

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：93115866

※申請日期：93年6月2日

※IPC分類：G06F 9/00(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用以自電影場景之多重曝光產生高動態範圍影像之系統及程序
A SYSTEM AND PROCESS FOR GENERATING HIGH DYNAMIC
RANGE IMAGES FROM MULTIPLE EXPOSURES OF A MOVING
SCENE

二、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商·微軟公司

Microsoft Corporation

代表人：(中文/英文)

艾華那諾爾 D 巴特萊

EPPENAUER, D. BARTLEY

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國華盛頓州列德蒙微軟路1號

One Microsoft Way, Building 8, Redmond, WA 98052-6399, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國/USA

三、發明人：(共4人)

姓名：(中文/英文)

1. 江勝明/KANG, SING BING

2. 游坦達理馬修 T./UYTTENDAELE, MATTHEW T.

3. 威德西蒙/WINDER, SIMON

4. 西利棋李察/SZELISKI, RICHARD

國 籍：(中文/英文)

1.美國/USA

2.美國/USA

3.英國/UK

4.美國/USA

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

美國；2003 年 7 月 18 日；10/623,033

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

國 籍：(中文/英文)

1.美國/USA

2.美國/USA

3.英國/UK

4.美國/USA

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

美國；2003 年 7 月 18 日；10/623,033

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明特點係有關於從一類括之影像序列產生一高動態範圍(HDR)影像，且特別是關於一產生該等 HDR 影像的系統及處理方法，即使是各影像間出現場景或相機移動時亦然。

【先前技術】

真實世界裡比起由今日多數像機內可用之感測器所捕捉者會具有更多的亮度變異性。單一場景的輻射性可含有四階的亮度規模 - 從陰影到完全明亮範圍。典型的 CCD 或 CMOS 感測器只會捕捉到約 256 - 1024 亮度層級。

在最近幾年來這項有限的動態範圍問題既已激發了許多解決方案。其中一種捕捉完整一靜態場景之輻射性的方法就是採多重場景曝光，然後再將該等合併以產生一「高動態範圍(HDR)」映圖[3,7,8,9,12]。由於這些技術會要求多次輸入影像，從而在各輸入間有可能因為場景內的動態元件或是一移動(即如手持式)相機而產生移動。Mitsunaga 等人[9]藉由將一整體性移動模型適入於該等輸入而有限範圍地解決了此項問題。Mann 等人[8]利用全向攝影技術登註不同曝光的視框，這可對於較大的相機旋轉產生補償作用。Bogoni[2]利用一親近移動而隨後以逐像素串流的方式來登註不同曝光，但是並未說明各視框登註的細節。

可利用多重影像偵測器、新式感測器或間隔變動式像素

曝光，來消除熔接各個在不同時間所拍攝之影像的需要(並因此消除移動問題)。然而，本發明的焦點在於能夠利用廣泛使用之傳統(亦即低動態範圍)影像感測器及相機所能達到者。

一捕捉到任一 HDR 影像後，接著可加以顯析至一顯示器。由於典型的顯示器僅能產獲約兩階規模的亮度數值，因此必須要在該 HDR 影像上執行對比降低處理。近來多位研究人員既已探討這項所謂的色調映對問題 [4,5,11]。

注意到在前述的段落裡，以及在本規格書的其餘部分，該說明係參照於由方括號所包含之編號而識別的各種出版物。例如，這種參考可如「參考[1]」或者是僅「[1]」所標示。多項參考可由一對方括號裡含有一個以上數字標示加以識別，例如[2,3]。可在本文「詳細說明」乙節之結尾處找到含有對應於各數字標示的刊物參考列表。

【發明內容】

本發明係針對一種用以從一場景之類括影像序列產生一高動態範圍(HDR)影像的系統及處理方法，即使是各影像間出現場景或相機移動時亦然。此系統及處理牽涉到首先指定該序列裡具有最多數量之「有效」像素的影像作為一參考影像。若一像素未屬飽和並且展現可接受程度的對比性，則該者被視為有效。在所測試之具體實施例裡，像素強度係按 8 位元 RGB 色彩空間數值所測得，同時若其 RGB 數值各者位於一區間內，則一像素係被視為未飽和且

展現可接受程度的對比性。在本發明之測試版本裡，該區間的最小值與最大值分別被設定為 17 及 254。

一旦選定該參考影像後，該序列裡的「非參考」影像各者會被登註於該參考影像。在本系統及處理方法之一具體實施例裡，這會對各個非參考影像所完成，其方式是藉由將所考量影像登註於該類括序列之影像(包含該參考影像在內)，如此展現出一曝光，此者會比起所考量之影像更靠近於該參考影像者，並且在其他各影像間最接近於所考量影像之曝光者。此項登註程序會對非參考影像各者產生一串流欄位。在本發明之測試具體實施例裡，該登註作業牽涉到計算逐一像素之光學串流欄位。

這些對尚未經登註於該參考影像之非參考影像所產生的流欄位會被加以鏈結，俾將該等各者登註於該參考影像。經鏈結的流欄位，或是在原先直接地登註於該參考影像之影像的情況裡為未經修飾流欄位，會接著被用來裹裝各個非參考影像。然後將這些經裹裝影像合併於該參考影像，以產生一代表該 HDR 影像的輻射映圖。在其中該 HDR 影像係待利用一 8 位元顯示方式加以顯析及顯示的情況下，該輻射映圖進行一色調映對程序，以將此轉換為一適合由該系統加以顯示的影像。

鷹注意，雖非必要，然理想上該類括影像序列裡的影像數量，以及各影像間的曝光變異性，係使得各影像能夠共集地捕捉到在此所述之場景的實質所有亮度變異性。

有關於計算對非參考影像之逐一像素光學串流欄位，這

可如後文在一根據本 HDR 影像產生系統及處理方法之具體實施例裡完成。在所考量影像具有比起其他經予登註之輸入影像為較短曝光的情況下，所考量影像的強度會被增強，以實質地匹配於其他輸入影像的強度範圍。然而，在所考量影像具有比起其他被登註於其之影像為較長曝光的情況下，該其他影像之亮度的強度會被增強以實質地匹配於所考量影像的強度範圍。在任一情況下，在完成此增加程序之後會計算一串流欄位，藉由估計一將所考量影像映對到其他影像者之整體轉換，將所考量影像整體性地登註於其他輸入影像。然後，會利用一梯度基礎式光學串流程序，計算一密集移動欄位。這會產生一對於藉該整體轉換所計算之串流欄位的區域性校正。經校正的串流欄位會是由各像素位置之合成向量，此者係自該整體轉換所導出之整體成分的總和，以及一從構成該整體成分之區域性校正的密集移動欄位所取得之區域性成分這兩者所組成的。可採用任何適當的傳統整體轉換。在本發明的測試版本裡，所用之整體轉換係一親近轉換。

前述用以計算構成對於該整體轉換之區域性校正的密集移動欄位之程序，會牽涉到 Laplacian 金字塔框架裡所採用之 Lucas 及 Kanade 技術的變化方式。特別是所考量之影像會被裹裝朝向於此者經登註的序列內其他影像，並且會在該金字塔各層級處估計出餘值串流向量。這些餘值串流向量會在該金字塔的各層級處按各像素而累積，而建構出密集移動欄位的最終區域性成分。

有關於合併參考影像並裹裝影像以產生一幅射映圖，這可如下在根據本 HDR 影像產生系統及處理方法之一具體實施例中達成。首先，將參考影像及各個經裹裝之影像轉換成個別的輻射映圖。然後將一幅射數值指配給該輻射映圖內各像素位置。這些輻射數值可為單獨關聯於該參考影像之輻射數值，或者是兩個以上輻射數值之經加權組合，這些是從與該參考影像及經裹裝影像相關聯之各輻射影像內的相對應像素位置所取得。一般說來，此決策會與依照各像素強度哪些數值會被視為是可信賴相關。

尤其，對於該參考影像的各個像素位置，首先會決定這些經指配予各裹裝影像內之相對應位置的輻射數值，是否位在一經指配予所考量參考影像之像素位置的輻射數值之最大可容忍雜訊變異範圍內。如發現經指配予前述各裹裝影像內之相對應位置的輻射數值至少一者確位於該最大可容忍雜訊變異範圍內，則會將這(些)輻射數值的加權平均，及該參考影像的加權平均，指配作為該輻射映圖內所考量之像素位置的輻射數值。然而，若發現經指配予裹裝影像內之相對應位置的各輻射數值均無位在前述最大可容忍雜訊變異內，則會將單獨關聯於該參考影像之輻射數值指配作為該輻射映圖內所考量之像素位置的輻射數值。

除如前述益處外，本發明其他優點可自後述詳細說明且併同參照於隨附各圖式而為顯見。

【實施方式】

在本發明較佳具體實施例之後文說明裡會參考到構成本文之一部分的隨附圖式，且其中係藉由示範可實作本發明之特定具體實施例的方式來加以說明。應了解確可運用其他具體實施例，且可進行結構性變化而無虞悖離本發明範圍。

1.0 HDR 影像產生計算環境

在提供本發明較佳具體實施例說明之前，先描述一種其中可實作本發明之適當計算環境的簡要、一般性介紹。第 1 圖顯示一適當計算系統環境 100 之範例。該計算系統環境 100 僅屬一適當計算環境之範例，而非為意指任何本發明運用範圍或功能性之限制。且亦不應將該計算環境 100 詮釋為具有任何與在該示範性作業環境 100 內所述之各元件任者或組合相關的相關性或必要性。

本發明可與各種其他的一般目的或特殊目的計算系統環境或組態而共同運作。可適用於本發明的眾知計算系統、環境及/或組態的範例，包含，但不限於，個人電腦、伺服器電腦、手持式或膝上型裝置、多處理器系統、微處理器基礎式系統、機上盒、可程式化消費性電器、網路 PC、迷你電腦、大型主機電腦、含有任何上述系統或裝置任者之分散式計算環境等等。

本發明可按像是程式模組之一般電腦可執行指令而由一電腦加以執行的情境所描述。一般說來，這些程式模組包含能夠執行特定任務或實作特定抽象資料型態的副程

式、程式、物件、組件、資料結構等。本發明亦可在分散式計算環境下實作，其中可由經一通訊網路而鏈結之遠端處理裝置執行各項任務。在一分散式計算環境裡，程式模組可位在含有記憶體儲存裝置之本地及遠端兩者電腦儲存媒體內。

