



(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 I511122 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 12 月 01 日

(21) 申請案號：102131831

(22) 申請日：中華民國 96 (2007) 年 08 月 10 日

(51) Int. Cl. : G09G5/37 (2006.01)

(30) 優先權：2006/08/11 美國 60/836,940

2007/05/11 美國 60/917,525

(71) 申請人：吉歐半導體股份有限公司 (美國) GEO SEMICONDUCTOR INC. (US)

美國

(72) 發明人：巴希 羅勒瓦 S BASSI, ZORAWAR S. (CA) ; 馬其里 馬索得 VAKILI, MASOUD

(CA)

(74) 代理人：惲軼群；陳文郎

(56) 參考文獻：

US 06310662B1 US 06538691B1

US 06999046B2 US 2006/098168A1

審查人員：林谷亮

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：26 共 88 頁

(54) 名稱

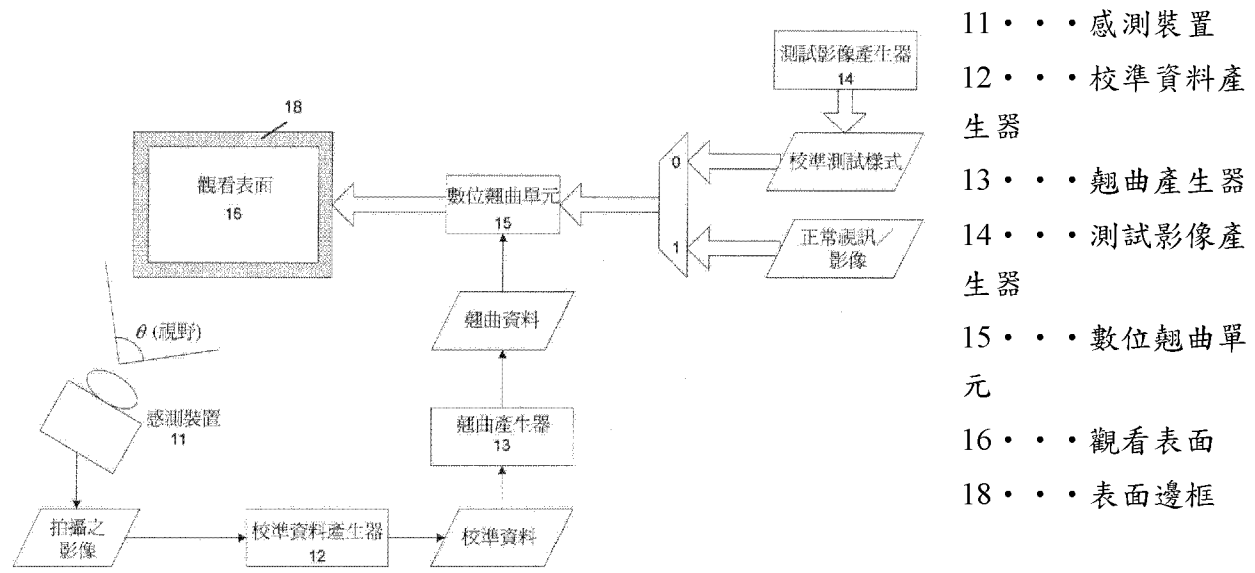
校正相機之影像失真的校準方法與系統

CALIBRATION METHOD AND SYSTEM TO CORRECT FOR IMAGE DISTORTION OF A CAMERA

(57) 摘要

本說明書所說明之各種實施例，係有關一種系統和方法，其係用以校準一個顯示器裝置，使消除一些因各種類似一個或多個透鏡、面鏡、投影幾何條件、橫向色像差和色彩欠對稱、和色彩和亮度不均勻等成分所致之失真。亦針對的是長期變化之失真有關的校準。一些耦合至處理器之感測裝置，可被用來感測顯示器特性，彼等接著會被用來計算失真資料，以及產生一些可校正顯示失真之預補償圖。

Various embodiments are described herein for a system and method for calibrating a display device to eliminate distortions due to various components such as one or more of lenses, mirrors, projection geometry, lateral chromatic aberration and color misalignment, and color and brightness non-uniformity. Calibration for distortions that vary over time is also addressed. Sensing devices coupled to processors can be used to sense display characteristics, which are then used to compute distortion data, and generate pre-compensating maps to correct for display distortions.



第1圖

發明摘要

※ 申請案號：[02131871 (由96129642分割)]

※ 申請日：96.8.10 ※IPC 分類：G09G 5/37 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

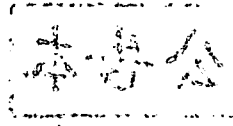
校正相機之影像失真的校準方法與系統 / Calibration Method and System to Correct for Image Distortion of a Camera

【中文】

本說明書所說明之各種實施例，係有關一種系統和方法，其係用以校準一個顯示器裝置，使消除一些因各種類似一個或多個透鏡、面鏡、投影幾何條件、橫向色像差和色彩欠對稱、和色彩和亮度不均勻等成分所致之失真。亦針對的是長期變化之失真有關的校準。一些耦合至處理器之感測裝置，可被用來感測顯示器特性，彼等接著會被用來計算失真資料，以及產生一些可校正顯示失真之預補償圖。

【英文】

Various embodiments are described herein for a system and method for calibrating a display device to eliminate distortions due to various components such as one or more of lenses, mirrors, projection geometry, lateral chromatic aberration and color misalignment, and color and brightness non-uniformity. Calibration for distortions that vary over time is also addressed. Sensing devices coupled to processors can be used to sense display characteristics, which are then used to compute distortion data, and generate pre-compensating maps to correct for display distortions.



【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 11…感測裝置
- 12…校準資料產生器
- 13…翹曲產生器
- 14…測試影像產生器
- 15…數位翹曲單元
- 16…觀看表面
- 18…表面邊框

【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】(中文/英文)

5 校正相機之影像失真的校準方法與系統 / Calibration
Method and System to Correct for Image Distortion of a
Camera

【技術領域】

優先權主張

● [0001]本申請案係主張2006年8月11日申請在先之美國
10 臨時專利申請案第60/836,940號和2007年5月11日申請在先
之美國臨時專利申請案第60/836,940號的優先權。

發明領域

[0002]各種實施例係參照顯示器裝置之校準加以討論。

【先前技術】

15 [0003]大多數之影像顯示器裝置，會呈現某種形式之幾
何上或色彩上之失真。此等失真可具有多種因素，諸如幾
何條件背景、系統中之各種光學組件的非理想性質、各種
● 組件之欠對齊、導致幾何失真之複雜顯示表面和光學路
徑、和面板內之瑕疵、等等。取決於系統，失真之量會有
20 大幅之變化，自不可察覺的至十分可厭的。上述失真之效
應亦會有變化，以及可能會招致影像色彩方面之改變，或
影像形狀或幾何條件方面之改變。

【發明內容】

25 [0004]在一個特徵中，本說明書所說明之至少一個實施
例，提供了一種可供一個具有觀看表面之顯示器裝置使用

的顯示器校準系統。此種顯示器校準系統係包含有：至少一個感測裝置，其係被適配來感測上述觀看表面之形狀、尺度、邊界、和方位中的至少一個有關之資訊；和至少一個處理器，其係耦合至該至少一個感測裝置，以及係適配使依據至少一個感測裝置所感測之資訊，來計算該顯示器裝置之特性。

[0005]在另一個特徵中，本說明書所說明之至少一個實施例，提供了一種可供一個具有觀看表面之顯示器裝置使用的顯示器校準系統。此種顯示器校準系統係包含有：至少一個感測裝置，其係被適配來感測上述觀看表面上所顯示之測試影像的資訊；和至少一個耦合至該至少一個感測裝置之處理器，此種至少一個處理器，係適配使依據所感測之資訊，來計算顯示失真。該等預補償圖可由表面功能來實現。當該等預補償圖應用至顯示前之輸入影像資料時，一個在該觀看表面上所成之顯示影像，大體上並無失真。

[0006]在另一個特徵中，本說明書所說明之至少一個實施例，提供了一種可供一個具有觀看表面之顯示器裝置使用的顯示器校準系統。此種顯示器校準系統係包含有：至少一個影像感測裝置，其係被適配來感測來自該觀看表面上所顯示之測試影像的資訊；和至少一個耦合至該至少一個影像感測裝置之處理器，此種至少一個處理器，係適配使依據所感測之資訊，來計算顯示失真，使依據每個小片內之顯示失真的嚴格性，將該觀看表面分割成一些小片，

以及使產生每個小片內之顯示失真有關的預補償圖，以便當此等預補償圖應用至顯示前之輸入影像資料時，使一個在該觀看表面上所成之顯示影像，大體上並無失真。

5 [0007]在另一個特徵中，本說明書所說明之至少一個實施例，提供了一種可供一個具有觀看表面之顯示器裝置使用的顯示器校準系統。此種顯示器校準系統係包含有：至少一個影像感測裝置，其係被適配來獨立地感測該觀看表面上所顯示之測試影像的至少一個色彩分量有關之色彩資訊；和至少一個耦合至該至少一個影像感測裝置之處理器，此種至少一個處理器，係適配使依據所感測之資訊，來計算色彩不均勻性，以及使產生至少一個色彩分量有關之至少一個色彩校正圖，以便當該至少一個色彩校正圖，應用至顯示前之輸入影像資料時，一個在該觀看表面上所成之顯示影像，大體上無至少一個色彩不均勻性。

10 [0008]在另一個特徵中，本說明書所說明之至少一個實施例，提供了一種可供一個具有觀看表面之顯示器裝置使用的顯示器校準系統。此種顯示器校準系統係包含有：至少一個影像感測裝置，其係被適配來感測該觀看表面上所顯示之個別色彩分量測試影像的資訊；和至少一個耦合至該至少一個影像感測裝置和該顯示器裝置之處理器，此種至少一個處理器，係適配使依據所感測之資訊，來獨立地計算幾何顯示失真，以及使獨立地產生至少一個色彩分量有關之至少一個預補償圖，以便當該至少一個色彩校正圖，應用至顯示前之輸入影像資料時，一個在該觀看表面

上所成之顯示影像，大體上無至少一個色彩相依性幾何失真。

[0009]在另一個特徵中，本說明書所說明之至少一個實施例，提供了一種可使用在一個具有彎曲觀看表面之投影系統中的顯示器校準方法，此種方法包含之步驟有：

5 使用多重之投影器，將一個影像之不同部分，投射至上述彎曲觀看表面之對應部分上面；以及

使該影像之每一部分，大體上聚焦在上述彎曲觀看表面之對應部分上面，以使該影像以最佳化之聚焦，整體形成在該彎曲觀看表面上。

[0010]在另一個特徵中，本說明書所說明之至少一個實施例，提供了一種可使用在一個具有彎曲觀看表面之投影系統中的顯示器校準方法，此種方法包含之步驟有：

15 測量自該彎曲觀看表面至該投射影像之聚焦平面的多數距離；以及

偏移該聚焦平面，直至該等多數距離之函數被極小化而得到最佳化的聚焦為止。

【圖式簡單說明】

[0011]為對本說明書所說明之實施例和/或相關實現體有較佳之理解，以及為更清楚顯示何以彼等可能被實現，茲將參照所附僅作為範例之繪圖，彼等係顯示至少一個範例性實施例和/或相關之實現體：

20 第1圖係一種自動化校準和校正系統之範例性實施例的簡圖；

第2a和2b圖係曲面螢幕幾何結構之例示圖；

第3圖係幾何失真中之上溢、下溢、和失配範例的例示圖；

第4圖係一種校準影像測試樣式之範例的例示圖；

5 第5圖係一種校正幾何條件和所涉及之各種坐標空間的例示圖；

第6圖係一種校準資料產生器之範例性實施例的例示圖；

第7圖係一種標度和原點之最佳化的例示圖；

10 第8圖係一種多重之色彩校準資料產生器的範例性實施例之例示圖；

第9圖係一種色彩不均勻性校準有關之設置的例示圖；

第10圖係一種色彩不均勻性校正有關之校準資料產生器的範例性實施例之例示圖；

15 第11圖係一種翹曲資料產生器之範例性實施例的例示圖；

第12圖係一種顯示器校正有關之小片分割的例示圖；

第13圖係一種數位翹曲單元之範例性實施例的例示圖；

20 第14圖係一種觀看表面的形狀和相對方位決定有關之設置的示意圖；

第15圖係一種失焦測試樣式之例示圖；

第16圖係一種對焦測試樣式之例示圖；

第17圖係一種由多重投影器和一個曲面螢幕所組成之

校準系統的範例性實施例之部份例示圖；

第18圖係一種用以顯示不同投影器之聚焦平面而由第17圖之多重投影器和一個彎曲形螢幕所組成的校準系統之範例性實施例的部份例示圖；

5 第19圖係一種可極小化一個距離函數之聚焦技術的範例之例示圖；

第20圖係另一個由多重投影器和一個曲面螢幕所組成而可調整投影器位置使影像聚焦最佳化之校準系統的範例性實施例之部份例示圖；

10 第21圖係一種使用多重相機之校準系統的範例性實施例之部份例示圖；

第22圖係一種具有一種可使顯示器自我校準且容許動態失真校正之積體化校準系統的背投影電視(RPTV)之範例性實施例的部份例示圖；

15 第23圖係一種由多重投影器和多重感測裝置之校準系統的範例性實施例之部份例示圖；

第24圖係一種使用上述觀看表面之實體邊緣和邊界的校準系統之範例性實施例的部份例示圖；

20 第25圖係一種使用一種聚焦技術來決定一個彎曲狀顯示器螢幕之形狀的校準系統之範例性實施例的部份例示圖；而

第26圖則係一個使用一種聚焦技術來決定一個波浪形顯示器螢幕之形狀的校準系統之範例性實施例的部份例示圖。

【實施方式】

[0012] 理應瞭解的是，為例示之單純和清晰計，在被認為適當之情況下，參考數字在諸圖之間，可能會被重複來指明對應或類似之元件。此外，所列舉之眾多特定細節，係為提供本說明書所說明之實施例和/或實現體的徹底理解。然而，本技藝之一般從業人員理應理解的是，本說明書所說明之實施例和/或實現體，在實現上可能並不需要此種特定之細節。在其他之實例中，一些習見之方法、程序和組件並未詳加說明，俾不致混淆本說明書所說明之實施例和/或實現體。此外，此說明內容不應被視為限制本說明書所說明之實施例的界定範圍，而是更確切地說明本說明書所說明之實施例的結構和/或運作。

[0013] 一些顯示器裝置有關之重要失真係包括：透鏡組件所致之失真、來自面鏡(彎曲狀或平面狀)反射組體之失真；投影幾何條件所致之失真，諸如遮光角(off angle)和旋轉投射(梯形，旋轉)和曲面螢幕上面之投射；每個色彩有所不同之橫向色像差和失真，諸如多重微顯示器裝置中之欠對齊和失聚(misconvergence)；色彩和輝度(亮度)不均勻性、和光學聚焦問題(球面像差、像散性、等等)所致之失真。

[0014] 第一組見到的是最後影像中之幾何失真，亦即，輸入影像形狀未被保留。色像差亦屬一種幾何失真；然而，失真係各色彩分量而有變化。此等失真在投射(前方或後方)式顯示器裝置中係屬常見，以及將集體被稱為幾何失真。色度和亮度不均勻性，會影響到所有之顯示器裝置，因而

一個意味著屬固定亮度或色度之信號，見到是橫跨一個顯示器裝置之表面而有變化，或不同於其預期之感覺。此種類型之失真，可能是由一些具有變化之亮度、橫跨顯示器之變化的光學路徑長度、和面板(例如，LCD、LCOS、電漿顯示器)光源中不均勻之感測器響應所引起。聚焦相關之失真，會使一個影像模糊，以及是由於使物體平面上之不同點聚焦在不同的影像平面上所致。本說明書所舉之範例性實施例中，所面對的是某些與聚焦和聚焦深度相關之議題。

10 [0015]本說明書所提出之實施例，說明了一種可校準顯示器裝置使消除或減低至少某些上文所述之失真的系統和方法。此等實施例可使校準資料和所成校正之產生與該校正之應用兩者自動化。亦針對的是彼等長期變化之失真有關的校準。該校準階段(產生校準資料)係涉及到：特性化該顯示器；拍攝該顯示器裝置上面觀測到之特殊性測試樣式，舉例而言，透過一個類似高解析度相機之感測裝置；以及自此等影像擷取出所需之資料(亦即，校準資料)。該校正階段係涉及經由一個電子校正裝置，使該影像預先失真，促成該螢幕上面之無失真影像。亦被提出的是一個用以達成最佳之顯示器聚焦和拍攝的測試樣式之機構。

20 [0016]第1圖係顯示一種自動化校準和校正系統之範例性實施例的簡圖，其可校正一個顯示器裝置之觀看表面16上所顯示的影像。此種自動化校準和校正系統係包含有：測試影像產生器14、感測裝置11、校準資料產生器12、翹

曲產生器13、和數位翹曲單元15。該顯示器裝置，可能是一個電視(背投影電視、LCD、電漿、等等)、一個前投影系統(亦即，一個具有螢幕之投影器)、或任何其他可呈現影像之系統，彼等全部具有一片觀看表面。該觀看表面16，通常會具有一個可使其與背景有區別之邊界或邊框；此正常地將會是一個環繞該顯示器螢幕(觀看表面)之實體屏框。然而，該邊界並非必需為屏框或某種實體形貌。通常，一個邊界可能與該實體觀看表面16上之任何可藉由某種裝置與背景區域相區別之區域相聯結。舉例而言，一個藉由該顯示器之外在裝置投射至該顯示器且展現在該實體屏框內部的矩形輪廓，可被確認為該邊界。在本說明書所列舉之範例性實施例中，該觀看表面16以校準和校正之觀點而論，係被視為該實際顯示器裝置位於上述至少在某些情況中可能為屏框本身之被識別的邊界內之區域。該邊界亦被稱為上述在第1圖中顯示為環繞該觀看表面16之觀看表面邊框。

[0017]就具有變化深度之曲面螢幕而言，該顯示器可採用兩個主要之觀察點。該觀看平面可被視為要使影像成為正確之形式的聚焦平面，其可能會不同於上述之實體觀看表面16，或者僅包括該觀看表面16之部份實體。上述聚焦平面上的所有點，係具有相同之聚焦深度。在此種情況中，上述感測裝置(亦即，觀測器)之實體標記或視野，將會決定出該聚焦平面邊界(見第2a圖)。該觀看表面邊框在可用時，係被用來決定上述相機相對於觀看表面16之方位。

[0018]或者，該整個螢幕可能被觀看，而使該實體屏框

形成上述呈彎曲狀之邊界(見第2b圖)。在此，該螢幕上面之不同點，係具有不同之聚焦深度。該校準和校正運作，係專注於使最後之影像與該彎曲狀邊界相匹配。

[0019]該等兩個觀察點可使相結合，藉以識別該等校準和校正所需之不同顯示區域。舉例而言，該邊界可被視為上述實體屏框的一個組合，除了上述拍攝之影像輪廓，係在一個特定之聚焦平面處外。一個彎曲狀邊界，亦可能藉由投射一個彎曲狀輪廓，被迫在一個平坦之顯示器上面。此可被視為一種特殊情況，其中，該邊界係呈彎曲狀，但螢幕本身係呈平坦，亦即，具有一個無窮大之曲率半徑。

[0020]就一些涉及形狀或幾何條件中之變化的失真而言，上述觀看表面16上被觀看到之影像(在校正之前)，可能不會完全被包括(上溢)。此係顯示在圖3中。在情況(a)中，影像ABCD係上溢而可完全包含該觀看之表面邊框18，而在情況(b)中，該影像完全係被包括(下溢)。情況(c)為一種中間情況(失配)，其中，該影像係部份覆蓋著上述之觀看表面16。所有三種情形可能係由前方或後方投影系統所引起，以及可以本系統來校正。

[0021]該測試影像產生器14，提供了一些包含有為校正程序而設計之特殊樣式的影像；此等影像亦被稱為校準測試樣式。該等可被使用而最常被使用之校準測試樣式係包括：規則(非連接)格線樣式、圓形、正方形、水平、和垂直之樣式、條形、線形、同心之樣式、長方形、圓形、和均勻的灰度和色度。上文所述之色彩版本，可被用於橫向色

像差校正和色度不均勻性校正。該等樣式中之形狀亦被稱作形貌。每種樣式係具有其被明確界定之形貌特性，亦即，該等形貌之數目、位置、尺度、邊界、色彩、和任何其他之界定參數係屬已知。

5 [0022] 數種範例性校正樣式，係顯示在第4圖之面板(a)至(m)內。彼等用以顯示該等特性之準線(中心位置、半徑、等等)非屬該等測試樣式之部分。此等測試樣式之色彩和形狀變動，亦可被用來交換黑白色，以彩色取代黑白色，使用一個樣式內之不同形貌有關的不同色彩，結合一個樣式內之不同形狀，以及改變灰度和色度。

10 [0023] 此等使用原色之樣式的版本，係被用來校正橫向色像差。一個範例性色彩樣式係顯示在面板(g)內，其中，該等水平條線、垂直條線、和彼等之交點，全係不同之色彩。

15 [0024] 每個樣式呈現了某些明確之特性，其中最值得注意的，是該等形狀之中心位置和彼等之邊界，彼等在數學上可在分別被視為點和線。

20 [0025] 該感測裝置11，可紀錄該觀看表面16上見到之校準測試樣式。為校正幾何失真，該感測裝置11可能是一個相機。該相機之解析度和拍攝格式，可依據上述校正中所需之準確度來加以選擇。當校正色度和亮度之不均勻性時，該感測裝置11可能是一個色彩分析儀(例如，光度計或分光計)。

[0026] 在此一範例性實施例中，為校正幾何誤差，該感

測裝置11可被置於相對於上述顯示器裝置之任何位置處。定位感測裝置11中之此種自由度之所以可能所基於的事實是，該等拍攝影像可藉由該感測裝置11之定位，而容許包含失真成分。除非該感測裝置11直接觀看該觀看表面16(亦即，正上方)，其中將會因該感測裝置11而有一個梯形成分。此種變形或會發生在多達三條之軸線中，彼等係被考慮為多重軸線梯形失真成分。

