



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102804832 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201080052611. 0

H04B 7/208(2006. 01)

(22) 申请日 2010. 09. 21

H04W 16/28(2006. 01)

H04W 24/10(2006. 01)

(30) 优先权数据

61/244115 2009. 09. 21 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 05. 21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/CA2010/001510 2010. 09. 21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/044668 EN 2011. 04. 21

(73) 专利权人 捷讯研究有限公司

地址 加拿大安大略省沃特卢市

(72) 发明人 M. 巴利 J. 马 H. 徐

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 王波波

(56) 对比文件

CN 101406062 A, 2009. 04. 08,

CN 101447854 A, 2009. 06. 03,

CN 101453438 A, 2009. 06. 10,

US 7403570 B2, 2008. 07. 22,

Ibing, A et al. "Scaleable Network Multicast for Cooperative Base Stations". 《Fraunhofer Institute for Telecommunications》. 2008,

审查员 郑书鑫

(51) Int. Cl.

H04W 16/10(2006. 01)

H04B 7/02(2006. 01)

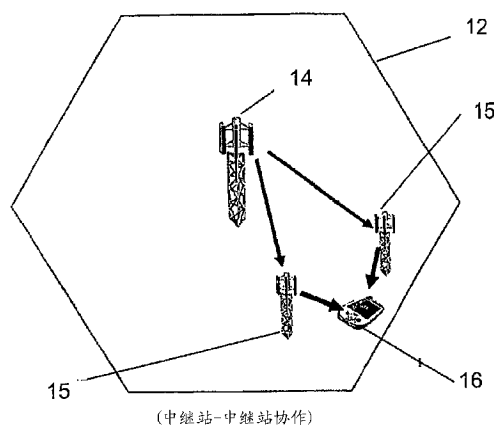
权利要求书1页 说明书12页 附图8页

(54) 发明名称

蜂窝网络中的多站点 MIMO 协作

(57) 摘要

提供了一种在包括多个发射站点的蜂窝通信网络中向目标移动终端供应给定数据流的方法, 其中每个发射站点包括至少一个天线。所述方法包括: 将所述多个发射站点中的至少两个指定为协作站点; 从与协作站点相关联的子带向每个发射站点分配音调; 将数据流划分成至少两个子数据流, 所述子数据流中的每一个用于通过所选择的音调进行传输; 和根据时间切换和频率切换发射分集技术中所选择的一个来交织协作站点的音调。还提供了用于多站点 MIMO 协作的其他技术。



1. 一种在包括多个发射站点的蜂窝通信网络中向目标移动终端供应给定数据流的方法,其中每个发射站点包括至少一个天线,所述方法包括:

将所述多个发射站点中的至少两个指定为协作站点;

从与协作站点相关联的子带向每个发射站点分配子载波;

将所述数据流划分成至少两个子数据流,所述子数据流中的每一个用于通过所选择的子载波进行传输;和

根据时间切换和频率切换发射分集技术中所选择的一个来交织所述协作站点的子载波。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述协作站点包括以下中的至少两个:至少一个基站和至少一个中继站。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其中根据时间切换发射分集方案的所述交织包括在时域中交织所述子载波。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其中根据频率切换发射分集方案的所述交织包括在频域中交织所述子载波。

5. 如权利要求 1 所述的方法,其中每个所述协作站点包括至少两个天线并且每个所述协作站点处的天线根据发射分集或空间复用技术中所选择的一个来进行发射。

6. 如权利要求 5 所述的方法,其中所述发射分集技术包括空时频发射分集。

7. 如权利要求 5 所述的方法,其中所述发射分集技术包括 Alamouti 编码算法。

蜂窝网络中的多站点 MIMO 协作

技术领域

[0001] 本申请涉及蜂窝通信系统。更具体地,本申请涉及蜂窝站点(site)之间的 MIMO 传输技术。

背景技术

[0002] 蜂窝网络被分成许多小的地理区域,称为小区或站点。每个小区与一个或多个小区邻接。共同地,所述小区向大的地理区域提供蜂窝服务。每个小区通常由一个或多个对应基站服务。在每个小区内,一个或多个对应基站为位于该小区内的一个或多个移动终端(或移动站)服务。如以下进一步详述的,诸如中继站之类的其他设备(其辅助基站-移动终端通信)也可以服务于小区。

[0003] 通过给定小区传播的信号可以包括来自小区内的设备(例如,小区内的移动终端和基站)的传输,并且还可以包括从邻近小区发射的信号。因此,在某些实例中,移动终端可以接收来自多个发射机的相对强的信号。例如,在位于一个小区和邻近小区的边界附近时,移动终端可以接收从服务于该移动终端所位于其内的该小区的基站和服务于该邻近小区的基站这二者所发射的信号。此外,移动终端可以接收来自给定小区内的多个源的信号,例如中继站和其他基站。来自这些各种源的信号可能通过来自各个站点的信号的相长(constructive)叠加而干扰预期或期望被移动终端所接收的信号。

[0004] 因而,如果移动终端所接收的各种信号可以如此组合以使得原本是干扰的信号变换成从移动终端的角度看有用的信号,则将是有益的。这样做的各种技术已经提出并且通常包括:在相同小区内,基站和中继站之间,中继站和具有分布式天线的基站之间;以及两个或更多不同小区的基站之间的协作(cooperation)。

[0005] 协作设备之间的开环协作典型地包括发射分集方案/技术和空间复用方案。发射分集方案包括:频带切换发射分集,其中不同的子带被分配给协作站点中的特定移动终端;相位延迟分集(PDD)/短循环延迟分集(CDD),其中相位延迟或循环延迟被应用于信号以通过前向纠错产生空间分集;和空时频(space-time-frequency)发射分集,其中不同的协作站点通过使用空音(space-tone)码而使用相同资源。在空间复用方案中,不同的协作站点向接收机发射独立的数据流。这种已知开环协作技术的缺点在于它并不利用去往协作站点的信道状态信息(CSI)反馈。因而,这种技术对于中速和高速用户更有用而对于低速用户不那么有用,其中信道状态信息可以被利用来提供更好的服务质量。

[0006] 另一技术,干扰对准,采用多站点多用户 MIMO (MU-MIMO) 技术,其中不同的 MIMO 协作站点使用相同的共享资源向不同的用户发射独立数据的集合。协作站点对准它们在所有节点处引发的干扰。这种技术的缺点包括它仅可以应用于高几何用户,需要由相同基站服务的两个或更多用户的配对并且发射站点(例如基站)需要知道信道条件。因为信道条件数据或发射站点可以从之计算出信道条件的信息必须从移动终端发射,所以这种计算导致较高的反馈开销。因而,这种技术主要地应用于固定或低速用户。

[0007] 因此,需要用于多发发射站点协作的改进技术。

发明内容

[0008] 在本发明的第一方面,提供了一种在包括多个发射站点的蜂窝通信网络中向目标移动终端供应给定数据流的方法,其中每个发射站点包括至少一个天线,所述方法包括:将所述多个发射站点中的至少两个指定为协作站点;从与协作站点相关联的子带向每个发射站点分配音调(tone);将数据流划分成至少两个子数据流,所述子数据流中的每一个用于通过所选择的音调进行传输;和根据时间切换和频率切换发射分集技术中所选择的一个来交织所述协作站点的音调。

[0009] 在本发明的第二方面,提供了一种在包括多个发射站点的蜂窝通信网络中向目标移动终端供应数据流的方法,所述方法包括:将第一发射站点和第二发射站点指定为协作站点;在第一发射站点处,根据波束形成技术向移动终端发射数据流;和在第二发射站点处,根据波束形成技术向移动终端发射数据流,其中第二发射站点所发射的波束被调整成引起从第一和第二发射站点到达目标移动终端的波束的相长相加。

[0010] 在本发明的第三方面,提供了一种在包括多个发射站点的蜂窝通信网络中为目标移动终端服务的方法,所述方法包括:将所述多个发射站点中的至少两个指定为协作站点;将所述协作站点的一个发射站点指定为服务站点;将非服务发射站点指定为相位参考站点;和向相位参考站点分配固定预编码器。仅在服务站点处,接收预编码器的指示器以用于相位校正;和使用所指示的预编码器对去往目标移动设备的传输进行编码。

[0011] 在本发明的第四方面,提供了一种在包括多个发射站点的蜂窝通信网络中为目标移动终端服务的方法,所述方法包括:将发射站点的两个唯一子集指定为第一和第二协作站点;在每个协作站点内采用闭环技术;和在协作站点之间采用开环协作技术。

[0012] 在结合附图审阅了本公开具体实施例的以下描述后,本发明的其他方面和特征对于本领域普通技术人员将变得明显。

附图说明

[0013] 在仅仅通过举例说明本公开的实施例的附图中,

[0014] 图 1 是蜂窝通信系统的框图;

[0015] 图 2 是可以被用于实施本申请的一些实施例的示例性基站的框图;

[0016] 图 3 是可以被用于实施本申请的一些实施例的示例性无线终端的框图;

[0017] 图 4 是可以被用于实施本申请的一些实施例的示例性中继站的框图;

[0018] 图 5 是可以被用于实施本申请的一些实施例的示例性 OFDM 发射机架构的逻辑分解的框图;

[0019] 图 6 是可以被用于实施本申请的一些实施例的示例性 OFDM 接收机架构的逻辑分解的框图;

