



(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 I452322 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 09 月 11 日

(21)申請案號：101130001

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 08 月 17 日

(51)Int. Cl. : G01S15/46 (2006.01) G01S7/54 (2006.01)

(71)申請人：友達光電股份有限公司 (中華民國) AU OPTRONICS CORP. (TW)

新竹市新竹科學工業園區力行二路 1 號

(72)發明人：胡竹生 HU, JWU SHENG (TW)；阮崇維 JUAN, CHUNG WEI (TW)；李芳慶 LEE, FANG CHING (TW)

(74)代理人：郭曉文

(56)參考文獻：

CN 101806882A CN 102243297A

EP 0729588B1 US 8229472B2

“超聲波多點定位”，馬龍等，物理實驗，第 31 卷第 3 期，第 41-46 頁，2011 年 3 月。

審查人員：高健忠

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：3 共 0 頁

(54)名稱

使用聲波測量物體空間位置的方法及系統

METHOD AND SYSTEM FOR DETECTING OBJECT POSITION BY USING SOUND WAVE

(57)摘要

所揭露的使用聲波測量物體空間位置的方法適於使用聲波收發裝置及多個聲波接收裝置以測量指示物品的位置。此方法首先取得聲波收發裝置至每一聲波接收裝置之間的相對位置；之後再取得對應於從聲波收發裝置發出聲波、一直到聲波收發裝置與聲波接收裝置接收到從指示物品反射而回的反射聲波之間所需的反射時間；最後就利用這些相對位置與反射時間，計算指示物品的位置。

The proposed method for detecting object position by using sound wave is adapted to detect the position of an indication object by using a sound transmitting/receiving device and a plurality of sound receiving devices. A relative position of each of the sound receiving devices correlating with the sound transmitting/receiving device is obtained, and a reflected time periods between sending a sound wave from the sound transmitting/receiving device and receiving the sent sound wave reflected from the designated object by each of the sound transmitting/receiving device and the sound receiving devices is obtained as well. After that, the position of the designated object is calculated by using the relative positions and the reflected time periods.

S300~S312 . . . 本發明一實施例之施行步驟

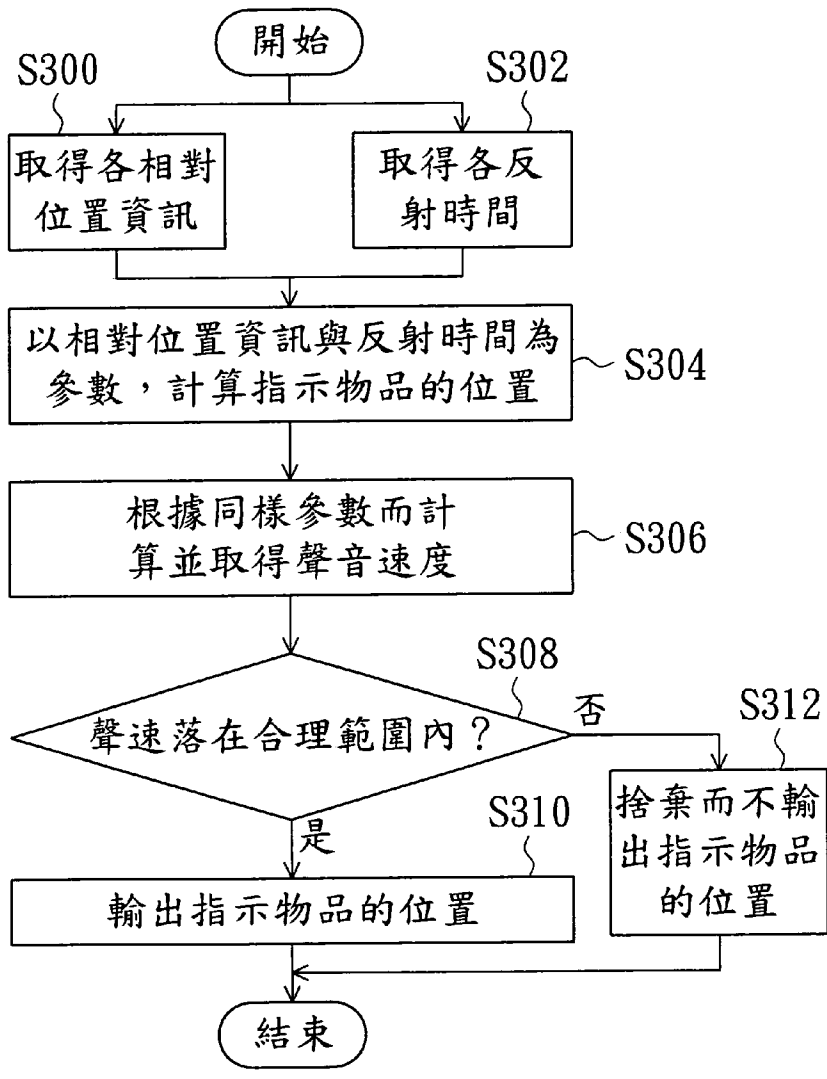


圖3

發明專利說明書

公告本

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：(01/30001

G01S 15/46 (2006.01)