[0027]此外，由於該感測裝置11之光學器件，諸如相機，係具有其自身之失真，其中亦有一個被納入考慮之光學失真成分。其他類型之感測裝置11，係具有其他固有之失真。上述相機或感測裝置11所導入之結合失真，將被稱作相機失真。此種相機失真係在產生該校準資料時被決定及補償。

[0028]為決定上述之相機失真，在至少一個範例性實施例中，所使用的是實體參照標記，彼等無失真之方位/形狀係屬已知。此等標記會被該相機拍攝到，以及藉由使彼等在上述拍攝到之影像中的方位/形狀，與彼等無失真之方位/形狀相比較，上述之相機失真便可被決定。一個自然之標記為邊框(邊界)本身，其已知係屬一個即定之方位和形狀(通常在現實世界中屬無失真之長方形)。該邊框亦為該校正運作完成所依之參考，換言之，上述校正過之影像，相對於該邊框應為直線形。所以，在校正幾何失真時，上述相機拍攝到之影像，應包括該等觀看螢幕邊界(亦即，邊框18)。

[0029]在另一個其中邊界屬不可被偵測之範例性實施

例中，相機中之感測器，係被用來感測來自上述螢幕上面之發射器的信號，藉以決定相對於該觀看表面16之相機失真。該等成就之測量值，會產生一個如該相機所見之觀看表面16的映射圖。

5 [0030]當校正橫向色像差時，該相機將會拍攝K組影像，其中K為色彩分量之數目，舉例而言，該等三原色RGB。第4圖中之至少某些測試樣式，將會就每個色彩分量加以重複。

10 [0031]亮度和色彩(亮度和色度)校正在完成上，係無關乎幾何校正之相關性。在一些投影系統中，此等亮度和色彩校正，係在幾何失真之校正後被完成。在其中並未呈現幾何失真之平面顯示器裝置中，亮度和色彩校正係直接被完成。在一個範例性實施例中，一個感測裝置，諸如色彩分析儀，係直接被置於該觀看表面16處或近鄰，藉以擷取

15 色彩資訊。在此種情況中，上述感測裝置定位有關之校正非屬必需。該感測裝置11可能拍攝該整個影像或特殊點處之資訊。在後者之情況中，來自該螢幕上面之點格線的資料需要被拍攝。若該感測裝置11，係在一個相對於上述觀看表面16之梯形位置中，則與上文之相機者相類似，其由於定位所致之校正便需要被完成。

20

[0032]就一些具有幾何失真之顯示器裝置而言，亮度和色彩校正，應在幾何校正已被完成之後被完成。此意謂的是，該顯示器裝置，首先係就包括色彩相依性者之幾何失真加以校正。幾何校正後之色彩有關的校正，可容許上述

幾何校正所導入之任何額外的色彩失真被考慮到，以及確保使唯有包含最後影像(亦即，無背景)之區域被校正。

5 [0033]在此一範例性實施例中，該校準資料產生器12，可分析該等影像，以及可擷取上述翹曲產生器13所使用之格式中的校準資料，後者接著可提供翹曲資料給該數位翹曲單元15。

[0034]數位翹曲運作，通常可被描述為應用一個預先補償映射圖，使依據方程式(1)來執行該等輸入影像坐標與輸出影像坐標間之數學變換。

$$(u_i, v_i, \bar{C}_i) \Leftrightarrow (x_i, y_i, \bar{C}'_i) \quad (1)$$

10 在方程式(1)中， i 涵蓋了該等輸入像素坐標， (u_i, v_i) 給定了輸入像素之空間坐標， \bar{C}_i 給定了輸入像素之色彩， (x_i, y_i) 給定了上述映射至輸出空間之輸出像素的空間坐標，以及 \bar{C}'_i 給定了對應之像素輸出色彩。就一個三原色系統而言， \bar{C} 僅為一個RGB值。方程式(1)為上述校正之表示式，而成一種格線之形式。一個處理器直接使用一個格線
15 格式係有困難，其中，該校正勢必要以即時之方式來應用，諸如就視訊而言之60 Hz訊框率。因此，該翹曲產生器，可將方程式(1)轉換成一種更具硬體效率之格式。該校準資料產生器12，係由三個子產生器所組成，藉以分別校正幾何
20 條件、橫向色彩、和色彩非均勻性。

[0035]在下文中，將首先討論上述校正幾何條件之校準資料。在以下列舉之範例中，該等被分析之初步測試樣式，

為具有一種格線樣式者，諸如第4圖中之面板(a)和(b)內所顯示的樣式。當該等條線/線條之交點提供一個格線時，第4圖中之面板(e)至(g)內的樣式亦可被使用。

[0036]彼等類似格線型樣式之測試影像，提供了一組以上述輸入空間內之已知位置為中心的形狀。該等中心可被指明為 (x_i^o, y_i^o) ，其中， i 涵蓋了該等形狀之範圍。在此存在有總數為 $M \times N$ 之形狀，自左上角開始，並沿著上述測試樣式之列前進，以及 $w_T \times h_T$ 為測試樣式之解析度。該測試樣式解析度，並不需要與該顯示器裝置之本有解析度相匹配。當被顯示時，上述測試樣式中之形狀的中心，將會因幾何失真而被變換成某些其他由 (x_{di}^o, y_{di}^o) 所指明之值。該等形狀亦會失真，亦即，一個圓圈將會失真成一個橢圓，等等。該等坐標係界定在相對於上述觀看表面16之邊框18的左上角處之原點的顯示器空間。令 $w_D \times h_D$ 指明一個任意之測量單元中的顯示器裝置(在邊框18內)之解析度，以及該等坐標 (x_{di}^o, y_{di}^o) 亦在此等相同之測量單元內。該顯示器空間係等同於現實世界或觀察器空間。換言之，上述校正之影像，在該顯示器空間中勢必要呈現不失真。

[0037]該相機可拍攝上述失真之格線樣式的影像，以及將其傳送給該校準資料產生器12。該相機之解析度係指明為 $w_C \times h_C$ 。在本說明書所列舉之實施例中，該相機解析度並不必要與該顯示器者相匹配，以及除此之外，該相機可被置於任一處。該相機空間中心之坐標是 (x_a^o, y_a^o) ，其原點係被界定為上述拍攝之影像的左上角。

[0038]該等拍攝之影像，係來自上述相機之觀察點，而該校準運作勢必要使在上述現實世界之觀察點中，亦即，來自該觀測器之觀察。所以，該校準程序勢必要減去上述相機之觀察點，亦被稱作該相機失真。誠如上文所討論，在一個範例性實施例中，此在完成上係使用該觀看表面邊框18作為一個標記。因此，該相機影像亦應拍攝該觀看表面邊框18。在現實世界中，該觀看表面邊框18在界定上係藉由坐標：

$$\begin{aligned}
 & \text{左上角} : (0,0) \\
 & \text{右上角} : (W_D,0) \\
 & \text{左下角} : (0,H_D) \\
 & \text{右下角} : (W_D,H_D)
 \end{aligned} \tag{2}$$

[0039]在該相機影像中，該等坐標變為：

$$\begin{aligned}
 & \text{左上角} : (x_{cTL}^d, y_{cTL}^d) \\
 & \text{右上角} : (x_{cTR}^d, y_{cTR}^d) \\
 & \text{左下角} : (x_{cBL}^d, y_{cBL}^d) \\
 & \text{右下角} : (x_{cBR}^d, y_{cBR}^d)
 \end{aligned} \tag{3}$$

[0040]第5圖係例示各種空間和坐標系統。雖然該等影像係顯示為一些在白色背景上面之黑色圓圈，但所有測試樣式係可被上色，以及使用其他之形狀或形貌(例如，見第4圖)。該等顯示器和相機空間中所顯示的三個情況係對應於：情況(a)當該影像上溢而完全涵蓋該觀看表面邊框18時，情況(b)當該影像完全適配進該觀看表面邊框18內或下溢時，以及情況(c)為一種中間情況或失配，其中，該影像不完全位於該觀看表面邊框18內。此等情況係被稱作投影

幾何類別。理應注意的是，當該等輸入和相機空間係以像素來界定時，該顯示器空間便可能為像素、毫米、或某種其他單位。

[0041] 上述以 f_D 指明之顯示失真，可以函數方式被敘述為方程式(4)所產生之映射圖。

$$f_D : (x_i^o, y_i^o) \rightarrow (x_{di}^o, y_{di}^o) \quad (4)$$

此係意指該校正 (f_D^C) 為方程式4中所產生之反函數，其係明列在方程式5中。

$$f_D^C : (x_{di}^o, y_{di}^o) \rightarrow (x_i^o, y_i^o) \quad (5)$$

[0042] 以上兩者映射圖係順向被界定：該函數域為輸入影像，以及該範圍為輸出影像。誠如所習見，一個電子校正電路更有效率及更正確的，是使用一個反函數架構來產生影像。在一個反翹曲架構中，該電路之輸出影像在產生上，係藉由經由該校正映射圖，使輸出中之像素映射至輸入，以及接著在該輸入空間中進行濾色(亦即，分配色值)。此亦意謂的是，該校正圖係表示成反函數之形式，其將被標記為 f_w 。由於反函數形式中之校正，係該顯示失真圖本身 ($f_w \equiv (f_D^D)^{-1} = f_D$)。一個反函數架構校正單元所需要之映射圖或翹曲資料，僅僅是該顯示失真圖。所以，上述要由校準資料產生器12產生之格線資料，係界定在方程式(6)中。

$$f_w : (x_i^o, y_i^o) \rightarrow (x_{di}^o, y_{di}^o) \quad (6)$$

[0043] 理應注意的是，該等術語『格線』和映射圖經常

係可交換使用。此資訊係需要自上述相機拍攝之影像擷取出，彼等係位於該相機空間內。該等拍得之影像係對應於方程式(7)中所界定之映射圖。

$$f_F : (x_i^o, y_i^o) \rightarrow (x_{ci}^o, y_{ci}^o) \quad (7)$$

5 此將被稱作完整影像圖之映射圖，可被視為該等顯示失真圖 f_D 和相機失真圖 f_C 的一個組合，其之減除可產生方程式(8)中所界定之必需者 f_W 。

$$\begin{aligned} f_C : (x_{di}^o, y_{di}^o) &\rightarrow (x_{ci}^o, y_{ci}^o) \\ f_F = f_C f_D = f_C f_W &\Rightarrow f_W = f_C^{-1} f_F \end{aligned} \quad (8)$$

10 [0044] f_C 自 f_D 之減除，僅僅是上兩映射圖之鏈結(或函數複合)。此外，當該顯示器坐標系統標度和原點可能不適用時，該等坐標 (x_{di}^o, y_{di}^o) 便需要使達至上述正確之像素標度和原點。此將在下文有更加詳細之討論。

15 [0045] 上述校準資料產生器12的一個範例性實施例，係顯示在第6圖中。一個測試樣式之 $W_C \times H_C$ 相機影像，係首先被分析，藉以擷取該等形狀中心 (x_{ci}^o, y_{ci}^o) ；此將會產生 f_F 。上述相機空間中之形狀中心，係輸入空間中之形狀中心在被該等顯示器和相機失真映射後的對應位置。就一些上溢該觀看表面16之影像區域而言，該等形狀將屬不可用。此等在外之形狀，在背投影電視中，或就一個前投影系統而言，通常將屬不可見，因為彼等將位於一個可能之不同平面上的背景中。所以，僅有上述觀看表面16內被界定為

20 EFGH(見第5圖)之形狀會被分析。

[0046]該等形狀中心可使用各種影像處理演算法來找出。有一種方法係涉及使用一個臨界值機構使拍攝影像變換成一個二進位(黑白)影像。該二進位影像中之形狀，可使彼等像素被識別及被標記。每組被分類之像素的形心，接著將會近似化該等形狀中心。該臨界值可藉由分析上述影像之柱狀圖自動地被決定。該柱狀圖可能是上述拍攝之影像的亮度或特定色調。

[0047]該等拍攝之影像，亦被分析來擷取該觀看表面之坐標和邊界。此步驟可能使用不同之影像。要決定該相機失真 f_c ，係需要該等邊框坐標。若該相機並無光學失真，則該相機失真將為一個被標記為 f_c^p 之透視失真，以及要決定 f_c ，僅有該等四個角落之方程式(3)中所界定的坐標係屬必需。若該相機亦有光學失真，則額外之標記便有必要。該邊框邊界EFGH，可能提供足夠之標記，彼等可被其邊緣之線方程式參數化。該邊緣方程式，亦可被用來決定該等四個角落，以及決定何者形狀位於該觀看表面16內。一個具有已知坐標之實體矩形格線，比方說顯示器空間中之 $(x_{di}^{cc}, y_{di}^{cc})$ ，亦可使附加至或投射至該觀看表面16，藉以提供額外之標記，彼等在該相機空間中，將成像為 $(x_{ci}^{cc}, y_{ci}^{cc})$ 。此格線可被視為該相機校準(CC)格線。該等邊框坐標和邊界之決定，亦被稱作顯示器特性化。

[0048]由該感測裝置之觀點，該相機透鏡和一個曲面螢幕內之光學失真的實況係屬不可區分。在兩者情況中，該等標記和邊框係成像為呈彎曲狀。所以，一個曲面螢幕，

亦可在一個相機失真和一個相結合之CC格線的架構內被定址。校正該相機失真，亦將確保最後之影像，能與該彎曲狀邊框相匹配。就曲面螢幕校正而言，該CC格線可藉由以規則之距離(依據螢幕上所測量)使標記附加至該邊框18而構成；彼等接著可內插至該邊框18之內部。彼等標記亦可附加至該邊框18之內部。理應注意的是，該螢幕雖呈彎曲狀，卻是一個二維表面，因此可容許經由上述之二維CC格線來校準。

[0049]該等邊緣(邊框18或附加之CC格線)或標記，可使用舉例而言類似邊緣偵測等標準影像處理方法來加以偵測。知道該等邊緣之位置，一個線方程式便可配合至該邊緣，以及該等線之交點可提供四個角落和CC格線坐標。該等邊緣和CC格線坐標，可如方程式(9)中所顯示地加以界定，其中， N_{cc} 為該相機校準格線中之點的數目。

$$\begin{aligned}
 (l_{Tx}(t), l_{Ty}(t)) &\rightarrow \text{上緣} \\
 (l_{Rx}(t), l_{Ry}(t)) &\rightarrow \text{右緣} \\
 (l_{Bx}(t), l_{By}(t)) &\rightarrow \text{下緣} \\
 (l_{Lx}(t), l_{Ly}(t)) &\rightarrow \text{左緣} \\
 (x_{ci}^{CC}, y_{ci}^{CC}), i=1..N_{CC} &\rightarrow \text{相機校準格線}
 \end{aligned} \tag{9}$$

[0050]就某些顯示器裝置(諸如具有曲面螢幕者)而言，一個來自實體標記之CC格線，可能無法立即可得。在此種情況中，該等邊緣方程式，可被用來以數學方式建立該CC格線。其中存在的自由度，是有關該等點如何沿該等邊緣而佈置，和如何內插至該邊框18之內部。無論所選之方法為何，該最後影像將會與該邊框18相匹配，倘若該等

域坐標(見有關排序之討論)被適當選定。一個佈置方法是沿該等邊緣等距離佈置該等點，彼等接著可使線性內插至其內部。

[0051]若製造商提供了該相機被標記為 f_c^o 之光學失真方面的規格，則此等規格便可與上述之透視失真相結合，以備用來取代或產生該相機校準格線，其係載明在方程式(10)中。

$$f_c = f_c^o f_c^k : (x_{di}^{cc}, y_{di}^{cc}) \rightarrow (x_{ci}^{cc}, y_{ci}^{cc}) \quad (10)$$

[0052]該相機失真之光學組件，可在該顯示器校準之前被決定，因為其係與相機位置和方位無關。方程式(3)和(9)中之資料，將集體被稱作相機校準資料。

[0053]一旦該等坐標已被擷取，彼等便需要以上述之正確順序被佈置。在數學上，排序將會對每個範圍坐標 (x_{ci}^o, y_{ci}^o) 分配其對應之域坐標 (x_i^o, y_i^o) 。為建立上述完整之影像圖 f_F ，該等域坐標便必需被決定。上述之擷取程序，並不提供任何有關該等域坐標之資訊。該等中心將非必然要依一個與上述輸入測試樣式中之形狀排序相匹配的順序被決定。

[0054]彼等類似第4圖之面板(c)和(d)中所顯示之測試樣式，可被用來排序該等點。一些自此等測試樣式拍攝到之影像，可依據彼等隸屬之條碼而被分類的像素。該等形狀中心亦可被佈置在此分類內。該等中心所隸屬之水平和垂直條碼，舉例而言 (r,s) ，將可決定出上述之域坐標 (x_i^o, y_i^o) ，其中，I係界定在方程式(11)中。

$$i = (r - 1)N + s \quad (11)$$

[0055] 當排序時，重要的是決定何者條碼和形狀係在該觀看表面邊框18內。若該背景區域(該觀看表面邊框18之外部)並不提供一個具有高對比之影像，則一個適當之臨界值(在該擷取形貌坐標步驟中)，單獨將確保僅有該觀看表面邊框18內之形狀和條碼被測量。若該等外部之形狀亦強烈成像，則與該等邊框邊緣之比較，可決定出何者形狀和條碼在內部。該等條碼之數目，勢必要考慮到任何漏失之條碼(該邊框18之外部者)。一個給定之數序的條碼，可一次閃現一個，藉以決定彼等是位於該邊框之內或之外。不同色彩之條碼，亦可被用來隱含地編號彼等。

[0056] 該相機校準資料亦需要被排序，其中，該等域坐標係在該顯示器空間內。然而，在此，該程序係較為簡單，因為所有之形貌(藉由定義)均位於該邊框18內。在大多數之情況中，坐標比較便足以決定上述之排序。就該CC格線而言，該排序將會分配上述之坐標網 $(x_{di}^{CC}, y_{di}^{CC})$ ，彼等為上述稱作域CC格線之CC格線有關的域坐標(在顯示器空間內)。該域CC格線之值，將取決於該格線是否對應於實體標記，或者其是否以數學方式來建立。就前者而言，該等標記之已知坐標，可產生該域CC格線。就後者而言，選擇該域CC格線方面，係具有某種自由度。若該最後影像與上述之邊框18(亦即，幾何類別(a))相匹配，則該等邊緣上面之CC格線點，勢必要映射至上述長方形EFGH上面之對應邊緣。此

係意謂該等邊緣需要映射如下：

上緣 \Leftrightarrow 通過 $\{(0,0),(W_D,0)\}$ 之直線

右緣 \Leftrightarrow 通過 $\{(W_D,0),(W_D,H_D)\}$ 之直線

下緣 \Leftrightarrow 通過 $\{(0,H_D),(W_D,H_D)\}$ 之直線

5 左緣 \Leftrightarrow 通過 $\{(0,0),(0,H_D)\}$ 之直線

[0057]除該等限制條件外，該等域CC格線點，可以任何合理之方式來選擇。該擷取和排序完成時，該映射圖 f_w 便可使用方程式(8)來找出。

10 [0058]該相機校準資料，係被用來首先建立該反函數相機失真映射圖 f_c^{-1} 。就一個純透視相機失真的最常見實況(亦即， $f_c = f_c^p$)而言，需要的僅有四個角落點。

$$\begin{aligned}
 (x_{cTL}^d, y_{cTL}^d) &\rightarrow (0,0) \\
 (x_{cTR}^d, y_{cTR}^d) &\rightarrow (W_D,0) \\
 (x_{cBL}^d, y_{cBL}^d) &\rightarrow (0,H_D) \\
 (x_{cBR}^d, y_{cBR}^d) &\rightarrow (W_D,H_D)
 \end{aligned} \tag{12}$$

[0059]該(反)透視變換係由方程式13來產生。

$$\begin{aligned}
 x_d &= f_{C_x}^{p-1}(x_c, y_c) \equiv \frac{ax_c + by_c + c}{gx_c + hy_c + 1} \\
 y_d &= f_{C_y}^{p-1}(x_c, y_c) \equiv \frac{dx_c + ey_c + f}{gx_c + hy_c + 1} \\
 f_c^{-1} &= (f_{C_x}^{-1}, f_{C_y}^{-1}) = (f_{C_x}^{p-1}, f_{C_y}^{p-1})
 \end{aligned} \tag{13}$$

15 [0060]在此， (x_d, y_d) 為上述顯示器空間內之坐標，以及 (x_c, y_c) 為上述相機空間內之坐標。使用方程式(12)，會得到八個線性方程式，此可求出該等用以界定上述透視變換之係數 $\{a, b, c, d, e, f, g, h\}$ 的解。

[0061] 當該相機失真包括一個光學失真成分 f_c^o 時，或者將會就一個彎曲狀邊框被校正時，該等邊緣方程式或CC格線，係被用來決定該反函數相機失真映射圖 f_c^{-1} 。一個方法是要使用該CC格線，因為其可提供內部點處之失真方面的資訊，而不僅僅是該邊緣方面的資訊。該CC格線係列舉在方程式(10)中。該格線可或配合(以最小平方之意義)或由一個即定之基底函數組來內插。一種選擇是要使用一個樣條(spline)基底，來得到對一個如方程式(14)所界定之格線的樣條配合或插值。

$$\begin{aligned}
 f_c'^{-1} : (x_{ci}^{CC}, y_{ci}^{CC}) &\rightarrow (x_{di}^{CC}, y_{di}^{CC}), \text{對格線之配合或插值} \\
 x_d &= f_{Cx}'^{-1}(x_c, y_c) \\
 y_d &= f_{Cy}'^{-1}(x_c, y_c) \\
 f_c^{-1} &= (f_{Cx}^{-1}, f_{Cy}^{-1}) = (f_{Cx}'^{-1}, f_{Cy}'^{-1})
 \end{aligned} \tag{14}$$

[0062] 由上述擷取相機校準資料步驟期間計得之 f_c^{-1} 和該等坐標 (x_{ci}^o, y_{ci}^o) ，該映射圖 f_w 係藉由鏈結而得到如下

