

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 95114361

※ 申請日期： 95.4.21

※IPC 分類：H01Q 7/08
3/06

一、發明名稱：(中文/英文)

用於無線通信系統之天線陣列校準

ANTENNA ARRAY CALIBRATION FOR WIRELESS
COMMUNICATION SYSTEMS

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商高通公司

QUALCOMM INCORPORATED

代表人：(中文/英文)

喬治 A 懷坦

WHITTEN, GEORGE A.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州聖地牙哥市摩豪斯大道5775號

5775 MOREHOUSE DRIVE SAN DIEGO, CA 92121-1714, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 艾蒙 法茲 奈葛畢

NAGUIB, AYMAN FAWZY

2. 艾利克斯 格羅福

GOROKHOV, ALEXEI

國 籍：(中文/英文)

1. 美國 U.S.A.

2. 法國 FRANCE

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。

申請前已向下列國家(地區)申請專利：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2005年04月22日；60/674,190

2. 美國；2005年07月19日；11/186,160

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

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 順序註記】

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。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

下文說明概言之係關於無線通信，且尤其係關於藉由評估及補償與一天線陣列中之發射鏈和接收鏈相關之增益失配量來校準該天線陣列。

【先前技術】

無線網路系統已成為全世界大多數人用以交流之流行途徑。為滿足消費者之需求並提高可攜性及方便性，無線通信系統已變得愈來愈小且功能愈來愈強大。例如蜂巢式電話等行動器件之處理能力的增強已促使對無線網路傳輸系統之要求亦在提高。而此等系統卻通常不像藉由其進行通信之蜂巢式器件一樣易於更新。隨著行動器件功能之擴展，可能難以以一種有利於充分利用新的及改良的無線器件功能之方式來保持老的無線網路系統。

更具體而言，以分頻為基礎之技術通常藉由將頻譜分割成均勻之頻寬塊而將頻譜劃分成不同之通道，舉例而言，對分配給無線蜂巢式電話通信之頻帶之劃分可分割成30個通道，其中每一通道可載送一語音通話或者對於數位服務而言，載送數位資料。在某一時刻，每一通道僅可指配給一個使用者。一種通常使用之變體形式係正交分頻技術，其將整個系統頻寬有效地劃分成多個正交子頻帶。該等子頻帶亦稱為音調(tone)、載波、副載波、頻段(bins)及通道。每一子頻帶皆與一可使用資料來調變之相應子載波相關聯。對於以分時為基礎之技術，將一頻帶按時間順序分

割成順序性的時間片段或者時槽。為一通道之每一使用者皆提供一時間片段以供以一種循環方式傳輸及接收資訊。舉例而言，在任一既定時刻 t 處，皆使一使用者能夠存取該通道達一短的叢發。然後，將存取切換至另一使用者，為該另一使用者提供一短的時間叢發來傳輸及接收資訊。該「輪流」循環會繼續進行下去，且最終為每一使用者皆提供多個傳輸及接收叢發。

以分碼為基礎之技術通常係於一範圍內在任一時刻可利用之若干頻率上傳輸資料。一般而言，將資料數位化並展布於可用頻寬上，其中可使多個使用者覆蓋於該通道上且可為各個使用者分別指配一唯一之序列碼。各使用者可在頻譜的同一寬頻塊中傳輸，其中每一使用者之信號皆藉由其各自之唯一擴展碼而展布於整個頻寬上。該技術可達成共享，其中一或多個使用者可同時傳輸及接收。此種共享可藉由擴展頻譜數位調變來達成，其中以一種偽隨機方式將一使用者之位元流編碼並展布於一極寬之通道上。接收機經設計以識別出相關聯之唯一序列碼並取消隨機化，以便以一種一致之方式收集一特定使用者之位元。

一典型之無線通信網路(例如使用分頻、分時及分碼技術)包括一或多個用於提供一覆蓋區域之基地台及一或多個可在該覆蓋區域內傳輸及接收資料之行動(例如無線)終端機。一典型之基地台可為廣播、多播及/或單播服務同時傳輸多個資料流，其中資料流係一行動終端機可有興趣獨立接收之資料流。該基地台之覆蓋區域內之行動終端機

可能會有興趣接收由複合流所載送之一個、多於一個或全部資料流。同樣，一行動終端機可向該基地台或另一行動終端機傳輸資料。基地台與行動終端機之間或者各行動終端機之間之此種通信可能會因通道變化及/或干擾功率變化而出現降格。舉例而言，上述變化可影響對一或多個行動終端機之基地台排程、功率控制及/或速率預測。

當將天線陣列及/或基地台與一種時域雙工(TDD)通道傳輸技術結合使用時，可達成極高之增益。在達成該等增益時的一關鍵假定係，由於傳輸與接收之TDD性質，正向鏈路(FL)與反向鏈路(RL)二者皆觀測到對應於一共用載波頻率之相同物理傳播通道。然而，在實際中，全部發射鏈及接收鏈—其可包括類比前端及數位取樣發射機和接收機，以及物理纜線及天線架構—皆作用於接收機所經歷之全部通道響應。換言之，接收機將看到發射機數位-類比轉換器(DAC)之輸入端與接收機類比-數位轉換器(ADC)之輸出端之間的總通道或等效，此可包括發射機之類比鏈、物理傳播通道、物理天線陣列架構(包括纜線)及類比接收機鏈。

鑒於至少上述問題，在此項技術中需要一種用於改良對在無線網路系統中所用天線陣列之增益評估及調處之系統及/或方法。

【發明內容】

下文提供對一或多個實施例之簡要概述，藉以達成對此等實施例之基本瞭解。該概述並非係對所有所涵蓋實施例

之廣泛概述，且既不打算表示所有實施例之關鍵或緊要要件、亦不打算界定任何或所有實施例之範疇。其唯一之目的係以簡要形式提供一或多個實施例之某些概念來作為下文所提供之更詳細說明之前序。

根據一或多個實施例及其對應揭示內容，結合在一無線網路環境中校準天線陣列來說明各種態樣。根據其一態樣，可將自該陣列中一或多個天線傳輸之信號之副本提供至一由包括自其獲得該副本之天線在內的一或多個天線形成之接收鏈，並將其與一接收鏈輸出信號相比較，以確定該陣列中之總增益失配量。可針對該陣列中之每一天線獲得增益失配量量測值，以利於確定因該陣列中天線之接收鏈而引起之增益失配量及因該陣列中天線之發射鏈而引起之增益失配量。可至少部分地根據此等量測值來校準該陣列中之天線，以補償所不期望的大的增益。

根據一態樣，揭示一種校準一無線網路中一天線陣列之方法，其包括：將一輸出發射信號自一第一天線的一發射鏈提供至該第一天線的一接收鏈，及將輸出發射信號與一輸出接收鏈信號相比較並確定一第一總增益失配量量測值 A_n 。可對該陣列中之所有天線重複該程序，以獲得 A_n 之 N 個量測值，其中 N 係該陣列中之天線數量。然後，可將該輸出發射信號與一來自該陣列中下一天線之接收鏈輸出信號相比較，以獲得一總增益失配量量測值 B_n ，且可同樣地對該陣列中之每一天線重複該過程，直至獲得 $N-1$ 個 B_n 量測值。然後，可至少部分地根據該 N 個量測值 A_n 及該 $N-1$ 個

量測值 B_n 來確定因接收鏈及發射鏈所引起之增益失配量。

根據一相關態樣，一種校準一天線陣列之方法包括：將一輸出發射信號之副本或輸出發射信號自一第一天線之一發射鏈提供至該陣列中所有天線之接收鏈，及在該陣列中之每一天線處將該輸出發射信號之該副本與一輸出接收鏈信號相比較並確定一第一總增益失配量量測值 A_n 。可對該陣列中之每一天線重複該方法以收集 N 個 A_n 測量值，其中 N 係該陣列中之天線數量。然後，可將來自該陣列中每一天線之一輸出發射信號的一副本提供至該第一天線之一接收鏈，並將其與該第一天線之一輸出接收鏈信號相比較，以確定一第二總增益失配量量測值 B_n ，可對該陣列中之每一天線重複該過程以收集 N 個 B_n 量測值。然後，可至少部分地根據該 N 個 A_n 量測值及該 N 個 B_n 量測值來確定因接收鏈及發射鏈所引起之增益失配量。

根據另一態樣，揭示一種有利於在一無線網路中校準一天線陣列之裝置，其可包括：一校準組件，其為該陣列中之每一天線產生一接收鏈輸出信號的一模型；一取樣組件，其為該陣列中之每一天線產生一發射鏈輸出信號的一副本；及一失配量估計組件，其確定起因於該陣列中天線之發射鏈及該陣列中天線之接收鏈之增益失配量。該校準組件可將發射信號副本與每一天線之接收鏈輸出信號相比較，以產生複數個失配量量測值，然後可利用該複數個失配量量測值來利於進行天線校準，以減輕與接收鏈及/或發射鏈相關聯的不期望的增益。

根據又一態樣，揭示一種有利於在一無線網路中校準一天線陣列及減輕增益失配量之裝置，其可包括：用於複製自該陣列中每一線發射的一發射鏈輸出信號之構件，及用於將每一線之該發射鏈輸出信號與來自該陣列中每一線的一接收鏈輸出信號相比較以獲得複數個增益失配量測值之構件。該裝置可進一步包括用於估計因該陣列中天線之該等發射鏈所引起之增益失配量及因該陣列中之該等接收鏈所引起之增益失配量之構件。另外，該裝置可包括用於補償增益失配量以校準該陣列之構件。

再一態樣係關於一種上面儲存有電腦可執行指令之電腦可讀媒體，該等電腦可執行指令用於產生自一天線陣列中每一線發射的一發射鏈輸出信號的一副本、及將每一線之該發射鏈輸出信號副本與來自該陣列中每一線的一接收鏈輸出信號相比較以獲得複數個增益失配量量測值。該電腦可讀媒體可進一步包括用於至少部分地根據該複數個增益失配量量測值來確定該陣列中之增益失配量、及用於藉由產生一可用以調整一欲發射信號之預乘數來補償增益失配量之指令。

尚一態樣提供一種微處理器，其執行用於在一無線網路環境中校準一天線陣列之指令，該等指令包括：產生從一天線陣列中每一線發射的一發射鏈輸出信號的一副本，將每一線之該發射鏈輸出信號副本與來自該陣列中每一線的一接收鏈輸出信號相比較以獲得複數個增益失配量量測值，至少部分地根據該複數個增益失配量量測值來確

定總增益失配量，產生一可用以調整一欲發射之信號之預乘數，及使用該預乘數來校準該陣列中之每一天線。

為達成上述及相關目的，該一或多個實施例包括在下文中所全面說明並在申請專利範圍中所特別指出之特徵。下文說明及附圖詳細描述了該一或多個實施例之某些例示性態樣。然而，該等態樣僅表示各種可利用各實施例之原理的方式中的幾種且該等所述實施例旨在包括所有此等態樣及其等價態樣。

【實施方式】

現在將參照圖式來說明各種實施例，在各圖式中，自始至終使用相同之參考編號來指代相同之元件。在下文中，為便於解釋，陳述了大量具體細節，以便達成對一或多個實施例之透徹瞭解。然而，可能顯而易見，無需使用該等具體細節即可實施該(該等)實施例。在其他實例中，以方塊圖形式顯示眾所習知之結構和器件，以便利於說明一或多個實施例。

本申請案中所用術語「組件」、「系統」及類似術語旨在指一與電腦相關之實體，其既可係硬體、硬體與軟體之組合、軟體、亦可係執行中之軟體。舉例而言，一組件可係(但不限於)一於一處理器上運行之方法、一處理器、一對象、一可執行檔、一執行線程、一程式及/或一電腦。一或多個組件可駐存於一過程及/或一執行線程內，且一組件可侷限於一個電腦上及/或分佈於兩或多個電腦之間。此外，該等組件可自各種上面儲存有各種資料結構之

即刻將該信號下變頻至基帶。下變頻組件106以運作方式連接至一自動增益控制(AGC)組件108，該自動增益控制(AGC)組件108評估所接收信號強度並自動地調整施加至所接收信號之增益，以使接收機鏈102保持處於其相關線性運作範圍內並提供一恆定信號強度來經由發射機鏈104輸出。應瞭解，對應本文所述之某些實施例而言，AGC組件108係可選的(例如，自動增益控制不需要與每一實施例結合執行)。AGC組件108以運作方式耦接至一類比-數位(A/D)轉換組件110，該類比-數位(A/D)轉換組件110在所接收信號經一可減輕所接收信號中之短期振盪的數位低通濾波器(LPF)112平滑之前將所接收信號轉換成數位格式。最後，接收機鏈102可包括一接收機處理器114，該接收機處理器114處理所接收信號並可將該信號傳送至發射機鏈104中之一或多個組件。

