



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101796880 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 01

(21) 申请号 200880104985. 5

(22) 申请日 2008. 08. 26

(30) 优先权数据

07115413. 2 2007. 08. 31 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2010. 03. 01

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2008/053424 2008. 08. 26

(87) PCT国际申请的公布数据

W02009/027931 EN 2009. 03. 05

(73) 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 T·J·J·登特尼尔 H·J·鲁默曼

J·米尔科维奇 B·沃尔克

M·埃因豪斯 S·瑟贝特利

S·A·休森

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 孙之刚 谭祐祥

(51) Int. Cl.

H04L 29/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1694458 A, 2005. 11. 09, 全文.

US 2006/0221873 A1, 2006. 10. 05, 全文.

J. GROSS 等. 802. 11 DYN: Protocol Extension for the Application of Dynamic OFDM(A) Schemes in 802. 11 a/g Systems. 《TKN TECHNICAL REPORT Series》. 2007, 第 6 页第 1 至最后 1 行, 第 11 页第 1-17 行, 第 22 页第 1 行至第 25 页第 11 行及图 4. 2.

审查员 毕雅超

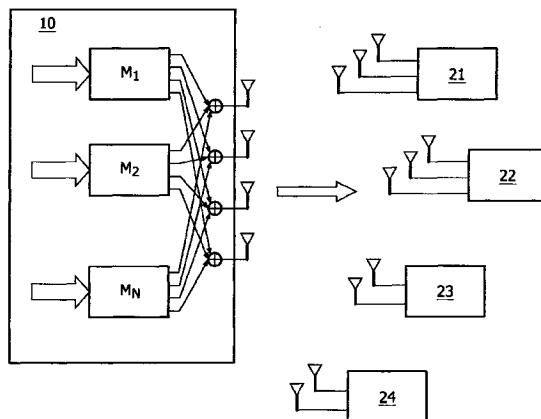
权利要求书2页 说明书15页 附图9页

(54) 发明名称

增强的多用户传输

(57) 摘要

本发明涉及一种执行到多个其它传输端(21-24)的多用户传输的发送设备、接收设备、系统和方法,其中,向所述多个其它传输端(21-24)广播传输请求,并且向所述请求提供媒体接入控制 MAC 帧,该帧包括被请求对该请求作出应答的接收端的至少两个标识的列表。



1. 一种发送设备,用于执行到多个其它传输端 (21-24) 的多用户传输,所述设备 (10) 包括:

a) 用于向所述多个其它传输端 (21-24) 广播传输请求的装置;以及

b) 用于向所述传输请求提供媒体接入控制 MAC 帧的装置,该帧包括被请求对所述传输请求作出应答的其它传输端的至少两个标识的列表,

其中,所述设备 (10) 还包括:用于使用所述传输请求作为反馈信道状态信息的请求的装置,用于基于从所述其它传输端接收的信道状态反馈信息评估所述其它传输端 (21-24) 的信道实现的装置,以及用于为所述其它传输端导出适当的波束成形矢量的装置。

2. 根据权利要求 1 的设备,其中所述设备 (10) 还包括用于仅从去往对所述传输请求作出应答的那些其它传输端中的至少一个的分组创建传输帧的装置。

3. 根据权利要求 2 的设备,其中所述标识包括 MAC 地址。

4. 根据权利要求 1 的设备,其中所述其它传输端是被寻址以返回发送请求来显示它们的发送意图的候选发射机。

5. 根据权利要求 4 的设备,其中所述设备还包括用于根据所述候选发射机的信道实现来执行对它们的信道估计的装置,以及用于通过指示哪个发射机可以通过那个波束成形矢量接入信道的发送确认对所述发送请求作出应答的装置。

6. 根据权利要求 1 的设备,其中所述传输请求包括指定用于所述请求的信道状态反馈信息的格式的信息。

7. 根据权利要求 1 的设备,其中所述设备还包括用于通过发送指示已经从中接收到传输的那些其它传输端的 MAC 帧,确认所述传输的接收的装置。

8. 根据权利要求 7 的设备,其中所述设备还包括用于通过在所述 MAC 帧中提供的位图中设置各自的比特,指示已经从中接收到所述传输的所述其它传输端的装置。

9. 根据前述任何一个权利要求的设备,其中所述设备 (10) 还包括用于广播包括其它传输端的列表以及用于所述其它传输端的所述适当的波束成形矢量的发送请求帧的装置。

10. 根据权利要求 1 的设备,其中所述设备 (10) 还包括用于向所述传输请求添加指示整个期望的传输的预测持续时间的持续时间信息的装置。

11. 根据权利要求 1-8 中任意一个的设备,其中所述设备包括具有多输入链和多输出链中至少一个的多用户收发信机。

12. 一种接收设备,用于接收多用户传输信号,所述设备 (21-24) 包括:

a) 用于接收传输请求的装置;

b) 用于检测所述传输请求提供的媒体接入控制 MAC 帧中至少两个接收机标识的列表的装置;以及

c) 用于如果所述列表包括所述设备 (21-24) 的标识,那么对所述传输请求作出响应的装置,

其中,所述用于作出响应的装置适合于通过将汇聚 MAC 分组数据单元和探测反馈机制组合起来来作出响应,

其中所述用于作出响应的装置适合于,以包括信道状态信息的信道反馈帧对所述传输请求作出响应。

13. 根据权利要求 12 的设备,其中所述设备 (21-24) 还包括用于基于所述标识在所述

列表中的顺序,为其响应导出定时的装置。

14. 根据权利要求 12 到 13 中任意一项的设备,其中所述设备还包括以下装置中的一个:

用于在该响应中包括指示其传输队列中的数据量的持续时间信息的装置;

用于如果所述列表没有包含所述设备的任何标识,则依照所述传输请求中提供的持续时间字段的内容来设置其网络分配矢量的装置;

用于通过使用所述传输请求中提供的持续时间字段,计算等待其响应的时间的装置;

装置,用于为该响应使用分配的多用户传输信号的子载波的子集,从所述标识在所述列表中的顺序导出所述分配的子集,在接收所述传输请求后在预定时间周期过去之后作出响应。

增强的多用户传输

发明领域

[0001] 本发明通常涉及在诸如（但是不限于）无线局域网（WLAN）的传输系统中执行到多个其它传输端的多用户传输的发送设备、接收设备、系统和方法。

[0002] 发明背景

[0003] 如 IEEE802.11 规范中定义的无线局域网（WLAN）在现今几乎无所不在。可用信道的吞吐量的增长是一个主要问题，研究已经集中在改进物理层内的调制和编码。通过使用正交频分复用（OFDM）结合高速率信号星座，可实现高达 54Mbit/s 的速度。这巨大的性能飞跃（即使仅仅针对非常有限的距离实现）是由 OFDM 的内在特征引起的，其对于高比特速率的系统已经变为尤其有吸引力。在 OFDM 中，给定的系统带宽被分为许多子信道，也被称为子载波。取代通过一个（非常宽的）信道连续地传输符号，平行传输多个符号。这样导致更长的符号持续时间，从而符号间干扰的影响能够极大地降低，从而不需要额外的措施，比如昂贵的均衡。

[0004] 802.11 标准使得所有站实现分布式协调功能（DCF）成为强制性的，分布式协调功能（DCF）是带有冲突避免的载波侦听多路接入（CSMA/CA）的一种形式。CSMA/CA 是基于争用的协议，确保所有站在传输之前首先侦听媒体。主要目的是避免有站在同一时间传输，其将导致冲突和相应的重传。如果想要发送帧的站在媒体上侦听到在特定阈值之上的能量（其可能意味着另一个站的传输），想接入的站在发送帧之前会等待直到媒体空闲。协议的冲突避免方面适合使用确认，接收站向发送站发送该确认从而核实无错误的接收。虽然稍微更复杂些，接入媒体的这个过程可以被视为人人礼貌并且每人仅在没别人讲话时发言的会议。并且，理解说话人说了什么的参与者点头表示同意。

[0005] 因为 DCF 的属性，其支持异步信号的传输。异步信号传送的区别要素是在携带的数据帧之间没有定时要求。例如，DCF 协议不做任何尝试去在任意时间帧内或者在任意时刻传递一系列数据帧。结果，在每一数据帧传输之间有随机的延迟量。同步的这种形式对于诸如电子邮件、Web 浏览和对公司应用的 VPN 接入之类的网络应用是有效的。

[0006] 在多路输入多路输出（MIMO）天线系统的使用中看到了进一步的比特率增长的潜力。因此，已经提议了新的媒体接入控制（MAC）协议机制，其支持在依照基于 IEEE802.11 的标准的 WLAN 中的多用户（MU）MIMO 传输。被提议的新协议将单用户（SU）MIMO 的 DCF 以这样的方式扩展：不同的站可以是 MIMO 帧（其是在不同空间流上同时传输的一组分组）内的分组的目的地。

[0007] 根据随机操作的后退过程，有数据分组要传输的站生成在 0 和争用窗口（CW）大小之间的随机数，其确定后退定时器的持续时间，正如按照时隙数目所计数的。CW 有最小的开始值 15，在冲突之后加倍，可以上升直到 1023，在成功的传送之后减小，成功的传送由确认（ACK）帧指示。在检测到媒体空闲了 DCF 帧间间隔（DIFS）的持续时间之后，移动站倒数后退定时器直到它到达 0 并且然后开始它的传输。如果在倒数期间另一个移动站占用媒体，所有在后退中的移动站中断它们的倒数并推迟直到它们检测到媒体空闲了至少 DIFS。该标准包括在传输之前的可选的请求发送（RTS）- 清除发送（CTS）握手。

[0008] 在数据传输之前的关联过程中,站相互之间共享关于他们硬件能力的信息。如接下来的段落所描述的,可以使用 RTS 和 CTS 控制帧的扩展形式交换关于所使用天线单元的信息。

