



(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 201324434 A1

(43)公開日：中華民國 102 (2013) 年 06 月 16 日

(21)申請案號：100146130

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 12 月 14 日

(51)Int. Cl.：

G06T1/00 (2006.01)

H04N5/30 (2006.01)

G01N21/17 (2006.01)

(71)申請人：國立交通大學(中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)

新竹市大學路 1001 號

(72)發明人：方偉騏 FANG, WAI CHI (TW)；陳殿河 CHEN, TIEN HO (TW)；康適 KANG, SHIH

(TW)；吳世揚 WU, SHIH YANG (TW)；鄭敬儒 CHENG, CHING JU (TW)

(74)代理人：陳昭誠

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：4 共 22 頁

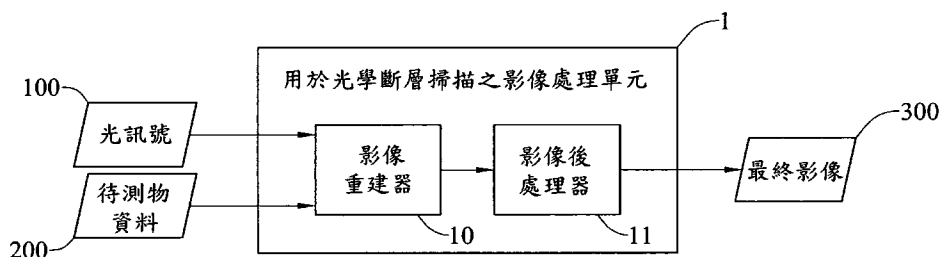
(54)名稱

用於光學斷層掃描之影像處理單元

AN IMAGE PROCESSING UNIT FOR OPTICAL TOMOGRAPHY

(57)摘要

一種用於光學斷層掃描之影像處理單元，係應用於微型化的擴散式光學斷層掃描裝置內，包括影像重建器及影像後處理器，其中，影像重建器接收來自待測物與照射光線反應所產生的複數個光訊號以及該待測物之影像模型的反向解矩陣，將各別光訊號透過子框架（sub-frame）演算法與該反向解矩陣進行內積運算，以得到對應待測物的原始影像，再由影像後處理器對該原始影像進行高斯延展演算法處理，藉此輸出最終影像。透過本發明提供影像重建及影像後處理，可解決習知光學斷層掃描技術在微型化下所造成運算速度慢之缺陷，同時能提供良好的輸出影像品質。



1：用於光學斷層掃描之影像處理單元

10：影像重建器

11：影像後處理器

100：光訊號

200：待測物資料

300：最終影像

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：100146130

G06T 1/00 (2006.01)

H04N 5/30 (2006.01)

※申請日：100.12.14

※IPC分類：G01N 21/17 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於光學斷層掃描之影像處理單元

AN IMAGE PROCESSING UNIT FOR OPTICAL TOMOGRAPHY

二、中文發明摘要：

一種用於光學斷層掃描之影像處理單元，係應用於微型化的擴散式光學斷層掃描裝置內，包括影像重建器及影像後處理器，其中，影像重建器接收來自待測物與照射光線反應所產生的複數個光訊號以及該待測物之影像模型的反向解矩陣，將各別光訊號透過子框架(sub-frame)演算法與該反向解矩陣進行內積運算，以得到對應待測物的原始影像，再由影像後處理器對該原始影像進行高斯延展演算法處理，藉此輸出最終影像。透過本發明提供影像重建及影像後處理，可解決習知光學斷層掃描技術在微型化下所造成運算速度慢之缺陷，同時能提供良好的輸出影像品質。

三、英文發明摘要：

The invention provides an image processing unit for optical tomography. The image processing unit is applied to a miniaturized diffusion optical tomography device, comprising an image reconstructor and an image post-processor. The image reconstructor receives a plurality of light signals derived from the interaction between an object and emitted lights as well as solved inverse matrix from an image model of the object. The image reconstructor is arranged for using a sub-frame algorithm to perform the inner product between the individual light signals and the solved inverse matrix, so as to obtain an original image of the object. The image post-processor is arranged for using a Gaussian extended algorithm to transform the original image to a final image of the object. The image reconstruction and image post-processing provided by the invention can resolve known defects of optical tomography under the miniaturization, for instance slow operations, while providing output with excellent image quality.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- | | |
|-----|-----------------|
| 1 | 用於光學斷層掃描之影像處理單元 |
| 10 | 影像重建器 |
| 11 | 影像後處理器 |
| 100 | 光訊號 |
| 200 | 待測物資料 |
| 300 | 最終影像 |

