



(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 I457921 B

(45) 公告日：中華民國 103 (2014) 年 10 月 21 日

(21) 申請案號：100135044

(22) 申請日：中華民國 100 (2011) 年 09 月 28 日

(51) Int. Cl. : **G11B7/0065 (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：歐陽盟 OUYANG, MANG (TW) ; 陳昱達 CHEN, YUTA (TW)

(74) 代理人：蔡坤財；李世章

(56) 參考文獻：

TW 200534265A

TW 200830302A

TW 200842850A

TW 201126519A

US 7116626B1

US 20060285469A1

審查人員：林坤隆

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：6 共 0 頁

(54) 名稱

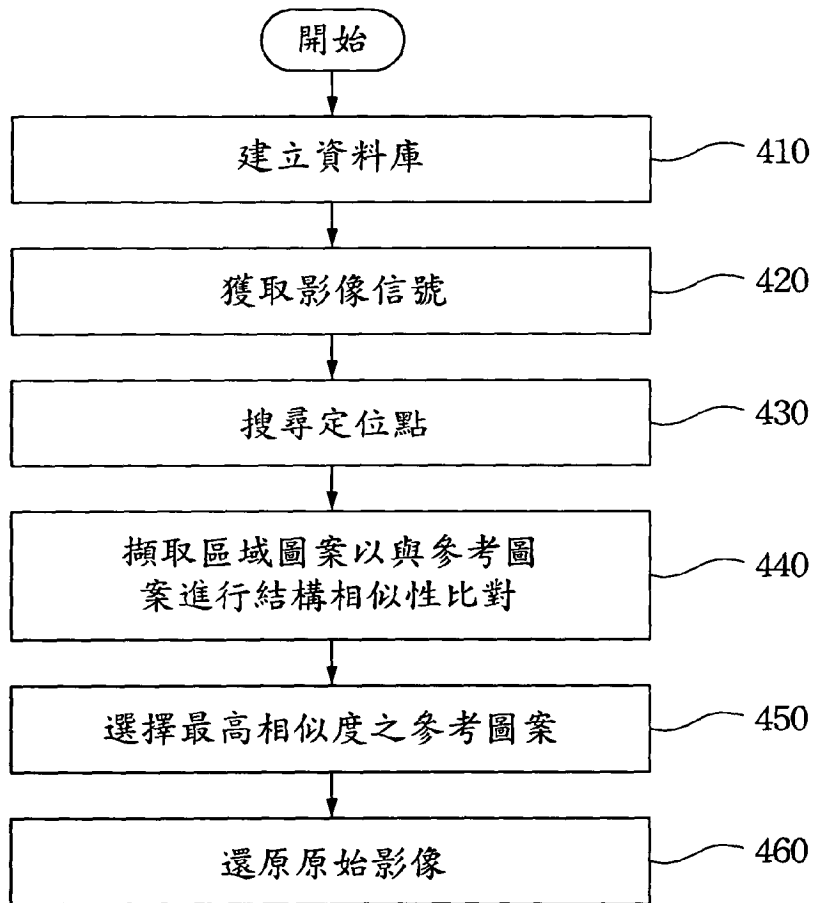
全像儲存系統及其影像識別方法

HOLOGRAPHIC DATA STORAGE SYSTEM AND IMAGE RECOGNITION METHOD THEREOF

(57) 摘要

一種全像儲存系統之影像識別方法，包含下列操作步驟。首先，建立資料庫。隨後，獲取影像信號。接著，搜尋影像信號所對應之影像圖案的複數個定位點。然後，依序擷取定位點所對應之複數個區域圖案，以與資料庫中所儲存之複數個參考圖案進行結構相似度之比對。其後，選擇與區域圖案具有最高相似度之參考圖案。隨後，依據所選擇之參考圖案還原原始影像。一種全像儲存系統亦於此揭露。

An image recognition method for holographic data storage system includes following operation steps. First, a database is established. Next, an image signal is acquired. Subsequently, a plurality of fiducial points is searched in an image pattern corresponding to the image signal. After that, a plurality of area patterns corresponding to the fiducial points are acquired sequentially to perform a comparison with a plurality of reference patterns saving in the database by a structure similarity computation process. Afterward, the reference patterns having a highest similarity with the area patterns are selected. Next, an original image is recovered according to the selected reference patterns. A holographic data storage system is disclosed herein.



