



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101873601 A

(43) 申请公布日 2010. 10. 27

(21) 申请号 200910136073. 2

(22) 申请日 2009. 04. 27

(71) 申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 童辉 徐明 星野正幸 今村大地

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 邸万奎

(51) Int. Cl.

H04W 16/14 (2009. 01)

H04W 24/10 (2009. 01)

H04W 72/00 (2009. 01)

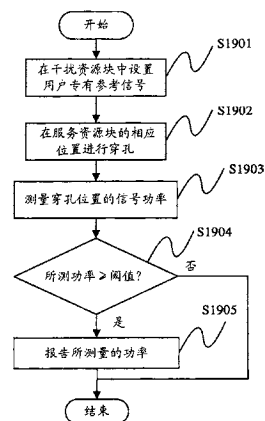
权利要求书 2 页 说明书 16 页 附图 15 页

(54) 发明名称

在无线通信系统中设置参考信号的方法以及系统

(57) 摘要

本发明提供了用于在无线通信系统中设置参考信号的方法和系统,该无线通信系统包括服务小区和相邻小区,服务小区的移动终端利用相同的时频资源,从该服务小区接收服务资源块并从相邻小区接收干扰资源块,本发明的方法包括:在所述干扰资源块中设置用户专有参考信号;以及对所述服务资源块中与所述干扰资源块上设置有所述用户专有参考信号的时频位置相同的时频位置进行穿孔,以不在被穿孔的时频位置传送任何数据。通过利用本发明中提供的方法和系统,并由此测量小区间的干扰功率,可以有效降低协作式波束形成中的反馈开销。



1. 一种用于在无线通信系统中设置参考信号的方法,所述无线通信系统包括服务小区和相邻小区,所述服务小区的移动终端利用相同的时频资源,从所述服务小区接收服务资源块并从所述相邻小区接收干扰资源块,所述方法包括步骤:

在所述干扰资源块中设置用户专有参考信号;以及

对所述服务资源块中与所述干扰资源块上设置有所述用户专有参考信号的时频位置相同的时频位置进行穿孔,以在被穿孔的时频位置不传送任何信号。

2. 如权利要求1所述的方法,还包括步骤:在被穿孔的时频位置测量所述用户专有参考信号的功率,作为从所述相邻小区接收的干扰功率。

3. 如权利要求1所述的方法,所述干扰资源块为多层,所述方法还包括步骤:将所述用户专有参考信号设置在其中的一层,并将除所述一层以外的其它层干扰资源块中与所述用户专有参考信号的相同时频位置穿孔,以不传送任何信号。

4. 如权利要求1所述的方法,所述服务资源块和每层所述干扰资源块各由多个资源单元组成,每个资源单元占用不同的时频位置,并分别用于传送以下信号中的一个或多个:控制信号,信道状态信息参考信号,解调参考信号,数据信号。

5. 如权利要求4所述的方法,还包括步骤:将所述用户专有参考信号设置为所述干扰资源块中的所述解调参考信号。

6. 如权利要求4所述的方法,还包括步骤:将所述用户专有参考信号设置为所述干扰资源块中在所述解调参考信号以外的新的解调参考信号。

7. 如权利要求1-4中任一项所述的方法,所述用户专有参考信号是功率感知参考信号,所述方法还包括步骤:将所述功率感知参考信号的波形方向图设置为所述干扰资源块中的全部信号的波形方向图的和。

8. 如权利要求7所述的方法,还包括步骤:将所述功率感知参考信号设置在所述干扰资源块中的数据信号的时频位置。

9. 如权利要求7所述的方法,还包括步骤:将所述功率感知参考信号设置在所述干扰资源块中的所述解调参考信号的时频位置。

10. 如权利要求9所述的方法,还包括步骤:将被占用了位置的所述解调参考信号设置到其它时频位置。

11. 如权利要求7所述的方法,还包括步骤:将所述功率感知参考信号设置在所述干扰资源块中的信道状态信息参考信号的时频位置。

12. 如权利要求7所述的方法,还包括步骤:将所述功率感知参考信号的位置设置在所述干扰资源块的控制区内。

13. 如权利要求7所述的方法,还包括步骤:将所述功率感知参考信号与所述干扰资源块中的 Rel-8RS 参考信号的时频位置相互错开。

14. 如权利要求7所述的方法,还包括步骤:在所述相邻小区的基站内搜索预编码矢量库,找出与所述干扰资源块的各层信号的总的波形方向图最吻合的预编码矢量,作为所述功率感知参考信号的预编码矢量。

15. 如权利要求7所述的方法,还包括步骤:基于码本设置各层信号的预编码矢量,并预先存储对应于所述功率感知参考信号的预编码矢量。

16. 如权利要求7所述的方法,还包括步骤:计算所述干扰资源块中的各层信号的波形

方向图,将各层的波形方向图叠加,作为所述功率感知参考信号的波形方向图,并基于所述功率感知参考信号的波形方向图进行频谱分解,以获得所述功率感知参考信号的预编码矢量。

17. 如权利要求 3 所述的方法,各层干扰资源块来自于不同相邻小区。

18. 如权利要求 3 所述的方法,各层干扰资源块来自于所述相邻小区中的不同移动终端的信号。

19. 如权利要求 7 所述的方法,还包括步骤:在时频连续的多个所述干扰资源块中,以预定的时频间隔设置所述功率感知参考信号。

20. 如权利要求 7 所述的方法,还包括步骤:当所述相邻小区多于一个时,对各个相邻小区的所述功率感知参考信号进行复用。

21. 如权利要求 2 所述的方法,还包括步骤:如果所测量的来自所述相邻小区的干扰功率超过预定阈值,则向所述服务小区报告所述干扰功率。

22. 一种无线通信系统,包括服务小区和相邻小区,所述服务小区的移动终端利用相同的时频资源从所述服务小区接收服务资源块并从所述相邻小区接收干扰资源块,所述无线通信系统包括:

设置装置,在所述干扰资源块中设置用户专有参考信号;以及

穿孔装置,对所述服务资源块中与所述干扰资源块上设置有所述用户专有参考信号的时频位置相同的时频位置进行穿孔,以在被穿孔的时频位置不传送任何信号。

23. 如权利要求 22 所述的无线通信系统,还包括:

移动终端,在被穿孔的时频位置测量所述用户专有参考信号的功率,作为从所述相邻小区接收的干扰功率。

24. 如权利要求 23 所述的无线通信系统,如果所测量的来自所述相邻小区的干扰功率超过预定阈值,所述移动终端向所述服务小区报告所述干扰功率。

在无线通信系统中设置参考信号的方法以及系统

技术领域

[0001] 本公开涉及通信领域中的多天线信号传输技术。

背景技术

[0002] 在现代蜂窝网无线通信系统（例如 LTE 或 WiMAX）中，用户设备（UE）除了收到服务基站的信号之外，还会收到相邻基站的干扰，亦即小区间干扰。当用户在小区边缘时，小区间干扰会较为强烈，成为限制系统吞吐量的主要原因。

[0003] 多基站协作是一种有效抑制小区间干扰的技术。多基站协作的一种实现方式是协作式波束形成。当基站配置有多天线时，天线的方向性可由天线阵列的预编码矢量改变，可以同时增强本小区的信号并降低相邻小区的干扰。

[0004] 图 1 示出了通信系统中的各个通信小区之间的协作式波束形成的模式。如图 1 所示，该系统包括三个（但不限于三个）基站（小区）eNB1、eNB2 和 eNB3，其中基站 eNB1 是位于这三个小区边缘的用户设备 UE 的服务基站。用户设备 UE 从它的服务基站 eNB1 接收信号，但同时也从相邻小区的基站 eNB2 和 eNB3 接收到干扰。用户设备 UE 需要测量服务小区信道和相邻小区信道，并将这几个信道的信道信息周期性地反馈给服务基站 eNB1，以便服务基站 eNB1 设计波束形成的预编码矢量来增强服务小区 eNB1 信号，并通过基站间的通信，将相应信道的信道信息分别通知给该小区的基站，以使它们也调整自身的波束形成的预编码矢量，以降低对服务小区 eNB1 的干扰。

[0005] 这里的信道信息可以是指各个信道的 PMI (Precoding Matrix Index- 预编码矩阵索引) 或者 CSI (Channel Status Information- 信道状态信息) 等。

[0006] 图 2 是示出了用户设备 UE 向服务小区基站 eNB1 报告信道信息的示意图。如图 2 所示，随着时间的推移，用户设备 UE 每隔周期 T 就向服务小区基站 eNB1 报告一次全部三个小区的信道信息，例如是服务小区 eNB1 的预编码矩阵索引 PMI-1，以及两个相邻小区 eNB2 和 eNB3 的预编码矩阵索引 PMI-2 和 PMI-3。

[0007] 在上述协作式波束形成中，由于用户设备 UE 不仅需要反馈服务小区 eNB1 的信道信息，还需要反馈相邻小区的信道信息，与传统的无小区间协作传输的系统相比，协作式波束形成需要更大的反馈开销。因此，有效降低反馈开销成为协作式波束形成的课题。

发明内容

[0008] 根据本公开的一个方面，提供了一种用于在无线通信系统中设置参考信号的方法，该无线通信系统包括服务小区和相邻小区，服务小区的移动终端利用相同的时频资源，从该服务小区接收服务资源块并从相邻小区接收干扰资源块，本公开的方法包括步骤：在所述干扰资源块中设置用户专有参考信号；以及对所述服务资源块中与所述干扰资源块上设置有所述用户专有参考信号的时频位置相同的时频位置进行穿孔，以在被穿孔的时频位置不传送任何信号。

[0009] 根据本公开的另一个方面，提供了一种无线通信系统，该无线通信系统包括服务

小区和相邻小区,该服务小区的移动终端利用相同的时频资源从该服务小区接收服务资源块并从相邻小区接收干扰资源块,该无线通信系统包括:设置装置,在所述干扰资源块中设置用户专有参考信号;以及穿孔装置,对所述服务资源块中与所述干扰资源块上设置有所述用户专有参考信号的时频位置相同的时频位置进行穿孔,以在被穿孔的时频位置不传送任何信号。

[0010] 通过利用本公开中提供的设置参考信号的方法和系统,并由此测量小区间的干扰功率,可以有效降低协作式波束形成中的反馈开销。

附图说明

[0011] 从下面结合附图对本公开实施例的详细描述中,本公开的这些和/或其它方面和优点将变得更加清楚并更容易理解,其中:

[0012] 图 1 示出了通信系统中的各个通信小区之间的协作式波束形成的模式。

[0013] 图 2 是示出用户设备向服务小区基站报告信道信息的示意图。

[0014] 图 3(a) 和图 3(b) 是示出了小区间干扰的示意图。

[0015] 图 4(a) 和图 4(b) 示出根据本公开实施例的自适应反馈方式的示意图。

[0016] 图 5(a) 和图 5(b) 是示出根据本公开实施例在干扰资源块上设置用户专有参考信号的图示。

[0017] 图 6(a) 和图 6(b) 是示出根据本公开实施例将用户专有参考信号设置为解调参考信号的图示。

[0018] 图 7(a) 和图 7(b) 是示出根据本公开另一个实施例将用户专有参考信号设置为解调参考信号的图示。

[0019] 图 8(a)、图 8(b) 和图 8(c) 是示出小区间干扰的另外的示意图。

[0020] 图 9(a) 和图 9(b) 示出根据再一实施例的将用户专有参考信号设置为解调参考信号的图示。

[0021] 图 10 是示出根据本公开再一个实施例的功率感知参考信号的图示。

[0022] 图 11(a) 和图 11(b) 示出根据本公开实施例的将功率感知参考信号设置在数据信号位置的图示。

[0023] 图 12(a) 和图 12(b) 示出根据本公开实施例的将功率感知参考信号设置在解调参考信号的位置的图示。

[0024] 图 13(a) 和图 13(b) 示出根据本公开实施例的将功率感知参考信号设置在解调参考信号的位置的另一图示。

[0025] 图 14 是示出根据本公开另一实施例的设置功率感知参考信号的图示。

[0026] 图 15 是示出在干扰来自相邻小区的多个终端的情况下设置功率感知参考信号的图示。

[0027] 图 16 是示出在干扰来自相邻小区的多个终端的情况下设置功率感知参考信号的另一示例的图示。

[0028] 图 17 是示出由于相邻小区中存在多个移动终端产生干扰资源块的图示。

[0029] 图 18 是示出用于实现本公开实施例的无线通信系统的基本配置的图示。

[0030] 图 19 是示出用于实现本公开实施例的方法的流程图。

具体实施方式

[0031] 下面将结合附图详细描述本公开的具体实施例。如果考虑到对某些相关现有技术的详细描述可能会混淆本公开的要点,则不会在这里提供其详细描述。在各个实施例中,相同的附图标记用于表示执行相同功能的元件或单元。

[0032] 本公开提出了通过在无线通信系统的下行链路中设置用户专有参考信号的方式,来测量小区间的干扰功率。具体方式可以是:相邻小区(干扰小区)在所发送的资源块(干扰资源块)上设置用户专有参考信号,服务小区(被干扰小区)在发送给其用户设备(例如是移动终端)的资源块(服务资源块)上与该用户专有参考信号所在的时频位置相同的时频位置上穿孔。本公开还提出了设置“功率感知参考信号”的方式,使得将功率感知参考信号用作该用户专有的参考信号。这样,即使被干扰用户不知道干扰信号的层数,也能够正确感知总的干扰能量。此功率感知参考信号的波形方向图应当等于或近似等于各层干扰信号的波形方向图的总和。对于干扰来自多个用户的信号的情况,该功率感知参考信号也可以被用来测量多个用户的干扰功率。

[0033] 图 3(a) 和图 3(b) 是示出了小区间干扰的示意图。如图 3(a) 所示,小区基站 eNB1 在与移动终端 UE1 通信时,会将天线波束的功率主要集中于 UE1 的方向,而小区基站 eNB2 在与移动终端 UE2 通信时,也会将天线波束的功率主要集中于 UE2 的方向。但是在 UE1 和 UE2 分别从它们各自的服务基站 eNB1 和 eNB2 接收信号时,它们也会接收到来自于相邻小区 eNB2 和 eNB1 的干扰(如图 3(a) 中的虚线所示)。但是在某些情况下,如图 3(b) 所示,由于小区基站 eNB2 的天线波束的方向背离移动终端 UE1,因此当 UE1 与其服务基站 eNB1 通信时,从其相邻基站 eNB2 接收的干扰会比较小,因而可能对其通信产生的干扰也比较小。而在图 3(a) 所示的情况下,由于小区基站 eNB2 的天线波束的方向更靠近移动终端 UE1,因此当 UE1 与其服务基站 eNB1 通信时,从其相邻基站 eNB2 接收的干扰会比较大,因而可能对其通信产生的干扰也比较大。

