



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102835037 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 15

(21) 申请号 201180012628. 8

H04B 7/06(2006. 01)

(22) 申请日 2011. 03. 07

H04W 52/40(2006. 01)

(30) 优先权数据

H04W 52/26(2006. 01)

61/312, 415 2010. 03. 10 US

H04W 52/24(2006. 01)

12/956, 710 2010. 11. 30 US

H04W 88/08(2006. 01)

H04W 16/26(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 09. 05

(56) 对比文件

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2011/027331 2011. 03. 07

US 2009202020 A1, 2009. 08. 13,

WO 2009088328 A1, 2009. 07. 16,

CN 1926782 A, 2007. 03. 07,

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/112476 EN 2011. 09. 15

审查员 王曼莉

(73) 专利权人 富士通株式会社

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 陈伟鹏 朱晨曦 内藤崇男

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 康建峰 贾萌

(51) Int. Cl.

H04B 7/02(2006. 01)

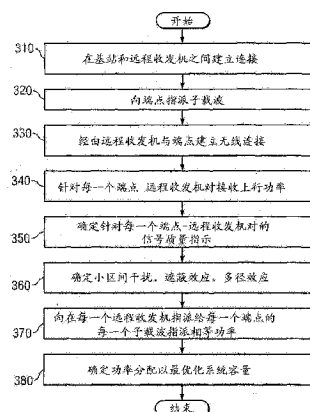
权利要求书3页 说明书15页 附图3页

(54) 发明名称

用于实现功率分配的系统和方法

(57) 摘要

根据特定实施例,一种用于调整功率分配的方法包括:在基站和多个远程收发机之间建立连接。该方法还包括经由多个远程收发机中的一个或者更多个建立与多个端点的多个无线连接。该方法还包括:确定多个信号质量指示。每一个信号质量指示与多个唯一端点-远程收发机对中的不同对相关联。该方法附加地包括:基于多个信号质量指示和最优化等式确定针对多个远程收发机的功率分配。最优化等式被配置为通过确定针对每一个无线连接的功率增益来最优化与多个无线连接相关联的数据吞吐量。



1. 一种用于调整功率分配的方法,包括:

在基站和多个远程收发机之间建立连接;

经由所述多个远程收发机中的一个或者更多个建立与多个端点的多个无线连接;

确定多个信号质量指示,每一个信号质量指示与多个唯一端点—远程收发机对中的不同对相关;以及

基于所述多个信号质量指示和被配置为通过确定每一个所述无线连接的功率增益来最优化与所述多个无线连接相关联的数据吞吐量的最优化等式,来确定针对所述多个远程收发机的功率分配,

其中,确定多个信号质量指示包括:

接收与所述多个唯一端点—远程收发机对的每一对相关联的上行功率,所述上行功率指示针对每一唯一端点—远程收发机对的由远程收发机从端点接收的信号强度,以及

基于与所述多个唯一端点—远程收发机对的每一对相关联的接收上行功率确定所述多个信号质量指示。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,进一步基于与所述多个远程收发机的每一个相关联的发射功率来确定所述功率分配。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,

建立与多个端点的多个无线连接包括向所述多个端点中的每一个指派一个或者更多个子载波;以及

确定针对所述多个远程收发机的功率分配包括确定针对由每一个远程收发机发射的每一个子载波的功率增益。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,还包括:对于第一远程收发机向被指派给第一端点的每一个子载波指派近似相等量的功率。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,

还包括确定小区间干扰;以及

其中进一步基于所确定的小区间干扰来确定所述功率分配。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,

还包括:

确定与所述多个唯一端点—远程收发机对中的每一对的每一无线连接相关联的遮蔽效应;以及

确定与所述多个唯一端点—远程收发机对中的每一对的每一无线连接相关联的多径效应;

其中,进一步基于所确定的与所述多个唯一端点—远程收发机对中的每一对的每一无线连接相关联的遮蔽效应和多径效应来确定所述功率分配。

7. 一种用于调整功率分配的系统,包括:

用于在基站和多个远程收发机之间建立连接的装置;

用于经由所述多个远程收发机中的一个或者更多个建立与多个端点的多个无线连接的装置;

用于确定多个信号质量指示的装置,每一个信号质量指示与多个唯一端点—远程收发机对中的不同对相关;以及

用于基于所述多个信号质量指示和被配置为通过确定每一个所述无线连接的功率增益来最优化与所述多个无线连接相关联的数据吞吐量的最优化等式,来确定针对所述多个远程收发机的功率分配的装置,

其中,所述用于确定多个信号质量指示的装置包括:

用于接收与所述多个唯一端点—远程收发机对的每一对相关关联的上行功率的装置,所述上行功率指示针对每一唯一端点—远程收发机对的由远程收发机从端点接收的信号强度,以及

用于基于与所述多个唯一端点—远程收发机对的每一对相关关联的接收上行功率确定所述多个信号质量指示的装置。

8. 根据权利要求 7 所述的系统,还包括:用于基于与所述多个远程收发机的每一个相关联的发射功率来确定所述功率分配的装置。

9. 根据权利要求 7 所述的系统,还包括:

用于建立与多个端点的多个无线连接被进一步操作为向所述多个端点中的每一个指派一个或者更多个子载波的装置;以及

用于确定针对所述多个远程收发机的功率分配被进一步操作为确定针对由每一个远程收发机发射的每一个子载波的功率增益的装置。

10. 根据权利要求 9 所述的系统,还包括:用于对于第一远程收发机向被指派给第一端点的每一个子载波指派近似相等量的功率的装置。

11. 根据权利要求 7 所述的系统,还包括:

用于确定小区间干扰的装置;以及

用于基于所确定的小区间干扰来确定所述功率分配的装置。

12. 根据权利要求 7 所述的系统,还包括:

用于确定与所述多个唯一端点—远程收发机对中的每一对的每一无线连接相关联的遮蔽效应的装置;以及

用于确定与所述多个唯一端点—远程收发机对中的每一对的每一无线连接相关联的多径效应的装置;以及

用于基于所确定的与所述多个唯一端点—远程收发机对中的每一对的每一无线连接相关联的遮蔽效应和多径效应来确定所述功率分配的装置。

13. 一种用于调整功率分配的系统,包括:

接口,被配置为:

在基站和多个远程收发机之间建立连接;以及

经由所述多个远程收发机中的一个或者更多个建立与多个端点的多个无线连接;以及耦合到所述接口的处理器,所述处理器被配置为:

确定多个信号质量指示,每一个信号质量指示与多个唯一端点—远程收发机对中的不同对相关关联;以及

基于所述多个信号质量指示和被配置为通过确定每一个所述无线连接的功率增益来最优化与所述多个无线连接相关联的数据吞吐量的最优化等式,来确定针对所述多个远程收发机的功率分配,

其中:

所述接口被进一步配置为接收与所述多个唯一端点—远程收发机对的每一对相关关联的上行功率,所述上行功率指示针对每一唯一端点—远程收发机对的由远程收发机从端点接收的信号强度,以及

被配置为确定多个信号质量指示的所述处理器进一步被配置为基于与所述多个唯一端点—远程收发机对的每一对相关关联的接收上行功率确定所述多个信号质量指示。

14. 根据权利要求 13 所述的系统,其中,所述处理器被进一步配置为:基于与所述多个远程收发机的每一个相关关联的发射功率来确定所述功率分配。

15. 根据权利要求 13 所述的系统,其中,

被配置为建立与多个端点的多个无线连接的所述接口进一步被配置为:向所述多个端点中的每一个指派一个或者更多个子载波;以及

被配置为确定针对所述多个远程收发机的功率分配的处理器进一步被配置为确定针对由每一个远程收发机发射的每一个子载波的功率增益。

16. 根据权利要求 15 所述的系统,其中,所述处理器被进一步配置为:对于第一远程收发机向被指派给第一端点的每一个子载波指派近似相等量的功率。

17. 根据权利要求 13 所述的系统,

其中,所述处理器被进一步配置为:确定小区间干扰;以及

其中,所述处理器被进一步配置为:基于所确定的小区间干扰来确定所述功率分配。

18. 根据权利要求 13 所述的系统,

其中,所述处理器被进一步配置为:

确定与所述多个唯一端点—远程收发机对中的每一对的每一无线连接相关关联的遮蔽效应;以及

确定与所述多个唯一端点—远程收发机对中的每一对的每一无线连接相关关联的多径效应;

其中,所述处理器被进一步配置为:基于所确定的与所述多个唯一端点—远程收发机对中的每一对的每一无线连接相关关联的遮蔽效应和多径效应来确定所述功率分配。

用于实现功率分配的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明一般地涉及无线网络,尤其涉及用于实现功率分配的系统和方法。

背景技术

[0002] 分布式天线系统由基站(还称为无线电元件控制单元或者基带单元)和一个或者更多个远程收发机(还称为无线电元件或者远程无线电头)组成。这些部件向端点提供无线网络接入。为了帮助分布式天线系统区分向各个端点的各个无线发射和从各个端点的各个无线发射,每一个端点可以具有被指派的一个或者更多个唯一子载波。

