



(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 200946896 A1

(43)公開日：中華民國 98 (2009) 年 11 月 16 日

(21)申請案號：098109786

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 03 月 25 日

(51)Int. Cl. : **G01N21/35 (2006.01)**

(30)優先權：2008/03/26 美國 61/039,453

(71)申請人：3 M新設資產公司 (美國) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (US)
美國

(72)發明人：柏莉亞 菲利浦 安琪拉 BOLEA, PHILLIP ANGELO (US)

(74)代理人：陳長文；簡秀如

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：32 項 圖式數：9 共 49 頁

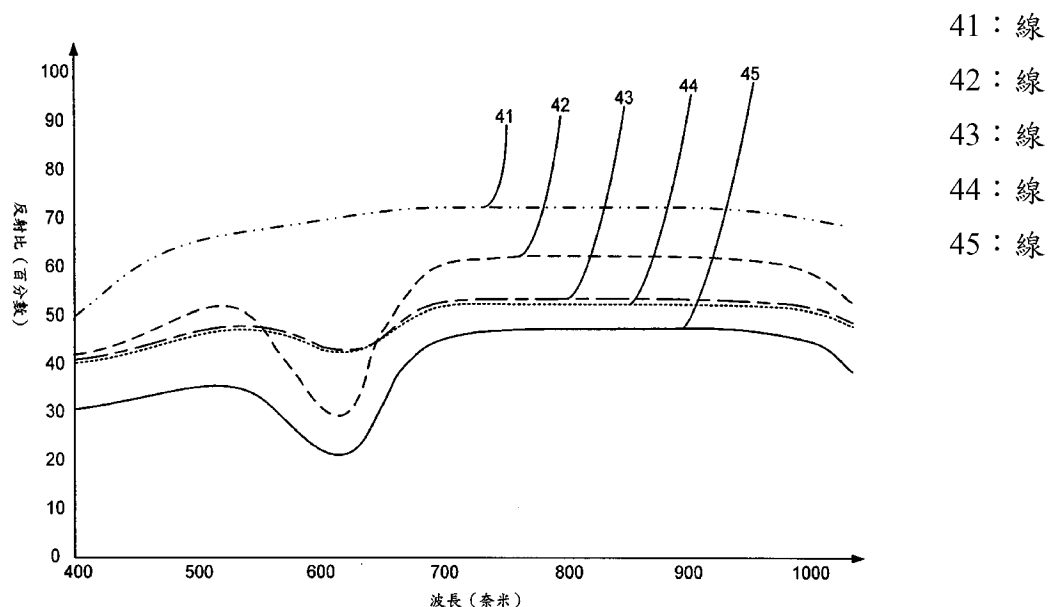
(54)名稱

生物生長媒介之光譜分析

SPECTRAL ANALYSIS OF BIOLOGICAL GROWTH MEDIA

(57)摘要

本揭示案係針對用於生物生長媒介之自動化分析的成像技術及影像分析技術。根據本揭示案，可使用生物生長媒介之光譜回應以自生物生長媒介之影像識別並計數生物因子。可用兩種或更多不同波長之電磁輻射來照明生物生長媒介，且可在此等不同照明下擷取生物生長媒介之影像。可基於一或多個第二影像中之光譜反射率值來正規化一或多個第一影像中之光譜反射率值，其中第一影像與一不同於第二影像之照明波長的照明波長相關聯。正規化可允許更好地識別顯現於生物生長媒介上之生物因子。





(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 200946896 A1

(43)公開日：中華民國 98 (2009) 年 11 月 16 日

(21)申請案號：098109786

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 03 月 25 日

(51)Int. Cl. : **G01N21/35 (2006.01)**

(30)優先權：2008/03/26 美國 61/039,453

(71)申請人：3 M新設資產公司 (美國) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (US)
美國

(72)發明人：柏莉亞 菲利浦 安琪拉 BOLEA, PHILLIP ANGELO (US)

(74)代理人：陳長文；簡秀如

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：32 項 圖式數：9 共 49 頁

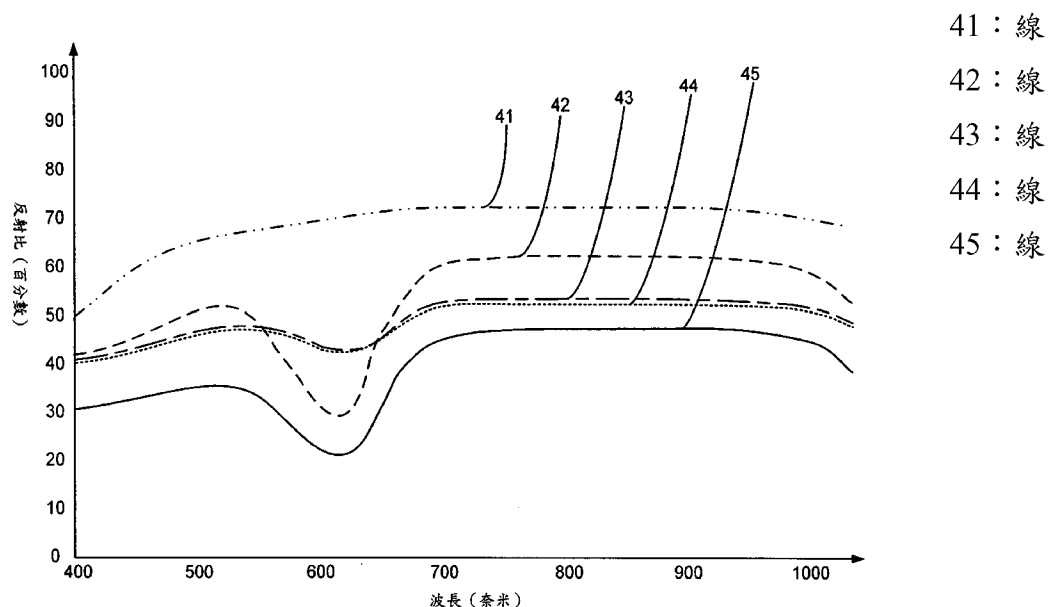
(54)名稱

生物生長媒介之光譜分析

SPECTRAL ANALYSIS OF BIOLOGICAL GROWTH MEDIA

(57)摘要

本揭示案係針對用於生物生長媒介之自動化分析的成像技術及影像分析技術。根據本揭示案，可使用生物生長媒介之光譜回應以自生物生長媒介之影像識別並計數生物因子。可用兩種或更多不同波長之電磁輻射來照明生物生長媒介，且可在此等不同照明下擷取生物生長媒介之影像。可基於一或多個第二影像中之光譜反射率值來正規化一或多個第一影像中之光譜反射率值，其中第一影像與一不同於第二影像之照明波長的照明波長相關聯。正規化可允許更好地識別顯現於生物生長媒介上之生物因子。



六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種生物生長媒介之分析，且特別係關於用於生物生長媒介之自動化分析的成像技術及影像分析技術。

此申請案主張2008年3月26日申請之美國臨時申請案第61/039,453號之權利，該臨時申請案以引用之方式併入本文中。

【先前技術】

生物安全性在現代社會受到重要的關注。對於食品開發者及經銷商而言，針對食物或其他材料中之生物污染的測試已變成重要且有時為強制性的要求。亦使用生物測試來識別諸如取自醫學患者之血液樣本的實驗室樣本、為了實驗目的而開發的實驗室樣本及其他類型之生物樣本中的細菌或其他因子。可利用各種技術及設備來改良生物測試並使生物測試過程簡單化及標準化。

詳言之，已開發了廣泛的多種生物生長媒介。作為一實例，已由Minnesota之St. Paul的3M公司(下文中為「3M」)開發了呈生長平板培養基形式之生物生長媒介。生物生長平板培養基由3M以商品名稱PETRIFILM平板培養基來出售。可利用生物生長平板培養基來促進通常與食物污染相關聯之細菌或其他生物因子(包括(例如)需氧菌、大腸桿菌、大腸菌群、腸桿菌科、酵母、黴菌、金黃色葡萄球菌、李氏菌、曲桿菌類及其他生物因子)的快速生長及偵

測或列舉。使用 PETRIFILM 平板培養基或其他生物生長媒介可簡化對食物樣本之細菌測試。

可使用生物生長媒介來識別細菌之存在，使得可執行矯正措施(在食物測試之狀況下)或可作出恰當的診斷(在醫學用途之狀況下)。在其他應用中，可使用生物生長媒介來使實驗室樣本中之細菌或其他生物因子快速生長(例如，用於實驗目的)。

生物生長媒介處理系統指代用以處理生物生長媒介之系統。可使用生物生長媒介處理系統來列舉生物生長媒介上之細菌菌落或特定生物因子的量。舉例而言，可將食物樣本或實驗室樣本置放於生物生長媒介上，且接著可將該媒介插入至培育室中。培育之後，可將生物生長媒介引入至生物讀取器中，該生物讀取器產生生物生長媒介之一或多個影像。可接著分析(例如，經由電腦)該等影像以用於自動列舉細菌生長。以此方式，生物生長媒介處理系統使對生物生長媒介上之細菌或其他生物因子的偵測及列舉自動化，且藉此藉由減少人為誤差而改良了生物測試過程。

【發明內容】

通常，本揭示案係針對用於生物生長媒介之自動化分析的成像技術及影像分析技術。根據本揭示案，可使用生物生長媒介之光譜回應以自生物生長媒介之影像來識別並計數生物因子。可用兩種或更多不同波長之電磁輻射來照明生物生長媒介，且可在此等不同照明下擷取生物生長媒介之影像。可基於一或多個第二影像中之光譜反射率值(例

如，與像素位置相關聯)來正規化一或多個第一影像(例如，與相同之像素位置相關聯)中之光譜反射率值。在此狀況下，第一影像與一不同於第二影像之照明波長的照明波長相關聯。正規化可允許更好地識別顯現於生物生長媒介上之生物因子。以此方式，光譜分析及正規化可改良對生物因子之自動化偵測。

可在第一波長範圍中之光的照明下產生第一影像，且可在第二波長範圍中之光的照明下產生第二影像。生物因子之光譜回應及背景之光譜回應在不同波長範圍中可不同。可使用第二影像來正規化第一影像，此可改良區別生物媒介之背景與顯現於媒介上之生物因子的能力。用於第一影像之照明可在可見光譜內，且用於第二影像之照明可在可見光譜外。

