



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108449299 B

(45) 授权公告日 2022. 01. 14

(21) 申请号 201810204542.9

(22) 申请日 2011.12.31

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108449299 A

(43) 申请公布日 2018.08.24

(30) 优先权数据
61/544775 2011.10.07 US

(62) 分案原申请数据
201180074605.X 2011.12.31

(73) 专利权人 英特尔公司
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 T.J.肯尼 E.佩拉西亚

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 姜冰 杨美灵

(51) Int.Cl.
H04L 27/26 (2006.01)
H04L 27/00 (2006.01)
H04L 5/00 (2006.01)

审查员 张秀娟

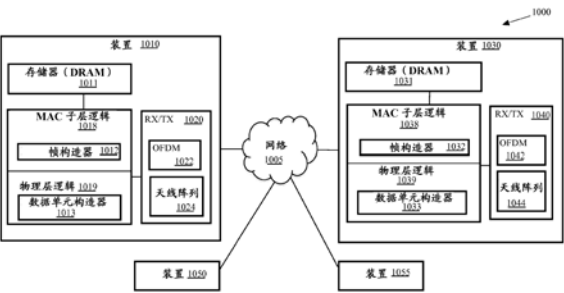
权利要求书4页 说明书9页 附图11页

(54) 发明名称

用于低功率无线网络中的通信的方法和设置

(57) 摘要

本公开的发明名称是“用于低功率无线网络中的通信的方法和设置”。实施例可包括在1GHz和更低频带中操作的正交频分复用(OFDM)系统。在许多实施例中,物理层逻辑可实现用例如二十个数据子载波、四个导频子载波、七个保护子载波和一个直流(DC)子载波的32个子载波编码的正交频分复用符号。许多实施例可用32点快速傅里叶变换或快速傅里叶逆变换在频域和时域之间变换正交频分复用符号。一些实施例可使在一兆赫具有正交频分复用符号的通信信号上变频并且传送它。另外的实施例可接收并且检测在一兆赫具有正交频分复用符号的通信信号。



1. 一种用于正交频分复用 (OFDM) 无线通信的设备, 所述设备包括:
编码器, 配置成对数据编码以产生编码位;
交织器, 配置成对于一兆赫兹 (1MHz) 带宽使所述编码位交织以产生多个数据流;
调制器, 配置成调制所述多个数据流; 以及
OFDM模块, 配置成将已调制的数据流变换成多个OFDM符号, OFDM符号是用多个子载波来编码的, 所述多个子载波包含二十四四个数据子载波、两个导频子载波、五个保护子载波和一个直流 (DC) 子载波。
2. 如权利要求1所述的设备, 其中所述编码位被所述交织器布置在具有八列和 $3*N_{\text{BPSCS}}$ 行的表格中, 其中 N_{BPSCS} 表示每子载波编码位的数量。
3. 如权利要求1所述的设备, 其中:
所述调制器配置成用从组中选择的调制格式来调制所述多个数据流, 所述组包括: 二进制正交相移键控 (BPSK); 64点星座正交幅度调制 (QAM); 256点星座QAM; 和正交相移键控 (QPSK)。
4. 如权利要求3所述的设备, 其中所述调制器配置成用从由1/2的编码速率、3/4的编码速率、2/3的编码速率、和5/6的编码速率组成的组中选择的编码速率来调制所述多个数据流。
5. 如权利要求1所述的设备, 其中所述OFDM模块包括:
傅里叶逆变换器, 配置成对所述多个子载波执行离散傅里叶逆变换 (IDFT)。
6. 如权利要求1所述的设备, 其中所述OFDM模块包括:
数字波束形成模块, 配置成将多个信息信号变换成多个天线信号。
7. 如权利要求1所述的设备, 其中所述OFDM模块包括:
空时块编码 (STBC) 模块, 配置成将多个空间流散布到多个空时流。
8. 如权利要求1所述的设备, 配置成在1Mhz信道上传送所述OFDM无线通信。
9. 如权利要求1-8的任一项所述的设备, 包括天线和传送器。
10. 一种用于正交频分复用 (OFDM) 无线通信的设备, 所述设备包括:
OFDM模块, 配置成接收多个OFDM符号并且将所述多个OFDM符号变换成多个空间流, OFDM符号是用多个子载波来编码的, 所述多个子载波包含二十四四个数据子载波、两个导频子载波、五个保护子载波和一个直流 (DC) 子载波;
解调器, 配置成解调所述多个空间流以产生位的序列;
解交织器, 配置成对于一兆赫兹 (1MHz) 带宽使所述位的序列解交织以产生编码位; 以及
解码器, 配置成对所述编码位解码以获得数据。
11. 如权利要求10所述的设备, 其中:
所述解交织器配置成将所述位的序列布置在具有八列和 $3*N_{\text{BPSCS}}$ 行的表格中, 其中 N_{BPSCS} 表示每子载波编码位的数量。
12. 如权利要求10所述的设备, 其中:
所述解调器配置成用从组中选择的调制格式来解调所述多个空间流, 所述组由以下组成: 二进制正交相移键控 (BPSK); 64点星座正交幅度调制 (QAM); 256点星座QAM; 和正交相移键控 (QPSK)。

13. 如权利要求12所述的设备,其中所述解调器配置成基于从由1/2的编码速率、3/4的编码速率、2/3的编码速率、和编码速率5/6组成的组中选择的编码速率来解调所述多个空间流。

14. 如权利要求10所述的设备,其中所述OFDM模块包括:

傅里叶变换器,配置成将通信信号从时域变换到频域。

15. 如权利要求10所述的设备,配置成在1MHz信道上接收所述OFDM无线通信。

16. 如权利要求10-15的任一项所述的设备,包括天线。

17. 一种通信配置到无线局域网(WLAN)的通信信号的方法,所述方法包括:

对数据编码以产生编码位;

对于一兆赫兹(1MHz)带宽使所述编码位交织以产生多个数据流;

调制所述多个数据流;

生成包含多个子载波的正交频分复用(OFDM)通信信号,其中所述多个子载波包括二十四个数据子载波、两个导频子载波、五个保护子载波和一个直流(DC)子载波;以及在1MHz信道上通信所述OFDM通信信号。

18. 如权利要求17所述的方法,其中所述编码位通过所述交织被布置在具有八列和 $3 \times N_{\text{BPSCS}}$ 行的表格中,其中 N_{BPSCS} 表示每子载波编码位的数量。

19. 如权利要求17所述的方法,包括:

用从组中选择的调制格式来调制所述多个数据流,所述组包括:二进制正交相移键控(BPSK);64点星座正交幅度调制(QAM);256点星座QAM;和正交相移键控(QPSK)。

20. 如权利要求17所述的方法,包括:

用从由1/2的编码速率、3/4的编码速率、2/3的编码速率、和5/6的编码速率组成的组中选择的编码速率来调制所述多个数据流。

21. 如权利要求17所述的方法,包括:

对所述多个子载波执行离散傅里叶逆变换以生成所述OFDM通信信号。

22. 一种通信配置到无线局域网(WLAN)网的通信信号的方法,所述方法包括:

接收多个OFDM符号并且将所述多个OFDM符号变换成多个空间流,OFDM符号是用多个子载波来编码的,所述多个子载波包含二十四个数据子载波、两个导频子载波、五个保护子载波、和一个直流(DC)子载波;

解调所述多个空间流以产生位的序列;

对于一兆赫兹(1MHz)带宽使所述位的序列解交织以产生编码位;以及

对所述编码位解码以获得数据。

23. 如权利要求22所述的方法,其中所述解交织包括:

将所述位的序列布置在具有八列和 $3 \times N_{\text{BPSCS}}$ 行的表格中,其中 N_{BPSCS} 表示每子载波编码位的数量。

24. 如权利要求22所述的方法,其中所述解调包括:

用从由二进制正交相移键控(BPSK)、64点星座正交幅度调制(QAM)、256点星座QAM、和正交相移键控(QPSK)组成的组中选择的调制格式来解调所述多个空间流。

25. 如权利要求22所述的方法,其中所述解调包括:基于从由1/2的编码速率、3/4的编码速率、2/3的编码速率、和编码速率5/6组成的组中选择的编码速率来解调所述多个空间

流。

26. 如权利要求22所述的方法, 包括:

将通信信号从时域变换到频域。

27. 一种其上已存储指令的存储介质, 所述指令在被机器执行时, 导致如权利要求17-26的任一项所述的方法。

28. 一种用于无线通信的设备, 包括用于促使无线通信装置执行如权利要求17-26的任一项所述的方法的部件。

29. 一种用于无线通信的设备, 包括:

用于对数据编码以产生编码位的部件;