[0034] 在这种情况下,本公开提出了可以降低反馈开销的方案,即只有当小区间干扰确实存在的时候,移动终端才向服务基站反馈相邻小区的信道信息,而当小区间干扰(信号)不存在的时候,没有必要去反馈此相邻小区的信道信息。这种反馈方式可以称为自适应反馈方式,而不是周期性反馈方式。

[0035] 图 4(a) 和图 4(b) 示出了根据本公开实施例的自适应反馈方式的示意图。图 4(b) 中的竖直条块表示移动终端 UE1 接收的来自相邻小区 eNB2 的干扰功率,如果在 UE1 处测量的来自相邻小区 eNB2 的干扰功率的值超过预定阈值(该预定阈值可由本领域的技术人员根据系统的实际需求而设定),UE1 就向服务小区 eNB1 报告该干扰功率,而如果所接收的干扰功率的值未超过该预定的阈值,那么移动终端 UE1 不向其服务基站 eNB1 报告该干扰功率。也就是说,需要根据相邻小区干扰功率的大小来决定是否进行报告。

[0036] 上述自适应反馈方式需要移动终端 UE1 能够有效测量相邻小区的干扰功率,但是现有的小区间信道估计的方法都是基于 CSI-RS(CSI 参考信号)。CSI-RS 是小区专有(cell-specific)的信号,这意味着即使没有小区间干扰,即没有真实的干扰信号发送出来,CSI-RS 仍然会被照常发送。因此,基于 CSI-RS 的测量不能正确反映相邻小区的干扰功率。

[0037] 根据本公开的实施例,也提出了用于测量相邻小区的干扰功率的方案,这种方案基于用户专有参考信号来进行,而不是基于小区专有参考信号,这样就可以有效地得知相邻小区的干扰功率。这里,用户专有参考信号是指随着发送给移动终端的数据一起发送的、经过预编码的参考信号,其携带有该小区天线的预编码矢量信息。具体地,如果被干扰小区的通信基站,例如是 eNB1,将对应于相邻小区 eNB2 和 / 或 eNB3 的用户专有参考信号的时频位置(特定的时间和频率)上的数据穿孔,即在此时频位置上不发送任何数据,则在此时频位置上测量得到的接收功率即为相邻小区的干扰功率。

[0038] 下面将结合附图具体描述本公开的实施例。

[0039] 图 5(a) 和图 5(b) 是示出根据本公开实施例在干扰资源块上设置用户专有参考信号的图示。在如图 3(a) 和图 3(b) 所示的环境下,移动终端 UE1 可以从其服务基站 eNB1 接收服务信号,并同时从相邻小区基站 eNB2(干扰源)接收干扰信号。图 5(a) 表示移动终端 UE1 从服务小区 eNB1 接收的信号的资源块 RB1,以下称为服务资源块,其横轴表示时间 t ,纵轴表示频带宽度,其中的每个小方块表示资源单元。移动终端 UE1 从服务基站 eNB1 接收的所有信息信号资源由多个在时间和频率上连续的服务资源块 RB1 构成。每个服务资源块 RB1 仅为在一段时间(例如时刻 t_1 至时刻 t_2) 和一个频带(例如频率 f_1 至频率 f_2) 上所传输的信息信号。服务资源块 RB1 的前三列的资源单元是控制区,负责传送控制数据,其中用左斜线表示的资源单元可以具体地代表 LTE 系统的 Re1-8RS(Re1-8 参考信号)。无颜色表示的资源单元用于传送数据信号。深色表示的资源单元代表小区专有的 CSI-RS 信号。CSI-RS 信号的数量不对本公开构成限制,可以根据系统的需求设置任何数量的 CSI-RS 信号。

[0040] 图 5(b) 表示移动终端 UE1 从相邻小区 eNB2 接收的干扰信号的资源块 RB2,以下称为干扰资源块。同样地,干扰资源块 RB2 的横轴表示时间 t ,纵轴表示频带宽度,其中的每个小方块表示资源单元。移动终端 UE1 从相邻小区基站 eNB2 接收的所有干扰信号的资源也由多个在时间和频率上连续的干扰资源块 RB2 构成。每个干扰资源块 RB2 仅为在一段时间(例如时刻 t_1 至时刻 t_2) 和一个频带(例如频率 f_1 至频率 f_2) 上所传输的信号。干扰资源块 RB2 的前三列的资源单元是控制区,负责传送控制数据,其中用左斜线表示的资源单元可以具体地代表 LTE 系统的 Re1-8RS(Re1-8 参考信号)。无颜色表示的资源单元用于传送数据信号。深色表示的资源单元代表小区专有的 CSI-RS 信号。CSI-RS 信号的数量不对本公开构成限制,可以根据系统的需求设置任何数量的 CSI-RS 信号。

[0041] 也就是说,服务资源块 RB1 和干扰资源块 RB2 各由多个资源单元组成,每个资源单元占用不同的时频位置(特定的时间和频率范围),并分别用于传送控制信号、信道状态信息参考信号和 / 或数据信号。由于服务资源块 RB1 和干扰资源块 RB2 位于相同的时频资源上,因此可以将它们看作叠加在一起。

[0042] 根据本公开的实施例,在如图 3(a) 和图 3(b) 所示的系统环境中,该无线通信系统包括服务小区(基站) eNB1 和相邻小区(基站) eNB2,服务小区 eNB1 的移动终端 UE1 利用相同的时频资源,即在相同的时间和频率范围内,从服务小区 eNB1 接收服务资源块 RB1,并从相邻小区 eNB2 接收干扰资源块 RB2,那么该无线通信系统中的各个小区 eNB1 和 / 或 eNB2 在发送给相应的移动终端(例如是 UE1 和 / 或 UE2) 的下行链路中这样设置参考信号:相邻小区 eNB2 在干扰资源块 RB2 中设置用户专有参考信号,服务小区 eNB1 对服务资源块 RB1

中与干扰资源块 RB2 上设置有该用户专有参考信号的时频位置相同的时频位置进行穿孔, 以在被穿孔的时频位置不传送任何信号。

[0043] 具体地, 在图 5(b) 所示的干扰资源块 RB2 中, 可以包括一个或多个用户专有参考信号 (仅示出一个), 这里用字母 U 表示。这个用户专有参考信号 U 经过相邻小区基站 eNB2 的预编码, 随干扰资源块 RB2 一起发送, 其含有该相邻小区基站 eNB2 与移动终端 UE2 进行通信的预编码矢量信息。在这种情况下, 移动终端 UE1 的服务基站 eNB1 可以通过与相邻小区基站 eNB2 协商 (以本领域技术人员熟知的方式) 来获得用户专有参考信号 U 在干扰资源块 RB2 中的位置, 并在由 eNB1 自身发送的服务资源块 RB1 的相同时频位置进行穿孔, 如图 5(a) 的服务资源块 RB1 中的交叉斜线表示的资源单元 (用 U1 表示) 所示。也就是说, 在服务资源块 RB1 的资源单元 U1 处不传送任何信号。

[0044] 这样, 移动终端 UE1 可以测量被穿孔的时频位置处该用户专有参考信号的功率, 作为从相邻小区 eNB2 接收的干扰功率。具体地, 当移动终端 UE1 从服务基站 eNB1 接收到服务资源块 RB1, 以及在相同的时频资源 (相同的时间和频率范围内) 从相邻小区的基站 eNB2 接收到干扰资源块 RB2 时, 移动终端 UE1 可以测量在 U 和 U1 位置 (同一个时频位置) 处的信号总功率。因为资源单元 U1 不传送任何信号, 因此所测量的信号总功率即为在 U 处所传送的信号的功率, 其可以代表来自相邻小区 eNB2 的干扰功率。这样, 移动终端 UE1 就可以获得来自相邻小区 eNB2 的干扰功率了。并且, 如果所测量的来自相邻小区 eNB2 的干扰功率超过预定阈值, 则移动终端 UE1 向服务小区 eNB1 报告该干扰功率。

[0045] 图 6(a) 和图 6(b) 是示出根据本公开实施例将用户专有参考信号设置为解调参考信号的图示。在例如 LTA-A 无线通信系统中, 由小区基站发送的资源块中还包括解调参考信号 (DM-RS), 该解调参考信号本身就是用户专有的参考信号。也就是说, 解调参考信号是随服务基站 eNB1 和 / 或 eNB2 发送给移动终端 UE1 和 / 或 UE2 的数据而发送的、经过预编码的参考信号, 其携带有发送小区的天线的预编码矢量信息, 并作为该移动终端 UE1 和 / 或 UE2 解调由服务基站 eNB1 和 / 或 eNB2 发送的数据的参考信号。因此, 在图 6(a) 和图 6(b) 中, 解调参考信号是用户专有参考信号的一个实例, 也就是说, 可以将该用户专有参考信号设置为干扰资源块中的解调参考信号。

[0046] 图 6(a) 和图 6(b) 与图 5(a) 和图 5(b) 基本相同, 对于图 6(a) 和图 6(b) 中与图 5(a) 和图 5(b) 相同的部分, 这里不再赘述, 而在图 6(a) 的服务资源块 RB1' 和图 6(b) 的干扰资源块 RB2' 中, 还分别示出了解调参考信号, 这里用由多条横线表示的资源单元来代表。这里示出了 4 个解调参考信号, 但是解调参考信号的数量不对本公开构成限制, 可以根据系统的需求设置任何数量的解调参考信号。从图 6(a) 和图 6(b) 可以看出, 服务资源块 RB1' 中的解调参考信号的位置与干扰资源块 RB2' 中的解调参考信号的位置在时频资源上是不重合的。这里, 服务资源块 RB1' 和干扰资源块 RB2' 各由多个资源单元组成, 每个资源单元占用不同的时频位置 (特定的时间和频率范围), 并分别用于传送控制信号、信道状态信息参考信号、解调参考信号和 / 或数据信号。

[0047] 在这种情况下, 移动终端 UE1 的服务基站 eNB1 可以通过与相邻小区基站 eNB2 协商来获得资源块 RB2' 中的解调参考信号的位置 (可以仅选择其中的一个解调参考信号, 这里用 U 表示, 但是可以不限于一个), 并在由 eNB1 自身发送的服务资源块 RB1' 的相应时频位置进行穿孔, 如图 6(a) 的服务资源块 RB1' 中由交叉斜线表示的资源单元 (用 U1 表

示)所示。也就是说,在服务资源块 RB1' 的资源单元 U1 处不传送任何信号。

[0048] 当移动终端 UE1 从服务基站 eNB1 接收到服务资源块 RB1', 以及在相同的时频资源(相同的时间和频率范围内)从相邻小区基站 eNB2 接收到干扰资源块 RB2' 时,移动终端 UE1 可以测量在 U 和 U1 位置(同一个位置)处的信号总功率。因为资源单元 U1 不传送任何信号,所以所测量的信号总功率即为在 U 处传送的解调参考信号的功率。发送小区的解调参考信号的波形方向图与该发送小区的各发送信号的总的波形方向图相同,因此其功率其可以代表来自相邻小区 eNB2 的干扰功率。这样,移动终端 UE1 就可以获得来自相邻小区 eNB2 的干扰功率了。并且,如果所测量的来自相邻小区 eNB2 的干扰功率超过预定阈值,则移动终端 UE1 向服务小区 eNB1 报告该干扰功率。

[0049] 图 7(a) 和图 7(b) 是示出根据本公开另一个实施例将用户专有参考信号设置为解调参考信号的图示,其中可以将用户专有参考信号设置为干扰资源块中在固有的解调参考信号以外的新的解调参考信号。图 7(a) 和图 7(b) 与图 6(a) 和图 6(b) 基本相同,对于图 7(a) 和图 7(b) 中与图 6(a) 和图 6(b) 相同的部分,这里不再赘述,而在图 6(b) 的干扰资源块 RB2' 中,还示出了新设置的解调参考信号,这里用 U 来代表。

[0050] 根据本公开的这个实施例,相邻小区基站 eNB2 在干扰资源块 RB2' 中除了固有的解调参考信号以外的位置,插入了新的解调参考信号 U。该解调参考信号 U 与干扰资源块 RB2' 中的其它固有的解调参考信号相同,也具有发送天线的预编码矢量信息。在这种情况下,移动终端 UE1 的服务基站 eNB1 可以通过与相邻小区基站 eNB2 协商来获得干扰资源块 RB2' 中插入的该解调参考信号 U 的位置,并在由服务基站 eNB 1 自身发送的服务资源块 RB1' 的相同时频位置进行穿孔,如图 7(a) 的服务资源块 RB1' 中的交叉斜线表示的资源单元(用 U1 表示)所示。也就是说,在服务资源块 RB1' 的资源单元 U1 处不传送任何信号。

[0051] 当移动终端 UE1 从服务基站 eNB1 接收到服务资源块 RB1', 以及在相同的时频资源(相同的时间和频率范围内)从相邻小区基站 eNB2 接收到干扰资源块 RB2' 时,移动终端 UE1 可以测量在 U 和 U1 位置(同一个位置)处的信号总功率。因为资源单元 U1 不传送信号,因此所测量的信号总功率即为在 U 处传送的解调参考信号的功率。由于发送小区的解调参考信号的波形方向图与该发送小区的各发送信号的总的波形方向图相同,因此其功率其可以代表来自相邻小区 eNB2 的干扰功率。这样,移动终端 UE1 就可以获得来自相邻小区 eNB2 的干扰功率了。并且,如果所测量的来自相邻小区 eNB2 的干扰功率超过预定阈值,则移动终端 UE1 向服务小区 eNB1 报告该干扰功率。

[0052] 图 8(a)、图 8(b) 和图 8(c) 是示出了小区间干扰的另外的示意图。如图 8(a) 所示,存在相邻小区的数目不限于两个而可以是多个的情况,例如是三个。具体地,在移动终端 UE1 从其服务基站 eNB1 接收信号(服务资源块)时,它会接收到来自相邻小区 eNB2 的干扰信号(干扰资源块)以及来自相邻小区 eNB3 的干扰信号(干扰资源块),如图 8(a) 中的虚线所示。根据不同的情况,服务小区 eNB1 的移动终端 UE1 会在相同的时频资源上分别从相邻小区 eNB2 和 eNB3 接收到两个或更多的干扰资源块。由于这些干扰资源块位于相同的时频资源上,因此可以将它们看作叠加在一起的两层或多层,其中总的干扰功率等于叠加在一起的多层干扰资源块的功率的总和。也就是说,服务小区 eNB1 的移动终端 UE1 从相邻小区 eNB2 和 eNB3 所接收的干扰资源块可以为多层。