第 4 圖

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：100/35044

※申請日：

100. 9. 28

※IPC 分類：

G11B 7/0065

(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

全像儲存系統及其影像識別方法

HOLOGRAPHIC DATA STORAGE SYSTEM AND
IMAGE RECOGNITION METHOD THEREOF

二、中文發明摘要：

一種全像儲存系統之影像識別方法，包含下列操作步驟。首先，建立資料庫。隨後，獲取影像信號。接著，搜尋影像信號所對應之影像圖案的複數個定位點。然後，依序擷取定位點所對應之複數個區域圖案，以與資料庫中所儲存之複數個參考圖案進行結構相似度之比對。其後，選擇與區域圖案具有最高相似度之參考圖案。隨後，依據所選擇之參考圖案還原原始影像。一種全像儲存系統亦於此揭露。

三、英文發明摘要：

An image recognition method for holographic data storage system includes following operation steps. First, a database is established. Next, an image signal is acquired. Subsequently, a plurality of fiducial points is searched in an image pattern corresponding to the image signal. After that, a plurality of area patterns corresponding to the fiducial points

are acquired sequentially to perform a comparison with a plurality of reference patterns saving in the database by a structure similarity computation process. Afterward, the reference patterns having a highest similarity with the area patterns are selected. Next, an original image is recovered according to the selected reference patterns. A holographic data storage system is disclosed herein.

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：

410~460：操作步驟

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

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種影像儲存系統及影像識別方法，且特別是有關於一種全像儲存系統及其影像識別方法。

【先前技術】

目前市面上主要的光學儲存材料為光碟片，包含了CD、DVD以及BD，其資料儲存方式係藉由雷射光透過物鏡聚焦而在光碟片上單點燒錄二進制的資料，因此可儲存的容量有限。此外，光碟機大多以點對點方式讀取光碟片資料，使得資料傳輸速率受到限制。近年來，一種頁碼儲存方式的全像儲存系統被提出，使得資料儲存裝置可同時具有高儲存容量與高傳輸速率之優點。

然而，由於全像儲存系統中的光學系統存在像差與雜訊，使得投射在二維感測器上的影像產生扭曲、亮度分佈不均、光斑以及高斯雜訊，致使無法達到正確的影像辨識與影像還原。

因此，迄今習知技術仍具有上述缺陷與不足之處需要解決。

【發明內容】

本揭示內容之一態樣是在提供一種全像儲存系統，包含儲存媒體、感測器以及處理器。儲存媒體用以儲存原始影像相對應之干涉條紋。感測器配置於參考光束入射儲存

媒體後所產生之繞射光束的傳遞路徑上，用以接收繞射光束投射所產生之影像圖案，並將影像圖案所對應之影像資訊轉換為影像信號。處理器電性耦接感測器，用以接收影像信號，其中處理器依據資料庫中複數個參考圖案所對應之影像畫素的數量與排列型式對影像圖案進行複數個定位點之搜尋，並依序將定位點所對應之複數個區域圖案與資料庫之參考圖案進行結構相似度之比對，以還原原始影像。

依據本揭示內容之一實施例，其中干涉條紋係由物體光束經過空間調製器編碼後與參考光束之間產生干涉效應而得到。

依據本揭示內容之一實施例，其中物體光束與參考光束之間係為同軸或離軸。

本揭示內容之另一態樣是在提供一種全像儲存系統之影像識別方法，包含下列操作步驟。首先，建立資料庫。隨後，獲取影像信號。接著，搜尋影像信號所對應之影像圖案的複數個定位點。然後，依序擷取定位點所對應之複數個區域圖案，以與資料庫中所儲存之複數個參考圖案進行結構相似度之比對。其後，選擇與區域圖案具有最高相似度之參考圖案。隨後，依據所選擇之參考圖案還原原始影像。

依據本揭示內容之一實施例，其中區域圖案與參考圖案所對應之影像畫素的數量以及排列型式係為相同。

依據本揭示內容之一實施例，其中區域圖案與參考圖案所對應之影像畫素的數量以及排列型式係為可調整。

依據本揭示內容之一實施例，其中參考圖案所對應之

影像畫素的排列型式包含十字形、交叉形、圓形、三角形、矩形、正方形、菱形以及多邊形中之任一者。

依據本揭示內容之一實施例，其中參考圖案所對應之影像畫素的灰階位準係為可調整。

依據本揭示內容之一實施例，其中參考圖案之間具有相異之影像編碼資訊。

依據本揭示內容之一實施例，其中搜尋定位點之方法包含灰階權重法、結構相似定位法以及方塊中心搜尋法中之任一者。

因此，應用本揭示內容可透過擷取與區域圖案具有最高相似度之參考圖案，以還原全幅原始影像，克服了感測器因影像扭曲與雜訊而無法進行影像識別的問題。

【實施方式】

以下將以圖式及詳細敘述清楚說明本揭示內容之精神，任何所屬技術領域中具有通常知識者在瞭解本揭示內容之較佳實施例後，當可由本揭示內容所教示之技術，加以改變及修飾，其並不脫離本揭示內容之精神與範圍。

