



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 201735556 A

(43) 公開日：中華民國 106 (2017) 年 10 月 01 日

(21) 申請案號：105141493

(22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 12 月 15 日

(51) Int. Cl. : *H04B1/16 (2006.01)* *H04B1/10 (2006.01)*

(30) 優先權：2016/03/18 美國 62/310,187

2016/05/17 美國 15/156,972

(71) 申請人：三星電子股份有限公司 (南韓) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. (KR)
南韓

(72) 發明人：周全 ZHOU, QUAN (CN)；楊志宇 YANG, ZHIYU (CN)

(74) 代理人：葉璟宗；鄭婷文；詹富閔

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：15 共 46 頁

(54) 名稱

用於提供基於雙音調測試的快速二階輸入截取點校準的設備及方法

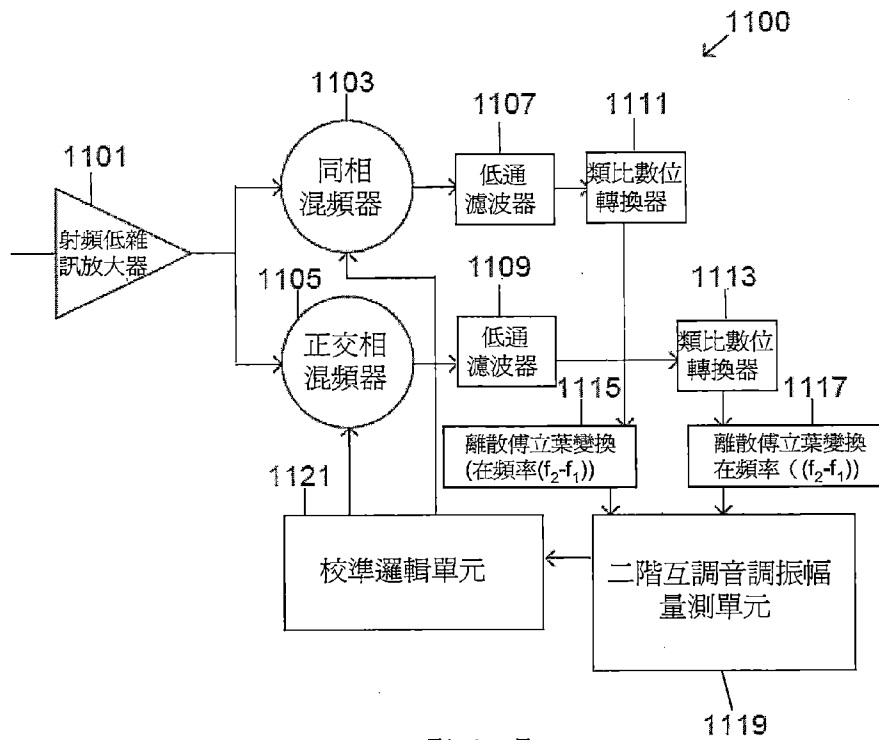
APPARATUS AND METHOD FOR PROVIDING FAST SECOND ORDER INPUT INTERCEPT POINT CALIBRATION BASED ON TWO TONE TESTING

(57) 摘要

本發明揭示一種設備及一種方法。設備包含：第一低通濾波器、第二低通濾波器、第一類比數位轉換器、第二類比數位轉換器、第一離散傅立葉變換單元、第二離散傅立葉變換單元、二階互調音調振幅量測單元，以及校準邏輯單元，校準邏輯單元經組態以同時判定同相混頻器數位類比轉換器程式碼及正交相混頻器數位類比轉換器程式碼。

An apparatus and a method. The apparatus includes a first low pass filter (LPF), a second LPF, a first analog-to-digital converter (ADC), a second ADC, a first discrete Fourier transform (DFT) unit, a second DFT unit, a second order intermodulation (IM2) tone amplitude measurement unit, and a calibration logic unit configured to simultaneously determine an in-phase mixer (I-mixer) digital-to-analog converter (DAC) code and a quadrature-phase mixer (Q-mixer) DAC code.

指定代表圖：



【圖11】

符號簡單說明：

1100 . . . 設備

1101 . . . 射頻(RF)
低雜訊放大器(LNA)1103 . . . 同相混頻
器(I-混頻器)1105 . . . 正交相混
頻器(Q-混頻器)1107 . . . 第一低通
濾波器(LPF)1109 . . . 第二低通
濾波器(LPF)1111 . . . 第一類
比數位轉換器(ADC)1113 . . . 第二類
比數位轉換器1115 . . . 第一離散
傅立葉變換(DFT)單元1117 . . . 第二離散
傅立葉變換(DFT)單元1119 . . . 二階互調
(IM2)音調振幅量測單
元1121 . . . 校準邏輯
單元



201735556

【發明摘要】

申請日: 105.12.15

IPC分類: H04B 1/6 (2006.01)

H04B 1/0 (2006.01)

【中文發明名稱】用於提供基於雙音調測試的快速二階輸入截取點校準的設備及方法

【英文發明名稱】 APPARATUS AND METHOD FOR PROVIDING FAST SECOND ORDER INPUT INTERCEPT POINT CALIBRATION BASED ON TWO TONE TESTING

● 【中文】本發明揭示一種設備及一種方法。設備包含：第一低通濾波器、第二低通濾波器、第一類比數位轉換器、第二類比數位轉換器、第一離散傅立葉變換單元、第二離散傅立葉變換單元、二階互調音調振幅量測單元，以及校準邏輯單元，校準邏輯單元經組態以同時判定同相混頻器數位類比轉換器程式碼及正交相混頻器數位類比轉換器程式碼。

● 【英文】 An apparatus and a method. The apparatus includes a first low pass filter (LPF), a second LPF, a first analog-to-digital converter (ADC), a second ADC, a first discrete Fourier transform (DFT) unit, a second DFT unit, a second order intermodulation (IM2) tone amplitude measurement unit, and a calibration logic unit configured to simultaneously determine an in-phase mixer (I-mixer) digital-to-analog converter (DAC) code and a quadrature-phase mixer (Q-mixer) DAC code.

【指定代表圖】 圖11。

【代表圖之符號簡單說明】

第1頁，共2頁（發明摘要）

- 1100：設備
- 1101：射頻（RF）低雜訊放大器（LNA）
- 1103：同相混頻器（I-混頻器）
- 1105：正交相混頻器（Q-混頻器）
- 1107：第一低通濾波器（LPF）
- 1109：第二低通濾波器（LPF）
- 1111：第一類比數位轉換器（ADC）
- 1113：第二類比數位轉換器
- 1115：第一離散傅立葉變換（DFT）單元
- 1117：第二離散傅立葉變換（DFT）單元
- 1119：二階互調（IM2）音調振幅量測單元
- 1121：校準邏輯單元

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】用於提供基於雙音調測試的快速二階輸入截取點校準的設備及方法

【英文發明名稱】 APPARATUS AND METHOD FOR PROVIDING FAST SECOND ORDER INPUT INTERCEPT POINT CALIBRATION BASED ON TWO TONE TESTING

【技術領域】

【0001】 本發明大體而言是關於用於提供二階截取點（second order intercept point; IIP2）校準的一種設備及一種方法，且更特定言之，是關於一種用於提供基於雙音調測試的快速二階截取點校準的設備及方法。

【先前技術】

【0002】 二階截取點校準為歸因於傳輸器與接收器之間的有限隔離而對於蜂巢式分頻雙工（frequency division duplex; FDD）系統的嚴格要求。歸因於在二階截取點校準期間同相路徑（in-phase path; I-路徑）與正交相路徑（quadrature-phase path; Q-路徑）之間的強相依性，頻繁地執行竭盡式搜尋以尋找同時地最小化同相路徑與正交相路徑二階互調音調振幅（second order intermodulation tone amplitude; IM2 tone amplitude）的最佳數位類比轉換器（digital-to-analog converter; DAC）程式碼。竭盡式搜尋可為耗時的。替代地，可執行反覆搜尋(iterative search)。然而，反覆搜尋方

法遭受歸因於同相正交相路徑相依性而在若干反覆(iteration)內的收斂問題。

【0003】 針對具有多個頻帶及頻道的設備（諸如長期演進（long term evolution; LTE）分頻雙工系統），供判定最小化二階互調音調振幅的最佳數位類比轉換器程式碼的搜尋速度可較慢。用以判定最小化二階互調音調振幅的最佳數位類比轉換器程式碼的二進位搜尋方法需要至少 2^N 個搜尋以判定最佳數位類比轉換器程式碼，其中 N 為一個校準程式碼中的位元數目。二階非線性的效應產生由經洩漏傳輸信號造成的帶內干擾項(in-band interference term)，其降低接收器敏感度。

【發明內容】

【0004】 根據一項實施例，一種設備包含：第一低通濾波器（low pass filter; LPF），包含經組態以接收二階互調音調的實數部分的輸入端，及輸出端；第二低通濾波器，包含經組態以接收二階互調音調的虛數部分的輸入端，及輸出端；第一類比數位轉換器（analog-to-digital converter; ADC），包含連接至第一低通濾波器的輸出端的第一輸入端，及輸出端；第二類比數位轉換器，包含連接至第二低通濾波器的輸出端的第一輸入端，及輸出端；第一離散傅立葉變換（discrete Fourier transform; DFT）單元，包含連接至第一類比數位轉換器的輸出端的輸入端，及輸出端；第二離散傅立葉變換單元，包含連接至第二類比數位轉換器的輸出端的輸入端，及輸出端；二階互調音調振幅量測單元，包含連接至第一離散傅立葉

變換單元的輸出端的第一輸入端、連接至第二離散傅立葉變換單元的輸出端的第二輸入端，及輸出端；以及校準邏輯單元，包含連接至二階互調音調振幅量測單元的輸出端的輸入端、第一輸出端，及第二輸出端，所述校準邏輯單元經組態以同時判定同相混頻器（in-phase mixer; I-混頻器）數位類比轉換器程式碼及正交相混頻器（quadrature-phase mixer; Q-混頻器）數位類比轉換器程式碼。

【0005】 根據一項實施例，一種方法包含：藉由第一低通濾波器（low pass filter; LPF）接收二階二階互調（second order intermodulation; IM2）音調的實數部分；藉由第二低通濾波器接收二階互調音調的虛數部分；藉由第一類比數位轉換器（analog-to-digital converter; ADC）轉換第一低通濾波器的輸出；藉由第二類比數位轉換器轉換第二低通濾波器的輸出；藉由第一離散傅立葉變換（discrete Fourier transform; DFT）單元變換第一類比數位轉換器的輸出；藉由第二離散傅立葉變換單元變換第二類比數位轉換器的輸出；藉由二階互調音調振幅量測單元量測第二離散傅立葉變換單元的輸出；及藉由校準邏輯單元自二階互調音調振幅量測單元的輸出同時判定同相混頻器（in-phase mixer; I-混頻器）數位類比轉換器（digital-to-analog converter; DAC）程式碼及正交相混頻器（quadrature-phase mixer; Q-混頻器）數位類比轉換器程式碼。

【圖式簡單說明】

【0006】 本發明的某些實施例的以上及其他態樣、特徵以及優點

將自結合附圖的以下詳細描述而更顯而易見。

圖 1 為根據本發明的實施例的基於經擷取資料的離散傅立葉變換 (Discrete Fourier Transform; DFT) 之實數部分的振幅的二階互調音調振幅、同相混頻器數位類比轉換器程式碼及正交相混頻器數位類比轉換器程式碼的三維 (three dimensional; 3D) 曲線圖。