在一實施例中，本揭示案提供一種方法，其包含：用在可見光譜外之電磁輻射來照明生物生長媒介；產生用在可見光譜外之電磁輻射照明之生物生長媒介的一或多個影像；及基於該一或多個影像來對生物生長媒介上之生物因子進行計數。

在另一實施例中，本揭示案提供一種方法，其包含：用第一電磁輻射來照明生物生長媒介；產生用第一電磁輻射照明之生物生長媒介的一或多個第一影像；用第二電磁輻射來照明生物生長媒介；產生用第二電磁輻射照明之生物生長媒介的一或多個第二影像；基於該一或多個第二影像來正規化該一或多個第一影像中之光譜反射率值；基於正

規化之光譜反射率值來識別生物因子；及對所識別之生物因子進行計數。

在另一實施例中，本揭示案提供一種系統，其包含：成像單元，其用在可見光譜外之電磁輻射來照明生物生長媒介，及產生用在可見光譜外之電磁輻射照明之生物生長媒介的一或多個影像；及電腦，其基於該一或多個影像來對生物生長媒介上之生物因子進行計數。

在另一實施例中，本揭示案提供一種系統，其包含成像單元，該成像單元用第一電磁輻射來照明生物生長媒介、產生用第一電磁輻射照明之生物生長媒介的一或多個第一影像、用第二電磁輻射來照明生物生長媒介及產生用第二電磁輻射照明之生物生長媒介的一或多個第二影像。該系統亦包括電腦，該電腦基於該一或多個第二影像來正規化該一或多個第一影像中之光譜反射率值、基於正規化之光譜反射率值來識別生物因子及對所識別之生物因子進行計數。

在另一實施例中，本揭示案提供一種系統，其包含用於用在可見光譜外之電磁輻射來照明生物生長媒介的構件、用於產生用在可見光譜外之電磁輻射照明之生物生長媒介的一或多個影像的構件及用於基於該一或多個影像來對生物生長媒介上之生物因子進行計數的構件。

在另一實施例中，本揭示案提供一種系統，其包含用於用第一電磁輻射來照明生物生長媒介的構件、用於產生用第一電磁輻射照明之生物生長媒介的一或多個第一影像的

構件、用於用第二電磁輻射來照明生物生長媒介的構件、用於產生用第二電磁輻射照明之生物生長媒介之一或多個第二影像的構件、用於基於該一或多個第二影像來正規化該一或多個第一影像中之光譜反射率值的構件、用於基於正規化之光譜反射率值來識別生物因子的構件及用於對所識別之生物因子進行計數的構件。

在另一實施例中，本揭示案提供一種電腦可讀取媒體，其包含指令，當在生物生長媒介處理系統之電腦中執行時，該等指令使該電腦：接收生物生長媒介之一或多個影像，已在用在可見光譜外之電磁輻射來照明生物生長媒介期間產生該一或多個影像；及基於該一或多個影像來對生物生長媒介上之生物因子進行計數。

在另一實施例中，本揭示案提供一種電腦可讀取媒體，其包含指令，當在生物生長媒介處理系統之電腦中執行時，該等指令使該電腦：接收生物生長媒介之一或多個第一影像，已在用第一電磁輻射來照明生物生長媒介期間產生該一或多個第一影像；接收生物生長媒介之一或多個第二影像，已在用第二電磁輻射來照明生物生長媒介期間產生該一或多個第二影像；基於該一或多個第二影像來正規化該一或多個第一影像中之光譜反射率值；基於正規化之光譜反射率值來識別生物因子；及對所識別之生物因子進行計數。

在下文之隨附圖式及描述中陳述了此等及其他實施例之額外細節。其他特徵、目標及優勢將自描述及圖式以及自

申請專利範圍而變得顯而易見。

【實施方式】

本揭示案係針對用於生物生長媒介之自動化分析的成像技術及影像分析技術。生物生長媒介包含至少一營養物以支援微生物之生長，且視情況可包含至少一指示劑以促進對一特定微生物或一群微生物之偵測。根據本揭示案，可使用生物生長媒介之已量測光譜反射率值而自生物生長媒介之影像來識別並計數生物因子。詳言之，可使用生物生長媒介在兩個或兩個以上之不同波長範圍中的光譜反射率值來識別並計數生物因子。

可用兩種或更多不同波長之電磁輻射來照明生物生長媒介，且可在此等不同照明下擷取生物生長媒介之影像。可基於一或多個第二影像中之光譜反射率值來正規化一或多個第一影像中之光譜反射率值以便更好地識別顯現於生物生長媒介上之生物因子。舉例而言，第一影像之在特定像素位置處的光譜反射率值可基於一或多個第二影像中之在彼相同像素位置處的光譜反射率值而被正規化。正規化可使用比率，在該狀況下，可使用第一影像中之在像素位置處的光譜反射率值與第二影像中之在相同像素位置處的光譜反射率值的比率來識別生物因子及識別生物生長媒介之背景區域。以此方式，光譜分析可改良生物因子之自動化偵測。

可在第一波長範圍中之光的照明下產生第一影像，且可在第二波長範圍中之光的照明下產生第二影像。生物因子

之光譜回應及背景區域之光譜回應在不同照明中可不同。根據本揭示案，可基於第二影像來正規化第一影像，藉此改良區別生物媒介之背景與顯現於媒介上之生物因子的能力。與生物因子相關聯之光譜反射率值及與背景區域相關聯之光譜反射率值在不同波長範圍中可不同。正規化技術可採用此觀測到的現象來改良生物因子之列舉。

用於第一影像之照明可在可見光譜內，且用於第二影像之照明可在可見光譜外。以此方式，可採用生物生長媒介在寬廣波長範圍(在可見光譜內與可見光譜外兩者)內之光譜回應來改良對生物生長媒介之自動化讀出。

圖1係例示性生物生長媒介處理系統20的透視圖，該生物生長媒介處理系統20能夠在處理生物生長媒介24期間實施本揭示案之技術中的一或多者。系統20包含耦接至電腦22之成像單元21。成像單元21在兩種或更多之不同照明設定下(例如，在不同波長之照明下)擷取生物生長媒介24之影像，且電腦22處理該等影像以識別並計數生物生長媒介24上之生物因子。或者，可使用白光及彩色濾光片或其他技術來促進不同波長下之照明。

儘管將電腦22及成像單元21說明為獨立單元，但亦可由一完全整合系統或設備來實施本揭示案之技術，在該完全整合系統或設備中，成像單元21與電腦22被併入至一共同設備(亦即，一完全整合生物讀取器)中。此外，亦可將本揭示案之技術用於模組化系統中，該模組化系統包括一或多個成像單元、一或多個培育單元、一或多個接種單元、

一或多個識別元件(ID)讀取器、ID貼標機及/或在與生物生長媒介24相關聯之模組化處理管線中操作的其他設備。

若需要，則成像單元21可包括一ID讀取器以自生物生長媒介24讀取ID元件(圖1中未展示)。在此狀況下，ID元件可識別生物生長媒介24之平板培養基類型，並允許電腦22基於平板培養基類型來選擇或調整影像分析。此外，其他類型之資訊亦可被編碼或被映射至ID元件。圖2展示一示例性生物生長平板培養基，其包括呈條碼形式之ID元件。下文更詳細地論述了圖2。

在圖1之實例中，電腦22可包括微處理器，該微處理器執行用於生物生長媒介24之影像分析的軟體。因此，電腦22亦可包括記憶體以儲存各種類型之資訊(諸如執行與本揭示案之教示一致之技術的影像分析演算法)。借助於實例，電腦22可包含個人電腦(PC)、桌上型電腦、膝上型電腦、掌上型電腦、工作站或其類似物。可將軟體程式載入於電腦22上以促進對由成像單元21產生之生物生長媒介24之影像的影像分析。

在圖1之實例中，成像單元21經由介面25而耦接至電腦22。介面25(例如)可包含通用串列匯流排(USB)介面、通用串列匯流排2(USB2)介面、IEEE 1394火線介面、小電腦系統介面(SCSI)介面、高級技術附著(ATA)介面、串列ATA介面、周邊組件互連(PCI)介面、串列或並列介面或其類似物。

成像單元21經設計以收納生物生長媒介24。詳言之，成

像單元21包括一外殼，該外殼界定一用於收納生物生長媒介24之輸入槽28。可在外殼上形成引導機構23以幫助將生物生長媒介24插入至成像單元21中。成像單元21亦包括彈出槽(未圖示)，在使生物生長媒介24成像之後經由該彈出槽而彈出生物生長媒介24。成像單元21亦可包括其他特徵(諸如顯示幕(未圖示)以向使用者顯示對生物生長平板培養基分析之進展或結果)。然而，可將本揭示案之技術用於廣泛多種其他類型之成像設備。

成像單元21收容成像組件(諸如照明源及一或多個相機)。在一實例中，成像單元21收容2維單色相機以用於產生所插入之生物生長媒介24的一或多個單色影像。成像單元21中之照明源可提供兩種或更多不同波長之電磁輻射的照明。成像單元21中之照明源可在成像期間照明生物生長媒介24之前側及/或後側。照明器可用兩種或更多不同波長之光來照明生物生長媒介24，且可在該等不同波長之照明下產生生物生長媒介24之不同影像。可將一透明壓板收容於成像單元21內以界定生物生長媒介24相對於相機之成像位置。成像單元21可將影像傳達至電腦22，該電腦22可包括一用於執行影像分析之處理器。

生物生長媒介24可包括生長區域27，在該生長區域27中，細菌或其他因子顯現於生物生長媒介24上。生長區域27可包含平坦表面、凹井或任何對生物生長有用之表面。可製造生物生長媒介24以在生長區域27中包括營養物以促進特定生物因子之快速生長。若需要，則可將樣本(諸如

食物樣本或實驗室樣本)連同一或多種稀釋劑添加至生長區域。此將樣本(及可能之稀釋劑)添加至生長區域27的過程被稱作接種，且可由使用者手動地或可由接種單元(圖1中未展示)自動地執行此過程。接種之後，可接著在培育室或單元(圖1中未展示)中培育生物生長媒介24。