[0003] 在分布式天线系统内,远程收发机分布在不同位置并且经由有线连接(例如,光纤)连接到基站。尽管可以有多个远程收发机,但是从端点的角度仅仅有一个实体,即基站。也就是说,每一个远程收发机基本上发射相同的核心数据,并且端点将来自多个远程收发机的多个信号组合为单个通信。

[0004] 基站使用例如通用公共无线电接口(CPRI)标准与远程收发机进行通信。CPRI 标准允许从基站向远程收发机发射同相位/积分(I/Q)数据。远程收发机使用 I/Q 数据来形成向与其连接的任意端点发送的发射。远程收发机还能够使用 CPRI 标准与基站进行通信。这就允许远程收发机中继从端点接收到的数据以及向基站传送诸如信号质量的控制信息。

发明内容

[0005] 根据特定实施例,一种用于调整功率分配的方法包括:在基站和多个远程收发机之间建立连接。该方法还包括:经由多个远程收发机中的一个或者更多个远程收发机建立与多个端点的多个无线连接。该方法还包括:确定多个信号质量指示。每一个信号质量指示与多个唯一端点-远程收发机对中的不同的对相关联。该方法还包括:基于多个信号质量指示和最优化等式确定针对多个远程收发机的功率分配。最优化等式被配置以通过确定针对每一个无线连接的功率增益,最优化与多个无线连接相关联的数据吞吐量。

[0006] 特定实施例的技术优点可以包括向多个远程收发机提供功率分配,其增加与无线连接相关联的数据吞吐量。根据下面的附图、描述和权利要求,其它技术优点将对于本领域技术人员变得明显。另外,尽管以上列举了具体优点,各个实施例可以包括全部、一些或者不包括以上列举的优点。

附图说明

[0007] 为了更完整地理解特定实施例和它们的优点,请结合附图参照以下描述,其中:

[0008] 图 1 例示根据特定实施例的包括基站和多个远程收发机的分布式天线系统;

[0009] 图 2 例示根据特定实施例的分布式天线系统内的基站和远程收发机的详细框图;以及

[0010] 图 3 例示根据特定实施例的实现功率分配的方法。

具体实施方式

[0011] 图 1 例示根据特定实施例的包括基站和多个远程收发机的分布式天线系统。分布式天线系统 100 包括基站 110 和多个远程收发机 120。可以由远程收发机 120 以变化的功率水平发射无线通信。从特定远程收发机(例如,远程收发机 120d)到特定端点(例如,端点 140c)的特定发射(包括一个或者更多个子载波)的功率可以取决于该特定端点和该特定远程收发机之间的信号质量。在每一个远程收发机处的每一个子载波的发射功率可以大于或者小于标准功率水平。标准功率水平可以是基于在各子载波之间相等的功率分配(例如,用相同功率发射全部发射)。与在全部子载波上利用统一功率的系统相比较,增大或者减小在每一个远程收发机 120 处针对每一个端点 140 的发射功率可以增加分布式天线系统 100 的容量。

[0012] 分布式天线系统 100 可以经由基站 110 耦合到网络 130。分布式天线系统 100 提供针对大的地理区域上的端点 140 的无线覆盖。例如,可以使用单个基站(例如,基站 110)和多个远程收发机(例如,远程收发机 120)来提供针对整个建筑物的无线覆盖。因为远程收发机 120 在地理区域上分布,所以端点和每一个远程收发机 120 之间的距离可能不同。在特定实施例中,随着端点靠近远程收发机,端点和远程收发机之间的信号质量一般可以提高。特定实施例可以通过增加针对与具有较好质量的信号相关联的子载波的发射功率来利用这种提高的信号质量。因为远程收发机具有有限量的发射功率,所以可以通过相应的另一个子载波的功率的减小来平衡针对特定子载波的功率的增加。在特定实施例中,由基站 110 计算的功率分配可以通过分配功率来增加远程收发机的数据吞吐量。

[0013] 取决于实施例,分布式天线系统 100 可以使用各种无线技术或者协议(例如, IEEE 802. 16m 或者 802. 16e 或者长期演进(LTE))中的任一个用于远程收发机 120 和端点 140 之间的通信。多个远程收发机 120 对于端点 140 而言以单个实体出现——基站 110 的延伸。因而,每一个远程收发机 120 可以尝试向端点 140 发送相同的核心数据并且可以潜在地从端点 140 接收相同数据。发送或者接收的数据之间的差异可能是从特定端点到每一个远程收发机 120 的各自距离(如以下将更详细讨论)、以及应用于每一个远程收发机处的每一个子载波的功率的量的结果。

[0014] 取决于实施例,分布式天线系统 100 可以使用各种不同的有线技术或者协议(例如, CPRI)中任一个,用于远程收发机 120 和基站 110 之间的通信。在特定实施例中,基站 110 可以被配置为或者直接地(例如,将功率分配包含在向远程收发机发送的 I/Q 样本中)或者间接地(例如,向每一个远程收发机提供功率分配值,远程收发机可以根据该功率分配值确定它们各自的功率分配)调整每一个远程收发机应用于其发射的功率。通过选择性地增大或者减小特定远程收发机处的针对特定子载波(与特定端点相关联)的发射功率,基站 110 可以能够更高效地使用可用无线资源。

[0015] 取决于实施例,基站 110 可以使用来自各个远程收发机的信号质量信息来确定针对每一个远程收发机 120 的每一个子载波的功率分配。信号质量信息可以包括无线连接的载波对干扰加噪声比(CINR)、最大可用调制编码方案(MCS)等级、接收到的上行功率强度。在特定实施例中,上行探测可以被用来估计端点 140 和远程收发机 120 之间的信道增益和干扰强度。

[0016] 网络 130 可以是能够发射信号、数据和 / 或消息(包括通过网页、电子邮件、文字聊

天、IP 电话 (VoIP) 和即时消息发送的信号、数据或者消息) 的任何网络或者网络的组合。网络 130 可以包括诸如因特网、内部网、外部网的一个或者更多个 LAN、WAN、MAN、PSTN、WiMAX 网络、全球分布式网络, 或者任意其它形式的无线或者有线网络。网络 130 可以使用各种协议中的任意一种用于有线或者无线通信。

[0017] 基站 110 可以包括硬件、嵌入在计算机可读介质中的软件和 / 或并入在硬件中或者其它方式存储的嵌入式逻辑 (例如, 固件) 的任意组合, 以实现允许分布式天线系统 100 中分组的无线交换的任意数量的通信协议。基站 110 可以被配置为确定并且向每一个远程收发机 120 分配功率分配。取决于实施例, 基站 110 可以在发送到远程收发机以进行发射之前对数据应用功率分配, 或者基站 110 可以向每一个远程收发机发送功率分配以允许它们每一个单独地应用功率分配。

[0018] 远程收发机 120 可以包括硬件、嵌入在计算机可读介质中的软件和 / 或并入在硬件中或者其它方式存储的嵌入式逻辑 (例如, 固件) 的任意组合, 以实现允许在分布式天线系统 100 中与端点 140 无线地交换分组的任意数量的通信协议。在一些实施例中, 远程收发机 120 从基站 110 接收数据, 该数据可以已经包括由基站 110 进行的功率分配确定。在特定实施例中, 每一个远程收发机 120 可以调整从基站 110 接收到的核心数据的发射功率。在这种实施例中, 每一个远程收发机 120 接收相同的核心数据以及从基站 110 发送的一个或者更多个控制信号, 该控制信号规定在每一个分别的远程收发机 120 处的每一个子载波或者多个子载波的发送功率。然后, 远程收发机 120 可以在向端点 140 发送通信之前向核心数据应用功率分配。

[0019] 端点 140 可以包括能够经由远程收发机 120 向基站 110 发送和从基站 110 接收数据和 / 或信号的任意类型的无线装置。端点 140 的一些可能类型可以包括桌上型计算机、PDA、蜂窝电话、智能电话、膝上型计算机和 / 或 VoIP 电话。端点 140 可以通过硬件、嵌入在计算机可读介质中的软件和 / 或合并入在硬件中或者其它方式存储的嵌入式逻辑 (例如, 固件) 的任意组合向用户提供数据或者网络服务。端点 140 还可以包括可以发送或者接收数据和 / 或信号的无人值守或者自动的系统、网关、其它中间部件或者其它装置。