[0020] 图 7 是根据本申请的一个实施例提供的用于单输入单输出(SISO)配置的示例性 SC-FDMA 发射机和接收机;和

[0021] 图 8A、8B 和 8C 是本申请的所公开实施例可以应用于其中的包括协作发射站点的示例性蜂窝通信系统的框图。

[0022] 在不同附图中使用的同样的附图标记来表示类似元素。

具体实施方式

[0023] 参考附图,图 1 示出了控制多个小区 12 内的无线通信的基站控制器(BSC) 10,所述小区由对应基站(BS) 14 服务。

[0024] 在一些配置中,每个小区进一步被分成多个扇区 13 或分区(zone)(未示出)。通常,每个基站 14 使用 OFDM 来促进与移动和 / 或无线终端 16 的通信,所述移动和 / 或无线终端 16 位于与对应基站 14 相关联的小区 12 内。移动终端 16 相对于基站 14 的移动导致信道条件的明显波动。如所示,基站 14 和移动终端 16 可以包括多个天线以提供用于通信的空间分集。在一些配置中,中继站 15 可以辅助基站 14 与无线终端 16 之间的通信。无线终端 16 能够从任何小区 12、扇区 13、分区(未示出)、基站 14 或中继站 15 切换 18 到其他小区 12、扇区 13、分区(未示出)、基站 14 或中继站 15。在一些配置中,基站 14 彼此通信并且通过回程网络 11 与另一网络(例如核心网或互联网,二者均未示出)进行通信。在一些配置中,不需要基站控制器 10。

[0025] 参考图 2,图示了基站 14 的示例。基站 14 通常包括控制系统 20、基带处理器 22、发射电路 24、接收电路 26、多个天线 28 和网络接口 30。接收电路 26 从由(在图 3 图示的)移动终端 16 和(在图 4 图示的)中继站 15 所提供的一个或多个远程发射机接收承载信息的射频信号。低噪声放大器和滤波器(未示出)可以进行协作以放大信号并从信号中去除宽带干扰以供处理。下变频和数字化电路(未示出)然后将把经滤波的接收信号下变频成中间或基带频率信号,其然后被数字化成一个或多个数字流。

[0026] 基带处理器 22 对数字化的接收信号进行处理以提取在接收信号中所运送的信息或数据比特。该处理通常包括解调、解码和纠错操作。因而,基带处理器 22 一般在一个或多个数字信号处理器(DSP)或专用集成电路(ASIC)中实施。所接收的信息然后经由网络接口 30 跨越无线网络发送,或者直接地或在中继站 15 的辅助下被传送到由基站 14 服务的另一移动终端 16。

[0027] 在发射侧,基带处理器 22 在控制系统 20 的控制下从网络接口 30 接收可以表示语音、数据或控制信息的数字化数据,并且对该数据进行编码以供传输。经编码的数据被输出到发射电路 24,其中通过具有一个或多个期望发射频率的一个或多个载波信号对所述数据进行调制。功率放大器(未示出)将把已调载波信号放大到适合于传输的电平,并且通过匹配网络(未示出)将已调载波信号递送到天线 28。以下更详细地描述调制和处理细节。

[0028] 参考图 3,图示了移动终端 16 的示例。与基站 14 类似,移动终端 16 将包括控制系统 32、基带处理器 34、发射电路 36、接收电路 38、多个天线 40 和用户接口电路 42。接收电路 38 接收来自一个或多个基站 14 和中继站 15 的承载信息的射频信号。低噪声放大器和滤波器(未示出)可以进行协作以放大信号并从信号中去除宽带干扰以供处理。下变频和数字化电路(未示出)然后将把经滤波的接收信号下变频成中间或基带频率信号,其然后被数字化成一个或多个数字流。

[0029] 基带处理器 34 对数字化的接收信号进行处理以提取在接收信号中所运送的信息或数据比特。该处理通常包括解调、解码和纠错操作。基带处理器 34 一般在一个或多个数字信号处理器(DSP)和专用集成电路(ASIC)中实施。

[0030] 对于传输,基带处理器 34 从控制系统 32 接收可以表示语音、视频、数据或控制信

息的数字化数据,所述控制系统 32 对数据进行编码以供传输。经编码的数据被输出到发射电路 36,其中调制器使用该数据来对处于一个或多个期望发射频率的一个或多个载波信号进行调制。功率放大器(未示出)将把已调载波信号放大到适合于传输的电平,并且通过匹配网络(未示出)将已调载波信号递送到天线 40。本领域技术人员可用的各种调制和处理技术被用于移动终端和基站之间的直接地或经由中继站的信号传输。

[0031] 在 OFDM 调制中,传输频带被分成多个正交的载波。每个载波根据待传送的数字数据来调制。因为 OFDM 将传输频带划分成多个载波,所以每个载波的带宽减小并且每个载波的调制时间增加。因为多个载波被并行发射,所以任何给定载波上的数字数据或符号的传输速率都比使用单个载波时要低。

[0032] OFDM 调制利用对待传送的信息执行快速傅里叶逆变换(IFFT)。对于解调,对接收信号执行快速傅里叶变换(FFT)恢复了所传送信息。实际上,IFFT 和 FFT 是由分别执行离散傅里叶逆变换(IDFT)和离散傅里叶变换(DFT)的数字信号处理来提供的。因此,OFDM 调制的表征性特征是为传输信道内的多个频带生成正交载波。已调信号是具有相对低传输速率并且能够停留在其相应频带内的数字信号。单独载波不是直接由数字信号调制的。而是通过 IFFT 处理对所有载波一起调制。

[0033] 在操作中,OFDM 优选地被用于从基站 14 到移动终端 16 的至少下行链路传输。每个基站 14 配备有“n”个发射天线 28 ($n \geq 1$),并且每个移动终端 16 配备有“m”个接收天线 40($m \geq 1$)。值得注意地,各个天线能够通过使用适当的双工器或开关而被用于接收和发射,因此如此标记只是为了清楚起见。

[0034] 当使用中继站 15 时,OFDM 优选地被用于从基站 14 到中继站 15 和从中继站 15 到移动终端 16 的下行链路传输。

[0035] 参考图 4,图示了中继站 15 的示例。与基站 14 和移动终端 16 类似,中继站 15 将包括控制系统 132、基带处理器 134、发射电路 136、接收电路 138、多个天线 130 和中继电路 142。中继电路 142 使得中继站 14 能够辅助基站 16 和移动终端 16 之间的通信。接收电路 138 接收来自一个或多个基站 14 和移动终端 16 的承载信息的射频信号。低噪声放大器和滤波器(未示出)可以进行协作以放大信号并从信号中去除宽带干扰以供处理。下变频和数字化电路(未示出)然后将把经滤波的接收信号下变频成中间或基带频率信号,其然后被数字化成一个或多个数字流。

[0036] 基带处理器 134 对数字化的接收信号进行处理以提取在接收信号中所运送的信息或数据比特。该处理通常包括解调、解码和纠错操作。基带处理器 134 一般在一个或多个数字信号处理器(DSP)和专用集成电路(ASIC)中实施。

[0037] 对于传输,基带处理器 134 从控制系统 132 接收可以表示语音、视频、数据或控制信息的数字化数据,所述控制系统对数据进行编码以供传输。经编码的数据被输出到发射电路 136,其中调制器使用该数据来对处于一个或多个期望发射频率的一个或多个载波信号进行调制。功率放大器(未示出)将把已调载波信号放大到适合于传输的电平,并且通过匹配网络(未示出)将已调载波信号递送到天线 130。如上所述,本领域技术人员可用的各种调制和处理技术被用于移动终端和基站之间的直接或经由中继站间接的信号传输。

[0038] 参考图 5,将描述逻辑 OFDM 传输架构。最初,基站控制器 10 将直接地或在中继站 15 的辅助下把要传送到各个移动终端 16 的数据发送到基站 14。基站 14 可以使用与移动

终端相关联的信道质量指示器(CQI)来对用于传输的数据进行调度以及为传送经调度数据而选择适当编码和调制。CQI可以直接来自于移动终端 16 或在基站 14 处基于移动终端 16 所提供的信息来确定。在任一情况下,每个移动终端 16 的 CQI 是信道振幅(或响应)跨 OFDM 频带变化的程度的函数。

[0039] 使用数据加扰逻辑 46 以减少与数据相关联的峰均功率比的方式对经调度的数据 44 (其为比特流)进行加扰。为加扰数据确定循环冗余校验(CRC)并使用 CRC 添加逻辑 48 将其附加到加扰数据。接下来,使用信道编码器逻辑 50 来执行信道编码以有效地向数据增加冗余以促进移动终端 16 处的恢复和纠错。同样,用于特定移动终端 16 的信道编码基于 CQI。在一些实施方式中,信道编码器逻辑 50 使用已知的涡轮(Turbo)编码技术。然后通过速率匹配逻辑 52 对编码数据进行处理以补偿与编码相关联的数据扩展。

[0040] 比特交织器逻辑 54 系统地对编码数据中的比特进行重排序以使得连续数据比特的损失最小化。结果得到的数据比特通过映射逻辑 56 根据所选择的基带调制而被系统地映射到对应的符号。优选地,使用正交调幅(QAM)或正交相移键控(QPSK)调制。优选地基于特定移动终端的 CQI 来选择调制。可以使用符号交织器逻辑 58 对符号进行系统地重排序以进一步加强所传送信号对于由频率选择性衰落引起的周期性数据损失的抗扰性。

[0041] 此时,比特组已经被映射到表示振幅和相位星座中的位置的符号。当期望空间分集时,然后通过空时块码(STC)编码器逻辑 60 对符号块进行处理,所述编码器逻辑 60 以使得所传送信号更抗干扰并且在移动终端 16 处更容易解码的方式来修改符号。STC 编码器逻辑 60 将处理输入的符号并且提供与基站 14 的发射天线 28 的数目相对应的“n”个输出。如上关于图 5 所描述的控制系统 20 和 / 或基带处理器 22 将提供映射控制信号以控制 STC 编码。此时,假设“n”个输出的符号表示待传送数据并且能够由移动终端 16 恢复。