在接種及培育之後，由成像單元21處理生物生長媒介24以便以本文中所描述之方式而產生影像。詳言之，成像單元21在兩種不同波長之照明光下產生至少兩個不同影像。將該等影像自成像單元21發送至執行影像分析的電腦22。

舉例而言，成像單元21可在第一波長範圍中之光照明下產生第一影像。另外，成像單元21可在第二波長範圍中之光照明下產生第二影像。以此方式，用兩種或更多不同波長之電磁輻射來照明生物生長媒介24，且在此等不同照明下由成像單元21擷取生物生長媒介之影像。

在電腦22中，可基於一或多個第二影像中之光譜反射率值來正規化一或多個第一影像中之光譜反射率值以便更好地識別顯現於生物生長媒介上之生物因子。換言之，電腦22使用第一影像中之光譜反射率值與第二影像中之光譜反射率值的比率而相對於生物生長媒介24之背景來識別生物因子。以此方式，電腦22在生物因子之自動化偵測中使用光譜分析。可將光譜反射率值給定為光在特定波長下之反射比百分數，且其可與兩個不同影像中之特定像素位置(或特定區域)相關聯。

生物因子之光譜回應及背景之光譜回應在不同波長範圍

中可不同。電腦22可基於第二影像中之在像素位置處的反射率值來正規化在第一影像之像素位置處的反射率值，藉此改良電腦22區別生物生長媒介24之背景與顯現於生物生長媒介24上之生物因子的能力。反射率值可表示在與不同影像相關聯之照明下生物生長媒介24的在一給定位置處之光譜反射率。

由成像單元21用於第一影像之照明可在可見光譜內，且由成像單元21用於第二影像之照明可在可見光譜外。以此方式，可採用生物生長媒介24在寬廣之波長範圍(在可見光譜內與在可見光譜外兩者)的光譜回應來改良自動化讀出。可在生物生長媒介24位於固定位置時產生影像，以確保不同影像之像素精確地對準以用於正規化目的。

在生物生長媒介24中所測試之給定樣本就細菌菌落計數或其他生物因子而言是否為可接受的判定可取決於每單位面積之細菌菌落數。因此，由成像單元21產生之影像可由電腦22分析，並用以量化在生物生長媒介24上每單位面積之細菌菌落數量。此外，本文中所描述之光譜分析及正規化技術可改良電腦22區別細菌菌落或其他生物因子與生物生長媒介24之背景的能力。若需要，則亦將個別菌落之大小作為因素計入分析中。

圖2係以生物生長平板培養基50之形式的例示性生物生長媒介的俯視圖。經由實例，生物生長平板培養基50可包含由3M以商品名稱PETRIFILM平板培養基出售的生物生長平板培養基。在一些狀況下，生物生長平板培養基50可

包括識別元件54以促進對生物生長平板培養基50之自動化處理。

將識別元件54經說明為光學可讀取圖案(例如，條碼)。然而，在其他狀況下，識別元件54可採取廣泛多種光學圖案(諸如字元、條碼、二維條碼、光柵、全像圖、磷墨及其類似物)。此外，在一些實施例中，識別元件54可包含可見或非可見電路或磁性元件，其可藉由磁性或射頻技術來讀取。舉例而言，識別元件54可包含在許多行業中通常用於庫存追蹤目的之廣泛多種射頻識別(RFID)標籤中的任一者。

生物生長平板培養基50可促進細菌或其他生物因子(包括(例如)需氧菌、大腸桿菌、大腸菌群、腸桿菌科、酵母、黴菌、金黃色葡萄球菌、李氏菌及曲桿菌類以及其類似物)之快速生長及偵測與列舉。使用PETRIFILM平板培養基或其他生長媒介可簡化食物樣本之細菌測試。

如圖2中所示，生物生長平板培養基50界定生長區域52。平板培養基50中所測試之給定樣本就細菌菌落計數而言是否為可接受的判定可取決於每單位面積之細菌菌落數。因此，根據本揭示案，自動化系統可處理生物生長平板培養基50以量化平板培養基50上每單位面積之細菌菌落量，且可將該量或「計數」與臨限值相比較。臨限值可表示(例如)與原始樣本中之可接受(或不可接受)之微生物數有關的菌落計數。生物生長平板培養基50之表面可含有一或多種經設計以促進一或多種類型之細菌或其他生物因子

之快速生長的生長增強劑。

可用樣本來接種生物生長平板培養基50。接種指代在生長區域52內將所測試之材料樣本添加至生物生長平板培養基50之表面的過程(可能使用稀釋劑)。可手動地或以自動化方式執行接種。在接種之後，可將生物生長平板培養基50插入至培育室(未圖示)中。在培育室中，微生物(諸如細菌、酵母或黴菌)生長於生物生長平板培養基50中之營養物上，並在一段時間之後顯現為菌落。由圖2之生物生長平板培養基50上的各種點所表示的菌落(例如，黴菌或其他微生物)可相對於生長區域52之背景色彩而呈現不同色彩，從而促進經由影像分析技術對細菌菌落的自動化偵測及列舉。詳言之，與生物因子相關聯之區域58可呈現得不同於與生物生長平板培養基50之背景相關聯的區域56(特定言之，在可見光譜中)。

如本揭示案中所描述，產生生物生長平板培養基50之兩個或兩個以上之不同影像。可在由第一波長中之電磁輻射(例如，在可見光譜內之光)進行的照明下產生一或多個第一影像。可在由第二波長中之電磁輻射(例如，在可見光譜外之光)進行的照明下產生一或多個第二影像。第二影像中之在個別像素位置處的光譜反射率相對於第一影像之對應像素位置的光譜反射率的比率可幫助相對於與背景相關聯之區域56來偵測與生物因子相關聯之區域58。可使用區域58相對於區域56之以區域為基礎的比較或可能之每一像素位置之基於像素的比率來判定區域58(或區域58內之

像素)是否的確對應於生長於生物生長平板培養基50上的細菌菌落。

換言之，電腦可計算區域58中第一影像中之反射率值相對於第二影像中之反射率值的比率及區域56中第一影像之反射率值相對於第二影像之反射率值的比率。此等比率可提供比僅可自一組影像界定之區域58與56之間的區別更明確的區域58與56之間的區別。將界定此等比率之過程稱作第一影像基於第二影像之正規化。此正規化可改良相對於與區域56相關聯之背景來識別與區域58相關聯之生物因子的能力。舉例而言，在每一像素位置處(或可能之針對不同區域內之若干組像素)，可將所產生之用以正規化第一影像的比率與臨限值相比較以判定彼位置是對應於生物因子還是對應於背景。亦可將其他更複雜之列舉規則或技術應用於每一像素位置處(或由若干組像素位置界定之不同區域處)之已計算比率。可以任何類型之單位量測反射率值且在一些狀況下反射率值可包含無單位的百分數值。

圖3係生物生長媒介處理系統30之方塊圖，該生物生長媒介處理系統30可對應圖1之系統20或另一系統(諸如完全整合生物讀取器或模組化系統)。系統30包括電腦32，該電腦32可包括耦接至記憶體36之處理器33。若需要，則電腦32可耦接至輸出設備38(諸如顯示幕)。電腦32亦可耦接至其他處理單元(未圖示)(諸如接種單元、培育單元、ID讀取器、貼標籤設備或其類似物)。

成像單元31耦接至電腦32。成像單元31產生生物生長媒

介之一或多個影像並將該等影像提供至電腦32。處理器33基於儲存於記憶體36中之影像分析演算法來處理該等影像。舉例而言，記憶體36可儲存各種促進對由成像單元31產生之影像進行影像分析的處理器可執行軟體指令。處理器33執行此等指令以實施本揭示案之技術。輸出設備38接收由處理器33判定之結果並將該等結果提供至使用者。

記憶體36亦可儲存資料庫40以及用於資料庫40之管理的資料庫管理軟體。可使用記憶體36之資料庫40以將不同類型之資訊與不同生物生長媒介相關聯。又，可使用資料庫40來儲存與不同類型之生物生長平板培養基相關聯的光譜輪廓。此等光譜輪廓可(例如)用於生物生長平板培養基之處理中，且可能幫助相對於與背景相關聯之區域56來區別與生物因子相關聯之區域58(圖2)。為產生此等光譜輪廓，可經由分光計來記錄例示性生物生長媒介之反射回應。資料庫40可儲存廣泛多種不同類型之生物生長媒介的光譜輪廓，且可用與新穎類型之生物生長媒介相關聯的光譜輪廓來不時地更新資料庫40。

更具體言之，與生物生長平板培養基相關聯之光譜輪廓可幫助判定在生物媒介中是否存在錯誤或缺陷。可將光譜輪廓與生物生長媒介上之已量測資料相比較以便識別使生物生長媒介不精確的製造商缺陷或使用缺陷。在此狀況下，若與生物生長媒介相關聯之已量測反射率值偏離預期之光譜回應太遠，則可將彼媒介標記為包括可能之錯誤。此等錯誤(例如)可歸因於老化、製造缺陷或由實驗室技術

員或其他使用者造成的不當使用。舉例而言，生物生長媒介上之不當或過度接種可導致生物生長媒介過度填充有接種物，從而可能產生錯誤，該等錯誤可藉由將已量測之反射率值與和生物媒介相關聯之預期光譜輪廓相比較來偵測。

每一類型之生物生長平板培養基可界定獨特之光譜簽名。若一或多個區域中之已量測反射率值與如由獨特光譜簽名所界定之預期值不匹配，則可將媒介標記為包括可能之錯誤。以此方式，可基於光譜輪廓來處理生物生長媒介以便改良生物生長媒介之自動化分析的完整性。除檢查歸因於老化、製造缺陷或不當接種之清楚錯誤之外，可將光譜輪廓用於其他目的。

圖4係說明與生物生長媒介上之不同位置相關聯之光譜回應的圖表。圖4之圖表提供對在關於可購自Minnesota之Saint Paul的3M公司的PETRIFILM酵母及黴菌計數平板培養基(下文中稱作「PETRIFILM YM平板培養基」)所執行之實驗中收集到的資料的粗略說明。PETRIFILM YM平板培養基係用黴菌(M6株)來接種的並且係根據PETRIFILM YM平板培養基之說明書來培育的。使用海洋光學型號USB4000分光計來量測PETRIFILM YM平板培養基在鹵素光源下之反射率。

