公告本

發明專利說明書

（本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫）

※申請案號：97138645

※申請日期：97.10.08　　※IPC 分類：H04N 7/01

一、發明名稱：低角度內插裝置及其方法
Apparatus and Method for Low Angle Interpolation

二、申請人　：（共 1 人）

姓名或名稱：矽統科技股份有限公司
SILICON INTEGRATED SYSTEMS CORP.
代表人：陳文熙 / WEN-CHI CHEN
住居所地址：新竹市公道五路二段180號
NO. 180, KUNG TAO 5 RD., SEC. 2, HSIN CHU CITY , TAIWAN, R.O.C.
國籍：中華民國 / R.O.C.

三、發明人　：（共 1 人）

姓名：徐正運 / HSU, JENG-YUN
國籍：中華民國 / R.O.C.

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。

☐ 主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數　順序註記】

1.

2.

☐ 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；申請案號數　順序註記】

1.

2.

☐ 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。

五、中文發明摘要：

本發明提供一種低角度內插裝置，包含一低角度運算電路、一方向決定電路、一後處理電路、一內插器及一列緩衝器，係根據近似三角形的右角度運算矩陣及左角度運算矩陣，計算絕對誤差總和，以正確偵測稜線並有效減少鋸齒影像。

六、英文發明摘要：

A low angle interpolation apparatus is disclosed, which includes a low angle calculating circuit, a direction deciding circuit, a post-processing circuit, an interpolator and a row buffer. According to a right-angle operating matrix and a left-angle operating matrix whose outlines suggest a triangle, the invention calculates SAD values for right angles and left angles to correctly detect edges, thereby minimizing jaggies and frequency alias.

七、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 低角度內插裝置

210 低角度運算電路

220 方向決定電路

230 後處理電路

240 內插器

250 適應性五點中值濾波器

260 列緩衝器

280 圖場

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明有關影像處理技術，尤有關於一種低角度內插(low angle interpolation)裝置及其方法。

【先前技術】

去交錯（deinterlacing）是將交錯式（interlace）影像訊號轉換為漸進式（progressive）影像訊號的一種程序，一般分為單一場去交錯(intra-field deinterlacing)、場間去交錯(intra-field deinterlacing)、動態適應性(motion adaptive)去交錯及動態補償(motion compensated)去交錯等等。而低角度內插法是屬於單一場去交錯之其中之一種方法，觀念很簡單，係藉由偵測稜線(edge)及找出該稜線方向(edge direction)或角度，再沿著該稜線方向來進行內插。

至於如何正確偵測稜線及得到正確稜線方向以有效減少鋸齒影像及頻率混疊(frequency alias)現象之發生，實為目前業界面對的一大挑戰。

【發明內容】

有鑒於上述問題，本發明目的之一為提供一種低角度內插裝置，係根據似三角形的右角度運算矩陣及左角度運算矩陣，計算絕對誤差總和(sum of absolute difference，SAD)，以正確偵測稜線並有效減少鋸齒影像。

為達成上述目的，本發明之低角度內插裝置，係用以

根據一圖場中相鄰的一第一掃描線與一第二掃描線，產生一條位於該第一掃描線與該第二掃描線之間的一內插掃描線，該裝置包含：一低角度運算電路，接收該第一掃描線之所有亮度值與該第二掃描線之所有亮度值，根據一右角度運算矩陣及一左角度運算矩陣，計算及比較該內插掃描線中每一像素之所有角度的絕對誤差總和，以產生該內插掃描線中每一像素之複數個運算參數值；一列緩衝器，用以儲存上一條內插掃描線之所有像素之最終內插方向；一方向決定電路，耦接至該列緩衝器及該低角度運算電路，根據該內插掃描線中每一像素之該些運算參數值及上一條內插掃描線之所有像素之最終內插方向，決定該內插掃描線中每一像素之臨時內插角度；一後處理電路，耦接至該列緩衝器及該方向決定電路，根據該內插掃描線中所有像素之臨時內插角度及上一條內插掃描線之所有像素之最終內插方向，進行內插方向校正處理，以決定該內插掃描線中每一像素之最終內插角度及最終內插方向；以及，一內插器，耦接至該後處理電路，接收該內插掃描線中每一像素之最終內插角度、該第一掃描線中所有像素之亮度值與色度值及該第二掃描線中所有像素之亮度值與色度值，並根據該右角度運算矩陣及該左角度運算矩陣，計算該內插掃描線中每一像素之色度誤差絕對值，並據以進行該最終內插角度之內插處理或九十度內插處理，進而得到該內插掃描線中每一像素之亮度值及色度值；其中，該最終內插角度及該臨時最終內插角度均包含內插方向之資訊。

本發明另一個目的為提供一種低角度內插方法，係用以根據一圖場中相鄰的一第一掃描線與一第二掃描線，產生一條位於該第一掃描線與該第二掃描線之間的一內插掃描線，該方法包含以下步驟：根據該第一掃描線之所有亮度值、與該第二掃描線之所有亮度值、一右角度運算矩陣及一左角度運算矩陣，計算及比較該內插掃描線中每一像素之所有角度的絕對誤差總和，以產生該內插掃描線中每一像素之複數個運算參數值；根據該內插掃描線中每一像素之該些運算參數值及上一條內插掃描線之所有像素之最終內插方向，決定該內插掃描線中所有像素之臨時內插角度；根據該內插掃描線中所有像素之該臨時內插角度及上一條內插掃描線中每一像素之最終內插方向，進行內插方向校正處理，以決定該內插掃描線中所有像素之最終內插角度及最終內插方向；以及，根據該內插掃描線中每一像素之最終內插角度、該第一掃描線中所有像素之亮度值與色度值、該第二掃描線中所有像素之亮度值與色度值，該右角度運算矩陣及該左角度運算矩陣，計算該內插掃描線中每一像素之色度誤差絕對值，並據以進行該最終內插角度內插處理或九十度內插處理，進而得到該內插掃描線中每一像素之亮度值及色度值；其中，該最終內插角度及該臨時最終內插角度均包含內插方向之資訊。

茲配合下列圖示、實施例之詳細說明及申請專利範圍，將上述及本發明之其他目的與優點詳述於後。

【實施方式】

本發明之低角度內插裝置可以利用硬體、軟體、韌體(firmware)之其中之一、或前三者之任意組合來實施，例如：純硬體實施的例子為一現場可程式邏輯閘陣列(field programmable gate array，FPGA)設計、或一特殊應用積體電路(application specific integrated circuit，ASIC)設計，而硬體與韌體合併實施的例子為一數位信號處理器(digital signal processor，DSP)及其內建韌體之組合。

第1圖顯示一圖場的局部區域，在去交錯過程中，已存在之掃描線及需進行內插之掃描線之關係示意圖。參考第1圖，每一個圓圈代表一個像素，其中的實線圓圈共有四列，表示已知像素值(Y、U、V資訊)之掃描線；而虛線圓圈共有三列，表示該圖場中需進行內插之掃描線，其像素值目前未知。

第2圖為本發明低角度內插裝置之一實施例的架構示意圖。參考第2圖，本發明低角度內插裝置200包含一低角度運算電路210、一方向決定電路220、一後處理電路230、一內插器240、一適應性五點中值濾波器(adaptive 5-point median filter)250及一列緩衝器260。低角度內插裝置200用以接收一圖場280(以下以NTSC訊號為例作說明，係由240條掃描線所組成，而每條掃描線包含720個像素，每一像素均包含Y、U、V資訊)中之任二條相鄰掃描線(假設為第1圖之L(i-1)、L(i+1))，以產生一條位於其間之內插掃描線(假設為第1圖之L(i))。

第3A圖與第3B圖顯示本發明之右角度運算矩陣與左角度運算矩陣之一實施例。第3A圖與第3B圖的橫軸

表示像素位置索引值，位置索引值為0之處係對齊目前內插掃描線 L(i)將要計算絕對誤差總和(sum of absolute difference，SAD)的像素。在本實施例中，縱軸共有十種角度索引值，角度索引值越小角度越接近九十度，而角度索引值越大角度越低、越接近水平。需注意的是，角度索引值還包含內插方向的資訊，如第3A圖之角度索引值均為奇數，表示內插方向為右角度；而第3B圖之角度索引值為偶數，表示內插方向為左角度；至於角度索引值等於0時，則表示內插方向為九十度。另外，圖中每一種角度均包含一對上矩陣與下矩陣，計算SAD值時，上矩陣套用在掃描線 L(i-1)，而下矩陣套用在掃描線 L(i+1)。從圖中可以觀察到，右角度運算矩陣與左角度運算矩陣的形狀近似於三角形，角度索引值越大(角度越低)，其相對應的一對上矩陣與下矩陣運算矩陣的寬度越寬(橫軸)，參考的像素點越多，表示在計算SAD值時，除非真的有低角度稜線的存在，否則不容易挑到低角度。當上矩陣與下矩陣的寬度為奇數點時，其中心各有一個深色點；而當上矩陣與下矩陣的寬度為偶數點時，其中心各有二個深色點，這些深色點是在其相對應之角度索引值當作最後內插角度時，內插器240當作內插用的參考點。

請注意，以上為方便解釋，將第3A圖與第3B圖的縱軸分為十種角度，但本發明不以此為限，實際應用時，只要右角度運算矩陣與左角度運算矩陣的整體形狀近似於三角形，無論斜率大小及角度索引值多寡，都屬本發明之範疇。

低角度運算電路210接收圖場280之二條相鄰掃描線L(i-1)、L(i+1)之所有像素之亮度值(在第2圖中以L(i-1)_Y、L(i+1)_Y來表示)，根據第3A圖之右角度運算矩陣與第3B圖之左角度運算矩陣，為內插掃描線L(i)的每一個像素(從左到右，共720個像素)計算九十度的絕對誤差總和sad_n、10個不同右角度的SAD值及10個不同左角度的SAD值，並比較10個左角度SAD值大小及10個右角度SAD值大小，以得到右角度絕對誤差最小總和min_sad_r及其角度angle_r、左角度絕對誤差最小總和min_sad_l及其角度angle_l與九十度的絕對誤差總和sad_n。請注意，本說明書中的角度angle_r、angle_l、angle_lr、angle_t及angle_f均利用角度索引值表示其角度。

以下介紹本發明低角度運算電路210如何搭配第3A圖之右角度運算矩陣來計算右角度絕對誤差總和sad_r及九十度的絕對誤差總和sad_n。以計算第1圖內插掃描線L(i)的第n個像素(即p(i,n))之右角度6的SAD值為例，第3A圖之角度6包含一對寬度等於4的上矩陣與下矩陣，上矩陣套用在掃描線L(i-1)之像素p(i-1,n)~p(i-1,n+3)，而下矩陣套用在掃描線L(i+1)之像素p(i+1,n-3)~ p(i+1,n)。第1圖像素p(i,n)之角度6的SAD值等於上下矩陣中取相同角度之像素間亮度差絕對值的總和，也就是sad_r(6)=abs(y(i-1,n+3)-y(i+1,n))+ abs(y(i-1,n+2)–y(i+1,n-1))+abs(y(i-1,n+1)-y(i+1,n-2))+abs(y(i-1,n)-y(i+1,n-3))。由於其他角度(九十度除外)的SAD計算方式

都相同，在此不再贅述。低角度運算電路 210 利用上述方式初步計算出十個右角度絕對誤差總和 sad_r(2)~ sad_r(20) 及十個左角度絕對誤差總和 sad_l(1)~ sad_l(19)。

至於第 1 圖像素 p (i,n)之九十度的絕對誤差總和 sad_n=abs(y(i-1,n-1)-y(i+1,n-1))×w0+abs(y(i-1,n)-y(i+1,n))×w1+abs(y(i-1,n+1)-y(i+1,n+1))×w2.....(1)。在本實施例中，參數 w0=w2=0.25，w1=0.5，而在其他實施例中，參數 w0、w1、w2 則可依據影像內容來調整。

接下來，低角度運算電路 210 利用三個補償單元來分別補償十個右角度絕對誤差總和 sad_r(2)~ sad_r(20)、十個左角度絕對誤差總和 sad_l(1)~ sad_l(19)及九十度的絕對誤差總和 sad_n 後，才開始比較 SAD 值大小。以下介紹三個補償單元(圖未示)。

第一個漸層補償單元是應用於九十度角的 SAD 補償。第 4 圖顯示具有相反漸層效果的局部掃描線 L(i-1)、L(i+1)的一個例子。參考第 4 圖，掃描線 L(i-1)、L(i+1)在像素 p(i,n)的附近呈現相反漸層、但亮度接近的現象，雖然觀察者可以看到畫面上一個明顯的右角度稜線，但若依照上述方程式(1)來計算 sad_n 時，最後得到的 sad_n 值會偏小，故方向決定電路 220 極可能選到九十度作為臨時內插方向 dir_t，結果像素 p(i,n)被內插出來的亮度值會偏向白色，而使得影像中的右角度稜線看起來有斷掉之不連續現象。為避免此現象，本發明對上述 sad_n 值再加上一個漸層補償值 sad_nc =

$$abs((y(i-1,n-2)-y(i-1,n-1))-(y(i+1,n-2)-y(i+1,n-1))\times w3+$$
$$abs((y(i-1,n-1)-y(i-1,n))-(y(i+1,n-1)-y(i+1,n))\times w4+$$
$$abs((y(i-1,n)-y(i-1,n+1))-(y(i+1,n)-y(i+1,n+1))\times w4+$$
$$abs((y(i-1,n+1)-y(i-1,n+2))-(y(i+1,n+1)-y(i+1,n+2))\times w3 \quad ....(2)$$

其中，參數 w3、w4 可依據影像內容來調整大小。上述漸層補償值 sad_nc 之方程式(2)主要是利用掃描線 L(i-1)、L(i+1) 呈現漸層效果時，在一漸層視窗(寬度等於 5)內水平及垂直方向上產生的亮度差異絕對值總和，來補償 sad_n。因此，當掃描線 L(i-1)、L(i+1)是反方向漸層時，sad_nc 值會偏大，使得像素 p(i,n)補償後的九十度的絕對誤差總和(sad_n=sad_n+sad_nc)變大，最後方向決定電路 220 選到九十度的機率會變小，而低角度被選到的機率則增加，避免了上述的稜線不連續現象。另一方面，若掃描線 L(i-1)、L(i+1)是同方向漸層或無漸層時，得到的 sad_nc 值偏小，比較不會影響最後方向決定電路 220 選到九十度的機率。在另一實施例中，sad_nc 可設一極限值，若超過及極限值即以極限值取代，以避免過度補償。請注意，本發明並未限制漸層視窗的寬度，可視需要來調整。

