



(21)申請案號：102111326

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 03 月 29 日

(51)Int. Cl. : **G06F3/044 (2006.01)**

(30)優先權：2012/03/30 美國

61/617,831

2013/03/14 美國

13/830,891

(71)申請人：微晶片科技公司 (美國) MICROCHIP TECHNOLOGY INCORPORATED (US)
美國

(72)發明人：拉蒙特 藍斯 LAMONT, LANCE (US)；漢納爾 傑瑞 HANAUER, JERRY (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW M422119

KR 1020070043593A

US 2011/0025629A1

US 2011/0096003A1

WO 2005/114695A2

審查人員：吳柏蒼

申請專利範圍項數：21 項 圖式數：19 共 77 頁

(54)名稱

多點觸控解碼之方法及系統

METHOD AND SYSTEM FOR MULTI-TOUCH DECODING

(57)摘要

一種能夠偵測至其之多點觸控之觸控感測器與具有多點觸控解碼能力之一數位裝置耦接。此等多點觸控解碼能力包括觸摸資料擷取、觸摸識別、觸摸追蹤及將處理之觸摸資料輸出至與該觸控感測器關聯之一裝置。觸摸識別包括觸摸位置峰值偵測、觸摸位置微調及觸摸位置插補。觸摸資料擷取定位於該觸控感測器上之潛在觸摸。峰值偵測識別潛在觸摸位置係在該觸控感測器上的何處。一旦已識別一潛在觸摸位置，觸摸位置微調檢查觸摸位置之每個鄰近位置，且插補檢查該等鄰近觸摸位置值以產生該觸摸之一更高解析度位置。觸摸追蹤比較觸摸識別資料之時序「訊框」，且接著判定哪些觸摸在訊框之間關聯，以進一步處理，例如，判定手勢動作。

A touch sensor capable of detecting multiple touches thereto is coupled with a digital device having multi-touch decoding capabilities. These multi-touch decoding capabilities comprise touch data acquisition, touch identification, touch tracking and processed touch data output to a device associated with the touch sensor. Touch identification comprises touch location(s) peak detection, touch location(s) nudging and touch location(s) interpolation. Touch data acquisition locates potential touches on the touch sensor. Peak detection identifies where potential touch locations are on the touch sensor. Once a potential touch location(s) has been identified, touch location nudging examines each adjacent location thereto and interpolation examines the adjacent touch location values to generate a higher resolution location of the touch. Touch tracking compares time sequential "frames" of touch identification data and then determines which touches are associated between frames for further processing, e.g., determining gesturing actions.

指定代表圖：

- 符號簡單說明：
- 102 . . . 觸控感測器
 - 104 . . . 行
 - 105 . . . 列
 - 106 . . . 數位處理器及記憶體
 - 108 . . . 類比轉數位轉換器控制器
 - 110 . . . 電容性觸控類比前端
 - 112 . . . 微控制器積體電路裝置

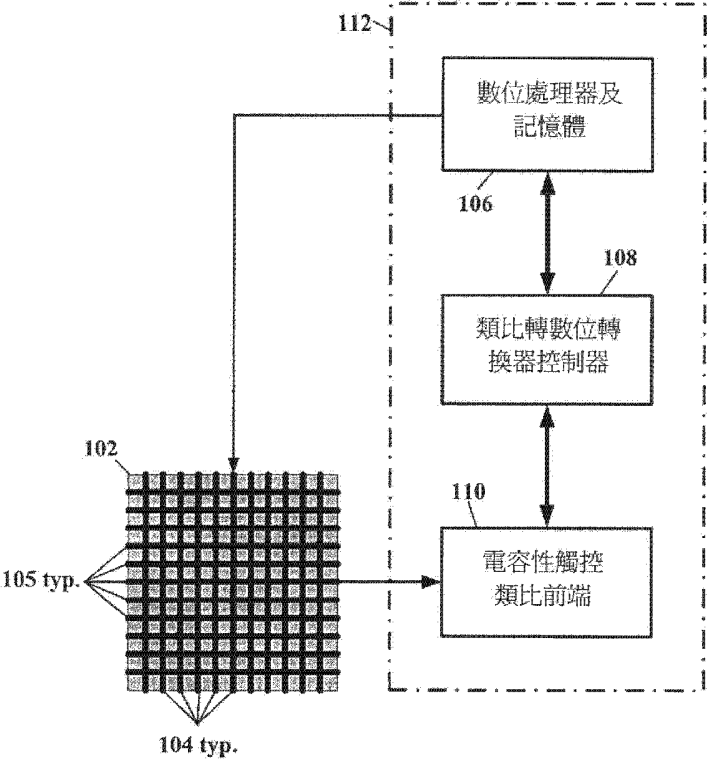


圖 1

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】

多點觸控解碼之方法及系統

METHOD AND SYSTEM FOR MULTI-TOUCH DECODING

相關專利申請案

本申請案主張2012年3月30日申請之共同擁有之美國臨時專利申請案第61/617,831號之優先權；該案出於所有目的以引用之方式併入本文中。

【技術領域】

本發明係關於電容性觸控感測之解碼，特定而言，多點觸控解碼。

【先前技術】

人機介面裝置包含使用當觸摸時改變電容值之電容性感測器之基於觸控感測表面(例如，平板、螢幕，等等)之觸摸控制系統。將觸控感測器上之觸摸變換為一個或多個觸摸位置係不簡單的。追蹤在觸控感測器上之一個或多個觸摸亦具挑戰性。進階觸摸控制系統不僅能夠偵測在一觸控感測表面(諸如一觸控螢幕)上之單個觸摸及/或移動，而且亦可偵測所謂的多點觸控情況，其中使用者在各自觸控感測表面上觸摸多於一個位置及/或移動多於一個手指，例如，作手勢。

多點觸控系統之關鍵挑戰為：低成本系統之有限處理速度，諸如(例如但不限於) 8位元微控制器架構之處理能力，此係因為此等架構可能無法進行用於處理由觸控感測裝置產生之各自信號之進階數學運算。亦可能存在受限之觸控掃描效能，例如整個系統可能無法適度地在每一「訊框」取樣觸控感測器或螢幕之整個平面。其他挑戰包含

具有足夠程式記憶體空間以提供簡潔、模組化及通用之觸摸位置判定程式。受限之隨機存取記憶體(RAM)空間可使得觸控判定系統無法同時儲存觸摸偵測及其位置之多個整個「影像」。

因此，存在對改良及簡化觸控判定方法之需要。習知解決方案係基於臨限值且需要複雜計算。因此，需要更穩定且較少計算強度之觸控判定方法。此外，存在對高品質多點觸控解碼之需要，特定而言，可(例如但不限於)用低成本之8位元微控制器架構實施之一方法及/或系統。

【發明內容】

由本文中揭示之多點觸控解碼方法及系統解決上文提及之問題，及達成其他及進一步優點。

根據一實施例，一種用於解碼在一觸控感測表面上之多個觸摸之方法可包括下列步驟：掃描在一軸上對準之複數個通道以用於判定通道之自身值；比較該至少一個自身值以判定哪一個通道可為局部最大自身值；掃描可能具有局部最大自身值之該至少一個通道之複數個節點以判定該等節點之相互值；及比較該等相互值以判定該等節點之哪一者可能具有最大相互值，其中在局部最大自身值通道上具有最大相互值之節點可為一潛在觸摸位置。

根據一進一步實施例，該方法可包括下列步驟：判定該等自身值之至少一者是否可能大於一自身觸摸臨限值，其中若是，則繼續掃描具有最大自身值之至少一個通道之複數個節點之步驟，及若否，則隨著完成而結束觸摸偵測訊框。

根據一進一步實施例，該方法可包括下列步驟：判定至少一個自身值之左及右斜率值，其中：該左斜率值可等於至少一個自身值減去在該至少一個通道之左邊之一通道之一自身值，且該右斜率值可等於該至少一個自身值減去在該至少一個通道之右邊之一通道之一自身

值。

根據一進一步實施例，該方法可包括下列步驟：判定該左斜率值是否可能大於零(0)，及該右斜率值是否可能小於零(0)，其中若是，則返回掃描該至少一個通道之複數個節點之步驟，及若否，則繼續下一步驟；判定該左斜率值是否可能大於零(0)且大於右斜率值，其中若是，則返回掃描該至少一通道之該複數個節點之步驟，及若否，則繼續下一步驟；判定該左斜率值是否可能小於零(0)且大於右斜率值之一百分比，其中若是，則返回掃描該至少一個通道之複數個節點之步驟，及若否，則繼續下一步驟；判定是否可能由另一自身值，其中若是，則使用另一自身值返回判定該等自身值之至少一者是否可能大於自身觸摸臨限值之步驟，及若否，則隨著完成而結束一觸摸偵測訊框。

根據一進一步實施例，該方法可包括下列步驟：判定該等相互值之至少一者是否可能大於一相互觸摸臨限值，其中若是，則繼續掃描具有最大自身值之該至少一個通道之複數個節點之步驟，及若否，則隨著完成而結束觸摸偵測訊框。

根據一進一步實施例，該方法可包括下列步驟：判定下一斜率值，其中該下一斜率值可等於一當前相互值減去下一節點之下一相互值；及判定一先前斜率值，其中該先前斜率值可等於當前相互值減去一先前節點之一先前相互值。

根據一進一步實施例，該方法可包括下列步驟：判定下一斜率值是否可能小於零(0)，及該先前斜率值是否可能大於零(0)，其中若是，則開始確認節點之步驟，及若否，則繼續下一步驟；判定下一斜率值是否可能大於零(0)及小於先前斜率值之一百分比，其中若是，則開始確認節點之步驟，及若否，則繼續下一步驟；判定下一斜率值是否可能小於零(0)且大於先前斜率值，其中若是，則開始確認節點

之步驟，及若否，則繼續下一步驟；判定是否可能具有另一相互值，其中若是，則返回判定該等相互值之至少一者是否可能大於相互觸摸臨限值之步驟，及若否，則繼續下一步驟；及判定是否可能具有另一自身值，其中若是，則檢查另一自身值且返回判定該等自身值之至少一者是否可能大於一自身觸摸臨限值之步驟，及若否，則隨著完成而結束觸摸偵測訊框。

根據該方法之一進一步實施例，確認節點之步驟可包括下列步驟：將具有一局部最大相互值之節點識別為當前節點；判定是否可能具有在當前節點之北邊之有效節點，其中若否，則繼續判定是否可能有在當前節點之南邊之一有效節點之步驟，及若是，則對該北邊節點執行一相互量測且繼續下一步驟；判定該北邊節點是否可能大於當前節點，若是，則使該北邊節點為當前節點，且繼續判定一觸摸點是否已存在於此節點之步驟，及若否，則繼續下一步驟；判定是否具有在當前節點之南邊之一有效節點，其中若否，則繼續判定是否有在當前節點之東邊之一有效節點之步驟，及若是，則對該南邊節點執行相互量測且繼續下一步驟；判定該南邊節點是否可能大於當前節點，其中若是，則使該南邊節點為當前節點且繼續判定一觸摸點是否已存在於此節點之步驟，及若否，則繼續下一步驟；判定是否有在當前節點之東邊之一有效節點，其中若否，則繼續判定是否有在當前節點之西邊之一有效節點之步驟，及若是，則對該東邊節點執行一相互量測且繼續下一步驟；判定該東邊節點是否可能大於當前節點，若是，則使該東邊節點為當前節點且繼續判定一觸摸點是否已存在於此節點之步驟，及若否，則繼續下一步驟；判定是否有在當前節點之西邊之一有效節點，其中若否，則繼續判定是否有在當前節點之左邊之一有效節點之步驟，及若是，則對該西邊節點執行一相互量測且繼續下一步驟；判定該西邊節點是否可能大於當前節點，若是，則使該西邊節點

為當前節點且繼續判定一觸摸點是否已存在於此節點上之步驟，及若否，則繼續下一步驟；判定是否有在當前節點之左邊之一有效節點，其中若否，則將一左邊相互值定義為一中間相互值減去一右邊相互值，且繼續判定該節點之精細位置之步驟，及若是，則對該左邊節點執行一相互量測且繼續下一步驟；判定是否有在當前節點之右邊之一有效節點，其中若否，則將相互值定義為中間相互值減去左邊相互值且繼續判定該節點之精細位置之步驟，及若是，則對該右邊節點執行一相互量測且繼續下一步驟；藉由從右邊值減去左邊值而定義該節點之一精細位置，將此差除以中間值且將其結果乘以64且繼續下一步驟；及判定是否對每個軸執行插補，其中若是，則將另一觸摸點添加至所有偵測之觸摸點之一列表，且返回判定是否有額外相互值之步驟，及若否，則藉由使用另一軸之左邊及右邊節點而在另一軸上插補，以再次開始於判定是否有在當前節點之左邊之一有效節點之步驟。

根據另一實施例，一種用於追蹤在一觸控感測表面上之先前找到及當前觸摸位置之方法可包括下列步驟：判定是否有至少一個當前觸摸位置，其中若是，則選擇當前觸摸位置之一者，及若否，則繼續下一步驟；判定是否有至少一個先前觸摸位置，其中若否，則結束追蹤，及若是，則選擇該等先前觸摸位置之一者且繼續下一步驟；判定該先前觸摸位置是否可能與當前觸摸位置關聯，其中若否，則在先前觸摸位置處可能不再存在觸摸，停止追蹤該先前觸摸位置且繼續判定是否至少還有一個先前觸摸位置之步驟，及若是，則繼續下一步驟；及判定是否至少還有一個先前之觸摸位置，其中若是，則選擇下一先前觸摸位置且繼續使用先前觸摸位置之下一先前觸摸位置判定該先前觸摸位置是否可能與當前觸摸位置關聯之步驟，及若否，則輸出所追蹤之觸摸位置。

根據該方法之一進一步實施例，選擇當前觸摸位置之一者之步驟可包括下列步驟：判定是否有至少一個先前觸摸位置，其中若否，則追蹤在當前觸摸位置之新觸摸，且繼續判定是否至少還有一個當前觸摸位置之步驟，及若是，則將一臨時權重值設定為最大權重值，選擇一先前觸摸位置且繼續下一步驟；量測選擇之當前觸摸位置與選擇之先前觸摸位置之間之一距離，將此距離使用為當前權重值以判定選擇之當前觸摸位置與先前觸摸位置成對，且繼續下一步驟；判定當前權重值是否可小於臨時權重值，其中若否，則繼續判定是否至少還有一個先前觸摸位置之步驟，及若是，則將臨時權重值設定為當前權重值，將選擇之先前觸摸位置記錄為一臨時觸摸位置且繼續下一步驟；判定是否至少還有一個先前觸摸位置，其中若是，則選擇下一先前觸摸位置且返回至量測選擇之當前觸摸位置與選擇之先前觸摸位置之間之距離之步驟，及若否，則繼續下一步驟；判定臨時位置是否已經可能指派至一不同當前位置，其中若是，則計算當前位置之下一最糟權重值，且對於一指派當前位置則繼續判定該當前位置之下一最糟權重值是否可小於該指派位置之下一最糟權重值之步驟，及若否，則繼續下一步驟；判定該權重值是否可能低於一最大相關臨限值，其中若是，則將該臨時位置指派至當前位置且繼續判定是否至少還有一個當前觸摸位置之步驟，及若否，則可識別一新觸摸位置以追蹤其且繼續下一步驟；判定是否至少還有一個當前觸摸位置，其中若否，則返回判定是否有至少另一先前觸摸位置之步驟，及若是，則選擇下一當前觸摸位置且返回判定是否有至少一個先前觸摸位置之步驟；判定當前位置之下一最糟權重值是否可小於指派之位置之下一最糟權重值，其中若是，則將臨時位置設定為下一最糟位置，且返回判定是否至少還有一個當前觸摸位置之步驟，及若否，則將指派之位置設定為下一最糟權重值，選擇移動之指派位置且返回判定是否有至少一個先前觸摸