現參照第 1 圖，一用於實作本發明之示範性系統包含一按電腦 110 形式的一般目的計算裝置。該電腦 110 的各組件可包含，但不限於，一處理單元 120、一系統記憶體 130 及一將包含該系統記憶體在內之各種系統組件耦接至該處理單元 120 的系統匯流排 121。該系統匯流排 121 可為多種含有一記憶體匯流排或記憶體控制器、一週邊匯流排及一利用各式匯流排架構其一之區域匯流排的型態匯流排架構任款。僅以範例，且非限於此，這種架構包括「工業標準架構 (ISA)」匯流排、「微通道架構 (MCA)」匯流排、「增強 ISA (EISA)」匯流排、「視訊電子標準協會 (VESA)」區域匯流排，以及又稱為 Mezzanine 匯流排的「週邊組件互連 (PCI)」匯流排。

電腦 110 通常包含各種電腦可讀取媒體。電腦可讀取媒體可為任何能夠由該電腦 110 所接取的可用媒體，且包含揮發性及非揮發性媒體、可移除與非可移除媒體兩者。僅以範例，且非限於此，電腦可讀取媒體可包括電腦儲存媒體及通訊媒體。電腦儲存媒體包括依照任何用於儲存像是電腦可讀取指令、資料結構、程式模組或其他資料之資訊的方法或技術所實作之揮發性及非揮發性、可移除與非可

移除媒體兩者。電腦儲存媒體包括，但不限於此，RAM、ROM、EEPROM、快閃記憶體或其他記憶體技術、CD-ROM、數位光碟(DVD)或其他光學碟片儲存物、磁匣、磁帶、磁碟裝置或其他磁性儲存裝置，或是任何其他可用於儲存所欲資訊而可由該電腦 110 予以接取的媒體。通訊媒體通常可在像是載波之經調變資料信號或其他傳送機制內具體實作各項電腦可讀取指令、資料結構、程式模組或其他資料，且可含有任何資訊遞送媒體。該名詞「經調變資料信號」意思是一具有一或更多其特徵集合，或按此方法而變化，以將資訊編碼於其信號之內的信號。僅以範例，且非限於此，通訊媒體包含像是有線網路或直接接線連接的有線媒體，以及像是音響式、RF、紅外線及其他無線媒體的無線媒體。上述任者之組合亦應被納入在該電腦可讀取媒體的範圍內。

該系統記憶體 130 包含按揮發性及/或非揮發性記憶體形式之電腦儲存媒體，像是唯讀記憶體(ROM) 131 及隨機存取記憶體(RAM) 132。通常會將一包含有助於像是在開機啟動時，於該電腦 110 內各元件間傳送資訊之基本副程式的基本輸入/輸出系統 133 (BIOS)儲存在 ROM 131 內。RAM 132 通常含有可由該處理單元 120 立即接取及/或加以運作的資料及/或程式模組。僅以範例，且非限於此，第 1 圖說明作業系統 134、應用程式 135、其他程式模組 136 及程式資料 137。

該電腦 110 也可包含其他可移除/非可移除、揮發性/非

揮發性電腦儲存媒體。僅以為範例，第 1 圖說明一可對非可移除、非揮發性磁性媒體讀取或寫入的硬碟機 141、一可對可移除、非揮發性磁性媒體 152 讀取或寫入的磁碟機 151，及一可對像是 CD-ROM 或其他光學媒體之可移除、非揮發性光碟 156 讀取或寫入的光碟機 155。其他可用於示範性作業環境之可移除/非可移除、揮發性/非揮發性電腦儲存媒體包含，但不限於此，磁帶匣、快閃記憶卡、數位光碟、數位影帶、全晶體 RAM、全晶體 ROM 等。該硬碟機 141 通常會透過一像是介面 140 之非可移除非揮發性記憶體介面而連接到該系統匯流排 121，而磁碟機 151 及光碟機 155 則通常是藉由一像是介面 150 之可移除非揮發性記憶體介面連接到該系統匯流排 121。

如前所討論及如第 1 圖所示之該等碟機與彼等相關電腦儲存媒體可供儲存對於該電腦 110 的電腦可讀取指令、資料結構、程式模組及其他資料。在第 1 圖裡，例如該硬碟機 141 經繪示為儲存作業系統 144、應用程式 145、其他程式模組 146 及程式資料 147。注意這些組件可與該等作業系統 134、應用程式 135、其他程式模組 136 及程式資料 137 相同或不同。在此該等作業系統 144、應用程式 145、其他程式模組 146 及程式資料 147 經給定為不同數量，以說明至少該等為不同份數。一使用者可透過像是鍵盤 162 及通常稱為滑鼠、軌跡球或觸控板之點指裝置 161 的輸入裝置，將命令及資訊輸入給電腦 110。其他輸入裝置(未以圖示)可包含麥克風、搖桿、遊戲板、衛星碟、掃描器等。

這些及其他輸入裝置通常會透過一耦接於該系統匯流排 121 的輸入介面 160 連接到該處理單元 120，但是可藉其他介面及匯流排結構所連接，像是一平行埠、遊戲埠或通用序列埠(USB)。一監視器 191 或其他種類的顯示器裝置也可經由一像是視訊介面 190 之介面而連接到該系統匯流排 121。除監視器外，電腦亦可包含其他像是喇叭 197 及印表機 196 的週邊輸出裝置，這可為經由一輸出週邊介面 195 而連接。對本發明而言具有顯著性者，也可將一能夠捕捉一序列影像的相機 193 (像是數位/電子靜態或視訊相機，或是底片/攝影掃描器)納入作為對該個人電腦 110 的輸入裝置。此外，雖僅描繪一個相機，可包含多個相機以作為該個人電腦 110 的輸入裝置。來自一或更多個相機的各影像 164 會經由一適當相機介面 165 而輸入到該電腦 110。此介面 165 連接到該系統匯流排 121，從而可將各影像路由傳送且儲存於該 RAM 132，或是其他關聯於該電腦 110 之資料儲存裝置其一者內。然而，應注意亦可自前述電腦可讀取媒體任一者將影像資料輸入至該電腦 110，無須要求運用該相機 163。

該電腦 110 可利用接往一或更多像是遠端電腦 180 之遠端電腦的邏輯連接而運作於一網接環境內。該等遠端電腦 180 可為一個人電腦、一伺服器、一路由器、一網路 PC、一對端裝置或其他常見的網路節點，且通常包含許多或所有對於該電腦 110 所說明的前述元件，然第 1 圖中僅繪出一記憶體儲存裝置 181。如第 1 圖中所繪之邏輯連接包含

一區域網路(LAN) 171 及一廣域網路(WAN) 173, 但是亦可包含其他網路。這種網接環境常見於辦公室、泛企業電腦網路、企業內網路及網際網路。

當用於一 LAN 網接環境內時, 該電腦 110 會透過一網路介面或配接器 170 而連接於該 LAN 171。當用於一 WAN 網接環境內時, 該電腦 110 通常會包含一數據機 172 或其他裝置以於像是網際網路之 WAN 173 上建立通訊。該數據機 172 可為內建式或外接式, 且可透過該使用者輸入介面 160 或其他適當機制連接至該系統匯流排 121。在一網接環境下, 可將對於該電腦 110, 或其局部, 所述之程式模組儲存於該遠端記憶體儲存裝置內。僅以範例, 且非限於此, 第 1 圖將該遠端應用程式 185 說明為常駐於記憶體裝置 181 上。應了解所示之網路連接屬示範性, 且確可採用其他用以在該等電腦之間建立通訊鏈路的方式。

2.0 HDR 影像產生作業

現已說明該示範性作業環境, 本詳細說明的剩餘部份將專注於說明具體實作本發明之程式模組。一般說來, 根據本發明之系統及處理方法牽涉到利用一序列之類括影像以產生 HDR 影像, 即使是各影像捕捉場景且相機移動亦然。

2.1 輸入影像序列

即如前述, 本 HDR 影像產生系統及處理方法可利用類括曝光來產生 HDR 影像。類括處理係原先運用於攝影之名

詞，這是指對相同場景而按多重曝光設定來進行攝影，希望取得其最佳曝光程度之一者。在本發明內容裡，該名詞「類括」影像概指一組被一相機所捕捉而同時又改變其曝光程度的影像。一種達到此目的的方式是藉由利用一在許多現今的靜態圖像相機中能尋獲之自動類括特性。當自動類括一場景時，該相機會利用目前的光測模式來決定正確的曝光，並按此水準而捕捉一影像。然後這會另外地按原先曝光的固定倍數捕捉更多曝光。例如，相較於「正確曝光」影像，這些相機之中許多可按一較短曝光捕捉一影像(即如一或二個 f-stops up)，而一影像是按較長曝光(即如按一或更多個 f-stops down)。應注意理想上一類括序列內的影像數量及在各影像之間的曝光變異性會是能夠令各影像共及地捕捉到在此所述之場景的實質所有亮度變異性。按此方式，所獲得的 HDR 影像會代表該場景的完整動態範圍。

無論是如何地取得這些類括影像，一旦輸入到本系統內之後，就會根據曝光將彼等加以排序。具最多數量之「有效」像素的影像會被選定為參考影像。如一像素非屬飽和或具低對比性，則此者會被視為是「有效」。一種實作的方式是各「有效」像素具有在一預設區間內的 RGB 數值。例如，在本發明的測試版本裡，該區間的最小值及最大值分別為 17 及 254。

如此，參考第 2A 圖及 2B 圖，該 HDR 影像產生處理開始是輸入一序列的類括影像(處理動作 200)。然後將這

些影像按該等曝光程度加以排序(處理動作 202)。例如，第 3(a)圖顯示一組五張一日出場景的類括影像，該等既經按曝光所排序且依一橫列所顯示。在此範例裡，展現最短曝光 304 之影像經圖示為最左邊，而影像依序從左到右曝光增加。如此，如第 3(a)圖所示，展現最長曝光的曝光 308 會位於最右端。該 HDR 影像產生處理方法繼續於選定具最多有效像素的輸入影像(處理動作 204)，且將其指配為參考影像(處理動作 206)。在如第 3(a)圖所示範例裡，發現該橫列之中央影像 300 具有最多有效像素，並且藉一箭頭加以標示。

