



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112367671 A

(43) 申请公布日 2021.02.12

(21) 申请号 202010983640.4

H04B 7/06 (2006.01)

(22) 申请日 2016.09.29

H04B 7/08 (2006.01)

(30) 优先权数据

62/245,861 2015.10.23 US

62/277,257 2016.01.11 US

15/272,584 2016.09.22 US

(62) 分案原申请数据

201680044149.7 2016.09.29

(71) 申请人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

(72) 发明人 辛岩 孙晟

奥萨马·阿布勒·马格德

(51) Int.Cl.

H04W 16/28 (2009.01)

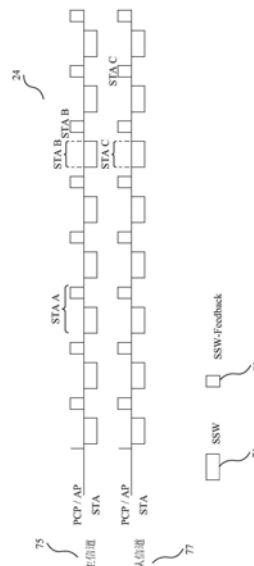
权利要求书2页 说明书13页 附图32页

(54) 发明名称

用于在无线网络中执行关联波束成形训练的方法和装置

(57) 摘要

本发明描述了一种在通过多个信道通信地可耦合到多个站点的接入点之间的关联波束成形训练(association beamforming training, A-BFT)方法。所述方法包括:在第一信道上从第一站点接收第一扇区扫描(sector sweep, SSW)帧;在第二信道上从第二站点接收第二SSW帧;处理所述第一SSW帧和所述第二SSW帧以确定对应的第一扇区扫描反馈(sector sweep feedback, SSW-feedback)帧和第二SSW-feedback帧;分别向所述第一站点和所述第二站点发送所述第一SSW-feedback帧和所述第二SSW-feedback帧,其中所述第二SSW帧可以与所述第一SSW帧正交,所述第一SSW帧可以使用第一扩频序列进行扩频,所述第二SSW帧可以使用第二扩频序列进行扩频,并且所述第一扩频序列和所述第二扩频序列相互正交。



1. 一种在通过多个信道通信地可耦合到多个站点的接入点之间的关联波束成形训练 (association beamforming training, A-BFT) 方法, 其特征在于, 所述方法包括:

在第一信道上从第一站点接收第一扇区扫描 (sector sweep, SSW) 帧;

在第二信道上从第二站点接收第二SSW帧;

分别向所述第一站点和所述第二站点发送对应的第一扇区扫描反馈 (sector sweep feedback, SSW-feedback) 帧和所述对应的第二SSW-feedback帧。

2. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 包括:

在一个关联波束成形训练间隔期间在所述第一信道上从所述第一站点接收所述第一扇区扫描 (sector sweep, SSW) 帧;

在所述关联波束成形训练间隔期间在所述第二信道上从所述第二站点接收所述第二SSW帧;

在所述关联波束成形训练间隔期间分别向所述第一站点和所述第二站点正交地发送所述第一扇区扫描反馈 (sector sweep feedback, SSW-feedback) 帧和所述第二SSW-feedback帧。

3. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 还包括:

处理所述第一SSW帧和所述第二SSW帧以确定对应的第一扇区扫描反馈 (sector sweep feedback, SSW-feedback) 帧和对应的第二SSW-feedback帧。

4. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 在所述第一信道上将所述第一SSW-Feedback帧发送到所述第一站点, 在所述第二信道上将所述第二SSW-Feedback帧发送到所述第二站点。

5. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述第一SSW帧和所述第二SSW帧在相同的SSW时隙内接收。

6. 根据权利要求5所述的方法, 其特征在于, 在第一SSW时隙内将所述第一SSW-Feedback帧发送到所述第一站点, 在第二SSW时隙内将所述第二SSW-Feedback帧发送到所述第二站点。

7. 根据权利要求5所述的方法, 其特征在于, 在相同的SSW时隙内将所述第一SSW-Feedback帧发送到所述第一站点, 在相同的SSW时隙内将所述第二SSW-Feedback帧发送输到所述第二站点。

8. 一种关联波束成形训练 (association beamforming training, A-BFT) 方法, 其特征在于, 该方法适用于多个站点通过多个信道耦合到接入点, 所述方法包括:

第一站点在第一信道上发送第一扇区扫描 (sector sweep, SSW) 帧;

第二站点在第二信道上发送第二SSW帧;

第一站点和第二站点同时分别在所述第一信道和所述第二信道上接收第一扇区扫描反馈 (sector sweep feedback, SSW-feedback) 帧和第二SSW-feedback帧, 所述第一SSW-feedback帧响应于所述第一SSW帧, 所述第二SSW-feedback帧响应于所述第二SSW帧。

9. 根据权利要求8所述的方法, 其特征在于, 包括:

在一个关联波束成形训练间隔期间, 所述第一站点在所述第一信道上发送所述第一扇区扫描 (sector sweep, SSW) 帧;

在所述关联波束成形训练间隔期间, 所述第二站点在所述第二信道上发送所述第二

SSW帧;

在所述关联波束成形训练间隔期间,所述第一站点和所述第二站点同时分别在所述第一信道和所述第二信道上接收第一扇区扫描反馈(sector sweep feedback,SSW-feedback)帧和第二SSW-feedback帧。

10.根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述第一SSW帧和所述第二SSW帧在相同的SSW时隙内发送。

11.根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述第一SSW-Feedback帧和第二SSW-Feedback帧在相同的SSW时隙内接收。

12.一种关联波束成形训练(association beamforming training,A-BFT)的装置,其特征在于,包括用于执行权利要求1-7中任一项方法的单元。

13.一种关联波束成形训练(association beamforming training,A-BFT)的系统,其特征在于,包括:权利要求12所述的装置,权利要求8-11中任一项所述的第一站点和第二站点。

14.一种关联波束成形训练(association beamforming training,A-BFT)的芯片,其特征在于,包括处理电路和与所述处理电路内部连接的输入/输出接口,所述处理电路用于执行权利要求1-7中任一项方法中的处理动作,所述输入/输出接口用于执行权利要求1-7中任一项方法中的接收/发送动作。

15.一种计算机可读存储介质,其特征在于,用于存储计算机程序,所述计算机程序包括用于执行权1-7任一项方法的指令。

16.一种计算机程序,其特征在于,所述计算机程序包括用于权1-7任一项方法的指令。

## 用于在无线网络中执行关联波束成形训练的方法和装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无线网络通信领域,尤其涉及一种用于在关联波束成形训练 (Association Beamforming Training,A-BFT) 中执行响应方扇区扫描 (Responder Sector Sweep,RSS) 的方法和装置。

### 背景技术

[0002] 用于在设备之间建立无线个人局域网和无线局域网 (wireless personal and local area network,WPAN/WLAN) 通信的Wi-Fi协议有很多。涉及带有天线的设备的一些协议需要使用复杂的发现和波束成形功能来建立某些载波频率的定向链路;这确保了正确对准的发射器和接收器天线具有足够的天线增益来实现足够的信噪比 (Signal to Noise Ratio,SNR),从而满足链路需求 (即“链路预算”)。

[0003] 提供该背景信息是为了揭示申请人认为与本发明可能相关的信息。无需承认也不应当解释为任何上述信息构成了本发明的现有技术。

### 发明内容

[0004] 本发明实施例的目的旨在提供一种用于关联波束成形训练 (Association Beamforming Training,A-BFT) 的方法和装置。

[0005] 根据本发明实施例,提供了一种通过多个信道通信地可耦合到多个站点的接入点 (access point,AP) 或个人基本服务集 (personal basic service set,PBSS) 控制点 (personal basic service set control point,PCP) 之间的关联波束成形训练 (association beamforming training,A-BFT) 方法。所述方法包括:在第一站点向PCP/AP发送第一扇区扫描 (sector sweep,SSW) 帧之前,第一STA选择第一SSW时隙和第一信道;在第二站点向PCP/AP发送第二扇区扫描 (sector sweep,SSW) 帧之前,第二STA选择第二SSW时隙和第二信道;在所述第一扇区扫描 (sector sweep,SSW) 时隙内并在所述第一信道上从所述第一站点发送所述第一SSW帧;在所述第二扇区扫描 (sector sweep,SSW) 时隙内并在所述第二信道上从所述第二站点发送所述第二SSW帧;在所述第一信道上从所述第一站点接收所述第一扇区扫描 (sector sweep,SSW) 帧;在所述第二信道上从所述第二站点接收所述第二SSW帧;处理所述第一SSW帧和所述第二SSW帧以确定对应的第一扇区扫描反馈 (sector sweep feedback,SSW-feedback) 帧和第二SSW-feedback帧;分别向所述第一站点和所述第二站点发送所述第一SSW-feedback帧和所述第二SSW-feedback帧。

[0006] 根据本发明实施例,提供了一种关联波束成形训练 (association beamforming training,A-BFT) 方法,包括:在SSW时隙的所述第一扇区扫描 (sector sweep,SSW) 帧期间 (由STA) 执行空闲信道评估 (clear channel assessment,CCA) 功能,以确定所述SSW时隙是否繁忙;在所述SSW时隙不忙时,在所述SSW时隙期间发送SSW帧;在所述SSW时隙繁忙时,选择另一个SSW时隙发送SSW帧。

[0007] 根据本发明实施例,提供了一种用于在关联波束成形训练 (association

beamforming training, A-BFT) 期间为扇区传送选定信道的方法。所述方法包括发送包括指示所述选定信道的信道选择(channel select)子字段的帧。

[0008] 根据本发明实施例,提供了一种关联波束成形训练(association beamforming training, A-BFT)方法。所述方法包括:从第一站点选择并发送扇区扫描(sector sweep, SSW)帧;从第二站点选择并发送演进型扇区扫描(evolved sector sweep, E-SSW)帧,所述E-SSW帧与所述SSW帧正交;从第一站点接收扇区扫描(sector sweep, SSW)帧;从第二站点接收演进型扇区扫描(evolved sector sweep, E-SSW)帧;处理所述SSW帧和所述E-SSW帧以确定对应的扇区扫描反馈(sector sweep feedback, SSW-feedback)帧;以及向所述第一站点和所述第二站点发送所述对应的SSW-feedback帧。

[0009] 根据本发明实施例,提供了一种关联波束成形训练(association beamforming training, A-BFT)方法。所述方法包括:从第一站点接收第一扇区扫描(sector sweep, SSW)帧;从第二站点接收第二SSW帧,所述第二SSW帧与所述第一SSW帧正交;处理所述第一SSW帧和所述第二SSW帧以确定对应的扇区扫描反馈(sector sweep feedback, SSW-feedback)帧;以及分别向所述第一站点和所述第二站点发送所述对应的SSW-feedback帧,其中所述第一SSW帧使用第一扩频列进行扩频,所述第二SSW帧使用第二扩频序列进行扩频,并且所述第一扩频序列和所述第二扩频序列相互正交。

## 附图说明

[0010] 进一步地,通过阅读以下结合附图所作的详细描述将容易了解本发明的特征和优势,附图包括:

[0011] 图1示出了站点(STA)与个人基本服务集控制点/接入点(personal basic service set control point/access point, PCP/AP)之间的响应方扇区扫描(responder sector sweep, RSS)波束成形;

[0012] 图2为信标间隔内的示例接入周期;

[0013] 图3为图示在A-BFT周期期间发生的操作的示例时序图;

[0014] 图4示出了可以依据某些Wi-Fi协议使用的扇区扫描(Sector Sweep, SSW)帧和扇区扫描反馈(sector sweep feedback, SSW-feedback)帧的示例帧格式;

[0015] 图5示出了在A-BFT周期内三个STA之间的关联波束成形训练(Association Beamforming Training, A-BFT)流程的示例;

[0016] 图6为图示假设在A-BFT中分配八个SSW时隙的情况下通过PCP/AP执行RSS时SSW时隙冲突的概率对比STA数量的示例图;

[0017] 图7A和图7B示出了为根据本发明实施例的在两个信道上执行的三个STA之间的A-BFT流程;

[0018] 图8为根据本发明实施例的图示假设在A-BFT中分配八个SSW时隙的情况下通过不同数量的信道执行时SSW时隙冲突的概率对比STA数量的示例图;

[0019] 图9示出了根据本发明实施例的包括空闲信道评估(clear channel assessment, CCA)功能的A-BFT流程;

[0020] 图10A是根据本发明实施例的包括2位信道选择子字段的SSW帧/SSW-Feedback帧的扇区扫描反馈字段格式;

[0021] 图10B是根据本发明实施例的包括3位信道选择子字段的SSW帧/SSW-Feedback帧的扇区扫描反馈字段格式;

[0022] 图11示出了根据本发明实施例的可用于使SSW帧/SSW-Feedback帧正交的定向多千兆位(directional multigigabit,DMG)调制编码方案(modulation and coding scheme,MCS);

[0023] 图12A为根据本发明实施例的与Ga128正交的128位Golay序列,该Golay序列可以用于形成E-SSW帧的短训练字段(short training field,STF);

[0024] 图12B为根据本发明实施例的与Gb128正交的128位Golay序列,该Golay序列可以用于形成E-SSW帧的短训练字段(short training field,STF);

[0025] 图13A示出了根据本发明实施例的通过单个信道发送SSW帧和E-SSW帧的三个STA之间的A-BFT流程,其中SSW-Feedback帧和与E-SSW帧对应的E-SSW-Feedback帧在不同的SSW时隙内被发送到相应的STA;

[0026] 图13B示出了根据本发明实施例的通过单个信道发送SSW帧和E-SSW帧的三个STA之间的A-BFT流程,其中SSW-Feedback帧和E-SSW-Feedback帧在相同的SSW时隙内被发送到相应的STA;

[0027] 图13C示出了根据本发明实施例的可用于使SSW帧/SSW-Feedback帧正交的应用不同扩频序列的定向多千兆位(directional multi gigabit,DMG)调制编码方案(modulation and coding scheme,MCS)的功能链图;

[0028] 图13D示出了根据本发明实施例的通过单个信道发送SSW帧和E-SSW帧的三个STA之间的A-BFT流程,其中SSW帧和E-SSW帧通过不同扩频序列的选择性应用进行正交;

[0029] 图14A示出了根据本发明实施例的通过单个信道发送SSW帧和E-SSW帧的五个STA之间的A-BFT流程,其中SSW-Feedback帧和E-SSW-Feedback帧在不同的SSW时隙内发送到相应的STA;

[0030] 图14B示出了根据本发明实施例的通过两个信道发送SSW帧和E-SSW帧的五个STA之间的A-BFT流程,其中SSW-Feedback帧和E-SSW-Feedback帧在相同的SSW时隙内发送到相应的STA;

[0031] 图15示出了根据本发明实施例的可以包括PCP/AP或STA的硬件设备的实施例;

[0032] 图16A和图16B为根据本发明实施例的可以用作第一扩频序列和第二扩频序列(Ga32(n)和Gb32(n))的32位Golay序列,使得来自上链和下链的所得符号彼此正交,其中选择第一扩频序列和第二扩频序列是为了具有足够的互相关属性;

[0033] 图16C为图示如图16A和16B所示的Ga32(n)扩频序列与Gb32(n)扩频序列之间的互相关属性的示例图;

[0034] 图17A和图17B为根据本发明实施例的可以用作第一扩频序列和第二扩频序列(G1New(n)和G2New(n))的32位Golay序列,使得它们在零相关区域(zero correlation zone,ZCZ)内相互正交,其中第一扩频序列和第二扩频序列具有相同序列长度;

[0035] 图17C为图示如图17A和17B所示的G1New(n)扩频序列与G2New(n)扩频序列之间的互相关属性的示例图;

[0036] 图18至图21为本发明的方法实施例。

## 具体实施方式

[0037] 波束成形是一种在IEEE 802.11ad协议等各种Wi-Fi协议中使用的无线通信技术，这是因为其与60GHz频段关联的天线阵列的形状因数相对较小。波束成形可以在发射器侧（例如，使用发起方扇区扫描 (Initiator Sector Sweep, ISS) TXSS和响应方扇区扫描 (Responder Sector Sweep, RSS) TXSS、在接收器侧（例如，使用ISS RXSS和RSS RXSS）、或同时在两侧执行，以确保对准相应天线的发射以提供足够增益并且使来自其它设备的干扰最小化。