第 1 圖係繪示依照本揭示內容之一實施方式的一種全像儲存系統 100 之結構示意圖。全像儲存系統 100 可包含儲存媒體 170、感測器 180 以及處理器 190。儲存媒體 170 所儲存之原始影像的編碼資訊可透過參考光束 30 入射儲存媒體 170 而產生繞射效應，以投射影像圖案於感測器 180 上，然後藉由處理器 190 將感測器 180 所接收到之影像圖案與預先建立的參考圖案依序進行區域性的結構相似度

(Structural SIMilarity, SSIM) 運算與比對，以還原原始影像。在本實施例中，感測器 180 可為二維感測器，用以感測全幅影像資訊。

在本實施例中，全像儲存系統 100 更可包含光源 110、空間濾波器 120、第一透鏡 131、第二透鏡 132、第三透鏡 133、分光鏡 140、空間調製器 150、第一反射鏡 161、第二反射鏡 162 以及資料庫 195。由光源 110 所發出之具有原始影像資訊的影像光束 10 依序經過空間濾波器 120、第一透鏡 131 以及分光鏡 140。分光鏡 140 可將影像光束 10 分為物體光束 20 以及參考光束 30，其中物體光束 20 經過空間調製器 150 而傳遞給儲存媒體 170，參考光束 30 則經由第一反射鏡 161 與第二反射鏡 162 之反射而傳遞給儲存媒體 170，使得物體光束 20 與參考光束 30 可在儲存媒體 170 中產生干涉效應而形成干涉條紋。然後，儲存媒體 170 可儲存與原始影像相對應之干涉條紋於其中。

當讀取儲存媒體 170 之影像資訊時，可利用參考光束 30 入射儲存媒體 170 而產生繞射光束 40。感測器 180 配置繞射光束 40 的傳遞路徑上，用以接收繞射光束 40 投射所產生之影像圖案，並可將影像圖案所對應之影像資訊轉換為影像信號。處理器 190 電性耦接感測器 180，用以接收影像信號，其中處理器 190 可依據資料庫 195 中複數個參考圖案所對應之影像畫素的數量與排列型式對影像圖案進行複數個定位點之搜尋，並依序將定位點所對應之複數個區域圖案與資料庫 195 之參考圖案進行結構相似度之比對，以還原原始影像。

在本揭示內容之一實施例中，干涉條紋係由物體光束 20 入射空間調製器 150 進行編碼，經過編碼後之物體光束 20 可與參考光束 30 產生干涉效應而得到干涉條紋。因此，干涉條紋具有空間調製器 150 之編碼資訊以及原始影像資訊。

在本揭示內容之一實施例中，物體光束 20 與參考光束 30 之間係為同軸或離軸。需說明的是，在第 1 圖所示之全像儲存系統 100 中，物體光束 20 與參考光束 30 之間係配置為離軸之傳遞方法。此外，全像儲存系統 100 之物體光束 20 與參考光束 30 之間更可配置為同軸之傳遞方法，而不以上述實施例為限。

第 2 圖係繪示依照本揭示內容之一實施方式的一種全像儲存系統 100 中資料庫 195 之參考圖案設置示意圖。在本實施例中，資料庫 195 可包含第一參考圖案 0000~第十六參考圖案 1111，其中每個參考圖案均可為 2x2 矩陣，並具有四個影像畫素。此外，所有參考圖案均可具有相異之影像編碼資訊。亦即，所有參考圖案中之四個影像畫素可具有不同排列組合。例如，第一參考圖案 0000 係具有四個黑色灰階位準之影像畫素，第十六參考圖案則具有四個白色灰階位準之影像畫素。需說明的是，上述參考圖案所對應之影像畫素的灰階位準係可依據實際操作需求而調整。以 8 位元灰階位準為例，黑色灰階位準可調整為 20 或 40，而白色灰階位準則可調整為 220 或 240，以符合實際影像亮度之需求。

在本揭示內容之一實施例中，第 2 圖所示之第一參考

圖案 0000~第十六參考圖案 1111 所對應之影像畫素的排列型式可為 2×2 之矩陣形式。此外，上述參考圖案之影像畫素更可排列成十字形、交叉形、圓形、三角形、矩形、正方形、菱形以及多邊形中之任一者，而不以上述實施例為限。

第 3A 圖係繪示依照本揭示內容之一實施方式的一種全像儲存系統 100 中感測器 180 上之影像圖案示意圖。上述影像圖案可為 8×8 矩陣，並包含第一影像畫素 301~第六十四影像畫素 364。處理器 190 可藉由灰階權重法、結構相似定位法以及方塊中心搜尋法中之任一者搜尋上述影像畫素之定位點。舉例來說，上述 8×8 矩陣之影像畫素可藉由灰階權重法找出第一影像畫素 301 的中心點作為第一定位點。接著，依據資料庫 195 所建立之參考圖案的大小（例如： 2×2 矩陣）以選取第一影像畫素 301 週邊相對應範圍之第一區域圖案（由第一影像畫素 301、第二影像畫素 302、第九影像畫素 309 以及第十影像畫素所構成之 2×2 矩陣圖案）。需說明的是，上述區域圖案所對應之影像畫素與資料庫 190 所建立之參考圖案所對應之影像畫素之間的數量以及排列型式係為相同，以方便進行結構比對。此外，若區域圖案之影像畫素數量大於參考圖案之影像畫素時，則可依據實際情況放大參考圖案，以方便對區域圖案與參考圖案進行結構比對。

