



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I495857 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 08 月 11 日

(21)申請案號：102137795

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 10 月 18 日

(51)Int. Cl. : G01J3/46 (2006.01)

(30)優先權：2012/10/23 美國

61/717,523

(71)申請人：蘋果公司 (美國) APPLE INC. (US)

美國

(72)發明人：尹葉 YIN, YE (CN)；馬庫 賈布利爾 MARCU, GABRIEL (US)；吳佳穎 WU, JIAYING (CN)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 424398

US 5303165

US 5751420

US 7897912B2

US 2008/0100639A1

US 2009/0201498A1

審查人員：吳耿榮

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：9 共 37 頁

(54)名稱

藉由以分光儀協助之特定設計圖案閉迴路校準之高準確成像色度計

HIGH ACCURACY IMAGING COLORIMETER BY SPECIAL DESIGNED PATTERN CLOSED-
LOOP CALIBRATION ASSISTED BY SPECTROGRAPH

(57)摘要

本說明書描述係關於用於提供一寬頻色度計之方法的各種實施例，該寬頻色度計可包括更準確輸出。在一項實施例中，諸如一光譜儀或分光儀之一窄頻器具可用於一寬頻色度計的校準，使得可提供更準確之輸出。在一項實施例中，由一寬頻色度計及一窄頻分光儀兩者組成的一光學測試設備可用於提供一經更準確校準之寬頻色度計。作為一實例，由一寬頻色度計及一窄頻分光儀兩者組成之一混合式系統的一光譜攝影機可用於由該寬頻色度計及該窄頻分光儀兩者進行的同時測試。藉由進行同時測試，可達成對該寬頻色度計的準確校準。本說明書進一步描述用一窄頻多通道光譜儀表徵一寬頻三通道色度計的一數學模型。

This specification describes various embodiments that relate to methods for providing a wideband colorimeter that can include more accurate outputs. In one embodiment, a narrowband instrument, such as a spectrometer or spectrograph, can be used for calibration of a wideband colorimeter, so that more accurate outputs can be provided. In one embodiment, an optical test equipment, which consists of both a wideband colorimeter and a narrowband spectrograph, can be used for providing a more accurately calibrated wideband colorimeter. As an example, a spectra-camera, which is a hybrid system consisting of both a wideband colorimeter and a narrowband spectrograph, can be used for simultaneous testing by both the wideband colorimeter and the narrowband spectrograph. By doing simultaneous testing, accurate calibration of the wideband colorimeter can be achieved. This specification further describes a mathematical model to characterize a wideband three channel colorimeter with a narrowband multiple channel spectrometer.

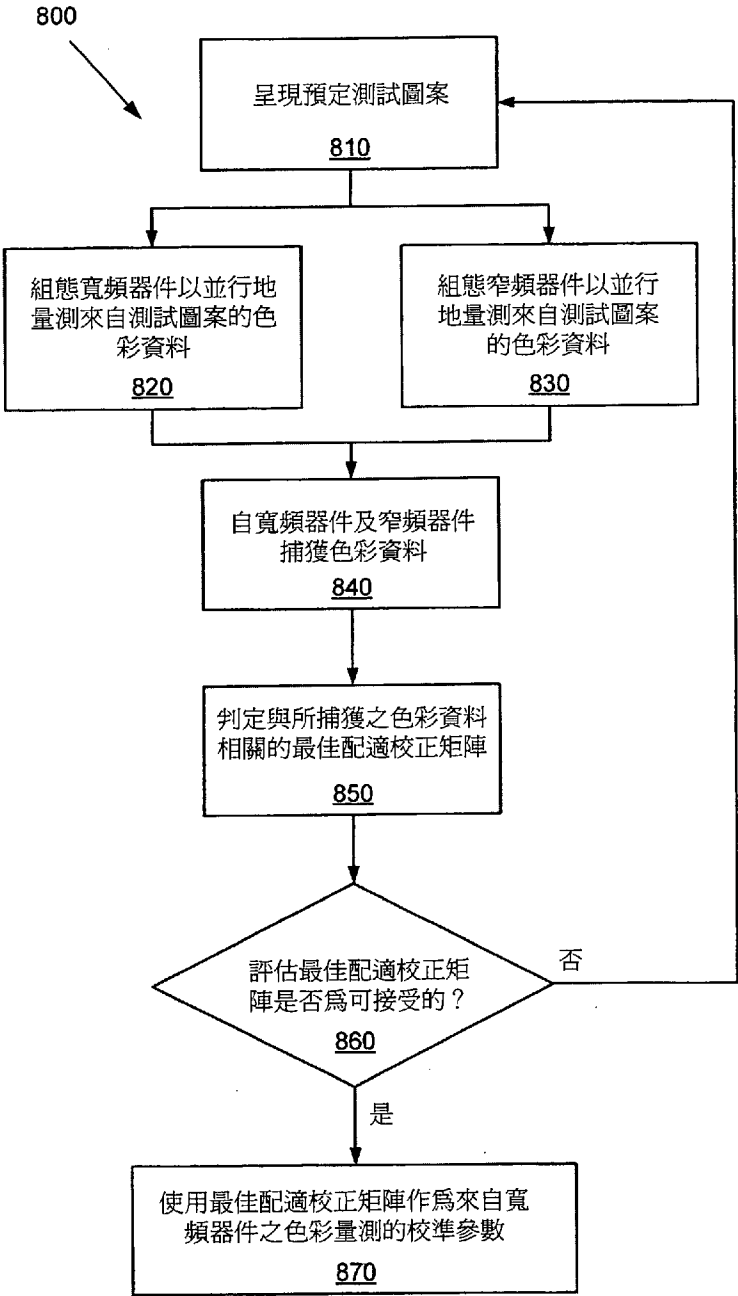


圖8

發明摘要

※ 申請案號：102132295

※ 申請日：102.10.18

※ IPC 分類：G01J 3/46 (2006.01)

【發明名稱】

藉由以分光儀協助之特定設計圖案閉迴路校準之高準確成像色度計

HIGH ACCURACY IMAGING COLORIMETER BY SPECIAL
DESIGNED PATTERN CLOSED-LOOP CALIBRATION ASSISTED
BY SPECTROGRAPH

【中文】

本說明書描述係關於用於提供一寬頻色度計之方法的各種實施例，該寬頻色度計可包括更準確輸出。在一項實施例中，諸如一光譜儀或分光儀之一窄頻器具可用於一寬頻色度計的校準，使得可提供更準確之輸出。在一項實施例中，由一寬頻色度計及一窄頻分光儀兩者組成的一光學測試設備可用於提供一經更準確校準之寬頻色度計。作為一實例，由一寬頻色度計及一窄頻分光儀兩者組成之一混合式系統的一光譜攝影機可用於由該寬頻色度計及該窄頻分光儀兩者進行的同時測試。藉由進行同時測試，可達成對該寬頻色度計的準確校準。本說明書進一步描述用一窄頻多通道光譜儀表徵一寬頻三通道色度計的一數學模型。

【英文】

This specification describes various embodiments that relate to methods for providing a wideband colorimeter that can include more accurate outputs. In one embodiment, a narrowband instrument, such as a spectrometer or spectrograph, can be used for calibration of a wideband colorimeter, so that more accurate outputs can be provided. In one embodiment, an optical test equipment, which consists of both a wideband colorimeter and a narrowband spectrograph, can be used for providing a more accurately calibrated wideband colorimeter. As an example, a spectra-camera, which is a hybrid system consisting of both a wideband colorimeter and a narrowband spectrograph, can be used for simultaneous testing by both the wideband colorimeter and the narrowband spectrograph. By doing simultaneous testing, accurate calibration of the wideband colorimeter can be achieved. This specification further describes a mathematical model to characterize a wideband three channel colorimeter with a narrowband multiple channel spectrometer.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（8）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

800 方法

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

（無）

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

藉由以分光儀協助之特定設計圖案閉迴路校準之高準確成像色度計

HIGH ACCURACY IMAGING COLORIMETER BY SPECIAL
DESIGNED PATTERN CLOSED-LOOP CALIBRATION ASSISTED
BY SPECTROGRAPH

【技術領域】

所描述實施例大體上係關於比色法，且更特定而言係關於校準低成本色度計。

【先前技術】

色彩量測器具分成兩種通用類別：寬頻(或寬頻帶)及窄頻。寬頻量測器具報告高達3個藉由經由寬頻濾光器光學處理輸入光所獲得的色彩信號。光度計係最簡單實例，其僅提供對激勵之明度的量測。其主要用途係在判定顯示器之非線性校準功能方面。光密度計係寬頻器具的實例，其量測經由紅色、綠色及藍色濾光器濾光之光的光學密度。色度計係寬頻器具之另一實例，其直接報告三色激勵(XYZ)值及其諸如CIELAB之衍生品。有時亦稱作成像光度計之色度計係類似於攝影機一樣起作用的成像器件。成像色度計可係時序類型或拜耳(Bayer)濾光器類型。在窄頻類別中，有報告維度顯著大於三的光譜資料的器具。

分光光度計及分光輻射計係窄頻器具之實例。此等器具通常以範圍為1至10 nm之增量分別記錄可見光光譜內之光譜反射率及輻射率，從而導致30至200個通道。此等器具亦具有在內部根據窄頻15光

譜資料計算並報告三色激勵座標的能力。分光輻射計可量測發射激勵及反射激勵兩者，而分光光度計僅可量測反射激勵。光譜儀或分光儀係可量化並量測光譜的窄頻器件。

諸如光密度計及色度計之寬頻器具的主要優點係：其係廉價的且可以極快速率讀出資料。然而，所得量測僅係真實三色激勵信號之近似，且此近似之品質視正被量測之激勵的本質而變化極大。在任意照明及觀看條件下對任意激勵的準確比色量測要求進行由較昂貴的窄頻器具提供的光譜量測。與諸如光譜儀之無空間解析度之量測器具相比較，此技術提供以下優點：(a)在單一影像中同時捕獲大量量測所帶來的實質時間節省，及(b)整合於軟體中之影像處理功能准許自動化的分析(例如，均質性或對比度之計算)方法。

然而，成像光度計及色度計之絕對量測精度並非與光譜儀一樣高。此係因為結合光學濾光器來使用電荷耦合器件(CCD)感測器的操作原理，其可僅適應於具有有限精度之人眼敏感度。因此，成像色度計係用於在顯示器測試行業中量測面板圖形及控制元件之明度及色彩分佈的首選器具，該等量測包括(但不限於)均質性、對比度、彩紋(mura)及調變轉移函數(MTF)。

