



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102652419 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 28

(21) 申请号 201080056092. 5

(22) 申请日 2010. 12. 09

(30) 优先权数据

61/285, 112 2009. 12. 09 US

61/326, 499 2010. 04. 21 US

61/347, 144 2010. 05. 21 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 06. 08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/059777 2010. 12. 09

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/072173 EN 2011. 06. 16

(73) 专利权人 马维尔国际贸易有限公司

地址 巴巴多斯圣米加勒

(72) 发明人 刘勇 H·拉玛默西 K·K·霍

R·巴纳加 张鸿远

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 鄧迅 李波

(51) Int. Cl.

H04L 29/02(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2007104162 A1, 2007. 05. 10,

US 2008080437 A1, 2008. 04. 03,

US 2009092110 A1, 2009. 04. 09,

US 2006291436 A1, 2006. 12. 28,

审查员 李凯

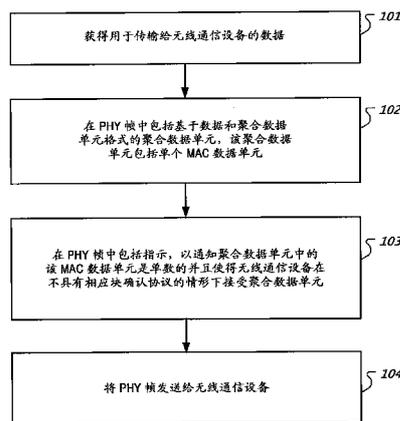
权利要求书4页 说明书14页 附图13页

(54) 发明名称

用于聚合数据单元的无线通信信令

(57) 摘要

描述了涉及无线通信的系统和技术。所描述的技术包括获得用于传输到无线通信设备的数据。无线通信设备可以被设置为基于聚合数据单元格式来处理进入传输,该聚合数据单元格式规定了用于聚合多个媒体接入控制(MAC)数据单元的信令。该技术在物理(PHY)帧中包括基于数据和聚合数据单元格式的聚合数据单元,该聚合数据单元包括单个MAC数据单元。该技术在PHY帧中包括指示,以便通知聚合数据单元中的MAC数据单元是单数的,并且以便使得无线通信设备在不具有相应块确认协议的情况下接受聚合数据单元。



1. 一种用于无线通信的方法,包括:

获得用于传输到无线通信设备的数据,其中所述无线通信设备被配置为基于聚合数据单元格式来处理进入传输,所述聚合数据单元格式规定了用于聚合多个媒体接入控制 MAC 数据单元的信令;

在物理 PHY 帧中包括基于 i) 数据和 ii) 聚合数据单元格式的聚合数据单元,其中所述聚合数据单元包括单个 MAC 数据单元;

在所述 PHY 帧中包括指示,以便通知所述聚合数据单元中的所述 MAC 数据单元是单数的,并且以便使得所述无线通信设备在不具有相应块确认协议的情况下接受所述聚合数据单元;以及

将所述 PHY 帧发送到所述无线通信设备。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中包括指示包括,在所述 PHY 帧的 PHY 信令字段中包括表示所述聚合数据单元中的所述 MAC 数据单元是单数的信息。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中包括指示包括,在所述聚合数据单元的 MAC 头中包括表示所述聚合数据单元中的所述 MAC 数据单元是单数的信息。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中包括指示包括,在所述聚合数据单元的子帧的分界符中包括表示所述聚合数据单元中的所述 MAC 数据单元是单数的信息,其中所述子帧包括所述 MAC 数据单元。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其中

获得所述数据包括接收管理数据,并且

所述聚合数据单元表示管理帧,其中所述管理帧需要来自所述无线通信设备的确认。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中

所述无线通信设备是第一无线通信设备,

所述聚合数据单元是第一聚合数据单元,

获得所述数据包括获得用于在第二聚合数据单元中传输到第二无线通信设备的数据,

发送所述 PHY 帧包括,在包含所述 PHY 帧的空分多址 SDMA 帧中发送第一空间导向帧和第二空间导向帧,所述第一空间导向帧和第二空间导向帧同时且分别向所述第一无线通信设备提供所述第一聚合数据单元以及向所述第二无线通信设备提供所述第二聚合数据单元,以及

所述第一空间导向帧的末尾和所述第二空间导向帧的末尾对齐以具有相同的长度。

7. 根据权利要求 6 所述的方法,还包括:

使得所述第一无线通信设备响应于包括所述单个 MAC 数据单元的所述第一聚合数据单元而发送第一确认;以及

使得所述第二无线通信设备响应于所述第二聚合数据单元而发送第二确认,其中所述第二确认是根据与所述第二无线通信设备建立的块确认协议的块确认。

8. 根据权利要求 7 所述的方法,还包括:

将所述 SDMA 帧限制为在无相应块确认协议的情况下具有单个聚合数据单元,其中所述第一确认基于所述 SDMA 帧的末尾之后的预定持续时间发送,并且其中所述块确认基于明确轮询发送。

9. 根据权利要求 7 所述的方法,还包括:

在所述 SDMA 帧中在无相应块确认协议的情况下包括附加聚合数据单元用于第三无线通信设备,其中所述附加聚合数据单元包括用于所述第三无线通信设备的单个 MAC 数据单元;以及

使得所述第三无线通信设备响应于包括用于所述第三无线通信设备的所述单个 MAC 数据单元的所述附加聚合数据单元而发送第三确认,

其中使得所述第一无线通信设备发送所述第一确认包括向所述第一无线通信设备发送第一明确轮询,以及

其中使得所述第三无线通信设备发送所述第三确认包括向所述第三无线通信设备发送第二明确轮询。

10. 根据权利要求 1 所述的方法,其中

所述 MAC 数据单元是单个 MAC 协议数据单元 MPDU,

所述聚合数据单元是聚合的 MPDU 即 A-MPDU,

所述 A-MPDU 包含 A-MPDU 子帧,其包括表示单个 MPDU 在所述 A-MPDU 中的单数存在的分界符,以及所述单个 MPDU,以及

所述方法还包括:

选择性地在 A-MPDU 子帧中包括基于 32 位边界的填充数据;

选择性地在 A-MPDU 中在 A-MPDU 子帧之后包括一个或者多个充充分界符,其中所述一个或者多个充充分界符中的每一个长度为四个八位位组并且表示 MPDU 长度为零,以及

选择性地在 A-MPDU 中包括 MAC 填充数据,其中所述 MAC 填充数据的长度为小于四个八位位组的整数八位位组。

11. 一种用于无线通信的装置,包括:

接入无线通信接口的电路;以及

处理器电子器件,配置为

获得用于传输到无线通信设备的数据,其中所述无线通信设备配置为基于聚合数据单元格式处理进入传输,所述聚合数据单元格式规定了用于聚合多个媒体接入控制 MAC 数据单元的指令;

在物理 PHY 帧中包括基于 i) 数据和 ii) 聚合数据单元格式的聚合数据单元,其中所述聚合数据单元包括单个 MAC 数据单元;

在所述 PHY 帧中包括指示,以便通知所述聚合数据单元中的所述 MAC 数据单元是单数的,并且以便使得所述无线通信设备在不具有相应块确认协议的情况下接受所述聚合数据单元;以及

使得经由所述无线通信接口将所述 PHY 帧发送到所述无线通信设备。

12. 根据权利要求 11 所述的装置,其中所述指示被包括在所述 PHY 帧的 PHY 信令字段中以表示所述聚合数据单元中的所述 MAC 数据单元是单数的。

13. 根据权利要求 11 所述的装置,其中所述指示被包括在所述聚合数据单元的 MAC 头中以表示所述聚合数据单元中的所述 MAC 数据单元是单数的。

14. 根据权利要求 11 所述的装置,其中所述指示被包括在所述聚合数据单元的子帧的分界符中以表示所述聚合数据单元中的所述 MAC 数据单元是单数的,其中所述子帧包括所述 MAC 数据单元。

15. 根据权利要求 11 所述的装置,其中所述聚合数据单元表示管理帧,其中所述管理帧需要来自所述无线通信设备的确认。

16. 根据权利要求 11 所述的装置,其中
所述无线通信设备是第一无线通信设备,
所述聚合数据单元是第一聚合数据单元,
获得所述数据包括获得用于在第二聚合数据单元中传输到第二无线通信设备的数据,
所述处理器电子器件还被配置为在包含所述 PHY 帧的空分多址 SDMA 帧中包括第一空间导向帧和第二空间导向帧,所述第一空间导向帧和第二空间导向帧同时且分别向所述第一无线通信设备提供所述第一聚合数据单元以及向所述第二无线通信设备提供所述第二聚合数据单元,以及

所述第一空间导向帧的末尾和所述第二空间导向帧的末尾对齐以具有相同的长度。

17. 根据权利要求 16 所述的装置,其中所述处理器电子器件还被配置为使得所述第一无线通信设备响应于包括所述单个 MAC 数据单元的所述第一聚合数据单元而发送第一确认;以及

使得所述第二无线通信设备响应于所述第二聚合数据单元而发送第二确认,其中所述第二确认是根据与所述第二无线通信设备建立的块确认协议的块确认。

18. 根据权利要求 17 所述的装置,其中所述处理器电子器件还被配置为将所述 SDMA 帧限制为无相应块确认协议的情况下具有单个聚合数据单元,其中所述第一确认基于所述 SDMA 帧的末尾之后的预定持续时间发送,并且其中所述块确认基于明确轮询发送。

19. 根据权利要求 17 所述的装置,其中所述处理器电子器件还被配置为:

在所述 SDMA 帧中在无相应块确认协议的情况下包括附加聚合数据单元用于第三无线通信设备,其中所述附加聚合数据单元包括用于所述第三无线通信设备的单个 MAC 数据单元;以及

使得所述第三无线通信设备响应于包括用于所述第三无线通信设备的所述单个 MAC 数据单元的所述附加聚合数据单元而发送第三确认,

其中所述第一无线通信设备基于接收到第一明确轮询而发送所述第一确认,以及
其中所述第三无线通信设备基于接收到第二明确轮询而发送所述第三确认。

20. 根据权利要求 11 所述的装置,其中

所述 MAC 数据单元是单个 MAC 协议数据单元 MPDU,

所述聚合数据单元是聚合的 MPDU 即 A-MPDU,

所述 A-MPDU 包含 A-MPDU 子帧,其包括表示单个 MPDU 在所述 A-MPDU 中的单数存在的分界符,以及所述单个 MPDU,以及

所述处理器电子器件还被配置为:

选择性地在 A-MPDU 子帧中包括基于 32 位边界的填充数据;

选择性地在 A-MPDU 中在 A-MPDU 子帧之后包括一个或者多个充充分界符,其中所述一个或者多个充充分界符中的每一个长度为四个八位位组并且表示 MPDU 长度为零,以及

选择性地在 A-MPDU 中包括 MAC 填充数据,其中所述 MAC 填充数据的长度为小于四个八位位组的整数八位位组。

21. 一种用于无线通信的系统,包括:

处理器电子器件,被配置为 (i) 获得用于传输到无线通信设备的数据,其中所述无线通信设备配置为基于聚合数据单元格式处理进入传输,所述聚合数据单元格式规定了用于聚合多个媒体接入控制 MAC 数据单元的信令;(ii) 在物理 PHY 帧中包括基于 a) 数据和 b) 聚合数据单元格式的聚合数据单元,其中所述聚合数据单元包括单个 MAC 数据单元;(iii) 在所述 PHY 帧中包括指示,以便通知所述聚合数据单元中的所述 MAC 数据单元是单数的,并且以便使得所述无线通信设备在不具有相应块确认协议的情况下接受所述聚合数据单元;以及

电路,用于将所述 PHY 帧发送到所述无线通信设备。

22. 根据权利要求 21 所述的系统,其中所述指示被包括在 i) 所述 PHY 帧的 PHY 信令字段中;ii) 所述聚合数据单元的 MAC 头中;或者 iii) 所述聚合数据单元的子帧的分界符中,所述子帧包括所述 MAC 数据单元。

23. 根据权利要求 21 所述的系统,其中

所述无线通信设备是第一无线通信设备,

所述聚合数据单元是第一聚合数据单元,

获得所述数据包括获得用于在第二聚合数据单元中传输到第二无线通信设备的数据,

所述处理器电子器件还被配置为在包含所述 PHY 帧的空分多址 SDMA 帧中包括第一空间导向帧和第二空间导向帧,所述第一空间导向帧和第二空间导向帧同时且分别向所述第一无线通信设备提供所述第一聚合数据单元以及向所述第二无线通信设备提供所述第二聚合数据单元,以及

所述第一空间导向帧的末尾和所述第二空间导向帧的末尾对齐以具有相同的长度。

24. 根据权利要求 23 所述的系统,其中所述处理器电子器件还被配置为

使得所述第一无线通信设备响应于包括所述单个 MAC 数据单元的所述第一聚合数据单元而发送第一确认;以及

使得所述第二无线通信设备响应于所述第二聚合数据单元而发送第二确认,其中所述第二确认是根据与所述第二无线通信设备建立的块确认协议的块确认。

25. 根据权利要求 21 所述的系统,其中

所述 MAC 数据单元是单个 MAC 协议数据单元 MPDU,

所述聚合数据单元是聚合的 MPDU 即 A-MPDU,

所述 A-MPDU 包含 A-MPDU 子帧,其包括表示单个 MPDU 在所述 A-MPDU 中的单数存在的分界符,以及所述单个 MPDU,以及

所述处理器电子器件还被配置为:

选择性地在 A-MPDU 子帧中包括基于 32 位边界的填充数据;

选择性地在 A-MPDU 中在 A-MPDU 子帧之后包括一个或者多个填充分界符,其中所述一个或者多个填充分界符中的每一个长度为四个八位位组并且表示 MPDU 长度为零,以及

选择性地在 A-MPDU 中包括 MAC 填充数据,其中所述 MAC 填充数据的长度为小于四个八位位组的整数八位位组。

用于聚合数据单元的无线通信信令

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本公开要求以下在先申请的优先权：美国临时申请序列号 61/347,144, 于 2010 年 5 月 21 日提交、名为“11ac Frame Padding”；美国临时申请序列号 61/326,499, 于 2010 年 4 月 21 日提交、名为“11ac Frame Padding”；美国临时申请序列号 61/285,112, 于 2009 年 12 月 9 日提交、名为“11ac Frame Padding”。在此通过引用包含所有以上标明申请的整体内容。