發射機鏈104可包括一自接收機鏈102接收信號之發射機處理器116(例如，發射機接收一最初由接收機鏈102所接收到並經過與其組件相關之各種處理之信號)。發射機處理器116以運作方式耦接至一脈衝整形器118，脈衝整形器118可利於調處欲發射之信號以使該信號可被整形至處於頻寬約束範圍內、同時減輕及/或消除符號間干擾。一旦得到整形，該信號即可由一D/A轉換組件120實施數位-類比(D/A)轉換，然後經發射機鏈104中一以運作方式相關聯之低通濾波器(LPF)122進行平滑處理。一脈衝放大器(PA)組件124可在由一上變頻組件126將該脈衝/信號上變頻至

基帶之前放大該脈衝/信號。

天線結構100可係一天線陣列中複數種此種結構中的一種。可將此一陣列與一可引起所不期望增益之時域雙工(TDD)通道傳輸協定結合使用。根據本文所述之各個實施例，可藉由校準一陣列中之各天線100來減輕所不期望之增益。TDD通常涉及到對分離的輸入及輸出信號應用一時域多重存取(TDMA)協定。在正向鏈路及反向鏈路不對稱且資料傳輸速度可變之情形中，TDD可利於有限頻寬之動態分配。

一般而言，TDD傳輸協定有利於達成物理傳播通道之通道互反性。因此，當在發射機鏈104與接收機鏈102之類比部分之傳輸特性及/或其樣本之間觀測到明顯差別時，即不能假定等效通道及/或發射機/接收機變化具有互反性。當校準一天線陣列100時，為便利校準過程，可利用對在各個類比組件處觀察到之變化大小及其應用於等效通道時對一互反性假定之精確度之影響的瞭解。此外，倘若為一天線陣列系統，發射側與接收側兩者上之每一天線100皆具有一發射機鏈104及一接收機鏈102。每一天線100之發射機鏈104通常在該陣列中所有天線100上不表現出相同特性。對於每一天線100之接收鏈102而言，同樣如此。在此等情形中，可對天線陣列100實施校準，以利於補償各個天線100之間的增益失配量。

舉例而言，失配量可能係因天線100之物理結構而引起。此等失配量可包括例如互耦合效應、杆塔效應、不確

切知曉元件位置、因天線布纜而引起幅值及/或相位失配、等等。另外，失配量可能係因每一天線100之發射機鏈104及/或接收機鏈102中之硬體元件而引起。舉例而言，此等失配量可能與類比濾波器、I與Q不平衡、該等鏈中低雜訊放大器或脈衝放大器之相位及/或增益失配、各種非線性效應等相關聯。

當實施校準來補償互耦合、其他與天線陣列元件之物理結構及/或布纜相關之不理想效應時，可使用一失真矩陣C來表達此等不理想情形之影響，以便可將一「失真」天線陣列通道向量描述為：

$$\bar{h} = C \cdot h \quad (1)$$

一般而言，在各天線元件基本相同且天線杆塔設計使其不期望之失真最小化時，失真矩陣C不需要相依於通道向量 h 。

在一其中利用角度及/或到達估計之天線陣列應用中，可作出一如下假定：到達該陣列之信號將具有非常小之角度擴展或者根本不存在角度擴展，以便可估計及補償失真矩陣C。反之，當不作出關於角度擴展之假定(顯式或隱式)且僅需要估計向量 h 時，則可將失真矩陣C視為總物理傳播通道之一部分，且僅需要估計合成通道向量 \bar{h} 以利於校準該天線陣列。在此種情形中，失真矩陣C之影響可使合成通道向量 \bar{h} 可具有一非單位相關矩陣。

為校準該天線陣列，提供一實例性數學模型來表示其中之天線100之接收機鏈102與發射機鏈104之間的失配誤

差，儘管亦可採用其他模型來與本文所述方法及系統相結合地達成陣列校準。

另外，儘管係參照頻域信號及陣列校準來描述各種態樣，然而應瞭解，亦可在時域中(例如使用一窄頻帶信號)執行校準。舉例而言，可考量接收鏈102且為便於例示及簡明起見，可作出一如下假定：第n個天線100之接收機鏈102的一輸入包含單個射頻音調，因而可將失配誤差表示為：

$$x_n(t) = \text{Re}\{s(t) \cdot e^{j(\omega + \Omega)t}\} \quad (2)$$

一旦下變頻組件106已將信號下變頻至數位基頻帶，即可將輸出信號表示為：

$$y_n(kT_s) = (1 + \varepsilon_n) e^{j\Omega kT_s} \cdot s(t) + v_n(kT_s) \quad (3)$$

其中 ε_n 係一複數常數，其表示除接收機鏈102以外的總複數失配量增益(例如I及Q不平衡等)，且 v_n 表示沿接收機鏈102之加性失真效應(例如A/D DC偏移量，A/D量化雜訊及/或動態範圍效應，AGC等)。因而，在接收機鏈102之端部處，可將接收機鏈102輸出處之總通道表示為：

$$\tilde{h}_n = \alpha_n \cdot h_n + v_n \quad (4)$$

其中 $\alpha_n = 1 + \varepsilon_n$ 。

可將天線陣列設計成使加性量測值 v_n 可遠小於與每一天線100處之白高斯雜訊、干擾等相關聯之加性影響，且因此在某些實施例中可被忽略(例如除該量測值之影響以外，可藉由對該量測值在若干個訊框中實施平均來使雜訊最小化，...)。相應地，可與估計乘性失配量增益

α_n ($n=1, \dots, N$) 相結合地對照接收鏈 102 之失配量來校準天線 100。在已知該等失配量估計值之情況下，可按下式對其加以補償：

$$\hat{h}_n = \frac{\alpha_n^*}{|\alpha_n|^2} \cdot \bar{h}_n \quad n=1, \dots, N \quad (5)$$

以一類似方式，可對因發射鏈 104 而引起之發射天線通道之失配量實施建模：

$$\hat{h}_n = \beta_n \cdot h_n \quad (6)$$

在此種情形中，對照發射鏈 104 之失配量來校準天線相當於估計乘性失配量增益 β_n ， $n=1, \dots, N$ 。在已知該等失配量估計值情況下，可按下式藉由預乘以自天線 n 發射之信號來對其加以補償：

$$\hat{s}_n = \frac{\beta_n^*}{|\beta_n|^2} \cdot s_n \quad n=1, \dots, N \quad (7)$$

儘管圖 1 係繪示及描述接收機鏈 102 及發射機鏈 104 之一實施例，然而亦可使用其他佈局及結構。舉例而言，可在接收機鏈 102 與發射機鏈 104 兩者中使用不同數量之組件。另外，亦可代之以不同之器件及結構。

圖 2 係一包含 N 個天線之天線陣列 200 之圖解，該天線陣列 200 可使用一種根據各實施例之技術來校準。圖中所示之陣列 200 包括一第一天線 202、一第二天線 204 及一第三天線 206，以及倒數第二個（第 $n-1$ 個）天線 208 和最後一個（第 n 個）天線 210。天線 202、204、206、208 及 210 分別具有一由「TX」標記之發射端及一由「RX」標記之接收端，其每一者皆可分別類似於參照圖 1 所述之發射鏈及接收

鏈。

根據一態樣，一種校準技術可使用實際發射之信號來補償RX/TX鏈失配量。如參照圖1所述，令 α_n 及 β_n 分別表示天線 $n(n=1, \dots, N)$ 之接收鏈及發射鏈失配量。舉例而言，在發射過程中，或者在接收鏈不在接收信號之其他時候，可向天線 n 210之接收鏈RX N提供自天線 n 210之發射鏈TXN所發射信號之一副本或該所發射信號。可將所發射信號之副本與天線 n 210之接收鏈RX N之輸出端處之一信號相比較，以獲得用於描述總失配量之量測值 $A_n = \alpha_n \cdot \beta_n$ 。為利於校準陣列200中之所有天線，可收集 N 個量測值 $\{A_n\}_{1..N}$ 。

根據一相關態樣，可將來自天線 n 210之輸出端TX N之信號之副本提供至天線 $n-1$ 208之接收鏈RX (N-1)。可對自天線 n 之發射鏈TX N輸出之信號與天線 $n-1$ 208之接收鏈RX (N-1)之輸出端處之信號實施比較，以獲得用於確定總失配量之量測值 $B_n = \alpha_{n-1} \cdot \beta_n$ 。可收集 $N-1$ 個量測值 $\{B_n\}_{2..N}$ 以利於校準陣列200。在已知該 N 個量測值 $\{A_n\}_{1..N}$ 及該 $N-1$ 個量測值 $\{B_n\}_{2..N}$ 情況下，可按下式估計接收鏈失配量增益 $\{\alpha_n\}_{1..N}$ （最高達任意乘數 α ）：令 $\alpha_1 = \alpha_1$ ，則

$$\alpha_n = \alpha \cdot \prod_{i=2}^n \frac{A_i}{B_i} \quad n=2, \dots, N \quad (8)$$

同樣地，在已知該 N 個量測值 $\{A_n\}_{1..N}$ 及該 $N-1$ 個量測值 $\{B_n\}_{2..N}$ 情況下，可容易地看出，可按下式對發射鏈失配量增益 $\{\beta_n\}_{1..N}$ 加以估計（最高達任意常數 β ）。令 $\beta_1 = \beta$ ，則

$$\beta_n = \beta \cdot \prod_{i=2}^n \frac{B_i}{A_{i-1}} \quad (9)$$

圖3係一包含N個天線的可根據本文所述之一種或多種態樣加以校準之天線陣列300之圖解。陣列300包含參照圖2所述之複數個天線1-N。在發射過程中或在一接收鏈不在接收信號之任意其他時候，可將自任一天線1-N所發射信號之副本或所發射信號提供至陣列300中之所有其他天線之接收鏈。可將該既定天線所發射信號之副本與所有接收鏈之輸出端處的一信號相比較，以確定陣列中總失配量之量測值 $A_n = \alpha_n \cdot \beta_1$ 。可量測N個量測值 $\{A_n\}_{1 \dots N}$ ，且可按下式估計接收鏈失配量增益 $\{\alpha_n\}_{1 \dots N}$ (最高達一任意常數 α)。令 $\alpha_1 = \alpha$ ，則

$$\alpha_n = \alpha \cdot \frac{A_n}{A_1} \quad n=2, \dots, N \quad (10)$$

隨後，在其中接收鏈不在進行接收之同一週期或另一週期期間，可接連地將自所有天線1-N所發射信號之副本提供至第一天線302之接收鏈—例如在一與其相關聯之天線埠處。可將自天線1-N所發射信號之副本與第一天線302之接收鏈之輸出端處之輸出信號相比較，以獲得總失配量之量測值 $B_n = \alpha_1 \cdot \beta_n$ 。可收集N個量測值 $\{B_n\}_{1 \dots N}$ ，且可按下式估計發射鏈失配量增益 $\{\beta_n\}_{1 \dots N}$ (最高達一任意常數 β)。令 $\beta_1 = \beta$ ，則

$$\beta_n = \beta \cdot \frac{B_n}{B_1} \quad n=2, \dots, N \quad (11)$$

由於失配量隨時間緩慢變化，因而可對此等估計值實施平均，以減輕與加性雜訊等相關聯之任何不利影響。

應瞭解，可與一處理器及記憶體(例如參照圖1所述之處理器)相結合地執行本文參照圖2及3所述之功能及/或過程。另外，應瞭解，儘管上述各態樣及/或實施例係結合窄頻帶信號及/或量測頻寬來說明天線校準，然而，亦可與OFDM、OFDMA等信號相結合地執行此等校準技術。在此種情形中，可在不同射頻音調下量測信號，以使每一信號本身皆係一窄頻帶信號。此外，在其中使用自動增益控制之情形中，可針對多個增益設定值來重複對天線陣列實施校準，以慮及在不同增益設定值下之元件失配量，儘管在整個陣列中存在恆定之增益。

另外，可使用一或多個信號分離器及/或開關來量測失配量增益。舉例而言，圖2所示方法可使用1至2及/或2至1分離器，而圖3所示方法可使用8至1及1至8分離器，且可計及與使用此等分離器相關之任何增益及/或相位失配量。

圖4係一利於根據各種態樣來校準一天線陣列以補償增益失配量之系統400之圖解。該系統包括一以運作方式與一天線陣列404及一取樣組件406相關聯之校準組件402。校準組件402可利於產生及調處一如上文參照圖1所詳述的用於評估 ε_n 之通信信號數學模型。另外，校準組件402可評估與被評估天線之接收機鏈相關聯之失真影響 v_n 。校準組件402與取樣組件406相結合，可對陣列404中之所有天線1-N執行上述多次迭代，以確定陣列404中每一天線1-N之每一接收鏈輸出之總輸出通道表示形式。舉例而言，可