$f_w : (x_i^o, y_i^o) \rightarrow (x_{di}^o, y_{di}^o)$ 其中， (x_{di}^o, y_{di}^o) 係由方程式(15)來產生。

$$\begin{aligned}
 (x_{di}^o, y_{di}^o) &= f_c^{-1} f_F(x_i^o, y_i^o) = f_c^{-1}(x_{ci}^o, y_{ci}^o) \\
 \text{相機具有透視失真} &\begin{cases} x_{di}^o = f_{Cx}^{P-1}(x_{ci}^o, y_{ci}^o) \\ y_{di}^o = f_{Cy}^{P-1}(x_{ci}^o, y_{ci}^o) \end{cases} \\
 \text{相機具有透視失真+光學失真} &\begin{cases} x_{di}^o = f_{Cx}'^{-1}(x_{ci}^o, y_{ci}^o) \\ y_{di}^o = f_{Cy}'^{-1}(x_{ci}^o, y_{ci}^o) \end{cases}
 \end{aligned} \tag{15}$$

該鏈結可就其域使用完整影像映射範圍，來評估該相機反失真映射圖。

[0063] 上述得到之格線 $(x_i^o, y_i^o) \rightarrow (x_{di}^o, y_{di}^o)$ ，係對應於第5

圖中之中間簡圖，以及會產生用以校正該顯示器失真所需之映射圖(以反函數之形式)。誠如前文所提及，該格線僅包含彼等位於上述觀看表面邊框18內之點。就上溢之失真(情況(a)和(b))而言，上述域空間(亦即，自顯示失真之觀點的輸入影像)的許多像素(對應於該等形狀中心)，在該格線所界定之顯示器空間內，並不具有彼等之坐標。上述在此範例性實施例中為數位翹曲單元15之電子校正單元，將會處理所有的域空間像素；一個反函數架構校正單元有關之域空間，實際上是產生出之輸出影像。所以，上述漏失之格線資料係需要被計算，其係藉由插補法和重新取樣步驟來完成。

[0064]如同在上述相機失真之計算中，該格線 f_w 可或配合(以最小平方之意義)或由一個類似樣條之基底函數組加以內插。該配合或插值 \tilde{f}_w 可被插補，藉以決定該漏失資料。該函數亦可被用來在較高之速率下重新取樣，亦即，使該等域點自 $M \times N$ 增加至 $(nM - n + 1) \times (nN - n + 1)$, $n = 2, 3, \dots$ ，而使該校正格線更加稠密。

[0065]該校正圖如今可被採納為 \tilde{f}_w ，以及藉由評估上述輸入空間上面之任何點陣列處的函數所得到之校正格線，係包含彼等漏失之點。為維持最初之格線 $(x_i^o, y_i^o) \rightarrow (x_{di}^o, y_{di}^o)$ ， \tilde{f}_w 有關之插值形式會被使用，藉以界定該輸入空間上面如方程式16中所顯示之新規律間隔之格線陣列。

$$\{(x_i, y_i)\}, i = 1 \dots \bar{M} \times \bar{N}, \text{ 其係包含該陣列 } \{(x_i^o, y_i^o)\} \quad (16)$$

[0066]該陣列可使較稠密，而具有 $\bar{M} > M$ 排和 $\bar{N} > N$ 行。評估此陣列上面之 \bar{f}_w ，可依據方程式17，產生上述校訂之校正格線 (x_{di}, y_{di}) ，其係包括彼等漏失之點，以及可能會較稠密。

$$\begin{aligned} \bar{f}_w : (x_i, y_i) &\rightarrow (x_{di}, y_{di}) \\ (x_{di}, y_{di}) &= (x_{di}^o, y_{di}^o), \text{ 若 } (x_i, y_i) = \text{顯示器邊框內之} \\ &(x_i^o, y_i^o) \text{ 和 } (x_{di}^o, y_{di}^o) \end{aligned} \quad (17)$$

5 [0067]彼等配合和插值之結合，亦可就 \bar{f}_w 加以使用，以便可能提供漏失資料插補有關之配合和內部資料有關之插值。

10 [0068]上述校準資料產生中之最後階段，是固定該標度和原點。該校正格線係在該顯示器空間內，以及在界定上係相對於上述觀看表面邊框18之右上角。上述顯示器空間之單位(標度)係屬任意性，以及可能係不同於該輸入空間中所用者。在此資料可被該翹曲產生器13使用之前，該等原點和標度係需要使與該輸入空間者相一致。此可被視為該原點和標度之最佳化。

15 [0069]考慮第5圖之中間簡圖，當應用該校正時，該最後校正之影像，相對於該觀看表面邊框18應呈矩形。參照第7圖，此種包含被校正之影像的矩形，將被稱作活動性矩形A'B'C'D'。此活動性矩形，勢必要位於上述影像(ABCD)之光包跡內，並且在該觀看表面邊框(EFGH)內。該原點和
20 標度需要加以選擇，而使上述活動性矩形之左上角，對應於(0,0)，以及此矩形之寬度乘以高度是 $W_T \times H_T$ ，其係上述

輸入影像之像素解析度(見第7圖)。

[0070] 理應注意的是，上述校正有關之輸入空間，實際上係一個反函數架構中之電子校正有關的輸出影像，以及一旦該標定和移位已被完成，上述校正有關之輸入影像，實際上係與該顯示器空間等效(亦即，校正有關之輸出空間)。

[0071] 若該活動性矩形之左上角和尺度，在該顯示器坐標空間中，分別係由 (\bar{o}_x, \bar{o}_y) 和 $\bar{w}_d \times \bar{h}_d$ 給定，則所有的格線坐標，便需要如方程式(18)中所示地加以標定及移位。

$$(x_{di}, y_{di}) \Rightarrow (x'_{di}, y'_{di}) = ((x_{di} - \bar{o}_x) \frac{W_T}{\bar{w}_d}, (y_{di} - \bar{o}_y) \frac{H_T}{\bar{h}_d}) \quad (18)$$

[0072] 上述將可決定該矩形坐標值之 $W_D \times H_D$ 有關的值，可被選擇為任何之整數值，只要彼等能維持上述觀看表面邊框18之寬高比。應用方程式(18)，可將該顯示器空間尺度(底部圖)，變換成第7圖中之校正(頂部圖)所需之輸入影像尺度。

[0073] 在該活動性矩形之決定方面，係存在有自由度；然而，加進某一定之自然限制條件，可使該選擇動作簡化。為極大化上述校正之影像的像素解析度，該矩形應加以選擇使盡可能地大。若上述校正之影像，要使具有與上述輸入影像者相同之寬高比，上述矩形 (\bar{w}_d / \bar{h}_d) 之寬高比，便應與該輸入影像 (W_T / H_T) 者相匹配。

各種限制條件C1至C4係列舉如下。

C1) 該活動性矩形，係包含在光包跡ABCD內。

C2)該活動性矩形，係包含在觀看表面邊框EFGH內。

C3)該活動性矩形區域，係使最大化。

C4)該活動性矩形寬高比，係設定使等於輸入影像者
($\bar{w}_d / \bar{h}_d = W_T / H_T$)。

5 [0074]解決上述活動性矩形(亦即，決定 (\bar{o}_x, \bar{o}_y) 和 $\bar{w}_d \times \bar{h}_d$)
有關之此等限制條件，變為數值最佳化中的一項問題。所
有以上之限制條件，可使置於數學之形式中，其可容許使
用各種最佳化方法來解決該頂問題。

10 [0075]一個可能之方法是，使用受到限制之極小化。此
係涉及改寫等式或不等式形式中之限制條件，以及界定一
個要被極小化(或最大化)之函數。對邊框邊緣(見方程式(9))
和最外之格線點(見方程式(17))的線方程式，可被用來將彼
等限制條件C1和C2，公式化成不等式之形式，亦即，四個
15 矩形角落位於(\leq)該等線內。限制條件C4係已成一種等式
之形式，而限制條件C3則變成上述最大化之函數，亦即，
最大化上述活動性矩形之區域。

20 [0076]就第5圖之實況(a)而言，其中，該影像係上溢而
填滿該觀看表面16，該觀看表面邊框18，提供了一個可自
動滿足限制條件C1至C3之自然矩形。藉由使該顯示器之標
度，固定至該測試影像者，彼等參數便可依據方程式(19)
而被設定。

$$\begin{aligned}\bar{w}_d &\equiv W_D = W_T \\ \bar{h}_d &\equiv H_D = H_T \\ \bar{o}_x &= \bar{o}_y = 0\end{aligned}\tag{19}$$

[0077]上述校正之影像將會與該觀看表面邊框18完全

匹配，此係其中使用整個觀看表面邊框18之理想情況。因此，就此一情況而言，第6圖中之最佳化步驟，僅僅意謂使用方程式(19)，亦即，該等點並不需要被標定或移位。

[0078]該最佳化步驟，亦可被用來藉由使限制條件4如方程式(20)所示地被修飾，而達成寬高比中之改變。

$$\bar{w}_d / \bar{h}_d = \alpha \quad (20)$$

[0079]繼續使用方程式(18)，上述校正之影像的寬高比將變成 α 。此種寬高比之選擇中的自由度，可容許影像包括在一個顯示器裝置中具有不同寬高比之影像屏幕(letter-boxed或pillar-boxed)內。藉由調整該標度和移位，該影像亦可在該觀看表面16上面輕易被過掃描(亦即，影像上溢)和欠掃描(亦即，影像欠掃描)。因此，使用表面函數，係有利於輕易實現過掃描和欠掃描之情況。

[0080]上述校準資料產生器12所產生之最後校準資料，係方程式(21)所給定之格線資料 \tilde{f}'_w 。

$$\tilde{f}'_w : (x_i, y_i) \rightarrow (x'_{di}, y'_{di}) \quad (21)$$

[0081]以上之討論係著重於所有原色有關之校正均相同之情況中的失真。在此等情況中，相同之格線資料，說明所有色彩有關之校正，此情況可被稱作單一色彩校正。然而，就橫向色彩失真而言，該格線資料，係就所有原色而有不同，以及係需要多重之色彩校正，此情況可被稱作多色彩校正。所有原色共有之任何幾何失真，可使包含在

該橫向校正中；因此，上述校準資料產生器12之先前實現體，可被視為下文所說明之多重色彩校正的一個特殊情況。

5 [0082] 上述校準資料產生器12有關橫向色彩校正之範例性實現體，係顯示在第8圖中。誠如可見的是，此係與上述單一色彩校正情況(見前節)重複K次有關之實現體相類似，其中，K為原色之數目。該等原色係被標記為 $I_i, i=1...K$ 。就最常見之三原色RGB而言， $(I_1, I_2, I_3) = (R, G, B)$ 。

[0083] 校準每個原色有關之步驟和細節係與上文有關單一色彩校正情況之說明相同，而具有以下數項修飾。

10 [0084] 該等測試樣式如今係依據上述正被校準之原色來加色。舉例而言，當校準紅色色彩時，所有之測試樣式(見第4圖，面板(a)至(j))，將具有彼等之形貌(圓圈、條線、等等)。該等形貌特性(圓圈數、等等)，可就上面色彩樣式而有不同。

15 [0085] 所有之影像處理步驟，諸如擷取彼等中心和邊緣，將使用色彩影像。該臨界值可被調整來處理上述正被校準之色彩。一旦得到一個二進位影像，則該影像處理便與該色彩無關。

20 [0086] 通常，由於該等相機透鏡本身內之橫向色彩失真所致，該相機校準資料，係就不同之原色而有不同，以及需要就所有之原色分別加以計算。本系統可被配置來校正該相機本身內之橫向色彩失真。來自不同原色之測試影像樣式，係與校準該顯示器裝置者相類似，可被用來產生該相機校準資料。上述相機之(多重色彩)校準資料，可獨立於

該顯示器校準而被完成，以及僅需要被完成一次。在產生該相機校準資料中，應被使用的是一個具有零或極小(亦即，甚小於該相機)之橫向彩色失真的顯示器裝置。若此種顯示器裝置不可得，則可使用一些加色之標記，來提供一個具有已知坐標之實體格線。上述多重色彩相機校準有關之最後結果，係一個取決於上述如方程式(22)所界定之原色的反函數相機失真。

$$f_{Ck}^{\prime -1} : (x_{ci}^{CCk}, y_{ci}^{CCk}) \rightarrow (x_{di}^{CCk}, y_{di}^{CCk}), k = 1 \dots K,$$

對格線之配合和插值 (22)

$$f_{Ck}^{-1} = (f_{Ckx}^{-1}, f_{Cky}^{-1}) = (f_{Ckx}^{\prime -1}, f_{Cky}^{\prime -1})$$

[0087]在任何漏失資料已被計算過之後，該等K個得到之格線(類似於方程式(17))，係界定在方程式(23)中。

$$\tilde{f}_{wk} : (x_i^k, y_i^k) \rightarrow (x_{di}^k, y_{di}^k)$$

$$k = 1 \dots K$$

$$i = 1 \dots \bar{M}_k \times \bar{N}_k$$

(23)

在此，每個格線有關之點數，可能依據所用之測試樣式和任何所做之重新取樣而有所不同。

[0088]該等原色有關之測試樣式，可能隸屬於不同之投影幾何類別(見第5圖)。該等原色有關之某些測試樣式，可能如第5圖之面板(a)中地完全上溢於該觀看表面邊框18，而其他的可能如第5圖之面板(b)中地完全位於該邊框內。當該最佳化被執行時，上述之活動性矩形，勢必要位於該觀看表面邊框18內，以及在每個色彩有關之影像包跡 $ABCD_k$ 內；該等影像包跡之空間交點會被使用。此意謂的是，被

完成的是一個單一最佳化，而使限制條件1考慮到所有原色之包跡 $ABCD_k$ 。該最佳化可決定所有原色共有之活動性矩形有關的坐標。此等坐標接著被用來依據方程式(18)，標定及移位該等格線。

5 [0089]該最佳化步驟之輸出為格線，彼等可如方程式(24)中所指明，產生所有原色有關之校準資料。

$$\begin{aligned} \bar{f}'_{wk} : (x_i^k, y_i^k) &\rightarrow (x'_{di}, y'_{di}) \\ k &= 1 \dots K \\ i &= 1 \dots \bar{M}_k \times \bar{N}_k \end{aligned} \quad (24)$$

此等資料組係被該翹曲產生器13使用。

[0090]在該範例性實施例中，該色彩和亮度、或僅僅是色彩之不均勻性校準資料產生，係在該等幾何失真(類型1
10 至4)已被校正之後方被執行。色彩不均勻性可能是由數種來源所引起，諸如因投影幾何(梯形角度)所致至觀看表面16之路徑長度的改變、該微顯示器平板中之瑕疵、等等。

[0091]就一個幾何上已校正之顯示器裝置而言，該測試樣式影像，會在該邊框18內呈現為一個可能在尺度上與其
15 相匹配之矩形(亦即，活動性矩形)。該原點係採用上述活動性矩形之左上角，而非上述觀看表面邊框18之的左上角。該等被使用之測試樣式，僅僅是上文就單一色彩幾何所使用者之加色版本；亦即，就校正原色 k 而言，該等形貌(圓圈、條線)將會是有色的(k)。此係與校正橫向色彩所用者相同。
20 就亮度而言，可使用的是灰度值(最大白色，半最大)。該術語『色彩』通常是用來識別任何正被校正之色彩分量；其可能是亮度、RGB或 YC_bC_r 的一個分量、或一個在任何其

他可被該感測裝置11測量之色彩空間中的分量。

[0092]該感測裝置11，可能是一個相機或一個色彩分析儀(亦即，分光計、光度計、等等)。就較大之準確度而言，應被使用的是一個光度計或分光計。此等色彩分析儀，可能拍攝整個影像(亦即，多重之點)或單一點處之資料。該感測裝置11在佈置上，應使盡可能接近該觀看表面16。彼等單點色彩分析儀，實際上將被置於該螢幕上面之已知坐標(亦即，該等形狀之中心)處，而得到該坐標有關之資料。雖然多點色彩分析儀和相機，可被置於一個任意之位置處，提昇之準確度，係藉由佈置彼等使接近該觀看表面16以及盡可能接近中心而得到。第9圖係例示一個包含有觀看表面91、單點色彩分析儀92、和多點色彩分析儀93之範例性裝置。上述色彩不均勻性有關之校準資料產生器，係與校正幾何失真者相類似。第10圖係例示色彩非均勻性有關之校準資料產生器12'的一個範例性實施例。

[0093]上述單點色彩分析儀92所拍攝之資料，係包含有所有被測量之點處的原色值 C_{ki}^o 和對應之空間坐標 (x_i^o, y_i^o) 。在此， $k=1\dots K$ 可識別正被分析之色彩。上述以 C_{ki}^o 指明之原有色值亦屬已知，因為其測試樣式係被明確界定。此可產生方程式(25)，其係上述用以說明色彩不均勻性失真之格線資料，而被稱作色彩失真映射圖。

$$f_{Dc} : (x_i^o, y_i^o, C_{ki}^o) \rightarrow (x_i^o, y_i^o, C_{ki}^o) \quad (25)$$

[0094]理應注意的是，該等空間坐標，並不會被該色彩

不均勻性失真變更。該原有之色彩值 C_{ki}^o ，就一個即定之測試樣式而言，通常將為固定之值 $C_{ki}^o = C_k^o$ ；此意謂的是，所有非背景之像素係屬相同之色彩。有多於一組之測量 $s = 1 \dots S$ 可能被完成，其中，每一組係對應於一個具有不同固定色值(諸如不同位準之飽和度或灰度)之測試樣式。為簡化其記號，該單一指標 i 亦將涵蓋橫跨如方程式(26)中所示不同之測量組。

$$i = 1 \dots M \times N \times S, \text{ 而 } (x_i^o, y_i^o) = (x_{i+(s-1)(M \times N)}^o, y_{i+(s-1)(M \times N)}^o) \quad (26)$$

該等空間坐標，就每一組而言係相同。下文之討論係適用於每一組(亦即，測試樣式)。

[0095]就上述可為一個相機之多點色彩分析儀⁹³而言，上述拍攝之資料，係對應於該整個影像。在此情況中，某些影像處理係需要在得到該格線之前被完成。該等形狀之中心 (x_{ci}^o, y_{ci}^o) 和彼等之域坐標 (x_i^o, y_i^o) 會被計算出。完成此步驟，係與幾何校正期間所使用之擷取和排序步驟相同。除該等中心外，上述形狀中心處之色值亦會被計算出。校正該色值可藉由依據方程式(27)平均化或濾波上述拍攝之影像中在被識別的中心近鄰中之像素色值而得到。

$$C_{ki}^o = \sum_{j \in \Gamma} a_j C'_{kj} \quad (27)$$

$a_j = \text{濾波器係數}$
 $\Gamma = (x_{ci}^o, y_{ci}^o)$ 之鄰域

其中， C'_{kj} 為上述中心之近鄰中的拍攝影像中之色值。就平均化最接近的四個點而言，該等濾波係數是

$$a_j = 1/4, j = 1 \dots 4。$$

[0096]此最終結果是方程式(25)中所界定之格線資料。理應注意的是：(i)被需要的僅有該等域坐標，因為該色彩失真並不會改變空間坐標；(ii)其中並無漏失資料，因為該影像並無幾何上之失真，以及係在該觀看表面16內；以及(iii)其中並不需要計算該感測裝置失真及執行鏈結，因為其中並無被完成之幾何校正。

[0097]依據所用之感測裝置的類型和拍攝資料的格式而定，可能需要有一個色彩空間變換，將該色彩資料引領至該顯示器之色彩空間。舉例而言，一個分光計可能產生依彩度值而定之資料，而該顯示器裝置和該電子校正單元(其係一個處理器)，係需要RGB值。一個色彩變換可能係藉由一個矩陣乘法或透過一個更複雜之非線性方程式來執行。就一個色彩空間轉換而言，所有原色有關之格線資料均會被使用。通常，此種變換係採用方程式(28)中所顯示之形式。

$$C_{ki}^{\circ} \Rightarrow C_{ki}^{\circ} = F_k(C_{1i}^{\circ}, C_{2i}^{\circ}, \dots, C_{Ki}^{\circ}) \quad (28)$$

[0098]若並無色彩失真出現，則就一個固定之色彩測試樣式而言，所有坐標 $(x_i^{\circ}, y_i^{\circ})$ 處之色值，便應測量為一個常數 C_k° 。該測量之常數，可能不會等於原有之固定像素值 C_k° 。就大多數之顯示器而言，該等測量值和原有值係成比例，其中，該比例常數 λ 在無色彩失真存在時係呈固定，以及在有色彩失真存在時會有空間上之變化。所以，該顯示器之

色彩失真映射圖，在表示上可如方程式(29)中所示。

$$C_{ki}^o = \lambda(x_i^o, y_i^o) C_{ki}^o \Rightarrow \lambda(x_i^o, y_i^o) = \frac{C_{ki}^o}{C_{ki}^o} \quad (29)$$

[0099]通常，該輸入和測量之色值，將藉由某種以 $\bar{\lambda}$ 給定之已知顯示器色彩函數 f_l 使相關聯，其係一個如方程式(30)中所顯示之參數向量。

$$C_{ki}^o = f_l(\bar{\lambda}, C_{ki}^o) \quad (30)$$

5 [0100]若有色彩失真存在，則 $\bar{\lambda}$ 會有空間上之變化。一個即定之坐標 (x_i^o, y_i^o) 處的參數，可藉由分析如方程式(31)中所示之不同組 $s=1\dots S$ 有關的資料而被決定，其中， s 指標係明白顯示出。

$$(x_i^o, y_i^o, C_{kis}^o) \rightarrow (x_i^o, y_i^o, C_{ki}^o), \quad s=1\dots S \quad (31)$$

10 [0101]每個坐標處需要的，是一個足夠數目之值。該分析可能藉由對該資料做一配合，而使 f_l 近似化。同理，其反函數 f_l^{-1} 可藉由分析如方程式(32)中所示反方向中之同一資料而被計算出。

$$(x_i^o, y_i^o, C_{kis}^o) \rightarrow (x_i^o, y_i^o, C_{ki}^o) \Rightarrow C_{ki}^o = f_l^{-1}(\bar{\lambda}', C_{kis}^o) \quad (32)$$