背景技术

[0003] 本公开涉及无线通信系统，诸如无线局域网 (WLAN)。

[0004] 无线通信系统可以包括通过一个或者多个无线信道进行通信的多个无线通信设备。当在基础设施模式下操作时，被称为接入点 (AP) 的无线通信设备为诸如因特网之类的网络提供到例如客户站或者接入终端 (AT) 的其他无线通信设备的连通性。无线通信设备的各种例子包括移动电话、智能电话、无线路由器以及无线集线器。在某些情况下，无线通信电子器件与数据处理设备相集成，诸如膝上型计算机、个人数字助理以及计算机。

[0005] 诸如 WLAN 之类的无线通信系统可以使用一种或者多种无线通信技术，诸如正交频分复用 (OFDM)。在基于 OFDM 的无线通信系统中，数据流被分为多个数据子流。这些数据子流通过不同的 OFDM 子载波来发送，这些子载波可以被称为音调 (tone) 或者频率音调 (frequency tone)。诸如那些在电气和电子工程师协会 (IEEE) 无线通信标准中定义的例如 IEEE 802.11a、IEEE 802.11n 或者 IEEE 802.11ac 之类的 WLAN 可以使用 OFDM 来发送和接收信号。

[0006] WLAN 中的无线通信设备可以使用一个或者多个协议用于媒体接入控制 (MAC) 和物理 (PHY) 层。例如，无线通信设备可以使用基于具有冲突避免 (CA) 的载波监听多址 (CSMA) 的协议用于 MAC 层且使用 OFDM 用于 PHY 层。

[0007] 某些无线通信系统使用单入单出 (SISO) 通信方法，其中每个无线通信设备使用单个天线。其他无线通信系统使用多入多出 (MIMO) 通信方法，其中无线通信设备例如使用多个发射天线和多个接收天线。基于 MIMO 的无线通信设备可以经由多个天线在 OFDM 信号的多个音调中的每个音调中发射和接收多个空间流。

发明内容

[0008] 本公开包括用于无线通信的系统和技术。

[0009] 根据本公开的一个方面，用于无线通信的技术包括获得用于传输到无线通信设备的数据。无线通信设备可以被配置为基于聚合数据单元格式来处理进入传输，聚合数据单元格式规定了聚合诸如 MAC 协议数据单元 (MPDU) 的多个媒体接入控制 (MAC) 数据单元的信令。该技术在物理 (PHY) 帧中包括基于数据和聚合数据单元格式的聚合数据单元，该聚合数据单元包括单个 MAC 数据单元。该技术在 PHY 帧中包括指示，以便通知聚合数据单元中的 MAC 数据单元是单数的，并且以便使得无线通信设备在不具有相应块确认协议的情况

下接受聚合数据单元。该 PHY 帧可以被发送给无线通信设备。

[0010] 根据本公开的另一方面,用于无线通信的技术包括获得用于经由 PHY 帧传输给无线通信设备的数据,在 PHY 帧中包括一个或者多个封装数据的 MAC 数据单元,基于与 PHY 帧相关联的符号数目确定 MAC 层填充数据的长度,响应于 MAC 层填充数据的长度大于零而在 PHY 帧中在一个或者多个 MAC 数据单元之后包括 MAC 层填充数据,基于 PHY 帧中剩余可用位确定 PHY 层填充数据的长度,响应于 PHY 层填充数据的长度大于零而在帧中在 MAC 层填充数据之后包括 PHY 层填充数据,并将 PHY 帧发送给无线通信设备。

[0011] 所描述的系统和技术可以实现为电子电路、计算机硬件、固件、软件或者它们的组合,诸如在本说明书中公开的结构手段以及与之等同的结构。这可以包括包含程序的至少一个计算机可读介质,其中程序可操作为使得一个或者多个数据处理装置(例如,包括可编程处理器的信号处理设备)执行所描述的操作。由此,程序实现方式可以通过所公开的方法、系统或者装置体现出来,装置实现方式可以通过所公开的系统、计算机可读介质或者方法体现出来。类似的,方法实现方式可以通过所公开的系统、计算机可读介质或者装置体现出来,系统实现方式可以通过所公开的方法、计算机可读介质或者装置体现出来。

[0012] 例如,一个或者多个所公开的实施例可以以各种系统和装置的形式实现,包括但不限于专用数据处理装置(例如,无线通信设备,诸如无线接入点、远程环境监视器、路由器、交换机、计算机系统部件、媒体接入单元)、移动数据处理装置(例如无线客户端、蜂窝电话、智能电话、个人数字助理(PDA)、移动计算机、数字照相机)、通用数据处理装置诸如计算机,或者上述的组合。

[0013] 在附图以及下文描述中阐明了一个或者多个实现形式的细节。通过描述和附图并且通过权利要求可以明确其他特征和优点。

附图说明

[0014] 图 1A 示出了基于通知在聚合数据单元中包括单个媒体接入控制数据单元的通信过程的例子。

[0015] 图 1B 示出了基于帧填充技术的通信过程的例子。

[0016] 图 2 示出了具有两个无线通信设备的无线网络的例子。

[0017] 图 3 示出了无线通信设备架构的例子。

[0018] 图 4 示出了包括 MAC 填充数据以及帧结束信令的空间通信流布局的例子。

[0019] 图 5 示出了包括 MAC 和 PHY 层填充数据的传输布局的例子。

[0020] 图 6 示出了包括 MAC 和 PHY 层填充数据和帧结束信令的传输布局的例子。

[0021] 图 7 示出了具有长数据单元信令和确认的空间通信流的例子。

[0022] 图 8A、图 8B 和图 8C 示出了减少了块确认开销相关联的通信流布局的例子。

[0023] 图 9A、图 9B 示出了多用户帧传输布局以及相关联的确认响应的例子。

[0024] 图 10 示出了空间通信流布局的另一个例子。

[0025] 图 11 示出了空间通信流布局的另一个例子。

[0026] 图 12 示出了基于通知在聚合数据单元中包括单个媒体接入控制数据单元的通信过程的另一个例子。

[0027] 图 13 示出了确认通信过程的例子。

[0028] 各图中相似的参考符号表示相似的元素。

具体实施方式

[0029] 本公开提供了用于无线局域网的技术的细节和例子，除其他内容之外还包括用于聚合数据单元信令和确认的系统和技术。所描述的技术包括本文公开的所述信令和一个或者多个帧填充技术。聚合协议单元信令技术的例子包括用于包括信号数据单元的聚合数据单元的信令，其中该信令使得无线通信设备在不具有相应块确认协议的情况下接受包括信号数据单元的聚合数据单元。帧填充技术的例子包括将无线通信设备操作为基于传输帧所需符号的数目来确定 MAC 层填充和 PHY 层填充。一个或者多个所描述技术的可能优点可以包括降低的块确认开销、提高的系统带宽、与旧标准的向后兼容性或者这些的组合。此处提供的技术和架构可以实现于多种无线通信系统（诸如基于 IEEE 802.11ac 的那些）中。

[0030] 图 1A 示出了基于通知聚合数据单元中包括单个媒体接入控制数据单元的通信过程的例子。在 101，通信过程获得用于传输给无线通信设备的数据。无线通信设备可以被配置为基于聚合数据单元格式来处理进入传输，聚合数据单元格式规定了用于将多个媒体接入控制 (MAC) 数据单元（诸如 MAC 协议数据单元 (MPDU)）聚合到聚合数据单元（诸如聚合 MPDU (A-MPDU)）中的信令。获得用于传输的数据包括从两个或者多个源（诸如应用、经由网络的服务器或者存储设备）接收用于两个或者多个无线通信设备的数据。在某些实现形式中，通信过程基于空分多址 (SDMA) 技术来安排所获得的数据以便同时地将数据发送给多个设备。

[0031] 在 102，过程在 PHY 帧中包括基于数据和聚合数据单元格式的聚合数据单元，聚合数据单元包括单个 MAC 数据单元。在某些情况下聚合数据单元表示管理帧。获得数据可以包括接收管理帧的管理数据。某些类型的管理帧需要来自无线通信设备的确认。其他类型的管理帧不需要确认。

[0032] 在 103，过程在 PHY 帧中包括指示，以通知聚合数据单元中的 MAC 数据单元是单数的，并且以使得无线通信设备在不具有相应的块确认协议的情况下接受聚合数据单元。在某些实现形式中，发送设备在 PHY 帧的 PHY 信令字段中包括表示聚合数据单元中的 MAC 数据单元是单数的信息。在某些其他实现形式中，发送设备在聚合数据单元的 MAC 头中包括表示聚合数据单元中的 MAC 数据单元是单数的信息。在某些其他实现形式中，发送设备在聚合数据单元的子帧的分界符中包括表示聚合数据单元中的 MAC 数据单元是单数的信息，其中子帧包括 MAC 数据单元。

[0033] 在 104，通信过程将 PHY 帧发送给无线通信设备。在某些实现形式中，通信过程向无线通信接口发送表示 PHY 帧的数字信号，该无线通信接口将该数字信号转换为模拟信号。发送 PHY 帧可以包括发送两个或者多个同时提供数据给两个或者多个设备的空间导向帧。

[0034] 图 1B 示出了基于帧填充技术的通信过程的例子。由诸如接入点设备或者客户端设备之类的设备所实现的通信过程可以选择性地在传输中包括帧填充技术。可以基于传输所需符号的数目来确定帧填充技术的包括。在 105，通信过程获得用于传输给无线通信设备的数据。获得用于传输的数据可以包括从诸如应用、经由网络的服务器或者存储设备之类的两个或者多个源接收用于两个或者多个无线通信设备的数据。在某些实现形式中，通信

过程基于 SDMA 技术安排用于传输的所获得数据以便将数据同时发送给多个设备。在 110, 过程在 PHY 帧中包括封装数据的 MPDU。基于所获得的数据, MAC 层可以生成包括单个 MPDU 的聚合 MPDU (A-MPDU)。PHY 层可以将该 A-MPDU 包括到 PHY 帧中。在某些实现形式中, MPDU 定界符的大小为 4 个八位位组。PHY 帧可以包括两个或者多个分别具有 A-MPDU 的空间导向帧, 用于两个或者多个设备。

[0035] 在 115, 通信过程基于与 PHY 帧相关联的符号的数目来确定 MAC 层填充数据的长度。MAC 层可以生成一个或者多个 MPDU 以及 MAC 层填充数据。在某些实现形式中, PHY 层可以减少 MAC 层填充数据的长度以便减少 PHY 帧所需符号的数目。在某些实现形式中, MAC 层可以基于 4 个八位位组边界确定 MAC 层填充数据。如果需要, PHY 层可以基于与 PHY 帧相关联的符号边界来调整 MAC 层填充数据。PHY 层可以添加诸如 PHY 填充数据位和卷积码 (CC) 尾位的附加 PHY 层位。在 120, 过程响应于 MAC 层填充数据的长度大于零而在 PHY 帧中在 MPDU 之后包括 MAC 层填充数据。在某些实现形式中, MAC 层将 MAC 层填充数据包括在 A-MPDU 中。

[0036] 在帧中包括 MAC 层填充数据可以包括: 在 A-MPDU 中在包括 MPDU 的子帧之后包括一个或者多个填充分界符。填充分界符可以基于 MPDU 分界符格式。在帧中包括 MAC 层填充数据可以包括: 在该一个或者多个填充分界符之后包括 MAC 填充数据。MAC 填充数据的长度可以是小于四个八位位组的整数个八位位组 (例如, 长度为 1、2 或 3 个八位位组, 或者如果不需要则为 0 个)。MAC 层填充数据可以包括一个或者多个填充分界符和 MAC 填充数据。填充分界符可以包括帧结束 (EOF) 标记, 以通知无线通信设备在相应填充分界符之后停止接收 PHY 帧。基于 EOF 标记, 接收无线通信设备可以关闭接收器电路以减少功耗。

[0037] 在 125, 通信过程基于 PHY 帧中的剩余可用位来确定 PHY 层填充数据的长度。确定 PHY 帧中的剩余可用位可以包括访问 PHY 帧的长度, 并访问 A-MPDU 的长度和 PHY 尾位的长度, 以便确定需要利用 PHY 层填充数据来填充的 PHY 帧的部分的长度。在 130, 过程包括响应于 PHY 层填充数据的长度大于零, 在帧中在 MAC 层填充数据之后包括 PHY 层填充数据。在某些实现形式中, 通信过程将 PHY 层填充数据的长度限制为小于 32 位。在某些实现形式中, 通信过程将 PHY 层填充数据的长度限制为小于 8 位。可以在 PHY 层填充数据之后附加尾位。

[0038] 在 135, 通信过程将 PHY 帧发送给无线通信设备。发送 PHY 帧可以包括发送两个或者多个空间导向帧, 其同时向两个或者多个设备提供数据。导向帧的末尾可以对齐以便于确认的传输。一个或者多个导向帧可以包括 MAC 层填充、PHY 层填充或者包括二者。填充的数量可以基于导向帧的长度所确定的最大长度。在某些实现形式中, 导向帧的末尾对其以具有相同的长度, 其通过对于导向帧而言常用的全向 PHY 信令字段来进行通知。

[0039] 发送设备可以在 A-MPDU 的最后非零长度 A-MPDU 子帧之后包括一个或者多个填充分界符, 其中一个或者多个填充分界符中的每一个的长度为四个八位位组。发送设备可以在该一个或者多个填充分界符之后包括 MAC 填充数据。填充分界符可以表示 MPDU 长度为零。在某些实现形式中, MAC 填充数据的长度为小于四个八位位组的整数个八位位组。在某些实现形式中, MAC 填充数据可以是部分的 EOF 填充分界符。MAC 层填充数据可以包括一个或者多个填充分界符和 MAC 填充数据。在某些实现形式中, 一个或者多个填充分界符包括帧结束标记, 以通知接收设备停止接收 PHY 帧的剩余部分。

[0040] MAC层填充数据可以包括 dword 填充数据。在某些实现形式中,发送设备在 A-MPDU 的最后非零长度 A-MPDU 子帧中包括 dword 填充数据。在发送设备处,无论何时在 PHY 帧中仍留有可用字节,除了尾位之外,即可以一个接一个地添加 dword 填充数据、填充分界符以及 MAC 字节填充数据。例如,设备可以一个字节接一个字节地添加 dword 填充数据,直到最后一个 A-MPDU 子帧达到 4 字节边界或者达到 PHY 帧的最后一个字节。无论何时剩余字节大于 4 个字节,设备可以一个接一个地添加一个或者多个填充分界符。如果剩余字节小于 4 字节,则 MAC 填充数据可以被添加到的设备在一个或多个剩余字节中进行填充。在接收设备处,RX PHY 处理接收到的 PHY 帧,直至帧除尾位之外的最后一个字节,并将接收到的数据传递给 RXMAC。RX MAC 一个接一个地处理接收到的 A-MPDU 子帧,直到检测到 EOF 填充分界符或者直到在最后处理的 A-MPDU 子帧之后的剩余数据小于 4 字节。

