(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103647589 B
(45)授权公告日 2016.12.07

(21)申请号 201310571964.7

(22)申请日 2009.08.06

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103647589 A

(43)申请公布日 2014.03.19

(30)优先权数据
61/086,539 2008.08.06 US
12/535,824 2009.08.05 US

(62)分案原申请数据
200980130040.5 2009.08.06

(73)专利权人 高通股份有限公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 候纪磊 阿米尔·法拉吉达纳
杨林 约翰·E·斯米
纳维德·哈桑保尔加迪
西达尔塔·马利克
杜尔加·普拉萨德·马拉迪

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限责任公司 11287
代理人 宋献涛

(51)Int.Cl.
H04B 7/02(2006.01)
H04B 7/04(2006.01)
H04L 5/00(2006.01)
H04L 25/02(2006.01)

(56)对比文件
CN 1379558 A,2002.11.13,
CN 101056459 A,2007.10.17,
US 2006039451 A1,2006.02.23,
US 2004176097 A1,2004.09.09,
Jee Hyun Kim.Efficient Feedback via Subspace-Based Channel Quantization for Distributed Cooperative Antenna Systems with Temporally Correlated Channels.《EURASIP Journal on Advances in Signal Processing》.2007,全文.

审查员 叶伟

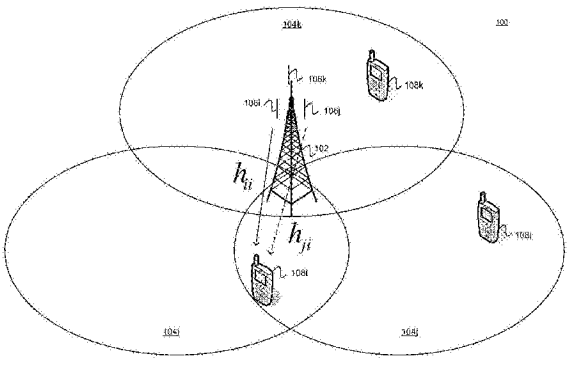
权利要求书3页 说明书16页 附图11页

(54)发明名称

用于无线通信的方法和设备

(57)摘要

本发明涉及无线通信系统中的基站小区之间的经协调发射。本发明提供用于经由第一天线系统(106i)向第一小区(104i)提供覆盖和经由第二天线系统(106g)向第二小区(104j)提供覆盖的系统和方法。还处理数据以供使用所述第一和第二天线系统发射到所述第一小区中的移动装置(108i)。



CN 103647589 B

1.一种用于无线通信的设备，其包含：

用于经由第一天线系统提供对第一小区的覆盖的装置；

用于经由第二天线系统提供对第二小区的覆盖的装置；

用于处理数据以用于供所述第一和第二天线系统发射到所述第一小区中的移动装置的装置，其特征在于：

用于产生分别供发射到所述第一和第二小区中的第一和第二参考信号的装置；以及

用于在所述第一和第二参考信号非冲突时对供发射到所述第一小区中的数据进行打孔的装置，或用于在所述第一和第二参考信号冲突时对所述第一参考信号进行打孔的装置。

2.根据权利要求1所述的设备，其中所述用于处理数据的装置使用所述第一天线系统与所述移动装置之间的第一信道估计以及所述第二天线系统与所述移动装置之间的第二信道估计来处理所述数据以供发射。

3.根据权利要求2所述的设备，其进一步包含用于从所述移动装置接收所述第一和第二信道估计的装置。

4.根据权利要求2所述的设备，其中，所述用于产生的装置包括用于产生分别供发射到所述第一和第二小区中的非冲突第一和第二参考信号的装置。

5.根据权利要求2所述的设备，其中，所述用于产生的装置包括用于产生分别供发射到所述第一和第二小区中的冲突第一和第二参考信号的装置。

6.根据权利要求1所述的设备，其中所述用于处理数据的装置处理所述数据以供经由所述第一和第二天线系统将多个空间流发射到所述移动装置。

7.根据权利要求1所述的设备，其中所述用于处理数据的装置处理所述数据以形成用于经由所述第一和第二天线系统将所述数据发射到所述移动装置的波束图案。

8.根据权利要求1所述的设备，其中所述用于处理数据的装置利用空间维 度来减少干扰。

9.根据权利要求1所述的设备，其中所述用于处理数据的装置基于所述移动装置与所述第一和第二天线系统之间的信道条件对所述数据进行预编码。

10.一种用于无线通信的方法，其包含：

经由第一天线系统提供对第一小区的覆盖；

经由第二天线系统提供对第二小区的覆盖；

处理数据以供使用所述第一和第二天线系统发射到所述第一小区中的移动装置，其特征在于：

产生分别供发射到所述第一和第二小区中的第一和第二参考信号；以及

在所述第一和第二参考信号非冲突时对供发射到所述第一小区中的数据进行打孔，或在所述第一和第二参考信号冲突时对所述第一参考信号进行打孔。

11.根据权利要求10所述的方法，其中对数据的所述处理包含使用所述第一天线系统与所述移动装置之间的第一信道估计以及所述第二天线系统与所述移动装置之间的第二信道估计来处理所述数据以供发射。

12.根据权利要求11所述的方法，其进一步包含从所述移动装置接收所述第一和第二信道估计。

13.根据权利要求11所述的方法，其中，所述产生包括产生分别供发射到所述第一和第二小区中的非冲突第一和第二参考信号。

14.根据权利要求11所述的方法，其中，所述产生包括产生分别供发射到所述第一和第二小区中的冲突第一和第二参考信号。

15.根据权利要求10所述的方法，其中对数据的所述处理包含处理所述数据以供经由所述第一和第二天线系统将多个空间流发射到所述移动装置。

16.根据权利要求10所述的方法，其中对数据的所述处理包含处理所述数据以形成用于经由所述第一和第二天线系统将所述数据发射到所述移动装置的波束图案。

17.根据权利要求10所述的方法，其中对数据的所述处理包含利用空间维 度来减少干扰。

18.根据权利要求10所述的方法，其中对数据的所述处理包含基于所述移动装置与所述第一和第二天线系统之间的信道条件对所述数据进行预编码。

19.一种配置用于无线通信的设备，其包含：

至少一个处理器，以及

耦合到所述至少一个处理器的存储器，

其中，所述至少一个处理器配置用于：

经由第一天线系统提供对第一小区的覆盖；

经由第二天线系统提供对第二小区的覆盖；

处理数据以供使用所述第一和第二天线系统发射到所述第一小区中的移动装置，其特征在于：

配置所述至少一个处理器以产生分别供发射到所述第一和第二小区中的第一和第二参考信号；以及

配置所述至少一个处理器以在所述第一和第二参考信号非冲突时对供发射到所述第一小区中的数据进行打孔，或配置所述至少一个处理器以在所述第一和第二参考信号冲突时对所述第一参考信号进行打孔。

20.根据权利要求19所述的设备，其中配置所述至少一个处理器以处理数据包括配置所述至少一个处理器以使用所述第一天线系统与所述移动装置之间的第一信道估计以及所述第二天线系统与所述移动装置之间的第二信道估计来处理所述数据以供发射。

21.根据权利要求20所述的设备，还包括，配置所述至少一个处理器以从所述移动装置接收所述第一和第二信道估计。

22.根据权利要求20所述的设备，其中配置所述至少一个处理器以产生包括配置所述至少一个处理器以产生分别供发射到所述第一和第二小区中的非冲突第一和第二参考信号。

23.根据权利要求20所述的设备，其中，配置所述至少一个处理器以产生包括配置所述至少一个处理器以用于产生分别供发射到所述第一和第 二小区中的冲突第一和第二参考信号。

24.根据权利要求19所述的设备，其中配置所述至少一个处理器以处理数据包括配置所述至少一个处理器以处理所述数据以供经由所述第一和第二天线系统将多个空间流发射到所述移动装置。

25.根据权利要求19所述的设备，其中配置所述至少一个处理器以处理数据包括配置所述至少一个处理器以处理所述数据以形成用于经由所述第一和第二天线系统将所述数据发射到所述移动装置的波束图案。

26.根据权利要求19所述的设备，其中配置所述至少一个处理器以处理数据包括配置所述至少一个处理器以利用空间维度来减少干扰。

27.根据权利要求19所述的设备，其中配置所述至少一个处理器以处理数据包括配置所述至少一个处理器以基于所述移动装置与所述第一和第二天线系统之间的信道条件对所述数据进行预编码。

用于无线通信的方法和设备

[0001] 分案申请的相关信息

[0002] 本案是分案申请。该分案的母案是申请日为2009年8月6日、申请号为200980130040.5、发明名称为“无线通信系统中的基站小区之间的经协调发射”的发明专利申请案。

[0003] 相关申请案的交叉参考

[0004] 本申请案主张2008年8月6日申请的题目为“针对分布式MIMO的DL共同RS向后兼容设计(DL Common RS Backward Compatible Designs for Distributed MIMO)”的第61/086,539号美国临时专利申请案的权益,所述专利申请案以引用的方式并入本文中。

技术领域

[0005] 以下描述大体涉及无线通信,且更特定来说涉及用于处置无线通信中的干扰的系统和技术。

背景技术

[0006] 广泛部署无线通信系统以提供各种类型的通信内容,例如语音、数据等。典型无线通信系统可为能够通过共享可用系统资源(例如,带宽、发射功率等)而支持与多个用户的通信的多址系统。此类多址系统的实例可包括码分多址(CDMA)系统、时分多址(TDMA)系统、频分多址(FDMA)系统、正交频分多址(OFDMA)系统等。另外,所述系统可遵循例如第三代合作伙伴计划(3GPP)、3GPP长期演进(LTE)、超移动宽带(UMB)等规范,和/或例如演进数据优化(EV-DO)、其一个或一个以上修订版等多载波无线规范。

[0007] 一般来说,无线多址通信系统可同时支持多个移动装置的通信。每一移动装置可经由前向链路和反向链路上的发射而与一个或一个以上基站通信。前向链路(或下行链路)指代从基站到移动装置的通信链路,且反向链路(或上行链路)指代从移动装置到基站的通信链路。此外,移动装置与基站之间的通信可经由单输入单输出(SISO)系统、多输入单输出(MISO)系统、多输入多输出(MIMO)系统等来建立。另外,移动装置可与其它移动装置(和/或基站与其它基站)以对等无线网络配置来通信。

[0008] 分区(sectorization)为通过将单一基站分割成三个小区而改进系统容量的经典方式。在早期系统中,基于每个小区,利用一个具有固定波束图案的定向天线来将发射功率集中于所述小区内且减少对其它小区所引起的干扰。近来,已引入具有多个发射(TX)天线的MIMO系统来产生定向固定波束图案来覆盖所述小区。尽管存在这些进展,但许多移动装置仍经历小区边缘处的小区间干扰。

发明内容

[0009] 下文呈现对一个或一个以上方面的简化概述,以便提供对此类方面的基本理解。此概述并非所有预期方面的广泛综述,且既不希望指明所有方面的重要或关键元素,也不希望描绘任何或所有方面的范围。其唯一目的在于以简化形式呈现一个或一个以上方面的

一些概念以作为稍后呈现的更详细描述的序言。

[0010] 在本发明的一个方面中，一种用于无线通信的设备包括：用于经由第一天线系统提供对第一小区的覆盖的装置；用于经由第二天线系统提供对第二小区的覆盖的装置；以及用于处理数据以用于使用所述第一和第二天线系统发射到所述第一小区中的移动装置的装置。

[0011] 在本发明的另一方面中，一种用于无线通信的方法包括：经由第一天线系统提供对第一小区的覆盖；经由第二天线系统提供对第二小区的覆盖；以及处理数据以用于使用所述第一和第二天线系统发射到所述第一小区中的移动装置。

[0012] 在本发明的又一方面中，一种用于无线通信的设备包括处理系统，所述处理系统经配置以经由第一天线系统提供对第一小区的覆盖，经由第二天线系统提供对第二小区的覆盖，且处理数据以用于使用所述第一和第二天线系统发射到所述第一小区中的移动装置。

[0013] 在本发明的另一方面中，包含可由一个或一个以上处理器执行的指令的计算机程序产品，所述指令包含：用于经由第一天线系统提供对第一小区的覆盖的代码；用于经由第二天线系统提供对第二小区的覆盖的代码；以及用于处理数据以用于使用所述第一和第二天线系统发射到所述第一小区中的移动装置的代码。

[0014] 为实现前述和相关目的，所述一个或一个以上方面包含在下文充分描述并在权利要求书中特别指出的特征。以下实施方式和附图详细阐述所述一个或一个以上方面的某些说明性特征。然而，这些特征仅指示可使用各个方面的原理的各种方式中的少数几种，且此实施方式希望包括所有此类方面及其等效物。

附图说明

[0015] 图1说明多址无线通信系统的方面。

[0016] 图2说明多址无线通信系统中的基站和移动装置的方面。

[0017] 图3说明多址无线通信系统的帧结构的方面。

[0018] 图4说明移动装置在小区边缘处的多址无线通信系统的方面。

[0019] 图5说明两个移动装置在其相应小区边缘处的多址无线通信系统的方面。

[0020] 图6说明具有两个TX天线的基站和移动装置在小区边缘处的多址无线通信系统的方面。

[0021] 图7说明移动装置在小区边缘处的多址无线通信系统中的分布式天线系统的方面。

[0022] 图8说明两个移动装置在其相应小区边缘处的多址无线通信系统的方面。

[0023] 图9说明具有两个TX天线的基站和两个移动装置在其相应小区边缘处的多址无线通信系统的方面。

[0024] 图10说明使用两个TX天线和两个移动装置在其相应小区边缘处的多址无线通信系统天线系统中的分布式天线系统的方面。

[0025] 图11说明关于基站的功能性的方面。

具体实施方式

[0026] 现参看图式描述各种实施例，其中相似参考数字在全文中用于指代相似元件。在以下描述中，出于解释的目的，阐述众多特定细节以提供对一个或一个以上实施例的透彻理解。然而，可显而易见，可在无这些特定细节的情况下实践此类实施例。在其它例子中，以框图形式展示众所周知的结构和装置以便促进描述一个或一个以上实施例。