第二個裂角補償單元是應用於右角度與左角度的 SAD 補償。第 5A 圖是經過裂角補償後的理想內插影像，第 5B 圖是未經裂角補償處理的內插影像。第 5B 圖的例子因為沒有進行裂角偵測，故在分別比較像素 a、b、c、d 各自的 SAD 值時，會發現左角度絕對誤差總和值 sad_l 最小，而容易被內插為白色，進而在 L 型稜線的邊緣形成一個裂角。第 5C 圖顯示一圖場中一條稜線及其二端終點

的一個例子。為偵測一個像素是否為位於稜線的終點(即裂角偵測)，本發明係以橫跨上下三條掃描線的像素亮度差異絕對值(垂直方向)做判斷，如第 5C 圖中的直立虛線框所示。以偵測像素 p(i-1, n+6) 是否為位於稜線的終點為例，若像素 p(i-1, n+6)及 p(i-3,n+6)間的亮度差異絕對值以及 p(i-1, n+6)及 p(i+1,n+6)間的亮度差異絕對值均小於一臨界值 th1，即 abs(y(i-3,n+6)-y(i-1,n+6))<th1 && abs(y(i-1,n+6)- y(i+1,n+6))<th1，則本發明會將像素 p(i-1, n+6)當作位於稜線的終點，並將像素 p(i-1, n+6)的裂角旗號設為 1(亦即 break(i-1,n+6)=1)，否則，裂角旗號 break(i-1,n+6)=0。

本發明觀察到，計算內插掃描線 L(i)任一像素的十個 sad_r 值及 sad_l 值時均會使用到十組不同寬度的上矩陣及下矩陣，若一組上矩陣及下矩陣的視窗和稜線終點重疊的程度越高，則裂角的機率越大，故必須統計每一角度之上矩陣及下矩陣的視窗和稜線終點重疊的程度，亦即累加每一角度之上矩陣及下矩陣的視窗範圍內所有像素之裂角旗標值，以補償該角度的 SAD 值。以第 5B 圖的例子而言，就必須補償像素 a、b、c、d 的左角度絕對誤差總和值 sad_l，以減少方向決定電路 220 挑到左角度的機率，進而避免上述裂角問題。以補償第 5C 圖的像素 p(i, n)之 sad_r(4)值為例，根據第 3A 圖之右角度運算矩陣，右角度 4 包含一對寬度等於 3 的上矩陣與下矩陣，本發明先累加上矩陣所套用之像素 p(i-1,n)、p(i-1,n+1)、p(i-1,n+2)之裂角旗號值，及下矩陣套用之像素 p(i+1,n-2)、p(i+1,n-1)、

p(i+1,n)之裂角旗號值，以補償至像素 p(i, n)之右角度 4 的 SAD 值，補償方法如下：

```
sad_c(4) = (break(i-1,n) + break(i-1,n+1) + break(i-1,n+2)
+ break(i+1,n) + break(i+1,n-1) + break(i+1,n-2))
if (sad_c(4) > break_th1(4))
   sad_r(4) = sad_r(4)+ (sad_c(4) * break_th2)
else
   sad_r(4) = sad_r(4)
```

其中，允許值 break_th1 為角度索引值之函式，意謂不同角度索引值允許不同數量的裂角旗號值，超過允許值 break_th1 之裂角旗號值才會貢獻對應之補償值 sad_c 於 sad_r。由於其他角度(九十度除外)的 SAD 補償方式都相同，在此不再贅述。

第三個斜率補償單元是應用於所有角度的 SAD 補償。請注意，這個斜率補償機制並非必須實施的，係應用在一些特定的情況，例如：第 3A 圖的右角度運算矩陣及第 3B 圖的左角度運算矩陣的斜率設太斜或太陡，而且該斜率是以硬體實施、不方便再更改時，就可以啟動這個斜率補償機制。若左(右)角度運算矩陣的斜率太斜，表示上下矩陣的寬度很寬，低角度比較不容易被選上，此時，本發明可藉由調整各角度的 SAD 值來達到反向調整左(右)角度運算矩陣的斜率之功效。斜率補償單元之一實施例之方程式如下：

```
sad_n= sad_n+10 × step
for i=1 to 10
```

sad_r(2×i)= sad_r (2×i)+(10-i) × step;

sad_l(2×i-1) = sad_l(2×i-1) + (10-i) × step;

end

從上面方程式可以觀察到，角度索引值越大時，補償值越小，近似於將左(右)角度運算矩陣的斜率變陡(即三角形的底變窄)的效果，使得低角度比較容易被選上。反之，若左(右)角度運算矩陣的斜率太陡，就可以設計另一個方程式使得角度索引值越大時，補償值也越大，即可達到反向調整左(右)角度運算矩陣的斜率的功效，使得低角度比較不容易被選上。

在經過上述三個補償單元的補償後，低角度運算電路210為內插掃描線 L(i)的每一個像素(從左到右，共 720 個像素)，以一次處理一個像素的方式，比較右角度 10 個不同的 sad_r 值以得到右角度絕對誤差最小總和 min_sad_r 及其角度 angle_r、及比較左角度 10 個不同的 sad_l 值以得到左角度絕對誤差最小總和 min_sad_l 及其角度 angle_r，最後將 min_sad_r、 angle_r、min_sad_l、 angle_l 與 sad_n 輸出至方向決定電路 220。

列緩衝器 260 係儲存上一條內插掃描線 L(i-2)之所有像素的最終內插方向 dir_f，在本實施例中，每一像素係以二個位元來表示其最終內插方向為右角度、左角度及九十度之其中之一，故列緩衝器 260 的大小必須大於或等於 720x2 位元。

第 6 圖顯示本發明方向決定電路一實施例之架構圖。參考第 6 圖，方向決定電路 220 包含一左右決定電路

610及一選取電路620。方向決定電路220以一次處理一個像素(pixel by pixel)的方式，根據內插掃描線L(i)中所有像素之min_sad_r、min_sad_l、angle_r、angle_r、sad_n及列緩衝器260所儲存之上一條內插掃描線L(i-2)中所有像素之最終內插方向dir_f，以決定內插掃描線L(i)之每個像素之臨時內插角度angle_t。方向決定電路220接收內插掃描線L(i)的每一個像素之min_sad_r及min_sad_l後，首先根據下列六個不同方程式，以分配一個最相符的方向旗標給每一像素。

SR => min_sad_l > (min_sad_r + big_dif)

GR => min_sad_l > (min_sad_r + normal_dif)

WR => (min_sad_l > min_sad_r) && (min_sad_l <= (min_sad_r + normal_dif))

SL => min_sad_r > (min_sad_l + big_dif)

GL => min_sad_r > (min_sad_l + normal_dif)

WL => (min_sad_r > min_sad_l) && (min_sad_r <= (min_sad_l + normal_dif))

其中，參數big_dif必需大於參數normal_dif，而左角度方向旗標之強度排序是：SL＞GL＞WL，右角度方向旗標之強度排序則是：SR＞GR＞WR。

在一整列剛分配到方向旗標之像素中，若方向旗標的強度在SL或GL之上，可直接判定該像素之內插方向為左角度，而若方向旗標的強度在SR或GR之上，可直接判定該像素之內插方向為右角度。至於方向旗標的強度為WL及WR時，因為方向指標性比較弱，故必須再利用以

下三個判定單元來幫忙做判斷。

GL/GR 輔助判定單元 611，係利用以下準則來做判定：連續 x 個具有 GL(或 GR)的像素可以影響其後連續 y 個具有 WL(或 WR)的像素之內插方向，其中 x、y 是可調整的。假設 x=y=3，就第 7A 圖的例子而言，從左到右先找到連續 3 個具有 GL 的像素(a3~a5)，則左角度的有效性可以擴及到跟隨在後的連續 3 個具有 WL(或 WR)的像素(a6~a8)，圖中的問號表示其內插方向仍未決定。就第 7B 圖的例子而言，從左到右因為找不到連續 3 個具有 GL 的像素，故具有 WL 或 WR 的像素之內插方向還是無法決定。

SL/SR 輔助判定單元 612，係利用以下準則來做判定：一個具有 SL(或 SR)的像素可以影響其後連續 z 個具有 WL(或 WR)的像素之內插方向，其中 z 是可調整的。假設 z=3，就第 7C 圖的例子而言，像素(b5)的方向旗標 SL 之左角度有效性可以擴及到跟隨在後的連續 3 個具有 WL 的像素(b6~b8)。

前內插掃描線輔助判定單元 613，係利用列緩衝器 260 所儲存之上一條內插掃描線 L(i-2)之所有像素之最終內插方向 dir_f，來幫忙判定內插方向仍懸而未決之像素。就第 7D 圖像素(d6)的例子而言，順著 angle_l 方向找出去的像素(c4)的方向是 L，順著 angle_r 方向找出去的像素(c11)的方向也是 L，左邊是對的右邊是錯的，所以像素(d6)的內插方向應該是左角度。就像素(d7)的例子而言，順著 angle_l 方向找出去的像素(c5)的方向是 N(九十度)，順著 angle_r 方向找出去的像素(c12)的方向是 L，左邊右

邊都是錯的，此時像素(d7)的內插方向被設定為 N(九十度)。就像素(d8)的例子而言，順著 angle_l 方向找出去的像素(c6)的方向是 L，順著 angle_r 方向找出去的像素(c12)的方向是 R，左邊右邊都是對的，此時像素(d8)的內插方向被設定為 N(九十度)。

經過上述三個單元的判定之後，左右決定電路 610 根據每一個像素之內插方向，輸出相對應方向的 min_sad_lr 及其角度 angle_lr 至方向選取電路 620，方向選取電路 620 接著比較 min_sad_lr 及 sad_n 的大小，以選取其中最小值當作 sad_t 並記錄相對應的角度索引值 angle_t，最後檢查 sad_t 有沒有大於一預設值 max_sad(angle_t)，若 sad_t 大於 max_sad(angle_t)，則將臨時內插角度 angle_t 設為九十度。

請注意，預設值 max_sad(angle_t)是角度的函數，即不同角度 angle_t 之 max_sad 值會不同。另外，在第 6 圖顯示之左右決定電路 610 的電路中，係按照 GL/GR 輔助判定單元 611、SL/SR 輔助判定單元 612 及前內插掃描線輔助判定單元 613 的順序來執行。在另一實施例中，GL/GR 輔助判定單元 611 及 SL/SR 輔助判定單元 612 的執行順序可以交換，或者可以並聯方式同時執行。

第 8 圖顯示本發明後處理電路之一實施例的架構圖。本發明後處理電路 230 包含一複雜場景分析單元 810、一衝突方向校正單元 820、一角度擴張單元 830 及一角度排除單元 840。後處理電路 230 根據內插掃描線 L(i)中所有像素之 angle_t 及上一條內插掃描線 L(i-2)中所有

像素之最終內插方向 dir_f，進行內插方向校正處理，以決定內插掃描線 L(i)中每一像素之最終內插角度 angle_f 及最終內插方向 dir_f，並將內插掃描線 L(i)中每一像素之最終內插方向 dir_f 儲存至列緩衝器 260，以及將內插掃描線 L(i)中每一像素之最終內插角度 angle_f 傳送至內插器 240。

複雜場景分析單元 810 接收內插掃描線 L(i)中所有像素之 angle_t 及掃描線 L(i-1)、L(i+1)之所有像素之亮度值(Y)，根據一場景視窗寬度，以內插掃描線 L(i)之像素 p(i, n)為中心，累計掃描線 L(i-1)、L(i+1)中水平方向上亮度差異絕對值，若亮度差異絕對值>臨界值 th2 時，代表是一個複雜場景，將像素 p(i, n) 之 angle_t 設定為九十度。如第 9 圖的例子所示，以像素 p(i, n)為中心，假設預設場景視窗寬度等於 2m+1 點(m=10，m 值是可調整的)，以每三個像素為單位，分別計算視窗內之掃描線 L(i-1)、L(i+1)中每一像素與其左右像素之亮度差異絕對值 YD，並取 YD 與臨界值 th3 間之最小值來做累計。以方程式表示如下：

YD_sum=

$$\sum_{j=-m}^{m}[\lim(abs(y(i-1,n+j)\times 2-y(i-1,n+j-1)-y(i-1,n+j+1)),th3)+$$

$$\lim(abs(y(i+1,n+j)\times 2-y(i+1,n+j-1)-y(i+1,n+j+1)),th3)]$$

若累計之亮度差異絕對值 YD_sum >臨界值 th2 時，代表視窗內是一個複雜場景，故將像素 p(i, n) 之 angle_t 設定為九十度。反之，若 YD_sum<臨界值 th2 時，代表視

窗內是一個單純場景，像素 p(i, n) 之 angle_t 維持不變。

衝突方向校正單元 820 接收內插掃描線 L(i)中所有像素之 angle_t 及列緩衝器 260 所儲存之上一條內插掃描線 L(i-2)之所有像素之最終內插方向 dir_f，來幫忙校正內插掃描線 L(i)中內插方向有衝突之像素。因為根據一般影像特性，內插方向不可能從左(或右)馬上轉成右(或左)，故有衝突的內插方向包含以下六種態樣：LR、RL、LNR、RNL、LNNR 及 RNNL，必須再確認其內插方向。第 10A 圖的例子是 LR 的態樣，衝突方向校正單元 820 找到內插掃描線 L(i)中 LR 態樣的交界後，以交界處為中心點畫一個左右對稱的衝突視窗，並確認衝突視窗中的所有像素(e4~e9)的內插方向。像素 e4~e6 的臨時內插方向分別為 L，像素 e4、e5 再順著臨時內插角度找出去的像素 f3 的方向是 N，方向是錯的，應改為 N。另一方面，像素 e7~e9 的臨時內插方向分別為 R，像素 e7~e9 順著臨時內插角度找出去的像素 g12~g14 的方向是 R，方向是正確的。