[0041] 在某些实现形式中,发送设备使 MAC 层填充数据达到 PHY 帧除了 PHY 帧中 PHY 尾位之外的最后 8 位边界处,并将 MAC 层填充数据的长度限制为小于 8 位。在某些实现形式中,发送设备使 MAC 层填充数据达到 PHY 帧除 PHY 帧中 PHY 尾位之外的最后 32 位边界处,并将 PHY 层填充数据的长度限制为小于 32 位。

[0042] 在某些实现形式中,基于单个 MPDU 的 A-MPDU 包含 A-MPDU 子帧,其包括表示单个 MPDU 在 A-MPDU 中的单数存在的分界符,其中 A-MPDU 子帧包括单个 MPDU。发送设备可以选择性地在 A-MPDU 子帧中包括基于 32 位边界的填充数据。发送设备可以选择性地在 A-MPDU 中在 A-MPDU 子帧之后包括一个或者多个填充分界符,其中一个或者多个填充分界符中的每一个的长度为四个八位位组,并且表示 MPDU 的长度为零。设备可以选择性地在 A-MPDU 中包括 MAC 填充数据,其长度为小于四个八位位组的整数个八位位组。

[0043] 无线通信设备可以包括接入无线通信接口的电路和配置为执行本文描述的一个或者多个技术的处理器电子器件。无线通信接口可以包括发送和接收无线通信信号的电路。

[0044] 图 2 示出了具有两个无线通信设备的无线网络的例子。诸如接入点 (AP)、基站 (BS)、无线头戴耳机、接入终端 (AT)、客户站或者移动台 (MS) 之类的无线通信设备 205、207 可以包括诸如处理器电子器件 210、212 的电路。处理器电子器件 210、212 可以包括实现本公开所提供的的一个或者多个技术的一个或者多个处理器。无线通信设备 205、207 包括诸如收发器电子器件 215、217 之类的电路,用以通过一个或者多个天线 220a、220b、222a、222b 来发送和接收无线信号。无线通信设备 205、207 可以与一种或者多种类型的设备(例如,基于不同无线通信标准的设备)进行通信,诸如高吞吐量 (HT) 设备(例如基于 IEEE 802.11n 的设备)或者非常高吞吐量 (VHT) 设备(例如基于 IEEE 802.11ac 的设备)。

[0045] 在某些实现形式中,收发器电子器件 215、217 包括集成的发射和接收电路。在某些实现形式中,收发器电子器件 215、217 包括多个无线电单元。在某些实现形式中,无线电单元包括基带单元 (BBU) 和射频单元 (RFU),以发送和接收信号。收发器电子器件 215、217 可以包括检测器、解码器、调制器和编码器中的一个或多个。收发器电子器件 215、217 可以包括一个或者多个模拟电路。无线通信设备 205、207 包括一个或者多个存储器 225、227,配置为存储诸如数据、指令或者二者的信息。在某些实现形式中,无线通信设备 205、207 包括专用于发射的电路和专用于接收的电路。在某些实现形式中,无线通信设备 205、207 可操作为充当服务设备(例如接入点)或者客户端设备。

[0046] 第一无线通信设备 205 可以经由两个或者多个空间无线通信信道（诸如正交空间子空间例如正交 SDMA 子空间）向一个或者多个设备发送数据。例如，第一无线通信设备 205 可以同时地使用空间无线信道向第二无线通信设备 207 发送数据并使用另一个空间无线信道向第三无线通信设备（未示出）发送数据。在某些实现形式中，第一无线通信设备 205 实现空分技术，即利用两个或者多个空分复用矩阵来在单个频率范围内提供空间分离的无线信道，以向两个或者多个无线通信设备发送数据。

[0047] 诸如支持 MIMO 的接入点之类的无线通信设备可以通过将一个或者多个发射器侧波束形成矩阵适用于与不同客户端无线通信设备相关联的空间分离信号，而在相同频率范围中在同一时间发送用于多个客户端无线通信设备的信号。基于在无线通信设备的不同天线处的不同信号图，每个客户端无线通信设备可以辨别其自己的信号。支持 MIMO 的接入点可以参与收听以获得每个客户端无线通信设备的信道状态信息。接入点可以基于不同的信道状态信息计算空间复用矩阵（诸如空间导向矩阵）以便在空间上将信号分离给不同的客户端设备。

[0048] 图 3 示出了无线通信设备架构的例子，其可以包括本文描述的各种实现细节。无线通信设备 350 可以产生在空间上由各空间复用矩阵 W_i （例如导向矩阵）分离的用于不同客户端的信号。每个 W_i 与一个子空间相关联。无线通信设备 350 包括 MAC 模块 355。MAC 模块 355 可以包括一个或者多个 MAC 控制单元 (MCU)（未示出）。无线通信设备 350 包括三个或者更多编码器 360a、360b、360c，其从 MAC 模块 355 接收用于 N 个相应客户端设备的数据流。编码器 360a-c 可以执行诸如前向纠错 (EFC) 编码技术之类的编码以产生相应的编码流。调制器 365a、365b、365c 可以对各编码流执行调制以产生提供给空间映射模块 370a、370b、370c 的调制流。

[0049] 空间映射模块 370a-c 可以访问存储器（未示出）以获取与数据流的目的客户端设备相关联的空间复用矩阵 W_i 。在某些实现形式中，空间映射模块 370a-c 访问同一存储器，但是以不同的偏移量 (offset) 来获取不同的矩阵。加法器 375 可以将来自空间映射模块 370a-c 的空间导向输出相加。

[0050] 傅里叶逆变换 (IFFT) 模块 380 可以对加法器 375 的输出执行 IFFT，以产生时域信号。数字过滤和无线电模块 385 可以过滤时域信号并放大信号用于经由天线模块 390 传输。天线模块 390 可以包括多个发射天线和多个接收天线。在某些实现形式中，天线模块 390 是在无线通信设备 350 外部的可拆卸单元。

[0051] 在某些实现形式中，无线通信设备 350 包括一个或者多个集成电路 (IC)。在某些实现形式中，MAC 模块 355 包括一个或者多个 IC。在某些实现形式中，无线通信设备 350 包括实现诸如 MAC 模块、MCU、BBU 或者 RFU 之类的多个单元和 / 或模块的功能性的 IC。在某些实现形式中，无线通信设备 350 包括向 MAC 模块 355 提供数据流以供传输的主处理器。在某些实现形式中，无线通信设备 350 包括从 MAC 模块 355 接收数据流的主处理器。在某些实现形式中，主处理器包括 MAC 模块 355。

[0052] MAC 模块 355 可以基于从诸如传输控制协议 / 因特网协议 (TCP/IP) 之类的更高级协议接收的数据来生成 MAC 服务数据单元 (MSDU)。MAC 模块 355 可以基于 MSDU 生成 MAC 协议数据单元 (MPDU)。在某些实现形式中，MAC 模块 355 可以基于 MPDU 生成物理层服务数据单元 (PSDU)。例如，无线通信设备可以生成目的针对单个无线通信设备接收方的数据单

元（例如，MPDU 或者 PSDU）。物理层协议数据单元（PPDU）可以封装 PSDU。

[0053] 无线通信设备 350 可以执行目的针对多个客户端设备的全向传输。例如，MAC 模块 355 可以操作 MAC 模块 355 与 IFFT 模块 380 之间的单个数据通道。设备 350 可以在全向传输与导向传输之间进行轮换。在导向传输中，设备 350 可以经由第一空间无线信道将第一 PPDU 发送给第一客户端并同时经由第二空间无线信道将第二 PPDU 发送给第二客户端。

[0054] 关于附图，传输信号可以包括一个或者多个旧有（legacy）训练字段（L-TF），诸如旧有短训练字段（L-STF）或者旧有长训练字段（L-LTF）。传输信号可以包括一个或者多个旧有信号字段（L-SIG）。传输信号可以包括一个或者多个 VHT 信号字段（VHT-SIG）。传输信号可以包括一个或者多个 VHT 训练字段（VHT-TF）。这些训练字段的例子包括 VHT 短训练字段（VHT-STF）和 VHT 长训练字段（VHT-LTF）。传输信号可以包括不同类型的数据字段，诸如 VHT 数据字段。

[0055] 图 4 示出了包括 MAC 填充和帧结束信令的空间通信流布局的例子。在基于 SDMA 的传输中，支持 SDMA 的设备分别经由三个空间信道向三个接收设备发送 VHT 数据段。VHT 数据段包括各自的聚合 MPDU（A-MPDU）415a、415b 和 415c。A-MPDU 415a-c 各自包括一个或者多个子帧。

[0056] 在发送 A-MPDU 415a-c 之前，支持 SDMA 的设备向接收设备发送 L-SIG 405 和一个或者多个 VHT-SIG 410。L-SIG 405 包括表明 PHY 帧 401 的剩余持续时间（例如从 L-SIG 405 的末尾到 PPDU 的末尾的符号数目）的信息。例如，客户端设备可以基于 L-SIG 405 中的长度字段和速率字段来确定帧 401 的末尾。帧 401 的末尾基于以 SDMA 为基础的传输中的最长 VHT 数据段。注意，通过包括填充，较短的 VHT 数据段与最长的 VHT 数据段的长度对齐。在某些实现形式中，VHT-SIG 410 包括表明 PHY 帧 401 的剩余持续时间（例如，从 VHT-SIG 410 的末尾到 PPDU 的末尾）的信息。基于所描述的通信布局，VHT-SIG 410 表示的剩余持续时间短于 L-SIG 405 表示的剩余持续时间。在某些实现形式中，导向至目的地设备的 VHT-SIG 410 表明在发送给目的地设备的 A-MPDU 中包括的除 MAC 层填充之外的有用数据的长度。

[0057] 如果需要，填充的数量可以基于由 L-SIG 405、VHT-SIG 410 或者二者表示的剩余符号持续时间。如果需要，发送设备在 A-MPDU 415b、415c 的末尾之后插入 MAC 填充 420a、420b。A-MPDU 可以包括 MAC 填充。MAC 填充 420a、420b 可以包括诸如一个或者多个帧结束（EOF）填充分界符之类的 EOF 信令。填充分界符可以基于 MPDU 分界符格式。在某些实现形式中，EOF 填充分界符包括 EOF 标记、被设置为零的 MPDU 长度字段、校验和以及分界符签名。

[0058] 如果需要，AP 设备在 A-MPDU 415a-c 的末尾之后，或者，如果存在的话，在 MAC 填充 420a 和 420b 之后插入 PHY 填充 425a、425b、425c。在 PHY 填充 425a-c 之后，AP 插入诸如卷积码（CC）尾位 430a、430b、430c 之类的尾位。基于未填充的 A-MPDU 没有达到帧 401 的最后符号内的点，AP 设备在未填充的 A-MPDU 415b、415c 的末尾之后插入 MAC 填充 420a、420b。基于帧 401 中用于客户端设备通信的 PHY 填充 425b、425c 和尾位 430b、430c。点的位置可以对于各客户端设备通信而不同。因此，帧 401 中用于各客户端设备通信的 MAC 填充 420a、420b 的数量可以不同。

[0059] 确定是否添加填充可以包括检查除了 MAC 层填充 420a、420b 之外，A-MPDU 的最后

子帧的末尾加上 CC 尾位 430b、430c 是否在 L-SIG 405 持续时间字段、VHT-SIG 410 持续时间字段或者二者所确定的最后符号边界的末尾内。在一种填充技术中, TX MAC 层可以填充 A-MPDU 至 32 位边界, 例如, 填充最后 A-MPDU 子帧至 32 位边界, 保持添加填充分界符直到不能再添加更多的填充分界符, 或者二者皆可。基于可以包括填充的 A-MPDU, TX PHY 层附加小于 32 位的 PHY 填充数据以及 PHY 尾位, 以将数据扩展到最后符号边界。在某些实现形式中, TXMAC 层可以填充 A-MPDU 的最后 A-MPDU 子帧至 32 位边界, 保持添加填充分界符直至相应 PPDU 中的所有可用位都被填满, 或者二者皆可。基于将 A-MPDU 扩展至 32 位边界的 MAC 层填充数据, A-MPDU 加上 PHY 尾位可以超过最后符号边界。TX PHY 层可以减少 MAC 层填充的大小, 直到 MAC 层填充、PHY 填充数据和 PHY 尾位 430 匹配在帧的最后符号边界中。

[0060] 图 5 示出了包括 MAC 和 PHY 层填充的传输布局的例子。设备可以产生传输, 其包括经由包括 MAC 层和 PHY 层的多个协议层生成的 PPDU 500。PPDU 500 包括 A-MPDU, 其包含多个子帧 515a、515b、515n。为了传输, TX MAC 层附加诸如 MAC 字节填充数据 520 之类的 MAC 层填充数据到 A-MPDU 的最后子帧 515n 的末尾, 以填充到 PPDU 中除了尾位之外的最后字节边界 530 的末尾。在某些情况下, A-MPDU 的最后子帧 515n 可以包括填充分界符, 并且, 在某些情况下, 最后子帧 515n 之前的一个或者多个子帧可以包括填充分界符。基于 TX MAC 层的输出, TX PHY 层附加数据位到 MAC 字节填充数据 520 的末尾, 以填满到由 VHT-SIG 505 持续时间字段所确定的符号边界 540 的末尾。在这个例子中, TX PHY 层在 MAC 字节填充数据 520 的末尾之后附加了 PHY 填充数据 535 并在 PHY 填充数据 535 的末尾之后附加了尾位 545。PHY 填充数据 535 的大小可以在长度上上至 7 位 (例如, 长度上小于 1 字节); 注意, A-MPDU 与服务字段 507 和尾位 545 一起可以占用 PHY 有效载荷中的所有可用字节。在基于不同排序的另一个例子中, TX PHY 层在 MAC 字节填充数据的末尾之后附加尾位并且在尾位的末尾之后附加 PHY 填充数据。MAC 字节填充数据 520 和 PHY 填充数据 535 的组合大小可以小于 32 位。MAC 填充数据 520 的大小可以是长度为 1、2 或 3 个八位位组。

[0061] 发送设备可以基于一个或者多个条件确定是否添加填充。确定是否添加填充可以包括检查除了 MAC 层填充数据之外 A-MPDU 的最后子帧 515n 的末尾加上尾位 545 是否由 L-SIG 503 持续时间字段或者 VHT-SIG 505 持续时间字段所确定的最后符号边界 540 的末尾内。在某些实现形式中, TX MAC 层可以填充最后 A-MPDU 子帧 515n 至 32 位边界并将 A-MPDU 传递给 TX PHY 层。在某些实现形式中, TX