圖 2 為根據本發明的實施例的基於經擷取資料的離散傅立葉變換之虛數部分的振幅的二階互調音調振幅、同相混頻器數位類比轉換器程式碼及正交相混頻器數位類比轉換器程式碼的三維曲線圖。

圖 3 為根據本發明的實施例的用於同時判定最佳同相混頻器數位類比轉換器程式碼及最佳正交相混頻器數位類比轉換器程式碼的曲線圖。

圖 4 為根據本發明的實施例的可使用四個經擷取資料點的哪些對(pair)以判定圖 3 中的點 P1 至 P4 的說明。

圖 5 為根據本發明的實施例的用於判定圖 3 中的點 P1 的 x 座標的曲線圖。

圖 6 為根據本發明的實施例的用於判定圖 3 中的點 P2 的 x 座標的曲線圖。

圖 7 為根據本發明的實施例的用於判定圖 3 中的點 P3 的 y 座標的曲線圖。

圖 8 為根據本發明的實施例的用於判定圖 3 中的點 P4 的 y 座標的曲線圖。

圖 9 為根據本發明的實施例的用於使用針對圖 3 中的點 P1 至 P4 所判定的座標而同時判定最佳同相混頻器數位類比轉換器程

式碼及最佳正交相混頻器數位類比轉換器程式碼的曲線圖。

圖 10 為根據本發明的實施例的同時判定最佳同相混頻器數位類比轉換器程式碼及最佳正交相混頻器數位類比轉換器程式碼的方法的流程圖。

圖 11 為根據本發明的實施例的用於提供基於雙音調測試的快速二階截取點校準的設備的方塊圖。

圖 12 為根據本發明的實施例的用於產生兩個音調的設備的方塊圖。

圖 13 為根據本發明的實施例的用於產生兩個音調的設備的方塊圖。

圖 14 為根據本發明的實施例的同相混頻器數位類比轉換器程式碼及失真(distorted)二階互調音調振幅的曲線圖。

圖 15 為根據本發明的實施例的同相混頻器數位類比轉換器程式碼及理想 V 形二階互調音調振幅的曲線圖。

【實施方式】

【0007】 在下文中，參考附圖詳細地描述本發明的實施例。應注意，相同元件將由相同參考數字指明，但其在不同圖式中示出。在以下描述中，提供諸如詳細組態及組件的特定細節僅用以輔助對本發明的實施例的總體理解。因此，熟習此項技術者應顯而易見，可在不脫離本發明的範疇及精神的情況下對本文中描述的實施例進行各種改變及修改。另外，為了清楚及簡明起見，省略對熟知功能及構造的描述。下文描述的術語為考慮本發明中的功能而定義

的術語，且可根據使用者、使用者的意圖或習慣而不同。因此，應基於整個說明書中的內容而判定術語的定義。

【0008】 本發明可具有各種修改及各種實施例，在其中下文參看附圖詳細地描述實施例。然而，應理解，本發明不限於實施例，但本發明包含在本發明的精神及範疇內的所有修改、等效物以及替代例。

【0009】 儘管包含諸如第一、第二等等的序數的術語可用於描述各種元件，但結構元件並不受所述術語限制。術語僅用以將一個元件與另一元件區分開來。舉例而言，在不脫離本發明的範疇的情況下，可將第一結構元件稱作第二結構元件。類似地，亦可將第二結構元件稱作第一結構元件。如本文中所使用，術語「及/或」包含一或多個相關聯項目中的任何及所有組合。

【0010】 如本文所使用的術語僅用以描述本發明的各種實施例，但不意欲限制本發明。除非上下文另有明確指示，否則單數形式意欲包含複數形式。在本發明中，應理解，術語「包含」或「具有」指示特徵、數字、步驟、操作、結構元件、部件或其組合的存在，且並不排除一或多個其他特徵、數字、步驟、操作、結構元件、部件或其組合的存在或增加可能性。

【0011】 除非不同地定義，否則本文中使用的所有術語與熟習本發明所屬的技術者理解的術語具有相同的含義。如一般使用的辭典中定義的術語的此類術語應解釋為具有與此項技術的相關領域中的內容相關含義相同的含義，且不應解釋為具有理想或過度形式化含義，除非在本發明中明確地定義。

【0012】 二階截取點校準可需要聯合最佳化(joint optimization)，

此是因為在二階截取點校準中在 I-路徑與 Q-路徑之間存在強相依性。通常，竭盡式搜尋(exhaustive search)或反覆搜尋(iterative search)用以判定最佳 I-路徑數位類比轉換器程式碼（或同相混頻器數位類比轉換器程式碼）及最佳 Q-路徑數位類比轉換器程式碼（或正交相混頻器數位類比轉換器程式碼）。然而，竭盡式搜尋方法或反覆搜尋方法需要眾多計算，此將消耗時間。

【0013】 圖 1 為根據本發明的實施例的基於經擷取資料的離散傅立葉變換的實數部分的振幅的二階互調音調振幅、同相混頻器數位類比轉換器程式碼及正交相混頻器數位類比轉換器程式碼的三維標繪圖，其中 z 軸表示二階互調音調振幅，x 軸表示同相混頻器數位類比轉換器程式碼，且 y 軸表示正交相混頻器數位類比轉換器程式碼。

【0014】 圖 2 為根據本發明的實施例的基於用以產生圖 1 的經擷取資料的離散傅立葉變換的虛數部分的振幅的二階互調音調振幅、同相混頻器數位類比轉換器程式碼及正交相混頻器數位類比轉換器程式碼的 3D 標繪圖。

【0015】 根據圖 1 及圖 2，在二階互調音調振幅與同相、正交相數位類比轉換器程式碼空間(IQ DAC code space)之間存在線性關係。本發明使用此線性關係以提供用於同時最佳化聯合同相正交相數位類比轉換器程式碼(joint IQ DAC code)以用於二階截取點校準的快速搜尋方法及設備，二階截取點校準需要少至擷取資料（或資料擷取）的四個反覆(iteration)。

【0016】 基於一或多個平面擬合技術(plane-fitting technique)，圖 1 及圖 2 中所說明的翼形表面(wing-shaped surface)接近三維平面。

因此，兩個平面（或翼形部）的交叉點處的點（或谷點）的集合對應於圖 1 及圖 2 中的翼形部的最小二階互調音調振幅，其中圖 1 及圖 2 中的每一者中的谷點形成直線。可藉由判定由谷點形成的兩個線段的交叉點而同時判定最佳同相混頻器數位類比轉換器程式碼及最佳正交相混頻器數位類比轉換器程式碼。

【0017】 圖 3 為根據本發明的實施例的用於同時判定最佳同相混頻器數位類比轉換器程式碼及最佳正交相混頻器數位類比轉換器程式碼的曲線圖。

【0018】 參看圖 3，自點 P1 至點 P2 的線說明圖 1 中的谷點集合，而自點 P3 至點 P4 的線說明圖 2 中的谷點集合。交叉點 P 的 x 座標及 y 座標分別提供最佳同相混頻器數位類比轉換器程式碼及最佳正交相混頻器數位類比轉換器程式碼。在交叉點 P 處，同時最小化同相混頻器及正交相混頻器二階互調振幅。因此，最佳校準數位類比轉換器程式碼為兩個線段之間的交叉點 P。

【0019】 在相關技術中，頻繁使用的方法是基於對 $IP2(I^2 + Q^2)$ 的二進位搜尋。本發明分別使用 $IP2(|I|)$ 、 $IP2(|Q|)$ 及同相正交相數位類比轉換器程式碼空間 (IQ DAC code space) 的線性屬性。產生第一線，第一線表示基於經擷取資料的離散傅立葉變換的實數部分的振幅的二階互調音調振幅、同相混頻器數位類比轉換器程式碼及正交相混頻器數位類比轉換器程式碼的三維標繪圖的谷點。產生第二線，第二線表示基於用以產生第一線的經擷取資料的離散傅立葉變換的虛數部分的振幅的二階互調音調振幅、同相混頻器數位類比轉換器程式碼及正交相混頻器數位類比轉換器程式碼的三維標繪圖的谷點。由於僅需要兩個點以產生線，故需要少至四個資料擷取以

判定第一線及第二線。第一線與第二線的交叉點的 x 座標及 y 座標分別被判定為最佳同相混頻器數位類比轉換器程式碼及最佳正交相混頻器數位類比轉換器程式碼。

【0020】 藉由本發明所判定的最佳同相混頻器數位類比轉換器程式碼及正交相混頻器數位類比轉換器程式碼提供比得上竭盡式搜尋方法的準確度，其中搜尋時間相比於竭盡式搜尋方法得以極大地減少。

【0021】 以下的表 1 描述如何判定四個點 P1、P2、P3 及 P4（例如，來自圖 3）以判定第一線及第二線的實例，其中第一線與第二線的交叉點提供同相混頻器數位類比轉換器程式碼及正交相混頻器數位類比轉換器程式碼的最佳位置。雖然以下的表 1 使用固定座標 0 及 63，但本發明不限於此，且可在不脫離本發明的範疇的情況下使用其他固定座標。

表 1

P1 的 x 座標	當正交相混頻器數位類比轉換器固定處於 63 時的 I-數位類比轉換器程式碼的最佳位置
P2 的 x 座標	當正交相混頻器數位類比轉換器固定處於 0 時的 I-數位類比轉換器程式碼的最佳位置
P3 的 y 座標	當同相混頻器數位類比轉換器固定處於 0 時的 Q-數位類比轉換器程式碼的最佳位置
P4 的 y 座標	當同相混頻器數位類比轉換器固定處於 63 時的 Q-數位類比轉換器程式碼的最佳位置

【0022】 基於線性關係，可使用僅兩個資料擷取來判定任何座標 $P_i, 1 \leq i \leq 4$ ，其中一個資料擷取可與多於一個其他資料擷取配對以判定多於一個座標。

【0023】 圖 4 為根據本發明的實施例的可使用四個經擷取資料點的哪些對(pair)以判定圖 3 中的點 P1 至 P4 的說明。

【0024】 參看圖 4，基於四個資料擷取判定四個座標（例如，P1 的 x 座標、P2 的 x 座標、P3 的 y 座標，及 P4 的 y 座標）。本二階截取點校準設備及方法在四個[I(同相)，Q(正交相)]數位類比轉換器程式碼設定下執行四個資料擷取，例如，在 401 處之資料擷取 1 [I_DAC= 0, Q_DAC=0]、在 403 處之資料擷取 2 [I_DAC= 0, Q_DAC=63]、在 405 處之資料擷取 3 [I_DAC= 63, Q_DAC=0]，及在 407 處之資料擷取 4 [I_DAC= 63, Q_DAC=63]。本設備及方法在二階互調音調位置處分別對資料擷取的實數部分及虛數部分進一步執行離散傅立葉變換計算。本設備及方法進一步判定四個座標如下。在 409 處，本設備基於資料擷取 2 的實數部分及資料擷取 4 的實數部分的離散傅立葉變換的振幅判定 P1 的 x 座標。在 411 處，本設備基於資料擷取 1 的實數部分及資料擷取 3 的實數部分的離散傅立葉變換的振幅判定 P2 的 x 座標。在 413 處，本設備基於資料擷取 1 的虛數部分及資料擷取 2 的虛數部分的離散傅立葉變換的振幅判定 P3 的 y 座標。在 415 處，本設備基於資料擷取 3 的虛數部分及資料擷取 4 的虛數部分的離散傅立葉變換的振幅判定 P4 的 y 座標。在判定出 P1、P2、P3 及 P4 之後，本設備及方法可進一步判定由 P1、P2、P3 及 P4 形成的兩條線（例如，由 P1 至 P2 形成的第一線及由 P3 至 P4 形成的第二線）的交叉點 P 的座標。

