



(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 I548890 B

(45) 公告日：中華民國 105 (2016) 年 09 月 11 日

(21) 申請案號：100123840

(22) 申請日：中華民國 100 (2011) 年 07 月 06 日

(51) Int. Cl. : G01S19/11 (2010.01)

(30) 優先權：2010/07/06 美國

61/361,537

(71) 申請人：捷利歐衛星導航有限公司 (以色列) GALILEO SATELLITE NAVIGATION LTD.

(IL)

以色列

(72) 發明人：艾利兒 伊利亞胡 ARIEL, ELIYAHU (IL) ; 禮仿 倫 ZIVHON, RAN (IL)

(74) 代理人：林志剛

(56) 參考文獻：

US 7023382B1

US 7342538B2

US 2007/0052584A1

US 2008/0284647A1

US 2010/0093374A1

審查人員：李泉河

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：10 共 49 頁

(54) 名稱

室內衛星導航系統

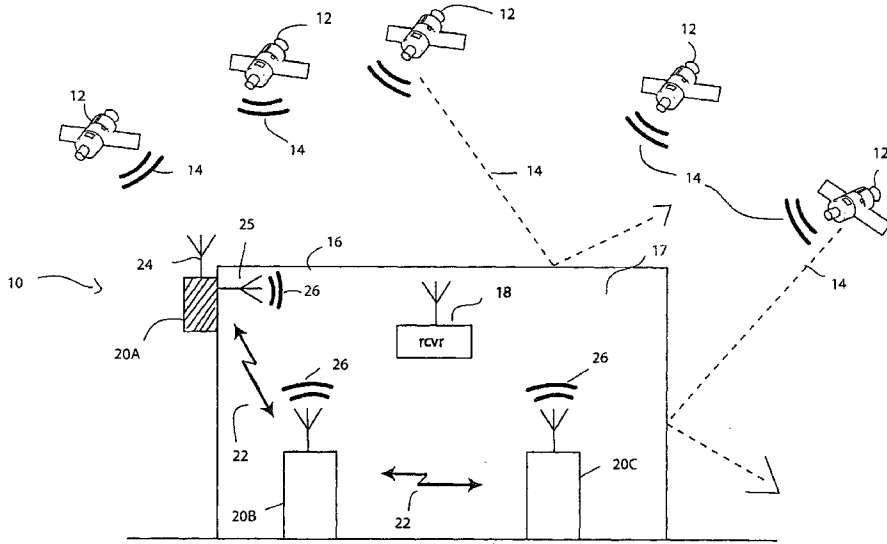
INDOOR SATELLITE NAVIGATION SYSTEM

(57) 摘要

一種用於封閉區域之導航系統，該衛星導航系統包括：a) 至少一個衛星信號接收站，位於該封閉區域外，接收衛星星座所發送之衛星信號，並判定相對於所發送信號之時間同步資訊；b) 至少一個本地發送站，位於該封閉區域內，發送可與該發送之衛星信號相容之本地信號；以及 c) 通信頻道，發送自對準資訊於各站與至少一個其他站之間；其中，各個本地發送站使用該自對準資訊來產生該本地信號；且其中至少一本地信號提供可為衛星導航接收器所用之導航資訊。

A navigation system for an enclosed area, the navigation system comprising: a) at least one satellite signal receiving station, positioned outside the enclosed area, to receive satellite signals transmitted by a constellation of satellites and to determine time synchronization information relative to the transmitted signals; b) at least one local transmitting station, positioned within the enclosed area, to transmit a local signal compatible with the transmitted satellite signals; and c) a communication channel to communicate self-alignment information between each station and at least one other station; wherein each local transmitting station uses the self-alignment information to generate the local signal; and wherein the at least one local signal provides navigation information useable by a satellite navigation receiver.

指定代表圖：



第2A圖

符號簡單說明：

10 . . . 系統

12 . . . 衛星

14 . . . GNSS 衛星  
信號

16 . . . 建築物或位  
置

17 . . . 圍封區域

18 . . . GNSS or  
GPS 接收器

20A . . . 戶外 MS  
(微模擬器)

20B、20C . . . 室內  
MS(微模擬器)

22 . . . 通信線

24 . . . 接收器

25 . . . 發送器

26 . . . 本地 GNSS  
信號

# 發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：100123840

※申請日：100年07月06日

※IPC分類：G01S 19/01 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

室內衛星導航系統

Indoor satellite navigation system

## 二、中文發明摘要：

一種用於封閉區域之導航系統，該衛星導航系統包括：  
a)至少一個衛星信號接收站，位於該封閉區域外，接收衛星星座所發送之衛星信號，並判定相對於所發送信號之時間同步資訊；  
b)至少一個本地發送站，位於該封閉區域內，發送可與該發送之衛星信號相容之本地信號；以及  
c)通信頻道，發送自對準資訊於各站與至少一個其他站之間；其中，各個本地發送站使用該自對準資訊來產生該本地信號；且其中至少一本地信號提供可為衛星導航接收器所用之導航資訊。

**三、英文發明摘要：**

A navigation system for an enclosed area, the navigation system comprising: a) at least one satellite signal receiving station, positioned outside the enclosed area, to receive satellite signals transmitted by a constellation of satellites and to determine time synchronization information relative to the transmitted signals; b) at least one local transmitting station, positioned within the enclosed area, to transmit a local signal compatible with the transmitted satellite signals; and c) a communication channel to communicate self-alignment information between each station and at least one other station; wherein each local transmitting station uses the self-alignment information to generate the local signal; and wherein the at least one local signal provides navigation information useable by a satellite navigation receiver.

四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(2A)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

10：系統

12：衛星

14：GNSS 衛星信號

16：建築物或位置

17：圍封區域

18：GNSS or GPS 接收器

20A：戶外 MS(微模擬器)

20B、20C：室內 MS(微模擬器)

22：通信線

24：接收器

25：發送器

26：本地 GNSS 信號

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】

#### 1. 技術區域

本發明之實施例一般係有關全球導航衛星系統（GNSS），以及，特別是，但不完全是一種將導航能力擴大到大幅封阻以免收到衛星信號之封閉區域，如建築物之室內區域的系統和方法。

### 【先前技術】

#### 2. 相關技藝之說明

全球導航衛星系統系統（GNSS）由環繞地球軌道之衛星網絡或星座構成，其中衛星發送地面接收器所使用的信號，作諸如導航的用途。成立最久的和當前最廣泛使用的GNSS系統是美國所操作的GPS系統。其他GNSS系統包含蘇俄所操作的GLONASS、即將推出的歐洲伽利略和中國北斗導航系統。本文以GPS系統在此說明本發明，但熟於本技藝人士當知，本發明之原理可對照其他GNSS系統使用。

GPS系統在中級地球軌道中包含24顆和32顆之間的衛星。每顆衛星不斷地發送藉由其獨特的偽隨機二進制碼（PRN）調變之導航資訊，此二進制碼與來自其他衛星的所有其他PRN碼正交。供公眾使用的GPS測距碼為「清除獲取」（C/A）碼，這是1023位的PRN碼。導航電文包含諸如其發送時間、精密描述衛星軌道之星曆（複數：

ephemerides) 以及包含網絡中所有衛星之粗略軌道和狀態資訊之年鑑。星曆每兩小時更新一次，一般有效達四個小時。

在接收端，GPS 接收器產生其本身之 C/A 碼副本，其在名義上與衛星發送同步。當接收器接收當前可見衛星（通常在開闊地勢中 8-12 顆衛星）之 C/A 碼時，接收器尋找其 C/A 碼副本與所收到之 C/A 碼間的關聯，以辨識已收到發送之衛星。衛星範圍可從接收時間（中轉時間）減去發送時間，並除以光速來判定。為得知星曆，接收器可計算發送時衛星之位置。

若接收器的時鐘完全與衛星同步，來自三顆衛星之信號就足以三角測量接收器的位置（位準坐標  $x$  和  $y$ ，和高度  $z$ ）。由於可與衛星所用原子鐘充份同步的時鐘遠較慣常使用者昂貴，因此，使用來自四顆或更多衛星之信號判定  $x$ ， $y$ ， $z$  以及接收器之時鐘與 GPS 時鐘間之時差  $dT$  越來越昂貴。若導航僅需水平坐標，來自三顆衛星之信號即足夠。

第 1A 和 1B 圖顯示上述程序，藉此，習知 GNSS 系統從 GNSS 衛星信號獲得位置資訊。在第 1A 圖中，四顆衛星 Sat-1 至 Sat-4 於時間  $t_1$  至  $t_4$  發送導航訊息。圖示用戶所持 GNSS 接收器接收到四個信號。接收器從每顆衛星的唯一 C/A 碼辨識四顆衛星。如上所述，藉由從接收時間中減去發送時間（ $t_1$  至  $t_4$ ），除以光速“C”，判定每顆衛星的範圍“ $p$ ”（希臘文：“行”）。從星曆，可判定每顆衛星



在發送時間的坐標位置，亦即位置 Sat-1 ( $x_1, y_1, z_1$ )，Sat-2 ( $x_2, y_2, z_2$ ) 等。第 1B 圖顯示範圍和位置值如何可插入四個等式來判定 GNSS 接收器的坐標位置 ( $X, Y, Z$ )，以及和接收器相對於衛星時鐘之時差“dT”。

GNSS 系導航之一態樣係一般導航無法在室內進行，此乃因為建築物牆壁和屋頂構成阻止或減少衛星信號的障礙。類似的問題發生在一些戶外區域生，如自然峽谷、襯以高樓大廈之都市區域（「都市峽谷」）以及深的山谷。在這些環境中，無衛星發送，或者功率位準很低，像是低於背景噪音功率位準，以致於無法供雖標準卻未修改的 GPS 接收器使用。

這是一個問題，因為大約 80% 的日常活動發生在室內環境，像是住宅、辦公室、購物區和電梯。又，當一個人從街道走向購物賣場或建築物，或駕車進入地下停車場或通過隧道時，服務的連續性被中斷。

曾作過許多努力來解決此問題。在一方法中，諸如紅外線、超音波之物理感測器或壓力感測器之網絡分佈遍及建築物或封閉區域。然而，物理感測器之問題在於需要廣袤的基礎設施部署。

另一方法使用不同類型的感測器，其允許定位在使用自主機構之用戶端。這些措施包括里程表、加速度計、陀螺儀和磁力式感測器。這種方法的原理是當有 GNSS 信號時，使用 GNSS 信號，當無 GNSS 信號時，切換到其他感測器。然而，這方法需要非常準確的有效用戶動作建模。

其他方法捨物理感測器而用現代電信技術。例如，一種方法使用諸如 GSM 和 UMTS 之行動通信網絡，其藉由諸如 TDOA、E-TDOA 和「到達角度」之技術來實施。這種方法由於要求，爲了定位，須從行動終端看到至少三個基地站，而被認爲不切實際。該方法也因信號多路以致定位不準確而蒙不利。

另一電信方法利用免費或諸如行動網際網路接達或 WiFi 之公共基礎設施。在這種情況下，GNSS 系統的計算基於時間測量。然而，非 GNSS 系統來源所提供之時間資訊一般不準確，造成導致導航輸出的粗糙和跳躍效果。相較於目前的無線局域網時能力，爲準確實施，時間參考須嚴重升級。

然而，另一位置計算技術是基於接收信號強度資訊 (RSSI)。然而，這需要系統的訪問點數增加到遠大於電信用途所需的數目。此等技術也因信號多路以致定位不準確而蒙不利。

針對室內導航問題的一些方法基於 GNSS 系統。例如，一技術使用「偽衛星」(pseudo satellites)或「偽衛星」(pseudolites)，它創建了幾個衛星之本地地面星座（例如發電機）。惟，這種方法問題在於實現偽衛星之間的同步。此外，該技術也因信號多路以致定位不準確而蒙不利。

另一個 GNSS 系技術涉及將 GNSS 中繼器安置於室內區域。惟，中繼器僅發送戶外位置之資訊。結果，該技術無法真正提供室內導航資訊。

因此，目前室內覆蓋技術一般僅提供建築物室內及其他侷限或封阻空間中的有限和不正確導航。又，許多這些技術需要 GNSS 接收器的一些修改，以使其能夠識別和使用協助或增強的資訊。這不方便，增加接收器的成本，且只在碰巧安裝有特定技術的區域才有用。