[0062] PHY 层可以减小 MAC 字节填充数据 520 的大小, 直到 MAC 字节填充数据 520、PHY 填充数据 535 和尾位 545 扩展到最后符号边界 540。在某些实现形式中, TX PHY 层删除扩展到超出最后符号边界 540 小于尾位 545 长度的一个或者多个填充位, 并随后添加尾位 545。

[0063] 在接收传输 500 期间, RX PHY 层将传输数据传递给 RX MAC 层, 直至最后字节边界 530。RX PHY 层忽视传输 500 的剩余内容, 例如 PHY 填充数据 535 和尾位 545。在 RX MAC 层中, 最后 A-MPDU 子帧 515n 的末尾可以由最后 A-MPDU 子帧 515n 的分界符中的长度来确定。基于所确定的末尾, RX MAC 层删除剩余内容, 例如 MAC 字节填充数据 520。在某些实现形式中, RX PHY 层以 32 位单元的形式将接收到的数据传递给 RX MAC 层, 直到剩余位 (不包括尾位) 小于 8 位或者直到最后符号中的位耗尽。在某些实现形式中, RX MAC 层基于最后子帧 515n 的分界符中的长度来识别最后 A-MPDU 子帧的末尾。

[0064] 图 6 示出了包括 MAC 和 PHY 层填充和帧结束信令的传输布局的例子。设备可以产

生传输 600,其包括包含 EOF 填充分界符 610a、610b 和 MAC 字节填充数据 620 的 MAC 层填充数据。传输 600 包括 A-MPDU,其包含多个子帧 615a、615b、615n。为了传输,TX MAC 层在 A-MPDU 的最后子帧 615n 的末尾之后附加一个或者多个 EOF 填充分界符 610a、610b 和 MAC 字节填充数据 620,以填充至除 PHY 尾位 645 之外的最后字节边界 630 的末尾。MAC 字节填充数据 620 包括在最后填充分界符 610b 之后。在某些实现形式中,添加 EOF 标记到最后 A-MPDU 子帧 615n 的分界符。在某些实现形式中,将 A-MPDU 中的每个子帧 615a、615b,包括最后子帧 615n 填充到 32 位边界;这一填充称为 dword 填充数据,其可以是长度为 0、1、2 或 3 字节。添加到最后 A-MPDU 子帧 615n 的末尾的 dword 填充数据可以被看作 MAC 层填充数据的一部分。

[0065] TX PHY 层附加典型地小于 1 字节的 PHY 填充数据 635 到 MAC 字节填充数据 620 的末尾,并附加尾位 645 在 PHY 填充数据 635 的末尾之后。PHY 填充数据 635 的大小基于诸如 L-SIG 603 持续时间字段或者 VHT-SIG 605 持续时间字段之类的 PHY 信令持续时间字段以及诸如将被包括到传输 600 中的尾位之类的附加 PHY 层位所确定的符号边界 640。

[0066] 基于传输 600 的接收,RX PHY 层传递传输数据到 RX MAC 层,直至最后字节边界 630。RX PHY 层在将数据传递给 RX MAC 层之前删除传输 600 的剩余内容,例如 PHY 填充数据 635 和尾位 645。RX MAC 层检测并删除 EOF 填充分界符 610a、610b。例如,一旦 RX MAC 层检测到 EOF 填充分界符,则 RX MAC 层可以丢弃 EOF 填充分界符之后的剩余接收数据并且可以通知 RX PHY 层立即停止接收以节省功率。在某些情况下,RX MAC 层删除 MAC 字节填充数据 620。在某些实现形式中,以多个 32 位的形式处理接收到 A-MPDU,直到剩余部分小于 32 位。如果剩余部分未被 A-MPDU 子帧或者填充分界符所涵盖,则删除剩余部分(例如,MAC 字节填充数据 620)。

[0067] 在某些实现形式中,A-MPDU 中的最后 A-MPDU 子帧可以包括 dword 填充数据和一个或者多个 EOF 填充分界符。在这种情况下,MAC 填充数据将 A-MPDU 扩展到 32 位边界。设备可以基于一个或者多个 MAC 填充规则来确定 MAC 填充数据的大小。在基于 32 位边界的 MAC 填充规则中,添加 MAC 填充数据以将最后 A-MPDU 子帧扩展到最后 32 位边界。在接收侧,RX PHY 层可以使用 32 位接口将除接收到的尾位之外的接收到的位传递给 RX MAC 层。基于检测到 MPDU 中的 EOF 分界符或者检测到填充分界符,RX MAC 层可以删除跟在 MPDU 或者填充分界符之后的位。如果没有检测到 EOF,则 RX MAC 层可以忽视未被 A-MPDU 子帧所涵盖的最后接收到的 32 位。

[0068] 在基于 8 位边界的 MAC 填充规则中,添加 MAC 填充数据以将最后 A-MPDU 子帧扩展到最后 8 位边界。设备可以基于最后 A-MPDU 子帧(包括最后 EOF 填充分界符)未达到 32 位边界而在最后子帧中包括 EOF 标记。在接收设备处,RX PHY 层可以传递接收到的位给 RX MAC 层直到最后 8 位边界。RX MAC 层可以处理从 RX PHY 层接收到的位直到剩余位小于 8 位。RX MAC 层可以忽视剩余位。

[0069] 设备可以基于 PHY 帧中不同位置中的字段的组合来通知扩展长度的 PHY 帧的存在。例如,设备可以在第一 PHY 信令字段(例如,L-SIG 字段)中包括表示 PHY 帧的第一长度的信息,并且在第二 PHY 信令字段(例如,VHT-SIG 字段)中包括表示 PHY 帧的第二长度的信息。第二 PHY 信令字段可以用于表示 PHY 帧中用于接收设备的有用数据的末尾。

[0070] 图 7 示出了具有长数据单元信令和确认的空间通信流的例子。L-SIG 705 包括速

率字段和长度字段 (L_LENGTH)。基于表示 6Mbps 数据速率的 L-SIG 705 速率字段,二进制相移键控 (BPSK) 调制以及 1/2 码率,每个符号 3 个八位位组,其提供 5.464ms 的最大 L-SIG 持续时间。在 L-SIG 705 之后,VHT 传输可以包括 VHT-SIG-A 710,其通知长于 5.464ms 的 PPDU 的存在,例如 VHT PPDU 701。

[0071] 在某些实现形式中,VHT-SIG-A 710 包括扩展长度 (E_LENGTH) 子字段以表示长于 5.464ms 的 PPDU 的存在。基于 L_LENGTH 和 E_LENGTH,VHT PPDU 持续时间可以表达为:

[0072]

$$\left(1 + \left\lceil \frac{L_LENGTH + E_LENGTH}{3} \right\rceil\right) \times 4 \mu s$$

[0073] 例如,基于用于扩展长度子字段的 2 位格式,PPDU 的长度信令位被扩展到 14 位,其可以表示 21.85ms 的最大持续时间。然而,旧有设备可以仅能够解码传输的 L-SIG 705。如果 PPDU 持续时间大于 5.464ms,则可以在长 PPDU (例如,长于 5.464ms) 传输之前发送清除 - 发送消息,以避免旧有设备在长 PPDU 传输期间进行发送。

[0074] 在某些其他实现方式中,VHT-SIG-A 710 包括“long PPDU”子字段,其可以是 1 位的,表示长 PPDU。“long PPDU”子字段可以被设置为表示长 PPDU 持续时间 (例如,PPDU 持续时间大于 5.464ms)。基于表示长 PPDU 的“long PPDU”子字段,L-SIG 705 中的长度字段可以基于低于 6Mbps (例如,2Mbps 或者 1Mbps) 的速率进行设置,而 L-SIG 705 中的速率字段被设置为 6Mbps。能够处理长 PPDU 的 VHT 设备可以基于 L-SIG 705 长度字段来计算 PPDU 持续时间。例如,VHT 设备可以基于 $(1+L_LENGTH) \times 4 \mu s$ 来计算 PPDU 持续时间,其中 L_LENGTH 代表 L-SIG 705 长度字段中的值。可以在长 PPDU (例如,长于 5.464ms) 传输之前发送诸如 CTS-to-Self 之类的消息,以避免旧有设备在长 PPDU 传输期间进行发送。其他长 PPDU 信令技术也是可能的。

[0075] AP 可以使用隐式 ACK 策略来使得第一客户端 (例如,STA 1) 基于经由空间无线信道成功地接收可以包括 MAC 头和 MAC 有效载荷的 VHT 数据段 720a,发送确认响应 730 (例如,块确认 (BA) 或者确认 (ACK))。AP 可以向第二客户端 (例如,STA 2) 发送块确认请求 (BAR) 740。基于 BAR 740 以及经由空间无线信道成功地接收可以包括 MAC 头和 MAC 有效载荷的 VHT 数据段 720b,第二客户端发送诸如块确认 750 之类的确认响应。在某些实现形式中,AP 可以通过使用添加块确认 (ADDBA) 请求以及响应交换来启动与多个支持块 ACK 的 SDMA 客户端的 BA。

[0076] 无线通信系统可以将 BA 用于一个或者多个接收到的 MPDU 的确认。可以要求 BA 协议建立和 BA 管理。在发送设备处,将 BA 队列用于活跃 BA 流。在接收设备处,将分数板和重排序缓冲用于活跃 BA 流。无线通信系统可以提供一种或者多种机制来减少用于诸如管理帧和具有单个 MPDU 的 A-MPDU 之类的帧的 BA 开销。

[0077] 图 8A 示出了与减少的 BA 开销相关联的通信流布局的例子。VHT 设备可以经由两个或者多个空间无线信道向两个或者多个相应的 VHT 设备发送两个或者多个 VHT A-MPDU。在 VHT A-MPDU 之前发送的 VHT-SIG 815a,815b 可以包括表示 VHT A-MPDU 是否为具有单个 MPDU 的 A-MPDU (SM-A-MPDU) 的字段。不同于使用 VHT-SIG 中的信令,某些实现方式可以将设备配置为基于在检测 MAC 填充数据之前不检测分界符而检测 SM-A-MPDU。

[0078] 图 8B 示出了与减少的 BA 开销相关联的 A-MPDU 布局的例子。在本例中,设备在单

个 A-MPDU 子帧 835 之后包括诸如 EOF 填充分界符之类的一个或者多个空子帧 845, 以表示 A-MPDU 830 具有单个非零长度 MPDU (例如, SM-A-MPDU)。在某些情况下, 设备可以在 A-MPDU 子帧 835 之后且在该一个或者多个空子帧 845 (例如, 填充分界符) 之前包括第一 MAC 填充数据 840 以使得 A-MPDU 子帧 835 达到 32 位边界。设备可以在该一个或者多个空子帧 845 之后包括第二 MAC 填充数据 841。如果存在, 则 MAC 填充数据 840、841 的长度可以是 1、2 或 3 个八位位组。MAC 层填充可以包括第一和第二 MAC 填充数据 840、841, 以及一个或者多个空子帧 845。

[0079] 图 8C 示出了与减少的 BA 开销相关联的 A-MPDU 子帧布局的例子。A-MPDU 子帧 850 可以包括信令以表示 A-MPDU 830 具有单个 MPDU (例如, SM-A-MPDU)。在某些实现形式中, SM-A-MPDU 信令使用在 A-MPDU 子帧 850 的前导字段 855 中的 1 位字段。在某些其他实现形式中, SM-A-MPDU 信令可以重使用分界符中的 EOF 位来表示该 A-MPDU 是 SM-A-MPDU, 其中该 EOF 标记设置为 1, 并且 MPDU 长度大于零。在某些其他实现形式中, SM-A-MPDU 使用分界符签名 860。在某些其他实现形式中, SM-A-MPDU 信令使用 MAC 头 865 中的子字段来表示 SM-A-MPDU。

[0080] 为了 SM-A-MPDU 传输, 可以在没有预先建立的 BA 协议的情况下, 例如不需要 ADDBA 交换, 而发送 SM-A-MPDU。可以使用不同于 BA 队列的队列来缓冲 SM-A-MPDU。SM-A-MPDU 的确认策略可以设置为正常 ACK。为了接收 SM-A-MPDU, 可以在没有相关联以及活跃的 BA 流的情况下接受 SM-A-MPDU。对于请求正常 ACK 的 SM-A-MPDU 而言不需要分数板和 BA 重排序缓冲。基于成功接收到请求正常 ACK 的 SM-A-MPDU, 可以发送 ACK。如果 A-MPDU 包括单个 MPDU, 但是没有关于该 A-MPDU 是 SM-A-MPDU 的表示, 例如未设置单个 MPDU 的分界符中的 EOF 标记, 并且 MPDU 的确认策略设置为正常或隐式 ACK, 则可以发送 BA。在某些实现形式中, 管理帧不具有 ACK 策略字段并且不请求 BA 作为确认。因此, 管理帧可以使用 SM-A-MPDU 格式来请求 ACK 作为确认。

[0081] 图 9A 示出了多用户帧传输布局以及相关联的确认响应的例子。在本例中, 在多用户 (MU) 帧 910 的传输中仅包括一个 SM-A-MPDU 905。SM-A-MPDU 905 可以是管理 A-MPDU 帧。MU 帧 910 可以包括具有多个 MPDU 的两个或者多个 A-MPDU (MM-A-MPDU 915a、915b)。SM-A-MPDU 905 表示针对单个确认而非 BA 的请求。因此, SM-A-MPDU 的 ACK 925 可以由 BAR 帧进行轮询。SM-A-MPDU 905 的接收方可以在不经明确轮询的情况下从 MU 帧 910 开始的短帧间间隔 (SIFS) 持续时间之后立即发送 ACK 925。在本例中, MU 帧 910 可以包括最多一个 SM-A-MPDU 905, 因为只有一个接收方可以在 MU 帧 910 之后立即进行发送。基于接收到在 MU 帧 910 之后发送的 BAR 帧 920a、930b, 相应 BAR 帧 920a、920b 的接收方可以发送用于相应 MM-A-MPDU 915a、915b 的 BA 935a、935b。在某些情况下, MM-A-MPDU 915a、915b 的接收方可以基于 MU 响应调度在来自 SM-A-MPDU 905 的接收方的确认传输之后发送相应的 BA 935a、935b。在某些实现形式中, 可以使用轮询帧在 MU 帧 910 之后从 SM-A-MPDU 905 的接收方轮询单个确认。

