



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110199548 B

(45) 授权公告日 2022. 07. 12

(21) 申请号 201880007937.8

(22) 申请日 2018.01.09

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110199548 A

(43) 申请公布日 2019.09.03

(30) 优先权数据
62/449,666 2017.01.24 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.07.22

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/SE2018/050010 2018.01.09

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/139967 EN 2018.08.02

(73) 专利权人 瑞典爱立信有限公司
地址 瑞典斯德哥尔摩

(72) 发明人 米格尔·洛佩斯
列夫·维尔赫姆森

(74) 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司 11018
专利代理师 康泉 宋志强

(51) Int.Cl.
H04W 52/02 (2006.01)
H04J 11/00 (2006.01)
H04L 5/00 (2006.01)
H04W 74/08 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2016183187 A1, 2016.06.23
US 2016374020 A1, 2016.12.22
US 9525540 B1, 2016.12.20
US 2008144493 A1, 2008.06.19
US 2016359608 A1, 2016.12.08
CN 104838700 A, 2015.08.12
CN 105052213 A, 2015.11.11

审查员 何英

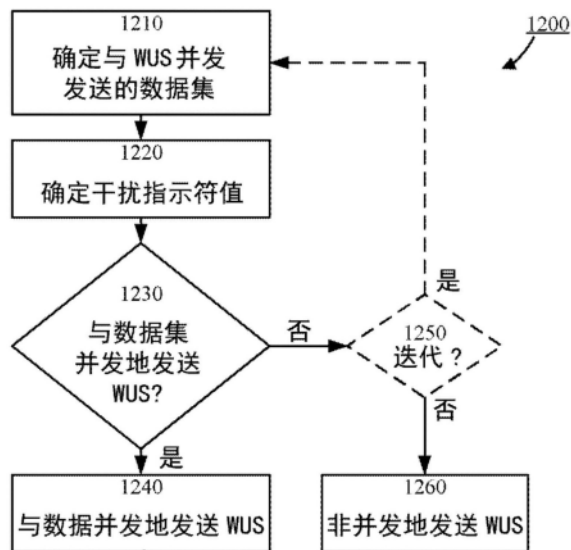
权利要求书2页 说明书13页 附图7页

(54) 发明名称

唤醒信号传输

(57) 摘要

公开了一种无线通信节点的方法,该无线通信节点适于发送用于唤醒一个或多个无线通信接收器的唤醒信号。该方法包括:确定用于与唤醒信号并发发送的第一数据集;以及确定第一干扰指示符值,该第一干扰指示符值指示由于并发发送而由第一数据集对唤醒信号引起的干扰水平。该方法还包括基于第一干扰指示符值决定是否将唤醒信号与第一数据集并发地发送,以及根据该决定发送唤醒信号。还公开了相应的装置、无线通信节点和计算机程序产品。



1. 一种无线通信节点的方法,所述无线通信节点适于发送用于唤醒一个或多个无线通信接收器的唤醒信号,所述方法包括:

确定 (1210) 用于与所述唤醒信号并发地发送的第一数据集;

确定 (1220) 第一干扰指示符值,所述第一干扰指示符值指示由于并发发送而由所述第一数据集引起的对所述唤醒信号的干扰的水平,其中,所述第一干扰指示符值通过计算所述唤醒信号与所述第一数据集的并发发送的误差矢量幅度来确定;

基于所述第一干扰指示符值决定是否 (1230) 将所述唤醒信号与所述第一数据集并发地发送,

其中,所述决定包括将所述第一干扰指示符值与阈值进行比较,以及如果所述第一干扰指示符值落在所述阈值的第一侧,则决定将所述唤醒信号与所述第一数据集并发地发送,其中,如果所述第一干扰指示符值随着干扰水平的降低而降低,则落在所述第一侧对应于低于所述阈值的所述第一干扰指示符值,并且如果所述第一干扰指示符值随着干扰水平的降低而增加,则落在所述第一侧对应于高于所述阈值的所述第一干扰指示符值;以及

根据所述决定与所述第一数据集并发地发送 (1240) 所述唤醒信号。

2. 根据权利要求1所述的方法,还包括:如果决定不将所述唤醒信号与所述第一数据集并发地发送,则确定用于与所述唤醒信号并发地发送的第二数据集。

3. 根据权利要求2所述的方法,还包括:

确定第二干扰指示符值,所述第二干扰指示符值指示由于并发发送而由所述第二数据集引起的对所述唤醒信号的干扰的水平;以及

基于所述第二干扰指示符值决定是否将所述唤醒信号与所述第二数据集并发地发送。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,其中,如果决定不将所述唤醒信号与任何数据集并发地发送,则决定将所述唤醒信号非并发地发送。

5. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,其中,由于并发发送而由所述第一数据集引起的对所述唤醒信号的干扰的水平取决于与并发发送相关联的一个或多个参数,所述一个或多个参数包括以下中的至少一个:

所述第一数据集的调制阶数,

应用于所述第一数据集的快速傅立叶逆变换的大小,

所述唤醒信号使用的子载波的数量,以及

所述唤醒信号和所述第一数据集之间的发送功率比。

6. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,其中,通过以下操作来确定所述第一干扰指示符值:

基于所述唤醒信号与所述第一数据集的并发发送的一个或多个特性来执行表查找,以获取与所述一个或多个特性相对应的得分值;以及

累加所获取的得分值。

7. 一种非暂时性存储介质 (1500),其上具有包括程序指令的计算机程序,所述计算机程序能够被加载到数据处理单元中并适于当所述数据处理单元运行所述计算机程序时,使得执行根据权利要求1至6中任一项所述的方法。

8. 一种用于无线通信节点的装置,所述无线通信节点适于发送用于唤醒一个或多个无线通信接收器的唤醒信号,所述装置包括控制器 (1400),所述控制器 (1400) 适于引起以下

操作：

确定用于与所述唤醒信号并发地发送的第一数据集；

确定第一干扰指示符值，所述第一干扰指示符值指示由于并发发送而由所述第一数据集引起的对所述唤醒信号的干扰的水平，其中，所述控制器还适于引起：通过计算所述唤醒信号与所述第一数据集的并发发送的误差矢量幅度来确定所述第一干扰指示符值；

决定是否将所述唤醒信号与所述第一数据集并发地发送，其中，所述决定包括将所述第一干扰指示符值与阈值进行比较，以及如果所述第一干扰指示符值落在所述阈值的第一侧，则决定将所述唤醒信号与所述第一数据集并发地发送，其中，如果所述第一干扰指示符值随着干扰水平的降低而降低，则落在所述第一侧对应于低于所述阈值的所述第一干扰指示符值，并且如果所述第一干扰指示符值随着干扰水平的降低而增加，则落在所述第一侧对应于高于所述阈值的所述第一干扰指示符值；以及

根据所述决定与所述第一数据集并发地发送所述唤醒信号。

9. 根据权利要求8所述的装置，其中，所述控制器还适于引起：如果决定不将所述唤醒信号与所述第一数据集并发地发送，则确定用于与所述唤醒信号并发地发送的第二数据集。

10. 根据权利要求9所述的装置，其中，所述控制器还适于引起：

确定第二干扰指示符值，所述第二干扰指示符值指示由于并发发送而由所述第二数据集引起的对所述唤醒信号的干扰的水平；以及

基于所述第二干扰指示符值决定是否将所述唤醒信号与所述第二数据集并发地发送。

11. 根据权利要求8至10中任一项所述的装置，其中，所述控制器还适于引起：如果决定不将所述唤醒信号与任何数据集并发地发送，则决定将所述唤醒信号非并发地发送。

12. 根据权利要求8至10中任一项所述的装置，其中，由于并发发送而由所述第一数据集引起的对所述唤醒信号的干扰的水平取决于与并发发送相关联的一个或多个参数，所述一个或多个参数包括以下中的至少一个：

所述第一数据集的调制阶数，

应用于所述第一数据集的快速傅立叶逆变换的大小，

所述唤醒信号使用的子载波的数量，以及

所述唤醒信号和所述第一数据集之间的发送功率比。

13. 一种无线通信节点，包括根据权利要求8至12中任一项所述的装置。

唤醒信号传输

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及无线通信领域。更具体地,涉及发送唤醒信号(WUS)以供用于无线通信接收器的唤醒无线电(WUR)接收。

背景技术

[0002] 在下文中,将描述唤醒信号可能经历传输的场景。

[0003] 目前预计物联网(IoT)会显著增加连接设备的数量。许多这些设备可能在免许可频带(例如,2.4GHz ISM频带)中操作。对于传统上在许可频带中支持的服务使用免许可频带的需求也在增加。例如,传统上针对许可频带开发标准规范的第三代合作伙伴计划(3GPP)现在还开发了在5GHz免许可频带中操作的UMTS-LTE(通用移动通信标准,长期演进)版本的标准规范。因此,可以预期免许可频带适应涉及越来越多的设备以及服务的通信。

[0004] 关于无线通信设备通常希望降低功耗。对于与物联网(IoT)相关的无线通信设备,降低功耗的需求通常尤为明显,在这种无线通信设备中,电源可以是例如设备自身的能量采集(例如,太阳能)或者很少或从不充电或更换的低能量电池。

[0005] 对于许多IoT应用,支持的数据速率(通常是峰值和平均值)都很低。因此,不是在IoT设备发送或接收数据时,而是在设备处于监听模式以确定是否存在它是预期的接收器的信号时,消耗大部分功率。这些情况激励使用唤醒无线电(WUR)。在本领域中已知使用WUR的构思是降低无线通信设备中的功耗的手段。