[0042] 对于本示例,假设基站 14 具有两个天线 28 ($n=2$) 并且 STC 编码器逻辑 60 提供两个输出符号流。因此,STC 编码器逻辑 60 所输出的每个符号流被发送到对应的 IFFT 处理器 62,其被分别图示以便于理解。本领域技术人员将会认识到一个或多个处理器可以被用于单独地或与在此描述的其他处理相结合地提供这样的数字信号处理。IFFT 处理器 62 将优选地对各个符号进行操作以提供傅里叶逆变换。IFFT 处理器 62 的输出在时域中提供符号。时域符号被分组成帧,通过前缀插入逻辑 64 将所述帧与前缀相关联。每个结果所得到的信号经由对应的数字上变频(DUC)和数模(D/A)转换电路 66 在数字域中被上变频到中频并且转换成模拟信号。结果所得的(模拟)信号然后以期望的 RF 频率同时调制、放大并经由 RF 电路 68 和天线 28 进行发射。值得注意的是,预定移动终端 16 所已知的导频信号分散在子载波之中。以下详细讨论的移动终端 16 将使用导频信号进行信道估计。

[0043] 现在参考图 6 以图示由移动终端 16 直接地从基站 14 或在中继站 15 的辅助下接收所传送信号。在所传送信号到达移动终端 16 的每个天线 40 时,通过对应的 RF 电路 70 对各个信号进行解调和放大。为了简明和清楚起见,仅详细描述和说明两个接收路径之一。模数(A/D)转换器和下变频电路 72 对模拟信号进行数字化和下变频以进行数字处理。结果所得到的数字化信号可以被自动增益控制电路(AGC) 74 用于基于接收信号电平来控制 RF 电路 70 中放大器的增益。

[0044] 最初,数字化信号被提供给同步逻辑 76,所述同步逻辑 76 包括粗同步逻辑 78,其缓冲若干 OFDM 符号并且计算两个连续的 OFDM 符号之间的自相关。与相关性结果的最大

值相对应的结果所得到的时间索引确定了细同步搜索窗,该细同步搜索窗被细同步逻辑 80 用于基于首部来确定精确的成帧起始位置。细同步逻辑 80 的输出促进通过帧定位(frame alignment)逻辑 84 进行的帧捕获(acquisition)。适当的成帧定位是重要的,从而后续的 FFT 处理提供从时域到频域的准确转换。细同步算法基于由首部载送的所接收导频信号与已知导频数据的本地副本之间的相关性。一旦发生了帧定位捕获,就利用前缀去除逻辑 86 来去除 OFDM 符号的前缀并且结果所得到的样本被发送到频偏校正逻辑 88,所述频偏校正逻辑 88 补偿由发射机和接收机中不匹配的本地振荡器所引起的系统频率偏移。优选地,同步逻辑 76 包括频偏和时钟估计逻辑 82,所述频偏和时钟估计逻辑 82 基于首部以帮助估计对所传送信号的这种影响并且将那些估计提供给校正逻辑 88 以适当地处理 OFDM 符号。

[0045] 此时,时域中的 OFDM 符号准备好通过使用 FFT 处理逻辑 90 转换到频域。结果是频域符号,所述频域符号被发送到处理逻辑 92。处理逻辑 92 使用分散导频提取逻辑 94 来提取分散的导频信号,使用信道估计逻辑 96 基于所提取的导频信号来确定信道估计,并且使用信道重建逻辑 98 来为所有子载波提供信道响应。为了确定每个子载波的信道响应,导频信号实质上是在时间和频率这二者中以已知模式在遍及 OFDM 子载波的数据符号之中分散的多个导频符号。继续图 6,所述处理逻辑将所接收导频符号与在某些子载波中在某些时间所预期的导频符号进行比较以确定其中传送导频符号的子载波的信道响应。结果被内插以估计为其提供导频符号的剩余子载波中的大多数(如果不是所有)的信道响应。实际和内插信道响应被用于估计总信道响应,所述总信道响应包括 OFDM 信道中的子载波中的大多数(如果不是所有)的信道响应。

[0046] 从每个接收路径的信道响应得到的频域符号和信道重建信息被提供给 STC 解码器 100,所述 STC 解码器 100 在这两个接收路径上提供 STC 解码以恢复所传送的符号。信道重建信息向 STC 解码器 100 提供在处理各个频域符号时足以去除传输信道的影响的均衡信息。

[0047] 使用符号去交织器逻辑 102 将所恢复的符号依次放回,所述符号去交织器逻辑 102 对应于发射机的符号交织器逻辑 58。然后使用解映射逻辑 104 将去交织的符号解调或解映射到对应的比特流。然后使用比特去交织器逻辑 106 将比特去交织,所述比特去交织器逻辑 106 对应于发射机架构的比特交织器逻辑 54。然后通过解速率匹配逻辑 108 对去交织的比特进行处理,并且将其提供给信道解码器逻辑 110 以恢复最初加扰的数据和 CRC 校验和。相应地, CRC 逻辑 112 去除 CRC 校验和,以传统方式检查加扰数据,并且将其提供给解扰逻辑 114 以用已知的基站解扰码进行解扰以恢复原始传送的数据 116。

[0048] 与恢复数据 116 并行地,确定 CQI 或至少足以在基站 14 处创建 CQI 的信息并且将其传送到基站 14。如上所述, CQI 可以是载波与干扰比(CR)以及信道响应跨 OFDM 频带中的各个子载波变化的程度的函数。对于该实施例,用于传送信息的 OFDM 频带中的每个子载波的信道增益相对于彼此进行比较以确定信道增益跨 OFDM 频带变化的程度。虽然可以使用许多技术来测量变化程度,但是一种技术是计算遍及用于传送数据的 OFDM 频带的每个子载波的信道增益的标准偏差。

[0049] 参考图 7,图示了根据本申请的一个实施例提供的单输入单输出(SISO)配置的示例性 SC-FDMA 发射机 7(a) 和接收机 7(b)。在 SISO 中,移动站在一个天线上发射并且基站和/或中继站在一个天线上接收。图 7 图示了针对 LTE SC-FDMA 上行链路在发射机和接收

机处所需的基本信号处理步骤。在一些实施例中,使用 SC-FDMA (单载波频分多址接入)。SC-FDMA 是为 3GPP 长期演进 (LTE) 宽带无线第四代 (4G) 空中接口标准等等的上行链路所引入的调制和多址接入方案。SC-FDMA 可以被视为 DFT 预编码 OFDMA 方案,或,它可以被视为单载波 (SC) 多址接入方案。在 SC-FDMA 和 OFDMA 的整体收发器处理中存在若干相似性。OFDMA 和 SC-FDMA 之间的那些共同方面通常在 OFDMA 发射电路和 OFDMA 接收电路中说明,因为它们对于考虑到本说明书的本领域普通技术人员而言将是显而易见的。由于已调符号的 DFT 预编码和已解调符号的对应 IDFT, SC-FDMA 明显不同于 OFDMA。由于该预编码的缘故,SC-FDMA 子载波并不与 OFDMA 子载波的情况一样被独立地调制。因此,SC-FDMA 信号的 PAPR 低于 OFDMA 信号的 PAPR。较低的 PAPR 就发射功率效率而言对于移动终端非常有利。

[0050] 图 1 到 7 提供了能够被用于实施本申请的实施例的通信系统的一个具体示例。应该理解的是,可以利用具有不同于该具体示例的架构但是以与在此描述的实施例的实施方式一致的方式操作的通信系统来实施本申请的实施例。

[0051] 图 8A 到 8C 描绘了三个示例性协作情形。具体地,图 8A 描绘了在为给定小区 12 内的移动终端 16 服务时基站 14 和中继站 15 之间的协作。图 8B 描绘了基站 14 到两个中继站 15 的传输,以及中继站 15 之间用于为给定小区 12 中的移动终端 16 服务的协作。图 8C 描绘了小区 12a 中的基站 14a 和小区 12b 中的基站 14b 之间用于为位于小区 12a 中的移动终端 16 服务的协作。在下文中,协作设备还可以一般称作“协作站点”。

[0052] 如以下将进一步详述的那样,协作站点可以以不同的方式进行协作。然而,最低程度,协作可能要求在协作站点之间共享一些信息(例如以协调去往特定目标移动终端 16 的传输)。在这点上,协作站点可以由与协作站点通信的基站控制器(例如基站控制器 10)进行控制。可替换地,协作站点可以经由网络而互连,所述网络例如回程网络 11 或其他网络,诸如互联网。方便地,在以下所述的需要协作站点之间的协调的技术中,这种协调可以经由基站控制器 10 和 / 或其他网络而发生。

[0053] 如先前所讨论的,蜂窝网络可以包括为多个小区中的多个移动终端 16 服务的多个基站 14 和中继站 15。因此,给定移动终端 16 可以位于多个基站 14 和中继站 15 的接收范围内。此外,给定基站 14 或中继站 15 可以在一个或多个其他基站 14 或中继站 15 的发射 / 接收范围内。因此,如果两个或更多基站 14 和 / 或中继站 15 (在下文中也称为“发射站点”)可以在为移动终端 16 服务时协作,则这将是所希望看到的。如以下进一步详述的,这种协作可以向移动终端 16 提供提高的服务质量。因此,本申请公开了多个方案,由此基站和中继站可以在为一个或多个移动终端 16 服务时协作。

