



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102077413 B

(45) 授权公告日 2015.06.24

(21) 申请号 200980125301.4

H04B 7/04(2006.01)

(22) 申请日 2009.07.16

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

08290832.8 2008.09.04 EP

09305054.0 2009.01.21 EP

WO 2007076895 A1, 2007.07.12, 说明书第3页最后一段、第4页第1段、附图1a.

CN 1759617 A, 2006.04.12, 说明书第30页, 附图8.

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2010.12.30

CN 1551529 A, 2004.12.01, 全文.

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2009/059171 2009.07.16

审查员 肖丽华

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/025984 EN 2010.03.11

(73) 专利权人 阿尔卡特朗讯

地址 法国巴黎

(72) 发明人 T·维尔德 M·奥姆 C·赫克

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 王茂华

(51) Int. Cl.

H01Q 1/24(2006.01)

H01Q 3/26(2006.01)

H01Q 21/06(2006.01)

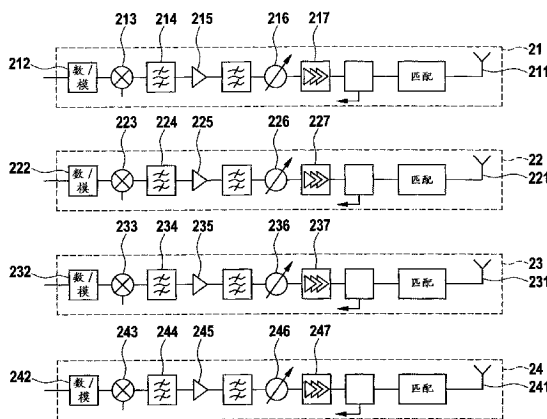
权利要求书2页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

用于在天线元件布置处进行多天线信号处理的方法、对应的收发器和对应的天线元件布置

(57) 摘要

本发明涉及一种用于在属于无线电通信网络的收发器的天线元件布置处进行多天线信号处理的方法,该天线元件布置包括水平方向和竖直方向中的天线元件(211,221,231,241),其中向所述天线元件应用复合天线权重。



1. 一种用于在属于无线电通信网络的收发器 (30、41、42、51、52) 的天线元件布置处进行多天线信号处理的方法, 所述天线元件布置包括水平方向和垂直方向中的天线元件 (211、221、231、241) 其中向所述天线元件应用复合天线权重, 所述方法的特征在于, 其包括独立地针对每个天线元件 (211、221、231、241) 计算第一复合天线权重和第二复合天线权重的步骤, 每个天线元件由所述收发器 (30、41、42、51、52) 的对应基带信号处理链 (212、222、232、242) 控制,

其中所述方法用于在包括至少两个相邻基站 (41、42) 和多个终端 (43、44、45) 的蜂窝通信网络中与小区间干扰协调算法结合使用, 所述方法包括以下步骤:

- 构建由每个基站服务的至少两个终端组, 所述终端组取决于从服务于所述终端的所述基站看来的所述终端的高度角, 所述组中的一个组对应于低于第一阈值的高度, 所述组中的另一个组对应于高于第二阈值的高度,

- 使用相同资源来调度由第一基站 (41) 服务的、高度低于第一阈值的终端组 (43) 和由第二基站 (42) 服务的、高度高于第二阈值的终端组 (44、45)。

2. 如权利要求 1 的方法, 其中所述收发器 (30、41、42、51、52) 包括垂直堆叠的天线元件 (211、221、231、241) 的至少两个水平布置集合, 所述天线元件适用于在预定义方位方向和高度方向中生成波束, 所述方位方向通过向垂直堆叠的天线元件的所述至少两个集合应用第一复合天线权重而达到, 所述高度方向通过另外向垂直堆叠的天线元件的所述集合中的所述天线元件应用第二复合天线权重而达到。

3. 如权利要求 2 的方法, 其中所述波束适用于被计算以达到具有从所述无线电通信网络的所述收发器 (30、41、42、51、52) 看来的预定义方位和 / 或高度的终端 (31、32、33、34)。