[0053] 产生多层干扰资源块的情况不仅是如图 8(a) 所示的干扰信号来自于不同小区的情况,还可以是干扰信号来源于多个用户的信号的情况,如图 8(b) 所示。在图 8(b) 中,相邻小区基站 eNB2 具有多个(这里示出了 2 个)移动终端 UE2 和 UE2',在与移动终端 UE2 和 UE2' 通信时,小区基站 eNB2 会将天线波束的功率主要集中于 UE2 和 UE2' 的方向。在移动终端 UE1 从其服务基站 eNB1 接收信号时,它也会接收到来自于相邻小区 eNB2 的两个或多个干扰,如图 8(b) 中的虚线所示。对于来自多个用户 UE2 和 UE2' 的信号的干扰,也可以应用多层干扰资源块来近似。

[0054] 更进一步如图 8(c) 所示,在服务小区 eNB1 的移动终端 UE1 从其服务基站 eNB1 接收信号时,它也可能接收到来自于相邻小区 eNB2 以及来自于相邻小区 eNB3 的多个干扰,如图 8(c) 中的虚线所示。由于这些干扰资源块位于相同的时频资源上,因此可以将它们看作叠加在一起的多层干扰资源块,其总的干扰功率等于叠加在一起的多层干扰资源块的功率的总和。也就是说,服务小区 eNB1 的移动终端 UE1 从相邻小区 eNB2 和 / 或 eNB3 所接收的干扰资源块也可以是多层的。

[0055] 图 9(a) 和图 9(b) 示出了根据本公开再一实施例的将用户专有参考信号设置为解调参考信号的图示。在如图 8(a)、图 8(b) 和图 8(c) 所示的环境下,移动终端 UE1 可以从服务基站 eNB1 接收服务资源块 RB1'',并同时从相邻小区基站 eNB2 和 / 或 eNB3 接收干扰资源块 RB''。图 9(a) 表示移动终端 UE1 从服务小区 eNB1 接收的服务资源块 RB1'',其与图 7(a) 表示的服务资源块 RB1' 基本相同,对于图 9(a) 中与图 7(a) 相同的部分,这里不再赘述。

[0056] 图 9(b) 表示移动终端 UE1 在相同的时频资源(例如是时间段 t1 至 t2 和频率段 f1 至 f2) 上从相邻小区 eNB2 和 / 或 eNB3 接收的多层干扰资源块的叠加,即第一层干扰资源块 RB2'' 和第二层干扰资源块 RB3'' 的和。干扰资源块 RB2'' 和 RB3'' 的每一个均与图 7(b) 所示的干扰资源块 RB2' 基本相同,对于图 9(b) 中与图 7(b) 相同的部分,这里也不再赘述。不同的是,在图 9(b) 所示的两层干扰资源块 RB2'' 和 RB3'' 中,第一层干扰资源块 RB2'' 中的解调参考信号用 L0 来表示,第二层干扰资源块 RB3'' 中的解调参考信号用 L1 来表示。注意到,服务资源块 RB1''、第一层干扰资源块 RB2'' 和第二层干扰资源块 RB3'' 中的解调参考信号的时频位置均不相重合。

[0057] 在这种情况下,移动终端 UE1 的服务基站 eNB1 可以通过与相邻小区基站 eNB2 和 / 或 eNB3 协商来分别获得干扰资源块 RB2'' 以及 RB3'' 中的解调参考信号的时频位置,并在由服务小区基站 eNB1 自身发送的服务资源块 RB1'' 的各个相同位置进行穿孔。具体地,可以选择第一层干扰资源块 RB2'' 左上侧的解调参考信号的位置,用 U 来表示,并选择第二层干扰资源块 RB3'' 左上侧的解调参考信号的位置,用 V 来表示,作为要被使用的解调参考信号。服务小区基站 eNB1 在自身发送的服务资源块 RB1'' 的两个相对应的位置进行穿孔,如图 9(a) 的服务资源块 RB1'' 中的交叉斜线表示的资源单元(分别用 U1 和 V1 表示)所示。也就是说,在服务资源块 RB1'' 的资源单元 U1 和 V1 处不传送任何信号。

[0058] 另外,由于各个资源块中的解调参考信号的位置是正交的,在发送干扰资源块 RB1'' 和 RB2'' 时,相邻小区基站 eNB2 和 / 或 eNB3 还在两层干扰资源块 RB2'' 和 RB3'' 中与另外一个干扰资源块 RB3'' 和 RB2'' 中的解调参考信号的位置相对应的位置处进行穿孔,从而在被穿孔的位置不传送任何信号。具体地,在第一层干扰资源块 RB2'' 中与第二层干扰

资源块 RB3'' 的解调参考信号 V 的位置相对应的位置处进行穿孔 (例如用 V1' 表示), 也在第二层干扰资源块 RB3'' 中与第一层干扰资源块 RB2'' 的解调参考信号 U 的位置相对应的位置处进行穿孔 (例如用 U1' 表示)。这样, 第一层干扰资源块 RB2'' 中的解调参考信号 U 以及第二层干扰资源块 RB3'' 中的解调参考信号 V 分别实现了正交化。也就是说, 本公开的实施例是将用户专有参考信号 (这里是解调参考信号) 设置在各层干扰资源块中的一层上, 并将除这一层以外的其它层干扰资源块中与该用户专有参考信号的相同时频位置进行穿孔, 不在被穿孔的该位置传送任何信号。

[0059] 当移动终端 UE1 从服务基站 eNB1 接收到服务信号, 以及在相同的时频资源 (相同的时间和频率范围内) 从相邻小区基站 eNB2 和 / 或 eNB3 接收到干扰信号时, 移动终端 UE1 可以分别测量在各个资源块的 U 和 V 位置处的信号功率。因为资源单元 U1、V1 以及 U1'、V1' 均不传送信号, 因此所测量的资源单元 U 处的信号功率和资源单元 V 处的信号功率分别为第一层资源块 RB2'' 和第二层资源块 RB3'' 的干扰功率。这样, 移动终端 UE1 就可以获得来自各个相邻小区 eNB2 和 / 或 eNB3 的干扰功率了。并且, 如果所测量的来自相邻小区 eNB2 和 / 或 eNB3 的干扰功率超过预定阈值, 则移动终端 UE1 向服务小区 eNB1 报告超过阈值的该干扰功率。

[0060] 下面可以证明“干扰资源块 RB'' 的信号功率等于干扰资源块 RB2'' 的信号功率与干扰资源块 RB3'' 的信号功率的和”。

[0061] 如上所述, 在相邻小区干扰是多层信号的情况下, 不同层之间的解调参考信号应当正交, 例如是时分正交或频分正交。为了解决多层信号的功率测量问题, 这里假定发射的是双层干扰, 其对应的数学模型为:

$$[0062] \quad \vec{w}_{data} = \vec{w}_1 \cdot s_1 + \vec{w}_2 \cdot s_2。$$

[0063] 这里, $\vec{w}_{data}$ 代表总的干扰, s_1 和 s_2 分别代表第一层和第二层的数据, 在推导过程中, 假设 s_1 和 s_2 是独立随机变量, 亦即它们的互相关为零。 $\vec{w}_1$ 和 $\vec{w}_2$ 分别代表第一层和第二层的预编码矢量。则在方向 θ 上, 收到的干扰信号为:

$$[0064] \quad S_{data}(\theta) = \vec{v}_{\theta}^H \cdot \vec{w}_{data}。$$

[0065] 这里, $S_{data}(\theta)$ 是在方向 θ 上收到的干扰信号, $\vec{v}_{\theta}$ 是在方向 θ 上的矩阵响应矢量, $(.)^H$ 代表共轭转置。

[0066] 那么, 在方向 θ 上接收到的功率为:

$$[0067] \quad P(\theta) = E[S_{data}(\theta) \cdot S_{data}^H(\theta)]$$

$$[0068] \quad = E[\vec{v}_{\theta}^H \cdot \vec{w}_{data} \cdot \vec{w}_{data}^H \cdot \vec{v}_{\theta}]$$

$$[0069] \quad = \vec{v}_{\theta}^H \cdot E[\vec{w}_{data} \cdot \vec{w}_{data}^H] \cdot \vec{v}_{\theta}$$

$$[0070] \quad = \vec{v}_{\theta}^H \cdot E[(\vec{w}_1 \cdot s_1 + \vec{w}_2 \cdot s_2)(\vec{w}_1 \cdot s_1 + \vec{w}_2 \cdot s_2)^H] \cdot \vec{v}_{\theta}$$

$$[0071] \quad = \vec{v}_{\theta}^H \cdot \vec{w}_1 \cdot \vec{w}_1^H \cdot \vec{v}_{\theta} + \vec{v}_{\theta}^H \cdot \vec{w}_2 \cdot \vec{w}_2^H \cdot \vec{v}_{\theta}$$

$$[0072] \quad = P_1(\theta) + P_2(\theta)$$

[0073] 这里, $P_1(\theta)$ 和 $P_2(\theta)$ 分别代表第一层和第二层信号在方向 θ 上的功率。

[0074] 由以上推导可以看到, 多层数据在某方向上的功率 (波形方向图 - 可由基站根据天线阵列的预编码矢量进行调整) 等于各层数据在此方向上的功率 (波形方向图) 之和, 由此可知本公开的方案是正确的。

[0075] 需要注意的是,码分复用的解调参考信号不能够用来做干扰功率的估计,因为其波形方向图与数据的波形方向图完全不同。码分复用的解调参考信号的发射信号举例来说为:

$$[0076] \quad \tilde{\mathbf{w}}_{RS} = \tilde{\mathbf{w}}_1 \cdot 1 + \tilde{\mathbf{w}}_2 \cdot 1。$$

[0077] 类似于前述数据的波形方向图计算,我们有下列结果:

$$[0078] \quad P(\theta) = S_{RS}(\theta) \cdot S_{RS}^H(\theta)$$

$$[0079] \quad = \tilde{\mathbf{v}}_{\theta}^H \cdot \tilde{\mathbf{w}}_{RS} \cdot \tilde{\mathbf{w}}_{RS}^H \cdot \tilde{\mathbf{v}}_{\theta}$$

$$[0080] \quad = \tilde{\mathbf{v}}_{\theta}^H \cdot \tilde{\mathbf{w}}_{RS} \cdot \tilde{\mathbf{w}}_{RS}^H \cdot \tilde{\mathbf{v}}_{\theta}$$

$$[0081] \quad = \tilde{\mathbf{v}}_{\theta}^H \cdot (\tilde{\mathbf{w}}_1 + \tilde{\mathbf{w}}_2)(\tilde{\mathbf{w}}_1 + \tilde{\mathbf{w}}_2)^H \cdot \tilde{\mathbf{v}}_{\theta}$$

$$[0082] \quad = \tilde{\mathbf{v}}_{\theta}^H \cdot \tilde{\mathbf{w}}_1 \cdot \tilde{\mathbf{w}}_1^H \cdot \tilde{\mathbf{v}}_{\theta} + \tilde{\mathbf{v}}_{\theta}^H \cdot \tilde{\mathbf{w}}_2 \cdot \tilde{\mathbf{w}}_2^H \cdot \tilde{\mathbf{v}}_{\theta} + \tilde{\mathbf{v}}_{\theta}^H \cdot \tilde{\mathbf{w}}_1 \cdot \tilde{\mathbf{w}}_2^H \cdot \tilde{\mathbf{v}}_{\theta} + \tilde{\mathbf{v}}_{\theta}^H \cdot \tilde{\mathbf{w}}_2 \cdot \tilde{\mathbf{w}}_1^H \cdot \tilde{\mathbf{v}}_{\theta}$$

$$[0083] \quad = \text{????}$$

[0084] 从上述计算可见,码分复用的解调参考信号不能正确反映数据的干扰功率。

[0085] 图 10 是示出根据本公开再一个实施例的功率感知参考信号的图示。

[0086] 根据本公开再一个实施例设计一种新的用户专有的参考信号,这里称为“功率感知参考信号”。

[0087] 功率感知参考信号是随相邻小区基站 eNB2 和 / 或 eNB3 发送给移动终端 UE2、UE2' 和 / 或 UE3 的数据而发送的、经过预编码的参考信号,其携带有该小区的发送天线的预编码矢量的信息。根据前述可知,码分复用的解调参考信号不能正确反映数据的干扰功率,同样道理,这也适用于任何用户专有的参考信号,即码分复用的用户专有参考信号均不能正确反映数据的干扰功率。由此可知,需要对功率感知参考信号进行预编码矢量的预定设计才能够实现干扰功率的估计。

[0088] 如图 10 所示,在例如相邻小区 eNB2 和 / 或 eNB3 中设置功率感知参考信号,使得功率感知参考信号的波形方向图等于由服务小区 eNB1 的移动终端 UE1 所接收的来自相邻小区 eNB2 和 / 或 eNB3 的全部干扰信号(多层干扰)的波形方向图的总和,即为第一层干扰信号(干扰资源块 RB2'') 和第二层干扰信号(干扰资源块 RB3'') 的波形方向图的叠加。也就是说,可以将本公开中的用户专有参考信号设置为功率感知参考信号,并使得功率感知参考信号的波形方向图等于或近似等于各个干扰资源块中的全部信号的波形方向图的叠加。

[0089] 功率感知参考信号的设计可由下面几种方法的一种或多种来实现:

[0090] 方法一,在发射干扰信号的基站(例如是相邻小区的基站 eNB2 和 / 或 eNB3) 中搜索预编码矢量库,找出与各层干扰资源块的发送信号的总的波形方向图最吻合的预编码矢量,作为所设计的功率感知参考信号的预编码矢量。

[0091] 方法二,基于码本来设置各层干扰资源块的信号的预编码矢量,使得可能的预编码矩阵的数量是有限的。在此情况下,可以预先存储对应于某个预编码矩阵的功率感知参考信号的预编码矢量。

[0092] 方法三,计算出干扰资源块中的各层信号的波形方向图,并将各层波形方向图进行叠加,作为功率感知参考信号的波形方向图,然后基于功率感知参考信号的波形方向图进行频谱分解,以获得功率感知参考信号的预编码矢量。方法三的计算方法如下:在如图

10 所示具有两层干扰资源块的情况下,对相邻小区基站 eNB2 和 / 或 eNB3 来说,第一层干扰资源块 RB2'' 和第二层干扰资源块 RB3'' 各自的预编码矢量是已知的,由此,相邻小区基站 eNB2 和 / 或 eNB3 对干扰资源块 RB2'' 和 RB3'' 的预编码矢量分别进行快速傅立叶变换,然后对快速傅立叶变换后所获得的结果取绝对值,以获得干扰资源块 RB2'' 和 RB3'' 各自的波形方向图,再将干扰资源块 RB2'' 和 RB3'' 各自的波形方向图进行叠加,以获得经叠加的总的波形方向图。然后,基于该总的波形方向图进行频谱分解,由此获得该功率感知参考信号的预编码矢量,并通过所获得的预编码矢量,由相邻小区基站 eNB2 和 / 或 eNB3 设置与该总的波形方向图相应的功率感知参考信号。干扰资源块的层数不对本公开构成限制,本公开的实施例的干扰资源块可以包括任意层数。