識別PETRIFILM YM平板培養基上之五個不同位置以用於比較不同波長下之光譜回應。線41對應於與PETRIFILM YM平板培養基上之背景邊緣位置(亦即，第一背景位置)相

關聯之光譜回應。線42對應於與形成於PETRIFILM YM平板培養基上之生物因子(亦即，第一因子)相關聯之光譜回應。線43對應於與PETRIFILM YM平板培養基上之非邊緣背景位置(亦即，第二背景位置)相關聯之光譜回應。線44對應於與PETRIFILM YM平板培養基上之另一非邊緣背景位置(亦即，第三背景位置)相關聯之光譜回應。線45對應於與形成於PETRIFILM YM平板培養基上之另一生物因子(亦即，第二因子)相關聯之光譜回應。

如可自圖4所見，在400奈米至700奈米之間(且具體言之，在500奈米與700奈米之間)的可見光譜中的光譜資訊帶有區別線42及45(對應於生物因子)與線41、43及44(對應於不同背景位置)的大體上全部資訊。此外，線42展示在可見光譜之實質部分中小於線43及44之反射比，但展示在超過700奈米之波長下大於線43及44之反射比。在位於800奈米與900奈米之間的波長中，所有線近似平行。

此等觀測可允許使用正規化技術。舉例而言，可使用在位於700奈米與1000奈米之間(或更具體言之，在800奈米與900奈米之間)的波長下的已量測光譜反射率來正規化在位於400奈米與700奈米之間的可見光譜中的已量測光譜反射率。可藉由在可見光譜中之波長(例如，在大約500奈米與大約700奈米之間)下進行的照明下擷取生物生長媒介之第一影像及在可見光譜外之波長(例如，在大約800奈米與大約900奈米之間)下進行的照明下擷取生物生長媒介之第二影像來利用不同範圍中生物生長媒介之預期或已量測之

光譜特徵。

圖5係方塊圖，其說明在照明設備(諸如圖1之成像單元21)內對生物生長媒介115之照明。照明設備包括照明源110A、110B及110C(共同地為照明源110)。照明設備亦包括相機112，該相機112可包含2維單色相機或另一類型之相機。可相對於相機112而將生物生長媒介115固持於成像位置中。生物生長媒介115可駐留於透明壓板114上，或可在需要或不需要壓板114的情況下藉由引導機構、鉗狀物或其他元件而固持於適當位置。

照明源110用兩種或更多不同波長之電磁輻射來照明生物生長媒介115，且相機112在此等不同照明中之每一者下擷取生物生長媒介115之一或多個影像。詳言之，相機112可在由照明源110用第一波長中之電磁輻射(例如，在可見光譜內之光)進行的照明下擷取生物生長媒介115之第一影像。相機112可在由照明源110用第二波長中之電磁輻射(例如，在可見光譜外之光)進行的照明下擷取生物生長媒介115之第二影像。可在相對於相機112而將生物生長媒介115固持於固定位置時擷取第一影像及第二影像以確保第一影像之像素對應於第二影像之像素。可接著將此等影像自相機112傳達至電腦以進行分析。

電腦(圖4中未展示)可分析影像並產生每一像素位置之比率以正規化第一影像之反射率值。詳言之，第二影像中之光譜反射率值相對於第一影像中之光譜反射率值的比率可幫助相對於與背景相關聯之生物生長媒介115區域來偵

測與生物因子相關聯之生物生長媒介115區域。

照明源110可包含廣泛多種設備或組態中之任一者。照明源110可包含螢光光源，其具有濾光片以界定恰當之照明波長。或者，照明源110可包含半導體光源(諸如發光二極體)。可界定發光二極體(例如)以產生照明波長，或可將濾光片用於此目的。亦可使用許多其他類型之照明源。儘管圖5展示了被定位於生物生長媒介115之前側及後側上之照明源110，但在一些狀況下可使用僅來自生物生長媒介115之一側的照明。實際上，可使用廣泛多種組態以達成與本揭示案一致之兩個不同照明波長範圍。

在一實例中，照明源110A產生第一波長下之照明且照明源110B產生第二波長下之照明。照明源110C可提供該兩個不同波長中之背光。在其他狀況下，照明源110中之每一者可包括能夠在第一波長及第二波長下進行照明之元件。可使用許多不同波長範圍來界定在若干不同波長之照明下的影像。當擷取影像時，相機112將影像發送至電腦以進行與本揭示案一致之影像分析。再次，可在相對於相機112而將生物生長媒介115固持於固定位置時擷取第一影像及第二影像以確保第一影像之像素對應於第二影像之像素。

在另一實施例中，可將白光照明與光學濾光片(靜止的或位於濾光輪中)配合使用。又，在另一實施例中，可將白光照明與影像感測器上之呈光罩陣列(例如，類似於貝爾光罩)形式的插入之光學濾光片配合使用。在任何狀況

下，第一光譜影像中之像素位置之反射率值可基於一或多個第二光譜影像中之相同空間像素位置的反射率值而被正規化。第一影像可與不同於一或多個第二影像之照明波長的照明波長相關聯。亦可使用在不同照明波長下之額外影像。

圖6係說明與形成於生物生長媒介上之要素相關聯之光譜回應及與生物生長媒介上之背景區域相關聯之光譜回應的圖表。在圖6中，線64對應於圖4之線44且線65對應於圖4之線45。窗66A及66B可分別界定用以擷取第一影像及第二影像之照明波長範圍。對於該等影像中之每一者而言，可判定每一像素位置之強度，且可判定窗66A(與第一光譜影像相關聯)及66B(與第二光譜影像相關聯)中之強度的比率。可將此過程看作基於與窗66B相關聯之第二影像來正規化與窗66A相關聯之第一影像的反射率值。此藉由使用比率所進行的正規化可改良偵測每一給定像素是與背景相關聯還是與生物因子相關聯的能力。此外，若需要，則可將與背景及因子相關聯之預期光譜輪廓程式化至電腦中，並使用該輪廓以藉由提供背景中之像素及與生物因子相關聯之像素的預期值或預期比率來對分析進行補充。以此方式，預期光譜輪廓可幫助識別生物因子。如所提及，亦可將預期光譜輪廓用於品質控制及對歸因於老化、製造缺陷或不當接種之可能錯誤的偵測。

本揭示案之技術可顯著改良區分背景與生物因子的能力。即使在第一照明下所產生之影像中的背景之反射比與

生物因子之反射比之間的絕對差異並不顯著，正規化之差異仍可為顯著的。因此，本揭示案之正規化技術可產生在區分或區別背景區域與形成於生物生長媒介上之生物因子的能力方面的改良。在每一像素位置處(或可能之針對不同區域內之若干組像素)，可將所產生之用以正規化第一影像的比率與臨限值相比較以判定彼位置是對應於生物因子還是對應於背景。亦可將其他更複雜之列舉規則或技術應用於每一像素位置處(或在由若干組像素位置界定之不同區域處)之已計算比率。

圖7係說明與形成於生物生長媒介上之要素相關聯之光譜回應及與生物生長媒介上之背景區域相關聯之光譜回應的另一圖表。在圖7中，線74對應於圖4之線44且線72對應於圖4之線42。窗76A及76B可分別界定用以擷取第一影像及第二影像之照明。對於該等影像中之每一者而言，可判定每一像素位置之強度，且可判定窗76A及76B中之強度的比率。可將此過程看作基於與窗76B相關聯之第二影像之光譜反射率值來正規化與窗76A相關聯之第一影像之光譜反射率值。可接著將該等比率與一或多個臨限值相比較以判定像素位置是對應於生物因子還是對應於背景。

與圖6之實例一樣，此藉由使用比率所進行之正規化可改良偵測每一給定像素是與背景相關聯還是與生物因子相關聯的能力。再一次，若需要，則可將與背景及因子相關聯之預期光譜輪廓程式化至電腦中，並使用該輪廓以藉由提供背景中之像素及與生物因子相關聯之像素的預期值或

預期比率來對分析進行補充。

在圖7之實例中，可相對於一頻率範圍(例如，由第一窗76A界定)中之值的絕對比較來顯著改良區分背景(與線74相關聯)與生物因子(與線72相關聯)的能力。在此狀況下，對於在第一照明下所產生之影像而言，即使窗76A中背景之反射比與生物因子之反射比之間的絕對差異僅約為15%，正規化差異仍可超過30%。因此，圖7之實例在使用如本文中所概述之正規化技術或比率的情況下可產生與生物因子相關聯之像素相對於背景中之像素之量化差異方面的100%以上之改良。

圖8係說明與本揭示案一致之技術的流程圖。如圖8中所示，成像單元21用第一電磁輻射來照明生物生長媒介24(如步驟81中所示)，並產生用第一電磁輻射照明之生物生長媒介24的一或多個第一影像(如步驟82中所示)。成像單元21亦用第二電磁輻射來照明生物生長媒介24(如步驟83中所示)，並產生用第二電磁輻射照明之生物生長媒介的一或多個第二影像(如步驟84中所示)。將所產生之影像發送至電腦22以進行影像分析。

電腦22基於第一影像及第二影像來對生物生長媒介24上之生物因子進行計數。詳言之，電腦22基於一或多個第二影像來正規化一或多個第一影像中之光譜反射率值(如步驟85中所示)、基於正規化之光譜反射率值來識別生物因子(如步驟86中所示)及對所識別之生物因子進行計數(如步驟87中所示)。換言之，電腦22判定一或多個第一影像中

之光譜反射率值與一或多個第二影像中之光譜反射率值的比率、基於該等比率來識別生物因子及對所識別之生物因子進行計數。

第一電磁輻射可在可見光譜內，且第二電磁輻射可在可見光譜外。舉例而言，第一電磁輻射可包含具有在約500奈米與700奈米之間的波長的光，且第二電磁輻射可包含具有在約800奈米與900奈米之間的波長的光。若所要之電腦22可儲存與生物生長媒介相關聯之光譜輪廓，則在該狀況下，對生物生長媒介24上之生物因子的識別可基於第一影像及第二影像以及所儲存之光譜輪廓。或者，可使用所儲存之光譜輪廓來處理生物生長媒介，從而可能提供對生物生長媒介之品質控制。當開發新穎類型之生物生長平板培養基時，可用新的光譜輪廓來更新電腦22。

