

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 97195157.8

[43]公开日 1999年6月23日

[11]公开号 CN 1220787A

[22]申请日 97.5.27 [21]申请号 97195157.8

[30]优先权

[32]96.5.31 [33]US[31]08/655,930

[86]国际申请 PCT/SE97/00910 97.5.27

[87]国际公布 WO97/45968 英 97.12.4

[85]进入国家阶段日期 98.12.1

[71]申请人 艾利森电话股份有限公司

地址 瑞典斯德哥尔摩

[72]发明人 U·福尔森 T·厄斯特曼

G·E·波托姆莱

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

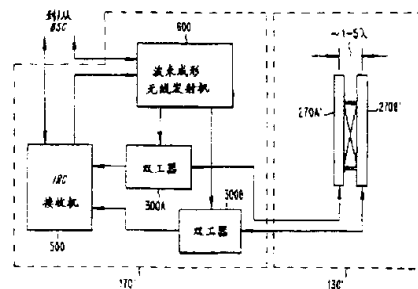
代理人 程天正 李亚非

权利要求书 4 页 说明书 13 页 附图页数 7 页

[54]发明名称 蜂窝无线通信系统中用于干扰抑制组合和下行链路波束成形的方法和设备

[57]摘要

最近,已提出了干扰抑制组合(IRC)技术,它能在有限的 C/I 的环境下 显著地提高上行链路的性能。IRC 技术的另一个有利的特性在于,当接收信号之间的相关增加时,它们的 C/I 性能并不恶化。IRC 技术的这个特性在本发明中被利用来允许天线之间减小间距。按照本发明的另一个方面,下行链路的性能通过使用波束成形技术来“操纵”基站发射使其朝向想要的移动台而被改善。这样,下行链路的性能通过使用波束成形技术而被改善到类似于上行链路通过使用 IRC 技术而被改善的程度。这允许系统设计者更充分地利用有关改善上行链路性能的系统设计中的变化。



权 利 要 求 书

1. 一个在用于传输信息符号的通信系统中的基站，包括：

天线阵列，用于接收上行链路射频信号，所述天线阵列包括至少两个天线，其中每个天线从所述射频信号产生接收的样本流；以及

5 接收机，用于组合由来自所述至少两个天线的所述至少两个所接收样本流提供的信息，以产生检测的信息符号，所述接收机包括：

有害分量相关单元，它估计在有关所述至少两个天线中的一个天线的有害分量和有关所述至少两个天线中的另一个天线的有害分量之间的相关，并使用所述相关估值来组合所述至少两个接收样本流。

10 2. 权利要求 1 的基站，其特征在于，其中所述至少两个天线包括第一天线和第二天线，它们以小于 10 个所述射频信号的波长相互隔开。

15 3. 权利要求 1 的基站，其特征在于，其中所述至少两个天线包括第一天线和第二天线，它们以小于 5 个所述射频信号的波长相互隔开。

4. 权利要求 1 的基站，其特征在于，其中所述至少两个天线包括第一天线和第二天线，它们以小于 1 个所述射频信号的波长相互隔开。

5. 权利要求 1 的基站，其特征在于，还包括：

20 射频发射机，用于产生下行链路射频信号；

功率分配器，用于把所述产生的下行链路射频信号分成至少两个输出信号，所述至少两个输出信号的每一个被耦合到所述至少两个天线中的一个；以及

25 波束操纵控制器，用于从所述接收机接收到达方向的信息并使用所述到达方向的信息来产生至少一个相位偏置，所述至少一个相位偏置被用来调节所述至少两个输出信号中的至少一个输出信号的至少一个相位。

6. 权利要求 1 的基站，其特征在于，还包括：

30 基带处理器，用于接收要被发射的信息信号和调制所述信息信号以产生至少两个基带信号；

波束操纵控制器，用于从所述接收机接收到达方向的信息和使用所述到达方向的信息来产生至少一个相位偏置，所述至少一个相位偏

置被所述基带处理器用来产生所述至少两个基带信号中的至少一个基带信号；以及

至少两个射频发射机，用于接收所述至少两个基带信号，把所述至少两个基带信号处理成至少两个射频信号，以及把所述射频信号耦合到所述至少两个天线。

7. 权利要求 2 的基站，其特征在于，其中所述基站为具有 3-5 千米的半径的小区提供无线通信覆盖。

8. 一种为具有大于 3 千米的半径的地理区域提供无线通信覆盖的基站，包括：

10 天线阵列，用于接收上行链路射频信号，所述天线阵列包括至少两个天线，其中每个天线从所述射频信号产生接收的样本流，其中各个天线之间的间距小于 10 个所述射频信号的波长；以及

接收机，用于组合由来自所述至少两个天线的所述至少两个接收到的样本流所提供的信息，以产生检测的信息符号。

15 9. 权利要求 8 的基站，其特征在于，其中所述间距小于 5 个所述射频信号的波长。

10. 权利要求 8 的基站，其特征在于，其中所述间距小于 1 个所述射频信号的波长。

11. 权利要求 8 的基站，其特征在于，还包括：

20 射频发射机，用于产生下行链路射频信号；

功率分配器，用于把所述产生的下行链路射频信号分成至少两个输出信号，所述至少两个输出信号的每一个被耦合到所述至少两个天线中的一个；以及

25 波束操纵控制器，用于从所述接收机接收到达方向的信息和使用所述到达方向的信息来产生至少一个相位偏置，所述至少一个相位偏置被用来调节所述至少两个输出信号的至少一个输出信号的一个相位。

12. 权利要求 8 的基站，其特征在于，还包括：

30 基带处理器，用于接收要被发射的信息信号和调制所述信息信号以产生至少两个基带信号；

波束操纵控制器，用于从所述接收机接收到达方向的信息和使用所述到达方向的信息来产生至少一个相位偏置，所述至少一个相位偏

置被所述基带处理器用来产生所述至少两个基带信号中的至少一个基带信号；以及

至少两个射频发射机，用于接收所述至少两个基带信号，把所述至少两个基带信号处理成至少两个射频信号，以及把所述射频信号耦合到所述至少两个天线。

13. 一个基站，包括：

天线阵列，用于接收上行链路射频信号，所述天线阵列包括至少两个天线，其中每个天线从所述射频信号产生接收的样本流；以及

接收机，用于组合由来自所述至少两个天线的所述至少两个接收样本流提供的信息，以产生检测的信息符号，所述接收机包括：

有害分量相关单元，它估计在有关所述至少两个天线中的一个天线的有害分量和有关所述至少两个天线中的另一个天线的有害分量之间的相关，并使用所述相关估值来组合所述至少两个接收样本流。

基站处理器，用于接收要被发射的信息信号和调制所述信息信号以产生至少两个基带信号；

波束操纵控制器，用于从所述接收机接收到达方向的信息和使用所述到达方向的信息来产生至少一个相位偏置，所述至少一个相位偏置被所述基带处理器用来产生所述至少两个基带信号中的至少一个基带信号；以及

至少两个射频发射机，用于接收所述至少两个基带信号，把所述至少两个基带信号处理成至少两个射频信号，以及把所述射频信号耦合到所述至少两个天线。

14. 一个基站，包括：

天线阵列，用于接收上行链路射频信号，所述天线阵列包括至少两个天线，其中每个天线从所述射频信号产生接收的样本流；以及

接收机，用于组合由来自所述至少两个天线的所述至少两个接收样本流提供的信息，以产生检测的信息符号，所述接收机包括：

有害分量相关单元，它估计在有关所述至少两个天线中的一个天线的有害分量和有关所述至少两个天线中的另一个天线的有害分量之间的相关，并使用所述相关估值来组合所述至少两个接收样本流。