[0054] 概观而论,闭环协作和半闭环协作方案都在本申请中公开。在所公开的闭环方案中,协作发射机(例如基站 14 或中继站 15)可以具有部分或全部信道状态信息 (CSI) 的知识。它们的目标(例如移动终端 16)可以将接收自各种发射站点的传输进行相长相加。在所公开的半闭环方案中,所有或一些协作站点可以在每个站点内执行闭环技术,然而,发射站点之间的协作可以是开环的。

[0055] 在本申请的第一示例性实施例中,协作站点(例如基站 14 和中继站 15)可以以时间 / 频率(音调)切换发射分集的形式采用开环协作。如前所述,OFDM 将传输频带划分成多个载波 / 频带,其每一个被称为子载波或子带。不同的相邻子载波可以被不同的站点所使用(即,给定的基站 14 / 中继站 15 可以被分配以在其中进行发射的特定子载波)。可替换

地,所有的发射站点可以在(一个或多个)相同的子载波上发射;然而,每个协作站点可以仅在所分配的(一个或多个)子载波中的部分音调中进行发射。分配给不同协作站点的特定音调可以在时域和/或频域中进行交织。每个协作站点内的天线(即发射机)可以采用开环方案(例如发射分集或空间复用)。可以理解的是,该示例性实施例可以与诸如空时频发射分集(例如 Alamouti 码)之类的其他发射分集协作方案相结合。

[0056] 在本申请的第二示例性实施例中,所有协作站点可以向目标移动设备 16 发射相同的信号。协作站点之一,典型地诸如为目标移动设备 16 所位于的小区服务的基站 14 之类的设备,可以被标识为服务站点。由于给定服务基站 14 和目标移动设备 16 之间的路径的差异,可能要求协作站点执行定时/距离调整。更具体地,并且如以下进一步详述的,所述站点可以使用以下技术中的一种或多种来进行协作:多站点波束形成;多站点闭环预编码;和异构(heterogeneous)闭环。

[0057] 为了执行多站点波束形成技术,两个或更多站点(例如基站 14/中继站 15)可以作为阵列进行发射。每个站点可以定向发出(beam)包含相同数据的信号。在 FDD 中,使用预定移动终端的上行链路到达角(AoA)来形成波束。在目标移动设备 16 处,可以采用相长叠加来组合所接收的信号。为此,可以采用叠加专用导频信号进行信道估计。如可以理解的是,相长叠加需要协作站点之间的定时和距离调整,这是因为来自不同协作站点的信号由于到该目标的路径特性(例如实际距离)的差异而可能在不同时间到达目标移动终端 16。因此,所发射的信号可以被线性相移。为了进行补偿,方便地,目标移动终端 16 可以将发射站点之一视为参考站点,并且向其他发射站点报告定时差。其他发射站点中的每一个继而可以调整其传输的定时以使得到达目标移动终端 16 的信号可以相长组合。已经观察到,不同的信号频率可以以不同量进行相移。因此,为了检测这种相位差,可以采用正交导频信号。在检测到(一个或多个)相位差时,目标移动终端 16 可以使用已知技术向对应发射站点报告所述(一个或多个)相位差。基于这种反馈,发射站点然后可以使用已知的相位校正技术(例如码本相位校正)来执行适当的相位校正。此外,发射站点可以对游牧的目标移动终端 16 执行机会性相位校正,其中不同的发射站点应用随机相位序列。基于 CQI 报告,可以评估最佳的相位组合并且其后采用之。

[0058] 为了执行多站点闭环预编码,不同的 MIMO 发射站点可以使用预编码器形成指向目标移动设备 16 的相同波束。当采用 FDD 时,目标移动终端 16 可以报告/指定针对(一个或多个)发射站点使用哪个预编码器,并且可以向不同的发射站点报告不同的预编码器。在给定站点处,预编码器集合可以被重用。如此,信号可以通过根据以上详述的示例性方法之一进行的相位校正而得以改善。可替换地,可以在考虑所有发射站点的情况下选择预编码器,因此避免了对另外的相位校正技术的需要。在仍可能需要定时和距离调整时,以这种方式发射的信号与上文之前详述的使用多站点波束形成方法进行发射时相比可能不易受定时差的影响。值得注意地,为了实施这种技术,对于预编码器选择而言可能需要正交公共导频;对于解调而言可能需要正交公共导频或叠加专用导频。

[0059] 对于异构多站点闭环/波束形成技术,阵列和 MIMO 站点可以向目标移动终端 16 发送相同的数据流。预编码器选择可以针对(一个或多个)MIMO 站点而采用。在站点之间可能需要定时和距离调整以及相位校正(类似于以上详述的多站点波束形成方法)。方便地,(一个或多个)MIMO 站点可以载送额外的数据流以提高系统的吞吐量。除了用于解调的叠

加专用导频以外,可以采用用于 FDD 预编码器选择的公共导频。

[0060] 如先前所解释的,从各种发射站点发射的信号中的定时 / 距离差可能导致频域中信号的线性相移。因此,为了实现目标移动终端 16 处的到达信号的相长干涉,所发射信号可以被校正。因此,在本申请的第三实施例中,目标移动终端 16 可以使用到达时间估计或信道估计技术来测量到达信号的定时不匹配。一个发射站点可以被视为参考站点,并且不同到达信号的定时差可以由目标移动终端 16 报告给非参考发射站点。每个发射站点然后可以在频域中应用线性相位校正技术以校正所检测的定时差。具体地,只有那些被分配给预定目标移动终端 16 的音调可以进行线性相位调整,发射机(例如基站 14)还可以向其他移动终端进行发射。因此,该发射机所发射的所有信号的相位校正可能导致打算送往其他移动终端的信号恶化。而且,值得注意地,与在时域中相反地在频域中调整相位,这是因为时域中的调整可能导致与发射站点所服务的移动终端而不是目标移动终端 16 的定时不匹配。

[0061] 如以上所论述的那样,相位校正可以通过多种不同技术来实现,尤其包括基于码本的相位校正。在本申请的第四示例性实施例中,基于码本的相位校正的变体可以被用于实现协作站点之间的协作。通常,该具体技术可以因协作站点的数目而变化,如下。

[0062] 对于两个协作发射站点,可以采用 2- 发射机等幅码本。非服务发射站点可以被用作相位参考。固定预编码器可以被分配给非服务发射站点。目标移动终端 16 可以向服务发射站点报告优选的预编码器以用于相位校正。在这种技术中,仅仅相位校正反馈需要被提供给服务发射站点。

[0063] 大于两个的发射站点(即 $M > 2$, 其中 M 是发射站点的数目)之间的协作也可以通过采用 2- 发射机等幅码本来实现。具体地,非服务发射站点可以被用作相位参考并且固定预编码器可以被预分配给非服务站点。 $M-1$ 个预编码器可以被报告给服务发射站点和所有其他非服务发射站点以用于相位校正。可替换地, $M > 2$ 个站点之间的协作可以通过使用 M - 发射机等幅码本来实现。具体地,非服务发射站点可以被用作相位参考并且被预分配以固定预编码器。一个预编码器可以被报告给服务发射站点和所有其他非服务发射站点以用于相位校正。

[0064] 用于针对 2 发射站点协作的 2- 发射机 LTE 码本的基于码本的相位校正的示例如下。两个站点中的每一个可以具有天线阵列或 MIMO 天线。预编码器集合可以是

$\{[1, 1]^T, [1, j]^T, [1, -1]^T, [1, -j]^T\}$, 其中该集合中的第一变换表示 0° 相移,第二

变换表示 90° 相移,第三变换表示 180° 相移并且最后的变换表示 270° 相移。服务发射站点可以被分配给端口 2 并且所述帮助发射站点被分配给端口 1。可以确定使两个站点的相位对准(即使信号的接收功率最大化)的最佳预编码器。所确定的预编码器然后可以被报告给服务发射站点。然而,可能不需要向所述帮助站点报告预编码器(因为所述帮助站点在端口 1 上进行发射,并且预编码矩阵的第一元素总为“1”)。如可以理解的,基于码本的技术可以将相移限制到某些预定义的量,因此,可以预期的是,利用更大的码本可以改进系统性能,所述更大的码本提供了以更大数目的预定义量进行相移的能力。

[0065] 基于码本的相位校正的另一示例,其中服务站点由下标“2”代表,并且其他协作站点由下标“1”代表,以发送一层数据 X , 该示例如下:

$$[0066] \quad Y = [H_1 P_1 \ H_2 P_2] P_{pc} X + n = H_{eq} P_{pc} X + n ;$$

$$P_1 = \operatorname{argmax}_{P \in Q_M} \|H_1 P\| ;$$

[0067] 其中 $P_2 = \operatorname{argmax}_{P \in Q_M} \|H_2 P\|$; 并且其中:

$$P_{pc} = \operatorname{argmax}_{P \in Q_M} \|H_{eq} P\| ;$$

[0068] H_1 和 H_2 是来自协作站点的信道矩阵;

[0069] M 是发射天线的数目;

[0070] n 是噪声;

[0071] Q_M 是可能的预编码器的集合;

[0072] P_1 和 P_2 是对应的预编码器; 和

[0073] P_{pc} 是来自两个发射机预编码器的集合的相位校正预编码器。

[0074] 在以上示例中, P_1 、 P_2 和 P_{pc} 的联合选择可以改进闭环系统的性能。然而, 这种技术的潜在缺点在于较高的码本搜索复杂度, 这是因为存在三个码本 (即, 确定三个码本的最优组合可能会更复杂)。然而, 对于多层数据传输, 每层一个相位校正预编码器可以由移动站报告给基站。