位置之步驟。

根據又另一實施例，一種用於快取複數個觸摸行之相互觸摸值之方法可包括下列步驟：接收一相互掃描位置請求；判定一快取記憶體是否含有該請求之相互掃描位置之掃描資料，其中若是，則繼續判定該掃描資料是否可有效之步驟，及若否，則繼續下一步驟；判定該請求之相互掃描位置是否可超過快取記憶體之一右邊邊緣，其中若是，則解除分配在該快取記憶體之最左行中之掃描資料，將解除分配之掃描資料分配至快取記憶體之右邊邊緣且使其值無效，及若否，則解除分配在該快取記憶體之最右行中之掃描資料，將該解除分配之掃描資料分配至該快取記憶體之一左邊邊緣且使其值無效；判定該掃描資料是否可為有效，其中若是，則傳回該請求之掃描資料以進一步就此處理，及若否，則在該請求之位置處執行一相互掃描，將所得掃描資料置於快取記憶體中，且傳回該請求之掃描資料以進一步就此處理。

根據還有另一實施例，一種根據本文中主張之方法之用於解碼多個觸摸之系統可包括：第一複數個電極，其配置於具有一第一軸之一平行定向中，其中該第一複數個觸控電極之各者可具有一自電容；第二複數個電極，其配置於具有實質上垂直於該第一軸之一第二軸之一平行定向中，該第一複數個電極可定位於該第二複數個電極上以形成一觸控矩陣，其中該等第一及第二複數個電極之每個重疊交叉可具有一互電容；可量測該第一複數個電極之各者之該自電容以產生各自之自身值；可量測該等第一及第二複數個電極之每個重疊交叉之該互電容以產生各自之相互值；可藉由一微控制器之一類比前端而量測自電容及互電容；該自身值及相互值可儲存於該微控制器之一記憶體中；及該微控制器中之一數位處理器使用自身值及相互值判定每個觸摸擷取訊框之至少一個觸摸之至少一個位置，及追蹤隨後觸摸擷取訊

框中之至少一個觸摸之變化位置。

【圖式簡單說明】

可藉由參考與附圖結合之下文描述而獲得本發明之更完全理解，其中：

圖1繪示根據本揭示之教示之一電子系統之一示意方塊圖，其具有一電容性觸控感測器、一電容性觸控類比前端及一數位處理器；

圖1A至圖1D繪示根據本揭示之教示之具有各種電容性觸控感測器組態之觸控感測器之示意平面圖；

圖1E及圖1F繪示根據本揭示之教示之對觸控感測器之單個觸摸之自電容及互電容觸摸偵測之示意平面圖；

圖1G至圖1K繪示根據本揭示之教示之對觸控感測器之兩個觸摸之自電容及互電容觸摸偵測之示意平面圖；

圖2繪示根據本揭示之具體實例實施例之如圖1中所示之觸控感測器之多點觸控解碼之一示意流程圖；

圖3繪示根據本揭示之具體實例實施例之單個觸摸峰值偵測資料之一圖表；

圖4繪示根據本揭示之具體實例實施例之一觸控感測器之潛在觸摸及互感觸摸位置之一示意平面圖；

圖5繪示根據本揭示之具體實例實施例之展示其之一快取資料窗之一觸控感測器之一示意平面視圖；

圖6繪示根據本揭示之具體實例實施例之兩個觸摸峰值偵測資料之自掃描值及相互掃描值一表之一圖表；

圖7及圖8繪示根據本揭示之教示之用於點加權實例之歷史及當前點位置之示意圖；

圖9繪示根據本揭示之教示之一正常手指觸摸及一平坦手指觸摸之示意圖；及

圖10至圖19繪示根據本揭示之具體實例實施例之用於觸摸解碼之示意流程圖。

雖然本揭示對於各種修改及替代形式係敏感的，但是其具體實例實施例已展示於圖中且在本文中詳細描述。然而應理解，具體實例實施例之本文中之描述並非意欲將本揭示限制於本文中揭示之特定形式，但是相反，本揭示涵蓋如由隨附申請專利範圍定義之所有修改及等效物。

【實施方式】

根據各種實施例，可提供掃描觸控感測器之一系列最佳化程序，觸控感測器包括以一矩陣配置於一表面(例如觸控感測器)上之複數個(電)導電行及列，且程序識別及追蹤至導電行及列複數個觸摸。根據本揭示之具體實施例，可用低成本之8位元微控制器而進一步最佳化此等程序之操作。

根據各種實施例，此等程序利用自掃描及相互掃描兩者以執行用於觸控感測之複數個導電列及行之一最佳化掃描。將此作為基礎使用，所提出之程序可使用來自該複數個導電列及行之資料之一子組以進行觸摸位置識別及追蹤的所有必需處理。各種實施例明確聚焦於用於達成觸摸位置識別及追蹤之低資源需求之解決方案。

根據各種實施例，可首先量測導電行或列之自電容，接著可與導電列或行之另一軸組合而量測僅此等導電行或列之互電容。本文中揭示之各種實施例克服將此等自電容及互電容量測值變換為一個或多個觸摸及透過如上文描述之導電行或列之電容量測值之多個訊框而追蹤此等一個或多個觸摸之問題。

根據各種實施例，至少一個程序可掃描以一矩陣配置之複數個導電行及列，使用本文中揭示及主張之各種獨特技術而偵測及追蹤至多N個觸摸。峰值偵測之程序檢查斜率比，以精確及快速判定峰值量

測。根據各種實施例，可隨關於複數個導電行或列之相關者的時間而解決追蹤多點觸控位置之挑戰。

各種實施例可允許N個觸摸以補償不同手指位置之觸摸，例如，諸如一平坦手指，其防止錯過觸摸且實質上消除不正確觸摸。

根據各種實施例，提供一種用於快速識別精確觸摸(代替僅查看真實峰值)之程序，其中可藉由使用本文中揭示之各種技術檢查斜率比而找到一「虛擬」峰值以用於觸摸識別。根據本揭示之教示之獨特程序之組合可用於達成多點觸控解碼之更好精確度及速度改良。例如，一峰值偵測程序可實施為一「模糊」峰值偵測程序，其檢查斜率關係，而非僅所量測之導電行之間之斜率正負號。此外，可使用所謂的「微調技術」，其藉由檢查一潛在觸摸位置之鄰近值而將該潛在觸摸位置「微調」至一最佳位置。「窗」資料快取記憶體可用於在一低容量RAM環境(例如，8位元微控制器)中加速處理。可使用插補以基於鄰近觸摸位置之量測值而增加觸摸位置解析度。可使用多點觸控追蹤以隨時間識別N個觸摸。在加權方法中可使用權重匹配以隨時間最佳匹配觸摸點。「面積」偵測可使用允許基於一給定觸摸位置之微調值之總和之簡單面積及/或壓力偵測。

解碼改良之重要精確度及速度可使用新穎技術之一組合，以使用於一低記憶體容量及低成本數位處理器中，例如，微控制器、微處理器、數位信號處理器(DSP)、特殊應用積體電路(ASIC)、可程式化邏輯陣列(PLA)，等等。各種實施例可追蹤在(例如但不限於)一3.5英寸觸控感測器電容感測器陣列上之八個或更多觸摸。例如當使用Microchip PIC18F46K22 (64K ROM、 <4K RAM)微控制器時。

習知電容性觸控解碼不使用下文更完全描述之技術，也不展示此等效能結果。

現在參考圖，示意地繪示實例實施例之細節。圖中相同元件將

由相同數字表示，且類似元件將由具有不同下標小寫字母後綴之相同數字表示。

參考圖1，根據本揭示之教示描繪一電子系統之一示意方塊圖，該電子系統具有一電容性觸控X-Y感測器、一電容性觸控類比前端及一數位處理器。一微控制器積體電路裝置112可包括一數位處理器及記憶體106、一類比轉數位轉換器(ADC)控制器108，及一電容性觸控類比前端(AFE) 110。該微控制器積體電路裝置112可耦接至一觸控感測器102，該觸控感測器102包括以一矩陣配置之複數個導電行104及列105。預期且在本發明之範疇內，導電列105及/或導電行104可為印刷電路板導體、電線、一清透基板(例如顯示/觸控螢幕)上之ITO塗層等等，或其等之任何組合。

參考圖1A至圖1D，描繪根據本揭示之教示之具有各種電容性觸控感測器組態之觸控感測器的示意平面圖。圖1A展示導電行104及導電列105。導電行104之各者具有一「自電容」，當處於靜態時其可個別地量測，或所有導電列105可被主動地激發，而導電行104之各者具有其製成之自電容量測值。所有導電列105之主動激發可對導電行104之各個電容量測提供更強之量測信號。

例如，若在一自電容掃描期間於導電行104之一者上偵測到一觸摸，則在其互電容掃描期間僅需要進一步量測其上偵測到觸摸之該導電行104。該自電容掃描可能僅判定哪一導電行104已被觸摸，但是不能判定是在沿著其被觸摸之導電行104之軸的什麼位置。互電容掃描可藉由一次個別地激發(驅動)一個導電列105且量測與該導電列105交叉(相交)之該導電行104上之每個位置之一互電容值而判定沿著該導電行104之軸的觸摸位置。在導電行104與導電列105之間可具有絕緣非導電介質(未展示)，且其分離該導電行104及導電列105。在導電行104與導電列105交叉(交越)之處，藉此形成互電容120。在上述自電

容掃描期間，所有導電列105可接地或用一邏輯信號驅動，藉此形成與導電行104之各者關聯的各個行電容。

圖1B及圖1C展示導電行104及導電列105之鑽石形圖案的交叉。此組態可以導電行104與導電列105之間之更小重疊而最大化每個軸之導電行及/或列對一觸摸(例如，更敏感性)之暴露。圖1D展示接收器(頂部)導電列(例如，電極) 105a及傳送器(底部)導電行104a，包括似梳子之網線指狀物。以並排平面圖展示導電行104a及導電列105a，但通常頂部導電列105a將在底部導電行104a上方。自電容及互電容觸摸偵測更完整地描述於《Technical Bulletin TB3064》由Todd O'Connor所著之標題為「mTouch™ Projected Capacitive Touch Screen Sensing Theory of Operation」一文中，其可在www.microchip.com找到；及Jerry Hanauer之標題為「Capacitive Touch System Using Both Self and Mutual Capacitance」之共同擁有的美國專利申請公開案第US 2012/0113047號中；其中兩者出於所有目的以引用之方式併入本文中。

返回參考圖1，微控制器112現在包含增強此等電容值變化之偵測及評估之周邊設備。各種電容性觸控系統應用之更詳細描述在Microchip Technology Incorporated application notes AN1298、AN1325及AN1334中更完全揭示，可在www.microchip.com找到，且所有出於所有目的以引用之方式併入本文中。一種此類應用利用電容分壓器(CVD)方法以判定一電容值及/或評估該電容值是否已改變。該CVD方法在Application Note AN1208中更完全描述，可在www.microchip.com找到；及該CVD方法之一更詳細解釋在由Dieter Peter之標題為「Capacitive Touch Sensing using an Internal Capacitor of an Analog-To-Digital Converter (ADC) and a Voltage Reference」之共同擁有之美國專利申請公開案第US 2010/0181180號中找到；其中兩者出於所有

目的以引用之方式併入本文中。

對於非常精確之電容量測可使用充電時間量測單元(CTMU)。CTMU更詳細描述於Microchip application notes AN1250及AN1375中，可在www.microchip.com找到，及均由James E. Bartling之標題為「Measuring a long time period」的共同擁有之美國專利第US 7,460,441 B2號及標題為「Current-time digital-to-analog converter」的US 7,764,213 B2；其中其等所有出於所有目的以引用之方式併入本文中。

預期且在本揭示之範疇內，於判定複數個導電行104之電容值中可使用具有必要解析度之任何類型之電容量測電路，且電子學及具有本揭示之利益之一般技術者可實施此一電容量測電路。

參考圖1E及圖1F，描繪根據本揭示之教示之對一觸控感測器之單個觸摸之自電容及互電容觸摸偵測之示意平面圖。在圖1E中，由一部分手指之圖片表示之觸摸近似在座標X05、Y07處。在自電容觸摸偵測期間，可量測列Y01至Y09之各者以判定其電容值。注意，已獲取對於列Y01至Y09之各者沒有至列Y01至Y09之觸摸之基線電容值，且儲存於一記憶體中(例如，記憶體106-圖1)。對於列Y01至Y09之基線電容值之任何顯著電容變化將是明顯的，且視作手指觸摸。在圖1E中展示之實例中，手指正在觸摸列Y07，且該列之電容值將變化，指示至該列之觸摸。然而從自電容量測仍然不知道在此列上的何處發生觸摸。

一旦已使用列(Y07)之自電容變化而判定觸摸之列(Y07)，可使用互電容偵測判定在該觸摸之列(Y07)上的何處已發生觸摸。此可藉由一次一個激發行X01至X12之各者(例如在其上加電壓脈衝)同時當行X01至X12之各者被個別激發時量測列Y07之電容值而完成。導致列Y07之電容值中之最大變化之行(X05)激發將是在對應於行X05與列

Y07之交叉之該列上之位置，因此單個觸摸在點或節點X05、Y07處。使用自電容及互電容觸摸偵測顯著減少在觸控感測器102上獲得X,Y觸摸座標之列及行掃描次數。在此實例中，在自電容觸摸偵測期間掃描九(9)列且在互電容觸摸偵測期間掃描十二(12)行，總次數為 $9+12=21$ 次掃描。若對於每個節點(位置)使用個別x-y電容觸控感測器，則 $9 \times 12=108$ 次掃描將是必需的，以找到此一個觸摸，具有顯著區別。預期且在本揭示之範疇內，可首先判定行X01至X21之自電容，接著藉由激發每列Y01至Y09而判定選擇行之互電容，以在該(該等)選擇行上找到觸摸位置。

參考圖1G至圖1K，描繪根據本揭示之教示之對於一觸控感測器之兩個觸摸之自電容及互電容觸摸偵測之示意平面圖。在圖1G中，由兩個手指之部分之圖片表示之兩個觸摸對於觸摸#1近似在座標X05、Y07，且對於觸摸#2在座標X02、Y03處。在自電容觸摸偵測期間，可量測列Y01至Y09之各者以判定其電容值。注意對於列Y01至Y09之各者，已經獲取沒有至列Y01至Y09之觸摸之基線電容值，且儲存於一記憶體中(例如，記憶體106 - 圖1)。對於列Y01至Y09之基線電容值之任何顯著電容變化將是明顯的且視作手指觸摸。在圖1H中展示之實例中，第一手指正在觸摸列Y07，且第二手指正在觸摸列Y03，其中此等兩列之電容值將變化，指示至此等兩列之觸摸。然而從自電容量測仍然不知道在此等兩列上的何處已發生觸摸。