射频发射机，用于产生下行链路射频信号；

功率分配器，用于把所述产生的下行链路射频信号分成至少两个

输出信号，所述至少两个输出信号的每一个被耦合到所述至少两个天线中的一个；以及

5 波束操纵控制器，用于从所述接收机接收到达方向的信息和使用所述到达方向的信息来产生至少一个相位偏置，所述至少一个相位偏置被用来调节所述至少两个输出信号的至少一个输出信号的至少一个相位。

15. 一种在基站和移动台之间进行通信的方法，包括以下步骤：

在基站上从至少两个天线上接收来自所述移动台的上行链路射频信号；

10 使用天线有害分量相关的估值来处理来自所述至少两个天线的信号，以输出检测的符号；以及

使用从所述处理步骤得出的信息来确定所述上行链路射频信号的到达方向。

16. 权利要求 15 的方法，其特征在于，还包括以下步骤：

15 通过使用所述到达方向的信息来操纵所述下行链路射频信号使其朝向所述移动台以便从所述基站发射下行链路射频信号。

说明书

蜂窝无线通信系统中用于干扰抑制组合 和下行链路波束成形的方法和设备

5

背景

本发明总的涉及蜂窝无线通信，更具体地，涉及到用于减小在信号组合基站中的接收天线之间的间隔和使用自适应波束成形以改进下行链路性能的方法和设备。

10 在数字蜂窝无线通信系统中，数字调制的射频信号被用来在无线基站与移动台之间传送信息。无线基站发送下行链路信号到移动台，以及接收由移动台发送的上行链路信号。在数字蜂窝无线通信系统中出现的常见问题是，由于无线传输信道中可能存在的多径衰落和干扰造成的在上行链路和下行链路信号中信息的损失。

15 对于前者，即多径衰落，基本上有两个多径效应：衰落和时延分散。当移动站和基站之间的路径长度相对较短时，发射信号（或主射线）与它的几乎同时到达接收机的反射信号（或回波）的相互作用会引起衰落。当这种情况发生时，主射线和回波或者破坏性地叠加或者相长性地叠加。如果有许多回波，则破坏性和相长性叠加的图形以 Rayleigh（瑞利）分布出现，这就是为什么把这个效应称为“瑞利衰落”的原因。衰落图形中（其中破坏性叠加导致衰落“凹坑”，）的
20 某些点导致了接收信号的相对较低的载噪比（C/N）特性。

衰落“凹坑”的影响可通过具有多个接收天线和采用某种形式的分集组合，例如，选择性组合、等增益组合、或最大比值组合而被减弱，其中来自各个接收天线的信号被组合来产生单个接收信号。分集
25 技术利用了这一事实，即在不同天线上的衰落是不相同的，这样当一个接收天线接收衰落凹坑时，其它天线有可能不是这样。参阅由 William C. Y. Lee 著的书，“Mobile Communication Design Fundamentals（移动通信设计原理）”，Howard W, Sams & Co., Indiana, USA。在该书的 3.5.1 节，给出了几个例子，描述来自两个带有分开的
30 天线的接收机放大器的信号可如何组合以抵消衰落。

对于更长的路径长度，当回波相对于主射线被延迟时，出现时延分散。如果足够大幅度的回波到达接收机比主射线被延迟的时间量为

符号周期的量级，则时延分散会引起符号间干扰（ISI）。时延分散可通过使用均衡器被有利地校正。在数字信号调制的情况下，可使用最大似然序列估值（MLSE）均衡器，例如在“Digital Communication (数字通信)”（由 John G. Proakis 著，第二版，Mc-Graw Hill Book Company, New York, New York, USA, 1989）书中所描述的。在该书的 6.7 节，描述了通过使用 MLSE 均衡来检测因时延分散、或符号间干扰（ISI）而受损的信号的各种不同方法。

无线环境中也可能存在这样的信号源，它们与想要的信号是非正交的。非正交的信号，或干扰，常常来自于工作在相同频率的无线装置（即，同信道干扰），或工作在相邻频带的无线装置（即相邻信道干扰）。当信道的载噪比（C/I）太低时，在移动台处输出的话音质量很差。已经发展了许多技术，以便使干扰最小化到可容忍的水平，这包括频率复用方案和自适应波束成形，它可被用来操纵天线的图形使其在干扰源的方向上增益为零。

最近，提出了一些部分解决多径衰落和干扰问题的方法。例如，在授予 Backstrom 等的美国专利 5,191,598 中，在存在衰落和时延分散时精确检测信号的问题通过使用能为每个天线进行其传输函数估计的 Viterbi 算法而被克服。美国专利 5,191,598 在此整体引用，以供参考。在 IEEE Transaction on Vehicular Technology, Vol.42, No.4, Nov. 1993, J.H. Winters: “Signal Acquisition and Tracking with Adaptive Arrays in the Digital Mobile Radio System IS-54 with Flat Fading (在具有平坦衰落的数字移动无线系统 IS-54 中用自适应阵列的信号获取与跟踪)” 中，提出了在存在衰落和干扰时精确检测信号的另一种方法。

虽然以上所描述的传统的技术可被用来改进信号质量，但仍有改进的余地。因此，在本专利申请中，描述了干扰抑制组合（IRC）技术，例如，它通过使用有害分量相关（impairment correlations）来改进最大似然序列估值而对抗干扰。

然而，本专利申请描述了可被用来改善信号接收的技术。例如，如果在无线基站中被使用，则这些技术将使得系统不平衡，即，上行链路的质量将超过下行链路。如果系统不平衡，则系统设计将根据最弱的链路即下行链路来进行，并且不能充分利用由在上行链路使用的

IRC 技术提供的所提高的质量。例如，如果系统设计者想要通过减少频率复用而以容量作为改进质量的代价，则他或她会由于下行链路质量未得以改进而被阻碍。

发明概要

5 按照本发明的一个方面，申请人认识到，虽然 IRC 技术提供了上行链路上的改进，但对于下行链路不能得到同样的改进，因为移动单元典型地只包括一个单个天线。然而，在上行链路和下行链路之间具有不平衡的性能是不希望的，因为这不允许系统设计者充分开发因性能改进而带来的优点，例如，增加的频率复用。因此，按照本发明的一个示例性实施例，申请人通过使用波束成形技术来“操纵”基站传输使其朝向所需的移动台，从而提高下行链路的性能。这样，下行链路的性能通过使用波束成形技术而被改进到类似于上行链路通过使用 IRC 技术而被改进的程度。这允许系统设计者更充分地利用因改进上行链路性能而带来的系统设计中的变化。

10 按照本发明的另一个方面，包括 IRC 接收机的基站可配备一个天线系统，它包括两个或多个间距很近的天线。例如，虽然传统的分集基站可以有一对相隔 10-20 个波长的天线，但按照本发明的基站，在接收天线之间可以具有小得多的间隔，例如，在一个波长的量级或更小。这产生了更小型和审美上令人喜爱的基站，同时还允许基站接收机向基站发射机提供到达方向的信息，该信息被用于前面所描述的波束成形技术。

附图简述

现在将参照附图更详细地描述本发明的示例性实施例，其中相同的说明标号用来表示相同的元件：

- 25 图 1 显示示例性蜂窝无线通信系统；
 图 2 显示传统的基站和分集天线布置；
 图 3 描绘了按照本发明的示例性基站；
 图 4 以不同程度的细节显示了图 3 的示例性基站；
 图 5 是按照本发明的示例性实施例的 IRC 接收机的方框图；
30 图 6 显示了按照本发明的示例性实施例的 IRC 接收机所确定的入射角 θ ；
 图 7 显示了按照本发明的示例性实施例的波束控制；

图 8 是按照第一示例性实施例的 IRB 发射机的方框图；以及
图 9 是按照第二示例性实施例的 IRB 发射机的方框图。

详细描述

在以下说明中，为了解释而不是限制，描述了具体细节，例如特
5 定的电路、电路元件、技术等，以便提供对本发明的透彻了解。然而，
本领域技术人员将会看到，本发明可以在不同于这些特定细节的其它
实施例中实施。在其它情况下，省略了对熟知的方法、器件、和电路
的详细说明，以免用不必要的细节妨碍对本发明的描述。

