



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102577207 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 11

(21) 申请号 200980160545. 6

(22) 申请日 2009. 06. 12

(85) PCT申请进入国家阶段日
2012. 01. 18

(86) PCT申请的申请数据
PCT/EP2009/057276 2009. 06. 12

(87) PCT申请的公布数据
W02010/142343 EN 2010. 12. 16

(71) 申请人 私人基金会加泰罗尼亚电信技术中
心

地址 西班牙巴塞罗那

(72) 发明人 克里斯托斯·韦里科基斯
尼扎尔·佐尔巴巴拉
埃利·克特萨基
路易斯·阿隆索·扎拉特

(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 陈炜 李德山

(51) Int. Cl.
H04L 1/06 (2006. 01)
H04L 1/00 (2006. 01)

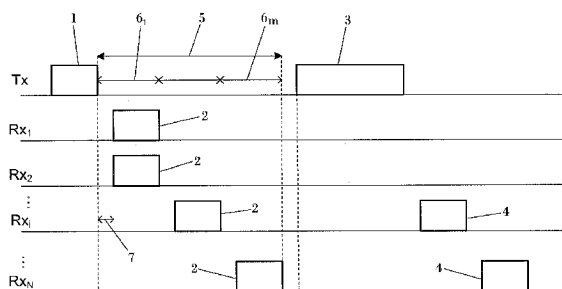
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页
按照条约第19条修改的权利要求书 2 页

(54) 发明名称

用于使用多入多出或多入单出技术并具有多
用户能力的无线宽带系统中的媒体访问控制的方
法及设备

(57) 摘要

一种用于使用多入多出或多入单出技术的无线
宽带系统中的媒体访问控制的方法和设备, 包
括以下步骤: 发射机 (Tx) 向与所述发射机 (Tx)
相关联的所有用户 (Rx1... RxN) 广播轮
询消息 (1); 用户在从用于发送应答消息的时
间段 (5) 所分成的多个时隙中随机选择的时隙
(61... 6m) 期间使用应答消息 (2) 来回答; 发
射机 (Tx) 进行调度并发射数据 (3); 以及, 被调
度的用户发送确认消息 (4)。优选地, 只有针对发射
波束测得高于预定阈值的信号噪声干扰比的用户
才发送应答消息 (2)。



1. 一种用于无线宽带系统中的媒体访问控制的方法,所述无线宽带系统使用多入多出或多入单出技术并具有多用户能力,所述方法包括以下步骤:

(i) 借助于发射机 (Tx) 所包括的多个天线,产生空间上复用的多个发射波束;

其特征在于,所述方法进一步包括以下步骤:

(ii) 通过每个发射波束从所述发射机 (Tx) 向所有用户 ($Rx_1 \dots Rx_i \dots Rx_N$) 广播轮询消息 (1),所述轮询消息 (1) 请求至少一个发射波束的状态的信息;

(iii) 在每个用户 (Rx_i) 处针对每个发射波束来测量信号噪声干扰比;

(iv) 从接收到所述轮询消息 (1) 的至少一个用户 (Rx_i) 发送应答消息 (2),其中,所述应答消息 (2) 至少包括第一字段 (19) 和第二字段 (20),所述第一字段 (19) 指示由该用户 (Rx_i) 在所述发射波束当中测得的最高信号噪声干扰比,所述第二字段 (20) 指示在该用户 (Rx_i) 处测得最高信号噪声干扰比所针对的发射波束的标识符;并且,其中,在从用于发送应答消息的时间段 (5) 所分成的多个时隙中随机选择的时隙 ($6_1 \dots 6_m$) 期间发送所述应答消息 (2);

(v) 在所述发射机 (Tx) 处,根据下述信号噪声干扰比来向每个发射波束分配用户 (Rx_i) 和发射比特率,该信号噪声干扰比由所分配的用户 (Rx_i) 针对该发射波束测得;

(vi) 通过所述多个发射波束,以所分配的发射比特率向所分配的每个用户 (Rx_i) 同时发送来自发射队列的数据 (3);

(vii) 从成功接收到来自所述发射机 (Tx) 所发送的发射队列的数据 (3) 的每个用户 (Rx_i) 向所述发射机 (Tx) 发送确认消息 (4)。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述轮询消息 (1) 包括用于发送应答消息的时间段 (5) 的长度。

3. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,所述发射机 (Tx) 向每个发射波束分配所有用户 ($Rx_1 \dots Rx_i \dots Rx_N$) 当中在所述应答消息 (2) 中针对该发射波束示出最高信号噪声干扰比的用户 (Rx_i)。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,如果所述发射机 (Tx) 没有接收到任何有效的应答消息 (2),那么重复步骤 (i) 至 (iv),直到接收到至少一个有效的应答消息 (2) 为止。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,每个时隙 ($6_1 \dots 6_m$) 的长度是用户 (Rx_i) 发送应答消息 (2) 所需要的固定时间加上安全裕度 (7)。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,所述用户 ($Rx_1 \dots Rx_i \dots Rx_N$) 当中接收到所述轮询消息 (1) 的每个用户均发送应答消息 (2)。

7. 根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的方法,其中,如果接收到所述轮询消息 (1) 的用户 (Rx_i) 在所述发射波束当中测得的最高信号噪声干扰比高于预定阈值,则该用户 (Rx_i) 发送应答消息 (2)。

8. 一种用于无线宽带系统中的媒体访问控制的系统,所述无线宽带系统使用多入多出或多入单出技术并具有多用户能力,并且包括:

- 发射机 (Tx),所述发射机 (Tx) 包括多个天线,所述多个天线能够产生多个发射波束,以将来自发射队列的数据 (3) 以相同的频率和编码在同一时间发射给多个用户 ($Rx_1 \dots Rx_i \dots Rx_N$);

- 多个用户 ($Rx_1 \dots Rx_i \dots Rx_N$), 所述多个用户 ($Rx_1 \dots Rx_i \dots Rx_N$) 连接至所述发射机 (Tx);

其特征在于, 所述用于无线宽带系统中的媒体访问控制的系统包括:

- 所述发射机 (Tx) 处的控制装置, 被配置成通过每个发射波束向连接至所述发射机的所有用户 ($Rx_1 \dots Rx_i \dots Rx_N$) 广播轮询消息 (1), 所述轮询消息 (1) 请求至少一个发射波束的状态的信息;

- 每个用户 (Rx_i) 处的计算装置, 被配置成在每个用户 (Rx_i) 处针对每个发射波束来测量信号噪声干扰比;

- 每个用户 (Rx_i) 处的控制装置, 被配置成:

- 在从用于发送应答消息的时间段 (5) 所分成的多个时隙中随机选择的时隙 ($6_1, \dots, 6_m$) 期间发送应答消息 (2); 其中, 所述应答消息 (2) 至少包括第一字段 (19) 和第二字段 (20), 所述第一字段 (19) 指示由该用户 (Rx_i) 在所述发射波束当中测得的最高信号噪声干扰比, 所述第二字段 (20) 指示在该用户 (Rx_i) 处测得最高信号噪声干扰比所针对的发射波束的标识符;

- 在成功接收到来自所述发射机所发送的发射队列的数据 (3) 之后, 向所述发射机 (Tx) 发送确认消息 (4);

- 所述发射机 (Tx) 处的调度器, 用于向每个发射波束分配用户 (Rx_i) 和发射比特率。

9. 根据权利要求 8 所述的系统, 其中, 所述发射机 (Tx) 处的调度器被配置成将每个发射波束分配给在所述应答消息 (2) 中针对该发射波束示出最高信号噪声干扰比的用户 (Rx_i)。

10. 根据权利要求 8 和 9 中任一项所述的系统, 其中, 每个用户 (Rx_i) 处的控制装置被配置成在每次接收到轮询消息 (1) 之后向所述发射机 (Tx) 发送应答消息 (2)。

11. 根据权利要求 8 和 9 中任一项所述的系统, 其中, 每个用户 (Rx_i) 处的控制装置被配置成只有当该用户 (Rx_i) 在所述发射波束当中测得的最高信号噪声干扰比高于预定阈值的时候, 才在接收到轮询消息 (1) 之后向所述发射机 (Tx) 发送应答消息 (2)。

用于使用多入多出或多入单出技术并具有多用户能力的无线宽带系统中的媒体访问控制的方法及设备

技术领域

[0001] 本发明涉及无线网络中的多入多出 (MIMO) 和多入单出 (MISO) 技术的结合,更具体地,涉及这种情况下的媒体访问控制 (MAC)。

背景技术

[0002] 考虑到近年来无线宽带系统的广泛部署以及对多媒体应用的需求的不断增加,对于大容量以及增强的可靠性的需求已经变得很迫切。使用用于发射和接收的多个天线的多入多出 (MIMO) 技术以及该技术的单个接收天线版本 (多入单出, MISO) 允许显著的性能提升,并且已被包含到了新兴的宽带无线系统中。

[0003] 可以使用 MIMO/MISO 方案来建立具有高吞吐量的、可靠的点对点通信 (单用户 MIMO/MISO), 而通过在发射机处使用多个天线, 还可以在同一时间通过相同的频率和编码实现同时的点对多点发射并服务于多个用户。与所有流仅专用于一个用户的单用户 MIMO 传输相比, 将数据流分配给不同用户的 MIMO/MISO 多用户传输概念能够提高总的系统容量。

[0004] 为了实现多用户 MIMO/SIMO 系统, 必须建立媒体访问控制 (MAC) 协议。MAC 协议必须处理的最重要的操作是信道访问、调度和反馈捕获 (feedback acquisition)。

[0005] US 2009/0046681 A1 提供了一种同时对多于一个流进行 MAC 的非常有趣的方法, 其中该方法可以应用于 MIMO 点对点空间复用和 / 或 OFDM 副载波分配。其理念是放大信头以支持同时对多于一个信道进行信道估计。其不对多用户 MIMO 做任何考虑, 在多用户 MIMO 中, 数据流在同一时间以相同的频率和编码用于不同的用户; 每个用户连同其他用户信号一起接收其信号, 并且确定系统中没有冲突。

[0006] 对本领域的其他贡献包括 KR 2009/0004662, 其中提出了 MIMO 多用户系统中的用户选择, 此处该选择基于 SNIR 度量。EP 1, 882, 313 涉及接收机侧, 并涉及根据具有多用户检测 (MUD) 能力的接收机是否可以分出不同的用户而决定是否几个用户同时访问信道。所有智能均位于接收机侧, 并且不涉及用户调度、MAC 设计和发射机决策。

[0007] 最后, 在 WO 2008/012766 中, 所考虑的情况是网络中具有一个基站和若干用户以及如何通过 OFDM 或任意其他多载波系统来管理用户的访问。例如提出了 MC-CDMA, 但是不能在同一时间通过相同的频率和编码服务于多于一个用户, 即, 系统中没有提出空间复用。

[0008] 最后, 在“A MAC Protocol with Multi-user MIMO Support for Ad-Hoc WLANs” (J. Mirkovic, J. Zhao 及 D. Denteneer, IEEE PIMRC, 2007 年 9 月) 中提出了意在用于多用户 MIMO/MISO Ad Hoc 传输的名为多用户分布式协调功能 (Multi-User Distributed Coordination Function, MU-DCF) 的实用的 MAC 方案。此协议是 802.11 DCF 的修改, 其中通过包括轮询地址表的特定的多用户“准备发送” (RTS) 帧来发起四路握手。然而, 将轮询表包括在 RTS 帧中使用了部分网络资源, 因而导致降低了可得到的吞吐量。

发明内容

[0009] 本发明通过公开一种用于具有 MIMO/MISO 多用户能力的无线宽带系统的媒体访问控制协议而解决了上述问题,该媒体访问控制协议使得发射机能够在同一时间以相同的频率和编码对多个用户进行服务,同时降低了控制消息所需要的所用资源,因而增加了数据的可用带宽并改善了全局用户体验。

[0010] 在本发明的一个方面,公开了一种用于多用户 MIMO/MISO 中的媒体访问控制的方法。该方法提出了由发射机和发射机所服务的多个用户来执行的以下步骤:

[0011] - 发射机使用多个天线来产生多个发射波束。这些波束共享相同的频率并且在空间上复用。

[0012] - 发射机通过每个发射波束向所有连接的用户广播轮询消息。通过使用单个广播地址而非包括潜在用户地址的完整轮询表,降低了所需要的控制开销,从而留下了更多的自由资源,以用于数据发射。优选地,轮询消息包括指示竞争阶段的持续时间的字段,这是用户借助于应答消息来回答发射机的步骤。

