

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98812999.X

[43] 公开日 2001年2月28日

[11] 公开号 CN 1285979A

[22] 申请日 1998.10.20 [21] 申请号 98812999.X

[30] 优先权

[32] 1998.1.9 [33] FI [31] 980035

[86] 国际申请 PCT/FI98/00818 1998.10.20

[87] 国际公布 WO99/35764 英 1999.7.15

[85] 进入国家阶段日期 2000.7.7

[71] 申请人 诺基亚网络有限公司

地址 芬兰埃斯波

[72] 发明人 尤哈·伊利塔罗

马库斯·凯茨

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事
务所

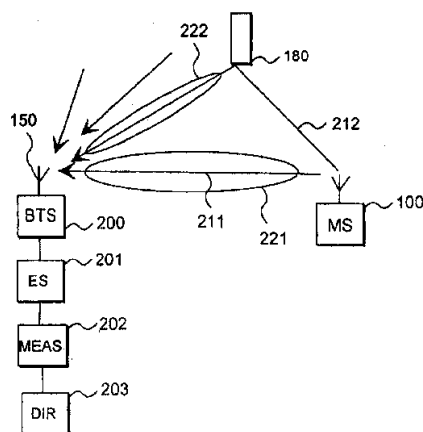
代理人 张 维

权利要求书 4 页 说明书 9 页 附图页数 3 页

[54] 发明名称 导引天线射束的方法, 以及移动通信系统中的收发信机

[57] 摘要

导引天线射束的一种方法, 以及一种收发信机, 它包括生成发送方向上的天线射束的天线阵列(150), 信号利用这些射束发送, 该收发信机接收通过不同路径传播到收发信机的信号。该收发信机包括估计装置(101), 用于在收发信机接收沿不同路径传播的信号的同时, 估计接收信号的到达方向, 测量装置(102), 用于测量从不同到达方向接收的信号强度, 以及。射束导引装置(103)在接收信号的到达方向仅略有不同的情况下, 指令天线阵列(150)在发送方向上生成主天线射束, 主天线射束是在接收到最强信号的方向上生成。如果接收信号的到达方向大不相同, 则除了主天线射束之外, 导引装置(103)还指令天线阵列(150)在这样的方向上生成一个或多个分集射束, 从这些方向接收的信号超过了预定阈值。



25.根据权利要求 18 的收发信机,其特征在于,估计装置(101)在某些积分时间上通过积分求根据接收信号估计的方位角的平均。

26.根据权利要求 18 的收发信机,其特征在于,测量装置(102)根据收发信机接收的信号的脉冲响应计算接收信号的强度。

27.根据权利要求 18 的收发信机,其特征在于,导引装置(103)指令天线阵列(150)引导主射束和各分集射束,使得这些射束的方向相互正交。

说明书

导引天线射束的方法，以及 移动通信系统中的收发信机

本发明涉及导引天线射束的一种方法，该方法用于无线系统的发送方向，前述无线系统包括生成天线射束的收发信机，其中接收沿不同路径传播到收发信机的发送信号。

无线网络环境中，用户和基站之间的信号一般不直接传播。根据环境的特定，信号通过发射机到接收机的多条不同长度的路径传播。即使基站和移动台位于彼此的视距范围，这种多径传播也会发生。多径传播主要由信号路径上的信号反射和表面散射引起。通过不同路径到达的信号一般从不同方向到达接收机，它们通常具有不同的传送时延，因此信号到达接收机的相位不同。如果在移动的车辆中使用用户终端，例如移动电话，则信号的反射随时间而变化。此外，用户终端的相对移动引起频率相对于信号标称频率的变化等于多普勒频移。

如果沿不同路径传播到接收机的多径分量在接收机中出现不利的累加，则会发生衰落。有时用户终端所发送的载波相当直接地传播到基站。而另一些时候载波被若干不同表面反射，因此载波通过多条不同的路径传播到基站。载波反射所引起的多径传播引起接收信号中的时延扩散和角度扩散。