用于对于一兆赫兹 (1MHz) 带宽使所述编码位交织以产生多个数据流的部件;

用于调制所述多个数据流的部件;

用于生成包含多个子载波的正交频分复用 (OFDM) 通信信号的部件, 其中所述多个子载波包括二十四个数据子载波、两个导频子载波、五个保护子载波和一个直流 (DC) 子载波; 以及

用于在1MHz信道上通信所述OFDM通信信号的部件。

30. 如权利要求29所述的设备, 其中所述位被用于交织的所述部件布置在具有八列和 $3 \times N_{\text{BPSCS}}$ 行的表格中, 其中 N_{BPSCS} 表示每子载波编码位的数量。

31. 如权利要求29所述的设备, 包括:

用于用从组中选择的调制格式来调制所述多个数据流的部件, 所述组包括: 二进制正交相移键控 (BPSK); 64点星座正交幅度调制 (QAM); 256点星座QAM; 和正交相移键控 (QPSK)。

32. 如权利要求29所述的设备, 包括:

用于用从由1/2的编码速率、3/4的编码速率、2/3的编码速率、和5/6的编码速率组成的组中选择的编码速率来调制所述多个数据流的部件。

33. 如权利要求29所述的设备, 包括:

用于对所述多个子载波执行离散傅里叶逆变换以生成所述OFDM通信信号的部件。

34. 一种用于无线通信的设备, 包括:

用于接收多个OFDM符号并且将所述多个OFDM符号变换成多个空间流的部件, OFDM符号是用多个子载波来编码的, 所述多个子载波包含二十四个数据子载波、两个导频子载波、五个保护子载波、和一个直流 (DC) 子载波;

用于解调所述多个空间流以产生位的序列的部件;

用于对于一兆赫兹 (1MHz) 带宽使所述位的序列解交织以产生编码位的部件; 以及

用于对所述编码位解码以获得数据的部件。

35. 如权利要求34所述的设备, 其中用于解交织的所述部件包括:

用于将所述位的序列布置在具有八列和 $3 \times N_{\text{BPSCS}}$ 行的表格中的部件, 其中 N_{BPSCS} 表示每子载波编码位的数量。

36. 如权利要求34所述的设备, 其中用于解调的所述部件包括:

用于用从由二进制正交相移键控 (BPSK)、64点星座正交幅度调制 (QAM)、256点星座QAM、和正交相移键控 (QPSK) 组成的组中选择的调制格式来解调所述多个空间流的部件。

37. 如权利要求34所述的设备, 其中用于解调的所述部件包括: 用于基于从由1/2的编

码速率、 $3/4$ 的编码速率、 $2/3$ 的编码速率、和编码速率 $5/6$ 组成的组中选择的编码速率来解调所述多个空间流的部件。

38. 如权利要求34所述的设备,包括:

用于将通信信号从时域变换到频域的部件。

用于低功率无线网络中的通信的方法和设置

技术领域

[0001] 实施例属于无线通信的领域。更特定地,实施例属于无线发射器与接收器之间的通信协议的领域。

附图说明

[0002] 图1描绘包括多个通信装置(包括多个固定或移动通信装置)的示例无线网络的实施例;

[0003] 图1A-图 1 D描绘对于图1中的收发器的1 MHz操作的OFDM符号的备选实施例;

[0004] 图2描绘用于在无线网络中产生并且传送基于正交频分复用(OFDM)的通信的设备的实施例;

[0005] 图2A-图 2 D描绘在图2中的收发器的1 MHz操作中用于使数据交织的具有行和列的参数的表格的备选实施例;

[0006] 图3描绘用如在图2中图示的发射器传送通信的流程图的实施例;以及

[0007] 图4描绘用如在图2中图示的接收器接收通信的流程图的实施例。

具体实施方式

[0008] 下面是在附图中描绘的新颖实施例的详细描述。然而,提供的细节量不意在限制描述的实施例的预期变化;正相反,权利要求和详细描述要涵盖落入如由附上的权利要求限定的本教导的精神和范围内的所有修改、等同和备选。下文的详细描述设计成使这样的实施例能被具有本领域内普通技术的人所理解。

[0009] 实施例可包括在1GHz和更低的频带操作的正交频分复用(OFDM)系统。在1GHz及更低的频带中,可用带宽有限,从而使用20、40、80和160MHz带宽的IEEE 802.11n/ac型系统在一些地理区域中可能是不可行的。在许多实施例中,系统具有近似1至10MHz数量级的带宽。在若干实施例中,802.11n/ac型系统可被降低时钟速率来实现更低的带宽。例如,许多实施例可被降低时钟速率为 $1/N$,例如20、40、80和160MHz除以 N ,其中 N 可以呈现例如10的值,从而提供2、4、8和16MHz带宽操作。实施例还可通过另一个方法实现1MHz带宽。在一些实施例中,对于2、4、8和16MHz带宽的音计数可基于IEEE 802.11ac系统中的那些。在其他实施例中,音计数可与那些IEEE 802.11ac系统不同,去除了例如在较低带宽并不多余的音计数。

[0010] 在许多实施例中,物理层逻辑可对1MHz操作实现特定的音计数。例如,在1MHz操作中,正交频分复用符号可包括二十个数据子载波(音)、四个导频子载波、七个保护子载波和一个直流(DC)子载波。在其他实施例中,正交频分复用符号可包括二十四四个数据子载波(音)、两个导频子载波、五个保护子载波和一个直流(DC)子载波。在其他实施例中,正交频分复用符号可包括二十二个数据子载波(音)、四个导频子载波、五个保护子载波和一个直流(DC)子载波。在再其他实施例中,正交频分复用符号可包括二十二个数据子载波(音)、两个导频子载波、七个保护子载波和一个直流(DC)子载波。

[0011] 这样的实施例可在频域和时域之间用32点快速傅里叶变换或快速傅里叶逆变换

来变换正交频分复用符号。一些实施例可使在一兆赫具有正交频分复用符号的通信信号上变频并且传送它。另外的实施例可接收并且检测在一兆赫具有正交频分复用符号的通信信号。

[0012] 一些实施例可提供例如户内和/或户外“智能”电网和传感器服务。例如，一些实施例可提供传感器来计量对于特定区域内的家庭或多个家庭的电、水、气和/或其他公用事业的使用并且将这些服务的使用无线传送到仪表变电站。另外的实施例可利用用于家庭健康管理、诊所或医院的传感器用于对患者监视健康管理相关事件和生命体征，例如跌倒检测、药瓶监测、体重监测、睡眠呼吸暂停、血糖水平、心律及类似物。为这样的服务设计的实施例大体上需要比在IEEE 802.11n/ac系统中提供的装置低得多的数据速率和低得多（超低）的功耗。

[0013] 一些实施例重新使用具有满足这些较低数据速率和超低功耗要求的新特征的IEEE 802.11n/ac系统来重新使用硬件实现并且降低实现成本。另外的实施例适应多个流。若干实施例未实现遗留训练字段和遗留签名并且未实现多用户多输入多输出(MIMO)。并且一些实施例采用波束形成。

[0014] 本文描述的逻辑、模块、装置和接口可执行可在硬件和/或代码中实现的功能。硬件和/或代码可包括设计成完成功能性的软件、固件、微代码、处理器、状态机、芯片集或其组合。

[0015] 实施例可促进无线通信。一些实施例可整合低功率无线通信，像Bluetooth®、无线局域网(WLAN)、无线城域网(WMAN)、无线个人区域网(WPAN)、蜂窝网络和/或电气和电子工程师协会(IEEE) IEEE 802.11-2007(信息技术的IEEE标准-系统之间的电信和信息交换-局域和城域网-特定要求-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>))、在网络、消息发送系统和智能装置中用于促进这样的装置之间的交互的通信。此外，一些无线实施例可包含单个天线，而其他实施例可采用多个天线。

[0016] 现在转向图1，示出有无线通信系统1000的实施例。该无线通信系统1000包括是导线或无线连接到网络1005的通信装置1010。该通信装置1010可经由网络1005与多个通信装置1030、1050和1055无线通信。这些通信装置1010、1030、1050和1055可包括传感器、站、接入点、集线器、交换机、路由器、计算机、膝上型电脑、笔记本电脑、蜂窝电话、PDA(个人数字助理)或其他有无线能力的装置。从而，通信装置可以是移动或固定的。例如，通信装置1010可包括对于家庭社区内的水消耗的计量变电站。社区内的家庭中的每个可包括例如通信装置1030等通信装置并且通信装置1030可与水表使用仪表集成或耦合于它。通信装置1030可定期发起与计量变电站的通信来在1MHz带宽信道上传送与用水有关的数据。通信装置1030可采用二十个数据子载波、四个导频子载波、七个保护子载波和一个直流子载波对符号编码并且将这些符号从频域变换到时域来创建通信信号。此外，计量站或其他通信装置可定期在1MHz带宽信道上发起与通信装置1030的通信，从而对具有五列乘4倍Nbpscs(每单个编码符号N个位)的符号交织以例如更新通信装置1030的固件。在其他实施例中，通信装置1030可仅对通信作出响应并且可不包括发起通信的逻辑。

