



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102625455 B

(45) 授权公告日 2015.06.24

(21) 申请号 201210069796.7

WO 2005062497 A1, 2005.07.07,

(22) 申请日 2007.06.18

US 6067290 A, 2000.05.23,

(30) 优先权数据

US 6285654 B1, 2001.09.04,

60/815,039 2006.06.19 US

WO 2006063138 A2, 2006.06.15,

(62) 分案原申请数据

Nicola Marchetti 等. Allocation and

200780030847.2 2007.06.18

Adaptation Techniques for Protocol

(73) 专利权人 知识风险控股 81 有限责任公司

Performance Improvement in Multicellular

地址 美国内华达州

Wireless Packet Networks with MIMO Links.

(72) 发明人 N·安德森

《IEEE Communications Society Globecom

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

2004》. 2004,

11256

审查员 薛永旭

代理人 吴立明

(51) Int. Cl.

权利要求书2页 说明书8页 附图5页

H04W 72/08(2009.01)

(56) 对比文件

US 6067290 A, 2000.05.23,

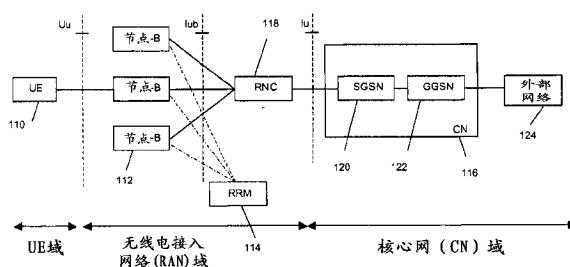
WO 0176306 A1, 2001.10.11,

(54) 发明名称

用于消除小区间干扰的系统和调度器

(57) 摘要

本发明的实施例提供一种在蜂窝无线网络中用于消除来自相邻小区的干扰的控制器。控制器中的逻辑确定第一基站和UE之间的无线电信道的信道质量。调度逻辑使在一个时间段内、作为所述信道质量的函数，第一基站调整用于与UE通信的数据流的数目，第二基站调整用于与第二UE通信的数据流的数目。其它实施例提供一种用于降低接收N个数据流的接收机中的干扰的设备。信号处理逻辑接收所述N个数据流，其中N-M个数据流表示对于M个所需数据流的干扰，消除所述N-M个数据流以便接收所述M个所需数据流。可从多个基站或多个UE接收所述N个数据流。



1. 一种蜂窝无线网络中的控制器 (118), 所述控制器 (118) 包括 :

被配置为确定第一基站 (112) 和第一用户设备 UE (110) 之间的第一无线电信道的信道质量的逻辑 ; 其中所述控制器 (118) 的特征在于包括 :

调度逻辑, 被配置为使得在一个时间段内、根据所确定的信道质量, 第一基站 (112) 调整用于与所述第一 UE (110) 通信的数据流的数目以及第二基站调整用于与第二 UE 通信的数据流的数目。

2. 权利要求 1 所述的控制器, 其中所述被配置为确定信道质量的逻辑还被配置为确定第二基站和第二 UE 之间的第二无线电信道的信道质量, 使得所述调度逻辑被配置为使得在一个时间段内、根据第一无线电信道的所确定的第一信道质量和第二无线电信道的所确定的第二信道质量, 第一基站 (112) 调整用于与第一 UE (110) 通信的数据流的数目并且第二基站调整用于与第二 UE 通信的数据流的数目。

3. 权利要求 1 所述的控制器 (118), 其中用于确定第一无线电信道质量的逻辑被配置为从所述第一 UE (110) 接收表明由所述第一 UE (110) 从第一基站 (112) 接收的信号的质量的信号质量报告。

4. 权利要求 2 所述的控制器 (118), 其中所述第一基站和第二基站为相邻小区服务 ; 并且所述调度逻辑被配置为使得第一基站和第二基站基于第一无线电信道的所确定的信道质量和第二无线电信道的所确定的信道质量中的最差信道质量, 调整数据流的所述数目。

5. 权利要求 1 所述的控制器 (118), 其中所述调度逻辑被配置为调度与所确定的信道质量相对应的指定资源。

6. 权利要求 1 所述的控制器 (118), 其中第一基站 (112) 与服务小区相关联, 并且第二基站代表干扰小区。

7. 权利要求 1 所述的控制器 (118), 其中用于在第一基站和第一 UE (110) 之间通信的数据流和用于在第二基站和第二 UE 之间通信的数据流是时间对准的。

8. 一种包括权利要求 1 所述的控制器 (118) 的在无线电接入网络中的无线电网络控制器 RNC。

9. 一种用于调度蜂窝无线网络中的资源的方法, 所述方法包括 :

确定第一基站和第一用户设备 UE 之间的第一无线电信道的信道质量 ; 其中所述方法的特征在于包括 :

使得在一个时间段内、根据所确定的信道质量, 第一基站调整用于与第一 UE 通信的数据流的数目以及第二基站调整用于与第二 UE 通信的数据流的数目。

10. 权利要求 9 所述的方法, 其中确定信道质量包括从第一 UE 接收表明由第一 UE 从第一基站接收的信号的质量的信号质量报告。

11. 一种用于调度蜂窝无线网络中的资源的设备, 所述设备包括 :

用于确定第一基站和第一用户设备 UE 之间的第一无线电信道的信道质量的装置, 其中所述设备的特征在于包括 :

用于使得在一个时间段内、根据所确定的信道质量, 第一基站调整用于与第一 UE 通信的数据流的数目以及第二基站调整用于与第二 UE 通信的数据流的数目的装置。

12. 一种包括权利要求 1 所述的控制器 (118) 的在无线通信网络中的基站。

13. 一种包括权利要求 1 所述的控制器 (118) 的接入网关 aGW。

14. 一种包括权利要求 1 所述的控制器 (118) 的无线电资源管理 RRM 服务器。

用于消除小区间干扰的系统和调度器

[0001] 本申请是申请号为 200780030847.2、申请日为 2007 年 6 月 18 日、名称为“用于消除小区间干扰的系统和调度器”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及在无线通信系统中消除来自相邻小区的干扰。