此外，第 10B 圖的例子是 LNR 的態樣，衝突方向校正單元 820 找到內插掃描線 L(i)中 LNR 的態樣後，以 N 為中心點畫一個左右對稱的衝突視窗，並確認內插掃描線 L(i)之衝突視窗範圍內的所有像素(h4~h8)的內插方向。像素 h4、h5 的臨時內插方向分別為 L，像素 h4、h5 再順著臨時內插角度找出去的像素 g3 的方向是 N，方向是錯的，應改為 N。另一方面，像素 h7、h9 的臨時內插方向分別為 R，像素 h7、h9 再順著臨時內插角度找出去的像素 g12、g13 的方向是 R，方向是正確的。

角度擴張單元830比對內插掃描線L(i)本身所有像素之angle_t，若同一內插方向(L或R)的二群像素之間夾著另一群內插方向為N的像素，則將該些內插方向為N的像素改成同一方向，但先決條件是同一內插方向(L或R)的二群像素之間的內插角度差異不大以及內插方向為N的像素群之間是一平滑區、沒有稜線存在。如第11A圖所示，從左至右，連續三個內插方向為R的像素p(i,n)~p(i,n+2)及另外連續三個內插方向同為R的像素p(i,n+9)~p(i,n+11)夾著連續六個內插方向為N的像素p(i,n+3)~p(i,n+8)，如果像素p(i,n)~p(i,n+2)、p(i,n+9)~p(i,n+11)之間的角度差異不大(例如角度索引值只差2、4或6)且像素p(i,n+2)~p(i,n+9)間是一平滑區、沒有稜線存在，角度擴張單元830會將像素p(i,n+3)~p(i,n+8)的內插方向校正為R，而像素p(i,n+3)~p(i,n+8)校正後之內插角度等於像素p(i,n+2)與像素p(i,n+9)的內插角度之平均(0.5xangle_t(i,n+2)+ 0.5x angle_t(i,n+9))。

根據影像特性，內插角度越斜越低，所找出的稜線一定是一整段而非只有一、二個點，據此，角度排除單元840將一些散佈在九十度中幾個零散低角度的點均校正為九十度。如第11B圖所示，連續三個內插方向不為N的像素p(i,n+5)~p(i,n+7)夾在其他內插方向為N的像素p(i,n)~p(i,n+4)、p(i,n+8)~p(i,n+12)之間，如果像素p(i,n+5)~p(i,n+7)的角度索引值大於一角度臨界值(亦即角度比較斜)，角度排除單元840會將像素

p(i,n+5)~p(i,n+7)的內插方向校正為 N。最後，角度排除單元 840 將內插掃描線 L(i)中每一像素之校正後的內插方向當作最終內插方向 dir_f 儲存至列緩衝器 260，並將內插掃描線 L(i)中每一像素之最終內插角度 angle_f 及傳送至內插器 240。

需注意的是，在第 8 圖顯示之後處理電路 230 的電路中，係按照複雜場景分析單元 810、衝突方向校正單元 820、角度擴張單元 830 及角度排除單元 840 的順序來執行。在另一實施例中，複雜場景分析單元 810、衝突方向校正單元 820 及角度擴張單元 830 可以並聯方式同時執行，而角度排除單元 840 則是最後一個執行的元件。

內插器 240 接收內插掃描線 L(i)中每一像素之最終內插角度 angle_f、掃描線 L(i-1)中所有像素之亮度值(Y)與色度值(U、V)及掃描線 L(i+1)中所有像素之亮度值(Y)與色度值(U、V) (在第 2 圖中以 L(i-1)_YUV、L(i+1)_YUV 來表示)，並根據第 3A 圖的右角度運算矩陣及第 3B 圖的左角度運算矩陣，先計算每一像素之色度誤差絕對值 chroma_error。在本實施例中，色度誤差絕對值 chroma_error 等於該像素之最終內插角度 angle_f 所對應的一對上矩陣及下矩陣中，內插用的深色點間的 UV 誤差絕對值的總和。舉例而言，若第 1 圖所顯示為像素 p(i,n)之最終內插角度 angle_f 相對應的一對上矩陣及下矩陣，因為矩陣寬度為偶數，故各有二個內插用的深色點，而像素 p(i,n) 之色度誤差絕對值 chroma_error=abs(u(i-1,

n+1)+ u(i-1, n+2)- u(i+1, n-1)- u(i+1, n-2))+ abs(v(i-1, n+1)+ v(i-1, n+2)- v(i+1, n-1)- v(i+1, n-2))。

若色度誤差絕對值 chroma_error 在預設值內，內插器 240 則進行 angle_f 的內插處理；反之，若色度誤差絕對值 chroma_error 過大，則進行九十度的內插處理。依此，即得到內插掃描線 L(i)中每一像素相對應之亮度值、色度值及最終內插方向(在第 2 圖中以 L(i)_YUVD 來表示)。

最後，適應性五點中值濾波器 250，對內插掃描線 L(i)中最終內插方向 dir_f 不連續的像素，進行中值濾波處理。第 12 圖顯示內插掃描線 L(i)中之部分像素之最終內插方向 dir_f 的一個例子，圖中三個虛線矩形標示出 dir_f 不連續之處。就最左邊虛線矩形而言，適應性五點中值濾波器 250 先對內插掃描線 L(i)之像素 p(i,n) 進行中值濾波，換言之，也就是將適應性五點中值濾波器 250 套用於掃描線 L(i)之像素 p(i,n-1)、p(i,n)、p(i,n+1)、掃描線 L(i-1)之像素 p(i-1,n)及掃描線 L(i+1)之像素 p(i+1,n)上，對上述五個像素的 Y 值取中間值，並選取相對應於中間值 Y 之像素，例如 p(i,n-1)之 Y 為五點之中間值，則選取 p(i,n-1)之 Y、U、V 為輸出；之後，適應性五點中值濾波器 250 再對內插掃描線 L(i)之像素 p(i,n+1) 進行中值濾波，換言之，也就是將適應性五點中值濾波器 250 套用於掃描線 L(i)之像素 p(i,n)、p(i,n+1)、p(i,n+2)、掃描線 L(i-1)之像素 p(i-1,n+1)及掃描線 L(i+1)之像素 p(i+1,n+1)上，並利用上述相同的方法，選取 Y 值為中間值的像素之 Y、U、V 值為輸出。因此，對任一虛線矩形而言，總共需進行 2

次中值濾波處理，以濾除雜訊，進而提高影像品質。

當適應性五點中值濾波器250處理完內插掃描線L(i)之後，低角度內插裝置200即完成對內插掃描線L(i)的所有內插及濾波程序。接著，低角度內插裝置200隨即接收圖場280中之下二條相鄰掃描線L(i+1)、L(i+3)，以產生一條位於其間之內插掃描線L(i+2)，重複以上步驟直到補滿圖場280內所有需內插掃描線為止。

第13圖是本發明低角度內插方法之流程圖。以下根據第2圖、第3A圖、第3B圖及第13圖說明本發明低角度內插方法的所有步驟。

步驟S1310：計算及比較圖場280之內插掃描線L(i)之每一像素之所有角度的絕對誤差總和，以產生內插掃描線L(i)之每一像素之複數個運算參數值。

根據圖場280之二條相鄰掃描線L(i-1)、L(i+1)之所有像素之亮度值Y、第3A圖之右角度運算矩陣與第3B圖之左角度運算矩陣，為內插掃描線L(i)的每一個像素計算九十度的絕對誤差總和sad_n、10個不同右角度的SAD值及10個不同左角度的SAD值，並比較其大小，以得到以下的運算參數值：右角度絕對誤差最小總和min_sad_r及其角度angle_r、左角度絕對誤差最小總和min_sad_l及其角度angle_l與九十度的絕對誤差總和sad_n。

步驟S1320：根據內插掃描線L(i)中每一像素之上述運算參數值及上一條內插掃描線L(i-2)中所有像素之最終內插方向dir_f，決定內插掃描線L(i)中所有像素之臨時內插角度angle_t。

以一次處理一個像素(pixel by pixel)的方式，根據內插掃描線 L(i)中所有像素之 min_sad_r、min_sad_l、angle_r、angle_r、sad_n 及列緩衝器 260 所儲存之上一條內插掃描線 L(i-2) 中所有像素之最終內插方向 dir_f，以決定內插掃描線 L(i)之每個像素之臨時內插角度 angle_t。

步驟 S1330：根據內插掃描線 L(i)中所有像素之 angle_t 及上一條內插掃描線中所有像素之最終內插方向 dir_f，進行內插方向校正處理，以決定內插掃描線 L(i)中所有像素之最終內插角度 angle_f 及最終內插方向 dir_f。

步驟 S1340：進行內插處理，以得到內插掃描線 L(i)中每一像素之亮度值(Y)與色度值(U、V)。

接收內插掃描線 L(i)中每一像素之最終內插角度 angle_f、掃描線 L(i-1)中所有像素之亮度值(Y)與色度值(U、V)及掃描線 L(i+1)中所有像素之亮度值(Y)與色度值(U、V)，並根據第 3A 圖的右角度運算矩陣及第 3B 圖的左角度運算矩陣，先計算出色度誤差絕對值 chroma_error，若色度誤差絕對值 chroma_error 在一預設值內，則進行最終內插角度 angle_f 之內插處理；反之，若色度誤差絕對值 chroma_error 過大，則進行九十度內插處理。依此，即得到內插掃描線 L(i)中每一像素相對應之亮度值(Y)、色度值(U、V)及最終內插方向 dir_f。

步驟 S1350：對該內插掃描線中最終內插方向不一致的像素，進行該些像素之 YUV 值之中值濾波處理。請注意，本步驟並非本發明低角度內插方法之必要步驟，但有

濾除雜訊、提高影像品質之功效。

步驟 S1360：判斷本圖場所有的內插掃描線是否已補滿？若未補滿，則跳到步驟 S1370，否則結束所有流程。

步驟 S1370：i=i+1。遞增 i 值後，回到步驟 S1310，以根據圖場 280 中之下二條相鄰掃描線 L(i+1)、L(i+3)，產生一條位於其間之內插掃描線 L(i+2)。

在較佳實施例之詳細說明中所提出之具體實施例僅用以方便說明本發明之技術內容，而非將本發明狹義地限制於上述實施例，在不超出本發明之精神及以下申請專利範圍之情況，所做之種種變化實施，皆屬於本發明之範圍。

【圖式簡單說明】

第 1 圖顯示一圖場的局部區域，在去交錯過程中，已存在之掃描線及需進行內插之掃描線之關係示意圖。

第 2 圖為本發明低角度內插裝置之一實施例的架構示意圖。

第 3A 圖與第 3B 圖顯示本發明之右角度運算矩陣與左角度運算矩陣之一實施例。

第 4 圖顯示具有相反漸層效果的局部掃描線 L(i-1)、L(i+1)的一個例子。

第 5A 圖是經過裂角補償後的理想內插影像。

第 5B 圖是未經裂角補償處理的內插影像。

第 5C 圖顯示一圖場中一條稜線及其二端終點的一個例子。

第 6 圖顯示本發明方向決定電路一實施例之架構圖。

第 7A 圖顯示連續 3 個具有 GL 的像素之左角度有效性可以擴及到其後連續 3 個具有 WL 的像素的一個例子。

第 7B 圖顯示無法找到連續 3 個具有 GL 的像素，故具有 WL 或 WR 的像素之內插方向還是無法決定的一個例子。

第 7C 圖顯示一個具有 SL 的像素之左角度有效性可以擴及到其後連續 3 個具有 WL 的像素的一個例子。

第 7D 圖顯示利用列緩衝器 260 所儲存之上一條內插掃描線 L(i-2)之所有像素之最終內插方向 dir_f，來幫忙判定內插方向仍未定之像素的一個例子。

第 8 圖顯示本發明後處理電路之一實施例的架構圖。

第 9 圖顯示以像素 p(i, n)為中心，在一預設場景視窗寬度等於 21 點中，比較掃描線 L(i-1)、L(i+1)中每一像素與其左右像素之亮度差異 YD 的一個例子。

第 10A 圖顯示衝突視窗是 LR 態樣的一個例子。

第 10B 圖顯示衝突視窗是 LNR 態樣的一個例子。

第 11A 圖顯示內插方向為 R 的二群像素之間夾著另一群內插方向為 N 的像素的一個例子。

第 11B 圖顯示內插方向為 N 的二群像素之間夾著另一群低角度像素的一個例子。

第 12 圖顯示內插掃描線 L(i)中之部分像素之最終內插方向 dir_f 的一個例子。

第 13 圖是本發明低角度內插方法之流程圖。

【主要元件符號說明】

200 低角度內插裝置

210 低角度運算電路　　220 方向決定電路

230 後處理電路　　240 內插器

250 適應性五點中值濾波器

260 列緩衝器　　280 圖場

610 左右決定電路　　620 選取電路

611GL/GR 輔助判定單元

612SL/SR 輔助判定單元

613 前內插掃描線輔助判定單元

810 複雜場景分析單元

820 衝突方向校正單元

830 角度擴張單元　　840 角度排除單元

十、申請專利範圍：

1. 一種低角度內插裝置，用以根據一圖場中相鄰的一第一掃描線與一第二掃描線，產生一條位於該第一掃描線與該第二掃描線之間的一內插掃描線，該裝置包含：

一低角度運算電路，接收該第一掃描線之所有亮度值與該第二掃描線之所有亮度值，根據一右角度運算矩陣及一左角度運算矩陣，計算及比較該內插掃描線中每一像素之所有角度的絕對誤差總和，以產生該內插掃描線中每一像素之複數個運算參數值；

一列緩衝器，用以儲存上一條內插掃描線之所有像素之最終內插方向；

一方向決定電路，耦接至該列緩衝器及該低角度運算電路，根據該內插掃描線中每一像素之該些運算參數值及上一條內插掃描線之所有像素之最終內插方向，決定該內插掃描線中每一像素之臨時內插角度；

一後處理電路，耦接至該列緩衝器及該方向決定電路，根據該內插掃描線中所有像素之臨時內插角度及上一條內插掃描線之所有像素之最終內插方向，進行內插方向校正處理，以決定該內插掃描線中每一像素之最終內插角度及最終內插方向；以及

一內插器，耦接至該後處理電路，接收該內插掃描線中每一像素之最終內插角度、該第一掃描線中所有像素之亮度值與色度值及該第二掃描線中所有像素之亮度值與色度值，並根據該右角度運算矩陣及該左角度運算矩陣，計算該內插掃描線中每一像素之色度誤差絕對值，並據以進行該最終