### 【發明內容】

根據本發明之一態樣，提供一種用於封閉區域之導航系統，該衛星導航系統包括：

a)至少一個衛星信號接收站，位於該封閉區域外，接收衛星星座所發送之衛星信號，並判定相對於所發送信號之時間同步資訊；

b)至少一個本地發送站，位於該封閉區域內，發送可與該發送之衛星信號相容之本地信號；以及

c)通信頻道，發送自對準資訊於各站與至少一個其他站之間；

其中，各個本地發送站使用該自對準資訊來產生該本地信號；

且其中至少一本地信號提供可供衛星導航接收器使用之導航資訊。

一種導航系統，其中，衛星信號接收站進一步包含一發送器，發送可與所發送之衛星信號相容之本地信號。

一種導航系統，其中，自對準資訊包含有關本地信號功率位準之資訊。

一種導航系統，其中，本地信號包括至少三個所發送衛星信號之模擬。

一種導航系統，其中，本地信號包括四個所發送衛星信號之模擬。

一種導航系統，其中自對準資訊進一步通訊多個所發送衛星信號之辨識。

一種導航系統，進一步包括複數個該本地發送站，且其中，各站運轉來選擇異於相鄰站所發送之頻道。

一種導航系統，其中，各對相鄰站隔開個別隔距，且其中，本地信號之發送範圍大於隔距之一半，且小於隔距。

一種導航系統，其中，本地信號發送範圍為隔距之約 0.7。

一種導航系統，其中，該系統包括位在封閉區域外之兩個衛星信號接收站，且其中，自對準資訊包含自兩站至各本地發送站之時間同步資訊；

其中，各本地發送站所發送之本地信號對二維區域提供大致精確之定位資訊。

一種導航系統，其中，該系統包括位在封閉區域外之三個衛星信號接收站，且其中，自對準資訊包含自三站至各本地發送站之時間同步資訊；

其中，各本地發送站所發送之本地信號對三維區域提供大致精確之定位資訊。

一種導航系統，其中，各至少一個衛星信號接收站包

括：接收天線，接收衛星導航信號；發送天線，發送本地信號；以及處理器，進行自對準演算。

一種導航系統，其中，該通信頻道係無線。

一種導航系統，其中，該通信頻道包括未使用之衛星導航頻道。

一種導航系統，其中，該通信頻道包括相鄰站間之有線連接。

根據本發明之一態樣，提供一種提供衛星信號資訊於封閉區域之方法，包括：

a)部署複數個本地接收器於封閉區域；以及

b)發送可與所發送之衛星信號共容之本地信號；

其中本地信號提供可供衛星導航接收器使用之導航資訊。

一種提供衛星信號資訊於封閉區域之方法，進一步包含與本地傳送器交換自對準資訊。

一種提供衛星信號資訊於封閉區域之方法，其中，該本地信號提供來自複數個衛星之資訊。

本發明之這些額外和/或其他態樣和/或優點係：載於以下之詳細說明中；可從詳細說明推知；和/或可由本發明的實施得悉。

由以下結合圖式所作之詳細說明，將可進一步瞭解和察知本發明。

【實施方式】

現在將詳細提及本發明的一個(或幾個)實施例，其例子顯示於附圖中，其中相同元件符號標示通篇相同元件。以下參考圖式說明一個(或幾個)實施例以解釋本發明。

現在參考第 2A 圖，其顯示合於本發明實施例之室內衛星導航系統 10 之方塊圖。該圖顯示屬於 GNSS 系統 (GNSS) 之一部分的五顆衛星 12。衛星 12 在太空軌道中，並向地面發送 GNSS 信號 14。如圖所示，在地面上有包含封閉區域 17 的建築物或位置 16。該衛星 GNSS 信號 14 因建築物屋頂和牆壁的障礙而無法進入封閉區域 17。因此，位於建築物內部之 GNSS 或 GPS 接收器 18 在封閉區域 17 中無法獲得操作及提供位置資訊所需資訊。

為求更清楚，「封閉區域」或「封閉區域 17」係指任何完全或部分封閉的空間、區域或環境，GNSS 信號被大致完全或部分阻止進入，以致於 GNSS 信號強度使用起來過低或完全不可用。包括多種不同封閉區域，例如包括 GNSS 信號接收障礙升高之內部樓層和位置、商場、地下停車場和車庫、電梯、隱藏山路、市區峽谷道路、隧道道路，船舶和飛機。同樣地，「戶外區域」係指屬於未封閉區域，亦即 GNSS 接收器接收一般 GNSS 信號和保持足夠功率，使他們能夠處理以判定定位結果之空間、區域或環境。

根據一些實施例，本發明的系統 10 包含安裝於建築 16 的所在地和封閉區域 17 之至少兩站或「微模擬器」(MS) 20。微模擬器係具有多頻道 GNSS 發送器、GNSS 接

收器以及使其能夠發送和模仿 GNSS 衛星信號，並與其他微模擬器交換資訊之額外處理和通信組件的裝置。

微模擬器的特點可在於其發送器 (Tx) 和接收器 (Rx) 是否在封閉區域 17 內部，亦即「裡面」或室內，或封閉區域 17 外部，亦即「外面」或戶外操作。「戶外微模擬器」係 Tx 或 Rx 於戶外操作者，且另一天線組件於室內操作。「室內微模擬器」係 Tx 或 Rx 於室內操作者。因此，有三種 MS：Rx-Out-Tx-In 戶外 MS、Rx-In-Tx-Out 戶外 MS、和恆為 Rx-In-Tx-In 之室內 MS。

Rx-Out-Tx-In 型戶外 MS 具有一接收器，其類似於 GNSS 接收器，位於戶外，並可直接從衛星 12 接收 GNSS 衛星信號 14。Rx-In-Tx-Out 型戶外 MS 有一個能提供外覆蓋之發送器。此型 MS 可任選地用來於某些情況下提供額外覆蓋。在許多用途中，有相對較大數目之室內微模擬器，此乃因為這種 MS 用於展延並提供連續導航覆蓋於封閉區域 17 內。

轉到第 2A 圖，可看得出，在這個例子中，系統 10 具有三個微模擬器：戶外 MS 20A 及室內微模擬器 20B 和 20C。戶外 MS 20A 具有：接收器 24，位於戶外並可接收衛星信號 14；以及發送器 25，在室內，亦即於封閉區域 17 中發送。室內微模擬器 20B 和 20C 兩者在封閉區域 17 內接收和發送。為更清楚，於圖式中，戶外微模擬器顯示陰影處理，室內微模擬器顯示未陰影處理。

系統 10 亦包含微模擬器之間的通信機構，以致能某

些資訊的發送和交換。這以線 22 顯示於第 2A 圖中。如以下更詳細討論，通信線 22 可藉多種實施例實施，包括例如有線或無線技術，並因此可能涉及或不涉及實際額外的實體硬件。

至少一 MS 用來作為同步主 MS（或只是「主 MS」），其中一 MS 知道其位置。主 MS 可為具有接收天線 Rx 之戶外 MS，該接收天線 Rx 可從衛星接收 GNSS 信號 14，並判定其位置。室內 MS 即使無法從衛星接收 GNSS 信號 14，也可為主 MS，只要其由系統管理員提供其位置。例如，可進行調查來判定其位置，且這個值進入室內 MS 之處理器。

資訊流依序流經系統 10 中以主 MS 為首之各 MS。例如，在第 2A 圖中，資訊流從戶外 MS 20A（假設它是主 MS）流至室內 MS 20B，並從室內 MS 20B 流至室內 MS 20C。第 2A 圖之實施例可稱為「直播連線」型，因為它有戶外 MS，其保持對主動 GNSS 衛星之直播連線，並能主動獲得其位置。

第 2A 圖中之每個 MS 20 發送本地 GNSS 信號 26，其包含若可從標稱位置見到，即可在標稱位置，從四個或更多（通常四個）GNSS 衛星接收之信號。本地 GNSS 信號 26 可被當作 MS 20 所產生之模擬衛星信號來說明。標稱位置通常為 MS 位置，但它也可為關於或補償 MS 位置的位置。因此，於第 2A 圖中，GNSS 接收器 18 可繞封閉區域 17 行動，並獲得相關位置讀數。



於第 2B 圖中顯示系統 10 之另一實施例。於此實施例中，封閉區域完全地下，例如礦場。因此，所有 MS 係室內微模擬器。由於沒有戶外 MS 且無對衛星 12 之直播連線，此種系統被稱為「孤立」。於此實施例中，一個或更多個 MS 係主 MS，其被分配有各自位置。須知，分配位置無須為真正位置。其可為任意的，且該系統可運作，因為，所有其他 MS 20 同步，且成與主 MS 一致之關係。圖示之孤立系統可藉供至諸單元之儲存或歷史衛星資料運作。

實際上，GNSS 系統恆在行動中，此乃因為視線中的每顆衛星均在行動中，輸送連續導航資訊流，且個別衛星不斷進入並離開視線。如以下將更詳細說明，本發明的系統 10 能夠對這些和其他的變化適應或自對準，俾其可於封閉區域 17 內維持全面和持續的導航覆蓋。這些適應例如包含時序、衛星選擇和本地 GNSS 信號 26 之功率之任一者或所有因素的調整，並提供可見衛星的更新星曆。

因此，須知，根據本發明的一些實施例，系統 10 加入實用的導航信號，並於無或基於實用目的不存在 GNSS 信號的環境中，藉 GNSS 接收器，支持完全、連續的導航覆蓋。

第 3-5 圖被提供來顯示本發明之系統 10 之範例配置或應用。

第 3 圖顯示具有屋頂 29 之隧道 28 和用於行人和諸如汽車 31 之車輛之交通之路面 30 的側視圖。衛星導航通常

因屋頂 29 阻斷衛星信號 14 而無法作用在隧道 28 內部之封閉區域 17 中。如圖所示，系統 10 可包含位在隧道任一端外之二戶外微模擬器 20，定位在任一端的隧道外，和位在隧道內部之一組室內微模擬器 20。雖然顯示三個室內微模擬器 20，惟須知，可依需要，互隧道長度，安裝許多室內微模擬器 20。

在這個例子中使用位在隧道相對端的入口和出口的兩個戶外微模擬器 20。在配置本發明之系統 10 中，戶外微模擬器之任一者具有戶外 Rx（亦即 Out-Rx-In-Tx），且另一者可具有戶外 Tx（亦即 In-Rx-Out-Tx）。Out-Rx MS 會從高空衛星 12 收到衛星信號 14 且為主 MS。通信從該 MS，透過室內微模擬器進行，直到 Out-Tx 戶外 MS 20 之終止。雖然終止戶外 MS 不用於接收衛星信號 14，其戶外位置仍可用來確保在進出隧道期間，GNSS 接收之平穩和不受干擾。

於第 3 圖中顯示室內微模擬器附裝於隧道之屋頂 29。由於隧道之使用者係會接近路面 30 之行人及駕駛，因此，於此情況下，將本地 GNSS 信號 26 配置成，提供一標稱位置於道路上，MS 20 之實際屋頂位置下方或偏離處。

第 4 圖顯示單層建築物 32 或建築物之一層之立體圖。在此配置中有兩個戶外微模擬器 20，和跨封閉區域 17 之一組室內微模擬器 20。在這個例子中，二戶外微模擬器 20 可具有戶外 Rx，並接收衛星信號 14。

在另一個例子中，第 5 圖顯示多層建築 33 的側視圖

。此設置可代表辦公室或公寓塔、購物中心或特別是車庫。  
。如圖所示，系統 10 可在屋頂上配置三個 Rx-Out-Tx-In 型戶外微模擬器 20。每層樓可如第 4 圖所示者，具有一組橫跨室內之室內微模擬器 20。

一般而言，有用的是將微模擬器放置在建築的每個入口和/或出口，以及在例如商場情況下，鄰近特定商店。若有諸如柱或樁之障礙，即可能需要額外的微模擬器來提供連續覆蓋。

第 6 圖係系統 10 之一部分的圖式，其可用來說明本發明的一些運作原理。如所標示，圖式顯示三個微模擬器，其可為遠較系統 10 之安裝還大之微模擬器網絡的一部分。三個 MS 以字母“P”字，“Q”和“R”標示，或者相當於以 MS 20P、MS 20Q 和 MS 20R 標示。MS 20Q 係室內 MS，且 MS 20P 和 MS 20R 可為戶外或室內 MS。為了分析，MS 20P 和 MS 20R 均假定為室內 MS。

