



(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 I826552 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 12 月 21 日

(21)申請案號：108137268 (22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 10 月 16 日

(51)Int. Cl. : *H04W16/10 (2009.01)* *H04W24/06 (2009.01)*
H04W72/04 (2009.01) *H04W72/08 (2009.01)*

(30)優先權：2019/01/29 中國大陸 201910085366.6

(71)申請人：日商索尼股份有限公司 (日本) SONY CORPORATION (JP)
 日本

(72)發明人：趙友平 ZHAO, YOUPING (CN)；趙宇 ZHAO, YU (CN)；林夢婷 LIN, MENGTING (CN)；孫晨 SUN, CHEN (CN)；郭欣 GUO, XIN (CN)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW	201828731A	CN	101730230A
CN	105981425A	US	2018/0132111A1
US	2018/0132112A1	US	2018/0376341A1

審查人員：林東威

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：20 共 94 頁

(54)名稱

頻譜管理設備、電子設備、無線通信方法和儲存介質

(57)摘要

本發明涉及頻譜管理設備、電子設備、無線通信方法和儲存介質。根據本發明的頻譜管理設備位於共存系統中，該共存系統包括至少兩個使用不同的無線接入技術的無線接入網路，該頻譜管理設備包括處理電路，被配置為：產生該共存系統的干擾重疊圖；以及根據該干擾重疊圖為該至少兩個無線接入網路分配頻譜資源。使用根據本發明的頻譜管理設備、電子設備、無線通信方法和儲存介質，可以在包括多個無線接入技術的共存系統中合理地為次系統分配頻譜資源。

A spectrum management apparatus is located in a coexistence system, the coexistence system comprising at least two radio access networks using different radio access techniques, the spectrum management apparatus comprising processing circuitry configured to: generate an interference overlap graph of the coexistence system; and allocate spectrum resources for the at least two radio access networks according to the interference overlap graph.

指定代表圖：

符號簡單說明：

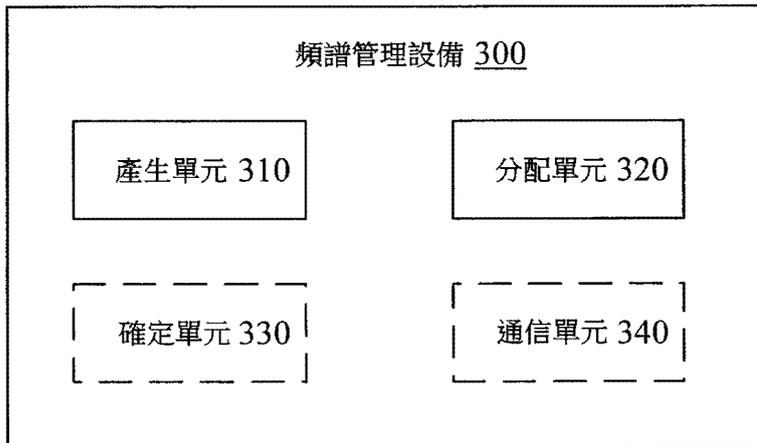
300:頻譜管理設備

310:產生單元

320:分配單元

330:確定單元

340:通信單元



【圖 3】



I826552

【發明摘要】

【中文發明名稱】

頻譜管理設備、電子設備、無線通信方法和儲存介質

【英文發明名稱】

SPECTRUM MANAGEMENT EQUIPMENT, ELECTRONIC
EQUIPMENT, WIRELESS COMMUNICATION METHOD AND
STORAGE MEDIUM

【中文】

本發明涉及頻譜管理設備、電子設備、無線通信方法和儲存介質。根據本發明的頻譜管理設備位於共存系統中，該共存系統包括至少兩個使用不同的無線接入技術的無線接入網路，該頻譜管理設備包括處理電路，被配置為：產生該共存系統的干擾重疊圖；以及根據該干擾重疊圖為該至少兩個無線接入網路分配頻譜資源。使用根據本發明的頻譜管理設備、電子設備、無線通信方法和儲存介質，可以在包括多個無線接入技術的共存系統中合理地為次系統分配頻譜資源。

【 英文 】

A spectrum management apparatus is located in a coexistence system, the coexistence system comprising at least two radio access networks using different radio access techniques, the spectrum management apparatus comprising processing circuitry configured to: generate an interference overlap graph of the coexistence system; and allocate spectrum resources for the at least two radio access networks according to the interference overlap graph.

【指定代表圖】第(3)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

300：頻譜管理設備

310：產生單元

320：分配單元

330：確定單元

340：通信單元

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

頻譜管理設備、電子設備、無線通信方法和儲存介質

【英文發明名稱】

SPECTRUM MANAGEMENT EQUIPMENT, ELECTRONIC
EQUIPMENT, WIRELESS COMMUNICATION METHOD AND
STORAGE MEDIUM

【技術領域】

【0001】本發明的實施例總體上涉及無線通信領域，具體地涉及頻譜管理設備、電子設備、無線通信方法和電腦可讀取儲存介質。更具體地，本發明涉及一種無線通信系統中的頻譜管理設備、一種作為無線通信系統中的頻譜劃分設備的電子設備、一種作為無線通信系統中的次系統的電子設備、一種由無線通信系統中的頻譜管理設備執行的無線通信方法、一種由無線通信系統中的頻譜劃分設備執行的無線通信方法、一種由無線通信系統中的次系統執行的無線通信方法以及一種電腦可讀取儲存介質。

【先前技術】

【0002】動態頻譜接入(Dynamic Spectrum Access, DSA)技術將在未來無線通信中發揮重要作用，動態頻譜接入技術不僅能夠提高頻譜資源利用率從而有效緩解頻譜

資源緊缺的問題，而且能夠避免或抑制共存網路之間的干擾。美國聯邦通訊委員會(Federal Communication Commission, FCC)支持的公民寬頻無線業務(Citizen Broadband Radio Service, CBRS)對商用用戶開放的頻譜範圍為3550MHz-3700MHz。目前由頻譜接入系統(Spectrum Access System, SAS)負責管理這部分CBRS頻段(共150MHz)。可以認為，已被授權使用頻譜的系統被稱為主系統，根據一定的規則動態接入該授權頻譜的非授權通信系統被稱為次系統。可替選地，次系統也可以是具有頻譜使用權的系統，但是在頻譜使用上具有比主系統低的優先級別。在主系統與次系統共存的系統中，例如SAS的頻譜管理設備可以為其管理的次系統分配可用頻譜資源，以使得次系統在可用頻譜資源範圍內使用頻譜資源。

【0003】 頻譜管理設備所管理的次系統可能使用不同的無線接入技術(Radio Access Technology, RAT)。在包括多個RAT的共存系統中，由於各個次系統的在線-離線狀態的變化、業務負荷的實時變化等因素，CBRS網路的拓撲結構也會動態改變，使得包括多個RAT的CBRS共存網路的頻譜劃分過程變得更加複雜。此外，如何權衡不同RAT網路間的干擾和提高CBRS共存網路的頻譜利用率也是亟待解決的技術問題之一。此外，在例如LTE-TDD(Time Division Duplexing，分時雙工)和LTE-LBT(Listen Before Talk，先聽後說)共存的CBRS網路中，要求為採用不同RAT的次系統劃分足夠的保護頻帶。而目前的CBRS標準

尚未討論包括多個 RAT 的 CBRS 共存網路的頻譜劃分和保護頻帶的配置等問題。

【0004】因此，有必要提出一種技術方案，以在包括多個無線接入技術的共存系統中合理地為次系統分配頻譜資源。

【發明內容】

【0005】這個部分提供了本發明的一般概要，而不是其全部範圍或其全部特徵的全面披露。

【0006】本發明的目的在於提供一種頻譜管理設備、電子設備、無線通信方法和電腦可讀取儲存介質，以在包括多個無線接入技術的共存系統中合理地為次系統分配頻譜資源。

【0007】根據本發明的一方面，提供了一種共存系統中的頻譜管理設備，該共存系統包括至少兩個使用不同的無線接入技術的無線接入網路，該頻譜管理設備包括處理電路，被配置為：產生該共存系統的干擾重疊圖；以及根據該干擾重疊圖為該至少兩個無線接入網路分配頻譜資源。

【0008】根據本發明的另一方面，提供了一種共存系統中的電子設備，該共存系統包括使用第一無線接入技術的第一無線接入網路和使用第二無線接入技術的第二無線接入網路，該第一無線接入網路包括該電子設備，該電子設備包括處理電路，被配置為：從該共存系統中的頻譜管

理設備接收該共存系統的干擾重疊圖以及根據該干擾重疊圖為該第一無線接入網路分配的頻譜資源和為該第二無線接入網路分配的頻譜資源；以及根據該干擾重疊圖、為該第一無線接入網路分配的頻譜資源和為該第二無線接入網路分配的頻譜資源確定該共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案。

【0009】 根據本發明的另一方面，提供了一種由共存系統中的頻譜管理設備執行的無線通信方法，該共存系統包括至少兩個使用不同的無線接入技術的無線接入網路，該無線通信方法包括：產生該共存系統的干擾重疊圖；以及根據該干擾重疊圖為該至少兩個無線接入網路分配頻譜資源。

【0010】 根據本發明的另一方面，提供了一種由共存系統中的電子設備執行的無線通信方法，該共存系統包括使用第一無線接入技術的第一無線接入網路和使用第二無線接入技術的第二無線接入網路，該第一無線接入網路包括該電子設備，該無線通信方法包括：從該共存系統中的頻譜管理設備接收該共存系統的干擾重疊圖以及根據該干擾重疊圖為該第一無線接入網路分配的頻譜資源和為該第二無線接入網路分配的頻譜資源；以及根據該干擾重疊圖、為該第一無線接入網路分配的頻譜資源和為該第二無線接入網路分配的頻譜資源確定該共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案。

【0011】 根據本發明的另一方面，提供了一種電腦可

讀取儲存介質，包括可執行電腦指令，該可執行電腦指令當被電腦執行時使得該電腦執行根據本發明所述的無線通信方法。

【0012】 使用根據本發明的頻譜管理設備、電子設備、無線通信方法和電腦可讀取儲存介質，可以使得在包括至少兩個使用不同的無線接入技術的無線接入網路的共存系統中，頻譜管理設備能夠根據整個共存系統的干擾重疊圖為至少兩個無線接入網路分配頻譜資源，從而使得頻譜劃分裝置能夠根據頻譜管理設備分配的頻譜資源和整個共存系統的干擾重疊圖確定次系統的頻譜資源分配方案。這樣一來，頻譜管理設備能夠根據整個共存系統的干擾重疊圖為使用不同的無線接入技術的無線接入網路分配頻譜資源，以使得為次系統分配的頻譜資源更加合理。

【0013】 從在此提供的描述中，進一步的適用性區域將會變得明顯。這個概要中的描述和特定例子只是為了示意的目的，而不旨在限制本發明的範圍。

【圖式簡單說明】

【0014】 在此描述的圖式只是為了所選實施例的示意的目的而非全部可能的實施，並且不旨在限制本發明的範圍。在圖式中：

圖 1 是示出根據本發明的實施例的應用場景的示意圖；

圖 2 是示出根據本發明的實施例的網路架構的示意

圖；

圖 3 是示出根據本發明的實施例的頻譜管理設備的配置的示例的方塊圖；

圖 4 是示出根據本發明的實施例的干擾重疊圖的示意圖；

圖 5(a) 是示出根據本發明的實施例的完全頻譜多工方式的示意圖；

圖 5(b) 是示出根據本發明的實施例的不進行頻譜多工的示意圖；

圖 5(c) 是示出根據本發明的實施例的部分頻譜多工方式的示意圖；

圖 6(a) 示出了採用完全頻譜多工方式的干擾重疊圖的示例；

圖 6(b) 示出了採用完全頻譜多工方式的干擾重疊圖的示例；

圖 6(c) 示出了採用完全頻譜多工方式的干擾重疊圖的示例；

圖 7(a) 示出了採用部分頻譜多工方式的干擾重疊圖的示例；

圖 7(b) 示出了採用部分頻譜多工方式的干擾重疊圖的示例；

圖 7(c) 示出了採用部分頻譜多工方式的干擾重疊圖的示例；

圖 8(a) 示出了不進行頻譜多工的干擾重疊圖的示例；

圖 8(b)示出了不進行頻譜多工的干擾重疊圖的示例；

圖 8(c)示出了不進行頻譜多工的干擾重疊圖的示例；

圖 8(d)示出了不進行頻譜多工的干擾重疊圖的示例；

圖 9示出了深度置信網路的結構示意圖；

圖 10是示出根據本發明的實施例的電子設備的配置的示例的方塊圖；

圖 11(a)示出了單通道蟻群演算法的過程的示意圖；

圖 11(b)示出了根據本發明的實施例的多通道蟻群演算法的過程的示意圖；

圖 12是示出根據本發明的另一個實施例的電子設備的配置的示例的方塊圖；

圖 13是示出根據本發明的實施例的頻譜資源分配過程的信令流程圖；

圖 14是示出根據本發明的另一個實施例的頻譜資源分配過程的信令流程圖；

圖 15是示出根據本發明的又一個實施例的頻譜資源分配過程的信令流程圖；

圖 16是示出根據本發明的實施例的由頻譜管理設備執行的無線通信方法的流程圖；

圖 17是示出根據本發明的實施例的由電子設備執行的無線通信方法的流程圖；

圖 18是示出伺服器的示意性配置的示例的方塊圖；

圖 19是示出 eNB(Evolved Node B，演進型節點 B)的示意性配置的第一示例的方塊圖；以及

圖 20 是示出 eNB 的示意性配置的第二示例的方塊圖。

【0015】 雖然本發明容易經受各種修改和替換形式，但是其特定實施例已作為例子在圖式中示出，並且在此詳細描述。然而應當理解的是，在此對特定實施例的描述並不打算將本發明限制到公開的具體形式，而是相反地，本發明目的是要覆蓋落在本發明的精神和範圍之內的所有修改、等效和替換。要注意的是，貫穿幾個圖式，相應的標號指示相應的部件。

【實施方式】

【0016】 現在參考圖式來更加充分地描述本發明的例子。以下描述實質上只是示例性的，而不旨在限制本發明、應用或用途。

【0017】 提供了示例實施例，以便本發明將會變得詳盡，並且將會向本領域技術人員充分地傳達其範圍。闡述了眾多的特定細節如特定部件、裝置和方法的例子，以提供對本發明的實施例的詳盡理解。對於本領域技術人員而言將會明顯的是，不需要使用特定的細節，示例實施例可以用許多不同的形式來實施，它們都不應當被解釋為限制本發明的範圍。在某些示例實施例中，沒有詳細地描述眾所周知的過程、眾所周知的結構和眾所周知的技術。

【0018】 將按照以下順序進行描述：

1. 場景的描述；
2. 頻譜管理設備的配置示例；

3. 頻譜劃分設備的配置示例；
4. 次系統的配置示例；
5. 方法實施例；
6. 應用示例。

【0019】

<1. 場景的描述>

【0020】圖1是示出本發明的應用場景的示意圖。如圖1所示，共存系統中包括6個次系統：次系統1、次系統2、次系統3、次系統4、次系統5和次系統6。這裡，假定次系統1-次系統4使用的無線接入技術與次系統5-次系統6使用的無線接入技術不同。為便於說明，將次系統1-次系統4使用的無線接入技術標識為RAT1，將次系統5-次系統6使用的無線接入技術標識為RAT2。此外，將包括次系統1-次系統4的網路標識為第一無線接入網路，將包括次系統5-次系統6的網路標識為第二無線接入網路。如圖1所示，共存系統包括兩個使用不同的無線接入技術的無線接入網路，這兩個無線接入網路中的次系統可能會造成干擾。

【0021】本發明針對這樣的場景提出了一種無線通信系統中的頻譜管理設備、頻譜劃分設備、次系統、由無線通信系統中的頻譜管理設備執行的無線通信方法、由無線通信系統中的頻譜劃分設備執行的無線通信方法、由無線通信系統中的次系統執行的無線通信方法以及電腦可讀取儲存介質，以在包括多個無線接入技術的共存系統中合理

地為次系統分配頻譜資源。值得注意的是，圖1僅僅以示例性的方式示出了兩個使用不同無線接入技術的無線接入網路，該共存系統還可以包括更多個無線接入網路，並且每個無線接入網路可以包括其它數目的次系統。

【0022】圖2是示出根據本發明的實施例的網路架構的示意圖。如圖2所示，共存系統包括頻譜管理設備、頻譜劃分設備和次系統。具體地，共存系統可以包括一個頻譜管理設備。也就是說，頻譜管理設備的服務範圍內的所有設備構成的系統被稱為共存系統。進一步，共存系統中還包括兩個頻譜劃分設備，每個劃分設備對一個無線接入網路進行管理。也就是說，使用不同的無線接入技術的無線接入網路可以由不同的頻譜劃分設備來管理。圖1示出了兩個無線接入網路的示例，因此在圖2中示出了兩個頻譜劃分設備：頻譜劃分設備1和頻譜劃分設備2。進一步，共存系統還包括6個次系統，其中，次系統1-次系統4由頻譜劃分設備1來管理，次系統5和次系統6由頻譜劃分設備2來管理。

【0023】根據本發明的無線通信系統可以是5G NR無線通信系統。此外，為了便於描述，根據本發明的共存系統可以包括一個頻譜管理設備、多個頻譜劃分設備以及多個次系統。更具體地，根據本發明的共存系統包括至少兩個使用不同無線接入技術的無線接入網路，每個無線接入網路由一個頻譜劃分設備來管理。也就是說，每個頻譜劃分設備可以管理一個或多個次系統。

【0024】根據本發明的頻譜管理設備和頻譜劃分設備可以被實現為任何類型的伺服器。

【0025】根據本發明的頻譜管理設備可以是根據國家法規被授權的地理位置資料庫運營商所提供的頻譜分配功能模組。不同的頻譜管理設備之間可以交互資訊。頻譜管理設備可以根據主系統的頻譜使用情況以及主系統的位置、次系統的位置等資訊確定次系統可以使用的頻譜範圍。例如，頻譜管理設備可以被實現為SAS。進一步，該SAS可以具備GSC(General Authorized Access (GAA) Spectrum Coordination，通用授權接入頻譜協調)功能，也可以不具備GSC功能。

【0026】根據本發明的頻譜劃分設備可以在可用頻譜資源範圍內對次系統的頻譜使用進行調節。例如，頻譜劃分設備可以是不同的運營商或者網路提供商，也可以是某一個辦公區域、住宅區域或大學校園的網路管理機構。例如，頻譜劃分設備可以被實現為CxM(Coexistence Manager，共存管理器)。

【0027】根據本發明的次系統可以是CBSD(Citizens Broadband Radio Service Devices，公民寬頻無線業務設備)。具體地，次系統可以被實現為網路側設備。網路側設備可以是任何類型的TRP(Transmit and Receive Port，發送和接收端口)和基站設備，例如可以是eNB，也可以是gNB(第5代通信系統中的基站)。進一步，次系統服務範圍內可以包括多個次用戶。

【0028】根據本發明的無線接入技術包括但不限於TDD接入技術、FDD(Frequency Division Duplexing，分頻雙工)接入技術、LBT接入技術等。

【0029】

<2. 頻譜管理設備的配置示例>

【0030】圖3是示出根據本發明的實施例的頻譜管理設備300的配置的示例的方塊圖。這裡的頻譜管理設備300可以是共存系統中的SAS，該共存系統包括至少兩個使用不同的無線接入技術的無線接入網路。

【0031】如圖3所示，頻譜管理設備300可以包括產生單元310和分配單元320。

【0032】這裡，頻譜管理設備300的各個單元都可以包括在處理電路中。需要說明的是，頻譜管理設備300既可以包括一個處理電路，也可以包括多個處理電路。進一步，處理電路可以包括各種分立的功能單元以執行各種不同的功能和/或操作。需要說明的是，這些功能單元可以是物理實體或邏輯實體，並且不同稱謂的單元可能由同一個物理實體實現。

【0033】根據本發明的實施例，產生單元310可以產生共存系統的干擾重疊圖。

【0034】進一步，根據本發明的實施例，分配單元320可以根據產生單元310產生的干擾重疊圖為至少兩個無線接入網路分配頻譜資源。

【0035】由此可見，根據本發明的實施例的頻譜管理

設備 300，可以根據整個共存系統的干擾重疊圖為至少兩個無線接入網路分配頻譜資源，以使得為次系統分配的頻譜資源更加合理。

【0036】根據本發明的實施例，產生單元 310 產生的干擾重疊圖中的節點表示共存系統中的次系統，兩個節點之間的邊表示與兩個節點對應的兩個次系統之間存在干擾。這裡，干擾重疊圖中的節點包括共存系統中的所有次系統。也就是說，產生單元 310 產生的干擾重疊圖是針對整個共存系統的干擾重疊圖。

【0037】根據本發明的實施例，頻譜管理設備 300 可以從共存系統中的每個次系統接收登記請求資訊，優選地，登記請求資訊中可以包括次系統資訊、次系統使用的無線接入技術的類型資訊等，其中次系統資訊可以包括次系統的位置資訊和功率資訊等。進一步，產生單元 310 可以根據共存系統中的所有次系統的位置資訊確定干擾重疊圖中的節點，並且可以根據共存系統中的所有次系統的位置資訊和功率資訊確定每兩個次系統之間是否存在干擾從而確定干擾重疊圖中的邊。這裡，產生單元 310 可以根據本領域中公知的任何方法來確定兩個次系統之間是否存在干擾，本發明對此不做限定。