※申請日：101.3.17

※IPC 分類：

G01S 7/54 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

使用聲波測量物體空間位置的方法及系統/ METHOD AND SYSTEM FOR DETECTING OBJECT POSITION BY USING SOUND WAVE

二、中文發明摘要：

所揭露的使用聲波測量物體空間位置的方法適於使用聲波收發裝置及多個聲波接收裝置以測量指示物品的位置。此方法首先取得聲波收發裝置至每一聲波接收裝置之間的相對位置；之後再取得對應於從聲波收發裝置發出聲波、一直到聲波收發裝置與聲波接收裝置接收到從指示物品反射而回的反射聲波之間所需的反射時間；最後就利用這些相對位置與反射時間，計算指示物品的位置。

三、英文發明摘要：

The proposed method for detecting object position by using sound wave is adapted to detect the position of an indication object by using a sound transmitting/receiving device and a plurality of sound receiving devices. A relative position of each of the sound receiving devices correlating with the sound transmitting/receiving device is obtained, and a reflected time periods between sending a sound wave from the sound transmitting/receiving device and receiving the sent sound wave reflected from the designated object by each of the sound

transmitting/receiving device and the sound receiving devices is obtained as well. After that, the position of the designated object is calculated by using the relative positions and the reflected time periods.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (3) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

S300~S312：本發明一實施例之施行步驟

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種測量物體空間位置的方法及系統，且特別是有關於一種使用聲波測量物體空間位置的方法及系統。

【先前技術】

傳統的電容式、電阻式以及表面聲波觸控技術等，只能對於位處螢幕表面的觸控進行偵測，且因為電子元件良率的限制，在大面積觸控的應用上會倒置成本快速上升。另一種運用深度攝影機進行位置判斷的技術則因光學限制之故，僅能在30公分以外才有效，並不適於近距離的觸控應用；此外因為攝影機視角問題，在大面積觸控時所能涵蓋的區域偏小，故同樣不適於大面積觸控的應用。

有鑑於此，一種被稱為脈波-迴聲超音波(pulse-echo ultrasound)的技術便開始被使用於近距離且大面積的觸控環境上。此種技術是根據聲音傳遞的速度來計算待測物體與感應器之間的距離，然後透過幾何關係而獲知待測物體的位置。然而，欲使用此技術必須先克服兩個問題：其一是需要知道聲音速度的大小，但因為聲音速度會隨著溫度與濕度而有所改變，所以必須隨時校正才能維持精準度；其二是如何利用反射時間資訊來計算待測物體的三度空間座標，亦即，用來計算待測物體三度空間座標的計算方式的複雜度將很大程度的影響到物體偵測的運作流暢程度。

【發明內容】

本發明的目的之一就是在提供一種使用聲波測量物體空間位置的方法與系統，其不需要確認聲音速度即可進行物體位置的量測。

本發明提出一種使用聲波測量物體空間位置的方法，其適於使用一個聲波收發裝置及多個聲波接收裝置以測量指示物品的位置。此方法先取得聲波收發裝置至每一聲波接收裝置之間的相對位置，並取得對應於從聲波收發裝置發出聲波，直至由聲波收發裝置與由聲波接收裝置接收到從指示物品反射而回的反射聲波之間所需的反射時間，之後再利用所取得的相對位置與反射時間來計算指示物品的位置。

本發明還提出一種使用聲波測量物體空間位置的系統，此系統用於測量指示物品的位置，並包括聲波生發裝置、第一與第二聲波接收裝置、記錄元件以及計算單元。其中，聲波收發裝置發出聲波至指示物品，並接收因聲波從指示物品反射而回所產生的第一聲波反射訊號。第一與第二聲波接收裝置分別接收因為前述聲波從指示物品反射而回所產生的第二與第三聲波反射訊號。記錄元件記錄第一聲波接收裝置與聲波收發裝置之間的第一相對位置資訊，並記錄第二聲波接收裝置與聲波收發裝置之間的第二相對位置資訊。計算單元根據從聲波收發裝置從發出聲波至聲波收發裝置本身接收到第一聲波反射訊號所需的第一反射時間、從聲波收發裝置發出聲波至第一聲波接收裝置接收第二聲波反射訊號所需的第二反射時間、從聲波收發裝置發出聲波至第二聲波接收裝置接收第三聲波反射訊號所需的第三反射時間、第一相對位置資訊以及第二相對位置資訊，以計算指示物品的位置。