內插角度之內插處理或九十度內插處理，進而得到該內插掃描線中每一像素之亮度值及色度值；

其中，該最終內插角度及該臨時最終內插角度均包含內插方向之資訊。

2. 如申請專利範圍第 1 項所記載之低角度內插裝置，更包含：

一中值濾波器，耦接至該內插器，對該內插掃描線中最終內插方向不一致的像素，進行該些像素之亮度值及色度值之中值濾波處理。

3. 如申請專利範圍第 1 項所記載之低角度內插裝置，其中該些運算參數值至少包含一右角度絕對誤差最小總和、一右角度、一左角度絕對誤差最小總和、一左角度及一九十度絕對誤差總和。

4. 如申請專利範圍第 1 項所記載之低角度內插裝置，其中該右角度運算矩陣之寬度及該左角度運算矩陣之寬度均隨著角度之減少而增加。

5. 如申請專利範圍第 1 項所記載之低角度內插裝置，其中該右角度運算矩陣及該左角度運算矩陣各分成 r 種角度，每一種角度分別包含一對上矩陣與下矩陣，而 r 為一正整數。

6. 申請專利範圍第 5 項所記載之低角度內插裝置，其中該低角度運算電路包含：

一漸層補償單元，對於該內插掃描線之每一像素，用以根據該像素周圍之該第一掃描線與該第二掃描線在一漸層視窗範圍內，水平及垂直方向上產生的亮度差異絕對值總和，來補償該像素之九十度絕對誤差總和；以及

一裂角補償單元，對於該內插掃描線之每一像素，藉由統計每

一種角度之上矩陣及下矩陣的視窗和稜線終點重疊的程度，用以補償該像素之r個左角度絕對誤差總和及r個右角度絕對誤差總和。

7. 申請專利範圍第6項所記載之低角度內插裝置，其中該低角度運算電路更包含一斜率補償單元，對於該內插掃描線之每一像素，根據一預設補償值及r，等比例反向補償該像素之所有角度的絕對誤差總和。

8. 如申請專利範圍第1項所記載之低角度內插裝置，其中該方向決定電路包含：

一左右決定電路，根據該內插掃描線之每一像素之該右絕對誤差最小總和、該右角度、該左絕對誤差最小總和、該左角度及上一條內插掃描線之所有像素之最終內插方向，分配一方向旗標，以決定該內插掃描線中每一像素之初步內插角度及其相對應的絕對誤差最小總和；以及

一方向選取電路，根據該內插掃描線中每一像素之初步內插角度及其相對應的絕對誤差最小總和與該九十度絕對誤差總和，決定該臨時內插角度；

其中，該方向旗標係一左角度強旗標、一左角度弱旗標、一右角度強旗標及一右角度弱旗標之其中之一。

9. 如申請專利範圍第8項所記載之低角度內插裝置，其中該左右決定電路係將該內插掃描線中具有該右角度強旗標的像素之初步內插角度設定為該右角度，以及將該內插掃描線中具有該左角度強旗標的像素之初步內插角度設定為該左角度。

10. 如申請專利範圍第9項所記載之低角度內插裝置，其中該左右決定電路包含：

101年1月10日修正替換頁

一第一輔助判定單元，耦接該低角度運算電路，依循該內插掃描線之一特定方向，若該內插掃描線中包含連續x個左角度強旗標的像素跟隨著y個左角度弱旗標或右角度弱旗標的像素，將該y個左角度弱旗標或右角度弱旗標的像素之初步內插角度設定為該左角度，以及，依循該特定方向，若該內插掃描線中包含連續x個右角度強旗標的像素跟隨著y個右角度弱旗標或左角度弱旗標的像素，則將該y個右角度弱旗標或左角度弱旗標的像素之初步內插角度設定為該右角度，其中，x、y為正整數；以及

一第二輔助判定單元，耦接該第一輔助判定單元及該列緩衝器，對於將該內插掃描線中具有該右角度弱旗標或該左角度弱旗標的像素，根據該像素相對應於該左角度及該右角度之上一條內插掃描線之二個像素的最終內插方向，將該像素之初步內插角度設定為該右角度、該左角度及九十度之其中之一。

11. 如申請專利範圍第1項所記載之低角度內插裝置，其中該後處理電路包含：

一複雜場景分析單元，對於該內插掃描線之每一像素，在一場景視窗範圍內，計算該第一掃描線與該第二掃描線中水平方向上亮度差異絕對值總和，其中，若該亮度差異絕對值總和大於一場景臨界值，將該像素之最終內插角度設定為九十度；

一衝突方向校正單元，對於該內插掃描線中位於一衝突視窗內具有一特定衝突態樣的至少二像素，根據本身之臨時內插角度及上一條內插掃描線之所有像素之最終內插方向，決

101年1月30日修正替換頁

定該些像素之最終內插角度；

一角度擴充電路，在該內插掃描線中，若具有一第一內插方向之一第一群像素及一第二群像素夾著一個內插角度為九十度的一第三群像素，則將該第三群像素之最終內插方向設定為該第一內插方向，其中，該第一內插方向為該左角度及該右角度之其中之一，以及，其中，該第一群像素及該第二群像素間之該最終內插角度差異值小於一第一預設角度而且該第三群像素內無稜線存在；以及

一角度排除電路，在該內插掃描線中，若一個內插角度為九十度的一第四群像素及一第五群像素夾著一個具有一第一內插角度的第六群像素，則將該第六群像素之最終內插角度設定為九十度，其中該第一內插角度小於一第二預設角度。

12. 如申請專利範圍第 11 項所記載之低角度內插裝置，其中該特定衝突態樣為 LR、RL、LNR 、RNL、LNNR 及 RNNL 之其中之一。

13. 如申請專利範圍第 1 項所記載之低角度內插裝置，其中當該色度誤差絕對值大於一色度誤差臨界值時，該內插器係進行九十度內插處理，否則，進行該最終內插角度之內插處理。

14. 一種低角度內插方法，用以根據一圖場中相鄰的一第一掃描線與一第二掃描線，產生一條位於該第一掃描線與該第二掃描線之間的一內插掃描線，該方法包含以下步驟：

根據該第一掃描線之所有亮度值、與該第二掃描線之所有亮度值、一右角度運算矩陣及一左角度運算矩陣，計算及比較該內插掃描線中每一像素之所有角度的絕對誤差總和，以

產生該內插掃描線中每一像素之複數個運算參數值；

根據該內插掃描線中每一像素之該些運算參數值及上一條內插掃描線之所有像素之最終內插方向，決定該內插掃描線中所有像素之臨時內插角度；

根據該內插掃描線中所有像素之該臨時內插角度及上一條內插掃描線中每一像素之最終內插方向，進行內插方向校正處理，以決定該內插掃描線中所有像素之最終內插角度及最終內插方向；以及

根據該內插掃描線中每一像素之最終內插角度、該第一掃描線中所有像素之亮度值與色度值、該第二掃描線中所有像素之亮度值與色度值，該右角度運算矩陣及該左角度運算矩陣，計算該內插掃描線中每一像素之色度誤差絕對值，並據以進行該最終內插角度內插處理或九十度內插處理，進而得到該內插掃描線中每一像素之亮度值及色度值；

其中，該最終內插角度及該臨時最終內插角度均包含內插方向之資訊。

15. 如申請專利範圍第 14 項所記載之低角度內插方法，更包含：對該內插掃描線中最終內插方向不一致的像素，進行該些像素之亮度值及色度值之中值濾波處理。

16. 如申請專利範圍第 14 項所記載之低角度內插方法，其中該些運算參數值至少包含一右角度絕對誤差最小總和、一右角度、一左角度絕對誤差最小總和、一左角度及一九十度絕對誤差總和。

17. 如申請專利範圍第 14 項所記載之低角度內插方法，其中該右角度運算矩陣之寬度及該左角度運算矩陣之寬度均隨著角度

之減少而增加。

18. 如申請專利範圍第 14 項所記載之低角度內插方法，其中該右角度運算矩陣及該左角度運算矩陣各分成 r 種角度，每一種角度分別包含一對上矩陣與下矩陣，而 r 為一正整數。

19. 申請專利範圍第 18 項所記載之低角度內插方法，其中該計算及比較步驟包含：

計算根據該像素周圍之該第一掃描線與該第二掃描線在一漸層視窗範圍內，水平及垂直方向上的亮度差異絕對值總和，以補償該像素之九十度絕對誤差總和；以及

藉由統計每一種角度之上矩陣及下矩陣的視窗和稜線終點重疊的程度，補償該像素之 r 個左角度絕對誤差總和及 r 個右角度絕對誤差總和。

20. 申請專利範圍第 19 項所記載之低角度內插方法，其中該計算及比較步驟更包含：

根據一預設補償值及 r，等比例反向補償該像素之所有角度的絕對誤差總和。

21. 如申請專利範圍第 14 項所記載之低角度內插方法，其中該決定該內插掃描線中所有像素之該臨時內插角度步驟包含：

根據該內插掃描線之每一像素之該右絕對誤差最小總和、該右角度、該左絕對誤差最小總和、該左角度及上一條內插掃描線之最終內插方向，分配一方向旗標，以決定該內插掃描線中每一像素之初步內插角度及其相對應的絕對誤差最小總和；以及

根據該內插掃描線中每一像素之初步內插角度及其相對應的絕對誤差最小總和與該九十度絕對誤差總和，決定該臨時

內插角度；

其中，該方向旗標係一左角度強旗標、一左角度弱旗標、一右角度強旗標及一右角度弱旗標之其中之一。

22. 如申請專利範圍第 21 項所記載之低角度內插方法，其中該分配該方向旗標步驟包含：

將該內插掃描線中具有該右角度強旗標的像素之初步內插角度設定為該右角度；

將該內插掃描線中具有該左角度強旗標的像素之初步內插角度設定為該左角度；

依循該內插掃描線之一特定方向，若該內插掃描線中包含連續 x 個左角度強旗標的像素跟隨著 y 個左角度弱旗標或右角度弱旗標的像素，將該 y 個左角度弱旗標或右角度弱旗標的像素之初步內插角度設定為該左角度；

依循該特定方向，若該內插掃描線中包含連續 x 個右角度強旗標的像素跟隨著 y 個右角度弱旗標或左角度弱旗標的像素，則將該 y 個右角度弱旗標或左角度弱旗標的像素之初步內插角度設定為該右角度，其中，x、y 為正整數；以及

對於將該內插掃描線中具有該右角度弱旗標或該左角度弱旗標的像素，根據該像素相對應於該左角度及該右角度之上一條內插掃描線之二個像素的最終內插方向，將該像素之初步內插角度設定為該右角度、該左角度及九十度之其中之一。

23. 如申請專利範圍第 14 項所記載之低角度內插方法，其中該進行內插方向校正處理步驟包含：

對於該內插掃描線之每一像素，在一場景視窗範圍內，計算該

第一掃描線與該第二掃描線中水平方向上亮度差異絕對值總和，若該亮度差異絕對值總和大於一場景臨界值，將該像素之最終內插角度設定為九十度；

對於該內插掃描線中位於一衝突視窗內具有一特定衝突態樣的至少二像素，根據本身之內插角度及上一條內插掃描線之所有像素之最終內插方向，決定該些像素之最終內插角度；

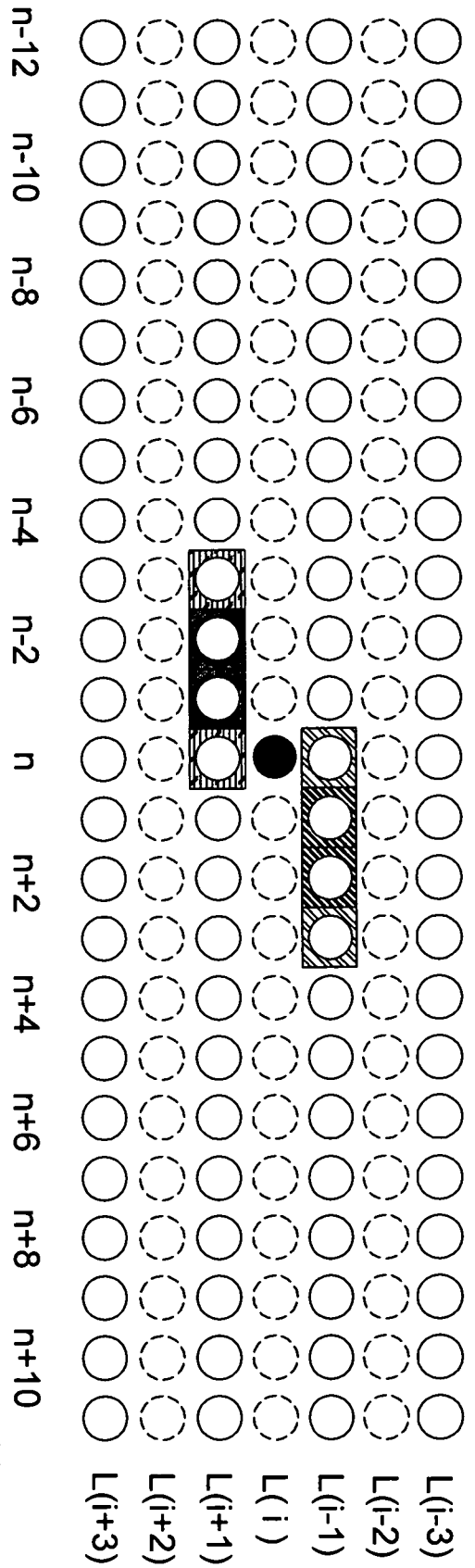
在該內插掃描線中，若具有一第一內插方向之一第一群像素及一第二群像素夾著一個內插角度為九十度的一第三群像素，則將該第三群像素之最終內插方向設定為該第一內插方向，其中，該第一內插方向為該左角度及該右角度之其中之一，同時，該第一群像素及該第二群像素間之該最終內插角度差異值小於一第一預設角度而且該第三群像素內無稜線存在；以及

在該內插掃描線中，若一個內插角度為九十度的一第四群像素及一第五群像素夾著一個具有一第一內插角度的第六群像素，則將該第六群像素之最終內插角度設定為九十度，其中該第一內插角度小於一第二預設角度。