隨後，可將第一區域圖案與資料庫 195 中所建立之第一參考圖案 0000~第十六參考圖案 1111 依序進行結構相似度比對，上述區域圖案之區分方式可參照第 3B 圖所示。

第 3B 圖係繪示依照本揭示內容之一實施方式的一種全像儲存系統 100 中感測器 190 上之區域圖案示意圖。由上述圖示可知，第一區域圖案係與第 2 圖之第九參考圖案 1000 具有最高相似度。然後，依序選取其他區域圖案與資料庫 195 中所建立之第一參考圖案 0000~第十六參考圖案 1111 依序進行結構相似度比對。經由上述比對程序之後可將與上述區域圖案具有最高相似性之參考圖案作為基底，以取代原來的區域圖案，如第 3C 圖所示。第 3C 圖係繪示依照本揭示內容之一實施方式的一種全像儲存系統 100 中以具有最大相似度之參考圖案作為還原基底之示意圖。然後，對取代後的區域圖案及其構成之全幅影像圖案進行解碼，以還原原始影像。需說明的是，上述區域圖案與參考圖案所對應之影像畫素的數量以及排列型式係為可調整。例如，可將第 3A 圖中的第一影像畫素 301~第八影像畫素 308 所構成之 8x1 長方形矩陣劃分為第一區域圖案，並依此類推將影像圖案由上而下劃分為 8 個長方形矩陣之區域圖案，且資料庫 195 中的參考圖案亦可調整成 8x1 長方形矩陣，以方便進行結構比對，而不以上述實施例為限。

第 4 圖係繪示依照本揭示內容之一實施方式的一種全像儲存系統 100 之影像識別方法的流程圖，其操作步驟以一實施例並搭配參照第 1 圖~第 3C 圖進行說明。

首先，在操作步驟 410 中可預先設置多個參考圖案，如第 2 圖所示之具有 2x2 矩陣大小之第一參考圖案 0000~第十六參考圖案 1111，以建立資料庫 195。接著，當對儲存媒體 170 進行影像資料讀取時，可藉由參考光束 30 入射

儲存媒體 170 以產生繞射光束，再將繞射光束投射於感測器 180 上並進行轉換，以獲取相對應之影像信號，如操作步驟 420 所示。

隨後，在操作步驟 430 中，可利用灰階權重法、結構相似定位法以及方塊中心搜尋法中之任一者搜尋影像信號所對應之影像圖案中的複數個定位點。例如，可藉由上述搜尋方法找到第一影像畫素 310 之中心作為第一定位點。

在操作步驟 440 中，可依序擷取定位點所對應之複數個區域圖案，以與資料庫中所儲存之複數個參考圖案進行結構相似度之比對。例如，可將第一影像畫素 301 周圍之 2x2 矩陣劃分為第一區域圖案（由第一影像畫素 301、第二影像畫素 302、第九影像畫素 309 以及第十影像畫素 310 所組成之圖案），然後，依此類推將 8x8 之影像圖案劃分為 16 個區域圖案。

接著，依序將上述區域圖案與資料庫 195 之第一參考圖案 0000~第十六參考圖案 1111 進行結構相似度比對。上述結構相似度比對係利用下列運算方式：

$$SSIM = \frac{(2\mu_x\mu_y + C_1)(2\sigma_{xy} + C_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C_2)}$$

其中 x, y 分別為所擷取之區域圖案以及資料庫的參考圖案， C_1 與 C_2 為調整參數。

μ_x, μ_y 分別為區域圖案與參考圖案之影像的平均強度 (mean intensity)，其公式如下：

$$\mu_x = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

σ_x, σ_y 分別為區域圖案與參考圖案之影像的標準差 (standard deviation)，其公式如下：

$$\sigma_x = \left[\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu_x)^2 \right]^{1/2}$$

σ_{xy} 則為區域圖案與參考圖案之影像的共變異數 (correlation coefficient)，其公式如下：

$$\sigma_{xy} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu_x)(y_i - \mu_y)$$

由此可知，將每個區域圖案與資料庫 195 中的參考圖案進行上述 SSIM 運算之後可得到相對應之 SSIM 數值，此 SSIM 數值係與影像之亮度比對 (luminance comparison)、對比比對 (contrast comparison) 以及結構比對 (structure comparison) 相關聯。當區域圖案與參考圖案具有高相似度時，SSIM 數值則相對較高，以提供影像比對之依據。