背景技术

[0003] 众所周知，蜂窝系统的性能因小区间干扰而受限。例如，在下行链路上，在小区边界处的用户会在与来自服务小区的信号的接收功率等级类似的接收功率级上受到来自相邻小区的干扰。尤其对于利用低频重用因子的密集规划系统更是如此。确实，在限制中，可使用为 1 的频率重用。虽然为 1 的重用对于使系统中的每个小区可用的时间 / 频率资源量最大化是理想的，但其产生的小区间干扰问题必然导致用户在小区边界处可获得的数据速率降低。以较低的信号对噪声加干扰比 (SNIR) 对用户进行传输需要信息冗余，由此获得所需解码质量（例如用块错误率，BLER 来度量）的码速率也较低，从而数据速率相应地降低。

[0004] 使用多输入多输出 (MIMO) 天线系统也是公知技术。在这些系统中，可将数据通过在 n_{Tx} 个发射天线和 n_{Rx} 个接收天线之间存在的若干组信道传输给用户。因此，共有 $n_{Tx} \times n_{Rx}$ 个信道，其构成复合 MIMO 信道组。如果该组的信道充分地统计独立和不相关，那么可在该信道组之上传输多个同步数据流。

[0005] 还公知的是，系统在 MIMO 信道组上成功传输多个同时的不同数据流的能力也是信道 SNIR 的函数。成功传输并行流的可能性在高 SNIR 的信道中较高，而在低 SNIR 的信道中则较低。因此，与对应的发射和接收分集方式相比，MIMO 传输的增益（就可获得的链路吞吐量而言）对于较高 SNIR 和较高信道去相关的情况是增大的。在低 SNIR 或高信道相关性情况下，MIMO 的增益变小，这时单个数据流的传输与多个并行数据流的传输相比能获得更好的总体性能，从而成为首选。注意，该组中的多个信道仍可用于提供发射 / 接收分集的好处；不过，在这种情况下，不尝试传输多个并行数据流。

[0006] 图 1A 和 1B 分别示例了在 2×2 信道组上的双流 MIMO 传输的一个例子，和在相同信道组上的单流非 MIMO 传输的一个例子。主要的区别在于，对于双流 MIMO 情况，每个发射天线传送不同的信息，而对于单流情况，每个天线发射的信息都相同（尽管实际的信号波形可能不同）。

[0007] 还公知的是，系统可按照观测到的信道 SNIR 的变化或者随着看到信道组中信道之间的统计相关性变化，在单流传输和多（例如双）流传输之间切换。这样，处于不良无线电条件（低 SNIR 和 / 或高信道相关性）下的用户将接收单流传输，而处于良好无线电条件下的用户（高 SNIR 和 / 或低信道相关性）将能够利用多流传输来获得较高的数据速率和链路吞吐量。

[0008] 来自意大利 Ferrara 大学的 Marchetti 等人的 XP010758301 描述了一种用于从多个 UE 接收分离的多个信号流的多天线上行链路接收机（例如基站）。基站中的调度

器只能在由该基站所控制的区域内调整由每个 UE 激活的天线 / 数据流的数目。Georgia Institute of Technology 的 Demirkol 等人的 XP007902982 描述了一种不使用调度器控制到多个 UE 的传输的自组织网络。

发明内容

[0009] 本发明的实施例提供了一种用于在蜂窝无线网络中消除来自相邻小区的干扰的控制器。控制器中的逻辑确定第一基站和 UE 之间的无线电信道的信道质量。调度逻辑使第一基站和第二基站在一个时间段内、作为信道质量的函数调整用于通信的数据流的数目。

[0010] 在一些实施例中，调度逻辑响应于低的信道质量，指令第一和第二基站减少所述基站中的每个基站使用的数据流的数目。调度逻辑还响应于高的信道质量，指令第一和第二基站增加所述基站中的每个基站使用的数据流的数目。

[0011] 其它实施例提供一种用于减少接收 N 个数据流的接收机中的干扰的设备。信号处理逻辑接收所述 N 个数据流，其中 N-M 个数据流表示对于所需 M 个数据流的干扰，消除 N-M 个数据流以便接收 M 个所需数据流。可从多个基站或多个 UE 接收 N 个数据流。

附图说明

- [0012] 图 1A 示例了在 2×2 信道组之上的双流 MIMO 传输的例子；
- [0013] 图 1B 示例了在 2×2 信道组之上的单流 MIMO 传输的例子；
- [0014] 图 2A 示例了按照本发明的实施例的蜂窝通信系统；
- [0015] 图 2B 示例了按照 3GPP LTE 规范的蜂窝通信系统；
- [0016] 图 3A-3D 示例了按照本发明的实施例在两小区之间的不同位置中到 UE 的传输的例子；
- [0017] 图 4 示例了其中每个符号都带有预设的循环前缀部分的 OFDM 符号的实施例；
- [0018] 图 5 示例了基本上时间对准的来自小区 A 和小区 B 的信号的接收的实施例；
- [0019] 图 6 示例了按照本发明的实施例在 2×2 信道系统之上的双流传输的实施例；
- [0020] 图 7 示例了按照本发明的实施例在 2×2 信道系统之上的两个单流传输的实施例；
- [0021] 图 8 示例了可用于实现本发明的实施例的计算机系统。

具体实施方式

[0022] 图 2A 示例了按照本发明的实施例的蜂窝通信系统的例子。该网络包括用户设备 (UE) 域、无线电接入网络 (RAN) 域和核心网域。UE 域包括借助于无线接口与 RAN 域中的至少一个基站 112 通信的用户设备 110。RAN 域还可包括网络控制器 118 (例如无线电网络控制器)，例如在 UMTS 系统中使用。

[0023] 在本例中，核心网 (CN) 116 包括服务 GPRS 支持节点 (SGSN) 120 和网关 GPRS 支持节点 (GGSN) 122。核心网与例如因特网之类的外部网络 124 长接。SGSN 120 负责会话控制，包括跟踪 UE 的位置。GGSN 122 集中核心网 116 内的用户数据并将其隧道传输 (tunnel) 到外部网络 124 中的最终目的地 (例如因特网服务提供商)。

[0024] 图 2B 示例了按照 3GPP LTE 规范的系统的例子。如图 2A 中，该系统包括 UE 150、

节点 B 151、RRM 152 和外部网络 154。该系统还包括接入网关 (aGW) 153。

[0025] 关于可实现本发明实施例的例证通信系统的进一步细节可在3GPP UMTS技术规范中找到,例如 TR 23.882,“3GPP System Architecture Evolution :Report on Technical Options and Conclusions”;TR 25.912,“Feasibility Study for Evolved UTRA and UTRAN”;TS 23.101,“General Universal Mobile Telecommunications System(UMTS) Architecture”等,所有这些均通过引用并入本文。