15 [0102]該反函數亦取決於某些稱作色彩校正參數之參數 $\bar{\lambda}'$ ，其可由若屬已知之 f_l 的明白形式來加以決定，或者可使用一個類似多項函數等特定基底函數，自一個對該反函數資料之配合計算出。就一個線性最小平方配合而言，該

反函數映射圖，係採用方程式(33)中所顯示之形式。

$$f_r^{-1}(\bar{\lambda}'_{ik}, C_{ik}^{\circ}) = \sum_r \lambda'_{ikr} B_r(C_{ik}^{\circ}), r = 1 \dots R \quad (33)$$

[0103]在此， $r = 1 \dots R$ 給定上述用以界定該反函數色彩映射圖之參數的數目，以及 B_r 係該等基底函數。該等參數係就每個中心坐標空間及就每個原色而有不同。通常， f_r^{-1} 將藉由上述電子校正單元所使用之表示式來加以決定，其在不喪失一般性之下，可假定係屬多項式之形式。上述之表示式亦容許調整該最後固定之色度，因為在某些情況中，可能必需的或希望的，是降低該輸出處之原有 C_{ik}° 值。在此，該等參數可藉由一個簡單之標度因素加以調整，來增加或降低上述反轉之值。

[0104]一旦該反函數(在每個中心坐標處)係屬已知，上述可校正該色彩不均勻性失真之校正色彩映射圖，係由方程式(34)給定。

$$(x_i^{\circ}, y_i^{\circ}, C_{ki}^{\circ}) \rightarrow (x_i^{\circ}, y_i^{\circ}, f_r^{-1}(\bar{\lambda}', C_{ki}^{\circ})) \quad (34)$$

[0105]該色彩失真之空間變動和校正，係分別由該參數 $\bar{\lambda}$ 和其反函數 $\bar{\lambda}'$ 完全加以說明。所以，上述被標記為 f_{wck} 而供校正用之(基底)校準資料，可依據方程式(35)，完全說明了上述與該等色彩校正參數相關聯之格線資料。

$$f_{wck} : (x_i^{\circ}, y_i^{\circ}) \rightarrow \bar{\lambda}'_{ik} \quad (35)$$

[0106]就方程式(29)最常見之情況而言，該等參數係依據方程式(36)而產生。

$$\bar{\lambda}'_{ik} \equiv \lambda'_{ik} = \frac{C_{ik}^{10}}{C_{ik}^0} \quad (36)$$

[0107] 上述之格線可能藉由以一個適當之配合或內插函數重新取樣而使較稠密。上述使用與幾何校準者相類似之記號的新格線，係由方程式(37)給定。

$$\begin{aligned} \bar{f}_{wck} : (x_i^k, y_i^k) &\rightarrow \bar{\lambda}'_{ik} = \{\lambda'_{ikr}\} \\ k &= 1 \dots K \\ i &= 1 \dots \bar{M}_{ck} \times \bar{N}_{ck} \\ r &= 1 \dots R \end{aligned} \quad (37)$$

此係上述校準資料產生器12'之資料輸出。

5 [0108] 上述包括所有子產生器(亦即，第10圖中之每一行)之校準資料產生器12'的完整資料輸出，係由方程式(38)給定。

$$\begin{aligned} \bar{f}'_{wk} : (x_i^k, y_i^k) &\rightarrow (x_{di}^k, y_{di}^k) \\ \bar{f}_{wck} : (x_j^k, y_j^k) &\rightarrow \bar{\lambda}'_{jk} = \{\lambda'_{jkr}\} \\ k &= 1 \dots K \\ i &= 1 \dots \bar{M}_k \times \bar{N}_k \\ j &= 1 \dots \bar{M}_{ck} \times \bar{N}_{ck} \\ r &= 1 \dots R \end{aligned} \quad (38)$$

10 [0109] 若並無橫向色彩存在，則該等K個格線 \bar{f}'_{wk} 係屬相同，亦即，僅有一個幾何校正格線被計算及輸出。該校準資料係使輸入至該翹曲產生器13。

[0110] 誠如前文所提及，該格線資料並非直接被該電子校正單元使用。雖然一個格線表示式，係最常見之格式，就一個硬體實現體而言係屬效率不彰，主要是因為其需要儲存大量之資料(每個像素有關之坐標)，以及無法輕易地被

操縱(諸如就標度方面之改變而言)。某些使用一個查對表之先存技藝式系統，出於同樣原因並非屬最佳。該翹曲產生器13，可將(38)中所界定之格線表示式，變換成該翹曲資料，其係上述校正的一種他型表示式，其形式就硬體中之應用而言係屬有效率。若該電子校正單元可直接使用格線資料，則上述就所有像素重新取樣之格線而言係可被使用，以及不再需要以該翹曲產生器13來產生翹曲資料。

[0111]該翹曲資料係依據上述電子校正單元之資料需求而產生。一個電子校正單元，可應用一些使用各種架構之幾何和色彩變換。大多數單元係使用幾何校正有關之反函數映射圖，以及上述之格線係為一個反函數架構而設計。一個有效率之電子校正架構，諸如頒佈之美國專利申請案第US 2006-0050074 A1號標題為“System and method for representing a general two dimensional transformation”(表示一般性二維變換之系統與方法)中所說明者，係基於上述格線資料之線性函數表示式。該翹曲產生器13，可將該格線資料，轉換成一個函數表示式。第11圖係例示上述翹曲產生器13的一個範例性實施例。

[0112]一個二維格線 $(x, y) \rightarrow u$ 之一般性函數表示式，可寫成如方程式(39)所示。

$$u = \sum_{i=1}^L a_i B_i(x, y) \quad (39)$$

方程式(39)界定了一個橫跨域 (x, y) 之二維表面函數。其係上述基底函數 $B_i(x, y), i = 1 \dots L$ 的一個線性組合，此組合之係

數，稱作表面係數，係由 a_i 給定。該等係數為常數，以及並不會橫跨該域而有變化。該等基底函數不必定要呈線性；唯有彼等之組合要呈線性。在至少某些情況中，該等基底函數可能是呈極度之非線性；因此，方程式(39)中所顯示之形式，係足夠一般性地代表該校正格線。該等基底函數和彼等之數目，係由該電子校正單元來界定。因為彼等係在硬體中實現及被評估。該翹曲產生器13，可決定該等必需之係數。

[0113] 在一個範例性實施例中，該等使用在硬體中之基底函數，係屬多項式之型式。導入兩個指標，一個多項式基底函數和對應之表面，可能被寫成如方程式(40)所示。

$$B_{ij}(x, y) = x^i y^j \quad (40)$$

$$u(x, y) = \sum_{i,j} a_{ij} x^i y^j, i = 0 \dots L_x, j = 0 \dots L_y$$

[0114] 由於該等基底函數係屬已知，上述要決定及儲存之新資料，便係該等表面係數 a_i 之集合。移動一個表面表示式，係意謂一個如方程式(41)中所示，自格線值至表面係數之變換。

$$u_i \Rightarrow a_i \quad (41)$$

上述表示式之效益，係產生自以下之事實：在一個格線值需要就每個像素加以儲存之情況中，該等表面係數，可容許橫跨一個像素群組，計算該等格線值；因而，需要被儲存的表面係數，在數目上係相當地小。

[0115]該等係數之數目，可決定該等原有格線值可如何精確地被表示。藉由增加係數之數目，亦即，藉由使用更多之基底函數，將可得到加增之準確度。或者，若該域被區別為一些小片，便可使用數目較少之基底函數，而使每個小片使用一個不同之表面函數。該小片結構係依據每個小片內之顯示失真的嚴格性來建立。此種解決方案，在該結合表面之複雜性與該失真之匹配方面，可容有較大之彈性。舉例而言，一個失真愈複雜，所使用之小片便愈多。小片 $p=1\dots P$ 有關之係數，係被標記為 a_{ij}^p 。在接下來者之中，不失一般性之下，將使用一個多項式形式之記號，其可輕易被調適至另一個基底。該整個表面則會採用方程式(42)中所指明之形式。

$$\begin{aligned}
 u(x,y) &= \sum_{i,j} a_{ij}^p x^i y^j \\
 i &= 0\dots L_x, j = 0\dots L_y \\
 p &= 1\dots P \\
 (x,y) &\in \text{小片 } p
 \end{aligned} \tag{42}$$

一個單一表面係對應於一個單一小片，其係等於上述之整個輸出影像(域)。一個範例性小片區分，係顯示在第12圖中。

[0116]該小片區分可被初始化至某一起始結構，諸如成4x4對稱排列的16個小片。該等小片之排列(亦即，小片之數目和每個小片之邊界)，係被稱作小片幾何條件D，其係採用方程式(43)中所指明之形式。

$$D = \{x_p^0, y_p^0, x_p^1, y_p^1\}, p = 1 \dots P \quad (43)$$

$$\text{小片 } p = \{(x, y) \mid x_p^0 \leq x \leq x_p^1, y_p^0 \leq y \leq y_p^1\}$$

[0117] 給定一個小片幾何條件，該等係數可使用上述依據方程式(38)之資料的線性最小平方配合來加以計算。該配合應使受到限制，藉以確保在小片邊界處，其表面係呈連續性。一旦該表面被決定，便會有一項誤差分析被完成，而如方程式(44)所顯示，使該等坐標網值與該等計算之值相比較。

$$\text{Error}_i = |u_i - u(x_i, y_i)| \quad (44)$$

[0118] 該等誤差(Error)值，係使與一個容許度位準 E_{\max} 相比較。若該最大誤差小於或等於該容許度位準，亦即， $\max_i(\text{Error}_i) \leq E_{\max}$ ，該等表面係數便會被保留，以及係自該翹曲產生器13輸出，而作為上述之翹曲資料。若該最大誤差係較大，該小片幾何條件，便會進一步被細分而加以精提，以及該等係數被重新計算並重新做誤差分析。

[0119] 方程式(38)中之表面表示式，可被寫成如方程式(45)所示。

$$\begin{aligned} u_k(x, y) &= \sum_{i,j} a_{ij}^{k,p} x^i y^j \\ v_k(x, y) &= \sum_{i,j} b_{ij}^{k,p} x^i y^j \\ \bar{\lambda}'_k(u, v) &= \sum_{i,j} \bar{c}_{ij}^{k,p} u^i v^j \end{aligned} \quad (45)$$

$$k = 1 \dots K$$

$$p = 1 \dots P_k$$

$$i = 0 \dots L_x^k, j = 0 \dots L_y^k$$

[0120] 理應注意的是，上述格線表示式中之 (i, j) 指標不再需要，因為該函數形式係就整個空間而不僅僅是在一個分立之坐標組處加以界定。該等指標 (i, j) 如今可給定該等指數，或更一般性地識別上述之基底函數。該指標 k 可識別該等原色，以及該指標 p 可識別上述之小片。該表面係就該域坐標所在之小片加以評估。該小片排列和基底函數之數目，可就該等原色而有不同。上述格式之額外變動，舉例而言，可藉由改變每個小片之基底函數而得到。上述幾何校正有關之域空間，已被標記為 (x, y) ，以及其係對應於該輸出影像空間(在一個反函數架構中)，以及該範圍空間已被重新標記為 (u, v) ，以及其係對應於該輸入影像空間。

[0121] 就該色彩校正而言，該域空間已被重新標記為 (u, v) 。該色彩校正係針對一個在幾何上屬正確之影像而運作。此意謂的是，該色彩校正勢必要在上述具有坐標空間 (u, v) 之輸入影像已就幾何做校正而被翹曲之前對其施加。若該電子校正單元，在該輸入影像已就幾何做校正而被翹曲之前，應用該色彩校正，則上述之係數，便需要就此種應用所校正之新排序而做調整，亦即，需要一個重新排序之步驟。在此情況中，該等色彩參數係在該 (x, y) 空間中被界定。首先，可得到一個新格線 $\bar{\lambda}'_{ik}$ ，其如方程式(46)中所示，係在來自上述表面之空間 (x, y) 中被界定。

$$\bar{\lambda}'_{ik} = \sum_{i,j} \bar{c}_{ij}^{k,p} (u_k(x_i^k, y_i^k))^i (v_k(x_i^k, y_i^k))^j, t = 1 \dots T_k$$

$$\Downarrow$$

$$(x_i^k, y_i^k) \rightarrow \bar{\lambda}'_{ik} \quad (46)$$

該格線接著可如上文所提及地加以配合，以及該等係數會被計算，該域空間如今即為上述之輸出影像空間。該等色彩校正表面係數，係使用相同之記號。該誤差分析如今將使用上述被重新排序之格線。

5 [0122]該翹曲產生器13之最後輸出，係方程式(47)中之係數組(若有必要就排序加以調整)，其係集體形成上述之翹曲資料。

$$\begin{aligned} & \{a_{ij}^{k,p}, b_{ij}^{k,p}, \bar{c}_{ij}^{k,p}, D^k\} \\ & k = 1 \dots K \\ & p = 1 \dots P_k \\ & i = 0 \dots L_x^k, j = 0 \dots L_y^k \end{aligned} \quad (47)$$

10 項目 D^k 係包含界定該原色 k 有關之小片幾何條件的所有資訊。該 (a, b) 資料係上述可校正類型1至4之幾何翹曲資料或變換，以及 \bar{c} 係上述可校正類型5之失真的色彩翹曲或變換。

15 [0123]該數位翹曲單元15係一種處理器，以及係作用為該系統的一個電子校正單元。術語『電子校正單元』，本說明書係與術語『數位翹曲單元』交換使用。在實際使用中，
20 該數位翹曲單元15，可施加翹曲資料給該數位輸入影像(視訊)，藉以預失真或翹曲該等輸入影像。該等輸入影像，係在空間性空間和色彩空間兩者中被翹曲。該空間性翹曲在完成上，係依據該幾何翹曲，以及該色彩翹曲在完成上，係依據該色彩翹曲。該預失真可被建立，藉以消除該顯示器之失真，而產生一個顯示在該觀看表面16上面之無失真影像。

[0124]上述可校正幾何和色彩不均勻性兩者之數位翹曲單元15的一個範例性實施例，係顯示在第13圖中(此圖中省略了指標)。該數位翹曲單元15，包括兩個主要區塊：一個應用該幾何翹曲之第一區塊(亦即，在幾何上翹曲該等輸入影像)，和一個可僅就色彩不均勻性做校正而翹曲色彩空間中之輸入影像的第二翹曲區塊。在此，該色彩校正係發生在該幾何校正之後，然而，此討論可對反向順序輕易被採用。當一個特定之校正不需要時，兩者區塊是可被繞過。每個區塊復具有兩個成分：一個表面評估成分，其可評估每個像素 (x_i, y_i) 處有關每個原色(此指標係被省略)在方程式(45)中所界定之表面多項式，藉以產生該等必需之坐標 $\{u_i, v_i, \bar{\lambda}'_i\}$ ；和一個像素產生成分，其實際上係使用該等必需之坐標，來計算該像素色值 C_i 。就該幾何校正而言，該像素產生係一個濾波步驟，其中，一個具有指明為 $w_j, j=1...W$ 之預先計算的係數之濾波器，係應用至上述正被處理之當前像素 (u_i, v_i) 四周的像素之某些近鄰。

[0125]在至少某些情況中，該等濾波係數係在該系統之外部被計算，以及會被載入該數位翹曲單元15內。就該色彩不均勻性校正而言，該像素產生將會取用來自上述幾何翹曲之影像的像素值，以及應用方程式(33)，來決定其新的色值。該像素產生步驟係總結在方程式(48)中

$$\begin{aligned} \bar{C}_i &= \sum_{j \in \Gamma} w_j C_j, \Gamma = (u_i, v_i) \text{ 之 鄰域} \\ C'_i &= \sum_r \lambda'_{ir} B_r(\bar{C}_i), r = 1...R \end{aligned} \quad (48)$$

該等步驟係就每個原色被執行。該 \bar{C}_i 係表示幾何校正後之中間色值。

5 [0126] 該等濾波和色彩校正方程式之細節，係取決於上述硬體之架構。一個簡單之濾波器，可能僅僅是平均化四個最近之近鄰點，在該情況中， $w_j = 1/4$ 。一個複雜之濾波器，可能使用一個橢圓近鄰，彼等之形狀係取決於上述表面之 local Jacobian (圖像雅可比)，以及該等濾波器係數，可使用複雜之濾波器產生演算法而得到。在此情況中，該等近鄰坐標 $(u_{j \in \Gamma}, v_{j \in \Gamma})$ ，可能有需要被用來評估 Jacobian (雅可比)。
10 同理，一個簡單之色彩校正，係涉及僅使用一個如方程式(49)中所界定之線性校正。

$$C'_i = \lambda'_{i2} \bar{C}_i + \lambda'_{i1} \quad (49)$$

[0127] 或者，一個複雜之色彩校正，係可能被使用，其係使用一個如方程式(50)中所界定之立方多項式。

$$C'_i = \lambda'_{i4} (\bar{C}_i)^3 + \lambda'_{i3} (\bar{C}_i)^2 + \lambda'_{i2} (\bar{C}_i) + \lambda'_{i1} \quad (50)$$

15 該等色彩參數 (λ') 和表面係數會被計算，而得知該數位翹曲單元15之架構細節。

[0128] 該數位翹曲單元15之最後結果，係上述使用一個被用來指明所有原色分量之向量記號重寫在下文之方程式(51)中的方程式(1)以數學方式說明之校正。

$$\begin{aligned} \text{輸入影像} &\Leftrightarrow \text{輸出影像} \\ (u_i, v_i, \bar{C}_i) &\Leftrightarrow (x_i, y_i, \bar{C}'_i) \end{aligned} \quad (51)$$

[0129]該翹曲或預補償之輸出影像，係輸入至該顯示器裝置(未示出)，其中，其係投射至該觀看表面16上，而在視覺上無失真，因而完成上述自動化之校準和校正。一旦該校準和校正程序完成，正常之(無測試樣式)影像和視訊，便可被傳送給該顯示器裝置。

[0130]該多色彩幾何校準和校正，業已配合橫向彩色校正加以討論。然而，其係可被用來校準及校正原色分量在其中有幾何失真之任何失真。其他應用係包括：欠對齊所致之失真；和光學組件之由於彼此相對佈置或一個背投影顯示器裝置中相對底盤或外殼而佈置加上就該等色彩分量而有不同放大率之多重微顯示器裝置所致的欠收斂。

[0131]在投影系統中，該色彩校準和校正在完成上，係針對一個在幾何上校正之影像。此意謂的是，該色彩校正亦考慮到上述幾何翹曲本身所導入之任何不均勻性。一個在幾何上翹曲之影像，將具有一些內含因標定和濾波程序所致之不同色彩或亮度內容的不同區域。事實上，一個區域被標定愈多，亮度和色彩中之變化便愈大。此係藉由幾何翹曲後所做之色彩校正而自動被補償。所以，該系統可自動補償上述幾何翹曲程序所致之色彩不均勻性。

[0132]在另一個適配體中，該系統可使整合在一個單一電路內，而得到一個數位校準和翹曲單元。該等校準資料和翹曲產生器12和13，係一些可在任何處理器上面被執行之組件。該測試影像產生器14，亦可由上述處理器所輸出的一組儲存影像來取代。使用上述硬體內的一個內嵌式處

理器，可對上述之整個校準和校正程序，給予一個單一電
路解決方案。此外，該硬體可連同該相機，使整合在一個
顯示器裝置內，藉以得到一個自我校準式顯示器裝置。在
此適配體中，僅需要有一個處理器，來接收來自至少一個
5 影像感測裝置之感測資訊，以及計算該等顯示器失真，而
產生一些預補償映射圖，亦即，翹曲映射圖和色彩映射圖
(亦被稱作幾何翹曲和色彩翹曲)，以及將該等預補償映射
圖，應用至彼等輸入影像資料，而使上述觀看表面上所成
之顯示影像，大體上將無失真。然而，在其他之情況中，
10 使用一個以上之處理器，可能更加有效率。因此，實現本
說明書所說明之實施例，係需要至少一個處理器。

[0133]各種類型之感測器，可使整合進該顯示器裝置
(而非或連同該等相機)內，藉以作用為該感測裝置11。在一
個顯示在第14圖中之範例性實施例中，一個感測器143，係
15 一個距離感測裝置，其係獨立地被使用，或與一個相機142
一起使用，藉以測量該觀看表面141上的某一定數目之點的
距離。該平面並不需要呈平坦狀。由該等測量之距離和該
等感測距離彼此相對之角度，該等相機142與觀看表面141
之相對角度會被計算出。此外，上述若不呈平坦之螢幕的
20 形狀，亦可使用此種方法來計算。在第14圖中所顯示之範
例中，該螢幕之右側上面的較密集線條，將指明該感測器
143較接近上述螢幕之一般觀測(normal view)，而左側上面
的較不密集之樣式，係指明離該左側上面的一般觀測較
遠。各種類型之感測器143，可被使用而包括紅外線感測

器、等等。在此範例性實施例中，要描繪該顯示器螢幕(亦即，觀看表面141)，並不需要一個實體結構，以及該相機142係可任意被佈置。

[0134]另一個範例性實施例，係構成一個具有動態校準和校正之自我校準式顯示器裝置，因而該校準和校準程序，不需要外部資源，便可隨時被執行來校正失真。此可容許校正長期可能改變之失真，諸如一個投影器有關之梯形失真，或一些類似RPTV等背投影顯示器裝置之場校準。該校準系統，係佈置在該RPTV之外殼或底盤內，藉以在此情況中提供自我校準。其他長期改變之重要失真，為光學組件內因實體運動、老化、和溫度所致之變動。舉例而言，在一個背投影顯示器裝置中，一片面鏡之曲率，可能會因其重量或溫度所致而略有變動，此將需要動態之校準和校正。當該顯示器裝置被啓通，或者該失真中之改變被偵測到時，該校準和校正系統便會被執行。

