



(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 I664830 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：106113533

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 04 月 21 日

(51)Int. Cl. : H04B7/06 (2006.01)

H04B7/02 (2018.01)

H04L27/18 (2006.01)

H04L27/00 (2006.01)

(71)申請人：財團法人工業技術研究院(中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)

新竹縣竹東鎮中興路四段 195 號

(72)發明人：蔡作敏 TSAI, ZUO-MIN (TW)；陳顥軒 CHEN, HAO-HSUAN (TW)

(74)代理人：葉璟宗；卓俊傑

(56)參考文獻：

US 2008/0240031A1

US 2012/0280861A1

US 2013/0088391A1

US 2017/0019067A1

審查人員：李炳昌

申請專利範圍項數：22 項 圖式數：5 共 40 頁

(54)名稱

波束成型的方法及控制裝置

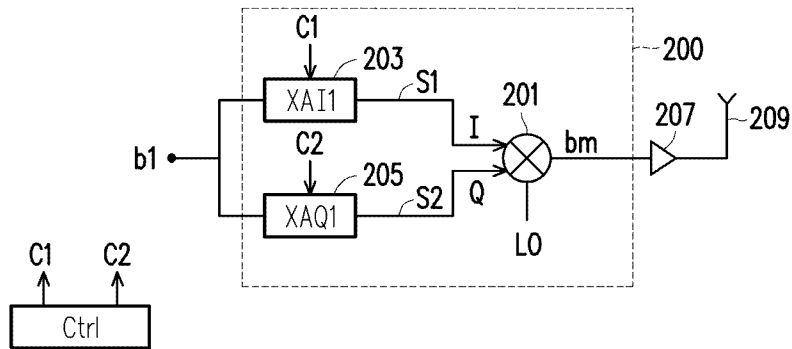
METHOD FOR BEAMFORMING AND CONTROL APPARATUS USING THE SAME

(57)摘要

本揭露是有關一種波束成型的方法及控制裝置。所述方法一實施例包括：調整對於第一基頻訊號的第一振幅倍率，且調整對於第一基頻訊號的第二振幅倍率。藉由第一基頻訊號與第一振幅倍率產生第一訊號，且藉由第一基頻訊號與第二振幅倍率產生第二訊號。使第一訊號與第二訊號之間具備相位差。將具備相位差的第一訊號與第二訊號轉換為波束成型訊號，以控制天線。

The invention provides a method for beamforming and a control apparatus using the same. An embodiment of the method includes: Adjusting a first amplitude magnification of a first baseband signal, and adjusting a second amplitude magnification of the first baseband signal. Generating a first signal according to the first baseband signal and the first amplitude magnification, and generating a second signal according to the first baseband signal and the second amplitude magnification. Inserting a phase difference between the first signal and the second signal. Converting the first signal and the second signal which existing the phase difference in between to a beamformed signal in order to control an antenna.

指定代表圖：



【圖2A】

符號簡單說明：

200 . . . 波束成型控制裝置

201 . . . 混頻器

203、205 . . . 基頻  
振幅控制電路

207 . . . 功率放大器

209 . . . 天線

AI1、AQ1 . . . 振  
幅倍率

b1 . . . 輸入基頻訊  
號

bm . . . 波束成型訊  
號

c1、c2 . . . 控制訊  
號

Ctrl . . . 控制器

I . . . 混頻器的 I 分  
量輸入端

LO . . . 本地震盪器

Q . . . 混頻器的 Q  
分量輸入端

s1 . . . 第一訊號

s2 . . . 第二訊號

## 【發明說明書】

### 【中文發明名稱】

波束成型的方法及控制裝置

### 【英文發明名稱】

METHOD FOR BEAMFORMING AND CONTROL APPARATUS  
USING THE SAME

### 【技術領域】

【0001】 本揭露是有關於一種通訊的方法及裝置，且特別是有關於一種波束成型的方法及控制裝置。

### 【先前技術】

【0002】 隨著科技的進步，使用毫米波（Millimeter Wave，簡稱mmWave）的無線通信技術依然存在一些技術困難。基本上，首先需要面對的問題在於，毫米波的傳播過程中可能遇到波能嚴重衰減。上述問題跟毫米波通訊系統操作於高頻帶並使用相當大的頻寬進行通訊有非常大的關聯。進一步來說，相較於現今普遍使用的第三代（3G）或第四代（4G）通訊系統，毫米波通訊系統使用相對高頻的頻段來進行通訊。可以知道的是，接收機所接收到的電磁波能量強弱會與訊號傳送距離的平方成反比並與電磁波訊號的波長成正比，於是毫米波通訊系統將會因為使用短波長的高頻訊號而大幅提昇訊號能量衰減的幅度。並且，高頻訊號的使用也

將造成天線孔徑驟降，並可能導致毫米波通訊系統中的傳送訊號的訊號能量遞減。因此，為了確保通訊品質，毫米波通訊系統中的收發器通常需要使用到多天線波束成型技術來改善訊號能量衰減用以增益收發訊號的效能。

**【0003】** 一般來說，多天線波束成型技術是在基地台/使用者設備上配置包括多個天線的天線陣列，藉由控制這些天線讓基地台/使用者設備可產生具有指向性的波束。藉由天線陣列所達成的波束成型技術是影響毫米波無線通信系統之效能的關鍵因素之一。傳統的波束成型通訊架構主要是使用相移器（Phase-Shifter）或是數位波束（Digital-Beamforming）合成技術來實現。由於相移器在高頻會產生主線路損耗過大的問題，且調整的相位精準度也不高，而使用數位波束合成技術時需要使用到數量龐大的數位類比（Digital-Analog，DA）轉換器而導致體積上升。因此，開發出具有較高精準度的毫米波波束成型裝置，實為本領域技術所關心的重要議題之一。

#### **【發明內容】**

**【0004】** 本揭露提供一種波束成型的方法及控制裝置，可在不使用相移器且不使用數量龐大的數位-類比（DA）轉換器的情況下，實現具備較高精準度的波束成型技術。

**【0005】** 依據本揭露一實施例提出一種波束成型控制裝置，包括：第一基頻振幅控制電路、第二基頻振幅控制電路、混頻器以

及控制器。第一基頻振幅控制電路以及第二基頻振幅控制電路，兩者皆接收第一基頻訊號。混頻器耦接第一基頻振幅控制電路以及第二基頻振幅控制電路。控制器耦接第一基頻振幅控制電路及第二基頻振幅控制電路，並調整第一基頻振幅控制電路中對於第一基頻訊號的第一振幅倍率，且調整第二基頻振幅控制電路中對於第一基頻訊號的第二振幅倍率。第一基頻振幅控制電路藉由第一基頻訊號與第一振幅倍率產生第一訊號，且第二基頻振幅控制電路藉由第一基頻訊號與第二振幅倍率產生第二訊號。混頻器接收第一訊號與第二訊號，並使第一訊號與第二訊號之間具備相位差。混頻器將具備相位差的第一訊號與第二訊號轉換為波束成型訊號，以控制天線。

**【0006】** 另一觀點而言，依據本揭露另一實施例提出一種波束成型控制方法，包括：調整對於第一基頻訊號的第一振幅倍率，且調整對於第一基頻訊號的第二振幅倍率。藉由第一基頻訊號與第一振幅倍率產生第一訊號，且藉由第一基頻訊號與第二振幅倍率產生第二訊號。使第一訊號與第二訊號之間具備相位差。將具備相位差的第一訊號與第二訊號轉換為波束成型訊號，以控制天線。

**【0007】** 基於上述，本揭露的控制裝置可由第一基頻訊號分離出兩基頻訊號，並將兩者轉換為一波束成型訊號。藉由分別調整所述兩基頻訊號的相位，本揭露可以為多天線的通訊系統調整出具有適當相位的波束成型訊號。此外，本揭露的控制裝置還可在輸入訊號為多個基頻訊號的情形下，產生對應於所述多個基頻訊號

的多個波束成型訊號，藉此利用多天線通訊系統傳輸夾帶不同基頻訊號訊息的多個波束成型訊號。因此，本揭露可以在不使用相移器且不使用數量龐大的數位-類比（DA）轉換器的情況下，實現具有較低線路損耗以及較高精準度的波束成型技術。

**【0008】** 為讓本揭露的上述特徵能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

### **【圖式簡單說明】**

#### **【0009】**

圖 1A、1B、1C 是繪示波束成型技術的架構圖。

圖 2A 是依據本揭露一實施例繪示用於單一天線及單一輸入基頻訊號通訊系統的波束成型控制裝置的示意圖。

圖 2B 是依據本揭露一實施例繪示用於多天線及單一輸入基頻訊號通訊系統的波束成型控制裝置的示意圖。

圖 3 是依據本揭露一實施例繪示使用混頻器調變波束成型訊號的示意圖。

圖 4A 是依據本揭露一實施例繪示用於單一天線及多輸入基頻訊號通訊系統的波束成型控制裝置的示意圖。

圖 4B 是依據本揭露一實施例繪示用於多天線及多輸入基頻訊號通訊系統的波束成型控制裝置的示意圖。

圖 5 是依據本揭露一實施例繪示波束成型控制方法的流程圖。

**【實施方式】**

**【0010】** 傳統的波束成型通訊架構主要是使用相移器（Phase-Shifter）或是數位波束（Digital-Beamforming）合成技術來實現。使用相移器時，主要是將相移器配置於波束成型通訊系統的射頻（Radio Frequency，RF）端或是本地震盪器（Local Oscillator，LO）端。另一方面，使用數位波束技術合成時，波束成型通訊系統會在基頻訊號還是數位訊號時就調整其相位。

**【0011】** 圖 1A、1B、1C 分別繪示波束成型技術的架構圖。首先，請先參考圖 1A。圖 1A 所示的波束成型裝置是將相移器配置於 RF 端，在天線將類比訊號發送之前，會先由相移器 103 調整該類比訊號的相位。在此架構下，波束成型裝置須替每一根天線的 RF 端配置對應的相移器 103。然而，由於相移器操作於不同頻段時所調整出來的相位會有所差異，且 RF 端所發送的訊號經常會使用到不同的載波頻率，因此，在設計上，要做到在 RF 端使用相移器精準地調整訊號的相位較為困難。