[0038] 图1是在用户设备 (User Equipment, UE)、电话、笔记本电脑或能够使用IEEE 802.11协议的任何设备等站点 (Station, STA) 12与个人基本服务集控制点/接入点 (personal basic service set control point/access point, PCP/AP) 14之间执行的响应方扇区扫描 (例如RSS) 波束成形10的示例图示。STA接受一种协议，在该协议中，STA根据其不同的天线辐射模式，将训练帧以扇区扫描 (Sector Sweep, SSW) 帧的形式从一个或多个扇区发送到PCP/AP。PCP/AP然后通过提供关于最佳扇区和测量质量的STA信息的反馈 (SSW-feedback) 进行响应。SSW帧和SSW-Feedback帧通过设备之间的单个信道 (例如半双工) 进行交换。STA使用SSW-Feedback来选择最佳扇区以便在之后发送到PCP/AP。当在多个STA之间执行波束成形时，从不同的STA同时发送SSW帧可能会导致冲突，这些冲突可能产生实际延迟，降低效率或使波束成形过程无效。该问题将在下文详细阐述。

[0039] 图2为信标间隔20内的示例信道接入周期，示出了用于在特定Wi-Fi协议下获取和接入信道的信令结构。如图所示，信标间隔包括：信标传输间隔 (Beacon Transmission Interval, BTI) 22、关联波束成形训练间隔 (Association Beamforming Training, A-BFT) Interval 24、通告传输间隔 (Announcement Transmission Interval, ATI) 26和数据传输间隔 (Data Transfer Interval, DTI) 28，这些间隔用于建立信道接入以发送信标帧、控制帧、管理帧和数据帧以及用于在PCP/AP与STA之间执行的波束成形。

[0040] 如图2所示，信标传输间隔 (Beacon Transmission Interval, BTI) 22是一个接入周期，该在接入周期中发送一个或多个定向多千兆位 (Directional Multi Gigabit, DMG) 信标帧 (在BTI中，DMG PCP/AP可以执行扇区级扫描 (Sector Level Sweep, SLS) 波束成形和广播DMG信标中的信息)；关联波束成形训练 (Association Beamforming Training, A-BFT) 间隔24是一个接入周期，在该接入周期中SLS波束成形训练通过已经在前一BTI中发送了DMG信标帧 (A-BFT中的发送帧包括SSW帧和SSW-Feedback帧) 的PCP/AP来执行；通告传输间隔 (Announcement Transmission Interval, ATI) 26是一个接入周期，在该接入周期中交换PCP/AP与非PCP/非AP STA之间的管理信息 (ATI中的发送帧可以包括管理帧 (例如，信息请求/响应，关联请求/响应等))；DTI 28是一个接入周期，在该接入周期中在PCP/AP与STA之间或在STA之间执行帧交换。每个信标周期存在一个DTI。DTI还包括一个或多个调度服务期 (SP 1、SP 2) 和基于竞争的接入周期 (CBAP1、CBAP2)。

[0041] 在各种Wi-Fi协议下，在信标间隔的A-BFT 24周期中执行的波束成形进一步细分为下述间隔。参考图3，示出了在A-BFT周期中发生的信令的示例时序图。A-BFT被细分为多个SSW时隙 (图3中，SSW时隙#0 30至SSW时隙#A-BFT Length-1 32)，其中每个SSW时隙可以由单个STA选择以通过PCP/AP执行响应方扇区扫描 (Responder Sector Sweep, RSS)。STA通过向PCP/AP发送SSW帧来执行RSS，PCP/AP通过SSW-Feedback帧对STA做出回复。图4示出了

可以在某些Wi-Fi协议下使用的SSW帧40和SSW-Feedback帧42的示例帧格式。

[0042] 通常,一个或多个SSW帧34在由短波束成形帧间间隔(short beamforming inter-frame space,SBIFS)36分隔的SSW时隙周期内发送。每个SSW帧36对应于STA的天线辐射方向的扇区。返回参考图1,例如,STA可以将每个SSW帧的扇区ID(Sector ID)字段和DMG天线ID(DMG Antenna ID)字段设置为唯一标识特定扇区的值。PCP/AP使用准全向天线模式接收每个SSW帧,并确定具有最佳质量的扇区ID(Sector ID)字段和DMG天线ID(DMG Antenna ID)字段。然后,在相同的SSW时隙内的最后一个SSW帧之后的中等波束成形帧间间隔(medium beamforming inter-frame space,MBIFS)44周期之后,PCP/AP通过该信息将SSW-Feedback帧38发送回STA。然后,STA可以选择具有最佳质量的扇区ID和DMG天线ID用于后续传输。

[0043] 然而,当多个STA希望在A-BFT期间执行RSS时,可能会出现两个或更多个STA选择相同的SSW时隙,导致可能发生SSW时隙冲突。这在图5中示出,图5示出了包括8个SSW时隙(时隙#0至7)的A-BFT 24周期的示例时序图。A-BFT 24开始于随机退避流程。STA可以从均匀分布([0,A-BFT Length-1])中选择SSW时隙51。例如,三个DMG STA(STA A、STA B、STA C)从包括信标间隔控制字段(“isResponderTXSS=1”、“A-BFT Length=8”和“FSS=8”)的PCP/AP接收DMG信标帧。然后,这三个STA通过随机选择SSW时隙(在[0,7]内)来竞争接入,其中每个SSW时隙允许发送8个SSW帧。因为STA A是选择SSW时隙#2的唯一设备,所以在该时隙内没有冲突。然而,因为STA B和STA C都选择SSW时隙#5,因此会在该时隙内产生冲突。

[0044] SSW时隙冲突会导致错误接收从STA发送到PCP/AP的相互冲突的SSW帧。在某些Wi-Fi协议下,PCP/AP在每个SSW时隙(由MBIFS间隔缓冲的)结束之前通过SSW-Feedback帧53进行响应。STA将其接收天线阵列配置为准全向天线方式,以从PCP/AP接收SSW-Feedback。SSW-Feedback帧在SSW时隙内通过由STA发送的SSW帧中包含的扇区选择(Sector Select)字段和DMG天线选择(DMG Antenna Select)字段的接收值识别的扇区来发送,并且包含关于在相同的SSW时隙内接收到的SSW帧的信息。因此,如果两个或更多STA选择相同的SSW时隙(例如,图3中STA B和STA C都选择时隙#5),则STA可能无法正确地检测从PCP/AP发送的SSW-Feedback。

[0045] 图6为图示当通过PCP/AP执行RSS时SSW时隙冲突概率对比STA数量的示例图60。在本示例中,在A-BFT期间最多有8个SSW时隙。由于DMG基本服务集(basic service sets, BSS)在单个信道上运行,所以接收到信标帧的多个STA必须相互竞争才能获取A-BFT周期内的SSW时隙来执行RSS。如图6所示,SSW时隙冲突的可能性随着竞争信道接入以通过PCP/AP执行RSS的STA的数量而增加。

[0046] 例如,基于用于根据802.11ad的A-BFT的随机退避流程,如图6所示的SSW时隙冲突的概率可以计算为:

$$[0047] \quad p = 1 - \frac{\binom{L-1}{m-1} \cdot (m-1)!}{L^{(m-1)}}$$

[0048] 其中,L是A-BFT中SSW时隙的数量,m是竞争信道接入的STA的数量。

[0049] 因此,本发明的目的旨在降低SSW时隙冲突的概率,例如通过PCP/AP执行RSS时在A-BFT周期中有多个STA竞争信道接入的时候。这可以通过在PCP/AP与不同STA之间发送的SSW帧和SSW-Feedback帧的正交传输方案来实现。当接收器可以使用指定的基础功能来区

分和选择性地从传输中滤波或删除无用信号时,传输方案被认为是正交的。如将在下面进一步详细论述的那样,可以通过使用不同的通信信道、通过调制技术(波形)、通过编码方案(例如,通过代码/符号扩频序列)或上述的组合来及时(例如,当以非重叠的方式按顺序发送帧时)实现正交。这样,可以使用给定的一组资源在PCP/AP与多个STA之间选择性地发送SSW帧和SSW-Feedback帧,同时减少或避免SSW时隙冲突的概率。

[0050] 图7A和图7B所示为根据本发明实施例的图示A-BFT操作的A-BFT 24周期。参考图7A,在图7A的A-BFT 24周期中的传输(即,SSW帧71、SSW-Feedback帧73)类似于图5中的A-BFT周期中的传输,不同之处在于该传输在STA与PCP/AP之间的多个信道上执行。例如,在某些Wi-Fi协议中,例如IEEE 802.11的未来版本中所提出的协议,STA和PCP/AP可以是用于在多个信道上通信的演进型定向多千兆位(Evolved Directional Multi Gigabit,EDMG)设备。因此,EDMG STA和EDMG PCP/AP可以允许在A-BFT周期中在多个信道上交换SSW帧和SSW-Feedback帧。

[0051] 在包括EDMG BSS的某些实施例中,例如可以依据IEEE 802.11标准的未来版本实施的那些实施例,EDMG PCP/AP和EDMG STA可以在第一(例如,主)信道75或第二(例如,从)信道77(例如,具有2.16GHz带宽的信道)上交换SSW帧和SSW-Feedback帧。相比之下,传统的DMG STA只能在单个信道上执行A-BFT。在某些实施例中,第一信道可以由信标中的EDMG PCP/AP指示。在A-BFT期间,EDMG设备(例如,可支持未来版本的IEEE 802.11的设备)可以选择在多个信道上操作,而限于单个信道。

[0052] 在包括EDMG BSS的某些实施例中,例如可以依据IEEE 802.11标准的未来版本实施的那些实施例,EDMG PCP/AP和EDMG STA可以在第一(例如,主)信道或具有2.16GHz带宽的第二(例如,从)信道上交换SSW帧和SSW-Feedback帧。相比之下,传统的DMG STA只能在单个信道上执行A-BFT。在某些实施例中,第一信道可以由信标中的EDMG PCP/AP指示。在A-BFT期间,EDMG设备(例如,可支持未来版本的IEEE 802.11的设备)可以选择在多个信道上操作,而限于单个信道。

[0053] 在可以遵循例如未来版本的IEEE 802.11标准的某些实施例中,随机退避流程可以包括从均匀分布(例如 $[0,L]$ ,其中L是等于或小于A-BFT Length-1的整数)选择SSW时隙#的EDMG STA。EDMG STA还可以随机选择可用信道中的一个。

[0054] 在可以遵循例如未来版本的IEEE 802.11标准的某些实施例中,EDMG PCP/AP可以在相同的SSW时隙内或在下一个可用SSW时隙内向EDMG STA发送对应的SSW-Feedback帧。在一些实施例中,下一个可用SSW时隙只能包括SSW-Feedback帧。

[0055] 在某些实施例中,如果PCP/AP从STA接收至少一个SSW帧,但是不能在同一A-BFT内向该STA发送SSW-Feedback帧,则PCP/AP可以在DTI期间针对STA调度稍后的时间来完成RSS,或者可以在下一个可用A-BFT周期中发送SSW-Feedback帧。

[0056] 返回参考图7A,现将描述三个STA(STA A、STA B、STA C)与PCP/AP之间的A-BFT操作的实施例。PCP/AP可以在第一(主)信道和第二(从)信道上在A-BFT周期中,例如在DMG信标中的信标间隔控制(Beacon Interval Control)字段的A-BFT长度(Length)子字段(3位)和/或FSS子字段(4位)中,通告SSW时隙的数量和每个SSW时隙内的SSW帧的数量。然后,STA通过随机退避流程随机选择时隙和信道。如图所示,STA A选择第一信道的SSW时隙#2,STA B和STA C分别在第一信道和第二信道上选择时隙#5。虽然STA B和STA C并发选择时隙#5通

常会导致SSW时隙冲突,但是随机信道选择允许STA B和STA C在单独的信道上执行RSS,产生用于区分来自/去往STA B和STA C的SSW帧/SSW-Feedback帧的正交传输方案,从而避免/减少任何冲突。如图7A所示,PCP/AP在第一信道和第二信道上同时从STA B和STA C接收SSW帧,并相应地进行解码。然后,PCP/AP在相同的SSW时隙(时隙#5)中在第一个信道上将对应的SSW-Feedback帧发送给STA B,随后在下一个可用SSW时隙(#6)中在第二个信道上将对应的SSW-Feedback帧发送给STA C,使得相应的SSW-Feedback帧传输在时间上进一步正交。

[0057] 参考图7B,示出了类似于图7A所示的三个STA(STA A、STA B、STA C)与PCP/AP之间的A-BFT操作的另一实施例,不同之处在于PCP/AP可选地在相同的SSW时隙(时隙#5)中向STA B和STA C发送SSW-Feedback帧。然而,由于STA B和STA C的SSW-Feedback帧仍然通过不同的信道发送(例如,通过信道变体的正交传输方案),所以STA B和STA C仍然可由STA进行区分,并且它们在相同的SSW时隙(时隙#5)中的一致性不会导致冲突。即使在STA B和STA C相邻或共同位于空间中或者STA B和STA C被相应的最佳PCP/AP Tx天线扇区覆盖并且PCP/AP具有通过多个天线同时发送SSW-Feedback帧的多天线能力的情况下,也可以执行该操作。

[0058] 图8为根据本发明实施例的图示在使用上述图7A所示的A-BFT流程执行RSS时SSW时隙冲突的概率对比STA数量的图80。在图8中,实线表示计算(cal)概率,虚线表示在1个、2个、3个和4个可用信道上执行的A-BFT的模拟(sim)概率。如图明确所示,随着可用信道数量的增加,SSW时隙冲突的概率大大降低。

[0059] 图9为根据本发明实施例的图示A-BFT操作的A-BFT周期24。图9中所示的A-BFT类似于图3中的A-BFT,不同之处在于当退避计数等于零时,EDMG STA在SSW时隙90的第一SSW帧94处执行空闲信道评估(clear channel assessment,CCA)功能92。这降低了DMG STA与EDMG STA之间传输冲突的概率,并且可以减轻重叠的BSS之间的干扰。EDMG STA可以执行载波侦听(carrier sensing,CS)功能(作为CCA功能的一部分)以确定SSW时隙的介质条件。如果SSW时隙繁忙,则在该SSW时隙期间,EDMG STA不发送SSW帧。然后,EDMG STA可以重新启动另一个随机退避流程,以在相同的信标间隔中从剩余的SSW时隙随机选择另一个SSW时隙,并随机选择一个信道。如果CS功能指示其它SSW时隙的介质空闲条件,则EDMG STA可以在该SSW时隙内发送SSW帧(最多共FSS-1个帧)。

[0060] 在某些实施例中,SSW帧持续时间和CCA检测时间有助于EDMG STA在第一SSW帧周期中执行CCA功能的能力。例如,SSW帧持续时间可以为 $14.9\mu\text{S}$ ,比总CCA检测时间(对于Control PHY来说为 $3\mu\text{S}$ )和MBIFS( $9\mu\text{S}$ )长。当退避计数等于零时,SSW时隙介质条件下的CCA功能可以在第一信道、第二信道或两者上运行。

[0061] 相比之下,在IEEE 802.11ad协议中,响应方(STA)在每个SSW时隙结束时将退避计数减1,即使响应方的CS功能表示SSW时隙的介质繁忙条件。如果在SSW时隙开始时退避计数为0,则响应方只能在SSW时隙开始时启动RSS。

[0062] 图10A和图10B示出了根据本发明实施例的可用于SSW帧和SSW-Feedback帧的扇区扫描反馈(Sector Sweep Feedback)字段格式100、105。例如,这些扇区扫描反馈(Sector Sweep Feedback)字段格式可以被实施用于在多个信道上发送SSW帧以在各种实施例中执行与信道相关的RSS。如图所示,每个扇区扫描反馈(Sector Sweep Feedback)字段格式包含可用于指示特定扇区的选定信道的信道选择(Channel Select)子字段。

[0063] 例如,在A-BFT期间,EDMG STA可以使用上述扇区扫描反馈(Sector Sweep Feedback)字段来在SSW帧中向PCP/AP提供某些信息;这包括使用扇区选择(Sector Select)子字段、DMG天线选择(DMG Antenna Select)子字段和信道选择(Channel Select)子字段来提供对应的信息。PCP/AP同样可以使用上述扇区扫描反馈(Sector Sweep Feedback)字段,包括扇区选择(Sector Select)子字段、DMG天线选择(DMG Antenna Select)子字段和信道选择(Channel Select)子字段,来在SSW-Feedback帧中向STA提供对应的信息。

