



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105230059 B

(45)授权公告日 2019.07.02

(21)申请号 201480026105.2

(72)发明人 M·卡莱迪 G·纳蒂尼

(22)申请日 2014.05.08

D·萨贝拉 G·斯蒂 A·维迪斯

(65)同一申请的已公布的文献号

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

申请公布号 CN 105230059 A

利商标事务所 11038

(43)申请公布日 2016.01.06

代理人 罗亚男

(30)优先权数据

(51)Int.Cl.

MI2013A000756 2013.05.09 IT

H04W 16/10(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

H04W 72/08(2006.01)

2015.11.09

(56)对比文件

(86)PCT国际申请的申请数据

CN 1665228 A, 2005.09.07,

PCT/EP2014/059419 2014.05.08

US 2010/0317364 A, 2010.12.16,

(87)PCT国际申请的公布数据

CN 102144425 A, 2011.08.03,

W02014/180940 EN 2014.11.13

审查员 项丹丹

(73)专利权人 意大利电信股份公司

权利要求书4页 说明书16页 附图8页

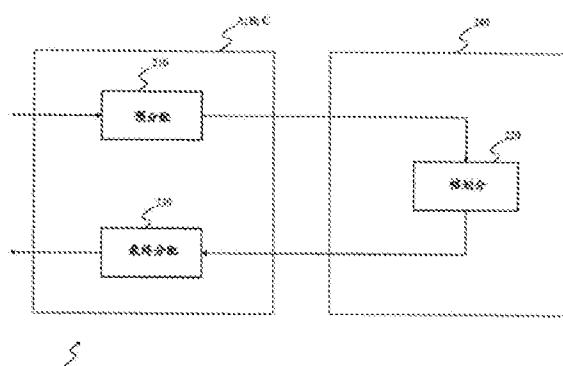
地址 意大利米兰

(54)发明名称

调度无线电资源的方法

(57)摘要

蜂窝系统中的动态资源划分。将传输帧细分为多个干扰子带，每个干扰子带对应于一个集群禁止条件，由此在子带上一次允许集群的三个天线中的仅一个或仅两个天线或者该集群的所有天线发送/接收。资源划分方法由三个步骤构成。在第一步即预分配(210)中，集群的每个天线计算资源分配方案，并向主单元提供针对每个干扰子带请求的资源块的数量，以服务于其覆盖区域内的用户。在第二步即帧划分(220)中，所述主单元在收集来自集群中所有天线的方案之后，检查这些方案在传输帧内是否相互兼容。如果它们不兼容，则主单元通过减少每个天线的资源块的数量来调整方案，直至这些方案在帧内相互兼容。然后主单元基于所收集的方案或者基于经调整的方案，通过设置每个干扰子带的资源块的数量，而相应地划分传输帧。在第三步即最终分配(230)中，集群的每个天线基于由主单元执行的传输帧划分，将资源块分配至UE。



1. 一种用于在蜂窝网络(100)上分配传输帧的资源块的方法(200),所述蜂窝网络(100)包括天线集群(A,B,C)和所述集群的主单元(240),其中,每个集群的每个天线(A,B,C)配置成在对应的小区(110(A),110(B),110(C))上提供无线电覆盖来与和所述天线(A,B,C)相通信的对应的用户设备(120)交换数据,并且其中,在传输帧期间,所述集群的天线(A,B,C)配置成根据多个集群禁止条件选择性地被激活或被禁止,该方法包括以下步骤:

-在集群的每个天线(A,B,C)处:

a) 将所述传输帧细分为多个干扰子带,每一个所述干扰子带对应于所述多个集群禁止条件中的一个集群禁止条件,并且每一个所述干扰子带包括所述传输帧的相应一组资源块,以及

b) 计算相应的资源块分配方案,针对其中所述天线在工作的每个集群禁止条件提供由所述天线请求的、将被指派给与所述集群禁止条件相对应的干扰子带的资源块的数量;

-在所述集群的主单元(240)处:

c) 收集所述集群的天线(A,B,C)的资源块分配方案;

d) 检查所述资源块分配方案在所述传输帧内是否相互兼容;

e) 当所述资源块分配方案在所述传输帧内不相互兼容时,调整所述资源块分配方案,所述调整包括减少由每个天线请求的、将被指派给所述干扰子带的资源块的数量,直到它们在所述传输帧内变得相互兼容,及

f) 当所述资源块分配方案与所述传输帧不相互兼容时,基于调整的资源块分配方案,通过设置每个干扰子带的资源块的数量,来划分所述传输帧;

g) 当所述资源块分配方案与所述传输帧相互兼容时,基于从所述集群的天线接收的所述资源块分配方案,通过设置每个干扰子带的数量,来划分所述传输帧;

-在所述集群的每个天线(A,B,C)处:

h) 基于由所述主单元(240)执行的传输帧划分,向所述用户设备(120)分配所述传输帧的对应资源块。

2. 如权利要求1所述的方法(200),其中所述计算相应的资源块分配方案包括,计算在所述多个集群禁止条件中的所述集群禁止条件期间在资源块中所述对应的用户设备(120)能够与所述天线交换的数据量,以及基于所述计算出的数据量相应地计算所述相应的资源块分配方案。

3. 如权利要求2所述的方法(200),其中,所述计算在资源块中所述用户设备(120)能够与所述天线交换的数据量包括,通过由所述用户设备提供的信道质量指标推断所述数据量,所述信道质量指标表示所述小区的无线信道的通信质量。

4. 如权利要求1、2或3所述的方法(200),所述检查所述资源块分配方案在所述传输帧内是否相互兼容包括:

针对所述集群中的每个天线(A,B,C),验证由所述天线请求的资源块的数量与源于来自其它天线的请求但所述天线不得不被禁止而不能使用的资源块的数量的和没有超过组成所述传输帧的资源块的总数;以及,

验证用于满足来自与如下集群禁止条件相对应的集群的所有天线的全部请求所需的资源块的整体数量没有超过组成所述传输帧的资源块的总数,其中在所述集群禁止条件中所述集群中的至少一个所述天线被禁止。

5. 如权利要求4所述的方法(200),其中,所述划分所述传输帧包括,如果对于所述集群中的每个天线,满足该天线的资源块分配方案和与其中所述天线不得不被禁止的集群禁止条件相对应的集群中的其它天线的请求是可能的,则按照以下方式向所述天线授予分配对应资源块的可能性,即改善经所述天线的请求与其相通信的用户设备经历的干扰条件。

6. 如权利要求5所述的方法(200),其中,所述划分所述传输帧确定资源块指派的优先顺序,使得相对于与其中被禁止的天线的数量较少的集群禁止条件相对应的干扰子带而言,将资源块优先指派给与其中被禁止的天线的数量较多的集群禁止条件相对应的干扰子带。

7. 如权利要求6所述的方法(200),其中,如果所述蜂窝网络(100)被布置为使得所述集群中的天线(A,B,C)分布于不同地点并坚守在同一区域,则执行所述划分所述传输帧的步骤。

8. 如权利要求5所述的方法(200),其中,所述划分所述传输帧确定资源块指派的优先顺序,使得相对于与其中被禁止的天线的数量较多的集群禁止条件相对应的干扰子带而言,将资源块优先指派给与其中被禁止的天线的数量较少的集群禁止条件相对应的干扰子带。

9. 如权利要求8所述的方法(200),其中,如果所述蜂窝网络(100)被布置为使得所述集群中的天线(A,B,C)同位于同一地点并坚守在单独的区域,则执行所述划分所述传输帧的步骤。

10. 如权利要求7所述的方法(200),其中,所述天线集群包括三个天线j=A,B,C,并且其中,所述划分所述传输帧的步骤包括最大化 $\{a \cdot (n(A) + n(B) + n(C)) + (n(AB) + n(BC) + n(AC))\}$ ,满足以下条件:

$$n(BC) \geq N(A)(BC)$$

$$n(BC) + n(C) \geq N(A)(BC) + N(A)(C)$$

$$n(BC) + n(B) \geq N(A)(BC) + N(A)(B)$$

$$n(BC) + n(B) + n(C) + n(0) = N(A)(BC) + N(A)(C) + N(A)(B) + N(A)(0)$$

$$n(AC) \geq N(B)(AC)$$

$$n(AC) + n(C) \geq N(B)(AC) + N(B)(C)$$

$$n(AC) + n(A) \geq N(B)(AC) + N(B)(A)$$

$$n(AC) + n(A) + n(C) + n(0) = N(B)(AC) + N(B)(C) + N(B)(A) + N(B)(0)$$

$$n(AB) \geq N(C)(AB)$$

$$n(AB) + n(A) \geq N(C)(AB) + N(C)(A)$$

$$n(AB) + n(B) \geq N(C)(AB) + N(C)(B)$$

$$n(AB) + n(A) + n(B) + n(0) = N(C)(AB) + N(C)(C) + N(C)(A) + N(C)(0)$$

$$n(BC) + n(AC) + n(AB) + n(B) + n(C) + n(A) + n(0) \leq N_{tot},$$

其中:

-a是大于1的参数,及

-n(K)是就资源块而言与所述集群禁止条件K相对应的干扰子带的规模,而N(j)(K)是就资源块而言由所述天线j请求的、将被指派给与所述集群禁止条件K相对应的干扰子带的资源块分配方案的规模,其中:

- K=0对应于其中所述集群的所有所述三个天线A、B、C都被激活的集群禁止条件；
- K=A对应于其中天线A被去激活而天线B和C被激活的集群禁止条件；
- K=B对应于其中天线B被去激活而天线A和C被激活的集群禁止条件；
- K=C对应于其中天线C被去激活而天线A和B被激活的集群禁止条件；
- K=AB对应于其中天线A和B被去激活而天线C被激活的集群禁止条件；
- K=BC对应于其中天线B和C被去激活而天线A被激活的集群禁止条件；
- K=AC对应于其中天线A和C被去激活而天线B被激活的集群禁止条件。

11. 如权利要求9所述的方法(200)，其中，所述天线集群包括三个天线j=A,B,C，并且其中，所述划分所述传输帧的步骤包括最大化 $\{a \cdot (n(A) + n(B) + n(C)) + (n(AB) + n(BC) + n(AC))\}$ ，满足以下条件：

$$\begin{aligned} n(BC) &\geq N(A)(BC) \\ n(BC) + n(C) &\geq N(A)(BC) + N(A)(C) \\ n(BC) + n(B) &\geq N(A)(BC) + N(A)(B) \\ n(BC) + n(B) + n(C) + n(0) &= N(A)(BC) + N(A)(C) + N(A)(B) + N(A)(0) \\ n(AC) &\geq N(B)(AC) \\ n(AC) + n(C) &\geq N(B)(AC) + N(B)(C) \\ n(AC) + n(A) &\geq N(B)(AC) + N(B)(A) \\ n(AC) + n(A) + n(C) + n(0) &= N(B)(AC) + N(B)(C) + N(B)(A) + N(B)(0) \\ n(AB) &\geq N(C)(AB) \\ n(AB) + n(A) &\geq N(C)(AB) + N(C)(A) \\ n(AB) + n(B) &\geq N(C)(AB) + N(C)(B) \\ n(AB) + n(A) + n(B) + n(0) &= N(C)(AB) + N(C)(C) + N(C)(A) + N(C)(0) \\ n(BC) + n(AC) + n(AB) + n(B) + n(C) + n(A) + n(0) &\leq N_{tot}, \end{aligned}$$