[0135]在固定式顯示器裝置有關之領域中，諸如電視系統，其中可能無感測裝置可用，動態式校準和校正便變得特別重要。在此，在該起始之校準和校正過後，未來之失真係彼等組件中長期之小量變動所致。在一個受控之條件背景中，諸如製造工廠，該數位翹曲單元，可被用來模擬各種長期在現場中被預期之失真， $i=1\dots N$ 。此等失直接著可被校準及校正，以便使用前文所提及之範例性實施例中所說明的系統；然而，兩個電子校正單元可能被使用，一個用來模擬失真，以及另一個用來測試該等自動產生之校

正資料。該等N個測試情況有關之校正有關的翹曲資料，可使儲存在該顯示器裝置內。在現場中及長期以來，隨著少量失真之發展，由該等N個翹曲校正，一個最能校正該失真者便會被選定。因此，該整個系統並無必要，僅有該數位翹曲單元，需要被建立在該顯示器裝置中，因為校正係在製造期間被完成，以及該等N組校正資料，係儲存在該顯示器裝置中。為自動化上述適當之校正資料的選擇，該顯示器屏框內之感測器，可被用來偵測彼等特殊化之測試樣式。上述達成失真之最佳偵測有關的影像測試樣式因而會被載入。此程序可在該顯示器裝置被啓通而得到動態之校正和校準時被執行。

[0136]誠如第15和16圖中所示，在一個範例性實施例中，該校準系統係被適配來找出一個觀看表面上之最佳投影器聚焦。此在完成上係藉由在該觀看表面上顯示一種測試樣式，諸如一組特定數目之平行線條。該影像接著會被拍攝，以及會被該電子校正單元掃描，藉以找出該等測試樣式中之暗區與亮區間的對比。該投影器聚焦接著係使移位，以及該對比會被重新測量。此將會繼續直至最大之對比被找到為止。該最大之對比係對應於最佳之聚焦。此係以較差之聚焦顯示在該觀看表面151上，並且以較佳之聚焦顯示在該觀看表面161上。此同一技術可被用來聚焦該感測裝置。一些具有銳緣之實體標記，諸如該顯示器銀幕之屏框(亦即觀看表面)會被拍攝，以及就最大之對比做分析。若有必要，一個適當上色之測試樣式，可被顯示來提高該等

標記與背景間之對比。該感測裝置聚焦接著係使移位，以及該對比會被重新測量。該最大對比之設定，可提供該感測裝置有關之最佳聚焦。該感測裝置係在聚焦該顯示器裝置之前使聚焦。

5 [0137]在另一個範例性實施例中，有部份顯示在第17和18圖中，該校準系統係被使用在一個分別具有曲面螢幕171和181和多重投影器1至3之顯示器裝置。該等投影器係跨越上述曲面螢幕171和181之整個區域，以及彼等係受到同一電子組件之控制。該幾何校準係就每個投影器1至3加以完成，而使映射至該等螢幕171和181之對應區域。此外，該幾何校準可轉動及平移每個投影器影像，而使其與一個毗連之投影器影像相綴合。特言之，在該等交疊之區域中，該等對應之像素，係覆蓋在彼此之頂部上面。理應注意的是，該等螢幕171和181上面來自不同投影器1至3之映射圖，係具有不同之入射角，以及係依該等螢幕171和181之曲線而改變。上述具有或得到該等曲面螢幕171和181如翹曲資料所表示之映射圖的電子組件，可校正該等橫跨螢幕171和181之角變動。

15 [0138]除幾何校準外，每個投影器1至3之色彩校準完成上，係為確保在所有之投影器區域內，有視覺上相同之色彩特性。該電子組件亦被適配來區分投影器1至3中或之間的像素色彩和亮度，以使橫跨該等曲面螢幕171和181，達成一個均勻之亮度和色彩映射。理應注意的是，任何數目之個別投影器均可被使用，以及該等交疊之區域，可在應

用該等相同的校準技術之際，在許多投影器中被共用。

[0139]就一個曲面螢幕上之投影而言，該聚焦問題總是至關重要。此源自之事實是，一個投影器係具有平坦之聚焦平面，而該螢幕係呈彎曲狀，以及就此而論，該螢幕之不同部分，係具有來自任一聚焦平面之不同距離。注視該螢幕的某一部分，該影像可能看來要比該螢幕之另一部分更聚焦。在以單一投影器投射之際，為克服此種問題，有一種技術可被用來使失焦極小化，其一個範例性實施例，係顯示在第19圖中。在此一情況中，該校準系統在佈置上述投影聚焦平面之方式上，可使自曲面螢幕191至聚焦平面193之一系列法線的距離平方之和值為最小。若該螢幕希望其中心比側部更聚焦，該等使該螢幕之中央部分至該聚焦平面相連接之節段，便給以更大之權量。

[0140]在此一情況中，該最佳之聚焦平面，可基於上述螢幕之已知形狀預先加以計算。上述最佳聚焦平面與該螢幕之交點，可產生該螢幕上面有最佳聚焦之影像的點，以及接著可得到一個最大之對比。在計算出且已知之最佳平面和最大對比點下，一個與第16圖中所用相類似之影像測試樣式，會投射至該螢幕上面，以及該影像接著會被拍攝，以及就對比做分析。若該拍攝影像之最大對比位置，與先前決定之最大對比點相一致，而在某容許度內，則該投射之影像便係位於該最佳之聚焦平面上。若最大對比點不與先前決定之最大對比點相一致，則該投影器聚焦便會被調整，以及該程序會一再重複，直至有一個匹配得到為止。

理應注意的是，此種技術係可應用至一些呈一維彎曲(例如圓筒形、零空間曲率、等等)或二維彎曲(例如球形、非零空間曲率、等等)之銀幕。

[0141]在另一個部份顯示在第20圖中之範例性實施例中，除早已解釋過之校準外，該聚焦問題係藉由多重投影器以不同角度投射影像來應付。誠如此圖所顯示，藉由該等在特定角度下之投影器照耀曲面螢幕201的特定區域上面，該失焦問題大體上可被消除。該等角度係使每條投射軸線大體上為其投射至之對應螢幕部分的法線，以及每片聚焦平面，幾乎與曲面螢幕201之覆蓋部分的中心正切。為最佳化每個節段之聚焦，係可使用第19圖中所示相同之技術。或者，每個聚焦節段之中心，可使保持正切於該螢幕。在此範例性實施例中，該校準系統可匹配多重投影器相重疊之區域的聚焦加上像素幾何條件、亮度、和色彩，藉以在該螢幕201上面，產生一個平滑且無縫而聚焦之影像。此技術之結果所致，該翹曲將隨著該等聚焦平面與螢幕切線間之角度的減少，而變得其嚴重性小很多。

[0142]一個可就多重色彩幾何校準一個感測裝置之系統已做了討論。同理，該系統可被用來校準上述感測裝置中之色彩(非幾何)失真。使用一個校準過及校正過之顯示器裝置，一些固定之色彩樣式，係顯示在該螢幕上面，以及會被該感測裝置記錄；校準該顯示器色彩失真所用之同一樣式係可被使用。知道該原有之色彩值，便可得到與方程式(25)相類似之相機色彩映射圖。由該色彩映射圖，便可決

定出上述相機有關之色彩校正參數，其在有色彩失真存在時，將會有空間上之變化。該校正有關之模型，舉例而言，可以是一個線性最少平方來配合。該等校正參數可完全特性化該相機之色彩失真有關的校準資料。

- 5 [0143] 該色彩校正已依據原色和亮度呈現出。該系統可被適配來處理一個任意色彩之校正和調整。彼等測試樣式或各種色彩(不僅是原色或灰度)，可被用來在一個類似方程式(31)之方式中，得到上述顯示器之色彩映射圖，其係顯示在方程式(52)中。

$$(x_i^o, y_i^o, \bar{C}_{is}^o) \rightarrow (x_i^o, y_i^o, \bar{C}_{is}^o), \quad s = 1 \dots S \quad (52)$$

- 10 [0144] 在此，每個 \bar{C} 可產生一個具有所有分量而不僅是一個特定之原色分量的色彩向量。該組被使用之色彩，可被選擇作為上述整個色彩空間中之向量的某種重新取樣。該反函數映射圖，如今係以方程式(53)來表示。

$$\bar{C}_i^o = \bar{f}_i^{-1}(\Lambda'_i, \bar{C}_i^o) = \sum_r \bar{\lambda}''_{ir} B_r(\bar{C}_i^o), \quad r = 1 \dots R \quad (53)$$

$$\Lambda'_i = [\bar{\lambda}''_{i1} \quad \bar{\lambda}''_{i2} \quad \dots \quad \bar{\lambda}''_{iR}]$$

- 15 在此，每個色彩參數係一個長度 K 之向量(原色之數目)。依據先前之記號：

$$\bar{\lambda}''_{ir} = \begin{bmatrix} \lambda'_{ir1} \\ \lambda'_{ir2} \\ \vdots \\ \lambda'_{irK} \end{bmatrix} \quad (54)$$

[0145] 然而，此不僅是該等色彩參數成爲一個單一方程

式之重新安排，因為該等基底函數如今係在該整個色彩空間上面而不僅是在一維色彩空間(亦即，一種原色)上面被界定。就一個多項式之形式而言，該等基底函數係界定在方程式(55)中。

- 5 [0146] 該等 λ 參數可藉由導入色彩空間內如方程式(56)中所顯示之 Q 個小片的 K 維小片結構，進一步加以一般化。

$$B_{i_1, i_2, \dots, i_K}(\bar{C}) = (C_1)^{i_1} (C_2)^{i_2} \dots (C_K)^{i_K} \quad (55)$$

$$D_C = \{C_{q1}^0, \dots, C_{qK}^0, C_{q1}^1, \dots, C_{qK}^1\}, q = 1 \dots Q \quad (56)$$

小片 $q = \{\bar{C} \mid C_k^0 \leq C_k \leq C_k^1, k = 1 \dots K\}$

此可如方程式(57)中所顯示，將另一個指標加至該等色彩參數。

$$\bar{\lambda}''_{irq} = \begin{bmatrix} \lambda'_{i1rq} \\ \lambda'_{i2rq} \\ \vdots \\ \lambda'_{iKrq} \end{bmatrix} \quad (57)$$

- 10 此可在色彩空間內之每個空間格線點處，產生一個一般性變換(該等形狀之中心)。該校準色彩資料，如今係由方程式(58)來界定。

$$F_{WC} : (x_i, y_i) \rightarrow \Lambda'_i = \left\{ \bar{\lambda}''_{i1q} \quad \bar{\lambda}''_{i2q} \quad \dots \quad \bar{\lambda}''_{iKq} \right\} \quad (58)$$

[0147] 在無任何失真存在中，該格線在每個坐標處將為一個單位元。該翹曲產生器，可將此轉換成一個具有方程式(59)中所指明之形式的表面函數。

$$\lambda'_{krq}(u, v) = \sum_{i,j} c_{ij}^{krq \cdot p} u^i v^j$$

$$k = 1 \dots K, r = 1 \dots R, q = 1 \dots Q$$

$$p = 1 \dots P_k$$

$$i = 0 \dots L_x^k, j = 0 \dots L_y^k$$
(59)

最後，該數位翹曲單元，將會評估此多項式，以及可使用方程式(53)來應用該色彩校正。

[0148]在每個空間坐標處，具有一個一般性色彩映射圖，可容許校正任一坐標處的任何一個色彩。此係包括執行一般之色彩調整，諸如白點調整、對比調整、和色調調整，而無關乎該顯示器之不同區域。所有此等調整，係一些在色彩空間之特定函數，以及因而可經由一個函數近似化，使達成上述如方程式(53)所指明之一般形式。在色彩空間內之小片區分的附加特徵下，亦可完成選擇性色彩校正。該校正可藉由迫使該色彩小片外部之單位元格線被校正，使限制至一些特定之色彩，而聽任其他者不改變。此係包括選擇性色調校準，其中，特定之色調會被校正，以及其他色調不被觸及。使用該系統的一般性色彩校準和校正，該顯示器裝置中，將可達成高色彩準確度。

[0149]該系統亦可用於色彩自定義(custom)調整，其係藉由提供一些自定義色彩參數 λ'_{ikrq} ，其可在該系統之外部被計算，以及可輸入至該翹曲產生器13。同理，一些自定義幾何效應(特定效應)，可藉由提供一些自定義幾何格線 (x'_{di}, y'_{di}) 給該翹曲產生器13來達成。

[0150]在另一個部份顯示在第21圖內之範例性實施例中，有兩個相機Cm1和Cm2安裝在一個投影器213上面。有

一個輸入影像提供給該投影器213，其接著會在一個觀看表面211上，產生一個對應之投射影像樣式。該兩相機Cm1和Cm2，係被用來拍攝該觀看表面211上之投射影像樣式。該系統進一步係包含有一個處理器(未顯示但先前說明過)。該兩相機Cm1和Cm2之相對位置，對該處理器而言係屬已知。該兩相機Cm1和Cm2，可相對於該投影器213，而水平地、垂直地、或水平及垂直兩者地使交錯排列。該處理器可基於來自該兩相機Cm1和Cm2的兩個拍攝影像之比較，來決定該等包括該投影器213相對於上述觀看表面211之角度的失真參數。上述之電子校正單元(未顯示但先前說明過)，接著會將一個翹曲變換，應用至該輸入影像，藉以校正該等失真。

[0151]上述成就之投射影像，大體上並無失真。此系統和方法可被使用在一個背投影電視(RPTV)中，舉例而言，其中，有一個或多個相機，被安裝至該RPTV如第22圖內所顯示之範例性實施例中所見的固定位置和方位中。該等相機亦可以其他方式來安裝。此等相機可拍攝一些投射至上述RPTV螢幕上面之樣式。自上述相機之觀點的RPTV螢幕之視圖，可能具有某一與其相關聯之梯形失真。然而，在該校準系統屬上述顯示器裝置的一部分之下，該顯示器可如上文所討論，使成爲自我校準。

[0152]在另一個部份顯示在第23圖中所示之範例性實施例中，有數個投影器P1至P3，被用來使一個影像投射至一個曲面螢幕231上面。同時，有數個相機Cm1至Cm3，被

用來拍攝每個投影器P1至P3所投射之影像。該等相機Cm1至Cm3之數目，和該等投影器P1至P3之數目，在此實施例中係屬任意性。在一個情況中，每個相機Cm1至Cm3，可被用來拍攝來自所有投影器P1至P3之影像。該等相機Cm1至Cm3，可彼此相對水平地及垂直地交錯排列。每個投影器P1至P3，係被適配來將一個已知之樣式或測試影像，投射至該曲面螢幕231上面以供校準。基於該等相機Cm1至Cm3所拍攝之影像，一個處理器(未顯示但先前說明過)可計算該等包括上述曲面螢幕231之形狀和相對方位的失真參數。此等參數接著可被該處理器使用，藉以產生一個翹曲變換，其可在正常使用期間，被應用至該等提供給每個投影器P1至P3之輸入影像。每個投影器P1至P3之翹曲變換，係使其預先補償該特定投影器所遭受之顯示器失真。此外，每個投影器P1至P3有關之亮度可被分析，以使該曲面螢幕231上之投射影像的總亮度始終如一。此外，該處理器可使上述重疊之區域內的像素排齊，以及使此等交疊像素之亮度，以無縫之影像品質，分佈於該等不同投影器之間。

[0153]在第23圖之系統的一個他型實施例中，該亮度和色彩資料，亦可被該等相機Cm1至Cm3拍攝。該等資料接著會被該處理器使用，使藉由調整每個像素有關之強度，而使不同毗連之影像的側緣相匹配且相混合。所有投影器P1至P3之總亮度和色彩，亦可被該處理器常態化。

[0154]在部份顯示在第24圖內的另一個範例性實施例中，該感測裝置(在此等情況中為相機)，係被用來拍攝一個

已帶有或不帶樣式而投射出之投射影像。在此之際，該相機亦被用來偵測一個觀看表面241之形狀、尺度、相對方位、和邊界。該等邊界側緣可為一個下拉式觀看表面(亦即伸縮式投影器螢幕)之側緣、或房間之角落、等等。一個處理器(未顯示但先前說明過)，接著可分析該影像之側緣的方向和該測試影像之樣式，藉以計算該等觀看表面之特性，諸如形狀、尺度、邊界、和相對方位。在此計算之下，該等顯示器失真可被決定出。基於該等投射並接著拍攝之影像的樣式之複雜性，該電子校正單元(亦即處理器)，可決定該等失真參數。就簡單之樣式而言，該電子校正單元，可決定相較於上述觀看表面之投射角度。在較複雜之樣式下，該電子校正單元，可決定該觀看表面之形狀，舉例而言，彎曲或不規則之觀看表面。該電子校正單元，亦可決定與透鏡瑕疵相關之失真參數，諸如針墊形或桶形失真。一旦該等失真參數被收集到，該適當預補償之翹曲映射圖，係使應用至該輸入影像資料，藉以校正該等失真，以及所成之影像在視覺上將無失真。

[0155]在一個他型實施例中，第24圖之系統係進一步在無任何實體標記或側緣之存在下，被適配來校正至一個平坦表面上之投射。來自上述投射之失真，可能包括梯形和透鏡失真兩者。在此系統中，有一個相機以一個固定之位置和方位附加至該投影器。該校準和校正，係在一種兩步驟之程序中被執行。在第一步驟中，一個完全之校準程序，利用一些測試影像樣式，可被用來儲存上述相機在一些包

括縮放位準的已知之梯形失真角度和透鏡失真參數下所拍攝到的樣式之影像。此外，任何為該校正所必需之額外資訊，諸如翹曲資料，亦可加以儲存。此步驟可在一個組裝該投影器之工廠內被執行，以及可被視為工廠校準。該第二步驟係發生在該投影器被使用之場地中。該投影器可投射上述第一步驟中所使用之同一樣式，彼等接著可被該相機拍攝。該等現場拍攝之樣式，係使與該等工廠拍攝之樣式連同該工廠得到被儲存之失真參數相比較，藉以決定該現場中之投影器的失真參數。得知該現場中之失真參數，該校準翹曲若早已被儲存便可被檢索，或者實時加以建立，藉以校正該投影器梯形失真和透鏡失真。由於該比較係以先前儲存之資訊(影像)來完成，真正之側緣或標記(諸如螢幕屏框)便無需要。上述工廠中所儲存之資料，並不需要為完整之影像，但可能會是格線資料，或其他特性化不同失真位準有關之樣式的參數。

[0156]在另一個他型實施例中，該相機會被用來使用一個僅有4個點之簡單格線型影像樣式，來校正梯形失真。在此情況中，該測試樣式如同在第2a或2b圖中，係由一個2x2格線(僅需要4個點)所組成。就梯形失真而言，在無任何透鏡失真之下，4個點便足以決定該失真。該等四個點可被置於任一處，因為單單知道彼等之位置(投射之前和之後)，便足以決定該梯形校正。此種方法亦可合併任何之投影器透鏡移位調整，彼等係該等4個點之簡單平移。就一個具有可能有或無透鏡失真之伸縮鏡頭的投影器而言，該校準首先

可就不同之縮放位準和所儲存之校正翹曲，在軸線(亦即無梯形失真)上面被執行。接著，該校正翹曲(就適當之縮放位準和透鏡失真而言)可被應用，以及該校準可使用4個點僅就梯形校正一再重複。該梯形校正可與該伸縮鏡頭校正相鏈結或在功能上與之相組合，藉以得到一個可校正所有投影器失真之最後映射圖。該透鏡校正僅需要在一個工廠校準程序期間被計算及儲存一次。該梯形校正接著會使用現場中之相機來執行，以及係以透鏡校正來組成。

[0157]另一個範例性實施例，係部份顯示在第25圖中，以及係與一個曲面螢幕251上之投射的情況相關。為決定該曲面螢幕251內含形狀和距離之映射圖，一個二維影像樣式，舉例而言，一個格子花影像樣式，係投射至該觀看表面上。該相機係被用來拍攝上述之投射影像。該電子校正單元(亦即未顯示但先前說明過之處理器)，接著係適配使計算上述格子花樣式中之每一條線所導入的對比。藉由不斷改變該聚焦，上述樣式上面之每個點處的最佳對比，係被發現為上述焦距的一個函數。在此方式中，上述曲面螢幕251之表面映射圖會被決定出。該映射圖之準確度和細節，係取決於投射樣式之複雜度和嘗試之焦距的數目。亦應注意的是，此種技術亦會產生該相機之角度，和因而每個點處該投影器相對於上述觀看表面之法線的角度。一旦該電子校正單元，計算出與每個點處該觀看表面之形狀、尺度和角度相關聯的失真參數，其接著便會計算一個翹曲變換，或者使用一個早已儲存的適當者。該翹曲變換在應用

至上述之輸入影像資料時，將會成就一個與該觀看表面之特性相匹配的無視覺上之失真的影像。

[0158] 另一個範例性實施例，係部份顯示在第26圖中，以及係與一個波浪形螢幕261之情況相關。上述說明在第25圖相關聯之實施例中的技術，亦可被用來決定每個點處之波浪形觀看表面的形狀和相對方位。此範例顯示的是，任何不規則之觀看表面，均可被使用在該顯示器裝置中。一旦準備好該觀看表面的一個映射圖，該電子校正單元(未顯示但先前說明過)，便可使用此映射圖來配置應用至該輸入影像之翹曲變換。一旦此翹曲變換應用至該輸入影像，該投射影像便無視覺上之失真，以及係與該觀看表面之特性相匹配。

[0159] 雖然上文之說明提供了各種範例性實施例，理應瞭解的是，該等說明之實施例的某些特徵和/或功能，係可在該等說明之實施例的運作之精神和原理下被修飾。因此，上文已說明者係預期屬例示性和非限制性，以及本技藝之專業人員理應瞭解的是，有其他之變更形式和修飾體可被完成，而不違離該等實施例如本說明書所附申請專利範圍中所界定之範圍。

【符號說明】

1-3...投影器	13...翹曲產生器
11...感測裝置	14...測試影像產生器
12...校準資料產生器	15...數位翹曲單元
12'...校準資料產生器	16...觀看表面

