



(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 202008045 A

(43)公開日：中華民國 109 (2020) 年 02 月 16 日

(21)申請案號：107125360

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 07 月 23 日

(51)Int. Cl. : **G02F1/1335 (2006.01)**

(71)申請人：財團法人工業技術研究院 (中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)

新竹縣竹東鎮中興路四段 195 號

創智智權管理顧問股份有限公司 (中華民國) INTELLECTUAL PROPERTY INNOVATION CORPORATION (TW)

新竹縣竹東鎮中興路四段 195 號 52 館 417 室

(72)發明人：郭信宏 KUO, SHIN-HONG (TW)；李正中 LEE, CHENG-CHUNG (TW)；陳冠廷 CHEN, KUAN-TING (TW)；蔡宜修 TSAI, YI-SHOU (TW)；林郁欣 LIN, YU-HSIN (TW)

(74)代理人：葉璟宗；卓俊傑

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：9 共 36 頁

(54)名稱

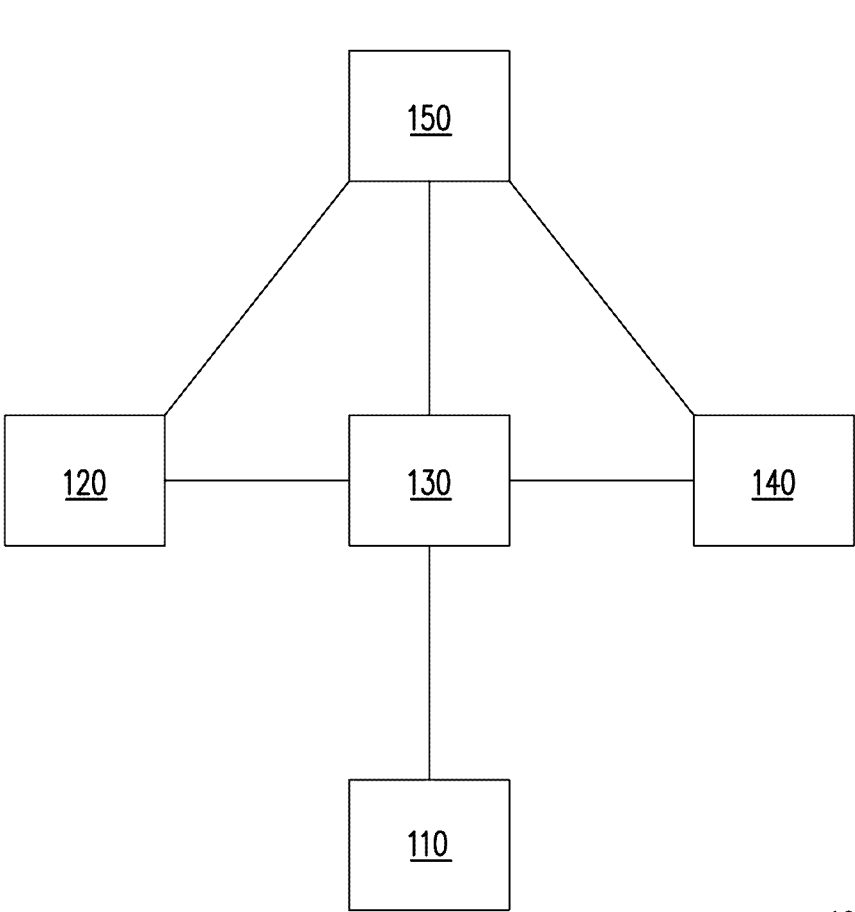
透明顯示系統及其操作方法

(57)摘要

一種透明顯示系統，其包括顯示面板、資料擷取模組以及運算模組。資料擷取模組適於擷取顯示面板所在場域的場域輝度以及顯示面板的顯示資訊的顯示資訊輝度。運算模組判斷顯示資訊的輝度對比度是否落在下界至上界的範圍內，其中顯示資訊的輝度對比度為場域輝度與顯示資訊輝度的總和除以場域輝度。若判定顯示資訊的輝度對比度未落在下界至上界的範圍內，則進行輝度對比度優化程序。另提供一種透明顯示系統的操作方法。

A transparent display system including a display panel, a data acquisition module and a computation module is provided. The data acquisition is adapted to capture a field luminance of a field where the display panel is located and a display information luminance of a displayed information of the display panel. The computation module determines whether a luminance contrast of the displayed information falls within a range from a lower boundary to an upper boundary, wherein the luminance contrast of the displayed information is a sum of the field luminance and the display information luminance divided by the field luminance. If it is determined that the luminance contrast of the displayed information does not fall within the range from the lower boundary to the upper boundary, a luminance contrast optimization procedure is performed. An operation method of the transparent display system is also provided.

指定代表圖：



符號簡單說明：

100 . . . 透明顯示系統

110 . . . 顯示面板

120 . . . 資料擷取模組

130 . . . 運算模組

140 . . . 輸入裝置

150 . . . 資料儲存模組

100

【圖3】

【發明說明書】

【中文發明名稱】透明顯示系統及其操作方法

【英文發明名稱】TRANSPARENT DISPLAY SYSTEM AND
OPERATION METHOD THEREOF

【技術領域】

【0001】 本揭露是有關於一種顯示系統及其操作方法，且特別是有關於一種透明顯示系統及其操作方法。

【先前技術】

【0002】 透明顯示器(Transparent Display)本身具有一定程度的穿透性，因此在顯示資訊的同時，透明顯示器還能夠顯示透明顯示器後方的背景。基於此透明特性，透明顯示器被廣泛地應用於各種不同的場域中，例如作為建築物窗戶、汽車車窗或商店櫥窗等。

【0003】 當背景影像以及顯示資訊同時顯示於透明顯示器上時，顯示資訊的輝度對比度會因背景影像的背景穿透光輝度或顯示資訊的顯示資訊輝度的改變而改變。此外，透明顯示器的背景穿透光輝度會隨著場域的明暗變化而改變。舉例來說，透明顯示器的背景穿透光輝度在昏暗的場域下會比在明亮的場域下來的低。因此，在顯示資訊輝度不變下，顯示資訊的輝度對比度可能因為場域的明暗變化而有所不同，進而影響顯示資訊辨識上的難易度。

【發明內容】

【0004】 本揭露提供一種透明顯示系統，其可在判定顯示資訊的輝度對比度不容易被人眼辨識時，藉由輝度對比度優化程序增加顯示資訊的辨識度。

【0005】 本揭露提供一種透明顯示系統的操作方法，其可判斷是否需進行輝度對比度優化程序來增加顯示資訊的辨識度。

【0006】 本揭露的一種透明顯示系統包括顯示面板、資料擷取模組以及運算模組。經由顯示面板能夠觀看到位於其後方的背景。資料擷取模組適於擷取顯示面板所在場域的場域輝度以及顯示面板的顯示資訊的顯示資訊輝度，其中該場域輝度包括前景反射光輝度以及背景穿透光輝度。運算模組耦接於顯示面板以及資料擷取模組。運算模組依據所擷取的場域輝度以及顯示資訊輝度判斷顯示資訊的輝度對比度是否落在下界至上界的範圍內，其中顯示資訊的輝度對比度為場域輝度與顯示資訊輝度的總和除以場域輝度。若判定顯示資訊的輝度對比度未落在下界至上界的範圍內，則進行輝度對比度優化程序。

【0007】 本揭露的一種透明顯示系統的操作方法，包括以下步驟：擷取場域輝度以及顯示資訊的顯示資訊輝度，其中場域輝度包括前景反射光輝度以及背景穿透光輝度；判斷顯示資訊的輝度對比度是否落在下界至上界的範圍內，其中顯示資訊的輝度對比度為場域輝度與顯示資訊輝度的總和除以場域輝度；若判定顯示資訊的輝度對比度落在下界至上界的範圍內，則輸出顯示資訊；

以及若判定顯示資訊的輝度對比度未落在下界至上界的範圍內，則進行輝度對比度優化程序。

【0008】 本揭露的一種透明顯示系統的操作方法，包括以下步驟：擷取場域輝度以及顯示資訊的顯示資訊輝度，其中場域輝度包括前景反射光輝度以及背景穿透光輝度；判斷顯示資訊的輝度對比度是否能夠被人眼辨識，其中顯示資訊的輝度對比度為場域輝度與顯示資訊輝度的總和除以場域輝度；若判定顯示資訊的輝度對比度能夠被人眼辨識，則輸出顯示資訊；若判定顯示資訊的輝度對比度不能夠被人眼辨識，則優化顯示資訊輝度、優化顯示資訊尺寸、改變顯示資訊的位置或優化場域輝度。