其後，在操作步驟 450 中，選擇與區域圖案具有最高相似度之參考圖案，如第 3C 圖所示，以作為還原影像時的基底。

然後，在操作步驟 460 中，可對第 3C 圖中所選擇之參考圖案 1000、1011、1010、1001、...、1001 進行解碼，以還原原始影像。

相較於習知作法，在本揭示內容上述實施例中，可透過與人眼識別較為接近的結構相似度比對方法，並配合區域影像的最高相似度比對而將相對應之資料庫的參考影像作為影像還原之基底，以克服影像扭曲、亮度分佈不均、

光斑以及高斯雜訊，達到正確的全幅影像還原。

在本揭示內容中所提及的步驟，除特別敘明其順序者外，均可依實際需要調整其前後順序，甚至可同時或部分同時執行，而不以上述為限。

雖然本發明已以實施方式揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

為讓本發明之上述和其他目的、特徵、優點與實施例能更明顯易懂，所附圖式之說明如下：

第 1 圖係繪示依照本揭示內容之一實施方式的一種全像儲存系統之結構示意圖。

第 2 圖係繪示依照本揭示內容之一實施方式的一種全像儲存系統中資料庫之參考圖案設置示意圖。

第 3A 圖係繪示依照本揭示內容之一實施方式的一種全像儲存系統中感測器上之影像圖案示意圖。

第 3B 圖係繪示依照本揭示內容之一實施方式的一種全像儲存系統中感測器上之區域圖案示意圖。

第 3C 圖係繪示依照本揭示內容之一實施方式的一種全像儲存系統中以具有最大相似度之參考圖案作為還原基底之示意圖。

第 4 圖係繪示依照本揭示內容之一實施方式的一種全像儲存系統之影像識別方法的流程圖。

【主要元件符號說明】

100：全像儲存系統

110：光源

120：空間濾波器

131～133：第一透鏡～第三透鏡

140：分光鏡

150：空間調製器

161、162：第一反射鏡、第二反射鏡

170：儲存媒體

180：感測器

190：處理器

195：資料庫

301～364：第一影像畫素～第六十四影像畫素

410～460：操作步驟

0000～1111：第一參考圖案～第十六參考圖案

七、申請專利範圍：

1. 一種全像儲存系統，包含：

一儲存媒體，用以儲存一原始影像相對應之一干涉條紋；

一感測器，配置於一參考光束入射該儲存媒體後所產生之一繞射光束的傳遞路徑上，用以接收該繞射光束投射所產生之一影像圖案，並將該影像圖案所對應之影像資訊轉換為一影像信號；以及

一處理器，電性耦接該感測器，用以接收該影像信號，該處理器依據一資料庫中複數個參考圖案所對應之影像畫素的數量與排列型式對該影像圖案進行複數個定位點之搜尋，該些定位點周圍對應複數個區域圖案，並依序將該些區域圖案與該資料庫之該些參考圖案進行一結構相似度之比對，以選擇與該些區域圖案具有最高相似度的該些參考圖案，用以還原該原始影像。