其中：

-a是小于1的参数，及

-n(K)是就资源块而言与所述集群禁止条件K相对应的干扰子带的规模，而N(j)(K)是就资源块而言由所述天线j请求的、将被指派给与所述集群禁止条件K相对应的干扰子带的资源块分配方案的规模，其中：

- K=0对应于其中所述集群的所有所述三个天线A、B、C都被激活的集群禁止条件；
- K=A对应于其中天线A被去激活而天线B和C被激活的集群禁止条件；
- K=B对应于其中天线B被去激活而天线A和C被激活的集群禁止条件；
- K=C对应于其中天线C被去激活而天线A和B被激活的集群禁止条件；
- K=AB对应于其中天线A和B被去激活而天线C被激活的集群禁止条件；
- K=BC对应于其中天线B和C被去激活而天线A被激活的集群禁止条件；
- K=AC对应于其中天线A和C被去激活而天线B被激活的集群禁止条件。

12. 一种用于在蜂窝网络(100)上分配传输帧的资源块的系统(A,B,C,200)，该系统包括：

-至少一个天线集群(A,B,C)，其中每个集群的每个天线(A,B,C)配置成在对应小区(110(A),110(B),110(C))上提供无线电覆盖，以和与所述天线(A,B,C)相通信的对应的用

户设备(120)交换数据,并且其中,在所述传输帧期间所述集群的天线(A,B,C)配置成根据多个集群禁止条件选择性地被激活和被禁止,其中,所述集群中的每个天线配置成:

a) 将所述传输帧细分为多个干扰子带,每一个所述干扰子带对应于所述多个集群禁止条件中的一个集群禁止条件,并且每一个所述干扰子带包括所述传输帧的相应一组资源块,及

b) 计算相应的资源块分配方案,针对其中所述天线在工作的每个集群禁止条件提供由所述天线请求的、将被指派给与所述集群禁止条件相对应的干扰子带的资源块的数量;

-所述集群的主单元(240),该主单元配置成:

c) 收集所述集群的天线(A,B,C)的资源块分配方案;

d) 检查所述资源块分配方案在所述传输帧内是否相互兼容;

e) 当所述资源块分配方案在所述传输帧内不相互兼容时调整所述资源块分配方案,所述调整包括减少由每个天线请求的、将被指派给所述干扰子带的资源块的数量,直至它们在所述传输帧内相互兼容,及

f) 当所述资源块分配方案与所述传输帧不相互兼容时,基于调整的资源块分配方案,通过设置每个干扰子带的资源块的数量,来划分所述传输帧;

g) 当所述资源块分配方案与所述传输帧相互兼容时,基于从所述集群的天线接收的所述资源块分配方案,通过设置每个干扰子带的数量,来划分所述传输帧;

-所述集群的每个天线(A,B,C)进一步配置成:

h) 基于由所述主单元(240)执行的传输帧划分,向所述用户设备(120)分配所述传输帧的对应资源块。

## 调度无线电资源的方法

### 技术领域

[0001] 本发明总体上涉及无线通信网络,如蜂窝网络。更具体地,本发明涉及基于OFDM(正交频分复用)接入方案的蜂窝网络,如LTE(长期演进)/LTE-A(高级长期演进)技术及其演进,并涉及在此类无线网络上有效地调度无线电资源的方法。

### 背景技术

[0002] 蜂窝网络的演进在传播和性能方面已经经历显著增长,并且最近被带入3GPP(第三代伙伴计划)LTE/LET-A标准。

[0003] 3GPP LTE/LET-A标准设想为允许数据在固定位置的收发器基站或节点(例如,eNodeB——演进型NodeB)与UE(用户设备,例如,用户终端,比如移动电话)之间高速传送,该基站或节点包括在各自区域内辐射无线电波从而定义了所谓的小区的天线,所述UE在此类小区内并与所述天线相通信。

[0004] 在多小区蜂窝网络中所面对的一个非常重要的问题是小区间干扰。小区间干扰主要发生在当UE位于或接近两个相邻小区的边界的时候,使得UE尽管在与基站的一个天线相通信(接收/发送数据),还感察到来自同一基站或不同基站的一个或多个不同天线发射的无线电信号。在这种情况下,需要在相邻小区间的发送/接收协调机制。

[0005] 针对小区间干扰问题,本领域已知几种物理层和MAC层的方法。

[0006] 例如,由Mahmudur Rahman和Halim Yanikomeroglu于2010年4月在IEEE Transactions on Wireless Communications第9卷第4期第1414至1425页中所著的“Enhancing Cell-Edge Performance:A Downlink Dynamic Interference Avoidance Scheme with Inter-Cell Coordination”公开了一种干扰管理方案,该方案由驻留在基站和中央实体中的两个单独的算法构成。基于由其用户终端接收到的干扰和它们的服务状态,每个扇区(经过其基站)发送请求至中央控制器;该请求并有在周边主导干扰扇区受到限制的块(chunk)的暂定列表。该请求还包括在请求扇区的块的功用测量结果(utility measure)。中央控制器收集所有此类请求并进行处理用以准备要应用于不同小区中所有参与扇区的块限制的改进列表。中央控制器发送限制决定至所有参与扇区。限制处理在比信道相干时间短的间隔内不时刷新。调度机对限制决定予以考虑。

### 发明内容

[0007] 申请人发现,本领域中已知的解决方案是不是高效的,因为它们既不能动态地适应于每单个天线的通信负载(traffic load),也不能优化天线可利用的资源量。此外,已知的解决方案没有考虑到由在发送/接收协调机制中涉及的元素之间可能交换的信息量给出的限制。

[0008] 由Mahmudur Rahman和Halim Yanikomeroglu提出的干扰管理方案不是高效的,因为在限制请求被接受的情况下,每个天线还不得不向中央控制器传达每个无线电资源块(block)上需达到的数据率。此外,虽然根据该方案,中央控制器能够解决来自不同天线的

请求导致的可能冲突,决定哪些限制请求将被接受或拒绝,但是中央控制器不能修改由天线传达到其的无线电资源块的分配。而且,冲突解决之后,天线不能调整之前确定的暂定分配以适应由中央控制器设置的限制。

[0009] 鉴于以上概述的现有技术,申请人面临的问题是如何在包括天线集群(cluster)的无线通信网络中提供无线电资源调度,该无线电资源调度能够动态地调整无线电资源块分配以适应来自集群中的每个天线的通信负载请求。

[0010] 本发明的一个方面涉及一种用于在蜂窝网络上分配传输帧的资源块的方法,所述蜂窝网络包括天线集群和所述集群的主单元。每个集群中的每个天线配置成在对应小区上提供无线电覆盖,以和与所述天线相通信的应用设备交换数据。在传输帧期间,集群中的天线配置成根据多个集群禁止条件(cluster muting condition)选择性地被激活和被禁止。所述方法包括,在集群中的每个天线处:

[0011] a) 将所述传输帧细分为多个干扰子带,每一个所述干扰子带对应于所述多个集群禁止条件中的一个集群禁止条件,并且每一个所述干扰子带包括所述传输帧的相应一组资源块;以及

[0012] b) 计算相应的资源块分配方案,针对其中所述天线在工作的每个集群禁止条件提供由所述天线请求的、将被指派给与所述集群禁止条件相对应的干扰子带的资源块的数量;

[0013] 该方法还包括,在所述集群的主单元处:

[0014] c) 收集所述集群的天线的资源块分配方案;

[0015] d) 检查所述资源块分配方案在所述传输帧内是否相互兼容;

[0016] e) 在所述资源块分配方案在所述传输帧内不相互兼容的情况下,调整所述资源块分配方案,所述调整包括减少由每个天线请求的、要指派给所述干扰子带的资源块的数量,直到它们在所述传输帧内相互兼容;以及

[0017] f) 基于所述资源块分配方案,通过设置每个干扰子带的资源块的数量,来划分所述传输帧。

[0018] 该方法进一步包括,在所述集群的每个天线处,

[0019] g) 基于由所述主单元执行的传输帧划分,向所述应用设备分配所述传输帧的对应资源块。

[0020] 根据本发明的一种实施方式,所述计算相应的资源块分配方案包括,计算在所述多个集群禁止条件中的所述集群禁止条件期间在资源块中对应的用户设备可与所述天线交换的数据量,以及基于所述计算出的数据量相应地计算所述相应的资源块分配方案。

[0021] 根据本发明的一种实施方式,所述计算在资源块中所述用户设备可与所述天线交换的数据量包括,通过由所述应用设备提供的信道质量指标推断所述数据量,所述信道质量指标表示小区的无线信道的通信质量。

[0022] 根据本发明的一种实施方式,所述检查所述资源块分配方案在所述传输帧内是否相互兼容包括:针对所述集群中的每个天线,验证由所述天线请求的资源块的数量,加上源于来自其它天线的请求但所述天线不得不被禁止而不能使用的资源块的数量,没有超过组成所述帧的资源块的总数;以及,验证用于满足来自与其中所述集群中的至少一个所述天线被禁止的集群禁止条件相对应的集群的所有天线的全部请求所需的资源块的整体数量

没有超过组成所述帧的资源块的总数。

[0023] 根据本发明的一种实施方式,所述划分所述传输帧包括,如果对于所述集群中的每个天线,满足该天线的资源块分配方案和与其中所述天线不得不被禁止的集群禁止条件相对应的集群中的其它天线的请求是可能的,则按照以下方式向所述天线授予分配对应资源块的可能性,即改善经所述天线的请求与其相通信的用户设备经历的干扰条件。

[0024] 根据本发明的一种实施方式,所述划分所述传输帧确定资源块指派的优先顺序,使得相对于与其中被禁止的天线的数量较少的集群禁止条件相对应的干扰子带而言,将资源块优先指派给与其中被禁止的天线的数量较多的集群禁止条件相对应的干扰子带。

[0025] 根据本发明的一种实施方式,如果所述蜂窝网络被布置为使得所述集群中的天线分布于不同地点并坚守在同一区域,则执行所述划分所述传输帧的步骤。

[0026] 根据本发明的一种实施方式,所述划分所述传输帧确定资源块指派的优先顺序,使得相对于与其中被禁止的天线的数量较多的集群禁止条件相对应的干扰子带而言,将资源块优先指派给与其中被禁止的天线的数量较少的集群禁止条件相对应的干扰子带。

[0027] 根据本发明的一种实施方式,如果所述蜂窝网络被布置为使得所述集群中的天线同位于同一地点并坚守在单独的区域,则执行所述划分所述传输帧的步骤。

[0028] 根据本发明的一种实施方式,所述天线集群包括三个天线  $j=A, B, C$ , 并且所述划分所述传输帧包括最大化  $\{\alpha \cdot (n(A) + n(B) + n(C)) + (n(AB) + n(BC) + n(AC))\}$ , 满足以下条件:

$$[0029] n(BC) \geq N(A)(BC)$$

$$[0030] n(BC) + n(C) \geq N(A)(BC) + N(A)(C)$$

$$[0031] n(BC) + n(B) \geq N(A)(BC) + N(A)(B)$$

$$[0032] n(BC) + n(B) + n(C) + n(0) = N(A)(BC) + N(A)(C) + N(A)(B) + N(A)(0)$$

$$[0033] n(AC) \geq N(B)(AC)$$

$$[0034] n(AC) + n(C) \geq N(B)(AC) + N(B)(C)$$

$$[0035] n(AC) + n(A) \geq N(B)(AC) + N(B)(A)$$

$$[0036] n(AC) + n(A) + n(C) + n(0) = N(B)(AC) + N(B)(C) + N(B)(A) + N(B)(0)$$

$$[0037] n(AB) \geq N(C)(AB)$$

$$[0038] n(AB) + n(A) \geq N(C)(AB) + N(C)(A)$$

$$[0039] n(AB) + n(B) \geq N(C)(AB) + N(C)(B)$$

$$[0040] n(AB) + n(A) + n(B) + n(0) = N(C)(AB) + N(C)(C) + N(C)(A) + N(C)(0)$$

$$[0041] n(BC) + n(AC) + n(AB) + n(B) + n(C) + n(A) + n(0) \leq N_{tot},$$

[0042] 其中:

[0043] -如果所述划分根据要点1)来实施,则 $\alpha$ 是大于1的参数,而如果所述划分根据要点2)来实施,则 $\alpha$ 是小于1的参数,以及

[0044] - $n(K)$ 是就资源块而言与所述集群禁止条件K相对应的干扰子带的规模(size),而 $N(j)(K)$ 是就资源块而言由所述天线j请求的将被指派给与所述集群禁止条件K相对应的干扰子带的资源块分配方案的规模,其中:

[0045] - $K=0$ 对应于其中所述集群的所有所述三个天线A、B、C都被激活的集群禁止条件;

[0046] - $K=A$ 对应于其中天线A被去激活而天线B和C被激活的集群禁止条件;

[0047] - $K=B$ 对应于其中天线B被去激活而天线A和C被激活的集群禁止条件;

- [0048]  $-K=C$  对应于其中天线C被去激活而天线A和B被激活的集群禁止条件；  
[0049]  $-K=AB$  对应于其中天线A和B被去激活而天线C被激活的集群禁止条件；  
[0050]  $-K=BC$  对应于其中天线B和C被去激活而天线A被激活的集群禁止条件；  
[0051]  $-K=AC$  对应于其中天线A和C被去激活而天线B被激活的集群禁止条件；  
[0052] 本发明的另一方面涉及一种用于在包括至少一个天线集群的蜂窝网络上分配传输帧的资源块的系统，其中每个集群的每个天线配置成在对应小区上提供无线电覆盖，以和与所述天线相通信的对应用户设备交换数据，并且其中，在所述传输帧期间所述集群中的天线配置成根据多个集群禁止条件选择性地被激活和被禁止。所述集群中的每个天线配置成：  
[0053] a) 将所述传输帧细分为多个干扰子带，每一个所述干扰子带对应于所述多个集群禁止条件中的一个集群禁止条件，并且每一个所述干扰子带包括所述传输帧的相应一组资源块，及  
[0054] b) 计算相应的资源块分配方案，针对其中所述天线在工作的每个集群禁止条件提供由所述天线请求的、将被指派给与所述集群禁止条件相对应的干扰子带的资源块的数量；  
[0055] 所述系统包括所述集群的主单元，该主单元被配置成：  
[0056] c) 收集所述集群的天线的资源块分配方案；  
[0057] d) 检查所述资源块分配方案在所述传输帧内是否相互兼容；  
[0058] e) 在所述资源块分配方案在所述传输帧内不相互兼容的情况下调整所述资源块分配方案，所述调整包括减少由每个天线请求的、将被指派给所述干扰子带的资源块的数量，直至它们在所述传输帧内相互兼容；以及  
[0059] f) 基于所述资源块分配方案，通过设置每个干扰子带的资源块的数量，来划分所述传输帧。  
[0060] 所述集群的每个天线进一步被配置成：  
[0061] g) 基于由所述主单元执行的传输帧划分，向所述用户设备分配所述传输帧的对应资源块。

## 附图说明

- [0062] 通过以下对本发明的一些示例性和非限制性实施方式的描述，并结合附图进行阅读，本发明的这些和其他特征及优点将变得显见，附图中：
- [0063] 图1A示意性地例示了其中可以应用根据本发明实施例的概念的第一示例性网络布局。
- [0064] 图1B示意性地例示了其中可以应用根据本发明实施例的概念的第二示例性网络布局。
- [0065] 图2以功能块的方式例示了根据本发明实施方式的用于在图1A或图1B的蜂窝网络上分配无线电资源的调度过程的主要操作；
- [0066] 图3以功能块的方式例示了图2的调度过程的预分配子过程的主要阶段；
- [0067] 图4以功能块的方式例示了根据本发明实施方式的图2的调度过程的帧划分子过程的主要阶段；

[0068] 图5例示了根据本发明实施方式的通过直接采用一组由天线接收到的子带规模请求N(j)(K)解释的示例性帧划分；

[0069] 图6例示了根据本发明实施方式的通过由图5的帧划分使得双禁止(double-muting)优先于单禁止(single-muting)而获得的示例性帧划分；

[0070] 图7例示了根据本发明实施方式的通过由图5的帧划分使得单禁止优先于双禁止而获得的示例性帧划分；以及

[0071] 图8以功能块的方式例示了根据本发明实施方式的图2的调度过程的最终分配子过程的主要阶段。

## 具体实施方式

[0072] 在下文中，术语“天线”意指具备处理能力和一个或多个物理天线的任何发射装置。基于这种假设，天线可以对应于CoMP(协同多点)传输点(根据3GPP定义)。

[0073] 参照附图，图1A和1B分别示意性地例示了其中可以应用根据本发明实施方式的概念的第一和第二示例性网络布局。图1A和1B示意性地例示了蜂窝网络100(例如，符合3GPP LTE/LTE-A标准)的一部分，其包括多个收发器基站(仅其中一个被示出)，每一个收发器基站包括一组(例如，三个)天线A、B、C，这些天线配置成在对应区域(小区)110(A)、110(B)、110(C)上提供无线电覆盖，用于允许小区110(A)、110(B)、110(C)内的用户设备(UE)120(例如，移动电话)交换数据(例如，源自网页浏览、电子邮件、语音或多媒体数据通信)。在图1A例示的网络布局中，收发器基站的天线A、B、C分布于不同的地点并坚守于同一区域，而在图1B例示的网络布局中收发器基站的天线A、B、C都同位于同一地点，并基本上坚守单独的区域。

[0074] 蜂窝网络100中的数据传输基于正交频分复用(OFDM)技术，其中在时间/频率域中分配无线电资源。例如考虑3GPP LTE/LTE-A标准，下行链路和上行链路传输基于持续时间为10毫秒的传输帧来进行。在时间域中，无线电资源分布于每个传输时间间隔(TTI)中，每个传输时间间隔持续1毫秒(子帧)并包括两个0.5毫秒的时隙，而在频率域中，整个带宽被划分为多个180kHz的子信道(每个子信道对应于N=12个相邻并等距隔开的子载波)。包括时间域中跨一个时隙的多个OFDM符号(例如，7个)和频率域中的12个相邻子载波的无线电资源被称为RB(“资源块”)，其对应于能够分配给UE120用于数据传输的最小无线电资源。

[0075] 在每一帧期间，收发器基站的天线A、B和C中的每一个都配置为将帧的RB分配至在其各自的小区110(A)、110(B)、110(C)内并与天线相通信的对应UE120，使得通过采用所述RB来向/自这种UE120发送/接收数据。相同RB可以通过多于一个的天线A、B、C分配至它们各自的UE120。例如，相同RB可以通过天线A分配，用于向/自在小区110A中并与天线A相通信的UE120发送/接收数据，与此同时该RB可以通过天线B分配，用于向/自在小区110B内并与天线B相通信的UE120发送/接收数据。然而，通过不同的天线A、B、C分配相同的RB可能导致干扰，从而降低蜂窝网络100的性能，特别是对于那些位于网络100中易受干扰区域的UE120，例如当其位于或靠近其小区110(A)、110(B)、110(C)的边缘。取决于UE和天线之间的相互位置，也取决于所考虑的网络布局，可能发生不同的小区间干扰的情形。

[0076] 例如，参考图1A例示的示例性网络布局，并假设以120、120'和120''标识的UE都在与天线A通信：

[0077] -UE 120距离天线A比距离天线B和C近许多。在这种情况下,如果天线A向其分配RB,与此同时该RB例如由天线B分配至与天线B相通信的另一UE(未示出),采用所述RB从天线A至UE 120/从UE 120至天线A的传输不会出现(或者出现至少非常低的)小区间干扰。UE 120可以说是处于低干扰条件下。

[0078] -UE 120'位于小区110(A)和110(B)间的交叠处,因而天线A和UE 120'之间的距离与天线B和同一UE 120'之间的距离是相当的。UE 120'离天线C的距离较远。在这种情况下,如果天线A分配RB至UE 120',与此同时该RB由天线B分配至与天线B相通信的另一UE(未示出),则采用所述RB从天线A至UE 120'/从UE 120'至天线A的传输受小区间干扰影响(由天线B发送的信号干扰UE 120'和天线A的通信)。相反,如果天线A向其分配RB,与此同时该RB由天线C分配至与天线C相通信的另一UE(未示出),则采用所述RB从天线A至UE 120'/从UE 120'至天线A的传输不会出现(或者出现至少非常低的)小区间干扰(由天线C发送的信号不会干扰UE 120'和天线A的通信)。UE 120'可以说是关于天线B处于高干扰条件下。类似的情况发生于UE恰好位于横跨小区110(A)和110(C)的位置。

[0079] -UE 120"位于小区110(A)、110(B)和110(C)之间的交叠处,因而天线A和UE 120"之间的距离与天线B和UE 120"之间的距离,以及与天线C和UE 120"之间的距离都是相当的。在这种情况下,如果天线A分配RB至UE 120",与此同时该RB由天线B或由天线C分别地分配至与天线B或C相通信的另一UE(未示出),则采用所述RB从天线A至UE 120"/从UE 120"至天线A的传输受小区间干扰影响(由天线B或天线C发送的信号干扰UE 120"和天线A的通信)。UE 120"可以说是关于天线B和天线C都处于高干扰条件下。

[0080] 图2以功能块的方式例示了根据本发明实施方式的用于在蜂窝网络100上分配无线电资源的调度过程200的主要操作,用以在UE处于高干扰条件下提高信道质量并由此提高其吞吐量,而不会显著不利于处于低干扰条件的UE,并且不会显著降低小区容量。

[0081] 通过使用术语“天线集群”来定义在对一组UE的传输中被协调的一组天线,对于收发器基站的天线A、B、C的每个集群,及对于每个帧,调度过程200在帧的部分动态地协调三个天线A,B,C的激活/去激活,及该帧的RB在这些天线间被分配的方式。

[0082] 对集群中天线的激活/去激活通过在一组所谓集群禁止条件K中选择一个来执行。参考所考虑的情况,其中集群包括三个天线A、B、C,可能的集群禁止条件K为:

[0083] -K=0:集群中的所有三个天线A、B、C都被激活(无禁止条件);

[0084] -K=A:天线A被去激活,天线B和C被激活(单禁止条件);

[0085] -K=B:天线B被去激活,天线A和C被激活(单禁止条件);

[0086] -K=C:天线C被去激活,天线A和B被激活(单禁止条件);

[0087] -K=AB:天线A和B被去激活,天线C被激活(双禁止条件);

[0088] -K=BC:天线B和C被去激活,天线A被激活(双禁止条件);