圖9係說明與本揭示案一致之技術的另一流程圖。如圖9中所示，成像單元21用在可見光譜外之電磁輻射來照明生物生長媒介24(如步驟91中所示)，並產生用在可見光譜外之電磁輻射照明之生物生長媒介24的一或多個影像(如步驟92中所示)。可將所產生之影像發送至電腦22以進行影像分析，且電腦22可基於一或多個影像來對生物生長媒介24上之生物因子進行計數(如步驟93中所示)。

再次，在可見光譜外之電磁輻射可包含具有在約700奈米與約1000奈米之間且更具體言之在約800奈米與約900奈米之間的波長的光。亦可產生在可見光譜內之影像，在該狀況下，電腦22可基於與可見光譜中之照明相關聯的一或

多個第一影像及與可見光譜外之照明相關聯的一或多個第二影像來對生物生長媒介24上之生物因子進行計數。

本文中所描述之技術可取決於廣泛多種修改及實施具體(implementation-specific)細節。舉例而言，使用在可見光譜外之光下所產生之影像可具有其他應用，諸如配合經設計以顯現可見光譜外之波長中的光譜資訊的生物生長媒介使用。另外，儘管已描述了特定例示性系統，但可將本揭示案之技術用於其他類型之系統或設備(諸如模組化生物生長媒介處理系統，或包括成像及影像處理能力之完全整合生物讀取器)中。

可以硬體、軟體、韌體或其任何組合來實施本文中所描述之技術。若以軟體實施，則可至少部分地由電腦可讀取媒體來實現該等技術，該電腦可讀取媒體包含指令，當由生物生長媒介處理系統之電腦來執行時，該等指令使該電腦執行本揭示案之技術中之一或多者。電腦可讀取資料儲存媒體可形成電腦程式產品之一部分，該電腦程式產品可包括包裝材料。電腦可讀取媒體可包含隨機存取記憶體(RAM)(諸如同步動態隨機存取記憶體(SDRAM))、唯讀記憶體(ROM)、非揮發性隨機存取記憶體(NVRAM)、電子可抹除可程式化唯讀記憶體(EEPROM)、快閃記憶體、磁性或光學資料儲存媒體及其類似物。

可在系統之電腦中由一或多個處理器、通用微處理器、ASIC、FPGA或其他等效之整合或個別的邏輯電路執行電腦可讀取指令。因此，如本文中所使用，術語「處理器」

可指代適合用於實施本文中所描述之技術的任何結構。

對於軟體實施例而言，本揭示案可提供電腦可讀取媒體，其包含指令，當在生物生長媒介處理系統之電腦中執行時，該等指令使該電腦：接收生物生長媒介之一或多個影像，已在用在可見光譜外之電磁輻射來照明生物生長媒介期間產生該一或多個影像；及基於該一或多個影像來對生物生長媒介上之生物因子進行計數。

另外，本揭示案可提供一電腦可讀取媒體，該電腦可讀取媒體包含指令，當在生物生長媒介處理系統之電腦中執行時，該等指令使該電腦：接收生物生長媒介之一或多個第一影像，已在用第一電磁輻射來照明生物生長媒介期間產生該一或多個第一影像；接收生物生長媒介之一或多個第二影像，已在用第二電磁輻射來照明生物生長媒介期間產生該一或多個第二影像；基於該一或多個第二影像來正規化該一或多個第一影像中之光譜反射率值；及基於正規化之光譜反射率值來對生物因子進行計數。

若以硬體實施，則本揭示案可針對電路(諸如經組態以執行本文中所描述之技術中之一或多者的積體電路、ASIC、FPGA、邏輯或其各種組合)。可在不背離本發明之精神及範疇的情況下作出各種修改。此等及其他實施例係在以下申請專利範圍之範疇內。

【圖式簡單說明】

圖1係例示性生物生長媒介處理系統之透視圖，該生物生長媒介處理系統能夠在處理生物生長媒介期間實施本文

中所描述之技術中之一或多者；

圖2係根據本揭示案之呈生物生長平板培養基形式的例示性生物生長媒介的俯視圖；

圖3係與本揭示案一致之生物生長媒介處理系統的方塊圖；

圖4係說明與生物生長媒介上之不同位置相關聯之光譜回應的圖表；

圖5係說明在照明設備內生物生長媒介之照明的方塊圖；

圖6係說明與形成於生物生長媒介上之生物因子相關聯的光譜回應及與生物生長媒介上之背景區域相關聯的光譜回應的圖表；

圖7係說明與形成於生物生長媒介上之生物因子相關聯的光譜回應及與生物生長媒介上之背景區域相關聯的光譜回應的另一圖表；及

圖8-圖9係說明本揭示案之技術的流程圖。

【主要元件符號說明】

20	生物生長媒介處理系統
21	成像單元
22	電腦
23	引導機構
24	生物生長媒介
25	介面
27	生長區域

28	輸入槽
30	生物生長媒介處理系統
31	成像單元
32	電腦
33	處理器
36	記憶體
38	輸出設備
40	資料庫
41	線
42	線
43	線
44	線
45	線
50	生物生長平板培養基
52	生長區域
54	識別元件
56	區域
58	區域
64	線
65	線
66A	窗
66B	窗
72	線
74	線

76A	窗
76B	窗
110A	照明源
110B	照明源
110C	照明源
112	相機
114	透明壓板
115	生物生長媒介

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98109786

※申請日：98.7.25

※IPC 分類：

G01N 21/35 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

生物生長媒介之光譜分析

SPECTRAL ANALYSIS OF BIOLOGICAL GROWTH MEDIA

二、中文發明摘要：

本揭示案係針對用於生物生長媒介之自動化分析的成像技術及影像分析技術。根據本揭示案，可使用生物生長媒介之光譜回應以自生物生長媒介之影像識別並計數生物因子。可用兩種或更多不同波長之電磁輻射來照明生物生長媒介，且可在此等不同照明下擷取生物生長媒介之影像。可基於一或多個第二影像中之光譜反射率值來正規化一或多個第一影像中之光譜反射率值，其中第一影像與一不同於第二影像之照明波長的照明波長相關聯。正規化可允許更好地識別顯現於生物生長媒介上之生物因子。

三、英文發明摘要：

This disclosure is directed to imaging techniques and image analysis techniques for automated analysis of biological growth media. According to this disclosure, the spectral responses of biological growth media can be used to identify and count biological agents from images of biological growth media. The biological growth media may be illuminated with two or more different wavelengths of electromagnetic radiation, and images of the biological growth media can be captured under these different illuminations. The spectral reflectance values in one or more first images can be normalized based on the spectral reflectance values in one or more second images, wherein the first images are associated with a different wavelength of illumination than the second images. The normalization may allow for better identification of biological agents that manifest on the biological growth media.

七、申請專利範圍：

1. 一種方法，其包含：

用在一可見光譜外之電磁輻射來照明一生物生長媒介；

產生用在該可見光譜外之該電磁輻射照明之該生物生長媒介的一或多個影像；及

基於該一或多個影像對該生物生長媒介上之生物因子進行計數。

2. 如請求項1之方法，其中用在該可見光譜外之電磁輻射來照明該生物生長媒介包含用具有一在約700奈米與約1000奈米之間的波長的光來照明該生物生長媒介。

3. 如請求項1之方法，其中用在該可見光譜外之電磁輻射來照明該生物生長媒介包含用具有一在約800奈米與約900奈米之間的波長的光來照明該生物生長媒介。

4. 如請求項1之方法，其進一步包含：

用在該可見光譜內之第一電磁輻射來照明該生物生長媒介；

產生用該第一電磁輻射照明之該生物生長媒介的一或多個第一影像；

用在該可見光譜外之第二電磁輻射來照明該生物生長媒介；

產生用該第二電磁輻射照明之該生物生長媒介的一或多個第二影像；及

基於該生物生長媒介之該等第一影像及第二影像來對

該生物生長媒介上之該等生物因子進行計數。

5. 如請求項4之方法，其進一步包含：

基於該一或多個第二影像來正規化該一或多個第一影像中之光譜反射率值；及

基於該等正規化之光譜反射率值來識別該等生物因子；及

對該等所識別之生物因子進行計數。

6. 如請求項5之方法，其中：

在該可見光譜內之該第一電磁輻射包含具有一在約500奈米與約700奈米之間的波長的光；及

在該可見光譜外之該第二電磁輻射包含具有一在約800奈米與約900奈米之間的波長的光。

7. 如請求項4之方法，其進一步包含：

判定該一或多個第一影像中之光譜反射率與該一或多個第二影像中之光譜反射率的比率；

基於該等比率來識別該等生物因子；及

對該等所識別之生物因子進行計數。

8. 如請求項1之方法，其進一步包含：

儲存一與該生物生長媒介相關聯之光譜輪廓；及

基於該所儲存之光譜輪廓來處理該生物生長媒介。

9. 一種方法，其包含：

用第一電磁輻射來照明一生物生長媒介；

產生用該第一電磁輻射照明之該生物生長媒介的一或多個第一影像；

用第二電磁輻射來照明該生物生長媒介；

產生用該第二電磁輻射照明之該生物生長媒介的一或多個第二影像；

基於該一或多個第二影像來正規化該一或多個第一影像中之光譜反射率值；

基於該等經正規化之光譜反射率值來識別該等生物因子；及

對該等所識別之生物因子進行計數。

10. 如請求項9之方法，其中該第一電磁輻射是在一可見光譜內，且該第二電磁輻射是在該可見光譜外。

11. 如請求項10之方法，其中：

該第一電磁輻射包含具有一在約500奈米與約700奈米之間的波長的光；及

該第二電磁輻射包含具有一在約800奈米與約900奈米之間的波長的光。

12. 如請求項9之方法，其進一步包含：

儲存一與該生物生長媒介相關聯之光譜輪廓；及

基於該所儲存之光譜輪廓來處理該生物生長媒介。

13. 如請求項9之方法，其中：

基於該一或多個第二影像來正規化該一或多個第一影像中之光譜反射率值包含針對不同像素位置來判定該一或多個第一影像中之光譜反射率值與該一或多個第二影像中之光譜反射率值的比率；及