一旦已使用列(Y07及Y03)之自電容變化而判定觸摸之列(Y07及Y03)，可使用互電容偵測判定在此等兩個觸摸之列(Y07及Y03)上的何處已發生觸摸。參考圖1I，此可藉由一次一個激發行X01至X12之各者(例如在其上加電壓脈衝)同時當行X01至X12之各者被個別激發時量測列Y07之電容值而完成。導致列Y07之電容值中之最大變化之該行(X05)激發將是在對應於行X05與列Y07之交叉之該列上之位置。參

考圖1J，同樣當行X01至X12之各者被個別激發時量測列Y03之電容值判定在行Y03上的何處已發生觸摸#2。參考圖1K，兩個觸摸在點或節點(X05、Y07)及(X02、Y03)處。預期且在本揭示之範疇內，若可同時量測多於一個所選擇之列(例如，Y07及Y03)之電容，則在判定對觸控感測器102之兩個觸摸時需要僅一組個別行X01至X12激發。

參考圖2，描繪根據本揭示之具體實例實施例之如圖1中所示之一觸控感測器之多點觸控解碼之示意流程圖。多點觸控解碼之一程序可包括資料擷取202、觸摸識別204、觸摸追蹤206及資料輸出208之步驟。觸摸識別204之步驟可進一步包括峰值偵測210、微調212及插補214之步驟，在下文中更完全描述。

資料擷取

資料擷取202係獲取複數個導電行104或導電列105之自電容及互電容量測以獲得觸摸識別資料之程序。可進一步經處理觸摸識別資料以使用如下文更完全描述之觸摸識別204程序而定位於觸控感測器102上之潛在觸摸。

觸摸識別

觸摸識別204係使用在資料擷取202程序期間獲得之觸摸識別資料以定位於觸控感測器102上之潛在觸摸之程序。以下係一序列之程序步驟以使用該複數個導電行104或導電列105之自電容量測判定該複數個導電行104或導電列105之哪些具有至其之觸摸以進行選擇，且使用其互電容量測判定觸摸可能發生在所選擇之導電行104或導電列105上的何處。

峰值偵測

峰值偵測210係識別潛在觸摸位置可能在觸控感測器102上的何處的程序。然而根據本揭示之教示，代替僅查看實際偵測「峰值」，峰值偵測可故意地製造地「模糊」，例如，藉由尋找斜率值之差比以

及斜率「正負號」而識別潛在峰值，而非僅低-高-低之值序列。可藉由檢查斜率比(例如2:1斜率比)而偵測一「虛擬」峰值，其中斜率中之變化可識別為一潛在峰值。可重複此直到沒有偵測到額外峰值。

微調

微調212係一旦已識別一潛在觸摸位置則檢查觸摸位置之每個鄰近位置之程序。若鄰近位置具有大於現有觸摸潛在位置之值，則消除當前潛在觸摸位置且將具有更大值之鄰近位置識別為潛在觸摸位置。(見圖5及下文其之描述)。

插補

一旦已識別一觸摸位置，插補214係檢查鄰近值以產生更高解析度位置之程序。

觸摸追蹤

觸摸追蹤206係比較觸摸識別資料之時序「訊框」且接著判定哪些觸摸在連續訊框之間關聯之程序。可使用加權及「最佳猜測」匹配之組合以在上文描述之資料擷取202程序期間透過多個訊框追蹤觸摸。對於所偵測之每個峰值及在先前訊框上識別到之每個觸摸重複此。「訊框」係複數個電容性觸控感測器104之自電容及互電容量測之組，以在一具體時間捕獲單組觸摸。該複數個導電行104或導電列105之自電容及互電容量測之每個完全組掃描(「訊框」)在與該訊框關聯之一給定時間獲得觸控感測器102之觸摸識別資料。

觸摸追蹤206將一訊框中之一給定觸摸與一隨後訊框中之一給定觸摸關聯。觸摸追蹤可建立觸摸訊框之一歷史且可將一當前訊框之觸摸位置與一先前訊框或多個訊框之觸摸位置關聯。為將一先前觸摸位置與一當前潛在觸摸位置關聯，可使用一「加權」函數。(不同訊框之)時序觸摸位置之間之權重值(「權重」及「權重值」在本文中將可互換使用)表示(不同訊框之)該時序觸摸位置與彼此關聯之可能性。可

使用距離計算以在此等關聯之觸摸位置之間指派權重值。用於判定觸摸位置之間之權重值之「真實」但複雜及處理器密集型計算係：

$$\text{權重值} = \text{SQRT} [(X_{\text{previous}} - X_{\text{current}})^2 + (Y_{\text{previous}} - Y_{\text{current}})^2] \quad \text{方程式(1)}$$

可使用量測 ΔX 及 ΔY 及將其等相加在一起之一簡化距離(權重值)計算。

$$\text{權重值}' = \text{ABS}(X_{\text{previous}} - X_{\text{current}}) + \text{ABS}(Y_{\text{previous}} - Y_{\text{current}}) \quad \text{方程式(2)}$$

上述簡化權重值計算(方程式(2))產生針對一給定權重值之一鑽石形圖案，代替方程式(1)更複雜權重值計算之一圓形圖案。使用方程式(2)可最佳化一簡單處理系統中之權重值計算之速度，可基於X距離之變化及Y距離中之變化之總和而計算距離，例如，上文之方程式(2)。一更好權重值可定義為連續觸摸位置之間之一更小距離。

對於每個新觸摸位置，可從先前訊框計算對於所有觸摸位置之一權重值。該新觸摸位置接著與在其等之間具有最佳權重值之先前觸摸位置關聯。若該先前觸摸位置已具有來自一先前訊框之一關聯觸摸位置，則可檢查對於每個觸摸位置之第二階層第二最佳權重值。具有低成本第二最佳權重值之觸摸位置可接著變換為其第二最佳位置，且另一觸摸位置可保持為最佳觸摸位置。重複此程序直到所有觸摸位置已經與先前訊框觸摸位置關聯，或已經識別為具有新位置之「新觸摸」，沒有來自先前訊框之觸摸位置靠近該(該等)新觸摸位置。

前述加權程序之一替代可為基於向量之程序，其利用從先前兩個位置建立之一向量以建立最可能之下一位置。此基於向量之加權程序可使用與上文提及之加權程序相同之距離計算，從多個點運行其且基於進行量測之點而修改權重值。

藉由查看一觸摸之先前兩個位置，可預知該觸摸之下一「最可能」位置。一旦已判定推算位置，該位置可用作一權重值之基礎。為改良該推算位置上之匹配，可使用一「加速模型」以將加權點沿著該

向量加至該等推算位置且經過該等推算位置。此等額外點幫助以觸摸移動之速度偵測變化，但對於判定觸摸運動之方向可能不理想。

參考圖7及圖8，描繪根據本揭示之教示之用於一點加權實例之歷史及當前點位置之示意圖。一旦已產生權重，則可產生權重值及關聯觸摸之最佳組合。某些觸摸情景可導致幾乎相同之權重值，在該情況中應比較第二最佳權重值且適當變換關聯。取決於操作之順序，可首先關聯點A及D。隨著產生B之權重值，BD係比BC更好的匹配。在此情況中查看第二權重值。將A變換為與C關聯或將B變換為與C關聯是否更廉價？

藉由沿用此序列之操作，所有點可具有對於最佳整體匹配而變換之關聯，而非僅最佳局部匹配。可能需要一些警惕性以防止重加權之無限迴圈。此可藉由將變換數限制於一有限數而完成。現參考圖8，點A及B係現有點，且點1及2係需要關聯之「新」點。

步驟1)計算觸摸位置之間之權重值：

$$A \leftrightarrow 1 \text{ 權重} = 5 \quad ((\Delta X = 2) + (\Delta Y = 3) = 5)$$

$$A \leftrightarrow 2 \text{ 權重} = 4$$

$$B \leftrightarrow 1 \text{ 權重} = 10$$

$$B \leftrightarrow 2 \text{ 權重} = 5$$

步驟2)對於每個現有觸摸位置選擇「最佳」對(最低權重)：

$$A \leftrightarrow 2 \text{ 權重} = 4 \text{ 及 } B \leftrightarrow 2 \text{ 權重} = 5$$

步驟3)若多於一個現有觸摸位置對具有一給定新觸摸位置，則查看對於各者之第二最佳觸摸位置及從最佳至第二最佳對之權重值中的差「成本」)。

$$A \leftrightarrow 1 \text{ (權重: 5) 成本} = 1: (A \leftrightarrow 1 \text{ 權重}) - (A \leftrightarrow 2 \text{ 權重 } 4)$$

$$B \leftrightarrow 1 \text{ (權重: 10) 成本} = 5: (B \leftrightarrow 1 \text{ 權重}) - (B \leftrightarrow 2 \text{ 權重 } 5)$$

步驟4)將該對變換至最低成本對，藉此允許另一觸摸位置維持原始對。

$$A \leftrightarrow 1$$

$$B \leftrightarrow 2$$

步驟5)重複步驟2)至4)直到所有對係1:1。若具有比現有觸摸位置更多的觸摸位置，則開始追蹤一新觸摸位置。若具有比現有「最糟匹配」觸摸位置更少的新觸摸位置，則此等最糟匹配觸摸位置可丟失且不再追蹤。

平坦手指識別

參考圖9，描繪根據本揭示之教示之一正常手指觸摸及一平坦手指觸摸之示意圖。識別一觸摸之一挑戰在於「平坦手指」情景。此係當一手指1020之側或平坦部分(而非指尖1022)置於觸控感測器102上時。注意，一平坦手指1020可產生兩個或多個潛在觸摸位置1024及1026。可使用本揭示之教示以藉由累加微調至每個峰值之所有節點之值之總和而偵測一平坦手指1020。若此等值之總和超過一臨限值，則可能係由平坦手指觸摸導致。若偵測到平坦手指觸摸，則可抑制緊靠平坦手指峰值之其他觸摸。

資料輸出

返回參考圖2，資料輸出208係提供在一資料封包中之所決定觸摸位置座標至一主機系統以用於其處置之程序。

觸摸判定

給定一陣列之觸摸資料，檢查其值之間之差異且將某些關鍵情景標記為潛在峰值以進一步檢查。當判定觸摸位置時可忽略低於一臨限值之所有觸摸資料值。

關鍵情景1：真實峰值

參考圖3，將從正至負斜率之轉變識別為一潛在峰值。此將為圖

3中所示之實例資料值之行7中圈出之點。

關鍵情景2：斜率比超過臨限值(「模糊」峰值偵測)

可使用斜率比之一關鍵臨限值以標記額外峰值。使用之臨限值可為(例如但不限於) 2:1，所以在具有大於2:1之斜率變化之情況中可識別為潛在峰值。此適用於正斜率及負斜率。此將為圖3中所示之實例資料值之行6中圈出之點。

為什麼不查看斜率正負號？

因為自掃描係兩個軸之感測器陣列之僅一個軸(例如，觸控感測器102之導電列105及導電行104，圖1)，對於由單個「條」(例如，行)結束之兩個觸摸可僅展示單個峰值。用該實例資料，可具有兩個觸摸，一個在6,6且另一個在7,7 (見圖3及圖6)。在沒有額外峰值偵測之下，可能無法偵測在6,3之觸摸。

微調位置精細化

一旦識別一潛在觸摸位置，可檢查每個鄰近觸摸位置以判定其等是否具有一更大值。若存在一更大值，則消除當前潛在觸摸位置且將更大值之觸摸位置識別為一潛在觸摸位置。重複此程序直到已識別一局部峰值。

參考圖3，描繪根據本揭示之具體實例實施例之單個觸摸峰值偵測資料之一圖表。展示觸控感測器102之一行(例如，行7)之資料值之一實例圖表，其中從位於列7、行7之電容性觸控感測器104區處發生之行7之自電容量測及互電容量測而判定一最大資料值。可忽略低於一臨限值之所有資料值，例如，在圖3中所示之圖形表示中低於約12。因此僅在列6 (資料值=30)及行7 (資料值=40)處獲得之資料值需要被處理以判定對觸控感測器102之觸摸之位置。可藉由減去一行中之一序列之鄰近列資料值而判定斜率，以產生正或負斜率值。當斜率值係正時，該等資料值增加，且當斜率值係負時，該等資料值減小。一

真實峰值可作為潛在峰值識別為從正至負斜率之轉變。在圖3中所示之圖表之資料值422處指示從正斜率至負斜率之轉變。

然而在行6處可能已發生另一觸摸，且不是直接在行7掃描中量測，但在行7掃描期間作為資料值420出現。在沒有除斜率正負號轉變之外之另一測試之下，可能丟失行6處之潛在觸摸。因此，可進一步使用斜率比之一臨限值以標記額外潛在峰值。斜率係鄰近導電行104之兩個資料值之間之差。斜率比之此臨限值可為(例如但不限於)2:1，使得在具有大於2:1之斜率變化之情況中可識別為另一潛在峰值。此可適用於正及負斜率兩者。例如，在列6處獲取之資料值420具有左斜率23:1 (30-7)及右斜率10:1 (40-30)。在列7處獲取之資料值422具有左斜率10:1 (40-30)及右斜率-30:1 (10-40)。對於列6之斜率比23:10，超過實例2:1臨限值，且將被加標籤以進一步處理。所有其他資料值低於資料值臨限值且可被忽略。

參考圖4，描繪根據本揭示之具體實例實施例之一觸控感測器之潛在觸摸及互感觸摸位置之示意平面圖。一旦識別到一潛在觸摸位置，可檢查該潛在觸摸位置之每個鄰近位置以判定鄰近位置之任何一者是否具有大於當前潛在觸摸位置之一資料值(圖4(a)&(b)中標籤為「C」)。若找到一更大資料值，則可消除該當前潛在觸摸位置且具有更大值之觸摸位置可識別為一潛在觸摸位置。此在本文中稱為微調212程序，且可被重複直到已識別一資料峰值。

在列之一行之一資料擷取掃描期間，僅檢查第一階層節點(在圖4(a)及圖4(b)中標籤為「1」 - 對於當前潛在觸摸位置之鄰近位置)。若任何此等第一階層節點具有比當前潛在觸摸位置之資料值更大之資料值，則將一新當前觸摸位置變換(「微調」)至具有最高資料值之節點，且重複該微調程序212。若第一階層節點已經與一不同潛在峰值關聯，則不需要進一步搜尋且可忽略當前資料峰值。當該觸控感測器

102具有潛在較大面積啟動時檢查第二階層節點(在圖4(a)及圖4(b)中標籤為「2」 - 對於第一階層節點之鄰近位置)。

在已對於互電容值掃描一導電行104之後，可藉由將該一行之互電容資料值儲存於一快取記憶體中而使微調程序212加速，接著首先對第一階層節點進行微調程序212，且接著對從儲存於快取記憶體中之互電容資料值之該一行之第二階層節點上進行進行微調程序212。接著僅在該一行中無法進行進一步微調之後，該微調程序212將從兩者(每個的鄰近行對其執行微調程序212之行之任一側上)之互電容量測掃描檢查第一階層及第二階層節點。

可藉由使用峰值資料值節點(觸摸位置)以及潛在觸摸位置之每個鄰近節點(例如，從先前微調程序212之第一階層節點)而執行潛在觸摸位置之插補以在每個節點之間建立子步驟。每個節點之間可建立(例如但不限於) 128個步驟。參考圖4(c)，節點A係潛在觸摸位置，且節點B、C、D及E係與節點A鄰近之第一階層節點。可使用以下方程式找到插補之X,Y位置：

$$\text{Location}_x = (D_{\text{Value}} - B_{\text{Value}})/A_{\text{Value}} * 64$$

$$\text{Location}_y = (E_{\text{Value}} - C_{\text{Value}})/A_{\text{Value}} * 64$$

