



(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 201228432 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：100112818

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 04 月 13 日

(51)Int. Cl. : *H04W52/04 (2009.01)*

H04B14/08 (2006.01)

H04W52/12 (2009.01)

(30)優先權：2010/12/29 美國

12/980,355

(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 4 段 195 號

國立交通大學 (中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)

新竹市大學路 1001 號

(72)發明人：李橋 LEE, CHIAO (TW)；王蒞君 WANG, LI CHUN (TW)；黃建華 HUANG, JANE HWA (TW)

(74)代理人：詹銘文；葉璟宗

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：32 項 圖式數：7 共 55 頁

(54)名稱

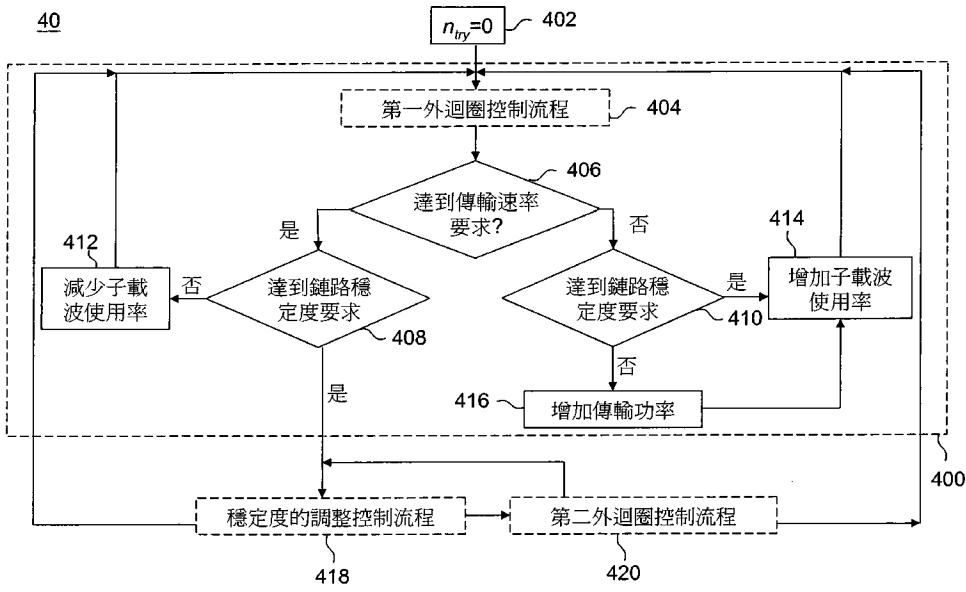
子載波使用率與功率配置方法及系統、基地台與控制器

JOINT SUBCARRIER USAGE RATIO AND POWER ALLOCATION METHOD, SYSTEM USING THE SAME, BASE STATION AND CONTROLLER USING THE SAME

(57)摘要

一種子載波使用率與功率配置的方法及系統、基地台與控制器。所述方法適用於使用正交頻分多工存取之毫微微細胞基地台整合性地選取傳輸功率與子載波使用率。所述方法包括第一調整流程以同時、動態性與整合性調整功率與子載波使用率，快速滿足傳輸速率與鏈路穩定度的要求。所述方法還包括第二調整流程，在第一調整流程中滿足傳輸速率與鏈路穩定度的要求達到穩定期間後，緩慢地調整功率與子載波使用率，以協助毫微微細胞基地台達到最高傳輸功率效率。還可利用外迴圈控制流程放寬毫微微細胞基地台的傳輸速率要求以快速地達成穩定狀況。

40



40：結合子載波使用率與傳輸功率配置方法

400：第一外迴圈調整流程

402~420：步驟



(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 201228432 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：100112818

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 04 月 13 日

(51)Int. Cl. : *H04W52/04 (2009.01)*

H04B14/08 (2006.01)

H04W52/12 (2009.01)

(30)優先權：2010/12/29 美國

12/980,355

(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 4 段 195 號

國立交通大學 (中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)

新竹市大學路 1001 號

(72)發明人：李橋 LEE, CHIAO (TW)；王蒞君 WANG, LI CHUN (TW)；黃建華 HUANG, JANE HWA (TW)

(74)代理人：詹銘文；葉璟宗

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：32 項 圖式數：7 共 55 頁

(54)名稱

子載波使用率與功率配置方法及系統、基地台與控制器

JOINT SUBCARRIER USAGE RATIO AND POWER ALLOCATION METHOD, SYSTEM USING THE SAME, BASE STATION AND CONTROLLER USING THE SAME

(57)摘要

一種子載波使用率與功率配置的方法及系統、基地台與控制器。所述方法適用於使用正交頻分多工存取的毫微微細胞基地台整合性地選取傳輸功率與子載波使用率。所述方法包括第一調整流程以同時、動態性與整合性調整功率與子載波使用率，快速滿足傳輸速率與鏈路穩定度的要求。所述方法還包括第二調整流程，在第一調整流程中滿足傳輸速率與鏈路穩定度的要求達到穩定期間後，緩慢地調整功率與子載波使用率，以協助毫微微細胞基地台達到最高傳輸功率效率。還可利用外迴圈控制流程放寬毫微微細胞基地台的傳輸速率要求以快速地達成穩定狀況。

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 100112818

※申請日： 100. 4. 13

※IPC 分類： H04W 52/64 (2009.01)

H04B 14/68 (2006.01)

H04W 52/12 (2009.01)

一、發明名稱：

子載波使用率與功率配置方法及系統、基地台與控制器 / JOINT SUBCARRIER USAGE RATIO AND POWER ALLOCATION METHOD, SYSTEM USING THE SAME, BASE STATION AND CONTROLLER USING THE SAME

二、中文發明摘要：

一種子載波使用率與功率配置的方法及系統、基地台與控制器。所述方法適用於使用正交頻分多工存取的毫微微細胞基地台整合性地選取傳輸功率與子載波使用率。所述方法包括第一調整流程以同時、動態性與整合性調整功率與子載波使用率，快速滿足傳輸速率與鏈路穩定度的要求。所述方法還包括第二調整流程，在第一調整流程中滿足傳輸速率與鏈路穩定度的要求達到穩定期間後，緩慢地調整功率與子載波使用率，以協助毫微微細胞基地台達到最高傳輸功率效率。還可利用外迴圈控制流程放寬毫微微細胞基地台的傳輸速率要求以快速地達成穩定狀況。

三、英文發明摘要：

A joint subcarrier usage ratio and power allocation method, the system and base station, and a controller using the same are proposed. The method is adapted for a femtocell base station using OFDMA technology to jointly select transmission power and subcarrier usage ratio. The method includes a first adjustment process, which simultaneously, dynamically and jointly adjusts the transmission power and the subcarrier usage ratio so as to quickly satisfy capacity requirement and link reliability requirement. The method also includes a second adjustment process for slowly adjusting the transmission power and the subcarrier usage ratio after the capacity requirement and the link reliability requirement are both met in the first adjustment process for stability duration. The second adjustment process helps the femtocell base station achieve maximal power efficiency. An outer-loop control might be used in the method to relax the capacity requirement of one femtocell for quickly achieving a stable situation.

四、指定代表圖：

(一) 本案之指定代表圖：圖 4A

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

40： 結合子載波使用率與傳輸功率配置方法

400： 第一外迴圈調整流程

402~420： 步驟

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】

本揭露是有關於適用於使用正交分頻多工存取技術(orthogonal frequency division multiple access, OFDMA)之毫型細胞(femtocell)的一種結合子載波使用率與傳輸功率配置方法及其系統、基地台與控制器。

【先前技術】

目前毫微微細胞(又可稱為毫微微細胞, femtocell)為整合家用之有線網路與行動通訊系統的超小型室內基地台,其能改善室內環境中行動電話的通訊品質。毫微微細胞基地台由使用者自行佈建在室內,以達成低功率的無線行動通訊,並利用既有的固網寬頻網路作為與行動業者的回傳網路(backhaul network)。為了加速毫微微細胞網路架構的發展,製造廠商與相關研究機構於 2007 年 7 月成立毫微微細胞論壇(簡稱為 Femto Forum),以致力推動毫微微細胞基地台的標準發展、教育市場、建立產業鏈、交換市場訊息以及交流技術,其成員包括電信業者、設備業者(硬體、軟體、晶片、系統整合廠商)等。Femto Forum 更與下世代行動網路聯盟(Next Generation Mobile Network, 簡稱為 NGMN)合作,一同致力於推廣毫微微細胞網路架構在新世代行動網路中,以達到毫微微細胞系統性能之最佳化設計目的。

另外,微型細胞被視為新世代無線通訊系統的重要技

術，特別是微型細胞可利用較低的傳輸功率以及製造成本，來達到有效改善無線通訊於室內環境的資料傳輸速率與信號涵蓋範圍。然而，當毫微微細胞系統被廣泛應用時，蜂巢式巨細胞基地台以及週遭其他毫微微細胞基地台對單一微型細胞的干擾影響甚巨。更清楚的說明，單一毫微微細胞基地台會受到蜂巢式巨細胞基地台的信號干擾，並受到鄰近的其他毫微微細胞的信號干擾，以致於受干擾之毫微微細胞基地台的資料傳輸速率過低或無線鏈路品質不穩定。

雖然有許出現有技術被提出來解決上述問題，但大部份相關技術僅單獨地處理毫微微細胞基地台的傳輸功率控制方式，或僅單獨地選取無線通道，或是僅單獨地處理無線通道數量的選取。具體來說，在毫微微細胞基地台是由使用者自行佈建的狀況下，現有技術無法利用非標準化之集中式頻譜規劃(centralized frequency planning)方式與傳輸功率控制技術來解決單一微型細胞對鄰近的毫微微細胞基地台的信號干擾。相關技術文件也指出毫型細胞基地台會嚴重地彼此干擾。另外，另一研究文件中指出在微型細胞佈建密度高(例如 100 個微型細胞/平方公里)的狀況下，為了維持高的傳輸成功機率(例如鏈路穩定度成功機率為 $P_{rel}=0.9$)，一毫微微細胞基地台一般僅使用 60%的子載波(或子通道)。因此，如何採取分散式控制方式，以兼顧毫微微細胞基地台系統中的資料傳輸速率與無線鏈路品質，並同時地降低對鄰近其他基地台的信號干擾是一個重要的

課題。

【發明內容】

根據本揭露的一示範實施例，提出一種子載波使用率與功率配置方法，適用於使用正交分頻多工存取技術的一毫微微細胞基地台選取一傳輸功率與一子載波使用率。所述的方法包括一第一調整流程，而所述的第一調整流程同時地、動態性地與整合性地調整傳輸功率與子載波使用率，以滿足預設的一傳輸速率要求與一鏈路穩定度要求。

根據本揭露的一示範實施例，提出一種結合子載波使用率與傳輸功率配置方法，適用於一大細胞之涵蓋範圍內使用正交分頻多工存取技術的至少一毫微微細胞基地台。所述的方法包括：估算在所述大細胞之涵蓋範圍內至少一毫微微細胞基地台的一佈建密度；藉由一離線模擬運算，計算出一參數組合對照表；以及定期地廣播所述的佈建密度與所述的參數組合對照表到至少一微型細胞基地。

根據本揭露的一示範實施例，提出一種無線通訊系統。所述的無線通訊系統包括至少一毫微微細胞基地台，其中至少一毫微微細胞基地台使用正交分頻多工存取技術，並同時地、動態性地與整合性地調整一傳輸功率與一子載波使用率，以滿足預設的傳輸速率要求與鏈路穩定度要求。

根據本揭露的一示範實施例，提出一種無線通訊系統。所述的無線通訊系統包括一控制器，用以估算其涵蓋

範圍內的至少一毫微微細胞基地台的一佈建密度，藉由一離線模擬運算來計算出一參數組合對照表，並且定期地廣播所述的佈建密度與所述的參數組合對照表至所述的至少一毫微微細胞基地台。