图 1 中总的显示了示例性蜂窝无线通信系统 100。由系统 100 服
10 务的地理区域可被再划分为 n 个更小的无线覆盖区域，称为蜂窝小区
110a-n，每个小区 110a-n 具有与它有关的各自的无线基站 170a-n。
每个基站 170a-n 具有与它有关的一个天线系统 130a-n，其中特别是
装有发射和接收天线。使用六角形的小区 110a-n 是在图形上说明分
别与基站 170a-n 有关的无线覆盖区域的一种方便的方式。实际上，
15 小区 110a-n 可以是不规则形状的、重叠的，且不一定是连续的。在
小区 110a-n 内的扇区分割也是可能的，并且是本发明打算要做的。

多个移动台 120a-m 分布在小区 110a-n 内。基站 170a-n 向分别
位于相应的小区 110a-n 的移动台 120a-m 提供双向无线通信。通常，
移动台的数目 m 大大多于无线基站数 n 。无线基站 170a-n 被耦合到
20 移动电话交换中心 (MTSO) 150，而它本身则连接到公共交换电话网
(PSTN) 160，并由此连接到通信装置 180a-c。这个基本的蜂窝无线
通信概念在技术上是熟知的，这里不再进一步描述。

图 2 显示了传统的基站天线系统 130。两个接收天线 270A 和 270B
相隔 10-20 个波长的距离，以便接收具有不相关的衰落图案的信号。
25 为接收具有不相关的衰落的上行链路信号所需要的间距随不同地点
而变化，但典型的经验法则是对半径 3-5 千米的中等尺度的宏小区其
接收天线之间采用 10-20 个波长的水平间隔距离。例如，在 900MHz
时所需距离在 3 和 6 米之间，这导致了很大的和不美观的天线装置，
并会引起台址选取与安装的问题，特别是在城市小区中。分开的发射
30 天线 280 可被安装在两个接收天线之间。天线可被做成为振子天线、
微带贴片阵列、或任何适当的辐射结构。

图 3 显示了按照本发明的第一示例性实施例的改进的天线系统

130'。在那里，两个接收天线 270A' 和 270B' 被放置成相对较为靠近。由于使用了 IRC 接收机，这样做是可能的。如上所述，图 2 的传统的系统依赖于相隔足够远的天线，以便提供具有不相关的衰落的信号，使该信号可被组合来提供具有改进的 C/N 特性的复合信号（例如，比在衰落凹坑接收的信号好 3.5-5.5dB 的量级）。作为对比，IRC 技术依赖于这一事实：在特定的时间点，在由两个相对较接近放置的天线接收的来自同一个源（例如移动台）的信号之间的有害分量（干扰 + 噪声）可以进行相关。对有害分量的估值被用来改善对检测到的符号的假设，而后者则抵消了干扰的有害影响。通过这样地去掉干扰，衰落凹坑的影响不是太大，特别是在受干扰所限的系统。

因此，虽然在结合 IRC 接收机使用的接收天线之间的间距可以是 10-20 个波长，但是也可使用更小的天线间距，因为 IRC 接收机所依赖的特性，即有害分量的相关性，对较小的间距仍保持有效。例如，按照本发明，天线 270A' 和 270B' 可被放置成间距小于 10 个波长，优选地小于 5 个波长，例如，1-5 个波长。也可预期，其间甚至可使用更小的间距，例如，0.5 个波长，它在以下描述的示例性实施例中将是有益的，其中得出到达的方向的信息，被提供用于下行链路的波束操纵。天线可以，例如通过使用双工滤波器而做成一个两列的天线阵列。每列可以是垂直极化的，并具有 65-75 度的单元方向图，例如有 10-20 个单元。天线宽度例如在 1500MHz 时可以大约是 30cm。

图 3 中显示了简化的改进的基站 170'，其中，为简明起见，只显示了一个单个发射机 600 和接收机 500，虽然基站典型地将具有多个这样的收发信机。基站 170' 本身包括双工器 300A-B，它们分别耦合到天线 270A' 和 270B'。由接收天线 270A' 和 270B' 接收的上行链路信号分别通过双工器 300A-B 被耦合到干扰抑制组合（IRC）接收机 500，其中接收的上行链路信号如随后的下文与图中所描述的那样被组合，在发射机端，来自波束成形发射机 600 的下行链路信号通过双工器 300A-B 被耦合到天线 270A' 和 270B'。

图 4 示意地显示了改进的无线基站 170' 的方框图，该基站 170' 具有多个接收机和发射机、改进的天线系统 130'、和基站控制器（BSC）400。虽然 BSC400 可以与无线基站 170' 位于同一地点，但天线 130' 一般和基站 170' 及 BSC400 有一定距离。按照本发明的第一实

施例，天线系统 130' 包括至少两个天线 270A' 和 270B'，它们可以双工方式既用于接收来自移动台的上行链路信号又用于发射下行链路信号到移动台。

位于蜂窝小区内的移动台使用由上行链路信息所数字调制的无线信号将上行链路信号发射到基站。如图 4 所示，由天线 270A' 和 270B' 接收的上行链路信号被分别耦合到双工器 300A-B，然后再分别到低噪声放大器 430A-B，在其中接收的上行链路信号被充分放大，以克服由基站的接收机电路引入的噪声。放大的所接收的无线信号然后可被分别耦合到功率分配器 410A-B，在其中放大的所接收的无线信号被分成多个输出的接收信号。如果只需要单个无线信道，则不需要功率分配器 410A-B。输出的接收信号被耦合到干扰抑制组合 (IRC) 接收机 500a-N，其中例如对于每个被分配给一个基站 170' 的信道有一个接收机。数目 N 代表被分配给小区或扇区的无线信道数。虽然接收机 500a-N 被显示为分开的设备，但它可被做成一个组合件。每个 IRC 接收机 500a-N 接收起源于每个天线 270A' 和 270B' 的信号。每个 IRC 接收机 500a-N 的输出是估值的上行链路信息的比特流，它代表由移动台原先发送的上行链路信息。估值的上行链路信息被耦合到基站控制器 400，它控制基站 170' 的运行，并提供到 MTSO 150 的接口。

为了把下行链路信息从基站发送到移动台，从 MTSO 150 接收的下行链路信息信号被耦合到 BSC 400，它把下行链路信息信号引导到按照本发明的第二实施例的多个干扰抑制波束成形 (IRB) 无线发射机 600a-M 中的一个。虽然分集接收机数 N 和发射机数 M 可以是相等的，但这并不是必须的。每个 IRB 发射机 600a-M 接收来自相应的 IRC 接收机 500a-M 的到达方向 (DOA) 信息，正如在随后的下文和图中所描述的。DOA 信息在 IRB 发射机中用来产生在多个输出信号之间的相位和幅度关系，这些信号随后被加到天线 270A' 和 270B'，用于操纵最终所得的辐射波束，以改进在特定移动台处接收的下行链路载波噪声比。如图 4 所示，每个 IRB 发射机 600a-M 用下行链路信息信号来数字化调制射频信号，以产生两个相应的输出的下行链路射频信号。来自射频发射机 600a-M 的下行链路射频信号被耦合到功率合成器 420A-B，在功率放大器 440A-B 中被放大，通过双工器 300A-B 被耦合到 270A' 和 270B'，并且作为下行链路信号被发射。

在图 5 中，更详细地显示了 IRC 接收机。为了简明起见，图 5 只显示了一个单个接收信道；这样，图 5 上未显示双工器 310 A-B、放大器 430 A-B、和功分器 410 A-B，它们在图 4 上被显示为位于天线 270A' 和 270B' 和 IRC 接收机 500a-N 之间。应当指出，图 4 中所示的 IRC 接收机 500a-N 在功能上等效于图 5 中所示的 IRC 接收机 500；下标号 a-N 是指不同的无线信道。

