



(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 I393912B1

(45) 公告日：中華民國 102 (2013) 年 04 月 21 日

(21) 申請案號：098111446

(22) 申請日：中華民國 98 (2009) 年 04 月 07 日

(51) Int. Cl. : G01S5/08 (2006.01)

(71) 申請人：中華電信股份有限公司 (中華民國) CHUNGHWA TELECOM CO., LTD. (TW)  
桃園縣楊梅市民族路 5 段 551 巷 12 號

(72) 發明人：呂柏文 (TW)

(74) 代理人：李保祿

(56) 參考文獻：

TW 373078

TW 387173

TW 200904049A

US 5920284

US 2008/0002627A1

審查人員：邵皓勇

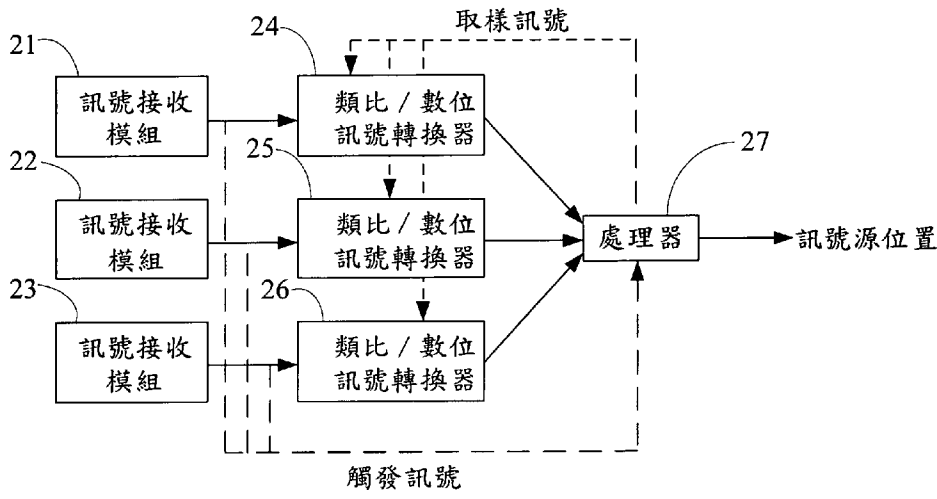
申請專利範圍項數：10 項 圖式數：5 共 0 頁

(54) 名稱

訊號源追蹤裝置及追蹤方法

(57) 摘要

一種訊號源追蹤裝置及追蹤方法，係利用三個相同之訊號接收模組分別放置於四面體的三個等腰三角形平面上，並讓三個通過訊號接收模組中心的平面法向量相交於一點，以組成一個訊號源追蹤裝置，再個別經由類比/數位訊號轉換器將其輸出之類比訊號轉換成數位訊號，由處理器計算出訊號源之方位角及仰角上的二維度位置資訊或訊號源之方位角、仰角及距離等三個維度的位置資訊。



21,22,23 . . . 訊號接收模組

24,25,26 . . . 類比/數位訊號轉換器

27 . . . 處理器

圖二

# 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：P8711446

※申請日：88.4.7 ※IPC 分類：G01S 5/18 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

訊號源追蹤裝置及追蹤方法

二、中文發明摘要：

一種訊號源追蹤裝置及追蹤方法，係利用三個相同之訊號接收模組分別放置於四面體的三個等腰三角形平面上，並讓三個通過訊號接收模組中心的平面法向量相交於一點，以組成一個訊號源追蹤裝置，再個別經由類比/數位訊號轉換器將其輸出之類比訊號轉換成數位訊號，由處理器計算出訊號源之方位角及仰角上的二維度位置資訊或訊號源之方位角、仰角及距離等三個維度的位置資訊。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖二

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

21,22,23          訊號接收模組

24,25,26          類比/數位訊號轉換器

27                  處理器

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種訊號源追蹤裝置及追蹤方法，特別是指利用訊號源追蹤裝置以偵測訊號源之方位角及仰角上的二維度位置資訊，或訊號源之方位角、仰角及距離等三個維度的位置資訊。

### 【先前技術】

目前常見的無線通訊裝置，無論是射頻（Radio Frequency）訊號或是紅外線（IR）的系統，在通訊的同時並無同時對訊號來源的方位做偵測之機制。然而有些應用情況下，須要得知通訊中的雙方或多方的位置，此時，全球定位系統（GPS）的接收機就經常被使用，然而 GPS 的位置無法十分精確且 GPS 的資料更新速率過慢，在車用環境下，往往已造成很大的位置誤差，也因此，常透過額外的慣量感知器，如陀螺儀等，以預估裝置的移動距離來修正誤差，但仍有其極限；一般常見於偵測距離的紅外線或超音波感測裝置，以及雷達與雷射裝置，乃透過發射訊號及偵測反射訊號來辨識前方物體，以做為車輛防撞的依據，其功能僅做為距離的偵測，若在相同的空間中，大量的物體間使用相同的裝置來偵測物體間的位置，則偵測訊號彼此會產生大量的干擾。