[0006] WUR是功耗低于主接收器(通常,功耗极低)且唯一目的是唤醒主接收器(或收发器)的电路、单元或设备。因此,因为可以替代地使用WUR,所以具有WUR的设备将不需要开启其主接收器来扫描要接收的潜在信号(例如,数据分组)。WUR可以通过检测到唤醒签名或在预期用于设备的主接收器的信号之前发送的唤醒信号(WUS),而检测到存在设备要接收的信号。如果WUR基于WUS确定存在预期用于该设备的信号,则它将唤醒主接收器(并且可能唤醒发送器)并且可以建立通信链路以接收该信号。

[0007] 支持WUR的一个问题是,如果信道用于唤醒信号而不是数据,则唤醒信号(WUS)的传输可能会严重影响系统容量。在L.Wilhelmsso n和M.Lopez的“Concurrent transmission of data and a wake-up signal in 802.11ax”,IEEE doc 802.11-17/0094r0,January 15,2017(可以从<https://mentor.ieee.org/802.11/dcn/17/11-17-0094-00-00ba-concurrent-transmission-of-data-and-a-wake-up-signal-in-802-11ax.pptx>检索)中以及M.Lopez和L.Wilhelmsson的“Ef ficient support of WUR in IEEE 802.11,”IEEE Globecom 2016,Washington DC,USA,December 2016中解决了这个问题。

[0008] 这些出版物描述了通过诸如OFDM(正交频分复用)和OFDMA(正交频分多址)之类的复用技术与用户数据并发地发送WUS的技术。这种并发发送技术具有一些优点。由于用户数据与WUS复用,因此可以更高效地使用信道(或介质),并且可以提高系统容量。此外,由于与WUS一起发送用户数据,使用某种载波侦听多路访问和冲突避免(CSMA/CA)的潜在干扰设

备更可能发现信道繁忙,因此推迟发起发送。并发发送还提供与传统IEEE802.11的共存机制。WUS对传统分组的性能的影响可以忽略不计(因为WUS通常与传统分组中的有效载荷正交)。然而,对于并发发送,WUR的性能会降低。

[0009] 上面提及的L.Wilhelmsson和M.Lopez的两篇参考文献指出,通过在802.11ax中引入OFDMA,可以通过使用一个或多个资源单元(RU)将WUS与数据复用,这是一种使用OFDMA对WUS和数据的并发发送的形式。当使用OOK生成WUS并使用(任意)RU发送WUS时,通过模拟来评估这种方法的性能。在模拟中,假设WUS不长于数据(因此适配在数据分组内)。WUS使用IFFT生成,因此不会干扰使用FFT解调的数据。

[0010] 当WUR要执行WUS检测时,WUS通常可以不被滤除,这是因为WUR通常不包括用于OFDMA解调的装置(FFT的复杂性会阻碍WUR具有极低复杂性和功耗的目的)。因此,对WUR的包络检测器的输入通常包括数据和WUS。从WUR的角度来看,输入信号可以被视为以OFDMA符号率调制的幅度,这是因为使用OOK对一个RU进行调制。在模拟中,还研究了为WUS提供功率提升以改善WUR性能的影响。例如,可以通过简单地增加包括WUS的RU的功率和/或通过向WUS分配更多RU(由于对频谱平坦度的监管限制,这可能是优选的)来实现该效果。

[0011] 然而,WUR在并发发送中的性能可能仍然不令人满意。因此,需要同时解决WUR性能和系统容量的改进方法、装置和设备。

发明内容

[0012] 应当强调的是,当在本说明书中使用术语“包括”时用来指所阐述的特征、要件、步骤、组成部分的存在,但不排除存在或增加一个或多个其它特征、要件、步骤、组成部分或它们的组合。

[0013] 还应该注意,这里描述的场景(例如,关于IEEE802.11)仅仅是说明性的示例,决不是限制性的。相反,实施例可以应用于发送器适于发送唤醒信号和数据两者的任何场景。

[0014] 一些实施例的目的在于解决或减轻上述或其他缺点中的至少一些。

[0015] 根据第一方面,这通过无线通信节点的方法来实现,所述无线通信节点适于发送用于唤醒一个或多个无线通信接收器的唤醒信号。所述方法包括:确定(1210)用于与所述唤醒信号并发地发送的第一数据集;确定(1220)第一干扰指示符值,所述第一干扰指示符值指示由于并发发送而由所述第一数据集引起的对所述唤醒信号的干扰的水平;基于所述第一干扰指示符值决定是否(1230)将所述唤醒信号与所述第一数据集并发地发送;以及根据所述决定发送(1240,1260)所述唤醒信号。

[0016] 所述无线通信节点可以是适于发送唤醒信号和数据的任何设备。例如,所述无线通信节点可以是接入点(AP)或基站。

[0017] 例如,可以通过使用正交频分复用(OFDM)来实现数据和唤醒信号的并发发送,其中WUS被分配一个或多个资源单元(RU)或一个或多个子载波,并且使用开关键控(OOK,这是幅移键控ASK的一种特殊情况)来调制。缺乏OFDM解调可能性的WUR通常可以感知这种OFDM信号,该OFDM信号包括经OOK调制的WUS,作为经由数据引起的噪声的经ASK调制的WUS。

[0018] 根据一些实施例,基于第一干扰指示符值决定是否将唤醒信号与第一数据集并发地发送可以包括:确定第一干扰指示符值是否满足某些条件,以及如果满足条件,则决定将唤醒信号与第一数据集并发地发送。

[0019] 例如,基于干扰指示符值决定是否将唤醒信号与第一数据集并发地发送可以包括:将干扰指示符值与阈值进行比较,以及如果干扰指示符值落在阈值的第一侧,则决定将唤醒信号与第一数据集并发地发送。

[0020] 阈值可以与干扰水平相关联,其中WUR能够正确地检测WUS的概率低于最小可接受概率值。如果干扰指示符值随着干扰水平降低而降低,则落在阈值的第一侧的干扰指示符值可以对应于低于阈值的干扰指示符值;以及如果干扰指示符值随着干扰水平的降低而增加,则可以对应于高于该阈值的干扰指示符值。

[0021] 所述方法还可以包括:如果干扰指示符值不满足条件(例如,未落在阈值的第一侧),则决定不将唤醒信号与第一数据集并发地发送。

[0022] 在一些实施例中,如果决定不将唤醒信号与第一数据集并发地发送,则该方法还可以包括确定(1210)与唤醒信号并发地发送的第二数据集。

[0023] 例如,可以确定第二数据集,使得由于并发发送而由第二数据集对唤醒信号引起的干扰水平低于由于并发发送而由第一数据集对唤醒信号引起的干扰水平。例如,第二数据集可以是较小的数据集以允许将更多资源单元或子载波分配给WUS,和/或第二数据集可以是与第一数据集相比使用较低阶调制的数据集。

[0024] 根据一些实施例,可以直接决定将唤醒信号与第二数据集并发地发送(1240)。或者,所述方法还可以包括:确定(1220)第二干扰指示符值,所述第二干扰指示符值指示由于并发发送而由所述第二数据集引起的对所述唤醒信号的干扰的水平;以及基于所述第二干扰指示符值决定(1230)是否将所述唤醒信号与所述第二数据集并发地发送。

[0025] 根据一些实施例,上述过程(1210,1220,1230)可以迭代任何合适的次数。

[0026] 当上述过程(1210,1220,1230)不再迭代时,如果决定不将唤醒信号与任何(第一,第二等)数据集并发地发送,则该方法可以包括决定非并发地发送唤醒信号。非并发地发送唤醒信号可以例如包括在单独的分组中发送唤醒信号。

[0027] 根据一些实施例,由于并发发送而由第一(第二等)数据组对唤醒信号引起的干扰水平取决于与并发发送相关联的一个或多个参数。一个或多个参数可以包括以下中的至少一个:数据集的调制阶数,应用于数据集的快速傅立叶逆变换的大小,唤醒信号使用的子载波的数量,以及唤醒信号和数据集之间的发送功率比。

[0028] 在一些实施例中,可以通过计算唤醒信号与数据集的并发发送的误差矢量幅度(EVM)来确定第一(第二等)干扰指示符值。

[0029] 在一些实施例中,可以通过以下操作来确定第一(第二等)干扰指示符值:基于所述唤醒信号与所述第一(第二等)数据集的并发发送的一个或多个特性来执行表查找,以获取与所述一个或多个特征相对应的得分值;以及累加所获取的得分值。一个或多个特性可以等于或可以和与并发发送相关联的一个或多个参数中的至少一些参数重叠,即可以包括以下中的至少一个:数据集的调制阶数,应用于数据集的快速傅立叶逆变换的大小,唤醒信号使用的子载波的数量,以及唤醒信号和数据集之间的发送功率比。

[0030] 第二方面是一种包括计算机可读介质(1500)在内的计算机程序产品,所述计算机可读介质(1500)上具有包括程序指令在内的计算机程序,所述计算机程序能够被加载到数据处理单元(1520)中并适于当所述数据处理单元运行所述计算机程序时使得执行根据第一方面所述的方法。

[0031] 第三方面是一种用于无线通信节点的装置,所述装置适于发送用于唤醒一个或多个无线通信接收器的唤醒信号。所述装置包括控制器(1400),其适于进行以下操作:确定用于与所述唤醒信号并发地发送的第一数据集;确定第一干扰指示符值,所述第一干扰指示符值指示由于并发发送而由所述第一数据集引起的对所述唤醒信号的干扰的水平;基于所述第一干扰指示符值决定是否将所述唤醒信号与所述第一数据集并发地发送;以及根据所述决定发送所述唤醒信号。

[0032] 例如,控制器可以等同于执行根据第一方面的方法的处理装置。处理装置可以例如包括处理器和存储器。

[0033] 控制器可以(至少部分地)包括在无线通信节点的资源管理器中。或者,资源管理器可以(至少部分地)包括在控制器中。或者,控制器可以在资源管理器外部但与资源管理器相关联。

