



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113273101 A

(43) 申请公布日 2021.08.17

(21) 申请号 202080008572.8

(22) 申请日 2020.01.07

(30) 优先权数据

16/249,456 2019.01.16 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.07.09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2020/050099 2020.01.07

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/148602 EN 2020.07.23

(71) 申请人 索尼集团公司

地址 日本东京

(72) 发明人 M·哈希米

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038

代理人 曾琳

(51) Int.Cl.

H04B 7/06 (2006.01)

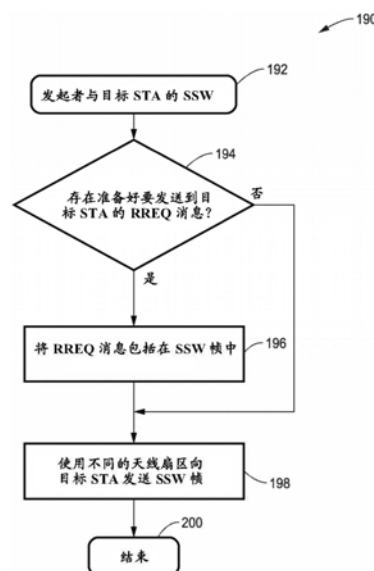
权利要求书4页 说明书37页 附图32页

(54) 发明名称

在多跳系统中集成扇区化通信和路由发现

(57) 摘要

在建立一条或多条路由之后执行定向无线传输(例如,定向mmW)的无线通信装置、系统或方法。当有效路由不可用于发送路由发现时,于是执行扇区扫描(SSW),其将路由请求与在多个扇区方向上发送的SSW帧组合在一起,以供相邻站接收。这些相邻站从该SSW及其附加的路由请求中获得信息,并通过可以向其附加路由应答或路由请求的SSW来响应回发起者。通过将训练字段附加到路由请求上来执行波束细化,该路由请求是通过将波束细化应答附加到路由应答上来进行响应的。



1. 一种用于网络中的无线通信的装置,所述装置包括:

(a) 包括定向无线通信电路的站,所述定向无线通信电路被配置为直接地或通过一跳或多跳与至少一个其它定向无线通信电路进行无线通信;

(b) 所述无线通信电路内的处理器,所述处理器被配置为在无线网络上控制站操作;

(c) 非暂态存储器,所述非暂态存储器存储能够由处理器执行的指令;以及

(d) 其中所述指令在由处理器执行时执行包括以下的步骤:

(i) 作为路由请求发起者站执行并且发起路由请求发现处理,包括:

(A) 如果该站缺少针对其邻居站的扇区信息,那么执行结合的扇区扫描 (SSW) 和路由发现操作;

(B) 通过从所述定向无线通信电路在多个扇区方向上传输扇区扫描 (SSW) 帧来执行所述扇区扫描 (SSW),以找到与相邻站通信的最佳方向;

(C) 将路由请求 (RREQ) 消息附加到在多个扇区方向上传输的所述扇区扫描 (SSW) 帧中的每个帧中;

(D) 接收并处理来自相邻站的扇区扫描 (SSW) 帧,并处理任何合并的路由请求 (RREQ) 或路由应答 (RREP) 消息内容;

(ii) 响应于来自路由请求发起者站的路由请求发现处理,作为路由请求响应者站执行包括以下的步骤:

(A) 通过在多个扇区方向上传输扇区扫描 (SSW) 帧,

对从相邻站接收的一个或多个扇区扫描 (SSW) 帧进行响应;

(B) 响应于检测并处理附加到接收的一个或多个扇区扫描 (SSW) 帧的路由请求 (RREQ) 消息,如果存在应答路由请求 (RREQ) 消息的有效路由,那么向每个传输的扇区扫描 (SSW) 帧附加路由应答 (RREP) 消息;

(C) 响应于检测并处理附加到接收的一个或多个扇区扫描 (SSW) 帧的路由请求 (RREQ) 消息,如果没有应答路由请求 (RREQ) 消息的有效路由,并且存在要发送到相邻站的路由请求 (RREQ) 消息,那么向每个传输的扇区扫描 (SSW) 帧附加路由应答 (RREQ) 消息;以及

(iii) 建立从路由请求发起者站通过一个或多个路由请求响应者站到目的地站的路由,所述目的地站能够包括路由请求响应者站之一。

2. 如权利要求1所述的装置,其中所述指令在由处理器执行时进一步执行包括以下的一个或多个步骤:在接收的一个或多个扇区扫描帧上跟踪链路度量,以及将链路度量传送到传输该接收的一个或多个扇区扫描帧的站。

3. 如权利要求2所述的装置,其中所述指令在由处理器执行时,响应于路由请求 (RREQ) 和路由应答 (RREP) 消息的传输来执行链路度量的传送。

4. 如权利要求3所述的装置,其中所述指令在由处理器执行时,当作为路由请求响应者站执行时,响应于它从其接收到多个路由请求 (RREQ) 的路由请求发现处理,选择具有最佳链路度量的路由请求,以转发到相邻或目的地站。

5. 如权利要求1所述的装置,其中所述指令在由处理器执行时进一步执行包括以下的一个或多个步骤:在接收的一个或多个扇区扫描帧上跟踪链路度量,以及在最佳扇区方向以用于与传输该接收的一个或多个扇区扫描帧的站通信时使用所述链路度量。

6. 如权利要求1所述的装置,其中所述指令在由处理器执行时进一步包括:响应于扇区

扫描和路由发现操作,在该站与相邻站之间建立定向通信链路。

7.如权利要求6所述的装置,其中所述指令在由处理器执行时进一步包括:在该站与相邻站之间的定向通信链路上执行波束细化协议(BRP),以进一步调整方向扇区设置。

8.如权利要求7所述的装置,其中所述指令在由处理器执行时,当波束跟踪发起者将训练(TRN)字段附加到去往相邻站的路由请求(RREQ)消息上时,执行所述波束细化协议(BRP)。

9.如权利要求8所述的装置,其中所述指令在由处理器执行时,作为波束跟踪响应者执行响应,该波束跟踪响应者将波束细化协议(BRP)应答附加到路由应答(RREP)消息上。

10.如权利要求1所述的装置,其中所述指令在由处理器执行时,通过以下方式执行对路由发现消息的接收的响应:如果接收到路由发现消息的站不是无线通信的目的地,那么将路由发现消息传播到其邻居站;或者,如果接收到路由发现消息的站是无线通信的目的地,那么向从其接收到路由发现消息的站发出路由应答消息。

11.如权利要求1所述的装置,其中所述指令在由处理器执行时,执行将路由应答消息传播到邻居站,直到一个或多个路由应答消息通过一条或多条路径被始发站接收到,所述始发站是最初传输了路由发现消息的站。

12.如权利要求1所述的装置,其中所述无线通信电路包括毫米波(mmW)站,所述毫米波(mmW)站被配置为在网格网络和非网格网络中进行定向通信。

13.如权利要求1所述的装置,其中所述指令在由处理器执行时进一步包括:在选择主要下一跳站和至少一个备用下一跳站时,如果这些站是能够使用的,那么基于多个路由请求的链路度量来对该多个路由请求进行排序。

14.如权利要求1所述的装置,其中所述无线通信电路被配置为在第一频带上进行定向通信,并且在第二频带上进行准全向通信。

15.一种用于网络中的无线通信的装置,所述装置包括:

(a)包括定向无线通信电路的站,所述定向无线通信电路被配置为直接地或通过一跳或多跳与至少一个其它定向无线通信电路进行无线通信;

(b)所述无线通信电路内的处理器,所述处理器被配置为在无线网络上控制站操作;

(c)非暂态存储器,所述非暂态存储器存储能够由处理器执行的指令;以及

(d)其中所述指令在由处理器执行时执行包括以下的步骤:

(i)作为路由请求发起者站执行并且发起路由请求发现处理,包括:

(A)如果该站缺少针对其邻居站的扇区信息,那么执行结合的扇区扫描(SSW)和路由发现操作;

(B)通过从所述定向无线通信电路在多个扇区方向上传输扇区扫描(SSW)帧来执行所述扇区扫描(SSW),以找到与相邻站通信的最佳方向;

(C)将路由请求(RREQ)消息附加到在多个扇区方向上传输的所述扇区扫描(SSW)帧中的每个帧中;

(D)接收并处理来自相邻站的扇区扫描(SSW)帧,并处理任何合并的路由请求(RREQ)或路由应答(RREP)消息内容;

(ii)响应于来自路由请求发起者站的路由请求发现处理,作为路由请求响应者站执行包括以下的步骤:

(A) 在接收的一个或多个扇区扫描帧上跟踪链路度量,并通过在多个扇区方向上传输包含链路度量的路由请求 (RREQ) 或路由应答 (RREP) 消息被附加到的扇区扫描 (SSW) 帧,将链路度量传送到传输来自相邻站的该接收的一个或多个扇区扫描帧的站;

(B) 响应于检测并处理附加到接收的一个或多个扇区扫描 (SSW) 帧的路由请求 (RREQ) 消息,如果存在应答路由请求 (RREQ) 消息的有效路由,那么向每个传输的扇区扫描 (SSW) 帧附加路由应答 (RREP) 消息;

(C) 响应于检测并处理附加到接收的一个或多个扇区扫描 (SSW) 帧的路由请求 (RREQ) 消息,如果没有应答路由请求 (RREQ) 消息的有效路由,并且存在要发送到相邻站的路由请求 (RREQ) 消息,那么向每个传输的扇区扫描 (SSW) 帧附加路由应答 (RREQ) 消息;以及

(iii) 建立从路由请求发起者站通过一个或多个路由请求响应者站到目的地站的路由,所述目的地站能够包括路由请求响应者站之一。

16. 如权利要求15所述的装置,其中所述指令在由处理器执行时进一步包括:在该站与相邻站之间的定向通信链路上执行波束细化协议 (BRP),以进一步调整方向扇区设置。

17. 如权利要求16所述的装置,其中所述指令在由处理器执行时,当波束跟踪发起者将训练 (TRN) 字段附加到去往相邻站的路由请求 (RREQ) 消息上时,执行所述波束细化协议 (BRP)。

18. 如权利要求17所述的装置,其中所述指令在由处理器执行时,作为波束跟踪响应者执行响应,该波束跟踪响应者将波束细化协议 (BRP) 应答附加到路由应答 (RREP) 消息上。

19. 如权利要求15所述的装置,其中所述指令在由处理器执行时,通过以下方式执行对路由发现消息的接收的响应:如果接收到路由发现消息的站不是无线通信的目的地,那么将路由发现消息传播到其邻居站;或者,如果接收到路由发现消息的站是无线通信的目的地,那么向从其接收到路由发现消息的站发出路由应答消息。

20. 一种在网络中执行无线通信的方法,包括以下步骤:

(a) 进行包括定向无线通信电路的站与至少一个其它定向无线通信电路的无线通信,并作为路由请求发起者站、路由请求响应者站或目的地站操作,用于从路由请求发起者站和目的地站建立直接路由或者通过一跳或多跳建立间接路由;

(b) 作为路由请求发起者站执行并且发起路由请求发现处理,包括:

(i) 如果该站缺少针对其邻居站的扇区信息,那么执行结合的扇区扫描 (SSW) 和路由发现操作;

(ii) 通过从所述定向无线通信电路在多个扇区方向上传输扇区扫描 (SSW) 帧来执行所述扇区扫描 (SSW),以找到与相邻站通信的最佳方向;

(iii) 将路由请求 (RREQ) 消息附加到在多个扇区方向上传输的所述扇区扫描 (SSW) 帧中的每个帧中;

(iv) 接收并处理来自相邻站的扇区扫描 (SSW) 帧,并处理任何合并的路由请求 (RREQ) 或路由应答 (RREP) 消息内容;

(c) 响应于来自路由请求发起者站的路由请求发现处理,作为路由请求响应者站执行包括以下的步骤:

(i) 通过在多个扇区方向上传输扇区扫描 (SSW) 帧,对从相邻站接收的一个或多个扇区扫描 (SSW) 帧进行响应;

(ii) 响应于检测并处理附加到接收的一个或多个扇区扫描 (SSW) 帧的路由请求 (RREQ) 消息, 如果存在应答路由请求 (RREQ) 消息的有效路由, 那么向每个传输的扇区扫描 (SSW) 帧附加路由应答 (RREP) 消息;

(iii) 响应于检测并处理附加到接收的一个或多个扇区扫描 (SSW) 帧的路由请求 (RREQ) 消息, 如果没有应答路由请求 (RREQ) 消息的有效路由, 并且存在要发送到相邻站的路由请求 (RREQ) 消息, 那么向每个传输的扇区扫描 (SSW) 帧附加路由应答 (RREQ) 消息; 以及

(d) 建立从路由请求发起者站通过一个或多个路由请求响应者站到目的地站的路由, 所述目的地站能够包括路由请求响应者站之一。

在多跳系统中集成扇区化通信和路由发现

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 不适用

[0003] 关于联邦政府资助的研究或开发的声明不适用

[0004] 通过引用纳入计算机程序附录

[0005] 不适用

[0006] 受版权保护的资料的通知

[0007] 本专利文档中的资料的一部分可以根据美国和其他国家的版权法受到版权保护。版权所有人反对任何人按照本专利文档或专利公开登载在美国专利商标局公众可获得的文件或记录中那样传真复制本专利文档或专利公开,但在其他方面保留所有版权。版权所有人据此不放弃其使本专利文档保密的任何权利,包括但不限于其依据37.C.F.R. §1.14的权利。

技术领域

[0008] 本公开的技术一般而言涉及无线网络通信,并且更特别地涉及利用集成的扇区化通信和路由发现处理的多跳路由。

背景技术

[0009] 响应于提供更高容量网络的广泛需求,网络运营商已经开始采用各种概念来实现致密化(densification)。当前的6GHz以下无线技术不足以应对高数据需求。一种替代方法是利用30-300GHz频带中的附加频谱,该频谱通常被称为毫米波频带(mmW)。

[0010] 为了高效地利用mmW无线联网系统,通常需要正确处理这些高频带的信道损伤和传播特性。高自由空间路径损耗、高穿透、反射和衍射损耗会降低可用的分集并限制非视线(NLOS)通信。但是,mmW的小波长使得能够使用实用维度的高增益电子可控定向天线,这可以提供足够的阵列增益来克服路径损耗并确保接收器处的高信噪比(SNR)。使用mmW频带的密集部署环境中的定向分发网络(DN)可能是一种用于实现站(STA)之间的可靠通信并克服视线信道限制的高效方法。

[0011] 当新站(STA或节点)正在启动时,它将寻找(搜索)邻近的STA以发现要加入的网络。STA对网络的初始接入的处理包括扫描邻近的STA并发现本地附近的所有活动的STA。这可以通过新STA搜索要加入的具体网络或网络列表来执行,或者通过新STA发送加入将接受新STA的任何已经建立的网络的广播请求来执行。

[0012] 连接到分布式网络(DN)的STA需要发现邻近的STA,以决定到达网关/门户DN STA的最佳方式以及这些邻近的STA中每一个的能力。新STA在具体时间段内检查用于可能的邻近的STA的每个信道。如果在那个具体时间之后未检测到活动的STA,那么新STA移动以测试下一个信道。当检测到STA时,新STA收集足够的信息以配置其物理(PHY)层(例如,OSI模型)以在监管域(IEEE、FCC、ETSI、MKK等)中操作。由于定向传输,这个任务在mmW通信中更具挑战性。这个处理中的挑战可以归纳为:(a)了解周围的STA ID;(b)了解波束成形的最佳传输

模式；(c) 由于冲突和聋症 (deafness) 造成的信道接入问题；以及 (d) 由于阻塞和反射造成的信道损伤。设计邻域发现方法以克服上述一些或全部问题对于使 mmW D2D 和 DN 技术能够普及至关重要。

[0013] 用于以广播模式操作的网络的 DN 地址发现的大多数现有技术并不针对具有定向无线通信的网络。另外，在信标信号的生成方面，利用定向无线网络通信的那些技术通常具有非常高的开销需求。另外，这些技术缺乏足够的机制来减少执行发现所涉及的开销和时延。

[0014] 当前的 mmW 通信系统依靠定向通信来获得传输器 (Tx) 和接收器 (Rx) 之间足够的链路预算。对于要接入信道的站，它首先侦听以检查介质是被占用还是空闲。侦听阶段通常使用准全向天线执行，并且在许多情况下，这会导致信道接入受阻，但是传输或接收方向不受实际定向信号的影响。

[0015] 与低频带系统中的全向通信相比，由于方向性，在 mmW 频带中建立多跳通信网络的任务更具挑战性。这个处理中的挑战可以被概括为：(a) 知道周围节点 ID；(b) 知道用于向邻居进行波束成形的最佳传输模式；(c) 由于冲突和聋症引起的信道接入问题；以及 (d) 由于阻塞和反射导致的信道损伤。

[0016] 当前的定向无线通信技术在网络上建立链路和路由路径时经常遭受高开销。

[0017] 因此，需要增强的机制以高效地建立从源到目的地站的链路和路由路径，包括多跳 (multi-hop) 路径。本公开满足了这些需求并且提供了优于先前技术的其它益处。

发明内容

[0018] 公开了一种用于网络站 (STA) 在多跳通信场景中将扇区化通信与路由发现相集成的装置和方法。在发起路由请求发现处理时站 (STA) 没有有效扇区信息的情形中，那么根据公开的协议执行联合扇区扫描和路由发现操作。

[0019] 在至少一个实施例中，该集成的扇区扫描和路由发现处理结合了以下元素。为了发起联合路由发现和扇区扫描处理，在扇区扫描 (SSW) 操作中将路由请求帧附加到每个扇区。接收扇区扫描帧的站从扇区扫描及其嵌入的路由请求帧中提取信息。站维护 (跟踪) 关于具有最佳链路度量的路由请求消息的信息。如果先前已经确定链路上的扇区扫描并使其保持最新 (例如，有效的路由路径)，那么路由请求发现消息通过最佳扇区进行传送。

[0020] 为了优化多跳通信，每个站可以应用波束细化协议 (BRP) 来微调其扇区设置以到达邻居 STA。在本公开中，这些 BRP 与路由发现消息传递集成在一起。发起路由发现消息以建立到目的地 STA 的路由的 STA 被配置为如果期望波束细化，那么将训练 (TRN) 字段附加到路由发现消息。在接收到带有附加的 TRN 字段的路由发现消息后，响应站检查 TRN 字段，并且该 STA 将包含检查结果的反馈 (BRP 帧反馈) 嵌入到它生成的任何响应路由请求或路由应答中。

[0021] 使用定向通信 (Tx/Rx) 通过多跳进行通信的无线 STA 执行扇区扫描训练以找到到达邻居 STA 的最佳方向，并使用由扇区扫描握手确定的最佳扇区来发送路由发现消息以建立到目的地 STA 的路由。

[0022] 在发明人的先前工作中，维持了替代路由，但是未通过与用于设置扇区化通信的操作进行集成来优化处理。

[0023] 本公开的教导可以应用于无线 LAN (WLAN)、无线个人局域网 (WPAN)、设备到设备

(D2D)、对等体到对等体 (P2P)、网格 (mesh) 网络和室外无线通信。因此,所公开的技术可以在广泛的目标应用中利用,以下是以示例而非限制的方式提供的:Wi-Fi、WiGig、Wi-Fi 类型网络、物联网 (IoT) 应用、数据的回传和前传、室内和室外分发网络、网格网络、具有 D2D 通信的下一代蜂窝网络等。

[0024] 将在本说明书的以下部分中提出本文描述的技术的其它方面,其中详细描述是出于完全公开本技术的优选实施例的目的,而不是对其施加限制。

附图说明

[0025] 通过参照以下仅出于说明性的目的的附图,将更充分地理解本文中描述的技术:

[0026] 图1是在 IEEE 802.11 无线局域网 (WLAN) 中执行的主动扫描的时序图。

[0027] 图2是分布式网络 (DN) 的站 (STA) 图,其示出了 DN 和非 DN 站的组合。

[0028] 图3是数据字段图,其描述了 IEEE 802.11 WLAN 的 DN 标识元素。

[0029] 图4是数据字段图,其描述了 IEEE 802.11 WLAN 的 DN 配置元素。

[0030] 图5是 IEEE 802.11ad 协议中的天线扇区扫描 (SSW) 的示意图。

[0031] 图6是示出 IEEE 802.11ad 协议中的扇区级扫描 (SLS) 的信令的信令图。

[0032] 图7是数据字段图,其描述了 IEEE 802.11ad 的扇区扫描 (SSW) 帧元素。

[0033] 图8是数据字段图,其描述了 IEEE 802.11ad 的 SSW 帧元素内的 SSW 字段。

[0034] 图9A和图9B是数据字段图,其描绘了图9A中作为 ISS 的一部分传输时示出的 SSW 反馈字段和图9B中不作为 ISS 的一部分传输时示出的 SSW 反馈字段,如用于 IEEE 802.11ad 那样。

[0035] 图10A至图10C是自组织 (Ad-hoc) 按需距离向量 (AODV) 路由协议的网络拓扑图。

[0036] 图11是根据本公开的实施例使用的无线 mmW 通信站硬件的框图。

[0037] 图12是根据本公开的实施例使用的图11的站硬件的 mmW 波束图案图。

[0038] 图13是根据本公开的实施例的用于发现频带通信天线 (即,6GHz 以下) 的波束图案图。

[0039] 图14是根据本公开的实施例使用的四个示例站的网络拓扑图。

[0040] 图15是根据本公开的实施例使用的三个示例站的网络拓扑图。

[0041] 图16是根据本公开的实施例的路由请求帧 (RREQ) 的数据字段图。

[0042] 图17是根据本公开的实施例的路由应答帧 (RREP) 的数据字段图。

[0043] 图18是根据本公开的实施例的状态请求帧 (SREQ) 的数据字段图。

[0044] 图19是根据本公开的实施例的始发站 (STA) 的状态应答帧 (SREP) 的数据字段图。

[0045] 图20是根据本公开的实施例的具有集成路由请求传输的发起者扇区扫描处理的流程图。

[0046] 图21是根据本公开的实施例的响应者扇区扫描处理集成路由请求的流程图。

[0047] 图22是根据本公开的实施例的作为示例利用的网络拓扑图。

[0048] 图23是示出根据本公开的实施例的在站 S 和站 A 之间使用集成扇区扫描和路由发现的发起者和响应者通信的信令图。

[0049] 图24是示出根据本公开的实施例的按照图23在站 S 和站 A 之间执行的扇区扫描的网络拓扑图。

[0050] 图25是示出根据本公开的实施例的在站S和站B之间使用集成扇区扫描和路由发现的发起者和响应者通信的信令图。

[0051] 图26是示出根据本公开的实施例的按照图25在站S和站B之间执行的扇区扫描的网络拓扑图。

[0052] 图27是示出根据本公开的实施例的在站S和缺少请求应答信息的站A之间使用集成扇区扫描和路由发现的发起者和响应者通信的信令图。

[0053] 图28是示出根据本公开的实施例的按照图27在站S和站A执行的扇区扫描的网络拓扑图。

[0054] 图29是示出根据本公开的实施例的在站S和缺少请求应答信息的站B之间使用集成扇区扫描和路由发现的发起者和响应者通信的信令图。

[0055] 图30是示出根据本公开的实施例的按照图29在站S和站B执行的扇区扫描的网络拓扑图。

[0056] 图31是示出根据本公开的实施例的在站A和站B之间使用集成扇区扫描和路由发现的发起者和响应者通信的信令图。

[0057] 图32是示出根据本公开的实施例的按照图31在站A和站B之间执行的扇区扫描的网络拓扑图。

[0058] 图33是示出根据本公开的实施例的在站A和站D之间使用集成扇区扫描和路由发现的发起者和响应者通信的信令图,其中站A选择其接收到的路由请求中的最佳路由请求传递。

[0059] 图34是示出根据本公开的实施例的按照图33在站A和站D之间执行的扇区扫描的网络拓扑图。

[0060] 图35是示出根据本公开的实施例的在站A和站D之间使用集成扇区扫描和路由发现的发起者和响应者通信的信令图。

[0061] 图36是示出根据本公开的实施例的按照图35在站A和站D之间执行的扇区扫描的网络拓扑图。

[0062] 图37是示出根据本公开的实施例的在站A和站B之间使用集成扇区扫描和路由发现的发起者和响应者通信的信令图。

[0063] 图38是示出根据本公开的实施例的按照图37在站A和站B之间执行的扇区扫描的网络拓扑图。

[0064] 图39是示出根据本公开的实施例的在站A和站D之间建立的定向链路以及通过建立的链路发送的路由请求的网络拓扑图。

[0065] 图40是示出根据本公开的实施例的在STA B已经接收到两个路由请求之后,在站B和站D之间使用集成扇区扫描和路由发现的发起者和响应者通信的信令图。

[0066] 图41是示出根据本公开的实施例的按照图40来自站A和站B的扇区之间的扇区扫描的网络拓扑图。

[0067] 图42是示出根据本公开的实施例的在站A和站B之间建立的定向链路的网络拓扑图,在该定向链路上交换路由应答消息。

[0068] 图43是示出根据本公开的实施例的在站A和站S之间建立的定向链路的网络拓扑图,在该定向链路上传递路由应答消息。

- [0069] 图44是示出根据本公开的实施例的在站B和站S之间建立的定向链路的网络拓扑图,在该定向链路上传递路由应答消息。
- [0070] 图45是示出根据本公开的实施例的波束跟踪发起者和响应者传送路由消息的信令图,该路由消息集成了针对路由的定向扇区的训练和响应信息。
- [0071] 图46是示出BRP数据帧内的训练 (TRN) 字段的数据字段图。
- [0072] 图47是波束细化协议 (BRP) 传输 (TX) 数据包中的训练 (TRN) 字段的数据字段图。
- [0073] 图48是波束细化协议 (BRP) 接收 (RX) 数据包中的训练 (TRN) 字段的数据字段图。
- [0074] 图49是根据本公开的实施例的传输具有附加的 (TRN) 字段的路由请求的流程图。
- [0075] 图50是根据本公开的实施例的处理具有附加的 (TRN) 字段的接收到的路由请求的流程图。
- [0076] 图51是示出根据本公开的实施例的在站A和站S之间建立的定向链路上将BRP训练和响应字段集成在路由请求和应答消息内的网络拓扑图。
- [0077] 图52是示出根据本公开的实施例的在站B和站S之间建立的定向链路上将BRP训练和响应字段集成在路由请求和应答消息内的网络拓扑图。
- [0078] 图53是示出根据本公开的实施例的在站A和站S之间的扇区扫描的网络拓扑图。
- [0079] 图54是示出根据本公开的实施例的在站B和站S之间的扇区扫描的网络拓扑图。
- [0080] 图55是根据本公开的实施例的在站S处的示例邻居列表的数据库记录图,该示例邻居列表识别邻居站A和B。
- [0081] 图56是示出根据本公开的实施例的使用根据扇区扫描的最佳扇区在站S和站A之间建立的链路上传送的路由请求的网络拓扑图。
- [0082] 图57是示出根据本公开的实施例的使用根据扇区扫描的最佳扇区在站S和站B之间建立的链路上传送的路由请求的网络拓扑图。

具体实施方式

[0083] 本公开提供了针对定向多跳通信的扇区化通信和路由发现的集成。在定向通信中,利用扇区扫描来找到最佳的天线扇区,以用于在网络中任何一对站(节点)之间进行传输 (TX) 和接收 (RX)。此外,在多跳通信中,路由发现被用于建立从源到目的地的多跳路由,诸如或者直接(从源到目的地)或者多跳(通过一个或多个中间站)。本公开描述了组合扇区化通信和路由发现的多种方法。另外,所描述的协议扩展可用于广泛的无线通信协议中,并且与包括用于跟踪到达目的地站的多个下一跳选项的扩展在内的扩展兼容,从而使路由协议抗阻塞(blockage resistant)。