由此可見，上述習用方式仍有諸多缺失，實非一良善之設計，而亟待加以改良。

本案發明人鑑於上述習用之方法所衍生的各項缺點，乃亟思加以改良創新，並經多年苦心孤詣潛心研究後，終於成功來完成本件訊號源追蹤裝

置及追蹤方法。

### 【發明內容】

本發明主要目的即在於在無線通訊的同時，經由分析接收訊號，偵測無線通訊系統之裝置的方位角度，以確定通訊裝置彼此間的位置，因此在相同的通訊距離時，發射功率可以降低；或在相通的發射功率時，透過訊號發射的方向角度控制，可以有更遠的通訊距離。

本發明之另一目的即在於可不需整合另外的位置或距離偵測器，而增進系統效能且降低成本；不需使用額外的偵測訊號，可避免偵測訊號所造成的干擾問題。

可達成上述發明目的之訊號源追蹤裝置及追蹤方法，係利用三個相同之訊號接收模組分別放置於四面體的三個等腰三角形平面上，以組成一個三面等腰三角形及第四面為正三角形底部之四面體的訊號源追蹤裝置，並讓三個通過訊號接收模組中心的平面法向量相交於一點，再個別經由類比/數位訊號轉換器將其輸出之類比訊號轉換成數位訊號，而其轉換時機乃是處理器經由接收來自訊號接收模組的觸發訊號啟動取樣訊號給類比/數位訊號轉換器，進行資料的取樣與轉換；

其轉換之資料經由處理器，以計算出訊號源之方位角及仰角上的二維度位置資訊，或訊號源之方位角、仰角及距離等三個維度的位置資訊，而該計算方法包含：

1. 開始時先進行裝置的校準程序，以求得訊號接收模組的正規化增益與訊號源的發射強度相對值，之後則開始進行訊號源的位置偵測；

2. 測量訊號接收模組的輸出訊號並經由類比/數位訊號轉換器轉換成數位訊號，接著則進行訊號源位置的水平與垂直角度運算輸出，並進行訊號源與訊號源追蹤裝置間距離的運算輸出。

### 【實施方式】

請參閱圖一，為本發明之訊號源追蹤裝置及追蹤方法之組成示意圖，因三個相互獨立 (independent) 的平面法向量可構成一組座標基底，而本發明運用三個相同的訊號接收模組 11,12,13 (射頻訊號天線或紅外線感測器)，以立體的方式將其組成一個三面等腰三角形及第四面為正三角形底部之四面體的訊號源追蹤裝置，三個訊號接收模組 11,12,13 分別放置於三個等腰三角形平面上，並讓三個通過訊號接收模組中心的平面法向量  $\vec{n}_i$  相交於一點 O，並以  $\overline{OH}$  方向 (x 軸) 為直視方向 (方位角與仰角均為 0 度之方向)，y 軸為水平方向，z 軸為垂直方向；

其中 H 為三平面相交之頂點，而  $P_S$  為光源位置， $P_1$ 、 $P_2$  與  $P_3$  為訊號接收模組之訊號接收區域的形心位置； $\alpha$  為平面法向量  $\vec{n}_i$  與  $\overline{OH}$  的夾角，當訊號源與追蹤裝置間的距離遠大於訊號發射裝置與訊號追蹤裝置之尺寸時，該訊號發射裝置可視為一點光源且訊號追蹤裝置可視為一訊號接收點；

當訊號源以偏離  $\overline{OH}$  一夾角入射，設其單位向量為  $\vec{l}$ ，則  $\vec{l}$  與三個平面法向量  $\vec{n}_i$  的夾角為  $\varphi_i$ ，而訊號接收模組主要偵測訊號的振幅包封 (envelope)，第 i 個訊號接收模組輸出電壓值如公式 (1) 所示，其中， $v_{AC}$  為交流成分，而  $v_{DC}$  為直流偏壓， $A_{m,i}$  為第 i 個訊號接收模組的接收訊號強度與輸出電壓的轉換增益， $E_L$  為訊號源在訊號接收點的訊號強度， $\cos \varphi_i$  為

第  $i$  個訊號接收模組於訊號源在角度  $\varphi_i$  時的偵測靈敏度函數；

當訊號源以偏離訊號追蹤裝置之直視方向一夾角  $\psi_S$  入射，設其單位向量為  $\vec{l}$ ，而公式 (1) 為：

$$v_{m,i} = v_{AC} + v_{DC} = A_{m,i} E_L \cos(\varphi_i) + v_{DC,i} = A_{m,i} E_L (\vec{n}_i \cdot \vec{l}) + v_{DC,i}, \quad i=1,2,3 \quad (1)$$

另外  $E_L$  為訊號源之發射強度  $E_0$ 、發射場形  $U_i$ 、發射角度  $\delta$  與傳送距離  $L$  的函數，而公式 (2) 為： $E_L = E_0 \frac{U_i(\delta)}{L^2}$ ，當訊號源追蹤裝置尺寸遠大於訊號波長，亦即訊號到達兩個平面的時間可視為相同；