按上文所詳述將每一接收機輸出信號表示為：

$$\tilde{h}_n = \alpha_n \cdot h_n + v_n \quad (4)$$

其中 $\alpha_n = 1 + \varepsilon_n$ 。

應瞭解，可按上文參照圖1所述並結合上文參照圖2及3所述之一或多種態樣來執行上述作業。舉例而言，在評估陣列404中每一天線之接收機鏈輸出後，校準組件402可指令取樣組件406擷取自天線陣列404中一第一天線所發射信號之一副本或該所發射信號，且校準組件402可將該副本提供至陣列404中第一天線之一接收鏈輸出，以供與第一天線之接收鏈之端部處之信號輸出相比較。以一類似方式，校準組件402可將自第一天線所發射信號之副本提供至陣列404中一第二天線之接收鏈以供比較，等等。

圖5係一利於根據各種態樣來校準天線陣列及補償增益失配誤差之系統500之圖解。系統500包括一如上文參照圖4所詳述以運作方式耦接至一天線陣列504及一取樣組件506之校準組件502。校準組件502包括一失配量估計組件508，其對接收機鏈輸出信號及/或接收機鏈輸出信號與由取樣組件506及校準組件504所提供發射信號之間的比較實施分析及建模。校準組件502可利用由失配量估計組件508(其可確定陣列504中該N個天線之乘性失配量增益 α_n ， $n=1, \dots, N$)所估計之接收鏈失配量來校準陣列504中之每一線。在已知該等失配量估計值情況下，可由校準組件502按下式對其加以補償：

$$\hat{h}_n = \frac{\alpha_n^*}{|\alpha_n|^2} \cdot \bar{h}_n \quad n=1, \dots, N \quad (5)$$

同樣地，如上文參照圖1所述，可由失配量估計組件508對因每一天線之發射鏈所引起之發射天線失配量實施建模：

$$\hat{h}_n = \beta_n \cdot h_n \quad (6)$$

對照發射鏈失配量來校準陣列可包括估計乘性失配量增益 $\beta_n, n=1, \dots, N$ 。在已知該等失配量估計值情況下，校準組件502可按下式藉由自預乘以自天線 n 所發射信號來補償失配量：

$$\hat{s}_n = \frac{\beta_n^*}{|\beta_n|^2} \cdot s_n \quad n=1, \dots, N \quad (7)$$

為精調陣列504並完成校準過程，校準組件502可視那種程序最適合系統設計目標及/或根據可適用於一特定天線陣列之其他約束條件等，使用上文參照圖2及/或圖3所詳述之程序。

圖6係一根據一或多種態樣利於在無線通信環境中校準一由 N 個天線形成之陣列之系統600之圖解。系統600包括一以運作方式耦接至一天線陣列604及一取樣組件606之校準組件602。校準組件602可對陣列604中每一線之接收機鏈輸出信號實施建模及調處並將其與自陣列604中一或多個天線發射之信號副本相比較。校準組件602進一步包括一失配量估計器608，該失配量估計器608用於將接收機鏈輸出信號與發射機鏈輸出信號副本相比較以確定與其相關之增益失配量估計值，該增益失配量估計值可如上文參

照前面圖式所示來用於校準陣列604。

系統600可另外包括記憶體610，該記憶體610以運作方式耦接至校準組件602並儲存與陣列校準有關之資訊、輸出信號表示形式及/或副本及/或比較資訊、相關失配量估計資料、校準資料等及任何其他與校準天線陣列604有關之適當資訊。一處理器612可按運作方式連接至校準組件602(及/或記憶體610)，以利於分析與信號建模、失配量估計、天線校準等有關之資訊。應瞭解，處理器612可係一專用於分析及/或產生由校準組件602所接收資訊之處理器、一控制系統600中之一或多個組件之處理器及/或一既分析及產生由校準組件602所接收資訊又控制系統600中之一或多個組件之處理器。

記憶體610可另外儲存與產生信號副本及模型/表示形式、失配量估計值等相關聯之協定，以使系統600可使用所儲存協定及/或演算法來達成本文所述之天線校準及/或失配量補償。應瞭解，本文所述之資料儲存(例如記憶體)組件既可係易失性記憶體亦可係非易失性記憶體，或者可同時包含易失性與非易失性兩種記憶體。藉由例示而非限定方式，非易失性記憶體可包括唯讀記憶體(ROM)、程式化ROM(PROM)、電可擦可程式化ROM(EPROM)、電可擦ROM(EEPROM)或快閃記憶體。易失性記憶體可包括用作外部快取記憶體之隨機存取記憶體(RAM)。藉由例示而非限定方式，RAM可具備許多種形式，例如同步RAM(SRAM)、動態RAM(DRAM)、同步DRAM(SDRAM)、

之，根據對資料及事件之考量來計算所關心狀態之概率分佈。推斷亦可係指用於從一組事件及/或資料構成更高階事件之技術。此等推斷之結果係從一組所觀察事件及/或所儲存事件資料構造出新的事件或作業，無論該等事件是否以在時間上緊鄰之形式相關，且無論該等事件及資料係來自一個還是數個事件及資料源。

根據一實例，AI組件714可至少部分地根據例如發射/接收排程、處理約束條件、資源可用性等等來推斷出一種適合之校準技術及/或使用此種技術之方式。根據該實例，可確定出一陣列中的一特定天線正在該天線之接收鏈可能不現用(例如可能係因存在一緊急輸入信號、通信流量較高等等)之週期過程中接收信號(例如以自一發射鏈接收一信號之副本，等等)。AI組件714與處理器712及/或記憶體710相結合，可確定出該特定天線之接收鏈正被佔用，且可推斷出可暫緩該校準技術、可忽略該天線並指定後續進行評估等等。在此種情形中，AI組件714可利於以最可能有效之方式來校準天線陣列，以降低傳輸成本並提高通信效率。根據另一實例，AI組件714可推斷出可以各種增益水準來重複一校準技術，例如當在天線陣列中利用自動增益控制時。應瞭解，上述實例僅係例示性的且並非旨在限定可由AI組件714作出的推斷之範疇或者限定AI組件714作出此等推斷之方式。

參見圖8-12，其例示與產生輔助系統資源分配相關之方法。舉例而言，各方法可係關於在TDMA環境、OFDM環

境、OFDMA環境、CDMA環境或任何其他適宜無線環境中實施天線陣列校準。儘管為簡化說明起見將該等方法顯示及描述為一系列作業，然而應瞭解及知曉，該等方法並不受限於作業次序，乃因根據一或多個實施例，某些作業可按不同於本文所示及所述之次序進行及/或與其他作業同時進行。舉例而言，熟習此項技術者將瞭解及知曉，一種方法亦可表示為一系列相互關聯之狀態或事件，例如狀態圖形式。此外，在根據一或多個實施例構建一種方法時可能並不需要所有所示作業。

圖8顯示一種用於確定一天線陣列中及/或其中之各單獨天線中之增益失配量以利於校準該天線陣列之方法800。在802中，可藉由將自一第一天線之發射鏈之輸出端所發射信號的一副本或該所發射信號與一和該第一天線相關聯之接收機鏈輸出信號相比較來評估增益失配量 α_n 及 β_n 。然後，可將該所發射信號與一第二天線之接收機鏈輸出信號相比較，以確定它們之間的增益失配量。可在804中執行多次迭代來收集整個陣列之量測值。舉例而言，可將自該第二天線發射鏈所發射信號的一副本提供至一第三天線之接收機鏈以確定它們之間的增益失配量，依此類推，直至已收集到所有天線之增益失配量為止。在806處，可根據上文參照前面圖式所述之協定來校準該天線陣列。

舉例而言，可將參照圖2所述之校準技術與方法800結合使用來達成天線校準，以便將各個發射信號之副本提供至陣列中各順序性相鄰天線之接收機鏈，藉以確定增益失配

量。另外及/或另一選擇為，可將圖3所示之校準技術與方法800結合使用來利於達成天線陣列校準，以便將一第一天線所發射信號之副本提供至陣列中所有其他天線之接收機鏈以確定 α_n 、並將所有其他天線所發射信號之副本提供至該第一天線之接收機鏈以確定 β_n 。

圖9係一種根據一或多個實施例用於表示失配誤差之方法900之圖解。在902處，可如參照方程式(2)所述對一接收機鏈輸入信號(例如由一天線所接收之信號)實施分析及建模。

$$x_n(t) = \text{Re}\{s(t) \cdot e^{j(\omega+\Omega)t}\} \quad (2)$$

在904處，可將該輸入信號下變頻至一基頻帶，並可如在方程式(3)中所示來表示該接收機鏈之輸出信號。

$$y_n(kT_s) = (1 + \varepsilon_n) e^{j\Omega kT_s} \cdot s(t) + v_n(kT_s) \quad (3)$$

在906中，可如參照方程式(4)及(6)所述分別估計該天線的因接收鏈及發射鏈所引起之乘性失配量增益 α_n 及 β_n 。

$$\tilde{h}_n = \alpha_n \cdot h_n + v_n \quad (4)$$

$$\hat{h}_n = \beta_n \cdot h_n \quad (6)$$

在908處，可如參照方程式(5)及(7)所述對信號實施預乘。

$$\hat{h}_n = \frac{\alpha_n^*}{|\alpha_n|^2} \cdot \tilde{h}_n \quad n=1, \dots, N \quad (5)$$

$$\hat{s}_n = \frac{\beta_n^*}{|\beta_n|^2} \cdot s_n \quad n=1, \dots, N \quad (7)$$

最後，在910中，可對照該等接收鏈及發射鏈失配量估計值來校準該天線陣列。可利用參照圖2及3所述的其中之一

種校準技術來執行天線陣列之校準，此將在下文中進一步詳述。

圖 10 顯示一種根據本文所述之各種態樣來校準一天線陣列之方法 1000。在 1002 中，可在一第一天線一天線 n 之接收機鏈不在接收信號時(例如在發射期間)，將一自天線 n 之發射鏈所發射信號之副本提供至天線 n 之接收機鏈。在 1004 中，可將天線 n 之接收鏈輸出信號與該所發射信號副本相比較，以確定一總增益失配量 A_n 。在 1006 中，可對陣列中所有其他天線 1 至 $n-1$ 重複 1002 及 1004 中之步驟，以收集總共 N 個量測值(例如陣列中該 N 個天線中之每一天線一個量測值)。

隨後或與步驟 1002-1006 同時地，在 1008 中，可將自天線 n 所發射信號之副本提供至天線 $n-1$ 之接收鏈。在 1010 中，可將天線 $n-1$ 之接收鏈輸出與天線 n 之所發射信號副本相比較，以確定總失配量 B_n 。在 1012 中，可對陣列中所有其他天線 1 至 $n-1$ 重複步驟 1008 及 1010，以收集總共 $N-1$ 個量測值。

在 1014 中，可根據該 N 個 A_n 量測值及該 $N-1$ 個 B_n 量測值來產生因接收鏈所引起之增益失配量估計值 α_n 及因發射鏈所引起之失配量估計值 β_n ，以使：

$$\alpha_n = \alpha \cdot \prod_{i=2}^n \frac{A_i}{B_i} \quad n = 2, \dots, N \quad (8)$$

及

$$\beta_n = \beta \cdot \prod_{i=2}^n \frac{B_i}{A_{i-1}} \quad (9)$$

圖 11 係一種利用一類似於上文參照圖 3 所述之技術來校準一天線陣列之方法 1100 之圖解。在 1102 中，在發射過程中或在陣列中各天線之接收鏈不在進行接收時，可將一自天線 n 之發射鏈所發射信號之副本提供至陣列中所有天線 1 至 n 之接收鏈。在 1104 中，可將自天線 n 所發射信號之副本與來自各個天線 1 至 n 之各自接收鏈之輸出信號相比較，以確定總失配量 A_n 。在 1106 中，可重複步驟 1102 及 1104 來獲得 N 個 A_n 量測值(例如可對陣列中之每一天線重複步驟 1102 及 1104)。

隨後或同時地，在接收機不在進行接收時，在 1108 中，可將自天線 1 至 n 所發射之所有信號之副本提供至天線 1 之接收鏈。在 1110 中，可將天線 1 之接收鏈輸出信號與所有所發射信號之副本相比較，以確定總失配量 B_n 。在 1112 中，可對每一天線重複步驟 1108 及 1110，以收集 N 個 B_n 量測值。

