



(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 I484780 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 05 月 11 日

(21) 申請案號：101146737

(22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 12 月 11 日

(51) Int. Cl. : H04B7/04 (2006.01)

H01Q25/00 (2006.01)

(30) 優先權：2012/02/24 歐洲專利局

12305219.3

(71) 申請人：阿卡特朗訊公司 (法國) ALCATEL LUCENT (FR)

法國

(72) 發明人：傑史克 麥克 JESCHKE, MICHAEL (DE)

(74) 代理人：陳長文

(56) 參考文獻：

EP 0531090A2

US 2009/0203405A1

審查人員：鍾瑞元

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：7 共 61 頁

(54) 名稱

判定至少兩個天線元件的波束場型之裝置，方法及電腦程式

APPARATUS, METHOD AND COMPUTER PROGRAM FOR DETERMINING A BEAMPATTERN OF AT LEAST TWO ANTENNA ELEMENTS

(57) 摘要

實施例係關於一種用於判定至少兩個天線元件(160；460)之一波束場型(180)的裝置(400；500；800)，該至少兩個天線元件(160；460)可饋入有使用一無線電資源集合之無線電資源之一信號(210；410)，其中該無線電資源集合至少包含關聯至第一複數個使用者之一第一無線電資源子集及關聯至一蜂巢式通信系統之第二複數個使用者之一第二無線電資源子集，其中該第一複數個使用者及該第二複數個使用者兩者係關聯至該蜂巢式通信系統之同一小區，該裝置(400；500；800)包含：一處理器(430)，其可操作以針對該信號(210；410)之該第一無線電資源子集及該第二無線電資源子集中每一者判定該至少兩個天線元件(160；460)之一無線電資源子集特定波束場型(180)，使得對應於該第一無線電資源子集之一第一無線電資源子集特定波束場型(180-1)不同於對應於該第二無線電資源子集之一第二無線電資源子集特定波束場型(180-2)。

Embodiments relate to an apparatus (400; 500; 800) for determining a beam pattern (180) of at least two antenna elements (160; 460), the at least two antenna elements (160; 460) being feedable with a signal (210; 410) using radio resources of a radio resource set, wherein the radio resource set comprises at least a first radio resource subset associated to a first plurality of users and a second radio resource subset associated to a second plurality of users of a cellular communication system, wherein the first and the second plurality of users are both associated to the same cell of the cellular communication system, the apparatus (400; 500; 800) comprising a processor (430) operable to determine, for each of the first and the second radio resource subset of the signal (210; 410), a radio resource subset specific beam pattern (180) of the at least two antenna elements (160; 460), such that a first radio resource subset specific beam pattern (180-1) corresponding to the first radio resource subset is different from a second radio resource subset specific beam pattern (180-2) corresponding to the second radio resource subset.

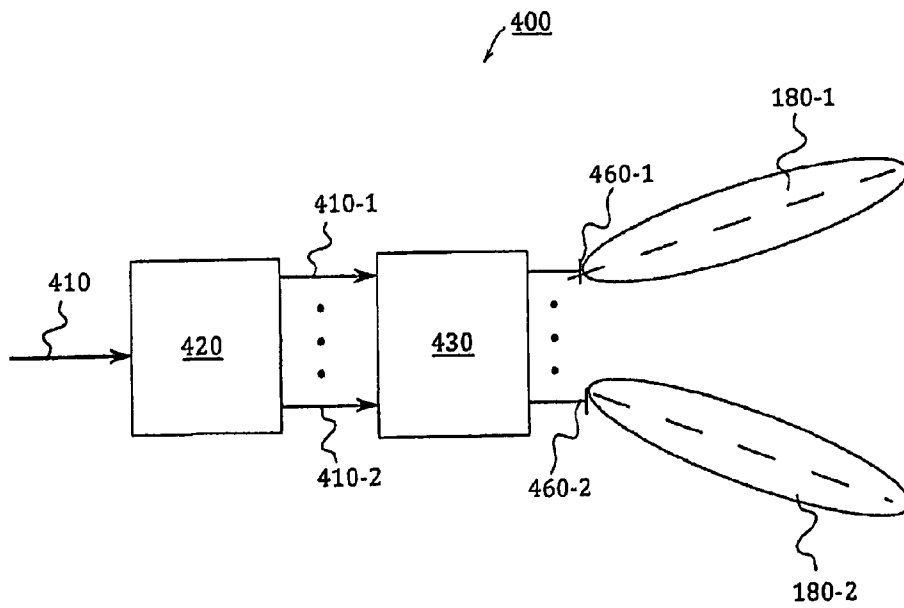


圖3

180-1 . . . 主波束/  
第一無線電資源子集  
特定波束場型/第一展  
頻碼子集特定波束

180-2 . . . 主波束/  
第二無線電資源子集  
特定波束場型/第二展  
頻碼子集特定天線波  
束

400 . . . 自適應性天  
線陣列(AAA)裝置

410 . . . 類比或數位  
信號/小區特定信號/正  
交分頻多工(OFDM)信  
號

410-1 . . . 第一信號  
部分/第一無線電資源  
子集/無線電資源子集  
特定信號部分/無線電  
資源特定信號分量

410-2 . . . 第二信號  
部分/第二無線電資源  
子集/無線電資源子集  
特定信號部分/無線電  
資源特定信號分量

420 . . . 信號分離器

430 . . . 處理器

460-1 . . . 定向天線  
元件

460-2 . . . 定向天線  
元件

# 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：101146737

※ 申請日：2011.12.11

※IPC 分類：H04B 7/04 (2006.01)

H01Q 25/00 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

判定至少兩個天線元件的波束場型之裝置，方法及電腦程式

APPARATUS, METHOD AND COMPUTER PROGRAM FOR  
DETERMINING A BEAMPATTERN OF AT LEAST TWO ANTENNA  
ELEMENTS

## 二、中文發明摘要：

實施例係關於一種用於判定至少兩個天線元件(160；460)之一波束場型(180)的裝置(400；500；800)，該至少兩個天線元件(160；460)可饋入有使用一無線電資源集合之無線電資源之一信號(210；410)，其中該無線電資源集合至少包含關聯至第一複數個使用者之一第一無線電資源子集及關聯至一蜂巢式通信系統之第二複數個使用者之一第二無線電資源子集，其中該第一複數個使用者及該第二複數個使用者兩者係關聯至該蜂巢式通信系統之同一小區，該裝置(400；500；800)包含：一處理器(430)，其可操作以針對該信號(210；410)之該第一無線電資源子集及該第二無線電資源子集中每一者判定該至少兩個天線元件(160；460)之一無線電資源子集特定波束場型(180)，使得對應於該第一無線電資源子集之一第一無線電資源子集特定波束場型(180-1)不同於對應於該第二無線電資源子集之一第二無線電資源子集特定波束場型(180-2)。

### 三、英文發明摘要：

Embodiments relate to an apparatus (400; 500; 800) for determining a beam pattern (180) of at least two antenna elements (160; 460), the at least two antenna elements (160; 460) being feedable with a signal (210; 410) using radio resources of a radio resource set, wherein the radio resource set comprises at least a first radio resource subset associated to a first plurality of users and a second radio resource subset associated to a second plurality of users of a cellular communication system, wherein the first and the second plurality of users are both associated to the same cell of the cellular communication system, the apparatus (400; 500; 800) comprising a processor (430) operable to determine, for each of the first and the second radio resource subset of the signal (210; 410), a radio resource subset specific beam pattern (180) of the at least two antenna elements (160; 460), such that a first radio resource subset specific beam pattern (180-1) corresponding to the first radio resource subset is different from a second radio resource subset specific beam pattern (180-2) corresponding to the second radio resource subset.

#### 四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(3)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

180-1	主波束/第一無線電資源子集特定波束場型/第一展頻碼子集特定波束
180-2	主波束/第二無線電資源子集特定波束場型/第二展頻碼子集特定天線波束
400	自適應性天線陣列(AAA)裝置
410	類比或數位信號/小區特定信號/正交分頻多工(OFDM)信號
410-1	第一信號部分/第一無線電資源子集/無線電資源子集特定信號部分/無線電資源特定信號分量
410-2	第二信號部分/第二無線電資源子集/無線電資源子集特定信號部分/無線電資源特定信號分量
420	信號分離器
430	處理器
460-1	定向天線元件
460-2	定向天線元件

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】

本發明之實施例大體上係關於無線通信系統，且特定言之，係關於用於無線通信之數位波束成形概念。

### 【先前技術】

對行動服務之較高資料速率之要求正穩定地增加。同時，如諸如通用行動電信系統(UMTS)之第3代(3G)系統及諸如長期演進(LTE)之第4代(4G)系統之現代行動通信系統提供增強型技術，其實現較高頻譜效率且允許較高資料速率及小區容量。舉例而言，此等技術包括使用所謂自適應性天線陣列(AAA)之波束成形。

在天線之許多應用中，點對點(p-t-p)通信係關注的。出於彼目的，可有利地使用高度指向天線波束或天線場型。可藉由形成包含複數個(亦即，至少兩個)天線元件或元件輻射器之天線陣列來實現定向天線波束。舉例而言，個別天線元件可間隔 $\lambda/2$ ，其中 $\lambda$ 表示對應於無線信號之系統載波頻率 $f_c$ 之波長。隨著天線(陣列)之定向性增加，其之增益亦增加，從而導致較小所需放大器功率、較小干擾及/或增加型資料輸送量。天線陣列之個別天線元件可垂直地及/或水平地對準。

自適應性天線陣列(AAA)或自適應性天線陣列處理器可被視為可在一側上包含數位介面之功能實體。舉例而言，此數位介面可為所謂基於光纖之共同公共無線電介面(CPRI)，其界定無線電設備控制器(REC)至亦被稱為無線

電設備 (RE) 之本端或遠端無線電單元之間的基地台之內部數位介面。另一方面，自適應性天線陣列處理器亦可包含至或自諸如個別天線或天線元件之射頻 (RF) 組件之 RF 介面。在下行鏈路 (DL) (亦即，自基地台至行動終端機之方向) 中，自適應性天線陣列處理器可 (例如) 根據第 3 代合作夥伴計劃 (3GPP) 技術自亦可被稱作 NodeB 或 eNodeB 的基地台之數據機板經由 CPRI 接收數位同相 (I) 及四相位 (Q) 基頻樣本。可以某種方式 (通常藉由應用複值波束成形權重係數) 來處理在數位基頻域中之數位基頻信號之經接收 I/Q 基頻樣本，I/Q 基頻樣本可以向量形式經寫入至數位基頻信號。最後，自適應性天線陣列處理器可執行加權信號至每天線元件系統載波頻率之數位至類比 (D/A) 轉換及增頻轉換或增頻混合，每一天線元件可由專用功率放大器 (PA) 驅動。

在經垂直配置之自適應性天線陣列 (其貫穿本說明書將被例示性地假定無一般性損耗) 中， $N_{\text{elem}}$  個經垂直配置之共偏振天線元件之一個垂直行可由  $N_{\text{PA}}$  個功率放大器饋入，其中  $N_{\text{PA}} \geq 2$ 。對於本說明書之範疇，如何進行  $N_{\text{PA}}$  個功率放大器與  $N_{\text{elem}}$  個天線元件之間的映射不重要。舉例而言，可存在 1:1 映射，亦即， $N_{\text{elem}} = N_{\text{PA}}$ 。另一實例為一個功率放大器可映射至兩個或兩個以上輻射天線元件，亦即， $N_{\text{elem}} > N_{\text{PA}}$ 。另一實例 (最一般狀況) 為存在將加權無線電信號自  $N_{\text{PA}}$  個功率放大器映射至  $N_{\text{elem}}$  個天線元件之被動式企業饋線網路 (Corporate Feeder Network, CFN)。此饋

線網路可藉由( $N_{\text{elem}} \times N_{\text{PA}}$ )矩陣來表達。在使用此饋線網路的情況下，每一功率放大器可映射至某數目個實體天線元件(在饋線網路中存在組合器時，一些天線元件可由不同功率放大器共用)，且因此每一功率放大器可與一「邏輯天線」相關聯。

為本說明書起見，值 $N_{\text{elem}}$ 無相關性，僅 $N_{\text{PA}}$ 有相關性，亦即，本發明之實施例之不同實施將感知 $N_{\text{AP}}$ 而非 $N_{\text{elem}}$ 。圖1說明本發明之實施例之架構及自適應性天線陣列處理器件之主要功能元件。注意，自適應性天線陣列處理器件通常包含共偏振天線元件之一個以上行-然而，圖1僅描繪一個此行。

圖1展示包含數位基頻處理單元110之自適應性天線陣列100之可能組態，數位基頻處理單元110可操作以處理數位基頻域中之數位基頻信號。經由串列數位基頻介面120而將數位基頻信號傳達至數位基頻處理單元110/自數位基頻處理單元110傳達數位基頻信號，串列數位基頻介面120將自適應性天線陣列100連接至可為(例如)基地台/數據機板的所謂無線電設備控制(REC)實體130。在此上下文中，自適應性天線陣列100亦可被視為無線電設備(RE)，其係經由例如CPRI之數位基頻介面120受到REC實體130控制。REC及RE子系統兩者屬於無線電基地台系統，且可共同位於單一機殼內或在空間上分離。在後者狀況下，自適應性天線陣列100可被視為遠端單元，其可在空間上位於不同於REC實體130的位置。針對下行鏈路方向，自適應性天

線陣列 100 亦包含無線電前端 140，無線電前端 140 執行來自數位基頻處理器 110 之信號之數位至類比 (DA) 轉換、至 RF 或傳輸頻帶之增頻轉換，及  $N_{PA}$  個信號分支之類比信號之放大。 $N_{PA}$  個類比信號可自無線電前端 140 經由前述企業饋線網路 (CFN) 150 而饋入至  $N_{elem}$  個共偏振天線元件陣列 160。