若輸出電壓經過濾掉直流偏壓且經正規化，可知公式 (3) 為  $v_i = A E_L \cos(\varphi_i)$ ， $i=1,2,3$ ，而其中  $A = A_{n,i} \cdot A_{m,i}$ ， $A_{n,i}$  為正規化時所乘上的電壓增益，因此訊號源之方位角度可由下列公式 (4)、(5) 獲得，公式 (4)、(5) 分別為水平與垂直方向的角度（方位角與仰角）：

$$\psi_S = \tan^{-1} \left[ \sqrt{3} \cot \alpha \cdot \left( \frac{v_2 - v_3}{v_1 + v_2 + v_3} \right) \right] \quad (4)$$

$$\theta_S = \tan^{-1} \left[ \cot \alpha \cdot \left( \frac{2 \cdot v_1 - v_2 - v_3}{v_1 + v_2 + v_3} \right) \cdot \cos \psi_S \right] \quad (5)$$

若可以從訊號源所傳送的資料之中，傳送訊號源的發射場形與發射方向，則訊號源與訊號源追蹤裝置間的距離  $L$  可由公式 (6) 求得：

$$L = \sqrt{\frac{E_0 U_i(\delta)}{E_L}} \quad (6)$$

若使用者僅需要一個維度的方位角資訊，則可以僅採用其中兩組訊號接收模組的訊號，則在通過兩訊號接收模組的中心的平面上，光源的方位角度  $\psi_{ij}$  可由下列公式 (7) 獲得：



$$\psi_{ij} = \tan^{-1} \left[ \cot \left( \frac{\alpha_{ij}}{2} \right) \cdot \left( \frac{v_i - v_j}{v_i + v_j} \right) \right] \quad (7)$$

其中  $i$  與  $j$  分別代表第  $i$  與第  $j$  個的訊號接收裝置，而  $\alpha_{ij}$  為其平面法向量  $\bar{n}_i$  與  $\bar{n}_j$  間的夾角，與  $\alpha$  間的關係如公式 (8)：

$$\sin\left(\frac{\alpha_{ij}}{2}\right) = \frac{\sqrt{3}}{2} \sin(\alpha) \quad (8)$$

例如當所需訊號源位置資訊為水平面上的一個維度方位角時，則依照圖一中的訊號接收模組的順序，第 2 與第 3 個訊號接收模組的中心將在水平面上，意味著訊號源在水平方向的角度  $\psi_S = \psi_{23}$ 。

請參閱圖二，為本發明訊號源追蹤裝置及追蹤方法之系統架構圖，該系統架構主要包括：

三個訊號接收模組 21,22,23，係個別與類比/數位訊號轉換器 24,25,26 相接，以三角錐狀彼此相互對稱並與對稱軸線間維持一角度，且該三個訊號接收模組 21,22,23 可透過調整平面法線方向與訊號源追蹤裝置之直視方向的夾角  $\alpha$ ，做適度地調整偵測範圍；

三個類比/數位訊號轉換器 24,25,26，係將訊號接收模組 21,22,23 的輸出類比訊號振幅轉換成數位訊號，其中該類比/數位訊號轉換器 24,25,26 各具有單一測量通道，另外該類比/數位訊號轉換器亦可置換成一個具有複數個測量通道的類比/數位訊號轉換器；

一個處理器 27，係用以控制類比/數位訊號轉換器 24,25,26 的取樣時機，並執行偵測訊號源所需的處理程序，而其轉換時機係由該處理器 27 經由接收來自訊號接收模組 21,22,23 的觸發訊號啟動取樣訊號給類比/數位訊號轉換器 24,25,26，進行資料的取樣與轉換；而其轉換之資料經由處理器

27，可計算出訊號源之方位角及仰角上的二維度位置資訊，或是訊號源之方位角、仰角及距離等三個維度的位置資訊。

請參閱圖三，為本發明訊號源追蹤裝置及追蹤方法之資料處理流程圖，其步驟包含：

處理步驟 1：開始時訊號源追蹤 30；

處理步驟 2：進行裝置的校準程序 31，該校準程序之硬體架設方式乃是將訊號發射源放置於本發明之正前方之直視方向（方位角及仰角均為 0 度）上，且兩裝置間保持一參考距離，校準程序開始時，訊號發射源發出校準命令，而訊號源追蹤裝置在接收校準命令的同時，類比/數位訊號轉換器持續測量與轉換訊號接收模組之輸出電壓，訊號源追蹤裝置於此校準命令下依此電壓值做為的正規化增益及訊號源之發射強度的參考值，並將此參考數值存於處理器之記憶體中；另外進行裝置的校準程序之步驟包含：

1. 將訊號源置於訊號源追蹤裝置的直視方向；
2. 擷取訊號源追蹤裝置之訊號接收模組的輸出電壓；
3. 對訊號接收模組的增益進行正規化，正規化增益  $A_{n,i}$ ；
4. 計算訊號源的相對發射場強度  $AE_0$ 。

