



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119605308 A

(43) 申请公布日 2025. 03. 11

(21) 申请号 202380055978.5

(22) 申请日 2023.07.19

(30) 优先权数据

2211149.6 2022.07.29 GB

2219004.5 2022.12.16 GB

2310403.7 2023.07.06 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.01.23

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2023/069985 2023.07.19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/022908 EN 2024.02.01

(71) 申请人 佳能株式会社

地址 日本

(72) 发明人 R·吉尼亚尔 P·瓦伊格

(74) 专利代理机构 北京魏启学律师事务所

11398

专利代理师 陈涛

(51) Int.Cl.

H04W 76/11 (2006.01)

H04W 76/12 (2006.01)

H04W 76/14 (2006.01)

H04W 76/15 (2006.01)

H04W 8/00 (2006.01)

H04W 84/12 (2006.01)

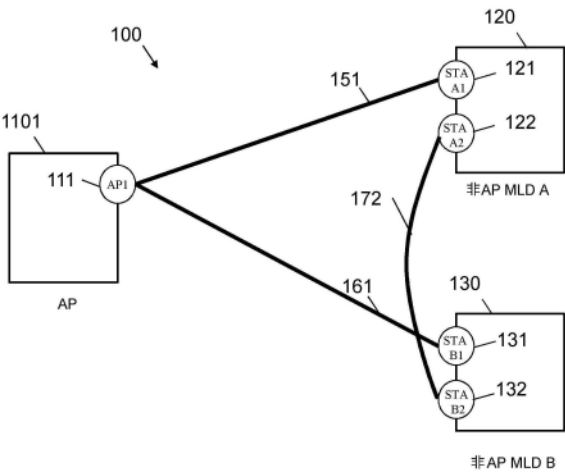
H04W 88/08 (2006.01)

(54) 发明名称

用于多链路装置的离信道TDLS通信

(57) 摘要

非AP MLD(120)获得链路ID,链路ID定义同与AP装置所使用的(一个或多个)信道不重叠的至少一个离信道(172b)相对应的离链路。非AP MLD(120)使用该链路ID作为用于TDLS直接链路的离链路的指示,来通过AP装置所使用的(一个或多个)信道,在附属于非AP MLD(120)的第一TDLS STA(122)和第二非AP MLD(130)的第二TDLS STA(132)之间建立TDLS直接链路。非AP MLD(120)在离链路上操作第一TDLS STA和第二TDLS STA之间的点对点通信。



1. 一种无线网络中的通信方法,包括:在与接入点装置即AP装置相关联的非接入点多链路装置即非AP MLD处:

获得链路标识符即链路ID,所述链路ID定义同与所述AP装置所使用的一个或多个一个信道不重叠的至少一个离信道相对应的离链路;

使用所述链路ID作为用于隧道式直接链路设置直接链路即TDLS直接链路的所述离链路的指示,来通过所述AP装置所使用的一个或多个一个信道,在附属于所述非AP MLD的第一TDLS站即第一TDLS STA和第二TDLS STA之间建立所述TDLS直接链路;以及

在所述离链路上操作所述第一TDLS STA和所述第二TDLS STA之间的点对点通信。

2. 根据权利要求1所述的方法,还包括:在与所述AP装置所使用的所述一个或多个一个信道中的至少一个信道相对应的另一链路上操作与所述AP装置的通信。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,获得所述链路ID包括:从作为AP MLD的所述AP装置接收关于附属于所述AP MLD的虚拟AP的信息,所述虚拟AP定义所述离链路并且被分配了所述链路ID,所述虚拟AP在其基本服务集即BSS中不进行通信。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,由所述非AP MLD建立所述TDLS直接链路包括:基于从所述AP装置接收到的关于所述至少一个离信道的信息来定义所述离链路和所述链路ID。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中,建立所述TDLS直接链路包括:使用所述链路ID将所述离链路定义为所述TDLS直接链路来设置所述TDLS直接链路。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中,建立所述TDLS直接链路包括:

设置使得能够在所述第一TDLS STA和所述第二TDLS STA之间进行点对点通信的初始TDLS直接链路;以及

使用所述离链路的信道作为用于目标链路的目标信道,或者使用所述链路ID将所述离链路定义为所述目标链路,来进行信道切换以将所述点对点通信从所述初始TDLS直接链路移动到所述目标链路。

7. 根据权利要求6所述的方法,还包括:在所述非AP MLD处,将所述初始TDLS直接链路失能或删除。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中,获得所述链路ID包括:由所述非AP MLD创建具有自身链路ID的TDLS链路,所述自身链路ID定义同与所述AP装置所使用的一个或多个一个信道不重叠的至少一个离信道相对应的离链路。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中,创建所述TDLS链路包括:触发另一非AP MLD处的同一TDLS链路的创建。

10. 根据权利要求8所述的方法,其中,建立所述TDLS直接链路包括:与所述第二TDLS STA进行以所创建的离链路为目标的TDLS直接链路建立。

11. 根据权利要求11所述的方法,其中,在所述TDLS直接链路建立期间交换的TDLS设置帧包括用以标识所创建的离链路的所述第一TDLS STA的MAC地址。

12. 根据权利要求8所述的方法,其中,创建所述TDLS链路包括:与另一非AP MLD交换由所述AP装置隧道化的TDLS动作帧,以在这两个非AP MLD处同时创建所述离链路。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中,交换TDLS动作帧包括:针对所述非AP MLD,

发送链路设置请求以创建同与所述AP装置所使用的一个或多个一个信道不重叠的至

少一个候选离信道相对应的离链路;以及

响应于发送所述链路设置请求,接收链路设置响应,所述链路设置响应包括同与所述AP装置所使用的一个或多于一个信道不重叠的至少一个替代离信道相对应的替代离链路。

14.根据权利要求8所述的方法,还包括:在与所述AP装置设置的第一链路上建立这两个非AP MLD之间的第一TDLS直接链路以用于第一TDLS会话,并且将所述第一TDLS会话切换到所述离链路。

15.根据权利要求14所述的方法,其中,将所述第一TDLS会话切换到所述离链路包括:进行TDLS链路切换以将所述第一TDLS会话移动到所述离链路。

16.根据权利要求15所述的方法,其中,进行所述TDLS链路切换包括:在所述第一TDLS直接链路上直接交换TDLS动作帧。

17.根据权利要求14所述的方法,其中,将所述第一TDLS会话切换到所述离链路包括:进行TDLS信道切换,所述TDLS信道切换以所述离链路的一个或多于一个离信道为目标以将所述第一TDLS会话移动到所述离链路。

18.根据权利要求14所述的方法,还包括:将与所述AP装置设置的所述第一链路移除或失能。

19.根据权利要求18所述的方法,其中,将所述第一链路移除或失能包括以下项之一:
更新与所述AP装置设置的链路的TID到链路映射,以移除被分配给所述第一链路的所有TID;以及

进行排除了所述第一链路的与所述AP装置的多链路设置。

20.根据权利要求1所述的方法,其中,定义所述离链路的所述链路ID是从候选链路ID的集合中选择的,所述候选链路ID被剥夺了所述AP装置所使用的任何链路ID。

21.根据权利要求8所述的方法,还包括:响应于创建所述离链路,向所述AP装置通知所创建的离链路。

22.根据权利要求1所述的方法,其中,向所述离链路分配基本服务集标识符即BSSID,所述BSSID被设置为所述TDLS STA之一或这两个非AP MLD之一的MAC地址。

23.根据权利要求1所述的方法,其中,获得所述链路标识符包括:从所述AP装置获得非基础设施BSS或离信道TDLS直接链路的推荐信道,以及从所述推荐信道中选择一个或多于一个离信道。

24.根据权利要求12或16所述的方法,其中,所述TDLS动作帧包括多链路元素,所述多链路元素具有用以分别用信号通知用于所述离链路的一个或多于一个离信道的一个或数个每STA配置文件。

25.一种无线网络中的通信方法,包括:在与接入点多链路装置即AP MLD相关联的非AP MLD处,

从所述AP MLD接收关于附属于所述AP MLD的虚拟AP的信息,所述虚拟AP在其基本服务集即BSS中不进行通信,所述虚拟AP定义同与所述AP MLD所使用的一个或多于一个信道不重叠的至少一个离信道相对应的离链路,附属的所述虚拟AP被分配了链路标识符即链路ID从而标识所述离链路;以及

使用所述链路ID在所述无线网络上进行通信。

26.根据权利要求25所述的方法,其中,使用所述链路ID在所述无线网络上进行通信包

括:

使用所述链路ID作为用于隧道式直接链路设置直接链路即TDLS直接链路的所述离链路的指示,来通过所述AP装置所使用的一个或多个于一个信道,在附属于所述非AP MLD的第一TDLS站即第一TDLS STA和第二TDLS STA之间建立所述TDLS直接链路;以及

在所述离链路上操作所述第一TDLS STA和所述第二TDLS STA之间的点对点通信。

27.根据权利要求1或26所述的方法,其中,建立所述TDLS直接链路包括以下操作至少之一:

在所述第一TDLS STA和所述第二TDLS STA之间交换的TDLS设置帧中包括与所述虚拟AP相对应并由此与所述离链路相对应的链路标识符(400),所述链路标识符(400)包括具有基本服务集标识符即BSSID的BSSID字段;

在所述第一TDLS STA和所述第二TDLS STA之间交换的TDLS多链路元素(500)中携带的每STA配置文件子元素(530)中添加所述离链路;以及

在所述第一TDLS STA和所述第二TDLS STA之间交换的TDLS设置帧中包括多链路链路信息元素(490),所述多链路链路信息元素(490)包含指示所述离链路的链路ID位图(491)。

28.一种无线网络中的通信方法,包括:在接入点多链路装置即AP MLD处,

将附属虚拟AP实例化,所述附属虚拟AP定义同与所述AP MLD所使用的一个或多个于一个信道不重叠的至少一个离信道相对应的离链路,所述附属虚拟AP被分配了链路标识符即链路ID从而标识所述离链路,所述虚拟AP在其基本服务集即BSS中不进行通信;以及

向非AP MLD传输关于定义所述离链路的所述附属虚拟AP的信息,所述信息包括所述链路ID。

29.根据权利要求28所述的方法,还包括:接收用于所述附属虚拟AP的所述实例化的触发,其中,所述触发属于包括以下项的组:

在所述非AP MLD尚未与所述AP MLD相关联的情况下,从所述非AP MLD接收探测请求帧(212、812),所述探测请求帧(212、812)包括作为扩展能力中的新输入的离链路能力以及/或者信道使用元素(600);

在所述非AP MLD已与所述AP MLD相关联的情况下,从所述非AP MLD接收信道使用请求帧(815),所述信道使用请求帧包括请求所述离链路的设置的信道使用元素;

接收服务质量特性即QoS特性;以及

检测所述AP MLD内部的触发。

30.根据权利要求3、25或28所述的方法,其中,除了所述链路ID之外,关于所述虚拟AP的所述信息还包括一个或数个参数,该一个或数个参数属于包括以下项的组:

操作类;

信道号;

用于定义操作频带的信道宽度;

BSSID;

指示所述虚拟AP不可达的与BSSID相关的信息;以及

非继承元素。

31.根据权利要求30所述的方法,其中,能够使用来自所述BSSID信息元素的AP可达性字段的特定值来将所述虚拟AP与能够进行通信的AP区分开。

32. 根据权利要求3、25或28所述的方法, 其中, 作为探测响应帧 (213) 中或信标帧 (211) 中或关联响应帧 (215) 中的多链路元素 (500) 的一部分, 至少部分地交换关于所述附属虚拟AP的所述信息, 以及其中:

所述附属虚拟AP被声明为所述多链路元素 (500) 中的附加STA, 所述多链路元素 (500) 具有专用的每STA配置文件子元素 (530), 所述每STA配置文件子元素 (530) 包含用以将所述附属虚拟AP与所述AP MLD的其他附属AP区分开的信息 (560、561); 或者

所述多链路元素 (500) 的共同信息字段 (520) 包括离链路位图或虚拟AP位图子字段。

33. 根据权利要求32所述的方法, 其中, 专用于所述附属虚拟AP的所述每STA配置文件子元素 (530):

包括非继承元素, 所述非继承元素携带由于虚拟AP在其基本服务集即BSS中不进行通信的事实而在虚拟AP上下文中无用的AP能力和操作其中至少之一; 或者

不经受继承。

34. 根据权利要求3、25或28所述的方法, 其中, 作为信标帧 (211) 中包括的邻居报告元素或简化邻居报告元素 (910) 的一部分, 至少部分地交换关于所述附属虚拟AP的所述信息, 所述一部分是MLD参数子字段 (940) 中包括的离链路字段 (944) 或使用模式字段 (945)、并且给出同与所述MLD参数子字段 (940) 中还包括的链路ID字段 (942) 的内容相对应的链路相关的信息。

35. 根据权利要求3、25或28所述的方法, 其中, 关于所述附属虚拟AP的所述信息包括关于作为信道使用元素 (600) 而交换的所述AP MLD的所述至少一个离信道的信息,

所述信道使用元素 (600) 包括:

包含所述链路ID并且与信道条目字段 (640) 的所有信道条目相关联的链路ID信息字段 (650); 或者

信道条目字段 (640) 的链路ID信息子字段 (643), 所述链路ID信息子字段 (643) 包含所述链路ID并且与所述信道条目字段 (640) 的所有信道条目相关联; 以及