[0020] 下面的示例可以帮助例示特定实施例的特定特征。为了该示例, 假定基站 110 仅控制两个远程收发机, 即远程收发机 120a 和远程收发机 120d。进一步假定端点 140c 和端点 140e 均位于由远程收发机 120a 和远程收发机 120d 服务的区域中。为了简化情形, 假定基站 110 处的调度算法向端点 140c 和端点 140e 中的每一个在帧中分配相同数量的子载波。进一步假定远程收发机 120a 和端点 140c 之间的信道增益的大小是远程收发机 120a 和端点 140e 之间的信道增益的大小的两倍; 并且远程收发机 120d 和端点 140e 之间的信道增益的大小是远程收发机 120d 和端点 140c 之间的信道增益的大小的两倍。然后, 基于这些假定, 基站 110 可以将远程收发机 120a 的功率的 $\frac{2}{3}$ 分配给由端点 140c 使用的子载波, 并且将 $\frac{1}{3}$ 分配给由端点 140e 使用的子载波 (与标准分布式天线系统的平均的 $\frac{1}{2}$ 和 $\frac{1}{2}$ 分配相反)。类似地, 基站 110 可以将远程收发机 120d 的功率的 $\frac{2}{3}$ 分配给由端点 140c 使用的子载波, 并且将 $\frac{1}{3}$ 分配给由端点 140e 使用的子载波。

[0021] 尽管图 1 例示端点、连接、链路和节点的特定数量和配置, 但是分布式天线系统 100 考虑到了这种部件的任意数量和布置以进行数据通信。另外, 分布式天线系统 100 的元件可以包括相对彼此集中设置 (本地) 的部件或者遍布在分布式天线系统 100 上的部件。

[0022] 图 2 例示根据特定实施例的分布式天线系统内的基站和远程收发机的详细框图。分布式天线系统 200 可以使用各种不同无线技术中的任一个,这些无线技术包括但不限于正交频分多址(OFDMA)、诸如 LTE-A 或者 802.16m 的下一代无线系统。

[0023] 分布式天线系统 200 包括基站 210 和远程收发机 220。基站 210 和远程收发机 220 可以均包括一个或者更多个计算机系统的一个或者更多个部分。在特定实施例中,这些计算机系统中的一个或者更多个可以进行此处描述或者例示的一个或者更多个方法的一个或者更多个步骤。在特定实施例中,一个或者更多个计算机系统可以提供此处描述或者例示的功能。在特定实施例中,在一个或者更多个计算机系统上运行的经编码的软件可以进行此处描述或者例示的一个或者更多个方法的一个或者更多个步骤,或者提供此处描述或者例示的功能。

[0024] 基站 210 和远程收发机 220 的部件可以包括任何适当物理形式、配置、数量、类型和 / 或布局。作为示例,但是不作为限制,基站 210 和 / 或远程收发机 220 可以包括嵌入式计算机系统、芯片上系统(SOC)、单板计算机系统(SBC)(诸如,例如,模块上计算机(COM)或者模块上系统(SOM))、桌上型计算机系统、膝上型或者笔记本计算机系统、互动信息亭、中央处理机、计算机系统的网格(mesh)、移动电话、个人数字助理(PDA)、服务器或者以上这些中的两个或者更多个的组合。如果适当,则基站 210 和 / 或远程收发机 220 可以包括一个或者更多个计算机系统;可以是唯一的或者分布式的;跨越多个位置;跨越多个机器;或者驻留在云中,该云可以包括一个或者更多个网络中的一个或者更多个云部件。

[0025] 如果适当,则分布式天线系统 200 可以在基本上在空间上或者时间上没有限制的情况下进行此处描述或者例示的一个或者更多个方法的一个或者更多个步骤。作为示例,但是不作为限制,分布式天线系统 200 可以实时或者按照批次模式进行此处描述或者例示的一个或者更多个方法的一个或者更多个步骤。如果适当,则一个或者更多个分布式天线系统可以在不同时间或者不同位置进行此处描述或者例示的一个或者更多个方法的一个或者更多个步骤。

[0026] 在所描绘的实施例中,基站 210 和远程收发机 220 均包括自己各自处理器 211 和处理器 221、存储器 213 和存储器 223、存储 215 和存储 225、接口 217 和接口 227 以及总线 212 和总线 222。这些部件可以一起工作来提供这样的分布式天线系统:在该分布式天线系统中,基于在每一个远程收发机处的针对每一个端点的相对信号质量分配在每一个远程收发机 220 处的针对每一个端点的功率分配。尽管特定分布式天线系统被描绘为具有特定布置的特定数量的特定部件,但是本公开考虑了具有任何适当布置的任何适当数量的任何适当部件的任何适当的分布式天线系统 200。为了简化,基站 210 和远程收发机 220 的类似部件将被一起讨论,其中远程收发机 220 的部件将用括号标识。然而,两种装置不需具有相同部件,或者相同类型的部件。例如,处理器 211 可以是通用微处理器,而处理器 221 可以是专用集成电路(ASIC)。

[0027] 处理器 211 (和 / 或处理器 221)可以是可操作以单独或者与其它部件(例如,分别地,存储器 213 或者存储器 223)结合提供无线网络功能的微处理器、控制器,或者任何其它适当计算装置、资源或者硬件、软件和 / 或编码逻辑的组合。这种功能可以包括提供此处讨论的各种无线特征。例如,处理器 211 可以确定如何分配针对每一个远程收发机 220 处的每一个子载波的功率。以下将讨论至少部分地由处理器 211 (和 / 或处理器 221)提供的附

加示例和功能。

[0028] 在特定实施例中,处理器 211 (和 / 或处理器 221) 可以包括用于执行诸如组成计算机程序的指令的指令的硬件。作为示例,但不作为限制,为了执行指令,处理器 211 (和 / 或处理器 221) 可以从内部寄存器、内部缓存器、存储器 213 (和 / 或存储器 223) 或者存储 215 (和 / 或存储 225) 取得(或者拿取)指令;解码并且执行指令;然后将一个或者更多个结果写到内部寄存器、内部缓存器、存储器 213 (和 / 或存储器 223) 或者存储 215 (和 / 或存储 225)。

[0029] 在特定实施例中,处理器 211 (和 / 或处理器 221) 可以包括一个或者更多个用于数据、指令或者地址的内部缓存器。本公开考虑了处理器 211 (和 / 或处理器 221) 在适当情况下包括任何适当数量的任何适当的内部缓存器。作为示例,但不作为限制,处理器 211 (和 / 或处理器 221) 可以包括一个或者更多个指令缓存器、一个或者更多个数据缓存器以及一个或者更多个转译后备缓冲器(TLB)。指令缓存器中的指令可以是存储器 213(和 / 或存储器 223)或者存储 215 (和 / 或存储 225)中的指令的副本,并且指令缓存器可以加速处理器 211 (和 / 或处理器 221) 取得这些指令。数据缓存器中的数据可以是存储器 213 (和 / 或存储器 223) 或者存储 215 (和 / 或存储 225) 中的数据的副本,在处理器 211 (和 / 或处理器 221) 处执行的指令对该数据进行操作;用于被在处理器 211 (和 / 或处理器 221) 随后执行的指令存取的、或者用于写到存储器 213 (和 / 或存储器 223) 或者存储 215 (和 / 或存储 225) 的、在处理器 211 (和 / 或处理器 221) 先前执行的指令的结果;或者其它适当数据。数据缓存器可以加速由处理器 211 (和 / 或处理器 221) 的读或者写操作。TLB 可以加速用于处理器 211 (和 / 或处理器 221) 的虚拟地址转译。在特定实施例中,处理器 211 (和 / 或处理器 221) 可以包括一个或者更多个用于数据、指令或者地址的内部寄存器。取决于实施例,如果适当,则处理器 211 (和 / 或处理器 221) 可以包括任何适当数量的任何适当的内部寄存器。如果适当,则处理器 211 (和 / 或处理器 221) 可以包括一个或者更多个算术逻辑单元(ALU);可以是多核处理器;可以包括一个或者更多个处理器 211 (和 / 或处理器 221);或者任何其它适当的处理器。

[0030] 存储器 213 (和 / 或存储器 223) 可以是任意形式的易失性或者非易失性存储器,包括但是不限于磁介质、光学介质、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、快擦写存储器、可去除的介质或者任何其它适当的本地或者远程存储器部件。存储器 213(和 / 或存储器 223) 可以存储被基站 210 (和 / 或远程收发机 220) 利用的任何适当数据或者信息,包括嵌入在计算机可读介质中的软件和 / 或并入在硬件中或者其它方式存储的经编码的逻辑(例如,固件)。在特定实施例中,存储器 213 (和 / 或存储器 223) 可以包括主存储器,用于存储用于处理器 211 (和 / 或处理器 221) 执行的指令或者用于处理器 211 (和 / 或处理器 221) 操作的数据。作为示例,但不作为限制,基站 210 可以从存储 215 (和 / 或存储 225) 或者其它源(诸如,例如,另一个计算机系统、另一个基站或者远程收发机) 加载指令到存储器 213 (和 / 或存储器 223)。处理器 211 (和 / 或处理器 221) 可以接着从存储器 213 (和 / 或存储器 223) 加载指令到内部寄存器或者内部缓存器。为了执行指令,处理器 211 (和 / 或处理器 221) 可以从内部寄存器或者内部缓存器取得指令并且将这些指令解码。在指令执行期间或者之后,处理器 211 (和 / 或处理器 221) 可以将一个或者更多个结果(可以是中间结果或者最终结果) 写到内部寄存器或者内部缓存器。处理器 211 (和 / 或处理器 221) 可