在 1114 處，在已知該 N 個 A_n 量測值及該 N 個 B_n 量測值情況下，可對接收鏈失配量 α_n 及發射鏈失配量 β_n 實施如下估計：

$$\alpha_n = \alpha \cdot \frac{A_n}{A_1} \quad n = 2, \dots, N \quad (10)$$

及

$$\beta_n = \beta \cdot \frac{B_n}{B_1} \quad n = 2, \dots, N \quad (11)$$

圖 12 顯示一種當採用自動增益控制時用於校準一天線陣列之方法 1200。在 1202 中，可以一當前增益水準使用圖

2、3、10及/或11所示之方法來確定 A_n 及 B_n 。在1204中，可重複步驟1202以收集一恰當數量之量測值(例如 N 個 A_n 量測值，及 N 個或 $N-1$ 個 B_n 量測值，此視所採用之技術而定)。在1206中，可如上文參照前面圖式所述並根據在1204中在當前增益水準下所獲得之量測值來校準該天線陣列。在1208中，可作出關於在該天線陣列中是否採用自動增益控制(AGC)之判定。若1208中之判定表明未採用AGC，則可終止方法1200。

然而，若1208中之判定表明在天線陣列中正使用AGC，則在1210中，可在多個增益水準下重複該校準程序。舉例而言，在1210中，可調整該陣列之增益水準且該方法可轉至1202來進行進一步的重複。另外，可重複方法1200，直至已以每一與AGC技術結合使用之增益水準進行量測及/或校準為止。當將來再次使用此等增益時，可使用所儲存的與各個增益相關之校準模型。

圖13顯示一實例性無線通信系統1300。為簡明起見，無線通信系統1300繪示一個基地台及一個終端機。然而，應瞭解，該系統亦可包含多於一個基地台及/或多於一個終端機，其中額外之基地台及/或終端機可基本類似於或者不同於下文所述之實例性基地台及終端機。此外，應瞭解，基地台及/或終端機可使用本文所述之系統(圖1-7)及/或方法(圖8-12)來利於達成其間之無線通信。

現在參見圖13，在下行鏈路上，在存取點1305處，一發射(TX)資料處理器1310接收、格式化、編碼、交錯、及調

流量資料。一處理器 1390 為每一在上行鏈路上實施發射之現用終端機執行通道估計。多個終端機可在其各自所指配到之導頻子頻帶組上在上行鏈路上同時發射導頻，其中該等導頻子頻帶組可交錯。

處理器 1390 與 1350 分別指導(例如控制、協調、管理等)存取點 1310 及終端機 1335 處之作業。各個處理器 1390 及 1350 可分別與用於儲存程式碼及資料之記憶體單元(未圖示)相關聯。處理器 1390 及 1350 亦可執行計算來分別導出上行鏈路及下行鏈路之頻率及脈衝響應估計值。

對於一多重存取系統(例如分頻多重存取(FDMA)系統、正交分頻多重存取(OFDMA)系統、分碼多重存取(CDMA)系統、分時多重存取(TDMA)系統等)，多個終端機可同時在上行鏈路上實施發射。對於此一系統，該等導頻子頻帶可由不同終端機共享。通道估計技術可用於其中每一終端機之導頻子頻帶皆跨越整個運作頻帶(可能除頻帶邊緣之外)之情形。此一導頻子頻帶結構將有利於獲得每一終端機之頻率分集。本文所述技術可由各種構件來構建。舉例而言，該等技術可構建於硬體、軟體、或其一組合中。對於硬體構建方案，通道估計所用之處理單元可構建於一或多個應用專用積體電路(ASIC)、數位信號處理器(DSP)、數位信號處理器件(DSPD)、可程式化邏輯器件(PLD)、現場可程式化閘陣列(FPGA)、處理器、控制器、微控制器、微處理器、其他設計用於執行本文所述功能之電子單元或其一組合中。對於軟體，可藉由能執行本文所述功能之模

組(例如程序、功能等)來實施構建。軟體碼可儲存於記憶體單元中並由處理器 1390 及 1350 執行。

上文所述包括一或多個實施例之實例。當然，不可能出於說明前述實施例之目的而說明各組件或方法的每一種可構想之組合，而是，熟習此項技術者可知，可具有各種實施例之許多其他組合及排列。相應地，所述實施例旨在囊括所有此等仍歸屬於隨附申請專利範圍之精神及範疇內之改變、修改及變化形式。此外，就本詳細說明或申請專利範圍中所用措詞「包含(includes)」而言，該措詞之包括方式擬與措詞「包括(comprising)」在一請求項中用作一轉折詞時所解釋之方式相同。

【圖式簡單說明】

圖 1 根據本文所述之各種態樣顯示一包括一接收機鏈及一發射機鏈之天線結構。

圖 2 係一包含 N 個天線之天線陣列之圖解，該天線陣列可利用一種根據各實施例之技術來加以校準。

圖 3 係一包含 N 個天線之天線陣列之圖解，該天線陣列可利用一種根據本文所述之一或多種態樣來加以校準。

圖 4 係根據各種態樣一利於校準一天線陣列以補償增益失配量之系統之圖解。

圖 5 係根據各種態樣一利於校準天線陣列及補償增益失配誤差之系統之圖解。

圖 6 係根據一或多種態樣一利於在一無線通信環境中校準一由 N 個天線構成之陣列之系統之圖解。

圖 7 係根據一或多種態樣一利於在一無線通信環境中校準天線陣列之系統之圖解。

圖 8 顯示一種用於確定一天線陣列中及/或其中之各單獨天線中之增益失配量以利於校準該天線陣列之方法。

圖 9 係根據一或多個實施例一種用於表示失配誤差之方法。

圖 10 根據本文所述之各種態樣顯示一種用於校準一天線陣列之方法。

圖 11 係一種用於校準一天線陣列之方法之圖解。

圖 12 顯示一種當使用自動增益控制時校準一天線陣列之方法。

圖 13 係一可與本文所述之各種系統及方法結合使用之無線網路環境之圖解。

【主要元件符號說明】

100	天線
102	接收機鏈
104	發射機鏈
106	下變頻組件
108	自動增益控制 (AGC) 組件
110	類比-數位 (A/D) 轉換組件
112	數位低通濾波器 (LPF)
114	接收機處理器
116	發射機處理器
118	脈衝整形器

120	D/A轉換組件
122	低通濾波器(LPF)
124	脈衝放大器(PA)組件
126	上變頻組件
200	天線陣列
202	第一天線
204	第二天線
206	第三天線
208	倒數第二個(第 $n-1$ 個)天線
210	最後一個(第 n 個)天線
300	天線陣列
302	第一天線
400	系統
402	校準組件
404	天線陣列
406	取樣組件
500	系統
502	校準組件
504	天線陣列
506	取樣組件
508	失配量估計器
600	系統
602	校準組件
604	天線陣列

1360	TX資料處理器
1365	符號調變器
1370	發射單元
1375	接收單元
1380	符號解調器
1385	RX資料處理器
1390	處理器

五、中文發明摘要：

本發明揭示有利於藉由如下方式來校準一無線網路中之天線陣列之系統及方法：產生自一天線之發射鏈所發射信號之副本或發射信號並將其提供至該陣列中一個或多個天線之接收鏈以供比較，從而獲得一增益失配量量測值。可對陣列中之每一天線執行此等比較以利於獲得多個量測值，據此可產生增益失配量估計值。另外，可根據該等失配量估計值來校準該陣列及/或其中之各個天線。

