型干涉儀、或一馬赫-曾德爾型干涉儀，但並非以此為限。較佳為光學系統包含一米勞型干涉儀。

【0035】在一些具體例中，該光源為一低光展量寬帶光源。在某些具體例中，該光源為放大式自發發射光源、超輻射發光二極體(SLD)、發光二極體(LED)、寬頻超連續譜光源、鎖模雷射器、可調諧雷射器、傅立葉域鎖模光源、光參量振盪器(OPO)、鹵素燈、晶體光纖螢光體，或是它們的組合等。在某些具體例中，該晶體光纖螢光體包含 $\text{Ce}^{3+}:\text{YAG}$ 晶體光纖、 $\text{Ti}^{3+}:\text{Al}_2\text{O}_3$ 晶體光纖、 $\text{Cr}^{4+}:\text{YAG}$ 晶體光纖，或是它們的組合，但不以此為限。

【0036】如圖8所示，其提供了圖7中之米勞型物鏡，通過物鏡31之偏軸對稱光，較佳為藉由位於干涉構件33上的選擇性塗層34來通透，而照射在樣品4上。這種設計改善了光的使用效率，容許光完全照射至樣品，而改善了所得影像的訊雜比，從而改善影像品質。

【0037】本發明提供光學系統（例如前文所述光學系統）的另一例示性檢測方法。該方法包含：藉由至少一光源提供至少一光束；使該光束進入一物鏡內，並且經由一光學模組引導至一樣品上，其中進入該物鏡內的光束被建構成使該光束偏離該物鏡的中心軸；以及檢測一由該樣品返回的訊號。

【0038】本案光學系統/方法提供了一種照明模組/方法，將光束分成至少兩道光並投射在一樣品上，其中該兩道偏軸且對稱的光束具有實質平行的中心射線及/或重疊的照明場。基於本案光學系統的較佳對稱照明模組（或是偏軸對稱照明模組），將會減少偽像，而且將有效地改善影像品質。其原因在於，非對稱式照明模組對於樣品所提供的照明是一種特定或單一方向的照明，而對稱式照明模組對於樣品所提供的照明則是多方向照明，從而減少產生偽像，進而改善解析度及影像對比。圖9A顯示一由傳統非對稱式照明模組所得到的影像，與圖9B所示本發明對稱式照明模組的影像作比較。再者，圖10提供本發明光學系統的例示性光學影像，該光學系統具有圖2中所顯示的兩個反光鏡。透過圖9及圖10中所顯示的光學影像可知，本發明例示性光學系統可以有效地減少光學影像的偽像及線狀圖樣（linear pattern）。此外，相較於具有非對稱式照明模組的傳統光學系統，影像品質及訊雜比也明顯改善。

【0039】雖然已在本文中顯示及描述本發明的較佳具體例，但對熟習本項技術者而言，這些具體例顯然是僅供例示之用。熟習本項技術者在不悖離本發明的情況下將能夠發想出各式各樣的變異、修改和替換。應了解的是，各種針對在本文所述發明的具體例之替代例皆可用於實現本發明。下列申請專利範圍界定了本發明之範圍，因此涵蓋了落入這些申請專利範圍及其均等範圍內的所有方法及結構。

【符號說明】

- 11... 光源
- 12..... 光纖
- 2..... 光學模組
- 21..... 消色差透鏡
- 22..... 楔形稜鏡
- 23..... 反光鏡
- 24..... 調整構件
- 25..... 球面透鏡
- 26..... 柱狀透鏡
- 27..... 四分之一波片
- 31..... 物鏡
- 32..... 焦平面
- 33..... 干涉構件

- 34..... 選擇性塗層
- 4..... 樣品
- 51..... 分光器
- 52..... 投射透鏡
- 53..... 檢測器
- 6..... 焦點

【生物材料寄存】

(無)

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種光學系統，其包含：

一或多個光源，被建構成用於產生一或多道光束，以進入一光學模組，該光學模組被建構成用於使該些光束進入一物鏡內並且引導至一樣品上，其中進入該物鏡內之該些光束被建構成使該些光束偏離該物鏡的中心軸；以及

一檢測器，其被建構成用於檢測一由該樣品返回的訊號；

其中該光學系統包含一米勞型干涉儀，該米勞型干涉儀包含具有一選擇性塗層的一干涉構件，該選擇性塗層被建構成用於反射出一參考光臂來干涉一由該樣品背向散射出來的樣品光臂，其中該些通過該物鏡而引導至該樣品上之偏離該物鏡中心軸的光束未被該干涉構件上的該選擇性塗層遮蔽。