因此，所要的是寬頻色度計的可包括更準確輸出之替代品。

【發明內容】

本說明書描述係關於用於提供一寬頻色度計之方法的各種實施例，該寬頻色度計可包括更準確輸出。在一項實施例中，諸如一光譜儀或分光儀之一窄頻器具可用於一寬頻色度計的校準，使得可提供更準確之輸出。在一項實施例中，由一寬頻色度計及一窄頻分光儀兩者組成的一光學測試設備可用於提供一經更準確校準之寬頻色度計。作為一實例，由一寬頻色度計及一窄頻分光儀兩者組成之一混合式系統的一光譜攝影機可用於由該寬頻色度計及該窄頻分光儀兩者進行的同

時測試。藉由進行同時測試，可達成對該寬頻色度計的準確校準。本說明書進一步描述用一窄頻多通道光譜儀表徵一寬頻三通道色度計的一數學模型。

在一項實施例中，揭示一種用於經由使用一窄頻色彩量測器件來校正一寬頻色彩量測器件之輸出的方法。該方法包括：組態該寬頻色彩量測器件及該窄頻色彩量測器件以量測色彩；用預定測試圖案來激勵該寬頻色彩量測器件及該窄頻色彩量測器件；自該寬頻色彩量測器件及該窄頻色彩量測器件捕獲色彩量測資料；判定與該所捕獲之色彩量測資料相關的一校正矩陣；及用該校正矩陣來校正該寬頻色彩量測器件的色彩量測輸出。在一項實施例中，該預定測試圖案包括61個獨特的數位色彩激勵圖案。在一項實施例中，該寬頻色彩量測器件係一色度計。在一項實施例中，該窄頻色彩量測器件係一光譜儀。

在一項實施例中，揭示一種用於使用一窄頻色彩量測器件來校準一寬頻色彩量測器件的方法。該方法包括：呈現預定測試圖案；組態該窄頻器件及該寬頻器件以並行地量測來自該等預定測試圖案的色彩資料；自該寬頻器件及該窄頻器件捕獲該色彩資料；判定與該所捕獲之色彩資料相關的一最佳配適校正矩陣；評估該最佳配適校正矩陣是否可被接受作為來自該寬頻器件之色彩量測的一校準參數；及在該最佳配適校正矩陣不可被接受作為該校準參數時，返回至該呈現預定測試圖案的步驟。在一項實施例中，該方法進一步包括當該最佳配適校正矩陣可被接受作為該校準參數時，使用該最佳配適校正矩陣作為來自該寬頻器件之該等色彩量測的該校準參數。在一項實施例中，該最佳配適校正矩陣係一 3×3 矩陣。在一項實施例中，該最佳配適校正矩陣係一 3×4 矩陣。在一項實施例中，該預定測試圖案包括61個獨特的數位色彩激勵圖案。在一項實施例中，該寬頻器件係一色度計。在一項實施例中，該窄頻器件係一光譜儀。

在一項實施例中，揭示一種經組態以使用一窄頻色彩量測器件來校準一寬頻色彩量測器件之一輸出的系統。該系統包括：一分裂器，其經組態以將一測試圖案之一影像分裂成一第一影像及一第二影像；一第一影像管線，其經組態以將該第一影像導引至一窄頻器件；一窄頻器件，其經組態以自該第一影像捕獲一第一資料；一第二影像管線，其經組態以將該第二影像導引至寬頻器件；及一寬頻器件，其經組態以自該第二影像捕獲一第二資料。將該所捕獲之第一資料及該所捕獲之第二資料用以判定與該所捕獲之第一資料及該所捕獲之第二資料相關的一校正矩陣。在一項實施例中，該校正矩陣係用於對該寬頻器件之校準。在一項實施例中，該寬頻器件係一色度計。在一項實施例中，該窄頻器件係一光譜儀。在一項實施例中，該測試圖案屬於包括61個獨特的數位色彩激勵圖案的一組預定測試圖案。

【圖式簡單說明】

藉由參看結合隨附圖式進行之以下描述可最佳地理解所描述實施例及其優點。此等圖式決不限制在不偏離所描述實施例的精神及範疇情況下可由熟習此項技術者對所描述實施例進行的在形式及細節上的任何改變。

圖1A至圖1C說明三種廣泛使用之類型的光譜儀組態：(1A)交叉式切爾厄-透納(Crossed Czerny-Turner)，(1B)透鏡-光柵-透鏡，及(1C)鏡-光柵-鏡。

圖2A至圖2B說明色度計之兩種分色濾光方法：(2A)時序濾光器，及(2B)拜耳濾光器。

圖3說明根據說明書中所描述之一項實施例的可用於藉由窄頻光譜儀校準寬頻色度計的光譜攝影機之實施例。

圖4說明根據說明書中所描述之一項實施例的展示用於在光譜攝影機中執行並行的寬頻色度計及窄頻光譜儀測試的方法步驟之流程

圖。

圖5展示在應用校正之前14個圖案的誤差範圍。

圖6展示在應用校正之後14個圖案的誤差範圍。

圖7說明根據說明書中所描述之一項實施例的用於校正寬頻色度計之輸出之方法步驟的流程圖。

圖8說明根據說明書中所描述之一項實施例的展示用於執行用窄頻色彩量測器件校準寬頻色彩量測器件，使得可提供寬頻色彩量測器件的更準確輸出的方法步驟之流程圖。

圖9為適合於實施所描述實施例中之一些之電子器件的方塊圖。

【實施方式】

在此章節中描述根據本申請案的方法及裝置的代表性應用。僅提供此等實例以添加內容脈絡且輔助理解所描述實施例。因此對於熟習此項技術者而言顯而易見，可在無此等特定細節中之一些或全部的情況下實踐所描述實施例。在其他個例中，熟知程序步驟未進行詳細描述以便避免使所描述實施例不必要地混淆。其他應用係可能的，使得以下實例不應被視為限制性的。

在以下詳細描述中，參看隨附圖式，該等圖式形成描述的部分且以說明方式展示根據所描述實施例的特定實施例。儘管此等實施例被足夠詳細地描述以使得熟習此項技術者能夠實踐所描述實施例，但應理解，此等實例並非限制性的；使得可使用其他實施例，且可在不偏離所描述實施例的精神及範疇的情況下作出改變。

光譜儀係可量化並量測光譜之窄頻色彩量測器件的實例。圖1A至圖1C說明三種基本類型之光譜儀組態，該等光譜儀組態經廣泛使用且可用於具有光譜攝影機的平行測試組態。該等光譜儀組態係交叉式切爾厄-透納(圖1A)、透鏡-光柵-透鏡(圖1B)及鏡-光柵-鏡(圖1C)組態。

如圖1A至圖1C示範，所有光譜儀具有此等四個關鍵元件：(1)準直儀110；(2)繞射光柵120；(3)聚焦元件130；及(4)偵測器陣列140。光束將首先在彎曲鏡或透鏡110處經準直。如名稱所指示，準直儀110之功能係以受控方式準直光束。經準直光束接著由光柵120進行繞射。繞射光柵120使得經準直光束以不同的波長輸出在角度空間中發散。在光柵120使光束繞射之後，不同波長輸出光束將在不同方向上傳播。爲了確保此等輸出光束照射正確的偵測器，通常存在聚焦鏡或透鏡130，其經定位以確保通過聚焦鏡或透鏡130的所有輸出光束將聚焦於正確的偵測器上。具有不同波長之輸出光束將接著由偵測器陣列140偵測並吸收。

對於基於透射光柵之光譜儀，交叉式切爾厄-透納光譜儀全部使用彎曲鏡以實現準直及聚焦功能。透鏡-光柵-透鏡(LGL)光譜儀使用兩個透鏡及一光柵，而鏡-光柵-鏡(MGM)光譜儀亦使用兩個彎曲鏡及光柵。圖1A展示交叉式切爾厄-透納光譜儀100，其將彎曲鏡用於準直儀110及聚焦元件130。圖1B展示將透鏡用於準直儀110及聚焦元件130的透鏡-光柵-透鏡(LGL)光譜儀102，而圖1C展示亦將彎曲鏡用於準直儀110及聚焦元件130的鏡-光柵-鏡(MGM)光譜儀104。

光譜儀可用於基本顯示器參數測試。如名稱所指示，顯示器基本參數通常係指並不涉及使用成像演算法的測試項目，諸如，顯示器白色明度、對比度、均一性、灰階、色域等。此等測試項目的定義可在此等四個風行標準中找到：

(1) VESA FPDM (「視訊電子標準協會」「平板顯示器量測」標準)，

(2) ISO 13406-2 (國際標準化組織 13406-2：「Ergonomic requirements for work with visual displays based on flat panels - Part 2: Ergonomic requirements for flat panel displays」)，

(3) TCO '05 (Tjänstemännens Centralorganisation '05)，及

(4) SPWG 3.5 (標準面板工作組標準3.5)。

歸因於歷史原因且因為此等標準針對不同面板大小，所以此等標準稍微不同於彼此。

成像色度計係寬頻色彩量測器件的實例。有時亦稱作成像光度計之成像色度計係類似於攝影機一起起作用的成像器件。成像色度計可係時序類型或拜耳濾光器類型。時序類型色度計藉由使用展示於圖2A中的旋轉色輪來以時序方式分離量測目標色彩。在任何特定時刻，僅具有某色彩之量測目標光子將透射通過濾光器且碰撞色度計內部的嵌入式CCD或CMOS成像器。在色輪旋轉之至少一循環之後可重建構總體顯示器色彩資訊及成像。第二類型之成像色度計藉由展示於圖2B中的拜耳濾光器來分離色彩通道。拜耳濾光器為由週期性對準之 2×2 濾光器元件構成的彩色濾光器陣列。 2×2 濾光器元件由兩個綠色濾光器元件、一個紅色濾光器及一個藍色濾光器元件構成。拜耳濾光器設在光感測器之正方形柵格的頂部上。