4. 一种适用于在无线电通信网络中执行多天线信号处理的收发器 (30), 所述收发器包括天线元件布置, 其具有水平方向和垂直方向中的天线元件 (211、221、231、241), 所述收发器包括用于向所述天线元件应用复合天线权重的装置, 所述收发器的特征在于, 独立地针对每个天线元件 (211、221、231、241) 计算第一复合天线权重和第二复合天线权重, 并且进一步包括至少两个处理链 (212、222、232、242), 其单独控制两个垂直堆叠的天线元件, 每个链接向其应用了所述复合天线权重的至少一个复合天线权重的输入信号作为输入,

其中所述收发器 (30) 用于在包括至少两个相邻基站 (41、42) 和多个终端 (43、44、45) 的蜂窝通信网络中与小区间干扰协调算法结合使用, 所述收发器 (30) 还适用于:

- 构建由每个基站服务的至少两个终端组, 所述终端组取决于从服务于所述终端的所述基站看来的所述终端的高度角, 所述组中的一个组对应于低于第一阈值的高度, 所述组中的另一个组对应于高于第二阈值的高度,

- 使用相同资源来调度由第一基站 (41) 服务的、高度低于第一阈值的终端组 (43) 和由第二基站 (42) 服务的、高度高于第二阈值的终端组 (44、45)。

5. 一种适用于在无线电通信网络的收发器 (30) 处生成波束的天线元件布置, 所述天线元件布置包括水平方向和垂直方向中的天线元件 (211、221、231、241), 所述天线元件布置包括用于向所述天线元件应用复合天线权重的装置, 所述天线元件布置的特征在于, 独立地针对每个天线元件 (211、221、231、241) 计算第一复合天线权重和第二复合天线权重, 并且至少两个垂直堆叠的天线元件适用于由对应的基带信号处理链 (212、222、232、242) 来控制,

其中所述天线元件布置用于在包括至少两个相邻基站 (41、42) 和多个终端 (43、44、45) 的蜂窝通信网络中与小区间干扰协调算法结合使用,所述天线元件布置还适用于:

- 构建由每个基站服务的至少两个终端组,所述终端组取决于从服务于所述终端的所述基站看来的所述终端的高度角,所述组中的一个组对应于低于第一阈值的高度,所述组中的另一个组对应于高于第二阈值的高度,

- 使用相同资源来调度由第一基站 (41) 服务的、高度低于第一阈值的终端组 (43) 和由第二基站 (42) 服务的、高度高于第二阈值的终端组 (44、45)。

6. 如权利要求 5 的天线元件布置,包括竖直堆叠的天线元件的至少两个水平布置集合,所述天线元件适用于在预定义方位方向和高度方向中生成波束,所述方位方向通过向竖直堆叠的天线元件的所述至少两个集合应用第一复合天线权重而达到,所述高度方向通过向竖直堆叠的天线元件的所述集合中的所述天线元件应用第二复合天线权重而达到。

7. 如权利要求 5 的天线元件布置,是竖直和水平布置的天线元件的平面阵列。

## 用于在天线元件布置处进行多天线信号处理的方法、对应的收发器和对应的天线元件布置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于在天线元件布置处进行多天线处理的方法。

### 背景技术

[0002] 无线电通信网络配备有基站,这些基站包括适用于覆盖网络预定义区域的天线。由天线提供的覆盖应该进行优化,以便一方面最小化基站数量,同时又保证良好的覆盖,尤其是在网络的关键部分处(公路、城镇等)。归因于基站位置方面的约束,需要能够对天线层面处的覆盖进行精细调谐。出于这一目的,计算代表天线在高度方向中倾斜的下倾,以提供适当覆盖。此下倾或者是固定的且在站点处机械式预设的,或者可以使用能够在高度方向中移动天线的远程控制电动机来进行远程修改。

[0003] 新的无线通信网络具有在比特率和容量方面提供更高效服务的需求。为了实现这一点,已经提出了基于基站站点处多个天线的一些新方法,这些方法趋向于将数据传输并行化(以达到较高的比特率),同时限制干扰(以确保高容量)。MIMO 和波束成形是这种方法。