【請求項2】 如請求項1所述光學系統，其中進入該物鏡內之該些光束係對稱地照射在該樣品上。

【請求項3】 如請求項1所述光學系統，其中進入該物鏡內之該些光束被建構成使其照明場在該樣品上重疊。

【請求項4】 如請求項1所述光學系統，其中進入該物鏡內之該些光束被建構成使該些光束的中心射線實質平行。

【請求項5】 如請求項1所述光學系統，其中該光學系統包含至少二個光源。

【請求項6】 如請求項1所述光學系統，其中該光學模組包含一分光元件，該分光元件包含至少一厚玻片、楔形稜鏡、反光鏡或它們的組合。

【請求項7】 如請求項6所述光學系統，其中該光學系統包含一光纖，該光纖被組裝成用於將該光束傳輸至該光學模組內，其中該厚玻片被建構成用於將由該光纖輸出的光束分成至少兩道分離光。

【請求項8】 如請求項6所述光學系統，其中該光學模組包含一消色差透鏡，該消色差透鏡被建構成用於傳輸來自於該光源的光束，其中楔形稜鏡、反光鏡或它們的組合中之至少一者被設置成用於將該消色差透鏡所傳遞過來的光束分成至少兩道分離光。

【請求項9】 如請求項8所述光學系統，其中該楔形稜鏡的一楔角與該至少兩道分離光的焦點之距離成比例。

【請求項10】 如請求項9所述光學系統，其中該楔角範圍在 2° 至 10° 或是 4° 至 7° 間。

【請求項11】 如請求項1所述光學系統，其中該光學模組包含一調整構件，該調整構件被建構成用於調整進入該物鏡內之該些光束的焦點之距離。

【請求項12】 如請求項1所述光學系統，其中該光源為一小光展量光源，該小光展量光源包含放大式自發發射光源、超輻射發光二極體（SLD）、發光二極體（LED）、寬頻超連續譜光源、鎖模雷射器、可調諧雷射器、傅立葉域鎖模光源、光參量振盪器（OPO）、鹵素燈、晶體光纖螢光體，或是它們的組合。

【請求項13】 如請求項12所述光學系統，其中該晶體光纖螢光體包含 $\text{Ce}^{3+}:\text{YAG}$ 晶體光纖、 $\text{Ti}^{3+}:\text{Al}_2\text{O}_3$ 晶體光纖、 $\text{Cr}^{4+}:\text{YAG}$ 晶體光纖，或是它們的組合。

【請求項14】 如請求項1所述光學系統，其中該光學系統為一光學同調斷層掃描（OCT）系統、一共軛焦顯微術（RCM）系統、一雙光子發光顯微術（TPL）系統，或是它們的組合。

【請求項15】 如請求項1所述光學系統，其中該光學系統為一全場光學系統、一線場系統，或是它們的組合。

【請求項16】 一種將請求項1之光學系統用於檢測光學訊號的方法，其包含：
藉由一或多個光源提供一或多道光束；

處理該些光束使其進入一物鏡內，並且經由一光學模組引導至一樣品上，其中進入該物鏡內之該些光束被建構成使該些光束偏離該物鏡的中心軸；以及
檢測一由該樣品返回的訊號。

【請求項17】 如請求項16所述方法，其中進入該物鏡內之該些光束被對稱地照射在該樣品上。

【請求項18】 如請求項16所述方法，其中進入該物鏡內之該些光束被建構成使其照明場在該樣品上重疊。

【請求項19】 如請求項16所述方法，其中進入該物鏡內之光束被建構成使該些光束的中心射線實質平行。

【請求項20】 如請求項16所述方法，其中該光學系統包含至少二個光源。

【請求項21】 如請求項16所述方法，其中該光學模組包含一分光元件，該分光元件包含至少一厚玻片、楔形稜鏡、反光鏡或它們的組合。

【請求項22】 如請求項21所述方法，其中一光纖被組裝成用於將該光束傳輸至該光學模組內，其中該厚玻片被建構成用於將由該光纖輸出的光束分成至少兩道分離光。

【請求項23】 如請求項21所述方法，其中一消色差透鏡被建構成用於傳輸來自於該光源的光束，其中楔形稜鏡、反光鏡或它們的組合中之至少一者被設置成用於將該消色差透鏡所傳遞過來的光束分成至少兩道分離光。

