



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103201958 A

(43) 申请公布日 2013. 07. 10

(21) 申请号 201180050066. 6

(22) 申请日 2011. 08. 16

(30) 优先权数据

61/439, 940 2011. 02. 07 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 04. 16

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/048004 2011. 08. 16

(87) PCT申请的公布数据

W02012/024349 EN 2012. 02. 23

(71) 申请人 大理系统有限公司

地址 开曼群岛大开曼岛

(72) 发明人 肖恩·帕特里克·斯特普尔顿

保罗·莱姆森 林斌

(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 杨华

(51) Int. Cl.

H04B 1/38 (2006. 01)

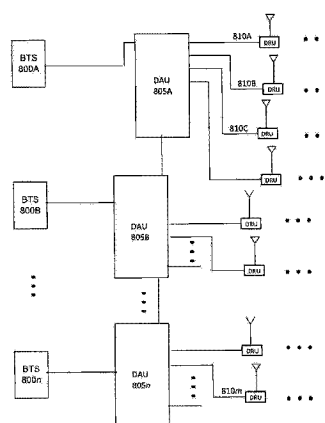
权利要求书1页 说明书11页 附图6页

(54) 发明名称

用于分布式天线系统的远程单元的菊花链式环

(57) 摘要

本公开内容是基于软件定义的无线电 (SDR) 的分布式天线系统 (DAS) 的一种新型实用方案, 该分布式天线系统是现场可重新配置的并且支持多调制方案 (独立于调制的)、多载波、多频带和多信道。更具体地, 本发明涉及利用了远程单元的一个或多个菊花链式环的 DAS。本发明使得能够实现高度的灵活性以管理、控制、增强和促进分布式无线网络的使用和性能, 比如灵活同时联播、自动流量负荷平衡、网络和无线电资源优化、网络校准、自主 / 辅助试运行、载波轮询、自动频率选择、频率载波定位、流量监视、流量标记和伪导频等。结果, 根据本发明的 DAS 能够提高运营商的无线网络的效率和流量容量。



1. 一种用于路由和切换运营商 RF 信号的方法,包括:

提供一个或多个远程无线电单元,每个远程无线电单元被配置成接收一个或多个下行链路无线电频率和发送一个或多个上行链路无线电频率,

提供被配置成与至少一些远程无线电单元通信的至少一个数字接入单元,

按照环配置链接所述一个或多个远程无线电单元和所述至少一个数字接入单元,由此,每个远程无线电单元能够沿围绕所述环的任一方向被接入,以及

在所述一个或多个无线电单元和所述至少一个数字接入单元之间路由和切换经包化的信号。

用于分布式天线系统的远程单元的菊花链式环

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求下列美国专利申请的权益,所有这些申请通过引用全都合并入本文。

[0003]

序列号	申请日期	名称
61/374,593	2010年8月17日	Neutral Host Architecture for a Distributed Antenna System
61/382,836	2010年9月14日	Remotely Reconfigurable Distributed Antenna System and Methods
12/928,931	2010年12月21日	Modulation Agnostic Digital Hybrid Mode Power Amplifier System and Method
12/928,933	2010年12月21日	Remote Radio Head Unit System with Wideband Power Amplifier and Method
12/928,934	2010年12月21日	Multi-Band Wideband Power Amplifier Digital Predistortion System and Method
12/928,943	2010年12月21日	High Efficiency, Remotely Reconfigurable Remote Radio Head Unit System and Method for Wireless Communications
61/439,940	2011年2月7日	Daisy Chained Ring of Remote Units for a Distributed Antenna System
尚未转让	2011年8月16日	Neutral Host Architecture for a Distributed Antenna System
尚未转让	2011年8月16日	Remotely Reconfigurable Distributed Antenna System and Methods
尚未转让	2011年8月16日	Daisy Chained Ring of Remote Units for a Distributed Antenna System

技术领域

[0004] 本发明总体上涉及采用分布式天线系统(DAS)作为分布式无线网络的一部分的无线通信系统。更具体地,本发明涉及利用一个或多个被配置成将特定的包传输分配给多个远程单元中的所选定的远程单元的受远程监视和控制的数字接入单元的 DAS,其中该远程

单元在一些实施方式中,可以按照菊花链式(daisy-chained)环来配置。

背景技术

[0005] 无线和移动网络运营商面临建立对高数据流量(traffic)增长率进行有效管理的网络的持续挑战。移动性和用于终端用户的多媒体内容的增加的水平要求既支持新业务又支持对宽带和统一费率互联网接入的增加了的需求的端到端网络适应。网络运营商所面临的挑战之一是在确保高性价比的 DAS 部署的同时使它们的 DAS 网络的容量最大化并且同时提供一种非常高程度的 DAS 远程单元实用性。

[0006] 为了提供足够大以满足特定地点处的网络用户的短期需求但是也避免无线电资源的高价而低效率的部署的 DAS 网络容量, DAS 网络规划师更优选地采用提供高度的动态灵活性的 DAS 架构和解决方案。因此,对于无线网络运营商而言,采用具有高度灵活性的 DAS 解决方案以基于不断变化的网络状况和用户需求来实施动态重新布置会是有利的。此外, DAS 部署越是不会过时,通常它的寿命周期成本就会越低。

[0007] 为了帮助确保具体的 DAS 部署尽可能具有高性价比, DAS 网络规划师和系统集成商采用许多创新方法。网络规划师和集成商所考虑的成本类型包括 DAS 部署成本或 DAS 安装成本,以及包括维护成本、紧急修复成本和网络重新布置成本的运营成本。由于设施需求变化和建筑物用途频繁变化,所以对于室内 DAS 应用而言,重新布置成本尤其为明显。因此,采用以下 DAS 系统及方法会是有利的:该系统及方法基于尽可能少的 DAS 传送设施以使安装成本和 / 或租用成本最小化并且具有自愈能力以避免对昂贵的紧急修复服务的需求。

[0008] 为了获得高度的 DAS 远程单元实用性,必须满足两个主要条件。第一, DAS 远程单元自身必须是固有地可靠的。第二,传送介质,例如光纤,必须是非常可靠的。众所周知,电子连接和 / 或光学连接本身就是 DAS 网络中的故障或降低了的可用性的重要根源。维护户外 DAS 网络的公司报道,外部设备光纤设施的故障并不是如所期望的那样地少见。因此,在传送媒质连接的故障的情况下,采用提供较高冗余和 / 或自愈特性的系统和方法会是有利的。

发明内容

[0009] 本发明通过提供与一个或多个基站响应并且具有至少一个、但在一些实施方式中具有多个数字接入单元(“DAU”) (其中每个都工作以控制相关联的多个数字远程单元(“DRU”)的包流量)的分布式天线系统,实质上取得了上述优点和益处并且克服了上面所讨论的现有技术的局限。在采用多个 DAU 的实施方式中, DAU 可以呈菊花链式线性配置或者环配置。同样地,取决于实施,可以按照线性或环菊花链配置来配置与给定的 DAU 相关联的 DRU。

[0010] 通过 DAU 将从基站接收到的数据下转换、数字化并且转换到基带上。然后对数据流进行 I/Q 映射、帧化以及独立地序列化,使得可以从 DAU 中并行地获取多个数据流。在至少一些实施方式中, DAU 经由光学传送布置与关联的 DRU 通信。本领域的技术人员应当理解,使用本发明,可以配置具有 n 个基站的分布式天线系统,每个基站提供由一个或多个关联 DAU 来传输至 o 个 DRU 的 m 个 RF 输出,其中唯一的限制是由比如延迟这样的特定的 DAS 的技术性能规范所施加的。

[0011] 通过使用环配置来进行连接,在至少一些实施方式中,将 DRU 和 / 或 DAU 的容错构建到系统中,结果使系统具有高度可用性。在单 DAU 实施方式中,每个 DRU 都可以通过两条路径接入,因此即使在线路中断的情况下,也能保持可用。在多 DAU 实施方式中,其中 DAU 为线性菊花链式,每个 DRU 都可以从多个 DRU 接入,使得即使某个 DAU 出现故障也不会阻碍系统工作。在采用 DAU 环连接的实施方式中,对于每个 DAU 都存在多条路径,因此提供了附加的容错水平以及如下文更详细地讨论的动态负荷平衡和资源管理。