預期且在本揭示之範疇內可基於值比及除法分子之正負號而使用上述等式之變動。

參考圖5，描繪根據本揭示之具體實例實施例之展示其之一快取資料窗之一觸控感測器之一示意平面圖。可針對自電容值逐行掃描觸控感測器102之導電行104，直到已掃描所有導電行104。可依序掃描從自電容而指示一潛在觸摸之每個導電行104，以判定其互電容值(觸摸資料)且當發現峰值時其等可與行掃描同時期處理。此外，觸摸資料可儲存於一快取記憶體中以進一步處理。因為微調程序212查看第一階層節點接著查看第二階層節點，若必要，並非需要一次儲存來自

所有導電行104之所有觸摸資料。此允許使用隨機存取記憶體(RAM)之最小量之簡單快取系統。例如，在一快取記憶體中儲存五行觸摸資料。該等五行係鄰接的，且一快取窗可跨觸控感測器102之行104一次一行104移動。預期且在本揭示之範疇內，觸摸資料之多於或少於五行可儲存於一快取記憶體中且從其處理，及/或可取而代之代替行而依列掃描自電容。本文中之所有描述可同樣應用於列之自電容掃描，接著藉由從自電容掃描資料選擇之此等列之行而掃描互電容。

當請求第一或第二階層節點(電容性感測器104)之相互掃描時，首先可從快取記憶體調用相互掃描。若所請求節點觸摸資料存在於快取記憶體中，則該快取記憶體傳回該第一或第二階層節點之請求之觸摸資料。然而，若該請求之觸摸資料不存在於該快取記憶體中，則可發生以下情況：1)若該請求之觸摸資料之行在快取窗之範圍內，則執行該行之相互掃描且將該觸摸資料加至該快取記憶體，或2)若該請求之觸摸資料之行不在當前快取窗之範圍內，則變換該快取窗範圍且執行新行之相互掃描，且將從新快取窗所得之觸摸資料加至該快取記憶體。

參考圖6，描繪根據本揭示之具體例示實施例之兩個觸摸峰值偵測資料之自掃描值之一圖表及相互掃描值之一表。因為僅對一個軸(例如，一行)執行自掃描，對於由單行結束之兩個觸摸可僅展示單個峰值。對於圖6中展示之實例資料值，可能已發生兩個觸摸，一觸摸在自掃描資料值422處，且另一觸摸係指示於自掃描資料值420處。未察覺大於2:1之斜率變化，可能已丟失由自掃描資料值420表示之潛在觸摸。第一觸摸可導致資料值422，及第二觸摸可導致資料值420。如上文描述之峰值偵測及微調可進一步定義此等多個觸摸，如本文中所描述。

參考圖10至圖19，描繪根據本揭示之具體例示實施例之觸摸解

碼的示意流程圖。圖10展示在啓用觸控感測器102之裝置中用於多點觸控解碼之可能程序的一般概述。預期且在本揭示之範疇內，可連同啓用觸控感測器102之裝置而利用更多、更少及/或一些不同程序，且仍然在本揭示之範疇、意圖及精神內。在步驟1050中，一裝置被啓動、致動等等，當在步驟1052中時，電力施加至該裝置。在步驟1054中該裝置可被初始化，且其後在步驟1056中可開始觸摸識別之程序。在步驟1058中，可對步驟1056中識別之此等觸摸執行觸摸追蹤。在步驟1060中，若必要，可進一步處理觸摸資料，否則其可被傳輸至該裝置之處理及控制邏輯，以在步驟1062中顯示及/或控制裝置之預期目的。

在以下程序步驟之描述中，對「頂部」或「北邊」通道或節點之引用將意指在另一通道或節點上方之通道或節點，「底部」或「南邊」通道或節點將意指在另一通道或節點下方之通道或節點，「左邊」或「西邊」通道或節點將意指在另一通道或節點之左邊的通道或節點，且「右邊」或「東邊」通道或節點將意指在另一通道或節點之右邊的通道或節點。參考圖11，展示且在下文描述一觸摸識別程序204之流程圖。在步驟1102中開始觸摸識別程序204（圖2）。在步驟1104中，可執行在一軸上之所有通道之一自掃描，例如，所有行或所有列。在步驟1106中，可檢查第一自掃描值。在步驟1108中，可比較（第一或隨後）自掃描值與一自身觸摸臨限值。

一自峰值偵測程序1100可包括步驟1110至1118，且係整個峰值偵測程序210之部分（圖2）。若自掃描值小於如步驟1108中所判定之自身觸摸臨限值，則步驟1238（圖12）可判定是否將檢查任何額外之自掃描值。然而，若自掃描值等於或大於如步驟1108中判定之自身觸摸臨限值，則步驟1110可計算該自掃描值與該當前通道之左邊之通道之一自掃描值之間之一左斜率。接著步驟1112可計算該自掃描值與該當前通

道之右邊之通道之一自掃描值之間之一右斜率。

步驟1114判定左斜率是否可能大於零(正斜率)，及右斜率是否可能小於零(負斜率)，識別一峰值。若在步驟1114的結果為「是」，則步驟1120可對選自自掃描資料之通道之每個節點執行相互掃描量測。若在步驟1114中的結果為「否」，則步驟1116判定該左斜率是否可能大於零(正斜率)且大於右斜率，可能(例如但不限於)大於右斜率之兩倍(二倍)。若在步驟1116中的結果為「是」，則在步驟1120中可對選擇之自掃描通道之每個節點執行相互掃描量測。若在步驟1116中的結果為「否」，則步驟1118判定該左斜率是否可能(例如但不限於)小於零(負斜率)且大於右斜率之一百分比，例如百分之五十(50)。若在步驟1116中的結果為「是」，則步驟1120可對選自自掃描資料之通道之每個節點執行相互掃描量測。若在步驟1116中的結果為「否」，則步驟1238 (圖12)可判定是否有將基於其自掃描值而檢查之任何額外行。步驟1122可檢查一第一相互掃描值。

參考圖12，一相互峰值偵測程序1244可包括步驟1226至1234，且係整體峰值偵測程序210之部分(圖2)。步驟1224可比較(第一或隨後)相互掃描值與一相互觸摸臨限值，其中若該相互掃描值小於該相互觸摸臨限值，則步驟1236可判定是否有任何額外相互掃描值待檢查。然而，若相互掃描值等於或大於相互觸摸臨限值，則步驟1226可計算下一相互掃描值節點之斜率，接著步驟1228可計算先前相互掃描值節點之斜率。

步驟1230判定下一斜率是否可能小於零(負斜率)及先前斜率是否可能大於零(正斜率)。若在步驟1230中的結果為「是」，則步驟1350 (圖13)可開始微調程序212及/或插補程序214 (圖2)。若在步驟1230中的結果為「否」，則步驟1232判定下一斜率是否可能(例如但不限於)大於零(正斜率)及小於先前斜率之一百分比。若在步驟1232中的結果

為「是」，則步驟1350 (圖13)可開始微調程序212及/或插補程序214 (圖2)。若步驟1232中的結果為「否」，則步驟1234判定下一斜率是否可能(例如但不限於)小於零(負斜率)且大於先前斜率。若在步驟1234中的結果為「是」，則步驟1350 (圖13)可開始微調程序212及/或插補程序214 (圖2)。若在步驟1234中的結果為「否」，則步驟1236判定是否有任何額外相互值待檢查。若在步驟1236中的結果為「是」，則步驟1242可檢查下一相互值。若在步驟1236中的結果為「否」，則步驟1238判定是否可能有任何額外自掃描值待檢查。若在步驟1238中的結果為「是」，則步驟1240檢查可返回至步驟1108 (圖11)之下一自掃描值以進一步處理其。若在步驟1238中的結果為「否」，則在步驟1244中可完成一觸摸偵測訊框。

參考圖13至圖15，展示及在下文描述一微調程序212及一插補程序214 (圖2)之流程圖。步驟1350可藉由使用來自觸摸識別程序204 (圖2)之一峰值位置而開始微調程序212及/或插補程序214，且可包括以下程序步驟：步驟1352判定是否可能有在北邊之一有效節點。若在步驟1352中的結果為「否」，則繼續至步驟1360。若在步驟1352中的結果為「是」，則步驟1354可進行北邊之節點之相互掃描量測。步驟1356判定該北邊節點之相互掃描資料是否可能大於當前節點。若在步驟1356中的結果為「否」，則繼續至步驟1360。若在步驟1356中的結果為「是」，則在步驟1358中該北邊節點可變為當前節點，且接著繼續至步驟1486 (圖14)。

步驟1360判定是否可能有在南邊之一有效節點。若在步驟1360中的結果為「否」，則繼續至步驟1470 (圖14)。若在步驟1360中的結果為「是」，則步驟1362可進行南邊之節點之相互掃描量測。步驟1364判定該南邊節點之相互掃描資料是否可能大於該當前節點。若在步驟1364中的結果為「否」，則繼續至步驟1470 (圖14)。若在步驟

1364中的結果為「是」，則在步驟1366中該南邊節點可變為當前節點，且接著繼續至步驟1486 (圖14)。

參考圖14，步驟1470判定是否可能有東邊之一有效節點。若在步驟1470中的結果為「否」，則繼續至步驟1478。若在步驟1470中的結果為「是」，則步驟1472可進行東邊之節點之相互掃描量測。步驟1474判定該東邊節點之相互掃描資料是否可能大於當前節點。若在步驟1474中的結果為「否」，則繼續至步驟1478。若在步驟1474中的結果為「是」，則在步驟1476中該東邊節點可變為當前節點，且接著繼續至步驟1486。

步驟1478判定是否可能有在西邊之一有效節點。若在步驟1478中的結果為「否」，則繼續至步驟1502 (圖15)。若在步驟1478中的結果為「是」，則步驟1480可進行西邊之節點之相互量測。步驟1482判定該西邊節點之相互掃描資料是否可能大於當前節點。若在步驟1482中的結果為「否」，則繼續至步驟1502 (圖15)。若在步驟1482中的結果為「是」，則在步驟1484中該西邊節點可變為當前節點。步驟1486判定一觸摸點是否可能已存在於該選擇之節點上。若在步驟1486中的結果為「否」，則繼續至步驟1352 (圖13)。若在步驟1486中的結果為「是」，則步驟1488可消除當前峰值，且接著繼續至步驟1236 (圖12)。

參考圖15，一插補程序214可包括步驟1502至1518。步驟1502判定是否可能有在左邊之一有效節點。若在步驟1502中的結果為「否」，則繼續至步驟1510，其中該左邊節點值可定義為一中間值減去一右邊值，接著繼續至步驟1506。若在步驟1502中的結果為「是」，則步驟1504可對左邊之節點執行一相互掃描量測。接著步驟1506判定是否可能有在右邊之一有效節點。若在步驟1506中的結果為「否」，則繼續至步驟1512，其中該右邊節點值可定義為一中間值減

去一左邊值，接著繼續至步驟1516。若在步驟1506中的結果為「是」，則步驟1508可對右邊之節點執行一相互掃描量測。步驟1516可藉由從該右邊值減去該左邊值，將該差除以中間值，且接著將該結果乘以(例如但不限於)數字64而判定一精細位置。預期且在本揭示之範疇及精神內，可使用判定有效峰值及節點之許多方式，如觸摸偵測及追蹤之一般技術者可藉由具有基於本揭示之教示之知識而容易實施。

在步驟1516已完成前文所提之計算之後，步驟1514判定對於每一軸是否已執行一插補。若在步驟1514中的結果為「否」，則步驟1518可插補另一軸，其後可重複步驟1502至1516，其中在每個步驟中「上方」代替「左邊」及「下方」代替「右邊」。若在步驟1514中的結果為「是」，則步驟1520可將此觸摸點添加至所有偵測之觸摸點之一列表。接著步驟1522可對於待檢查之任何額外相互掃描值返回至步驟1236 (圖12)。

參考圖16、17及圖18，展示及在下文描述一觸摸追蹤程序206之流程圖。在步驟1602中，可藉由使用先前找到及當前觸摸位置而開始觸摸追蹤程序206。步驟1604判定是否可能有任何當前觸摸位置。若在步驟1604中的結果為「是」，則步驟1606可選擇當前觸摸位置之第一者，且其後可繼續至步驟1722 (圖17)。若在步驟1604中的結果為「否」，則步驟1610判定是否可能有任何先前觸摸位置。若在步驟1610中的結果為「是」，則步驟1612可選擇該第一先前觸摸位置。若在步驟1610中的結果為「否」，則在步驟1611完成追蹤。

步驟1614判定該先前觸摸位置是否可能與一當前觸摸位置關聯。若在步驟1614中的結果為「否」，則步驟1608可確證「先前觸摸位置不再存在觸摸，停止追蹤」之一輸出，且接著返回至步驟1616。若在步驟1614中的結果為「是」，則步驟1616判定是否可能還有任何

先前觸摸位置。若在步驟1616中的結果為「否」，則在步驟1620完成追蹤觸摸位置，且該觸摸位置資料可作為資料輸出208而傳輸(圖2)以由微控制器112進一步處理(圖1)。若在步驟1616中的結果為「是」，則步驟1618可選擇下一先前觸摸位置，且其後返回步驟1614。

參考圖17，步驟1722判定是否可能有任何先前觸摸位置。若在步驟1722中的結果為「否」，則繼續至步驟1868 (圖18)，其中在當前位置「識別到追蹤之新位置」，且其後繼續至步驟1856 (圖18)。若在步驟1722中的結果為「是」，則步驟1724可將一臨時權重值設定為一最大權重值。步驟1726可選擇該等先前觸摸位置之第一者。接著步驟1728可量測該選擇之當前觸摸位置與該選擇之先前觸摸位置之間之一距離以判定其等之間之一當前距離(權重值)。步驟1730判定該當前權重值是否可能小於該臨時權重值。若在步驟1730中的結果為「是」，則步驟1732可將該臨時權重值設定為當前權重值，且其後可將該選擇之先前觸摸位置記錄為一臨時位置且繼續至步驟1734。若在步驟1730中的結果為「否」，則步驟1734判定是否可能有更多先前觸摸位置。若在步驟1734中的結果為「是」，則步驟1736可選擇下一先前觸摸位置，且其後返回至步驟1728。若在步驟1734中的結果為「否」，則步驟1738判定該臨時位置是否可能已被指派至一不同當前位置。若在步驟1738中的結果為「是」，則步驟1740可計算該當前位置及一指派之當前位置之下一最糟權重值，且其後繼續至步驟1860 (圖18)。若在步驟1738中的結果為「否」，則繼續至步驟1850 (圖18)。

參考圖18，步驟1850判定該權重值是否可能小於一最大關聯臨限值。若在步驟1850中的結果為「否」，則步驟1854可識別一新觸摸位置以追蹤。若在步驟1850中的結果為「是」，則步驟1852可將一新臨時位置指派至當前位置且接著繼續至步驟1856。步驟1860判定該當前位置之下一最糟權重值是否可能小於該指派之位置之下一最糟權重