2.2 HDR 影像針縫處理

由於類括輸入影像展現不同的曝光，因此產生一 HDR 影像會要求從該等輸入影像傳送像素色彩資訊。這又會要求跨於不同影像的像素對應性為高度正確。計算像素對應性、傳送色彩資訊及擷取該 HDR 影像的處理被稱為 *HDR 影像針縫處理*。

為完成此針縫作業，各鄰接組對經曝光排序之輸入影像會按選定參考影像的方向而予登註。這可如第 3(b)圖所示，其中上述一日出之類括影像序列會再次地依照上述曝光順序而示。可觀查到在最左端的最短曝光影像 304 會被登註於具有次短曝光程度的影像 302。而後者影像 302 會被登註於該參考影像 300。類似地，該展現最長曝光的影像 308 會被登註於具有次長曝光程度的影像 306，而這又

會登註於該參考影像 300。會選定鄰接組對的理由是因為彼等展現較少視覺變化，這會產生較為強固的登註結果。可利用如下節所描述之裹裝處理來完成這個在各輸入影像間的組對登註系列。

2.2.1 影像裹裝處理

前述組對方式登註程序一般說來會牽涉到首先增強所考量之組對的較短曝光影像，以符配於該較長曝光鄰者。然後，透過一裹裝處理，這在一具體實施例會牽涉到一整體移動估計隨後是一區域性逐一像素串流計算作業，將具有較多遠離曝光的影像(相關於該選定參考影像)登註於該「較近」影像。

尤其是，該 HDR 針縫處理產生裹裝影像。具有較短於該選定參考影像(R)之曝光的影像(S)會被登註於具有較長曝光之立即鄰近鄰接影像，這可為該參考影像(R)本身，以產生一經登註較短曝光影像(S_U)，其中該下標 U 是指此係一裹裝影像。為便於標號，該較短曝光影像會被給定一下標編號 i，其中 $i=1,2,3$ 等等，這表示彼等的曝光順序。詳細地說，下標編號 i 愈大，相對於該參考影像 R 的曝光就會愈短。所獲登註影像 S_U 會具有相對應的下標編號。

前述影像裹裝處理係按如下方式所完成。首先，假定所考量之目前輸入影像係按一比起該參考影像為較短的曝光所捕捉，亦即 S_i 。在該 HDR 針縫處理的初始階段裡，會增強所考量之較短曝光影像的強度，以實質符配於具次一

較短曝光之輸入影像的強度範圍，這可為該參考影像本身。可注意到該較短曝光影像在強度方面會被增強而符配於該較長曝光影像，以利於該登註處理。最好是增強該短曝光影像，而非調降較長曝光影像，以防止出現於較長曝光影框之飽和範圍內的像素強度不符配的問題。會增強短曝光影像，以符配較長曝光影像之飽和範圍內的細節漏失。也注意到經增強之影像會僅被用來計算一流欄位，底下將對此加以解釋。這些不會被用來計算輻射映圖，這是因為增強處理中所引入的雜訊及飽和。為尋得所需的強度增強量度，會利用相機回應函數以將較短曝光影像轉換為一幅射映圖，隨後利用反向回應轉換成一具有較長曝光之虛擬影像。此虛擬影像應符配於其所經與登註之較長曝光影像的像素數值(調變離散化及雜訊)。

其次，會利用一梯度基礎式技術計算出一串流欄位 f_{si} 。基本上，這會牽涉到計算在所考量之影像組對間的密集移動符配，並且這會被用來裹裝像素資訊。更特別是，程序包含兩個階段。首先，會藉由估算出將一者對映到另一者的整體轉換，將這兩個影像(亦即所考量之經增強較短曝光影像以及其「較短曝光」鄰者)整體性地加以登註。可運用任何適當的傳統整體轉換。在本發明的測試版本裡，所採用的整體轉換係親近轉換。接著，可利用一梯度基礎式光學串流來計算密集移動欄位，此者構成對於該整體轉換的區域性校正。如此，對各個像素而言，即可獲得一整體性及區域性成分之總和的合成向量。該整體成分會從該

整體裹裝參數裡導出，而該區域性成分則是由底下加以說明的光學串流程序所產生。

對於前述區域移動估計作業，會將 Lucas 及 Kanade [6] 技術的變化方式運用在 Laplacian 金字塔框架 [1] 裡。也可藉由計算經加總偏導數矩陣之特徵值，並決定此者是否為不良情況，增加為處理退化串流情況的技術。基本上，在各次遞返裡會漸進地將所考量影像裹裝朝向其鄰接影像，同時估算出餘值串流向量並在該金字塔裡向下累積。這項技術會藉由在裹裝處理的過程中納入該整體親近串流所擴增，因此該累積餘值會總是根據對整體串流的區域性校正所表示。此結果為前述的串流欄位 f_{si} 。

類似地，具有較該選定參考影像 (R) 為長之曝光的影像 (L) 會被登註於具有「較不長」曝光之立即鄰接鄰近影像，這可為該參考影像 (R) 本身，以產生一經登註之較長曝光影像 (L_U)。為便於註記憶體，較長曝光影像也會被給定一下標編號 i ，其中 $i=1,2,3$ 等等，這表示彼等的曝光順序。詳細地說，下標編號 i 愈大，相對於該參考影像的曝光就愈長。所獲影像 L_U 會具有相對應的下標編號。

在所考量之目前輸入影像被按比起該參考影像而較長曝光所捕捉的情況下，亦即 L_i ，會依如下方式完成前述的串流欄位計算程序。在針縫程序的初始階段裡，具有對於所考量之該較長曝光影像而為次「較不長」曝光的影像 (這可為該參考影像本身) 其強度會被增強以實質地符配於所考量影像的強度範圍。接著，會利用前述梯度基礎式技術

來計算串流欄位 f_{Li} 。在此情況下，會在各較長曝光影像之間計算一密集移動符配，且利用此項來裹裝像素資訊。尤其是，對於各個像素，獲得合成向量，該等各者為整體性及區域性成分的總和。在此，會再次地從該整體裹裝參數中導出整體成分，並且會由先前所述之光學串流程序來產生區域性成分。結果是前述的流欄位 f_{Li} 。

一旦既已計算出對於各個「非參考」影像的流欄位 (f_{Si} 或 f_{Li}) 後，會將該等鏈結以讓各影像直接地登註於該參考影像，除了具有最接近該參考影像，亦即 S_1 及 L_1 ，之曝光的較短曝光及較長曝光影像外。 S_1 及 L_1 的串流欄位會維持如初始計算般，且對其他非參考影像所計算的經鏈結串流會取代先前計算的串流欄位。特別是，給定該串流欄位 f_{Si} 及 f_{Li} ，其中 $i=1,2,\dots,n$ ，且其中 n 係視情況而為較短或較長曝光影像的數量，可依 $f'_{Sj} = f_{Sj} * \dots * f_{S1}$ ，計算出對於除 S_1 外之較短曝光各影像的鏈結串流 f'_{Sj} ，並且依 $f'_{Lj} = f_{Lj} * \dots * f_{L1}$ ，計算出對於除 L_1 外之較長曝光各影像的鏈結串流 f'_{Lj} ，其中 $j=2,\dots,n$ 。

接著，會利用串流欄位，或是依情況而定為與其相關的鏈結串流欄位，來裹裝各個非參考影像，以產生一組經登註或是「經穩定」的影像集合 S_i' 及 L_i' 。前述程序圖繪於第 3(c) 圖內，其中可觀察到各個非參考影像 302、304、306、308 是直接地登註於該參考影像 300。

如此，再次地參考到第 2A 及 2B 圖，組對方式登註程序一般說來會牽涉到首先選定一除該參考影像外之先前未

經登註輸入影像(處理動作 208)。然後在處理動作 210 裡會決定該選定影像是否具有一短於或長於該參考影像之曝光。如該選定影像具有較短曝光，則識別出具次短曝光之輸入影像，而這仍是會長於該選定影像者(處理動作 212)。注意到所識別出的影像可為該參考影像本身。然後增強該選定影像，以符配於該經識別影像的曝光程度(處理動作 214)。一旦經增強後，該選定影像會被登註於該經識別影像(處理動作 216)，這在一具體實施例裡會牽涉到一整體動作估計，隨後是一區域性逐一像素串流計算作業。然而，若該發現該選定影像具有一比起該參考影像為較長的曝光，則會識別出具有次一較長曝光的輸入影像，而這仍是會短於該選定影像者(處理動作 218)。在此，再次地該識別影像可為該參考影像本身。在本例中，所識別之影像會被增強以符配於該選定影像的曝光程度(處理動作 220)。然後，該所選定影像會被登註於該經識別影像(處理動作 222)。其次會決定是否仍剩有未經登註、非參考的影像(處理動作 224)。如是，則會重複處理動作 208 到 224。如否，則會將對尚未被登註於該參考影像之非參考輸入影像所產生的流欄位加以鏈結，俾將該等各者登註於該參考影像(處理動作 226)。接著，會從該等登註及參考影像復原出一輻射映圖(處理動作 228)。此輻射映圖會被用來產生所欲之 HDR 影像(處理動作 230)，這可牽涉到一色調映對處理程序。該輻射映圖復原及色調映對處理程序可如底下章節所述。

2.2.2 輻射映圖復原

即如前述，經穩定之影像及參考影像會被用來復原該輻射映圖。基本上，會合併這些影像以產生一輻射映圖，即如第 3(d)圖所示。對此，既已提出數種技術[3,7,9,12]。在這些技術各者中，會利用已知的曝光數值及一計算相機回應函數，將各輸入影像轉換成輻射影像。然後，按在這些輻射影像內之相對應像素的加權總和，計算出在一像素處的最終輻射數值。即如先前所述，最好是利用[9]之技術來計算出該相機的回應函數 $F_{response}$ 為宜。一種自所此項技術所導出的示範性加權函數 f_w 可如第 4(a)圖內藉由一整體權值相對於像素強度之點繪圖式所表。然可注意到現有的方式會假定經完美登註之輸入影像。但由於或有在該 HDR 針縫處理第一部分出現誤登駐的可能，因此在本處理的這一部分中並不能假定完美登註。反之，該程序被令以藉由利用不僅是從該參考影像的像素，而亦從穩定影像的像素，所導出之輻射數值，而更能容忍像素登註作業中的誤差。這會採用一邏輯映圖，這可決定在最終輻射映圖內的一像素究係自一輻射數值所導出，或是自各先前影像的相對應像素所取得之兩個以上數值的組合所導出。一般說來，會基於該輸入影像之像素強度來制定此決策。