[0004] 本发明的具体目的在于:提供一种进一步改进多个天线信号处理的方式,尤其是在新的无线电通信网络中的 MIMO 处理、波束成形或干扰协调的情况下。

[0005] 本发明的其他目的在于提供对应的收发器和对应的天线元件布置。

### 发明内容

[0006] 通过如权利要求 1 的用于在天线元件布置处进行多天线信号处理的方法、如权利要求 7 的适用于在无线电通信网络中执行多天线信号处理的收发器和如权利要求 9 的天线元件布置,这些和下文出现的其他目的得以实现。

[0007] 根据本发明,一种用于多天线信号处理的方法可以在水平方向和竖直方向中扩展的天线元件布置的上下文中、在方位方向和高度方向中调整波束的定向。波束的定向是通过向不同的天线元件应用适当的复合天线权重实现的。

[0008] 本发明带来了这样的优势:波束不仅可以取决于用户在水平平面中位于何处来在方位方向中定向,而且可以在高度方向中定向,以便选择性地将波束定向至用户。如果用户例如位于建筑物的较高楼层、位于飞机上,或者如果用户靠近或远离基站,则可以应用不同的高度角。

[0009] 通过向天线元件中的每一个应用复合天线权重可以实现高度方向中的定向,从而给出了纯软件解决方案,而不用对天线元件做任何机械移动。复合天线权重或者是码本的预定义天线权重部分,或者是在基站处计算的自适应非基于码本的天线权重。

[0010] 本发明带来了改进系统性能的优势。归因于方向性,天线布置增益得到改进,并且产生了更强的接收信号。备选地,需要较低的发射功率来实现与现有技术相同的接收功率。在此情况下,系统经历较低的小区间干扰,并且可以增大系统容量。而且,归因于改进的用

户空间分隔性,还减小了小区内干扰。

[0011] 本发明还带来了支持更灵活的 MIMO(多输入多输出)算法的优势,因为可以在时间方向和频率方向中针对每个用户单独采用方位方向和高度方向。例如,在多用户 MIMO 情况下,二维零陷或迫零与一维零陷相比增加了小区干扰减小。二维复合天线权重控制使得可以将用于单用户 MIMO 的线性预编码与空间复用相结合。在与多站点经协调的 MIMO 作为网络 MIMO 或合作式 MIMO 结合的情况下,可以获得其他优势。

[0012] 本发明进一步带来了改进小区间干扰协调算法的优势。

[0013] 本发明的其他有益特征在从属权利要求中进行了限定。

## 附图说明

[0014] 在阅读了通过非限制性说明给出的优选实施方式的下述描述以及参考了附图之后,本发明的其他特征和优势将变得明显,其中:

[0015] - 图 1 示出了现有技术中已知的收发器基带信号处理链/收发器的天线元件布置部分;

[0016] - 图 2 示出了根据本发明的收发器基带信号处理链/收发器的天线元件布置部分;

[0017] - 图 3 示出了本发明针对波束成形的应用;

[0018] - 图 4 示出了本发明针对干扰协调的应用;

[0019] - 图 5 示出了本发明针对多站点经协调的多输入多输出算法的应用。

## 具体实施方式

[0020] 图 1 示出了现有技术中已知的收发器处理链 11 和天线元件布置 12。处理链 11 接收基带信号或多个基带信号分量的和作为输入。数字基带信号转换成模拟信号,该模拟信号上变频成 RF 信号,该 RF 信号在处理链中进行滤波、前置放大、功率控制和放大。在放大器输出处的一部分信号出于回顾循环控制目的被反馈,并且该信号的主要部分被提交至天线元件布置 12。

[0021] 天线元件布置 12 包括四个竖直堆叠的天线元件 121, ..., 124。本领域技术人员将会理解,可以竖直堆叠任意数量的天线元件。而且,竖直堆叠的天线元件 121, ..., 124 的若干水平布置集合可以并行连接至处理链 11。在图 1 中,仅呈现了一个集合。

[0022] 在天线元件布置 12 内部,功率分配器和匹配模块 125 负责在不同天线元件 121, ..., 124 上分发输入功率。每个天线的一个移相器还负责向将要通过不同天线传输的不同信号应用相位移位。

[0023] 归因于用单个基带信号处理链确定所有天线元件 121, ..., 124 的设置这一事实,以使得实现期待的固定天线倾角的方式选择向基带信号分量应用的天线元件权重。不同的天线元件权重可以用于其他天线元件集合。