[0064] 在一些实施例中,SSW帧结构/SSW-Feedback帧结构可以包括7位预留字段,其中可以将部分或全部位分配给信道选择(Channel Select)子字段来指示特定扇区的选定信道。在图10A的实施例中,为信道选择(Channel Select)子字段102分配2位,这允许选择多达4个信道以满足60GHz频带中的当前信道化协议。在图10B的实施例中,为信道选择(Channel Select)子字段107分配3位,以允许选择多达8个信道以适应60GHz频带或其它频带中的未来信道化协议。

[0065] 图11示出了使用MCS0 110的DMG调制编码方案(modulation and coding scheme, MCS),该DMG调制编码方案可以用于在A-BFT操作的实施例中使SSW帧或SSW-Feedback帧正交,如将在下面进一步详细论述的那样。使用MCS0,对短训练字段(Short Training Field, STF)、信道估计字段(Channel Estimation Field, CEF)、Control PHY包的标头(Header)和数据(Data)部分进行BPSK调制。如图11所示,标头(Header)和数据(Data)部分112接受编码为编码位的低密度奇偶校验(Low Density Parity Check, LDPC) 114,然后使用差分二进制相移键控(Differential Binary Phase Shift Keying, DBPSK)功能116来处理以提供调制符号。然后使用x32扩频功能118处理调制符号,以应用产生扩频符号的扩频序列。例如,如果遵守IEEE 802.11ad协议,则扩频序列可以是32位Golay序列120,例如如图11所示(Ga32(n) = +1+1+1+1+1-1+1-1-1-1+1+1+1-1-1+1+1+1-1-1+1-1-1+1-1-1-1+1-1+1-1,从左向右发送)。在涉及与PCP/AP通信的多个STA的实施例中(如将在下面进一步详细讨论的那样),SSW帧/SSW-Feedback帧可以根据每个使用不同扩频序列的STA进行唯一调制,使得每个SSW帧/SSW-Feedback帧正交以减少冲突的发生率。在一些实施例中,可以使用该流程来发送SSW帧和/或SSW-Feedback帧,并且可选地使用其它MCS方案。

[0066] 在一些实施例中,SSW帧可以是可由EDMG设备发送的演进型扇区扫描(Evolved Sector Sweep, E-SSW)帧。E-SSW帧的结构类似于图11中的控制PHY信息包结构,不同之处在于STF字段、信道估计字段(Channel Estimation Field, CEF)、标头(Header)字段和数据(Data)字段在IEEE 802.11ad SSW物理层汇聚协议(Physical Layer Convergence Protocol, PLCP)协议数据单元(统称为“PPDU”)下进行调制,该结构使E-SSW帧与SSW帧正交,以允许在单个信道上同时发送E-SSW帧和SSW帧,而不会产生SSW时隙冲突。

[0067] 图12A和图12B示出了在本发明一些实施例中可用于形成E-SSW帧的STF的128位Golay序列122、124。可以为STF和CEF参数选择Golay序列以满足期望的相关性和/或使E-SSW帧正交。

[0068] 图12A和图12B中的128位Golay序列122、124分别具有如IEEE 802.11ad标准中规定的Ga128和Gb128的零相关区(zero-correlation zone, ZCZ)属性。在一些实施例中,还可以使用其它合适的序列,包括也具有ZCZ的不同Golay序列。

[0069] 在一些实施例中,E-SSW帧的CEF-SC(单个载波)字段还具有IEEE 802.11ad标准中的具有相应CEF-SC字段的ZCZ属性。

[0070] 例如在可以遵循未来版本的IEEE 802.11标准的一些实施例中,可以通过将标头(Header)字段和数据(Data)字段中的所有二进制相移键控(Binary Phase Shift Keying, BPSK)符号相位旋转 $\pi/2$ (即正交BPSK调制)来使用演进型MCS0(Evolved-MCS0,E-MCS0)方案。E-MCS0中的错误率性能应等同于MCS0下的错误率性能。由于QBPSK和BPSK在信号空间中是正交的,所以采用E-MCS0允许在相同信道上在相同的SSW时隙内同时发送SSW帧(使用MCS0)和E-SSW帧(使用E-MCS0)。

[0071] 在可以遵循例如未来版本的IEEE 802.11标准的一些实施例中,PCP/AP可以将其天线配置为准全向天线模式,以在单个信道上同时检测和解码SSW帧和E-SSW帧。

[0072] 图13A和13B示出了在单个信道上操作的三个STA(STA A、STA B、STA C)与PCP/AP之间的A-BFT操作的实施例。

[0073] 如图13A的实施例所示,在单个信道上,STA A和STA B发送SSW帧,STA C发送E-SSW帧。使用随机退避流程,STA A选择SSW时隙#2,STA B和STA C都竞争SSW时隙#5。然而,由于STA B发送SSW帧132,STA C发送正交的E-SSW帧136,所以这些帧不冲突,并且PCP/AP能够准确地检测/解码这些帧。然后PCP/AP在相同的SSW时隙(时隙#5)中用对应的SSW-Feedback帧134响应STA B,然后用对应于所接收的E-SSW帧的SSW-Feedback帧在下一个可用的SSW时隙(时隙#6)中响应STA C,这样这些帧传输在时间上进一步正交。

[0074] 参考图13B,示出了类似于上述图13A所示的三个STA(STA A、STA B、STA C)与PCP/AP之间的A-BFT操作的另一实施例,不同之处在于PCP/AP可选地在相同的SSW时隙132(时隙#5)中和相同的信道上确定和发送SSW-Feedback帧(向STA B)和E-SSW-Feedback帧138(对应于接收到E-SSW帧,向STA C)。由于E-SSW-Feedback帧138与SSW-Feedback帧134正交,所以它们可以在相同的SSW时隙132(例如时隙#5)内并且在相同的信道上同时发送,而不会发生冲突。然后相应地,STA B和STA C可以选择性地接收和解码相应的SSW-Feedback帧和E-SSW-Feedback帧。即使在STA B和STA C相邻或共同位于空间中或者STA B和STA C被相应的最佳PCP/AP Tx天线扇区覆盖并且PCP/AP具有通过多个天线同时发送SSW-Feedback帧的多天线能力的情况下,也可以执行该操作。

[0075] 在一些实施例中,SSW帧132/SSW-Feedback帧134可以通过应用不同的扩频序列来正交。这可能有助于在存在与PCP/AP通信的多个STA的情况下减少或防止SSW帧/SSW-Feedback帧冲突的发生。参考图13C,示出了包括扩频序列功能的DMG调制编码方案(modulation and coding schemes,MCS)的功能链图,DMG调制编码方案可用于在A-BFT操作中使从不同的STA发送的各个SSW帧正交。例如,上链140可以用于由STA B发送的SSW帧,下链142可以用于由STA C发送的SSW帧。这样,SSW帧可以由STA B和STA中的每一个同时(例如,在相同的SSW时隙内)并且使用相同的资源(例如,在相同的信道上)发送,同时仍然可由PCP/AP区分。

[0076] 仍然参考图13C,上链包括:低密度奇偶校验(Low Density Parity Check,LDPC)功能144,用于编码为编码位;差分二进制相移键控(Differential Binary Phase Shift Keying,DBPSK)功能146,用于将编码位变换为调制符号;以及应用第一扩频序列的32倍扩频功能148,用于将调制符号转换成扩频符号。类似地,下链142还包括LDPC功能144、DBPSK

功能146和应用第二扩频序列的x32扩频功能150。选择性地选择第一扩频序列148和第二扩频序列150以具有足够的互相关属性,使得来自上链140和下链142的所得到符号相对于彼此正交。例如,第一扩频序列160可以是图16A所示的32位Golay序列( $G_{a32}(n) = +1+1+1+1+1-1+1-1-1-1+1+1-1-1+1+1-1-1+1-1-1-1+1-1+1-1$ ,从左向右发送),第二扩频序列162可以是图16B所示的32位Golay序列( $G_{b32}(n) = -1-1-1-1-1+1-1+1+1+1-1-1-1+1-1+1+1-1-1+1-1-1-1+1-1+1-1$ ,从左向右发送);发现这些扩频序列在一个中心点处互相关为零,并且可能适用于遵循IEEE 802.11ad协议下的这种排序形式的DMG设备。 $G_{a32}(n)$ 与 $G_{b32}(n)$ 扩频序列之间的相关性属性(如图16A至16B所示)在图16C的图解164、166、168中示出。

[0077] 在一些实施例中,可以选择第一扩频序列和第二扩频序列使得它们在具有相同序列长度的零相关区(zero correlation zone, ZCZ)内相互正交。在这种情况下,例如,第一扩频序列170可以是图17A所示的32位Golay序列( $G_{1New}(n) = +1+1+1-1+1+1-1+1-1-1+1+1+1-1+1+1+1-1+1+1-1+1+1+1-1-1+1-1$ ,将从左向右发送),第二扩频序列172可以是图17B所示的32位Golay序列( $G_{2New}(n) = -1+1-1-1-1+1+1+1-1+1+1-1+1+1+1-1+1-1-1+1+1+1-1+1-1+1-1-1$ ,将从左向右发送)。在某些情况下,对于符合IEEE 802.11ay和后续版本的设备,在ZCZ内使用相互正交的扩频序列可以改进性能。 $G_{1New}(n)$ 与 $G_{2New}(n)$ 扩频序列之间的相关性(如图17A至17B所示)在图17C的图解174、176、178中示出。

[0078] 尽管上述实施例示出了两个不同STA之间的两个正交扩频序列的应用,但是在其它实施例(未示出)中,来自一组正交扩频序列的任何整数N个扩频序列都可以应用于N个不同的STA,使得它们各自的SSW帧传输也是正交的。此外,类似的扩频序列也可以应用于某些IEEE802.11协议版本中的SSW-Feedback帧和E-SSW/E-SSW-Feedback帧,这将在下面参考图13D的示例中进一步说明。

[0079] 如图13D所示,在单个信道上,STA A和STA B发送SSW帧152,STA C发送E-SSW帧156。使用随机退避流程,STA A选择SSW时隙#2,STA B和STA C都竞争SSW时隙#5。然而,由于STA B发送使用第一扩频序列进行扩频的SSW帧,STA C发送使用第二扩频序列进行扩频的E-SSW帧,其中第一扩频序列和第二扩频序列相对于彼此正交,因此这些帧不会相互冲突,并且PCP/AP能够唯一地检测/解码这些帧。

[0080] 然后,PCP/AP在相同的SSW时隙(时隙#5)中用对应的SSW-Feedback帧154响应STA B,然后用对应于所接收的E-SSW帧的SSW-Feedback帧在下一个可用的SSW时隙(时隙#6)中响应STA C,这样这些反馈帧在时间上正交。然而,在某些实施例(未示出)中,PCP/AP还可以将第一扩频序列应用于SSW-Feedback帧(针对STA B),将第二扩频序列应用于对应于接收到的E-SSW帧的SSW-Feedback帧(针对STA C),以使这些反馈帧相互正交,从而允许在相同信道上在相同的SSW时隙内同时发送。然后相应地,STA B和STA C可以选择性地接收和解码相应的SSW-Feedback帧和E-SSW-Feedback帧158。即使在STA B和STA C相邻或共同位于空间中或者STA B和STA C被相应的最佳PCP/AP Tx天线扇区覆盖并且PCP/AP具有通过多个天线同时发送SSW-Feedback帧的多天线能力的情况下,也可以执行该操作。

[0081] 返回参考图13C,尽管图13C出了可以由各个STA应用于的用于对调制的SSW帧进行扩频的功能MCS图,但也可以由PCP/AP应用类似的功能MCS图对用于不同STA的调制SSW-Feedback帧进行扩频。例如,PCP/AP可以根据预期接收方对SSW-Feedback帧应用不同的扩

频序列。可以从相互正交的一组预定扩频序列中选择扩频序列,使得用于不同STA的组合传输相对于彼此正交。

[0082] 图14A和图14B示出了在第一(主)信道和第二(从)信道上五个STA(STA A、STA B、STA C、STA D、STA E)与PCP/AP之间的A-BFT 24操作的实施例。参考图14A,STA A、STA B、STA C、STA D发送SSW帧,STA E是发送E-SSW帧184的EDMG设备。A-BFT周期包括8个SSW时隙(时隙#[0,7])。通过随机退避流程,STA A在第一信道上选择时隙#2,STA B在第一信道上选择时隙#5,STA C在第二信道上选择时隙#5,STA D在第二个信道上选择时隙#0,而STA E在第一信道上选择时隙#5。虽然STA B和STA E都在第一信道上选择时隙#5,但是由于STA B发送SSW帧180,STA E向PCP/AP发送正交的E-SSW帧184,所以避免了SSW时隙冲突。此外,还避免了STA B与STA C之间的SSW时隙冲突(尽管都选择时隙#5),因为它们在不同信道上发送SSW帧。然后,PCP/AP向设备提供对应的SSW-Feedback帧182,一次一个。STA B的SSW-Feedback在第一信道上在相同的SSW时隙(时隙#5)中提供,STA C的SSW-Feedback在第二信道上在下一个可用的SSW时隙(时隙#6)中提供,并且E-SSW-Feedback在第一信道上在下一个可用的SSW时隙(时隙#7)中提供给STA E。参考图14B,PCP/AP可选地可以在与STA B和STA C(时隙#5)相同的时隙内向STA E发送E-SSW-Feedback帧186而不产生冲突,这是因为STA E的SSW-Feedback帧与STA B的SSW-Feedback帧正交,并且STA E的E-SSW-Feedback帧与STA C的SSW-Feedback帧正交并且在不同的信道上。

[0083] 在一些实施例中,STA可以是可以使用MCS0来发送SSW帧的EDMG设备,或者是在第一信道和第二信道中的任一个上来发送E-SSW帧的E-MCS0。PCP/AP也可以是能够同时接收/解码SSW帧和E-SSW帧的EDMG设备并且能够在EDMG BSS中的多个信道上发送E-SSW/SSW-Feedback帧。

[0084] 例如在可以遵循未来版本的IEEE 802.11标准的一些实施例中,STA可以是限于在EDMG BSS中的单个信道上发送SSW帧并且接收SSW-Feedback帧的DMG设备。

[0085] 图15所示为根据本发明实施例的可以包括PCP/AP或STA等接入点(Access Point, AP)的硬件设备的示意图200。如图所示,硬件设备包括处理器202、存储器204、非瞬时性大容量存储器206、I/O接口208、网络接口210和收发器212,所有这些元件都通过双向总线214通信地耦合。根据某些实施例,可以使用所述元件中的任一个或全部,或者仅一个元件子集。此外,硬件设备可以包含多个处理器、存储器或收发器等某些元件的多个实例。而且,硬件设备的元件可以不需要双向总线直接耦合到其它元件。

[0086] 存储器可包括任意类型的非瞬时性存储器,例如静态随机存取存储器(static random access memory,SRAM)、动态随机存取存储器(dynamic random access memory,DRAM)、同步DRAM(synchronous DRAM,SDRAM)、只读存储器(read-only memory,ROM)或它们的组合,等等。大容量存储元件可以包括任何类型的非瞬时性存储设备,例如固态驱动器、硬盘驱动器、磁盘驱动器、光盘驱动器、USB驱动器或用于存储数据和机器可执行程序代码的任何计算机程序产品。根据某些实施例,存储器或大容量存储器可以在其上记录可由处理器执行的用于执行PCP/AP或STA的上述功能和步骤的语句和指令。

[0087] 本发明实施例公开了可用于例如依据未来版本的IEEE 802.11标准的RSS波束成形的A-BFT流程。一些实施例允许在多个信道上从不同的STA同时发送SSW帧,一些实施例允许在同一信道上从不同的STA同时发送SSW帧和E-SSW帧,并且一些实施例包括两者的组合。

[0088] 本发明实施例还公开了一种新的SSW帧结构/SSW-Feedback帧结构,这种结构包括“信道选择(Channel Select)”子字段,可以用于指示例如通过在所指示的信道上训练获得的选定天线扇区ID和天线ID。

[0089] 通过上述方法,本发明实施例可以降低例如在退避流程期间SSW时隙冲突的概率,以减少RSS期间的波束成形间隔和误差。

[0090] 图18是本发明的方法实施例300的流程图。更具体地,实施例300针对一种在通过多个信道通信地可耦合到多个站点的接入点之间的关联波束成形训练(association beamforming training,A-BFT)方法。实施例300包括:310:在第一信道上从第一站点接收第一扇区扫描(sector sweep,SSW)帧;320:在第二信道上从第二站点接收第二SSW帧;330:然后分别向第一站点和第二站点发送对应的第一扇区扫描反馈(sector sweep feedback,SSW-feedback)帧和对应的第二SSW-feedback帧。