更特別是，參照於第 5 圖，可按如下方式完成 HDR 針縫處理內所採用之輻射映圖復原處理。首先，會利用傳統方法，藉該回應函數 $F_{response}$ 及該等影像的個別曝光數值，

將參考影像 R 以及各個穩定化影像 S_i 及 L_i 轉換成輻射影像(處理動作 500)，其中一般說來， $Rad = \frac{F_{response}^{-1}(p)}{\exp}$ ， Rad 為

像素的輻射性， p 為像素強度而 $\exp$ 為曝光程度。這些輻射影像分別地被標註為 $\hat{R}$ 、 $\hat{S}_i$ 及 $\hat{L}_i$ 。可注意到為計算前述曝光，有必要知道當捕捉類括影像時所採用的一些相機參數設定。例如，通常有必要知道快門速度及光圈設定。為此目的，有可能須將此項以及任何其他所欲相機參數資料儲存為在與各個影像相關之資料內的標準超資料資訊(即如 EXIF 標籤)。這可讓該輻射映圖計算自動化。

其次，會選定該參考影像 R 之一先前未經選定像素(處理動作 502)。然後會將來自 $\hat{S}_i$ 及 $\hat{L}_i$ 各者影像的相對應輻射數值與該 $\hat{R}$ 的輻射數值相比較，以決定相比較於 $\hat{R}$ 的輻射數值，究竟有多少是低於一預設的最大可容允雜訊變異數(處理動作 504)。如發現來自 $\hat{S}_i$ 及 $\hat{L}_i$ 影像的所有輻射數值皆低於該預設最大可容允雜訊變異數，則會計算這些及在該參考影像裡選定位置之數值的加權平均，並在該最終輻射映圖裡用來作為對該像素位置的輻射數值(處理動作 506)。可按下式計算該加權平均輻射 R_{avg} ：

$$R_{avg} = \frac{f_{WM}(p_R, p_{S_1})p_{S_1} + \dots + f_{WM}(p_R, p_{S_n})p_{S_n} + f_{WM}(p_R, p_{L_1})p_{L_1} + \dots + f_{WM}(p_R, p_{L_n})p_{L_n} + f_W(p_R)p_R}{f_{WM}(p_R, p_{S_1}) + \dots + f_{WM}(p_R, p_{S_n}) + f_{WM}(p_R, p_{L_1}) + \dots + f_{WM}(p_R, p_{L_n}) + f_W(p_R)} \quad (1)$$

其中 p_R 、 p_{S_i} 及 p_{L_i} 為在該等 $\hat{R}$ 、 $\hat{S}_i$ 及 $\hat{L}_i$ 輻射影像內之相對應像素。加權函數 $f_{WM}(q, p) = f_M(|p - q|)f_W(p)$ 為經一似真性映

圖 f_M 所調變之強度基礎式加權函數 $f_w[9]$ ，其中 $f_M()$ 係如下定義之 Hermite Cubic：

$$f_M(\delta) = \begin{cases} 2\left(\frac{\delta}{\delta_{\max}}\right)^3 - 3\left(\frac{\delta}{\delta_{\max}}\right)^2 + 1 & \text{if } \delta < \delta_{\max} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

其中並不重視亦相異於所對應之參考輻射數值的裹裝輻射數值。 $\delta_{\max}$ 係一使用者標定之參數，這代表前述之最大可容允雜訊變異數。在本輻射映圖復原程序之測試版本裡，該最大可容允雜訊變異數會被設定為 16 個強度水準。一該調變函數的範例可如第 4(b) 圖所繪。

然而，若一來自該 $\hat{S}_i$ 及 $\hat{L}_i$ 影像的輻射數值被發現是在最大雜訊變異數之上，則會被丟棄，並且用於對該像素位置之最終輻射映圖的輻射數值會按來自 $\hat{R}$ 之數值與來自 $\hat{S}_i$ 及 $\hat{L}_i$ 影像之其餘數值的加權平均而計算(處理動作 508)。這會不在等式(2)之內，因為牽涉到來自 $\hat{S}_i$ 及 $\hat{L}_i$ 影像，而被發現是位在該最大可容允雜訊變異數外之輻射數值的各項會被歸零。如此，會利用等式(1)藉剩餘的輻射數值來計算加權平均。

最後，如發現所有來自 $\hat{S}_i$ 及 $\hat{L}_i$ 影像的輻射數值都在該最大可容允雜訊變異數外，則會根據等式(2)而全部拋除，且在最終映圖內對於選定像素位置的輻射數值會直接從 $\hat{R}$ 取得(處理動作 510)。

接著，在處理動作 512 決定是否仍有該參考影像的任何

像素尚未被選定及處理。如是，會重複進行處理動作 502 到 512。否則本處理結束。

2.3 色調映對處理

色調映對處理會被用來將浮點輻射映圖轉換成一 8 位元表示，以在典型的電子顯示器系統中或是紙上進行顯示。如要利用此種系統來顯示 HDR 影像，應運用色調映對處理以降低各 HDR 影像的動態範圍，而同時也對亮光及暗黑之被照明範圍兩者維持一良好水準。

對此目的雖可運用任何現有的色調映對程序，然本 HDR 影像產生系統運用由 [11] 所提出而按閃避與燃燒攝影技術為基礎的色調映對處理。一般說來，此色調映對處理開始是透過傳統方法將輻射影像轉換至 CIE 空間，並復原色彩座標。然後處理該照度影像以壓縮該動態範圍。最後，重新置入彩度且轉換該 CIE 空間影像，以產生最終位元組範圍 RGB 影像。最為本色調映對處理的一部分，必須設定某些的整體參數以控制整體的亮度平衡。基本上，會執行一經予色調映對之輸入影像的統計分析，以決定如何設定些整體參數。

2.4 結果

可利用先前描述之日出類括影像序列，來顯示出前揭 HDR 影像產生系統及處理方法的有效性(即按第 6(a)圖所示)。在此，會有相對於地面的相機移動和雲霧移動兩者。如此，影像會捕捉到場景移動。如採用一傳統整體登註程

序(即如 2D 視圖或全向攝影)以產生一合成 HDR 影像,則會獲得如第 6(b)及(c)所示結果(其中(c)為(b)右側之放大版本)。然而,如採用本 HDR 影像產生處理方法,會獲得如第 6(d)及(e)圖所示的顯著較佳結果。在此,第 6(e)圖為第 6(d)圖右側之放大版本。注意在影像 6(d)及(e)裡樹枝的較明晰外觀。

3.0 參考資料

- [1] J. R. Bergen, P. Anandan, K. J. Hanna, and R. Hingorani. Hierarchical model-based motion estimation. *In Second European Conference of Computer Vision (ECCV' 92)*, pages 237-252, 1992.
- [2] L. Bogoni. Extending dynamic range of monochrome and color images through fusion. *Int'l Conf. on Pattern Recognition*, vol. 3, pages 7-12, September 2000.
- [3] P.E. Debevec and J. Malik. Recovering high dynamic range radiance maps from photographs. *Proc. of SIGGRAPH 97*, pages 369-378, August 1997.
- [4] F. Durand and J. Dorsey. Fast bilateral filtering for the display of high dynamic range images. *ACM Trans. on Graphics (TOG)*, 21(3):257-266, 2002.
- [5] R. Fattal, D. Lischinski, and M. Werman. Gradient domain high dynamic range compression. *ACM Trans. on Graphics*, 21(3):249-256, 2002.
- [6] B. D. Lucas and T. Kanade. An iterative image registration technique with an

application in stereo vision. In *Int'l Joint Conf. on Artificial Intelligence*, pages 674–679, 1981.

[7] S. Mann and R. W. Picard. On being “undigital” with digital cameras: Extending dynamic range by combining differently exposed pictures. In *IS&T's 48th Annual Conference*, Society for Imaging Science and Technology, Washington D.C., pages 422–428, 1995.

[8] S. Mann, C. Manders, and J. Fung. Painting with Looks: Photographic images from video using quantimetric processing. In *ACM Multimedia*, Dec. 2002.

[9] T. Mitsunaga and S. K. Nayar. Radiometric self calibration. In *IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*, volume 1, pages 374–380, June 1999.

[10] T. Mitsunaga and S. K. Nayar. High dynamic range imaging: Spatially varying pixel exposures. In *IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*, volume 1, pages 472–479, June 2000.

[11] E. Reinhard, M. Stark, P. Shirley, and J. Ferwerda. Photographic tone reproduction for digital images. *ACM Trans. on Graphics*, 21(3):267–276, 2002.

[12] Y. Tsin, V. Ramesh, and T. Kanade. Statistical calibration of CCD imaging process. In *Int'l Conf. on Computer Vision*, volume 1, pages 480–487, July 2001.