【0009】 為讓本揭露的上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【圖式簡單說明】

【0010】

圖 1 是解釋人眼可分辨的最小空間解析度的示意圖。

圖 2A 是應用透明顯示器的一種場域的示意圖。

圖 2B 是圖 2A 中透明顯示器所顯示的畫面的示意圖。

圖 3 是依照本揭露的一實施例的透明顯示系統的示意圖。

圖 4 是可以應用於圖 3 的透明顯示系統的電子裝置的示意圖。

圖 5 是視角與輝度對比度的關係圖。

圖 6 是依照本揭露的一實施例的一種透明顯示系統的操作方

法的流程圖。

圖 7A 至圖 7G 分別是圖 4A 中透明顯示系統的顯示面板的顯示畫面在進行輝度對比度優化程序之前與之後的差異比較圖。

圖 8 及圖 9 分別是依照本揭露的其他實施例的透明顯示系統的操作方法的流程圖。

【實施方式】

【0011】 圖 1 是解釋人眼可分辨的最小空間解析度的示意圖。一般來說，在輝度對比度為 1 時，人眼可清楚分辨的最小空間解析度為 1/60 度。在圖 1 中， θ 是視角， w 是顯示資訊的尺寸(如線條寬度)，而 d 是使用者與顯示資訊之間的距離。根據圖 1 可推得公式 1。人眼可清楚分辨的最小空間解析度為 $\theta = 1/60$ 度。也就是說， θ 若小於 1/60 度，顯示資訊將難以被清楚辨識。

$$\theta = \tan^{-1}(\frac{w}{d})$$

公式 1

【0012】 研究發現顯示資訊的輝度對比度的下降會導致人眼可清楚分辨的最小空間解析度的上升。也就是說，人眼可清楚分辨的最小空間解析度與顯示資訊的輝度對比度為負相關，且顯示資訊的輝度對比度的下降會導致人眼辨識能力的下降。

【0013】 顯示資訊的輝度對比度為場域輝度與顯示資訊輝度的總和除以場域輝度。也就是說，若以 C 表示顯示資訊的輝度對比度，以 A 表示場域輝度，且以 B 表示顯示資訊輝度，則 $C=(A+B)/A$ 。

【0014】 搭配圖 2A 及圖 2B 說明場域輝度與顯示資訊輝度。圖 2A

是應用透明顯示器的一種場域的示意圖。圖 2B 是圖 2A 中透明顯示器所顯示的畫面的示意圖。

【0015】 在圖 2A 及圖 2B 中，透明顯示器 TDP 作為建築物窗戶。利用透明顯示器 TDP 的透光特性，使用者 U 站在建築物的室內即可在透明顯示器 TDP 上同時看到顯示資訊(如文字“OKINAWA”)以及背景影像(如山岳、白雲及太陽)。換句話說，使用者 U 能夠經由透明顯示器 TDP 觀看到位於其後方的背景。

【0016】 顯示資訊輝度即顯示資訊(如文字“OKINAWA”)的輝度。場域輝度包括前景反射光輝度以及背景穿透光輝度。前景反射光輝度為被透明顯示器反射的前景光束的輝度，而背景穿透光輝度為穿透透明顯示器的背景光束的輝度。在圖 2A 中，室內照明 L 發出光束 B1，被透明顯示器 TDP 反射的光束 B1 的輝度即前景反射光輝度。舉例來說，前景反射光輝度可藉由光偵測器、色度計、輝度計、光譜儀或影像擷取器等光偵測裝置來測得。進一步而言，可藉由上述光偵測裝置擷取室內環境光的輝度，再經由運算模組運算出被透明顯示器 TDP 反射的光束 B1 的輝度。或者，可藉由述光偵測裝置直接擷取被透明顯示器 TDP 反射的光束 B1 的輝度。

【0017】 來自透明顯示器 TDP 後方的背景的光束 B2 經由透明顯示器 TDP 進入室內，而在透明顯示器 TDP 上顯示出背景影像。從透明顯示器 TDP 的背景影像輸出的光束 B2 的輝度即上述的背景穿透光輝度。舉例來說，可利用上述光偵測裝置從使用者 U 的所

在側拍攝顯示於透明顯示器 TDP 上的背景影像，以取得背景穿透光輝度。或者，可利用上述光偵測裝置在室外拍攝背景後，再經由運算模組的運算(例如將上述光偵測裝置取得的輝度資訊乘以透明顯示器 TDP 的穿透率)，來獲得背景穿透光輝度。在一個實施例中，也可藉由影像擷取器拍攝透明顯示器 TDP 上的背景影像，再藉由目標景物辨識技術從影像擷取器所拍攝的背景影像中尋找欲介紹的目標影像。然後針對顯示資訊的欲顯示區塊進行輝度資料擷取。換句話說，可以擷取整個透明顯示器 TDP 的背景穿透光輝度，也可以僅擷取顯示資訊的欲顯示區塊的背景穿透光輝度。

【0018】 由於顯示資訊的輝度對比度會受到顯示資訊輝度、前景反射光輝度以及背景穿透光輝度的影響，即使顯示資訊(如文字“OKINAWA”)的尺寸、顏色及位置等參數以及前景反射光輝度皆不變，顯示資訊的輝度對比度仍會因為背景穿透光輝度隨場域的明暗變化改變而有所不同，進而影響顯示資訊辨識上的難易度。

【0019】 為了能夠讓使用者 U 能夠清楚看見顯示資訊，本揭露提出一種透明顯示系統，其可在判定顯示資訊的輝度對比度不容易被人眼辨識時，藉由輝度對比度優化程序增加顯示資訊的辨識度。此外，本揭露還提出一種透明顯示系統的操作方法，其可判斷是否需進行輝度對比度優化程序來增加顯示資訊的辨識度。

【0020】 圖 3 是依照本揭露的一實施例的透明顯示系統的示意圖。請參照圖 3，透明顯示系統 100 包括顯示面板 110、資料擷取模組 120 以及運算模組 130。

【0021】顯示面板 110 能夠讓使用者經由顯示面板 110 觀看到位於其後方的背景。舉例來說，顯示面板 110 可以是圖 2A 所示的穿透式顯示面板。然而，穿透式顯示面板所應用的場域不以圖 2A 所顯示的為限。除了作為建築物窗戶之外，穿透式顯示面板也可作為汽車車窗、商店櫥窗或任何需要兼具透光特性及顯示功能的物件。

【0022】圖 4 是可以應用於圖 3 的透明顯示系統的電子裝置的示意圖。如圖 4 所示，透明顯示系統 100 的顯示面板 110 也可以是非穿透式顯示面板，如傳統的液晶顯示面板，但不以此為限。所述非穿透式顯示面板可藉由後鏡頭模組(未繪示)擷取所述非穿透式顯示面板後方的背景，進而能夠讓使用者經由顯示面板 110 觀看到位於其後方的背景。

【0023】請參照圖 3，資料擷取模組 120 適於擷取顯示面板 110 所在場域的場域輝度以及顯示面板 110 的顯示資訊輝度。舉例來說，資料擷取模組 120 可包括前述的光偵測裝置。依據需求，資料擷取模組 120 還可進一步擷取使用者資訊，如使用者的身分、位置、視線範圍、注視位置以及使用者偏好的其中至少一個。舉例來說，資料擷取模組 120 還可包括光場相機及測距儀等裝置，以取得上述使用者資訊。

【0024】使用者資訊中的使用者偏好可包括性別、年齡、疾病或習慣(如觀賞偏好或使用偏好)等。可藉由影像擷取器判斷使用者的性別、年齡、關於眼睛的資訊(如是否有視力矯正、眼部外傷或眼

睛出血等)或習慣(如觀賞偏好或使用偏好)等。或者，透明顯示系統 100 可進一步包括輸入裝置，以讓使用者輸入使用者偏好。再者，透明顯示系統 100 也可進一步包括資料儲存模組，來儲存使用者偏好。當使用者進入透明顯示系統 100 的工作範圍內或使用者使用顯示面板時，藉由影像擷取器確認使用者的身分(如人臉辨識)，然後再搜尋資料儲存模組中的資料庫來取得使用者偏好。

【0025】 運算模組 130 耦接於顯示面板 110 以及資料擷取模組 120，以進行訊號傳遞。所述耦接包括有線及無線的連接方式。運算模組 130 適於接收資料擷取模組 120 所擷取的場域輝度以及顯示資訊輝度，並依據所擷取的場域輝度以及顯示資訊輝度判斷顯示資訊的輝度對比度是否能夠被人眼辨識。舉例來說，運算模組 130 可包括中央處理單元(Central Processing Unit，CPU)或影像處理單元(Graphical Processing Unit，GPU)，但不以此為限。

【0026】 人眼所能清楚辨識的顯示資訊的輝度對比度可由輝度對比度的下界以及上界定義。在本實施例中，輝度對比度的下界由公式 1 及公式 2 定義，且輝度對比度的上界由公式 1、公式 3 及公式 4 定義。公式 1 請參見前述段落，於此不再重述。在公式 3 中，k 落在 8.4 至 30.8 的範圍內，且 L 是背景穿透光輝度。

$$1.773 \times e^{-\left(\frac{\theta-13.95}{22.95}\right)^2} + 1.234 \times e^{-\left(\frac{\theta+0.2208}{0.4677}\right)^2}$$

公式2

$$\frac{f(d) \times k}{L^{0.5} \times \tan \theta}$$

公式3

$$f(d) = -0.1734 \times d^3 + 0.6648 \times d^2 + 0.6372 \times d + 0.9788$$

公式4

【0027】 圖 5 是視角與輝度對比度的關係圖。請參照圖 5，曲線 C1 及曲線 C2 分別是根據 $1.773 \times e^{-\left(\frac{\theta-13.95}{22.95}\right)^2} + 1.234 \times e^{-\left(\frac{\theta+0.2208}{0.4677}\right)^2} \leq \text{輝度對比度}$ 及輝度對比度 $\leq \frac{f(d) \times k}{L^{0.5} \times \tan \theta}$ 繪製而成。曲線 C1 代表人眼辨識的舒適度極限，而曲線 C2 代表人眼可分辨的極限。當顯示資訊的輝度對比度落在曲線 C1 及曲線 C2 之間時，顯示資訊能夠被人眼清楚辨識。當顯示資訊的輝度對比度落在曲線 C1 的上方時，人眼在辨識顯示資訊時容易因輝度對比度過高而感到不舒適。當顯示資訊的輝度對比度落在曲線 C2 的下方時，人眼容易因輝度對比度過低而無法清楚辨識顯示資訊。