**【0012】** 圖 1B 所示的波束成型裝置是將相移器 103 配置於 LO 端。藉此，當相移器 103 在 LO 端的訊號還未傳輸至混頻器 101 之前，會先對此訊號的相位進行調整。由於 LO 發出的訊號皆為固定的頻率，故在此架構下，相移器 103 可以較精準地調整天線所要發送的類比訊號之相位而不受到頻率因素的影響。然而，相較於圖 1A 所示的波束成型裝置，此架構會使用到較多數量的混頻器 101。

【0013】 圖 1C 所示的波束成型裝置是使用數位波束技術合成的方式產生波束成型訊號，波束成型裝置可在波束成型訊號的同相（In Phase，以 I 表示）與正交（Quadrature，以 Q 表示）分量訊號還未由被數位訊號轉換為類比訊號之前，調整兩數位訊號，以使輸出的波束成型訊號具有適當的相位。在此架構下，波束成型裝置不須使用到相移器，因此在設計上較為靈活。然而，此架構會使用到較多數量的數位-類比（DA）轉換器，容易導致波束成型裝置的體積及成本上升。

【0014】 圖 2A 是依據本揭露一實施例繪示用於單一天線及單一輸入基頻訊號通訊系統的波束成型控制裝置 200 的示意圖。波束成型控制裝置 200 可包括第一基頻振幅控制電路 203、第二基頻振幅控制電路 205、混頻器 201 以及控制器 Ctrl，其中，控制器 Ctrl 耦接第一基頻振幅控制電路 203 及第二基頻振幅控制電路 205 並用以控制兩者。

【0015】 第一基頻振幅控制電路 203 與第二基頻振幅控制電路 205 可例如是功率放大器（Power Amplifier，PA），兩者可將輸入訊號的振幅放大或縮小一特定倍率，並將振幅經縮放的輸入訊號輸出。第一基頻振幅控制電路 203 與第二基頻振幅控制電路 205 也可以是其他種可控制訊號振幅的電路，本揭露並不限定於此。

【0016】 控制器 Ctrl 的功能可藉使用諸如微處理器、微控制器、數位訊號處理(digital signal processing)晶片、現場可程式化閘陣列(field programmable gate array)，以及其他類似的可程式化單元來



實作，本揭露並不限定於此。

**【0017】** 在本實施例中，第一基頻振幅控制電路 203 及第二基頻振幅控制電路 205 可用以接收一第一基頻訊號 b1，其中第一基頻訊號 b1 可以是類比訊號，且第一基頻訊號 b1 可由 DA 轉換器將一數位基頻訊號轉換而產生。

**【0018】** 混頻器 201 可具有兩個訊號輸入端、一個 LO 訊號端以及一個訊號輸出端，其中，所述兩個訊號輸入端分別耦接第一基頻振幅控制電路 203 與第二基頻振幅控制電路 205。混頻器 201 可具備升頻的功能，並可使兩輸入訊號具備相位差，該相位差即為兩輸入訊號的向量間的夾角。例如，若混頻器 201 是同相正交混頻器（或稱 IQ 混頻器）時，混頻器 201 可將兩個輸入訊號視為其輸出訊號的同相分量（I 分量）以及正交分量（Q 分量）。詳細而言，混頻器 201 可使接收到的兩個輸入訊號之間產生 90 度的相位差，並可將自 LO 訊號端接收到的 LO 訊號分別與兩個輸入訊號混頻，以為兩輸入訊號調變適當的載波頻率。載波頻率可例如是位於 30~300GHz（即：毫米波頻段）之間的任一頻率。藉此，混頻器 201 可透過 LO 訊號調整輸出訊號的載波頻率，並可輸出由兩個輸入訊號（I 分量以及 Q 分量）線性疊加（Superposition）而成的輸出訊號。須說明的是，在本揭露的各實施例中，皆假設混頻器 201 為 IQ 混頻器，然而，本揭露並不限定於此，換言之，本揭露並不限定混頻器 201 對兩個輸入訊號之間產生的相位差為 90 度。

**【0019】** 控制器 Ctrl 可透過控制訊號 c1 調整第一基頻振幅控制電

路 203 中對於第一基頻訊號  $b_1$  的第一振幅倍率，且透過控制訊號  $c_2$  調整第二基頻振幅控制電路 205 中對於第一基頻訊號  $b_1$  的第二振幅倍率。於一實施例中，控制器  $Ctrl$  可透過其他設備的傳輸需求（例如，天線波束的選擇、藉由天線掃描特定區域或不特定區域...等請求）來調整第一基頻訊號  $b_1$  的第一振幅倍率以及第二振幅倍率，藉以調整波束成型訊號  $b_m$  的相位。第一基頻振幅控制電路 203 可藉由第一基頻訊號  $b_1$  與第一振幅倍率產生第一訊號  $s_1$ ，且第二基頻振幅控制電路 205 可藉由第一基頻訊號  $b_1$  與第二振幅倍率產生第二訊號  $s_2$ 。舉例而言，如圖 2A 所示，控制器  $Ctrl$  可調整第一基頻振幅控制電路 203 對第一基頻訊號  $b_1$  的放大倍率為  $A_{I1}$ ，使第一基頻振幅控制電路 203 輸出振幅放大了  $A_{I1}$  倍的第一基頻訊號  $b_1$ （即圖 2A 所示之第一訊號  $s_1$ ）。同樣地，控制器  $Ctrl$  可調整第二基頻振幅控制電路 205 對第一基頻訊號  $b_1$  的放大倍率為  $A_{Q1}$ ，使第二基頻振幅控制電路 205 輸出振幅放大了  $A_{Q1}$  倍的第一基頻訊號  $b_1$ （即圖 2A 所示之第二訊號  $s_2$ ）。

**【0020】** 混頻器 201 可接收第一訊號  $s_1$  與第二訊號  $s_2$ ，並可使第一訊號  $s_1$  與第二訊號  $s_2$  之間具備相位差。接著，混頻器可將具備相位差的第一訊號  $s_1$  與第二訊號  $s_2$  轉換為波束成型訊號  $b_m$ ，以控制天線 209。舉例而言，混頻器 201 在接收第一訊號  $s_1$  與第二訊號  $s_2$  之後，可透過混頻器 201 接收到的 LO 訊號為第一訊號  $s_1$  與第二訊號  $s_2$  調變適當的載波頻率。此外，混頻器 201 可將第一訊號  $s_1$  與第二訊號  $s_2$  視為欲輸出之波束成型訊號  $b_m$  的 I 分量與

Q 分量，藉以調整波束成型訊號  $bm$  的相位，使波束成型訊號  $bm$  能以適當的方向發送。

【0021】 使用第一訊號  $s1$  與第二訊號  $s2$  調整波束成型訊號  $bm$  的相位之詳細方法可參照圖 3。圖 3 是依據本揭露一實施例繪示使用混頻器調變波束成型訊號  $bm$  的示意圖，圖 3 所示的方法適用於圖 2A 實施例中波束成型控制裝置 200 中的混頻器 201。首先，可透過控制器  $Ctrl$  調整第一基頻振幅控制電路 203 與第二基頻振幅控制電路 205 兩者對其輸入訊號的振幅倍率。以圖 2A 為例，假設對應於第一基頻振幅控制電路 203 的第一振幅倍率與對應於第二基頻振幅控制電路 205 的第二振幅倍率分別被控制器  $Ctrl$  調整為  $AI1$  倍以及  $AQ1$  倍，且假設第一基頻訊號  $b1$  為時變訊號，則第一訊號  $s1$  及第二訊號  $s2$  可表示為：

$$\begin{aligned} s1(t) &= b1(t) \times AI1 \\ s2(t) &= b1(t) \times AQ1 \end{aligned}$$

混頻器 201 可將第一訊號  $s1$  與第二訊號  $s2$  視為欲輸出之波束成型訊號  $bm$  的 I 分量與 Q 分量，藉以調整波束成型訊號  $bm$  的相位，經混頻器 201 調整後而得到的波束成型訊號  $bm$  可表示為：

$$\begin{aligned} bm &= AI1 \cdot b1(t) \cdot \sin(\omega t) + AQ1 \cdot b1(t) \cdot \cos(\omega t) \\ &= b1(t) \cdot \sqrt{AI1^2 + AQ1^2} \times e^{j \tan^{-1} \frac{AQ1}{AI1}} \quad , R = \sqrt{AI1^2 + AQ1^2}, \theta = \tan^{-1} \frac{AQ1}{AI1} \end{aligned}$$

其中  $\omega = 2\pi f$ ， $f$  為本地震盪器（LO）提供的 LO 訊號頻率。

【0022】 由上述波束成型訊號  $bm$  的方程式可知，當控制器  $Ctrl$  欲將波束成型訊號  $bm$  的相位調整為  $\theta$  時，控制器  $Ctrl$  可以從以  $R$

為半徑的圓上找出相位角為  $\theta$  的點  $p$ ，再透過點  $p$  在 I 軸上的分量找出對應  $\theta$  的  $A_{I1}$  值，並透過點  $p$  在 Q 軸上的分量找出對應  $\theta$  的  $A_{Q1}$  值。藉此，控制器 **Ctrl** 可藉由調整  $A_{I1}$  以及  $A_{Q1}$  的值而使波束成型訊號  $b_m$  可具有任意的相位。一般而言，控制器 **Ctrl** 可透過調整第一振幅倍率與第二振幅倍率兩者的平方和以使  $R$  的值固定為 1，換言之，控制器 **Ctrl** 會在半徑為 1 的單位圓找出對應  $\theta$  的第一振幅倍率及第二振幅倍率。如此，可使混頻器 201 在產生波束成型訊號  $b_m$  時不致影響到波束成型訊號  $b_m$  的振幅，而後，再由功率放大器對波束成型訊號  $b_m$  的振幅進行適當的調整。於一實施例中，控制器 **Ctrl** 也可透過調整第一振幅倍率與第二振幅倍率兩者的平方和以使  $R$  的值不為 1，換言之，控制器 **Ctrl** 也可在半徑不為 1 的單位圓找出對應  $\theta$  的第一振幅倍率及第二振幅倍率，本發明並不加以限制。