[0027] 如本申请案中所使用，术语“组件”、“模块”、“系统”等希望指代计算机相关实体，其为硬件、固件、硬件与软件的组合、软件或执行中的软件。举例来说，组件可为(但不限于)在处理器上运行的过程、处理器、对象、可执行程序、执行线程、程序和/或计算机。借助于说明，在计算装置上运行的应用程序和计算装置两者可为一组件。一个或一个以上组件可驻存于过程和/或执行线程内，且一组件可位于一个计算机上和/或分布于两个或两个以上计算机之间。另外，这些组件可由上面存储有各种数据结构的各种计算机可读媒体来执行。组件可借助本地和/或远程过程，例如根据具有一个或一个以上数据包的信号(例如，来自一个与本地系统、分布式系统中的另一组件或借助所述信号越过例如因特网等网络与其它系统交互的组件的数据)来通信。

[0028] 此外，本文中结合移动装置来描述各种实施例。移动装置也可称为系统、订户单元、订户台、移动台、移动物、远程台、远程终端、接入终端、用户终端、终端、无线通信装置、用户代理、用户装置或用户设备(UE)。移动装置可为蜂窝式电话、智能型手机、无绳电话、会话起始协议(SIP)电话、膝上型计算机、卫星无线电、全球定位系统、无线区域回路(WLL)台、个人数字助理(PDA)、具有无线连接能力的手持式装置、计算装置，或连接到无线调制解调器的其它处理装置。此外，本文中结合基站来描述各种实施例。基站可用于与移动装置通信，且也可称为接入点、节点B、演进型节点B(eNodeB或eNB)、基站收发台(BTS)或某一其它术语。

[0029] 本文中所描述的技术可用于各种无线通信系统，例如码分多址(CDMA)、时分多址(TDMA)、频分多址(FDMA)、正交频分多址(OFDMA)、单载波频域多路复用(SC-FDMA)和其它系统。术语“系统”与“网络”常常可互换使用。CDMA系统可实施例如通用陆地无线电接入(UTRA)、CDMA2000等无线电技术。UTRA包括宽带CDMA(W-CDMA)和CDMA的其它变型。CDMA2000涵盖IS-2000、IS-95和IS-856标准。TDMA系统可实施例如全球移动通信系统(GSM)等无线电技术。OFDMA系统可实施例如演进型UTRA(E-UTRA)、超移动宽带(UMB)、IEEE 802.11(Wi-Fi)、IEEE 802.16(WiMAX)、IEEE 802.20、Flash-OFDM等无线电技术。UTRA和E-UTRA为通用移动电信系统(UMTS)的一部分。3GPP长期演进(LTE)为使用E-UTRA的即将到来版本，其在下行链路上使用OFDMA且在上行链路上使用SC-FDMA。UTRA、E-UTRA、UMTS、LTE和GSM描述于来自名为“第三代合作伙伴计划”(3GPP)的组织的文献中。CDMA2000和UMB描述于来自名为“第三代合作伙伴计划2”(3GPP2)的组织的文献中。本文中所描述的技术还可用于例如1xEV-DO修订本B或其它修订本和/或其类似者等演进数据优化(EV-DO)标准中。此外，此类无线通信系统可另外包括常使用非成对免执照频谱的对等(例如，移动物到移动物)专用网络系统、802.xx无线LAN、BLUETOOTH(蓝牙)和任何其它短程或长程无线通信技术。

[0030] 现将依据可包括若干装置、组件、模块等的系统来呈现各个方面或特征。应理解且了解，各种系统可包括额外装置、组件、模块等，且/或可能不包括结合各图所论述的所有装置、组件、模块等。也可使用这些方法的组合。

[0031] 现将参看图1呈现多址无线通信系统的各个方面。展示无线通信系统100具有基站

102。基站102可包括若干收发器(未图示),所述收发器允许基站使用不同天线系统106服务于每一小区104。每一天线系统106经展示为单一定向天线,但可实施为合作以形成定向波束图案的天线元件的布置。展示基站102与三个移动装置108通信,在每一小区104中各有一个移动装置。然而,应了解,基站102可实质上与任何数目的移动装置通信。如所描绘,基站102使用天线系统106_i与小区104_i中的移动装置108_i通信,使用天线系统106_j与小区104_j中的移动装置108_j通信,且使用天线系统106_k与小区104_k中的移动装置108_k通信。

[0032] 或者,所述天线系统106可为MIMO天线系统。MIMO天线系统使用多个(N_T个)TX天线和多个(N_R个)接收(RX)天线来进行数据发射。由N_T个TX天线和N_R个RX天线形成的MIMO信道可分解成N_S个独立信道,所述独立信道也称为空间信道,其中$N_S \leq \min\{N_T, N_R\}$。$N_S$个独立信道中的每一者对应于一维度。如果利用由多个TX和RX天线产生的额外维度,那么MIMO系统可提供改进的性能(例如,较高处理量和/或较大可靠性)。MIMO系统可实质上利用任何类型的双工技术(例如,FDD、FDM、TDD、TDM、CDM、OFDM等)来划分上行链路和下行链路信道。

[0033] 现将参看图2呈现与移动装置通信的基站的各个方面。在基站102处,将若干数据流的数据从数据源212提供到处理系统213。处理系统213包括发射(TX)数据处理器214、发射(TX)MIMO处理器220、处理器230、存储器232和RX数据处理器242。每一数据流可经由相应天线系统224发射。为解释的简易起见,展示用于服务于一个小区的单一天线系统224。然而,如所属领域的技术人员将容易地了解,基站102可针对每一小区使用单独天线系统。在此实例中,天线系统224为MIMO天线系统,其可通过利用多个空间信道支持多个数据流。或者,所述天线系统224可包含单一定向天线或多个天线元件。单独发射器(TMTR)/接收器(RCVR)222从所述系统中的每一天线224提供。

[0034] TX数据处理器214基于经选择以用于每一数据流的特定编码方案而格式化、编码且交错所述数据流的数据以提供经编码的数据。可使用OFDM或其它正交化或非正交化技术来多路复用每一数据流的经编码的数据与参考信号。参考信号(其有时被称为导频信号、信标信号等)通常为以已知方式处理的已知数据样式且可在移动装置108处用于估计信道响应。接着基于经选择以用于每一数据流的一个或一个以上特定调制方案(例如,BPSK、QSPK、M-PSK或M-QAM)而调制(即,符号映射)经多路复用的参考信号和所述数据流的经编码的数据以提供调制符号。可通过处理器230确定每一数据流的数据速率、编码和调制。

[0035] 接着将所有数据流的调制符号提供到TX MIMO处理器220,处理器220提供用于调制符号的空间处理(例如,针对OFDM)。TX MIMO处理器220接着将N_T个调制符号流(或空间流)提供到N_T个发射器(TMTR)222a到222t。每一TMTR 222接收并处理相应符号流以提供一个或一个以上模拟信号,且进一步调节(例如,放大、滤波和上变频)所述模拟信号以提供适合于经由MIMO信道发射的经调制信号。来自TMTR 222a到222t的N_T个经调制信号接着分别从N_T个天线224a到224t发射。

[0036] 在移动装置108处,经发射的经调制信号通过N_R个天线252a到252r接收,且将来自每一天线252的所接收的信号提供到相应RCVR 254。每一RCVR 254调节(例如,滤波、放大和下变频)相应所接收的信号、数字化经调节信号以提供样本,且进一步处理所述样本以提供相应“所接收的”符号流。

[0037] 接收(RX)数据处理器260接着接收来自N_R个RCVR 254的N_R个所接收的符号流并基于特定接收器处理技术处理所述符号流以提供N_T个“检测到的”符号流。每一检测到的符号

流包括为经发射用于相应数据流的调制符号的估计的符号。RX数据处理器260接着解调、解交错和解码每一检测到的符号流以恢复数据流的数据。接着将数据提供到数据汇264。由RX数据处理器260进行的处理与由基站102处的TX处理器220和TX MIMO数据处理器214执行的处理互补。

[0038] 由RX处理器260产生的信道响应估计可用以执行接收器处的空间、空间/时间处理，调整功率电平，改变调制速率或方案，或进行其它动作。RX处理器260可进一步估计检测到的符号流的信噪干扰比(SNR)和可能其它信道特性，且将这些量提供到处理器270。RX数据处理器260或处理器270可进一步导出对系统的“操作”SNR的估计。处理器270接着提供信道状态信息(CSI)，其可包含关于通信链路和/或所接收的数据流的各种类型的信息。举例来说，CSI可仅包含操作SNR。在其它实施例中，CSI可包含信道质量指示项(CQI)，信道质量指示项可为指示一个或一个以上信道条件的数值。所述CSI接着由TX数据处理器278处理、由TX MIMO处理器280空间处理、由发射器254a到254r调节，且发射回到基站102。

[0039] 在基站102处，来自移动装置108的经调制信号由天线系统224接收，由RCVR 222调节，且由RX数据处理器242处理以恢复由移动装置108报告的CSI。接着将所报告的CSI提供到处理器230，且用以(1)确定待用于数据流的数据速率以及编码和调制方案，且(2)产生对TX数据处理器214和TX处理器220的各种控制。或者，CSI可由处理器270利用以确定用于发射的调制方案和/或编码速率，以及其它信息。此可接着提供到使用此信息(其可经量化)的基站102，以提供到移动装置108的随后发射。处理器230和270指导基站102和移动装置108处的操作。存储器232和272分别提供对由处理器230和270使用的程序代码和数据的存储。

[0040] 虽然图2说明MIMO天线系统，但结合MIMO天线系统描述的各种概念可应用于MISO天线系统，其中多个TX天线(例如，基站上的那些天线)将一个或一个以上符号流发射到单一天线装置(例如，移动装置)。并且，可以与关于图2描述的方式相同的方式利用SISO天线系统。在SISO天线系统的状况下，可将来自TX数据处理器214的数据流直接提供到TMTR/RCVR 222以用于经由天线系统发射。然而，如随后将更详细地描述，TX MIMO处理器220可在SISO天线系统中使用以提供来自多个天线系统的多个空间流，从而增强小区边缘移动装置的性能。

[0041] 在描述基站的若干方面时，已依据处理系统213描述了各种功能。处理系统213可实施为硬件、软件或两者的组合。其实施为硬件还是软件将视特定应用和强加于整个系统的设计约束而定。所属领域的技术人员对于每一特定应用可以不同方式实施所描述的功能性。

[0042] 借助于实例而非限制，由基站102使用的处理系统213可由一个或一个以上处理器实施。处理器的实例包括微处理器、微控制器、数字信号处理器(DSP)、现场可编程门阵列(FPGA)、可编程逻辑装置(PLD)、控制器、状态机、门控逻辑、离散硬件组件，或可执行贯穿本发明描述的各种功能性的任何其它处理电路。

[0043] 处理器可经配置以执行软件。能够执行软件的处理器的实例为能够存取机器可读媒体上的软件的微处理器。微处理器可为经由总线或其它通信装置与机器可读媒体和其它电路链接在一起的集成电路。或者，微处理器可为由专用集成电路(ASIC)实施的嵌入式系统的一部分。嵌入式微处理器可为具有集成到单一芯片中的机器可读媒体和其它电路的ARM(高级RISC机器)处理器。

[0044] 无论软件称为软件、固件、中间件、微码、硬件描述语言还是其它，均应将软件广泛地解释为表示指令、数据或其任何组合。借助于实例，机器可读媒体可包括随机存取存储器(RAM)、快闪存储器、只读存储器(ROM)、可编程只读存储器(PROM)、可擦除可编程只读存储器(EPROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、寄存器、磁盘、光盘、硬盘驱动器或任何其它合适的存储媒体或其任一组合。

[0045] 机器可读媒体可为处理系统的一部分。或者，机器可读媒体的任何部分可在处理系统的外部。借助于实例，机器可读媒体可包括发射线、由数据调制的载波，和/或与基站或移动台分离的计算机产品，其均可由处理器系统经由收发器或借助其它手段存取。

[0046] 由机器可读媒体支持的软件可驻存于单一存储装置中或分布于多个存储器装置上。借助于实例，软件可从硬盘驱动器加载到RAM中。在软件的执行期间，处理器可将某些指令加载到高速缓冲存储器中以增加存取速度。一个或一个以上高速缓冲存储器线可接着加载到通用寄存器文件中以用于由处理器执行。当参考软件的功能性时，将理解此功能性由处理器在执行软件指令时实施。

[0047] 现将参考特定发射数据结构呈现各种概念。如所属领域的技术人员将容易了解，这些概念可扩展到其它发射数据结构。此实例中的数据结构基于OFDM下行链路发射。OFDM是将数据分布在以精确频率间隔开的大量副载波上的展频技术。所述间隔提供使得接收器能够恢复来自副载波的数据的“正交性”。

[0048] 用于下行链路发射的数据结构的实例展示于图3中，其中水平维度表示时间，且垂直维度表示频率。将下行链路发射划分成称为帧302的单元，但其也可被所属领域的技术人员称为包、时隙、单元或表示用于经由无线媒体发射的数据结构的任何其它命名。帧302进一步划分成5个子帧304，其中每一子帧具有2个时隙306。每一时隙306包括6个资源块(RB)308，且每一资源块308由包含7个OFDM符号×12个OFDM副载波的84个资源元素310构成。一个资源元素载运QPSK、16QAM或64QAM经调制位。借助于实例，使用16QAM，每一资源元素载运4个位。通过基站102分配给每一移动台108的资源块的数目基于在移动装置108上执行的应用程序的服务质量(QoS)需求。关于任何给定移动装置的QoS需求越高，需要由基站分配给移动装置的资源块越多。