【圖式簡單說明】

參照於後載說明、所撰申請專利範圍及隨附圖式，確可更佳瞭解本發明各項特定特性、觀點及優處，其中：

第 1 圖係一略圖，此者描述一組成用以實作本發明之示範性系統的通用計算裝置。

第 2 圖係一流程圖，此圖表示一用以根據本發明產生 HDR 影像之整體處理方法。

第 3(a) - (d) 圖描述一序列的日出場景五張類括影像，這些圖式註解顯示各影像如何地由第 2 圖之 HDR 影像產生處理方法的各部分加以操控。

第 4(a) - (b) 圖為關聯於第 2 圖之輻射映圖計算程序的圖式，其中第 4(a) 圖繪出整體加權相對於強度，而第 4(b) 圖繪出依照相符像素之輻射一致性的似真實性映圖。

第 5 圖係一流程圖，表示第 2 圖輻射映圖計算程序之一具體實施例。

第 6(a) - (e) 圖描述相較於利用一整體登註技術，利用根據本發明之登註程序的結果，其中第 6(a) 圖顯示五張日出場景的類括影像序列，第 6(b) 及 (c) 圖顯示僅第 6(a) 圖之整體登註的結果，其中第 6(c) 圖係第 6(b) 圖右側之放大視圖，且第 6(d) 及 (e) 圖顯示根據本發明之登註作業的結果，其中第 6(e) 圖係第 6(d) 圖右側之放大視圖。

【主要元件符號說明】

100 計算系統環境

110 電腦

- 120 處理單元
- 130 系統記憶體
- 132 隨機存取記憶體 (RAM)
- 135 應用程式
- 137 程式資料
- 140 非可移除非揮發性記憶體介面
- 144 作業系統
- 146 其他程式模組
- 150 可移除非揮發性記憶體介面
- 151 磁碟機
- 155 光碟機
- 160 使用者輸入介面
- 171 區域網路 (LAN)
- 173 廣域網路 (WAN)
- 185 遠端應用程式
- 191 監視器
- 194 相機介面
- 196 印表機
- 300 參考影像、中央影像
- 302 非參考影像、次短曝光程度的影像
- 304 非參考影像、最短曝光之影像
- 306 非參考影像、次長曝光程度的影像
- 308 非參考影像、最長曝光之影像
- 121 系統匯流排
- 131 唯讀記憶體 (ROM)
- 134 作業系統
- 136 其他程式模組
- 141 硬碟機
- 145 應用程式
- 147 程式資料
- 152 磁性媒體
- 156 光碟
- 170 網路介面
- 172 數據機
- 181 記憶體裝置
- 190 視訊介面
- 192 相機
- 195 輸出週邊介面
- 197 喇叭

伍、中文發明摘要：

茲提供一種即使是出現場景或相機移動時，可用以從一類括之影像序列產生一高動態範圍(HDR)影像的系統及處理方法。這是藉由首先選取各影像之一者作為參考影像所完成。然後，非參考影像各者會經登註於該等影像之另一者，包含該參考影像，這展現出一曝光，此者會比起所考量之影像更靠近於該參考影像者，並且在其他各影像間最接近於所考量影像之曝光者，以產生一串流欄位。這些對於未經登註於該參考影像之非參考影像所產生的串流欄位會被連接，以將彼等各者登註於該參考影像。然後利用其相關串流欄位，將各個非參考影像予以裹裝。合併該參考影像及經裹裝之影像，以產生一表示該 HDR 影像之輻射映圖。

陸、英文發明摘要：

A system and process for generating a high dynamic range (HDR) image from a bracketed image sequence, even in the presence of scene or camera motion, is presented. This is accomplished by first selecting one of the images as a reference image. Then, each non-reference image is registered with another one of the images, including the reference image, which exhibits an exposure that is both closer to that of the reference image than the image under consideration and closest among the other images to the exposure of the image under consideration to generate a flow field. The flow fields generated for the non-reference images not already registered with the reference image are concatenated to register each of the m with the reference image. Each non-reference image is then warped using its associated flow field. The reference image and the warped images are combined to create a radiance map representing the HDR image.

拾、申請專利範圍：

1. 一種用以產生一高動態範圍(HDR)影像的系統，其係從變動各影像之曝光所捕捉到一場景之影像序列產生，其中包含：

一通用計算裝置；

一電腦程式，其含有可由該計算裝置執行之程式模組，其中該計算裝置係由該電腦程式之各程式模組所導引以進行如下項目：

指定具有最多數量之有效像素的影像作為參考影像，其中若一像素未屬飽和且展現可接受程度的對比性，則該者為有效，

對於除該參考影像以外的各影像，將所考量影像登註於該影像，包含該參考影像在內，這展現出一曝光，此者既會比起所考量之影像更靠近於該參考影像者，且係在其他各影像間最接近於所考量影像之曝光者，以產生一串流欄位(flow field)，

這些對尚未經登註於該參考影像之非參考影像所產生的串流欄位會被加以鏈結，俾將該等各者登註於該參考影像，

利用關連於此者之該串流欄位來裹裝各非參考影像，以及

合併該參考影像及經裹裝影像，以產生一代表該HDR影像的輻射映圖。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之系統，進一步包含一用以進行色調映對之程式模組，以將其轉換為一適合於顯析處理的 8 位元表示。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之系統，其中該用以進行色調映對的程式模組包含用以進行如下項目之次模組：

將該輻射映圖轉換成 CIE 空間，並復原色彩座標，以產生一照度影像；

壓縮該照度影像的動態範圍，並且重新置入彩度；以及
轉換該 CIE 空間影像以產生最終 8 位元 RGB 影像。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之系統，其中該影像序列內的影像數量及在各影像間的曝光變異性，會是使得該等影像能夠共集地捕捉到該等影像裡所描述之場景的實質所有亮度變異性。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之系統，其中一像素的強度是按 8 位元 RGB 色彩空間數值所測量，且其中若一像素之 RGB 數值各者位於一預設區間內，則該像素會被視為是屬未飽和並展現可接受程度的對比性。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述之系統，其中該預設區間係

集移動欄位之次模組，包含用以進行如下項目之次模組：

採用一運用在 Laplacian 金字塔框架之 Lucas 及 Kanade 技術的變化方式，其中該所考量影像曾經裏裝朝向其他影像，並且會在該金字塔各層級處估計各餘值串流向量；以及

在該金字塔各層級處對各像素累積各餘值串流向量，以建構出該密集移動欄位的區域性成分。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述之系統，其中該用以將所考量影像登註於一影像以展現出一既會比起所考量之影像更靠近於該參考影像且又會在其他各影像間最接近於所考量影像之曝光的曝光，以產生一串流欄位的次模組，包含用以進行如下項目之次模組：

每當該所考量影像比起該者所經登註之其他輸入影像而具有較長曝光時，

增強其他影像的強度以實質地匹配於該所考量影像的強度範圍，

藉由估計一可將該所考量影像映對到其他影像的整體轉換，計算一可整體性地將該所考量影像登註於該等其他輸入影像的串流欄位；以及

利用一梯度基礎式光學串流，計算出一密集移動欄位，此者構成一按該整體轉換所計得的對該串流欄位的區域性校正；其中

經校正的串流欄位包含一對於該串流欄位之各像素位置的合成向量，此者係(i)由該整體轉換所導出之整體成分，以及(ii)一從構成對於該整體成分之區域性校正的密集移動欄位所取得之區域性成分的總和。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之系統，其中該利用梯度基礎式光學串流，計算一構成一對該整體轉換之區域性校正的密集移動欄位之次模組，包含用以進行如下項目之次模組：

採用一運用在 Laplacian 金字塔框架之 Lucas 及 Kanade 技術的變化方式，其中該所考量影像曾經裏裝朝向其他影像，並且會在該金字塔各層級處估計各餘值串流向量；以及

在該金字塔各層級處對各像素累積各餘值串流向量，以建構出該密集移動欄位的區域性成分。

11. 如申請專利範圍第 1 項所述之系統，其中該用以合併該參考影像及各經裏裝影像以產生輻射映圖之程式模組，包含用以進行如下項目之次模組：

將參考影像及各經裏裝影像分別地轉換成輻射影像；以及

將一幅射數值指配給該輻射映圖內各像素位置，其中該輻射映圖輻射數值係經指配予相關於該參考影像之輻射影

像相同像素位置之輻射數值，或者是兩個以上輻射數值之經加權組合，這些是從與該參考影像及經裹裝影像相關聯之各輻射影像內的相對應像素位置所取得，這會按照根據在該參考影像裡該像素位置處之像素的強度，哪些數值會被視為可信賴而定。

12. 一種用以產生一高動態範圍(HDR)影像的電腦實作處理方法，該高動態範圍(HDR)影像係當變動各影像之曝光所捕捉到一場景之影像序列中所產生，其中該處理方法包含利用一電腦以執行如下處理動作：

輸入該等影像；

指定具有最多數量之有效像素的影像作為參考影像，其中若一像素未屬飽和且展現可接受程度的對比性，則該像素為有效；

對於除該參考影像以外的各影像，識別在所考量影像及另一輸入影像之間的相對應像素，包含該參考影像在內，這展現出一曝光，此者既會比起所考量之影像更靠近於該參考影像者，並且又會在其他各影像間最接近於所考量影像之曝光者；

利用在各輸入影像組對之間所識別出的像素對應性，對該參考影像的各像素建立一組於各輸入影像之間的相對應像素；以及

對各組的相對應像素，識別出在該集組內至少一代表可

信賴像素的像素，並運用與該等一或更多經識別可信賴像素相關的像素色彩資訊，計算該組像素的輻射數值，俾構成一代表該 HDR 影像之輻射映圖。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之處理方法，進一步包含一用以進行輻射映圖之色調映對的處理動作，以將其轉換為一適合於顯析處理的 8 位元表示。

14. 如申請專利範圍第 12 項所述之系統，其中該在所考量影像及該其他輸入影像間識別出相對應像素的處理動作，包含一計算出將該影像登註於該其他輸入影像之串流欄位的動作。

15. 如申請專利範圍第 14 項所述之處理方法，其中該利用在該輸入影像組對間所識別出之像素對應性，以對該參考影像之各像素在各輸入影像間建構出一組相對應像素的處理動作，包含一將對尚未登註於該參考影像之非參考影像所產生之串流欄位加以鏈結的動作，以將該等各者登註於該參考影像。

16. 如申請專利範圍第 14 項所述之處理方法，其中該處理動作，即對各組的相對應像素，識別出在該集組內至少一代表可信賴像素的像素，並運用與該等一或更多經識別可

信賴像素相關的像素色彩資訊，計算該組像素的輻射數值，俾構成一代表該 HDR 影像之輻射映圖者，包含如下動作：

分別地將該參考影像及各裹裝影像轉換為輻射影像；以及

對該參考影像的各像素位置，

決定經指配予該等裹裝影像裡相對應位置之各輻射數值是否在經指配予所考量參考影像裡像素位置之輻射數值的最大可容允雜訊變異數範圍內，

每當發現該等經指配予一裹裝影像裡相對應位置之各輻射數值中至少一者確位在經指配予所考量參考影像裡像素位置之輻射數值的最大可容允雜訊變異數範圍內時，計算一經指配予所考量參考影像之像素位置的輻射數值以及該等裹裝影像之相對應像素位置的輻射數值之加權平均，其後者之輻射數值會落在該最大可容允雜訊變異數範圍內，並且將該加權平均指配作為對於該輻射映圖內所考量之像素位置的輻射數值，以及