**【0023】** 由上述圖 2A 的實施例可知，本揭露提出的波束成型控制裝置 200 在調整波束成型訊號  $b_m$  時，都是透過類比電路完成的。在調整波束成型訊號  $b_m$  的過程中，無論是第一基頻訊號  $b_1$ 、第一訊號  $s_1$ 、第二訊號  $s_2$  以及波束成型訊號  $b_m$  皆為類比訊號。因此，相較於圖 1C 所示的數位波束技術合成技術而言，本揭露可節省大量的 DA 轉換器。此外，波束成型控制裝置 200 在調整波束成型訊號  $b_m$  的過程中，並未使用到任何的相移器，因此，波束成型控制裝置 200 調整波束成型訊號  $b_m$  的相位時的精準度，並不會因第一基頻訊號  $b_1$  或 LO 訊號的頻率改變而有所影響。

【0024】圖 2B 是依據本揭露一實施例繪示用於多天線及單一輸入基頻訊號通訊系統的波束成型控制裝置的示意圖，其中，波束成型控制裝置 200 的構造以及操作原理皆與圖 2A 的波束成型控制裝置 200 相同，故不在此贅述。

【0025】本揭露提出的波束成型控制裝置 200 除了可實施於單一天線的通訊系統架構以控制所述單一天線的波束成型訊號外，也可實施於多天線的通訊系統架構以控制所述多個天線的波束成型訊號，圖 2B 以控制 4 根天線之波束成型訊號的情形為例。當欲控制多天線的波束成型訊號時，可針對各個天線個別配置本揭露提出的波束成型控制裝置 200。在圖 2B 的範例中，第一根天線 209 配置有波束成型控制裝置 200，而第二根天線 309 配置有構造與功能皆與波束成型控制裝置 200 相同的波束成型控制裝置 300。波束成型控制裝置 300 可包括第一基頻振幅控制電路 303、第二基頻振幅控制電路 305、混頻器 301 以及控制器 Ctrl，其中波束成型控制裝置 300 可以與波束成型控制裝置 200 共用控制器 Ctrl 以調整各基頻振幅控制電路的振幅倍率，也可以各自使用不同的控制器，本揭露並不加以限制。

【0026】波束成型控制裝置 300 中的第一基頻振幅控制電路 303 與第二基頻振幅控制電路 305，兩者的構造以及操作原理皆與波束成型控制裝置 200 中的第一基頻振幅控制電路 203 與第二基頻振幅控制電路 205 兩者相同，換言之，當控制器 Ctrl 欲將天線 309 的波束成型訊號  $bm1$  的相位調整為  $\theta 1$  時，控制器 Ctrl 也可藉由

將對應於第一基頻振幅控制電路 303 的第一振幅倍率與對應於第二基頻振幅控制電路 305 的第二振幅倍率分別調整為  $AI2$  倍以及  $AQ2$  倍，使得波束成型訊號  $bm1$  滿足下列方程式：

$$\begin{aligned} bm1 &= AI2 \cdot b1(t) \cdot \sin(\omega t) + AQ2 \cdot b1(t) \cdot \cos(\omega t) \\ &= b1(t) \cdot \sqrt{AI2^2 + AQ2^2} \times e^{j \tan^{-1} \frac{AQ2}{AI2}} \quad , R = \sqrt{AI2^2 + AQ2^2}, \theta_1 = \tan^{-1} \frac{AQ2}{AI2} \end{aligned}$$

其中  $\omega = 2\pi f$ ， $f$  為本地震盪器（LO）提供的 LO 訊號頻率。

【0027】 如此，透過對各個天線分別配置與波束成型控制裝置 200 相同的多個波束成型控制裝置，並使用控制器調整各波束成型控制裝置中第一基頻振幅控制電路的第一振幅倍率及第二基頻振幅控制電路的第二振幅倍率。藉此，使用者可藉由多個基頻振幅控制電路以將第一基頻訊號  $b1$  調整為具有不同相位的多個波束成型訊號，使所述多個波束成型訊號具有不同的方向性，以將其分別透過不同天線發送給位於不同地理位置的多個訊號接收端。

【0028】 上述圖 2A 及圖 2B 的實施例都是探討通訊系統僅具有單一輸入訊號的情形，圖 4A 及圖 4B 的實施例將會探討通訊系統具有多個輸入訊號的情形。圖 4A 是依據本揭露一實施例繪示用於單一天線及多輸入基頻訊號通訊系統的波束成型控制裝置 400 的示意圖。以輸入訊號為兩個基頻訊號為例，波束成型控制裝置 400 可包括第一基頻振幅控制電路 403、第二基頻振幅控制電路 405、第三基頻振幅控制電路 411、第四基頻振幅控制電路 413、第一加法器 415、第二加法器 417、混頻器 401 以及控制器 Ctrl，其中，控制器 Ctrl 耦接第一基頻振幅控制電路 403、第二基頻振幅控制

電路 405、第三基頻振幅控制電路 411 以及第四基頻振幅控制電路 417 並用以控制四者。

【0029】 第一基頻振幅控制電路 403、第二基頻振幅控制電路 405、第三基頻振幅控制電路 411 以及第四基頻振幅控制電路 413 可例如是功率放大器，其可將輸入訊號的振幅放大或縮小一特定倍率，並將振幅經縮放的輸入訊號輸出。第一基頻振幅控制電路 403、第二基頻振幅控制電路 405、第三基頻振幅控制電路 411 以及第四基頻振幅控制電路 413 也可以是其他種可控制訊號振幅的電路，本揭露並不限定於此。

【0030】 在本實施例中，第一基頻振幅控制電路 403 及第二基頻振幅控制電路 405 可用以接收一第一基頻訊號 b1，第三基頻振幅控制電路 411 以及第四基頻振幅控制電路 413 可用以接收一第二基頻訊號 b2，其中第一基頻訊號 b1 及第二基頻訊號 b2 可以是類比訊號，且兩者可分別由 DA 轉換器將數位基頻訊號轉換而產生。

【0031】 控制器 Ctrl 可透過控制訊號 c1 調整第一基頻振幅控制電路 403 中對於第一基頻訊號 b1 的第一振幅倍率，且透過控制訊號 c2 調整第二基頻振幅控制電路 405 中對於第一基頻訊號 b1 的第二振幅倍率。此外，控制器 Ctrl 可透過控制訊號 c1' 調整第三基頻振幅控制電路 411 中對於第二基頻訊號 b2 的第三振幅倍率，且透過控制訊號 c2' 調整第四基頻振幅控制電路 413 中對於第二基頻訊號 b2 的第四振幅倍率。

【0032】 頻器 401 可具有兩個訊號輸入端、一個 LO 訊號端以及一

個訊號輸出端，其中，所述兩個訊號輸入端分別耦接第一加法器 415 與第二加法器 417。混頻器 401 可具備升頻的功能，並可使兩輸入訊號具備相位差，該相位差即為兩輸入訊號的向量間的夾角。例如，若混頻器 401 是同相正交混頻器（或稱 IQ 混頻器）時，混頻器 401 可將兩個輸入訊號視為其輸出訊號的同相分量（I 分量）以及正交分量（Q 分量）。詳細而言，混頻器 401 可使接收到的兩個輸入訊號之間產生 90 度的相位差，並可將自 LO 訊號端接收到的 LO 訊號分別與兩個輸入訊號混頻，以為兩輸入訊號調變適當的載波頻率。載波頻率可例如是位於 30~300GHz（即：毫米波頻段）之間的任一頻率。藉此，混頻器 401 可透過 LO 訊號調整輸出訊號的載波頻率，並可輸出由兩個輸入訊號（I 分量以及 Q 分量）線性疊加（Superposition）而成的輸出訊號。須說明的是，在本揭露的各實施例中，皆假設混頻器 401 為 IQ 混頻器，然而，本揭露並不限定於此，換言之，本揭露並不限定混頻器 401 對兩個輸入訊號之間產生的相位差為 90 度。

**【0033】** 本實施例與圖 2A 實施例的差異在於，當控制器 Ctrl 調整第一基頻振幅控制電路 403 對第一基頻訊號 b1 的放大倍率為 A11，使第一基頻振幅控制電路 403 輸出振幅放大了 A11 倍的第一基頻訊號 b1 時，所述放大了 A11 倍的第一基頻訊號 b1（以下簡稱為第一輸出訊號）並不會被直接傳輸至混頻器 401 中。同樣地，當控制器 Ctrl 調整第二基頻振幅控制電路 405 對第一基頻訊號 b1 的放大倍率為 AQ1，使第二基頻振幅控制電路 405 輸出振幅放大



了  $AQ1$  倍的第一基頻訊號  $b1$  時，所述放大了  $AQ1$  倍的第一基頻訊號  $b1$ （以下簡稱為第二輸出訊號）並不會被直接傳輸至混頻器 401 中。

【0034】 本實施例中的控制器  $Ctrl$  還可調整第三基頻振幅控制電路 411 對第二基頻訊號  $b2$  的放大倍率為  $BI1$ ，使第三基頻振幅控制電路 411 輸出振幅放大了  $BI1$  倍的第二基頻訊號  $b2$ （以下簡稱為第三輸出訊號）。同樣地，控制器  $Ctrl$  可調整第四基頻振幅控制電路 413 對第二基頻訊號  $b2$  的放大倍率為  $BQ1$ ，使第四基頻振幅控制電路 413 輸出振幅放大了  $BQ1$  倍的第二基頻訊號  $b2$ （以下簡稱為第四輸出訊號）。

【0035】 第一加法器 415 耦接第一基頻振幅控制電路 403 以及第三基頻振幅控制電路 411，而第二加法器 417 耦接第二基頻振幅控制電路 405 以及第四基頻振幅控制電路 413。第一加法器 415 及第二加法器 417 可以由任意一個可對兩個或兩個以上的類比輸入訊號進行線性疊加的電路實現之。

【0036】 當各個基頻振幅控制電路分別產生第一輸出訊號、第二輸出訊號、第三輸出訊號及第四輸出訊號之後，第一加法器 415 可自第一基頻振幅控制電路 403 接收第一輸出訊號，並自第三基頻振幅控制電路 411 接收第三輸出訊號。接著，第一加法器 415 可對第一輸出訊號及第三輸出訊號進行線性疊加，從而產生第一訊號  $s1'$ 。同樣地，第二加法器 417 可自第二基頻振幅控制電路 405 接收第二輸出訊號，並自第四基頻振幅控制電路 413 接收第四輸