在習知波束成形或自適應性天線陣列概念中，特徵可在於 (例如) 其波束方向 (例如，下傾) 及 / 或波束寬度之天線場型或波束可藉由複數係數  $w_a$  集合來界定，其中  $a=0, \dots, N_{PA}-1$  (或  $a=1, \dots, N_{PA}$ ) 表示功率放大器之索引 (在假定  $N_{elem}$  個共偏振天線之垂直陣列與其關聯  $N_{PA}$  個功率放大器的情況下)。可將此等係數應用於自適應性天線陣列單元 100 之數位基頻處理器 110 中。習知地，根據基頻取樣頻率在完整系統頻寬上應用同一複數權重集合，基頻取樣頻率針對為 5 MHz、10 MHz 或 20 MHz 之最常見 LTE 系統頻寬通常為 7.68 MHz、15.36 MHz 或 30.72 MHz。此外，習知波束形狀之特徵在於一個「主瓣」180，「主瓣」180 根據無線電網路規劃經引導朝向最佳角度 (例如，下傾) 以獲得最大化增益或定向性，從而得到在此主瓣外部朝向方向 190-1、190-2、190-3 之次佳涵蓋範圍。

如今，存在可改良系統涵蓋範圍或容量之各種 AAA 概念及路圖。舉例而言，自適應性天線陣列可用於 DL 及 / 或 UL 中之差分下傾或波束形狀。圖 2a、圖 2b 展示此情形。

圖 2a 展示呈數據機器件之形式之 REC 實體 130，其耦接

至AAA處理器100之數位基頻處理單元110。將涵蓋通信系統之整個有用系統頻寬之小區特定信號210之離散時間信號樣本 $x(k)$ 自數據機130經由一個小區特定CPRI鏈路而傳送至數位基頻處理器110。數位基頻信號 $x(k)$  210例示性地分支成 $A=3$ 個信號分支210-1、210-2及210-3，其中每一信號分支210-1、210-2、210-3係用一複數波束成形權重係數 $w_{Aa}$ (其中 $a=[0, 1, \dots, A-1]$ 且 $|w_{Aa}|=1$ )予以加權以獲得信號210之加權信號版本220-1、220-2及220-3。加權信號版本220-1、220-2及220-3中每一者藉由DAC 230-1、230-2及230-3數位至類比轉換以獲得對應於信號分支210-1至210-3之加權數位信號220-1、220-2及220-3之類比版本240-1、240-2及240-3。在三個信號分支中行進之類比信號240-1、240-2及240-3中每一者係由一對應功率放大器250-1、250-2及250-3放大，之後係由天線陣列160(此處例示性地包含 $N_{elem}=3$ 個天線元件160-1、160-2、160-3)輻射。複數波束成形權重 $w_{Aa}$ (其中 $a=[0, 1, \dots, A-1]$ )對應於包含以第一角度 $\alpha$ 面對之主瓣180之波束場型「A」。因此，複數波束成形權重亦可被稱作主瓣特定波束成形權重係數。注意，數位基頻信號 $x(k)$  210為無線電小區特定的，亦即，其可包含待傳輸至關聯無線電小區之所有信號分量，且可包含(例如)針對LTE網路可為5 MHz、10 MHz或20 MHz之有用系統頻寬之所有頻率。在LTE之實例中，數位基頻信號 $x(k)$  210可因此包含LTE信號之所有副載波。

圖2b與圖2a之不同之處在於：不同地選擇主瓣特定波束

B成形權重係數 $w_{Ba}$ (其中 $a=[0, 1, \dots, A-1]$ 且 $|w_{Ba}|=1$ )，從而導致主瓣180面對不同角度 $\beta$ 。藉此，在垂直天線陣列160之狀況下，兩個角度 $\alpha$ 及 $\beta$ 可分別表示天線陣列160之不同電下傾角。

關於圖2a及圖2b特徵所描述之AAA為針對任何AAA解決方案之關鍵基礎特性。其改良網路規劃之靈活性，且移除在DL與UL波束設計之間作出折衷之必要性。本發明之實施例可與此習知AAA基礎特徵完全地協作。實施例可獨立地用於DL及UL中，且因此充分利用「差分DL及UL波束」之已知特徵，且進一步改良其。

另一已知自適應性天線陣列概念為已經由LTE版本8支援之所謂「垂直扇區化」，亦即，一個水平扇區中之兩個垂直分離之小區ID。圖2c說明此概念。

圖2c說明垂直扇區化之概念，其中兩個主波束180-1及180-2中每一者分別對應於一不同小區ID。亦即，關聯至第一主瓣特定波束成形權重係數 $w_{Aa}$ (其中 $a=[0, 1, \dots, A-1]$ 且 $|w_{Aa}|=1$ )之波束180-1對應於經由第一CPRI介面而遞送至AAA 100之第一數位信號處理單元110-1的第一小區ID特定數位基頻信號 $x_A(k)$  210。對應地，關聯至第二主瓣特定波束成形權重係數 $w_{Ba}$ (其中 $a=[0, 1, \dots, A-1]$ 且 $|w_{Ba}|=1$ )之第二波束180-2係關聯至經由第二專用CPRI介面而遞送至AAA單元100之第二數位基頻處理器110-2的第二小區ID特定數位基頻信號 $x_B(k)$  310。兩個不同小區特定數位基頻信號210、310中每一者係用主瓣特定波束成形向量 $w_A=[w_{A0},$

$W_{A1}$ ,  $W_{A2}$ ]或 $W_B=[W_{B0}, W_{B1}, W_{B2}]$ 予以加權，以獲得該兩個數位基頻信號210及310之第一加權信號分支220-1、220-2、220-3及第二加權信號分支320-1、320-2、320-3。該等加權信號版本220-1、320-1及220-2、320-2及220-3、320-3可分別藉由數位加法器335-1、335-2及335-3來疊加或組合，之後經數位至類比轉換、經放大且經由其關聯小區ID特定波束場型180-1及180-2來輻射。因為可假定兩個小區ID特定數位基頻信號210及310相互不相關(例如，用於不同UE之不同實體下行鏈路共用頻道(PDSCH))，所以數位求和點335不相干，亦即，全部三個功率放大器250-1至250-3將處理等同功率之信號。自PA使用視點，此平衡情形係理想的。

當前論述圖2c之此直接AAA特徵以改良容量/涵蓋範圍。然而，其具有以下缺點：垂直扇區化需要在數據機(基地台)與遠端無線電頭(RRH)或AAA之間的CPRI鏈路數目的兩倍，其需要經修改數據機軟體(支援每水平扇區兩個小區而非一個小區)。又，在模擬與真實世界之間歸因於在外部波束與內部波束(=外部垂直扇區/內部垂直扇區)180-1、180-2之間的大重疊區與對應高干擾及潛在交遞問題而存在未知「實境損耗」。

在諸如參看圖2a至圖2c所描述之所有習知波束成形概念中，特徵可在於(例如)其波束方向(例如，下傾)及其波束寬度之波束「B」係由複數波束特定係數 $W_{B,a}$ 集合來界定，其中 $a=0\dots A-1$ (或 $a=1\dots A$ )表示信號分支或PA之索引(在

假定  $A=N_{PA}$  個共偏振天線之垂直天線陣列與其關聯 PA 250 時)。將此等波束成形係數  $w_{B,a}$  應用於 AAA 之數位基頻中。習知地，根據基頻取樣頻率在小區 ID 特定基頻信號之完整信號頻寬上應用同一複數權重集合，基頻取樣頻率針對為 5 MHz、10 MHz 或 20 MHz 之最常見 LTE 系統頻寬可經選擇成 7.68 MHz、15.36 MHz 或 30.72 MHz。注意，此等實例中之小區 ID 或小區特定信號之有用基頻信號頻寬為僅 4.5 MHz、9.0 MHz 或 18.0 MHz。

在此背景下，需要提供一種可進一步改良前述技術發展水平之自適應性天線陣列概念。

#### 【發明內容】

本發明之一種發現為允許天線或天線陣列之波束形狀依賴於由小區特定信號使用之整個無線電資源集合之無線電資源的子集，小區特定信號亦即關聯至由蜂巢式通信系統之無線電小區伺服之複數個使用者的信號。藉此經由天線或天線陣列將小區特定信號傳輸至關聯至該小區之複數個使用者，或自關聯至該小區之複數個使用者接收小區特定信號。

在下文中，(無線電)小區被稱作區域，基地台向該區域提供無線電服務，針對該區域並不必須進行行動性傳訊，此係因為行動終端機可由同一基地台(亦即，伺服基地台)伺服。基地台可操作多個小區或扇區。因此，若行動性管理實體(MME)知曉行動終端機之伺服基地台或小區或扇區，則行動終端機可在此區域中使用特定傳呼頻道被傳

呼，所有註冊行動收發器正收聽，且在行動收發器之回應之後隨即可建立無線電鏈路。

視本發明之各種實施例而定，術語無線電資源可被理解為如下各者之群組之要素或要素之組合：頻率資源、頻寬、載波、副載波、時間資源、無線電訊框、時槽、符號、子訊框、傳輸時間間隔(TTI)、碼資源、類比頻譜調變(ASM)符號、數位頻譜調變(DSM)符號、移頻鍵控(FSK)符號、相移鍵控(PSK)符號、脈碼調變(PCM)符號、四進位調幅(QAM)符號、跳頻展頻(FHSS)序列、直接序列展頻(DSSS)序列，等等。在實施例中，複數個無線電資源因此可對應於時間資源、頻率資源、編碼資源或傳輸技術之群組中之一者或組合。舉例而言，資料無線電承載(DRB)亦包含實體無線電資源之組合，且因此可被視為無線電資源自身。

不同於經典天線系統，本發明之實施例開發在由系統頻寬跨距之一個完整無線電資源集合內塑形/選擇無線電資源子集特定波束/波束場型之可能性。注意，根據一些實施例，無線電資源子集藉此並不照例專用於或關聯至僅一個使用者，而是專用於或關聯至由小區或伺服基地台伺服之多個使用者之子集。然而，根據其他實施例，無線電資源子集亦可專用於或關聯至僅一個使用者。兩種情況皆開發在無線電小區內排程使用者之不同子集的新方式。結合至少一相鄰無線電小區，可提供小區間干擾感知排程概念。根據本發明之一些實施例，無線電資源子集可被理解

為諸如時間及頻率之至少兩個不同無線電資源之組合，其中該無線電資源子集專用於複數個使用者。在一特定實施例中，無線電資源子集可包含至少一頻率(副載波)，該至少一頻率係由在不同使用者特定時間間隔期間在該頻率上排程之複數個使用者共用。同樣地，無線電資源子集可包含至少一時槽，該至少一時槽係由在該時槽期間在不同使用者特定頻率或副載波上經排程之複數個使用者共用。

根據本發明之第一態樣，提供一種用於判定至少兩個天線元件之波束場型之裝置，其中該至少兩個天線元件可饋入有或關聯至使用無線電資源集合之無線電資源之(共同)信號。無線電資源集合至少包含關聯至第一複數個使用者之第一無線電資源子集，及關聯至蜂巢式通信系統之第二複數個使用者之第二無線電資源子集。第一複數個使用者及第二複數個使用者兩者係關聯至蜂巢式通信系統之同一小區。該裝置包含處理器，處理器可操作以針對第一無線電資源子集及第二無線電資源子集中每一者判定至少兩個天線元件中之至少一者之一無線電資源子集特定波束場型，使得對應於第一無線電資源子集之第一無線電資源子集特定波束場型不同於對應於第二無線電資源子集之第二無線電資源子集特定波束場型。此處，術語「無線電資源子集特定」可被理解為「視無線電資源子集而定」。無線電資源子集相依波束成形或波束選擇可在數位基頻域中數位地進行或類比/機械地進行。

一個可能的類比或機械方法可為視在考慮下的無線電資

源子集而在各自具有不同波束場型的不同定向天線之間選擇。舉例而言，可經由機械或電開關來執行天線選擇。舉例而言，以此方式，第一無線電資源子集之第一無線電資源可關聯至不同於第二無線電資源子集之第二無線電資源的定向天線。舉例而言，兩個不同定向天線可提供指向不同空間(垂直及/或水平)方向之不同波束場型。

又，可水平地、垂直地或作為其組合來執行波束成形或波束選擇。在一些實施例中，特別關注執行關於至少一天線之信號之垂直波束選擇。藉此，在本發明之背景中之垂直選擇應被理解為在各自具有不同天線場型與關聯主瓣之不同下傾角的至少兩個不同重疊或非重疊波束場型之間選擇。換言之，至少兩個個別波束場型之第一波束場型可具有下傾角不同於該至少兩個個別波束場型之第二波束場型之第二主瓣之下傾角的第一主瓣。

因此，根據一些實施例，不同天線可具有或造成不同下傾角，亦即，朝向接地之傾斜角可不同。以此方式，第一無線電資源子集可已與第一下傾角相關聯，其中第二無線電資源子集可已與不同於第一下傾角的第二下傾角相關聯。由於不同下傾角，第一無線電資源子集特定波束場型可造成在小區之邊界處之不同於第二無線電資源子集特定波束場型的天線增益。因此，處理器可操作以判定無線電資源子集特定波束場型，使得第一無線電資源子集特定波束場型具有在無線電小區之邊界處之不同於第二無線電資源子集特定波束場型的天線增益，此情形可藉由選擇或形

成針對第一無線電資源子集特定波束場型及第二無線電資源子集特定波束場型之不同下傾角來達成。注意，實施例亦可定址水平域，亦即，第一無線電資源子集特定波束場型可大體上具有不同於第二無線電資源子集特定波束場型的水平及/或垂直特性。