传播损失削弱了发送信号，因此，以相同功率发送的信号到达接收机的强度不同。因信号反射而引起的各种干扰信号可能会累加成相反相位的信息信号，从而使得信息信号衰减的越来越多。发射机和接收机相距越远，各种障碍造成的信号衰减就越利害。信号衰减到一定程度，用户终端和基站之间的连接就会中断，或者连接无法首先建立。

在现有技术无线系统中，基站通过天线生成天线射束。天线射束包括天线所产生的电磁辐射。如果用户终端位于天线射束范围内，则理论上可以在基站和用户终端之间建立连接。连接的建立还独立于例如用户

终端所接收的信号强度。

蜂窝无线系统中一般采用分扇区的基站。一个小区可以例如划分成 3 个扇区。基站天线可以形成覆盖整个扇区的天线射束。例如，120 度扇区可以由一个天线在下行和上行方向上生成的一个天线射束所覆盖。这样，扇区的下行和上行方向所需的覆盖区域可以由一个天线射束生成。在上述情况下，用户终端可以位于小区中任一位置，但是用户终端可以与基站建立连接。

在现有技术方案中，采用了自适应天线阵列，下行方向的信号通过一个窄射束发送，该射束的方向可以根据上行信号估计。但是，至少在某些运营环境下，射束生成会有一些问题。更确切地说，无线系统中信号通过无线信道的角度扩散所引起的问题变得更为严重。上述类型的无线系统例如是市区微小区系统和室内微微小区系统。

无线系统中用于生成无线信道的，由较宽扇区上若干不同表面反射的这些信号具有相当多数量的角度分集。角度分集在上行数据传输中采用。以上描述基于以下事实：上行无线信道的脉冲响应可以通过估计发现。另一方面，如果仅在短期内观察无线信道的变化，则下行无线信道的脉冲响应未知。

下行和上行链路之间一般采用 FDD(频分复用)复用方法，因此下行和上行无线信道短期内并不关联。基于 FDD 复用方法，根据上行信号估计的下行射束的方向可能有误。但是，如果长期观察无线信道关联，则下行和上行无线信道关联。换句话说，可以假定下行和上行信号通过同一反射表面传播(地理互逆)。

尽管基站和用户终端之间存在相同的散射物，基站所估计的信号可能由下行方向上看到深衰落的用户终端发射。在上述出现问题的情况下，下行方向上生成的射束不一定将用户终端覆盖得很好，因此信号不是在最佳可能方向上发送。当信号的角度扩散增加时，下行信号传输出现问题的概率增加。

如果通过传输信道的信号的角度扩散小于基站天线阵列半功率带宽，则下行传输原则上与上行传输一样好。在一种现有技术方法中，利

用较宽的射束宽度减少下行传输的问题。但是，上述方法的采用导致了新问题的出现，即小区大小的增加。小区大小的增加要求至少在仅使用一个射束时，增加发射功率。此外，发射功率的增加增加了无线网络的干扰。

因此，本发明的目的是提供一种方法和收发信机，使得上述问题得以解决。这通过前序中提出的方法实现，该方法的特征在于，在接收到沿不同路径传播的信号时，估计接收信号的到达方向(DoA)，测量从不同 DoA 接收的信号强度，如果接收信号的 DoA 仅略有不同，则在发送方向上生成主天线射束，该射束朝向最强信号的 DoA，如果接收信号的 DoA 大不相同，则除了主天线射束，还在发送方向上生成一个或多个分集射束，这些射束朝向这样的接收信号的 DoA，从这些 DoA 接收的信号超过了预定阈值。

本发明方法的特征还在于，在接收到沿不同路径传播的信号时，估计接收信号的到达方向，测量从不同 DoA 接收的信号强度，在收发信机的下行方向上生成主天线射束，该射束朝向最强信号的 DoA，并生成一个或多个分集射束，这些射束朝向主天线射束之外的其它方向，分集射束信号的生成方式必须保证充当接收机的用户终端可以区分不同射束所发送的信号。