[0084] 当在本公开中使用时,以下术语具有下面一般描述的含义。

[0085] AODV:自组织按需距离向量(AODV)是为无线和移动自组织网络设计的用于建立到目的地的按需路由的路由协议。

[0086] 波束成形(BF):来自定向天线系统或阵列而不是全向或准全向天线的定向传输,用于确定用于在预期接收器处改善接收信号功率或信噪比(SNR)的信息,并且在该站下可以获得用于使时间和方向分配信息相关的信息。

[0087] BI:信标间隔是表示信标传输时间之间的时间的循环超帧时段。

[0088] BRP:波束细化协议是用于细化用于特定一对节点(站)之间的通信的定向扇区的

处理。

[0089] BRP应答:波束细化协议 (BRP) 应答是包含在BRP期间作为接收到训练字段 (TRN) 的应答而发送的波束细化信息的信息。

[0090] BSS:基本服务集,是已经与网络中的AP成功同步的一组站 (STA)。围绕BSS构建的IEEE 802.11WLAN体系架构的组件,该BSS实际上是连接到允许STA彼此通信的无线介质的一组STA。

[0091] BTI:信标传输间隔,是连续的信标传输之间的间隔。

[0092] CBAP:基于竞争的接入时段是定向多千兆位 (DMG) BSS的数据传送间隔 (DTI) 内的时间段,其中利用了基于竞争的增强型分布式信道接入 (EDCA)。

[0093] CSMA/CA:具有冲突避免的载波侦听多路接入是其中利用载波侦听的网络多址接入方法。

[0094] DMG:定向多千兆位是IEEE 802中描述的高吞吐量无线通信的一种形式。

[0095] DN STA:分布式网络 (DN) 站 (DN STA) 是实现DN设施的站 (STA)。在DN BSS中操作的DN STA可以为其它DN STA提供分发服务。

[0096] DTI:数据传送间隔是允许完全的BF训练然后进行实际数据传送的时段。DTI可以包括一个或多个服务时段 (SP) 和基于竞争的接入时段 (CBAP)。

[0097] FCS:是帧校验序列,其提供了添加到通信协议中的帧的检错码。

[0098] LOS:视线,其中传输器和接收器表面上在彼此视线内、但不是反射信号的通信结果的通信;相反的情况是其中站不在彼此的LOS中的非视线的NLOS。

[0099] MAC地址:介质访问控制 (MAC) 地址。

[0100] MBSS:网络基本服务集是形成分布式网络 (DN) 站 (DN STA) 的自包含网络的基本服务集 (BSS),其可以用作分发系统 (DS)。

[0101] NAV信息:是用于与无线网络协议 (诸如IEEE 802.11) 一起使用的虚拟载波侦听机制的信息。

[0102] 全向:利用非定向天线的传输模式。

[0103] 准全向:是利用具有可实现的最宽波束宽度的定向多千兆位 (DMG) 天线的通信模式。

[0104] RA:是要将数据传送到的接收方地址。

[0105] RREP:路由应答;由目的地STA生成的并且包含关于始发STA的信息的消息帧。

[0106] RREQ:路由请求;由始发STA生成的并且包含关于目的地STA的信息的消息帧。

[0107] RREQU:路由请求更新;为从相邻的STA获取信息以更新路由信息而生成的消息帧。

[0108] RREPU:路由应答更新;为应答RREQU而生成的消息帧。

[0109] 接收扇区扫描 (RXSS):经由 (跨) 不同扇区接收扇区扫描 (SSW) 帧,其中在连续接收之间执行扫描。

[0110] RSSI:接收信号强度指示符 (以dBm为单位)。

[0111] SLS:扇区级扫描阶段是BF训练阶段,其可以包括多达四个部分:用于训练发起者的发起者扇区扫描 (ISS)、用于训练响应者链路的响应者扇区扫描 (RSS),诸如使用SSW反馈和SSW ACK。

[0112] SNR:接收信噪比,以dB为单位。

[0113] SP:服务时段是由接入点(AP)调度的时间段,其中调度的SP以固定的时间间隔开始。

[0114] 频谱效率:在特定通信系统中可以在给定带宽上传输的信息速率,通常以位/秒或以赫兹表示。

[0115] SREQ:状态请求;由每个STA生成的并且用于检查下一跳STA是否活着以及路由表条目是否有效的消息帧。SREQ还用于更新链路度量。

[0116] SREP:状态应答;响应于状态请求(SREQ)消息而生成的消息帧。

[0117] SSID:服务集标识符是指派给WLAN网络的名称。

[0118] STA:站(或节点)是逻辑实体,其是到无线介质(WM)的物理层(PHY)接口和介质访问控制(MAC)的单个可寻址实例。

[0119] 扫描:由短的波束成形帧间空间(SBIFS)间隔分开的传输序列,其中在传输之间改变传输器或接收器处的天线配置。

[0120] SSW:扇区扫描,是其中在不同扇区(方向)中执行传输并收集关于接收信号、强度等信息的操作。

[0121] TDD:时分双工允许通信链路被双工,其中通过在相同频带中分配不同的时隙来将上行链路与下行链路分开,以针对不同的上行链路和下行链路数据传输流进行调整。

[0122] TDD SP:时分双工服务时段是具有TDD信道接入的服务时段,其中TDD SP包括又包含TDD时隙序列的TDD间隔的序列。

[0123] TRN:在波束细化协议(BRP)训练中使用的训练字段。

[0124] 传输扇区扫描(TXSS):是经由不同扇区的多个扇区扫描(SSW)或定向多千兆位(DMG)信标帧的传输,其中在连续传输之间执行扫描。

[0125] 1.现有的定向无线网络技术

[0126] 1.1.WLAN系统

[0127] 在诸如802.11之类的WLAN系统中,定义了两种扫描模式:被动和主动扫描。下述为被动扫描的特征。(a) 尝试加入网络的新站(STA)检查每个信道并且等待信标帧最多达最大信道时间(MaxChannelTime)。(b) 如果没有接收到信标,那么新STA移动到另一个信道,从而节省电池电量,因为新STA在扫描模式下不传输任何信号。STA应该在每个信道处等待足够的时间,以便它不会错过信标。如果信标丢失,那么STA应等待另一个信标传输间隔(BTI)。

[0128] 下述为主动扫描的特征。(a) 根据以下内容,想加入本地网络的新STA在每个信道上发送探测请求帧。(a) (1) 新STA移动到信道,等待进入帧或探测延迟计时器过期。(a) (2) 如果在定时器过期后没有检测到帧,那么认为该信道未被使用。(a) (3) 如果信道未被使用,那么STA移动到新信道。(a) (4) 如果信道被使用,那么STA使用一般的DCF获得对于介质的接入,并发送探测请求帧。(a) (5) 如果信道从不忙,那么STA等待期望的时间段(例如,最小信道时间)以接收对探测请求的响应。如果信道忙碌且接收到探测响应,那么STA等待更多时间(例如,最大信道时间)。

[0129] (b) 探测请求可使用唯一服务集标识符(SSID)、SSID的列表或广播SSID。(c) 在一些频率频带中禁止主动扫描。(d) 主动扫描可能是干扰和碰撞的来源,特别是如果许多新的STA同时到达并正试图接入网络。(e) 与使用被动扫描相比,主动扫描是STA获得对网络的接入的快速方式(不太延迟),因为STA不需要等待信标。(f) 在基础架构基本服务集(BSS)和

IBSS中,至少一个STA被唤醒以接收和响应探测。(g)在分布式网络(DN)基本服务集(MBSS)中的STA可能不会在任何时间点被唤醒以响应。(h)当无线电测量活动为主动时,STA可能不回答探测请求。(i)可能出现探测响应的碰撞。STA可以通过允许传输了最后信标的STA传输第一探测响应来协调探测响应的传输。其他STA可以跟随并使用后退时间和常规分布式协调功能(DCF)信道接入以避免碰撞。

[0130] 图1描绘了在IEEE 802.11WLAN中主动扫描的使用,其示出发送探测的扫描站与接收并响应探测的两个响应站。该图也示出最小与最大探测响应定时。值G1被显示为设定为SIFS,SIFS是确认的传输前的帧间间距,而值G3是DIFS,DIFS是DCF帧间间距,其表示发送器在发送RTS封装之前完成后退时段之后等待的时间延迟。

[0131] 1.2. IEEE 802.11s分布式网络(DN)WLAN

[0132] IEEE 802.11s(在下文中称为802.11s)是将无线网络能力添加到802.11标准的标准。在802.11s中定义了新类型的无线电站以及用于启用网格网络发现的新信令、建立对等连接以及通过网格网络的数据的路由。

[0133] 图2图示了网格网络的一个示例,其中非网格STA连接至网格STA/AP(实线)以及网格STA连接至包括网格门户的其它网格STA(虚线)的混合。在网格网络中的节点使用定义在802.11标准中的相同的扫描技术以用于发现邻居。网格网络的标识由包含在信标与探测响应帧中的网格ID元素给出。在一个网格网络中,所有的网格STA使用相同的网格简档。如果在网格简档中的所有参数都匹配,那么网格简档被认为是相同的。网格简档被包含在信标与探测响应帧中,使得网格简档可以由其邻居网格STA通过扫描获得。

[0134] 当网格STA通过扫描处理发现邻居网格STA时,发现的网格STA被认为是候选对等网格STA。它可以成为网格网络的成员,其中发现的网格STA是该网格网络的成员,并且建立与邻居网格STA对等的网格。当网格STA使用与发现的邻居网格STA的接收信标或探测响应帧指示相同的网格简档时,该邻居网格STA可以被认为是候选对等网格STA。

[0135] 网格STA尝试在网格邻居表中保持发现的邻居信息,网格邻居表包括:(A)邻居MAC地址;(b)操作信道编号;以及(c)最近观察到的链路状态和质量信息。如果没有检测到邻居,那么网格STA采用网格ID作为其最高优先级简档并保持活动。发现邻居网格STA的所有先前信令以广播模式执行。应当认识到,802.11s不是针对具有定向无线通信的网络的。

[0136] 图3描绘了用于通告网格网络的标识的网格识别元素(网格ID元素)。网格ID由想要加入网格网络的新STA在探测请求中进行传输,以及由现有网格网络STA在信标和信号中进行传输。长度0的网格ID字段指示在探测请求帧内使用的通配符网格ID。通配符网格ID是防止非网格STA加入网格网络的特定ID。应该认识到,网格站是具有比非网格站更多特征的STA,例如,网格网络使STA除了一些其他模块外还作为用于服务网格功能的模块运行。如果STA没有此网格模块,那么不应允许其连接到网格网络。

[0137] 图4描绘了包含在由网格STA传输的信标帧与探测响应帧中的网格配置元素,并且其被用于通告网格服务。网格配置元素的主要内容为:(a)路径选择协议识别符;(b)路径选择度量识别符;(c)拥塞控制模式识别符;(d)同步方法识别符;以及(e)认证协议识别符。网格配置元素的内容与网格ID一起形成网格简档。

[0138] 802.11a标准定义了许多过程和网格功能,包括:网格发现、网格对等管理、网格安全、网格信标化与同步、网格协调功能、网格功率管理、网格信道切换、三地址、四地址和扩

展地址帧格式、网格路径选择与递送、与外部网络的相互影响、网格内拥塞控制以及网格BSS中的紧急服务支持。

[0139] 1.3.WLAN中的毫米波

[0140] 毫米波频带中的WLAN通常需要使用定向天线进行传输、接收或两者,以解决高路径损耗并为通信提供足够的SNR。在传输或接收中使用定向天线也使得扫描处理具有方向性。IEEE 802.11ad与新标准802.11ay定义了用于在毫米波频带上进行定向传输和接收的扫描和波束成形的过程。

[0141] 1.4.IEEE 802.11ad扫描和BF训练

[0142] mmW WLAN最新水平的系统的示例是802.11ad标准。

[0143] 1.4.1.扫描

[0144] 新STA在被动或主动扫描模式下操作,以扫描特定SSID、SSID列表或所有发现的SSID。对于被动扫描,STA扫描含有SSID的DMG信标帧。对于主动扫描:DMG STA传输含有所需SSID或者一个或多个SSID列表元素的探测请求帧。DMG STA可能还必须在探测请求帧的传输之前传输DMG信标帧或执行波束成形训练。

[0145] 1.4.2.BF训练

[0146] BF训练为BF训练帧传输的双向序列,其使用扇区扫描并提供必要的信令以允许每个STA确定用于传输和接收两者的合适的天线系统设定。

[0147] 802.11ad BF训练处理可在三个阶段中进行。(1)执行扇区级扫描阶段,从而对链路获取执行具有低增益(准全向)接收的定向传输。(2)执行对于组合的传输和接收增加接收增益和最终调整的细化阶段。(3)随后在数据传输期间执行追踪以对于信道改变进行调整。

[0148] 1.4.3.802.11ad SLS BF训练阶段

[0149] 这个SLS BF训练阶段集中于802.11ad标准的扇区级扫描(SLS)强制阶段。在SLS期间,STA对在不同的天线扇区上交换一系列的扇区扫描(SSW)帧(或在PCP/AP处传输扇区训练的情况下的信标)以找到提供最高信号质量的扇区。第一传输的站称为发起者;第二传输的站称为响应者。

[0150] 在发射扇区扫描(TXSS)期间,SSW帧在不同扇区上传输,而配对的STA(响应者)利用准全向定向图案接收。响应者从提供了最佳链路质量(例如,SNR)的发起者确定天线阵列扇区。

[0151] 图5描绘了在802.11ad中扇区扫描(SSW)的概念。在该图中,给出了一个示例,其中STA 1是SLS的发起者,STA 2是响应者。STA 1扫描所有发射天线图案精细扇区,而STA 2在准全向图案下接收。STA 2将它从STA 1接收的最佳扇区反馈给STA 2。

[0152] 图6图示了如在802.11ad规范中实施的扇区级扫描(SLS)协议的信令。在发射扇区扫描中的每个帧包括关于扇区倒数指示(CDOWN)的信息、扇区ID以及天线ID。利用扇区扫描反馈与扇区扫描ACK帧来反馈最佳扇区ID与天线ID信息。

[0153] 图7描绘了如在802.11ad标准中使用的扇区扫描帧(SSW帧)的字段,其中字段概述如下。持续时间字段设定为直到SSW帧传输结束的时间。RA字段含有STA的MAC地址,该STA是扇区扫描的预期接收器。TA字段含有扇区扫描帧的传输器STA的MAC地址。

[0154] 图8图示了在SSW字段内的数据元素。SSW字段中传达的原则信息如下。方向字段被

设定为0以指示帧由波束成形发起者传输,以及设定为1以指示帧由波束成形响应者传输。CDOWN字段是向下计数器,其指示到TXSS结束的剩余DMG信标帧传输的数量。扇区ID字段被设定以指示通过其传输含有该SSW字段的帧的扇区的编号。DMG天线ID字段指示传输器当前用于此传输的DMG天线。RXSS长度字段仅在CBAP中传输时有效,否则保留。该RXSS长度字段指明由传输STA所需的接收扇区扫描的长度,并且以SSW帧为单位定义。SSW反馈字段定义如下。

[0155] 图9A和图9B描绘了SSW反馈字段。当作为内部子层服务 (ISS) 的一部分传输时利用显示在图9A中的格式,而当不作为ISS的一部分传输时利用图9B的格式。ISS字段中的总扇区指示发起者在ISS中使用的扇区总数量。Rx DMG天线编号子字段指示发起者在后续的接收扇区扫描 (RSS) 期间使用的接收DMG天线的编号。扇区选择字段含有在前一个扇区扫描中以最佳质量接收的帧内SSW字段的扇区ID子字段的值。DMG天线选择字段指示在前一个扇区扫描中以最佳质量接收的帧内SSW字段的DMG天线ID子字段的值。SNR报告字段被设定为来自在前一个扇区扫描期间以最佳质量接收的帧的SNR的值,其在扇区选择字段中指示。需要轮询字段由非PCP/非AP STA设定为1,以指示它需要PCP/AP发起与非PCP/非AP的通信。需要轮询字段被设定为0,以指示非PCP/非AP对PCP/AP是否发起通信没有偏好。

[0156] 1.5.AODV路由协议

[0157] 图10A至图10C图示了使用自组织按需距离向量 (AODV) 路由协议的示例。路由协议是一组规则,用于通过多跳 (中间STA) 在始发站 (STA) 和目的地STA之间建立通信路径。AODV是一种路由协议,其表示通过无线介质的当前多跳路由的一般本质。借助AODV,STA根据如在图10A至图10C的示例中所示的以下步骤生成路由。

[0158] 该AODV路由处理的步骤1至5参见图10A。(1) STA 1是始发STA,并且它广播路由请求 (RREQ) 帧 (RREQ1)。(2) STA 2接收RREQ1并测量其自身与RREQ1的传输器 (STA 1) 之间的链路质量,并且重新广播嵌入链路质量信息并传输路由请求的RREQ (RREQ2)。(3) STA3接收RREQ1、测量其自身与RREQ1的传输器 (STA1) 之间的链路质量,并且重新广播嵌入链路质量信息的RREQ (RREQ3)。(4) 作为目的地STA的STA4从STA2接收RREQ2、测量其自身与RREQ2的传输器 (STA2) 之间的链路质量,并且将该值与RREQ2中嵌入的链路质量累加。响应于该处理,STA4获得关于经由STA2去往和来自STA1的端到端质量的信息。(5) STA4还从STA3接收RREQ3、测量其自身与RREQ3的传输器 (STA3) 之间的链路质量,并且将该值与嵌入在RREQ3中的链路质量累加。因此,STA4还获得关于经由STA3去往和来自STA1的端到端质量的信息。

[0159] 该AODV路由处理的步骤6至步骤8在图10B中描绘。(6) STA4确定经由STA2到STA1的链路质量比经由STA3更好 (例如,更高的信噪比 (SNR)),并且因此STA4向STA2传输路由响应 (RREP) 帧 (RREP1) 以确认到中间和始发STA的最佳路由,并将STA2设置为到STA1的下一跳STA。(7) STA2从STA4接收该RREP1,并且将其自身识别为STA4和STA1之间的中间STA,并且将STA4设置为其到STA4的下一跳STA。(8) STA2然后进一步向始发STA1重新传输RREP (RREP2),并且将STA1设置为到STA1的下一跳STA。

[0160] 该AODV路由处理的步骤9至10在图10C中描绘。(9) STA1从STA2接收RREP2,并且识别出到STA4的多跳路径已经被确认,并且到STA4的下一跳STA是STA2。(10) 响应于以上序列,建立STA1和STA4之间经由STA2的双向路由。

[0161] 2. 公开的站 (STA) 硬件配置

[0162] 图11图示了STA硬件配置的示例实施例10,其示出了进入硬件块13中的I/O路径12,具有耦合到总线14的计算机处理器(CPU)16和存储器(RAM)18,该总线14耦合到给出STA外部I/O的I/O路径12,诸如耦合到传感器、致动器等。来自存储器18的指令在处理器16上执行以执行实现通信协议的程序,该通信协议被执行以允许STA执行“新STA”或已经在网络中的STA之一的功能。还应该认识到,编程被配置为以不同模式(源、中间和目的地)操作,具体取决于其在当前通信上下文中所起的作用。该主机机器被示出为配置有mmW调制解调器20,该mmW调制解调器20耦合到射频(RF)电路系统22a、22b、22c以耦合到多个天线24a至24n、26a至26n、28a至28n以与邻近的STA传输和接收帧。另外,还可以看到主机机器具有6GHz以下的调制解调器30,该调制解调器耦合至到(一个或多个)天线34的射频(RF)电路系统32。

[0163] 因此,这个主机机器被示为配置有两个调制解调器(多频带)及其关联的RF电路系统,用于在两个不同的频带上提供通信。作为示例而非限制,预期的定向通信频带用mmW频带调制解调器及其相关联的RF电路系统实现,用于在mmW频带中传输和接收数据。在本文中通常称为发现频带的另一个频带包括6GHz以下的调制解调器及其相关联的RF电路系统,用于在6GHz以下的频带中传输和接收数据。

[0164] 虽然在这个示例中针对mmW频带示出了三个RF电路,但是本公开的实施例可以被配置有耦合到任意数量的RF电路的调制解调器20。一般而言,使用大量RF电路将导致天线波束方向的覆盖范围更广。应当认识到的是,所利用的RF电路的数量和天线的数量由具体设备的硬件约束确定。当STA确定不必与邻居STA通信时,可以禁用其中一些RF电路系统和天线。在至少一个实施例中,RF电路系统包括变频器、阵列天线控制器等,并且连接到多个天线,这些天线被控制以执行波束成形从而用于传输和接收。以这种方式,STA可以使用多组波束图案来传输信号,每个波束图案方向被认为是天线扇区。

[0165] 图12图示了mmW天线方向的示例实施例50,其可以被STA利用以生成多个(例如,36个)mmW天线扇区图案。在这个示例中,STA实现三个RF电路52a、52b、52c和连接的天线,并且每个RF电路系统和连接的天线生成波束成形图案54a、54b、54c。示出的天线图案54a具有十二个波束成形图案56a、56b、56c、56d、56e、56f、56g、56h、56i、56j、56k和56n(“n”表示可以支持任何数量的图案)。使用这个具体配置的示例站具有三十六(36)个天线扇区,但是本公开可以支持任何期望数量的天线扇区。为了清楚和易于解释,以下各节一般以天线扇区数较少的STA为例,但是这不应被解释为实施限制。应当认识到的是,任何任意波束图案都可以映射到天线扇区。通常,波束图案被形成为产生尖锐的波束,但是波束图案有可能被生成从多个角度传输或接收信号。

[0166] 通过选择由mmW阵列天线控制器命令的mmW RF电路系统和波束成形来确定天线扇区。虽然STA硬件组件有可能具有与上述功能分区不同的功能分区,但是可以将此类配置视为所解释的配置的变体。当STA确定不必与邻居STA通信时,可以禁用其中一些mmW RF电路系统和天线。

[0167] 在至少一个实施例中,RF电路系统包括变频器、阵列天线控制器等,并且连接到多个天线,这些天线被控制以执行波束成形从而用于传输和接收。以这种方式,STA可以使用多组波束图案传输信号,每个波束图案方向被认为是天线扇区。

[0168] 图13图示了假设使用附接到其RF电路系统72的准全向天线74的6GHz以下的调制解调器的天线图案的示例实施例70,但是可以利用其它电路系统和/或天线而没有限制。

[0169] 3.快速阻塞发现和恢复

[0170] 在众多无线应用中,重要的是快速检测并替换阻塞的链路,以避免数据传递中断。大多数多跳路由协议在STA处设置路由协议时不考虑发现并跟踪多个下一跳选项。因此,当主路由被阻塞时,这些现有的无线协议会产生高延迟和重新发现开销。与此相比,发明人的先前申请公开了发现下一跳选项并对其进行维护,使得它们准备好在任何时间被部署,而无需阻塞情况下的任何附加的设置开销。

[0171] 为了实现上述目的,教导了利用路由请求(RREQ)和路由应答(RREP)消息的新消息泛洪机制,其中集成了路由请求更新(RREQU)和路由应答更新(RREPU)消息,以便发现始发STA与目的地STA之间的几条路由,并且维护包括主路由和备用路由的路由表条目。

[0172] 在典型的多跳联网中,通过为端到端路径选择中间STA来确定从始发STA到目的地STA的路由。如AODV示例中所看到的,通常选择提供最佳链路质量的中间STA。但是,在mmW中,链路对阻塞和其它信道损害敏感。但是,对于时间敏感的应用,快速检测到阻塞的链路并用备用链路替换它是必要的。

[0173] 本公开可以被并入各种无线协议中,包括受让人的描述多跳路由同时维持到达目的地STA的多个路由选项(例如,主要和至少一个备用选项)的先前申请。在那些先前申请中的至少一个中,协议被配置为响应于检测到如下列出的错误情形而自动执行动作的一个或多个过程:(a)当检测到断开的链路时;以及(b)当下一跳选项中的一个不可达并且它需要用另一个STA替换时。因此,申请教导了具有多个下一跳选项的多跳通信以及响应于错误情况而快速发现和恢复通信的能力,包括:(a)在阻塞情况下,被阻塞的STA将在可能的情况下采取本地动作,然后它使用路由信息更新其某些邻居STA;(b)每个STA主动确保其路由表条目是最新的,具有可达且准备好在任何时间进行部署的多个下一跳选项。在这种情况下,如果下一跳STA(主要STA或备用STA)不可达(例如,被阻塞),那么STA向其邻居的补充集合(不包括那些可达的STA)发送路由请求更新,以便找到不可达的STA的替代。

[0174] 因此,先前申请为通信站提供了一种协议,以在错误的情况下发现和恢复替代路由。本公开教导了扇区化通信与路由发现的集成,其可以与该无线通信协议和其它无线通信协议一起使用。本公开中将扇区化通信与路由发现集成在一起的讨论在下面从第5节开始。

[0175] 4.邻居列表和路由表

[0176] 4.1.邻居列表

[0177] 通过执行天线扇区扫描而获得的信息在建立数据库的STA中被使用,其在本文中被称作邻居列表,在该邻居列表内,它将针对STA的每个天线扇区的接收信号质量信息存储在其存储器中。在至少一个实施例中,邻居列表的每个实例还被配置为存储关于邻居STA的杂项信息。邻居列表的目的是允许每个STA知道其邻居STA,使得可以选择最佳的传输/接收扇区。

[0178] 作为示例而非限制,考虑用于每个邻居的字段,在该字段中具有包含针对该站的每个方向的接收质量(RxQuality)的条目。对于图10A至图10C的先前拓扑示例,将注意到STA 1将STA 2和STA 3识别为其邻居STA,并创建邻居列表条目的2个实例。然后,STA 1将接收链路质量信息存储到RxQuality[N],其中N与邻居STA的Tx天线扇区相关联。

[0179] 4.2.路由表

[0180] 在以下描述中,始发站(源)被认为是发起与另一个站(STA)的通信的站(STA),该另一个站被称为目的地站。路由表是作为路由发现处理的结果而构造的,这将在后面的段落中进行说明。在将数据帧传输到目的地STA之前,始发STA建立到目的地STA的路由。到目的地STA的路由是基于路由表进行管理的。路由表包含每个目的地STA的记录(本文以列的形式绘出),使得始发STA可以查找目的地STA的记录,以准备将帧传输到目的地STA。

[0181] 当STA具有要传输到目的地STA的数据帧时,它在路由表中查找该目的地,并将帧的接收地址(RA)字段设置为下一跳(NextHop)中存储的地址。每个STA维护提供关于到达目的地STA的信息的路由表。每个目的地STA的信息被存储在路由表的记录(例如,列)中。例如,在所描述的示例中,路由表的每一列包含以下信息:(a)目的地:指示目的地STA地址;(b)下一跳:指示为了到达目的地STA的直接下一跳STA;(c)度量:是使用下一跳STA确定到目的地STA的距离的值;(d)生存时间:指示使用下一跳的路由信息的到期时间;(e)备用下一跳:是在无法到达下一跳(例如,由于阻塞)的情况下,可以用于到达目的地STA的备用下一跳STA;(f)备用度量:是在备用下一跳被部署的情况下确定到目的地STA的距离的值。(g)备用生存时间:指示使用备用下一跳的路由信息的到期时间。

[0182] 图14图示了示出多个站的示例网络90。应当认识到的是,本文例示的该拓扑和其它拓扑仅以示例的方式呈现,因为本公开不限于任何特定的网络拓扑的使用。在图中,每个边缘表示两个节点之间的双向链路,并用链路度量标记,具体地在这种情况下,该边缘在站之间的距离。源STA被标记为“S”,并且目的地STA被标记为“D”。