六、英文發明摘要：

十一、圖式：

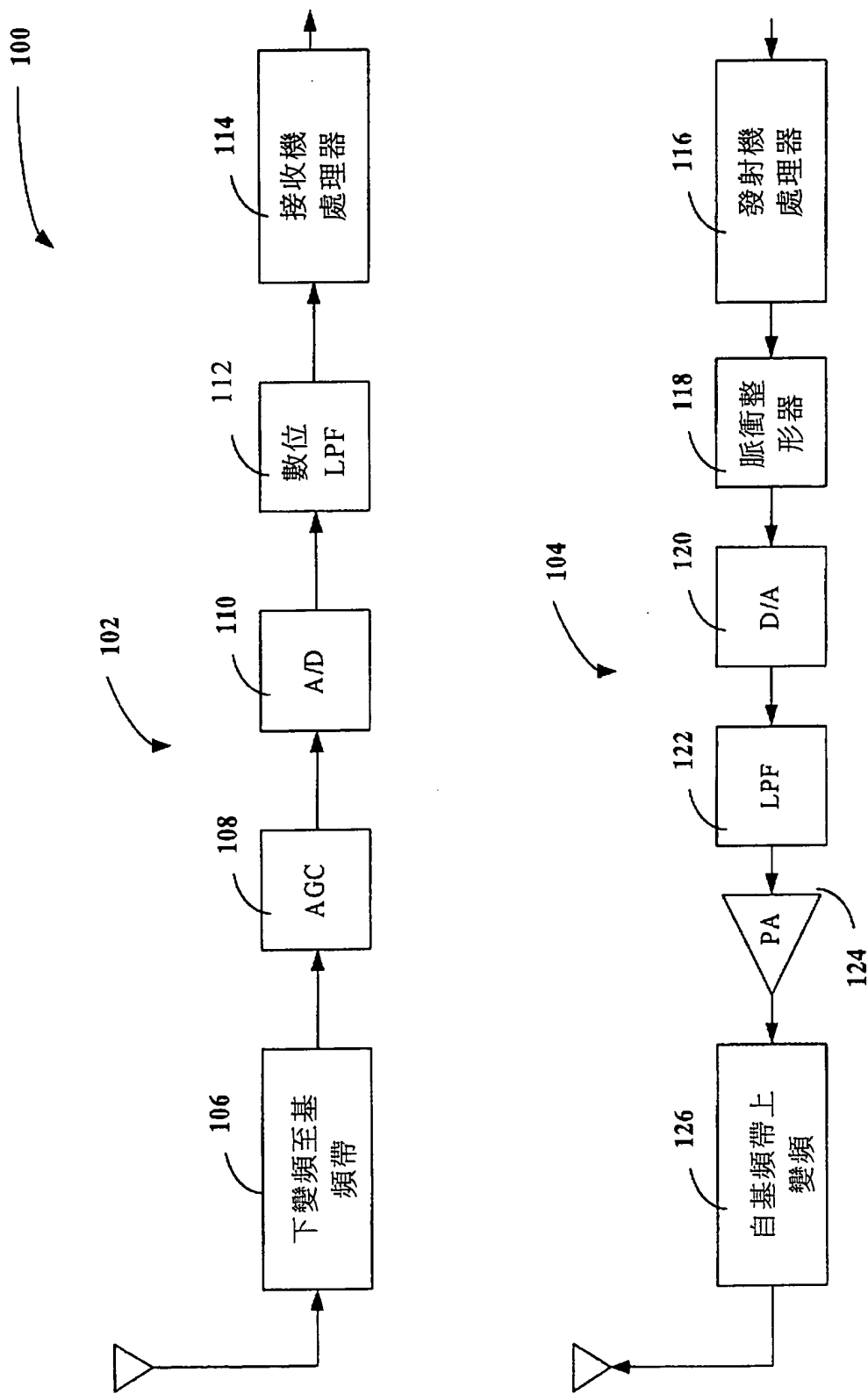


圖 1

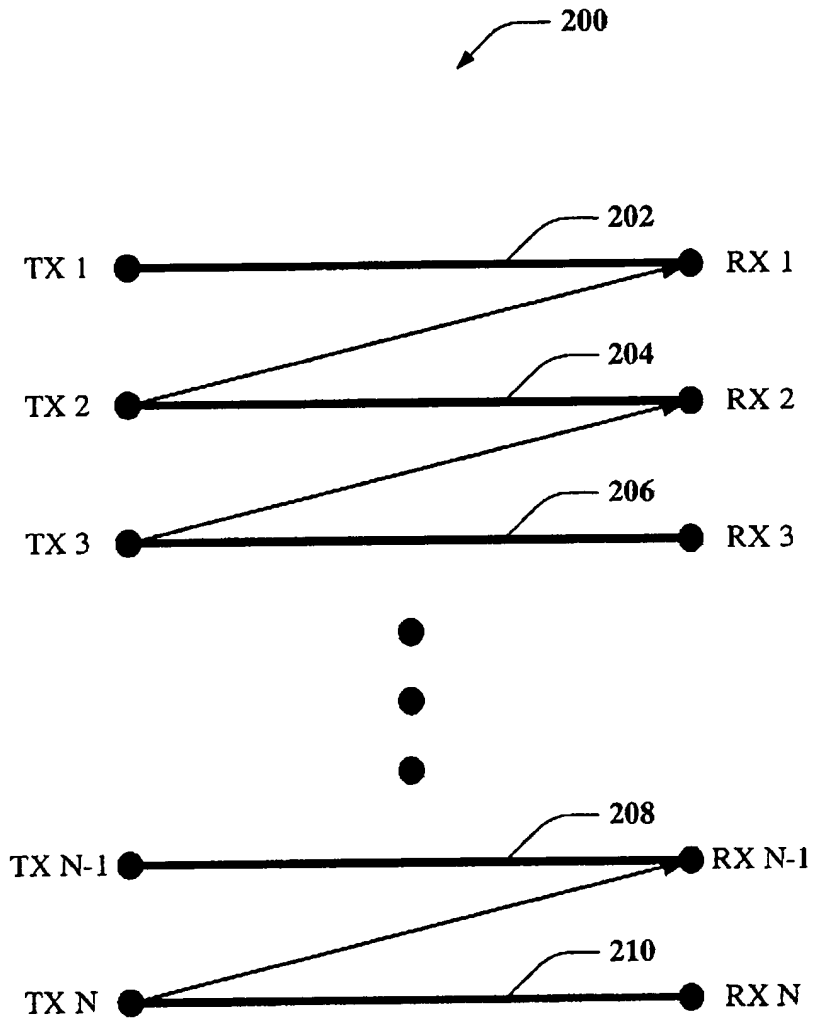


圖 2

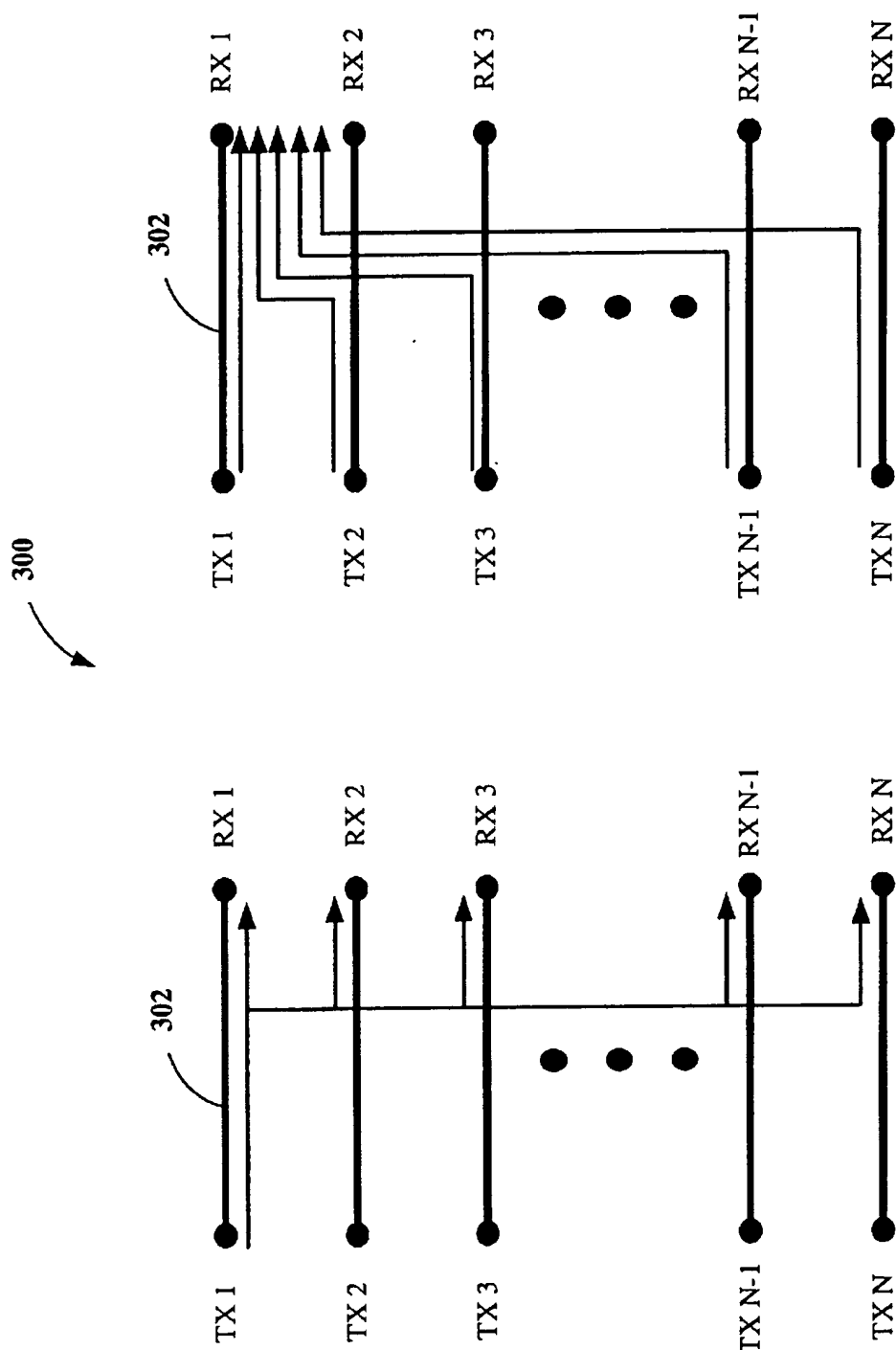


圖 3

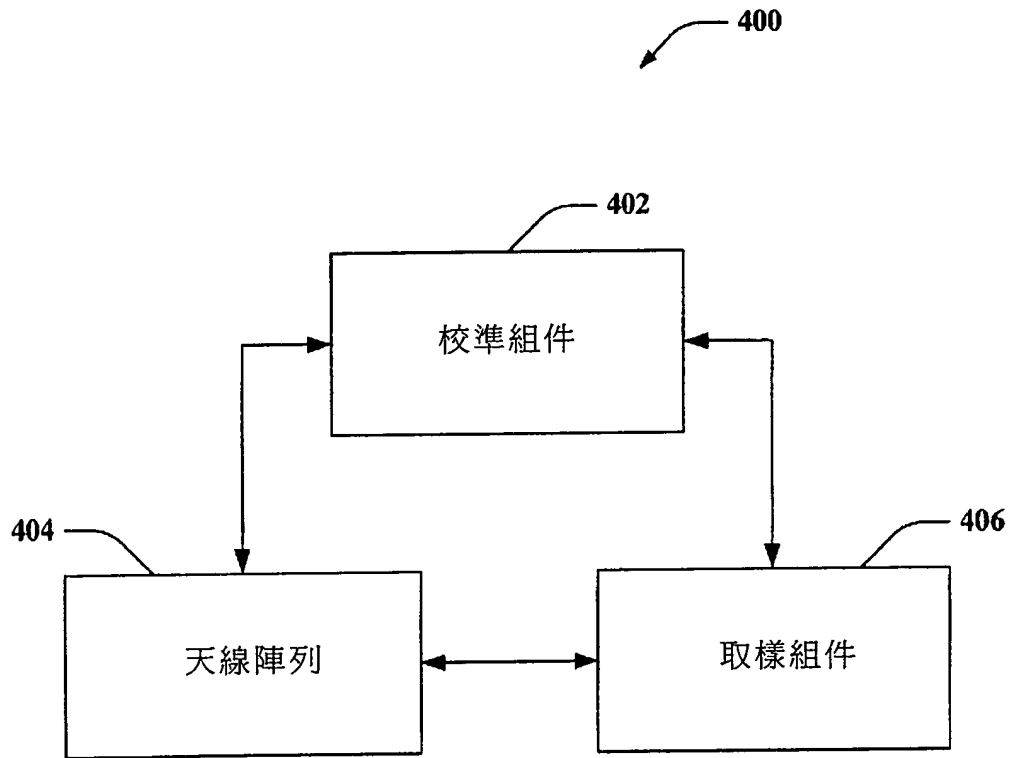


圖 4

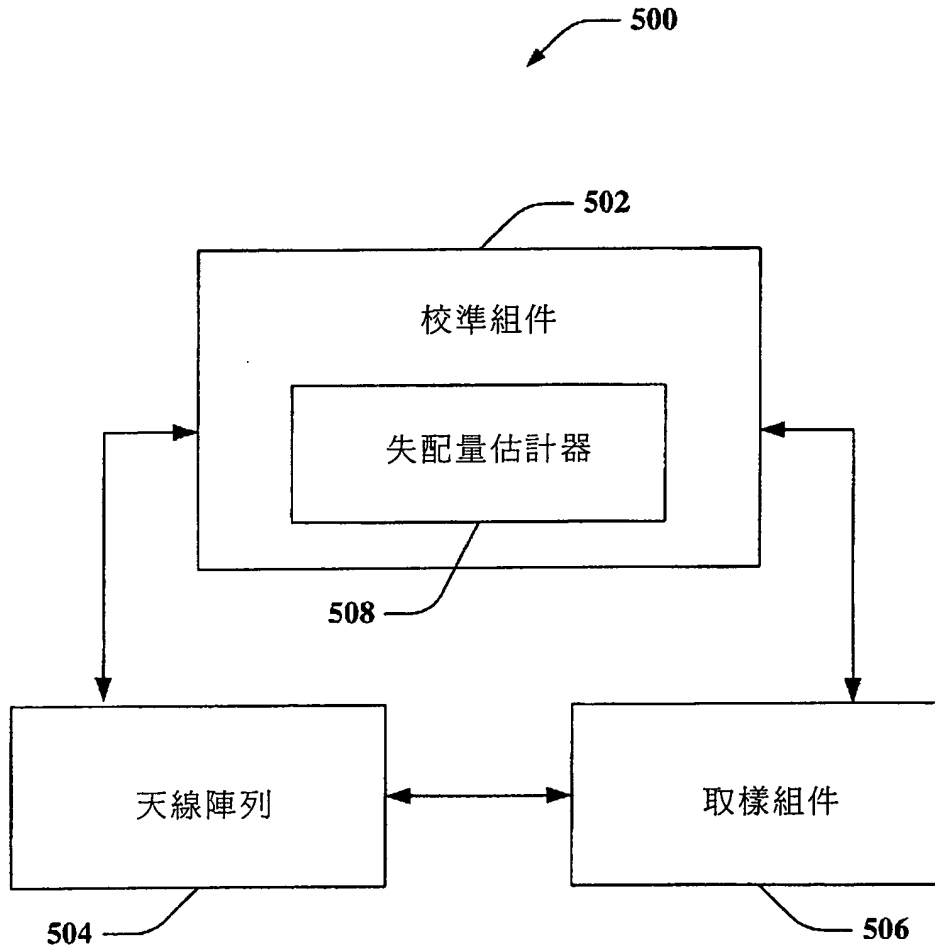


圖 5

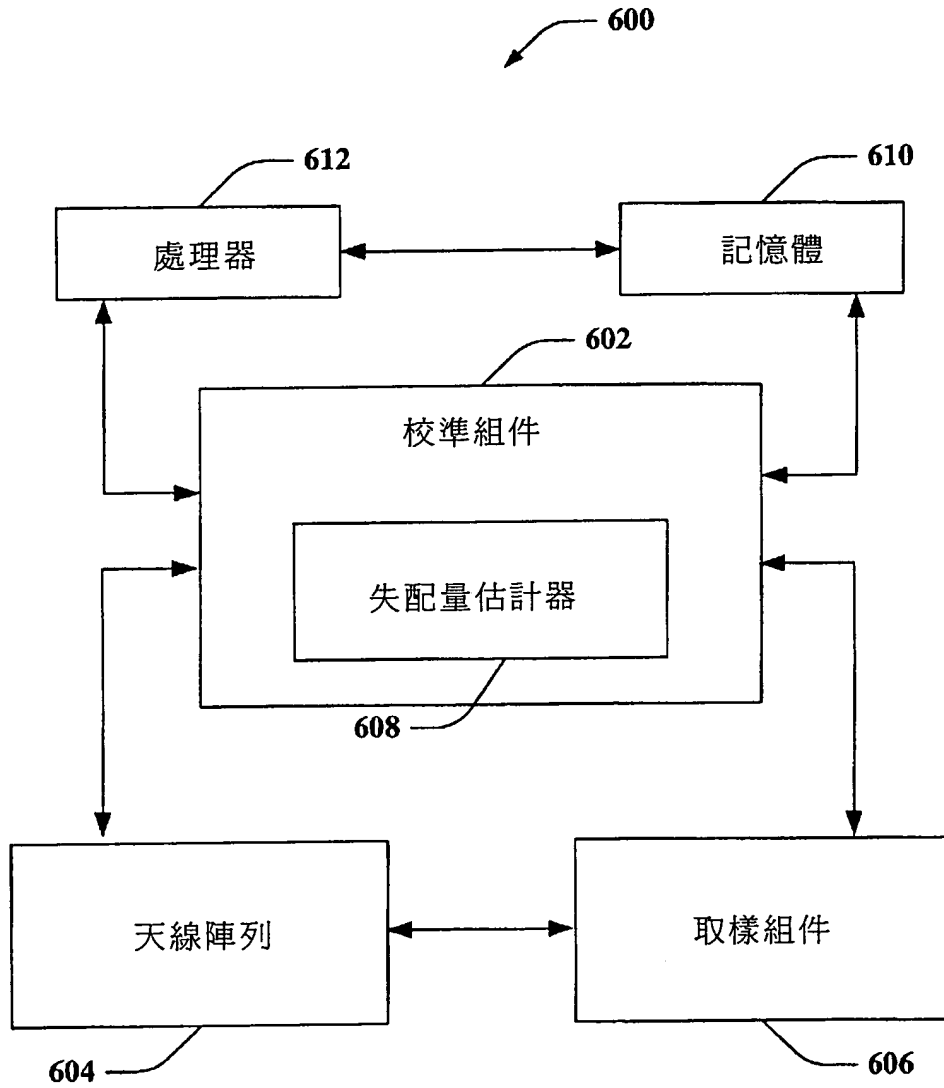


圖 6

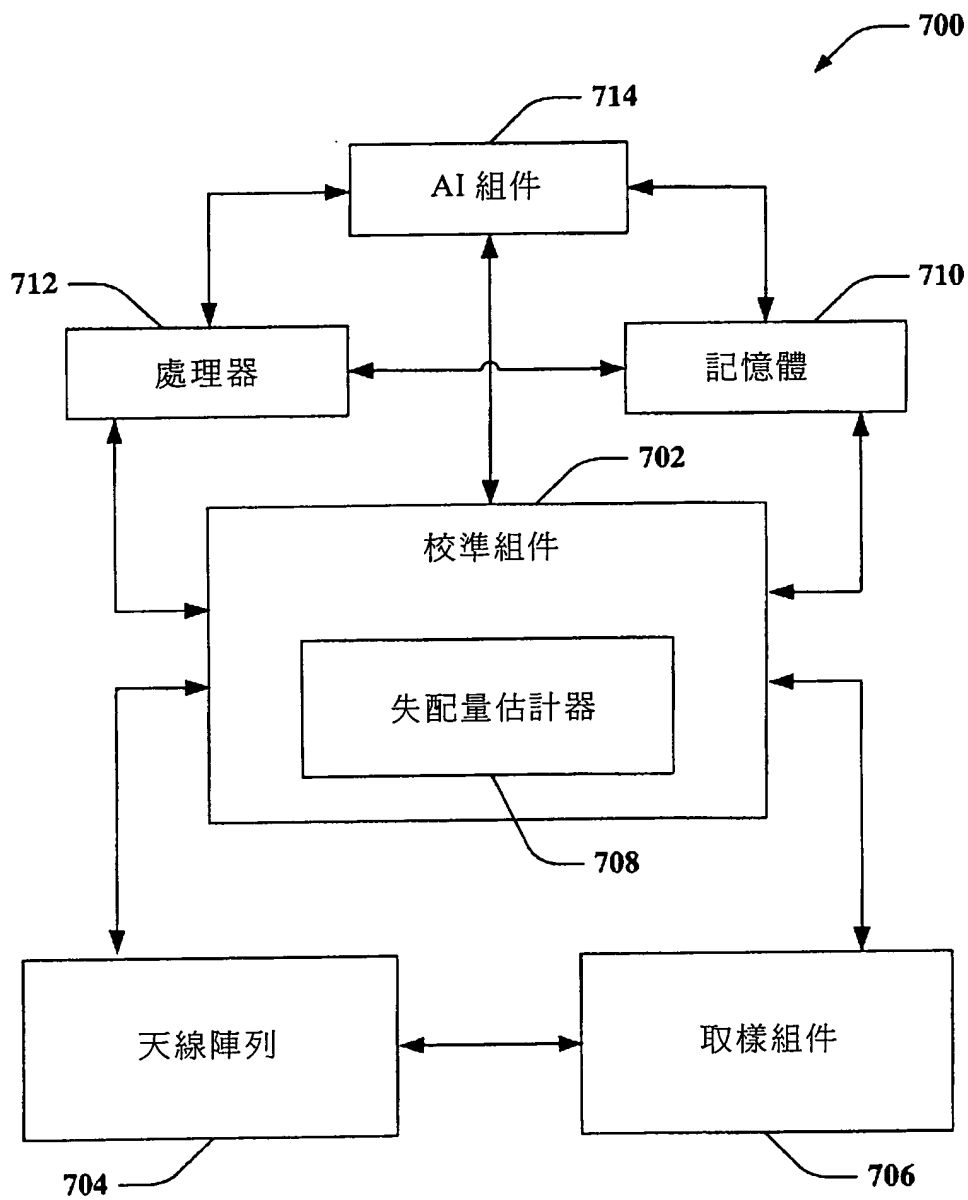


圖 7

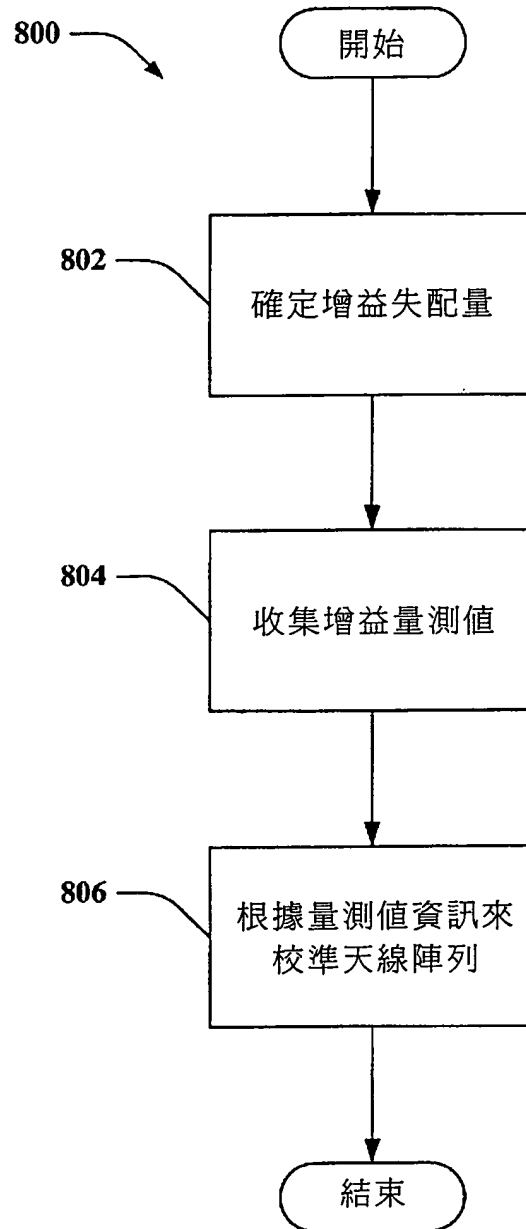


圖 8

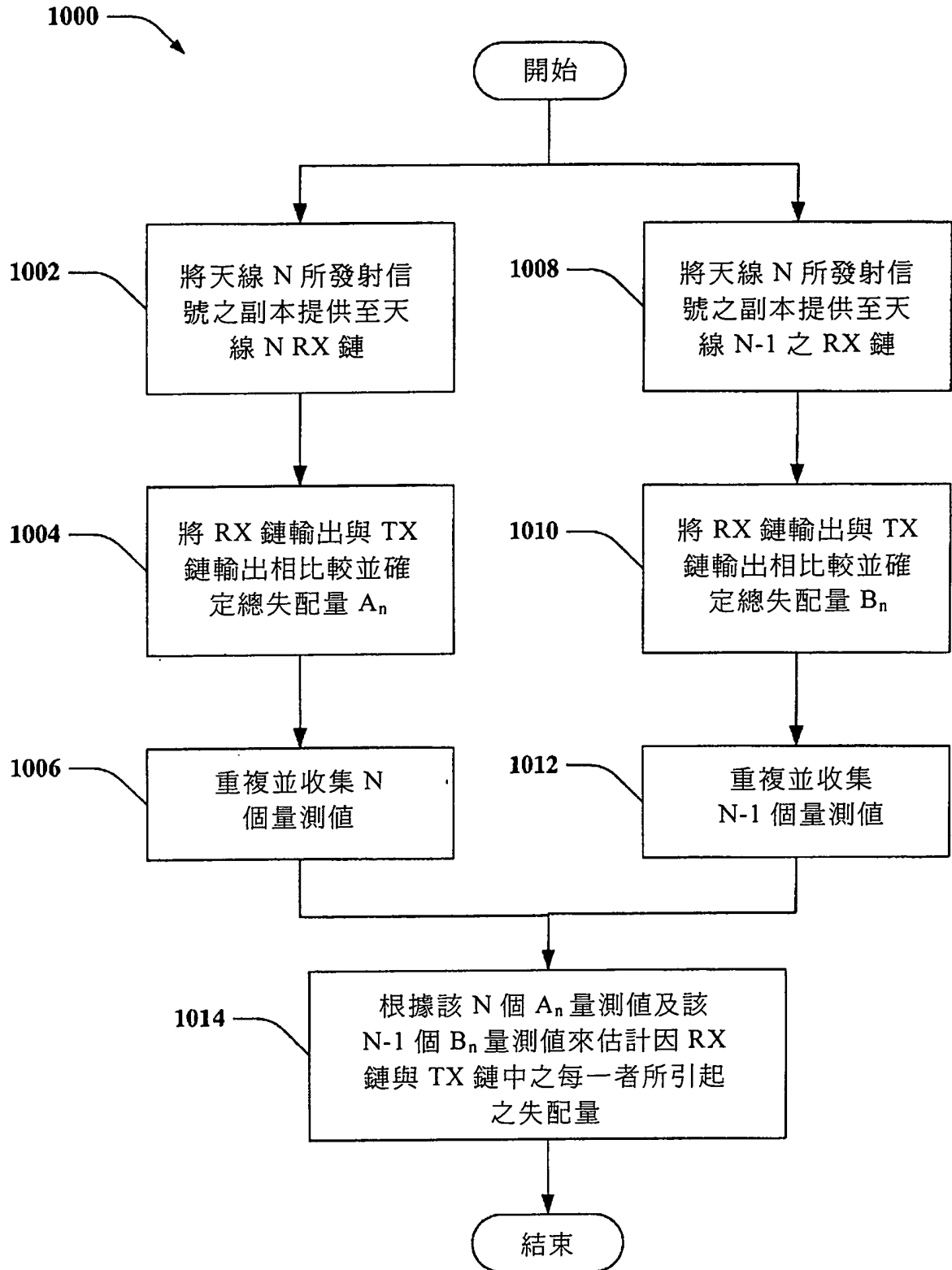


圖 10

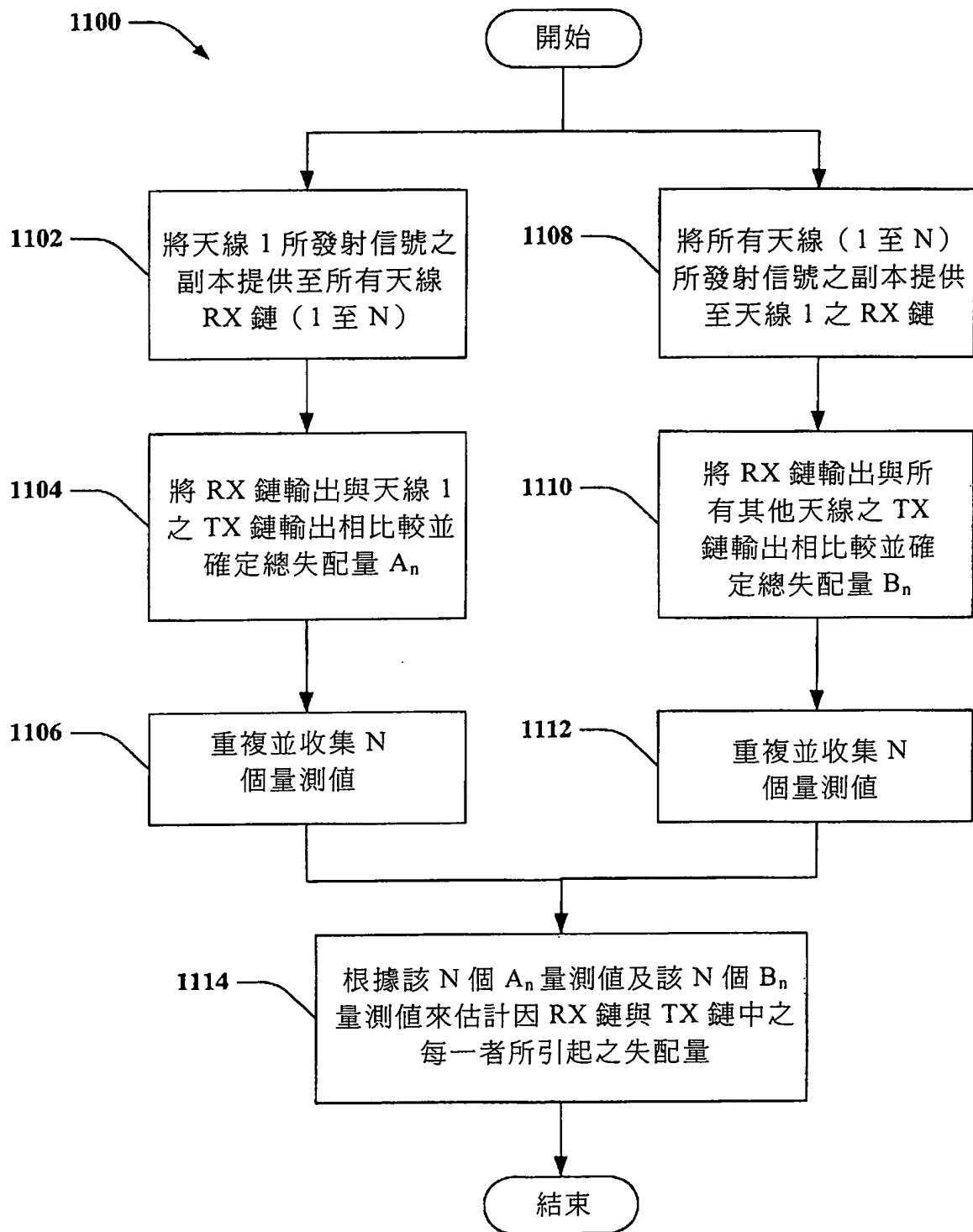


圖 11

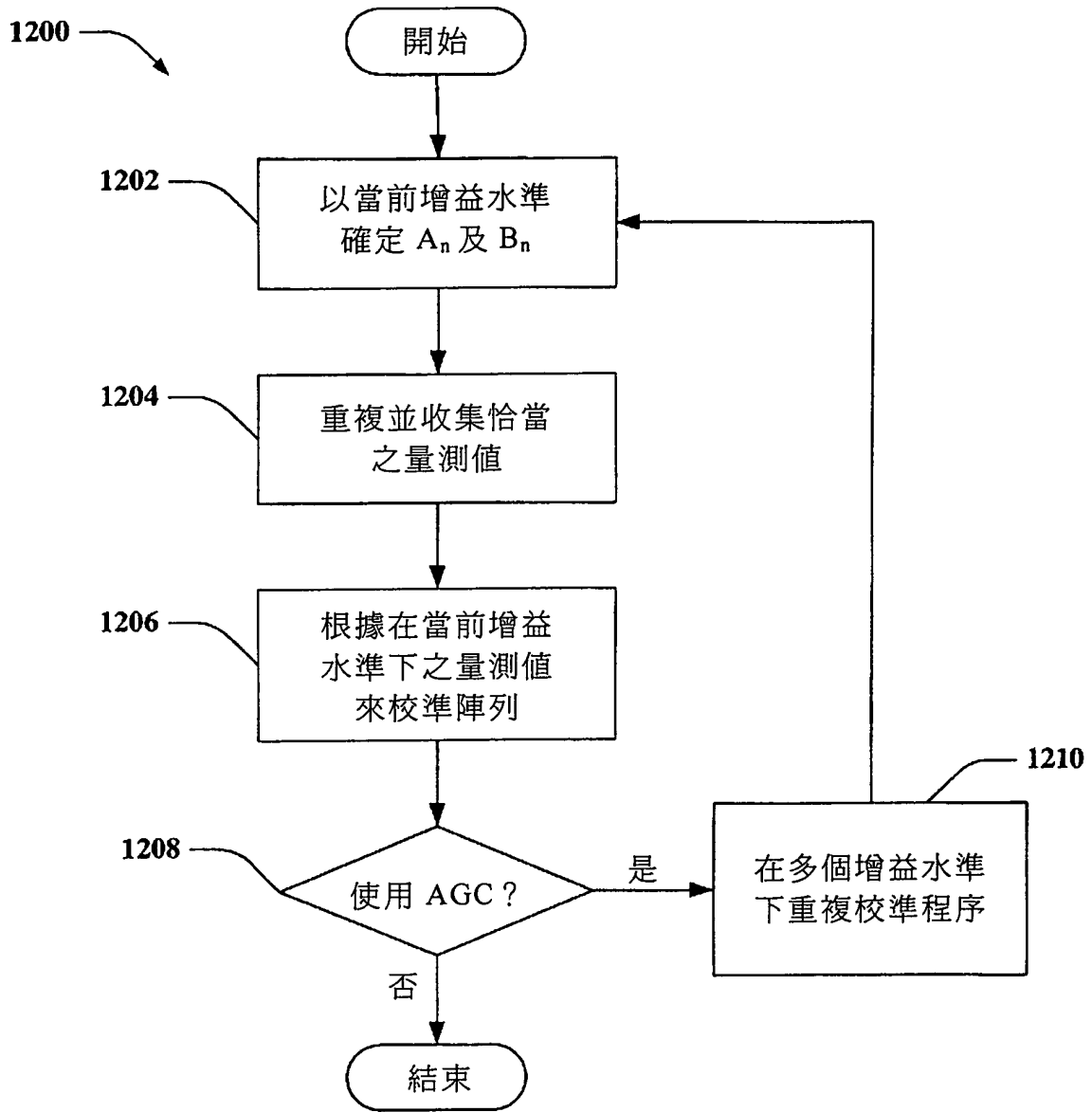


圖 12

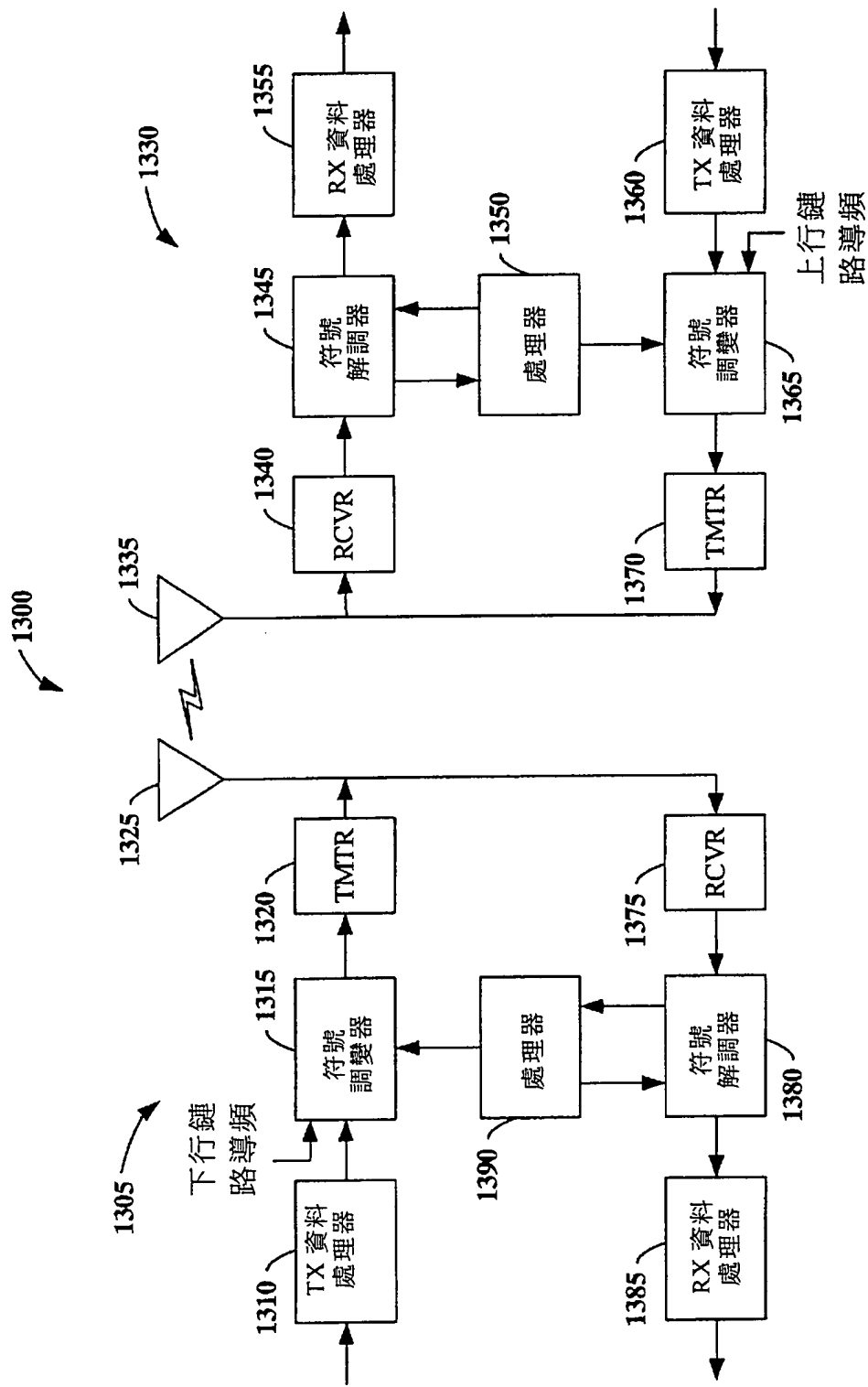


圖 13

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

200	天線陣列
202	第一天線
204	第二天線
206	第三天線