[0093] 功率感知参考信号可以占用也可以不占用解调参考信号 (DM-RS) 的时频资源。事实上,功率感知参考信号的具体位置并不重要,而只需要穿孔位置与功率感知参考信号的位置对应即可,并且重要的是,功率感知参考信号的波形方向图应当等于或近似等于各层信号的波形方向图的总和。在此情况下,被干扰小区可以从功率感知参考信号的接收功率得知总的干扰功率。

[0094] 图 11(a) 和图 11(b) 示出了根据本公开实施例的将功率感知参考信号设置在数据信号位置的图示。图 11(a) 和图 11(b) 与图 9(a) 和图 9(b) 基本相同,对于图 11(a) 和图 11(b) 中与图 9(a) 和图 9(b) 相同的部分,这里不再赘述。

[0095] 图 11(b) 中还示出了功率感知参考信号,该功率感知参考信号可以被设置在第一层干扰资源块 RB2'' 和第二层干扰资源块 RB3'' 中的任何一个上,这里假设将功率感知参考信号设置在第二层干扰资源块 RB3'' 上,并且将其设置在第二层干扰资源块 RB3'' 的用于发送数据信号的资源单元中,这里用 W 表示。这样,该资源单元就不能再发送数据信号了。

[0096] 在这种情况下,服务小区基站 eNB1 在自身发送的服务资源块 RB1'' 中与功率感知参考信号 W 相对应的位置进行穿孔,如图 11(a) 的服务资源块 RB1'' 中的交叉斜线表示的资源单元 (用 W1 表示) 所示。也就是说,在服务资源块 RB1'' 的资源单元 W1 处不传送任何信号。另外,由于各个资源块中在功率感知参考信号的位置处是正交的,因此在发送干扰资源块 RB2'' 和 RB3'' 时,相邻小区基站 eNB2 和 / 或 eNB3 还在第一层干扰资源块 RB2'' 中与第二层干扰资源块 RB3'' 的功率感知参考信号的位置相对应的位置 W1' 处进行穿孔 (未示出),从而在被穿孔的位置不传送任何信号。这样,第二层干扰资源块 RB3'' 中的功率感知参考信号 W 实现了正交化。也就是说,本公开的实施例是将功率感知参考信号设置在多层干扰资源块中的一层,并将除这一层以外的其它层干扰资源块中与该功率感知参考信号的相同时频位置进行穿孔,以不传送任何信号。

[0097] 在这个实施例中,功率感知参考信号占用了用于传送数据信号的资源单元,也就是将功率感知参考信号设置在干扰资源块中的数据信号的时频位置。

[0098] 当移动终端 UE1 从服务基站 eNB1 接收服务信号,以及利用相同的时频资源从相邻小区基站 eNB2 和 / 或 eNB3 接收到多层 (例如两层) 干扰信号时,移动终端 UE1 可以测量在功率感知参考信号 W 位置处的信号功率。由于功率感知参考信号 W 的波形方向图等于第一层干扰资源块 RB2'' 和第二层干扰资源块 RB3'' 各自的波形方向图的总和,并且资源单元 W1 和 W1' 不传送任何信号,因此所测量的信号功率即为第一层干扰资源块 RB2'' 和第二

层干扰资源块 RB3'' 的总干扰功率。这样,移动终端 UE1 就可以获得来自相邻小区 eNB2 和 / 或 eNB3 的干扰功率了。并且,如果所测量的来自相邻小区 eNB2 和 / 或 eNB3 的干扰功率超过预定阈值,则移动终端 UE1 向服务小区 eNB1 报告超过阈值的该干扰功率。

[0099] 图 12(a) 和图 12(b) 示出了根据本公开实施例的将功率感知参考信号设置在解调参考信号的位置的图示。图 12(a) 和图 12(b) 与图 11(a) 和图 11(b) 基本相同,对于图 12(a) 和图 12(b) 中与图 11(a) 和图 11(b) 相同的部分,这里不再赘述。

[0100] 根据本公开的实施例,可以将功率感知参考信号设置在第一层干扰资源块 RB2'' 和第二层干扰资源块 RB3'' 中的任何一个的解调参考信号的位置上,图 12(b) 中示出了将功率感知参考信号设置在第一层干扰资源块 RB2'' 的解调参考信号的位置上,这里用 W 表示。这样,该位置就不再发送该解调参考信号了。

[0101] 在这种情况下,服务小区基站 eNB1 在自身发送的服务资源块 RB1'' 中与功率感知参考信号 W 相对应的位置进行穿孔,如图 12(a) 的服务资源块 RB1'' 中的交叉斜线表示的资源单元(用 W1 表示)所示。也就是说,在服务资源块 RB1'' 的资源单元 W1 处不传送任何信号。另外,由于各个资源块中在功率感知参考信号的位置处是正交的,因此在发送干扰资源块 RB2'' 和 RB3'' 时,相邻小区基站 eNB2 和 / 或 eNB3 还在第二层干扰资源块 RB3'' 中与第一层干扰资源块 RB2'' 的功率感知参考信号的位置相对应的位置 W1' 处进行穿孔(未示出),从而在被穿孔的位置不传送任何信号。这样,第一层干扰资源块 RB2'' 中的功率感知参考信号 W 实现了正交化。也就是说,本公开的实施例是将功率感知参考信号设置在多层干扰资源块中的一层,并将除这一层以外的其它层干扰资源块中与该功率感知参考信号的相同时频位置进行穿孔,以不传送任何信号。

[0102] 在这个实施例中,功率感知参考信号占用了用于传送解调参考信号的资源单元,也就是将功率感知参考信号设置在干扰资源块中的解调参考信号的时频位置,这样可以节约传送数据的时频资源。

[0103] 当移动终端 UE1 从服务基站 eNB1 接收服务信号,以及利用相同的时频资源从相邻小区基站 eNB2 和 / 或 eNB3 接收到多层(例如两层)干扰信号时,移动终端 UE1 可以测量在功率感知参考信号 W 位置处的信号功率。由于功率感知参考信号 W 的波形方向图等于第一层干扰资源块 RB2'' 和第二层干扰资源块 RB3'' 各自的波形方向图的总和,并且资源单元 W1 和 W1' 不传送任何信号,因此所测量的信号功率即为第一层干扰资源块 RB2'' 和第二层干扰资源块 RB3'' 的总干扰功率。这样,移动终端 UE1 就可以获得来自相邻小区 eNB2 和 / 或 eNB3 的干扰功率了。并且,如果所测量的来自相邻小区 eNB2 和 / 或 eNB3 的干扰功率超过预定阈值,则移动终端 UE1 向服务小区 eNB1 报告超过阈值的该干扰功率。

[0104] 图 13(a) 和图 13(b) 示出了根据本公开实施例的将功率感知参考信号设置在解调参考信号的位置的另一图示。图 13(a) 和图 13(b) 与图 12(a) 和图 12(b) 基本相同,对于图 13(a) 和图 13(b) 中与图 12(a) 和图 12(b) 相同的部分,这里不再赘述。

[0105] 根据本公开的实施例,可以将功率感知参考信号设置在第一层干扰资源块 RB2'' 和第二层干扰资源块 RB3'' 中的任何一个的解调参考信号的位置上,并将被占用了位置的解调参考信号设置到该干扰资源块的其它时频位置。图 13(b) 中示出了将功率感知参考信号(用 W 表示)设置在第一层干扰资源块 RB2'' 的解调参考信号的位置上,并将被占用了位置的解调参考信号(用 V 来表示)设置到该干扰资源块中用于传送数据信号的时频位置。

[0106] 在这种情况下,服务小区基站 eNB1 在自身发送的服务资源块 RB1'' 中与功率感知参考信号 W 相对应的位置进行穿孔,如图 13(a) 的服务资源块 RB1'' 中的交叉斜线表示的资源单元(用 W1 表示)所示。也就是说,在服务资源块 RB1'' 的资源单元 W1 处不传送任何信号。另外,由于各个资源块中在功率感知参考信号的位置处是正交的,因此在发送干扰资源块 RB2'' 和 RB3'' 时,相邻小区基站 eNB2 和 / 或 eNB3 还在第二层干扰资源块 RB3'' 中与第一层干扰资源块 RB2'' 的功率感知参考信号 W 的位置相对应的位置 W1' 处进行穿孔(未示出),从而在被穿孔的位置不传送任何信号。这样,第一层干扰资源块 RB2'' 中的功率感知参考信号 W 实现了正交化。也就是说,本公开的实施例是将功率感知参考信号设置在多层干扰资源块中的一层,并将除这一层以外的其它层干扰资源块中与该功率感知参考信号的相同时频位置进行穿孔,以不传送任何信号。

[0107] 在这个实施例中,功率感知参考信号占用了用于传送解调参考信号的资源单元,并将被占用了位置的解调参考信号设置到该干扰资源块的其它时频位置,对于单层或多层的干扰源来说,本方法都可以保持或降低穿孔的开销,同时不降低解调时的信道估计精度。

[0108] 当移动终端 UE1 从服务基站 eNB1 接收服务信号,以及利用相同的时频资源从相邻小区基站 eNB2 和 / 或 eNB3 接收到多层(例如两层)干扰信号时,移动终端 UE1 可以测量在功率感知参考信号 W 位置处的信号功率。由于功率感知参考信号 W 的波形方向图等于第一层干扰资源块 RB2'' 和第二层干扰资源块 RB3'' 各自的波形方向图的总和,并且资源单元 W1 和 W1' 不传送任何信号,因此所测量的信号功率即为第一层干扰资源块 RB2'' 和第二层干扰资源块 RB3'' 的总干扰功率。这样,移动终端 UE1 就可以获得来自相邻小区 eNB2 和 / 或 eNB3 的干扰功率了。并且,如果所测量的来自相邻小区 eNB2 和 / 或 eNB3 的干扰功率超过预定阈值,则移动终端 UE1 向服务小区 eNB1 报告超过阈值的该干扰功率。

[0109] 根据本公开的另一个实施例,可以在作为干扰的两层资源块 RB'' (等于 RB2'' + RB3'') 中,占用第一层资源块 RB2'' 和第二层资源块 RB3'' 中的任何一个的 CSI 参考信号的位置来发送功率感知参考信号,而在由服务小区 eNB1 发送给移动终端 UE1 的服务资源块 RB1'' 的对应位置进行穿孔。同时,也在与被占用了 CSI 参考信号的干扰资源块相对应的另一层干扰资源块的相应位置进行穿孔,即 CSI 参考信号是正交的。也就是说,将功率感知参考信号设置在多层干扰资源块中的一层,并将除这一层以外的其它层的资源块中与该功率感知参考信号的相同时频位置进行穿孔,以不传送任何信号。这里,功率感知参考信号占用了用于传送信道状态信息参考信号的位置,即将功率感知参考信号设置在干扰资源块中的信道状态信息参考信号的时频位置,这样可以进一步节约传送数据的时频资源。此方法可降低打孔带来的开销,而且不影响相邻小区内的解调精度。

[0110] 根据本公开的再一个实施例,可以在作为干扰源的两层资源块 RB2'' 和 RB3'' 中,占用某一层干扰资源块 RB2'' 或 RB3'' 的控制区内的位置来发送功率感知参考信号,而在由服务小区 eNB1 发送给移动终端 UE1 的服务资源块 RB1'' 的对应位置进行穿孔,也在与被占用了位置的干扰资源块相对应的另一层干扰资源块的相应位置处进行穿孔。也就是说,将功率感知参考信号设置在多层干扰资源块中的一层,并将除这一层以外的其它层的资源块中与该功率感知参考信号的相同时频位置进行穿孔,以不传送任何信号。在各个资源块中被穿孔的资源单元处不传送任何数据。这里,功率感知参考信号占用了控制区内的位置,即将功率感知参考信号的位置设置在干扰资源块的控制区内,此方法可降低打孔带来的开

销,而且不影响相邻小区内的解调精度,也不降低相邻小区信道估计的精度。但是此位置只有当控制区内还有可用的资源单元时才能使用。

[0111] 图 14 示出了根据本公开另一实施例的用于设置功率感知参考信号的图示。在图 14 所示的干扰资源块 RB' 中,示出了 4 层干扰资源块,各层干扰资源块的解调参考信号分别用 L0、L1、L2、L3 来表示,并且用斜线表示的资源单元来代表 Re1-8RS 信号。根据此实施例,可以考虑将功率感知参考信号的位置与 Re1-8RS 信号错开,即将功率感知参考信号与各层干扰资源块中的 Re1-8RS 参考信号的时频位置相互错开,以防止在信号接收过程中产生不利影响。

[0112] 图 15 是示出在干扰来自相邻小区的多个终端的情况下设置功率感知参考信号的图示。当干扰源是相邻小区基站发向多个移动终端 UE 的信号时,由于被干扰的移动终端 UE1 可能占据多个资源块(一般包括若干个在时间和频率上连续的资源块),被干扰的移动终端 UE1 的不同的资源块可能会被相邻小区的不同移动终端的信号所干扰。在此情况下,即使相邻小区的各个移动终端都接收到单层信号,对服务小区的各资源块的干扰也有可能是多层的,即,各层的干扰资源块可以来自于相邻小区中的不同移动终端的信号。在此情况下,来自多个移动终端的信号的干扰也可以用功率感知参考信号来近似,其设计与多层干扰信号的设计相同,如图 15 所示。

[0113] 在图 15 中,例如资源块 RB1 和 RB1' 是服务小区基站 eNB1 发送给移动终端 UE1 的、在频带上连续的两个服务资源块,而资源块 RB2 和资源块 RB3 是相邻小区基站例如 eNB2 分别发送给不同移动终端 UE2 和 UE3 的、在频带上连续的两个资源块。图 15 中的每个资源块的构造与前述相同,这里不再赘述。在图 15 所示的情况中,尽管移动终端 UE2 和 UE3 分别只接收到单层的信号,但是对于服务小区的移动终端 UE1 来说,其在如图 15 所示的特定频资源上,仍然接收到来自相邻小区 eNB2 的、发送给两个移动终端 UE2 和 UE3 的信号的干扰。在这种情况下,相邻小区基站 eNB2 可以仅在其中一部分资源块(例如一个资源块 RB3)上设置功率感知参考信号,这个功率感知参考信号的波形方向图应该等于或者近似等于这两层资源块 RB2 和 RB3 的波形方向图的总和。

[0114] 图 16 是示出在干扰来自相邻小区的多个终端的情况下设置功率感知参考信号的另一个示例的图示。如图 16 所示,左侧的多个资源块为服务小区基站 eNB1 发送给它的移动终端 UE1 的服务资源块,而右侧斜线表示的资源块是相邻小区 eNB2 发送给其中的移动终端 UE2 的资源块,右侧横线表示的资源块是相邻小区 eNB2 发送给其中的移动终端 UE3 的资源块。在这种情况下,相邻小区基站 eNB2 可仅在其中一个资源块上设置功率感知参考信号,这个功率感知参考信号的波形方向图应该等于发送给移动终端 UE2 和 UE3 的所有资源块的波形方向图的总和。