處理步驟 3：當訊號源追蹤裝置開始操作後，若一訊號源出現在訊號源追蹤裝置之視野中，訊號接收模組的輸出訊號並經由類比/數位訊號轉換器轉換成數位訊號 32；

處理步驟 4：訊號源追蹤裝置依據校準程序所獲得之正規化增益進行訊號源位置的水平與垂直角度運算輸出 33；另外該訊號源位置之水平與垂直角度運算步驟包含：

1. 將訊號接收模組的輸出電壓之數值乘上其正規化之增益  $A_{n,i}$  ；
2. 利用公式 (4) 及公式 (5) 計算訊號源所在方向的方位角及仰角。

處理步驟 5：若訊號源將其發射場形及發射方向等資訊填入通訊命令中，則訊號追蹤裝置則可依據校準程序之訊號源發射強度參考值，進行訊號源與訊號源追蹤裝置間距離的運算輸出 34；而訊號源與訊號源追蹤裝置間距離的運算步驟包含：

1. 由通訊資料中獲得訊號源直視方向與發射場形；
2. 由訊號源直視方向及訊號源追蹤裝置所計算出的方位角  $\psi_s$  與仰角  $\theta_s$  求得訊號源直視方向至訊號源追蹤裝置間的夾角  $\delta$  ；
3. 由公式 (3) 計算訊號源追蹤裝置處的相對訊號強度 AEL；
4. 由公式 (6) 計算訊號源與訊號源追蹤裝置間的距離 L。

處理步驟 5：於需要結束偵測時執行離開動作 35；

處理步驟 6：結束運作。

請參閱圖四，為本發明訊號源追蹤裝置及追蹤方法之應用於車與路側通訊時之通訊鎖定實施例圖，在車與路側通訊應用上，可將現有的紅外線特定短距離通訊系統之訊號源接收裝置，依據本發明之設計加以實現，在道路上方的路側單元 (Road Side Unit, RSU) 41 與車輛上的車上單元 (On-Board Unit, OBU) 42 上使用本發明做為垂直方向的訊號源角度偵測，RSU 與 OBU 依據兩者之訊號方位相互鎖定並傳遞資料，以延長通訊時間並增加資料傳輸量。

請參閱圖五，為本發明訊號源追蹤裝置及追蹤方法之應用於車間通訊時之通訊鎖定實施例圖，於車間通訊應用上，在鄰近的車輛 51,52,53,54,55,56

間，OBU 可以做水平的方位的訊號源角度偵測，則車輛 53 之車上單元 (On-Board Unit, OBU) 可以用來區別前方鄰近車輛 51 與 52 的 OBU 所發射出的訊號方位角，並加以辨識哪一輛車要求進行通訊，再進而鎖定通訊車輛 52；另外除了前方車輛外，亦可偵測路側通訊裝置，無論是架設於車道上方或是路側，均可加以辨識，而同時採用更多組本發明，則可形成更多維度的訊號源偵測，如包含側向與後方；

而當偵測到訊號源的方向，則可透過調整訊號發射的角度及強度與對方裝置通訊，以更小的能量達成更遠的通訊距離。

本發明所提供之訊號源追蹤裝置及追蹤方法，與其他習用技術相互比較時，更具備下列優點：

1. 本發明將複雜的業務規則可以包在規則庫 (Rule Base) 內，再加上不把流程寫在程式之中，在面對微利時代來臨，產品的生命週期越來越短的大環境，可快速從規則庫 (Rule Base) 內抽取相關規則即可組裝成一個新的網路服務產品來滿足瞬息萬變的客戶需求，並可大幅減少軟體開發的成本與人力成本。
2. 本發明中採用無線通訊技術之訊號接收裝置來加以實現，可與通訊裝置本身結合，做即時的訊號源追蹤，速度快且整合度高。
3. 本發明可偵測訊號源的方位角，可運用於通訊裝置的發射訊號的角度與強度控制，除了通訊裝置可以更省電、通訊距離可以更遠，且發射訊號因角度較小，通訊裝置間的訊號干擾將會降低。
4. 本發明透過調整訊號接收裝置與 0 度偵測方向 (即直視方向) 的夾角  $\alpha$ ，可適度調整訊號源追蹤裝置的偵測範圍。

上列詳細說明係針對本發明之一可行實施例之具體說明，惟該實施例並非用以限制本發明之專利範圍，凡未脫離本發明技藝精神所為之等效實施或變更，均應包含於本案之專利範圍中。

綜上所述，本案不但在技術思想上確屬創新，並能較習用物品增進上述多項功效，應以充分符合新穎性及進步性之法定發明專利要件，爰依法提出申請，懇請 貴局核准本件發明專利申請案，以勵發明，至感德便。