出訊號。接著，第二加法器 417 可對第二輸出訊號及第四輸出訊號進行線性疊加，從而產生第二訊號  $s_2'$ 。

【0037】 混頻器 401 可接收第一訊號  $s_1'$  與第二訊號  $s_2'$ ，並可使第一訊號  $s_1'$  與第二訊號  $s_2'$  之間具備相位差。接著，混頻器可將具備相位差的第一訊號  $s_1'$  與第二訊號  $s_2'$  轉換為波束成型訊號  $bm'$ ，以控制天線 409。具體而言，混頻器 401 在接收第一訊號  $s_1'$  與第二訊號  $s_2'$  之後，可透過混頻器 401 接收到的 LO 訊號為第一訊號  $s_1'$  與第二訊號  $s_2'$  調變適當的載波頻率。此外，混頻器 201 可將第一訊號  $s_1'$  與第二訊號  $s_2'$  視為欲輸出之波束成型訊號  $bm'$  的 I 分量與 Q 分量，藉以調整波束成型訊號  $bm'$  及相位，使波束成型訊號  $bm'$  能以適當的方向發送。

【0038】 於一實施例中，構成波束成型訊號  $bm'$  的 I 分量的第一訊號  $s_1'$  以及構成波束成型訊號  $bm'$  的 Q 分量的第二訊號  $s_2'$ ，兩者可皆是由第一基頻訊號  $b_1$  以及第二基頻訊號  $b_2$  經振幅調變後，線性疊加而成。以圖 4A 為例，假設對應於第一基頻振幅控制電路 403 的第一振幅倍率與對應於第二基頻振幅控制電路 405 的第二振幅倍率分別被控制器 Ctrl 調整為  $AI_1$  倍以及  $AQ_1$  倍，對應於第三基頻振幅控制電路 411 的第三振幅倍率與對應於第四基頻振幅控制電路 413 的第四振幅倍率分別被控制器 Ctrl 調整為  $BI_1$  倍以及  $BQ_1$  倍，且假設第一基頻訊號  $b_1$  及第二基頻訊號  $b_2$  皆為時變訊號時，則第一訊號  $s_1'$  及第二訊號  $s_2'$  可表示為：

$$s1'(t) = b1(t) \times AI1 + b2(t) \times BI1$$

$$s2'(t) = b1(t) \times AQ1 + b2(t) \times BQ1$$

混頻器 401 可將第一訊號  $s1'$  與第二訊號  $s2'$  視為欲輸出之波束成型訊號  $bm'$  的 I 分量與 Q 分量，藉以調整波束成型訊號  $bm'$  的相位，經混頻器 401 調整後而得到的波束成型訊號  $bm'$  可表示為：

$$\begin{aligned}
 bm' &= AI1 \cdot b1(t) \cdot \sin(\omega t) + BI1 \cdot b2(t) \cdot \sin(\omega t) + AQ1 \cdot b1(t) \cdot \cos(\omega t) + BQ1 \cdot b2(t) \cdot \cos(\omega t) \\
 &= b1(t) \cdot \sqrt{AI1^2 + AQ1^2} \times e^{j \tan^{-1} \frac{AQ1}{AI1}} + b2(t) \cdot \sqrt{BI1^2 + BQ1^2} \times e^{j \tan^{-1} \frac{BQ1}{BI1}} \\
 &= b1(t) \cdot R1 \times e^{j\theta1} + b2(t) \cdot R2 \times e^{j\theta2}
 \end{aligned}$$

$$, R1 = \sqrt{AI1^2 + AQ1^2}, \theta1 = \tan^{-1} \frac{AQ1}{AI1}, R2 = \sqrt{BI1^2 + BQ1^2}, \theta2 = \tan^{-1} \frac{BQ1}{BI1}$$

其中  $\omega = 2 \pi f$ ， $f$  為本地震盪器（LO）提供的 LO 訊號頻率。

**【0039】** 由上述波束成型訊號  $bm'$  的方程式可知，波束成型訊號  $bm'$  是由相位為  $\theta 1$  且振幅為  $b1(t) \cdot R1$  的訊號（以下稱為第一訊號分量  $B1$ ）以及相位為  $\theta 2$  且振幅為  $b2(t) \cdot R2$  的訊號（以下稱為第二訊號分量  $B2$ ）線性疊加而成。因此，可將波束成型訊號  $bm'$  區分為對應於第一基頻訊號  $b1$  的波束成型訊號（即第一訊號分量  $B1$ ）以及對應於第二基頻訊號  $b2$  的波束成型訊號（即第二訊號分量  $B2$ ）。藉由調整第一訊號分量  $B1$  的相位  $\theta 1$  以及調整第二訊號分量  $B2$  的相位  $\theta 2$ ，波束成型控制裝置 400 可以使用單一根天線 409 傳輸分別對應於第一基頻訊號  $b1$  與對應於第二基頻訊號  $b2$  的兩個波束成型訊號。

**【0040】** 圖 4A 的實施例雖然是以輸入訊號為兩個基頻訊號的情形為例，但本領域技術人員應可由圖 4A 的實施例推知本揭露亦可實施於輸入訊號為兩個以上基頻訊號的情形。舉例而言，以圖 4A

的波束成型控制裝置 400 為例，當使用者欲傳輸對應於兩個以上之基頻訊號的波束成型訊號時，使用者可在每增加傳輸一個輸入基頻訊號時，增加兩個基頻振幅控制電路以及兩個加法器，並依據上述方法將多個基頻振幅控制電路的輸出訊號線性疊加，從而產生對應於多個輸入基頻訊號的第一訊號以及第二訊號，進而產生對應於多個輸入基頻訊號的多個波束成型訊號。

【0041】圖 4B 是依據本揭露一實施例繪示用於多天線及多輸入基頻訊號通訊系統的波束成型控制裝置的示意圖，其中，波束成型控制裝置 400 的構造以及操作原理皆與圖 4A 的波束成型控制裝置 400 相同，故不在此贅述。

【0042】本揭露提出的波束成型控制裝置 400 除了可實施於單一天線的通訊系統架構以控制所述單一天線的波束成型訊號外，也可實施於多天線的通訊系統架構以控制所述多個天線的波束成型訊號，圖 4B 以控制 2 根天線之波束成型訊號的情形為例。當欲控制具有多天線的波束成型訊號且輸入訊號為多個基頻訊號時，可針對各個天線個別配置本揭露提出的波束成型控制裝置 400。在圖 4B 的範例中，第一根天線 409 配置有波束成型控制裝置 400，而第二根天線 509 配置有構造與功能皆與波束成型控制裝置 400 相同的波束成型控制裝置 500。波束成型控制裝置 500 可包括第一基頻振幅控制電路 503、第二基頻振幅控制電路 505、第三基頻振幅控制電路 511、第四基頻振幅控制電路 513、第一加法器 515、第二加法器 517、混頻器 501 以及控制器 Ctrl，其中波束成型控制裝

置 500 可以與波束成型控制裝置 400 共用控制器 Ctrl 以調整各基頻振幅控制電路的振幅倍率，也可以各自使用不同的控制器，本揭露並不加以限制。

【0043】波束成型控制裝置 500 中的第一基頻振幅控制電路 503、第二基頻振幅控制電路 505、第三基頻振幅控制電路 511 以及第四基頻振幅控制電路 513，其構造以及操作原理皆與波束成型控制裝置 400 中的第一基頻振幅控制電路 403、第二基頻振幅控制電路 405、第三基頻振幅控制電路 411、第四基頻振幅控制電路 413 相同，換言之，當控制器 Ctrl 欲將天線 509 的波束成型訊號  $bm1'$  中與第一基頻訊號  $b1$  相關的分量之相位調整為  $\theta 3$ ，且欲將與第二基頻訊號  $b2$  相關的分量之相位調整為  $\theta 4$  時，控制器 Ctrl 也可藉由將對應於第一基頻振幅控制電路 503 的第一振幅倍率與對應於第二基頻振幅控制電路 505 的第二振幅倍率分別調整為  $AI2$  倍以及  $AQ2$  倍，並將對應於第三基頻振幅控制電路 511 的第三振幅倍率與對應於第四基頻振幅控制電路 513 的第四振幅倍率分別調整為  $BI2$  倍以及  $BQ2$  倍，此時第一訊號  $s3'$  及第二訊號  $s4'$  可表示為：

$$\begin{aligned} s3'(t) &= b1(t) \times AI2 + b2(t) \times BI2 \\ s4'(t) &= b1(t) \times AQ2 + b2(t) \times BQ2 \end{aligned}$$

混頻器 501 可將第一訊號  $s3'$  與第二訊號  $s4'$  視為欲輸出之波束成型訊號  $bm1'$  的 I 分量與 Q 分量，藉以調整波束成型訊號  $bm1'$  的相位，經混頻器 501 調整後而得到的波束成型訊號  $bm1'$  可表示為：

$$\begin{aligned}
bm1' &= AI2 \cdot b1(t) \cdot \sin(\omega t) + BI2 \cdot b2(t) \cdot \sin(\omega t) + AQ2 \cdot b1(t) \cdot \cos(\omega t) + BQ2 \cdot b2(t) \cdot \cos(\omega t) \\
&= b1(t) \cdot \sqrt{AI2^2 + AQ2^2} \times e^{j \tan^{-1} \frac{AQ2}{AI2}} + b2(t) \cdot \sqrt{BI2^2 + BQ2^2} \times e^{j \tan^{-1} \frac{BQ2}{BI2}} \\
&= b1(t) \cdot R1 \times e^{j\theta1} + b2(t) \cdot R2 \times e^{j\theta2}
\end{aligned}$$

$$, R3 = \sqrt{AI2^2 + AQ2^2}, \theta3 = \tan^{-1} \frac{AQ2}{AI2}, R4 = \sqrt{BI2^2 + BQ2^2}, \theta4 = \tan^{-1} \frac{BQ2}{BI2}$$