[0049] 在基站102的一个实施例中，在由所述基站102服务的所有三个小区上发射共同参考信号(CRS)。在此实例中，CRS在所述时隙中的第一、第二和第五OFDM符号中发射。基站102可针对每一参考信号使用时移频域正交序列以使得移动台能够区分所述参考信号。借助于实例，第一CRS_i在第一OFDM符号中的副载波0和6上以及第四OFDM符号中的副载波3和9上发射。第二CRS_j在相同时隙的第一OFDM符号中的副载波3和9上以及第四OFDM符号中的副载波0和6上发射。关于任何给定小区的特定时移频域正交序列基于由网络运营商(未图示)或某一其它实体指派的小区的识别符(ID)。数据和控制信息可在未由用于一小区的CRS占据的资源元素中发射到所述小区中的移动台。借助于实例，基站102可在第一OFDM符号中的副载波1到5和7到11上以及第四OFDM符号中的副载波0到2、4到8，和10到11上将数据和控制信息发射到小区104_i中的移动台104_i。基站102还可在资源块中的第二、第三、第五、第六和第七OFDM符号中的所有副载波上将数据和控制信息发射到移动台108_i。

[0050] 转向图4，移动装置108_i已移动到小区104_i的边缘。结果，移动装置108_i可开始经历来自相邻小区104_j内的基站发射的干扰。为解决此问题，基站102可实施各种技术来协调小

区104间的发射以改进由在一小区的边缘处的移动装置经历的性能。更具体来说，基站102可协调到不同小区中的移动装置的发射，且利用空间维度来(1)通过发送更多空间波束或提供更多波束成形功率增益而增强小区边缘移动装置的性能，和/或(2)最小化由小区边缘移动装置经历的干扰。

[0051] 现将参考在小区104_i的边缘处以分布式MIMO模式操作的移动装置108_i呈现各种实例。在此实例中，需要从用于非服务小区104_j的天线106_j到移动装置108_i的信道h_{ij}的估计。此信道估计h_{ji}连同从用于服务小区104_i的天线106_i到移动装置108_i的信道h_{ii}的估计可由移动装置108_i中的RX数据处理器260(参见图2)计算，且在CSI中或通过其它手段提供到基站102。基站102可协调小区104间的发射以周期性地允许移动台108_i清楚(良好质量)地查看到从用于非服务或干扰小区104_j的天线106_j发射的参考信号。可在基站102处实施各种技术来实现此目的。

[0052] 在一个实施方案中，小区104的小区ID由网络运营商(未图示)或其它实体指派，以确保在每一小区内发射的参考信号在频率上交错(stagger)而不重叠。这将确保由基站102在三个小区104内发射的参考信号不冲突。基站可接着采取步骤以确保由基站102在一个小区106中发射的数据将不与由基站发射到相邻小区中的参考信号冲突。借助于实例，在无由基站102进行的任何动作的情况下，由基站102发射到小区104_i中的移动装置108_i的数据可与由基站102在相邻小区104_j中发射的参考信号冲突。为避免此情形，基站102可对在由通过基站102发射到相邻小区104_i中的参考信号占据的OFDM副载波上发射到移动装置108_i的数据进行打孔(puncture)。所述打孔操作可响应于来自移动台104_i的指示其正经历来自相邻小区104_j的干扰的反馈而执行。所述反馈可在CSI中或通过某些其它手段提供。所述打孔操作应以低工作循环(例如，每x个子帧一次)进行以避免不利地影响移动装置108_i的QoS。优选地，仅对数据而非控制信息进行打孔。所述打孔操作可通过基站的TX数据处理器214响应于来自处理器230的控制信号信息而执行。

[0053] 转向图5，移动装置108_k现已移动到小区104_k的边缘。结果，移动装置108_k还可开始经历来自到相邻小区104_j中的基站发射的干扰。如之前结合移动装置108_i所描述，移动装置108_k需要估计从用于非服务小区104_j的天线106_j到移动装置108_k的信道h_{jk}和从用于服务小区104_k的天线106_k到移动装置108_k的信道估计h_{kk}，且将此信息经由CSI或通过某些其它手段提供到基站102。在此情形中，基站102可对在由通过基站102发射到相邻小区104_i中的参考信号占据的OFDM副载波上发射到移动装置108_i和108_k两者的数据进行打孔。优选地，基站102以TDM方式(即，在不同子帧上)执行打孔操作，以避免在单一资源块上的可见速率损失。

[0054] 在基站102的一替代实施例中，小区的小区ID由网络运营商(未图示)或其它实体指派，以确保在每一小区内发射的参考信号始终冲突。这将确保由基站102发射到三个小区104中的参考信号不与发射到相邻小区104中的数据冲突。返回图4，基站102可对在由通过基站102发射到相邻小区104_i中的参考信号占据的OFDM副载波上发射到移动装置108_i的参考信号进行打孔。所述打孔操作可响应于来自移动台104_i的指示其正经历来自相邻小区104_j的干扰的反馈而执行。所述反馈可在CSI中或通过某些其它手段提供。所述打孔操作应以低工作循环(例如，每x个子帧一次)进行以避免不利地影响移动装置108_i的QoS。优选地，仅对数据而非控制信息进行打孔。所述打孔操作可通过基站的TX数据处理器214响应于来自处理器230的控制信号信息而执行。

[0055] 返回图5，基站102可对在由通过基站102发射到相邻小区104_i中的参考信号占据的OFDM副载波上发射到移动装置108_i和108_k两者的参考信号进行打孔。优选地，基站102以TDM方式(即，在不同子帧上)执行打孔操作，以避免在单一资源块上的可见速率损失。

[0056] 参考信号打孔方法与数据打孔方法不同在于参考信号打孔不引起数据信道上的速率损失。然而，当对参考信号进行打孔时，可影响参考信号的解调性能。所述影响可使用时间滤波和低工作循环打孔操作最小化。

[0057] 如先前描述，图2中展示的每一天线106表示定向天线。在每个小区存在两个TX天线的状况下，基站102可基于每个TX天线执行打孔操作。优选地，基站102以TDM方式(即，在不同子帧上)执行与每一天线相关联的打孔操作，以避免在单一资源块上的可见速率损失。

[0058] 在每个小区存在四个TX天线的状况下，基站102还可基于每个TX天线执行打孔操作。基站102在一个子帧内针对一对天线执行打孔操作。借助于实例，基站天线106_j可包含四个天线106_{j1}、106_{j2}、106_{j3}和106_{j4}。基站102可在同一子帧期间针对两个天线106_{j1}和106_{j3}执行打孔操作，且在同一子帧期间针对两个天线106_{j2}和106_{j4}执行打孔操作。优选地，基站102以TDM方式(即，在不同子帧上)执行与每一天线对相关联的打孔操作，以避免在单一资源块上的较大速率损失。

[0059] 在操作方面，此打孔程序由基站102控制，且因此对于移动装置108来说为透明的。结果，不认识打孔操作的旧有移动装置可仍然部署于无线通信系统中，借此延长其使用寿命。可使经设计以利用贯穿本发明呈现的各种特征的新移动装置察觉到这些打孔操作，因此所述新移动装置可改进数据性能。借助于实例，在在RX数据处理器260(参见图2)中使用涡轮(turbo)解码的移动装置108中，正被打孔的副载波上的LLR可被清零。所述打孔操作可为随时间缓慢动态的，且可基于需要在小区间激活/撤销。

[0060] 所属领域的技术人员从本文中的教示将容易理解此方法的若干变化。借助于实例，代替于完全对数据或参考信号进行打孔，基站102可简单地在适当资源元素中以低得多的功率电平发射数据或参考信号。

[0061] 与由小区边缘移动装置使用以估计来自相邻小区104的信道的技术无关，基站102可使用此信息通过发送更多空间波束或提供更多波束成形功率增益来增强小区边缘移动装置的性能。现将首先针对每个小区具有单一TX天线的基站102且接着针对每个小区具有多个TX天线的基站102呈现用于实现此目的的各种技术。

[0062] 返回图4，展示移动装置108_i在小区104_i的边缘处。在此状况下，移动装置108_i经历来自小区104_j的与$|h_{ji}|^2$成比例的干扰，或无来自小区104_j的干扰(在小区104_j中无移动装置与移动装置108_i调度于相同时频资源块上)。在此状况下，从基站102到移动装置108_i的发射限于单一流。

[0063] 然而，当不存在来自小区104_j的干扰时，基站102可利用链路h_{ji}来辅助到移动装置108_i的发射。为实现此目的，基站102将来自每一小区104的天线106的标量信道视作虚拟向量信道的分量。因此，对于移动装置108_i，$h_i=[h_{ii}\ h_{ji}]$。在概念上，基站102已将两个小区(其中每一小区具有单一TX天线106)转换成具有两个TX天线的虚拟小区。实际上，基站102将到移动装置108_i的发射方案转变成单用户MISO方案，其中通过基站到移动装置108_i的发射可从两个TX天线106_i和106_j发送。

[0064] 应注意，对于此方案，由于移动装置108_i仅具有一个RX天线，所以其仅被服务一个

流。一种用以增强发射性能的可能方案为通过匹配基站102处的信道h_i的波束成形。

[0065] 在移动装置108_i具有多个RX天线的状况下，基站102可利用额外维度来将更多流发射到移动装置108_i。并且，此状况为此时在小区104_j中无移动装置经调度在与移动装置108_i相同的时频资源块上接收来自基站102的发射。实际上，基站将到移动装置108_i的发射方案转变成单用户MIMO方案，其中通过基站到移动装置108_i的发射可从两个Tx天线106_i和106_j发送。

[0066] 可实施松弛协调方案，其中移动装置108_i反馈分别关于小区104_i和小区104_j的CQI。经反馈的关于每一小区的CQI可为接收器依赖型的，例如，基于线性MMSE、MMSE/SIC或MLD等。基于从移动装置108_i反馈的CQI，基站102将以适当MCS选择而将一个流经由天线106_i发射到移动装置108_i，且将另一流经由天线106_j发射到移动装置108_i。因此，当相对于移动装置108_i呈现时，其看起来为等效单用户MIMO方案，其中移动装置108_i被服务两个空间流，一者来自小区106_i，且一者来自小区106_j。借助于实例，移动装置108_i可应用线性MMSE接收器或增强版本MMSE/SIC等来分离所述两个流。此方案的优点为，与调度不同，在所述两个小区之间存在极少协调(在波束或速率选择方面)。因此，其为从旧有系统的容易过渡。

[0067] 可实施紧密协调方案，其中移动装置108_i联合地处理来自小区104_i和小区104_j的信道矩阵。将所反馈的CQI定义为虚拟联合小区的联合信道矩阵的每层CQI。与松弛协调方案不同，其中每一数据流仅从一个天线106发送，此方案为更普遍的。在非预编码情境中，此方案可变成上文论述的松弛协调方案，或添加天线排列以增加不同流之间的空间对称性。在预编码情境中，每一流与跨越小区104_i和小区104_j上的所有TX天线的预编码向量预相乘。接着，在发射之前将经预编码的流添加于所有天线上。此方案可由所属领域的技术人员一般化到三个或三个以上小区。

[0068] 接着，现将针对每个小区具有多个TX天线的基站102呈现各种概念。这些概念将参看图6呈现。图6为与图4中所展示的多址无线通信系统类似的多址无线通信系统的概念图，只是基站利用两个TX天线106_{i1}和106_{i2}服务小区104_i，利用两个TX天线106_{j1}和106_{j2}服务小区104_j，且利用两个TX天线106_{k1}和106_{k2}服务小区104_k。在此实例中，移动装置108_i在小区104_i的边缘处。当不存在来自小区104_j的干扰时，基站102可利用链路h_{ji}来辅助到移动装置108_i的发射。为实现此目的，基站102联合地处理来自小区104_i和小区104_j的信道矩阵。通常，在此状况下，TX天线的总数目将大于RX天线的数目。因此，预编码矩阵应在移动装置108_i处选择，且反馈到基站102以提高波束成形功率增益。另一方面，如果有效维度增加(TX和RX天线数目的最小者)，那么同样更多流可发射到移动装置104_i。

[0069] 在图7中展示分布式天线系统的概念图。在此实例中，展示基站102支持两个TX天线106_{i1}和106_{i2}服务小区104_i，两个TX天线106_{j1}和106_{j2}服务小区104_j，和两个TX天线106_{k1}和106_{k2}服务小区104_k。图7中展示的分布式天线系统仅为先前在本发明中呈现的无线通信系统的特殊状况，且贯穿本发明描述的各种概念可扩展到此系统。

[0070] 现将针对基站102利用空间维度来最小化对小区边缘移动装置108所引起的干扰描述各种概念。现将首先针对每个小区具有单一TX天线的基站102且接着针对每个小区具有多个TX天线的基站102呈现这些概念。图8为具有基站102的多址无线通信系统的概念图，基站102的每个小区具有单一TX天线。在此实例中，展示移动装置108_i在小区104_i的边缘处，且展示移动装置108_j在小区104_j的边缘处。在无基站102内的小区间协调的情况下，到每一

移动装置108用户的发射为单输入单输出(SISO)或单输入多输出(SIMO)发射。在此状况下，移动装置108_i经历来自小区104_j的与$|h_{ji}|^2$成比例的干扰，且移动装置108_j经历来自小区108_i的与$|h_{ij}|^2$成比例的干扰。