以接着将这些结果中的一个或者更多个写到存储器 213 (和 / 或 223)。在特定实施例中, 处理器 211 (和 / 或处理器 221) 可以仅执行一个或者更多个内部寄存器或者内部缓存器中或者存储器 213 (和 / 或 223) 中的指令, 并且可以仅对一个或者更多个内部寄存器或者内部缓存器中或者存储器 213 (和 / 或 223) 中的数据进行操作 (而不是存储 215 (和 / 或存储 225) 或其它地方)。

[0031] 总线 212 (和 / 或总线 222) 可以包括硬件、嵌入在计算机可读介质中的软件和 / 或并入在硬件中或者其它方式存储的经编码的逻辑 (例如, 固件) 的任意组合以将基站 210 (和 / 或远程收发机 220) 的部件彼此耦合。作为示例但是不作为限制, 总线 212 (和 / 或总线 222) 可以包括加速图形端口 (AGP) 或其它图形总线、增强型工业标准架构 (EISA) 总线、前端总线 (FSB)、HYPERTRANSPORT (HT) 互连、工业标准架构 (ISA) 总线、INFINIBAND 互连、低引脚数 (LPC) 总线、存储器总线、微通道架构 (MCA) 总线、外设组件互连 (PCI) 总线、PCI-Express (PCI-X) 总线、串行高级技术附件 (SATA) 总线、视频电子标准协会本地 (VLB) 总线或者任何其它适当总线或者这些总线中的两个或者更多个的组合。如果适当, 则总线 212 (和 / 或总线 222) 可以包括任何数量、类型和 / 或构造的总线 212 (和 / 或总线 222)。在特定实施例中, 一个或者更多个总线 212 (可以均包括地址总线和数据总线) 可以将处理器 211 (和 / 或处理器 221) 耦合到存储器 213 (和 / 或存储器 223)。总线 212 (和 / 或总线 222) 可以包括一个或者更多个存储器总线, 如下面描述的。

[0032] 在特定实施例中, 在处理器 211 (和 / 或处理器 221) 和存储器 213 (和 / 或存储器 223) 之间可以驻留一个或者更多个存储器管理单元 (MMU) 并且帮助处理器 211 (和 / 或处理器 221) 请求的对存储器 213 (和 / 或存储器 223) 的存取。在特定实施例中, 存储器 213 (和 / 或存储器 223) 可以包括随机接入存储器 (RAM)。如果适当, 则该 RAM 可以是易失性存储器。如果适当, 则该 RAM 可以是动态 RAM (DRAM) 或者静态 RAM (SRAM)。另外, 如果适当, 则该 RAM 可以是单端口或者多端口 RAM, 或者其它适当类型的 RAM 或者存储器。如果适当, 则存储器 213 (和 / 或存储器 223) 可以包括一个或者更多个存储器 213 (和 / 或存储器 223)。

[0033] 在特定实施例中, 存储 215 (和 / 或存储 225) 可以包括用于数据或者指令的大规模存储。作为示例, 但是不作为限制, 存储 215 (和 / 或存储 225) 可以包括 HDD、软盘驱动器、快擦写存储器存储器、光盘、磁光盘、磁带或者通用串行总线 (USB) 驱动器或者这些的两个或者更多个的组合。如果适当, 则存储 215 (和 / 或存储 225) 可以包括可去除或者不可去除 (或者固定) 介质。如果适当, 则存储 215 (和 / 或存储 225) 可以是内部或者外部于基站 210 (和 / 或远程收发机 220)。在特定实施例中, 存储 215 (和 / 或存储 225) 可以是非易失性、固态存储器。在特定实施例中, 存储 215 (和 / 或存储 225) 可以包括只读存储器 (ROM)。如果适当, 则该 ROM 可以是掩模编程 ROM、可编程 ROM (PROM)、可擦写 PROM (EPROM)、电可擦写 PROM (EPROM)、电可改变 ROM (EAROM) 或者快擦写存储器存储器或者这些中的两个或者更多个的组合。存储 215 (和 / 或存储 225) 可以采取任何适当物理形式并且可以包括任何适当数量或者类型的存储。如果适当, 则存储 215 (和 / 或存储 225) 可以包括帮助处理器 211 (和 / 或处理器 221) 和存储 215 (和 / 或存储 225) 之间的通信的一个或者更多个存储控制单元。

[0034] 在特定实施例中, 接口 217 (和 / 或接口 227) 可以包括硬件、编码的软件或者两

者,它们提供用于基站 210、远程收发机 220、被基站 210 服务的任何端点(未示出)、任何网络、任何网络设备和 / 或任何其它计算机系统之间的通信(诸如,例如,基于分组的通信)的一个或者更多个接口。作为示例,但是不作为限制,通信接口 217 (和 / 或通信接口 227)可以包括用于与以太网或者其它基于导线的网络通信的网络接口控制器(NIC)或者网络适配器和 / 或无线 NIC (WNIC) 或者用于与无线网络通信的无线适配器。

[0035] 在一些实施例中,接口 217 (和 / 或接口 227) 可以包括耦合到一个或者更多个天线的一个或者更多个无线电装置。在这种实施例中,接口 217 (和 / 或接口 227) 可以接收经由无线连接发送到诸如端点这样的无线装置的数字数据。无线电装置可以将数字数据转换为具有适当中央频率、带宽参数和发射功率的无线电信号。针对无线电信号的功率分配可以是已经确定的并且应用于基站 210 处的每一个子载波,或者可以在基站 210 确定功率分配并且被远程收发机 220 应用。类似地,无线电装置可以将经由天线接收到的无线电信号转换为数字数据以例如被处理器 211 (和 / 或处理器 221) 处理。在一些实施例中,基站 210 可以通过以下来处理数据:对从每一个远程收发机 220 各个进入的 I/Q 样本应用 MRC; 确定在每一个远程收发机 220 处的每一个子载波的平均接收功率; 针对每一个远程收发机 220 向每一个子载波分配发射功率; 以及对要向端点发送的数据进行功率放大和快速傅里叶逆变换。在一些实施例中,数据的处理可以包括:在远程收发机 220 确定针对每一个子载波的平均接收功率并且组合来自端点的数据和来自上游远程收发机提供的相同端点的数据。接着,在基站 210, 针对每一个远程收发机 220 针对每一个子载波确定功率分配。

[0036] 取决于实施例,接口 217 (和 / 或接口 227) 可以是适用于使用分布式天线系统 200 的任何类型的网络的任何类型的接口。作为示例,但是不作为限制,方便性通信系统 200 可以与自组织网络、个人区域网络(PAN)、局域网(LAN)、广域网(WAN)、城域网(MAN) 或者因特网的一个或者更多个部分或者这些中的两个或者更多个的组合通信。这些网络中的一个或者更多个网络的一个或者更多个部分可以是有线或者无线的。作为示例,分布式天线系统 200 可以与无线 PAN (WPAN) (诸如,例如, BLUETOOTH WPAN)、WI-FI 网络、WI-MAX 网络、LTE 网络、LTE-A 网络、蜂窝电话网络(诸如,例如,全球移动通信系统(GSM) 网络) 或者任何其它适当的无线网络或者这些网络中的两个或者更多个的组合通信。如果适当,则基站 210 (和 / 或远程收发机 220) 可以包括用于这些网络中的任意一个或者更多个网络的任何适当的接口 217 (和 / 或接口 227)。

[0037] 在一些实施例中,接口 217 (和 / 或接口 227) 可以包括用于一个或者更多个 I/O 装置的一个或者更多个接口。这些 I/O 装置中的一个或者更多个可以使人和基站 210 (和 / 或远程收发机 220) 之间能够通信。作为示例,但是不作为限制, I/O 装置可以包括键盘、键盘、麦克风、监视器、鼠标、打印机、扫描仪、扬声器、静态相机、触笔、平板, 触摸屏、轨迹球、视频摄像头、其它适当 I/O 装置或者以上这些中的两个或者更多个的组合。I/O 装置可以包括一个或者更多个传感器。特定实施例可以包括任何适当类型和 / 或数量的 I/O 装置以及用于它们的任何适当类型和 / 或数量的接口 117 (和 / 或接口 227)。如果适当,则接口 117 (和 / 或接口 227) 可以包括一个或者更多个装置或者编码软件驱动器,使处理器 211 (和 / 或处理器 221) 能够驱动这些 I/O 装置中的一个或者更多个。如果适当,则接口 117 (和 / 或接口 227) 可以包括一个或者更多个接口 117 (和 / 或接口 227)。