其中  $\omega = 2\pi f$ ， $f$  為本地震盪器（LO）提供的 LO 訊號頻率。

**【0044】** 由上述波束成型訊號  $bm1'$  的方程式可知，波束成型訊號  $bm1'$  是由相位為  $\theta 3$  且振幅為  $b1(t) \cdot R3$  的訊號（以下稱為第一訊號分量  $B3$ ）以及相位為  $\theta 4$  且振幅為  $b2(t) \cdot R4$  的訊號（以下稱為第二訊號分量  $B4$ ）線性疊加而成。因此，可將波束成型訊號  $bm1'$  區分為對應於第一基頻訊號  $b1$  的波束成型訊號（即第一訊號分量  $B3$ ）以及對應於第二基頻訊號  $b2$  的波束成型訊號（即第二訊號分量  $B4$ ）。藉由調整第一訊號分量  $B3$  的相位  $\theta 3$  以及調整第二訊號分量  $B4$  的相位  $\theta 4$ ，本實施例提出的波束成型控制裝置 500 除可使用天線 409 分別傳輸對應於第一基頻訊號  $b1$  且相位為  $\theta 1$  的波束成型訊號與對應於第二基頻訊號  $b2$  且相位為  $\theta 2$  的波束成型訊號之外，也可以使用天線 509 分別傳輸對應於第一基頻訊號  $b1$  且相位為  $\theta 3$  的波束成型訊號與對應於第二基頻訊號  $b2$  且相位為  $\theta 4$  的波束成型訊號。

**【0045】** 圖 4B 的實施例雖然是以輸入訊號為兩個基頻訊號的情形為例，但本領域技術人員應可由圖 4B 的實施例推知本揭露亦可實施於輸入訊號為兩個以上基頻訊號的情形。舉例而言，以圖 4B 的波束成型控制裝置 400、500 為例，當使用者欲傳輸對應於兩個

以上之基頻訊號的波束成型訊號時，使用者可在每增加傳輸一個輸入基頻訊號時，各為每根天線增加兩個基頻振幅控制電路以及兩個加法器，並依據上述方法將多個基頻振幅控制電路的輸出訊號線性疊加，從而為每根天線產生對應於多個輸入基頻訊號的第一訊號以及第二訊號，進而產生對應於多個輸入基頻訊號的多個波束成型訊號。

**【0046】** 圖 5 是依據本揭露一實施例繪示波束成型控制方法的流程圖，此控制方法可適用於本揭露提出的波束成型控制裝置 200。執行所述方法之步驟如下：在步驟 S501 中，透過控制器 Ctrl 調整對於第一基頻訊號 b1 的第一振幅倍率，且調整對於第一基頻訊號 b1 的第二振幅倍率。在步驟 S503 中，第一基頻振幅控制電路 203 藉由第一基頻訊號 b1 與第一振幅倍率產生第一訊號 s1，且第二基頻振幅控制電路 205 藉由第一基頻訊號 b1 與第二振幅倍率產生第二訊號 s2。在步驟 S505 中，混頻器 201 使第一訊號 s1 與第二訊號 s2 之間具備相位差。在步驟 S507 中，混頻器 201 將具備所述相位差的第一訊號 s1 與第二訊號 s2 轉換為波束成型訊號 bm，藉以控制天線 209。

**【0047】** 綜上所述，本揭露的控制裝置可由一第一基頻訊號分離出兩基頻訊號，並將兩者轉換為一波束成型訊號。藉由分別調整所述兩基頻訊號的相位，本揭露可以為多天線的通訊系統調整出具有適當相位的波束成型訊號。此外，本揭露的控制裝置還可在輸入訊號為多個基頻訊號的情形下，產生對應於所述多個基頻訊

號的多個波束成型訊號，藉此利用多天線通訊系統傳輸夾帶不同基頻訊號訊息的多個波束成型訊號。因此，本揭露可以在不使用相移器且不使用數量龐大的數位-類比（DA）轉換器的情況下，實現具有較高精準度的波束成型技術。

**【0048】** 雖然本揭露已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本揭露，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本揭露的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本揭露的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

#### **【符號說明】**

##### **【0049】**

101、201、301、401、501：混頻器

103：相移器

200、300、400、500：波束成型控制裝置

203、205、303、305、403、405、411、413、503、505、511、

513：基頻振幅控制電路

207、307、407、507、PA：功率放大器

209、309、409、509：天線

415、417、515、517：加法器

AI1、AQ1、AI2、AQ2、AI3、AQ3、AI4、AQ4、BI1、BQ1、

BI2、BQ2、BI3、BQ3、BI4、BQ4：振幅倍率

b1、b2：輸入基頻訊號



B1、B2：波束成型訊號的訊號分量

bm、bm1、bm'、bm1'：波束成型訊號

c1、c1'、c2、c2'、c3、c3'、c4、c4'：控制訊號

Ctrl：控制器

D/A：數位類比轉換器

I：混頻器的 I 分量輸入端

LO：本地震盪器

p：R 半徑圓上的點

Q：混頻器的 Q 分量輸入端

s1、s1'、s3、s3'：第一訊號

s2、s2'、s4、s4'：第二訊號

S501、S503、S505、S507：步驟

$\theta$ 、 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ ：相位



公告本

申請日：

IPC分類：

I664830

【發明摘要】

【中文發明名稱】

波束成型的方法及控制裝置

【英文發明名稱】

METHOD FOR BEAMFORMING AND CONTROL APPARATUS  
USING THE SAME

【中文】本揭露是有關一種波束成型的方法及控制裝置。所述方法一實施例包括：調整對於第一基頻訊號的第一振幅倍率，且調整對於第一基頻訊號的第二振幅倍率。藉由第一基頻訊號與第一振幅倍率產生第一訊號，且藉由第一基頻訊號與第二振幅倍率產生第二訊號。使第一訊號與第二訊號之間具備相位差。將具備相位差的第一訊號與第二訊號轉換為波束成型訊號，以控制天線。

【英文】The invention provides a method for beamforming and a control apparatus using the same. An embodiment of the method includes: Adjusting a first amplitude magnification of a first baseband signal, and adjusting a second amplitude magnification of the first baseband signal. Generating a first signal according to the first baseband signal and the first amplitude magnification, and generating a second signal according to the first baseband signal and the second amplitude magnification. Inserting a phase difference

between the first signal and the second signal. Converting the first signal and the second signal which existing the phase difference in between to a beamformed signal in order to control an antenna.