[0075] 在一些情况中, 为了限制反馈开销和预编码器集合大小, 可以应用虚拟天线预编码器。值得注意地, 可以在发射站点 (例如基站 14/ 中继站 15) 处的天线之间形成多天线阵列, 所述发射站点充分紧靠在一起从而能够交换形成多天线发射机所需的信息。因此, 在本申请的示例性第五实施例中, 两个站点 (每个站点具有四个发射天线) 之间用于将一个数据流传送到目标移动终端 16 的协作可以利用以下三种示例性技术来实现。每种技术都涉及预编码矩阵索引 (PMI) 报告。在第一示例性技术中, PMI1 被发送到发射站点 1 并且 PMI2 被发送到站点 2, 其中 PMI1 和 PMI2 这二者来自 4- 发射机码本。可能需要相位校正。在第二示例性技术中, 一个 PMI 被从 8- 发射机码本报告给两个发射站点。发射站点 1 可以使用预编码器的上半部并且发射站点 2 可以使用下半部。第三技术使用虚拟天线。每个发射站点被当作 2- 天线发射机的等同物, 并且一个 PMI 被发送给两个天线。虚拟天线预编码器可以使用 AoA 来得到。已经观察到, 第二示例具有最高的增益并且第三示例具有较低的开销。可以注意到, 第二示例需要较大的码本, 并且示例一需要三个 PMI 反馈 (即除了协作码本以外, 每个站点需要一个)。

[0076] 在以上示例性实施例中的每一个中, 可以采用闭环和半闭环方案。可以理解的是, 每种方案均具有利弊。具体地, 半闭环方案的一些优点包括容易实施, 因为单站点反馈显著地可以被重用; 可以不需要细定时调整; 可以不需要波束相位校正; MIMO 与阵列发射站点之间的协作 (即异构的协作) 会变得更加方便。此外, 半闭环方案对于抵抗信道老化 (channel aging) 可能更为鲁棒, 这是因为来自相同站点的信道系数以相同的方式老化, 特别是在 LoS (视线) 条件和 / 或阵列站点。半闭环方案对于抵抗载频同步误差也可能更为鲁棒。闭环方案的好处包括通过在发射站点之间交换信道状态信息 (CSI) 而获得更好的性能。

[0077] 更具体地说, 以下半闭环 (CL) 方案可以与上述示例性实施例结合使用。在第一示

例性半 CL 方案中,可以采用多站点 CL 发射分集,其中不同的 MIMO 站点使用诸如 Alamouti 之类的发射分集方案向目标移动终端 16 发射(一个或多个)相同的 CL 流。可替换地,可以采用多站点波束形成(BF)发射分集,其中不同的阵列站点使用诸如 Alamouti 之类的发射分集方案向用户发射(一个或多个)相同的 BF 流。在另一替换方案中,可以采用多站点 CL 空间复用(SM),其中不同的 MIMO 站点向目标移动终端 16 发射独立的 CL 流。在这种替换方案中,预编码器选择可以使层间干扰最小化,并且可以重用相同的预编码器集合。在又另一替换方案中,可以采用多站点 BF 空间复用,其中不同的阵列站点可以向目标移动终端 16 发射独立的波束。

[0078] 以下多站点闭环发射分集方案可以与上述示例性实施例结合使用。不同的发射 MIMO 站点均可以向目标移动终端 16 发送 CL 流。此外,不同的发射站点可以在它们之间形成发射分集方案。这种方案可能需要用于预编码器选择的正交公共导频,以及用于解调的正交公共导频或正交专用导频。发射分集方案可以包括频带切换、音调切换和空音编码。例如,两个 4- 发射机 FDD 站点之间的协作可以如下执行。目标移动终端 16 可以将两个独立的预编码器报告给发射站点并且两个站点可以向目标移动终端 16 发送两个 Alamouti 流(SFBC 或 STBC)。对于比率大于 1 的发射分集方案可以遵循相同的方法。

[0079] 以下多站点波束形成(BF)发射分集方案可以与上述示例性实施例结合使用。不同的阵列站点均可以向目标移动终端 16 发送波束,并且不同的波束可以在它们之间形成发射分集方案(例如频带切换、音调切换和空音编码)。在这种方案中,可以使用用于解调的正交专用导频。

[0080] 以下多站点闭环 SM 方案可以与上述示例性实施例结合使用。不同的 MIMO 站点可以向目标移动终端 16 发射独立的 CL 流。可以为不同的站点选择不同的预编码器。单站点预编码器码本可以被重用。此外,可以选择预编码器以使层间干扰最小化。这可以提高高几何用户的频谱效率。可以使用用于 FDD 预编码器选择的正交公共导频,以及用于解调的正交公共导频或正交专用导频。在相关替换方案中,可以采用多站点波束形成 SM,其中不同的阵列站点可以向目标移动终端 16 发射独立的波束。AoA 可以被用于波束形成。同样,正交专用导频可以被用于解调。

[0081] 以下异构多站点 SM/ 发射分集方案可以与上述示例性实施例结合使用,尤其是对于异构多站点 SM 而言,阵列和 MIMO 站点可以向目标移动终端 16 发射独立的数据流。预编码器选择可以使两个站点之间的层间干扰最小化。可以采用用于 FDD 预编码器选择的公共导频并且发射站点之间的正交导频可以被用于解调。为了实现异构多站点发射分集,阵列和 MIMO 站点可以向目标移动终端 16 发送发射分集方案的数据流。可以使用用于 FDD 预编码器选择的公共导频。同样,可以使用用于解调的站点之间的正交导频。

[0082] 总之,上述实施例的重要方面包括两个或更多发射站点(例如基站 14/ 中继站 15)之间用于为一个或多个目标移动终端服务的协作。为此,发射站点可以采用开环协作,其中来自不同发射站点的音调被交织(即,音调切换发射分集)。另外,发射站点还可以以闭环方式协作以向目标移动终端发送数据。在目标移动终端处可以发生不同接收信号的相长叠加。闭环操作还可以基于 MIMO 信道系数、MIMO 预编码器或波束形成。

[0083] 如上所详述的,在从(一个或多个)发射站点到目标移动终端的传输期间,信号可以在频域中线性相移。因而,上述实施例中的一些包括频域中的线性相位校正技术以消除

目标移动终端处到达信号中定时不匹配的影响。此外,如所述的,还可以使用码本相位校正来实现相位校正。特别地,对于两个发射站点之间的协作,可以采用 2- 发射机码本,而对于 M 个站点之间的协作,可以使用 2- 发射机或 M- 发射机(其中 $M>1$) 码本。

[0084] 也如以上详述的那样,虚拟天线闭环预编码可以被用来限制用于聚合预编码矩阵报告的反馈开销。方便地,可以在每个发射站点处通过使用虚拟天线技术减少天线端口的数目。

[0085] 最后,也如以上详述的那样,在站点之间可以采用半闭环协作。具体地,在每个站点内,可以采用闭环技术,而在站点之间可以发生开环(OL)协作。更加具体地,可以在使用例如频移或 Alamouti (半 CL 发射分集) 的发射分集方案从不同发射站点发送相同的数据时采用 OL 协作技术。此外,可以在从不同站点发送不同数据流时采用 OL 技术(半 CL SM)。每个站点内的 CL 操作可以基于 MIMO 信道系数、MIMO 预编码器或波束形成。如此,异构站点之间的协作可以变得更为方便。

[0086] 当然,上述实施例仅旨在是说明性的而绝非进行限制。所描述的执行本发明的实施例易受形状、部件布置、细节和操作次序的许多修改的影响。更确切地,本发明意在包含在如权利要求所限定的其范围内的所有这样的修改。