【請求項24】 如請求項23所述方法，其中該楔形稜鏡的一楔角與該至少兩道分離光的焦點之距離成比例。

【請求項25】 如請求項24所述方法，其中該楔角範圍在 2° 至 10° 或是 4° 至 7° 間。

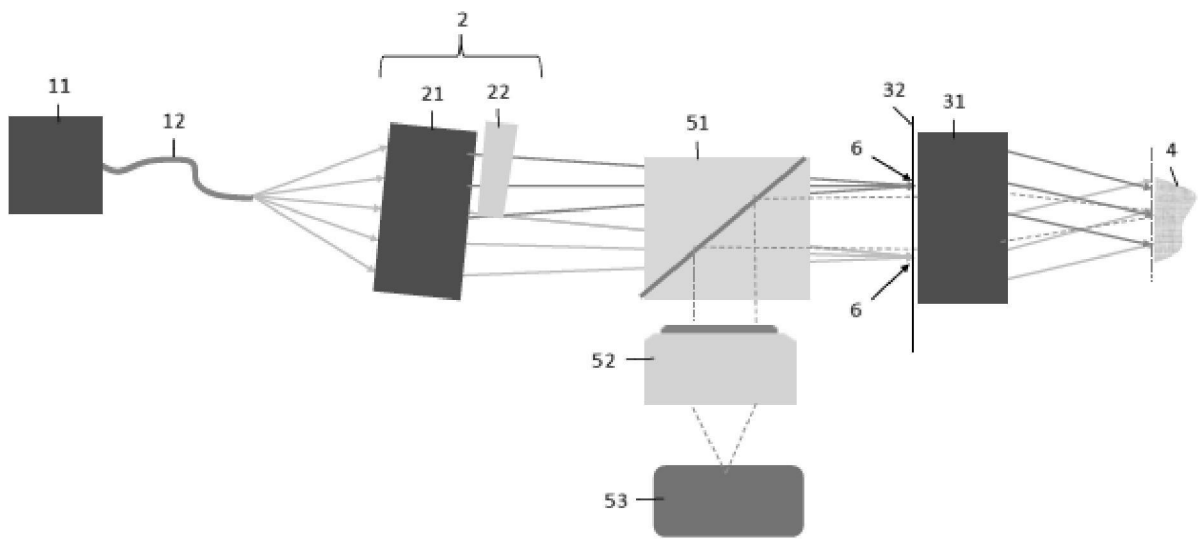
【請求項26】 如請求項16所述方法，其包含經由一調整構件來調整進入該物鏡內之光束的焦點之距離。

【請求項27】 如請求項16所述方法，其中該光源為一小光展量光源，該小光展量光源包含放大式自發發射光源、超輻射發光二極體（SLD）、發光二極體（LED）、寬頻超連續譜光源、鎖模雷射器、可調諧雷射器、傅立葉域鎖模光源、光參量振盪器（OPO）、鹵素燈、晶體光纖螢光體，或是它們的組合。

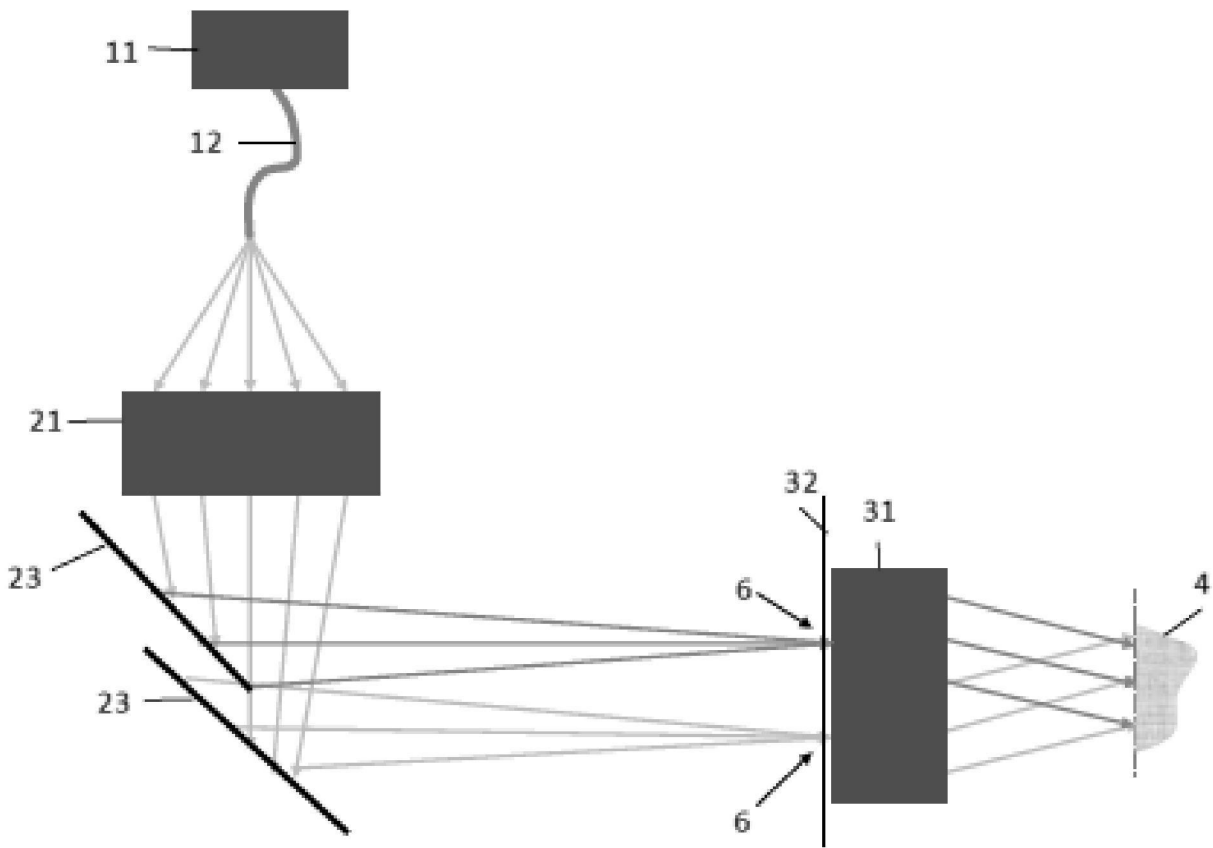
【請求項28】 如請求項27所述方法，其中該晶體光纖螢光體包含 $\text{Ce}^{3+}:\text{YAG}$ 晶體光纖、 $\text{Ti}^{3+}:\text{Al}_2\text{O}_3$ 晶體光纖、 $\text{Cr}^{4+}:\text{YAG}$ 晶體光纖，或是它們的組合。

