



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104604171 B

(45)授权公告日 2019.02.26

(21)申请号 201380042199.8

(22)申请日 2013.06.25

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104604171 A

(43)申请公布日 2015.05.06

(30)优先权数据
61/699,245 2012.09.10 US
13/725,693 2012.12.21 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.02.09

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2013/047472 2013.06.25

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2014/039144 EN 2014.03.13

(73)专利权人 英特尔公司
地址 美国加利福尼亚

(72)发明人 T·特茨拉夫 M·帕克

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 刘瑜 王英

(51)Int.Cl.
H04L 1/00(2006.01)

(56)对比文件
US 2010251070 A1,2010.09.30,
Choi等.“FPP-SUN Detailed Proposal”.
《IEEE P802.15-15-09-489-00-004g》.2009,
RON MURIAS.“4-bit CRC for 1 MHz and 2
MHz modes
11-12-0800-01-00ah-4-bit-crc-for-1-
mhz-and-2-mhz-modes”.《IEEE-SA MENTOR》
.2012,
RON MURIAS.“4-bit CRC for 1 MHz and 2
MHz modes
11-12-0800-01-00ah-4-bit-crc-for-1-
mhz-and-2-mhz-modes”.《IEEE-SA MENTOR》
.2012,

审查员 刘素叶

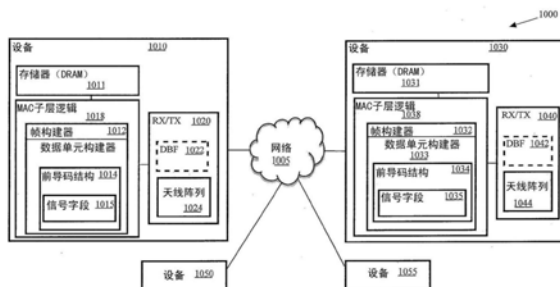
权利要求书4页 说明书14页 附图9页

(54)发明名称

用于检查序列的方法和布置

(57)摘要

根据本公开的各种方面,设备或者系统的媒体访问控制(MAC)子层逻辑可以产生并实现包含信号字段的数据单元的前导码结构,信号字段包含提供为2的汉明距离的4比特循环冗余校验序列。前导码结构的信号字段部分可以包含与用于数据单元的无线通信的多个物理层参数相关的信息。前导码结构可以存储在机器可访问的介质中。前导码可以由设备的数据单元构建器产生,其可以进一步接收包含数据有效载荷的帧,并对帧与前导码部分进行封装,以产生数据单元。与数据单元构建器耦合的发射机然后可以使用天线阵列来无线传输数据单元。



CN 104604171 B

1. 一种方法,包括:

接收来自媒体访问控制子层逻辑的帧;

确定包括新信号(SIG)字段的前导码,所述新信号字段包括调制和编码方案参数、带宽参数、长度参数、波束成形参数、空间时间块编码参数、编码参数、聚合参数、以及短保护间隔参数;

由所述媒体访问控制子层逻辑针对所述新信号字段产生4比特循环冗余校验序列,其中,所述循环冗余校验序列提供为2的汉明距离;以及

由所述媒体访问控制子层逻辑对所述帧与所述前导码进行封装,以产生物理层协议数据单元(PPDU),

其中,所述新信号字段中的所述波束成形参数指示是否要对所述物理层协议数据单元的传输进行波束成形。

2. 如权利要求1所述的方法,其中,所述产生包括使用 x^4+x+1 的生成器多项式来产生所述4比特循环冗余校验序列。

3. 如权利要求1所述的方法,其中,所述产生包括产生4个1比特循环冗余校验序列;以及将所述4个1比特循环冗余校验序列进行级联。

4. 如权利要求1所述的方法,其中,所述方法还包括:

由所述媒体访问控制子层逻辑产生还包括短训练序列和长训练序列的所述前导码。

5. 如权利要求4所述的方法,还包括通过天线来传输所述物理层协议数据单元。

6. 如权利要求4所述的方法,还包括由所述媒体访问控制子层逻辑将所述前导码存储在存储器单元中。

7. 如权利要求4所述的方法,其中,产生所述前导码还包括:针对由所述新信号字段定义的额外的流产生额外的训练序列,其中,所述额外的训练序列跟在所述前导码中的所述新信号字段的后面。

8. 如权利要求4所述的方法,其中,所述新信号字段跟在所述前导码中的所述长训练序列的后面。

9. 如权利要求1所述的方法,还包括设置所述调制和编码方案参数,以指示如下的调制格式的集合中的一个调制格式,所述调制格式的集合包括:二进制正交相移键控、256点星座、正交幅度调制、以及交错正交相移键控。

10. 如权利要求1所述的方法,还包括设置所述调制和编码方案参数,以将空间流的数量指定为从1个空间流至多达4个空间流。

11. 如权利要求1所述的方法,还包括将所述带宽参数设置为包括1MHz、2MHz、4MHz、8MHz、以及16MHz的多个值中的一个。

12. 如权利要求4所述的方法,其中,产生所述前导码包括:产生具有8微秒乘N的持续时间的短训练序列,其中,N乘以频率带宽等于20MHz。

13. 一种无线设备,包括:

媒体访问控制子层逻辑模块,其包括数据单元构建器,所述数据单元构建器被配置为接收来自所述媒体访问控制子层逻辑模块的帧;

确定包括新信号(SIG)字段的前导码,所述新信号字段包括调制和编码方案参数、带宽参数、长度参数、波束成形参数、空间时间块编码参数、编码参数、聚合参数、以及短保护间隔参数;

隔参数；

针对所述新信号字段产生4比特循环冗余校验序列，其中所述循环冗余校验序列提供为2的汉明距离；以及

对所述帧与所述前导码进行封装，以产生数据单元，

其中，所述新信号字段中的所述波束成形参数指示是否要对所述数据单元的传输进行波束成形。

14. 如权利要求13所述的无线设备，其中，所述数据单元构建器被配置为使用 x^4+x+1 的生成器多项式来产生所述4比特循环冗余校验序列。

15. 如权利要求13所述的无线设备，其中，为了产生所述4比特循环冗余校验序列，所述数据单元构建器被配置为产生4个1比特循环冗余校验序列，并且将所述4个1比特循环冗余校验序列进行级联。

16. 如权利要求13所述的无线设备，其中，所述数据单元构建器还被配置为：
产生还包括短训练序列和长训练序列的所述前导码。

17. 如权利要求16所述的无线设备，还包括与所述数据单元构建器耦合的发射机，以传输所述数据单元。

18. 如权利要求16所述的无线设备，还包括用于存储所述前导码的至少一部分的存储器。

19. 如权利要求16所述的无线设备，其中，为了产生所述前导码，所述数据单元构建器还被配置为：针对由所述新信号字段定义的额外的流，产生额外的训练序列，其中，所述额外的训练序列跟在所述前导码中的所述新信号字段的后面。

20. 如权利要求16所述的无线设备，其中，所述新信号字段跟在所述前导码中的所述长训练序列的后面。

21. 如权利要求13所述的无线设备，其中，所述数据单元构建器还被配置为设置所述调制和编码方案参数，以指示如下的调制格式的集合中的一个调制格式，所述调制格式的集合包括：二进制正交相移键控、256点星座、正交幅度调制、以及交错正交相移键控。

22. 如权利要求13所述的无线设备，其中，所述数据单元构建器还被配置为设置所述调制和编码方案参数，以将空间流的数量指定为从1个空间流至多达4个空间流。

23. 如权利要求13所述的无线设备，其中，所述数据单元构建器还被配置为将所述带宽参数设置为包括1MHz、2MHz、4MHz、8MHz、以及16MHz的多个值中的一个。

24. 如权利要求16所述的无线设备，其中，为了产生所述前导码，所述数据单元构建器被配置为产生具有8微秒乘N的持续时间的短训练序列，其中，N乘以频率带宽等于20MHz。

25. 一种系统，包括：

媒体访问控制子层逻辑模块，其包括数据单元构建器，所述数据单元构建器被配置为：
接收来自所述媒体访问控制子层逻辑模块的帧；

确定包括新信号(SIG)字段的前导码，所述新信号字段包括调制和编码方案参数、带宽参数、长度参数、波束成形参数、空间时间块编码参数、编码参数、聚合参数、以及短保护间隔参数；

针对所述新信号字段产生4比特循环冗余校验序列，其中所述循环冗余校验序列提供为2的汉明距离；以及

对所述帧与所述前导码进行封装,以产生数据单元;以及
发射机,其与所述数据单元构建器耦合并且包括用于无线地传输所述数据单元的天线阵列,

其中,所述新信号字段中的所述波束成形参数指示是否要对所封装的帧的传输进行波束成形。

26. 如权利要求25所述的系统,还包括用于从通信设备接收不同的数据单元的无线接收机,其中,所述无线接收机包括用于对调制在正交子载波上的信息进行解调的解调器。

27. 如权利要求25所述的系统,其中,所述数据单元构建器被配置为使用 x^4+x+1 的生成器多项式来产生所述4比特循环冗余校验序列。

28. 一种机器可访问的产品,包括:

包含有数据单元的前导码结构的介质,其中,所述前导码结构:

定义短训练序列和长训练序列,以用于针对在所述前导码结构中的新信号(SIG)字段之前的单个流,对天线进行训练;

定义所述新信号字段,所述新信号字段包括调制和编码方案参数、带宽参数、长度参数、波束成形参数、空间时间块编码参数、编码参数、聚合参数、以及短保护间隔参数;以及

针对所述新信号字段定义4比特循环冗余校验序列,其中,所述循环冗余校验序列提供为2的汉明距离,

其中,所述新信号字段中的所述波束成形参数指示是否要对被封装有所述前导码结构的帧的传输进行波束成形。

29. 编码有计算机可访问的指令的至少一种计算机可读非暂时性存储介质,所述指令响应于被执行,使至少一个处理器执行如权利要求1-12中的任意一项所述的方法。

30. 一种装置,包括:

用于接收来自媒体访问控制子层逻辑的帧的模块;

用于确定包括新信号(SIG)字段的前导码的模块,所述新信号字段包括调制和编码方案参数、带宽参数、长度参数、波束成形参数、空间时间块编码参数、编码参数、聚合参数、以及短保护间隔参数;

用于由所述媒体访问控制子层逻辑针对所述新信号字段产生4比特循环冗余校验序列的模块,其中,所述循环冗余校验序列提供为2的汉明距离;以及

用于由所述媒体访问控制子层逻辑对所述帧与所述前导码进行封装,以产生物理层协议数据单元(PPDU)的模块,

其中,所述新信号字段中的所述波束成形参数指示是否要对所述物理层协议数据单元的传输进行波束成形。

31. 如权利要求30所述的装置,其中,所述产生包括使用 x^4+x+1 的生成器多项式来产生所述4比特循环冗余校验序列。

32. 如权利要求30所述的装置,其中,所述产生包括产生4个1比特循环冗余校验序列;以及将所述4个1比特循环冗余校验序列进行级联。

33. 如权利要求30所述的装置,其中,所述装置还包括:

用于由所述媒体访问控制子层逻辑产生还包括短训练序列和长训练序列的所述前导码的模块。

34. 如权利要求33所述的装置,还包括用于通过天线来传输所述物理层协议数据单元
的模块。

35. 如权利要求33所述的装置,还包括用于由所述媒体访问控制子层逻辑将所述前导
码存储在存储器单元中的模块。

36. 如权利要求33所述的装置,其中,产生所述前导码还包括:针对由所述新信号字段
定义的额外的流产生额外的训练序列,其中,所述额外的训练序列跟在所述前导码中的所
述新信号字段的后面。

37. 如权利要求33所述的装置,其中,所述新信号字段跟在所述前导码中的所述长训练
序列的后面。

38. 如权利要求30所述的装置,还包括用于设置所述调制和编码方案参数,以指示如下
的调制格式的集合中的一个调制格式的模块,所述调制格式的集合包括:二进制正交相移
键控、256点星座、正交幅度调制、以及交错正交相移键控。

39. 如权利要求30所述的装置,还包括用于设置所述调制和编码方案参数,以将空间流
的数量指定为从1个空间流至多达4个空间流的模块。

40. 如权利要求30所述的装置,还包括用于将所述带宽参数设置为包括1MHz、2MHz、
4MHz、8MHz、以及16MHz的多个值中的一个的模块。

41. 如权利要求33所述的装置,其中,产生所述前导码包括:产生具有8微秒乘N的持续
时间的短训练序列,其中,N乘以频率带宽等于20MHz。

42. 一种计算设备,包括:

存储器,其存储指令;以及

处理器,其耦合到所述存储器,所述处理器用于执行所述指令以执行如权利要求1-12
中的任意一项所述的方法。

用于检查序列的方法和布置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2012年9月10日提交的美国临时申请号61/699,245、以及2012年12月21日提交的美国非临时申请号13/725,693的优先权,其整体并入本文作参考。

技术领域

[0003] 本文描述的实施例通常涉及无线通信领域。更具体而言,实施例涉及在无线发射机与接收机之间的通信的错误检测的领域。

背景技术

[0004] 2012年7月的题为“11-12-0953-01-00ah-tgah-sfd-d9-x.docx”的IEEE802.11ah规范架构文档(在网址<https://mentor.ieee.org/802.11/dcn/12/11-12-0953-01-00ah-tgah-sfd-d9-x.docx>)中定义的802.11ah规范架构规定了在前导码结构的“SIG”字段中的4比特循环冗余校验(CRC)序列,以检测该字段中的错误。然而,该CRC定义具有为1的汉明距离,这不保证单个位的错误将被检测到。

附图说明

[0005] 图1绘出包括多个通信设备的示例无线网络的实施例,其包含多个固定或移动通信设备;

[0006] 图1A绘出用于在无线通信设备之间建立通信的前导码的实施例;

[0007] 图1B绘出用于在无线通信设备之间建立通信的前导码结构的替代实施例;

[0008] 图1C绘出信号字段的实施例;

[0009] 图1D绘出具有用于在无线通信设备之间建立通信的保护机制的协议的实施例;

[0010] 图1E绘出用 x^4+x+1 的生成器多项式产生的4比特CRC的实施例;

[0011] 图1F绘出4个1比特CRC(奇偶校验位)的级联的实施例,其中,SIG字段的数据部分的每个第4位输入至奇偶校验位计算中的一个;

[0012] 图2绘出在无线网络中产生和传输基于正交频分复用(OFDM)的通信的装置的实施例;

[0013] 图3绘出用于产生前导码结构(诸如在图1A和1B中示出的前导码结构)的流程图的实施例;以及

[0014] 图4A、4B绘出用图2所示的发射机和接收机传输并接收通信的流程图的实施例。

具体实施方式

[0015] 下面为附图中绘出的新颖实施例的具体描述。然而,提供的细节的量不意图限制描述的实施例的预料的变化;相反,权利要求和具体实施方式覆盖落入由所附的权利要求定义的当前教导的精神和范围内的所有修改、等同物、以及替代。下文的具体实施方式被设计为使得本领域普通技术人员能够理解这样的实施例。

[0016] 实施例可以包含以1GHz和更低频带操作的正交频分复用(OFDM)系统。在很多实施例中,媒体访问(MAC)子层逻辑可以借助在例如在电气与电子工程师协会(IEEE)802.11ah规范中定义的前导码结构中的新信号(SIG)字段,实现新的前导码结构。新信号字段可以包含提供为2的汉明距离的4比特循环冗余校验序列。在很多实施例中,为2的汉明距离基本保证了SIG字段中单个位错误的检测。

[0017] 很多实施例使用例如由MAC子层逻辑使用 x^4+x+1 生成器多项式产生的4比特CRC。图1E绘出产生4比特CRC序列的该生成器多项式函数的实现的框图1300。其他实施例可以使用4个1比特CRC(奇偶校验位)的级联,其中,SIG字段的数据部分的每个第4位输入至奇偶校验位计算中的一个。图1F绘出该4个1比特CRC生成器函数的实现的框图1400。

[0018] 在一些实施例中,本文描述的一个或多个技术被用于提供例如室内和/或室外智能“电网”和传感器服务。例如,一些实施例可以提供传感器来对于特定区域内的家庭测量电、水、气和/或其他事业的使用量,并将这些服务的使用量无线传输至计量子站。其他实施例可以利用用于家庭医疗保健、诊所、或者医院的传感器,用来监控医疗保健相关的事件和病人的生命体征(诸如跌倒检测、药瓶监控、体重监控、睡眠呼吸暂停、血糖水平、心率等)。对于这样的服务设计的实施例通常要求比IEEE 802.11n/ac系统提供的设备低得多的数据速率和低得多的(超低)功耗。

[0019] 在一些实施例中,实现本文描述的技术的设备和/或系统重新使用IEEE802.11n/ac规范功能(具有满足这些更低数据速率和超低功耗要求的新功能),以重新使用硬件实现并减小实现成本。在一些实施例中,(例如,IEEE802.11ah规范的)新的前导码结构使用来自IEEE 802.11ac和IEEE 802.11ag系统的短训练字段(STF)和长训练字段(LTF),减小实现的成本。其他实施例容纳多个流。若干实施例不实现旧有的训练字段和旧有的签名,且不实现多用户多输入多输出(MIMO)。并且一些实施例采用波束成形。

[0020] 在1GHz和更低的频带中,限制了可用带宽,因此,使用20、40、80和160MHz的带宽的IEEE 802.11n/ac类型的系统在一些地理区域中可能不可行。在很多实施例中,系统具有大约1至10MHz的数量级的带宽。在若干实施例中,802.11n/ac类型的系统可以被向下钟控(down-clocked),以实现更低的带宽。例如,很多实施例被N向下钟控(诸如20MHz被N除),其中N能够取2、4、8、10、以及20的值(提供10、5、2.5、2、以及1MHz的带宽操作)。其他实施例被N向下钟控(诸如160MHz被N除),其中N能够取10、20、40、80、以及160的值(提供16、8、4、2、以及1MHz的带宽操作)。在若干实施例中,对于那些IEEE 802.11ac系统,带宽还可以基于基调计数(tone count)。在一些实施例中,基调计数可以与那些IEEE802.11ac系统相同。在其他实施例中,基调计数可以不同于那些IEEE802.11ac系统,例如去除在更低带宽处不需要的基调计数。

[0021] 前导码结构的实施例可以实现新信号字段,11ah-SIG。前导码结构可以定义STF和LTF,来针对一个流操作对天线进行训练,随后是信号字段和数据有效载荷。在一些实施例中,信号字段之前可以是保护间隔(GI),随后是额外的LTF,来容纳额外的多输入多输出(MIMO)流。其他实施例不包含额外的LTF,因为其经由单个流进行通信。

[0022] 本文描述的逻辑、模块、设备、以及接口可以执行可以在硬件和/或代码中实现的功能。硬件和/或代码可以包含设计为完成该功能的软件、固件、微码、处理器、状态机、芯片集、或者其组合。

[0023] 实施例可以便于无线通信。一些实施例可以整合低功率无线通信,比如蓝牙®、无线局域网(WLAN)、无线城域网(WMAN)、无线个人区域网络(WPAN)、蜂窝网络、电气与电子工程师协会(IEEE) IEEE 802.11-2007、用于信息技术的IEEE标准—系统之间的电信和信息交换—本地和城域网—具体要求—部分11:无线LAN媒体访问控制(MAC)和物理层(PHY)规范(<http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.11-2007.pdf>)、(网络、消息收发系统、以及智能设备中的)通信,以便于这样的设备之间的交互。此外,一些无线实施例可以整合有单个天线,而其他实施例可以采用多个天线。

[0024] 依据本公开的各种实施例,呈现了与无线通信(例如基于IEEE 802.11规范)相关的方法。方法可以包含例如由媒体访问控制子层逻辑产生用于数据单元的字段部分(例如前导码的信号字段)的、4比特循环冗余校验序列。循环冗余校验序列可以提供为2的汉明距离。数据单元的字段部分可以包含与用于数据单元的无线通信的多个物理层参数相关的信息。物理层参数可以包含调制和编码方案参数、带宽参数、长度参数、波束成形参数、空间时间块编码参数、编码参数、聚合参数、短保护间隔参数。在一些实施例中,本文公开的方法依据IEEE 802.11ah规范实现。

[0025] 该方法还可以包含:产生包含短训练序列和长训练序列的前导码,其中,前导码还包含字段部分;接收由媒体访问控制子层逻辑产生的帧;对该帧与前导码部分进行封装以产生数据单元;以及传输该数据单元。

[0026] 依据本公开的各种实施例,呈现了与无线通信(例如基于IEEE 802.11规范)相关的设备和系统。这样的设备和/或系统可以包含数据单元构建器,被配置为对于数据单元的字段部分产生4比特循环冗余校验序列,其中,循环冗余校验序列提供为2的汉明距离,并且数据单元的字段部分包含与用于数据单元的无线通信的多个物理层参数相关的信息。数据单元构建器还可以被配置为:产生包括短训练序列和长训练序列的前导码部分;接收包括数据有效载荷的帧;以及对该帧与前导码部分进行封装以产生数据单元。系统的发射机可以与数据单元构建器耦合,并包含天线阵列来对数据单元进行无线传输。在一些实施例中,本文公开的设备 and/或系统依据IEEE802.11ah规范实现。

