



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106465417 B

(45)授权公告日 2019.12.20

(21)申请号 201580031353.0

(22)申请日 2015.06.19

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106465417 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(30)优先权数据
14/335,368 2014.07.18 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.12.12

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2015/036652 2015.06.19

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/010675 EN 2016.01.21

(73)专利权人 英特尔公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 托马斯·A·特茨拉夫
罗伯特·J·斯泰西 朴珉英

(74)专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理
有限责任公司 11258

代理人 邓素敏

(51)Int.Cl.
H04W 74/00(2006.01)
H04W 74/08(2006.01)
H04B 7/26(2006.01)

(56)对比文件
WO 2013179270 A1,2013.12.05,
US 2010232324 A1,2010.09.16,
CN 103619072 A,2014.03.05,
CN 101102544 A,2008.01.09,
CN 103907388 A,2014.07.02,
Jung Il Choiy等.Achieving Single
Channel, Full Duplex Wireless
Communication.《ACM MOBICOM》.2014,

审查员 杨钰娟

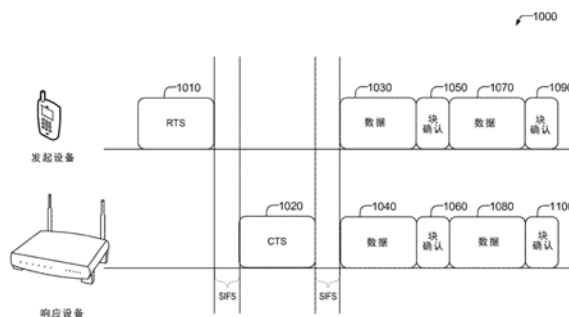
权利要求书3页 说明书10页 附图10页

(54)发明名称

用于全双工无线通信的MAC协议

(57)摘要

本申请在一些示例中公开了允许部署先进无线电装置的系统、方法以及机器可读介质,其中所述无线电装置能够在现有无线网络中在相同频率上同时进行发送和接收,同时与旧式设备保持向后兼容性。



1. 一种无线设备,包括:
存储器 and 耦合至该存储器的处理器,该处理器被配置为包括:
媒体访问控制 (MAC) 模块,该MAC模块被配置为:
在第一无线信道上发送被寻址到第二无线设备的无线介质保留消息;
接收所述无线介质保留消息;
使用所接收的无线介质保留消息来训练回波消除电路;
从所述第二无线设备接收确认消息,该确认消息确认所述第二无线设备接收到所述无线介质保留消息;
响应于接收到所述确认消息,通过使用所述回波消除电路减少来自所述无线设备的发送的干扰,来使得物理层模块在所述第一无线信道上同时向所述第二无线设备发送数据以及从所述第二无线设备接收数据,其中,从所述第二无线设备接收数据包括从所述第二无线设备接收否定确认 (NACK) 消息,该NACK消息报告关于接收由所述无线设备向所述第二无线设备发送的所发送的数据的错误;以及
响应于接收到所述NACK消息,在当前发送机会中向所述第二无线设备仅发送确认并且避免在当前发送机会中向所述第二无线设备发送用户数据。
2. 如权利要求1所述的无线设备,其中,所述无线介质保留消息是根据802.11无线标准族而格式化的请求发送 (RTS) 消息。
3. 如权利要求1所述的无线设备,其中,所述确认消息是根据802.11无线标准族而格式化的清除发送 (CTS) 消息。
4. 如权利要求1所述的无线设备,其中,向所述第二无线设备发送数据包括在所述第一无线信道上发送针对从所述第二无线设备接收的数据的块确认。
5. 如权利要求1所述的无线设备,其中,所述MAC模块还被配置为:响应于接收到所述NACK消息,采用比先前用来发送所发送的数据的调制编码方案 (MCS) 更容错的MCS来重新发送所发送的数据。
6. 如权利要求1所述的无线设备,其中,直到在所述第二无线设备处接收到第一用户数据分组之后,才从所述第二无线设备接收所接收的数据。
7. 如权利要求1所述的无线设备,其中,所述第一无线设备和所述第二无线设备根据802.11标准族进行操作。
8. 如权利要求1所述的无线设备,其中,所述无线设备是接入点 (AP),并且所述第二无线设备是站 (STA)。
9. 如权利要求1所述的无线设备,其中,所述无线设备是站 (STA),并且所述第二无线设备是接入点 (AP)。
10. 一种由无线设备执行的全双工无线传输的方法,该方法包括:
在第一无线信道上发送被寻址到第二无线设备的无线介质保留消息;
接收所述无线介质保留消息;
使用所接收的无线介质保留消息来训练回波消除电路;
从所述第二无线设备接收确认消息,该确认消息确认所述第二无线设备接收到所述无线介质保留消息;
响应于接收到所述确认消息,通过使用所述回波消除电路减少来自所述无线设备的发

送的干扰,来在所述第一无线信道上同时向所述第二无线设备发送数据以及从所述第二无线设备接收数据,其中,从所述第二无线设备接收数据包括从所述第二无线设备接收否定确认(NACK)消息,该NACK消息报告关于接收由所述无线设备向所述第二无线设备发送的所发送的数据的错误;以及

响应于接收到所述NACK消息,在当前发送机会中向所述第二无线设备仅发送确认并且避免在当前发送机会中向所述第二无线设备发送用户数据。

11.如权利要求10所述的方法,其中,所述无线介质保留消息是根据802.11无线标准族而格式化的请求发送(RTS)消息。

12.如权利要求10所述的方法,其中,所述确认消息是根据802.11无线标准族而格式化的清除发送(CTS)消息。

13.如权利要求10所述的方法,其中,向所述第二无线设备发送数据包括在所述第一无线信道上发送针对从所述第二无线设备接收的数据的块确认。

14.如权利要求10所述的方法,其中,所述方法还包括:

响应于接收到所述NACK消息,采用比先前用来发送所发送的数据的调制编码方案(MCS)更容错的MCS来重新发送所发送的数据。

15.如权利要求10所述的方法,其中,直到在所述第二无线设备处接收到第一用户数据分组之后,才从所述第二无线设备接收所接收的数据。

16.如权利要求10所述的方法,其中,所述第一无线设备和所述第二无线设备根据802.11标准族进行操作。

17.如权利要求10所述的方法,其中,所述无线设备是接入点(AP),并且所述第二无线设备是站(STA)。

18.如权利要求10所述的方法,其中,所述无线设备是站(STA),并且所述第二无线设备是接入点(AP)。

19.一种包括指令的机器可读介质,所述指令当被机器执行时,使得所述机器执行权利要求10-18中任一权利要求所述的方法。

20.一种无线设备,包括:

用于在所述第一无线信道上发送被寻址到第二无线设备的无线介质保留消息的装置;

用于接收所述无线介质保留消息的装置;

用于使用所接收的无线介质保留消息来训练回波消除电路的装置;

用于从所述第二无线设备接收确认消息的装置,该确认消息确认所述第二无线设备接收到所述无线介质保留消息;

用于响应于接收到所述确认消息,通过使用所述回波消除电路减少来自所述无线设备的发送的干扰,来在所述第一无线信道上同时向所述第二无线设备发送数据以及从所述第二无线设备接收数据的装置,其中,从所述第二无线设备接收数据包括从所述第二无线设备接收否定确认(NACK)消息,该NACK消息报告关于接收由所述无线设备向所述第二无线设备发送的所发送的数据的错误;以及

用于响应于接收到所述NACK消息,在当前发送机会中向所述第二无线设备仅发送确认并且避免在当前发送机会中向所述第二无线设备发送用户数据的装置。

21.如权利要求20所述的无线设备,其中,所述无线介质保留消息是根据802.11无线标

准族而格式化的请求发送 (RTS) 消息。

22. 如权利要求20所述的无线设备,其中,所述确认消息是根据802.11无线标准族而格式化的清除发送 (CTS) 消息。

23. 如权利要求20所述的无线设备,其中,向所述第二无线设备发送数据包括在所述第一无线信道上发送针对从所述第二无线设备接收的数据的块确认。

24. 如权利要求20所述的无线设备,其中,所述无线设备还包括:

用于响应于接收到所述NACK消息,采用比先前用来发送所发送的数据的调制编码方案 (MCS) 更容错的MCS来重新发送所发送的数据的装置。

25. 如权利要求20所述的无线设备,其中,直到在所述第二无线设备处接收到第一用户数据分组之后,才从所述第二无线设备接收所接收的数据。

26. 如权利要求20所述的无线设备,其中,所述第一无线设备和所述第二无线设备根据802.11标准族进行操作。

27. 如权利要求20所述的无线设备,其中,所述无线设备是接入点 (AP),并且所述第二无线设备是站 (STA)。

28. 如权利要求20所述的无线设备,其中,所述无线设备是站 (STA),并且所述第二无线设备是接入点 (AP)。

用于全双工无线通信的MAC协议

[0001] 优先权申请

[0002] 本申请要求2014年7月18日提交的美国申请No.14/335,368的优先权权益,该申请通过引用被全部合并于此。

[0003] 版权声明

[0004] 本发明文件的公开的一部分包括要受到版权保护的内容。版权所有者对于任何人复制本发明文件或发明公开无异议,因为本发明文件或发明公开存在于专利商标局专利文件或记录中,但无论以何种方式都保留全部版权。以下声明适用于下文所描述的以及形成本文件的一部分的附图中的软件和数据:版权Intel, Inc., 保留全部版权。

技术领域

[0005] 实施例涉及无线通信。一些实施例涉及无线通信的媒体接入控制 (MAC) 协议。

背景技术

[0006] 当前无线通信仅为半双工,也就是说,每个无线设备可以发送数据和接收数据,但并不是同时在相同频率上发送和接收。这是因为来自无线设备的传输显著压制了在该无线设备处接收的从其他无线设备发送的任何信号。

附图说明

[0007] 在附图中,相似标号可以描述不同视图中的相似组件,这些附图不一定按比例绘制。具有不同字母后缀的相似标号可以表示相似组件的不同实例。附图一般通过示例而非限制的方式阐述本文档中所论述的各个实施例。