【0028】 另外，視角會受到人眼的閱讀極限限制。一般來說，人眼的閱讀極限約落在視角 0.15 度至 2.25 度的範圍內。當顯示資訊的顯示資訊尺寸未落在視角 0.15 度至 2.25 度的範圍內(如視角小於 0.15 度或大於 2.25 度)時，容易造成顯示資訊不易判讀。結合公式 1 至公式 4 以及上述視角的範圍可框出圖 5 所示的人眼可辨識範圍 R。

【0029】 請參照圖 3 及圖 4，運算模組 130 可判斷顯示資訊的輝度對比度是否落在下界至上界的範圍內。若運算模組 130 判定顯示資訊的輝度對比度未落在下界至上界的範圍內，代表顯示資訊的輝度對比度落在難以被辨識的區域中，則須進行輝度對比度優化程序，以增加顯示資訊的辨識度。所述輝度對比度優化程序可包括優化顯示資訊輝度、優化顯示資訊尺寸、改變顯示資訊在顯示

面板 110 上所顯示的位置以及優化場域輝度的其中至少一個。上述優化程序容後說明。另外，運算模組 130 還可判斷顯示資訊的顯示資訊尺寸是否落在視角 0.15 度至 2.25 度的範圍內，若判定顯示資訊尺寸未落在視角 0.15 度至 2.25 度的範圍內，則優化顯示資訊尺寸，使顯示資訊的輝度對比度落在人眼閱讀極限的範圍中。

【0030】當顯示資訊的輝度對比度落在圖 5 所示的人眼可辨識範圍 R 中時，也可進一步優化輝度對比度(例如優化顯示資訊輝度、優化顯示資訊尺寸以及優化場域輝度的其中至少一個)，以增加顯示資訊的辨識度。

【0031】依據不同的需求，透明顯示系統 100 還可選擇性地包括其他元件、裝置或模組。舉例來說，透明顯示系統 100 可進一步包括前述的輸入裝置 140 以及資料儲存模組 150。運算模組 130 還與輸入裝置 140 耦接，以接收使用者輸入的使用者偏好。運算模組 130 可依據使用者輸入的使用者偏好調整顯示資訊的輝度對比度的閾值範圍(例如縮減或擴大圖 5 所示的人眼可辨識範圍 R)。此外，資料儲存模組 150 可耦接於資料擷取模組 120、運算模組 130 以及輸入裝置 140，以儲存資料擷取模組 120 所擷取的使用者資訊、輝度對比度的判斷程式以及使用者輸入的使用者偏好等。

【0032】圖 6 是依照本揭露的一實施例的一種透明顯示系統的操作方法的流程圖。請參照圖 6，透明顯示系統的操作方法 600 包括步驟如下。首先，擷取場域輝度以及顯示資訊的顯示資訊輝度(步驟 610)。在此步驟中，可一併擷取使用者資訊，如前述的使用者

的身分、位置、視線範圍、注視位置以及使用者偏好的其中至少一個。

【0033】 接著，判斷顯示資訊的輝度對比度(步驟 620)。在此步驟中，運算模組判斷顯示資訊的輝度對比度是否能夠被人眼辨識。舉例來說，可根據顯示資訊的輝度對比度是否落在下界至上界的範圍內，來判斷顯示資訊的輝度對比度是否能夠被人眼辨識。

【0034】 若判定顯示資訊的輝度對比度能夠被人眼辨識，例如判定顯示資訊的輝度對比度落在下界至上界的範圍內，則輸出顯示資訊(步驟 630)。或者，如同前述，可進一步在圖 5 所示的人眼可辨識範圍 R 中進一步顯示資訊的優化輝度對比度，然後再輸出經優化的顯示資訊。

【0035】 另一方面，若判定顯示資訊的輝度對比度不能夠被人眼辨識，例如判定顯示資訊的輝度對比度未落在下界至上界的範圍內，則進行輝度對比度優化程序，例如優化顯示資訊輝度、優化顯示資訊尺寸、改變顯示資訊的位置或優化場域輝度(步驟 640)。

【0036】 圖 7A 至圖 7G 分別是圖 2A 中透明顯示系統的顯示面板的顯示畫面在進行輝度對比度優化程序之前與之後的差異比較圖。在圖 7A 至圖 7G 中，箭頭的左側為未經輝度對比度優化程序的顯示畫面，而箭頭的右側為經輝度對比度優化程序的顯示畫面。此外，在圖 7B 至圖 7F 中，區域 RO 為經優化處理的區域。

【0037】 根據圖 5，若判定顯示資訊的輝度對比度未落在下界至上界的範圍內(例如未落在圖 5 所示的人眼可辨識範圍 R 中)，表示

顯示資訊的輝度對比度可能過低或過高。

【0038】 顯示資訊的輝度對比度過低可能源自於多種情況，例如室內照明的燈光投射位置與顯示面板上顯示資訊的位置重疊、背景影像過亮(如日出、夕陽或正中午時)、背景影像中的高輝度照明(如路燈、車燈或廣告看板)與顯示資訊重疊或顯示資訊受到日光反射(如水面反光、積雪反光、建築物玻璃反光或車窗反光等)的影響。

【0039】 當顯示資訊的輝度對比度過低時，使顯示資訊的輝度對比度落在圖 5 所示的人眼可辨識範圍 R 中的第一種方法是優化顯示資訊輝度。舉例來說，所述優化顯示資訊輝度可以是增加顯示資訊輝度。所述增加顯示資訊輝度可以是增加顯示資訊中全部區域或局部區域的輝度。例如改變圖 2B 中文字“OKINAWA”中所有字體的輝度，或僅改變“OKINAWA”中部分字體(如 NAWA)的輝度。

【0040】 當顯示資訊的輝度對比度過低時，使顯示資訊的輝度對比度落在圖 5 所示的人眼可辨識範圍 R 中的第二種方法是優化顯示資訊尺寸。請參照圖 5，若顯示資訊的輝度對比度低於下界(參照曲線 C2)且視角落在 0.15 度至 0.6 度的範圍內(參見落在人眼可辨識範圍 R 的左下角的斜線區域 RA)，則輝度對比度優化程序可包括增加顯示資訊尺寸。舉例來說，可使原本落在斜線區域 RA 中的座標 X 向右移動到人眼可辨識範圍 R 中的座標 X'。根據公式 1，視角會與顯示資訊(如文字“OKINAWA”)的寬度以及使用者與顯示資訊之間的距離相關。在使用者與顯示資訊之間的距離固定

的情況下，也就是不改變使用者與顯示資訊的位置的情況下，所述優化顯示資訊尺寸可以是放大顯示資訊。如圖 7A 所示，視角可隨著顯示資訊的寬度 w 增加而增加。

【0041】 當顯示資訊的輝度對比度過低時，使顯示資訊的輝度對比度落在圖 5 所示的人眼可辨識範圍 R 中的第三種方法是優化場域輝度。優化場域輝度可包括優化前景反射光輝度以及優化背景穿透光輝度。

【0042】 當顯示資訊的輝度對比度過低源自於前景反射光輝度時(例如室內照明的燈光投射位置與顯示面板上顯示資訊的位置重疊)，可藉由改變前景反射光輝度來增加顯示資訊的辨識度。舉例來說，可降低室內照明的輝度或改變室內照明的燈光投射位置等。

【0043】 當顯示資訊的輝度對比度過低源自於背景穿透光輝度時(例如背景影像過亮或背景影像中的高輝度照明與顯示資訊重疊)，可藉由遮蔽背景影像中的全部區域或局部區域，來優化背景穿透光輝度。舉例來說，若背景穿透光輝度大於顯示資訊輝度的兩倍，則優化場域輝度可包括遮蔽背景影像中的全部區域或局部區域。如圖 7B 所示，經優化處理的區域 RO 可與背景影像(如山岳、白雲及太陽)全面重疊，且經優化的背景影像的輝度(區域 RO 中的輝度)低於優化前的背景影像的輝度。如圖 7C 所示，區域 RO 可與顯示資訊(如文字“OKINAWA”)重疊，以增加顯示資訊的辨識度。另外，若背景影像的輝度對比度(即背景影像中最亮畫素的輝度除以背景影像中最暗畫素的輝度)大於 600，則優化場域輝度可

包括遮蔽背景影像中的高輝度區域。如圖 7D 所示，可使區域 RO 與太陽的顯示區域重疊。

【0044】 前述遮蔽背景影像的方法可以是藉由改變供應給顯示面板中電致變色材料的電壓，使電致變色材料改變顏色或透明度，從而達到遮蔽背景影像中的全部區域或局部區域的效果。或者，也可藉由改變區域 RO 中畫素的灰階值來達到遮蔽背景影像中的全部區域或局部區域的效果。在圖 7B 至圖 7D 中，所述遮蔽背景影像是以改變背景影像的輝度作為說明。在改變背景影像的輝度(區域 RO 中的輝度)後，區域 RO 內的景物可為可視的(如圖 7B 至圖 7D 所示，區域 RO 內的景物仍可被瞧見)或不可視的(黑畫面)。

【0045】 顯示資訊的輝度對比度過高可能源自於前景反射光輝度遠低於背景穿透光輝度，例如在昏暗的展覽館內展箱被強光照射、在配置有透明顯示器的建築物中觀看夜景、在配置有透明顯示器的交通工具進入隧道或在配置有透明顯示器的海生館內的海底隧道中。