[0089] -K=AC:天线A和C被去激活,天线B被激活(双禁止条件)。

[0090] 如将在本说明书的下文中更具体地描述,根据本发明实施方式的调度过程200,用于将每一帧动态细分为多个干扰子带ISB(K),每一个干扰子带对应于集群禁止条件K。每个干扰子带ISB(K)包括帧的各自的一组RB,该组RB要根据对应的集群禁止条件K来分配。

[0091] 根据本发明实施方式的调度过程200包括三个主要的子过程,也就是预分配子过程210、帧划分子过程220和最终分配子过程230。这三个子过程在与一个或更多个传输帧相

对应的每个时间周期内反复进行。

[0092] 根据本发明实施方式,虽然预分配子过程210和最终分配过程230是局部地、自主地和独立地由集群中的每个天线实施,但是帧划分子过程220却由例如同位于集群中的一个天线处的共同主单元240或者不同于天线的一个单元实施。

[0093] 在预分配子过程210的一开始,集群的每个天线A、B、C计算在多种由天线A、B、C的集群采用的禁止条件K下每个UE 120在一个RB中可以与天线交换(无论是在上行链路还是在下行链路中)的数据量BpB(K)(例如,字节数)。

[0094] 作为一个例子,BpB(K)值可以通过在以前的时刻由UE 120发送的信道质量指标(CQI)(表明小区110(A)、110(B)、110(C)的无线信道的通信质量)推断,也可以由天线设置为缺省值,或者还可以通过各种测量结果来推断。

[0095] 基于接收到的BpB(K),每个天线A、B、C通过以下步骤来计算各自的资源分配方案:估计如何将其每个UE 120指派给所选择的帧干扰子带ISB(K),然后,基于所述估计的指派,估计每个干扰子带ISB(K)的规模(就在不同的集群禁止条件K下将被用于服务UE的RB数量而言)。由集群的各天线A、B、C执行的资源分配方案被发送至主单元240,该主单元240执行帧划分子过程220。

[0096] 帧划分子过程220用以检查从天线A、B、C接收到的资源分配方案是否兼容。在不兼容的情况下,调整请求以使得帧划分可行。此时,帧划分子过程220计算帧的每个干扰子带ISB(K)的有效规模(就RB的数量而言),并将结果传送至天线A、B、C。

[0097] 然后,集群的每个天线A、B、C执行最终分配子过程230,基于在帧划分子过程220中计算出的干扰子带ISB(K),向其每个UE 120分配对应的RB。

[0098] 图3以功能块的方式例示了根据本发明实施方式的预分配子过程210的主要阶段。

[0099] 集群的每个天线A、B、C为各自服务的UE 120计算BpB(K)值。在所考虑的示例中,其中集群包括三个天线A、B、C,每个UE 120与四个对应的BpB(K)值相关联。例如考虑天线A,每个UE 120与如下的BpB(K)值相关联:

[0100] -BpB(0),提供当其它两个天线B和C被激活的时候,在RB中所述UE 120能够与天线A交换的字节数。

[0101] -BpB(B),提供当天线B被去激活(禁止)而天线C被激活的时候,所述UE 120能够与天线A交换的字节数。

[0102] -BpB(C),提供当天线C被去激活(禁止)而天线B被激活的时候,所述UE 120能够与天线A交换的字节数。

[0103] -BpB(BC),提供当天线B和天线C都被去激活(禁止)的时候,所述UE 120能够与天线A交换的字节数。

[0104] 对于集群中的每个天线,以及对于由所述天线服务的每个UE120,预分配子过程210计算(块310)一组对应的增益参数Y(K),每个增益参数都表明与集群的所有天线都被激活的情况相比通过其中集群的其他天线中的至少一个是被去激活的(禁止的)的对应集群禁止条件K可获取的增益——就能够从所述天线发送至所述被服务的UE 120的数据量而言。例如参考天线A,针对与小区110(A)相关联的每个UE 120计算以下三个增益参数:

[0105] -Y(B)=(BpB(B)/BpB(0));

[0106] -Y(C)=(BpB(C)/BpB(0));

[0107]  $-Y(BC) = (BpB(BC) / BpB(0))$ 。

[0108]  $Y(B)$  是相对于所有天线A、B和C都工作的情形通过使天线B去激活而使天线A和C激活可获得的增益——就能够从天线A发送至UE 120的数据量而言。

[0109]  $Y(C)$  是相对于所有天线A、B和C都工作的情形通过使天线C去激活而使天线A和B激活可获得的增益——就能够从天线A发送至UE 120的数据量而言。

[0110]  $Y(BC)$  是相对于所有天线A、B和C都工作的情形通过使天线B和C去激活而使天线A和B激活可获得的增益——就能够从天线A发送至UE 120的数据量而言。

[0111] 根据本发明的实施方式,对于集群的每个天线 $j=A, B, C$ 和对于由所述天线 $j$ 服务的每个UE 120,预分配子过程210的下一阶段(块320)用以将对应的增益参数 $Y(K)$ 与预定阈值(例如两个阈值 $th'$  和 $th''$ )进行比较,及相应地估计所述UE被指派到多个干扰区组 $IZ(j)(K)$ 中的哪一个,其中每个干扰区组与对应的集群禁止条件 $K$ 相对应。

[0112] 再次参考天线A,根据本发明的实施方式,一般的UE 120的干扰区组 $IZ(A)(K)$ 指派估计根据以下算法执行:

[0113] 如果( $Y(BC) > th'$ ) → UE被指派给 $IZ(A)(BC)$

[0114] 否则如果( $Y(B) > th'' \&\& Y(C) < th''$ ) → UE被指派给 $IZ(A)(B)$

[0115] 否则如果( $Y(B) < th'' \&\& Y(C) > th''$ ) → UE被指派给 $IZ(A)(C)$

[0116] 否则如果( $Y(B) > th'' \&\& Y(C) > th''$ ) {

[0117] 如果( $Y(B) > Y(C)$ ) → UE被指派给 $IZ(A)(B)$

[0118] 否则 → UE被指派给 $IZ(A)(C)$

[0119] } 否则 → UE被指派给 $IZ(A)(0)$

[0120] 类似的思考应用于采用不同的算法按照不同的方式执行将UE指派给各干扰区组 $IZ(j)(K)$ 的情形。

[0121] 然后(块330),对于每个UE 120,对应的经修改 $BpB(k)$ 即MBpB设置成与UE 120已被指派到的干扰区组 $IZ(j)(K)$ 相对应的 $BpB(k)$ 的值。

[0122] 此时(块340),基于在块330中计算出的MBpB值,通过采用已知的资源分配算法(例如,PF(正比公平)或最大C/I),集群的每个天线A、B、C提供对帧的干扰子带ISB(K)的规模各自的估计。

[0123] 在预分配子过程210的最后,集群的每个天线 $j=A, B, C$ 输出对应的资源分配方案,包括针对其中天线 $j$ 是工作的每个集群禁止条件 $K$ 而言对应的子带规模请求 $N(j)(K)$ 。每个子带规模请求 $N(j)(K)$ 表示由集群的天线 $j$ 请求的、将被指派给帧的干扰子带ISB(K)的RB的数量。

[0124] 图4以功能块的方式例示了根据本发明实施方式的帧划分子过程220的主要阶段。

[0125] 主单元240从集群的天线A、B、C收集在预分配子过程210中计算出的各资源分配方案(即,子带规模请求 $N(j)(K)$ )。

[0126] 帧划分子过程220的第一阶段(块410)用以检查接收到的子带规模请求 $N(j)(K)$ 是否可行,即,它们在同一帧内是否相互兼容。为此,根据本发明的实施方式,主单元240针对集群的每个天线 $j$ 验证:由该天线 $j$ 请求的RB数量,加上源于集群其它天线的请求而天线 $j$ 不能使用(不得不被禁止)的RB数量,没有超过组成该帧的RB的总数 $N_{tot}$ 。

[0127] 例如,参考所讨论的例子,其中天线集群包括三个天线 $j=A, B, C$ ,所述检查通过验

证以下不等式IN(i) ( $i=1,2,3$ ) 来执行:

[0128] IN(1) :  $N(A)(0) + N(A)(B) + N(A)(C) + N(A)(BC) + \max\{N(B)(A), N(C)(A)\} + N(B)(AC) + N(C)(AB) \leq N_{tot}$

[0129] IN(2) :  $N(B)(0) + N(B)(A) + N(B)(C) + N(B)(AC) + \max\{N(A)(B), N(C)(B)\} + N(A)(BC) + N(C)(AB) \leq N_{tot}$

[0130] IN(3) :  $N(C)(0) + N(C)(A) + N(C)(B) + N(C)(AB) + \max\{N(A)(C), N(B)(C)\} + N(B)(AC) + N(C)(AB) \leq N_{tot}$

[0131] 此外, 主单元240计算满足来自禁止至少一个天线的集群的所有天线的请求的RB的整体数量; 然后该主单元验证所述计算出的整体数量没有超过组成该帧的RB的总数Ntot。在考虑的示例中, 验证以下不等式IN(i) ( $i=4$ ):

[0132] IN(4) :  $\max\{N(A)(C), N(B)(C)\} + \max\{N(A)(B), N(C)(B)\} + \max\{N(B)(A), N(C)(A)\} + N(A)(BC) + N(B)(AC) + N(C)(AB) \leq N_{tot}$ .

[0133] 如果接收到的子带规模请求N(j)(K) 不可行 (块410的出口分支N), 即, 如果至少一个不等式IN(i) 未被验证, 则帧划分子过程220执行请求调整阶段420, 请求调整阶段420用以调整所述子带规模请求N(j)(K) 以使之可行。在接收到的子带规模请求N(j)(K) 可行的情况下 (块410的出口分支Y), 即, 如果所有的不等式IN(i) 都被验证, 或者在请求调整阶段420完成之后, 帧划分子过程220执行设置每个干扰子带ISB(k) 的有效规模 (就PRB的数量而言) 的帧划分阶段430。

[0134] 根据本发明实施方式的请求调整阶段420用以通过从子带规模请求N(j)(K) 逐步去除RB来减少子带规模请求N(j)(K) 直至它们成为可行的, 而不会不利于任何特定组UE 120或集群的任何特定天线A、B、C。

[0135] 对于每一个未验证的不等式IN(i), 请求调整阶段420用以计算对应的溢出值OV(i), 溢出值OV(i) 定义为所述不等式IN(i) 左手边和右手边之差 (就RB而言)。最大溢出值MOV设置成与计算出的溢出值OV(i) 中的最高的一个相等。

[0136] 然后, 请求调整阶段420识别在未验证的不等式IN(i) 中最常出现的子带规模请求N(j)(K)。这种子带规模请求N(j)(K) 现在被称为“目标元素”。例如, 根据本发明实施方式, 对在未验证的不等式IN(i) 中每个元素的出现C(j)(K) 进行记数, 并且具有C(j)(K) 最大值的元素被选为目标元素。

[0137] 一旦目标元素被识别, 请求调整阶段420从目标元素组中移除与最大溢出值MOV相等的RB整体数量, 从而获得新的一组经调整的子带规模请求N(j)(K)。用这种方式保证初始子带规模请求N(j)(K) 上的变化最小。