### 【圖式簡單說明】

圖一為本發明訊號源追蹤裝置及追蹤方法之組成示意圖；

圖二為本發明訊號源追蹤裝置及追蹤方法之系統架構圖；

圖三為本發明訊號源追蹤裝置及追蹤方法之資料處理流程圖；

圖四為本發明訊號源追蹤裝置及追蹤方法之應用於車與路側通訊時之通訊鎖定實施例圖；以及

圖五為本發明訊號源追蹤裝置及追蹤方法之應用於車間通訊時之通訊鎖定實施例圖。

### 【主要元件符號說明】

11,12,13	訊號接收模組
21,22,23	訊號接收模組
24,25,26	類比/數位訊號轉換器
27	處理器
41	道路上方的路側單元

42

車輛上的車上單元

51,52,53,54,55,56

車輛

## 七、申請專利範圍：

### 1. 一種訊號源追蹤裝置，其組成包括：

三個訊號接收模組，係個別與類比/數位訊號轉換器相接，以三角錐狀彼此相互對稱並與對稱軸線間維持一角度；

三個類比/數位訊號轉換器，係將訊號接收模組的輸出類比訊號振幅轉換成數位訊號，各具有單一測量通道，可將訊號接收模組的輸出訊號振幅轉換成數位數值；

一個處理器，用以控制類比/數位訊號轉換器的取樣時機，並執行偵測訊號源所需的處理程序。

### 2. 如申請專利範圍第 1 項所述之訊號源追蹤裝置，其中該三個訊號接收模組可透過調整平面法線方向與訊號源追蹤裝置之直視方向的夾角 $\alpha$ ，做適度地調整偵測範圍。

### 3. 如申請專利範圍第 1 項所述之訊號源追蹤裝置，其中該三組訊號接收模組可僅使用其中兩組訊號接收模組來偵測一個維度的訊號源之方位角資訊。

### 4. 如申請專利範圍第 1 項所述之訊號源追蹤裝置，其中該類比/數位訊號轉換器可置換成一個具有複數個測量通道的類比/數位訊號轉換器。

### 5. 一種訊號源追蹤方法，係利用訊號源追蹤裝置偵測訊號源之方位角及仰角上的二維度位置資訊或是訊號源之方位角、仰角及距離等三個維度的位置資訊，其步驟包括：

1) 訊號源追蹤裝置校準；

2) 訊號接收模組之輸出訊號測量；

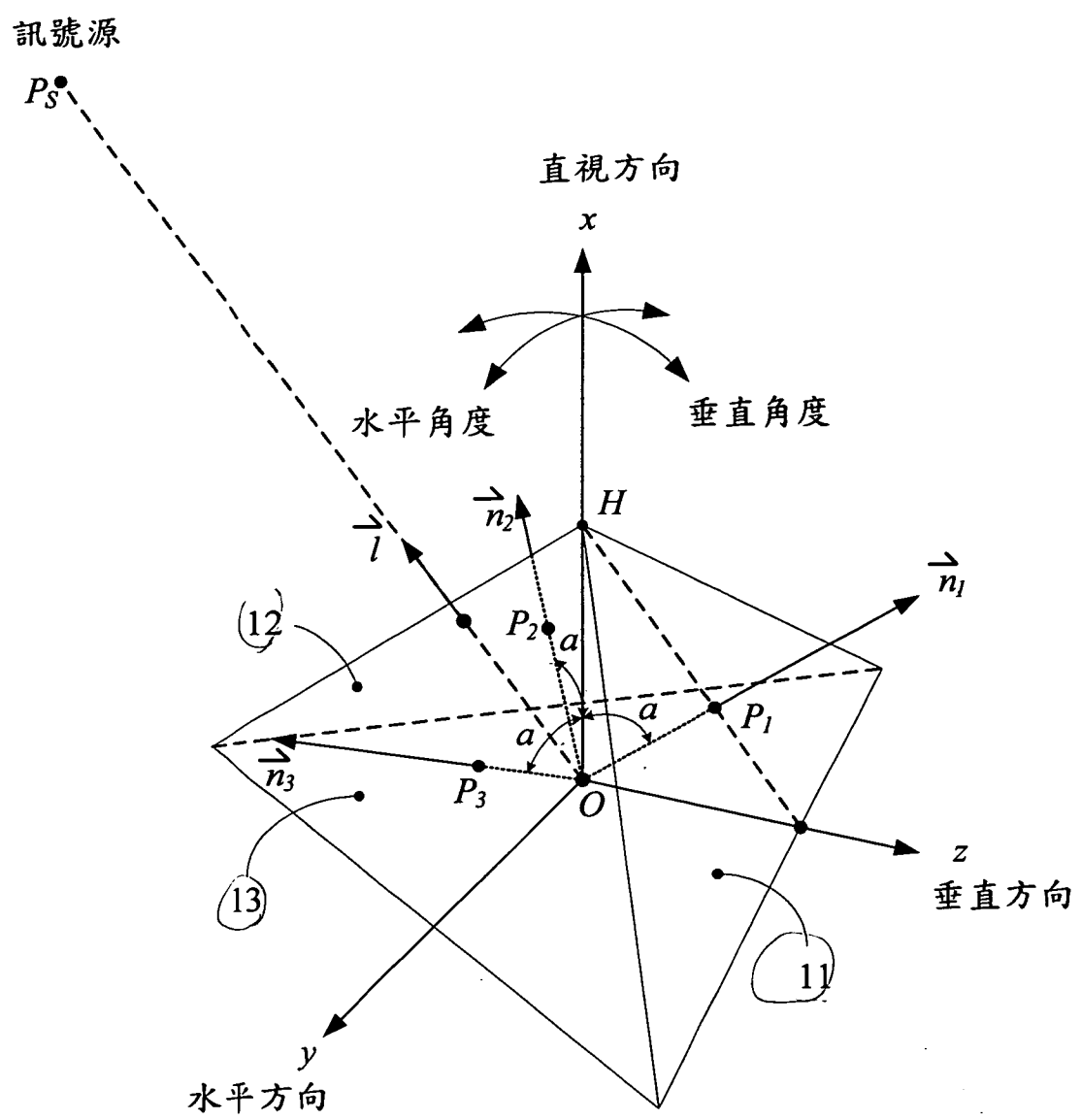
- 3) 訊號源位置角度計算；
  - 4) 訊號源位置距離計算；
  - 5) 停止偵測判斷。
6. 如申請專利範圍第 5 項所述之訊號源追蹤方法，其中該訊號源追蹤裝置校準步驟包含：
- 1) 將訊號源置於訊號源追蹤裝置的直視方向；
  - 2) 擷取訊號源追蹤裝置之訊號接收模組的輸出電壓；
  - 3) 對訊號接收模組的增益進行正規化；
  - 4) 計算訊號源的相對發射場強度。
7. 如申請專利範圍第 5 項所述之訊號源追蹤方法，其中該訊號源位置角度計算步驟包含：
- 1) 將訊號接收模組的輸出電壓之數值乘上其正規化之增益；
  - 2) 計算訊號源所在方向的方位角及仰角。
8. 如申請專利範圍第 5 項所述之訊號源追蹤方法，其中該訊號源位置距離計算步驟包含：
- 1) 由通訊資料中獲得訊號源直視方向與發射場形；
  - 2) 由訊號源直視方向及訊號源追蹤裝置所計算出的方位角與仰角求得訊號源直視方向至訊號源追蹤裝置間的夾角；
  - 3) 計算訊號源追蹤裝置處的相對訊號強度；
  - 4) 計算訊號源與訊號源追蹤裝置間的距離。
9. 如申請專利範圍第 5 項所述之訊號源追蹤方法，其中該訊號源追蹤裝置可應用於特定短距離通訊系統，藉由垂直方向的訊號源角度偵測，