[0012] 因此,本发明的先进系统架构的配置提供了高度灵活性以对分布式无线网络的无线电资源效率、使用、实用性和总体性能进行管理、控制、增强和促进。本发明使得专门的应用和增强成为可能,这些专门的应用和增强包括:灵活同时联播、自动流量负荷平衡、网络和无线电资源优化、网络校准、自主 / 辅助试运行、载波轮询、自动频率选择、频率载波定位、流量监视、流量标记和使用伪导频(Pilot Beacon)确定室内地点确定。本发明也可以服务于多个运营商、多模无线电(独立于调制的)和每个运营商的多个频带以提高运营商的无线网络的效率和流量容量。

[0013] 本发明还提供高度的动态灵活性,支持动态重新布置,并且提供低的寿命周期成本。这一先进系统构架使得能够使用较少 DAS 传送设施来部署 DAS 网络以在提供自愈特征的同时降低成本。本发明还提供冗余和增强的系统可用性。

[0014] 本发明的目的是在使用例如光纤传送的高可用性环配置中提供如在 2010 年 9 月 14 日提交的、通过引用合并到本申请中并且被作为附录 A 附加到本申请中的题为“Remotely Reconfigurable Distributed Antenna System and Methods”的第 61/382,836 号美国临时申请中所公开的灵活同时联播能力。如上所述,因为可以将下行链路和上行链路信号围绕线缆断路来重新路由到各个 DRU 中,所以环配置确保任何光纤线缆中的断路都不会关闭菊花链式网络。

[0015] 本发明的另一个目的是平衡光纤上的双向数据速率以增加 DRU 的环网络在工作期间的最大可达数据速率。

[0016] 本发明的另一个目的是当数据传送在下行链路和上行链路之间不对称的情况下(这通常是移动宽带网络的情况)提供较高的传送网络容量。

[0017] 本发明的另一个目的是提供用于使环上的传送媒质容量优化的自适应和自动控制。

[0018] 本发明的另一个目的是提供一种在 DRU 菊花链中对共信道用户的上行链路信号进行求和的方法。

[0019] 本发明的应用适于与分布式基站、分布式天线系统、分布式中继器、移动设备和无线终端、便携式无线装置以及如微波通信和卫星通信那样的其他无线通信系统一起使用。本发明也是可以通过如至远程计算中心的以太网连接等链路来现场升级。

[0020] 附录 1 是本文中所用的包括首字母缩略词的术语的词汇表。

附图说明

[0021] 本发明的另外的目的和优点可以根据下面结合附图所进行的详细描述来更加全面地理解,在附图中:

[0022] 图 1 是根据本发明的实施方式的示出了作为基于具有 1 个 DAU 和 4 个 DRU 的一个

环脚本的单向信道化下行链路传送的基本结构和示例的框图。

[0023] 图 2 是根据本发明的实施方式的示出了作为基于具有 1 个 DAU 和 4 个 DRU 的一个环脚本的单向信道化上行链路传送的基本结构和示例的框图。

[0024] 图 3 是根据本发明的实施方式的示出了作为基于具有 1 个 DAU 和 8 个 DRU 的两个环脚本的单向信道化上行链路传送的基本结构和示例的框图。

[0025] 图 4 是根据本发明的实施方式的示出了单向信道化上行链路或下行链路传送的基本结构和示例的框图。该 5 个环脚本的示例包括 2 个 DAU 和 20 个 DRU。

[0026] 图 5 示出了根据本发明的采用多个 DRU 的蜂窝网络系统的实施方式。

[0027] 图 6 示出了根据本发明的采用工作在具有多个 DRU 的不同频率信道中的 6 种不同的服务的多频带系统的实施方式。

[0028] 图 7 以框图的形式示出了 DAU 嵌入式软件控制模块和 DRU 嵌入式软件控制模块之间的交互。

[0029] 图 8 以框图的形式示出了根据本发明的一个方面的包括菊花链式 DAU 的 DAS 的实施方式。

具体实施方式

[0030] 本发明是一种新型可重新配置的分布式天线系统,该天线系统提供高度的灵活性以管理、控制、重新配置、增强和促进分布式无线网络的无线电资源效率、使用和总体性能。图 1 示出了根据本发明的分布式天线系统 100 的实施方式。该系统利用数字接入单元功能 105 (在下文中称为“DAU”)。DAU 105 用作关联基站(BTS) 110A-B 与多个数字远程单元(DRU)125A-n (尽管在图 1 中仅示出了 4 个 DRU)之间的接口。尽管本领域技术人员会认识到 DRU 与 DAU 通信而 RRU 与基站通信,但是因为在本文中所讨论的功能的相似性,所以在本说明书中可以将“DRU”与远程无线电头单元或“RRU”互换地使用。另外,本领域的技术人员应当认识到,如按照图 1 中的双向链路 115 所指示的,DAU 受远程网络运营中心(“NOC”)的监视和控制。这样的链路通常是以太网连接或外置式调制解调器,但是可以是适用于远程监视和控制的任何形式的链路。NOC 具有远程地配置 DAU 参数设置的能力,该 DAU 参数设置又反过来配置 DRU 的参数设置。NOC 可以来自 DAU 的请求信息。DAU 随后可以从 DRU 请求信息。所请求的信息包括但不限于上行链路功率、下行链路功率、光错误率、增益设置、处于激活状态的载波等。

[0031] 对于下行链路(DL)路径,在 DAU 105 处从一个或多个由 110A 至 110p 标出的基站单元(BTS)接收 RF 输入信号 120A 至 120n。通过 DAU (使用数字下转换器)分别将上述 RF 输入信号下转换、数字化并且转换到基带上。然后,再次通过 DAU 105 对数据流进行 I/Q 映射和帧化并且随后使用可插拔的 SFP 模块将具体的并行数据流独立地序列化和翻译为光学信号。然后,通常在(在至少一些实施方式中以在连接对 140A-145A 处所标出的环配置,或者在其他的实施方式中以菊花链配置)所布置(在至少一些实施方式中布置成用连接配对 140A 至 145A 表示的环配置,或者在其他实施方式中布置成菊花链配置)的光缆上将所独立地序列化的并行数据流传递到不同的 DRU 125A 至 125k。另外,每个 DAU 能够支持具有关联 DRU 的多个环,其中附加的环通过光纤配对 140o 至 145o 来标出。本领域的技术人员应当理解,RF 输入、DAU、DRU 和环的数目仅受限于如延迟这样的网络性能因素。另外,如在本

文中结合图 4 所讨论的,可以通过使用 DAU 的环或菊花链来进一步扩展 DAS,其中每个 DAU 都支持如图 1 所示的 DRU 和环的布置。

[0032] DAU 105 的一个功能是确定下行链接信道围绕环传播的方向。尽管应当理解沿每个方向传播的信道的数目既不必相等,也不必相邻或连续,但是仅作为一个示例,图 1 所示的实施方式配置成使下行链路信道 A、B、C 和 D 沿例如顺时针的第一方向传播,并且使信道 E、F、G 和 H 沿相反方向传播。同样地,在每个 DRU 处接收到的信道的数目由 DAU 来指定并且不必相等、相邻或连续,而且相反地,通常会使得网络利用优化的任何配置。

[0033] 接下来参考图 2,可以更好地理解根据本发明的上行链路(UL)路径的一种实施方式。通过每个 DRU 125A 至 125k 将在天线处接收的与每个 DRU 相关联的信道转换为光信号。通过 DAU 105 对从 DRU 接收的光信号进行序列化和去帧化,并且还使用在 DAU 105 内实施的数字数字上转换器对其进行数字上转换。然后,在所示实施中仍然是在 DAU 105 内将每个数据流独立地转换到模拟域并且上转换到适当的 RF 频带,尽管该功能可以是单独的。然后,将 RF 信号传递到多个 BTS 110A 至 110p 中适当的一个 BTS 处。如同图 1 所示的布置,每个信道的传播方向由 DAU 来控制,其中一些信道沿顺时针方向传播而其他信道沿逆时针方向传播。而且,如结合图 1 所讨论的,尽管在图 2 中将相邻信道示为沿相同的方向传播,但是这并不是必需的并且可以选择沿任何方向传播任何信道。