[0038] 在此,对计算机可读存储介质的引用涵盖具有一个或者更多个实体计算机可读存

储介质结构。作为示例,但是不作为限制,如果适当,则计算机可读存储介质可以包括基于半导体的或者其它集成电路(IC)(诸如,例如,现场可编程门阵列(FPGA)或者专用 IC(ASIC))、硬盘、HDD、混合硬盘驱动器(HHD)、光盘、光盘驱动器(ODD)、磁光盘、磁光驱动器、软盘、软盘驱动器(FDD)、磁带、全息图存储介质、固态驱动器(SSD)、RAM 驱动器、安全数字(SECURE DIGITAL)卡、安全数字(SECURE DIGITAL)驱动器、快擦写存储器卡、快擦写存储器驱动器或者任何其它适当的计算机可读存储介质或者以上这些中的两个或者更多个的组合。在此,对计算机可读存储介质的引用包括根据 35U. S. C. § 101 不能合法被专利保护的任何介质。在此,对计算机可读存储介质的引用排除瞬时形式的信号传输(诸如本质上的传播电信号或者电磁信号)到根据 35U. S. C. § 101 不能合法被专利保护的度。

[0039] 特定实施例可以包括实现任何适当存储的一个或者更多个计算机可读存储介质。在特定实施例中,如果适当,则计算机可读存储介质实现处理器 211(和 / 或处理器 221)(诸如,例如,一个或者更多个内部寄存器或者缓存器)的一个或者更多个部分、存储器 213 (和 / 或存储器 223)的一个或者更多个部分、存储 215 (和 / 或存储 225)的一个或者更多个部分或者以上这些的组合。在特定实施例中,计算机可读存储介质实现 RAM 或者 ROM。在特定实施例中,计算机可读存储介质实现易失性或者持久性存储器。在特定实施例中,一个或者更多个计算机可读存储介质实现编码的软件。

[0040] 在此,如果适当,则对编码的软件的引用可以涵盖存储在或者编码在计算机可读存储介质中的一个或者更多个应用、字节代码、一个或者更多个计算机程序、一个或者更多个可执行程序、一个或者更多个指令、逻辑、机器代码、一个或者更多个脚本或者源代码,以及相反。在特定实施例中,编码的软件包括存储在或者编码在计算机可读存储介质中的一个或者更多个应用编程接口(API)。特定实施例可以使用存储或者编码在任何适当类型或者数量的计算机可读存储介质中的、用任何适当编程语言或者编程语言的组合写成的或者其它方式表示的任何适当编码的软件。在特定实施例中,编码的软件可以表示为源代码或者对象代码。在特定实施例中,用诸如,例如,C、Perl 或者其适当延伸这样的更高级别的编程语言表示编码的软件。在特定实施例中,用诸如汇编语言(或者机器码)这样的更低级别的编程语言表示编码的软件。在特定实施例中,用 JAVA 表示编码的软件。在特定实施例中,在超文本标记语言(HTML)、可扩展标记语言(XML) 或者其它适当标记语言表示编码的软件。

[0041] 图 2 例示的部件和装置形成分布式天线系统 200。从端点的角度,分布式天线系统 200 可以被感觉为单个基站。端点可能不能区分远程收发机发送的无线发射和基站发送的无线发射。端点经历的信道是来自每一个远程收发机 220 的信道响应的和。

[0042] 在特定实施例中,基站 210 可以使用通用公共无线电接口(CPRI)与远程收发机 220 通信。CPRI 规范支持多种拓扑,包括环、树、星和链拓扑。无论何种拓扑,CPRI 允许多个远程收发机 220 被相同的基站 210 控制。在一些实施例中,CPRI 链路可以被基站 210 用来向 / 从每一个不同的远程收发机 220 发送 / 接收不同的同相位 / 正交(I/Q)数据。例如,在一些实施例中,基站 210 可以在向远程收发机发送之前本地地向数据应用功率分配。这可以导致每一个远程收发机接收其自己唯一的 I/Q 样本。在特定实施例中,CPRI 链路可以被使用来向 / 从远程收发机 220 发送 / 接收 I/Q 样本的单个集合。例如,在一些实施例中,功率分配可以被单独应用在每一个各自远程收发机。这可以允许单个 I/Q 样本被全部

远程收发机 220 使用, 每一个远程收发机本地地应用功率分配。

[0043] 在特定实施例中, 在基站 210 分配功率分配之前, 可以首先执行调度算法以向不同的端点分配信道内的子载波。一旦指派了子载波, 基站 210 可以使用从远程收发机 220 接收到的测量上行功率来重分配下行功率以使系统容量最大化。

[0044] 可以基于与每一个远程收发机 220 处的每一个端点相关联的信道响应信息在功率分配中在不同的远程收发机 220 向不同的子载波分配功率。在特定实施例中, 基站 210 可以一般地在每一个各自远程收发机向具有更好信道质量的端点分配更多功率。这可以导致改善发射功率的使用, 这可以增加整体系统容量。

[0045] 取决于实施例, 可以至少要有三个要素用于确定信道响应; 路径损耗、遮蔽和多径。与遮蔽和多径效应相反, 路径损耗是信道响应中的主要要素因此, 在一些实施例中, 遮蔽效应和 / 或多径效应可以被忽略以降低确定功率分配的计算复杂度。路径损耗可以是端点和远程收发机之间的距离的函数。端点到特定远程收发机越近, 端点和该远程收发机之间的信道增益越高。在分布式天线系统 200 中, 端点和每一个远程收发机 220 之间的改变的距离可以导致远程收发机 220 和特定端点之间的改变的路径损耗和信道增益。

[0046] 在特定实施例中, 端点到远程收发机越近, 在各个远程收发机将给与该端点相关联的子载波分配的功率越大。相反地, 端点到远程收发机越远, 将给与该端点相关联的子载波分配的功率越小。这可以允许每一个远程收发机 220 更有效地使用它们的可用发射功率。在不同远程收发机对不同子载波的非统一功率分配可以通过增加从更接近的远程收发机 200 的接收信号强度并且由于从更远的远程收发机的减少的功率引起的信号强度的损耗可能不明显, 增强端点处的信号对于干扰加噪声比 (SINR)。

[0047] 在特定实施例中, 每一个远程收发机 220 可以测量分配给每一个端点的子载波的平均接收功率。然后, 该信息可以通过 CPRI 控制信道被传送到基站 210。基站 210 可以使用测量的上行功率来接近每一个远程收发机 220 和端点之间的下行信道响应。该估计可以被基站 210 使用来确定功率分配, 基站 210 然后使用 CPRI 控制信道向远程收发机 220 发送该功率分配。

[0048] 在一些实施例中, 每一个远程收发机 220 可以向基站 210 发送它们自己的各个 I/Q 数据。基站 210 可以使用各个 I/Q 数据样本来估计在端点处的接收的下行功率 (例如, 可以与所确定的上行功率成比例)。使用该估计功率, 基站 210 可以确定并且对下行信号应用放大或者衰减。这可以在不调整下行信号的相位的情况下进行。然后可以将经放大的数据发送到远程收发机 220 作为单独的 I/Q 数据。

[0049] 所确定的功率分配, 无论是被远程收发机 220 应用还是被基站 210 应用, 都可以在不调整相位的情况下按照基于上行功率的大小的因数放大下行信号。针对由第 r 个远程收发机发送的子载波 k , 功率放大可以表示为 $\sqrt{G_r(k)}$ 。可以通过解最大化系统容量的最优化问题来确定针对每一个远程收发机 220 处的每一个子载波的增益的值。在一些实施例中, 在 IFFT 运算 $\tilde{X}_r[k] = \sqrt{G_r(k)} \cdot X[k]$ 之前, 基站 210 处的输入数据可以被乘以功率放大增益。在端点接收到的信号在进行 FFT 运算之后可以表示为:

$$Y[k] = \sum_{r=1}^{N_H} \sqrt{\frac{P_{r,k}}{N_T}} H_r(k) \cdot \sqrt{G_r(k)} X[k] + \sum_{i=1}^{N_I} \sqrt{\frac{P_{i,k}}{N_T}} H_i(k) \cdot \sqrt{G_i(k)} X_i[k] + N[k]$$

端点处的对应的频域均衡器(FDE)可以是：

$FDE[k] = \Xi[k]^H = \sum_{r=1}^{N_H} \sqrt{G_r(k)} \cdot H_r[k]^H$ 在特定实施例中,所提出的方案的 SINR

$$\text{可以是: } SINR(k) = \frac{\sum_{r=1}^{N_H} \frac{P_{r,k}}{N_T} \cdot \left\| \Xi(k)^H \cdot \sqrt{G_r(k)} H_r(k) \right\|^2}{\sum_{i=1}^{N_I} \frac{P_{i,k}}{N_T} \cdot \left\| \Xi(k)^H \cdot \sqrt{G_i(k)} H_i(k) \right\|^2 + \left\| \Xi(k) \right\|^2 \cdot \sigma_n^2}$$

[0050] 在特定实施例中,基于信息理论,子载波 k 的系统容量可以被估计为 SINR 的函数： $C(k) = \ln(1+SINR(k))$ 。用于确定功率分配的最优化问题的目标可以是确定针对每一个端

点—远程收发机对的子载波的功率放大增益 $\sqrt{G_r(k)}$ (或者,增益的平方 $G_r(k)$),使得(与使用统一功率分配的系统相比较)整体系统容量最大化。应用于任意一个子载波的功率增益不能够被无限放大,因为远程收发机 220 的总可用发射功率限制于最大可用输出功率 P_T 。因此,最优化问题中的约束函数是从每一个远程收发机 220 的总发射功率小于或者等于 P_T 。