該兩種類型之色度計皆存在數個優點及缺點。時序色度計將為更精準的，但亦係更耗時的。另一方面，拜耳濾光器色度計具有一次性提取色彩資訊的能力，但有解析度損失。另外，亦存在可藉由垂直堆疊光電二極體層來分離色彩的第三類型之空間Foveon濾光器。在Foveon濾光器中，紅色、綠色及藍色(RGB)色彩敏感像素彼此層疊，而非如在拜耳濾光器中所發現一般展佈於單一層上。Foveon濾光器可具有消除了通常與拜耳濾光器相關聯的色彩假影且增加光敏感度的優點，但在攝影機中極少應用拜耳濾光器且在現成的色度計中未應用拜耳濾光器。

成像色度計可用於假影測試，假影測試相較於基本顯示器參數測試為更複雜的，且無清楚邊界。假影係指對顯示器視覺假影的人類

感知。所偵測假影可被分類為兩個類別：(a)假影並不隨時間改變的靜態假影；及(b)假影在某時間範圍期間更明顯的動態假影。動態假影包括閃爍(亦即，明度展現可使得人眼疲勞的頻率型樣)、撕裂(ripper)及動態串擾。對於靜態及動態假影兩者，取決於觀看條件，其可進一步分類為在法線視圖中可見的軸上假影及在傾斜角度視圖中可見的離軸假影。

使用成像色度計來快速捕獲具有空間解析度之光度及色度量係極吸引人的。與無空間解析度之量測器具(諸如，光譜儀)相比較，成像色度計提供了大為節省時間的優點，此係由於單一影像可同時捕獲大量量測。因為整合於成像軟體中之成像處理功能，成像色度計亦提供了能夠執行自動化的分析(諸如，均質性或對比度之計算)方法的優點。另外，成像色度計相較於光譜儀係相對廉價的。

然而，成像色度計及光度計相較於光譜儀具有較低量測精度。此係因為成像色度計使用結合光學濾光器的CCD (電荷耦合器件)感測器來操作。舉例而言，在拜耳濾光器之狀況下，僅存在三種類型之彩色濾光器(亦即，紅色、綠色及藍色)，因此缺少光譜儀所擁有的精度，在光譜儀中可見光光譜可以範圍為1至10 nm之增量進行分割，從而導致30至200個通道。因此，在用於顯示器測試的光譜攝影機中，成像色度計被最佳地用於對面板圖形及控制元件之明度及色彩分佈的量測，包括(但不限於)均質性、對比度、彩紋(亦即，顯示器件的明度非均一性)及MTF(調變轉移函數)。

圖3說明顯示器測試設備(例如，光譜攝影機)，其可同時併有寬頻器件及窄頻器件兩者的測試目標。窄頻器件係量測顯示器上之單個點的高準確度器件，因此存在極少空間解析度或不存在空間解析度。窄頻器件的實例包括連同基於濾光器的探針或無前述探針的光譜儀。窄頻器件可執行顯示器參數測試，其包括測試基本顯示器屬性，諸如

亮度、對比度、色彩、色域、灰階等。窄頻器件可具有以下特徵：(1)昂貴，(2)可變量測點，及(3)針對動態假影的有限能力，但僅可偵測閃爍。另一方面，寬頻器件係量測顯示器上之大區域的低準確度器件，因此存在高空間解析度。寬頻器件之實例包括時序類型或拜耳濾光器類型成像色度計。寬頻器件可執行顯示器假影測試，其包括測試視覺假影、光洩漏、黃色彩紋、發光二極體(light-emitting diode, LED)熱點、背光損害等。寬頻器件可具有以下特徵：(1)長影像管線(複雜)，(2)相較於窄頻器件為較不準確的，且(3)不能用於動態假影。

由於寬頻及窄頻器件兩者皆具有其優點，因此所需要是可同時併有窄頻器件及寬頻器件兩者的測試目標的顯示器測試設備。此顯示器測試設備可被稱作「光譜攝影機」。光譜攝影機係混合式測試系統，其可同時執行窄頻器件及寬頻器件兩者的測試功能。在一項實施例中，光譜攝影機可係由窄頻器件及寬頻器件兩者組成的混合式測試系統。藉由將待測試之顯示器的影像分裂成兩個部分，光譜攝影機可同時將兩個部分發送至兩個器件以用於測試。舉例而言，發送至窄頻器件之部分可係顯示器上的點的影像，而發送至寬頻器件的部分可係整個顯示器減去該點的影像。

圖3說明光譜攝影機300之實施例。光譜攝影機300可讀取光譜並形成影像。來自待測試之顯示器320的傳入光310進入狹縫且照射孔鏡330。孔鏡330中的孔洞335可使得光中的一些被取樣至光纖連接器340中。但在另一實施例中，未展示的是，替代孔鏡之光束分裂器可使得光中的一些被取樣至光纖連接器340中。樣本光可通過透鏡350及狹縫360以避免雜散光。樣本光束最終通過交叉式切爾厄-透納光譜儀370(具有準直鏡372、光柵374、聚焦鏡376)，且經繞射輸出由偵測器陣列378收集。同時，孔鏡亦可將來自測試顯示器之光的剩餘部分反

射至使用者界定之攝影機380中。但在另一實施例中，未展示的是，替代孔鏡的光束分裂器亦可將來自測試顯示器之光的剩餘部分反射至使用者界定之攝影機380中。攝影機380可形成待用於成像分析的影像。在展示於圖3中之實施例中，鏡385可用以將顯示器影像導引至攝影機380中。在未展示之另一實施例中，若攝影機380經不同定位以接收顯示器影像，則可在不使用鏡385的情況下將顯示器影像直接發送至攝影機380中。光譜攝影機300具有寬廣的測試涵蓋範圍的優點，此係由於可同時地執行顯示器參數測試及顯示器假影測試兩者。同時進行兩種測試減少了測試時間並提昇了顯示器測試處理量。

在一項實施例中，光譜儀370可經組態以執行顯示器參數測試。在一項實施例中，光譜儀370可係交叉式切爾厄-透納光譜儀。在另一實施例中，光譜儀370可係透鏡-光柵-透鏡(LGL)光譜儀或鏡-光柵-鏡(MGM)光譜儀。在一項實施例中，光譜儀370可經組態為可自光譜攝影機300拆離的。

在一項實施例中，使用者界定之攝影機380可經組態以執行顯示器假影測試。在一項實施例中，使用者界定之攝影機380可係成像色度計。在一實施例中，成像色度計可係時序類型或拜耳濾光器類型。在另一實施例中，成像色度計可係空間Foveon濾光器類型。在一項實施例中，使用者界定之攝影機380可經組態為可自光譜攝影機300拆離的。

在一項實施例中，光譜攝影機可執行平行測試，其中顯示器假影測試可隨著光譜儀接通而發生。顯示器假影測試可偵測各種有缺陷顯示器徵兆，諸如LED熱點、點缺陷、黃色彩紋及線缺陷。並行地，光譜儀可用以執行顯示器參數測試，使得量測諸如亮度、對比度、色域、灰階等的基本屬性。

圖4說明展示用於執行並行的寬頻色度計及窄頻光譜儀測試之方

法步驟的流程圖。在一項實施例中，用於執行並行的寬頻色度計及窄頻光譜儀測試的方法以步驟410開始，該步驟410將待測試的顯示器之影像分裂成第一影像及第二影像。該方法藉由發送用於寬頻色度計測試之第一影像而在步驟420中繼續。該方法在步驟430中與第一影像並行地發送用於窄頻光譜儀測試的第二影像。接著，該方法與對第二影像進行窄頻光譜儀測試(步驟450)並行地執行對第一影像的寬頻色度計測試(步驟440)。並行測試可允許使用窄頻光譜儀來對寬頻色度計進行校準，窄頻光譜儀對於色彩測試係更準確的。

在一項實施例中，光譜攝影機可執行自校準，其中高精度光譜儀可用以校準低精度成像色度計。此情形可藉由將高精度光譜儀連結至低精度成像色度計且執行由同一標準發光體觸發之設備自校準來實現。在一項實施例中，將同一標準發光體用以同時平行地校準高精度光譜儀及低精度成像色度計。對於高精度光譜儀，校準程序流程可包括以下程序步驟：

- (1) 明度參考正規化，
- (2) 光譜輻射率正規化，
- (3) 光電二極體位置檢查，
- (4) 光譜，及
- (5) 三色激勵值XYZ。

對於低精度成像色度計，平行校準程序流程可包括以下程序步驟：

- (1) ADC (類比至數位轉換器)，
- (2) 不良像素校正，
- (3) 增益/偏移校正，
- (4) 平面場校正，
- (5) 明度校正，

- (6) 線性校正，
- (7) 焦點校正，
- (8) 色度校正，
- (9) 空間校正，
- (10) 器具相關性校正，及
- (11) 三色激勵值XYZ。

比較低精度成像色度計之三色激勵值XYZ與高精度光譜儀的三色激勵值XYZ。若其係在XYZ之容許度規格(諸如，0.0015)內，則容許度規格被滿足，且低精度成像色度計被視為經校準。若容許度規格未被滿足，則需要藉由自明度校正程序步驟(亦即，步驟(5))起重複色度計校準程序來重新校準低精度成像色度計。在色度計重新校準程序結束時，再次將色度計之三色激勵值XYZ與光譜儀的三色激勵值XYZ比較。若容許度規格被滿足，則色度計之校準完成。

在一項實施例中，可將數學模型用以用窄頻多通道光譜儀表徵寬頻三通道色度計。

在器件表徵領域中，關鍵組成部分係多維資料配適及內插。通常，在器件相依且器件獨立空間兩者中由表徵程序產生的資料樣本將僅構成可在任一空間中遭遇之所有可能數位值的較小子集。此情形之一個原因係，色彩空間中可能樣本的總數對於直接量測表徵函數而言常常係過大的。作為一實例，R、G、B信號可藉由8位元精度來表示。因此，可能色彩的總數係 $2^{24} = 16,777,216$ 。很明顯，此對於手動獲取而言為過大之資料量。然而，由於最終表徵函數將用於轉變任意影像資料，因此應針對在某預期域內之所有可能輸入界定該表徵。為了實現此情形，可對表徵樣本執行某形式的資料配適或內插。在基於模型之表徵中，基礎實體模型用來執行對正向表徵函數的配適或內插。

在一項實施例中，4色彩校正矩陣概念可擴展至61個測試點。在一項實施例中，此情形可係一包括61個獨特的數位色彩激勵圖案的一組預定測試圖案。接著，另外14個隨機色彩將用以驗證：寬頻色度計資料與窄頻光譜儀資料緊密地匹配。在誤差計算之前將X、Y及Z值轉換至x及y。表1展示可用作一組預定測試圖案之61個獨特的數位色彩激勵圖案的實例。