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

本案無化學式。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種用於光學斷層掃描之影像處理單元，更詳而言之，係一種應用在可攜的擴散式光學斷層掃描裝置中之影像處理單元。

【先前技術】

目前診斷胸腔或腦部腫瘤的多項技術中，主要係以擴散式光學斷層掃描(Diffusion Optical Tomography; DOT)的方式進行，此技術有著非侵入式和即時顯影等特性，不會造成病人傷痛並且可即時產生結果，故成為其使用上的優勢。

具體而言，擴散式光學斷層掃描是利用身體組織或腫瘤對於特殊波長的激發光產生選擇性吸收、反射或折射等光學特性，以辨識人體內部組織或構造的差異。舉例來說，近紅外線光波長對於含氧和非含氧的血紅素濃度有明顯吸收差異，因此，可利用近紅外線光波長特性來進行血液流向、血液容積與含氧濃度的飽和度等臨床實驗，亦可用於前述身體組織或腫瘤的判別，因而，將近紅外線光波長應用於擴散式光學斷層掃描，使其具更大效益，同時可擴展擴散式光學斷層掃描的應用範圍。

近幾年來，隨著研究發展及製程技術上的進步，擴散式光學斷層掃描方法多著重於光學斷層掃描之後所需要的影像重建技術之改良，換言之，為了達到影像高解析度要求，常需對斷層掃描結果進行龐大的運算。惟，龐大運算

會造成顯影時間過長，且為快速得到大量運算結果，往往需增加使用大量設備，因而導致設備體積過大，不僅難以輕易搬動，當然也無法隨時隨地的使用，降低其便利性。

由上可知，對於上述擴散式光學斷層掃描技術的缺陷，可透過縮小擴散式光學斷層掃描設備來改善，然而，縮小裝置設備體積恐難處理龐大運算，故尚需軟體、硬體或韌體等改變才能達到可靠、高效率的影像重建效果。因此，如何在微型化擴散式光學斷層掃描的裝置或設備中提供良好的影像重建技術，仍屬本領域之技術人員的一大課題。

【發明內容】

鑒於上述習知技術之缺點，本發明之目的在於提出一種用於光學斷層掃描之影像處理單元，係應用於微型化的擴散式光學斷層掃描裝置中，藉以在微型化下仍具有良好的影像重建效果。

為達成前述目的及其他目的，本發明提供一種用於光學斷層掃描之影像處理單元，係包括：透過影像重建器接收來自一待測物與照射光線反應所產生的複數個光訊號及該待測物之影像模型的反向解矩陣，接著將各該光訊號與該反向解矩陣進行關聯性計算，以產生對應該待測物之原始影像；最後，透過影像後處理器對該原始影像進行高斯延展演算法處理，以輸出經後製處理的最終影像。

於一實施形態中，前述之影像重建器復包括：光訊號緩衝區、待測物資料緩衝區及影像重建模組。其中，該光

訊號緩衝區係用於暫存該複數個光訊號，該待測物資料緩衝區係用於暫存該反向解矩陣，而影像重建模組，則用於透過子框架演算法處理每一光訊號以取得該待測物之偵測數據，並將該偵測數據與該反向解矩陣進行內積運算，以重建得到該原始影像。

於另一實施形態中，前述之影像後處理器復包括：輸入緩衝區及影像處理模組。該輸入緩衝區係用於暫存該原始影像，接著由影像處理模組依據高斯延展演算法所形成的權重陣列將該原始影像進行影像平滑處理，以產生該最終影像。

另外，該待測物之影像模型是透過待測物之光學參數所建立的，而透過對前述影像模型進行奇異值分解運算可取得該反向解矩陣。

於又一實施形態中，用於光學斷層掃描之影像處理單元內的影像重建器及影像後處理器係以電路方式來實現。

相較於習知技術，本發明所述之光學斷層掃描之影像處理單元，主要應用於微型化的擴散式光學斷層掃描裝置中，特別的是，影像重建過程係將所擷取到的每一光訊號與待測物的影像模型相結合運算，所產生之原始影像將再作影像後處理，以提高影像高畫素及改善影像連續性，該光學斷層掃描之影像處理單元可以晶片方式來實現，藉此讓擴散式光學斷層掃描裝置成為可攜式、低成本且高效能的設備，將可廣泛應用於居家醫療看護的設備。