91...觀看表面	191...曲面螢幕
92...單點色彩分析儀	193...聚焦平面
93...多點色彩分析儀	211...觀看表面
141...觀看表面	213...投影器
142...相機	231...曲面螢幕
143...感測器	241...觀看表面
151...觀看表面	251...曲面螢幕
161...觀看表面	261...波浪形螢幕
171、181...曲面螢幕	

申請專利範圍

1. 一種校正相機之影像失真的校準方法，該相機係相對於一觀看表面自由放置，該表面由以一寬高比為特徵的一矩形邊框限制，該方法包含：

5 顯示包含在該觀看表面上有預定坐標之一組參考標記的至少一測試影像；

 獲取該觀看表面之一影像，使得該矩形邊框獲全部拍攝；

 識別相機空間中該矩形邊框之四個角落及該等標記；

10 藉由將該等四個角落之該等影像映射至一第二組四個角落，該第二組四個角落在該相機空間中形成以一原點及一標度為特徵的一正矩形，來得到校正該所獲取影像之透視失真的一變換，其中該正矩形維持該寬高比；

 產生一校準格線，其在透視校正變換中將該等所識別標記相對於該矩形邊框映射至該等所識別標記之個別無失真位置；

 將該校準格線變換成一相機失真校正映射圖。

2. 如請求項1之方法，其中該校正映射圖適用於相機在一前向方向拍攝的影像。

20 3. 如請求項1之方法，其中該校正映射圖之反相被決定且應用於預失真輸入影像，使該相機拍攝之影像實質上呈無失真狀。

4. 如請求項1之方法，其中該相機位置隨時間改變，且其

中該方法動態地校準該相機以校正變化的透視失真。

5. 如請求項1之方法，其中該校正映射圖作為與該校準格線配合而得到。
6. 如請求項1之方法，其中該校正映射圖表示為多個表面函數。
7. 如請求項6之方法，其中該等表面函數為多項式。
8. 如請求項1之方法，其中該等標記配置於邊框邊界上。
9. 如請求項1之方法，其中在該相機空間中，該形成的正矩形之該標度及原點被最佳化。
10. 如請求項9之方法，其中針對最大解析度，具有該寬高比之最大正矩形被選定。
11. 如請求項1之方法，其中相機失真更包括橫向色像差，且該至少一測試影像針對各色彩分量被重複及拍攝。
12. 如請求項1之方法，其中該至少一測試影像顯示於該觀看表面上、附加至該觀看表面、或投影於該觀看表面上。
13. 如請求項1之方法，其中該等四個角落從藉由邊界之參數化所得到之四條邊緣線的方程式而決定。
14. 如請求項1之方法，其中該邊框為環繞該觀看表面的一實體屏框。
15. 如請求項1之方法，其中該邊框為顯示或投影在該觀看表面上的一輪廓。
16. 一種校正相機之影像失真的校準系統，該系統包含：
 - 由以一寬高比為特徵的一矩形邊框限制之一觀看表面，其中該相機相對於該觀看表面自由放置；

用以產生至少一測試影像的一測試影像產生器，該
測試影像具有附帶顯示在該觀看表面上之預定座標的
一組參考標記；

一校準資料產生器，組配來在相機拍攝時分析該至
少一測試影像，且藉以下方式產生校準格線資料：

識別該矩形邊框之四個角落及該等標記及於相
機空間中；

藉由將該等四個角落之影像映射至形成一正矩
形之一第二組四個角落而得到校正所獲取影像之透
視失真的一變換，其中該正矩形維持該寬高比且中
心位於該相機空間中；

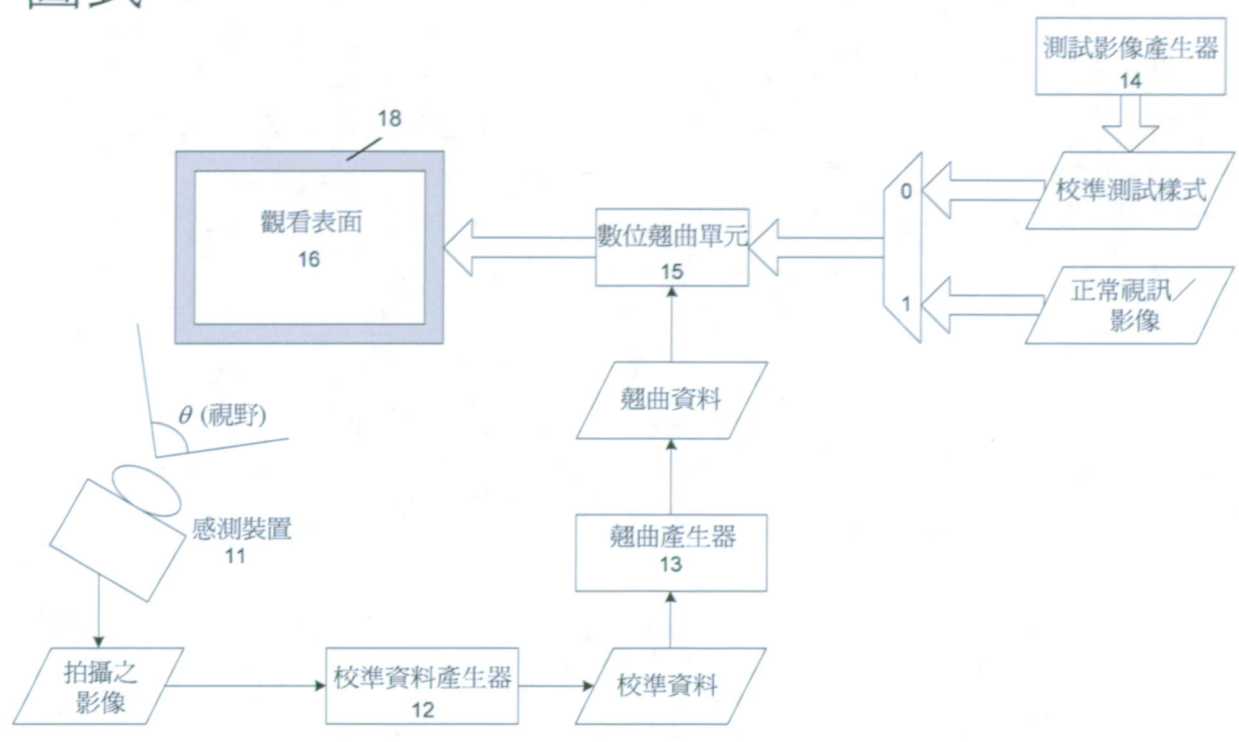
在該透視校正變換中將該等所識別標記相對於該
矩形邊框映射至該等所識別標記的個別無失真位置；

將該校正格線資料變換成相機失真翹曲資料的一
翹曲產生器。

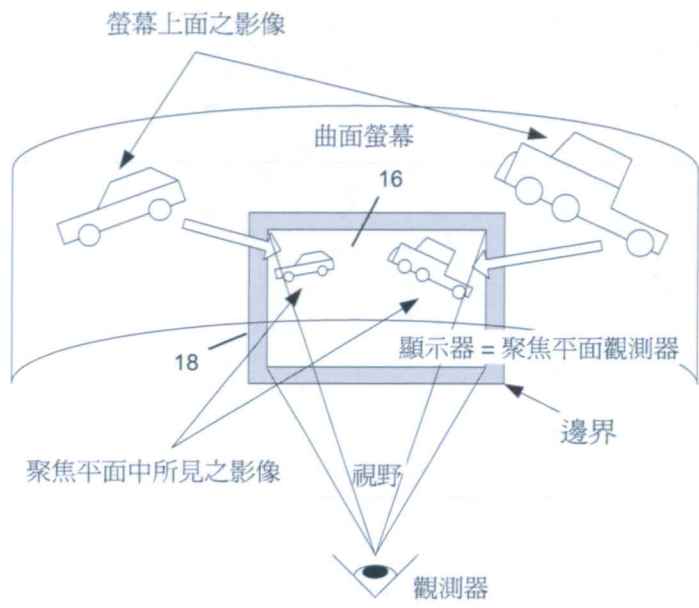
17. 如請求項16之校準系統，其中該校準資料產生器及該翹
曲產生器包括於耦合至該相機之至少一處理器中。

18. 如請求項16之校準系統，其中該相機位置隨時間改變，
且其中該系統係組配來動態地校準該相機以校正變動的
透視失真。

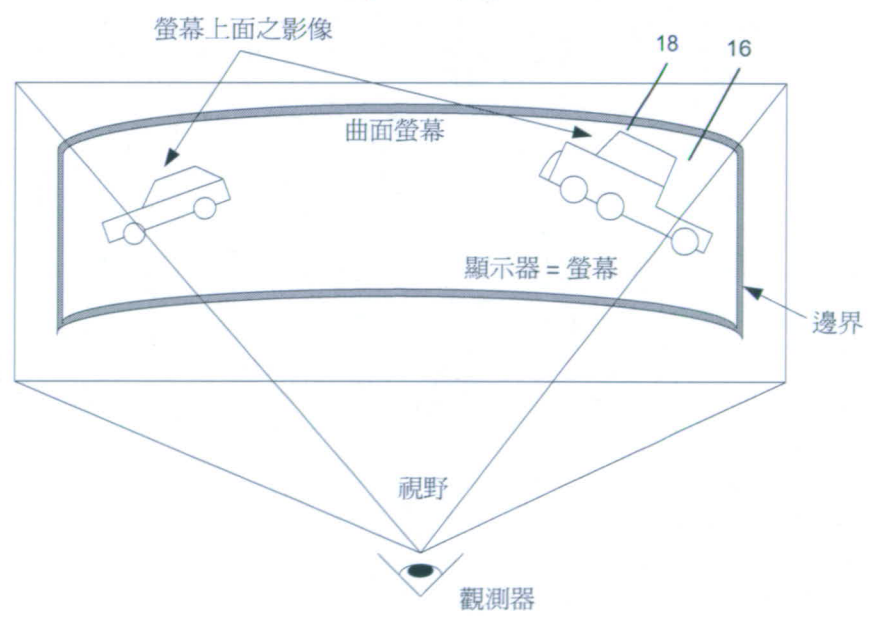
圖式



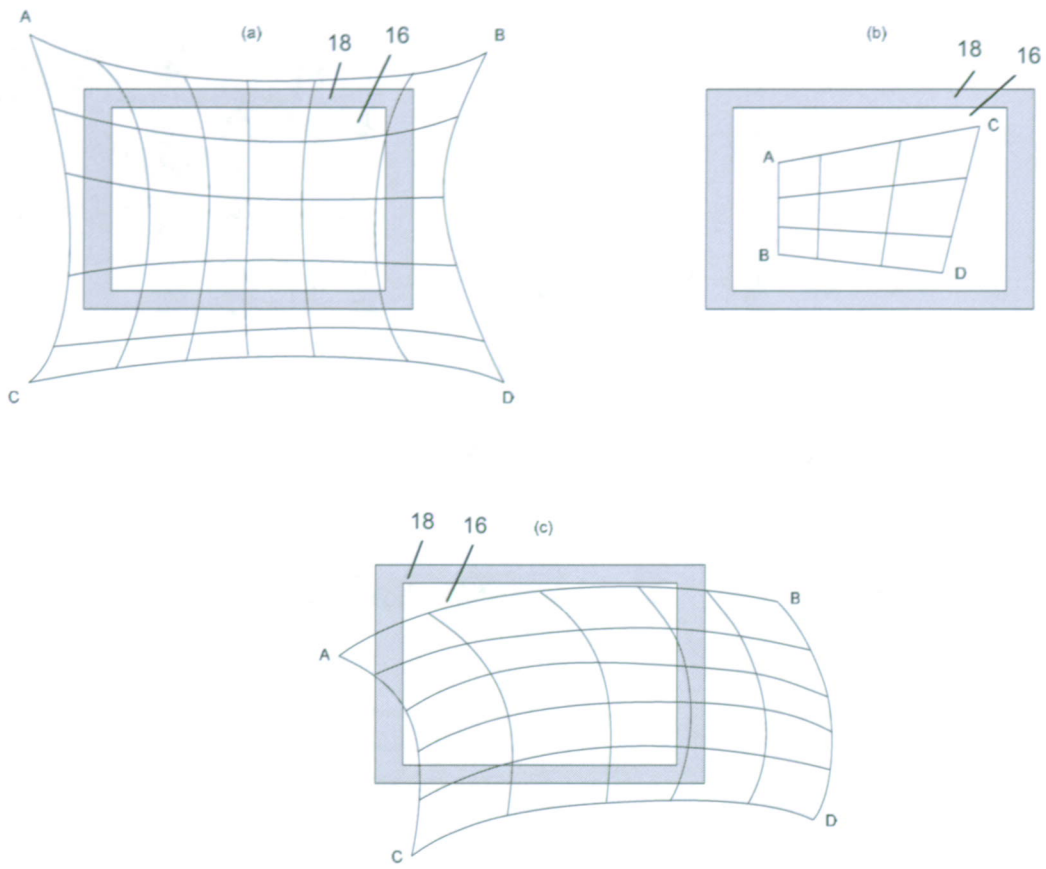
第 1 圖



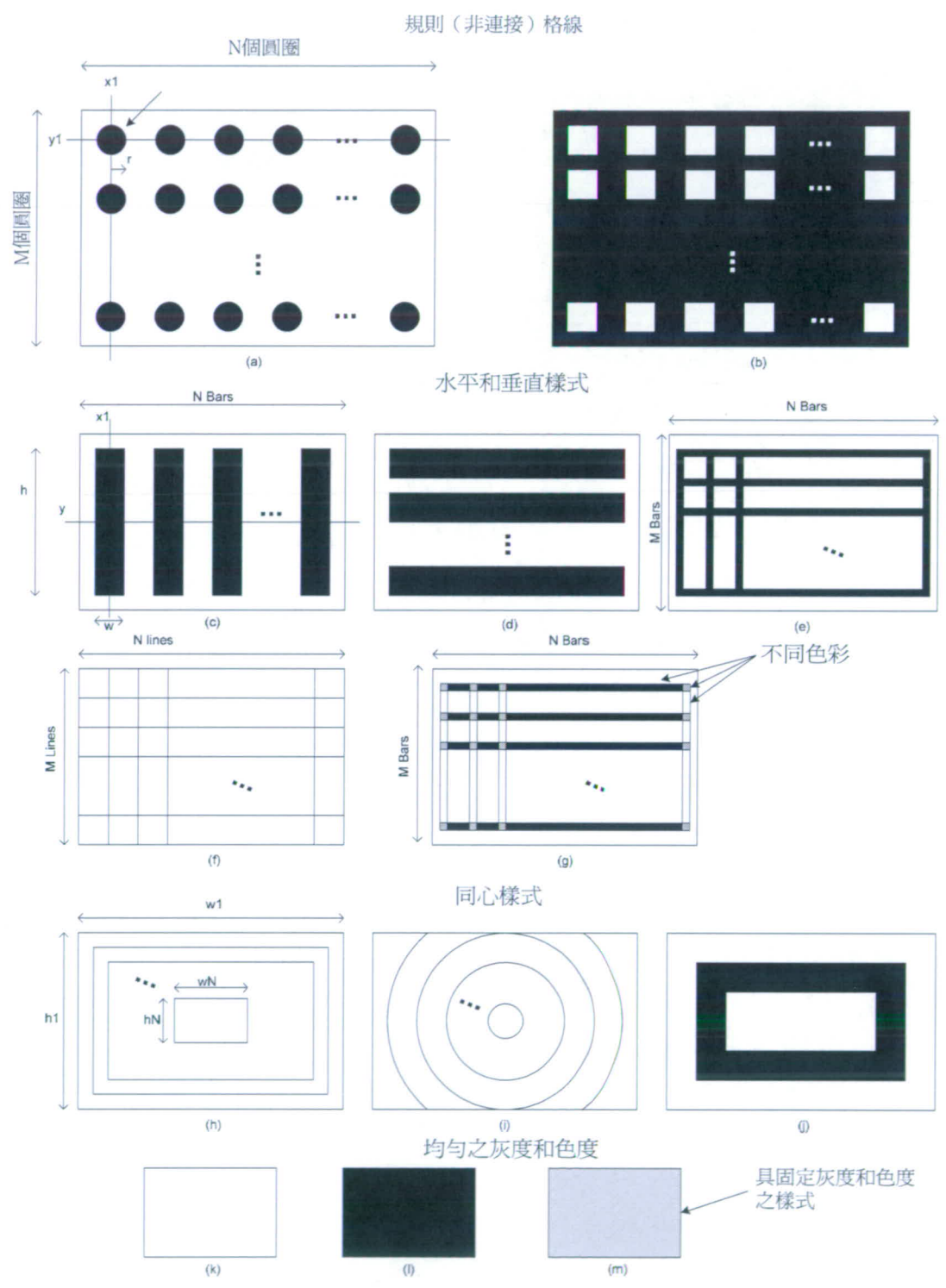
第 2a 圖



第 2b 圖

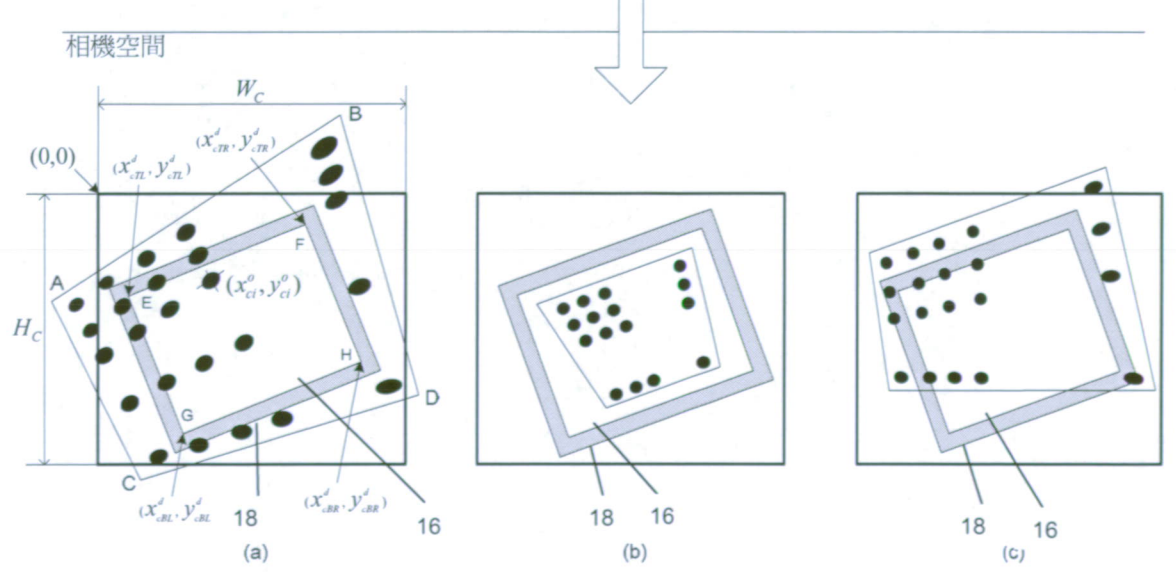
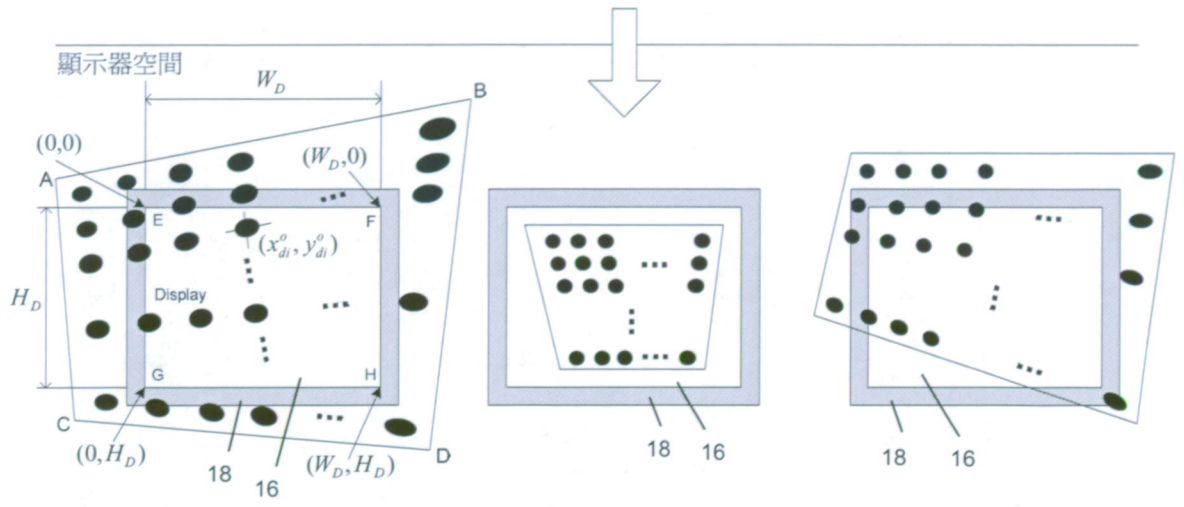
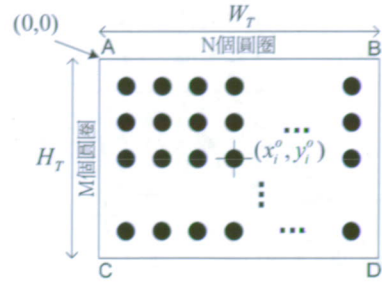