[0013] - 接收到轮询消息的每个用户针对每个发射波束来测量信号噪声干扰比 (SNIR)。

[0014] - 在优选选择中,每个用户发送应答消息,该应答消息至少包括该用户在发射波束当中测得的最高 SNIR 以及这个测得的最高 SNIR 所针对的那个发射波束的标识符。由于在没有任何调度的情况下,所有用户在竞争阶段中共享相同的信道,所以在应答消息的发送之前每个用户都包括随机延迟。为此,竞争阶段被分成多个时隙,并且每个用户随机地选择一个时隙来发送应答消息。优选地,时隙的持续时间等于用户发送应答消息所需要的时间量加上安全裕度。由于应答消息帧的长度和发射速率是固定的,所以该时间量是恒定的。根据所描述的时隙划分,如果来自不同用户的两个或更多个应答消息发生冲突,那么该冲突只影响给定时隙,因而允许在发射机处正确地接收更大数量的应答消息。

[0015] - 在另外的优选选择中,只有在发射波束当中测得的最高 SNIR 高于预定阈值的那些用户才按照与上述优选选择相同的应答消息发射步骤及条件来发送应答消息。这样就减少了应答的数量,从而使得冲突的数量最小化,并增加了可得到的输出。

[0016] - 优选地,发射机在继续剩余步骤之前检查是否正确接收了任何应答消息,即检查没有遭遇冲突的应答消息。如果没有应答消息被正确接收,那么重复从发射波束产生开始的先前步骤,直到正确接收至少一个应答消息为止,而正确接收至少一个应答消息意味着可以调度至少一个发射波束并将其用于发射数据。

[0017] - 利用包含在正确接收的应答消息中的信息,发射机进行调度,即向用户分配发射波束。优选地,每个发射波束被分配给应答消息包括了针对该发射波束的最高 SNIR 值的那个用户,即所有用户当中示出了针对该发射波束的最高 SNIR 的那个用户。在本发明的范围内可以实现此调度算法的多种变化。

[0018] - 然后根据调度决策进行数据发射。

[0019] - 最后,正确地接收到数据的每个用户发送“确认”消息。

[0020] 本发明的另外的方面公开了一种用于无线宽带系统中的媒体访问控制的设备,该无线宽带系统使用 MIMO/MISO 技术并具有多用户能力。该设备包括发射机处的控制装置以及连接至发射机的用户处的控制装置,由发射机在给定时间借助于生成多个发射波束的多个发射天线来对多个用户进行服务,这些发射波束共享时间、频率和编码。

[0021] 发射机包括被配置成通过这些发射波束中的每个发射波束向连接至发射机的所有用户广播轮询消息的控制装置。

[0022] 用户包括针对每个发射波束计算 SNIR 值的计算装置,并且用户处的控制装置被配置成在包括随机延迟之后使用应答消息来进行回答。应答消息至少包括具有最高 SINR 的发射波束的标识符以及该最高 SINR 值。对用于应答消息的时间段进行划分,即接收机处的控制装置所包括的上述随机延迟是从有限个值中选择的,这些值对应于用户发送应答消息所需要的固定时间与安全裕度之和的倍数。

[0023] 发射机还包括调度器,该调度器被配置成根据包括在用户所发送的轮询消息中的信息来对发射波束的使用进行调度。优选地,调度器将每个发射波束分配给所有应答消息当中示出了针对该发射波束的最高 SNIR 值的那个用户。

[0024] 还优选地,为了减少不必要的控制流量,只有当在用户处在发射波束当中所测得的最高 SNIR 高于一定阈值时,该用户才使用应答消息来回答轮询请求。

[0025] 利用所公开的方法和系统,实现了用于 MIMO/MISO 系统的高效的媒体访问控制,从而使该控制所占用的资源使用最小化,并允许高的数据吞吐量。根据本发明的详细描述,该优点及其他优点将是清楚的。

附图说明

[0026] 为了更好地理解本发明的特征,根据本发明的优选实施例,提供了一系列附图以对本说明书进行补充。这些附图是本说明书的组成部分,并且是说明性的而非限制性的:

[0027] 图 1 描绘了根据本方法的优选实施例的发射机与多个用户之间的消息交换。

[0028] 图 2 呈现了优选实施例的轮询消息帧的结构,该轮询消息帧示出了 MAC 和物理信头。

[0029] 图 3 呈现了优选实施例的应答消息帧的结构,该应答消息帧示出了 MAC 和物理信头。

[0030] 图 4 呈现了仿真的结果,该仿真示出了在相同情况下通过本发明的方法的不同实施例实现的吞吐量。

具体实施方式

[0031] 在本发明的上下文中,措辞“包括 (comprises)”及其派生(诸如“包括 (comprising)”,等等)不应以排除的意义来理解,即这些措辞不应被解读为排除如下可能性:所描述及限定的内容可以进一步包括元素、步骤等等。

[0032] 另外,在本文档中使用措辞“用户”(Rx₁... Rx_N)来指代 MIMO/MISO 系统的与“发射机”(Tx) 相对的移动终端、接收机或用户,其中“发射机”(Tx) 是包括多个天线的装备,用于进行波束形成和调度,并且,根据一些术语,“发射机”(Tx) 可以指接入点或基站。

[0033] 为了限定本发明的方法中所涉及的元素、并且为了说明用户 (Rx₁... Rx_N) 为计算本方法所需要的 SNIR 值而进行的计算(在这一部分中进一步详述这一点),提出了许多理论上的限定。

[0034] 在 N 个用户 (Rx₁... Rx_N) 中的每个用户与发射机 (Tx) 之间考虑多天线信道。此多天线信道可由向量 $h_{[1 \times n_t]}$ (具有 n_t 个元素) 来表示。在信道内,假设准静态块衰落模型,该

模型在相干时间保持恒定,并在连续的时间间隔之间按照具有零均值和单位方差的独立同分布 (i. i. d.) 的复高斯项来独立地变化。

[0035] 设 x 是 $n_t \times 1$ 发射向量 (借助于 n_t 个发射天线), 而 y_i 表示由下式给出的第 i 个用户接收信号,

$$[0036] \quad y_i = h_i x + z_i$$

[0037] 其中, z_i 是具有零均值和方差 $E\{|z_i|^2\} = \sigma^2$ 的加性复噪声分量。

[0038] 在系统中的 N 个用户 ($Rx_1 \dots Rx_N$) 当中, 发射机通过生成 M 个随机波束 $b_1 \ b_2 \dots b_M$ 来向 M 个并发用户 ($M \leq N$) 递送服务。每个生成的波束都在 n_t 个发射天线上发射。