[0034] 根据第三方面的装置可以另外具有与上文针对第一方面所述的多种特征中的任意一个相同或相对应的特征。

[0035] 在一些实施例中,与唤醒信号并发发送第一(第二等)数据集的确定可以由数据集确定器(1420)执行,该数据集确定器可以与控制器相关联或包括在控制器中。

[0036] 在一些实施例中,第一(第二等)干扰指示符值的确定可以由干扰指示符值确定器(1430)执行,该干扰指示符值确定器可以与控制器相关联或包括在控制器中。

[0037] 在一些实施例中,基于对应的干扰指示符值决定是否将唤醒信号与第一(第二等)数据集并发地发送可以由决策单元(1440)来执行,该决策单元与控制器相关联或包括在控制器中。

[0038] 在一些实施例中,根据决定对唤醒信号的发送可以由发送器(1410)执行,该发送器可以与控制器相关联。

[0039] 根据一些实施例,所述控制器可以适于通过以下操作来基于干扰指示符值决定是否将唤醒信号与第一(第二等)数据集并发地发送:将所述干扰指示符值与阈值进行比较;以及如果所述干扰指示符值落在所述阈值的第一侧,则决定将所述唤醒信号与所述第一(第二等)数据集并发地发送。比较可以由比较器(1441)执行,该比较器可以与决策单元相关联或包括在决策单元中。

[0040] 在一些实施例中,控制器可以适于通过计算唤醒信号与第一(第二等)数据集的并发发送的误差矢量幅度来确定第一(第二等)干扰指示符值。该计算可以由误差矢量幅度计算器(1431)执行,该误差矢量幅度计算器可以与干扰指示符值确定器相关联或包括在干扰指示符值确定器中。

[0041] 根据一些实施例,控制器可以适于通过基于唤醒信号与第一(第二等)数据集的并发发送的一个或多个特性来执行表查找以获取与一个或多个特性相对应的得分值,并累加所获取的得分值,来确定第一(第二等)干扰指示符值。例如,可以从无线通信节点的资源管理器获取特性。可以通过使用特性来寻址一个或多个查找表(1432)从而执行表查找,该查找表可以与干扰指示符值确定器相关联或包括在干扰指示符值确定器中。累加可以由累加器(1433)执行,该累加器可以与干扰指示符值确定器相关联或包括在干扰指示符值确定器中。

[0042] 第四方面是一种用于无线通信节点的装置,所述装置适于发送用于唤醒一个或多个

个无线通信接收器的唤醒信号。所述装置包括：数据集确定器(1420)，适于确定与唤醒信号并发发送的第一数据集；干扰指示符值确定器(1430)，适于确定第一干扰指示符值，该值指示由于并发发送而由第一数据集引起的对唤醒信号的干扰水平；以及决策单元(1440)，适于基于第一干扰指示符值决定是否将唤醒信号与第一数据集并发地发送。

[0043] 该装置通常与适于根据决定发送唤醒信号的发送器(1410)相关联。在一些实施例中，该装置可以包括发送器。

[0044] 根据第四方面的装置可以另外具有与上文针对第一方面至第三方面中的任一方面所述的多种特征中的任一特征相同或相对应的特征。

[0045] 第五方面是一种无线通信节点，该无线通信节点包括根据第一方面和第四方面中的任一方面的装置。

[0046] 在一些实施例中，上述任一方面可以另外具有与上文针对任一其他方面所述的多种特征中的任一特征相同或相对应的特征。

[0047] 一些实施例的优点是同时考虑系统容量和WUR的性能。与总是单独发送WUS的系统相比，系统容量增加，同时与总是与数据并发发送WUS的系统相比，WUR的性能(例如，在检测错误概率方面-错误警报和/或漏检)得到改善。

[0048] 一些实施例改进了其中启用与数据的并发发送的系统的WUS的链路性能。

附图说明

[0049] 根据以下参照附图给出的实施例的详细描述，其他目的、特征和优点将显而易见，在附图中：

[0050] 图1是示出了根据一些实施例的示例唤醒分组格式的示意图；

[0051] 图2是示出了根据一些实施例的唤醒信号和传统分组的示例并发发送的示意图；

[0052] 图3是示出了根据一些实施例的唤醒信号与数据的联合(并发)发送的示例的示意图；

[0053] 图4是示出了根据一些实施例的唤醒信号与数据的并发发送的示例的示意图；

[0054] 图5是示出了根据一些实施例的用于对唤醒信号和数据的并发发送的信号生成的示例的示意图；

[0055] 图6是示出了根据一些实施例的唤醒信号和数据的并发发送的示例的平均功率电平的示意图；

[0056] 图7是示出了用于数据传输的示例功率分布的模拟图；

[0057] 图8是示出了根据一些实施例的用于数据和唤醒信号的并发发送的示例功率分布的模拟图；

[0058] 图9是示出了根据一些实施例的用于数据和唤醒信号的并发发送的示例功率分布的模拟图；

[0059] 图10是示出了根据一些实施例的包括唤醒无线电的无线通信接收器的示例装置的示意框图；

[0060] 图11是示出了根据一些实施例的示例唤醒无线电的示意框图；

[0061] 图12是示出了根据一些实施例的示例方法步骤的流程图；

[0062] 图13是示出了根据一些实施例的示例方法步骤的流程图；

[0063] 图14是示出了根据一些实施例的适于发送唤醒信号的无线通信节点的示例装置的示意框图;以及

[0064] 图15是示出根据一些实施例的计算机可读介质的示意图。

具体实施方式

[0065] 在下文中,将描述无线通信节点适于将至少一个唤醒信号(WUS)与数据并发地发送的实施例。无线通信节点还适于非并发地发送唤醒信号。提供了一种用于决定是否将唤醒信号与数据并发地发送的方法。还提供了关于哪些数据应该是并发发送的一部分的决定的方法。一些实施例可以被视为当可以并发地发送数据和WUS时、增强发送器处的资源管理的方法。

[0066] 在一个示例中,发送器具有发送(TX)缓冲器,其具有包含用于发送的数据的一个或多个队列。资源管理器对用户进行多路复用(例如,通过OFDMA)并调度分组以进行传输(例如,信标或触发帧)。发送器还针对每个预期的接收器实现链路适配。例如,如果发送器是接入点(AP),则可以存在并行运行的链路适配算法的多个实例。链路适配算法确定要应用于数据的调制和编码。一些实施例涉及在发送器处实现的方法,其考虑由链路适配和调度算法确定的数据的特性,以便确定哪些数据适于与WUS并发地发送。以这种方式,减轻了数据对WUS的污染(contamination),从而改善了WUS的链路性能(并且改善了WUR的接收性能)。

[0067] 上面提及的L.Wilhelmsson和M.Lopez的两篇参考文献涉及目标在于基于IEEE802.11标准对Wi-Fi系统进行增强的WUS设计,其中主收发器支持OFDM(或OFDMA)空中接口。这个示例在本文中用于说明目的。

[0068] 图1中示出了示例唤醒信号分组格式100,其包括传统IEEE802.11前导码(提供与传统802.11STA的共存),其后是基于OOK/OFDM的WUS波形108(用于非并发发送和并发发送)。传统IEEE802.11前导码通常可以包括传统短训练字段(L-STF)101、传统长训练字段(L-LTF)102和传统信号(L-SIG)103。WUS波形108通常可以包括前导码109、媒体访问控制(MAC)报头110、帧主体111和帧校验序列(FCS)112。

[0069] 图2、图3和图4示出了借助于ASK/OFDM(WUS使用OOK的并发发送)将WUS与传统分组一起传输的示例。图2示出了使用IEEE 802.11中的一些保护载波发送WUS,图3示出了使用OFDM分组的资源单元(图3的示例中的RU6)并发发送WUS和数据,并且图4示出了在OFDM分组的时间/频率网格中的WUS(400)的示例位置。

[0070] 在图2中,在传统分组中发送WUS 208a、208b,该传统分组包括传统短训练字段(L-STF)201、传统长训练字段(L-LTF)202、传统信号(L-SIG)203、高吞吐量信号字段(HT-SIG1、HT-SIG2、HT-SIG3、HT-SIG4)204、205、206、207和高吞吐量数据(HT数据)213。与图1类似,WUS 208a、208b通常可以包括WUS前导码209、WUS MAC报头210、WUS帧主体211和WUS FCS 212。

[0071] 在图2所示的示例中,在IEEE802.11n保护频带200中使用OOK发送WUS,该IEEE802.11n保护频带200与IEEE802.11n频带子载波边缘240相关联。这在频域中表现为在保护频带中存在针对逻辑1的信号,并且在保护频带中不存在针对逻辑0的信号,分别如220和230所示。

[0072] 在图3中,示例WUS传输在频域和时域中示出。在频域中,WUS 300在特定频率间隔6(其可以对应于图2的IEEE802.11n子载波,包括保护频带)中发送,该频率间隔6选自IEEE802.11中规定的频率间隔1、2、3、4、5、6、7、8、9的集合。在时域中,可以看到WUS分组包括传统短训练字段(L-STF) 301、传统长训练字段(L-LTF) 302、传统信号(L-SIG) 303和包括WUS+数据的字段308(与图2比较)。

[0073] 在图4中,示例WUS传输以时间/频率网格示出。在频域中,WUS 400在特定频率间隔402中被发送,并且数据在相邻频率间隔401、403中被发送。WUS 400包括多个OFDM符号,并且之前是分组前导码。用于WUS的每个OFDM符号表示“1”(实现为存在信号)或“0”(实现为不存在任何信号)。在主收发器支持OFDM(或OFDMA)空中接口的示例情形中,WUS 502和数据501、503都可以使用快速傅里叶逆变换(IFFT) 520同时生成,参见图5(示出了如何使用IFFT并附加循环前缀(CP) 530与数据信号一起生成WUS的示例)。当如图5所示生成复合信号时,WUS的符号率将与用于数据的OFDM系统的符号率相同。