	數位記數R	數位記數G	數位記數B
圖案1	0	0	0
圖案2	17	0	0
圖案3	34	0	0
圖案4	51	0	0
圖案5	68	0	0
圖案6	85	0	0
圖案7	102	0	0
圖案8	119	0	0
圖案9	136	0	0
圖案10	153	0	0
圖案11	170	0	0
圖案12	187	0	0
圖案13	204	0	0
圖案14	221	0	0
圖案15	238	0	0
圖案16	255	0	0
圖案17	0	17	0
圖案18	0	34	0
圖案19	0	51	0
圖案20	0	68	0
圖案21	0	85	0
圖案22	0	102	0
圖案23	0	119	0
圖案24	0	136	0
圖案25	0	153	0
圖案26	0	170	0
圖案27	0	187	0
圖案28	0	204	0
圖案29	0	221	0
圖案30	0	238	0
圖案31	0	255	0
圖案32	0	0	17
圖案33	0	0	34

圖案34	0	0	51
圖案35	0	0	68
圖案36	0	0	85
圖案37	0	0	102
圖案38	0	0	119
圖案39	0	0	136
圖案40	0	0	153
圖案41	0	0	170
圖案42	0	0	187
圖案43	0	0	204
圖案44	0	0	221
圖案45	0	0	238
圖案46	0	0	255
圖案47	17	17	17
圖案48	34	34	34
圖案49	51	51	51
圖案50	68	68	68
圖案51	85	85	85
圖案52	102	102	102
圖案53	119	119	119
圖案54	136	136	136
圖案55	153	153	153
圖案56	170	170	170
圖案57	187	187	187
圖案58	204	204	204
圖案59	221	221	221
圖案60	238	238	238
圖案61	255	255	255

表1-可用於校準之圖案

作為實例，在使用窄頻光譜儀及寬頻色度計進行量測之後，可

獲得呈以下格式的色校校正矩陣：

aX[1]= -0.014609	aY[1]= -0.017631	aZ[1]= 0.024884
aX[2]=0.931186	aY[2]= 0.068468	aZ[2]= -0.003951
aX[3]= -0.045284	aY[3]= 0.817216	aZ[3]= 0.004081
aX[4]= -0.004684	aY[4]= -0.011521	aZ[4]= 0.850434

色彩	原始誤差x	原始誤差y	經校正之誤差x	經校正之誤差y
白色	0.005803118	0.003390245	0.001357612	0.001791935
紫紅色	0.010929051	0.010255611	0.002357682	0.001699973
紅色	-0.010552573	0.014348118	0.00096754	-0.000131641
銀色	0.004753463	0.002249964	0.000338233	0.000696155
灰色	0.004292981	0.000438794	1.94125E-05	-0.000893157

橄欖色	0.000992562	-0.00065155	-0.000431134	-0.000251556
紫色	0.008693544	0.008715242	0.000495887	0.000663561
栗色	-0.008015031	0.011809138	-0.000679522	0.001593174
淺綠色	-0.000848702	-0.00094957	-0.000900931	0.00064071
檸檬綠色	-0.005728015	0.000750034	-0.001553989	-0.000941518
深青色	-0.000344654	-0.00347737	-0.000159383	-0.001441836
綠色	-0.004834236	0.001791446	-0.000329158	0.001183251
藍色	0.00401903	-0.003069638	-0.000796601	-0.000594766
深藍色	0.005024664	-0.002098077	0.000747138	0.000974822

表2 - 列出在使用校正矩陣之前及之後的在量測期間的未經處理資料

表2展示如針對使用校正矩陣之前(亦即，原始誤差)的狀況及針對使用校正矩陣之後的狀況(亦即，經校正誤差)所判定的14個色彩圖案的x及y上的誤差。可看出，在使用校正之後，寬頻色度計準確度可被改良了一個數量級。表2中之資料繪製於圖5及圖6中，且在表3(摘要表)中予以概述。圖5展示14個色彩圖案之x及y上的原始誤差(亦即，在使用校正矩陣之前)的曲線，而圖6展示相同的14個色彩圖案之x及y上的經校正誤差(亦即，在使用校正矩陣之後)的曲線。以下表3概述使用校正矩陣之前(亦即，原始)及使用校正矩陣之後(亦即，經校正)兩種情況之誤差的平均值及標準偏差。

	x平均值	y平均值	x標準偏差	y標準偏差
校正之前	0.001013229	0.003107314	0.006387198	0.005811428
校正之後	0.000102342	0.000356365	0.001028542	0.001064983

表3 - x及y上的誤差的摘要表

自以上現有資料，可看出的是，適當的圖案選擇可有助於將寬頻色度計之準確度及精度等級改良多達5至10倍。

圖7為根據說明書中所描述之一項實施例的用於校正寬頻色度計之輸出之方法步驟的流程圖700。如圖7中所展示，方法700於步驟710處開始，其中方法組態寬頻色彩量測器件及窄頻色彩量測器件以量測色彩。接著，在步驟720處，方法用預定測試圖案來激勵寬頻色彩量測器件及窄頻色彩量測器件兩者。在一項實施例中，測試圖案可係如

以上表1中所描述。在另一實施例中，測試圖案包括61個獨特的數位色彩激勵圖案。在其他實施例中，可使用61個以上之測試圖案。接著，在步驟730處，方法自寬頻色彩量測器件及窄頻色彩量測器件捕獲色彩量測資料。在步驟730後，方法繼續至步驟740，在步驟740處，方法判定與所捕獲資料相關的校正矩陣。在一項實施例中，寬頻及窄頻色彩量測器件輸出可藉由校正矩陣而相關。接著，方法繼續至步驟750，在該步驟750處，方法用校正矩陣來校正寬頻色彩量測器件的色彩量測輸出。

圖8說明根據說明書中所描述之一項實施例的展示用於執行寬頻色彩量測器件與窄頻色彩量測器件之校準以便可提供寬頻器件的更準確輸出的方法步驟之流程圖。在一項實施例中，可使用諸如說明於圖3中之光譜攝影機的器件來執行展示於圖8中之方法。如圖8中所展示，方法800於步驟810處開始，在步驟810處，方法呈現預定測試圖案。接著，在步驟820及830處，方法組態窄頻色彩量測器件及寬頻色彩量測器件以並行量測來自預定測試圖案的色彩資料。在一項實施例中，測試圖案可係如以上表1中所描述。在另一實施例中，測試圖案包括61個獨特的數位色彩激勵圖案。在他實施例中，可使用61個以上之測試圖案。接著，在步驟840處，方法自寬頻色彩量測器件及窄頻色彩量測器件捕獲色彩資料。在步驟840處，方法繼續至步驟850，在步驟850處，方法判定與所捕獲色彩資料相關的最佳配適校正矩陣。在一項實施例中，最佳配適校正矩陣可係 3×3 矩陣。在另一實施例中，最佳配適校正矩陣可係 3×4 矩陣。在 3×4 矩陣中，最後一行對應於恆定偏移，此係因為對於極低亮度而言，使得量測更為準確之效果將係更重要的。接著，方法繼續至步驟860，在步驟860處，存在關於最佳配適校正矩陣是否可被接受作為來自寬頻器件之色彩量測之校準參數的評估。若最佳配適校正矩陣可被接受作為校準參數，則方法

繼續至步驟870，在步驟870處，方法使用最佳配適校正矩陣作為來自寬頻器件之色彩量測的校準參數。若最佳配適校正矩陣並非可接受的，則方法返回至步驟810，在步驟810處，方法再次重複校準程序，從呈現預定測試圖案開始。

圖9為適合於控制所描述實施例中之程序中的一些的電子器件的方塊圖。電子器件900可說明代表性計算器件之電路。電子器件900可包括與用於控制電子器件900之總體操作的微處理器或控制器相關的處理器902。電子器件900可包括在檔案系統904及快取記憶體906中的與操作指令(諸如用於實施並控制使用者設備的指令)相關之指令資料。檔案系統904可係儲存磁碟或複數個磁碟。在一些實施例中，檔案系統904可係快閃記憶體、半導體(固態)記憶體或其類似者。檔案系統904可通常為電子器件900提供高容量儲存能力。然而，由於檔案系統904的存取時間可為相對緩慢的(尤其在檔案系統904包括機械式磁碟機的情況下)，因此電子器件900亦可包括快取記憶體906。快取記憶體906可包括(例如)由半導體記憶體提供之隨機存取記憶體(RAM)。相較於檔案系統904，對快取記憶體906之相對存取時間可係短得多的。然而，快取記憶體906可不具有檔案系統904之大儲存容量。電子器件900亦可包括RAM 920及唯讀記憶體(ROM)922。ROM 922可儲存將會以非揮發性方式執行之程式、公用程式或程序。RAM 920可諸如為快取記憶體906提供揮發性資料儲存。

電子器件900亦可包括允許電子器件900之使用者與電子器件900互動的使用者輸入器件908。舉例而言，使用者輸入器件908可採用多種形式，諸如按鈕、小鍵盤、撥號盤、觸控式螢幕、音訊輸入介面、視覺/影像捕獲輸入介面、呈感測器資料之形式的輸入等。進一步，電子器件900可包括顯示器910(螢幕顯示器)，其可受處理器902控制以將諸如測試結果之資訊顯示給使用者。資料匯流排916可促進至少

檔案系統904、快取記憶體906、處理器902及輸入/輸出(I/O)控制器913之間的資料傳送。I/O控制器913可用以與諸如攝影機、質譜儀或馬達之不同器件介接並控制該等不同器件以經由適當編碼解碼器定位鏡/透鏡。舉例而言，控制匯流排914可用以控制攝影機928。

電子器件900亦可包括耦接至資料鏈路912的網路/匯流排介面911。資料鏈路912可允許電子器件900耦接至主機電腦或配件器件或至諸如網際網路的其他網路。可經由有線連接或無線連接來提供資料鏈路912。在無線連接之狀況下，網路/匯流排介面911可包括無線收發器。感測器926可採用用於偵測許多激勵之電路的形式。舉例而言，感測器926可包括用於監視環境條件的許多感測器，諸如，諸如光度計之光感測器、溫度感測器等等。