【0025】 圖 5 為根據本發明的實施例的用於判定圖 3 中的點 P1 的 x 座標的曲線圖。

【0026】 參看圖 5，本設備及方法判定線 AB 及線 DE 的長度。接著，本設備及方法基於兩個三角形 (Δ_s) (亦即， $\Delta ABC \sim \Delta DEC$) 之

間的相似性判定點 C 的位置，其中方程式 (1) 可用以判定自點 B 至點 C 的線的長度如下：

$$|BC| = \frac{|AB| \times |BE|}{|AB| + |DE|} \quad (1)$$

【0027】 因此，對於 $A=3.224 \times 10^7$ 、 $B=0$ 、 $D=16.77 \times 10^7$ 及 $E=63$ ， $|BC| = \frac{|AB| \times |BE|}{|AB| + |DE|} = \frac{3.224 \times 10^7 \times 63}{3.224 \times 10^7 + 16.77 \times 10^7} = 10.69$ 。由於 B 為 0，故結果表示 C 的 x 座標。

【0028】 判定線 AB 的長度需要基於 $I_DAC=0$ 及 $Q_DAC=63$ 進行的資料擷取。判定 DE 的長度需要基於 $I_DAC=63$ 及 $Q_DAC=63$ 進行的資料擷取。以類似方式，可分別判定 P2 的 x 座標、P3 的 y 座標以及 P4 的 y 座標，其為圖 6 至圖 8 中所展示的谷點。

【0029】 圖 6 為根據本發明的實施例的用於判定圖 3 中的點 P2 的 x 座標的曲線圖。對於 $A=15.51 \times 10^7$ 、 $B=0$ 、 $D=3.491 \times 10^7$ 及 $E=63$ ， $|BC| = \frac{|AB| \times |BE|}{|AB| + |DE|} = \frac{15.51 \times 10^7 \times 63}{15.51 \times 10^7 + 3.491 \times 10^7} = 51.42$ 。由於 B 為 0，故結果表示 C 的 x 座標。

【0030】 圖 7 為根據本發明的實施例的用於判定圖 3 中的點 P3 的 y 座標的曲線圖。對於 $A=5.143 \times 10^7$ 、 $B=0$ 、 $D=14.71 \times 10^7$ 及 $E=63$ ， $|BC| = \frac{|AB| \times |BE|}{|AB| + |DE|} = \frac{5.143 \times 10^7 \times 63}{5.143 \times 10^7 + 14.71 \times 10^7} = 16.32$ 。由於 B 為 0，故結果表示 C 的 x 座標。

【0031】 圖 8 為根據本發明的實施例的用於判定圖 3 中的點 P4 的 y 座標的曲線圖。對於 $A=17.78 \times 10^7$ 、 $B=0$ 、 $D=2.156 \times 10^7$ 及 $E=63$ ， $|BC| = \frac{|AB| \times |BE|}{|AB| + |DE|} = \frac{17.78 \times 10^7 \times 63}{17.78 \times 10^7 + 2.156 \times 10^7} = 56.18$ 。由於 B 為 0，故結果表示 C 的 x 座標。

【0032】 圖 9 為根據本發明的實施例的用於使用針對圖 3 中的點 P1 至 P4 所判定的座標而同時判定最佳同相混頻器數位類比轉換

器程式碼及最佳正交相混頻器數位類比轉換器程式碼的曲線圖。

【0033】 參看圖 9，本設備及方法使用 P1（例如，10.69, 63）、P2（例如，51.42, 0）、P3（例如，0, 16.32）及 P4（例如，63, 56.18）以判定自 P1 至 P2 的第一線及自 P3 至 P4 的第二線。第一線與第二線的交叉點（亦即，點 P）的座標分別為最佳同相混頻器數位類比轉換器程式碼及最佳正交相混頻器數位類比轉換器程式碼。對於圖 9 中的值，P 的座標可經捨入為（29, 35）。

【0034】 圖 10 為根據本發明的實施例的同時判定最佳同相混頻器數位類比轉換器程式碼及最佳正交相混頻器數位類比轉換器程式碼的方法的流程圖。

【0035】 參看圖 10，本發明的設備及方法在 1001 處在四個[I(同相), Q(正交相)]數位類比轉換器程式碼設定下擷取四個資料點（經擷取資料 1、經擷取資料 2、經擷取資料 3 及經擷取資料 4）。

【0036】 在 1003 處，本發明的設備及方法計算關於經擷取資料的實數部分及虛數部分的在二階互調音調位置處的離散傅立葉變換。

【0037】 在 1005 處，本發明的設備及方法基於經擷取資料 2 及 4 的離散傅立葉變換實數部分的振幅計算點 P1 的 x 座標。

【0038】 在 1007 處，本發明的設備及方法基於經擷取資料 1 及 3 的離散傅立葉變換實數部分的振幅計算點 P2 的 x 座標。

【0039】 在 1009 處，本發明的設備及方法基於經擷取資料 1 及 2 的離散傅立葉變換虛數部分的振幅計算點 P3 的 x 座標。

【0040】 在 1011 處，本發明的設備及方法基於經擷取資料 3 及 4 的離散傅立葉變換虛數部分的振幅計算點 P4 的 x 座標。

【0041】 在 1013 處，本發明的設備及方法形成自 P1 至 P2 的第一線、形成自 P3 至 P4 的第二線，且判定在第一線與第二線的交叉點處的點 P 的 x 座標作為最佳同相混頻器數位類比轉換器程式碼設定，且判定 P 的 y 座標作為最佳正交相混頻器數位類比轉換器程式碼設定。

【0042】 圖 11 為根據本發明的實施例的用於提供基於雙音調測試的快速二階截取點校準的設備 1100 的方塊圖。使用離散傅立葉變換進行的二階互調音調振幅量測可為了靈活性而以軟體實施，亦即，可靈活地選擇兩個音調間隔(tone spacing)。

【0043】 參看圖 11，設備 1100 包含射頻 (radio frequency; RF) 低雜訊放大器 (low noise amplifier; LNA) 1101、同相混頻器 1103、正交相混頻器 1105、第一低通濾波器 (first low pass filter; LPF) 1107、第二低通濾波器 1109、第一類比數位轉換器 (analog-to-digital converter; ADC) 1111、第二類比數位轉換器 1113、第一離散傅立葉變換單元 1115、第二離散傅立葉變換單元 1117、二階互調音調振幅量測單元 1119，以及校準邏輯單元 1121。

【0044】 射頻低雜訊放大器 1101 包含：用於分別在頻率 f_1 及 f_2 接收兩個音調以用於二階截取點校準的輸入端，其中在外部或在內部產生兩個音調；及輸出端。

【0045】 同相混頻器 1103 包含：連接至射頻低雜訊放大器 1101 的輸出端的第一輸入端、用於自校準邏輯單元 1121 接收同相混頻器數位類比轉換器程式碼設定的第二輸入端，以及輸出端。

【0046】 本設備及方法可在頻率 $(f_2-f_1)/2$ 產生基頻音調(baseband tone)。在 I-混頻之後，兩個音調在通頻帶(passband)中的頻率間隔

變為 (f_2-f_1) 。校準並不受到兩個音調是在內部抑或在外部而產生影響。

【0047】 正交相混頻器 1105 包含：連接至射頻低雜訊放大器 1101 的輸出端的第一輸入端、用於自校準邏輯單元 1121 接收正交相混頻器數位類比轉換器程式碼設定的第二輸入端，以及輸出端。

【0048】 第一低通濾波器 1107 包含連接至同相混頻器 1103 的輸出端的輸入端，及輸出端。

【0049】 第二低通濾波器 1109 包含連接至正交相混頻器 1105 的輸出端的輸入端，及輸出端。

【0050】 本設備及方法分別傳輸頻率在 $f_{tx} + f_1$ 及 $f_{tx} + f_2$ 的兩個音調，其中 f_{tx} 為傳輸頻帶的中心頻率，且音調間隔 $|f_2 - f_1| < f_c$ ，其中 f_c 為接收器低通濾波器 1107 及 1109 的截止頻率(cut-off frequency)。同相混頻器 1103 及正交相混頻器 1105 在 f_{rx} 操作，其中 f_{rx} 為接收器頻帶的中心頻率，且 $f_{offset} = f_{rx} - f_{tx}$ 為雙工間隔(duplex spacing)，其通常比 f_c 大得多。

【0051】 第一類比數位轉換器 1111 包含連接至第一低通濾波器 1107 的輸出端的輸入端，及輸出端。

【0052】 第二類比數位轉換器 1113 包含連接至第二低通濾波器 1109 的輸出端的輸入端，及輸出端。

【0053】 第一離散傅立葉變換單元 1115 包含連接至第一類比數位轉換器 1111 的輸出端的輸入端，及輸出端。

【0054】 第二離散傅立葉變換單元 1117 包含連接至第二類比數位轉換器 1113 的輸出端的輸入端，及輸出端。

【0055】 在同相混頻器 1103 及正交相混頻器 1105 之後，二階互

調音調屬於類比基頻 (analog baseband; ABB) 且由類比數位轉換器 1111 及 1113 擷取，而兩個測試音調 $f_{tx} + f_1$ 及 $f_{tx} + f_2$ 由類比基頻低通濾波器 1107 及 1109 濾出。當完成資料擷取時，本設備及方法對二階互調音調執行離散傅立葉變換。

【0056】 二階互調音調振幅量測單元 1119 包含連接至第一離散傅立葉變換單元 1115 的輸出端的第一輸入端、連接至第二離散傅立葉變換單元 1117 的輸出端的第二輸入端，以及輸出端。二階互調音調振幅量測單元 1119 量測經擷取資料的振幅。

【0057】 校準邏輯單元 1121 包含連接至二階互調音調振幅量測單元 1119 的輸出端的輸入端、連接至同相混頻器 1103 的第二輸入端的第一輸出端，以及連接至正交相混頻器 1105 的第二輸入端的第二輸出端。校準邏輯單元 1121 接收針對至少點 P1、P2、P3 及 P4 的經擷取資料的二階互調音調振幅量測、將 P1 的 y 座標及 P4 的 x 座標設定為第一值、將 P2 的 y 座標及 P3 的 x 座標設定為第二值、判定 P1 及 P2 的 x 座標、判定 P3 及 P4 的 y 座標、判定自 P1 至 P2 的第一線、判定自 P3 至 P4 的第二線、判定第一線與第二線的交叉處的點 P 的 x 座標及 y 座標、將同相混頻器 1103 的校準數位類比轉換器程式碼調整為 P 的 x 座標、將正交相混頻器 1105 的校準數位類比轉換器程式碼調整為 P 的 y 座標，且在必要時進行後續資料擷取。

【0058】 根據本發明的實施例，基於圖 1 及圖 2 中的二階互調音調振幅及同相正交相數位類比轉換器程式碼空間 (IQ DAC code space) 的 3D 曲線圖的線性，本設備及方法提供需要少至四個資料擷取 (例如，四個反覆，其中每個反覆一個資料擷取) 以判定最佳