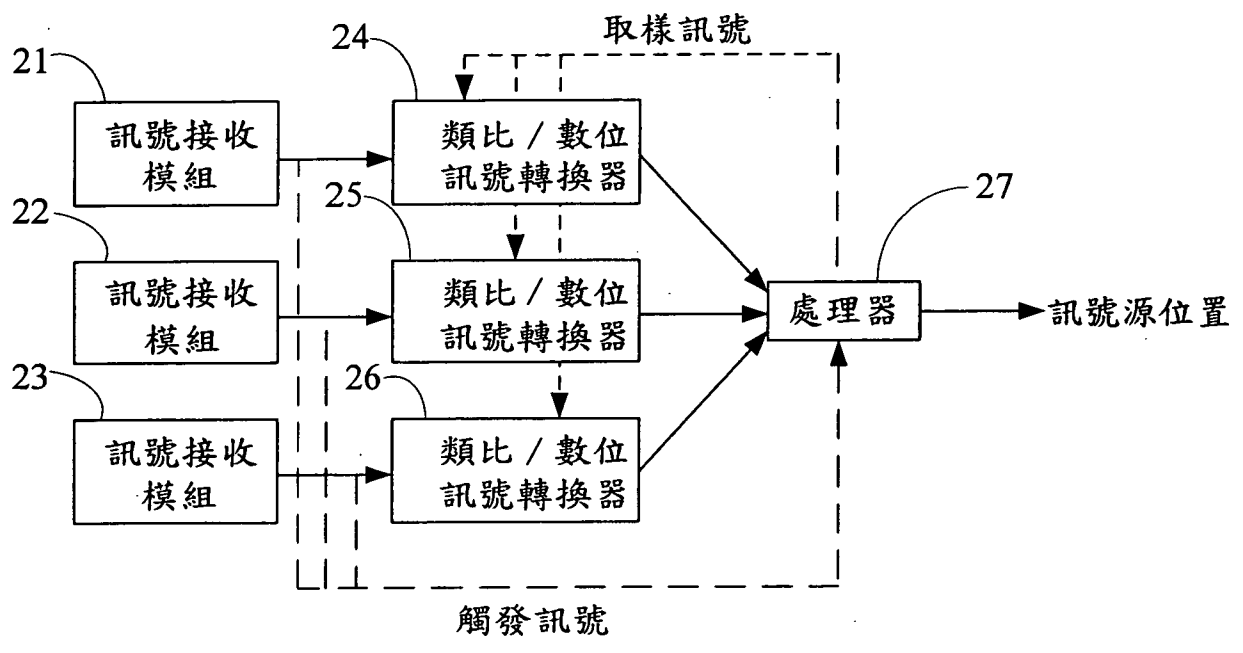
使路測單元與車輛上的車上單元依據兩者之訊號方位相互鎖定並傳遞資料。

10. 如申請專利範圍第 5 項所述之訊號源追蹤方法，其中該訊號源追蹤裝置可應用於車間通訊時之通訊鎖定，藉由車輛上的車上單元做水平的方位的訊號源角度偵測，用來區別前方鄰近車輛的車上單元所發射出的訊號方位角，而加以辨識哪一輛車要求進行通訊，進而鎖定通訊車輛。