[0115] 图 17 是示出由于相邻小区中存在多个移动终端时产生干扰资源块的图示。出于降低开销的考虑,不一定需要在所有的干扰资源块中都设置有功率感知参考信号。在此情况下,对于相隔多少个资源块应当设置有一个功率感知参考信号,即功率感知参考信号的密度,一种选择是确定的密度,即不论基站中的信号调度器的类型和移动终端的资源块的分配程度(相邻或者不相邻),功率感知参考信号的密度总是一样的。另外一种选择是可调整的密度,比如说对于相邻的资源块分配,功率感知参考信号的密度可以较稀,反之对于不相邻的资源块分配,则功率感知参考信号的密度可以较密。对于可调整密度的方案来说,一

般密度的调整不应当太快,以便能够通知被干扰小区新的功率感知参考信号的密度。

[0116] 如图 17 所示,其中以不同线形表示的资源块分别是不同移动终端的资源块,这些资源块在时间和频率上是连续的,并且其中的“○”表示携带有功率感知参考信号的资源块。在这种情况下,是在时频连续的多个干扰资源块中,以一定的时频间隔设置功率感知参考信号的。

[0117] 另外,当干扰小区多于一个的时候,各个小区的功率感知参考信号应当有适当的复用机制。可以基于时分或频分或码分的复用机制来复用功率感知参考信号。

[0118] 图 18 是示出用于实现本公开实施例的无线通信系统的基本配置的图示。如图 18 所示,本公开实施例的无线通信系统包括服务小区和相邻小区,其中分别包括了服务基站 eNB1 和相邻基站 eNB2。服务小区的移动终端 UE1 利用相同的时频资源从服务基站 eNB1 接收服务资源块,并从相邻基站 eNB2 接收干扰资源块(如图中单虚线所示)。在图 18 所示的无线通信系统中,还包括配置在服务基站 eNB1 中的穿孔装置 181 以及配置在相邻基站 eNB2 中的设置装置 182。由于服务基站 eNB1 和相邻基站 eNB2 仅为相对而言,例如对移动终端 UE2 来说,eNB2 为服务基站,而 eNB1 为相邻基站,因而设置装置 182 和穿孔装置 181 也可以分别配置在基站 eNB1 和 eNB2 中。除了设置装置 182 和穿孔装置 181 外,基站 eNB1 和 eNB2 中还包括其它多个部件,例如可以控制设置装置 182 和穿孔装置 181 工作的控制装置等,因它们在结构上可以与现有技术的基站设备相同,这里省略对它们的详细描述。

[0119] 根据本公开的一个实施例,基站 eNB2 的设置装置 182 在发送给其移动终端 UE2 的资源块(对 UE1 而言是干扰资源块)中设置用户专有参考信号,该用户专有参考信号可以是该资源块中的解调参考信号,也可以是前述的单独设计的功率感知参考信号。经过基站 eNB1 和 eNB2 之间的通信(可以是本领域技术人员能够实现的任何形式),基站 eNB1 获得由基站 eNB2 在干扰资源块中设置的用户专有参考信号的时频位置,并且基站 eNB1 中的穿孔装置 181 对由服务基站 eNB1 发送给移动终端 UE1 的与干扰资源块具有相同时频资源的服务资源块中、与该干扰资源块上设置了用户专有参考信号的时频位置相同的时频位置进行穿孔,以在被穿孔的时频位置不传送任何信号。

[0120] 移动终端 UE1 在相同的时频资源接收到该服务资源块和干扰资源块后,在被穿孔的时频位置测量所设置的用户专有参考信号的功率,作为从相邻小区基站 eNB2 接收的干扰功率。如果所测量的来自相邻小区基站 eNB2 的干扰功率超过某一预定阈值(可以根据系统需求来设置),移动终端 UE1 向服务小区基站 eNB1 进行报告,即向服务小区基站 eNB1 报告所测量的干扰功率,否则不向服务小区基站 eNB1 报告所测量的干扰功率。

[0121] 如上所述,当以基站 eNB2 所在的小区为服务小区,基站 eNB1 所在的小区为相邻小区时,对于服务小区中的移动终端 UE2,配置在基站 eNB1 中的设置装置和配置在基站 eNB2 中的穿孔装置以如上所述的方式进行操作,这里就不再赘述。

[0122] 另外,相邻小区不限于一个,而可以是系统中能够存在的任意数量。

[0123] 图 19 是示出用于实现本公开实施例的方法的流程图。

[0124] 在图 19 所示的流程图的步骤 S1901,在相邻小区的干扰资源块中设置用户专有参考信号。在图 19 所示的步骤 S1902,对服务小区的服务资源块中与干扰资源块上设置有用户专有参考信号的时频位置相同的时频位置进行穿孔,以不在被穿孔的时频位置传送任何信号。在步骤 S1903,在被穿孔的时频位置测量用户专有参考信号的功率,作为从相邻

小区接收的干扰功率。在步骤 S1904,判断所测量的干扰功率是否大于预定阈值。在所测量的来自相邻小区的干扰功率超过预定阈值的情况下,过程进行到步骤 S1905,并且在步骤 S1905,向服务小区报告该干扰功率。

[0125] 上述步骤 S1901 可以由相邻小区的基站 eNB2 中配置的例如设置装置 182 来实现,步骤 S1902 可以由服务小区的基站 eNB1 中配置的例如穿孔装置 181 来实现,步骤 S1903、步骤 S1904 和步骤 S1905 可以由例如服务小区 eNB1 的移动终端 UE1 来实现。

[0126] 本公开实施例的方法还可以包括步骤:将用户专有参考信号设置在多层干扰资源块中的一层,并将除该一层以外的其它层干扰资源块中与该用户专有参考信号的相同时频位置穿孔,以不传送任何信号。本公开实施例的方法还可以包括步骤:将用户专有参考信号设置为干扰资源块中的解调参考信号。本公开实施例的方法还可以包括步骤:将用户专有参考信号设置为干扰资源块中在固有的解调参考信号以外的新的解调参考信号。本公开实施例的方法还可以包括步骤:将功率感知参考信号的波形方向图设置为干扰资源块中的全部信号的波形方向图的总和。本公开实施例的方法还可以包括步骤:将功率感知参考信号设置在干扰资源块中的数据信号的时频位置。本公开实施例的方法还可以包括步骤:将功率感知参考信号设置在干扰资源块中的解调参考信号的时频位置。本公开实施例的方法还可以包括步骤:将被占用了位置的解调参考信号设置到其它时频位置。本公开实施例的方法还可以包括步骤:将功率感知参考信号设置在干扰资源块中的信道状态信息参考信号的时频位置。本公开实施例的方法还可以包括步骤:将功率感知参考信号的位置设置在干扰资源块的控制区内。本公开实施例的方法还可以包括步骤:将功率感知参考信号与干扰资源块中的 Re1-8RS 参考信号的时频位置相互错开。本公开实施例的方法还可以包括步骤:在该相邻小区的基站内搜索预编码矢量库,找出与干扰资源块的各层信号的总的波形方向图最吻合的预编码矢量,作为功率感知参考信号的预编码矢量。本公开实施例的方法还可以包括步骤:基于码本设置各层信号的预编码矢量,并预先存储对应于该功率感知参考信号的预编码矢量。本公开实施例的方法还可以包括步骤:计算出干扰资源块中的各层信号的波形方向图,并将各层波形方向图进行叠加,作为该功率感知参考信号的波形方向图,然后基于该功率感知参考信号的波形方向图进行频谱分解,来获得该功率感知参考信号的预编码矢量。本公开实施例的方法还可以包括步骤:在时频连续的多个干扰资源块中,以预定时频间隔设置该功率感知参考信号。上述这些步骤可以由相邻小区的基站 eNB2 中配置的例如设置装置 182 来实现。

[0127] 根据本公开实施例的自适应反馈方式,上行的反馈开销可以被有效地降低。例如,假定每个 UE 是单接收天线,而两个基站分别为四发送天线,天线间距保证天线间的衰落为独立衰落。假定在基站端有所有的信道信息,并且发送为最大比发送。在此情况下,一个简单的仿真可以得出自适应反馈方式可以将反馈开销降低至如下表所示:

[0128] 表 1:自适应式的反馈可有效降低反馈开销。

[0129]

	若信噪比 SIR > 6dB, 则不报告	若信噪比 SIR > 10dB, 则不报告
4Tx	41%	56%

	若信噪比 SIR > 6dB, 则不报告	若信噪比 SIR > 10dB, 则不报告
8Tx	17%	47%

[0130] 本领域的技术人员应该能够懂得, 相邻小区干扰功率测量的方法不单可以用于降低协作式波束形成的反馈开销, 也可以被应用于其他的通信系统中以提高其他的系统性能或降低其他的开销。

[0131] 本申请中的上述各个实施例仅为实例性描述, 它们的具体结构和操作不对本公开的范围构成限制, 本领域的技术人员可以将上述各个实施例中的不同部分和操作进行重新组合, 产生新的实施方式, 同样符合本公开的构思。

[0132] 本公开的实施例可以通过硬件、软件、固件或它们之间结合的方式来实现, 其实现方式不对本公开的范围构成限制。

[0133] 本公开实施例中的各个功能元件 (单元) 相互之间的连接关系不对本公开的范围构成限制, 其中的一个或多个功能元件可以包括或连接于其它任意的功能元件。

[0134] 虽然上面已经结合附图示出并描述了本公开的一些实施例, 但是本领域的技术人员应当理解, 在不偏离本公开的原则和精神的情况下, 可以对这些实施例进行变化和修改, 但它们仍然落在本公开的权利要求及其等价物的范围之内。