[0017] 在其他实施例中，通信装置1030可采用二十四个数据子载波(音)、两个导频子载波、五个保护子载波和一个直流(DC)子载波对符号编码并且将这些符号从频域变换到时域

来创建通信信号。在其他实施例中,通信装置1030可用二十二个数据子载波(音)、四个导频子载波、五个保护子载波和一个直流(DC)子载波对符号编码并且将这些符号从频域变换到时域来创建通信信号。在再其他实施例中,通信装置1030可用二十二个数据子载波(音)、两个导频子载波、七个保护子载波和一个直流(DC)子载波对符号编码并且将这些符号从频域变换到时域来创建通信信号。

[0018] 在另外的实施例中,通信装置1010可促进数据卸载。例如,是低功率传感器的通信装置可包括数据卸载方案,用于例如经由Wi-Fi、另一个通信装置、蜂窝网络或类似物通信以用于减少在等待访问例如计量站时消耗的功耗和/或提高带宽可用性的目的。从例如计量站等传感器接收数据的通信装置可包括数据卸载方案,用于例如经由Wi-Fi、另一个通信装置、蜂窝网络或类似物通信以用于减少网络1005的拥挤的目的。

[0019] 网络1005可代表许多网络的互连。例如,网络1005可与例如因特网等广域网或内联网耦合并且可使经由一个或多个集线器、路由器或交换机有线或无线互连的本地装置互连。在本实施例中,网络1005使通信装置1010、1030、1050和1055通信耦合。

[0020] 通信装置1010和1030分别包括存储器1011和1031以及媒体访问控制(MAC)子层逻辑1018和1038。例如动态随机存取存储器(DRAM)等存储器1011、1031可存储帧、前导码和前导码结构或其部分。帧(也称为MAC层协议数据单元(MPDU))和前导码结构可建立并且维持传送装置与接收装置之间的同步通信。

[0021] MAC子层逻辑1018、1038可产生帧并且物理层逻辑1019、1039可产生物理层数据单元(PPDU)。更具体地,帧构造器1012和1032可产生帧并且数据单元构造器1013和1033可产生PPDU。数据单元构造器1013和1033可通过将包括由帧构造器1012和1032产生的帧的有效载荷封装以对有效载荷加前缀而产生PPDU以分别经由天线阵列1024和1044通过一个或多个RF信道传送。

[0022] 通信装置1010、1030、1050和1055可每个包括收发器(RX/TX),例如收发器(RX/TX)1020和1040。在许多实施例中,收发器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编码的方法。OFDM是用作数字多载波调制方法的频分复用方案。大量紧密间隔的正交子载波信号用于将数据作为OFDM符号输送。OFDM符号分成若干并行数据流或信道(每个子载波一个)并且用子载波(例如二十个数据子载波、七个保护子载波、四个导频子载波和一个DC子载波)来编码,由此将OFDM符号传送到接收装置。每个子载波用调制方案以低符号速率来调制,从而维持与相同带宽中常规的单载波调制方案相似的总数据速率。

[0023] OFDM系统使用若干载波或“音”用于包括数据、导频、保护和归零的功能。数据音用于经由信道中的一个在发射器与接收器之间传输信息。导频音用于维持信道并且可提供关于时间/频率的信息和信道跟踪。保护音可在传送期间插入例如短训练字段(STF)和长训练字段(LTF)符号等的符号之间来避免符号间干扰(ISI),其可能产生于多路径失真。这些保护音还帮助信号遵循频谱掩蔽。直流分量(DC)的归零可用于简化直接转换接收器设计。

[0024] 每个收发器1020、1040包括RF发射器和RF接收器。RF发射器包括OFDM模块1022,其将数字数据(用音编码的OFDM符号)加在RF频率(也称为子载波)上,用于通过电磁辐射传送数据。在本实施例中,OFDM模块1022可将作为用音编码的OFDM符号的数字数据加在子载波上以用于传送。对于1 MHz带宽,在一些实施例中,OFDM符号可包括20个数据音、七个保护

音、四个导频音和一个DC音。在另外的实施例中,OFDM符号可包括:24个数据音、两个导频音、五个保护音和一个DC音;22个数据音、四个导频音、五个保护音和一个DC音;或22个数据音、两个导频音、七个保护音和一个DC音。

[0025] 图1A图示OFDM符号1060的实施例。对于例如图1的收发器等收发器(对应于32点傅里叶逆变换),OFDM模块1022可对例如2MHz、4MHz、8MHz和16MHz等不同的带宽产生不同的OFDM符号并且可对于1MHz带宽信道产生OFDM符号1060。OFDM符号1060包括32个音(也称为子载波),从-16索引到15。这32个音包括20个数据音、七个保护音、四个导频音和一个直流(DC)音。四个最低频率音是为滤波器倾斜上升(filter ramp up)和滤波器倾斜下降提供的保护音。索引零频率音是DC音并且为减轻射频干扰而提供。DC音可包括在载波频率(例如,1MHz)的音。并且数据和导频音在索引-12至-1与索引1至12之间提供。

[0026] RF接收器包括OFDM模块1042,其接收在RF频率的电磁能量并且从其处提取数字数据。对于1 MHz操作,OFDM 1042可提取包括20个数据音、七个保护音和一个DC音的OFDM符号,例如在图1A中图示的OFDM符号1060。在其他实施例中,OFDM符号可编码为OFDM符号1062、1064或1066,如分别在图1B-图 1 D中图示的,其中交织器配置分别在表格252、254或256中描述。

[0027] 图1可描绘许多不同的实施例,其包括具有例如四个空间流的多输入多输出(MIMO)系统,并且可描绘简并系统,其中通信装置1010、1030、1050和1055中的一个或多个包括具有单个天线的接收器和/或发射器,包括单输入单输出(SISO)系统、单输入多输出(SIMO)系统和多输入单输出(MISO)系统。图1的无线通信系统1000意在代表电气和电子工程师协会(IEEE)802.11ah系统。相似地,装置1010、1030、1050和1055意在代表IEEE 802.11ah装置。

[0028] OFDM模块1022、1032将信息信号变换成要施加于天线阵列1024的元件的信号。该天线阵列1024是个体独立可激发天线元件的阵列。施加于天线阵列1024的元件的信号促使天线阵列1024辐射一至四个空间信道。这样形成的每个空间信道可输送信息到通信装置1030、1050和1055中的一个或多个。相似地,通信装置1030包括收发器1040,用于从通信装置1010接收信号并且将信号传送到通信装置1010。收发器1040可包括天线阵列1044并且能够与IEEE 802.11ah装置通信。

[0029] 图2图示用于在无线网络中传送基于正交频分复用(OFDM)的通信的设备的实施例。该设备包括收发器200,其与媒体访问控制(MAC)子层逻辑201和物理层逻辑202耦合。该MAC子层逻辑201可产生帧并且该物理层逻辑202可使帧(MPDU)与前导码封装来产生物理层协议数据单元(PPDU)以经由收发器200传送。例如,帧构造器可产生这样的帧,其包括:类型字段,该类型字段规定帧是管理、控制还是数据帧;和子类型字段,用于规定帧的功能。控制帧可包括准备发送帧或清除发送帧。管理帧可包括信标、探测响应、关联响应和重新关联响应帧类型。并且数据类型帧设计成传送数据。

[0030] 收发器200包括接收器204和发射器206。该发射器206可包括编码器208、交织器209、调制器210和OFDM模块212中的一个或多个。发射器206的编码器208从物理层逻辑202接收预计要传送的数据。物理层逻辑202可采用块或符号(例如,数据字节)向收发器200呈现数据。编码器208可使用现在已知或要开发的许多算法中的任何一个来对数据编码。可进行编码来实现多个不同目的中的一个或多个。例如,可执行编码来使必须被发送以传输要

传送的信息的每个符号的位的平均数量减小。可执行编码来使接收器处的符号检测中的错误概率减小。从而,编码器可对数据流引入冗余。添加冗余使传送信息所需要的信道带宽增加,但促使较少的错误并且使信号能够以较低的功率传送。编码还可包括用于安全的加密。

[0031] 在本实施例中,编码器208可实现二进制卷积编码(BCC)或低密度奇偶校验编码(LDPC),以及其他编码。编码器210的输出作为数据流被馈送到交织器209。在一些实施例中,流解析器可驻存在编码器208与交织器209之间来将数据解析成多个数据流。