[0009] 扩展的 RTS 帧 -MIMO-RTS(M-RTS) 和扩展的 CTS 帧 -MIMO-CTS(M-CTS) 可以基于 IEEE802.11a 标准 RST 和 CTS 帧的结构。为了支持多个天线,两者都有新的字段,比如位图,其中每一位代表一个天线。一个字节长度的位图因此可以支持多达 8 个天线。当然,根据给定系统的移动站所支持的天线的数目,位图字段可以更长或更短。在 M-RTS 帧中,该字段可以称为被提议的天线位图 (PAB),可以编码为接下来的传输所提议的可用天线的被选子集。帧接收机在 M-CTS 帧的确认天线位图 (CAB) 字段中确认哪个天线应该是激活的。ACK 帧也被扩展以支持每流的确认。更详细地, MIMO-ACK(M-ACK) 帧可以有一个字节长的位图字段,称为被确认的分组位图 (APB),以确认分别来自不同流的每一分组的接收。其包含对每一空间流肯定的和否定的确认。其还可以是立即确认,尽管在同一时间有多个分组被传输。位图的长度 (L) 可以是任意的。

[0010] 接下来的点给出了在传输周期期间 M-DCF 的附加 MAC 协议功能的概述,省略关于 CSMA/CA 的那些。

[0011] • 发射机发送 M-RTS 帧,在 PAB 字段中为可用天线设置二进制“1”用于下面的传输。

[0012] • 紧接着,当接收机已经读取 M-RTS 帧和可用的天线,发射机为每一可用天线发送训练序列用于信道估计。可替换地,与 M-RTS 帧并行地完成信道估计。

[0013] • 接收机估计信道,并以 M-CTS 帧做出响应,在 CAB 字段中为应该被用于传输的天线设置二进制“1”。可以基于站的硬件能力、连接的服务质量 (QoS) 要求、无线电传播条件和网络当前状态中的至少一个选择 MIMO 方案。接收机如何选择天线可以是其内部过程。在每帧基础的网络操作期间选择所应用的 MIMO 方案的这个过程提供快速的链路适配。

[0014] • 在接收 M-CTS 帧之后,发射机基于接收机的关于将使用的天线的指令发送(一个或多个)分组,每一分组使用一个单独的天线。

[0015] • 在接收数据帧之后,接收机检查所接收分组的正确性,并可能创建扩展的 M-ACK 帧以通知发射机传输的结果。在 M-ACK 位图中为正确接收的分组设置二进制“1”。

[0016] • 当发射机接收到 M-ACK 帧时,它将分组从队列移除并发起另一个传输。如果 M-ACK 帧丢失,或者如果它根本没有被发送过,在超时后发射机会重传数据。

[0017] 由于通过使用 MIMO 技术实现的增长的系统容量,被限制为在一个空间流中携带 MAC 分组的 M-DCF 协议在重负荷的用户网络中执行的非常好。但是,当负载不高时,分组延迟因为这一事实增长:根据协议,在有 n 个分组要传输之前,其中 n 是空间流的数目,站不会开始传输。如果连接的两个分组之间的到达之间的平均时间是 T ,那么延迟允许的最大值应该高于 $(n-1)T$ 加上平均传输窗长度(包括接入信道)。否则一些分组会因为超出延迟在发射机被丢弃。这一关系为提供的负载给出了下限,在下限下延迟要求仍然能够被满足。提高提供的负载(高达网络容量达到的点)会改善延迟特性。

[0018] 在无所不在的联网中,站可以同时与多个其它用户通信。直接应用 M-DCF 会时每一连接导致高延迟,尽管站实际上有足够的分组以建立 MIMO 帧。因此,组合属于多个用户的通信量应该被允许。该传输策略会立即改善延迟特性,因为从所有组合的连接所接收的

通信量会贡献于建立 MIMO 帧。在之前的下限计算中,参数 T 现在独立于目的地、对应于任意两个分组之间的到达间时间,因此每一个别连接的被提供负载的下限更低。在重负载下, MU 传输是降低抖动的手段。而且,改善延迟特性对诸如 IP 语音 (VoIP)、视频会议、互动游戏等的应用尤其重要。

[0019] J. Gross 等人,“802.11DYN: Protocol Extension for the Application of Dynamic OFDM(A) Schemes in 802.11a/g Systems”,电信网络组 (TKN) 技术报告 TKN-07-002 描述了在保证后向兼容性的同时被广泛接受的 IEEE802.11a/g 系统如何可以被扩展为支持动态 OFDM 的提议。提出了一组协议修正,其对于点到点 (比如上行链路) 和点到多点 (比如下行链路) 传输场景都支持动态 OFDM 方案。提议的 RTS 帧对应于具有新物理层汇聚协议 (PLCP) 报头的规则 RTS 帧 (即其仅仅含一个发送地址和一个接收地址),多个接收机地址的列表被添加到该新物理层汇聚协议报头。

[0020] 但是,网络中根据更老或更以前的标准的传统设备不能够解码该信号。即,传统设备可能不能确定或从信号提取正确比特。这意味着传统设备不会了解打算的传输的持续时间,因为该信息包含在 RTS 帧中。因此,提议的 RTS 传输不能被视为广播传输,因为它不能被所有站理解 (在物理层)。因为这个原因,以上的现有技术建议,在 RTS 传输之前,在传统的物理层传输寻址自身的 CTS,以便于其它传统设备可以适当地解码传输以及 MAC 帧并且为它们的传输定时恰当地设置它们的网络分配矢量 (NAV)。

[0021] 另外,在以上的现有技术中,被轮询的站的标识可以是例如基于 4 比特的标识。但是,标识是用于 MAC 的目的,即,必须构造和传输 CTS 帧。这意味着,在接收 RTS 帧之后,PHY 层提取标识列表,然后 MAC 层必须检查列表是否包含自身的标识,解码帧,可能还重写接收机地址 (其是地址之一的地址),然后构造 CTS 帧,并且然后轮流发送 RTS。这需要对标准 RTS/CTS 过程的实质修改并对接收机的结构有重大影响,例如,PHY 和 MAC 之间新信息通行必须被定义。而且,必须在 RTS 帧的解释和处理中应用一些特定条件。

[0022] 由于以上现有技术还需要将该 4 比特标识分配给站。这可以在由接入点 (AP) 进行关联的期间完成,可能暗示着 AP 在一个特定时间只能与具有该 MU-OFDM 能力的 16 个站关联。

[0023] 发明概述

[0024] 本发明的目标是提供一种更灵活的多用户传输方案,其需要对传统设备和过程的更少修改。

[0025] 该目标通过按照本发明实施例的发送设备、接收设备以及方法来实现。

[0026] 按照一个实施例,提供了一种发送设备,用于执行到多个其它传输端的多用户传输。所述设备包括:a) 用于向所述多个其它传输端广播传输请求的装置;以及 b) 用于向所述传输请求提供媒体接入控制 MAC 帧的装置,该帧包括被请求对所述传输请求作出应答的其它传输端的至少两个标识的列表。所述设备还包括:用于使用所述传输请求作为反馈信道状态信息的请求的装置,用于基于从所述其它传输端接收的信道状态反馈信息评估所述其它传输端的信道实现的装置,以及用于为所述其它传输端导出适当的波束成形矢量的装置。

[0027] 按照另一实施例,提供了一种接收设备,用于接收多用户传输信号。所述设备包括:a) 用于接收传输请求的装置;b) 用于检测所述传输请求提供的媒体接入控制 MAC 帧

中至少两个接收机标识的列表的装置；以及 c) 用于如果所述列表包括所述设备的标识，那么对所述传输请求作出响应的装置，其中，所述用于作出响应的装置适合于通过将汇聚 MAC 分组数据单元和探测反馈机制组合起来作出响应，其中所述用于作出响应的装置适合于，以包括信道状态信息的信道反馈帧对所述传输请求作出响应。

[0028] 因此，定义了增强的 MAC 帧，即 MU-RTS，该帧不同于普通的 RTS 帧，因为它有多个接收者 MAC 地址。这实现了将标识或地址的列表传达给其它发送端的改进方式。虽然提议的增强 MAC 帧具有只对 MU 设备有意义或可理解的特定字段，但是该帧能在传统物理层中被传输并具有所有传统设备可理解的公共字段。因此，传统设备可以解码所述比特，解释公共字段并发起适当的设置。增强的 MAC 帧的解释可以是纯粹的 MAC 过程，从而不需要来自物理层的另外的消息。而且，对相应的现有或传统 MAC 帧没有必要改变解释规则。鉴于所有其它传输端可以至少部分地被所有其它传输端解释的事实，其传输从物理层视角可以被视为广播传输。因此，传统设备和程序需要很少的修改。

[0029] 提议的传输设备可以适合于仅从去往应答该传输请求的那些其它传输端中的至少一个的分组创建传输帧。接收设备可以适合于基于列表中其标识的顺序为其响应导出定时。因此，不同的其它传输端（例如 WLAN 站）可以是帧内分组的目的地，从而可以在不同的通信量状况下平衡延迟和吞吐量。

[0030] 标识可以例如包括 MAC 地址，以便于可以使用与开始描述的现有技术中使用的物理层地址相比更长的地址。

[0031] 在特定的实施例中，其它传输端可以是被寻址以返回发送请求来显示它们的传输意图的候选发射机。然后提议的设备可以适合于，为候选发射机根据它们的信道实现来执行信道估计，以及以发送确认来应答发送请求，该发送确认指示哪个发射机可以通过哪个波束成形矢量或其它相应的信道接入信息来接入信道。这提供了以下好处：可以支持从不同发射机的同时多分组接收，以及可以最小化空间流之间的干扰。