208	倒數第二個(第 $n-1$ 個)天線
210	最後一個(第 n 個)天線

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)

電腦可讀媒體上執行。該等組件可藉由本地及/或遠方過程來進行通信，例如根據一具有一或多個資料封包之信號來進行通信(例如，來自一個與一本地系統、分佈式系統中之另一組件交互作用及/或藉由信號跨越一網路(例如網際網路)與其他系統交互作用之組件之資料)。

此外，在本文中結合用戶台來說明各種實施例。用戶台亦可稱作一系統、用戶單元、行動台、行動裝置、遠端站臺、存取點、基地台、遠端終端機、存取終端機、使用者終端機、使用者代理、使用者設備等。用戶台可係一蜂巢式電話、無線電話、對話啟動協定(SIP)電話、無線局部迴路(WLL)台、個人數位助理(PDA)、具有無線連接功能之手持式器件、或其他連接至一無線資料機之處理器件。

此外，可使用標準之程式化及/或工程設計技術將本文所述之各種態樣或特徵構建為一種方法、裝置或製品。本文所用術語「製品」意欲囊括可自任一電腦可讀器件、載體或媒體存取之電腦程式。舉例而言，電腦可讀媒體可包括(但不限於)磁性儲存器件(例如硬磁碟、軟磁碟、磁條...)、光碟(例如光碟(CD)、多用途數位光碟(DVD)...)、智慧卡、快閃記憶體器件(例如卡、棒、口袋式保密磁碟...)及積體電路，例如唯讀記憶體、可程式化唯讀記憶體、及電可擦可程式化唯讀記憶體。

現在參見圖式，圖1根據本文所述之各種態樣顯示一包含一接收機鏈102及一發射機鏈104之天線結構100。接收機鏈102包括一下變頻組件106，以用於在接收到一信號時