本發明預先記錄聲波收、發元件之間的相對位置做為計算

指示物品時的參數，再配合各反射時間以及對應的空間幾何關係，如此就可以在沒有確切的聲速資料的情況下計算出指示物品的空間位置。

為讓本發明之上述和其他目的、特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。

【實施方式】

請參照圖 1，其為根據本發明一實施例的系統方塊圖。如圖 1 所示，在本實施例中，使用聲波測量物體空間位置的系統 10 包括了聲波收發裝置 110、聲波接收裝置 120、122 與 124、記錄元件 130 以及計算單元 140。雖然這些裝置與元件在本實施例中被設置在面板 100 的四週或其內部，但這並非唯一的設計方式。例如，面板 100 本身可以只是一個用於顯示而沒有觸控功能的螢幕，或者可以是一塊用於塗寫字畫的板子。當然，記錄元件 130 與計算單元 140 等可以不被設置在螢幕或板子之內，而是獨立在外並以能溝通資料的方式與聲波收發裝置 110 及聲波接收裝置 120、122 與 124 等相互耦接。

在圖 1 所示的實施例中，聲波收發裝置 110 會發出聲波以便後續量測操作的進行。由聲波收發裝置 110 所發出的聲波在碰撞到指示物品 15 之後會四散反射至各處，而從指示物品 15 反射而回的聲波中的一部分則會分別被聲波收發裝置 110 本身以及聲波接收裝置 120、122 與 124 所接收。這些被接收的反射聲波(後稱為聲波反射訊號)的接收時間點與原本發出聲波的時間點之間的差異，會被傳送到記錄元件 130 或直接傳送到計算單元 140，以使計算單元 140 能配合記錄元件 130 所儲存之聲波收發裝置 110 與聲波接收裝置 120、122 與 124 間的

相對位置資訊，對指示物品 15 的空間位置進行計算。

請參照圖 2，其為圖 1 所示之實施例的俯視示意圖。應注意的是，此圖僅用於表示聲波收發裝置 110 與聲波接收裝置 120、122 與 124 間的相對位置關係，以藉此讓此技術領域者知悉何謂前述的相對位置資訊，但並不以此代表這些裝置的實際長度與形狀。

如圖 2 所示，此實施例係以聲波收發裝置 110 為原點，並以聲波接收裝置 120 相對於聲波收發裝置 110 在 X 軸上的位移量為 h_1 ，在 Y 軸與在 Z 軸上的位移量因為其值為 0，所以沒有標示出來；以聲波接收裝置 122 相對於聲波收發裝置 110 在 X 軸上的位移量為 h_2 ，在 Y 軸與在 Z 軸上的位移量因為其值為 0，所以沒有標示出來；並以聲波接收裝置 124 相對於聲波收發裝置 110 在 X 軸上的位移量為 h_3 ，在 Y 軸上的位移量為 h_4 ，在 Z 軸上的位移量因為其值為 0，所以沒有標示出來。所述各軸上的位移量會被儲存在記錄元件 130 之中，以備後續計算時使用。

請參照圖 3，其為根據本發明一實施例的施行步驟流程圖。為方便說明，請一併參照圖 1。在本實施例中，首先自記錄元件 130 中取得先前儲存的各個相對位置資訊(步驟 S300)；並在聲波收發裝置 110 與聲波接收裝置 120、122 與 124 等各自收到聲波反射訊號之後，計算收到聲波反射訊號的時間點與聲波收發裝置 110 發出聲波的時間點之間的時間差異以做為相對應的反射時間(步驟 S302)。在取得相對位置資訊以及反射時間之後，這兩組參數會被提供給計算單元 140 以計算指示物品 15 的位置。

在計算指示物品 15 的位置時，可以考慮利用以下的方式

來進行：

以 $X_i = [x_i \ y_i \ z_i]^T$ ， $i=1$ 表示聲波收發裝置 110 的空間座標， i 為其他值時表示分別表示一個聲波接收裝置的空間座標。例如，可以以 X_2 代表聲波接收裝置 120 的空間座標，以 X_3 代表聲波接收裝置 122 的空間座標，並以 X_4 代表聲波接收裝置 124 的空間座標。此外，並以 τ_i 為聲波收發裝置 110 到第 $i-1$ 個聲波接收裝置的反射時間。例如，可以 $i=1$ 時(τ_1)表示聲波收發裝置 110 發出聲波到聲波收發裝置 110 自身收到聲波反射的反射時間，並以 $i=2$ 時(τ_2)表示聲波收發裝置 110 發出聲波到聲波接收裝置 120 收到聲波反射的反射時間，以 $i=3$ 時(τ_3)表示聲波收發裝置 110 發出聲波到聲波接收裝置 122 收到聲波反射的反射時間，以 $i=4$ 時(τ_4)表示聲波收發裝置 110 發出聲波到聲波接收裝置 124 收到聲波反射的反射時間。