[0027] 现在转至图1,示出了无线通信系统1000的实施例。无线通信系统1000包含有线或者无线连接到网络1005的通信设备1010。通信设备1010可以经由网络1005与多个通信设备1030、1050、以及1055无线通信。通信设备1010、1030、1050、以及1055可以包含传感器、站、接入点、集线器、交换机、路由器、计算机、膝上型计算机、笔记本、蜂窝电话、PDA(个人数字助理)、或者其他具备无线能力的设备。因此,通信设备可以是移动或者固定的。例如,通信设备1010可以包含在家附近的水消耗的计量站。附近的每个家庭可以包含通信设备(诸如通信设备1030),并且通信设备1030可以集成在或者耦合至水表用量表。周期性地,通信设备1030可以发起与计量站的通信,以传输与水使用量相关的数据。此外,计量站或者其他通信设备可以周期性地发起与通信设备1030的通信,用于例如更新通信设备1030的固件。在其他实施例中,通信设备1030可以仅响应于通信,并可能不包含发起通信的逻辑。

[0028] 在其他实施例中,通信设备1010可以便于数据卸载。例如,作为低功率传感器的通信设备可以包含数据卸载方案,用于例如经由Wi-Fi、另一个通信设备、蜂窝网络等进行通信,目的在于减小在等待接入例如计量站时消耗的功耗和/或增加可用带宽。从传感器(诸如计量站)接收数据的通信设备可以包含数据卸载方案,用于例如经由Wi-Fi、另一个通信

设备、蜂窝网络等进行通信,目的在于减小网络1005的拥塞。

[0029] 网络1005可以代表多个网络的互相连接。例如,网络1005可以与广域网(诸如互联网)或者内部网耦合,并可以将本地设备有线互相连接或者经由一个或多个集线器、路由器、或者交换机无线互相连接。在本实施例中,网络1005通信地耦合通信设备1010、1030、1050、以及1055。

[0030] 通信设备1010和1030分别包含存储器1011和1031、以及媒体访问控制(MAC)子层逻辑1018和1038。存储器1011、1031(诸如动态随机存取存储器(DRAM))可以存储帧、前导码、以及前导码结构1014和1034、或者其部分。帧(还被称为MAC层协议数据单元(MPDU))和前导码结构1014和1034可以建立并维持在传输设备和接收设备之间的同步通信。前导码结构1014和1034还可以建立通信格式和速率。具体而言,基于前导码结构1014和1034产生或确定的前导码可以训练例如天线阵列1024和1044,来互相彼此通信,建立通信的调制和编码方案、通信的带宽、传输矢量(TX矢量)的长度、波束成形应用等。

[0031] MAC子层逻辑1018、1038可以产生帧和物理层数据单元(PPDU)。更具体而言,帧构建器1012和1032可以产生帧,并且数据单元构建器1013和1033可以产生PPDU。数据单元构建器1013和1033可以通过对包括由帧构建器1012和1032产生的帧的有效载荷进行封装,产生PPDU。在本实施例中,数据单元构建器1013和1033可以分别基于前导码结构1014和1034对帧与前导码进行封装,将在一个或多个RF信道中传输的有效载荷置前(prefix)。数据单元构建器(诸如数据单元构建器1013或者1033)的功能是将位的组集合为组成前导码以及有效载荷的码字(code word)或者符号(symbol),使得符号能够转换为信号来分别经由天线阵列1024和1044进行传输。

[0032] 每个数据单元构建器1013、1031可以供应包含信号字段部分1015、1035的前导码结构1014、1034,并在前导码在被产生期间和/或产生了前导码之后,将基于前导码结构1014、1034产生的前导码存储在存储器1011、1031中。在本实施例中,前导码结构1014、1034在信号字段1015、1035和数据有效载荷之前,包含一个短训练字段(STF)和一个长训练字段(LTF)。STF和LTF可以通过做出与通信相关的测量(诸如与相对频率、幅度、以及正交信号之间的相位变化相关的测量),训练天线阵列1022和1042来互相彼此通信。具体而言,STF可以用于数据包检测、自动增益控制、以及粗频率估计。LTF可以用于对于空间信道的信道估计、定时、以及精细频率估计。

[0033] 在一些实施例中,信号字段1015、1035提供用于或者建立数据单元的无线通信的物理层参数相关的信息。这样的物理层参数可以包含代表以下的参数:调制和编码方案(MCS)、带宽、长度、波束成形、空间时间块编码(STBC)、编码、聚合、短保护间隔(短GI)、循环冗余校验(CRC)、以及尾。CRC字段可以包含提供为2的汉明距离的4比特循环冗余校验序列。在很多实施例中,为2的汉明距离基本保证了SIG字段中单个位错误的检测。在一些实施例中,信号字段的4比特CRC序列可以使用 x^4+x+1 的生成器多项式(其实现1300在图1E中示出)来产生。在其他实施例中,信号字段的4比特CRC序列可以通过将4个1比特CRC级联而产生,其每个可以通过采取信号字段的数据部分的每个第4位作为向奇偶校验位计算中的一个的输入来计算。这样的4个1比特CRC序列产生的实现1400在图1F中示出。

[0034] 在一些实施例中,信号字段1015、1035可以包含MCS,该MCS包含具有1/2的编码速率的二进制相移键控(BPSK);或者具有3/4的编码速率的256点星座正交幅度调制(256-

QAM)。在其他实施例中,信号字段1015、1035包含调制技术(诸如交错正交相移键控(SQPSK))。在很多实施例中,MCS用1至4个空间流来建立通信。

[0035] 在若干实施例中,信号字段1015、1035可以包含的带宽包含20兆赫(MHz)被N除、40MHz被N除、80MHz被N除、或者160MHz被N除,其中,N是整数,并且带宽落入1与10MHz之间。例如,带宽可以包含160MHz被N除,其中,N等于160、80、40、20、以及10,结果导致1MHz、2MHz、4MHz、8MHz、以及16MHz的带宽。在其他实施例中,带宽可以包含20MHz被N除,其中,N等于2、4、8、10、16、以及20,结果导致1MHz、1.25MHz、2MHz、2.5MHz、5MHz、以及10MHz的带宽。

[0036] 通信设备1010、1030、1050、以及1055每个都可以包含收发机(RX/TX)(诸如收发机(RX/TX)1020和1040)。每个收发机1020、1040包含RF发射机和RF接收机。每个RF发射机将数字数据压印(impress)在RF频率上,用于通过电磁辐射传输数据。RF接收机接收在RF频率处的电磁能量,并从其取出数字数据。图1可以绘出多个不同实施例,包含具有例如4个空间流的多输入多输出(MIMO)系统,并可以绘出退化系统,其中一个或多个通信设备1010、1030、1050、以及1055包含具有单个天线的接收机和/或发射机,包含单输入单输出(SISO)系统、单输入多输出(SIMO)系统、以及多输入单输出(MISO)系统。图1的无线通信系统1000旨在代表电气与电子工程师协会(IEEE)802.11ah系统。类似地,设备1010、1030、1050、以及1055旨在代表IEEE 802.11ah设备。

[0037] 在很多实施例中,收发机1020和1040实现正交频分复用(OFDM)。OFDM是在多个载波频率上对数字数据进行编码的方法。OFDM是被用作数字多载波调制方法的频分复用方案。大量的紧密隔开的正交子载波信号被用于携带数据。数据被分割为若干并行数据流或者信道,每个子载波有一个。每个子载波用低符号速率的调制方案调制,维持类似于相同带宽下常规单载波调制方案的总数据速率。

[0038] 对于包含数据、导频、保护、以及归零的功能,OFDM系统使用若干载波或者“基调”。数据基调被用于经由一个信道在发射机与接收机之间传送信息。导频基调被用于维持信道,并可以提供与时间/频率和信道跟踪相关的信息。保护基调在传输期间可以插入在符号(诸如STF和LTF符号)之间,以避免可能起因于多路径失真的符号间干扰(ISI)。这些保护基调还帮助信号符合频谱屏蔽。直流分量(DC)的归零可以被用于简化直接转换接收机设计。

[0039] 在一个实施例中,通信设备1010可选地包含由虚线表明的数字波束成形器(DBF)1022。DBF 1022将信息信号转换为应用到天线阵列1024的元件的信号。天线阵列1024是单独、分开可激活天线元件的阵列。应用到天线阵列1024的元件的信号使天线阵列1024辐射1至4个空间信道。这样形成的每个空间信道可以将信息携带至一个或多个通信设备1030、1050、以及1055。类似地,通信设备1030包含收发机1040,从并且向通信设备1010接收并传输信号。收发机1040可以包含天线阵列1044、以及可选的DBF 1042。与数字波束成形并行地,收发机1040能够与IEEE 802.11ah设备通信。

[0040] 图1A绘出具有用于在无线通信设备(诸如图1中的通信设备1010、1030、1050、以及1055)之间建立通信的前导码结构1062的物理层协议数据单元(PPDU)1060的实施例。PPDU 1060可以包含前导码结构1062,包含对于单个多输入多输出(MIMO)流的正交频分复用(OFDM)训练符号,随后是信号字段,随后是对于额外的MIMO流的额外的OFDM训练符号,并且前导码结构1060随后可以是数据有效载荷。具体而言,PPDU 1060可以包含短训练字段(STF)1064、长训练字段(LTF)1066、11AH-SIG 1068、额外的LTF 1069、以及数据1070。STF

1064可以包含长度为0.8微秒(μs)乘N的多个短训练符号(诸如10个短训练符号),其中N是整数,代表从20MHz信道间距起的向下钟控因子。例如,对于10MHz信道间距,定时将翻倍。20MHz信道间距的STF 1064的总时间帧是 $8\mu\text{s}$ 乘N。

[0041] LTF 1066可以包含保护间隔(GI)符号和2个长训练符号。在20MHz信道间距,保护间隔符号可以具有 $1.6\mu\text{s}$ 乘N的持续时间,并且每个长训练符号可以具有 $3.2\mu\text{s}$ 乘N的持续时间。在20MHz信道间距对于LTF 1066的总时间帧是 $8\mu\text{s}$ 乘N。

[0042] 11ah-SIG 1068可以包含 $0.8\mu\text{s}$ 乘N的GI符号、以及 $7.2\mu\text{s}$ 乘N的信号字段符号(诸如在图1C中描述的符号)。如果需要,额外的LTF 1069可以包含:对于额外的MIMO流的一个或多个LTF符号(20MHz信道间距的 $4\mu\text{s}$ 乘N)。数据1070可以包含一个或多个MAC子层协议数据单元(MPDU),并可以包含一个或多个GI。例如,数据1070可以包含一组或多组的符号,包含20MHz信道间距的 $0.8\mu\text{s}$ 乘N的GI符号,随后是20MHz信道间距的 $3.2\mu\text{s}$ 乘N的有效载荷数据。