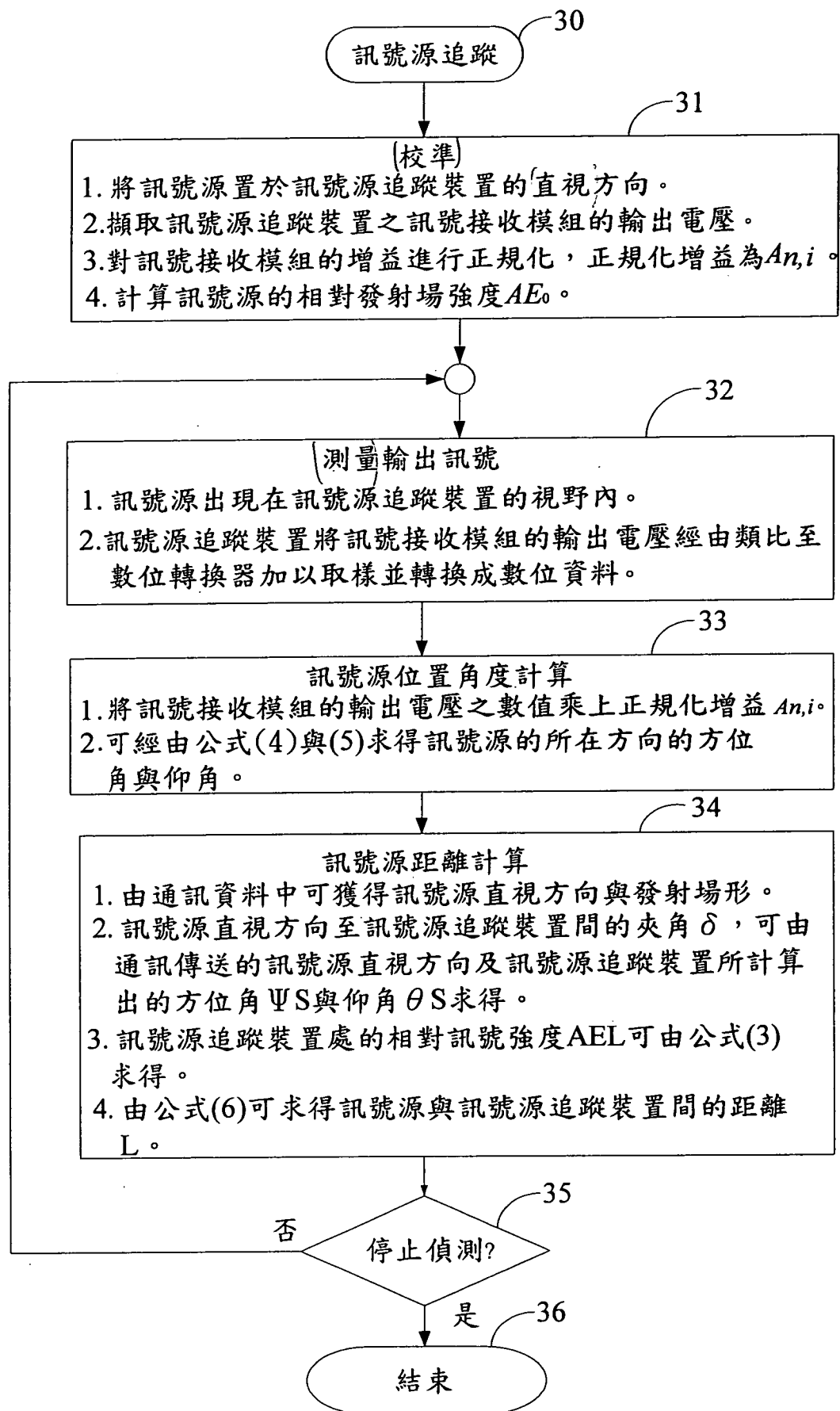
八、圖式：



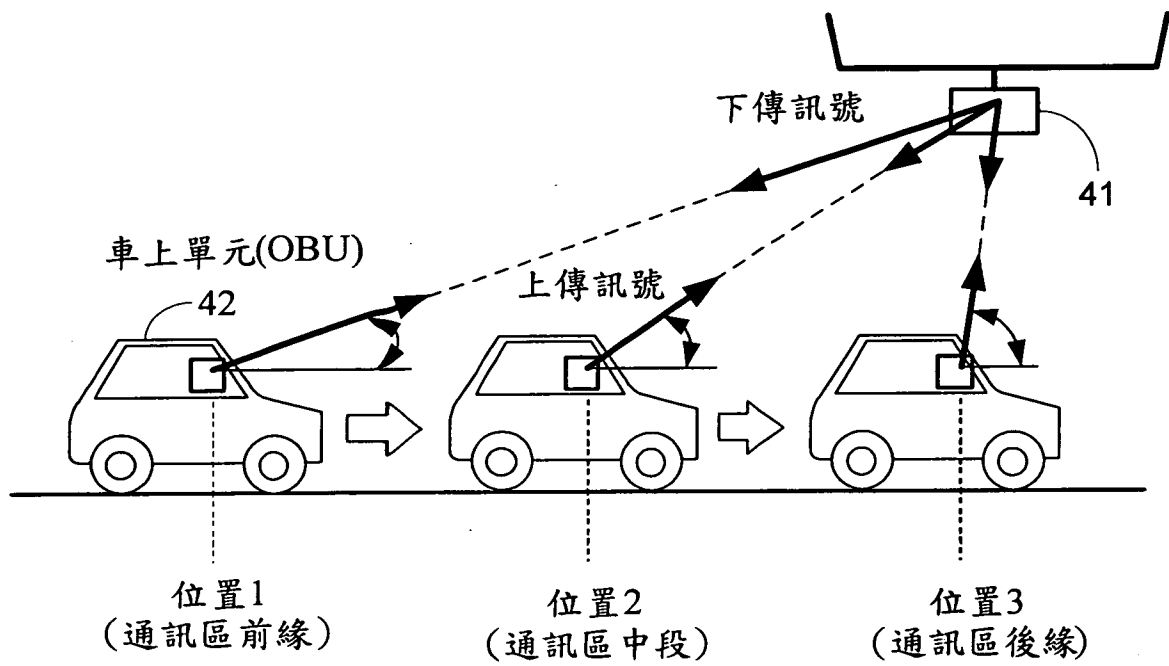