[0074] 如上所述,可以使用开关键控(OOK)来实现WUS。这可以通过在一个OFDM符号(包括循环前缀)的整个持续时间期间消隐被分配给WUS的子载波以生成逻辑0、以及通过在一个OFDM符号(包括循环前缀)的持续时间期间发送具有预定功率的任意星座符号(例如,QAM符号)以生成逻辑1来实现。

[0075] 图4和图5示出了借助于IFFT在OFDM/OFDMA系统中生成WUS,其中并发地发送数据和WUS。在图4的示例中,3个RU 401、403被分配给数据,并且一个RU 402被分配给WUS。为了便于说明,WUS 400由粗黑线包围。通过在一个OFDM符号的持续时间内消隐被分配给WUS的子载波来生成逻辑0。通过在一个OFDM符号的持续时间内、在被分配给WUS的子载波中发送任意星座符号来生成逻辑1。

[0076] 为了提供数值示例,假设OFDM系统将使用IEEE802.11n和IEEE802.11ac中使用的相同参数。于是,对于20MHz信道,采样率将是20MHz,并且将采用64点FFT(快速傅立叶变换)。这意味着没有循环前缀(CP)的一个OFDM符号的持续时间变为 $64/(20 \cdot 10^6) = 3.2\mu\text{s}$ 。最常用的循环前缀长度是800ns,因此在该示例中包括CP的OFDM符号的总持续时间变为 $4\mu\text{s}$ 。因此,WUS的符号率为250kb/s。

[0077] 在另一示例中,无线OFDMA系统使用与IEEE802.11ax标准草案中规定的参数相同的参数。于是,对于20MHz信道,采样率将为20MHz,并且将采用256点FFT。这意味着没有CP的一个OFDM符号的持续时间变为 $256/(20 \cdot 10^6) = 12.8\mu\text{s}$ 。使用800ns的循环前缀(CP),包括CP的OFDM符号的总持续时间变为 $13.6\mu\text{s}$ 。因此,WUS的符号率为73.5kb/s。

[0078] 图6提供了当并发地发送WUS和数据时,分组中的总功率600如何根据WUS中的信息而变化的示例的示意图。图6中所示数据的功率电平610表示整个分组上的平均功率。图6示出了WUS(使用OOK)和数据的并发发送导致WUS对信号的幅度进行调制。因此,当考虑包含数据和WUS的分组时,WUS可以被视为采用幅移键控(ASK)。

[0079] 现在已经描述了用于WUS生成以及WUS与数据的并发发送的方法和机制。注意,并发发送可以导致媒体的高效利用,并且可以提供针对干扰站(STA)的一些保护。在可以使用OFDM/OFDMA中的正交子载波生成并发发送的数据和WUS的意义上,可以使并发发送的数据和WUS正交,这意味着WUS不会对数据造成干扰。

[0080] 然而,数据会干扰WUS,即使使用OFDM/OFDMA发送器生成。这是因为WUS可以被视为

基于ASK并且通过例如包络检测器而不是通过使用FFT来解调WUS。根据图6无法理解这种干扰,在图6中描绘了数据的平均功率。数据干扰WUS的原因是数据的瞬时功率表现出显著的变化。这些变化通常使得即使在对一个(或多个)OFDM符号进行平均之后,也会存在显著的功率波动。数据的这些(平均)功率波动导致WUS的污染(干扰)。

[0081] 为了更好地理解这个问题,请注意图6仅描绘了两个功率电平,这是一种理想情况。图7、图8和图9示出了更真实的场景。

[0082] 图7示出了对于两个不同的调制阶数,802.11ax分组(具有200个OFDM符号)的数据功率的变化,在该分组中8个RU被分配给数据,1个RU被分配给WUS。每个点表示在一个OFDM符号上计算的平均功率。WUS的功率不包括在图7的功率计算中(即,功率变化仅依赖于数据,分配给WUS的1个RU已经为空)。可以看出,每个OFDM符号的平均功率波动,并且波动取决于调制阶数。高阶调制(如64-QAM)比低阶调制(如BPSK)产生更大的功率波动。

[0083] 图8示出了对于BPSK数据调制,携带数据和WUS的802.11ax分组(具有200个OFDM符号)的每OFDM符号的平均功率。1个RU分配给WUS,8个RU分配给数据。如图7所示,每个点表示在一个OFDM符号上计算的平均功率。与图6所示的理想情况不同,两个功率电平(ASK)虽然明显不同,但噪声很大。

[0084] 图9示出了对于64QAM数据调制,携带数据和WUS的802.11ax分组(具有200个OFDM符号)的每OFDM符号的平均功率。1个RU分配给WUS,8个RU分配给数据。如图7所示,每个点表示在一个OFDM符号上计算的平均功率。与图6所示的理想情况不同,两个功率电平(ASK)噪声很大。

[0085] 比较图9和图8,很明显调制阶数在使用ASK时起着重要作用。特别地,对数据使用高阶调制比对数据使用低阶调制引入ASK信号的噪声更多。

[0086] 因此,可以借助于数据的调制阶数的影响来说明由数据引起的对WUS的干扰的问题。可选地或另外地,可能存在影响数据对WUS的干扰的其他因素。这些因素的一些示例包括IFFT/FFT大小和分配给WUS的RU(或子载波)的数量。

[0087] 因此,用于WUS生成以及WUS与数据的并发发送的早期方法的一个问题是它们没有克服数据对WUS的污染(干扰)问题,如图8和图9所示。因此,WUS的链路性能对于这种方法来说较差。WUR设计的一个问题是节能通常以牺牲灵敏度为代价。因此,改善WUS的链路性能很重要。

[0088] 图10示出了用于无线通信设备的示例唤醒无线电架构1000。该架构包括一个或多个主收发器(TX/RX 1、2、3) 1010、1020、1030,每个主收发器对应于例如相应的接收/发送标准。在该示例中,一个或多个主收发器全部与相同的唤醒无线电单元(WUR) 1005相关联。

[0089] 从空闲模式开始,开关1002将处于图10中所示的位置,将天线信号传送到唤醒无线电单元1005,而主收发器处于相应的睡眠模式。唤醒无线电单元1005监视一个或多个主收发器中的每个的WUS,并且当唤醒无线电单元检测到相关WUS时,它唤醒相应的收发器并使开关1002移位以使天线信号被传送到主收发器而不是唤醒无线电单元。然后,唤醒的主收发器如标准化地进行通信,直到它再次进入睡眠模式,并使开关1002移位到图10中指示的位置为止。

[0090] 在图10所示的示例中,相同的天线用于WUR和一个或多个不同的主收发器,并且开关用于说明是否仅WUR是活动的。这仅仅是说明性的,以强调在检测到WUS之前只有WUR是活

动的,之后一个或多个主收发器变为活动的。应当理解,实施例不限于使用单个公共天线,而是在例如所有(或一些)主收发器具有不同天线时(例如,由于在不同频带中操作)时和/或在WUR具有单独的天线时也可以应用。例如,如果使用与任何主收发器针对设备支持的任何标准所使用的频率(可能基本上)不同的频率发送WUS,则可以应用具有单独天线的WUR。

[0091] 图11示出了唤醒无线电(WUR)接收器链1100的示例实现。WUR实现通常以低功耗(并且可能低成本和/或低复杂度)为特征。该示例接收器链包括包络检测器1110(例如,包括整流器和低通滤波器)、DC阻断器、模数转换器和相关器。当在相关器输出处出现明显的峰值(例如,高于检测阈值)时,可以认为检测到WUS。相同的WUR接收器链1100可以用于基本(非并发)分组格式(OOK)和修改的(并发)分组格式(ASK)。因此,WUR不需要知道使用哪种格式。

[0092] 图12示出了根据一些实施例的示例方法1200。方法1200可以由无线通信节点执行,该无线通信节点适于发送用于唤醒一个或多个无线通信接收器的唤醒信号。无线通信节点可以适于将唤醒信号与数据并发地或非并发地(在没有数据的发送中,其可以包括或不包括多于一个WUS)发送。

[0093] 该方法可以在1210中开始,在1210中确定用于与唤醒信号并发发送的(第一)数据集。该确定可以例如是随机的或者可以基于资源管理器应用的一些合适的标准。

[0094] 在步骤1220中,基于(第一)数据集确定(第一)干扰指示符值。(第一)干扰指示符值指示由于并发发送而由(第一)数据集对唤醒信号引起的干扰的水平。

[0095] 如前所述,由于并发发送而由数据引起的对唤醒信号的干扰的水平可能取决于与并发发送相关的一个或多个参数或因素(例如,数据的调制阶数、IFFT/FFT的大小、分配给唤醒信号的资源单元(或子载波)的数量、唤醒信号和数据之间的发送功率比等)。以上解释和举例说明了调制阶数的可能影响。FFT(或等效地,IFFT)大小也可能具有显著影响,这是因为增加子载波的数量(FFT大小)通常导致一个OFDM符号上的平均功率的波动减小。此外,相对大的FFT大小通常需要WUS的数据速率相对较低,从而可以使用于提取WUS的滤波器较窄。关于分配的RU(或子载波)的数量,可以通过增加分配给WUS的RU(或子载波)的数量来减小数据对WUS的污染的影响。

[0096] 可以通过计算唤醒信号与数据集的并发发送的误差矢量幅度(EVM)来确定干扰指示符值。备选地或另外地,可以通过基于并发发送的一个或多个特性(例如,上述参数)执行表查找以获取与一个或多个特性中的每个特性相对应的分值并且累加所获取的分值来确定干扰指示符值。