識別該等生物因子包含將該等比率與一或多個臨限值

相比較。

14. 一種系統，其包含：

一成像單元，其用在一可見光譜外之電磁輻射來照明一生物生長媒介，並產生用在該可見光譜外之該電磁輻射照明之該生物生長媒介的一或多個影像；及

一電腦，其基於該一或多個影像來對該生物生長媒介上之該等生物因子進行計數。

15. 如請求項14之系統，其中該成像單元用具有在一約700奈米與約1000奈米之間的波長的光來照明該生物生長媒介。

16. 如請求項15之系統，其中該成像單元用具有在一約800奈米與約900奈米之間的波長的光來照明該生物生長媒介。

17. 如請求項14之系統，其中：

該成像單元用在該可見光譜內之第一電磁輻射來照明該生物生長媒介、產生用該第一電磁輻射照明之該生物生長媒介的一或多個第一影像、用在該可見光譜外之第二電磁輻射來照明該生物生長媒介，及產生用該第二電磁輻射照明之該生物生長媒介的一或多個第二影像；及

該電腦基於該生物生長媒介之該等第一影像及第二影像來對該生物生長媒介上之該等生物因子進行計數。

18. 如請求項17之系統，其中該電腦：

基於該一或多個第二影像來正規化該一或多個第一影像中之光譜反射率值；

基於該等經正規化之光譜反射率值來識別該等生物因子；及

對該等所識別之生物因子進行計數。

19. 如請求項18之系統，其中：

在該可見光譜內之該第一電磁輻射包含具有一在約500奈米與約700奈米之間的波長的光；及

在該可見光譜外之該第二電磁輻射包含具有一在約800奈米與900奈米之間的波長的光。

20. 如請求項17之系統，其中該電腦：

判定該一或多個第一影像中之光譜反射率值與該一或多個第二影像中之光譜反射率值的比率；

基於該等比率來識別該等生物因子；及

對該等所識別之生物因子進行計數。

21. 如請求項14之系統，其中該電腦：

儲存一與該生物生長媒介相關聯之光譜輪廓；及

基於該所儲存之光譜輪廓來處理該生物生長媒介。

22. 如請求項14之系統，其進一步包含：

一接種單元，其接種該生物生長媒介；及

一培育單元，其培育該生物生長媒介。

23. 一種系統，其包含：

一成像單元，其用第一電磁輻射來照明一生物生長媒介、產生用該第一電磁輻射照明之該生物生長媒介的一或多個第一影像、用第二電磁輻射來照明該生物生長媒介，及產生用該第二電磁輻射照明之該生物生長媒介的

一或多個第二影像；及

一電腦，其基於該一或多個第二影像來正規化該一或多個第一影像中之光譜反射率值、基於該等經正規化之光譜反射率值來識別該等生物因子，及對該等所識別之生物因子進行計數。

24. 如請求項23之系統，其中該第一電磁輻射在一可見光譜內，且該第二電磁輻射在該可見光譜外。

25. 如請求項24之系統，其中：

該第一電磁輻射包含具有一在約500奈米與約700奈米之間的波長的光；及

該第二電磁輻射包含具有一在約800奈米與約900奈米之間的波長的光。

26. 如請求項23之系統，其中該電腦：

儲存一與該生物生長媒介相關聯之光譜輪廓；及

基於該所儲存之光譜輪廓來處理該生物生長媒介。

27. 如請求項23之系統，其進一步包含：

一接種單元，其接種該生物生長媒介；及

一培育單元，其培育該生物生長媒介。

28. 如請求項23之系統，其中該電腦：

藉由針對不同像素位置來判定該一或多個第一影像中之光譜反射率值與該一或多個第二影像中之光譜反射率值的比率而基於該一或多個第二影像來正規化該一或多個第一影像中之光譜反射率值；及