可分離地或以任何組合來使用所描述實施例的各種態樣、實施例、實施或特徵。所描述實施例之各種態樣可藉由軟體、硬體或硬體與軟體之組合來實施。所描述實施例亦可體現為可由處理器執行之穩定式電腦可讀媒體上的電腦可讀程式碼。電腦可讀媒體為可儲存資料之任何資料儲存器件，該資料其後可由電腦系統來讀取。電腦可讀媒體之實例包括唯讀記憶體、隨機存取記憶體、CD-ROM、HDD、SSD(固態硬碟)、DVD、磁帶及光學資料儲存器件。電腦可讀媒體亦可分散於網路耦接之電腦系統上，使得以分散樣式儲存並執行電腦可讀程式碼。

為了解釋之目的，前述描述使用具體術語以提供對所述實施例之透徹理解。然而，對於熟習此項技術者而言顯而易見，並不要求特定細節以便實踐所描述實施例。因此，為了說明及描述之目的而呈現具體實施例之前述描述。前述描述並非意欲係詳盡的或將所描述實施例限於所揭示之精準形式。對於一般熟習此項技術者將顯而易見的是，有鑒於以上教示，許多修改及變化係可能的。

【符號說明】

100	交叉式切爾厄-透納光譜儀
102	透鏡-光柵-透鏡(LGL)光譜儀
104	鏡-光柵-鏡(MGM)光譜儀
110	準直儀
120	繞射光柵
130	聚焦元件
140	偵測器陣列
300	光譜攝影機
310	傳入光
320	顯示器
330	孔鏡
335	孔洞
340	光纖連接器
350	透鏡
360	狹縫
370	交叉式切爾厄-透納光譜儀
372	準直鏡
374	光柵
376	聚焦鏡
378	偵測器陣列
380	使用者界定之攝影機
385	鏡
700	方法/流程圖
800	方法
900	電子器件

902	處理器
904	檔案系統
906	快取記憶體
908	使用者輸入器件
910	顯示器
911	網路/匯流排介面
912	資料鏈路
913	I/O控制器
914	控制匯流排
916	資料匯流排
920	隨機存取記憶體(RAM)
922	唯讀記憶體(ROM)
926	感測器
928	攝影機

申請專利範圍

104. 2. 13

1. 一種用於經由使用一窄頻色彩量測器件來校正一寬頻色彩量測器件之一色彩量測輸出的方法，該方法包含：

組態該寬頻色彩量測器件及該窄頻色彩量測器件以量測色彩；

用預定測試圖案來激勵該寬頻色彩量測器件及該窄頻色彩量測器件；

自該寬頻色彩量測器件捕獲一第一影像及自該窄頻色彩量測器件捕獲一第二影像；

判定與該第一影像及該第二影像之色彩資料相關的一校正矩陣；

判定該校正矩陣是否可接受作為該寬頻色彩量測器件之色彩量測之一校準參數；及

用該校正矩陣來校正該寬頻色彩量測器件的該色彩量測輸出。

2. 如請求項1之方法，其中該等預定測試圖案包括61個獨特的數位色彩激勵圖案。
3. 如請求項1之方法，其中該寬頻色彩量測器件係一色度計。
4. 如請求項3之方法，其中該色度計包括一拜耳濾光器。
5. 如請求項3之方法，其中該色度計包括一色輪。
6. 如請求項1之方法，其中該窄頻色彩量測器件係一光譜儀。
7. 一種用於使用一窄頻色彩量測器件來校準一寬頻色彩量測器件的方法，該方法包含：

呈現預定測試圖案；

組態該窄頻色彩量測器件及該寬頻色彩量測器件以並行地量

測來自該等預定測試圖案的色彩資料；

自該寬頻色彩量測器件捕獲一第一影像及自該窄頻色彩量測器件捕獲一第二影像；

判定與來自該第一影像及該第二影像之色彩資料相關的一最佳配適校正矩陣；

評估該最佳配適校正矩陣是否可被接受作為來自該寬頻色彩量測器件之色彩量測的一校準參數；及

在該最佳配適校正矩陣不可被接受作為該校準參數時，返回至該呈現該等預定測試圖案的步驟。

8. 如請求項7之方法，其進一步包含：

當該最佳配適校正矩陣可被接受作為該校準參數時，使用該最佳配適校正矩陣作為來自該寬頻色彩量測器件之該等色彩量測的該校準參數。

9. 如請求項7或8之方法，其中該最佳配適校正矩陣係 3×3 矩陣。

10. 如請求項7或8之方法，其中該最佳配適校正矩陣係 3×4 矩陣。

11. 如請求項7或8之方法，其中該等預定測試圖案包括61個獨特的數位色彩激勵圖案。

12. 如請求項7或8之方法，其中該寬頻色彩量測器件係一色度計。

13. 如請求項7或8之方法，其中該窄頻色彩量測器件係一光譜儀。

14. 一種經組態以使用一窄頻色彩量測器件來校準一寬頻色彩量測器件之一輸出的系統，該系統包含：

一分裂器，其經組態以將一測試圖案之一影像分裂成一第一影像及一第二影像；

一窄頻器件，其經組態以自該第一影像捕獲第一資料；

一第一影像管線，其經組態以將該第一影像導引至該窄頻器件；

一寬頻器件，其經組態以自該第二影像捕獲第二資料；及

一第二影像管線，其經組態以將該第二影像導引至該寬頻器件，其中將該所捕獲之第一資料及該所捕獲之第二資料用以判定與該所捕獲之第一資料及該所捕獲之第二資料相關的一校正矩陣；及該校正矩陣係被評估是否可被接受作為該寬頻器件之色彩量測的一校準參數。

15. 如請求項14之系統，其中該校正矩陣係用於該寬頻器件之校準。
16. 如請求項14或15之系統，其中該寬頻器件係一色度計。
17. 如請求項16之系統，其中該色度計包括一拜耳濾光器。
18. 如請求項16之系統，其中該色度計包括一色輪。
19. 如請求項14或15之系統，其中該窄頻器件係一光譜儀。
20. 如請求項14或15之系統，其中該測試圖案屬於包含61個獨特的數位色彩激勵圖案的一組預定測試圖案。