[0183] 4.3.转发表

[0184] 每个STA具有一个转发表,通过转发表,它跟踪它已转发到其相邻STA的帧类型(RREQ或RREP)以及消息的序列号和度量。转发表对于每个邻居STA具有一列(记录),并且在至少一个示例实施例中,它包含以下元素。(a)邻居:是邻居STA的地址。(b)OrigSTA:是已转发到邻居节点的路由管理帧的始发STA。(c)SeqNum:是已被发送到邻居节点的路由管理帧的序列号。(d)类型:是已被发送到邻居节点的路由管理帧的类型(RREQ/RREP)。(e)度量:是已被发送到邻居节点的路由管理帧的度量。

[0185] 在STA处接收到相同路由管理帧(相同的OrigSTA和相同的SeqNum)的若干个副本后,STA(基于度量)选取最佳帧,并将它转发到其邻居STA,但不包括该消息的传输器。此后,STA为其邻居更新它的转发表条目。

[0186] 4.4.具有多个下一跳节点的多跳路由

[0187] 考虑了由若干个STA节点组成的mmW网络的示例,其中有若干个能够将数据业务从始发STA中继到目的地STA(取决于STA之间的连接性和链路配置)的中间STA。为了建立多跳路由,始发STA向其邻居STA发送路由请求(RREQ),假设这些STA先前已经执行扇区扫描(SSW)。始发STA的每个单跳邻居(在直接范围内)接收RREQ帧,并使用到始发STA的条目更新其路由表。然后,每个相邻的STA也将RREQ转发到其单跳邻居,但不包括从其接收了RREQ的始发STA。

[0188] 图15图示了示例实施例100,其示出了具有三个STA的网络,其中STA B从始发STA接收第一路由请求(RREQ)帧,并当STA A将RREQ转发到它的邻居(也包括B)时从其单跳邻居STA A接收另一个RREQ。因此,可以看出,随着RREQ的转发继续,中间STA可以从其它STA接收到重复的RREQ。

[0189] 响应于接收到RREQ消息,协议根据度量确定最佳RREQ帧和第二最佳RREQ帧是什么,以在中继STA的路由表中决定到始发STA的下一跳和备用下一跳节点。在上面的示例中,STA B将A设置为到达STA (节点) S的备用下一跳,假设从STA S到STA B的直接链路度量是比链路度量STA S到STA A和STA A到STA B的总和更有利的(例如,更少的延迟、改善的SNR等)度量。

[0190] 对于每个邻居STA,STA确定最佳接收的RREQ,不包括已从同一邻居STA接收到的RREQ,并将最佳RREQ转发给其邻居STA,并将转发动作记录在其转发表中。目的地STA可能接收到若干个RREQ消息,并向在目的地处从其接收到了RREQ的相同的STA发送路由应答(RREP)帧。接收到RREP消息的每个中继(中间)STA将其路由表更新为目的地STA。如果中继STA接收到多于一个RREP,它选择最佳RREP帧并将其转发到它的单跳邻居STA,并将转发操作记录在其转发表中。与RREQ帧类似,每个RREP帧及其重复版本确定下一跳和备用下一跳。继续转发RREP帧的处理,直到在始发STA处接收到RREP消息为止。根据该处理,始发STA可能接收到多于一个RREP消息,并且它基于RREP消息选择路由的层次结构,在本示例中为第一最佳和第二最佳,并将它们记录为到达目的地STA的下一跳和备用下一跳。

[0191] 4.5.路由管理帧格式

[0192] 4.5.1.路由请求(RREQ)和路由应答(RREP)

[0193] 图16图示了RREQ帧112及其子字段114、116的示例实施例110。帧112包含:(a)指示帧类型的帧控制字段;(b)持续时间字段,其包含用于具有冲突避免的载波侦听多路接入(CSMA/CA)信道接入的NAV信息(虚拟载波侦听机制);(c)接收方地址(RA)字段包含帧的接收方的地址;(d)传输地址(TA)字段包含传输帧的STA的地址;(e)RREQ字段,其包含下面描述的路由请求细节;以及(f)帧校验序列(FCS)字段被包括在RREQ帧中。

[0194] 包含在RREQ字段内的子字段114包含:(a)长度:指示该帧的长度;(b)类型:作为该帧的类型(RREQ);(c)始发STA:是始发STA的地址;(d)目的地STA:是目的地STA的地址;(e)SeqNum:是识别该路由建立的序列号,并且是始发STA每次尝试建立或维护路由时更新(例如,递增)的值;(f)度量:是携带到目的地STA的累加的度量值的测量结果;(g)生存时间:是直到该路由的到期时间的生存时间;(h)业务ID:是相关联的业务流的业务标识;(i)QoS规范:是该业务流的业务规范(即,带宽或类似的业务规范器);(j)接入时间:传输地址(TA)STA用于向接收地址(RA)STA传输数据帧的信道时间;(k)TxAntSector:是TA STA用于向RA STA传输数据帧的发射(Tx)天线扇区。(l)路由列表:是到目前为止该帧已经到达(访问)的STA的ID,其中当STA接收到该帧时,STA的ID被附加到每个RREQ消息,如子字段116中所示。

[0195] 图17图示了RREP帧132及其子帧层次结构134和136的示例实施例130。RREP帧132包含以下字段:(a)指示帧类型的帧控制字段;(b)持续时间字段,其包含用于具有冲突避免的载波侦听多路接入(CSMA/CA)信道接入的NAV信息(虚拟载波侦听机制);(c)接收方地址(RA)字段包含帧的接收方的地址;(d)传输地址(TA)字段包含传输该帧的STA的地址;(e)RREP字段,其包含下面描述的路由请求细节;以及(f)帧校验序列(FCS)字段被包括在RREQ帧中。

[0196] 上面的RREP字段内包含的子字段134包含以下子字段:(a)长度:指示该帧的长度;(b)类型:作为该帧的类型(RREP);(c)始发STA:是始发STA的地址;(d)目的地STA:是目的地STA的地址;(e)SeqNum:是识别该路由应答的序列号,与被应答的RREQ相同;(f)生存时间:

是直到该路由应答的到期时间的生存时间；(g) 业务ID：是相关联的业务流的业务标识；(h) QoS规范：是该业务流的业务规范（即，带宽或类似的业务规范器）；(i) 接入时间：传输地址 (TA) STA用于向接收地址 (RA) STA传输数据帧的信道时间；(j) TxAntSector：是TA STA用于向RA STA传输数据帧的发射 (Tx) 天线扇区；(k) 路由列表：是到目前为止该RREP帧已经到达（访问）的STA的ID，其中当STA接收到该帧时，STA的ID被附加到每个RREP消息，如子字段136中所示。

[0197] 4.5.2. 状态请求 (SREQ) 和状态应答 (SREP)。

[0198] 图18图示了状态请求帧152及其子字段154的示例实施例150。SREQ帧152包含以下字段：(a) 指示帧类型的帧控制字段；(b) 持续时间字段，其包含用于CSMA/CA信道接入的NAV信息；(c) 接收方地址 (RA) 字段包含帧的接收方的地址；(d) 传输地址 (TA) 字段包含传输该帧的STA的地址；(e) SREQ字段，其包含下面描述的路由请求细节；以及 (f) 帧校验序列 (FCS) 字段被包括在RREQ帧中。

[0199] SREQ字段包含以下子字段154：(a) 长度：该帧的长度；(b) 类型：该帧的类型 (SREQ)；(c) SeqNum：是识别该SREQ帧的序列号，并且每次TA发送新的状态请求消息时被更新（例如，递增）；(d) 度量：是从传输器STA到接收器STA的链路度量；(e) 生存时间：是直到该请求的到期时间的生存时间；(f) QoS规范：是该业务流的业务规范（即，带宽或类似的业务规范器）；(g) 接入时间：是TA STA（由TA字段识别的STA）用于向RA STA（由RA字段识别的STA）传输数据帧的信道时间；(h) TxAntSector：是TA STA用于向RA STA传输数据帧的Tx天线扇区。

[0200] 图19图示了状态应答帧172及其子字段174的示例实施例170。除了具有SREP字段而不是SREQ字段以外，SREP帧172包含与SREQ帧的字段相同的字段。

[0201] 5. 集成路由发现和扇区扫描

[0202] 图20图示了在所公开的无线协议下执行的用于集成路由发现和扇区扫描操作的处理的示例实施例190。执行从方框192处开始，其中发起者STA开始与邻居STA的扇区扫描 (SSW) 操作。如果需要向目标STA发送路由请求 (RREQ) 消息，那么在方框194处进行检查。如果存在要发送的RREQ，那么在方框196处，STA将RREQ帧附加到每个扇区扫描操作，并且将其请求搭载在SSW之上。然后，直接从方框194或通过方框196到达方框198，并将SSW帧发送198到作为传输器STA的邻居的目标STA，其中在向目标STA发送SSW帧时使用不同的天线扇区执行该处理，然后该处理结束200。

[0203] 图21图示了响应者集成的扇区扫描逻辑的示例实施例210。当邻居STA接收到其需要应答的SSW帧时，该处理开始212。如果SSW帧包含任何RREQ消息，那么进行检查214。如果存在附加的RREQ，那么响应者检查216在其路由表中它是否具有有效的路由实体，以便将对RREQ的应答返回给发起者。如果存在有效实体，那么到达方框218，其中生成RREP消息并将其添加到SSW以应答发起者STA，并且在处理结束218之前发送SSW帧。

[0204] 如果在方框214中没有检测到附加的RREQ，那么跳过检查216并且执行到达方框220，检查该STA是否具有要发送到目标STA的RREQ消息。如果在响应者处没有RREQ，那么在结束226该处理之前，响应者用传统的SSW帧（未附加路由信息）应答224发起者。

[0205] 如果如在检查方框220处检测到的那样存在要发送回发起者的RREQ，那么在方框222处，响应者将该RREQ附加到SSW帧，并且将其在它返回发起者STA的应答内发送，然后结

束226处理。当STA接收到RREQ时,它处理路由请求以建立与其邻居STA的通信路由。

[0206] 如果在两个STA之间完成该SSW操作之后,接收到另一个RREQ/RREP消息,那么存在两种情况来解决这种情形。(a) 如果接收到的度量更好(例如,较短的路径成本),那么如果扇区扫描信息有效并且是最新的话,STA通过建立的定向链路转发RREQ/RREP。(b) 如果新接收到的RREQ和RREP帧的度量没有更好(例如,没有更短的路径长度),那么简单地丢掉(丢弃)新接收到的RREQ和RREP帧。上面的逻辑可以以多种方式实现。

[0207] 相应地,大致的工作流程如下:(1) 如果在两个节点之间未执行SSW,并且需要发送RREQ或RREP,那么这些消息被搭载(附加)到这些SSW消息;或者(2) 如果已经在两个节点之间执行SSW,那么STA仅通过建立的定向链路将RREQ/RREP发送到该节点。

[0208] 5.1. 示例1:具有最新路由信息的中间STA

[0209] 考虑中间STA具有对于目的地STA的最新的(假定有效的)路由信息的情况。

[0210] 图22图示了具有四个站的网络拓扑的示例实施例230,四个站包括源STA S 232、目的地STA D 234以及中间STA A 236和STA B 238。度量值(例如,5、3、3、4、2)在图中它们各自的链路线旁边绘出,以指示每个相应链路的成本/延迟度量。在这个示例中,STA S 232刚刚加入网络,并且它具有要发送到STA D 234的数据流量。STA S加入网络时其路由表为空,如表1中所示。

[0211] 在继续之前,应该认识到的是,如针对该图和其它图所描述的,作为源、目的地或中间的每个站的运转(rolls)仅取决于期望数据通信的路径,并且可以在随后的网络操作期间改变;因此,在每个站处执行的所公开的协议可以根据需要完成任何运转。

[0212] 在该示例中,STA S将需要发现到STA D的路由,并且根据协议,STA S 232向其邻居STA(即STA A 236和STA B 238)发送RREQ。STA A 236和STA B 238已经建立其到目的地STA D 234的路由。由于假设STA A已经执行了路由发现操作,因此其路由表如表2中所示。STA B的路由表在表3中示出,其中STA B已经建立其到STA D的路由。

[0213] 该处理开始于STA S开始与STA A和STA B的SSW。由于STA S期望发现到STA D的路由,因此存在由STA S生成的路由请求(RREQ)。STA S将该RREQ附加到SSW帧。并且由于假设了STA A和STA B已经具有到达目的地D的路由信息,因此它们将路由应答(RREP)消息附加到SSW响应帧。STA A和STA B将其路由信息连同其SSW应答帧应答回STA S。

[0214] 图23至图26图示了上述处理的示例实施例250、270、290、310。在图23中,STA S是发起者252,并且STA A是响应者254,其中RREQ 256从STA S发送到STA A,并且RREP 258从STA A发送回STA S。在图24中,示出了在STA S 232和STA A 236之间执行的涉及相应扇区方向272、274的SSW。类似地,在图25中,STA S是发起者292并且STA B是响应者294,其中RREQ 296从STA S发送到STA B,并且RREP 298从STA B发送回STA S。在图26中,示出了在STA S 232和STA B 238之间执行的涉及相应扇区方向312、314的SSW。

[0215] 在以上交换的组合中,看到STA S接收到两个RREP消息,一个来自STA A,一个来自STA B。包括在这些RREP消息中的度量是STA A和STA B到达目的地STA D的路径度量。在接收到RREP连同SSW帧后,STA A比较度量并填写其路由表(更新其路由表),在这种情况下,使得存在到达目的地D的主要下一跳和备用下一跳选项。另外,STA S用它们的一跳链路的相关联度量来填充其对应于STA A和STA B的路由表条目。STA S的更新的路由表在表4中示出。

[0216] 在STA S与STA A和STA B执行SSW之后,这些节点还接收关于它们自己与STA S之间的链路度量的信息。因此,如表5和表6中所看到的,STA A和STA B也更新它们的路由表。

[0217] 5.2. 示例2:没有目的地路由信息的中间STA

[0218] 在这个示例中,如图22中所示的示例1中那样考虑相同的拓扑和链路度量。在这个示例中,假设在STA A和STA B处事先没有可用的路由信息,STA A和STA B的路由表在表7和表8中可见。

[0219] 在这种情况下,在STA S接收到要发送到目的地STA (即,STA D) 的数据流量后,根据如表9中所看到的其路由表,发现没有可用的有效路由信息。因此,当STA S开始与STA A和STA B的SSW时,它将RREQ嵌入SSW帧中。但是,由于STA A和STA B没有路由信息,因此它们在没有任何路由应答(RREP) 信息的情况下应答SSW操作。

[0220] 图27和图28图示了STA S和STA A之间的交换的示例实施例330、350。在图27中,STA S是发起者332,其将RREQ 336发送给作为STA A 334的响应者。STA A在没有任何RREP信息的情况下(如由空数据方框所表示的) 应答338发起者。在图28中,看到在STA S 232和STA A 236之间发生的SSW交换352、354,在此期间交换RREQ和空应答。响应于此交换,STA S从STA A接收SSW,并且它更新其路由表,如表10中所示。STA A从STA S接收RREQ并估计链路度量,从而更新其路由表,如表11中所示。

[0221] 图29和图30图示了STA S和STA B之间的交换的示例实施例370、390。在图29中,发起者STA S 372将RREQ 376附加到SSW帧,但是响应者STA A 374在其对STA S的响应378中不具有要附加到SSW帧的RREP信息,如返回的空数据方框所指出的。在图30中,可以看到STA S和STA B之间的SSW 392、394。因此,在这些图中可以看到,STA B跨不同扇区从STA S接收RREQ,并且在不包括RREP信息的情况下进行应答。

[0222] 作为上述SSW交换的结果,STA S用表12中所示的更新表更新其路由表以填充与目的地STA B对应的实体,并且STA B如表13中所示更新其路由表。

[0223] 现在,根据协议,已经从STA S接收到RREQ的STA A和STA B必须转发RREQ并与其邻居站执行SSW。作为示例而非限制,讨论开始于与STA A的处理,但是它也可以从STA B开始。取决于STA A与它的邻居STA的SSW的顺序,有两种情况。情况1:其中STA A首先与STA B执行SSW,此后它与STA D执行SSW。情况2:其中STA A首先与STA D执行SSW,然后它与STA B执行SSW。

[0224] 5.2.1. 情况1

[0225] 图31和图32图示了由STA S和STA B附加RREQ的示例实施例410、430。在图31中,作为发起者412的STA A将从STA S接收到的RREQ1 416发送给作为响应者的STA B 414。类似地,然后看到STA B将从STA A接收到的RREQ2 418附加到STA A。因此,当STA A和STA B彼此执行SSW时,它们将这些RREQ嵌入它们传输的SSW帧内。

[0226] 作为与STA B的SSW操作的结果,STA A已接收到具有两个度量的两个RREQ帧。这里被称为RREQ1的第一RREQ从STA S直接接收到。这里被称为RREQ2的另一RREQ通过STA B接收到。类似地,STA B已接收到两个RREQ,一个来自STA S,一个来自STA A。因此,STA A和STA B可以在其路由表中填充备用下一跳实体,其中这些STA的更新可在表14和表15中看到。

[0227] 图33和图34图示了在首先与STA B执行SSW之后,在SSW期间STA A将RREQ附加到STA D的示例实施例450、470。在图33中,作为发起者452的STA A将具有包含最佳度量的

RREQ (这里为或者RREQ1或者RREQ2)的RREQ 456发送到作为响应者454的STA D。将注意的是,STA A已经接收到两个RREQ,从中它选取具有最佳路径度量的一个,并与STA D执行SSW,同时最佳RREQ被附加到SSW帧。应当认识到的是,可以用常规的RREQ、RREP方法或其变体来执行选择和转发具有最佳度量的RREQ的逻辑,而不背离本公开的教导。由于RREQ帧被传送到目的地STA D,因此作为响应者454的STA D将RREP信息458附加到响应SSW帧。

[0228] 图34描绘了STA A 236发起与STA D 234的SSW 472,随后是来自STA D 234的SSW 474,如上所述。在STA A已从STA D接收到RREP之后,它被配置为更新其路由表,如表16中所示。此外,STA D已通过SSW帧从STA A接收到RREQ,并且它更新其路由表,如表17中所示。

[0229] 5.2.2. 情况2

[0230] 图35和图36图示了在与STA B执行SSW之前,在SSW期间由STA A将RREQ附加到STA D的示例实施例490、510。在情况2中,SSW被配置有上述不同的顺序,特别是STA A首先与STA D执行SSW,此后它与STA B执行SSW。如果STA A首先与STA D执行SSW,那么STA A将从STA S接收到的RREQ消息附加到去往STA D的SSW帧。作为回报,STA D用RREP信息应答。

[0231] 在图35中,作为发起者492的STA A将从STA S接收到的RREQ1 496发送给作为响应者494的STA D。作为响应,作为响应者494的STA D将RREP 498发送给作为发起者492的STA A。

[0232] 在图36中,看到STA A 236与STA D 234执行SSW 512,STA D 234也与STA A 236执行SSW 514。

[0233] 作为上述SSW操作的结果,STA A和STA D能够更新其路由表,如表18和表19中所示。应当注意的是,这些结果与情况1一致,因为RREQ1和RREQ2中的最佳与RREQ1相同(由于该特定示例中的特定链路度量)。

[0234] 图37和图38图示了在与STA D执行SSW之后,在SSW期间由STA A将RREQ附加到STA B的示例实施例530、550。在STA A与STA D执行其SSW之后,它开始与STA B执行SSW。

[0235] 在图37中,作为发起者532的STA A将从STA S接收到的RREQ1 536转发给作为响应者534的STA B。STA B通过将STA S接收到的RREQ2 538转发到STA A进行响应。

[0236] 在图38中,看到STA A 236与STA B 238执行SSW 552,此后STA B 238与STA A 236执行SSW 554。

[0237] 作为上述操作的结果,STA A和STA B能够更新其路由表,如表20和表21中所示。

[0238] 图39图示了协议的示例实施例570,该协议处理其中已经建立定向链路并且存在需要被发送到邻居STA的另一RREQ帧的情况,在这个示例中,该RREQ通过建立的定向链路被转发。在这种情况下,STA A 236从STA B接收到另一RREQ (RREQ2),并将其度量与已经被转发给STA D的RREQ1进行比较。如果RREQ2的度量比RREQ1的度量差,那么STA A忽略从STA B接收到的RREQ2。但是,如果第二RREQ (从STA B接收到的RREQ2)的度量更好,那么RREQ2消息通过STA A 236和STA D 234之间建立的定向链路572、574被转发到STA D。

[0239] 5.2.3. 节点 (STA) B

[0240] 图40和图41图示了以STA B作为发起者并且STA D作为响应者的情况的示例实施例590、610。上面描述了STA A与STA D执行SSW的情况,现在下面考虑在STA B已接收到RREQ1和RREQ2两者之后的STA B操作。直接从STA S接收到RREQ1,并通过STA A接收到RREQ2。在图40中,作为发起者592的STA B选择具有最佳度量的RREQ消息,并通过SSW操作将

它596转发到作为响应者594的STA D。响应于该RREQ消息,STA D用RREP 598应答回STA B。在图41中,STA B 238与STA D 234执行SSW612,然后STA D 234与STA B 238执行SSW 614。作为该SSW的结果,STA B和STA D更新其路由表,如表22和表23中所示。

[0241] 图42图示了示例实施例630,其中STA A 236和STA B 238交换接收到的RREP消息。由于STA A和STA B已经完成其SSW操作,因此它们被示出通过波束成形的链路632、634发送RREP消息。在该步骤之后,该示例中的所有STA已经执行SSW。然后,可以通过作为SSW操作的结果而建立的(波束成形的)定向链路交换其余的RREQ/RREP消息。

[0242] 因此,STA A和STA B使用备用选项更新其路由表以到达STA D,其中更新后的表在表24和表25中示出。

[0243] 图43图示了示例实施例650,其中STA A 236通过已在这两个站之间建立的波束成形的链路652、654将RREP发送到STA A232。在这个步骤中,STA A已接收到两个RREP帧,从STA D和STA B中的每一个接收到一个帧。STA A向STA S发送具有最佳度量的RREP消息。在这个交换中,STA A和STA S通过在这一步骤(即,当STA S和STA A出于RREQ消息的原因而执行SSW时)中已经建立的波束成形的链路进行通信。该图演示了STA A和STA S之间的这种定向交换。作为交换的结果,表26中示出了STA S处的更新的路由表。

[0244] 图44图示了STA B通过在SSW处理之后建立的波束成形的链路672、674将RREP发送到STA S的示例实施例670。以与上述STA A类似的方式,STA B 238向STA S 232转发从STA D 234和STA A 236接收到的最佳RREP消息。如该图中所看到的,STA B和STA S已经执行了SSW,因此STA B通过波束成形的(BF'd)链路发送RREP。因此,在表27中示出了在STA S处的更新的路由表。

[0245] 应当认识到的是,跨相邻STA执行的SSW的顺序不影响链路和操作的结果,因为所提出的用于以最佳度量存储和转发RREQ和RREP的方法与操作的顺序无关。

[0246] 5.3.集成波束细化协议和路由发现

[0247] 在上一节中,详细描述了RREQ帧可以如何搭载在扇区扫描帧之上。在这种情况下,通过传输扇区传输RREQ帧,并且邻居STA通过各个扇区接收RREQ帧。因此,通过该处理,STA及其邻居STA执行扇区扫描,同时它们还交换RREQ和/或RREP帧。扇区扫描操作的目标是确定使两个设备能够建立定向链路的天线设置。一旦设备建立了它们的链路,STA就能够执行波束细化。因此,STA可以通过使用波束细化协议(BRP)来优化其天线设置。

[0248] 在本系统中,使用可以附加到路由请求和应答消息的训练和响应字段来执行BRP训练。在本公开中,TRN和BRP功能被添加到路由发现帧(RREQ和RREP)。TRN字段被添加到这些帧,因此,在传送每个路由帧时,STA和邻居STA也细化其波束成形训练。

[0249] 一旦两个STA打算细化其波束,它们就发起BRP操作。在这种情况下,一个STA被称为波束跟踪发起者,并且另一个STA被称为波束跟踪响应者。如果在波束跟踪发起者处有任何路由控制消息(例如,RREQ),那么TRN字段被附加到RREQ消息。波束跟踪响应者然后接收带有附加的TRN字段的RREQ帧。

[0250] 图45图示了包括RREQ和RREP的BRP数据包的示例实施例690。当波束跟踪发起者692发送数据696时,它发送它已向其附加BRP训练(TRN)字段700的RREQ 698。响应于上述传送的接收,波束跟踪响应者694发送向其附加BRP应答704的RREP702,从而提供波束细化和路由消息的传递。该图以图形方式演示了发起者和响应者之间的帧交换示例。在所示的示

例中,假设响应者具有有效的路由信息以应答发起者,从而它将BRP反馈帧附加到RREP帧并响应发起者。以这种方式,两个STA交换BRP帧,并且同时它们交换路由控制帧。

[0251] 5.3.1.波束细化协议介绍

[0252] 本节描述了采用并基于IEEE 802.11ay D2.0标准草案和以下论文“Da Silva CR, Kosloff J, Chen C, Lomayev A, Cordeiro C. Beamforming Training for IEEE 802.11ay Millimeter Wave Systems. In 2018 Information Theory and Applications Workshop (ITA) 2018 Feb 11 (pp.1-9), IEEE”的波束优化方面。

[0253] 在本节中,描述了波束细化协议的主要原理,这些原理类似于IEEE 802.11ad/ay标准。波束细化协议(BRP)数据包包含TRN字段,该字段使得能够对传输和接收的天线设置进行微调/或优化。BRP-TX数据包用于传输天线权重向量(AWV)微调。BRP-RX数据包用于接收天线权重向量(AWV)训练。通过使用BRP-TX/RX数据包,可以同时训练AWV的传输和接收训练(微调)。

[0254] 5.3.1.1. TRN字段

[0255] 图46和图47图示了添加到数据帧的TRN字段及其BRP TX数据包的组成的示例实施例710、730,使本公开的至少一个实施例与BRP TX数据包兼容。当前的TRN字段使得能够进行STA所使用的传输/接收AWV优化。在图46中,示出了TRN字段710,该TRN字段710被附加到示出的常规帧,具有字段STF、CE、头部、数据、AGC和TRN-R/T。将注意的是,包含BRP字段的帧被称为BRP数据包。在图47中,示出了这些TRN单元732a(单元1)、732b(单元2)至732n(单元L)的组成730,每个包括TRN子字段的P个重复和TRN子字段的M个重复。BRP数据包的传输器或BRP数据包的接收器针对每个TRN字段更改其AWV,并且接收器测量哪个AWV提供更好的信号接收。当传输BRP-RX时,接收器针对每个TRN字段更改其接收AWV。接收器比较TRN字段之间的信号质量,并且选择用于最佳质量TRN字段的AWV作为最新的AWV以供使用。当传输BRP-TX数据包时,传输器针对每个TRN字段更改其传输AWV。数据包的接收器在不更改其接收AWV的情况下评估TRN字段之间的信号质量,并将最佳AWV信息反馈给传输器。然后,传输器将报告的AWV视为最新的AWV以供使用。

[0256] 如图47中所看到的,BRP-TX数据包的TRN字段包含几个TRN单元,并且每个TRN单元包含TRN子字段的P+M个重复。P和M的值被定义且包含在TRN单元字段中。在这种情况下,每个TRN单元的前P个TRN子字段使用与前导码和数据相同的AWV,例外是当用于传输BRP-TX数据包的天线在TRN字段的开头改变时。在其它M个TRN子字段的传输中,STA可以改变天线设置以尝试不同的AWV,而接收AWV设置在另一对等STA上被固定。