24. 如申請專利範圍第 23 項所記載之低角度內插方法，其中該特定衝突態樣為 LR、RL、LNR、RNL、RNNL 及 LNNR 之其中之一。

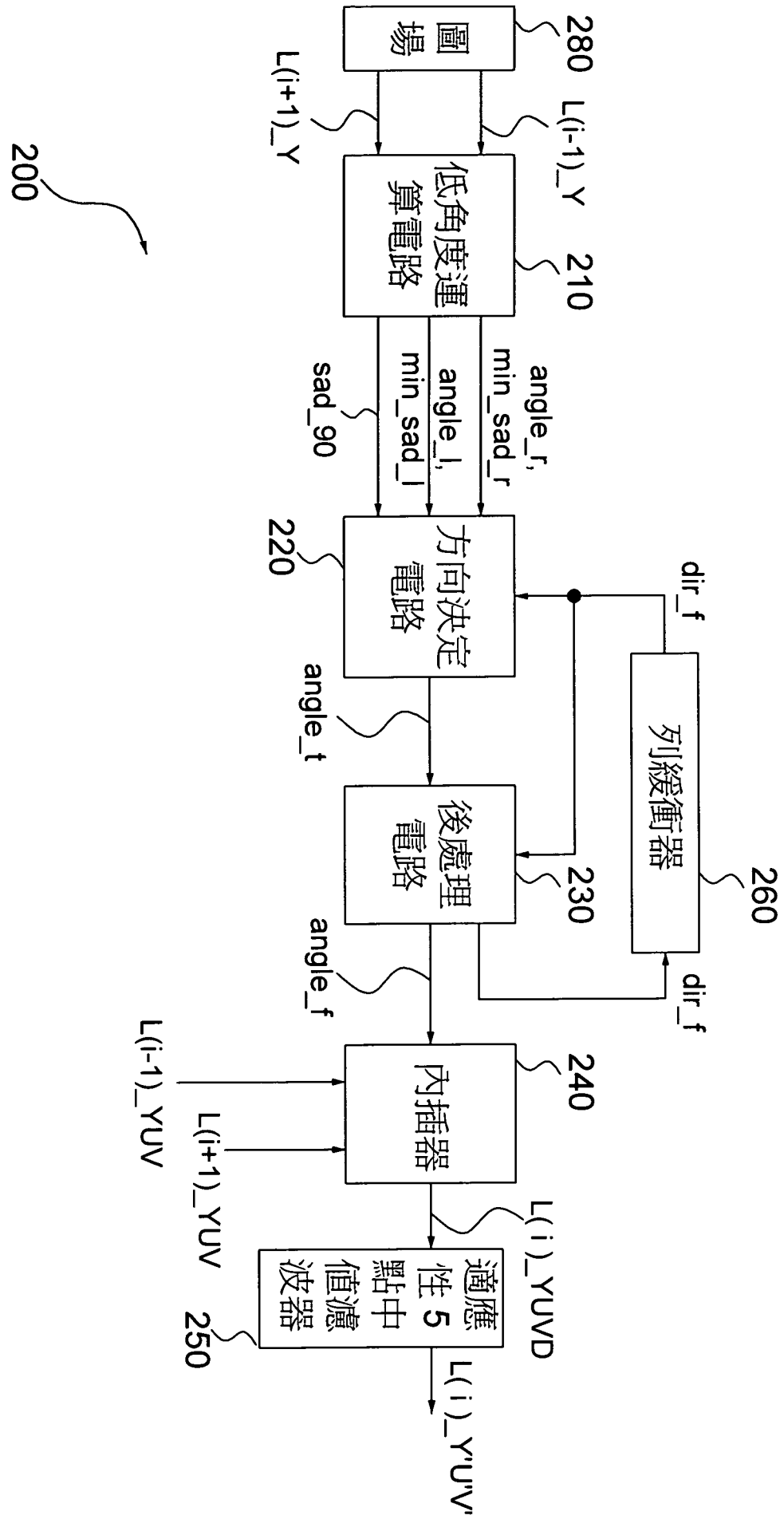
25. 如申請專利範圍第 14 項所記載之低角度內插方法，其中在該計算該內插掃描線中每一像素之該色度誤差絕對值之步驟中，當該色度誤差絕對值大於一色度誤差臨界值時，進行九十度內插處理，否則，進行該最終內插角度之內插處理。

圖式


n-12
n-11
n-10
n-9
n-8
n-7
n-6
n-5
n-4
n-3
n-2
n-1
n
n+1
n+2
n+3
n+4
n+5
n+6
n+7
n+8
n+9
n+10
n+11
L(i-3)
L(i-2)
L(i-1)
L(i)
L(i+1)
L(i+2)
L(i+3)

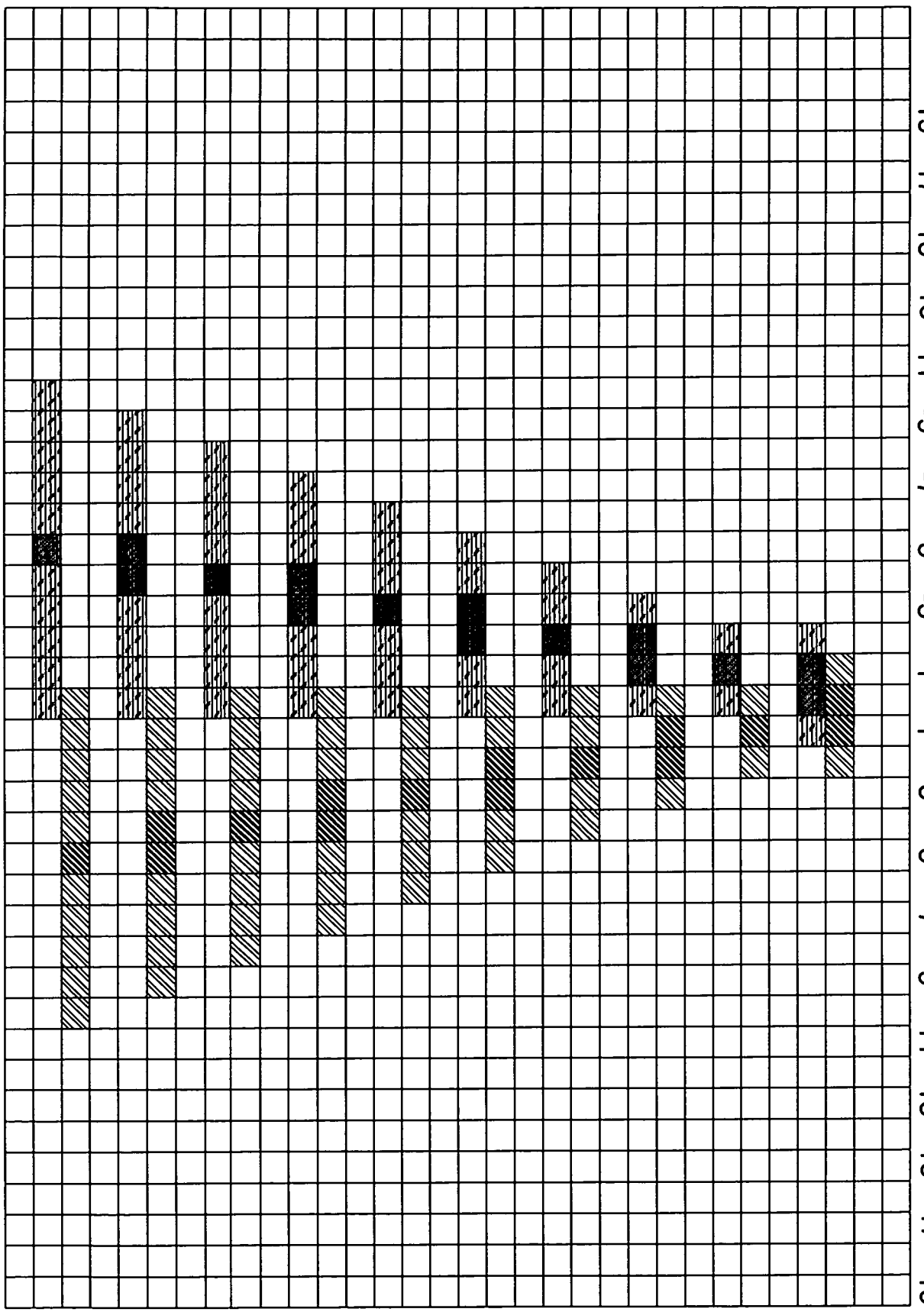
第 1 圖

圖式


200
280
圖場
L(i+1)_Y
L(i-1)_Y
210
低角度運算電路
sad_90
angle_l, min_sad_l
angle_r, min_sad_r
220
方向決定電路
dir_f
260
列緩衝器
angle_t
230
後處理電路
dir_f
angle_f
240
內插器
L(i-1)_YUV
L(i+1)_YUV
L(i)_YUVD
250
適應性5點中值濾波器
L(i)_Y'U'V'

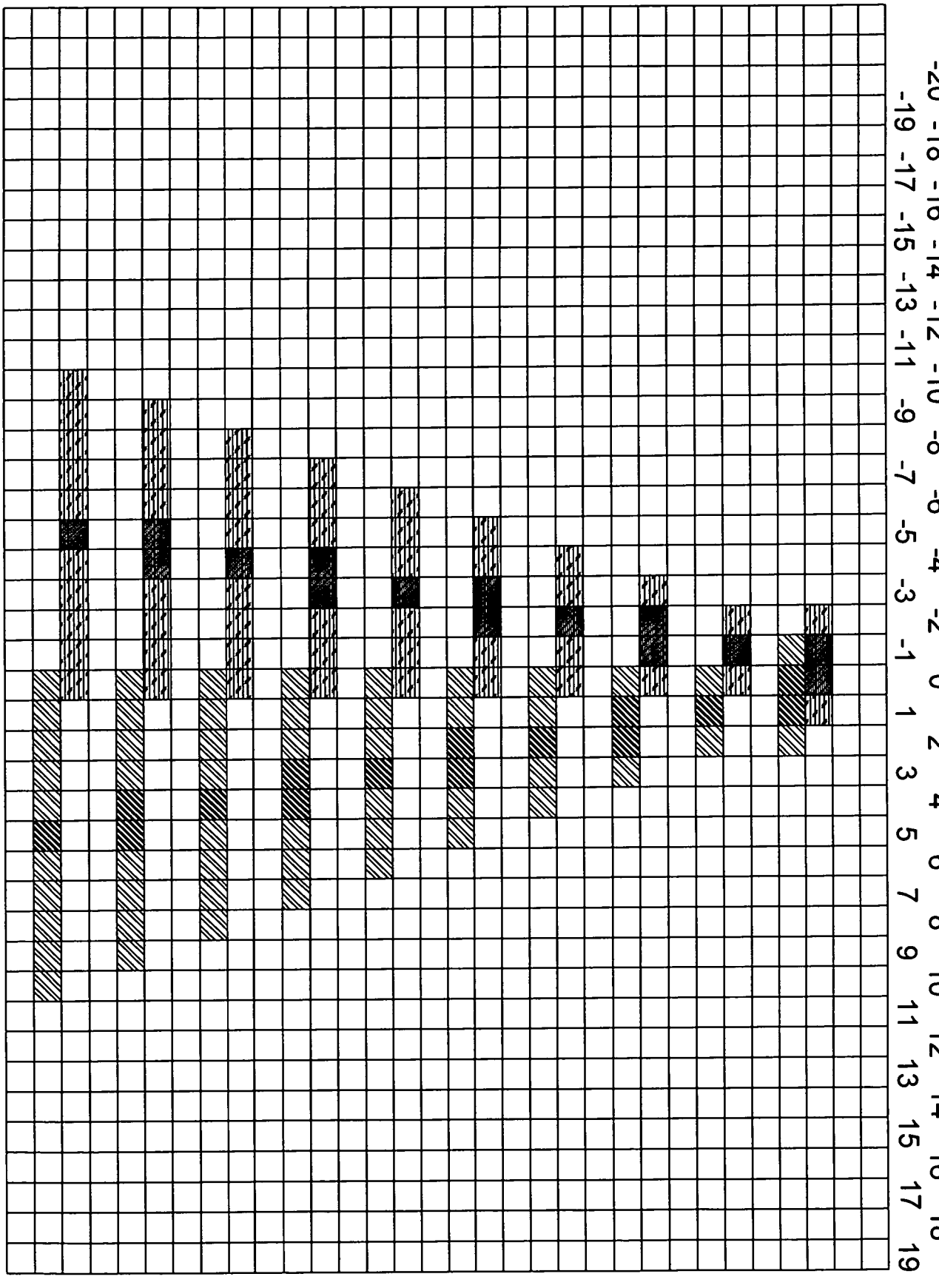
第 2 圖

圖式


位置索引值
-20 -18 -16 -14 -12 -10 -8 -6 -4 -2 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18
-19 -17 -15 -13 -11 -9 -7 -5 -3 -1 1 3 5 7 9 11 13 15 17 19
角度索引值
2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

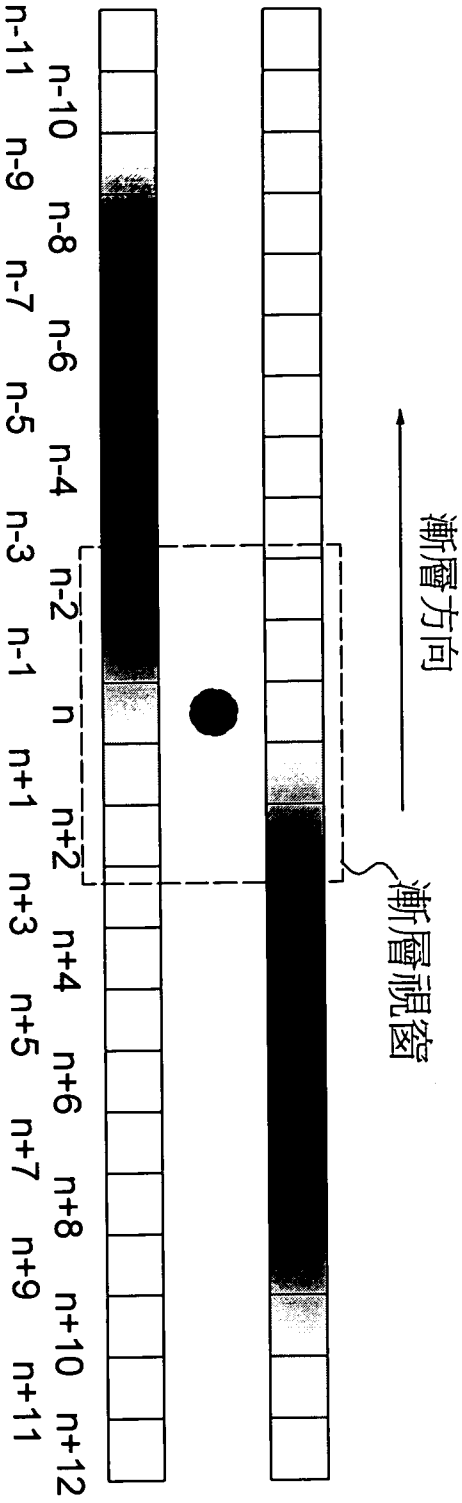
第 3A 圖

圖式


角度索引值
1
3
5
7
9
11
13
15
17
19
位置索引值
-20 -18 -16 -14 -12 -10 -8 -6 -4 -2 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18
-19 -17 -15 -13 -11 -9 -7 -5 -3 -1 1 3 5 7 9 11 13 15 17 19