同相、正交相數位類比轉換器程式碼的快速二階截取點校準。

【0059】 在同相混頻器數位類比轉換器程式碼與正交相混頻器數位類比轉換器程式碼之間存在強相依性，亦即，當最佳正交相混頻器數位類比轉換器程式碼變化時，最佳同相混頻器數位類比轉換器程式碼變化，且反之亦然。可將校準程式碼 (m, n) 處的二階互調音調的實數部分及虛數部分離散傅立葉變換的振幅分別表示為 $A_{adc,i}(m, n)$ 及 $A_{adc,q}(m, n)$ ，其中 m 及 n 分別為同相混頻器數位類比轉換器程式碼索引及正交相混頻器數位類比轉換器程式碼索引。本設備及方法判定最佳同相混頻器及正交相混頻器校準數位類比轉換器程式碼對 (m_{opt}, n_{opt}) ，使得 I-路徑及 Q-路徑的二階互調音調的總能量如在方程式 (2) 中經最小化如下：

$$(E_{m_{opt}}, E_{n_{opt}}) = \underset{m, n}{\operatorname{argmin}} (|A_{adc,i}(m, n)|^2 + |A_{adc,q}(m, n)|^2). \quad (2)$$

【0060】 因此，本發明的以兩個音調為基礎的二階截取點校準設備及方法提供快速及準確搜尋方法（具有最小四個資料擷取）。為了改良速度及準確度，觀測遍及同相正交相數位類比轉換器程式碼空間的二階互調的屬性。為了觀測二階互調音調位準與同相正交相混頻器數位類比轉換器程式碼之間的關係，可執行針對實務平台中的 LTE 頻帶 1 的所有可能數位類比轉換器程式碼組合的二階互調音調位準的全掃掠。

【0061】 根據本發明的實施例，本二階截取點校準設備及方法在外部或在內部產生用於二階截取點校準的兩個音調。

【0062】 圖 12 為根據本發明的實施例的用於產生兩個音調的設備 1200 的方塊圖。設備 1200 在圖 11 的設備 1100 外部使用外部企業會話起始協定（Enterprise Session Initiation Protocol; SIP）開

道器 (Enterprise Session Initiation Protocol Gateway; ESG) 來產生兩個音調。

【0063】 參看圖 12，設備 1200 包含第一外部企業會話起始協定閘道器 (first external ESG; ESG1) 1201、第二企業會話起始協定閘道器 (ESG; ESG2) 1203，及合成器 1205。

【0064】 第一企業會話起始協定閘道器 (first ESG; ESG1) 1201 包含輸出端。

【0065】 第二企業會話起始協定閘道器 (second ESG; ESG2) 1203 包含輸出端。

【0066】 合成器 1205 包含連接至第一企業會話起始協定閘道器 1201 的輸出端的第一輸入端、連接至第二企業會話起始協定閘道器 1203 的輸出端的第二輸入端，及輸出端。合成器 1205 合成分別由第一企業會話起始協定閘道器 1201 及第二企業會話起始協定閘道器 1203 產生的兩個音調，且將經合成的音調傳輸至圖 11 的射頻低雜訊放大器 1101 的輸入端。

【0067】 圖 13 為根據本發明的實施例的用於產生兩個音調的設備 1300 的方塊圖。設備 1300 在圖 11 的設備 1100 內部經由輔助傳輸器 (auxiliary transmitter) 或藉由重新使用現有傳輸器來產生兩個音調。若設備 1300 藉由使用內部傳輸器而在內部產生兩個音調，則設備 1300 可藉由關閉 (turn off) 圖 11 的同相混頻器 1103 或正交相混頻器 1105 同時將正弦信號注入至傳輸器數位類比轉換器而產生兩個音調。

【0068】 參看圖 13，設備 1300 包含數位類比轉換器 1301、電流電壓 (current to voltage; I2V) 轉換單元 1303、低通濾波器 1305，

以及電壓電流 (voltage to current; V2I) 轉換單元 1307。

【0069】 數位類比轉換器 1301 包含用於接收正弦信號的輸入端，及輸出端。

【0070】 電流電壓轉換單元 1303 包含連接至數位類比轉換器 1301 的輸出端的輸入端，及輸出端。

【0071】 低通濾波器 1305 包含連接至電流電壓轉換單元 1303 的輸出端的輸入端，及輸出端。

【0072】 電壓電流轉換單元 1307 包含連接至低通濾波器 1305 的輸出端的輸入端，及連接至圖 11 的射頻低雜訊放大器 1101 的輸入端的輸出端。

【0073】 圖 14 為根據本發明的實施例的同相混頻器數位類比轉換器程式碼及失真二階互調音調振幅的曲線圖。

【0074】 參看圖 14，二階互調音調振幅及數位類比轉換器程式碼的失真的「V」形狀指示：圖 11 的射頻低雜訊放大器 1101 的射頻增益可能被設定為過高使得至圖 11 的類比數位轉換器 1111 及 1113 的輸入受到限制或被剪切 (clip) 至某一位準，此使二階互調音調失真。根據本發明的實施例，可需要多於兩個資料擷取以判定點的座標。如圖 14 中所示出，代替在數位類比轉換器程式碼 0 及 63 處僅需要一個資料擷取 (如以上的實例中所描述)，本設備及方法可需要在數位類比轉換器程式碼 0、63、40 及 45 處的資料擷取以判定谷點。在此狀況下，本設備及方法可降低圖 11 中的射頻低雜訊放大器 1101 的射頻增益，使得由類比數位轉換器 1111 及 1113 接收的二階互調音調振幅未被剪切。因此，在資料擷取之前，本設備及方法可包含自動增益控制 (automatic gain control; AGC) 使得

至類比數位轉換器 1111 及 1113 的輸入未被剪切。

【0075】 圖 15 為根據本發明的實施例的同相混頻器數位類比轉換器程式碼及理想 V 形二階互調音調振幅的曲線圖。

【0076】 參看圖 15，若圖 11 中的射頻低雜訊放大器 1101 的射頻增益經設定為使得類比數位轉換器 1111 及 1113 的輸入不被剪切的值，則可獲得理想「V」形。比較圖 14 與圖 15，兩個曲線圖的谷點大約相同。然而，在圖 15 中，本設備及方法可使用兩個資料擷取（例如，針對數位類比轉換器程式碼 0 的一個資料擷取及針對數位類比轉換器程式碼 63 的另一資料擷取）來判定谷點的位置。因此，本設備及方法可將資料擷取的最小數目保持在兩個，以藉由根據包含傳輸音調功率、路徑損失及類比數位轉換器動態範圍的各種因素設定圖 11 的射頻低雜訊放大器 1101 的射頻增益而判定一個谷點的最佳座標。

【0077】 儘管已在本發明的詳細描述中描述本發明的某些實施例，但可在不脫離本發明的範疇的情況下以各種形式修改本發明。因此，不應僅基於所描述實施例而判定本發明的範疇，而是基於隨附申請專利範圍及其等效物而判定本發明的範疇。

【符號說明】

【0078】

P：交叉點

A、B、C、D、E、P1、P2、P3、P4：點

401、403、405、407、409、411、413、415、1001、1003、

1005、1007、1009、1011、1013：步驟

1100、1200、1300：設備

1101：射頻（RF）低雜訊放大器（LNA）

1103：同相混頻器（I-混頻器）

1105：正交相混頻器（Q-混頻器）

1107：第一低通濾波器（LPF）

1109：第二低通濾波器（LPF）

1111：第一類比數位轉換器（ADC）

1113：第二類比數位轉換器

1115：第一離散傅立葉變換（DFT）單元

1117：第二離散傅立葉變換（DFT）單元

1119：二階互調（IM2）音調振幅量測單元

1121：校準邏輯單元

1201：第一外部企業會話起始協定閘道器（ESG）

1203：第二外部企業會話起始協定閘道器（ESG）

1205：合成器

1301：數位類比轉換器（DAC）

1303：電流電壓（I2V）轉換單元

1305：低通濾波器（LPF）

1307：電壓電流（V2I）轉換單元

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種用於提供基於雙音調測試的快速二階輸入截取點校準的設備，包括：

第一低通濾波器 (low pass filter; LPF)，包含經組態以接收二階互調 (second order intermodulation; IM2) 音調的實數部分的輸入端，及輸出端；

第二低通濾波器，包含經組態以接收所述二階互調音調的虛數部分的輸入端，及輸出端；

第一類比數位轉換器 (analog-to-digital converter; ADC)，包含連接至所述第一低通濾波器的所述輸出端的第一輸入端，及輸出端；

第二類比數位轉換器，包含連接至所述第二低通濾波器的所述輸出端的第一輸入端，及輸出端；

第一離散傅立葉變換 (discrete Fourier transform; DFT) 單元，包含連接至所述第一類比數位轉換器的所述輸出端的輸入端，及輸出端；

第二離散傅立葉變換單元，包含連接至所述第二類比數位轉換器的所述輸出端的輸入端，及輸出端；

二階互調音調振幅量測單元，包含連接至所述第一離散傅立葉變換單元的所述輸出端的第一輸入端、連接至所述第二離散傅立葉變換單元的所述輸出端的第二輸入端，及輸出端；以及

校準邏輯單元，包含連接至所述二階互調音調振幅量測單元的所述輸出端的輸入端、第一輸出端，以及第二輸出端，所述校準

邏輯單元經組態以同時判定同相混頻器 (in-phase mixer; I-混頻器) 數位類比轉換器 (digital-to-analog converter; DAC) 程式碼及正交相混頻器 (quadrature-phase mixer; Q-混頻器) 數位類比轉換器程式碼。

【第2項】如申請專利範圍第 1 項所述的用於提供基於雙音調測試的快速二階輸入截取點校準的設備，更包括：

射頻 (radio frequency; RF) 低雜訊放大器 (low noise amplifier; LNA)，包含：用以接收在頻率 $f_{tx} + f_1$ 及 $f_{tx} + f_2$ 的兩個音調的輸入端；及輸出端，其中 f_{tx} 為傳輸頻帶的中心頻率，且音調間隔 (tone spacing) $|f_2 - f_1| < f_c$ ，其中 f_c 為所述第一低通濾波器與所述第二低通濾波器的截止頻率， f_1 為第一頻率， f_2 為第二頻率；

同相混頻器，包含連接至所述射頻低雜訊放大器的所述輸出端的第一輸入端，連接至用以接收所述同相混頻器數位類比轉換器 (digital-to-analog converter; DAC) 程式碼的所述校準邏輯單元的所述第一輸出端的第二輸入端；以及連接至所述第一低通濾波器的所述輸入端的輸出端；以及

正交相混頻器，包含連接至所述射頻低雜訊放大器的所述輸出端的第一輸入端；連接至用以接收所述正交相混頻器數位類比轉換器程式碼的所述校準邏輯單元的所述第二輸出端的第二輸入端；以及連接至所述第一低通濾波器的所述輸入端的輸出端，

其中所述同相混頻器及所述正交相混頻器在 f_{rx} 操作，其中 f_{rx} 為接收器頻帶的中心頻率，且 $f_{offset} = f_{rx} - f_{tx}$ 為雙工間隔，其大於 f_c 。

【第3項】如申請專利範圍第 1 項所述的用於提供基於雙音調測試的快速二階輸入截取點校準的設備，更包括：

第一企業會話起始協定閘道器 (enterprise session initiation protocol gateway; ESG), 包含輸出端;

第二企業會話起始協定閘道器, 包含輸出端; 以及
合成器, 包含連接至所述第一企業會話起始協定閘道器的所述輸出端的第一輸入端、連接至所述第二企業會話起始協定閘道器的所述輸出端的第二輸入端, 以及連接至所述射頻低雜訊放大器的所述輸入端的輸出端。

【第4項】如申請專利範圍第 1 項所述的用於提供基於雙音調測試的快速二階輸入截取點校準的設備, 更包括:

數位類比轉換器 (digital to analog converter; DAC), 包含用於接收正弦信號的輸入端, 及輸出端;

電流電壓轉換器 (current to voltage converter; I2V), 包含連接至所述數位類比轉換器的所述輸出端的輸入端, 及輸出端;