圖一



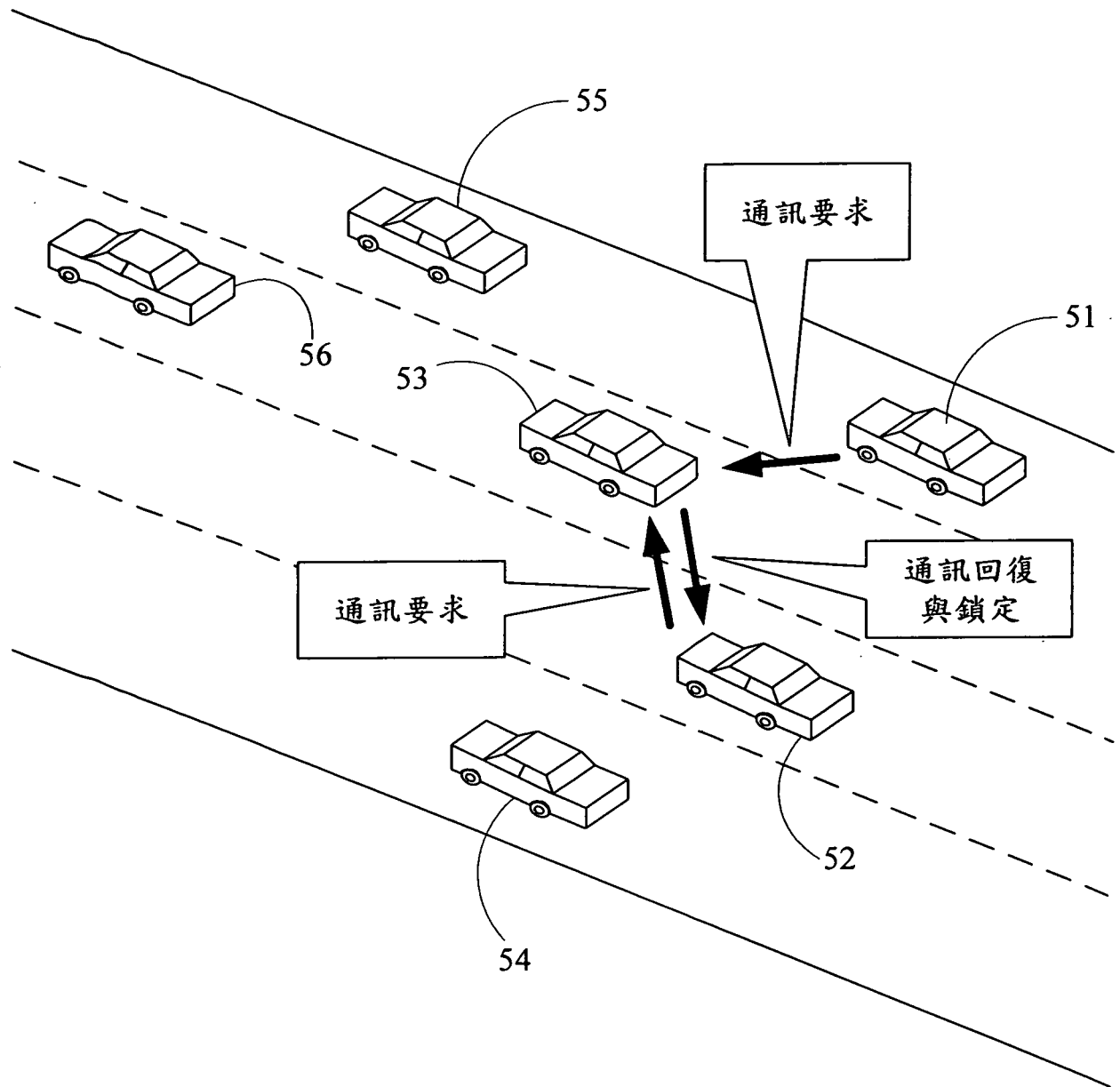
圖二



圖三



圖四



圖五