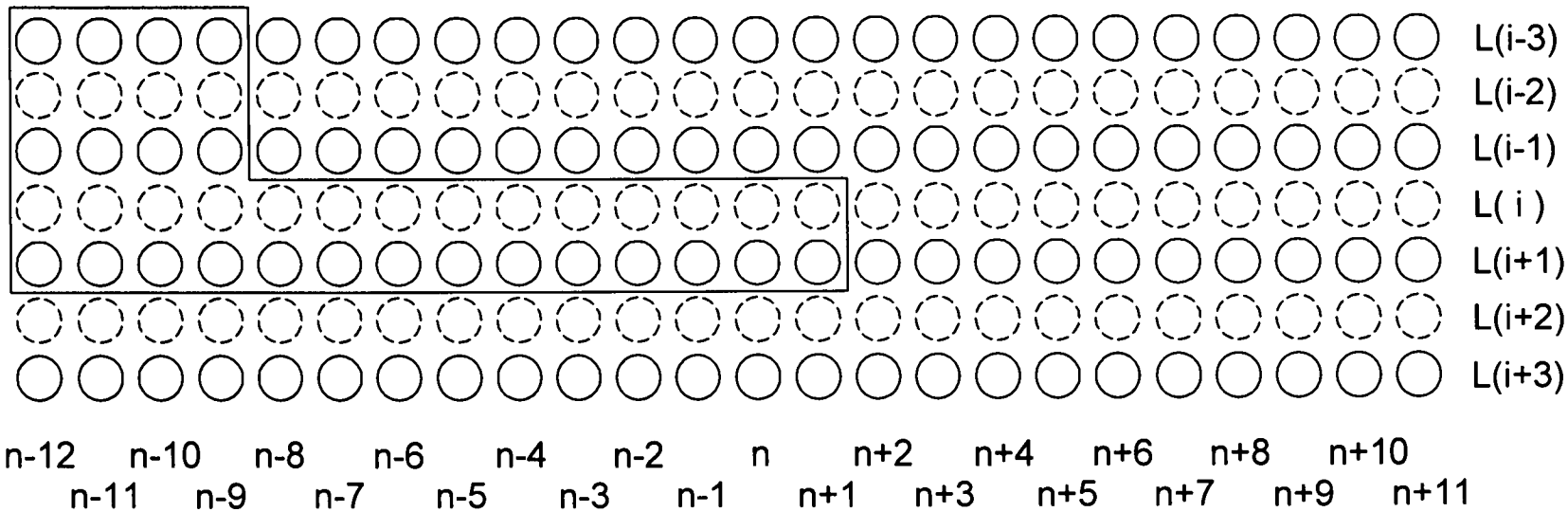
第 3B 圖

圖式


漸層方向
漸層視窗
n-11
n-10
n-9
n-8
n-7
n-6
n-5
n-4
n-3
n-2
n-1
n
n+1
n+2
n+3
n+4
n+5
n+6
n+7
n+8
n+9
n+10
n+11
n+12
漸層方向
L(i-1)
L(i)
L(i+1)

第 4 圖

有裂角補償

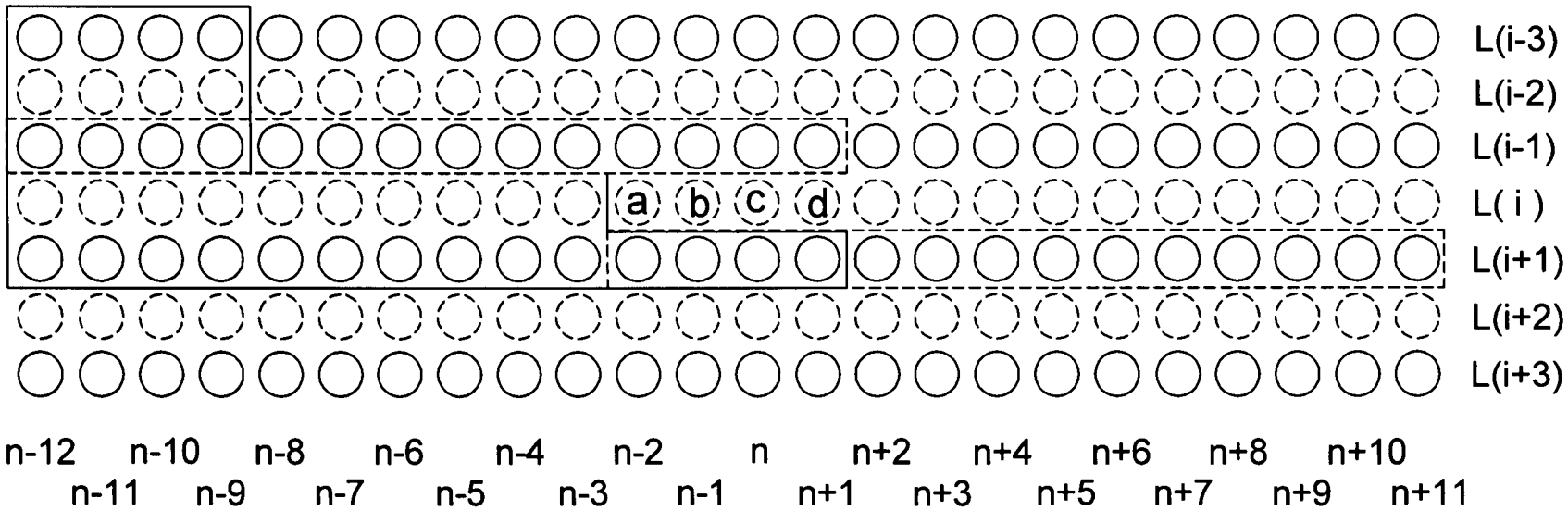


第 5A 圖

I381732

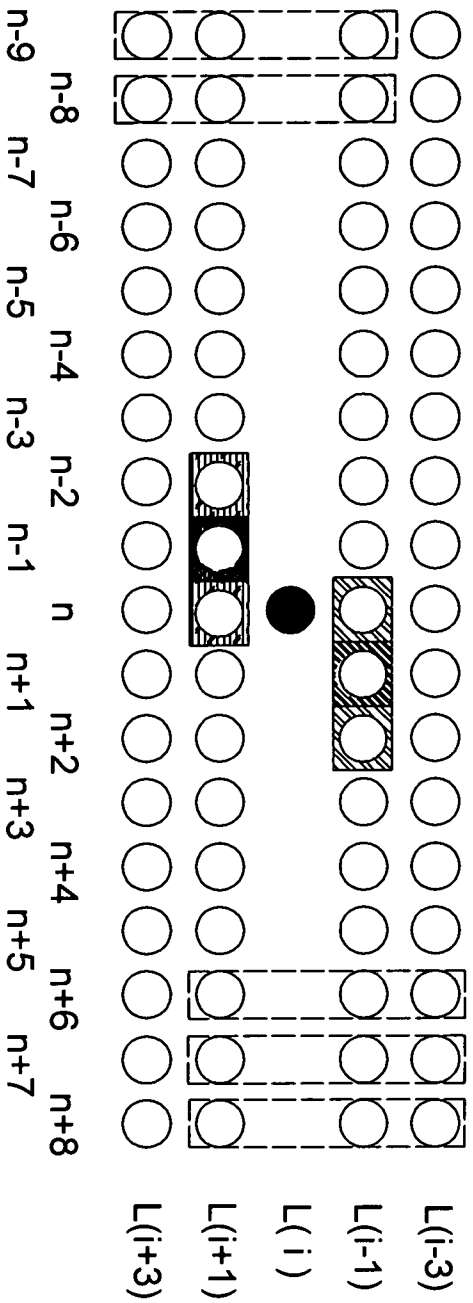
圖式

無裂角補償


L(i-3)
L(i-2)
L(i-1)
L(i)
L(i+1)
L(i+2)
L(i+3)
a
b
c
d
n-12
n-11
n-10
n-9
n-8
n-7
n-6
n-5
n-4
n-3
n-2
n-1
n
n+1
n+2
n+3
n+4
n+5
n+6
n+7
n+8
n+9
n+10
n+11