[0082] 可以使用即时响应请求 (IRR) 帧来从 SM-A-MPDU 的接收方来轮询确认响应, 例如, 轮询用于管理帧的即时 ACK、即时收听反馈帧或者 SM-A-MPDU 格式的即时数据帧。在某些实现形式中, 响应传输可以不跟随 IRR 帧的速率。例如, 可以使用具有低速率的非 HT-PPDU 来发送 IRR 帧, 而使用高速率的 HT-PPDU 或者 VHT-PPDU 来发送收听反馈。

[0083] 图 9B 示出了多用户帧传输布局以及相关联的确认响应的不同例子。在本例中，在 MU 帧 970 中包括两个或者多个 SM-A-MPDU 955、960。MU 帧 970 可以包括一个或者多个 MM-A-MPDU 965。可以发送 IRR 帧 985a、985b 来向接收 SM-A-MPDU 955、960 的设备轮询即时 ACK 990a、990b。在本例中，SM-A-MPDU 955、960 的接收方并不基于 MU 帧之后的 SIFS 持续时间而发送 ACK。可以发送 BAR 帧 975 以从接收 MM-A-MPDU 965 的设备轮询 BA 980。可以使用诸如经调度的或者顺次的响应类型，例如接收 SM-A-MPDU 的设备可以基于响应调度或次序来发送 ACK。

[0084] 图 10 示出了空间通信流布局的另一个例子。设备可以向 PPDU 添加 PHY 填充数据 1010，以确保在 SDMA 传输 1005 中 PPDU 具有相同的持续时间（例如，相同的符号数目）。设备可以添加 PHY 填充数据 1010 以将 PHY 数据扩展到最后一符号边界的末尾。可以使用 L-SIG1020 长度和速率字段来表示 SDMA 传输 1005 中的一组 PPDU 的共同末尾（例如，从 L-SIG 1020 的末尾到 PPDU 的末尾的符号数目）。可以基于相应 PSDU 的大小来设置导向 VHT-SIG 1050a、1050b，以辅助接收设备确定 PSDU 的末尾并删除 PHY 填充数据 1010。基于 PSDU 的长度，接收设备可以在 PSDU 的末尾处停止接收并忽视剩余的 PHY 填充数据 1010 以节省功率。注意在这种情况下，PSDU 包括有用数据，并且不需要包括 MAC 填充数据。PHY 填充数据 1010 涵盖了 PPDU 中除尾位之外的剩余可用位，直到最后一符号边界的末尾。附加尾位（未示出）。在某些实现形式中，可以在 PSDU 之后且在 PHY 填充数据之前添加尾位。

[0085] 可以在 SDMA 传输 1005 的一个或者多个字段中包括导向数据单元的长度和持续时间信息，诸如包括在导向 VHT 数据 1060a、1060b 中的导向 PSDU。在某些实现形式中，导向 VHT-SIG 1050a、1050b 字段可以包括用于导向 PSDU 的 4 个八位位组的数目的字段、用于导向 PSDU 的符号数目的字段或者二者。在某些其他实现形式中，服务字段可以包括用于导向 PSDU 的八位位组的数目的字段、用于导向 PSDU 的 4 个八位位组的数目的字段、用于导向 PSDU 的符号数目的字段或者这些的组合。在某些其他实现形式中，扩展的服务字段包括用于导向 PSDU 的八位位组的数目的字段、用于导向 PSDU 的 4 个八位位组的数目的字段、用于导向 PSDU 的符号数目的字段或者这些的组合。服务字段可以包括校验和以保护不会信号恶化并且可以包括完整或部分的接收设备目的地地址（例如，AID、MAC 地址或 BSSID）以决定是否处理剩余帧。在某些实现形式中，可以在诸如 MAC 头、分界符或者 MPDU 子帧之类的 MAC 帧元素中包括导向数据单元的长度和持续时间信息。

[0086] 基于使用 4 个八位位组单元来表示导向 PSDU 的长度，MU 帧中的一个或者多个 PSDU 可以被填充到 4 个八位位组边界。导向 PSDU 长度表示 PSDU 的 4 个八位位组边界。接收者解码直到 PSDU 的 4 个八位位组边界并停止接收 MU 帧。可以使用 A-MPDU 格式，并且可以将最后的 A-MPDU 子帧填充到 4 个八位位组边界。基于具有 Qword 填充数据的 PSDU 未超过最后一符号，可以将 PSDU 填充到 4 个八位位组边界，其由导向 PSDU 长度字段表示。基于具有 Qword 填充数据的 PSDU 超过了最后一符号，可以将 PSDU 填充到最后一八位位组，然而，导向 PSDU 长度表示 PSDU 长度加上 Qword 填充数据。接收方设备当发现导向 PSDU 的长度超出了最后一符号边界时可以检测到 PSDU 被填充到最后一八位位组。在某些实现形式中，导向数据单元长度表示 PSDU 长度加上 Qword 填充数据。在某些实现形式中，导向数据单元长度表示最后一 4 个八位位组边界的位置。

[0087] 图 11 示出了空间通信流布局的另一个例子。导向 VHT-SIG 字段 1105 可以表示

相应 PSDU 中 有用数据的末尾（例如，A-MPDU 中 有用数据的末尾）。在 PSDU 中 有用数据的末尾之后，可以是诸如 MAC 填充数据、PHY 填充数据或者二者之类的填充。在某些实现形式中，导向 VHT-SIG 字段 1105 包括相应 PSDU 中 有用数据的长度（例如，八位位组的数目或者 4 个八位位组的数目）。在某些实现形式中，导向 VHT-SIG 字段 1105 包括相应 PSDU 中 有用数据的持续时间（例如，符号数目）。如图 11 所示，MAC 填充数据、PHY 填充数据和尾位被附加到每个 A-MPDU。L-SIG 1110 可以包括表示 PPDU 的持续时间的长度字段、速率字段或者二者。在 MU 帧 1100 中，多个 PPDU 具有相同的终止点，其由 L-SIG 1110 表示。

[0088] 长度字段可以包括在导向 VHT-SIG 1105 中以表示相应 PSDU 中除了填充和尾位之外的有用数据的八位位组的数目或者 4 个八位位组的数目。基于长度字段，接收设备可以在所表示的有用数据的末尾处就停止接收以节省功率并忽视剩余数据。在某些基于表示 4 个八位位组的数目的长度的实现形式中，长度可以表示超出最后符号边界的 4 个八位位组边界，在这种情况下，接收设备进行处理，直到 PPDU 的最后字节并丢弃诸如 PHY 填充数据和尾位之类的剩余数据。

[0089] 在某些实现形式中，持续时间字段可以包括在导向 VHT-SIG 1105 中以表明涵盖相应 PSDU 中 有用数据所需的符号数目。基于该持续时间字段，接收 PHY 可以在所表明的持续时间的末尾处停止接收并丢弃剩余数据。接收 MAC 可以基于从接收 PHY 传递来的最后 A-MPDU 子帧来确定有用数据的末尾。在某些实现形式中，接收 MAC 可以基于检测到的 EOF 填充分界符来确定有用数据的末尾。

[0090] 图 12 示出了基于通知聚合数据单元中包括单个媒体接入控制数据单元的通信过程的另一个例子。在 1205，通信过程在第一导向帧中包括基于用于第一设备的数据和 A-MPDU 格式的第一 A-MPDU，该 A-MPDU 包括单个 MPDU。在 1210，过程在第一导向帧中包括通知该第一 A-MPDU 中的 MPDU 是单数并且使得第一设备在不具有相应块确认协议的情况下接受第一 A-MPDU 的表示。在 1215，过程在第二导向帧中包括基于用于第二设备的数据、A-MPDU 格式以及相应块确认协议的第二 A-MPDU。在 1220，过程包括在 SDMA 帧中发送这些导向帧，它们同时且分别向第一设备提供第一 A-MPDU 以及向第二设备提供第二 A-MPDU。

[0091] 图 13 示出了确认通信过程的例子。SDMA 帧可以包括分别用于两个或者多个设备的两个或者多个聚合数据单元。在 1305，确认通信过程使得第一设备响应于包括单个 MAC 数据单元的第一聚合数据单元而发送第一确认。在某些实现形式中，使得设备发送确认包括表明确认策略。在某些情况下，设备可以在接收到传输之后立即发送确认。在 1310，通信过程使得第二设备响应于第二聚合数据单元而发送第二确认，第二确认是根据与第二设备建立的块确认协议的块确认。在某些情况下，使得设备发送确认包括发送诸如块确认请求之类的明确轮询。通信过程可以基于包含其他聚合数据单元的 SDMA 帧使得一个或者多个其他设备发送确认。在 1315，通信过程监视来自设备的确认。基于没有接收到确认，通信过程可以重新发送未被设备成功接收到的数据。

[0092] 在某些实现形式中，通信过程将 SDMA 帧限制为在无相应块确认协议的情况下具有单个聚合数据单元。第一确认可以基于在 SMDA 帧的末尾之后的预定持续时间（例如 SIFS）而发送。块确认可以基于明确轮询而发送。在某些其他实现形式中，通信过程在 SDMA 帧中包括分别用于无线通信设备的两个或者多个聚合数据单元，这些聚合数据单元在无相应块确认协议的情况下分别包括单个 MAC 数据。过程可以向 SDMA 帧的接收方反复发送明

确轮询以使得接收方在 SMDA 帧之后的不同时间发送确认。

[0093] 上文中已经详细描述了几种实施例,并且各种修改都是可能的。所公开的主题,包括本说明书中描述的功能操作,可以以电子电路、计算机硬件、固件、软件或者其组合的形式实现,诸如本说明书中公开的结构形式或者其结构等效形式,还可能包括可操作为使得一个或者多个数据处理装置执行所描述操作的程序(诸如编码于计算机可读介质中的程序,该计算机可读介质可以是存储器设备、存储设备、计算机可读存储衬底或者其他物理的、机器可读介质或者它们中的一个或者多个的组合)。

[0094] 术语“数据处理装置”涵盖用于处理数据的所有装置、设备和机器,包括例如可编程处理器、计算机或者多处理器或计算机。除了硬件以外,装置可以包括创建用于所讨论计算机程序的执行环境的代码,例如构成处理器固件、协议堆栈、数据库管理系统、操作系统或者它们中一个或者多个的组合的代码。

[0095] 程序(也称为计算机程序、软件、应用、脚本或者代码)可以以任何形式的编程语言来编写,包括编译或解释语言,或者声明或程序语言,并且其可以以任何形式来部署,包括部署为独立程序或者部署为适于在计算环境中使用的模块、组件、子例程或其他单元。程序不需要对应于文件系统中的文件。程序可以存储在保持其他程序或者数据(例如,存储在标记语言文档中的一个或者多个脚本)的文件的一部分中,专用于所讨论程序的单个文件中,或者多个协调文件(例如,存储一个或者多个模块、子程序或者代码部分的文件)中。程序可以部署为在一个计算机上或者在位于同一站点或跨多个站点分布且由通信网络互连的多个计算机上执行。

[0096] 尽管本说明书包含了很多细节,但是这些细节不应当被视为对所主张内容的范围的限制,而是对可能是特定实施例所特有的特征的描述。在本说明书中在不同实施例的上下文中描述的某些特征也可以在单个实施例中以组合的形式实现。相反,在单个实施例的上下文中描述的各种特征也可以在多个实施例中单独地实现或者以任何适当的子组合的形式实现。此外,尽管上文中将特征描述为以某些组合形式来操作并且甚至最初也这样进行了主张,但是在某些情况下可以从组合中去除所主张的组合中的一个或者多个特征,并且所主张的组合可以指向子组合或者子组合的变形。

[0097] 类似的,尽管附图中以特定顺序描绘了操作,但是这不应被理解为要求这些操作以所示出的特定顺序或者以依次的顺序来执行,或者要求所有例示的操作都被执行,才能获得期望结果。在某些情境中,多任务和并行处理可能是有利的。此外,上述实施例中各种系统组件的分离不应被理解为在所有实施例中需要这些操作。