根據本揭露的一示範實施例，提出一種基地台，適用於同時地、動態性地與整合性地調整一傳輸功率與一子載波使用率。所述的基地台使用正交分頻多工存取技術，並且包括一計算單元、一調整單元以及一比較單元。計算單元，用以計算一鏈路穩定度與一子載波使用率。調整單元，用以調整傳輸功率與子載波使用率。比較單元，用以比較目前的一傳輸速率是否大於等於預設的一傳輸速率門限值，以及比較所計算的鏈路穩定度是否大於等於預設的一鏈路穩定度門限值。

根據本揭露的一示範實施例，提出一種控制器。所述的控制器包括一註冊單元與一計算單元。註冊單元用以在至少一第一類型基地台初始一註冊流程後，與至少一第一類型基地台進行所述的註冊流程。另外，計算單元用以藉由一離線模擬運算來取得每一種第一類型基地台之佈建密度的可行解，並且估算一第二類型基地台之涵蓋範圍內的至少一第一類型基地台的一佈建密度，其中，至少一第一類型基地台是在所述的第二類型基地台的涵蓋範圍內。

為讓本揭露之上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【實施方式】

本揭露的多個示範實施例的基本原理主要針對正交分頻多工存取(簡稱為 OFDMA)之毫微微細胞系統,提出了毫微微細胞的一種結合子載波使用率(subcarrier usage ratio)與傳輸功率(power)配置方法及其系統、基地台與控制器。所述的傳輸功率為單一毫微微細胞基地台的輸出功率,而子載波使用率定義為一毫微微細胞基地台目前所使用之正交分頻多工子載波的數目與所有可使用正交分頻多工子載波之一總數的一比例,且子載波使用率在 OFDMA 技術中也可視為通道使用率或子通道使用率。所提出的結合子載波使用率與傳輸功率配置方法的處理流程,可適用於大多數無線通訊系統,例如:全球互通微波存取(Worldwide Interoperability for Microwave Access, 又稱為 WiMAX)、第三代通訊系統夥伴專案的長程演進(簡稱為 3GPP LTE)標準,或者其他使用 OFDMA 標準的無線通訊系統。

在本揭露中所提出之結合子載波使用率與傳輸功率配置方法,可以利用分散式(distributed)管理方式,使毫微微細胞基地台運作在適當的傳輸功率及通道使用率,並同時保障其使用者的傳輸速率及信號可靠度(或作鏈路穩定度、鏈路可靠度(link reliability))。所述的傳輸速率(capacity)在本揭露中可視為毫微微細胞基地台之下行的無線傳輸速率(downlink wireless transmission rate)。所述的下行方向為由一基地台或一毫微微細胞基地台傳送資料至一無線終端

裝置或一行動電話時，信號傳送的方向。另外，鏈路穩定度被視為傳送成功的機率。再者，所提出的結合子載波使用率與傳輸功率配置方法，可以同時地、動態性地與整合性地調整毫微微細胞基地台的傳輸功率與子載波使用率，並達成有效地控管毫微微細胞之間彼此的功率控制以及調整彼此子載波使用率。因此，所提出的結合子載波使用率與傳輸功率配置方法不僅可以解決毫微微細胞之間彼此干擾的問題，更進一步能夠控管每一毫微微細胞基地台的傳輸功率，以避免不必要的功率消耗。

圖 1 是一種大細胞基地台 10 與其涵蓋範圍之多個毫微微細胞的示意圖。在本揭露中，所述的大細胞包括蜂巢式巨型細胞(cellular macrocell)以及微型細胞(microcell)。大細胞基地台 10 的涵蓋半徑為 D_M ，而其所涵蓋的範圍內包括多個毫微微細胞。為了進行模擬與相關的無線通訊容量、鏈路穩定度與功率效率的運算，在圖 1 中的毫微微細胞為平均分佈(evenly distributed)。然而，圖 1 中的平均分佈可在統計學上代表使用者隨機佈建毫微微細胞的地點的整體狀況，因為藉由調整微毫毫細胞的平均密度可有效地模擬隨機佈建毫微微細胞的狀況。微毫毫細胞的平均密度也與微毫毫細胞間距 d_{sf} (例如微毫毫細胞 12、14 之間的距離)相關。

請參照圖 1 的毫微微細胞的佈建架構。在大細胞涵蓋範圍內的一個毫微微細胞的佈建區域，其中有許多室內環境，每個環境佔地約為十平方公尺，而每個室內環境又分

成四個房間，而毫微微細胞基地台則設置於每個室內環境之中。由觀察圖 1 中的毫微微細胞 16 可知，毫微微細胞 16 面臨的信號干擾源主要有兩大類。第一類信號干擾來自於大細胞基地台的干擾，而第二類干擾來自於(鄰近的)其他毫微微細胞基地台的干擾。而這兩類信號干擾會影響毫微微細胞 16 的鏈路可靠度及傳輸速率。

在結合子載波使用率與傳輸功率配置方法中，傳輸功率與子載波使用率(通道使用率)兩者皆重要。當第一類型基地台(毫微微細胞基地台)面臨同時來自於蜂巢式巨型細胞及其他毫微微細胞基地台的干擾時，藉由調整傳輸功率與子載波使用率(通道使用率)可以解決的問題其實並不相同。傳輸功率的控制對於毫微微細胞之間的信號干擾其實是較無效的，因為當其中一個毫微微細胞提升傳輸功率時，其他毫微微細胞也會因應此毫微微細胞的傳輸功率提升而增加信號干擾。最後所有毫微微細胞都提升傳輸功率並回到原狀，但是毫微微細胞卻可以因為調整傳輸功率而與巨型細胞的干擾抗衡。因為第二類型基地台(大細胞基地台 10，此即蜂巢式巨型細胞)使用全部的頻寬，因此子載波使用率(通道使用率)對於來自大細胞基地台 10 的干擾是無效的。不過，調整子載波使用率(通道使用率)則可以有效地降低毫微微細胞基地台之間的相互干擾。所以，毫微微細胞面臨所述兩大類干擾的時候，同時考量傳輸功率與子載波使用率是合理且必須的。

在 OFDMA 系統中，子載波使用率與傳輸功率為可靈

活調整的參數。當第一類型基地台(毫微微細胞基地台)面對同時來自第二類型基地台(大細胞)以及其他毫微微細胞基地台的干擾時，如何恰當的控制子載波使用率以減少毫微微細胞之間相互干擾的機率，並選用適當的傳輸功率以平衡來自蜂巢式巨細胞的干擾則是重要課題。當毫微微細胞基地台使用太大的傳輸功率時，將對於其他的毫微微細胞的使用者或大細胞基地台的使用者造成強大的信號干擾。另一方面，當毫微微細胞使用太小的傳輸功率時，則自身的使用者會面臨到無法接受(不穩定)的鏈路品質。相類似地，當毫微微細胞使用太高比例的子載波使用率時，將增加對於其他的毫微微細胞的使用者或大細胞基地台的使用者干擾的機率，而使用過小比例的子載波使用率時，將使自身的使用者的傳輸速率受到限制。

圖 2 是如圖 1 所示的一毫微微細胞基地台的傳輸功率與子載波使用率參數模擬配置的傳輸功率效率與鏈路品質結果的示意圖。圖 1 的大細胞基地台 10 與圖 2 中的模擬結果在此僅作為示範例，在選取多個合理參數狀況下，所產生的模擬結果並不限定於如圖 2 中所示。圖 2 的模擬結果所對應到模擬環境參數中，主要的固定參數為位於中央的毫微微細胞 16 周圍有 24 個鄰近的毫微微細胞，且微毫毫細胞間距 d_{sf} 則為 20 公尺。另一方面，圖 2 的模擬結果所對應到模擬環境參數中，主要變動參數為三維的，其包括傳輸功率(單位為分貝毫瓦(dBm))與子載波使用率，而第三維的變動參數則為傳輸功率效率與鏈路品質(power

efficiency with link quality)，此為同時考量傳輸功率效率與鏈路穩定度的一個指標數值。所述的傳輸功率為毫微微細胞 16 的傳輸功率，其定義為一毫微微細胞基地台可達到的傳輸量(throughput)與此毫微微細胞基地台之全部傳輸功率的一比例。

圖 2 中類似三角椎體的部份則為可行解(feasible solutions)區域。此可行解區域是同時滿足鏈路可靠度及傳輸速率兩個條件的狀況。在可行解區域中的頂點 V 則為達成已確定的鏈路可靠度之最高輸出功率效率(maximal power efficiency)的特殊狀況。經由觀察圖 2 中的模擬結果，可找出多種動態性調整子載波使用率配置與傳輸功率控制的方法，以同時滿足鏈路可靠度及傳輸速率的條件。在此簡單說明，所提出的結合子載波使用率與傳輸功率配置方法主要在可接受的傳輸速率與鏈路穩定度狀況下，同時且動態性地調整輸出功率與子載波使用率，並在達到所述可行解區域時，進行細部調整流程來選取適當的子載波使用率與傳輸功率的一參數組合，以進一步達到最高輸出功率效率的狀態。

圖 3A 至圖 3D 分別為圖 2 的在不同傳輸功率與子載波使用率參數狀況下的四種俯視示意圖。圖 3A 至圖 3D 的二維參數為圖 2 中的傳輸功率 P 與子載波使用率 ρ 。為了解說方便，在圖 3A 至圖 3D 僅概略介紹可能出現的 4 個區域 A、B、C 與 D。區域 D 對應到類似在圖 2 中之三角椎體的俯視投影面。此即，區域 D 為可行解區域，而區域 D

以外的區域都不是可行解區域。圖 3D 中的頂點 V 即為最高輸出功率效率的子載波使用率與傳輸功率的參數組合。區域 A 為滿足傳輸速率要求但不滿足鏈路穩定度要求之子載波使用率與傳輸功率的參數組合；區域 B 為滿足鏈路穩定度要求但不滿足傳輸速率要求之子載波使用率與傳輸功率的參數組合；區域 C 為不滿足鏈路穩定度要求與傳輸速率要求之子載波使用率與傳輸功率的參數組合。以下將以圖 3A 至圖 3C 來概略描述可能的動態性調整子載波使用率配置與傳輸功率控制的方式，其中可能的動態性調整方法可以讓子載波使用率與傳輸功率的參數組合落在可行解區域內。同時也將利用圖 3D 說明在圖 5 中的細部調整流程 (fine adjustment process) 的運作原理。

在圖 3A 中，子載波使用率與傳輸功率的初始參數組合落在區域 A 中，由於不在可行解區域中，因此應朝向區域 D 的方向來調整子載波使用率與傳輸功率以得到可行解。舉例來說，可由初始參數組合 A_1 藉由減少子載波使用率而得到可行解。

在圖 3B 中，子載波使用率與傳輸功率的初始參數組合落在區域 B 中，由於不在可行解區域中，因此應朝向區域 D 的方向來調整子載波使用率與傳輸功率以得到可行解。舉例來說，可由初始參數組合 B_1 藉由增加子載波使用率以得到可行解。

在圖 3C 中，子載波使用率與傳輸功率的初始參數組合落在區域 C 中，由於不在可行解區域中，因此應朝向區

域 D 的方向來調整子載波使用率與傳輸功率，以得到可行解。在區域 C 中要找到可行解的方式則相對複雜。舉例說明，可由原參數組合 C_1 或 C_2 藉由增加傳輸功率先進入區域 B 中，再進一步增加子載波使用率，以得到可行解。另舉例說明，可由原參數組合 C_3 藉由增加傳輸功率先進入區域 A 中，再進一步減少子載波使用率，以得到可行解。在圖 3D 中，參數組合 D_1 屬於可行解區域的傳輸功率與子載波使用率的參數組合。

在本揭露中，應選取傳輸功率及子載波使用率(通道使用率)的可行解，並如同以下數學式(1)來嘗試最大化傳輸功率效率。

$$\max_{0 \leq \rho \leq 1, P_{\min} \leq P_j \leq P_{\max}} \frac{\sum_{j=1}^J \varepsilon_j B_j \sigma_j}{\sum_{j=1}^J \varepsilon_j P_j} \quad \dots \text{數學式(1)},$$

受制於條件式：

$$\sum_{j=1}^J \varepsilon_j B_j \sigma_j \geq C_{th} \quad \dots \text{數學式(2)},$$

$$\overline{P}_{rel} \geq Rel_{th} \quad \dots \text{數學式(3)},$$

$$\rho = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J \varepsilon_j, \quad \varepsilon_j \in \{0,1\}, \quad \forall j \quad \dots \text{數學式(4)}。$$