[0026] 按照本发明的实施例,可用图 2A 或图 2B 的系统中的集中式或分布式方式来执行用于传输的分组调度(包括资源分配)。在集中式情况下,单个调度器可对多个小区或多个节点 B 发出命令。在分布式情况下,单个调度器只可对一个小区发出命令,或者只对相同节点 B 的各小区(或扇区)发出命令。在分布式情况下,调度器之间可互相通信,在彼此之间传递相关数据以辅助调度处理。这可借助于直接的调度器到调度器接口来实现,或可通过共用的集中点或节点来传递通信。

[0027] 作为集中协调的例子,RRM 功能可在 RAN 域中负责用户对可用无线电资源的使用的高级协调和管理。更高级的无线电资源的管理可由位于每个节点 B、RNC 或 aGW 内的单独的调度器,依照来自提供 RRM 协调功能性的网络组件的指令来执行。该 RRM 功能性可由单独的 RRM 单元 114/152 或由充当“主”协调器的节点 B、RNC 或 aGW 提供。

[0028] 或者,可将该调度功能性(以及其协调)分布在节点 B、RNC、RRM 或 aGW 或核心网中的其它控制器之间。RRM 功能可位于节点 B 内、位于 aGW 或 RNC 组件内、或者位于 RAN 域中的单独的 RRM 服务器组件内(如所示的),在这种情况下,负责的网络组件在它们之间通信以协调调度。在特定的例子中,调度器可位于每个节点 B 中,在这种情况下,节点 B 将互相通信以协调调度。

[0029] 参考图 1A 和 1B,当用户正在小区边界处并处于不良无线电条件下时,可使用单流传输。但是,在干扰受限的系统(这在为高容量进行设计的情况下是常见的)中,用户正在经历的不良 SNIR 常常不是因为接收机中的热噪声导致的,而是由于在相邻小区中进行的传输(小区间干扰)导致的。对于支持 MIMO 的用户设备接收机来说,可将该干扰信号当作来自服务小区的第二个数据流传输,尽管其是从另一个基站传输给所需的数据流传输的。从而,可将来自两个小区中的每个小区的两个单流传输看作来自单个小区的双流传输。因此,UE 接收机能够对来自服务小区和干扰小区的数据调制符号进行联合估计,并且消除对服务小区传输施加的干扰。

[0030] 具有两个接收天线的 UE 接收机能够联合检测多达两个数据流。尝试检测多于两个数据流导致难以解决的数学问题,接收机为其计算出的解可能不精确。因此,对于本例,假定如果服务小区正在传输单个流,那么 UE 可消除 $n_{Rx}-1$ 个小区间的流。一般地,如果服务小区正在向 UE 传输 M 个感兴趣的流,那么 UE 可消除 $n_{Rx}-M$ 个小区间的流。

[0031] 对于本例,这意味着如果相邻小区正在传输两个流(服务小区只传输一个流),那么 UE 仅能消除相邻小区流中的一个流(因此,或许只能消除来自那个小区的干扰功率的 50%)。相反,当相邻小区也正只传输单个流(例如,也正在向小区边界用户传输)时,那么 UE 可能能够达到 100% 地消除来自那个小区的干扰功率。因此,当服务 UE 正在经受较强干扰时,服务小区和干扰小区使其单流传输对准以及避免服务小区中的单流传输与干扰小区中的双(或多)流传输在时间 / 频率资源上的重叠是有利的。注意,这不需要仅来自每个

基站处的单个天线的传输,而只是在(可能的)多个天线上传输单个信息流。注意,上面的说明是可扩展的(例如,在UE处的天线数目 n_{Rx} 增加的情况下),以便当服务UE正在经受较强干扰时,服务小区和干扰小区对准其来自每个小区的相应较少数目的N个流的传输(其中N可大于1),并且避免服务小区中较少数目的流与干扰小区中较多数目的流的重叠。

[0032] 图3A-3D示例了移动收发机(UE)从小区A中的良好无线电条件处移动、经过小区A和B的小区边界、进入到小区B的内部。参考图3A,当UE 306恰好位于小区A 302内时,来自小区B的干扰较弱,小区A可使用到UE 306的双流MIMO传输308。UE 306的接收机不试图检测来自小区B 304的信号,而在接收机处理中使用可用“自由度”联合检测来自小区A 302的两个数据流。关于小区B 304可传输的流的数目,小区B 304是无限制的,这是因为UE 306不试图检测来自小区B 304的信号。

[0033] 参考图3B,在小区边界处,来自小区B 304的干扰较强,小区A 302改成单流传输。在来自小区A 302的双流接收变成单流310接收之后,在UE 306的接收机中释放自由度。然后,UE 306可联合检测来自小区B 304的单流干扰传输312,以便可在一定程度上消除该干扰。控制小区A 302和小区B 304的调度器被协调。调度器可位于节点B内或者位于RNC或aGW内,并借助于RRM功能性来协调。RRM功能性可分布在节点B之间,或者可位于例如RNC、aGW等的集中节点内或者位于专用RRM服务器内。可实施调度器之间的协调以确保来自小区A 302的单流传输与来自小区B 304的单流传输相符。这使得UE 306能够消除的来自小区B 304的功率高达100%。

[0034] 参考图3C,在小区边界处,发生切换(UE 306的服务小区从小区A 302变成小区B 304),UE 306继续联合检测来自小区314、316的单流传输的数据符号。现在,小区A 302是干扰小区,小区B 304包含所需的用户数据。

[0035] 参考图3D,随着UE 306进一步移入小区B 304,无线电条件改善,来自小区A 302的干扰减弱。在收到该条件的信息之后,控制小区B 304的调度器可指令控制小区B 304的基站318切换成对UE 306的双流传输320,UE 306不再需要联合检测两个小区(在本例中,UE306仅主动检测小区B 304)。还可由协调功能性(例如RRM)考虑该决定,以便使小区A 302不再限于单流传输(现在小区A 302可传输任意数目的流)。

[0036] 协调由每个小区传输的流的数目的RRM功能性(无论是在单独的RRM服务器中还是分布在其它网络组件中)可按照系统中请求服务的用户的特定信道条件,以动态方式工作。在这种工作模式中,RRM功能可按照短期方式考虑其权限范围内的每个小区中的业务负载、小区中需要服务的用户的信道条件以及可用于通信的物理资源。

[0037] 在这种模式中,例如,假定两个基站,每个利用相同的时间/频率/码资源在相邻的不同小区中与不同的UE进行通信。从而,来自一个小区的通信被其它小区当作干扰。此外,假定一个UE具有较强的与其基站的信道连接,而其它UE具有较弱的与其基站的信道连接。在系统的一个实施例中,两个基站将都具有较少数目的被调度的数据流,以便适应较弱信道来降低小区间干扰。