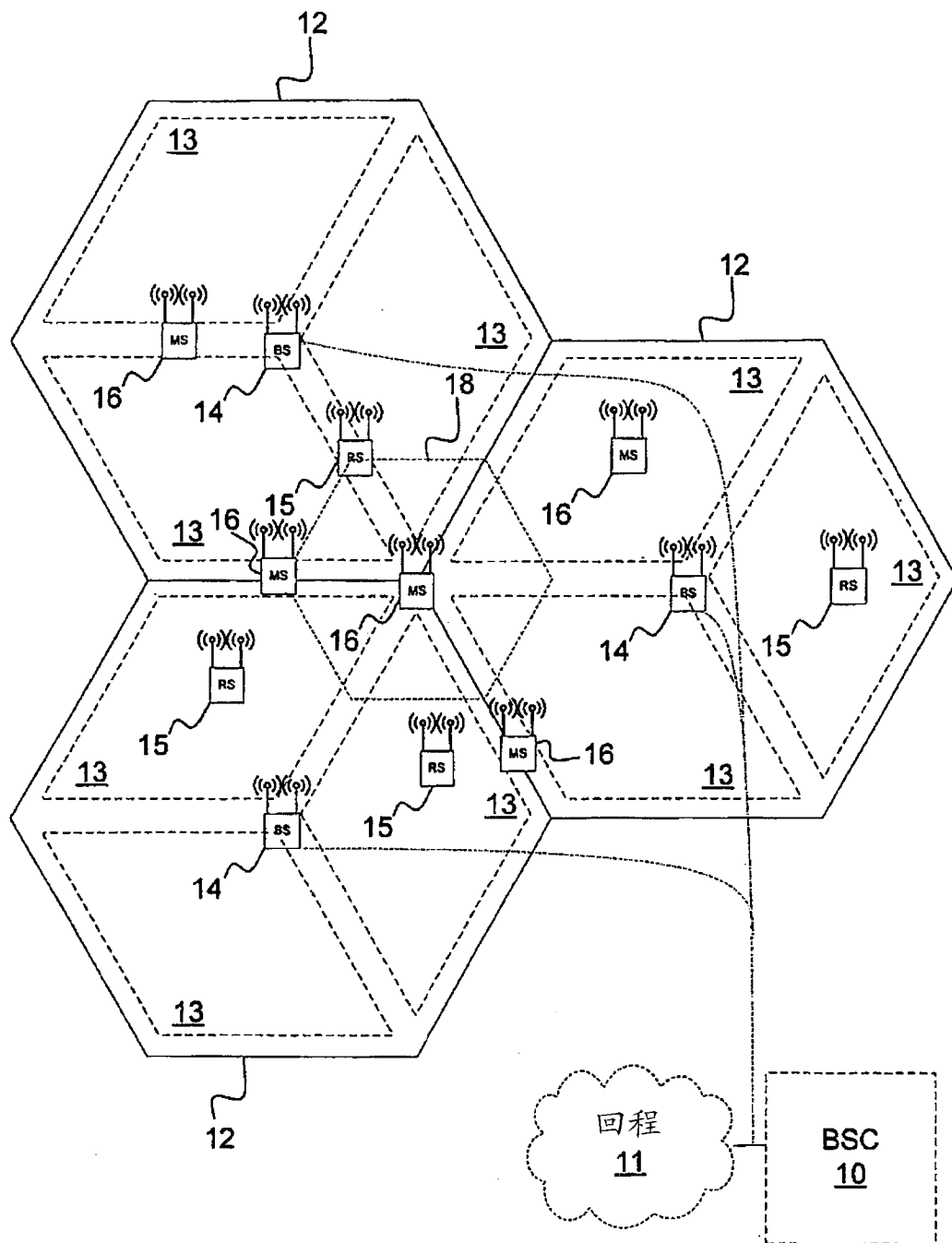
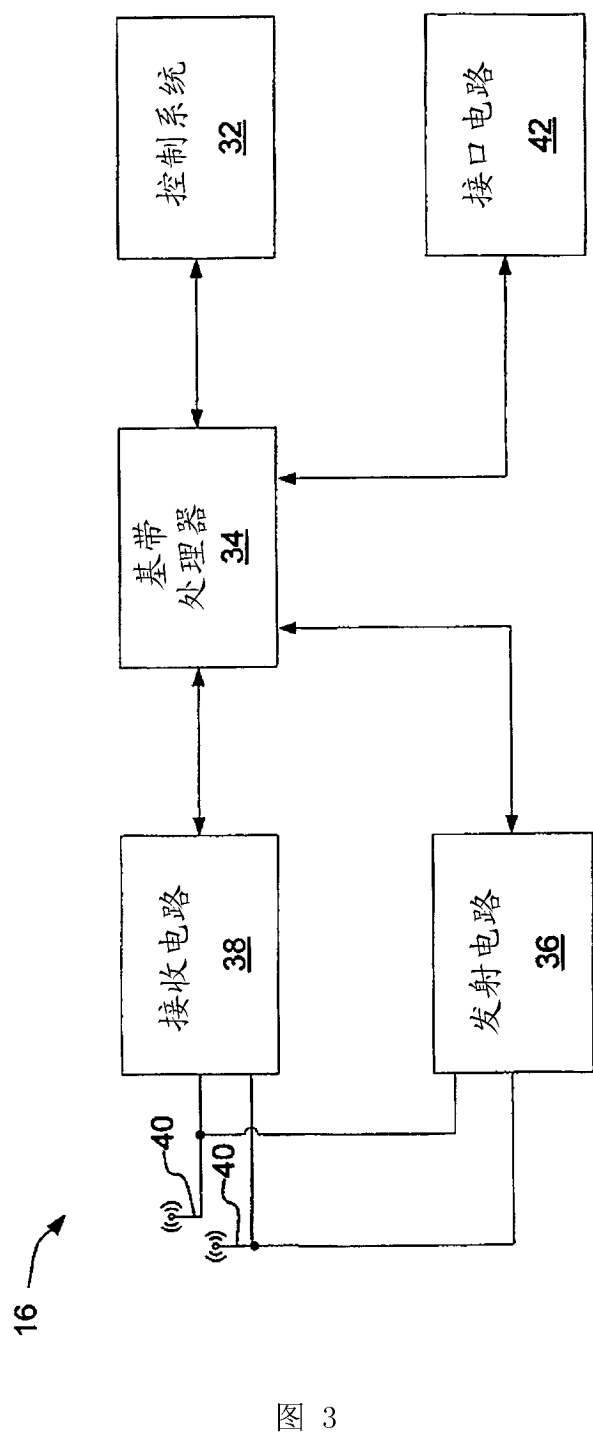
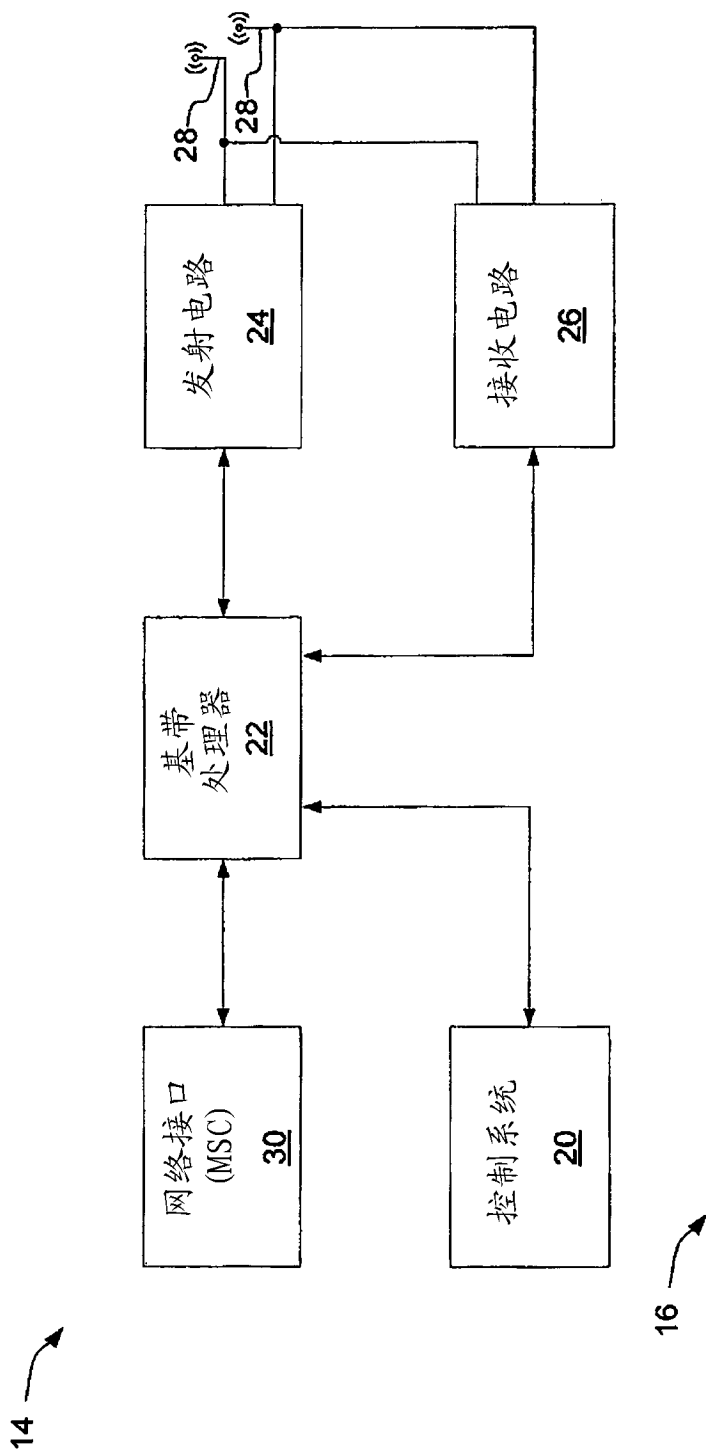