【請求項29】 如請求項16所述方法，其中該光學系統為一光學同調斷層掃描（OCT）系統、一共軔焦顯微術（RCM）系統、一雙光子發光顯微術（TPL）系統，或是它們的組合。

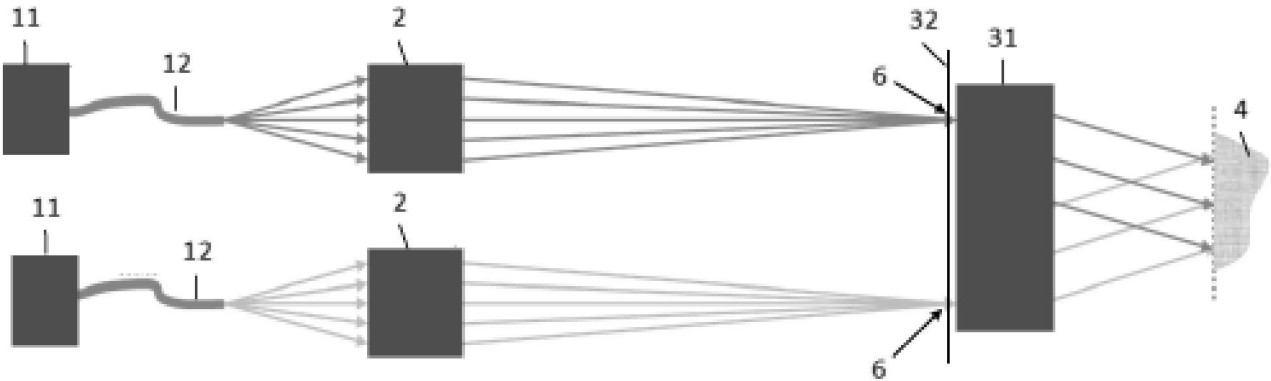
【請求項30】 如請求項16所述方法，其中該光學系統為一全場光學系統、一線場系統，或是它們的組合。