[0034] 再参考图 1,本领域的技术人员应当理解,在 DAS 的一些实施中,每个信道上可以存在不止一个载波,由此,DRU 可以接收包括包含有两个或多个载波的信号的信道,或者无线运营商在分配给单个基站的每个信道上可以具有不止一个 RF 载波。这被称作“复合信号”。参考图 1 可以更好地理解本发明管理复合下行链路信号的方式。在这样的情况下,DAU 可以从例如属于一个无线运营商的第一个基站 110A 接收复合下行链路输入信号 130,该信号在 RF 输入端口 120A 处进入 DAU 105。复合信号 130 包括载波 A 至 D。来自例如属于同一个无线运营商的第 p 个基站 110p 的第二复合下行链路输入信号在 DAU1 RF 输入端口 120n 处进入 DAU1。复合信号 135 包括载波 E 至 H。在 2010 年 8 月 17 日提交的、通过引用合并到本申请中并且作为附录 B 附加到本申请中的题为“Neutral Host Architecture for a Distributed Antenna System”的第 61/374,593 号美国临时申请中分别详细解释了 DAU 105 和 DRU 125A 至 125k 的功能。

[0035] DAU 105 的一个光输出经由双向光缆 140A 被馈送至 DRU 125A。DAU 105 的第二光输出经由双向光缆 145A 被馈送至 DRU3。类似地,双向光缆 150、155 和 160 按照环配置来连接 DRU 125A 至 125n,使得 DRU 125A 经由光缆 150A 连接到 DRU 125B,DRU 125B 经由光缆 150B 连接到 DRU 125n,并且 DRU 125k 经由光缆 150m 连接到 DRU 125C 或第 k-1 个 DRU。该连接有利于 DAU 105 的组网,这意味着在 DAU 105 内可使用所有载波 A 至 H 来取决于组网的 DAU 系统内的软件设置将数据传送到 DRU 125A 至 125k。取决于本实施方式,手动或者自动配置 DRU 125A 内的软件设置以使得载波 A 至 H 存在于 DRU 125A 的天线端口处的下行链路输出信号 155A 中。所有 8 个载波的存在意味着 DRU 125A 潜在地能够访问馈给 DAU 105 的两个基站的全部容量。DRU 125A 的一个可能的应用是企业大楼内在午饭时间期间聚集了大量无线用户的自助餐厅。

[0036] 由 DRU 125A 的第二光端口经由双向光缆 150A 来馈给 DRU 125B。光缆 150A 实现将 DRU 125A 与 DRU 125B 构成菊花链的功能。如同 DRU 125A 一样,手动或者自动配置 DRU

125B 内的软件设置以使得载波 A、C、D 和 F 存在于 DRU 125B 的天线端口处的下行链路输出信号 155B 中。借助于由 DAU 105 所控制的 DRU 125B 的特定的信道设置将它的容量设置为远低于 DRU 125A 的容量的值。单个数字远程单元已经将频率选择性 DUC 和 DDC 与针对每个载波的增益控制集成在一起。DAU 可以经由增益控制参数来远程开启或者关闭各个载波。

[0037] 以与前面对于 DRU 125A 说明的方式相类似的方式,手动或者自动配置 DRU 125C 内的软件设置,使得载波 B 和载波 F 存在于 DRU 125C 的天线端口处的下行链路输出信号 155C 中。与 DRU 125B 的天线端口处的下行链路信号 155B 相比,同样是经由其软件设置来配置的 DRU 125C 的容量远小于 DRU 125B 的容量。通过连接到第 n-1 个 DRU (在图 1 中为简单起见表示为 DRU 125C) 的第二光端口的光缆 150m 来馈给 DRU 125n。手动或者自动配置 DRU 125n 内的软件设置以使得载波 A、D、E 和 H 存在于 DRU 125n 的天线端口处的下行链路输出信号 155D 中。通常将 DRU 125n 的容量设置为远小于 DRU 125A 的容量的值,但是,可以动态调整 DRU 125A 至 125n 中每一个 DRU 的相对容量设置以满足由连接到那些 DRU 的天线的物理位置所确定的覆盖区内的容量需求。如上面所提到的,通过经由光缆 150B 将 DRU 125B 与 DRU 125n 互相连接来完成环连接。环配置确保任何光缆断路都不会关闭菊花链式网络。将会围绕线缆断路将下行链路信号和上行链路信号重新路由至各自的 DRU。

[0038] 本发明有利于若干离散的相对窄的 RF 带宽的转换和传送。这种方法使得仅承载有用的或者特定的信息的那些多个特定的相对窄的带宽能够被转换。这种方法也使得中性主机应用能够更高效地使用可用的光纤传送带宽,并且使得在光纤上能够传送更多各个运营商的频带段。按照在 2010 年 8 月 17 日提交的题为“Neutral Host Architecture for a Distributed Antenna System”的第 61/374593 号美国临时申请和 2010 年 9 月 14 日提交的题为“Remotely Reconfigurable Distributed Antenna System and Methods”的第 61/382,836 号美国临时申请(两个申请都被转让给本发明的受让人)中所公开的,并且还参考本专利申请的图 1,作为来自 NOC 的命令的结果,可以动态地重新配置位于 DRU 内的数字上转换器以将可在任一 DAU 的各自 RF 输入端口处获得的任何特定的一个或多个窄频带、RF 载波或 RF 信道从 DAU 输入端传送到任何特定的 DRU 输出端。图 1 示出了这种能力,其中在给定的 DRU 的输出端仅出现特定的频带或 RF 载波。更具体地,通过从 NOC 接收到的指令,可以对 DAU 内的 FPGA 和一个或多个关联 DRU 进行重新编程或者重新配置以仅转换或者传送期望的窄带宽。

[0039] 本发明的相关能力是:不仅可以配置位于每个 DRU 内的数字上转换器来将任何特定的窄频带从 DAU 输入端传送到任何特定的 DRU 输出端,而且还可以配置位于每个 DRU 内的数字上转换器来将每个载波的任何特定的一个或多个时隙从 DAU 输入端传送到任何特定的 DRU 输出端。由 DAU 通过对信号进行滤波和对各个时隙进行功率检测(可以如所希望的那样将信息传送至 NOC)来监视载波和时隙。然后,对于数字上转换器而言,可以通过从 NOC 接收到的命令以与软件可编程性类似的方式来动态地重新配置 DAU 或者 DAU 内的现场可编程门阵列(FPGA)。DAU 检测哪些载波及相应的时隙处于激活状态。经由管理控制和监视协议软件将该信息中继至各个 DRU。然后,由 DRU 在适当的情况下使用该信息以关闭和打开各个载波及它们相应的时隙。

[0040] 基站和用户之间的数据传送通常是不对称的,由此下行链路数据速率高于上行链路速率。菊花链式 DRU 的环网络配置可以利用该数据速率不对称性以使光纤 150A 至 150m

上的数据传送最大化。

[0041] 本发明平衡光纤上的双向数据速率以增大 DRU 的环网络上的最大可达数据速率。各个下行链路信道按单向方向沿环网络传输。参考图 1, 下行链路信道 A、B、C 和 D 沿顺时针方向围绕 DRU 125A 至 125k 的环进行传输。另一方面, 下行链路信道 E、F、G 和 H 沿逆时针方向围绕 DRU 的环进行传输。参考图 2, 围绕 DRU 环, 上行链路信道 J、K、L 和 M 沿逆时针方向传输而上行链路信道沿顺时针方向传输。如果下行链路数据速率和上行链路数据速率相同, 则在该传送机制中将不存在优点。然而, 如果数据传送在下行链路和上行链路之间是不对称的, 则可以获得明显的优点。例如, 对于下行链路数据速率和上行链路数据速率之间的两倍的相差, 可以实现 4/3 倍的数据传送增加。下行链路数据速率和上行链路数据速率之间的不对称性越大, 则围绕环使用单向信道传送机制时数据传送的增加将越大。