【0046】 當顯示資訊的輝度對比度過高時，使顯示資訊的輝度對比度落在圖 5 所示的人眼可辨識範圍 R 中的第一種方法是優化顯示資訊輝度。舉例來說，所述優化顯示資訊輝度可以是降低顯示資訊輝度。所述降低顯示資訊輝度可以是降低顯示資訊中全部區域或局部區域的輝度。

【0047】 當顯示資訊的輝度對比度過高時，使顯示資訊的輝度對比度落在圖 5 所示的人眼可辨識範圍 R 中的第二種方法是優化顯

示資訊尺寸。舉例來說，所述優化顯示資訊尺寸可以是縮小顯示資訊尺寸(例如降低顯示資訊的寬度)。

【0048】 當顯示資訊的輝度對比度過高時，使顯示資訊的輝度對比度落在圖 5 所示的人眼可辨識範圍 R 中的第三種方法是優化場域輝度。優化場域輝度可包括優化前景反射光輝度以及優化背景穿透光輝度。所述優化前景反射光輝度可以是增加前景反射光輝度來增加顯示資訊的辨識度。所述優化背景穿透光輝度可以包括提升背景影像中全部區域的輝度或背景影像中低輝度區域的輝度。舉例來說，若場域輝度(如背景穿透光輝度)低於預設值，則優化場域輝度可包括提升顯示面板的全部區域的輝度。所述預設值可依需求而定，舉例來說，預設值可為 20 尼特(nit)，但不以此為限。如圖 7E 所示，經優化處理的區域 RO 可與背景影像(如山岳、白雲及太陽)全面重疊，且經優化的背景影像的輝度(區域 RO 中的輝度)高於優化前的背景影像的輝度。另外，若顯示資訊橫跨背景影像中高輝度區域與低輝度區域的交界時，則優化場域輝度可包括提升背景影像中低輝度區域的輝度，以使顯示資訊適合閱讀。如圖 7F 所示，背景影像中月亮 M 所在區域為高輝度區域 RB，而背景影像中其餘區域為低輝度區域 RL。顯示資訊(如文字“OKINAWA”)橫跨高輝度區域 RB 與低輝度區域 RL，因此可使經優化處理的區域 RO 與低輝度區域 RL 中顯示資訊的欲顯示區塊重疊，來增加顯示資訊的辨識度。

【0049】 另外，當顯示資訊的輝度對比度過低或過高時或者當藉

由優化顯示資訊輝度、優化顯示資訊尺寸以及優化場域輝度皆無法有效使顯示資訊的輝度對比度落在圖 5 所示的人眼可辨識範圍 R 中時，可藉由改變顯示資訊的位置來增加顯示資訊的辨識度，如圖 7G 所示。

【0050】再參照圖 6，在優化顯示資訊的輝度對比度後，可再次判斷顯示資訊的輝度對比度(步驟 650)是否能夠被人眼辨識。若判定經優化的顯示資訊的輝度對比度能夠被人眼辨識，則輸出顯示資訊(步驟 660)。另一方面，若判定經優化的顯示資訊的輝度對比度不能夠被人眼辨識，則可關閉顯示資訊(步驟 670)。舉例來說，若確認優化顯示資訊輝度、優化顯示資訊尺寸、改變顯示資訊的位置以及優化場域輝度皆無法使顯示資訊的輝度對比度落在圖 5 所示的人眼可辨識範圍 R 中，則可關閉顯示資訊。

【0051】應說明的是，顯示資訊的辨識度可能隨使用者的性別、年齡、疾病或習慣等改變而有所不同。因此，在另一個實施例中，在步驟 610 之後且在步驟 620 之前，透明顯示系統的操作方法還可包括擷取使用者資訊以及依據使用者資訊調整顯示資訊的輝度對比度的閾值範圍。如此，便能更有效且準確地增加顯示資訊的辨識度。

【0052】圖 8 及圖 9 分別是依照本揭露的其他實施例的透明顯示系統的操作方法的流程圖。

【0053】請參照圖 8，本實施例的透明顯示系統的操作方法 800 相似於圖 6 所示的透明顯示系統的操作方法 600。兩個透明顯示系

統的操作方法的主要差異如下所述。在透明顯示系統的操作方法 800 中，前述的多種優化程序(如優化顯示資訊輝度、優化顯示資訊尺寸、改變顯示資訊的位置、優化前景反射光輝度以及優化背景穿透光輝度)是有執行順序的，且每進行一次優化程序就會接續判斷顯示資訊的輝度對比度的步驟。若顯示資訊經優化後仍被判定無法被清楚辨識，才會接續另一種優化程序。上述多種優化程序的執行順序請參照步驟 810 至步驟 846，且上述多種優化程序的詳細說明請參照前述，於此不再重述。

【0054】 應說明的是，上述多種優化程序的執行順序可依需求改變，而不限於圖 8 所顯示的。舉例來說，步驟 826(改變顯示資訊的位置)與步驟 834(優化前景反射光輝度)的順序可對調。

【0055】 請參照圖 9，本實施例的透明顯示系統的操作方法 900 相似於圖 8 所示的透明顯示系統的操作方法 800。兩個透明顯示系統的操作方法的主要差異如下所述。在透明顯示系統的操作方法 900 中，省略了圖 8 中優化前景反射光輝度的步驟。進一步來說，透明顯示系統的操作方法 900 適用於不適合調整、難以調整或無法調整前景反射光輝度的情況。

【0056】 在優化顯示資訊尺寸的步驟 922 之後，若在判斷顯示資訊的輝度對比度的步驟 924 中仍判定顯示資訊經優化後無法被清楚辨識，則接續優化背景穿透光輝度的步驟 928。在優化背景穿透光輝度的步驟 928 之後，若在判斷顯示資訊的輝度對比度的步驟 930 中仍判定顯示資訊經優化後無法被清楚辨識，則接續改變顯示

資訊的位置的步驟 934。在改變顯示資訊的位置的步驟 934 之後，若在判斷顯示資訊的輝度對比度的步驟 936 中仍判定顯示資訊經優化後無法被清楚辨識，則接續判斷改變顯示資訊的位置的次數是否未超過預設次數。若判定改變顯示資訊的位置的次數未超過預設次數，則回到步驟 916。另一方面，若判定改變顯示資訊的位置的次數超過預設次數，則關閉顯示資訊(步驟 942)。所述預設次數可根據實際需求設計。

【0057】 綜上所述，在本揭露的透明顯示系統以及透明顯示系統的操作方法中，可經由判斷模組判斷顯示資訊的輝度對比度是否能夠被人眼辨識，當判定顯示資訊的輝度對比度不容易被人眼辨識時，則進行輝度對比度優化程序。因此，本揭露的透明顯示系統以及透明顯示系統的操作方法能夠增加顯示資訊的辨識度，且本揭露的透明顯示系統以及透明顯示系統的操作方法適用於不同的場域。

【0058】 雖然本揭露已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本揭露，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本揭露的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本揭露的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0059】

100：透明顯示系統

110：顯示面板

120：資料擷取模組

130：運算模組

140：輸入裝置

150：資料儲存模組

600、800、900：透明顯示系統的操作方法

610、620、630、640、650、660、670、810、812、814、816、
818、820、822、824、826、828、830、832、834、836、838、840、
842、844、846、910、912、914、916、918、920、922、924、926、
928、930、932、934、936、938、940、942：步驟

B1、B2：光束

C1、C2：曲線

d：使用者與顯示資訊之間的距離

L：室內照明

M：月亮

R：人眼可辨識範圍

RA：斜線區域

RB：高輝度區域

RL：低輝度區域

RO：區域

TDP：透明顯示器

U：使用者

w：顯示資訊的寬度

X、X'：座標

θ ：視角



202008045

【發明摘要】**【中文發明名稱】** 透明顯示系統及其操作方法**【英文發明名稱】** TRANSPARENT DISPLAY SYSTEM AND
OPERATION METHOD THEREOF

【中文】 一種透明顯示系統，其包括顯示面板、資料擷取模組以及運算模組。資料擷取模組適於擷取顯示面板所在場域的場域輝度以及顯示面板的顯示資訊的顯示資訊輝度。運算模組判斷顯示資訊的輝度對比度是否落在下界至上界的範圍內，其中顯示資訊的輝度對比度為場域輝度與顯示資訊輝度的總和除以場域輝度。若判定顯示資訊的輝度對比度未落在下界至上界的範圍內，則進行輝度對比度優化程序。另提供一種透明顯示系統的操作方法。

【英文】 A transparent display system including a display panel, a data acquisition module and a computation module is provided. The data acquisition is adapted to capture a field luminance of a field where the display panel is located and a display information luminance of a displayed information of the display panel. The computation module determines whether a luminance contrast of the displayed information falls within a range from a lower boundary to an upper boundary, wherein the luminance contrast of the displayed information is a sum of the field luminance and the display information luminance divided by the field luminance. If it is

determined that the luminance contrast of the displayed information does not fall within the range from the lower boundary to the upper boundary, a luminance contrast optimization procedure is performed. An operation method of the transparent display system is also provided.