[0071] 在此实例中，基站102将来自每一小区的基站天线106的标量信道视作虚拟向量信道的分量。因此，对于移动装置108_i和108_j，分别为$h_i=[h_{ii}\ h_{ji}]$和$h_j=[h_{ij}\ h_{jj}]$。在概念上，基站102已将两个小区104_i和104_j(其中每一小区104具有单一TX天线)转换成具有两个TX天线的虚拟小区。实际上，基站102已将到两个移动装置108_i和108_j的发射方案转变成多用户MIMO方案，其中移动装置的发射中的每一者可从两个TX天线106_i和106_j发送。应注意关于此方案，基站102仅将一个流发射到每一移动装置。在此方案中，信道估计h_i和h_j针对FDD系统从移动装置108_i和108_j反馈，且针对TDD系统使用信道互反性从上行链路信道估计。

[0072] 信道估计h_i和h_j由基站102中的TX处理器220(参见图2)使用以预编码数据流，从而产生用于发射到移动台108_i和108_j的空间流。迫零(ZF)预编码器解决方案定义如下：给定$H_{eq}=[h_i^T,\ldots,h_j^T,\ldots]^T$，预编码矩阵给定为：

[0073] $$W=\Lambda\cdot H_{eq}^H\left(H_{eq}H_{eq}^H\right)^{-1},$$

[0074] 其中Λ为正规化发射功率的对角矩阵。应注意，如果信道在基站102处完全已知，那么移动台108_i将不经历来自小区104_j的干扰。

[0075] MMSE预编码器可用于最大化关于移动装置104_i的信号与所引起干扰的比率：

[0076] $$SCIR_i=\frac{\left|h_i w_i\right|^2 P_i}{\sum_{j\neq i}\left|h_j w_i\right|^2 P_i+N_i},$$

[0077] 所述解决方案等效于相应虚拟上行链路的MMSE接收器，其给定如下：

[0078] $$w_i^{MMSE}=\left(N_i I+P_i\sum_{j\neq i}h_j^H h_j\right)^{-1}h_i^H$$

[0079] 在移动装置108具有多个RX天线的多址无线通信系统中，假设应用特定接收滤波，向量h_i和h_j为所得等效向量信道。一个可能接收滤波器为用于相应移动装置的信道矩阵的主要左特征向量。

[0080] 在基站102处，处理器230调度到移动装置108_i和108_j的发射。在此实例中，基站102提供调度器功能以独立地选择移动装置104_i和104_j。在波束成形/预编码阶段，选定移动装置104_i和104_j可配对以用于联合发射。

[0081] 调度功能的另一实施方案为在两个小区上执行联合调度器。此方案可最大化性能增益且最小化来自预编码的功率损失。关于联合调度方案，基站102可首先选择两个小区104中具有最高度量(基于特定公平性，例如比例公平)的移动装置108。如果此移动装置108选自一个小区104(例如，小区104_i)，那么下一步骤为从另一小区(例如，小区104_j)选择兼容移动装置108。选择下一移动装置108的一种方式如下：

[0082] (1)识别来自小区104_j的所有移动装置108中信道定向信息(CDI)相对于来自小区104_i的选定移动装置的信道定向信息具有小相关性的子集。举例来说，对于移动装置108_i，将CDI定义为$\tilde{h}_i=h_i/\|h_i\|$。

[0083] (2)从来自小区104_j的移动装置108的此子集，选择具有最高度量的移动装置108_j来与来自小区104_i的移动装置108_i配对。

[0084] 此调度方案经配置以从每一小区104选择一个移动装置108。一个变化为解除此约束，且还允许存在两个移动装置108_i和108_j选自同一小区104的可能性，只要两者均具有高公平性度量且在CDI方面具有小相关性。

[0085] 使用后一调度方案，不再存在与一个移动装置108相关联的小区识别，且所有移动装置108属于同一联合虚拟小区。结果，分区可变成冗余的。

[0086] 现将关于每个小区具有多个TX天线的基站102呈现各种概念。这些概念将参看图9呈现。图9为与图8中所展示的多址无线通信系统类似的多址无线通信系统的概念图，只是基站利用两个TX天线106_{i1}和106_{i2}服务小区104_i，利用两个TX天线106_{j1}和106_{j2}服务小区104_j，且利用两个TX天线106_{k1}和106_{k2}服务小区104_k。在此实例中，移动装置108_i在小区104_i的边缘处，且移动装置108_j在小区104_j的边缘处。在无小区间协调的情况下，到每一移动装置108的发射为多输入单输出(MISO)或多输入多输出(SIMO)发射。在此状况下，基站102的在小区104中的波束成形或空间多路复用方案一般尝试最大化其自身的小区104内的移动装置108的性能。然而，可在基站102处实施各种技术来处理对其它小区104中的移动装置108所引起的潜在干扰。这些技术为关于先前描述的每个小区单一TX天线而描述的方法的一般化版本。差异在于从一个小区104中的基站的天线106到移动装置108的信道变成用于具有单一RX天线的移动装置108的MISO信道和用于具有多个RX天线的移动装置108的MIMO信道。

[0087] 将首先结合具有单一RX天线的移动装置论述各种概念。在此配置中，将来自每一小区104的基站天线106的向量信道视作虚拟向量信道的分量。因此，对于移动装置108_i和108_j，信道估计分别为$h_i=[h_{ii}\ h_{ji}]$和$h_j=[h_{ij}\ h_{jj}]$。实际上，已将到两个移动装置104_i和104_j的发射方案转变成多用户MIMO方案，其中基站102可经由用于两个小区104的TX天线阵列106发射到移动装置104_i和104_j中的每一者。在每个移动装置108单一RX天线的状况下，发射方案可与先前关于每个小区单一TX天线的情境描述的发射方案相同(例如，ZF或MMSE预编码器)。另外，基站102可每个小区104调度一个以上移动装置108，只要移动装置108的总数目小于或等于两个小区104上TX天线106的总数目。仍应用上文论述的发射预编码器(例如，ZF或MMSE)。

[0088] 接着，将结合具有多个RX天线的移动装置论述各种概念。在每个移动装置108多个RX天线的状况下，再次假设应用特定接收滤波，向量h_i和h_j为所得等效向量信道。一个可能接收滤波器为用于相应移动装置108的信道矩阵的主要左特征向量，其中用于移动装置108_i的h_i和用于移动装置108_j的h_j为主要右特征向量的成比例版本。另外，基站102可每个移动装置108调度一个以上流。举例来说，如果移动装置108_i想要请求M个流，那么其可向基站102报告M个等效信道向量，其中第m个信道向量为第m个主要右特征向量。接着，在基站102处，预编码器将每一等效信道向量假设为虚拟移动装置108，且接着应用上文论述的相同预编码方案。天线排列可在正对一个移动装置108服务的流间应用以实现所述流间的对称性/平衡/稳健性。另外，基站102可每个小区调度一个以上移动装置108，只要所服务的移动装置108的总数目小于或等于两个小区104上TX天线106的总数目。仍应用上文论述的发射预编码器(例如，ZF或MMSE)。

[0089] 如先前论述，基站102中的处理器230(未图示)可经配置以选择移动装置108且执行调度功能。如果假设每个移动装置108仅一个流，且所调度的移动装置108的数目等于小区104的数目，那么联合调度/用户选择算法本质上与先前关于具有单一TX发射天线的移动装置描述的算法相同，其中基站102可(1)通过基于每个小区循序地执行调度器而始终每个小区104选择一个移动装置108，或(2)通过在不同小区104中的所有移动装置108上执行单一调度器而将所有小区104视为联合小区。

[0090] 如果基站102具有服务比小区104的数目多的移动装置108和/或每个移动装置108服务一个以上流的灵活性，那么可通过将每一所报告的等效信道向量视作虚拟移动装置且接着在虚拟用户域上应用调度算法来扩展上文论述的调度算法。可将额外约束加入调度算法中以允许(1)从每一小区104选择至少一个移动装置104，和/或(2)允许对于每个移动装置108服务至多T个流(例如，T＝2)。再次，在移动装置108上发射的流的总数目应小于或等于在两个小区104上的TX发射天线的总数目。一般来说，如果移动装置108在地理上良好分离，那么选择较多一个流的移动装置108比选择较少各自具有一个以上流的移动装置108可能更好，这是由于可实现更多的多用户分集增益，同时最小化预编码功率损失。

[0091] 从预编码观点来看，结合图9呈现的概念将来自两个小区104的所有天线106视作单一天线阵列。因此，发射方案本质上变成单虚拟小区多用户MIMO系统。或者，可使用低层级协调方案来保持波束成形本地分布于每一小区104处。此方案将具有以最小改变保持旧有系统架构的益处。另一方面，结合图9呈现的概念形成具有更多TX天线106的天线阵列，以提供更有效波束成形和针对空间置零(spatial nulling)的更多自由度。

[0092] 现将针对具有单一RX天线的移动装置108论述低层级协调方案的各种概念。在此实例中，对于移动装置108_i，h_{ii}和h_{ji}保持分离而非形成联合信道。用于移动装置108_i的信号从小区104_i发射，即仅经历向量信道h_{ii}。另一方面，归因于共信道干扰，移动装置108_i仍将经历h_{ji}上来自小区104_j的干扰。然而，由于两个小区104_i和104_j属于同一基站102，所以当选择移动装置108_j来服务和波束成形向量时，基站102可考虑对移动装置108_i所引起的干扰。类似地，当选择移动装置108_i来服务和波束成形向量时，基站102可考虑对移动装置108_j引起的干扰。

[0093] 一种方案为选择波束成形/预编码向量来最大化信号与所引起干扰的比率，其定义为：

[0094] $$\mathbf{w}_i^{opt} = \arg\max_{\mathbf{w}} \frac{\left|\mathbf{h}_{ii}\mathbf{w}\right|^2 P}{\sum_{j\neq i}\left|\mathbf{h}_{ij}\mathbf{w}\right|^2 P + \left(\mathbf{w}^H\mathbf{w}\right)N_i},$$

[0095] 所述解决方案等效于相应虚拟上行链路的MMSE接收滤波器，

[0096] $$r_i = \mathbf{w}^H\left(\mathbf{h}_{ii}^H\sqrt{P}s_i + \sum_{j\neq i}\mathbf{h}_{ij}^H\sqrt{P}s_j + n_i\right)$$

[0097] $$\mathbf{w}_i^{MMSE} = \left(N_i I + P\sum_{j\neq i}\mathbf{h}_{ij}^H\mathbf{h}_{ij}\right)^{-1}\mathbf{h}_{ii}^H。$$

[0098] 如果噪声功率较小且可被忽略，那么ZF预编码器解决方案定义如下，给定

$H_{i,eq}=[h_{ii}^{T},\ldots,h_{ij}^{T},\ldots]^{T}$，用于移动装置$104_i$的预编码向量给定为：

[0099] $$w_i=\left(\Lambda\cdot H_{i,eq}^{H}\left(H_{i,eq}H_{i,eq}^{H}\right)^{-1}\right)_{第一列},$$

[0100] 其中Λ为正规化发射功率的对角矩阵。

[0101] 接着，现将针对具有多个RX天线的移动装置108论述低层级协调方案的各种概念。在每个移动装置108多个RX天线的此实例中，再次假设应用特定接收滤波，向量h_{ii}为所得等效向量信道。一个可能接收滤波器为用于相应用户的信道矩阵的主要左特征向量，其中h_{ii}本质上为主要右特征向量的成比例版本。

[0102] 应注意，此处考虑的信道矩阵为从移动装置108的服务小区104到移动装置108的信道矩阵H_{ii}。本质上，$h_{ii}=u_{i,1}H_{ii}=\lambda_{i,1}\cdot v_{i,1}^{H}$。类似地，来自非服务小区104的等效信道通过由$h_{ji}=u_{i,1}H_{ji}$应用相同接收滤波器得到。

[0103] 另外，基站102可对小区104中的每个移动装置108发射一个以上流。对于第m个流，应反馈等效信道向量$h_{ii,m}=u_{i,m}H_{ii}=\lambda_{i,m}\cdot v_{i,m}^{H}$，以及$h_{ji,m}=u_{i,m}H_{ji}$。可定义类似的ZF和MMSE预编码器。举例来说，对于ZF预编码器，在小区104处，如果我们定义

[0104] $$H_{i,eq}=[h_{ii,1}^{T},\ldots h_{ii,m}^{T},\ldots,h_{ij,1}^{T},\ldots,h_{ij,n}^{T}]^{T},$$

[0105] 那么用于移动装置108_i的第m个流的预编码向量给定为：

[0106] $$w_{i,m}=\left(\Lambda\cdot H_{i,eq}^{H}\left(H_{i,eq}H_{i,eq}^{H}\right)^{-1}\right)_{第m列}。$$

[0107] 每个移动装置108被服务的流的数目S可等于RX天线的数目。然而，常常应选择S以使得至少一个接收维度(自由度)可用于对残余用户间干扰的干扰抑制。另外，基站102可每个小区调度一个以上移动装置108，只要移动装置108的总数目小于或等于两个小区上TX天线的总数目。仍应用上文论述的发射预编码器(例如，ZF或MMSE)。

[0108] 从调度观点来看，基站102针对每一小区104执行调度器以独立地选择移动装置108。在针对每一小区104作出决策之后，将决策传播到用于相邻小区104的调度器。接着，每一调度器检验待由相邻小区104服务的移动装置(或流)，且如果那些移动装置108(或流)报告来自当前小区104的信道向量，那么基站102执行上文论述的波束成形方案以最小化对那些移动装置108(或流)所引起的干扰。

[0109] 类似地，调度器可通过联合地考虑小区104上的所有移动装置108来改进。基站102可首先选择小区104中具有最高度量(基于特定公平性，例如比例公平)的移动装置108(或流)。选择下一移动装置108的一种方式如下：