[0032] 在另一个实施例中，发送设备可以被配置为：使用发送请求作为反馈信道状态信息的请求，基于从所述其它传输端接收的信道状态反馈信息来评估所述其它发送端的信道实现，为所述其它传输端导出适当的波束成形矢量或 MU-OFDM 情况下的子载波分配。接收设备可以适合于，以包括信道状态信息、可选地还包括指示其传输队列中的数据量的持续时间信息的信道反馈帧来响应传输请求。然后发送设备可以适合于，广播包括其它传输端的列表以及该其它传输端的适当波束成形矢量的发送请求帧。传输请求可以包括指定将被用于被请求的信道状态反馈信息的格式的信息。可以通过发送设备发送 MAC 帧确认收到传输，该帧指示已经从其接收所述传输的那些其它传输端。例如，已经从其接收传输的其它传输端（即接收设备），可以通过在 MAC 帧中提供的位图中设置各自的比特来指示。

[0033] 因此，可以提供增强的 MU-DCF，其基于两个阶段。首先，从候选站获取信道状态信息。其次，执行用于信道接入的信令交换。这提供了多用户传输的更好协调和可能的干扰的减少。

[0034] 在另一个实施例中，发送设备可以适合于：向发送请求添加指示整个期望的传输被预测的持续时间的持续时间信息。该措施为隐藏的问题提供了解决方法，因为所有接收端被使得能够计算在开始它们的传输之前它们必须等待的持续时间。更具体地，接收设备可以适应于，如果列表不包含所述设备的任何标识，根据传输请求中提供的持续时间字段

的内容设置其网络分配矢量。列表轮询的其它接收设备可以适应于,基于持续时间字段计算等待它们的响应的的时间。

[0035] 在再另一个实施例中,接收设备可以适合于,通过将汇聚 MAC 分组数据单元和单个用户探测反馈 (sounding feedback) 机制结合来响应传输请求。因此可以通过将常规的响应帧 (比如,CTS 帧) 和探测反馈帧结合来构造该响应,从而改进传统的顺应性并且当前的标准仅需要很少的修改。

[0036] 在另外一个实施例中,接收设备可以适合于,使用多用户传输信号的子载波的被分配子集用于响应。在特定的例子中,被分配子集可以从列表中的所述标识的顺序导出。该手段提供了降低传输反馈信息 (比如 M-CTS 和 / 或 M-ACK 帧) 所需时间的优点,因为其可以是平行的并且不是时分方式。因此,可以降低信令开销,防止隐藏节点问题。

[0037] 发送或接收设备可以包括具有多输入链和多输出链中至少一个的任意类型的 MU 收发信机。不意在将其限于 MU MIMO 收发信机。

[0038] 可以以传统格式发送传输请求,从而所有的设备, MU 和传统设备可以相应地设置它们的 NAV。传统设备可以至少理解持续时间字段,因此能相应地设置它们的 NAV。

[0039] 更进一步的有益发展定义在从属权利要求中。

[0040] 附图简述

[0041] 现在将基于各种实施例参考附图来描述本发明,其中:

[0042] 图 1 显示了根据各种实施例的多用户 MIMO 传输系统的示意框图;

[0043] 图 2 显示了根据第一实施例的四方握手过程;

[0044] 图 3 显示了根据第一实施例,具有多个接收机地址字段的 MU-RTS 帧结构;

[0045] 图 4 显示了根据第一实施例,具有天线使用指令的 M-ACK 帧结构;

[0046] 图 5 显示了根据第二实施例的两阶段信道接入过程;

[0047] 图 6 显示了根据第二实施例的 MU-CFR 帧结构;

[0048] 图 7 显示了根据第二实施例,具有 Tx 波束成形矢量的 MU-RTS 帧结构;

[0049] 图 8 显示了根据第二实施例的 MU-CTS 帧结构;

[0050] 图 9 显示了隐藏节点问题的示意性说明;

[0051] 图 10 显示了根据第四实施例的更一般的 MU-RTS 帧结构;

[0052] 图 11 显示了根据第五实施例的 MU MIMO 上行链路机制;

[0053] 图 12 显示了根据第五实施例的 C4T 帧结构;

[0054] 图 13 显示了根据第五实施例的 RTS 帧结构;

[0055] 图 14 显示了根据第五实施例,具有 Tx 波束成形矢量的 MU-CTS 帧结构;以及

[0056] 图 15 显示了根据第五实施例的 MU-ACK 帧结构。

[0057] 具体实施例详述

[0058] 接下来,基于如图 1 所示的 MU MIMO 系统描述优选具体实施例。

[0059] 根据图 1, MU MIMO 接入点 (AP) 10 为图 1 所示的、数目为示例性的 4 个的、具有多个天线的站提供了 WLAN 接入。AP10 包括 N 个不同的处理阶段 M_1 - M_N , 用于提供不同的编码和 / 或调制方案,输入信号可以应用于其并且其能够选择性地连接到多个天线中的至少一个。

[0060] 通常,基于传播信道属性,即在接收机的天线阵列中空间相关矩阵的结构,可以在

AP10 和每一站 21-24 之间的双向使用两类 MIMO 技术。在接收信号高相关性的情况下,可以应用不同的波束成形算法,然而在接收信号低相关性的情况,分集 (DIV) 和复用 (MUX) 方法可以给出更好的性能。在 MUX 方案中,同时传输多个流,每一流使用一个专用天线。这按照等于正传输的流的数目的因子增加了吞吐量。在 DIV 方案中,以不同方式使用多个天线。对于基本的 DIV 方案,发射机仅使用一个天线。具有多个天线的接收机接收被发送信号的多个副本,从而使用适当的信号处理算法实现显著更高的信噪比 (SNR)。在将 MUX 和 DIV 结合的方案中,更多的传输天线是激活的,但是接收机,如在所有的 DIV 方案中一样,可以仍然具有多于流数目的天线。出现了复用,但是接收机得到了比在单纯的 MUX 情形下更多的关于被传输信号的信息。

[0061] 通过使用 MU-RTS 和 M-CTS 帧来接入信道以及使用 M-ACK 来确认正确接收的分组,下面的实施例为基于 IEEE802.11 的网络的多用户支持提供了增强。可选地,通过仅选择以 M-CTS 应答的站的子集从而建立下一个 MIMO 帧,可选择信道自适应传输。这个决定可基于从 M-CTS 获得的信息做出。以这种方式, MU 分集可被采用。而且,使用 M-CTS 和 M-ACK 帧可反馈指示可接受用于传输的天线子集的信道质量信息。根据复杂性和可接受的开销,已编码信息可以更精确,比如从每一天线接收的 SNR。可提供相邻分组之间的帧间间隔从而确保与传统 IEEE802.11 站共存。

[0062] 图 2 显示了根据第一实施例的四方握手过程。提议的 MU-DCF 基于常规的 M-DCF,其中提议四方握手过程以在数据传输之前帮助多用户信道接入。

[0063] 与常规的 M-DCF 协议相比,在 MU MIMO 场景中,在传输周期期间,提议下面的附加 MAC 协议功能。

[0064] 根据图 2,例如由 AP10 通过广播如图 3 所示的 MU-RTS 帧发起传输,该帧是 MAC 帧,包括用于寻址图 1 所示的四个示例性站 21-24 中的例如三个 (R#1 至 R#3) 的多个接收机地址。MU-RTS 帧之后可以跟着训练序列,用于允许在接收机端,例如在被选的站 21-24 中的一些,估计信道。作为可替换选项,也可以与 MU-RTS 帧传输并行地完成信道估计,例如通过前导码的传输。注意,传输前导码用于信道估计可能导致 MU-RTS 帧在物理层变得不可解码。

[0065] 在接收到 MU-RTS 帧之后,出现在接收机列表中的选择站 (R#1 至 R#3) 用 M-CTS 帧应答。应答的顺序由列表中各自的接收机的顺序隐含决定。在间隔为短的帧间间隔 (SIFS) 之后传输第一 M-CTS,在间隔减少的帧间间隔 (RIFS) 之后传输接下来的那些。

[0066] 基于以下伪代码结构,以上过程可被编程为软件程序:

[0067] n 是在 MU-RTS 帧中在接收机列表中的站的位置

[0068] 在接收到 MU-RTS 之后等待 SIFS

[0069]

```

while (站仍然没有发送其 M-CTS)
    if (n=1)
        发送 M-CTS
    else
        if (信道被占用) {
            等待信道变空闲
            n = n-1
            等待 RIFS
        }
    else {
        n = n-1
        等待 RIFS
    }

```

[0070]

[0071] 在发射机（例如 AP10）已经发送了 MU-RTS 帧之后，其开始监听信道，并且可能在下面的伪代码结构之后继续（如果实现为软件程序）：

[0072]

```

在 SIFS 之后，第一 M-CTS 被期望
while (等待更多的 M-CTS 帧)
    if M-CTS 在被期望的时候没有到达，
        在 RIFS 之后下一个 M-CTS 被期望；
    else
        在该传输之后 + RIFS，下一个 M-CTS 被期望；

```

[0073] 从被寻址的站的子集，发射机（例如 AP10）没有接收到 M-CTS 帧中的一个、接收到 M-CTS 帧中的一些或者全部。从接收到的一些 M-CTS 帧，可以读取在 CAB 字段中提供的信息（或者可能包括在 M-CTS 帧中的任意其他信道状态信息），并可以从那些仅去往作出应答的站的分组创建 MIMO 帧。这可以通过下面的伪代码结构来表达：

[0074]

```

if (接收到的 M-CTS 的编号 > 0)
    从作出应答的站的分组创建并发送 MIMO 帧，可选地应用一
    些调度策略；
else
    为下一次传输开始接入信道；