图 1



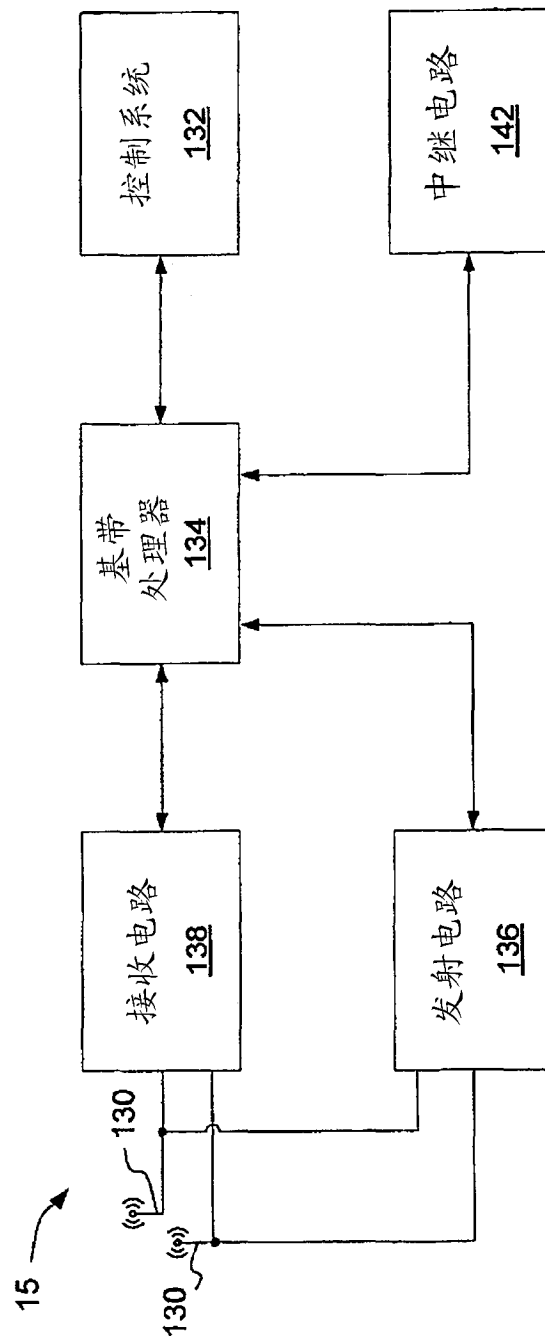


图 4

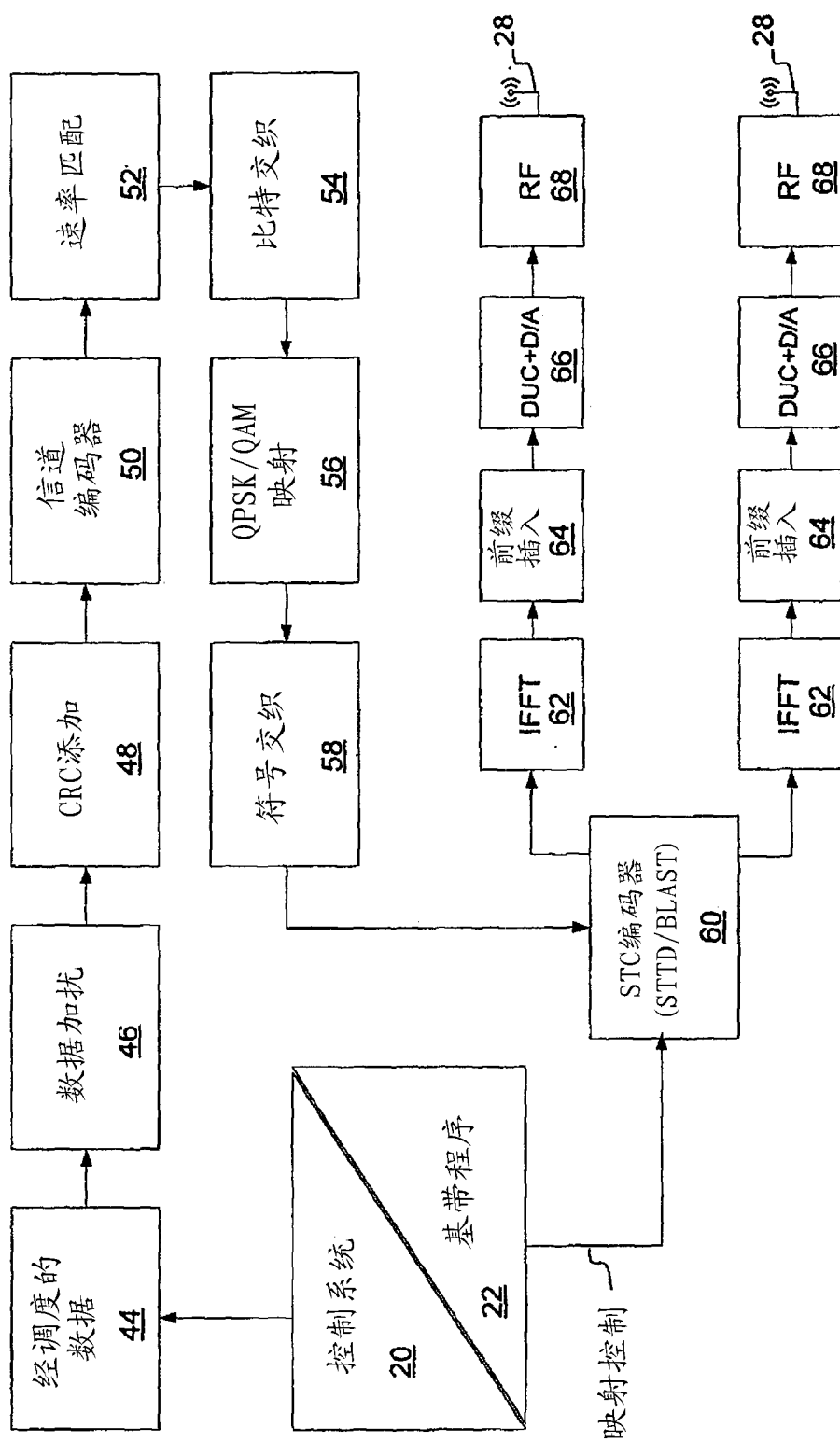


图 5

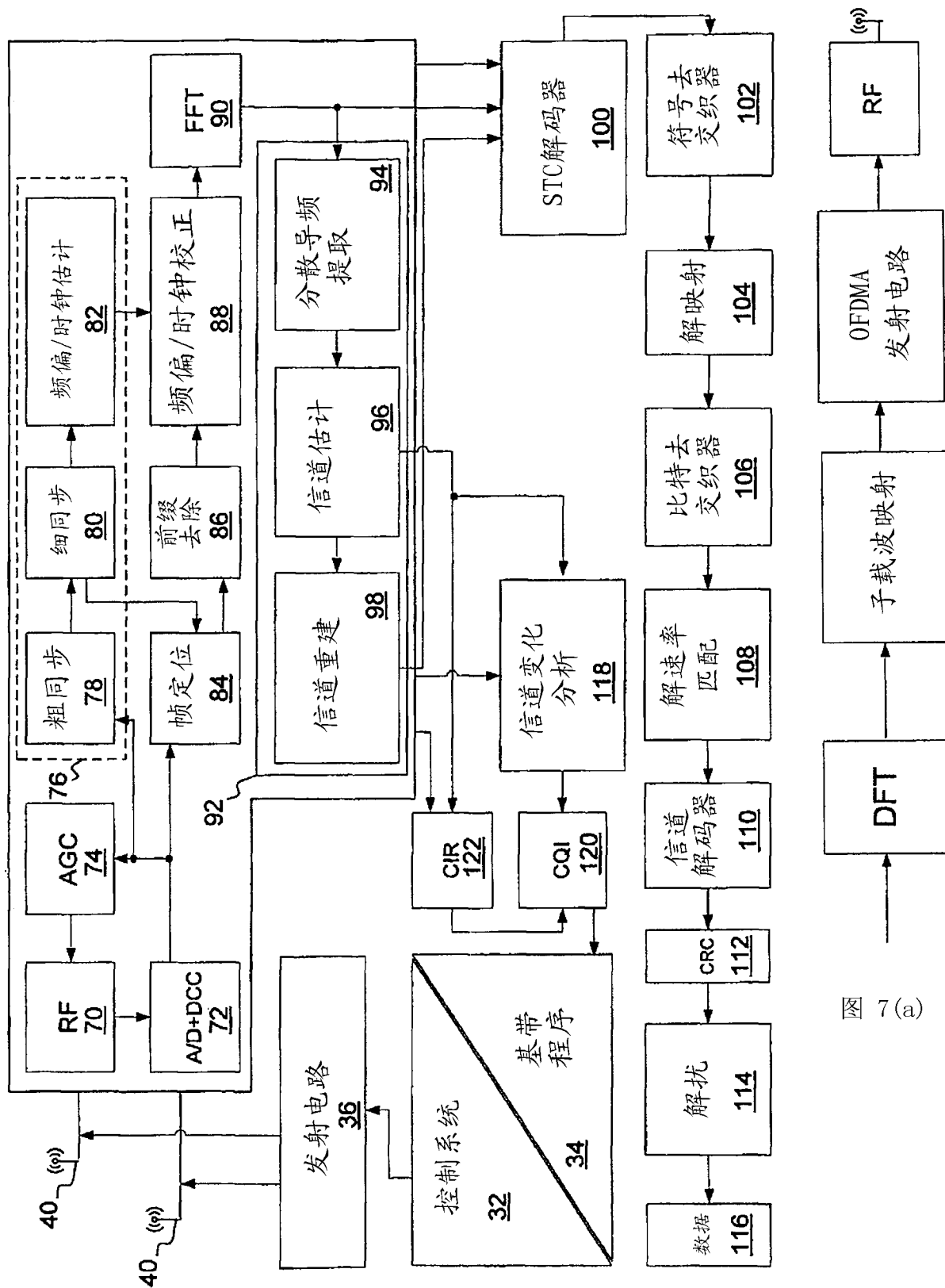


图 7(a)