圖式亦顯示資訊通信線 22pq 和 22qr，以分別表示相鄰 MS P 和 Q 以及 Q 和 R 之間的資訊流或通信頻道。其他通信線 22 顯示連接的 MS 的 P 和 R 至未圖示之其他 MS。資訊流或序列假定從左至右，亦即從戶外 MS 到 MS 20P，接著從 MS 20P 到 MS 20Q，接著從 MS 20Q 到 MS 20R，然後從 MS 20R 到戶外 MS。

為了在上下文中看到僅形成系統 10 之一部分的這三個微模擬器，第 6 圖亦顯示以 1 至 12 之數字標示之高空十二個衛星之星座。亦顯示代表任何信號塊之障礙 34，例

如像是建築物的屋頂或形成隧道上部的土方。結果，障礙 34 下方之第 6 圖中所有區域阻斷封閉區域 17。

根據本發明的一些實施例，圖示三個微模擬器 P、Q 和 R 與系統中其他微模擬器定位成，它們相互分離以“S”標示之大致相等距離。因此，須知，充份涵蓋既定空間所需微模擬器之數目可藉由以隔距“S”分割空間長度來判定。更特別的是，雖然微模擬器可按方便的任何隔距放置，有利的卻是保持隔距相當均一，其理由容下面進一步討論。在第 6 圖中，為便於說明，通信線 22pq 和 22qr 也可用來表示 MS 間的隔距。因此，線 22pq 可以說是代表 MS 20P 和 MS 20Q 間之隔距“S”，同樣地，線 22qr 代表 MS 20Q 和 MS 20R 間之隔距“S”。

每個 MS 在其發送器 Tx 發送其本身之本地 GNSS 信號 26。每個 MS 也在其接收天線 Rx，接收在資訊流序列中前進之其相鄰 MS 之本地 GNSS 信號 26。具體而言，MS 20P 接收或偵測從 MS 至其未圖示之「左側」之本地 GNSS 信號，MS 20Q 接收 MS 20P 所發送之本地 GNSS 信號 26，且 MS 20R 接收 MS 20Q 所發送之本地 GNSS 信號 26。以下將進一步說明對這些接收到之信號的使用。

須知，由於本地 GNSS 信號 26 以非常低的功率發送，因此，為偵測這些信號，根據本發明的一些實施例，微模擬器配置成具有接收器 Rx，該接收器 Rx 具有極高靈敏度。

如上所述，如圖式中以線 22 表示之微模擬器間的同

步資訊通信可藉多種方式實施。根據一些實施例，通信可透過專用有線本地區域網絡實施。這可包含，例如，光纖或銅線系網絡。

另一種方法是採用無線通信技術。這有使用已經存在的硬件的優點，使成本和組件可保持在最低限度。有資訊可用 GNSS 頻帶以外之無照頻段發送之若干方式，以保持資訊信號免於和導航信號相干擾。一種方式係使用頻分多重存取，這類似於 WiFi 無線 LAN 之使用。另一方式係使用個別方向發送和接收天線於微模擬器上。第三個較不佳之方式係使用時分多重存取。於此技術中，模擬衛星信號 26 之發送偶而被迫容許資訊交換。

保持同步信號免於和導航信號相干擾之另一方式利用 GPS 系統僅使用 1023 個可能 GPS C/A 碼中之 36 個的事實。由於七個 C/A 碼被保留用於衛星系增加系統，因此留有 980 個 C/A 碼供系統 10 用來發送其他資訊。由於 C/A 碼相互正交，因此，GPS 接收器忽略用於發送同步信號的 C/A 碼。

設在微模擬器中之發送器和接收器可修改，供配合被選擇來通信同步資訊的任一種方法使用。

根據本發明的一些實施例，為對封閉區域內 17 提供有效和連續的 GNSS 系統信號覆蓋，微模擬器須在系統中，維持有關系統的發送功率、發送衛星選擇以及本地的 GNSS 信號的同步或時序的某些條件。此外，須提供戶外微模擬器所用可見衛星之更新衛星星曆資訊。現在將討論

這些條件和用於維持這些條件之程序的詳情。

首先就功率要件而言，根據相鄰微模擬器之間的隔距為“s”之本發明一些實施例，每個微模擬器之本地 GNSS 信號 26 之有效發送範圍應為中間點的約 1.4 倍，或隔距“s”之約 0.7。

於第 6 圖中顯示本發明之系統 10 之該態樣。20P 及 20Q 以及 20Q 和 20R 間之半途點被顯示為“s/2”。對每個 MS 以箭頭“r”和虛線圓 36 對每個 MS 顯示每個微模擬器之發送範圍“r”。可知，圓 36 所標示之發送範圍延伸超過分離線 22PQ 和 22QR 的中間點 s/2（須知圖式不按比例繪製）。第 6 圖亦顯示相鄰圓 36 如何相交來使重疊區域 37 界定於相鄰微模擬器之間的發送範圍。

現在可檢討這個信號的功率配置的效果。當 GNSS 系統接收 18 位於發送範圍“r”內但不在重疊區域中時，所接收之主要信號為來自微模擬器之本地 GNSS 信號 26。例如，位於第 6 圖中點 T1 之接收器 18 會從 MS 20P 獲得強大的本地 GNSS 系統信號 26，此乃因為其在 MS 20P 之發送範圍內。來自 MS 20Q 之本地 GNSS 系統信號 26 相對較弱，此乃因為點 T1 在 MS 20Q 之發送範圍外。同樣地，於點 T2 和 T3，接收器主要分別從 MS 20Q 和 MS 20R 接收本地 GNSS 系統信號 26，因此，於點 T1、T2 和 T3，GNSS 接收器 18 分別計算及返回對應 MS 20P、MS 20Q 和 MS 20R 之位置的位置（或有關這些地點的標稱位置）。

當 GNSS 接收器 18 位於重疊區域 37，像是第 6 圖中

之點 T4 和 T5 時，該接收器 18 接收到兩個本地 GNSS 信號 26。在這種情況下，GNSS 系統計算其位置為兩個接收器的平均值，或約中間點  $s/2$ 。因此，須知，本發明之系統 10 之解析度約為相鄰微模擬器間之間距的一半，或約  $s/2$ 。例如，若在特定安裝中微模擬器間之隔距“s”為 50 米，位置解析度即為 25 米。亦須知，本配置使位置值能以  $s/2$  之距離，而非長度“s”之距離較順利地過渡。

本發明系統 10 的另一態樣係選擇衛星，由每個 MS 發送 GNSS 信號。如上所述，在第 6 圖之配置例中有十二顆衛星，Sat-1 至 Sat-12，其一般在特定的時間可見或高架在障礙 34 上方。這些衛星係系統透過一個或更多個相關戶外微模擬器直接接收衛星信號 14，和/或從所有衛星所載年曆提供之資訊可知。

根據本發明的一些實施例，年曆和星曆也可由系統，透過異於衛星信號之機構，像是透過網際網路或其他外部源接收。

根據本發明的一些實施例，系統 10 較佳地配置成，每個微模擬器發送異於相鄰微模擬器所發送之衛星的不同組衛星之信號。如於第 6 圖中所示，MS 20P 之本地 GNSS 信號 26 發送對應衛星 2、5、7 和 12 之信號。MS 20Q 從衛星編號 1、4、8 和 9 發送信號，且 MS 20R 從衛星編號 2、6、7 和 11 發送信號。因此，於相鄰微模擬器 MS 20P 與 MS 20Q（即 2、5、7、12 和 1、4、8、9）間，以及 MS 20Q 與 MS 20R（即 1、4、8、9 和 2、6、7、11）間沒

有共同的衛星信號。雖然衛星 2 和 7 兩者都用在 MS 20P 和 MS 20R 中，這卻是可以接受的，因為 MS 20P 和 MS 20R 不相鄰。

從相鄰微模擬器發送不同組衛星的優點在於其減少 GNSS 接收器錯誤的風險。例如，假設 MS 20Q 的衛星為 1、5、8、9，而非 1、4、8、9，俾衛星 5 現在與 MS 20P 共用。重疊區域 37 點中 T4 之接收器例如從兩個本地 GNSS 信號揀選衛星 5，即 MS 20P 和 MS 20Q 者。由於每顆衛星 5 來自不同源，因此，可能會導致不準確，並於接收器發生可能的多路誤差。甚至在重疊區域外，例如在 T1 或 T2，也可能發生錯誤，其中接收器會從不同路徑接收到強衛星 5 和較弱衛星 5。這種風險可能透過由相鄰微模擬器所作不同衛星的選擇來避免。

根據本發明的一些實施例，若相鄰微模擬器基於任何特別原因，有共同的衛星，MS 即可配置來降低攜帶共同衛星之頻道的功率，從而降低上述不準確或錯誤的風險。

為確保適當的衛星分配，每個微模擬器使其所選衛星與相鄰微模擬器通信。例如，MS 20P 對 MS 20Q 通信，指出 MS 20P 使用衛星 2、5、7 和 12。MS 20Q 之自對準運算使用此資訊來選擇不同的四顆衛星組，如 1、4、8 和 9。

亦須知，在例如第 3 圖所示隧道內部只需位準導航情況下，每個微模擬器只需要模擬三顆衛星而非四顆衛星的信號。



在本地 GNSS 信號 26 中，各衛星發送包含的發送時間“t”。此時間形成 GNSS 接收器 18 所使用的資訊的一部分，以計算位置，亦即發送 MS 或標稱位置與發送 MS 之偏差。爲了提供準確、流暢的導航，系統 10 中之微模擬器須相互同步。如上所述，在有直播連線情況下，MS 亦與衛星 12 之時鐘同步。

根據本發明的一些實施例，可藉由選擇戶外 MS 20 作爲同步主，實現同步。戶外 MS 20 係 Out-Rx-In-Tx 型，因此直接接收 GNSS 衛星信號 14，並計算出其與衛星時鐘間之時差  $dT$ 。戶外 MS 20 藉由反覆自衛星接收之信號或藉由以室內 MS 20 之方式模擬信號，發送其本身之一組四或更多模擬衛星信號。戶外 MS 20 亦使用通信頻道 22 來將其與 GPS 衛星時鐘間之時差中繼傳至相鄰室內 MS 20。

室內 MS 20 在其接收器 Rx 從戶外 MS 20 接收微模的衛星信號，並使用資訊來計算位置。所計算之位置係戶外 MS 20 之位置，計算之副產品係戶外 MS 20 與室內 MS 20 間時差。

此程序持續依序每隔一個室內 MS 20 從其相鄰室內 MS 20（像是如於第 1 圖所示，從 MS 立即至其左側）接收本地 GNSS 信號 26，並使用這些信號來計算其與相鄰室內 MS 20 間之時差。每一室內 MS 20 接著於通信線 22，依續將累計時差，亦即從戶外 MS 20 至該點之總時差，送至次一相鄰 MS 20（亦即至「右側」者）。在第 6 圖的例子中，MS 20Q 偵測來自 MS 20P 之本地 GNSS 信號 26，

並使用此資訊來判定其與 MS 20P 之時差。以此方式，所有室內 MS 20 最終從主戶外 MS 20 獲得個別時差，並因此與衛星 GPS 時鐘同步。

如前所述，任何微模擬器 20 可用來作為同步主，使系統 10 的時序在內部一致。在封閉區域 17 內部之 GPS 接收器 18 根據系統 10 保持之時間，而不是根據 GPS 衛星時間導航。不過，較佳係如上述，藉由使用戶外 MS 20 作為同步主，使系統 10 與 GPS 衛星時鐘同步，以在進出封閉區域 17 時，提供 GPS 接收器 18 之平穩切換。與主 MS 同步，惟主 MS 不與衛星時鐘同步之系統 10 可能會導致 GPS 接收器在進出封閉區域 17 時，至少短時間內，喪失位置資訊。須知，原則上，室內微模擬器 20 可個別或集體地藉電纜連接與共同時鐘同步，該共同時鐘轉而與 GPS 衛星時鐘同步，雖則相較於如上述與戶外 MS 20 同步，這較不妥。

為了使室內 MS 20 發送與標稱位置相關之模擬衛星信號 26，MS 必須知道衛星的星曆，此等衛星之信號均被模擬。這些星曆值可從網際網路或電信連線獲得。替代地，星曆可從戶外 MS 20 獲得，該戶外 MS 20 可透過其 GNSS 衛星發送信號 14 之接收，接收所有可見衛星的星曆，並接著在通信頻道 22 上將這些值發送至系統中的室內 MS。以此方式，藉由周期性發送星曆，戶外 MS 20 既更新室內 MS 20 所用之星曆，且確保室內 MS 僅模擬目前可見之衛星。