[0138] 有利地, 从目标元素减去等于最大溢出值MOV的RB整体数量的方式, 取决于每单个目标元素假定的值。要从每个目标元素剪切的块数量 $\Delta(j)(K)$  正比于其自身的值, 例如, 具有较高N(j)(K) 的目标元素获得较高的 $\Delta(j)(K)$ 。 $\Delta(j)(K)$  值的总数等于MOV。从MOV和从N(j)(K) 减去 $\Delta(j)(K)$  和N(j)(K) 之间的最低值。重复该过程直至MOV变为等于0。

[0139] 现在将公开根据本发明实施方式的请求调整阶段420的三个示例。在所有的示例中, 集群包括三个天线A、B、C, 且组成帧的PRB的总数等于 $N_{tot}=50$ 。

[0140] 示例1

[0141]

天 线 A		N(A)(B)=5	N(A)(C)=5			N(A)(BC)=1	N(A)(0)=5
天 线 B	N(B)(A)=1 5		N(B)(C)=5		N(B)(AC) =5		N(B)(0) =5
天 线 C	N(C)(A)=5 =0	N(C)(B)		N(C)(AB) )			N(C)(0) =5

[0142] 在这种情况下,不等式IN(1)、IN(2)和IN(3)未被满足,而不等式IN(4)被满足。

[0143]  $OV(1) = (26+25)-50=1$

[0144]  $OV(2) = (30+21)-50=1$

[0145]  $OV(3) = (30+21)-50=1$

[0146]  $MOV=1$

[0147] 目标元素是N(A)(BC)、N(B)(AC)和N(C)(AB)。

[0148] 从目标元素移除数量等于MOV=1的PRB来获得以下经调整的子带规模请求N(j)(K)。

[0149] 经调整的N(A)(BC)=初始N(A)(BC)-1=10

[0150] 经调整的N(B)(AC)=初始N(B)(AC)=5

[0151] 经调整的N(C)(AB)=初始N(C)(AB)=5

[0152] 新的资源分配方案为:

[0153]

天 线 A		N(A)(B) =5	N(A)(C) =5			N(A)(BC) =10	N(A)(0)=5
天 线 B	N(B)(A)= 15		N(B)(C)= 5		N(B)(AC) =5		N(B)(0) =5
天 线 C	N(C)(A)= 5	N(C)(B) =0		N(C)(AB) =5			N(C)(0) =5

[0154] 现在,不等式IN(1)、IN(2)和IN(3)被满足。

[0155] 示例2

[0156]

天 线 A		N(A)(B) =5	N(A)(C) =0			N(A)(BC) =0	N(A)(0) =10
天 线 B	N(B)(A) =25		N(B)(C) =5		N(B)(AC) =10		N(B)(0) =0
天 线 C	N(C)(A) =0	N(C)(B) =0		N(C)(AB) =10			N(C)(0) =5

[0157] 在这种情况下,不等式IN(1)、IN(2)和IN(4)未被满足,而不等式IN(3)被满足。

[0158] OV(1) = (15+45)-50=10

[0159] OV(2) = (40+15)-50=5

[0160] OV(4) = (25+5+5+10+10+0)-50=10

[0161] MOV=10

[0162] 目标元素是N(A)(BC)、N(B)(AC)和N(C)(AB)、N(B)(A)和N(A)(B)。

[0163] 从目标元素移除数量等于MOV=10的PRB来获得以下经调整的子带规模请求N(j)(K)。

[0164] 经调整的N(A)(BC)=初始N(A)(BC)=0

[0165] 经调整的N(B)(AC)=初始N(B)(AC)-2=8

[0166] 经调整的N(C)(AB)=初始N(C)(AB)-2=8

[0167] 经调整的N(B)(A)=初始N(B)(A)-5=20

[0168] 经调整的N(A)(B)=初始N(A)(B)-1=4

[0169] 新的资源分配方案为:

[0170]

天 线 A		<b>N(A)(B)</b> <b>=4</b>	N(A)(C) <b>=0</b>			<b>N(A)(BC)</b> <b>=0</b>	N(A)(0) <b>=10</b>
天 线 B	<b>N(B)(A)</b> <b>=20</b>		N(B)(C) <b>=5</b>		<b>N(B)(AC)</b> <b>=8</b>		N(B)(0) <b>=0</b>
天 线 C	N(C)(A) <b>=0</b>	N(C)(B) <b>=0</b>		<b>N(C)(AB)</b> <b>=8</b>			N(C)(0) <b>=5</b>

[0171] 现在,不等式IN(1)、IN(2)和IN(4)被满足。

[0172] 示例3

[0173]

天 线 A		<b>N(A)(B)</b> <b>=6</b>	N(A)(C) <b>=10</b>			<b>N(A)(BC)</b> <b>=0</b>	N(A)(0) <b>=30</b>
天 线 B	<b>N(B)(A)</b> <b>=5</b>		N(B)(C) <b>=10</b>		<b>N(B)(AC)</b> <b>=0</b>		N(B)(0) <b>=30</b>
天 线 C	N(C)(A) <b>=5</b>	N(C)(B) <b>=6</b>		<b>N(C)(AB)</b> <b>=10</b>			N(C)(0) <b>=5</b>

[0174] 在这种情况下,不等式IN(1)、IN(2)未被满足,而不等式IN(3)、IN(4)被满足。

[0175] OV(1) = (46+5)-50=1

[0176] OV(2) = (45+6)-50=1

[0177] MOV=1

[0178] 目标元素是N(A)(BC)、N(B)(AC)、N(C)(AB)、N(B)(A)、N(A)(B)。

[0179] 从目标元素移除数量等于MOV=1的PRB来获得以下经调整的子带规模请求N(j)(K)。

[0180] 经调整的N(A)(BC)=初始N(A)(BC)=0

[0181] 经调整的N(B)(AC)=初始N(B)(AC)=0

[0182] 经调整的N(C)(AB)=初始N(C)(AB)=0

[0183] 经调整的N(B)(A)=初始N(B)(A)=5

[0184] 经调整的N(A)(B)=初始N(A)(B)-1=5

[0185] 新的资源分配方案为:

[0186]

天 线 A		<b>N(A)(B)</b> =5	<b>N(A)(C)</b> =10			<b>N(A)(BC)</b> =0	<b>N(A)(0)</b> =30
天 线 B	<b>N(B)(A)</b> =5		<b>N(B)(C)</b> =10		<b>N(B)(AC)</b> =0		<b>N(B)(0)</b> =30
天 线 C	<b>N(C)(A)</b> =5	<b>N(C)(B)</b> =6		<b>N(C)(AB)</b> =0			<b>N(C)(0)</b> =5

[0187] 现在,不等式IN(1)和IN(2)被满足。

[0188] 一旦完成请求调整阶段420,或者在接收到的子带规模请求N(j)(K)已经可行的情况下,实际的帧划分将在帧划分阶段430中执行,从子带规模请求N(j)(K)开始设置帧的各干扰子带ISB(K)的规模。

[0189] 在这个帧划分阶段,如果子带规模请求N(j)(K)允许一定程度的自由度,即,对集群的每个天线j,在帧的构成中可以满足天线j的所有子带规模请求和来自集群中其它天线的禁止天线j的请求,则主单元240可以利用所述自由度去授予天线j以经天线请求改善所服务的UE所经历的干扰条件的方式来分配其无线电资源的可能性。在这种情况下,与集群中每个天线全局相关联的RB的数量可以相对于由子带规模请求N(j)(K)确定的那些而言保持不变,仅修改RB的干扰条件。

[0190] 图5例示了通过直接采用由集群的天线接收到的一组子带规模请求N(j)(K)解释的针对三个天线A、B、C的集群的示例性帧划分。在图5中以与其规模(就RB的数量而言)成比例的高度,用图形方式描绘了帧的每个干扰子带ISB(K)。

[0191] 图5中例示的示例性情况下的子带规模请求N(j)(K)允许一定程度的自由度。例如,对于所述子带规模请求N(j)(K),帧的几个部分正好是未分配的。这种未分配的部分既可以指派给干扰子带ISB(K),也可以被禁止。此外,属于子带规模请求N(j)(K)的RB也可以移至其它干扰子带ISB(K)。例如,属于子带规模请求NA(0)的RB可以移至干扰子带ISB(BC),这对于由天线A服务的UE而言在较低的干扰方面得到了改善。

[0192] 从上面的例子显见,基于子带规模请求N(j)(K)从帧划分开始,存在巨大量的不同可能来设置各干扰子带ISB(K)的实际规模。根据本发明实施方式,帧划分阶段430将这一问题视为优化问题。在所述优化问题中将被优化的功能取决于所考虑的情景,如所考虑的网络布局。例如考虑三个天线A、B、C的集群的情况:

[0193] -在图1A的网络布局中,其中集群天线分布于不同地点并坚守在同一区域,帧划分应该优选地使得,与其中两个天线被禁止(双禁止条件)的集群禁止条件K相对应的干扰子带ISB(K)(例如,ISB(BC)),优先于与其中只有一个天线被禁止(单禁止条件)的集群禁止条

件K相对应的干扰子带ISB (K) (例如, ISB (B))。的确,在图1A的网络布局中,与集群的一个天线相通信的UE相对于集群中的其它两个天线,可能经常处于高干扰条件。

[0194] -在图1B的网络布局中,其中集群天线同位于同一地点并基本上坚守在单独的区域,帧划分应该优选地使得,与其中只有一个天线被禁止(单禁止条件)的集群禁止条件K相对应的干扰子带ISB (K),优先于与其中两个天线被禁止(双禁止条件)的集群禁止条件K相对应的干扰子带ISB (K),这是因为在图1B的网络布局中,与集群中的一个天线相通信的UE相对于集群中的其它两个天线,很难处于高干扰条件。

[0195] 再次参考天线集群包括三个天线A、B、C的情况,根据本发明实施方式,帧划分阶段430将干扰子带ISB (K) 的规模n (K) (就RB的数量而言) 设置为解决以下优化问题的值:

[0196] 最大化  $\{\alpha \cdot (n(A) + n(B) + n(C)) + (n(AB) + n(BC) + n(AC))\}$ ,满足以下条件:

[0197] (1a) : $n(BC) \geq N(A)(BC)$

[0198] (2a) : $n(BC) + n(C) \geq N(A)(BC) + N(A)(C)$

[0199] (3a) : $n(BC) + n(B) \geq N(A)(BC) + N(A)(B)$

[0200] (4a) : $n(BC) + n(B) + n(C) + n(0) = N(A)(BC) + N(A)(C) + N(A)(B) + N(A)(0)$

[0201] (1b) : $n(AC) \geq N(B)(AC)$

[0202] (2b) : $n(AC) + n(C) \geq N(B)(AC) + N(B)(C)$

[0203] (3b) : $n(AC) + n(A) \geq N(B)(AC) + N(B)(A)$

[0204] (4b) : $n(AC) + n(A) + n(C) + n(0) = N(B)(AC) + N(B)(C) + N(B)(A) + N(B)(0)$

[0205] (1c) : $n(AB) \geq N(C)(AB)$

[0206] (2c) : $n(AB) + n(A) \geq N(C)(AB) + N(C)(A)$

[0207] (3c) : $n(AB) + n(B) \geq N(C)(AB) + N(C)(B)$

[0208] (4c) : $n(AB) + n(A) + n(B) + n(0) = N(C)(AB) + N(C)(C) + N(C)(A) + N(C)(0)$

[0209] (5) : $n(BC) + n(AC) + n(AB) + n(B) + n(C) + n(A) + n(0) \leq N_{tot}$ ,

[0210] 其中:

[0211] - $\alpha$ 是正参数,它的值确定在所得帧划分中是双禁止优先于单禁止( $\alpha > 1$ ),或是单禁止优先于双禁止( $\alpha < 1$ ) ,

[0212] -约束(1a)至(3a)限定其中天线A是工作的干扰子带ISB (BC)、ISB (B)、ISB (C) 的规模n (BC)、n (B)、n (C),大于或等于由天线A发送的子带规模请求N (A) (K) ;

[0213] -约束(1b)至(3b)限定其中天线B是工作的干扰子带ISB (AC)、ISB (A)、ISB (C) 的规模n (AC)、n (C)、n (A),大于或等于由天线B发送的子带规模请求N (B) (K) ;

[0214] -约束(1c)至(3c)限定其中天线C是工作的干扰子带ISB (AB)、ISB (A)、ISB (B) 的规模n (AB)、n (A)、n (B),大于或等于由天线C发送的子带规模请求N (C) (K) ;

[0215] -约束(4a)限定与天线A全局相关联的RB的总数相对于由子带规模请求N (A) (K) 确定的那些而言保持不变;

[0216] -约束(4b)限定与天线B全局相关联的RB的总数相对于由子带规模请求N (B) (K) 确定的那些而言保持不变;

[0217] -约束(4c)限定与天线C全局相关联的RB的总数相对于由子带规模请求N (C) (K) 确定的那些而言保持不变;

[0218] -约束(5)限定与所有干扰子带IB (K) 相关联的所有RB的总和,不大于组成帧的RB

的总数Ntot。

[0219] 这个优化问题是具有7个变量和13个线性约束的混合整数线性规划(MILP)，其能够使用已知的算法解决，最优地即通过使用标准数学过程，或者启发式地，即，通过对整变量的连续松弛然后通过局部搜索的整数舍入(integer rounding)。为了减轻计算负担，可以通过对整变量的连续松弛然后通过局部搜索的舍入来计算次优解决方案。

[0220] 图6例示了通过以双禁止优先于单禁止的方式执行帧划分阶段430而从图5例示的子带规模请求N(j)(K)获得的示例性帧划分。

[0221] 图7例示了通过以单禁止优先于双禁止的方式执行帧划分阶段430而从图5例示的子带规模请求N(j)(K)获得的示例性帧划分。在这个帧划分中，没有RB与干扰子带ISB(0)相关联。

[0222] 图8以功能块的方式例示了根据本发明的实施方式的调度过程200的最终分配子过程230的主要阶段。

[0223] 在最终分配子过程230期间，天线A、B、C的集群中的每个天线j基于在帧划分子过程220中计算的干扰子带ISB(K)和它们的规模n(K)，向与之通信的UE 120分配帧的对应RB。

[0224] 最终分配子过程230的第一阶段(块805)按照如下有序序列对与天线j相通信的UE 120已经被指派给的干扰区组IZ(j)(K)进行排序：与其中集群的n个天线被禁止的集群禁止条件K相对应的干扰区组IZ(j)(K)，先于与其中集群的n-1个天线被禁止的集群禁止条件K相对应的干扰区组IZ(j)(K)。参考三个天线j=A,B,C的集群，与天线A相对应的干扰区组IZ(A)(K)可以按照以下有序序列进行排序：IZ(A)(BC),IZ(A)(B),IZ(A)(C),IZ(A)(0)。

[0225] 然后选择有序序列中的第一干扰区组IZ(j)(K)(块810)。

[0226] 此时(块815)，将与所选干扰区组IZ(j)(K)相对应的干扰子带ISB(K)的n(K)个RB分配至指派给所选干扰区组IZ(j)(K)的UE 120。该分配通过采用已知的资源分配算法来执行，例如已在预分配子过程210的块340中使用的算法(例如，PF或最大C/I)。

[0227] 如果干扰子带ISB(K)的n(K)个RB中的一些在服务了指派给所选干扰区组IZ(j)(K)的所有UE120之后依然可用(块820的出口分支Y)，则将一些属于有序序列中下一个干扰区组IZ(j)(K)的UE 120移至当前所选干扰区组IZ(j)(K)(块825)，用于以干扰子带ISB(K)的剩余RB被服务(返回到块815)。属于有序序列中下一个干扰区组IZ(j)(K)的UE 120被移至当前所选的干扰区组IZ(j)(K)的方式，是基于它们在预分配子过程210中计算出的相应增益参数Y(K)来执行，例如从属于其增益参数最接近它们没有超过的最低阈值的下一个干扰区组IZ(j)(K)的UE 120开始。

[0228] 当分配了干扰子带ISB(K)的所有n(K)个RB时(块820的出口分支Y)，如果指派给所选干扰区组IZ(j)(K)的一些UE 120还没有被服务到(块830的出口分支Y)，则将这种UE 120移至有序序列中的下一个干扰区组IZ(j)(K)(块835)。

[0229] 相反如果所有的UE 120都被服务到了(块830的出口分支N)，或者在块835之后，则最终分配子过程230检查是否所有干扰区组IZ(j)(K)的所有UE 120都被服务到了(块840)。在否定的情况下(块840的出口分支N)，选择有序序列中下一个干扰区组IZ(j)(K)(块845)，并且在新的此类干扰区组IZ(j)(K)上重复之前描述的操作(返回到块815)。在肯定的情况下(块840的出口分支Y)，终止最终分配子过程230。