實施例亦提供用於數位地判定天線陣列之波束場型之裝置，其中天線陣列包含至少兩個天線元件，至少兩個天線元件耦接至作為共同小區特定信號之數位基頻信號之至少兩個信號分支。因此，該至少兩個天線元件可由天線陣列形成或由天線陣列所包含。在此狀況下之(共同)信號為關聯至由蜂巢式通信系統之同一小區經由天線陣列伺服之複數個使用者之數位基頻信號。該裝置可進一步包含用於數位基頻信號之介面，其中該數位基頻信號至少使用或包含第一無線電資源子集及第二無線電資源子集，其中該介面可為可操作以自調變器-解調變器(數據機)器件接收數位基頻信號及/或將數位基頻信號傳輸至調變器-解調變器(數據機)器件之數位基頻介面(例如，CPRI)。另外，處理器可操作以針對第一無線電資源子集及第二無線電資源子集中每一者判定一無線電資源子集特定波束成形向量，使得天線陣列之對應於關聯至第一無線電資源子集之第一波束成形向量的第一無線電資源子集特定波束場型不同於天線陣列之對應於關聯至第二無線電資源子集之第二波束成形向量的第二無線電資源子集特定波束場型。

天線陣列可主要為包含複數個空間上配置且電互連之共

偏振天線或天線元件以產生定向輻射或波束場型的經任意配置之天線陣列。藉此，個別天線元件可經配置為一維的，例如，線性垂直或水平天線陣列；二維的，如平面天線陣列；或甚至三維的。舉例而言，天線元件間間隔可在 $\lambda/2$ 的範圍內。

處理器可操作以將對應於第一無線電資源子集之經(預)定第一無線電資源子集特定波束成形向量應用至使用第一無線電資源子集之數位基頻信號之第一部分。同樣地，處理器可操作以將對應於第二無線電資源子集之經(預)定第二無線電資源子集特定波束成形向量應用至使用第二無線電資源子集之數位基頻信號之第二部分。

為了判定無線電資源子集特定波束成形向量，處理器可(例如)耦接至記憶體器件，且可操作以藉助於該記憶體器件中之儲存第一無線電資源子集或第二無線電資源子集兩者之預定無線電資源子集特定波束成形向量(或其係數)的查找表來判定該第一無線電資源子集及/或該第二無線電資源子集中之一者的無線電資源子集特定波束成形向量。在其他實施例中，處理器亦可操作以基於無線電資源子集獨立波束成形向量之無線電資源子集特定操控(例如)藉助於即時權重係數計算或設定來判定第一無線電資源子集及/或第二無線電資源子集之無線電資源子集特定波束成形向量。此情形對於小區內之非靜止(亦即，改變之)使用者分佈可有利。

本發明之實施例可特別用於各種通信系統中之上行鏈路

及/或下行鏈路通信。「上行鏈路」指代自行動終端機至無線通信系統之基地台之通信方向，且「下行鏈路」指代自基地台至行動終端機之通信方向。舉例而言，無線或蜂巢式通信系統可對應於如下各者中之一者：藉由3GPP標準化之無線通信系統，如通用陸地無線電存取網路(UTRAN)或演進式UTRAN(E-UTRAN)、長期演進(LTE)或LTE-進階(LTE-A)；或具有不同標準之無線通信系統，例如，微波存取全球互通(WIMAX) IEEE 802.16或無線區域網路(WLAN) IEEE 802.11，通常基於正交分頻多重存取(OFDMA)、單載波分頻多重存取(SC-FDMA)、分碼多重存取(CDMA)之任何系統，等等。在下文中，術語無線通信系統及蜂巢式通信網路被同義地使用。

在一些實施例中，亦可為天線陣列之天線元件的至少兩個天線元件可耦接至行動終端機，且用於判定無線電資源特定波束場型之裝置可實施於形成上述網路中之一者之行動體或無線末端之行動終端機中。行動終端機可為智慧型電話、行動電話、使用者設備(UE)、膝上型電腦、筆記型電腦、個人電腦、個人數位助理(PDA)、通用串列匯流排(USB)-棒、車，等等。行動終端機亦可被稱作符合3GPP技術之UE。

在其他實施例中，至少兩個天線元件或天線陣列可直接地或間接地耦接至基地台，且用於判定無線電資源特定波束場型之裝置可(例如)作為實施於基地台中或耦接至基地台之無線電設備(RE)實體。基地台可對應於遠端無線電

頭、存取點、巨型小區、小小區、微型小區、超微型小區，等等。基地台收發器可為有線網路之無線介面，其使得能夠將無線電信號傳輸至使用者設備或行動收發器。此無線電信號可遵守如(例如)由3GPP標準化或通常符合上文所列出之系統中之一或多者之無線電信號。因此，基地台可對應於NodeB、eNodeB、存取點，等等。

儘管一些實施例可用以在諸如第2代(2G)系統(諸如，GSM/EDGE)或3G系統(諸如，UMTS)之各種通信系統中提供優點，但其他實施例係關於諸如LTE之4G系統。更通常，一些實施例係關於基於正交分頻多工(OFDM)及/或SC-FDMA之通信系統。在此等系統中，共同小區特定信號之無線電資源集合可被視為用於基於OFDM之系統中以伺候一無線電小區之複數個使用者的副載波或副載波頻率集合。在此等實施例中，副載波集合至少包含第一副載波子集及第二副載波子集，其中裝置之處理器可操作以針對第一副載波子集及第二副載波子集中每一者判定一副載波子集特定波束場型。亦即，對於基於OFDM之系統，處理器可操作以針對第一副載波子集及第二副載波子集中每一者判定至少一天線之一副載波子集特定波束場型，使得對應於第一副載波子集之第一副載波子集特定波束場型不同於對應於第二副載波子集之第二副載波子集特定波束場型。更大體而言，實施例可係關於基於分頻多工(FDM)之系統。CDMA或FDM信號使用或佔據該信號之有用信號頻寬內之頻率集合。該頻率集合至少包含第一頻率子集及第

二頻率子集，其中該第一頻率子集及該第二頻率子集各自包含至少一頻率分量。處理器因此可操作以針對第一頻率子集及第二頻率子集中每一者判定一頻率子集特定波束場型。更特定言之，處理器因此可操作以針對第一頻率分量及第二頻率分量中每一者判定一頻率分量特定波束場型。如上文所描述，可藉由選擇個別定向天線之波束場型或藉由藉助於將副載波子集特定波束成形權重應用至小區特定信號之信號分支而(數位地)形成天線陣列之副載波子集特定波束場型來判定頻率或副載波子集特定波束場型。在後者狀況下，處理器因此可操作以針對第一副載波子集及第二副載波子集中每一者判定一副載波子集特定波束向量，副載波子集特定波束向量針對小區特定信號之至少兩個信號分支中每一者包含對應於天線陣列之副載波子集特定波束場型的一副載波子集特定波束成形係數。在一些實施例中，第一副載波子集及第二副載波子集各自分別包含一單一副載波，其中該兩個單一副載波彼此不同。處理器可接著可操作以針對第一單一副載波及第二單一副載波中每一者判定一副載波特定波束成形向量，該副載波特定波束成形向量對於關聯至至少兩個天線元件之至少兩個信號分支中每一者包含對應於天線陣列之副載波特定波束場型的一副載波特定波束成形係數。

舉例而言，為了操縱天線陣列之波束場型之下傾角，處理器可操作以基於副載波子集獨立波束成形向量之波束成形係數之副載波子集特定及信號分支特定相移來判定第一

副載波子集或第二副載波子集中之一者之副載波子集特定波束成形向量，亦即， $w_a(f) = w_a * e^{j\varphi_a(f)}$ ，其中 $w_a(f)$ 表示信號分支 $a$  ( $a=1, 2, \dots, A$ )之頻率或副載波子集特定波束成形係數， $w_a$ 表示信號分支 $a$ 之頻率或副載波子集獨立波束成形係數，且 $\varphi_a(f)$ 表示信號分支 $a$ 之頻率或副載波子集特定相移。

對於基於OFDM或基於SC-FDMA之系統(諸如，LTE)，實施例因此允許複數波束成形權重成為在一個LTE頻帶內之使用者頻寬(例如，4.5/9.0/18.0 MHz)上之頻率的函數，亦即， $w_a = w_a(f)$  ( $a=[0, 1, \dots, A-1]$ )，其中 $f$ 指示頻率或副載波。在此概念的情況下，各種優點係可能的，且可藉由實現新波束形狀或使波束形狀(例如，波束方向)取決於副載波(頻率)來達成原本不可能的系統行為。所有此情形可開發新應用集合及自適應性天線陣列(AAA)之改良之方式。頻率(或副載波)相依性可實施於AAA裝置之數位基頻中，且可在頻域中(藉由FFT→複數乘法→IFFT)或在時域中(藉由FIR濾波器)來實現。

為了執行頻率域中之頻率相依或獨立波束成形，用於判定無線電資源子集特定波束場型之處理器可配置於快速傅立葉變換(FFT)處理器與逆快速傅立葉變換(IFFT)處理器之間以判定副載波子集特定波束成形向量及/或將副載波子集特定波束成形向量應用至頻域中之小區特定信號。

在執行頻域中之OFDM資料符號之頻率相依或獨立波束成形時，可能有必要瞭解OFDM符號邊界。出於此目的，

用於判定無線電資源子集特定波束場型之處理器可操作以偵測輸入至處理器之資料串流之資料符號的OFDM符號邊界，以基於OFDM符號將至少兩個天線或PA特定信號分支 $a=[0, 1, \dots, A-1]$ 中每一者之副載波子集特定加權係數應用至小區特定資料串流。然而，OFDM符號邊界之偵測可需要自耦接至波束成形或波束選擇處理器(RE實體)之REC實體或數據機器件之額外傳訊。

為了避免此額外傳訊，可有利的是(例如)藉由使用有限脈衝回應(FIR)濾波器來執行時域中之副載波子集特定波束成形。用於判定無線電資源子集特定波束場型之處理器因此可針對耦接至天線陣列之信號分支中之至少一者包含至少一有限脈衝回應(FIR)濾波器結構，以實現對應於副載波子集之數位基頻信號之信號分支特定及副載波子集相依延遲，以便實現對應於時域中之天線陣列之副載波資源子集特定波束場型的副載波子集特定波束成形係數。在一些實施例中，通常已經可用於校準至天線元件之信號分支的FIR濾波器可另外用於判定頻率或副載波子集特定加權係數。換言之，關聯至至少兩個信號分支中之一者之至少一FIR濾波器結構可除了判定一信號分支之副載波子集特定加權係數以外亦可操作以校準該信號分支及/或關聯至至少兩個信號分支中之一者之天線元件。

時域方法對於一些實施例可為較佳的，此係因為其獨立於OFDM符號邊界而工作。在時域方法中，FIR濾波器係數可為實值的(通常實現副載波索引與波束方向之間的線

性相依性)或複值的(通常實現副載波索引與波束方向/波束形狀之間的任意相依性)。時域實施之另一優點為：出於天線校準之目的，AAA產品通常在數位基頻中以任何方式含有FIR濾波器。出於頻率特定波束成形之目的，可完全地或部分地重新使用此等FIR濾波器。

有利地，本發明之實施例可用於改良小區間干擾協調(ICIC)。出於彼目的，根據本發明之另一態樣，提供一種蜂巢式通信系統，該蜂巢式通信系統包含伺服第一小區之第一基地台，該第一基地台包含用於判定無線電資源子集特定波束場型之第一裝置，其中該第一裝置係關聯至至少兩個第一天線元件。另外，該蜂巢式通信系統包含伺服與第一小區相鄰之第二小區之第二基地台，該第二基地台包含用於判定無線電資源特定波束場型之第二裝置，其中該第二裝置係關聯至至少兩個第二天線元件。在第一基地台之至少兩個無線電資源子集與至少兩個第一天線元件之至少兩個無線電資源子集特定波束場型之間的第一映射藉此係不同於在第二基地台之至少兩個無線電資源子集與至少兩個第二天線元件之至少兩個無線電資源子集特定波束場型之間的第二映射，使得減少第一小區與第二小區之間的小區間干擾。舉例而言，第一小區及第二小區之等同無線電資源子集可關聯至第一小區之第一無線電資源子集特定波束場型及第二小區之第二無線電資源子集特定波束場型，其中該第一波束場型與該第二波束場型基本上空間上不重疊。

根據又一態樣，提供一種用於判定至少兩個天線元件之波束場型之方法，其中該至少兩個天線元件係關聯至或可饋入有使用小區特定無線電資源集合之無線電資源之小區特定信號。小區特定無線電資源集合至少包含關聯至第一複數個使用者之一第一無線電資源子集，及關聯至蜂巢式通信系統之第二複數個使用者之第二無線電資源子集。藉此，第一複數個使用者及第二複數個使用者兩者係關聯至蜂巢式通信系統之同一小區。該方法包含如下步驟：針對第一無線電資源子集及第二無線電資源子集中每一者判定至少兩個天線元件之無線電資源子集特定波束場型，使得對應於第一無線電資源子集之第一無線電資源子集特定波束場型不同於對應於第二無線電資源子集之第二無線電資源子集特定波束場型。

一些實施例包含電類比及/或數位控制電路，其安裝於用於執行該方法之裝置(亦即，用於判定波束場型之裝置)內。因此需要程式化數位控制電路，例如，數位信號處理器(DSP)或場可程式化閘陣列(FPGA)。因此，其他實施例亦提供一種電腦程式，該電腦程式具有程式碼，該程式碼用於在該電腦程式執行於電腦或數位處理器上時執行該方法之實施例。

本發明之實施例可進一步改良對每一使用者(子集)有效之波束形狀。預期此情形在上行鏈路上對容量及某些涵蓋範圍改良方面特別有益。實施例之一個益處伴隨用於判定無線電資源特定波束場型之裝置與關聯層2(L2)排程器之

隱含協作而發生。可假定數據機板/基地台中之LTE層2排程器已以任何方式實施用於頻率選擇性或相依排程之構件，此係因為此為自LTE標準開始之後的基本概念。現在，在與本發明之實施例協作的情況下，L2排程器可針對每一使用者自動地選擇彼等頻率(副載波)區，且藉此選擇與各別行動使用者之位置最佳地匹配之波束方向或波束形狀。

因此，實施例可產生在小區容量及涵蓋範圍方面之益處，其中在仍能夠利用空間(例如，垂直)域的情況下eNodeB數據機/L2軟體無改變或具有最小改變且不會增加CPRI之數目。