【指定代表圖】圖2A。

【代表圖之符號簡單說明】

200：波束成型控制裝置

201：混頻器

203、205：基頻振幅控制電路

207：功率放大器

209：天線

AI1、AQ1：振幅倍率

b1：輸入基頻訊號

bm：波束成型訊號

c1、c2：控制訊號

Ctrl：控制器

I：混頻器的I分量輸入端

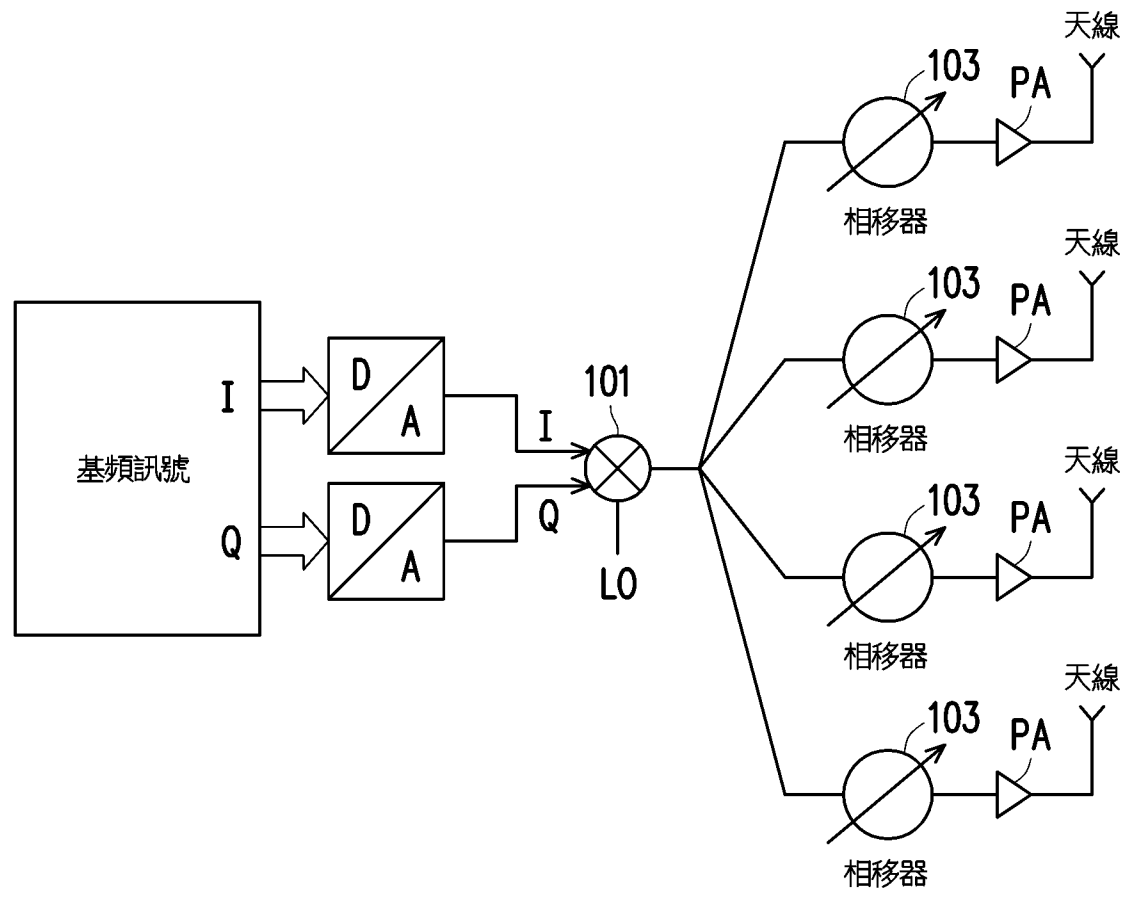
LO：本地震盪器

Q：混頻器的Q分量輸入端

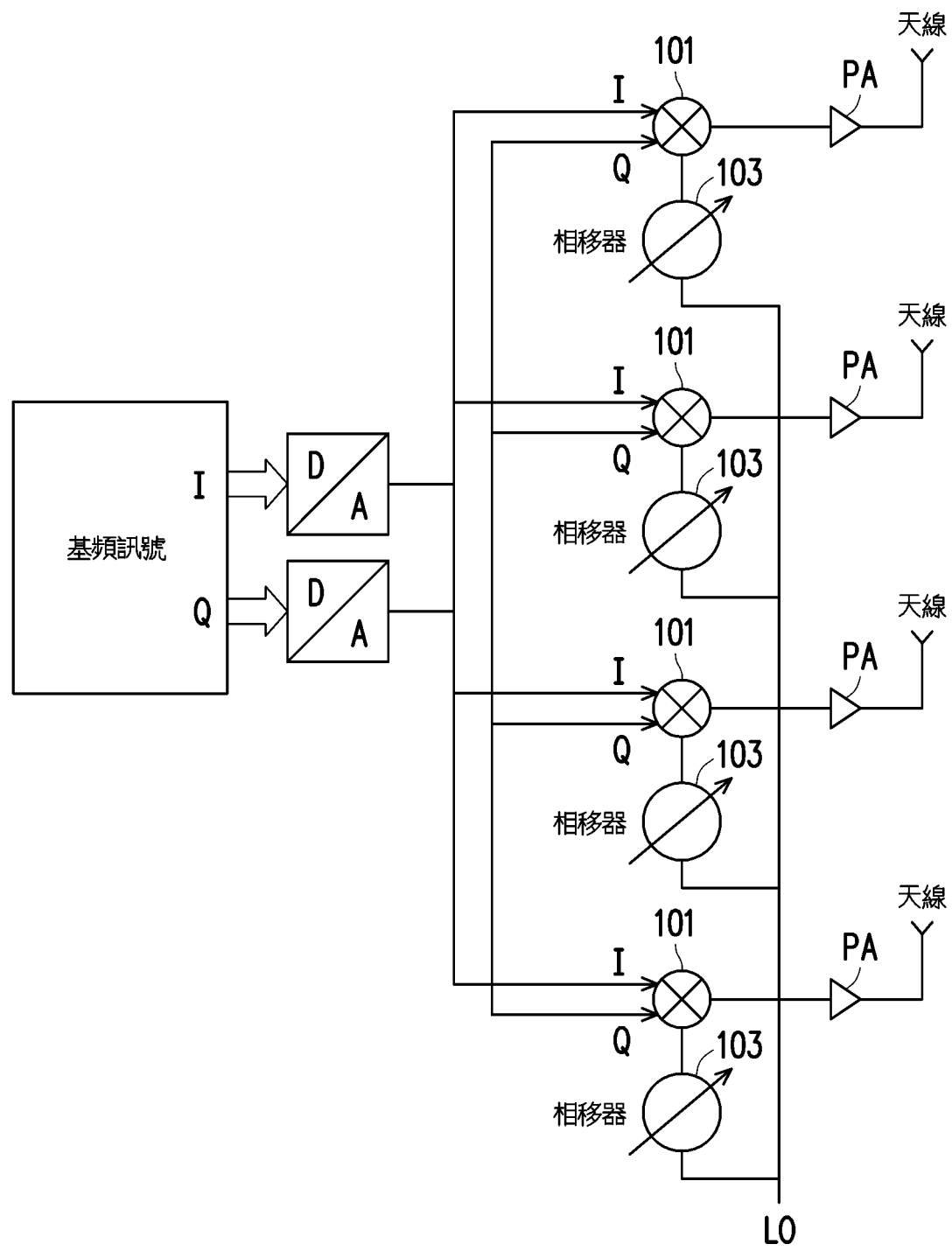
s1：第一訊號

s2：第二訊號

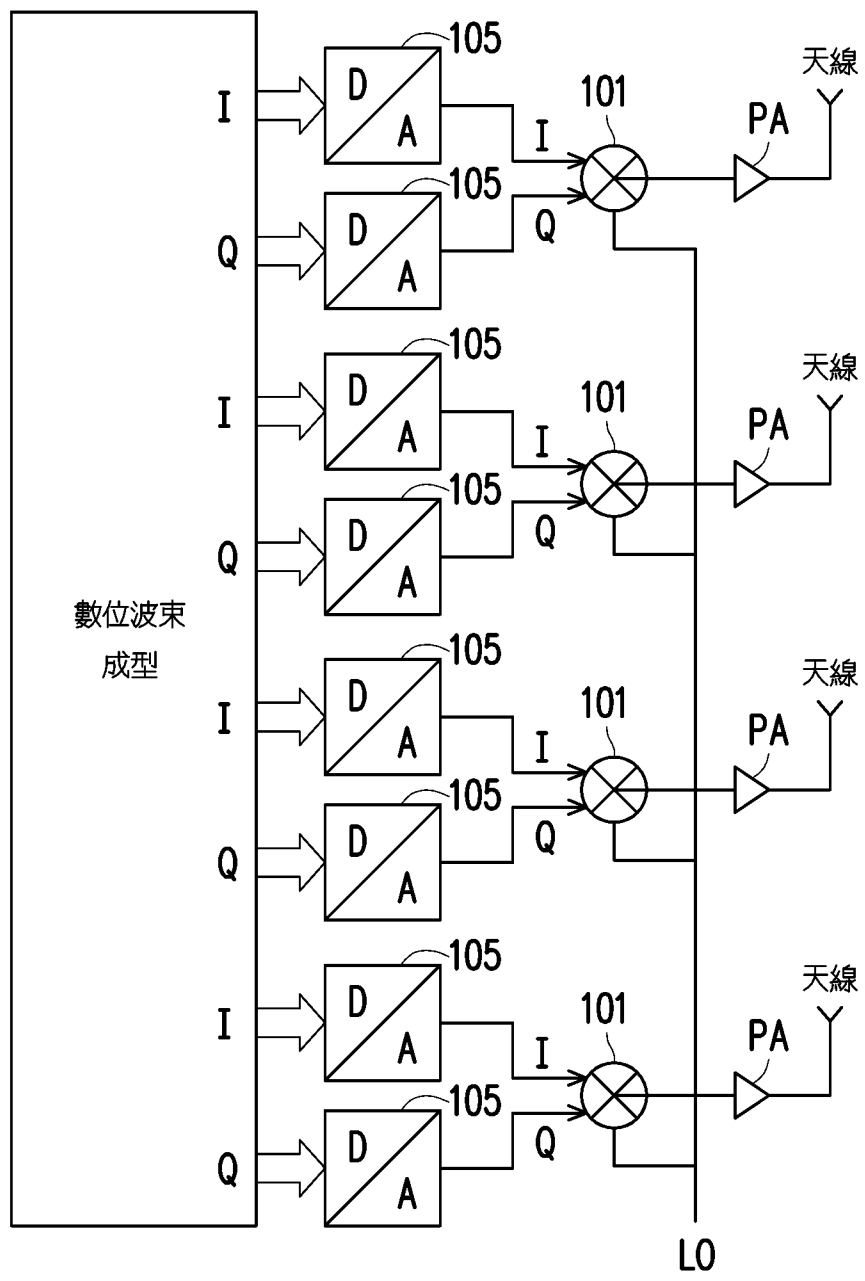
【發明圖式】



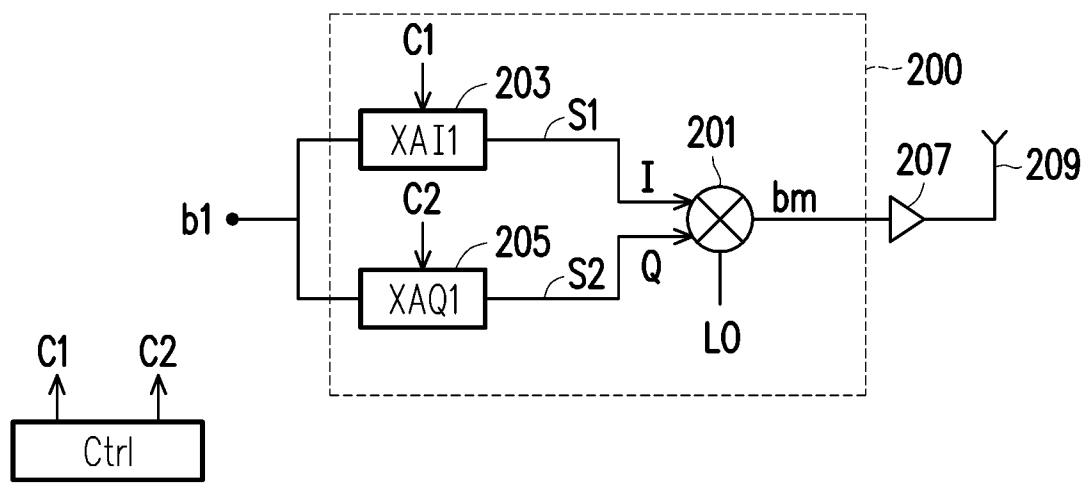
【圖1A】



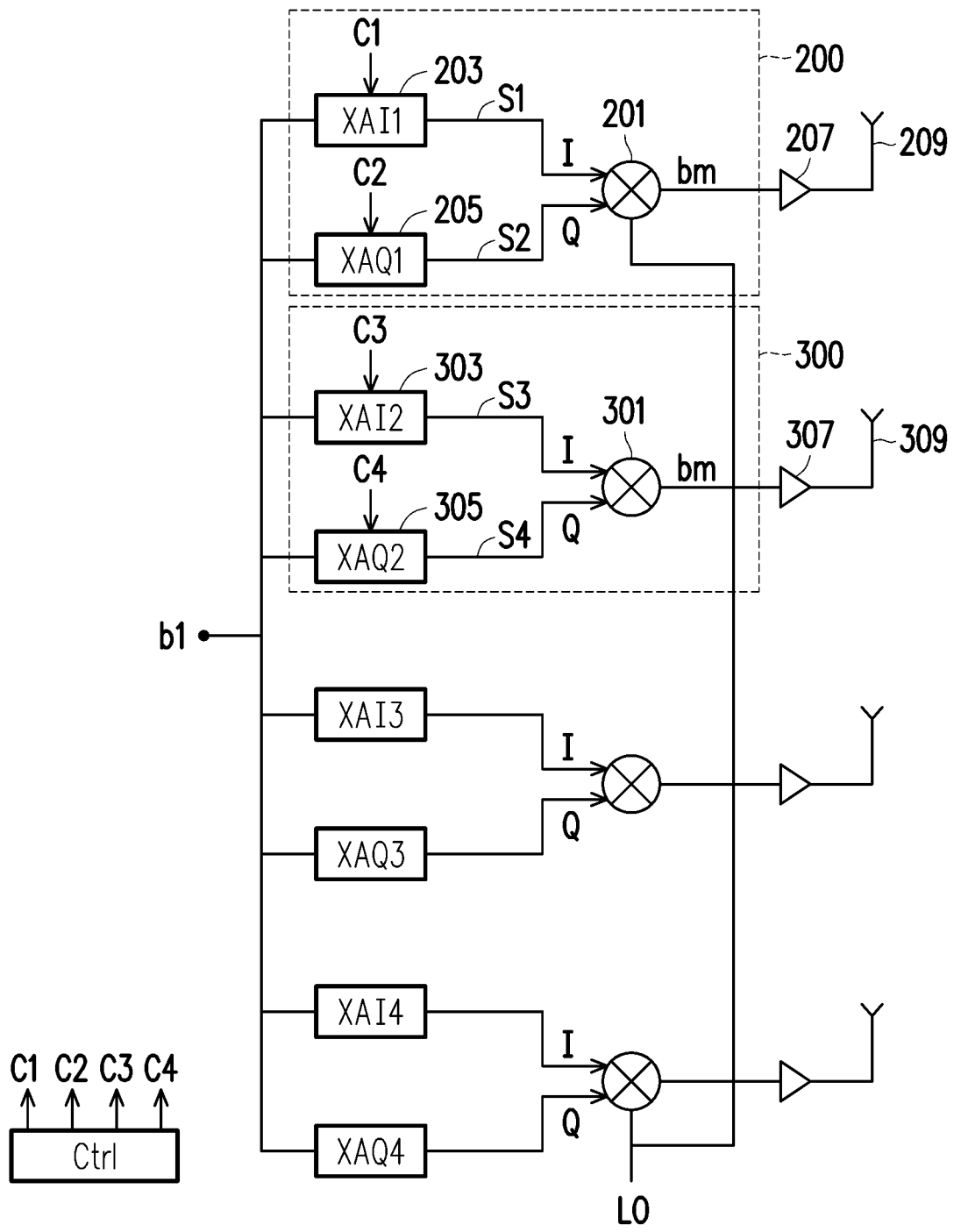
【圖1B】



【圖1C】

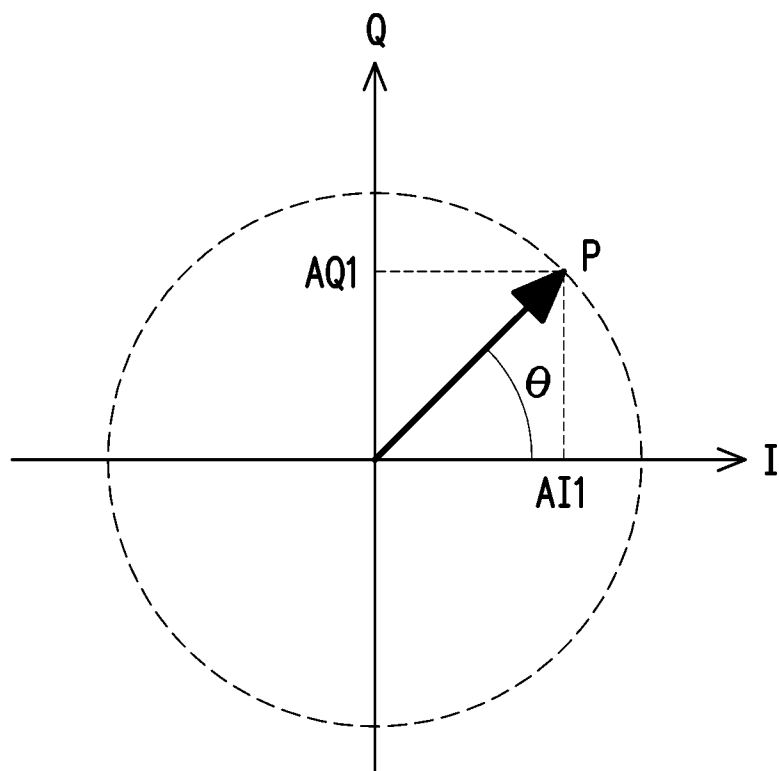


【圖2A】

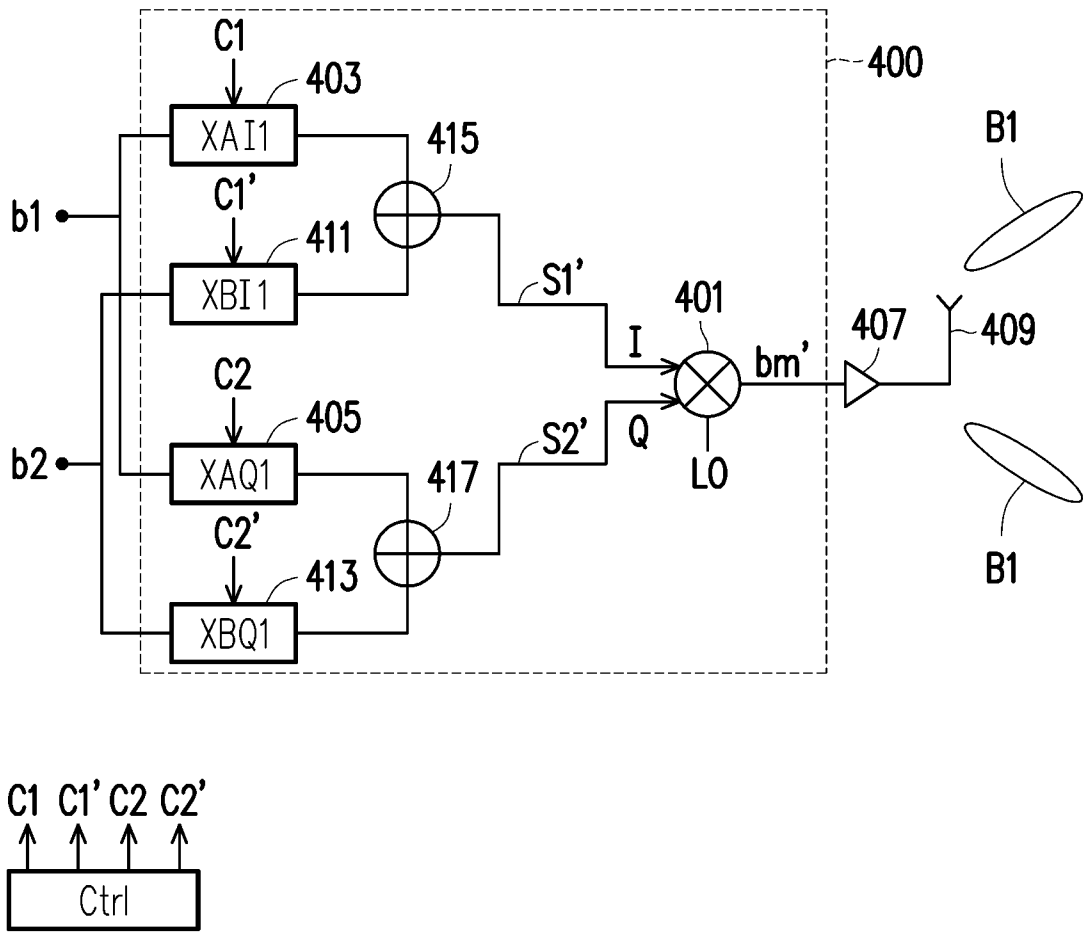


【圖2B】

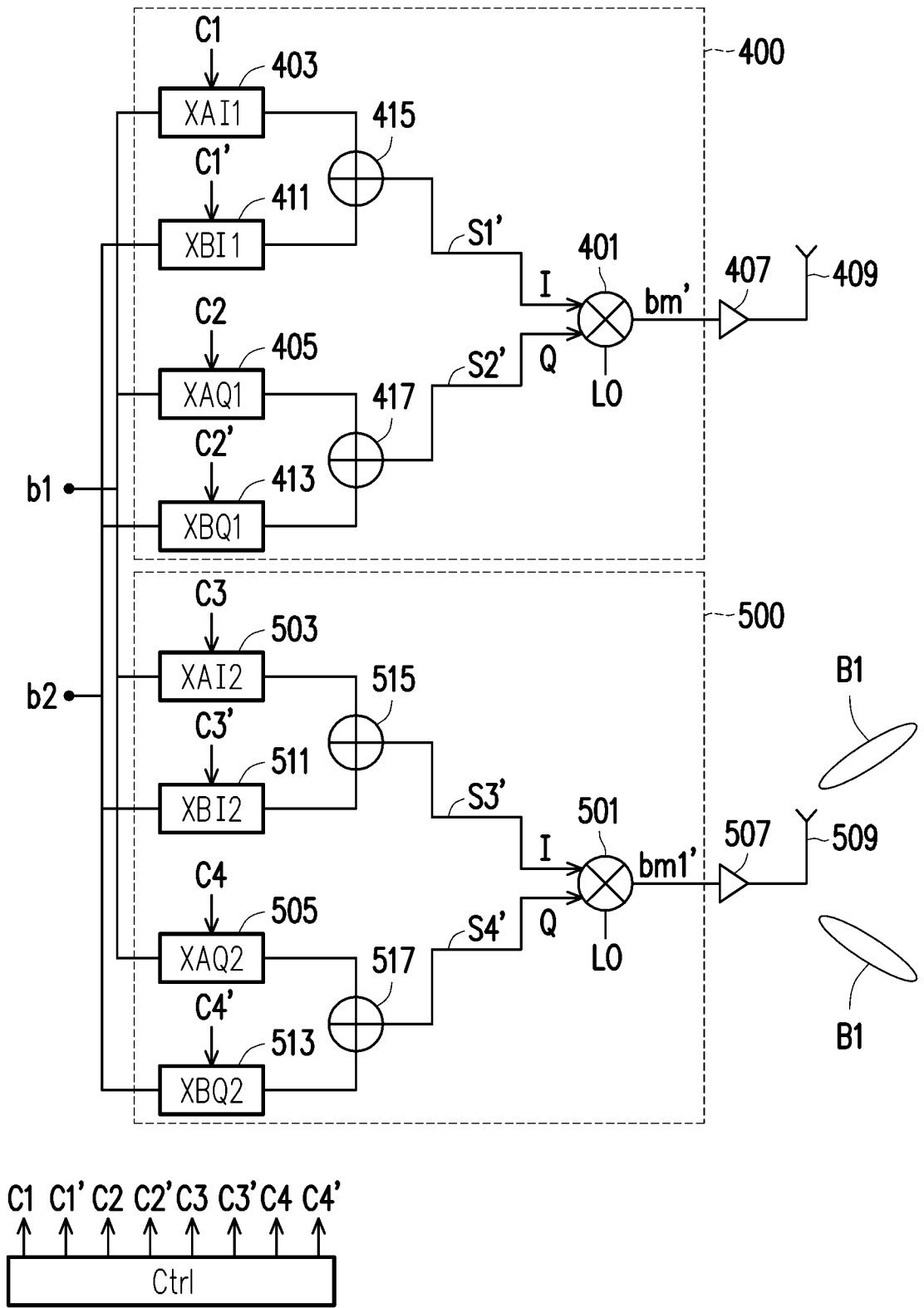




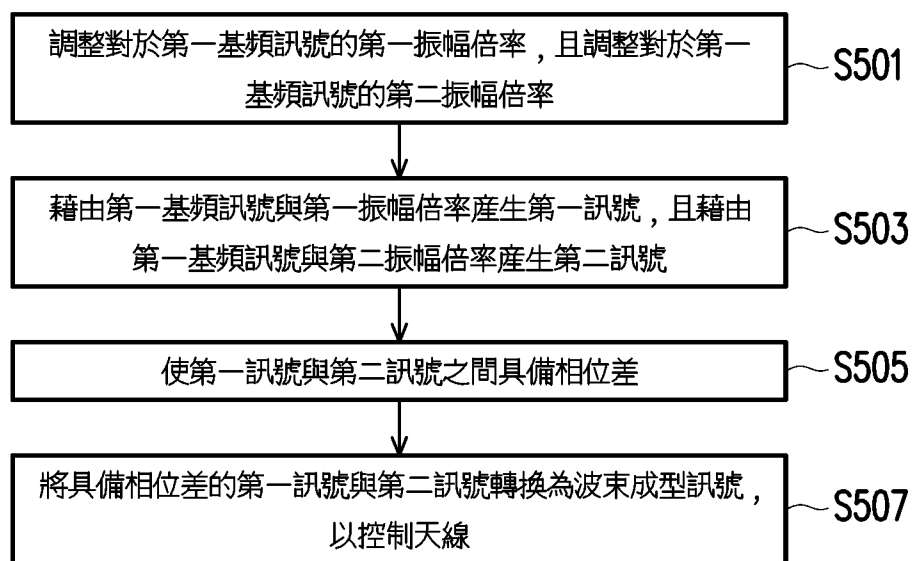
【圖3】



【圖4A】



【圖4B】



【圖5】

## 【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種波束成型控制裝置，包括：

一第一基頻振幅控制電路以及一第二基頻振幅控制電路，兩者皆接收一第一基頻訊號；

一混頻器，耦接該第一基頻振幅控制電路以及該第二基頻振幅控制電路；

一控制器，耦接該第一基頻振幅控制電路及該第二基頻振幅控制電路，該控制器調整該第一基頻振幅控制電路中對於該第一基頻訊號的一第一振幅倍率，且調整該第二基頻振幅控制電路中對於該第一基頻訊號的一第二振幅倍率，

一第三基頻振幅控制電路，接收一第二基頻訊號，其中該控制器耦接該第三基頻振幅控制電路，且該控制器調整該第三基頻振幅控制電路中對於該第二基頻訊號的一第三振幅倍率；

一第四基頻振幅控制電路，接收該第二基頻訊號，其中該控制器耦接該第四基頻振幅控制電路，且該控制器調整該第四基頻振幅控制電路中對於該第二基頻訊號的一第四振幅倍率；