【實施方式】

以下藉由特定的具體實施形態說明本發明之技術內容，熟悉此技藝之人士可由本說明書所揭示之內容輕易地瞭解本發明之其他優點與功效。本發明亦可藉由其他不同的具體實施形態加以施行或應用。

請參閱第 1 圖，係本發明之用於光學斷層掃描之影像處理單元的系統架構圖。如圖所示，所述之用於光學斷層掃描之影像處理單元 1 係應用於擴散式光學斷層掃描裝置內，該用於光學斷層掃描之影像處理單元 1 主要包括影像重建器 10 及影像後處理器 11。

於此須說明的是，為了方便於居家醫療照護使用，因而本發明真對體積小、效能高的微型化擴散式光學斷層掃描裝置提出一種影像處理單元，在縮小設備體積情況下，習知採用軟體執行影像處理時所需的龐大運算已無法適用，因而本發明所述之影像重建器 10 及影像後處理器 11 可透過電路來實現，例如嵌入於晶片內，同時滿足微型化及高效能的需求，然而，此僅為一較佳實施方式，並非對本發明之用於光學斷層掃描之影像處理單元 1 作侷限。

影像重建器 10 係用於接收來自一待測物與照射光線反應所產生的複數個光訊號 100 以及預先輸入之待測物資料 200，於本實施例中，該待測物資料 200 為依據待測物之影像模型所產生的反向解矩陣，該影像重建器 10 將所接收到多筆光訊號 100 及預先輸入的待測物資料 200，將各該光訊號 100 與該反向解矩陣進行關聯性計算，例如透過子框架 (sub-frame) 演算法使得該些光訊號 100 與該反向

解矩陣進行內積運算，藉以產生對應待測物的原始影像。

於實際操作時，該待測物資料 200 係為待測物之影像模型所運算出的反向解矩陣，而該待測物之影像模型可由待測物之光學參數所建立，係屬一些預先輸入的數據，該光學參數可包括量測深度、吸收係數、反射係數或擴散係數等，接著將該影像模型進行奇異值分解運算即可得到該反向解矩陣，前述反向解矩陣的取得方式並非本發明重點，故不再加以詳述。

此外，前述複數個光訊號 100 係指擴散式光學斷層掃描裝置，會發射複數個光源，如近紅外光的照射光線至待測物，並於與待測物反應後反射，而由偵測器進行感測接收，亦即待測物與該照射光線反應所產生的複數個光訊號 100 係表示待測物中不同區域之生理訊號，舉例來說，該待測物為人體內部結構，因而近紅外光打入人體內後，人體結構可能吸收不同程度的近紅外光後反射，此時偵測器將感測每一光源所發射的照射光線其返回的光訊號 100，藉此感測人體內部結構的差異。

因此，將所有光源作區域劃分，使得每一光源所在區域的光訊號 100 可各別被計算，如此有別於習知將所有光源的感測資料一次計算而導致運算過慢，且影像重建器 10 將所接收到光訊號 100 與預先設定待測物之影像模型的反向解矩陣作內積運算，即可取得待測物完整的原始影像。

影像後處理器 11 係用於對影像重建器 10 所產生之原始影像進行高斯延展演算法處理，以輸出經處理的最終影

像 300。具體來說，前面影像重建器 10 係將光源作區域劃分，因而在每一光源各自計算下造成整體影像中兩個鄰近區域的影像交界處有不連續性情況產生，此為分開計算所導致的，故影像後處理器 11 將對影像重建器 10 所產生原始影像進行後處理，像是對兩影像交界處進行平滑處理或是提高影像的畫素，使得最終影像 300 具有較佳呈現效果。

由上述可知，為了解決習知採用軟體執行大量運算導致過慢以及機器設備過大等缺陷，本發明係將所述影像重建器 10 和影像後處理器 11 設計成電路晶片，把光訊號與影像模型進行運算而產出原始影像，尤其透過各光源分別計算使得運算速度更快，最後經影像後處理讓產出影像可以最佳化，藉此達到微型化又具有高效率運算結果。

其次，請參閱第 2 圖，係本發明之用於光學斷層掃描之影像處理單元的影像重建器之內部示意圖。於第 2 圖中，該用於光學斷層掃描之影像處理單元 2 提供影像重建及影像後處理等功能，其中，影像重建器 20、影像後處理器 21、光訊號 100 及待測物資料 200 與第 1 圖所示的實施形態相同，故不再贅述。本實施形態主要說明該影像重建器 20 復包括光訊號緩衝區 201、待測物資料緩衝區 202 及影像重建模組 203。惟，前述模組或結構並非限制，可依據需求調整或增減。