圖式

100

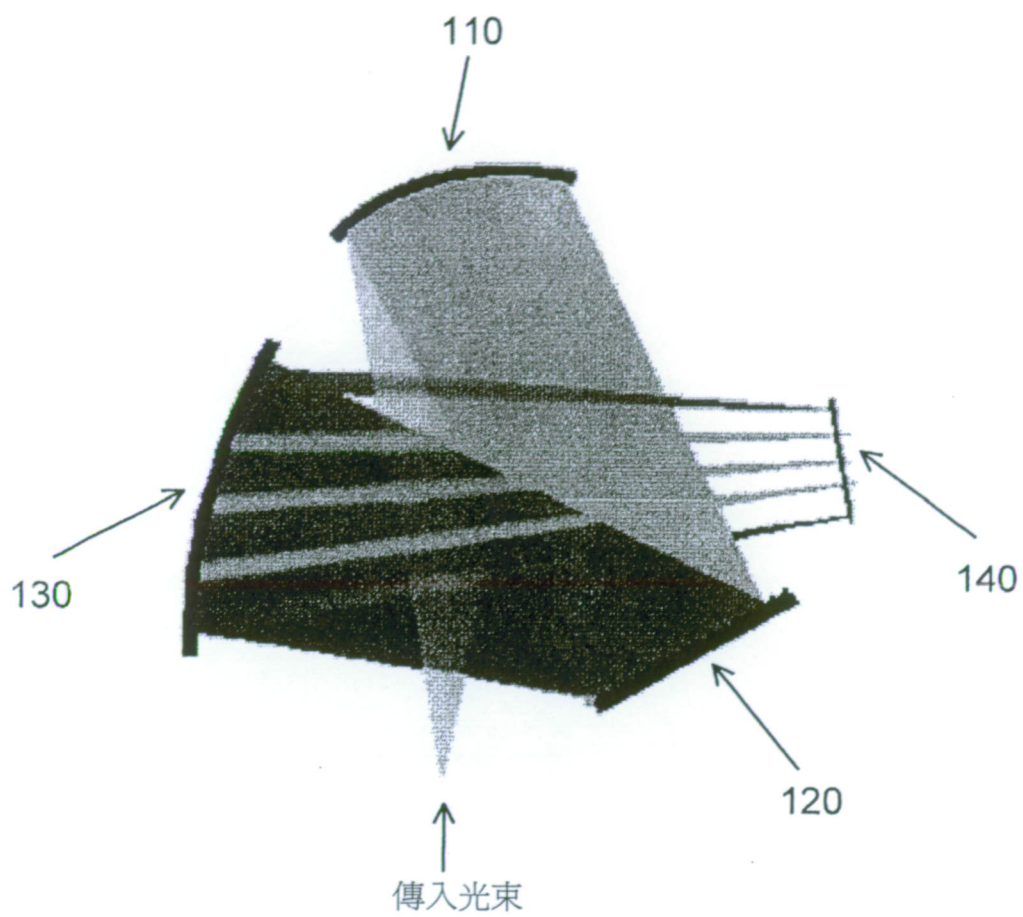


圖1A

102

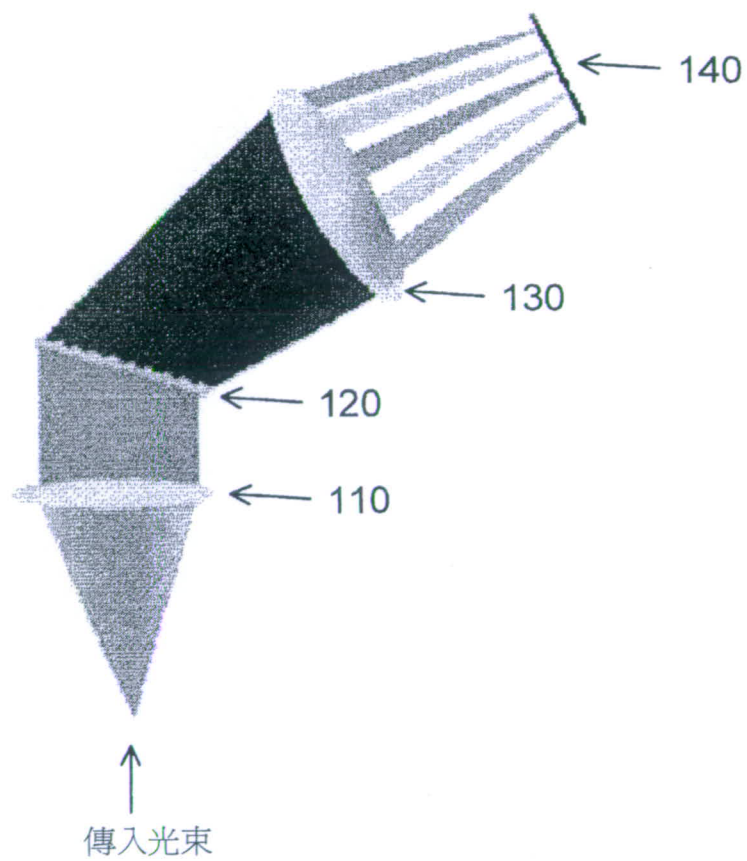


圖1B

104

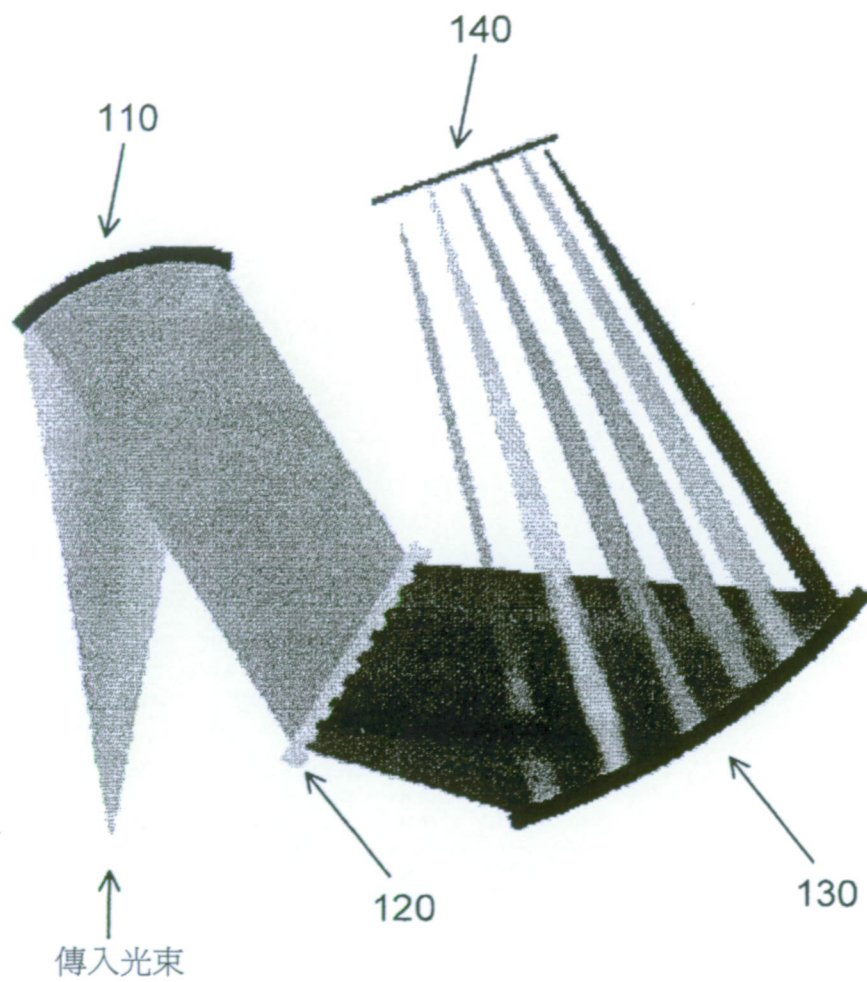


圖1C

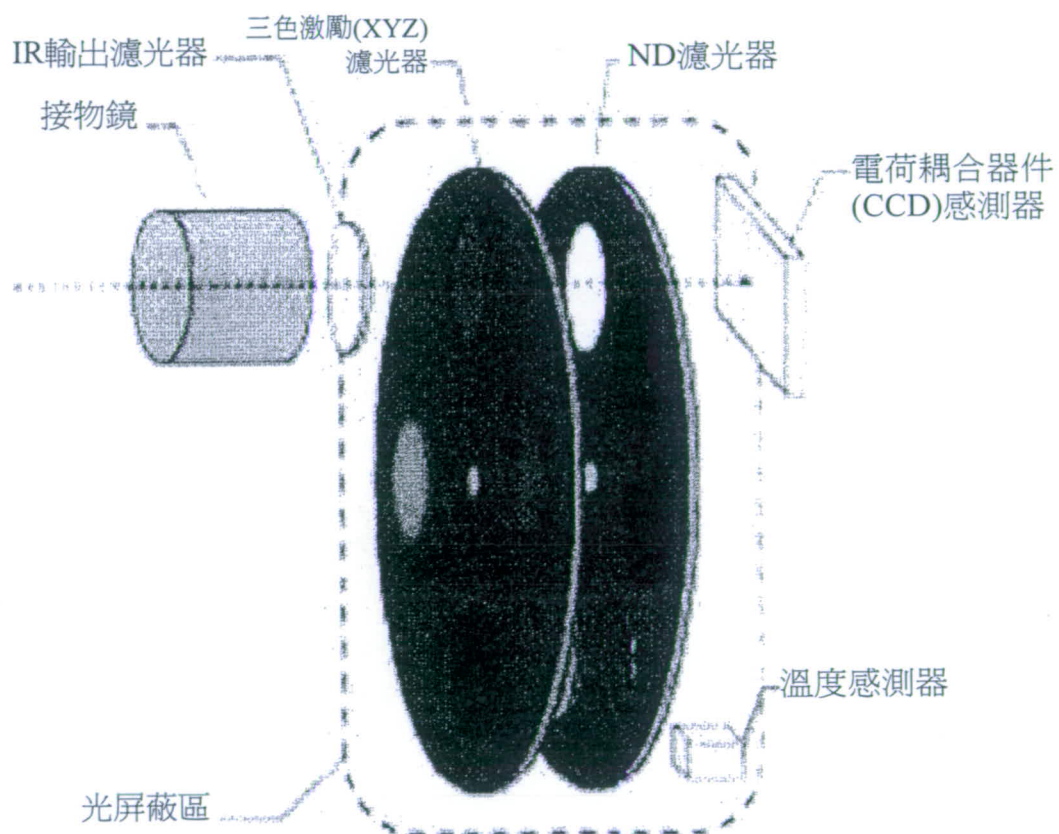