一第一加法器，耦接該第一基頻振幅控制電路以及該第三基頻振幅控制電路；以及

一第二加法器，耦接該第二基頻振幅控制電路以及該第四基頻振幅控制電路，

其中，該第一基頻振幅控制電路藉由該第一基頻訊號與該第一振幅倍率產生一第一訊號，且該第二基頻振幅控制電路藉由該

第一基頻訊號與該第二振幅倍率產生一第二訊號，包括：

該第三基頻振幅控制電路藉由該第二基頻訊號與該第三振幅倍率產生一第三輸出訊號，且該第一基頻振幅控制電路更藉由該第一基頻訊號與該第一振幅倍率產生一第一輸出訊號；

該第四基頻振幅控制電路藉由該第二基頻訊號與該第四振幅倍率產生一第四輸出訊號，且該第二基頻振幅控制電路更藉由該第一基頻訊號與該第二振幅倍率產生一第二輸出訊號；

該第一加法器接收該第一輸出訊號與該第三輸出訊號，並依據該第一輸出訊號與該第三輸出訊號產生該第一訊號；以及

該第二加法器接收該第二輸出訊號與該第四輸出訊號，並依據該第二輸出訊號與該第四輸出訊號產生該第二訊號；

該混頻器接收該第一訊號與該第二訊號，並使該第一訊號與該第二訊號之間具備一相位差；以及

該混頻器將具備該相位差的該第一訊號與該第二訊號轉換為一波束成型訊號，以控制一天線。

**【第2項】** 如申請專利範圍第1項所述的波束成型控制裝置，其中該波束成型訊號包括對應於該第一基頻訊號的一第一訊號分量以及對應於該第二基頻訊號的一第二訊號分量。

【第3項】 如申請專利範圍第1項所述的波束成型控制裝置，其中該混頻器以線性疊加的方式將具備該相位差的該第一訊號與該第二訊號轉換為該波束成型訊號。

【第4項】 如申請專利範圍第1項所述的波束成型控制裝置，其中該波束成型訊號的相位為該第一振幅倍率與該第二振幅倍率的比值的反正切函數。

【第5項】 如申請專利範圍第1項所述的波束成型控制裝置，其中該第一振幅倍率與該第二振幅倍率兩者的平方和為一。

【第6項】 如申請專利範圍第1項所述的波束成型控制裝置，其中該第一振幅倍率與該第二振幅倍率兩者的平方和不為一。

【第7項】 如申請專利範圍第1項所述的波束成型控制裝置，其中該相位差為該第一訊號的向量與該第二訊號的向量之間的夾角。

【第8項】 如申請專利範圍第1項所述的波束成型控制裝置，其中該相位差為九十度。

【第9項】 如申請專利範圍第1項所述的波束成型控制裝置，其中該相位差不為九十度。

【第10項】 如申請專利範圍第1項所述的波束成型控制裝置，其中該基頻訊號為類比訊號，且該波束成型訊號為類比訊號。