[0257] 图48图示了可以使本公开的实施例与其兼容的BRP-RX数据包中的TRN字段的示例实施例750。在这种情况下,每个TRN单元752a、752b至752n由10个TRN子字段组成。TRN字段中包括的所有TRN子字段都以与前导码和数据相同的AWV传输。这为对等STA提供参考,以确定改善的接收AWV设置。

[0258] 因此,本公开在教导与路由发现(例如,RREQ和RREP消息)的集成的同时教导了维持与现有BRP协议的某种程度的兼容性,如图45中所示。因此,STA将能够执行路由发现,同时它们能够微调其天线设置。

[0259] 5.3.2.波束跟踪发起者

[0260] 图49图示了传输带有附加到RREQ帧的TRN字段的RREQ的示例实施例770。有几种触

发波束细化过程的方式,通过示例描述的一对方式为:(a)使用计时器,一旦计时器到期,波束跟踪发起者就开始波束细化处理;(b)如果接收到的信号水平下降到某个阈值以下,那么STA开始BRP处理。

[0261] 一旦波束跟踪由发起者STA发起或触发,如果有准备好要发送到响应者STA的任何RREQ帧,那么发起者就将TRN字段附加到RREQ帧。这将是发起者向波束跟踪响应者STA发送的BRP帧。然后,还包括RREQ的BRP帧被传输到邻居STA。

[0262] 特别地,该图描绘了波束跟踪发起者过程开始772和进行检查774以确定是否存在准备好要发送到波束跟踪响应者的RREQ消息。如果存在RREQ,那么在进入到方框778之前,到达方框776,其将TRN字段附加到RREQ。否则,如果在方框774处未找到RREQ,那么执行直接移动到方框778,其在处理结束780之前向波束跟踪响应者发送BRP帧。

[0263] 5.3.3. 波束跟踪响应者

[0264] 图50图示了接收具有合并的TRN字段的RREQ的示例实施例790。一旦邻居STA接收到带有附加的TRN字段的BRP帧,并且如果该帧包含RREQ消息,那么响应者根据本公开被配置为采取某些动作。首先,接收STA用波束细化应答帧来应答发起者STA。但是,STA可以能够在BRP响应帧内包含关于路由处理的更多信息。特别地,可能出现几种情况,它们被例示如下。(a)如果存在到目的地STA的有效路由信息(根据路由表),那么邻居STA将BRP帧附加到RREP并将其发送回发起者STA。(b)如果没有到目的地STA的有效路由信息,但是有准备好要发送回波束跟踪发起者STA的RREQ帧,那么邻居STA将RREQ包括在BRP应答帧内并将其发送到波束跟踪发起者。(c)如果没有到目的地STA的有效路由信息,并且也没有要向波束跟踪发起者发送的RREQ,那么波束跟踪响应者仅发送BRP应答帧而没有任何RREQ或RREP消息。

[0265] 特别地,该图描绘了开始792接收到的BRP帧的处理并检查794该帧是否包括RREQ消息。如果存在包括的RREQ消息,那么到达方框796,其执行检查以确定路由表中是否存储有有效的路由实体,以便应答RREQ。如果存在有效的路由实体,那么到达方框798,其在处理结束之前将RREP消息添加到BRP应答并向波束跟踪发起者发送BRP。

[0266] 否则,如果在方框794处未找到RREQ消息,那么执行到达方框800,方框800检查是否存在准备好要发送到波束跟踪发起者的RREQ消息。如果存在要发送的RREQ,那么方框802将RREQ消息添加到BRP,并且在处理结束806之前向波束跟踪发起者发送BRP帧。否则,如果在方框800处没有找到要发送的RREQ,那么到达方框804,并且在处理结束806之前,向波束跟踪发起者发送BRP帧。

[0267] 5.3.4. 示例3:集成BRP和RREQ

[0268] 再次,图22中所看到的一般拓扑被视为具有源站STA S 232、目的地站STA D 234、STA A 236和STA B 238。在这个示例中,假设STA A和STA B的路由表具有到STA D的最新路由信息。在与STA S执行BRP之前,STA A和STA B的路由表分别如表28和表29中所看到的。

[0269] 在这种情况下,假设STA S已经与STA A和STA B执行了SSW。但是,STA S要求与STA A和STA B执行波束细化处理。例如,这可能是由于需要在STA S处进一步优化天线设置而引起的。此外,STA S没有到目的地STA D的有效路由信息。在这种情况下,STA S需要发现到STA D的路由,因此STA S向其邻居STA(即STA A和STA B)发送RREQ。在这种情况下,STA S将RREQ与BRP帧集成,并将其发送到STA A和STA B。

[0270] 图51图示了与STA S 232和STA A 236之间的BRP帧集成的RREQ和RREP的示例实施

例810,以通过先前建立(例如,通过SSW)的波束成形的链路812、814进行交换。从STA S 232看到812具有TRN的RREQ,其中来自STA A的响应814将RREP和BRP应答交换回STA S。

[0271] 图52图示了示例实施例830,其将RREQ和RREP与STA S和STA B之间的BRP帧集成。因此,在该图中,看到了其中STA S与STA B执行BRP的下一步骤。STA S 232和STA B 238通过先前建立(例如,通过SSW)的波束成形的链路832、834执行交换。从STA S 232看到832具有TRN的RREQ,其中来自STA B的响应834将RREP和BRP应答交换回STA S。

[0272] 作为该BRP操作的结果,STA S更新它的到STA A、STA B和STA D的路由表,如表30中所示。

[0273] 一旦STA S与STA A和STA B执行BRP,这些站也接收关于它们自己和STA S之间的链路度量的信息。因此,STA A和STA B也更新它们的路由表,如表31和表32中所看到的。

[0274] 5.4. 分离扇区扫描和路由发现处理

[0275] 在先前的各节中,讨论了如何通过将RREQ/RREP消息嵌入在扇区扫描帧内部来集成扇区扫描和路由发现处理,以及如何通过RREQ/RREP消息的交换来集成波束细化。

[0276] 在本节中,描述可以如何在扇区扫描和路由发现处理之间放松(部分解耦)集成。在该处理中,先执行扇区扫描,然后再进行RREQ/RREP的通信,特别是使用从扇区扫描操作获得的最佳扇区来交换RREQ/RREP消息。考虑与图22中所示相同的拓扑,其中示出了四个站STA S 232、STA D 234、STA A 236和STA B 238。

[0277] 假设链路的度量是双向的,意味着STA A到STA B的度量与从STA B到STA A的度量相同。还假设STA与它们的邻居STA执行扇区扫描。

[0278] 图53图示了来自STA S 232的扇区扫描852和从STA A 236返回的扇区扫描854的示例实施例850。

[0279] 图54图示了来自STA S 232的扇区扫描872和从STA B 238返回的扇区扫描874的示例实施例870。

[0280] 在扇区扫描之后,每个STA存储关于其邻居STA的最佳扇区信息。作为天线扇区扫描的结果,每个STA建立称为邻居列表的数据库,并将每个STA和每个TX天线扇区的接收信号质量信息存储在其存储器中。邻居列表的每个实例存储关于邻居STA的杂项(miscellaneous)信息。邻居列表的目的是每个STA维护对其邻居STA的认知以及关于其最佳传输/接收扇区的信息。

[0281] 图55图示了邻居列表的示例实施例890。在所示的示例中,根据拓扑示例,针对STA S仅看到两个邻居(STA A和STA B)。为了说明的简单起见,每个站被视为仅具有六个天线扇区,但是,本公开可以被配置为维护关于任何期望数量的相邻站的信息,其中每个相邻站具有任何期望数量的天线扇区。所描绘的由STA S构造的邻居列表将STA A和STA B识别为其直接邻居STA(一跳邻居),并创建邻居列表条目的两个实例(记录)。STA S将接收链路质量信息存储到RxQuality[N],其中N与邻居STA的Tx天线扇区相关联。在邻居列表中,针对邻居列表的每个实例的TxAntSector被表示为到该邻居STA的最佳传输扇区。

[0282] 一旦STA S了解到关于到其邻居STA的最佳TX和RX扇区,它就使用TxAntSector向其邻居STA传输RREQ帧。

[0283] 图56和图57图示了分别使用从STA S和STA A以及STA S和STA B之间的扇区扫描操作获得的最佳扇区来传输RREQ帧的示例实施例910、930。在图56中,使用从SSW获得的最

佳扇区912、914从STA S 232和STA A 236传输RREQ。类似地,在图57中,使用从SSW获得的最佳扇区932、934从STA S 232和STA B 238传输RREQ。因此,在这种情况下,STA S向STA A和STA B发送RREQ消息。

[0284] 作为该帧交换的结果,STA S更新其转发表以考虑转发表33中看见的RREQ向STA A和STA B的转发操作。

[0285] 作为RREQ帧交换的结果,STA A和STA B接收RREQ消息,并且它们估计链路度量。因此,如表34和表35的更新的路由表中所看到的,STA A和STA B能够更新其到STA S的路由表。

[0286] 继续在STA之间执行扇区扫描的处理,并且每个STA填充它的到其一跳邻居STA的邻居列表。路由发现消息(RREQ和RREP)的交换遵循扇区扫描的处理,其中使用在扇区扫描处理中发现的最佳扇区来传输RREQ和RREP消息。

[0287] 在所有节点处填充路由表的处理,使得路由表优选地包括到达目的地STA的备用下一跳选项。

[0288] 5. 公开元素的摘要

[0289] 以下摘要公开了本公开的某些重要元素,但是该摘要不应被解释为仅描述本公开的重要元素。

[0290] 用于将定向通信系统所需的扇区扫描训练、与建立从始发STA到目的地STA的路由所需的路由请求和路由应答消息传播相结合的装置和方法。

[0291] 扇区扫描和路由发现被集成,使得路由发现将触发扇区扫描操作。在那种情况下,如果已经为链路执行了扇区扫描(即,可获得最新信息),那么路由发现处理退回到常规方法,通过该常规方法,路由发现请求和路由应答消息通过两个节点之间建立的定向链路和最佳扇区被发送。

[0292] 描述了将波束细化(优化STA之间的扇区设置)和路由发现处理相结合的装置和方法。在一个实施例中,训练字段被附加路由发现消息,其中响应者将波束细化应答附加到路由应答。

[0293] 描述了其中假设STA已经执行了扇区扫描训练,那么在已建立的定向链路之上实现路由发现处理的装置和方法。

[0294] 该装置和方法可以与协议一起使用,该协议被配置为建立和维护从源到目的地站的主要路由和一个或多个备用路由。

[0295] 该装置和方法可以与协议一起使用,该协议利用状态请求和状态应答消息来维护路由信息。

[0296] 该装置和方法可以与毫米波频带中的定向无线通信站一起使用,并且定向无线通信站还可以在另一个频带中提供全向通信。

[0297] 6. 实施例的一般范围

[0298] 所提出的技术中描述的增强可以容易地在各种无线通信站的协议内实现。还应认识到,无线通信站优选地被实现为包括一个或多个计算机处理设备(例如,CPU、微处理器、微控制器、启用计算机的ASIC等)以及相关联的存储指令的存储器(例如,RAM、DRAM、NVRAM、FLASH、计算机可读介质等),其中在处理器上执行存储在存储器中的编程(指令)以执行本文描述的各种处理方法的步骤。

[0299] 为了说明的简单起见,并未在每一个图中描绘计算机和存储器设备,因为本领域的普通技术人员认识到使用计算机设备来执行与控制无线通信站相关的步骤。就存储器和计算机可读介质而言,所呈现的技术是非限制性的,只要它们是非暂态的且因此不构成暂态电子信号即可。

[0300] 本技术的实施例在本文中可以参考根据本技术的实施例的方法和系统的流程图图示、和/或也可以被实现为计算机程序产品的进程、算法、步骤、操作、公式或其他计算示出来描述。就这一点而言,流程图的每个方框或步骤、流程图中的方框(和/或步骤)的组合、以及任何进程、算法、步骤、操作、公式或计算示出可以通过各种手段来实现,诸如硬件、固件和/或包括包含在计算机可读程序代码中的一个或多个计算机程序指令的软件。如将意识到的,任何这样的计算机程序指令可以被一个或多个计算机处理器(包括但不限于通用计算机或专用计算机、或生成机器的其他可编程处理装置)执行,以使得在(一个或多个)计算机处理器或其他可编程处理装置上执行的计算机程序指令创建用于实现所指定的(一个或多个)功能的手段。

[0301] 因此,本文描述的流程图的块和过程、算法、步骤、操作、公式或计算示出支持用于执行指定功能的手段组合、用于执行指定功能的步骤的组合,和用于执行指定的功能的计算机程序指令(诸如体现在计算机可读程序代码逻辑手段中)。还将理解,本文描述的流程图图示的每个块以及任何过程、算法、步骤、操作、公式或计算示出及其组合,可以由执行指定的功能或步骤的基于专用硬件的计算机系统,或专用硬件和计算机可读程序代码的组合来实现。

[0302] 此外,诸如体现在计算机可读程序代码中的这些计算机程序指令也可以存储在一个或多个计算机可读存储器或存储器设备中,其可以指导计算机处理器或其他可编程处理装置以特定方式起作用,使得存储在计算机可读存储器或存储器设备中的指令产生包括指令手段的制品,该指令手段实现在流程图的块中指定的功能。计算机程序指令还可以由计算机处理器或其他可编程处理装置执行,以使得在计算机处理器或其他可编程处理装置上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的过程,使得在计算机处理器或其他可编程处理装置上执行的指令提供用于实现在流程图的块、过程、算法、步骤、操作、公式或计算示出中指定的功能的步骤。

[0303] 还将认识到的是,本文使用的术语“编程程序”或“程序可执行”是指可以由一个或多个计算机处理器执行以执行如本文所述的一个或多个功能的一个或多个指令。指令可以体现为软件、固件或软件和固件的组合。指令可以本地存储到设备在非暂时性介质中,或者可以远程存储在诸如服务器上,或者可以本地和远程地存储全部或部分指令。远程存储的指令可以通过用户发起或者基于一个或多个因素自动地下载(推送)到设备。

[0304] 还将认识到的是,如本文所使用的,术语处理器、硬件处理器、计算机处理器、中央处理单元(CPU)和计算机被同义地使用来表示能够执行指令以及与输入/输出接口和/或外围设备进行通信的设备,以及术语处理器、硬件处理器、计算机处理器、CPU和计算机旨在包括单个或多个设备、单核和多核设备及其变形。

[0305] 从本文中的描述将认识到的是,本公开包含多个实施例,所述多个实施例包括但不限于以下实施例。

[0306] 1. 一种用于网络中的无线通信的装置,所述装置包括:(a) 包括定向无线通信电路

的站,所述定向无线通信电路被配置为直接地或通过一跳或多跳与至少一个其它定向无线通信电路进行无线通信;(b)所述无线通信电路内的处理器,所述处理器被配置为在无线网络上控制站操作;(c)非暂态存储器,所述非暂态存储器存储能够由处理器执行的指令;以及(d)其中所述指令在由处理器执行时执行包括以下的步骤:(d)(i)作为路由请求发起者站执行并且发起路由请求发现处理,包括:(d)(i)(A)如果该站缺少针对其邻居站的扇区信息,那么执行结合的扇区扫描(SSW)和路由发现操作;(d)(i)(B)通过从所述定向无线通信电路在多个扇区方向上传输扇区扫描(SSW)帧来执行所述扇区扫描(SSW),以找到与相邻站通信的最佳方向;(d)(i)(C)将路由请求(RREQ)消息附加到在多个扇区方向上传输的所述扇区扫描(SSW)帧中的每个帧中;(d)(i)(D)接收并处理来自相邻站的扇区扫描(SSW)帧,并处理任何合并的路由请求(RREQ)或路由应答(RREP)消息内容;(d)(ii)响应于来自路由请求发起者站的路由请求发现处理,作为路由请求响应者站执行包括以下的步骤:(d)(ii)(A)通过在多个扇区方向上传输扇区扫描(SSW)帧,对从相邻站接收的一个或多个扇区扫描(SSW)帧进行响应;(d)(ii)(B)响应于检测并处理附加到接收的一个或多个扇区扫描(SSW)帧的路由请求(RREQ)消息,如果存在应答路由请求(RREQ)消息的有效路由,那么向每个传输的扇区扫描(SSW)帧附加路由应答(RREP)消息;(d)(ii)(C)响应于检测并处理附加到接收的一个或多个扇区扫描(SSW)帧的路由请求(RREQ)消息,如果没有应答路由请求(RREQ)消息的有效路由,并且存在要发送到相邻站的路由请求(RREQ)消息,那么向每个传输的扇区扫描(SSW)帧附加路由应答(RREP)消息;以及(d)(iii)建立从路由请求发起者站通过一个或多个路由请求响应者站到目的地站的路由,所述目的地站能够包括路由请求响应者站之一。

[0307] 2.一种在网络中执行无线通信的方法,包括以下步骤:(a)进行包括定向无线通信电路的站与至少一个其它定向无线通信电路的无线通信,并作为路由请求发起者站、路由请求响应者站或目的地站操作,用于从路由请求发起者站和目的地站建立直接路由或者通过一跳或多跳建立间接路由;(b)作为路由请求发起者站执行并且发起路由请求发现处理,包括:(b)(i)如果该站缺少针对其邻居站的扇区信息,那么执行结合的扇区扫描(SSW)和路由发现操作;(b)(ii)通过从所述定向无线通信电路在多个扇区方向上传输扇区扫描(SSW)帧来执行所述扇区扫描(SSW),以找到与相邻站通信的最佳方向;(b)(iii)将路由请求(RREQ)消息附加到在多个扇区方向上传输的所述扇区扫描(SSW)帧中的每个帧中;(b)(iv)接收并处理来自相邻站的扇区扫描(SSW)帧,并处理任何合并的路由请求(RREQ)或路由应答(RREP)消息内容;(c)响应于来自路由请求发起者站的路由请求发现处理,作为路由请求响应者站执行包括以下的步骤:(c)(i)通过在多个扇区方向上传输扇区扫描(SSW)帧,对从相邻站接收的一个或多个扇区扫描(SSW)帧进行响应;(c)(ii)响应于检测并处理附加到接收的一个或多个扇区扫描(SSW)帧的路由请求(RREQ)消息,如果存在应答路由请求(RREQ)消息的有效路由,那么向每个传输的扇区扫描(SSW)帧附加路由应答(RREP)消息;(c)(iii)响应于检测并处理附加到接收的一个或多个扇区扫描(SSW)帧的路由请求(RREQ)消息,如果没有应答路由请求(RREQ)消息的有效路由,并且存在要发送到相邻站的路由请求(RREQ)消息,那么向每个传输的扇区扫描(SSW)帧附加路由应答(RREP)消息;以及(d)建立从路由请求发起者站通过一个或多个路由请求响应者站到目的地站的路由,所述目的地站能够包括路由请求响应者站之一。

[0308] 3. 如任何前述实施例所述的装置或方法, 其中所述指令在由处理器执行时进一步执行包括以下的一个或多个步骤: 在接收的一个或多个扇区扫描帧上跟踪链路度量, 以及将链路度量传送到传输该接收的一个或多个扇区扫描帧的站。

[0309] 4. 如任何前述实施例所述的装置或方法, 其中所述指令在由处理器执行时, 响应于路由请求 (RREQ) 和路由应答 (RREP) 消息的传输来执行链路度量的传送。

[0310] 5. 如任何前述实施例所述的装置或方法, 其中所述指令在由处理器执行时, 当作为路由请求响应者站执行时, 响应于它从其接收到多个路由请求 (RREQ) 的路由请求发现处理, 选择具有最佳链路度量的路由请求, 以转发到相邻或目的地站。

[0311] 6. 如任何前述实施例所述的装置或方法, 其中所述指令在由处理器执行时进一步执行包括以下的一个或多个步骤: 在接收的一个或多个扇区扫描帧上跟踪链路度量, 以及在选择最佳扇区方向以用于与传输该接收的一个或多个扇区扫描帧的站通信时使用所述链路度量。

[0312] 7. 如任何前述实施例所述的装置或方法, 其中所述指令在由处理器执行时进一步包括: 响应于扇区扫描和路由发现操作, 在该站与相邻站之间建立定向通信链路。

[0313] 8. 如任何前述实施例所述的装置或方法, 其中所述指令在由处理器执行时进一步包括: 在该站与相邻站之间的定向通信链路上执行波束细化协议 (BRP), 以进一步调整方向扇区设置。

[0314] 9. 如任何前述实施例所述的装置或方法, 其中所述指令在由处理器执行时, 当波束跟踪发起者将训练 (TRN) 字段附加到去往相邻站的路由请求 (RREQ) 消息上时, 执行所述波束细化协议 (BRP)。

[0315] 10. 如任何前述实施例所述的装置或方法, 其中所述指令在由处理器执行时, 作为波束跟踪响应者执行响应, 该波束跟踪响应者将波束细化协议 (BRP) 应答附加到路由应答 (RREP) 消息上。

[0316] 11. 如任何前述实施例所述的装置或方法, 其中所述指令在由处理器执行时, 通过以下方式执行对路由发现消息的接收的响应: 如果接收到路由发现消息的站不是无线通信的目的地, 那么将路由发现消息传播到其邻居站; 或者, 如果接收到路由发现消息的站是无线通信的目的地, 那么向从其接收到路由发现消息的站发出路由应答消息。

[0317] 12. 如任何前述实施例所述的装置或方法, 其中所述指令在由处理器执行时, 执行将路由应答消息传播到邻居站, 直到一个或多个路由应答消息通过一条或多条路径被始发站接收到, 所述始发站是最初传输了路由发现消息的站。

[0318] 13. 如任何前述实施例所述的装置或方法, 其中所述无线通信电路包括毫米波 (mmW) 站, 所述毫米波 (mmW) 站被配置为在网格网络和非网格网络中进行定向通信。

[0319] 14. 如任何前述实施例所述的装置或方法, 其中所述指令在由处理器执行时进一步包括: 在选择主要下一跳站和至少一个备用下一跳站时, 如果这些站是能够使用的, 那么基于多个路由请求的链路度量来对该多个路由请求进行排序。

[0320] 15. 如任何前述实施例所述的装置或方法, 其中所述无线通信电路被配置为在第一频带上进行定向通信, 并且在第二频带上进行准全向通信。

[0321] 如本文所用, 除非上下文中另有明确规定, 否则单数术语“一”、“一个”和“该”可包括复数指示。除非明确说明, 否则以单数形式提及对象并不旨在表示“一个与仅一个”, 而是

“一个或多个”。

[0322] 如本文所用,术语“组”指的是一或多个物件的集合。因此,例如一组物件可以包括单个物件或多个物件。

[0323] 如本文所用,术语“实质上”与“约”被用来描述和解释小的变化。当与事件或情况结合使用时,术语可以指事件或情况恰好发生的实例以及事件或情况类似发生的实例。当与数值结合使用时,术语可以指小于或等于该数值的±10%的变化范围,诸如小于或等于±5%、小于或等于±4%、小于或等于±3%、小于或等于±2%、小于或等于±1%、小于或等于±0.5%、小于或等于±0.1%、或小于或等于±0.05%。例如,对齐的“实质上”可以指小于或等于±10°的角度变化范围,诸如小于或等于±5°、小于或等于±4°、小于或等于±3°、小于或等于±2°、小于或等于±1°、小于或等于±0.5°、小于或等于±0.1°、或小于或等于±0.05°。

[0324] 另外,数量、比率和其他数值有时可以以范围格式呈现于本文中。应当理解,这种范围格式是为了方便和简洁而使用的,并且应该被灵活地理解为包括明确指明为范围限制的数值,而且包括包含在该范围内的所有单个数值或子范围,如同明确指明每个数值和子范围一样。例如,约1至约200的范围的比例应理解为包括明确列举的约1和约200的限制,而且包括单个的比例,诸如约2、约3和约4,以及诸如约10至约50、约20至约100等的子范围。

[0325] 然而,本文的描述包含许多细节,这些细节不应被解释为限制本公开的范围,而是仅提供一些当前优选实施例的说明。因此,应当理解,本公开的范围完全地包括对于那些本领域技术人员可能变得显而易见的其它实施例。

[0326] 那些本领域技术人员已知的所公开实施例的元素的所有结构和功能等同物通过引用明确地并入本文,并且旨在由本申请权利要求所涵盖。此外,无论元素、组件或方法步骤是否在权利要求中明确地陈述,本公开中的元素、组件或方法步骤都不旨在贡献于公众。本文中的权利要求元素不应被解释为“手段加功能”元素,除非使用短语“用于……的手段”明确地描述该元素。本文中的权利要求元素不应被解释为“步骤加功能”元素,除非使用短语“用于……的步骤”明确地描述该元素。

[0327] 表1

[0328] STA S处的空路由表

[0329]

目的地	A	B	D
下一跳	N/A	N/A	N/A
度量	N/A	N/A	N/A
生存时间	N/A	N/A	N/A
备用下一跳	N/A	N/A	N/A

[0330]

备用度量	N/A	N/A	N/A
备用生存时间	N/A	N/A	N/A

[0331] 表2

[0332] 在与STA S的SSW之前的STA A路由表

[0333]	目的地	S	B	D
	下一跳	N/A	B	D
	度量	N/A	2	3
	生存时间	N/A	999	999
	备用下一跳	N/A	N/A	B
	备用度量	N/A	N/A	5
	备用生存时间	N/A	N/A	N/A

[0334] 表3

[0335] 在与STA S的SSW之前的STA B路由表

[0336]	目的地	S	A	D
	下一跳	N/A	A	D
	度量	N/A	2	3
	生存时间	N/A	999	999
	备用下一跳	N/A	N/A	A
	备用度量	N/A	N/A	5
	备用生存时间	N/A	N/A	N/A

[0337] 表4

[0338] 在与STA A和STA B交换SSW帧之后的STA S路由表

[0339]	目的地	A	B	D
	下一跳	A	B	D
	度量	5	4	7
	生存时间	999	999	999
	备用下一跳	N/A	N/A	A
	备用度量	N/A	N/A	8
	备用生存时间	N/A	N/A	999

[0340] 表5

[0341] 在与STA S的SSW之后的STA A路由表

[0342]	目的地	S	B	D
	下一跳	S	B	D
	度量	5	2	3
	生存时间	999	999	999
	备用下一跳	N/A	N/A	B
	备用度量	N/A	N/A	5
	备用生存时间	N/A	N/A	999

[0343] 表6

[0344] 在与STA S的SSW之后的STA B路由表

[0345]

目的地	S	A	D
下一跳	S	A	D
度量	4	2	3
生存时间	999	999	999

[0346]

备用下一跳	N/A	N/A	A
备用度量	N/A	N/A	5
备用生存时间	N/A	N/A	999

[0347] 表7

[0348] 初始STA A路由表

[0349]

目的地	S	B	D
下一跳	N/A	N/A	N/A
度量	N/A	N/A	N/A
生存时间	N/A	N/A	N/A
备用下一跳	N/A	N/A	N/A
备用度量	N/A	N/A	N/A
备用生存时间	N/A	N/A	N/A

[0350] 表8

[0351] 初始STA B路由表

[0352]

目的地	S	B	D
下一跳	N/A	N/A	N/A
度量	N/A	N/A	N/A
生存时间	N/A	N/A	N/A
备用下一跳	N/A	N/A	N/A
备用度量	N/A	N/A	N/A
备用生存时间	N/A	N/A	N/A

[0353] 表9

[0354] 初始STA S路由表

[0355]

目的地	S	B	D
下一跳	N/A	N/A	N/A
度量	N/A	N/A	N/A
生存时间	N/A	N/A	N/A
备用下一跳	N/A	N/A	N/A
备用度量	N/A	N/A	N/A