[0043] 本实施例可以包含5个允许的带宽,诸如1MHz、2MHz、4MHz、8MHz和16MHz。在一些实施例中,依据前导码结构1062产生的前导码可以复制到例如2个带宽(诸如2个1MHz带宽)。一旦数据部分开始,复制不可再发生,并且可以实现新的基调分配。例如,对于前导码的基调分配:对于最低带宽(1MHz),可以固定在56个基调;对于下个带宽(2MHz),可以复制以得到总的112个基调;对于下个带宽(4MHz),可以复制得到总的224个基调;对于下个带宽(8MHz),可以再次复制得到总的448个基调;并对于最大的带宽(16MHz),可以再次复制得到总的896个基调。对于1MHz带宽,对于数据1070的基调分配可以设定在56个基调(52个数据基调加4个导频基调);对于2MHz带宽为114个基调(用于数据的108个基调加6个导频基调);对于4MHz带宽为242个基调(234个数据基调加8个导频基调);对于8MHz带宽为484个基调(用于数据的468个基调加16个导频基调);并且对于16MHz带宽为968个基调(用于数据的936个基调加32个导频基调)。

[0044] 图1B绘出具有用于在无线通信设备(诸如图1中的通信设备1010、1030、1050、以及1055)之间建立通信的前导码结构1082的物理层协议数据单元(PPDU) 1080的替代实施例。PPDU 1080可以包含前导码结构1082,包含对于单个多输入多输出(MIMO)流的正交频分复用(OFDM)训练符号,随后是信号字段,并且数据有效载荷可以跟在前导码结构1080的后面。具体而言,PPDU 1080可以包含短训练字段(STF) 1064、长训练字段(LTF) 1066、11AH-SIG 1068、以及数据1070。

[0045] 图1C绘出用于在无线通信设备(诸如图1中的通信设备1010、1030、1050、以及1055)之间建立通信的信号字段、11AH-SIG 1100的实施例。虽然数量、类型、以及字段的内容可能在实施例之间不同,本实施例可以包含具有一序列的位的信号字段,该一序列的位是用于调制和编码方案(MCS) 1104参数、带宽(BW) 1106参数、长度1108参数、波束成形(BF) 1110参数、空间时间块编码(STBC) 1112参数、编码1114参数、聚合1116参数、短保护间隔(SGI) 1118参数、循环冗余校验(CRC) 1120参数、以及尾1122参数。

[0046] MCS 1104参数可以包含6个位,并可以指定二进制相移键控(BPSK)、256点星座正交幅度调制(256-QAM)、或者交错正交相移键控(SQPSK),作为用于通信的调制格式。这些选择可以提供用于通信的1至4个空间流。BPSK可以具有1/2的编码速率。256-QAM可以具有3/4的编码速率。SQPSK(还被称为OQPSK)可以具有1/2或者3/4的编码速率。在一些实施例中,SQPSK是对信号和数据字段允许的调制格式,以将通信设备的操作范围延伸,用于例如室外

传感器监控。

[0047] BW 1106参数可以包含2个位,并可以涉及从4个带宽(诸如2MHz、4MHz、8MHz、以及16MHz)中选择带宽。选择第五个带宽(诸如1MHz)还可以经由另一个方法来选择。在其他实施例中,BW 1106参数可以提供4个不同的带宽,被整数N从20MHz、40MHz、80MHz、或者160MHz向下钟控。数字N可以是任何整数,诸如1、2、3、4、5、6、7、8、9、10等。

[0048] 长度1108参数可以包含16个位,并可以以八位字节描述传输矢量的长度。在一些实施例中,对于长度1108参数允许的值为1至4095的范围。长度1108参数可以表明MAC子层逻辑当前请求物理层(PHY)设备(例如图1中的收发机1020、1040)来进行传输的MAC协议数据单元(MPDU)中的八位字节的数量。由PHY使用长度1108参数来确定在接收开始传输的请求之后将在MAC与PHY之间发生的八位字节传送的数量。

[0049] 波束成形(BF) 1110参数可以包含一个位,并且可以指定PHY是否将实现波束成形以用于MPDU的传输。空间时间块编码(STBC) 1112参数可以包含一个位,并且可以指定是否实现空间时间块编码(诸如Alamouti码)。并且编码1114参数可以包含2个位,并且可以指定是否使用二进制卷积编码(BCC)或者低密度奇偶校验编码(LDPC)。

[0050] 聚合1116参数可以包含一个位,并且可以指定是否授权MPDU聚合(A-MPDU)。短保护间隔(SGI) 1118参数可以包含1个或2个位,并且可以指定SGI的持续时间。例如,一个位可以被设定为逻辑一来指定短保护间隔,或者设定为逻辑零来指定长保护间隔,并且第二位可以指定短保护间隔长度歧义抑制。

[0051] 循环冗余校验(CRC) 1120序列参数可以包含信号字段的4比特CRC序列、11ah-SIG 1100,CRC提供为2的汉明距离。在一些实施例中,4比特CRC序列用 x^4+x+1 的生成器多项式产生。图1E绘出产生4比特CRC序列的该生成器多项式函数的实现的框图1300(包含XOR模块1305、位存储模块 C_x 1310、以及INVERT模块1315)。在操作中,信号字段的位(例如代表调制和编码方案(MCS) 1104参数、带宽(BW) 1106参数、长度1108参数、波束成形(BF) 1110参数、空间时间块编码(STBC) 1112参数、编码1114参数、聚合1116参数、以及短保护间隔(SGI) 1118参数的位)被提供为输入位,使用如所绘的逻辑基于所述输入位来计算CRC位(即输出位)。在一些实施例中,在操作的开始,位存储模块 C_x 1310被初始化为值一。

[0052] 在其他实施例中,循环冗余校验(CRC) 1120序列参数可以包含4个1比特CRC(奇偶校验位)的级联,其中,11ah-SIG 1100字段的每个第4位输入至奇偶校验位计算中的一个。图1F绘出这样的4个1比特CRC产生技术的实现的框图1400(包含XOR模块1405、复用器和解复用器1410、以及位存储模块1415)。在操作中,信号字段的位被提供为输入位,使用如所绘的逻辑基于所述输入位来计算4个CRC位(即输出位)。具体而言,在该实现中,第一奇偶校验或者CRC序列位(关联于 C_0 模块)通过采取11ah-SIG 1100的位0、4、8……作为输入来计算。第二奇偶校验位(关联于 C_1 模块)采取11ah-SIG 1100的位1、5、9……作为输入。第三奇偶校验位(关联于 C_2 模块)采取11ah-SIG 1100数据位2、6、10……作为输入。并且,第四奇偶校验位(关联于 C_3 模块)采取11ah-SIG 1100数据位3、7、11……作为输入。在该实现中,复用器和解复用器1410选项在任何给定的周期可以是相同的。所以,如果 C_x 被用于XOR操作,那么结果也写回 C_x ,其中x等于0、1、2、3。

[0053] 尾1122参数可以包含(例如逻辑零或者一的)6比特序列,以指定信号字段11ah-SIG 1100的结束。

[0054] 图1D示出帧的一个功能的操作的实施例1200。具体而言,图1D示出对于实施例在保护的传输操作(TxOP)上的使用。一些实施例可以利用保护的TxOP在帧的传输之前来通知除了接收机外的设备:其他设备应该避免在特定持续时间中进行传输。特定持续时间可以是对于传输该帧分配的时间。例如,对于利用传输波束成形(TxBF)的实施例而言,波束成形可以在传输信号字段(诸如图1C所示的信号字段1100、或者图1的信号字段1015或者1035)时开始。作为结果,一些通信设备(诸如通信设备1010、1030、1050、以及1055)可能不能够对信号字段进行解码。在该实施例中,可以实现虚拟载波感测机制来指示通信设备在一段时间内推迟访问通信介质(诸如图1的网络1005)。

[0055] 如图1D中示出的那样,为了建立通信,发射机传输包括由接收机接收的发送请求(RTS)字段的控制帧。控制帧还包含地址字段和持续时间字段(图1D中未示出)。地址字段表明传输预期发往哪个接收机。持续时间字段包含网络分配矢量(NAV),其表明给传输预留的持续时间。在发送了RTS信号之后,但在发送传输的数据之前,发射机等待以从接收机接收允许发送(CTS)信号。如果在一段短时间内没有接收CTS,预期的传输被临时放弃,并且新的RTS信号可以之后发送。一旦响应于RTS接收了CTS信号,发射机在NAV持续时间发送数据,如图1D所示。除了预期的接收机之外的设备可以设定其相应NAV,以避免在NAV的持续时间进行通信。

[0056] 图2示出在无线网络中传输基于正交频分复用(OFDM)的通信的装置的实施例。该装置包含与媒体访问控制(MAC)子层逻辑201耦合的收发机200。MAC子层逻辑201可以产生物理层协议数据单元(PPDU),来经由收发机200进行传输。

[0057] MAC子层逻辑201可以包含硬件和/或代码来实现数据链路层功能,包含通过经由帧构建器202在帧中封装MSDU,从MAC服务数据单元(MSDU)产生MAC协议数据单元(MPDU)。例如,帧构建器可以产生如下帧:包含指明是否帧是管理、控制或者数据帧的类型字段;以及指明帧的功能的子类型字段。控制帧可以包含准备发送或者允许发送帧。管理帧可以包含信标、探测响应、关联响应、以及重新关联响应帧类型。跟在第一帧控制字段的后面的持续时间字段指明该传输的持续时间。如上所述,持续时间字段包含网络分配矢量(NAV),其能够被用作对于通信的保护机制。并且,数据类型帧被设计为传输数据。地址字段可以跟在持续时间字段的后面,指明用于传输的预期接收机的地址。

[0058] MAC子层逻辑201还可以包含数据单元构建器203。数据单元构建器203可以基于前导码结构(诸如图1C所示的前导码结构)来确定前导码,来封装MPDU以产生PPDU。在很多实施例中,数据单元构建器203可以从存储器中选择前导码(诸如默认的前导码),用于数据帧传输,控制帧传输,或者管理传输。在若干实施例中,数据单元构建器203可以基于对于从另一个通信设备接收的前导码默认的一组值来创建前导码。例如,对于农场的符合IEEE 802.11ah的数据收集站可以周期性地从具有符合IEEE802.11ah的集成无线通信设备的低功率传感器接收数据。传感器可以在一段时间内进入低功率模式,周期性地唤醒来收集数据,并与数据收集站周期性地通信以传输由传感器收集的数据。在一些实施例中,传感器可以主动发起与数据收集站的通信,传输指示通信能力的的数据,并响应于CTS等,开始将数据传送至数据收集站。在其他实施例中,传感器可以响应于由数据收集站发起通信,将数据传输至数据收集站。