```

[0075] 当应用调度策略，MIMO 帧可能不包括来自以 M-RTS 帧作出应答的一些站的分组。调度可以包括在 SU 和 MU 操作模式之间的自适应切换。

[0076] 站接收 MIMO 帧,并生成 M-ACK 帧,例如通过与 M-DCF 中一样的规则。M-ACK 帧的顺序和分离可以等于 M-CTS 帧。

[0077] 最后,当发射机(例如 AP10)接收到 M-ACK 帧时,其从队列移除被确认的分组并发起另一个传输,可以重传没有被确认的分组。

[0078] 如可以从图 2 获知的,连续的 M-CTS 和 M-ACK 帧通过 RIFS 分离。以这种方式支持的多个用户的数目 m 可以通过下面的关系确定:

$$[0079] \quad \text{SIFS} + (m-2)\text{RIFS} < \text{DIFS} \quad (1)$$

[0080] 该条件确保了,即使除最后一个的所有 M-CTS/M-ACK 分组丢失,最后一个站仍然有空闲信道以传输其自身的 M-CTS/M-ACK 分组。如果该条件不被满足,在正在进行的传输期间,信道可能会空闲超过 DIFS,这将允许开始一个新的传输。

[0081] 图 4 显示了根据第一实施例,具有用于下一次传输的天线使用的指令的 M-ACK 帧结构。如已经提到的,根据 M-DCF 过程的 M-CTS 帧包含用于天线反馈的位图(CAB 字段)。在发射机该信息可用于自适应信道使用,其中,仅具有良好信道状态的站的分组可以贡献给 MIMO 帧。通过在 M-ACK 帧中包括 CAB 字段,如图 4 所示,不需要 M(U)-RTS-M-CTS 握手过程就可以获得信道反馈。

[0082] 另外,802.11e 的其他选项,比如传输机会(TxOP)、块确认(BA)或者没有确认,也可以与以上过程组合,从而进一步改善性能。

[0083] 此外,可以执行开销估计。现在将基于图 1 的例子阐明所引起的开销,图 1 具有发送 16 个分组的单个发射机(AP10),对于 4 个站 21-24 中的每一个有 4 个分组,。如果所有的站 21-24 有 4 个天线(不是必须的,只是与图 1 的例子相反的一个例子),可以应用 4*4 的复用方案如下:

[0084] SU 情况:

$$[0085] \quad 4x(\text{M-RTS} + \text{M-CTS} + \text{MIMO 帧} + \text{M-ACK}) \quad (2)$$

[0086] MU 情况:

$$[0087] \quad 4x(\text{MU-RTS} + 4\text{M-CTS 分组} + \text{MIMO 帧} + 4\text{M-ACK}) \quad (3)$$

[0088] 这表明,在下面的 MU 情况中传输过程将明显持续更长,以及两种情况中每一分组的平均延迟是相同的。但是,在 SU 情况中每站的平均延迟大不相同,取决于站是第一个还是最后一个接收它的分组。对于一些站,如此长的延迟可能是不可接受的。

[0089] 到目前为止,在以上的例子中,假定在开始所有 4 个站 21-24 的所有 4 个分组已经是生成好的。但是有很多具有低提供负载的应用,但是另一方面具有非常严格的延迟要求,其不允许等待当前站的更多分组从而建立完整的 MIMO 帧太长时间。否则,立即发送出现在队列中东西的会经常意味着单个空间流的传输,其有效地意味着开销的倍增。然而如果在 MAC 分组到空间流的映射中没有限制,同样可以使用多个空间流传输 MAC 分组。

[0090] 在重负载的情况下,通过减少抖动,提议的 MU 方法将会非常有益。

[0091] 在上面结合第一实施例提到的 MU RTS/CTS 握手之前,发射机(例如 AP10)可以发送后面跟着训练序列的 MU MIMO 信道反馈请求分组(MU-CFR),该分组从候选接收机站请求信道状态信息(CSI)反馈。因比发射机具有所有候选接收机的 CSI,并能为可能的 MU MIMO 传输评估所有的候选者并选择适当的发射波束成形矢量以降低空间流之间的干扰。

[0092] 可以修改 MU RTS 分组,从而代替传送所提议的天线位图,每一流的被提议的波束

成形矢量被传送给站 21-24。这种机制提供了使用发射波束成形作为 MU MIMO 传输机制和检查使用发射机选择的被提议波束成形矢量是否可以同时向站 21-24 提供 MU MIMO 传输的可能性。总之,提议的增强提供了 MU MIMO 传输的更好协调并降低了流之间的可能干扰。因此,其改善了整体网络的性能。

[0093] 在第二实施例中,出现了具有两阶段信道接入过程的新 MU-DCF。通过使用 MAC 帧,比如 MU-CFR、MIMO 信道反馈 (M-CF)、MU-RTS 和 M-CTS 帧用于接入信道,以及使用 MAC 帧 M-ACK 用于确认正确接收的分组,对于基于 IEEE802.11 的网络通过波束成形支持来执行 MU-MIMO 传输。可选地,可以通过仅为以 M-CTS 做出应答的站的子集的 MU MIMO 传输修改波束成形矢量从而建立下一 MIMO 帧,执行自适应的 MU MIMO 传输。这个决定可以基于从 M-CTS 帧获取的信息作出。如果信道已经是已知的,那么对于 MU MIMO 传输的信道接入机制, MU-CFR 和 M-CF 帧可能不是必要的。

[0094] MU MIMO 传输增加了谱效率并提供了资源的更好利用。但是,当无线网络密集时,在 MIMO 系统中,为多个站同时提供高吞吐量可能变得很关键。

[0095] 图 5 显示了根据第二实施例的两阶段信道接入过程。提议的 MU-DCF 过程基于从候选站 / 接收机获取信道状态信息的第一阶段,和类似于第一实施例的用于信道接入的 MU-RTS 和 M-CTS 交换的第二阶段。

[0096] 在第一阶段,由多用户信道状态信息反馈请求 (MU-CFR) 帧发起传输,在该帧中发射机 (例如图 1 的 AP10) 基本上向多个接收机 (例如,图 1 的站 21-24 的子集) 请求信道状态信息。

[0097] 图 6 显示了根据第二实施例的 MU-CFR 帧结构,其之后可以跟着训练序列用于在接收机进行信道估计。提议的 MU-CFR 帧是具有多个接收机地址字段的 MAC 帧。

[0098] 在已经接收 MU-CFR 帧之后,在接收机列表中出现的站以 MIMO 信道反馈 (M-CF) 帧做出应答。M-CF 帧是 MAC 帧,可以有与依照 IEEE802.11n 的 SU MIMO 系统中的 MIMO CSI 反馈帧相同的帧格式。应答的顺序可以由列表中接收机的顺序隐含地确定。在 SIFS 间隔之后传输第一 M-CF 帧,在各自 RIFS 间隔之后传输下面的帧。

[0099] 在第二阶段,在发射机已经发送 MU-CFR 帧并且已经接收到每一候选接收机的相应 MIMO 信道状态信息之后,其为可能的 MU-MIMO 传输评估站的信道实现,并且为每一站 / 空间流确定适当的发射波束成形矢量。然后,其继续信道预留阶段,如在第一实施例中一样,不过具有不同的 MU-RTS 和 M-CTS 帧格式。

[0100] 图 7 显示了根据第二实施例的提议的 MU-RTS 帧结构,其具有可变数目的接收机地址并通过可变数目的附加 Tx 波束成形矢量被增强。

[0101] 然而该 MU-RTS 帧结构有一可替换结构, MU-RTS 可以是一般的 MU-RTS,没有 Tx 波束成形矢量。紧随 MU-RTS 之后的训练序列可能是根据 TX 波束成形矢量而波束成形的。然后接收机估计波束成形的信道并将 CSI 反馈给接收机。该信息将用作与站 21-24 向 AP10 反馈的被确认波束成形矢量相同的目的。该方法更有益,因为其降低了交换的比特量。但是,必须在 MU-RTS 帧中传送从每一站所期望的反馈的格式,从而不但该站可以格式化反馈,而且其它站可以预测该站发送的 M-CTS 帧的持续时间。

[0102] 图 8 显示了根据第二实施例的被提议的新 MU-CTS 帧结构。

[0103] 如果发射机打算向单个站发送多于一个的空间流,其简单地连续重复接收机地址

多次,即和打算发送给该接收机的空间流的数目一样多的次数。在该情况下,每一空间流的被提议的 Tx 波束成形矢量将如所期望的不同。以该方式,发射机可以容易地将模式从 MU MIMO 传输改变为 SU MIMO 传输。

[0104] 根据第二实施例的提议的新 M-CTS 帧包含可变数目的被确认 TX 波束成形矢量,从而可以独立地评估去往该站的可变数目的流。该信息也可以在发射机用于自适应地改变波束成形矢量从而更好地利用信道。因此,利用第二实施例提供的以上增强,发射机可以使用发射波束成形来降低其发送的空间流之间的干扰。

[0105] 例如根据以上第一和第二实施例被提议的协议握手过程可能遭遇所谓的“隐藏节点问题”。在第三实施例中,提出了修改以解决该隐藏节点问题。

[0106] 图 9 显示了该隐藏节点问题。假定,在 AP10 被安排在站 21 和 22 之间的情形下,具有通信范围 CR_{10} 的图 1 的 AP10 将建立到站 21 和 22 的 MU MIMO 传输,站 21 和 22 各自的通信范围是 CR_{21} 和 CR_{22} 。因为站 21 和 22 的位置,第一站 21 可以收听到来自 AP10 的传输,但是不能收听到来自第二站 22 的传输。相似地,第二站 22 可以收听到来自 AP10 的传输,但是不能收听到来自第一站 21 的传输。这意味着来自第一站 21 的 M-CTS 帧不能被第二站 22 接收。如果第二站侦听到空信道(即,没有其他传输或干扰),基于在第一实施例中解释的算法,在等待 SIFS 加上 RIFS 周期之后第二站 22 会发送 M-CTS 帧。结果,在 AP10,第二站 22 发送的 M-CTS 帧会与第一站 21 发送的 M-CTS 帧冲突。