[0024] 更精确地,当扇区天线针对定位在 z 方向中的每个元件列具有一个收发器链时,下倾针对所有用户和所有子载波固定为  $\Theta_0$ , 并且只能随着时间缓慢改变。

[0025] 用于一维波束成形的主波瓣操纵原则上与上述相同,由此对于第 i 个天线元件,这可以写成:

[0026]  $w_i = \exp(-jkr_i \cdot \mathbf{r})$

[0027] 由于针对每个元件列仅存在一个收发器,在基带中针对列中 M 个元件的每个元件计算的权重是相同的:

[0028]  $w_{BB,1} = w_{BB,2} = \dots = w_{BB,m}$

[0029] 针对每个个体元件不存在控制。

[0030] 主波瓣操纵仅可以实现在方位方向中。

[0031] 在  $L = \frac{J}{M}$  个列的情况下,可以生成 L 个基带权重,其中第 1 个权重为:

[0032]

$$w_l = \exp(-jk(y_l \sin \varphi))$$

[0033] 在与固定下倾  $\Theta_d$  结合的情况下,针对每个元件的有效权重为:

[0034]

$$w_l = \exp(-jk(y_l \sin \varphi \sin \Theta_d + z_l \cos \Theta_d))$$

[0035] 图 2 示出了根据本发明的收发器基带信号处理链 / 天线元件布置。

[0036] 该收发器包括若干处理链 21, ..., 24, 其各自连接至天线元件 211, ..., 241。处理链的数目取决于收发器天线元件的数目。所有处理链 21, ..., 24 接收利用向基带信号分量的每一个应用的不同复合权重进行了加权的基带信号分量之和作为输入。在并行处理链中,数字基带信号在模块 212, ..., 242 处转换成模拟信号,在模块 213, ..., 243 处进行上变频,在模块 214, ..., 244 处进行滤波,在模块 215, ..., 245 处进行前置放大,在模块 216, ..., 246 处进行功率控制,以及在放大器 217, ..., 247 处进行放大。在放大器 217, ..., 247 输出处的信号的一部分出于回顾循环控制目的被反馈,并且该信号的主要部分被提交至天线元件布置 211, ..., 241。

[0037] 根据本发明,每个天线元件 211, ..., 241 应当与针对每个基带分量的个体复合天线权重相对应。出于这一目的,每个天线元件 211, ..., 241 需要由单独的处理链 21, ..., 24 控制。优选地,向输入至每个处理链 21, ..., 24 的每个基带信号应用不同的天线权重。

[0038] 利用这种收发器架构,使得可以独立控制不同的天线元件、针对每个天线元件使用不同的天线元件权重,并由此能够在水平和垂直布置的天线元件上对每个基带分量执行三维控制。

[0039] 本领域技术人员应当理解,处理链可以进行调整以达到能够向每个天线元件指派个体天线元件权重的相同效果。并非作为处理链一部分进行描述的所有模块对于实现这一效果而言都是必须的,而是这些模块中的一些可以省略,却同样落在本发明的范围内。

[0040] 基于之前描述的本发明,可以设想到若干应用。下文将详细描述本发明针对波束成形、MIMO 和干扰协调的主要应用。

[0041] 图 3 示出了本发明针对波束成形的应用。先决条件是:基站 30 具有根据本发明的天线元件布置,其或者是垂直堆叠天线元件的水平布置集合,或者是示出了水平扩展和垂直扩展的二维天线阵列。

[0042] 取决于终端相对于基站的位置:移动电话 31 在基站附近、汽车 32 离基站稍远或者最终用户 33, 34 分别位于建筑物第 10 层和第 20 层,在基站天线布置处生成的波束定向需要在高度方向和方位方向中进行调整,以便能够以最大的准确性到达每个终端。高度方向

中的定向是通过向基站 30 的天线元件布置的不同天线元件应用适当的天线元件权重而获得的。

[0043] 波束在高度方向中的定向可以与波束在方位方向中的领域现状定向相结合,使得通过基带信号处理来生成和控制水平天线模式和垂直天线模式。这种方案允许将天线阵列增益最大化,增大在终端 31, ..., 34 处接收的功率水平,以及优选地减小多用户操作中其他终端处的小区内干扰。