所述信道使用元素 (600) 被包括在探测响应帧 (213) 或信道使用响应帧 (816) 中。

36. 一种无线通信装置, 其包括被配置为执行根据权利要求1、25或28所述的方法的至少一个微处理器。

37. 一种隧道式直接链路设置动作帧即TDLS动作帧, 其要在与接入点装置即AP装置相关联的两个非接入点多链路装置即非AP MLD之间交换, 所述帧包括:

动作字段, 其被设置为严格大于10的值以指示所述帧是用以创建具有自身链路ID的TDLS链路的请求, 所述自身链路ID定义同与所述AP装置所使用的一个或多于一个信道不重叠的至少一个离信道相对应的离链路; 以及

至少一个信息元素即至少一个IE, 其定义所述链路ID并且包括所述至少一个离信道。

38. 一种隧道式直接链路设置动作帧即TDLS动作帧, 其要在与接入点 (AP) 装置相关联的两个非接入点多链路装置即非AP MLD之间交换, 所述帧包括:

动作字段, 其被设置为严格大于10的值, 以指示所述帧是用以将具有第一链路ID的第一链路上的当前TDLS会话移动到具有不同的第二链路ID的第二链路的请求; 以及

至少一个信息元素字段即至少一个IE字段, 其指示所述第二链路ID。

39. 根据权利要求38所述的TDLS动作帧, 其中, 所述第二链路ID标识在与所述AP装置所

使用的一个或多于一个信道不重叠的至少一个离信道上定义的离链路。

40. 根据权利要求38所述的TDLS动作帧, 其中, 所述至少一个IE包括与所述第二链路相关联的BSSID字段, 所述BSSID字段被设置为所述非AP MLD之一的MAC地址或者附属于所述非AP MLD之一的一个站的MAC地址。

41. 一种存储程序的非暂态计算机可读介质, 所述程序在被无线装置中的微处理器或计算机系统执行时, 使所述无线装置进行根据权利要求1、25或28所述的方法。

用于多链路装置的离信道TDLS通信

技术领域

[0001] 本发明一般涉及无线通信,并且更具体地涉及通过多链路(ML)装置进行的点对点(P2P)通信。

背景技术

[0002] 无线通信网络被广泛部署以提供各种通信服务,诸如语音、视频、包数据、消息传送、广播等。这些无线网络可以是能够通过共享可用网络资源支持多个用户的多接入网络。这样的多接入网络的示例包括码分多址(CDMA)网络、时分多址(TDMA)网络、频分多址(FDMA)网络、正交FDMA(OFDMA)网络和单载波FDMA(SC-FDMA)网络。

[0003] 电气和电子工程师协会(IEEE-RTM)采用的802.11标准族提供了针对STA之间的无线通信的大量机制。

[0004] 随着时延敏感的应用(诸如在线游戏、实时视频流、虚拟现实、无人机或机器人远程控制)的发展,需要考虑更好的吞吐量、低时延和鲁棒性要求和问题。目前,IEEE802.11工作组正在考虑这种有疑问的问题作为发布下一主要802.11版本(称为802.11be或者“极高吞吐量”的EHT)的主要目标。

[0005] IEEE P802.11be/D2.2版本(2022年10月,在“D2.2标准”下)引入了多链路(ML)操作(Multi-Link Operation, MLO)。MLO通过允许STA之间在多个并发和非连续通信链路上进行通信来改进数据吞吐量。

[0006] MLO使得非AP(Access Point(接入点))MLD(ML装置)能够向AP MLD进行登记,即发现、认证、关联和设置与AP MLD的多个通信链路。如此设置的各个通信链路(下面的“设置链路”或一旦被使能(enable)的“使能链路”)使得能够基于在关联过程期间交换的支持能力进行非AP MLD和AP MLD之间的信道接入和帧交换。

[0007] MLD是具有多于一个附属站(STA)并且具有针对逻辑链路控制(LLC)的单个介质接入控制(MAC)服务接入点(SAP)的逻辑实体,LLC包括一个MAC数据服务。因此,AP MLD由多个附属AP组成,而非AP MLD由多个附属非AP STA组成。AP MLD和非AP-MLD这两者中的附属STA可以使用802.11机制通过所设置的多个通信链路中的各个通信链路与另一MLD的附属STA通信。

[0008] 现有的隧道式直接链路设置(Tunneled Direct Link Setup, TDLS)已被适配为与D2.2标准的MLD共存。更准确地,D2.2标准通过在多个设置链路之一上建立TDLS会话时调整设置帧中的MAC地址的信号通知来使TDLS机制适应多链路特征。结果,在两个无线STA(TDLS对等STA)之间建立由单个通信链路(例如,2.4、5和6GHz频带中的任一个上的20MHz信道)构成的直接链路,其中各个无线STA附属与MLD。

[0009] 以前在2008年被IEEE 802.11z标准认可,TDLS使得装置(称为TDLS对等STA)能够在连接到常规AP时直接彼此链接。为了设置和维护直接链路,这两个TDLS对等STA应该与同一基础设施BSS(简而言之,同一AP)相关联。TDLS机制提供了在数据帧中封装在两个TDLS对等STA之间交换的设置帧。这允许通过AP透明地(或“隧道式”)传输设置帧。设置帧包括所谓

的TDLS动作帧。此外,由于设置帧通过AP透明地传输,因此AP不需要是TDLS感知的或具有与在基于TDLS的点对点通信中涉及的TDLS对等STA相同的能力。然后,一旦设置了直接链路,TDLS对等STA就可以通过所设置的直接链路直接彼此通信,而不涉及AP(尽管这些STA保留与AP相关联)。必须注意,当TDLS对等STA经由直接链路直接通信时,P2P流量与到/来自AP的其他流量进行竞争,这是因为P2P流量和到/来自AP的其他流量是在相同的通信链路(即相同的频率信道)上进行的。

[0010] 为了减少与涉及AP的流量的竞争,已经提出了由AP使用的称为“基本信道”的这种信道与相关联的离信道(off-channel)之间的切换。该机制被已知为“TDLS信道切换”。

[0011] IEEE P802.11-REVme/D2.0版本(2022年10月)定义了离信道。离信道是由TDLS对等STA使用的同与TDLS对等STA相关联的AP所使用的(一个或多个)信道不重叠的信道。换句话说,离信道是不属于AP的(一个或多个)操作信道并且可以用于P2P通信的信道。TDLS装置可以协商从(即,与AP共享并且用于设置TDLS直接链路的)基本信道移动(即,切换)到这样的(不与AP共享的)离信道。两个TDLS装置先前在TDLS设置帧(通常是请求和响应)中广告它们至少部分地支持包括(一个或多个)离信道的(一个或多个)相同信道。在从基本信道移动(切换)到离信道之前,TDLS装置处于与AP的PS(省电)模式,并且在与AP的活动服务时段中不涉及该TDLS装置。

[0012] 当经由离信道进行操作时,TDLS装置在基本信道中保留处于省电模式,并且不能再与AP通信。因此,TDLS装置必须规则地、因此重复地返回到基本信道,以进行一些动作,诸如接收信标、查看针对任何缓冲包的TIM(Traffic Indication Map(流量指示图))、以及和网络中的其他装置通信等。

[0013] 如在P802.11-REVme/D2.0版本中所定义的,尽管对改进基础设施和P2P通信之间的共存非常感兴趣,但离信道的使用遵循传统行为,即需要重复的TDLS信道切换(即在基本信道和离信道之间来回切换)。这当然不是最优的,这是因为由于重复的TDLS信道切换,TDLS装置(TDLS对等STA)不能持久地使用离信道进行TDLS(P2P)传输。

[0014] 因此,需要改进在多链路(多无线电)机制的上下文中的离信道使用机制。

发明内容

[0015] 本发明的广泛目的是克服一些前述问题。

[0016] 发明人已经注意到,上述缺陷来自于尽管非AP MLD具有多链路(多无线电)能力、但是它们不能在保持用于与AP通信的信道(即,在该信道上保留活动)以例如获得信标帧的同时持久地使用离信道进行TDLS传输。因此,本发明定义了允许非AP MLD持久地使用离信道进行TDLS传输的新机制,从而不再需要在离信道和基本信道之间重复切换。

[0017] 在该上下文中,本发明的实施例涉及一种无线网络中的通信方法,包括:在与接入点(AP)装置相关联的非接入点多链路装置(非AP MLD)处:

[0018] 获得链路标识符(ID),所述链路ID定义同与所述AP装置所使用的(一个或多个)信道不重叠的至少一个离信道相对应的离链路;

[0019] 使用所述链路ID作为用于隧道式直接链路设置(TDLS)直接链路的所述离链路的指示,来通过所述AP装置所使用的(一个或多个)信道,在附属于所述非AP MLD的第一TDLS站(STA)和附属于另一非AP MLD的第二TDLS STA之间建立所述TDLS直接链路;以及

- [0020] 在所述离链路上操作所述第一TDLS STA和所述第二TDLS STA之间的点对点通信。
- [0021] 因此,提出了新链路ID,其独立于基本信道和与AP装置的链路设置来定义被称为“离链路(off-link)”的新链路。如下所详述,可以执行使用该新链路ID来建立TDLS直接链路:
- [0022] 直接地,即直接地使用链路ID将离链路定义为TDLS直接链路(在这种情况下没有信道切换);
- [0023] 或者间接地,即通过两步机制,其包括:(以常规方式)设置初始TDLS直接链路,然后使用离链路的信道作为用于目标链路的目标信道来进行信道切换,或者使用链路ID以将离链路定义为链路切换的目标链路来进行链路切换。
- [0024] 在这两种情况下,通过使用独立于基本信道(定义建立常规TDLS直接链路的链路)的新链路ID,将离信道定义为自身链路(即,新的离链路)。实际上,在第一情况下,不存在基本信道,这是因为不存在信道切换。在第二情况下,一旦执行了切换,就不存在对基本信道的依赖性。应当注意,如下所述,在第二情况下,(在基本信道上操作的)初始TDLS直接链路甚至可以被移除或失能。
- [0025] 因此,非AP MLD不再必须执行从离信道返回到基本信道以接收信标帧的任何信道切换。事实证明,非AP MLD可以持久地使用离链路(以及相应的一个或多个离信道)进行TDLS传输。
- [0026] 此外,即使在非AP MLD的第一TDLS STA正在经由离链路进行操作时,如果需要并且由于多链路特征,则非AP MLD可以经由可能由其附属STA中的另一个STA与任何附属AP建立的任何其他链路和AP通信。因此,非AP MLD可以接收信标、查看针对任何缓冲包的TIM、以及和网络中的其他装置通信,而不需要重复的信道切换。
- [0027] 换句话说,所提出的解决方案利用非AP MLD的多链路(多无线电)能力,从而由于自主的离链路(即,独立于基本信道)而在一个或多个离信道上建立持久的TDLS直接链路,同时可以通过另一链路保持与AP装置的通信。
- [0028] 本发明的可选特征在下面参考方法来定义,同时这些特征可以被转换成装置特征。
- [0029] 有利地,该方法还包括:在与AP装置所使用的所述(一个或多个)信道中的至少一个信道相对应的另一链路上操作与AP装置的通信。
- [0030] 如上已经讨论的,如果需要,非AP MLD可以经由由其附属STA中的另一个STA建立的另一链路和AP通信。因此,非AP MLD不必执行任何信道切换以接收信标、查看针对任何缓冲包的TIM、以及和网络中的其他装置通信。
- [0031] 在一些实现中,获得链路ID包括:从作为AP MLD的AP装置接收关于附属AP MLD的虚拟AP的信息,虚拟AP定义离链路并且被分配了链路ID,虚拟AP在其基本服务集(BSS)中不进行通信。
- [0032] “虚拟AP”是指不实际操作(其不进行通信)的附属AP。这样的虚拟AP有利地向非AP MLD给予用于与离信道相对应的链路的链路标识符。
- [0033] 在这些实现中,链路ID由AP MLD通过创建虚拟AP来创建,虚拟AP是不用于非AP STA或MLD与AP MLD之间的通信的新类型的AP。
- [0034] 在一些其他实现中,由非AP MLD建立TDLS直接链路包括:基于从AP装置接收的关

于至少一个离信道的信息来定义离链路和链路ID。

[0035] 在这些其他实现中,链路ID由非AP MLD和其他非AP STA或MLD(不涉及AP MLD)创建。

[0036] 在一些实现中,其中建立TDLS直接链路包括:使用链路ID将离链路定义为TDLS直接链路来设置TDLS直接链路。

[0037] 如上所讨论的,在该第一情况下,直接地(即,直接地使用链路ID将离链路定义为TDLS直接链路(在这种情况下没有信道切换))执行使用新链路ID建立TDLS直接链路。上面已经讨论了相应的优点。

[0038] 在一些其他实现中,建立TDLS直接链路包括:

[0039] 设置使得能够在第一TDLS STA和第二TDLS STA之间进行点对点通信的初始TDLS直接链路;以及

[0040] 使用离链路的信道作为用于目标链路的目标信道,或者使用链路ID将离链路定义为目标链路,来进行信道切换以将点对点通信从初始TDLS直接链路移动到目标链路。

[0041] 如上所讨论的,在该第二情况下,间接地(即,通过包括设置初始TDLS直接链路然后进行信道切换的两步机制)执行使用新链路ID建立TDLS直接链路。上面已经讨论了相应的优点。