2. 如請求項 1 所述之全像儲存系統，其中該干涉條紋係由一物體光束經過一空間調製器編碼後與該參考光束之間產生干涉效應而得到。

3. 如請求項 2 所述之全像儲存系統，其中該物體光束與該參考光束之間係為同軸或離軸。

4. 一種全像儲存系統之影像識別方法，包含：

建立一資料庫；

獲取一影像信號；

搜尋該影像信號所對應之一影像圖案的複數個定位點；

依序擷取該些定位點周圍所對應之複數個區域圖案，以與該資料庫中所儲存之複數個參考圖案進行一結構相似度之比對；

選擇與該些區域圖案具有最高相似度之該些參考圖案；以及

依據所選擇之該些參考圖案還原一原始影像。

5. 如請求項 4 所述之全像儲存系統之影像識別方法，其中該些區域圖案與該些參考圖案所對應之影像畫素的數量以及排列型式係為相同。

6. 如請求項 5 所述之全像儲存系統之影像識別方法，其中該些區域圖案與該些參考圖案所對應之影像畫素的數量以及排列型式係為可調整。

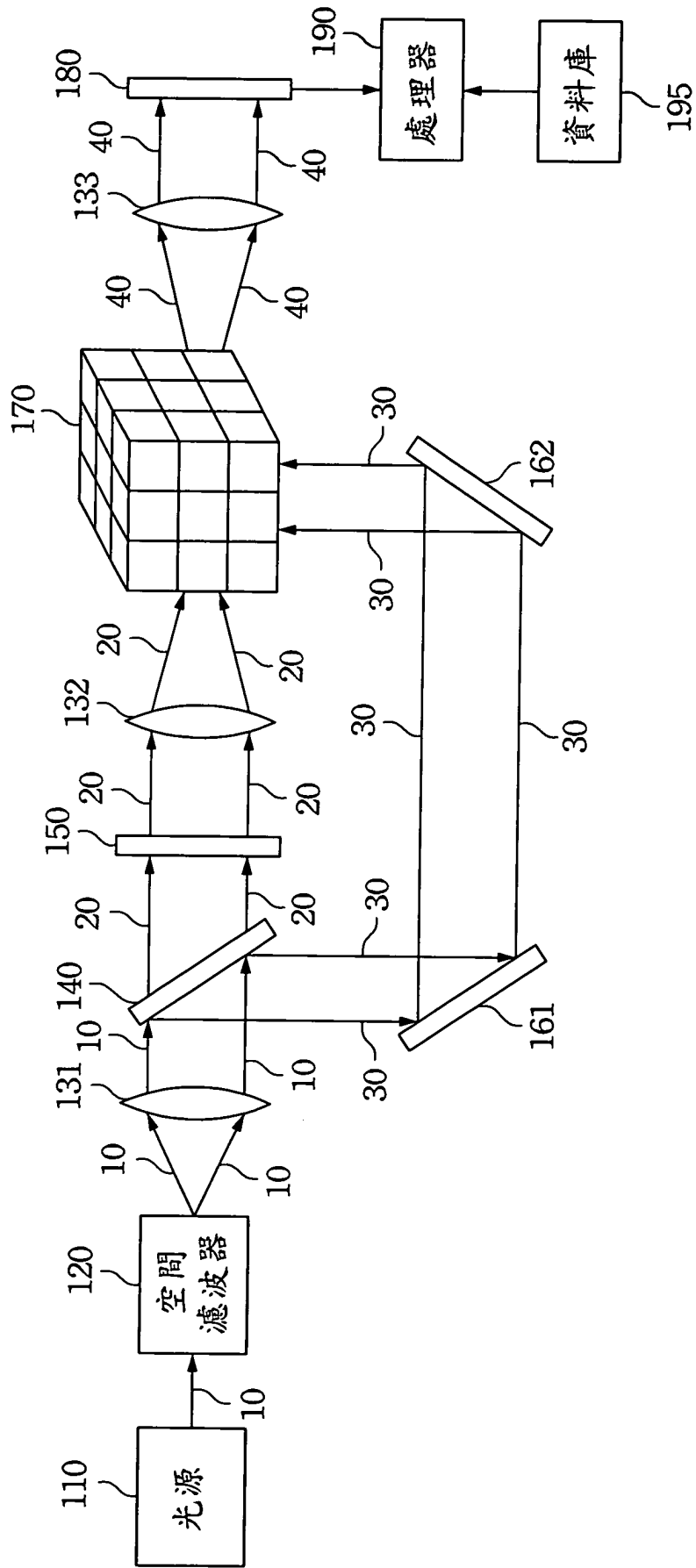
7. 如請求項 6 所述之全像儲存系統之影像識別方法，其中該些參考圖案所對應之影像畫素的排列型式包含十字形、交叉形、圓形、三角形、矩形、正方形、菱形以及多邊形中之任一者。