【0038】圖 4 是示出根據本發明的實施例的干擾重疊圖的示意圖。如圖 4 所示，干擾重疊圖中包括 6 個節點，分別表示圖 1 中所示的 6 個次系統。進一步，在圖 4 中，節點 1 和節點 2 之間存在邊，說明次系統 1 和次系統 2 之間存在干

擾；節點1和節點4之間不存在邊，說明次系統1和次系統4之間不存在干擾；對於其它邊也是類似的，在此不再贅述。

【0039】根據本發明的實施例，產生單元310產生的干擾重疊圖確定干擾重疊圖還可以包括以下參數：屬於各個無線接入網路的節點的數目、屬於各個無線接入網路的邊的數目以及屬於不同的無線接入網路的兩個節點之間的邊的數目。

【0040】這裡，屬於各個無線接入網路的節點的數目可以包括多個無線接入網路中的每個無線接入網路的節點數目。在圖4所示的干擾重疊圖中，第一無線接入網路的節點數目N1為4，第二無線接入網路的節點數目N2為2。屬於各個無線接入網路的邊的數目可以包括多個無線接入網路中的每個無線接入網路的邊的數目。無線接入網路的邊指的是連接邊的兩個節點屬於同一個無線接入網路的情形。在圖4所示的干擾重疊圖中，第一無線接入網路的邊的數目E1為4，包括節點1和節點2之間的邊、節點2和節點4之間的邊、節點4和節點3之間的邊以及節點3和節點1之間的邊，第二無線接入網路的邊的數目E2為0。屬於不同的無線接入網路的兩個節點之間的邊的數目也可以稱為兩個無線接入網路之間的邊的數目。在圖4所示的干擾重疊圖中，第一無線接入網路和第二無線接入網路之間的邊的數目E0為4，包括節點2和節點5之間的邊、節點4和節點5之間的邊、節點4和節點6之間的邊以及節點3和節點6之間

的邊。

【0041】根據本發明的實施例，產生單元310產生的干擾重疊圖還可以包括以下參數：共存系統中包括的無線接入技術的數目 C 。例如，在圖1和圖4所示的示例中，無線接入技術的數目 C 為2。具體地，頻譜管理設備300可以根據登記請求資訊中包括的次系統使用的無線接入技術的類型資訊來確定共存系統中包括的無線接入技術的數目。

【0042】根據本發明的實施例，產生單元310產生的干擾重疊圖還可以包括以下參數：各個節點的通道需求 d 。進一步，頻譜管理設備300可以根據每個無線接入網路中的各個節點的通道需求來確定每個無線接入網路的平均通道需求 D 。例如，在圖4所示的示例中，頻譜管理設備300可以根據第一無線接入網路中的節點的通道需求 d_1 、 d_2 、 d_3 和 d_4 確定第一無線接入網路的平均通道需求 D_1 ，並且可以根據第二無線接入網路中的節點的通道需求 d_5 和 d_6 確定第二無線接入網路的平均通道需求 D_2 。

【0043】根據本發明的實施例，頻譜管理設備300可以從共存系統中的次系統接收頻譜查詢請求資訊，該頻譜查詢請求資訊中包括次系統的通道需求，從而頻譜管理設備300可以確定各個次系統的通道需求 d 。

【0044】根據本發明的實施例，產生單元310產生的干擾重疊圖還可以包括以下參數：與屬於不同的無線接入網路的兩個次系統對應的兩個節點之間的邊的權重。進一步，根據本發明的實施例，頻譜管理設備300可以根據屬

於不同的無線接入網路的兩個次系統之間的頻帶保護要求確定與這兩個次系統對應的兩個節點之間的邊的權重。在圖4所示的示例中， W_{25} 表示節點2和節點5之間的邊的權重，並且根據次系統2和次系統5之間的頻帶保護要求來確定 W_{25} 。類似地， W_{45} 表示節點4和節點5之間的邊的權重， W_{46} 表示節點4和節點6之間的邊的權重， W_{36} 表示節點3和節點6之間的邊的權重。

【0045】根據本發明的實施例，產生單元310可以根據產生的干擾重疊圖來確定屬於不同的無線接入網路的兩個次系統之間的頻帶保護要求，從而確定干擾重疊圖中的相應邊的權重。進一步，產生單元310還可以根據來自各個頻譜劃分設備的干擾重疊圖中所包括的邊的權重來確定產生單元310產生的干擾重疊圖中的邊的權重。根據本發明的實施例，每個頻譜劃分設備都可以產生整個共存系統的干擾重疊圖，並且可以確定干擾重疊圖中的屬於不同的無線接入網路的兩個次系統所對應的兩個點之間的邊的權重。進一步，每個頻譜劃分設備都可以將產生的包括邊的權重的干擾重疊圖發送至頻譜管理設備300，從而頻譜管理設備300可以根據多個干擾重疊圖中的邊的權重來確定產生單元310產生的干擾重疊圖中的邊的權重。例如，對於圖4中的節點2和節點5之間的邊的權重，假定來自頻譜劃分設備1的干擾重疊圖中的節點2和節點5之間的邊的權重為 W_{25}' ，而來自頻譜劃分設備2的干擾重疊圖中的節點2和節點5之間的邊的權重為 W_{25}'' ，則產生單元310可以確

定圖4中的W25為W25'和W25''的平均值。當然，以平均值的方式來確定邊的權重僅僅是本發明的一個示例，本發明對確定邊的權重的方式不做限定。

【0046】如上該，產生單元310產生的干擾重疊圖可以包括如下參數中的一種或多種：屬於各個無線接入網路的節點的數目、屬於各個無線接入網路的邊的數目、屬於不同的無線接入網路的兩個節點之間的邊的數目、共存系統中包括的無線接入技術的數目、各個節點的通道需求、與屬於不同的無線接入網路的兩個次系統對應的兩個節點之間的邊的權重。

【0047】如圖3所示，根據本發明的實施例，頻譜管理設備300還可以包括通信單元340，用於與除頻譜管理設備以外的設備進行通信。

【0048】根據本發明的實施例，頻譜管理設備300可以透過通信單元340將產生單元310產生的干擾重疊圖發送至共存系統中的各個頻譜劃分裝置或各個次系統。這裡，發送的干擾重疊圖可以包括干擾重疊圖中的上述參數中的一種或多種。

【0049】根據本發明的實施例，分配單元320可以根據干擾重疊圖的上述參數中的至少一種來為至少兩個無線接入網路分配頻譜資源。

【0050】如圖3所示，根據本發明的實施例，頻譜管理設備300還可以包括確定單元330，用於根據共存系統的干擾重疊圖確定至少兩個無線接入網路的頻譜多工方式。

進一步，確定單元 330 可以確定至少兩個無線接入網路中的任意兩個無線接入網路的頻譜多工方式。

【0051】根據本發明的實施例，頻譜多工方式包括：不進行頻譜多工(也可以稱為完全頻譜分割)、部分頻譜多工和完全頻譜多工。

【0052】圖 5(a) 是示出根據本發明的實施例的完全頻譜多工方式的示意圖，圖 5(b) 是示出根據本發明的實施例的不進行頻譜多工的示意圖，並且圖 5(c) 是示出根據本發明的實施例的部分頻譜多工方式的示意圖。圖 5(a)、圖 5(b) 和圖 5(c) 以兩個無線接入網路為例示出了頻譜多工方式的幾種形式。其中，第一無線接入網路使用的無線接入技術標識為 RAT1，第二無線接入網路使用的無線接入技術標識為 RAT2，P1 表示第一無線接入網路分配的頻譜資源占整個可用頻譜資源的比率，P2 表示第二無線接入網路分配的頻譜資源占整個可用頻譜資源的比率。

【0053】如圖 5(a) 所示，第一無線接入網路和第二無線接入網路都可以使用整個可用頻譜資源，因此 $P1=1$ ， $P2=1$ 。在這種方式中，第一無線接入網路和第二無線接入網路可以完全多工彼此的頻譜資源，因此被稱為完全頻譜多工方式。如圖 5(b) 所示，第一無線接入網路和第二無線接入網路都可以使用整個可用頻譜資源的一部分，且第一無線接入網路的頻譜資源與第二無線接入網路的頻譜資源沒有交疊，因此第一無線接入網路和第二無線接入網路沒有進行頻譜多工。這裡，雖然圖 5(b) 示出了 $P1=0.5$ 並且

$P2=0.5$ 的情形，但是 $P1$ 和 $P2$ 也可以是其它值。如圖5(c)所示，第一無線接入網路和第二無線接入網路都可以使用整個可用頻譜資源的一部分，且第一無線接入網路的頻譜資源與第二無線接入網路的頻譜資源有交疊，因此被稱為部分頻譜多工方式。這裡，雖然圖5(b)示出了 $P1=0.75$ 並且 $P2=0.75$ 的情形，但是 $P1$ 和 $P2$ 也可以是其它值，並且 $P1$ 與 $P2$ 的值可以不相等。

【0054】根據本發明的實施例，確定單元330可以根據產生單元310產生的干擾重疊圖中的上述參數中的一種或多種來確定兩個無線接入網路的頻譜多工方式。更具體地，確定單元330可以根據以下參數中的一種或多種來確定兩個無線接入網路的頻譜多工方式：屬於各個無線接入網路的節點的數目($N1$ 和 $N2$)、屬於各個無線接入網路的邊的數目($E1$ 和 $E2$)、屬於不同的無線接入網路的兩個節點之間的邊的數目($E0$)。

【0055】這裡，屬於各個無線接入網路的節點的數目反映了各個無線接入網路的次系統分佈密度。例如，屬於一個無線接入網路的節點的數目越多，表示這個無線接入網路的次系統分佈密度越大。進一步，屬於各個無線接入網路的邊的數目反映了各個無線接入網路內部的干擾情況。例如，屬於一個無線接入網路的邊的數目越多，表示這個無線接入網路內部的干擾越嚴重。進一步，屬於不同的無線接入網路的兩個節點之間的邊的數目反映了兩個無線接入網路之間的干擾情況。例如，屬於不同的無線接入

網路的兩個節點之間的邊的數目越多，表示這兩個無線接入網路之間的干擾越嚴重。因此，根據本發明的實施例，確定單元330可以根據產生單元310產生的干擾重疊圖確定各個無線接入網路的次系統分佈密度、各個無線接入網路內部的干擾情況以及任意兩個無線接入網路之間的干擾情況，從而確定任意兩個無線接入網路的頻譜多工方式。

【0056】 根據本發明的實施例，當兩個無線接入網路之間的干擾較小時，確定單元330可以確定這兩個無線接入網路的頻譜多工方式為完全頻譜多工方式。例如，在E0小於一定閾值的情況下，確定單元330可以確定這兩個無線接入網路的頻譜多工方式為完全多工方式。優選地，該閾值可以為10。

【0057】 根據本發明的實施例，當兩個無線接入網路的次系統分佈密度相似，並且兩個無線接入網路基本完全覆蓋重疊時，確定單元330可以確定這兩個無線接入網路的頻譜多工方式為不進行頻譜多工，即完全分割方式。例如，在N1和N2的值近似相等(例如，N1和N2之間的差值小於一定閾值)時，確定單元330可以確定兩個無線接入網路的次系統分佈密度相似。進一步，在E0和E1+E2的值近似相等(例如，E0和E1+E2之間的差值小於一定閾值)時，確定單元330可以確定兩個無線接入網路基本完全覆蓋重疊。

【0058】 根據本發明的實施例，當兩個無線接入網路部分覆蓋重疊時，確定單元330可以確定這兩個無線接入

網路的頻譜多工方式為部分頻譜多工方式。例如，在 E_0 小於 E_1+E_2 的值時，確定單元 330 可以確定兩個無線接入網路部分覆蓋重疊。

【0059】如上以示例性的方式描述了確定單元 330 確定頻譜多工方式的幾個示例，這些示例是非限制性的。也就是說，確定單元 330 可以根據各個無線接入網路的次系統分佈密度、各個無線接入網路內部的干擾情況以及任意兩個無線接入網路之間的干擾情況來合理地確定頻譜多工方式。

【0060】根據本發明的實施例，確定單元 330 還可以根據兩個無線接入網路的頻譜多工方式以及干擾重疊圖的上述參數來確定為每個無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率。這裡，對於完全頻譜多工方式，由於每個無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率都是 1，因此可以省略這個步驟。

【0061】具體地，根據本發明的實施例，在確定單元 330 確定了兩個無線接入網路的頻譜多工方式之後，可以根據干擾重疊圖中的下述參數中的至少一種來確定為每個無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率：每個無線接入網路的平均通道需求、每個無線接入網路的次系統分佈密度和每個無線接入網路的內部干擾情況。

【0062】根據本發明的實施例，確定單元 330 可以根據無線接入網路的平均通道需求來確定為該無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率，以使得無線接入網

路的平均通道需求越大，為該無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率越大。這裡，產生單元310產生的干擾重疊圖可以包括共存系統中的每個節點的通道需求，從而確定單元330可以確定每個無線接入網路的平均通道需求。

【0063】 根據本發明的實施例，確定單元330可以根據無線接入網路的次系統分佈密度來確定為該無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率，以使得無線接入網路的次系統分佈密度越大，為該無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率越大。例如，屬於一個無線接入網路的節點的數目越多，為該無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率越大。

【0064】 根據本發明的實施例，確定單元330可以根據無線接入網路的內部干擾情況來確定為該無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率，以使得無線接入網路的內部干擾情況越嚴重，為該無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率越大。例如，屬於一個無線接入網路的邊的數目越多，為該無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率越大。

【0065】 如上，確定單元330可以合理地選取干擾重疊圖的上述參數中的一種或多種，並根據選取的參數來確定為每個無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率。

【0066】 圖6(a)-圖6(c)示出了採用完全頻譜多工方式

的干擾重疊圖的示例。在圖 6(a)-圖 6(c)中，圓形的節點表示第一無線接入網路中的次系統，三角形的節點表示第二無線接入網路中的次系統，X和Y表示二維坐標系的兩個軸。在圖 6(a)中， $N_1=50$ ， $N_2=50$ ， $E_1=55$ ， $E_2=62$ ， $E_0=6$ ， $D_1=1.96$ ， $D_2=1.84$ 。也就是說，第一無線接入網路和第二無線接入網路的次系統分佈密度相似，第一無線接入網路和第二無線接入網路的平均通道需求也相似，兩個無線接入網路之間的干擾較小。在這種情況下，確定單元 330 可以確定這兩個無線接入網路的頻譜多工方式為完全多工方式。在圖 6(b)中， $N_1=40$ ， $N_2=80$ ， $E_1=37$ ， $E_2=186$ ， $E_0=4$ ， $D_1=2.05$ ， $D_2=2.05$ 。也就是說，第一無線接入網路和第二無線接入網路的次系統分佈密度相差較大，第一無線接入網路和第二無線接入網路的平均通道需求相似，兩個無線接入網路之間的干擾較小。在這種情況下，確定單元 330 可以確定這兩個無線接入網路的頻譜多工方式為完全多工方式。在圖 6(c)中， $N_1=60$ ， $N_2=60$ ， $E_1=110$ ， $E_2=116$ ， $E_0=6$ ， $D_1=1.52$ ， $D_2=2.73$ 。也就是說，第一無線接入網路和第二無線接入網路的次系統分佈密度相似，第一無線接入網路和第二無線接入網路的平均通道需求相差較大，兩個無線接入網路之間的干擾較小。在這種情況下，確定單元 330 可以確定這兩個無線接入網路的頻譜多工方式為完全多工方式。由此可見，不管兩個無線接入網路的次系統分佈密度如何，兩個無線接入網路的平均通道需求如何，兩個無線接入網路的內部干擾

如何，只要兩個無線接入網路之間的干擾較小，確定單元 330 就可以確定這兩個無線接入網路的頻譜多工方式為完全多工方式，即 $P1=1$ ， $P2=1$ 。

【0067】圖 7(a)-圖 7(c) 示出了採用部分頻譜多工方式的干擾重疊圖的示例。在圖 7(a)-圖 7(c) 中，圓形的節點表示第一無線接入網路中的次系統，三角形的節點表示第二無線接入網路中的次系統，X 和 Y 表示二維坐標系的兩個軸。在圖 7(a) 中， $N1=80$ ， $N2=80$ ， $E1=94$ ， $E2=99$ ， $E0=193$ ， $D1=1.98$ ， $D2=2.01$ 。也就是說，第一無線接入網路和第二無線接入網路的次系統分佈密度相似，第一無線接入網路和第二無線接入網路的平均通道需求相似，第一無線接入網路和第二無線接入網路的內部干擾情況也相似。此外，兩個無線接入網路基本完全覆蓋重疊，即 $E0$ 和 $E1+E2$ 的值近似相等。在這種情況下，確定單元 330 可以確定這兩個無線接入網路的頻譜多工方式為不進行頻譜多工。進一步，確定單元 330 可以根據兩個無線接入網路的內部干擾情況和平均通道需求來確定 $P1$ 和 $P2$ 的值，以使得內部干擾情況越複雜，平均通道需求越大，分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率越大。例如，確定單元 330 可以確定 $P1=0.5$ ， $P2=0.5$ 。在圖 7(b) 中， $N1=80$ ， $N2=80$ ， $E1=88$ ， $E2=88$ ， $E0=177$ ， $D1=1.53$ ， $D2=3.02$ 。也就是說，第一無線接入網路和第二無線接入網路的次系統分佈密度相似，第一無線接入網路和第二無線接入網路的內部干擾情況也相似，第一無線接入網路和第二無線接入網路

的平均通道需求相差較大。此外，兩個無線接入網路基本完全覆蓋重疊，即 E_0 和 E_1+E_2 的值近似相等。在這種情況下，確定單元 330 可以確定這兩個無線接入網路的頻譜多工方式為不進行頻譜多工。進一步，確定單元 330 可以根據兩個無線接入網路的內部干擾情況和平均通道需求來確定 P_1 和 P_2 的值，以使得內部干擾情況越複雜，平均通道需求越大，分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率越大。例如，確定單元 330 可以確定 $P_1=0.33$ ， $P_2=0.67$ 。在圖 7(c) 中， $N_1=80$ ， $N_2=80$ ， $E_1=96$ ， $E_2=74$ ， $E_0=168$ ， $D_1=2.28$ ， $D_2=2.18$ 。也就是說，第一無線接入網路和第二無線接入網路的次系統分佈密度相似，第一無線接入網路和第二無線接入網路的平均通道需求也相似，第一無線接入網路和第二無線接入網路的內部干擾情況相差較大。此外，兩個無線接入網路基本完全覆蓋重疊，即 E_0 和 E_1+E_2 的值近似相等。在這種情況下，確定單元 330 可以確定這兩個無線接入網路的頻譜多工方式為不進行頻譜多工。進一步，確定單元 330 可以根據兩個無線接入網路的內部干擾情況和平均通道需求來確定 P_1 和 P_2 的值，以使得內部干擾情況越複雜，平均通道需求越大，分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率越大。例如，確定單元 330 可以確定 $P_1=0.6$ ， $P_2=0.4$ 。由此可見，當兩個無線接入網路的次系統分佈密度相似，並且兩個無線接入網路基本完全覆蓋重疊時，確定單元 330 可以確定這兩個無線接入網路的頻譜多工方式為不進行頻譜多工，即完全分割方式。

【0068】圖 8(a)-圖 8(d)示出了不進行頻譜多工的干擾重疊圖的示例。在圖 8(a)-圖 8(d)中，圓形的節點表示第一無線接入網路中的次系統，三角形的節點表示第二無線接入網路中的次系統，X和Y表示二維坐標系的兩個軸。在圖 8(a)中， $N_1=80$ ， $N_2=80$ ， $E_1=100$ ， $E_2=121$ ， $E_0=191$ ， $D_1=1.85$ ， $D_2=2.08$ 。也就是說，第一無線接入網路和第二無線接入網路的次系統分佈密度相似，第一無線接入網路和第二無線接入網路的平均通道需求相似，第一無線接入網路和第二無線接入網路的內部干擾情況也相似。此外，兩個無線接入網路部分覆蓋重疊，即 E_0 小於 E_1+E_2 的值。在這種情況下，確定單元 330可以確定這兩個無線接入網路的頻譜多工方式為部分頻譜多工。進一步，確定單元 330可以根據兩個無線接入網路的次系統分佈密度、內部干擾情況和平均通道需求來確定 P_1 和 P_2 的值，以使得次系統分佈密度越大，內部干擾情況越複雜，平均通道需求越大，分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率越大。例如，確定單元 330可以確定 $P_1=0.6$ ， $P_2=0.6$ 。在圖 8(b)中， $N_1=40$ ， $N_2=80$ ， $E_1=16$ ， $E_2=82$ ， $E_0=92$ ， $D_1=1.95$ ， $D_2=2.05$ 。也就是說，第一無線接入網路和第二無線接入網路的次系統分佈密度相差較大，第一無線接入網路和第二無線接入網路的平均通道需求相似，第一無線接入網路和第二無線接入網路的內部干擾情況相差較大。此外，兩個無線接入網路部分覆蓋重疊，即 E_0 小於 E_1+E_2 的值。在這種情況下，確定單元 330可以確定這兩個無線接入網路