[0042] 在各种实施例中,该方法还包括:在非AP MLD处:使初始TDLS直接链路失能或者移除初始TDLS直接链路。

[0043] 因此,可以重新使用与被移除或失能的链路相对应的(一个或多个)信道,并且这些网络资源因此被优化。

[0044] 本发明的实施例还提供了一种无线网络中的通信方法,包括:在与接入点多链路装置(AP MLD)相关联的非AP MLD处,

[0045] 从所述AP MLD接收关于附属于所述AP MLD的虚拟AP的信息,所述虚拟AP在其基本服务集即BSS中不进行通信,所述虚拟AP定义同与所述AP MLD所使用的(一个或多个)信道不重叠的至少一个离信道相对应的离链路,附属的所述虚拟AP被分配了链路标识符即链路ID从而标识所述离链路;以及

[0046] 使用所述链路ID在所述无线网络上进行通信。

[0047] 因此,非AP MLD接收新类型的信息(关于虚拟AP的信息,虚拟AP是不用于非AP STA或MLD与AP MLD之间的通信的新类型的AP),并且特别是使得非AP MLD能够在无线网络上进行通信的特定链路ID。

[0048] 该配置有利地允许定义除了由AP MLD操作的链路之外的链路。这样的附加链路可以例如用于无线网络内的直接通信。

[0049] 在一些实施例中,虚拟AP在其BSS中不进行通信的事实并不防止本解决方案被应用于多AP上下文,即使用离信道(和离链路)进行多AP通信。

[0050] 在各种实施例中,使用所述链路ID在所述无线网络上进行通信包括:

[0051] 使用所述链路ID作为隧道式直接链路设置(TDLS)直接链路的离链路的指示,来通过所述AP装置所使用的(一个或多个)信道,在附属于所述非AP MLD的第一TDLS站(STA)和第二TDLS STA之间建立所述TDLS直接链路;以及

[0052] 在所述离链路上操作所述第一TDLS STA和所述第二TDLS STA之间的点对点通信。

[0053] 因此,基于接收到关于虚拟AP的信息,上述机制与TDLS机制兼容,并且允许非AP MLD持久地使用离链路(以及相应的至少一个离信道)来进行TDLS传输。实际上,即使当非AP MLD的第一TDLS STA正在经由离链路(对应于至少一个离信道)进行操作时,如果需要,非AP MLD也可以经由其所属STA中的另一个STA建立的另一链路与AP通信。因此,非AP MLD不必执行任何信道切换以接收信标、查看针对任何缓冲包的TIM、以及与网络中的其他装置通信。

[0054] 在各种实施例中,建立所述TDLS直接链路包括以下操作其中至少之一:

[0055] 在所述第一TDLS STA和所述第二TDLS STA之间交换的TDLS设置帧中包括与所述虚拟AP相对应并由此与所述离链路相对应的链路标识符,所述链路标识符包括具有基本服务集标识符(BSSID)的BSSID字段;

[0056] 在所述第一TDLS STA和所述第二TDLS STA之间交换的TDLS多链路元素中携带的每STA配置文件子元素中添加所述离链路;以及

[0057] 在所述第一TDLS STA和所述第二TDLS STA之间交换的TDLS设置帧中包括包含指示所述离链路的链路ID位图的多链路链路信息元素。

[0058] 这些操作各自在重复使用和/或稍微修改现有元素和/或帧的同时有利地限制了开销。

[0059] 本发明的实施例还提供了一种无线网络中的通信方法,包括:在接入点多链路装置(AP MLD)处,

[0060] 将附属虚拟AP实例化,所述附属虚拟AP定义同与所述AP MLD所使用的(一个或多个)信道不重叠的至少一个离信道相对应的离链路,所述附属虚拟AP被分配了链路标识符即链路ID从而标识所述离链路,所述虚拟AP在其基本服务集即BSS中不进行通信;以及

[0061] 向非AP MLD传输关于定义所述离链路的所述附属虚拟AP的信息,所述信息包括所述链路ID。

[0062] 上面已经讨论了使用定义离链路的虚拟AP的优点。

[0063] 在各种实施例中,所述方法还包括:接收用于所述附属虚拟AP的实例化的触发,其中,所述触发属于包括以下项的组:

[0064] 在所述非AP MLD尚未与所述AP MLD相关联的情况下,从所述非AP MLD接收探测请求帧,所述探测请求帧包括作为扩展能力中的新输入的离链路能力以及/或者信道使用元素;

[0065] 在所述非AP MLD已与所述AP MLD相关联的情况下,从所述非AP MLD接收信道使用请求帧,所述信道使用请求帧包括请求所述离链路的设置的信道使用元素;

[0066] 接收服务质量特性即QoS特性;以及

[0067] 检测所述AP MLD内部的触发。

[0068] 在一些实现中,除了所述链路ID之外,关于所述附属虚拟AP的所述信息还包括一个或数个参数,该一个或数个参数属于包括以下项的组:

[0069] 操作类;

[0070] 信道号;

[0071] 用于定义操作频带的信道宽度;

[0072] BSSID;

[0073] 指示虚拟AP不可达的与BSSID相关的信息(例如,来自诸如IEEE P802.11-REVme/D1.3中定义的BSSID信息元素的AP可达性字段);以及

[0074] 非继承元素。

[0075] 在一些实施例中,能够使用(例如,诸如在IEEE P802.11-REVme/D1.3中定义的)来自所述BSSID信息元素的AP可达性字段的特定值来将所述虚拟AP与能够进行通信的AP区分开。

[0076] 这在重新使用现有AP可达性字段的同时有利地限制了开销。

[0077] 在各种实施例中,作为探测响应帧中或信标帧中或关联响应帧中的多链路元素的一部分,至少部分地交换关于附属虚拟AP的信息,以及:

[0078] 附属虚拟AP被声明为多链路元素中的附加STA,该附加STA具有专用的每STA配置文件子元素,该每STA配置文件子元素包含用于将附属虚拟AP与AP MLD的其他附属AP区分开的信息;或者

[0079] 多链路元素的共同信息字段包括离链路位图或虚拟AP位图子字段。

[0080] 这些配置各自在重复使用和/或稍微修改现有元素和/或帧的同时有利地限制了开销。

[0081] 在各种实施例中,专用于所述附属虚拟AP的所述每STA配置文件子元素:

[0082] 包括非继承元素,所述非继承元素携带对于在其基本服务集(BSS)中不进行通信的虚拟AP无用的AP能力和操作其中至少之一并且不应该被虚拟AP从报告STA继承;或者

[0083] 不经受继承。

[0084] 这避免了不必要的继承。

[0085] 在各种实施例中,作为信标帧中包括的邻居报告元素或简化邻居报告元素的一部分,至少部分地交换关于所述附属虚拟AP的所述信息,所述一部分是MLD参数子字段中包括的离链路字段或使用模式字段、并且给出同与所述MLD参数子字段中还包括的链路ID字段的内容相对应的链路相关的信息。

[0086] 这些配置各自在重复使用和/或稍微修改现有元素和/或帧的同时有利地限制了开销。

[0087] 在各种实施例中,关于所述附属虚拟AP的所述信息包括关于作为信道使用元素而交换的所述AP MLD的所述至少一个离信道的信息,

[0088] -所述信道使用元素包括:

[0089] • 包含所述链路ID并且与信道条目字段的所有信道条目相关联的链路ID信息字段;或者

[0090] • 信道条目字段的链路ID信息子字段,所述链路ID信息子字段包含所述链路ID并且与所述信道条目字段的所有信道条目相关联;以及

[0091] -所述信道使用元素被包括在探测响应帧或信道使用响应帧中。

[0092] 这些配置各自在重复使用和/或稍微修改现有元素和/或帧的同时有利地限制了开销。

[0093] 在一些实施例中,获得链路ID包括:由非AP MLD创建具有自身链路ID的TDLS链路,该自身链路ID定义同与AP装置所使用的(一个或多于一个)信道不重叠的至少一个离信道相对应的离链路。该实现有利地利用了在使用与传统AP(即,不支持多链路特征的AP)的连

接的点对点通信中涉及的非AP MLD的MLD能力。

[0094] 在一些特定实施例中,创建TDLS链路包括:触发另一非AP MLD处的同一TDLS链路创建。这意味着期望直接交换的两个非AP MLD因此同时为此目的创建同一离链路。因此,这种配置促进了立即和临时地创建用于临时直接链路会话的离链路。

[0095] 在一些实施例中,建立TDLS直接链路包括:与第二TDLS STA进行以所创建的离链路为目标的TDLS直接链路建立。换句话说,建立TDLS直接链路包括:使用链路ID将离链路定义为TDLS直接链路来设置TDLS直接链路。

[0096] 这意味着一旦已经独立于与AP装置设置的任何链路而(在双方)创建了离链路,这两个非AP MLD就可以使用常规TDLS直接链路机制来在离链路上设置TDLS直接链路。这种配置完全集成了标准化机制。

[0097] 在一些实施例中,在TDLS直接链路建立期间交换的TDLS设置帧包括用以标识所创建的离链路的第一TDLS STA的MAC地址。

[0098] 如上所述,在该第一情况下,直接(即,直接使用链路ID以将离链路定义为TDLS直接链路(在这种情况下没有信道切换))执行使用新链路ID建立TDLS直接链路。

[0099] 在一些实施例中,创建TDLS链路包括:与另一非AP MLD交换由AP装置隧道化的TDLS动作帧,以在这两个非AP MLD处同时创建离链路。这允许非AP MLD使用与AP装置设置(且使能)的任何链路来交换信号通知帧(这里是TDLS动作帧),以预期创建和建立用于彼此直接通信的离链路。

[0100] 在特定实施例中,交换TDLS动作帧包括:针对非AP MLD,

[0101] 发送链路设置请求以创建同与AP装置所使用的(一个或多于一个)信道不重叠的至少一个候选离信道相对应的离链路;以及

[0102] 响应于此,接收链路设置响应,该链路设置响应包括同与AP装置所使用的(一个或多于一个)信道不重叠的至少一个替代离信道相对应的替代离链路。

[0103] 因此,非AP MLD可以协商离链路。

[0104] 在一些实施例中,该方法还包括:在与AP装置设置的第一链路上建立这两个非AP MLD之间的第一TDLS直接链路以用于第一TDLS会话,并且将第一TDLS会话切换到离链路。

[0105] 在一些实施例中,将第一TDLS会话切换到离链路包括:进行TDLS链路切换以将第一TDLS会话移动到离链路。在前一步骤中已创建离链路。该两步方法有利地仅允许要处置的链路ID进行切换,这些链路ID可以在以后被重新使用。专用TDLS动作帧可以用于切换。

[0106] 在特定实施例中,进行TDLS链路切换包括:在第一TDLS直接链路上直接交换TDLS动作帧。该配置利用已经建立的TDLS直接链路来高效地(快速地)移动到离链路,通常是预期一旦完成切换就释放已经建立的(在第一链路上的)TDLS直接链路。这旨在减少第一链路上的接入竞争。

[0107] 在一些实施例中,将第一TDLS会话切换到离链路包括:进行TDLS信道切换,该TDLS信道切换以离链路的一个或多于一个离信道为目标,以将第一TDLS会话移动到离链路。该配置可以有利地依赖于常规(标准化)TDLS直接链路机制(REVme 2.0的章节11.20.6中的所谓的“TDLS信道切换”),以同时使第一链路上的TDLS直接链路失能并且使本发明意义中的离链路上的TDLS直接链路使能(或设置该TDLS直接链路)。

[0108] 在一些实施例中,该方法还包括:移除与AP装置设置的第一链路或者使与AP装置

设置的第一链路失能。这有利地不移除离链路上的TDLS直接链路或者使离链路上的TDLS直接链路失能,这是因为离链路上的TDLS直接链路是独立于第一链路而创建的。该配置确保非AP MLD的附属STA不再需要继续与相应AP的活动(例如,诸如切换回AP的信道)。

[0109] 因此,与被移除或失能的链路相对应的(一个或多个)信道可以被重新使用,并且这些网络资源因此被优化。

[0110] 根据替代实施例,移除第一链路或者使第一链路失能可以包括以下项之一:

[0112] 更新与AP装置设置的链路的TID到链路映射,以移除被分配给第一链路的所有TID;以及

[0113] 进行排除了第一链路的与AP装置的多链路设置。

[0114] 在一些实施例中,定义离链路的链路ID是从被剥夺了AP装置所使用的任何链路ID的候选链路ID集合中选择的。例如,链路ID可以是从小于15的值中选择的。该配置确保在非AP MLD处避免链路ID之间的冲突。

[0115] 在一些实施例中,该方法还包括:响应于创建离链路,向AP装置通知所创建的离链路。可以通知一个或多个离信道以及可能的链路ID。这允许AP例如通过避免使用与所创建的离链路竞争的离信道来调整其对BSS的管理。

[0116] 在一些实施例中,离链路被分配BSSID(基本服务集标识符),BSSID被设置为TDLS STA之一或这两个非AP MLD之一的MAC地址。这意味着第一TDLS STA和第二TDLS STA在与AP装置分离的(由BSSID标识的)专用BSS上进行操作(尽管非AP MLD的其他附属站可以在由AP装置管理的BSS中进行操作)。该配置有利地允许在不修改现有信息元素、特别是链路标识符IE的情况下定义ad-hoc BSS。