[0097] 在步骤1230,(第一)干扰指示符值用于决定是否要将唤醒信号与(第一)数据集并发地发送。步骤1230决定是否将唤醒信号与所考虑的数据集并发地发送,其可以包括:确定干扰指示符值是否满足某些条件以及如果满足条件则决定并发地发送唤醒信号。

[0098] 例如,该决定可以包括将干扰指示符值与阈值进行比较,以及如果干扰指示符值落在阈值的第一侧,则决定要并发地发送唤醒信号。例如,阈值可以与干扰水平相关联,其中WUR能够正确地检测WUS的概率低于最小可接受概率值。如果干扰指示符值随着干扰水平降低而降低,则落在阈值的第一侧的干扰指示符值可以对应于低于阈值的干扰指示符值,并且如果干扰指示符值随着干扰水平的降低而增加,则干扰指示符值可以对应于高于阈值的干扰指示符值。

[0099] 如果确定要将唤醒信号与(第一)数据集并发地发送(步骤1230中的“是”路径),则在步骤1240中将唤醒信号与(第一)数据集并发地发送。

[0100] 如果确定不将唤醒信号与(第一)数据集并发地发送(步骤1230中的“否”路径),则在步骤1260中可以(取决于实现)非并发地发送唤醒信号,或者该过程可以返回到步骤1210,如可选步骤1250所示。

[0101] 如果该过程返回到步骤1210,则在那里确定用于与唤醒信号并发地发送的第二数据集,并且针对第二数据集重复该方法。或者,在步骤1210中确定了第二数据集之后,该过程可以直接继续到步骤1240(图12中未示出的路径),在步骤1240中将唤醒信号与第二数据集并发地发送。

[0102] 例如,可以确定第二数据集,使得由于并发发送而由第二数据集对唤醒信号引起的干扰水平低于由第一数据集引起的干扰水平。例如,第二数据集可以是较小的数据集以允许将更多资源单元或子载波分配给WUS,和/或第二数据集可以是与第一数据集相比使用较低阶调制的数据集。

[0103] 在确定不将唤醒信号与所考虑的数据集并发地发送的情况下,步骤1210、1220、1230和1250的迭代可以执行任何合适的次数。在一些实施例中,仅考虑两个(第一和第二)数据集可能是合适的。

[0104] 最后,根据决定,要么在步骤1260中非并发地发送唤醒信号,要么在步骤1240中将唤醒信号与所考虑的数据集并发地发送。

[0105] 数据对WUS的污染的影响可以通过若干方式量化,其中两种已经在上面结合确定干扰指示符值的步骤1220的描述进行了举例说明。

[0106] 例如,可以通过将发送器生成的实际ASK信号(参见例如图8和图9)与假设数据具有恒定包络而生成的理想信号进行比较来计算ASK信号的误差矢量幅度(EVM)。两个信号之间的差的RMS(均方根)定义了ASK信号的EVM。例如,这种测量可以用作方法1200中的干扰指示符值。

[0107] 确定可以在方法1200中用作干扰指示符值的度量的另一示例方式是使用评分系统。这种方法的一个优点是它不需要(或非常少量的)计算。

[0108] 表1、表2和表3表示在该方法中可以使用(单独或以任何组合使用)的评分(数据对WUS污染的影响的量化)的非限制性示例。根据表1-3的示例,高得分值表示数据对WUS的干扰水平高,并且优选地应予以避免。因此,如果参数的选择是可能的(例如,结合步骤1210的确定),从干扰的观点来看,可以认为优选的是选择给出低组合影响(累加得分)的参数组合。在各种实施例中,可以仅考虑表1-3中的一个、或两个或全部三个参数。例如,可以仅基于调制阶数(表1)来确定累加得分。

[0109] 表1-3和/或其他合适的得分表可以例如以查找表的形式实现。

[0110] 表1:基于用于数据的最高调制阶数(最大符号星座)的示例得分值。

	调制阶数	WUS的污染的影响 (得分)
[0111]	1 (BPSK)	1
	2 (QPSK)	2
	4 (16-QAM)	3
	6 (64-QAM)	4
[0112]	8 (256-QAM)	5

[0113] 表2:基于用于调制数据的FFT大小的示例得分值。

[0114]	FFT大小	WUS的污染的影响 (得分)
	64 (例如, 802.11n)	1
	256 (例如, 802.11ax)	2

[0115] 表3:基于(例如,在802.11ax分组中)分配给WUS的RU的数量的示例得分值

[0116]	RU的数量	WUS的污染的影响 (得分)
	1	8
	2	7
	3	6
	4	5
	5	4
	6	3
	7	2
	8	1
	9	0

[0117] 在一些实施例可适用的示例中,发送器保持包含用于发送的数据的一个或多个队列,并且资源管理器对用户进行复用(例如,使用OFDMA)并调度用于发送的分组(例如,信标、触发帧等)。发送器还实现针对每个预期接收器的链路适配(确定要应用于数据的调制和编码),并且当发送器是接入点(AP)时,可以存在并行运行的链路适配算法的多个实例。资源管理器的示例可以在例如M.Karaca等人的“Resource management for OFDMA based next generation 802.11WLANs”,9th IFIP Wireless and Mobile Networking Conference 2016(可从<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7543930>获得)中找到。广泛使用的链路适配算法是可从<https://wireless.wiki.kernel.org/en/developers/documentation/mac80211/ratecontrol/minstrel>获得的Minstrel的概述。

[0118] 在一些实施例中,发送器中的资源管理器确定数据对WUS的影响;干扰指示符值(与步骤1210比较)。如上所述,例如,可以按照EVM或通过使用表格查找来评分从而量化影响。仅当影响满足某些条件时(与步骤1230比较),例如不超过预定阈值时,才并发地发送数据和WUS(与步骤1240比较)。否则,可以在单独的分组中发送WUS(与步骤1260比较);例如在

仅包含WUS的分组中发送WUS。根据一些实施例,在单独的分组中发送WUS之前,可以考虑将不止一个数据集用于并发发送。

[0119] 在一些实施例中,将数据对WUS的影响(干扰指示符值)的考虑直接并入资源管理算法中。例如,每当分配给多用户分组中的其他RU的数据的影响超过预定阈值时,调度器可以不允许将WUS分配给多用户分组中的任何RU。例如,通过考虑向WUS分配更多RU和/或通过获取需要比先前考虑的更低调制阶数的数据(来自不同队列),发送器可以尝试找到减小影响的另一资源分配。

[0120] 图13示出了根据一些实施例的用于数据和WUS的并发发送的示例方法1300。步骤1310可以被视为与步骤1210类似,步骤1320可以被视为与步骤1220类似,步骤1330可以被视为与步骤1230类似,步骤1340可以被视为与步骤1240类似,并且步骤1360可以被视为与步骤1260和1250类似。虚线可以被视为与如下实施例类似(或对应于如下实施例):该实施例中,将数据对WUS的影响的考虑直接并入资源管理算法中。

[0121] 图14示意性地示出了用于无线通信节点的装置的示例实现,该无线通信节点适于发送用于唤醒一个或多个无线通信接收器的唤醒信号。该装置包括控制器(CNTR) 1400和收发器(TX/RX) 1410。替代地或另外地,该装置还可以包括数据集确定器(DS DET) 1420、干扰指示符值确定器(IIV DET) 1430和决策单元(DU) 1440。干扰指示符值确定器1430可以包括误差矢量幅度计算器(EVM CALC) 1431和/或累加器(ACC) 1433和/或一个或多个查找表(LUT) 1432。图14的装置可以适于执行本文描述的方法,例如图12和图13中的任何方法。通过参考发明内容部分中对第三方面和第四方面的描述,可以理解图14的装置的进一步操作。

[0122] 根据一些实施例,提供了一种方法如下:

[0123] 1、一种用于并发发送数据和WUS的无线节点中的方法,在该无线节点中使用ASK发送WUS,该方法包括:

[0124] a. 将第一数据与WUS复用,其中复用包括无线电资源的分配和链路适配;

[0125] b. 从资源管理器获取关于第一数据的特性的信息,其中所述信息包括以下中的一个或多个:

[0126] i. 调制阶数

[0127] ii. FFT大小

[0128] iii. 分配给WUS的子载波或RU的数量

[0129] c. 基于来自1a的信息,确定数据对WUS的污染的影响;

[0130] d. 基于来自1b的信息决定是否允许并发发送WUS和第一数据,其中每当在1c中确定的影响超过预定义阈值时,不允许并发发送WUS和第一数据;

[0131] e. 发送:

[0132] i. 当在1d中允许并发发送第一数据和WUS时,并发发送第一数据和WUS;

[0133] ii. 当在1d中不允许并发发送第一数据和WUS时,在单独的分组中发送WUS。

[0134] 2、如在1中,其中第一数据对WUS的污染的影响被确定为ASK信号的EVM。

[0135] 3、如在1中,其中第一数据对WUS的污染的影响通过表格查找确定,并且其中表格根据1b中获得的任何信息对影响进行量化。

[0136] 4、如在1-3中,其中每当在1d中决定不允许第一数据和WUS的并发发送时,将第二

数据与WUS(而不是第一数据)复用。

[0137] 描述的实施例及其等同替代可以通过软件或硬件或者其结合来实现。它们可以通过与通信设备相关联或者与之一体的通用电路(例如数字信号处理器(DSP)、中央处理单元(CPU)、协处理器单元、现场可编程门阵列(FPGA)或其它可编程硬件)来执行,或者由专用电路(例如专用集成电路(ASIC))来执行。所有这些形式预期包括在本公开的范围之内。