[0032] 交织器209可使数据流(在该阶段通常称为空间流)的位交织来防止长序列的相邻嘈杂位进入接收器处的解码器。交织器209可通过将数据存储在例如缓冲器、高速缓存等存储器或其他存储器的行中而使数据流中的数据位交织。交织器209然后输出数据的列。这些列可包括来自存储在存储器中的数据行中的每个行的数据位。行和列的数量取决于子载波的数量以及对于每个空间流的每个载波的编码位的数量(Nbpscs)。

[0033] 图2A图示对于1 MHz带宽交织的表格250。该表格250描述可在32个子载波(其包括20个数据子载波、七个保护子载波、四个导频子载波和一个DC子载波)时对于1 MHz带宽信道经由例如交织器209交织所实现的行和列的数量。例如,表格250的第一行示出 $1 * Nbpscs$ 行乘2列。 $Nbpscs$ 可等于每符号的编码位的数量(Ncbps)乘以数据子载波的数量(Nsd),或($Nbpscs = Ncbps * Nsd$)。Ncbps可等于Nsd乘以调制阶数(M),即($Ncbps = Nsd * M$),其中M对于BPSK等于1、对于QPSK等于2、对于16-QAM等于4、对于64 QAM等于6、对于256 QAM等于8并且对于1024 QAM等于10。因此,对于1MHz带宽和BPSK调制以及表格250的第一行中的20个数据子载波的行数(Nrows)是 $Nrows = 1 * (20 * 1) * 20$,其中 $Npscs = 400$ 、 $Ncbps = 20$ 并且 $M = 1$ 。

[0034] 表格250中的另外的条目还包括 $5 * Nbpscs$ 行乘4列和 $4 * Nbpscs$ 行乘5列,其比表格250中的其他条目更接近正方形。行的实际数量可以如在上文对于表格250的第一行的计算中说明的那样确定。图2B-图 2 D分别描述基于对应的OFDM符号1062、1064和1066而使表格252、254和256交织的备选实施例。

[0035] 发射器206的调制器210从交织器209接收数据。调制器210的目的是将从编码器208接收的每块二进制数据变换成唯一连续时间波形,其在上变频和放大时可以由天线传送。调制器210将接收的数据块加在具有选择的频率的正弦曲线上。更具体地,调制器210将数据块映射到正弦曲线的对应离散幅度集或正弦曲线的离散相位集或相对于正弦曲线的频率的离散频移集内。调制器210的输出可以是带通信号。

[0036] 在一个实施例中,调制器210可实现正交幅度调制(QAM),其将来自信息序列的两个独立的k位符号加在两个正交载波 $\cos(2\pi ft)$ 和 $\sin(2\pi ft)$ 上。QAM通过使用幅移键控(ASK)数字调制方案来改变(调制)两个载波的幅度而运送两个数字位流。这两个载波彼此异相 90° 并且从而叫作正交载波或正交分量。将调制波加和,并且所得的波形可以是相移键控(PSK)和幅移键控(ASK)两者的组合。可使用有限数量的至少两个相位和至少两个幅度。

[0037] 在一些实施例中,调制器210映射从编码器208接收的数据块,使用星座上的四个点(绕圆均布),其称为正交相移键控(QPSK)。利用这四个相,QPSK可以对每符号编码两个位。

[0038] 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集内来产生相移键控(PSK)信号。N相PSK信号通过将输入序列的 $k = \log_2 N$ 个二进制数字的

块映射到N个对应相位 $\theta=2(n-1)/n$ 中的一个(对于n,是小于或等于N的正整数)而产生。所得的等效低通信号可表示为

$$[0039] \quad u(t) = \sum_{n=0}^{\infty} e^{j\theta_n} g(t-nT)$$

[0040] 其中 $g(t-nT)$ 是基本脉冲,其形状可以优化以通过例如减少符号间干扰而提高在接收器处的准确检测的概率。这样的实施例可使用二进制相移键控(BPSK)(相移键控(PSK)的最简单形式)。BPSK使用分开 180° 的两个相位并且因为它采取最高噪声或失真水平来使解调器达成不正确的决定而是所有PSK中最鲁棒的。在BPSK中,对于信号相位存在两个状态:0和 180° 。数据通常在调制之前被不同地编码。

[0041] 在再另一个实施例中,调制器210将从编码器208接收的数据块交替地在叫作I信道(对于“同相”)和Q信道(“相位正交”)的两个信道或流上映射,这称为错列正交相移键控(SQPSK)。SQPSK是相移键控的一种方法,其中信号载波相位转变每次是 90° 或 $1/4$ 周期。 90° 的相移称为相位正交。单相转变未超出 90° 。在SQPSK中,存在四个状态:0、 $+90^\circ$ 、 -90° 和 180° 。

[0042] 调制器209的输出被馈送到正交频分复用(OFDM)模块212。该OFDM模块212可包括空时块编码(STBC)模块211、数字波束形成(DBF)模块214和快速傅里叶逆变换(IFFT)模块215。STBC模块211可从调制器209接收对应于一个或多个空间流的星座点并且可使这些空间流散布到更大数量的空时流(大体上也称为数据流)。在一些实施例中,STBC 211可被控制成对于其中例如空间流的数量是空时流的最大数量的情形穿过空间流。另外的实施例可省略STBC。

[0043] OFDM模块212将形成为OFDM符号的调制数据加在或映射到多个正交子载波上,因此OFDM符号用子载波或音来编码。在一些实施例中,OFDM符号被馈送到数字波束形成(DBF)模块214。可采用数字波束形成技术来提高无线系统的效率和容量。大体上,数字波束形成使用数字信号处理算法,其操作于由天线元件阵列接收和从其中传送的信号。例如,可形成多个空间信道并且可独立操纵每个空间信道来使传送到多个用户终端中的每个以及从其接收的信号功率最大化。此外,可应用数字波束形成来使多路径衰落最小化并且拒绝同信道干扰。

[0044] OFDM模块212还可包括傅里叶逆变换模块,其对OFDM符号执行离散傅里叶逆变换(IDFT)。在本实施例中,IDFT可包括IFFT模块215,用于对数据执行IFFT。对于1 MHz带宽操作,IFFT模块215对数据流执行32点逆FFT。

[0045] IFFT模块215的输出可上变频到更高的输送频率或可与上变频整体地执行。使信号在传送之前移到高得多的频率实现具有实用尺寸的天线阵列的使用。即,传送频率越高,天线可以越小。从而,上变频器使调制波形乘以正弦曲线来获得具有是波形的中心频率与正弦曲线的中心频率的总和的载波频率的信号。运算基于三角恒等式:

$$[0046] \quad \sin A \cos B = \frac{1}{2} [\sin(A+B) + \sin(A-B)]$$

[0047] 处于和频(A+B)的信号被传递并且处于差频(A-B)的信号被滤除。从而,提供带通滤波器来理想地滤除几乎是要传送的信号(以载波(和)频率为中心)。

[0048] 收发器200还可包括连接到天线阵列218的双工器216。从而,在该实施例中,单个

天线阵列用于传送和接收两者。在传送时,信号经过双工器216并且用上变频的信息承载信号来驱动天线。在传送期间,双工器216防止要传送的信号进入接收器204。在接收时,由天线阵列接收的信息承载信号经过双工器216来将来自天线阵列的信号交付给接收器204。双工器216然后防止接收的信号进入发射器206。从而,双工器216作为交换机操作以使天线阵列元件交替地连接到接收器204和发射器206。

[0049] 天线阵列218使信息承载信号辐射到随时间变化的电磁能量(其可以被接收器的天线接收)空间分布内。接收器然后可以提取接收信号的信息。天线元件的阵列可以产生多个空间信道,其可以被操纵来优化系统性能。相反,接收天线处的辐射模式中的多个空间信道可以分成不同的空间信道。从而,天线阵列218的辐射模式可以是高选择性的。天线阵列218可使用印刷电路板金属化技术来实现。例如微带、带状线、槽线和贴片全部是天线阵列218的候选。

[0050] 收发器200可包括接收器204,用于接收、解调和解码信息承载通信信号。这些通信信号可包括例如1 MHz载波频率上的32个音。这32个音包括20个数据音、7个保护音、4个导频音和1个DC音,例如在图1A中图示的OFDM包1060。例如,与IEEE 802.11ah兼容的对于农场的的数据收集站可定期从具有与IEEE 802.11ah兼容的集成无线通信装置的低功率传感器接收数据。传感器可持续一段时间地进入低功率模式、定期唤醒来收集数据以及定期与数据收集站通信来传送由传感器收集的数据。在一些实施例中,传感器可主动发起与数据收集站的通信、传送指示通信能力的信息以及响应于CTS或类似物而开始将数据传达到数据收集站。在其他实施例中,传感器可响应于由数据收集站发起通信而将数据传送到数据收集站。