光訊號緩衝區 201 用於暫存該複數個光訊號 100，而待測物資料緩衝區 202 係用於暫存待測物資料 200，亦即包括前述的反向解矩陣。該光訊號緩衝區 201 和待測物資

料緩衝區 202 主要提供光訊號 100 和待測物資料 200 的暫存，如此可避免兩筆資料進入時間不一致導致運算問題外，亦可用於重複讀取的情況。

影像重建模組 203 係用於透過子框架演算法處理每一光訊號 100 以取得該待測物之偵測數據，並將該偵測數據與該反向解矩陣進行內積運算，以重建得到該原始影像。該影像重建模組 203 為影像重建器 20 運作核心，主要將每一光訊號 100 轉換成為數位的偵測數據，以與反向解矩陣進行內積運算，藉此得到待測物的原始影像後傳送至影像後處理器 21。此外，該影像重建器 20 復包括與影像重建模組 203 及該光訊號緩衝區 201 連接之控制模組（未圖示），以提供光訊號 100 類比轉數位以及影像重建程序的控制。

接著請參閱第 3 圖，係本發明之用於光學斷層掃描之影像處理單元的影像後處理器之內部示意圖。於第 3 圖中，該用於光學斷層掃描之影像處理單元 3 同樣提供影像重建及影像後處理等功能，其中，影像重建器 30、影像後處理器 31、光訊號 100 及待測物資料 200 與第 1 圖所示的實施形態相同，故不再贅述。本實施形態主要說明該影像後處理器 31 復包括輸入緩衝區 311 及影像處理模組 312。同樣地，前述模組或結構並非對本實施例作限制，可依據需求調整或增減。

輸入緩衝區 311 用於暫存該原始影像，此與第 2 圖所示之光訊號緩衝區 201 及待測物資料緩衝區 202 提供相同

功能，可用於暫存該影像重建器 30 所產生之原始影像。

影像處理模組 312 係依據高斯延展演算法所形成的權重陣列將該原始影像進行影像平滑處理，以得到該最終影像 300。具體而言，影像處理模組 312 為影像後處理器 31 的運作核心，主要將原始影像進行影像後處理，以得到利於人眼觀測辨識的影像，該影像處理模組 312 所執行之影像平滑處理使得兩個相鄰光訊號所在區域的交界處具有影像連續性，或者影像處理模組 312 可藉由提升像素來改善該原始影像之畫素，使得最終影像 300 有較佳效果，而影像後處理可包含許多方式，像是微調相片參數（例如：飽和、對比、銳利度等）或是將影像邊緣平滑處理，避免交界處視覺上有不連續的情況。此外，該影像後處理器 31 復包括與影像處理模組 312 相連接之控制模組（未圖示），可提供影像後處理程序的控制。

其次配合前述第 1-3 圖所示的用於光學斷層掃描之影像處理單元，以下係說明前述用於光學斷層掃描之影像處理單元，應用於擴散式光學斷層掃描裝置中的實施形態。

如第 4 圖所示，係本發明之用於光學斷層掃描之影像處理單元應用於擴散式光學斷層掃描裝置的示意圖。於第 4 圖中，擴散式光學斷層掃描裝置 4 是一種微型化設備，方便攜帶且體積小不佔空間，有別於習知利用軟體運算的大型設備，該擴散式光學斷層掃描裝置 4 可具有更大效益。

擴散式光學斷層掃描裝置 4 包含光學斷層掃描元件 40 及感測電路 41。感測電路 41 係電性連接光源 411 及偵測

器 412，該光源 411 可發射如近紅外光的照射光線至人體胸腔 1000，而反射回來後由偵測器 412 感測取得該些光訊號，亦即透過感測電路 41 取得人體胸腔 1000 內部結構的光訊號，而該些光訊號將傳送至光學斷層掃描元件 40。

光學斷層掃描元件 40 主要執行影像重建及影像後處理，該光學斷層掃描元件 40 包含運算單元 401、控制單元 402 及影像處理單元 403。其中，該控制單元 402 主要控制光學斷層掃描元件 40 內各單元運作，該運算單元 401 則對待測物光學資料作預先處理，以供與所感測到光訊號結合產生感測物的原始影像，而影像處理單元 403 則執行影像重建及後處理。