[0038] 或者,RRM功能性可以较慢的“半静态”方式或者甚至以固定方式工作。在这些工作模式中,RRM功能可将总的可用物理资源(例如,时间/频率/码资源)中的一部分分配给处于不良信道条件下的UE,而将总的物理资源的另一部分预留给处于良好信道条件下的UE。换言之,具有较强信道条件的UE将不与具有不良信道条件的UE共用所有的相同资源。

这种分配将典型地应用于均位于 RRM 功能的权限之内的多个小区。将为不良 UE 预留的物理资源部分分配给处于不良信道条件下的 UE，而将为良好 UE 预留的物理资源部分分配给处于良好信道条件下的 UE。在分配给不良 UE 的部分中传输较少数目的数据流，而在分配给良好 UE 的部分中传输较多数目的数据流，从而避免了基于较弱信道将相同数目的数据流分配给“不良信道”UE 和“较强信道”UE 的“最小公分母”方法（如上讨论）。以这种方式，由于有把握地知道由另一个小区在相同物理资源上传输的流的数目将适用于由该 UE 所经历的信道条件，每个调度器可自主地决定在一部分物理资源或另一部分物理资源中调度在其控制下的 UE。可由 RRM 功能响应于所观测到的分别处于良好信道条件下的用户和处于不良条件下的用户的比例，较慢地进行对每部分预留的物理资源量的更新。可由调度器进行每个 UE 的分类，以便按照所接收的任何更新的信道条件信息，不断地把用户重新分配到适当的物理资源部分。

[0039] 图 4 示出了其中每个符号都带有预先附加的循环前缀部分的正交频分复用 (OFDM) 符号。本发明的实施例可用于任何蜂窝系统，包括那些使用码分多址 (CDMA) 或 OFDM 调制方案的蜂窝系统。尤其对于 OFDM，这种系统利用数据符号在多个正交窄带子载波上的传输。OFDM “符号” 402 持续 T_u 时间，包括循环前缀部分 404，该循环前缀部分 404 用于使信道色散长度上的所谓多径能量能够容易地并入接收机中，而多径组件不会在时间上影响相邻 OFDM 符号。

[0040] 在 OFDM 系统中，数据通过用正交复指数（音调）调制每个数据符号在多个并行窄带子载波上传输。鉴于正交的调制波形，子载波是互相正交的，因此，在合理的无线电条件下，可确保每个符号不对同时在其它子载波上传输的其它符号造成干扰。假定每个 OFDM 符号占用 K 个子载波，则典型地针对每个 OFDM 符号传输 K 个数据调制符号。数据调制符号可以是例如 QPSK 符号（携带 2 个比特）或者 16-QAM 符号（携带 4 个比特）。

[0041] 子载波带宽通常较窄，以便在通常使用的多径（频率选择性）无线电信道中，单独到达的信道射线（在时间上）短于每个子载波的接收机的时域脉冲形状的基本周期。从而，一旦应用了接收机滤波，便无法分解信道射线。因此，将对每个窄带子载波进行多径信号组件的求和，作为接收机处理的一个自然部分。在很多信道类型中，这导致每个子载波的平坦衰落特点，其平均复信道功率等于起作用的信道路径的功率之和。多个到达的信号路径在窄的子载波带宽内自然合并这一点可被用来允许携带相同调制符号（相同内容）的信号被合并，作为接收机处理的一个自然部分。不需要额外或专门的处理来合并信号的多个副本的能量。这包括下述两种情况：由于无线电信道中的时间扩展效应，信号的多个副本到达，以及由于有意地从不同的源 / 天线在不同的信道上传输，同一信号的多个副本到达。

[0042] 参考图 5，来自小区 A 502 的信号和来自小区 B 504 的信号基本上是时间对准的，以便其在循环前缀持续时间内到达接收机处。小区 A 的信号 502 的循环前缀 506 基本上是与小区 B 的信号 504 的循环前缀 508 对准的。这可通过在蜂窝网络中常用的使小区 A 和 B 同步来实现。可通过使每个小区的计时与共同的基准时间信号（例如 GPS）或网络时钟对准来实现同步。也可使用其它的同步方法，其中小区之间互相传送定时消息，使得能够进行早 / 晚调整，并使系统能够自行调节其定时，而不使用共同的时钟。当信号被同步以便其在循环前缀持续时间内到达 UE 接收机时，这使得信号能够不需额外处理地被合并（求和）。对于其它调制系统（例如 FDMA 或 CDMA），可将基本的时间对准当作信号的对准，以便其落入

均衡器时间窗或相似的时间段,使得接收机能够捕获来自两个小区的能量。

[0043] 可将多载波 OFDM 系统简单地建模为多个单独的窄带单载波系统。

[0044] 单子载波的系统模型为 :

[0045] $\underline{r} = H \underline{s} + \underline{n}$

[0046] 这里, \underline{r} 是大小为 $n_{Rx} \times 1$ 的向量,包含在 UE 接收机的每个天线处接收的信号。 \underline{s} 是传输的数据符号(每个基站 Tx 天线一个)的 $n_{Tx} \times 1$ 向量, \underline{n} 是噪声样本的向量(大小为 $n_{Rx} \times 1$)。

[0047] H 是大小为 $n_{Tx} \times n_{Rx}$ 的信道矩阵。

[0048] 图 6 示例了小区 A 602 中的在 2×2 信道系统上的双流传输。

[0049] 按照下面的等式对该系统建模 :

$$[0050] \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{A1,1} & h_{A2,1} \\ h_{A1,2} & h_{A2,2} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} s_{A1} \\ s_{A2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix}$$

[0051] 这里, $h_{Ai,j}$ 表示从小区 A 的天线 i 到 UE 的接收天线 j 的信道。 s_{A1} 表示从小区 A 的天线 i 发射的信号。

[0052] 给定接收的信号 \underline{r} ,可以若干方式来计算 \underline{s} 的估计。这些方法包括迫零(ZF)、最小均方差(MMSE) 和最大似然(ML) 技术。下面的等式利用了迫零法,因为为说明之用,它代表最简单的情况。