[0110] (1)对于所有剩余移动装置108(流)，识别移动装置108中CDI相对于选定移动装置108(流)的CDI具有小相关性的子集；

[0111] (2)从移动装置108(或流)的此子集，选择具有最高度量的移动装置108(或流)来与移动装置108(或流)配对；

[0112] (3)继续所述过程直到选择了所有移动装置108(或流)为止。

[0113] 此用户选择程序可帮助最小化来自预编码的功率损失。可应用特定约束以限制每个小区104仅一个移动装置108，和/或允许每个移动装置108用户至多T个流(例如，T=2)，和/或允许在存在新的兼容移动装置108(其本质上为自适应性FFR)的状况下可能切断一个

或一个以上小区104。

[0114] 在预编码方法中，在移动装置108选择层级处仅进行低层级协调。基站102仍独立地决定用于每一小区104的波束成形/预编码向量。又一层级的协调基于相同反馈信道，在一个移动装置108内联合地选择小区104上的预编码向量。此方法可使用不同准则以有限尺寸预编码码簿实施。借助于实例，(例如)最大化移动装置速率的速率和或调和平均数，

[0115] $$R = \sum_i \log\left(1 + SINR_i\right)$$

[0116] $$SINR_i = \frac{P_i \left|\mathbf{h}_{ii}\mathbf{w}_i\right|^2}{N_i + \sum_{j \neq i} P_j \left|\mathbf{h}_{ji}\mathbf{w}_j\right|^2} = \frac{P_i \left\|\mathbf{h}_{ii}\right\|^2 \left|\widetilde{\mathbf{h}}_{ii}\mathbf{w}_i\right|^2}{N_i + \sum_{j \neq i} P_j \left\|\mathbf{h}_{ji}\right\|^2 \left|\widetilde{\mathbf{h}}_{ji}\mathbf{w}_j\right|^2}$$

[0117] 此方法需要对每一用户的干扰功率的附加反馈。

[0118] 或者，可使用混合方法。借助于实例，使用两个移动装置108，高几何条件移动装置108首先基于封闭式ZF解决方案选择预编码向量，且低几何条件移动装置108从有限码簿选择预编码向量。

[0119] 在上文的论述中，应用接收滤波器(例如，左特征向量)来获得用于反馈目的的等效信道向量。另外，如果基站102具有完美信道状态信息，那么移动装置侧的数据在应用所描述的接收滤波器之后将不经历用户间干扰。然而，归因于量化误差、信道变化和/或信道估计误差，在移动装置108接收信号时，由移动装置108观测到的信道可与由基站102假设的信道不同。处理此问题的一种方法为保持使用主要左特征向量。移动台108可应用MMSE滤波器来清除归因于信道不匹配的残余干扰。特定来说，如果每个移动装置108仅被服务一个流，那么RX天线阵列可将剩余的N-1个天线用于干扰抑制目的。

[0120] 在图10中展示分布式天线系统的概念图。在此实例中，展示基站102支持两个TX天线106_{i1}和106_{i2}服务小区104_i，两个TX天线106_{j1}和106_{j2}服务小区104_j，以及两个TX天线106_{k1}和106_{k2}服务小区104_k。图10中展示的分布式天线系统仅为先前在本发明中呈现的无线通信系统的特殊状况，且贯穿本发明描述的各种概念可扩展到此系统。

[0121] 贯穿本发明呈现的各种概念可由所属领域的技术人员一般化到三个或三个以上小区。

[0122] 概括来说，处理系统213为借以经由第一天线系统提供对第一小区的覆盖和经由第二天线系统提供对第二小区的覆盖的装置。天线系统可包含单一定向天线、多个天线元件或MIMO、MISO、SISO布置。

[0123] 处理系统213还为借以处理数据以用于使用第一和第二天线系统发射到第一小区中的移动装置的装置。处理系统213使用第一天线系统与移动装置之间的第一信道估计和第二天线系统与移动装置之间的第二信道估计来处理数据以用于发射。

[0124] 处理系统213为借以从移动装置接收第一和第二信道估计的装置。处理系统213提供用于使得移动装置能够从由第一和第二天线系统两者所发射的参考信号计算估计的装置。此通过以下操作实现：(1)产生分别用于发射到第一和第二小区中的非冲突第一和第二参考信号，以及对供发射到第一小区中的数据进行打孔以使得移动装置能够从第二参考信号产生第二信道估计，或(2)产生分别用于发射到第一和第二小区中的冲突第一和第二参考信号，以及对第一参考信号进行打孔以使得移动装置能够从第二参考信号产生第二信道

估计。

[0125] 处理系统可协调到第一小区中的移动装置的发射，且利用空间维度来(1)通过发送更多空间波束或提供更多波束成形功率增益而增强移动装置的性能，和/或(2)最小化由移动装置经历的干扰。在后一状况下，处理系统提供用于选择第二小区中的第二移动装置来用于与第一小区中的移动装置联合发射的装置，其中第二移动装置的选择基于减少干扰。

[0126] 图11为说明设备的功能性的实例的框图。设备1100包括用于经由第一天线系统提供对第一小区的覆盖的模块1102、用于经由第二天线系统提供对第二小区的覆盖的模块1104，和用于处理数据以用于使用第一和第二天线系统发射到第一小区中的移动装置的模块1106。

[0127] 可使用标准编程和/或工程技术将本文中所描述的各个方面或特征实施为方法、设备或制品。如本文中所使用的术语“制品”希望覆盖可从任何计算机可读装置、载体或媒体接入的计算机程序。举例来说，计算机可读媒体可包括(但不限于)磁性存储装置(例如，硬盘、软盘、磁条等)、光盘(例如，紧密光盘(CD)、数字多用光盘(DVD)等)、智能卡，和快闪存储器装置(例如，EPROM、卡、棒、随身盘(key drive)等)。另外，本文中所描述的各种存储媒体可表示用于存储信息的一个或一个以上装置和/或其它机器可读媒体。术语“机器可读媒体”可包括(但不限于)具有能够存储、含有和/或载运指令和/或数据的计算机可执行码、无线信道和各种其它媒体的计算机程序产品。另外，计算机程序产品可包括具有可操作以使计算机执行本文中所描述的功能的一个或一个以上指令或代码的计算机可读媒体。

[0128] 此外，结合本文中所揭示的方面而描述的方法或算法的步骤和/或动作可直接体现于硬件中、体现于由处理器执行的软件模块中或所述两者的组合中。软件模块可驻存于RAM存储器、快闪存储器、ROM存储器、EPROM存储器、EEPROM存储器、寄存器、硬盘、可装卸盘、CD-ROM或此项技术中已知的任何其它形式的存储媒体中。示范性存储媒体可耦合到处理器，使得处理器可从存储媒体读取信息和将信息写入到存储媒体。在替代方案中，存储媒体可与处理器成一体式。此外，在一些方面中，处理器和存储媒体可驻存于ASIC中。另外，ASIC可驻存于用户终端中。在替代方案中，处理器和存储媒体可作为离散组件而驻存于用户终端中。另外，在一些方面中，方法或算法的步骤和/或动作可作为代码和/或指令的一个或任何组合或集合而驻存于可并入到计算机程序产品中的机器可读媒体和/或计算机可读媒体上。

[0129] 虽然前述揭示内容论述说明性方面，但应注意，在不脱离如由所附权利要求书定义的所描述的方面的范围的情况下，可在本文中进行各种改变和修改。因而，所描述的方面希望包含属于所附权利要求书的范围内的所有此类变更、修改和变化。此外，尽管所描述的方面的元件可以单数形式来描述或主张，但除非明确陈述限于单数形式，否则也预期复数形式。另外，除非另外陈述，否则任何方面的全部或一部分可与任何其它方面的全部或一部分一起加以利用。就术语“包括”在详细描述或权利要求书中的使用来说，希望此术语以类似于术语“包含”的方式(如“包含”在权利要求中用作过渡词时所解释的那样)而具包括意义。

[0130] 可以通用处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或其它可编程逻辑装置、离散门或晶体管逻辑、离散硬件组件，或其经设计以执行

本文所描述的功能的任何组合来实施或执行结合本文所揭示的实施例描述的各种说明性逻辑、逻辑块、模块和电路。通用处理器可为微处理器，但在替代方案中，处理器可为任何常规的处理器、控制器、微控制器或状态机。也可将处理器实施为计算装置的组合，例如，DSP与微处理器的组合、多个微处理器、结合DSP核心的一个或一个以上微处理器，或任何其它此类配置。另外，至少一个处理器可包含可操作以执行上文所描述的步骤和/或动作中的一者或一者以上的一个或一个以上模块。

[0131] 此外，结合本文中所揭示的方面而描述的方法或算法的步骤和/或动作可直接体现于硬件中、体现于由处理器执行的软件模块中或所述两者的组合中。软件模块可驻存于RAM存储器、快闪存储器、ROM存储器、EPROM存储器、EEPROM存储器、寄存器、硬盘、可装卸盘、CD-ROM或此项技术中已知的任何其它形式的存储媒体中。示范性存储媒体可耦合到处理器，使得处理器可从存储媒体读取信息和将信息写入到存储媒体。在替代方案中，存储媒体可与处理器成一体式。此外，在一些方面中，处理器和存储媒体可驻存于ASIC中。另外，ASIC可驻存于用户终端中。在替代方案中，处理器和存储媒体可作为离散组件而驻存于用户终端中。另外，在一些方面中，方法或算法的步骤和/或动作可作为代码和/或指令的一个或任何组合或集合而驻存于可并入到计算机程序产品中的机器可读媒体和/或计算机可读媒体上。

[0132] 在一个或一个以上方面中，所描述的功能可以硬件、软件、固件或其任一组合来实施。如果以软件实施，那么所述功能可作为一个或一个以上指令或代码在计算机可读媒体上存储或发射。计算机可读媒体包括计算机存储媒体和通信媒体两者，通信媒体包括促进计算机程序从一处转移到另一处的任何媒体。存储媒体可为可由计算机存取的任何可用媒体。借助于实例而非限制，此类计算机可读媒体可包含RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM或其它光盘存储器、磁盘存储器或其它磁性存储装置，或可用于以指令或数据结构的形式载运或存储所要程序代码且可由计算机存取的任何其它媒体。并且，可将任何连接称为计算机可读媒体。举例来说，如果使用同轴电缆、光纤电缆、双绞线、数字订户线(DSL)，或例如红外线、无线电和微波等无线技术从网站、服务器或其它远程源发射软件，那么同轴电缆、光纤电缆、双绞线、DSL，或例如红外线、无线电和微波等无线技术包括在媒体的定义中。如本文中所使用的磁盘(Disk)和光盘(disc)包括紧密光盘(CD)、激光光盘、光学光盘、数字化通用光盘(DVD)、软性磁盘和蓝光光盘，其中磁盘通常以磁性方式再现数据，而光盘通常用激光以光学方式再现数据。以上内容的组合也应包括于计算机可读媒体的范围内。

[0133] 虽然前述揭示内容论述说明性方面和/或实施例，但应注意，在不脱离如由所附权利要求书定义的所描述的方面和/或实施例的范围的情况下，可在本文中进行各种改变和修改。此外，尽管所描述的方面和/或实施例的元件可以单数形式来描述或主张，但除非明确陈述限于单数形式，否则也预期复数形式。另外，除非另外陈述，否则任何方面和/或实施例的全部或一部分可与任何其它方面和/或实施例的全部或一部分一起利用。