### 【實施方式】

將在下文僅藉由實例且參看隨附諸圖來描述裝置及/或方法之一些實施例。

現在將參看隨附諸圖更全面地描述各種實例實施例，在隨附諸圖中說明一些實例實施例。在該等圖中，為清楚起見，可放大線、層及/或區之厚度。

為簡明起見請注意，一些實施例將藉由下行鏈路來解釋，應牢記所有實施例亦同樣適用於上行鏈路。另外，有時將僅例示垂直波束成形狀況，應牢記所有實施例亦同樣適用於水平方向。

因此，雖然實例實施例能夠有各種修改及替代形式，但其實施例係藉由實例而展示於諸圖中且將在本文中予以詳細地描述。然而，應理解，並不意欲將實例實施例限於所

揭示之特定形式，而是相反，實例實施例將涵蓋屬於本發明之範疇內的所有修改、等效物及替代物。相同數字貫穿諸圖之描述指代相同或相似元件。

應理解，當一元件被稱作「連接」或「耦接」至另一元件時，該元件可直接連接或耦接至另一元件，或可存在介入元件。相反地，當一元件被稱作「直接連接」或「直接耦接」至另一元件時，不存在介入元件。應以類似方式來解釋用以描述元件之間的關係的其他詞語(例如，「在...之間」對「直接在...之間」、「鄰近」對「直接鄰近」，等等)。

本文使用之術語僅係出於描述特定實施例之目的，且不意欲限制實例實施例。如本文所使用，除非上下文另外明確地指示，否則單數形式「一」及「該」意欲亦包括複數形式。應進一步理解，術語「包含」及/或「包括」在用於本文中時指定所陳述特徵、整數、步驟、操作、元件及/或組件之存在，但不排除一或多個其他特徵、整數、步驟、操作、元件、組件及/或其群組之存在或添加。

除非另有定義，否則本文所使用之所有術語(包括技術術語及科學術語)具有與一般熟習實例實施例所屬技術者通常理解之含義相同的含義。應進一步理解，術語(例如，常用字典中所定義的彼等術語)應被解釋為具有與其在相關技術之上下文中的含義一致之含義，且不應以理想化或過度形式化的意義來解釋，除非本文明確地如此定義。

圖3示意性地說明用於判定至少兩個天線元件460-1、460-2之無線電資源特定波束場型的裝置400。該至少兩個天線元件460-1、460-2兩者可饋入有或關聯至類比或數位信號410。亦即，信號410可經由兩個天線460-1、460-2中之至少一者或經由兩個天線460-1、460-2兩者予以輻射。信號410利用包含於信號410之有用頻寬 $f_{BW}$ 中的無線電資源集合之無線電資源。信號410之無線電資源集合包含關聯至蜂巢式通信系統之第一複數個使用者之至少一第一無線電資源子集。另外，信號410之無線電資源集合包含關聯至蜂巢式通信系統之第二複數個使用者之第二無線電資源子集。第一複數個使用者及第二複數個使用者兩者藉此關聯至蜂巢式通信系統之同一無線電小區。換言之，數位或類比信號410可劃分成關聯至無線電資源之第一子集之至少一第一信號部分410-1，及關聯至無線電資源之第二子集之一第二信號部分410-2。信號410至複數個信號子集或部分之再分可(例如)用可選適當信號分離器420來執行。信號410及其信號部分410-1、410-2兩者關聯至同一小區ID。

另外，裝置400包含處理器430，處理器430可操作以針對信號410之至少第一無線電資源子集及第二無線電資源子集中每一者判定或應用至少兩個天線元件460-1、460-2中之至少一者之無線電資源子集特定波束場型180-1、180-2，使得對應於第一無線電資源子集410-1之第一無線電資源子集特定波束場型180-1不同於對應於信號410之第二無

線電資源子集410-2之第二無線電資源子集特定波束場型180-2。換言之，處理器430可將信號410之無線電資源子集特定信號部分410-1、410-2分別映射至可藉助於至少兩個天線元件460-1、460-2產生之無線電資源子集特定波束場型180-1、180-2。注意，僅出於說明性目的，實體420及430被展示為分離實體。兩個區塊之功能性亦可在一個處理器實體(如(例如)在處理器430中)予以實施。

如之前所提及，信號410可為包含由同一無線電小區伺服之複數個使用者之信號分量的小區特定類比或數位信號。藉此向複數個使用者之不同使用者指派不同無線電資源，諸如，頻率、時槽或展頻碼。可藉由信號介面將小區特定信號410提供至可(例如)為RE實體之裝置400。在信號410為數位基頻信號之狀況下，此介面根據共同公共無線電介面(CPRI)標準可為數位基頻介面。

個別天線元件460-1、460-2可對應於個別定向天線，每一定向天線相比於另一定向天線之波束場型提供指向不同空間方向之個別波束場型。對於此等實施例，處理器430可提供在對應於不同無線電資源子集之無線電資源特定信號分量410-1、410-2與個別定向天線元件460-1、460-2中之至少一者之間的映射。在此等實施例中，信號410所包含之無線電資源子集之數目 $S$ 可對應於個別定向天線之數目 $N_{elem}$ ，亦即， $S=N_{elem}$ 。

又，實施例不限於垂直波束成形或波束操縱應用，且亦可應用於水平波束成形或波束操縱目的，此係因為此兩者

對於減低小區間干擾方面可特別關注。因此，處理器430可操作以判定至少兩個無線電資源子集特定波束場型180-1、180-2，使得第一無線電資源子集特定波束場型180-1在無線電小區之邊界區處具有不同於第二無線電資源子集特定波束場型180-2的天線增益。舉例而言，可藉由以不同於第二無線電資源子集特定波束場型180-2的下傾角來裝備第一無線電資源子集特定波束場型180-1來達成此情形。

在本發明之實施例適用於WCDMA情形之狀況下，第一無線電資源子集及第二無線電資源子集可對應於關聯至同一小區之第一複數個使用者及第二複數個使用者之第一展頻碼子集及第二展頻碼子集。因此，第一展頻碼群組之使用者可由第一展頻碼子集特定波束180-1伺服，而第二碼展頻群組之使用者可由第二展頻碼子集特定天線波束180-2伺服。

本發明之實施例亦適用於基於OFDM之通信系統，比如LTE。在此狀況下，信號410為包含或使用在OFDM信號之有用信號頻寬 $f_{BW}$ 內之副載波之全集的OFDM或SC-FDMA信號，其中副載波之全集至少包含副載波之第一子集及副載波之第二子集。因此，對於OFDM情形，處理器430可操作以針對OFDM信號410之第一副載波子集及第二副載波子集中每一者判定一副載波子集特定波束場型。

儘管無線電資源特定波束成形或操縱可主要藉由將不同定向天線關聯至不同無線電資源子集來達成，但可較佳的

是藉助於基頻域中之數位波束成形來形成至少兩個無線電資源特定波束場型 180-1、180-2。在此狀況下，至少兩個天線元件 460-1、460-2 形成包含複數個緊密間隔、相關且共偏振之天線元件的天線陣列 160，天線陣列 160 之前已經被描述。可接著藉由將無線電資源子集特定波束成形向量  $w_s$  ( $s=1, 2, \dots, S$ ) 應用至對應無線電資源子集特定信號部分 410- $s$  ( $s=1, 2, \dots, S$ ) 來形成至少兩個不同的無線電資源特定波束 180-1、180-2。

圖 4 示意性地展示用於藉由數位波束成形來判定無線電資源子集特定天線波束之裝置 500。注意，相同參考數字表示等同或相似實體。

裝置 500 包含用於小區特定數位基頻信號 210 之介面 510 (詳言之 CPRI)，小區特定數位基頻信號 210 至少包含第一無線電資源子集及第二無線電資源子集，其中第一無線電資源子集係關聯至第一使用者，且其中第二無線電資源子集係關聯至第二使用者。此處，處理器 430 可操作以針對數位基頻信號之第一無線電資源子集及第二無線電資源子集中每一者判定一無線電資源子集特定波束成形向量  $w_s$  ( $s=1, 2, \dots, S$ )，使得天線陣列 160 之對應於關聯至第一無線電資源子集之第一波束成形向量的第一無線電資源子集特定波束場型不同於天線陣列 160 之對應於關聯至第二無線電資源子集之第二波束成形向量的第二無線電資源子集特定波束場型。換言之，應用至不同無線電資源子集之無線電資源子集特定波束成形向量彼此不同。因此，通常處

理器 430 可操作以將對應於第一無線電資源子集之經(預)定第一無線電資源子集特定波束成形向量  $w_1$  應用至包含或使用第一無線電資源子集之數位基頻信號 210 之第一部分 210-1，且將對應於第二無線電資源子集之經(預)定第二無線電資源子集特定波束成形向量  $w_2$  應用至數位基頻信號 210 之第二部分 210-2，該第二部分 210-2 使用第二無線電資源子集。

圖 4 例示性地說明一實施例，在該實施例中數位基頻信號 210 為包含副載波之完整集合或由副載波之完整集合構成之基於 OFDM 之信號。副載波之此全集可例示性地劃分成三個副載波子集  $u$  (上部)、 $c$  (中間)、 $l$  (下部)，其中第一副載波子集  $u$  係關聯至信號頻寬之上部頻率或副載波區，第二副載波子集  $c$  係關聯至系統頻寬之中間區，且第三副載波子集  $l$  係關聯至 OFDM 信號 210 之下部頻率或副載波區。注意，每一副載波子集包含 OFDM 信號 210 之一或多個副載波頻率。根據圖 4，包含上部副載波之第一信號部分 210- $u$  係用上部副載波特定波束成形向量  $w_u = [w_{0,u} \ w_{1,u} \ w_{2,u}]^T$  予以加權。信號 210 之包含中間副載波之第二信號部分 210- $c$  係用複值中心副載波子集特定波束成形向量  $w_c = [w_{0,c} \ w_{1,c} \ w_{2,c}]^T$  予以加權。另外，信號 210 之包含下部頻率或副載波之第三信號部分 210- $l$  係用下部副載波子集特定告知向量  $w_l = [w_{0,l} \ w_{1,l} \ w_{2,l}]^T$  予以加權。所得加權信號部分藉助於信號分支特定加法器 535 而疊加，之後所得經疊加或經補償之加權信號由 DAC 230- $a$  ( $a=1, 2, \dots, A$ ) 數位

至類比轉換、由PA 250- $a$  ( $a=1, 2, \dots, A$ )放大，且接著耦接至天線陣列160。此情形引起信號分量210- $u$ 、210- $c$ 及210- $l$ 係經由信號分量或副載波子集特定波束180- $u$ 、180- $c$ 及180- $l$ 而輻射至終端使用者195- $u$ 、195- $c$ 及195- $l$ ，終端使用者195- $u$ 、195- $c$ 及195- $l$ 可分別藉由L2排程器在各別上部、中間及下部無線電資源(副載波)處予以排程。

因此，實施例之特定益處在於層2排程器之隱含協作。吾人假定數據機板/基地台130中之層2排程器已以任何方式實施頻率或副載波選擇性排程之構件，此係因為此為自LTE標準開始之後的基本概念。現在，在與根據本發明之一實施例而實施之裝置500協作的情況下，L2排程器將針對每一使用者195- $u$ 、195- $c$ 及195- $l$ 自動地選擇彼等頻率或副載波區 $u$ 、 $c$ 及 $l$ ，且藉此選擇與各別行動使用者195- $u$ 、195- $c$ 及195- $l$ 之位置最佳匹配之波束方向或波束形狀180- $u$ 、180- $c$ 及180- $l$ 。

在上行鏈路(UL)中，排程器可(例如)根據LTE標準評估探測參考信號(SRS)，以決定用來對使用者排程以用於UL資料傳輸之頻率區 $u$ 、 $c$ 及 $l$ 。因此，藉由此方案，排程器可隱含地選擇最合適波束180- $u$ 、180- $c$ 或180- $l$ ，且因此相比於在使用習知靜態波束(其對於小區之所有使用者可決不會同時最佳化)的情況下可達成好得多的鏈路預算。對於UL，實施例已經良好地適用於LTE版本8。然而，必須當心在實體隨機存取頻道(PRACH)經傳輸之頻率區中，波束場型提供遍及完整小區之充分涵蓋範圍。用於處理

RACH之良好解決方案之實例為將RACH資源(頻率)分配至對應於較低下傾角之頻帶之上部末端(=上部波束)。此分配相比於先前技術部署(其中通常完整小區具有窄波束，其具有相當低的下傾角以到達小區邊緣使用者)不會得到關於RACH涵蓋範圍之降級。相似地，頻帶之下部末端亦可映射至低下傾角，此係因為實體上行鏈路控制頻道(PUCCH)(具有L2排程器所不能改變之固定分配之另一UL頻道)根據標準而固定地分配至頻帶之上部及下部邊緣，且進行跳頻方案。又，波束「方向對頻率」之其他經良好設計之函數係可能的，以最佳地利用給定PUCCH分配及跳頻方案。亦即，可將載運如ACK/NACK或頻道狀態資訊(CSI)報告之控制資料之實體上行鏈路控制頻道(PUCCH)分配給頻帶之外部部分及內部部分。實體隨機存取頻道(PRACH)之頻率位置可由網路操作員組態，且接著固定於給定小區中。載運UL使用者資料之實體上行鏈路共用頻道(PUSCH)之頻率位置可由L2決定(亦即，由評估探測參考信號(SRS)之正常頻率選擇性排程器決定，探測參考信號(SRS)係由使用者經由UL中之完整頻帶發送，使得eNodeB獲悉每一使用者之UL頻道。

在下行鏈路(DL)中，排程器可評估由UE 195-*u*、195-*c*及195-*l*傳訊之窄頻帶頻道品質指示符(CQI)資訊。其餘部分以與針對上行鏈路所描述之方式完全相同的方式工作。注意，在DL中，此概念可應用於小區之所有LTE DL頻帶，或僅應用於關聯至LTE版本10之「載波聚集」特徵之