每當發現該等經指配予一裹裝影像裡相對應位置之各輻射數值中無一者位在經指配予該參考影像裡該像素位置之輻射數值的最大可容允雜訊變異數範圍內時，則將經指配予該參考影像內所考量像素位置之輻射數值指配作為對於該輻射映圖內所考量之像素位置的輻射數值。

17. 如申請專利範圍第 16 項所述之處理方法，其中該處理動作，即計算一經指配予所考量參考影像之像素位置的輻射數值以及該等裹裝影像之相對應像素位置的輻射數值之加權平均，其後者之輻射數值會落在該最大可容允雜訊變異數範圍內，包含一按如下式計算加權平均輻射之動作：

$$R_{avg} = \frac{f_{WM}(p_R, p_{S_1})p_{S_1} + \dots + f_{WM}(p_R, p_{S_n})p_{S_n} + f_{WM}(p_R, p_{L_1})p_{L_1} + \dots + f_{WM}(p_R, p_{L_n})p_{L_n} + f_W(p_R)p_R}{f_{WM}(p_R, p_{S_1}) + \dots + f_{WM}(p_R, p_{S_n}) + f_{WM}(p_R, p_{L_1}) + \dots + f_{WM}(p_R, p_{L_n}) + f_W(p_R)},$$

其中 p_R 、 p_{S_i} 及 p_{L_i} 為輻射影像內的相對應像素，下標 R 參指到關連於該參考影像之輻射影像，下標 S_i 參指到與各具比起該參考影像為較短曝光之裹裝影像關連的輻射影像，而下標 L_i 參指到與各具比起該參考影像為較長曝光之裹裝影像關連的輻射影像，且其中該加權函數 $f_{WM}(q, p) = f_M(|p - q|)f_W(p)$ 係一 f_W 由一似真性映圖 f_M 所調變之強度基礎式加權函數，其中 $f_M()$ 係一如下定義之 Hermite Cubic：

$$f_M(\delta) = \begin{cases} 2\left(\frac{\delta}{\delta_{max}}\right)^3 - 3\left(\frac{\delta}{\delta_{max}}\right)^2 + 1 & \text{if } \delta < \delta_{max} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

且 δ_{max} 係一預設參數，使得當計算該加權平均輻射時，與一落在該最大可容允雜訊變異數範圍以外之裹裝影像相關聯的輻射數值之經調變權值會被設定為零。

18. 一種具有電腦可執行指令之電腦可讀取媒體，用以從一

序列類括影像產生一高動態範圍(HDR)影像，該等電腦可執行指令包含：

(a) 輸入該等類括影像；

(b) 根據曝光將彼等加以排序；

(c) 將具有最多數量之有效像素的輸入影像選定為參考影像，其中如一像素非屬飽和或呈現一預設程度的對比性，則該像素會被視為是有效；

(d) 選定一先前未經登註非參考輸入影像；

(e) 決定該選定輸入影像究係具有一短於或長於該參考影像之曝光；

(f) 每當所選定之輸入影像具有較短於該參考影像之曝光時，

識別出具有次一較短曝光而仍是會長於該選定輸入影像的輸入影像，這可為該經登註影像；

增強所選定之影像，以符配於該經識別影像的曝光；

將該經增強之選定影像登註於該經識別影像，以產生對於該選定影像的串流欄位；

(g) 每當所選定之輸入影像具有較長於該參考影像之曝光時，

識別出具有次一較長曝光而仍是會短於該選定輸入影像的輸入影像，這可為該經登註影像；

增強所識別之影像，以符配於該經選定影像的曝光；

將所選定影像登註於經增強之識別影像，以產生對

於該選定影像的串流欄位；

(h) 決定是否仍有任何剩餘未登註的非參考輸入影像，且如是重複指令(d)到(h)，一直到所有非參考影像既已被登註為止；

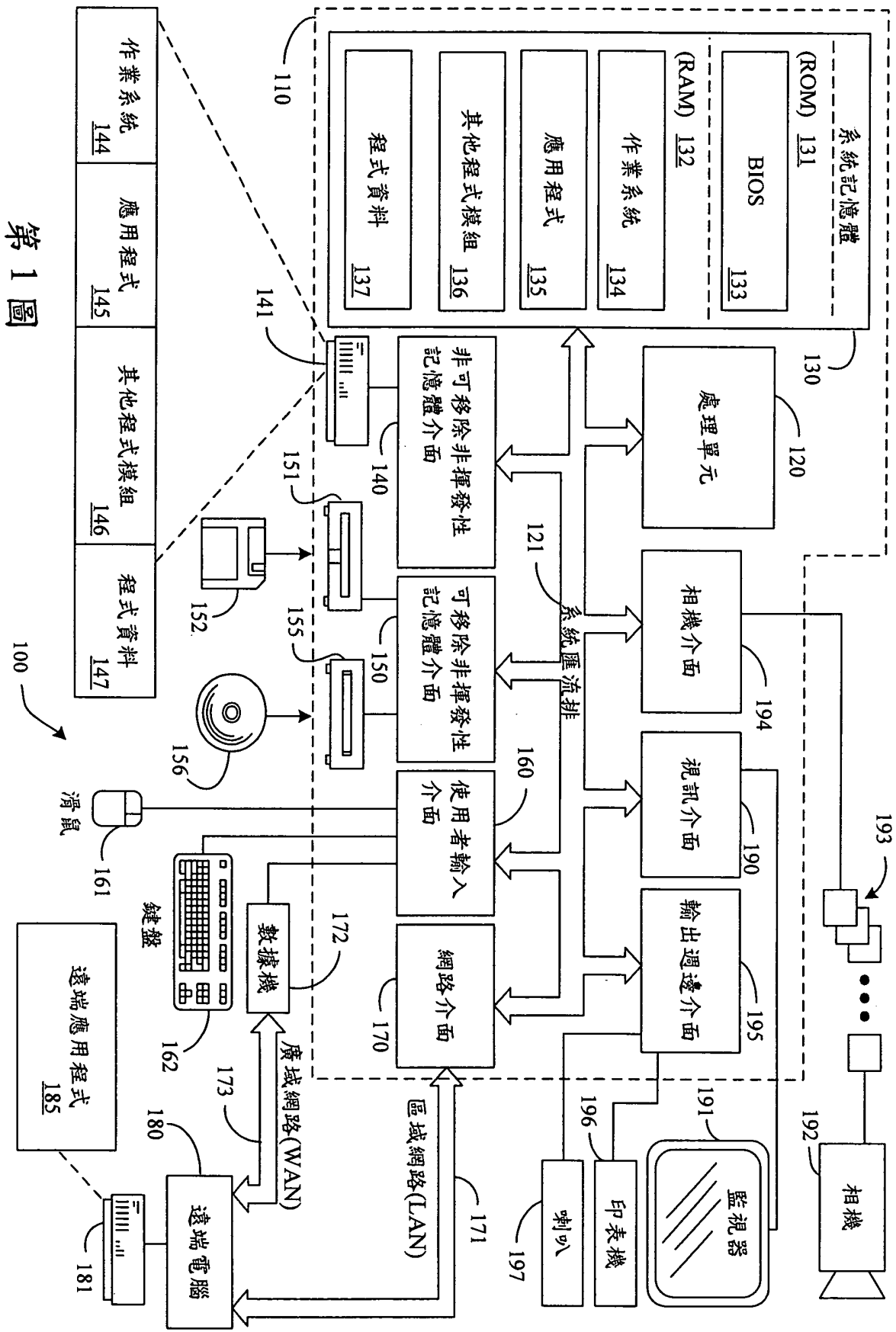
(i) 鏈結該等對尚未登註於該參考影像之該非參考輸入影像所產生之串流欄位，以將該等登註於該參考影像；