如此，根據聲波收發裝置 110、聲波接收裝置 120、122 與 124 及指示物品 15 之間的幾何空間關係，可以得到以下式子：

$$(X_i - X_1)^T X + (v\tau_1 - v\tau_i) * v\tau_1 / 2 = (1/2) * (|X_i|^2 - |X_1|^2 + v^2\tau_1^2 - v^2\tau_i^2)$$

其中， v 為未知的聲速， $X = [x \ y \ z]^T$ ，代表指示物品 15 的空間位置。

以 i 從 2 到 4 代入，則可得以下各式：

$$(X_2 - X_1)^T X + (v\tau_1 - v\tau_2) \frac{v\tau_1}{2} = \frac{1}{2} (|X_2|^2 - |X_1|^2 + v^2\tau_1^2 - v^2\tau_2^2)$$

$$(X_3 - X_1)^T X + (v\tau_1 - v\tau_3) \frac{v\tau_1}{2} = \frac{1}{2} (|X_3|^2 - |X_1|^2 + v^2\tau_1^2 - v^2\tau_3^2)$$

$$(X_4 - X_1)^T X + (v\tau_1 - v\tau_4) \frac{v\tau_1}{2} = \frac{1}{2}(|X_4|^2 - |X_1|^2 + v^2\tau_1^2 - v^2\tau_4^2)$$

以另一種方式表示，上述各式可化整為以下式子：

$$(X_2 - X_1)^T \frac{X}{v^2} - \frac{1}{2}(|X_2|^2 - |X_1|^2) \frac{1}{v^2} = \frac{1}{2}(\tau_1^2 - \tau_2^2) - \frac{1}{2}(\tau_1 - \tau_2)\tau_1$$

----(1)

$$(X_3 - X_1)^T \frac{X}{v^2} - \frac{1}{2}(|X_3|^2 - |X_1|^2) \frac{1}{v^2} = \frac{1}{2}(\tau_1^2 - \tau_3^2) - \frac{1}{2}(\tau_1 - \tau_3)\tau_1$$

----(2)

$$(X_4 - X_1)^T \frac{X}{v^2} - \frac{1}{2}(|X_4|^2 - |X_1|^2) \frac{1}{v^2} = \frac{1}{2}(\tau_1^2 - \tau_4^2) - \frac{1}{2}(\tau_1 - \tau_4)\tau_1$$

----(3)

如此，在上述(1)、(2)、(3)共三個式子中，總共包含了表示指示物品 15 的空間位置的 x 、 y 、 z 三個未知數，以及一個代表聲速的未知數 v ，總共存在有四個未知數。

設以 $W^* = \frac{X}{v^2}$ ，則可將 W^* 表示為 $\frac{1}{v^2}[x \ y \ z]^T$ 。若以 $\frac{x}{v^2}$ 為 w_1 ， $\frac{y}{v^2}$ 為 w_2 ， $\frac{z}{v^2}$ 為 w_3 ，則 W^* 可被表示為 $[w_1 \ w_2 \ w_3]^T$ 。為簡化前式，同時可令 w_4 為 $\frac{1}{v^2}$ 。如此，則可將前式(1)~(3)化為下式：

$$\begin{bmatrix} (X_2 - X_1)^T - \frac{1}{2}(|X_2|^2 - |X_1|^2) \\ (X_3 - X_1)^T - \frac{1}{2}(|X_3|^2 - |X_1|^2) \\ (X_4 - X_1)^T - \frac{1}{2}(|X_4|^2 - |X_1|^2) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ w_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{2}(\tau_1^2 - \tau_2^2) - \frac{1}{2}(\tau_1 - \tau_2)\tau_1 \\ \frac{1}{2}(\tau_1^2 - \tau_3^2) - \frac{1}{2}(\tau_1 - \tau_3)\tau_1 \\ \frac{1}{2}(\tau_1^2 - \tau_4^2) - \frac{1}{2}(\tau_1 - \tau_4)\tau_1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

因為有 4 個未知數，所以上式(4)沒有唯一解。但若如圖 1 所示般使聲波收發裝置 110 與聲波接收裝置 120、122 與 124 共平面，則未知數 w_3 的影響將會消失。換言之，可以令 $X_1 = [0$