具體而言，使用者可透過使用者控制介面（未圖示）輸入關於待測物的光學參數，此時，模型處理器 4011 基於控制單元 402 的控制，依據待測物的光學參數建立待測物之影像模型，也就是將所接收到待測物之光學參數轉成用於矩陣計算的因子，並根據該用於矩陣計算的因子以及預先設定之感測電路 41 基本資料，建立待測物的模型矩陣，接著，奇異值分解器 4012 將該模型矩陣執行奇異值分解運算，以得出表示待測物之反向解矩陣，該反向解矩陣係用於與所感測到光訊號結合而產生感測物的原始影像。

影像處理單元 403 即本發明所述之影像處理核心技術，當接收到來自該運算單元 401 所產生之反向解矩陣，以及感測電路 41 感測到的光訊號後，由影像重建器 4031 進行影像重建，所產生待測物的原始影像再經由影像後處

理器 4032 的影像後處理，即可產生較佳效果的影像輸出 2000。

因此，該擴散式光學斷層掃描裝置 4 整體可為電路設計並可製成為晶片，藉此達到微型化目的，特別是透過影像處理單元 403 內之影像重建器 4031 及影像後處理器 4032 的影像重建和影像後處理，以達到快速且高效率的影像處理。

綜上所述，本發明之光學斷層掃描之影像處理單元，主要用於影像重建及影像後處理，將所感測到每一光訊號與待測物之影像模型結合運算，利用子框架演算法作內積運算以取得待測物之原始影像，接著再將該原始影像作高斯延展演算法處理，以提升影像畫素及各區域影像間的連續性，而得到較佳影像輸出。本發明之光學斷層掃描之影像處理單元係以晶片方式實現，不僅達到微型化效果，同時電路晶片無需耗費高成本且處理速度快，將有助於應用在居家或隨身醫療設備內，明顯優於目前採用軟體運算的大型光學斷層掃描設備。

上述實施形態僅例示性說明本發明之原理及其功效，而非用於限制本發明。任何熟習此項技藝之人士均可在不違背本發明之精神及範疇下，對上述實施形態進行修飾與改變。因此，本發明之權利保護範圍，應如後述之申請專利範圍所列。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係本發明之用於光學斷層掃描之影像處理單元

的系統架構圖；

第 2 圖係本發明之用於光學斷層掃描之影像處理單元的影像重建器之內部示意圖；

第 3 圖係本發明之用於光學斷層掃描之影像處理單元的影像後處理器之內部示意圖；以及

第 4 圖係本發明之用於光學斷層掃描之影像處理單元應用於擴散式光學斷層掃描裝置的示意圖。

【主要元件符號說明】

1、2、3	用於光學斷層掃描之影像處理單元
10、20、30	影像重建器
11、21、31	影像後處理器
201	光訊號緩衝區
202	待測物資料緩衝區
203	影像重建模組
311	輸入緩衝區
312	影像處理模組
4	擴散式光學斷層掃描裝置
40	光學斷層掃描元件
401	運算單元
4011	模型處理器
4012	奇異值分解器
402	控制單元
403	影像處理單元
4031	影像重建器

4032	影像後處理器
41	感測電路
411	光源
412	偵測器
100	光訊號
200	待測物資料
300	最終影像
1000	人體胸腔
2000	影像輸出

七、申請專利範圍：

1. 一種用於光學斷層掃描之影像處理單元，係包括：

影像重建器，係用於接收來自一待測物與照射光線反應所產生的複數個光訊號及該待測物之影像模型的反向解矩陣，將各該光訊號與該反向解矩陣進行關聯性計算，以產生對應該待測物之原始影像；以及

影像後處理器，係用於對該原始影像進行高斯延展演算法處理，以輸出最終影像。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之用於光學斷層掃描之影像處理單元，其中，該待測物與該照射光線反應所產生的複數個光訊號係表示該待測物中不同區域之生理訊號。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之用於光學斷層掃描之影像處理單元，其中，該影像重建器復包括：