[0098] 其他实施例也落入下面的权利要求书的范围内。

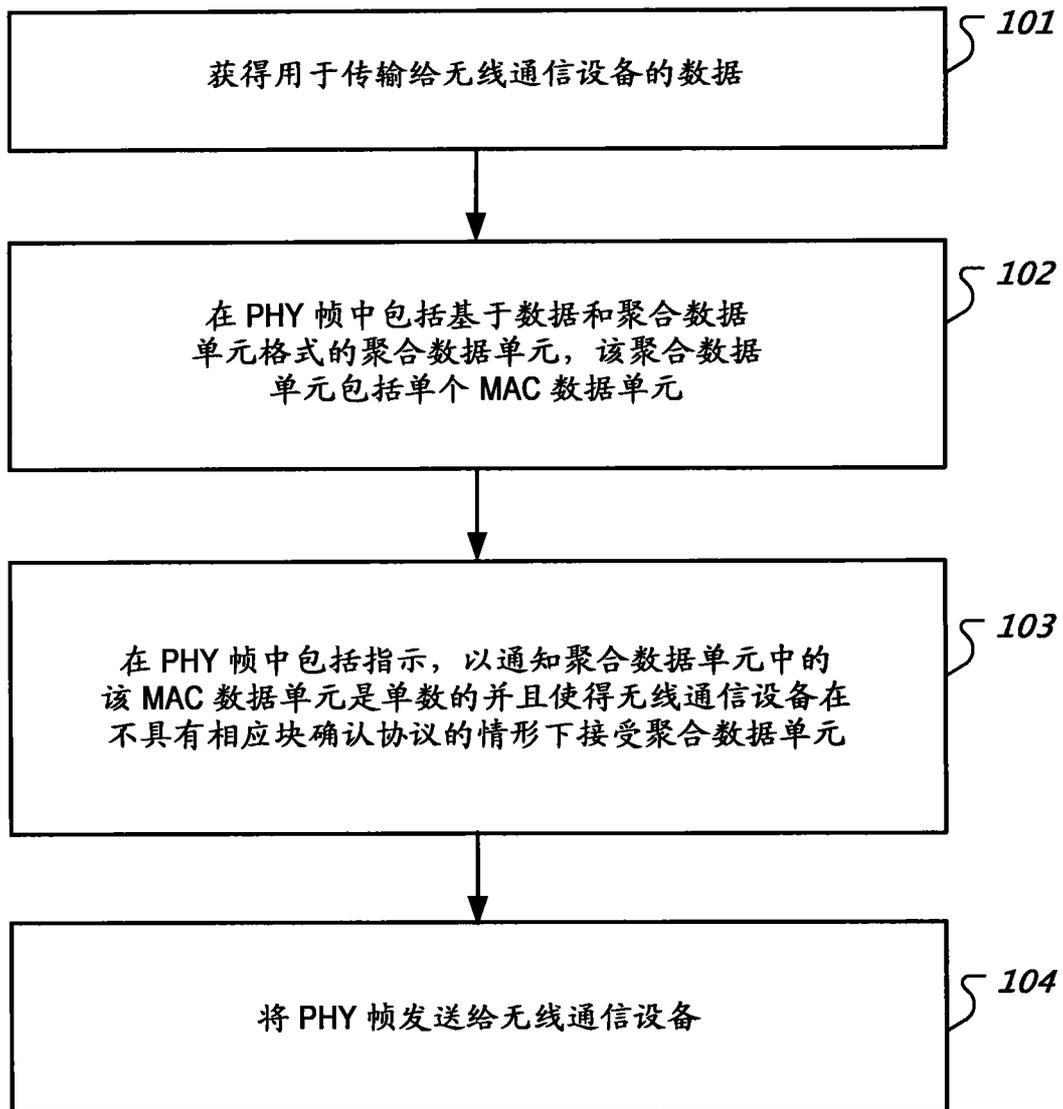


图 1A

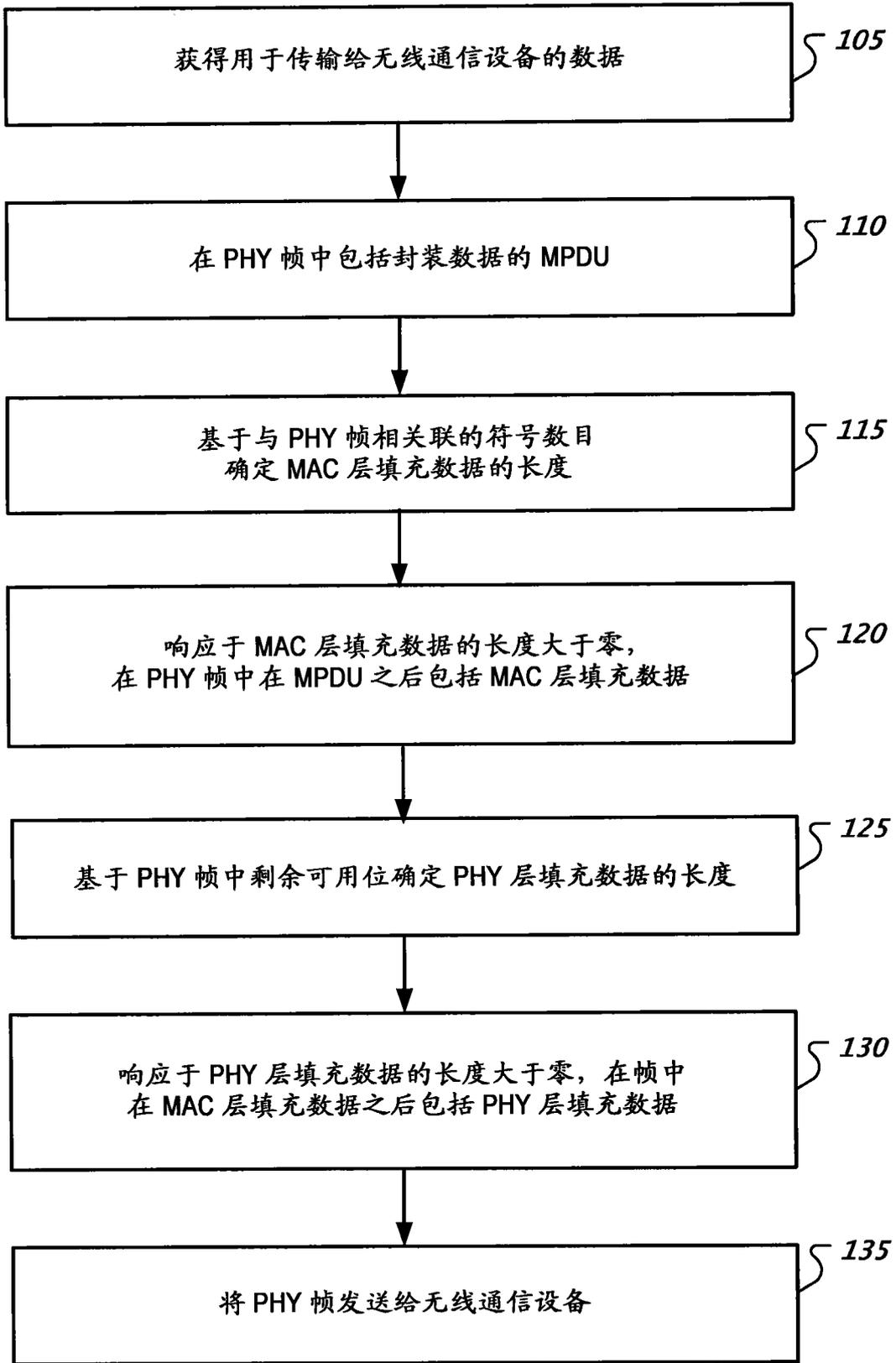


图 1B

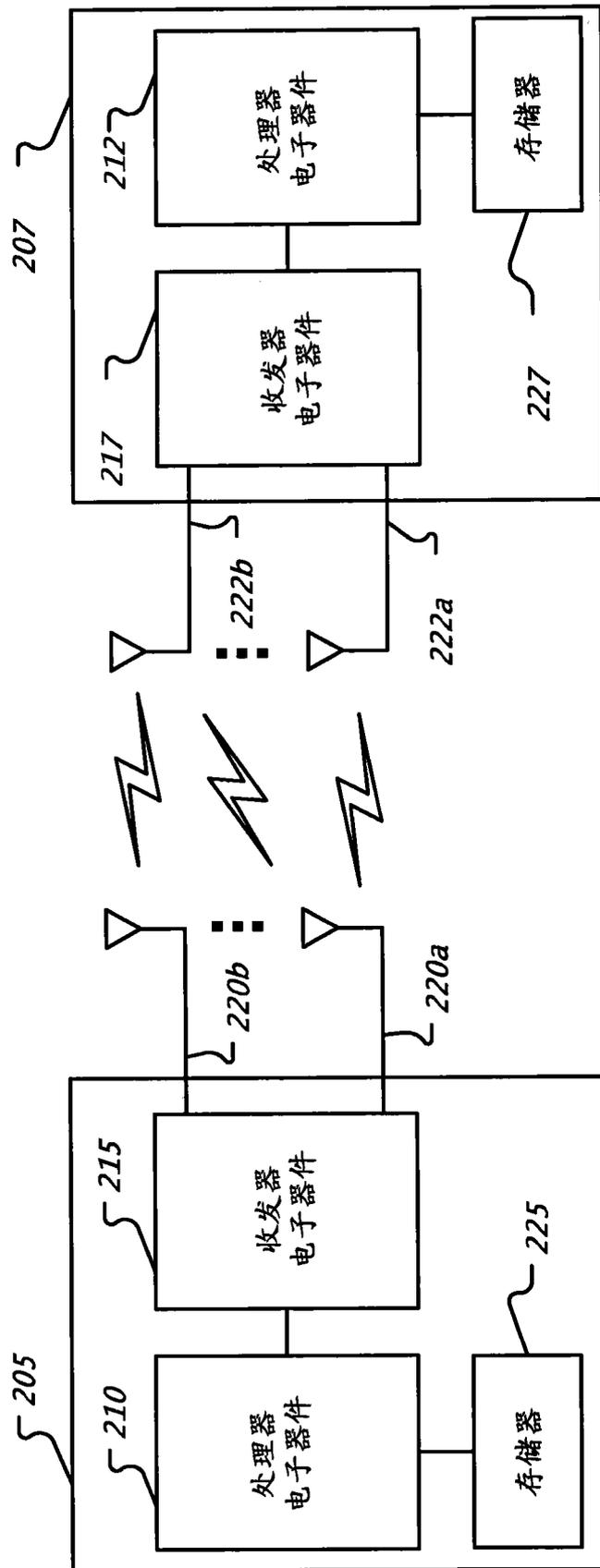


图 2

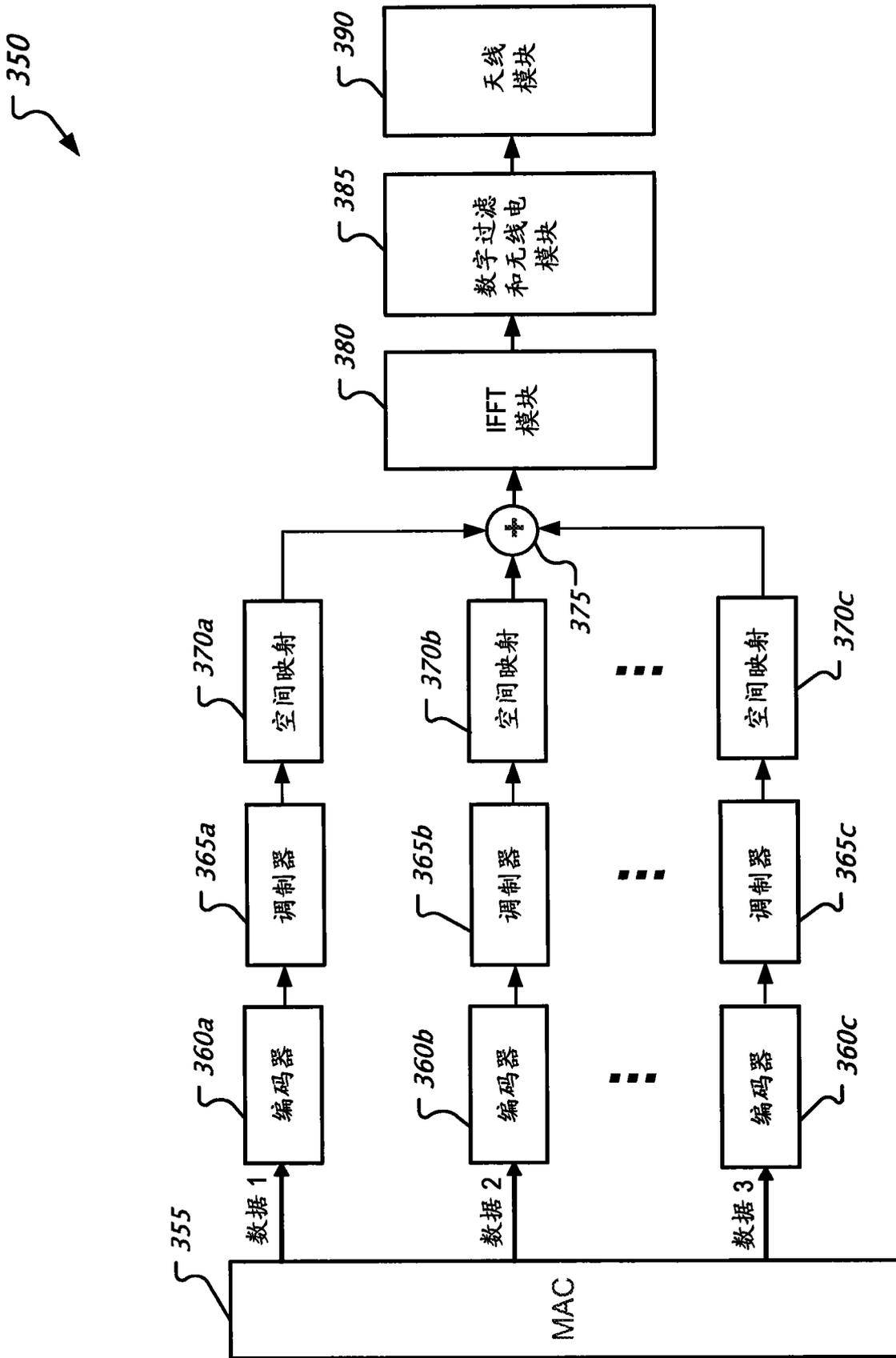


图 3

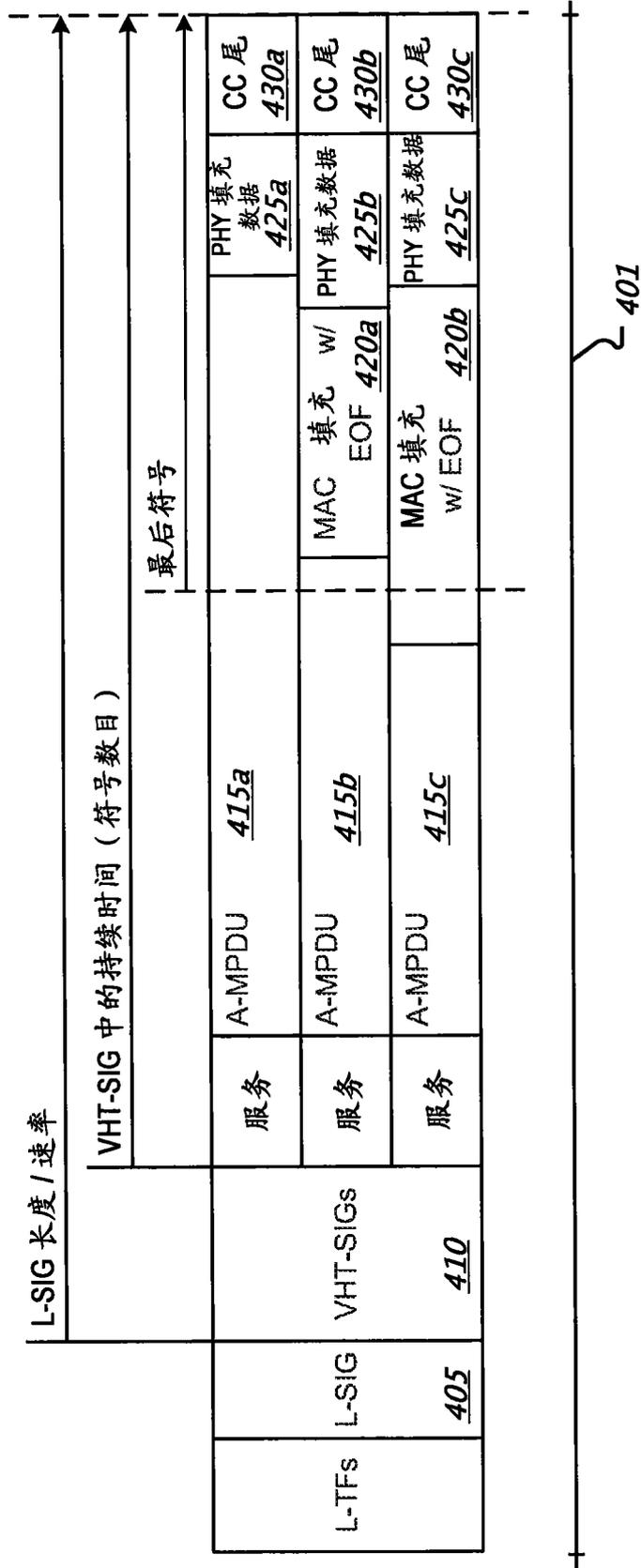


图 4