的頻譜多工方式為部分頻譜多工。進一步，確定單元 330 可以根據兩個無線接入網路的次系統分佈密度、內部干擾情況和平均通道需求來確定 $P1$ 和 $P2$ 的值，以使得次系統分佈密度越大，內部干擾情況越複雜，平均通道需求越大，分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率越大。例如，確定單元 330 可以確定 $P1=0.4$ ， $P2=0.8$ 。在圖 8(c) 中， $N1=80$ ， $N2=80$ ， $E1=114$ ， $E2=120$ ， $E0=185$ ， $D1=2.9$ ， $D2=1.6$ 。也就是說，第一無線接入網路和第二無線接入網路的次系統分佈密度相似，第一無線接入網路和第二無線接入網路的平均通道需求相差較大，第一無線接入網路和第二無線接入網路的內部干擾情況相似。此外，兩個無線接入網路部分覆蓋重疊，即 $E0$ 小於 $E1+E2$ 的值。在這種情況下，確定單元 330 可以確定這兩個無線接入網路的頻譜多工方式為部分頻譜多工。進一步，確定單元 330 可以根據兩個無線接入網路的次系統分佈密度、內部干擾情況和平均通道需求來確定 $P1$ 和 $P2$ 的值，以使得次系統分佈密度越大，內部干擾情況越複雜，平均通道需求越大，分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率越大。例如，確定單元 330 可以確定 $P1=0.8$ ， $P2=0.4$ 。在圖 8(d) 中， $N1=80$ ， $N2=80$ ， $E1=92$ ， $E2=120$ ， $E0=199$ ， $D1=1.93$ ， $D2=2.04$ 。也就是說，第一無線接入網路和第二無線接入網路的次系統分佈密度相似，第一無線接入網路和第二無線接入網路的平均通道需求相似，第一無線接入網路和第二無線接入網路的內部干擾情況相差較大。此外，兩個無線接入網路部分覆蓋重

疊，即 E_0 小於 E_1+E_2 的值。在這種情況下，確定單元 330 可以確定這兩個無線接入網路的頻譜多工方式為部分頻譜多工。進一步，確定單元 330 可以根據兩個無線接入網路的次系統分佈密度、內部干擾情況和平均通道需求來確定 P_1 和 P_2 的值，以使得次系統分佈密度越大，內部干擾情況越複雜，平均通道需求越大，分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率越大。例如，確定單元 330 可以確定 $P_1=0.6$ ， $P_2=0.8$ 。由此可見，當兩個無線接入網路部分覆蓋重疊時，確定單元 330 可以確定這兩個無線接入網路的頻譜多工方式為部分頻譜多工。

【0069】 如上該，確定單元 330 可以確定無線接入網路的頻譜多工方式，還可以確定為無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率。根據本發明的實施例，確定單元 330 可以利用機器學習來實現上述過程。也就是說，確定單元 330 可以利用機器學習模型來輸出為每個無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率。這裡，機器學習模型的輸入可以是干擾重疊圖的上述參數中的一種或多種，機器學習模型的輸出可以是為各個無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率。例如，在共存系統包括兩個無線接入網路的情況下，機器學習模型的輸出可以是 P_1 和 P_2 的值。

【0070】 根據本發明的實施例，確定單元 330 可以使用任何機器學習的模型，本發明對此不做限定，機器學習的模型例如神經網路 (Neural Network, NN)，具體可以包括

卷積神經網路 (Convolutional Neural Network, CNN)、循環神經網路模型 (Recurrent Neural Network, RNN) 和深度置信網路 (Deep Belief Network, DBN)、產生對抗網路 (Generative Adversarial Network, GAN) 和貝葉斯分類器 (Bayes Classifier) 等。此外，還可以根據採集目標的不同採用監督學習模型和無監督學習模型。

【0071】圖9示出了深度置信網路的結構示意圖。在圖9中，僅僅示出了共存系統中包括兩個無線接入網路的示例。如圖9所示，該DBN網路的輸入為干擾重疊圖的參數，包括與節點數目相關的參數N1和N2、與邊數相關的參數E1、E2和E0，與平均通道需求相關的參數D1和D2、與權重相關的參數W(這裡，W可以包括每一條屬於兩個無線接入網路的節點之間的邊的權重)、以及無線接入網路的個數C。進一步，該DBN網路的輸出是為兩個無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率P1和P2。值的注意的是，圖9雖然示出了五種輸入參數的示例，在實際應用中可以包括更多或更少的干擾重疊圖的參數。此外，在產生如圖9所示的深度置信網路模型時，需要產生大量的訓練資料，為訓練資料設置相應的標籤(即為每個無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率)，當訓練結果滿足預定的正確率時可以停止訓練。透過這樣的過程，可以產生如圖9所示的深度置信網路，從而確定單元330可以利用這樣的模型來輸出為每個無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率。

【0072】根據本發明的實施例，分配單元320可以根據確定單元330確定的為每個無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率為每個無線接入網路分配頻譜資源。也就是說，在確定單元330確定了為無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率之後，分配單元320可以確定為該無線接入網路分配的頻譜資源在總頻譜資源上的位置，從而確定為該無線接入網路分配的頻譜資源。

【0073】根據本發明的實施例，頻譜管理設備300可以透過通信單元340將為每個無線接入網路分配的頻譜資源分別發送至無線接入網路中的各個頻譜劃分設備。例如，在圖1和圖2所示的示例中，頻譜管理設備200可以將為第一無線接入網路分配的頻譜資源發送至頻譜劃分設備1，並可以將為第二無線接入網路分配的頻譜資源發送至頻譜劃分設備2。進一步，頻譜管理設備300還可以透過通信單元340將為每個無線接入網路分配的頻譜資源均發送至各個頻譜劃分設備。例如，在圖1和圖2所示的示例中，頻譜管理設備200可以將為第一無線接入網路分配的頻譜資源和為第二無線接入網路分配的頻譜資源發送至頻譜劃分設備1，並可以將為第一無線接入網路分配的頻譜資源和為第二無線接入網路分配的頻譜資源發送至頻譜劃分設備2。

【0074】也就是說，頻譜管理設備300可以透過通信單元340將為每個無線接入網路分配的頻譜資源以及共存系統的干擾重疊圖發送至各個頻譜劃分設備，以用於每個

頻譜劃分設備分別為其所管理的次系統分配頻譜資源。

【0075】此外，頻譜管理設備300也可以透過通信單元340將為每個無線接入網路分配的頻譜資源以及共存系統的干擾重疊圖發送至其中一個頻譜劃分設備，以用於該頻譜劃分設備為共存系統的每個次系統分配頻譜資源。

【0076】進一步，根據本發明的實施例，頻譜管理設備300還可以透過通信單元340將為每個無線接入網路分配的頻譜資源均發送至各個次系統。例如，在圖1和圖2所示的示例中，頻譜管理設備300可以將為第一無線接入網路分配的頻譜資源和為第二無線接入網路分配的頻譜資源發送至次系統1-次系統6。

【0077】由此可見，根據本發明的實施例，頻譜管理設備300可以根據共存系統的干擾重疊圖為使用不同的無線接入技術的無線接入網路分配頻譜資源。進一步，頻譜管理設備300可以根據共存系統的干擾重疊圖確定無線接入網路的頻譜多工方式，並可以確定為無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率。由此，頻譜管理設備300可以根據無線接入網路的分佈情況合理地為使用不同無線接入技術的無線接入網路分配頻譜資源，以最大化資源利用率，並且降低不同的無線接入網路之間的干擾。

【0078】

<3. 頻譜劃分設備的配置示例>

【0079】圖10是示出根據本發明的實施例的作為無線通信系統中的頻譜劃分設備的電子設備600的結構的方塊

圖。這裡，共存系統包括使用第一無線接入技術的第一無線接入網路和使用第二無線接入技術的第二無線接入網路，第一無線接入網路包括電子設備 600。進一步，頻譜劃分設備可以是 CxM。

【0080】如圖 10 所示，電子設備 600 可以包括通信單元 610 和確定單元 620。

【0081】這裡，電子設備 600 的各個單元都可以包括在處理電路中。需要說明的是，電子設備 600 既可以包括一個處理電路，也可以包括多個處理電路。進一步，處理電路可以包括各種分立的功能單元以執行各種不同的功能和/或操作。需要說明的是，這些功能單元可以是物理實體或邏輯實體，並且不同稱謂的單元可能由同一個物理實體實現。

【0082】根據本發明的實施例，電子設備 600 可以透過通信單元 610 從共存系統中的頻譜管理設備接收共存系統的干擾重疊圖以及根據干擾重疊圖為第一無線接入網路分配的頻譜資源和為第二無線接入網路分配的頻譜資源。

【0083】這裡，頻譜管理設備可以是前文中所述的頻譜管理設備 300。進一步，干擾重疊圖可以是頻譜管理設備 300 產生的共存系統的干擾重疊圖，前文中已經對干擾重疊圖、為第一無線接入網路分配的頻譜資源和為第二無線接入網路分配的頻譜資源進行了詳細說明，在此不再贅述。

【0084】根據本發明的實施例，確定單元 620 可以根

據干擾重疊圖、為第一無線接入網路分配的頻譜資源和為第二無線接入網路分配的頻譜資源確定共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案。

【0085】根據本發明的實施例，共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案可以包括為電子設備600所在的共存系統的所有次系統中的每個次系統分配的頻譜資源。也就是說，確定單元620不僅可以確定為第一無線接入網路中的次系統分配的頻譜資源，還可以確定為第二無線接入網路中的次系統分配的頻譜資源。

【0086】根據本發明的實施例，確定單元620可以根據干擾重疊圖、為第一無線接入網路分配的頻譜資源和為第二無線接入網路分配的頻譜資源確定表示為共存系統中的次系統分配頻譜資源時的分配次序的分配序列。

【0087】根據本發明的實施例，確定單元620可以利用蟻群演算法確定分配序列，其中，根據節點的通道需求和干擾重疊圖的平均頻譜滿意度來確定節點之間的轉移概率。

【0088】眾所周知，蟻群演算法是一種模擬進化演算法，主要用來解決旅行商問題。其基本思想是：用螞蟻的行走路徑表示待優化問題的可行解，整個蟻群的所有路徑代表待優化問題的解空間。路徑短的螞蟻釋放的信息素較多，因此隨著時間的推移，較短路徑上累積的信息素會越來越高，從而選擇該路徑的螞蟻越來越多。最後，蟻群在正反饋作用下找到最短路徑，即最優解。

【0089】根據本發明的實施例，在計算節點之間的轉移概率時，考慮了節點的通道需求和干擾重疊圖中的節點的平均頻譜滿意度，因此在根據這樣的分配序列為次系統分配頻譜資源時，能夠基於節點的通道需求來分配頻譜資源，並且使得分配的頻譜資源的滿意度最優。

【0090】下面將詳細描述根據本發明的實施例的蟻群演算法。這裡，假定蟻群的數目是M，干擾重疊圖的節點數目為N，即 $N=N1+N2$ ，最大迭代次數為Nmax。根據本發明的實施例，將M隻螞蟻隨機放到N個節點上，並且每隻螞蟻根據以下公式來計算從節點i到節點j的轉移概率，從而確定轉移概率最大的節點j作為路徑的下一個節點。

$$p_{ij}^k = \frac{[\tau_{ij}]^\alpha \cdot [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{s \in Set} [\tau_{is}]^\alpha \cdot [\eta_{is}]^\beta}, j \in Set$$

【0091】其中， p_{ij}^k 表示螞蟻k從節點i到節點j的轉移概率， τ_{ij} 表示節點i到節點j的信息素累積量， τ_{is} 表示節點i到節點s的信息素累積量， η_{ij} 表示節點i到節點j的啟發式因子， η_{is} 表示節點i到節點s的啟發式因子，Set表示螞蟻k待訪問的下一個節點的集合。進一步， α 表示信息素重要程度因子， β 表示啟發式因子重要程度因子，均為常數。

【0092】根據本發明的實施例，可以根據節點j的通道需求來確定節點i到節點j的啟發式因子，即有下述公式：

$$\eta_{ij} = d_j$$

【0093】這裡， d_j 為節點j的通道需求。此外，也可以

根據類似的公式來計算 η_{is} 。進一步，根據本發明的實施例，還可以根據節點j的其它參數來確定節點i到節點j的啟發式因子，例如，可以根據節點j的通道需求和節點j的度數(即，包括節點j的邊的數目)來確定節點i到節點j的啟發式因子。

【0094】根據本發明的實施例，可以根據每隻螞蟻在節點i到節點j之間遺留的信息素以及信息素的揮發性來確定表示節點i到節點j的信息素累積量 τ_{ij} 。具體地，可以根據以下公式來計算 τ_{ij} 。此外，也可以根據類似的公式來計算 τ_{is} 。

$$\tau_{ij} = (1 - \rho) \cdot \tau_{ij} + \sum_{k=1}^M \Delta\tau_{ij}^k$$

【0095】其中， ρ 表示信息素揮發因子，取值為(0，1)， $\Delta\tau_{ij}^k$ 表示第k隻螞蟻在節點i到節點j的路徑上遺留下的信息素，並且可以由以下公式來計算：

$$\Delta\tau_{ij}^k = \begin{cases} Q \cdot \bar{s}, & \text{螞蟻 } k \text{ 從節點 } i \text{ 到節點 } j \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$$

【0096】這裡，Q表示一次迭代中螞蟻分泌的信息素總量， \bar{s} 表示干擾重疊圖中的節點的平均頻譜滿意度，可以由下述公式計算：

$$\bar{s} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N s_i$$

【0097】其中， s_i 表示第i個節點的頻譜滿意度。根據本發明的實施例，可以根據節點實際分到的頻道的數目與所請求的頻道數目的比率來確定節點的頻譜滿意度。

【0098】如上該，根據本發明的實施例，可以根據干擾重疊圖中的節點的平均頻譜滿意度來確定第k隻螞蟻在節點i到節點j的路徑上遺留下的信息素，從而確定節點i到節點j的路徑上的信息素累積量。進一步，可以根據節點j的通道需求來確定節點i到節點j的啟發式因子。最後，根據節點i到節點j的信息素累積量以及節點i到節點j的啟發式因子來確定節點i到節點j的轉移概率。由此，在確定轉移概率時考慮了節點的平均頻譜滿意度和節點的通道需求，從而使得由蟻群演算法確定的分配序列能夠儘量按照節點的通道需求排序，並且平均頻譜滿意度也比較高。

【0099】由此，上述過程可以持續到每隻螞蟻訪問完所有的節點。也就是說，每隻螞蟻都產生了一個分配序列。

【0100】根據本發明的實施例，確定單元620可以根據分配序列確定共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案。

【0101】根據本發明的實施例，在確定共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案時，確定單元620可以根據每個次系統的通道需求、位於不同的無線接入網路的次系統之間的頻帶保護要求、為第一無線接入網路分配的頻譜資源和為第二無線接入網路分配的頻譜資源來確定為每個次系統分配的頻譜資源。

【0102】根據本發明的實施例，電子設備600從頻譜管理設備獲取的干擾重疊圖中可以包括干擾重疊圖的參

數，例如包括每個次系統的通道需求、位於不同的無線接入網路的次系統之間的頻帶保護要求(即干擾重疊圖中的邊的權重)。

【0103】 根據本發明的實施例，確定單元620可以按照分配序列的順序來為次系統分配頻譜資源。例如，當分配序列為1-3-4-2-5-6時，先為節點1分配頻譜資源，再為節點3分配頻譜資源，然後依次為節點4、2、5和6分配頻譜資源。此外，在分配頻譜資源時，根據節點的通道需求在為該節點所在的無線接入網路分配的頻譜資源中確定為該節點分配的頻譜資源。此外，在為節點分配頻譜資源時，還需要考慮分配序列中在該節點之前的與該節點處於不同的無線接入網路的節點與該節點之間的頻帶保護要求。例如，在為節點1分配頻譜資源時，根據節點1的通道需求在為第一無線接入網路分配的頻譜資源中確定為節點1分配的頻譜資源。這裡，節點1的通道需求可以包括多個頻道，也可以是單個頻道。由於節點1是分配序列中的第一個節點，因此確定單元620可以完全滿足節點1的通道需求。接下來，確定單元620可以根據類似的方式依次確定節點3、4和2的頻譜資源。接下來，在為節點5分配頻譜資源時，根據節點5的通道需求在為第二無線接入網路分配的頻譜資源中確定為節點5分配的頻譜資源，同時還需要考慮節點5與節點2之間、以及節點5與節點4之間的頻帶保護要求。

【0104】 根據本發明的實施例，在確定單元620按照

分配序列的順序來為次系統分配頻譜資源之後，可以根據前文中所述的公式來計算表示干擾重疊圖中的節點的平均頻譜滿意度 \bar{S} ，並由此更新分配序列所經過的每段路徑上的信息素累積量 τ_{ij} 。

【0105】根據本發明的實施例，當迭代次數沒有到達最大迭代次數 N_{max} 時，重複執行上述過程，並將迭代次數加1。當迭代次數到達最大迭代次數 N_{max} 時，可以終止迭代，從而輸出最優的分配序列，以及根據該最後的分配序列確定的共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案。

【0106】根據本發明的實施例，節點的通道需求可以包括節點所需要的通道的數目。這裡，節點的通道需求可以包括一個或多個通道。也就是說，在根據本發明的實施例得到的頻譜資源分配方案中，可以為節點分配一個或多個通道。

【0107】圖 11(a)示出了單通道蟻群演算法的過程的示意圖，圖 11(b)示出了根據本發明的實施例的多通道蟻群演算法的過程的示意圖。在圖 11(a)和圖 11(b)中，CBSD1-CBSD6分別表示圖 1中所示的六個次系統，而Ch1-Ch4表示可用頻譜資源中的四個通道。在圖 11(a)中，每個次系統的通道需求都是一個通道，因此在透過蟻群演算法產生的頻譜資源分配方案中，為每個次系統分配一個通道。例如，在一隻螞蟻確定的頻譜資源分配方案中，為CBSD1分配Ch1，為CBSD2分配Ch2，為CBSD3分配Ch2，為CBSD4分配Ch4，為CBSD5分配Ch3，為CBSD6分配Ch3；在另一隻

螞蟻確定的頻譜資源分配方案中，為CBSD1分配Ch2，為CBSD2分配Ch4，為CBSD3分配Ch4，為CBSD4分配Ch3，為CBSD5分配Ch1，為CBSD6分配Ch1。在圖11(b)中，次系統2-次系統6的通道需求都是一個通道，而次系統1的通道需求是兩個通道，因此在透過蟻群演算法產生的頻譜資源分配方案中，可以根據次系統的通道需求來為次系統分配通道。例如，為CBSD1分配Ch2和Ch3，為CBSD2分配Ch4，為CBSD3分配Ch4，為CBSD4分配Ch3，為CBSD5分配Ch1，為CBSD6分配Ch1。

【0108】根據本發明的實施例，電子設備600可以將確定單元620確定出來的頻譜資源分配方案作為整個共存系統的最終頻譜資源分配方案。進一步，電子設備600可以透過通信單元610向第二無線接入網路中的第二頻譜劃分設備發送共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案，以用於第二頻譜劃分設備根據該頻譜資源分配方案為第二無線接入網路中的次系統分配頻譜資源。

【0109】根據本發明的實施例，電子設備600可以確定整個共存系統的最終頻譜資源分配方案。在這種情況下，例如，電子設備600是整個共存系統中計算能力較強的頻譜劃分設備，或者電子設備600是整個共存系統中處於管理地位的頻譜劃分設備，因此可以由電子設備600來確定整個共存系統的最終頻譜資源分配方案。

【0110】根據本發明的實施例，在確定單元620確定出頻譜資源分配方案之後，電子設備600可以透過通信單

元 610 向第二無線接入網路中的第二頻譜劃分設備發送共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案。進一步，電子設備 600 還可以透過通信單元 610 從第二頻譜劃分設備接收第二頻譜劃分設備確定的共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案。這裡，第二頻譜劃分設備可以採用跟確定單元 620 類似的方法來確定共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案。

【0111】根據本發明的實施例，確定單元 620 可以根據電子設備 600 確定的頻譜資源分配方案和第二頻譜劃分設備確定的頻譜資源分配方案來確定最終頻譜資源分配方案。具體地，確定單元 620 在確定頻譜資源分配方案時，可以確定與該頻譜資源分配方案對應的網路效用值，例如，可以用前文中所述的干擾重疊圖中的節點的平均頻譜滿意度 \bar{s} 來表示網路效用值。進一步，確定單元 620 可以從第二頻譜劃分設備接收與第二頻譜劃分設備確定的頻譜資源分配方案對應的網路效用值。進一步，確定單元 620 可以將網路效用值較大的頻譜資源分配方案作為最終頻譜資源分配方案。

【0112】如上該，電子設備 600 和第二頻譜劃分設備都可以確定整個共存系統的頻譜資源分配方案。也就是說，電子設備 600 和第二頻譜劃分設備都可以執行如前文中所述的蟻群演算法。然後從不同的頻譜劃分設備確定的頻譜資源分配方案中選取網路效用值大的頻譜資源分配方案作為最終頻譜資源分配方案。

【0113】根據本發明的實施例，如圖10所示，電子設備600還可以包括分配單元630，用於為第一無線接入網路中的次系統劃分頻譜資源。

【0114】根據本發明的實施例，在確定單元620確定出整個共存系統的最終頻譜資源分配方案的情況下，分配單元630可以根據該最終頻譜資源分配方案為第一無線接入網路中的次系統劃分頻譜資源。