[0039] 发射的信号 x 包含对 M 个选定用户中的每个用户的不相关的数据符号 s_i , 其中, $E\{|s_i|^2\} = 1$ 。

[0040] 在这种多用户情况下使用的发射技术是多波束机会波束形成, 其中此多波束策略通过同时服务于若干用户、从而使发射的信号 x 按照下式而包含用于 M 个选定用户的数据符号来实现高的总吞吐量,

$$[0041] \quad x = \sum_{m=1}^M x_m = \sum_{m=1}^M b_m s_m = BS$$

[0042] 其中, b_m 是分配给第 m 个用户的波束, S 是包括 M 个数据符号的向量 ($S = [s_1, \dots, s_M]$)。矩阵 $B = [b_1, \dots, b_M]$ 是按照正交方法随机生成的, 以在所服务的用户中产生最低可能的干扰。

[0043] 因此, 每个用户从每个发射波束接收具有一定功率级的广播包。这些波束中的一个波束携带用于第 i 个用户的信息 (具有用于第 i 个用户的有用信息的波束), 而其他波束携带用于其他用户的信息 (这是对于第 i 个用户的干扰)。

[0044] 因此, 在具有若干个发射正交波束的情况下, 使用第 m 个波束的第 i 个用户的 SNIR 公式是:

$$[0045] \quad SNIR_{i,m} = \frac{|h_i b_m|^2}{\sigma^2 + \sum_{u \neq m} |h_i b_u|^2}$$

[0046] 假设在波束之间存在均匀的功率分配。

[0047] 通过使用包含在轮询消息中的信息 (在这一部分中进一步详述该信息), N 个用户中的每个用户顺序地计算来自 M 个波束中的每个波束的接收功率。然后应用之前的表达式获得关于每个波束的 SNIR 值。

[0048] 图 1 示出了本发明的优选实施例中的发射机 (Tx) 与 N 个用户 ($Rx_1 \dots Rx_N$) 之间的消息交换, 该优选实施例应被理解为说明性而非限制性的示例。

[0049] 发生该交换的网络可以是实现多用户 MIMO/MISO 的任意无线网络。协议体系结构可以基于 IEEE 802.11n 标准, 然而其他实现在本发明的范围内也是可以的。优选实施例的以下详细说明是针对 IEEE 802.11n 标准来描述的, 并且使用了该标准的术语, 然而该说明对于任意其他宽带无线通信系统也是有效的。

[0050] 在 IEEE 802.11n 系统中, 发射机 (Tx) 称为接入点 (AP)。可以使用如根据标准 IEEE 802.11n 所定义的请求发送 (RTS) 消息作为轮询消息 (1), 并且可以使用如根据标准

IEEE 802.11n 定义的允许发送 (CTS) 消息作为应答消息 (2)。在这一部分中进一步说明两个消息的帧结构。用于 CTS 消息的发送的时间段 (5) 称为竞争阶段。

[0051] 该过程始于 AP (Tx) 生成多个发射波束以及向 N 个用户 ($Rx_1 \dots Rx_N$) 广播 RTS 消息 (1)。此消息包括后续的竞争阶段 (5) 的持续时间, 竞争阶段 (5) 紧接在 RTS 消息 (1) 的结束之后开始。

[0052] 竞争阶段 (5) 被分成 m 个时隙 ($6_1 \dots 6_m$), 每个时隙具有由发送 CTS 帧所需要的时间加上安全裕度 (7) 的持续时间, 其中, CTS 帧具有固定的长度, 而安全裕度 (7) 用于网络中的处理时间和可能的延迟。例如, 在 IEEE 802.11n 标准中, 此安全裕度被定义为短帧间间隔 (SIFS), 而其精确的持续时间在该标准的物理层中确定。

[0053] 根据本实施例, 所有用户 ($Rx_1 \dots Rx_N$) 或者最高的测得 SNIR 高于预定阈值的那些用户使用 CTS 消息 (2) 来进行应答。然后, 在竞争阶段 (5) 的随机选择的时隙 ($6_1 \dots 6_m$) 中发送 CTS 消息 (2)。在图 1 的示例中, 第一用户 (Rx_1) 和第二用户 (Rx_2) 二者选择相同的时隙 (6_1), 因而导致了冲突, 使得在调度过程中不考虑以上二者。来自第 i 个用户 (Rx_i) 和第 N 个用户 (Rx_N) 的 CTS 消息未涉及任何冲突, 因而考虑将这些 CTS 消息用于调度过程。

[0054] 在 CTS 消息 (2) 中, 每个用户 (Rx_i) 指示针对哪个发射波束该用户 (Rx_i) 测得了最高 SNIR 比, 并在 CTS 消息中包括该最高 SNIR 比的值。在非限制性示例中, 发送用 dB 表示的 SNIR 值, 然后根据考虑了可用带宽以及所选的调制与编码两者的换算表, 在 AP (Tx) 处将 SNIR 值换算成发射比特率。在这一部分中进一步详述对 SNIR 值的测量。

[0055] 用于调度的最简单的方法是将每个发射波束分配给所有用户 ($Rx_1 \dots Rx_N$) 当中在 CTS 消息 (2) 中示出了该波束的最高值的那个用户, 然而该方法不排除另外的或替代的策略。如果没有正确接收到 CTS 消息 (2), 那么 AP (Tx) 通过发送新的 RTS 消息 (1) 来重新开始。在这种情况下, 该方法证明可以将至少一个发射波束用于调度和数据发射。

[0056] 然后, AP (Tx) 同时发射用于每个波束的 MAC 协议数据单元 (MPDA), 从而同时向所有被调度的用户传递数据 (3), 在图 1 的示例中, 被调度的用户是第 i 个和第 N 个用户 (Rx_i, Rx_N)。每个 MPDA 包含用于所寻址的用户的特定数据, 即 MPDA 包含与同时发射的其他 MPDA 不同的数据 (与广播数据相对照)。

[0057] 在数据 (3) 的正确接收之后, 被调度的用户 (Rx_i, Rx_N) 发送确认 (ACK) 消息 (4)。可以根据波束顺序来隐含地确定为避免冲突而遵循的发送这些 ACK 消息 (4) 的顺序, 或在 MPDA 帧字段中明确地指示出该顺序。

[0058] 图 2 示出了用于基于 IEEE 802.11n 标准的 RTS 帧 (1) 的可能的结构。该帧具有以下特性:

[0059] a) 物理 (PHY) 层前导码 (8) 包含充足的训练字段, 以使得能够对 MIMO 信道进行估计。这些字段的精确的格式和持续时间取决于每个系统的物理层规范。图 2 中示出的 RTS 格式在“绿色字段”(Greenfield) 操作模式下遵循 IEEE 802.11n 标准。前导码包含以下字段:

[0060] -HT 信号字段 (HT-SIG) (12), 其提供解释 HT 包格式所需要的所有信息。HT 信号字段 (HT-SIG) (12) 具有 $8 \mu s$ 的长度。