低通濾波器, 包含連接至所述電流電壓轉換器的所述輸出端的輸入端, 及輸出端;

電壓電流轉換器 (voltage to current converter; V2I), 包含連接至所述低通濾波器的所述輸出端的輸入端, 及輸出端,

其中所述同相混頻器或所述正交相混頻器被關閉 (turned off)。

【第5項】如申請專利範圍第 1 項所述的用於提供基於雙音調測試的快速二階輸入截取點校準的設備, 其中所述二階互調音調振幅量測單元經組態以量測所述第一離散傅立葉變換單元及所述第二離散傅立葉變換單元的所述輸出端的實數部分及虛數部分的振幅。

【第6項】如申請專利範圍第 1 項所述的用於提供基於雙音調測試的快速二階輸入截取點校準的設備，其中所述射頻低雜訊放大器包含自動增益控制（automatic gain control; AGC）。

【第7項】如申請專利範圍第 1 項所述的用於提供基於雙音調測試的快速二階輸入截取點校準的設備，其中所述校準邏輯單元經組態以：

基於第二經擷取資料及第四經擷取資料的離散傅立葉變換實數部分的振幅判定第一點的 x 座標；

基於第一經擷取資料及第三經擷取資料的所述離散傅立葉變換實數部分的振幅判定第二點的 x 座標；

基於所述第一經擷取資料及所述第二經擷取資料的離散傅立葉變換虛數部分的振幅判定第三點的 y 座標；

基於所述第三經擷取資料及所述第四經擷取資料的所述離散傅立葉變換虛數部分的振幅判定第四點的 y 座標；

形成自第一點至第二點的第一線；

形成自第三點至第四點的第二線；

判定所述第一線與所述第二線的交叉點處的點的 x 座標作為最佳同相混頻器數位類比轉換器程式碼設定；以及

判定所述第一線與所述第二線的交叉點處的點的 y 座標作為最佳正交相混頻器數位類比轉換器程式碼設定。

【第8項】如申請專利範圍第 7 項所述的用於提供基於雙音調測試的快速二階輸入截取點校準的設備，其中所述校準邏輯單元經進一步組態以基於曲線圖上的第一三角形與第二三角形之間的相似性而判定點的 x 座標或 y 座標；且計算

$$|BC| = \frac{|AB| \times |BE|}{|AB| + |DE|},$$

其中 A、B 及 C 為界定所述第一三角形的點，C、D 及 E 為界定所述第二三角形的點，AB 及 BC 為所述第一三角形中的線，DE 為所述第二三角形中的線，且 BE 為經過 C 的自所述第一三角形至所述第二三角形的線。

【第9項】如申請專利範圍第 1 項所述的用於提供基於雙音調測試的快速二階輸入截取點校準的設備，其中所述同相混頻器及所述正交相混頻器各自產生屬於類比基頻的輸出，所述輸出分別由所述第一類比數位轉換器及所述第二類比數位轉換器擷取。

【第10項】如申請專利範圍第 7 所述的用於提供基於雙音調測試的快速二階輸入截取點校準的設備，其中所述校準邏輯單元經進一步組態以在二階互調音調振幅的形狀失真的情況下擷取額外資料。

【第11項】一種用於提供基於雙音調測試的快速二階輸入截取點校準的方法，包括：

藉由第一低通濾波器（low pass filter; LPF）接收二階互調（second order intermodulation; IM2）音調的實數部分；

藉由第二低通濾波器接收所述二階互調音調的虛數部分；

藉由第一類比數位轉換器（analog-to-digital converter; ADC）轉換所述第一低通濾波器的輸出；

藉由第二類比數位轉換器轉換所述第二低通濾波器的輸出；

藉由第一離散傅立葉變換（discrete Fourier transform; DFT）單元變換所述第一類比數位轉換器的輸出；

藉由第二離散傅立葉變換單元變換所述第二類比數位轉換器的輸出；

藉由二階互調音調振幅量測單元量測所述第二離散傅立葉變換單元的輸出；以及

藉由校準邏輯單元自所述二階互調音調振幅量測單元的輸出同時判定同相混頻器 (in-phase mixer; I-混頻器) 數位類比轉換器 (digital-to-analog converter; DAC) 程式碼及正交相混頻器 (quadrature-phase mixer; Q-混頻器) 數位類比轉換器程式碼。

【第12項】如申請專利範圍第 11 項所述的用於提供基於雙音調測試的快速二階輸入截取點校準的方法，更包括：

藉由射頻 (radio frequency; RF) 低雜訊放大器 (low noise amplifier; LNA) 接收在頻率 $f_{tx} + f_1$ 及 $f_{tx} + f_2$ 的兩個音調且音調間隔 $|f_2 - f_1| < f_c$ ，其中 f_{tx} 為傳輸頻帶的中心頻率，且其中 f_c 為所述第一低通濾波器與所述第二低通濾波器的截止頻率， f_1 為第一頻率， f_2 為第二頻率；

藉由同相混頻器進行接收，所述同相混頻器包含連接至所述射頻低雜訊放大器的輸出端的第一輸入端、連接至用以接收所述同相混頻器數位類比轉換器 (digital-to-analog converter; DAC) 程式碼的所述校準邏輯單元的第一輸出端的第二輸入端，以及連接至所述第一低通濾波器的輸入端的輸出端；以及

藉由正交相混頻器接收所述正交相混頻器數位類比轉換器程式碼，所述正交相混頻器包含連接至所述射頻低雜訊放大器的所述輸出端的第一輸入端；連接至所述校準邏輯單元的第二輸出端的第二輸入端；以及連接至所述第一低通濾波器的所述輸入端的

輸出端；

其中所述同相混頻器及所述正交相混頻器在 f_{rx} 操作，其中 f_{rx} 為接收器頻帶的中心頻率，且 $f_{offset} = f_{rx} - f_{tx}$ 為雙工間隔，其大於 f_c 。

【第13項】如申請專利範圍第 11 項所述的用於提供基於雙音調測試的快速二階輸入截取點校準的方法，更包括：

藉由第一企業會話起始協定閘道器（enterprise session initiation protocol gateway; ESG）在外部產生第一音調；

藉由第二企業會話起始協定閘道器在外部產生第二音調；

藉由合成器合成所述第一企業會話起始協定閘道器的輸出及所述第二企業會話起始協定閘道器的輸出；以及將所述合成的結果傳輸至所述射頻低雜訊放大器。

【第14項】如申請專利範圍第 11 項所述的用於提供基於雙音調測試的快速二階輸入截取點校準的方法，更包括：

藉由數位類比轉換器（digital to analog converter; DAC）接收正弦信號；

藉由電流電壓轉換器（current to voltage converter; I2V）轉換所述數位類比轉換器的輸出；

藉由第三低通濾波器對所述電流電壓轉換器的輸出進行濾波；

藉由電壓電流轉換器（voltage to current converter; V2I）轉換所述第三低通濾波器的輸出，

其中關閉所述同相混頻器或所述正交相混頻器。

【第15項】如申請專利範圍第 11 項所述的用於提供基於雙音調測試的快速二階輸入截取點校準的方法，其中所述二階互調音調

振幅量測單元經組態以量測所述第一離散傅立葉變換單元及所述第二離散傅立葉變換單元的所述輸出的實數部分及虛數部分的振幅。

【第16項】如申請專利範圍第 11 項所述的用於提供基於雙音調測試的快速二階輸入截取點校準的方法，更包括自動控制所述射頻低雜訊放大器的增益。

【第17項】如申請專利範圍第 11 項所述的用於提供基於雙音調測試的快速二階輸入截取點校準的方法，更包括：

藉由所述校準邏輯單元基於第二經擷取資料及第四經擷取資料的離散傅立葉變換實數部分的振幅判定第一點的 x 座標；

藉由所述校準邏輯單元基於第一經擷取資料及第三經擷取資料的所述離散傅立葉變換實數部分的振幅判定第二點的 x 座標；

藉由所述校準邏輯單元基於所述第一經擷取資料及所述第二經擷取資料的離散傅立葉變換虛數部分的振幅判定第三點的 y 座標；

基於所述第三經擷取資料及所述第四經擷取資料的所述離散傅立葉變換虛數部分的振幅判定第四點的 y 座標；

形成自第一點至第二點的第一線；

形成自第三點至第四點的第二線；

判定所述第一線與所述第二線的交叉點處的點的 x 座標作為最佳同相混頻器數位類比轉換器程式碼設定；以及

判定所述第一線與所述第二線的交叉點處的點的 y 座標作為最佳正交相混頻器數位類比轉換器程式碼設定。

【第18項】如申請專利範圍第 17 項所述的用於提供基於雙音調

測試的快速二階輸入截取點校準的方法，更包括：藉由所述校準邏輯單元，基於曲線圖上的第一三角形與第二三角形之間的相似性判定點的 x 座標或 y 座標；及計算

$$|BC| = \frac{|AB| \times |BE|}{|AB| + |DE|},$$

其中 A、B 及 C 為界定所述第一三角形的點，C、D 及 E 為界定所述第二三角形的點，AB 及 BC 為所述第一三角形中的線，DE 為所述第二三角形中的線，且 BE 為經過 C 的自所述第一三角形至所述第二三角形的線。

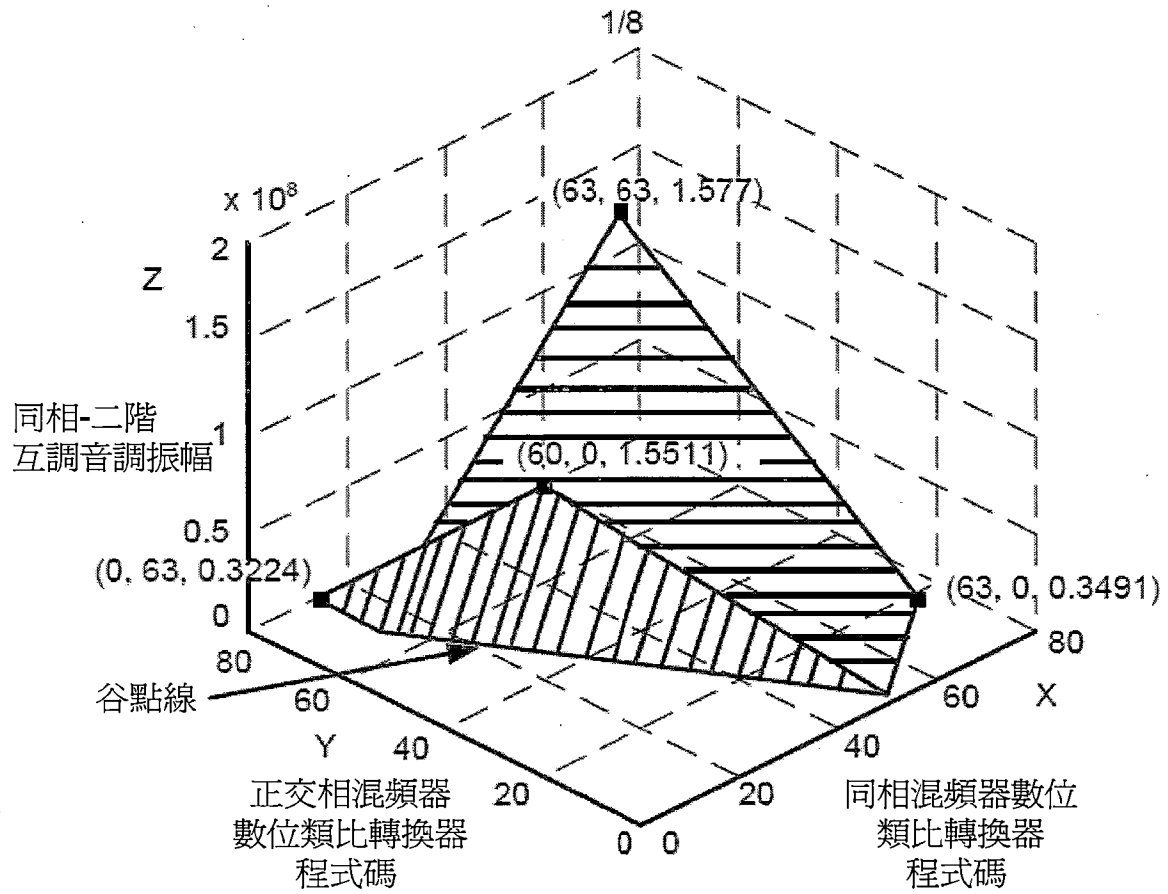
【第19項】如申請專利範圍第 11 項所述的用於提供基於雙音調測試的快速二階輸入截取點校準的方法，更包括：