在上述數學式(1)中的傳輸功率效率被定義為一毫微微細胞基地台可達到的傳輸量與此毫微微細胞基地台之全部傳輸功率的一比例。數學式(1)中的 ε_j 代表第 j 個子載波(子通道)目前是否被使用。假若此子載波被使用則 $\varepsilon_j=1$ ，

若此子載波不被使用則 $\varepsilon_j=0$ 。在數學式(1)中的 B_j 代表第 j 個子載波(子通道)的頻寬。在數學式(1)中的 σ_j 代表第 j 個子載波(子通道)的頻譜效率(spectral efficiency)。在數學式(1)中的 ρ 代表此毫微微細胞的子載波(子通道)使用率。在數學式(1)中的(1)中的 p_j 代表第 j 個子載波(子通道)的傳輸功率。如同在數學式(4)中所定義的，子載波(子通道)使用率 ρ 定義為被一毫微微細胞使用的子載波(子通道)的總數除以所有可被使用的 OFDMA 子載波(子通道)的總數 J 。換言之，子載波(子通道)使用率為此毫微微細胞目前所使用的正交分頻多工子載波(子通道)的總數與所有可使用正交分頻多工子載波(子通道)之總數的一比例。

在數學式(2)中的 C_{th} 代表傳輸速率的下限門限值。在數學式(3)中的 Rel_{th} 代表鏈路穩定度的下限門限值。從另一方面來看， C_{th} 即代表傳輸速率的要求，而鏈路穩定度門限值 Rel_{th} 即代表鏈路穩定度的要求。

在本揭露中，傳輸速率的計算方式並不限定於上述，還可以選擇其他根據子載波頻寬與子載波使用率來計算傳輸速率的方式。至於鏈路穩定度 $\overline{P_{rel}}$ ，可根據以下數學式(5)來計算。

$$\overline{P_{rel}} = P_r[\gamma_{eff} \geq \gamma_{th}] \quad \cdots \text{數學式(5)}。$$

在數學式(5)中的 $\overline{P_{rel}}$ 實際上為鏈路穩定度機率函數，其定義為一毫微微細胞基地台的等效載波對干擾與雜訊比例值 (Carrier-to-interference-and-noise ratio，簡稱為 CINR) γ_{eff} 大於等於最低等效 CINR 值 γ_{th} 的機率，並且最

低等效 CINR 值 γ_{th} 可視為 CINR 值門限值。而所述的最低等效 CINR 值例如為 -2.5dB。在本揭露中，鏈路穩定度的計算方式並不限定於上述，還可以選擇其他根據傳輸功率或訊雜比來計算鏈路穩定度，例如，可以利用傳輸功率與等效訊號對雜訊比例(Signal-to-noise ratio，簡稱為 SNR)的計算方法來計算鏈路穩定度。

在本揭露中提出一種適應性調整的傳輸功率與頻寬的流程，以降低第一種基地台(此即，毫微微細胞基地台)與第二種基地台(此即，大細胞基地台)之異質網路裝置間(inter-heterogeneous)的干擾，使得毫微微細胞基地台可以選取適當的傳輸功率與適當的頻寬(對應至子載波使用率)，以滿足傳輸速率的要求與鏈路穩定度的要求。基本上，此結合子載波使用率與傳輸功率的配置方法可被分為兩個主要步驟。第一步驟為第一調整流程(也可視為一種粗調整流程)，以快速地找到傳輸功率與子載波使用率的可行解參數組合。第二步驟為第二調整流程(也可視為一種細調整流程)，以找到最大化傳輸功率效率之傳輸功率與子載波使用率的可行解參數組合。第二步驟主要測試當使用較少之無線通訊資源(對應到子載波使用率)與傳輸功率時，是否仍滿足使用者目前的要求。

在本揭露中，結合子載波使用率與傳輸功率的配置方法之基本原理為先獲得傳輸功率與子載波使用率(子通道使用率)之初始值，並在第一步驟中依據可達到之傳輸速率及鏈路穩定度對所獲得的初始值上做調整。在一蜂巢式通

訊系統中，可以在估測此蜂巢式通訊系統之無線服務涵蓋範圍內之毫微微細胞基地台的佈建密度(deployment density)，利用離線模擬計算一參數組合對照表，並規律性地藉由固網寬頻網路廣播此參數組合對照表至對應的毫微微細胞基地台。然後，毫微微細胞基地台在查找此參數組合對照表之後即獲得傳輸功率與子載波使用率的初始值。接著，可根據以下四種狀況來選取調整方式。第一種狀況為傳輸速率不夠且鏈路穩定度(通道品質)不良，因此所採取的調整對策為因應第一種狀況增加傳輸功率及子載波使用率(子通道使用率)。第二種狀況為傳輸速率不夠但鏈路穩定度(通道品質)符合要求，因此所採取的調整對策為因應第二種狀況增加子載波使用率(子通道使用率)。

第三種狀況為傳輸速率足夠但鏈路穩定度(通道品質)不良，因此所採取的調整對策為因應第三種狀況降低子載波使用率(子通道使用率)。第四種狀況為傳輸速率足夠且鏈路穩定度(通道品質)符合要求，則為在可行解區域內。在第四種狀況中，可執行第二步驟來測試是否能夠用更小的子載波使用率(子通道使用率)或較小的傳輸功率而同樣達成使用者的要求。藉由第二步驟中，此結合子載波使用率與傳輸功率的配置方法可以找到最大化傳輸功率效率的子載波使用率與傳輸功率的參數組合。

在第二步驟中，假若可以選擇使用較小的傳輸功率或較小的子載波使用率(通道使用率)仍滿足傳輸速率與鏈路穩定度，則維持調整後的傳輸功率或子載波使用率(子通道

使用率)。相反地，假若使用在第一步驟中所獲得之初始的傳輸功率或子載波使用率(子通道使用率)，或在多個訊框後使用較小的傳輸功率或使用較小的子載波使用率(子通道使用率)，仍無法滿足傳輸速率與鏈路穩定度，則返回執行第一步驟。回到第一步驟的主要原因可能為：第一點，當上述第二步驟中的測試失敗時，代表傳輸功率或子載波使用率(子通道使用率)可能處在不恰當的運作點，因此必須返回第一步驟以重新尋找可行解；第二點，當周圍的基地台的使用狀況有所變動或其使用者的無線通道狀態改變時，最佳的運作點也會隨之改變，因此毫微微細胞基地台需要隨時根據目前周圍環境狀況的改變，來更新其傳輸功率及子載波使用率(子通道使用率)。

根據在圖 4A、圖 4B 與圖 5 所繪式的流程圖(對應至配置子載波與控制傳輸功率)，可以調整傳輸功率與子載波使用率的參數組合，以在滿足傳輸速率要求與鏈路穩定度要求的狀況下，達成最高傳輸功率效率。第一步驟(此即，第一調整流程)繪示在圖 4A 或圖 4B 中，而第二步驟(此即，第二調整流程)繪示在圖 5 中。

圖 4A 為根據一示範實施例所繪示的一種結合子載波使用率與傳輸功率配置方法 40。在圖 4A 中，所述的方法 40 主要包括第一調整流程 400、穩定調整控制步驟 418 與一內迴圈控制步驟 404 與一外迴圈控制步驟 420。穩定調整控制步驟 418 與外迴圈控制步驟 404 與步驟 404 將搭配圖 4B 進一步來介紹其詳細技術內容。基本上，第一調整

流程 400 縱整之前搭配圖 3A 至圖 3C 所描述的調整子載波使用率與傳輸功率的方式，並提供可以找到可行解之子載波使用率與傳輸功率的一種快速選取方法。所述的方法 400 由步驟 402 開始，其初始化一嘗試計數值 n_{try} 為 0。步驟 404 至步驟 416 則為初步調整流程 400 的詳細步驟。

請參照圖 4A，在本示範實施例中，步驟 404 為第一外迴圈控制步驟，在此步驟 404 中主要檢查嘗試計數值 n_{try} 是否已達到降低傳輸速率的上限門限值，以放寬在步驟 404 之傳輸速率的要求。步驟 404 的詳細技術內容將搭配圖 4B 來詳細解說。不過，在本示範實施例中，此步驟 404 並非初步調整流程 400 的必要步驟，在部份狀況下可直接在步驟 402 後直接執行步驟 406。在步驟 406 中，檢查是否滿足傳輸速率要求。在此，檢查是否滿足傳輸速率要求即為比較目前的傳輸速率是否大於等於一傳輸速率門限值。若是，則在步驟 406 後進行步驟 408；若否，則在步驟 406 後進行步驟 410。

在步驟 408 中，檢查是否滿足鏈路穩定度要求。在此，檢查是否滿足鏈路穩定度要求即為比較目前鏈路穩定度是否大於等於一鏈路穩定度門限值。若是，則在步驟 408 後進行步驟 418，以進行穩定調整控制(其包括第二調整流程 464)；若否，則在步驟 408 後進行步驟 412 以減少子載波使用率，並在步驟 412 後返回進行步驟 404 或執行步驟 406。

與步驟 408 相較，在步驟 410 中，同樣地檢查是否滿

足鏈路穩定度要求。若是，則在步驟 410 後進行步驟 414，以增加子載波使用率；若否，則在步驟 410 後進行步驟 416，以增加傳輸功率，並在步驟 416 後進行步驟 414 以增加子載波使用率。在步驟 414 之後返回進行步驟 404 或執行步驟 406。在步驟 418 之後，可以選擇進行第二外迴圈控制步驟 420 或返回進行步驟 404 或步驟 406。相類似地，在步驟 420 之後，可以選擇進行穩定調整控制步驟 418 或返回進行步驟 404 或執行步驟 406。不過，穩定調整控制步驟 418 與第二外迴圈控制步驟 420 並非所述的方法 40 的必要步驟。此即，在步驟 408 的檢查結果為是之後，可直接返回步驟 404 或步驟 406。

圖 4B 為根據另一示範實施例所繪示的另一種結合子載波使用率與傳輸功率配置方法 45 的流程圖。所述的方法 45 基本上介紹圖 4A 中可能在前述方法 40 中執行的步驟 404、418、420 的詳細技術內容。在圖 4B 的示範實施例中，步驟 404 包括步驟 452、454；步驟 418 包括步驟 462 至步驟 468；步驟 420 包括步驟 472、474。

所述的方法 45 由步驟 402 開始，並繼續進行步驟 452，將嘗試計數值 n_{try} 增加一次數單位，並進一步檢查嘗試計數值 n_{try} 是否等於向下門限值 n_D 。若是，則在步驟 452 之後，進行步驟 454 以降低傳輸速率門限值 C_{th} 一個單位，並再次初始化嘗試計數值 n_{try} 為 0；若否，則在步驟 452 之後，進行步驟 406。在步驟 454 之後接續進行步驟 406。

在圖 4B 中的第一外迴圈控制步驟 404 與第二外迴圈

控制步驟 420 為對稱的步驟，兩者主要在同時滿足傳輸速率與鏈路穩定度的要求達向上門限值 n_U 個訊框後，提高傳輸速率門限值 C_{th} 一個單位。在第一外迴圈控制步驟 404 中減少傳輸速率門限值的主要因為，目前所配置的子載波使用率(子通道使用率)與傳輸功率實際上可能在不適當的運作點。因此，假若所述的方法在嘗試 n_D 個訊框(n_D 個嘗試)後，仍不能找到可行解，則所述的方法需要放寬傳輸速率的要求以擴大可行解區域。至於在第二外迴圈控制步驟 420 中增加傳輸速率門限值的主要因為，實際上從句細胞基地台與其他毫微微細胞基地台的干擾已被減少，或者預期的訊號強度已被改善。因此，假若同時可以滿足傳輸速率要求與鏈路穩定度要求連續地達到 n_U 個訊框，則此結合子載波使用率與傳輸功率的配置方法會提高傳輸速率門限值，因此使用者可以獲得較高資料傳輸速率。假設傳輸速率門限值 C_{th} 為每秒 5 百萬位元(5Mbps)時，提高或降低傳輸速率門限值 C_{th} 的單位(或作步階大小)為 $5\text{Mbps} \times 10\% = 500\text{Kbps}$ 。再者，向上門限值 n_U 應設置為小於向下門限值 n_D ，以致於所述的方法 45 可快速地降低傳輸速率門限值 C_{th} ，但緩慢地提高傳輸速率門限值 C_{th} 。快速地降低傳輸速率門限值 C_{th} 可協助儘快取得可行解之子載波使用率與傳輸功率的參數組合，而緩慢地提高傳輸速率門限值 C_{th} 可協助確保整個毫微微細胞通訊系統的穩定度。因為步驟 406 至步驟 416 已經於圖 4A 中介紹過，在此不重述其詳細技術內容。