备用生存时间	N/A	N/A	N/A
--------	-----	-----	-----

[0356] 表10

[0357] 在与STA A的SSW之后的STA S路由表

目的地	A	B	D
下一跳	A	N/A	N/A
度量	5	N/A	N/A
生存时间	999	N/A	N/A
备用下一跳	N/A	N/A	N/A
备用度量	N/A	N/A	N/A
备用生存时间	N/A	N/A	N/A

[0359] 表11

[0360] 在与STA S的SSW之后的STA A路由表

目的地	S	B	D
下一跳	S	N/A	N/A

[0361]

度量	5	N/A	N/A
生存时间	999	N/A	N/A
备用下一跳	N/A	N/A	N/A
备用度量	N/A	N/A	N/A
备用生存时间	N/A	N/A	N/A

[0362]

[0363] 表12

[0364] 在与STA B的SSW之后的STA S路由表

目的地	A	B	D
下一跳	A	B	N/A
度量	5	4	N/A
生存时间	999	999	N/A
备用下一跳	N/A	N/A	N/A
备用度量	N/A	N/A	N/A
备用生存时间	N/A	N/A	N/A

[0365]

[0366] 表13

[0367] 在与STA S的SSW之后的STA B路由表

[0368]

目的地	S	A	D
下一跳	S	N/A	N/A
度量	4	N/A	N/A
生存时间	999	N/A	N/A
备用下一跳	N/A	N/A	N/A
备用度量	N/A	N/A	N/A

[0369]

备用生存时间	N/A	N/A	N/A
--------	-----	-----	-----

[0370] 表14

[0371] 在与STA B的SSW之后的STA A路由表

[0372]

目的地	S	B	D
下一跳	S	B	N/A
度量	5	2	N/A
生存时间	999	999	N/A
备用下一跳	B	N/A	N/A
备用度量	6	N/A	N/A
备用生存时间	999	N/A	N/A

[0373] 表15

[0374] 与STA A的SSW之后的STA B路由表

[0375]

目的地	S	A	D
下一跳	S	A	N/A
度量	4	2	N/A
生存时间	999	999	N/A
备用下一跳	A	N/A	N/A
备用度量	7	N/A	N/A
备用生存时间	999	N/A	N/A

[0376] 表16

[0377] 在使用RREQ1/RREQ2中的最佳与STA D的SSW之后的STA A路由表

[0378]

目的地	S	B	D
下一跳	S	B	D
度量	4	2	3
生存时间	999	999	999
备用下一跳	B	N/A	N/A
备用度量	6	N/A	N/A

备用生存时间	999	N/A	N/A
--------	-----	-----	-----

[0379] 表17

[0380] 在与STA A的SSW之后的STA D路由表

目的地	S	A	B
下一跳	A	A	N/A
度量	8	3	N/A
生存时间	999	999	N/A
备用下一跳	N/A	N/A	N/A
备用度量	N/A	N/A	N/A
备用生存时间	N/A	N/A	N/A

[0382] 表18

[0383] 在使用RREQ1与STA D的SSW之后的STA A路由表

目的地	S	B	D
下一跳	S	N/A	D
度量	5	N/A	3
生存时间	999	N/A	999

[0384]

备用下一跳	N/A	N/A	N/A
备用度量	N/A	N/A	N/A
备用生存时间	N/A	N/A	N/A

[0385]

[0386] 表19

[0387] 在与STA A的SSW之后的STA D路由表

目的地	S	A	B
下一跳	A	A	N/A
度量	8	3	N/A
生存时间	999	999	N/A
备用下一跳	N/A	N/A	N/A
备用度量	N/A	N/A	N/A
备用生存时间	N/A	N/A	N/A

[0389] 表20

[0390] 在与STA B的SSW (转发从STA S接收到的RREQ1) 之后的STA

[0391] A路由表

目的地	S	B	D
下一跳	S	B	D

[0392]

度量	5	2	3
生存时间	999	999	999
备用下一跳	B	N/A	N/A
备用度量	6	N/A	N/A
备用生存时间	999	N/A	N/A

[0393] 表21

[0394] 在与STA A的SSW(转发来自STA S的RREQ2)之后的STA B路由表

目的地	S	A	D
下一跳	S	A	N/A
度量	4	2	N/A
生存时间	999	999	N/A
备用下一跳	A	N/A	N/A
备用度量	7	N/A	N/A
备用生存时间	999	N/A	N/A

[0396] 表22

[0397] 在与STA D的SSW之后的STA B路由表

目的地	S	A	D
下一跳	S	A	D
度量	4	2	3
生存时间	999	999	999
备用下一跳	A	N/A	N/A
备用度量	7	N/A	N/A
备用生存时间	999	N/A	N/A

[0399] 表23

[0400] 在与STA B的SSW之后的STA D路由表

目的地	S	A	B
下一跳	B	A	B
度量	7	3	3
生存时间	999	999	999
备用下一跳	A	N/A	N/A
备用度量	8	N/A	N/A
备用生存时间	999	N/A	N/A

[0403] 表24

[0404] 在来自STA B的RREP通过波束成形的链路之后的STA A路由表

[0405]	目的地	S	B	D
	下一跳	S	B	D
	度量	5	2	3
	生存时间	999	999	999
	备用下一跳	B	N/A	B
	备用度量	6	N/A	5
	备用生存时间	999	N/A	999

[0406] 表25

[0407] 在来自STA A的RREP通过波束成形的链路之后的STA B路由表

	目的地	S	A	D
	下一跳	S	A	D
	度量	4	2	3
	生存时间	999	999	999
	备用下一跳	A	N/A	A
	备用度量	7	N/A	5
[0408]	备用生存时间	999	N/A	999

[0409] 表26

[0410] 在来自STA A的RREP之后更新的STA S路由表

[0411]	目的地	A	B	D
	下一跳	A	B	A
	度量	5	4	8
	生存时间	999	999	999
	备用下一跳	N/A	N/A	N/A
	备用度量	N/A	N/A	N/A
	备用生存时间	N/A	N/A	N/A

[0412] 表27

[0413] 在来自STA B的RREP之后更新的STA S路由表

[0414]	目的地	A	B	D
	下一跳	A	B	B
	度量	5	4	7
	生存时间	999	999	999
	备用下一跳	N/A	N/A	A

备用度量	N/A	N/A	8
备用生存时间	N/A	N/A	999

[0415] 表28

[0416] 在与STA S的BRP之前的STA A路由表

目的地	S	B	D
下一跳	N/A	B	D
度量	N/A	2	3
生存时间	N/A	999	999
备用下一跳	N/A	N/A	B
备用度量	N/A	N/A	5
备用生存时间	N/A	N/A	999

[0418] 表29

[0419] 在与STA S的BRP之前的STA B路由表

目的地	S	A	D
下一跳	N/A	A	D
度量	N/A	2	3
生存时间	N/A	999	999
备用下一跳	N/A	N/A	A
备用度量	N/A	N/A	5
备用生存时间	N/A	N/A	999

[0421] 表30

[0422] 在与STA A和STA B交换BRP帧之后的STA S路由表

目的地	A	B	D
下一跳	A	B	B
度量	5	4	7
生存时间	999	999	999

[0423]

备用下一跳	N/A	N/A	A
备用度量	N/A	N/A	8
备用生存时间	N/A	N/A	999

[0424]

[0425] 表31

[0426] 在与STA S的BRP之前的STA A路由表

目的地	S	B	D
下一跳	S	B	D

[0427]

度量	5	2	3
生存时间	999	999	999
备用下一跳	N/A	N/A	B
备用度量	N/A	N/A	5
备用生存时间	N/A	N/A	999

[0428] 表32

[0429] 在与STA S的BRP之前的STA B路由表

目的地	S	A	D
下一跳	S	A	D
度量	4	2	3
生存时间	999	999	999
备用下一跳	N/A	N/A	A
备用度量	N/A	N/A	5
备用生存时间	N/A	N/A	999

[0431] 表33

[0432] 在STA S处的转发表

下一跳	A	B
始发STA	S	S
序列号	0	0
类型	RREQ	RREQ
度量	N/A	N/A

[0434] 表34

[0435] 在来自STA S的RREQ之后的STA A路由表

目的地	S	B	D
下一跳	S	N/A	N/A
度量	5	N/A	N/A
生存时间	999	N/A	N/A
备用下一跳	N/A	N/A	N/A
备用度量	N/A	N/A	N/A
备用生存时间	N/A	N/A	N/A

[0437] 表35

[0438] 在来自STA S的RREQ之后的STA B路由表

[0439]

目的地	S	A	D
下一跳	S	N/A	N/A
度量	4	N/A	N/A
生存时间	999	N/A	N/A

[0440]

备用下一跳	N/A	N/A	N/A
备用度量	N/A	N/A	N/A
备用生存时间	N/A	N/A	N/A

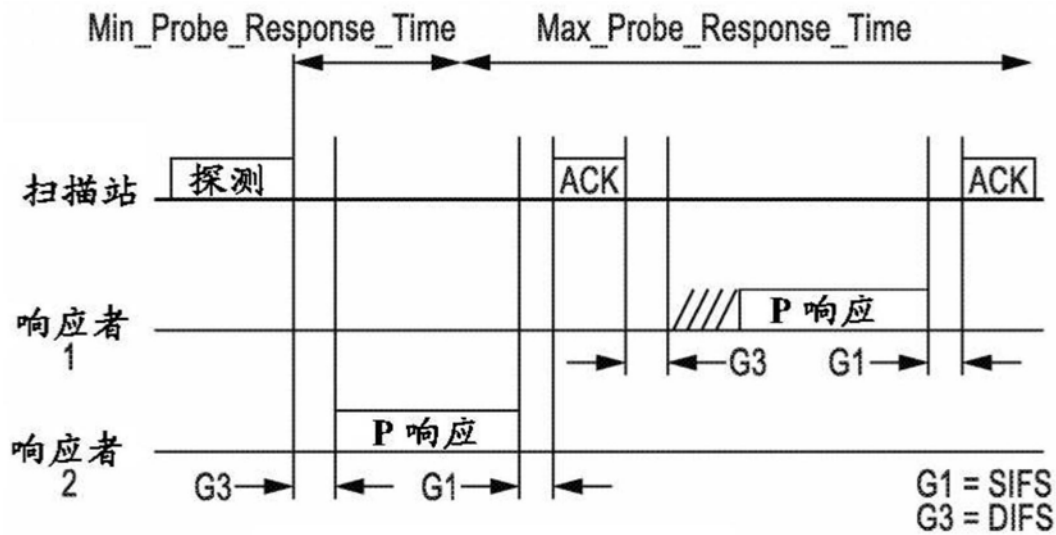


图1 (现有技术)

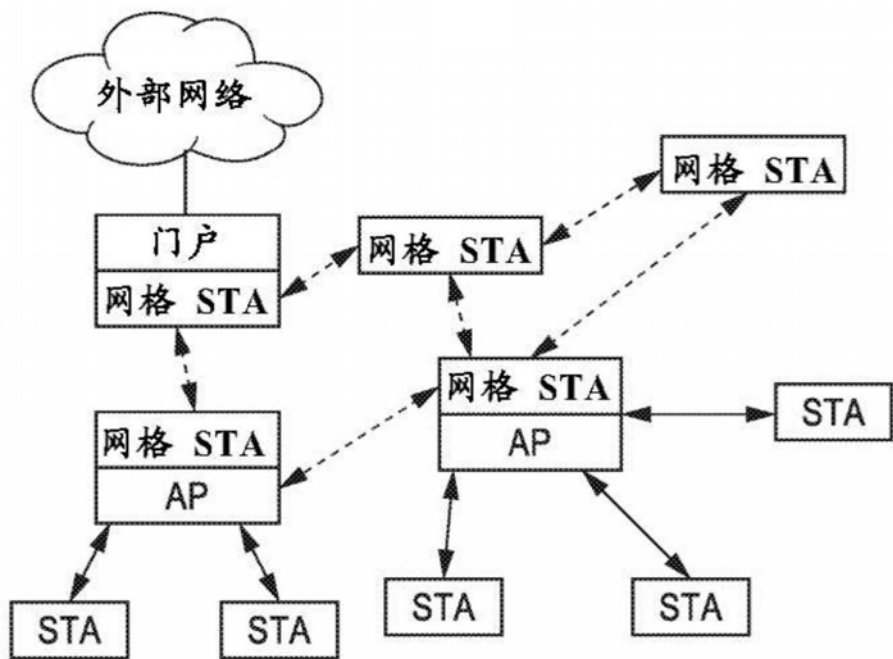


图2 (现有技术)

元素 ID	长度	网格 ID
八位字节: 1	1	0-32

图3 (现有技术)

元素 ID	长度	活动路径选择标识符	活动路径度量选择标识符	拥塞控制模式标识符	同步方法标识符	认证协议标识符	网络形成信息	网络能力
1	1	1	1	1	1	1	1	1

八位字节: 1

图4 (现有技术)

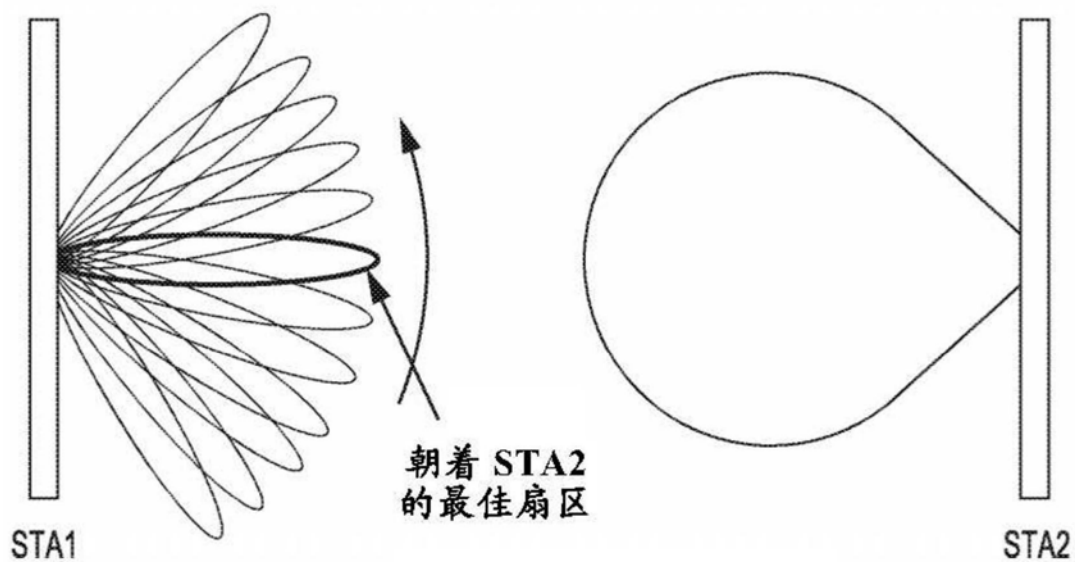


图5 (现有技术)

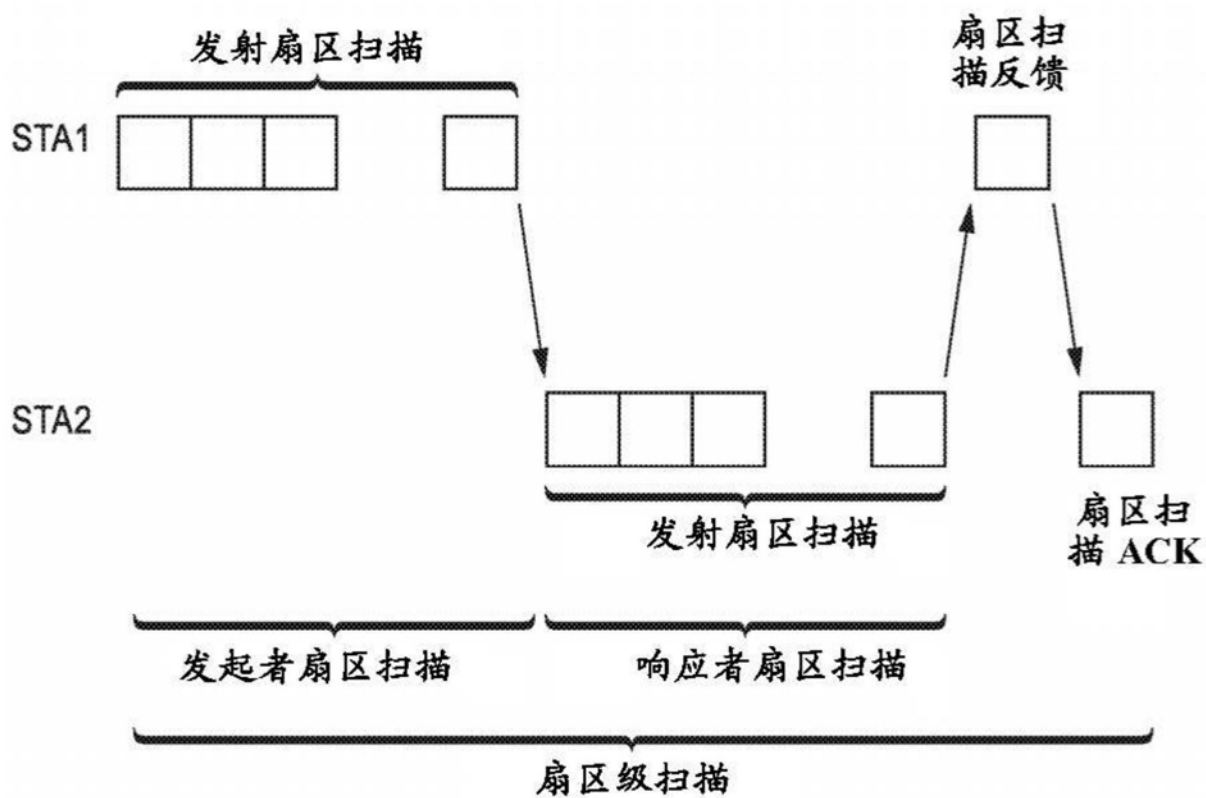


图6 (现有技术)

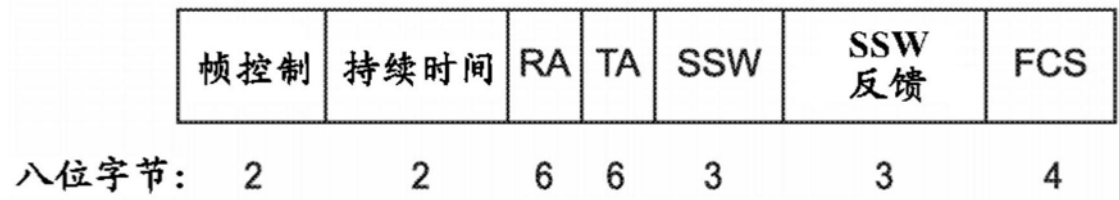


图7 (现有技术)

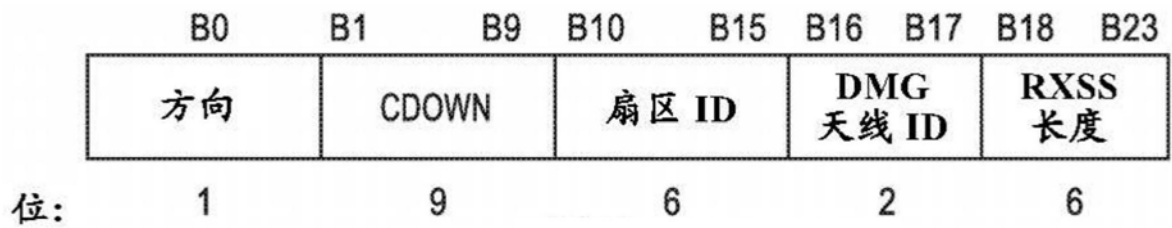


图8 (现有技术)

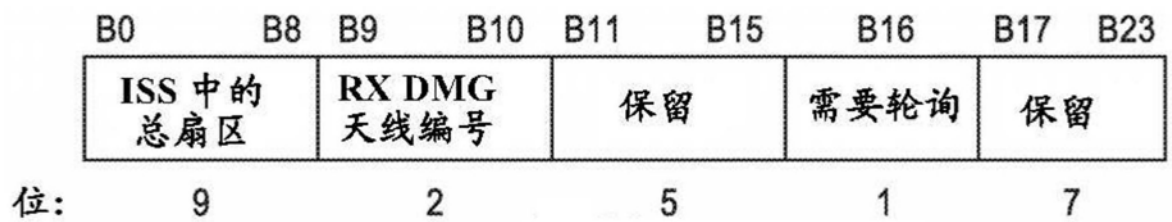


图9A (现有技术)



图9B (现有技术)

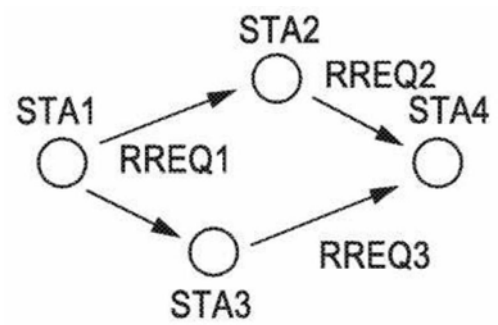


图10A (现有技术)

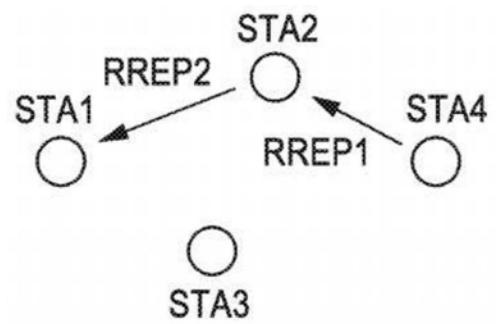


图10B (现有技术)

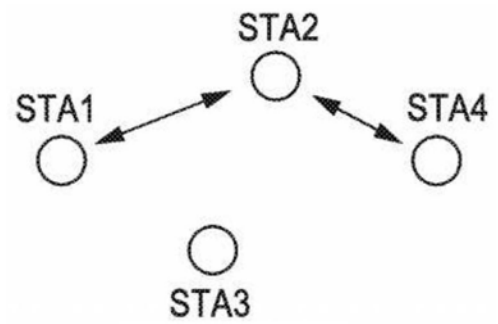


图10C (现有技术)