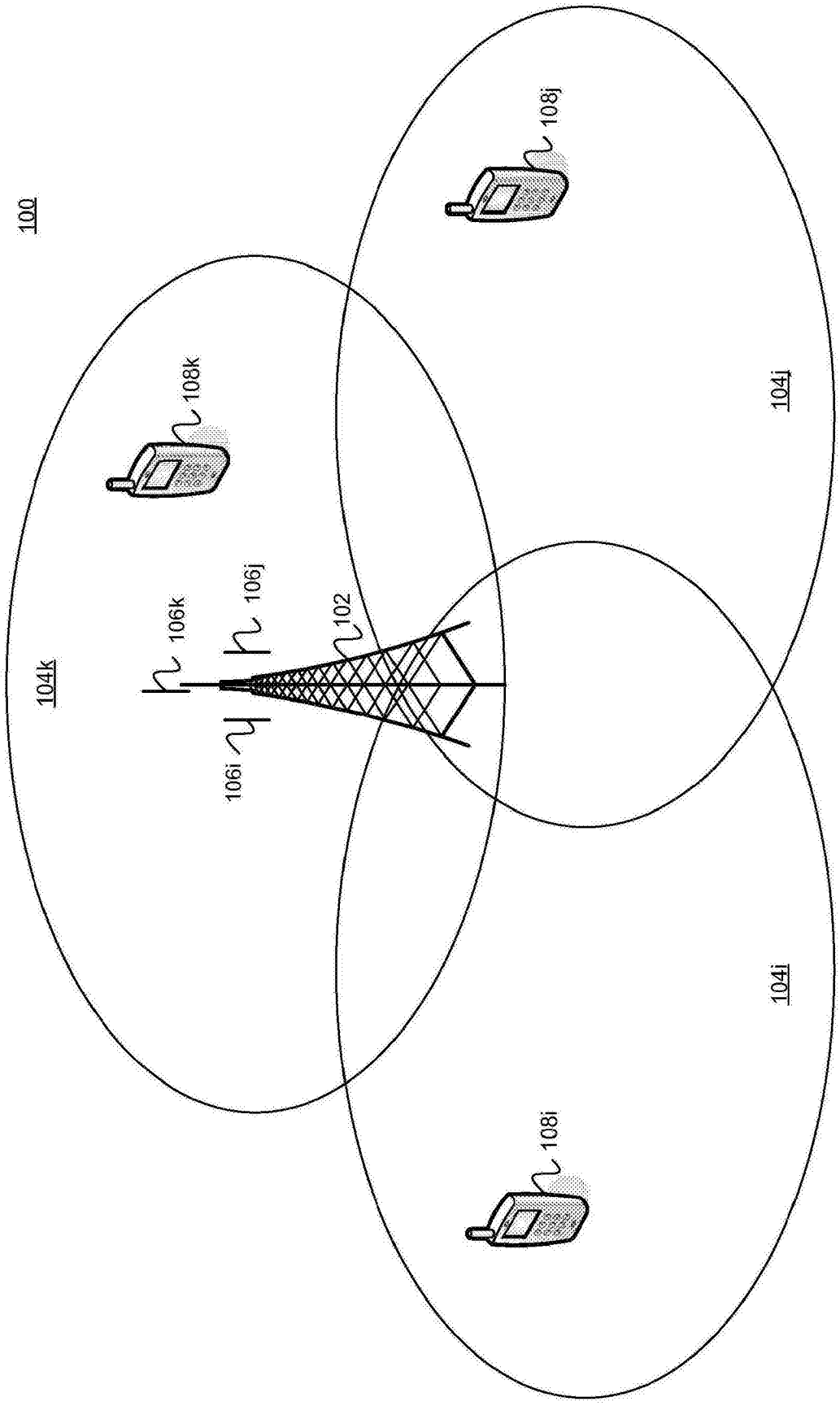


图1

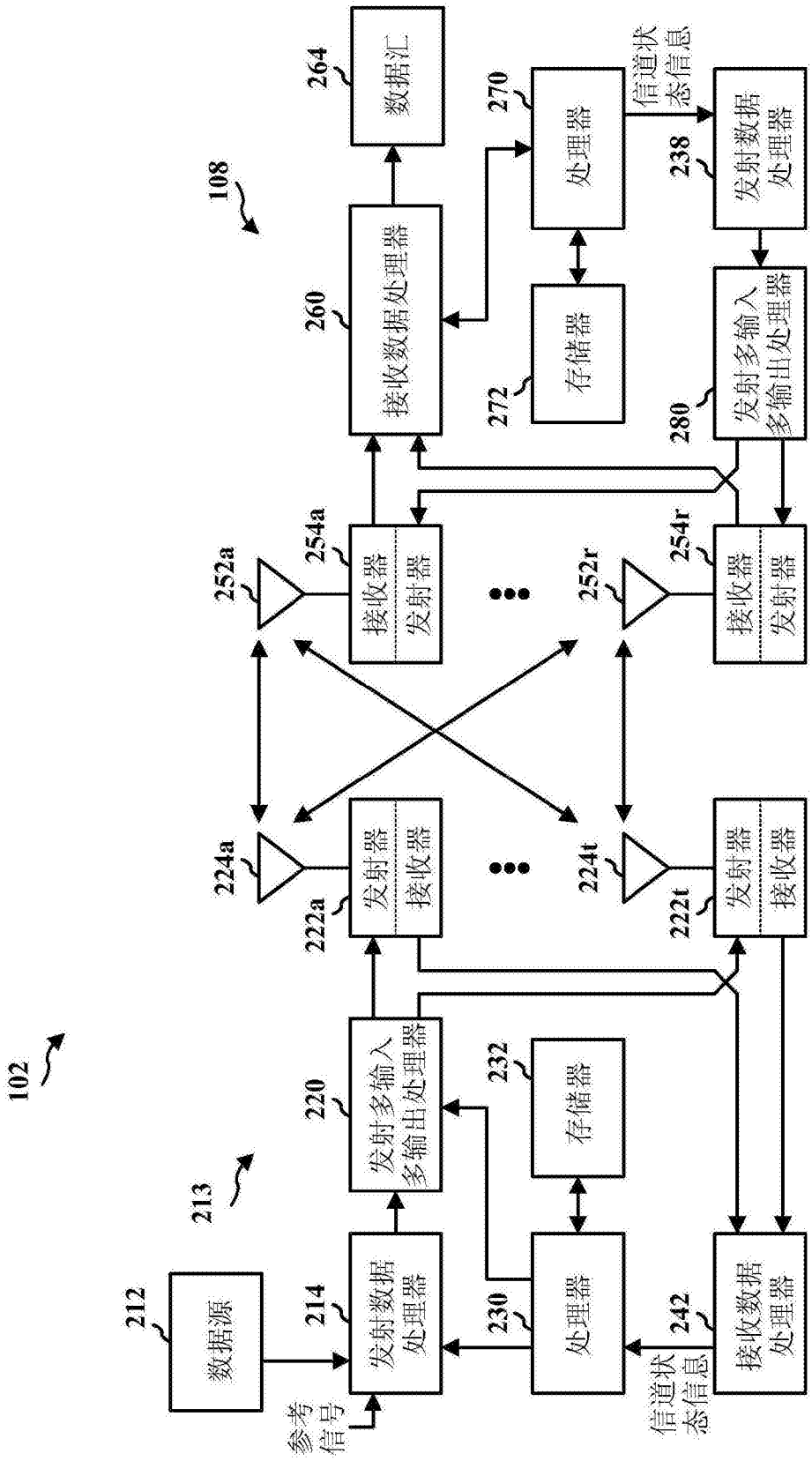

102
108
213
212
数据源
214
发射数据处理器
220
发射多输入多输出处理器
222a
发射器
接收器
222t
发射器
接收器
224a
224t
230
处理器
232
存储器
242
接收数据处理器
252a
252r
254a
接收器
发射器
254r
接收器
发射器
260
接收数据处理器
264
数据汇
270
处理器
272
存储器
280
发射多输入多输出处理器
238
发射数据处理器
信道状态信息
参考信号
信道状态信息

图2

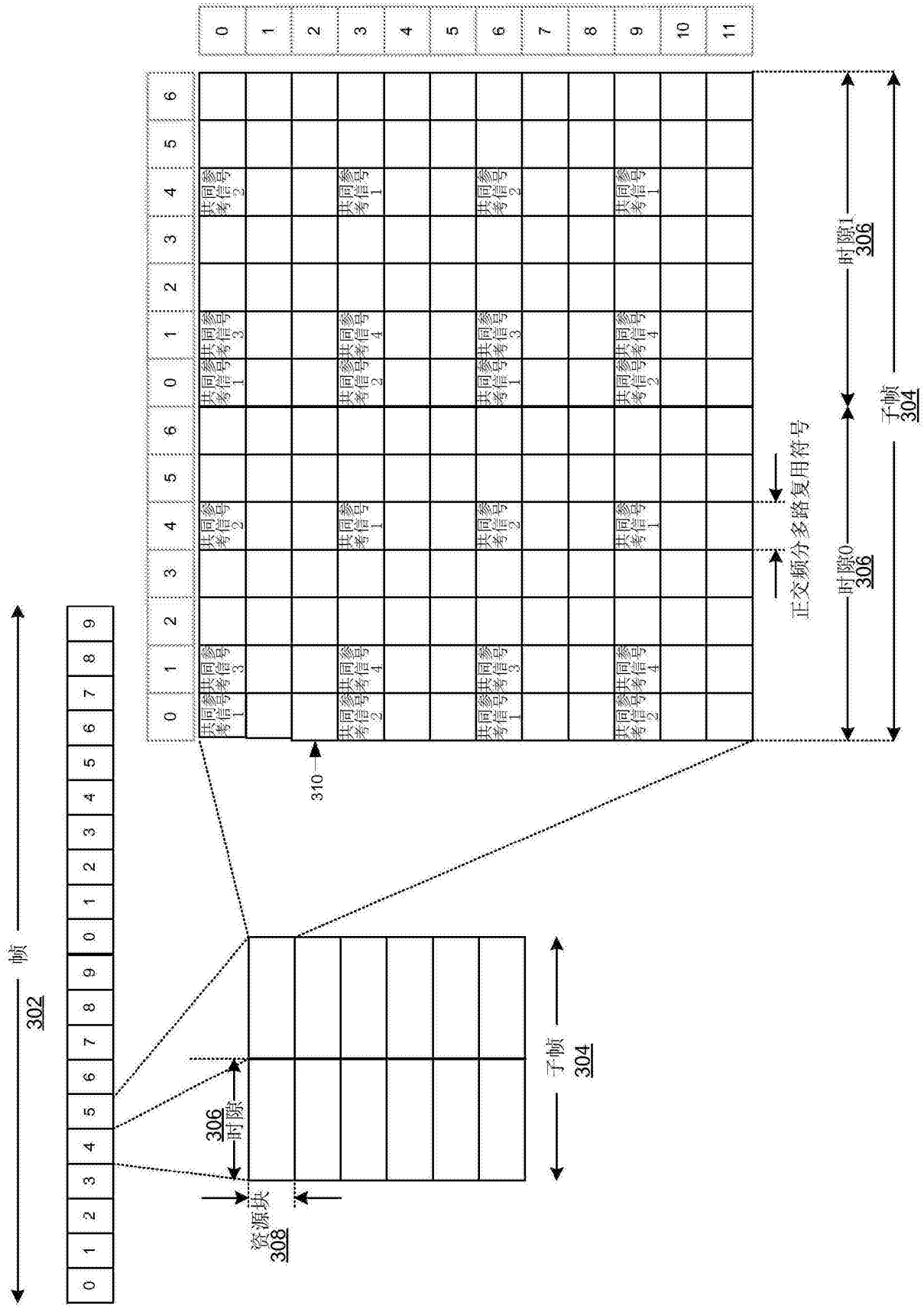

帧
302
子帧
304
时隙
306
资源块
308
310
正交频分多路复用符号
时隙0
306
时隙1
306
子帧
304
共同参考信号 1
共同参考信号 2
共同参考信号 3
共同参考信号 4