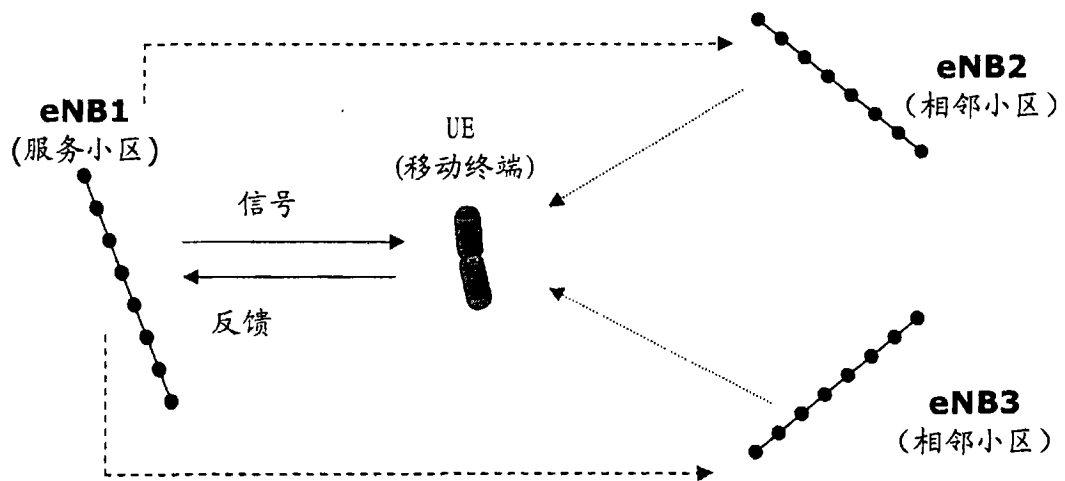


图 1

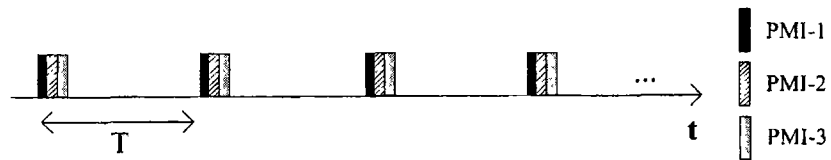


图 2

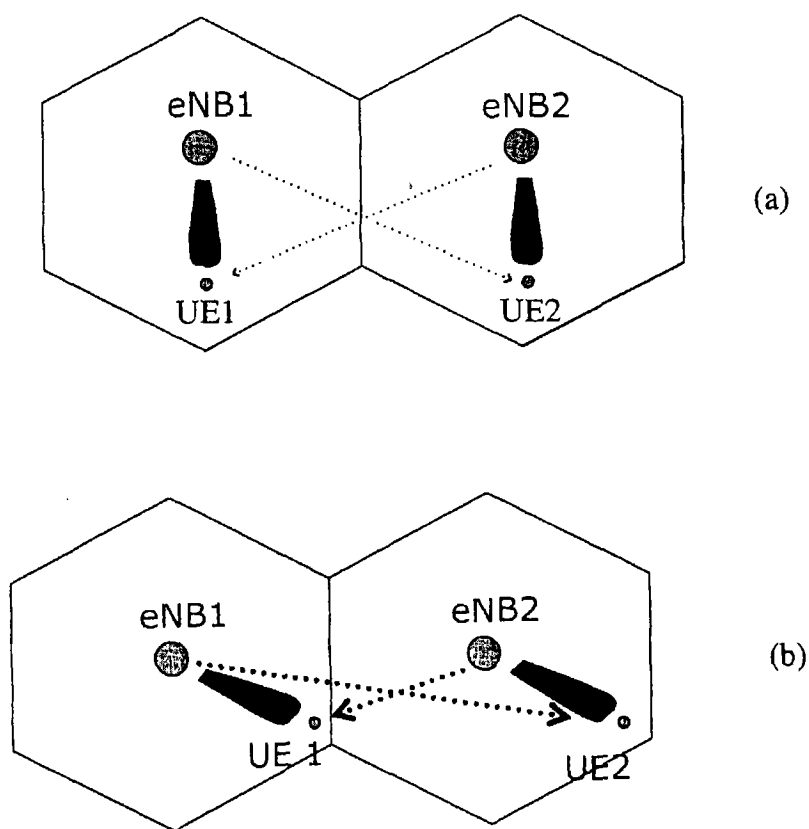


图 3

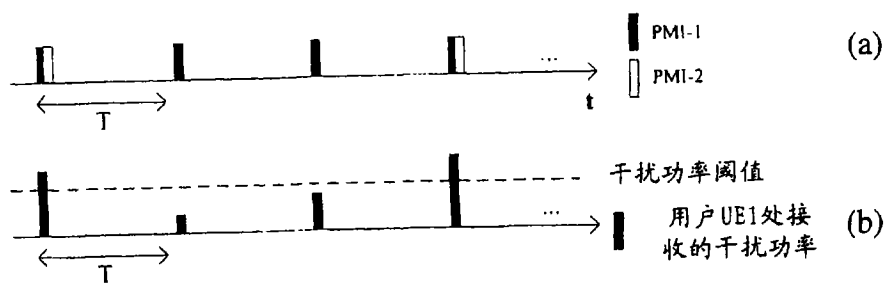


图 4

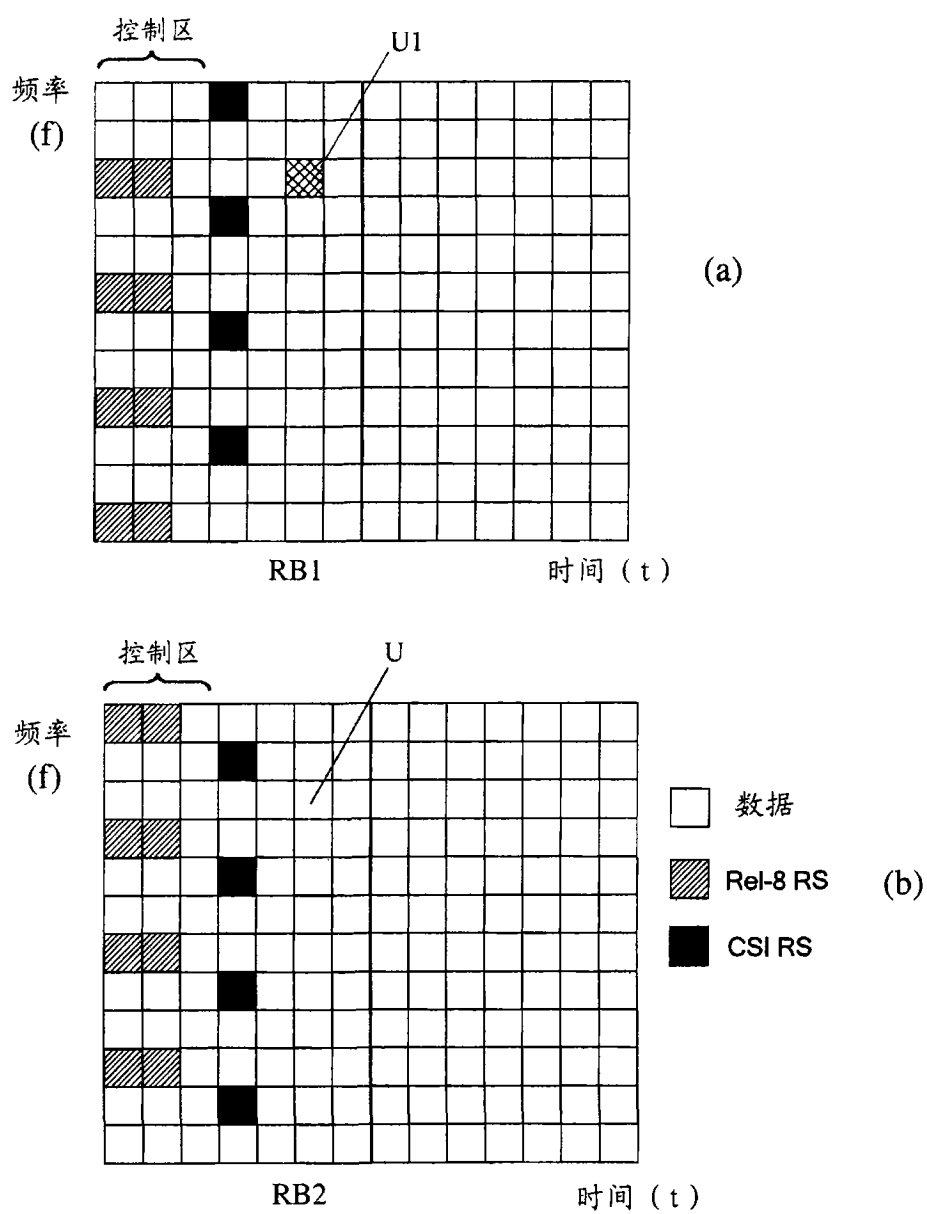


图 5

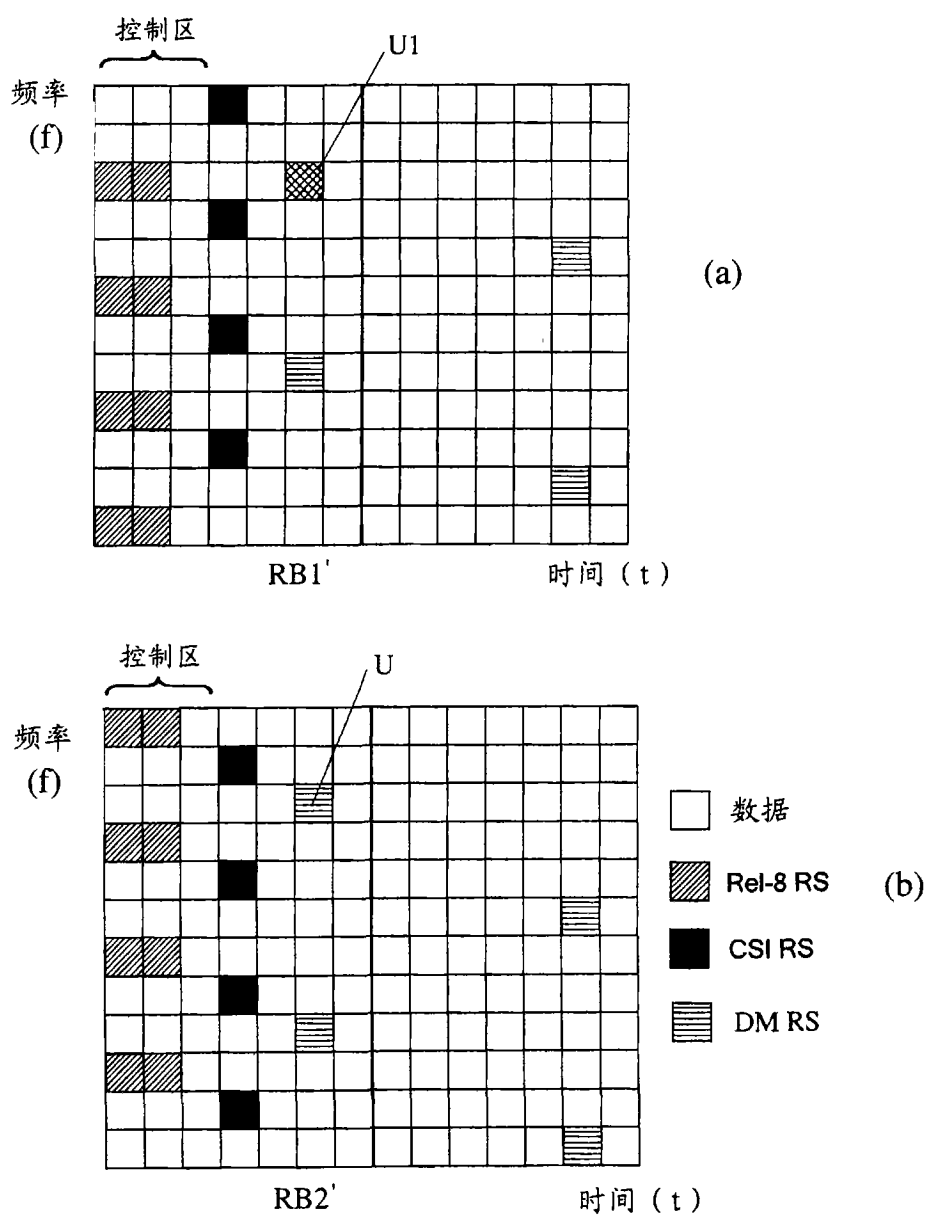


图 6