在步驟 408 中選取到可行解的測試傳輸功率與子載波使用率的參數組合 D_1 之後，繼續測試在區域 D 內鄰近參數組合 D_1 的參數，類似如圖 3D 中由參數組合 D_1 逐步地且緩慢地調整到頂點 V ，此即最高輸出功率效率的狀況。

基本上，步驟 464 是接續步驟 408，或接續步驟 474，並包括步驟 502 至步驟 518。另外，步驟 472 通過步驟 506、510、514、516 接續步驟 464。步驟 400 通過步驟 518、468 接續步驟 464。更清楚地說明，在步驟 502 中，先記錄目前的傳輸功率 P_i 與子載波使用率 ρ_i ，指標 i 代表目前的傳輸功率與子載波使用率目前在第 i 個等級。指標 $i+1$ 代表傳輸功率被增加一個單位，或是子載波使用率被增加一個單位。指標 $i-1$ 代表傳輸功率被減少一個單位，或是子載波使用率被減少一個單位。在接續的步驟 504、508、512、516 中分別在目前的傳輸功率 p_i 與子載波使用率 ρ_i 組合參數周圍，選取並測試鄰近的參數組合，以判斷在滿足傳輸速率與鏈路穩定度的要求下，是否可以利用較小的傳輸功率或較小的子載波使用率來最大化傳輸功率效率。

請參照圖 5，在步驟 504 中，測試當使用傳輸功率 p_i 與子載波使用率 ρ_{i-1} 是否同時滿傳輸速率與鏈路穩定度的要求，其中參數 ρ_{i-1} 代表比目前的子載波使用率 ρ_i 小一單位(或步階)的數值，所述的單位例如為 0.1。若通過測試，則在步驟 504 後繼續進行步驟 506，以變更目前的子載波使用率 ρ_{ii} 為 ρ_{i-1} ；若測試不通過，則在步驟 504 後繼續進行步驟 508。參數 p_{i-1} 代表比目前的傳輸功率 p_i 小一單位

的數值，所述的單位例如為 1 分貝毫瓦(dBm)。

在步驟 508 中，測試傳輸功率 p_{i-1} 與子載波使用率 ρ_i 是否同時滿傳輸速率與鏈路穩定度的要求，參數 p_{i-1} 代表比目前的傳輸功率 p_i 小一單位的數值，所述的單位例如為 1 分貝毫瓦(dBm)。假若通過測試，則在步驟 508 後繼續進行步驟 510，以變更目前的傳輸功率 p_i 為 p_{i-1} ；若測試不通過，則在步驟 508 後繼續進行步驟 512。

在步驟 512 中，測試傳輸功率 p_{i-1} 與子載波使用率 ρ_{i+1} 是否同時滿傳輸速率與鏈路穩定度的要求，傳輸功率 p_{i-1} 代表比目前的傳輸功率 p_i 小一單位的數值，而子載波使用率 ρ_{i+1} 代表比目前的子載波使用率 ρ_i 大一單位的數值。若測試通過，則在步驟 512 後繼續進行步驟 514，以變更目前的子載波使用率 ρ_i 為 ρ_{i+1} ，並變更目前的傳輸功率 p_i 為 p_{i-1} ；若測試不通過，則在步驟 512 後繼續進行步驟 516。在步驟 506、510、514 之後，皆為接續進行步驟 420 中的步驟 472，而步驟 472 至步驟 474 已在圖 4B 中介紹過，所以不重述其技術內容。步驟 474 之後，返回進行步驟 502。

在步驟 516 中，測試當使用初始之傳輸功率 p_i 與子載波使用率 ρ_i 是否同時滿傳輸速率與鏈路穩定度的要求。若測試通過，則在步驟 516 後繼續進行步驟 472；若測試不通過，則在步驟 516 後繼續進行步驟 518。在步驟 518 中，檢查是否連續性地失敗達到 n_D 個訊框。若是，則在步驟 518 後繼續進行步驟 468；若否，則在步驟 518 後返回進行步驟 502。

根據圖 1 的大細胞基地台 10 與其所涵蓋的毫微微細胞佈建的方式，經過適當地選取固定參數，例如：向下門限值 n_D 、向上門限值 n_U 、穩定度門限值 n_{stable} 、傳輸速率門限值 C_{th} 、鏈路穩定度門限值 Rel_{th} 、周圍毫微微細胞的總個數，以及微毫細胞間距 d_{sf} ，可以得到以下兩個表中的模擬結果。在表 1 中的模擬結果為調整次數，並分別考慮四種狀況，例如：僅考量巨細胞基地台的干擾、同時考量巨細胞基地台與毫微微細胞基地台(two-tier)的干擾、僅考量單一毫微微細胞基地台的干擾，以及僅考量周圍所有毫微微細胞基地台的干擾等。

表 1

	調整次數	
	先調整子載波使用率	先調整傳輸功率
只考量巨細胞基地台的干擾	8.21	9.83
同時考量巨細胞基地台與毫微微細胞基地台的干擾	6.71	13.78
只考量單一毫微微細胞基地台的干擾	9.73	10.83
只考量毫微微細胞基地台的干擾	8.65	14.72
平均值	8.325	12.29

另外，在表 1 中，若是先調整子載波使用率，則所需要的調整次數(調整傳輸功率與子載波使用率以達到最高

輸出功率效率)，明顯地比先調整傳輸功率來得少。舉例說明，縱整四種狀況的平均值，假若先調整傳輸功率則需要平均 12.29 次才能達到最高輸出功率效率，而先調整子載波使用率可減少至平均 8.325 次即達到最高輸出功率效率。

在表 2 中的模擬結果皆為輸出功率效率(單位為位元/秒/毫瓦(bits/s/milliwatts))，並分別考慮四種狀況，例如：僅考量巨細胞基地台的干擾、同時考量巨細胞基地台與毫微微細胞基地台的干擾、僅考量單一毫微微細胞基地台的干擾，以及僅考量周圍所有毫微微細胞基地台的干擾等。

表 2

	傳輸功率效率 (單位：bits/s/milliwatts)	
	採用本揭露所提出的配置方法	採用隨機方式配置子載波使用率與傳輸功率
只考量巨細胞基地台的干擾	1.07	0.83
同時考量巨細胞基地台與毫微微細胞基地台的干擾	0.83	0.24
只考量單一毫微微細胞基地台的干擾	0.28	0.11
只考量毫微微細胞基地台的干擾	1.78	0.63
平均值	0.99	0.34

參見表 2，在各種考量情況下，相較於隨機方式配置子載波使用率與傳輸功率的方式，採用在本揭露所提出之結合子載波使用率與傳輸功率配置方法的輸出功率效率，皆具有較高傳輸功率效率。舉例說明，縱整四種狀況的平均值，則結合子載波使用率與傳輸功率配置方法的傳輸功率效率數值為 0.99，此為採用隨機方式配置(random allocation)子載波使用率與傳輸功率的傳輸功率效率數值(0.34)的將近 3 倍。

圖 6 為根據一示範實施例所繪示一種毫微微細胞基地台 60 的功能方塊圖。此毫微微細胞基地台 60 至少包括收發器模組 61、通訊協定模組 62、處理器模組 63 與記憶體模組 64。收發器模組 61 耦接於毫微微細胞基地台 60 的天線模組(未繪示)，用以傳送射頻信號與接收射頻信號。通訊協定模組 62 耦接於收發器模組 61，用以接收由收發器模組 61 所接收的射頻信號或傳送射頻信號給收發器模組 61，並提供控制信號給收發器模組 61 來調整傳輸功率與子載波使用率的數值。處理器模組 63 耦接於收發器模組 61、通訊協定模組 62 與記憶體模組 64，用以協調管理收發器模組 61、通訊協定模組 62 與記憶體模組 64。記憶體模組 64 用以接收並儲存通訊協定模組 62 所提供的無線通訊網路系統參數。

請參照圖 6，通訊協定模組 62 進一步包括計算單元 622、比較單元 624、計數單元 626 與調整單元 628。在其他示範實施例中，通訊協定模組 62 還可被包括於記憶體模

組 64 中，有處理器模組 63 來執行此通訊協定模組 62。計算單元 622、比較單元 624、計數單元 626 與調整單元 628 耦接於一起。

計算單元 622 用以根據收發器模組 61 所接收的射頻信號與所發射的射頻信號來計算子載波使用率與鏈路穩定度。比較單元 624 執行如圖 4A 中步驟 406、408、410 的比較流程或檢查流程。相類似地，比較單元 624 也可執行如圖 4B 中步驟 452、462、472 的比較或檢查流程，以及執行如圖 5 中步驟 504、508、512、516、518 的比較流程或測試流程。簡單來說，比較單元 624 比較或判斷毫微微細胞基地台 60 之目前的傳輸速率是否大於等於傳輸速率門限值 C_{th} ，以及比較毫微微細胞基地台 60 之目前的鏈路穩定度是否大於等於鏈路穩定度門限值 Rel_{th} 。

計數單元 626 用以執行如圖 4B 中步驟 402、452、454、466、468、472 中調整流程、累加流程或初始化流程，以及在圖 5 中的步驟 518 執行一失敗累加計數器。調整單元 628 用以執行如圖 4B 中步驟 412、414、416、454、474 的流程，以及執行如圖 5 中步驟 506、510、514 的流程。

在圖 4B 中所述的向上門限值 n_U 、向下門限值 n_D 、穩定度門限值 n_{stable} 、傳輸速率門限值 C_{th} 以及鏈路穩定度門限值 Rel_{th} 則可從一控制器，藉由固網寬頻網路提供給毫微微細胞基地台 60，而這些門限值參數可儲存在記憶體模組 64 中。在其他示範實施例中，傳輸速率門限值 C_{th} 以及鏈路穩定度門限值 Rel_{th} 還可由毫微微細胞基地台 60 的佈建

者所設定。

另外，由於控制器可實際估算或計算出目前大細胞基地台 10 之涵蓋區域中毫微微細胞的佈建密度，且各種毫微微細胞佈建密度可選取的可行解區域可事先藉由離線模擬取得。因此，在本揭露中，控制器可將這些毫微微細胞佈建密度與其對應的可行解參數組合，儲存在參數組合對照表中，並藉由固往寬頻網路定期地將所有毫微微細胞廣播目前的佈建密度以及參數組合對照表傳送給毫微微細胞基地台，或是無線傳送佈建密度以及參數組合對照表至毫微微細胞基地台。如此一來，可使毫微微細胞動態性調整子載波使用率與傳輸功率的流程更有效率。

在本揭露的一實施例中，數個類似於大細胞基地台 10 的基地台，可與多個類似毫微微細胞基地台 60 的毫微微細胞基地台，以及一核心網路(core network)組成一個無線通訊系統。在此無線通訊系統中，控制器可定期地廣播佈建密度與對應的參數組合對照表。每一毫微微細胞基地台則根據上述結合子載波使用率與傳輸功率配置方法 40、45 與第二調整流程步驟 464，採取分散式運作方式來選取適當的子載波使用率與傳輸功率之參數組合，並最終達成每一毫微微細胞基地台的最高傳輸功率效率。

在此結合子載波使用率與傳輸功率配置方法中的控制器的功能詳細描述如下述。在本揭露的一示範實施例中，核心網路可包括此控制器，其用以管理毫微微細胞基地台或提供結合子載波使用率與傳輸功率配置方法所需要