[0117] 在一些实施例中,获得链路标识符包括:从AP装置获得非基础设施BSS或离信道TDLS直接链路的推荐信道,以及从推荐信道中选择一个或多个离信道。

[0118] 在一些实施例中,TDLS动作帧包括多链路元素,该多链路元素具有用以分别用信号通知用于离链路的一个或多个离信道的一个或数个每STA配置文件。

[0119] 该配置允许TDLS STA使用现有IE来定义多信道离链路。在这种情况下,可以使用所有离信道来定义所创建的离链路。

[0120] 然而,该配置可以替代地允许TDLS STA(例如,第一TDLS站)定义用于要创建的离链路的多个候选信道。在这种情况下,响应TDLS STA可以选择如在每STA配置文件中定义的候选信道之一(例如,最适合响应站的能力的信道)来形成/创建离链路。

[0121] 相关地,本发明的实施例还提供了一种无线通信装置,其包括被配置为执行如上所述的任何方法的至少一个微处理器。

[0122] 本发明的另一方面涉及一种隧道式直接链路设置(TDLS)动作帧,其要在与接入点装置即AP装置相关联的两个非接入点多链路装置(非AP MLD)之间交换,所述帧包括:

[0123] 动作字段,其被设置为严格大于10的值以指示所述帧是用于创建具有自身链路ID的TDLS链路的请求,所述自身链路ID定义同与所述AP装置所使用的(一个或多个)信道不重叠的至少一个离信道相对应的离链路;以及

[0124] 至少一个信息元素(IE),其定义所述链路ID并且包括所述至少一个离信道。

[0125] 本发明的又一方面涉及一种隧道式直接链路设置(TDLS)动作帧,其要在与接入点(AP)装置相关联的两个非接入点多链路装置(非AP MLD)之间交换,所述帧包括:

[0126] 动作字段,其被设置为严格大于10的值,以指示所述帧是用于将具有第一链路ID的第一链路上的当前TDLS会话移动到具有不同的第二链路ID的第二链路的请求;以及

[0127] 至少一个信息元素(IE)字段,其指示所述第二链路ID。

[0128] 在实践中,这样的帧可以由AP装置隧道化地到另一非AP MLD。

[0129] 特别地,第二链路ID可以标识在与AP装置所使用的(一个或多个)信道不重叠的至少一个离信道上定义的离链路。

[0130] 此外,所述至少一个IE可以包括与所述第二链路相关联的BSSID字段,所述BSSID字段被设置为所述非AP MLD之一的MAC地址或者附属于所述非AP MLD之一的一个站的MAC地址。

[0131] 本发明的另一方面涉及一种存储程序的非暂态计算机可读介质,所述程序在由无线装置中的微处理器或计算机系统执行时,使所述无线装置进行如上所述的任何方法。

[0132] 根据本发明的方法的至少一部分可以是计算机实现的。因此,本发明可以采取完全硬件实施例、完全软件实施例(包括固件、常驻软件、微代码等)或组合软件和硬件方面的实施例的形式,这些软件和硬件方面在本文中可以统称为“电路”、“模块”或“系统”。此外,本发明可以采取体现在任何有形的表达介质中的计算机程序产品的形式,该有形的表达介质具有在该介质中体现的计算机可用程序代码。

[0133] 由于本发明可以在软件中实现,因此本发明可以被体现为用于在任何合适的载体介质上提供给可编程设备的计算机可读代码。有形、非暂态载体介质可以包括存储介质,诸如软盘、CD-ROM、硬盘驱动器、磁带装置或固态存储器装置等。瞬态载体介质可以包括信号,诸如电信号、电子信号、光信号、声信号、磁信号或电磁信号(例如微波或RF信号)。

[0134] 本文档中提供的(一个或多个)信息元素的名称旨在反映802.11标准中当前使用的信息元素,以便于本文档的阅读。当然,可以替代地使用携载相同信息的任何其他命名。

附图说明

[0135] 现在将仅通过示例的方式并参考以下附图来描述本发明的实施例,在附图中:

[0136] 图1例示了涉及MLD之间的ML传输的典型802.11网络环境,其中建立了单个链路隧道式直接链路设置(TDLS)直接链路;

[0137] 图1a和图1b例示了针对MLD(AP MLD或非AP MLD)的示例性802.11be多链路参考模型;

[0138] 图2使用时间线中的帧交换例示了非AP MLD和AP MLD之间的发现和关联处理的可能场景;

[0139] 图2a使用时间线中的帧交换例示了发起方对等非AP STA处置P2P流量的可能场景;

[0140] 图3例示了根据802.11标准的802.11动作帧的格式;

[0141] 图4a例示了根据802.11标准的所谓的“链路标识符”IE;

[0142] 图4b例示了根据802.11标准的所谓的“TDLS多链路”IE;

[0143] 图4c例示了根据802.11标准的所谓的“多链路链路”IE;

[0144] 图5a1例示了根据802.11标准的所谓的“基本变型多链路”IE;

- [0145] 图5a2例示了根据802.11标准的所谓的“每STA配置文件”子元素；
- [0146] 图5b例示了根据本发明实施例的修订的“每STA配置文件”子元素；
- [0147] 图6例示了根据802.11标准的所谓的“信道使用”IE；
- [0148] 图6a例示了根据本发明实施例的修订的“信道使用”IE；
- [0149] 图6b例示了根据本发明其他实施例的修订的“信道使用”IE；
- [0150] 图6c例示了信道使用请求帧；
- [0151] 图7a例示了可以实现本发明实施例的如图1的涉及多无线电装置MLD的802.11网络环境；
- [0152] 图7b例示了可以实现本发明实施例的如图1的涉及多无线电装置MLD的另一802.11网络环境；
- [0153] 图7c例示了根据本发明的某些方面的由AP MLD进行的用于虚拟AP的实例化的无线通信的示例操作；
- [0154] 图7d例示了根据本发明某些方面的由非AP MLD针对离链路上的TDLS设置进行的无线通信的示例操作；
- [0155] 图8使用时间线中的帧交换例示了当AP MLD向TDLS发起方非AP MLD通知离链路可用于处置P2P流量时的图2和图2a的场景；
- [0156] 图8b使用时间线中的帧交换例示了当已经与AP MLD相关联的非AP MLD通过信道使用请求帧请求创建用于P2P流量的离链路时的图2和图2a的场景；
- [0157] 图8c使用时间线中的帧交换例示了当已经与AP MLD相关联的非AP MLD在与AP共享的链路上进行TDLS设置并且通过使用TDLS信道切换而移动到离链路时的图2和图2a的场景；
- [0158] 图9例示了存在于每个信标中的简化邻居报告 (Reduced Neighbor Report, RNR) 信息元素的格式；
- [0159] 图9a例示了根据本发明特定实施例 (通过包括新的离链路字段) 的包括修订的MLD参数字段的 (被包括在RNR信息元素中的) TBTT信息字段；
- [0160] 图9b例示了根据本发明另一特定实施例 (通过包括新的使用模式字段) 的包括修订的MLD参数字段的 (被包括在RNR信息元素中的) TBTT信息字段；
- [0161] 图10a示出了根据本发明至少一个实施例的通信装置的示意表示；
- [0162] 图10b示意性地例示了图10a的通信装置的架构；
- [0163] 图11a例示了可以实现本发明实施例的涉及与AP装置相关联的非AP多无线电装置MLD的802.11网络环境；
- [0164] 图11b使用流程图例示了根据本发明某些方面的用于直接通信的示例性步骤；
- [0165] 图11c使用时间线中的帧交换例示了根据本发明实施例的离链路的创建和使用，其中从探测响应帧获得信道使用信息；
- [0166] 图11d使用时间线中的帧交换例示了根据本发明其他实施例的离链路的创建和使用，其中从信道使用响应帧获得信道使用信息；
- [0167] 图12a例示了可以实现本发明实施例的涉及如图1的多无线电装置MLD的另一802.11网络环境；
- [0168] 图12b使用流程图例示了根据本发明某些方面的用于直接通信的示例性步骤；以

及

[0169] 图12c和图12d使用时间线中的帧交换例示了根据本发明实施例的用于创建和使用离链路的两个不同场景。

具体实施方式

[0170] 本文描述的技术可以用于各种宽带无线通信系统,包括基于正交复用方案的通信系统。这种通信系统的示例包括空分多址 (SDMA) 系统、时分多址 (TDMA) 系统、正交频分多址 (OFDMA) 系统和单载波频分多址 (SC-FDMA) 系统。SDMA系统可以利用足够不同的方向来同时传输属于多个用户终端 (即无线装置或STA) 的数据。TDMA系统可以允许多个用户终端通过将传输信号划分为不同的时隙或资源单元来共享同一频率信道,各时隙被分配给不同的用户终端。OFDMA系统利用正交频分复用 (OFDM),这是将整个系统带宽分成多个正交子载波或资源单元的调制技术。这些子载波还可以被称为频调、频段等。通过OFDM,各子载波可以利用数据独立地进行调制。SC-FDMA系统可以利用交错FDMA (IFDMA) 以在跨系统带宽分布的子载波上传输,利用局部FDMA (LFDMA) 以在相邻子载波的块上传输,或者利用增强FDMA (EFDMA) 以在相邻子载波的多个块上传输。

[0171] 本文中的教导可以并入到各种设备 (例如,STA) 中 (例如,在各种设备内实现或由各种设备进行)。在一些方面,根据本文的教导实现的无线装置或STA可以包括接入点 (所谓的AP) 或不包括接入点 (所谓的非AP STA或STA)。

[0172] 虽然示例是在WiFi (RTM) 网络的上下文中描述的,但是本发明可以用于任何类型的无线网络,例如实现非常类似机制的移动电话蜂窝网络。

[0173] AP可以包括、被实现为或被称为节点B、无线网络控制器 (“RNC”)、演进节点B (eNB)、5G下一代基STA (gNB)、基STA控制器 (“BSC”)、基站收发器STA (“BTS”)、基STA (“BS”)、收发器功能 (“TF”)、无线电路由器、无线电收发器、基本服务集 (“BSS”)、扩展服务集 (“ESS”)、无线电基STA (“RBS”) 或一些其他术语。

[0174] 非AP STA可以包括、被实现为、或被称为订户STA、订户单元、移动STA (MS)、远程STA、远程终端、用户终端 (UT)、用户代理、用户装置、用户设备 (UE)、用户STA、或一些其他术语。在一些实现中,STA可以包括蜂窝电话、无绳电话、会话发起协议 (“SIP”) 电话、无线本地环路 (“WLL”) STA、个人数字助理 (“PDA”)、具有无线连接能力的手持装置、或连接至无线调制解调器的一些其他合适的处理装置。因而,本文教导的一个或多个方面可以并入到电话 (例如,蜂窝式电话或智能电话)、计算机 (例如,膝上型计算机)、平板计算机、便携式通信装置、便携式计算装置 (例如,个人数据助理)、娱乐装置 (例如,音乐或视频装置,或卫星无线电)、全球定位系统 (GPS) 装置或者经配置以经由无线或有线介质通信的任何其他合适装置中。在一些方面,非AP STA可以是无线节点。这样的无线节点可以经由有线或无线通信链路提供例如针对或到网络 (例如,诸如因特网或蜂窝网络等的广域网) 的连通性。

[0175] AP管理如下的STA (登记到该AP或与该AP相关联的STA) 的集合,这些STA一起组织它们对无线介质的接入以供通信目标。STA (包括它们登记到的AP) 形成服务集,在下文称为基本服务集 (BSS) (尽管可以使用其他术语)。用作接入点的同一物理STA可以管理两个或两个BSS (以及因此相应的WLAN): 各BSS因此由特定的基本服务集标识 (BSSID) 唯一标识并且由在物理AP中实现的分开的虚拟AP管理。各个STA由于由AP在登记时指派给该STA的标

识符(AID)而在BSS内被标识。

[0176] 802.11标准族定义了各种介质接入控制(MAC)机制来驱动对无线介质的接入。

[0177] 如2022年10月的草案IEEE P802.11be/D2.2所示,任务组802.11be中的当前讨论在涉及MAC层操作时引入了多链路操作(MLO)。MLO允许多链路装置建立或设置多个链路并同时操作它们。这些链路被称为“设置链路”或“设置通信链路”。

[0178] 多链路装置(MLD)是逻辑实体,并且具有多于一个附属STA(STA),并且具有针对逻辑链路控制(LLC)的单个介质接入控制(MAC)服务接入点(SAP),这包括一个MAC数据服务。接入点多链路装置(或AP MLD)于是对应于如下的MLD,其中附属于MLD的各个STA是AP,因此被称为“附属AP”。非接入点多链路装置(或非AP MLD)对应于如下的MLD,其中附属于MLD的各个STA是非AP STA,因此被称为“附属非AP STA”。根据文字,“多链路装置”、“ML装置”(MLD)、“多链路逻辑实体”、“ML逻辑实体”(MLE)、“多链路集合”和“ML集合”是表示相同类型ML装置的同义词。下面参考图1a和图1b来描述多链路装置的例示架构。

[0179] 然后,非AP MLD的多个附属非AP STA可以设置与AP MLD的多个附属AP的通信链路,从而形成多链路信道。

[0180] 针对MLD设置的通信链路(或使能链路)理论上是独立的,这意味着(到通信介质的)信道接入过程和通信在各个链路上独立地进行。因此,不同的设置通信链路可以具有不同的数据速率(例如,由于不同的带宽、天线数量等)并且可以用于通信不同类型的信息(各自通过特定链路)。