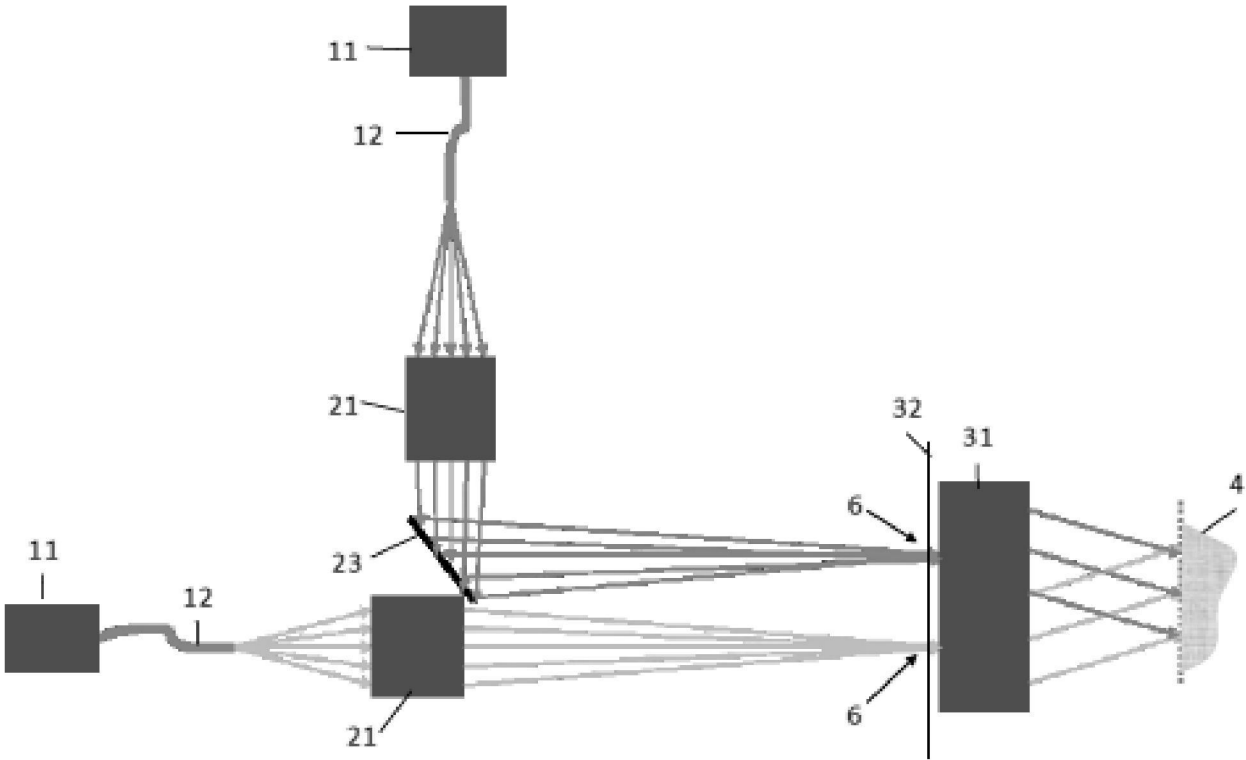
【圖 1】



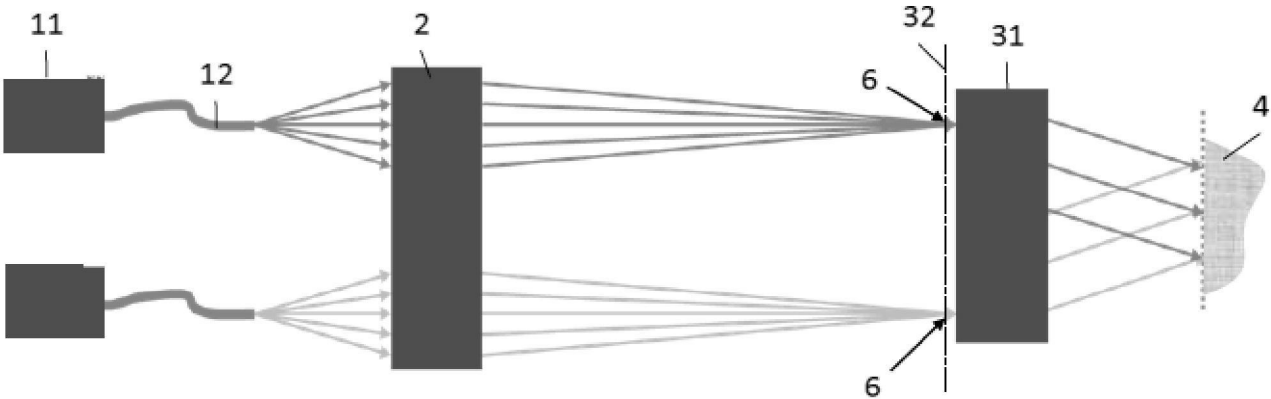
【圖 2】