圖2A

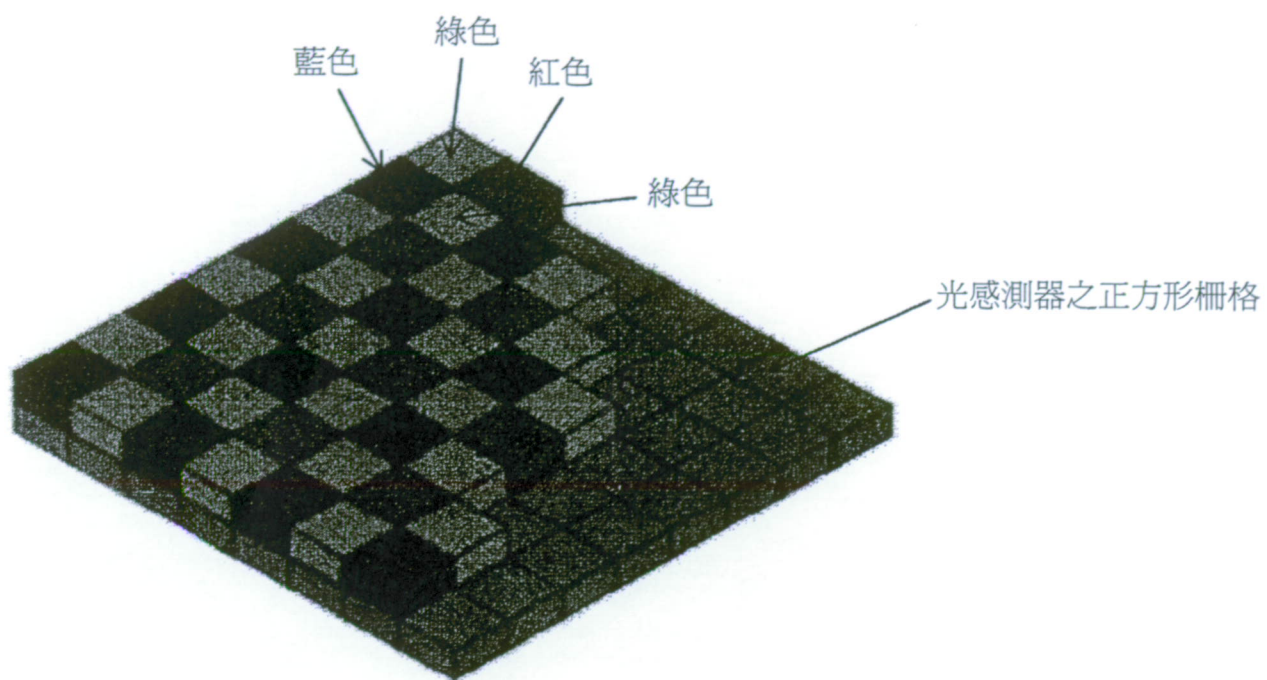


圖2B

300

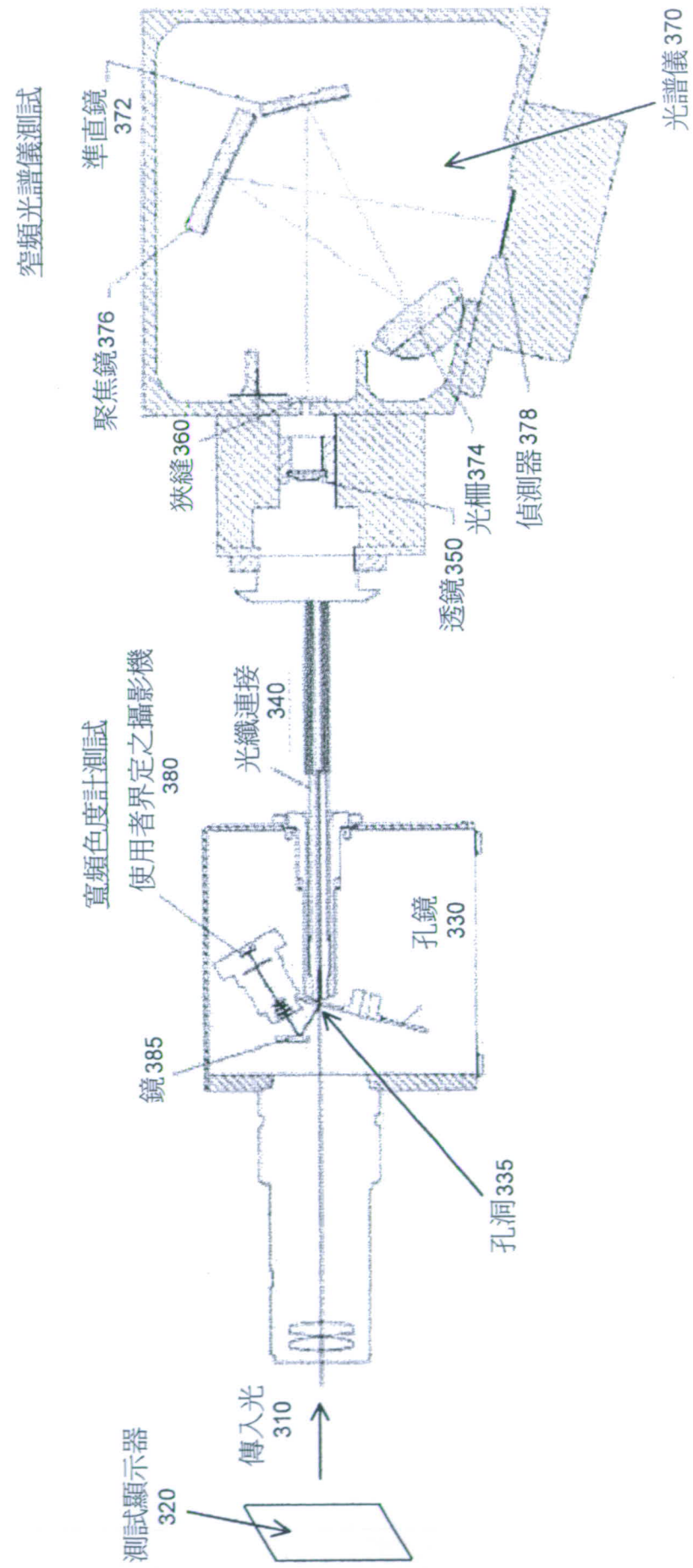


圖3

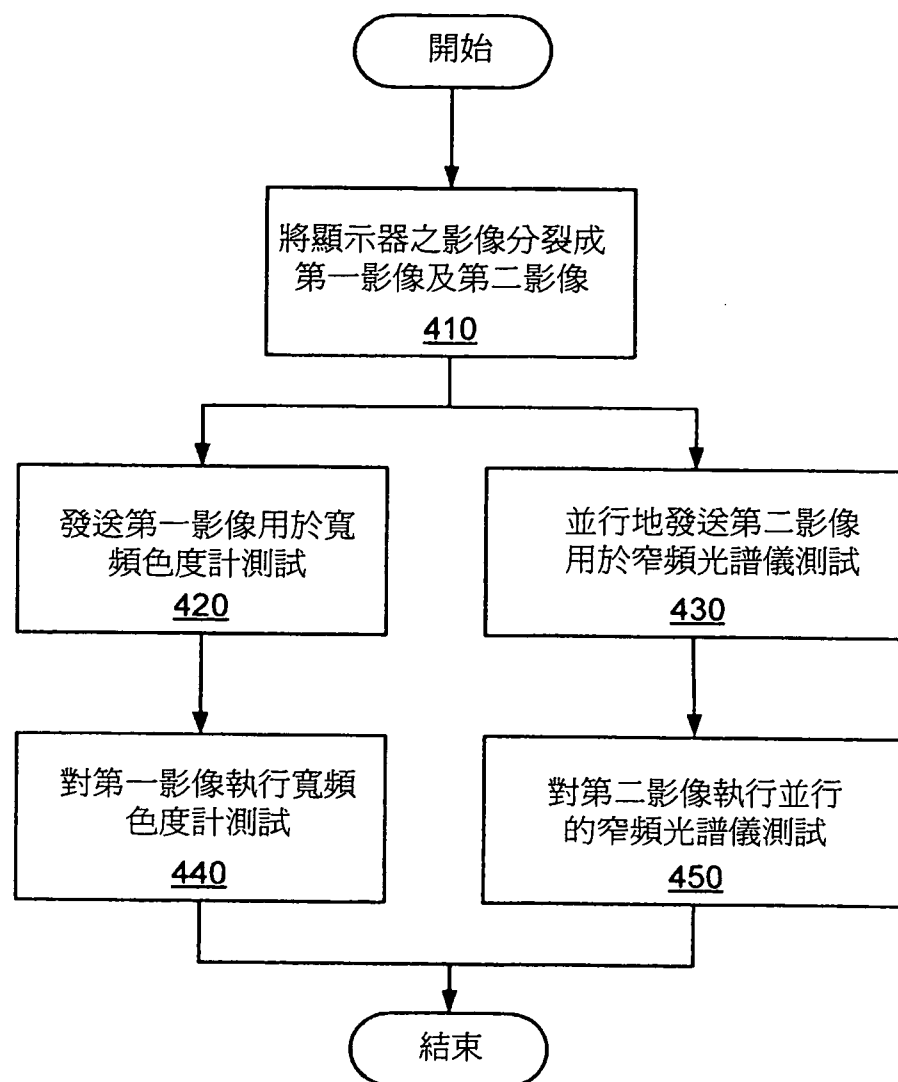


圖4

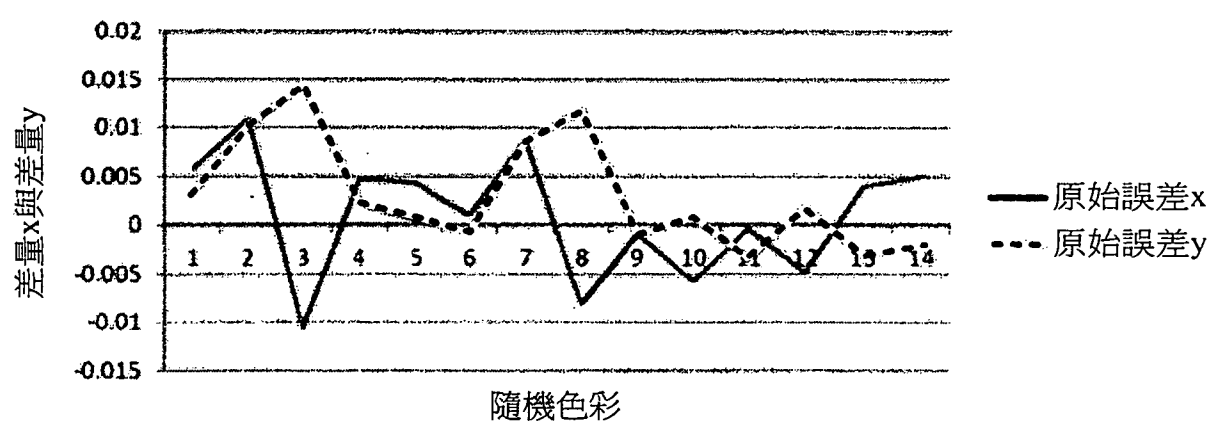