[0181] 因此,设置通信链路或使能链路或仅“链路”对应于附属于AP MLD的AP和附属于非AP MLD的非AP STA之间的在给定频带(例如2.4GHz、5GHz、6GHz)中的给定信道(例如20MHz、40MHz等)。

[0182] 附属的AP和非AP STA根据IEEE802.11标准(a/b/g/n/ac/ad/af/ah/aj/ay/ax/be)和其他无线通信标准中的一个或多于一个在其相应的信道上进行操作。

[0183] 由于多链路聚合,与单个MLD相关联的流量理论上可以跨多个并行通信链路被传输,从而增加网络容量并最大化地利用可用资源。

[0184] 从架构的角度而言,MLD通常包含数个无线电,以实现其附属STA,但不需要数量等于其附属STA的数量。特别地,非AP MLD可以在附属STA的数量多于无线电的数量(其甚至可以减少到单个无线电)的情况下进行操作。

[0185] 图1例示了涉及MLD之间的ML传输的典型802.11网络环境,其中可以建立根据D2.2标准的单个链路隧道式直接链路设置(TDLS)直接链路。

[0186] 无线通信网络100涉及AP MLD 110和两个非AP MLD 120和130。当然,可以设想向AP MLD 110登记然后与其交换帧的非AP MLD的另一数量。

[0187] 两个非AP MLD之一可以是传统802.11站。在这种情况下,下面提到的“附属非AP STA”仅指传统站本身。

[0188] AP MLD 110具有多个附属AP,在示例性图1中为两个附属AP 111和112(也分别标记为AP1、AP2),各个附属AP在一个频带内的其操作信道上表现为802.11AP。已知的802.11频带包括2.4GHz带、5GHz带和6GHz带。当然,可以使用其他频带来替代或补充这三个频带。

[0189] 非AP MLD 120、130具有多个附属非AP STA,各个附属非AP STA在其登记的BSS(由附属AP 111或112管理)中表现为802.11非AP STA。在示例性图1中,两个非AP STA 121和

122(也分别标记为A1和A2)附属于非AP MLD 120,并且两个非AP STA 131和132(也分别标记为B1和B2)附属于非AP MLD 130。

[0190] 例如,AP 111被设置为在与5GHz频带中的40MHz操作信道相对应的信道38上进行操作,并且AP 112也被设置为在与5GHz频带中的另一40MHz操作信道相对应的信道151上进行操作。在另一示例中,附属STA可以在不同的频带上进行操作。

[0191] 各个附属AP向非AP MLD(120或130)的附属非AP STA提供朝向AP MLD 110的链路。因此,各个非AP MLD的链路可以仅仅用各个附属AP的标识符来标识。在该背景下,各个附属AP 111和112可以由被称为“链路ID”的标识符标识。各个附属AP的链路ID是唯一的,并且在AP MLD的生命周期内不会改变。AP MLD可以通过从0(针对第一个附属AP)递增ID来将链路ID指派给其附属AP。当然,在变形中可以使用诸如“AP ID”等的其他词语。

[0192] 为了进行多链路通信,各个非AP MLD 120、130必须发现、认证、关联和设置与AP MLD 110的多个链路,各个链路是在AP MLD 110的附属AP和非AP MLD的附属非AP STA之间建立的。各个这种设置通信链路(被称为使能链路)基于在关联期间交换的所支持的能力,使得非AP MLD和AP MLD之间的各个信道接入和帧交换使能。

[0193] 图2使用时间线中的帧交换例示了非AP MLD和AP MLD之间的发现和关联处理的可能场景。

[0194] 该示例涉及附属于非AP MLD 120的STA A1 121和附属于AP MLD 110的AP1 111。

[0195] 发现阶段被称为ML发现过程,并且多链路设置阶段(或关联阶段)被称为ML设置过程。在ML发现和ML设置过程期间交换的管理帧包含特定于多链路操作(MLO)的新信息元素(其被称为基本多链路元素),其传达对用于发送帧的MLD的、除了发送附属STA实体(已知为“报告STA”)之外的附属STA实体的描述。更准确地,在基本多链路元素之外的帧的信息元素(IE)中提供报告STA(即,用于发送帧的STA)的配置文件。并且,基本多链路元素携带与各个附加附属STA(已知为“被报告的STA”)相对应的一个或多个每STA配置文件子元素。

[0196] ML发现过程允许非AP MLD发现无线通信网络100,即由多个附属AP提供的到AP MLD的各种链路。因此,ML发现过程寻求广告AP MLD的各种附属AP以及相应的网络信息,例如包括全部或部分能力和操作参数。发现处理主要依赖于AP和非AP之间的探测请求和探测响应的交换。对于ML发现,可以通过使用针对每个链路的探测请求/响应帧交换或者在可用链路之一上的携带附属于AP MLD的各种AP的所有信息的一个ML探测请求/响应帧交换来进行发现。此外,发现可以基于主动或被动扫描。在主动扫描中,非AP STA传输(具有通配符SSID的)探测请求212并且等待来自AP的探测响应213。在被动扫描中,非AP STA在各个信道上监听AP在其操作信道上定期地发送的信标211,然后传输具有与其感兴趣的AP相对应的SSID的探测请求212。

[0197] 当由非AP MLD(例如非AP MLD 120)通过STA A1 121发送时,探测请求帧212允许附属非AP站请求附属AP(AP1 111)除了其网络信息之外还包括附属于同一AP MLD的其他AP的能力和元素(即,网络信息)的完整或部分集合。

[0198] 当由AP MLD(例如AP MLD 110)通过AP1 111发送时,信标帧211或探测响应帧213包括简化邻居报告元素(在图9中进一步描述)和基本多链路元素这两者,简化邻居报告元素包含与邻居AP相关的信道和其他信息,基本多链路元素携带描述附属于AP MLD的AP的所有信息的一个或多个每STA配置文件子元素。下文参考图5a1和图5a2在其基本变型中

描述多链路元素。

[0199] 在由AP和非AP在发现过程期间交换的各种能力中,可以由AP在探测响应帧213中向非AP STA提供信道使用信息,以建议STA关于如何与基础设施网络共存,更特别地,推荐用于不是基础设施BSS的BSS或离信道TDLS直接链路的信道。因此,非AP STA可以使用信道使用信息作为用于不是基础设施BSS的BSS或离信道TDLS直接链路的信道选择处理的一部分。

[0200] 该信道使用信息是由AP提供给非AP STA的用于非基础设施网络或离信道TDLS直接链路的操作的信道集合。支持信道使用的并且有兴趣使用非基础设施网络或离信道TDLS直接链路的非AP STA可以在探测请求帧212中包括支持的操作类(如IEEE 802.11-REVme/D1.3 (2022年6月)、章节9.4.2.53中的支持的操作类元素所定义)和信道使用元素(如IEEE 802.11-REVme/D2.0 (2022年10月)、章节9.4.2.85中的信道使用元素所定义)这两者。然后,支持信道使用的AP应该发送包括一个或多个信道使用元素的探测响应213帧。参考图6进一步描述信道使用元素。我们还可以注意到,支持信道使用的非AP STA可以在关联到支持使用信道使用的AP之后的任何时间处发送信道使用请求帧,以请求针对支持的操作类的信道使用信息,即,请求用于非基础设施网络操作或离信道TDLS直接链路操作的信道。

[0201] 一旦非AP MLD已经通过ML发现过程发现了无线网络100并且在MLD认证过程之后,(基于关联请求214帧和关联响应215帧的)ML设置过程就允许非AP MLD选择其自己的附属非AP STA和一些被发现的附属AP之间的候选设置链路集合,并且请求AP MLD 110设置这些链路,这可以被AP MLD接受或拒绝。如果AP MLD接受,则AP MLD向非AP MLD提供关联标识符(AID),该AID由非AP MLD的附属非AP使用以在多个链路(通信信道)上与其相应的附属AP进行无线通信。

[0202] 在ML设置过程期间,非AP MLD声明其部分或全部能力。例如,非AP MLD可以声明其隧道式直接链路设置(TDLS)能力,这使得装置(称为TDLS对等STA)能够在连接到常规AP时彼此直接通信。为此,在管理帧中提供了适当的字段。实际上,在所有管理帧中,可以充当TDLS发起方STA或TDLS响应方STA(dot11TunneledDirectLinkSetupImplemented为真)的非AP MLD将扩展能力元素中的TDLS支持位(位37)设置为1。

[0203] 类似于TDLS支持,非AP MLD或AP MLD还可以通过将扩展能力元素中的信道使用位(位24)设置为1来声明信道使用是否被激活(dot11ChannelUsageActivated为真),从而允许装置交换其信道使用信息。

[0204] 出于说明的目的,在无线网络100中,在ML设置过程期间,已经由非AP MLD 120请求并且被AP MLD 110接受了两个候选设置链路:附属AP 111(AP1)和附属非AP STA 121(A1)之间的第一链路151,附属AP 112(AP2)和附属非AP STA 122(A2)之间的第二链路152。类似地,已经由多无线电非AP MLD 130请求并且被AP MLD 110接受了两个候选设置链路:附属AP 111(AP1)和附属非AP STA 131(B1)之间的第一链路161,附属AP 112(AP2)和附属非AP STA132(B2)之间的第二链路162。

[0205] 参考图6,在附图标记600下示出了信道使用元素的数据有效载荷。信道使用元素由四个字段组成:元素ID字段610、长度字段620、使用模式字段630和信道入口字段640。

[0206] 在IEEE P802.11-REVme/D2.0版本(2022年10月)中,针对使用模式字段630定义了两个不同的值,即,针对非基础设施IEEE 802.11网络的值0和针对离信道TDLS直接链路的

值1。标准的最近适配寻求提供针对非基础设施IEEE 802.11网络的新值2,其中属于同一ESS的AP都不操作基础设施BSS。预留值3至255。

[0207] 信道入口字段640包括零个或多于零个操作类641和信道642字段。操作类字段641指示操作类值。操作类(定义无线电频率、信道中心频率、最大信道宽度和行为约束)在信标帧中指定的地区的上下文中被解释。信道字段642指示在所指示的操作类的上下文中被解释的信道号。IEEE P802.11-REVme/D1.3版本的附录E中定义了操作类和信道号。如9.4.2.70.3(位置指示信道子元素)中所述,操作类和信道字段可以被分组在一起以标识非连续信道。

[0208] 图9描述了每个信标中存在的简化邻居报告(RNR)信息元素910的格式。

[0209] 元素ID字段911等于值101以指示信息元素的类型是RNR。

[0210] 长度字段912指示包括的信息元素的以八位字节为单位的长度。

[0211] 邻居AP信息字段913包含一个或多于一个(在图9的示例中为n个)邻居AP信息字段920的集合,各个邻居AP信息字段920提供关于与报告AP(发送信息元素的AP)不同的被报告AP的元素。例如,在图2的示例中,信标211将包含与AP2(如被报告AP)相对应的至少一个邻居AP信息字段920。此外,可以存在数个其他字段920以给出来自不附属于报告AP MLD但由报告AP已知的AP(如共同位于同一建筑物中但操作不同MLD的AP)的信息。

[0212] 各个邻居AP信息字段920包括TBTT信息头部子字段921、操作类子字段922、信道号子字段923和TBTT信息集合子字段924。

[0213] TBTT信息头部子字段921包含指示在TBTT信息集合子字段924中存在多少个TBTT信息字段930(TBTT信息计数)及其类型(TBTT信息字段类型)的数个字段。

[0214] 各个TBTT信息字段930包括邻居AP TBTT偏移子字段931和MLD参数子字段940。

[0215] 邻居AP TBTT偏移子字段931指示从传输该元素的AP的紧挨在前的TBTT到AP的BSS的下一TBTT的以TU为单位(向下舍入到最近的TU)的偏移。值254指示254个TU或更高的偏移。值255指示未知偏移值。

[0216] MLD参数子字段940包含同与被报告AP相关联的链路相关的信息。更准确地,MLD参数子字段940包括MLD ID子字段941、链路ID子字段942和BSS参数改变计数子字段943。

[0217] MLD ID子字段941指示被报告AP附属于的AP MLD的标识符。如果被报告AP与报告AP附属于同一MLD,则MLD ID子字段941被设置为0。如果被报告AP是另一AP MLD的一部分,则MLD ID子字段被设置为高于0的值。例如,如果被报告AP附属于与非传输BSSID(该非传输BSSID在与报告AP相同的多个BSSID集合中)相同的MLD,则MLD ID子字段941被设置为同与非传输BSSID相对应的非传输BSSID配置文件中的多个BSSID索引元素中的BSSID索引字段中的相同的值。

[0218] 链路ID子字段942是链路的(在MLD内的)唯一标识符。

[0219] BSS参数改变计数子字段943包含每次在被报告AP的信标帧中更新BSS的关键参数时递增(模255)的计数器。

[0220] 基本变型多链路元素500的格式在图5a1和图5a2中被例示。基本变型多链路元素500包括元素ID字段501、长度字段502(使得能够知道可选字段的存在或不存在以及字段530中每STA配置文件的数量)、元素ID扩展字段503、多链路控制字段510、共同信息字段520和可选链路信息字段529。