[0059] 数据单元构建器203可以产生前导码,包含STF、保护间隔、LTF、以及11ah-SIG字

段。在很多实施例中,数据单元构建器203可以基于通过与另一个通信设备的交互而选择的通信参数来创建前导码。数据单元构建器203可以创建具有包括MCS字段的11ah-SIG字段的前导码,MCS字段具有6个比特,指示具有1/2的编码速率和4个空间流的二进制相移键控。数据单元构建器203可以从5个允许的带宽(诸如16MHz、8MHz、4MHz、2MHz、以及1MHz)来确定带宽。在带宽落入1MHz至10MHz的其他实施例中,4个带宽可以包含多组带宽(诸如10MHz、6.7MHz、5MHz、以及4MHz;10MHz、5MHz、4MHz、以及2.5MHz;10MHz、5MHz、2.5MHz、以及1.25MHz;5MHz、4MHz、3.3MHz以及2.9MHz等)。在其他实施例中,多组4个带宽可以包含大于10MHz的一个或多个带宽(诸如20MHz、10MHz、5MHz、以及2.5MHz;40MHz、20MHz、10MHz、以及5MHz;40MHz、20MHz、10MHz、以及5MHz;26.7MHz、20MHz、16MHz、以及13.3MHz等)。数据单元构建器203可以将BW位设定为代表4个带宽10MHz、5MHz、2.5MHz、以及1.25MHz中的一个的值。并且在很多实施例中,第五带宽可以在11ah-SIG字段内由另一个单元选择,诸如具有第三位的带宽参数、具有表明第五带宽的一个或多个位的延伸的数据有效载荷、在11ah-SIG字段内设定另1位并结合带宽参数被设定为特定带宽的指示等。

[0060] 在很多实施例中,数据单元构建器203可以用11ah-SIG字段创建前导码,11ah-SIG字段包括首先具有最低有效位(LSB)的16比特长的长度字段。长度字段可以包含传输矢量(TXVECTOR)的长度。在其他实施例中,数据单元构建器203可以用11ah-SIG字段来创建前导码,11ah-SIG字段包括选择低密度奇偶校验(LDPC)的编码位、以及提供LDPC持续时间歧义的额外编码位。数据单元构建器203可以用11ah-SIG字段来创建前导码,11ah-SIG字段包括用于传输波束成形(TxBF)的位。例如,一些实施例可以将TxBF位设定为逻辑一,以表明该传输应该对于向具有波束成形能力的通信设备的数据包波束成形,并可以将TxBF位设定为逻辑零,以表明该传输不应例如对于保护机制帧波束成形。

[0061] 在若干实施例中,数据单元构建器203可以用包括短保护间隔(SGI)字段的11ah-SIG字段来创建前导码,短保护间隔(SGI)字段例如可以是1.6微秒(μs)乘N,其中,N是整数,由此,定时从20MHz信道间距被向下钟控。数据单元构建器203还可以用11ah-SIG字段来创建前导码,11ah-SIG字段包括:循环冗余校验(CRC)字段,用于错误检测(例如4比特CRC);以及(例如包括6个零比特的)尾,用于例如能在接收尾比特之后立即对MCS和长度字段进行解码。

[0062] 在一些实施例中,数据单元构建器203可以基于IEEE 802.11n/ac基调分配,分配对于前导码的基调。例如,对于前导码,56个基调可以分配给1.25MHz带宽,112个基调可以分配给2.5MHz带宽,224个基调可以分配给5MHz带宽,并且448个基调可以分配给10MHz带宽。在很多实施例中,数据单元构建器203可以对于PPDU的数据或者MPDU部分不同地分配基调。例如,56个基调可以分配给1.25MHz带宽的数据,114个基调可以分配给2.5MHz带宽的数据,242个基调可以分配给5MHz带宽的数据,并且484个基调可以分配给10MHz带宽的数据。

[0063] 收发机200包含接收机204和发射机206。发射机206可以包含一个或多个编码器208、调制器210、OFDM 212、以及DBF 214。发射机206的编码器208接收从MAC子层逻辑202用于传输的数据。MAC子层逻辑202可以以块或者符号(诸如数据的字节)将数据呈现给收发机200。编码器208可以使用现在已知的或者将要开发的多个算法中的任何一个来对数据进行编码。可以完成编码来实现多个不同目的中的一个或多个。例如,可以执行编码来减少必须发送来传送要传输的信息的每个符号的比特的平均数。可以执行编码来减少接收机处的符

号检测中错误的概率。因此,编码器可以将冗余导入至数据流。增加冗余增加了要求来传输信息的信道带宽,但导致了更少的错误,并能使信号以更低功率传输。编码还可以包含用于安全性的加密。

[0064] 在本实施例中,编码器208可以实现空间时间块编码(STBC)、以及二进制卷积编码(BCC)或者低密度奇偶校验编码(LDPC)、以及其他编码。

[0065] 发射机206的调制器210从编码器208接收数据。调制器210的目的在于将从编码器208接收的每个块的二进制数据转换为当上转换(up-conversion)和放大时能够由天线传输的唯一连续时间波形。调制器210将接收的数据块压印到选择的频率的正弦。更具体而言,调制器210将数据块映射到对应的正弦的离散幅度的组、或者正弦的离散相位的组、或者正弦的相对于频率的离散频移的组。调制器210的输出是带通信号。

[0066] 在一个实施例中,调制器210可以实现正交幅度调制(QAM),从信息序列将2个分离的k比特符号压印到2个正交载波, $\cos(2\pi ft)$ 和 $\sin(2\pi ft)$ 。QAM通过改变(调制)2个载波的幅度,使用幅移键控(ASK)数字调制方案来运送2个数字比特流。2个载波互相彼此异相 90° ,并且因此称作正交载波或者正交分量。调制的波被求和,作为结果的波形是相移键控(PSK)和幅度移键控(ASK)这两者的组合。可以使用有限数量的至少2个相位和至少2个幅度。

[0067] 在另一个实施例中,调制器210将从编码器208接收的数据块映射到载波的离散相位的组,以产生相移键控(PSK)信号。对于小于或者等于N的正整数的n,通过将输入序列的 $k = \log_2 N$ 二进制数位的块映射到N个对应相位 $\theta = 2\pi(n-1)/n$ 中的一个,来产生N相PSK信号。作为结果的等同低通信号可以表示为:

$$[0068] \quad u(t) = \sum_{n=0}^{\infty} e^{j\theta_n} g(t-nT)$$

[0069] 其中 $g(t-nT)$ 是基本脉冲,其形状可以被优化以增加在接收机处精确检测的概率(例如通过减小符号间干扰)。这样的实施例可以使用二进制相移键控(BPSK)、最简单形式的相移键控(PSK)。BPSK使用分离为 180° 的2个相位,并且是所有PSK中最稳健的,因为其采取了使解调器实现不正确的决定的最高水平的噪声或者失真。在BPSK中对于信号相位有2个状态:0和180度。在调制之前数据经常被差分编码。

[0070] 在又一个实施例中,调制器210将从编码器208接收的数据块交替映射到称作I信道(“相位内”)和Q信道(“相位正交”)的2个信道或者流,称作交错正交相移键控(SQPSK)。SQPSK是相移键控的方法,其中,信号载波相位过渡是90度或者一次1/4周期。90度的相移被称为相位正交。单相过渡不超过90度。在SQPSK中,有4个状态:0、+90、-90和180度。

[0071] 调制器210的输出可以上转换为更高的承载频率。或者,调制可以与上转换整合地执行。在传输之前将信号移至高得多的频率能够使用实际尺寸的天线阵列。即,传输频率越高,天线能够越小。因此,上转换器将调制的波形乘以正弦,以获得具有作为波形的中心频率和正弦频率的总和的载波频率的信号。该操作基于三角恒等式:

$$[0072] \quad \sin A \cos B = \frac{1}{2} [\sin(A+B) + \sin(A-B)]$$

[0073] 在和频率(A+B)处的信号通过,并且在差频率(A-B)处的信号被滤掉。因此,提供带通滤波器来理想滤波掉除了要传输的信息(中心在载波(和)频率处)外的所有的信息。

[0074] 调制器210的输出被馈送至正交频分复用器(OFDM) 212。OFDM 212将调制的数据从

调制器210压印到多个正交子载波。OFDM 212的输出被馈送至数字波束成形器 (DBF) 214。采用数字波束成形技术来增加无线系统的效率和容量。通常,数字波束成形使用如下的数字信号处理算法:对由天线元件的阵列接收的并从天线元件的阵列传输的信号进行操作,以实现增强的系统性能。例如,可以形成多个空间信道,并且每个空间信道可以独立操纵,以将传输到多个用户终端的每个并从多个用户终端的每个接收的信号功率最大化。此外,可以适用数字波束成形,以将多路径衰减最小化并拒绝同信道干扰。

[0075] 收发机200还可以包含连接至天线阵列218的双工器 (diplexer) 216。因此,在该实施例中,单个的天线阵列用于传输和接收这两者。当传输时,信号传递通过双工器216,并用上转换的信息承载信号 x 来驱动天线。在传输期间,双工器216防止要传输的信号进入接收机204。当接收时,由天线阵列接收的承载信息的信号传递通过双工器216,用于将信号从天线阵列输送到接收机204。双工器216然后防止接收的信号进入发射机206。因此,双工器216作为交换机进行操作,来交替地将天线阵列元件连接至接收机204和发射机206。

[0076] 天线阵列218将承载信息的信号辐射到能够由接收机的天线接收的电磁能量的随时间变化的空间分布。接收机然后能够取出接收的信号的信息。天线元件的阵列能够产生能够被操纵来优化系统性能的多个空间信道。相反地,在接收天线处的辐射模式中的多个空间信道能够被分离为不同的空间信道。因此,天线阵列218的辐射模式可以是高选择性。天线阵列218可以使用印制电路板金属化技术来实现。微带、带状线、槽线、以及补片例如都是用于天线阵列218的候选。

[0077] 收发机200可以包含用于接收、解调、以及解码承载信息的信号的接收机204。接收机204可以包含一个或多个DBF 220、OFDM 222、解调器224和解码器226。接收的信号从天线元件218馈送至数字波束成形器 (DBF) 220。DBF 220将 N 个天线信号转换为 L 个信息信号。

[0078] DBF 220的输出被馈送至OFDM 222。OFDM 222从承载信息的信号在其上被调制的多个子载波取出信号信息。

[0079] 解调器224对接收的信号进行解调。解调是如下处理:从接收的信号取出信息以产生未解调的信息信号。解调的方法依赖于信息调制到接收的载波信号的方法。因此,例如如果调制是BPSK,那么解调涉及相位检测以将相位信息转换为二进制序列。解调向解码器提供信息的一系列的位。解码器226对从解调器224接收的数据进行解码,并将解码的信息、MPDU传输至MAC子层逻辑202。

[0080] 本领域的技术人员将认识到收发机可以包含大量图2未示出的额外功能,并且接收机204和发射机206能够是不同的设备,而非封装为一个收发机。例如,收发机的实施例可以包含动态随机存取存储器 (DRAM)、参考振荡器、滤波电路、同步电路、可能的多频转换级和多个放大级等。此外,可以集成图2所示的一些功能。例如,数字波束成形可以与正交频分复用集成。