[0230] 前面的描述详细给出并讨论了本发明的若干实施方式；然而，在不脱离所附权利

要求限定的范围的情况下对所述实施方式进行一些改变,以及不同的发明实施方式都是可能的。

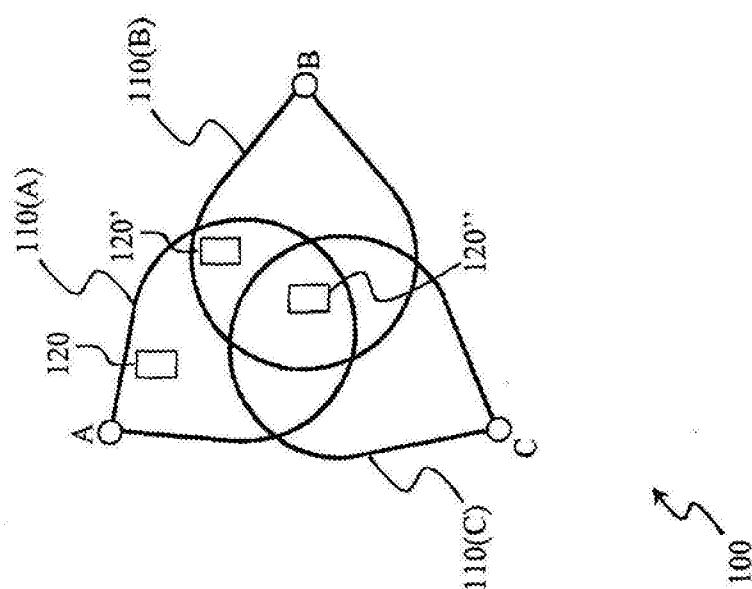


图1A

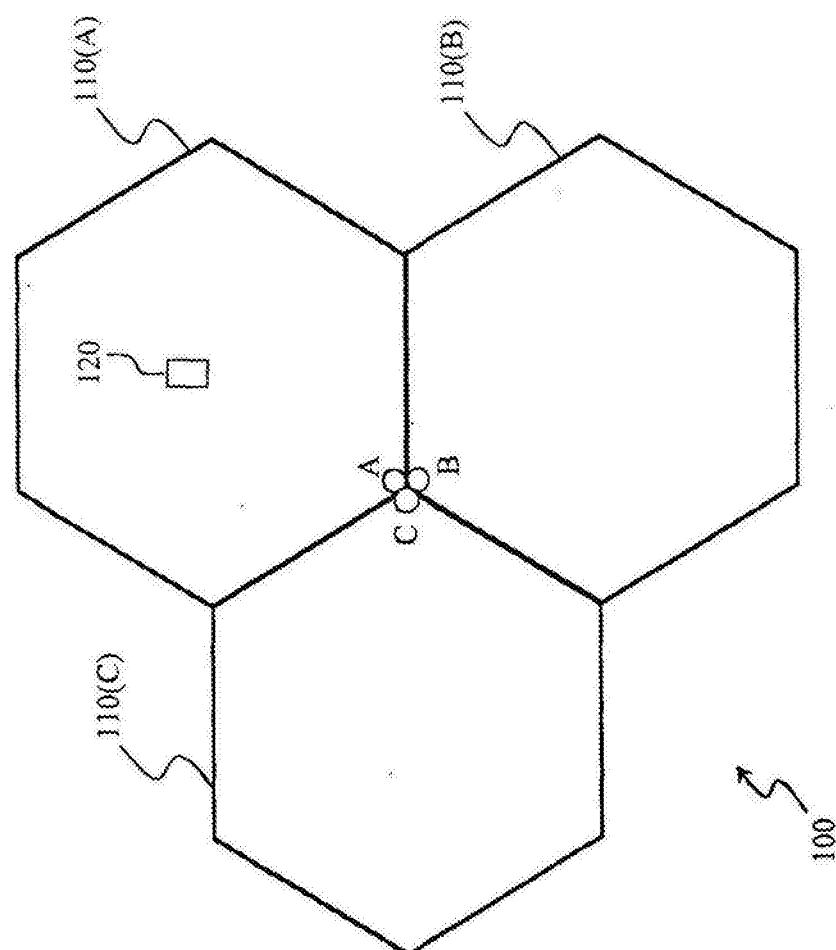


图1B

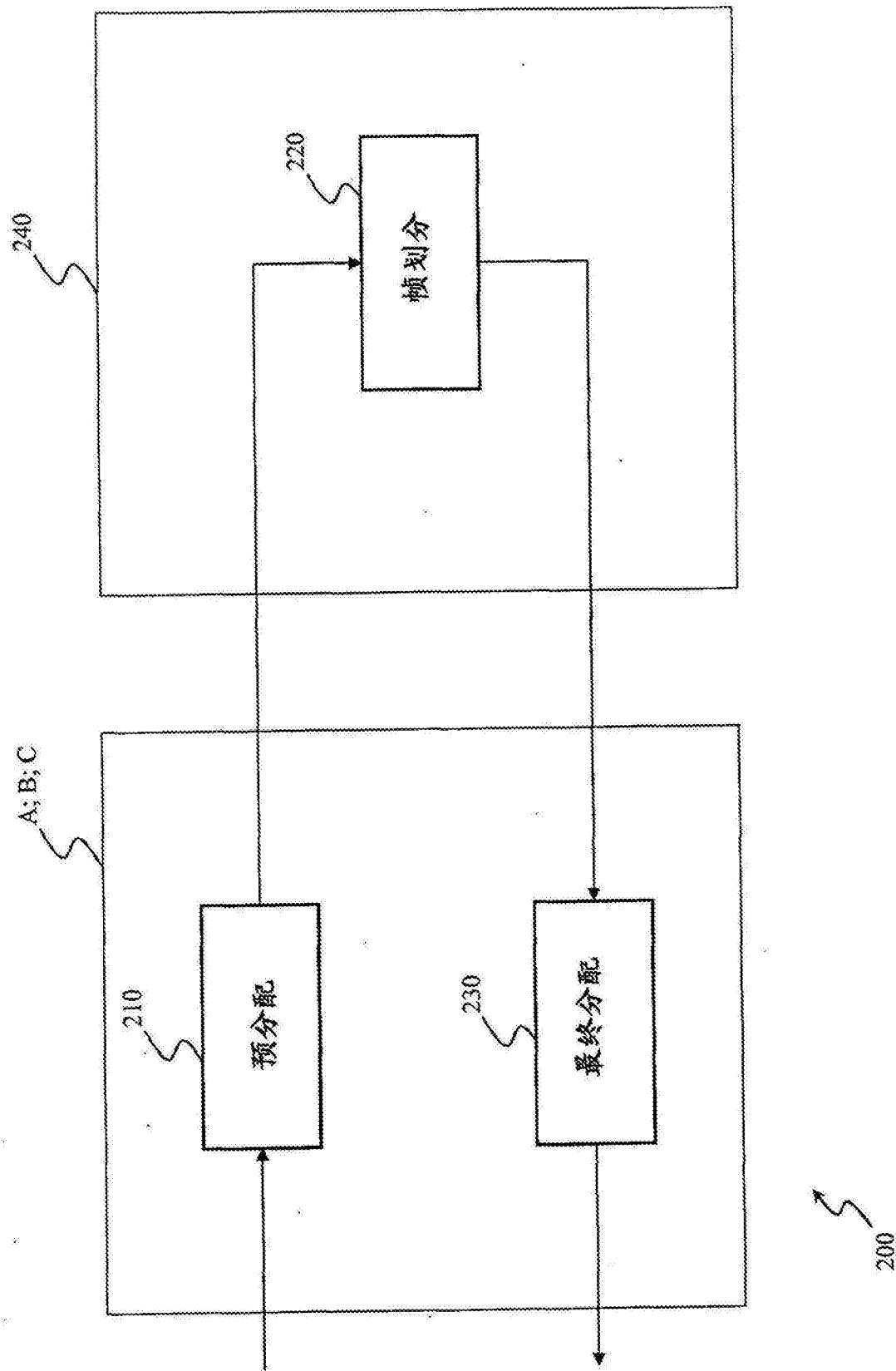


图2

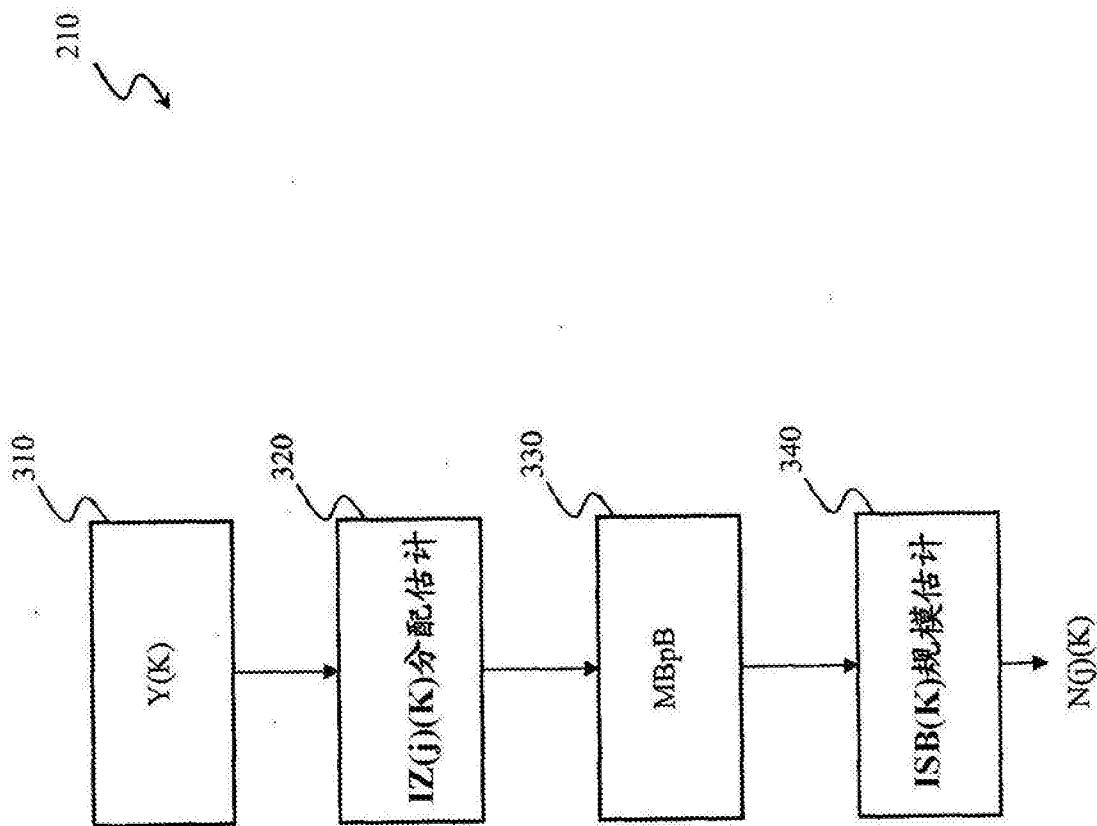