(j) 利用該串流欄位，或如一者與其相關聯則為經鏈結之串流欄位，以裹裝各非參考輸入影像；以及

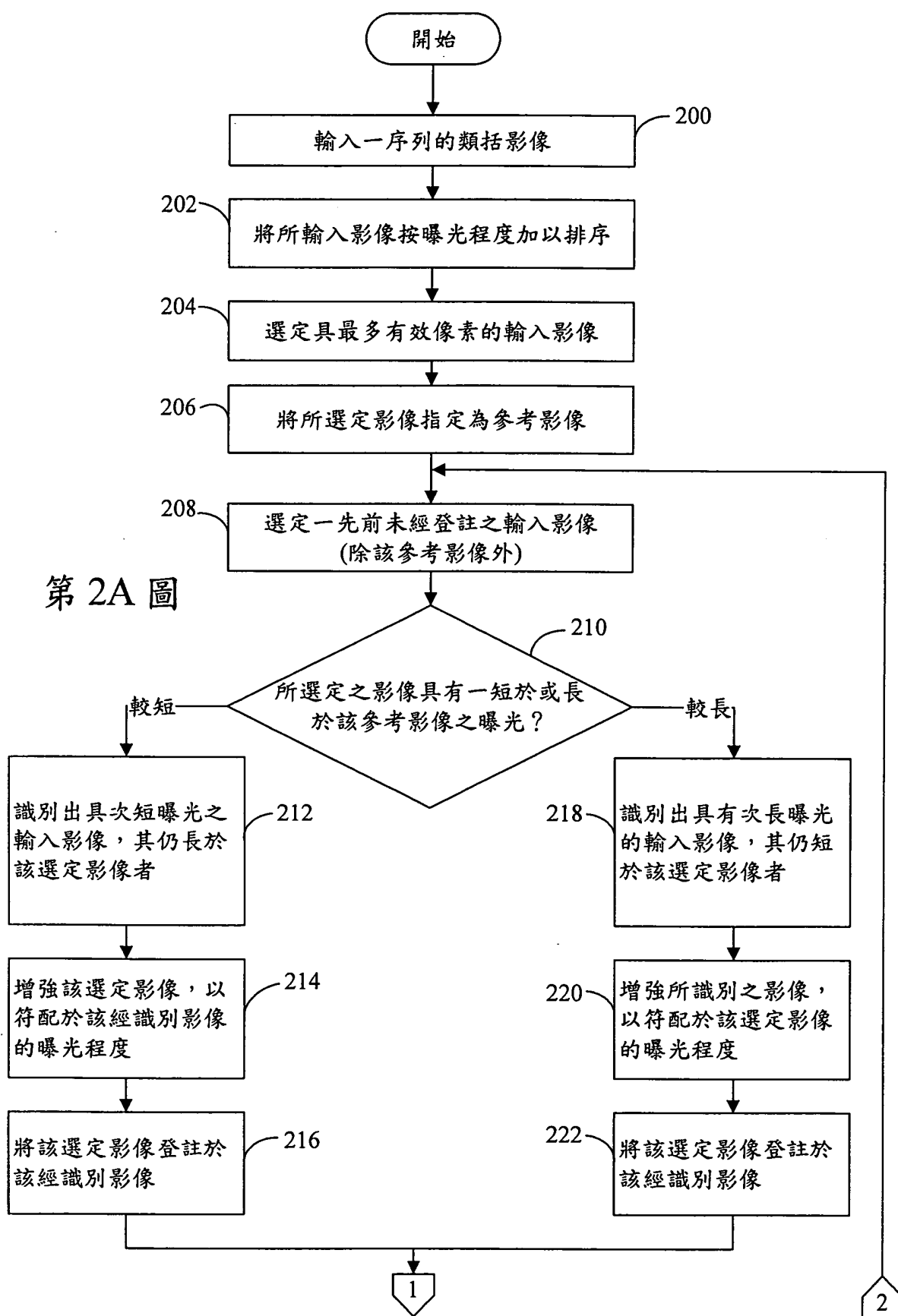
(k) 合併該參考影像及各裹裝影像，以產生一表示該HDR影像的輻射映圖。

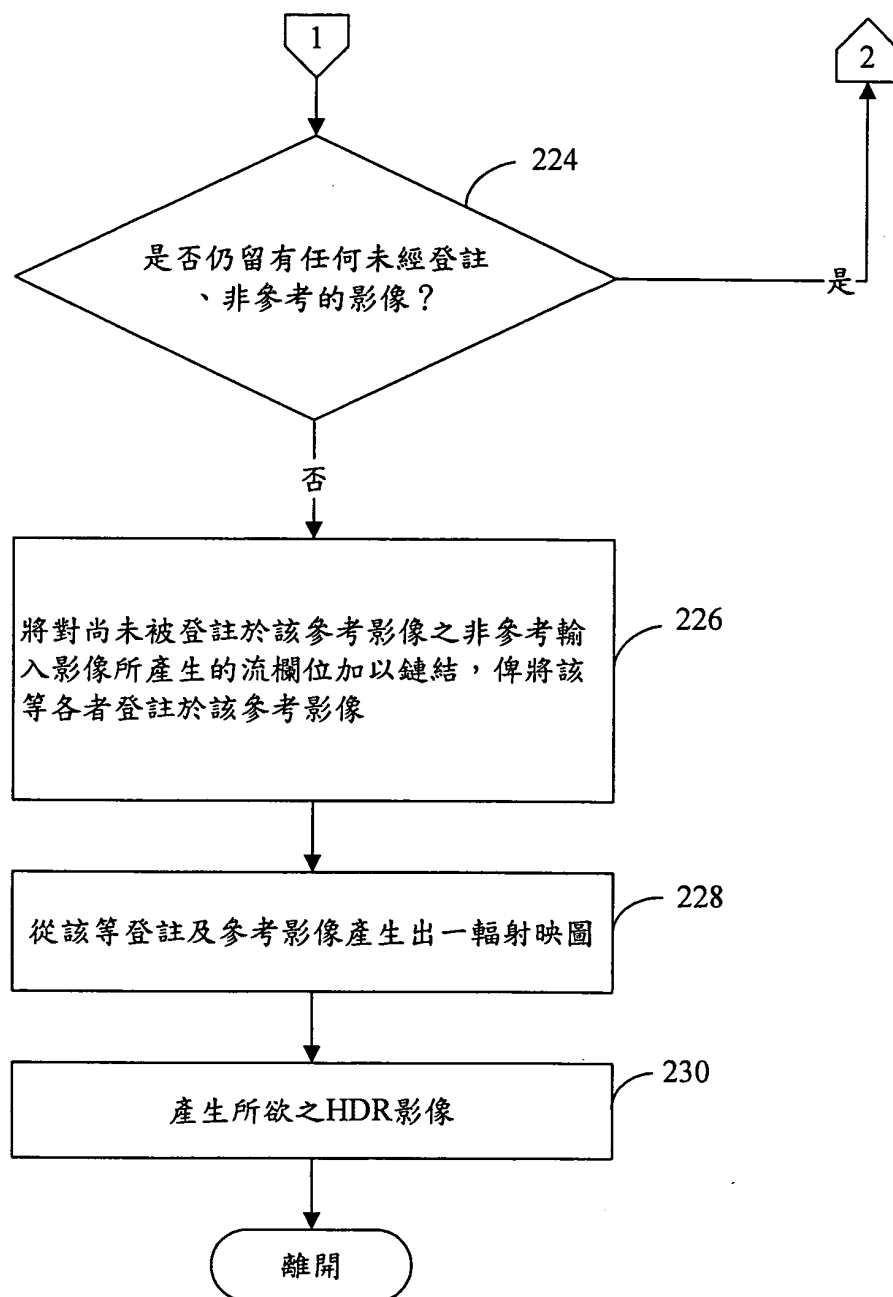
19. 如申請專利範圍第18項所述之電腦可讀取媒體，進一步包含一用以進行色調映對之指令，以將其轉換為一適合於顯析處理的8位元表示。

20. 如申請專利範圍第18項所述之電腦可讀取媒體，其中一像素的強度是按8位元RGB色彩空間數值所測量，且其中若一像素之RGB數值各者位於(包含)17及254之間，則此者會被視為是屬未飽和並展現可接受程度的對比性。