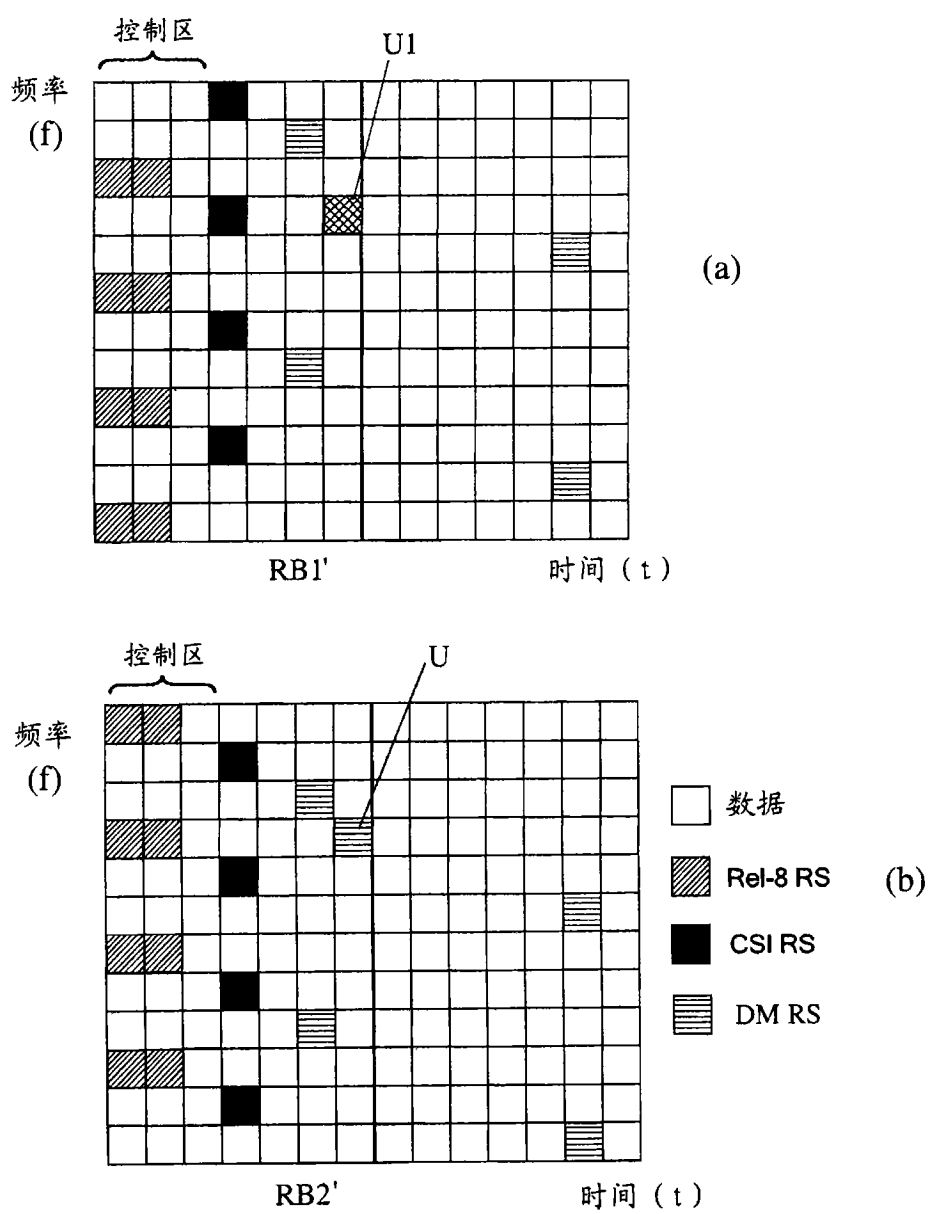


图 7

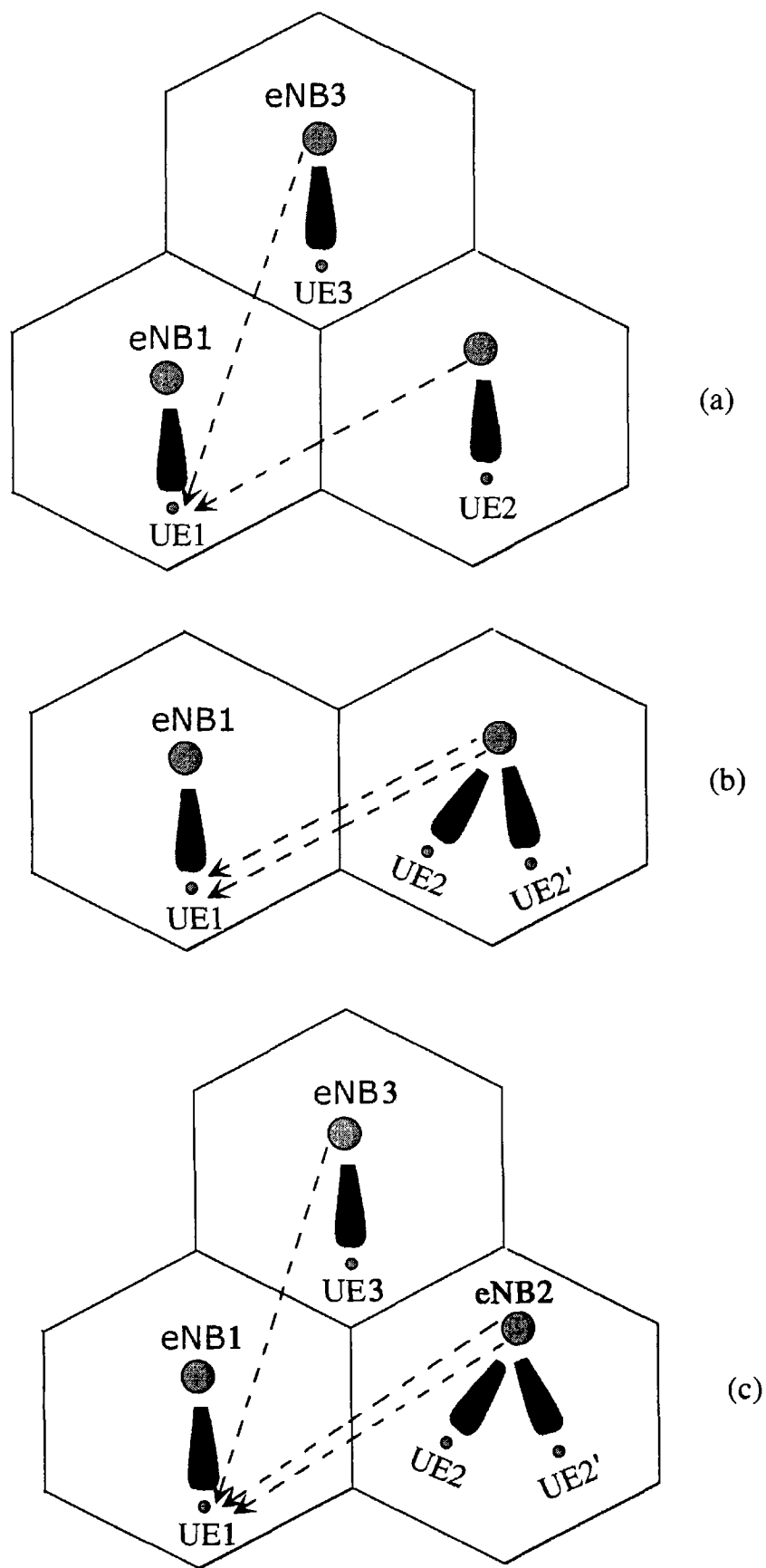


图 8

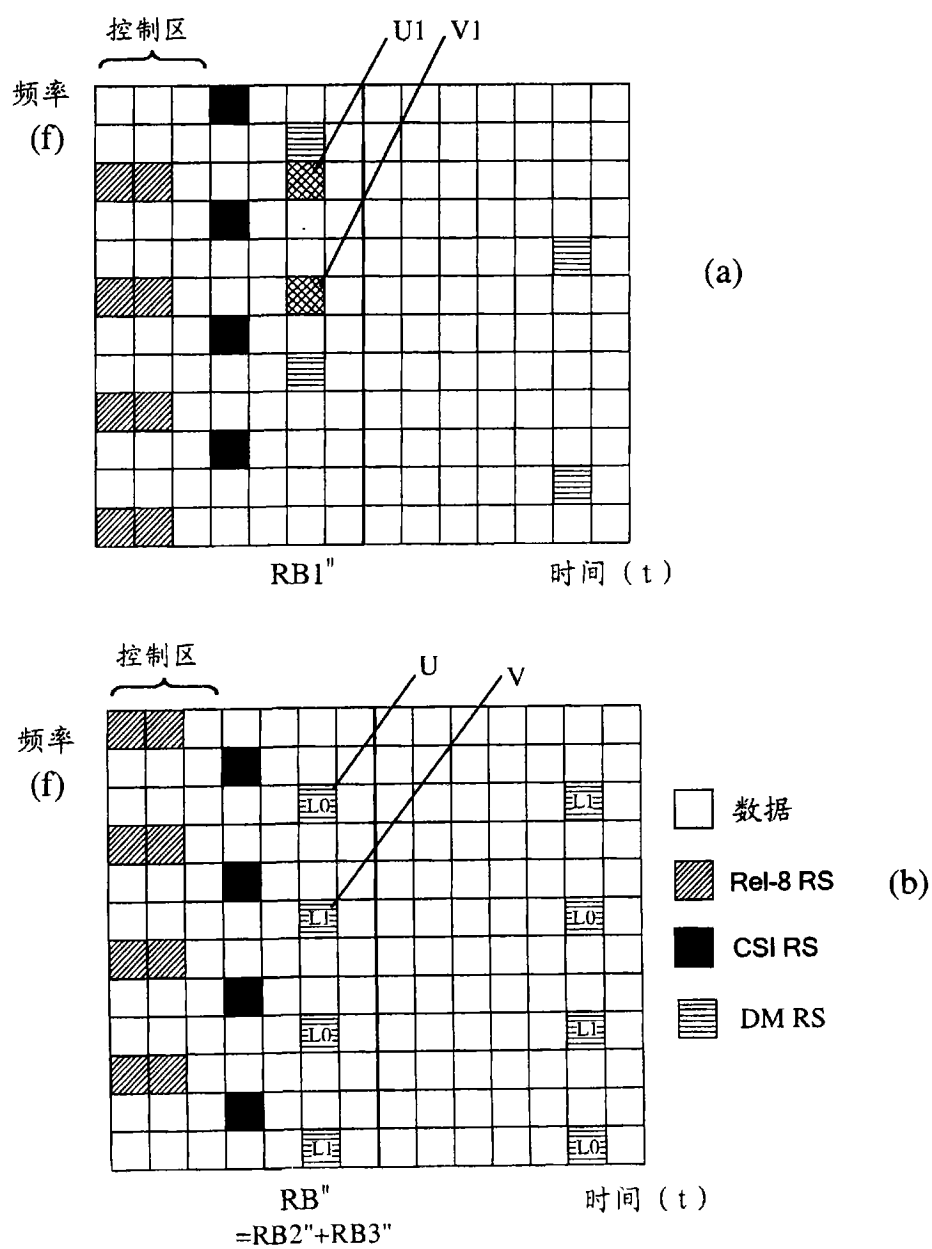


图 9

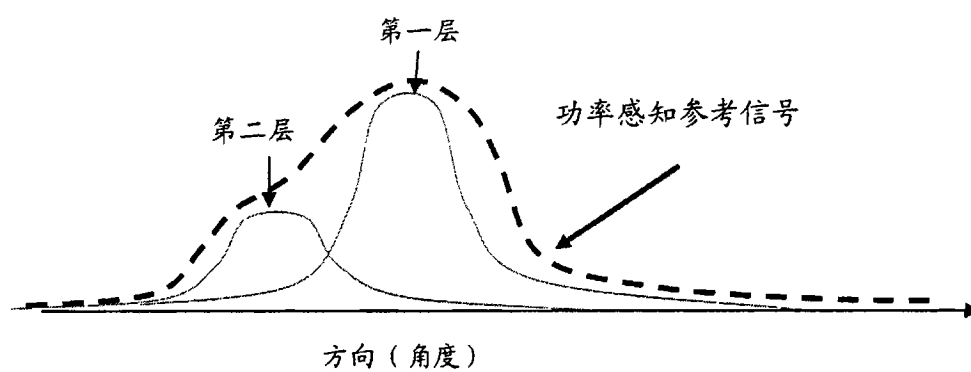


图 10

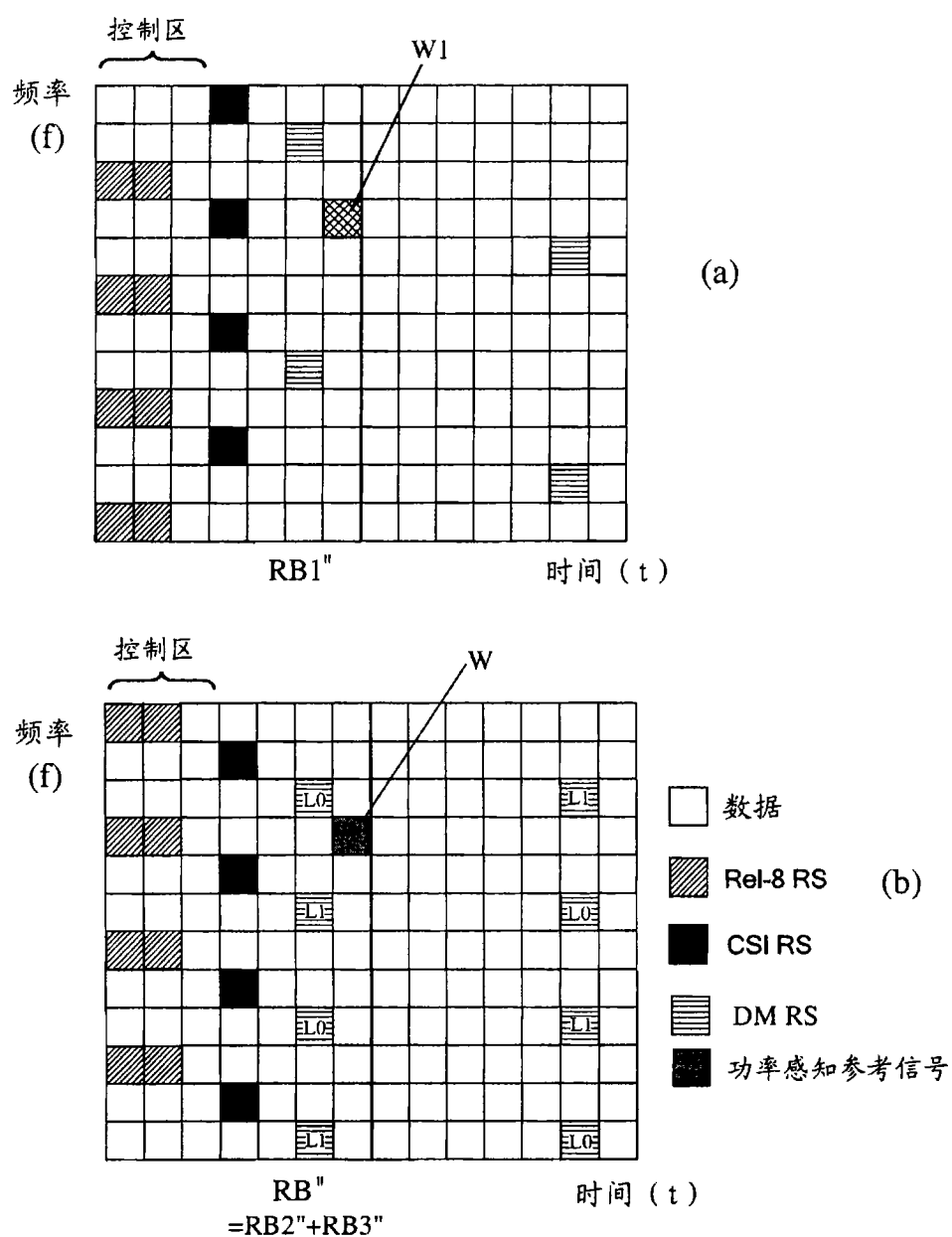


图 11

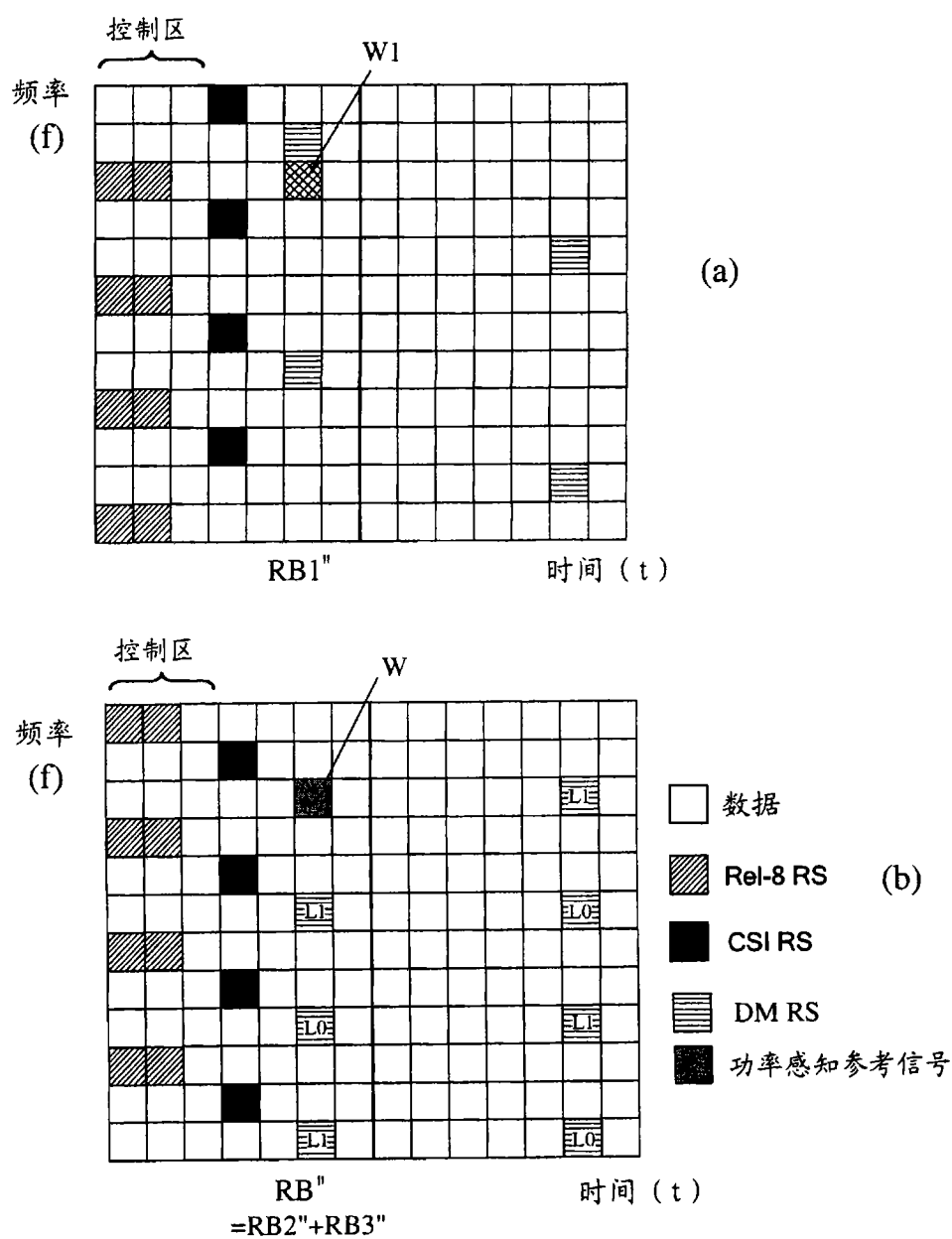


图 12

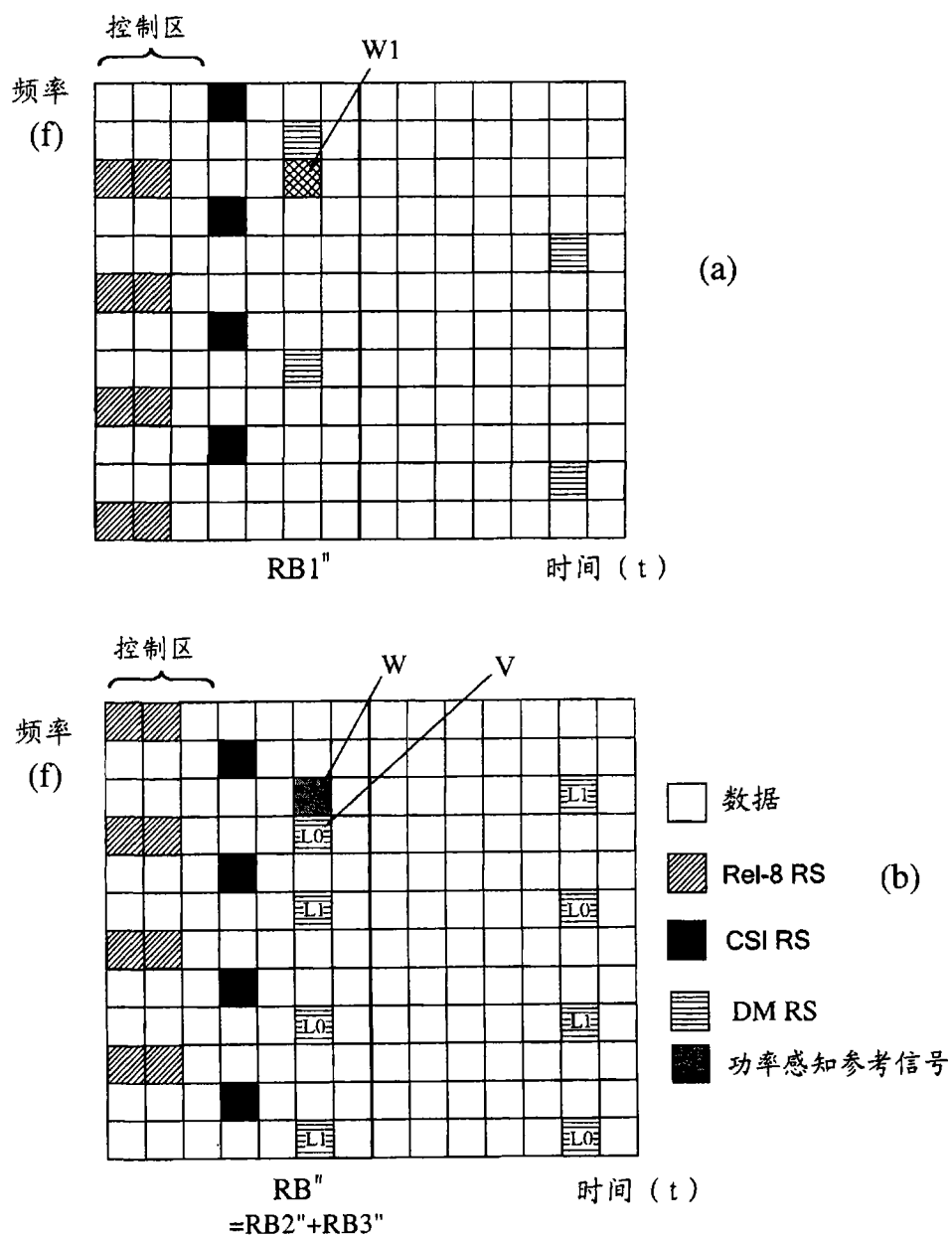