图3

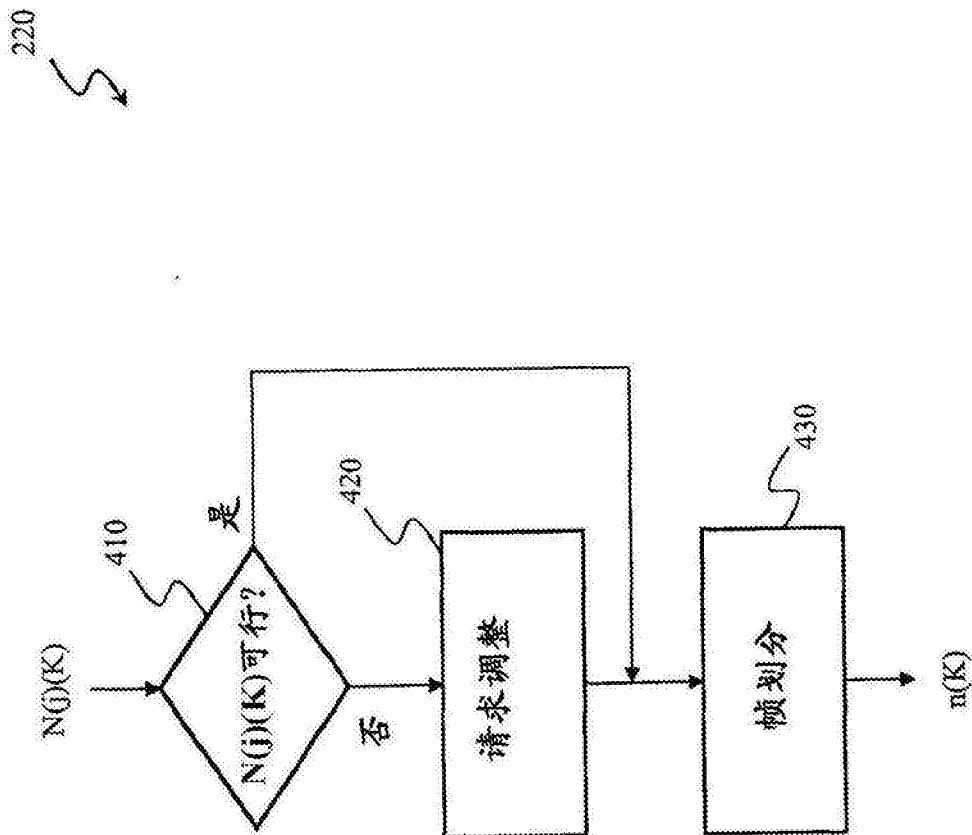


图4

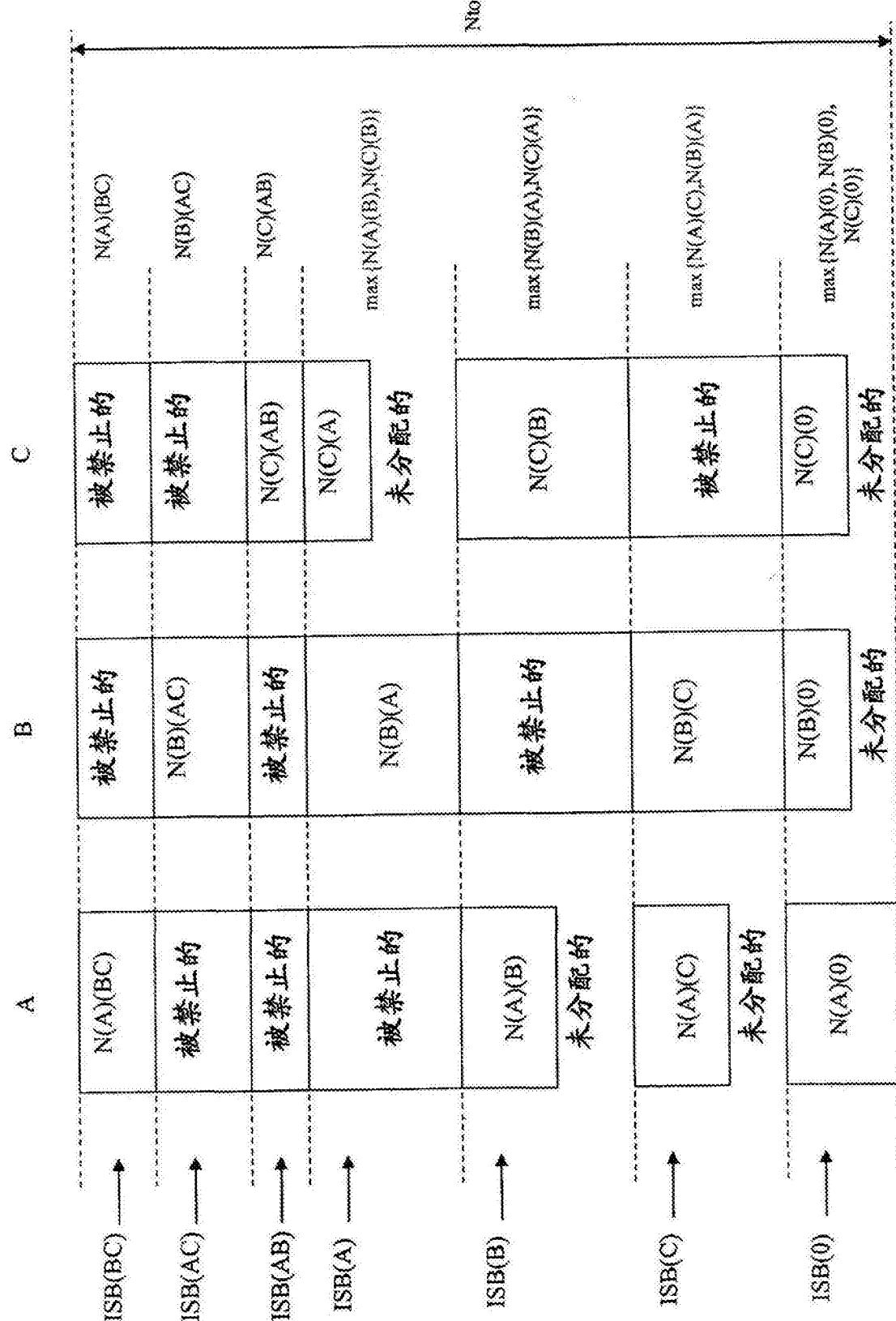


图5

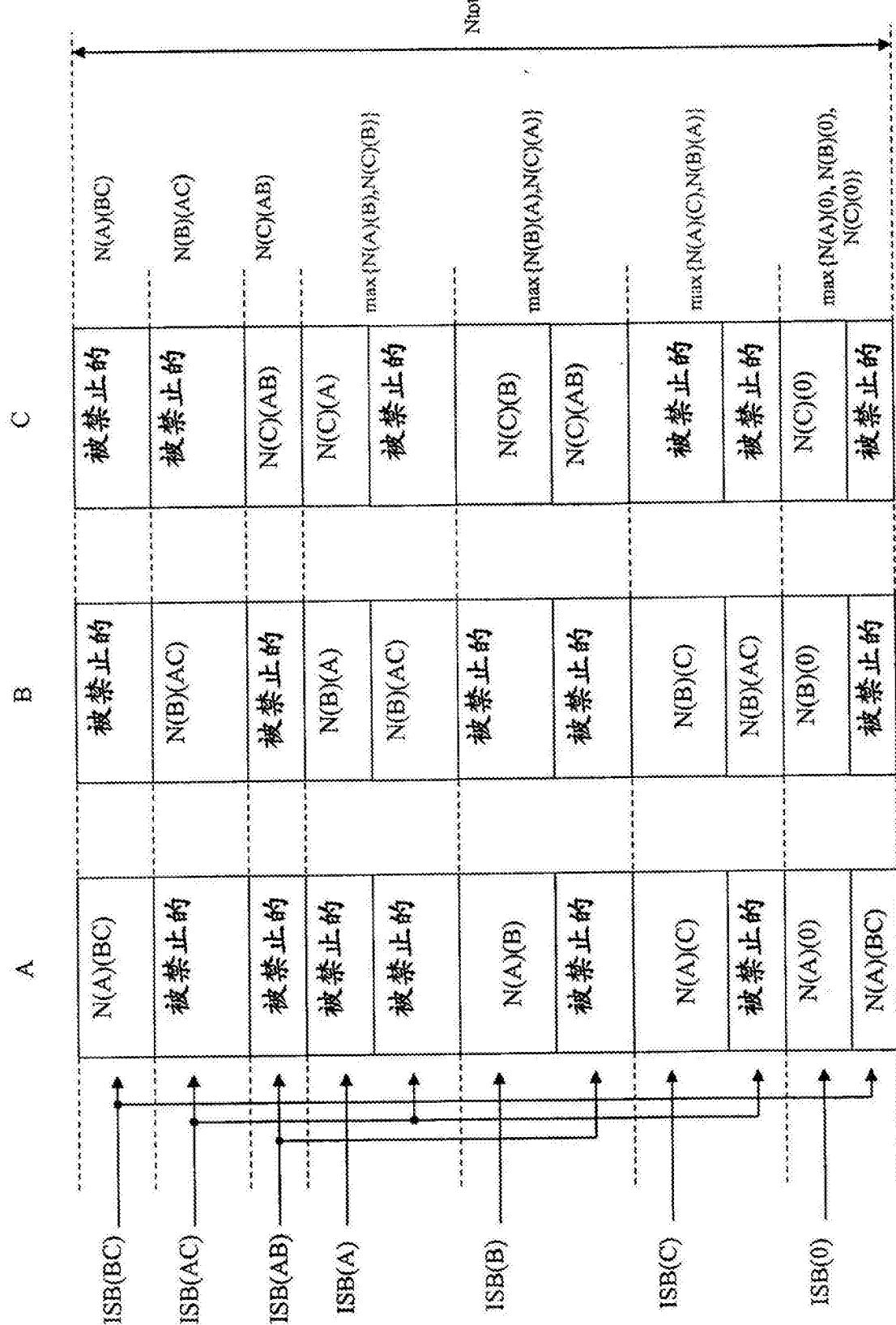


图6

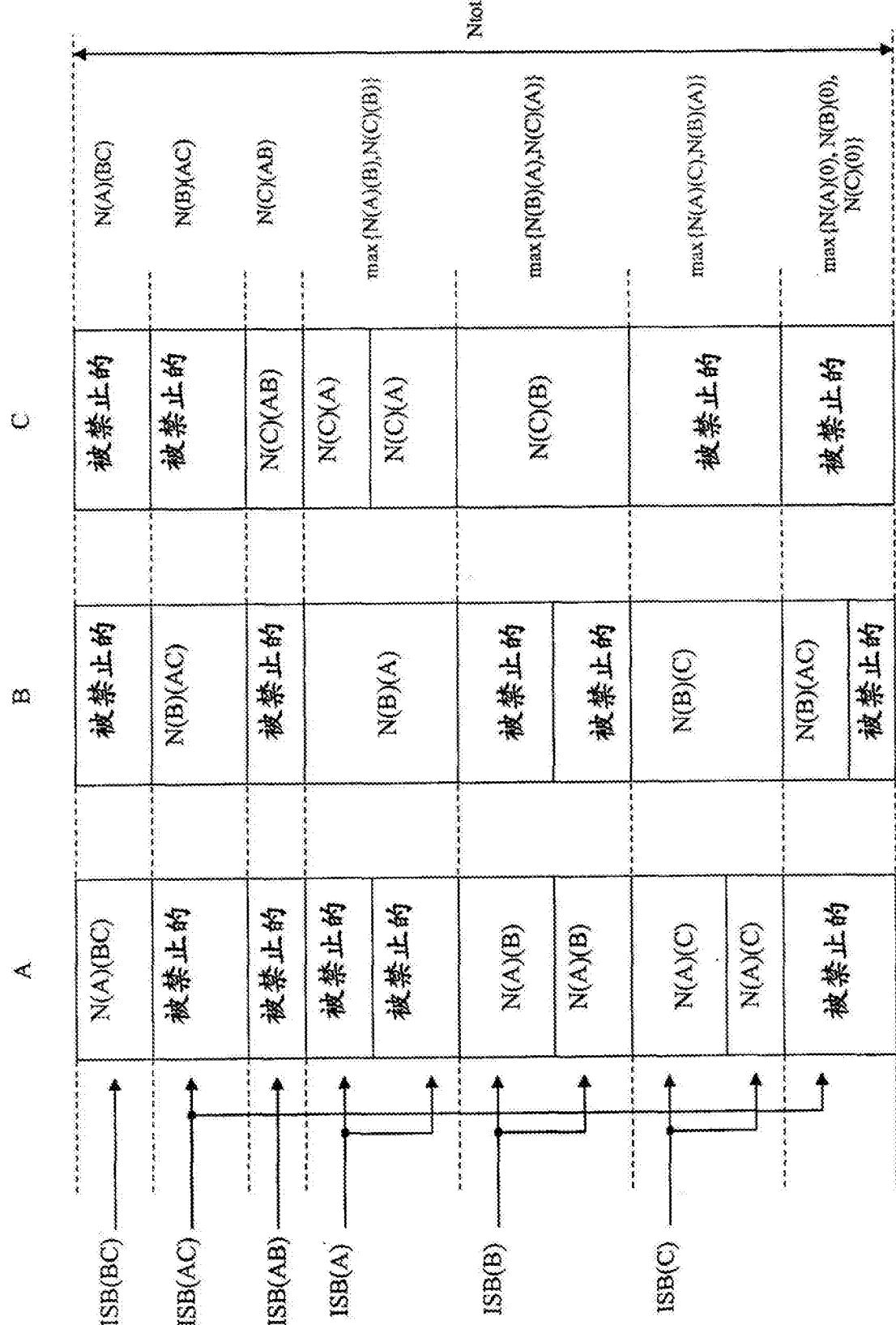


图7

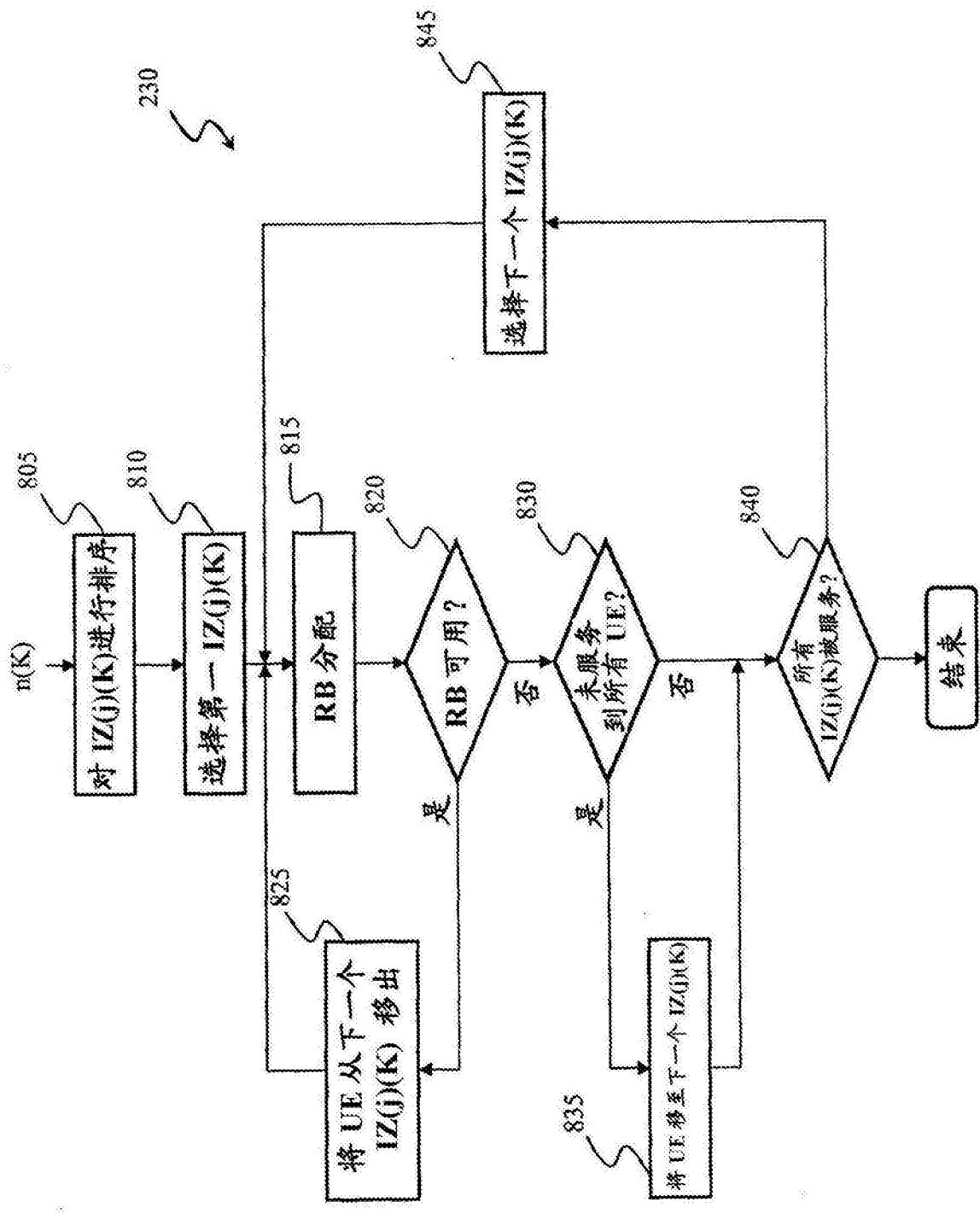


图8