[0107] 由于被轮询 MU MIMO 接收的一些站相互不在通信范围内这一可能性,在第三实施例中提议,被轮询 MU MIMO 接收的所有站观察 MU-RTS 帧的末端并计算在传输它们的 M-CTS 帧之前它们必须等待的持续时间,考虑 M-CTS 传输的顺序,每一传输的间隔以及每一 M-CTS 传输的持续时间。然后在经过确定的持续时间(从每一站都已经接收 MU-CTS 帧的最后传输这一时间开始)之后,被轮询的站发送其 M-CTS 帧。在等待发送 M-CTS 帧时,相关站不需要侦听信道,因为 MU-RTS 帧的正确接收暗示了站和 AP10 之间的预留信道。

[0108] 根据第三实施例,提议下面的改进过程用于建立下行链路 MU MIMO 传输。

[0109] 如在第一实施例中一样,通过发送 MU-RTS 帧,该帧是包括多个接收机地址的 MAC 帧并且现在还包括持续时间字段,AP10 发起 MU MIMO 传输。提议的持续时间字段可以包含整个被期望传输的预测持续时间 d ,从 MU-RTS 帧的结尾到最后的 M-ACK 帧。如果被轮询 MU MIMO 接收的接收机的数目是 N , $T(x)$ 是 x 的持续时间,这里 x 是经由空中传输的数据或控制帧,那么可以如下获取预测的持续时间 d :

$$[0110] \quad d = 3 * aSIFStime + N * T(M-CTS) + T(MU \text{ MIMO} frame) + N * T(M-ACK) +$$

$$[0111] \quad 2 * (N-1) * aRIFStime \quad (4)$$

[0112] 这里 $aSIFStime$ 是 SIFS 的持续时间, $aRIFStime$ 是 RIFS 的持续时间。而且, $T(MU \text{ MIMO} frame)$ 是 MU MIMO 发射机的调度器计算的 MU MIMO 帧的估计持续时间。这样的调度器的操作依赖于每一个单独的实现。

[0113] M-CTS 帧有固定的长度。而且,使用相同的调制和编码方案来传输所有的 M-CTS 帧。因此,M-CTS 帧的持续时间 $T(M-CTS)$ 对 AP10 是已知的。相似地,M-ACK 帧有固定的长度,也需要使用相同的调制和编码方案来发送,因此,M-ACK 帧的持续时间 $T(M-ACK)$ 对 AP10 也是已知的。

[0114] 通过设置提议的持续时间字段,没有被轮询 MU MIMO 接收但是接收到 MU-RTS 帧的

所有站可以相据 MU-RTS 帧中的持续时间字段来设置它们的网络分配矢量 (NAV), 并因此不会在预留的持续时间期间发送。

[0115] 在接收 MU-RTS 帧之后, 被轮询的站以 M-CTS 帧作出应答, 其中 M-CTS 帧构造为例如在常规 M-DCF 中提议的。应答的顺序由 MU-RTS 帧的地址列表中的接收机顺序确定。第一 M-CTS 帧在持续时间 aSIFStime 过去之后传输, 接下来的在 M-CTS 帧的持续时间加上 aRIFStime 过去之后传输。因为通过 MU-RTS 传输, 从被轮询的站到 AP10 的传输媒体现在被预留, 所以不再需要站 21-24 在传输之前侦听媒体。

[0116] 而且, 因为可能的隐藏节点问题, 在前的 M-CTS 帧的接收不能被用于发信号通知另一个 M-CTS 的传输。因此, 提议如下控制 M-CTS 传输。

[0117] 在接收 MU-RTS 帧之后, 相关站在接收机顺序中的位置 n 被确定, 并且该站在发送其 M-CTS 帧之前必须等待的时间 t 基于下面的等式来计算:

$$[0118] \quad t = aSIFStime + (n-1) * (T(M-CTS) + aRIFStime) \quad (5)$$

[0119] 在 M-CTS 中的持续时间字段可以从 MU-RTS 帧的持续时间字段减去值 $(t + T(M-CTS))$ 得到。传输 MU-RTS 帧之后在 AP10 中的过程可以对应于第一实施例。在接收 MU MIMO 帧之后, 站可以在传输它们的 M-ACK 帧中遵照同样的过程。

[0120] 在已经收到 MU MIMO 帧之后, STA 在传输其 M-ACK 帧之前必须等待的时间 t' 可以基于下面的等式来计算:

$$[0121] \quad t' = aSIFStime + (n-1) * (T(M-ACK) + aRIFStime) \quad (6)$$

[0122] 因此可以从 MU MIMO 帧的持续时间字段减去值 $(t' + T(M-ACK))$ 得到 M-ACK 帧中的持续时间字段。

[0123] 提议的机制也可以应用在根据第二实施例的 MU MIMO 情况下的两阶段信道接入的第一阶段中, 即通过被轮询的站控制 M-CF 帧的传输。

[0124] 而且, 提议的机制可以应用在第二实施例描述的两阶段信道接入的第二阶段中, 即控制 M-CTS 帧的传输。注意, 每一 M-CTS 帧的持续时间可以各不相同, 因为它们可以是计划发给单个接收机的多个空间流。但是, 该信息在 MU-RTS 帧中提供, 因此 AP10 和所有的被轮询站可以在参数 t 的计算中考虑这一点。

[0125] 如上所解释的, 定义在第一和第二实施例中的 MU-RTS 和 M-CTS 帧结构需要定义新的 MAC 帧格式。

[0126] 在当前的第四实施例中, 提议将汇聚 MAC 协议数据单元 (A-MPDU) 和探测反馈机制组合起来, 从而使得能够进行下行链路 MU MIMO 传输, 而对诸如 IEEE802.11n 的当前规范做最少的添加和改变。这是有益的, 因为提议的下行链路 MU MIMO 因此与更早的标准版本相适应。

[0127] 通过使用提议的组合, 仅 MU-RTS 帧必须被定义, 而 M-CTS 帧可以通过汇聚常规 CTS 帧和探测反馈帧来构造。而且, 可以使用具有一些额外信息的更一般的 MU-RTS 帧, 所述一些额外信息为在汇聚到 MPDU 的附加帧中携带的 MU-RTS 中需要的一些额外信息。

[0128] IEEE802.11n 规范定义了 A-MPDU 帧, 其中在一次传输机会中可以传输两个或更多的 MAC MPDU 或 MAC 帧。为了定位 A-MPDU 内的 MPDU, 在 MPDU 前有分隔符。通常, 打算让该汇聚将 Action No Ack 管理帧 (例如探测反馈帧) 捎带 (piggyback) 到数据帧或控制响应帧传输 (例如 CTS) 中。

[0129] IEEE802.11n中定义了几种探测机制,其中一些具有专用帧用于反馈探测结果。这些帧可以是CSI帧、非压缩操纵帧(steering frame)、压缩操纵帧、天线选择指标反馈帧。CSI帧包含在每一空间流中每一子载波的信道状态信息以及每流的SNR。非压缩操纵帧包含在每一空间流中每一子载波的发射操纵矩阵,以及每一空间流的SNR。压缩操纵矩阵包含操纵矩阵的压缩格式。天线选择指标反馈帧包含关于用于接收机下一次传输的被选天线的信息。

[0130] 使用提议的汇聚MPDU和明确的反馈帧,在第一实施例中提议的M-CTS帧可以被重新定义为常规CTS帧和天线选择指标反馈帧的汇聚。可以在天线选择指标反馈帧中携带提议的天线位图(PAB)字段。在第二优选实施例中提议的M-CTS帧可以被重新定义为常规CTS帧和压缩或非压缩操纵帧的汇聚。可以在操纵帧中携带被确认的Tx波束成形矢量字段。可以设置操纵帧中的MIMO控制字段,以便于参数Nr指定打算发给CTS发送者的空间流的数目,参数Nc指定RTS发送者(例如图1中的AP10)将要发送的空间流(或空间时间流)的数目(该信息可以从接收机地址的数目或在分组的前导码中设置的高吞吐量长训练字段(HT-LTF)的数目获得),参数Nb,用于代表系数的比特数目,被设置为与MU-RTS帧中AP10使用的系数的数目相同,指定归组到一个组的载波的数目的参数Ng也是如此。

[0131] 因为在第一和第二实施例中提议的MU-RTS中的附加字段与M-CTS帧中的附加字段一样,所以也提议将MU-RTS帧重定义为更一般的MU-RTS帧和天线选择指标反馈帧或非压缩操纵反馈帧的汇聚。

[0132] 图10显示了根据第四实施例的这种更一般的MU-RTS帧结构。该一般的MU-RTS帧同样可以用于其它多用户传输,例如开始提到的多用户OFDM传输。

[0133] 与M-CTS帧的重定义相似,可以在天线选择指标反馈帧或者操纵帧中携带附加字段。注意,通过在MIMO控制字段中的相应设置,AP10可以确定该反馈的格式。

[0134] 在第一和第二实施例中提议的MU-RTS帧需要从被寻址的站对发射波束成形矢量或天线位图进行确认。这意味着,被寻址的站必须执行信道测量。因此,图1的AP10可以发送训练序列,例如前导码中的HT-LTF。将被发送的HT-LTF的数目必须等于或大于在实际的MU MIMO传输中AP10打算发送的空间流(或空间时间流)的数目。

[0135] 在第四实施例中进一步提议使用MU-RTS/CTS消息交换作为探测机制的载波。当调度器可以足够快地处理在M-CTS帧中反馈的信道状态信息(CSI)以便于在接收最后的M-CTS之后在定时aSIFStime能调度MU MIMO帧,那么可以使用MU-RTS/CTS消息携带的该探测机制。如果情况不是这样,那么可以使用两阶段方法。注意,阶段一和阶段二之间的间隔还没被指定。因此,在第二阶段,可以请求TX波束成形的确认,从而确保在AP10中的CSI不是失时效的(staled)。