现在参照图 5，它显示了干扰抑制组合分集接收机 500 的示意性方框图。天线 270A' 上的接收的射频信号包括由移动台原先发送而被天线 270A' 和移动台之间的信道效应污损的信号，也包括在天线 270A' 处接收的有害分量。同样地，天线 270B' 上的接收的射频信号包括由移动台原先发送而被天线 270B' 和移动台之间的信道效应污损的信号，也包括在天线 270B' 处接收的有害分量。

分别从天线 270A' 和 270B' 接收的上行链路射频信号（在图 4 所示的可选的放大和功率分配以后）被分别耦合到射频单元 510A-B。射频单元 510A-B 按照已知的方法对接收的射频信号进行滤波和下变频。下变频的接收的射频信号然后被分别耦合到模拟-数字（A-D）转换器 520A-B，在其中下变频的射频信号被采样和被转换成接收的信号样本流。接收的信号样本流被分别耦合到信号预处理器或同步块 530A-B，在其中，接收的信号样本流和嵌在接收的射频信号中的已知的定时/同步序列按照已知技术进行相关。

接收的信号样本流也被耦合到信道抽头估值器 540AB，以产生信道抽头估值，它们用来对与每个天线 270A' 和 270B' 相联系的无线传输信道建模。初始的信道抽头估值可从同步相关值或按照已知技术的最小均方估值得出。随后，已知的信道跟踪技术可被用来更新信道估值，例如通过使用接收的数据和在序列估值处理器 570 中产生的初步的符号估计值。信道抽头估值被输入到分支度量处理器 550。分支度量处理器 550 形成分支度量，它们被序列估值处理器 570 用来求出发送的信息符号序列的初步的和最后的估值。具体地，假定的符号值来自方块 540A 和 540B 的信道抽头估值滤波以产生对于每个天线的假定的接收样本。在假定的接收信息与来自方块 530A 和 530B 的实际接收信息之间的差值被称为假定误差，它给出了具体假定的良好度的指示。该假定的误差的平方值被用作为评估某个特定假定的度量。该度

量对于不同的假定被累加，以便使用序列估值算法、例如维特比 (Viterbi) 算来确定哪个假定更好。

5 从有害分量相关估值器 560 得出的有害分量相关特性的估值也被耦合到分支度量处理器 550。有害分量相关特性的估值包括在天线 270A' 和 270B' 之间的有关瞬时有害分量相关特性的信息。有害分量相关估值器使用有害分量处理估值来更新和跟踪有害分量相关特性的估值。与传统的技术不同，由处理器 550 构成的分支度量因考虑到两个天线接收的信号有关的有害分量之间的相关性而得到改进。这个改进的分支度量公式被总结如下，它在原先的专利申请中有更详细的描述。

10 IRC 技术扩展传统的分集组合技术利用了上面所描述的相关，从而实现了接收信号的质量上的重大的增益。按照 IRC 技术构成的分支度量 M_h $M_h(n)$ 可由以下公式来描述。

$$M_h(n) = [r(n) - c(n) s_h(n)]^H A(n) [r(n) - c(n) s_h(n)] = e_h^H(n) A(n) e_h(n)$$

15 其中：n 是时间指数；

$r(n) = [r_a(n), r_b(n)]$ ，是在每个天线上接收的信号样本；

$$C(n) = \begin{bmatrix} C_a(0) \dots C_a(n) \\ C_b(0) \dots C_b(n) \end{bmatrix}$$

是形式 $C_x(\tau)$ 的信道抽头估值，其中 τ 是延时，即 $\tau=0$ 是主射线， $\tau=1$ 是第一回波，等等；

20 $s_h(n) = [s_h(n), s_h(n-1) \dots]^T$ ，是假定的信号样本；

$z(n) = [z_a(n), z_b(n)]^T$ ，是在每个天线上接收的信号有害分量；

$A(n) = R_{zz}(n)^{-1}$ ，或相关量，其中 R_{zz} 是有害分量相关矩阵，它等于预期值 $E(z(n) z^H(n))$ ；

$e_h(n) = r(n) - C(n) s_h(n)$ ，是给定假设的有害分量的估值。

25 $A(n)$ 矩阵（即 A-矩阵）是 $R_{zz}(n)$ 矩阵的逆矩阵，或相关量，例如伴随的或伪求逆的。正如对于阅读本申请的本领域的技术人员将显而易见的， $R_{zz}(n)$ 和 $A(n)$ 是有害分量相关特性的具体的例子，该相关特性的其它形式是熟知的。在下文中，术语 A-矩阵从属性来说是用来指有害分量相关特性的任何估值。

30 对本发明中所使用的 A-矩阵的确定可以以多种方式来完成，这取

5 决于具体应用和所需要的性能。最简单的方法是对 A 矩阵使用存储在存储器中的固定的数值组，它们是永不更新的。这些值主要取决于接收天线的结构和所采用的载波频率。一个可替代的方法是从同步信息确定 A-矩阵以及在同步区之间或其它已知区之间保持 A-矩阵数值不变。每当出现新同步区时，可在使用或不使用先前的 A-矩阵数值的情况下，重新计算 A-矩阵。另一个替换的方法是使用同步区来初始化或改进 A-矩阵数值，然后使用根据数据区符号作出的决定来跟踪 A-矩阵数值。

10 对于用来跟踪 A-矩阵数值的方法也给予了考虑。由于 A-矩阵包括有关在天线 270A' 和 270B' 之间的有害分量相关特性的信息，所以可以应用用于估值相关度量或反相关度量的标准估值方法。通过使用已知的或检测到的符号值，有害分量数值可通过求取在接收信号样本流和假定的接收信号样本流之间的差值而得到。在时间 n，这给出了有害分量值矢量，以 $z(n)$ 表示；每个天线一个数值。构成 A-矩阵的直接方法被给出为：

$$R_{xx}(n) = \lambda R_{xx}(n-1) + K z(n) z^H(n)$$

$$A(n) = R_{zz}^{-1}(n)$$

15 K 是比例常数，典型地是 1 或 $\sqrt{1-\lambda}$ 。因为 $R_{zz}(n)$ 是厄米特矩阵，所以只需要计算一部分的矩阵元素。

20 这样的直接方法的复杂性是相当高的。减少复杂性的一个方法是应用矩阵求逆法则，并把 A-矩阵直接更新为：

$$A(n) = \frac{1}{\lambda} \left[A(n-1) - \left(\frac{1}{\lambda - z(n)^H P(n)} \right) P(n) P^H(n) \right]$$

其中： $p(n) = A(n-1) z(n)$

25 因为 A-矩阵是厄米特矩阵，所以只需要计算在对角线上的那些元素，以及在对角线上面的或下面的那些元素。

30 这些用于估值和跟踪 A-矩阵的技术只是为了说明的目的而给出的。通常，A-矩阵可以以各种方式被表示或被估值，这对于阅读本申请的本领域的技术人员将是显而易见的。本发明也可被应用于盲均衡问题，在其中没有已知的同步序列。在这种情况下，以类似于估值信道的方式来估值 A-矩阵。

从上述的内容可看到，在天线 270A' 上接收的信号有害分量与在天线 270B' 上接收的信号有害分量之间的相关被监测和被用来改进对在那些天线上接收的信息承载信号的处理。这种对有害分量相关的使用补偿了干扰的影响。这样，天线 270A' 和 270B' 不需要放置成相隔足够远以便产生具有非相关的衰落的接收信号，因为即使在衰落凹坑期间，由于干扰的减小，想要的信号一般也能被识别。这允许本发明的实施例把接收天线之间的间距减小到对于使用传统的空间分集技术是不可能的一个数量。