[0044] 优选地,向基站报告用户终端相对于基站的位置(距基站的距离、方位角、高度角),使得其可以计算出向不同天线元件应用的适当复合天线权重,以生成在用户方向中准确瞄准的波束。用于计算复合天线权重的可能方法包括确定权重向量,以便转至某个方向。 $\hat{r}$ 称为导引向量。对于第  $i$  个天线元件,其可以写为:

[0045]  $w_i = \exp(-jkr_i \cdot \hat{r}) = \exp(-jk(y_i \sin \varphi \sin \Theta + z_i \cos \Theta))$  这将在此  $yz$  平面中针对每个元件的一个收发器链纳入考虑。

[0046] 在 OFDM 系统中,权重可以针对每个用户、每个 OFDM 符号和每个子载波单独改变,以便在期待的  $\varphi$  和  $\Theta$  方向中操纵波束。复合天线权重或者是码本的预定义天线权重部分,或者是在基站处计算的自适应非基于码本的天线权重。

[0047] 图 4 示出了本发明针对干扰协调的应用。

[0048] 图 4 示出了位于两个相邻小区中的两个基站 41, 42 和两个终端 43, 44。移动终端 43 接近其服务基站 41, 而移动终端 44 远离其服务基站 42。根据本发明,可以减小两个相邻小区之间的干扰,因为每个小区中的用户根据其距基站的距离进行排序,以及基站利用因终端所属的组不同而具有不同高度的波束来寻址用户。在一个小区中创建两组用户的情况下,其中一组用户接近基站,一组用户远离基站,接近基站的那组用户将从基站接收具有较低高度角  $a$  的波束,而远离基站的那组用户将接收具有较高高度角  $b$  的波束。这带来了这样的优势,即,指向接近基站 41 的用户 43 的波束不会或者几乎不会干扰指向远离基站 42 的用户 44 的波束。这一布置使得可以使用相同的资源来调度接近基站 41 的用户和远离基站 42 的用户,而不会产生过多干扰。这有助于使频率复用 1 系统工作在可忽略的干扰水平下。

[0049] 本领域技术人员应当理解,可以在基站周围创建不止两个用户组。用于创建组的主要标准可以是:定义与基站周围的同心圆相对应的若干角度值,其中不同的高度角用于覆盖位于两个同心圆之间的用户。

[0050] 图 5 示出了本发明针对多站点经协调传输的应用。图 5 示出了具有基站 51, 52 的两个相邻小区,以及接近基站 51 的一个移动终端 53。基站 51 和 52 向终端 53 执行联合传输。在网络 MIMO 或协作 MIMO 算法中尤其是这种情况。根据本发明,基站 51 发送的波束高度适应于基站 51 与终端 53 之间的距离,而基站 52 发送的波束高度适应于终端 53 与基站 52 之间的距离。这使得尤其可以从基站 52 以适当方式服务于终端 53,而不会引起较高传输功率,并继而不会产生太多干扰。同样,用于基站 51 与移动终端 53 之间通信的复合天线权重需要调整以适应于从基站 51 的天线看来、终端 53 的高度角和方位角,类似地,用于基站 52 与移动终端 53 之间通信的复合天线权重需要调整以适应于从基站 52 的天线看来、终端 53 的高度角和方位角。