擴展載波的LTE頻帶。

為了獲得波束成形向量  $w_s$  ( $s=u, c, l$ ) 之無線電資源子集特定權重  $w_{a,s}$  ( $s=u, c, l; a=0, 1, \dots, A-1$ )，處理器 430 根據一些實施例可耦接至記憶體器件。以此方式，處理器 430 可操作以藉助於記憶體器件中之查找表來判定無線電資源子集特定波束成形向量  $w_s$  ( $s=u, c, l$ )，該查找表正儲存針對上部、中間及下部副載波子集之預定(亦即，固定)無線電資源子集特定波束成形向量  $w_s$  ( $s=u, c, l$ )。另外，基於無線電資源子集獨立波束成形向量之無線電資源子集特定操控來判定第一或第二無線電資源子集中之一者之無線電資源子集特定波束成形向量可為有利的。舉例而言，無線電資源子集獨立波束成形向量  $w_0$ (亦即，其信號分支特定係數)可組合或乘以無線電資源子集特定及信號分支特定相位旋轉項  $e^{j\varphi_{s,a}}$  ( $\varphi_{s,a}=[0, 2\pi]$ ;  $s=u, c, l; a=1, 2, 3, \dots, A$ )，以便獲得指向不同空間方向之不同波束成形場型 180- $u$ 、180- $c$  及 180- $l$ 。

在一些實施例中，可假定函數「波束形狀對頻率」(例如)由 AAA 裝置之操作、管理及維護(OAM)組態一次，且接著保持為靜態的。當小區中之使用者充分均勻地分佈，使得每一頻率(亦即，每一波束)可用以以合理或有利方式伺候一些使用者時，此情形係優良的。然而，若作用中使用者之空間分佈隨著時間而改變，則一些頻率可保持未使用，此係因為無使用者位於關聯空間區中。因此，對於一些實施例，函數「波束形狀對頻率」之自適應性隨著時間

可為理想的。

在一些實施例中，可在基地台(eNodeB)之層2(排程器)功能內部添加一功能，該功能根據使用者之較佳頻率或副載波區之CQI報告(DL)或根據SRS量測(UL)收集關於使用者之較佳頻率或副載波區之中期至長期統計(例如，在100毫秒至數秒、數分鐘、數小時或甚至數天之時間間隔上求平均值)。視此等統計之評估而定，層2可起始至AAA實體500之訊息，以請求(或命令)AAA實體500以某一方式改變其函數「波束形狀對頻率」。藉由此機制，可確保頻率相依波束180-*u*、180-*c*及180-*l*在任何時間總是經適當地組態，使得其指向有用於及有利於涵蓋小區中之使用者之方向(或具有有用於及有利於涵蓋小區中之使用者之形狀)。如何詳細地建立此傳訊之方式可為多樣的。舉例而言，可在eNodeB 130與AAA裝置500之間建立一(低速)通信鏈路，其使eNodeB 130能夠影響或控制AAA裝置之函數「波束形狀對頻率」。因此，AAA裝置500或其處理器430可操作以根據經報告之在蜂巢式通信系統之小區中之使用者分佈而調適在無線電資源子集(*u*; *c*; *l*)與關聯無線電資源子集特定波束成形向量( $w_u$ ;  $w_c$ ;  $w_l$ )之間的映射，其中使用者分佈可由層2排程器直接或間接地報告給裝置。舉例而言，使用者分佈可包含先前經儲存無線電資源特定函數(諸如，波束場型或FIR係數)之清單索引。特徵可在DL及UL中獨立地執行。函數「波束形狀對頻率」之此改變暗示AAA可重新載入新無線電資源子集特定波束成形向量 $w_s$ 。

( $s=u, c, l$ )或新FIR係數，其後來將變得清楚。

圖5示意性地說明頻率副載波及空間波束方向依據(例如)關聯頻率或副載波特定波束場型之下傾角之映射的一些可能性。

圖/曲線圖610展示頻率副載波與關聯波束場型下傾角之間的例示性線性相依性。在此例示性狀況下，低副載波頻率得到低下傾角，而高副載波頻率得到具有高下傾角之副載波特定波束場型。此情形係藉由圖5右側之例示性波束場型180- $u$ 、180- $c$ 及180- $l$ 予以說明。在此線性狀況下，相位旋轉項 $e^{j\varphi_{s,a}}$  ( $\varphi_{s,a}=[0, 2\pi]$ ;  $s=u, c, l$ ;  $a=1, 2, \dots, A$ )或其相位幅角 $\varphi_{s,a}$ 可經選擇成與頻率或副載波 $f$ 成正比，亦即， $\varphi_{s,a}=\text{const.} * f$ 。

圖/曲線圖620說明在天線波束180- $u$ 、180- $c$ 及180- $l$ 之副載波頻率與所得空間方向或下傾角之間的不同關係。雖然同一低下傾角可用於自 $f_{\text{lower}}$ 至 $f_{\text{center}}$ 之副載波頻率區，但副載波頻率 $f$ 與所得下傾角之間的關係針對自 $f_{\text{center}}$ 至 $f_{\text{upper}}$ 之副載波頻率區可為線性的(參見參考數字622)或非線性的(參見參考數字624、626)。

雖然圖610之線性關係可在時域中藉由真實FIR濾波器係數實現，但圖620之非線性副載波對下傾角關係需要複數FIR濾波器係數。吾人需要界定權重係數對頻率，且將此轉換成時域以獲得必需FIR係數。可經由諸如(逆)傅立葉變換之熟知之數學運算來進行此。

現在轉向圖6，其說明不僅天線波束之主瓣之方向可取

決於無線電資源子集，而且主瓣或所得波束 180- $u$ 、180- $c$  或 180- $l$  之形式/形狀或寬度亦取決於無線電資源子集。圖 6 例示性地說明不僅下傾角而且波束寬度隨著副載波頻率索引  $f$  增加而線性地或非線性地增加(參見圖 720)之實施例。

圖 7 示意性地展示用於判定或實現天線陣列 160 之副載波特定波束場型之裝置 800 的方塊圖。例示性地，天線陣列 160 包含耦接至三個功率放大器之三個經垂直配置天線元件 160-1、160-2 及 160-3。每一功率放大器耦接至基於 OFDM 或基於 SC-FDMA 之數位基頻信號 210 之信號分支 210-1、210-2 及 210-3 中之一者。藉此每一信號分支 210-1、210-2 及 210-3 係關聯至天線陣列 160 之一個天線元件 160-1、160-2 及 160-3。信號分支 210-1、210-2 及 210-3 中每一者係用一信號分支特定加權係數  $e^{j\varphi^0}$ 、 $e^{j\varphi^1}$  及  $e^{j\varphi^2}$  予以加權，信號分支特定加權係數  $e^{j\varphi^0}$ 、 $e^{j\varphi^1}$  及  $e^{j\varphi^2}$  獨立於頻率或副載波且為實值 FIR 係數所需要，此係因為其原本可以任何方式包括於複值 FIR 係數中且不需要額外乘法。該三個信號分支特定且副載波獨立加權係數  $e^{j\varphi^0}$ 、 $e^{j\varphi^1}$  及  $e^{j\varphi^2}$  一起形成副載波獨立波束成形向量  $w_0$ 。為了實現頻率或副載波相依波束成形向量  $w_s$  ( $s=u, c, l$ ) 且因此實現天線陣列 160 之副載波相依波束場型 180- $u$ 、180- $c$  或 180- $l$ ，處理器 430 可包含信號分支特定 FIR 濾波器 810-1、810-2 及 810-3。對於三個信號分支 210-1 至 210-3 中每一者，各別 FIR 濾波器 810-1、810-2 及 810-3 分別經由處理器 430 實現頻率相依或頻率選擇性信號路徑。FIR 濾波器 810-1、810-2 及 810-3 之頻率

選擇性信號路徑各自對數位基頻信號210之不同頻譜分量(例如,  $u$ 、 $c$ 、 $l$ )有不同影響。結果, 不同頻譜分量(例如, 下部副載波區、中間副載波區及上部副載波區)係用不同波束成形向量 $w_s$  ( $s=u, c, l$ )予以加權, 從而導致針對不同頻譜分量之不同空間波束場型180- $u$ 、180- $c$ 或180- $l$ 。注意, 根據一些實施例, OFDM信號210之每一個別副載波可被視為一無線電資源子集(在不同時刻伺候複數個使用者)。因此, 每一個別副載波可用一副載波特定波束成形向量 $w(f)$ 予以加權, 從而導致針對信號頻寬內之(例如)600個副載波之完整集合之每一副載波的不同空間波束場型。亦即, 第一副載波子集及第二副載波子集可各自分別包含一單一副載波。處理器430可在此狀況下可操作以針對第一單一副載波及第二單一副載波中每一者判定一副載波特定波束場型及/或波束成形向量, 副載波特定波束場型及/或波束成形向量對於關聯至至少兩個天線元件之至少兩個信號分支中每一者包含對應於天線陣列(160)之副載波特定波束場型的一副載波特定波束成形係數。

又注意, FIR濾波器結構810-1、810-2及810-3除了實現向量 $w_s$  ( $s=u, c, l$ )之副載波子集特定波束成形係數以外, 亦可有利地各自可操作以校準或補償至關聯至各別信號分支210-1、210-2及210-3的關聯天線元件160-1、160-2或160-3之信號路徑。

因此, 實施例允許藉助於對信號210進行FIR濾波來實現頻率相依波束成形權重 $w_a(f)$ 。藉由實數FIR係數, 可達成

$w_a(f)$ 之「線性相位斜坡」，其在波束應在下部頻率與上部頻率之間的某一定向範圍內而均勻地拂掠的情況下係優良的。為了實現波束方向對頻率之更複雜函數(例如，針對對空間訊務熱點之進階自適應性)，需要複雜FIR係數以將更多頻寬分配給某一空間方向。

可與本發明之實施例組合之另一已知技術為用於不同LTE小區之間的干擾協調之所謂「角分類」之技術。此技術亦可用於與之前所考慮之垂直方向相反的水平方向，因此吾人現在將此用作實例。在角分類中，構思為：以針對分別指向小區之左側/中間/右側方向之波束較佳地排程LTE頻帶內部之某些頻率區之方式來故意地設定小區。若此方案以相鄰小區之間的協調而組態，則可大量縮減產生於小區之間的相互干擾，因此增加小區容量。在DL中，傳統角分類方法僅適用於LTE版本10，此係因為其需要具有使用者特定參考信號之TM9。在UL中，其大體上已經適用於版本8。在任一狀況下，需要增強基地台中之層2排程器功能以實施角分類方案，亦即，存在實質基地台軟體影響。藉由使用本發明之實施例，頻率與空間(=波束方向或形狀)之間的相依性可由AAA裝置400、500、800實現。因此，有可能歸因於在DL及UL中之「角分類」而自減少之干擾實現效能增益，而無需基地台軟體之修改，且再次無探索水平空間所必需之額外CPRI線。

因此，實施例亦提供蜂巢式通信系統，蜂巢式通信系統包含伺服第一小區之第一基地台，該第一基地台包含用於

判定無線電資源特定波束場型之第一裝置，該第一裝置係關聯至至少兩個第一天線元件。另外，該蜂巢式通信系統包含伺服與第一小區相鄰之第二小區之第二基地台，該第二基地台包含用於判定無線電資源特定波束場型之第二裝置，該第二裝置係關聯至至少兩個第二天線元件。藉此在第一基地台之至少兩個無線電資源子集與至少兩個第一天線元件之至少兩個無線電資源子集特定波束場型之間的第一映射係不同於在第二基地台之至少兩個無線電資源子集與至少兩個第二天線元件之至少兩個無線電資源子集特定波束場型之間的第二映射，使得減少第一小區與第二小區之間的小區間干擾。可藉由選擇第一映射及第二映射使得第一小區及第二小區之專用於同一無線電資源子集  $s$  ( $s=u, c, l$ ) 之波束場型彼此空間上不重疊來達成此情形。

概括言之，本發明之實施例允許波束可以靈活且可能自適應性方式在垂直(或水平)方向上形成，但同時沒有必要花費 eNodeB 與 AAA 裝置之間的額外 CPRI 線來探索此垂直(或水平)域。取而代之，可利用頻率選擇性排程器之正常能力以將頻率映射至空間，且藉此以有益方式探索空間尺寸。

有可能藉由隨著副載波索引而變化波束成形權重  $w_a$  變成  $w_a(f)$  來塑形特定頻率相依波束。可在頻域中 (FFT 等等) 或藉由對離散時間信號進行 FIR 濾波來進行此實施方式。實施例允許藉由拂掠通過副載波而拂掠通過涵蓋區域之空間方向。在一個變體中，權重  $w_a(f)$  之間的相位差量將相對

於副載波 $f$ 等距，此意謂此情形可藉助於具有實數係數之 FIR 濾波器實現。對於更情形相依最佳化函數「beam\_direction( $f$ )」，FIR 濾波器係數可變為複數。在一些實施例中，可使函數「beam\_direction( $f$ )」慢自適應性的(例如，基於數秒或數分鐘)以對改變之訊務環境(數據機(L2)與AAA之間的自最佳化網路(SON)機制)起反應。此情形可需要數據機(其識別高訊務之頻率[=方向])與AAA之間的專屬低速傳訊。實施例適用於LTE版本8 UL中，且適用於尤其用於額外使用者訊務之LTE版本10特徵「載波聚集」之擴展載波的LTE DL。

因此，實施例之一個關鍵構思為藉由在不使排程器明確感知空間維度的情況下達成空間上感知系統效能來利用排程器之頻率選擇性排程能力。此情形可顯著地降低排程器複雜度。實施例亦允許以相當直接方式進行遵循「角分類」之構思之有效干擾協調，其可進一步提昇小區容量。此等空間技術分類相比於「傳統思維方式」之另一重要優點為實施例不需要自數據機至RRH(AAA)之多個CPRI鏈路來探索空間維度。取而代之，僅需要一個CPRI，且可由AAA藉由此頻率相依波束成形將頻率(=副載波索引)映射至空間(=波束方向)來利用空間維度。以此方式，一旦頻率被利用，即利用空間維度(全部舊版排程器應以任何方式進行)，而無需排程器感知此空間維度。