下行链路波束成形

IRC 算法因而可改进基站接收机性能。然而，下行链路没有被改进，这样系统的性能将是不平衡的，上行链路比下行链路好得多。本发明的第二实施例给出一种把这里在前面所描述的 IRC 技术与到达方向 (DOA) 的估值和下行链路波束成形相结合的方式，这样有可能实现对下行链路的改善。

如上所述，传统的空间分集要求接收天线间距在 10-20 个波长。由于天线放置的间隔距离大于一个波长，天线的响应方向性图中不同的波瓣 (即非相关衰落) 阻止基站从接收信号确定移动台信号的 DOA。然而，由于按照本发明的在接收天线 270A' 和 270B' 之间的间距可被做得相对较小，例如在 0.5 和 1 个波长之间，所以到达方向 (DOA) 的信息可如下面所描述地从接收信号中被提取。

参照图 6，假设 θ 是移动台 120 的信号 (相对于参考面 705) 的入射角，该信号的 DOA 信息是对于接收基站 170 所想要的。由于信号射线 710 和 715 的传播时间将作为角度 θ 的函数而变化，所以角度 θ 可通过使用在天线 270A' 和 270B' 上接收的信号之间的相移和接收信号的协方差矩阵而被确定。有用信号从特定角度到达的概率 $P(\theta)$ 可被计算为：

$$P(\theta) = [a(\theta)]^H R_{xx} a(\theta)$$

其中：

$a(\theta)$ 是包含每个天线对接收信号的响应的矩阵；

R_{xx} 是有用信号的协方差矩阵，被定义为 $R_{xx} = R_{rr} - R_{zz}$

其中：

R_{rr} 是接收信号的连续平均，它可被计算为

$R_{rr} = E \{r(n) [r(n)]^H\}$; 以及

R_{zz} 是如上面所规定的有害分量相关矩阵。

与特定的移动台的接收信号有关的入射角然后被选择为使得函数 $P(\theta)$ 最大化的宗量 θ 。为了使例如由衰落凹坑造成的瞬时的时间离散平滑化，到达方向 θ 可按大量上行链路突发脉冲（例如，5-10 个或 10-20 个突发脉冲）作平均，以确定平均的 (θ_{avg}) DOA 信息（也可使用中值）。

到达方向信息被提供给干扰抑制波束成形 (IRB) 发射机 600，其中 θ_{avg} 被用来计算在发射机输出信号之间的相位偏置。所计算的相位偏置又被用来操纵从发射天线朝向预期的移动台的最终下行链路辐射方向图。典型地，在下行链路中被用于波束操纵的相位偏置由于在基站接收和发射天线结构之间的差别将不同于在上行链路中所接收的信号之间测量到的相位偏置。为了确定用来达到想要的波束操纵角 θ 的发射相位偏置，系统使用在想要的角度 θ 和每个发射天线的响应之间的已知关系。这些关系可被预先确定。作为一个说明性实例，考虑图 7 所示的多个理想的线性发射天线 $ANT_1 - ANT_N$ 。在图上，阵列中的每个天线以间距 d 被间隔开。假定，在天线之间没有交叉耦合，则来自发射机 660 的要被耦合到每个发射天线的信号可在相应的方块中通过使用相对的天线响应被互相相对地进行移相，如以下的关系式所表示：

$$\begin{Bmatrix} 1 \\ e^{j\frac{d}{c}\sin(\theta)} \\ e^{j\frac{2d}{c}\sin(\theta)} \\ \vdots \\ e^{j\frac{Nd}{c}\sin(\theta)} \end{Bmatrix}$$

其中 t 是天线号码。

当然，实际的天线阵列将不一定是理想的、线性的或没有交叉耦合效应的。因此，确定相对响应的更实际的方法是测量对于多个波束操纵角度的响应 θ ，并把那些响应存储在查找表中。然后可访问查找表以便根据从 IRC 接收机接收的 DOA 信息提供合适的相移给每条传输

路径。

因此，对于上面描述的具有两个发射天线的示例性系统，操纵是通过由波束成形发射机 600 所产生的两个输出信号之间提供所计算的发射相位偏置（并且可能是幅度非平衡的）而完成的。这可以在射频（RF）上完成，如图 8 所示，或在基带上完成，如图 9 所示。

参照图 8，来自 IRC 接收机 500 的 DOA 信息被耦合到波束操纵控制器 630，在其中进行计算相位偏置。在射频发射机 660 中产生的下行链路信号在功分器中被分成多个输出。虽然为了说明的简明起见，图 8 中只显示了两个输出端，但本发明可以预期，能够有两个以上的输出端。在最简单的实施例中，由波束成形发射机 600 产生的两个输出信号具有相等的幅度，但这不是必须的，并且更好的性能可以通过改变在由波束成形发射机 600 产生的两个（或多个）输出信号之间的相对幅度和相位而达到，不过这要以增加复杂性为代价。幅度偏移是在功分器 650 中提供的，它可选地被耦合到波束操纵控制器 630。相位偏移是通过引入移相器 640 而被提供的，该移相器被波束操纵控制器 630 控制。两个（或多个）输出信号被耦合到天线 270A' 和 270B'，并被辐射。由于两个（或多个）输出信号之间的相位（和可选的幅度不平衡），天线 270A' 和 270B' 的最终辐射方向图被指向根据其上行链路信号计算 DOA 信息的那个移动台。

替换地，波束成形可发生在基带，如图 9 所示。来自 IRC 接收机 500 的 DOA 信息被耦合到波束操纵控制器 630，在其中，DOA 信息被用来计算所需要的相位（以及可能是幅度）偏置，以便操纵下行链路波束朝向移动台的方向。相位（以及可能是幅度）信息被耦合到产生基带信号的基带处理器 620。如前面提到的，虽然为简明起见只显示了两个输出，但具有两个以上的输出也完全属于本发明的范围。来自基带处理器 620 的输出被耦合到射频发射机 660A-B，其中基带信号按照已知的技术被调制和被上变频。最终的 RF 下行链路信号在可选的放大和组合（未示出）以后被耦合到天线 270A' 和 270B'，并被辐射。由于在两个（或多个）输出信号之间的相位（和可选的幅度不平衡），天线 270A' 和 270B' 的最终辐射方向图被指向根据其上行链路信号计算 DOA 信息的移动台。

本发明的上述的示例性实施例是通过基站和具有两个天线的天

线系统来被描述的。本领域的技术人员将会看到，本发明也可在具有两个以上的天线的基站中实施。例如，不同的天线可被用于上行链路和下行链路。例如，两个接收天线足以给出精确的 DOA 信息，而两个以上的天线可被用于下行链路，以便进一步增强下行链路的 C/I。

5 因而按照本发明的示例性实施例，上行链路和下行链路信号质量可同时被改善，例如 3dB 的 C/I 的量级。这种改善可被用于，例如在现有系统中提高频率复用，并借此增加系统容量。例如，D-AMPS 和 PDC 网络可通过使用 4/12 频率复用方式来代替今天典型地使用的 7/21 方式而运行。

10 虽然本发明是对于特定的实施例来描述的，但本领域的技术人员将会看到，本发明并不限制于在这里所描述和说明的具体实施例。除所显示和描述的那些以外的不同的实施例和适应例，以及许多改变、修正、和等价的装置现在可通过上述的说明和附图合理地被提出，而不背离本发明的实质和范围。虽然本发明是对于其优选的实施例详细地描述的，但应当明白，揭示的内容对本发明只是说明性的和示例性的，仅仅是为了提供对本发明的充分和全能的公开揭示。因此，本发
15 明打算只是由这里所附的权利要求的精神和范围来限制。