[0138] 实施例可以存在于电子装置(例如,无线通信节点、接入点、网络节点等)中,所述电子装置包括根据任意实施例的装置/电路/逻辑或执行方法。

[0139] 根据一些实施例,计算机程序产品包括计算机可读介质,如USB棒、插入式卡、嵌入式驱动器或只读存储器(ROM)(如图15中所示的CD-ROM 1500)。计算机可读介质可以存储包括程序指令的示例计算机程序。计算机程序可以加载到数据处理单元(PROC)1520中,其可以例如被包括在无线通信节点1510中。当被载入数据处理单元时,计算机程序可以存储在与数据处理单元相关联或与之一体的存储器(MEM)1530中。根据一些实施例,当计算机程序载入数据处理单元并由数据处理单元运行时,计算机程序可以执行根据例如图12和图13任意一幅图示出的方法的方法步骤。

[0140] 已经在本文中参照各种实施例。然而,本领域技术人员将会认识到,对描述的实施例的多种变化仍然会落入实施例的范围。例如,本文描述的方法实施例通过一特定顺序执行的方法步骤来描述示例方法。然而,应当认识到,在不偏离实施例的范围的情况下,这些事件顺序可以以另一顺序发生。此外,尽管某些方法步骤已经被描述为顺序执行,但它们可以并行执行。

[0141] 通过相同的方式,应当注意的是,在实施例的描述中,将功能块划分为特定单元绝不是限制性的。相反,这些划分仅是示例性的。本文描述为一个单元的功能块可以划分为两个或更多个单元。通过相同的方式,在不偏离实施例的范围的情况下,本文描述为实现为两个或更多个单元的功能块可以实现为单个单元。

[0142] 因此,应当理解的是,描述的实施例的细节仅仅是用于示出的目的而不是限制。作为替代,落入实施例的范围内的所有变型都意在包括在其中。

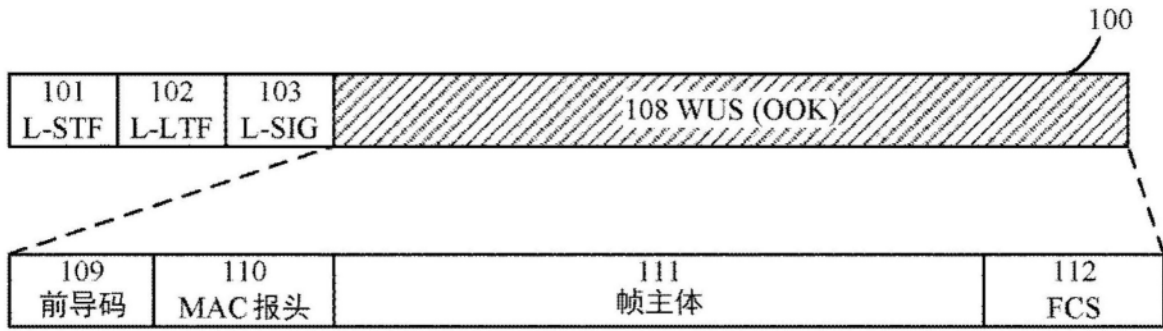


图1

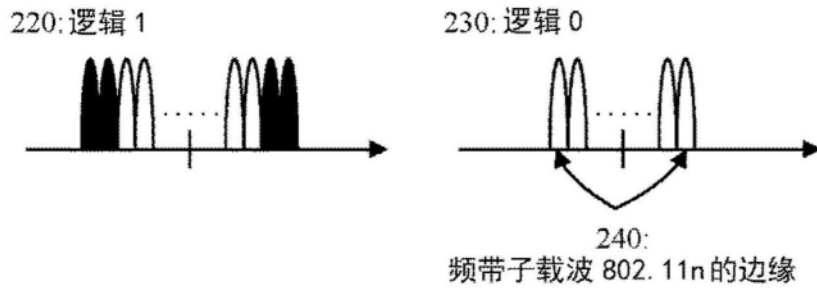
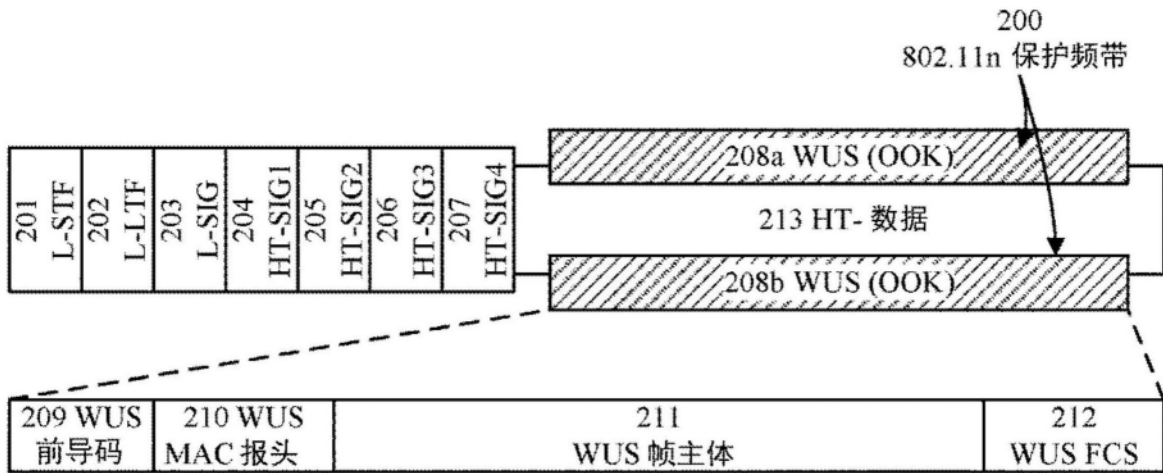