現在可檢討根據一些實施例之本發明的操作。主戶外 MS 20 開始接收 GNSS 衛星發送信號 14，並使用其來獲得 GPS 衛星時鐘和可見衛星之星曆間之時差  $dT$ 。任選地，可獲得年曆來協助 MS 預測哪些其他衛星可能進入視野。戶外 MS 選擇四顆衛星和室內發送之功率位準，並將衛星時差  $dT$ 、所有衛星 1-12 之星曆、其選擇之衛星以及其發送功率位準發送到相鄰室內 MS 20。

根據本發明的一些實施例，有一種為方便而以“A”標示之自對準方法，其以第 7A 圖的流程圖說明。在此方法中，使用外（有線或無線）通信頻道 22 使微模擬器間的時間同步。本地 GNSS 信號 26 測量 MS 間的時間延遲，且可用來測量 MS 位置。該系統有多少維度，即需要多少同步主（亦即每一維度一站），且每 MS 應連接到有多少維度，即有多少的相鄰 MS。

第 7A 圖的流程圖顯示根據本發明一些實施例之自對準方法 A。啟動後，在模組 42 中，MS 從相鄰的 MS 偵測本地 GNSS 信號 26。自此，在模組 44 中，MS 計算其與相鄰 MS 的時差  $dT1$ 。在模組 46 中，室內 MS 接收來自相鄰 MS 的資訊，其包含累計時序  $dTn$ 、系統時間、衛星選擇，任選的功率位準和所有衛星 1-12 之星曆。系統時間僅為主 MS 所提供之系統的時間。在模組 48 中，室內 MS 判定相對於 GPS 衛星時鐘之時差，新  $dT = dT1 + dTn$ 。在模組 50 中，MS 選擇四個用於本地發送之衛星，這些衛星異於相鄰 MS 所使用者。在模組 52 中，MS 判定功率位準（

dbm) 和本地 GNSS 信號 26 之發送時序。在模組 53 中，MS 使用以上資訊判定其位置或定位。

在模組 54 中，MS 發送用於所選衛星之本地 GNSS 信號 26，使用新 dT 獲得適當的發送時間，並使用所判定的功率位準。信號包含時序資訊和四顆選定衛星之星曆。更特別的是，MS 計算本地 GNSS 信號 26 之參數。MS 計算哪個時間“t”適用於各頻道，俾使用星曆，GNSS 信號提供其希望接收器具有的位置，亦即 MS 之位置坐標，或有關 MS 位置之標稱位置。

在模組 56 中，室內 MS 依序將累計時差新 dT、系統時間、其所選衛星、任選地其功率位準和所有衛星的星曆送至次一 MS。然後，控制從模組 58 返回到啟動模組，重複循環。系統 10 中的所有其他微模擬器遵循相同的程序。

根據本發明的一些實施例，有一種為方便標示為“B”自對準型方法，在此方法中，如以上所述，通信頻道 22 使用 GPS C/A 碼。本地 GNSS 信號 26 使系統時間同步，且通信頻道 22 被用來測量時間延遲以及 MS 站之間的距離。如同方法“A”，於此情況下，有多少系統之維度，即需要多少主 MS，亦即每一維度一站，且每 MS 應連接到有多少系統之維度，即有多少的相鄰 MS。

轉到第 7B 圖的流程圖。在模組 60，MS 從相鄰 MS 偵測本地 GNSS 信號 26。在模組 62，MS 從相鄰 MS 計算系統時間。在模組 64，MS 於通信頻道上從相鄰 MS 接收：

相鄰 MS 之衛星選擇、任選地相鄰 MS 之功率位準以及所有可見衛星之星曆。在模組 66，MS 從相鄰 MS 計算時差。在模組 68，MS 選擇供發送之衛星。在模組 70，MS 判定和本地 GNSS 信號 26 之功率位準和時序。在模組 72，MS 判定其位置。在模組 74，MS 為所選衛星發送本地 GNSS 信號 26。在模組 76，MS 於通信頻道上發送以下至次一 MS：其衛星選擇、任選地功率位準及所有可見衛星之星曆。在模組 58，其返回到開始和重複。

本發明系統 10 之功率對齊之另一態樣係，若特定 MS 之發送功率過大，相鄰 MS 即可到偵測這而發送降低功耗的訊息。例如，在第 6 圖中，若 MS 20Q 之發送功率過大，圓 36Q 所代表者即變得越來越大，並越來越太近 MS 20P 和 MS 20R，MS 20P 和 / 或 MS 20R 可在頻道 22 上與 MS 20Q 通信以降低功耗。根據本發明的一些實施例，功率偵測可藉由接收本地 GNSS 信號 26 而完成。根據本發明的其它實施例，功率偵測可透過於通信頻道 22 上通訊的功率位準來進行。

須知，以此方式，自對準運算計算、控制和產生功率位準和所發送本地 GNSS 信號 26 之時序，並產生待發送之衛星。因此，各微模擬器藉此等運算動態控制。

第 8 圖顯示本發明系統 10 相對於第 6 圖之代表微模擬器 MS 20Q 之效果。如上所述，效果猶如屏障 34 已被移除，不再存在，俾選定衛星 1、4、8 和 9 可自由發送，並在 MS 20Q 接收其信號 14。這些包 C/A 碼和每一通道之發

送時間“t”以及其星曆如虛線箭頭 38 所示，以低功率位準重新發送或模擬，俾 GNSS 接收器 18 在 MS 20Q 之本地信號 26 的發送範圍內接收到信號，如同其位於位置 Q (“posQ”)。因此，本地信號 26 可與所發送之衛星信號 14 相容。

在第 2A 圖中，MS 的佈局係線性，或一維。在 MS 之二維或三維陣列情況下，設有更多主 MS。具體而言，二維陣列設有至少兩個主 MS，三維陣列設有至少三個主 MS。在這種情況下，MS 的位置藉以微模擬器之間的信號往返次數為基礎的三角獲得。這一程序始於戶外 MS 和相鄰 MS 間之信號往返次數，並考慮到在響應收到的三角信號中，微模擬器內的固定和已知延遲。對比之下，諸如第 2A 圖之線性佈局之微模擬器的位置藉由習知測量方法獲得。

三角測量可使用第 9A-C 圖和第 3-5 圖之例子進一步解釋。第 9A 圖顯示的 MS 20 獲得相對於單一相鄰參考微模擬器之時差  $dT$ 。從參考微模擬器到 MS 20 的距離可用箭頭“w”表示。可以看出 MS 20 可沿著具半徑“w”之圓弧 39 移動。但在沿圓弧之任何位置，與參考 MS 間的距離相同，所以時差  $dT$  相同。即使 MS 20 在二維空間中移動，時差仍保持不變。因此，從一參考獲得時差不足以固定二維空間中 MS 20 的位置。

如於第 9B 圖中所示，這可藉由使用兩個參考微模擬器解決。與各參考間之距離為“w”和“v”。於此情況下

，由於 MS 20 在平面中移動，因此，至少參考距離之一亦改變，亦即，在二維空間中，會有唯一之“w”和“v”用於 MS 20 之各位置。同樣地，藉相同原理，為判定三維空間中 MS 20 之位置，應如第 9C 圖所示，使用三個微模擬器。

現在轉到第 3-5 圖的例子，可看出在第 3 圖之隧道例中，發生於隧道中之唯一顯著移動沿直路 30 進行。因此，就這個應用而言，使用單一參考 MS 應該足夠。左邊的戶外 MS 20 可為主 MS，相鄰室內 MS 20m1 可與其同步，然後，MS 20m2 會與 MS 20m1 同步。

在第 4 圖之樓層和室例中，移動可能發生在二維中，但可能不會在三維中（亦即不向上和向下）。因此，重要的是獲得二維中的同步。兩個戶外微模擬器可為主微模擬器，或者一個戶外和一個室內，以保持直播連線。舉例來說，同步可如以下進行：室內 MS 20k1 與兩個戶外 MS 同步。然後，室內 MS 20k2 與室內戶外 MS 之一，並與室內 MS 20k1 同步。室內 MS 20k3 接著與室內 MS 20k1 和 20k2 等同步。

這個程序與第 5 圖之多層例相同。在此，移動在所有三維中，包括向上和向下進行。因此，需要三個參考或主微模擬器來同步。這些可例如為三個戶外微模擬器。同步可如以下進行：室內 MS 20d1 與三個戶外微模擬器同步。然後，室內 MS 20d2 與兩個戶外微模擬器並與室內微模擬器 20d1 同步。然後，室內 MS 20d3 與戶外微模擬器之一

，並與室內微模擬器 20d1 和 20d2 同步。然後，室內 MS 20d4 與三個室內 MS 20d1、20d2、20d3 同步。

根據本發明之一些實施例之戶外和室內微模擬器之方塊圖分別顯示於第 10A 和 10B 圖中。

如上所述，戶外 MS 具有單一接收器 Rx，從 GNSS 衛星接收 GNSS 信號。此資訊在作為本地 GNSS 信號而被從發送器 Tx 發送之前，藉自對準處理和控制模組且隨後藉出入控制模組處理。

現在可檢討本發明之系統 10 的一些優點。

在直播連線中，此系統根據即時高空衛星，提供直播讀取。這提供動態變化之基礎設施，其本身修改和並將所發送之 GNSS 信號歸於封閉區域環境。每個微模擬器自動測量其與相鄰者的相對位置，這是另一個自對準微模擬器，並因此校準本身，並發送所需信號。

由於系統發送包含相同資訊並在相同頻率上成為衛星所發送之信號的 GNSS 衛星信號，因此，可為正規 GNSS 所使用。更特別的是，無須對接收器之硬體或軟體修改。同樣地。無接收器須操作之特殊模式，其中接收器須操作，或接收器須配置來使用之增強資訊。

當發生與衛星 GPS 時鐘之同步時，例如當使用戶外 MS 時，系統 10 使用戶能從封閉區域 17 進出而無中斷或受阻。在封閉區域 17 內部，不管是否有與衛星 GPS 時鐘間或系統之微模擬器間之同步，系統 10 均設有完全和連續覆蓋。



由於各 GNSS 信號 26 載有四顆衛星之模擬信號，是以，多路不是問題，此乃因為所有四顆衛星行經通至接收器之相同路徑。

藉由提供足夠數量之微模擬器來覆蓋區域，可以很容易地提供完全覆蓋於封閉區域 17。

本發明使得在先前無法接收衛星信號之區域，或在信號太弱而無法藉習知 GNSS 接收器處理之區域，能連續導航。本發明分佈微模擬器，其結合 GNSS 接收器和 GNSS 發送器，以對封閉區域作最好的覆蓋。

本發明之基礎設施所產生之 GNSS 型信號藉由自對準演算控制處理，該自對準演算使其與來自實際衛星的信號同步。

雖然業已顯示並說明本發明選定的一個(或幾個)實施例，卻須理解，本發明不限於上述一個(或幾個)實施例。反而，須知，在不悖離本發明之原則和精神範圍內，可改變這個/這些實施例，其範圍由申請專利範圍和其均等品界定。

#### 【圖式簡單說明】

第 1A 圖係顯示四顆衛星和用戶持有 GNSS 接收器之習知衛星導航系統之圖解圖；

第 1B 圖係顯示用於習知衛星導航系統之數學等式之圖式；

第 2A 圖係合於本發明實施例之室內衛星導航系統的方

塊圖，顯示使用在密封區域並與高空衛星間有直播連線；

第 2B 圖係合於本發明實施例之室內衛星導航系統的方塊圖，顯示使用在孤立之密封區域並與高空衛星間有直播連線；

第 3 圖係合於本發明實施例之室內衛星導航系統的方塊圖，顯示使用在隧道中的系統；

第 4 圖係合於本發明實施例之室內衛星導航系統的方塊圖，顯示使用在單層室內環境的系統中；

第 5 圖係合於本發明實施例之室內衛星導航系統的方塊圖，顯示使用在多層室內環境的系統中；

第 6 圖係合於本發明實施例之室內衛星導航系統之一部分的方塊圖，顯示三個微模擬器以及其間某些關係；

第 7A 圖係合於本發明實施例，微模擬器所進行之一種自對準運算之流程圖；

第 7B 圖係合於本發明實施例，微模擬器所進行之另一種自對準運算之流程圖；

第 8 圖係第 6 圖之微模擬器的“Q”之方塊圖，其顯示本發明如何被用來提供 GNSS 信號到附近的接收器；

第 9A 圖係顯示合於本發明實施例，微模擬器與單一參考微模擬器間之的時差  $dT$  之計算的方塊圖；

第 9B 圖係顯示合於本發明實施例，微模擬器與二個參考微模擬器間之的時差  $dT$  之計算的方塊圖；

第 9C 圖係顯示合於本發明實施例，微模擬器與三個參考微模擬器間之時差  $dT$  之計算的方塊圖；

第 10A 圖係合於本發明實施例，用於室內衛星導航系統之外部或戶外微模擬器之方塊圖；以及

第 10B 圖係合於本發明實施例，用於室內衛星導航系統之外部或戶外微模擬器之方塊圖。

**【主要元件符號說明】**

10：系統

12：衛星

14：GNSS 衛星信號

16：建築物或位置

17：圍封區域

18：GNSS or GPS 接收器

20：MS(微模擬器)