[0008] 图1示出了根据本公开的一些示例的全双工交换的消息序列图。

[0009] 图2示出了根据本公开的一些示例的全双工交换的消息序列图。

[0010] 图3示出了根据本公开的一些示例的全双工交换的消息序列图。

[0011] 图4示出了根据本公开的一些示例的全双工交换的消息序列图。

[0012] 图5示出了根据本公开的一些示例、由发起端设备执行的全双工通信的方法流程图。

[0013] 图6示出了根据本公开的一些示例、由响应端设备执行的全双工通信的方法流程图。

[0014] 图7示出了根据本公开的一些示例、由响应端设备、发起设备、或者二者执行的全双工传输的方法流程图。

[0015] 图8示出了根据本公开的一些示例、由响应设备、发起设备、或者二者执行的全双工传输的方法流程图。

[0016] 图9示出了根据本公开的一些示例的能够进行全双工通信的示例无线设备的示意图。

[0017] 图10是根据本公开的一些示例,示出可以实现一个或多个实施例的机器示例的框

图。

具体实施方式

[0018] 目前针对回波消除 (echo cancellation) 方面的技术发展允许无线设备将其自己发送的信号对从另一无线设备接收的信号的影响最小化。这些发展允许实现在相同频率上同时进行发送和接收的无线网络。

[0019] 回波消除也被称为自干扰消除,是将设备发送的信号从同一设备的接收器中移除的过程。这样做允许设备同时在相同的频率信道上进行发送和接收,这被称为全双工操作。对收发器内的自干扰的抑制方法可被分为三类:基于天线的方案、活跃的模拟/RF消除、以及数字基带消除。

[0020] 基于天线的方案包括使用循环器 (circulator) 来将发送 (Tx) 路径和接收 (Rx) 路径隔离 (单天线设计)、对Tx天线和Rx天线进行物理隔离和电磁隔离 (多天线设计)、以及使用信号拆分和多天线来清空在接收天线处的发送信号。

[0021] 模拟消除一般涉及在接收器处衰减最终发送信号、处理最终发送信号、以及减去最终发送信号。可以使用其他发送器样本点,但诸如功率放大器 (PA) 非线性特征之类的非理想因素会限制消除,如果样本点在PA之前的话。

[0022] 数字基带消除涉及保留所发送的信号信息,并且在模数转换 (ADC) 之后在接收器中数字化地减去所发送的信号信息。使用所发送的信号的基带版本的纯线性技术可以提供有限的消除。通过考虑非线性特征 (例如,相位噪声和IQ失配),可以实现高水平抑制。此外,ADC的动态范围必须足以在消除所发送的信号之后留下足够的所期望的信号。

[0023] 在一些示例中,为了实现高水平的自干扰消除 (也称作回波消除),可以对无线设备实现全部三类抑制方法。

[0024] 这些回波消除技术可以要求训练以实现最优结果。对于模拟/RF和数字基带消除,计算各种参数 (延迟值、tap值等) 以最大化消除量。计算这些参数占用较短时间并且这些参数可能随着时间而变化。因此,期望具有仅处理发送信号而不同时处理接收信号的时段,以使得消除算法可以运作并且获得参数值。这被称为训练时段。在训练时段之后,回波消除运作良好,并且可以进行全双工操作。

[0025] 尽管具有这些进步,但许多现有的无线网络未被设计用于该项新技术。这些无线标准基于半双工概念,通过基于时间或频率将上行链路传输和下行链路传输进行分离来设计了它们的无线介质访问规则。例如,根据电子电气工程师协会 (IEEE) 802.11标准族 (例如,2012年3月公布的802.11-2012) 基于如下假设来操作:无线设备在不同于它们进行接收的时间进行发送。的确,802.11MAC层包括短帧间间隔 (SIFS) 的概念,该概念用来调整无线设备从接收切换至发送所需的时间,反之亦然。

[0026] 为了适应全双工操作,需要对这些无线标准作出改变。具体地,802.11网络的MAC层可能需要修改以支持新的全双工模式。802.11标准族的媒体访问和控制 (MAC) 层定义访问无线介质的规则,包括对设备 (例如,站 (STA) 或接入点 (AP)) 何时可以发送以及其何时可以接收进行协调。所伴随的问题是,对MAC层的任何改变最好应与不能支持全双工模式的设备向后兼容。

[0027] 一些示例中公开了允许部署高级无线电装置的系统、方法以及机器可读介质,其

中,这些高级无线电装置能够在现有无线网络中在相同的频率上同时进行发送和接收,同时与旧式设备保持向后兼容。在一些示例中,MAC层被修改以允许在两个或更多个无线设备之间同时进行发送和接收。MAC层可被修改以允许无线设备频繁地训练其无线电装置的回波消除器,以使得准确地减少无线设备的接收电路中由该无线设备的发送电路进行发送所引起的噪声。在一些示例中,MAC层还可以被修改以通过在接收新数据的同时发送对先前接收的数据的确认,来有利地使用全双工的连接性质。

[0028] 在一些示例中,无线介质保留消息(例如,请求发送(RTS)消息)和对无线保留消息的确认消息(例如,清除发送(Clear To Send,CTS)消息)可以允许进行通信的无线设备训练其回波消除器。RTS和CTS消息由802.11标准规定用于保留无线介质。RTS消息由两个进行通信的无线设备中的第一无线设备(下文称为“发起设备”)发送,并且RTS消息由这两个进行通信的无线设备中的第二无线设备(下文称为“响应设备”)通过CTS消息进行确认。RTS帧携带持续时间值,该持续时间值包含CTS响应和后续数据交换所需的时间。CTS响应包括持续时间字段,该持续时间字段可被设置为在RTS中所看到的持续时间字段值减去SIFS时段和CTS响应本身的持续时间二者。无线网络中听到这些消息之一或者两者的其他设备将基于这些消息中所规定的持续时间值而避免发送。发起设备(发送RTS消息的设备)可以基于在RTS发送期间由其自身的接收电路所检测到的信号来对其回波消除器进行训练,同样,响应设备(发送CTS消息的设备)可以基于在CTS发送期间由接收电路所检测到的信号来对其自己的回波消除器进行训练。

[0029] 数据交换时段一旦开始,两个设备可以同时进行发送和接收。设备可以通过信号告知它们通过先前的信令来进行全双工传输的能力。例如,设备可以在消息前导中的一个或多个字段(例如,信标、探测响应或其他消息的HT能力字段)中通过信号告知其能力。图1示出了根据本公开的一些示例的全双工交换的消息序列图1000。在1010处,发起设备(例如,STA)可以通过无线介质发送RTS分组1010。发起设备可以在其自己的接收电路中接收其自己发送的RTS消息1010,并且使用所接收的信号来训练其自己的回波消除电路,以进行稍后的同时传输。听到RTS的其他无线设备将对RTS解码并且基于RTS中的持续时间字段来设置他们的网络分配向量(NAV)。这防止其他设备在全双工传输期间访问介质。

[0030] 在SIFS时段之后,响应设备(例如,AP)可以用CTS分组1020来响应。由响应设备的发送电路发送的CTS分组1020也可被响应设备的接收电路接收到,并且CTS分组1020由响应电路用来训练其自己的回波消除电路,以进行稍后的同时传输。CTS分组1020可以包括这样的持续时间,该持续时间等于在RTS分组中的持续时间减去第一SIFS时段和发送CTS分组1020所需的时间。发起设备一旦接收到CTS分组1020,该发起设备可以在CTS 1020的SIFS时段后开始发送数据1030。同时,响应设备可以开始发送其数据1040。

[0031] 在预定时段之后(例如,在预定时间段或预定数目的分组之后),响应设备、发起设备、或者二者可以针对从另一设备接收到的分组发送一个或多个块确认1050和1060。尽管图1示出了两个设备同时发送块确认,但在其他示例中,可以在不同时间发送块确认,例如,用于发送发起设备的块确认的预定时段可以独立于并且不同于用于发送响应设备的块确认的预定时段。在另外其他示例中,每个设备可以使用不同的调制编码方案(MCS),因而可以采用不同速率发送数据,从而每个设备可以在不同时间到达其预定阈值。此外,尽管图1中示出了块确认,但可以基于每个分组、在接收新分组的同时完成确认。

[0032] 但是,在完成确认之后,如果由RTS/CTS保留的时间尚未到期(例如,发送机会或TX-OP),并且发起设备、响应设备、或者二者有其他数据要发送,则它们可以发送这些数据。如果它们二者都有数据要发送,则它们可以同时发送这些数据。例如,数据1070和1080。再次,可以在发起设备、响应设备、或者二者接收一个或多个预定时段的分组之后发送块确认,例如,块确认1090和1100。还可以在结束数据传送(例如,设备不再接收来自另一设备的数据或者发送机会即将到期)时发送确认。

[0033] 确认可以与数据同时发送或者与数据重叠。例如,图1示出了两个设备同时发送块确认1050和1060,还同时发送块确认1090和1100。

[0034] 图2示出了根据本公开的一些示例的全双工交换的另一消息序列图2000。在图2的示例中,RTS 2010和CTS 2020如图1进行。在图2中,AP是发起设备,STA是响应设备。可由发起设备发送数据2030,并且同时可在发起设备处接收来自响应设备的数据2040。在图2的示例中,响应设备可以在发起设备之前完成发送它的数据(例如,响应设备可能要发送较少的数据,或者可能采用较快的速率来发送数据)。响应设备可以等待预定时段才发送块确认2060,这样可以与发起设备的块确认对齐。根据该示例,发起设备和响应设备二者均可以同时发送块确认2050和2060。随后,数据可以从响应设备的更高级别的层(例如,在应用层)发送至发起设备。由于发送机会仍是活跃的,因此发送数据2080可以与发起设备发送数据2070同时发生。如图1所示,响应设备在发起设备完成数据发送2070之前完成数据发送2080。不同于图2所示,发起设备如其针对块确认2060那样等待发送块确认(如块2100所示),在其他示例中,也可以在发送数据2080之后立即发送块确认2100。可以这样做,以便清除针对发起设备的未确认的分组列表,以确保在传输数据2070时不存在延迟。在这些示例中,可能需要其他确认,包括潜在的块确认,例如,块确认2110。可以同时发送来自发起设备去往响应设备的块确认2090。