【0115】根據本發明的實施例的電子設備600可以根據頻譜管理設備300發送的干擾重疊圖、為第一無線接入網路分配的頻譜資源和為第二無線接入網路分配的頻譜資源來為電子設備600管理的次系統分配頻譜資源，因此在前文中描述的關於頻譜管理設備300的全部實施例都適用於此。

【0116】

<4. 次系統的配置示例>

【0117】圖12是示出根據本發明的實施例的作為無線通信系統中的次系統的電子設備700的結構的方塊圖。這裡，共存系統包括使用第一無線接入技術的第一無線接入網路和使用第二無線接入技術的第二無線接入網路，第一無線接入網路包括電子設備700。進一步，次系統可以是CBSD。

【0118】如圖12所示，電子設備700可以包括通信單元710和確定單元720。

【0119】這裡，電子設備700的各個單元都可以包括

在處理電路中。需要說明的是，電子設備 700 既可以包括一個處理電路，也可以包括多個處理電路。進一步，處理電路可以包括各種分立的功能單元以執行各種不同的功能和/或操作。需要說明的是，這些功能單元可以是物理實體或邏輯實體，並且不同稱謂的單元可能由同一個物理實體實現。

【0120】 根據本發明的實施例，電子設備 700 可以透過通信單元 710 從共存系統中的頻譜管理設備接收共存系統的干擾重疊圖以及根據干擾重疊圖為第一無線接入網路分配的頻譜資源和為第二無線接入網路分配的頻譜資源。

【0121】 這裡，頻譜管理設備可以是前文中所述的頻譜管理設備 300。進一步，干擾重疊圖可以是頻譜管理設備 300 產生的共存系統的干擾重疊圖，前文中已經對干擾重疊圖、為第一無線接入網路分配的頻譜資源和為第二無線接入網路分配的頻譜資源進行了詳細說明，在此不再贅述。

【0122】 根據本發明的實施例，確定單元 720 可以根據干擾重疊圖、為第一無線接入網路分配的頻譜資源和為第二無線接入網路分配的頻譜資源確定共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案。

【0123】 根據本發明的實施例，共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案可以包括為電子設備 700 所在的共存系統的所有次系統中的每個次系統分配的頻譜資源。也就是說，確定單元 720 不僅可以確定為第一無線接入網路中

的次系統分配的頻譜資源，還可以確定為第二無線接入網路中的次系統分配的頻譜資源。

【0124】根據本發明的實施例，確定單元720可以根據干擾重疊圖、為第一無線接入網路分配的頻譜資源和為第二無線接入網路分配的頻譜資源確定表示為共存系統中的次系統分配頻譜資源時的分配次序的分配序列。

【0125】根據本發明的實施例，確定單元720可以利用蟻群演算法確定分配序列，其中，根據節點的通道需求和干擾重疊圖的平均頻譜滿意度來確定節點之間的轉移概率。

【0126】根據本發明的實施例，確定單元720可以根據分配序列確定共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案。

【0127】根據本發明的實施例，確定單元720執行蟻群演算法來確定分配序列以及根據分配序列確定共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案的過程與電子設備600的確定單元620執行的操作類似，在此不再贅述。值得注意的是，在確定單元720執行蟻群演算法時，將螞蟻放到電子設備700對應的節點上，因此確定單元720確定出的分配序列是以與電子設備700對應的節點為起始點的序列。

【0128】根據本發明的實施例，在確定單元720按照分配序列的順序來為次系統分配頻譜資源之後，可以根據前文中所述的公式來計算表示干擾重疊圖中的節點的平均頻譜滿意度 \bar{S} ，並作為網路效用值。進一步，還可以計算

第k隻螞蟻在節點i到節點j的路徑上遺留下的信息素 $\Delta\tau_{ij}^k$ 。

【0129】根據本發明的實施例，電子設備700可以透過通信單元710將共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案發送至第一無線接入網路中的頻譜劃分設備。優選地，電子設備700還可以將與其確定的頻譜資源分配方案對應的網路效用值發送至第一無線接入網路中的頻譜劃分設備。

【0130】在這種情況下，第一無線接入網路中的頻譜劃分設備可以從其管理的每個次系統接收頻譜資源分配方案和相應的網路效用值，從而可以選取網路效用值最大的頻譜資源分配方案。進一步，第一無線接入網路中的頻譜劃分設備還可以根據每個次系統的頻譜資源分配方案以及在節點i到節點j的路徑上遺留下的信息素 $\Delta\tau_{ij}^k$ 的值來更新信息素矩陣，該信息素矩陣例如可以包括任意兩個節點i和j之間的路徑上的信息素累積量 τ_{ij} 。根據本發明的實施例，第二無線接入網路中的頻譜劃分設備也可以執行與第一無線接入網路中的頻譜劃分設備相類似的操作，即選取網路效用值最大的頻譜資源分配方案。進一步，第一無線接入網路中的頻譜劃分設備和第二無線接入網路中的頻譜劃分設備可以交互各自確定的頻譜資源分配方案從而確定網路效用值最大的頻譜資源分配方案作為最終頻譜資源分配方案。

【0131】如上該，根據本發明的實施例，作為次系統的電子設備700也可以執行蟻群演算法從而確定分配序列

和頻譜資源分配方案。由此，可以將蟻群演算法的工作量平均到次系統中，從而提高蟻群演算法的執行效率並降低時延。

【0132】 根據本發明的實施例的頻譜劃分設備可以根據頻譜管理設備發送的干擾重疊圖、為第一無線接入網路分配的頻譜資源和為第二無線接入網路分配的頻譜資源來為頻譜劃分設備管理的電子設備700分配頻譜資源，因此在前文中描述的關於頻譜管理設備300和頻譜劃分設備的全部實施例都適用於此。

【0133】

<5. 方法實施例>

【0134】 圖13-圖15是示出根據本發明的實施例的頻譜資源分配過程的信令流程圖。在圖13-圖15中，CBSD1表示第一無線接入網路中的次系統，可以利用前文中的電子設備700來實現，CBSD2表示第二無線接入網路中的次系統，可以利用前文中的電子設備700來實現，CxM1表示第一無線接入網路中的頻譜劃分設備，可以利用前文中的電子設備600來實現，CxM2表示第二無線接入網路中的頻譜劃分設備，可以利用前文中的電子設備600來實現，SAS表示頻譜管理設備，可以利用前文中的頻譜管理設備300來實現。

【0135】 在圖13所示的示例中，CxM1和CxM2都可以執行蟻群演算法。如圖13所示，在步驟S801中，CBSD1向SAS發送登記請求和/或頻譜查詢請求。這裡，登記請求可

以包括CBSD1的位置資訊，頻譜查詢請求可以包括CBSD1的通道需求資訊。這裡，登記請求和頻譜查詢請求可以是分離的兩條資訊，也可以被合併成一條資訊。在步驟S802中，SAS向CBSD1發送登記響應和/或頻譜查詢請響應，例如包括CBSD1的ID等資訊。類似地，登記響應和頻譜查詢響應可以是分離的兩條資訊，也可以被合併成一條資訊。類似地，在步驟S803中，CBSD2向SAS發送登記請求和/或頻譜查詢請求。這裡，登記請求可以包括CBSD2的位置資訊，頻譜查詢請求可以包括CBSD2的通道需求資訊。在步驟S804中，SAS向CBSD2發送登記響應和/或頻譜查詢請響應，例如包括CBSD2的ID等資訊。接下來，在步驟S805中，SAS產生共存系統的干擾重疊圖。接下來，在步驟S806中，SAS根據干擾重疊圖為第一無線接入網路和第二無線接入網路分配頻譜資源。接下來，在步驟S807中，SAS將產生的干擾重疊圖、為第一無線接入網路分配的頻譜資源和第二無線接入網路分配的頻譜資源發送至CxM1。在步驟S808中，SAS將產生的干擾重疊圖、為第一無線接入網路分配的頻譜資源和第二無線接入網路分配的頻譜資源發送至CxM2。在步驟S809和步驟S810中，CxM1和CxM2分別執行蟻群演算法來確定頻譜資源分配方案。接下來，在步驟S811和步驟S812中，CxM1和CxM2交換各自確定的頻譜資源分配方案。這裡，CxM1和CxM2還可以交換各自確定的頻譜資源分配方案的網路效用值。然後，CxM1和CxM2都可以確定網路效用值最大的頻譜資源分配方案作

為最終頻譜資源分配方案。在步驟 S813 中，CxM1 根據最終頻譜資源分配方案為 CBSD1 分配頻譜資源並向 CBSD1 發送。在步驟 S814 中，CxM2 根據最終頻譜資源分配方案為 CBSD2 分配頻譜資源並向 CBSD2 發送。如上，共存系統中的次系統都被合理地分配了頻譜資源。

【0136】在圖 14 所示的示例中，CxM1 執行蟻群演算法。如圖 14 所示，在步驟 S901 中，CBSD1 向 SAS 發送登記請求和/或頻譜查詢請求。這裡，登記請求可以包括 CBSD1 的位置資訊，頻譜查詢請求可以包括 CBSD1 的通道需求資訊。在步驟 S902 中，SAS 向 CBSD1 發送登記響應和/或頻譜查詢請響應，例如包括 CBSD1 的 ID 等資訊。類似地，在步驟 S903 中，CBSD2 向 SAS 發送登記請求和/或頻譜查詢請求。這裡，登記請求可以包括 CBSD2 的位置資訊，頻譜查詢請求可以包括 CBSD2 的通道需求資訊。在步驟 S904 中，SAS 向 CBSD2 發送登記響應和/或頻譜查詢請響應，例如包括 CBSD2 的 ID 等資訊。接下來，在步驟 S905 中，SAS 產生共存系統的干擾重疊圖。接下來，在步驟 S906 中，SAS 根據干擾重疊圖為第一無線接入網路和第二無線接入網路分配頻譜資源。接下來，在步驟 S907 中，SAS 將產生的干擾重疊圖、為第一無線接入網路分配的頻譜資源和第二無線接入網路分配的頻譜資源發送至 CxM1。在步驟 S908 中，CxM1 執行蟻群演算法來確定頻譜資源分配方案並作為最終頻譜資源分配方案。接下來，在步驟 S909 中，CxM1 將最終頻譜資源分配方案發送至 CxM2。在步驟 S910 中，

CxM1根據最終頻譜資源分配方案為CBSD1分配頻譜資源並向CBSD1發送。在步驟S911中，CxM2根據最終頻譜資源分配方案為CBSD2分配頻譜資源並向CBSD2發送。如上，共存系統中的次系統都被合理地分配了頻譜資源。

【0137】在圖15所示的示例中，CBSD1和CBSD2都可以執行蟻群演算法。如圖15所示，在步驟S1001中，CBSD1向SAS發送登記請求和/或頻譜查詢請求。這裡，登記請求可以包括CBSD1的位置資訊，頻譜查詢請求可以包括CBSD1的通道需求資訊。在步驟S1002中，SAS向CBSD1發送登記響應和/或頻譜查詢請響應，例如包括CBSD1的ID等資訊。類似地，在步驟S1003中，CBSD2向SAS發送登記請求和/或頻譜查詢請求。這裡，登記請求可以包括CBSD2的位置資訊，頻譜查詢請求可以包括CBSD2的通道需求資訊。在步驟S1004中，SAS向CBSD2發送登記響應和/或頻譜查詢請響應，例如包括CBSD2的ID等資訊。接下來，在步驟S1005中，SAS產生共存系統的干擾重疊圖。接下來，在步驟S1006中，SAS根據干擾重疊圖為第一無線接入網路和第二無線接入網路分配頻譜資源。接下來，在步驟S1007中，SAS將產生的干擾重疊圖、為第一無線接入網路分配的頻譜資源和第二無線接入網路分配的頻譜資源發送至CBSD2。在步驟S1008中，SAS將產生的干擾重疊圖、為第一無線接入網路分配的頻譜資源和第二無線接入網路分配的頻譜資源發送至CBSD1。在步驟S1009和步驟S1010中，CBSD1和CBSD2分別執行蟻群演算

法來確定頻譜資源分配方案。接下來，在步驟 S1011 中，CBSD2 將確定的頻譜資源分配方案發送至 CxM2，可選地還包括該方案的網路效用值。在步驟 S1012 中，CBSD1 將確定的頻譜資源分配方案發送至 CxM1，可選地還包括該方案的網路效用值。在步驟 S1013 中，CxM1 在接收到來自所有的次系統的頻譜資源分配方案之後可以更新信息素矩陣並確定網路效用值最優的頻譜資源分配方案。類似地，在步驟 S1014 中，CxM2 在接收到來自所有的次系統的頻譜資源分配方案之後可以更新信息素矩陣並確定網路效用值最優的頻譜資源分配方案。接下來，在步驟 S1015 中，CxM1 將更新的信息素矩陣發送至 CBSD1 以用於下一次迭代。在步驟 S1016 中，CxM2 將更新的信息素矩陣發送至 CBSD2 以用於下一次迭代。在步驟 S1017 和步驟 S1018 中，CxM1 和 CxM2 交換各自確定的頻譜資源分配方案。這裡，CxM1 和 CxM2 還可以交換各自確定的頻譜資源分配方案的網路效用值。然後，CxM1 和 CxM2 都可以確定網路效用值最大的頻譜資源分配方案作為最終頻譜資源分配方案。在步驟 S1019 中，CxM1 根據最終頻譜資源分配方案為 CBSD1 分配頻譜資源並向 CBSD1 發送。在步驟 S1020 中，CxM2 根據最終頻譜資源分配方案為 CBSD2 分配頻譜資源並向 CBSD2 發送。如上，共存系統中的次系統都被合理地分配了頻譜資源。

【0138】 接下來將詳細描述根據本發明實施例的由無線通信系統中的頻譜管理設備 300 執行的無線通信方法。

這裡的頻譜管理設備300例如可以是SAS。該頻譜管理設備300位於的共存系統包括至少兩個使用不同的無線接入技術的無線接入網路。

【0139】圖16是示出根據本發明的實施例的由無線通信系統中的頻譜管理設備300執行的無線通信方法的流程圖。

【0140】如圖16所示，在步驟S1110中，產生共存系統的干擾重疊圖。

【0141】接下來，在步驟S1120中，根據干擾重疊圖為至少兩個無線接入網路分配頻譜資源。

【0142】優選地，干擾重疊圖中的節點表示次系統，兩個節點之間的邊表示與兩個節點對應的兩個次系統之間存在干擾，並且無線通信方法還包括根據干擾重疊圖的以下參數中的至少一種來為至少兩個無線接入網路分配頻譜資源：屬於各個無線接入網路的節點的數目、屬於各個無線接入網路的邊的數目以及屬於不同的無線接入網路的兩個節點之間的邊的數目。

【0143】優選地，為至少兩個無線接入網路分配頻譜資源包括：根據共存系統的干擾重疊圖確定至少兩個無線接入網路的頻譜多工方式；以及根據頻譜多工方式為至少兩個無線接入網路分配頻譜資源。

【0144】優選地，頻譜多工方式包括：不進行頻譜多工、部分頻譜多工和完全頻譜多工。

【0145】優選地，為至少兩個無線接入網路分配頻譜

資源包括：根據共存系統的干擾重疊圖確定為每個無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率；以及根據為每個無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率為每個無線接入網路分配頻譜資源。

【0146】優選地，無線通信方法還包括：根據每個無線接入網路的通道需求確定為每個無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率。

【0147】優選地，無線通信方法還包括：利用機器學習確定為每個無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率。

【0148】優選地，無線通信方法還包括：根據屬於不同的無線接入網路的兩個次系統之間的頻帶保護要求確定與兩個次系統對應的兩個節點之間的邊的權重。

【0149】優選地，無線通信方法還包括：將干擾重疊圖以及為至少兩個無線接入網路分配的頻譜資源發送至至少兩個無線接入網路的頻譜劃分設備。

【0150】根據本發明的實施例，執行上述方法的主體可以是根據本發明的實施例的頻譜管理設備300，因此前文中關於頻譜管理設備300的全部實施例均適用於此。

【0151】接下來將詳細描述根據本發明實施例的由無線通信系統中的電子設備執行的無線通信方法。這裡的電子設備可以是頻譜劃分設備和次系統。進一步，頻譜劃分設備例如可以是CxM，次系統例如可以是CBSD。電子設備位於的共存系統包括使用第一無線接入技術的第一無線

接入網路和使用第二無線接入技術的第二無線接入網路，第一無線接入網路包括該電子設備。

【0152】圖17是示出根據本發明的實施例的由無線通信系統中的電子設備執行的無線通信方法的流程圖。

【0153】如圖17所示，在步驟S1210中，從共存系統中的頻譜管理設備接收共存系統的干擾重疊圖以及根據干擾重疊圖為第一無線接入網路分配的頻譜資源和為第二無線接入網路分配的頻譜資源。

【0154】接下來，在步驟S1220中，根據干擾重疊圖、為第一無線接入網路分配的頻譜資源和為第二無線接入網路分配的頻譜資源確定共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案。

【0155】優選地，確定共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案包括：根據干擾重疊圖、為第一無線接入網路分配的頻譜資源和為第二無線接入網路分配的頻譜資源確定表示為共存系統中的次系統分配頻譜資源時的分配次序的分配序列；以及根據分配序列確定共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案。

【0156】優選地，確定分配序列包括：利用蟻群演算法確定分配序列，其中，根據節點的通道需求和干擾重疊圖的平均頻譜滿意度來確定節點之間的轉移概率。

【0157】優選地，在電子設備是頻譜劃分設備的情況下，無線通信方法還包括：向第二無線接入網路中的第二頻譜劃分設備發送共存系統中的次系統的頻譜資源分配方

案；從第二頻譜劃分設備接收第二頻譜劃分設備確定的共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案；以及根據電子設備確定的頻譜資源分配方案和第二頻譜劃分設備確定的頻譜資源分配方案來確定最終頻譜資源分配方案。

【0158】 優選地，在電子設備是頻譜劃分設備的情況下，無線通信方法還包括：根據共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案為第一無線接入網路中的次系統劃分頻譜資源。

【0159】 優選地，在電子設備是次系統的情況下，無線通信方法還包括：將共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案發送至第一無線接入網路中的頻譜劃分設備。

【0160】 根據本發明的實施例，執行上述方法的主體可以是根據本發明的實施例的頻譜劃分設備和次系統，因此前文中關於頻譜劃分設備和次系統的全部實施例均適用於此。

【0161】

<6. 應用示例>

【0162】 本發明內容的技術能夠應用於各種產品。

【0163】 例如，頻譜管理設備300和頻譜劃分設備可以被實現為任何類型的伺服器，諸如塔式伺服器、機架式伺服器以及刀片式伺服器。頻譜管理設備300和頻譜劃分設備可以為安裝在伺服器上的控制模組(諸如包括單個晶片的集成電路模組，以及插入到刀片式伺服器的槽中的卡或刀片(blade))。

【0164】次系統可以被實現為任何類型的網路側設備。網路側設備可以被實現為任何類型的TRP。該TRP可以具備發送和接收功能，例如可以從用戶設備和基站設備接收資訊，也可以向用戶設備和基站設備發送資訊。在典型的示例中，TRP可以為用戶設備提供服務，並且受基站設備的控制。進一步，TRP可以具備與如下所述的基站設備類似的結構，也可以僅具備基站設備中與發送和接收資訊相關的結構。

【0165】網路側設備也可以被實現為任何類型的基站設備，諸如宏eNB和小eNB，還可以被實現為任何類型的gNB(5G系統中的基站)。小eNB可以為覆蓋比宏小區小的小區的eNB，諸如微微eNB、微eNB和家庭(毫微微)eNB。代替地，基站可以被實現為任何其他類型的基站，諸如NodeB和基站收發台(BTS)。基站可以包括：被配置為控制無線通信的主體(也稱為基站設備)；以及設置在與主體不同的地方的一個或多個遠程無線頭端(RRH)。

【0166】

<關於伺服器的應用示例>

【0167】圖18是示出可以實現根據本發明的頻譜管理設備300和頻譜劃分設備的伺服器1300的示例的方塊圖。伺服器1300包括處理器1301、記憶體1302、儲存裝置1303、網路介面1304以及匯流排1306。

【0168】處理器1301可以為例如中央處理單元(CPU)或數位信號處理器(DSP)，並且控制伺服器1300的功能。

記憶體 1302 包括隨機存取記憶體 (RAM) 和唯讀記憶體 (ROM)，並且儲存資料和由處理器 1301 執行的程式。儲存裝置 1303 可以包括儲存介質，諸如半導體記憶體和硬碟。

【0169】網路介面 1304 為用於將伺服器 1300 連接到有線通信網路 1305 的有線通信介面。有線通信網路 1305 可以為諸如演進分組核心網 (EPC) 的核心網或者諸如網際網路的分組數據網路 (PDN)。

【0170】匯流排 1306 將處理器 1301、記憶體 1302、儲存裝置 1303 和網路介面 1304 彼此連接。匯流排 1306 可以包括各自具有不同速度的兩個或更多個匯流排 (諸如高速匯流排和低速匯流排)。

【0171】在圖 18 所示的伺服器 1300 中，透過使用圖 3 所描述的產生單元 310、分配單元 320 和確定單元 330 以及透過使用圖 10 所描述的確定單元 620 和分配單元 630 可以由處理器 1301 實現，並且透過使用圖 3 所描述的通信單元 340 和透過使用圖 10 所描述的通信單元 610 可以由網路介面 1304 實現。例如，處理器 1301 可以透過執行記憶體 1302 或儲存裝置 1303 中儲存的指令而執行產生干擾重疊圖、確定頻譜多工方式和分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率、以及為無線接入網路分配頻譜資源的功能。