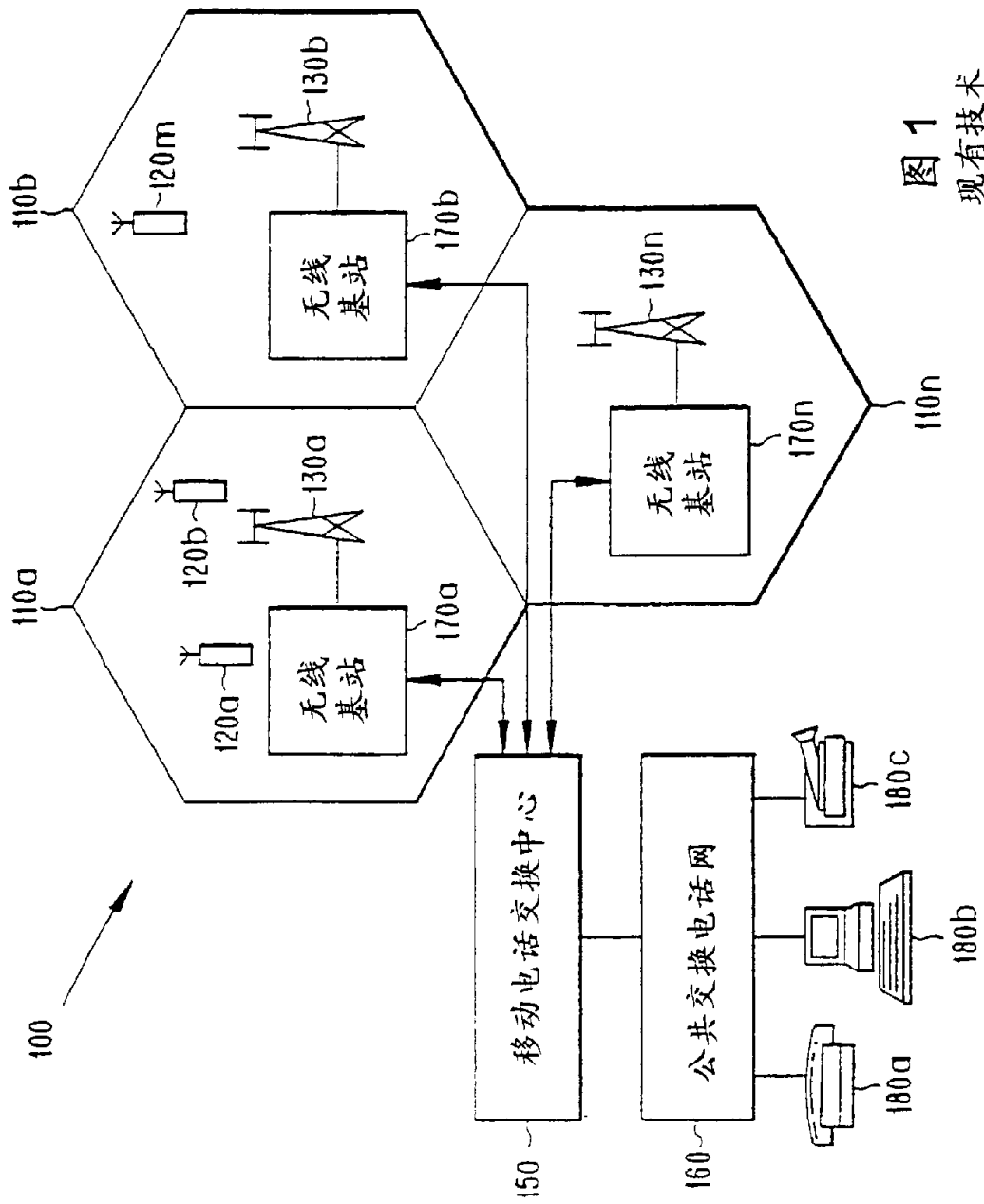


图1
现有技术

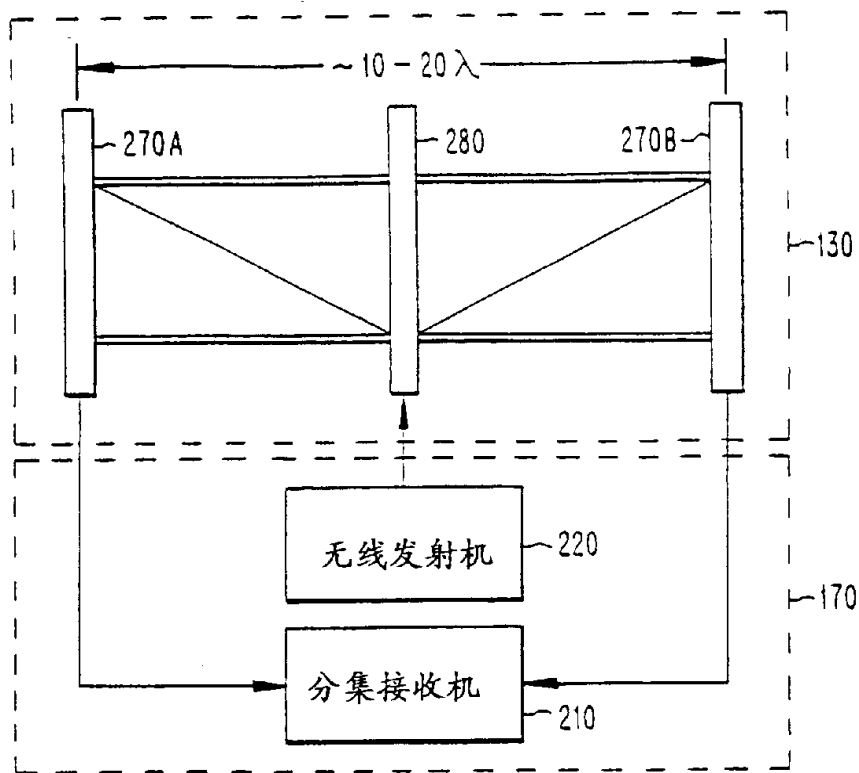


图 2
现有技术