本发明还涉及一种收发信机，它包括生成发送方向上的天线射束的天线阵列，信号利用这些射束发送，该收发信机接收通过不同路径传播到收发信机的信号。

按照本发明的收发信机的特征在于，包括估计装置，用于在收发信机接收沿不同路径传播的信号的同时，估计接收信号的 DoA，测量装置，用于测量从不同 DoA 接收的信号强度，以及天线射束导引装置，用于指令天线阵列在发送方向上生成主天线射束，主天线射束是在接收到最强信号的方向上接收信号的 DoA 仅略有不同的情况下生成，如果接收信号的 DoA 大不相同，则除了主天线射束之外，导引装置还指令天线阵列在这样的方向上生成一个或多个分集射束，从这些方向接收的信号超过了预定阈值。

解调器 123, 解调器 113 和控制部分 120。该收发信机还包括编码器 122 和解码器 114。控制部分 120 控制其它收发信机部分的操作。射频部件 112 将天线发送来的射频转换成中频。中频信号被传送到解调信号的解调器 113。之后, 在解码器 114 中解码该解调信号。

编码器 122 接收信号, 将编码信号发送给调制器 123。在编码过程中, 编码器 122 采用例如卷积编码。此外, 编码器 122 进行例如信号加密。编码器 122 还交织信号的比特或比特组。之后, 卷积编码信号被传送给调制器 123, 后者调制信号。之后, 将信号传送到射频部件 124, 由后者将已调信号转换成射频。射频部件 124 利用天线将信号进一步发送到无线路径。

此外, 收发信机包括估计装置 201, 测量装置 202 和导引天线射束 203 的装置。实际上, 估计装置 201、测量装置 202 和导引天线射束 203 的装置位于基站 200。当沿不同路径传播的信号从不同到达方向到达收发信机时, 估计装置 201 估计收发信机所接收的信号的到达方向。测量装置 202 测量从不同 DoA 接收的信号强度。导引天线射束 203 的装置指令天线射束生成下行天线射束。在准备命令时, 导引装置采用接收信号的 DoA。此外, 导引装置 203 命令天线阵列导引下行方向上的天线射束, 从而改进下行传输的质量。实际上, 这意味着将天线射束导引到下行方向上, 使得用户终端 100 不会停留在盲区。

图 3 说明了从不同接收方向到达收发信机的信号。让我们假定基站 200 接收位于该小区扇区的用户终端 100 所发送的信号 211、212、213, 这些信号沿不同路径到达基站 200。让我们再假定信号 211 是最强的接收信号, 信号 212 次强, 信号 213 强度最弱。接收的信号被传送到估计装置 101, 后者利用信号的部分已知成分, 例如训练序列或导频信号, 估计接收信号的 DoA。

下面给出公式(1), 通过它利用部分已知信号的关联特性确定接收信号的到达方向。到达方向也可以利用其它已知方法估计。

$$(1) \quad P(\theta) = a(\theta) * H H^* a(\theta), \text{ 其中}$$

$P(\theta)$ 是接收信号的效率, 它是方位角的函数,

θ 是接收信号的方位角，
 $a(\theta)$ 天线阵列的复导引向量，
 H 是信道脉冲响应矩阵的估计，
 $*$ 表示复共轭转置矩阵。

信号 DoA 的估计可以如下改进：在某个积分时间上求脉冲响应矩阵 H 的平均。估计装置 101 如下求根据接收信号估计的 DoA 的平均：在某个积分时间上积分 DoA。此外，估计装置 101 求接收信号的脉冲响应的平均。估计装置 101 求根据接收信号估计的脉冲响应的平均，使得估计装置 101 在某个积分时间上积分脉冲响应。

优化积分时间一般取决于无线信道的变化率。如果接收信号的角度扩散较小，即如果接收信号的到达方向仅略有不同，则射束导引装置 203 指今天线或天线阵列 150 在下行方向上只生成主天线射束。导引装置 203 利用下面给出的公式(2)确定方向角：

$$(2) \quad \text{DoT} = \theta_1, \text{ 其中 } P(\theta_1) = P_{\max}$$

公式(2)中显然可以看出，导引装置 203 指令在该方向上生成主天线射束，测量装置 202 从该方向测量到最强信号。在图 3 情况下，以上意味着如果基站 200 所接收的信号 211、212、213 的角度扩散较小，则主天线射束朝向信号 211。一般而言，与沿较长路径传播到接收机的信号相比，尽可能直接传播的信号具有相对较高的接收信号功率。