[0051] 接收器204可包括OFDM模块222、解调器224、解交织器225和解码器226中的一个或多个。OFDM 222从信息承载通信信号被调制到的多个子载波提取信号信息作为OFDM符号。例如,OFDM符号可包括与20个数据子载波、四个导频子载波、七个保护子载波和一个DC子载波关联的数据。

[0052] OFDM模块222可包括快速傅里叶变换(FFT)模块219、DBF模块220和STBC模块221。接收的信号从天线元件218馈送、下变频到较低频率并且馈送给FFT模块219来使通信信号从时域变换到频域。DBF模块220将N个天线信号变换成L个信息信号。并且STBC模块221可将数据流从空时流变换到空间流。在一个实施例中,并行地对FFT的输出数据执行解调。在另一个实施例中,独立解调器224独立地执行解调。

[0053] 解调器224解调空间流。解调是从空间流提取数据来产生解调空间流的过程。解调的方法取决于信息被调制到接收的载波信号上的方法并且这样的信息包括在传送矢量(TXVECTOR)(其被包括在通信信号中)中。从而,例如,如果调制是BPSK,解调牵涉相位检测来将相位信息转换成二进制序列。解调对解交织器225提供信息位序列。

[0054] 解交织器225可对信息位序列解交织。例如,解交织器225可将位序列存储在存储器中的列中并且从存储器去除或输出处于行中的位以对信息位解交织。解码器226使来自解调器224的解交织数据解码并且将解码信息(MPDU)传送到MAC子层逻辑202。

[0055] 本领域内技术人员将认识到,收发器可包括未在图2中示出的许多额外功能并且接收器204和发射器206可以是截然不同的装置而不是封装成一个收发器。例如,收发器的实施例可包括动态随机存取存储器(DRAM)、参考振荡器、滤波电路、空间映射器、循环移位

插入模块、保护间隔插入模块、同步电路、可能地多个频率转换级和多个放大级,等。此外,在图2中示出的功能中的一些可集成。例如,数字波束形成可与正交频分复用集成。

[0056] 图3描绘用如在图2中图示的发射器传送通信的流程图的实施例。该流程图300开始于从帧构造器接收帧(元素305)。MAC子层逻辑可产生帧来传送到另一个通信装置并且可将帧作为MPDU传递到物理层中的数据单元构造器,其将数据变换成可以传送到其他通信装置的包。该数据单元构造器可产生前导码来封装PSDU(来自帧构造器的MPDU)以形成PPDU用于传送(元素310)。在一些实施例中,超过一个MPDU可封装在PPDU中。

[0057] 流程图300继续例如发射器206等发射器从物理层逻辑接收PPDU。该发射器可用二进制卷积编码(BCC)或低密度奇偶校验编码来对PPDU编码(元素315)用于控制数据传送中的错误。更特定地,发射器可经由在PPDU的前导码中描述的一个或多个编码方案(例如BBC或LDPC)而对PPDU编码。

[0058] 发射器可使一个或多个数据流中的帧交织(元素320)。例如,发射器的交织器可从例如流解析器接收具有多个数据流中的数据的帧。交织器然后可将来自数据流的数据存储在存储器的行中并且将来自存储器的列的数据作为数据流输出,从而使数据位交织用于传送。

[0059] 发射器可经由前导码指示的调制和编码方案、例如BPSK、16-QAM、64-QAM、256-QAM、QPSK或SQPSK等调制数据流(元素325)。例如,星座映射器可将数据流中的位序列映射到星座点(复数)。

[0060] 发射器的OFDM模块可将星座点的数据流作为例如对于1 MHz带宽操作的32个音所编码的OFDM符号来映射至传送链(元素330)。例如,OFDM模块可包括:STBC编码器,用于将星座点的空间流映射到空时流;和空间映射器,用于映射空时流到作为用32个音(例如20个数据音、七个保护音、四个导频音和一个直流音)所编码的OFDM符号的传送链。空间映射器可提供直接映射,其中来自每个时空流的星座点直接映射到所有传送链上(一到一映射)。空间映射可提供空间扩展,其中来自所有空时流的星座点的矢量经由矩阵乘法而扩展来对所有传送链产生用32个音编码的OFDM符号的输入。或,空间映射器可提供DBF,其中来自所有空时流的星座点的每个矢量乘以导向矢量矩阵来产生用32个音编码的OFDM符号作为到传送链的输入。

[0061] 发射器可将用例如对于1 MHz带宽操作的32个音编码的OFDM符号经由傅里叶逆变换(例如32点傅里叶逆变换)而变换到时域内(元素335)。之后,发射器可使OFDM符号上变频用于传送(元素340)并且将OFDM符号作为通信信号传送到天线来将信号传送到另一个通信装置(元素345)。如果存在更多的帧要传送(元素360),过程可再次在元素305开始。

[0062] 图4描绘用如在图2中图示的接收器检测并且接收通信的流程图的实施例。该流程图400开始于例如接收器204等接收器经由例如天线阵列218的天线元件等一个或多个天线检测并且接收来自发射器的通信信号(元素405)。接收器可使通信信号下变频(元素410)到更低频率并且例如经由对于1 MHz带宽通信信号的32点FFT将通信信号变换到频域(元素415)。

[0063] 发射器可从通信信号提取用对于1 MHz带宽信道的32个音编码的OFDM符号(元素420)并且解调OFDM符号来产生解调符号的数据流(元素425)。例如,解调器(例如解调器224)经由例如BPSK、16-QAM、64-QAM、256-QAM、QSPK或SQPSK解调信号信息并且将信号作为

位流输出到解交织器(例如图2中的解交织器225)。

[0064] 解交织器可通过将位存储在例如5个列中并且去除 $4 \times N_{\text{bpscs}}$ 行中的位而对位流中的位解交织。并且例如解码器226等解码器使来自解交织器的信号信息解码以经由例如BCC或LDPC来确定PPDU(元素435)。发射器然后可从PPDU提取MPDU(元素440)并且将MPDU传送到例如MAC子层逻辑202等MAC子层逻辑(元素445)。

[0065] 另一个实施例实现为用于实现参考图1-4描述的系统和方法的程序产品。一些实施例可以采取完全硬件实施例、完全软件实施例或包含硬件和软件元件两者的实施例的形式。一个实施例采用软件实现,该软件包括但不限于固件、常驻软件、微代码等。

[0066] 此外,实施例可以采取从计算机可用或计算机可读介质(其提供程序代码以供计算机或任何指令执行系统使用或结合它们一起使用)可访问的计算机程序产品的形式。为了该描述的目的,计算机可用或计算机可读介质可以是包含、存储、传达、传播或传输程序以供指令执行系统、设备或装置使用或结合它们一起使用的任何设备。

[0067] 介质可以是电子、磁、光、电磁、红外或半导体系统(或设备或装置)。计算机可读介质的示例包括半导体或固态存储器、磁带、可移动计算机软盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、硬磁盘和光盘。光盘的当前示例包括压缩盘-只读存储器(CD-ROM)、压缩盘-读/写(CD-R/W)和DVD。

[0068] 适合于存储和/或执行程序代码的数据处理系统将包括直接或通过系统总线间接耦合于存储器元件的至少一个处理器。这些存储器元件可以包括在程序代码的实际执行期间采用的本地存储器、大容量存储和高速缓存存储器,其提供至少一些程序代码的暂时性存储以便使在执行期间必须从大容量存储检索代码的次数减少。

[0069] 如上文描述的逻辑可以是对于集成电路芯片的设计的一部分。该芯片设计采用图形计算机编程语言而创建并且存储在计算机存储介质(例如盘、带、物理硬驱动器或虚拟硬驱动器,例如存储访问网络中的)中。如果设计师未制造芯片或用于制造芯片的光刻掩模,设计师通过物理手段(例如,通过提供存储设计的存储介质的副本)或电子地(例如,通过因特网)直接或间接传送所得设计到这样的实体。存储的设计然后转换成用于制造的适合格式(例如,GDSII)。

[0070] 所得的集成电路芯片可以由制造商以原始晶圆的形式(即,作为具有多个未封装芯片的单晶圆)、作为裸晶片或采用封装形式分配。在后面的情况下,芯片安装在单芯片封装件(例如,塑料载体,其具有附连到母板或其他更高级载体的引线)上或多芯片封装件(例如陶瓷载体,其具有表面互连或掩埋互连中的任一个或两个)中。在任何情况下,芯片然后与其他芯片、分立电路元件和/或其他信号处理装置集成作为(a)中间产品(例如母板)或(b)最终产品的一部分。