值。若在步驟1860中的結果為「是」，則步驟1862可將該臨時位置設定為下一最糟位置，且其後繼續至步驟1856。若在步驟1860中的結果為「否」，則步驟1864可將該指派之位置設定為下一最糟權重值。步驟1866可選擇移動之指派位置及其後返回至步驟1722 (圖17)。步驟1856判定是否可能有更多當前觸摸位置。若在步驟1856中的結果為「是」，則步驟1858可選擇下一當前觸摸位置且其後返回至步驟1722 (圖17)。

參考圖19，描繪根據本揭示之具體實例實施例之一行快取程序流程圖。步驟1902可接收一相互掃描位置請求。步驟1904判定所請求之該相互掃描區位置是否可儲存於該快取記憶體中。若在步驟1904中的結果為「是」，則步驟1920判定儲存於該快取記憶體中之該相互掃描資料是否可為有效的。若在步驟1920中的結果為「是」，則步驟1922可將相互掃描資料值傳回至快取記憶體。若在步驟1920中的結果為「否」，則步驟1918可在該請求位置執行一相互掃描，其中步驟1916可將該相互掃描資料寫入該快取記憶體中之一位置，且接著返回至步驟1922。

若在步驟1904中的結果為「否」，則步驟1906判定該請求之觸摸位置是否可超過該快取記憶體之右邊緣。若在步驟1906中的結果為「是」，則步驟1908可從快取記憶體解除分配最左行之相互掃描資料。在步驟1910中，該解除分配之相互掃描資料可分配至該快取記憶體之右邊緣，以便移動其邊緣值，且其後返回至步驟1904。若在步驟1906中的結果為「否」，則步驟1914可將資料之最右行從快取記憶體解除分配。在步驟1912中該解除分配之相互掃描資料可分配至快取記憶體之左邊緣以便移動其邊緣值，且其後返回至步驟1904。

雖然已描繪、描繪本揭示之實施例，且藉由引用本揭示之實例實施例而定義，但是此等引用並非暗示對本揭示之限制，且不能推斷

此限制。所揭示之標的能夠考慮以形式及功能的相當大修改、變更及等效物，如將對於相關技術中及具有本揭示之利益之一般技術者而出現。本揭示之所描繪及描述之實施例僅係實例，且不是本揭示之範疇之詳盡敘述。

【符號說明】

102	觸控感測器
104	行
105	列
106	數位處理器及記憶體
108	類比轉數位轉換器控制器
110	電容性觸控類比前端
112	微控制器積體電路裝置
120	互電容
202	資料擷取
204	觸摸識別
206	觸摸追蹤
208	資料輸出
210	峰值偵測
212	微調
214	插補
420	資料值
422	資料值
1020	手指
1022	指尖
1024	潛在觸摸位置
1026	潛在觸摸位置

公告本

發明摘要

※ 申請案號： 102 111 326

※ 申請日： 102. 3. 29

※IPC 分類：G06F 3/04 (2006.01)

【發明名稱】

多點觸控解碼之方法及系統

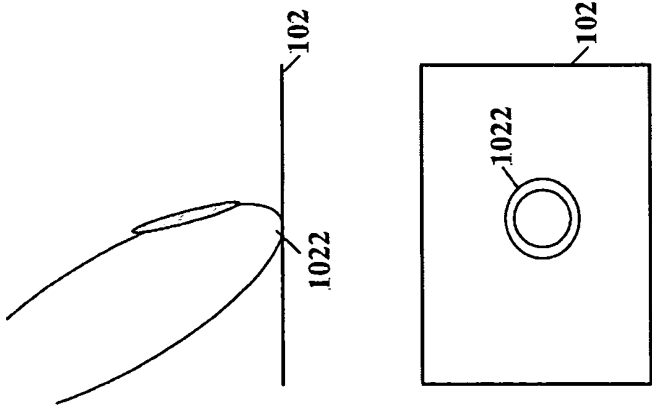
METHOD AND SYSTEM FOR MULTI-TOUCH DECODING

【中文】

一種能夠偵測至其之多點觸控之觸控感測器與具有多點觸控解碼能力之一數位裝置耦接。此等多點觸控解碼能力包括觸摸資料擷取、觸摸識別、觸摸追蹤及將處理之觸摸資料輸出至與該觸控感測器關聯之一裝置。觸摸識別包括觸摸位置峰值偵測、觸摸位置微調及觸摸位置插補。觸摸資料擷取定位於該觸控感測器上之潛在觸摸。峰值偵測識別潛在觸摸位置係在該觸控感測器上的何處。一旦已識別一潛在觸摸位置，觸摸位置微調檢查觸摸位置之每個鄰近位置，且插補檢查該等鄰近觸摸位置值以產生該觸摸之一更高解析度位置。觸摸追蹤比較觸摸識別資料之時序「訊框」，且接著判定哪些觸摸在訊框之間關聯，以進一步處理，例如，判定手勢動作。

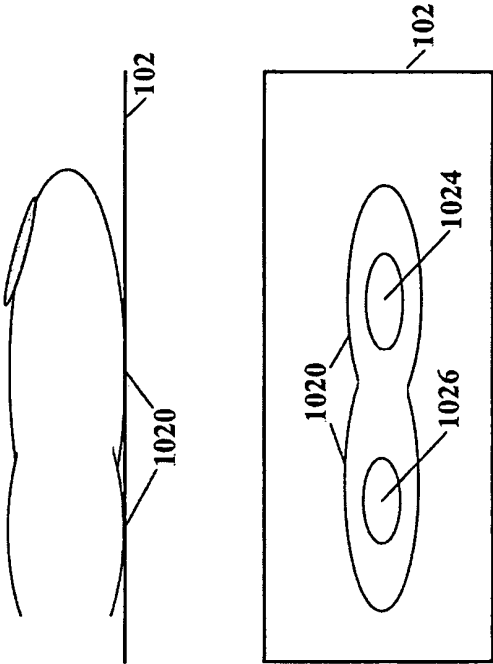
【英文】

A touch sensor capable of detecting multiple touches thereto is coupled with a digital device having multi-touch decoding capabilities. These multi-touch decoding capabilities comprise touch data acquisition, touch identification, touch tracking and processed touch data output to a device associated with the touch sensor. Touch identification comprises touch location(s) peak detection, touch location(s) nudging and touch location(s) interpolation. Touch data acquisition locates potential touches on the touch sensor. Peak detection identifies where potential touch locations are on the touch sensor. Once a potential touch location(s) has been identified, touch location nudging examines each adjacent location thereto and interpolation examines the adjacent touch location values to generate a higher resolution location of the touch. Touch tracking compares time sequential "frames" of touch identification data and then determines which touches are associated between frames for further processing, e.g., determining gesturing actions.



正常觸摸

(a)



平坦手指觸摸

(b)