图 13

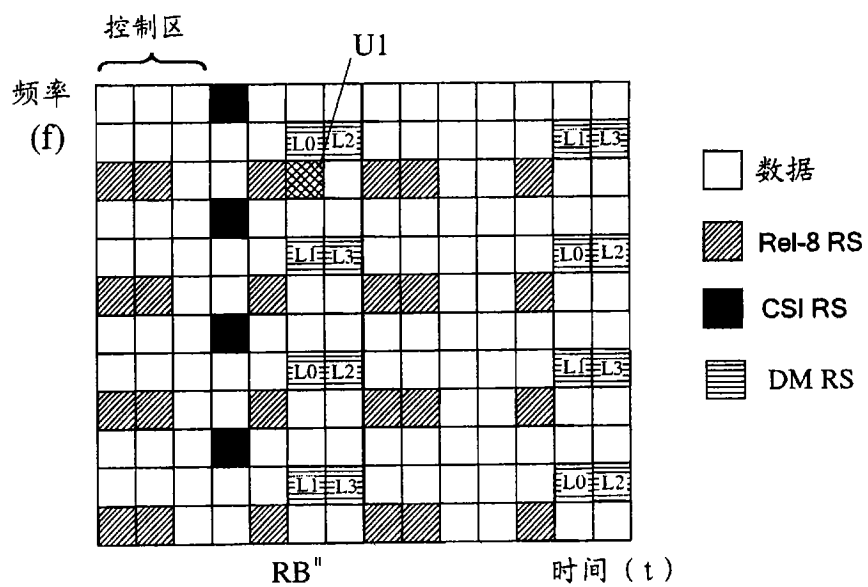


图 14

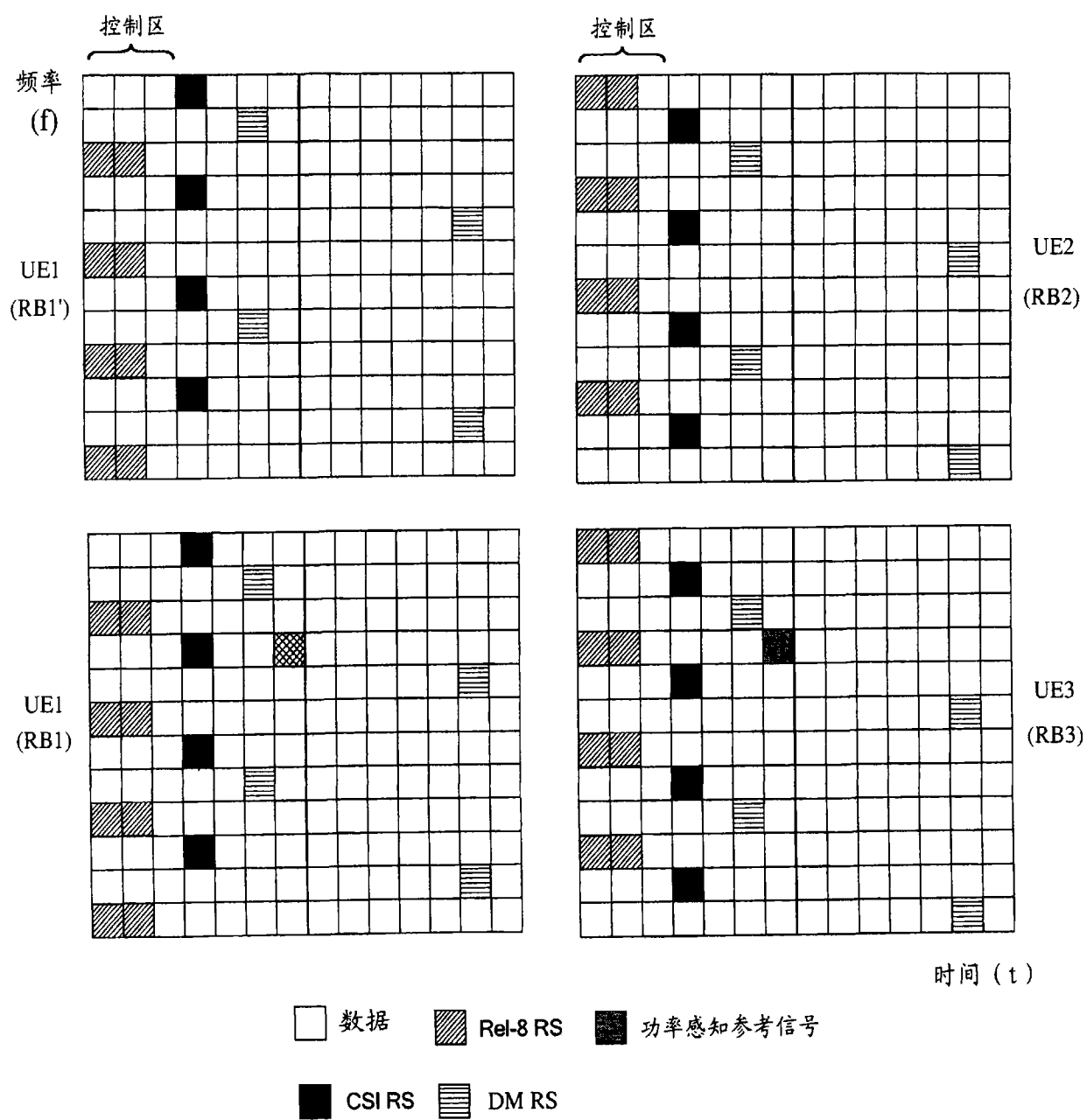


图 15

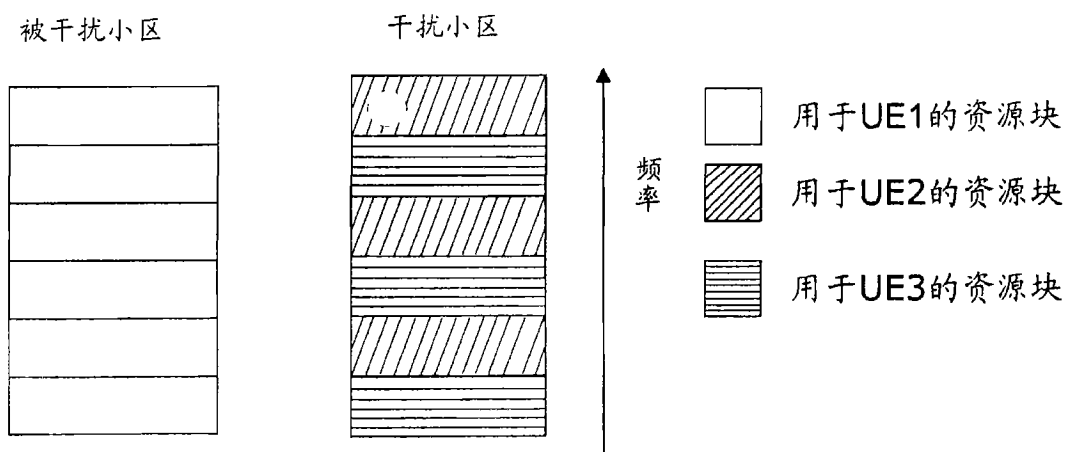


图 16

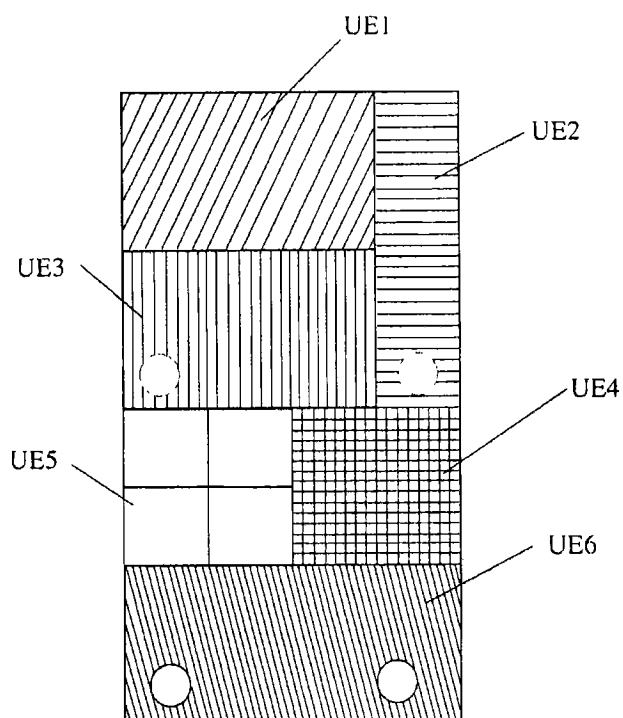


图 17

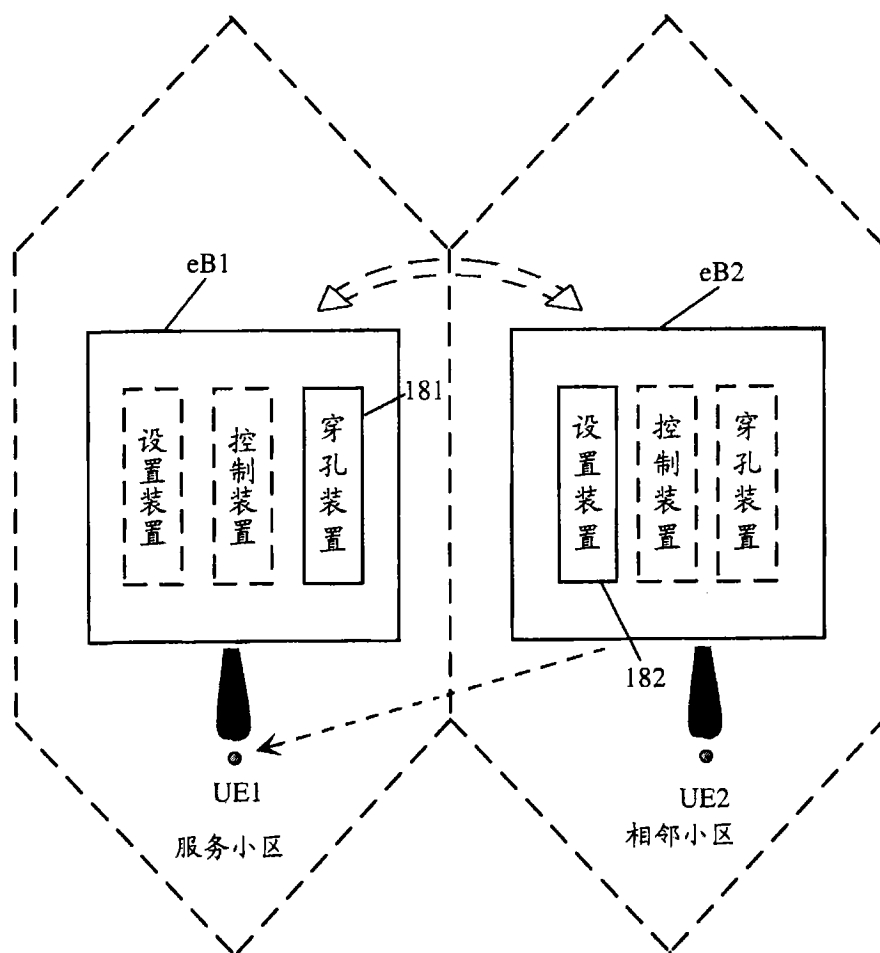


图 18

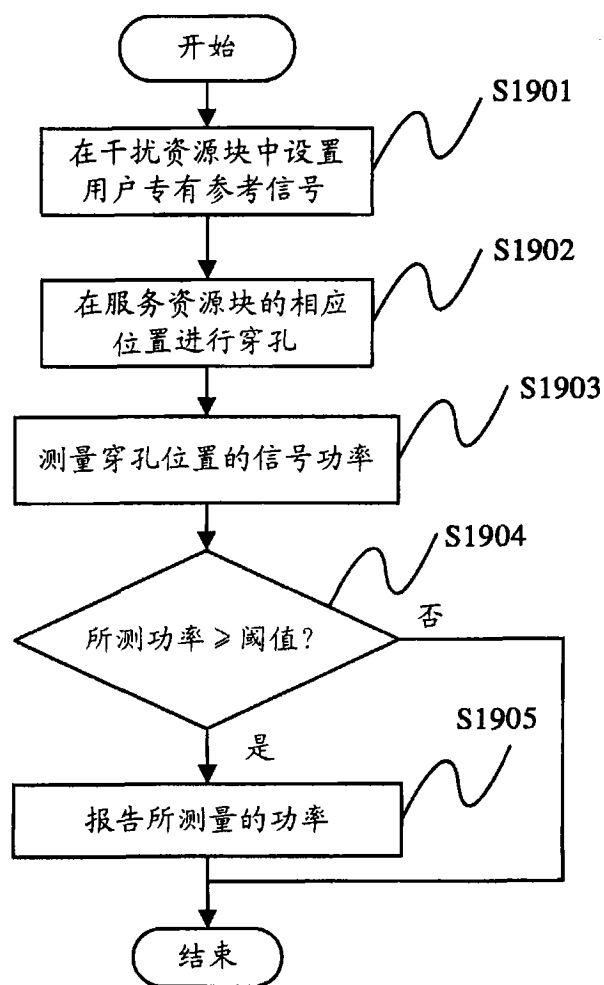


图 19