[0081] 图3绘出用于产生前导码结构 (诸如在图1A和1B中示出的前导码结构) 的示例流程图300。流程图300从接收来自帧构建器的帧 (要素305) 开始。MAC子层逻辑可以产生帧来传输到另一个通信设备,并可以将帧作为MPDU传递至数据单元构建器,该数据单元构建器将数据转换为能够传输至其他通信设备的分组。数据单元构建器可以基于前导码结构 (如图1A的前导码结构1062) 来产生前导码,来封装PSDU (来自帧构建器的MPDU) 以形成PPDU用于传输。在一些实施例中,多于一个的MPDU可以封装在PPDU中。

[0082] 数据单元构建器可以确定或创建前导码,来通过一个或多个要素310至345来封装帧。在产生前导码中,数据单元构建器可以产生信号字段(诸如图1A-C的11ah-SIG 1100),尽管字段及其内容可以不同于图1C描述的字段。为了产生信号字段,数据单元构建器可以对于PPDU确定调制和编码方案(要素310)。数据构建器可以选择默认的调制和编码方案,选择经由与其他通信设备的通信所表明的调制和编码方案,或者另外选择调制和编码方案。在很多实施例中,数据单元构建器可以从一组调制和编码方案(包括1/2速率的BPSK、3/4速率的256-QAM、或者SQPSK)中选择调制和编码方案。

[0083] 虽然前导码的字段的生产可以以任何顺序发生,或者可以包含从存储器选择前导码,但本实施例可以在确定调制和编码方案之后确定通信的带宽(要素315)。确定带宽可以包含从5个带宽(诸如1MHz、2MHz、4MHz、8MHz和16MHz)中选择带宽。

[0084] 数据单元构建器可以确定波束成形是否应该通过设定波束成形位来实现(要素320)。数据单元构建器可以将波束成形位设定为逻辑一,来实现对于数据帧的波束成形,并将波束成形位设定为逻辑零,来根据多个不同原因而关掉波束成形。例如,当发起传输的通信设备或者作为传输的目的地的通信设备不支持波束成形时,可以关掉波束成形。

[0085] 在很多实施例中,数据单元构建器通过将位设定为逻辑一而开启STBC并且设定为逻辑零而关掉STBC,来确定空间时间块编码(STBC)位(要素325)。STBC可以跨多个天线传输数据流的多个副本,并利用数据的各种接收的副本来改善数据传送的可靠性。该冗余会导致有更高几率能够使用一个或多个接收的副本,来正确地对接收到的信号进行解码。在若干实施例中,STBC将接收的信号的所有副本合成,以作为信息从每个副本取出。

[0086] 在确定STBC值之后,数据单元构建器可以确定编码值(要素330)。数据单元构建器可以确定是否使用二进制卷积编码(BCC)或者低密度奇偶校验编码(LDPC)。在一些实施例中,编码参数可以包含用于LDPC持续时间歧义的额外位。BCC可以被看作是具有输出序列的线性有限状态移位寄存器,包括输入序列的一组线性组合。对于每个输入位的来自移位寄存器的输出位的数量可以是代码中冗余的度量。并且LDPC码是线性错误校正码,在有噪声的传输信道中传输消息的方法,并且可以使用稀疏二分图来组成。LDPC码是容量逼近码,其能够在时间上线性于其块长度进行解码,并且由稀疏奇偶校验矩阵来定义。

[0087] 在一些实施例中,数据单元构建器可以通过将聚合值设定为逻辑一而授权聚合的MPDU(A-MPDU)来确定聚合值(要素335)。在授权聚合的MPDU中,数据单元构建器可以要求PPDU的每个数据传输在数据有效载荷中包含多于一个MPDU。因为管理信息仅需要每个PPDU指明一次,所以有效载荷数据与传输数据的总容量的比率更高,允许更低的功耗。

[0088] 数据单元构建器然后可以确定短保护间隔(SGI)值(要素340)。在很多实施例中,数据单元构建器可以在两个或多个SGI值之间选择。例如,数据单元构建器可以将SGI值设定为逻辑零,来选择400纳秒的SGI;并将SGI值设定为逻辑一,来选择600纳秒的SGI。

[0089] 在若干实施例中,数据构建器可以用循环冗余校验(CRC)(要素345)和尾来完成前导码。为了检测数据传输中的错误,CRC可以包含信号字段11ah-SIG 1100的4比特CRC。4比特CRC可以使用 x^4+x+1 生成器多项式来产生。图1E绘出产生4比特CRC序列的该生成器多项式函数的实现的框图1300。其他实施例可以使用4个1比特CRC(奇偶校验位)的级联,其中,SIG字段的数据部分的每个第4位输入至奇偶校验位计算中的一个。图1F绘出这样的4个1比特CRC生成器函数的实现的框图1400。并且,尾可以包含一系列位(诸如6个逻辑零)来指定

前导码的结束。

[0090] 在确定了前导码之后,数据单元构建器可以对该帧(MPDU)或者多个帧(如果A-MPDU设定为逻辑一)与前导码进行封装,以产生PPDU用于传输至另一个通信设备(要素350)。PPDU然后可以传输至物理层设备(诸如图2中的发射机206或者图1中的收发机1020、1040),使得PPDU可以基于前导码转换为信号,并经由天线传输(要素355)。如果从帧构建器接收了更多帧(要素360),那么额外的PPDU可以在要素310至350中确定。

[0091] 图4A、4B绘出用图2所示的发射机和接收机传输并接收通信的流程图的实施例。参考图4A,流程图400以发射机(诸如发射机206)从MAC子层逻辑接收PPDU(要素405)来开始。发射机可以将PPDU转换为通信信号(要素410),该通信信号能够经由天线(诸如天线阵列218的天线元件)传输。更具体而言,发射机可以经由PPDU的前导码中描述的一个或多个编码方案(诸如STBC和BCC或者LDPC)对PPDU进行编码。发射机可以经由由前导码表明的调制和编码方案(诸如BPSK、256-QAM、或者SQPSK)对PPDU进行调制。发射机可以依据前导码经由OFDM将子载波之间的数据分割,并且发射机可以将信号波束成形来创建通信信号。之后,发射机可以将通信信号传输至天线,来将信号传输至另一个通信设备(要素415)。

[0092] 参考图4B,流程图450以接收机(诸如接收机204)经由一个或多个天线(诸如天线阵列218的天线元件)接收通信信号(要素455)来开始。接收机可以依据在前导码(诸如基于图1A-B中的前导码结构1062或者1082的前导码)中描述的处理,将通信信号转换为MPDU(要素460)。更具体而言,接收的信号从一个或多个天线馈送至DBF(诸如图2所示的DBF220)。DBF将天线信号转换为诸如图3B所示的信息信号。DBF的输出被馈送至OFDM(诸如OFDM 222)。OFDM从在其上调制承载信息的信号的多个子载波取出信号信息。然后,解调器(诸如解调器224)例如经由BPSK、256-QAM、或者SQPSK对信号信息进行解调。并且,解码器(诸如解码器226)例如经由STBC和BCC或者LDPC对来自解调器的信号信息进行解码,以取出MPDU(要素460),并将MPDU传输至MAC子层逻辑(诸如MAC子层逻辑202)(要素465)。

[0093] 另一个实施例实现为用于实现参考图1至4描述的系统和方法的程序产品。一些实施例能够采取整个硬件实施例、整个软件实施例、或者含有硬件和软件元素这两者的实施例的形式。一个实施例实现为软件,其包含但是不限于固件、常驻软件、微码等。

[0094] 此外,实施例能够采取可从计算机可用或者计算机可读介质(提供由计算机或者任何指令执行系统使用或者与其结合的程序代码)访问的计算机程序产品(或者机器可访问的产品)的形式。出于该描述的目的,计算机可用或者计算机可读介质能够是能够含有、存储、通信、传播、或者传输程序的任何装置,该程序由指令执行系统、装置、或者设备使用或者与其结合。

[0095] 介质可以是电子、磁、光学、电磁、红外线、或者半导体系统(或者装置或者设备)。计算机可读介质的示例包含半导体或者固态存储器、磁带、可移动计算机软盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、刚性磁盘、以及光盘。光盘的当前示例包含压缩光盘只读存储器(CDROM)、读写压缩光盘(CD-R/W)、以及DVD。

[0096] 适于存储和/或执行程序代码的数据处理系统将包含通过系统总线直接或者间接耦合至存储器元件的至少一个处理器。存储器元件能够包含在实际执行程序代码期间采用的本地存储器、大容量存储器、以及缓存存储器,其提供至少一些程序代码的临时存储,以减小在执行期间必须从大容量存储器取回代码的次数。

[0097] 如上所述的逻辑可以是对于集成电路芯片设计的部分。芯片设计被创建在图形计算机编程语言中,并存储在计算机存储介质中(诸如盘、磁带、物理硬盘驱动器、或者(诸如存储接入网络中的)虚拟硬盘驱动器)。如果设计师不制造芯片或者用于制造芯片的光刻掩模,那么设计师通过物理单元(例如通过提供存储该设计的存储介质的副本)或者电子地(例如通过互联网)将作为结果的设计直接或者间接传输至该实体。存储的设计然后被转换为适当的格式(例如GDSII)用于制造。

[0098] 作为结果的集成电路芯片能够由制造商作为裸片以原始晶片形式(即,作为具有多个未封装芯片的单个晶片),或者以封装形式分布。在后者的情况下,芯片以单芯片封装(诸如塑料载体,具有附加至母板或者其他更高级别载体的导线),或者以多芯片封装(诸如陶瓷载体,具有一个或者两个表面互连或者埋入互连)装载。在任何情况下,芯片然后与其他芯片、离散电路元件、和/或其他信号处理设备集成,作为(a)中间产品(诸如母板);或者(b)最终产品的一部分。