20A：戶外 MS(微模擬器)

20B,20C：室內 MS(微模擬器)

20d1,20d2,20d3,20d4：室內 MS(微模擬器)室內 MS(微模擬器)

20k1,20k2,20k3：室內 MS(微模擬器)

20m1,20m2：MS(微模擬器)

20P,20Q,20R：MS(微模擬器)

22：通信線

22pq,22qr：資訊通信線

24：接收器

25：發送器

26：本地 GNSS 信號

28 : 隧道

29 : 屋頂

30 : 直路

31 : 汽車

32 : 單層建築物

34 : 障礙

36 : 圓圈

37 : 重疊區

39 : 圓弧

42 : 模組

44 : 模組

46 : 模組

48 : 模組

52 : 模組

53 : 模組

54 : 模組

56 : 模組

58 : 模組

60 : 模組

62 : 模組

64 : 模組

66 : 模組

68 : 模組

70 : 模組

**七、申請專利範圍：**

1. 一種用於封閉區域之導航系統，該導航系統包括：

a) 至少一個衛星信號接收站，其界定第一本地發送站，該至少一個衛星信號接收站包含：1) 第一部分位於該封閉區域外，接收全球導航衛星系統(GNSS)衛星所發送之至少三個 GNSS 信號，並判定相對於所發送 GNSS 衛星信號之時間同步資訊，以及，2) 第二部分發送包括該至少三個所發送 GNSS 衛星信號之模擬的本地 GNSS 信號，該本地 GNSS 信號與該至少三個所發送 GNSS 衛星信號相容；

b) 至少第二及第三本地發送站，位於該封閉區域內，於該封閉區域內發送該本地 GNSS 信號至 GNSS 接收器，該本地 GNSS 信號包含可供該 GNSS 接收器使用之導航資訊；以及

c) 通信頻道，傳遞自對準資訊於各該本地發送站與至少一個其他該本地發送站之間；且該自對準資訊包含用於同步化各該本地發送站之間的時間同步資訊。

2. 如申請專利範圍第 1 項之導航系統，其中，該自對準資訊包含有關本地 GNSS 信號功率位準之資訊。

3. 如申請專利範圍第 1 項之導航系統，其中，該本地 GNSS 信號包括四個所發送 GNSS 衛星信號之模擬。

4. 如申請專利範圍第 1 項之導航系統，其中，該自對準資訊進一步傳遞多個所發送 GNSS 衛星信號之辨識。

5. 如申請專利範圍第 4 項之導航系統，其中，各該本地發送站運轉來選擇異於相鄰的該本地發送站所發送之頻

道。

6.如申請專利範圍第 5 項之導航系統，其中，各對相鄰的該本地發送站隔開個別隔距，且其中，該本地 GNSS 信號之該發送範圍大於該隔距之一半，且小於與相鄰的該本地發送站之間的隔距。

7.如申請專利範圍第 6 項之導航系統，其中，該本地 GNSS 信號發送範圍為該隔距之約 0.7 倍。

8.如申請專利範圍第 1 項之導航系統，其中，該至少一個衛星信號接收站包含位在該封閉區域外之兩個衛星信號接收站，且其中，該自對準資訊包含自該兩衛星信號接收站至該至少一個本地發送站之時間同步資訊；

其中，該至少一個本地發送站所發送之該本地 GNSS 信號對二維區域提供大致精確之定位資訊。

9.如申請專利範圍第 1 項之導航系統，其中，該至少一個衛星信號接收站包含位在該封閉區域外之三個衛星信號接收站，且其中，該自對準資訊包含自三站至該至少一個本地發送站之時間同步資訊；

其中，該至少一個本地發送站所發送之該本地 GNSS 信號對三維區域提供大致精確之定位資訊。

10.如申請專利範圍第 1 項之導航系統，其中，該至少一個衛星信號接收站包括：接收天線，接收衛星導航信號；發送天線，發送該本地 GNSS 信號；以及處理器，進行自對準演算。

11.如申請專利範圍第 1 項之導航系統，其中，該通

信頻道係無線。

12.如申請專利範圍第 11 項之導航系統，其中，該通信頻道包括未使用之衛星導航頻道。

13.如申請專利範圍第 5 項之導航系統，其中，該通信頻道包括相鄰的該本地發送站間之有線連接。

14.一種提供衛星信號資訊於封閉區域之方法，包括：

a)佈署複數個本地發送器於該封閉區域，該本地發送器的至少其中之一包含延伸至該封閉區域外部的部分且被配置以從至少三個全球導航衛星系統(GNSS)衛星接收 GNSS 信號；

b)藉由於該封閉區域內之各該本地發送器發送包含從至少三個 GNSS 衛星來的至少三個 GNSS 信號之模擬的本地 GNSS 信號，以及可與從該至少三個衛星來的該所發送之 GNSS 信號相容之該本地信號；並且，其中該本地 GNSS 信號提供可供在該封閉區域內之 GNSS 接收器使用之導航資訊；以及

c)提供通信頻道，傳遞自對準資訊於各該本地發送器與至少一個其他該本地發送器之間；且該自對準資訊包含用於同步化各該本地發送器之間的時間同步資訊。

15.如申請專利範圍第 14 項之提供衛星信號資訊之方法，進一步包含與本地傳送器交換自對準資訊。

16.如申請專利範圍第 14 項之提供衛星信號資訊之方法，其中，該本地 GNSS 信號提供來自複數個衛星之資

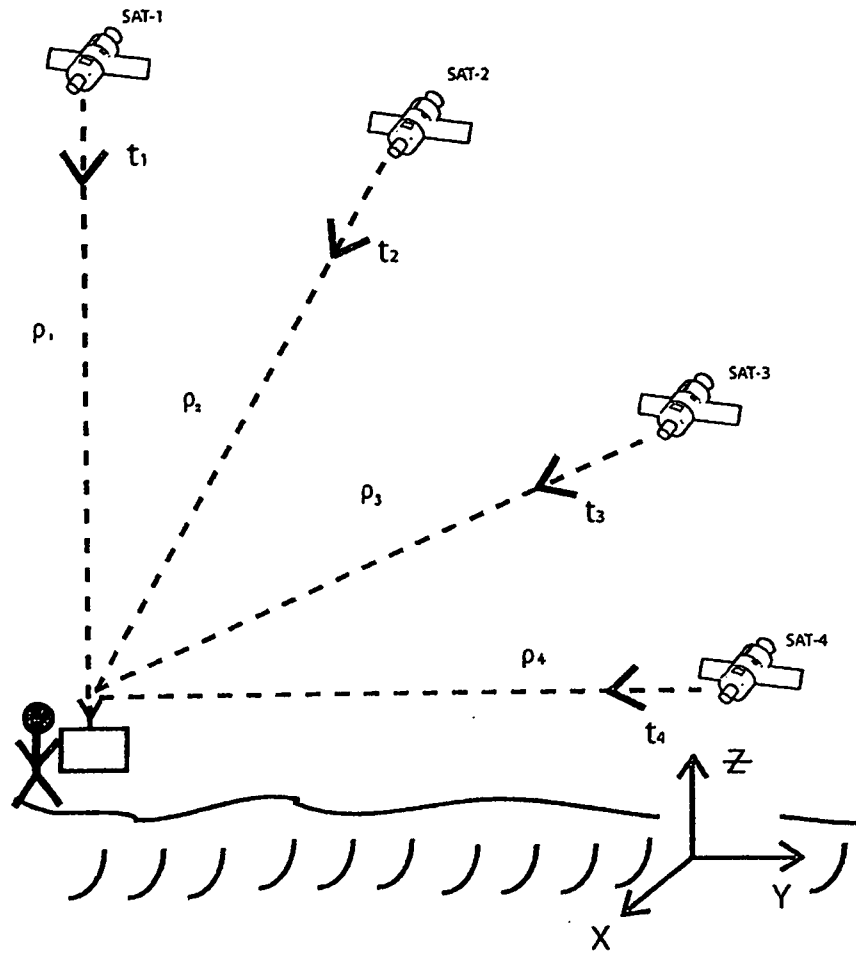
I548890

第 100123840 號

民國 104 年 12 月 10 日修正

訊。





第1A圖 習知技術

偽範圍=範圍-時差

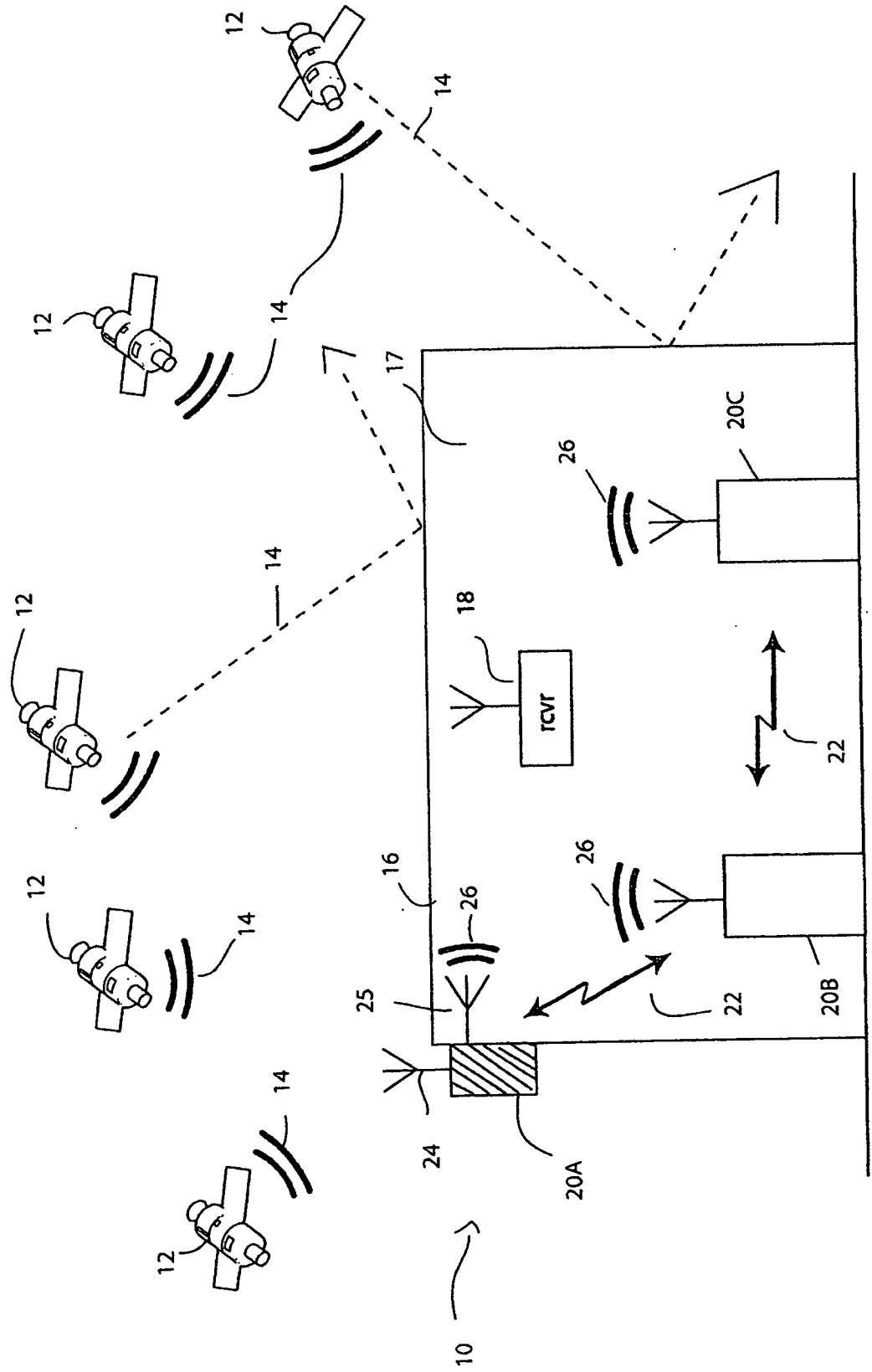
$$\rho_1 = \sqrt{(X - x_1)^2 + (Y - y_1)^2 + (Z - z_1)^2} - CdT$$