[0042] 再参考图 1, 可以更好地理解根据本发明的另一个方面的另外实施方式。如果下行链路数据速率和上行链路数据速率之间的不对称性存在很大变化和 / 或如果 BTS 处的信道补码存在变化, 则通常包括在每个 DAU 内的管理控制模块(本文中结合图 7 所讨论的)能够自动地和自适应地沿环的顺时针方向和环的逆时针方向再分配数据传送资源以使总体传送容量最大化。如前所述, 一个特定的 DAU 的上行链路数据速率和下行链路数据速率之间的不对称度越高, 则使用围绕环的单向信道传送机制时数据传送的增加将越大。如果存在不止一个 DAU, 则在一种实施方式中, 由 NOC 指定一个 DAU 为主 DAU, 并且位于主 DAU 内的管理控制模块作决定以使总体传送容量优化。如果主 DAU 发生故障, 则 NOC 可以指定另一个 DAU 作为主 DAU。或者, 可以实施任何合适的故障恢复算法。

[0043] 参考图 3, 可以更好地理解本发明的替代实施方式, 在该替代实施方式中单 DAU 控制多个环, 每个环包括多个菊花链式 DRU。在图 3 中, 尽管环的数目可以更大并且主要由直至网络性能所施加的极限的设计偏好来确定, 但是示出了用 300 和 305 标出的两个菊花链式环。两个环各自将多个 DRU 310A 至 310n 和 DRU 315A 至 315m 链接至单个 DAU 320。将数据传送的定向流动示出为虚线 325 和点线 330。将可从多个 DRU 得到的下行链路信道分成围绕两个呈菊花链式环沿相反方向流动的两个子集。上行链路信道以相似的方式来传送。将信道分组为两个子集以使到和从 DRU 的数据传送最大化。DAU 经由 RF 端口 335A 至 335p 依次与一个或多个 BTS 通信。

[0044] 可以使用启发式算法在双环 DAS 中分配 RF 信道数据。对于图 3, 有两个光纤环 R1、R2 (顺时针和逆时针) 和 $n \geq 2$ 个独立 RF 信道 K_i ($1 \leq i \leq n$) 的集合 T (包括上行链路和下行链路)。信道 K_i 需要带宽 $b(K_i)$ 以在光纤环上传送。存在获得具有最佳带宽分配(即, 每个环的最大累积带宽要尽可能地小)的调度表的有限时间算法。已经开发了大量先进的启发式算法以解决这样的调度最佳化问题。一些例子有基因算法、进化算法、贪婪搜索、禁忌搜索、和声搜索、模拟退火和蚁群优化等。尽管环的数目不限于两个, 但是为简单和清楚起见, 本文描述了一种用于两个环的简单的启发式算法。

[0045] 算法以按带宽 $b(K_i)$ 对信道 K_i 进行递减排序而开始。然后, 以这样的方式来调度信道: 每个信道被分配到具有较小累积带宽的环上。算法的正式描述如下。

[0046] 输入: $T=n$ 个独立的必需带宽为 $b(K_i)$ 的信道 K_i 的集合, 其中 $1 \leq i \leq n$ 。

[0047] 输出: L_1 、 L_2 和 D_1 、 D_2 。 L_j 是环 R_j 上的信道调度表的集合, 并且 D_j 是环 R_j 的最大累积带宽, $D_j = (\sum b(J), b(K_i), 1 \leq j \leq 2)$ 。

[0048] 算法(T, L, D)

[0049] 步骤 1(对 K_i 和 D_1, D_2 进行初始化)对 K_i 进行排序以使得 $b(K_i) \leq b(K_{i+1}), 1 \leq i \leq n-1. D_1 \leftarrow 0, D_2 \leftarrow 0$ 。

[0050] 步骤 2(调度信道)

[0051] For $i=1$ to n , step 1 do

[0052] If $D_1 \leq D_2$, then[分配 K_i 到 L_1 上, $D_1 \leftarrow D_1 + b(K_i)$]。

[0053] else[分配 K_i 到 L_2 上, $D_2 \leftarrow D_2 + b(K_i)$]。

[0054] 接下来参考图 4,可以理解本发明的又一个替代实施方式。图 1 中所示的布置包括来自属于相同的无线运营商的两个分离基站的、分别在输入端口 110A 和 110p 处进入 DAU 105 的下行链路信号。在图 4 的实施方式中,第一复合信号从基站 405 在第一 DAU 400 的 RF 输入端口处进入该第一 DAU 400,并且例如来自属于不同的无线运营商的第二基站 410 的第二复合下行链路输入信号在第二 DAU 415 的 RF 输入端口处进入该 DAU 415。DAU 400 直接支持两个环 420 和 425,DAU 415 直接支持两个环 430 和 435,并且环 440 在 DAU 400 和 DAU 405 之间被共享。如结合图 1 所讨论的,每个上述环包括通常以 445 标出并且经由例如光纤链路连接的菊花链式 DRU。应当注意,沿与信道 B 相反的方向传送信道 A。围绕每个环沿逆时针方向传送子集 A 中的下行链路信道,而围绕每个环按顺时针方向传送子集 B 中的信道。在该实施方式中,因为 DAU 400 和 DAU 405 是通过光缆 440 构成菊花链的,所以属于第一运营商和第二运营商两者的信号被转换和传送到环 440 上的 DRU 445。该实施方式提供了中性主机无线系统的示例,其中多个无线运营商共享包括 DAU 400、DAU 415 和 DRU 445 在内的共用基础设施。前面提到的所有特征和优点都会使两个无线运营商中的每一个运营商受益。还要明白的是,尽管图 4 仅示出了按照菊花链式样链接的两个 DAU,但是也可以将更多个 DAU 构成菊花链,并且也可以以与连接 DRU 的方式相似的方式按照环配置来配置菊花链式 DAU。下面在图 8 中示出了这种布置。

[0055] 按照在 2010 年 8 月 17 日提交的题为“Neutral Host Architecture for a Distributed Antenna System”的第 61/374,593 号美国临时申请中所公开的并且再次参考本专利申请的图 1,可以对出现在本发明的 DRU 中的数字上转换器进行编程以处理各种信号格式和包括 FDMA、CDMA、TDMA、OFDMA 在内的调制类型。而且,可以对出现在各自 DRU 中的数字上转换器进行编程以对在受上述第 61/374,593 号美国临时申请所公开的系统架构的能力和局限性制约的各个频带内要传输的信号进行操作。在本发明的一种实施方式中,其中宽带 CDMA 信号呈现在例如与到 DAU 105 的输入端口处的第一载波相对应的带宽内,DRU 125A、DRU 125B 和 DRU k 的天线端口处所传输的信号将是与呈现在与到 DAU 105 的输入端口处的该第一载波相对应的带宽内的信号几乎相同的宽带 CDMA 信号。

[0056] 按照上面再次指出的第 61/374,593 号美国临时申请所公开的并且也参考本专利申请的图 1,要理解的是可以对呈现在各自 DRU 中的数字上转换器进行编程以将任何期望的复合信号格式传输到每个相应的 DRU 天线端口。例如,可以如前面所述那样动态地对呈现在 DRU 125A 和 DRU 125B 中的数字上转换器进行软件重新配置以使得呈现在 DRU 125A 的天线端口处的信号可以与图 1 中以 155A 所示的频谱分布相对应并且使得呈现在 DRU 125B 的天线端口处的信号可以与图 1 中以 155B 所示的频谱分布相对应。DRU 容量的这样的动态重新布置的应用可以是例如,是否在与 DRU 125B 的覆盖区域相对应的企业的区域

内突然召集了公司会议。

[0057] 再参考图 2,可以更好地理解本发明的分布式天线系统的另一种实施方式。按照上述第 61/374,593 号美国临时申请所公开的并且也如图 2 所示,可以针对上行链路信号实施光环传送机制。如前面针对下行链路信号所讨论的并且通过参考图 1,图 2 中所示的上行链路系统主要包括 DAU 105 以及 DRU 125A 至 125k。以与通过参考图 1 所解释的下行链路工作相似的方式,可以对图 2 中所示的上行链路系统的工作做出如下理解。