图2

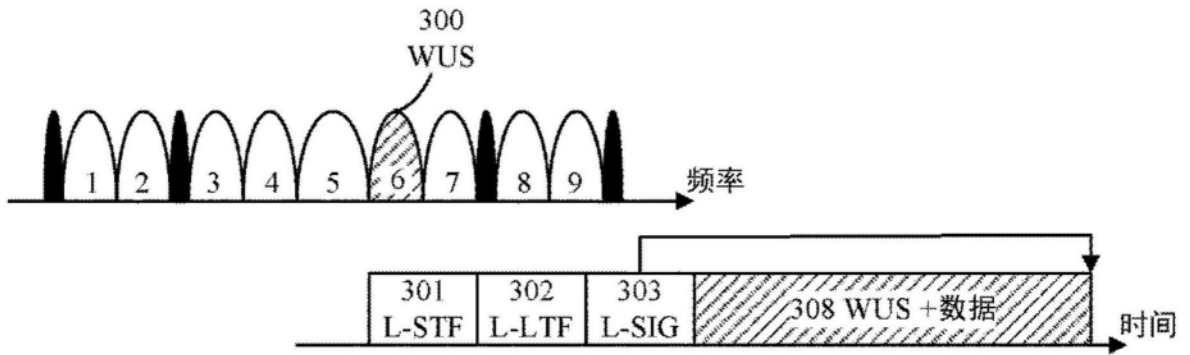


图3

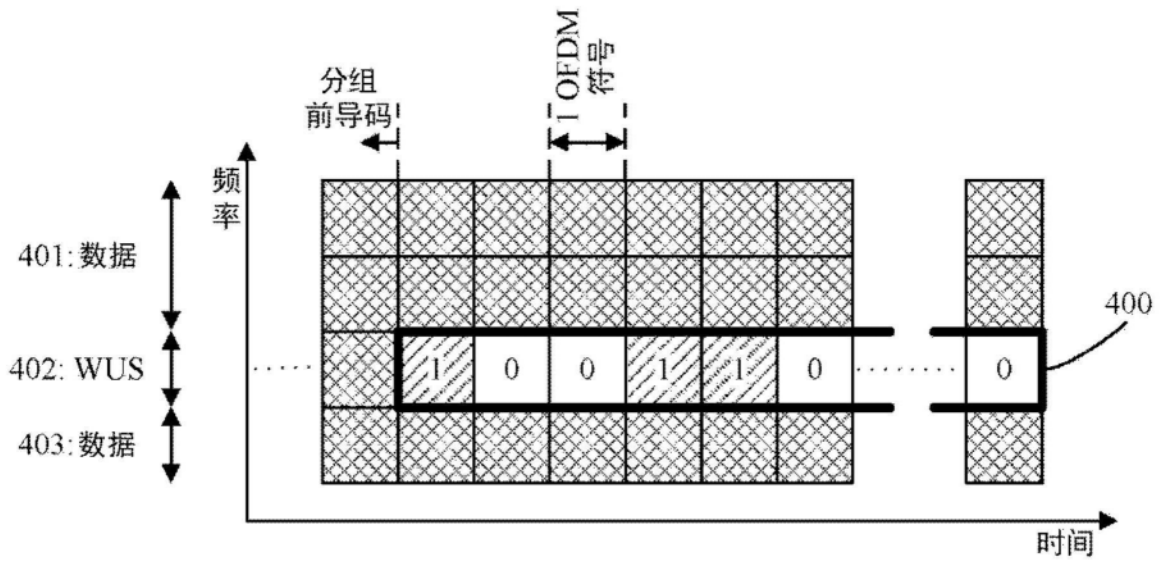


图4

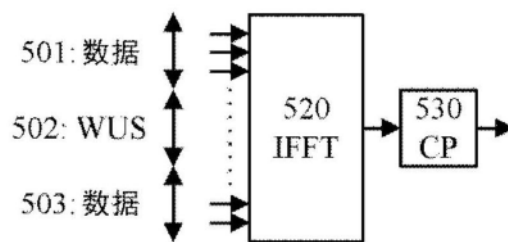


图5

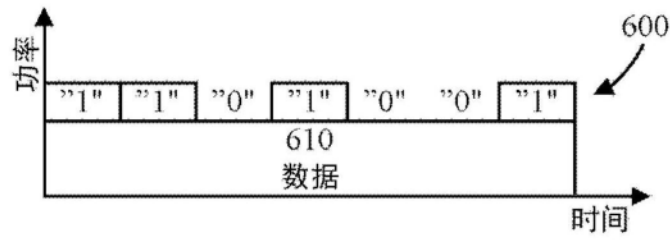


图6

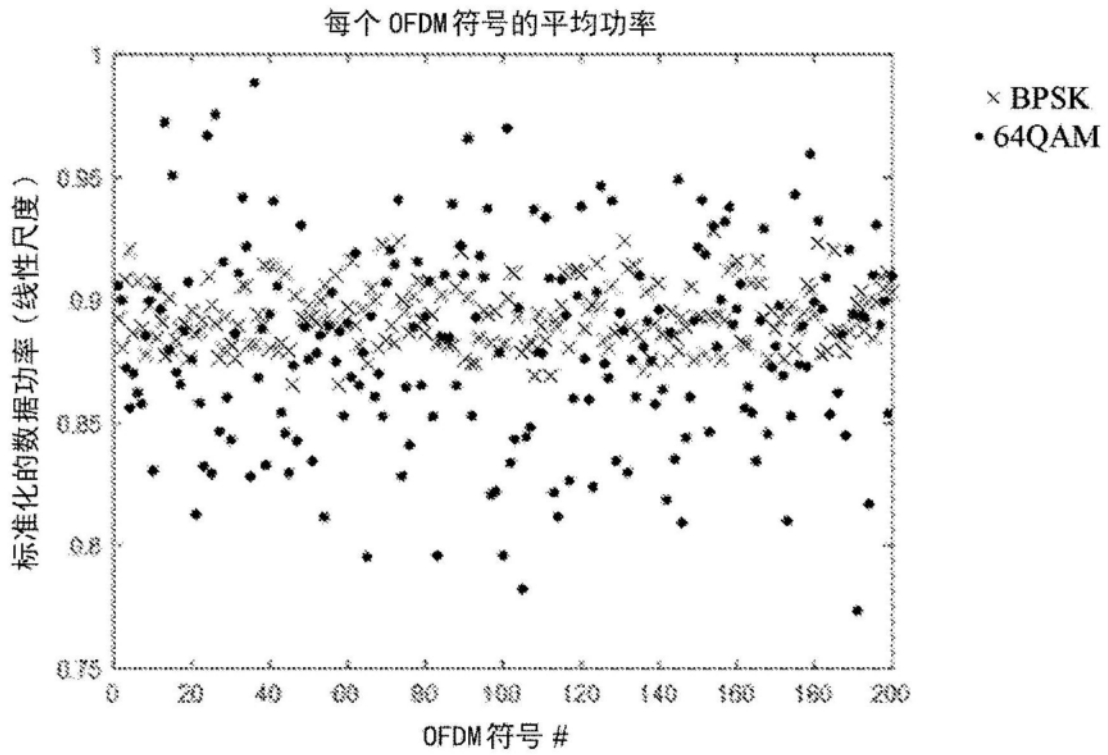


图7

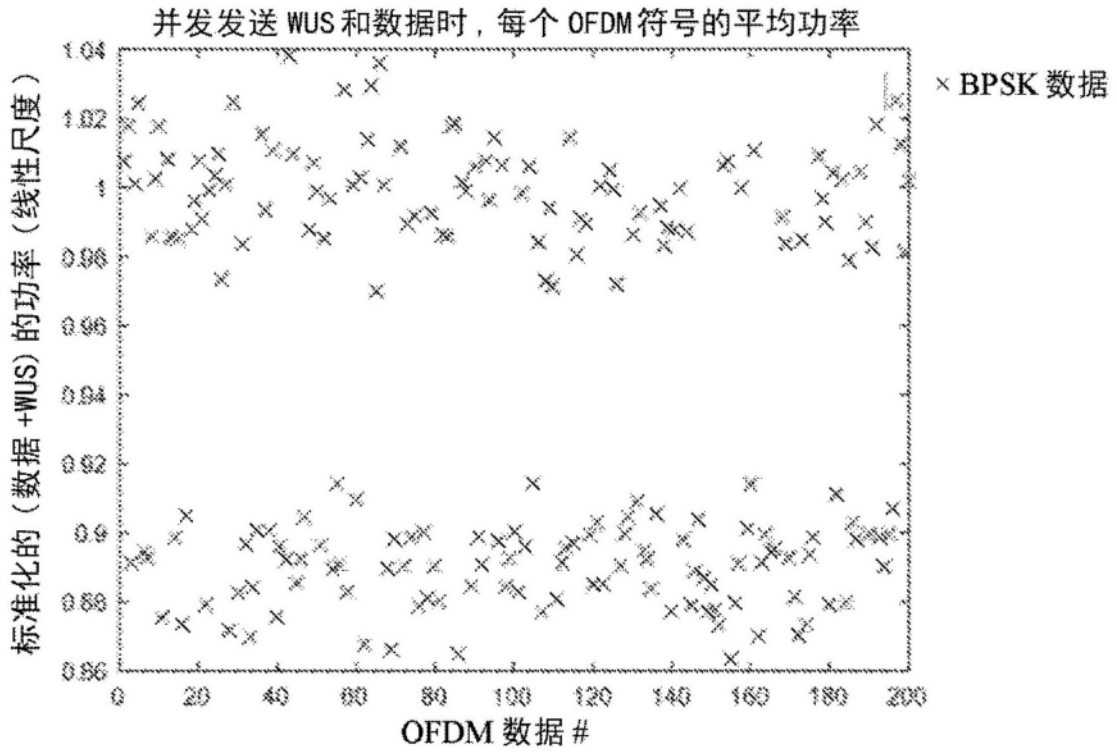


图8

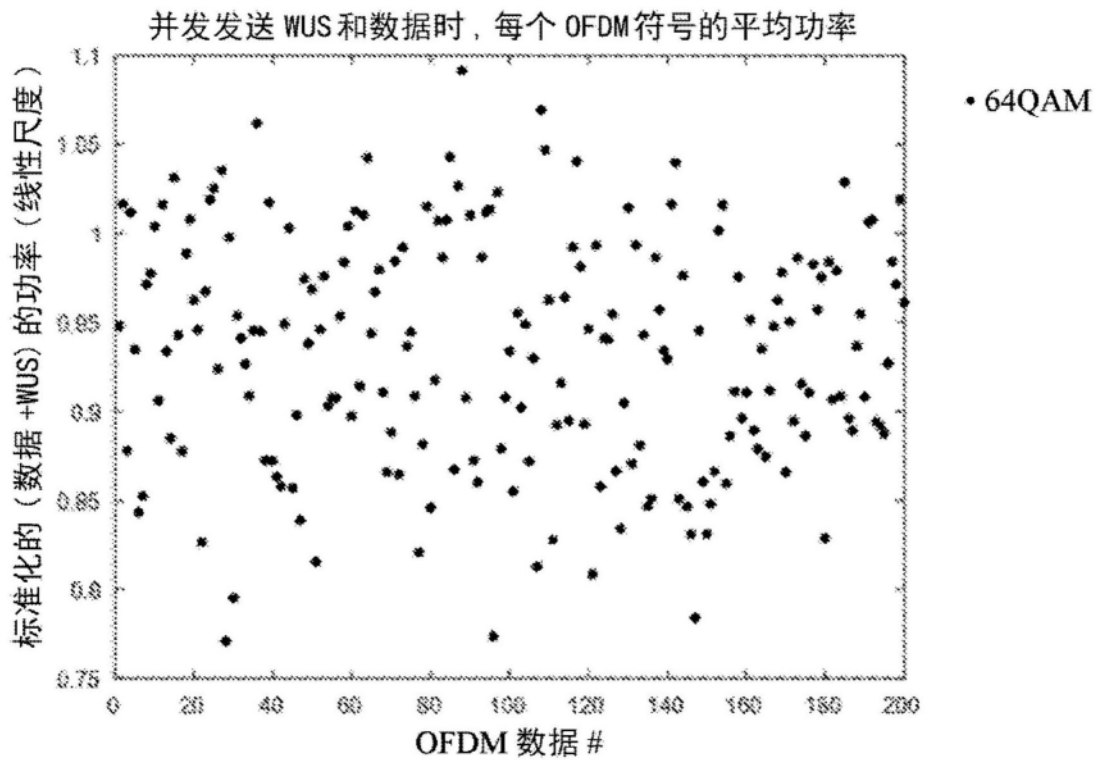