的信息給毫微微細胞基地台。控制也可被稱為一個網路營運商控制器(operator network controller)，其可能為一中央式控制器，用以管理在此無線通訊系統中的毫微微細胞基地台。然而本揭露並非限定於上述，且在本揭露其他實施例中，控制器還可包括一大細胞基地台，或是與一大細胞基地台整合為一體。

圖 7 為根據一示範實施例所繪示一種控制器 70 的功能方塊圖。請參照圖 7，此控制器 70 包括至少一收發器介面(或作收發器模組)71、一通訊協定模組 72、一處理器模組 73 與一記憶體模組 74。收發器模組 71 耦接至一固網寬頻網路，用以傳送資料或接收資料。通訊協定模組 72 耦接至收發器模組 71，用以執行與在無線通訊系統中之毫微微細胞基地台相關的註冊、認證、計算或管理程序。

處理器模組 73 耦接於收發器模組 71、通訊協定模組 72 與記憶體模組 74，用以協調管理 71、通訊協定模組 72 與記憶體模組 74。記憶體模組 74 包括至少一資料庫(未繪示於圖 7 中)。

請參照圖 7，通訊協定模組 72 進一步包括註冊單元 722、認證單元 724、計算單元 726 與管理單元 728。在其他示範實施例中，通訊協定模組 72 還可被包括於記憶體模組 74 中，有處理器模組 73 來執行此通訊協定模組 72。註冊單元 722、認證單元 724、計算單元 726 與管理單元 728 耦接於一起。

註冊單元 722 用以在任何一毫微微細胞基地台起始一

註冊程序後，執行此毫微微細胞基地台的註冊程序。認證單元 722 用以在任何一毫微微細胞基地台起始一認證程序後，執行此毫微微細胞基地台的認證程序。註冊單元 722 紀錄各毫微微細胞基地台與其地理位置、地址與裝置識別碼(例如，媒體存取控制層定址(MAC address))於記憶體模組 74 的資料庫中。

計算單元 726 藉由離線模擬獲得每一毫微微細胞基地台佈建密度的可行解，估測在一大細胞基地台之無線服務涵蓋範圍的毫微微細胞基地台佈建密度，其中在此大細胞基地台之無線服務涵蓋範圍內具有一或多個毫微微細胞基地台。計算單元 726 將毫微微細胞基地台的佈建密度以及對應可行解的多組參數組合，儲存至一參數組合對照表中。此參數組合對照表可被儲存在記憶體模組 74 的資料庫中，管理單元 728 還可藉由無線傳輸方式廣播參數組合對照表與毫微微細胞基地台的佈建密度至毫微微細胞基地台。此外，控制器 70 的管理單元 728 還可命令任何一個毫微微細胞基地台降低或增加其傳輸速率門限值 C_{th} 。

當在無線通訊系統中的任何一毫微微細胞基地台啟動(switched on)時，此毫微微細胞基地台必須要與核心網路的控制器 70 執行註冊程序與認證程序。藉此，控制器 70 可估測任何巨細胞基地台(macro cell base station)、小細胞基地台(micro cell base station)與大細胞基地台之無線服務涵蓋範圍內的毫微微細胞基地台的佈建密度。

控制器 70 還可執行離線模擬，並獲取參數組合對照

表。控制器 70 的管理單元 728 可藉由固網寬頻網路，週期性地或定期地廣播參數組合對照表以及毫微微細胞基地台的佈建密度至毫微微細胞基地台。或者，管理單元 728 可藉由固網寬頻網路，利用多播(multicast)或單點傳輸(unicast)方式，提供參數組合對照表以及毫微微細胞基地台的佈建密度給有需要的毫微微細胞基地台。此外，管理單元 728 還可設定一傳輸量上限值，使得每一毫微微細胞基地台的功率被限制。

另外，在無線通訊系統中的任何一大細胞基地台(可包括巨細胞基地台、小細胞基地台與微微型細胞基地台(pico cell base station))可回報給控制器 70，告知控制器 70 目前大細胞基地台是否遭遇從其無線服務涵蓋範圍內毫微微細胞基地台而來的過強干擾，或遭遇從其鄰近的毫微微細胞基地台而來的過強干擾。因應於大細胞基地台的回報，控制器 70 的管理單元 728 可命令相關的微微細胞基地台降低其對應的傳輸速率門限值 C_{th} ，使得提出回報之大細胞基地台所遭遇的整體干擾被降低。

在其他示範實施例中，在核心網路的控制器 70 可與無線通訊系統之註冊伺服器整合為一體，所述的註冊伺服器例如為在 3GPP LTE 系統中的本地端用戶註冊伺服器(Home Location Register, HLR)或認證中心(authentication center)。

綜上所述，本揭露的示範實施例提供一種結合子載波使用率與傳輸功率配置方法及其無線通訊系統、基地台與

其控制器。藉由結合動態性調整子載波使用率與傳輸功率，可以同時滿足傳輸速率與鏈路穩定度的要求。再者，藉由第一調整流程來快速地取得可行解參數組合，利用對稱性外部迴圈控制來提高或降低傳輸速率門限值，以及利用第二調整流程來緩慢地達到最高傳輸功率效率。此外，所述的結合子載波使用率與傳輸功率配置方法在調整傳輸功率之前先調整子載波使用率時，僅須較少調整次數且具較佳效果。

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，在不脫離本揭露之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，故本揭露之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

圖 1 是一種大細胞基地台與其涵蓋範圍之多個毫微微細胞的示意圖。

圖 2 是如圖 1 所示的一毫微微細胞基地台的傳輸功率與子載波使用率參數模擬配置的傳輸功率效率與鏈路品質結果的示意圖。

圖 3A 至圖 3D 分別為圖 2 的在不同傳輸功率與子載波使用率參數狀況下的四種俯視示意圖。

圖 4A 為根據一示範實施例所繪示的一種結合子載波使用率與傳輸功率配置方法。

圖 4B 為根據另一示範實施例所繪示的另一種結合子

載波使用率與傳輸功率配置方法的流程圖。

圖 5 為如圖 4B 中細部調整流程的流程圖。

圖 6 為根據一示範實施例所繪示一種毫微微細胞基地台的功能方塊圖。

圖 7 為根據一示範實施例所繪示一種控制器的功能方塊圖。

【主要元件符號說明】

10：大細胞基地台	70：控制器
12、14、16：毫微微細胞	722：註冊單元
40、45：結合子載波使用率 與傳輸功率配置方法	724：驗證單元
400：第一調整流程	728：管理單元
468：第二調整流程	C_{th} ：傳輸速率
402~420、452~454、 462~466、472~474、	D_M ：大細胞基地台涵蓋半徑
502~518：步驟	d_{sf} ：毫微微細胞間距
60：毫微微細胞基地台	n_{try} ：嘗試計數值
61、71：收發器模組	n_U ：向上調整門限值
62、72：通訊協定模組	n_D ：向下調整門限值
622、726：計算單元	n_{Stable} ：穩定門限值
624：比較單元	P ：傳輸功率
626：計數器	A、B、C、D：區域
628：調整單元	$A_1, B_1, C_1, C_2, C_3, D_1$ ：參數組合
63、73：處理器模組	V：頂點
64、74：記憶體模組	ρ ：子載波使用率

七、申請專利範圍：

1. 一種子載波使用率與功率配置方法，適用於使用正交分頻多工存取技術的一毫微微細胞基地台選取一傳輸功率與一子載波使用率，所述的方法包括：

一第一調整流程，其中該第一調整流程同時地、動態性地與整合性地調整該傳輸功率與該子載波使用率，以滿足預設的一傳輸速率要求與一鏈路穩定度要求。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法更包括：

一第一外迴圈控制流程，其中該第一外迴圈控制流程在該初步調整流程中累加的一嘗試計數值超過一向下門限值時，將該傳輸速率要求的一傳輸速率門限值降低一個單位，並初始化該嘗試計數值為 0。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述的方法更包括：

一第二調整流程，其中該第二調整流程在該第一調整流程中所調整該傳輸功率與該子載波使用率，已連續地滿足該傳輸速率要求與該鏈路穩定度要求的一時間超過一穩定性門限之後，緩慢地減少該傳輸功率或調整該子載波使用率以達到一最高傳輸功率效率。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述的方法更包括：

一第二外迴圈控制流程，其中該第二外迴圈控制流程在該第二調整流程中所調整的該傳輸功率與該子載波使用率，已連續地滿足該傳輸速率要求與該鏈路穩定度要求的一時間超過預設的一向上門限值時，將該傳輸速率門限值增加一個單位。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中該第一調整流程更包括以下步驟：

檢查是否滿足該傳輸速率要求與該鏈路可靠度要求，並且根據該傳輸速率要求與該鏈路穩定度要求決定增加該傳輸功率，或者增加或減少該子載波使用率。

6. 如申請專利範圍第 3 項所述的方法，其中該第二調整流程更包括以下步驟：

測試該傳輸功率被減少一單位時，是否能滿足該傳輸速率要求與該鏈路可靠度要求，其中，若是，則將該傳輸功率減少一單位；

測試該子載波使用率被減少一單位時，是否能滿足該傳輸速率要求與該鏈路穩定度要求，其中，若是，則將該子載波使用率減少一單位；以及

測試該傳輸功率被減少一單位但該子載波使用率被增加一單位時，是否能滿足該傳輸速率要求與該鏈路穩定度要求，其中，若是，則將該傳輸功率減少一單位並將該子載波使用率增加一單位。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中該毫微微細胞基地台目前所在涵蓋範圍之一控制器提供該鏈路穩定度要求、該傳輸速率要求、毫微微細胞基地台的一佈建密度與一參數組合對照表給該毫微微細胞基地台，其中，該毫微微細胞基地台根據該控制器所提供的該佈建密度，由該參數組合對照表中，選取該傳輸功率的初始值與該子載波使用率的初始值。

8. 一種子載波使用率與功率配置方法，適用於一大細胞之涵蓋範圍內使用正交分頻多工存取技術的至少一毫微微細胞基地台，所述的方法包括：

估算在該大細胞之涵蓋範圍內該至少一毫微微細胞基地台的一佈建密度；

藉由一離線模擬運算，計算出一參數組合對照表；以及

定期地廣播該佈建密度與該參數組合對照表至該至少一微型細胞基地。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述的無線通訊系統，其中，該至少一毫微微細胞基地台的其中之一根據該佈建密度，由該參數組合對照表中選取一傳輸功率的初始值與一子載波使用率的初始值，並同時地、動態性地與整合性地調整該傳輸功率與該子載波使用率。

10. 一種無線通訊系統，包括：

至少一毫微微細胞基地台，其中該至少一毫微微細胞基地台使用正交分頻多工存取技術，並同時地、動態性地與整合性地調整一傳輸功率與一子載波使用率，以滿足預設的傳輸速率要求與鏈路穩定度要求。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述的無線通訊系統，其中，當累加的一嘗試計數值超過一向下門限值時，該至少一毫微微細胞基地台將該傳輸速率要求的一傳輸速率門限值降低一個單位，並初始化該嘗試計數值為 0。

12. 如申請專利範圍第 10 項所述的無線通訊系統，其

中，在所調整的該傳輸功率與該子載波使用率已連續地滿足該傳輸速率要求與該鏈路穩定度要求的時間超過一穩定度門限值之後，該至少一毫微微細胞基地台減少該傳輸功率或調整該子載波使用率以達到一最高傳輸功率效率。

13. 如申請專利範圍第 10 項所述的無線通訊系統，其中，當所調整的該傳輸功率與該子載波使用率，已滿足該傳輸速率要求與該鏈路穩定度要求的時間超過一向上門限值時，該至少一毫微微細胞基地台將該傳輸速率門限值增加一個單位。