[0058] 可以如前所述动态地对呈现在 DRU 125A 至 125k 中的每个 DRU 内的数字下转换器进行软件重新配置以基于所期望的上行链路频带来选择呈现在各自 DRU 125A-125k 的接收天线端口处的适当的期望信号格式的上行链路信号,以使该上行链路信号被处理并且被滤波、转换和传送到 DAU105 的适当的上行链路输出端口。DAU 和 DRU 使用通用公共接口标准(CPRI)对与它们各自的无线电签名相对应的各个数据包进行帧化。其他接口标准只要是通过各自的 DRU 唯一地标识数据包就是适用的。将头信息与标识与各个数据包对应的 DRU 和 DAU 的数据包一起进行传输。

[0059] 在图 2 所示的实施方式的一个示例中,将 DRU 125A 和 DRU 125C 两者配置成接收信道 K 带宽内的上行链路信号,而将 DRU 125B 和 DRU 125n 两者配置为拒绝信道 K 带宽内的上行链路信号。当 DRU 125C 在它的接收天线端口处接收到信道 K 带宽内的要被适当滤波和处理的足够强的信号时,DRU 125C 内的数字下转换器将促进处理和转换。类似地,当 DRU 125A 在它的接收天线端口处接收到信道 K 带宽内的要被适当滤波和处理的足够强的信号时,DRU 125A 内的数字下转换器将促进处理和转换。基于处于激活状态的信号组合算法对来自 DRU 125A 的信号和来自 DRU 125C 的信号进行组合,并且将该组合的信号馈送到连接到 DAU 105 的上行链路输出端口的基站。术语“同时联播”经常被用来描述 DRU 125A 和 DRU 125C 针对信道 K 带宽内的上行链路和下行链路信号的操作。术语“灵活同时联播”是指:本发明支持在对于每个信道带宽的信号组合处理中涉及特定 DRU 的动态和/或手动重新布置。

[0060] 仍然参考图 2,将呈现在 DRU 125A 内的数字下转换器配置成接收和处理信道 J 至 Q 带宽内的信号。将呈现在 DRU 125B 内的数字下转换器配置成接收和处理信道 J、L、M 和 O 带宽内的信号。将呈现在 DRU 125C 内的数字下转换器配置成接收和处理信道 K 和 O 带宽内的信号。将呈现在 DRU 125n 内的数字下转换器配置成接收和处理信道 J、M、N 和 Q 带宽内的信号。由在 4 个 DRU 中的每一个 DRU 内所进行的处理得到的各个高速数字信号被路由到 DAU。如前所述,在与每个基站对应的各自 DAU 内对来自 4 个 DRU 的上行链路信号进行组合。

[0061] 总之,本文所述的本发明的可重新配置的分布式天线系统有效地节省了资源并且降低了成本。因为可以像数字处理器中的软件一样随时调整算法,所以该可重新配置系统是自适应的或者手动地现场可编程的。

[0062] 接下来参考图 5,可以更好地理解本发明的替代实施方式。每个 DRU 具有可以基于来自特定的远程单元的功率传输来调整的覆盖半径。DAU 控制各种 DRU 的传输功率并且可以优化总体的覆盖区。在所示的实施方式中,再次在 NOC (未示出)控制下,将 DAU 502 与基站 501 相关联并且反过来与 3 个 DRU 503、504 和 505 相接口。在由 3 个 DRU 覆盖的整个区域内为带有移动设备的用户 506 提供相对均匀的覆盖。

[0063] 接下来参考图 6,可以更好地理解又一个替代实施方式。将输入频带 605 至 630 (这里表示为在 700、800、850、1900、2100 和 2600MHz 处的 6 个频带)从 BTS (未示出)输入到 DAU 600。除了本文中所讨论的其他功能之外,DAU 包括用于每个频带的无线电频率 IN 部分,以及用于将频带分配给用 DRU1 至 DRU60 标出的、沿着用于实现期望覆盖的三个独立环 635、640 和 645 构成菊花链的多个 DRU 的数字分布矩阵。将频带传送到 DRU 的全部或者一个子集。频带、DAU、DRU 和环的具体数目仅仅是示例性的,并且在实际上可以是适合网络的性能能力和需求的任何数目。

[0064] 接下来参考图 7,可以更好地理解嵌入到 DAU 和 DRU 中的控制这些设备的关键功能的操作的软件。具体地,DAU 嵌入式软件控制模块 700 包括 DAU 管理控制模块 705 和 DAU 监视模块 710。DAU 管理控制模块 705 与 NOC 715 通信,并且也与 DAU 监视模块 710 通信。一种这样的关键功能是确定和 / 或设置分配给特定的 DRU 或 DRU 组的无线电资源(比如 RF 载波、CDMA 编码或 TDMA 时隙)的适当量以满足期望的容量和吞吐量目标。如前面所提到的,在至少一些实施方式中,NOC 715 监视 DAS 工作并发送指令到 DAU 以供配置 DRU 和 DAU 的各种功能。

[0065] 除了其他功能外,DAU 监视模块还对于每个 DRU 检测哪些载波和相应的时隙处于激活状态。DAU 管理控制模块在光纤链路控制信道上经由控制协议与 DRU 嵌入式软件控制模块 720 通信。在一种实施方式中,控制协议包括头部以及数据包,以使得将控制信息和数据两者作为消息一起传输到 DRU。在 DRU 中头可以控制的 DRU 功能或特征通常是实施特定的,并且除了其他东西以外还可以包括测量上行链路和下行链路功率、测量上行链路和下行链路的增益,以及监视 DRU 中的警报。

[0066] 反过来,DRU 嵌入式软件控制模块内的 DRU 管理控制模块 725 设置所有的 DRU 数字上转换器 730 的各个参数以启用或禁用由具体的 DRU 或 DRU 组来传输特定的无线电资源,并且还设置所有的 DRU 数字下转换器 735 的各个参数以启用或禁用由具体的 DRU 或 DRU 组来传输特定的无线电资源。此外,DRU 嵌入式软件控制模块包括与 DRU 伪导频 745 通信的 DRU 伪导频控制模块 740。

[0067] 接下来参考图 8,与 DRU 的菊花链式配置一起示出了 DAU 的菊花链式配置的实施方式。在一种实施方式中,多个基站 800A 至 800n 中的每一个都与 DAU 805A 至 805n 的每一个相关联。DAU 为菊花链式,并且每个 DAU 与可能或者可能没有被布置在环配置中的 DRU 的一个或多个菊花链 810A 至 810m 通信。要理解的是,如上所述也可以将 DAU 配置成环配置。

[0068] 在对于每个 DRU 检测哪些载波和用于每个载波的相应的时隙处于激活状态的 DAU 监视模块内工作的算法向 DAU 管理控制模块提供信息以帮助标识例如什么时候以高于预定的阈值(该阈值的值通过 DAU 的远程监视和控制功能 715 被传达到 DAU 管理控制模块)的百分比装载了特定的下行链路载波。如果发生了这种情况,则 DAU 管理控制模块可以自适应地修改系统配置以开始(通常但不一定是慢慢地)部署供其覆盖区域内的特定 DRU 使用的额外无线电资源(比如 RF 载波、CDMA 编码或 TDMA 时隙),其中该特定 DRU 需要那些额外无线电资源。同时,DAU 管理控制模块通常自适应地修改系统配置以开始(通常仍是慢慢地)移除供其覆盖区域内的特定 DRU 使用的特定无线电资源(比如 RF 载波、CDMA 编码或 TDMA 时隙),其中该特定 DRU 不再需要那些特定无线电资源。

[0069] 尽管已经参考优选实施方式描述了本发明,但是应当理解,本发明不限于本文所述的细节。在前面的描述中已经建议了各种替换和修改,并且其他的替换和修改对于本领域普通技术人员而言也是能想到的。因此,所有这样的替换和修改都意在被包含在所附权利要求所限定的本发明的范围之内。