光訊號緩衝區，係用於暫存該複數個光訊號；

待測物資料緩衝區，係用於暫存該反向解矩陣；

以及

影像重建模組，係用於透過子框架演算法處理每一光訊號以取得該待測物之偵測數據，以將該偵測數據與該反向解矩陣進行內積運算，而重建得到該原始影像。

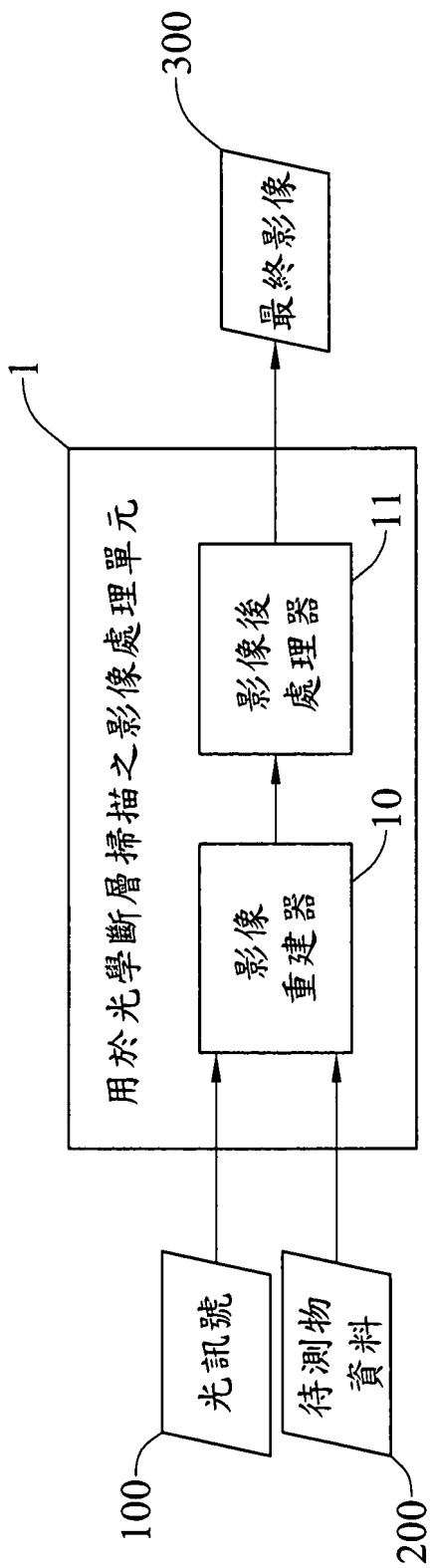
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之用於光學斷層掃描之影像處理單元，其中，該影像後處理器復包括：

輸入緩衝區，係用於暫存該原始影像；以及

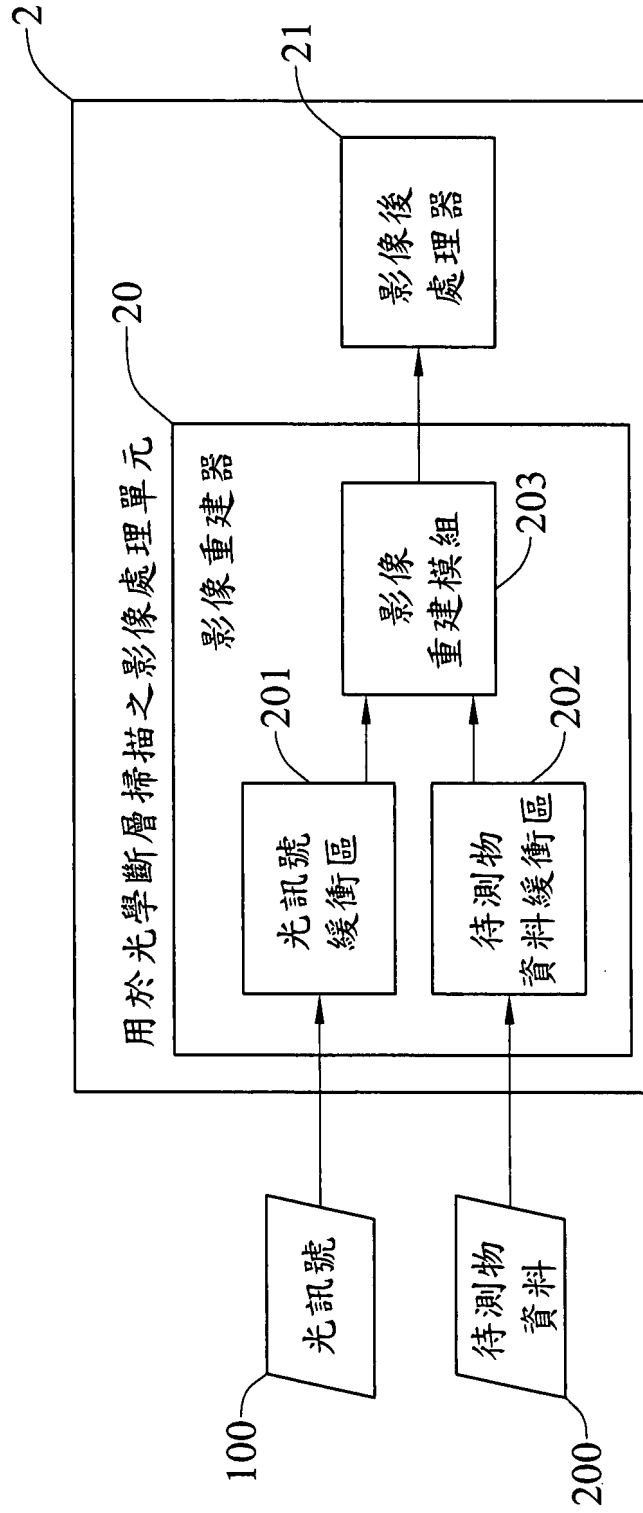
影像處理模組，係依據該高斯延展演算法所形成的權重陣列將該原始影像進行影像平滑處理，以產生該最終影像。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之用於光學斷層掃描之影像處理單元，其中，該影像處理模組所執行之影像平滑處理係使兩個相鄰光訊號所在區域的交界處具有影像連續性。
6. 如申請專利範圍第 4 項所述之用於光學斷層掃描之影像處理單元，其中，該影像處理模組係藉由提升像素以改善該原始影像之畫素。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之用於光學斷層掃描之影像處理單元，其中，該反向解矩陣係透過對該影像模型進行奇異值分解運算而取得。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述之用於光學斷層掃描之影像處理單元，其中，該影像模型係利用該待測物之光學參數而建立。
9. 如申請專利範圍第 8 項所述之用於光學斷層掃描之影像處理單元，其中，該待測物之光學參數包括量測深度、吸收係數、反射係數或擴散係數。
10. 如申請專利範圍第 1 項所述之用於光學斷層掃描之影像處理單元，其中，該影像重建器及該影像後處理器係以電路方式來實現。