图3

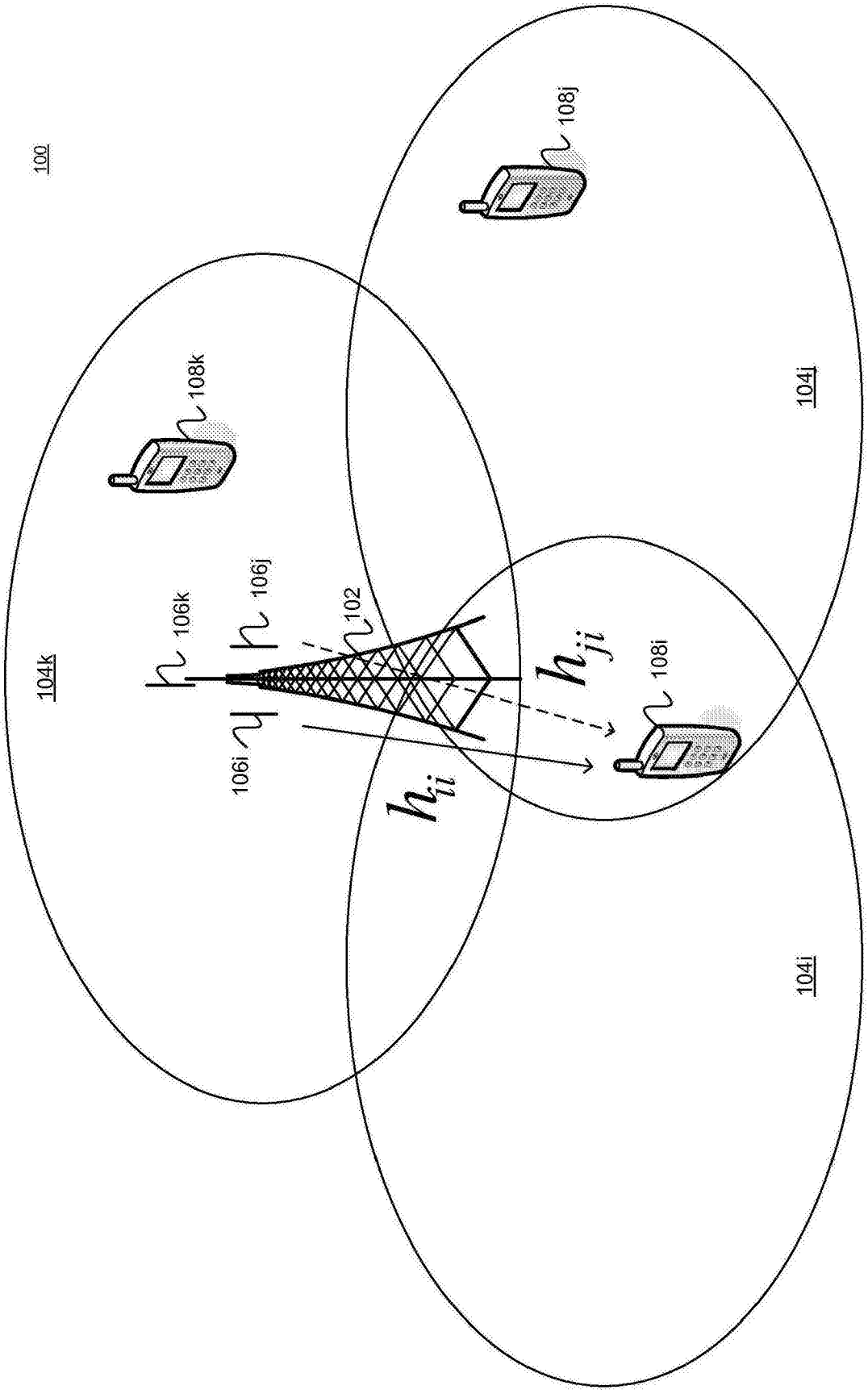


图4

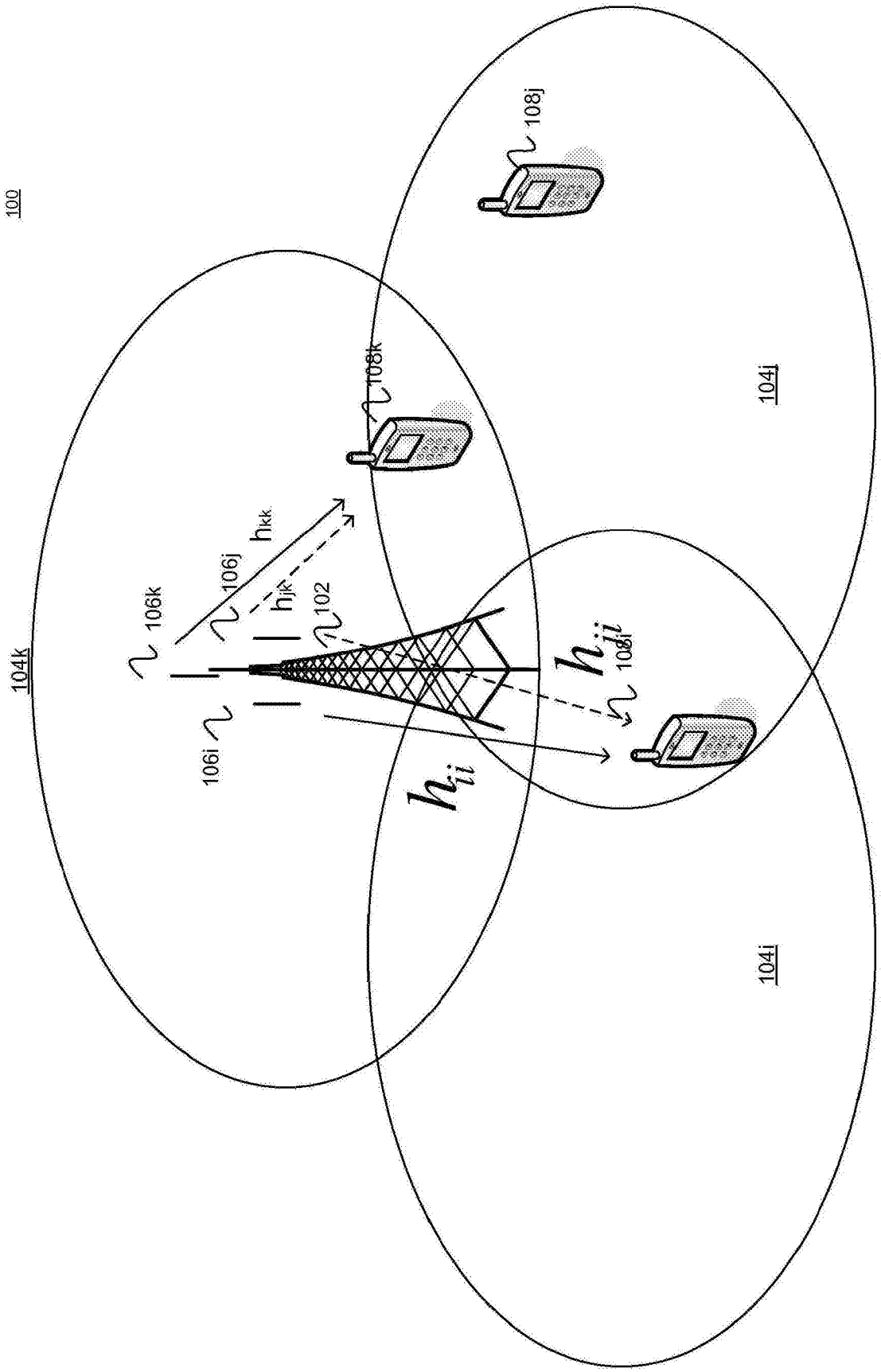

100
104k
104j
104i
102
106k
106j
106i
108k
108j
108i
h_{kk}
h_{jk}
h_{ii}
h_{ji}

图5

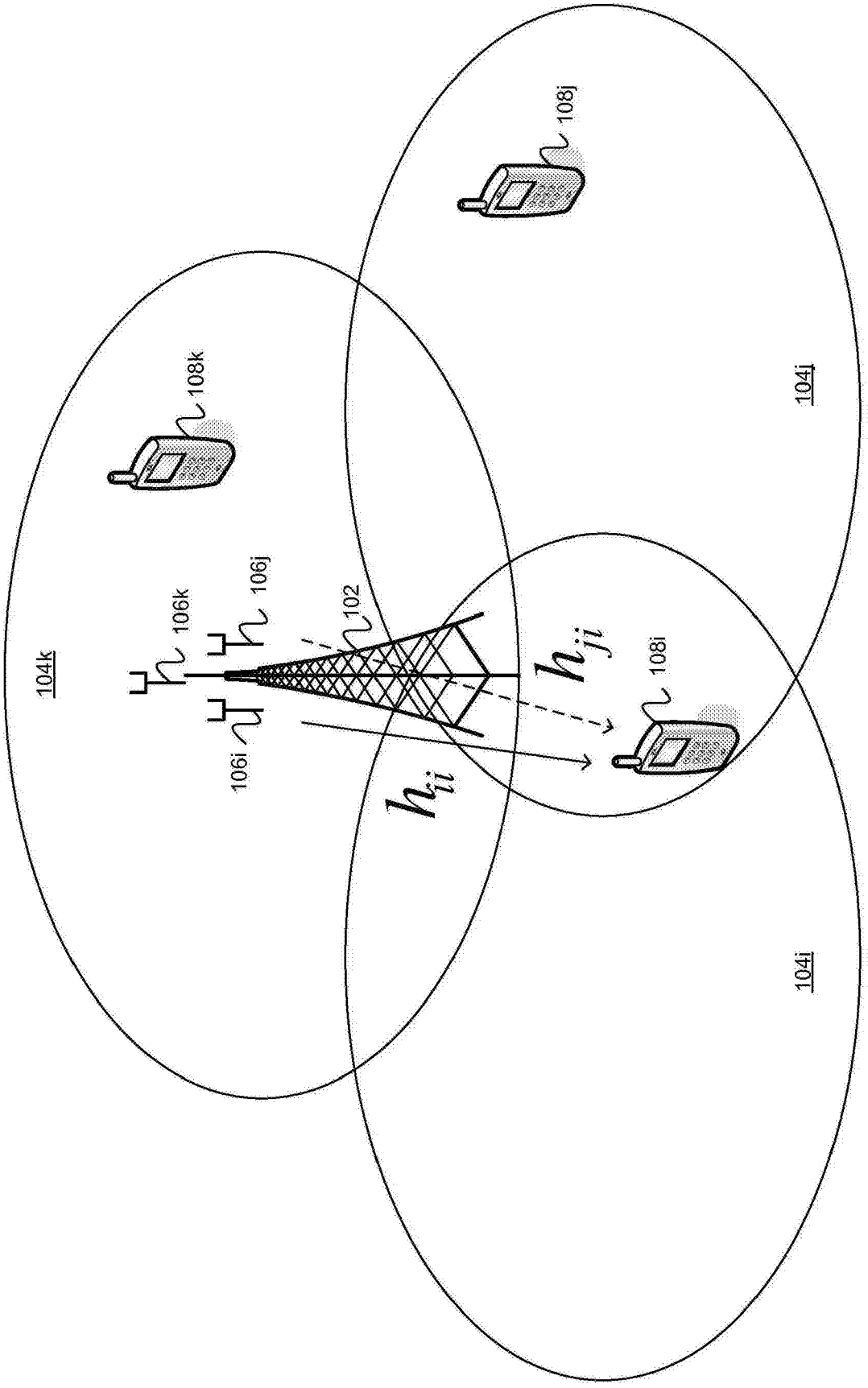


图6

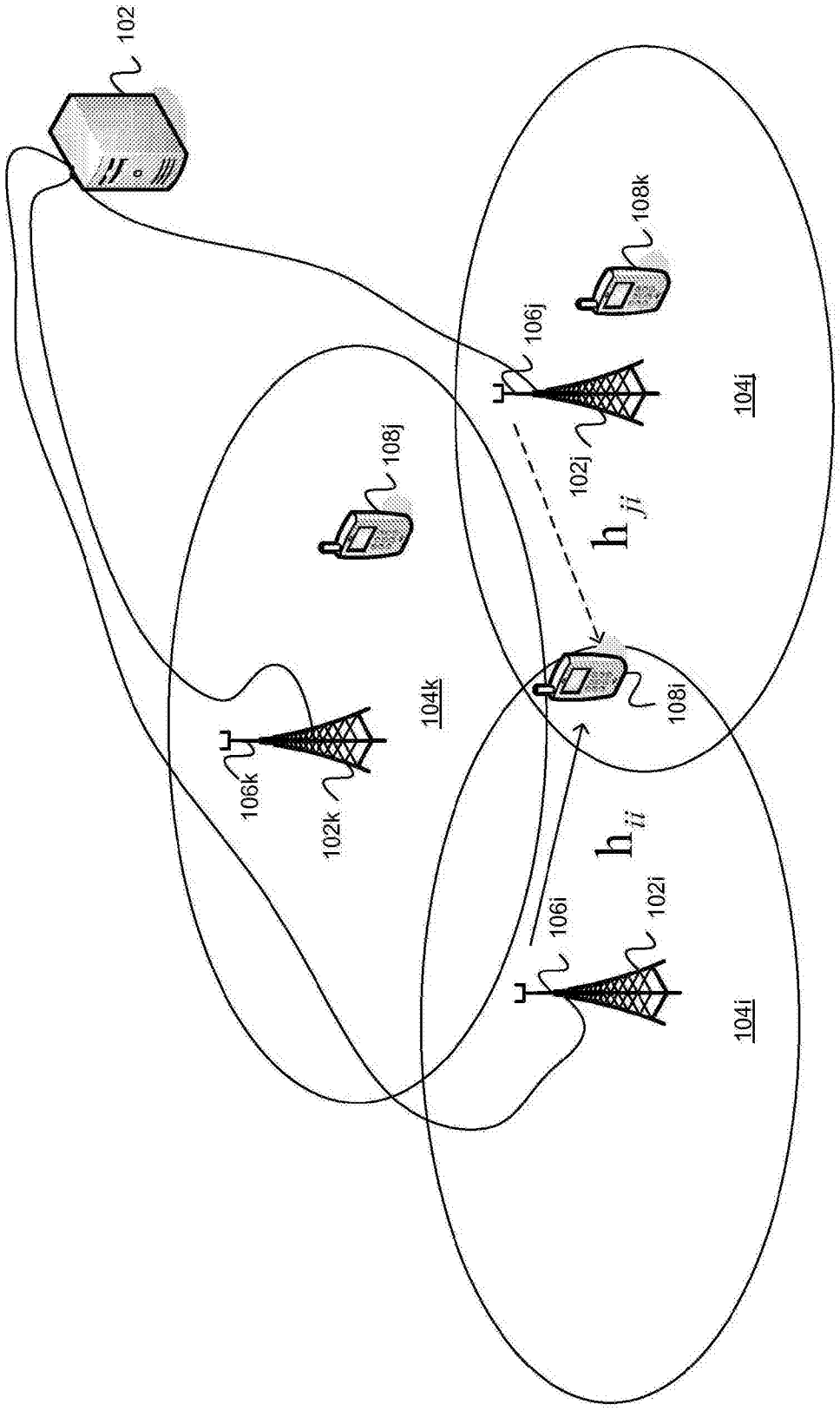

102
108k
106j
108j
102j
h_{ji}
104j
104k
106k
102k
108i
h_{ii}
106i
102i
104i

图7

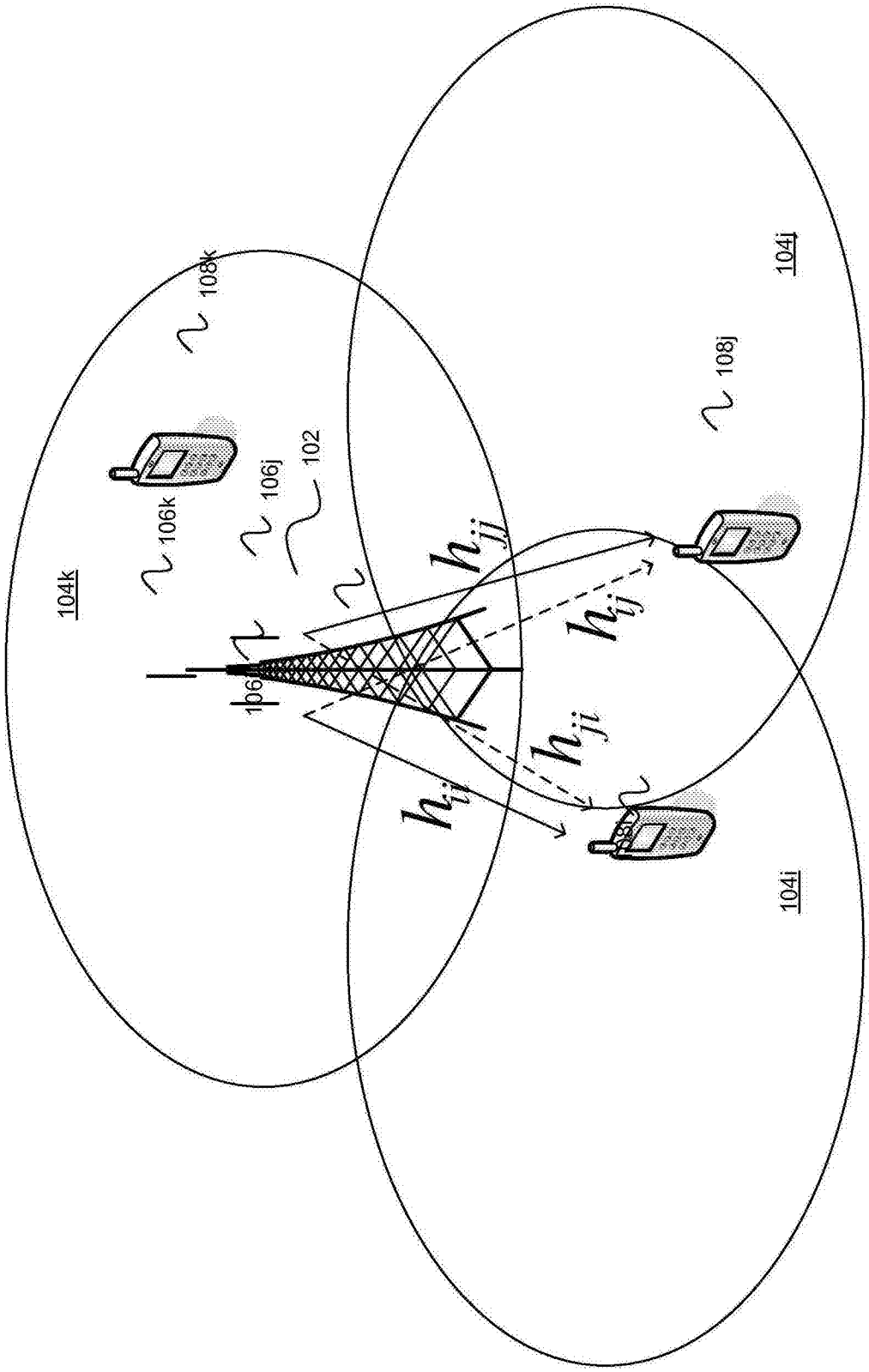


图8