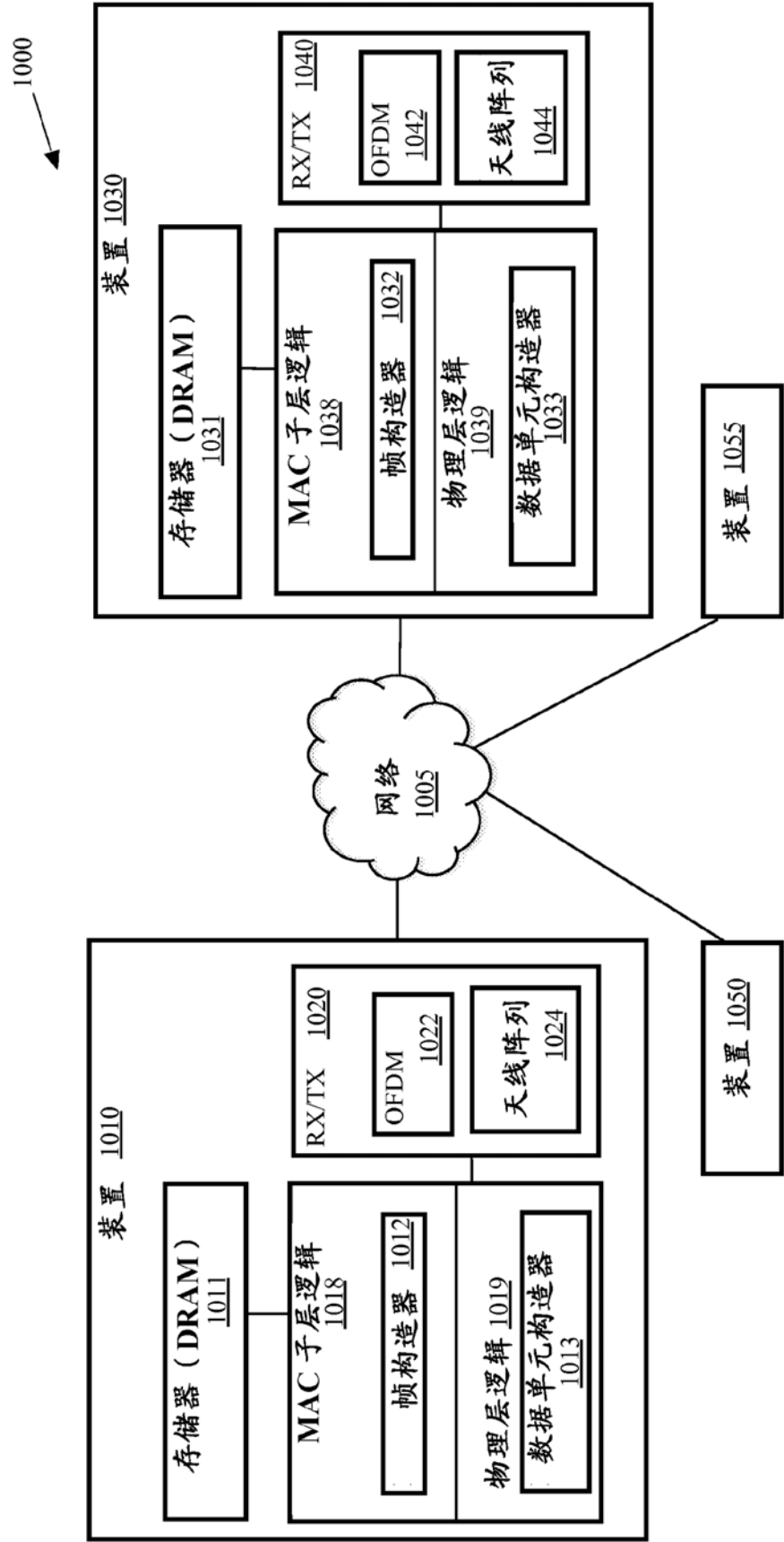


图 1

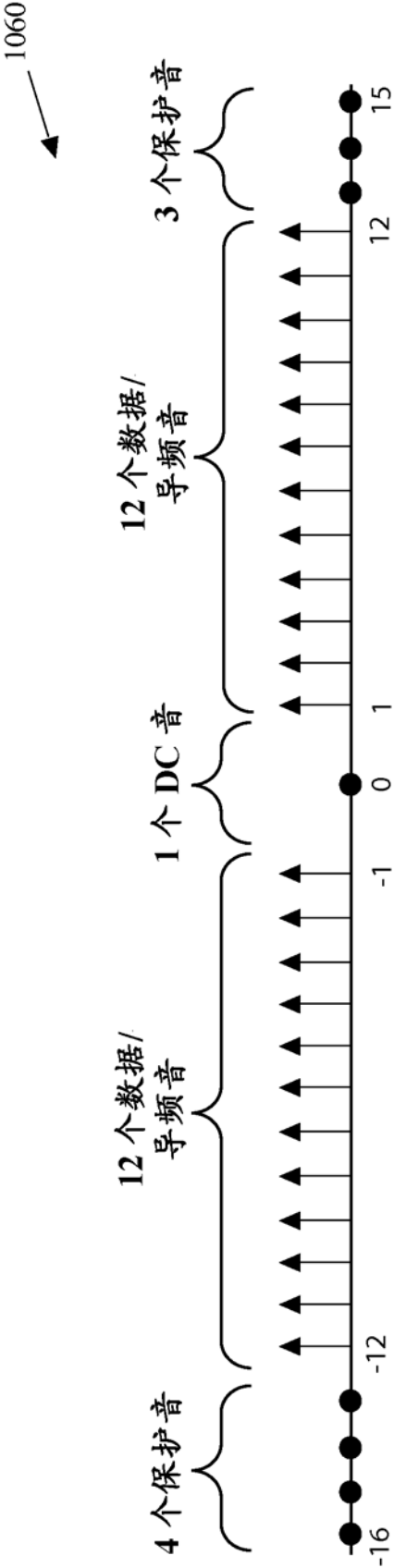


图 1A

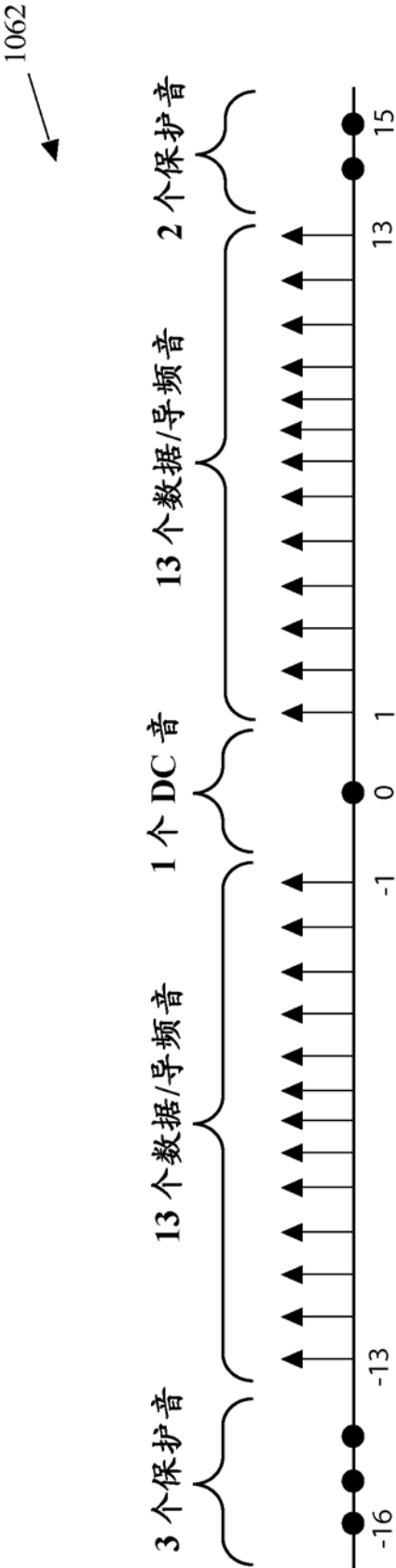


图 1B

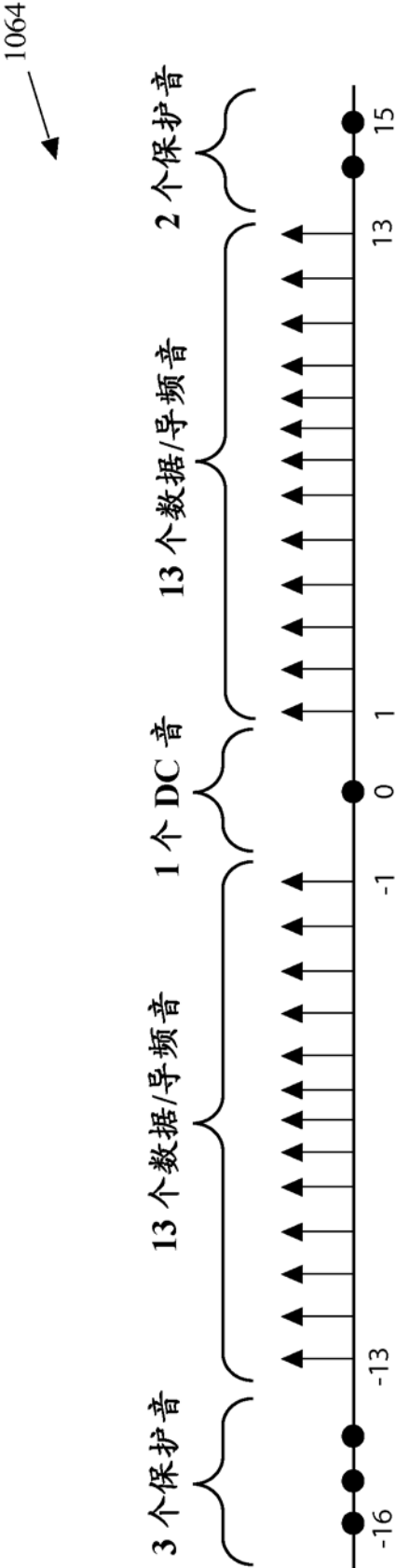


图 1C

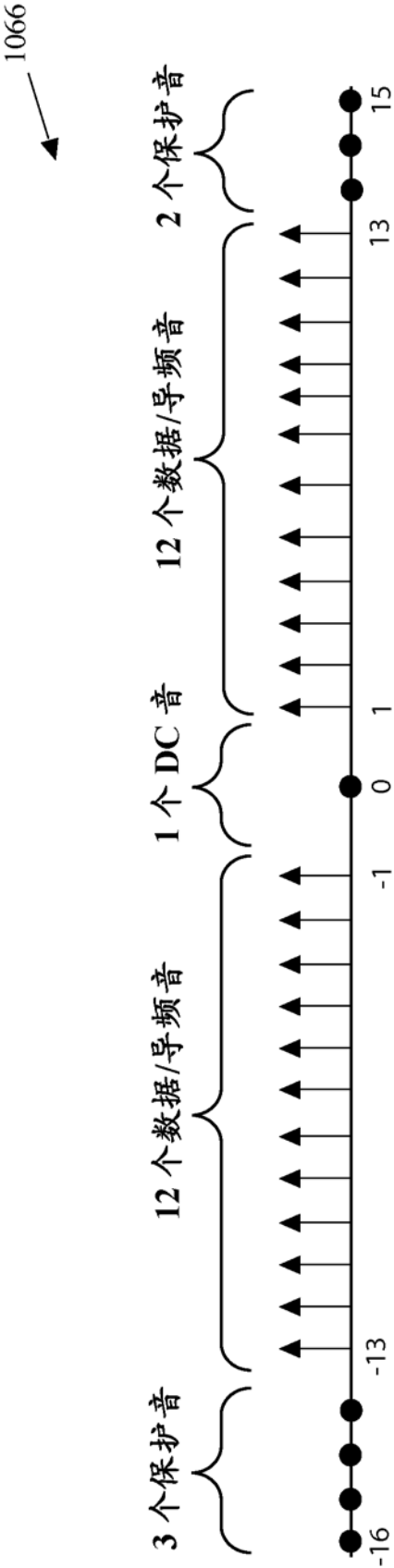


图 1D

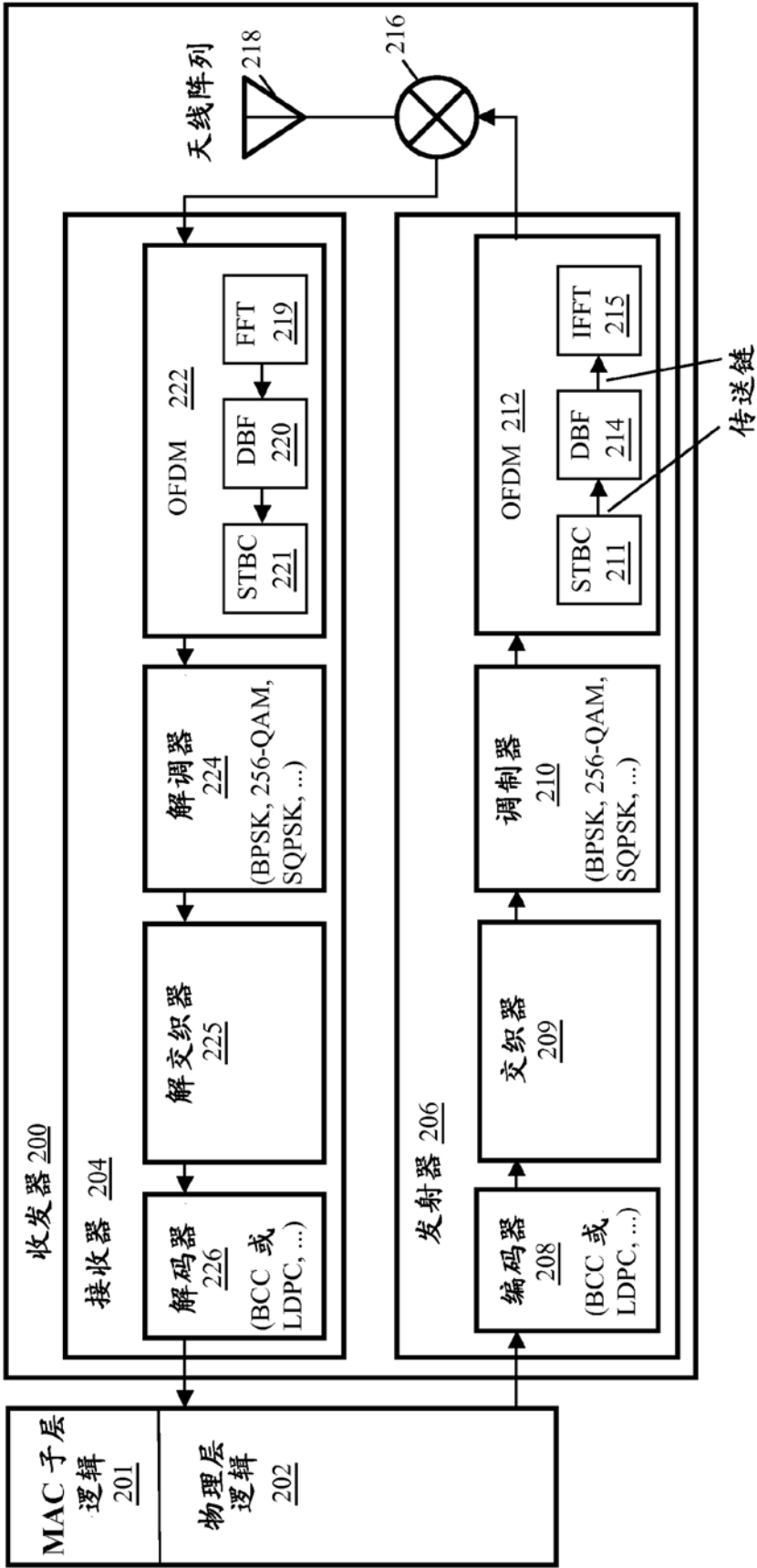


图 2

1MHZ 带宽交织表格		<u>250</u>
20 个数据音，7 个保护音、4 个导频音和 1 个 DC 音		
N _{ROWS}	N _{COLUMNS}	
1 * N _{bpscs}	2	
2 * N _{bpscs}	2	
5 * N _{bpscs}	2	
1 * N _{bpscs}	4	
5 * N _{bpscs}	4	
1 * N _{bpscs}	5	
2 * N _{bpscs}	5	
4 * N _{bpscs}	5	
1 * N _{bpscs}	10	
2 * N _{bpscs}	10	