雙倍資料速率 SDRAM(DDR SDRAM)、增強之 SDRAM(ESDRAM)、Synchlink DRAM(SLDRAM)及直接 Rambus RAM (DRRAM)。該等標的物系統及方法中之記憶體 610 旨在包括但不限於該等及任何其他適宜類型之記憶體。

圖 7 係一根據一或多種態樣利於在無線通信環境中校準天線陣列之系統 700 之圖解。系統 700 可包括一以運作方式耦接至一天線陣列 704 及一取樣組件 706 之校準組件 702，該天線陣列 704 與取樣組件 706 進一步以運作方式相互關聯。校準組件 702 可產生陣列 704 中每一天線之接收機鏈輸出信號之模型並調處接收機鏈輸出信號，以供與自陣列 704 中一或多個天線所發射之信號副本相比較。校準組件 702 包括一失配量估計器 708，該失配量估計器 708 將接收機鏈輸出信號與發射機鏈輸出信號副本相比較，以確定與其相關之增益失配量估計值，該等增益失配量估計值又可如上文參照前面圖式所述用於校準陣列 704。

系統 700 可另外如上文參照圖 6 所詳述包括一記憶體 710 及一處理器 712。此外，一 AI 組件 714 可在運作上與校準組件 702 相關聯並可作出關於陣列校準、失配量估計、信號建模等之推斷。本文中所用措詞「推斷 (infer 或 inference)」通常係指根據經由事件及/或資料所捕獲的一組觀察量來推知或推斷系統、環境及/或使用之狀態之過程。可使用推斷來識別一特定上下文或作業，或者可產生(舉例而言)狀態之概率分佈。推斷可係概率性的一換言