[0091] 图19是本发明的方法实施例350的流程图。更具体地,实施例350针对关联波束成形训练(association beamforming training,A-BFT),包括:360:在扇区扫描(sector sweep,SSW)时隙的第一SSW帧中执行空闲信道评估(clear channel assessment,CCA)功能以确定SSW时隙是否繁忙;370:当SSW时隙不忙时,在SSW时隙期间发送SSW帧;380:然后在SSW时隙繁忙时,选择另一个SSW时隙来发送SSW帧。

[0092] 图20是本发明的方法实施例400的流程图。更具体地,实施例400针对关联波束成形训练(association beamforming training,A-BFT),包括:410:从第一站点接收扇区扫描(sector sweep,SSW)帧;420:从第二站点接收演进型扇区扫描(evolved sector sweep,E-SSW)帧,其中E-SS帧与SSW帧正交;430:处理SSW帧和E-SSW帧以确定对应的扇区扫描反馈(sector sweep feedback,SSW-feedback)帧;440:然后将对应的SSW-feedback帧发送到第一站点和第二站点。

[0093] 图21是本发明的方法实施例450的流程图。更具体地,实施例450针对关联波束成形训练(association beamforming training,A-BFT),包括:460:从第一站点接收第一扇区扫描(sector sweep,SSW)帧;470:从第二站点接收第二SSW帧,第二SSW帧与第一SSW帧正交;480:然后分别向第一站点和第二站点发送对应的SSW-feedback帧。在实施例450中,使用第一扩频序列对第一SSW帧进行扩频,使用第二扩频序列对第二SSW帧进行扩频,并且第一扩频序列和第二扩频序列是相互正交的。

[0094] 通过前述实施例的描述,本发明可以仅仅使用硬件来实施,或者可以使用软件和必要的通用硬件平台来实施。基于这种理解,本发明的技术方案可通过软件产品的形式体现。软件产品可以存储在非易失性或非瞬时性存储介质中,非易失性或非瞬时性存储介质可以是只读光盘(compact disk read-only memory,CD-ROM)、USB闪存盘或移动硬盘。软件产品包括能够使计算机设备(个人计算机、服务器或网络设备)执行本发明实施例中提供的方法的多个指令。例如,这种执行可以对应于如本文所述的逻辑操作的模拟。软件产品还可以附加地或可选地包括能够使计算机设备执行用于根据本发明实施例配置或编程数字逻辑装置的操作的多个指令。

[0095] 尽管已经参考本发明的特定特征和实施例描述了本发明,但是明显在不脱离本发明的情况下可以制定本发明的各种修改和组合。说明书和附图仅被视为所附权利要求书所定义的本发明的说明并且考虑落于本说明书的范围内的任何和所有修改、变体、组合或均

等物。

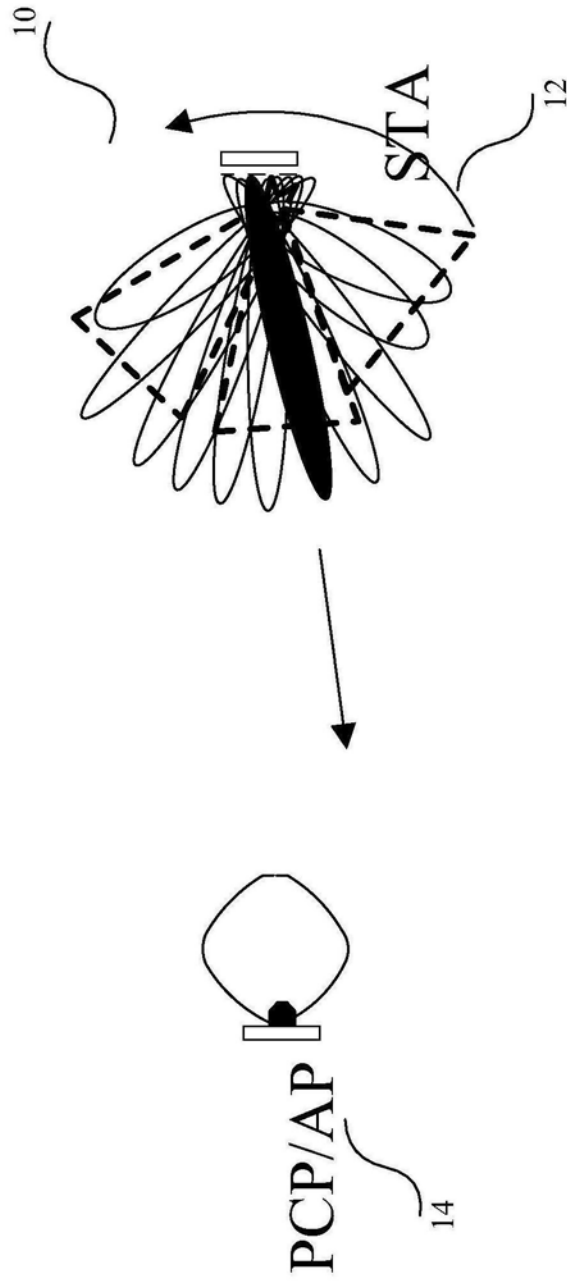


图1

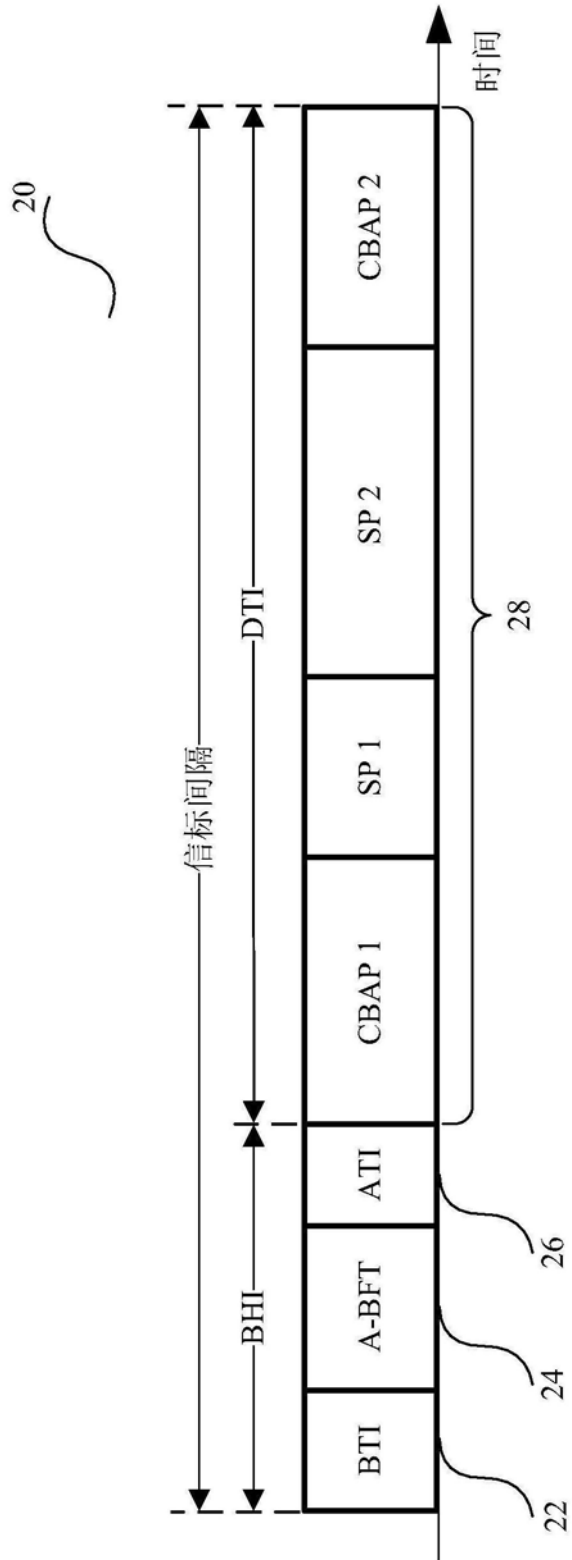


图2

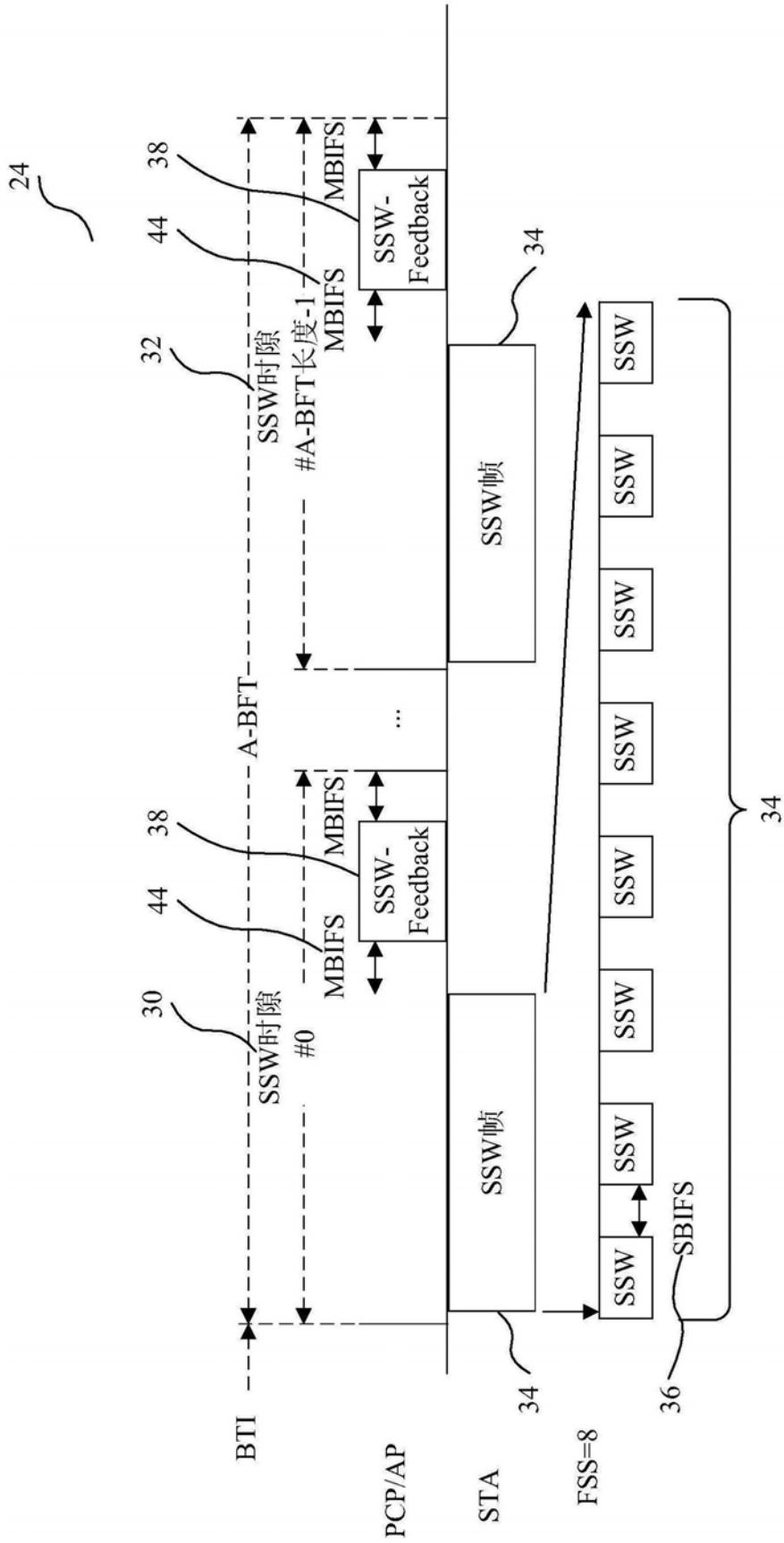
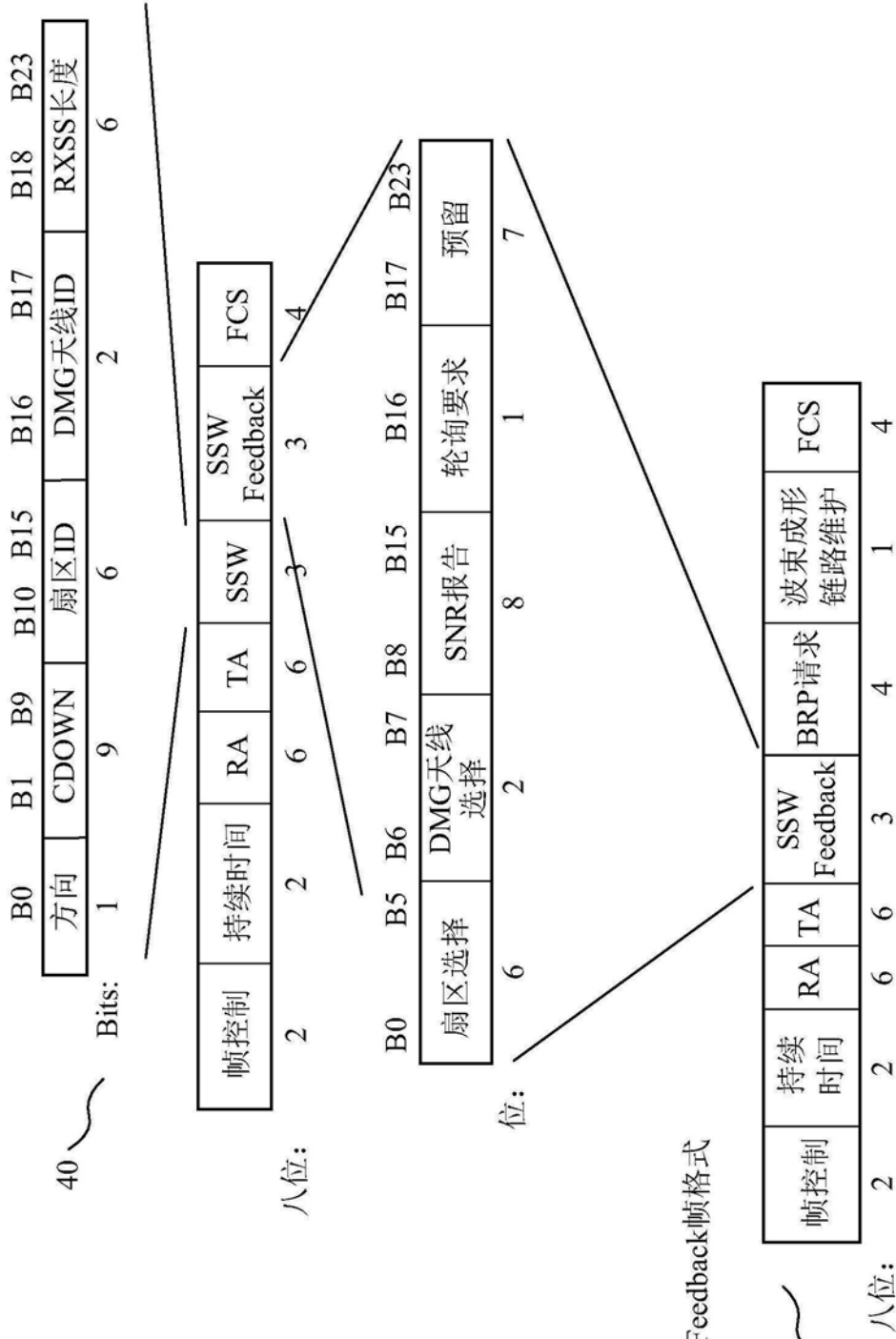