14. 如申請專利範圍第 10 項所述的無線通訊系統，其中，該至少一毫微微細胞基地台進一步檢查是否滿足該傳輸速率要求與該鏈路穩定度要求，其中，

若該傳輸速率要求與該鏈路穩定度要求都不被滿足時，則該至少一毫微微細胞基地台同時增加該傳輸功率與該子載波使用率；

若不滿足該傳輸速率要求但滿足該鏈路穩定度要求時，則該至少一毫微微細胞基地台僅增加該子載波使用率；以及

若不滿足該鏈路穩定度要求但滿足該傳輸速率要求，則該至少一毫微微細胞基地台僅降低該子載波使用率。

15. 如申請專利範圍第 12 項所述的無線通訊系統，其中，

該至少一毫微微細胞基地台進一步測試當該傳輸功率減少一單位時，是否能滿足該傳輸速率要求與該鏈路穩定

度要求，若是，則將該傳輸功率減少一單位；

該至少一毫微微細胞基地台進一步測試當該子載波使用率減少一單位時，是否能滿足該傳輸速率要求與該鏈路穩定度要求，若是，則將該子載波使用率減少一單位；以及

該至少一毫微微細胞基地台進一步測試當該傳輸功率減少一單位但該子載波使用率增加一單位時，是否能滿足該傳輸速率要求與該鏈路穩定度要求，若是，則將該傳輸功率減少一單位並將該子載波使用率增加一單位。

16. 如申請專利範圍第 10 項所述的無線通訊系統，其中，該至少一毫微微細胞基地台目前所在位置的一控制器提供該鏈路穩定度要求、該傳輸速率要求、該至少一毫微微細胞基地台的一佈建密度與一參數組合對照表，其中該至少一微型細胞根據該佈建密度，由該參數組合對照表中選取該傳輸功率的初始值與該子載波使用率的初始值。

17. 一種無線通訊系統，包括：

一控制器，用以估算其涵蓋範圍內的至少一毫微微細胞基地台的一佈建密度，藉由一離線模擬運算來計算出一參數組合對照表，並且定期地廣播該佈建密度與該參數組合對照表至該至少一毫微微細胞基地台。

18. 如申請專利範圍第 17 項所述的無線通訊系統，更包括：

該至少一毫微微細胞基地台，其中，該至少一毫微微細胞基地台根據該佈建密度，由該參數組合對照表中選取

一傳輸功率與一子載波使用率，並同時地、動態性地與整合性地調整該傳輸功率與該子載波使用率。

19. 一種基地台，適用於同時地、動態性地與整合性地調整一傳輸功率與一子載波使用率，其中該基地台使用正交分頻多工存取技術，並且該基地台包括：

一計算單元，用以計算一鏈路穩定度與一子載波使用率；

一調整單元，用以調整該傳輸功率與該子載波使用率；以及

一比較單元，用以比較目前的一傳輸速率是否大於等於預設的一傳輸速率門限值，以及比較所計算的該鏈路穩定度是否大於等於一鏈路穩定度門限值。

20. 如申請專利範圍第 19 項所述的基地台更包括：

一計數單元，用以累加一嘗試計數值，其中當所累加的該嘗試計數值超過一向下門限值時，該調整單元將該傳輸速率門限值降低一個單位，並且該計數單元初始化該嘗試計數值為 0。

21. 如申請專利範圍第 20 項所述的基地台，其中，在該傳輸功率與該子載波使用率已持續地滿足該傳輸速率門限值與該鏈路穩定度門限值的一時間超過一穩定性門限值之後，該調整單元緩慢地減少該傳輸功率或調整該子載波使用率以達到一最高傳輸功率效率。

22. 如申請專利範圍第 21 項所述的基地台，其中，當所調整的該傳輸功率與該子載波使用率已持續地滿足該傳

輸速率門限值與該鏈路穩定度門限值的要求的一時間超過一向上門限值時，該調整單元將該傳輸速率門限值增加一個單位。

23. 如申請專利範圍第 19 項所述的基地台，其中，該比較單元比較目前的傳輸速率是否大於等於該傳輸速率門限值，並且比較目前的該鏈路穩定度是否大於等於該鏈路可靠度門限值，其中，

若目前的該傳輸速率小於該傳輸速率門限值且所計算的該鏈路穩定度小於該鏈路穩定度門限值，則該調整單元同時增加該傳輸功率與該子載波使用率；

若目前的該傳輸速率小於該傳輸速率門限值但所計算的該鏈路穩定度大於等於該鏈路穩定度門限值，則該調整單元僅增加該子載波使用率；以及

若目前的該鏈路可靠度大於等於該鏈路穩定度門限值但目前的該傳輸速率小於該傳輸速率門限值，則該調整單元僅降低該子載波使用率。

24. 如申請專利範圍第 21 項所述的基地台，其中，在該子載波使用率被減少一單位時，該比較單元比較目前的該傳輸速率是否大於等於該傳輸速率門限值，以及比較所計算的該鏈路穩定度是否大於等於該鏈路穩定度門限值，其中，若是，則該調整單元將該傳輸功率減少一單位；

在該傳輸功率被減少一單位時，該比較單元比較目前的該傳輸速率是否大於等於該傳輸速率門限值，以及比較

所計算的該鏈路穩定度是否大於等於該鏈路穩定度門限值，其中，若是，則該調整單元將該傳輸功率減少一單位；以及

在該傳輸功率被減少一單位但該子載波使用率被增加一單位時，該比較單元比較目前的該傳輸速率是否大於等於該傳輸速率門限值，以及比較所計算的該鏈路穩定度是否大於等於該鏈路穩定度門限值，其中，若是，則該調整單元將該傳輸功率減少一單位並將該子載波使用率增加一單位。

25. 如申請專利範圍第 19 項所述的基地台，其中，該基地台目前所在位置的一控制器提供該鏈路穩定度門限值、該傳輸速率門限值、基地台的一佈建密度與一參數組合對照表，其中，該調整單元根據從該控制器取得的該佈建密度，由該參數組合對照表中選取該傳輸功率的初始值與該子載波使用率的初始值。

26. 如申請專利範圍第 19 項所述的基地台，其中該基地台為一毫微微細胞基地台。

27. 一種控制器，適用於管理至少一第一類型基地台，所述的控制器包括：

一註冊單元，用以在該至少一第一類型基地台初始一註冊流程後，與該至少一第一類型基地台進行該註冊流程；以及

一計算單元，用以藉由一離線模擬運算來取得每一種第一類型基地台之佈建密度的可行解，並且估算一第二類

型基地台之涵蓋範圍內的至少一第一類型基地台的一佈建密度，其中，該至少一第一類型基地台是在該第二類型基地台的涵蓋範圍內。

28. 如申請專利範圍第 27 項所述的控制器，更包括：
一驗證單元，用以與該至少一第一類型基地台進行一流程；以及

一記憶體模組，其包括一資料庫，其中，該計算單元儲存該至少一第一類型基地台之該佈建密度之可行解的參數組合到一參數組合對照表中，並且儲存該參數組合對照表在該資料庫中。

29. 如申請專利範圍第 27 項所述的控制器，更包括：
一收發器介面，連接至一固網網路；以及
一管理模組，用以藉由該固網網路提供該參數組合對照表給該至少一第一類型基地台，使得該至少一第一類型基地台根據該至少一第一類型基地台之該佈建密度，獲得一傳輸功率的初始值與一子載波使用率的初始值，並且當該至少一第一類型基地台的鄰近第二類型基地台回報該控制器目前經歷該至少一第一類型基地台的嚴重干擾時，該管理模組命令該至少一第一類型基地台降低其傳輸速率門限值。

30. 如申請專利範圍第 27 項所述的控制器，其中，該第一類型基地台為一毫微微細胞基地台，並且該第二類型基地台包括一巨型細胞基地台與一微型細胞基地台。

31. 如申請專利範圍第 1、9、10、17、19 項所述的該

子載波使用率為該至少一毫微微細胞基地台、該毫微微細胞基地台或該基地台目前所使用之正交分頻多工子載波的數目與所有可使用正交分頻多工子載波之一總數的一比例。

32. 如申請專利範圍第 1、10、19 項所述的一鏈路穩定度或該鏈路穩定度是與一鏈路穩定度門限值比較以決定是否符合一鏈路穩定度要求或該鏈路穩定度要求，其中該鏈路穩定度為該至少一毫微微細胞基地台、該毫微微細胞基地台或該基地台之一等效載波對干擾與雜訊比例大於等於一最低等效載波對干擾與雜訊比例的一機率值。