【指定代表圖】圖3。

【代表圖之符號簡單說明】

100：透明顯示系統

110：顯示面板

120：資料擷取模組

130：運算模組

140：輸入裝置

150：資料儲存模組

【特徵化學式】

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種透明顯示系統，包括：

一顯示面板，能夠經由該顯示面板觀看到位於其後方的背景；

一資料擷取模組，適於擷取該顯示面板所在場域的一場域輝度以及該顯示面板的一顯示資訊的一顯示資訊輝度，其中該場域輝度包括一前景反射光輝度以及一背景穿透光輝度；以及

一運算模組，耦接於該顯示面板以及該資料擷取模組，該運算模組依據所擷取的該場域輝度以及該顯示資訊輝度判斷該顯示資訊的一輝度對比度是否落在一下界至一上界的範圍內，其中該顯示資訊的該輝度對比度為該場域輝度與該顯示資訊輝度的總和除以該場域輝度，若判定該顯示資訊的該輝度對比度未落在該下界至該上界的範圍內，則進行一輝度對比度優化程序。

【第2項】 如申請專利範圍第1項所述的透明顯示系統，其中該下界由公式1及公式2定義，該上界由公式1、公式3及公式4定義，

$$\theta = \tan^{-1}(\frac{w}{d})$$
 公式1

$$1.773 \times e^{-\frac{(\theta-13.95)^2}{22.95}} + 1.234 \times e^{-\frac{(\theta+0.2208)^2}{0.4677}}$$
 公式2

$$\frac{f(d) \times k}{L^{0.5} \times \tan \theta}$$
 公式3

$$f(d) = -0.1734 \times d^3 + 0.6648 \times d^2 + 0.6372 \times d + 0.9788$$
 公式4

其中 θ 是一視角， w 是一顯示資訊的寬度， d 是使用者與該顯示資訊之間的距離， k 落在8.4至30.8的範圍內，且 L 是該背景穿透光輝度。

【第3項】 如申請專利範圍第2項所述的透明顯示系統，其中該運算模組還判斷該顯示資訊的一顯示資訊尺寸是否落在該視角0.15度至2.25度的範圍內，若判定該顯示資訊尺寸未落在該視角0.15度至2.25度的範圍內，則優化該顯示資訊尺寸。

【第4項】 如申請專利範圍第1項所述的透明顯示系統，其中進行該輝度對比度優化程序包括優化該顯示資訊輝度、優化該顯示資訊尺寸、改變該顯示資訊在該顯示面板上所顯示的位置以及優化該場域輝度的其中至少一個。

【第5項】 如申請專利範圍第1項所述的透明顯示系統，其中該資料擷取模組還適於擷取一使用者資訊，且該運算模組還依據該使用者資訊調整該顯示資訊的該輝度對比度的閾值範圍。

【第6項】 一種透明顯示系統的操作方法，包括：

擷取一場域輝度以及一顯示資訊的一顯示資訊輝度，其中該場域輝度包括一前景反射光輝度以及一背景穿透光輝度；

判斷該顯示資訊的一輝度對比度是否落在一下界至一上界的範圍內，其中該顯示資訊的該輝度對比度為該場域輝度與該顯示資訊輝度的總和除以該場域輝度；

若判定該顯示資訊的該輝度對比度落在該下界至該上界的範圍內，則輸出該顯示資訊；以及

若判定該顯示資訊的該輝度對比度未落在該下界至該上界的範圍內，則進行一輝度對比度優化程序。

【第7項】 如申請專利範圍第6項所述的透明顯示系統的操作方法，其中該下界由公式1及公式2定義，該上界由公式1、公式3及公式4定義，

$$\theta = \tan^{-1}(\frac{w}{d})$$

公式1

$$1.773 \times e^{-\frac{(\theta-13.95)^2}{22.95}} + 1.234 \times e^{-\frac{(\theta+0.2208)^2}{0.4677}}$$

公式2

$$\frac{f(d) \times k}{L^{0.5} \times \tan \theta}$$

公式3

$$f(d) = -0.1734 \times d^3 + 0.6648 \times d^2 + 0.6372 \times d + 0.9788$$

公式4

其中 θ 是一視角， w 是該顯示資訊的寬度， d 是使用者與該顯示資訊之間的距離， k 落在8.4至30.8的範圍內，且 L 是該背景穿透光輝度。

【第8項】 如申請專利範圍第7項所述的透明顯示系統的操作方法，還包括：

判斷該顯示資訊的一顯示資訊尺寸是否落在該視角 0.15 度至 2.25 度的範圍內；以及

若判定該顯示資訊尺寸未落在該視角 0.15 度至 2.25 度的範圍內，則優化該顯示資訊尺寸。

【第9項】 如申請專利範圍第6項所述的透明顯示系統的操作方法，其中該輝度對比度優化程序包括優化該顯示資訊輝度、優化該顯示資訊尺寸、改變該顯示資訊的位置以及優化該場域輝度的其中至少一個。

【第10項】 如申請專利範圍第8項所述的透明顯示系統的操作方法，其中若該顯示資訊的該輝度對比度低於該下界且該顯示資訊

尺寸落在該視角0.15度至0.6度的範圍內，則該輝度對比度優化程序包括增加該顯示資訊尺寸。

【第11項】 如申請專利範圍第8項所述的透明顯示系統的操作方法，其中若該背景穿透光輝度大於該顯示資訊輝度的兩倍，則優化該場域輝度包括遮蔽一背景影像中的全部區域或局部區域。

【第12項】 如申請專利範圍第8項所述的透明顯示系統的操作方法，其中若一背景影像的輝度對比度大於600，則優化該場域輝度包括遮蔽該背景影像中的高輝度區域。

【第13項】 如申請專利範圍第8項所述的透明顯示系統的操作方法，其中若該場域輝度低於一預設值，則優化該場域輝度包括提升該顯示面板的全部區域的輝度。

【第14項】 如申請專利範圍第8項所述的透明顯示系統的操作方法，其中若該顯示資訊橫跨一背景影像中一高輝度區域與一低輝度區域的交界時，則優化該場域輝度包括提升該背景影像中該低輝度區域的輝度。

【第15項】 如申請專利範圍第6項所述的透明顯示系統的操作方法，還包括：

擷取一使用者資訊；以及

依據該使用者資訊調整該顯示資訊的該輝度對比度的閾值範圍。

【第16項】 一種透明顯示系統的操作方法，包括：

擷取一場域輝度以及一顯示資訊的一顯示資訊輝度，其中該

場域輝度包括一前景反射光輝度以及一背景穿透光輝度；

判斷該顯示資訊的一輝度對比度是否能夠被人眼辨識，其中該顯示資訊的該輝度對比度為該場域輝度與該顯示資訊輝度的總和除以該場域輝度；

若判定該顯示資訊的該輝度對比度能夠被人眼辨識，則輸出該顯示資訊；

若判定該顯示資訊的該輝度對比度不能夠被人眼辨識，則優化該顯示資訊輝度、優化一顯示資訊尺寸、改變該顯示資訊的位置或優化該場域輝度。

【第17項】如申請專利範圍第16項所述的透明顯示系統的操作方法，其中判斷該顯示資訊的該輝度對比度是否能夠被人眼辨識包括判斷該顯示資訊的該輝度對比度是否落在一下界至一上界的範圍內，其中該下界由公式1及公式2定義，該上界由公式1、公式3及公式4定義，

$$\theta = \tan^{-1}(\frac{w}{d})$$

公式1

$$1.773 \times e^{-\left(\frac{\theta-13.95}{22.95}\right)^2} + 1.234 \times e^{-\left(\frac{\theta+0.2208}{0.4677}\right)^2}$$

公式2

$$\frac{f(d) \times k}{L^{0.5} \times \tan \theta}$$

公式3

$$f(d) = -0.1734 \times d^3 + 0.6648 \times d^2 + 0.6372 \times d + 0.9788$$

公式4

其中 θ 是一視角， w 是該顯示資訊的寬度， d 是使用者與該顯示資訊之間的距離， k 落在8.4至30.8的範圍內，且 L 是該背景穿透光輝度。

【第18項】 如申請專利範圍第17項所述的透明顯示系統的操作方法，還包括：

判斷該顯示資訊的該顯示資訊尺寸是否落在該視角 0.15 度至 2.25 度的範圍內；以及

若判定該顯示資訊尺寸未落在該視角 0.15 度至 2.25 度的範圍內，則優化該顯示資訊尺寸。

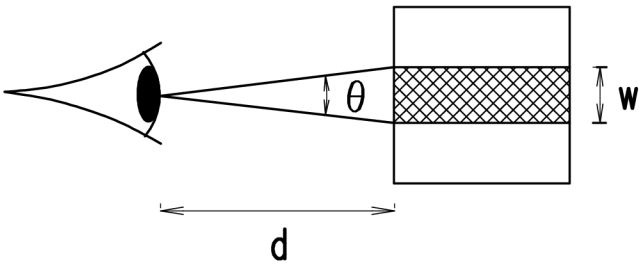
【第19項】 如申請專利範圍第18項所述的透明顯示系統的操作方法，其中若該顯示資訊的該輝度對比度低於該下界且該顯示資訊尺寸落在該視角0.15度至0.6度的範圍內，則該輝度對比度優化程序包括增加該顯示資訊尺寸。