图9

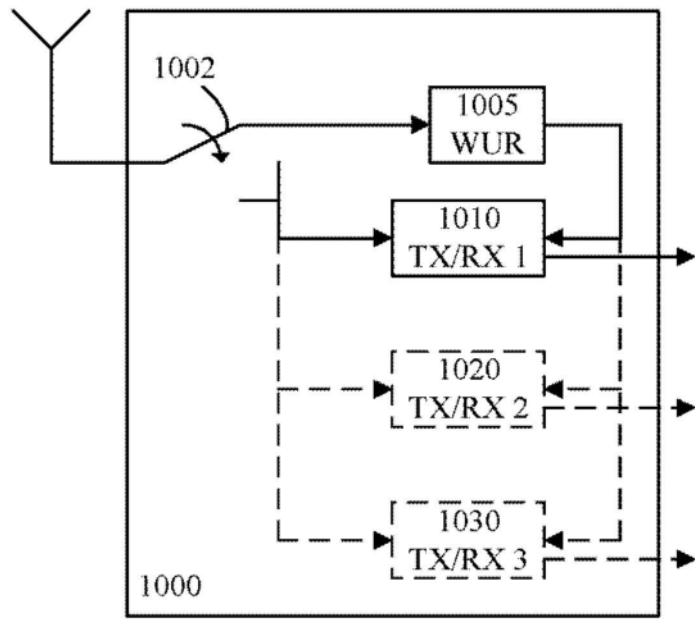


图10

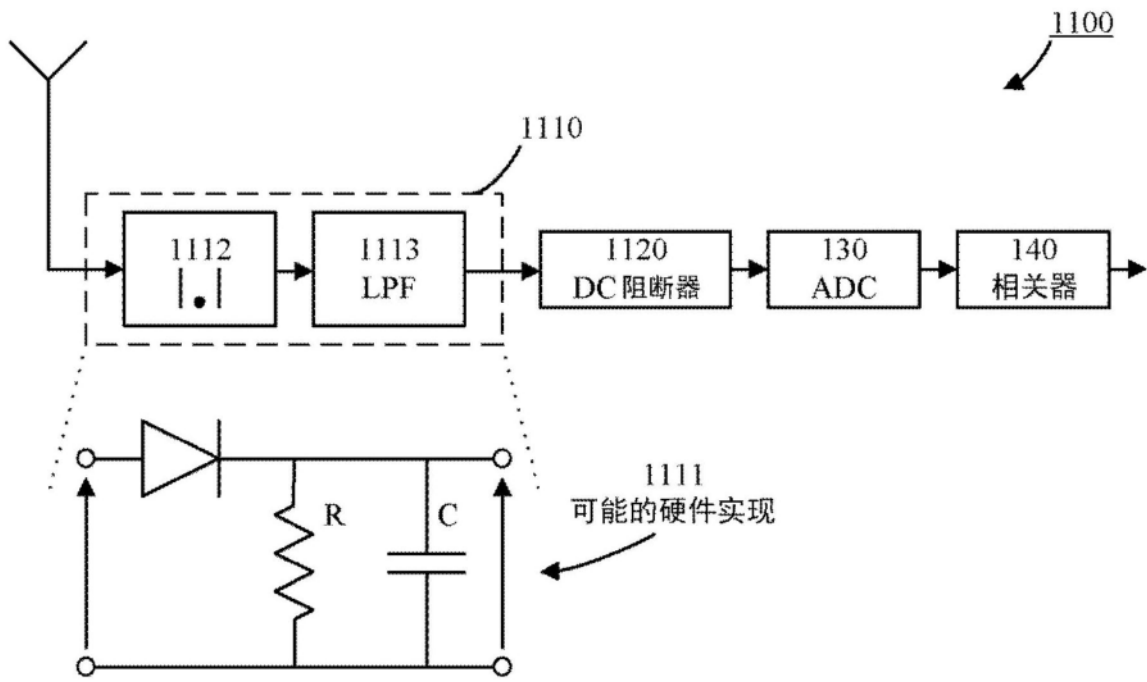


图11

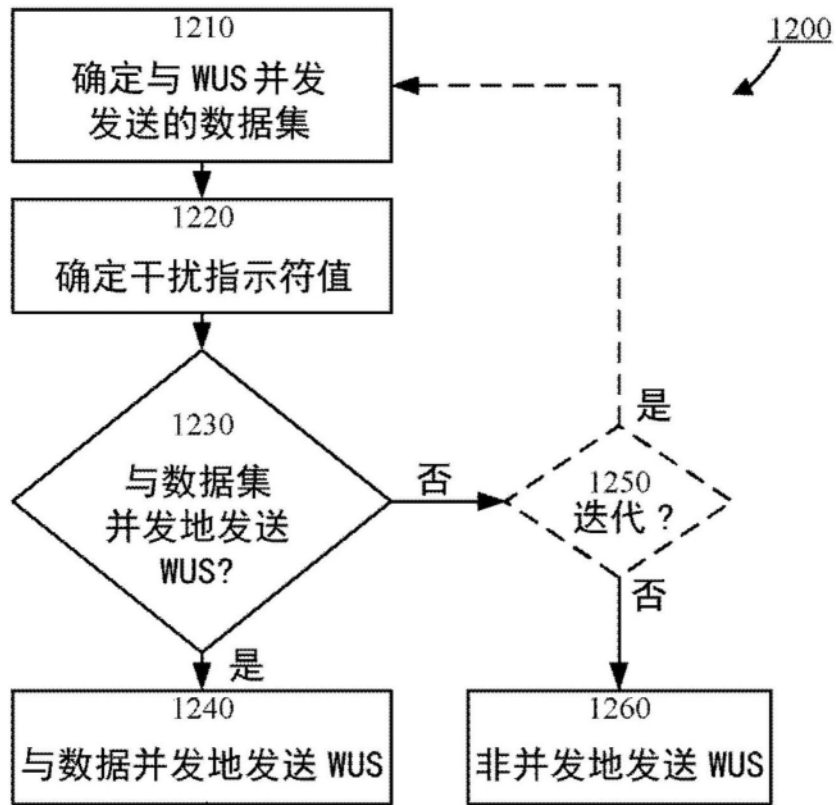


图12

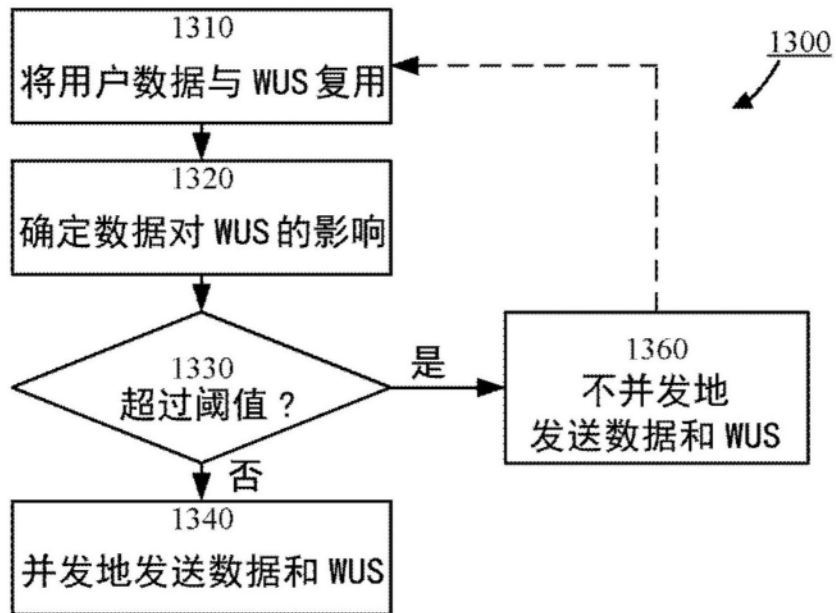


图13

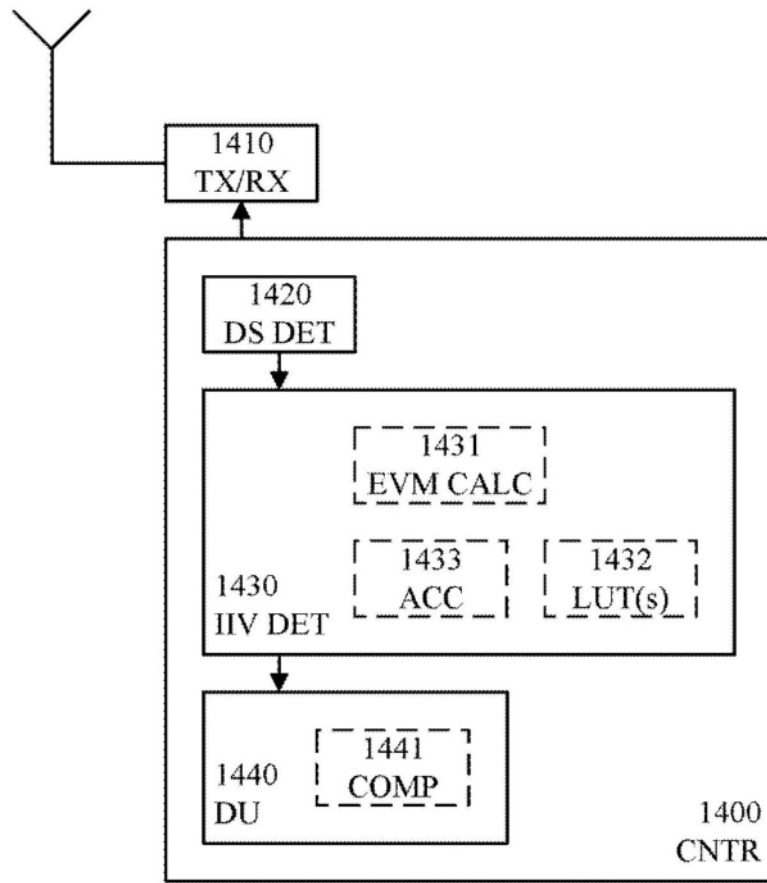


图14

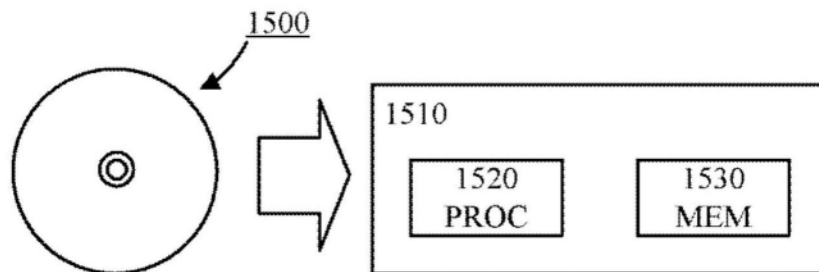


图15