图3

• SSW帧格式



• SSW-Feedback帧格式

图4

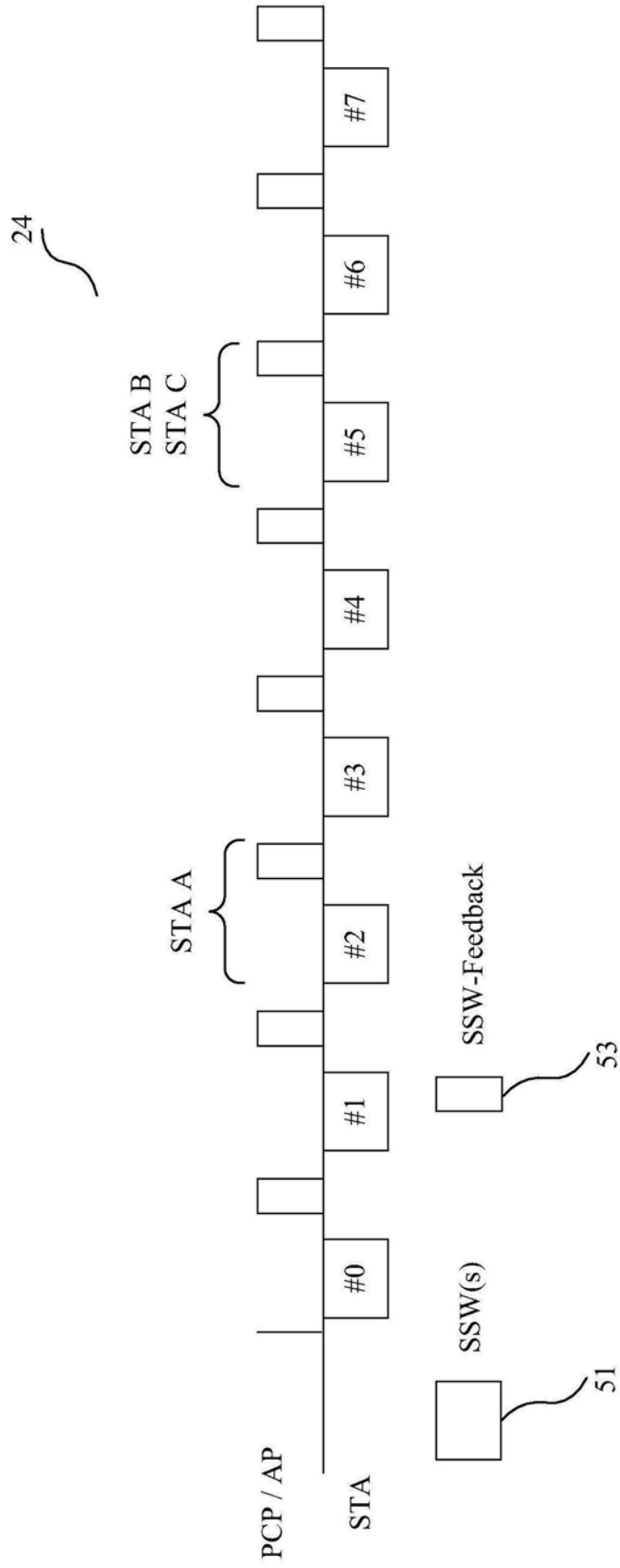


图5

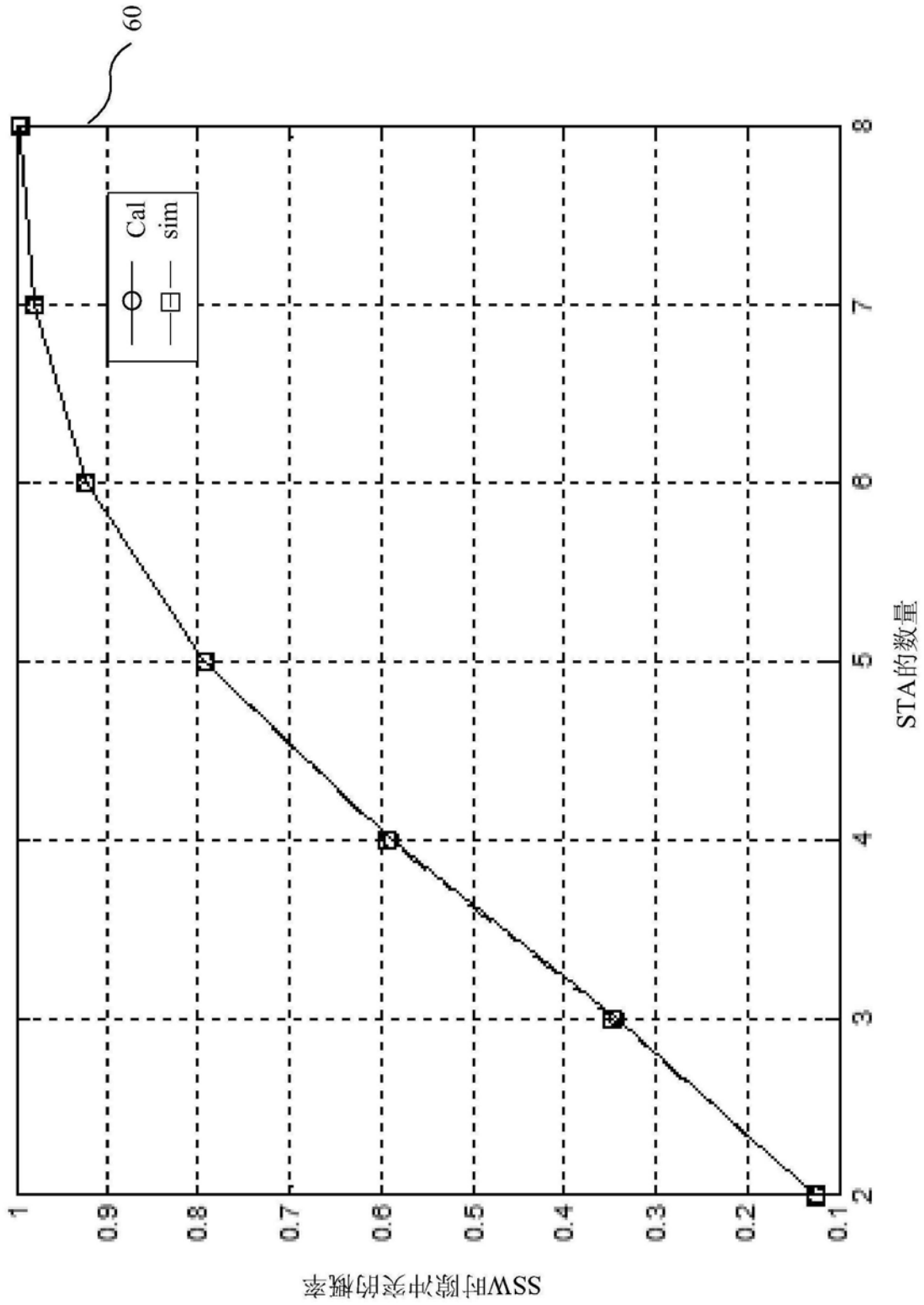


图6

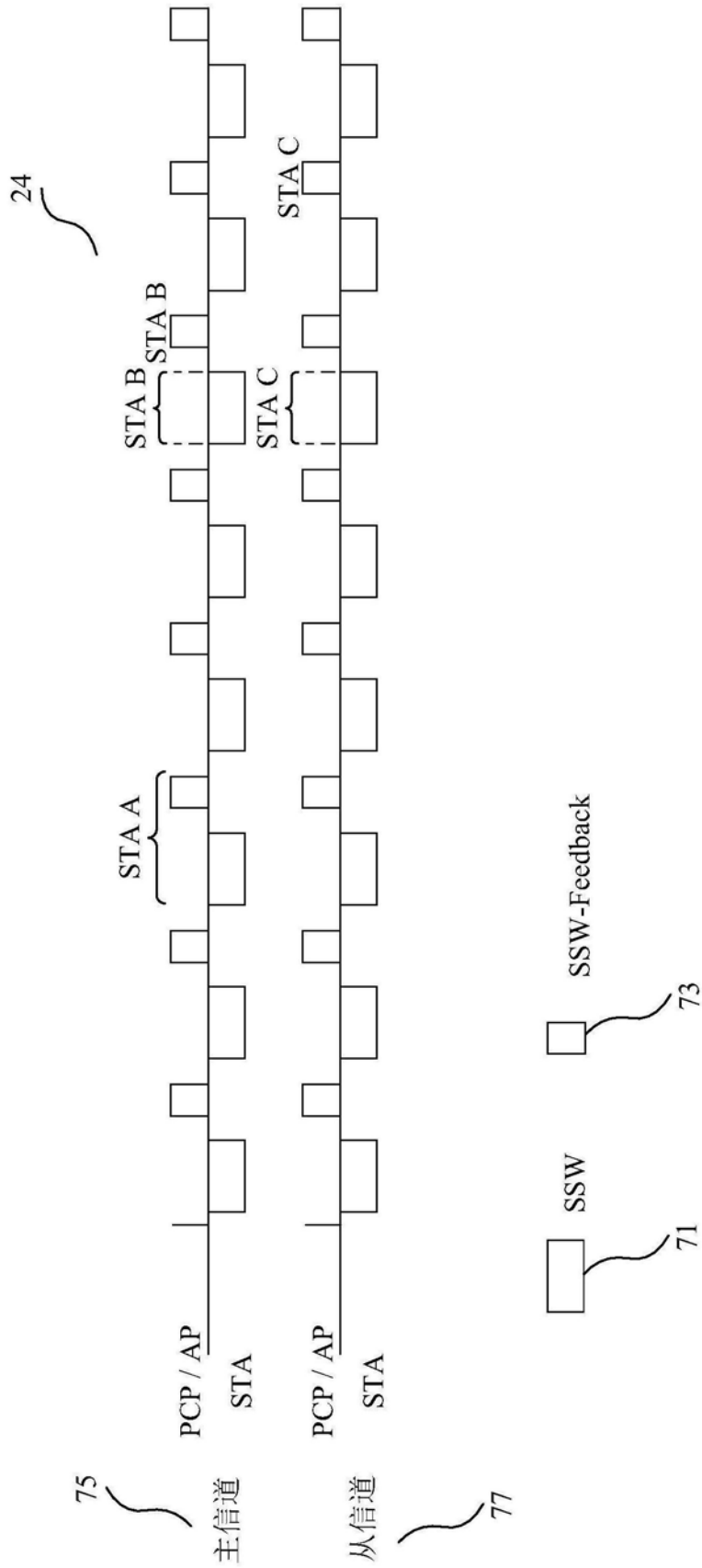


图7A

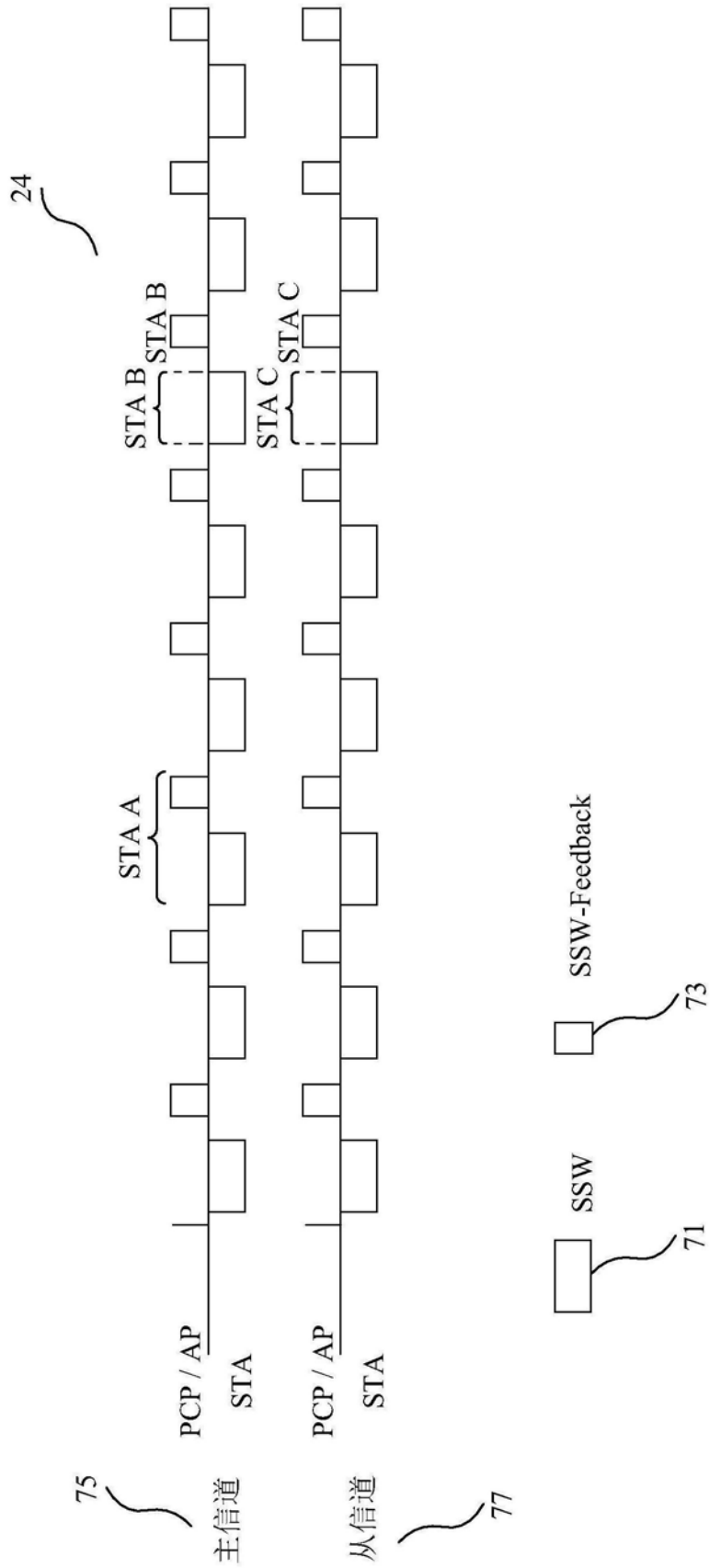


图7B

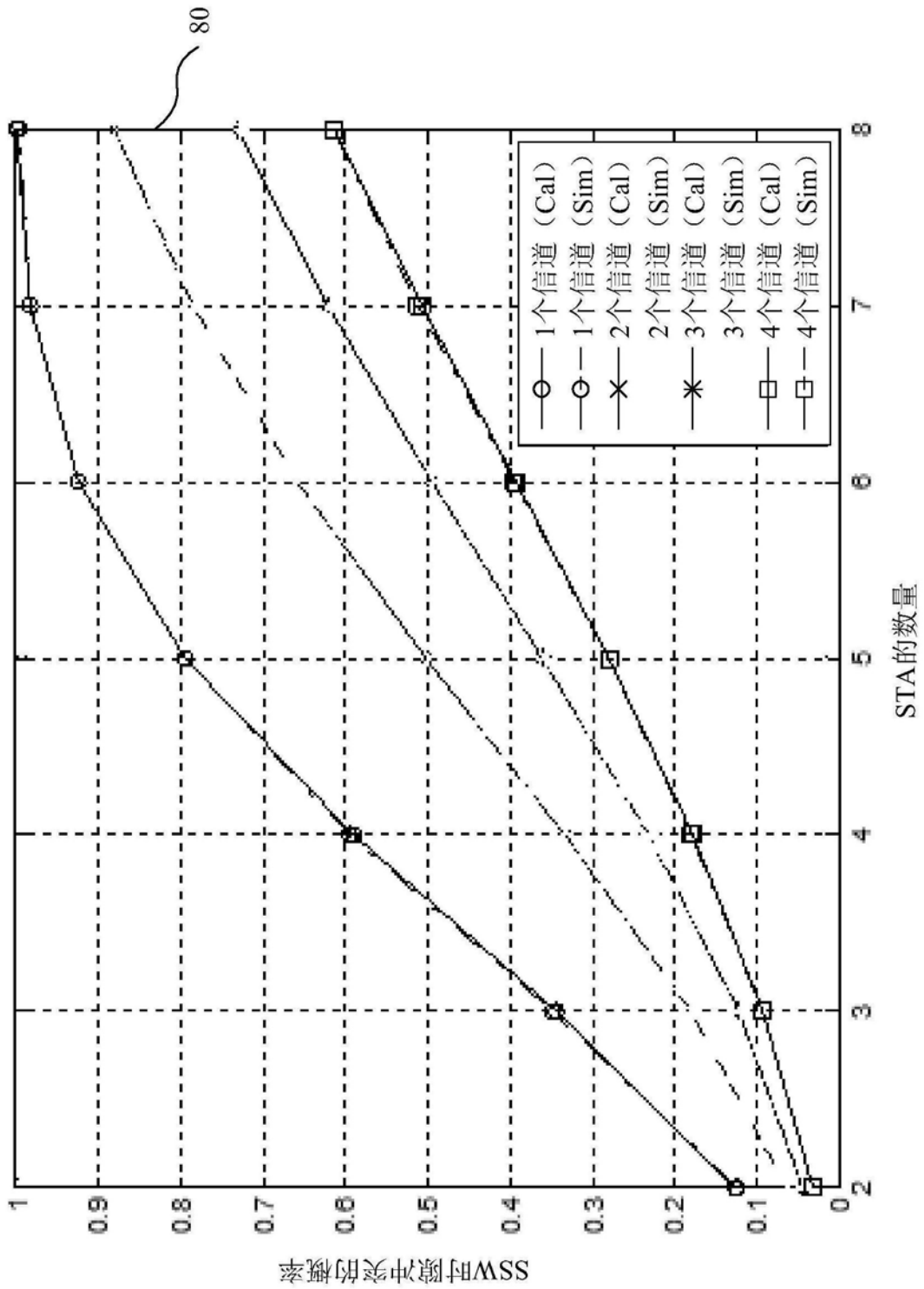