0]、 $X_2=[-h_1 \ 0]$ 、 $X_3=[h_2 \ 0]$ 以及 $X_4=[h_3 \ h_4]$ ，則上式(4)將降維度而成為：

$$\begin{bmatrix} -h_1 & 0 & -\frac{1}{2}h_1^2 \\ h_2 & 0 & -\frac{1}{2}h_2^2 \\ h_3 & h_4 & -\frac{1}{2}(h_3^2 + h_4^2) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{2}(\tau_1^2 - \tau_2^2) - \frac{1}{2}(\tau_1 - \tau_2)\tau_1 \\ \frac{1}{2}(\tau_1^2 - \tau_3^2) - \frac{1}{2}(\tau_1 - \tau_3)\tau_1 \\ \frac{1}{2}(\tau_1^2 - \tau_4^2) - \frac{1}{2}(\tau_1 - \tau_4)\tau_1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

若以 F 表示式(5)的第一個陣列、W 表示式(5)的第二個陣列，並以 B 表示式(5)的第三個陣列，則上式可被簡單表示為： $FW=B$ ，而其解則可被表示為 $W=F^{-1}B$ 。

由於 F 中的值都是先前已知的 h_1 、 h_2 、 h_3 與 h_4 等聲波收發裝置 110 與聲波接收裝置 120、122 與 124 間的相對位置，因此陣列 F^{-1} 可以在事先計算而得。據此，很容易就可以得到陣列 W 的解而無須對陣列 F 進行矩陣反轉(matrix inverse)運算，整體來說計算量是很低的。

一旦得到陣列 W 的解，那麼指示物品 15 的 x 與 y 座標以及當下的聲音速度都可以利用先前設定的式子反推而得，亦即：

$$x=w_1/w_4$$

$$y=w_2/w_4$$

$$v=\sqrt{1/w_4}$$

另外，由於聲波收發裝置 110 是收發共體，而指示物品 15 與聲波收發裝置 110 之間的距離為 $\tau_1/2w_4$ ，因此指示物品的 z 軸座標可由下式計算而得：

$$z = \sqrt{\left(\frac{\tau_1}{2w_4}\right)^2 - \left(\frac{w_1}{w_4}\right)^2 - \left(\frac{w_2}{w_4}\right)^2}$$

由此，指示物品 15 的空間位置就可以得到確認。而使用聲波測量物體空間位置的系統 10 也就可以根據指示物品 15 的

空間位置而進行相對應的後續操作。

在一個實施例中，既然已經取得指示物品 15 的空間位置，那麼整個指示物品空間位置 15 的判斷流程就已經可以算是結束了。然而，圖 3 所示的實施例在取得指示物品的空間位置之後，還更進一步把先前根據同樣參數而計算獲得的 w_4 取出，並利用 w_4 的值而計算出目前的聲速(步驟 S306)。在計算出聲速之後，此方法進一步判斷此一計算出來的聲速是否落在合理的範圍內(步驟 S308)。假若所計算出來的聲速是落在合理的範圍內，那麼就表示這次計算出來的指示物品 15 的空間位置是合理的，於是就可以輸出指示物品 15 的空間位置以便後續操作之用(步驟 S310)；相對的，假若所計算出來的聲速並沒有落在合理的範圍內，那麼就表示這次計算出來的指示物品 15 的空間位置是不合理的，於是就會捨棄此次的計算結果不用(步驟 S312)。

換言之，在整個流程中，聲速並不用來計算指示物品 15 的空間位置，而只是被選擇性的用來確認此次計算出來的指示物品 15 的空間位置是否合理而已。因此，聲速並不是在計算指示物品 15 的空間位置時所需的必要參數，自然也就不需要在指示物品 15 的空間位置計算期間進行即時的更新。如此一來，就可以避免先前技術對於即時更新聲速上的需求，進而減少對應的計算步驟。

根據上述的實施例，當聲波收發裝置 110 與聲波接收裝置 120、122 與 124 被設置在同一個平面上的時候，就可以偵測出指示物品 15 的三度空間位置。然而，此時聲波收發裝置 110 與聲波接收裝置 120、122 與 124 不能夠排成一直線，否則前述式(5)就無法有正確解。而從另一個角度來看，若各聲波接

收裝置沒有被設置在同一個平面上，則也只需要比圖 1 所示的實施例增加一個聲波接收裝置就能利用前述的方法計算指示物品 15 的三度空間位置。

再者，假若只是要計算指示物品 15 的二度空間位置，那麼只需要排成一排的一個聲波收發裝置以及兩個聲波接收裝置就可以完成。計算時所使用的方程式亦如以上所述的思考流程，在此不予贅述。