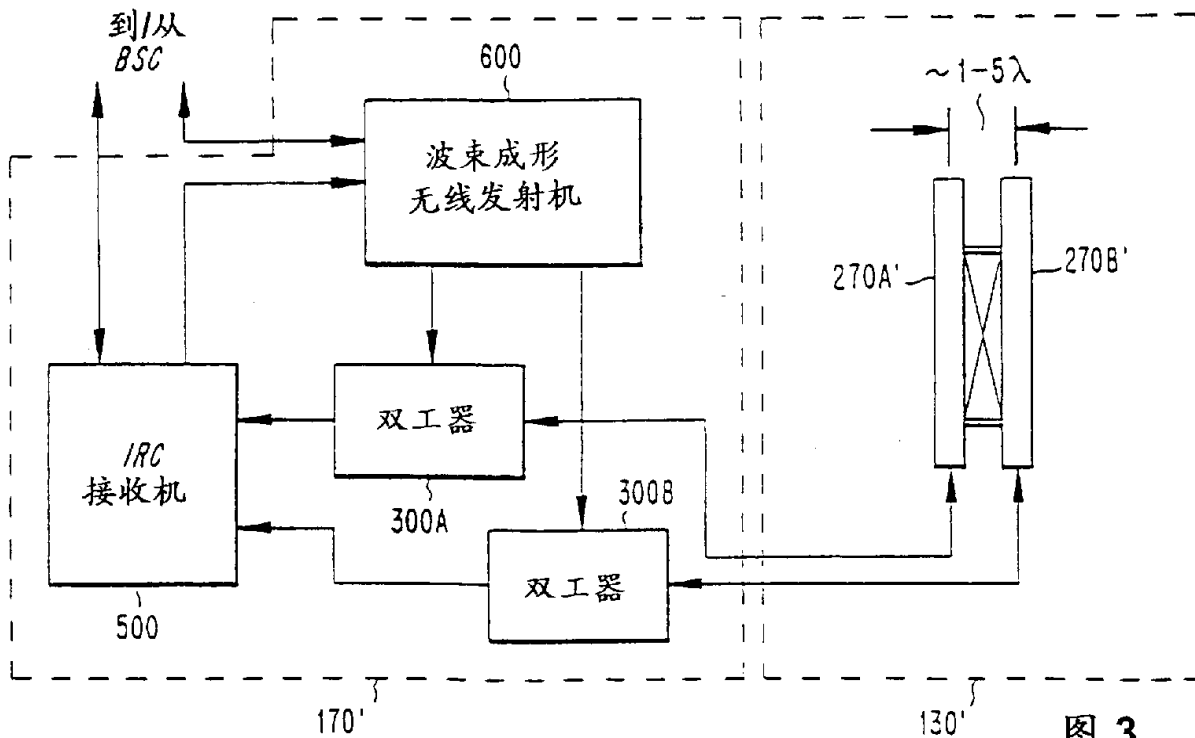


图 3

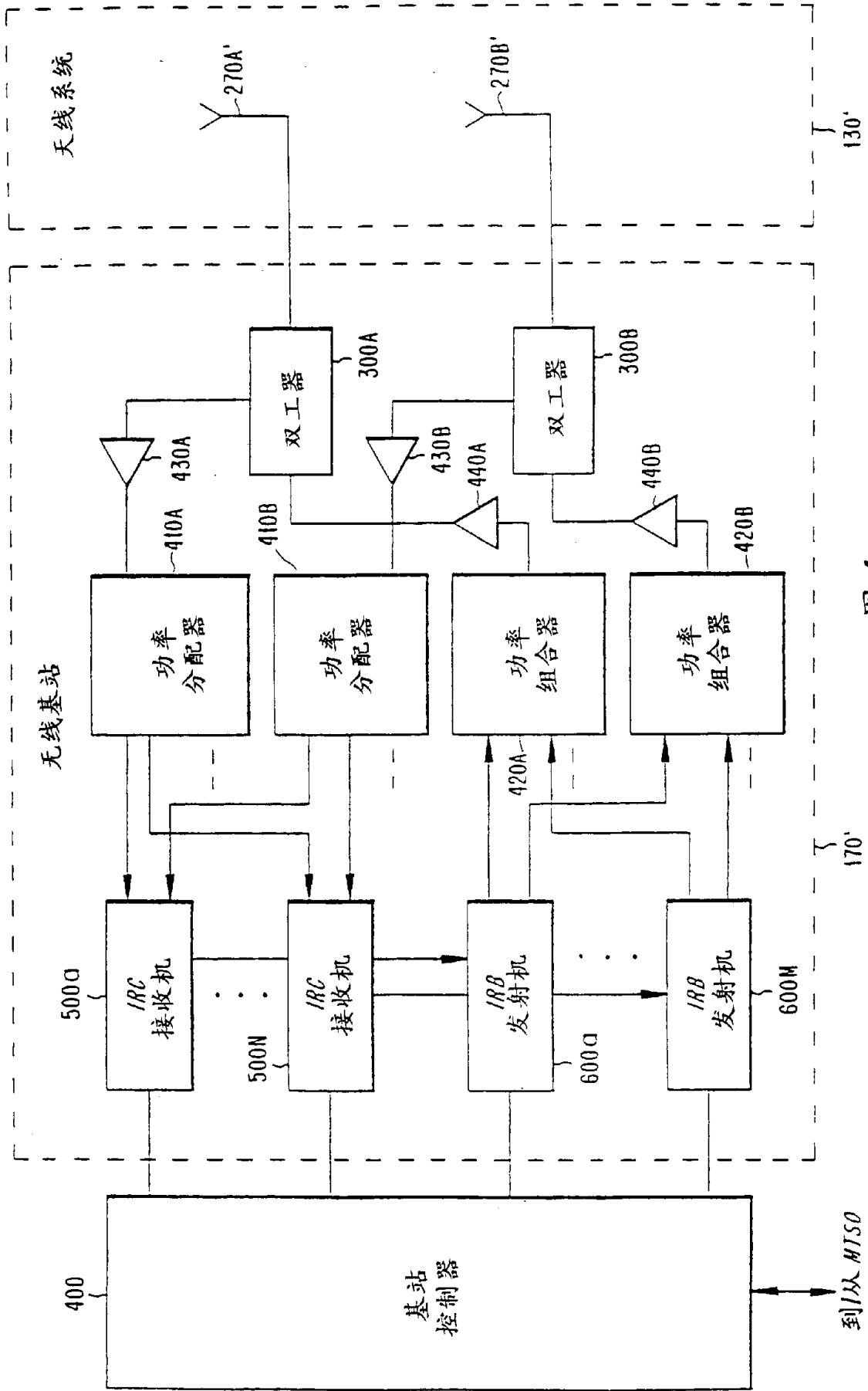


图 4

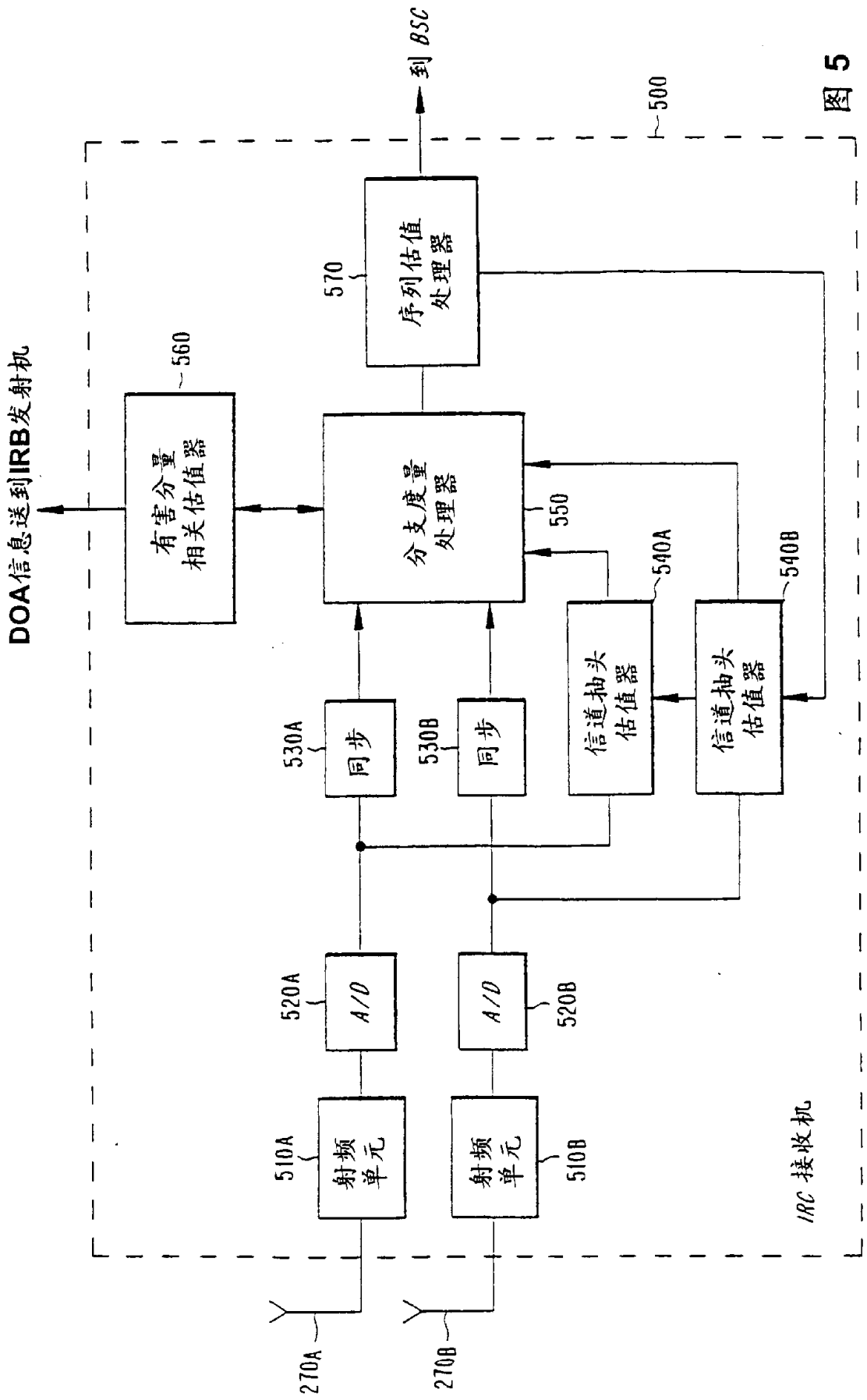