【0172】

<關於基地的應用示例>

【0173】

(第一應用示例)

【0174】圖 19 是示出可以應用本發明內容的技術的 eNB 的示意性配置的第一示例的方塊圖。eNB 1400 包括一個或多個天線 1410 以及基站設備 1420。基站設備 1420 和每個天線 1410 可以經由 RF 線纜彼此連接。

【0175】天線 1410 中的每一個均包括單個或多個天線元件(諸如包括在多輸入多輸出(MIMO)天線中的多個天線元件)，並且用於基站設備 1420 發送和接收無線信號。如圖 19 所示，eNB 1400 可以包括多個天線 1410。例如，多個天線 1410 可以與 eNB 1400 使用的多個頻帶兼容。雖然圖 19 示出其中 eNB 1400 包括多個天線 1410 的示例，但是 eNB 1400 也可以包括單個天線 1410。

【0176】基站設備 1420 包括控制器 1421、記憶體 1422、網路介面 1423 以及無線通信介面 1425。

【0177】控制器 1421 可以為例如 CPU 或 DSP，並且操作基站設備 1420 的較高層的各种功能。例如，控制器 1421 根據由無線通信介面 1425 處理的信號中的資料來產生資料分組，並經由網路介面 1423 來傳遞所產生的分組。控制器 1421 可以對來自多個基帶處理器的資料進行捆綁以產生捆綁分組，並傳遞所產生的捆綁分組。控制器 1421 可以具有執行如下控制的邏輯功能：該控制諸如為無線資源控制、無線承載控制、移動性管理、接納控制和調度。該控制可以結合附近的 eNB 或核心網節點來執行。記憶體 1422 包括 RAM 和 ROM，並且儲存由控制器 1421 執行的程式和各種類型的控制資料(諸如終端列表、傳輸功率資料以及調度

資料)。

【0178】 網路介面 1423 為用於將基站設備 1420 連接至核心網 1424 的通信介面。控制器 1421 可以經由網路介面 1423 而與核心網節點或另外的 eNB 進行通信。在此情況下，eNB 1400 與核心網節點或其他 eNB 可以透過邏輯介面 (諸如 S1 介面和 X2 介面) 而彼此連接。網路介面 1423 還可以為有線通信介面或用於無線回程線路的無線通信介面。如果網路介面 1423 為無線通信介面，則與由無線通信介面 1425 使用的頻帶相比，網路介面 1423 可以使用較高頻帶用於無線通信。

【0179】 無線通信介面 1425 支持任何蜂巢式通信方案 (諸如長期演進 (LTE) 和 LTE-先進)，並且經由天線 1410 來提供到位於 eNB 1400 的小區中的終端的無線連接。無線通信介面 1425 通常可以包括例如基帶 (BB) 處理器 1426 和 RF 電路 1427。BB 處理器 1426 可以執行例如編碼/解碼、調變/解調變以及多工/解多工，並且執行層 (例如 L1、媒體存取控制 (MAC)、無線鏈路控制 (RLC) 和分組資料彙聚協議 (PDCP)) 的各種類型的信號處理。代替控制器 1421，BB 處理器 1426 可以具有上述邏輯功能的一部分或全部。BB 處理器 1426 可以為儲存通信控制程式的記憶體，或者為包括被配置為執行程式的處理器和相關電路的模組。更新程式可以使 BB 處理器 1426 的功能改變。該模組可以為插入到基站設備 1420 的槽中的卡或刀片。可替代地，該模組也可以為安裝在卡或刀片上的晶片。同時，RF 電路 1427 可以

包括例如混頻器、濾波器和放大器，並且經由天線 1410 來傳送和接收無線信號。

【0180】 如圖 19 所示，無線通信介面 1425 可以包括多個 BB 處理器 1426。例如，多個 BB 處理器 1426 可以與 eNB 1400 使用的多個頻帶兼容。如圖 19 所示，無線通信介面 1425 可以包括多個 RF 電路 1427。例如，多個 RF 電路 1427 可以與多個天線元件兼容。雖然圖 19 示出其中無線通信介面 1425 包括多個 BB 處理器 1426 和多個 RF 電路 1427 的示例，但是無線通信介面 1425 也可以包括單個 BB 處理器 1426 或單個 RF 電路 1427。

【0181】

(第二應用示例)

【0182】 圖 20 是示出可以應用本發明內容的技術的 eNB 的示意性配置的第二示例的方塊圖。eNB 1530 包括一個或多個天線 1540、基站設備 1550 和 RRH 1560。RRH 1560 和每個天線 1540 可以經由 RF 線纜而彼此連接。基站設備 1550 和 RRH 1560 可以經由諸如光纖線纜的高速線路而彼此連接。

【0183】 天線 1540 中的每一個均包括單個或多個天線元件(諸如包括在 MIMO 天線中的多個天線元件)並且用於 RRH 1560 發送和接收無線信號。如圖 20 所示，eNB 1530 可以包括多個天線 1540。例如，多個天線 1540 可以與 eNB 1530 使用的多個頻帶兼容。雖然圖 20 示出其中 eNB 1530 包括多個天線 1540 的示例，但是 eNB 1530 也可以包括單個天

線 1540。

【0184】 基站設備 1550 包括控制器 1551、記憶體 1552、網路介面 1553、無線通信介面 1555 以及連接介面 1557。控制器 1551、記憶體 1552 和網路介面 1553 與參照圖 19 描述的控制器 1421、記憶體 1422 和網路介面 1423 相同。

【0185】 無線通信介面 1555 支持任何蜂巢式通信方案 (諸如 LTE 和 LTE-先進)，並且經由 RRH 1560 和天線 1540 來提供到位於與 RRH 1560 對應的扇區中的終端的無線通信。無線通信介面 1555 通常可以包括例如 BB 處理器 1556。除了 BB 處理器 1556 經由連接介面 1557 連接到 RRH 1560 的 RF 電路 1564 之外，BB 處理器 1556 與參照圖 19 描述的 BB 處理器 1426 相同。如圖 20 所示，無線通信介面 1555 可以包括多個 BB 處理器 1556。例如，多個 BB 處理器 1556 可以與 eNB 1530 使用的多個頻帶兼容。雖然圖 20 示出其中無線通信介面 1555 包括多個 BB 處理器 1556 的示例，但是無線通信介面 1555 也可以包括單個 BB 處理器 1556。

【0186】 連接介面 1557 為用於將基站設備 1550 (無線通信介面 1555) 連接至 RRH 1560 的介面。連接介面 1557 還可以用於將基站設備 1550 (無線通信介面 1555) 連接至 RRH 1560 的上述高速線路中的通信的通信模組。

【0187】 RRH 1560 包括連接介面 1561 和無線通信介面 1563。

【0188】 連接介面 1561 為用於將 RRH 1560 (無線通信介面 1563) 連接至基站設備 1550 的介面。連接介面 1561 還

可以為用於上述高速線路中的通信的通信模組。

【0189】無線通信介面1563經由天線1540來傳送和接收無線信號。無線通信介面1563通常可以包括例如RF電路1564。RF電路1564可以包括例如混頻器、濾波器和放大器，並且經由天線1540來傳送和接收無線信號。如圖20所示，無線通信介面1563可以包括多個RF電路1564。例如，多個RF電路1564可以支持多個天線元件。雖然圖20示出其中無線通信介面1563包括多個RF電路1564的示例，但是無線通信介面1563也可以包括單個RF電路1564。

【0190】在圖19和圖20所示的eNB 1400和eNB 1530中，透過使用圖12所描述的確定單元720可以由控制器1421和/或控制器1551實現。功能的至少一部分也可以由控制器1421和控制器1551實現。例如，控制器1421和/或控制器1551可以透過執行相應的記憶體中儲存的指令而執行確定次系統的頻譜資源分配方案的功能。

【0191】以上參照圖式描述了本發明的優選實施例，但是本發明當然不限於以上示例。本領域技術人員可在所附申請專利範圍的範圍內得到各種變更和修改，並且應理解這些變更和修改自然將落入本發明的技術範圍內。

【0192】例如，圖式所示的功能方塊圖中以虛線框示出的單元均表示該功能單元在相應裝置中是可選的，並且各個可選的功能單元可以以適當的方式進行組合以實現所需功能。

【0193】例如，在以上實施例中包括在一個單元中的

多個功能可以由分開的裝置來實現。替選地，在以上實施例中由多個單元實現的多個功能可分別由分開的裝置來實現。另外，以上功能之一可由多個單元來實現。無需說，這樣的配置包括在本發明的技術範圍內。

【0194】在該說明書中，流程圖中所描述的步驟不僅包括以該順序按時間序列執行的處理，而且包括並行地或單獨地而不是必須按時間序列執行的處理。此外，甚至在按時間序列處理的步驟中，無需說，也可以適當地改變該順序。

【0195】此外，本發明可以具有如下所述的配置。

(1). 一種共存系統中的頻譜管理設備，該共存系統包括至少兩個使用不同的無線接入技術的無線接入網路，該頻譜管理設備包括處理電路，被配置為：

產生該共存系統的干擾重疊圖；以及

根據該干擾重疊圖為該至少兩個無線接入網路分配頻譜資源。

(2). 根據(1)所述的頻譜管理設備，其中，該干擾重疊圖中的節點表示次系統，兩個節點之間的邊表示與該兩個節點對應的兩個次系統之間存在干擾，並且

其中，該處理電路還被配置為根據該干擾重疊圖的以下參數中的至少一種來為該至少兩個無線接入網路分配頻譜資源：屬於各個無線接入網路的節點的數目、屬於各個無線接入網路的邊的數目以及屬於不同的無線接入網路的兩個節點之間的邊的數目。

(3). 根據(1)所述的頻譜管理設備，其中，該處理電路還被配置為：

根據該共存系統的干擾重疊圖確定該至少兩個無線接入網路的頻譜多工方式；以及

根據該頻譜多工方式為該至少兩個無線接入網路分配頻譜資源。

(4). 根據(3)所述的頻譜管理設備，其中，該頻譜多工方式包括：不進行頻譜多工、部分頻譜多工和完全頻譜多工。

(5). 根據(3)所述的頻譜管理設備，其中，該處理電路還被配置為：

根據該共存系統的干擾重疊圖確定為每個無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率；以及

根據為每個無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率為每個無線接入網路分配頻譜資源。

(6). 根據(5)所述的頻譜管理設備，其中，該處理電路還被配置為：

根據每個無線接入網路的通道需求確定為每個無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率。

(7). 根據(5)所述的頻譜管理設備，其中，該處理電路還被配置為：

利用機器學習確定為每個無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率。

(8). 根據(2)所述的頻譜管理設備，其中，該處理電

路還被配置為：

根據屬於不同的無線接入網路的兩個次系統之間的頻帶保護要求確定與該兩個次系統對應的兩個節點之間的邊的權重。

(9). 根據(1)所述的頻譜管理設備，其中，該處理電路還被配置為：

將該干擾重疊圖以及為該至少兩個無線接入網路分配的頻譜資源發送至該至少兩個無線接入網路的頻譜劃分設備。

(10). 根據(1)-(9)中任一項所述的頻譜管理設備，其中，該頻譜管理設備是頻譜接入系統SAS。

(11). 一種共存系統中的電子設備，該共存系統包括使用第一無線接入技術的第一無線接入網路和使用第二無線接入技術的第二無線接入網路，該第一無線接入網路包括該電子設備，該電子設備包括處理電路，被配置為：

從該共存系統中的頻譜管理設備接收該共存系統的干擾重疊圖以及根據該干擾重疊圖為該第一無線接入網路分配的頻譜資源和為該第二無線接入網路分配的頻譜資源；以及

根據該干擾重疊圖、為該第一無線接入網路分配的頻譜資源和為該第二無線接入網路分配的頻譜資源確定該共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案。

(12). 根據(11)所述的電子設備，其中，該處理電路還被配置為：

根據該干擾重疊圖、為該第一無線接入網路分配的頻譜資源和為該第二無線接入網路分配的頻譜資源確定表示為該共存系統中的次系統分配頻譜資源時的分配次序的分配序列；以及

根據該分配序列確定該共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案。

(13). 根據(12)所述的電子設備，其中，該處理電路還被配置為：

利用蟻群演算法確定該分配序列，其中，根據節點的通道需求和該干擾重疊圖的平均頻譜滿意度來確定節點之間的轉移概率。

(14). 根據(11)-(13)中任一項所述的電子設備，其中，該電子設備是頻譜劃分設備。

(15). 根據(14)所述的電子設備，其中，該處理電路還被配置為：

向該第二無線接入網路中的第二頻譜劃分設備發送該共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案；

從該第二頻譜劃分設備接收該第二頻譜劃分設備確定的該共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案；以及

根據該電子設備確定的頻譜資源分配方案和該第二頻譜劃分設備確定的頻譜資源分配方案來確定最終頻譜資源分配方案。

(16). 根據(14)所述的電子設備，其中，該處理電路還被配置為：

根據該共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案為該第一無線接入網路中的次系統劃分頻譜資源。

(17). 根據(14)所述的電子設備，其中，該頻譜劃分設備是共存管理器CxM。

(18). 根據(11)-(13)中任一項所述的電子設備，其中，該電子設備是次系統。

(19). 根據(18)所述的電子設備，其中，該處理電路還被配置為：

將該共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案發送至該第一無線接入網路中的頻譜劃分設備。

(20). 根據(18)所述的電子設備，其中，該次系統是公民寬頻無線業務設備CBSD。

(21). 一種由共存系統中的頻譜管理設備執行的無線通信方法，該共存系統包括至少兩個使用不同的無線接入技術的無線接入網路，該無線通信方法包括：

產生該共存系統的干擾重疊圖；以及

根據該干擾重疊圖為該至少兩個無線接入網路分配頻譜資源。

(22). 根據(21)所述的無線通信方法，其中，該干擾重疊圖中的節點表示次系統，兩個節點之間的邊表示與該兩個節點對應的兩個次系統之間存在干擾，並且

其中，該無線通信方法還包括根據該干擾重疊圖的以下參數中的至少一種來為該至少兩個無線接入網路分配頻譜資源：屬於各個無線接入網路的節點的數目、屬於各個

無線接入網路的邊的數目以及屬於不同的無線接入網路的兩個節點之間的邊的數目。

(23). 根據(21)所述的無線通信方法，其中，為該至少兩個無線接入網路分配頻譜資源包括：

根據該共存系統的干擾重疊圖確定該至少兩個無線接入網路的頻譜多工方式；以及

根據該頻譜多工方式為該至少兩個無線接入網路分配頻譜資源。

(24). 根據(23)所述的無線通信方法，其中，該頻譜多工方式包括：不進行頻譜多工、部分頻譜多工和完全頻譜多工。

(25). 根據(23)所述的無線通信方法，其中，為該至少兩個無線接入網路分配頻譜資源包括：

根據該共存系統的干擾重疊圖確定為每個無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率；以及

根據為每個無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率為每個無線接入網路分配頻譜資源。

(26). 根據(25)所述的無線通信方法，其中，該無線通信方法還包括：

根據每個無線接入網路的通道需求確定為每個無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率。

(27). 根據(25)所述的無線通信方法，其中，該無線通信方法還包括：

利用機器學習確定為每個無線接入網路分配的頻譜資

源占總頻譜資源的比率。

(28). 根據(22)所述的無線通信方法，其中，該無線通信方法還包括：

根據屬於不同的無線接入網路的兩個次系統之間的頻帶保護要求確定與該兩個次系統對應的兩個節點之間的邊的權重。

(29). 根據(21)所述的無線通信方法，其中，該無線通信方法還包括：

將該干擾重疊圖以及為該至少兩個無線接入網路分配的頻譜資源發送至該至少兩個無線接入網路的頻譜劃分設備。

(30). 根據(21)-(29)中任一項所述的無線通信方法，其中，該頻譜管理設備是頻譜接入系統SAS。

(31). 一種由共存系統中的電子設備執行的無線通信方法，該共存系統包括使用第一無線接入技術的第一無線接入網路和使用第二無線接入技術的第二無線接入網路，該第一無線接入網路包括該電子設備，該無線通信方法包括：

從該共存系統中的頻譜管理設備接收該共存系統的干擾重疊圖以及根據該干擾重疊圖為該第一無線接入網路分配的頻譜資源和為該第二無線接入網路分配的頻譜資源；以及

根據該干擾重疊圖、為該第一無線接入網路分配的頻譜資源和為該第二無線接入網路分配的頻譜資源確定該共

存系統中的次系統的頻譜資源分配方案。

(32). 根據(31)所述的無線通信方法，其中，確定該共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案包括：

根據該干擾重疊圖、為該第一無線接入網路分配的頻譜資源和為該第二無線接入網路分配的頻譜資源確定表示為該共存系統中的次系統分配頻譜資源時的分配次序的分配序列；以及

根據該分配序列確定該共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案。

(33). 根據(32)所述的無線通信方法，其中，確定分配序列包括：

利用蟻群演算法確定該分配序列，其中，根據節點的通道需求和該干擾重疊圖的平均頻譜滿意度來確定節點之間的轉移概率。

(34). 根據(31)-(33)中任一項所述的無線通信方法，其中，該電子設備是頻譜劃分設備。

(35). 根據(34)所述的無線通信方法，其中，該無線通信方法還包括：

向該第二無線接入網路中的第二頻譜劃分設備發送該共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案；

從該第二頻譜劃分設備接收該第二頻譜劃分設備確定的該共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案；以及

根據該電子設備確定的頻譜資源分配方案和該第二頻譜劃分設備確定的頻譜資源分配方案來確定最終頻譜資源

分配方案。

(36). 根據(34)所述的無線通信方法，其中，該無線通信方法還包括：

根據該共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案為該第一無線接入網路中的次系統劃分頻譜資源。

(37). 根據(34)所述的無線通信方法，其中，該頻譜劃分設備是共存管理器CxM。

(38). 根據(31)-(33)中任一項所述的無線通信方法，其中，該電子設備是次系統。

(39). 根據(38)所述的無線通信方法，其中，該無線通信方法還包括：

將該共存系統中的次系統的頻譜資源分配方案發送至該第一無線接入網路中的頻譜劃分設備。

(40). 根據(38)所述的無線通信方法，其中，該次系統是公民寬頻無線業務設備CBSD。

(41). 一種電腦可讀取儲存介質，包括可執行電腦指令，該可執行電腦指令當被電腦執行時使得該電腦執行根據(21)-(40)中任一項所述的無線通信方法。

【0196】 以上雖然結合圖式詳細描述了本發明的實施例，但是應當明白，上面所描述的實施方式只是用於說明本發明，而並不構成對本發明的限制。對於本領域的技術人員來說，可以對上述實施方式作出各種修改和變更而沒有背離本發明的實質和範圍。因此，本發明的範圍僅由所附的申請專利範圍及其等效含義來限定。

【符號說明】

【0197】

- 300：頻譜管理設備
- 310：產生單元
- 320：分配單元
- 330：確定單元
- 340：通信單元
- 600、700：電子設備
- 610、710：通信單元
- 620、720：確定單元
- 630：分配單元
- S801~S814：步驟
- S901~S911：步驟
- S1001~S1020：步驟
- S1110、S1120：步驟
- S1210、S1220：步驟
- 1300：伺服器
- 1301：處理器
- 1302：記憶體
- 1303：儲存裝置
- 1304：網路介面
- 1305：有線通信網路
- 1306：匯流排

- 1400、1530：eNB
- 1410、1540：天線
- 1420、1550：基站設備
- 1421、1551：控制器
- 1422、1552：記憶體
- 1423、1553：網路介面
- 1424：核心網
- 1425、1555、1563：無線通信介面
- 1426、1556：基帶(BB)處理器
- 1427、1564：RF電路
- 1557、1561：連接介面
- 1560：RRH

【發明申請專利範圍】

【第 1 項】

一種共存系統中的頻譜管理設備，該共存系統包括至少兩個使用不同的無線接入技術的無線接入網路，該頻譜管理設備包括處理電路，被配置為：

產生該共存系統的干擾重疊圖；以及

根據該干擾重疊圖為該至少兩個無線接入網路分配頻譜資源，

其中，該干擾重疊圖中的節點表示次系統，兩個節點之間的邊表示與該兩個節點對應的兩個次系統之間存在干擾，並且

其中，該處理電路還被配置為根據該干擾重疊圖的以下參數中的至少一種來為該至少兩個無線接入網路分配頻譜資源：屬於各個無線接入網路的節點的數目、屬於各個無線接入網路的邊的數目以及屬於不同的無線接入網路的兩個節點之間的邊的數目。