[0136] 取代发送具有提议的波束成形适量或天线位图的MU-RTS帧,AP10可以通过将HT_SIGNAL字段中的“无探测(Not Sounding)”比特设置为“0”来指示列表中所有的被寻址站执行信道测量。该比特和MU-RTS帧的组合可以触发被寻址的站执行信道测量并且在与CTS帧汇聚中反馈信道状态信息(CSI)。每一站发送的CSI帧的格式,即以上Nb和Ng比特,对每一站可以是相同的。这些参数可以由AP10设置,并且通过包括在MU-RTS帧中的高吞吐量控制字段(HTC)通过使用控制包装帧(control wrapper frame)格式来传送,或者被指定为特定的固定值。如果该格式被传送,那么新字段可以被引入到HTC字段中,其可以占用

当前的保留字段,或者现有字段可被重新定义。参数 N_c 由 AP10 意欲探测的空间维度的数目确定,其明显来自 HT-LTF 的数目。此外,每一站的 N_r 值可以由 AP10 传送,从而每一站都可以预测汇聚 CTS 帧的持续时间。这些值还可以通过 HTC 字段中定义的额外字段来传送。

[0137] 在下面的第五实施例中,提议了 MAC 协议增强,其支持在诸如基于 IEEE802.11 的 WLAN 之类的 MU 传输系统的上行链路方向具有波束成形的 MU MIMO 传输。因此,第五实施例将第一实施例扩展到上行链路场景,其中公共接收机可以同时服务于多个发射机。第五实施例基于 MAC 机制,其中公共接收机(例如图 1 的 AP10)通过向候选发射机(例如图 1 的站 21-23)广播传输呼叫(C4T)帧发起传输。被寻址的候选发射机通过发送后面跟随训练序列用于在接收机估计信道的 M-RTS 帧作出响应,从而显示它们传输给公共接收机的意图。作为替换,可以在各自的前导码中提供训练序列。接收机从每一发射机估计信道并根据它们的信道实现来评估候选发射机。接收机也可以发现每一接收机的适当的发射波束成形矢量并可以以 MU-CTS 帧应答 M-RTS 帧,其中 MU-CTS 帧可以指示哪些发射机可以通过使用哪些发射波束成形矢量接入信道。然后,MU MIMO 传输可以开始了。

[0138] 根据第五实施例的提议的新机制因此为支持发射波束成形的 MU MIMO 传输(其中公共接收机支持来自不同发射机的同时的多个分组接收)提供了上行链路信道接入机制。因此,可以提高系统的谱效率。嵌入的发射波束成形机制在多个发射机之间提供了良好的 MU MIMO 传输协调,从而空间流之间的干扰最小化。而且,如果信道实现对 MU MIMO 传输不适合,新的机制给出了在 SU 和 MU MIMO 传输模式之间切换的可能性。

[0139] 更具体地,在用于上行链路场景 C4T 的提议的 MU MIMO MAC 机制中,M-RTS 和 MU-CTS 帧可以用于接入信道,MU-ACK 帧可以用于确认正确接收的分组。可选地,通过仅为空间流被正确接收的站子集的 MU MIMO 传输修改发射波束成形矢量以便建立下一个 MIMO 帧,可以提供自适应 MU MIMO 传输。该决定可以基于从例如接收分组的纠错码(诸如循环冗余代码(CRC))检查获得的信息。

[0140] 下面,基于图 11 所示的五个步骤更详细地描述被提议的 MU MIMO 上行链路 MAC 过程。

[0141] 在第一步,公共接收机(例如图 1 的 AP10)广播传输呼叫(C4T)帧以在上行链路发起 MU MIMO 传输。在 C4T 帧中,其指示所有具有上行链路 MU MIMO 能力的站的地址,其是可变数目。可替换地,AP10 可以决定仅轮询具有上行链路 MUMIMO 能力的站的子集。

[0142] C4T 帧也可以携带探测请求和将要探测的空间维度数目的指示。可替换地,将要探测的空间维度数目可以被标准化为 AP10 的信道估计能力,其可以从 AP10 的 HT 能力字段获取,其可以在信标帧、关联响应帧等中传输。可以将持续时间字段设置为覆盖传输时间一直到 MU MIMO 传输的开始。如以上解释的,该持续时间可以从来自站的响应的持续时间、MU-CTS 帧的持续时间和分隔帧的 SIFS/RIFS 间隔的总和获取。因为当构造 C4T 帧时分配用于 MU MIMO 传输的站的数目不是已知的,所以 MU-CTS 帧的持续时间不是已知的。对于 C4T 的持续时间字段的计算,假定 MU-CTS 帧包含最大数目的字段,并且使用的 MCS 与用于 C4T 帧传输的一样。注意,在同样的帧中,必须传达每站的 CSI 报告格式(例如,参数 N_b 、 N_g 、 N_c 、 N_r)。传达该信息的机制可以与在下行链路 MU MIMO 传输中使用的相同。持续时间必须考虑 CSI 报告。可以定期地传输 C4T 帧。那么重现的频率可以取决于具有上行链路 MU MIMO 能力的 AP 的数目。可以在信标帧中将该频率传送给其他 AP。

[0143] 图 12 显示了根据第五实施例,具有多个发射机地址字段的 C4T 帧结构的例子。

[0144] 在每站已经接收呼叫例如 C4T 帧之后,在过程的第二步,它们通过发送 M-RTS 帧来响应,从而表明它们传输给被指示接收机的意图。这里,“M-RTS 帧”代表 M-DCF RTS 帧并且包含 RTS 帧字段和附加字段,比如 CSI 字段。M-RTS 帧可以被 RTS 帧和 CSI 反馈帧的汇聚取代。

[0145] M-RTS 帧的顺序隐含地由 C4T 帧中的列表中的发射机顺序决定。在 SIFS 间隔之后发送第一 M-RTS 帧,在各自的 RIFS 间隔之后发送随后的 M-RTS 帧。携带 M-RTS 帧的物理协议数据单元 (PPDU) 可以是探测 PPDU。持续时间可以是两个持续时间的总和,其中第一持续时间开始于 SIFS 间隔,在 M-RTS 传输完成之后一直到 MU MIMO 传输的开始,如果用于 M-RTS 帧的 MCS 会被用于传输待处理的数据,第二持续时间是数据帧传输的持续时间。从该持续时间字段,AP10 可以了解站将要发送的数据的量,因此,其可以在 MU-CTS 帧中正确设置持续时间字段。

[0146] 图 13 显示了如在第五实施例中使用的 M-RTS 帧结构。

[0147] 在 AP10 从候选发送站接收 M-RTS 帧并且估计站的信道实现之后,其在过程的第三步为可能的 MU MIMO 传输评估站的信道实现,并且发现每一站或空间流的适当的发射波束成形矢量。接下来,通过广播 MU-CTS 帧继续信道预留,其中该帧指示哪些发射机可以通过使用哪些发射波束成形矢量接入信道。

[0148] 图 14 显示了根据第五实施例,提议的增强 MU-CTS 帧结构的例子,具有 Tx 波束成形矢量。

[0149] 可替换地,可以使用更一般的 MU-CTS 帧,其不携带 Tx 波束成形矢量。然后,可以使用汇聚的操纵帧(压缩的或非压缩的)携带 Tx 波束成形矢量。被分配的站将在传输中使用的 MCS 也可以在这些帧中,例如在 HTC 字段中传达。可以将持续时间字段设置为最长的空间流的持续时间加上 SIFS 间隔以及传输 M-ACK 帧需要的时间。

[0150] 在过程的第四步中,通过使用在 MU-CTS 帧中指示的 Tx 波束成形矢量,站可以接入信道。

[0151] 最后,在第五步,在 MU MIMO 上行链路传输完成之后,AP10 可以传输 MU-ACK 帧,其中该帧确认由被分配的站同时传输的分组的成功接收。

[0152] 图 15 显示了根据第五实施例的相应 MU-ACK 帧结构。这个确认可以在被确认的分组位图 (APB) 字段中传达,其长度等于 MU-CTS 帧中 Rx 地址的数目。例如可以通过将对应于发送站的比特设置为“1”确认分组的成功接收。

[0153] 利用第五实施例的提议的机制,通过发现适当的发射波束成形矢量并将该信息发送给发射机,接收机可以在上行链路发起并协调 MU MIMO 传输,因此,其为 MU MIMO 上行链路传输提供了高效的信道接入机制以及干扰避免技术。

[0154] 在第六个实施例中,提议一种机制以降低 MU-DCF 中的开销。MU-DCF 中大部分的开销是由于在每帧之前具有其 SIFS 间隔和前导码的多个 M-CTS 和 M-ACK 帧应答而产生的。应用不同于时分多路接入 (TDMA) 的多路接入方案极大地改善了 MU-DCF 网络的性能。

[0155] 在 MIMO 系统中,空间复用帧是可能的,但是不能假定在发射机的信道知识。在 OFDM 系统中,比如 IEEE802.11a,使用 OFDMA 传输导致最小的硬件复杂性。但是,诸如 MC-CDMA 或 CDMA 之类的其它方案可以有相似的效果。

[0156] 在 OFDMA 情况下,通过使用例如子载波的四分之一,诸如 M-CTS 和 M-ACK 帧之类的短分组不是四倍长,因为帧的主要部分是前导码。根据物理层,M-CTS 和 M-ACK 帧是几个符号长。假定 1024 字节的分组大小、54Mb/s 数据分组的物理层模式、36Mb/s 的物理层模式(以及如 IEEE802.11a 标准中的其他相关参数),传输窗口在 SU 模式下有 338 μ s 的持续时间,在 MU 模式(TDMA)下是 578 μ s,在 MU 模式下(OFDMA)是 362 μ s。

[0157] 因此,在第六实施例中提议降低在 MU-DCF 中在 MU 模式操作下传输 M-CTS 和 M-ACK 帧所需要的时间。这将 MU 中的开销几乎降低到 SU 系统的开销,同时保留以上提到的 MU-MIMO 传输的好处。

[0158] 取代在 TDMA 模式下传输 M-CTS 和 M-ACK 帧,所有的子载波被划分成子集,每一子集被分配给一个必须发送 M-CTS 或 M-ACK 帧的站。