$$\rho_2 = \sqrt{(X - x_2)^2 + (Y - y_2)^2 + (Z - z_2)^2} - CdT$$

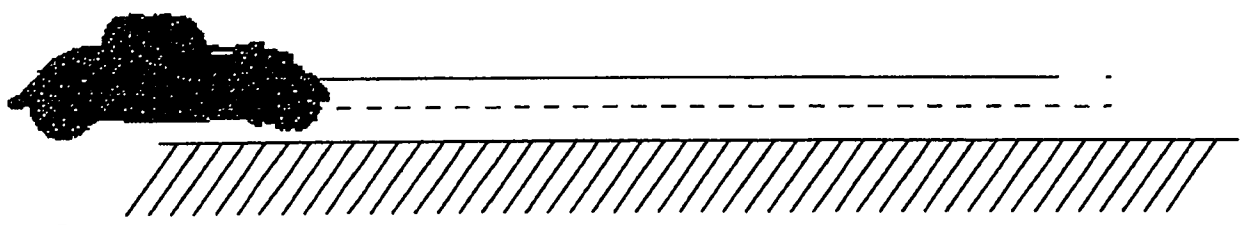
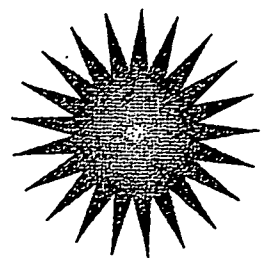
$$\rho_3 = \sqrt{(X - x_3)^2 + (Y - y_3)^2 + (Z - z_3)^2} - CdT$$