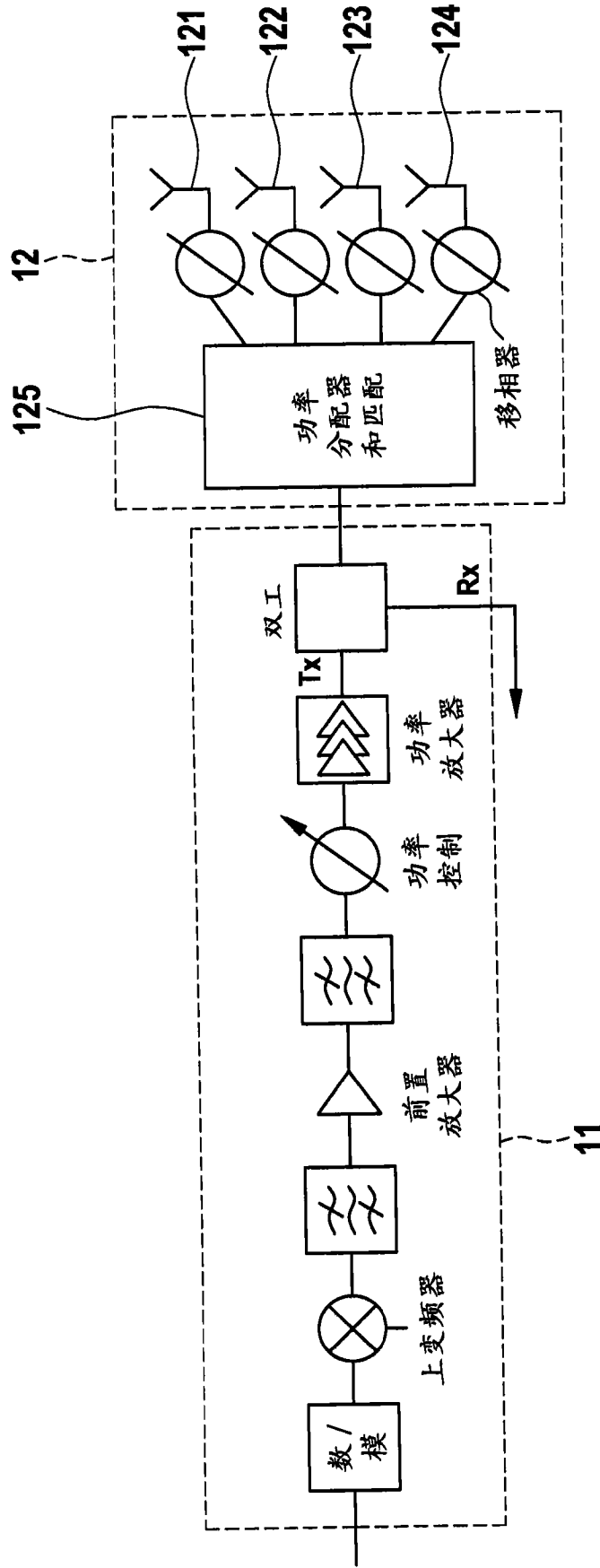


图 1

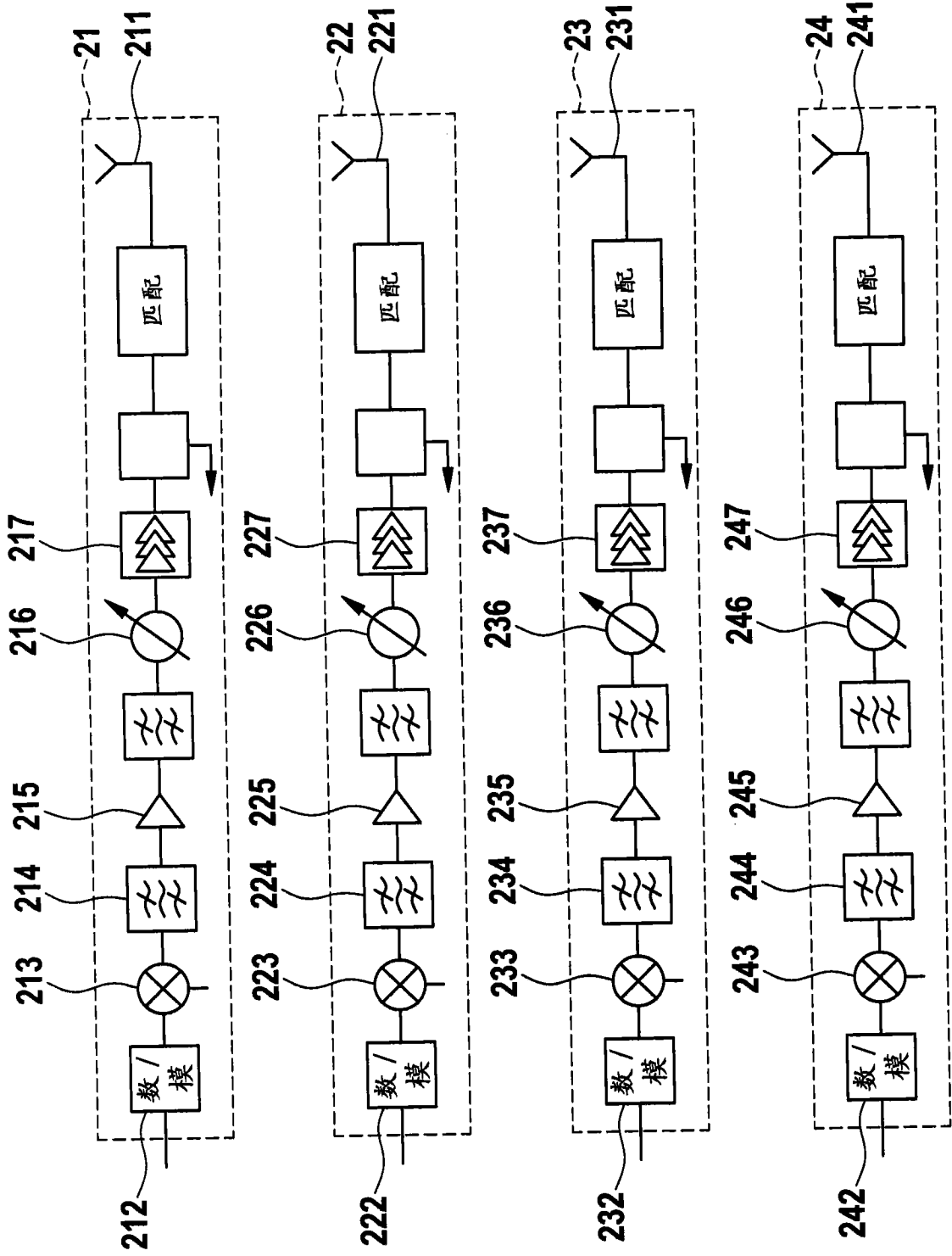