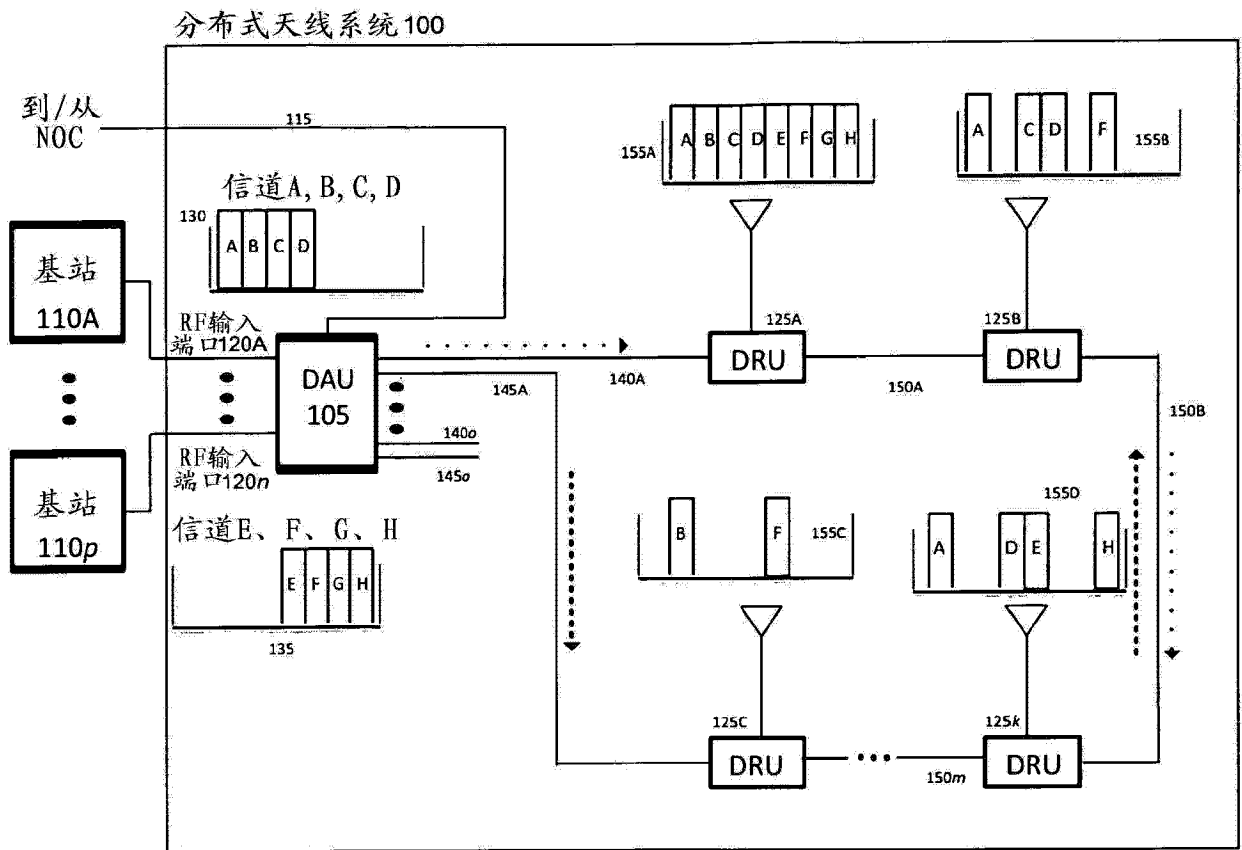


图 1

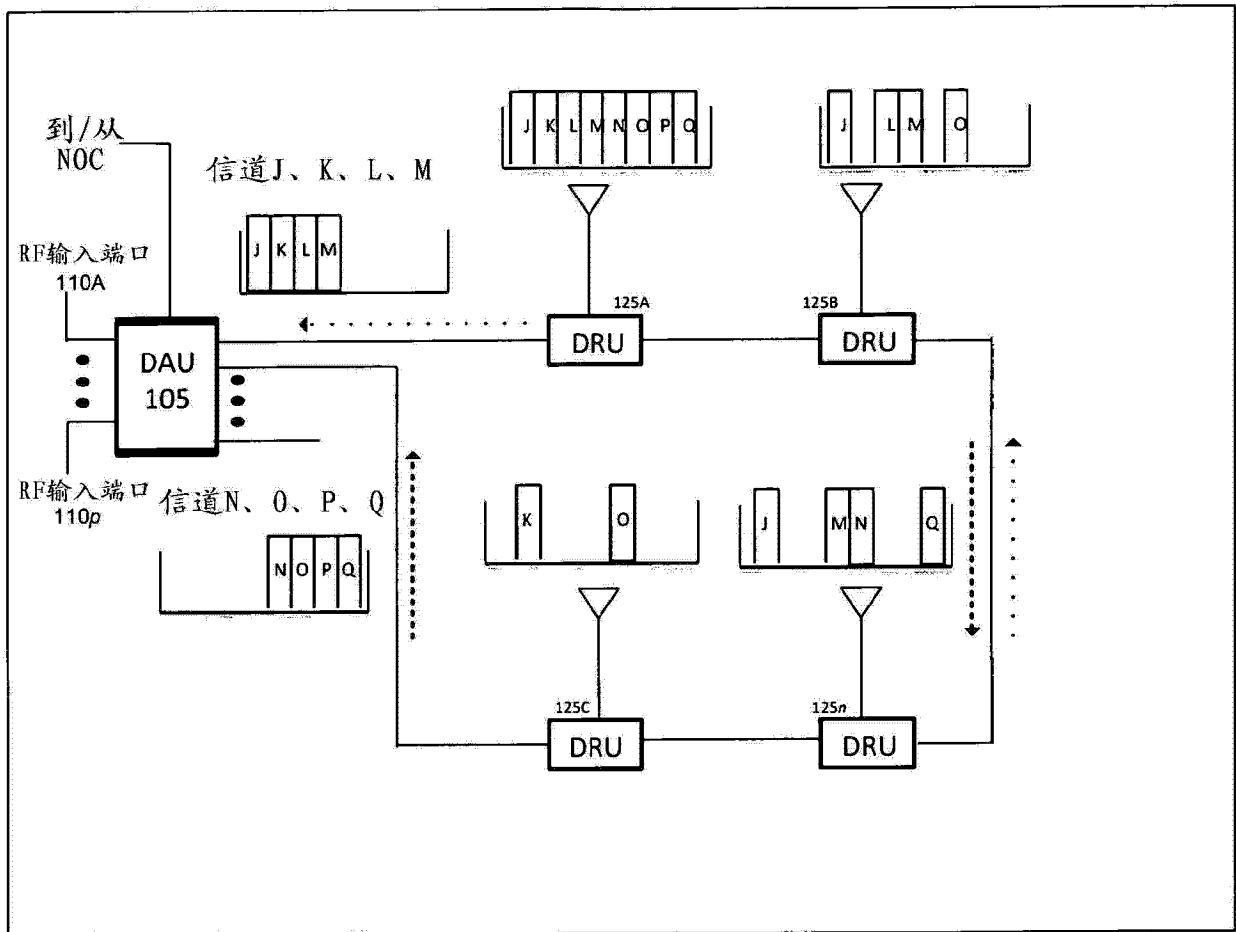


图 2

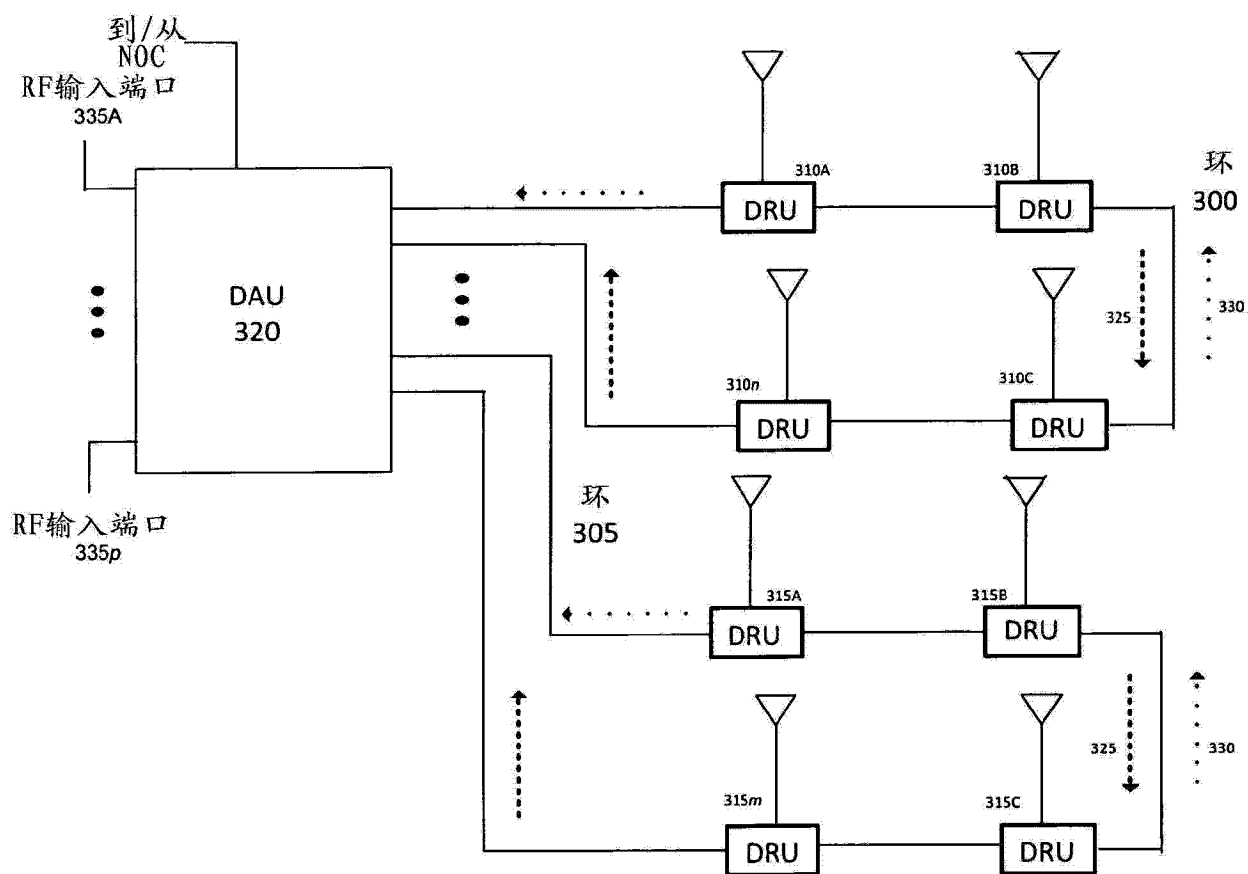