【第 2 項】

根據請求項 1 所述的頻譜管理設備，其中，該處理電路還被配置為：

根據該共存系統的干擾重疊圖確定該至少兩個無線接入網路的頻譜多工方式；以及

根據該頻譜多工方式為該至少兩個無線接入網路分配頻譜資源。

【第 3 項】

根據請求項 2 所述的頻譜管理設備，其中，該頻譜多工方式包括：不進行頻譜多工、部分頻譜多工和完全頻譜多工。

【第 4 項】

根據請求項 2 所述的頻譜管理設備，其中，該處理電路還被配置為：

根據該共存系統的干擾重疊圖確定為每個無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率；以及

根據為每個無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率為每個無線接入網路分配頻譜資源。

【第 5 項】

根據請求項 4 所述的頻譜管理設備，其中，該處理電路還被配置為：

根據每個無線接入網路的通道需求確定為每個無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率。

【第 6 項】

根據請求項 4 所述的頻譜管理設備，其中，該處理電路還被配置為：

利用機器學習確定為每個無線接入網路分配的頻譜資源占總頻譜資源的比率。

【第 7 項】

根據請求項 1 所述的頻譜管理設備，其中，該處理電路還被配置為：

根據屬於不同的無線接入網路的兩個次系統之間的頻

帶保護要求確定與該兩個次系統對應的兩個節點之間的邊的權重。

【第 8 項】

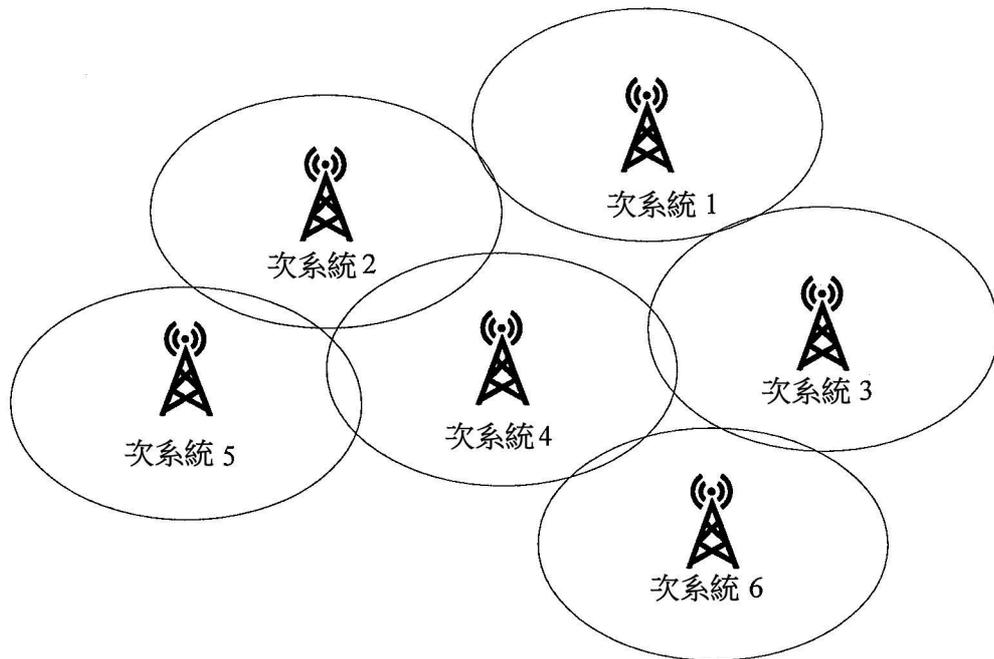
根據請求項 1 所述的頻譜管理設備，其中，該處理電路還被配置為：

將該干擾重疊圖以及為該至少兩個無線接入網路分配的頻譜資源發送至該至少兩個無線接入網路的頻譜劃分設備。

【第 9 項】

根據請求項 1-8 中任一項所述的頻譜管理設備，其中，該頻譜管理設備是頻譜接入系統 SAS。

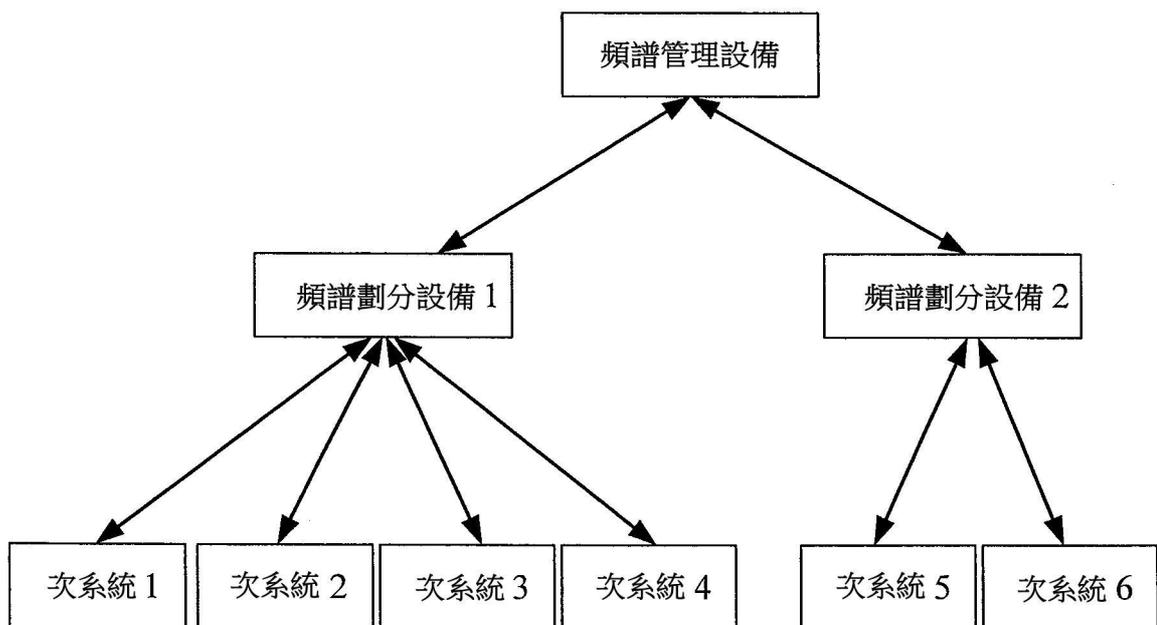
【發明圖式】



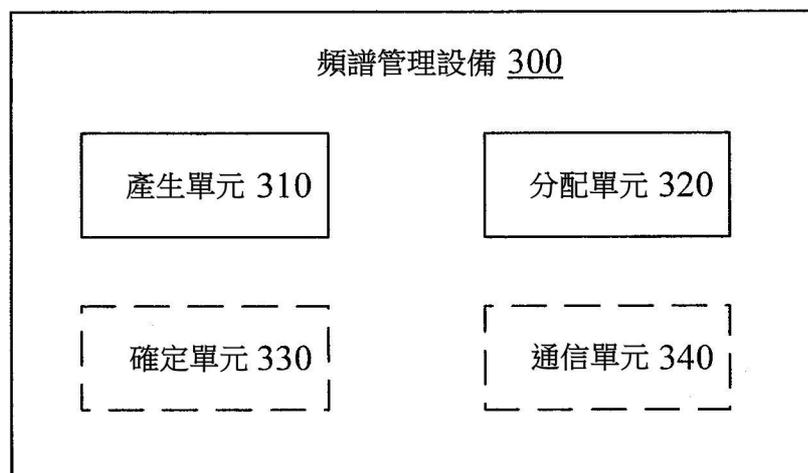
次系統 1-次系統 4: RAT1

次系統 5-次系統 6: RAT2

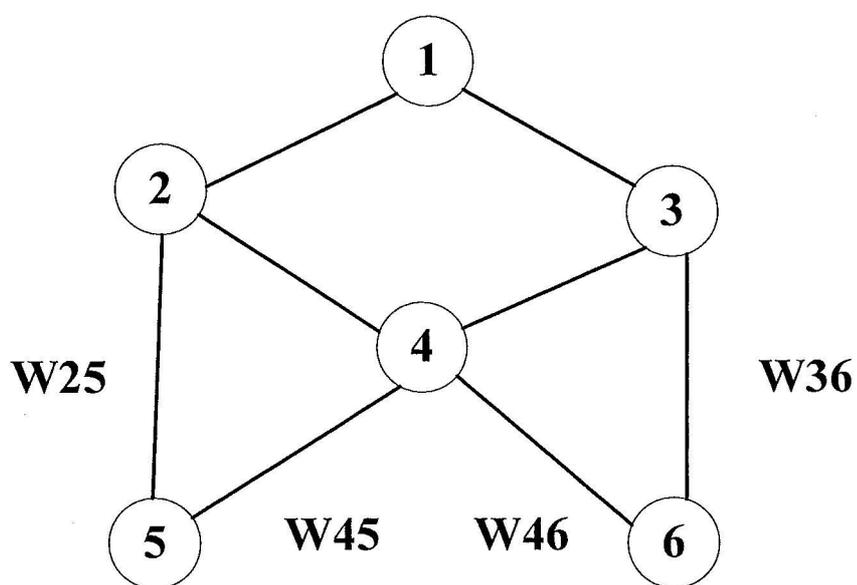
【圖 1】



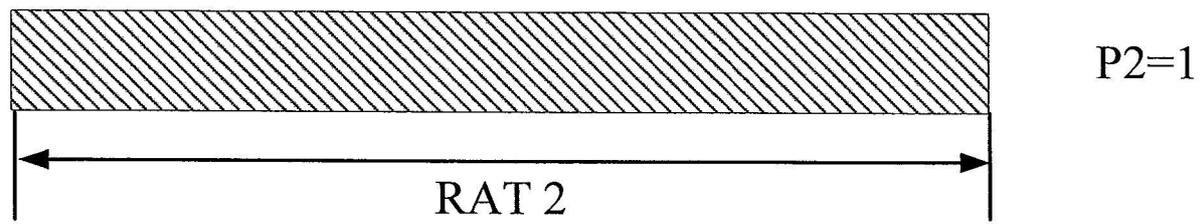
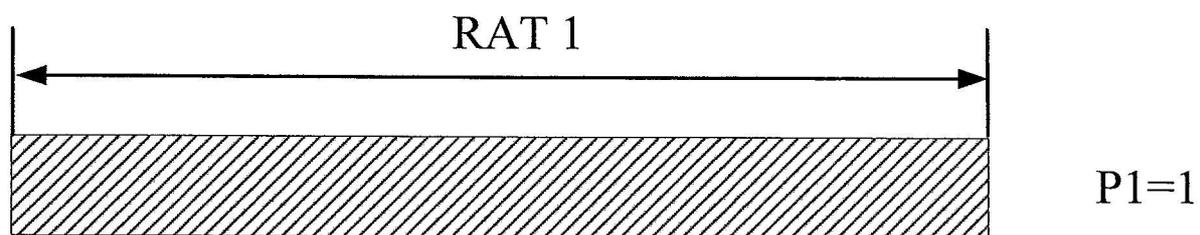
【圖 2】