如果接收信号的角度扩展较宽，即如果接收信号的到达方向相差很大，则除了主天线射束之外，射束导引装置 203 可以指今天线或天线阵列生成一个或多个下行方向上的分集射束。下面给出的公式(3)用于决定分集射束生成。

$$(3) \quad P(\theta_2) > P_{\text{threshold}}$$

从公式(3)中可以看出，除了适当宽的角度扩散，分集射束生成要求分集射束生成中使用的接收信号功率超过预定阈值。

如上所述，基站 200 所生成的主天线射束和分集天线射束指向不同方向。利用以下公式(4)可以计算主天线射束和分集天线射束之间所需的最小角度差。

$$(4) \quad |\theta_1 - \theta_2| > \Delta\phi$$

从公式(4)中可以看出，用于生成分集射束的接收信号 DoA θ_2 与用于生成主射束的接收信号 DoA θ_1 之差的绝对值必须大于天线阵列的半功率射束宽。如果满足公式(4)的条件，主天线射束和分集天线射束充分正交，因而不同下行方向上发送的信号不会相关。实际上，这意味着尽管主射束方向上发送的信号处于深衰落，但是至少一个分集射束方向上发送的信号可能强到能够维护良好的连接质量。

如果充当收发信机的基站 200 基本同时接收强度相当的信号 211、212、213，则导引装置 203 指令天线阵列 150 根据接收信号的 DoA 分布导引主射束。主射束可以安装在例如收发信机接收到的强信号数量最多的方向。

图 4 说明了天线阵列所形成的天线射束。该图示出了基站 200 接收用户终端 100 所发送的多个信号，这些信号从不同方向到达基站。如果到达基站的信号 211 是最强的到来信号，天线阵列 150 生成的下行方向主射束 221 朝向到来信号 211。如果信号 212 的强度超过了给定阈值，并且如果信号 211、212 的 DoA 差别很大，则天线阵列 150 还在信号 212 的 DoA 方向上生成下行分集射束 222。如果从不同方向接收到超过预定阈值的信号，并且这些超过阈值的信号的 DoA 相差很大，则天线阵列可以生成多个分集射束。

图 5 是生成天线射束的流程图。该图示出了在最强的接收信号方向上生成主射束。之后，决定生成分集射束，比较从非最强信号方向上接收的信号和预定阈值。如果没有从任何其它方向接收到超过阈值的信号，则仅生成主射束。而如果从某个方向接收到的信号超过阈值，则计算用于生成主射束的接收信号的 DoA 与超过阈值的信号的 DoA 是否相差很大。如果 DoA 相差很大，则生成至少一个分集射束。例如，可以根据接收信号测量信号时延差。时延差可以用作一个参数，根据该参数导引天线射束。如果将时延差用作一个参数，则用户终端可以获得多径分集的最大优点。

尽管以上从基站观点处理说明了本发明，但本发明也可以应用于用

户终端，如果用户终端包括天线阵列。本发明尤其适用于采用例如 CDMA 方法，TDMA 方法或 CDMA/TDMA 综合方法的移动系统。此外，本发明可以应用于模拟和数字网络。

利用上述方法，可以在下行数据传输中改善基站性能。如果系统中信道的时延扩散较小，则可以不考虑信号时延差。衰落是均匀的，例如在室内环境下。此外，室内接收的信号具有较大的角度扩散。可以在均匀衰落环境中实现两个射束的传输，使得两个射束信号的第二个被延迟。上述情况下一般使用瑞克接收机。本发明的方法可以应用于例如通常使用较高传输速率的 WCDMA 系统。

在某些情况下，用户终端接收机无法解析或分离两个不同射束的信号。这种情况下，用户终端最好在时延域中分离接收信号。为了在用户终端分离角度域的射束，需要这类方法。通过正交射束的角度分离能够实现射束信号在统计意义上与接收它们的时刻无关。这是可能的，因为具有不同时延的不同射束在时延域中实现的信号传输保证了接收机能够分离不同路径的信号，这使得角度分集能够得以利用。

根据以上所述，大于等于接收机时间分辨率的射束信号之间必然有时延。换句话说，在 CDMA 系统中，时延至少是一个基片长。在 TDMA 系统中，时延必须至少是一个比特时长。