圖9

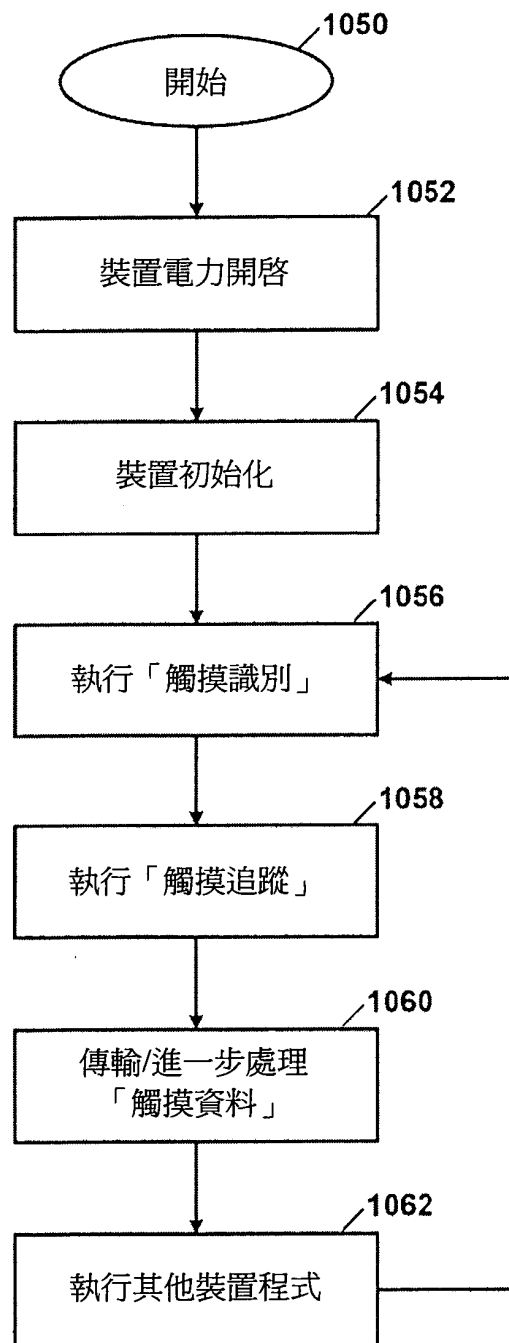


圖10

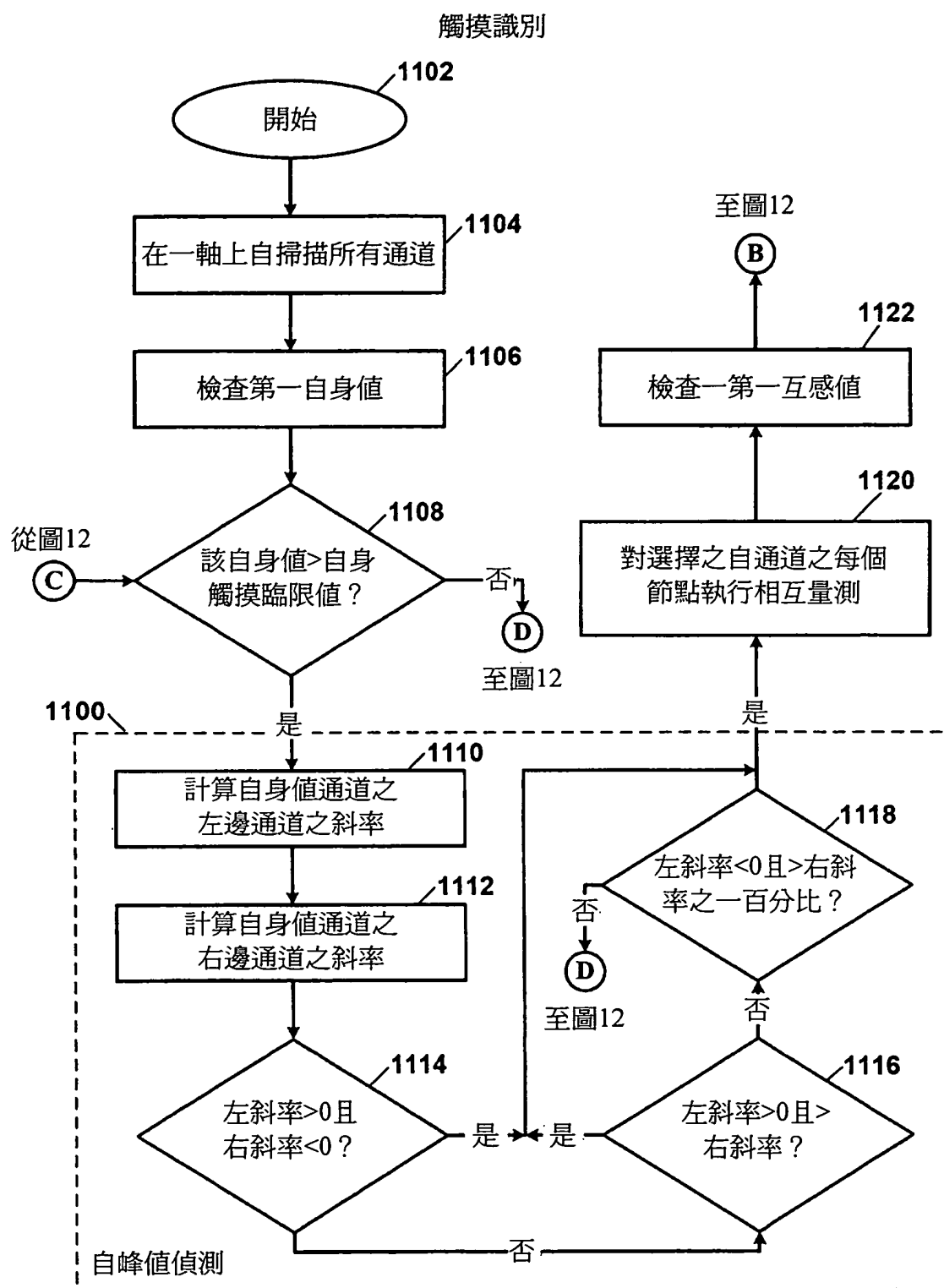


圖11

觸摸識別

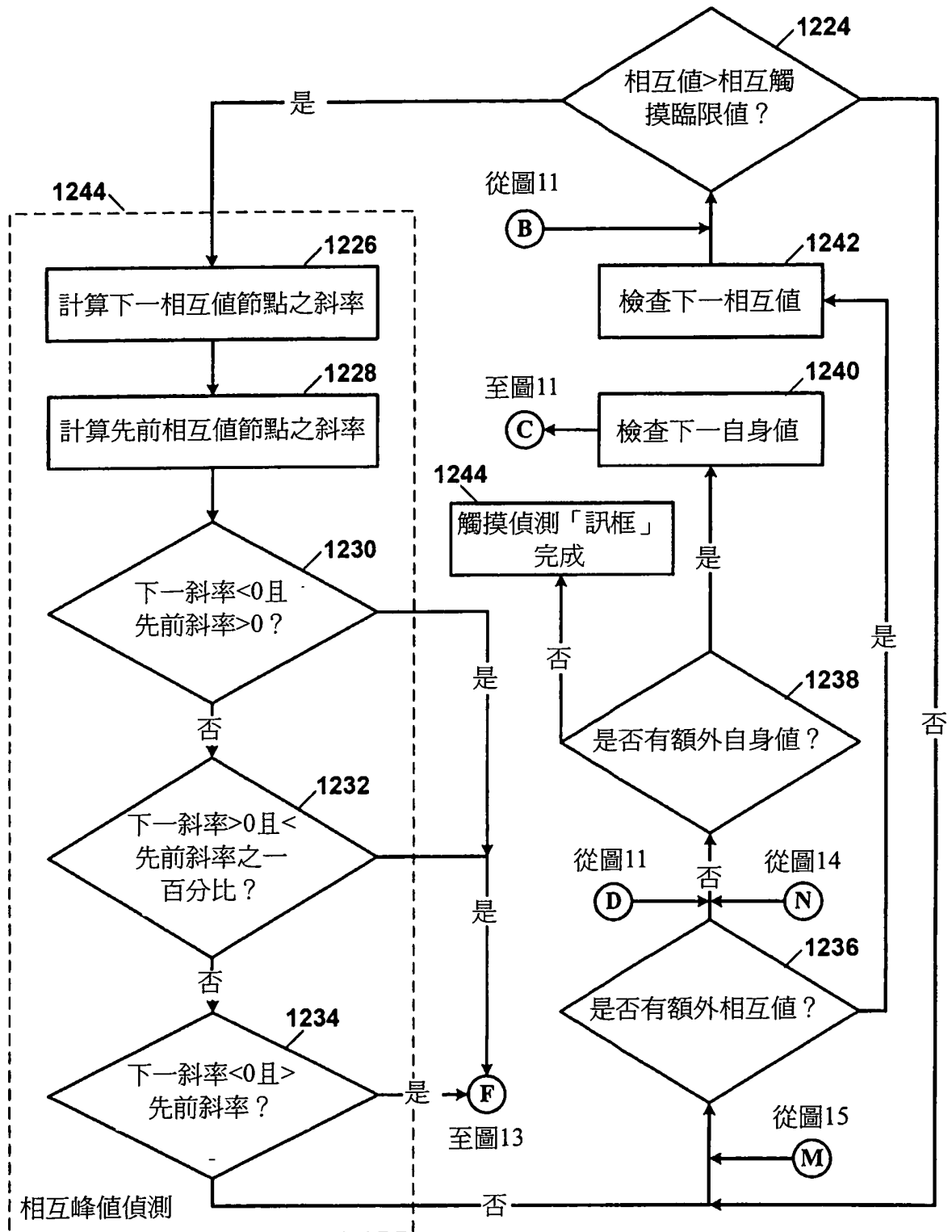


圖12

微調&插補

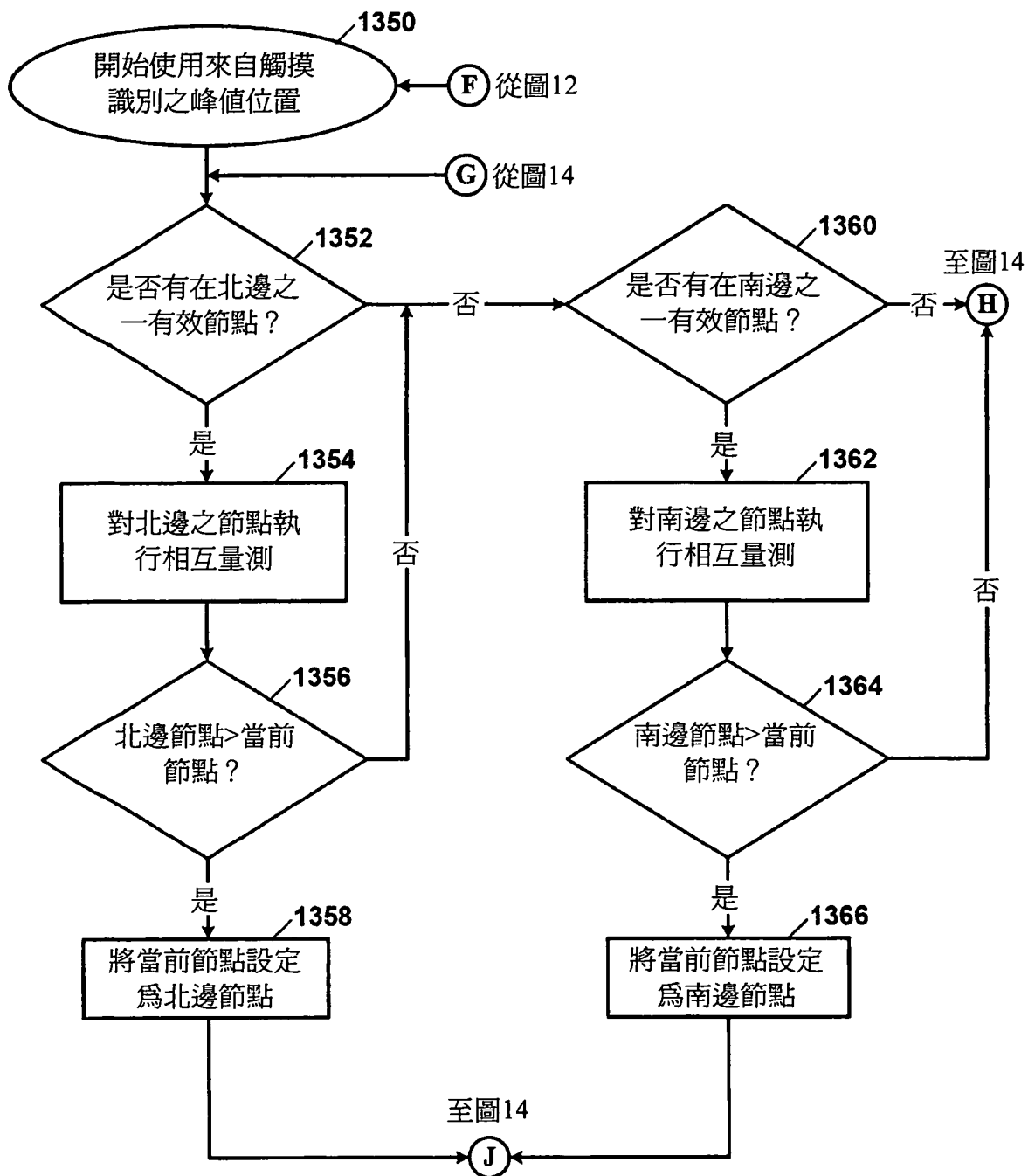


圖13

微調&插補

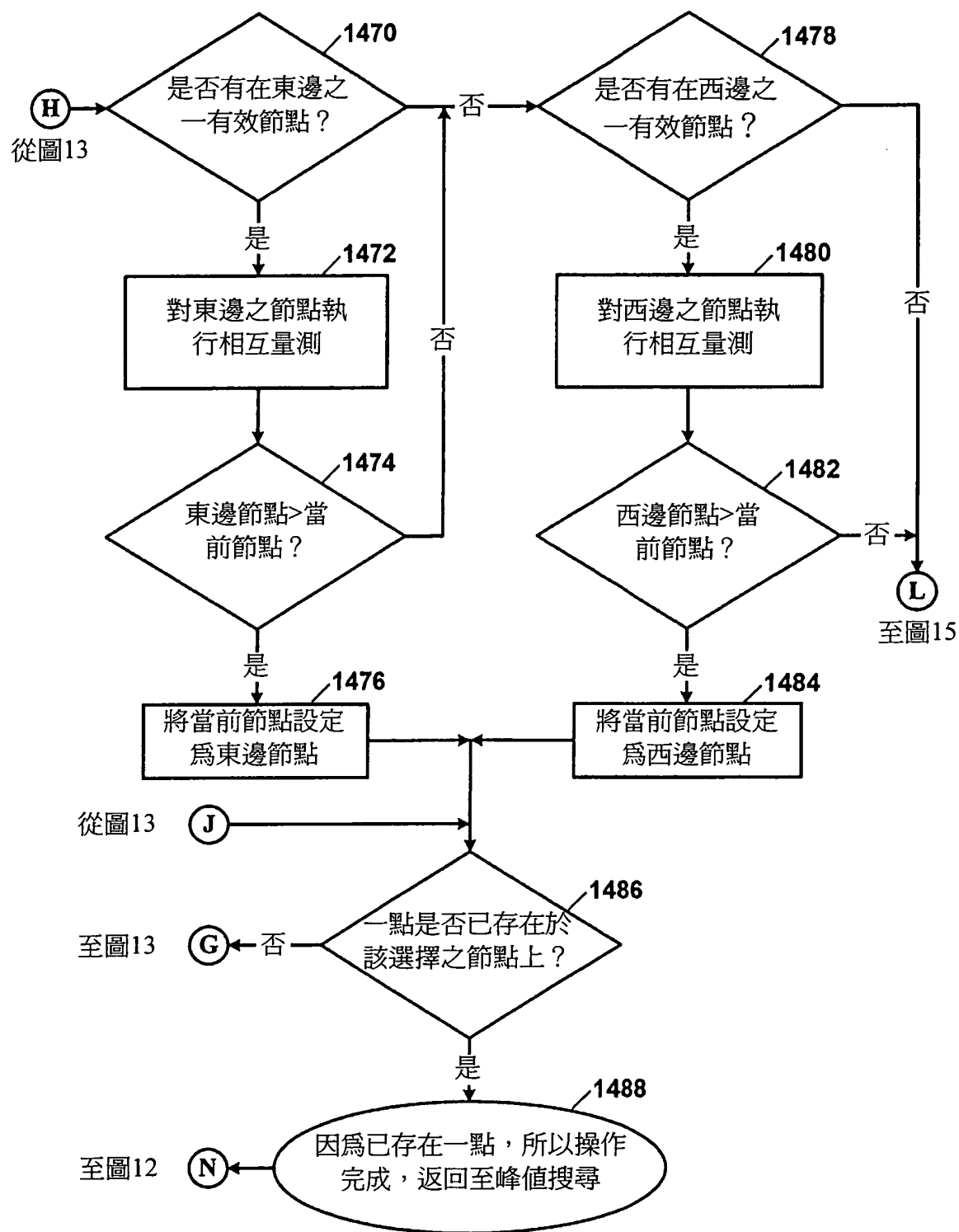
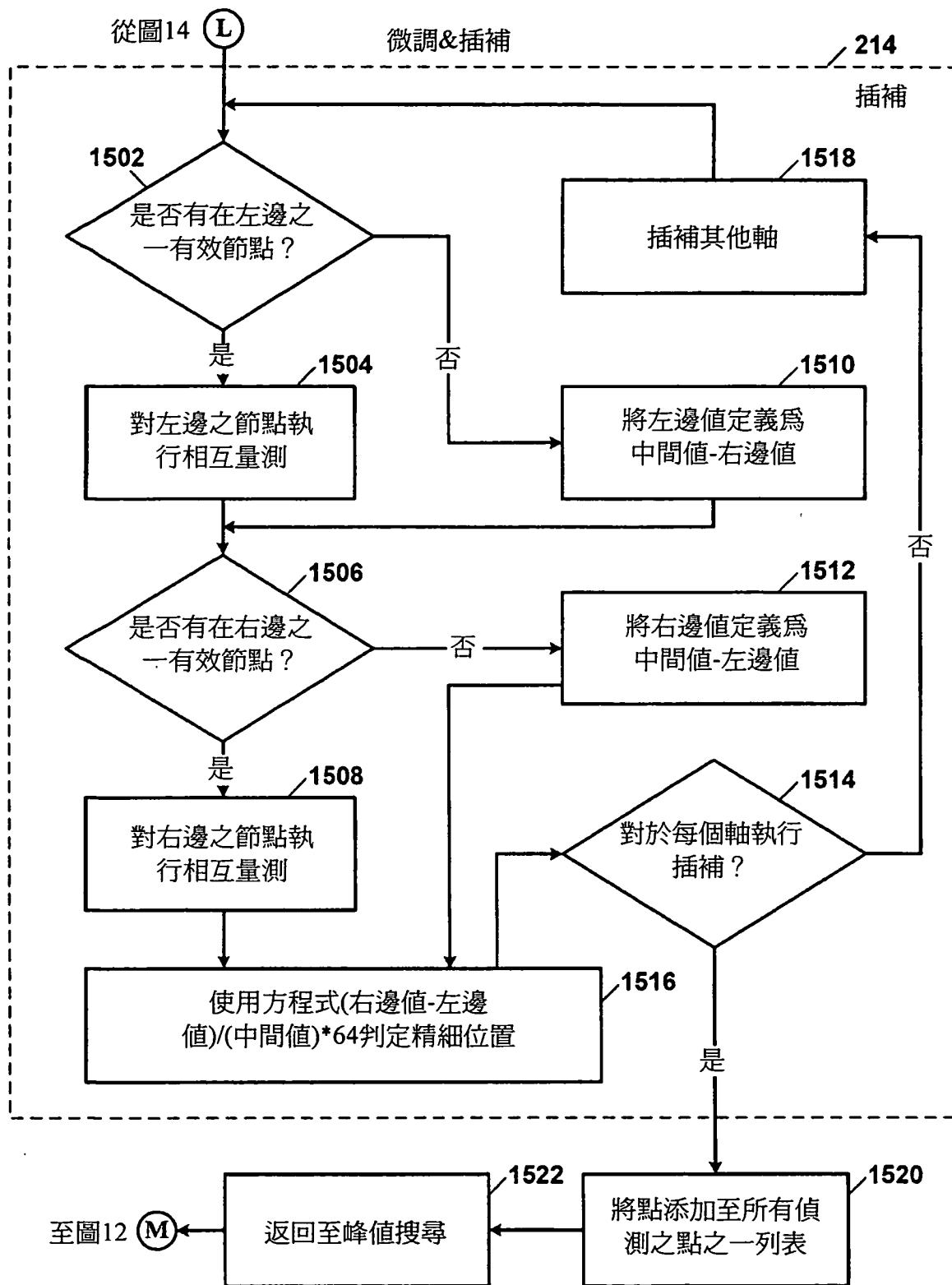