【第20項】 如申請專利範圍第16項所述的透明顯示系統的操作方法，還包括：

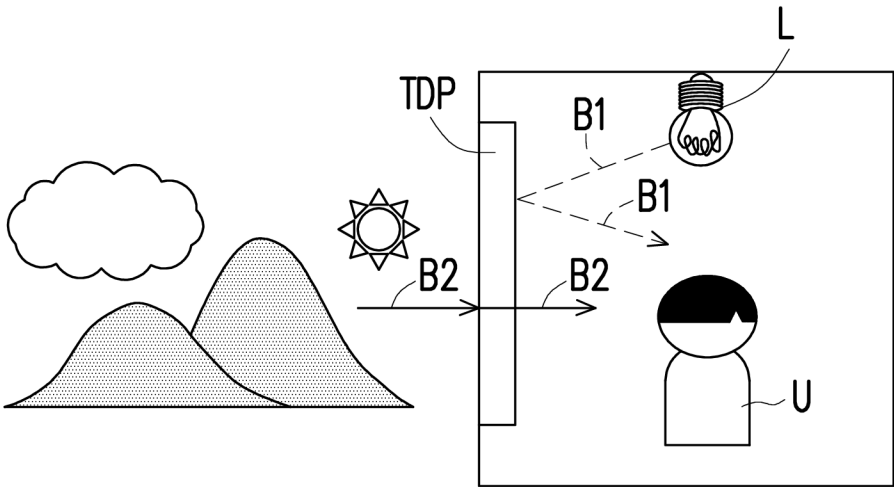
擷取一使用者資訊；以及

依據該使用者資訊調整該顯示資訊的該輝度對比度的閾值範圍。

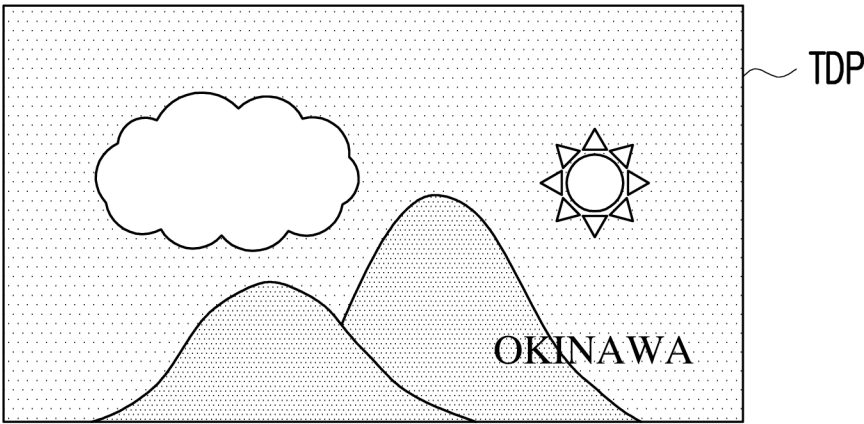
【發明圖式】



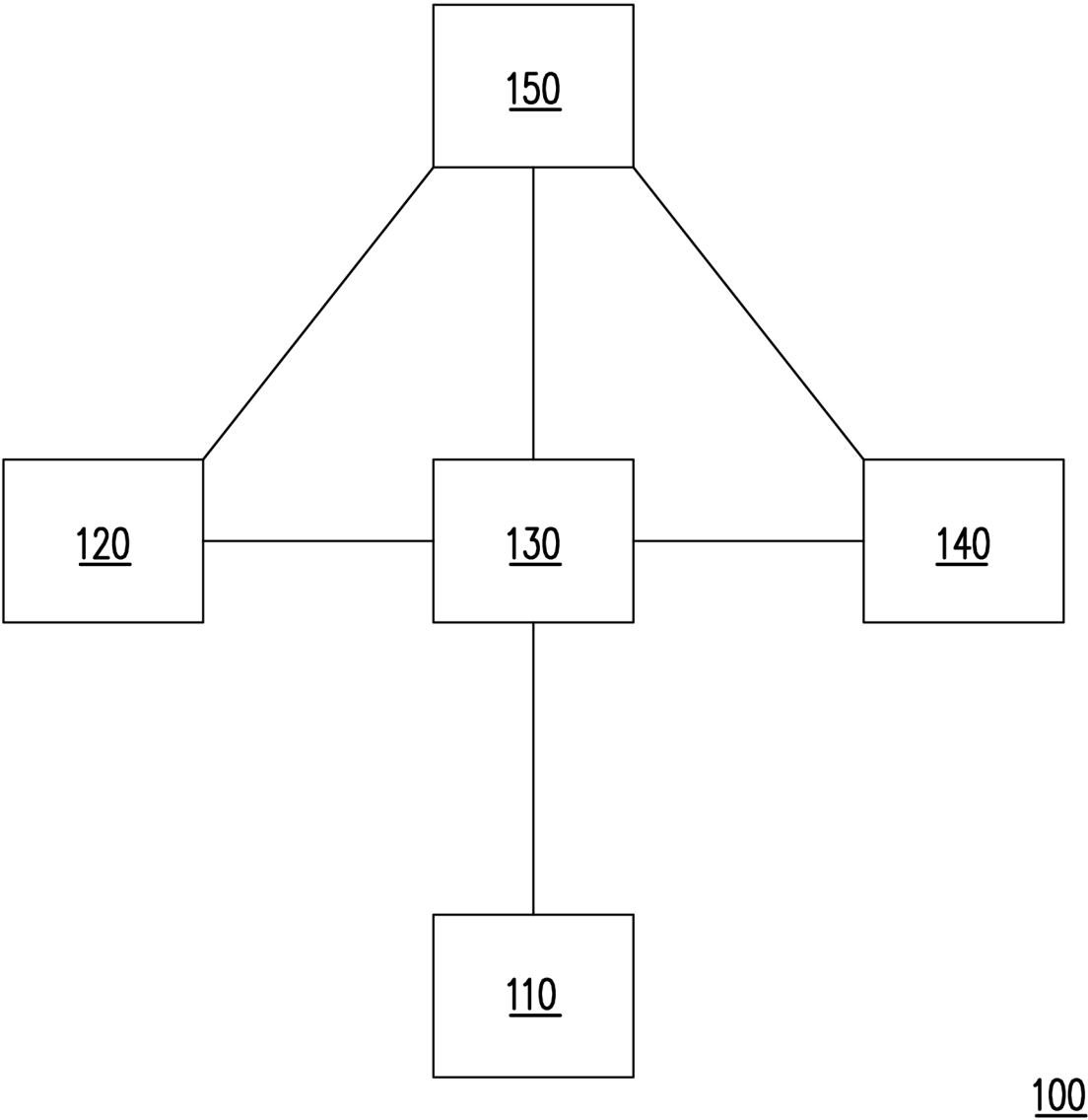
【圖1】



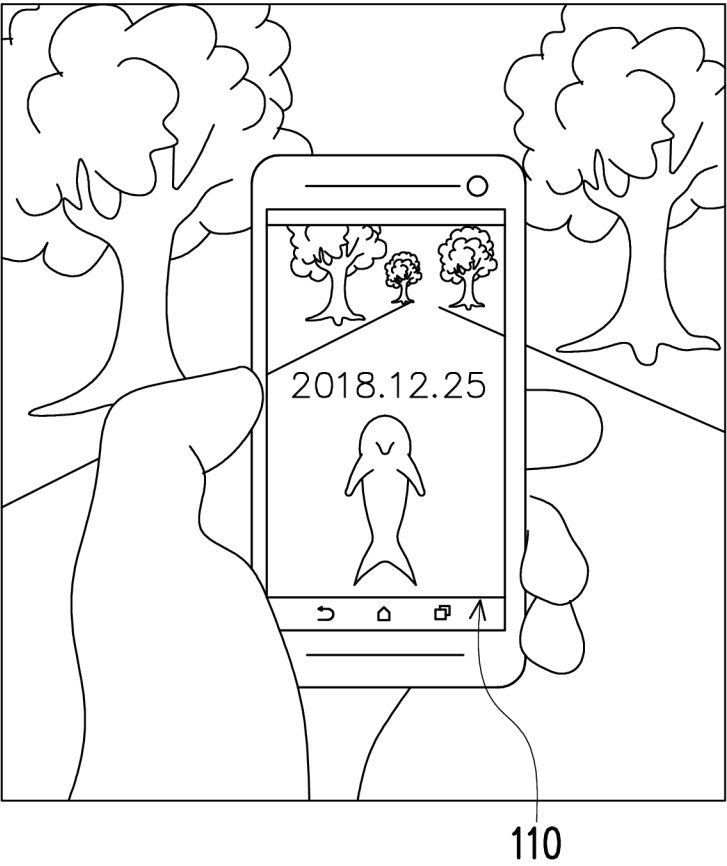