根据接收信号的 DoA，在收发信机下行方向上生成朝向最强信号的 DoA 的主天线射束。此外，生成一个或多个分集射束。发送的每个天线射束的信号都被延迟了不同的时延值。根据上行方向上测得的角度扩散，引导分集射束指向非主天线射束的其它方向，从而用户终端能够在不同时刻接收不同射束的信号。这样，用户终端可以区分不同射束的信号(即角度分集分支)。

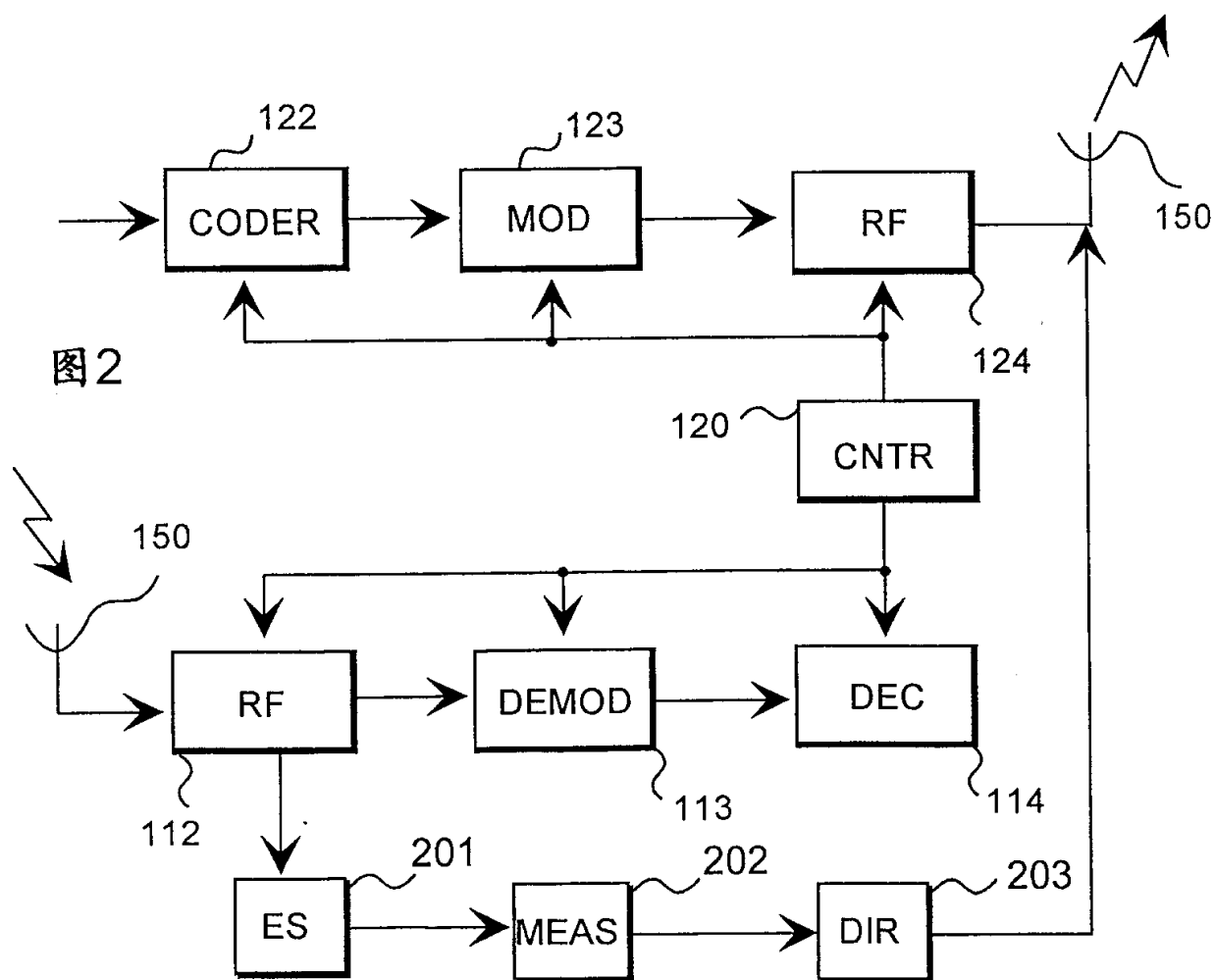