图 6

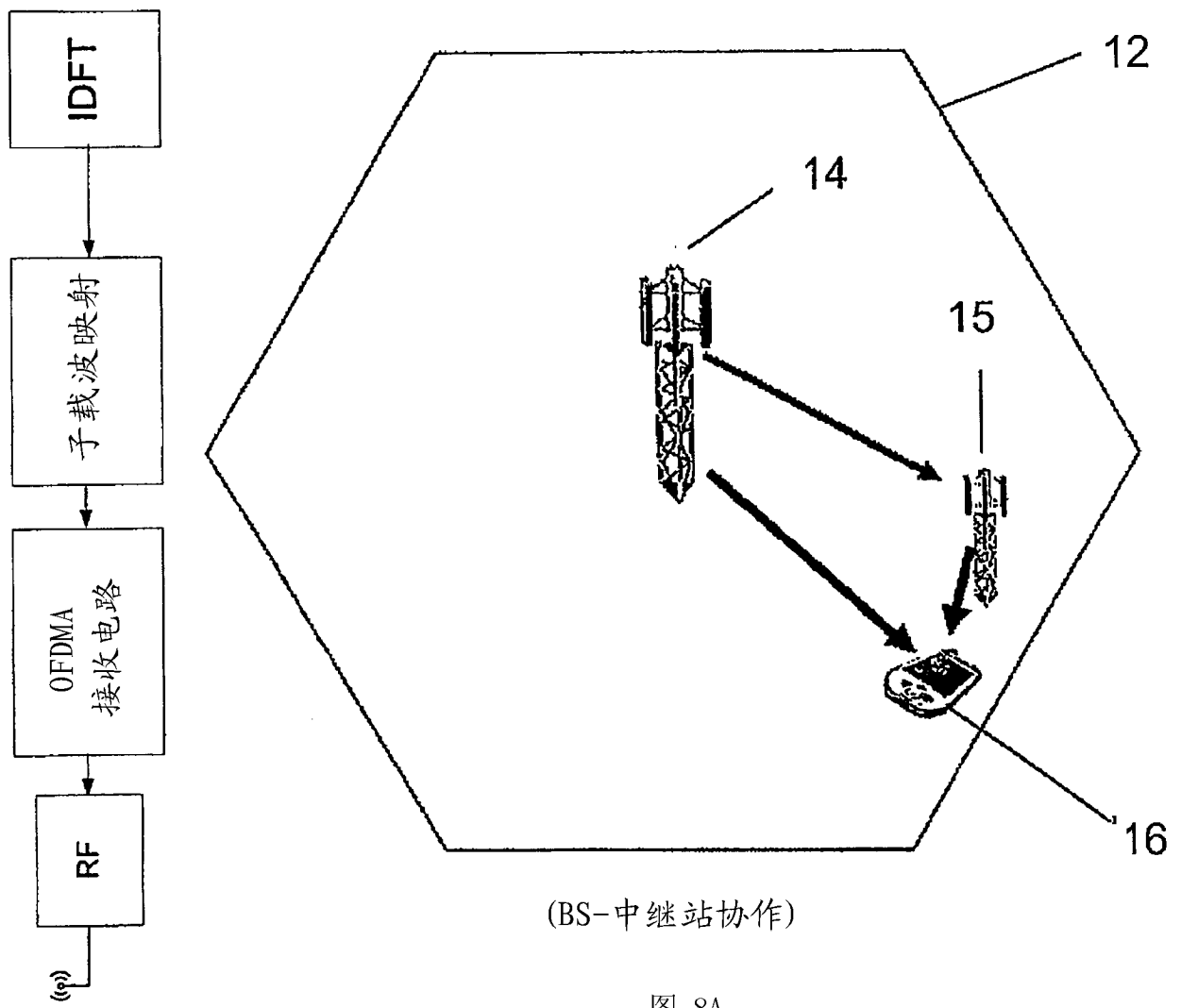


图 7(b)

图 8A

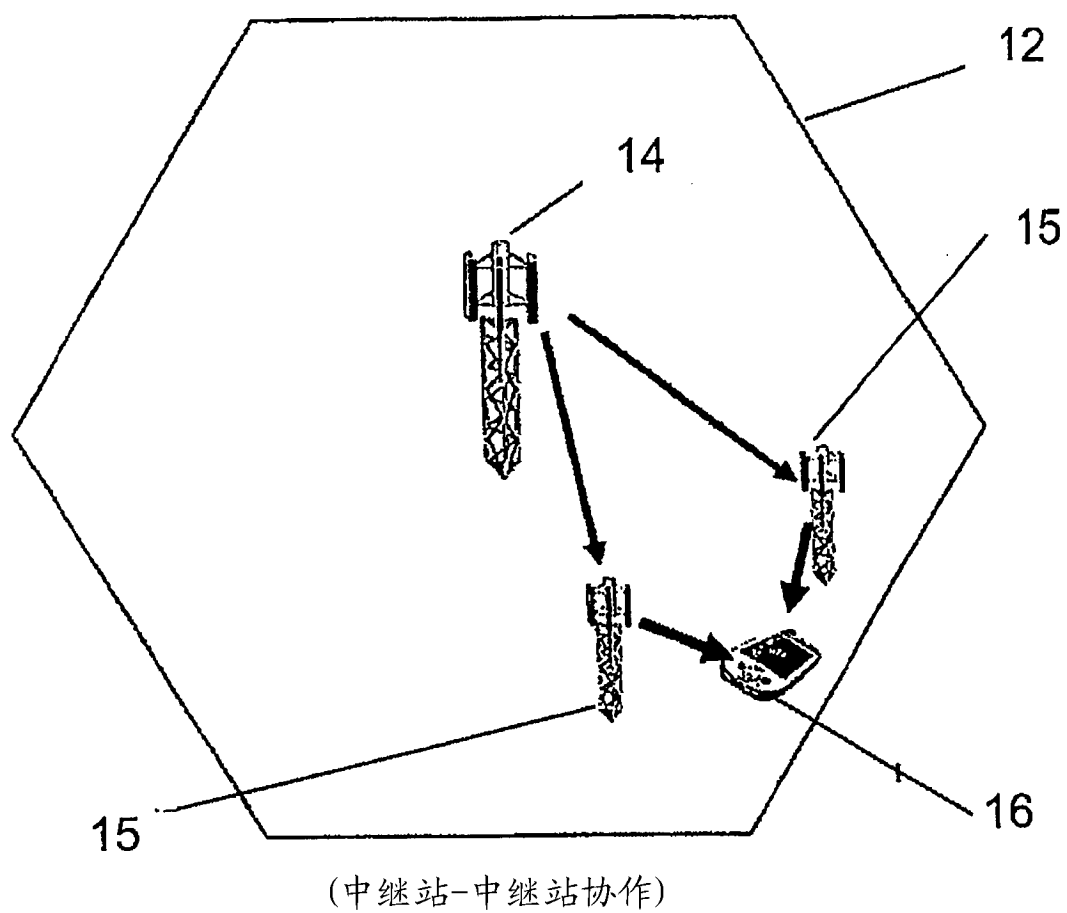


图 8B

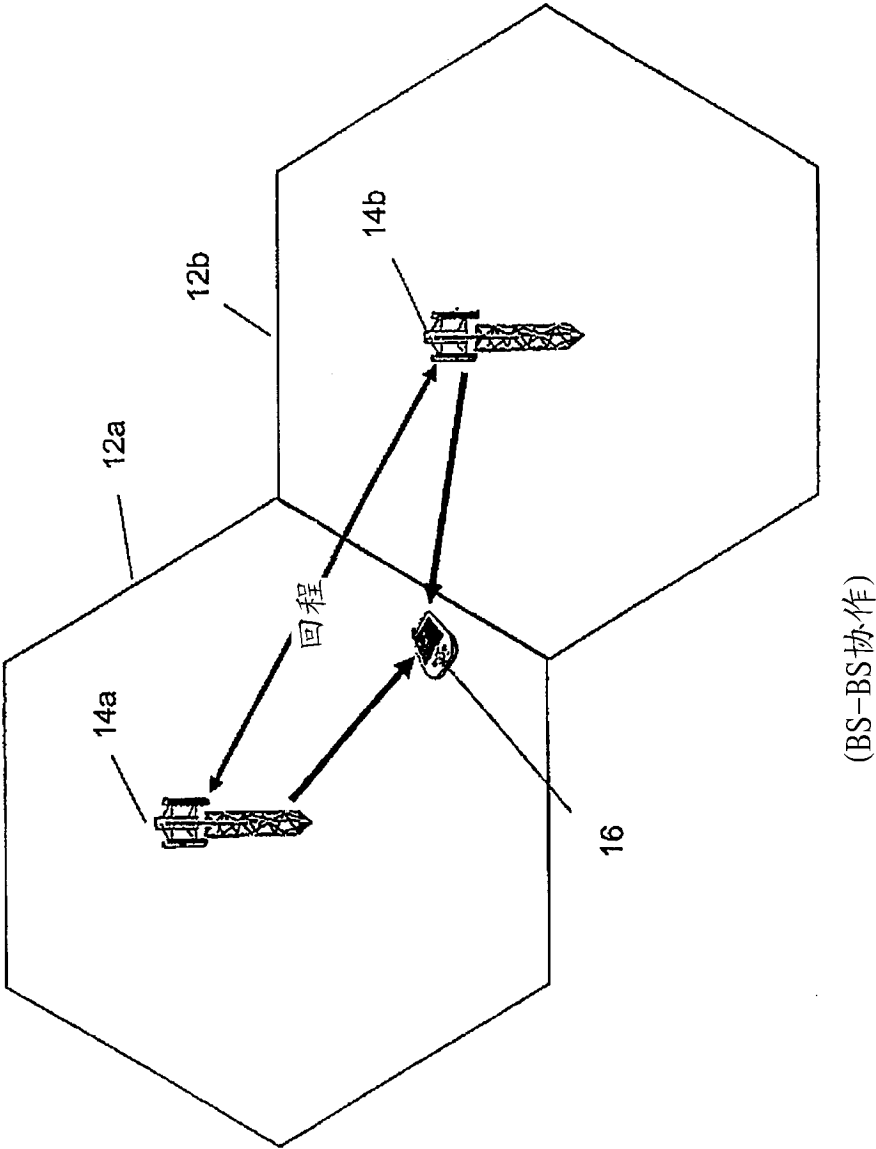


图 8C