藉由所述同相混頻器及所述正交相混頻器中的每一者產生屬於類比基頻的輸出；及

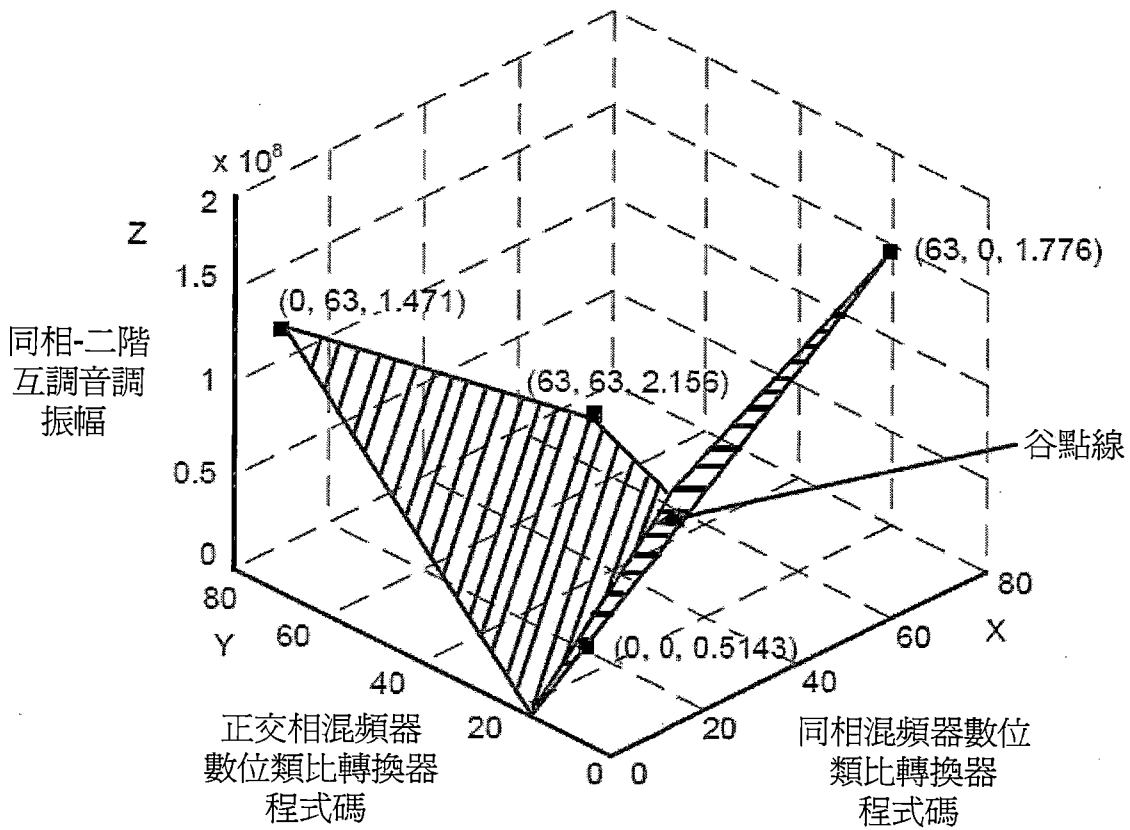
藉由所述第一類比數位轉換器及所述第二類比數位轉換器分別擷取所述同相混頻器及所述正交相混頻器的所述輸出。

【第20項】如申請專利範圍第 17 項所述的用於提供基於雙音調測試的快速二階輸入截取點校準的方法，更包括：在二階互調音調振幅的形狀失真的情況下藉由所述校準邏輯單元擷取額外資料。