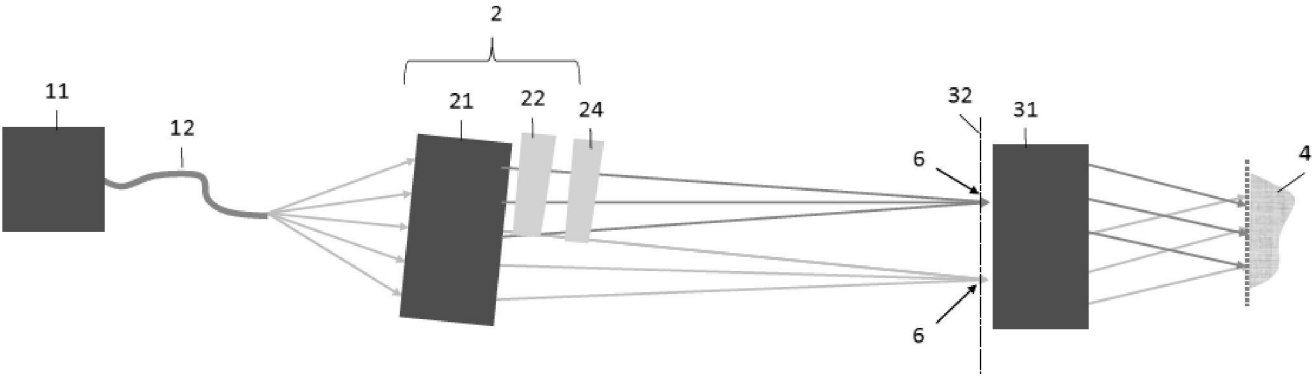
【圖 3】



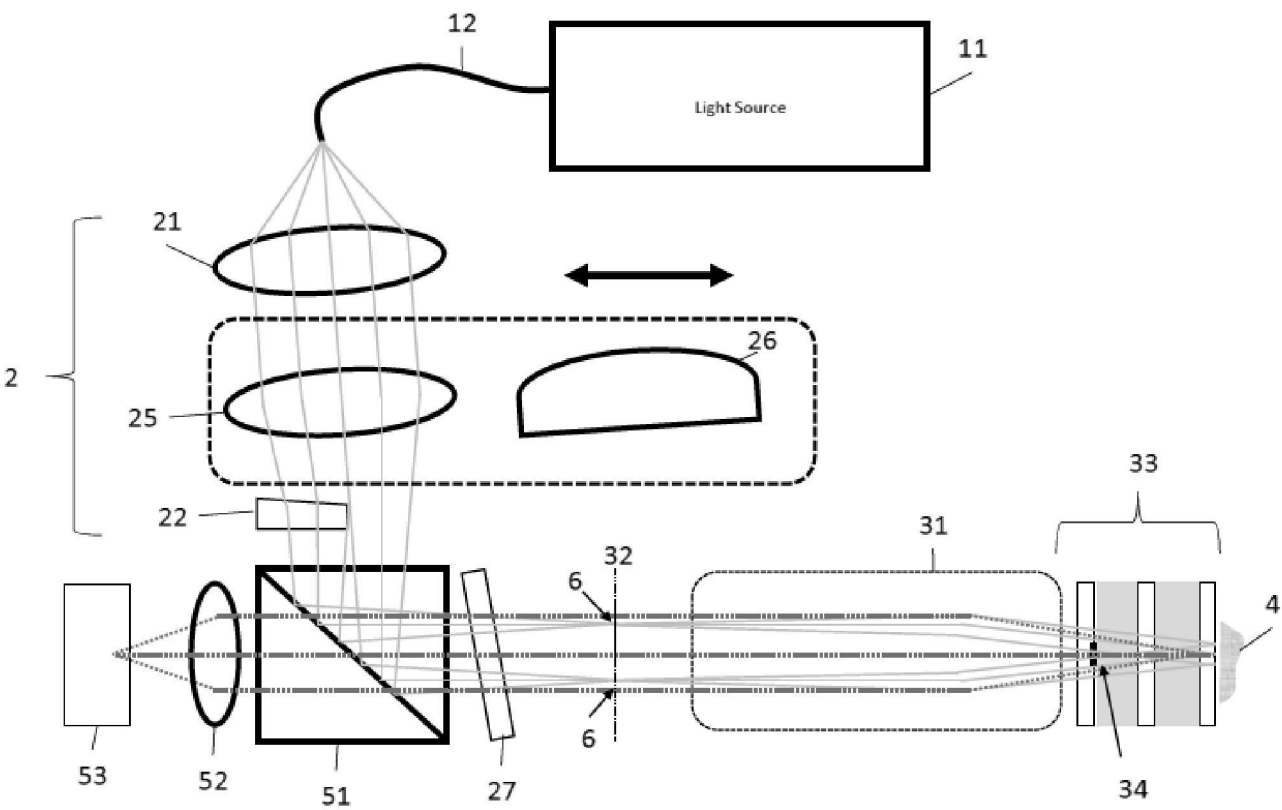
【圖 4】