綜上所述，本發明預先記錄聲波收、發元件之間的相對位置做為計算指示物品時的參數，再配合各反射時間以及對應的空間幾何關係，藉此在沒有確切的聲速資料的情況下計算出指示物品的空間位置。

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

【圖式簡單說明】

圖 1 為根據本發明一實施例的系統方塊圖。

圖 2 為圖 1 所示之實施例的俯視示意圖。

圖 3 為根據本發明一實施例的施行步驟流程圖。

【主要元件符號說明】

10：使用聲波測量物體空間位置的系統

15：指示物品

100：面板

110：聲波收發裝置

120、122、124：聲波接收裝置

130：記錄元件

140：計算單元

S300~S312：本發明一實施例之施行步驟

七、申請專利範圍：

1. 一種使用聲波測量物體空間位置的系統，適於測量一指示物品的位置，該系統包括：

一聲波收發裝置，用以發出一聲波至該指示物品，並接收因該聲波從該指示物品反射而回所產生的一第一聲波反射訊號；

一第一聲波接收裝置，接收因該聲波從該指示物品反射而回所產生的一第二聲波反射訊號；

一第二聲波接收裝置，接收因該聲波從該指示物品反射而回所產生的一第三聲波反射訊號；

一記錄元件，記錄該第一聲波接收裝置與該聲波收發裝置之間的一第一相對位置資訊，以及記錄該第二聲波接收裝置與該聲波收發裝置之間的一第二相對位置資訊；以及

一計算單元，根據該聲波收發裝置從發出該聲波至接收到該第一聲波反射訊號所需的一第一反射時間、從該聲波收發裝置發出該聲波至該第一聲波接收裝置接收該第二聲波反射訊號所需的一第二反射時間、從該聲波收發裝置發出該聲波至該第二聲波接收裝置接收該第三聲波反射訊號所需的一第三反射時間、該第一相對位置資訊及該第二相對位置資訊，計算該指示物品的位置；

其中計算該指示物品的位置時係採用並列下列方程式以求解：

$$(X_i - X_1)^T X + (v\tau_1 - v\tau_i) * v\tau_1 / 2 = (1/2) * (|X_i|^2 - |X_1|^2 + v^2\tau_1^2 - v^2\tau_i^2)$$

其中 $X_i = [x_i \ y_i \ z_i]^T$ ， $i=1$ 表示該聲波收發裝置的空間座標， i 為其他值時表示分別表示該些聲波接收裝置之一的空間座

標，

τ_i 為該聲波收發裝置到第 $i-1$ 個聲波接收裝置的反射時間，其中 $i=1$ 時表示聲波收發裝置發出聲波到聲波收發裝置自身收到聲波反射的反射時間，

v 為聲速。

2.如申請專利範圍第 1 項所述的系統，其中該聲波收發裝置、該第一聲波接收裝置及該第二聲波接收裝置排列在一直線上。

3.如申請專利範圍第 1 項所述的系統，更包括：

一第三聲波接收裝置，接收因該聲波從該指示物品反射而回所產生的一第四聲波反射訊號，

其中，該記錄元件更記錄該第三聲波接收裝置與該聲波收發裝置之間的一第三相對位置資訊，且該計算單元於計算該指示物品的位置時，更進一步依據該第三相對位置資訊以及從該聲波收發裝置發出該聲波至該第二聲波接收裝置接收該第四聲波反射訊號所需的一第四反射時間以進行計算。

4.如申請專利範圍第 3 項所述的系統，其中該聲波收發裝置、該第一聲波接收裝置、該第二聲波接收裝置及該第三聲波接收裝置被排列在同一平面上，但不在同一直線上。

5.一種使用聲波測量物體空間位置的方法，適於使用一聲波收發裝置及多個聲波接收裝置以測量一指示物品的位置，該方法包括：

取得該聲波收發裝置至每一該些聲波接收裝置之間的一相對位置；

取得對應於從該聲波收發裝置發出聲波，到該聲波收發裝置與到該些聲波接收裝置接收到從該指示物品反射而回的反射聲波之間所需的多個反射時間；以及

利用該些相對位置與該些反射時間，計算該指示物品的位置；

其中計算該指示物品的位置時係採用並列下列方程式以求解：

$$(X_i - X_1)^T X + (v\tau_1 - v\tau_i) * v\tau_1 / 2 = (1/2) * (|X_i|^2 - |X_1|^2 + v^2\tau_1^2 - v^2\tau_i^2)$$

其中 $X_i = [x_i \ y_i \ z_i]^T$ ， $i=1$ 表示該聲波收發裝置的空間座標， i 為其他值時表示分別表示該些聲波接收裝置之一的空間座標，