图 3

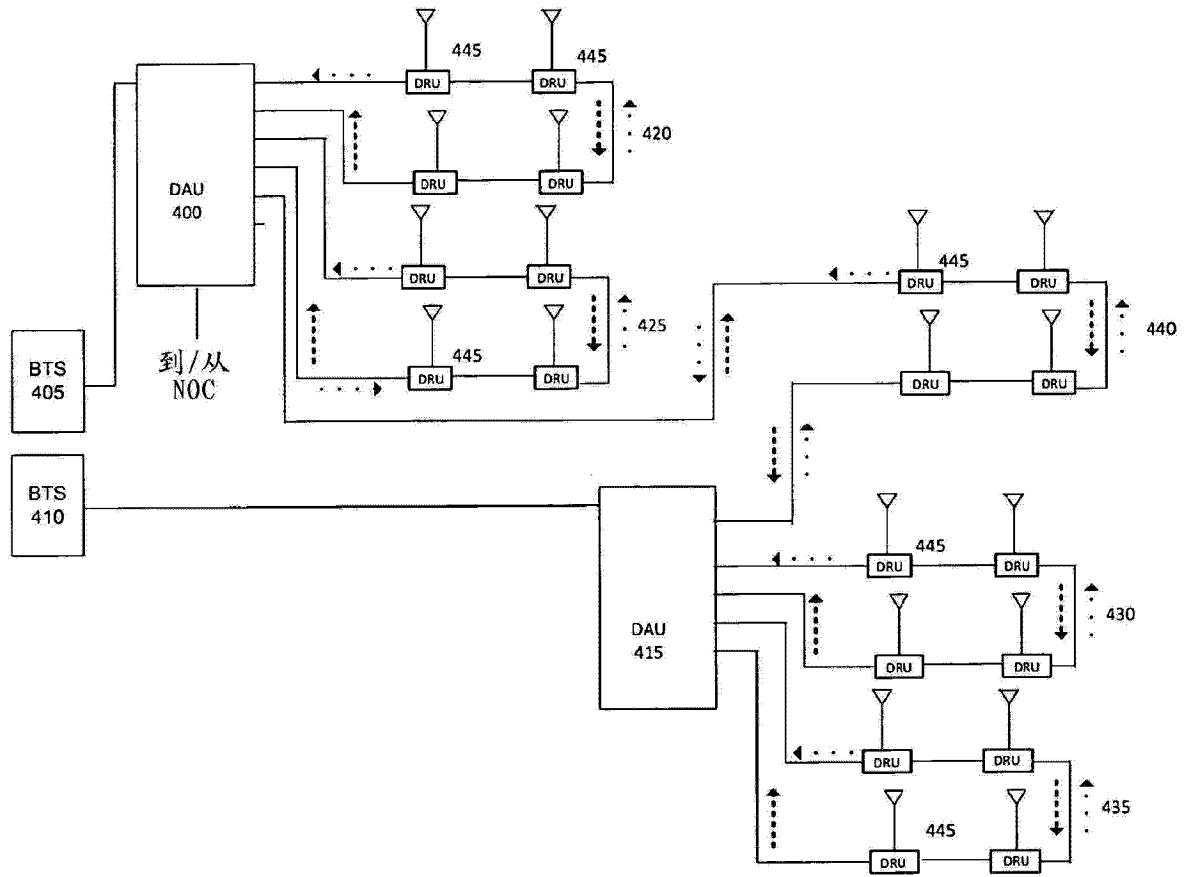


图 4

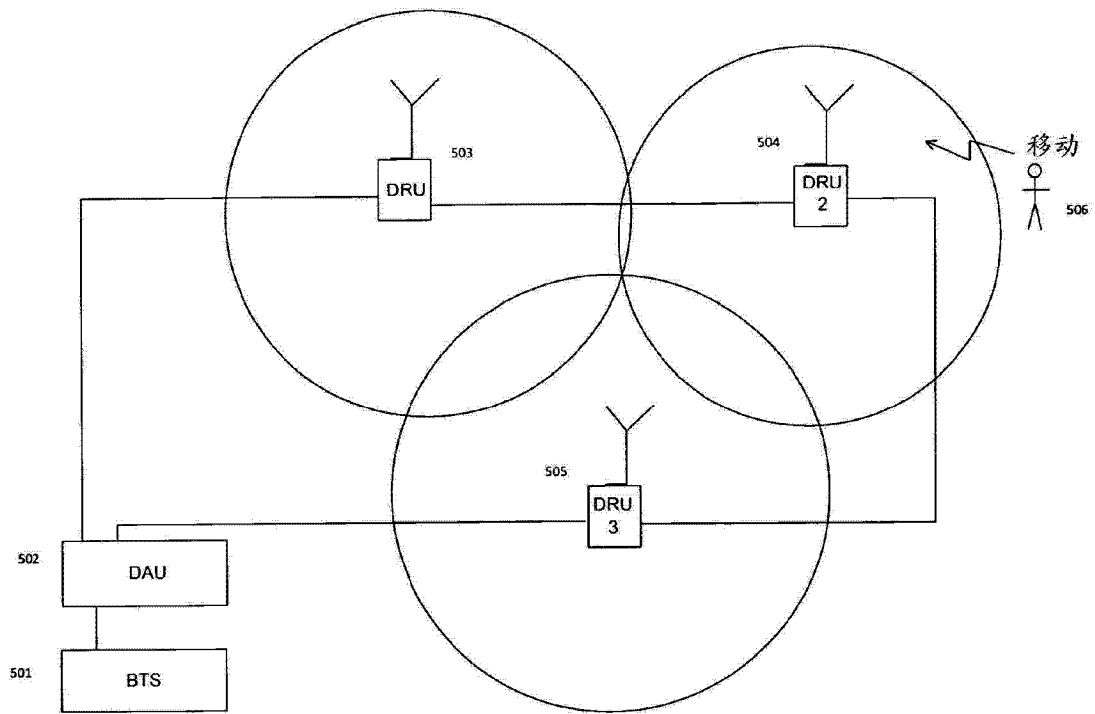


图 5