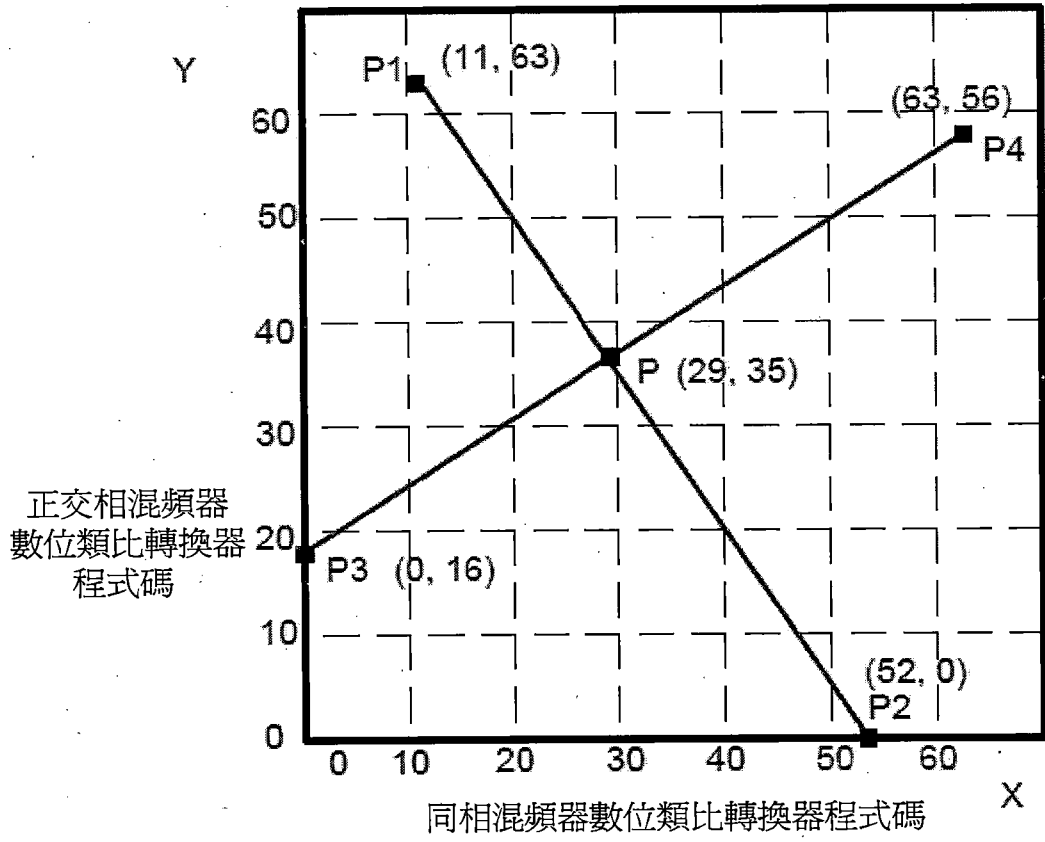
【發明圖式】



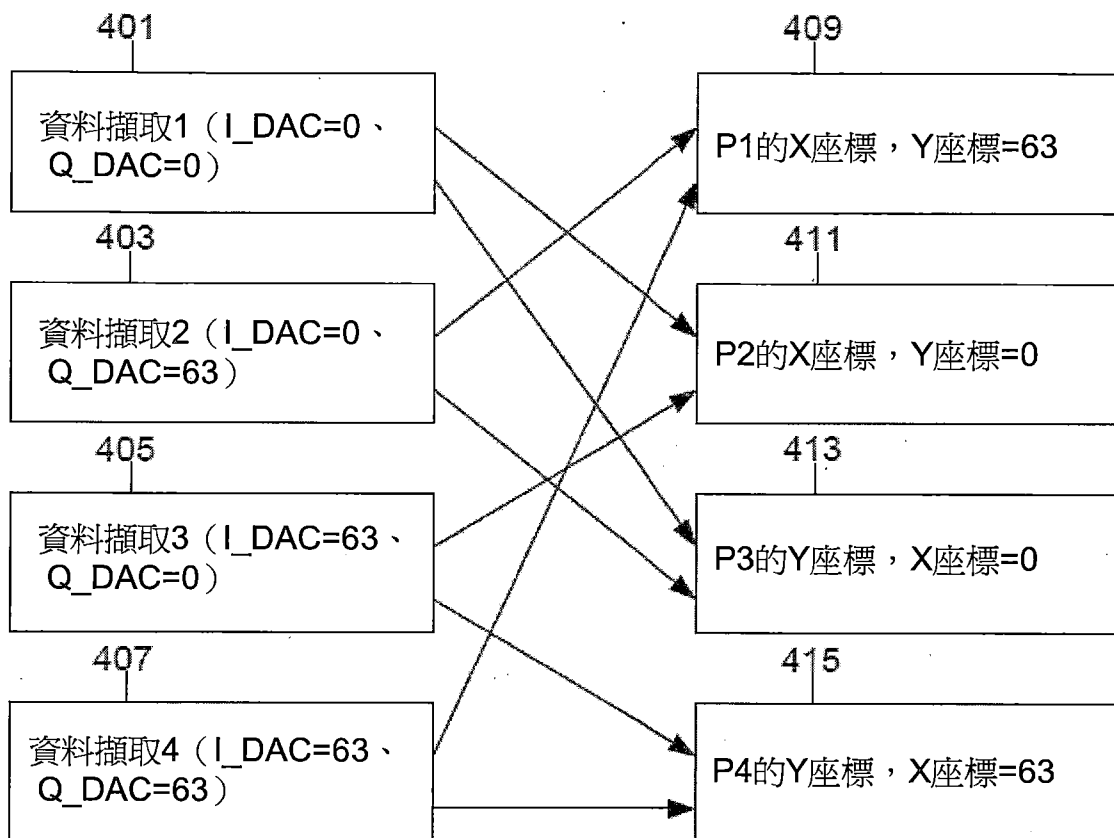
【圖1】



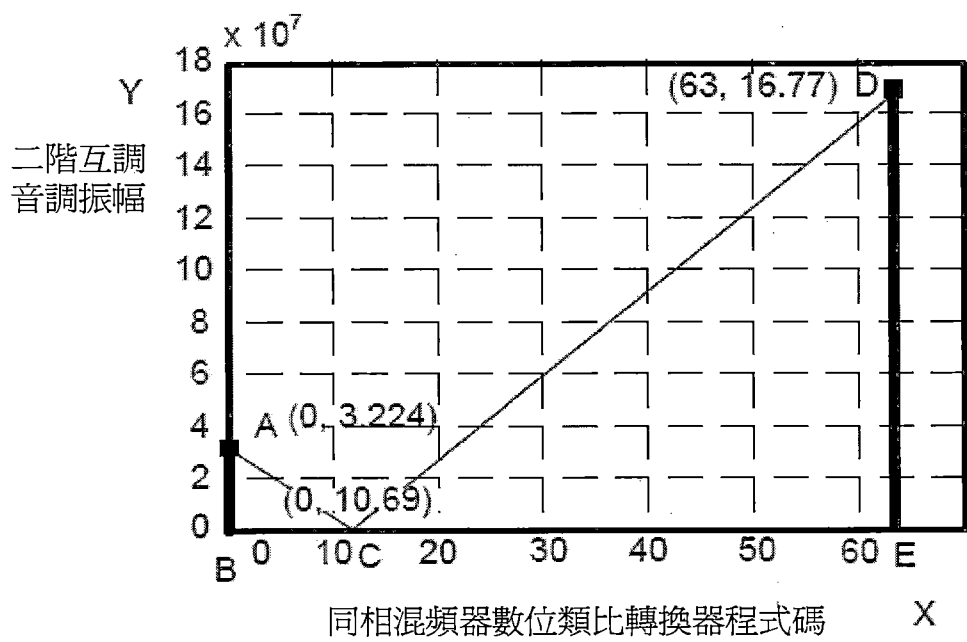
【圖2】



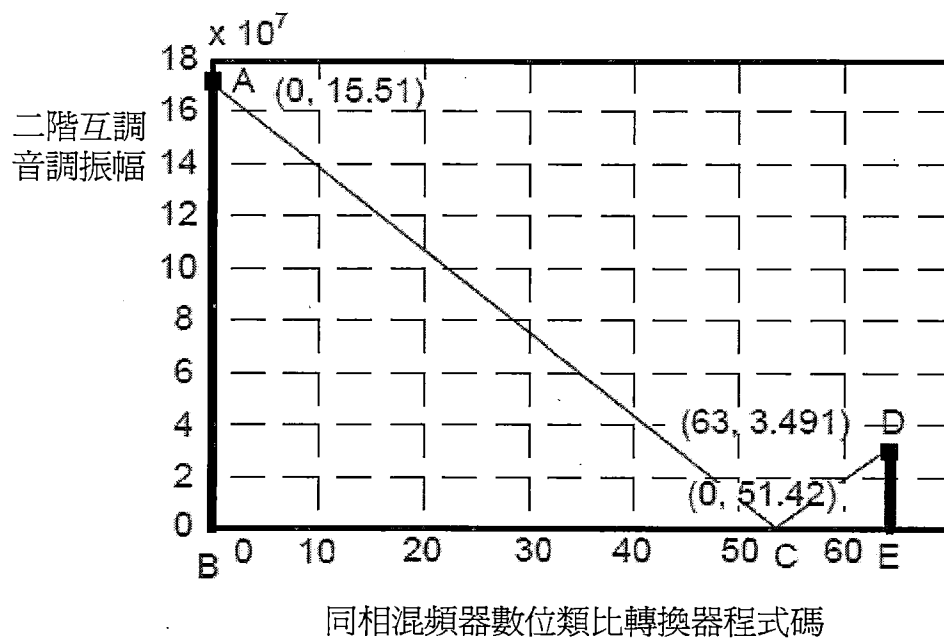
【圖3】



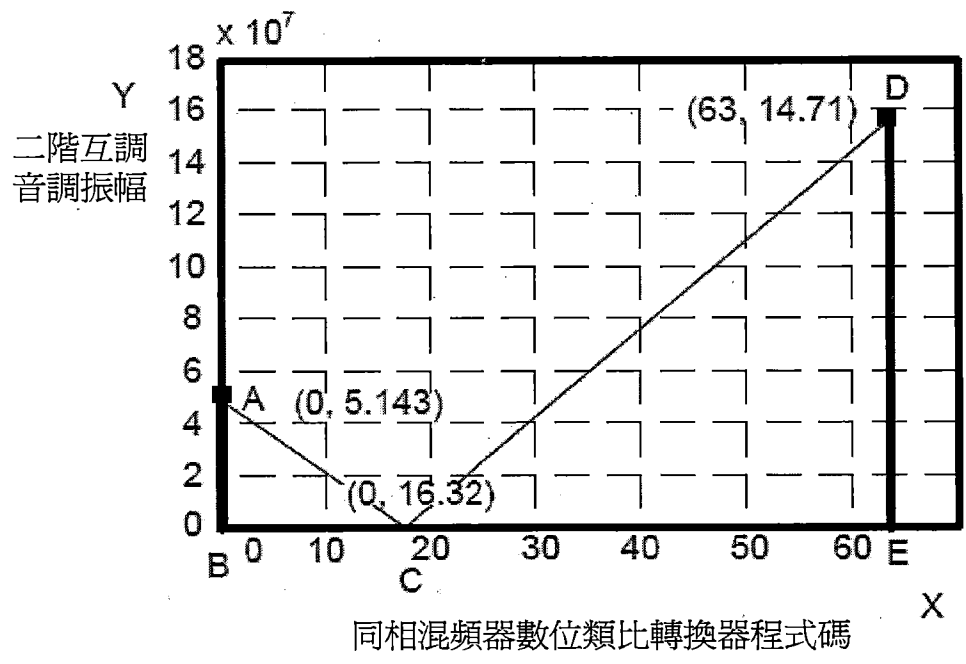
【圖4】



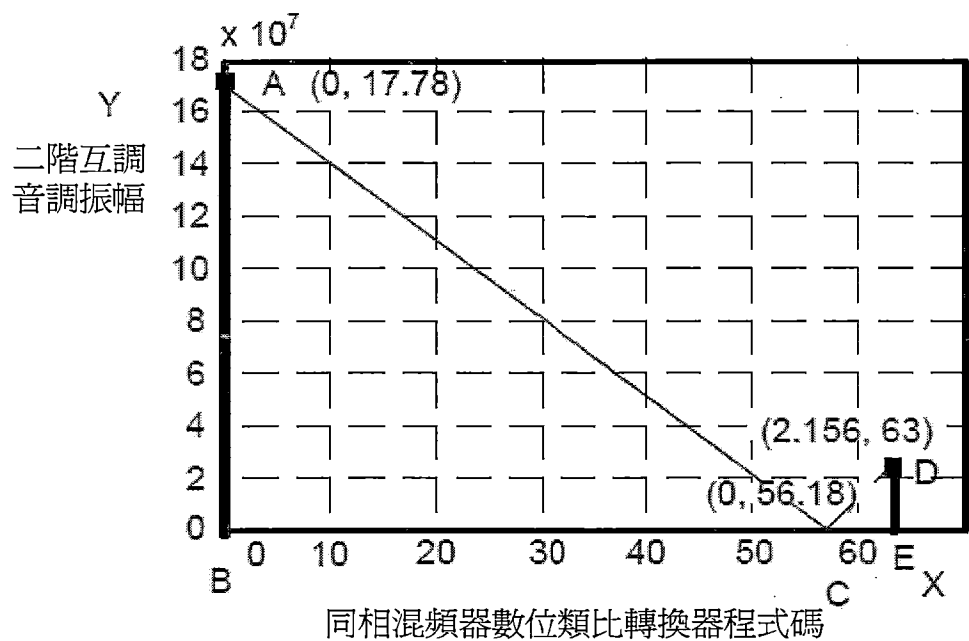
【圖5】



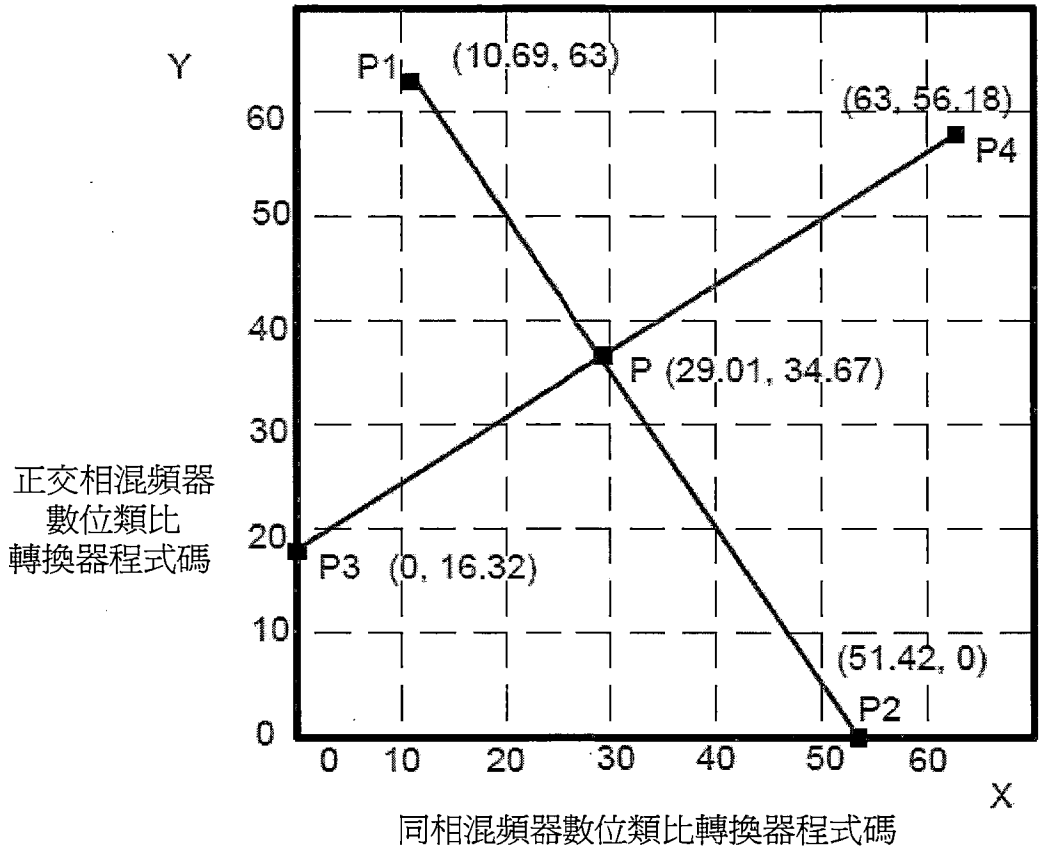