[0053] 因为信道矩阵 H 为矩形,可计算其逆 H^{-1} 使得 $H \times H^{-1}$ 等于单位矩阵(I)。

[0054] 则该问题的 ZF 解为 :

$$[0055] \begin{bmatrix} \hat{s}_{A1} \\ \hat{s}_{A2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{A1,1} & h_{A2,1} \\ h_{A1,2} & h_{A2,2} \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix}$$

[0056] 现在,参考图 7,考虑两个单流传输的情况,其中一个来自小区 A 702,另一个来自小区 B 704。每个单流传输都在其自身的 2×2 信道系统上进行。

[0057] 在这种情况下,将该系统建模为 :

$$[0058] \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{A1,1} & h_{A2,1} & h_{B1,1} & h_{B2,1} \\ h_{A1,2} & h_{A2,2} & h_{B1,2} & h_{B2,2} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} s_{A1} \\ s_{A2} \\ s_{B1} \\ s_{B2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix}$$

[0059] 但是,在单流的情况下,同一个符号是从同一基站的所有天线发射的。因此, $s_{A1} = s_{A2} = s_A$, $s_{B1} = s_{B2} = s_B$ 。

[0060] 这意味着上面的系统等式简化为 :

$$[0061] \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (h_{A1,1} + h_{A2,1})(h_{B1,1} + h_{B2,1}) \\ (h_{A1,2} + h_{A2,2})(h_{B1,2} + h_{B2,2}) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} s_A \\ s_B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix}$$

[0062] 信道矩阵还为矩形,因此可找到其逆。在这种情况下,所传输的符号矩阵 $[s_A, s_B]$ 的迫零估计为 :

$$[0063] \quad \begin{bmatrix} \hat{s}_A \\ \hat{s}_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (h_{A1,1} + h_{A2,1})(h_{B1,1} + h_{B2,1}) \\ (h_{A1,2} + h_{A2,2})(h_{B1,2} + h_{B2,2}) \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix}$$

[0064] 从而,两个单流情况(来自不同的小区)下的UE接收机706与双流情况(来自一个小区)下的UE接收机706非常相似,可用来消除来自一个相邻小区的干扰。

[0065] 虽然已经按照具体实施例和示例图对本发明进行了说明,但是本领域技术人员将认识到,本发明并不限于所说明的实施例或者图。尽管在一些情况下,使用UMTS术语说明了本发明的实施例,本领域技术人员将认识到,这里也只是在一般意义上使用了这些术语,本发明并不限于UMTS或3G系统。

[0066] 本领域技术人员将认识到,可在适当的时候使用硬件、软件、固件或其组合来实现各实施例的操作。例如,可在软件、固件或硬连线逻辑的控制下,使用处理器或其它数字电路执行一些处理。(这里的术语“逻辑”指固定硬件、可编程逻辑和/或它们的适当组合,本领域技术人员将认识到这点来执行所记载的功能)。可将软件和固件存储在计算机可读介质上。可使用模拟电路来实现一些其它处理,这对于本领域技术人员是公知的。另外,可在本发明的实施例中使用存储器或者其它存储装置以及通信组件。

[0067] 图8示例了可在本发明的实施例中用来执行处理功能性的典型计算系统800。相关领域的技术人员还将认识到如何使用其它计算机系统或体系结构来实现本发明。计算系统800可表示例如桌面型、膝上型或笔记本计算机,手持计算装置(PDA、手机、掌上电脑等),大型机,巨型计算机,服务器,客户端,或者可符合或适于给定的应用或环境的任何其它类型的专用或通用计算装置。计算系统800可包括例如处理器804等的一个或多个处理器。可使用例如微处理器、控制器或者其它控制逻辑等的通用或专用的处理引擎来实现处理器804。在本例中,处理器804与总线802或其它通信介质相连接。

[0068] 计算系统800还可包括主存储器808,最好是随机存取存储器(RAM)或其它动态存储器,以便存储信息和将由处理器804执行的指令。主存储器808还可用作存储在执行将由处理器804执行的指令期间的临时变量或其它中间信息。计算系统800可同样包括与总线802耦接的只读存储器(“ROM”)或其它静态存储装置,以便存储静态信息和处理器804的指令。

[0069] 计算系统800还可包括信息存储机构810,信息存储机构810可包括例如介质驱动器812和可移除的存储接口820。介质驱动器812可包括驱动器或其它机构,以支持固定的或可移除的存储介质,例如硬盘驱动器、软盘驱动器、磁带驱动器、光盘驱动器、CD或DVD驱动器(可读的或可读写的)或者其它可移除的或固定的介质驱动器。存储介质818例如可包括可由介质驱动器814读出或者写入的硬盘、软盘、磁带、光盘、CD或DVD,或者其它固定或可移除的介质。如这些例子所示,存储介质818可包括其中存储了特定计算机软件或数据的计算机可读存储介质。

[0070] 在另外的实施例中,信息存储机构810可包括允许计算机程序或其它指令或数据载入计算系统800的其它类似装置。这样的装置可包括例如可移除存储单元822和接口820,例如程序盒式存储器和盒式存储器接口,可移除存储器(例如闪存或其它可移除存储器模块)和存储器插槽,以及允许软件和数据从可移除存储单元822传递到计算系统800的其它可移除存储单元822和接口820。

[0071] 计算系统 800 还可包括通信接口 824。通信接口 824 可用于使软件和数据在计算系统 800 和外部装置之间传递。通信接口 824 的例子可包括调制解调器、网络接口（例如以太网或其它 NIC 卡）、通信端口（例如 USB 端口等）、PCMCIA 插槽和卡等。借助于通信接口 824 传递的软件和数据可按照电子、电磁、光或能够由通信接口 824 接收的其它信号的信号形式。借助于信道 828 将这些信号提供给通信接口 824。该信道 828 可携带信号，可使用无线介质、电线或缆线、光纤或其它通信介质来实现。信道的一些例子包括电话线、蜂窝电话链路、RF 链路、网络接口、局域网或广域网以及其它通信信道。

[0072] 在本文档中，术语“计算机程序产品”和“计算机可读介质”一般可用于指例如存储器 808、存储装置 818、存储单元 822 或信道 828 上的信号等介质。这些和其它形式的计算机可读介质可涉及向处理器 804 提供一个或多个指令的一个或多个序列以便执行。这样的指令，通常称之为“计算机程序代码”（其可按计算机程序的形式或其它分组形式来分组），在执行时，使计算系统 800 能够实现本发明的实施例的特征或功能。