【圖2A】



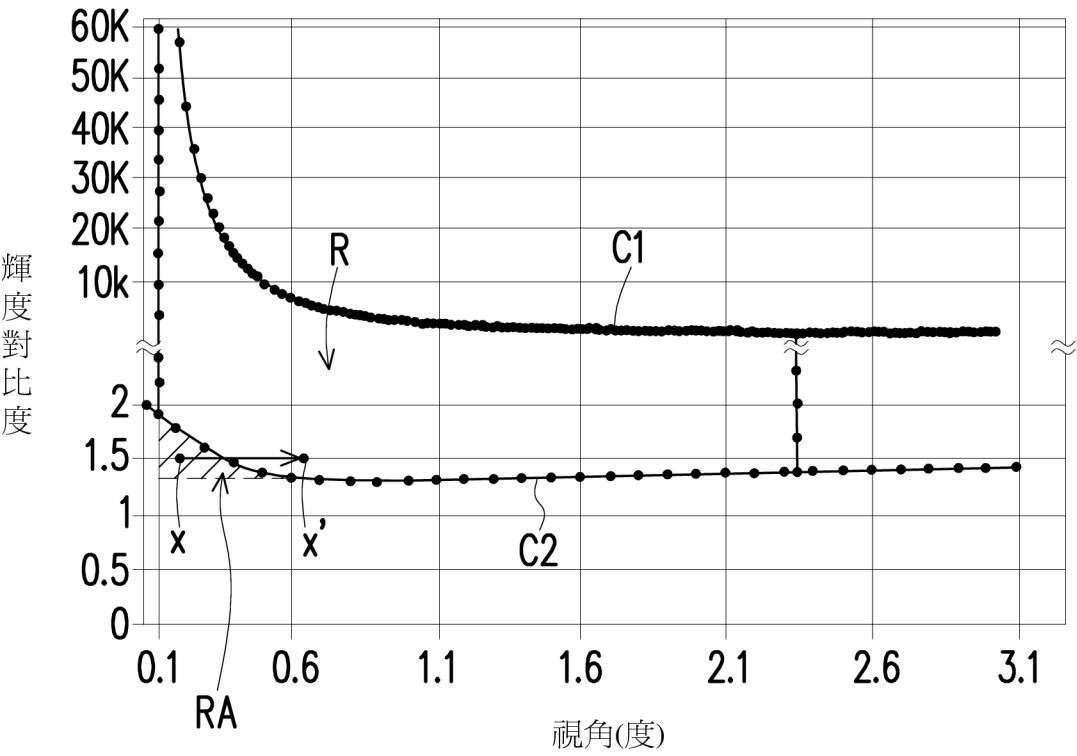
【圖2B】



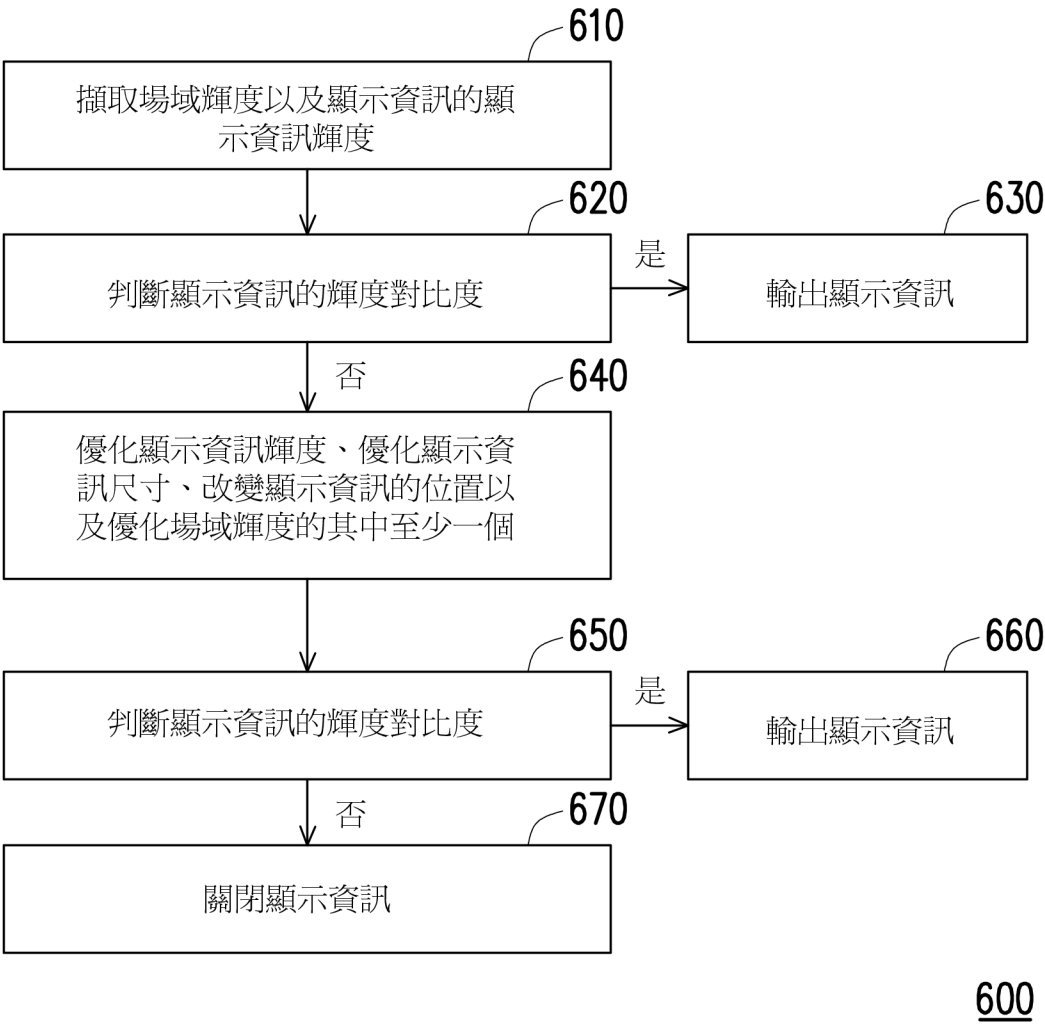
【圖3】



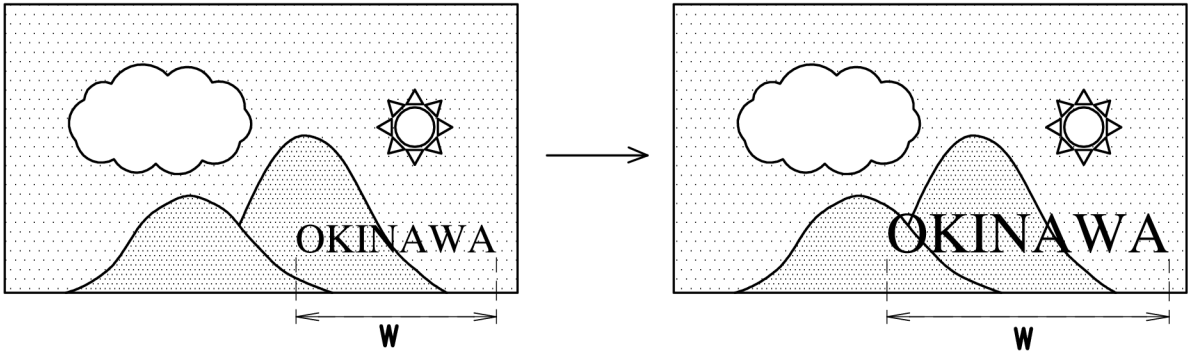
【圖4】



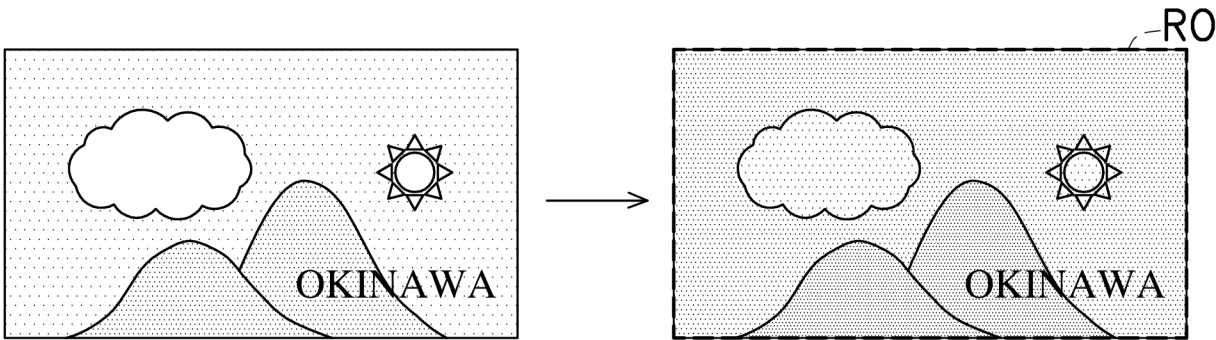
【圖5】



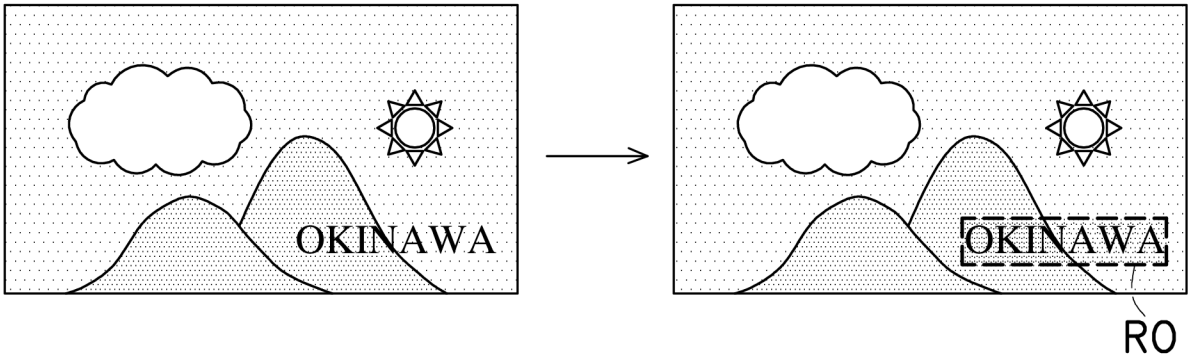
【圖6】