图 2

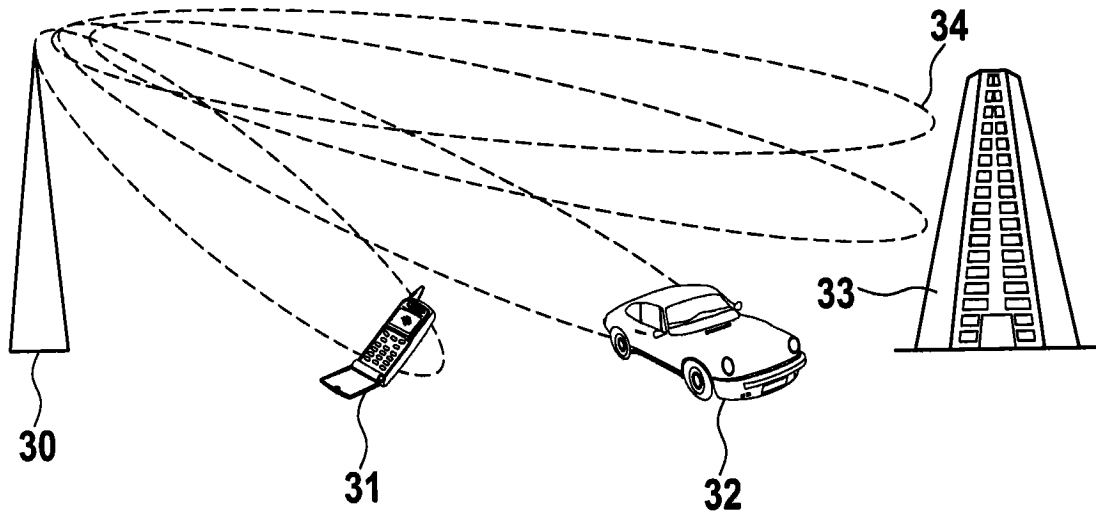


图 3