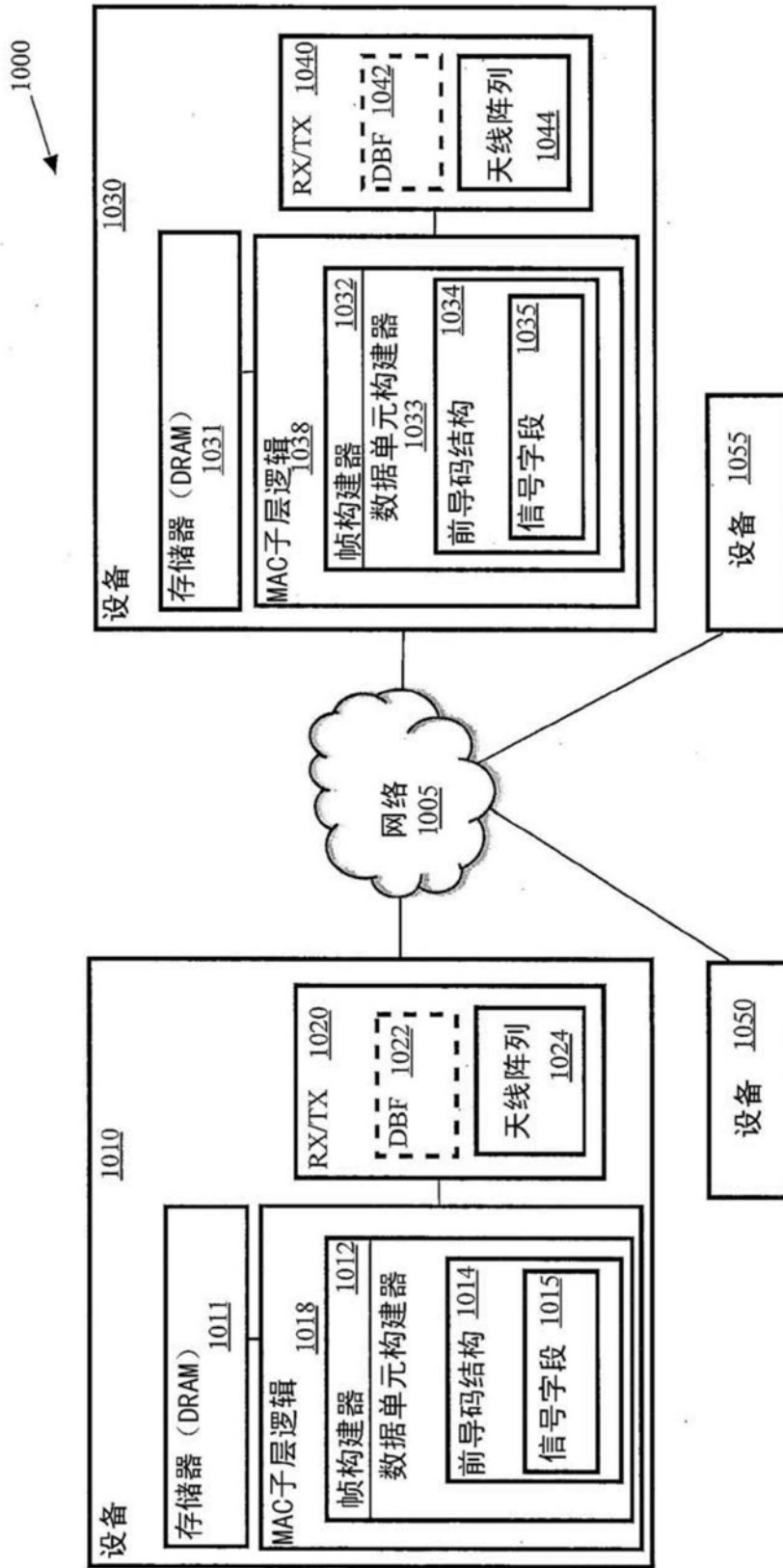


图1

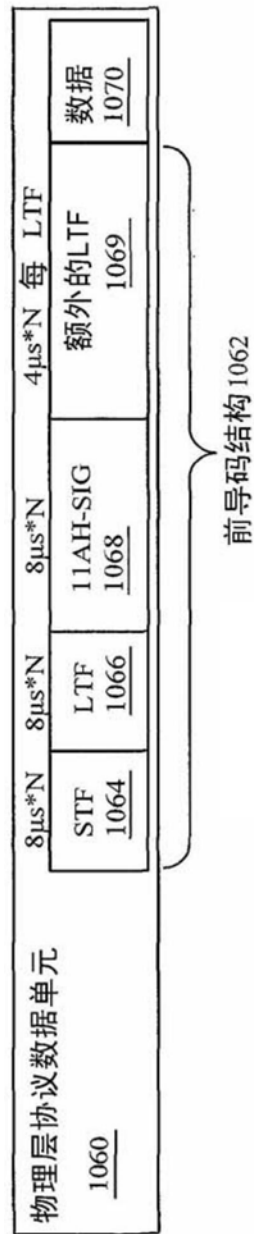


图1A

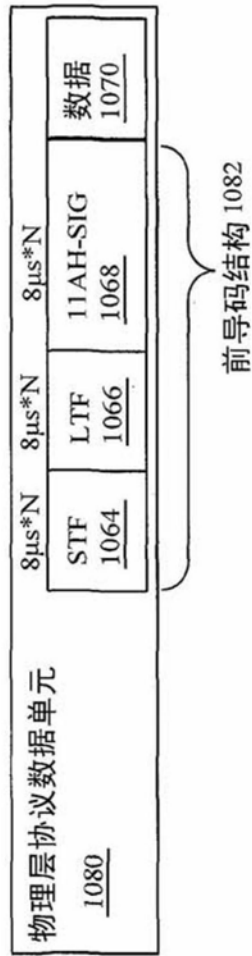


图1B

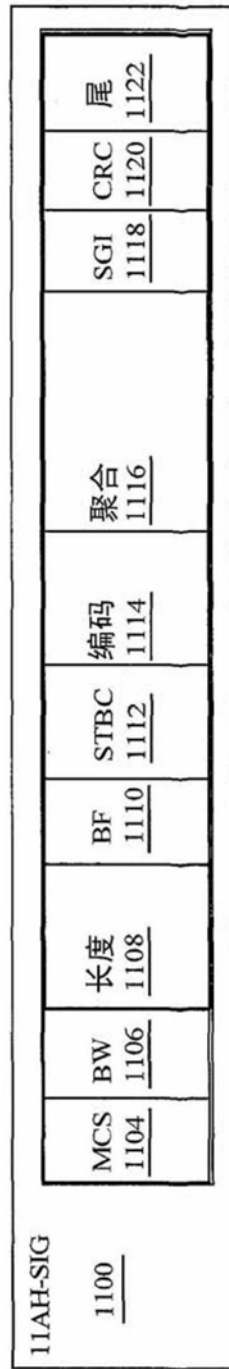


图1C

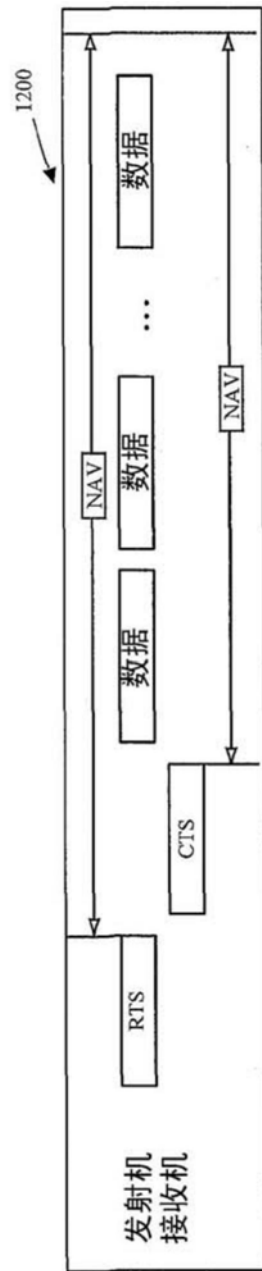


图1D