第 3 圖

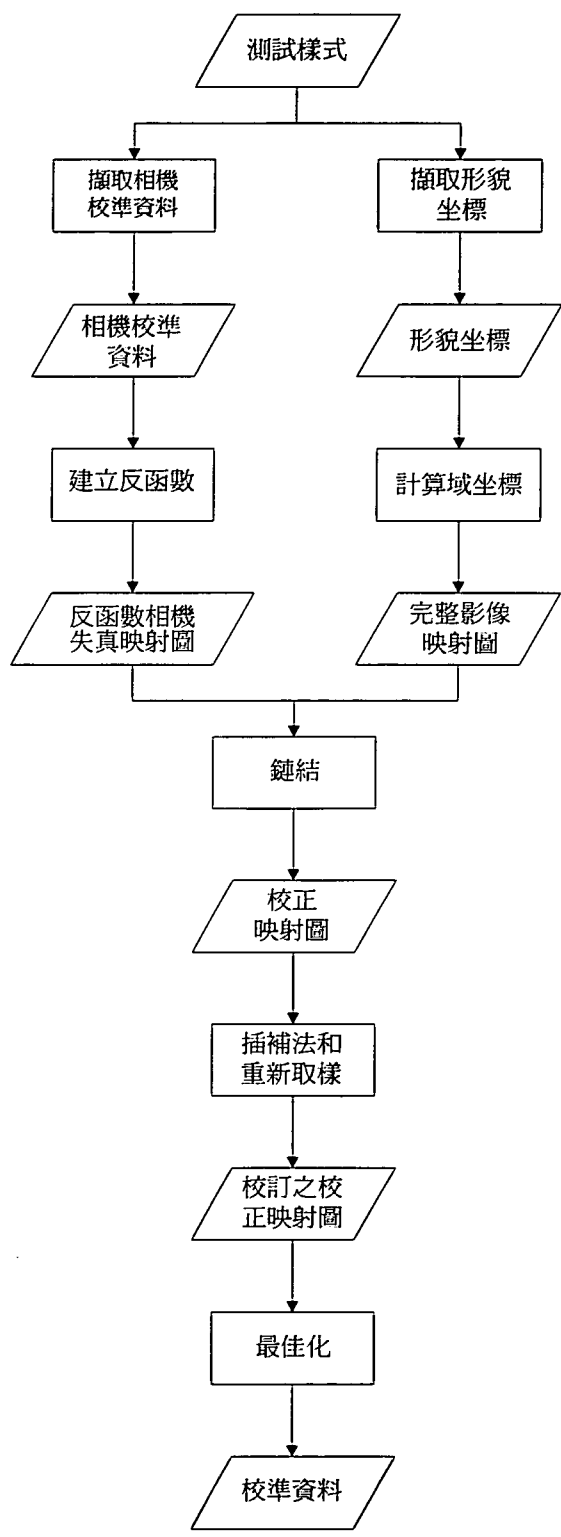


第 4 圖

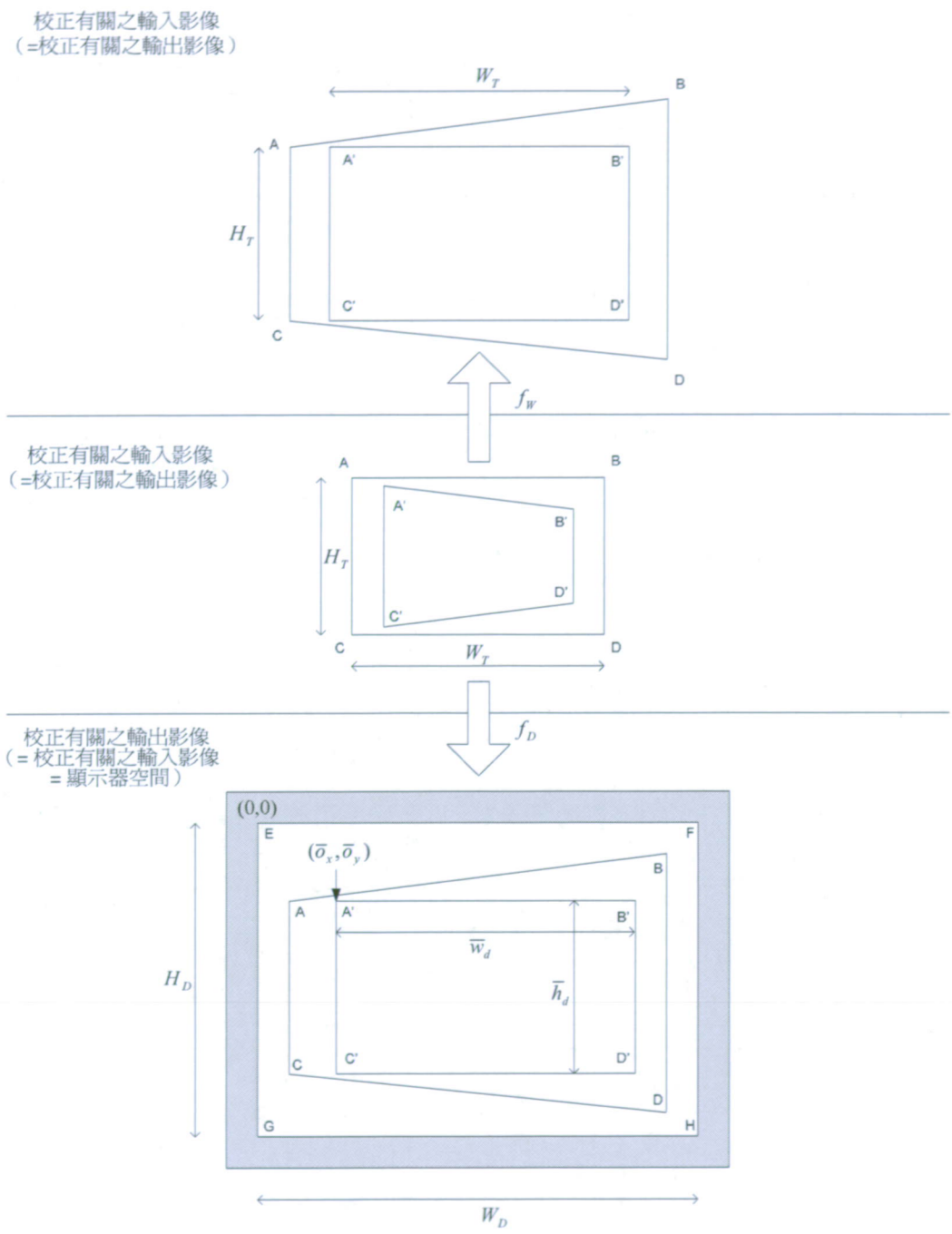
輸入空間



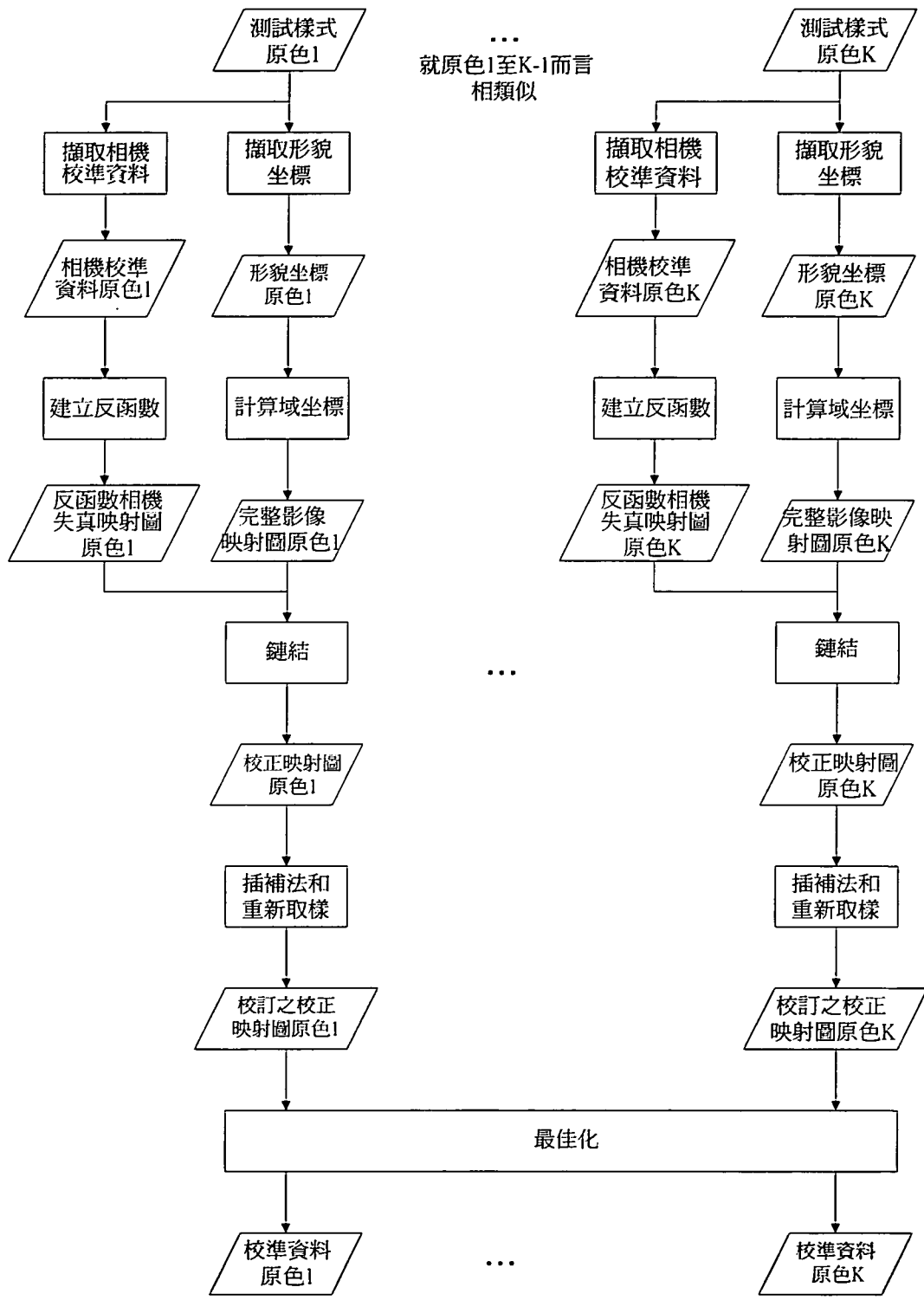
第5圖



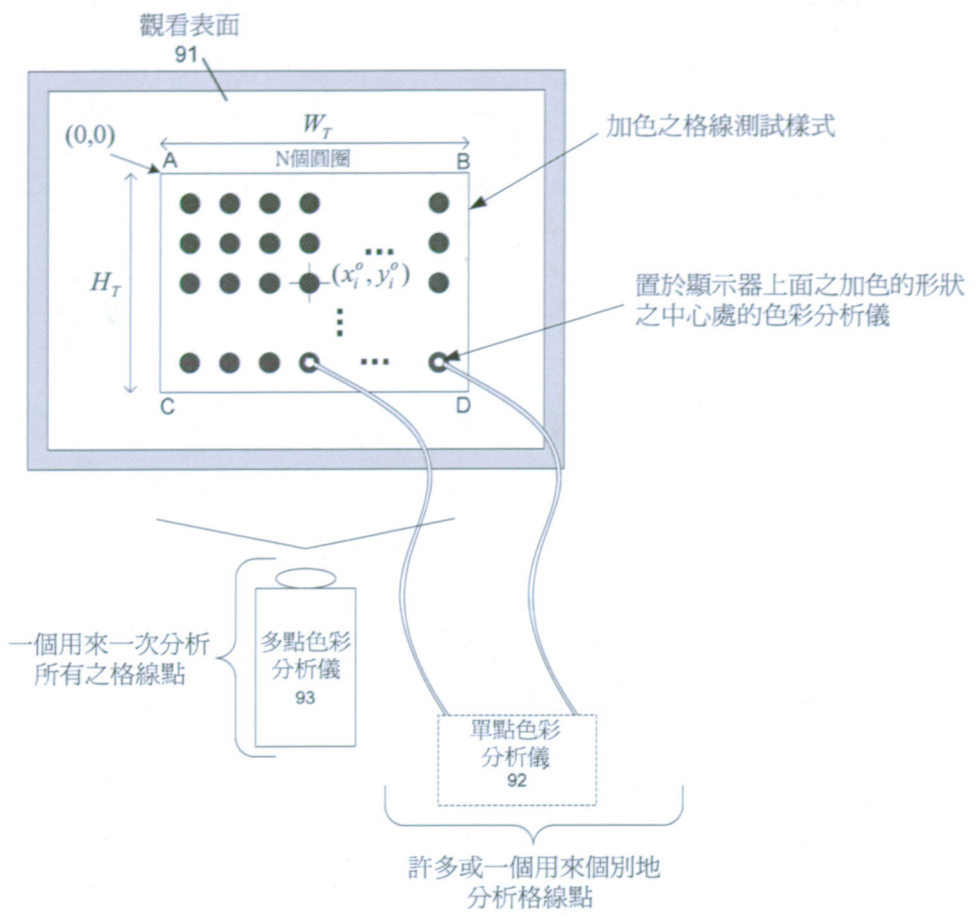
第 6 圖



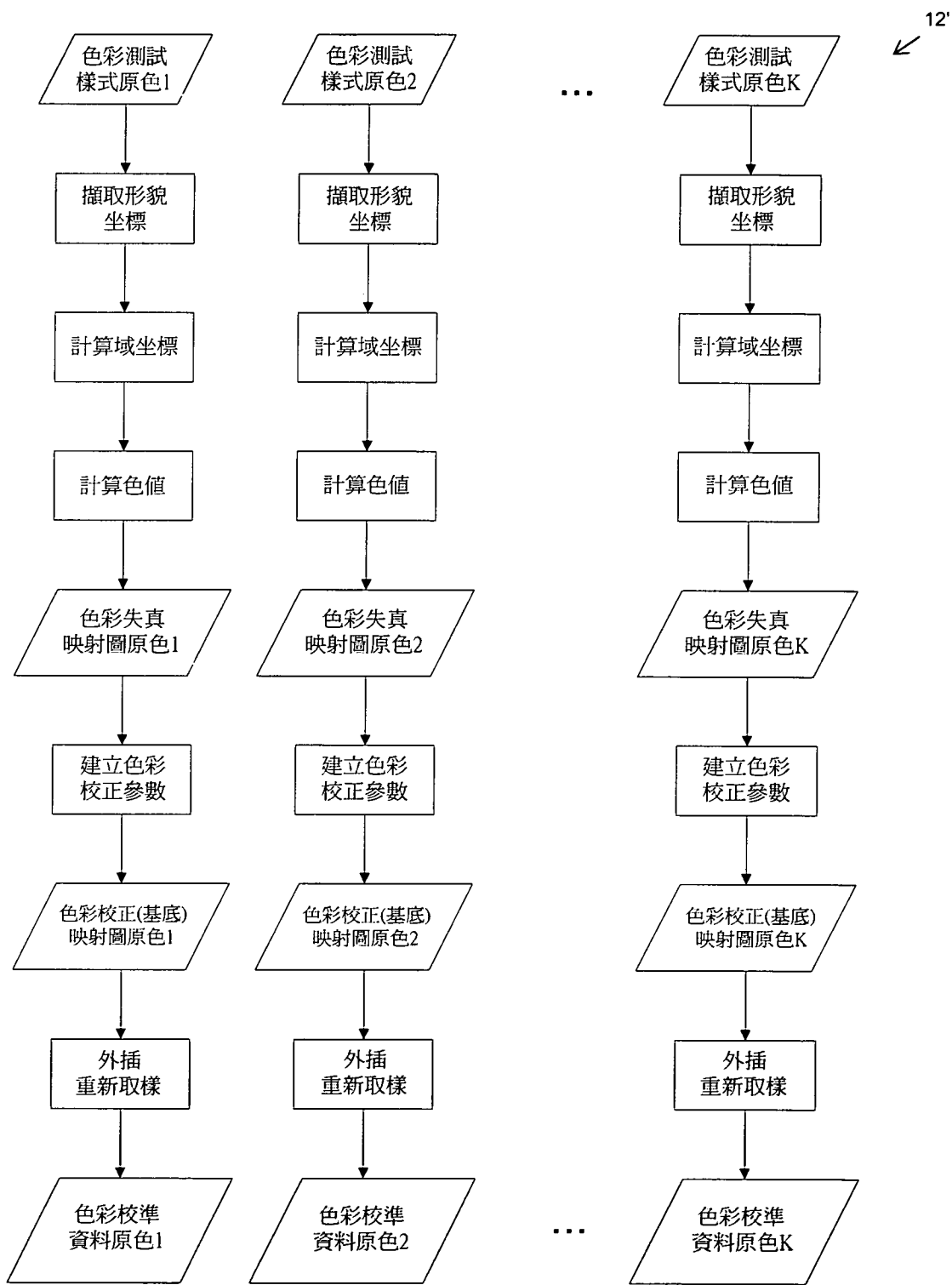
第7圖



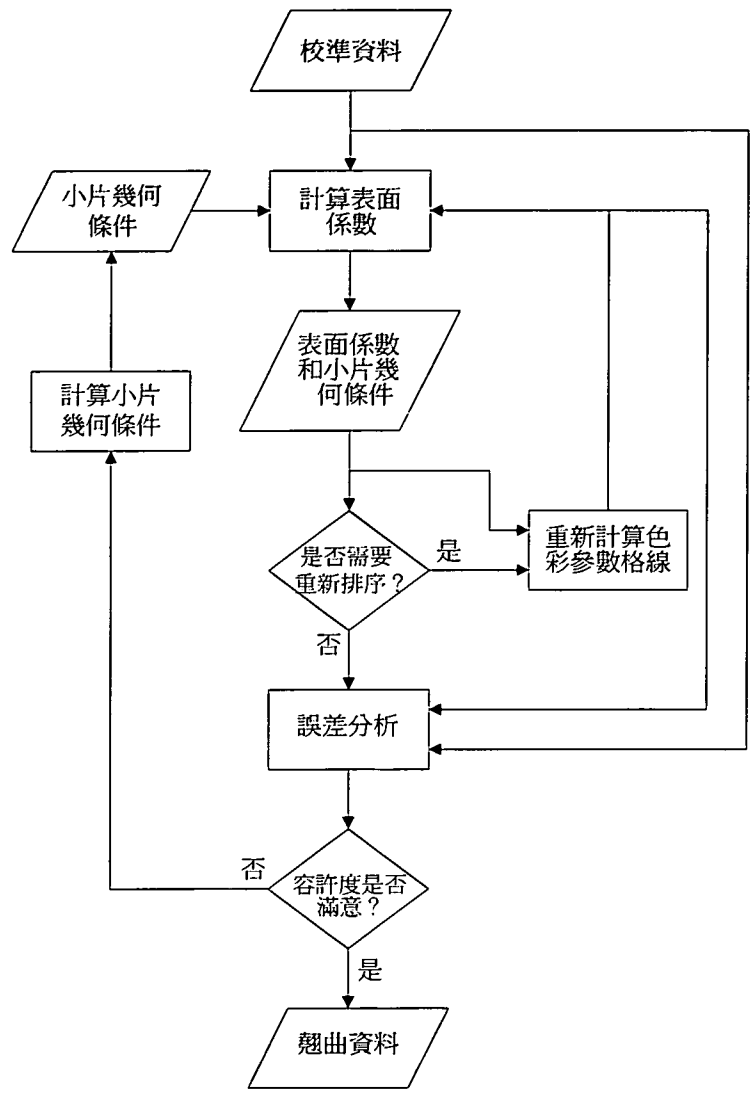
第 8 圖



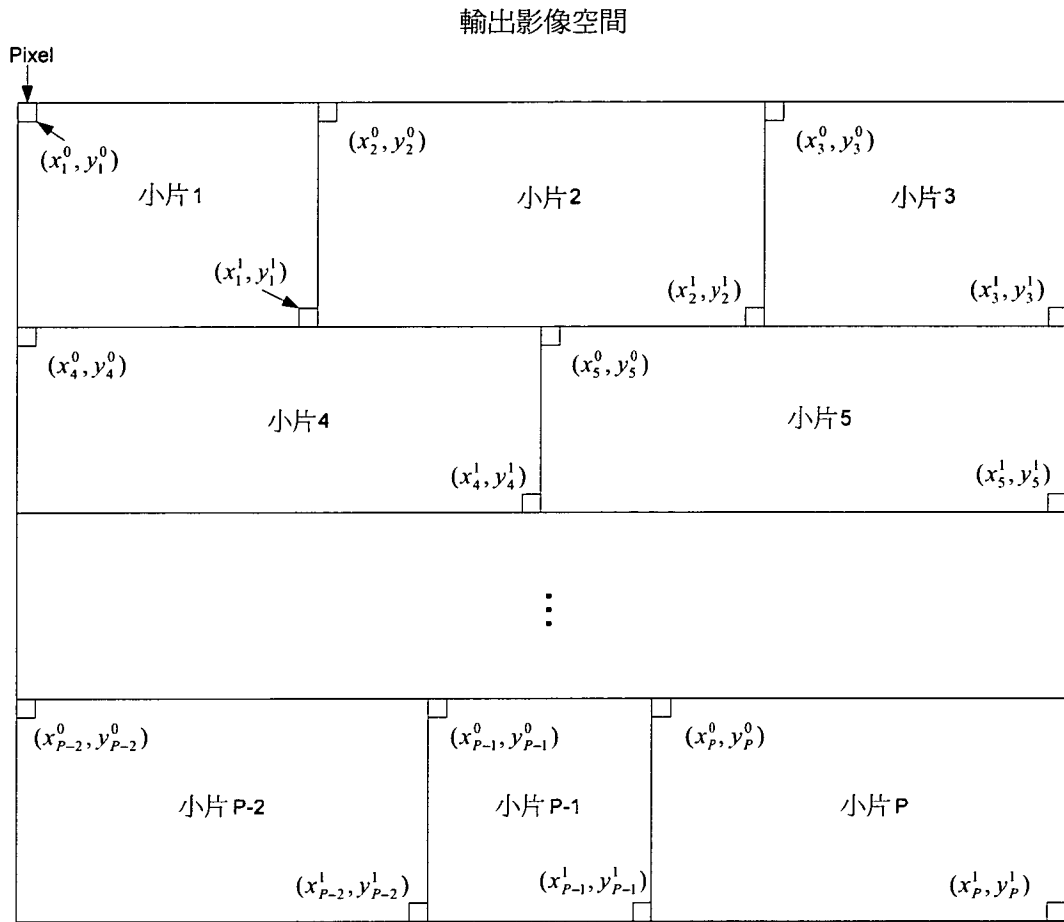
第 9 圖



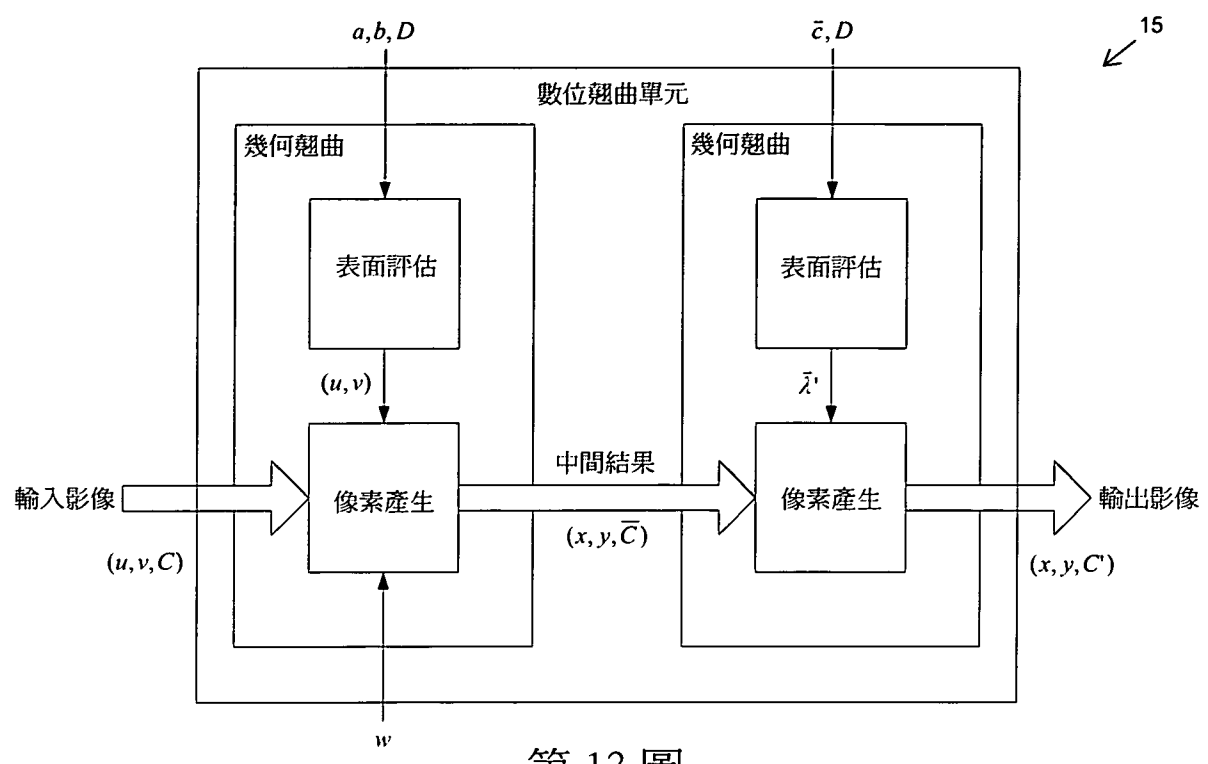
第 10 圖



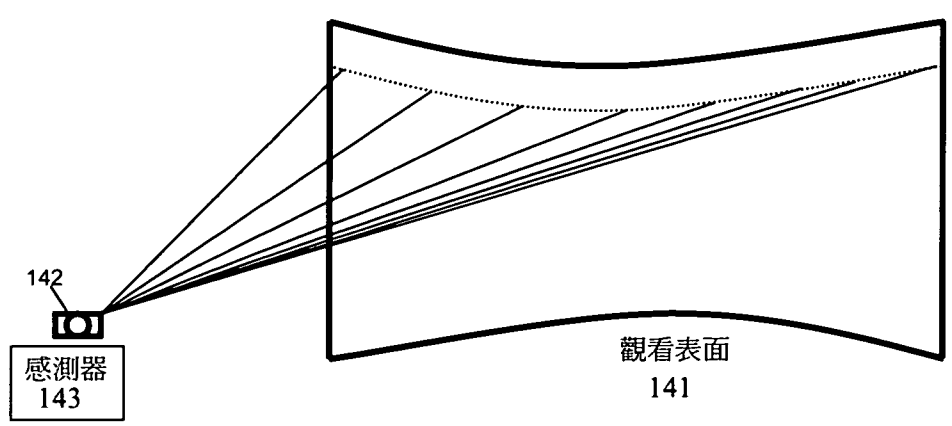
第 11 圖



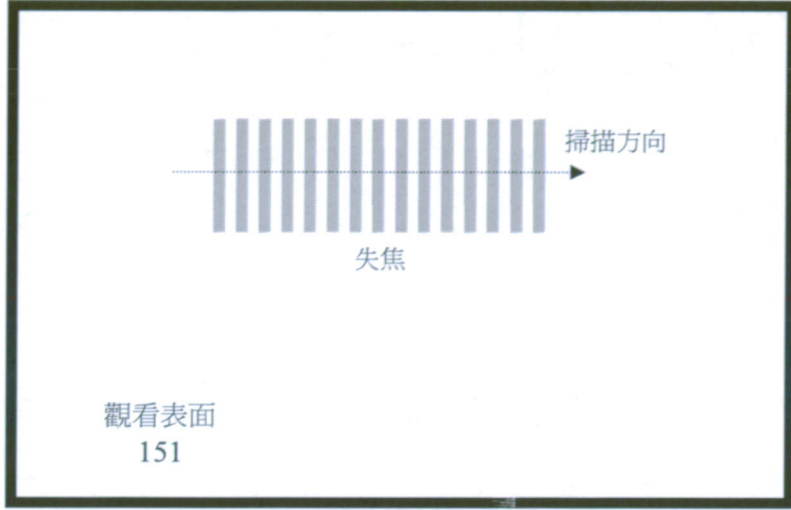
第 12 圖



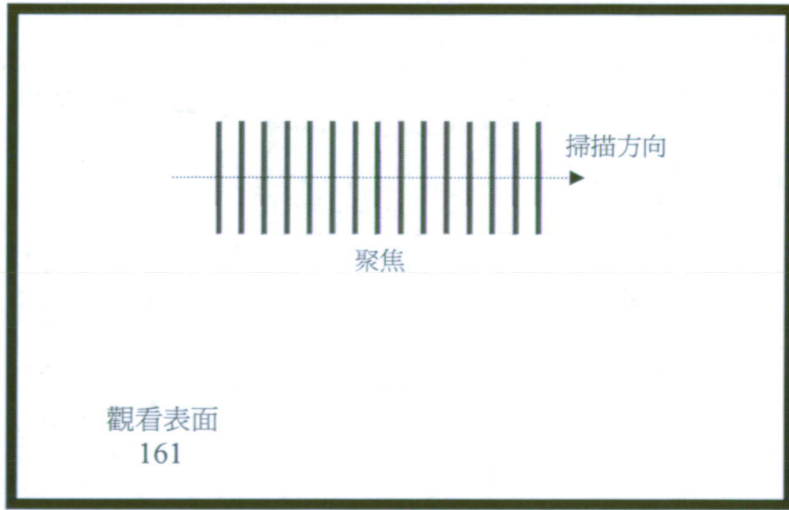