藉由將該等比率與一或多個臨限值相比較來識別該等

生物因子。

29. 一種系統，其包含：

用於用在一可見光譜外之電磁輻射來照明一生物生長媒介的構件；

用於產生用在該可見光譜外之該電磁輻射照明之該生物生長媒介的一或多個影像的構件；及

用於基於該一或多個影像來對該生物生長媒介上之生物因子進行計數的構件。

30. 一種系統，其包含：

用於用第一電磁輻射來照明一生物生長媒介的構件；

用於產生用該第一電磁輻射照明之該生物生長媒介的一或多個第一影像的構件；

用於用第二電磁輻射來照明該生物生長媒介的構件；

用於產生用該第二電磁輻射照明之該生物生長媒介的一或多個第二影像的構件；

用於基於該一或多個第二影像來正規化該一或多個第一影像中之光譜反射率值的構件；

用於基於該等經正規化之光譜反射率值來識別該等生物因子的構件；及

用於對該等所識別之生物因子進行計數的構件。

31. 一種電腦可讀取媒體，其包含指令，當在一生物生長媒介處理系統之一電腦中執行時，該等指令使該電腦：

接收生物生長媒介之一或多個影像，已在用在可見光譜外之電磁輻射來照明該生物生長媒介期間產生該一或

多個影像；及

基於該一或多個影像來對該生物生長媒介上之生物因子進行計數。

32. 一種電腦可讀取媒體，其包含指令，當在一生物生長媒介處理系統之一電腦中執行時，該等指令使該電腦：

接收生物生長媒介之一或多個第一影像，已在用第一電磁輻射來照明該生物生長媒介期間產生該一或多個第一影像；

接收該生物生長媒介之一或多個第二影像，已在用第二電磁輻射來照明該生物生長媒介期間產生該一或多個第二影像；

基於該一或多個第二影像來正規化該一或多個第一影像中之光譜反射率值；

基於該等經正規化之光譜反射率值來識別該等生物因子；及

對該等所識別之生物因子進行計數。

八、圖式：

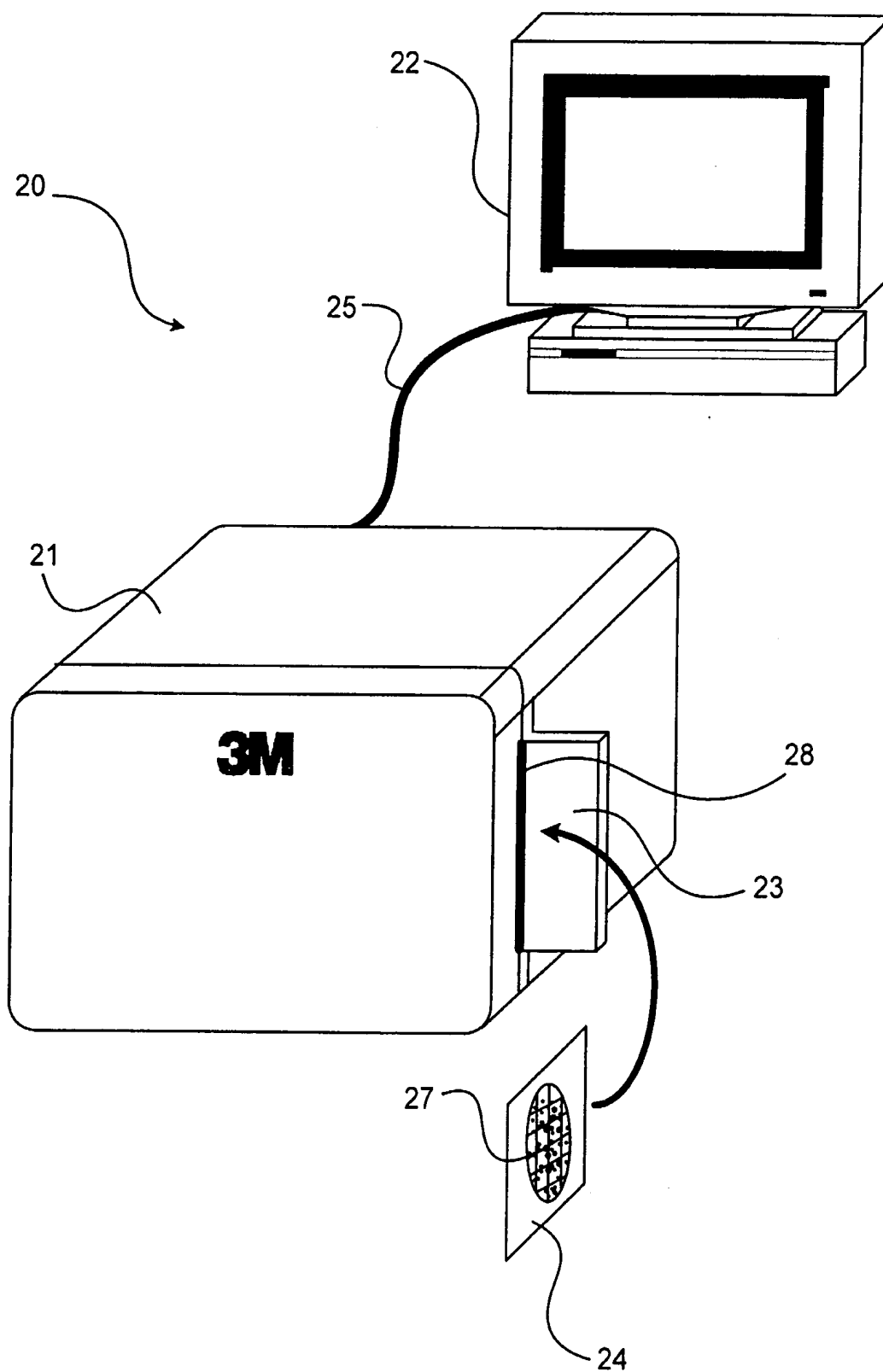


圖1

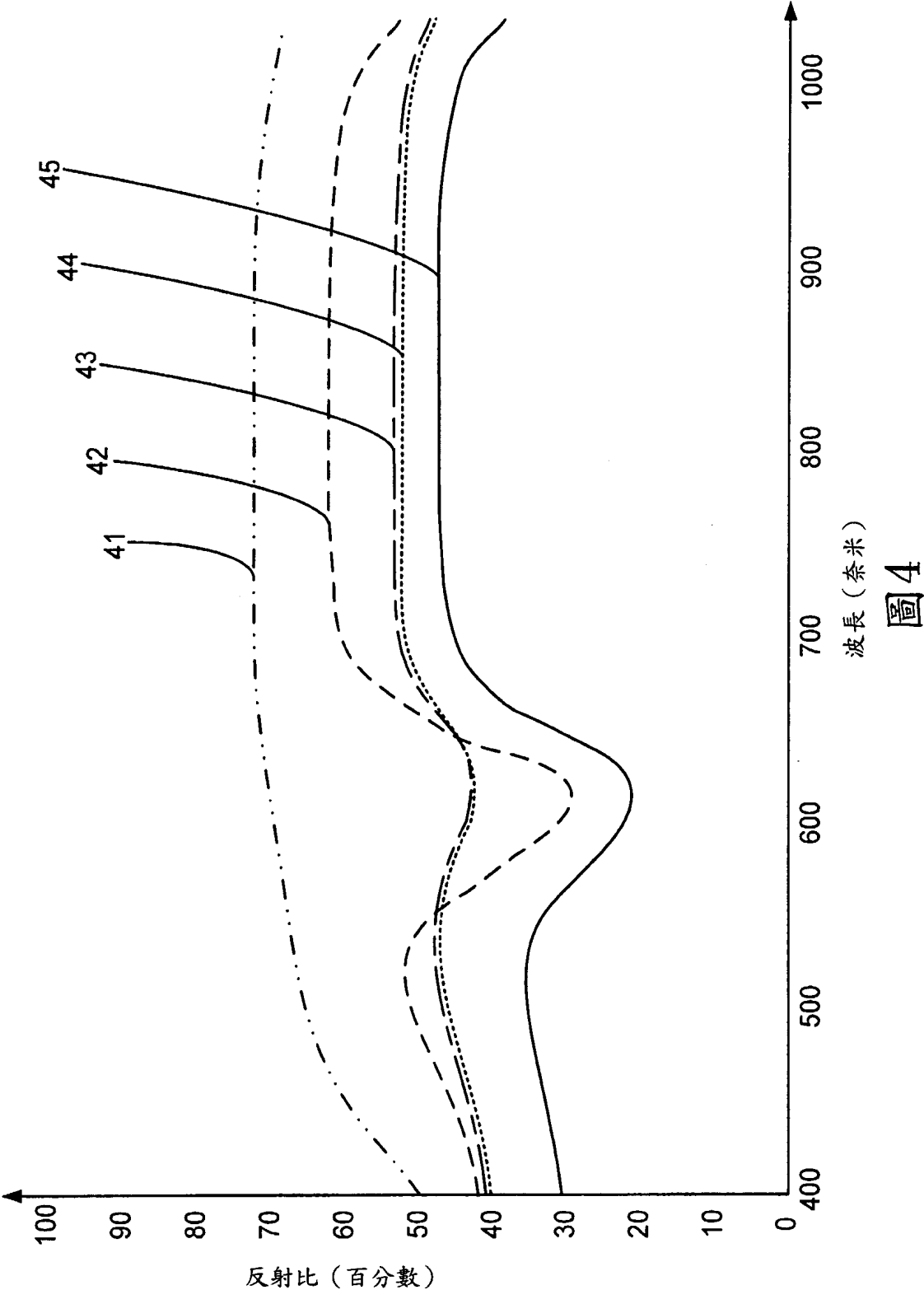


圖4

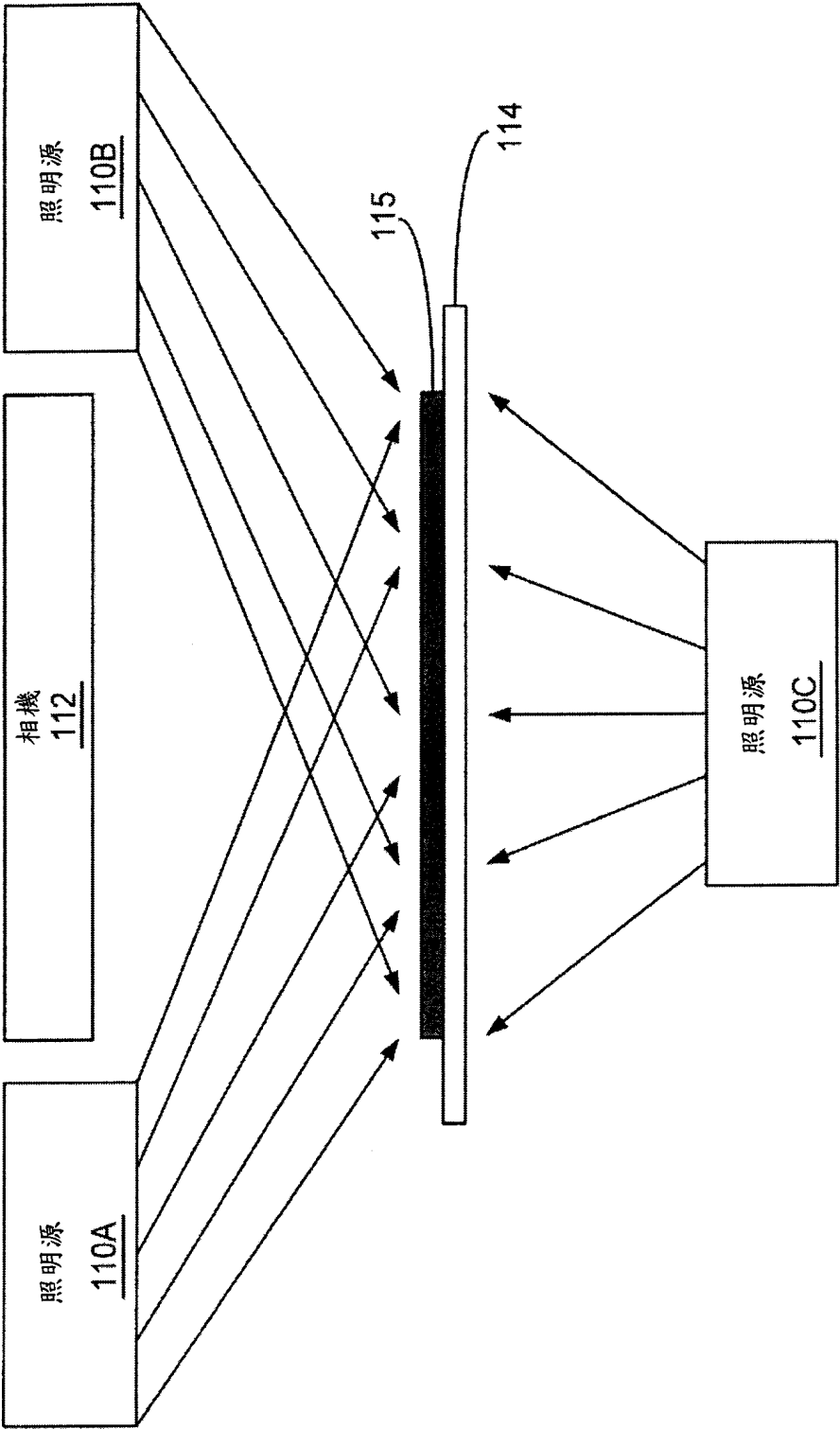
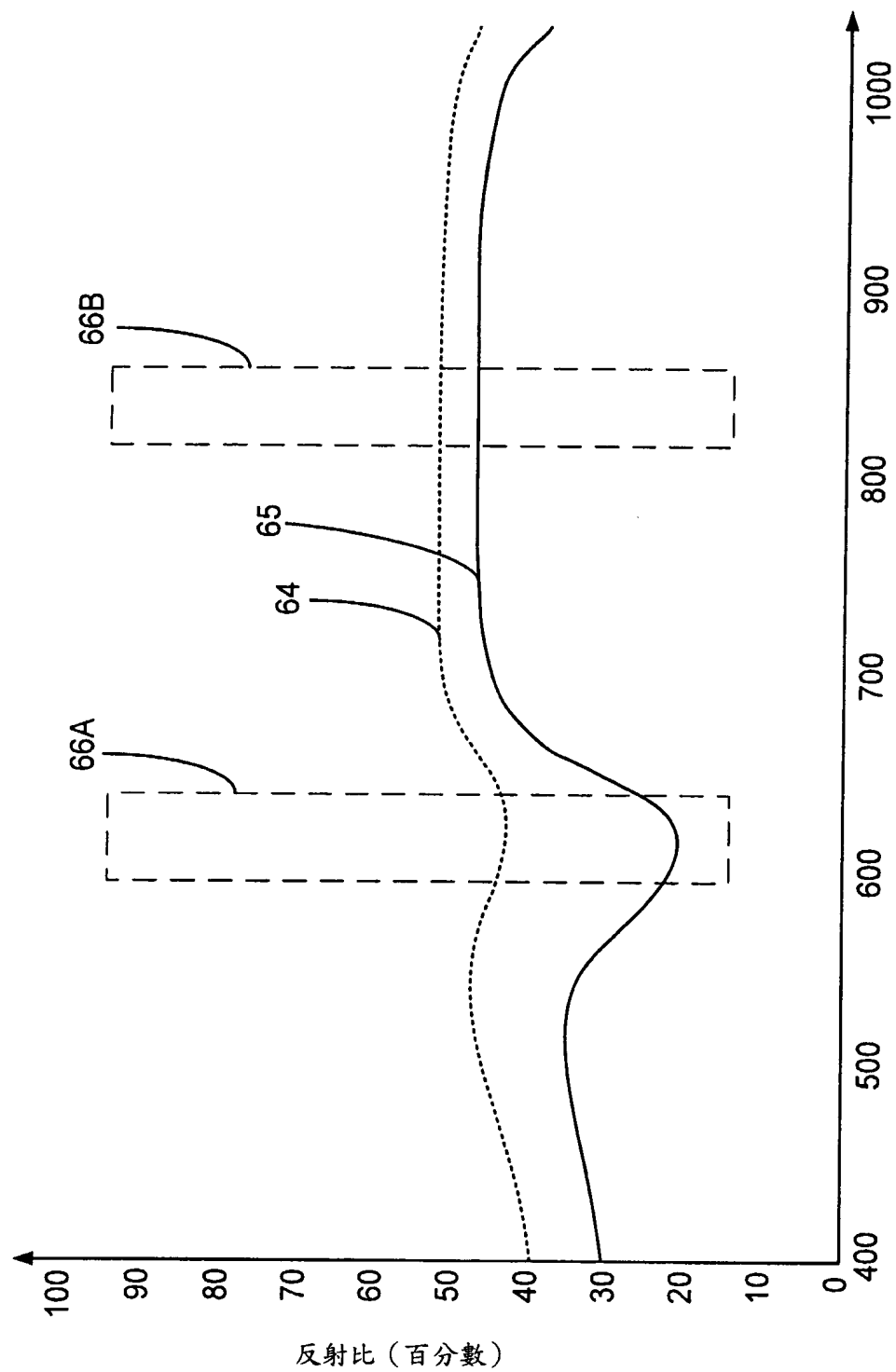