【圖6】



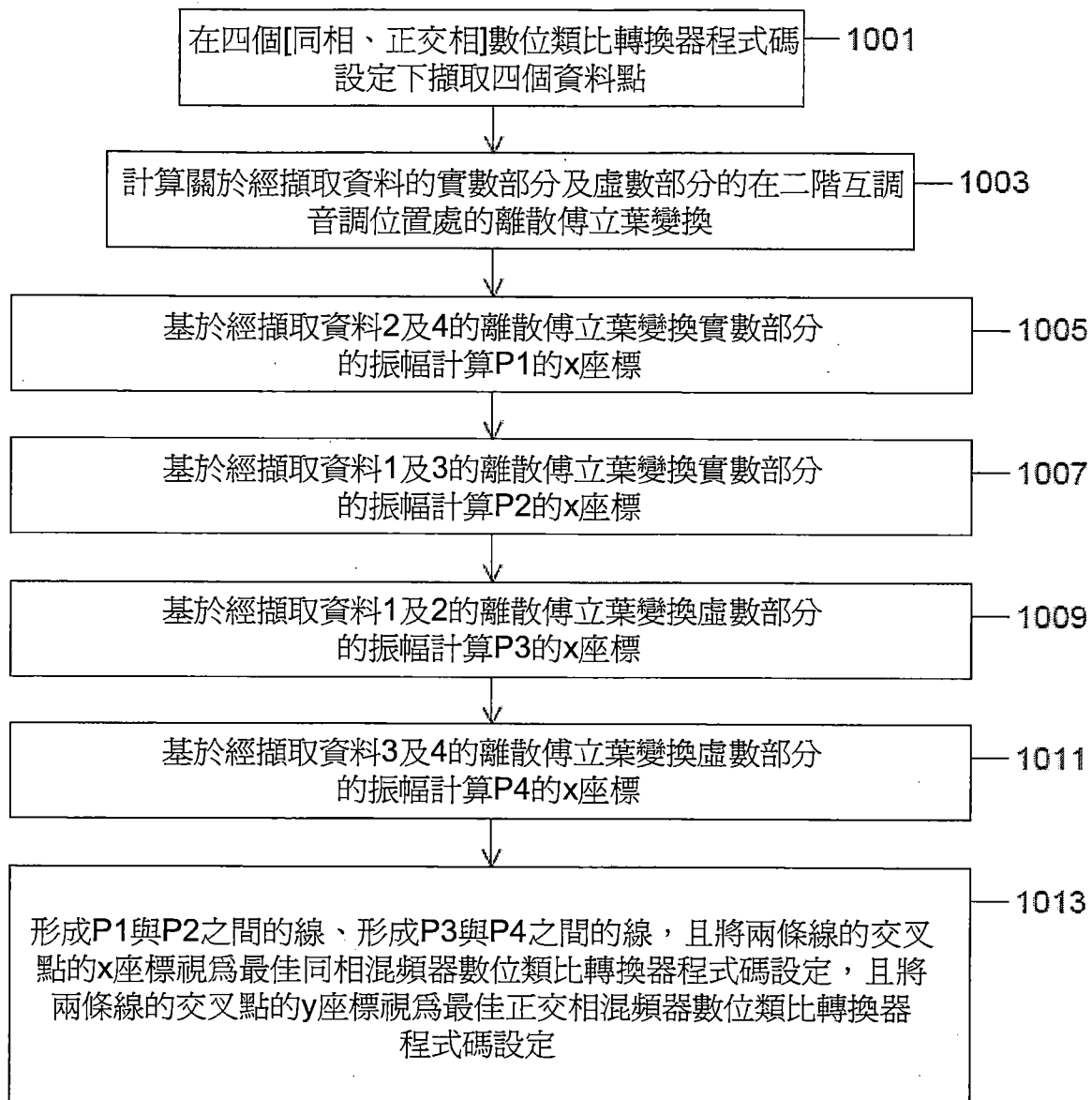
【圖7】



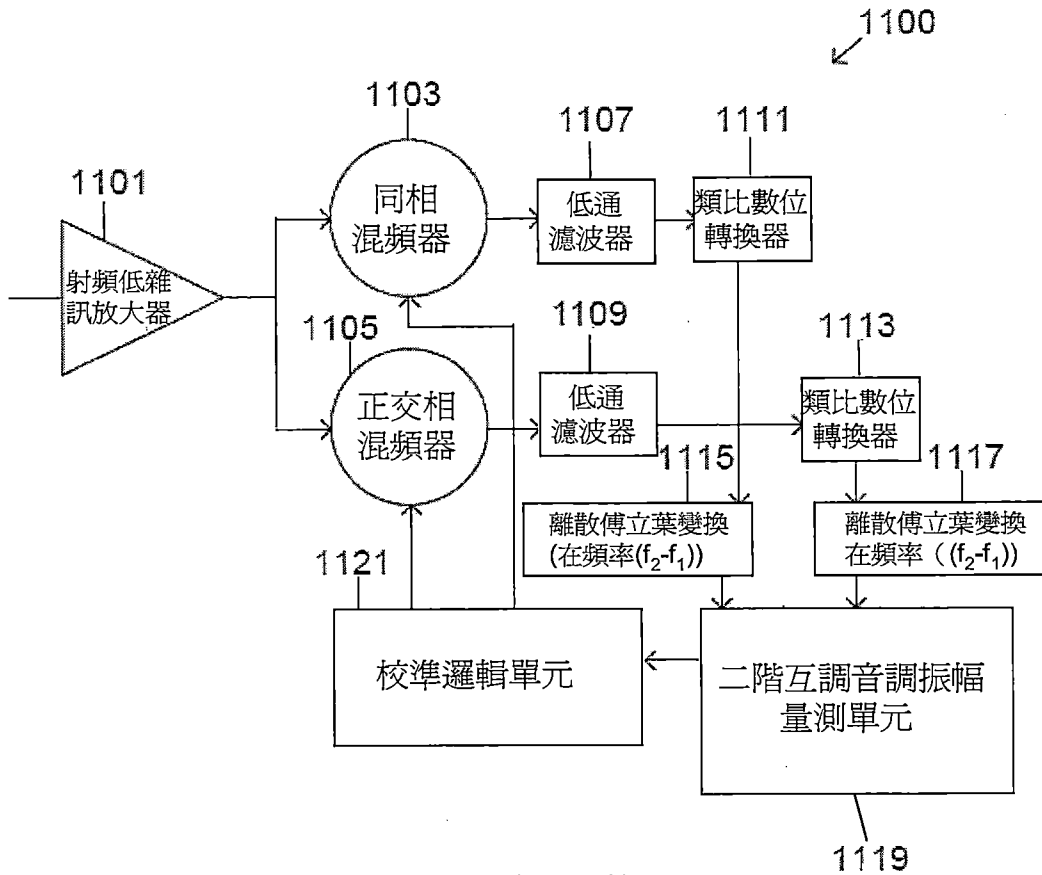
【圖8】



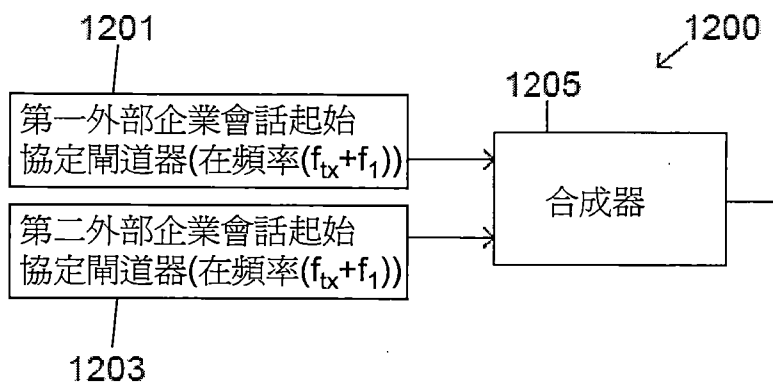
【圖9】



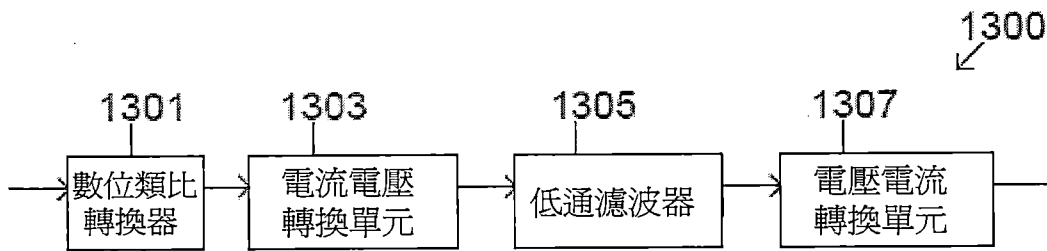
【圖10】



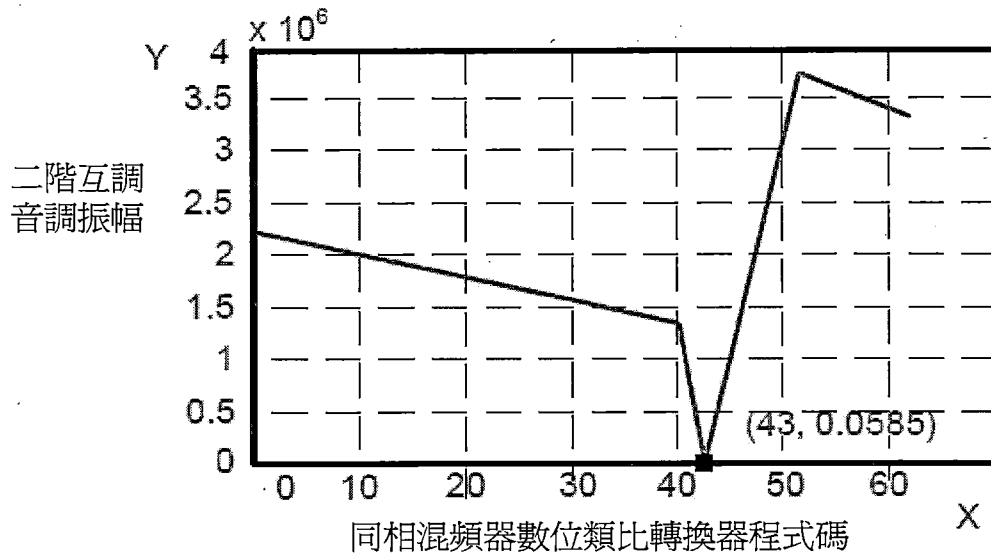
【圖11】



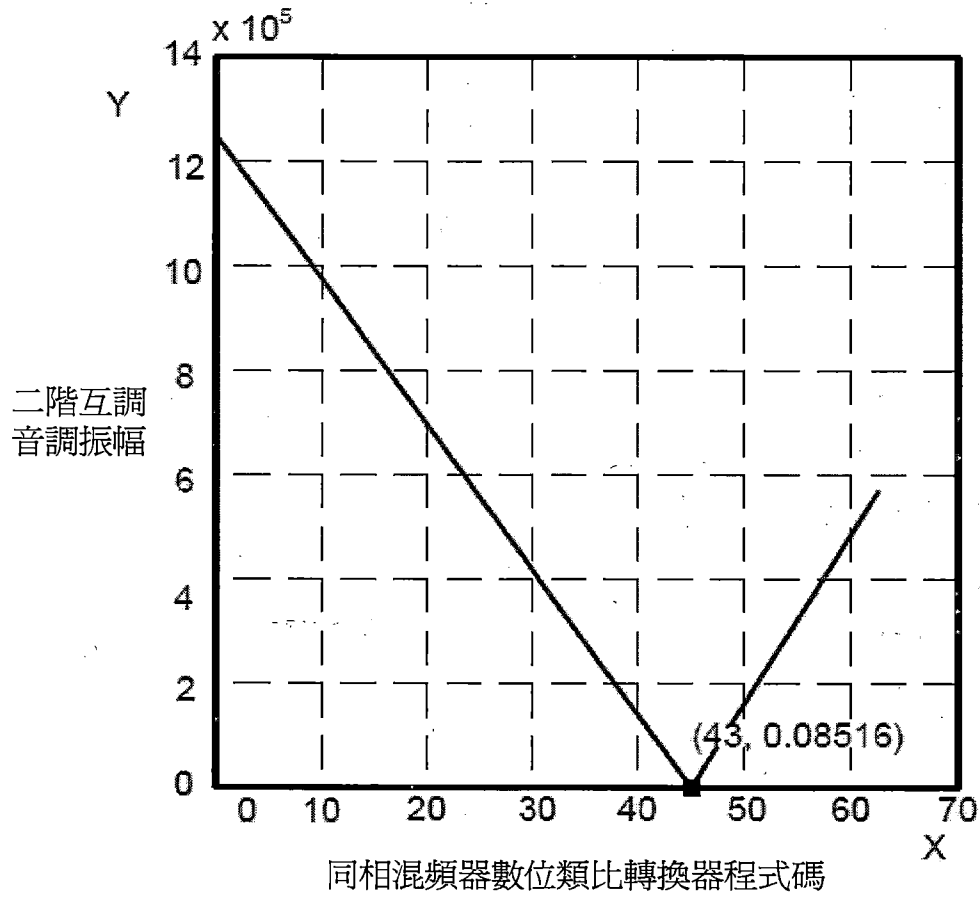
【圖12】



【圖13】



【圖14】



【圖15】