第 13 圖



第 14 圖

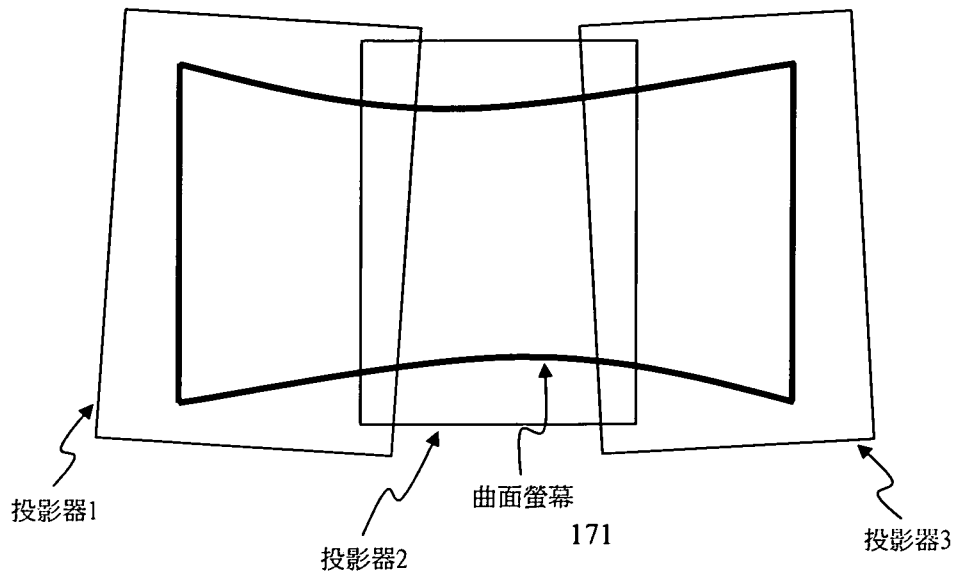


第 15 圖

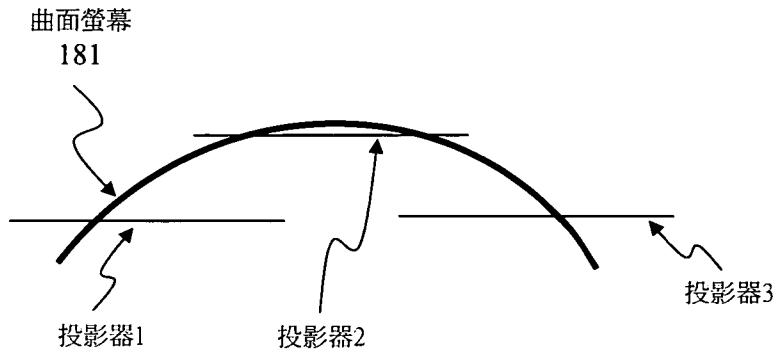


第 16 圖

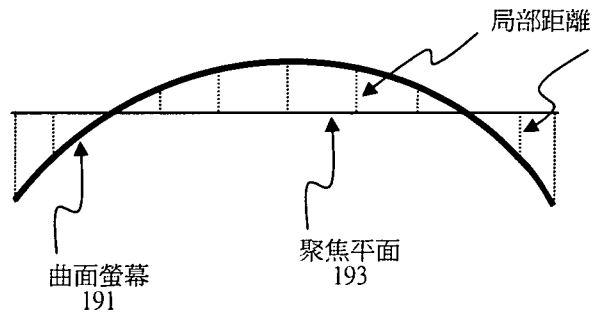
掃描方向



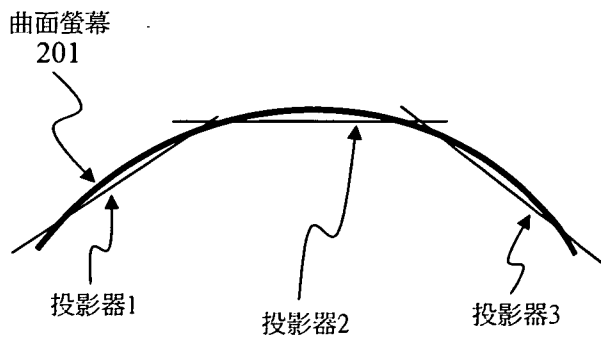
第 17 圖



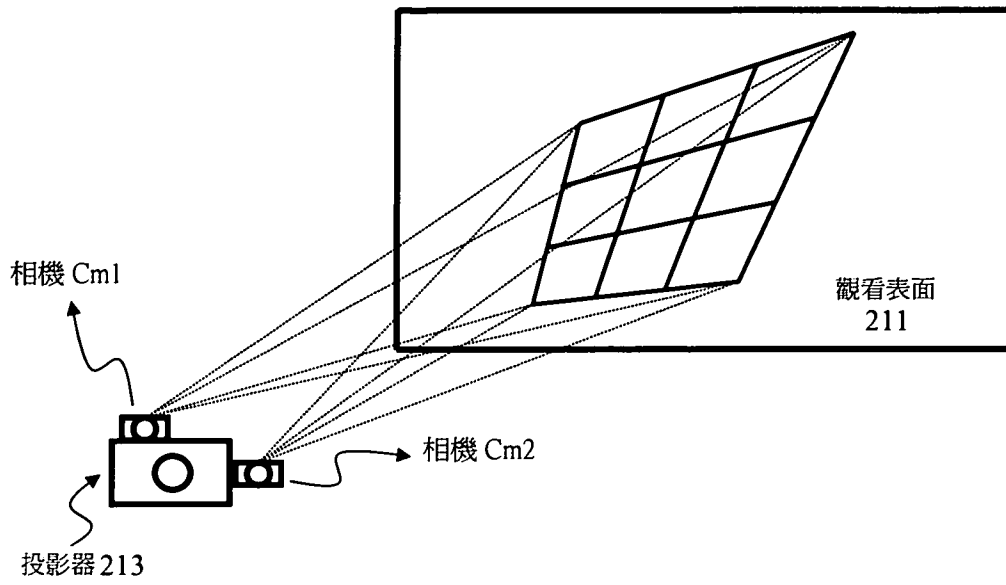
第 18 圖



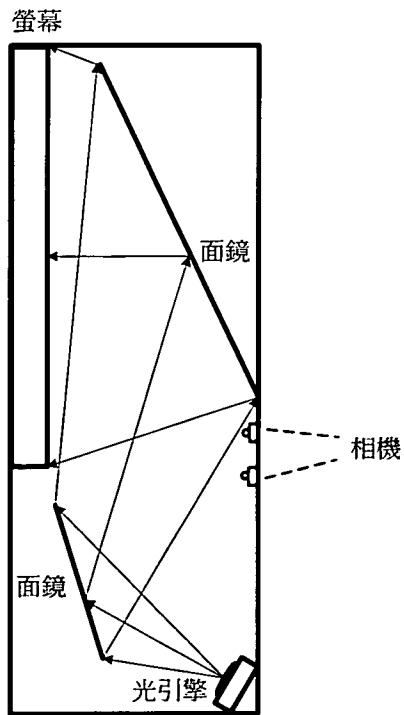
第 19 圖



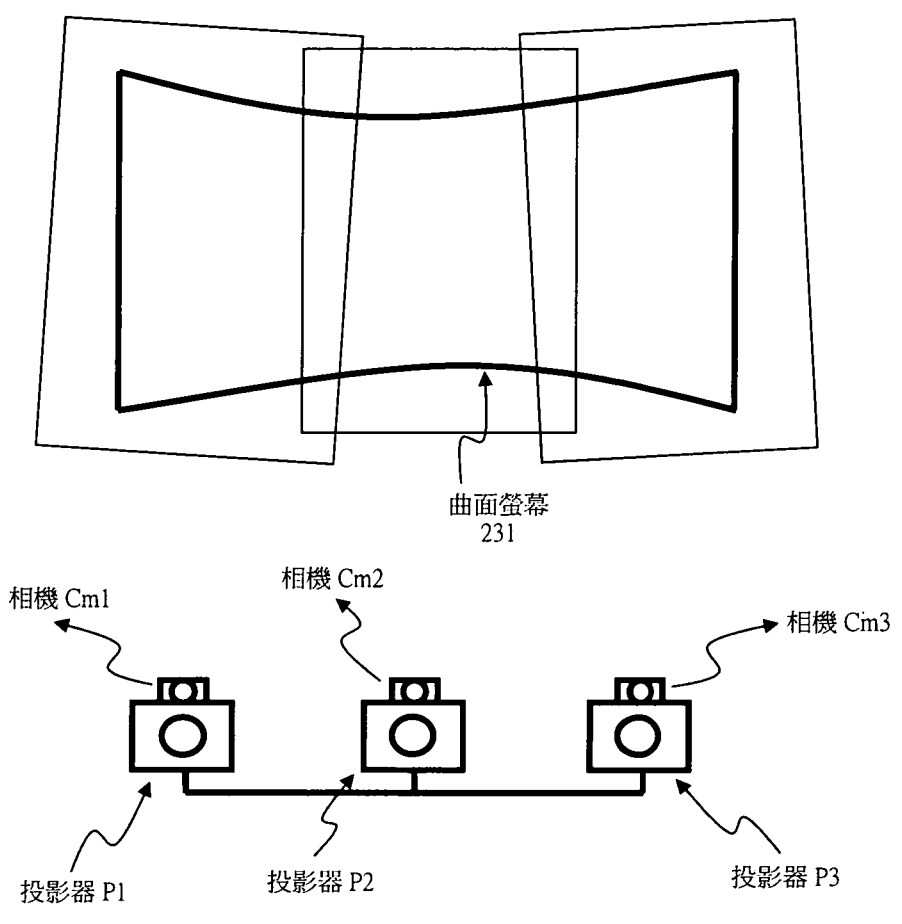
第 20 圖



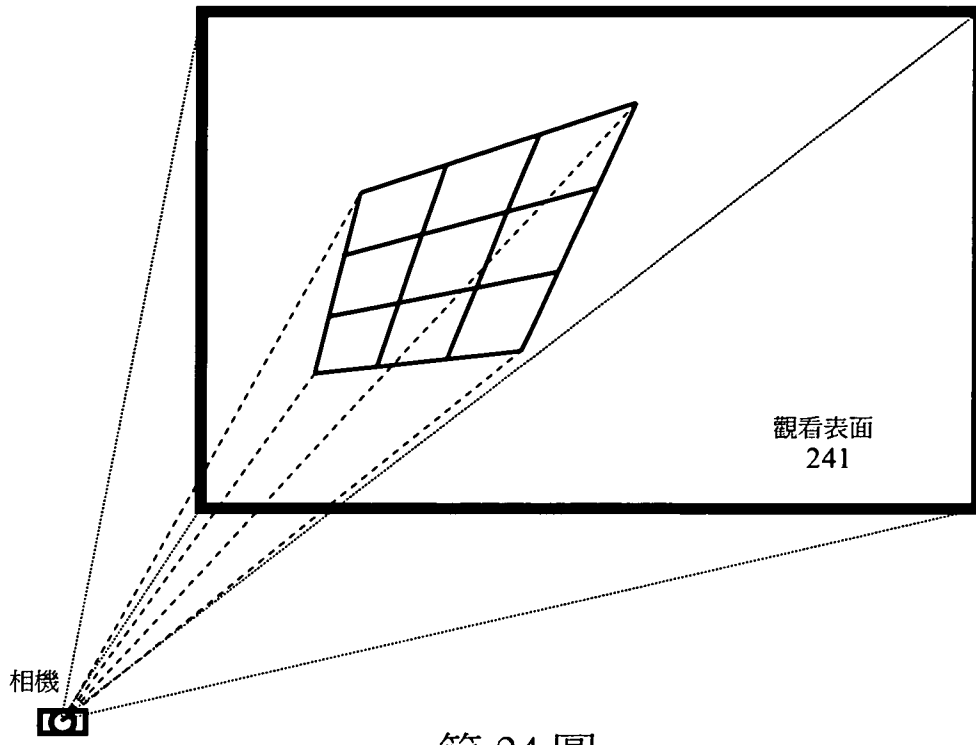
第 21 圖



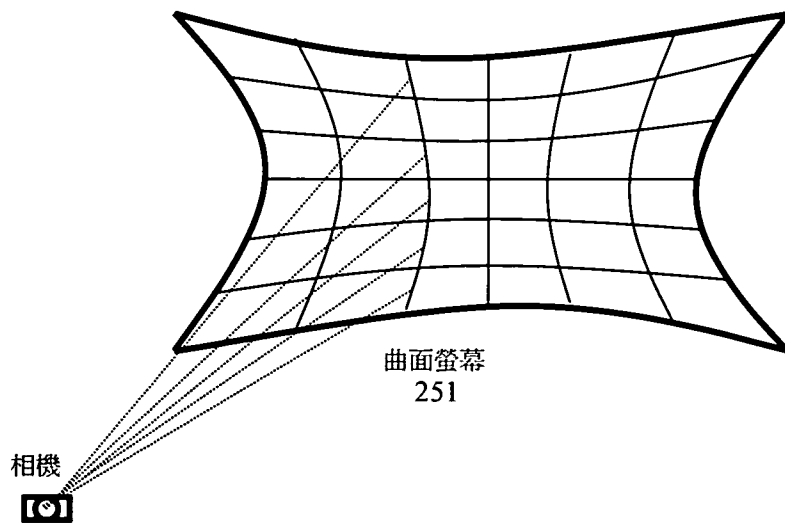
第 22 圖



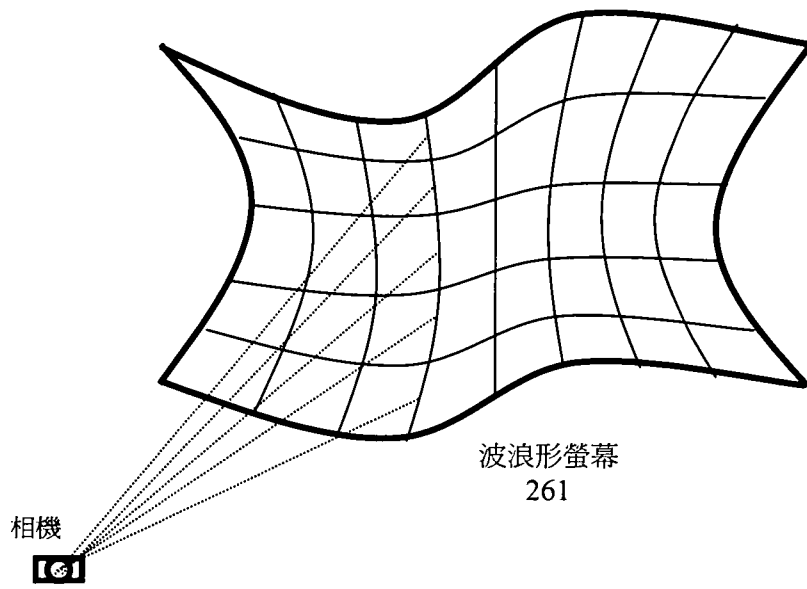
第 23 圖



第 24 圖



第 25 圖



第 26 圖