图8

24

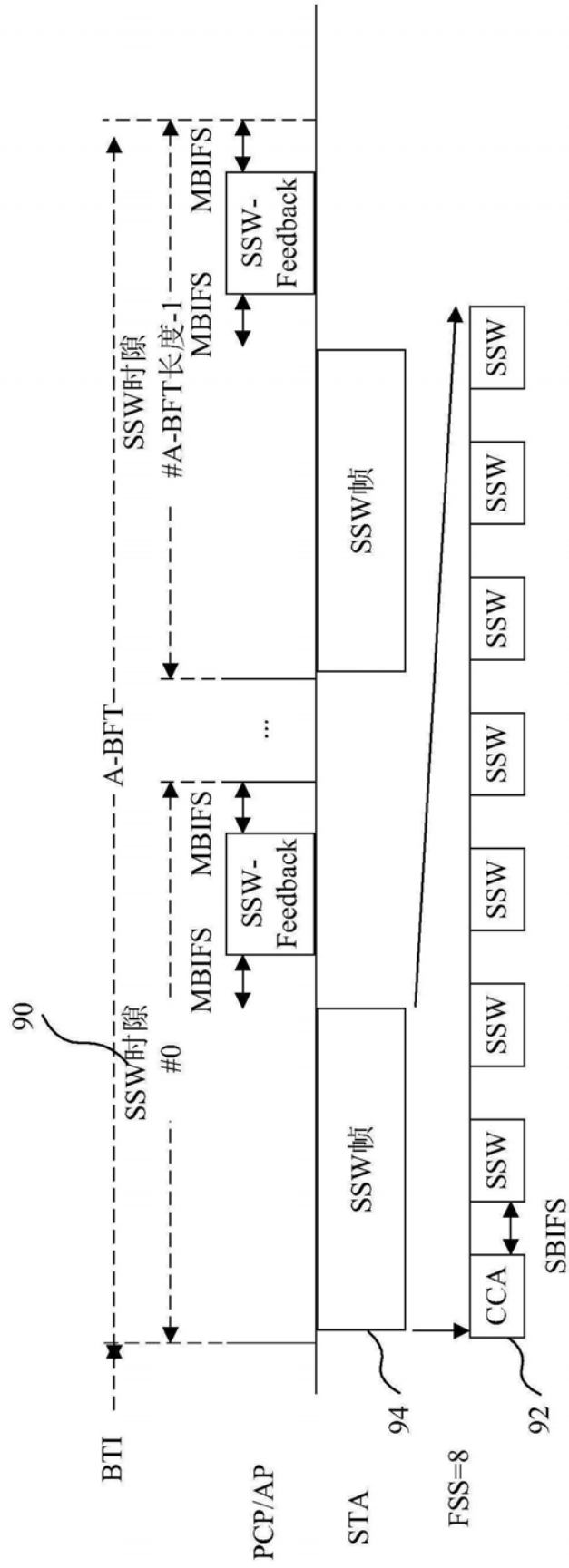


图9

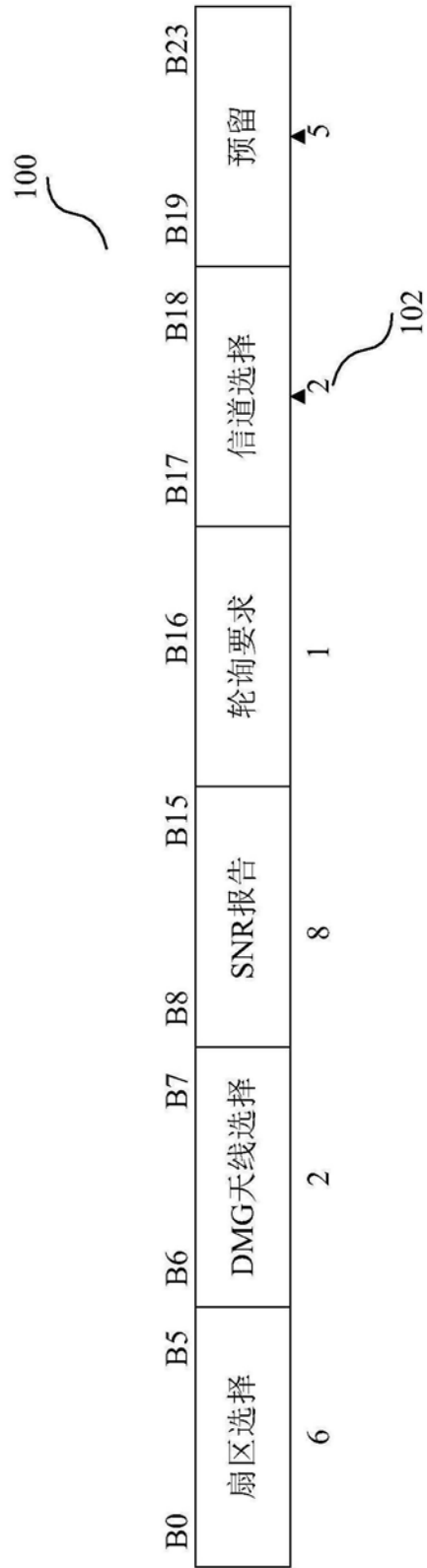


图10A

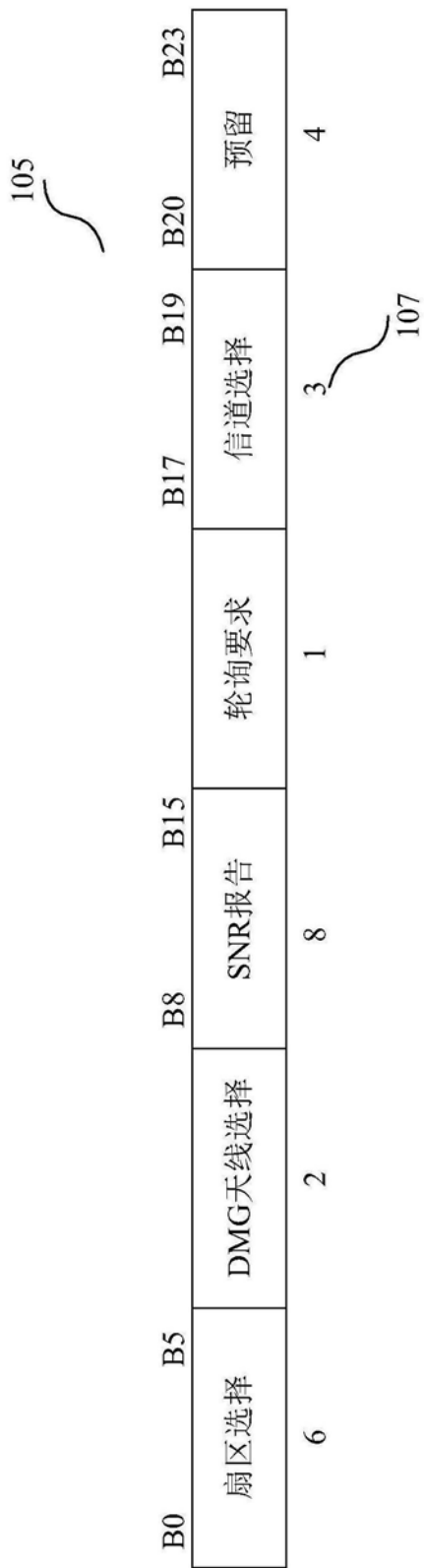


图10B







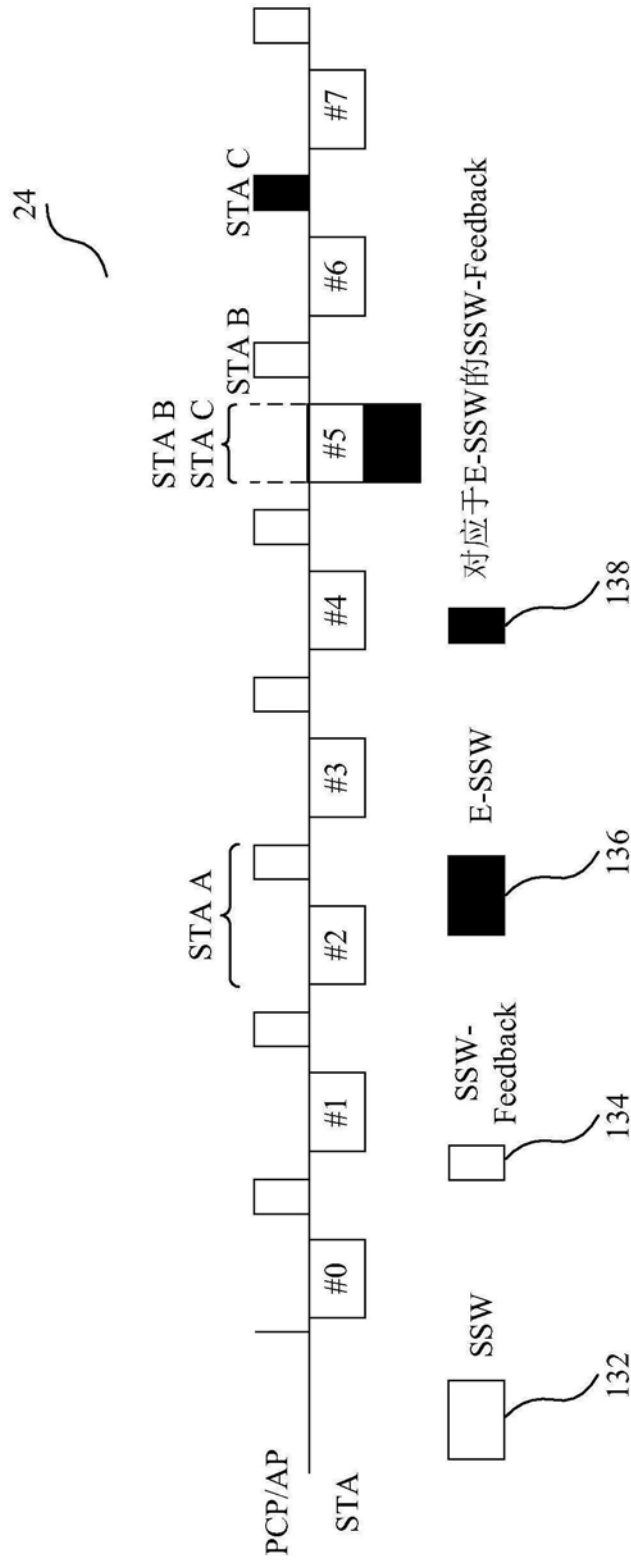


图13A

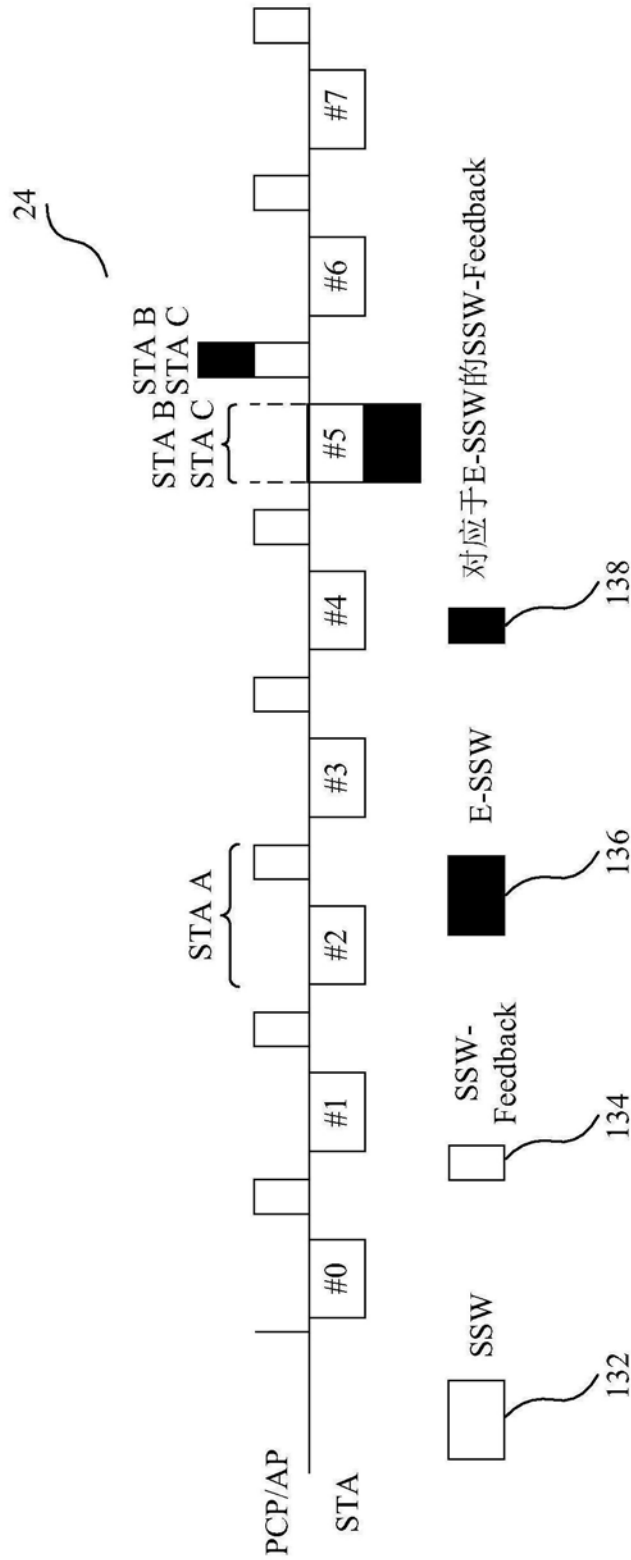


图13B