[0221] 多链路控制字段510包括类型子字段511、预留子字段512和存在位图子字段513。类型子字段511被设置为值0,以用信号通知多链路元素300是基本变型ML元素。存在位图子字段513告知共同信息字段520中存在或不存在哪些参数。共同信息字段520包括链路ID信息存在子字段、BSS参数改变计数存在子字段、介质同步延迟信息存在子字段、EML能力存在子字段、MLD能力和操作存在子字段、MLD ID存在子字段和预留子字段。

[0222] 共同信息字段520总是包括共同信息长度字段521、MLD MAC地址子字段522,并且根据在存在位图子字段320中指定的值,共同信息字段520可选地包括链路ID信息子字段523、BSS参数改变计数子字段524、介质同步延迟信息子字段525、EML能力子字段526、MLD能力和操作子字段527以及MLD ID子字段528。

[0223] 更准确地,链路ID信息子字段523包括链路ID子字段523a和预留字段523b。链路ID子字段523a传达报告附属(AP或非AP)STA进行操作的链路ID。

[0224] 如果存在链路信息字段529,则包括一个或多个每STA配置文件子元素530作为子元素530的列表,各个子元素530描述同一MLD的一个被报告附属(AP或非AP)STA。

[0225] 如图5a2中所详述的,每STA配置文件子元素530包括子元素ID字段531、长度字段532、STA控制字段533、STA信息字段534和STA配置文件字段535。

[0226] STA控制字段533包括链路ID子字段540,链路ID子字段540指定唯一地标识被报告STA正在进行操作的链路的值。

[0227] STA控制字段533附加地包括完整配置文件子字段541、STAMAC地址存在子字段542、信标间隔存在子字段543、TSF偏移存在子字段544、DTIM信息存在子字段545、NSTR链路对存在子字段546、NSTR位图大小子字段547、BSS参数改变计数存在子字段548和预留子字段549。

[0228] 如果STA MAC地址字段存在于STA信息字段534中,则STAMAC地址存在子字段542被设置为1。否则,该子字段被设置为0。

[0229] 如果信标间隔子字段存在于STA信息字段534中,则信标间隔存在子字段543被设置为1。否则,该子字段被设置为0。

[0230] 如果TSF偏移子字段存在于STA信息字段534中,则TSF偏移存在子字段544被设置为1。否则,该子字段被设置为0。

[0231] 如果DTIM信息子字段存在于STA信息字段534中,则DTIM信息存在子字段545被设置为1。否则,该子字段被设置为0。

[0232] 如果NSTR指示位图子字段存在于STA信息字段534中,则NSTR链路对存在子字段546被设置为1。否则,该子字段被设置为0。

[0233] 如果BSS参数改变计数子字段存在于STA信息字段534中,则BSS参数改变计数存在子字段548被设置为1。否则,该子字段被设置为0。

[0234] STA信息字段534包括STA信息长度子字段550,并且根据STA控制子字段(542-548)中指定的值,STA信息字段534可选地包括STAMAC地址子字段551、信标间隔子字段552、TSF偏移子字段553、DTIM信息子字段554、NSTR指示位图子字段555(其大小取决于NSTR位图大小子字段)和BSS参数改变计数子字段556。

[0235] STA配置文件字段535按照在与携带多链路元素的帧相对应的不同帧主体中定义的顺序携带可变数量的字段和元素。例如,关联请求帧中携带的多链路元素中包括的STA配

置文件参考表9-62关联请求帧主体。

[0236] 每STA配置文件不应包括以下元素:邻居报告元素、简化邻居报告元素、多BSSID元素、TIM元素、多BSSID索引元素、多BSSID配置元素或每STA配置文件子元素中的另一基本多链路元素。

[0237] 图1a例示了针对MLD(AP MLD或非AP MLD)的示例性802.11be多链路参考模型。

[0238] MLD包括PHY层200、MAC层220、逻辑链路控制(LLC)子层和上层。上层可以包括生成流量数据或使用接收到的流量数据的应用。

[0239] 流量数据的传输和接收由MAC 220和PHY 200层处置。流量数据的这种传输和接收可以在多个链路20-x、20-y、20-z(如参考图1引入的链路151、152、161、162)上进行,以及在(建立情况下的)单个链路TDLs直接链路171(参见图1)上进行。图中示出了三个链路,因此示出了三个附属站。当然,可以设想包括两个附属站或多于三个附属站的其他配置。

[0240] 流量数据由上层作为数据帧序列或“流量流”来提供。各个流量流以及因此各个数据帧与EDCA机制中定义的接入类别(AC)相关联(图1b)。流或数据帧与AC之间的这种映射由分类器213进行。

[0241] 回顾一下,802.11站(AP和非AP站)维持四个接入类别(AC),各个接入类别具有一个或多于一个相应的传输缓冲器或队列。四个AC通常被定义如下:

[0242] -AC1和AC0被预留用于最大努力和后台流量。它们分别具有倒数第二低优先级和最低优先级;以及

[0243] -AC3和AC2通常被预留用于实时应用(例如,语音或视频传输)。它们分别具有最高优先级和倒数第二高优先级。

[0244] 从协议栈的上层传入的数据帧(已知为MAC服务数据单元(MSDU))由分类器213映射到四个AC之一上,且因此被输入在被映射的AC的队列中以供传输。

[0245] 图1b例示具有四个传输队列(每个接入类别一个传输队列)的实现模型。

[0246] 802.11be多链路参考模型反映了MLD可以使用数个链路进行传输和接收(特别是在MAC层220和PHY层200的级别)的事实。

[0247] MAC层220包括一个统一上MAC(UMAC)层230、与相应PHY层200-x、200-y、200-z耦合的多个下MAC(LMAC)层220-x、220-y、220-z,各个耦合对应于链路20-x、20-y、20-z。

[0248] UMAC 230进行跨全部链路而共同的功能,并且各个LMAC 220-x、220-y、220-z进行各个链路20-x、20-y、20-z本地的功能。然后,UMAC层提供与特定于链路的块220-x、220-y、220-z的UMAC接口,并且还向LLC和上层提供UMAC服务接入点(SAP)。

[0249] UMAC 230负责链路不可知的MAC过程,诸如认证、关联、安全关联、序列号指派、MAC协议数据单元(MPDU)加密/解密、聚合/解聚合、确认分数登上过程等。

[0250] 从上层(例如,链路层)到达MAC层220的具有流量类型(用户优先级(UP),因此流量标识符(TID))优先级的各个数据单元(MSDU)根据UMAC层230处的映射规则被映射到AC之一上。然后,仍然在UMAC层230处,数据单元(MSDU)被提供有可用的下一个序列号,并且被存储在与所映射的AC内的与其TID(或UP)相对应的队列中。

[0251] 各个LMAC 220-x、220-y、220-z负责如信道接入的链路特定功能。特别地,各个MLD下MAC包括其自己的基于竞争的信道接入过程,例如,EDCA 221-x、221-y、221-z。一些功能需要UMAC 230和LMAC 220-x、220-y、220-z这两者的联合处理。

[0252] 如图1a和图1b所示,每个链路的各个EDCA 221-x、221-y、221-z针对各个队列进行每个链路的竞争。在这方面,各个AC具有其自己的针对每个链路的队列竞争参数集合,并且与优先级值相关联,因此定义MSDU的更高或更低优先级的流量。因此,对于给定链路,存在用于以不同优先级服务数据流量的多个流量队列。竞争窗口(CW)和退避值被已知为是EDCA变量,并且专用于各个链路20-x、20-y、20-z。

[0253] 这意味着各个AC在给定链路(包括其相应的队列退避引擎211)上充当独立的DCF竞争实体。因此,各个队列退避引擎211与用于使用队列竞争参数并(从CW)提取退避值的相应流量队列210相关联,以初始化特定于每个AC和每个链路的相应队列退避计数器。退避计数器用于竞争对链路20-x、20-y、20-z的接入,以传输存储在AC的队列中的数据。实际上,当介质空闲时,退避计数器从其初始化值递减,并且当退避计数器达到0时,允许相应的附属STA201-x、201-z进行传输(准许接入)。

[0254] 当针对链路上的AC准许对无线介质的接入时,针对该AC存储的MSDU被传输到物理(PHY)层200-x、200-y、200-z以供在链路上传输。

[0255] 附属STA实体111-121-131(同上的112-122-132)使用常规EDCA(增强型分布式信道接入)竞争方案在其共同信道上彼此竞争以接入无线介质,从而被准许传输机会(TXOP),然后发送(单用户(SU))数据帧。附属STA 121-131(同上的122-132)还可以使用多用户(MU)方案,在该方案中,允许AP MLD 110的附属AP 111(同上的112)在无线网络中调度MU传输,即,到或来自其BSS的站的多个同时传输。例如,在IEEE Std 802.11ax-2021标准中已经采用了这种MU方案的一个实现,作为多用户上行链路和下行链路OFDMA(MU UL和DL OFDMA)过程。

[0256] 现在参考图2a说明MLD上下文中的单个链路TDLS直接链路机制,图2a使用时间线中的帧交换例示了针对发起方对等非AP STA或发起方TDLS对等STA(附属非AP STA)处置P2P流量的可能场景。

[0257] 该示例涉及作为P2P通信的发起方的STA A1 121以及作为P2P通信171的伙伴或响应方的STA B1 131。它们都在给定链路1(151/161)上占据同一BSS的一部分,并且与AP 111相关联。如上所述,STAA1和STAB1可以是附属于相应的非AP MLD的非AP站,而AP 111可以是附属于AP MLD 110的AP。

[0258] 在该序列中,一旦STAA1和STA B1与AP相关联(关联未示出),它们就可以在其操作链路上通过AP交换数据。

[0259] 为了减少在网络中传递的流量的量并防止AP处的拥塞,IEEE 802.11z修订案已经定义了已知为隧道式直接链路设置(TDLS)的机制,其允许802.11非AP站在它们之间设置直接链路,同时也保留与AP相关联。D2.2标准升级了常规TDLS机制,以与多链路特征一起工作。

[0260] 隧道式直接链路设置(TDLS)表征为使用封装在802.11数据帧中的信号通知帧,使得信号通知帧通过AP透明地传输。因此,AP不需要是直接链路感知的,也不需要支持在直接链路上使用的相同能力集合,以使用TDLS。

[0261] 在所示的序列中,在STA A1和STA B1之间建立TDLS会话或“TDLS直接链路”(这两者中的任一个都可以是TDLS直接链路建立的发起方)。建立可以包括TDLS发现过程(可选)和TDLS设置过程。

[0262] STA A1和STA B1之间的TDLS发现过程和设置过程涉及通常经由中间AP 111发送和接收的已知为TDLS动作帧(参见图3)的帧。TDLS过程表征为将信号通知帧(TDLS动作帧)封装在802.11数据帧中,这允许信号通知帧通过AP透明地(因此“隧道式”)传输。

[0263] 当尝试发现同一BSS中的TDLS站时,使用一系列帧交换。作为所提出的场景中的发起方的STAA1向单独的目的地站(这里是STA B1)发送隧道式通过AP 111(由黑点例示的中继)的TDLS发现请求帧221。

[0264] 该请求帧(如下所述,作为TDLS设置请求/响应/确认帧和TDLS发现响应帧)传达元素字段303的IE中的所谓的“链路标识符”元素(参见图4a)和“TDLS多链路”元素(参见图4b)。如IEEE 802.11-REVme/D2.0(2022年10月)所定义的表9-507中定义了形成元素字段303的其他IE。

[0265] 链路标识符元素在图4a中在附图标记400下示出。链路标识符元素包括BSSID字段401、TDLS发起方STA地址字段402和TDLS响应方STA地址字段403。当由不附属于非AP MLD的STA传输携带元素的帧时,BSSID字段401被设置为TDLS发起方STA A1是成员的BSS的BSSID。否则,在MLD操作的上下文中,BSSID字段被设置为在非AP MLD 120意图建立单个链路TDLS直接链路的链路上正在操作的AP的BSSID。TDLS发起方STA地址字段402被设置为TDLS发起方的MAC地址,其是MLD操作的上下文中的MLD A 120的MLD MAC地址。TDLS响应方STA地址字段403被设置为TDLS响应方的MAC地址,其是MLD操作的上下文中的MLD B 130的MLD MAC地址。

[0266] 目的地站STA B1利用被直接(没有AP 111的中继)发送到STA A1的TDLS发现响应帧222来响应TDLS发现请求帧221。该响应帧传达元素字段303的IE中的“链路标识符”元素和“TDLS多链路”元素。

[0267] 从该点起,STA A1和STA B1彼此知道,这意味着它们知道另一个在与AP 111设置的同一链路上进行操作。然后,它们可以建立TDLS直接链路。

[0268] 当尝试在单个链路上与所发现的TDLS站建立TDLS直接链路时,使用一系列TDLS动作帧交换来设置单个链路TDLS直接链路。

[0269] TDLS发起方STA A1首先向目标TDLS响应方STA B1发送隧道式通过AP 111(由黑点例示的中继)的TDLS设置请求帧223。该请求帧传达元素字段303的IE中的“链路标识符”元素和“TDLS多链路”元素。如IEEE 802.11-REVme/D2.0(2022年10月)中所定义的表9-497中定义了形成元素字段303的其他IE,其包括关于TDLS发起方STA A1的能力及其AID的信息。

[0270] TDLS响应方STA B1用TDLS设置响应帧224进行响应,该TDLS设置响应帧224也隧道式通过AP 111。该响应帧传达元素字段303的IE中的“链路标识符”元素和“TDLS多链路”元素。如IEEE 802.11-REVme/D2.0(2022年10月)中所定义的表9-498中定义了形成元素字段303的其他IE,其包括关于TDLS响应方STA B1的能力、其AID以及接受或拒绝该设置请求的状态码的信息。