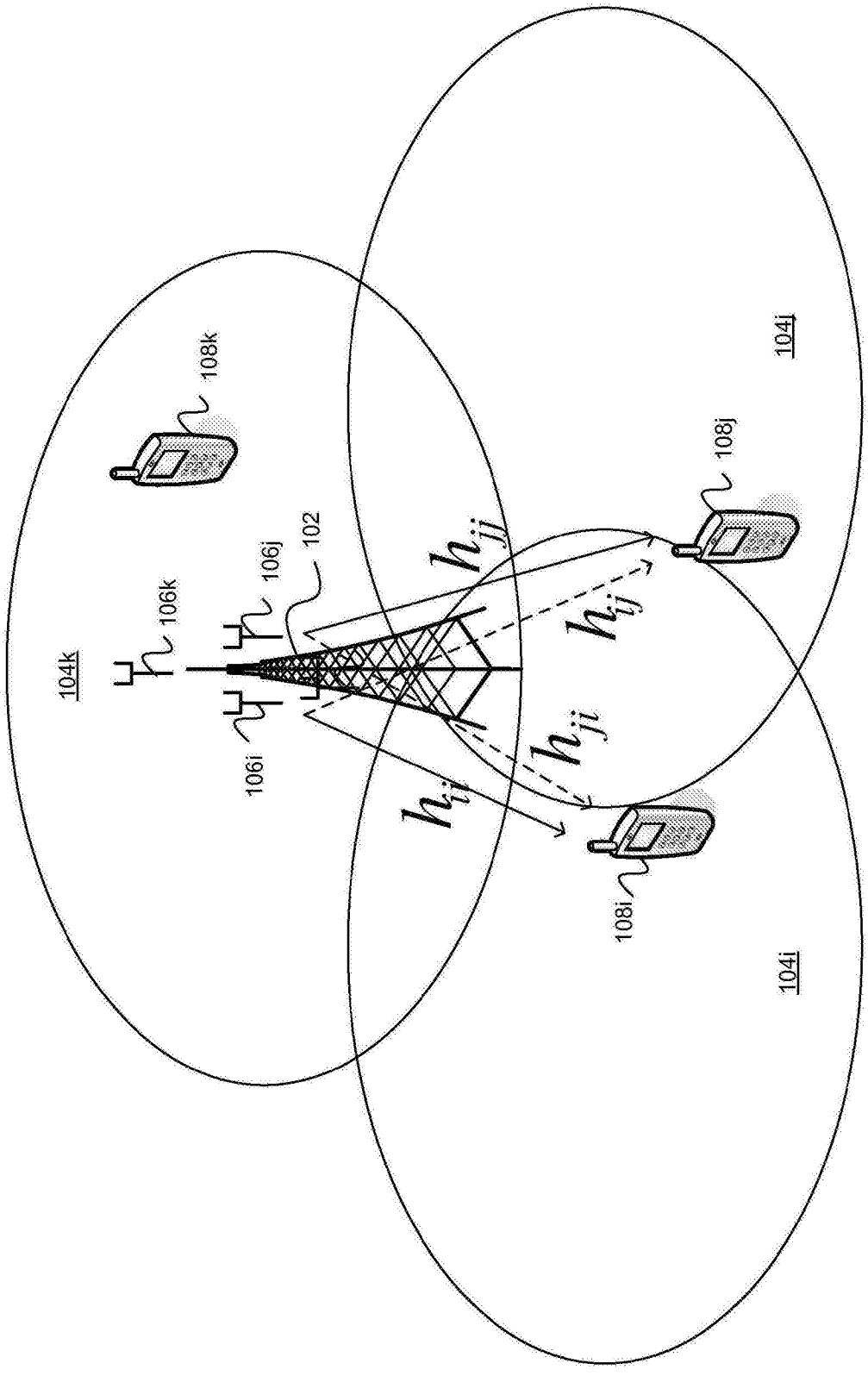

104k
104j
104i
108k
108j
108i
106k
106j
106i
102
h_{jj}
h_{ij}
h_{ji}
h_{ii}

图9

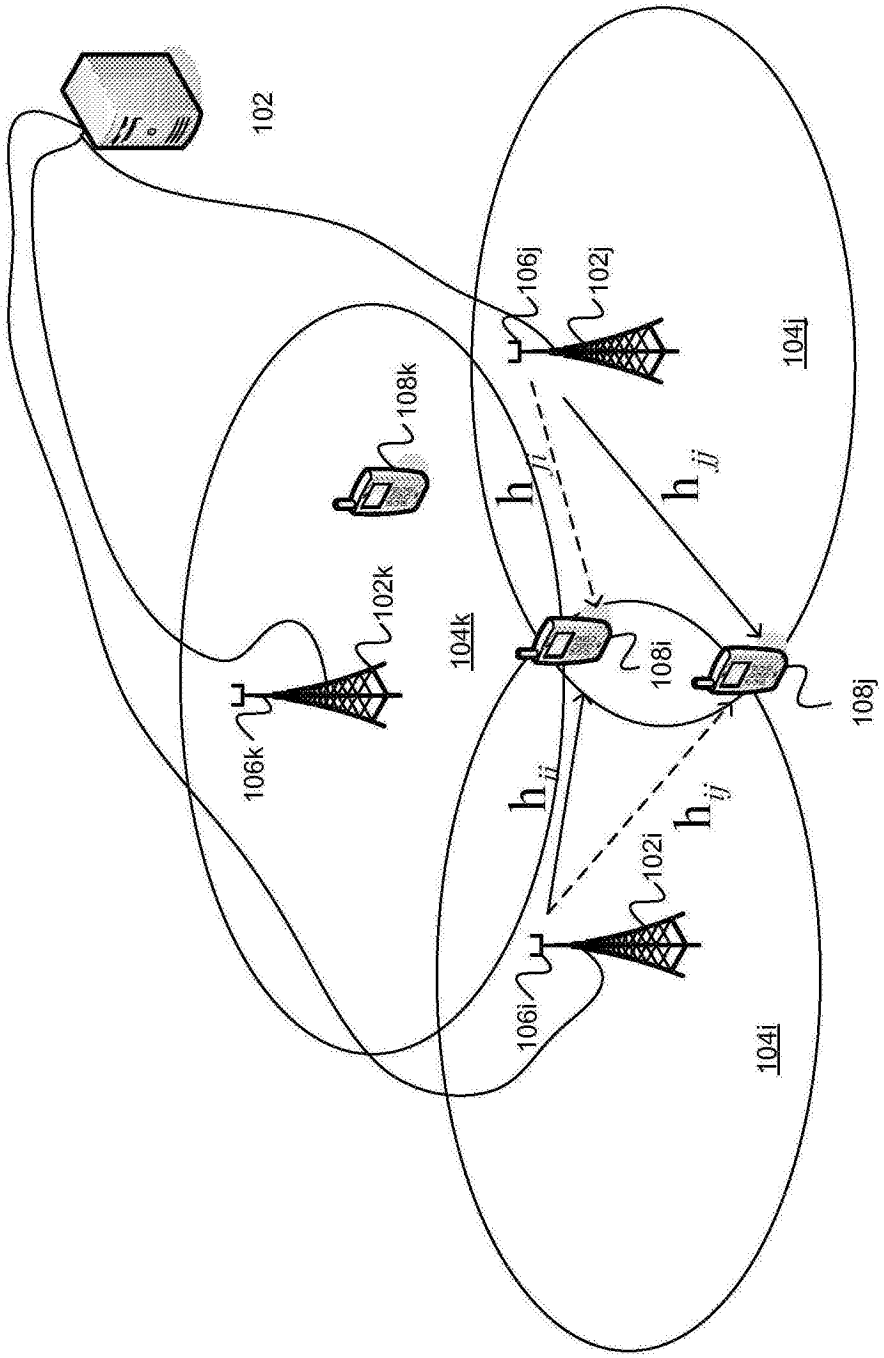

102
106j
102j
104j
108k
h_{ji}
h_{jj}
102k
104k
108i
108j
106k
h_{ii}
h_{ij}
102i
106i
104i

图10

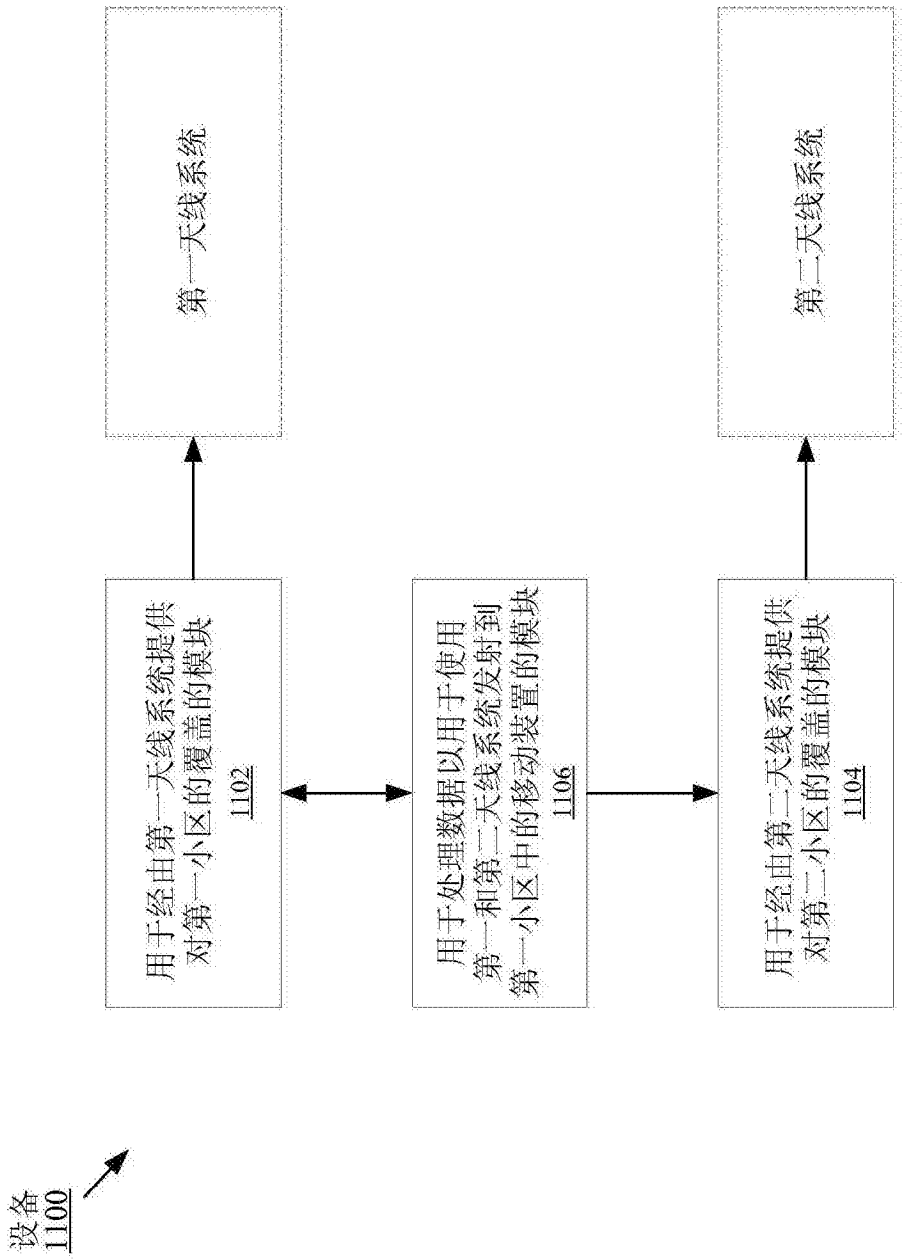

第一天线系统
第二天线系统
用于经由第一天线系统提供对第一小区的覆盖的模块
1102
用于处理数据以用于使用第一和第二天线系统发射到第一小区中的移动装置的模块
1106
用于经由第二天线系统提供对第二小区的覆盖的模块
1104
设备
1100

图11