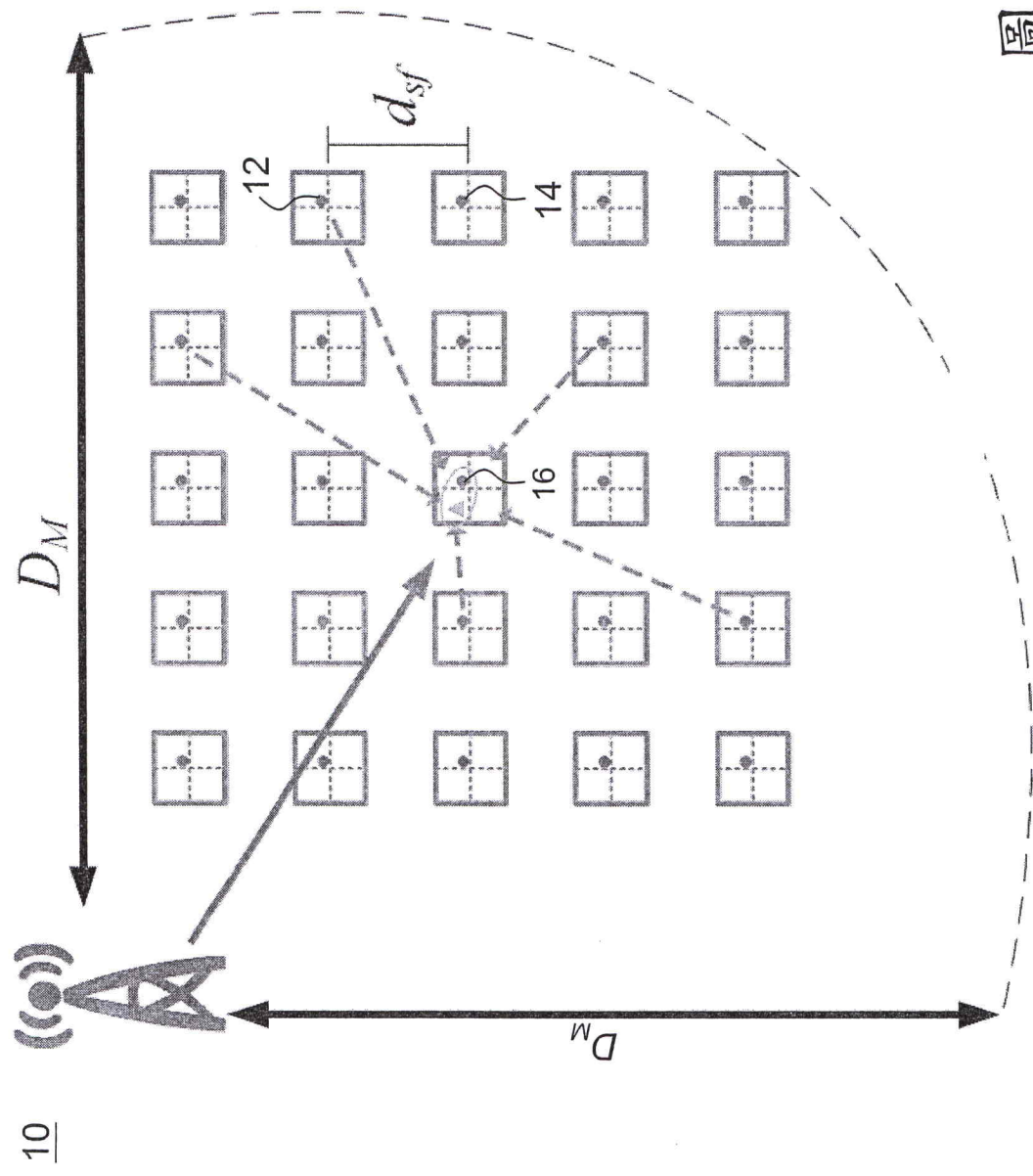


圖 1

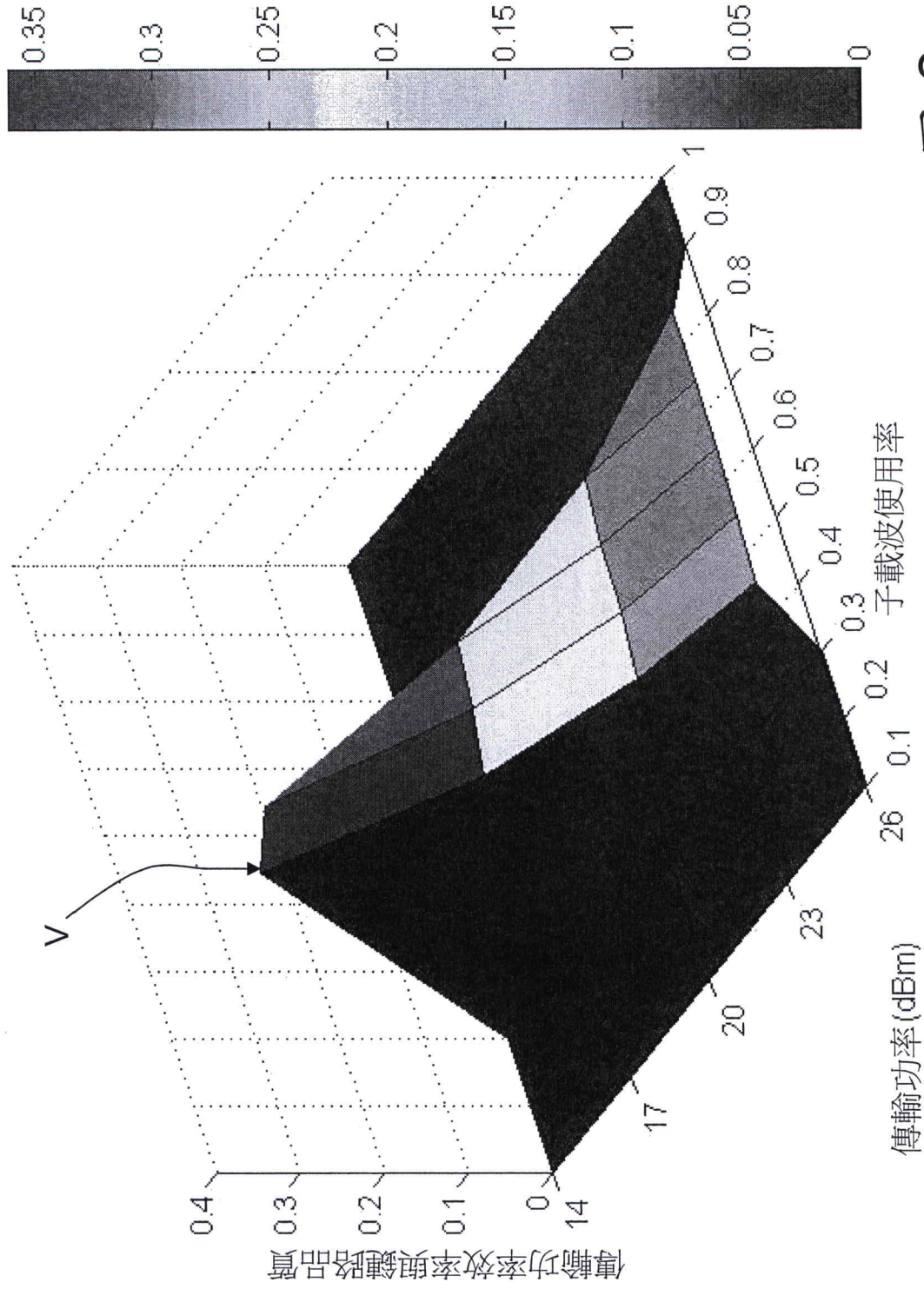


圖 2

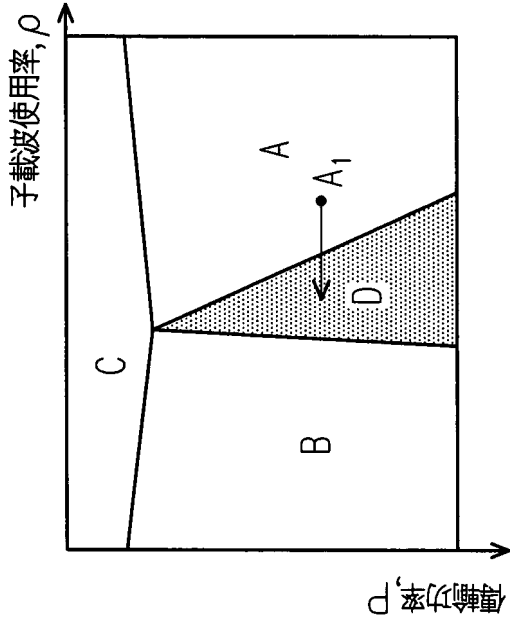


圖 3A

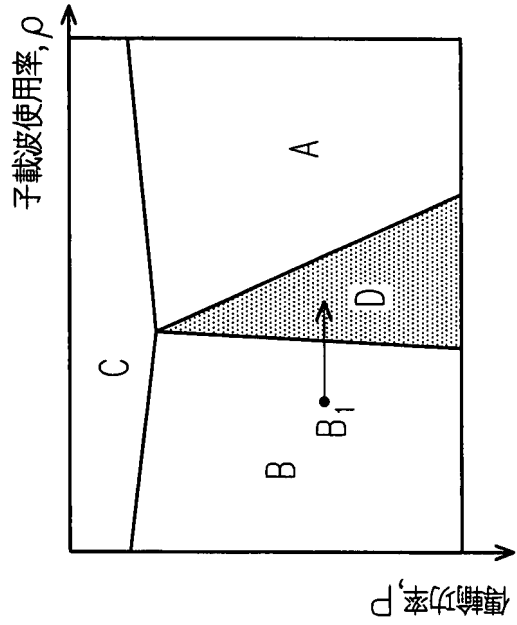


圖 3B

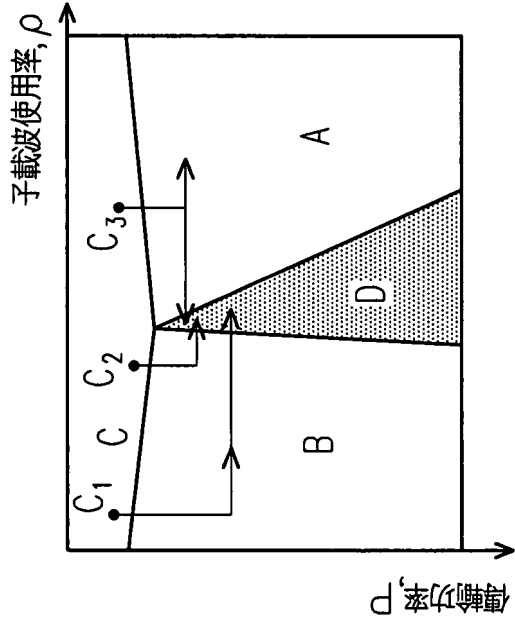


圖 3C

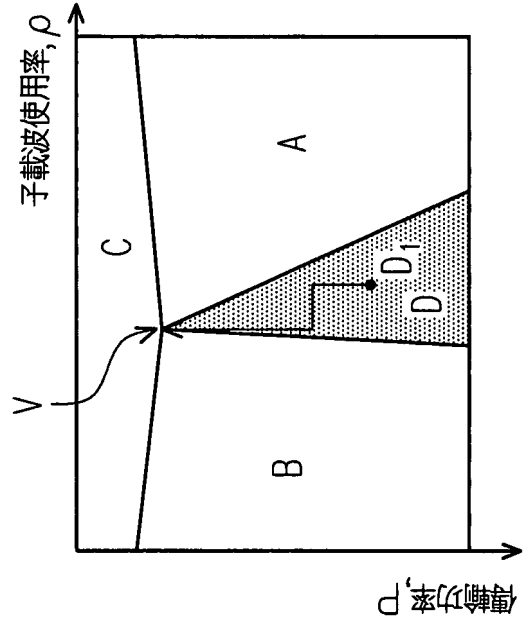