圖5



波長 (奈米)
圖6

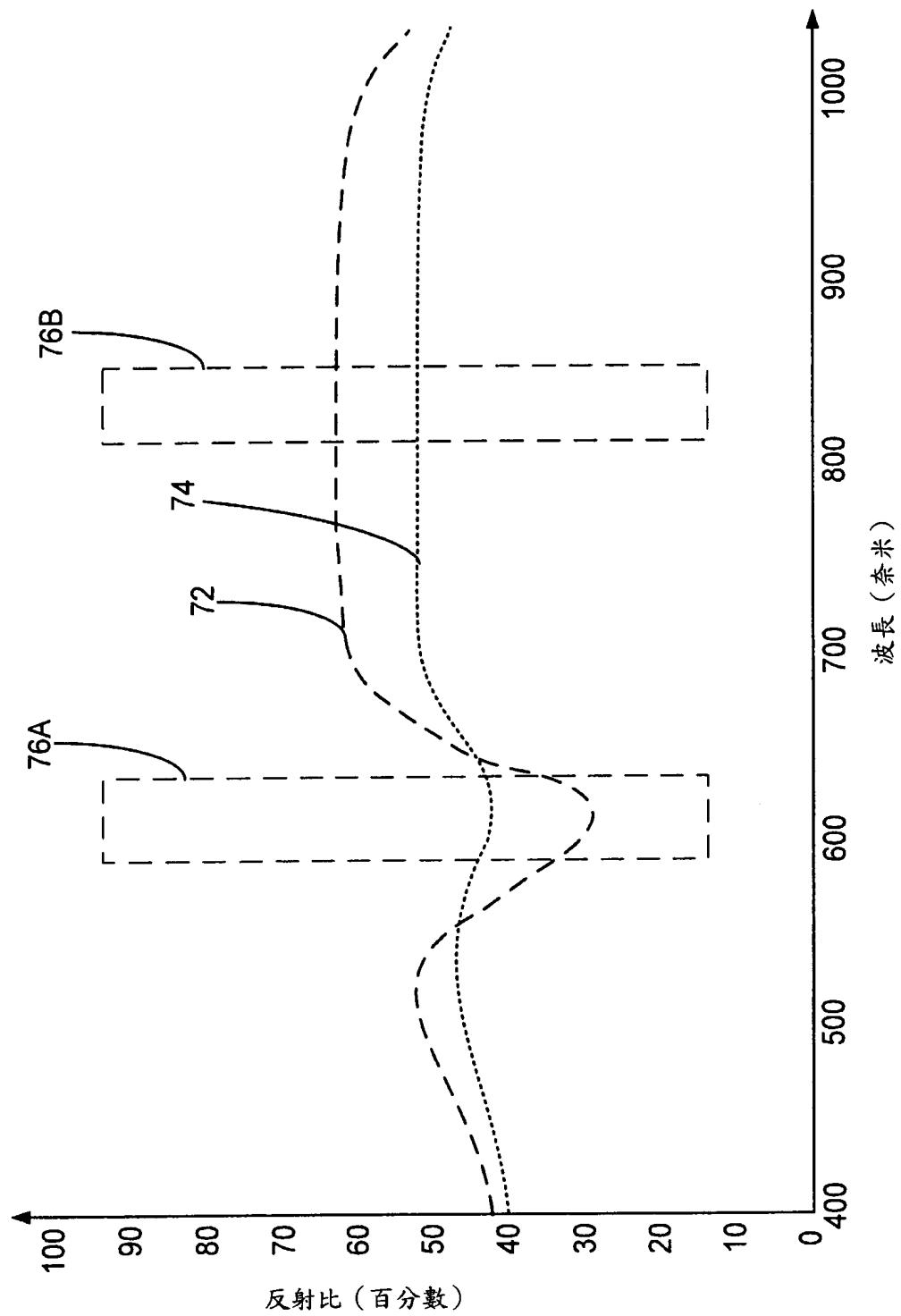


圖7

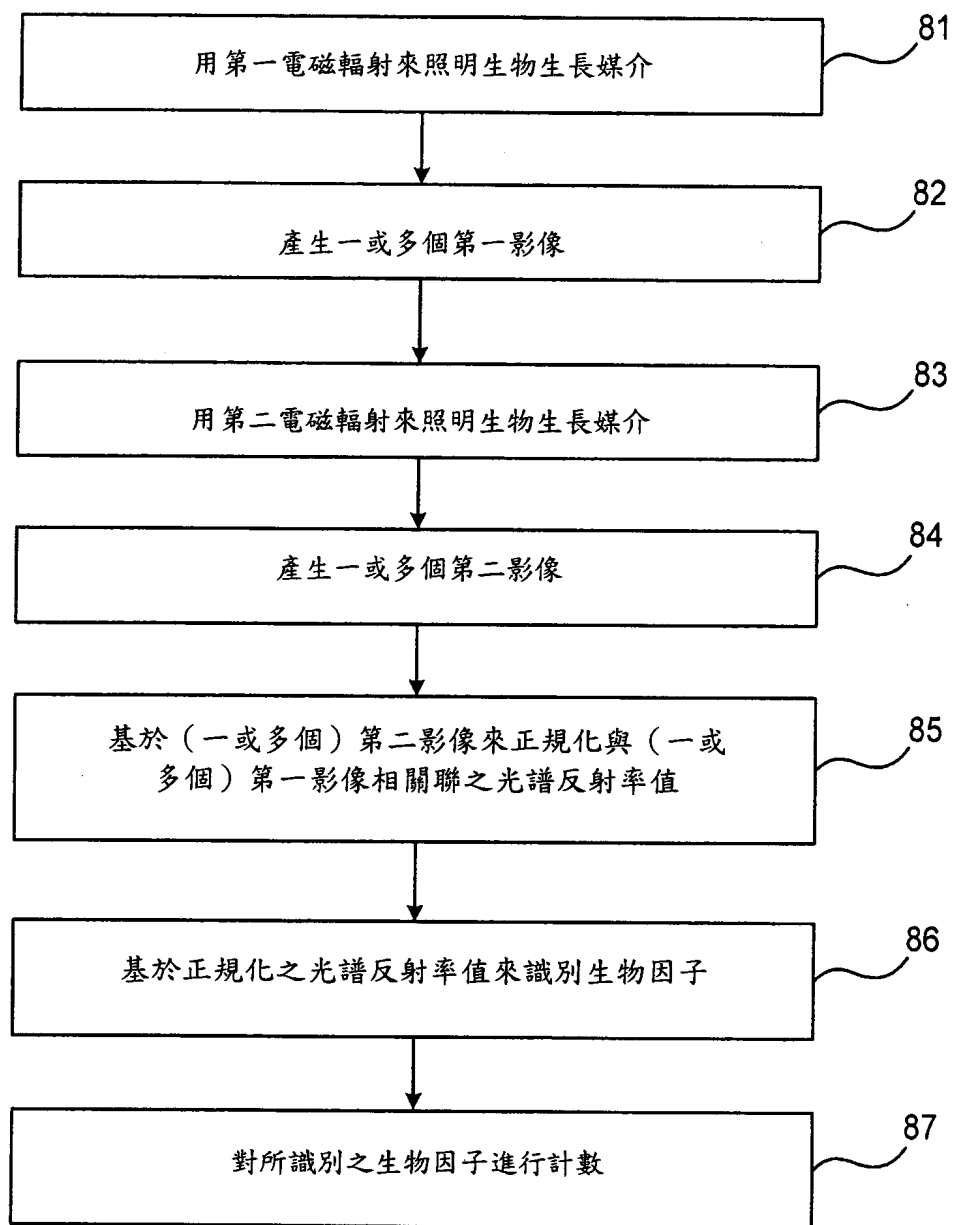


圖8

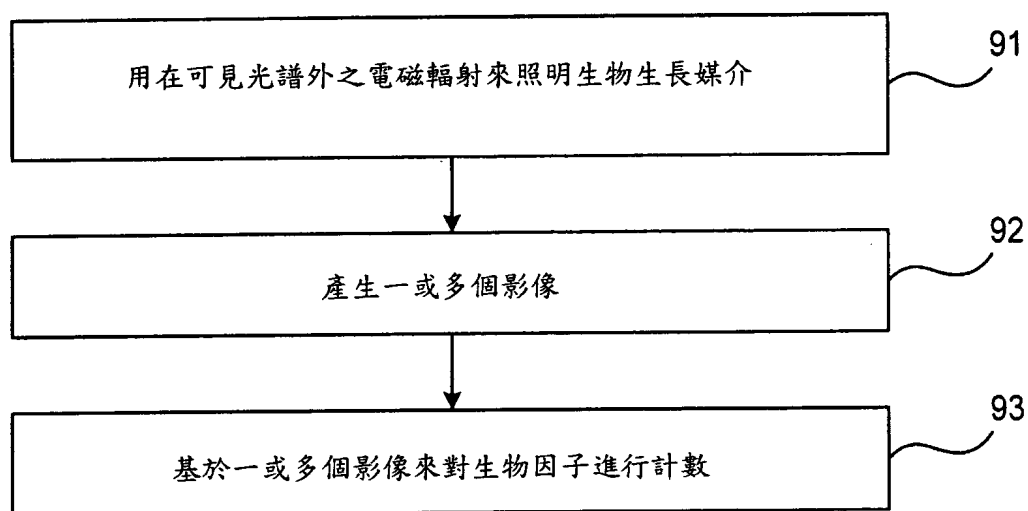


圖9

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (4) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

41	線
42	線
43	線
44	線
45	線

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)