图 5

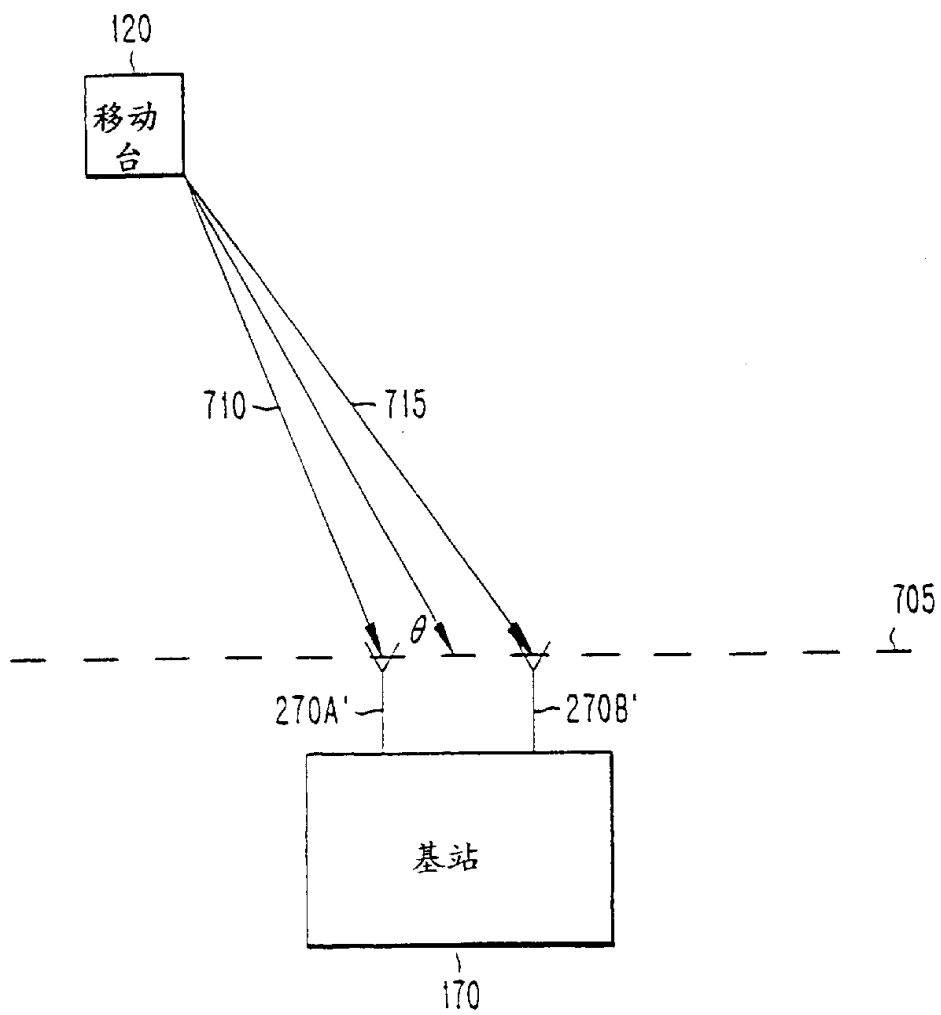


图 6

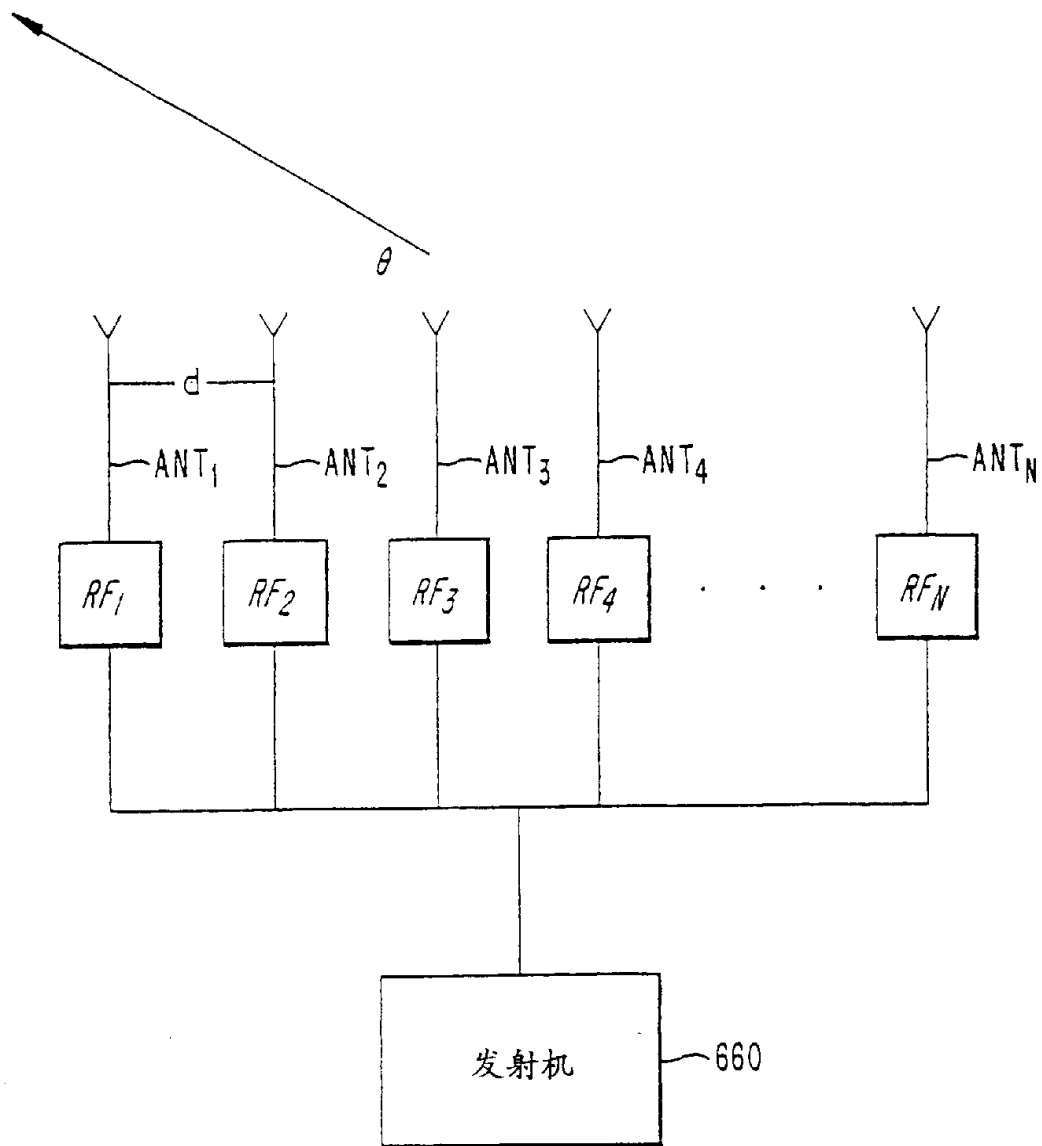


图 7