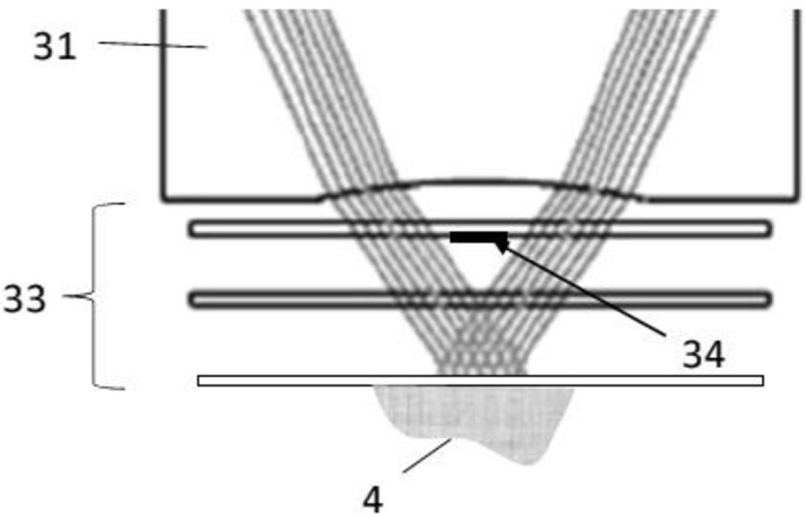
【圖 5】



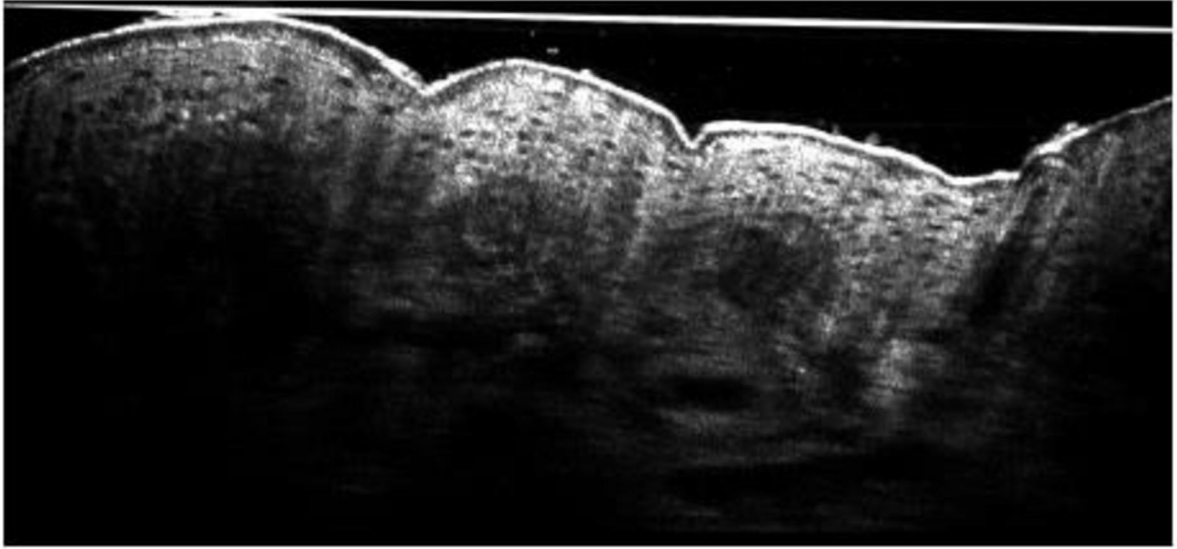
【圖 6】