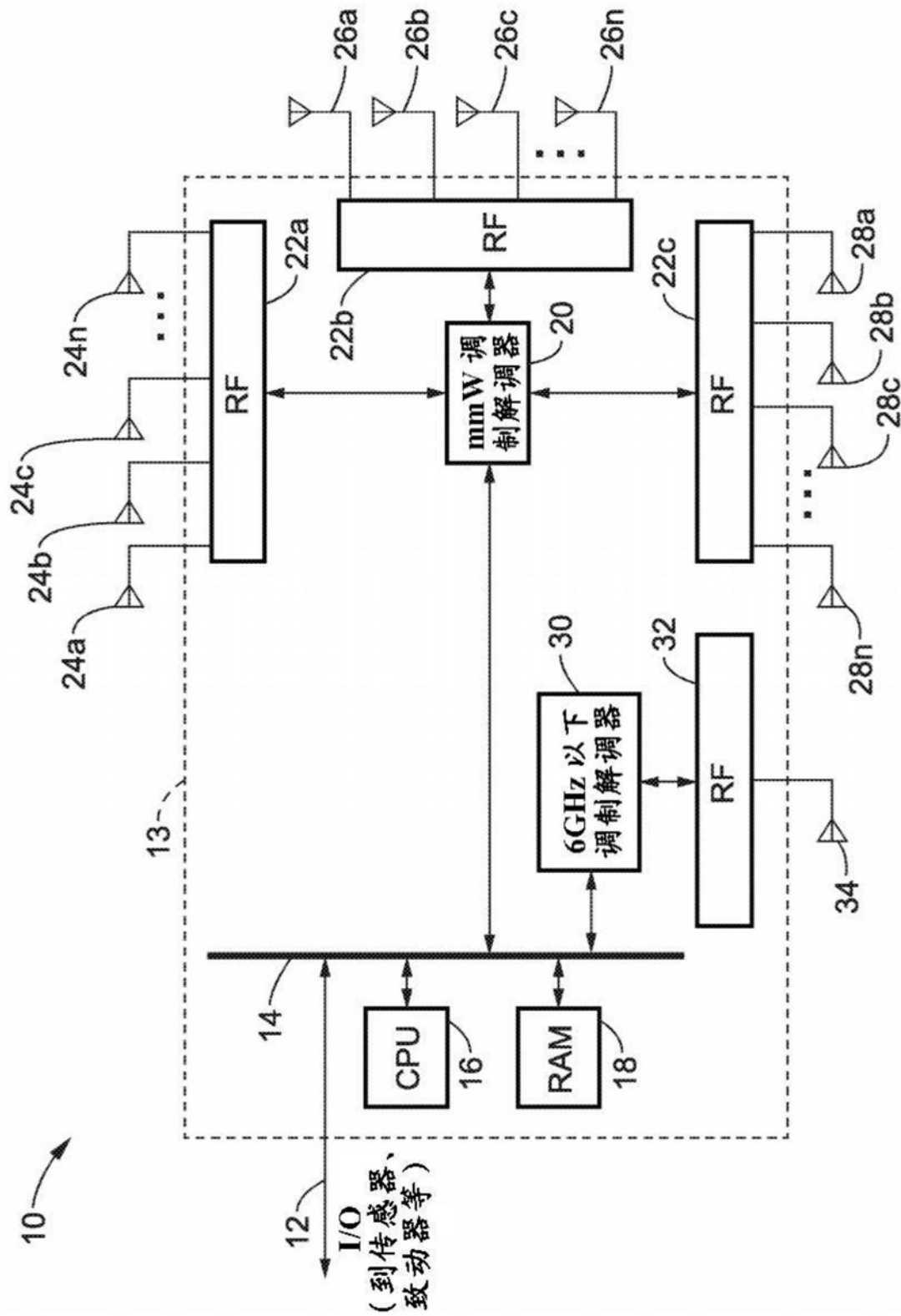


图11

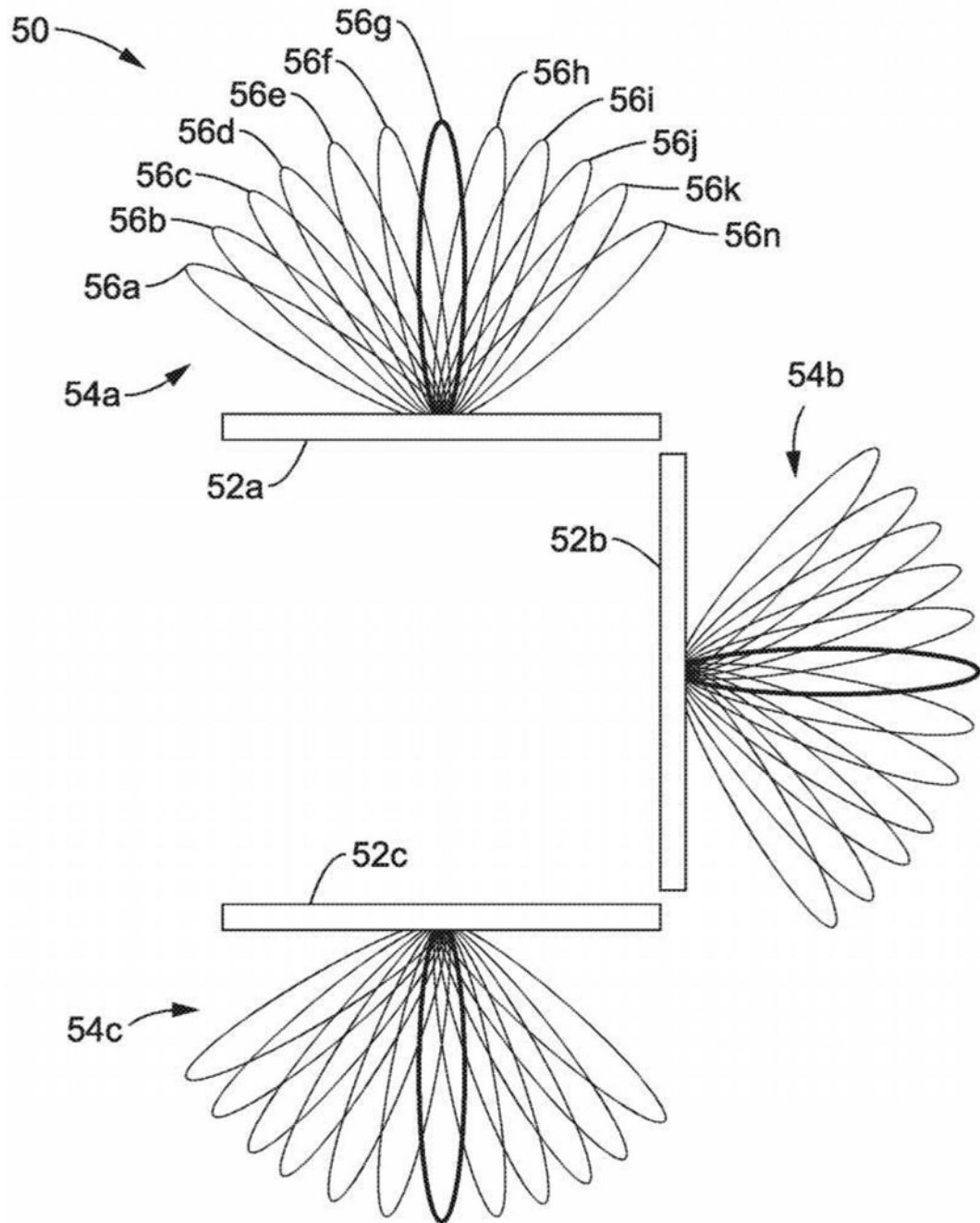


图12

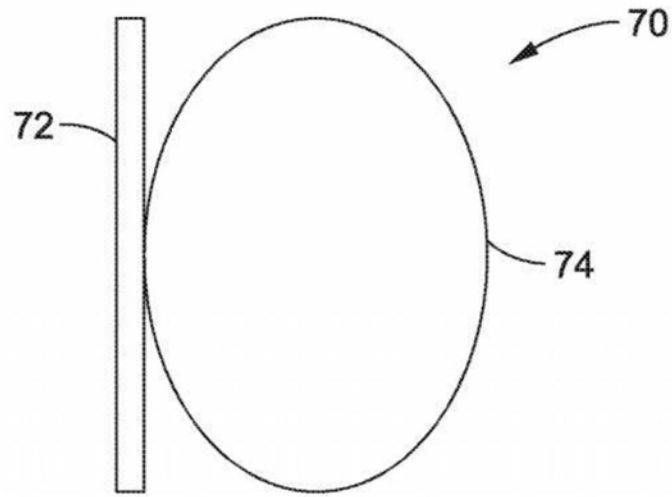


图13

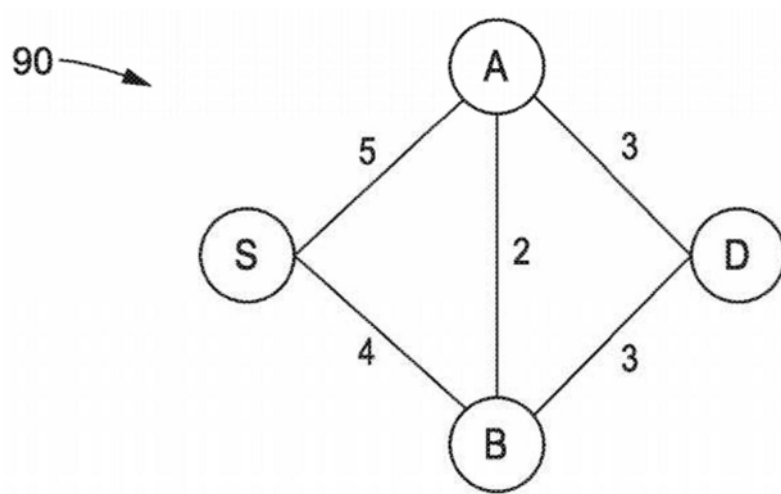


图14

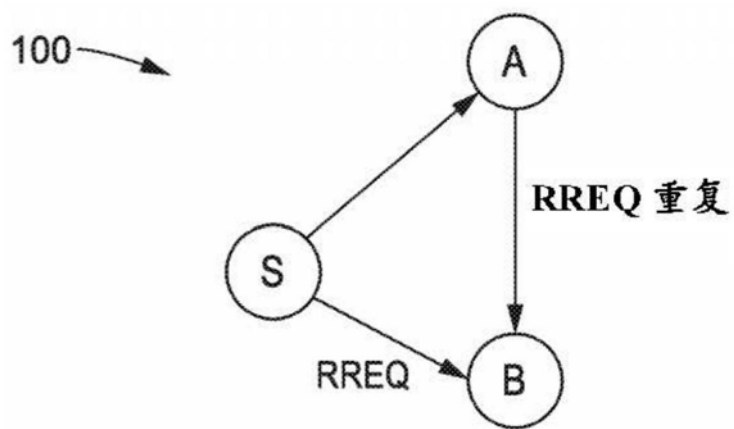


图15

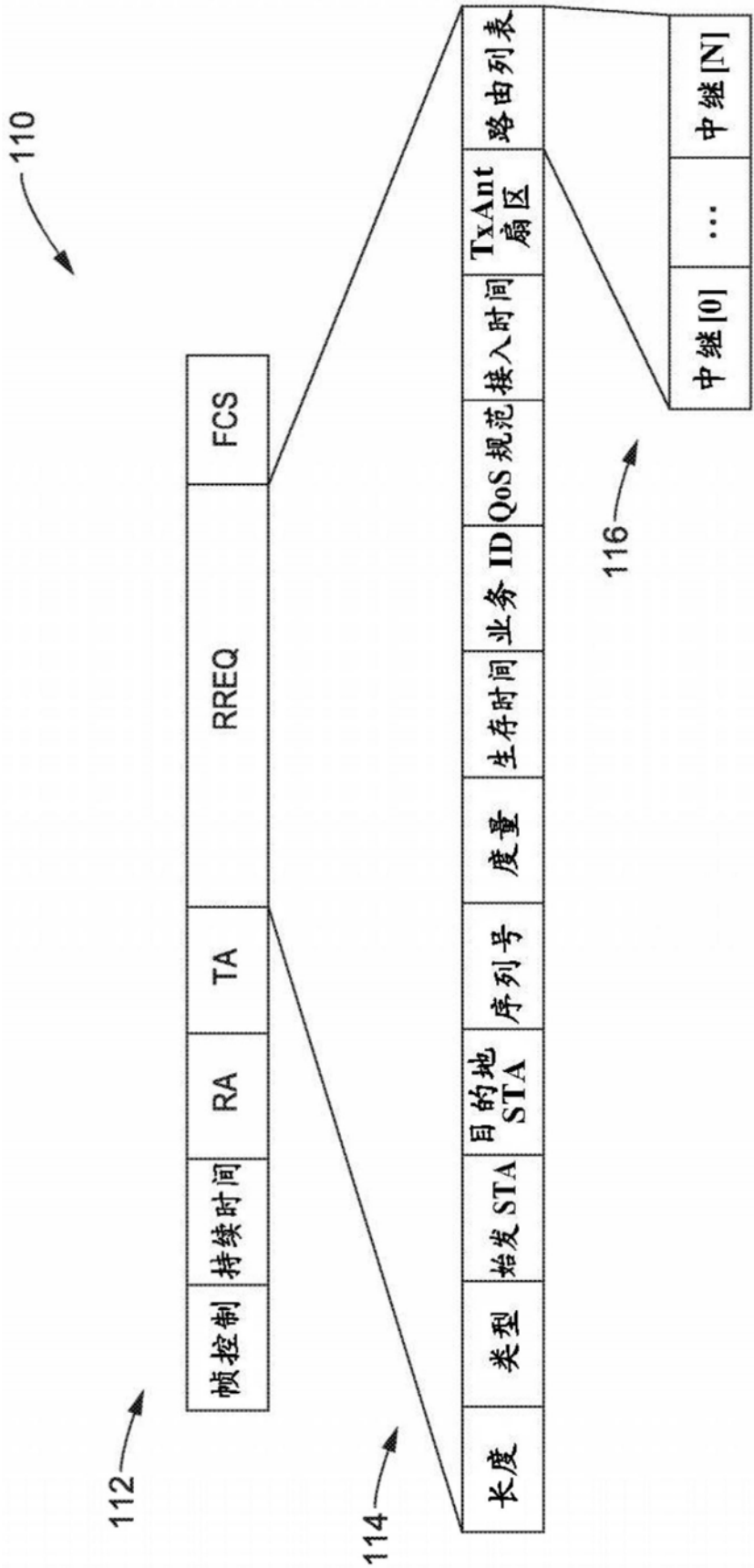


图16

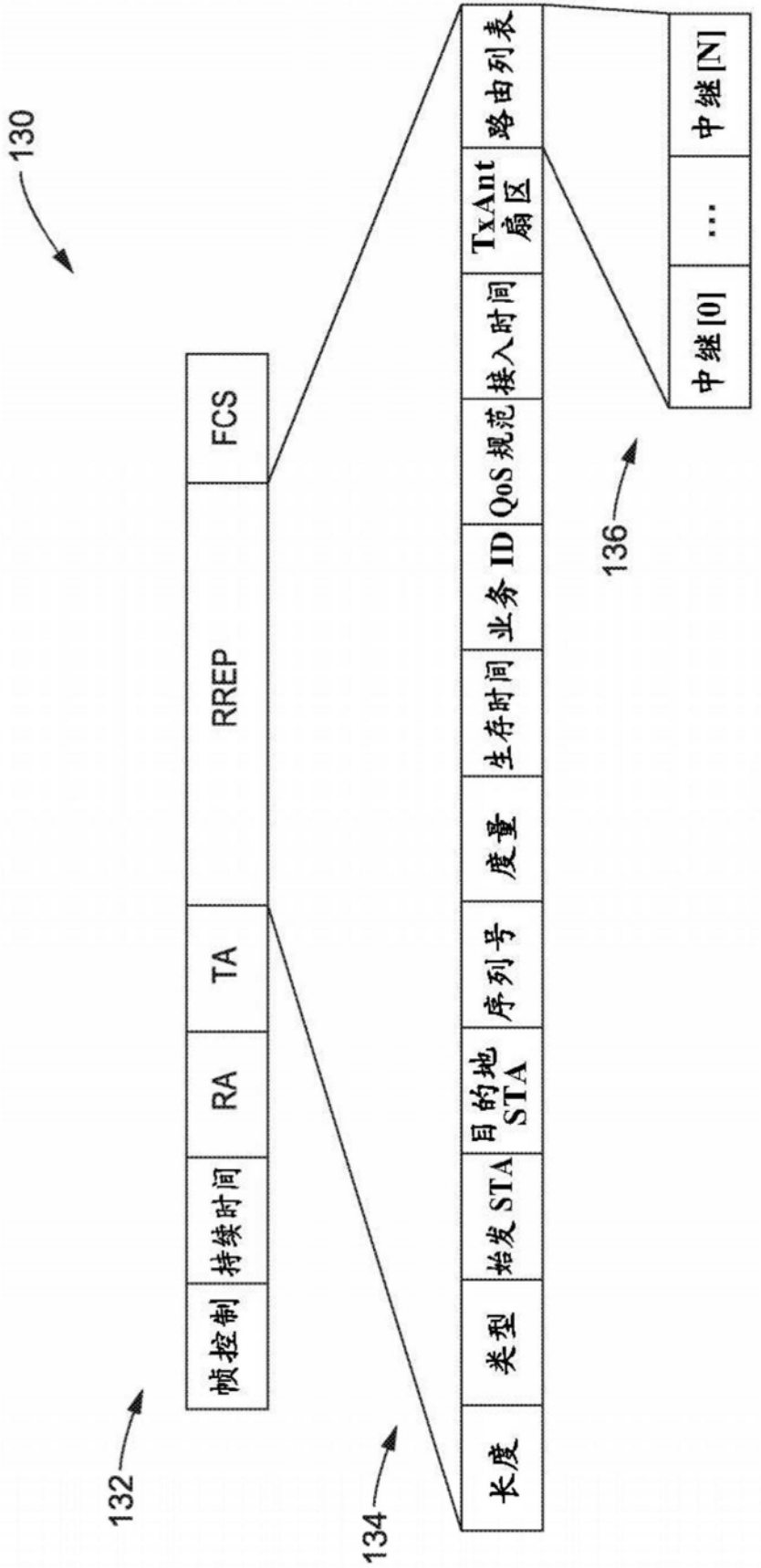


图17

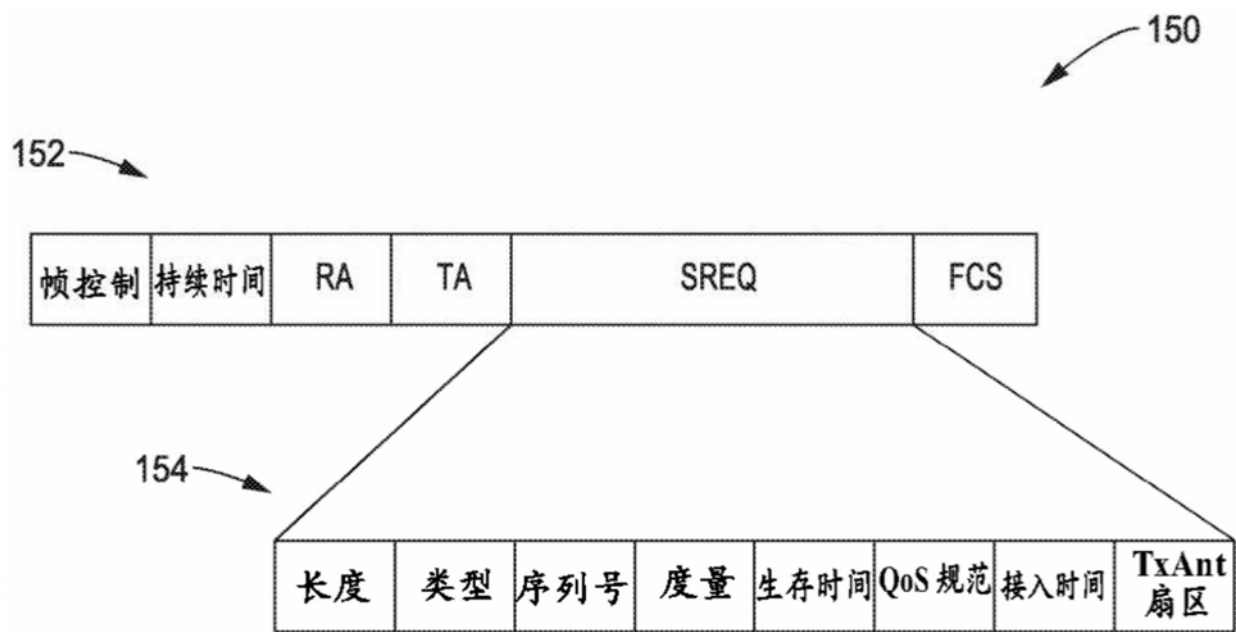


图18

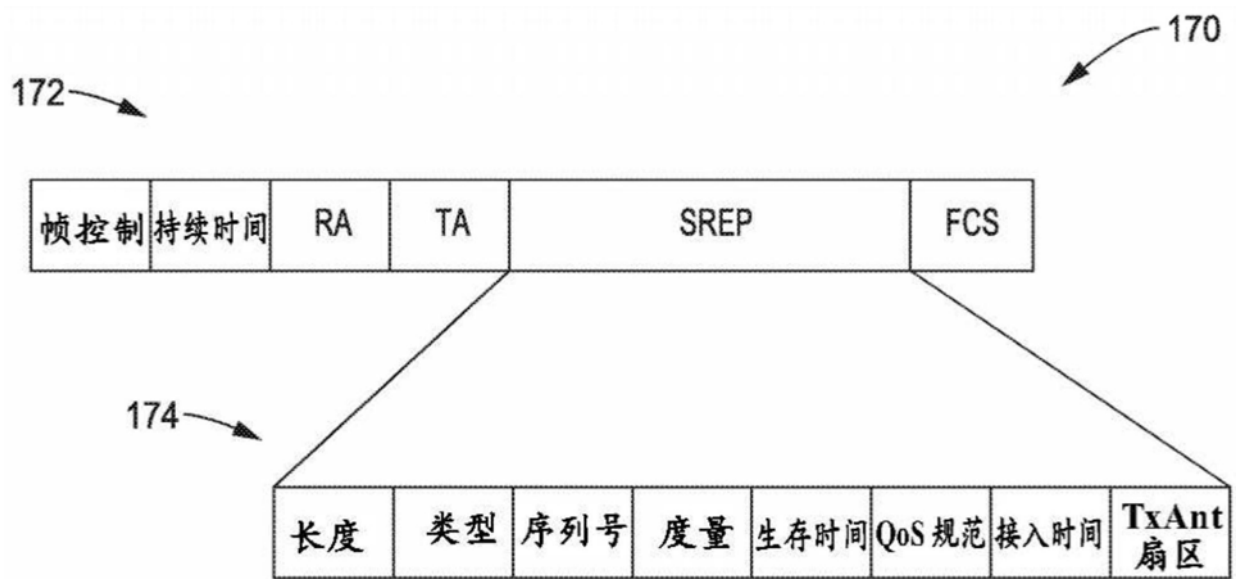


图19

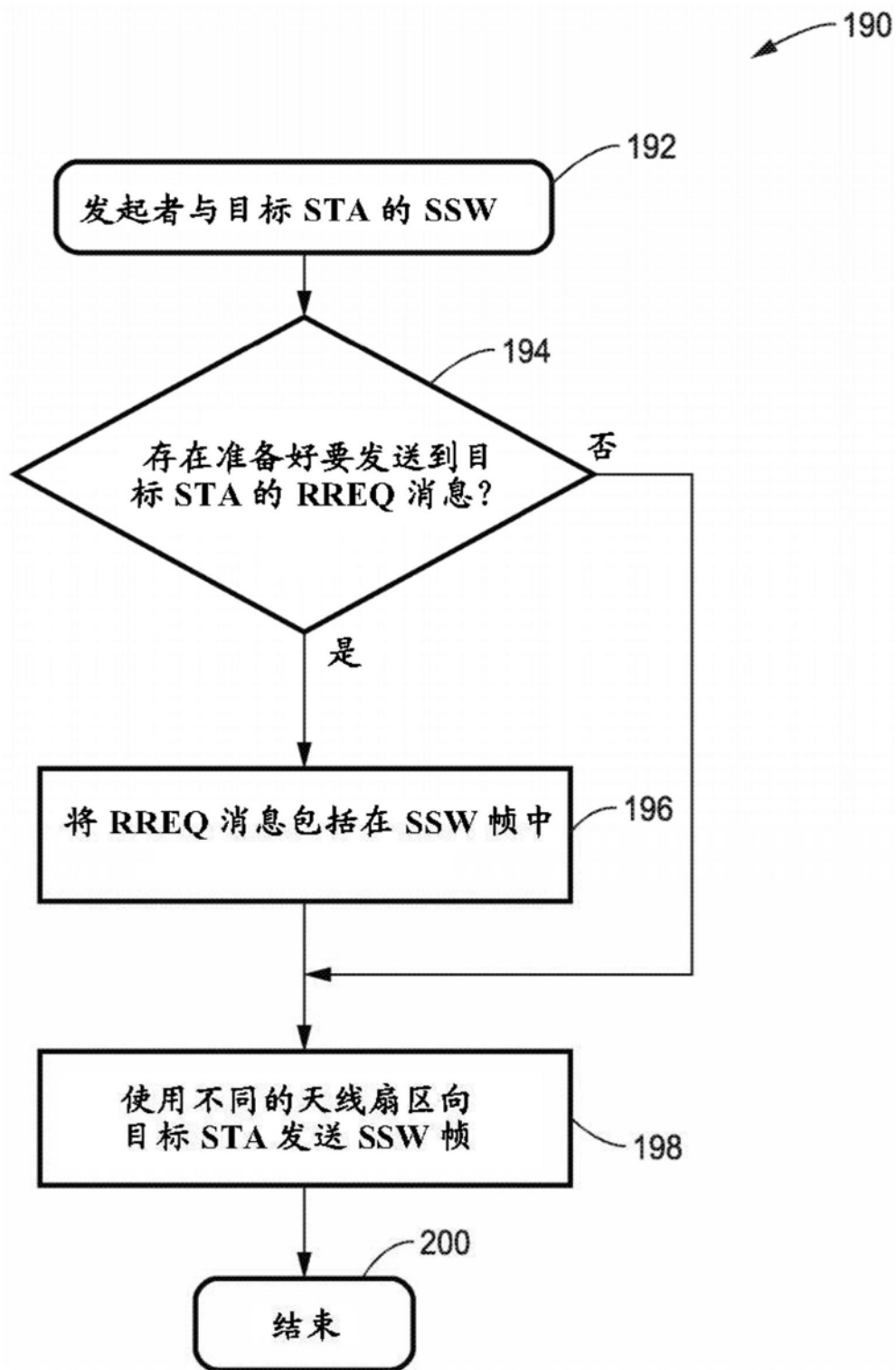


图20

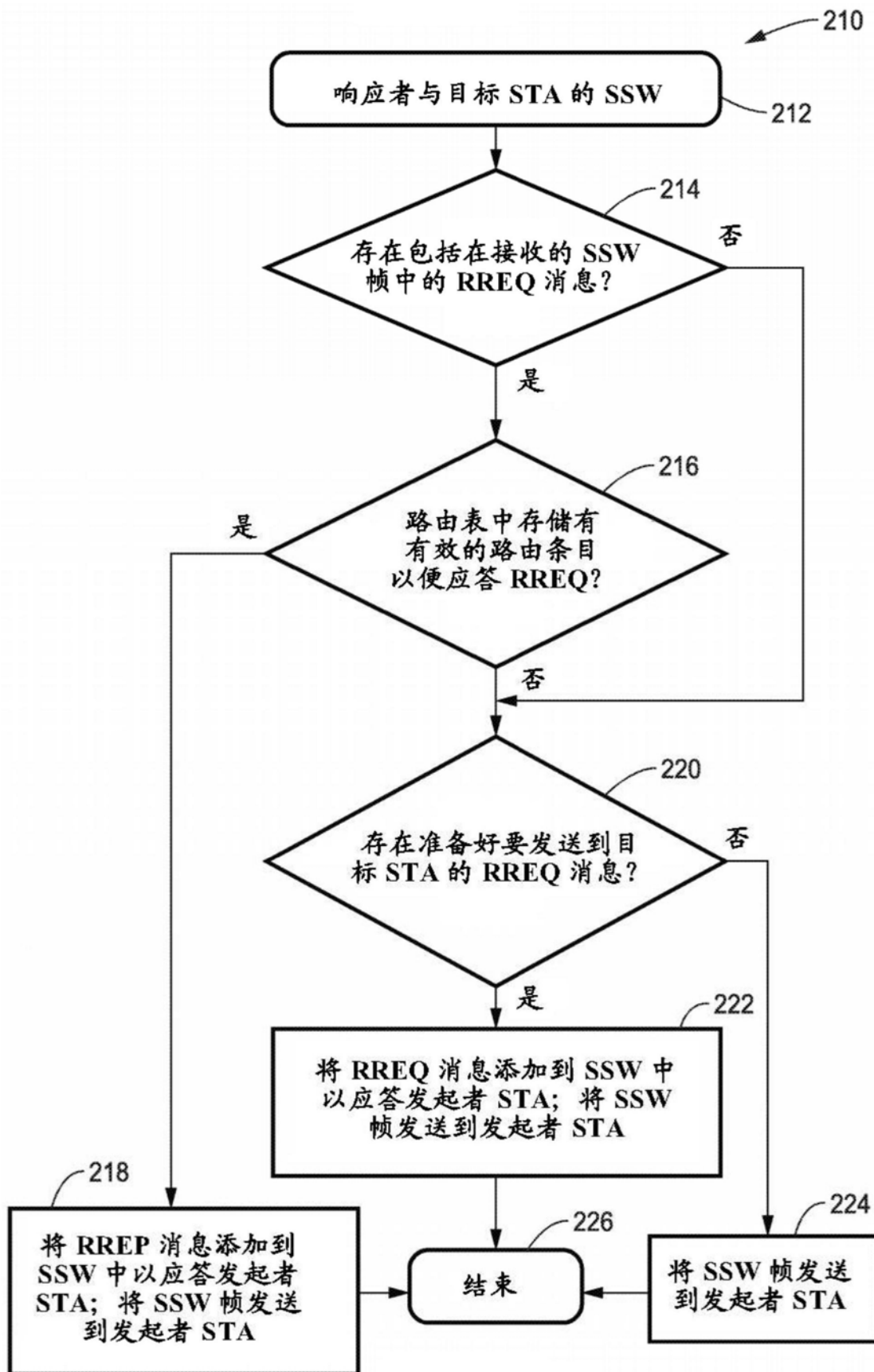


图21

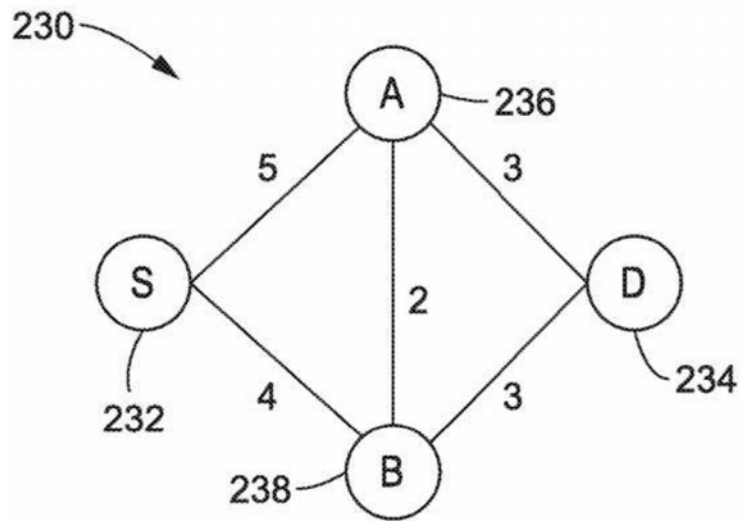


图22

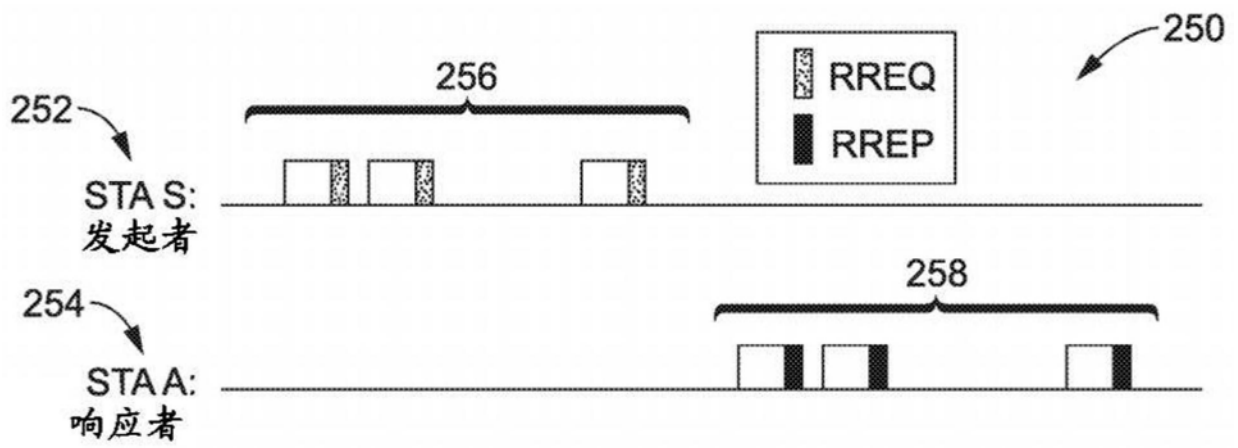


图23

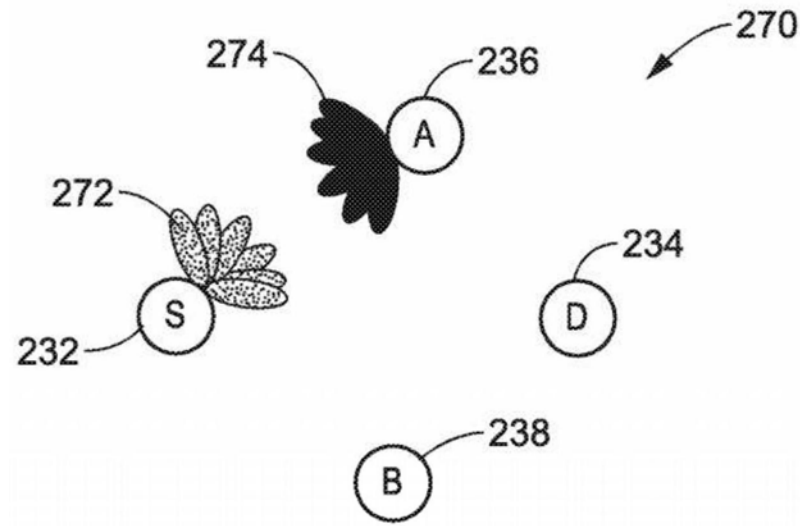


图24

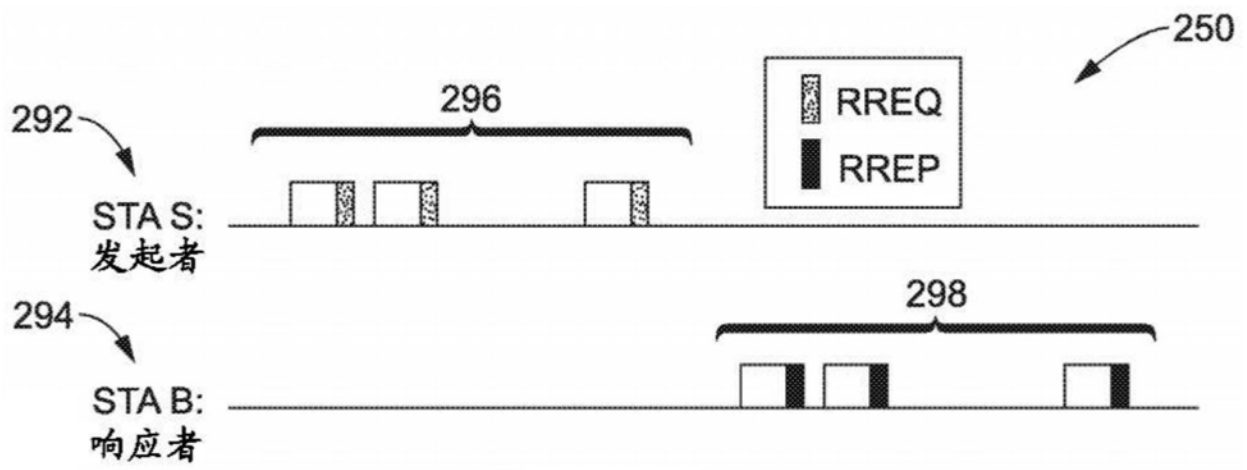


图25

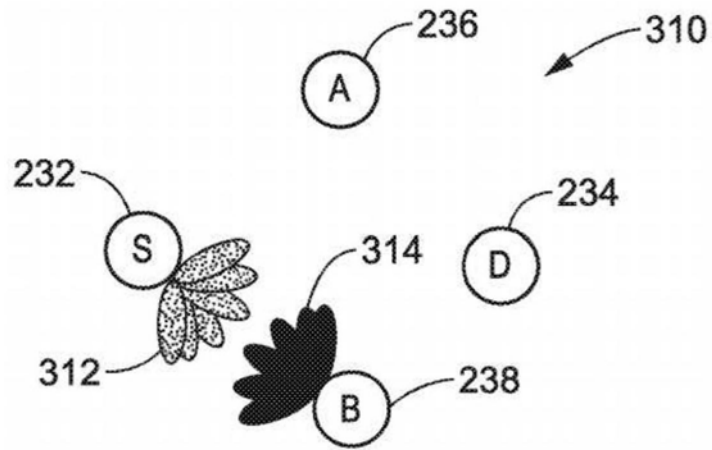