圖 3D

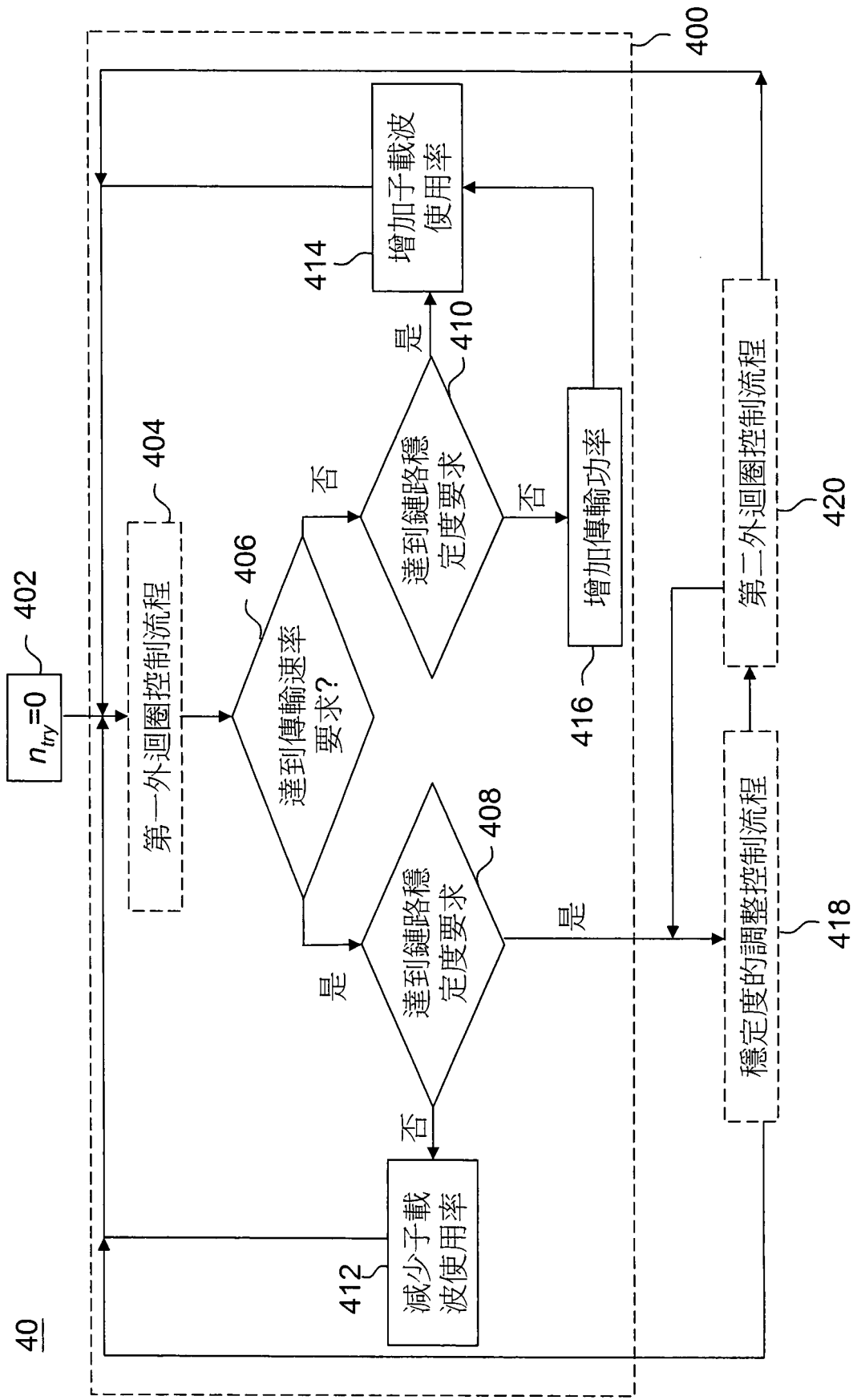


圖 4A

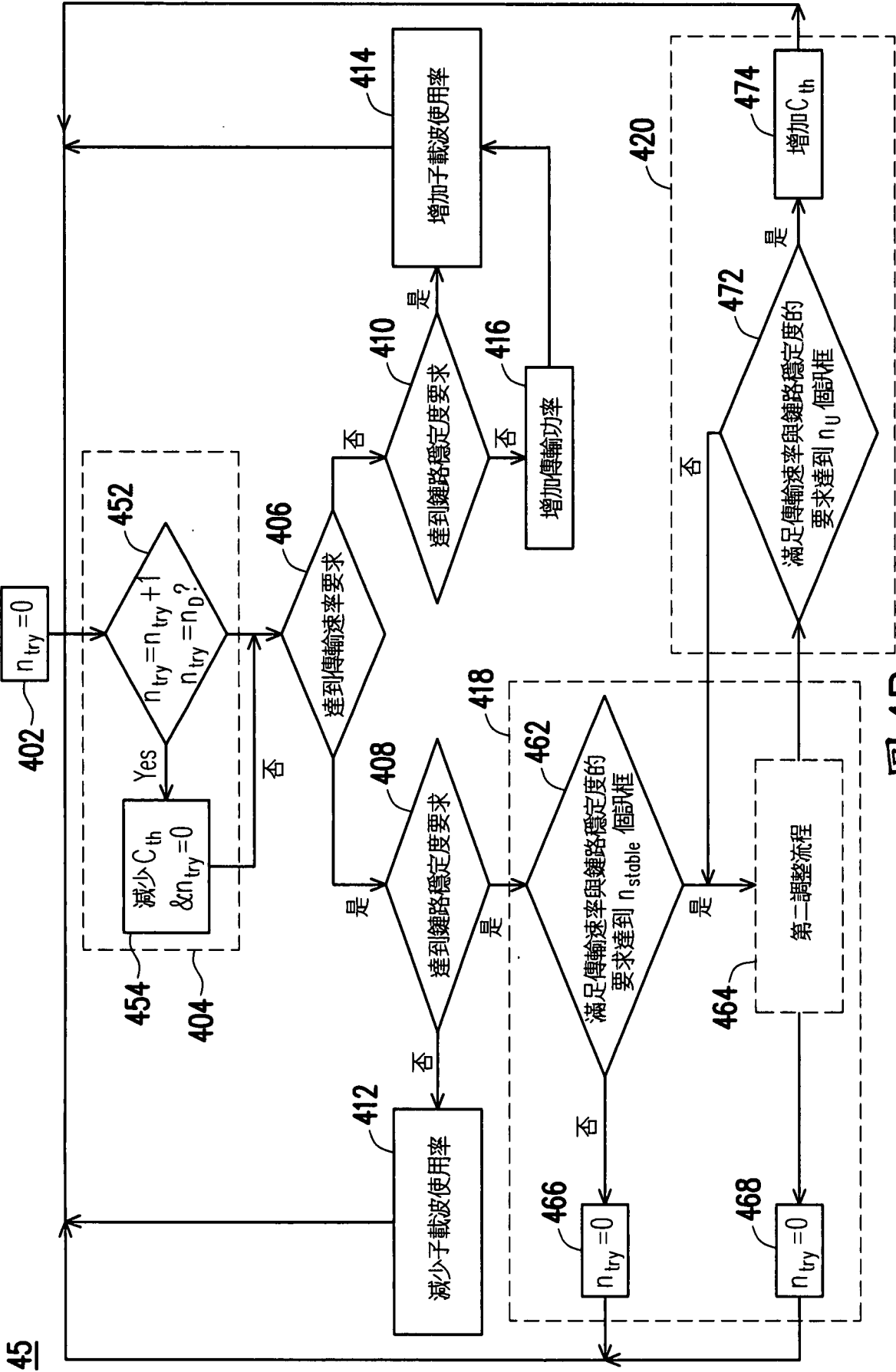


圖 4B

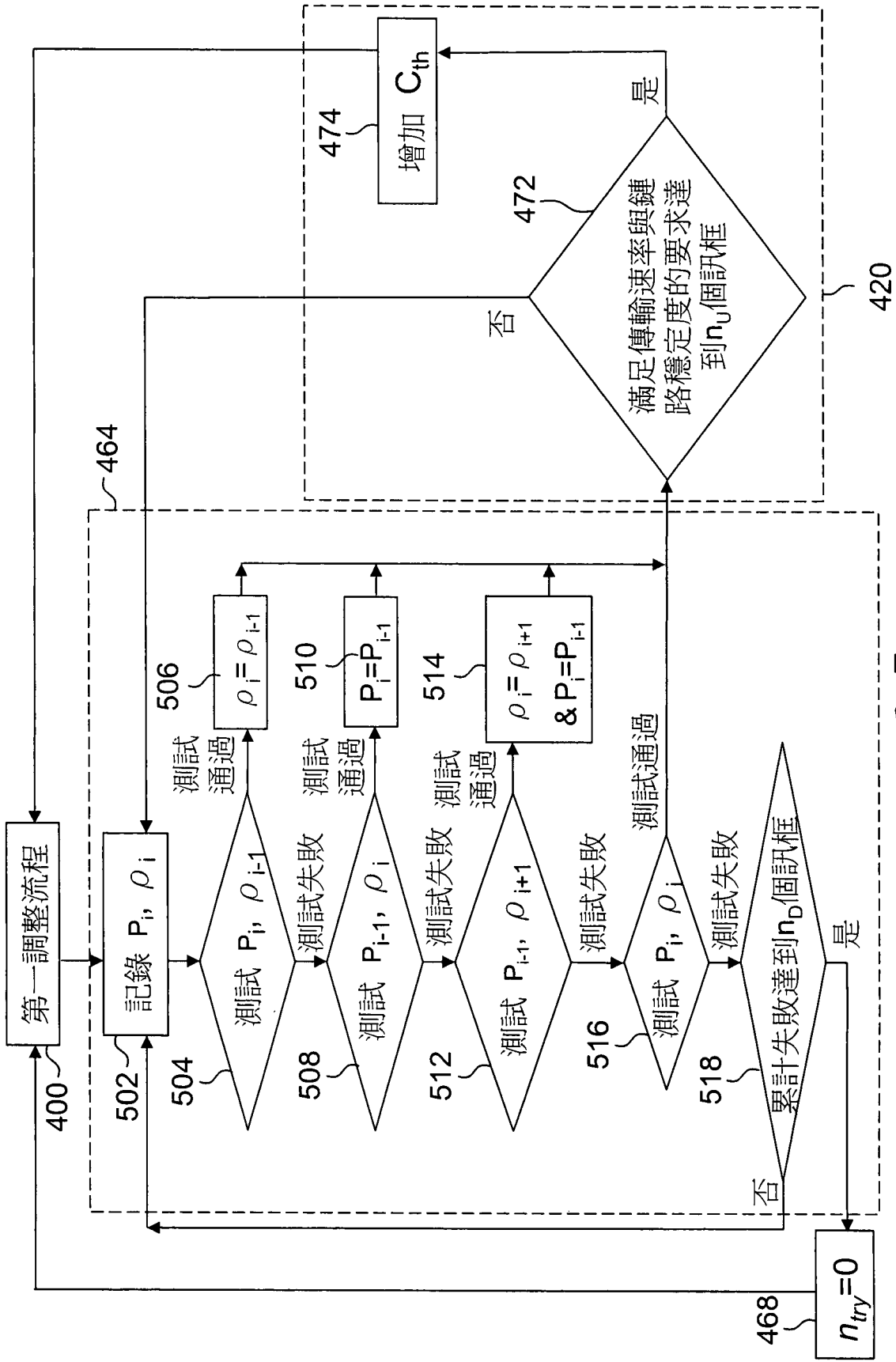


圖 5

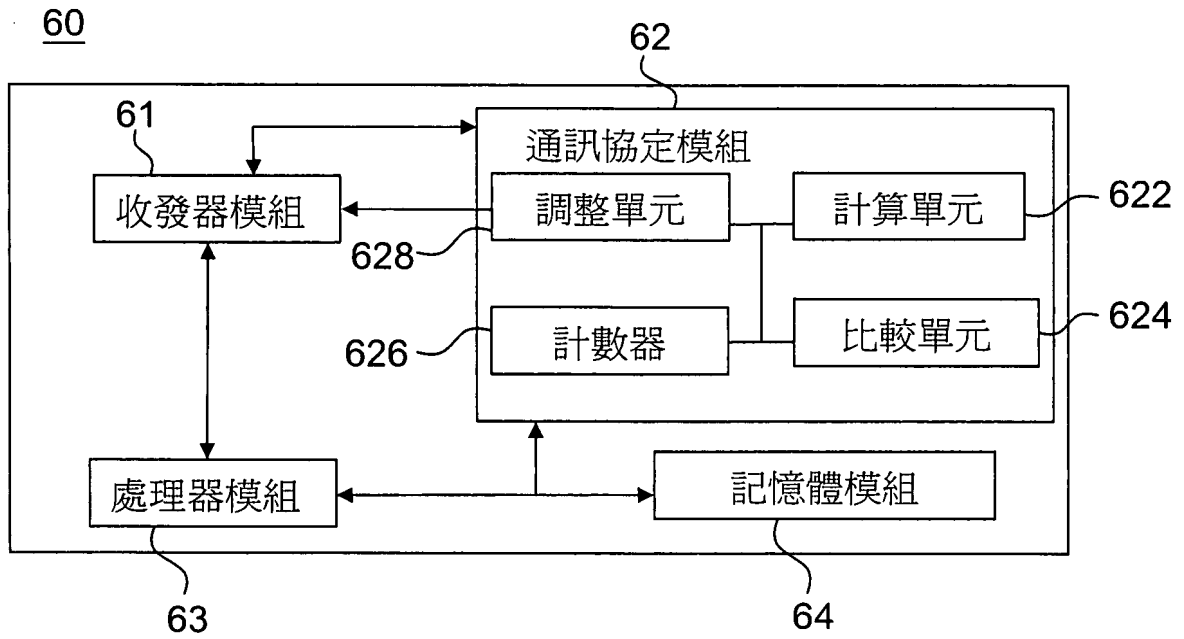


圖 6

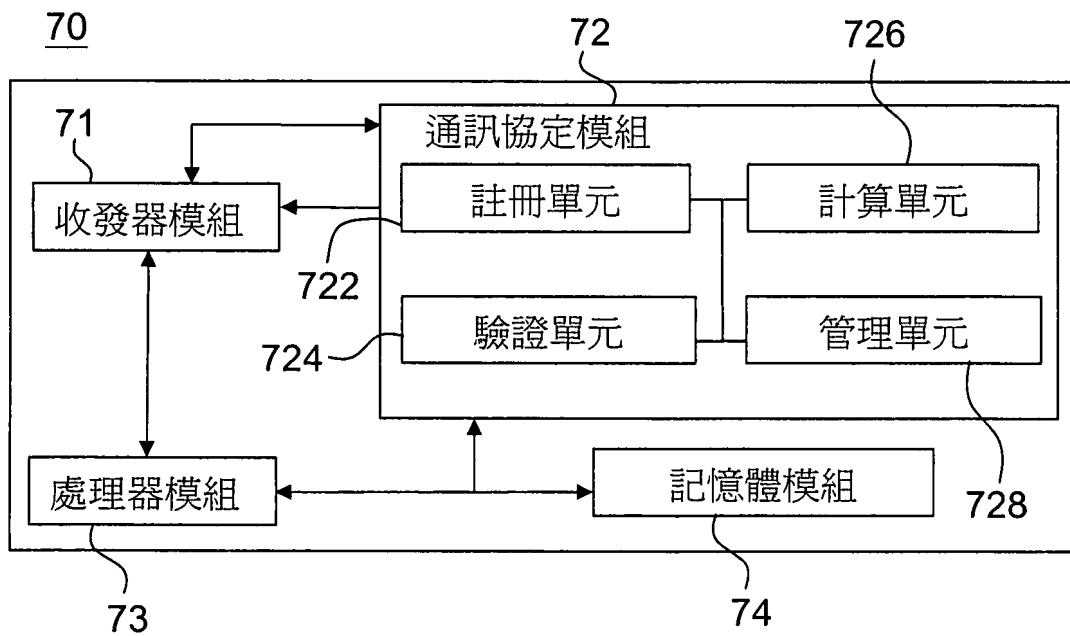


圖 7