圖5

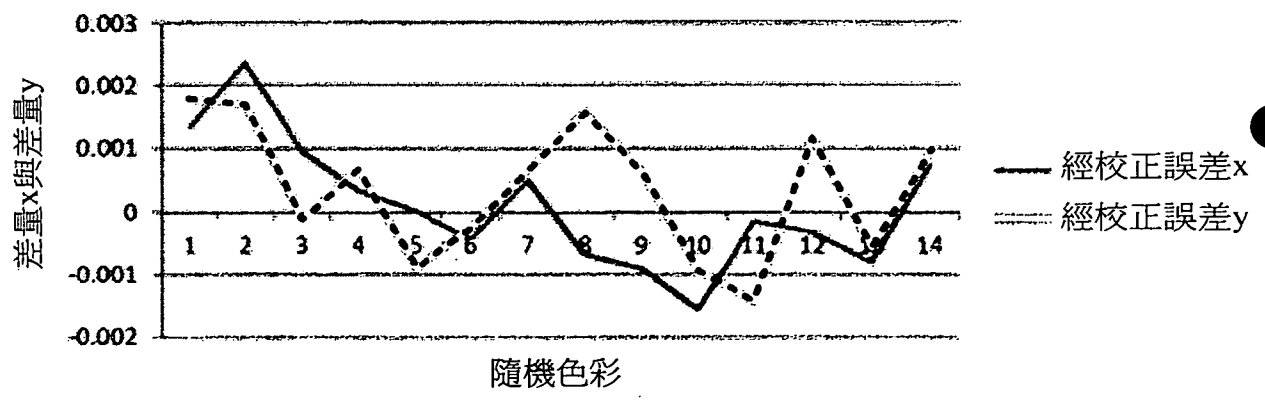


圖6

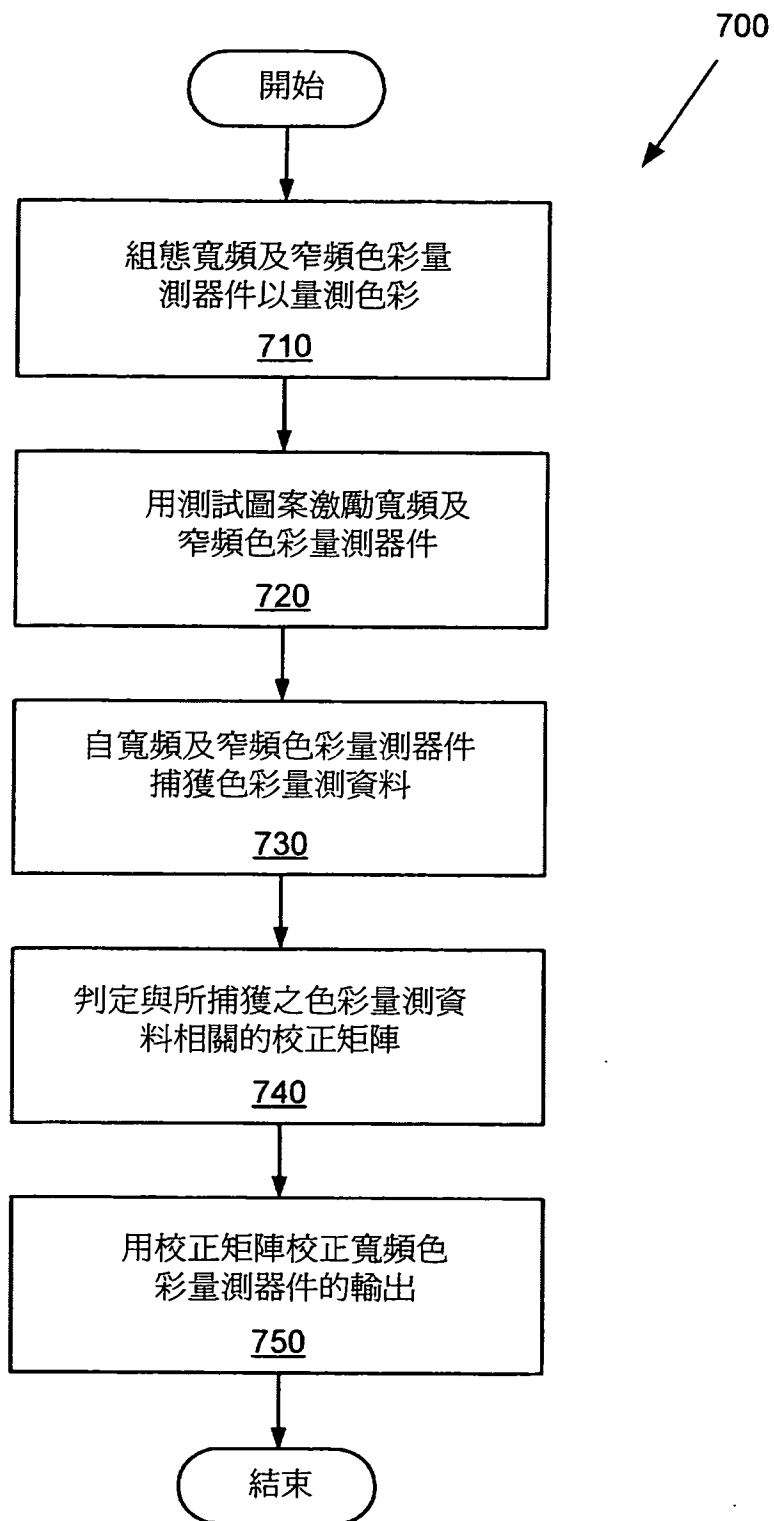


圖7

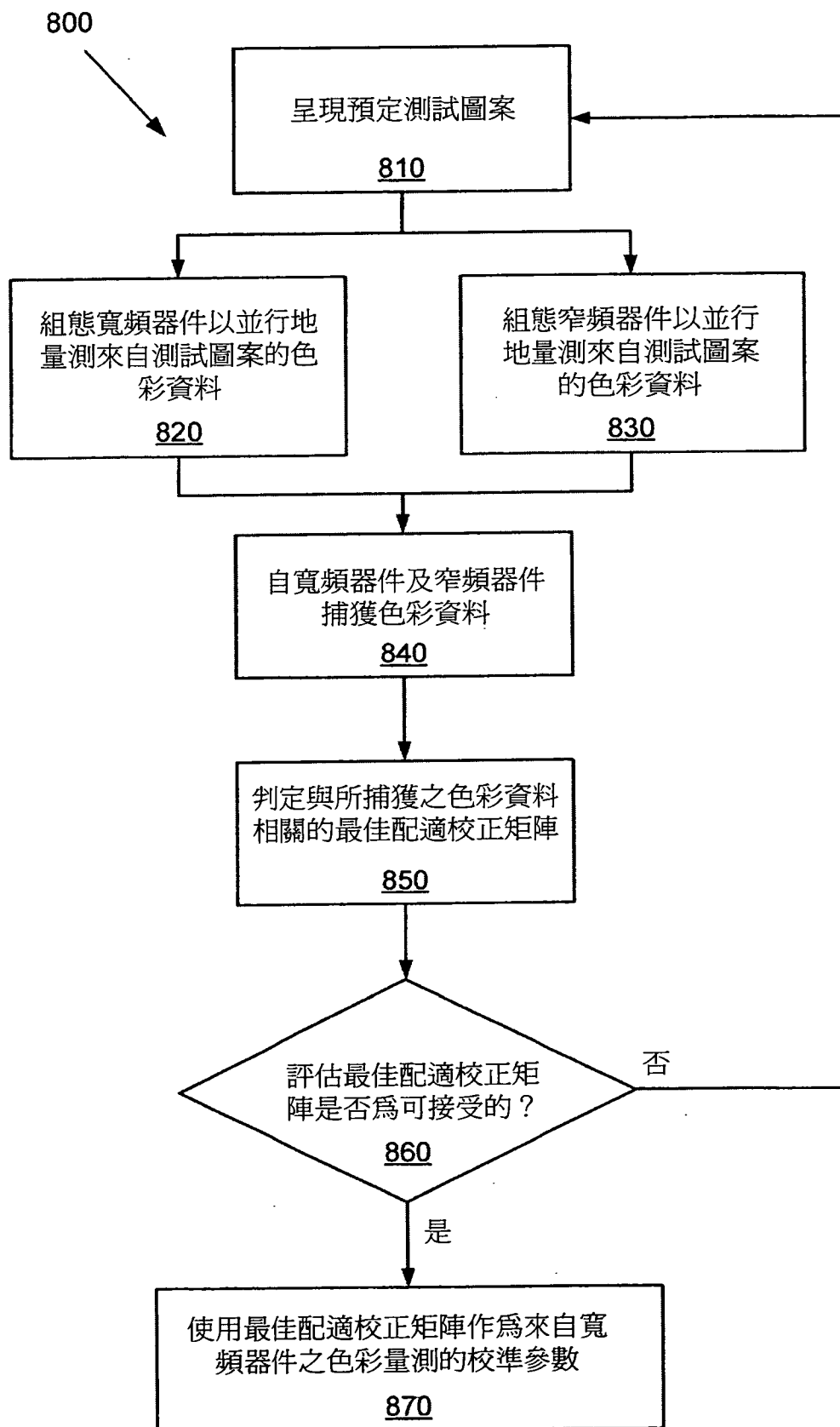


圖8

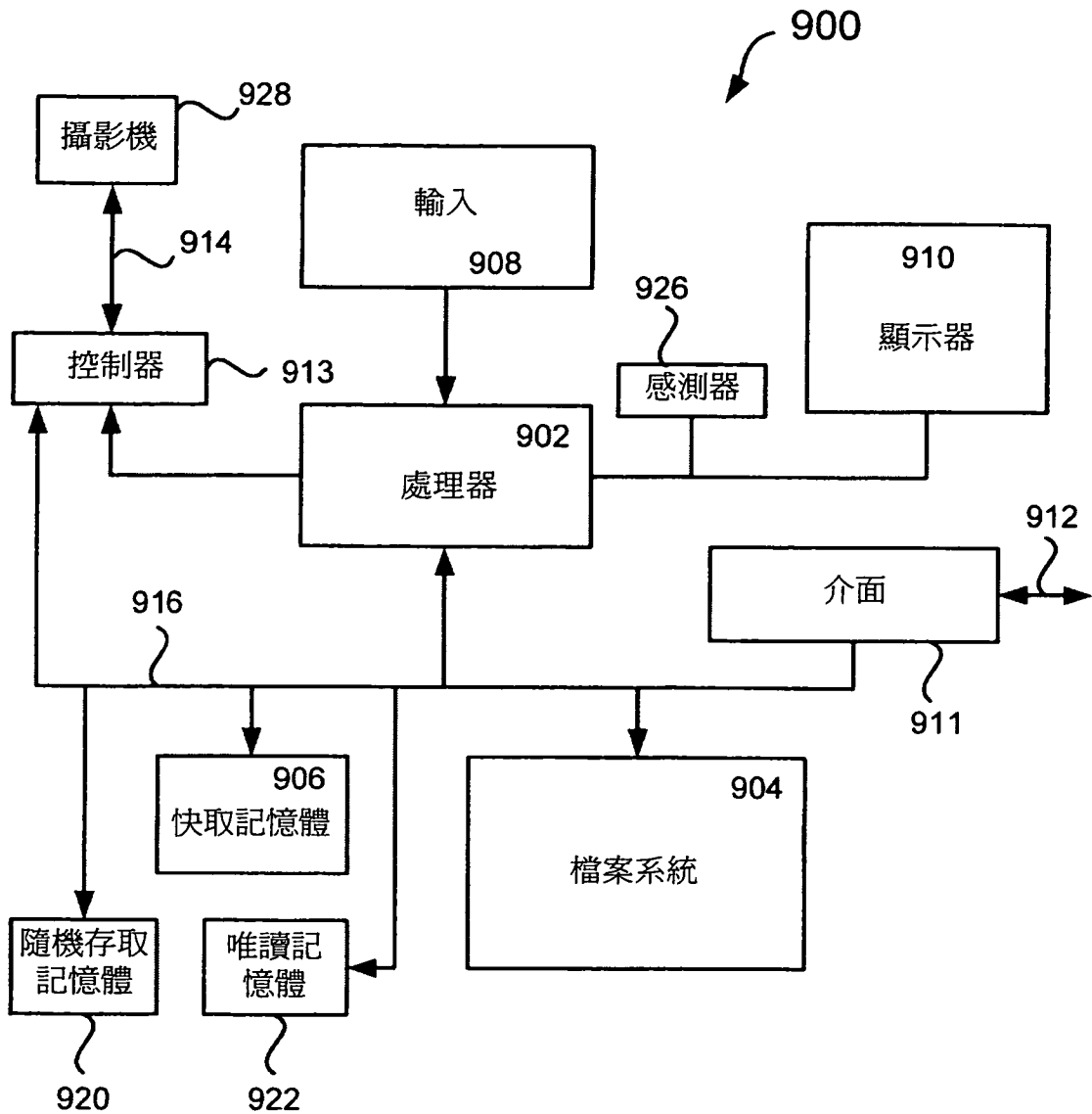


圖9