描述及圖式僅說明本發明之原理。因此，應瞭解，熟習此項技術者應能夠設計各種配置，本文雖未明確描述或展

示，但其包含了本發明之原理且包括於本發明之精神及範疇內。此外，本文中所敘述之所有實例主要意欲明確地僅出於教育目的以幫助讀者理解本發明之原理及由(多個)發明者所構成的概念來促進該技術，且應解釋為不限於此等特定敘述之實例及條件。此外，敘述本發明之原理、態樣及實施例，以及本發明之特定實例的在本文中之所有陳述意欲包含本發明的等效物。

表示為「用於...之構件」(執行某一功能)之功能區塊應被理解為分別包含經調適以用於執行某一功能之電路的功能區塊。因此，「用於某事物之構件」亦可被理解為「經調適以用於某事物或適於某事物之構件」。經調適以用於執行某一功能之構件因此不暗示此構件必定執行該功能(在給定時刻)。舉例而言，用於判定/應用無線電資源子集特定波束場型之構件可包含數位及/或類比電波束成形電路。

可經由使用專用硬體(如(例如)處理器)以及能夠執行軟體之與適當軟體相關聯的硬體來提供諸圖所示之各種元件(包括任何功能區塊)之功能。當由處理器提供時，該等功能可由單一專用處理器、由單一共用處理器或由複數個個別處理器(其中之一些可共用)提供。此外，明確使用術語「處理器」或「控制器」不應被解釋為排他地指代能夠執行軟體之硬體，且可隱含地包括(而無限制)數位信號處理器(DSP)硬體、網路處理器、特殊應用積體電路(ASIC)、場可程式化閘陣列(FPGA)、用於儲存軟體之唯讀記憶體

(ROM)、隨機存取記憶體(RAM)，及非揮發性儲存器。亦可包括其他習知的及/或定製的硬體。

熟習此項技術者應瞭解，本文之任何方塊圖表示體現本發明之原理之說明性電路之概念圖。相似地，應瞭解，任何流程表、流程圖、狀態轉變圖、偽碼及其類似者表示可實質上表示於電腦可讀媒體中且因此由電腦或處理器(不管是否明確地展示了此電腦或處理器)執行之各種程序。

此外，以下申請專利範圍據此併入[實施方式]中，其中每一請求項可獨立地保持為一單獨實施例。雖然每一請求項可獨立地保持為一單獨實施例，但應注意，儘管附屬項在申請專利範圍中可指代與一或多個其他請求項之特定組合，但其他實施例亦可包括附屬項與每一其他附屬項之標的物之組合。除非陳述並未預期一特定組合，否則在本文中提議此等組合。此外，意欲亦將請求項之特徵包括至任何其他獨立項，即使此請求項未直接地取決於該獨立項亦如此。

進一步應注意，本說明書或申請專利範圍中所揭示之方法可藉由具有用於執行此等方法之各別步驟中每一者之構件的器件來實施。

另外，應理解，本說明書或申請專利範圍中所揭示之多個步驟或功能之揭示內容可未被解釋為在特定次序內。因此，多個步驟或功能之揭示內容將不將此等步驟或功能限於特定次序，除非出於技術原因此等步驟或功能不可互換。此外，在一些實施例中，單一步驟可包括多個子步驟

或可分裂成多個子步驟。除非明確地被排除，否則此等子步驟可包括於此單一步驟之揭示內容中且為此單一步驟之揭示內容之部分。

### 【圖式簡單說明】

圖 1 展示經由單一 CPRI 介面而與基地台數據機板介接的習知自適應性天線陣列實體；

圖 2a、圖 2b 展示習知小區特定波束成形概念單一主瓣波束場型；

圖 2c 展示針對兩個小區特定基頻信號之習知垂直扇區化波束成形概念，每一小區特定基頻信號與一習知單一主瓣波束場型相關聯；

圖 3 展示用於判定至少兩個天線元件之無線電資源子集特定波束場型之裝置的實施例；

圖 4 展示用於判定/形成天線陣列之無線電資源子集特定波束場型之裝置的實施例；

圖 5 展示副載波索引與副載波特定空間波束方向之間的線性關係及非線性關係之實例；

圖 6 展示副載波索引與副載波特定波束寬度或波束形狀之間的線性關係及非線性關係之實例；及

圖 7 展示用於判定/形成時域中之天線陣列之無線電資源子集特定波束場型之裝置的實施例。

### 【主要元件符號說明】

100 自適應性天線陣列 / 自適應性天線陣列  
(AAA) 處理器

- 110 數位基頻處理單元/數位基頻處理器
- 110-1 第一數位信號處理單元
- 110-2 第二數位基頻處理器
- 120 串列數位基頻介面
- 130 無線電設備控制(REC)實體/數據機/數據機板/基地台/eNodeB
- 140 無線電前端
- 150 企業饋線網路(CFN)
- 160 共偏振天線元件陣列/垂直天線陣列
- 160-1 天線元件
- 160-2 天線元件
- 160-3 天線元件
- 180 波束場型/主瓣
- 180-1 主波束/第一無線電資源子集特定波束場型/第一展頻碼子集特定波束
- 180-2 主波束/第二無線電資源子集特定波束場型/第二展頻碼子集特定天線波束
- 180-c 副載波子集特定波束/波束方向或波束形狀/波束成形場型/天線波束/空間波束場型
- 180-1 副載波子集特定波束/波束方向或波束形狀/波束成形場型/天線波束/空間波束場型
- 180-u 副載波子集特定波束/波束方向或波束形狀/波束成形場型/天線波束/空間波束場型
- 190-1 方向

190-2	方向
190-3	方向
195-c	終端使用者/行動使用者
195-1	終端使用者/行動使用者
195-u	終端使用者/行動使用者
210	小區特定信號/數位基頻信號
210-1	信號分支/數位基頻信號210之第一部分
210-2	信號分支/數位基頻信號210之第二部分
210-3	信號分支
210-C	第二信號部分/信號分量
210-L	第三信號部分/信號分量
210-U	第一信號部分/信號分量
220-1	加權信號版本/加權數位信號/第一加權信號分支
220-2	加權信號版本/加權數位信號/第一加權信號分支
220-3	加權信號版本/加權數位信號/第一加權信號分支
230-1	數位類比轉換器(DAC)
230-2	數位類比轉換器(DAC)
230-3	數位類比轉換器(DAC)
240-1	類比版本/類比信號
240-2	類比版本/類比信號
240-3	類比版本/類比信號

250-1	功率放大器 (PA)
250-2	功率放大器 (PA)
250-3	功率放大器 (PA)
310	數位基頻信號
335-1	數位加法器
335-2	數位加法器
335-3	數位加法器
400	自適應性天線陣列 (AAA) 裝置
410	類比或數位信號 / 小區特定信號 / 正交分頻 多工 (OFDM) 信號
410-1	第一信號部分 / 第一無線電資源子集 / 無線 電資源子集特定信號部分 / 無線電資源特 定信號分量
410-2	第二信號部分 / 第二無線電資源子集 / 無線 電資源子集特定信號部分 / 無線電資源特 定信號分量
420	信號分離器
430	處理器
460-1	定向天線元件
460-2	定向天線元件
500	自適應性天線陣列 (AAA) 裝置 / 自適應性 天線陣列 (AAA) 實體
510	介面
535	信號分支特定加法器

610	圖/曲線圖
620	圖/曲線圖
720	圖
800	自適應性天線陣列(AAA)裝置
810-1	信號分支特定有限脈衝回應(FIR)濾波器
810-2	信號分支特定有限脈衝回應(FIR)濾波器
810-3	信號分支特定有限脈衝回應(FIR)濾波器

## 七、申請專利範圍：

1. 一種用於判定至少兩個天線元件(160；460)之一波束場型(180)之裝置(400；500；800)，該至少兩個天線元件(160；460)可饋入有使用一無線電資源集合之無線電資源之一信號(210；410)，其中該無線電資源集合至少包含關聯至第一複數個使用者之一第一無線電資源子集及關聯至一蜂巢式通信系統之第二複數個使用者之一第二無線電資源子集，其中該第一複數個使用者及該第二複數個使用者兩者係關聯至該蜂巢式通信系統之同一小區，該裝置(400；500；800)包含：

一處理器(430)，其可操作以針對該信號(210；410)之該第一無線電資源子集及該第二無線電資源子集中每一者判定該至少兩個天線元件(160；460)之一無線電資源子集特定波束場型(180)，使得對應於該第一無線電資源子集之一第一無線電資源子集特定波束場型(180-1)之一下傾角不同於對應於該第二無線電資源子集之一第二無線電資源子集特定波束場型(180-2)之一下傾角。

2. 如請求項1之裝置(400；500；800)，其中該信號(210；410)使用一頻率集合作為該信號(210；410)之一有用信號頻寬內之該無線電資源集合，其中該頻率集合至少包含一第一頻率子集及一第二頻率子集，該第一頻率子集及該第二頻率子集各自包含該有用信號頻寬內之至少一頻率，且其中該處理器(430)可操作以針對該第一頻率子集及該第二頻率子集中每一者判定一頻率子集特定波束

場型(180)。

3. 如請求項1之裝置(400；500；800)，其中該至少兩個天線元件(160；460)形成一天線陣列(160)，且其中該裝置(400；500；800)進一步包含：

用於為一數位基頻信號(210)之該信號(210；410)之一介面(510)，該數位基頻信號(210)至少包含該第一無線電資源子集及該第二無線電資源子集，

其中該處理器(430)可操作以針對該數位基頻信號(210)之該第一無線電資源子集及該第二無線電資源子集中每一者判定一無線電資源子集特定波束成形向量( $w_u$ ； $w_c$ ； $w_l$ )，使得該天線陣列(160)之對應於關聯至該第一無線電資源子集( $u$ )之一第一波束成形向量( $w_u$ )的第一無線電資源子集特定波束場型(180- $u$ )不同於該天線陣列(160)之對應於關聯至該第二無線電資源子集( $l$ )之一第二波束成形向量( $w_l$ )之一第二無線電資源子集特定波束場型(180- $l$ )。

4. 如請求項3之裝置(400；500；800)，其中該處理器(430)可操作以將對應於該第一無線電資源子集( $u$ ； $c$ ； $l$ )之一經判定第一無線電資源子集特定波束成形向量( $w_u$ ； $w_c$ ； $w_l$ )應用至關聯至該第一無線電資源子集( $u$ ； $c$ ； $l$ )的該數位基頻信號(210)之一第一部分(210- $u$ ；210- $c$ ；210- $l$ )，且將對應於該第二無線電資源子集( $u$ ； $c$ ； $l$ )之一經判定第二無線電資源子集特定波束成形向量( $w_u$ ； $w_c$ ； $w_l$ )應用至關聯至該第二無線電資源子集( $u$ ； $c$ ； $l$ )的該數

位基頻信號(210)之一第二部分(210- $u$  ; 210- $c$  ; 210- $l$ )。

5. 如請求項3之裝置(400 ; 500 ; 800)，其中該處理器(430)耦接至一記憶體器件，且其中該處理器(430)可操作以藉助於該記憶體器件中之儲存該第一無線電資源子集或該第二無線電資源子集( $u$  ;  $c$  ;  $l$ )兩者之預定無線電資源子集特定波束成形向量的一查找表來判定該第一無線電資源子集或該第二無線電資源子集中之一者之該無線電資源子集特定波束成形向量( $w_u$  ;  $w_c$  ;  $w_l$ )，或其中該處理器(430)可操作以基於一無線電資源子集獨立波束成形向量( $w_0$ )之一無線電資源子集特定操控來判定該第一無線電資源子集或該第二無線電資源子集( $u$  ;  $c$  ;  $l$ )中之一者之該無線電資源子集特定波束成形向量( $w_u$  ;  $w_c$  ;  $w_l$ )。
6. 如請求項3之裝置(400 ; 500 ; 800)，其中該數位基頻信號(210)為使用該數位基頻信號(210)之一有用信號頻寬內之一副載波集合( $u$  ;  $c$  ;  $l$ )的一正交分頻多工(OFDM)或單載波分頻多工存取(SC-FDMA)信號，其中該副載波集合( $u$  ;  $c$  ;  $l$ )至少包含一第一副載波集合及一第二副載波集合，且其中該處理器(430)可操作以針對該第一副載波集合及該第二副載波集合中每一者判定一副載波子集特定波束成形向量( $w_u$  ;  $w_c$  ;  $w_l$ )，該副載波子集特定波束成形向量( $w_u$  ;  $w_c$  ;  $w_l$ )針對關聯至該至少兩個天線元件之至少兩個信號分支中每一者包含對應於該天線陣列(160)之一副載波子集特定波束場型(180)的一副載波子集特定波束成形係數。

7. 如請求項6之裝置(400；500；800)，其中該處理器(430)可操作以基於一副載波子集獨立波束成形向量( $w_0$ )之波束成形係數之一副載波子集特定相移來判定該第一副載波子集或該第二副載波子集中之一者之該副載波子集特定波束成形向量( $w_u$ ； $w_c$ ； $w_l$ )。
8. 如請求項6之裝置(400；500；800)，其中該處理器(430)配置於一快速傅立葉變換(FFT)處理器與一逆快速傅立葉變換(IFFT)處理器之間以判定該副載波子集特定波束成形向量及/或將該副載波子集特定波束成形向量應用於頻域中。
9. 如請求項6之裝置(400；500；800)，其中該第一副載波子集及該第二副載波子集各自分別包含一單一副載波，其中該處理器(430)可操作以針對該第一單一副載波及該第二單一副載波中每一者判定一副載波特定波束成形向量( $w_u$ ； $w_c$ ； $w_l$ )，該副載波特定波束成形向量( $w_u$ ； $w_c$ ； $w_l$ )針對關聯至該至少兩個天線元件之至少兩個信號分支中每一者包含對應於該天線陣列(160)之一副載波特定波束場型(180)的一副載波特定波束成形係數。
10. 如請求項6之裝置(400；500；800)，其中該處理器(430)針對耦接至該天線陣列(160)之至少兩個信號分支(210-1；210-2；210-3)中之至少一者包含至少一有限脈衝響應(FIR)濾波器結構(810)，以實現對應於該天線陣列(160)之一副載波資源子集特定波束場型(180)的一副載波子集特定波束成形係數。