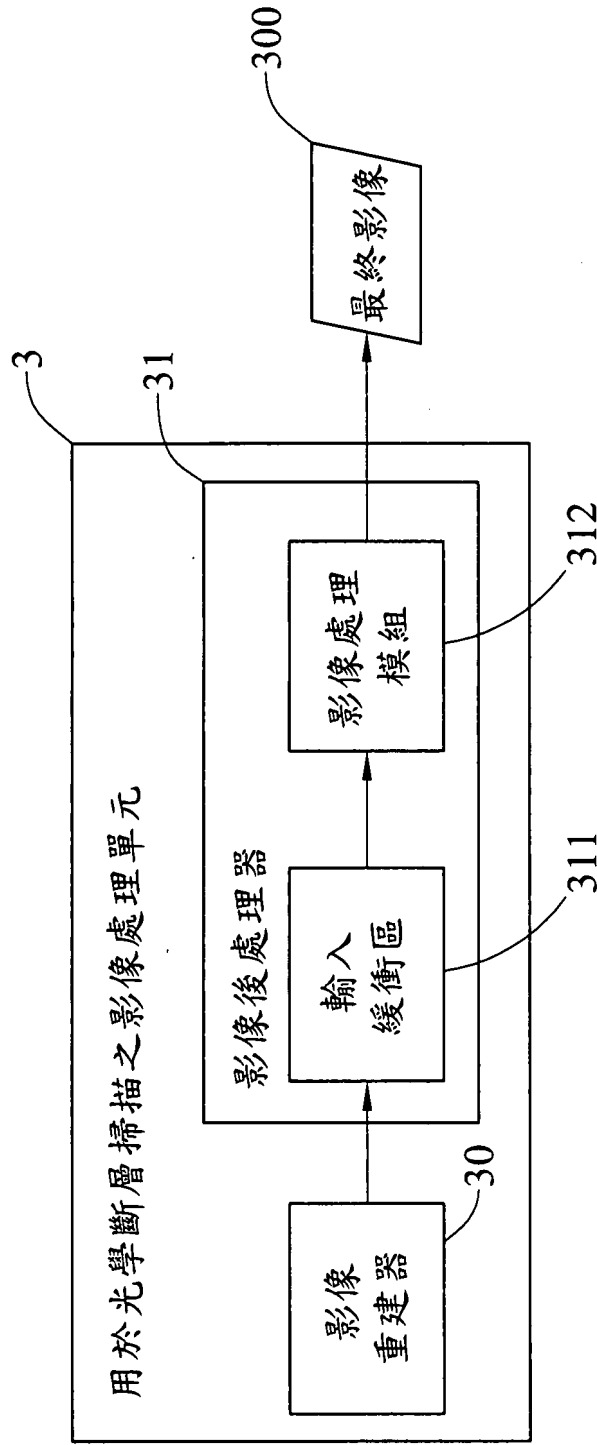
八、圖式：



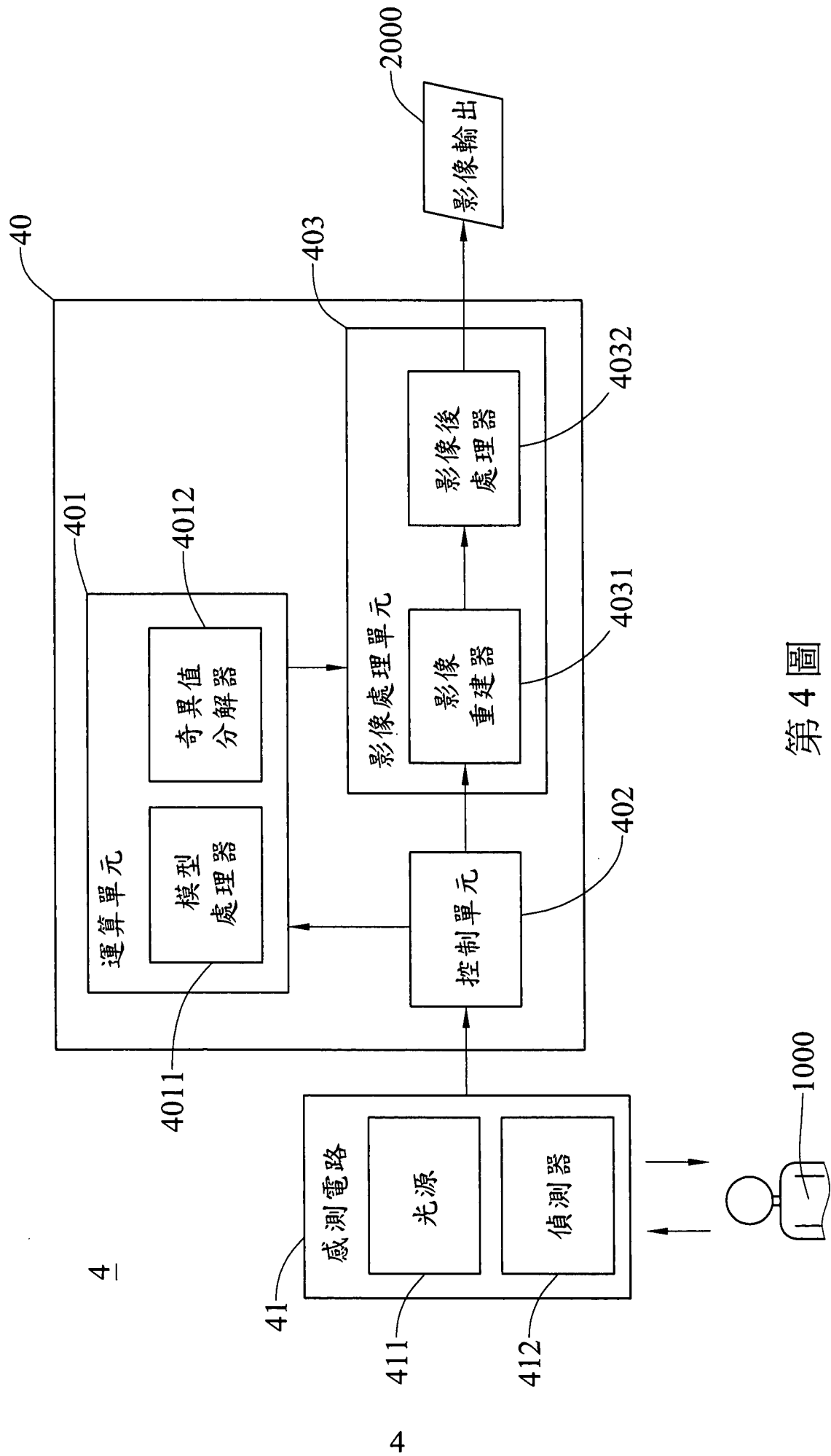
第 1 圖



第 2 圖



第3圖



第 4 圖