[0159] 关于子载波子集到站的映射的信息可以由 MU-RTS 帧中传达的地址列表中的接收机顺序决定。因此,同时传输 M-CTS 或 M-ACK 帧,从而在 IEEE802.11 网络中在每帧之前并且在 MU-MIMO 系统中是开销的载波的 SIFS 间隔和前导符是平行的。根据物理层特性,M-CTS 和 M-ACK 帧可以仅几个符号长。

[0160] 总之,已经描述了向多个其它传输端执行多用户传输的发送设备、接收设备、系统和方法,其中传输请求,例如 MU-RTS 帧、MU-CFR 帧或者 C4T 帧,被广播给多个其它传输端,并且其中给该请求提供了 MAC 帧,该帧包括被要求对该请求作出应答的接收端的至少两个标识的列表。本发明基本的总的原理的各种有益的进一步增强和改进已经在以上的实施例中提供。

[0161] 注意,本发明不限于以上的实施例,可以用于任意多用户传输方案,不单单是 MU MIMO。更具体地,本发明适用于所有类型的基于 MIMO 的 WLAN,特别是 M-DCF 系统。协议在单用户(SU)以及 MU 模式都起作用。可以在存在多个连接的高互联系统中以及 AP 下行链路中,期望相比 M-DCF 的性能改善。而且,本发明适用于所有使用随机接入 MAC 机制的多用户无线系统。期望提高无线网络的谱效率,其中通信量是不对称的,并且大部分通信量来自单个发射机,比如下行链路场景中的 AP 或向多路站分发数据的服务器,和 / 或其中大部分通信量去往单个接收机,比如上行链路场景中的 AP 或提供对外部网络接入的网关。

[0162] 最后,但是益发重要地,应当注意,用在说明书包括权利要求书中的术语“包括”意在指明存在被陈述的特征、装置、步骤或组件,但不排除存在或增加一个或多个其它特征、装置、步骤、组件或其群组。而且权利要求中元件前面的“一个”或“一种”不排除存在多个这种元件。此外,任意参考标记不限制权利要求书的范围。