[0051] 除了 P_T ,最优化问题的给定输入还可以包括 $P_{r,k}^{UL}$,其可以是远程收发机 r 处的第 k 个子载波的接收上行功率。如以上讨论的,在一些实施例中,可以假定在端点处的下行接收功率与在对应的远程收发机处的上行接收功率相同(或者成比例)。 $P_{r,k}^{UL}$ 可以被用作以上的 SINR 公式中的下行接收功率。

[0052] 基于以上,可以将带有 $\sqrt{G_r(k)}$ 功率放大的第 k 个子载波的容量表示为：

$$[0053] \quad C(k) = \ln\left(1 + \frac{\sum_{r=1}^{N_H} \frac{P_{r,k}^{UL}}{N_T} \cdot \left\| \Xi(k)^H \cdot \sqrt{G_r(k)} H_r(k) \right\|^2}{\sum_{i=1}^{N_I} \frac{P_{i,k}^{UL}}{N_T} \cdot \left\| \Xi(k)^H \cdot \sqrt{G_i(k)} H_i(k) \right\|^2 + \left\| \Xi(k) \right\|^2 \cdot \sigma_n^2}\right)$$

[0054] 在一些实施例中,可以不管小区间干扰而考虑最优化问题。这就可以将问题简化为：

$$[0055] \quad \max \sum_{k=1}^N c(k) = \sum_{k=1}^N \ln\left(1 + \frac{\sum_{r=1}^{N_H} \frac{P_{r,k}^{UL}}{N_T} \cdot \left\| \Xi(k)^H \cdot \sqrt{G_{r,k}} H_r(k) \right\|^2}{\left\| \Xi(k) \right\|^2 \cdot \sigma_n^2}\right)$$

$$[0056] \quad \text{s. t. } \sum_{k=1}^N G_{r,k} \cdot P_{r,k}^{TX} \leq P_T \forall r = 1, \dots, N_H$$

[0057] 在特定实施例中,通过将针对分配给相同端点—远程收发机对的子载波的功率放大增益设定为近似相等,可以进一步简化上述目标和约束函数。这可以是基于假设远程收发机和端点之间的路径损耗在子载波之间变化不大。用此简化,最优化问题中的变量 $G_r(k)$ 的数量可以从 $N_H \cdot N$ 减少到 $N_H \cdot N_{UE}$,其中 N_H 是远程收发机的数量, N 是信道中的 FFT (快速傅里叶变换) 的点的数量,并且 N_{UE} 是在作为用于在基站 210 调度决策的基本时间单位的一个 TTI (发射时间间隔) 内接收子载波分配的端点的数量。在一些实施例和 / 或情形中,在功率放大之前,可以向全部子载波设定统一功率分配,从而 $P_{i,k}^{TX} = P_T/N$ 。约束函数可以被简化为： $\sum_{u=1}^{N_{UE}} G_{r,u} \cdot S_u \leq N \forall r = 1, \dots, N_H$, 其中 S_u 是分配给第 u 个端点的子载波的

数量。

[0058] 在特定实施例中简化上述目的和约束函数的另一个方式是假定针对全部子载波， $H_r(k)=1$ 。这可以等同于忽略遮蔽和多径效应。另选实施例可以是计算指派给第 u 个端点 UE 的子载波的平均上行信道增益。

[0059] 在应用了上述两种简化的特定实施例中，最优化公式可以变为可被迅速解决的非线性编程问题：

$$[0060] \quad \max \sum_{i=1}^I \sum_{u=1}^{N_{UE}} S_u \cdot \ln \left(1 + \frac{\sum_{r=1}^{N_H} \frac{c \cdot P_{r,u}^{UL}}{N_T} \cdot G_{r,u}^i}{\sum_{j=1}^{N_I} \frac{c \cdot P_{j,u}^{UL}}{N_T} \cdot G_{j,u}^i + \sigma_n^2} \right)$$

$$[0061] \quad \text{s. t.} \quad \sum_{u=1}^{N_{UE}} G_{r,u}^i \cdot S_u \leq N \forall i=1, \dots, I \text{ 并且 } r=1, \dots, N_H$$

$$[0062] \quad G_{r,u}^i \geq 0 \forall i=1, \dots, I; r=1, \dots, N_H, \text{ 并且 } u=1, \dots, N_{UE}$$

[0063] 在以上最优化公式中：(1) S_u 可以代表分配给第 u 个端点的子载波的数量；(2) $G_{r,u}$ ($= g_{r,u}^2$) 可以代表第 r 个远程收发机处的针对分配给第 u 个端点的全部子载波的共用功率放大因数的平方；(3) $P_{r,u}^{UL}$ 可以代表在第 r 个远程收发机处的分配给第 u 个端点的子载波的接收上行功率的平均值；(4) c 可以是用于校准下行连接和上行连接的发射天线增益和接收天线增益之间的差异的常数；(5) N_T 可以代表每一个远程收发机处的发射天线的数量；(6) N_H 可以代表被小区中的基站控制的远程收发机的数量；(7) N_{UE} 可以代表在一个 TTI 中调度的端点的数量；(8) N_I 可以代表干扰基站的数量；(9) σ_n^2 可以代表每一子载波的噪声功率的方差；(10) N 可以代表信道中的 FFT 的点的数量，其可以与信道中的子载波的数量相同；以及(11) $\log$ 函数 $\ln(\cdot)$ 的项可以代表第 u 个端点处的平均估计每一子载波容量。可以是以上公式中的符号主要代表给定的参数，其中 $G_{r,u}$ ($r=1, \dots, N_H$ 并且 $u=1, \dots, N_{UE}$) 是公式中的变量。

[0064] 以上公式的目的可以是最大化整体系统容量。系统容量可以是基于连接到基站 210 的全部端点的估计容量的和。约束函数的第一集合可以将每一个远程收发机处的总发射功率限制为小于或者等于最大发射功率 P_T 。可以从以下不等式导出约束函数：

$$[0065] \quad \sum_{k=1}^N G_{r,k} \cdot P_{r,k}^{TX} \leq P_T \forall r=1, \dots, N_H$$

[0066] 其中， $P_{r,k}^{TX}$ 是在功率放大操作之前指派到第 r 个远程收发机的第 k 个子载波的功率。在特定实施例和 / 或情形中，子载波的功率放大初始地可以近似相等因而允许 $P_{r,k}^{TX}$ 为 P_T/N 。另外，在特定实施例中，如上所述，针对分配到相同的端点—远程收发机对的不同子载波的功率放大增益可以近似相等。这可以允许不等式被简化为最优化问题中的约束函数。约束函数的第二集合可以确保从最优化问题计算出正或者零功率放大增益。

[0067] 在总共 I 个小区内的小区干扰被考虑的那些实施例中，最优化公式可以是：

$$[0068] \quad \max \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^N c_i(k) = \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^N \ln(1 + \frac{\sum_{r=1}^{N_H} \frac{P_{r,k}^{i,UL}}{N_T} \cdot \|\Xi(k)^H \cdot \sqrt{G_{r,k}^i} H_r(k)\|^2}{\sum_{j=1}^{N_I} \frac{P_{j,k}^{i,UL}}{N_T} \cdot \|\Xi(k)^H \cdot \sqrt{G_{j,k}^i} H_j(k)\|^2 + \|\Xi(k)\|^2 \cdot \sigma_n^2})$$

$$[0069] \quad \text{s. t. } \sum_{k=1}^N G_{r,k}^i \cdot P_{r,k}^{i,UL} \leq P_T \forall i=1, \dots, I \text{ 并且 } r=1, \dots, R$$

[0070] 这可以被简化为：

$$[0071] \quad \max \sum_{i=1}^I \sum_{u=1}^{N_{UE}} S_u \cdot \ln(1 + \frac{\sum_{r=1}^{N_H} \frac{P_{r,u}^{i,UL}}{N_T} \cdot G_{r,u}^i}{\sum_{j=1}^{N_I} \frac{P_{j,u}^{i,UL}}{N_T} \cdot G_{j,u}^i + \sigma_n^2})$$

$$[0072] \quad \text{s. t. } \sum_{u=1}^{N_{UE}} G_{r,u}^i \cdot S_u \leq N \forall i=1, \dots, I \text{ 并且 } r=1, \dots, N_H$$

[0073] 一旦基站 210 确定了如何分配针对每一个远程收发机 220 处的各个子载波的下行功率，功率分配可以被在基站 210 或者在远程收发机 220 处应用。例如，在一些实施例中，基站 210 可以产生针对每一个远程收发机 220 的 I/Q 数据，其中包括通过功率分配修改的核心数据（这可以在基站 210 进行逆离散傅里叶变换（IDFT）运算之前在频域中进行）。这可以成比例地放大或者缩小频域中的数据（在 IDFT 之前），使得每一个远程收发机的总功率不超过其性能。