图 2A

1MHz 带宽交织表格			
24 个数据音, 5 个保护音、2 个导频音和 1 个 DC 音			
252			
N _{ROWS}		N _{COLUMNS}	N _{ROWS}
N _{COLUMNS}		N _{COLUMNS}	
1 * Nbpscs	2	1 * Nbpscs	4
2 * Nbpscs	2	2 * Nbpscs	4
3 * Nbpscs	2	3 * Nbpscs	4
4 * Nbpscs	2	6 * Nbpscs	4
6 * Nbpscs	2	1 * Nbpscs	6
1 * Nbpscs	3	2 * Nbpscs	6
2 * Nbpscs	3	4 * Nbpscs	6
4 * Nbpscs	3	1 * Nbpscs	8
8 * Nbpscs	3	3 * Nbpscs	8

图 2B

1MHZ 带宽交织表格		<u>254</u>
22 个数据音，5 个保护音、4 个导频音和 1 个 DC 音		
N_{ROWS}	N_{COLUMNS}	
1 * Nbpscs	2	

图 2C

1MHZ 带宽交织表格		<u>256</u>
22 个数据音，7 个保护音、2 个导频音和 1 个 DC 音		
N_{ROWS}	N_{COLUMNS}	
1 * Nbpscs	2	

图 2D

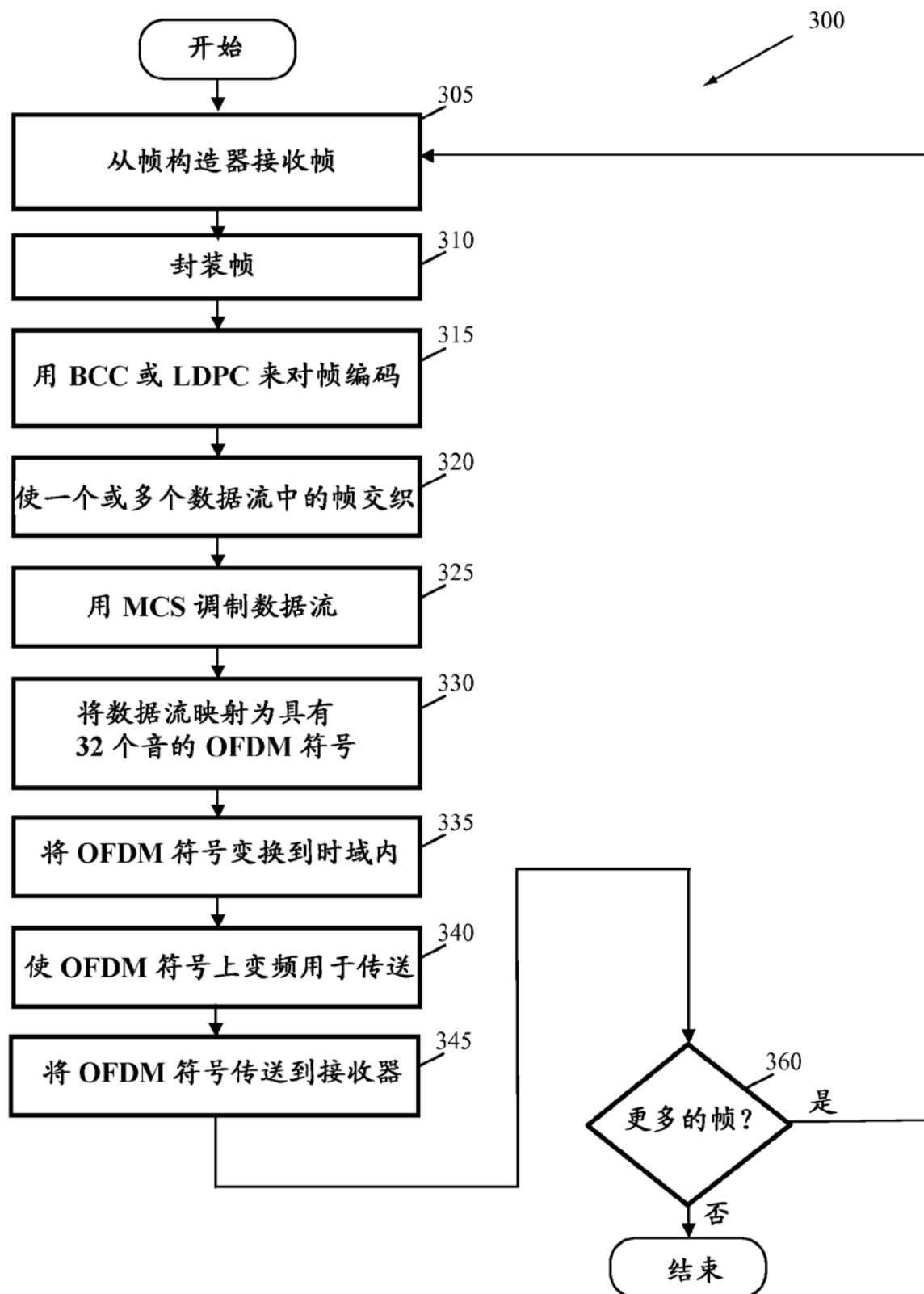


图 3

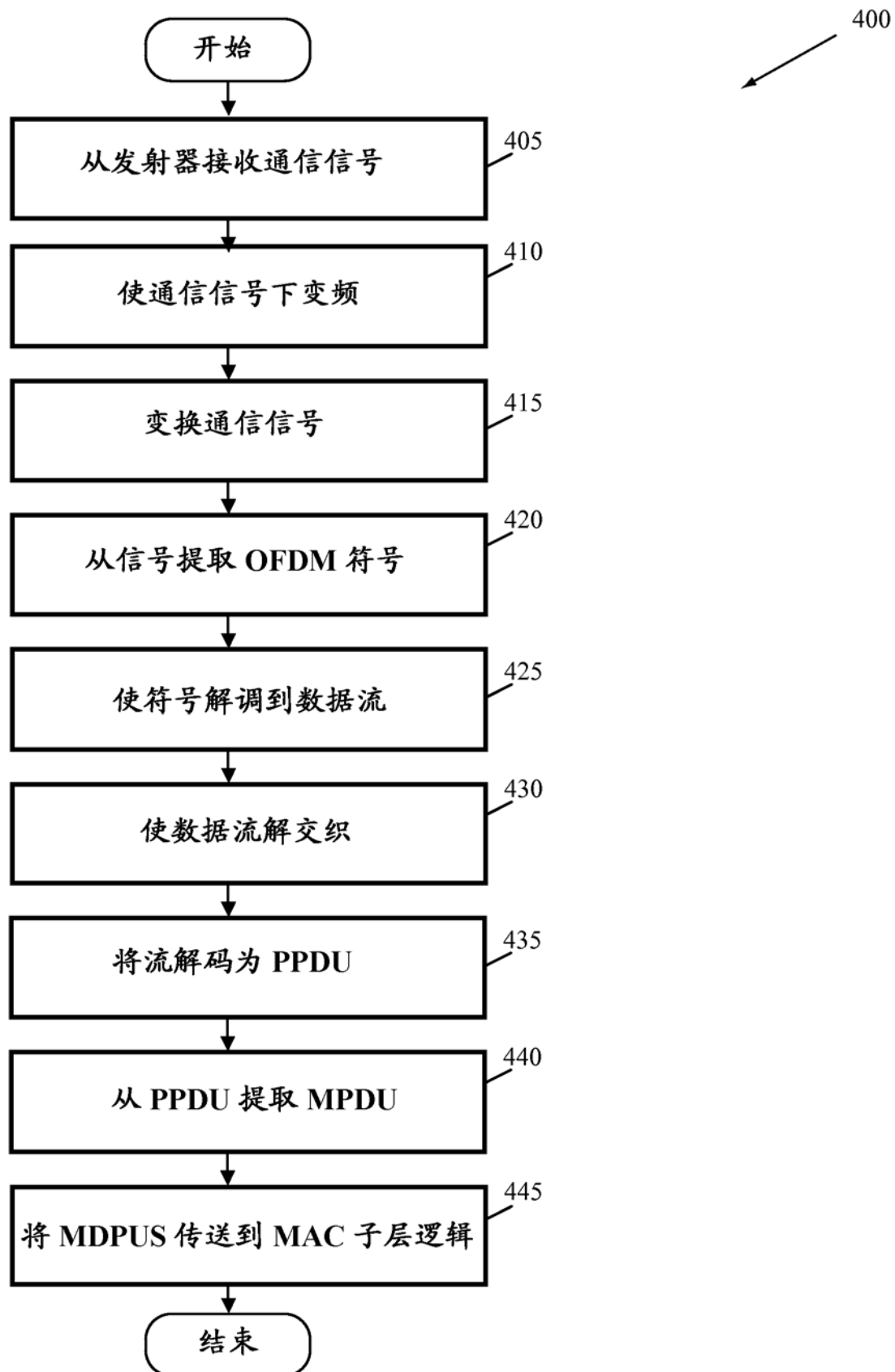


图 4