[0035] 图3示出了根据本公开的一些示例的全双工交换的另一消息序列图3000。RTS和CTS交换3010和3020再次允许发起设备和响应设备训练其相应的回波消除器,以允许同时进行数据发送。发起设备向响应设备发送数据3030,同时响应设备向发起设备发送数据3040。在图3中,响应设备接收来自数据3030的一个或多个分组,所述分组包含一个或多个错误。例如,如果预定数量的分组(例如,一个分组或多个分组)包含错误,或者如果对后续接收的分组的序列号的分析指示未接收到某分组,则响应设备可以发送否定确认(NACK)3060。在一些示例中,NACK消息3060可以指定错误接收或者根本没有接收到的分组。NACK消息3060可被立即发送,同时继续从发起设备接收数据3030。换言之,可以在正常发送块确认的同时发送NACK消息3060。

[0036] 在图3所示的示例中,发起设备在接收到NACK消息3060时停止其发送。响应设备可以继续发送数据3070,并且发起设备可以接收该数据发送。在该示例中,发起设备可以停止数据发送3030,因为其可以设想针对全双工的全双工连接是不可靠的,因此发起设备可以将其连接降级为半双工。在其他示例中,发起设备可以保持全双工链路,但在接收数据3070的同时仅发送对数据3070的确认。发起设备可以用一个或多个块确认3050对数据3070进行响应。

[0037] 图4示出了根据本公开的一些示例的全双工交换的另一消息序列图4000。RTS和CTS交换4010和4020再次允许发起设备和响应设备训练其相应的回波消除器,以允许同时

进行数据发送(例如,数据发送4030和4040)。在图4中,响应设备接收包含一个或多个错误的一个或多个分组。例如,如果预定数量的分组(例如,一个分组或多个分组)包含错误,或者如果对后续接收的分组的序列号的分析指示未接收到某分组,则响应设备可以发送否定确认(NACK) 4050。在一些示例中,NACK消息4050可以指定错误接收或者根本没有接收到的分组。NACK消息4050可被立即发送,同时继续从发起设备接收数据4030。在其他示例中,可以在正常发送块确认的同时发送NACK消息4050。

[0038] 在图4所示的示例中,发起设备在接收到NACK消息4050时,在重新发送4060期间重新发送经否定确认(NACK)的数据。在一些示例中,该重新发送4060可以采用相同的调制编码方案(MCS),但在其他示例中,该重新发送4060可以采用更稳健的MCS(例如,更能容忍干扰的MCS)进行。响应设备可以继续数据发送4070(例如,采用与数据4040相同的MCS),并且发起设备可以接收该数据发送。可以分别在4080和4090发送块确认。

[0039] 现在转向图5,示出了根据本公开的一些示例、由发起端设备执行的全双工通信的方法流程图5000。在操作5010处,发起端设备可以发送RTS消息。在一些示例中,在发送RTS消息之前,发起端设备可以遵照传统的802.11规则来进行信道接入,从而确保信道是空闲的。示例规则可以包括载波侦听多路访问(CSMA)规则。RTS消息可以包括规定了发起端和响应端可以保持信道多长时间的持续时间字段。这定义了发送机会或 $tx-op$ 。在操作5020处,由发起设备的接收电路所听到的RTS消息可以被用来训练接收电路中的回波消除器,以使得该回波消除器可以有效地消除发送电路的任何发送对任何接收信号的影响。在操作5030处,接收电路可以接收来自响应设备的CTS消息。然后当RTS消息所定义的发送机会仍是活跃的时,可以同时发生发送数据5040和接收数据5050。

[0040] 图6示出了根据本公开的一些示例、由响应端设备执行的全双工通信的方法流程图6000。在操作6010处,响应端设备可以接收来自发送端设备的RTS消息。在操作6020处,响应端设备可以发送回CTS消息。在操作6030处,由响应设备的接收电路听到的CTS消息可被用来训练接收电路中的回波消除器,以使得该回波消除器可以有效地消除发送电路的任何发送对任何接收信号的影响。当RTS消息所定义的发送机会仍是活跃的时,可以同时发生发送数据6040和接收数据6050。在一些示例中,响应端设备可以延迟发送数据6040,直到其接收到来自发起设备的第一数据。这可以确保来自响应设备的CTS消息被发起设备正确接收。

[0041] 图7示出了根据本公开的一些示例、由响应设备、发起设备、或者二者(例如,图5的5040和图6的6040)执行的全双工传输的方法流程图7000。在操作7010处,一设备可以向另一设备发送数据。在操作7020处,该设备可以基于从另一设备接收的确认来确定所发送的数据是否被成功确认。在一些示例中,这可以是基于每个分组的确认,但在其他示例中,这可以是指示一组分组的接收状态的块确认。如果已被发送的数据被成功接收,则该设备可以在7010处继续发送数据,直到完成 $tx-op$ 。如果在操作7010处发送的数据分组中的一个或多个数据分组既未被按照预期确认也未被否定确认,则设备可以在操作7030处确定是否重新发送这些分组。在一些示例中,在操作7050处,设备可以不重新发送失败的分组,并且可以停止发送新的分组(除对接收到的分组进行确认之外,该确认可以与接收新分组同时进行或者可以不与接收新分组同时进行)。如果要重新发送失败的分组,则系统可以在操作7040处确定是否采用更低速率来发送这些分组。例如,如果仅少量分组有错误,则该系统可以决定在操作7010采用相同的速率来重新发送这些分组。如果很多分组有错误,则该系统

可以采用更低的速率来发送这些分组,例如,通过在操作7010处使用更稳健的MCS。

[0042] 图8示出了根据本公开的一些示例、由响应设备、发起设备、或者二者(例如,图5的5050和图6的6050)执行的全双工传输的方法流程图8000。图7和图8的操作可由发起设备和响应设备二者同时执行。在操作8010处,一设备可以接收另一无线设备发送的数据。在操作8020处,如果数据被成功接收,则该设备可以在操作8030处确定是否满足发送确认的条件。例如,如果没有使用块确认,则该设备可以在操作8040处立即发送确认。在其他示例中,如果使用了块确认,并且如果发送块确认的条件已经满足(例如,足够的分组被成功接收、已过去足够的时间等),则该设备可以在操作8040处发送块确认。如果不发送确认,则该设备可以在操作8010处继续接收数据,直到tx-op结束。

[0043] 如果数据未被成功接收,则在操作8050处,设备确定是否发送否定确认。例如,基于设备或网络的配置,设备可以在操作8060处发送否定确认或者可以不发送否定确认。一旦NACK被发送,则设备可以在操作8010处继续接收数据。虽然在一些示例中,NACK被发送,但在其他示例中,块确认也可以通过指示在错误接收的分组的序列号之前最后成功接收的分组、经由信号通知分组失败。

[0044] 图9示出了根据本公开的一些示例的能够进行全双工通信的示例无线设备9010(例如,STA或AP)的示意图。图9的组件可被实现在硬件、软件、和/或固件的任意组合中。设备9010可以是能够与任意其他无线设备进行全双工通信的任意无线设备。无线设备9010可以担当接入点(AP)、站(STA)等角色。示例无线设备9010可以包括能够进行无线通信的任何计算设备。示例包括台式计算机、膝上型计算机、智能电话、蜂窝电话、平板电脑等。设备9010可以包括较高层模块9020。较高层模块9020可以包括各种协议栈的协议层,例如,开放式系统互联模型(OSI)协议栈或类似的栈。例如,较高层模块9020可以实现一个或多个数据链路层协议(例如,逻辑链路控制)、网络层协议(例如,互联网协议(IP))、传输层协议(例如,传输控制协议(TCP))、会话层协议、表现层协议、以及应用层协议(例如,文件传输协议(FTP)、超文本传输协议(HTTP))。较高层模块9020可以将要发送至另一无线设备的数据采用MAC服务数据单元(MSDU)的形式发送至MAC层模块9030。较高层模块9020可以通过MAC层模块9030采用MSDU的形式接收来自其他设备的数据。

[0045] MAC层模块9030可以提供根据802.11无线标准族实现的寻址和信道访问控制等。MAC层可以接收来自较高层模块9020的MSDU并且采用物理服务数据单元(PSDU)的形式将数据递送至物理层模块9040。MAC层可以通过物理层模块9040采用物理服务数据单元(PSDU)的形式接收来自其他设备的数据。本文所使用的术语协议可以是分层协议模型中的实体通过其来与其他层以及与其他设备的对等实体交换数据和控制信息的手段。该交换可以通过协议数据单元(PDU)来发生。例如,设备9010的MAC层模块9030可以通过MAC PDU(MPDU)的交换与另一无线设备的另一MAC层模块进行通信。物理(PHY)层模块9040可以通过物理PDU(PPDU)与另一无线设备中的另一PHY层模块进行通信。

[0046] MAC层模块9030可以使得PHY层模块9040向一个或多个其他设备发送RTS消息、CTS消息、用户数据、确认、块确认、否定确认等。例如,MAC层模块9030可以实现图5-8中所示的方法。MAC层模块9030可以确定何时发送CTS消息和RTS消息(例如,基于向另一设备发送数据的需要),并且可以确定何时发送确认或块确认。MAC层可以确定是采用全双工还是半双工以及采用全双工或半双工达到何种程度的通信,并且将控制使用RTS和CTS来训练回波消

除器。MAC层还可以确定何时开始和结束同时发送和接收。

[0047] 物理层模块9040可以通过加扰、编码、交织、符号映射和调制以及通过对无线介质的测量和后续报告对MAC层的这些测量,来提供用于MAC层模块9030的无线传输机制。物理层模块9040可以包括或控制回波消除器电路,可以通过MAC层模块9030经由信号向该回波消除器电路通知:RTS或CTS将被用来训练回波消除器。