圖14



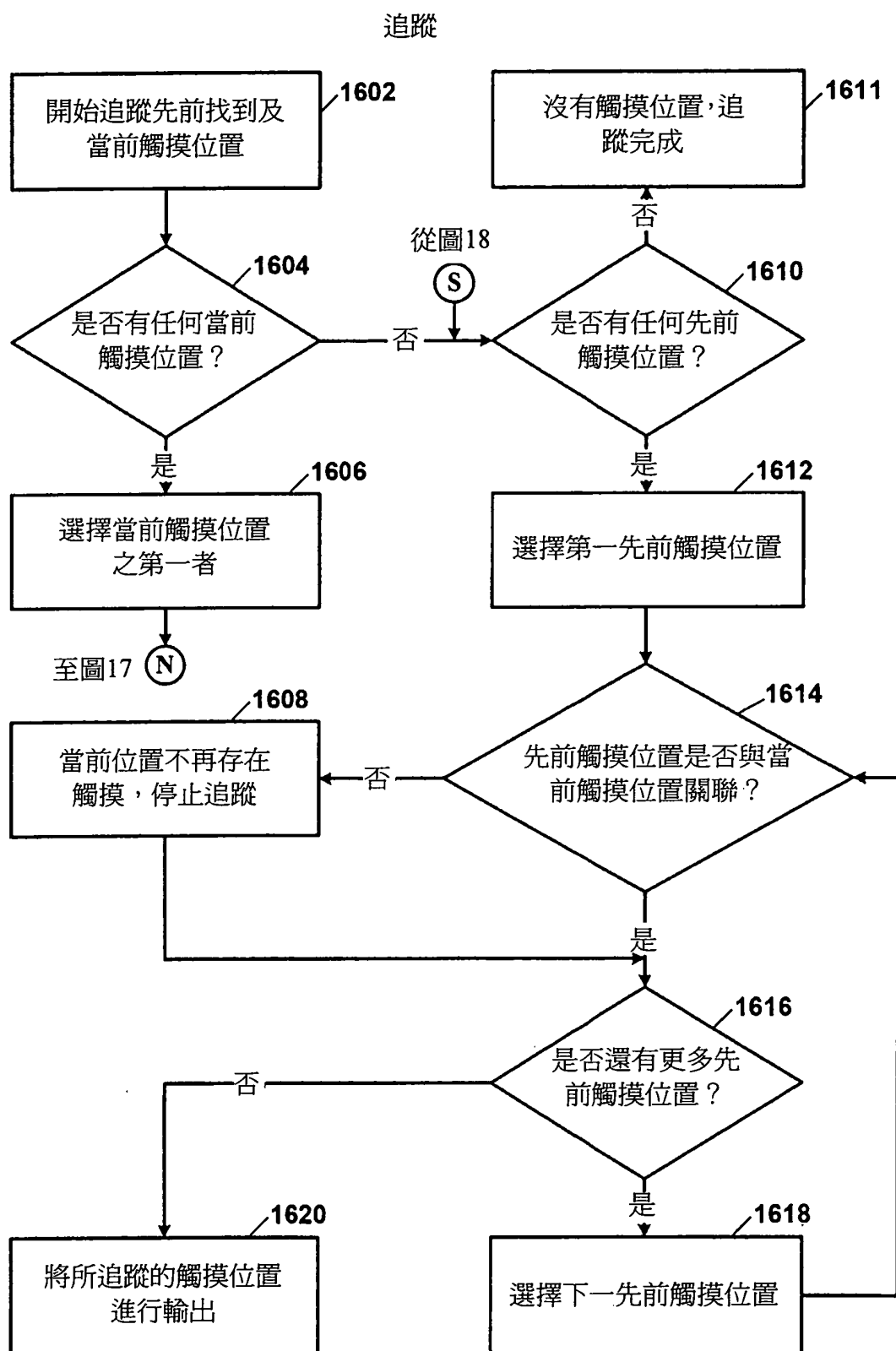


圖16

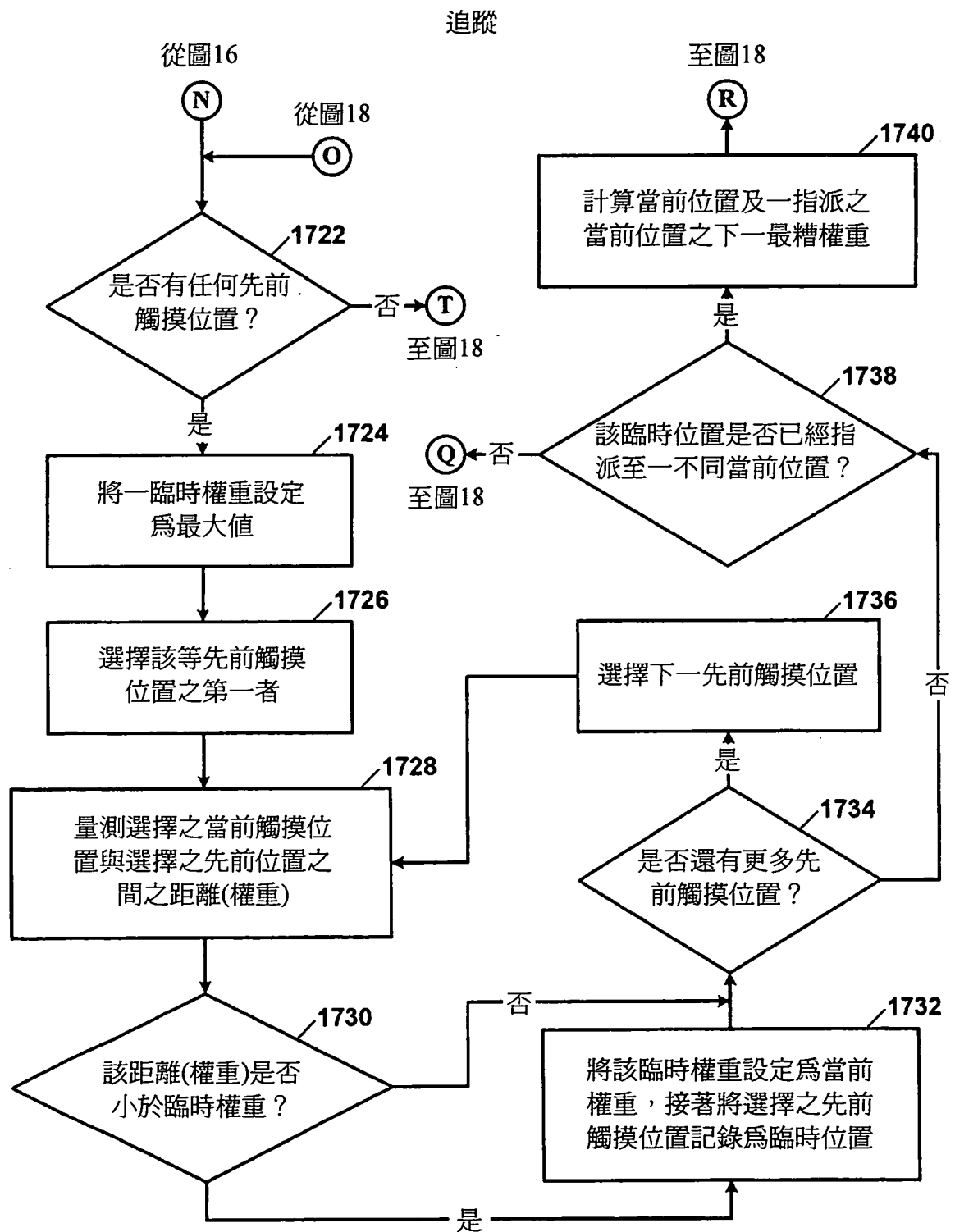


圖17

追蹤

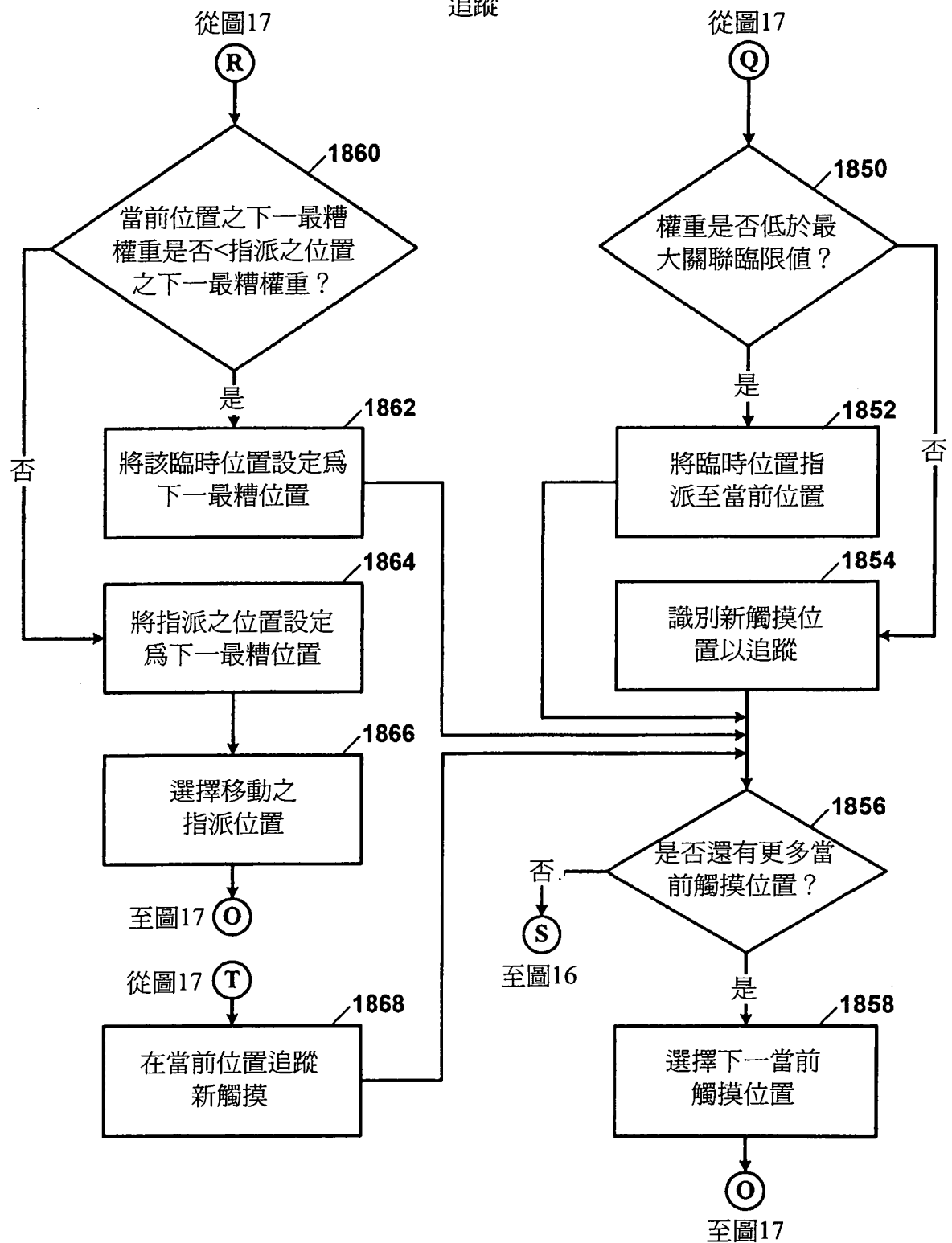


圖18

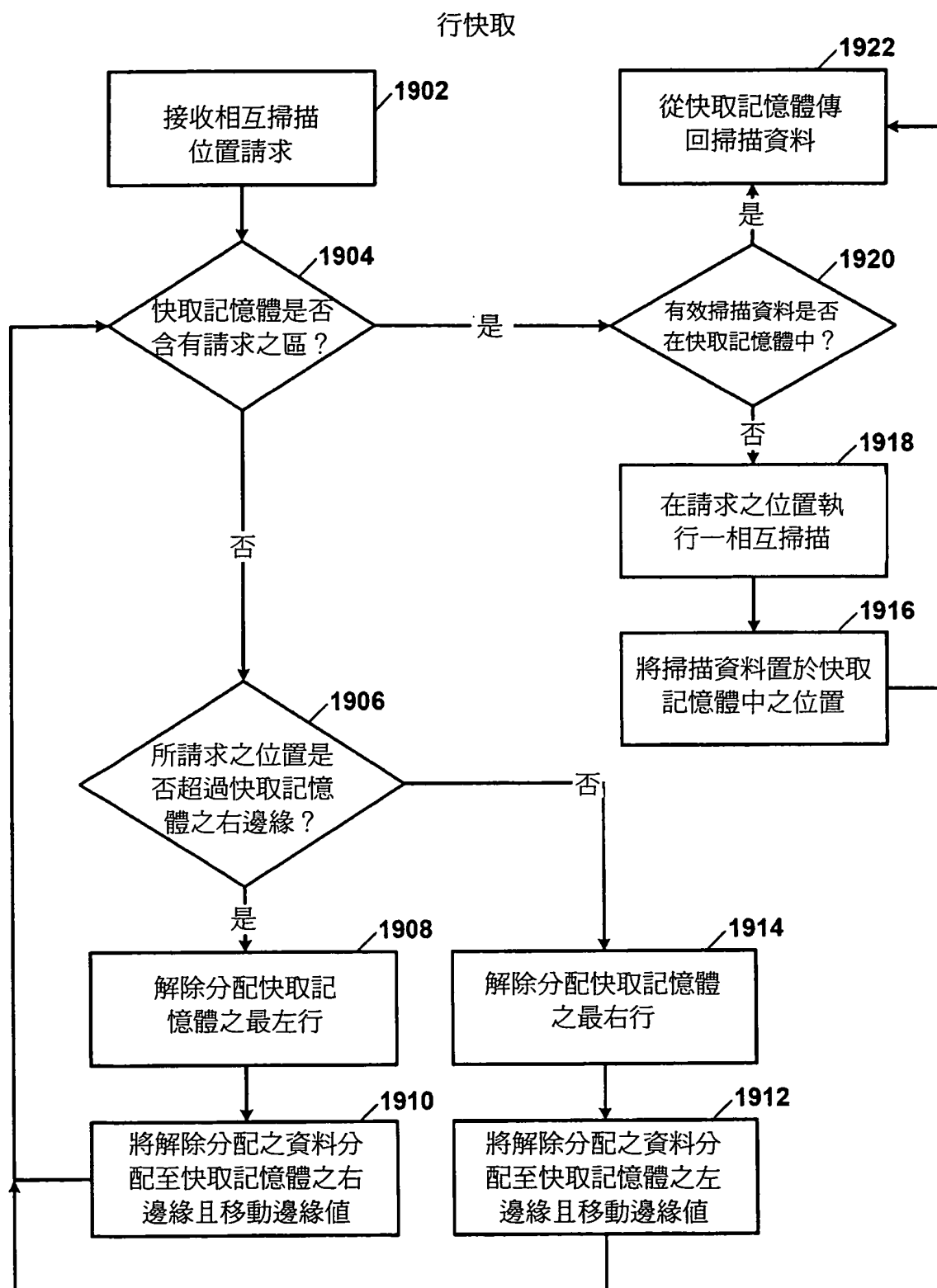


圖19

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

102	觸控感測器
104	行
105	列
106	數位處理器及記憶體
108	類比轉數位轉換器控制器
110	電容性觸控類比前端
112	微控制器積體電路裝置

【本案若是化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

（無）

申請專利範圍

1. 一種解碼在一觸控感測表面上之多點觸控之方法，該方法包括下列步驟：

掃描在一軸上對準之複數個通道，以判定該等通道之自身值；

判定至少一個自身值之左斜率值及右斜率值，其中局部最大自身值係藉由偵測一斜率正負號轉變而判定，且潛在最大自身值之每一者係藉由個別左斜率及右斜率之間的斜率比之一預定變化而判定；