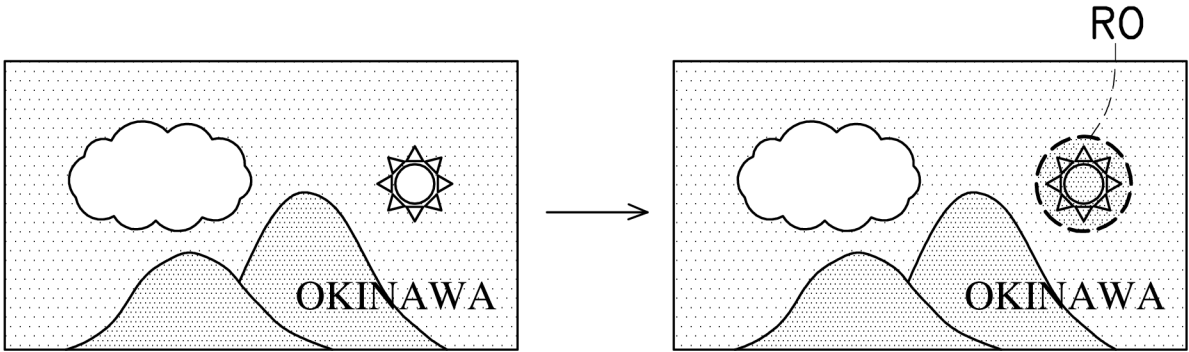
【圖7A】



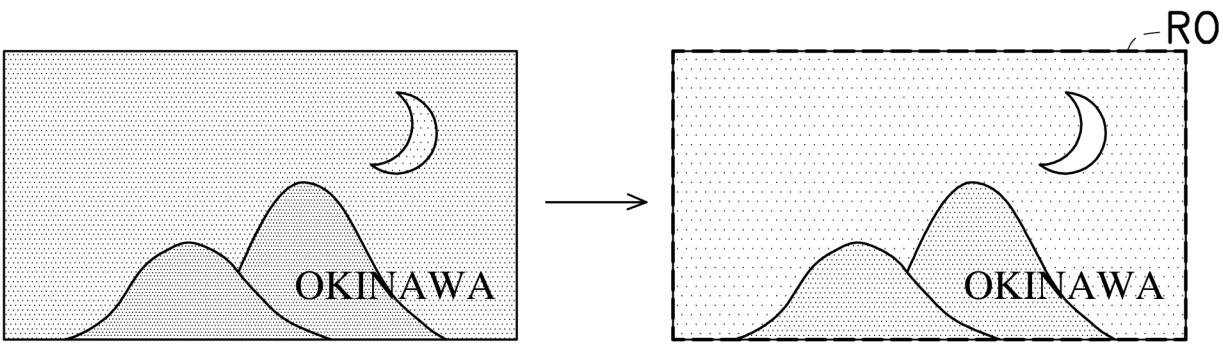
【圖7B】



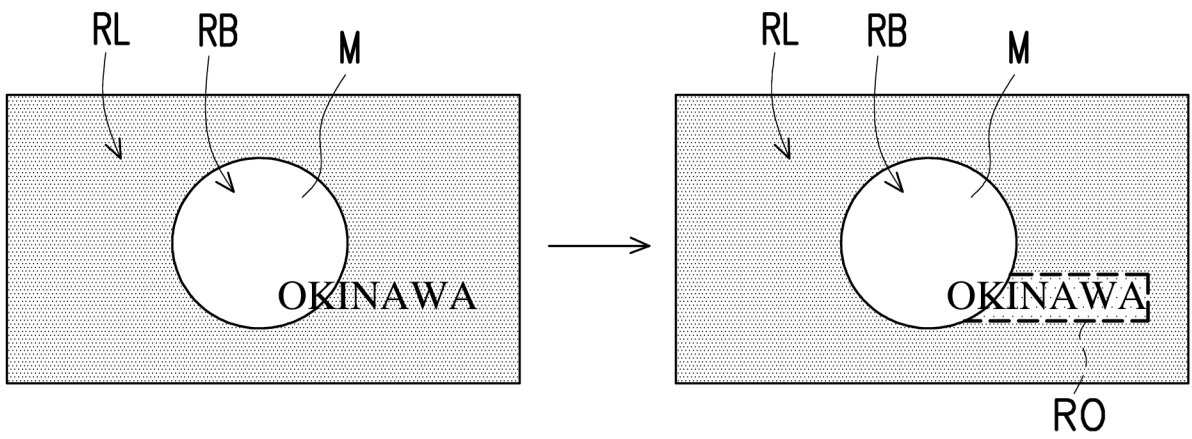
【圖7C】



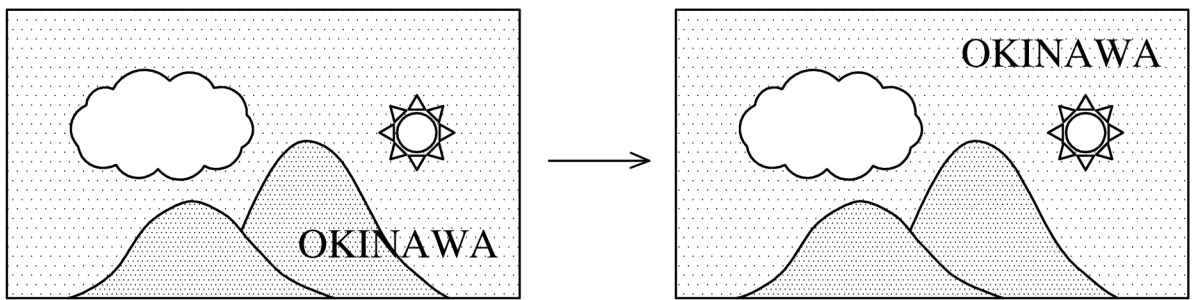
【圖7D】



【圖7E】



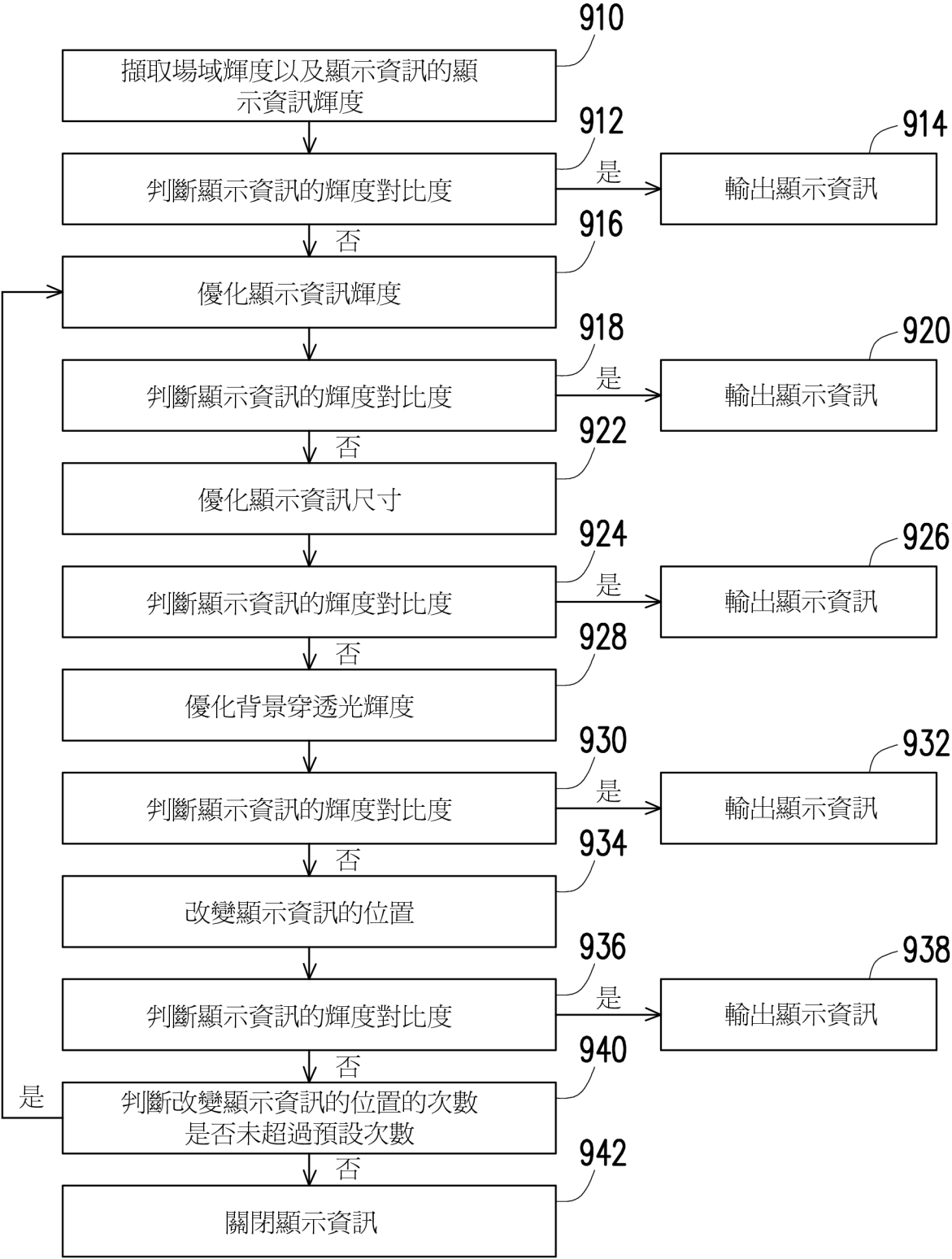
【圖7F】



【圖7G】



【圖8】



900

【圖9】