[0061] -HT GF 短训练字段 (HT-GF-STF) (10), 其用于 AGC (自动增益控制) 收敛、定时捕获以及粗频率捕获 (coarse frequency acquisition)。HT GF 短训练字段 (HT-GF-STF) (10)

具有 $8 \mu s$ 的长度。

[0062] - 一个或若干个 HT 长训练字段 (HT-LTF1、HT-LTF)，其被设置为使得接收机能够估计每个空间映射器输入与接收链路之间的信道。HT-LTF1 (11) 字段具有 $8 \mu s$ 的长度，而每个 HT-LTF (13) 字段具有 $4 \mu s$ 的长度。

[0063] b) RTS 帧 (1) 的 MAC 信头 (9) 是：

[0064] - 帧控制 (14)，其根据 802. 11 标准来规范，并具有 2 个字节的持续时间。

[0065] - 持续时间字段 (15)，其指示竞争阶段 (5) 的持续时间（以微秒计）加上一个 SIFS (7) 的持续时间，并具有 2 个字节的持续时间。

[0066] - 接收机地址字段 (16)，其包含广播地址，这是由于广播地址被定向给 AP (Tx) 的范围内的所有用户 ($Rx_1 \dots Rx_N$)。接收机地址字段 (16) 具有 6 个字节的持续时间。

[0067] - 发射机地址 (17)，它是接入点 (Tx) 的地址，具有 6 个字节。

[0068] - 帧检查序列 (FCS) (18)，其根据 802. 11 标准来规范。

[0069] 图 3 示出了用于基于 IEEE 802. 11 标准的 CTS 帧 (2) 的可能的结构。此帧具有以下字段：

[0070] a) PHY 层前导码 (8)，其与 RTS 帧 (2) 中相同。在本示例中，假设用户 ($Rx_1 \dots Rx_N$) 配备有单个天线 (MISO 方案)，因而只有一个 HT-LTF 字段 (13)。在用户具有多个天线的 MIMO 方案的情况下，CTS 消息 (2) 针对每个空间流包含一个 HT-LTF 字段 (13)。

[0071] b) CTS 帧 (2) 的 MAC 信头 (9)，该 MAC 信头 (9) 是：

[0072] - 帧控制 (14)。

[0073] - 持续时间字段 (15)，其指示在竞争阶段 (5) 结束之前的时间（以微秒计）加上一个 SIFS (7) 的持续时间。

[0074] - 发射机地址字段 (17)，其包含发射 CTS (2) 的那个用户的地址。由于所有的 CTS 帧都被指定给 AP，所以不是必须包括接收机地址。

[0075] - SNIR 字段 (19)，其包含当接收到 RTS 消息 (1) 时用户在所有发射波束当中测得的最大信号噪声干扰比。此字段的长度取决于用于表示 SNIR 值的量化。作为参考，用于 SNIR 字段 (19) 的指示值是 7 个比特。

[0076] - 波束标识符 (20)，其指示与最大 SNIR 值对应的发射波束。此字段的长度也取决于可用波束的数量。作为参考值，对于具有两个发射波束的 MISO 系统，对于此字段 1 比特就足够了。

[0077] - 帧检查序列 (FCS) (18)。

[0078] 决定了本发明的方法的性能的另一重要方面是本方法的参数选择，也就是对竞争阶段 (5) 的时隙 ($6_1 \dots 6_m$) 的数量 m 以及 SNIR 阈值的选择，低于该 SNIR 阈值，用户就不对 RTS 消息 (1) 进行应答。

[0079] 这两个参数的优化主要依赖于具体情况的多种因素，诸如用户的数量 N 、发射波束的数量以及可用带宽。作为示例，图 4 示出了针对不同的阈值以及竞争阶段的时隙的数量来对所实现的吞吐量进行仿真的结果。第一组数据 (21) 代表没有阈值的系统。第二组数据 (22)、第三组数据 (23) 和第四组数据 (24) 代表阈值为 6Mbps、9Mbps 和 12Mbps 的系统。

[0080] 该仿真考虑 10 个用户，其中具有待由 AP 发送给所有用户的无限量的数据业务，并假设无错数据发射。利用 2312 个字节的固定的包长度，使用自适应调制策略。还假设 PHY

层前导码 (8) 包括训练序列, 这些训练序列使得能够对每个发射波束同时进行 SNIR 估计。为此, 增加了多个 HT-LTF (高吞吐量长训练字段) (13)。对于所有控制帧, 使用 6Mbps 的最小速率。在 MAC 层仿真中, 使用了 802.11 帧格式。如图 2 中所示, RTS 帧 (2) 中的 MAC 信头 (9) 的大小是 20 个字节。

[0081] 根据 802.11 信道模型对底层 MISO 信道进行仿真, 其中在 AP (Tx) 周围 20 米的半径中随机选择用户位置。AP (Tx) 具有 2 个发射天线, 并且系统带宽是 20MHz。还假设在 6dBi 的总天线 (AP 和用户) 增益因子的情况下噪声方差为 -80dBW/Hz 。

[0082] 如图 4 所示, 时隙的最优数量在没有阈值时较大, 这是由于 CTS 消息 (2) 的数量更大, 因而更可能因此发生冲突。SNIR 阈值的使用极大地提高了所实现的吞吐量, 并且由于存在不发送 CTS 消息 (2) 的用户, 因此, 在竞争阶段 (5) 需要较少数量的时隙。

[0083] 此外, 由于较高的阈值减少了发送 CTS 消息 (2)、因而在竞争阶段和调度方面进行竞争的用户数量, 因此较高的阈值提高了系统的吞吐量。然而, 通过提高阈值, 存在着更高的不对呈现出最差发射条件的那些用户进行服务的风险。在每种实现的具体情况下, 应考虑该风险与总吞吐量之间的平衡。