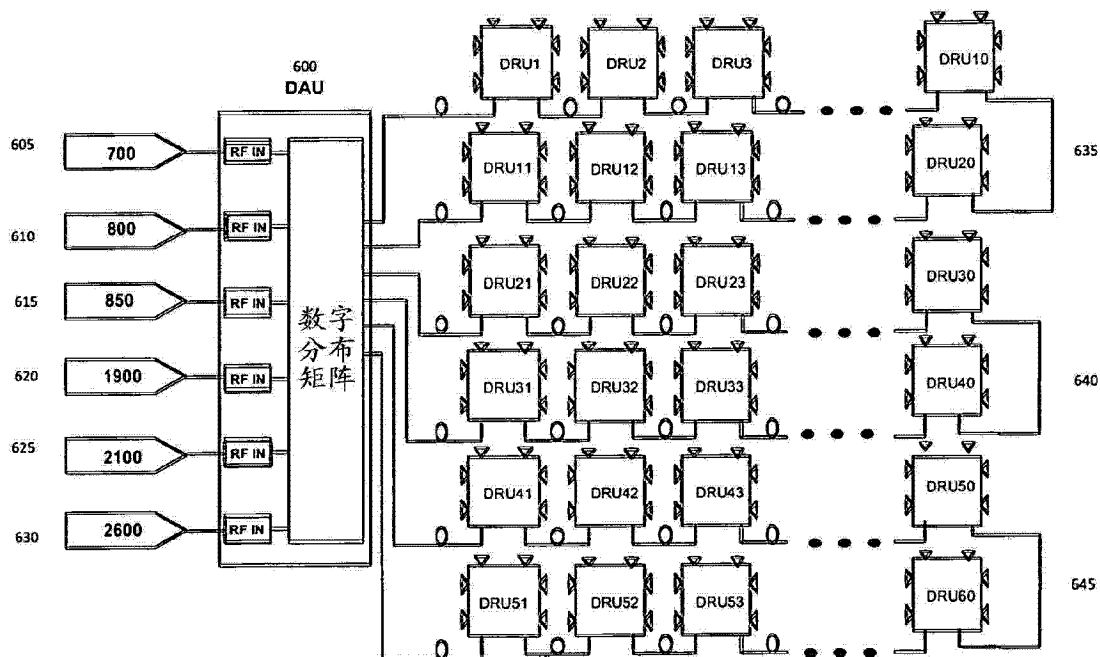


图 6

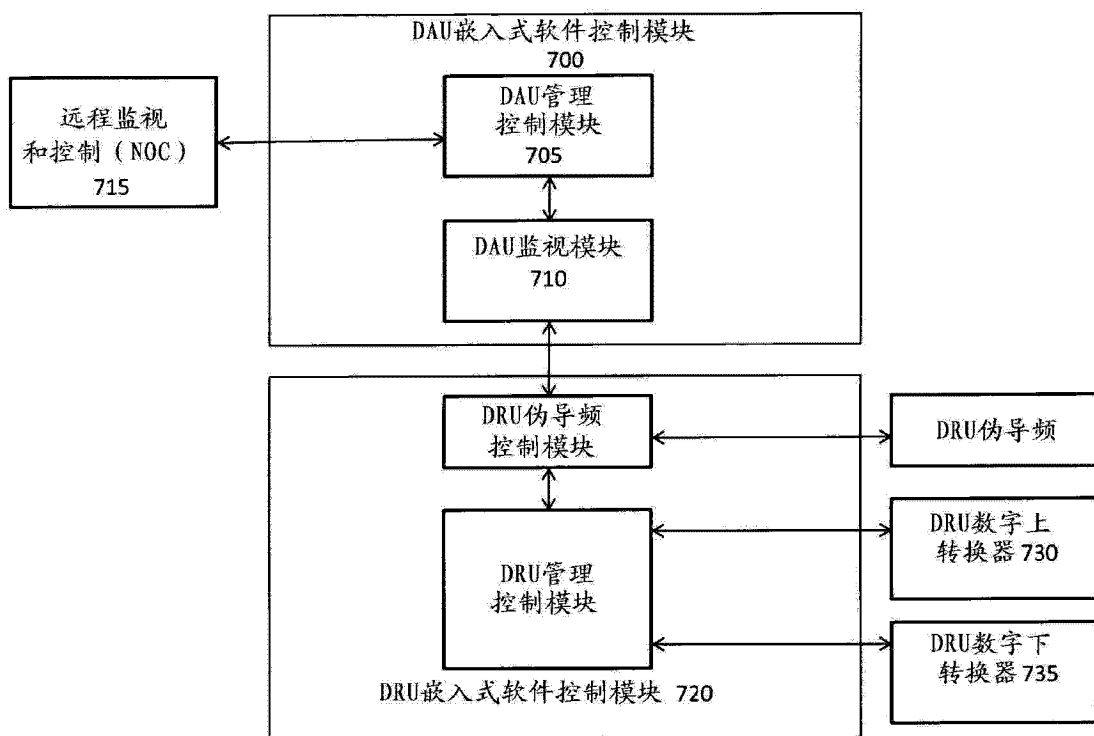


图 7

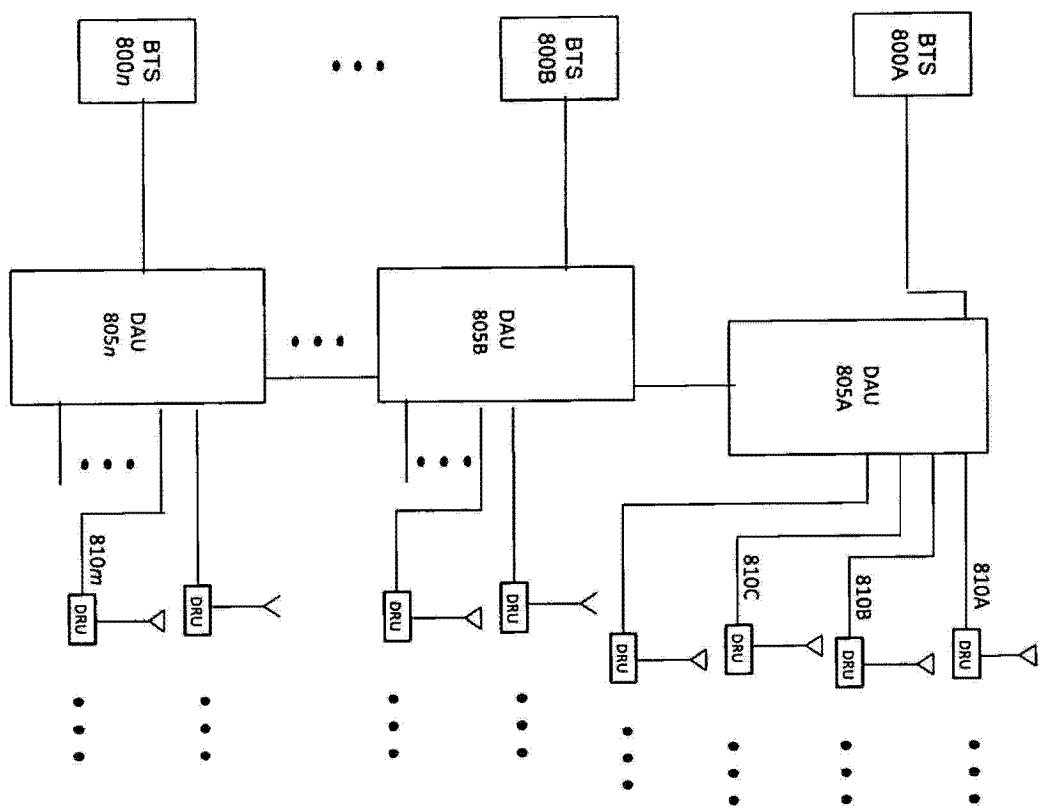


图 8