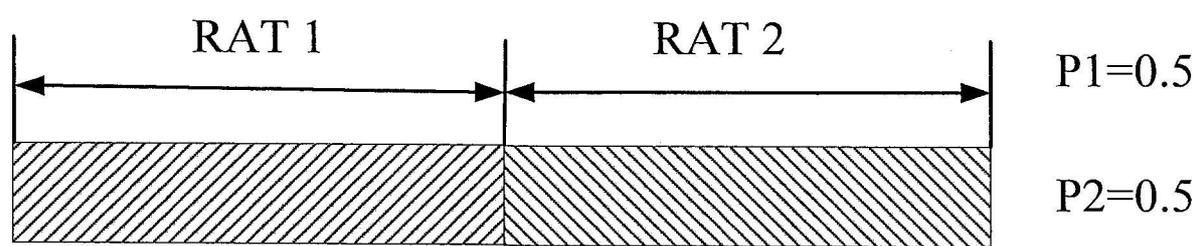
【圖 3】



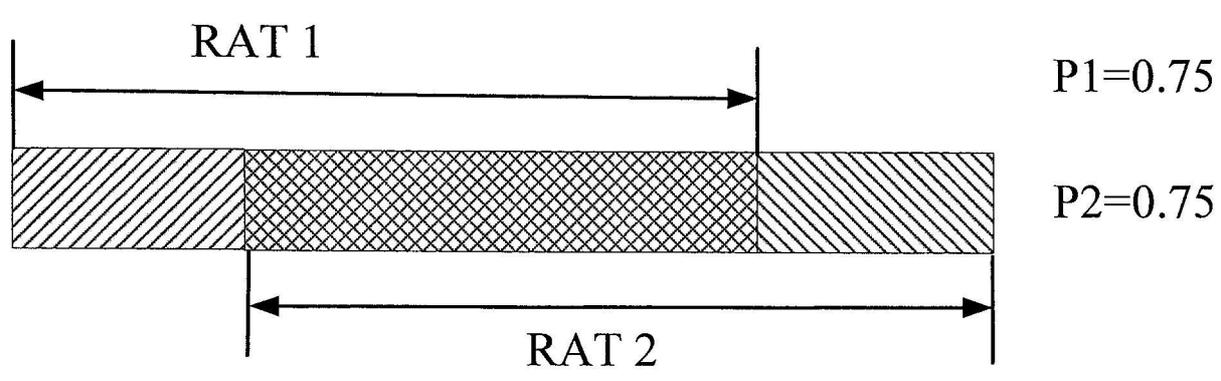
【圖 4】



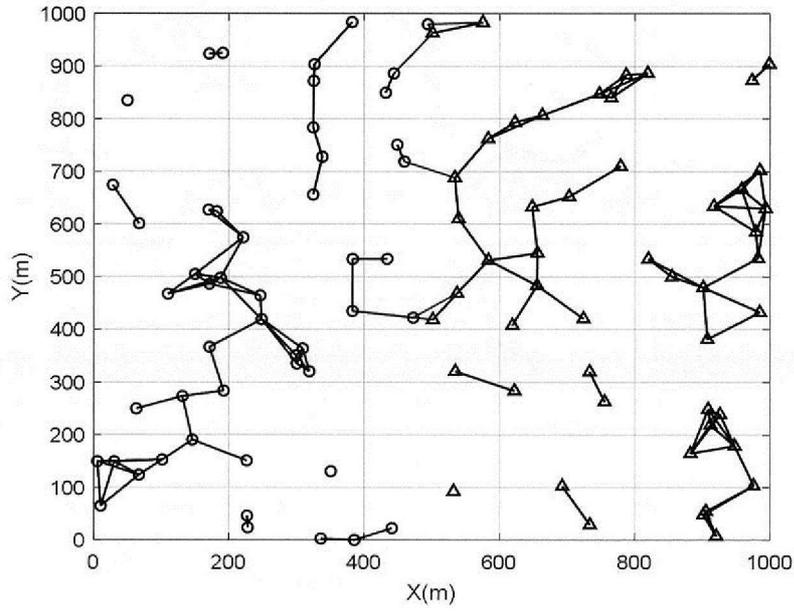
【圖 5(a)】



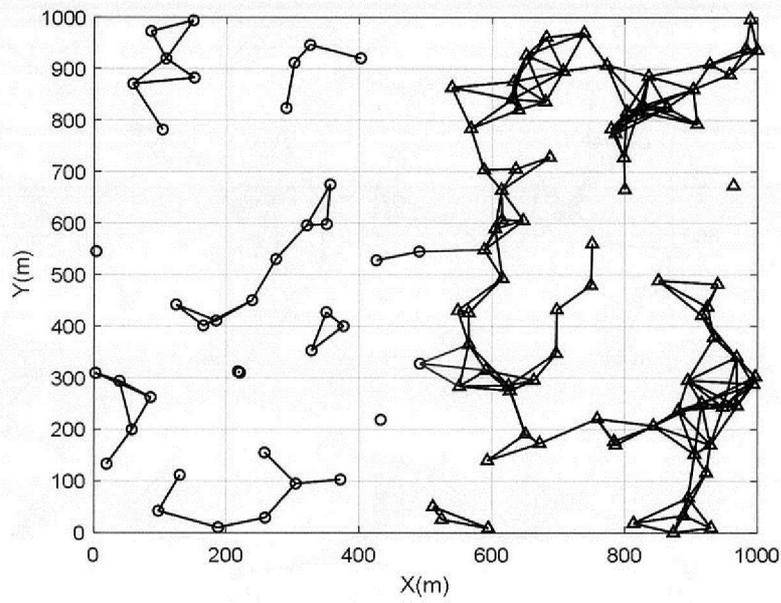
【圖 5(b)】



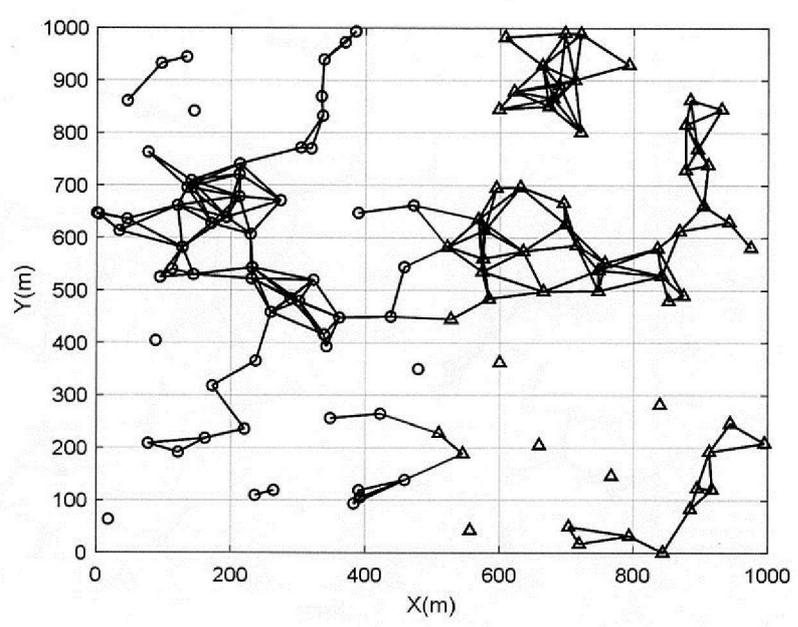
【圖 5(c)】



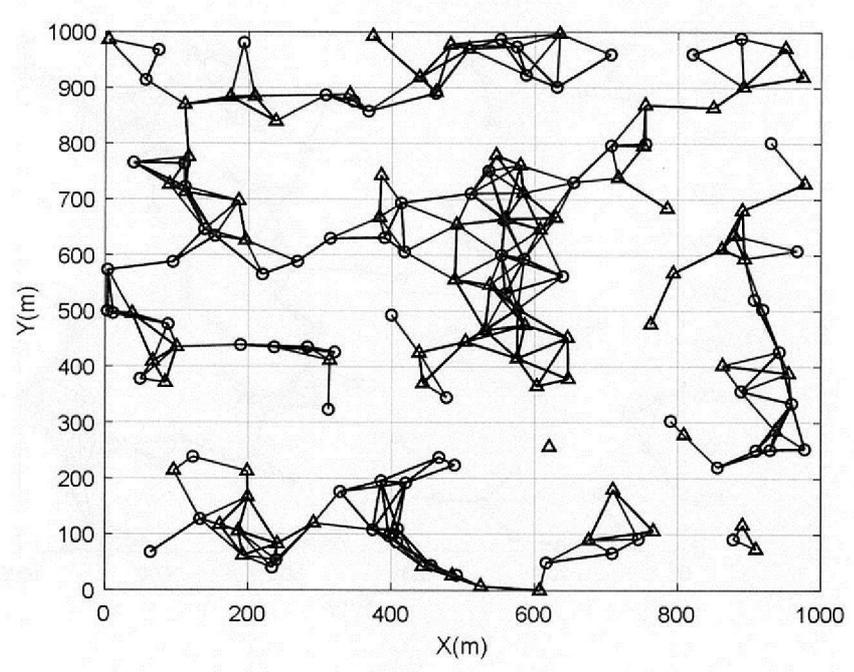
【圖 6(a)】



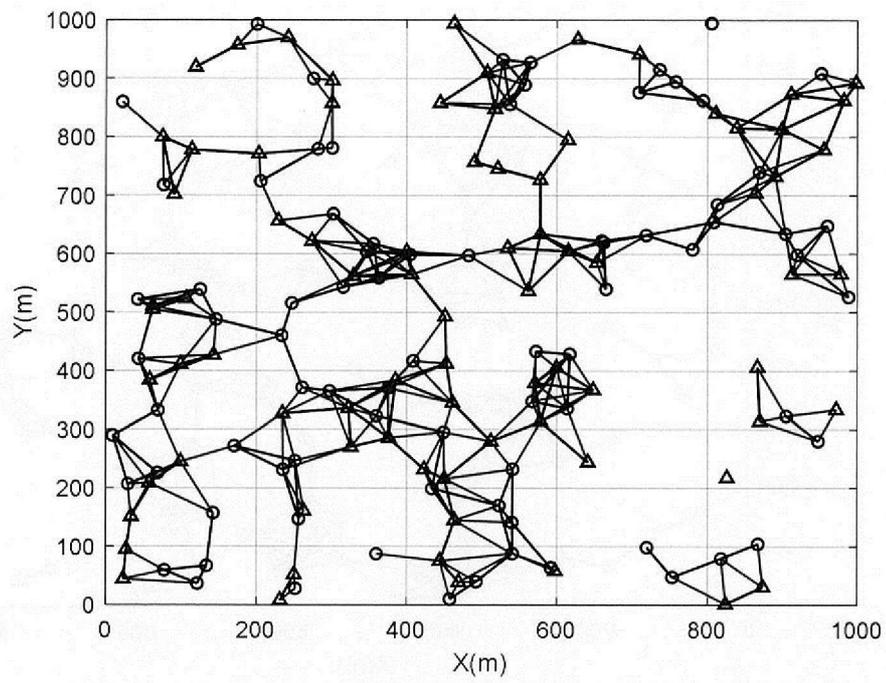
【圖 6(b)】



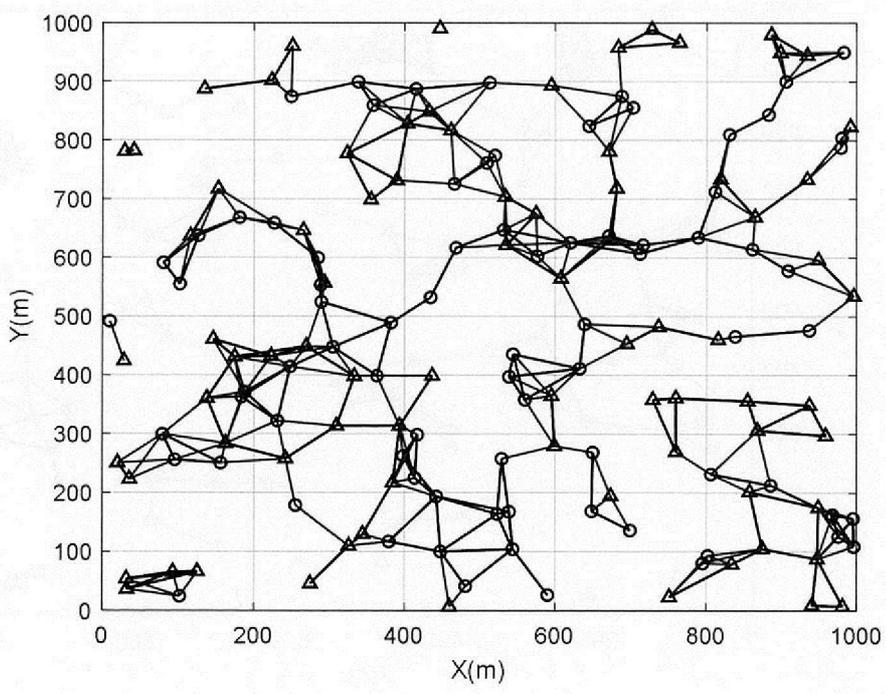
【圖 6(c)】



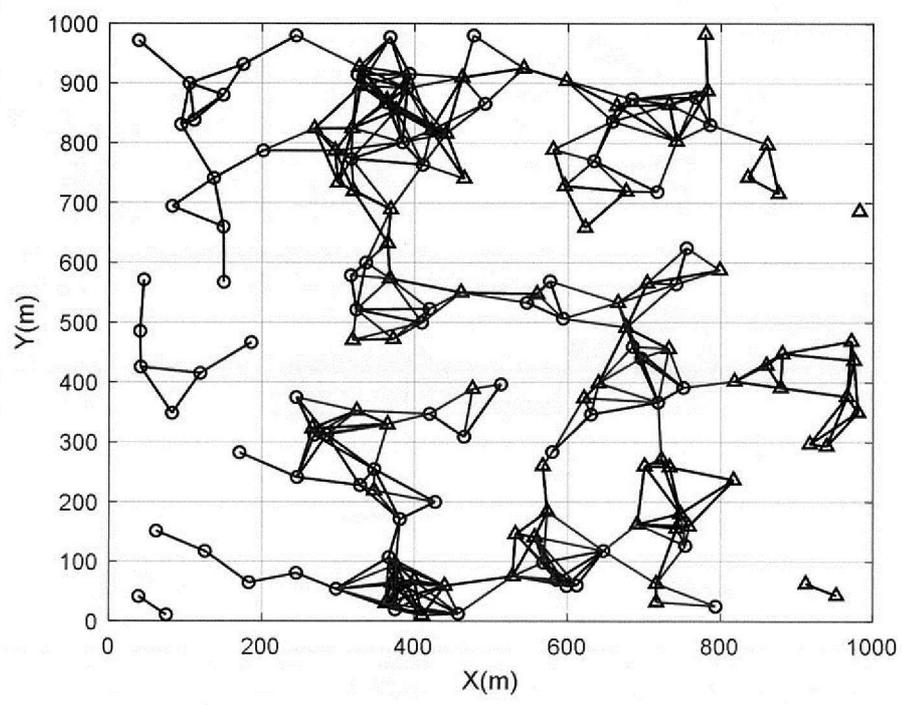
【圖 7(a)】



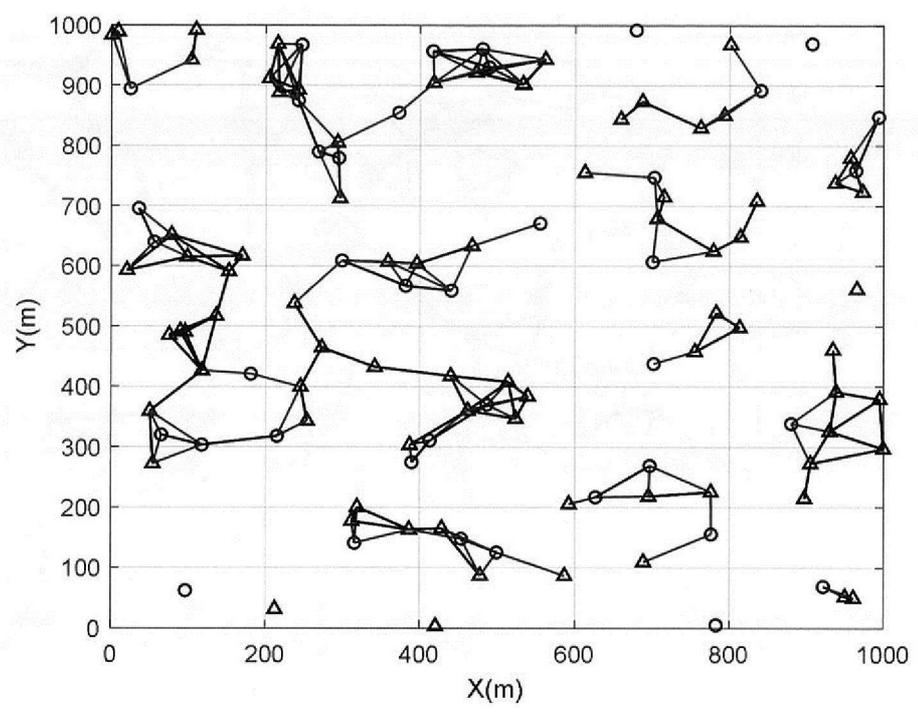
【圖 7(b)】



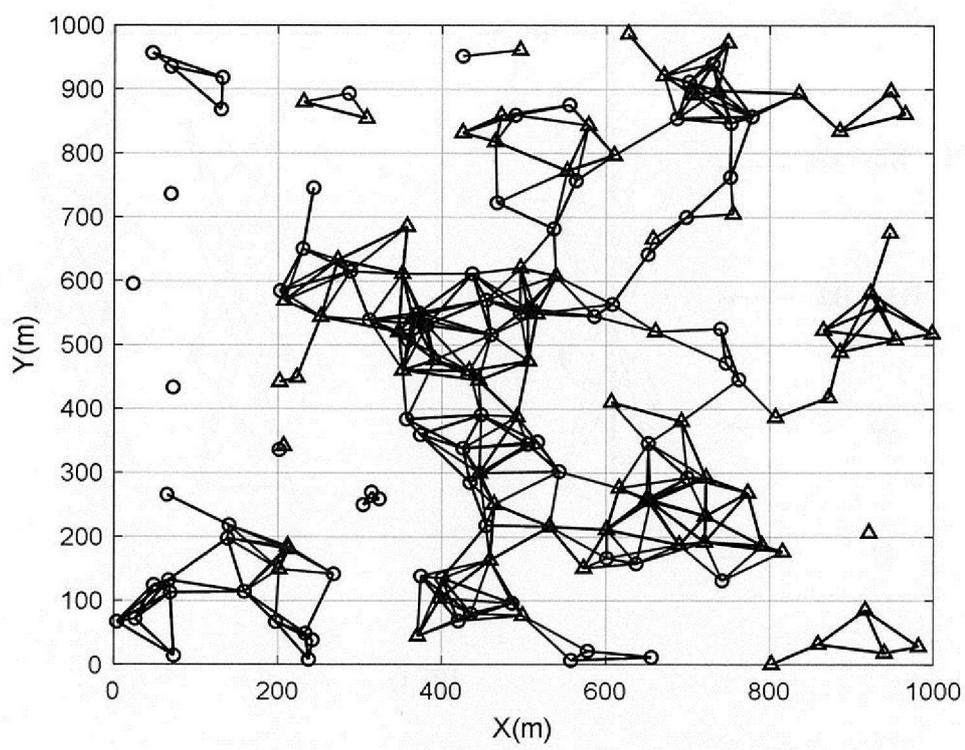
【圖 7(c)】



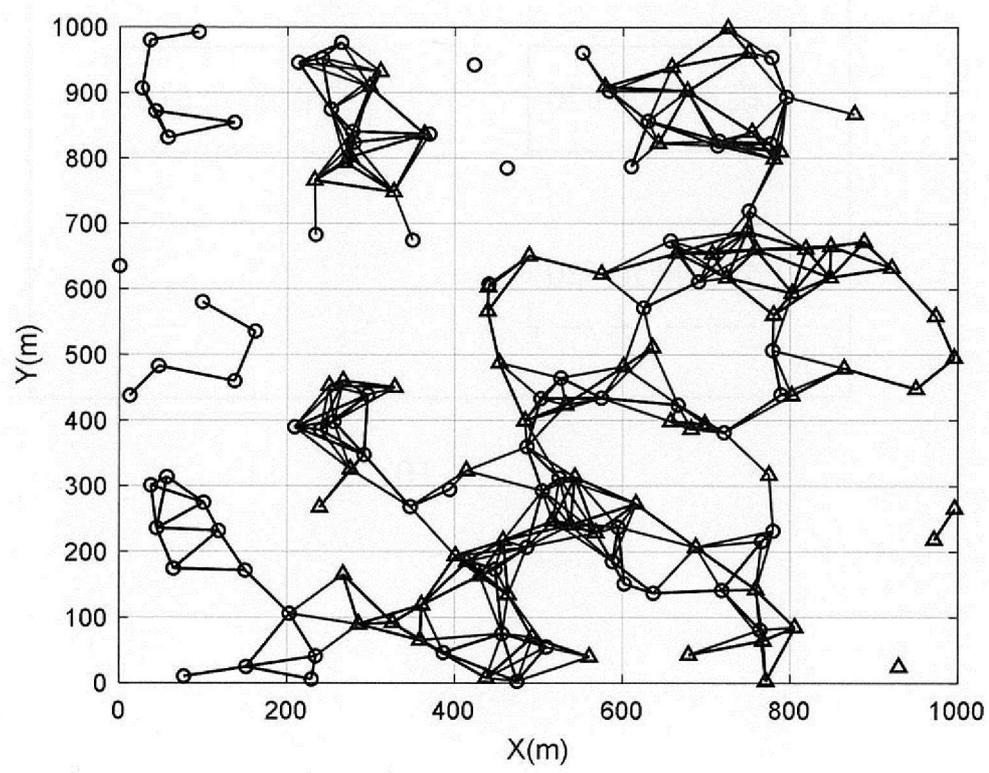
【圖 8(a)】



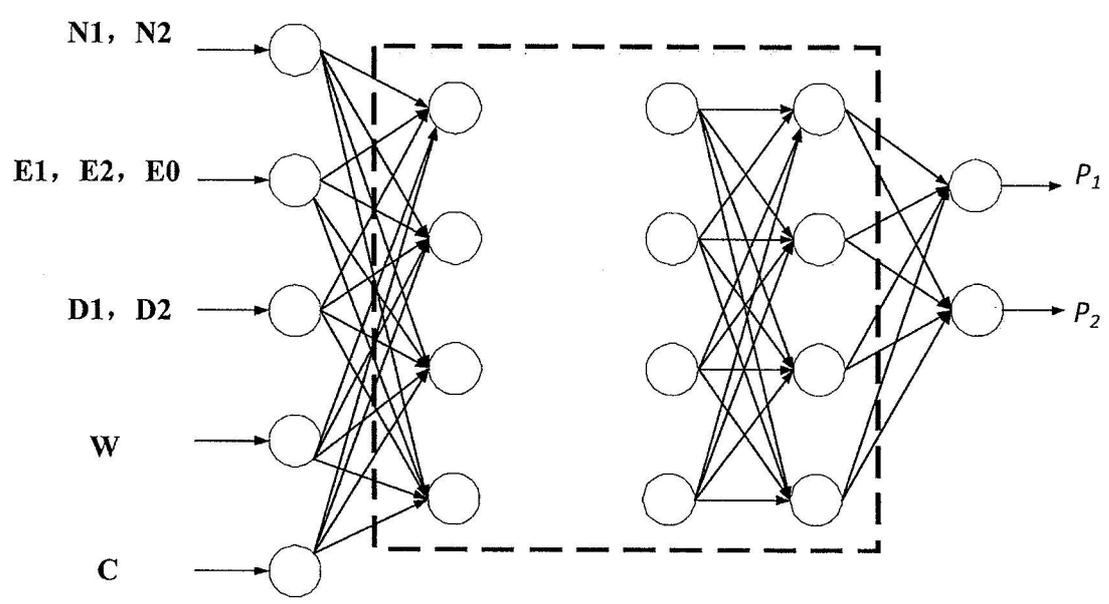