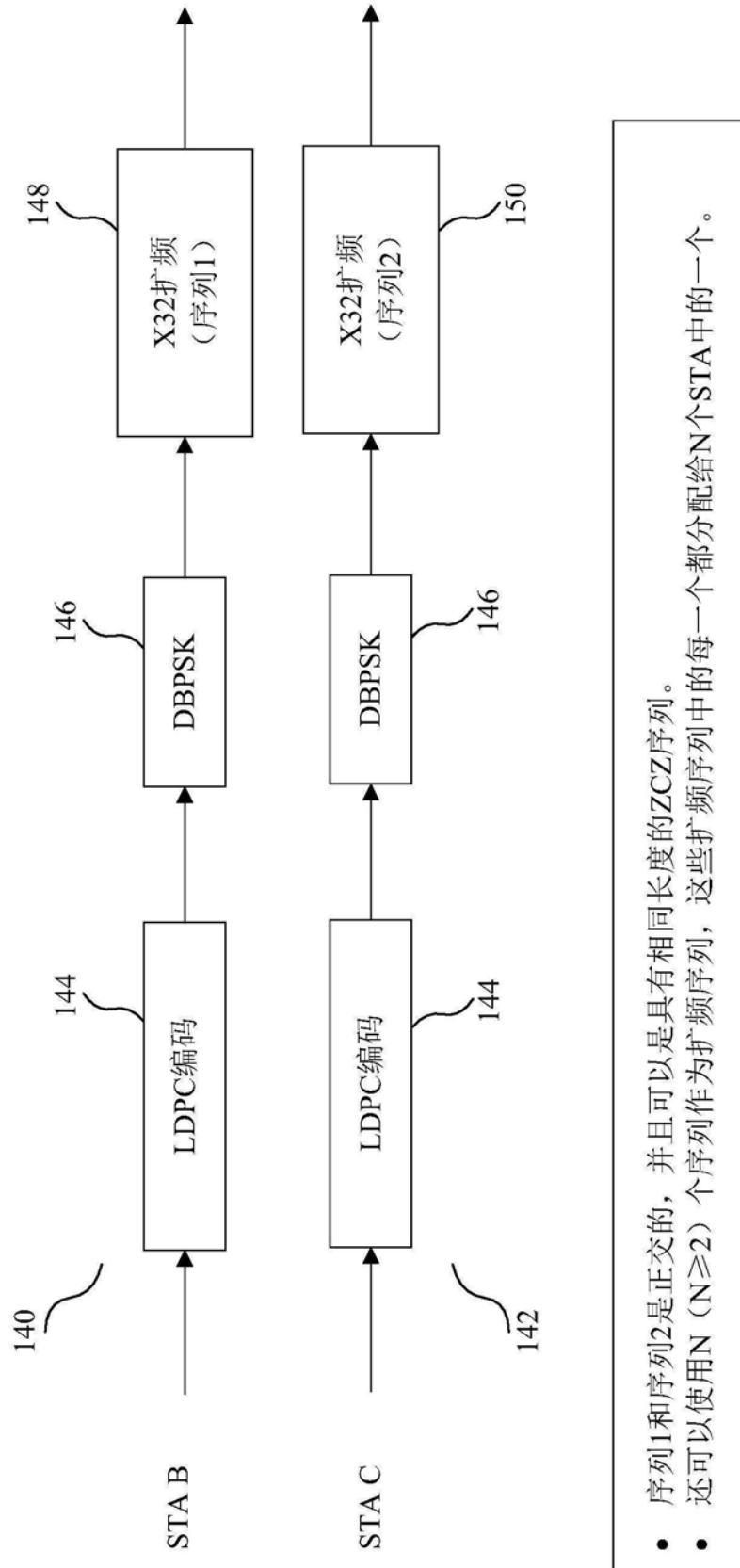


图13C

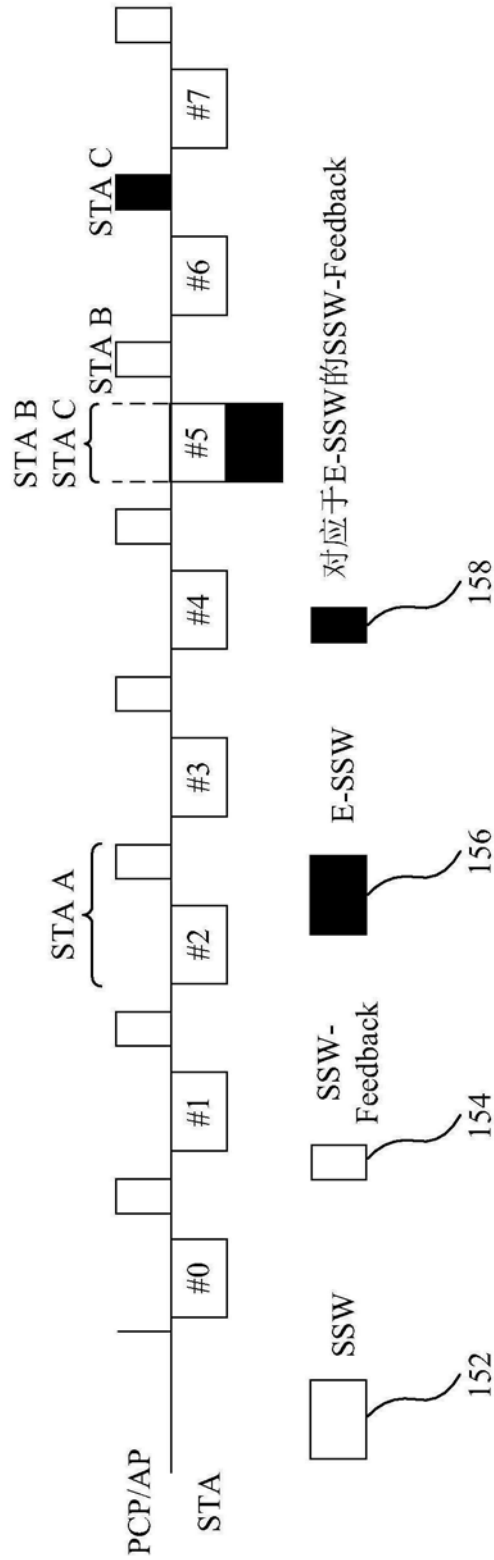


图13D

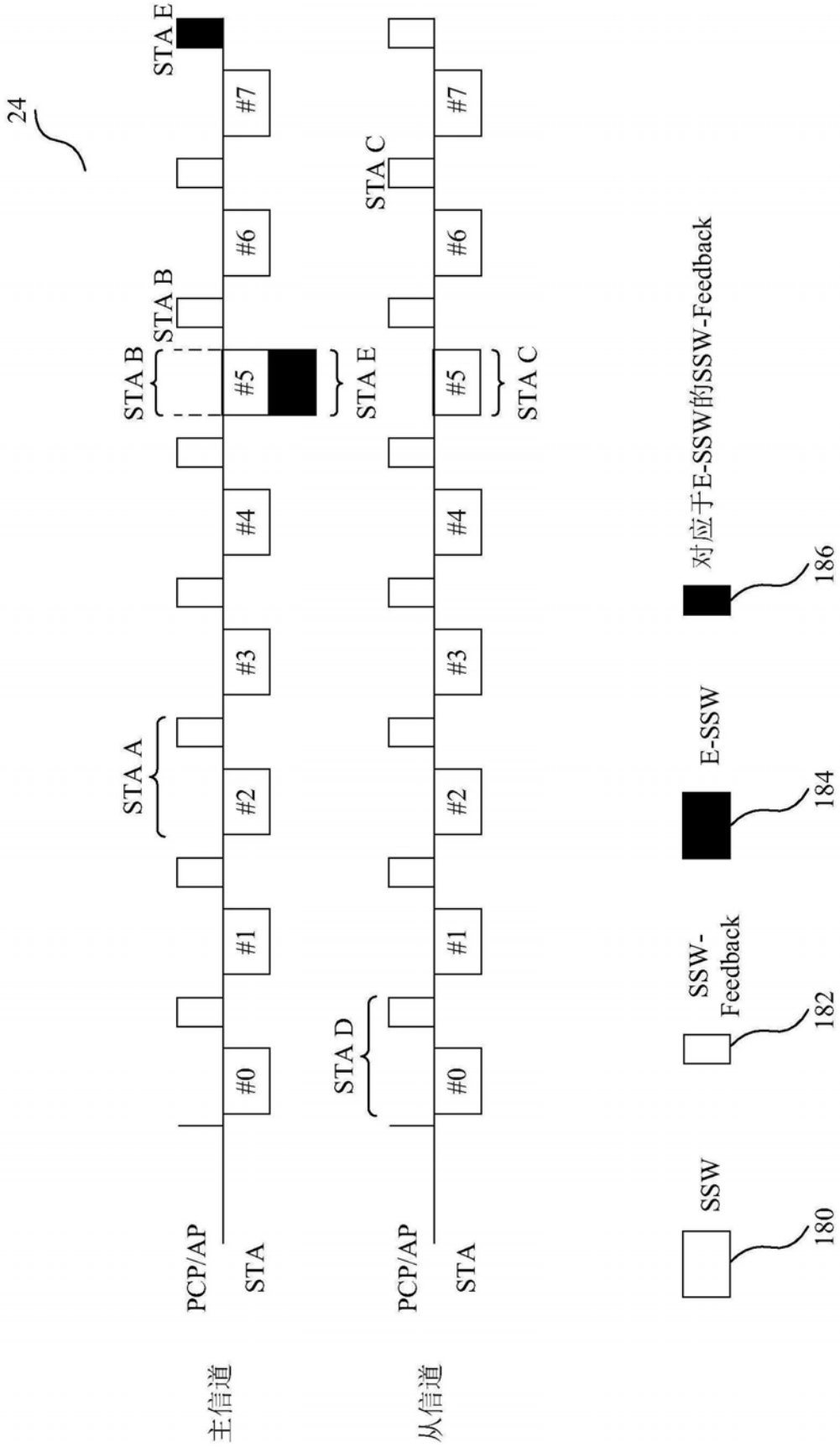


图14A

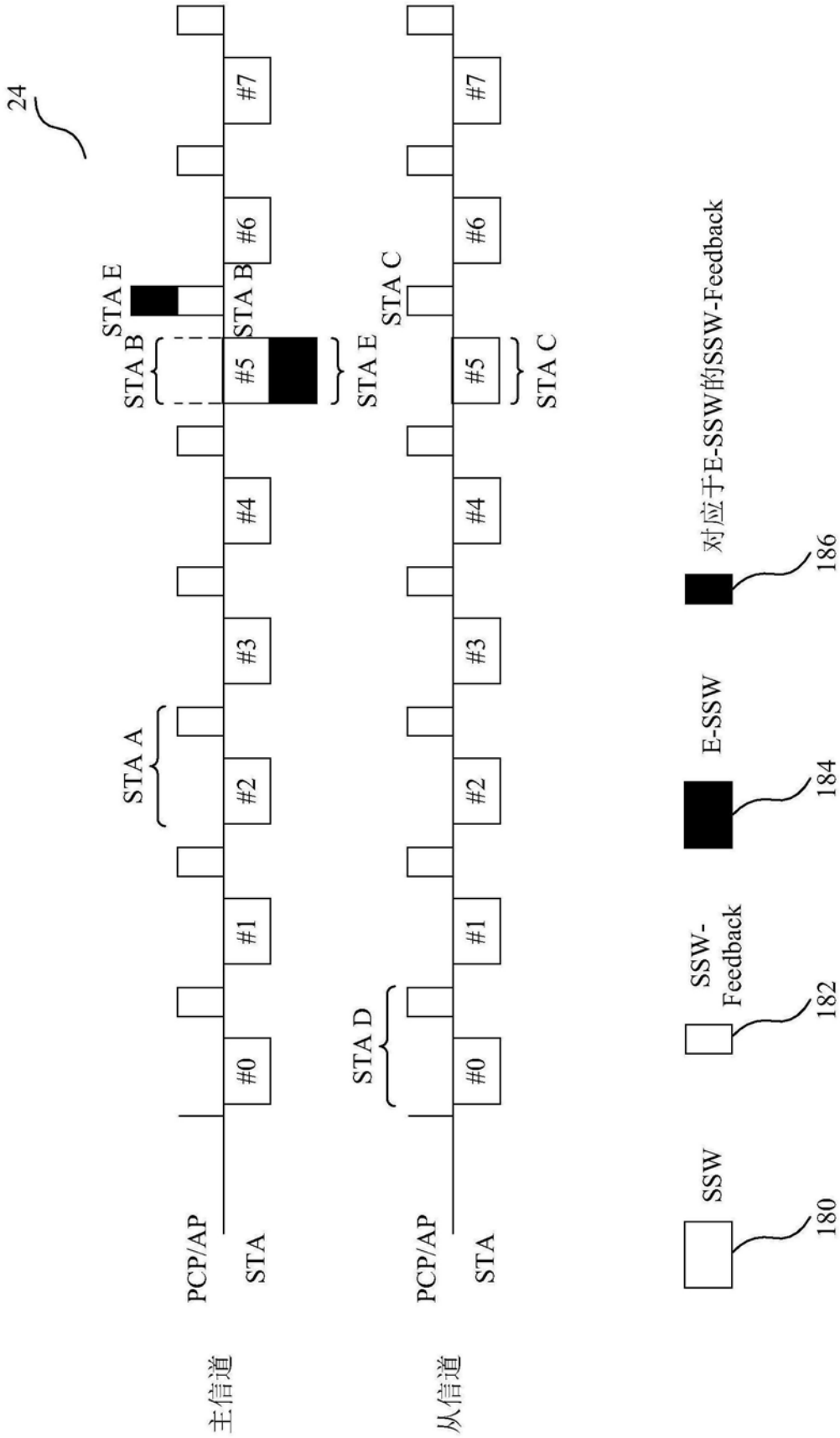


图14B

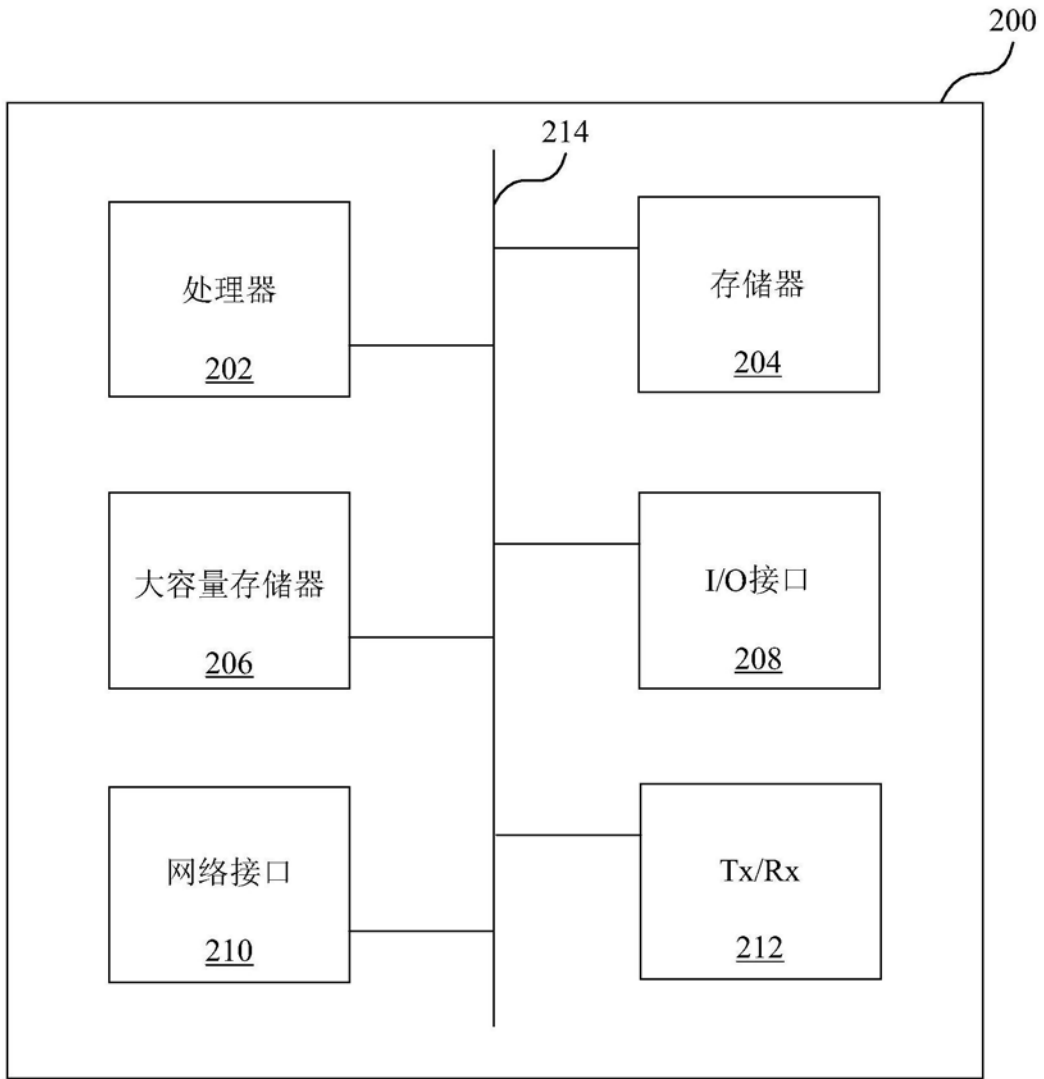


图15





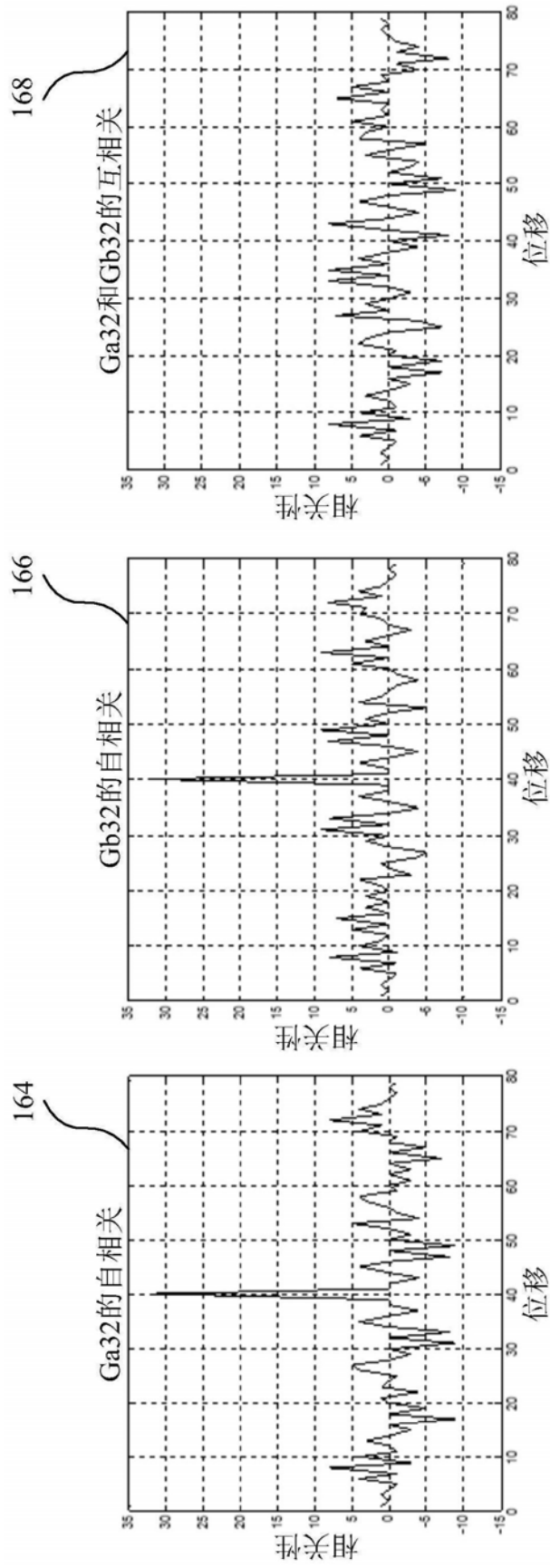