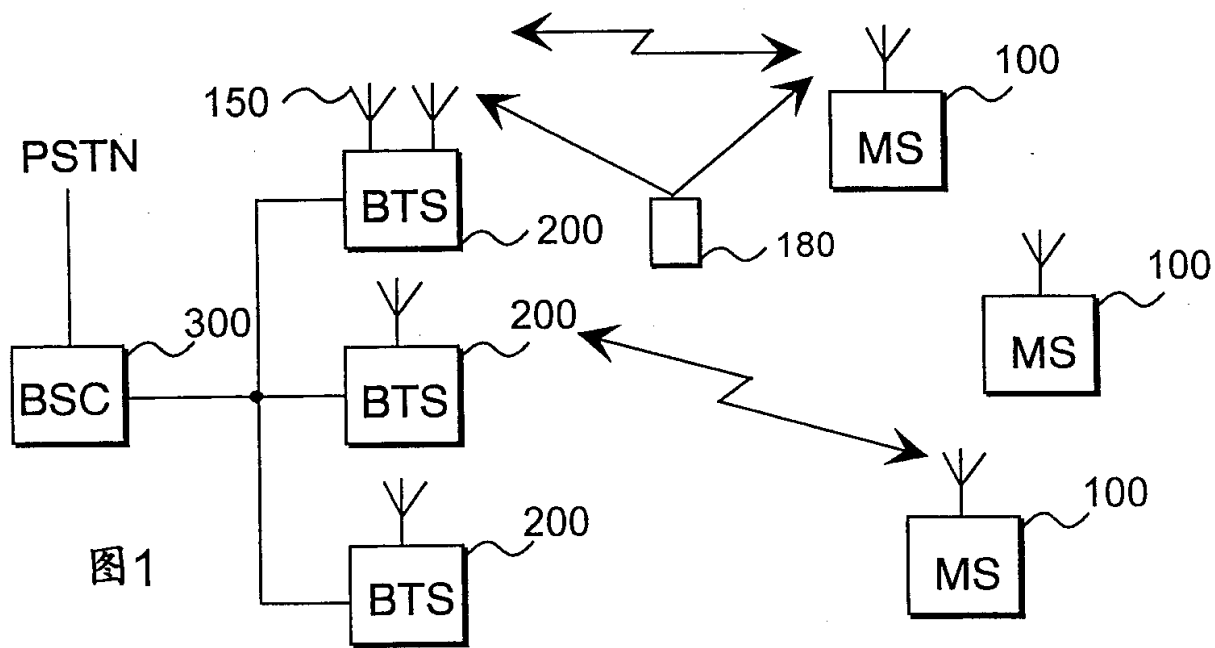
如果需要，基站可以延迟主天线射束或分集天线射束的发送，因此，用户终端可能在不同时刻接收信号。此外，基站可以准随机地改变用于发送第二射束信号的载波相位，这改进了分集。在 CDMA 系统中，基站可以在主射束和/或分集射束中使用例如正交码，用户终端可以根据正交码区分不同射束中发送的信号。基站还可以使用所谓的射束跳