[0048] 图10示出了示例机器10000的框图,在示例机器10000上可以执行本文所讨论的技术(例如,方法)中的任意一个或多个。在替换实施例中,机器10000可操作为独立的设备或可被连接(例如,联网)到其他机器。在联网部署中,机器10000可以作为服务器-客户端网络环境中的服务器机器、客户端机器、或两者进行操作。在示例中,机器10000可作为对等(P2P)网络环境(或其他分布式网络环境)中的对等机。机器10000可以是接入点(AP)、站(STA)、个人计算机(PC)、平板PC、机顶盒(STB)、个人数字助理(PDA)、移动电话、智能电话、web设备、网络路由器、交换机或桥、或能够执行指定要被机器采取的动作的指令(顺序或以其他方式)的任意机器。此外,虽然只示出单个机器,但术语“机器”还可被用于包括单独或共同执行一组(或多组)指令以执行本文所述的任意一个或多个方法(例如,云计算、软件即服务(SaaS)、其他计算机集群配置)的机器的任意集合。

[0049] 本文所述的示例可包括逻辑或很多组件、模块或机制,或可在逻辑或很多组件、模块或机制上进行操作。模块是能够执行指定操作的有形实体(例如,硬件)并且可以某种方式进行配置或安排。在示例中,电路可以指定方式(例如,在内部或针对例如其他电路之类的外部实体)被安排为模块。在示例中,一个或多个计算机系统(例如,单机、客户端或服务器计算机系统)或一个或多个硬件处理器的部分或整体可通过固件或软件(例如,指令、应用部分或应用)被配置为运作以执行指定操作的模块。例如,机器10000可被配置为包括图9的组件。在示例中,软件可驻留在机器可读介质上。在示例中,软件当被模块的基础硬件执行时,使得硬件执行指定操作。

[0050] 因此,术语“模块”被理解为包括有形实体,即物理构造的、具体配置的(例如,硬连线的)、或临时(例如,暂时)配置的(例如,编程的)、从而以指定方式操作或执行这里所述的任意操作的部分或全部的实体。考虑模块被临时配置的示例,每个模块不必在任何时刻都实例化。例如,在模块包括使用软件配置的通用硬件处理器的情况下,通用硬件处理器可在不同时刻被配置为相应不同的模块。软件可相应地配置硬件处理器,例如,以在一个时刻构成特定模块而在另一时刻构成另一模块。

[0051] 机器(例如,计算机系统)10000可包括硬件处理器10002(例如,中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)、硬件处理器内核或其任意组合)、主存储器10004和静态存储器10006,其中的一些或全部可通过链路(例如,总线)10008彼此通信。机器10000还可包括显示单元10010、字母数字输入设备10012(例如,键盘)以及用户界面(UI)导航设备10014(例如,鼠标)。在示例中,显示单元10010、输入设备10012和UI导航设备10014可以是触屏显示器。机器10000还可包括存储设备(例如,驱动单元)10016、信号生成设备10018(例如,扬声器)、网络接口设备10020以及一个或多个传感器10021(例如,全球定位系统(GPS)传感器、罗盘、加速计或其他传感器)。机器10000可包括输出控制器10028(例如,串行(例如,通用串行总线(USB))、并行或其他有线或无线(例如,红外射线(IR)、近场通信(NFC)等)连接)以与一个或多个外部设备(例如,打印机、读卡器等)通信或控制一个或多个外部设备。

[0052] 存储设备10016可包括机器可读介质10022,在其上存储实现这里所描述的一个或多个技术或功能或由这里所描述的一个或多个技术或功能使用的一组或多组数据结构或指令10024(例如,软件)。指令10024还可在由机器10000对其的执行过程中全部或至少部分驻留在主存储器10004、静态存储器10006、或硬件处理器10002内。在示例中,硬件处理器10002、主存储器10004、静态存储器10006或存储设备10016的一种或任意组合可构成机器可读介质。

[0053] 虽然机器可读介质10022被示为单个介质,但是术语“机器可读介质”可包括被配置为存储一个或多个指令10024的单个介质或多个介质(例如,集中式或分布式数据库和/或相关联的缓存和服务器等)。

[0054] 术语“机器可读介质”可包括能够存储、编码或携带供机器10000执行并且使得机器10000执行本公开的任意一个或多个技术的指令,或能够存储、编码或携带由该指令使用或与该指令相关联的数据结构的任意有形介质。非限制性机器可读介质示例可包括固态存储器和光学及磁性介质。机器可读介质的具体示例可包括:非易失存储器,例如,半导体存储器设备(例如,电可编程只读存储器(EPROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM))和闪存存储器设备;磁盘,例如,内部硬盘和可移除磁盘;磁光盘;随机存取存储器(RAM);固态驱动器(SSD);以及CD-ROM和DVD-ROM盘。在一些示例中,机器可读介质可以包括非暂态机器可读介质。在一些示例中,机器可读介质可以包括不是暂态传播信号的机器可读介质。

[0055] 指令10024还可通过通信网络10026、使用传输介质、经由网络接口设备10020来发送或接收。机器10000可以通过使用很多传输协议(例如,帧中继、互联网协议(IP)、传输控制协议(TCP)、用户数据报协议(UDP)、超文本传输协议(HTTP)等)中的任意一个与一个或多个其他机器通信。示例通信网络可以包括局域网(LAN)、广域网(WAN)、分组数据网(例如,互联网)、移动电话网络(例如,蜂窝网络)、普通旧式电话(POTS)网络、以及无线数据网络(例如,被称为 **Wi-Fi®** 的电气电子工程师协会(IEEE) 802.11标准族、被称为 **WiMax®** 的 IEEE 802.16标准族)、IEEE 802.15.4标准族、长期演进(LTE)标准族、通用移动通信系统(UMTS)标准族、对等(P2P)网络等。在示例中,网络接口设备10020可以包括一个或多个物理插口(例如,以太网、同轴插口、或电话插口)或者一个或多个天线来与通信网络10026相连接。在示例中,网络接口设备10020可以包括多个天线来使用如下项中的至少一项进行无线通信:单输入多输出(SIMO)、多输入多输出(MIMO)、或多输入单输出(MISO)技术。在一些示例中,网络接口设备10020可以使用多用户MIMO技术进行无线通信。机器10000还可以包括回波消除电路10040。

[0056] 其他注释和示例

[0057] 示例1包括主题(例如,方法、用于执行动作的装置、包括当被机器执行使得机器执行动作的指令的机器可读介质、或被配置为执行动作的装置)由无线设备执行的全双工无线传输,包括:在第一无线信道上发送被寻址到第二无线设备的无线介质保留消息;接收该无线介质保留消息;使用所接收的无线介质保留消息来训练回波消除电路;从第二无线设备接收确认消息,该确认消息确认第二无线设备接收到无线介质保留消息;响应于接收到确认消息,通过使用回波消除电路减少来自无线设备的发送的干扰,来在第一无线信道上同时进行向第二无线设备发送数据以及从第二无线设备接收数据。

[0058] 在示例2中,示例1的主题可以可选地包括,其中,无线介质保留消息是根据802.11

无线标准族而格式化的请求发送 (RTS) 消息。

[0059] 在示例3中,示例1-2中任一个或多个示例的主题可以可选地包括,其中,确认消息是根据802.11无线标准族而格式化的清除发送 (CTS) 消息。

[0060] 在示例4中,示例1-3中任一个或多个示例的主题可以可选地包括,其中,向第二无线设备发送数据包括在第一无线信道上发送针对从第二无线设备接收的数据的块确认。

[0061] 在示例5中,示例1-4中任一个或多个示例的主题可以可选地包括,其中,从第二无线设备接收数据包括从第二无线设备接收否定确认 (NACK) 消息,NACK消息报告关于接收由无线设备向第二无线设备发送的所发送数据的错误;并且其中,该方法还包括:响应于接收到NACK,采用比先前用来发送所发送数据的调制编码方案 (MCS) 更容错的MCS来重新发送所发送数据。

[0062] 在示例6中,示例1-5中任一个或多个示例的主题可以可选地包括,其中,从第二无线设备接收数据包括从第二无线设备接收否定确认 (NACK) 消息,NACK消息报告关于接收由无线设备向第二无线设备发送的所发送数据的错误;并且其中,该方法还包括:响应于接收到NACK,在当前发送机会中向第二无线设备仅发送确认并且避免在当前发送机会中向第二无线设备发送用户数据。

[0063] 在示例7中,示例1-6中任一个或多个示例的主题可以可选地包括,其中,直到在第二无线设备处接收到第一用户数据分组之后,才从第二无线设备接收所接收的数据。

[0064] 在示例8中,示例1-7中任一个或多个示例的主题可以可选地包括,其中,第一无线设备和第二无线设备根据802.11标准族进行操作。

[0065] 在示例9中,示例1-8中任一个或多个示例的主题可以可选地包括,其中,无线设备是接入点 (AP),并且第二无线设备是站 (STA)。

[0066] 在示例10中,示例1-9中任一个或多个示例的主题可以可选地包括,其中,无线设备是站 (STA),并且第二无线设备是接入点 (AP)。

[0067] 示例11包括示例1-10中任一示例的主题或者可以可选地与示例1-10中任一示例的主题相结合,以包括如下主题(例如,设备,装置,或机器),该主题包括无线设备,该无线设备包括存储器和耦合至存储器的处理器,该处理器被配置为包括媒体访问控制 (MAC) 模块,该MAC模块被配置为:在第一无线信道上发送被寻址到第二无线设备的无线介质保留消息;接收该无线介质保留消息;使用所接收的无线介质保留消息来训练回波消除电路;从第二无线设备接收确认消息,该确认消息确认第二无线设备接收到无线介质保留消息;响应于接收到确认消息,通过使用回波消除电路减少来自无线设备的发送的干扰,来使得物理层模块在第一无线信道上同时向第二无线设备发送数据以及从第二无线设备接收数据。