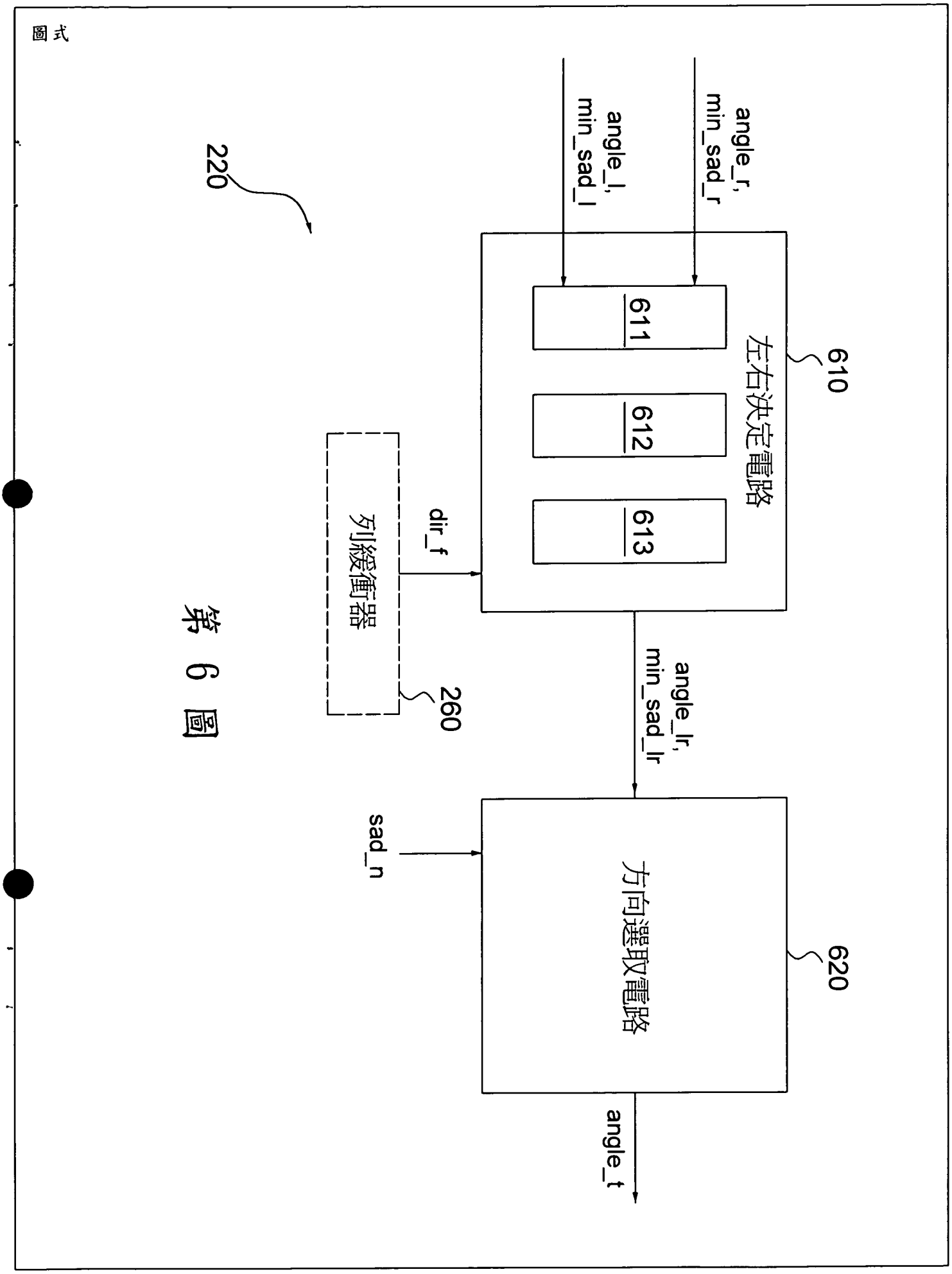
第 5B 圖

圖式

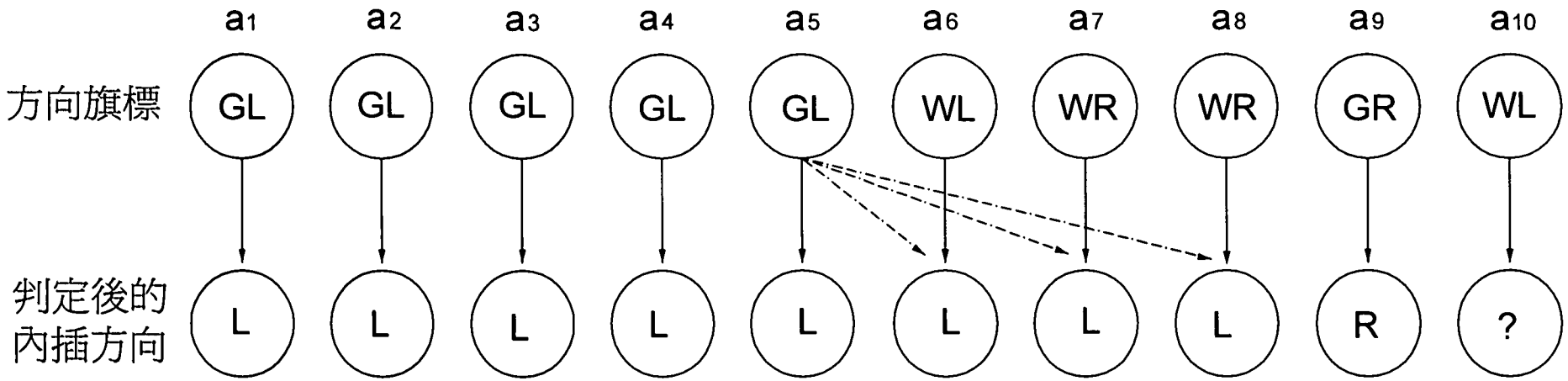


第 5C 圖

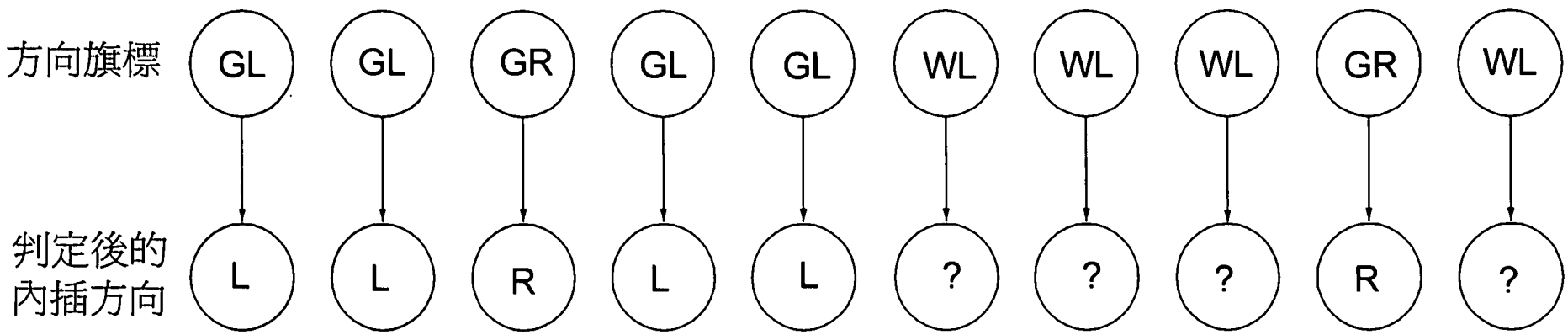
圖式


220
angle_r,
min_sad_r
angle_l,
min_sad_l
610
左右決定電路
611
612
613
dir_f
列緩衝器
260
angle_lr,
min_sad_lr
sad_n
620
方向選取電路
angle_t

第 6 圖



第 7A 圖

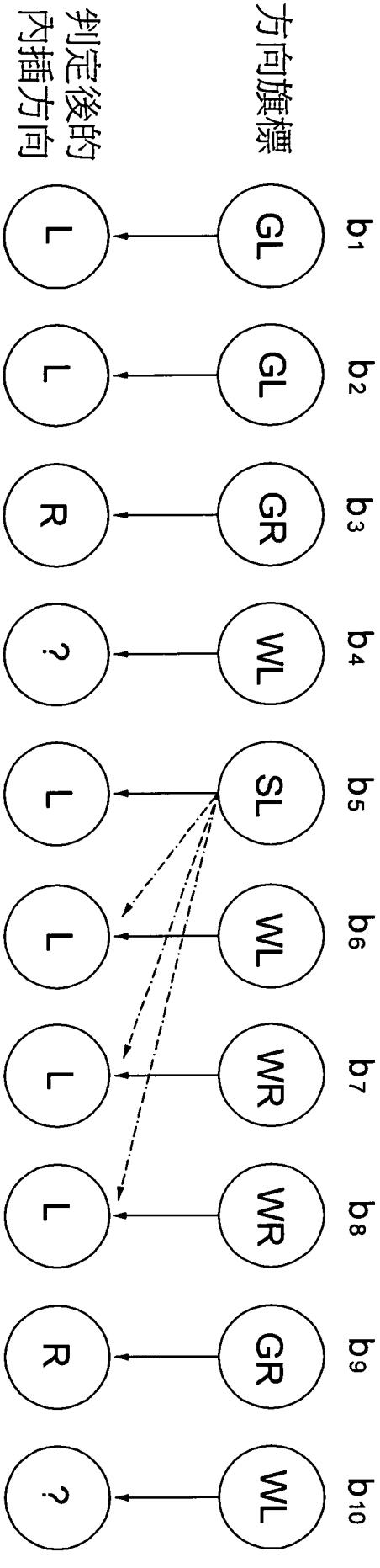


第 7B 圖

I381732

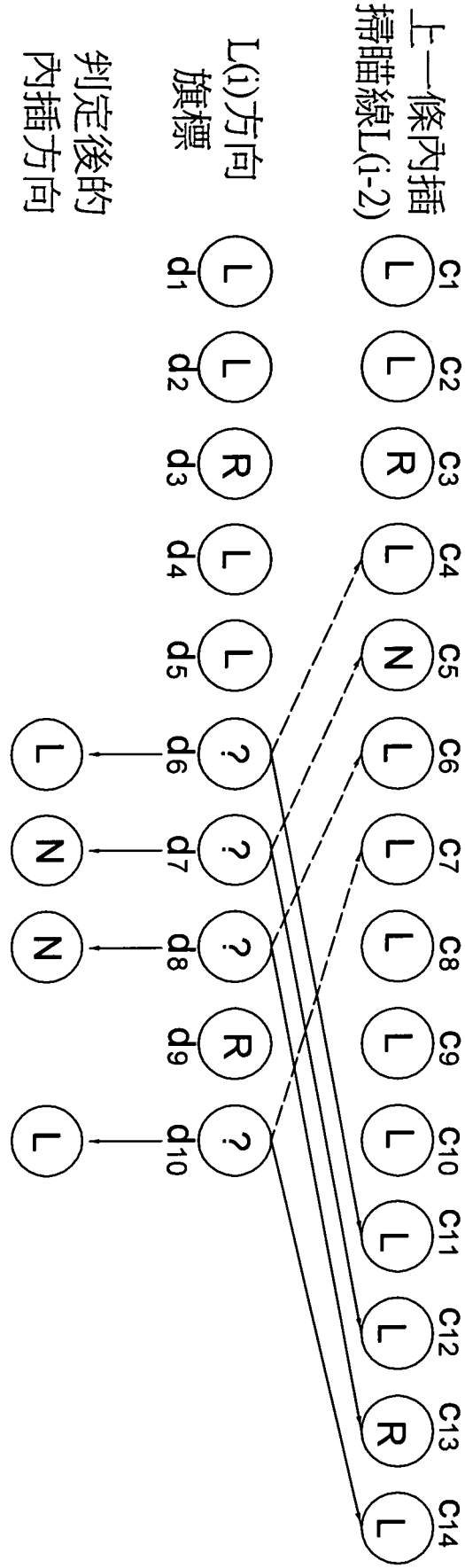
圖式

圖式


方向旗標
判定後的內插方向
b1
b2
b3
b4
b5
b6
b7
b8
b9
b10
GL
GL
GR
WL
SL
WL
WR
WR
GR
WL
L
L
R
?
L
L
L
L
R
?

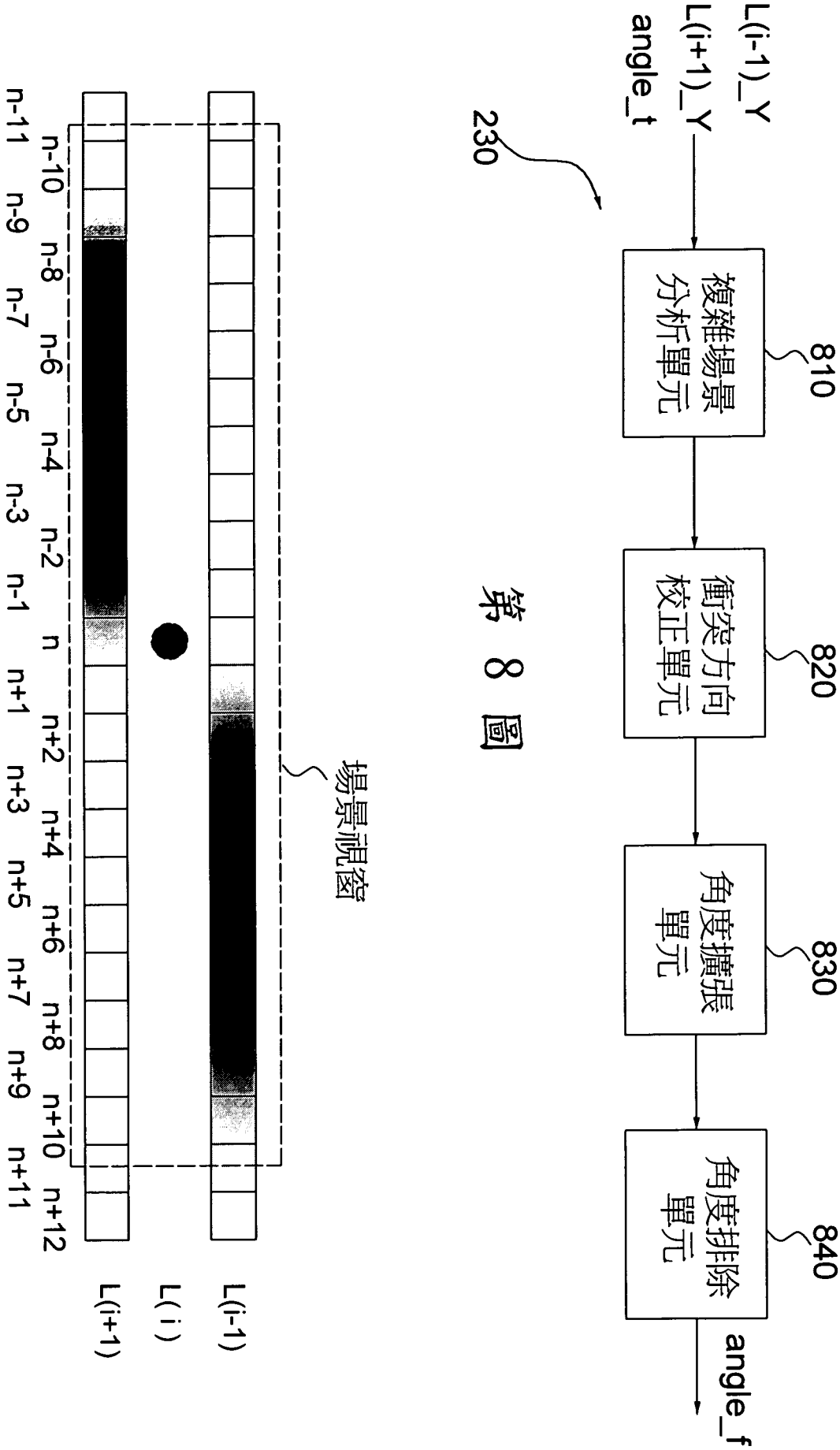
第 7C 圖

圖式


上一條內插掃瞄線L(i-2)
L(i)方向旗標
判定後的內插方向
C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8 C9 C10 C11 C12 C13 C14
L L R L N L L L L L L L R L
d1 d2 d3 d4 d5 d6 d7 d8 d9 d10
L L R L L ? ? ? R ?
L N N L

第 7D 圖

圖式

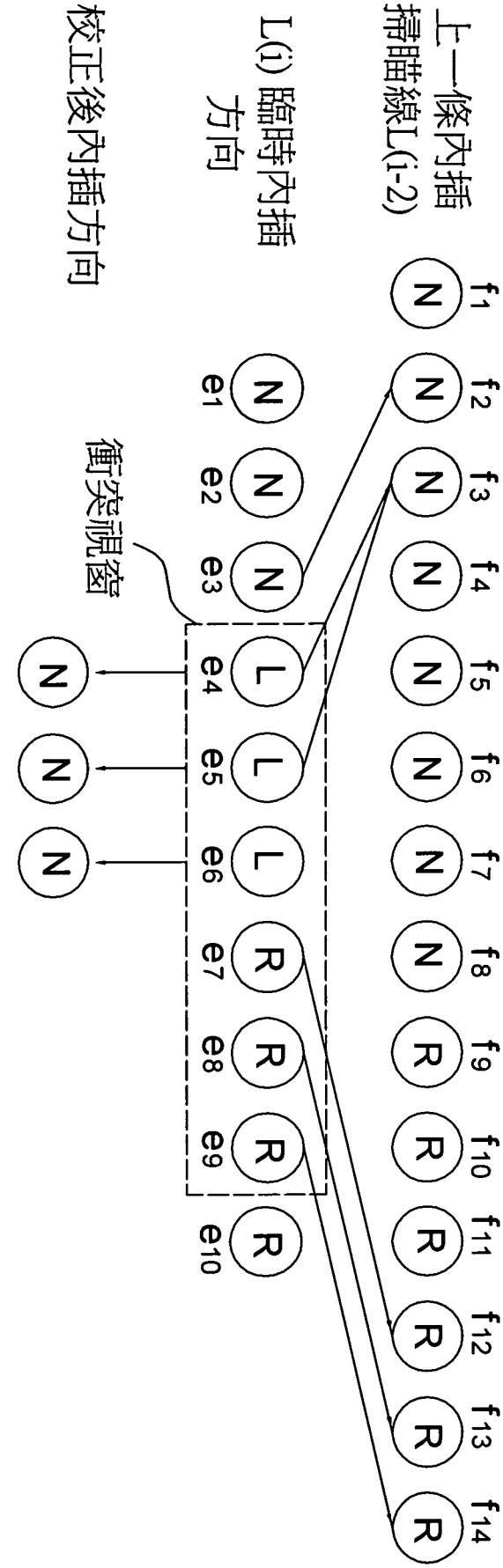

L(i-1)_Y
L(i+1)_Y
angle_t
230
複雜場景分析單元
810
衝突方向校正單元
820
角度擴張單元
830
角度排除單元
840
angle_f

第 8 圖

場景視窗
n-11
n-10
n-9
n-8
n-7
n-6
n-5
n-4
n-3
n-2
n-1
n
n+1
n+2
n+3
n+4
n+5
n+6
n+7
n+8
n+9
n+10
n+11
n+12
L(i-1)
L(i)
L(i+1)