τ_i 為該聲波收發裝置到第 $i-1$ 個聲波接收裝置的反射時間，其中 $i=1$ 時表示聲波收發裝置發出聲波到聲波收發裝置自身收到聲波反射的反射時間，

v 為聲速。

6.如申請專利範圍第 5 項所述的方法，其中該些聲波接收裝置被排列為在同一平面上但不在同一直線上。

7.如申請專利範圍第 5 項所述的方法，其中於計算該指示物品的位置之外，更進一步計算對應的聲音速度。

8.如申請專利範圍第 7 項所述的方法，其中更利用所計算出來的聲音速度以確認所計算出的該指示物品的位置是否可

用。

八、圖式：

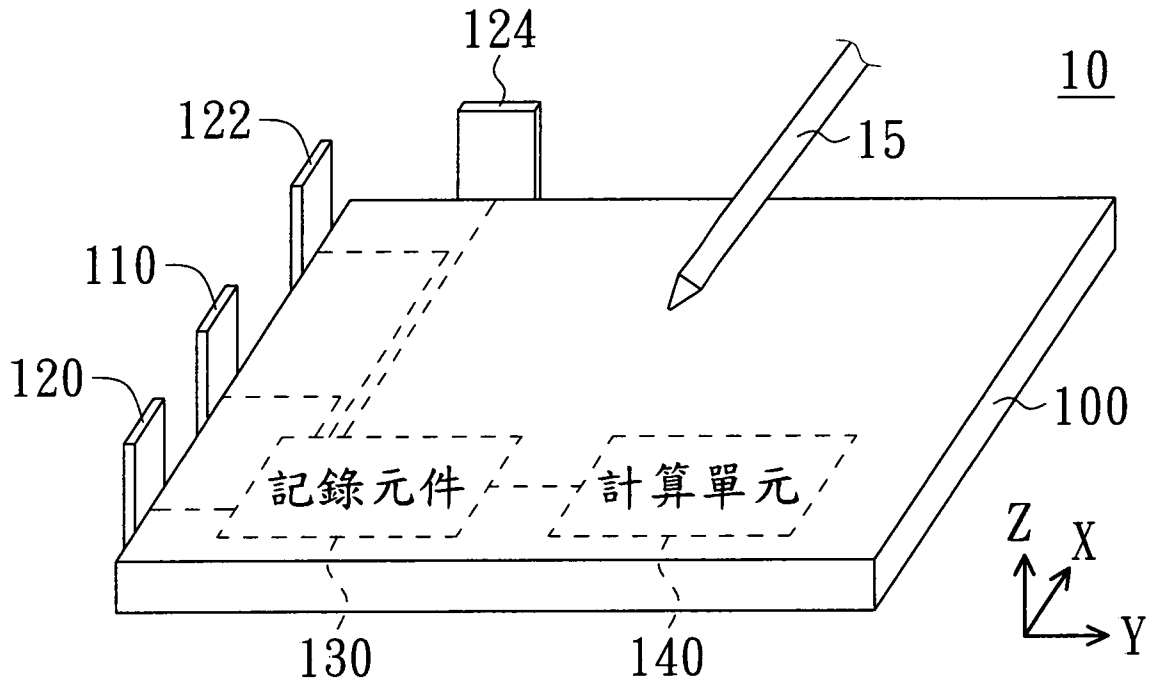


圖 1

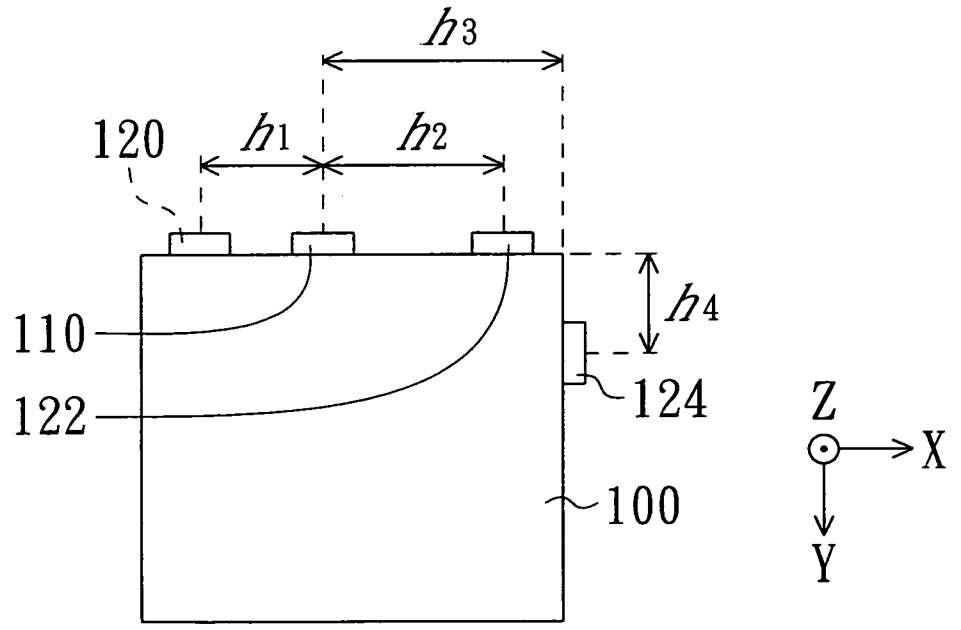


圖 2

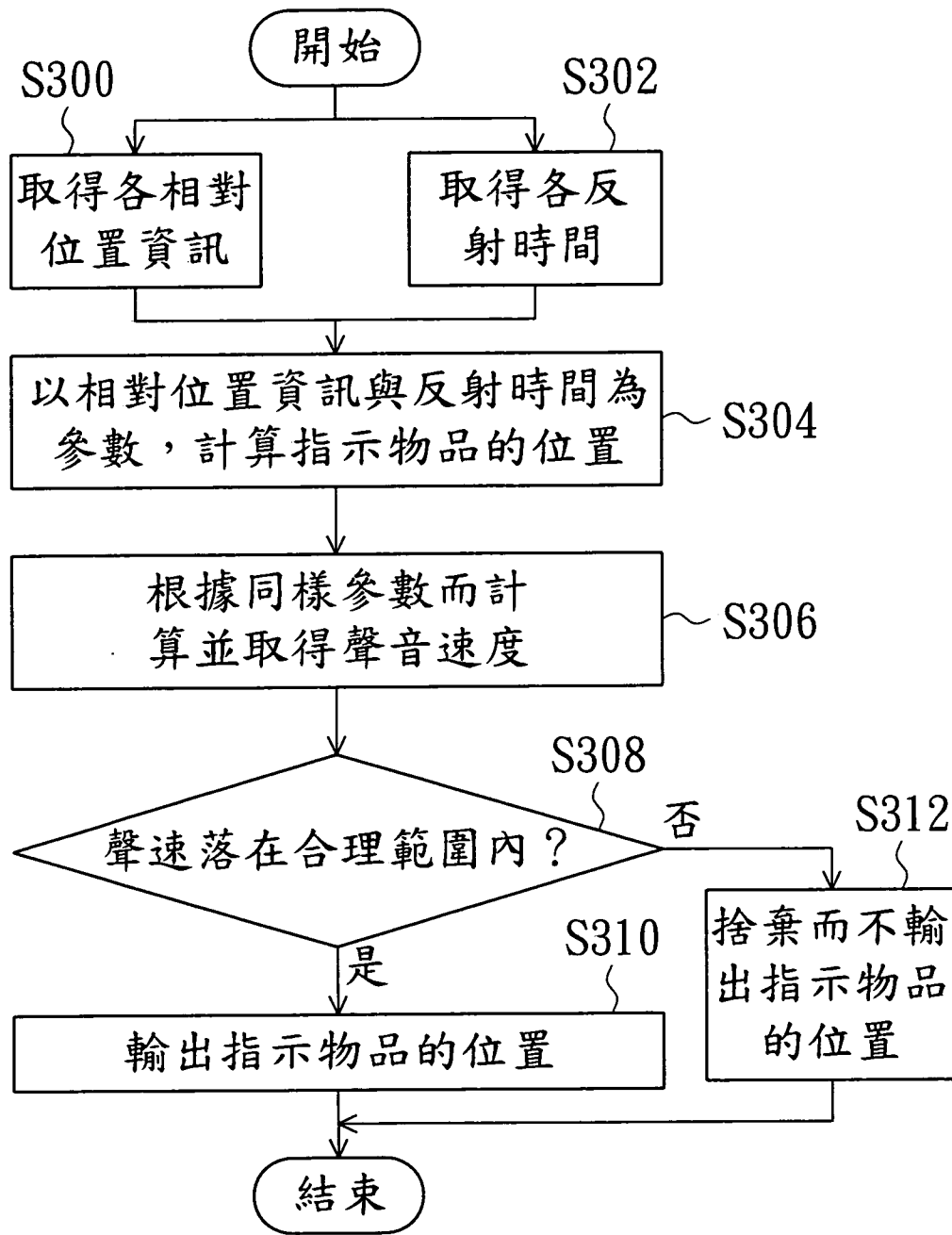


圖 3