$$\rho_4 = \sqrt{(X - x_4)^2 + (Y - y_4)^2 + (Z - z_4)^2} - CdT$$

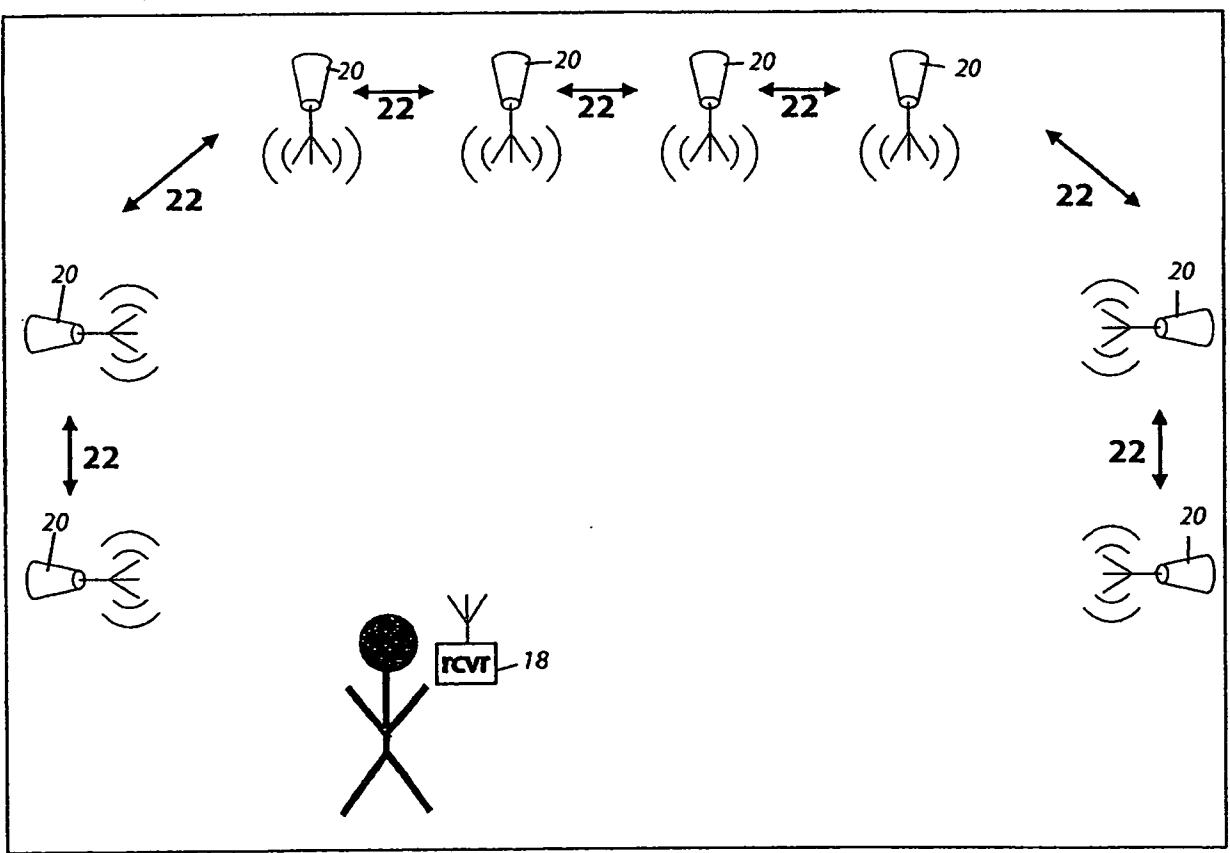
第1B圖 習知技術



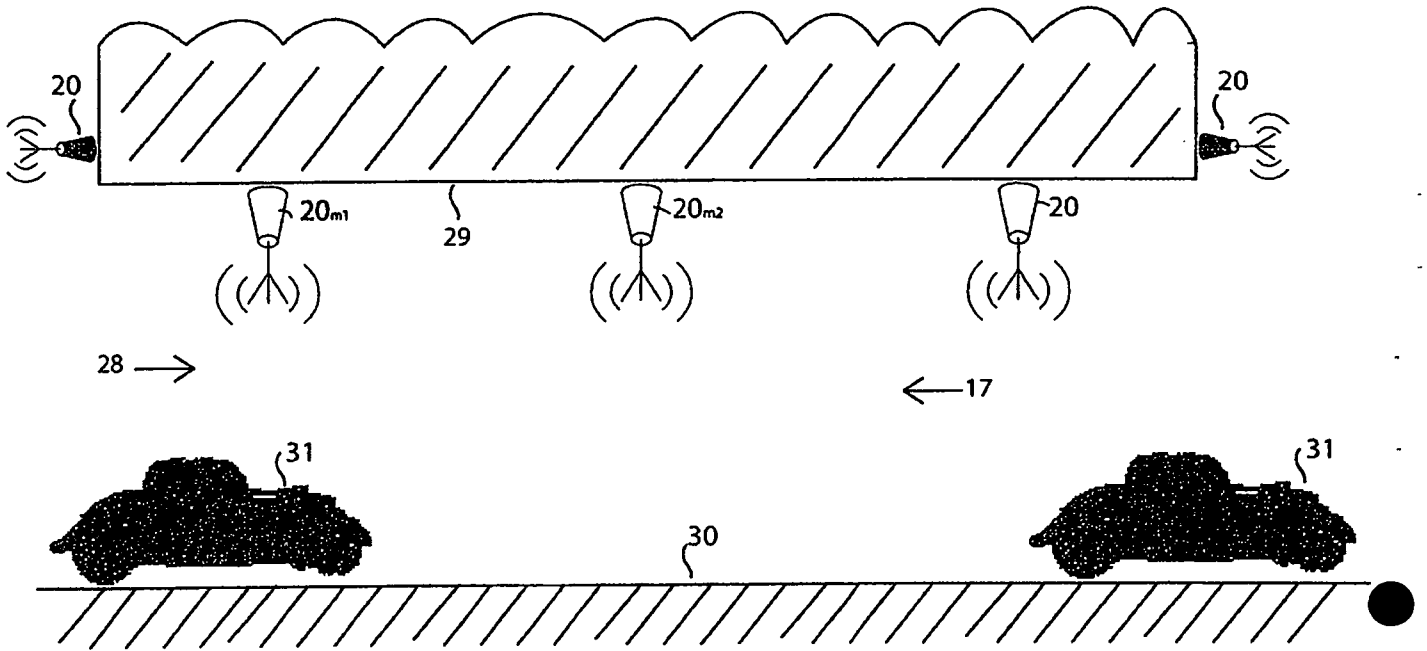
第2A圖



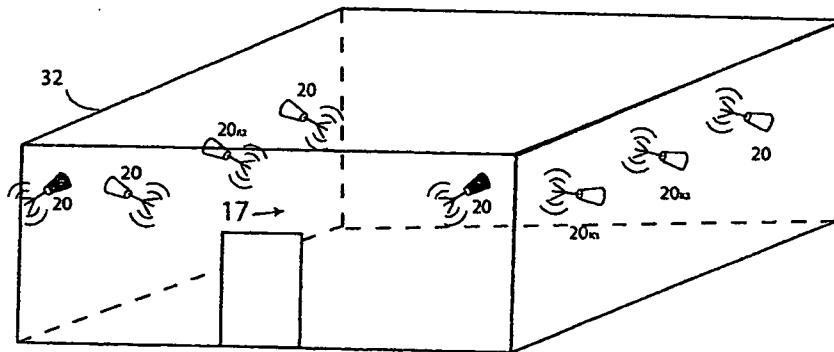
10



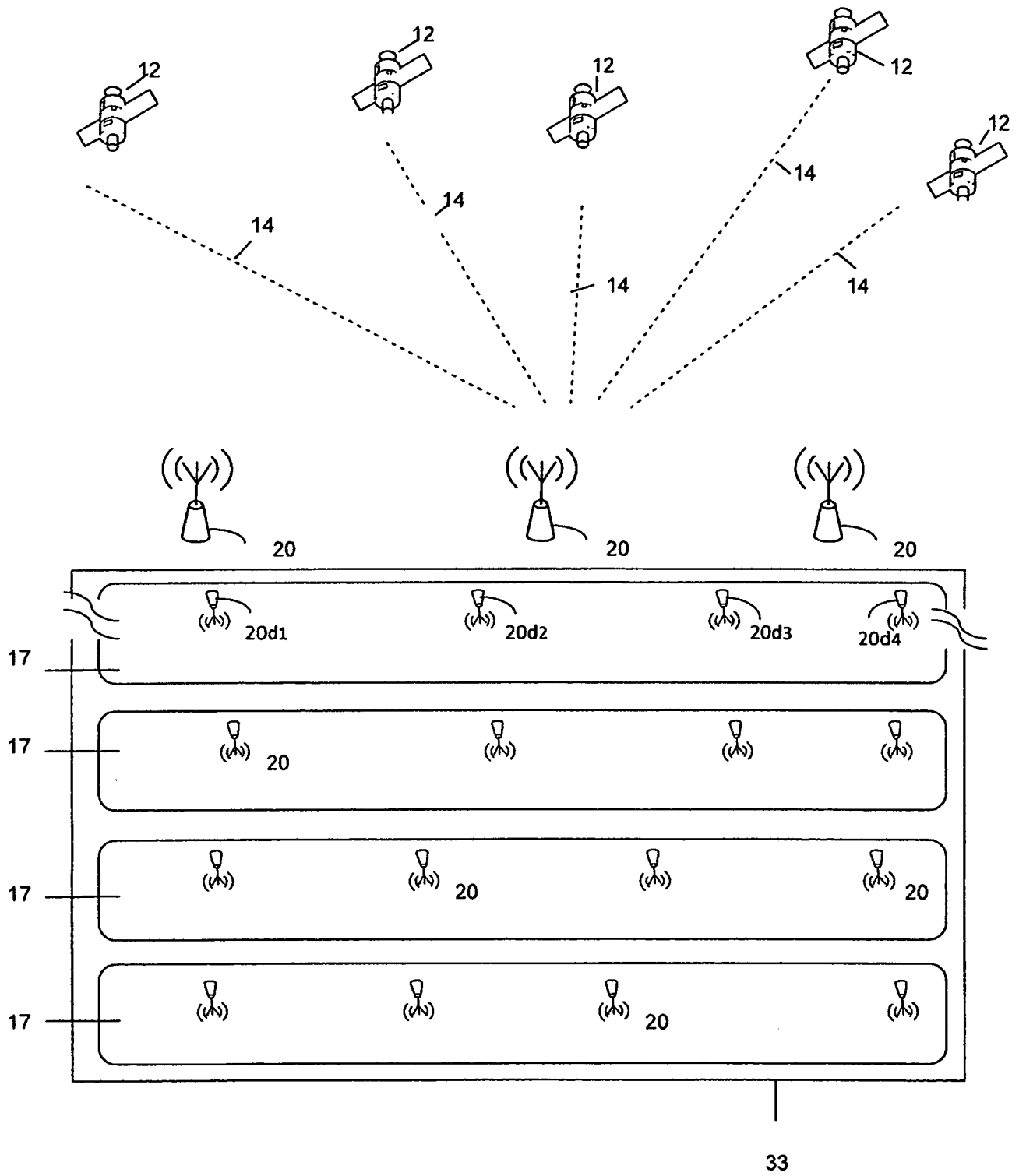
第2B圖



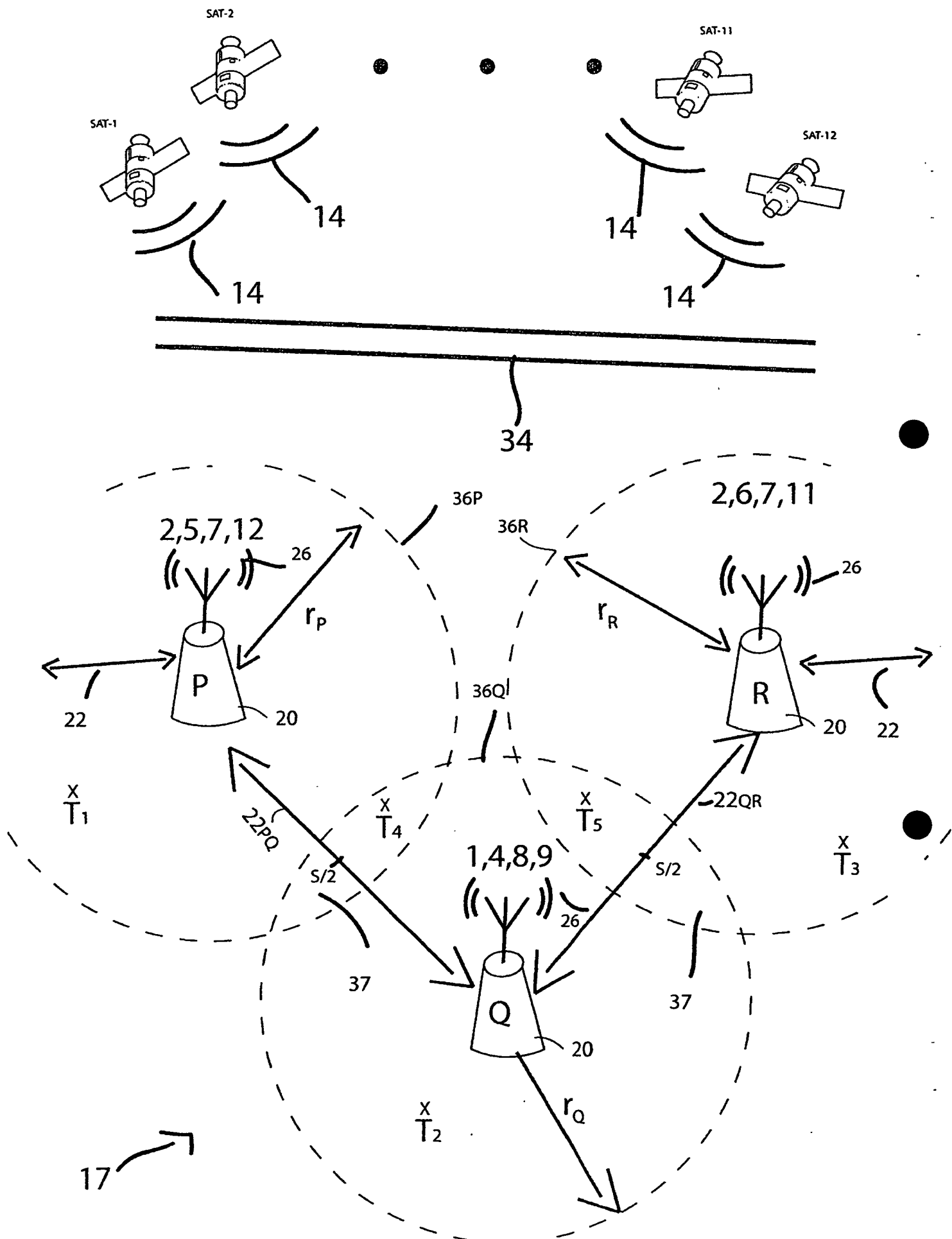
第3圖



第4圖

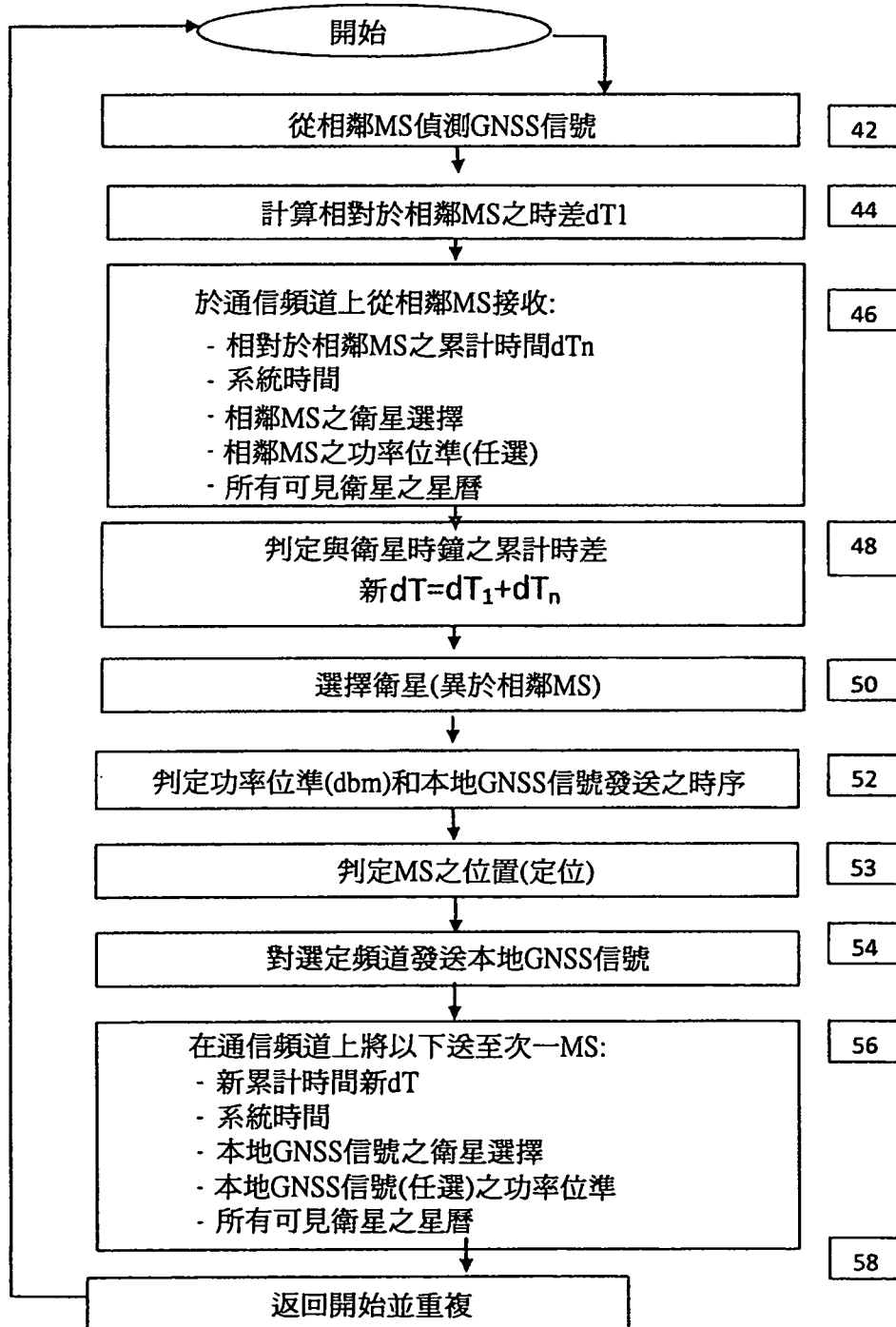


第5圖



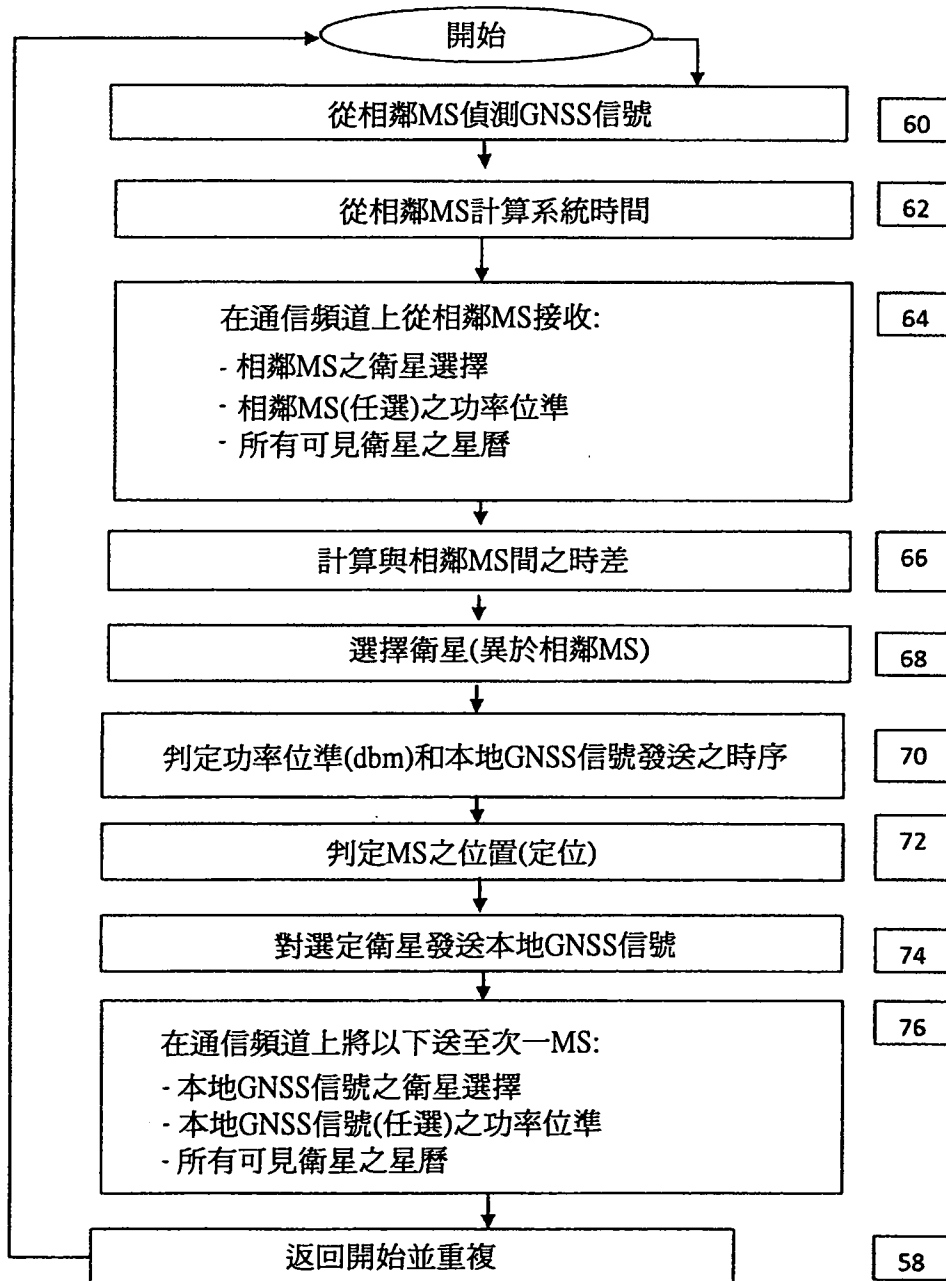
第6圖

自對準方法“A”  
(於通信頻道22上送出累計時間)