11. 如請求項10之裝置(400；500；800)，其中該至少一有限脈衝回應(FIR)濾波器結構(810-1；810-2；810-3)除了實現該副載波子集特定波束成形係數以外亦可操作以校準關聯至該至少兩個信號分支(210-1；210-2；210-3)中之該一者之一天線元件(160-1；160-2；160-3)。
12. 如請求項1之裝置(400；500；800)，其中該處理器(430)可操作以根據該蜂巢式通信系統之該小區中之一經報告使用者分佈而調適在一無線電資源子集( $u$ ； $c$ ； $l$ )與一關聯無線電資源子集特定波束成形向量( $w_u$ ； $w_c$ ； $w_l$ )之間的一映射。

13. 一種蜂巢式通信系統，其包含：

伺服一第一小區之一第一基地台，該第一基地台包含一如請求項1之第一裝置(400；500；800)，該第一裝置係關聯至至少兩個第一天線元件(160；460)；

伺服與該第一小區相鄰之一第二小區之一第二基地台，該第二基地台包含一如請求項1之第二裝置(400；500；800)，該第二裝置係關聯至至少兩個第二天線元件(160；460)；

其中在該第一基地台之至少兩個無線電資源子集與該至少兩個第一天線元件(160；460)之至少兩個無線電資源子集特定波束場型之間的一第一映射係不同於在該第二基地台之至少兩個無線電資源子集與至少兩個第一天線元件(160；460)之該至少兩個無線電資源子集特定波束場型之間的一第二映射，使得減小該第一小區與該第

二小區之間的一小區間干擾。

14. 一種用於判定至少兩個天線元件(160；460)之一波束場型(180)之方法，該至少兩個天線元件(160；460)可饋入有使用一無線電資源集合之無線電資源之一信號(210；410)，其中該無線電資源集合至少包含關聯至第一複數個使用者之一第一無線電資源子集及關聯至一蜂巢式通信系統之第二複數個使用者之一第二無線電資源子集，其中該第一複數個使用者及該第二複數個使用者兩者係關聯至該蜂巢式通信系統之同一小區，該方法包含：

針對該信號(210；410)之該第一無線電資源子集及該第二無線電資源子集中每一者判定該至少兩個天線元件(160；460)之一無線電資源子集特定波束場型(180)，使得對應於該第一無線電資源子集之一第一無線電資源子集特定波束場型(180-1)之一下傾角不同於對應於該第二無線電資源子集之一第二無線電資源子集特定波束場型(180-2)之一下傾角。