[0073] 在使用软件实现所述组件的实施例中，所述软件可存储在计算机可读介质中，使用例如可移除存储驱动器 814、驱动器 812 或通信接口 824 将其载入计算机系统 800。当由处理器 804 执行控制逻辑（在本例中，软件指令或计算机程序代码）时，所述控制逻辑使得处理器 804 实现如这里所述的本发明的功能。

[0074] 应当理解，为清楚起见，上面的描述参考不同的功能单元和处理器对本发明的实施例进行了说明。但是，显而易见的是，可使用在不同的功能单元、处理器或域之间的任何适当的功能性分布，而不偏离本发明。例如，示例为由各处理器或控制器执行的功能性可由同一处理器或控制器执行。因此，对特定功能单元的述及只能看作对用于提供所述功能性的适当手段的述及，而并非表明严格的逻辑或物理结构或组织。

[0075] 尽管已结合一些实施例对本发明进行了说明，但并不想要限定于这里陈述的特定形式。而且，本发明的范围仅由其权利要求来限定。另外，尽管是看来已经结合特定实施例说明了特征，本领域技术人员将认识到，可按照本发明组合所述实施例的各特征。

[0076] 此外，尽管是单独列出的，但是例如单个单元或处理器可实现多个装置、组件或者方法步骤。另外，尽管在不同的权利要求中可包括单独的特征，也可将这些特征方便地组合，包括在不同的权利要求中并不意味着特征的组合不可行和 / 或没有好处。另外，一个特征包括在一类权利要求中并不意味着仅限于该类，而是该特征可能在适当的时候也同样适用于其它的权利要求类别。