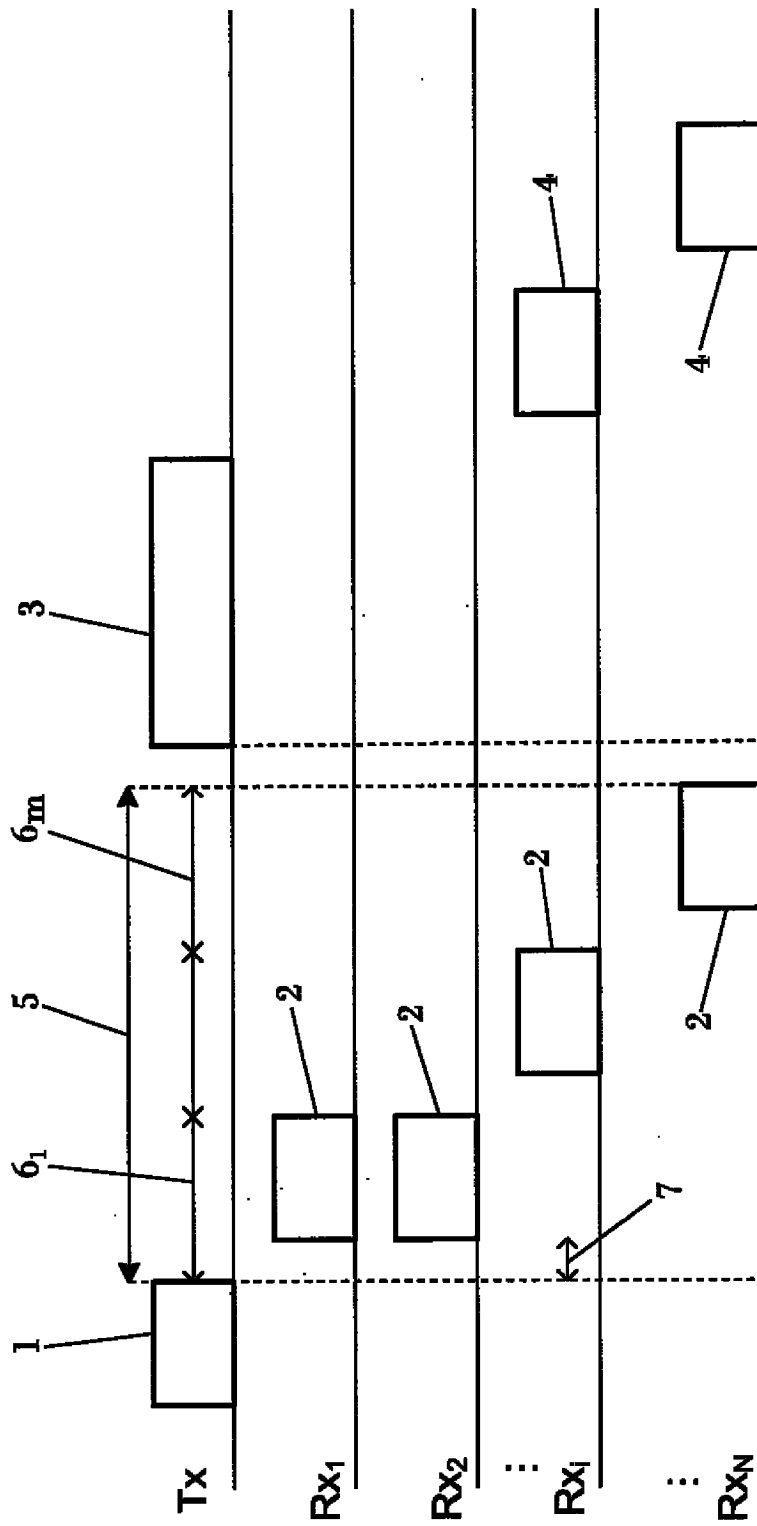


图 1

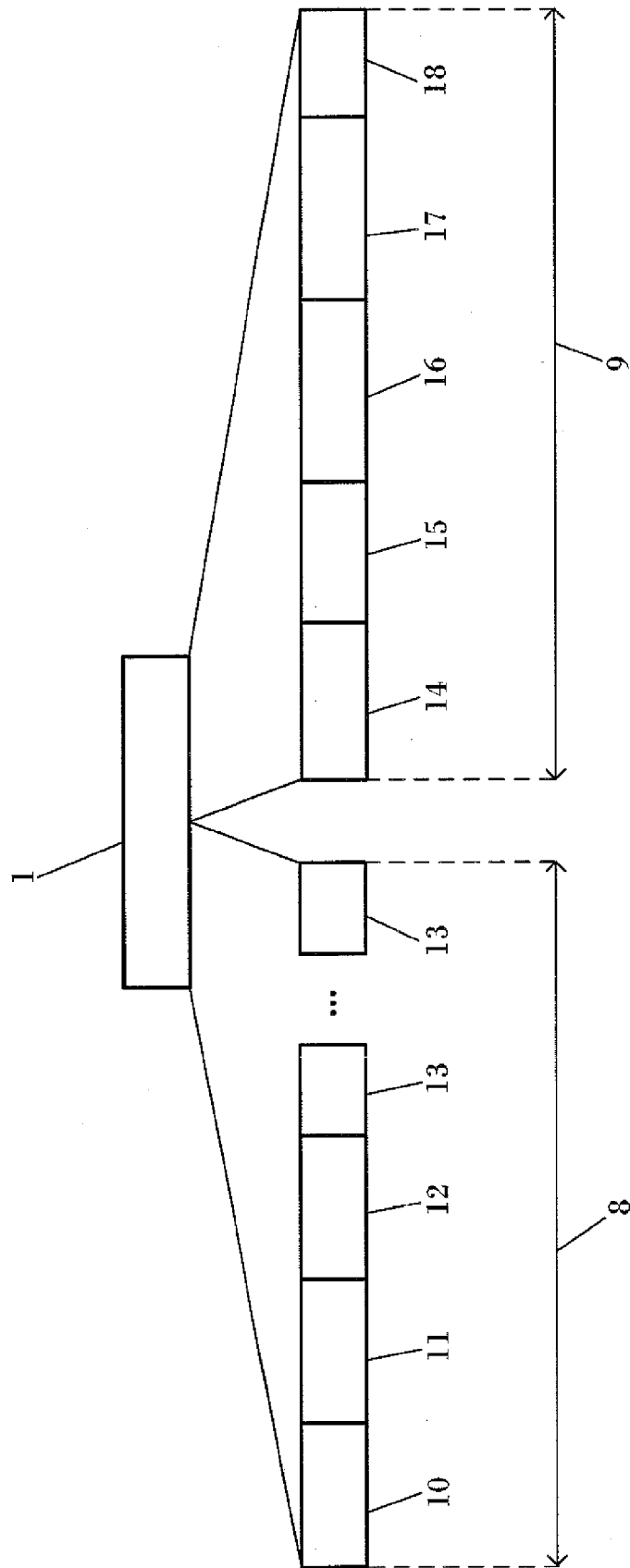


图 2

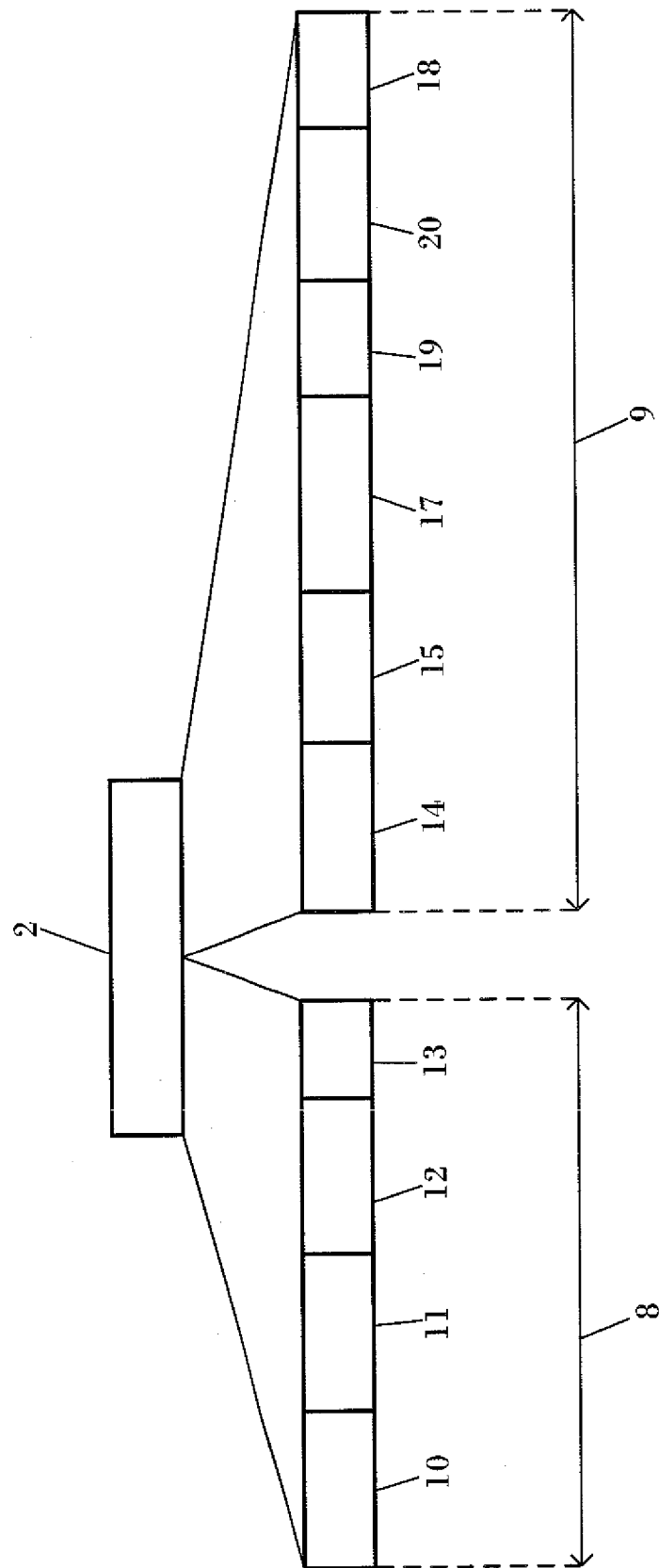