15. 一種電腦程式，該電腦程式具有一程式碼，該程式碼用於在該電腦程式執行於一電腦或處理器上時執行該如請求項14之方法。

八、圖式：

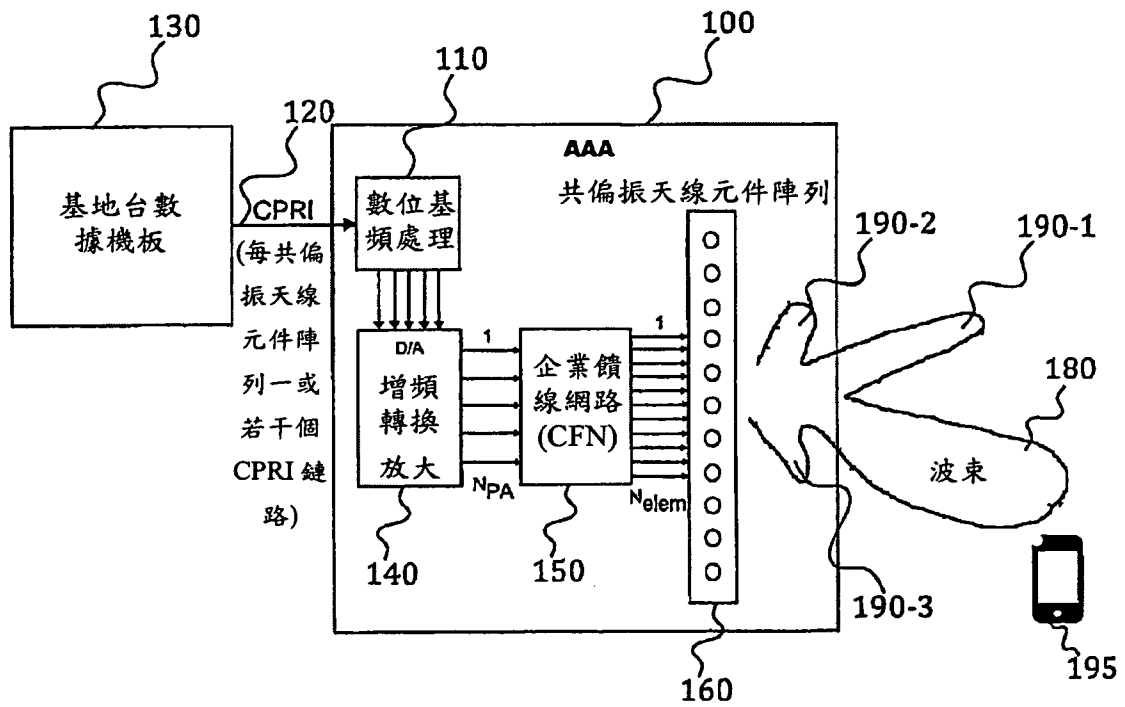


圖1

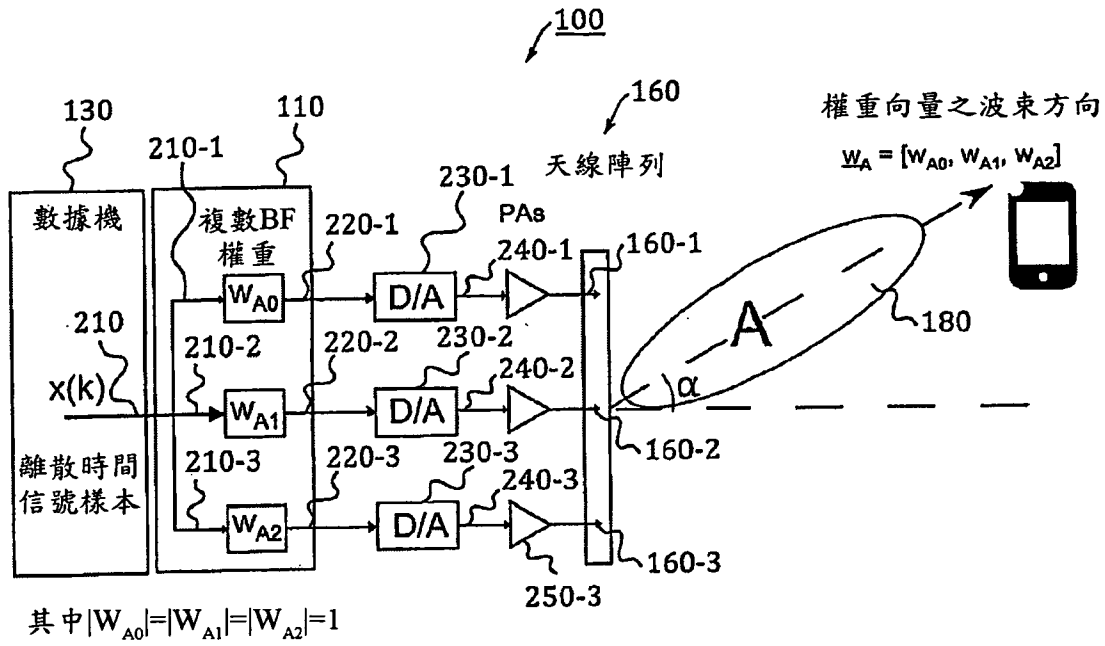


圖 2a

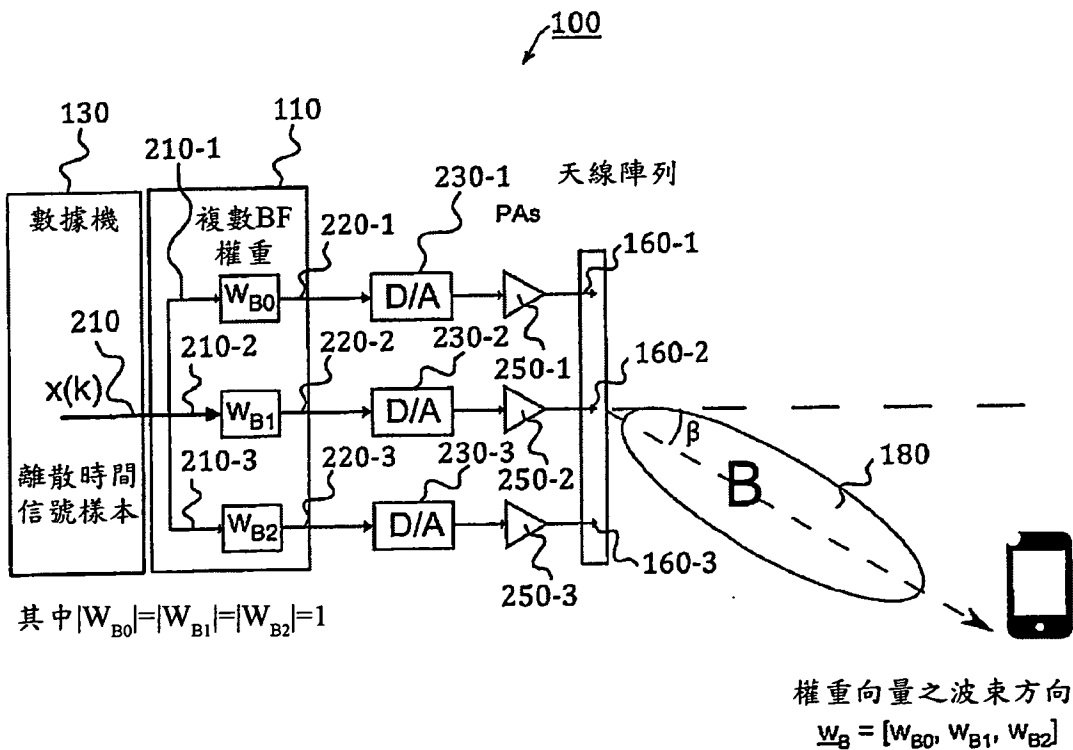


圖 2b

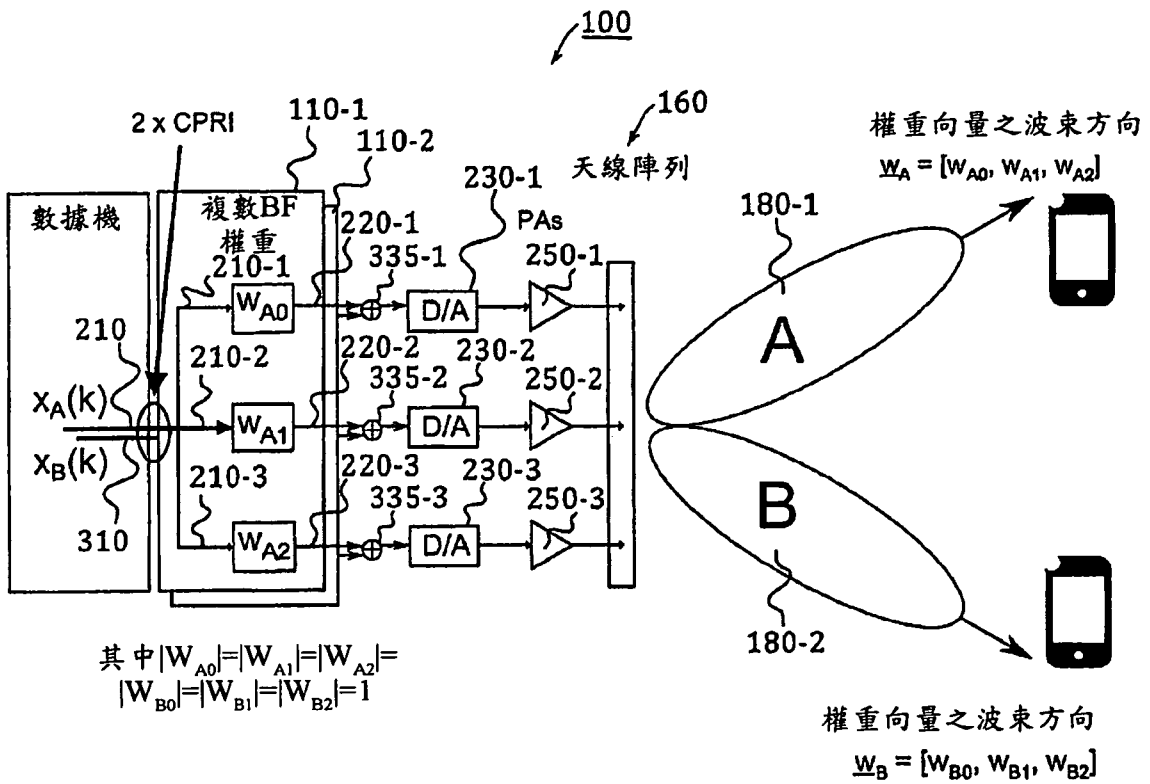


圖 2c

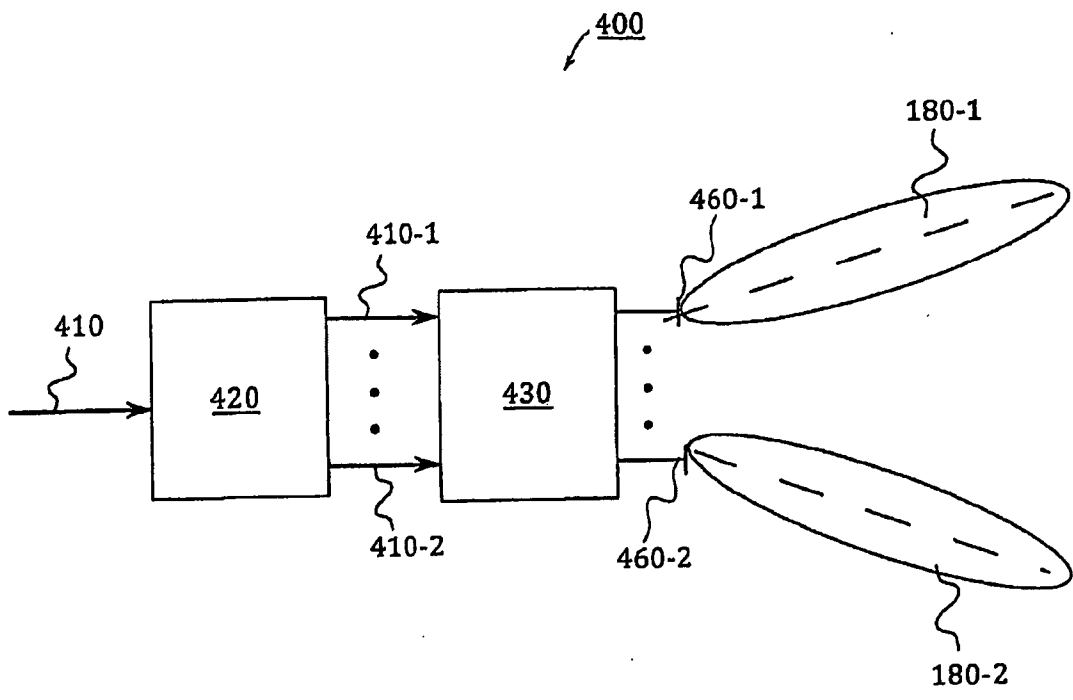


圖3

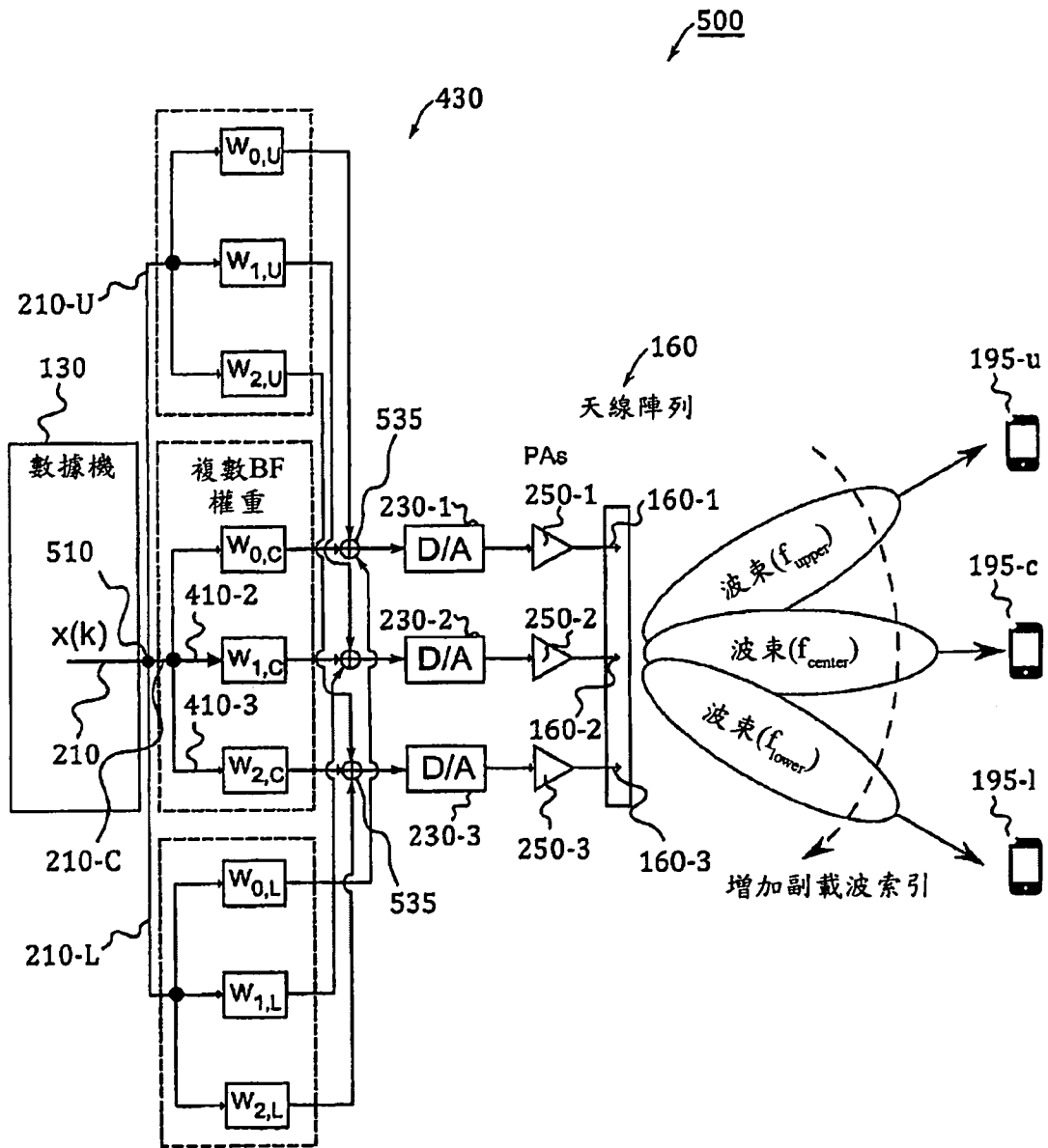


圖4

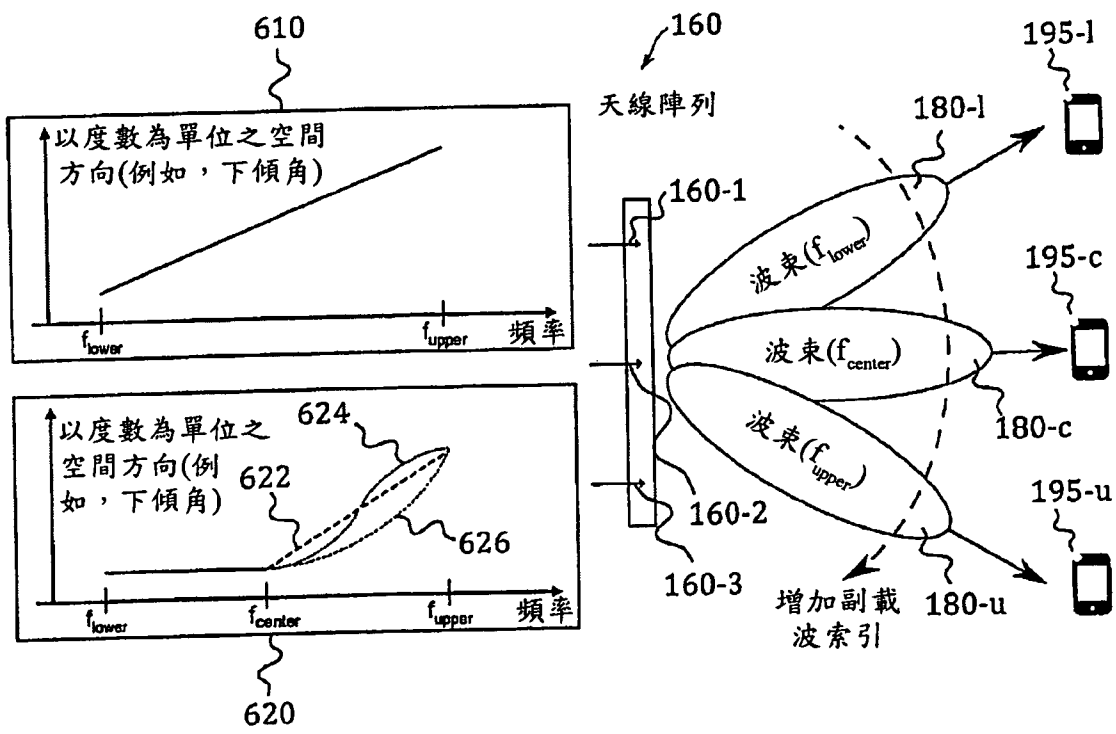


圖5

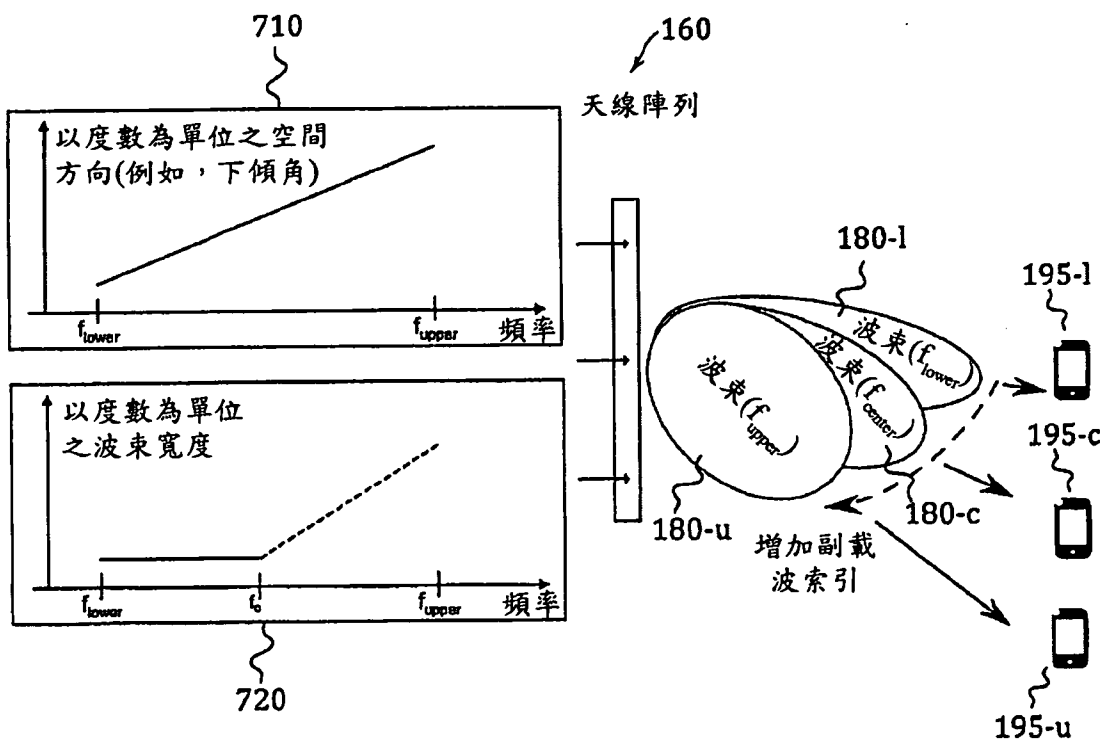


圖6

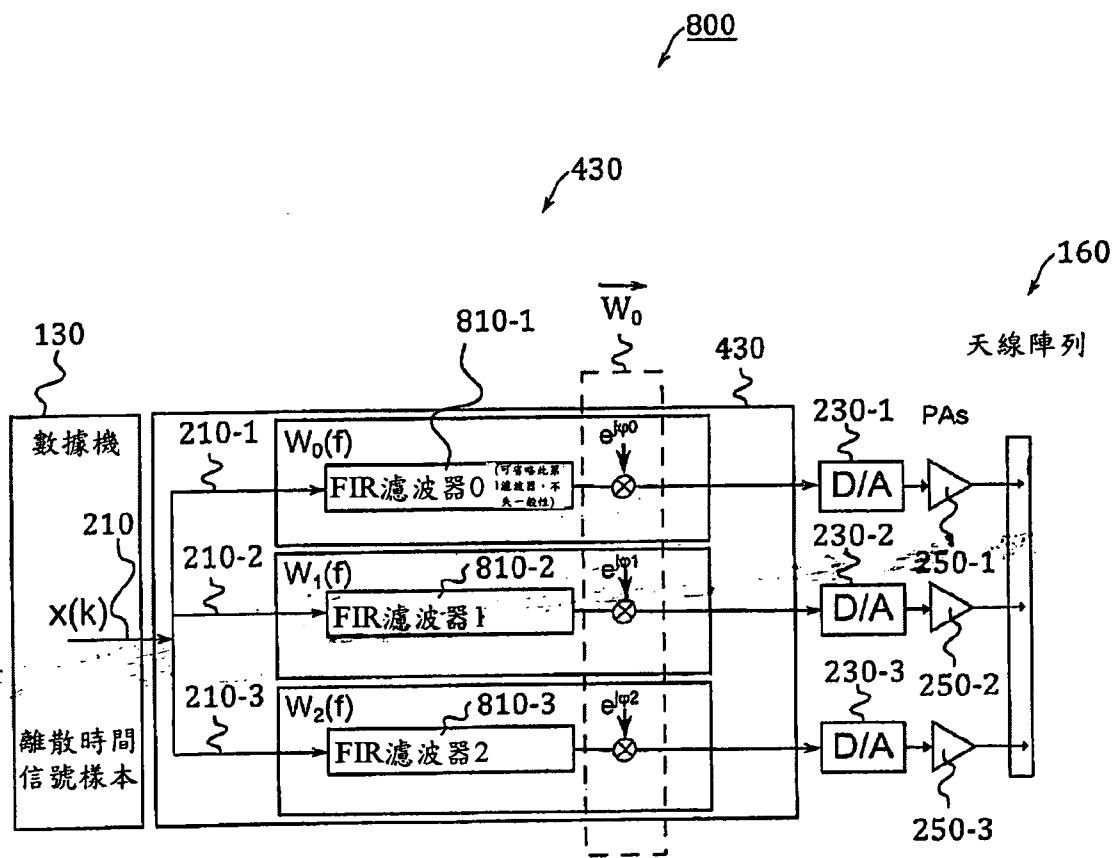


圖7