【圖 8(b)】



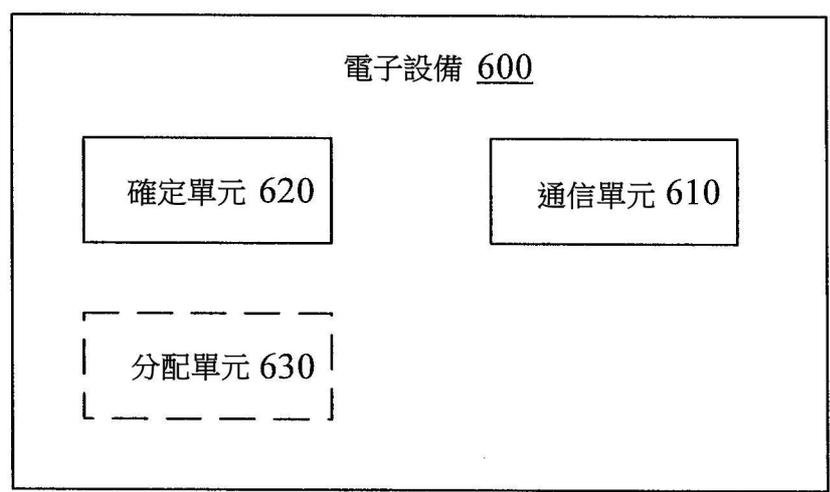
【圖 8(c)】



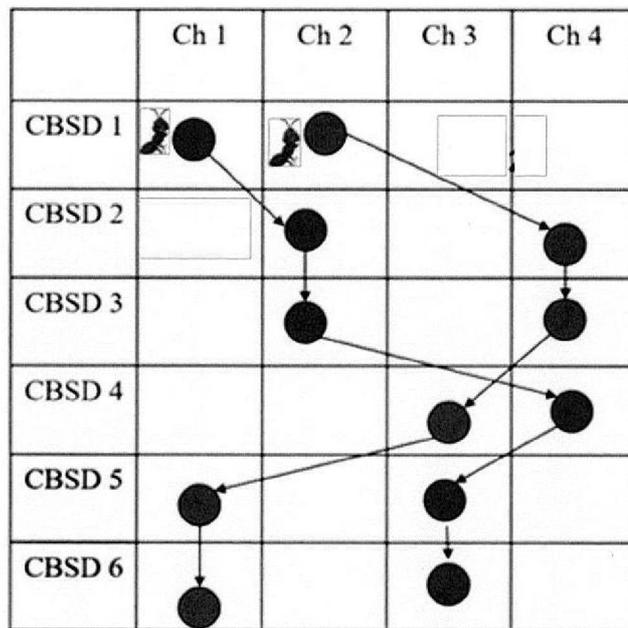
【圖 8(d)】



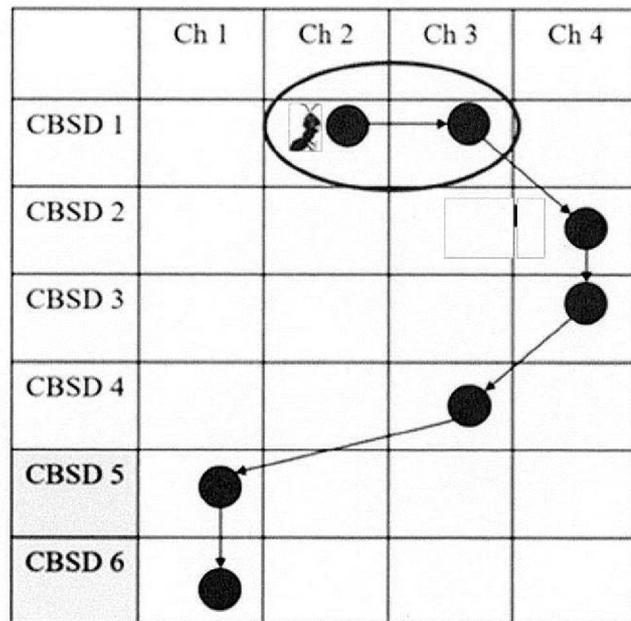
【圖 9】



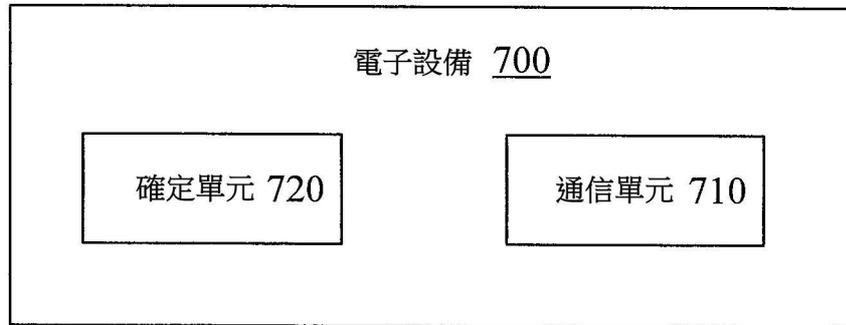
【圖 10】



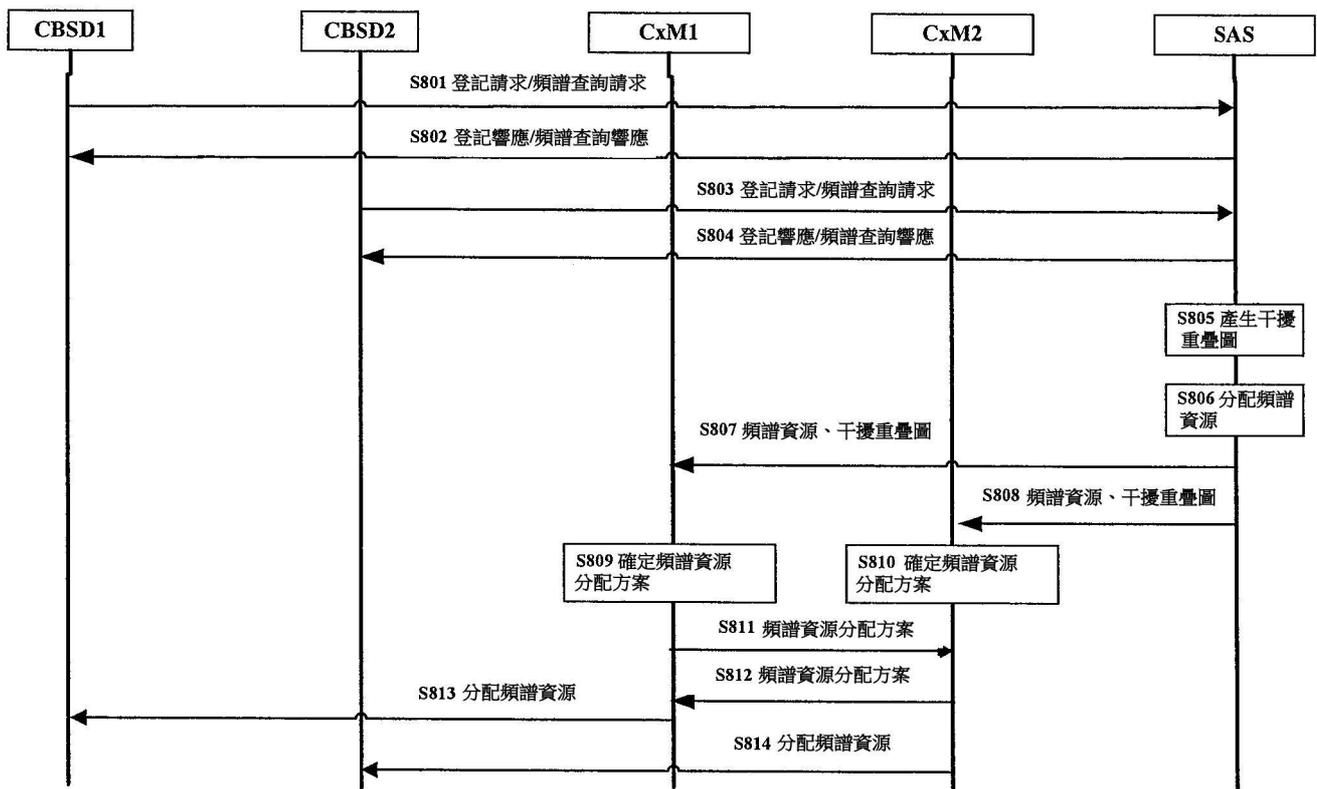
【圖 11(a)】



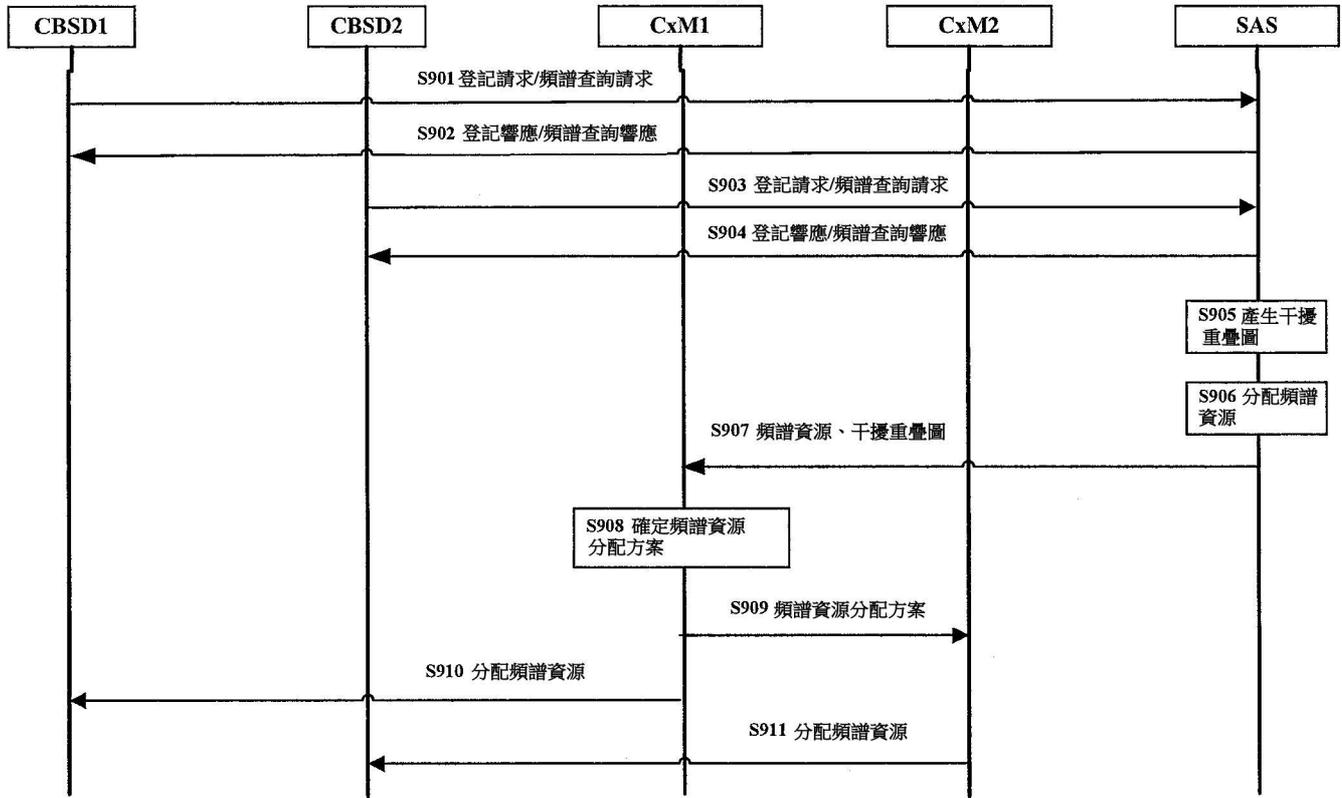
【圖 11(b)】



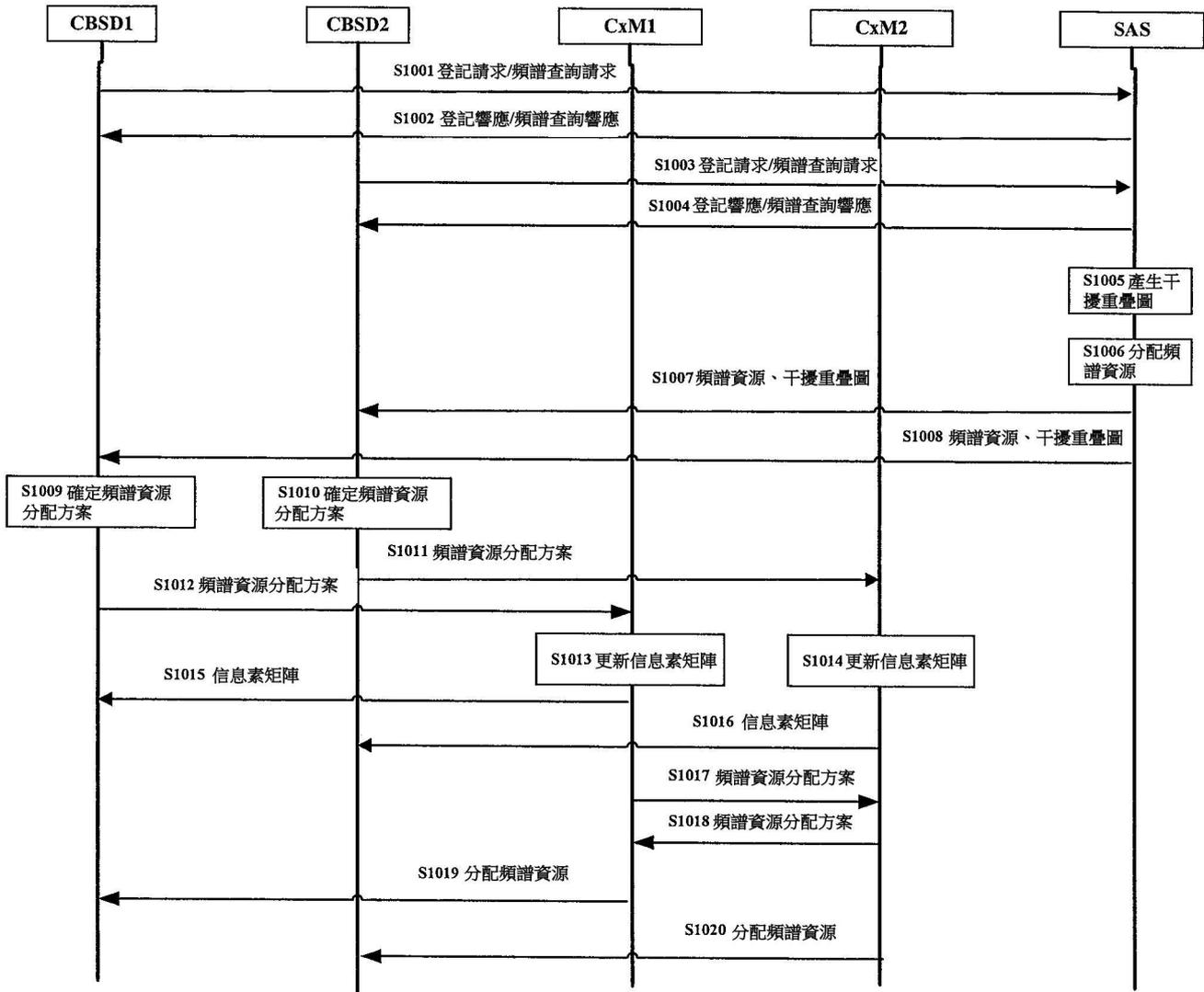
【圖 12】



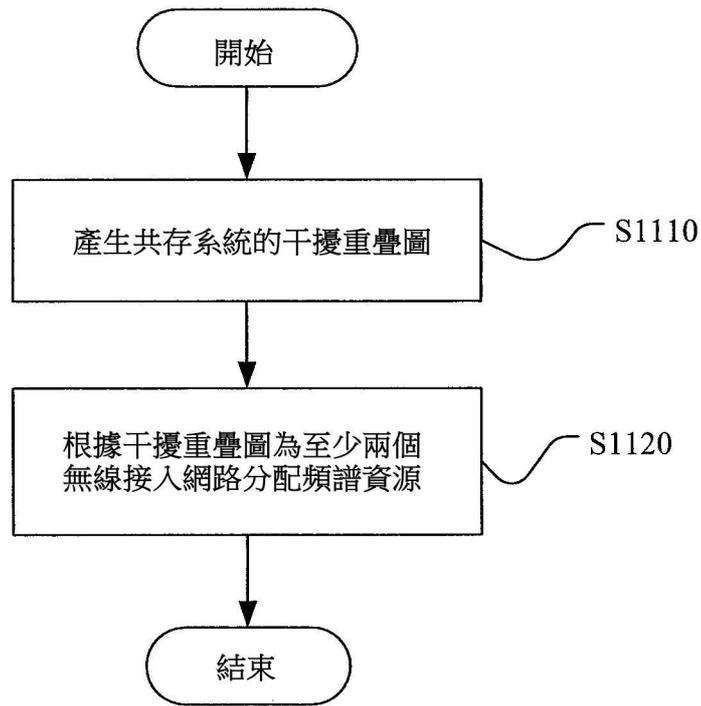
【圖 13】



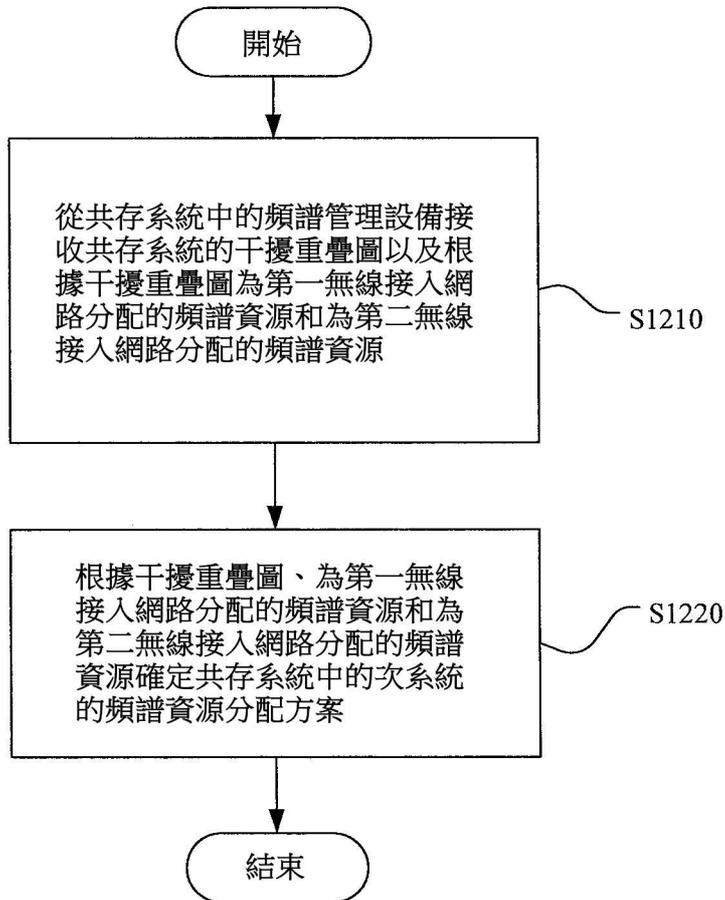
【圖 14】



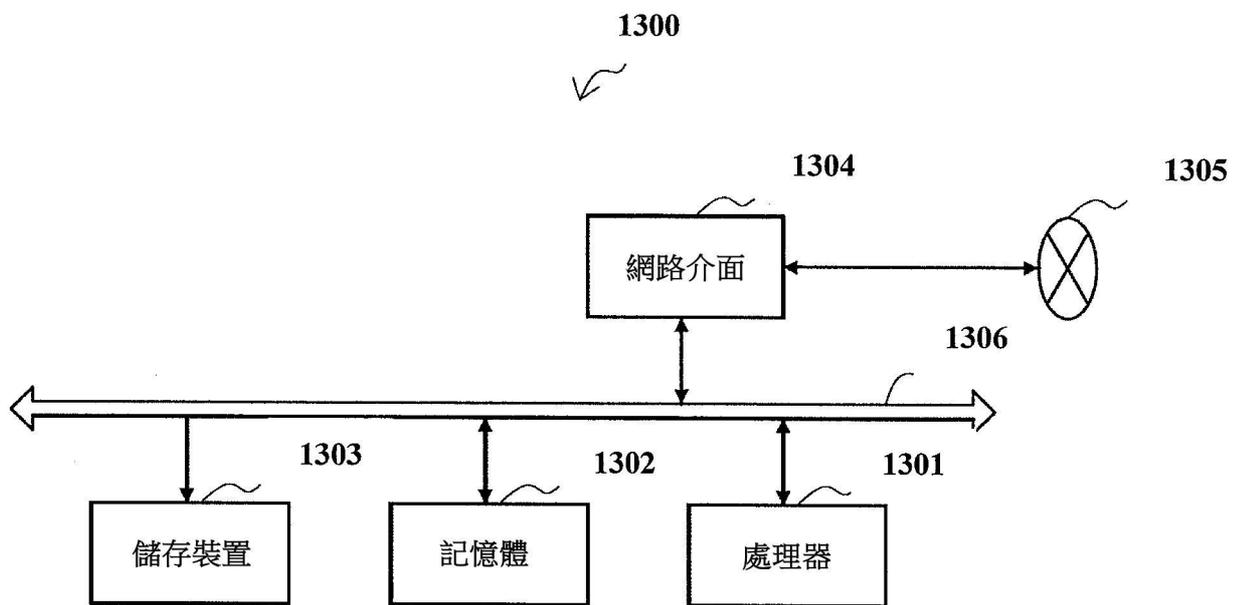
【圖 15】



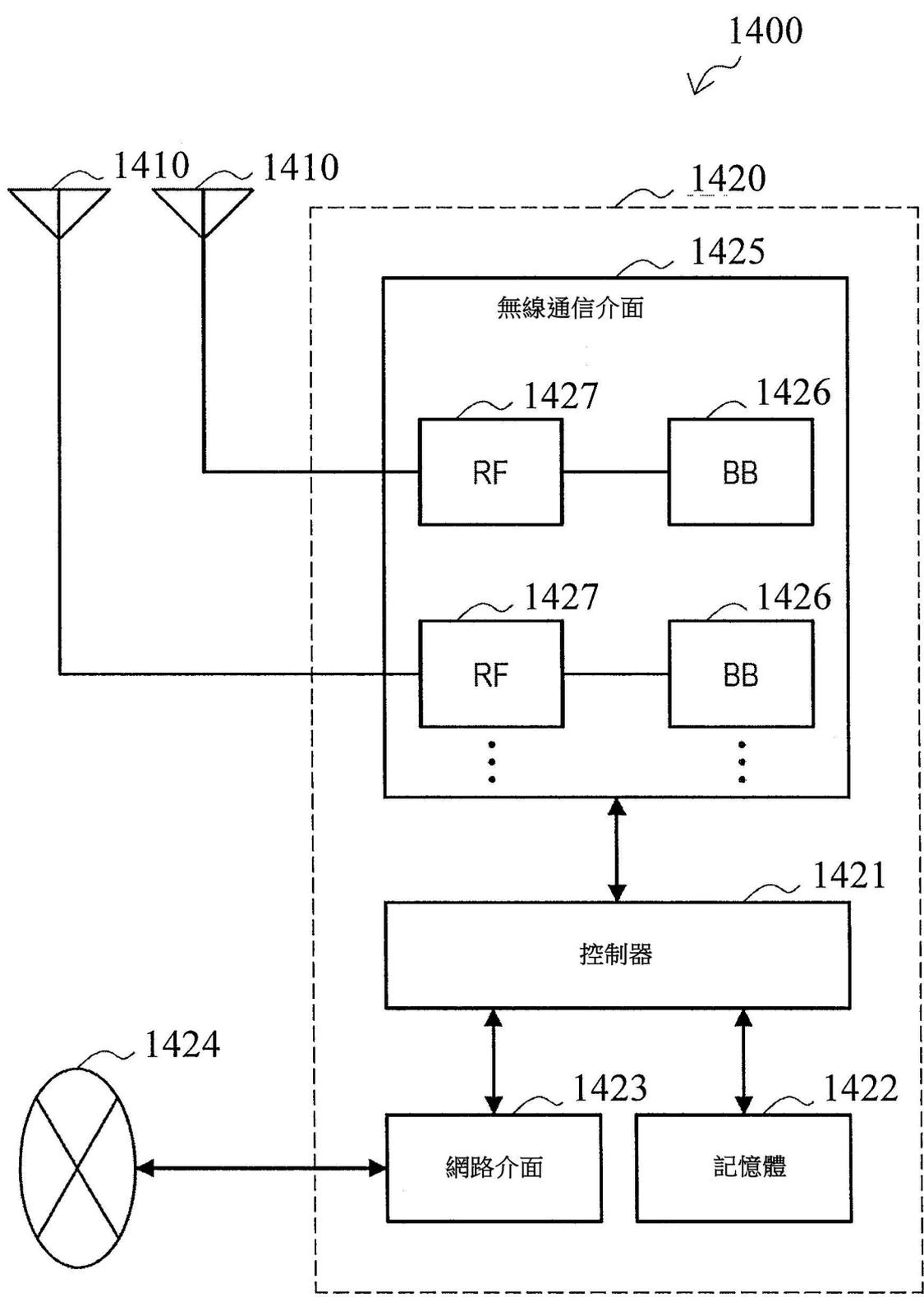
【圖 16】



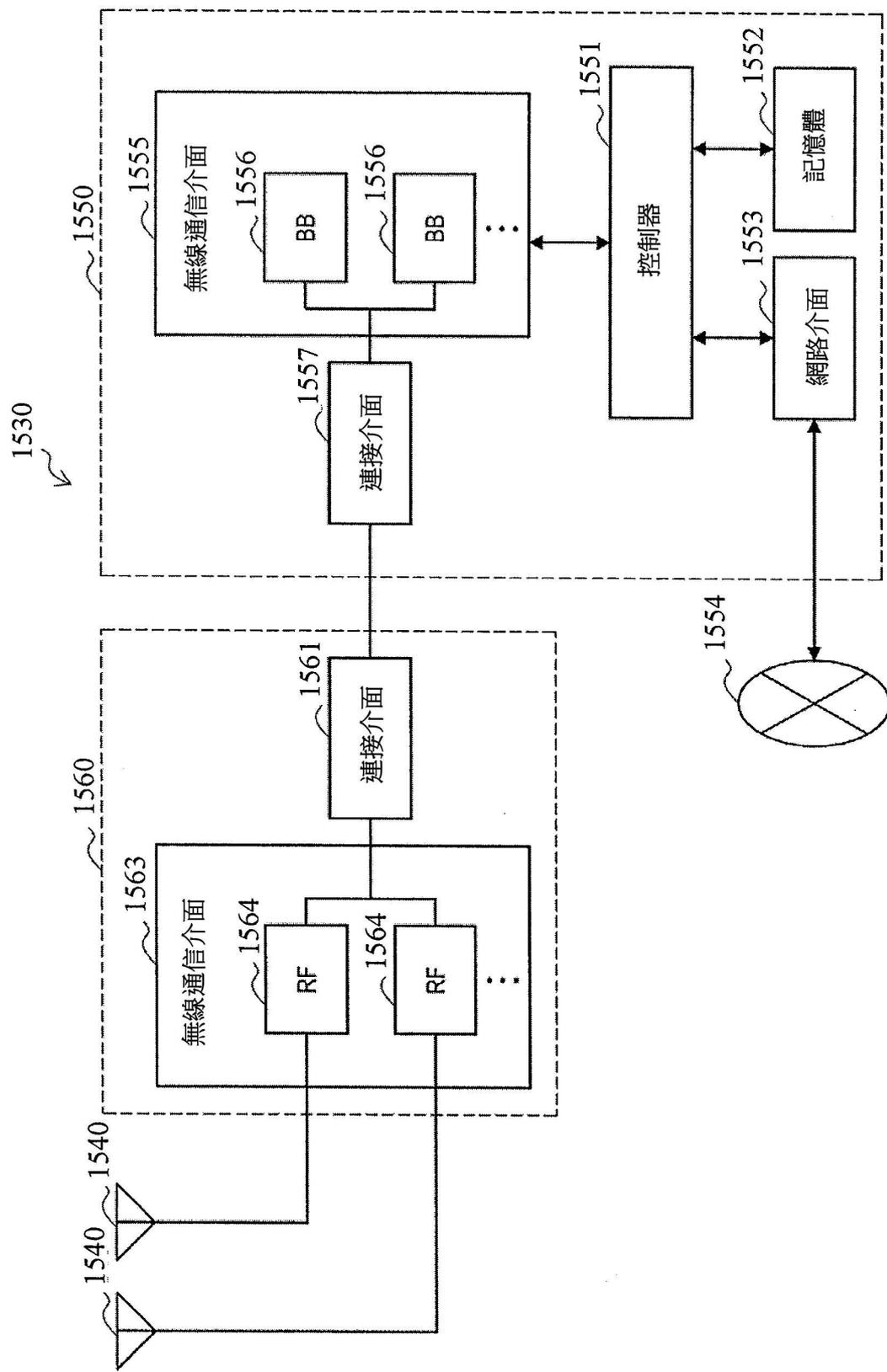
【圖 17】



【圖 18】



【圖 19】



【圖 20】