图26

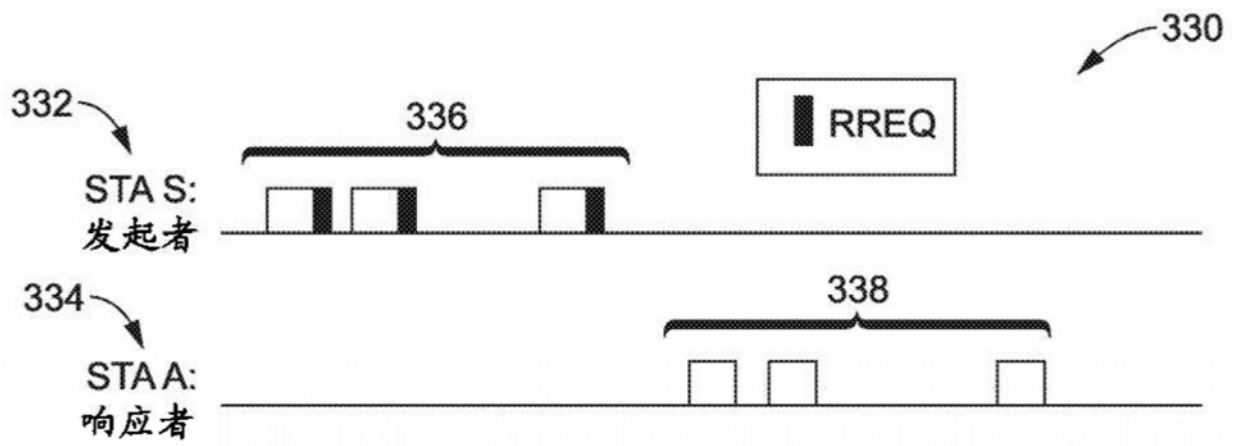


图27

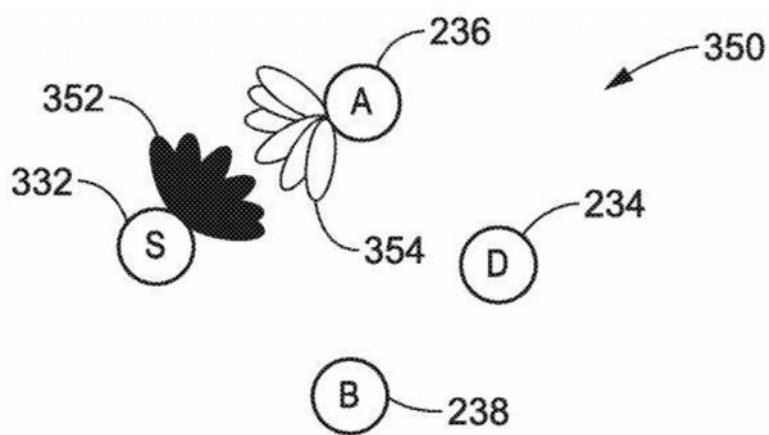


图28

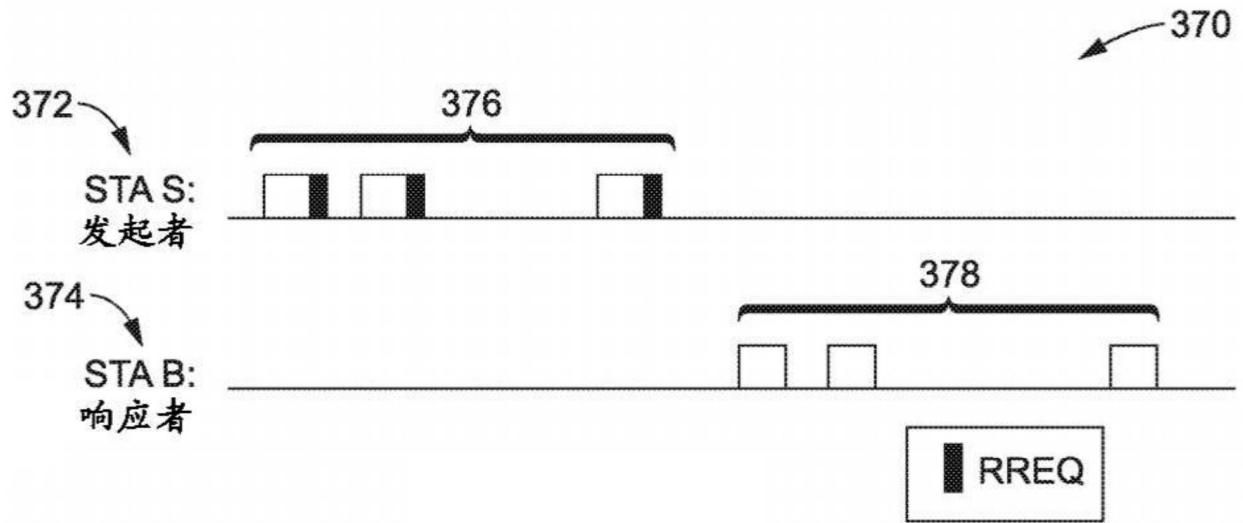


图29

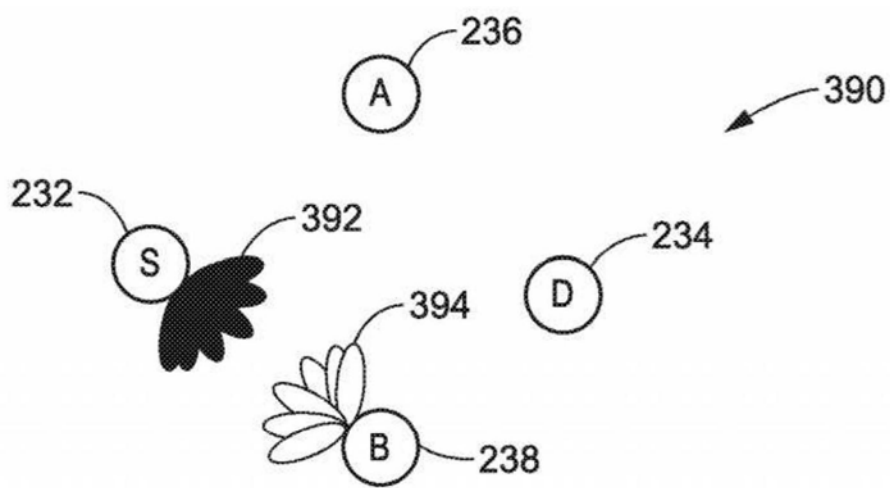


图30

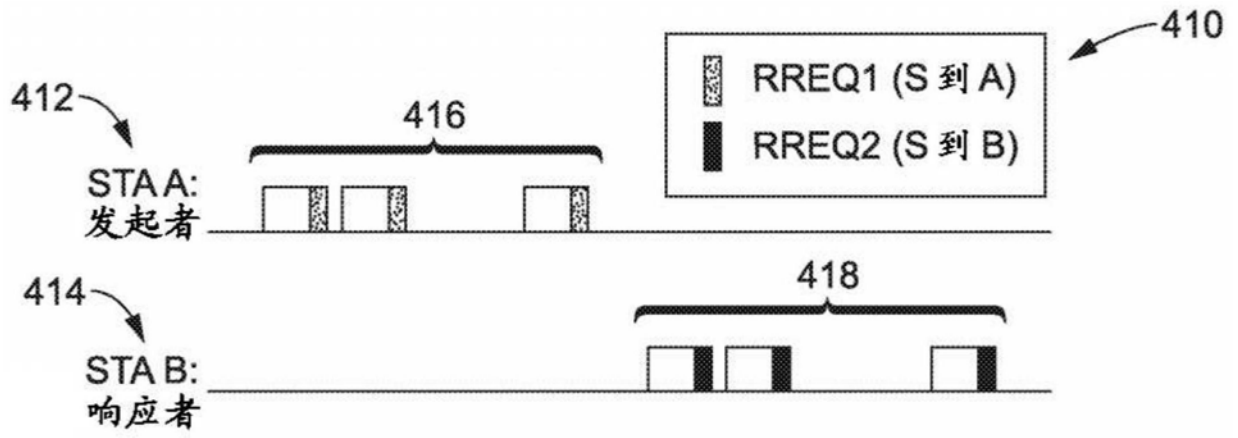


图31

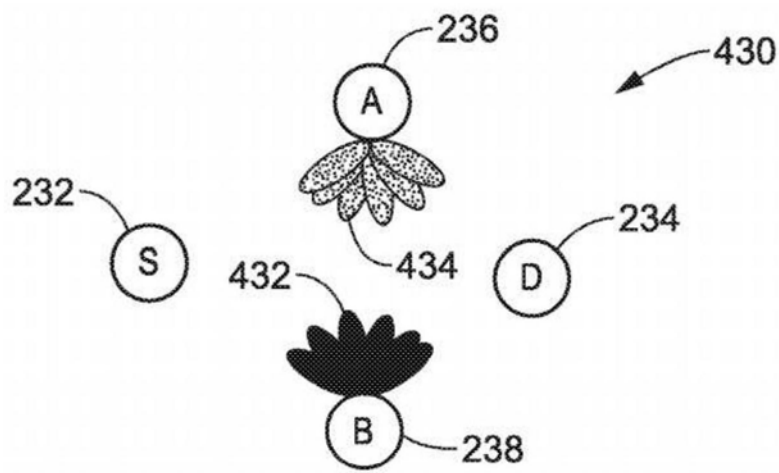


图32

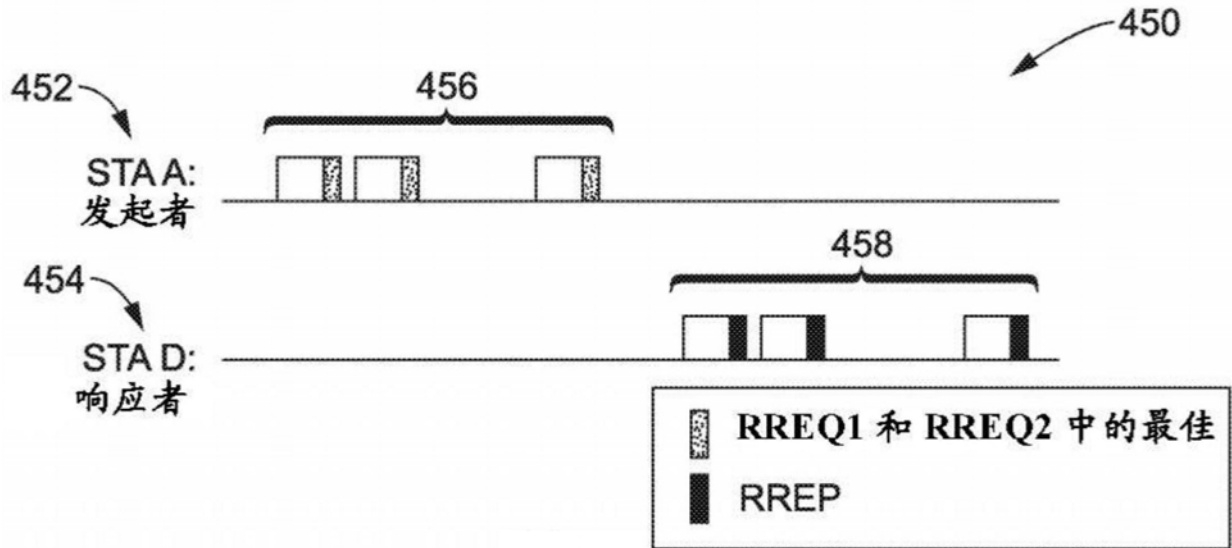


图33

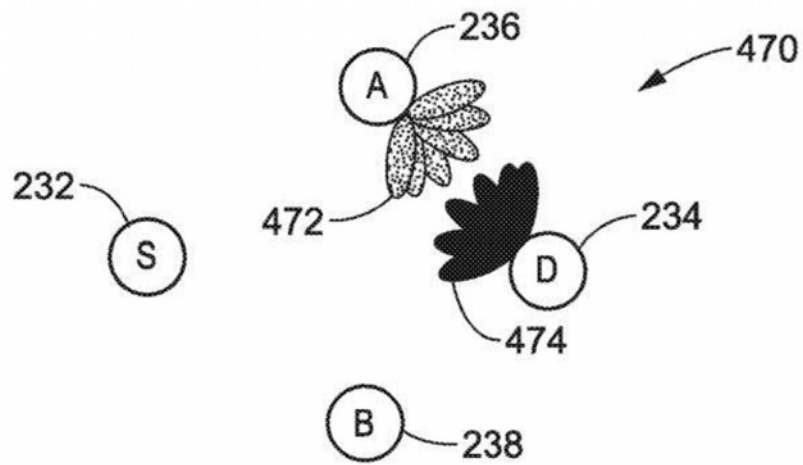


图34

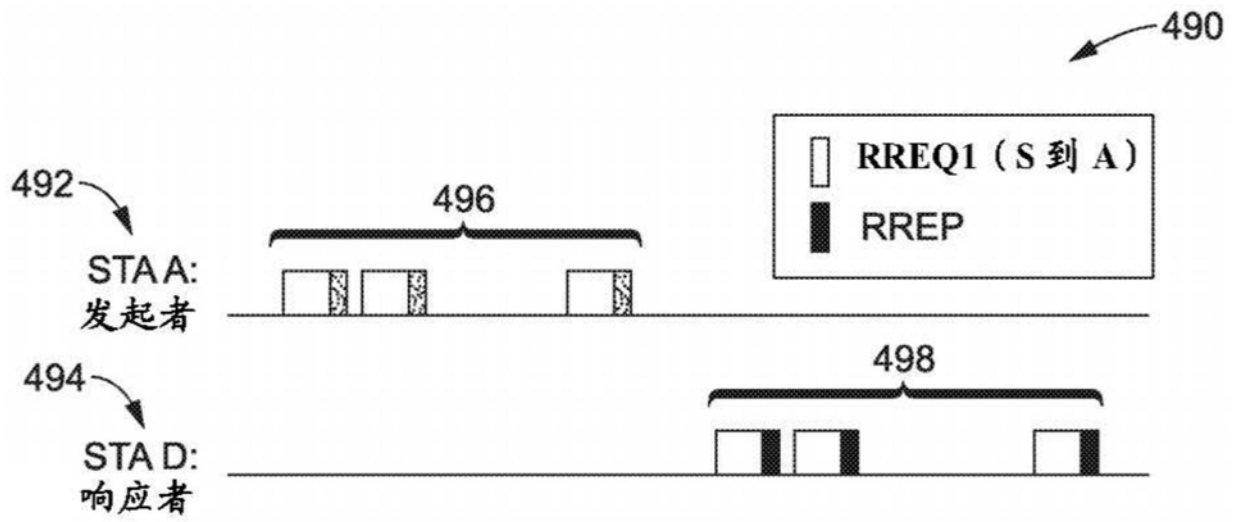


图35

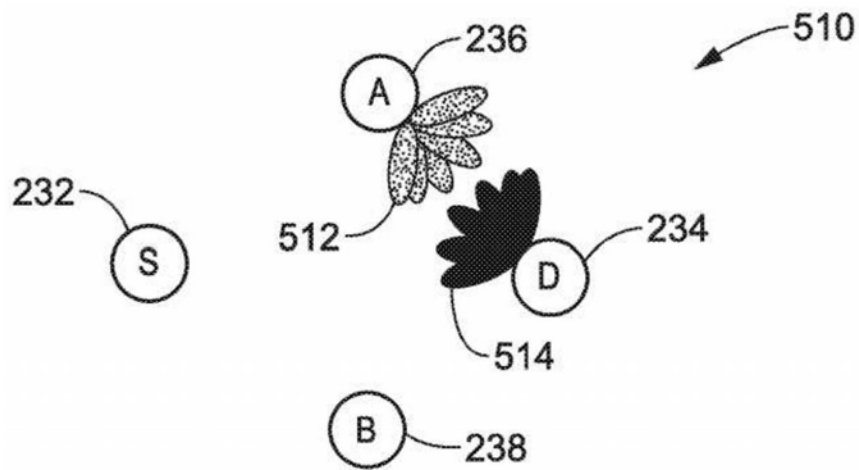


图36

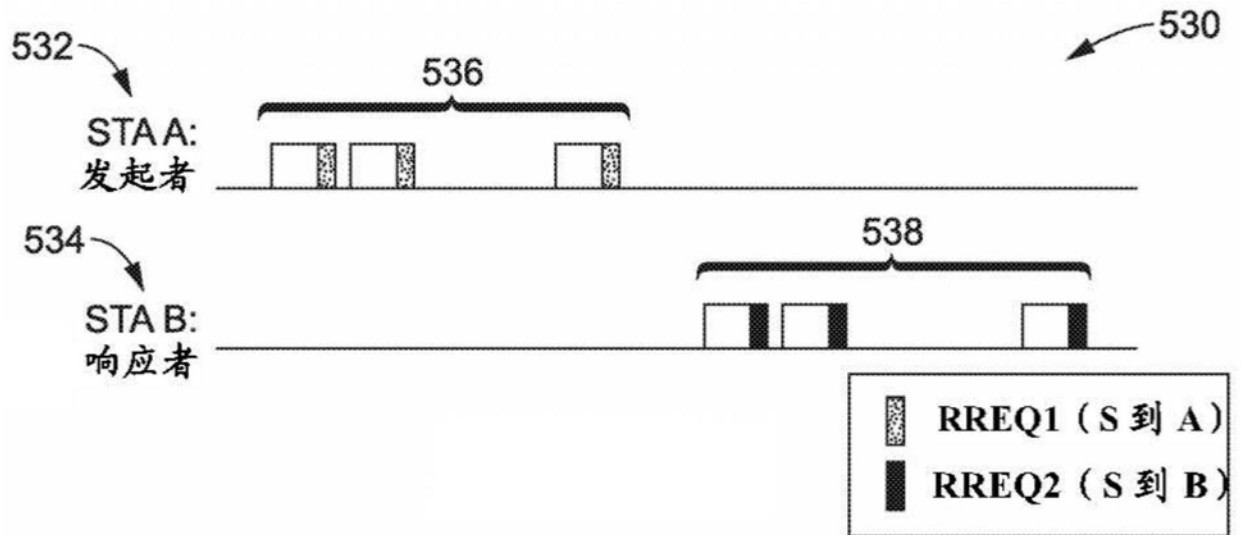


图37

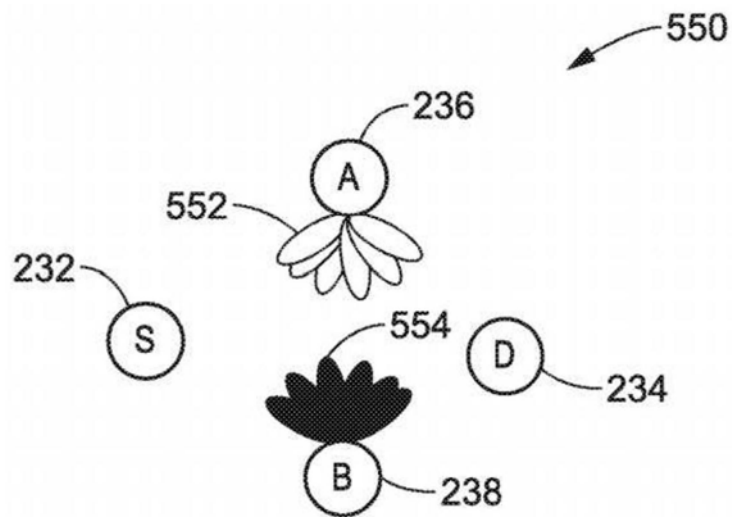


图38

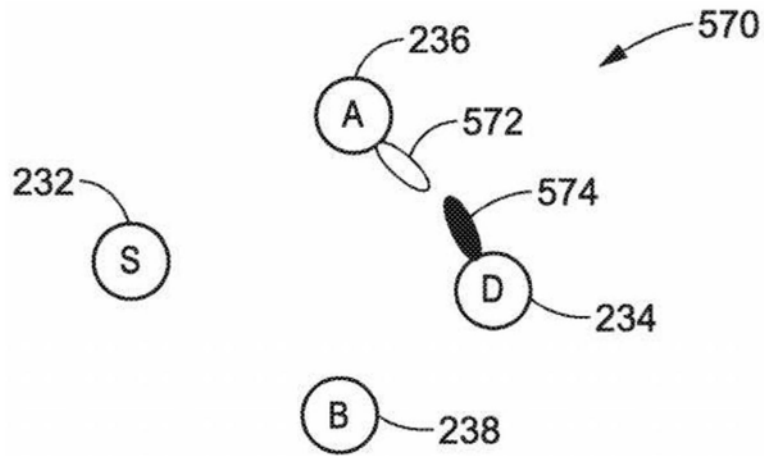


图39

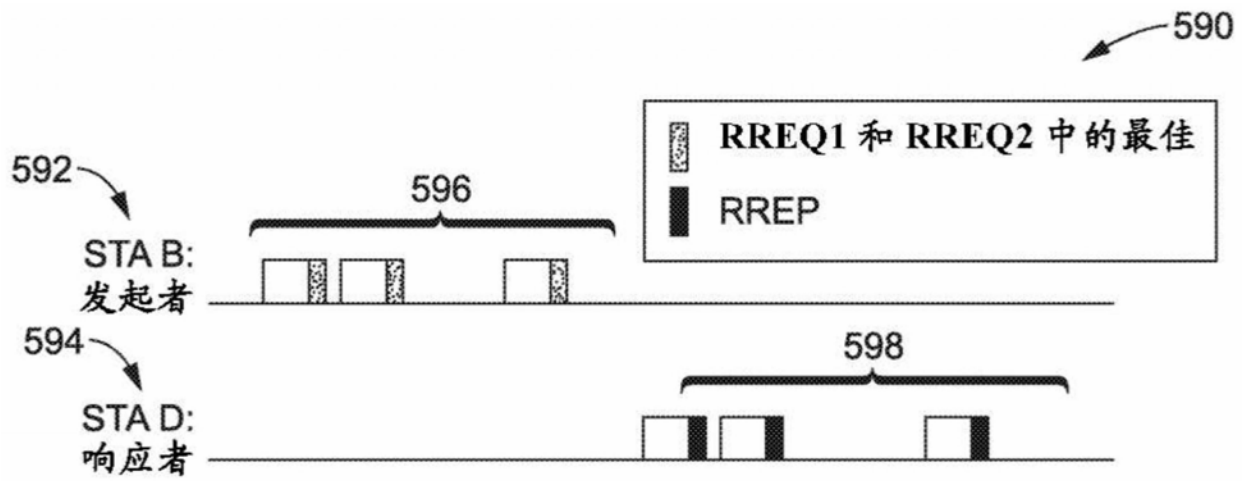


图40

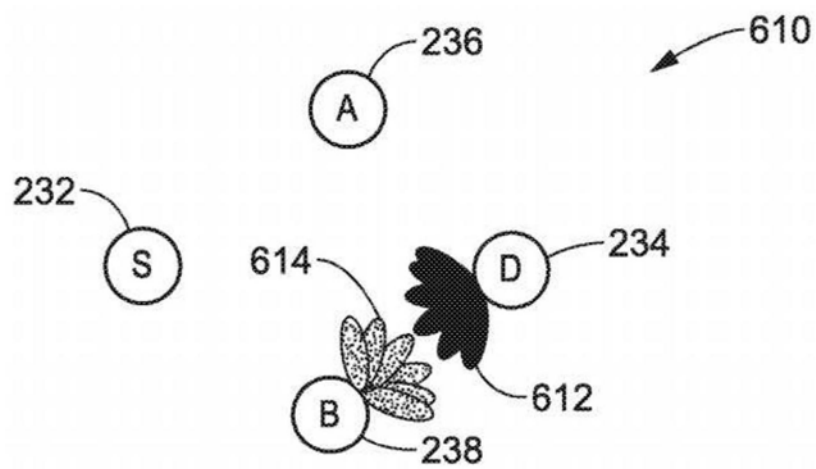


图41