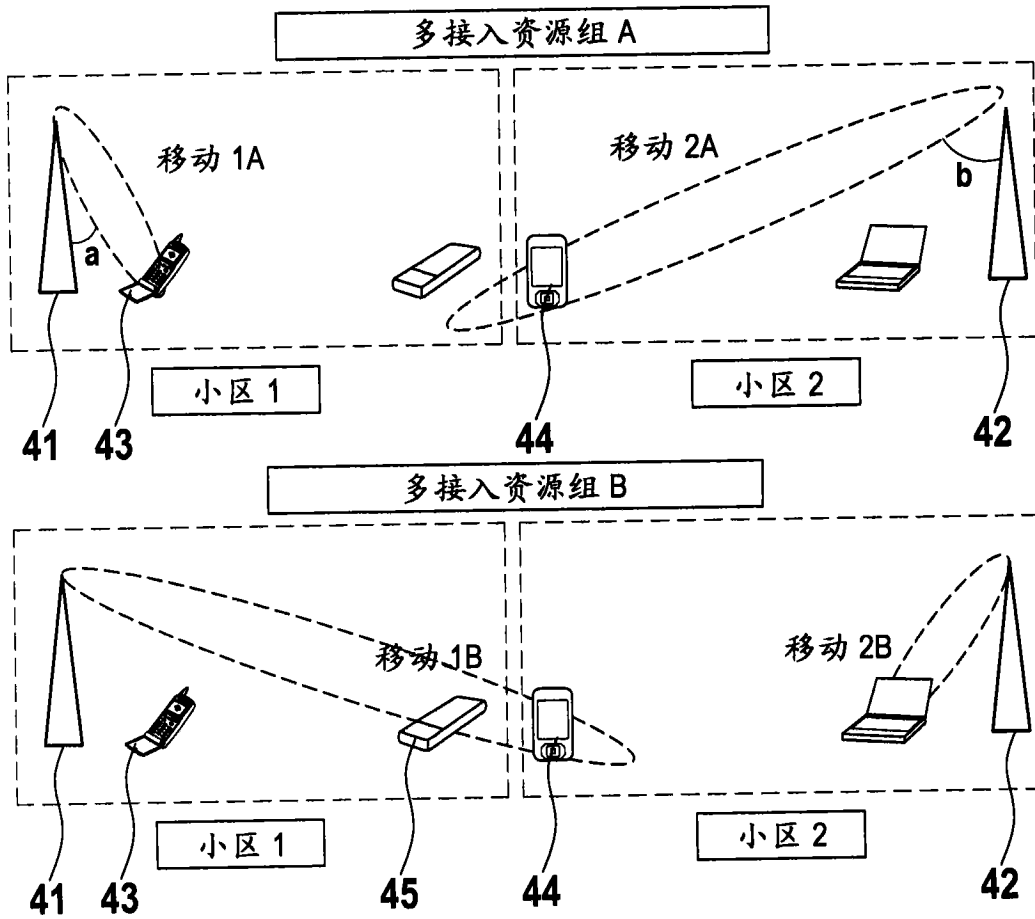


图 4

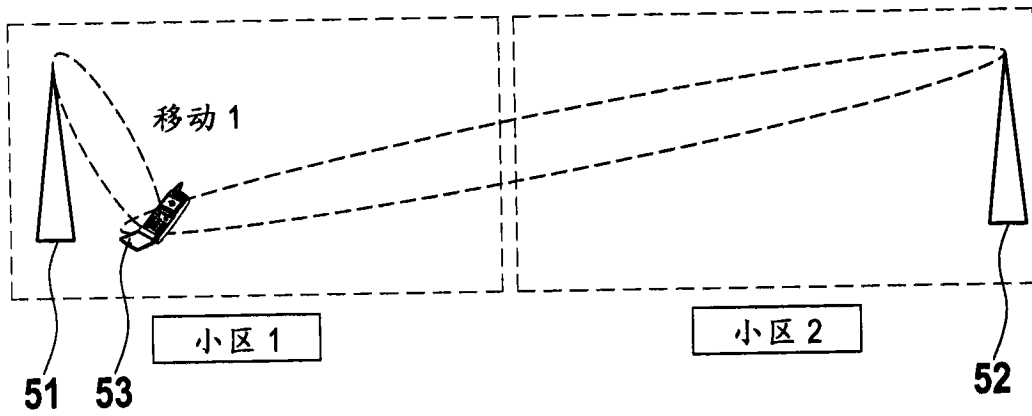


图 5