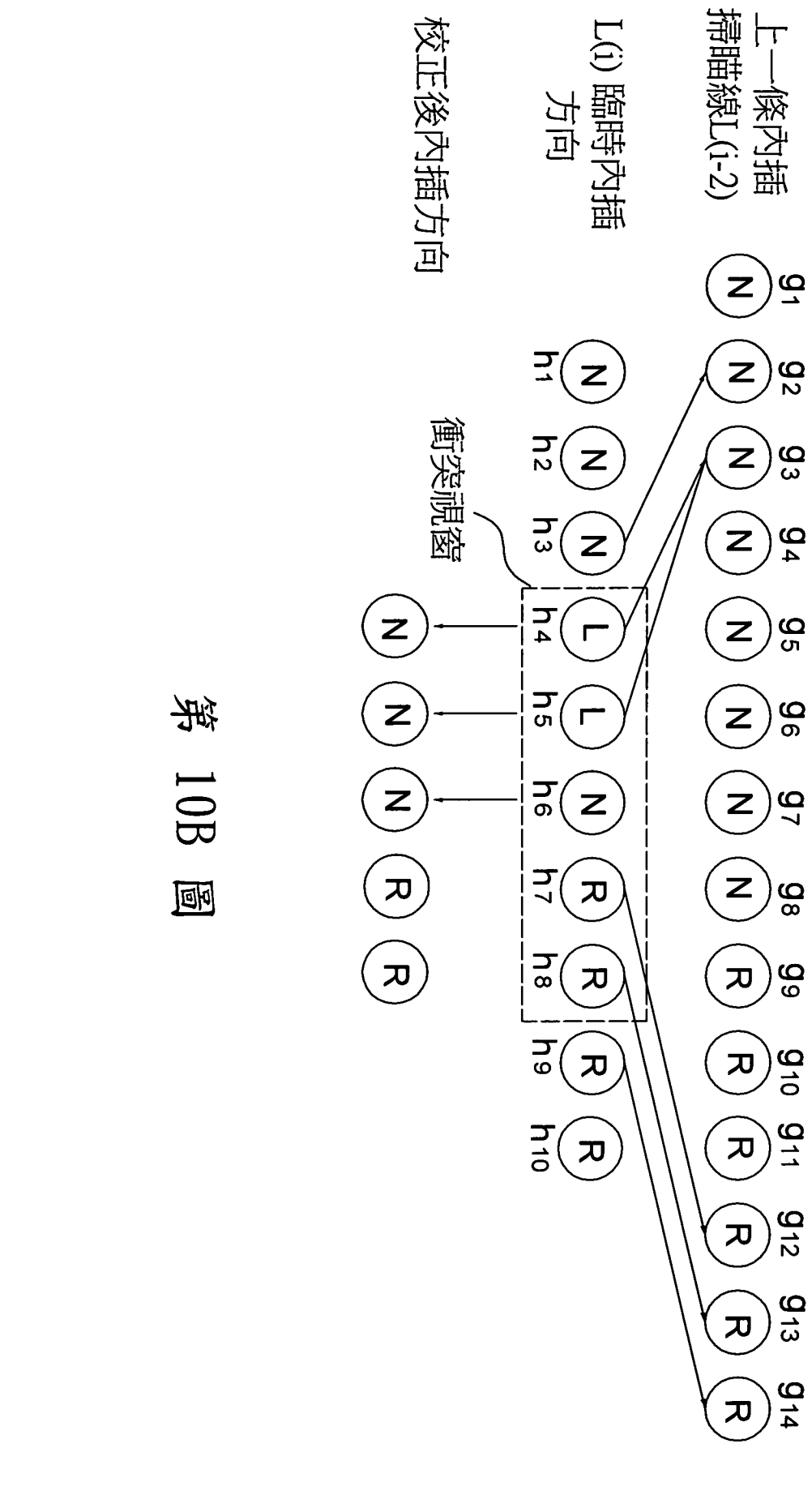
第 9 圖

圖式

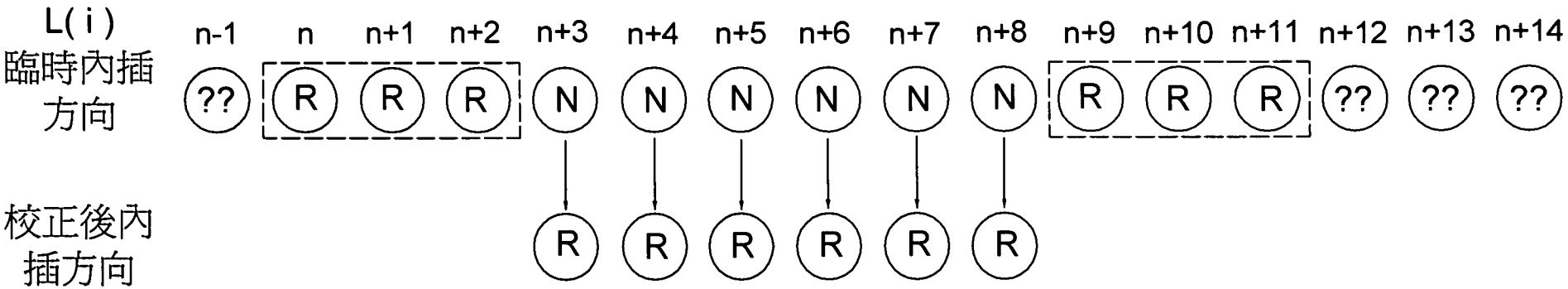

上一條內插掃瞄線L(i-2)
L(i) 臨時內插方向
校正後內插方向
衝突視窗
f1 f2 f3 f4 f5 f6 f7 f8 f9 f10 f11 f12 f13 f14
e1 e2 e3 e4 e5 e6 e7 e8 e9 e10
N N N N N N N N R R R R R R
N N N L L L R R R R
N N N

第 10A 圖

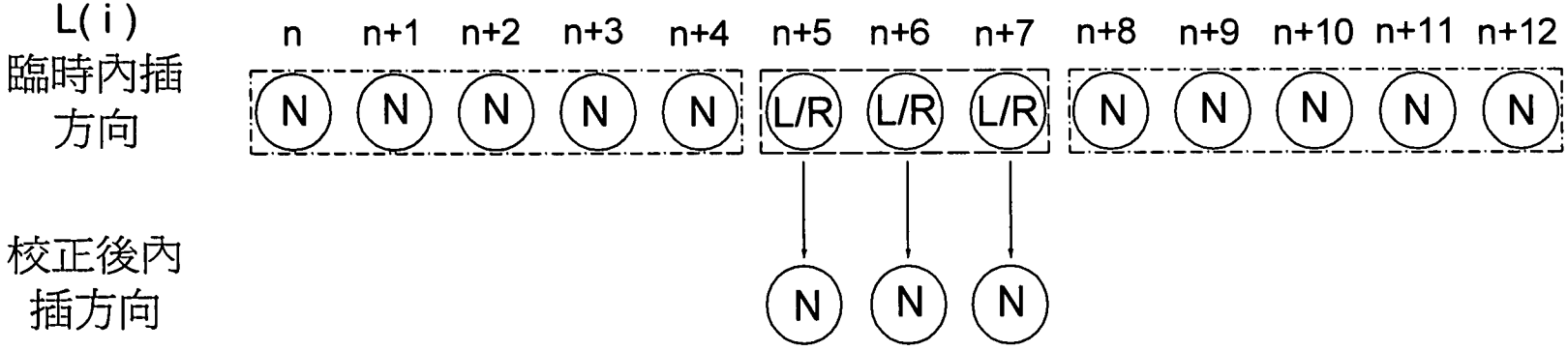
圖式


上一條內插
掃瞄線L(i-2)
L(i) 臨時內插
方向
校正後內插方向
衝突視窗
g1 g2 g3 g4 g5 g6 g7 g8 g9 g10 g11 g12 g13 g14
h1 h2 h3 h4 h5 h6 h7 h8 h9 h10
N N N N N N N R R R R R R R
N N N L L N R R R R R R R R
N N N N N N R R R R R R R R

第 10B 圖

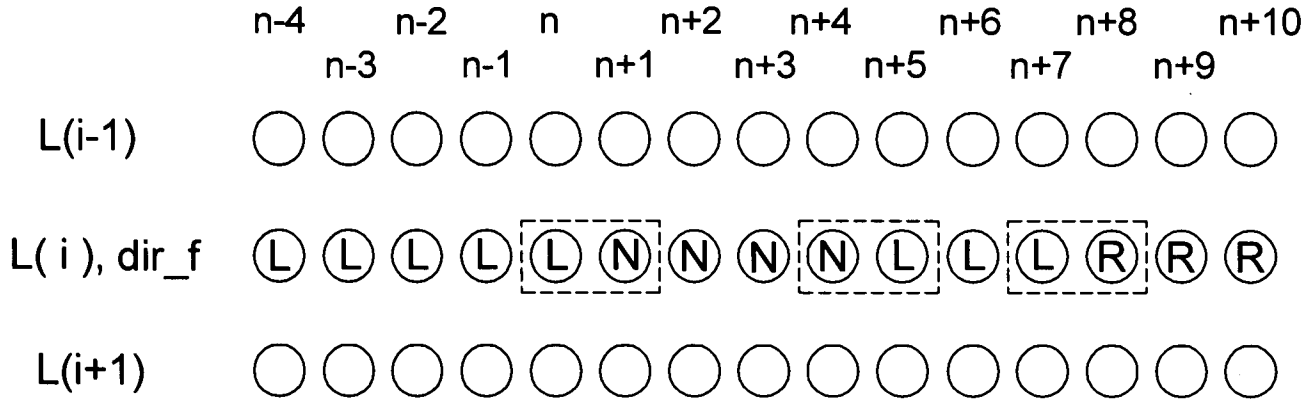


第 11A 圖



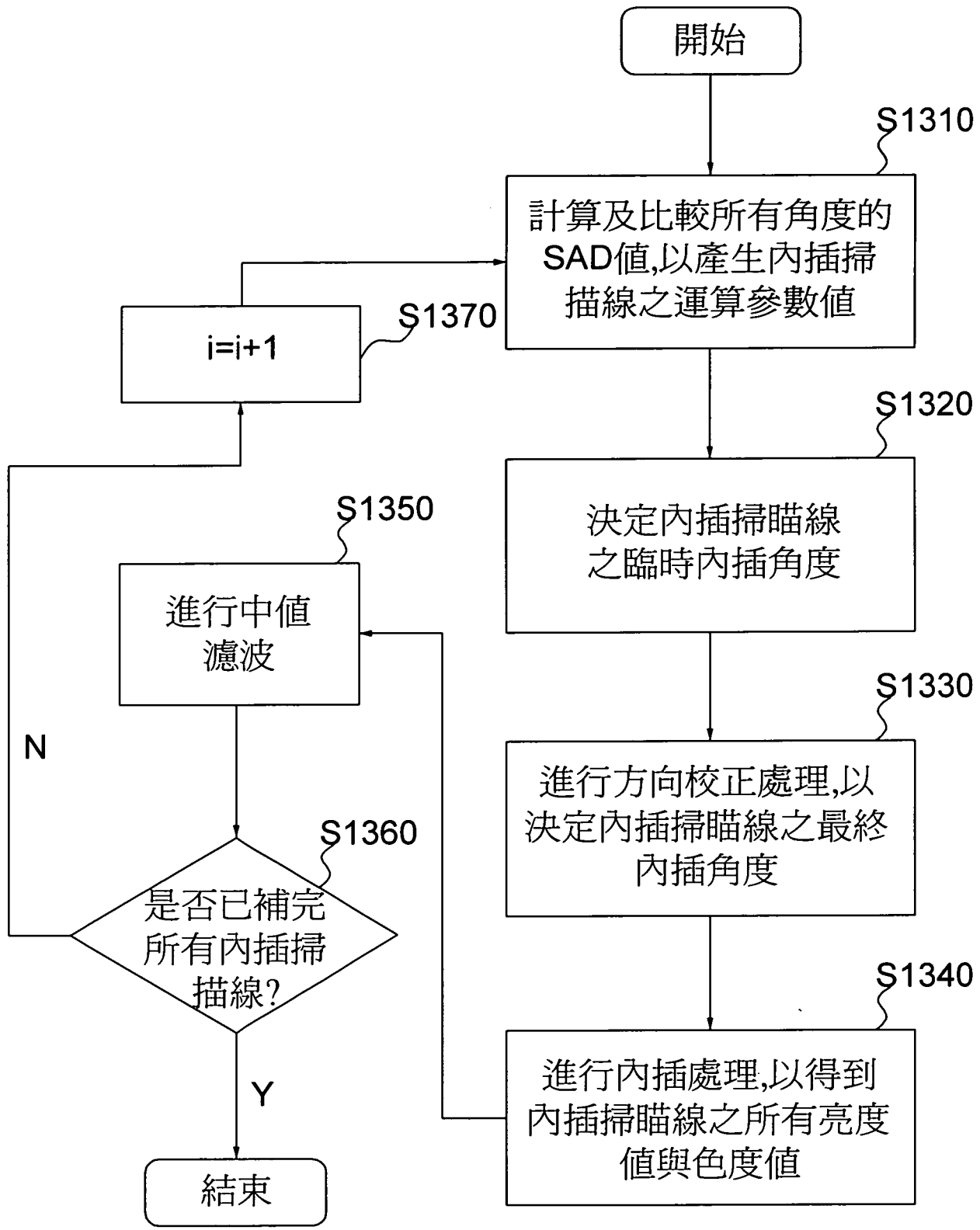
第 11B 圖

圖式


n-4
n-3
n-2
n-1
n
n+1
n+2
n+3
n+4
n+5
n+6
n+7
n+8
n+9
n+10
L(i-1)
L(i), dir_f
L(i+1)
L L L L L N N N N L L L R R R

第 12 圖

圖式


開始
S1310
計算及比較所有角度的SAD值,以產生內插掃描線之運算參數值
S1320
決定內插掃瞄線之臨時內插角度
S1330
進行方向校正處理,以決定內插掃瞄線之最終內插角度
S1340
進行內插處理,以得到內插掃瞄線之所有亮度值與色度值
S1350
進行中值濾波
S1360
是否已補完所有內插掃描線?
N
Y
S1370
i=i+1
結束

第 13 圖