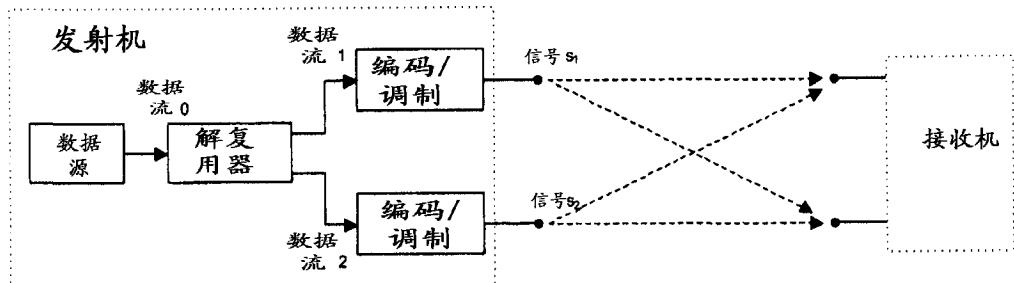
双流传输

图 1A

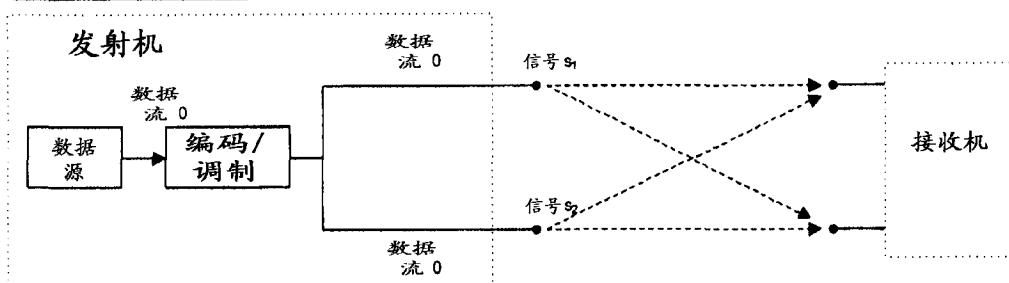
单流传输

图 1B

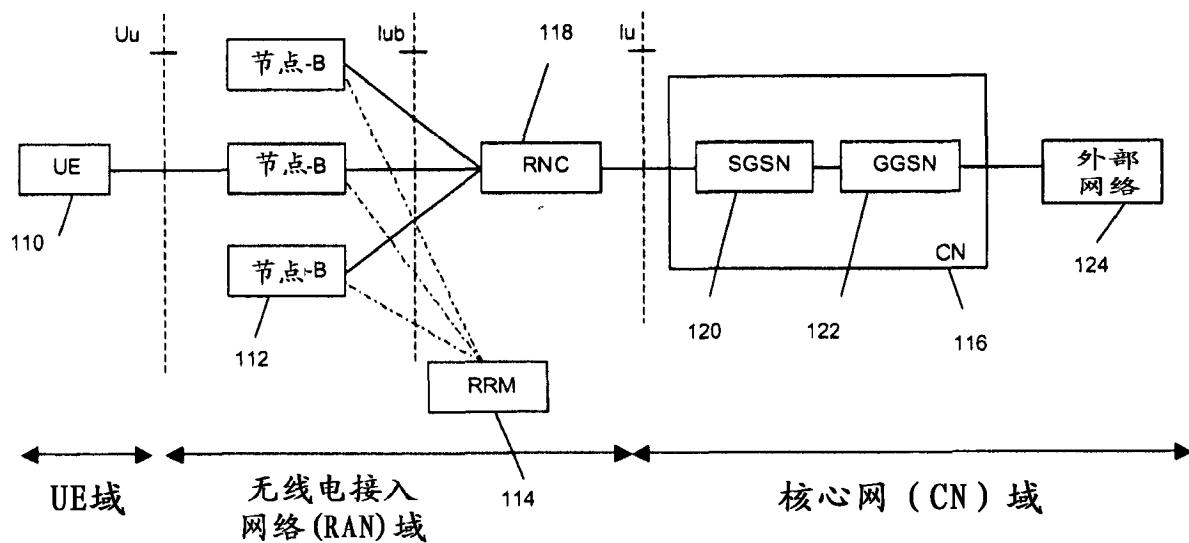


图 2A

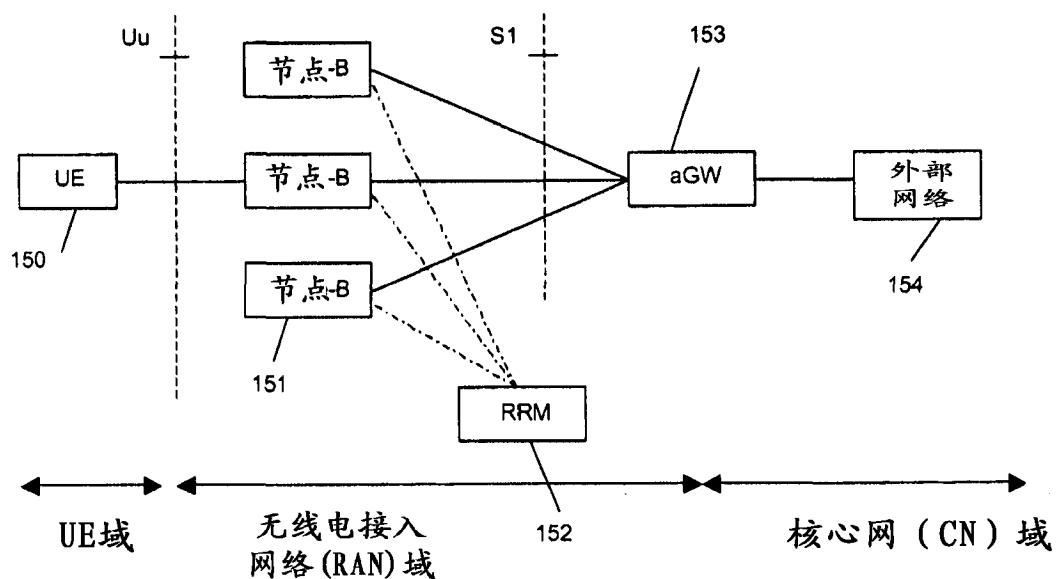
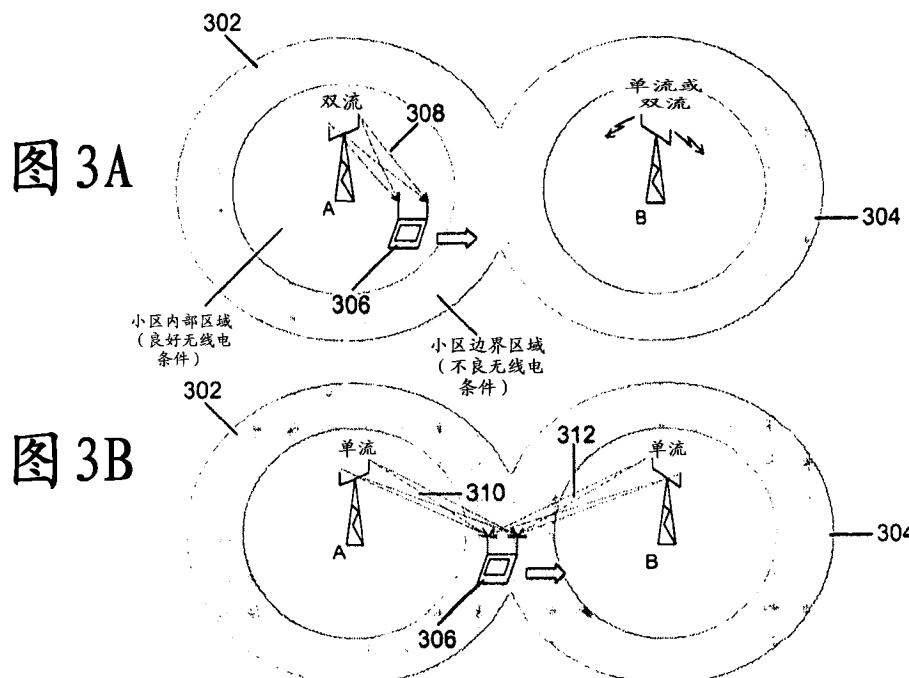