[0074] 在一些实施例中，基站 210 可以从远程收发机 220 接收组合的上行信号。例如，远程收发机 220c 可以向远程收发机 220b 发送其接收的上行信号。远程收发机 220b 可以组合其自身接收的上行信号和来自远程收发机 220c 的上行信号。组合的上行信号可以接着被发送到远程收发机 220a 以便远程收发机 220a 与其接收的上行信号组合。来自全部三个远程收发机的经组合的上行信号可以接着被发送到基站 210。因此，基站 210 可以仅仅接收一个经组合的上行 I/Q 样本而不是来自每一个远程收发机 220 的各个 I/Q 样本。

[0075] 在特定实施例中，基站 210 可以经由最大比例组合（MRC）增强上行容量。这可以部分地通过确定分配给每一个端点的子载波的接收信号功率来实现。基站 210 还可以在从每一个远程收发机 220 发送的每一个 I/Q 数据样本的处理中使用 MRC。这可以改善与远程收发机 220 的多个接收实体相关联的阵列增益。

[0076] 在特定实施例中，在逆快速傅里叶变换（IFFT）被应用之前，基站 210 可以向核心数据应用功率分配 $g_r(k) = \sqrt{G_r(k)}$ 。功率放大和 IFFT 都可以在基站 210 本地进行。这可以导致基站 210 向每一个远程收发机 220 发送不同的 I/Q 数据。这可以增加 CPRI 链路的数据率。然而，因为基站 210 正在发送特别针对每一个远程收发机 220 的不同的 I/Q 数据，所以可以在不需要修改标准远程收发机以使之能够基于经由控制面板从基站 210 接收的功率分配进行功率调整的情况下使用标准远程收发机。在特定实施例中，MRC、功率放大确定、FFT（用于处理从远程收发机接收到的 I/Q 样本）和 IFFT（用于处理要被发送到远程

收发机的 I/Q 样本)可以由特别针对每一个任务设计的分离模块进行。在一些实施例中,这些特征中的一个或者更多个可以由处理器 211、存储器 213、存储 215、总线 212 和接口 217 中的一个或者更多个的组合进行。

[0077] 在特定实施例中,每一个远程收发机 220 可以本地地应用功率分配并且进行 IFFT。这可以允许基站 210 向每一个远程收发机 220 发送相同的(频域)数据。这可以减少 CPRI 链路需要的数据率。在特定实施例中,除了频域 I/Q 数据,基站 210 可以还发送下行调度信息(例如,在发射时间间隔(TTI)中指派给每一个端点的子信道/子载波的集合),以及针对每一个端点的功率分配。在特定实施例中,这两段信息可以在 CPRI 控制会话或者 CPRI 控制信道上携带。用于功率放大增益和调度信息两者的数据的量比 I/Q 数据少得多。

[0078] 在特定实施例中,每个远程收发机 220 可以组合自己的 I/Q 数据和它从上游远程控制器 220 接收的 I/Q 数据。组合的 I/Q 数据可以接着被传递到接下来的下游(朝向基站 210)的远程收发机。因为基站 210 仅仅接收到基于来自每一个远程收发机 220 的 I/Q 数据的组合的单个集合的 I/Q 数据,所以基站 210 可以不能够使用接收到的 I/Q 数据来确定功率放大分配。然而,在特定实施例中,远程收发机 220 可以计算来自特定端点的平均接收功率并且经由 CPRI 控制信号向基站 210 发送该信息。在一些实施例中,计算从端点的接收功率可以包括使用来自基站 210 的调度信息。在特定实施例中,可以在每一个远程收发机 220 进行 FFT 运算,因而解除基站 210 进行 FFT 的任务。在一些实施例中,远程收发机 220 可以在进行 FFT 之后计算平均接收功率。在特定实施例中,远程收发机 220 可以包括一个或者更多个分离的硬件模块用于计算平均接收功率和/或进行 FFT。在特定实施例中,可以通过处理器 221、存储器 223、存储 225 和/或接口 227 的组合进行这些任务。

[0079] 至此,给出了多个不同实施例和特征。特定实施例可以取决于操作需要和/或部件限制组合一个或者更多个这些特征。这可以允许分布式天线系统 200 的对各种组织和用户的需要的大的适用性。一些实施例可以包括附加的特征。

[0080] 图 3 例示根据特定实施例的实现功率分配的方法。方法开始于步骤 310,其中基站和多个远程收发机之间的连接被建立。在一些实施例中,基站和多个远程收发机之间的连接可以包括通用公共无线电接口连接。在特定实施例中,多个远程收发机可以以级联拓扑布置。级联拓扑可以允许数据和/或通信消息通过传递过每一个远程收发机而被端到端中继。在其它实施例中,多个远程收发机可以按照星、树或者环形拓扑布置。无论配置,基站可以负责管理与每一个远程收发机相关联的一个或者更多个参数和/或数据。

[0081] 在步骤 320,一个或者更多个子载波被指派给多个端点中的每一个端点。基站可以使用多种方法中的任意方法指派子载波。指派给端点的子载波对于端点而言是唯一的但是对于远程收发机不是。例如,两个不同的远程收发机将使用相同的子载波来与特定端点通信;而两个不同端点将使用不同子载波与特定远程收发机通信。

[0082] 在步骤 330,与多个端点建立多个无线连接。经由多个远程收发机中的一个或者更多个建立无线连接。每一个无线连接可以包括数个唯一的端点-远程收发机对。例如,如果经由两个远程收发机建立与端点的无线连接,则无线连接可以包括两个唯一的端点-远程收发机对。尽管每一个端点从自身角度可以与单个基站建立了单个无线连接,但是每一个端点可以实际从数个远程收发机发送和接收通信。当端点从多个远程收发机接收多个无线信号时,可以执行从多个无线信号导出核心数据的各种技术。例如,在一些实施例中,端

点可以将来自两个或者更多个远程收发机的两个或者更多个无线信号组合(每一个无线信号包括相同核心数据的副本)。

[0083] 在步骤 340,接收针对每一个端点—远程收发机对的上行功率。接收的上行功率可以指示针对每一个唯一端点—远程收发机对由各个远程收发机从各个端点接收的信号强度。取决于实施例和 / 或配置,可以从每一个远程收发机在 CPRI 控制信道接收上行功率。例如,每一个远程收发机可以确定其从每一个端点接收的上行功率。该信息可以接着经由 CPRI 控制信道发送。在一些实施例中,可以在 CPRI 数据信道上从远程收发机发送的数据和信息确定上行功率。例如,远程收发机可以向基站发送从端点接收到的信号而几乎不或者不对接收到的信号进行处理。可以在 CPRI 数据信道上发送该信号以便基站进行处理。

[0084] 在步骤 350,确定针对多个端点—远程收发机对的每一个的信号质量指示。每一个信号质量指示与不同的一个唯一端点—远程收发机对相关。在此实施例中,信号质量指示可以是基于接收上行功率,然而,在其它实施例中,可以从基站可以从该信息确定针对每一个端点—远程收发机对的无线连接的相对质量、强度和 / 或效率的其它信息确定信号质量指示。

[0085] 在步骤 360,确定小区间干扰、遮蔽效应和多径效应。这些确定可以增加在每一个远程收发机处在端点之间分配功率的准确性。一些实施例,关注减少基站的计算负载,可以在步骤 360 仅仅进行两个、一个确定或者不进行确定。

[0086] 在步骤 370,假定在每一个远程收发机处向指派给每一个端点的每一个子载波指派近似相等量的功率。这可以具有将指派给端点的子载波作为单个信道来对待的效果。这利用了被指派给特定端点—远程收发机对的子载波之间的信号质量几乎没有或者没有差别的假定。因而,通过假定特定远程收发机将针对其使用用于与特定端点无线连接的全部子载波使用相同的功率,可以减少确定功率分配的计算复杂度。

[0087] 在步骤 380,确定使系统的容量最优化的功率分配。功率分配向被远程收发机使用用于与端点的无线连接的子载波指派功率。在特定实施例中,远程收发机和端点之间的无线信号越好(例如,越强、越清楚、越有效率),越大量的功率将被远程收发机分配以用于与该端点通信;相反地,无线信号越坏,越少量的功率将被远程收发机分配以用于与该端点通信。在此实施例中,当确定功率分配时,除了别的以外,基站将多个信号质量指示(例如,接收上行功率)、与多个远程收发机中的每一个远程收发机相关联的可用发射功率、所确定的小区间干扰、所确定的遮蔽效应和所确定的多径效应考虑在内。各个确定和接收数据被应用到配置为最优化与多个无线连接相关联的数据吞吐量的最优化等式。最优化等式可以产生针对无线连接的每一个子载波的功率增益(在此实施例中,假定用于与特定端点—远程收发机对相关联的无线连接的子载波全部近似相等)。

[0088] 在特定实施例中,一旦基站进行了其针对每一个远程收发机在多个端点之间如何分配功率的确定,基站可以将信息编码为控制信号。该控制信号可以被全局地或者单独地发送到每一个远程收发机。然后,基站可以发送全局数据信号。远程收发机可以基于在该控制信号中接收到的功率分配修改数据。这可以导致在每一个远程收发机中发射不同的信号。