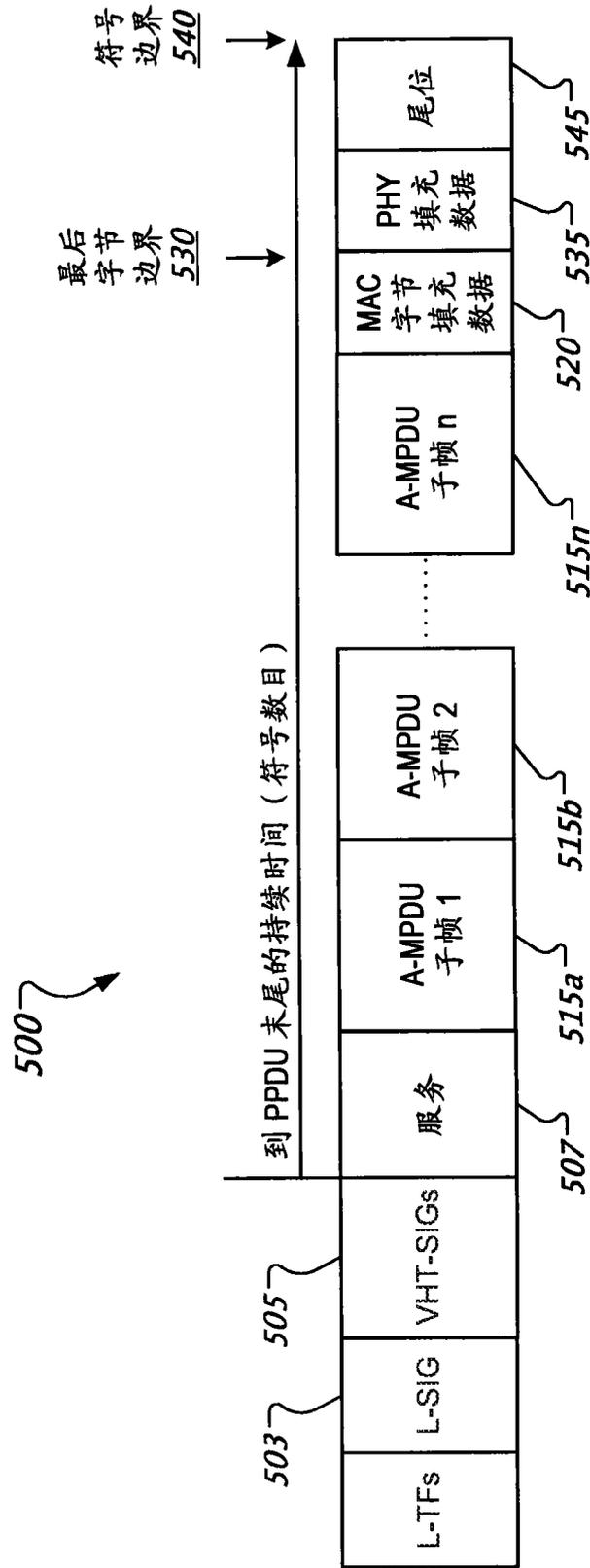


图 5

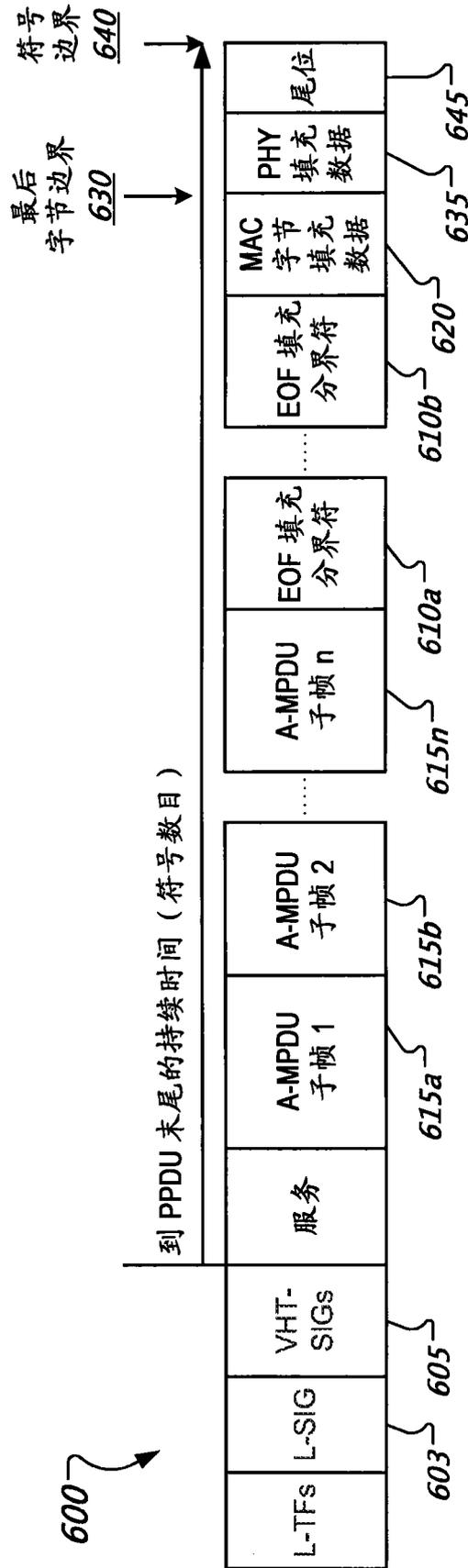


图 6

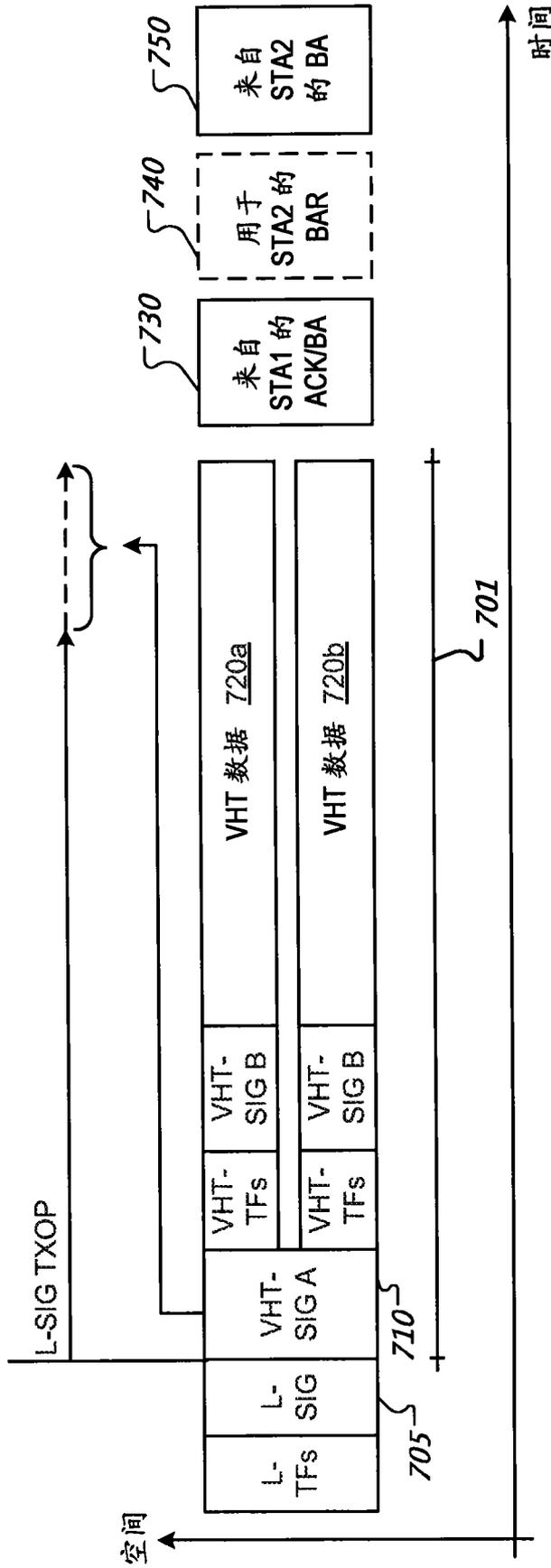


图 7

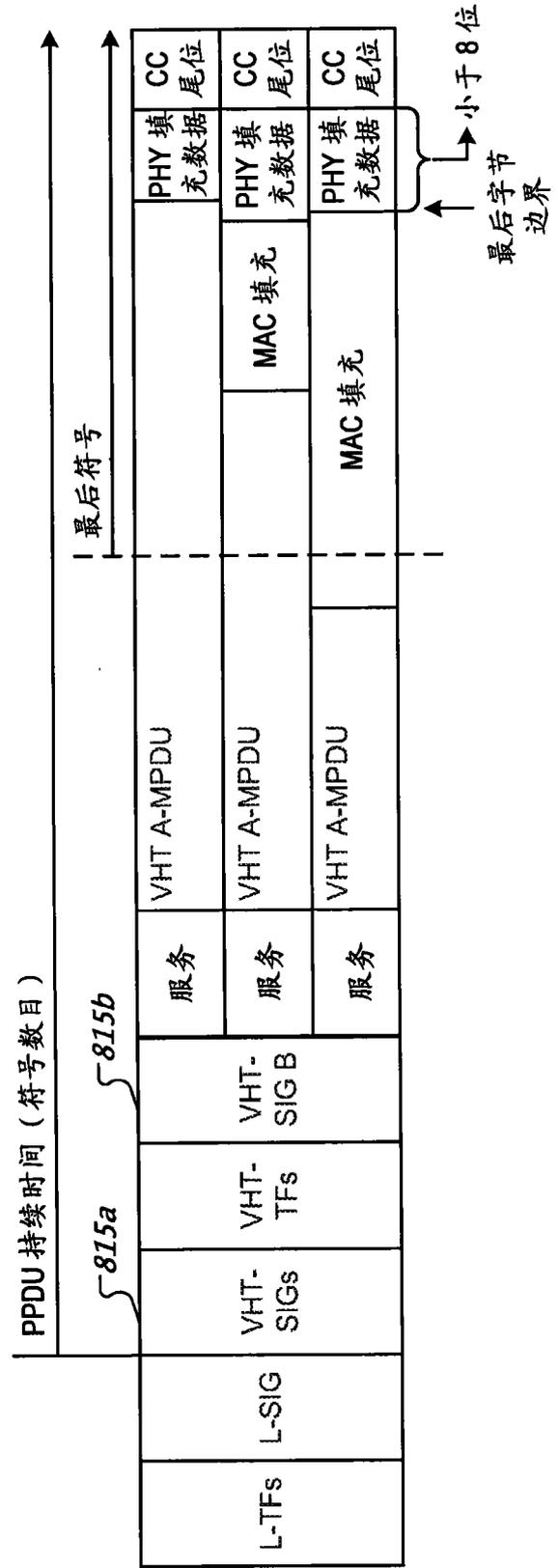


图 8A

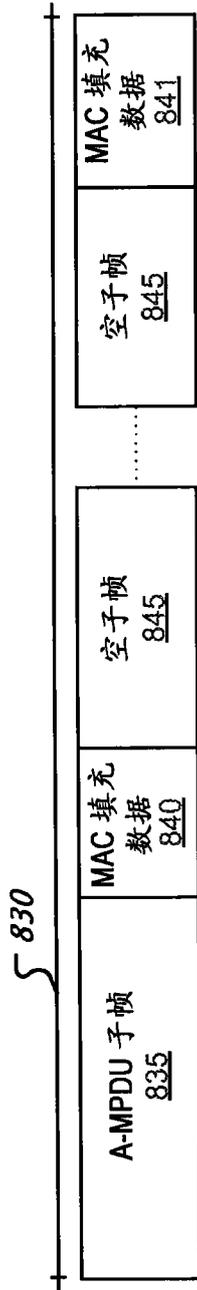


图 8B



图 8C

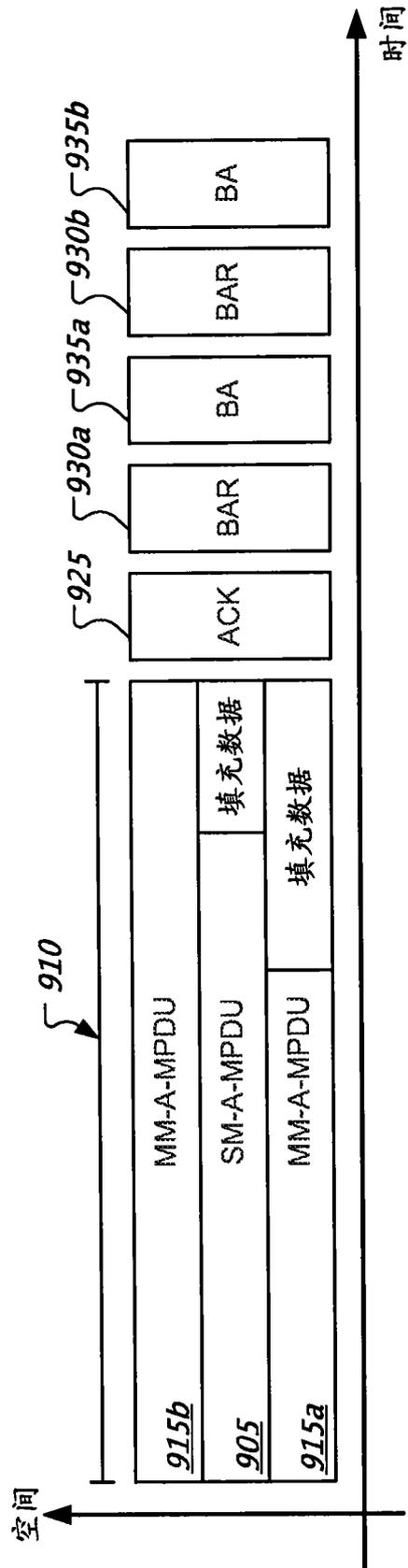