【第11項】 如申請專利範圍第1項所述的波束成型控制裝置，其中該束成型控制裝置不包括相移器。

【第12項】 一種波束成型控制方法，包括：

調整對於一第一基頻訊號的一第一振幅倍率，且調整對於該第一基頻訊號的一第二振幅倍率；

調整對於一第二基頻訊號的一第三振幅倍率，且調整對於該第二基頻訊號的一第四振幅倍率；

藉由該第一基頻訊號與該第一振幅倍率產生一第一訊號，且藉由該第一基頻訊號與該第二振幅倍率產生一第二訊號，包括：

調整對於一第二基頻訊號的一第三振幅倍率，且調整對於該第二基頻訊號的一第四振幅倍率；

藉由該第二基頻訊號與該第三振幅倍率產生一第三輸出訊號，且藉由該第一基頻訊號與該第一振幅倍率產生一第一輸出訊號；

藉由該第二基頻訊號與該第四振幅倍率產生一第四輸出訊號，且藉由該第一基頻訊號與該第二振幅倍率產生一第二輸出訊號；

依據該第一輸出訊號與該第三輸出訊號產生該第一訊號；以及

依據該第二輸出訊號與該第四輸出訊號產生該第二訊號；

使該第一訊號與該第二訊號之間具備一相位差；以及

將具備該相位差的該第一訊號與該第二訊號轉換為一波束成型訊號，以控制一天線。



【第13項】 如申請專利範圍第12項所述的方法，其中該波束成型訊號包括對應於該第一基頻訊號的一第一訊號分量以及對應於該第二基頻訊號的一第二訊號分量。

【第14項】 如申請專利範圍第12項所述的方法，其中該混頻器以線性疊加的方式將具備該相位差的該第一訊號與該第二訊號轉換為該波束成型訊號。

【第15項】 如申請專利範圍第12項所述的方法，其中該波束成型訊號的相位為該第一振幅倍率與該第二振幅倍率的比值的反正切函數。

【第16項】 如申請專利範圍第12項所述的方法，其中該第一振幅倍率與該第二振幅倍率兩者的平方和為一。

【第17項】 如申請專利範圍第12項所述的方法，其中該第一振幅倍率與第二振幅倍率兩者的平方和不為一。

【第18項】 如申請專利範圍第12項所述的方法，其中該相位差為該第一訊號的向量與該第二訊號的向量之間的夾角。

【第19項】 如申請專利範圍第12項所述的方法，其中該相位差為九十度。

【第20項】 如申請專利範圍第12項所述的方法，其中該相位差不為九十度。

【第21項】 如申請專利範圍第12項所述的方法，其中該基頻訊號為類比訊號，且該波束成型訊號為類比訊號。

【第22項】 如申請專利範圍第12項所述的方法，其中實施該方法時不使用相移器。