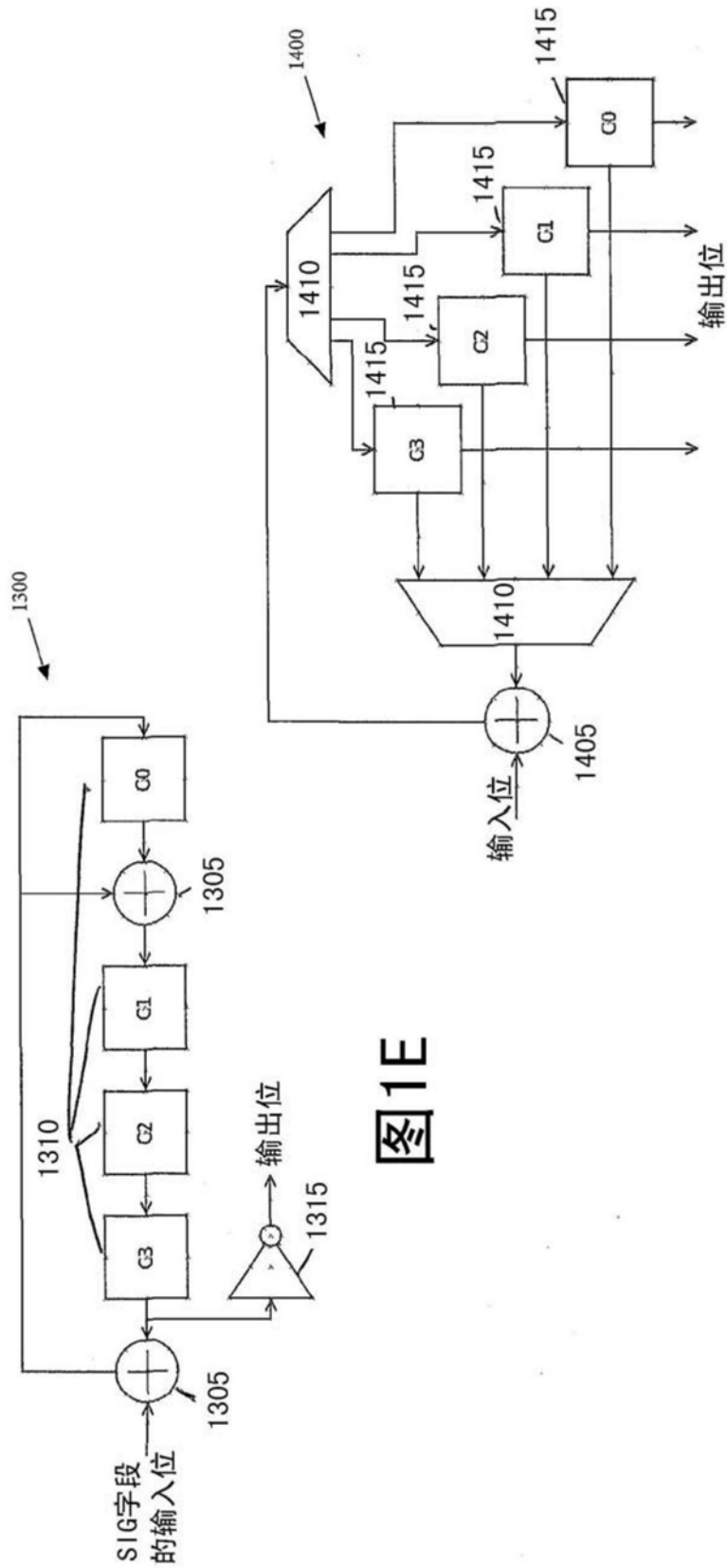


图1E

图1F

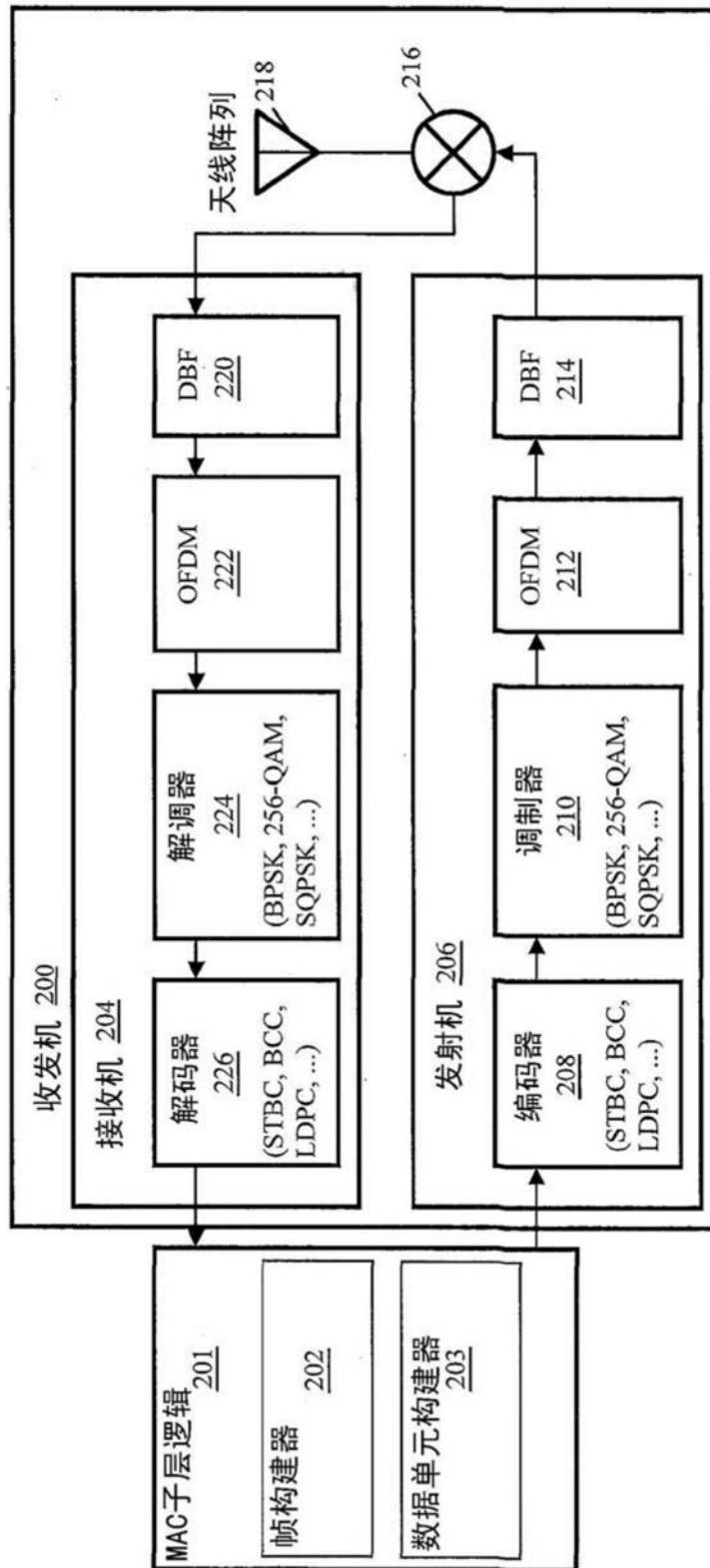


图2

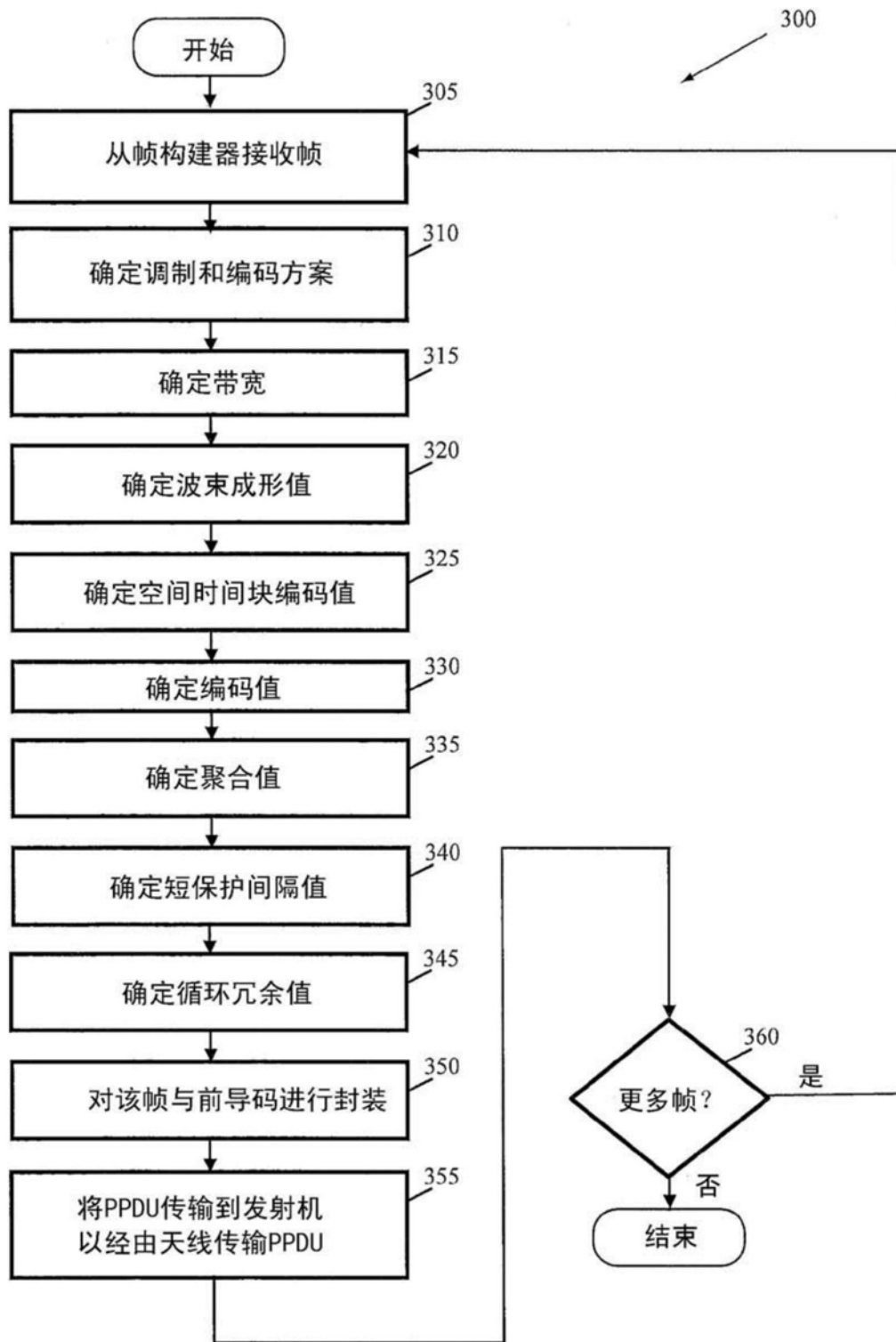


图3

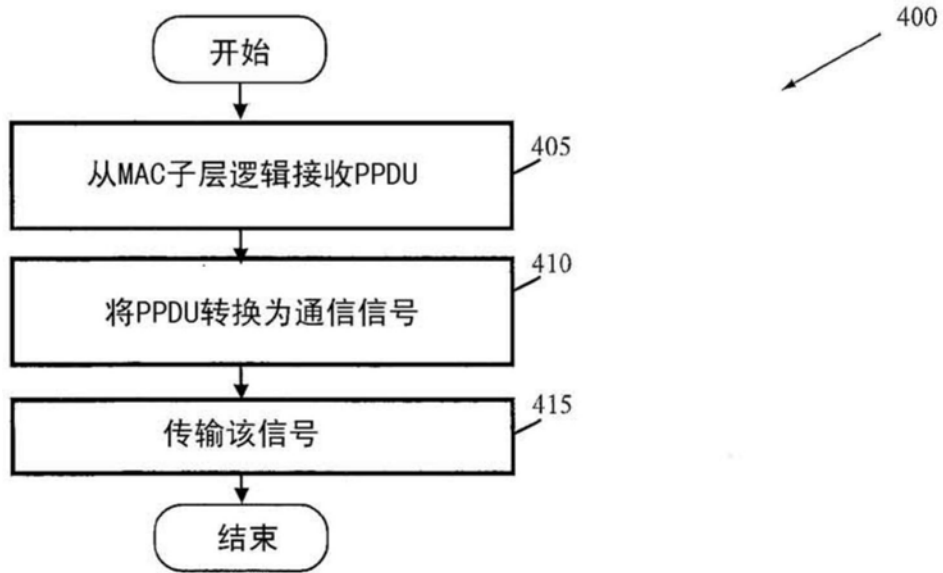


图4A

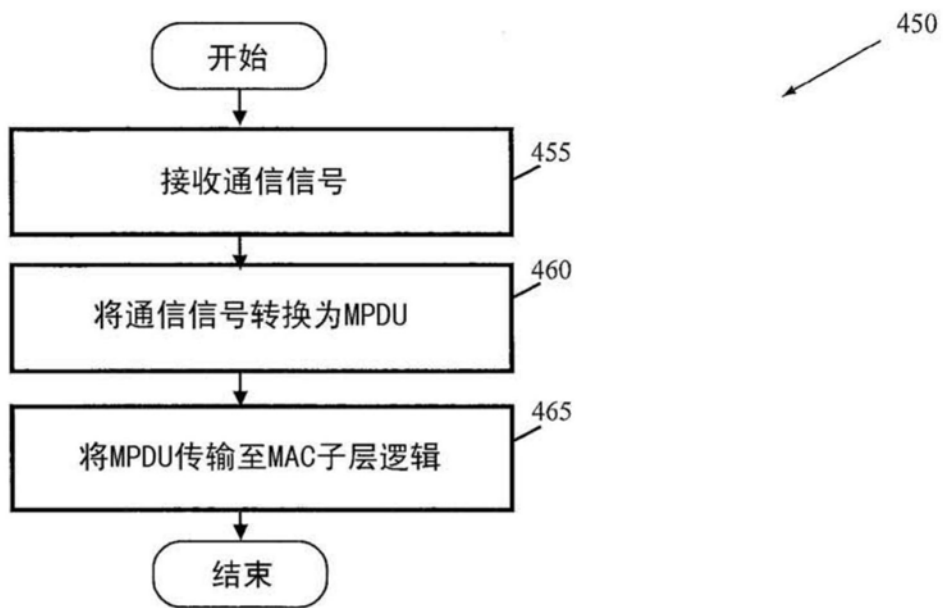


图4B