图 9A

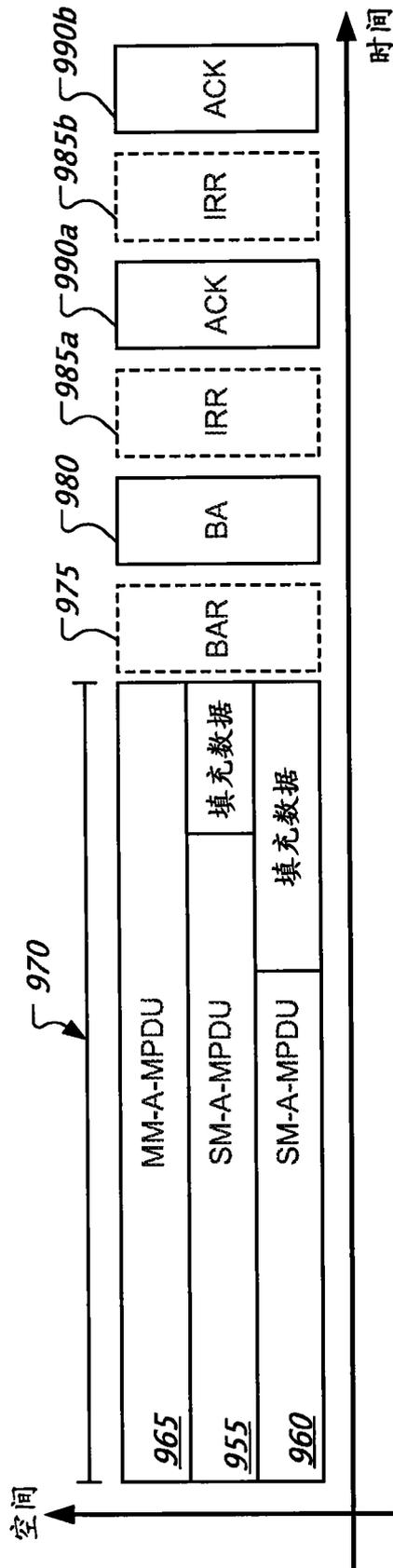


图 9B

1005

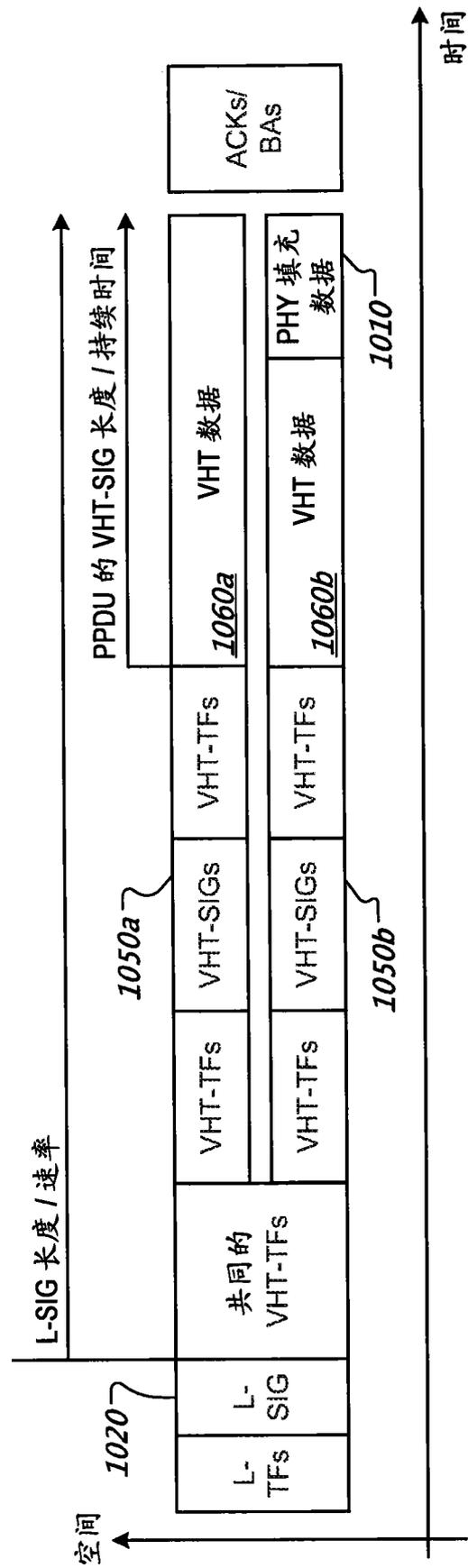


图 10

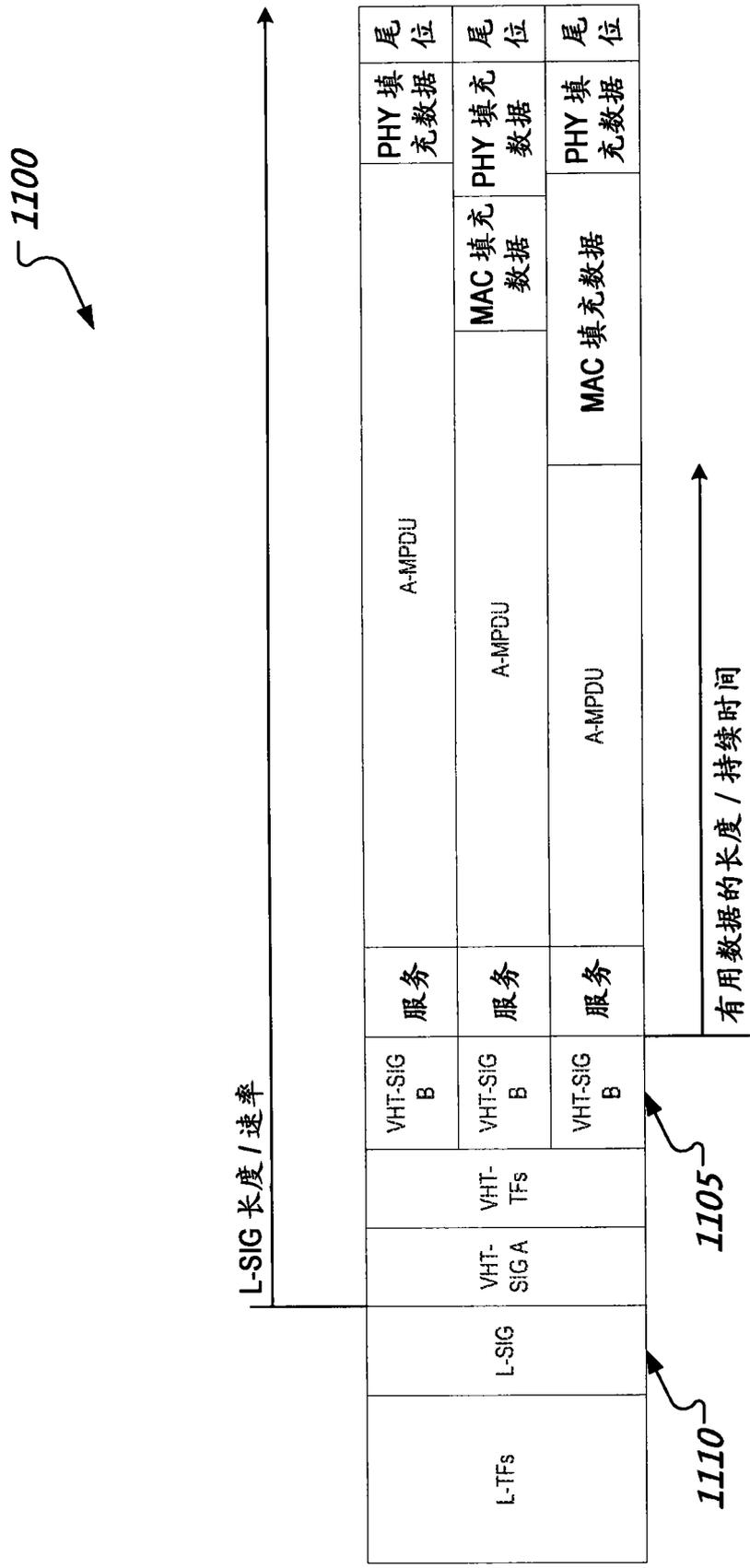


图 11

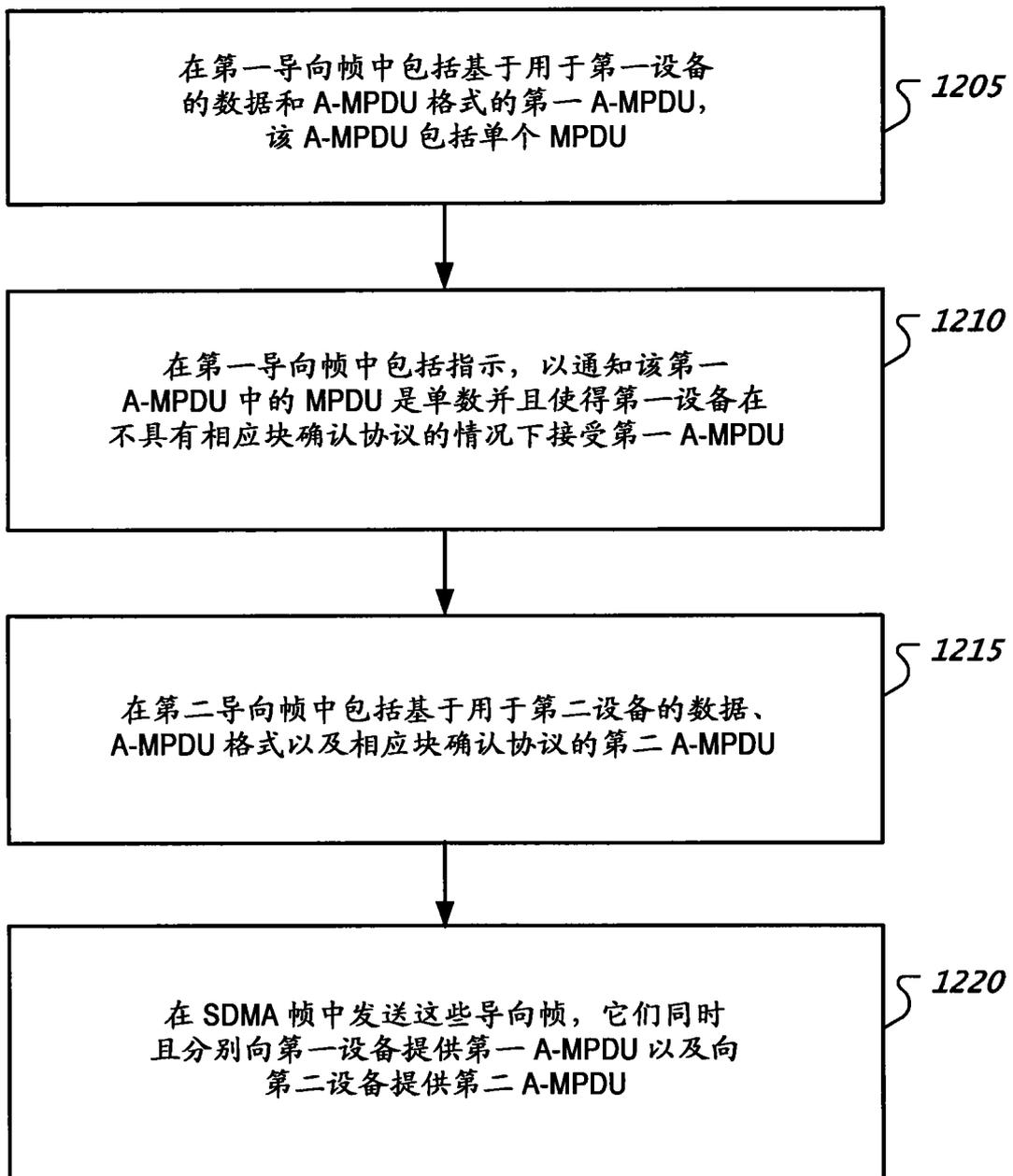


图 12

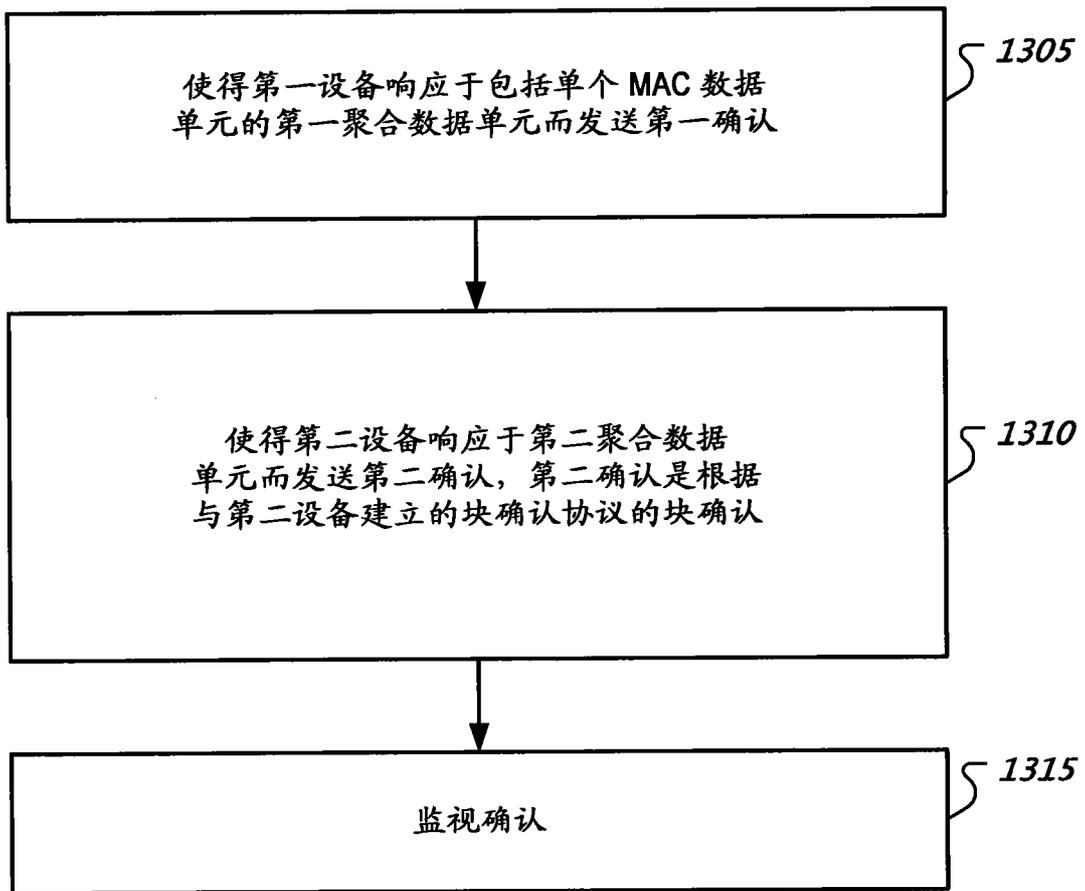


图 13