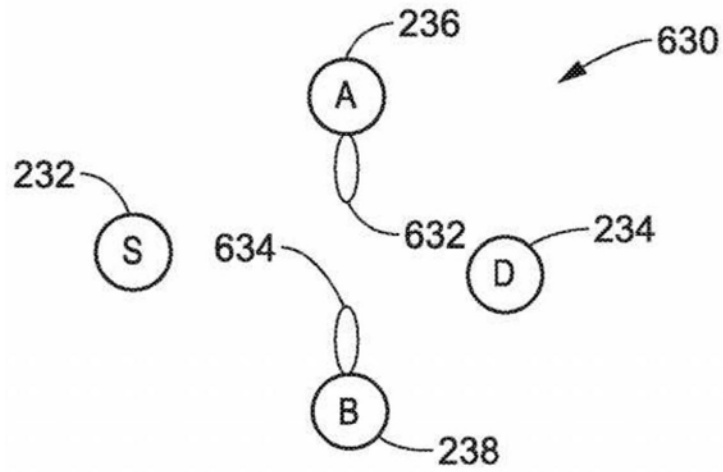


图42

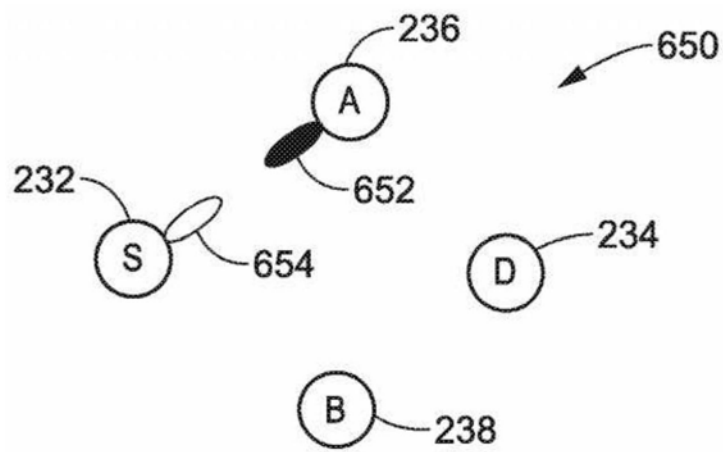


图43

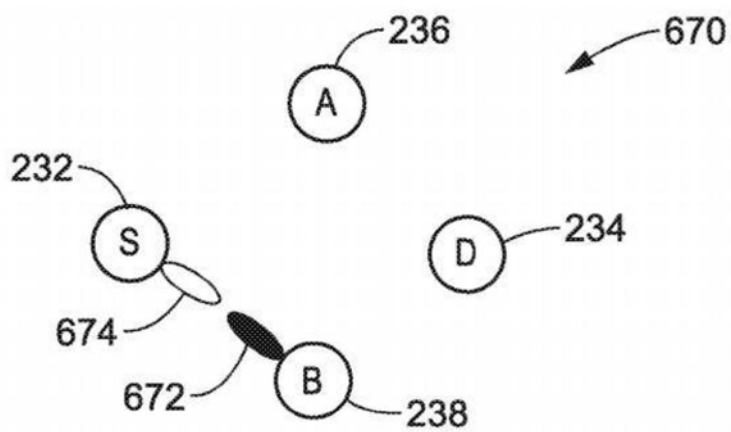


图44

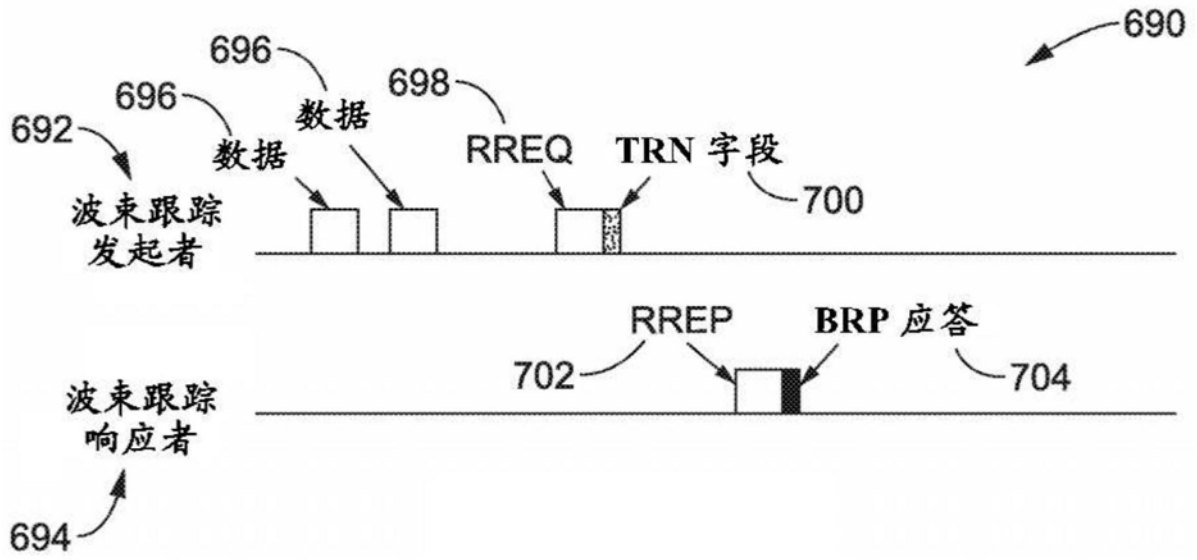


图45

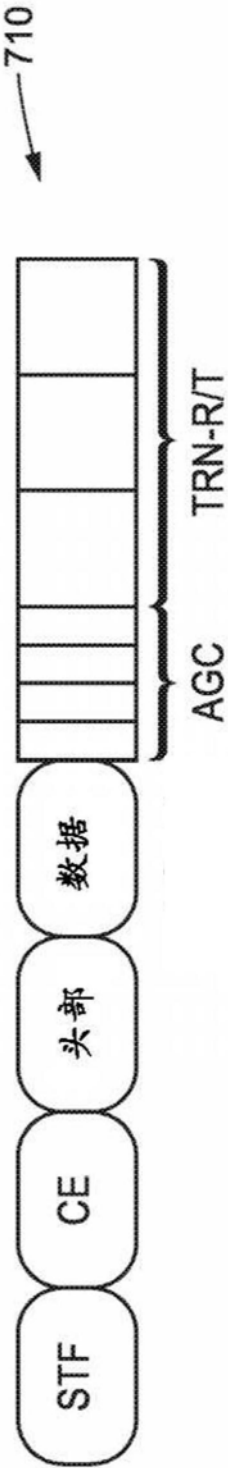


图46 (现有技术)

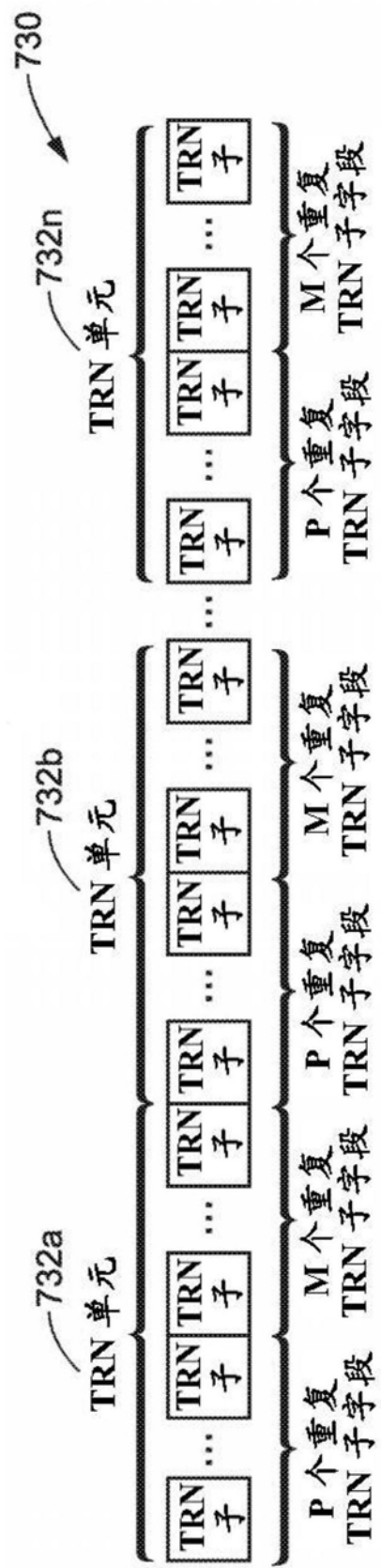


图47 (现有技术)

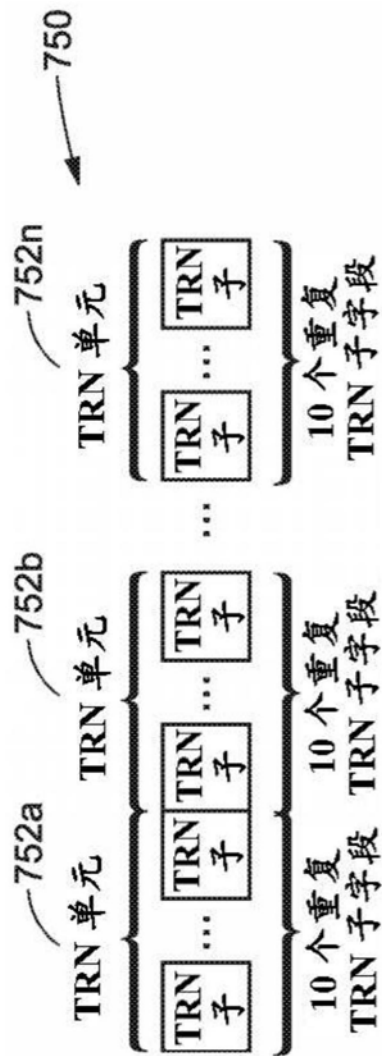


图48 (现有技术)

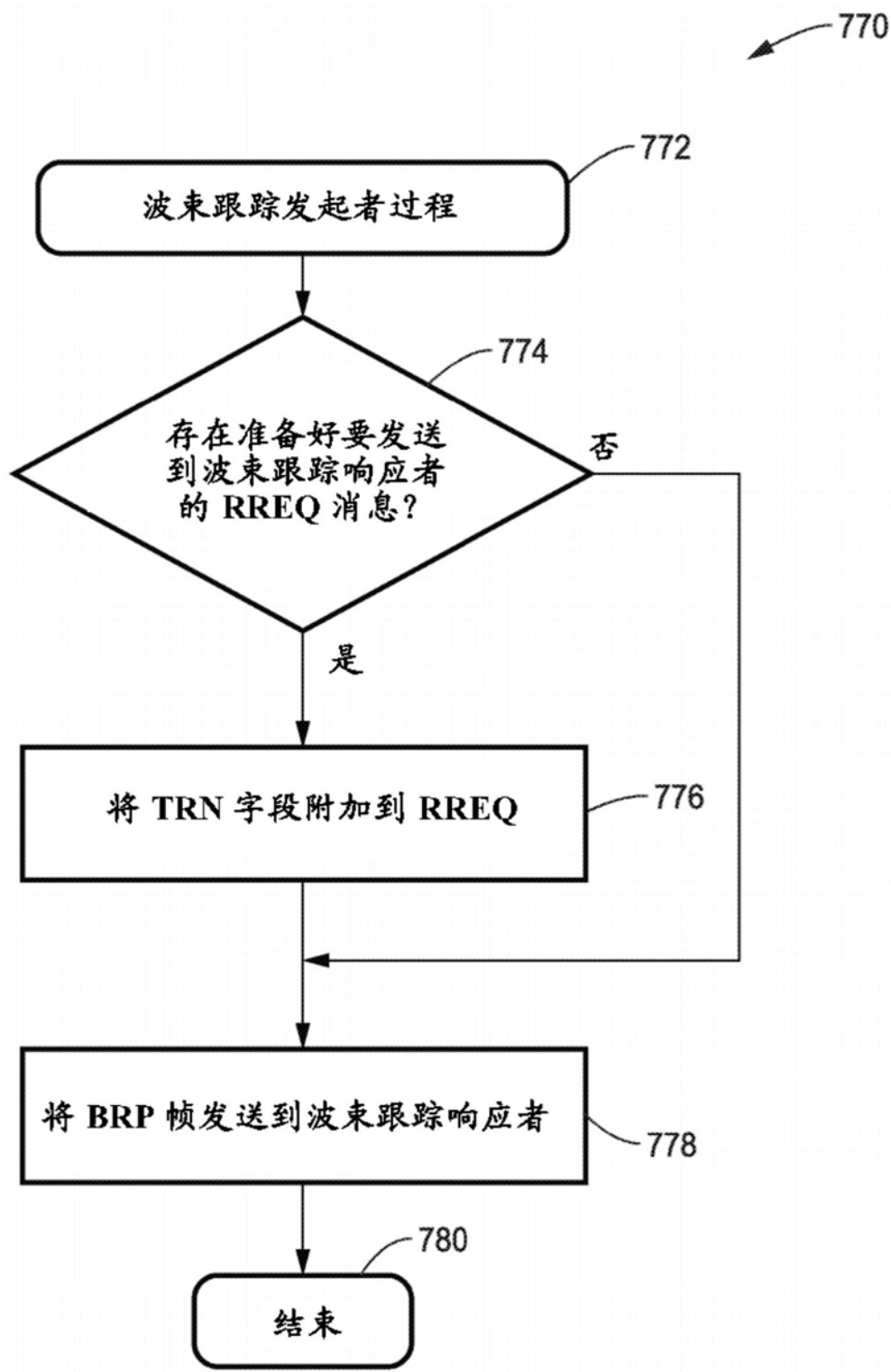


图49

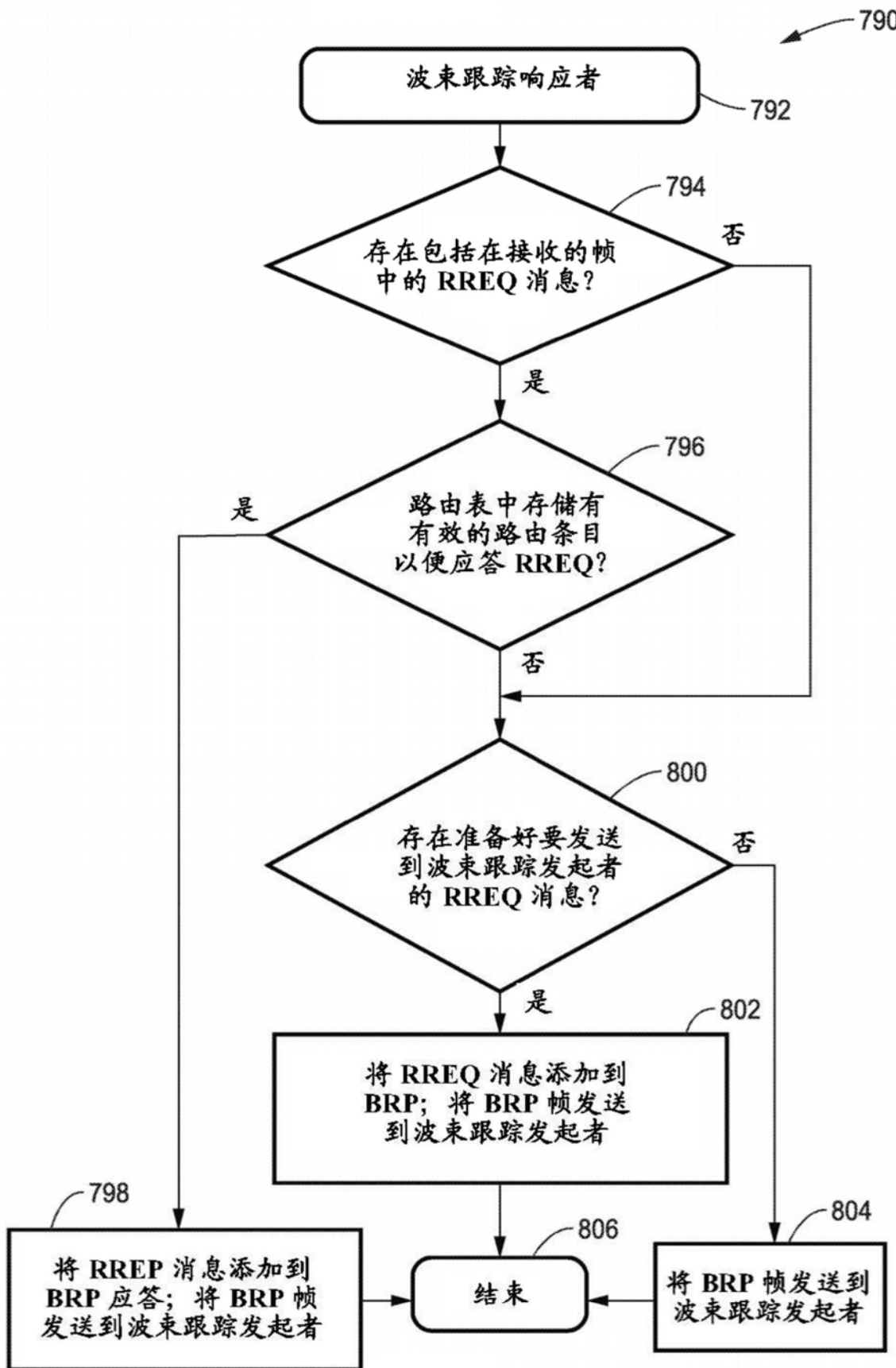


图50

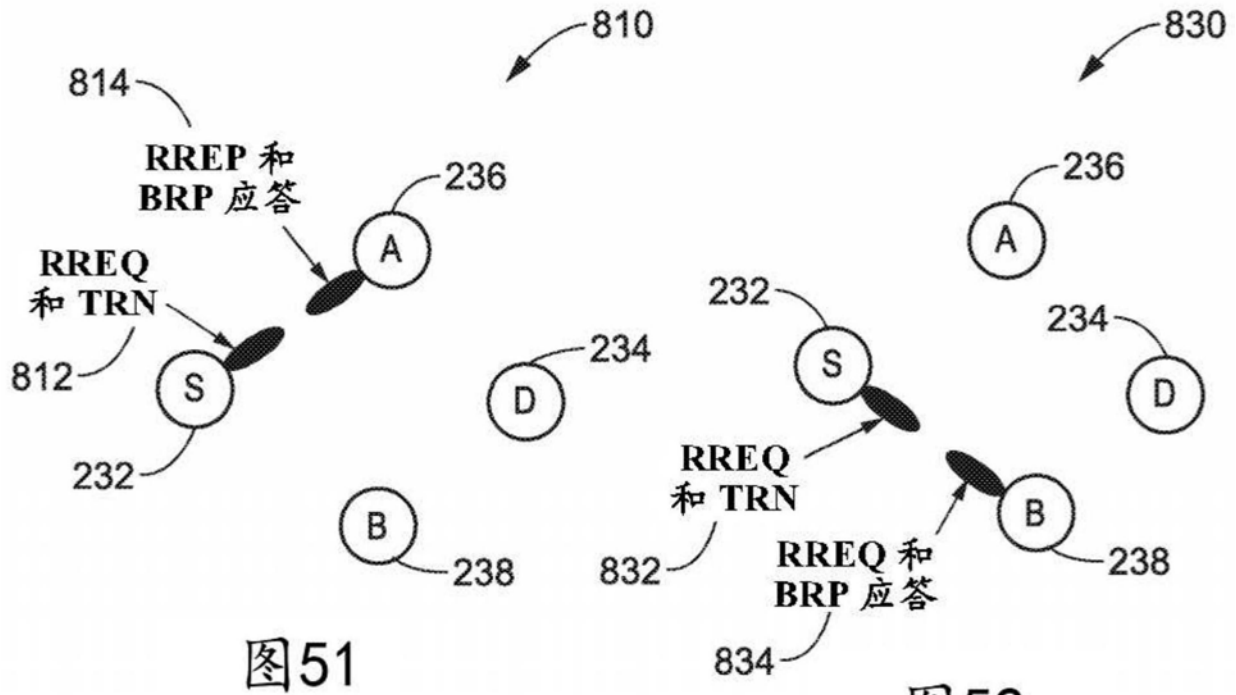


图51

图52

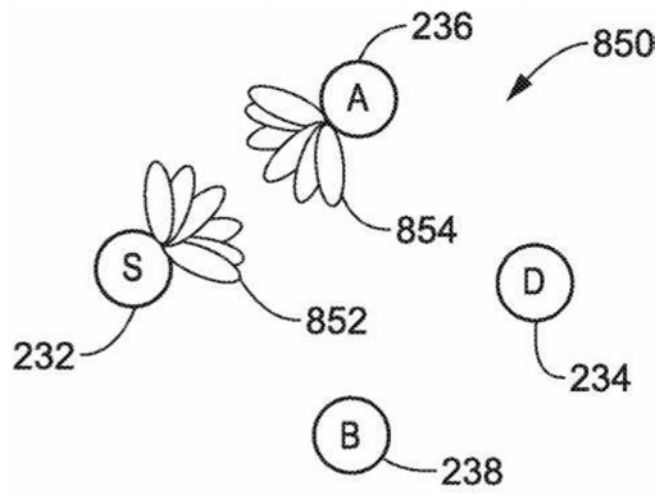


图53

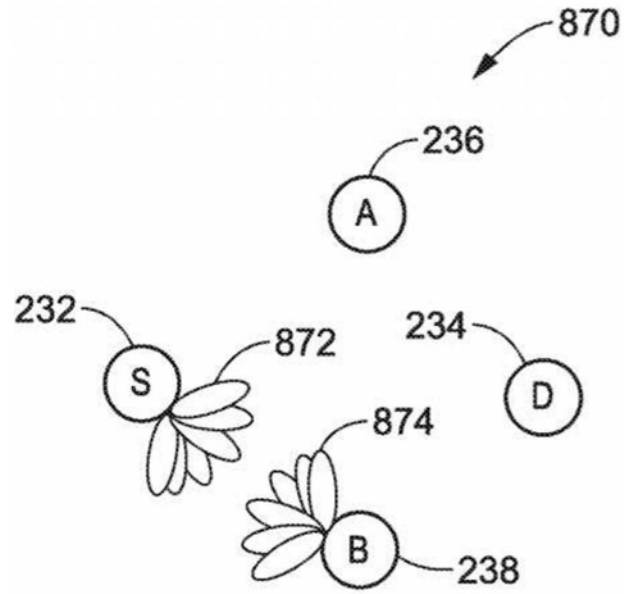


图54

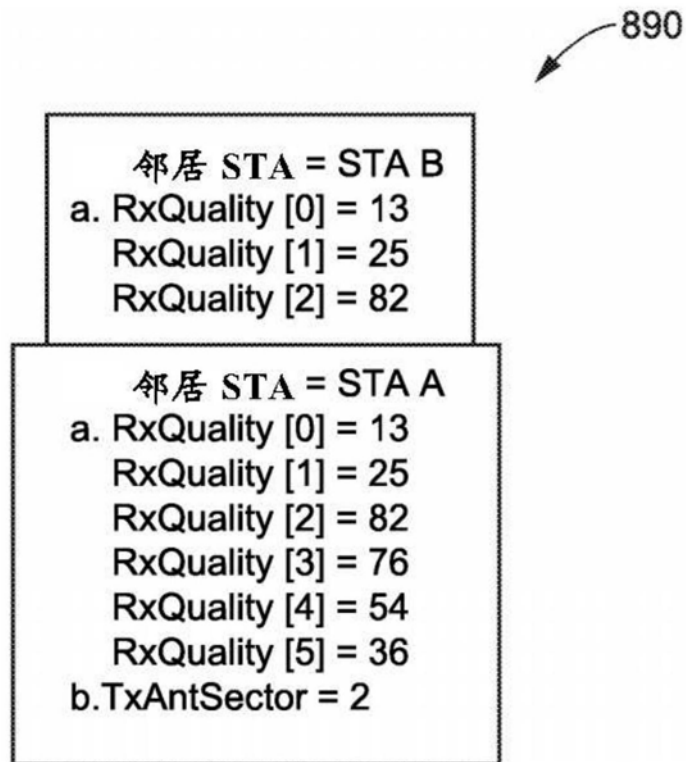


图55

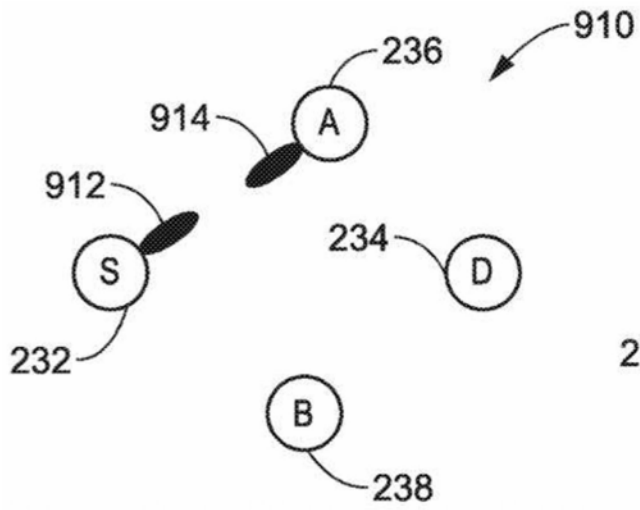


图56

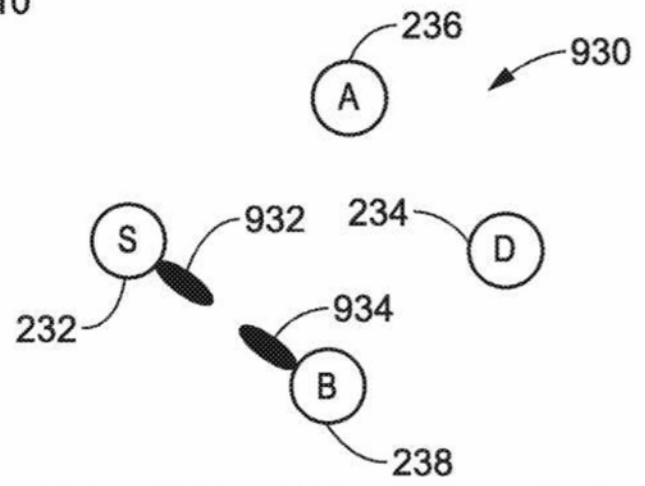


图57