8. 如請求項 4 所述之全像儲存系統之影像識別方法，其中該些參考圖案所對應之影像畫素的灰階位準係為可調整。

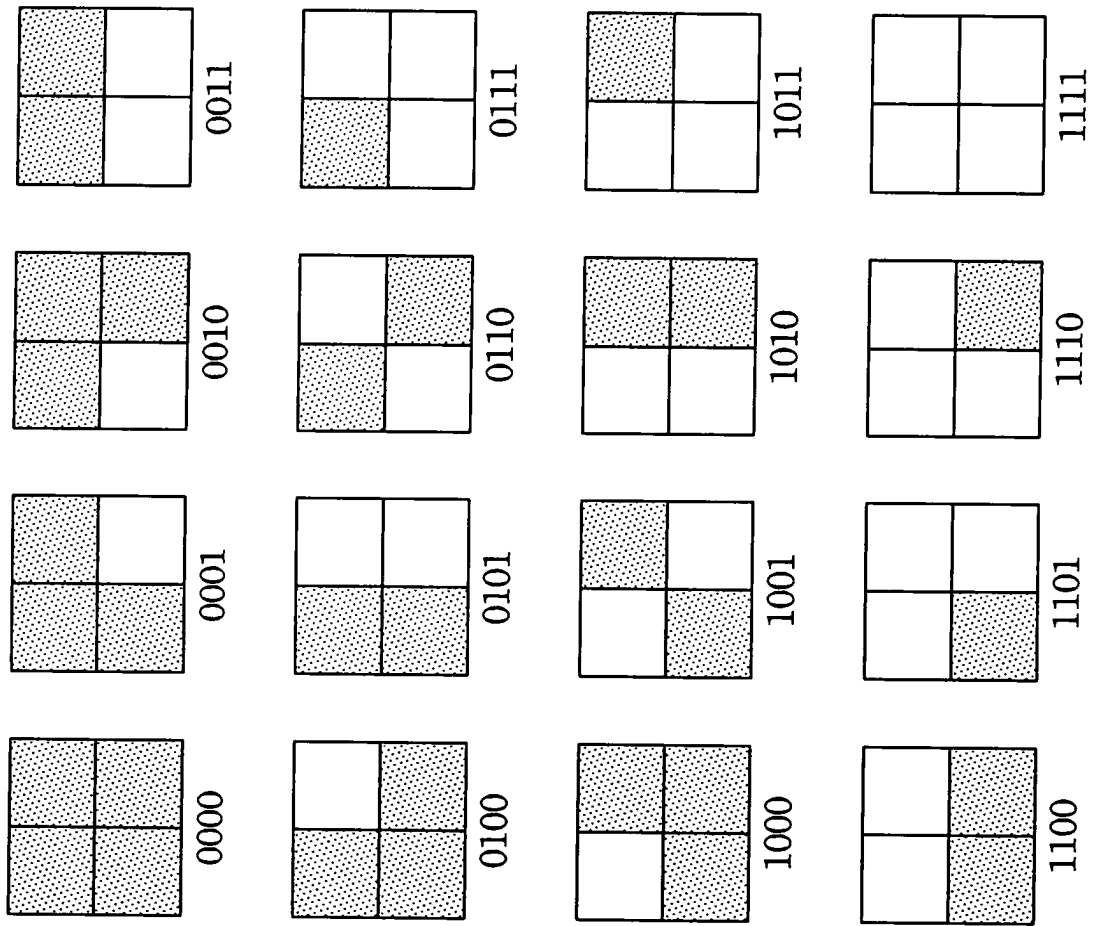
9. 如請求項 4 所述之全像儲存系統之影像識別方法，其中該些參考圖案之間具有相異之影像編碼資訊。