[0068] 在示例12中,示例1-11中任一个或多个示例的主题可以可选地包括,其中,无线介质保留消息是根据802.11无线标准族而格式化的请求发送 (RTS) 消息。

[0069] 在示例13中,示例1-12中任一个或多个示例的主题可以可选地包括,其中,确认消息是根据802.11无线标准族而格式化的清除发送 (CTS) 消息。

[0070] 在示例14中,示例1-13中任一个或多个示例的主题可以可选地包括,其中,向第二无线设备发送数据包括在第一无线信道上发送针对从第二无线设备接收的数据的块确认。

[0071] 在示例15中,示例1-14中任一个或多个示例的主题可以可选地包括,其中,从第二无线设备接收数据包括从第二无线设备接收否定确认 (NACK) 消息,NACK消息报告关于接收

由无线设备向第二无线设备发送的所发送数据的错误;并且其中,该方法还包括:响应于接收到NACK,采用比先前用来发送所发送数据的调制编码方案(MCS)更容错的MCS来重新发送所发送数据。

[0072] 在示例16中,示例1-15中任一个或多个示例的主题可以可选地包括,其中,从第二无线设备接收数据包括从第二无线设备接收否定确认(NACK)消息,NACK消息报告关于接收由无线设备向第二无线设备发送的所发送数据的错误;并且其中,该方法还包括:响应于接收到NACK,在当前发送机会中向第二无线设备仅发送确认并且避免在当前发送机会中向第二无线设备发送用户数据。

[0073] 在示例17中,示例1-16中任一个或多个示例的主题可以可选地包括,其中,直到在第二无线设备处接收到第一用户数据分组之后,才从第二无线设备接收所接收的数据。