图16C





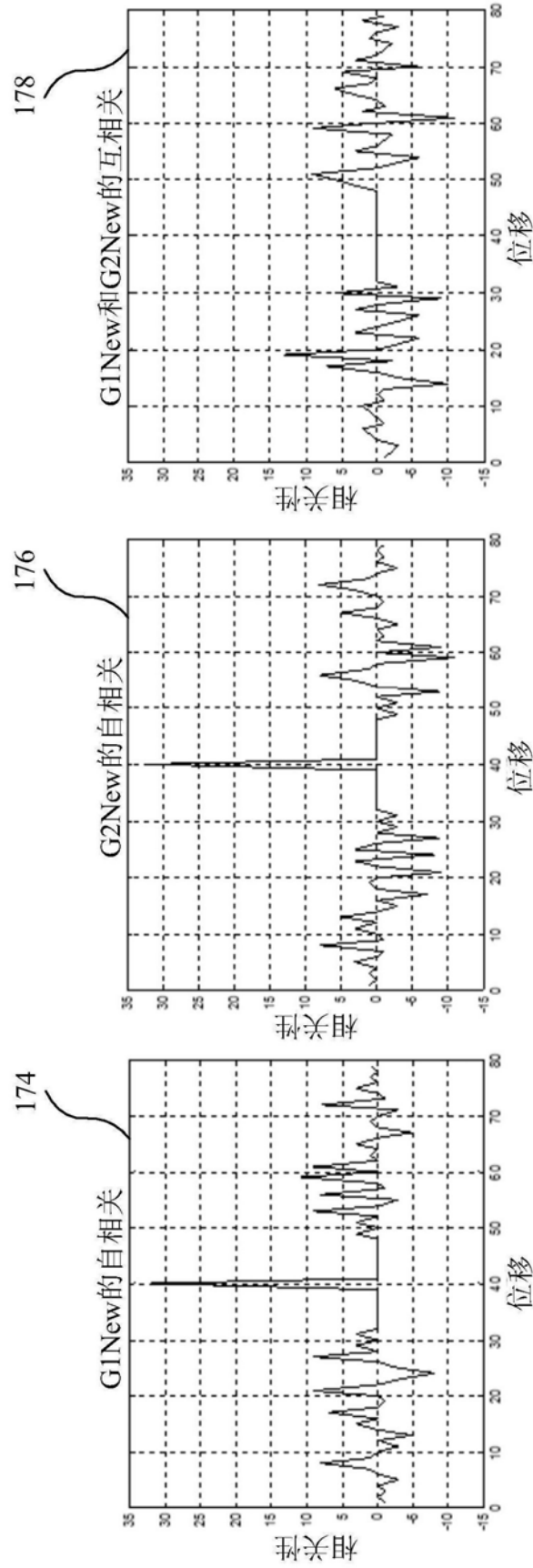


图17C

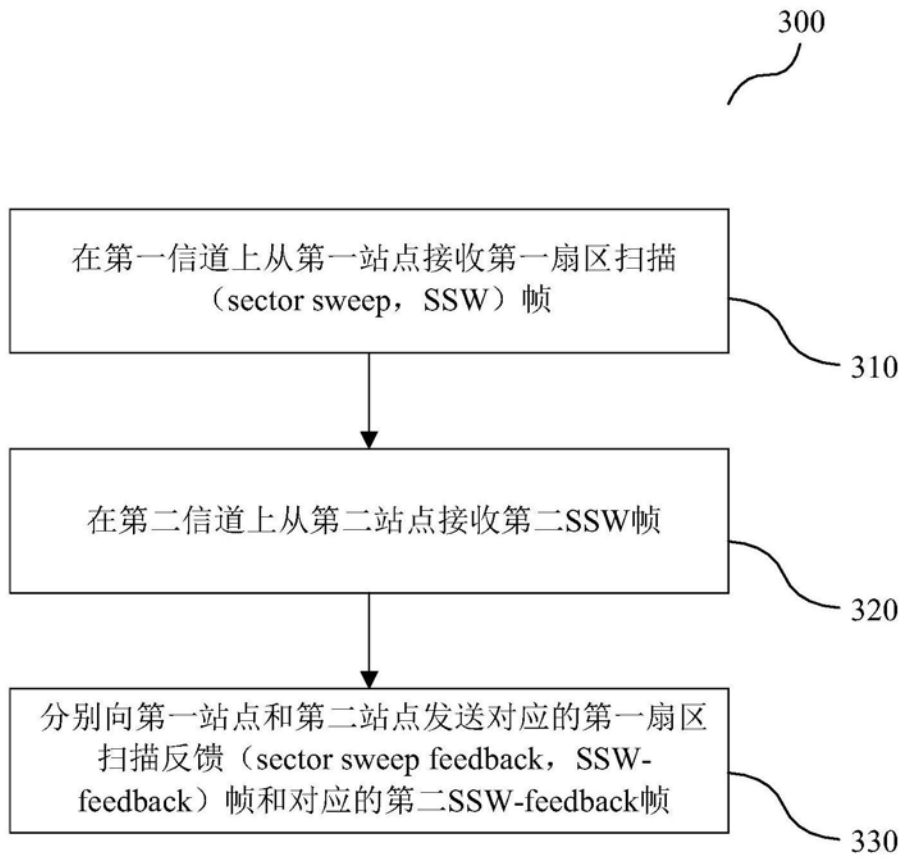


图18

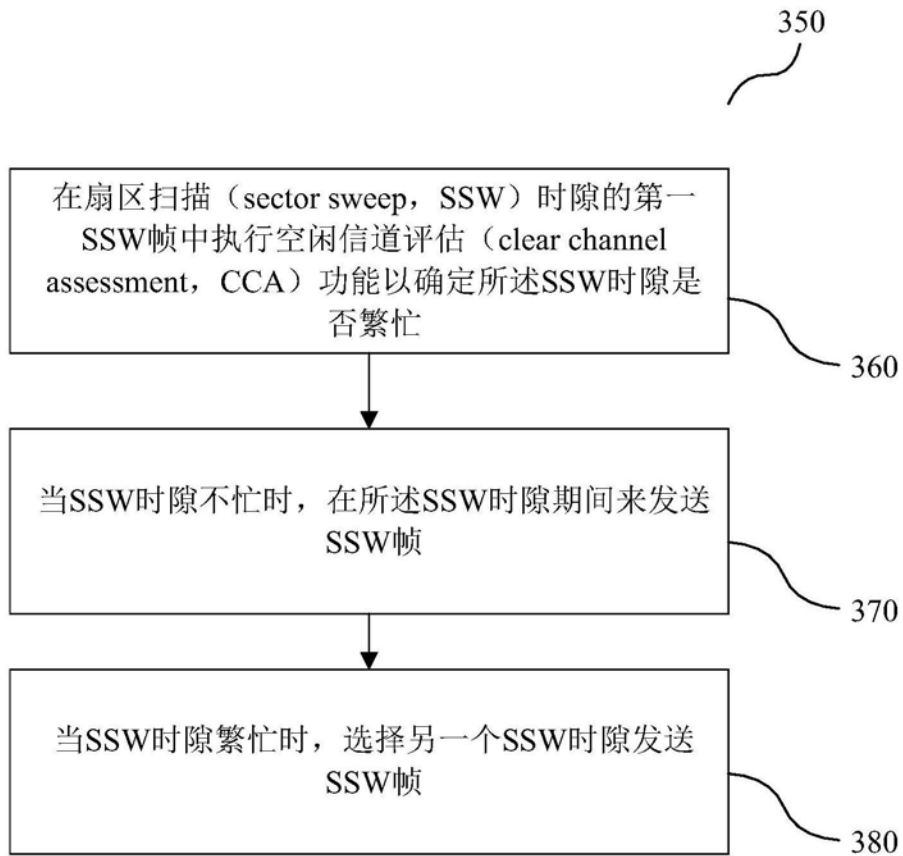


图19

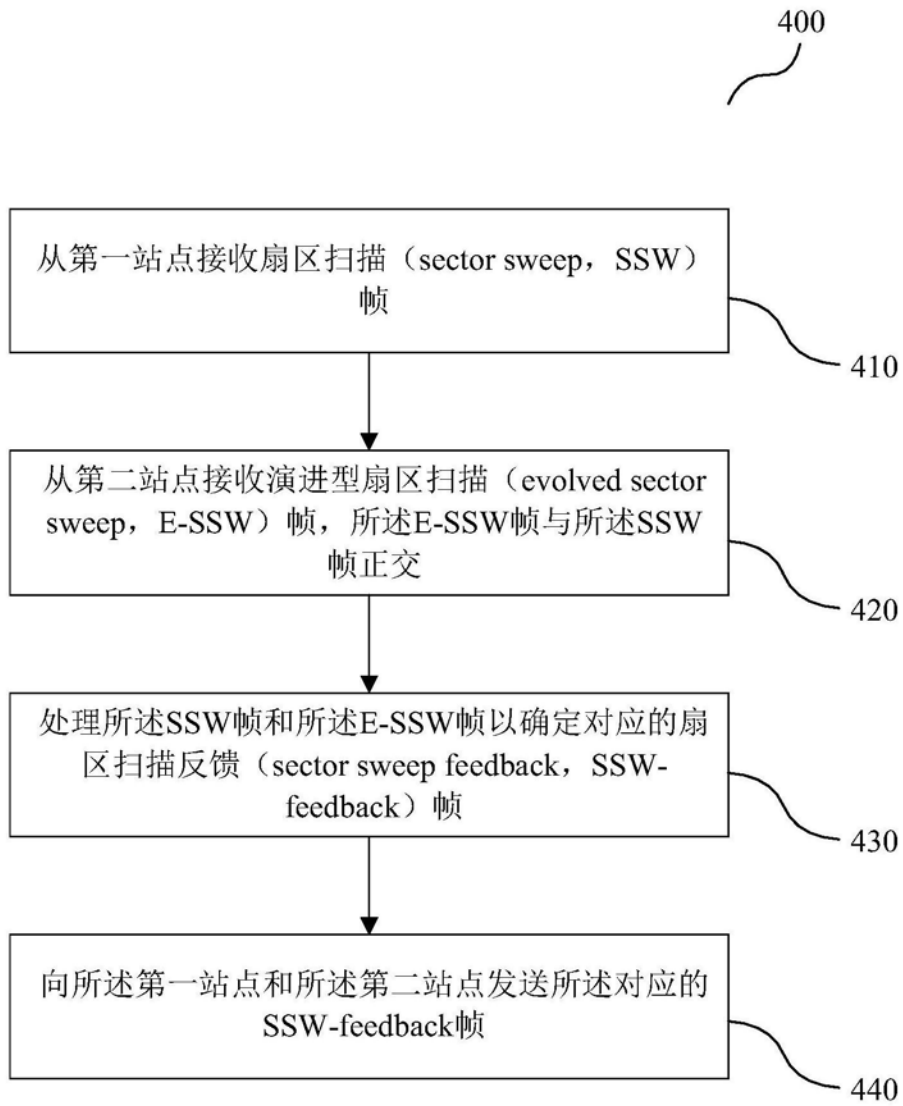


图20

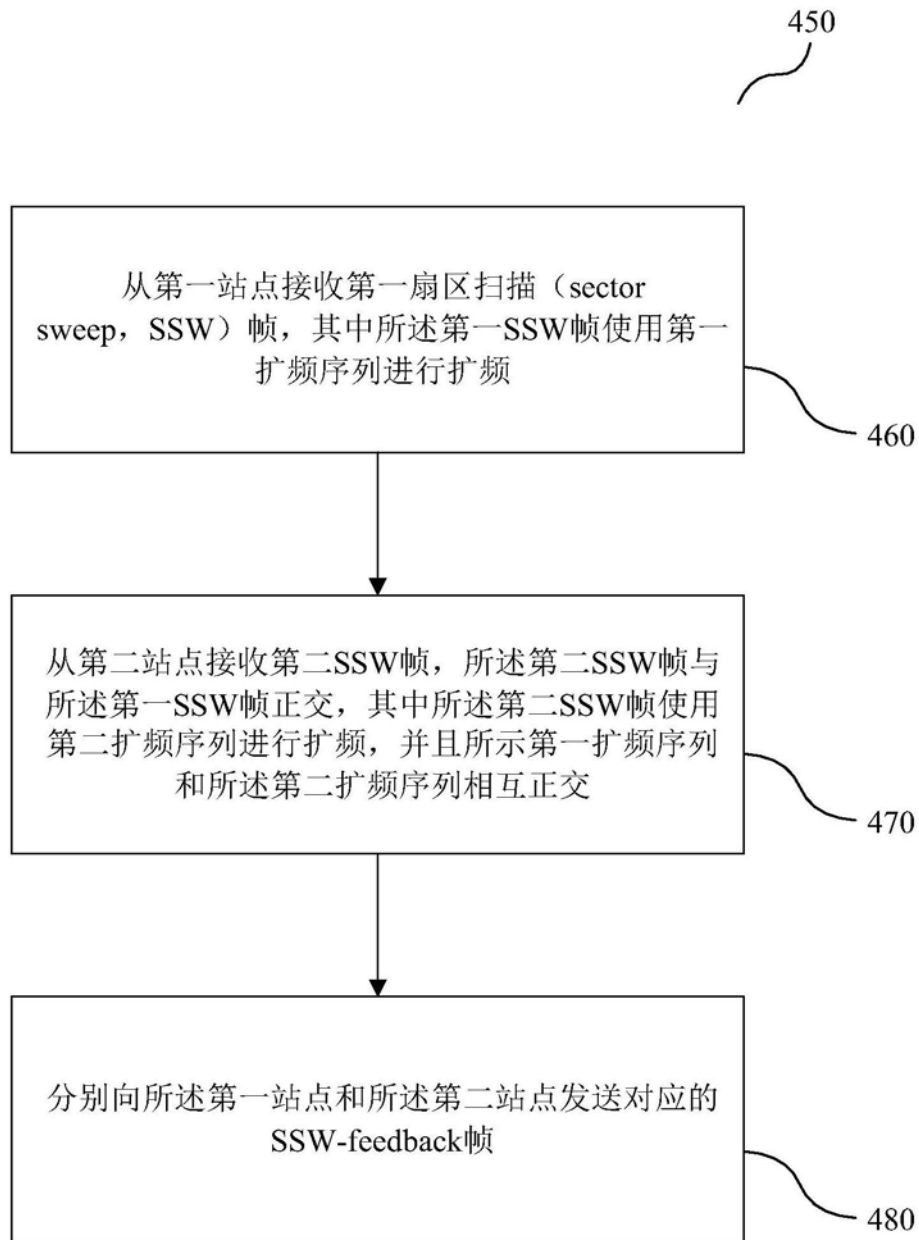


图21