掃描具有該局部最大自身值之該些通道之複數個節點，以判定該等節點之相互值；及

比較該等相互值以判定該等節點之哪一者具有該最大相互值，其中在該局部最大自身值通道上具有該最大相互值之該節點係一潛在觸摸位置。

2. 如請求項1之方法，進一步包括下列步驟：

判定該等自身值之至少一者是否大於一自身觸摸臨限值，其中

當是，則繼續掃描具有該最大自身值之該至少一個通道之複數個節點之步驟，及

當否，則隨著完成而結束一觸摸偵測訊框。

3. 如請求項1之方法，其中針對判定該至少一個自身值之左斜率值及右斜率值的步驟，

該左斜率值等於該至少一個自身值減去在該至少一個通道之左邊之一通道之一自身值，及

該右斜率值等於該至少一個自身值減去在該至少一個通道之右邊之一通道之一自身值。

4. 如請求項3之方法，進一步包括下列步驟：

判定該左斜率值是否大於零(0)，及該右斜率值是否小於零(0)，其中

當是，則返回掃描該至少一個通道之該複數個節點之步驟，及

當否，則繼續下一步驟；

判定該左斜率值是否大於零(0)且大於該右斜率值，其中

當是，則返回掃描該至少一個通道之該複數個節點之步驟，及

當否，則繼續下一步驟；

判定該左斜率值是否小於零(0)且大於該右斜率值之一百分比，其中

當是，則返回掃描該至少一個通道之該複數個節點之步驟，及

當否，則繼續下一步驟；

判定是否有另一自身值，其中

當是，則使用該另一自身值返回判定該等自身值之至少一者是否大於該自身觸摸臨限值之步驟，及

當否，則隨著完成而結束一觸摸偵測訊框。

5. 如請求項2之方法，進一步包括下列步驟：

判定該等相互值之至少一者是否大於一相互觸摸臨限值，其中

當是，則繼續掃描具有該最大自身值之該至少一個通道之複數個節點之步驟，及

當否，則隨著完成而結束該觸摸偵測訊框。

6. 如請求項5之方法，其中該右斜率值等於一當前相互值減去一下一節點之一下一相互值；及

其中該左斜率值等於該當前相互值減去一先前節點之一先前相互值。

7. 如請求項6之方法，進一步包括下列步驟：

判定該右斜率值是否小於零(0)及該左斜率值是否大於零(0)，其中

當是，則開始確認該節點之步驟，及

當否，則繼續下一步驟；

判定該右斜率值是否大於零(0)及小於該左斜率值之一百分比，其中

當是，則開始確認該節點之步驟，及

當否，則繼續下一步驟；

判定該右斜率值是否小於零(0)且大於該左斜率值，其中

當是，則開始確認該節點之步驟，及

當否，則繼續下一步驟；

判定是否有另一相互值，其中

當是，則返回判定該等相互值之至少一者是否大於該相互觸摸臨限值之步驟，及

當否，則繼續下一步驟；及

判定是否有另一自身值，其中

當是，則檢查另一自身值且返回判定該等自身值之至少一者是否大於一自身觸摸臨限值之步驟，及

當否，則隨著完成而結束該觸摸偵測訊框。

8. 如請求項7之方法，其中確認該節點之該步驟包括下列步驟：

將具有一局部最大相互值之該節點識別為一當前節點；

判定是否有在該當前節點之上方之一有效節點，其中

當否，則繼續判定是否有在該當前節點之下方之一有效節

點之步驟；及

當是，則對該上方節點執行一相互量測且繼續該下一步驟；

判定該上方節點是否大於該當前節點，

當是，則使得該上方節點為該當前節點，且繼續判定一觸摸點是否已存在於此節點上之步驟，及

當否，則繼續該下一步驟；

判定是否有在該當前節點之下方之一有效節點，其中

當否，則繼續判定是否有在該當前節點之左邊之一有效節點之步驟，及

當是，則對該下方節點執行一相互量測且繼續該下一步驟；

判定該下方節點是否大於該當前節點，其中

當是，則使該下方節點為該當前節點且繼續判定一觸摸點是否已存在於此節點之步驟，及

當否，則繼續下一步驟；

判定是否有在該當前節點之左邊之一有效節點，其中

當否，則繼續判定是否有在該當前節點之右邊之一有效節點之步驟，及

當是，則對該左邊節點執行一相互量測且繼續下一步驟；

判定該左邊節點是否大於當前節點，

當是，則使該左邊節點為該當前節點且繼續判定一觸摸點是否已存在於此節點之步驟，及

當否，則繼續下一步驟；

判定是否有在該當前節點之右邊之一有效節點，其中

當否，則繼續判定是否有在該當前節點之左邊之一有效節

點之步驟，及

當是，則對該右邊節點執行一相互量測且繼續該下一步驟；

判定該右邊節點是否大於該當前節點，

當是，則使該右邊節點為該當前節點且繼續判定一觸摸點是否已存在於此節點上之步驟，及

當否，則繼續該下一步驟；

判定是否有在該當前節點之左邊之一有效節點，其中

當否，則將一左邊相互值定義為一中間相互值減去一右邊相互值，且繼續判定該節點之一精細位置之步驟，及

當是，則對該左邊節點執行一相互量測且繼續該下一步驟；

判定是否有在該當前節點之右邊之一有效節點，其中

當否，則將該相互值定義為該中間相互值減去該左邊相互值且繼續判定該節點之該精細位置之步驟，及

當是，則對該右邊節點執行一相互量測且繼續該下一步驟；

藉由從該右邊值減去該左邊值來定義該節點之一精細位置，將此差除以該中間值且將其結果乘以64，且繼續該下一步驟；及

判定是否對每個軸執行插補，其中

當是，則將另一觸摸點添加至所有偵測之觸摸點之一列表，且返回判定是否有額外相互值之步驟，及

當否，則藉由使用另一軸之左邊及右邊節點而在一另一軸上插補，以再次開始於判定是否有在該當前節點之左邊之一有效節點之步驟。

9. 一種追蹤在由請求項1之方法所判定的一觸控感測表面上之先前

找到及當前觸摸位置之方法，用於追蹤之該方法包括下列步驟：

判定是否有至少一個當前觸摸位置，其中

當是，則選擇該等當前觸摸位置之一者，及

當否，則繼續下一步驟；

判定是否有至少一個先前觸摸位置，其中

當否，則結束追蹤，及

當是，則選擇該等先前觸摸位置之一者且繼續下一步驟；

判定該先前觸摸位置是否與個當前觸摸位置關聯，其中

當否，則在該先前觸摸位置處不再存在一觸摸，停止追蹤該先前觸摸位置且繼續判定是否至少還有一個先前觸摸位置之步驟，及

當是，則繼續該下一步驟；及

判定是否至少還有一個先前之觸摸位置，其中

當是，則選擇一前一先前觸摸位置且繼續使用該先前觸摸位置之該前一先前觸摸位置來判定該先前觸摸位置是否與該當前觸摸位置關聯之步驟，及

當否，則輸出所追蹤之觸摸位置。

10. 如請求項9之方法，其中選擇該等當前觸摸位置之一者之該步驟包括下列步驟：

判定是否有至少一個先前觸摸位置，其中

當否，則追蹤在當前觸摸位置之新觸摸，且繼續判定是否至少還有一個當前觸摸位置之步驟，及

當是，則將一臨時權重值設定為一最大權重值，選擇一先前觸摸位置且繼續下一步驟；

量測該選擇之當前觸摸位置與該選擇之先前觸摸位置之間之

一距離，將此距離使用為一當前權重值以判定該選擇之當前觸摸位置與該先前觸摸位置成對，且繼續下一步驟；

判定該當前權重值是否小於該臨時權重值，其中

當否，則繼續判定是否至少還有一個先前觸摸位置之步驟，及

當是，則將該臨時權重值設定為該當前權重值，將該選擇之先前觸摸位置記錄為一臨時觸摸位置且繼續該下一步驟；

判定是否至少還有一個先前觸摸位置，其中

當是，則選擇該下一先前觸摸位置且返回至量測該選擇之當前觸摸位置與該選擇之先前觸摸位置之間之該距離之步驟，及

當否，則繼續下一步驟；

判定該臨時位置是否已經指派至一不同當前位置，其中

當是，則計算該當前位置之一下一最糟權重值，且對於一指派之當前位置，繼續判定該當前位置之該下一最糟權重值是否小於該指派之位置之該下一最糟權重值之步驟，及

當否，則繼續下一步驟；

判定該權重值是否低於一最大相關臨限值，其中

當是，則將該臨時位置指派至該當前位置且繼續判定是否至少還有一個當前觸摸位置之步驟，及

當否，則識別一新觸摸位置以追蹤其且繼續下一步驟；

判定是否至少還有一個當前觸摸位置，其中

當否，則返回判定是否有至少另一先前觸摸位置之步驟，及

當是，則選擇一下一當前觸摸位置且返回判定是否有至少一個先前觸摸位置之步驟；

判定該當前位置之該下一最糟權重值是否小於該指派之位置

之該下一最糟權重值，其中

當是，則將該臨時位置設定為該下一最糟位置，且返回判定是否至少還有一個當前觸摸位置之步驟，及

當否，則將該指派之位置設定為該下一最糟權重值，選擇一移動之指派位置且返回判定是否有至少一個先前觸摸位置之步驟。

11. 一種用於快取複數個觸摸行之相互觸摸值之方法，該方法包括下列步驟：

接收一相互掃描位置請求；

判定一快取記憶體是否含有該請求之相互掃描位置之掃描資料，其中

若是，則繼續判定該掃描資料是否有效之步驟，及

若否，則繼續下一步驟；

判定該請求之相互掃描位置是否超過該快取記憶體之一右邊邊緣，其中

若是，則解除分配在該快取記憶體之一最左行中之該掃描資料，將該解除分配之掃描資料分配至該快取記憶體之一右邊邊緣且使其值無效，及

若否，則解除分配在該快取記憶體之一最右行中之該掃描資料，將該解除分配之掃描資料分配至該快取記憶體之一左邊邊緣且使其值無效；

判定該掃描資料是否有效，其中

若是，則傳回該請求之掃描資料以進一步就此處理，及

若否，則在該請求之位置處執行一相互掃描，將所得掃描資料置於該快取記憶體中，且傳回該請求之掃描資料以進一步就此處理。

12. 一種使用如請求項1之方法解碼多點觸控之系統，該系統包括：

第一複數個電極，其配置於具有一第一軸之一平行定向中，其中該第一複數個觸控電極之各者具有一自電容；

第二複數個電極，其配置於具有實質上垂直於該第一軸之一第二軸之一平行定向中，該第一複數個電極定位於該第二複數個電極上以形成一觸控矩陣，其中該等第一及第二複數個電極之每個重疊交叉具有一互電容；

量測該第一複數個電極之各者之該自電容以產生各自之自身值；

量測該等第一及第二複數個電極之每個該等重疊交叉之該互電容以產生各自之相互值；

藉由一微控制器之一類比前端而量測該等自電容及互電容；

將該等自身值及相互值儲存於該微控制器之一記憶體中；及

該微控制器中之一數位處理器，其經組態以判定該等自身值之該等左斜率值及右斜率值，並使用該等自身值及相互值來判定每個觸摸擷取訊框之至少一個觸摸的至少一個位置。

13. 如請求項12之系統，其中該數位處理器進一步經組態以追蹤隨後觸摸擷取訊框中之該至少一個觸摸的變化位置。

14. 一種解碼在一觸控感測表面上之多點觸控之方法，該方法包括下列步驟：

掃描在一軸上對準之複數個通道，以判定該等通道之自身值；

藉由判定一通道值及其鄰近左通道值與鄰近右通道值之間各自之差異值以判定至少一個自身值之左斜率值及右斜率值，其中局部最大自身值係藉由偵測左斜率及右斜率之間的斜率比之一預定變化而判定；

掃描具有該局部最大自身值之該些通道之複數個節點，以判定該等節點之相互值；及

比較該等相互值以判定該等節點之哪一者具有該最大相互值，其中在該局部最大自身值通道上具有該最大相互值之該節點係一潛在觸摸位置。

15. 如請求項14之方法，進一步包括下列步驟：

判定該等自身值之至少一者是否大於一自身觸摸臨限值，其中

當是，則繼續掃描具有該最大自身值之該至少一個通道之複數個節點之步驟，及

當否，則隨著完成而結束一觸摸偵測訊框。

16. 如請求項14之方法，其中針對判定該至少一個自身值之左斜率值及右斜率值的步驟，

該左斜率值等於該至少一個自身值減去在該至少一個通道之左邊之一通道之一自身值，及

該右斜率值等於該至少一個自身值減去在該至少一個通道之右邊之一通道之一自身值。

17. 如請求項16之方法，進一步包括下列步驟：

判定該左斜率值是否大於零(0)，及該右斜率值是否小於零(0)，其中

當是，則返回掃描該至少一個通道之該複數個節點之步驟，及

當否，則繼續下一步驟；

判定該左斜率值是否大於零(0)且大於該右斜率值，其中

當是，則返回掃描該至少一個通道之該複數個節點之步驟，及

當否，則繼續下一步驟；

判定該左斜率值是否小於零(0)且大於該右斜率值之一百分比，其中

當是，則返回掃描該至少一個通道之該複數個節點之步驟，及

當否，則繼續下一步驟；

判定是否有另一自身值，其中

當是，則使用該另一自身值返回判定該等自身值之至少一者是否大於該自身觸摸臨限值之步驟，及

當否，則隨著完成而結束一觸摸偵測訊框。

18. 如請求項15之方法，進一步包括下列步驟：

判定該等相互值之至少一者是否大於一相互觸摸臨限值，其中

當是，則繼續掃描具有該最大自身值之該至少一個通道之複數個節點之步驟，及

當否，則隨著完成而結束該觸摸偵測訊框。

19. 如請求項18之方法，其中該右斜率值等於一當前相互值減去一下一節點之一下一相互值；及

其中該左斜率值等於該當前相互值減去一先前節點之一先前相互值。

20. 如請求項19之方法，進一步包括下列步驟：

判定該右斜率值是否小於零(0)及該左斜率值是否大於零(0)，其中

當是，則開始確認該節點之步驟，及

當否，則繼續下一步驟；

判定該右斜率值是否大於零(0)及小於該左斜率值之一百分比，其中

當是，則開始確認該節點之步驟，及

當否，則繼續下一步驟；

判定該右斜率值是否小於零(0)且大於該左斜率值，其中

當是，則開始確認該節點之步驟，及

當否，則繼續下一步驟；

判定是否有另一相互值，其中

當是，則返回判定該等相互值之至少一者是否大於該相互觸摸臨限值之步驟，及

當否，則繼續下一步驟；及

判定是否有另一自身值，其中

當是，則檢查另一自身值且返回判定該等自身值之至少一者是否大於一自身觸摸臨限值之步驟，及

當否，則隨著完成而結束該觸摸偵測訊框。

21. 如請求項20之方法，其中確認該節點之該步驟包括下列步驟：

將具有一局部最大相互值之該節點識別為一當前節點；

判定是否有在該當前節點之上方之一有效節點，其中

當否，則繼續判定是否有在該當前節點之下方之一有效節點之步驟；及

當是，則對該上方節點執行一相互量測且繼續該下一步驟；

判定該上方節點是否大於該當前節點，

當是，則使得該上方節點為該當前節點，且繼續判定一觸摸點是否已存在於此節點上之步驟，及

當否，則繼續該下一步驟；

判定是否有在該當前節點之下方之一有效節點，其中

當否，則繼續判定是否有在該當前節點之左邊之一有效節點之步驟，及

當是，則對該下方節點執行一相互量測且繼續該下一步驟；

判定該下方節點是否大於該當前節點，其中

當是，則使該下方節點為該當前節點且繼續判定一觸摸點是否已存在於此節點之步驟，及

當否，則繼續下一步驟；

判定是否有在該當前節點之左邊之一有效節點，其中

當否，則繼續判定是否有在該當前節點之右邊之一有效節點之步驟，及

當是，則對該左邊節點執行一相互量測且繼續下一步驟；

判定該左邊節點是否大於當前節點，

當是，則使該左邊節點為該當前節點且繼續判定一觸摸點是否已存在於此節點之步驟，及

當否，則繼續下一步驟；

判定是否有在該當前節點之右邊之一有效節點，其中

當否，則繼續判定是否有在該當前節點之左邊之一有效節點之步驟，及

當是，則對該右邊節點執行一相互量測且繼續該下一步驟；

判定該右邊節點是否大於該當前節點，

當是，則使該右邊節點為該當前節點且繼續判定一觸摸點是否已存在於此節點上之步驟，及

當否，則繼續該下一步驟；

判定是否有在該當前節點之左邊之一有效節點，其中

當否，則將一左邊相互值定義為一中間相互值減去一右邊相互值，且繼續判定該節點之一精細位置之步驟，及

當是，則對該左邊節點執行一相互量測且繼續該下一步驟；

判定是否有在該當前節點之右邊之一有效節點，其中

當否，則將該相互值定義為該中間相互值減去該左邊相互值且繼續判定該節點之該精細位置之步驟，及

當是，則對該右邊節點執行一相互量測且繼續該下一步驟；

藉由從該右邊值減去該左邊值來定義該節點之一精細位置，將此差除以該中間值且將其結果乘以64，且繼續該下一步驟；及

判定是否對每個軸執行插補，其中

當是，則將另一觸摸點添加至所有偵測之觸摸點之一列表，且返回判定是否有額外相互值之步驟，及

當否，則藉由使用另一軸之左邊及右邊節點而在一另一軸上插補，以再次開始於判定是否有在該當前節點之左邊之一有效節點之步驟。