束，从而基站利用主天线射束和各分集射束交替发送信号。

此外，可以利用用户终端给基站的反馈，使得接收射束的用户终端完成发送射束的选择和引导。充当接收机的用户终端可以测量从射束接收的信号。根据测量结果，用户终端发送给基站一个消息，声明它希望从基站到用户终端的信号在哪个射束中发送。

尽管以上结合附图的例子描述了本发明，但显然本发明并不局限于此，而是可以在后附权利要求书所公开的创新思想范围内通过多种方式改进。

说明书附图



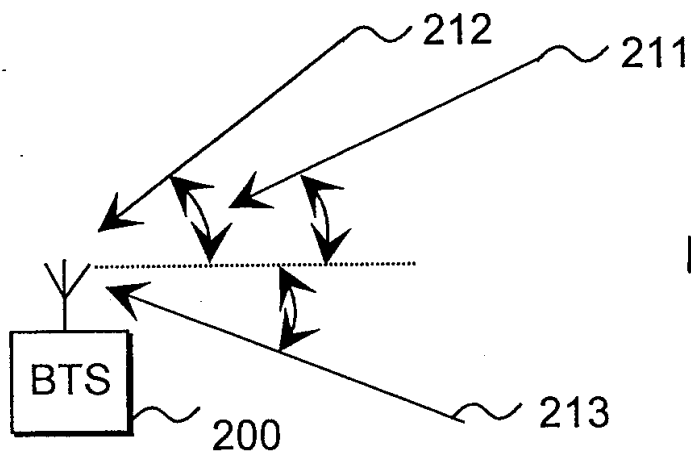


图3

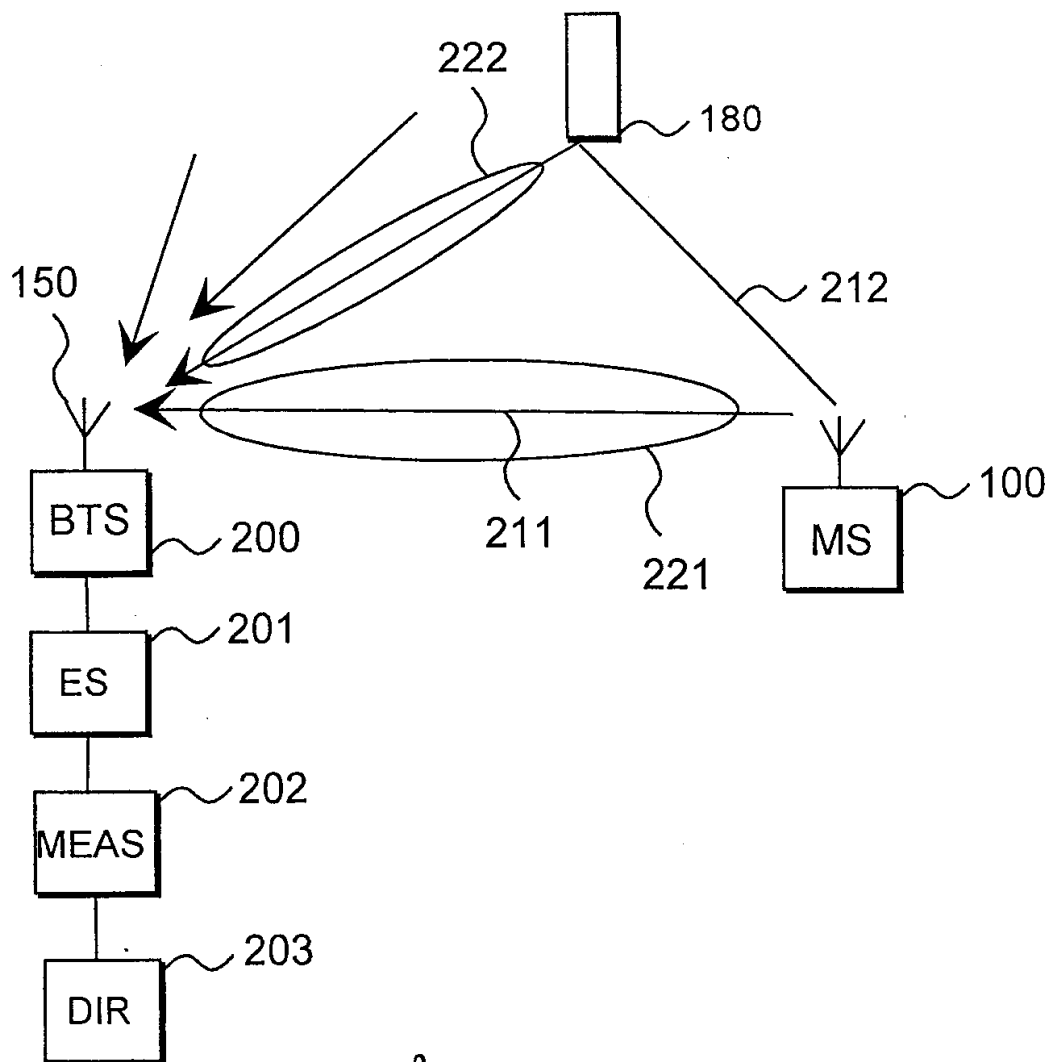


图4

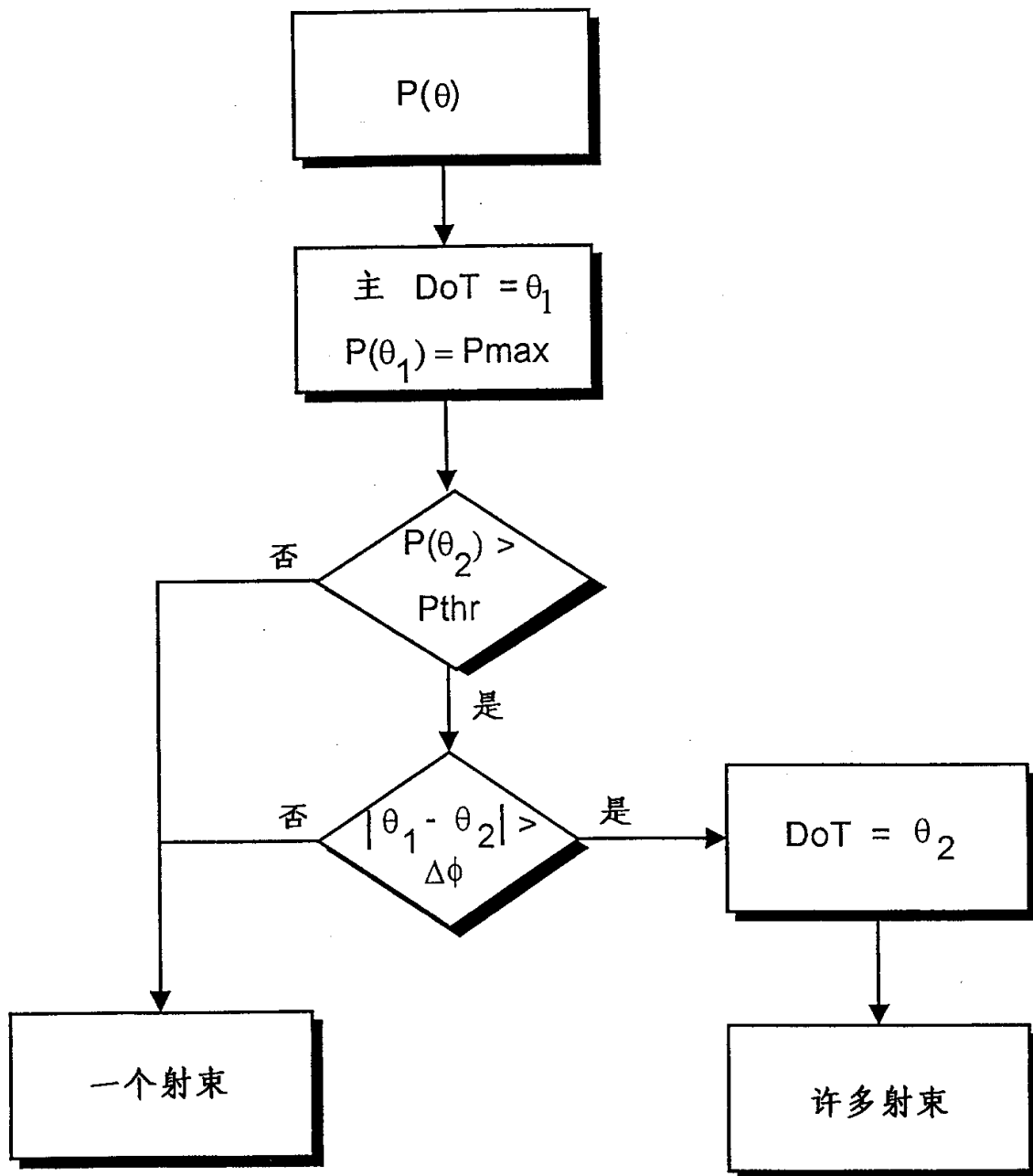


图5