[0089] 在一些实施例中,一旦基站确定了功率分配,在数据被发送到远程收发机以便向端点广播之前,基站可以将功率分配应用于数据。每一个远程收发机可以被给予不同的数

据信号,该数据信号包括已经应用的适当的功率分配。然后,远程收发机可以在不基于功率分配对数据进行任何修改的情况下(例如,基站已经进行了修改),仅发射接收的数据。

[0090] 如果适当则图 3 例示的一些步骤可以被组合、修改或者删除,并且还可以添加附加步骤到流程图。例如,在一些实施例中,可以不确定小区间干扰、遮蔽效应和多径效应中的一个或者更多个。另外,不背离特定实施例的范围的情况下可以按照任何适当顺序执行步骤。

[0091] 尽管关于各个实施例讨论了各种实现和特征,应理解的是这些实现和特征可以在各个实施例中组合。例如,根据操作需要或者期望,相对于特定附图例如图 2 讨论的特征和功能可以结合相对于另一个附图例如图 1 讨论的特征和功能使用。

[0092] 尽管详细描述了特定实施例,但是应理解的是在不背离特定实施例的实质和范围的情况下可进行各种其它变化、替换、和修改。例如,尽管关于包括在分布式天线系统 100 中的多个元件例如端点、基站和远程收发机描述了实施例,但是这些元件可以被组合、重排列或者定位以容纳特定路由结构或者需要。另外,如果适当则这些元件中的任意元件可以作为单独于分布式天线系统 100 或者彼此独立的外部部件提供。特定实施例考虑了这些元件以及内部部件的排列的最大的灵活性。

[0093] 本领域技术人员可以确定各种其它改变、替换、修改、更改和修正,并且旨在特定实施例包含落入所附的权利要求的实质和范围内的全部这些改变、替换、修改、更改和修正。

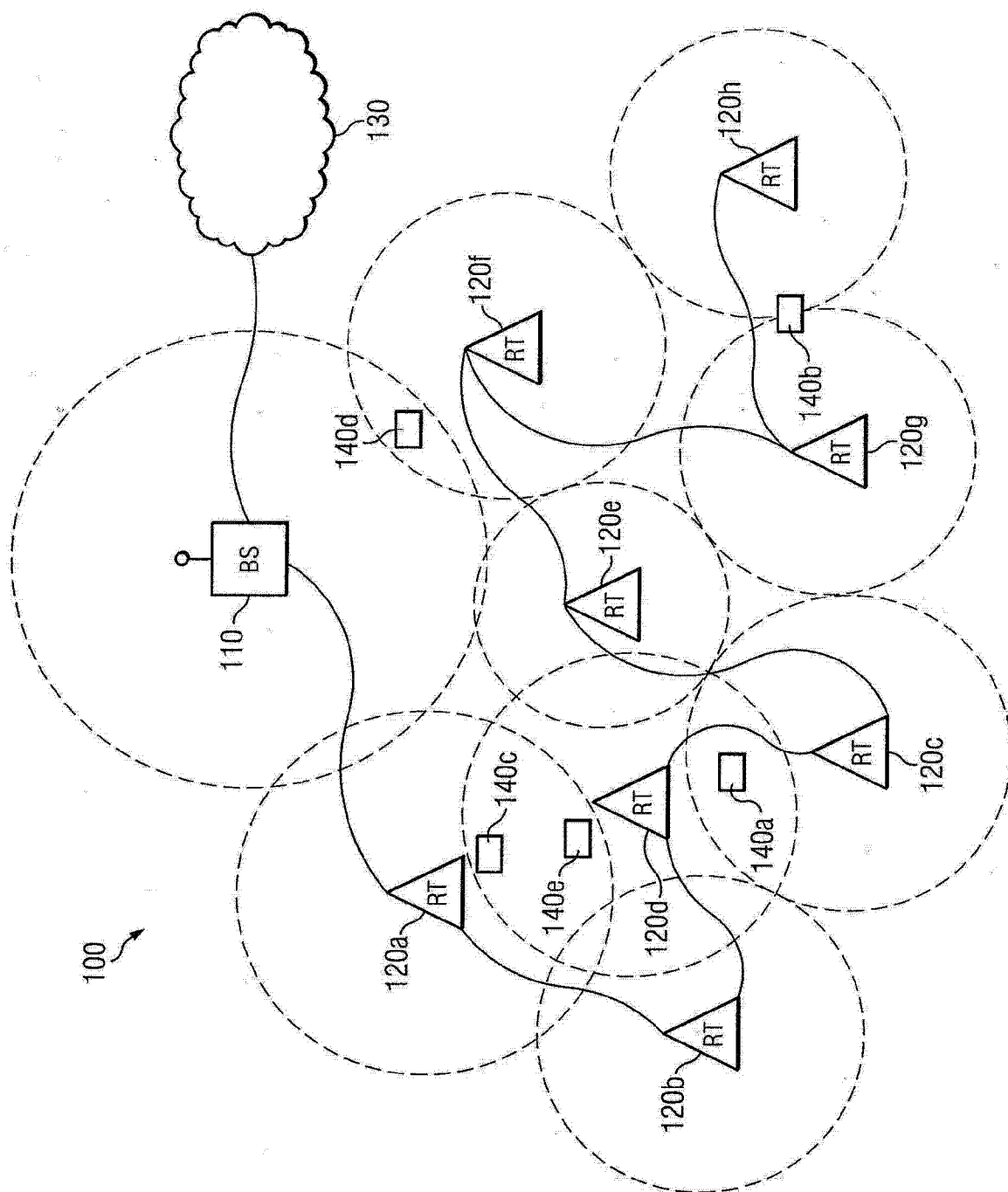


图 1

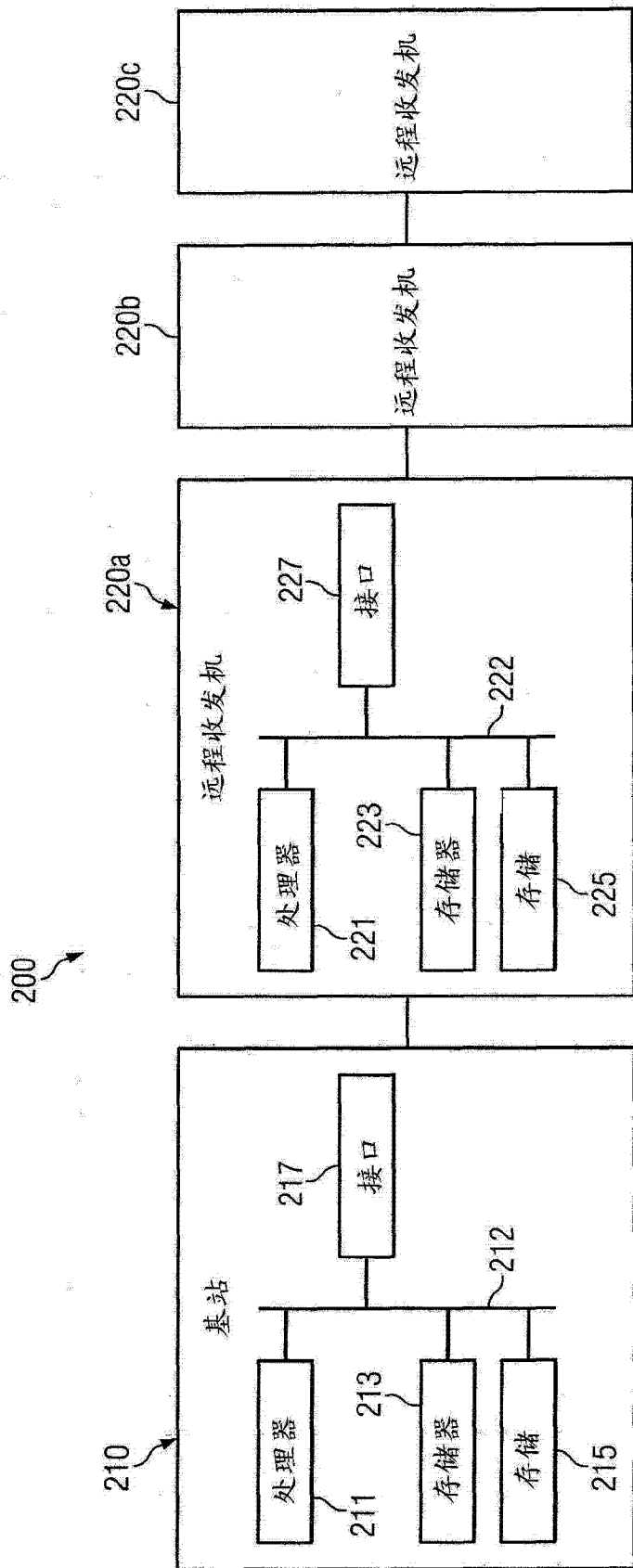


图 2



图 3