图 3

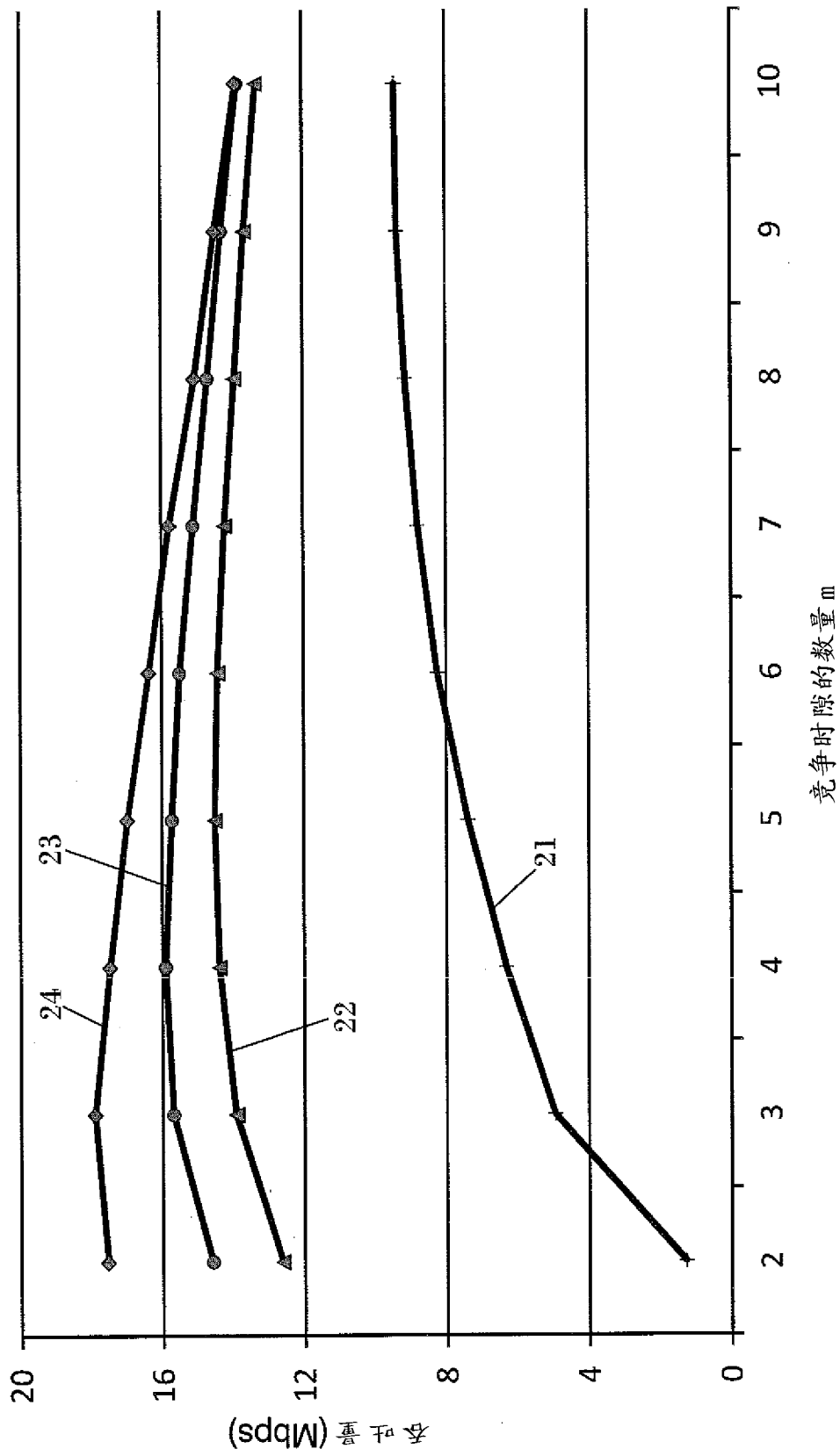


图 4

1. 一种用于无线宽带系统中的媒体访问控制的方法,所述无线宽带系统使用多入多出或多入单出技术并具有多用户能力,所述方法包括以下步骤:

(i) 借助于发射机 (Tx) 所包括的多个天线,产生空间上复用的多个发射波束;

其特征在于,所述方法进一步包括以下步骤:

(ii) 通过每个发射波束从所述发射机 (Tx) 向所有用户 ($Rx_1 \dots Rx_i \dots Rx_N$) 广播轮询消息 (1),所述轮询消息 (1) 请求至少一个发射波束的状态的信息,所述轮询消息 (1) 包括用于发送应答消息的时间段 (5) 的长度;

(iii) 在每个用户 (Rx_i) 处针对每个发射波束来测量信号噪声干扰比;

(iv) 从接收到所述轮询消息 (1) 的至少一个用户 (Rx_i) 发送应答消息 (2),其中,所述应答消息 (2) 至少包括第一字段 (19) 和第二字段 (20),所述第一字段 (19) 指示由该用户 (Rx_i) 在所述发射波束当中测得的最高信号噪声干扰比,所述第二字段 (20) 指示在该用户 (Rx_i) 处测得最高信号噪声干扰比所针对的发射波束的标识符;并且,其中,在从用于发送应答消息的时间段 (5) 所分成的多个时隙中随机选择的时隙 ($6_1 \dots 6_m$) 期间发送所述应答消息 (2);

(v) 在所述发射机 (Tx) 处,根据下述信号噪声干扰比来向每个发射波束分配用户 (Rx_i) 和发射比特率,该信号噪声干扰比由所分配的用户 (Rx_i) 针对该发射波束测得;

(vi) 通过所述多个发射波束,以所分配的发射比特率向所分配的每个用户 (Rx_i) 同时发送来自发射队列的数据 (3);

(vii) 从成功接收到来自所述发射机 (Tx) 所发送的发射队列的数据 (3) 的每个用户 (Rx_i) 向所述发射机 (Tx) 发送确认消息 (4)。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述发射机 (Tx) 向每个发射波束分配所有用户 ($Rx_1 \dots Rx_i \dots Rx_N$) 当中在所述应答消息 (2) 中针对该发射波束示出最高信号噪声干扰比的用户 (Rx_i)。

3. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,如果所述发射机 (Tx) 没有接收到任何有效的应答消息 (2),那么重复步骤 (i) 至 (iv),直到接收到至少一个有效的应答消息 (2) 为止。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,每个时隙 ($6_1 \dots 6_m$) 的长度是用户 (Rx_i) 发送应答消息 (2) 所需要的固定时间加上安全裕度 (7)。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,所述用户 ($Rx_1 \dots Rx_i \dots Rx_N$) 当中接收到所述轮询消息 (1) 的每个用户均发送应答消息 (2)。

6. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的方法,其中,如果接收到所述轮询消息 (1) 的用户 (Rx_i) 在所述发射波束当中测得的最高信号噪声干扰比高于预定阈值,则该用户 (Rx_i) 发送应答消息 (2)。

7. 一种用于无线宽带系统中的媒体访问控制的系统,所述无线宽带系统使用多入多出或多入单出技术并具有多用户能力,并且包括:

- 发射机 (Tx),所述发射机 (Tx) 包括多个天线,所述多个天线能够产生多个发射波束,以将来自发射队列的数据 (3) 以相同的频率和编码在同一时间发射给多个用户 ($Rx_1 \dots Rx_i \dots Rx_N$);

- 多个用户 ($Rx_1 \dots Rx_i \dots Rx_N$),所述多个用户 ($Rx_1 \dots Rx_i \dots Rx_N$) 连接至所述发射机

(Tx) ;

其特征在于,所述用于无线宽带系统中的媒体访问控制的系统包括:

- 所述发射机 (Tx) 处的控制装置,被配置成通过每个发射波束向连接至所述发射机的所有用户 ($Rx_1, \dots, Rx_i, \dots, Rx_N$) 广播轮询消息 (1),所述轮询消息 (1) 请求至少一个发射波束的状态的信息,所述轮询消息 (1) 包括用于发送应答消息的时间段 (5) 的长度;

- 每个用户 (Rx_i) 处的计算装置,被配置成在每个用户 (Rx_i) 处针对每个发射波束来测量信号噪声干扰比;

- 每个用户 (Rx_i) 处的控制装置,被配置成:

- 在从用于发送应答消息的时间段 (5) 所分成的多个时隙中随机选择的时隙 ($6_1, \dots, 6_m$) 期间发送应答消息 (2);其中,所述应答消息 (2) 至少包括第一字段 (19) 和第二字段 (20),所述第一字段 (19) 指示由该用户 (Rx_i) 在所述发射波束当中测得的最高信号噪声干扰比,所述第二字段 (20) 指示在该用户 (Rx_i) 处测得最高信号噪声干扰比所针对的发射波束的标识符;

- 在成功接收到来自所述发射机所发送的发射队列的数据 (3) 之后,向所述发射机 (Tx) 发送确认消息 (4);

- 所述发射机 (Tx) 处的调度器,用于根据下述信号噪声干扰比来向每个发射波束分配用户 (Rx_i) 和发射比特率,该信号噪声干扰比由所分配的用户 (Rx_i) 针对该发射波束测得。

8. 根据权利要求 7 所述的系统,其中,所述发射机 (Tx) 处的调度器被配置成将每个发射波束分配给在所述应答消息 (2) 中针对该发射波束示出最高信号噪声干扰比的用户 (Rx_i)。

9. 根据权利要求 7 和 8 中任一项所述的系统,其中,每个用户 (Rx_i) 处的控制装置被配置成在每次接收到轮询消息 (1) 之后向所述发射机 (Tx) 发送应答消息 (2)。

10. 根据权利要求 7 和 8 中任一项所述的系统,其中,每个用户 (Rx_i) 处的控制装置被配置成只有当该用户 (Rx_i) 在所述发射波束当中测得的最高信号噪声干扰比高于预定义阈值的时候,才在接收到轮询消息 (1) 之后向所述发射机 (Tx) 发送应答消息 (2)。