[0074] 在示例18中,示例1-17中任一个或多个示例的主题可以可选地包括,其中,第一无线设备和第二无线设备根据802.11标准族进行操作。

[0075] 在示例19中,示例1-18中任一个或多个示例的主题可以可选地包括,其中,无线设备是接入点(AP),并且第二无线设备是站(STA)。

[0076] 在示例20中,示例1-19中任一个或多个示例的主题可以可选地包括,其中,无线设备是站(STA),并且第二无线设备是接入点(AP)。

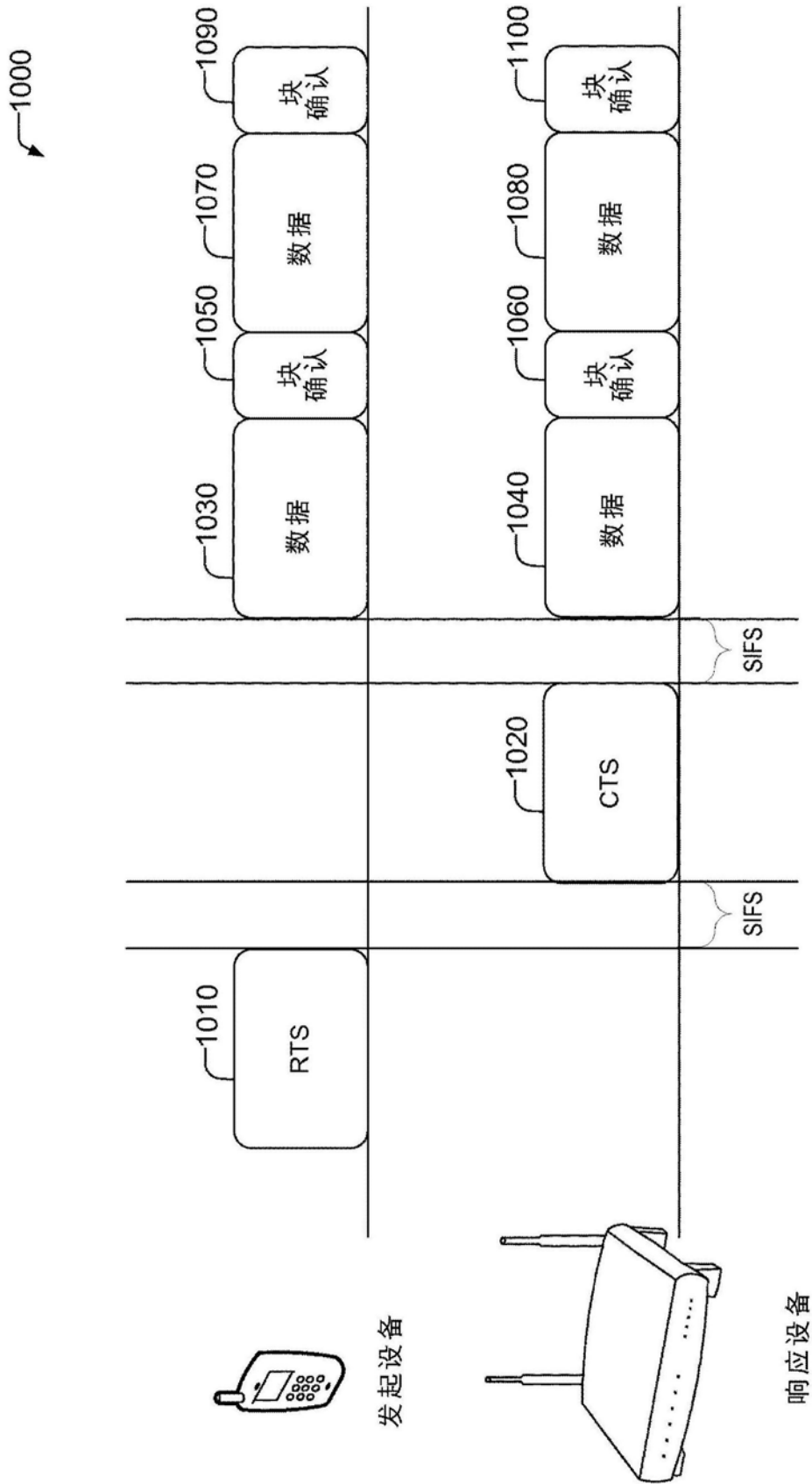


图1

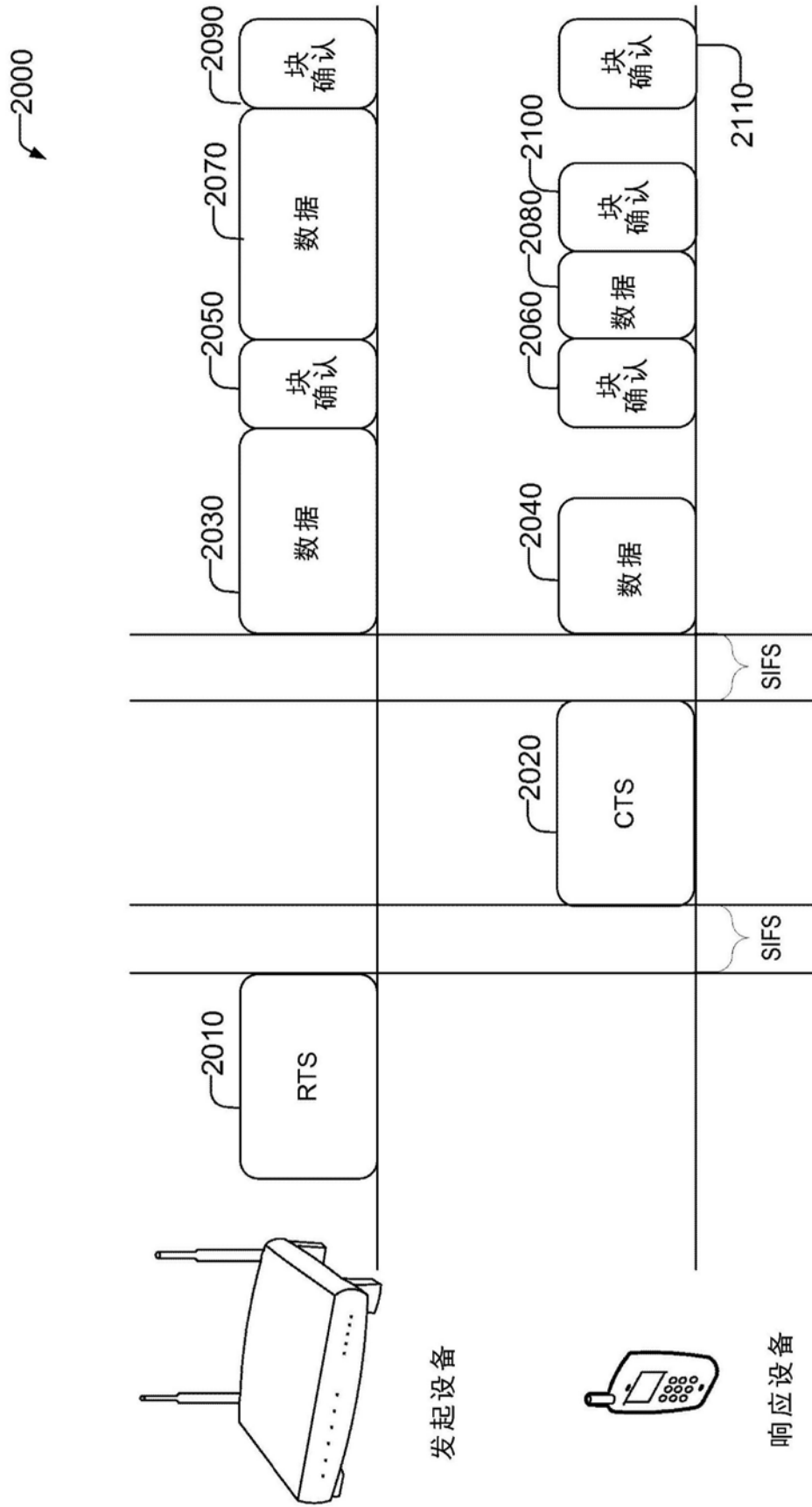


图2

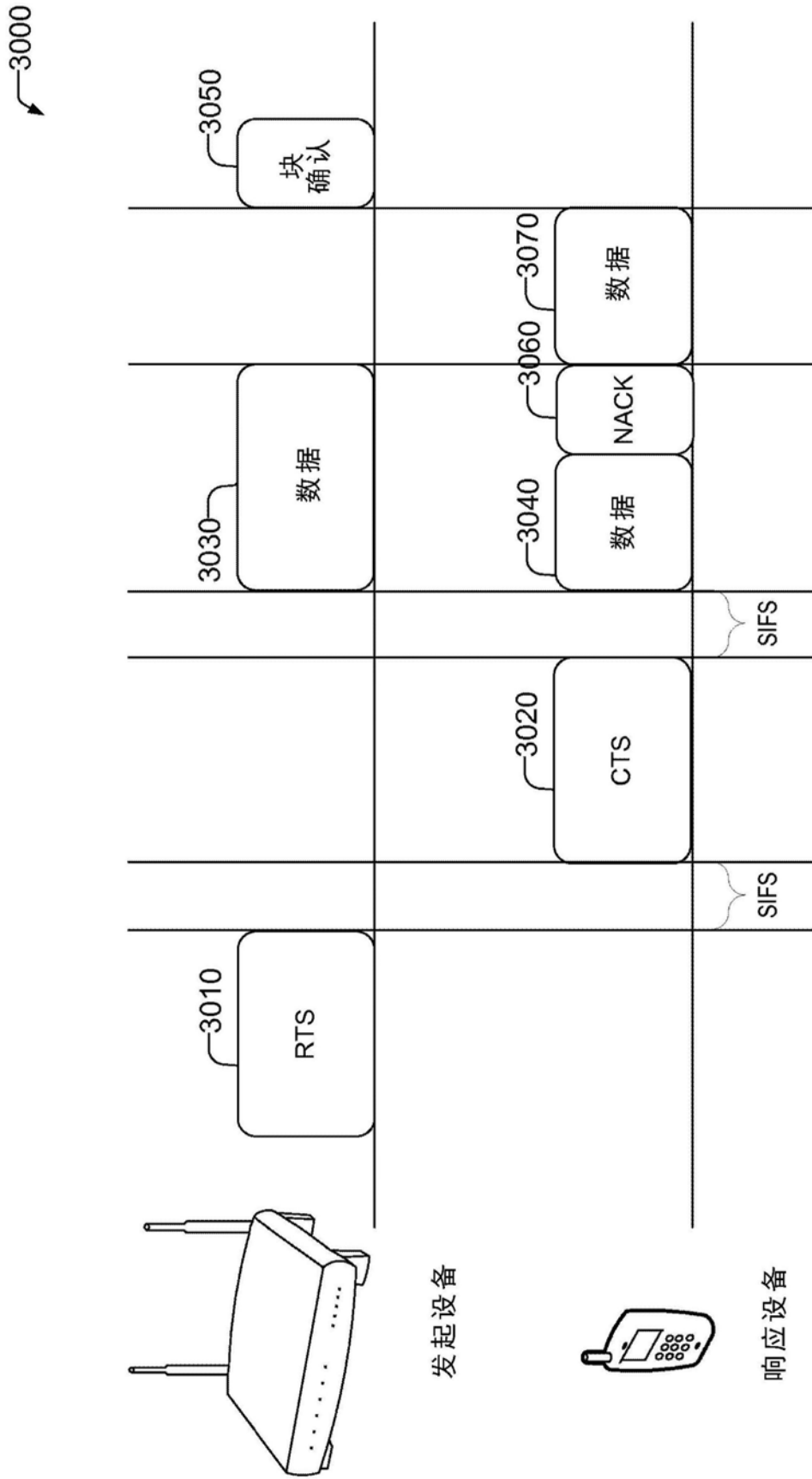


图3

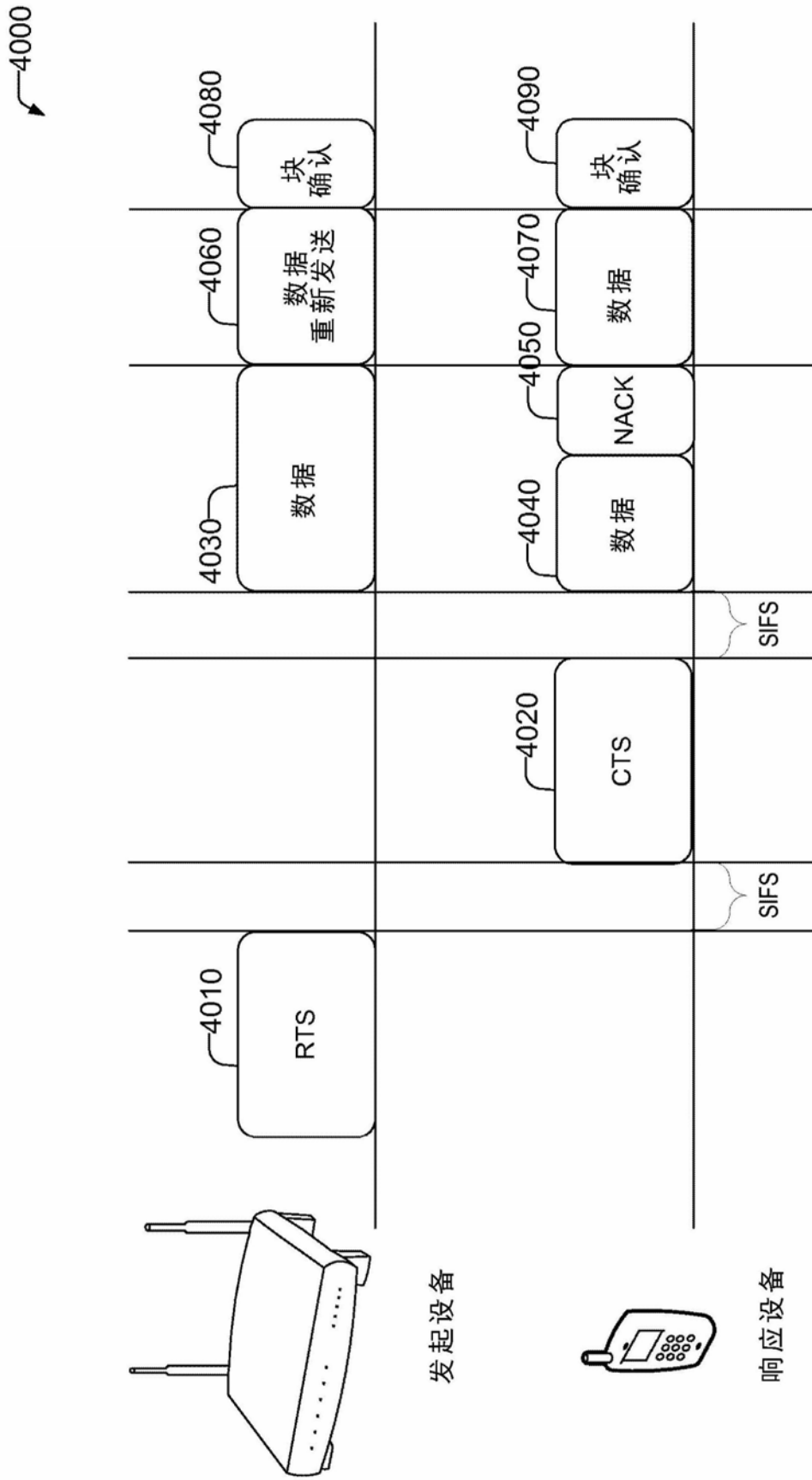


图4

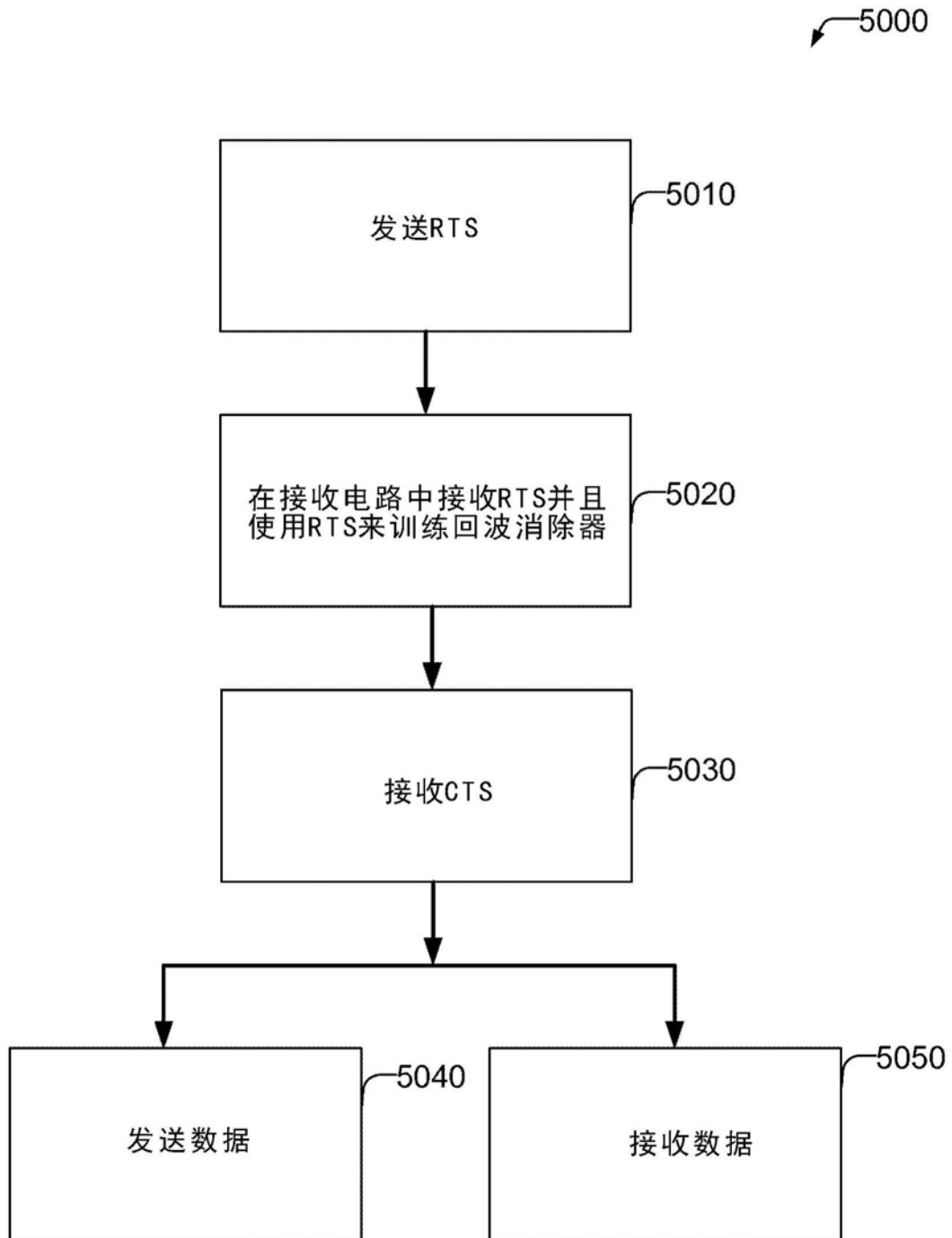


图5