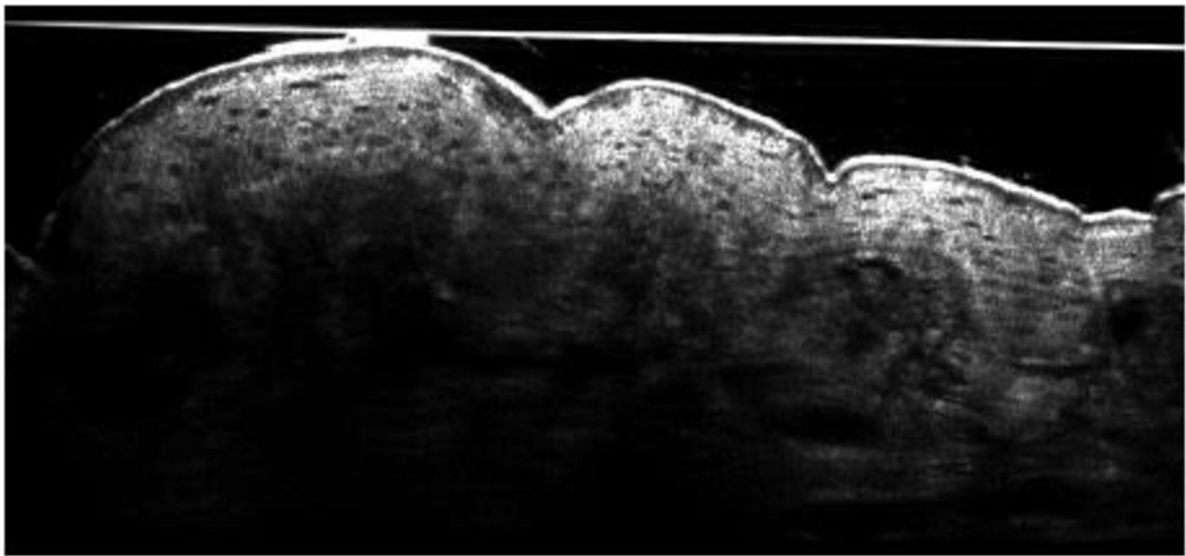
【圖 7】



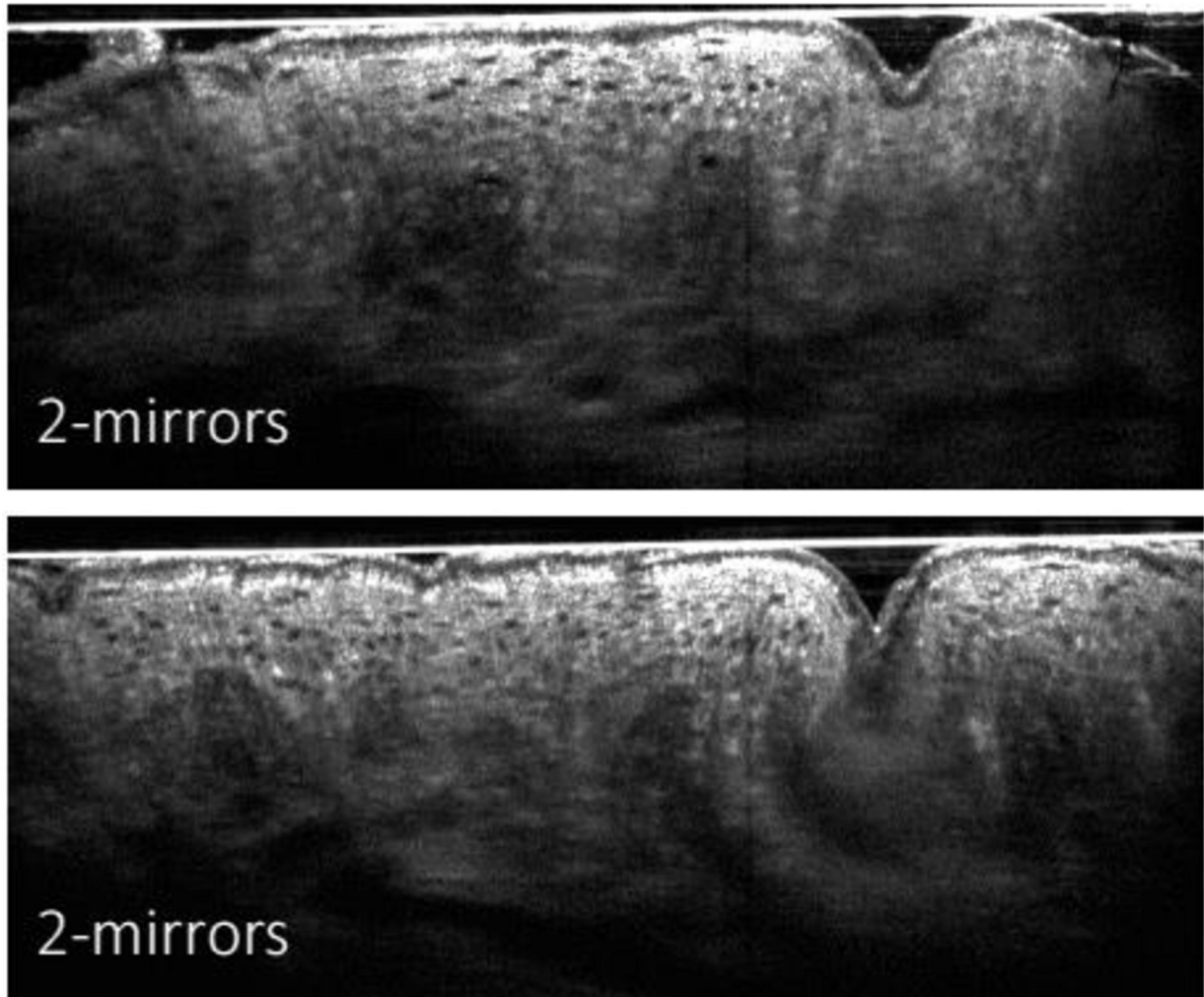
【圖 8】



【圖 9A】



【圖 9B】



【圖 10】