10. 如請求項 4 所述之全像儲存系統之影像識別方法，其中搜尋該些定位點之方法包含灰階權重法、結構相似定位法以及方塊中心搜尋法中之任一者。

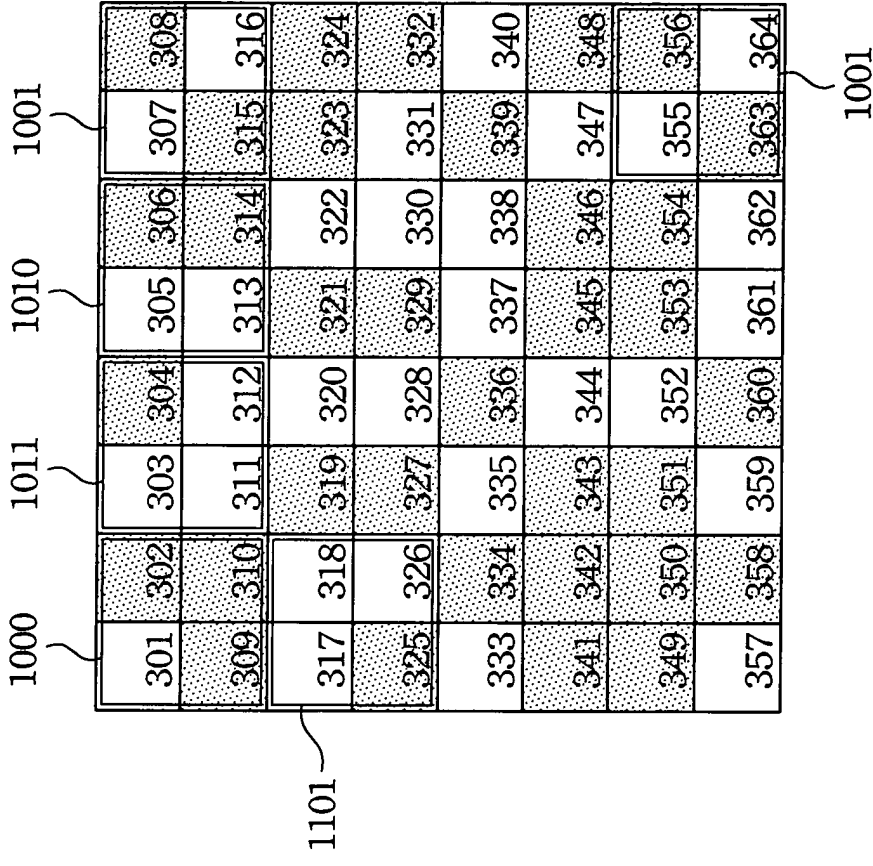
100



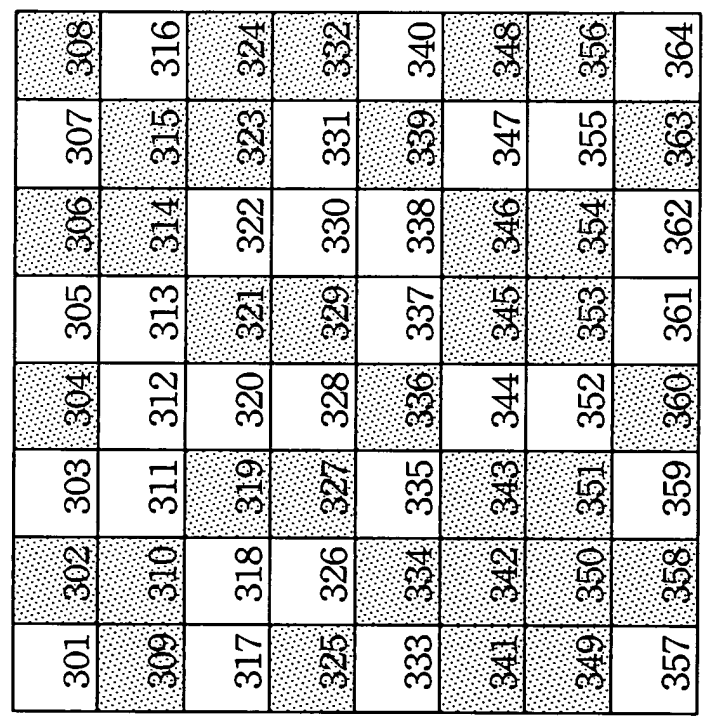
第 1 圖



第 2 圖



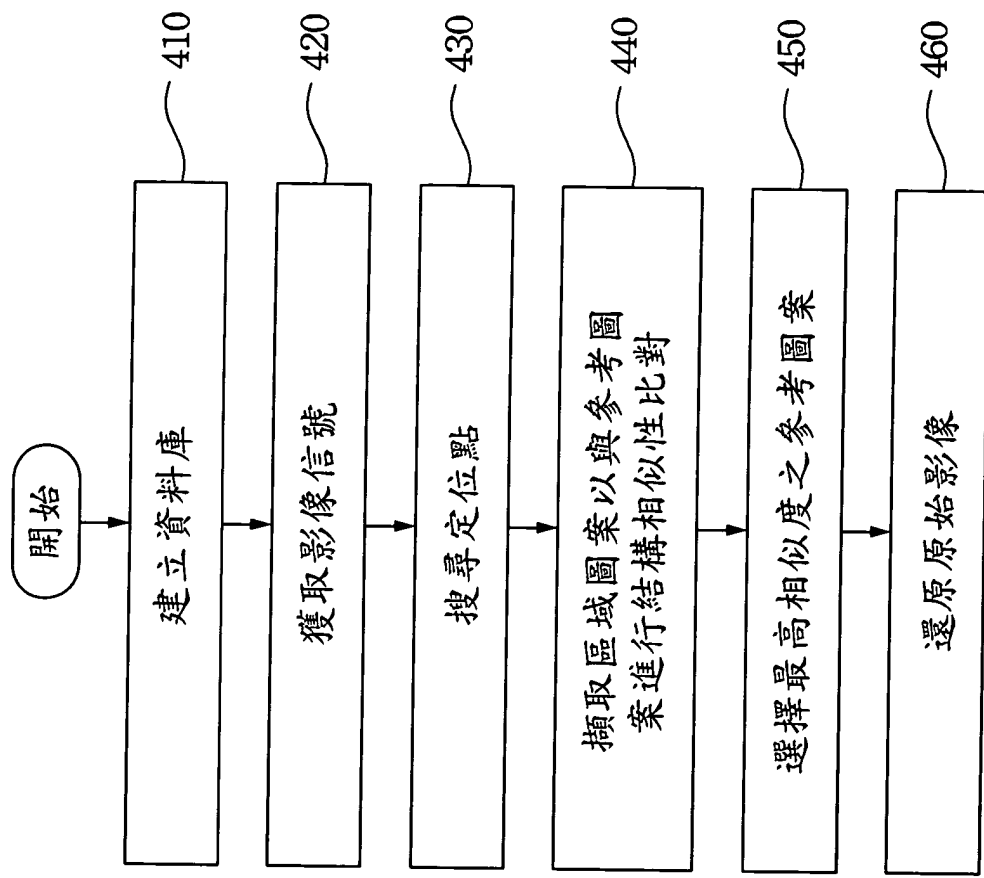
第 3A 圖



第 3B 圖

1000	1011	1010	1001
1101	0101	0101	0010
1000	1001	1100	0110
0010	0110	0011	1001

第 3C 圖



第 4 圖