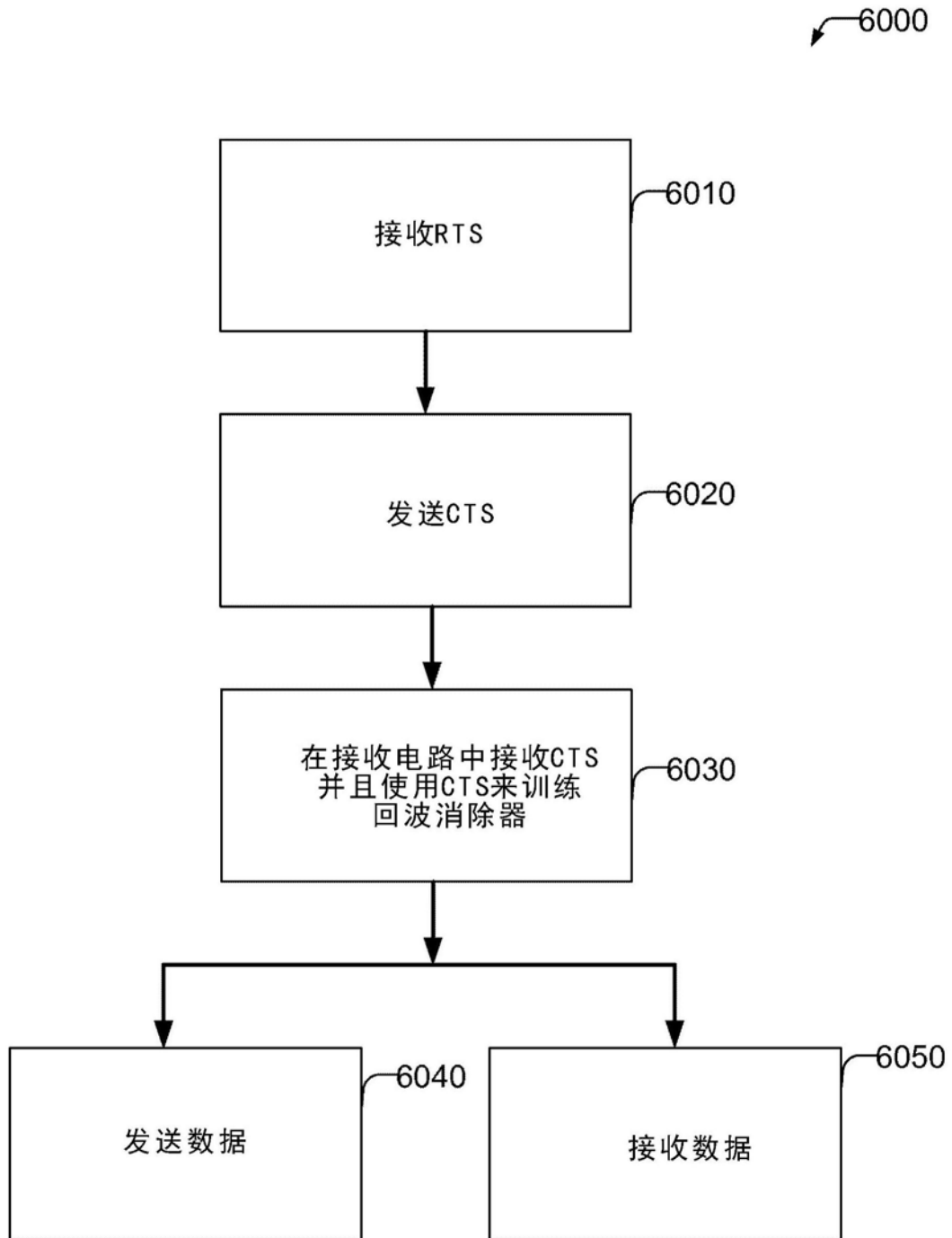


图6

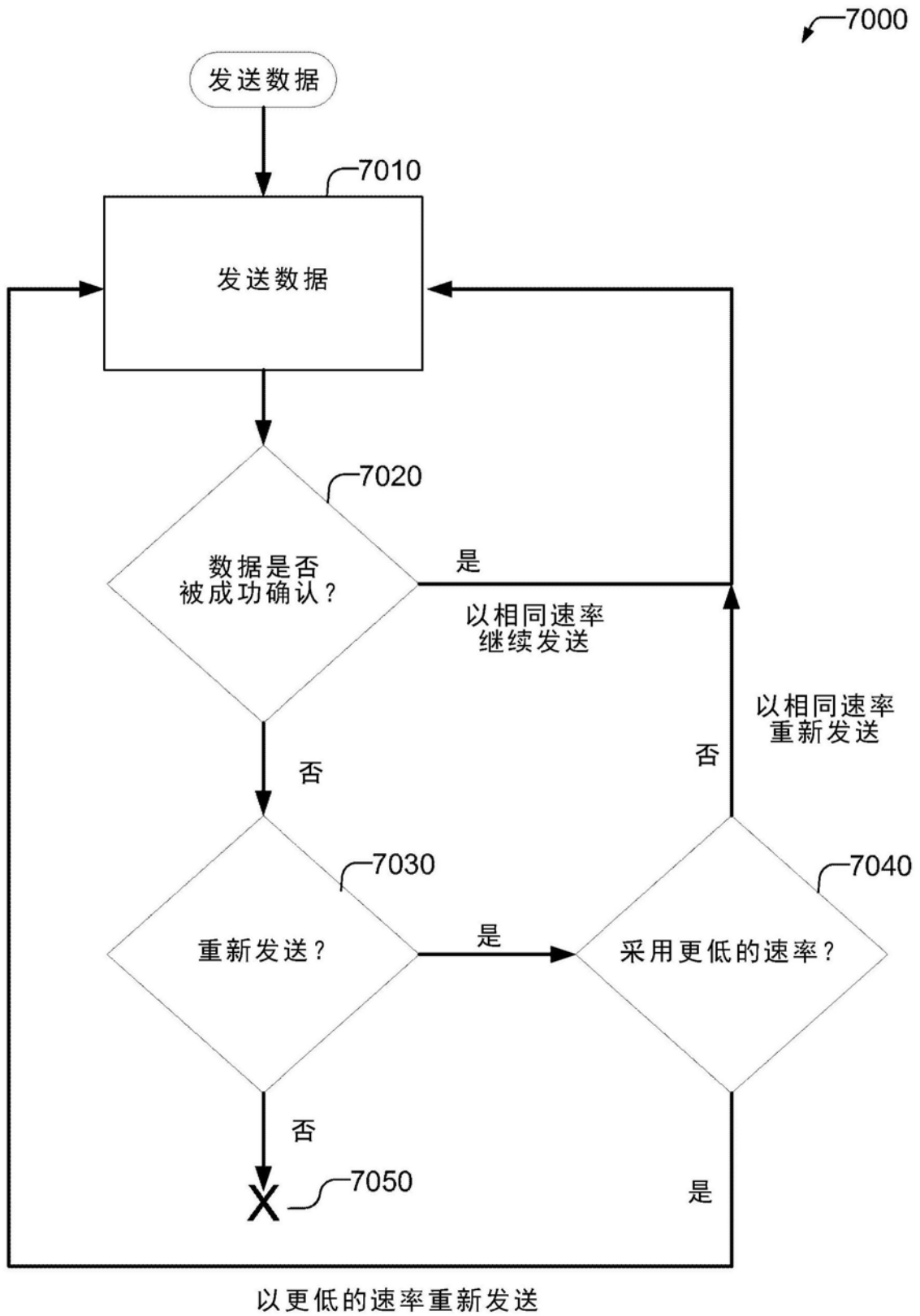


图7

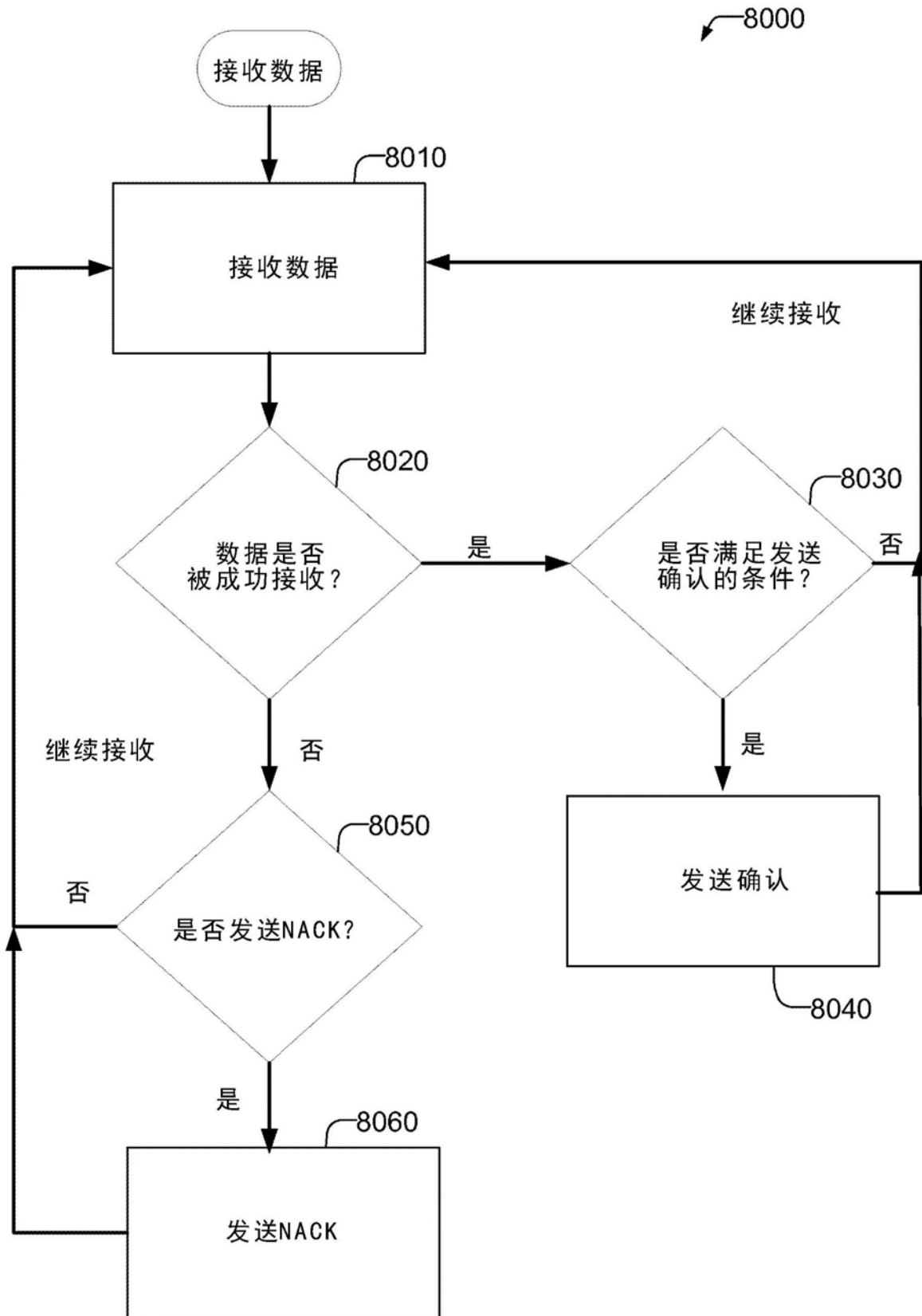


图8

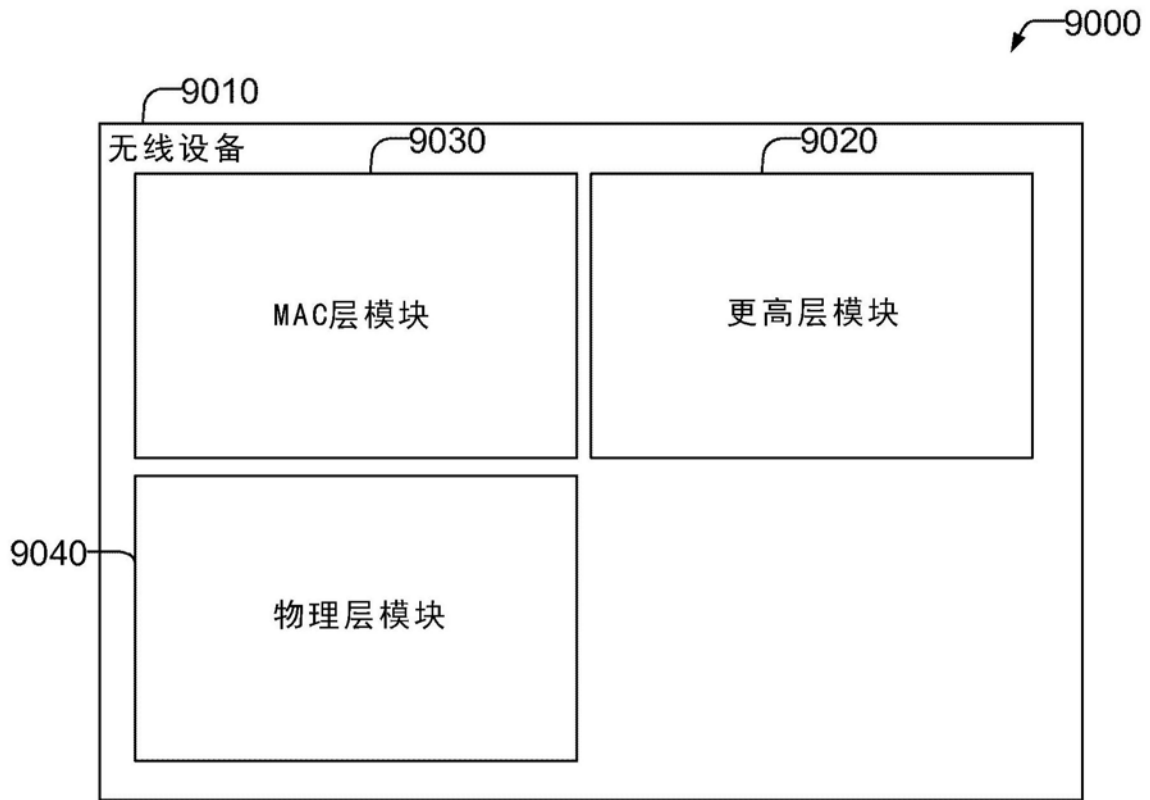


图9

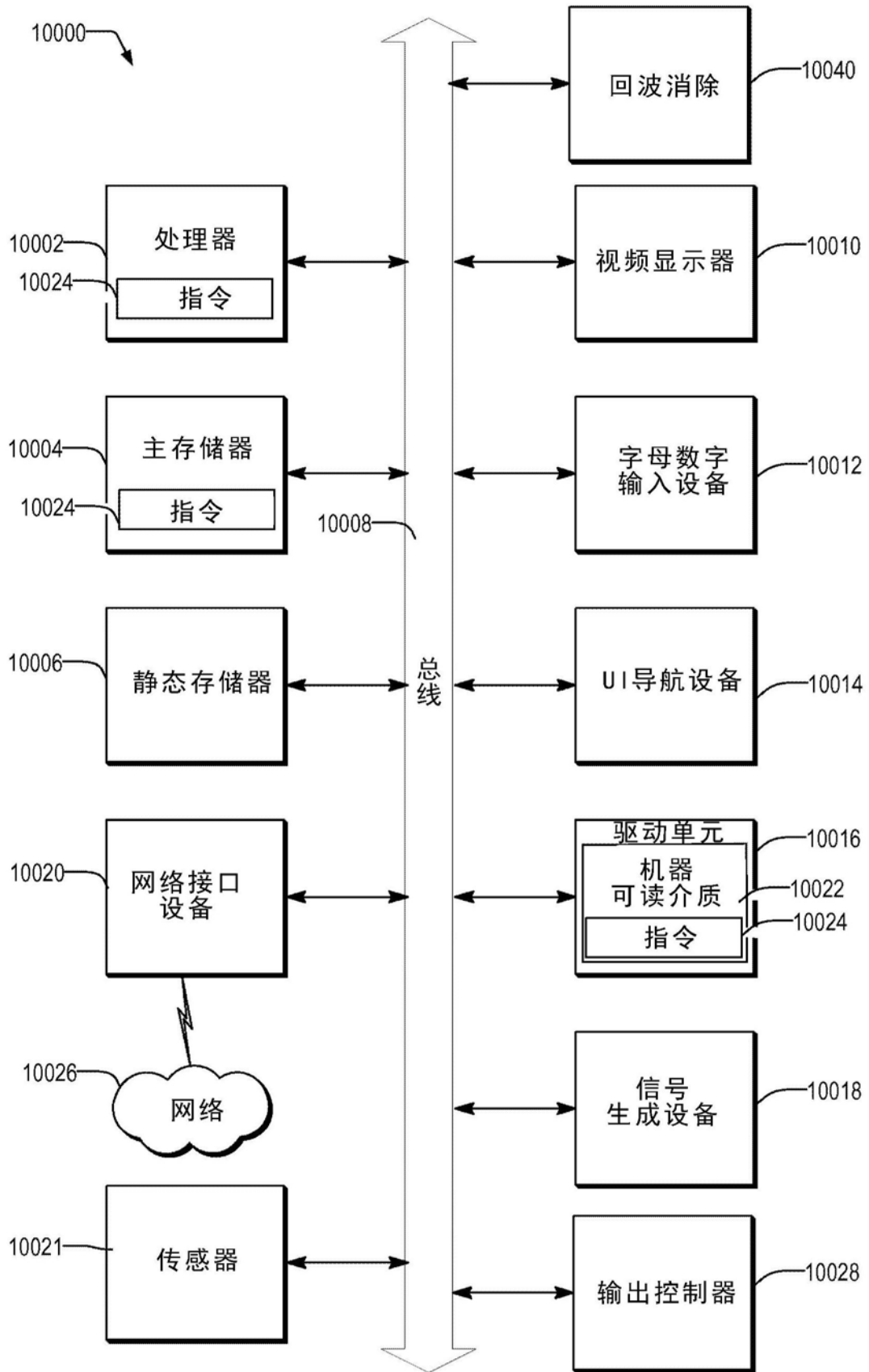


图10