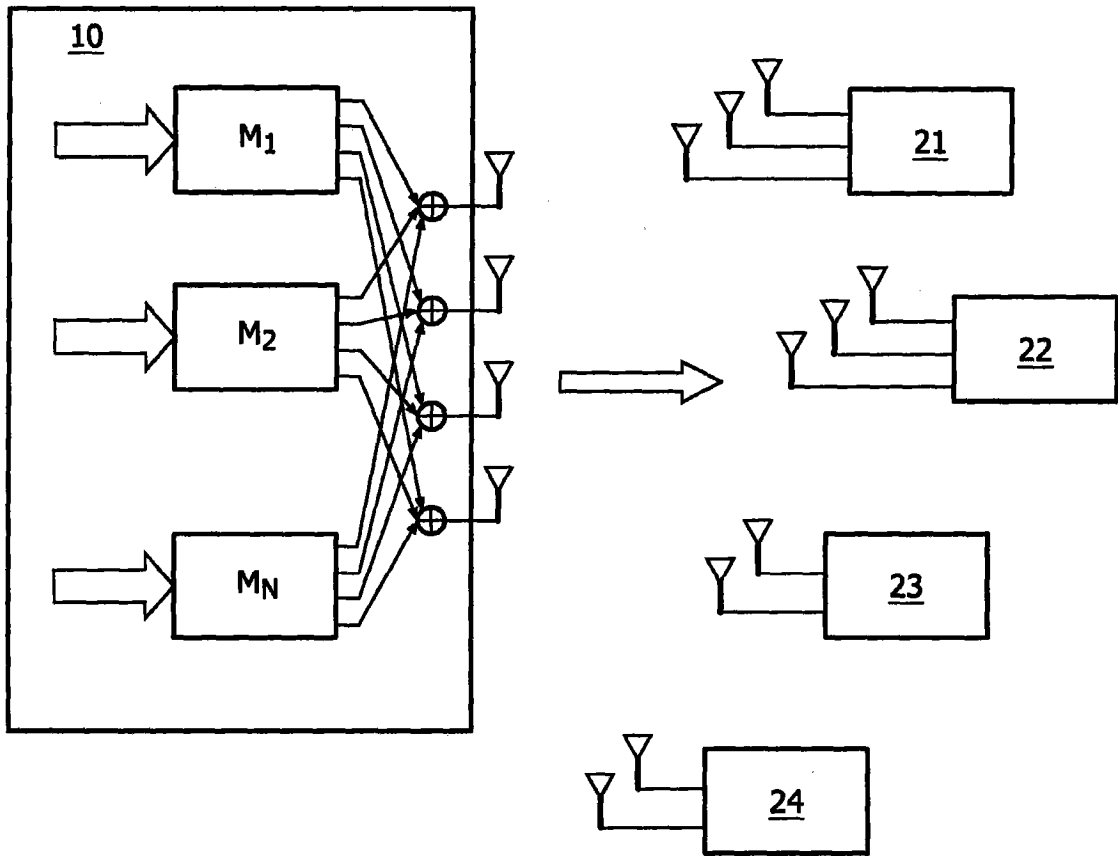


图 1

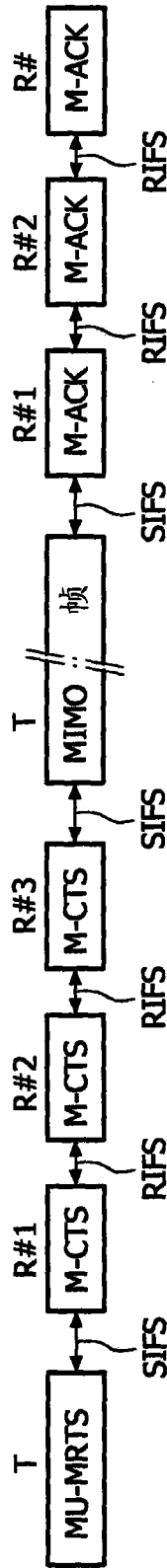


图 2

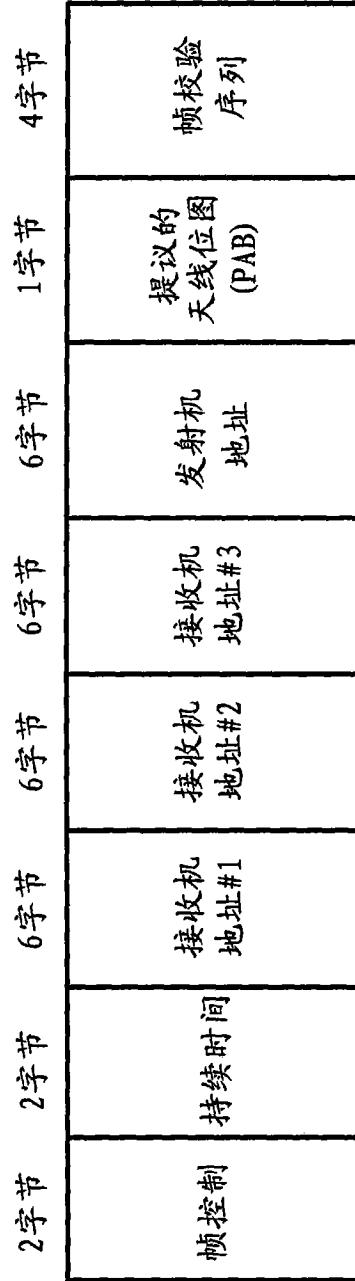


图 3

2字节	2字节	6字节	1字节	1字节	4字节
帧控制	持续时间	接收机地址	确认的分组位图 (APB)	确认的天线位图 (CAB)	帧校验序列

图 4

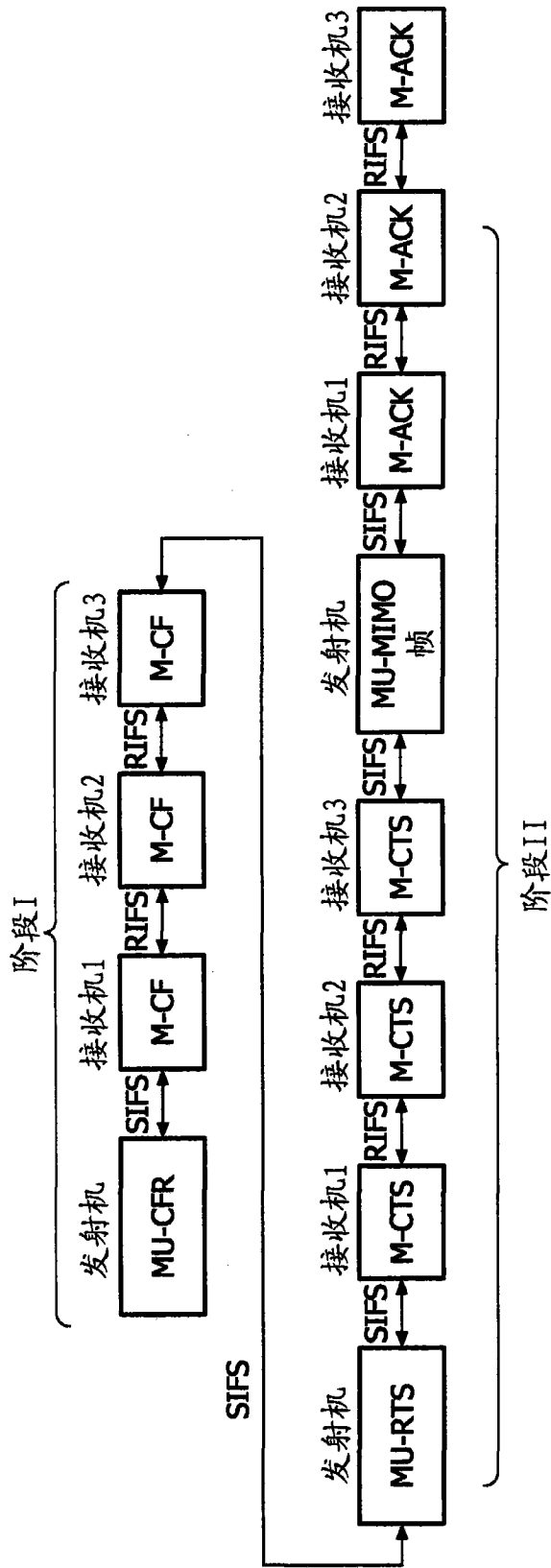


图 5

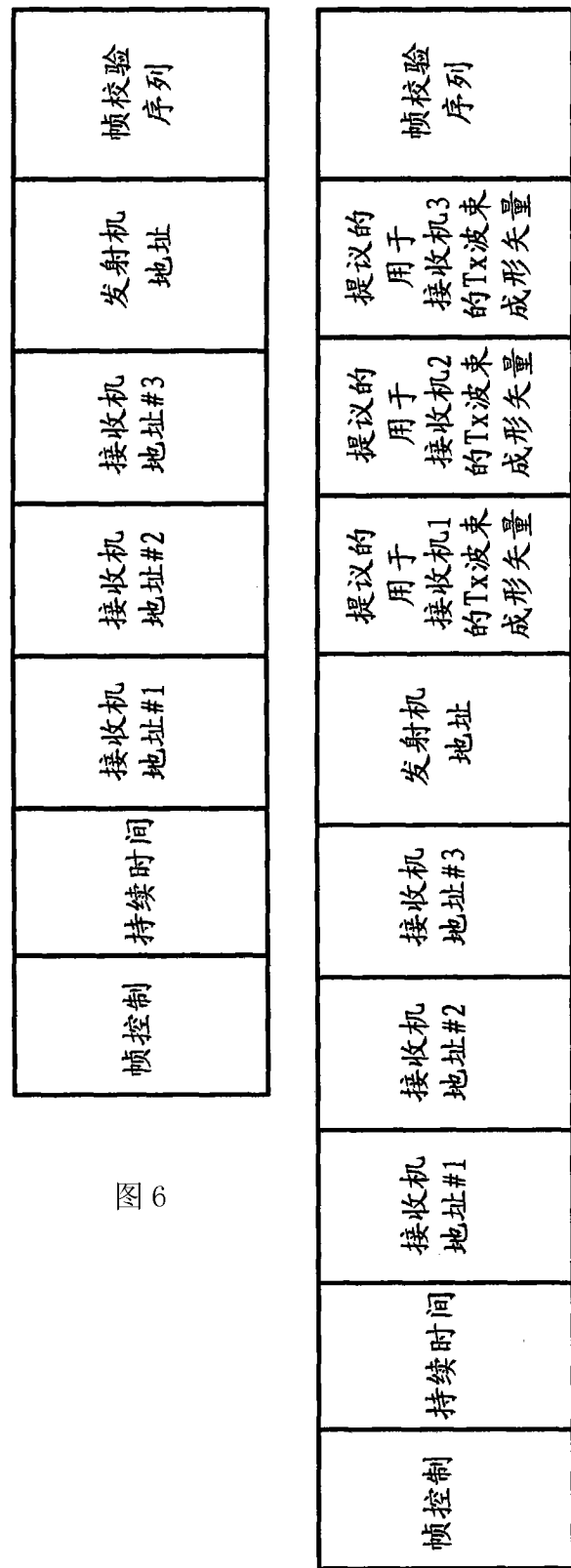


图 6

图 7

帧控制	持续时间	接收机地址	确认的用于空间流1的波束成形矢量	确认的用于空间流2的波束成形矢量	帧校验序列
-----	------	-------	------------------	------------------	-------

图 8

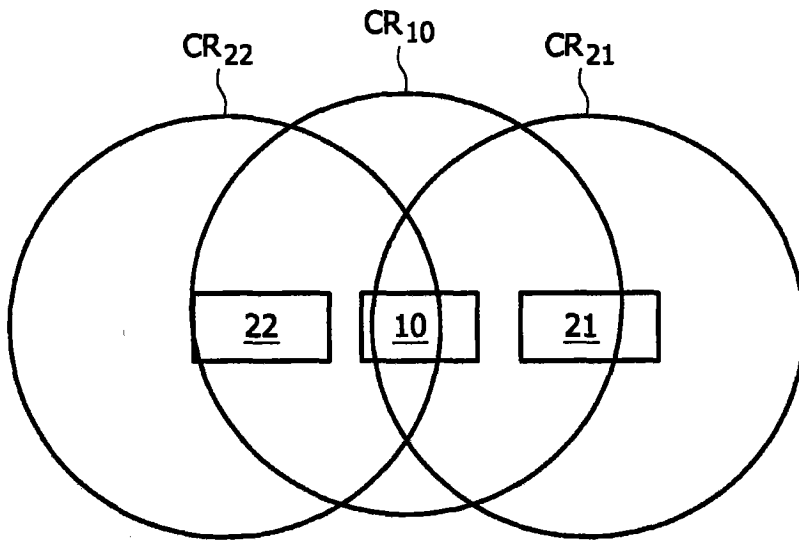


图 9

帧校验序列
发射机地址
接收机地址#3
接收机地址#2
接收机地址#1
持续时间
帧控制

图 10

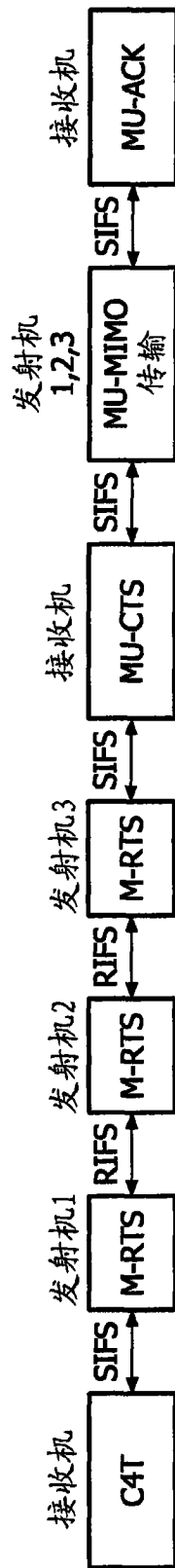


图 11

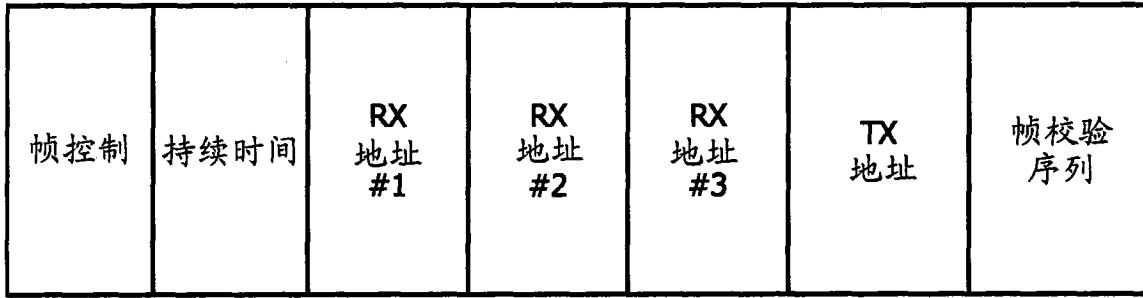


图 12

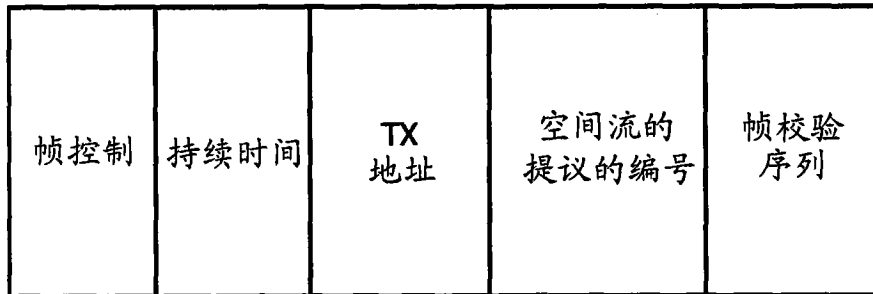


图 13

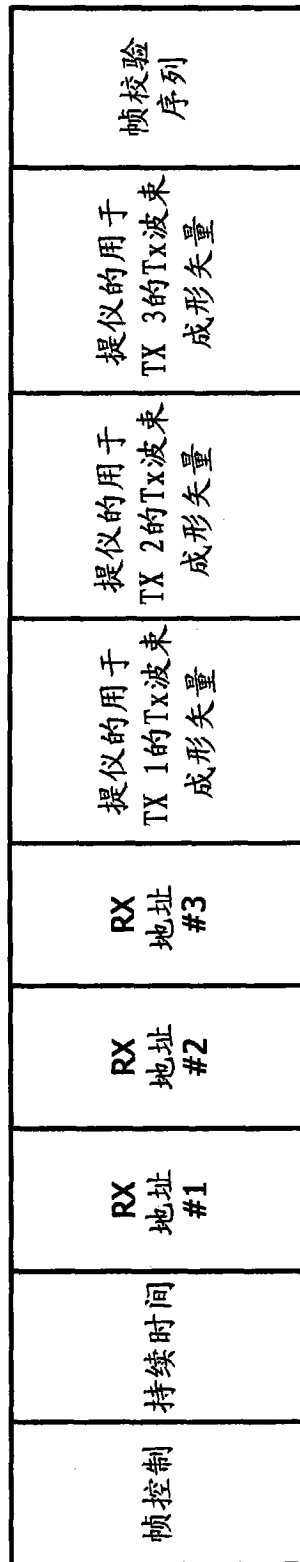


图 14

帧控制	持续时间	RX 地址 #1	RX 地址 #2	RX 地址 #3	确认的分组 位图 (APB)	帧校验 序列
-----	------	----------------	----------------	----------------	-------------------	-----------

图 15