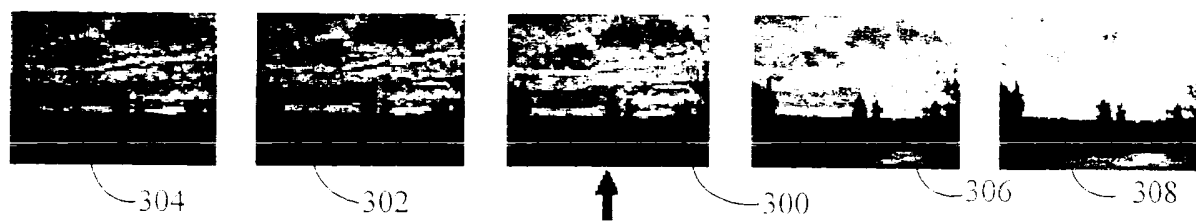


第 1 圖

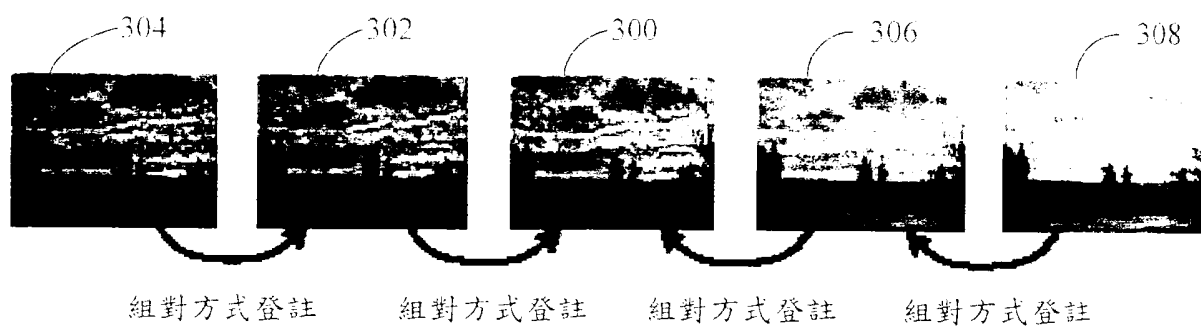




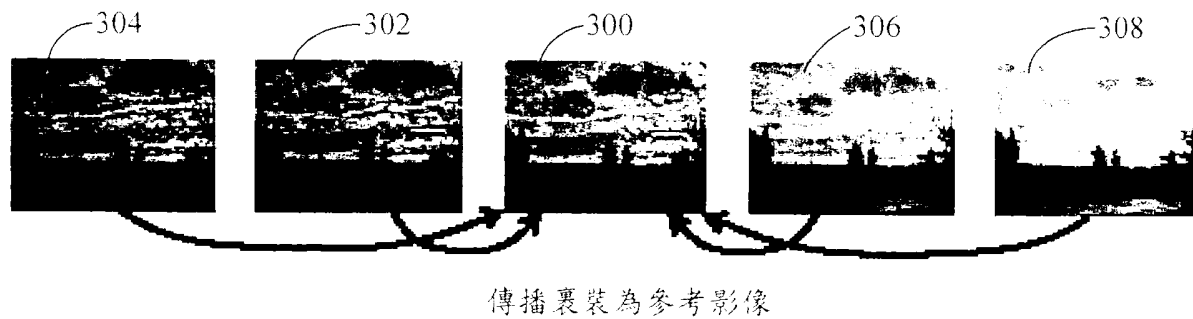
第 2B 圖



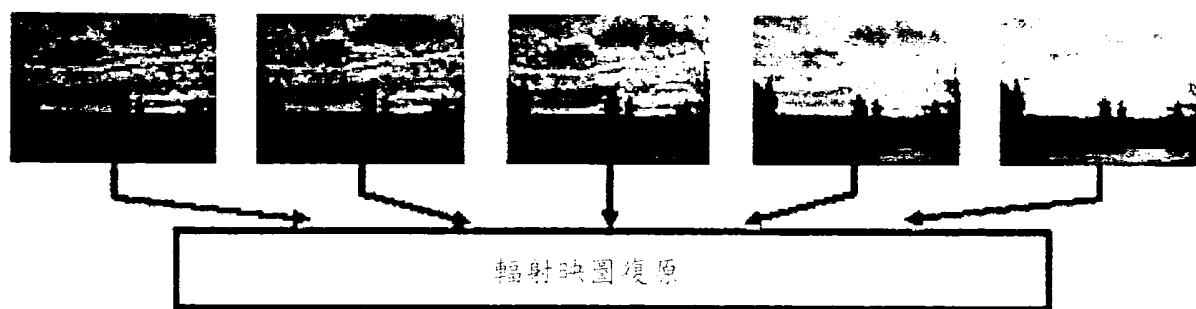
第 3(a) 圖



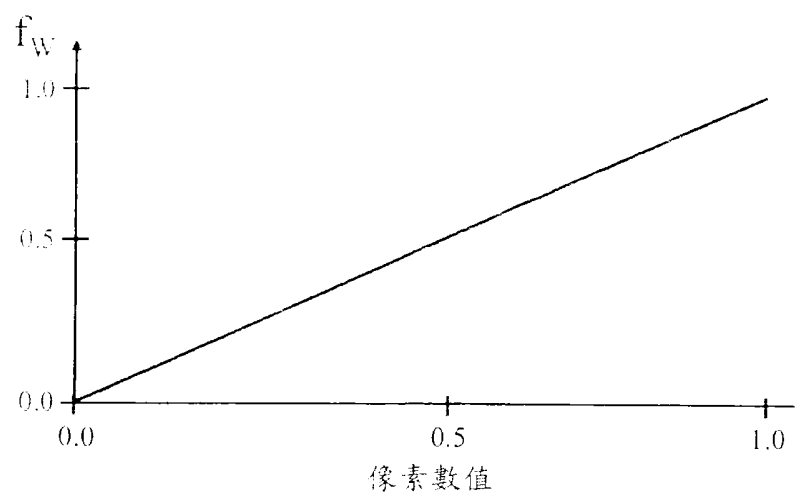
第 3(b) 圖



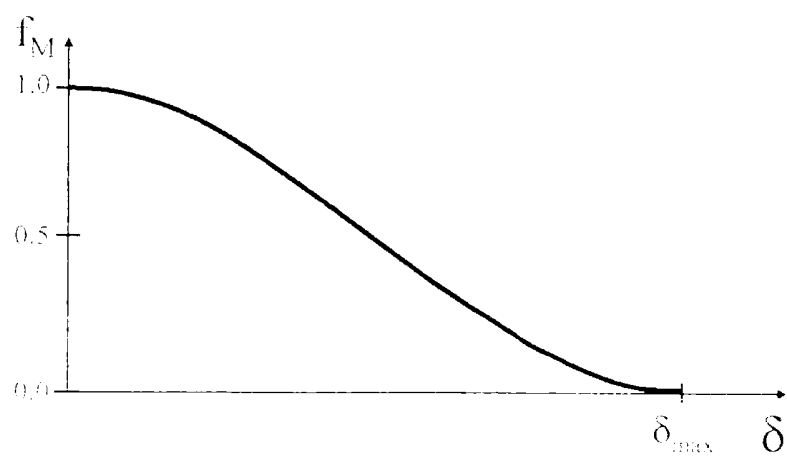
第 3(c) 圖



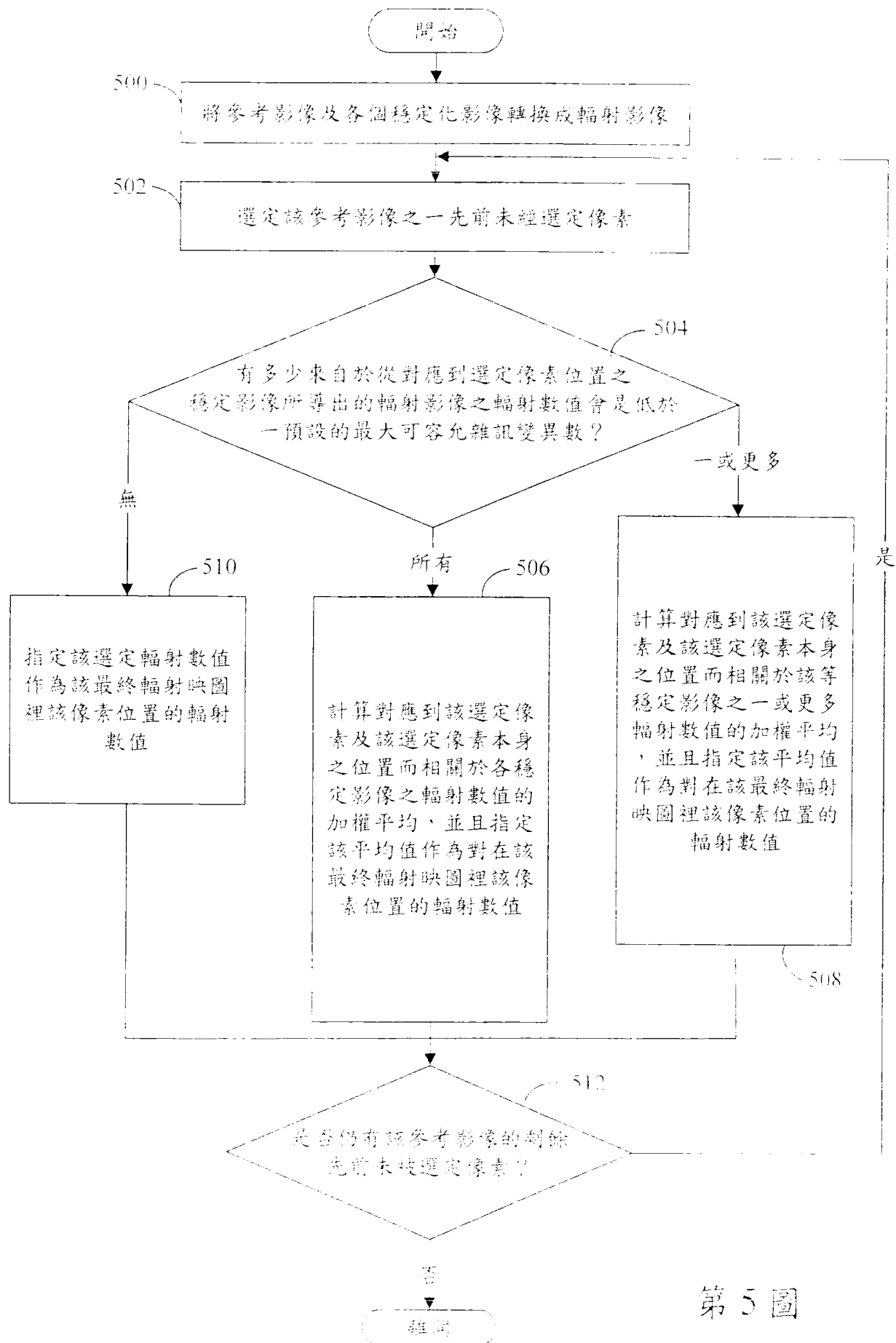
第 3(d) 圖



第 4(a) 圖



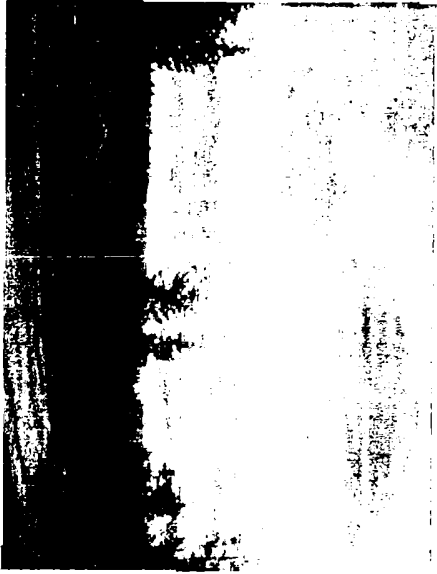
第 4(b) 圖



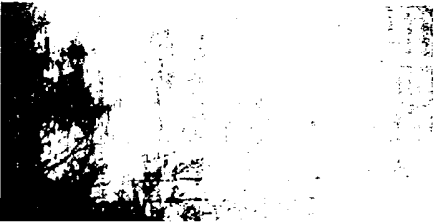
第 5 圖



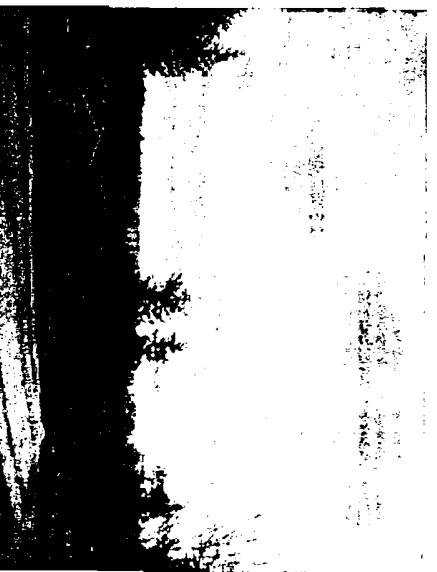
第 6(a) 圖



第 6(b) 圖



第 6(c) 圖



第 6(d) 圖



第 6(e) 圖

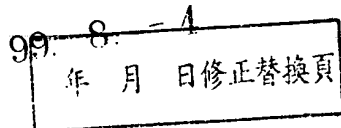
柒、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第 2 圖。

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

200-230 流程步驟

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：



位於，且包含，17 及 254 之間。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之系統，其中該用以將所考量影像登註於展現出一既會比起所考量之影像更靠近於該參考影像者並且又會在其他各影像間最接近於所考量影像之曝光者以產生一串流區域之曝光的次模組，包含用以進行如下項目之次模組：

每當比起經登註之該其他輸入影像，所考量影像為具有較短曝光時，

增強所考量影像的強度，以實質地匹配於其他輸入影像的強度範圍，

藉估計一將該所考量影像映對到其他影像上之整體轉換，計算出可將所考量影像的整體性地登註於該其他輸入影像上的串流欄位；以及

利用一梯度基礎式光學串流，計算出一構成對由整體轉換所計得之串流欄位的區域性校正之密集移動欄位。

經校正的串流欄位包含一對於該串流欄位之各像素的合成向量，其為(i)由該整體轉換所導出之整體成分，以及(ii)一從構成對於該整體成分之區域性校正的密集移動欄位所取得之區域性成分。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之系統，其中利用梯度基礎式光學串流計算一構成一對該整體轉換之區域性校正的密