图 2B



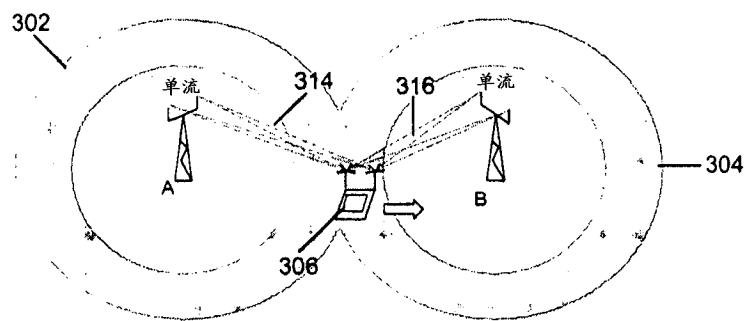


图 3C

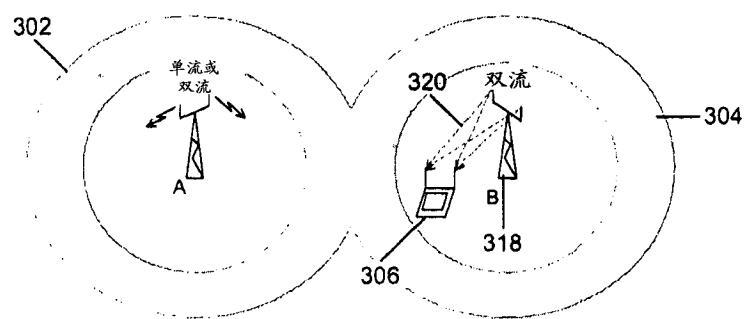


图 3D

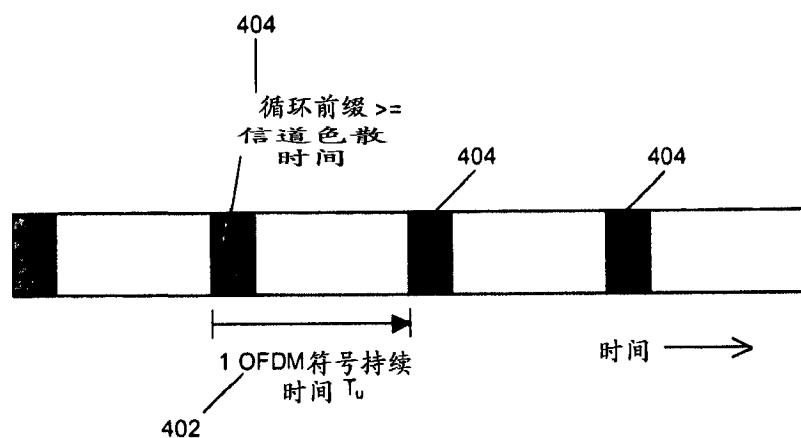


图 4

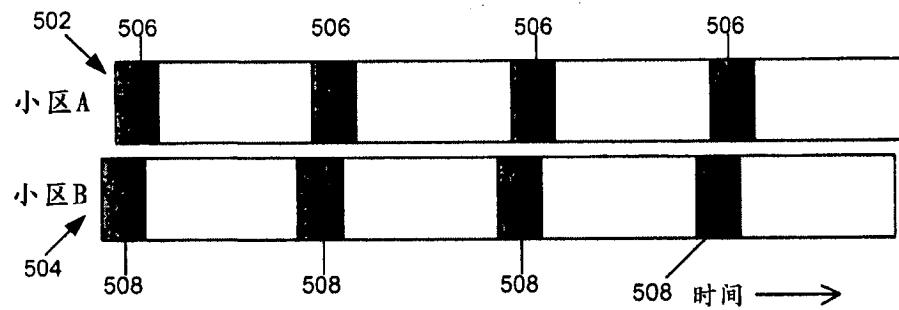


图 5

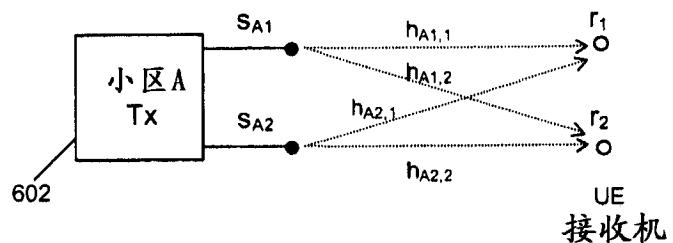


图 6

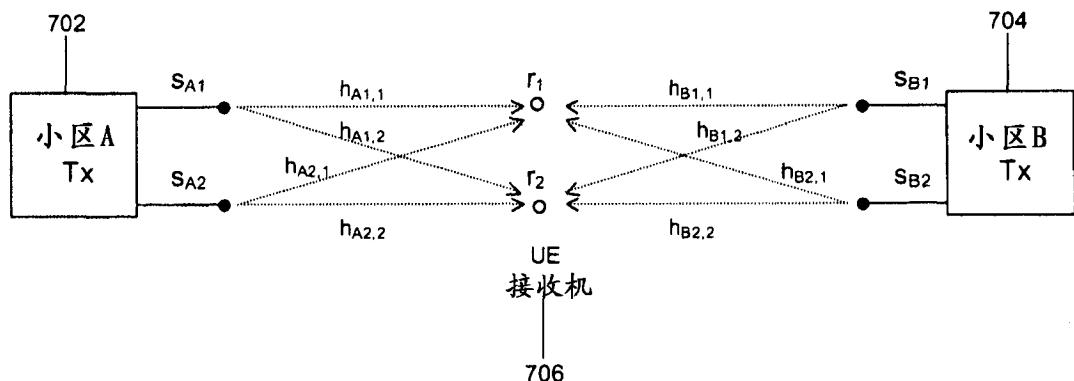


图 7

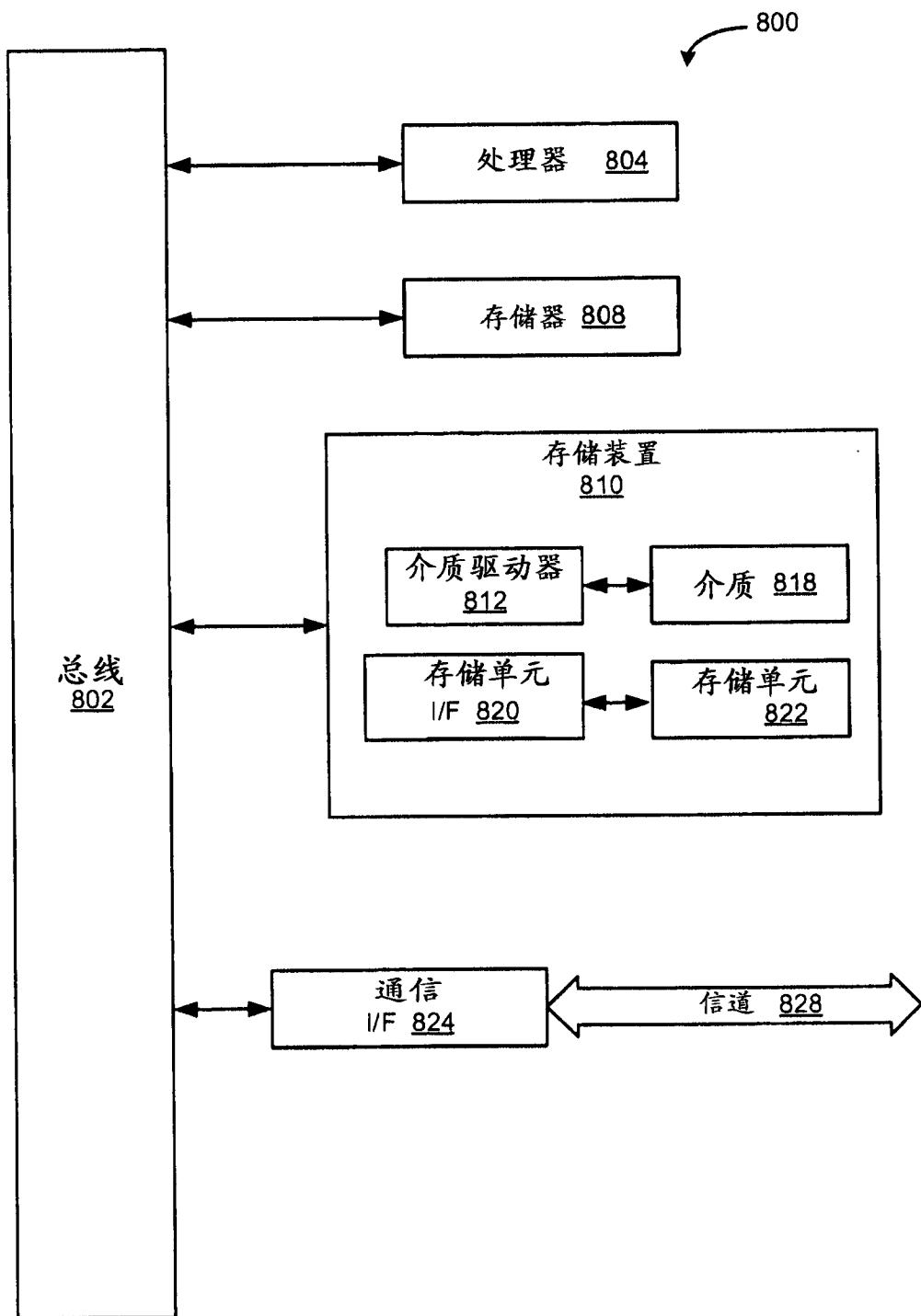


图 8