變(或者符號映射)流量資料並提供調變符號(「資料符號」)。一符號調變器1315接收並處理該等資料符號及導頻符號並提供一符號流。符號調變器1315將資料與導頻符號多工於正確之子頻帶上,為每一未使用之子頻帶提供一信號值零,並針對每一符號週期獲得一組 N 個對應於該等 N 個子頻帶之發射符號。每一發射符號皆可係一資料符號、一導頻符號或一信號值0。該等導頻符號可在每一符號週期中連續發送。應瞭解,可對導頻符號實施分時多工(TDM)、分頻多工(FDM)、正交分頻多工(OFDM)、分碼多工(CDM)等。符號調變器1315可使用一 N -點IFFT將每一組 N 個發射符號變換至時域,以獲得一含有 N 個時域碼片之「已變換」符號。符號調變器1315通常重複每一已變換符號之一部分,以獲得一對應之符號。所重複部分稱作循環字首,用於抵抗無線通道中之延遲擴展。

一發射單元(TMTR)1320接收該符號流並將其轉換成一或多個類比信號,並進一步調節(例如放大、濾波及上變頻)該等類比信號,以產生一適於在無線通道上發射之下行鏈路信號。然後,經由一天線1325將該下行鏈路信號發射至該等終端機。在終端機1330處,一天線1335接收該下行鏈路信號並提供所接收信號至一接收單元(RCVR)1340。接收單元1340調節(例如濾波、放大及下變頻)所接收信號,並將經調節之信號數位化以獲得樣本。一符號解調器1345移除附加至每一符號之循環前綴,使用一 N -點FFT將每一所接收之已變換符號變換至頻域,並針對每一

符號週期獲得對應於該N個子頻帶之N個接收符號，然後提供所接收導頻符號至一處理器1350以用於通道估計。符號解調器1345進一步自處理器1350接收下行鏈路之頻率響應估計值，對所接收資料符號實施資料解調以獲得資料符號估計值(其係所發射資料符號之估計值)，並將該等資料符號估計值提供至一RX資料處理器1355，由該RX資料處理器1355將該等資料符號估計值解調(即符號解映射)、解交錯及解碼以恢復所發射之流量資料。符號解調器1345及RX資料處理器1355所執行之處理分別與在存取點1300處由符號調變器1315及TX資料處理器1310所執行之處理互補。

在上行鏈路上，一TX資料處理器1360處理流量資料並提供資料符號。一符號調變器1365接收該等資料符號並將其與導頻符號多工於一起，並執行調變，然後提供一符號流。該等導頻符號可於已指配給終端機1330進行導頻傳輸之子頻帶上發射，其中上行鏈路導頻子頻帶之數量既可相同於亦可不同於下行鏈路導頻子頻帶之數量。然後，一發射單元1370接收並處理該符號流，以產生一上行鏈路信號，該上行鏈路信號經由一天線1335發射至存取點1305。

在存取點1305處，來自終端機1330之上行鏈路信號由天線1325接收到並經一接收單元1375處理以獲得樣本。然後，一符號解調器1380處理該等樣本並提供所接收的上行鏈路導頻符號及資料符號估計值。一RX資料處理器1385處理該等資料符號估計值，以恢復由終端機1335所發射之

606	取樣組件
608	失配量估計器
610	記憶體
612	處理器
700	系統
702	校準組件
704	天線陣列
706	取樣組件
708	失配量估計器
710	記憶體
712	處理器
714	AI組件
1300	無線通信系統
1305	存取點
1310	發射(TX)資料處理器
1315	符號調變器
1320	發射單元
1325	天線
1330	終端機
1335	天線
1340	接收單元(RCVR)
1345	符號解調器
1350	處理器
1355	RX資料處理器

十、申請專利範圍：

1. 一種校準一無線網路中一天線陣列之方法，其包括：

將一輸出發射信號之一副本自一第一天線的一發射鏈提供至該第一天線的一接收鏈，該副本包括該輸出發射信號之一部分；及

將該輸出發射信號之該副本與一輸出接收鏈信號相比較並確定一第一總增益失配量量測值 A_n 。

2. 如請求項1之方法，其進一步包括對該陣列中之 n 個天線重複比較，以收集 n 個 A_n 量測值，其中 n 係一整數。

3. 如請求項2之方法，其進一步包括：

將該輸出發射信號之該副本自該第一天線提供至一第二天線的一接收鏈；及

將該輸出發射信號之該副本與該第二天線的一輸出接收鏈信號相比較並確定一第二總增益失配量量測值 B_n 。

4. 如請求項3之方法，其進一步包括對該陣列中之 $n-1$ 個天線實施重複以收集 $n-1$ 個 B_n 量測值，其中 n 係一整數。

5. 如請求項4之方法，其進一步包括至少部分地根據該 n 個 A_n 量測值及該 $n-1$ 個 B_n 量測值來確定接收鏈失配量及發射鏈失配量。

6. 如請求項1之方法，其進一步包括在該無線網路中使用一時域雙工協定來發射及接收信號。

7. 如請求項6之方法，其進一步包括在一其中該接收鏈待用之週期期間將該所發射信號之該副本提供至該接收鏈以供比較。

8. 如請求項6之方法，其進一步包括在一其中該第一天線正在發射之週期期間將該所發射信號之該副本提供至該接收鏈以供比較。
9. 如請求項1之方法，其中提供一副本包括提供複數個信號之副本且比較該副本包括比較該等副本中之每一個，並將該第一總增益失配量量測值確定成該複數個副本之該等失配量量測值之一平均值。
10. 如請求項9之方法，其中該複數個信號對應於在不同時間週期中所發射之信號。
11. 一種在一無線網路中校準一天線陣列之方法，其包括：
將一輸出發射信號之一副本自一第一天線的一發射鏈提供至該陣列中所有天線之接收鏈，該副本包括該輸出發射信號之一部分；及
在該陣列中之每一線處將該輸出發射信號之該副本與一輸出接收鏈信號相比較並確定一第一總增益失配量量測值 A_n 。
12. 如請求項11之方法，其進一步包括對該陣列中之每一線重複該方法，以收集 n 個 A_n 量測值，其中 n 係一整數。
13. 如請求項12之方法，其進一步包括：
將一輸出發射信號之一副本自該陣列中之每一線提供至該第一天線之一接收鏈；及
將該等輸出發射信號與該第一天線的一輸出接收鏈信號相比較並確定一第二總增益失配量量測值 B_n 。
14. 如請求項13之方法，其進一步包括對該陣列中之每一線

線重複該方法以收集 n 個 B_n 量測值，其中 n 係一整數。

15. 如請求項14之方法，其進一步包括至少部分地根據該 n 個 A_n 量測值及該 n 個 B_n 量測值來確定接收鏈失配量及發射鏈失配量。
16. 如請求項11之方法，其進一步包括在該無線網路中使用一時域雙工協定來發射及接收信號。
17. 如請求項16之方法，其進一步包括在一其中該接收鏈待用之週期期間將該所發射信號提供至該接收鏈以供比較。
18. 如請求項16之方法，其進一步包括在一其中該第一天線正在發射之週期期間將該所發射信號提供至該接收鏈以供比較。
19. 如請求項11之方法，其中提供該所發射信號包括將複數個自該第一發射機所發射信號提供至該陣列中所有天線之接收鏈，且比較包括在該陣列中所有天線之該等接收鏈處比較該等發射信號中之每一個，並將該第一總增益失配量量測值確定成該複數個發射信號之該等失配量量測值之一平均值。
20. 如請求項19之方法，其中該複數個發射信號對應於在不同時間週期中所發射之信號。
21. 一種有利於在一無線網路中校準一天線陣列及減輕增益失配量之裝置，其包括：

用於複製自該陣列中每一線所發射的一發射鏈輸出信號之構件，該發射鏈輸出信號之副本包括該發射鏈輸

出信號之一部分；及

用於將每一天線之該發射鏈輸出信號副本與來自該陣列中每一天線的一接收鏈輸出信號相比較以獲得複數個增益失配量測值之構件。

22. 如請求項21之裝置，其進一步包括用於估計因該陣列中天線之該等發射鏈所引起之增益失配量及因該陣列中之該等接收鏈所引起之增益失配量之構件。

23. 如請求項22之裝置，其進一步包括用於補償增益失配量以校準該陣列之構件。

24. 如請求項23之裝置，該用於補償之構件產生一用於對所發射信號實施預乘以抵消所估計增益失配量之乘數。

25. 如請求項21之裝置，該無線網路採用一種分時雙工通道傳輸技術。

26. 一種上面儲存有電腦可執行指令之電腦可讀媒體，該等電腦可執行指令用於：

產生自一天線陣列中之天線所發射的一發射鏈輸出信號之副本，該副本包括該發射鏈輸出信號之一部分；及

將每一天線之該發射鏈輸出信號之該副本與來自該等天線的一接收鏈輸出信號相比較以獲得複數個增益失配量測值。

27. 如請求項26之電腦可讀媒體，其進一步包括用於至少部分地根據該複數個增益失配量測值來確定因該陣列中天線之接收鏈所引起之增益失配量之指令。

28. 如請求項27之電腦可讀媒體，其進一步包括用於藉由產

生一可用以調整一欲發射信號之預乘數來補償接收鏈增益失配量之指令。

29. 如請求項26之電腦可讀媒體，其進一步包括用於至少部分地根據該複數個增益失配量量測值來確定因該陣列中天線之發射鏈所引起之增益失配量之指令。
30. 如請求項29之電腦可讀媒體，其進一步包括用於藉由產生一可用以調整一欲發射信號之預乘數來補償發射鏈增益失配量之指令。
31. 如請求項26之電腦可讀媒體，其進一步包括用於在該接收鏈不在接收一輸入信號時將發射鏈輸出信號與一接收鏈輸出信號相比較之指令。

98年6月9日修正替換頁

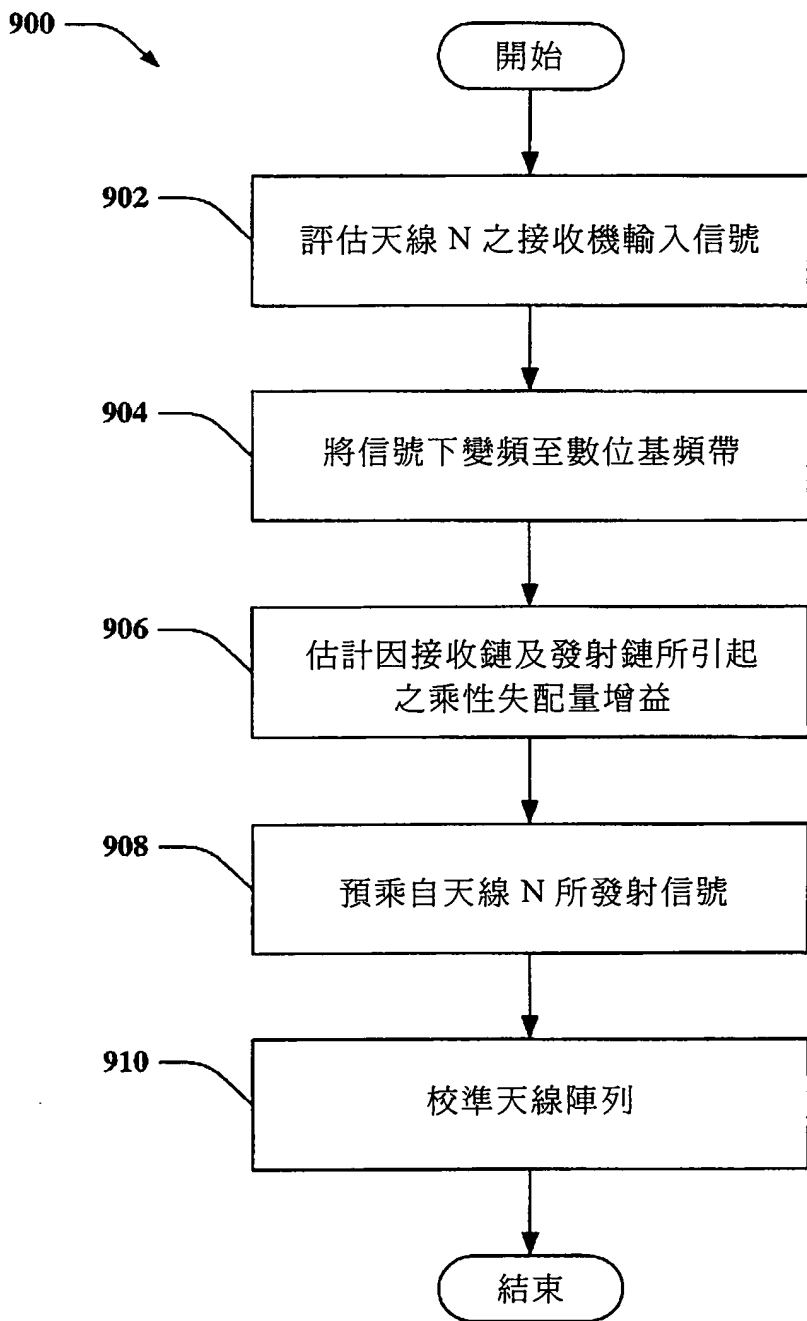


圖 9