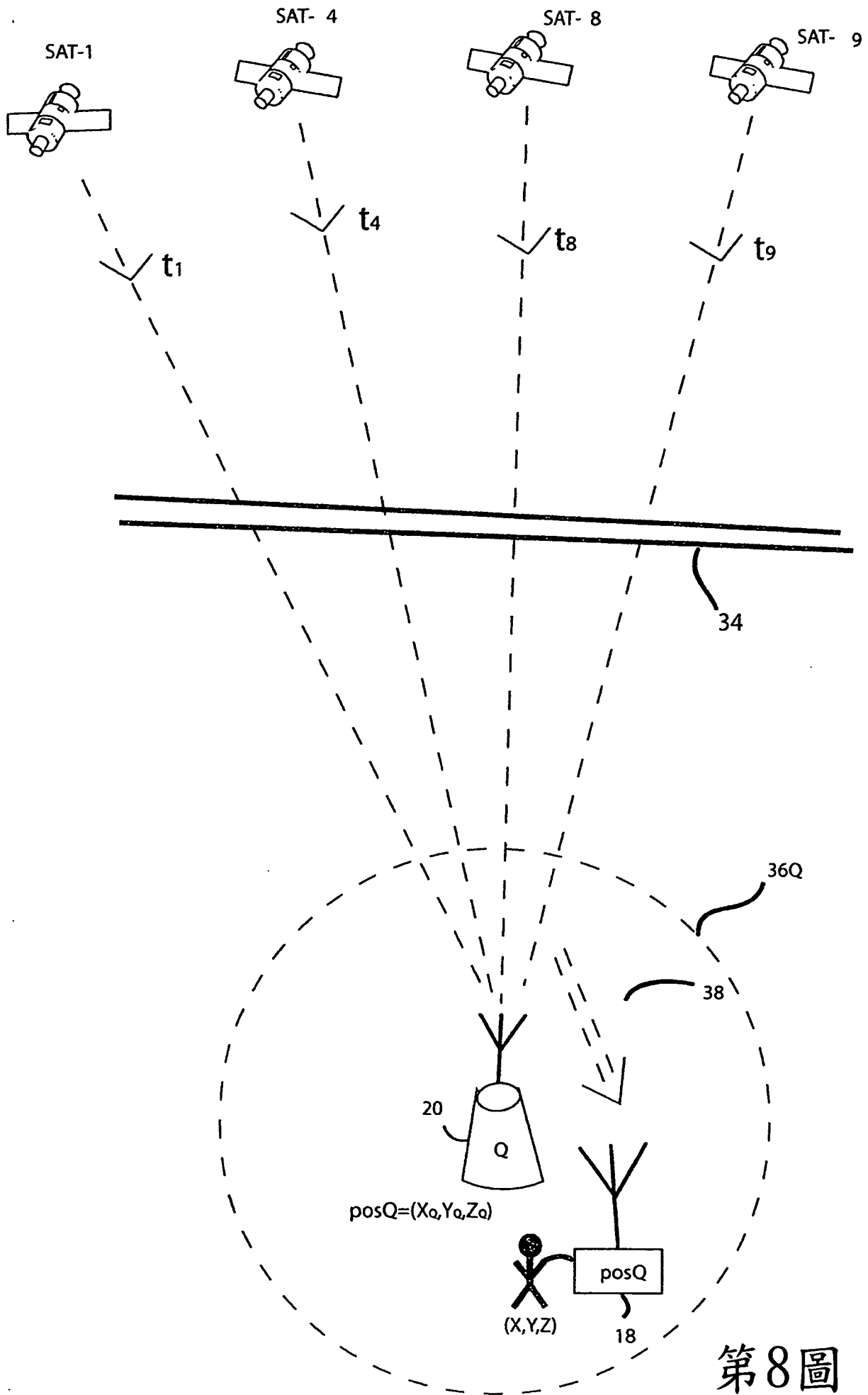
第7A圖

自對準方法“B”  
(使用C/A碼於通信頻道22)

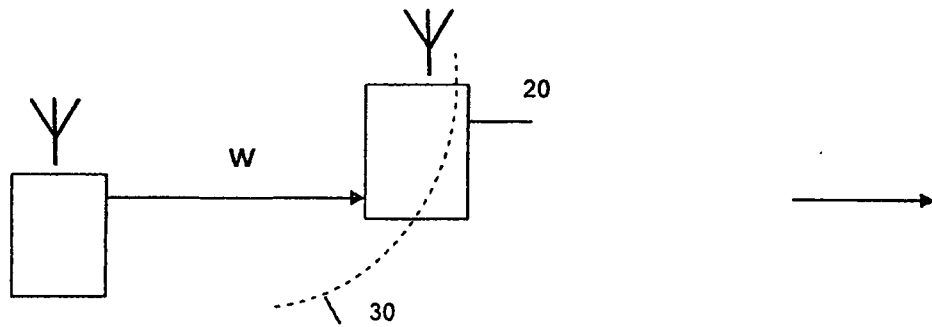


第7B圖

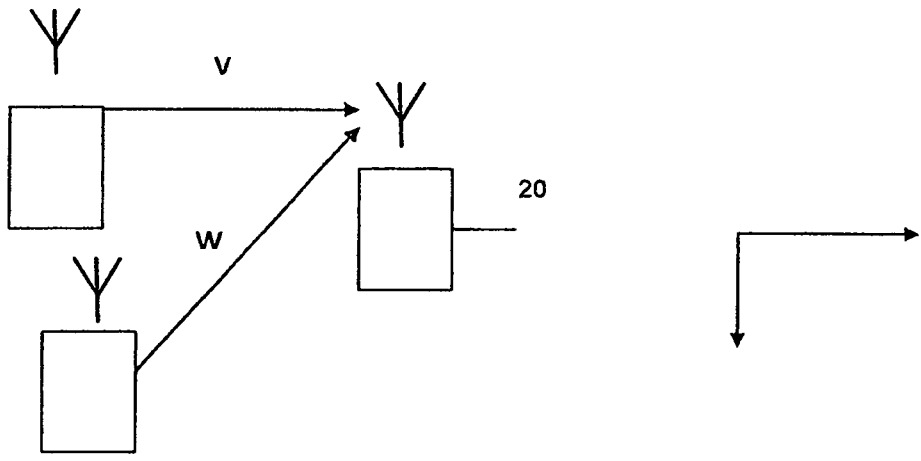




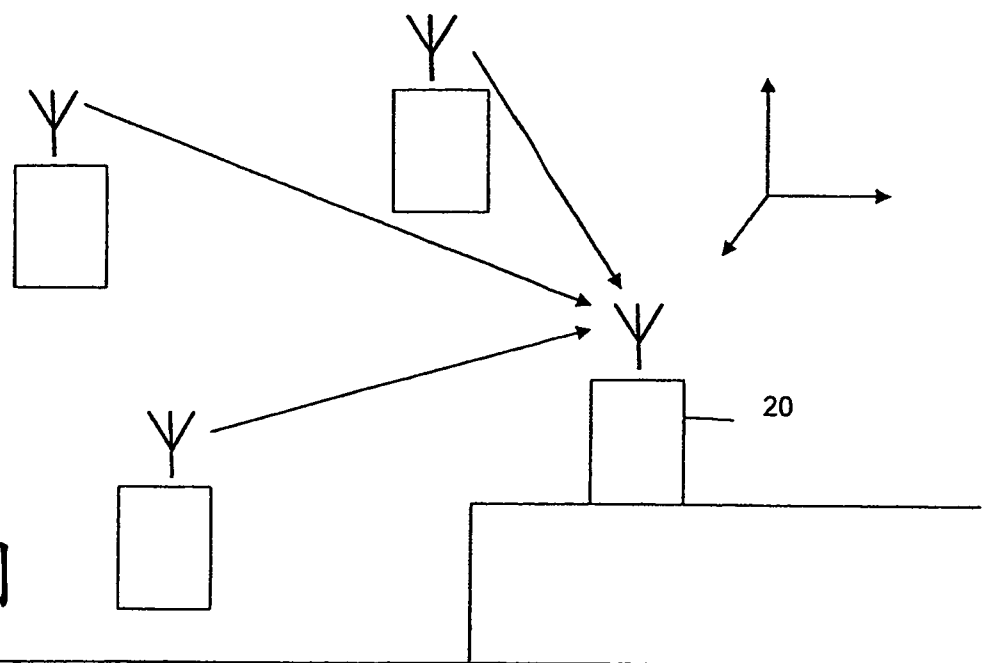
第8圖



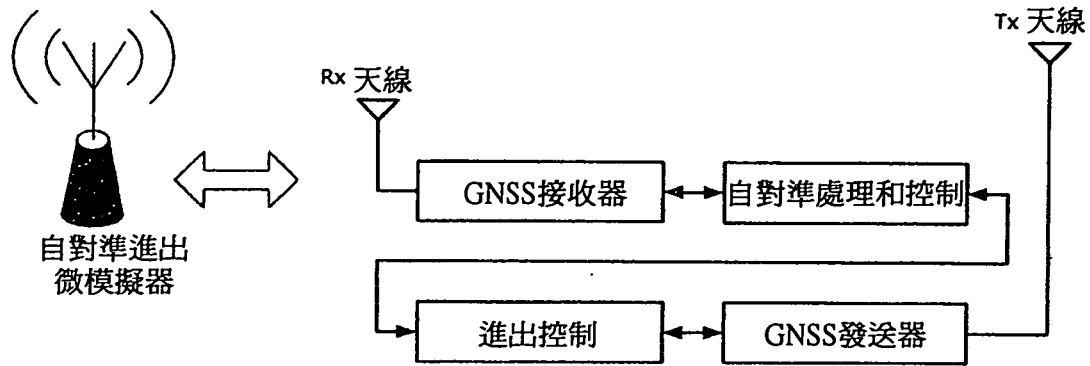
第9A圖



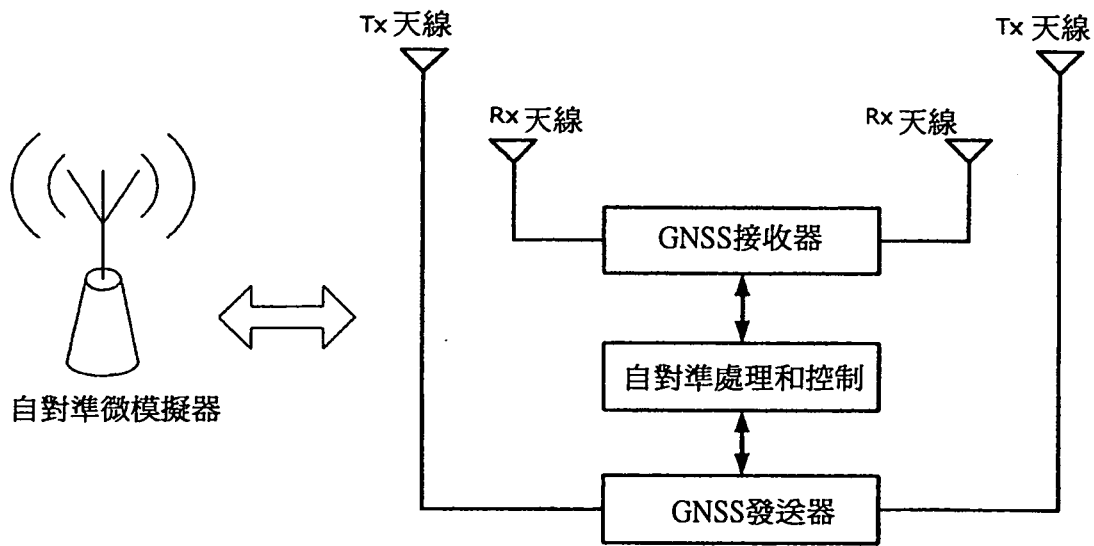
第9B圖



第9C圖



第10A圖



第10B圖