[0271] 如果设置请求被接受,则TDLS发起方STA A1然后发送确认TDLS设置确认帧225,该TDLS设置确认帧225仍然隧道式通过AP 111。该确认帧传达元素字段303的IE中的“链路标识符”元素和“TDLS多链路”元素。如IEEE 802.11-REVme/D2.0(2022年10月)中所定义的表9-499中定义了形成元素字段303的其他IE。

[0272] 这结束了TDLS设置握手。在该点,两个非AP MLD一方面通过它们的MLD MAC地址并

且另一方面通过AP MLD分配的AID而知道彼此的标识。

[0273] 在TDLS设置握手期间,TDLS STA(发起方和响应方)可以针对TDLS直接链路而建立鲁棒安全网络关联(RSNA)。针对TDLS直接链路的这种安全保护遵循STA和其AP之间的安全性,由此,如果关于STA和AP之间的连接启用任何安全方法,则STA要求在使用TDLS直接链路之前成功完成安全协议。如果关于STA和AP之间的连接没有启用安全方法,则STA关于TDLS直接链路不使用任何安全协议。

[0274] 为了确保TDLS直接链路,TDLS STA使用(如IEEE 802.11-REVme/D2.0(2022年10月)、章节12.7.8中所定义的)TDLS PeerKey (TPK) 安全协议。TPK密钥由各个TDLS STA在TDLS设置握手期间导出,并且依赖于包括在TDLS帧中的信息元素,即(如下表399中所描述的)“链路标识符”元素、“鲁棒安全网络”元素(RSNE)、“超时间隔”(TPK密钥寿命)或TIE元素以及“快速BSS转变”或FTE元素。与TDLS会话本身相关的一些信息用于TPK导出。直接从两个TDLS STA之间共享的链路标识符元素中检索这样的信息(例如TDLS发起方的MAC地址、TDLS响应方的MAC地址和BSSID)。D2.2标准稍微修订了该过程,以支持非AP MLD建立单个链路TDLS直接链路。因此,为了支持该新过程,在TDLS设置帧中添加“TDLS多链路”元素,并且由该“TDLS多链路”元素传达的AP MLD MAC地址被添加作为新参数,以导出要用于多个链路TDLS会话的TPK。

[0275] 然后,站可以开始在链路171(直接链路)上直接通信:然后可以使用所建立的TDLS会话在STA A1和STA B1之间直接(针对箭头226没有图中AP处所示的黑点)交换P2P流量226。然后,TDLS对等STAA1和STAB1被配置为接受直接从另一对等体接收的数据帧。帧交换在同一链路上进行,也就是说在同一频率信道上进行,使得该P2P流量变得与针对AP1 111的其他流量并发。

[0276] 图1中的附图标记171例示了单个链路TDLS直接链路,其在被建立的情况下允许MLD A 120(通过附属STAA1 121)和MLD B 130(通过附属STA B1131)直接交换数据而无需AP MLD 110的中继。

[0277] 为了避免与AP的流量竞争,支持TDLS信道切换的隧道式直接链路设置(TDLS)站可以决定进行向支持的信道的TDLS信道切换。在TDLS设置过程期间,TDLS站彼此告知其支持的信道,即,TDLS站在具有等于1的TDLS信道切换子字段的所有TDLS设置请求和TDLS设置响应帧中包括支持的信道元素和支持的操作类元素。更有利地,TDLS站可以从基本信道(即,在上面的示例中对应于与AP(AP1 111)设置的链路的信道)移动到离信道,也就是说,与TDLS站所关联的接入点(AP)使用的(一个或多个)信道不重叠的信道。回顾一下,可用于TDLS的离信道是由AP通过在探测响应213或信道使用响应帧中传输的信道使用元素600提供的。

[0278] 返回到图2a的示例,TDLS STA发起方121在TDLS直接链路上发送TDLS信道切换请求帧231。该帧包括目标信道,即意图信道切换的目的地离信道。目标信道由发起信道切换的STA从这两个TDLS对等STA所支持的操作类集合中指定。在接收到TDLS信道切换请求帧231时,目标伙伴STAB1 131用TDLS信道切换响应帧232进行响应,以接受或拒绝信道切换。如果响应帧中指示的状态码被设置为REQUEST_DECLINED,则这两个站继续在当前信道上进行操作。否则,如果状态码在响应帧中被设置为成功,则这两个站应在TDLS信道切换帧中也指示的切换时间之前移动到目标信道,但第一次传输不应在切换时间结束之前开始。最后,

在经过了切换时间之后,发起方STAA1可以在目标信道上传输P2P数据帧。

[0279] 离信道的使用保留在由TDLS STA在最初建立的TDLS直接链路中进行的操作内,即,与仍然与AP1 111设置的链路的链路ID相关联。

[0280] 当经由离信道进行操作时,TDLS STA处于与AP的省电模式,并且不再能够在链路的基本信道上与AP通信。因此,TDLS STA必须规则地返回到基本信道以接收信标、查看针对任何缓冲包的TIM(流量指示图)、以及与网络中的其他装置通信。

[0281] 关于TDLS过程的细节在IEEE 802.11z中提供,并且已经升级为如D2.2标准中提供的在可能的多个链路中的一个链路上建立TDLS过程。

[0282] 图3例示了802.11动作帧300的格式。该图仅示出了这种动作帧的有效载荷,为简洁起见省略了MAC头部。

[0283] 动作帧300具有帧的格式,因此具有类别字段301、紧接在类别字段301之后的动作字段302、以及元素字段303。

[0284] 类别字段301的各种值在802.11标准中定义,对应于各种动作帧。类别字段设置为12定义TDLS动作帧,而类别字段设置为4定义公共动作帧。

[0285] TDLS动作帧传达TDLS信号通知。

[0286] 如802.11标准(作为示例,IEEE 802.11-REVme/D2.0(2022年10月))的表9-496中所示,针对TDLS动作帧的1字节动作字段302可以采用从0到10的各种值(预留11到255),以用信号通知不同类型的TDLS动作帧,各个TDLS动作帧在TDLS机制中具有其自己的功能。例如,通过将动作字段302设置为0来标识TDLS设置请求帧213;通过将动作字段302设置为1来标识TDLS设置响应帧214;通过将动作字段302设置为2来标识TDLS设置确认帧215;通过将动作字段302设置为5来标识TDLS信道切换请求帧231;通过将动作字段302设置为6来标识TDLS信道切换响应帧232。

[0287] 下表399仅出于说明性目的而提供,以示出要在TDLS设置动作帧((即,动作字段302被设置为0、1或2))中提供的元素字段303的示例性IE。各个类型的TDLS动作帧具有要提供的其自己的元素303集合,从而标识帧(如标准中定义的类别、TDLS动作和对话令牌)。

[0288] TDLS设置请求动作字段的动作字段包含如下所示的信息,而相应的TDLS设置响应动作字段仅在状态码为成功的情况下包含信息。

	IE	注释
[0289]	能力	能力字段指示STA的能力。能力字段在9.4.1.4 (能力信息字段)中被定义。

[0290]

支持的速率和BSS成员选择符	支持的速率和BSS成员资格选择符元素指示STA所支持的速率。支持的速率和BSS成员资格选择符元素在9.4.2.3 (支持的速率和BSS成员资格选择符元素)中被定义。
地区	当 dot11MultiDomainCapabilityActivated 为真 或 dot11SpectrumManagementRequired为真时，地区元素存在。地区元素在9.4.2.8 (地区元素)中被定义。
扩展的支持的速率和BSS成员选择符	如果多于八个支持的速率和BSS成员资格选择符存在，则扩展的支持的速率和BSS成员资格选择符元素存在，否则，该元素可选地存在。扩展的支持的速率和BSS成员资格选择符元素在9.4.2.12 (扩展的支持的速率和BSS成员资格选择符元素)中被定义。
支持的信道	如果TDLS信道切换子字段等于1，则支持的信道元素存在。支持的信道元素在9.4.2.17 (支持的信道元素)中被定义。
RSNE	如果针对TDLS直接链路需要安全性(参见12.7.8.1(概述))，则RSNE存在。RSNE在9.4.2.24 (RSNE)中被定义。
扩展能力	如果扩展能力元素中的任何字段为非零，则该元素存在。扩展能力元素在9.4.2.26 (扩展能力元素)中被定义。
QoS能力	当dot11QosOptionImplemented为真时，QoS能力元素存在，否则，不存在。QoS能力元素在9.4.2.34 (QoS能力元素)中被定义。
FTE	如果针对TDLS直接链路需要安全性(参见12.7.8.1(概述))，则FTE存在。FTE在9.4.2.47(快速BSS转变元素(FTE))中被定义。
超时间隔(TPK密钥寿命)	超时间隔元素包含TPK密钥寿命，如果针对TDLS直接链路需要安全性(参见12.7.8.1(概述))，则超时间隔元素存在。 超时间隔元素在9.4.2.48 (超时间隔元素(TIE))中被定义。
支持的操作类	如果TDLS信道切换子字段等于1，则支持的操作类元素存在。
HT能力	HT能力元素在9.4.2.55 (HT能力元素)中被定义。 当dot11HighThroughputOptionImplemented为真时，HT能力元素存在。
20/40 BSS共存	20/40 BSS共存元素在9.4.2.59(20/40 BSS共存元素)中被定义。 20/40 BSS共存元素可选地存在。

[0291]	链路标识符	链路标识符元素在9.4.2.61 (链路标识符元素)中被指定。
	多频带	如果dot11MultibandImplemented为真，则多频带元素可选地存在。
	AID	如 果 dot11VHTOptionImplemented 、 dot11HEOptionImplemented 或 dot11S1GOptionImplemented为真，则包含发送帧的STA的AID的AID元素存在。(11ax)
	VHT能力	如果dot11VHTOptionImplemented为真，则VHT能力元素存在。
	S1G能力	如果 dot11S1GOptionImplemented为真，则S1G能力元素可选地存在。
	EL操作	如果dot11S1GELOperationActivated为真，则EL操作元素存在。
	HE能力	如果dot11HEOptionImplemented为真，则HE能力元素存在；否则，该元素不存在。HE能力元素在9.4.2.248 (HE能力元素(11ax))中定义。
	TWT	如果dot11TWTOptionActivated为真，则TWT元素可选地存在；否则，该元素不存在。 TWT元素的触发子字段和协商类型子字段被设置为0。
	HE 6GHz频带能力	如 果 dot11HEOptionImplemented 和 dot11HE6GOptionImplemented 为真，则HE 6GHz频带能力元素存在；否则，该元素不存在。
	EHT能力	如果dot11ehtoption-implemented为真，则EHT能力元素存在；否则，该元素不存在。
	TDLS多链路	如果STA附属于是非AP MLD，则TDLS多链路元素存在；否则，该元素不存在。

[0292] 表399

[0293] TDLS设置确认动作字段的动作字段可以包含该列表的子集,其中能力IE被操作IE替换(例如,HT/VHT/HE/EHT能力IE被HT/VHT/HE/EHT操作IE替换)。

[0294] 在为了本发明的目的的最感兴趣的元素中,支持的信道和支持的操作类元素被对等STA用来彼此告知在离信道上进行操作的可能信道。

[0295] IEEE P802.11be/D2.2版本已经设想在MLD的一个单个通信链路上使TDLS直接链路的设置有效。

[0296] 如图4b所述,所有TDLS发现和设置请求和响应帧都包含TDLS多链路IE。TDLS多链路IE 450是基于为支持数个链路而引入的多链路元素的结构(例如,基本版本用于MLD的关联)的,因此由以下项组成:

- [0297] • 元素ID 451等于255,
- [0298] • 长度字段452定义信息元素的长度,

- [0299] • 元素ID扩展字段453被设置为标识多链路IE的107,
- [0300] • 多链路控制字段460允许使用类型字段461将多链路IE的类型定义为TDLS (值: 3),
- [0301] • 共同信息字段470包含共同信息长度字段471和被设置为TDLS发起方非AP STA 附属的AP的MAC地址的AP MLD MAC地址字段472,
- [0302] • 链路信息字段480被预留 (这意味着未被使用)。
- [0303] 因此,TDLS多链路IE 450允许各个对等非AP STA在多链路环境中共享AP MLD的AP MLD MAC地址。
- [0304] 如果TDLS (发现/设置) 帧携带TDLS多链路元素450并且TDLS多链路元素450的AP MLD MAC地址字段472中携带的MLD MAC地址与非AP MLD已经进行了多链路设置的AP MLD的MLD MAC地址相匹配,则附属非AP MLD的TDLS STA将仅考虑该TDLS (发现/设置) 帧。
- [0305] 在TDLS的范围之外,IEEE P802.11be/D2.2版本还设想使针对MLD的链路的描述有效。在AP MLD和与该AP MLD相关联的非AP MLD之间,MLD可以向另一STA传输意图用于附属与相关联MLD的一个或多个STA的单独寻址管理帧 (MMPDU)。换句话说,将经由不同于与管理信息相关的 (一个或多个) 链路的 (一个或多个) 给定链路来分发MMPDU (例如,也有可能信息意图用于多于一个STA/链路,或者愿意在不同STA上进行重传)。根据图4c,多链路链路信息元素490标识携带该元素的MMPDU的 (一个或多个) 意图链路。链路ID位图字段指示 (一个或多个) 意图STA正在进行操作 (一个或多个) 链路 (对于链路ID的使用,参见35.3.2.1 (概述))。链路标识的该图示将进一步被认为是对实施例有用的另一手段。
- [0306] 因此,D2.2标准允许利用一个或多个单个链路TDLS直接链路的非AP MLD之间的直接链路通信。这意味着可以经由同一非AP MLD的多个附属STA在多个链路上建立单独和独立的TDLS会话。
- [0307] 我们可以从上面的说明中注意到,尽管对改进基础设施和P2P通信之间的共存非常感兴趣,但离信道的使用遵循没有利用装置的多无线电/多链路能力的传统行为。因此,非AP MLD不能通过一个链路保持与其AP MLD (或AP) 的通信,而另一链路可以驻留在用于P2P通信的离信道上。与此相对,离信道的使用仍然通过从基本信道到离信道之一的TDLS信道切换来进行,因此需要重复的TDLS信道切换以在基本信道和离信道之间来回切换。
- [0308] 注意,基本信道和离信道之间的这种约束是由于使用同一使能链路来支持这两个信道而产生的。这是因为,就目前而言,非AP MLD仅依赖于与AP MLD设置的链路。
- [0309] 发明人意图通过提供离链路方案 (即,在保持专用于与AP通信的链路的同时允许持久使用该网络资源的离信道使用的扩展) 来克服前述问题中的一些。这是通过将链路 (因此链路ID) 专用于在离信道上的直接通信来实现的。因此,定义了与AP进行操作的链路分离的“离链路”。
- [0310] 作为示例,AP MLD (或装置) 可以实例化在AP MLD的BSS中不进行通信的虚拟AP。虚拟AP定义同与附属非AP MLD的 (一个或多个) 其他AP使用的 (一个或多个) 信道不重叠的至少一个离信道相对应的离链路。因此,虚拟AP被分配链路标识符ID,从而标识要被非AP MLD用于设置TDLS直接链路的离链路。
- [0311] 图7a例示了可以实现本发明如图1的涉及多无线电装置MLD的802.11网络环境。图

7a的示例呈现了具有三个附属STA (分别从121到123和从131到133) 的两个非AP MLD (非AP MLD A120和非AP MLD B 130) 以及具有三个附属AP 111、112和113的AP MLD 110。AP 113是虚拟AP的实例化,该虚拟AP的目的是获得与(一个或多个) 离信道(至少一个离信道) 的集合相对应的链路ID,以支持用于AP MLD管理之外的操作的离链路173。结果,非AP MLD 120和130能够使用与其附属站之一的离链路173,同时通过分别同与附属AP1和AP2的连接相对应的链路1和2保持与AP MLD的先前连接。

[0312] 当然,为了说明的目的,在本图中示出的链路的数量不是限制性的。

[0313] 图7b例示了可以实现本发明的如图1的涉及多无线电装置MLD的另一802.11网络环境。图7b的示例呈现了具有两个附属STA (分别从121到122和从131到132) 的两个非AP MLD (非AP MLD A120和非AP MLD B 130) 以及具有四个附属AP 111、112、113和114的AP MLD 110。AP 113和114是虚拟AP的实例化,这些虚拟AP各自的目的是获得链路ID。与AP 113相关的链路对应于(一个或多个) 离信道的第一集合,并且其将离链路173使能。与AP 114相关的链路对应于将(图中未示出的) 另一离链路使能的(一个或多个) 离信道的第二集合。虚拟AP 113和114可以可选地附属于具有特定MLD ID的虚拟AP MLD 110b。结果,非AP MLD 120和130能够使用与其附属站之一的离链路(例如173),同时通过同与附属AP1的连接相对应的链路1保持与AP MLD的先前连接。

[0314] 图7c例示了根据本发明的某些方面的由AP MLD进行的用于虚拟AP的实例化的无线通信的示例操作。

[0315] 操作可以在步骤710处开始,在该步骤,AP MLD(例如110) 接收用以实例化虚拟AP的触发。例如,该触发可以是尚未相关联的非AP MLD接收的探测请求帧212,该探测请求帧212包括作为扩展能力元素中的新输入(例如,位90) 的离链路能力和/或信道使用元素。在关联之后,非AP MLD可以通过向AP MLD发送信道使用请求(其中信道使用元素的使用模式字段被设置为2) 来请求辅助以在离信道上设置非基础设施网络,即离链路的设置。在替代方案中,触发可以是诸如由草案2.0定义的QoS特性,该QoS特性具有值与直接链路通信相对应的方向子字段。在替代方案中,触发可以是内部触发,例如,如果AP MLD支持虚拟AP或离链路能力,则AP MLD可以通过虚拟AP的实例化来设置离链路。在另一替代方案中,AP MLD可以在没有特定触发的情况下出于任何原因来实例化虚拟AP。

[0316] 换句话说,用以实例化附属虚拟AP的触发属于包括以下项的组:

[0317] -在非AP MLD尚未与AP MLD相关联的情况下,从非AP MLD接收探测请求帧(212、812),该探测请求帧(212、812) 包括作为扩展能力中的新输入的离链路能力和/或信道使用元素(600);

[0318] -在非AP MLD已与AP MLD相关联的情况下,从非AP MLD接收信道使用请求帧(815),该信道使用请求帧包括请求离链路的设置的信道使用元素;

[0319] -接收服务质量(QoS) 特性;以及

[0320] -检测AP MLD内部的触发。

[0321] 在步骤720处,AP MLD(例如110) 实例化虚拟AP 113(至少一个,即使描述集中在一个VAP上),也就是说,分配可以进一步用作链路ID的AP ID。虚拟AP实例化的目的是获得至少一个链路ID。换句话说,AP MLD实例化定义同与AP MLD所使用的(一个或多个) 信道不重叠的至少一个离信道相对应的离链路的附属虚拟AP,附属虚拟AP被分配链路标识符

ID,从而标识离链路,虚拟AP在其基本服务集(BSS)中不进行通信。

[0322] 然后,在步骤730中,AP MLD定义除了链路ID之外的虚拟AP的特性,例如操作类、信道号、用以定义操作频带的信道宽度、BSSID、与指示虚拟AP不可达的BSSID相关的信息、非继承元素等。

[0323] 在特定实施例中,可以使用来自诸如IEEE P802.11-REVme/D1.3中定义的BSSID信息元素的AP可达性字段的特定值来将虚拟AP与能够进行通信的AP区分开。

[0324] 最后,在步骤740中,AP MLD向非AP MLD或STA告知虚拟AP特性。换句话说,AP MLD向非AP MLD传输关于定义离链路的附属虚拟AP的信息(包括链路ID)。为此,AP MLD可以根据已经触发虚拟AP的实例化的事件和AP MLD想要与STA共享的信息的类型在不同帧中传输信息。

[0325] 完整的虚拟AP特性:

[0326] AP MLD可以包括作为探测响应帧213中或信标帧211中或关联响应帧215中的多链路元素的一部分的虚拟AP标识和特性。因此,虚拟AP可以是链路信息530中具有专用的每STA配置文件的附加STA。对应于虚拟AP的每STA配置文件应包含用于区分虚拟AP与其他AP的信息。例如,如图5b所例示的,新的离链路字段560可以被包括在STA控制字段533中。当与链路ID相对应的链路是绑定到不直接可达的虚拟AP的离链路时,离链路字段被设置为1。STA信息字段534还可以包括使用模式子字段561。使用模式子字段561是标识与子字段540中携带的链路ID相对应的链路的(推荐/限制)使用的数字。在变型中,如果离链路子字段561被设置为1,则使用模式字段561可以有条件地存在。使用模式子字段可以与图6/图6a/图6b中表示的子字段630相同。图6a中呈现的使用模式定义表660除了现有值之外还包括可用于指定链路使用的新值“3”、“4”和“5”。新值“3”664指示链路应被限制于P2P通信,值“4”665指示链路专用于AP之间的通信,值“5”666指示链路专用于与另一无线电接入技术中的通信共存,例如,装置嵌入多个通信芯片(蜂窝、Wi-Fi、蓝牙)并尝试优化这些不同无线电接入技术之间的共存。使用模式定义可以是独立于用于信道使用元素的表的表,以定义如图5b中呈现的链路使用。在该表570中,值“0”571指示链路应被限制于P2P通信,值“1”572指示链路专用于AP之间的通信,并且值“2”573指示链路专用于低时延通信。

[0327] 在替代实施例中,共同信息字段520(图5a1)包括新的离链路位图或虚拟AP位图子字段。包括在共同信息字段520中的离链路位图(或虚拟AP位图)子字段中的各个位对应于链路,并且位图中的位位置i对应于链路ID等于i的链路。位图中的与如下的链路相对应的位位置i中的值为1,否则位位置被设置为0,其中在该链路上,附属于非AP MLD的STA指示该链路是离链路或者对应于该链路的AP是虚拟AP。为了改进每STA配置文件元素的解析,该变型可能是令人感兴趣的。因此,如果STA对离链路/虚拟AP功能不感兴趣,则可以跳过与如下的链路相对应的每STA配置文件,其中该链路被标识为离链路或者对应于该链路的AP是虚拟AP。

[0328] 另外,每STA配置文件可以包括表征虚拟AP所需的所有元素。

[0329] 换句话说,作为探测响应帧213中或信标帧211中或关联响应帧215中的多链路元素500的一部分而至少部分地交换关于附属虚拟AP的信息,并且其中:

[0330] -附属虚拟AP利用专用每STA配置文件子元素530被声明为多链路元素500中的附加STA,每STA配置文件子元素530包含用以将附属虚拟AP与AP MLD的其他附属AP区分开的

信息560、561;或者

[0331] -多链路元素500的共同信息字段520包括离链路位图或虚拟AP位图子字段。

[0332] 可选地,非继承元素作为STA配置文件字段中的最后元素出现,并且携带被报告STA没有从报告STA继承的元素的列表。在一个实施例中,该元素携带与在虚拟AP上下文中无用的AP能力或操作(HE、EHT、QoS)相对应的所有元素ID。作为示例,通常用于描述用于非AP MLD操作的链路的所有能力或操作参数(例如,HT/HE/VHT/EHT能力或操作IE)不应由被报告虚拟链路/AP从报告STA继承:这些元素因此在作为基本多链路元素的每STA配置文件中的最后元素而存在的非继承元素中被指定。在另一实施例中,虚拟AP的每STA配置文件不经受从报告STA的继承,并且仅由包括在其每STA配置文件中的元素定义。换句话说,每STA配置文件可以排除表征虚拟AP上的通信所需的所有元素。

[0333] 换句话说,专用于附属虚拟AP的每STA配置文件子元素530:

[0334] -包括:非继承元素,其携带由于虚拟AP在其基本服务集(BSS)中不进行通信的事实而在虚拟AP上下文中无用的AP能力和操作其中至少之一;或者

[0335] -不经受继承。

[0336] 虚拟AP操作信道:

[0337] AP MLD还可以(在步骤710中接收到信道使用请求帧时或自主地)传输包括信道使用元素的信道使用响应帧。可以设想信道使用元素的新变型以在(一个或多个)虚拟AP操作信道(即,离链路的(一个或多个)操作信道)上告知STA。因此,(参考图6a呈现的)信道使用元素的该新变型在有效载荷600的结束处包括携带与不同信道条目640相关联的链路ID的新字段650。该字段650可以是图5a1中呈现的链路ID信息子字段523。参考图6b呈现的另一变型包括作为信道条目字段640的新子字段的链路ID信息子字段643。

[0338] 参考图6a和图6b呈现的信道使用元素的变型可以被包括在针对报告AP(图8的示例中的AP1)的探测响应帧主体中,或者针对被报告AP(图8的示例中的AP2)的多链路元素中所包括的每STA配置文件中。如果(参考图6、图6a和图6b呈现的)信道使用元素仅被包括在针对报告AP的帧主体中,则该元素可以包括由附属于报告AP的AP MLD的所有AP支持的所有频带(2.4GHz、5GHz和6GHz)的信道使用信息。报告AP可以可选地使用多频带元素(如IEEE 802.11-REVme/D1.3(2022年6月)、章节9.4.2.138的多频带元素中所定义)来相对于其他附属AP(被报告AP)广告支持的信道。在另一替代方案中,信道使用元素可以被包括在具有AP MLD(包括所有附属AP)的信道使用的共同信息字段520中。否则,可以针对与附属于AP MLD的不同AP的频带相对应的每个频带来广告信道使用信息,由此,如上所述,在针对报告AP的帧主体中并且在针对(一个或多个)被报告AP的多链路元素的每STA配置文件中携带信道使用元素。例如,如果AP1在2.4GHz频带中操作,则可以仅报告对应于2.4GHz频带的信道使用,并且如果AP2在5GHz频带中操作,则可以仅报告对应于5GHz频带的信道使用。

[0339] 换句话说,关于附属虚拟AP的信息包括关于作为信道使用元素600交换的AP MLD的至少一个离信道的信息,该信息包括:

[0340] • 链路ID信息字段650,其包含所述链路ID并且与信道条目字段640的所有信道条目相关联,或者

[0341] • 信道条目字段640的链路ID信息子字段643,其包含所述链路ID并且与信道条目字段640的所有信道条目相关联;以及

[0342] 该信息被包括在探测响应帧213或信道使用响应帧816中。

[0343] AP MLD还可以使用邻居报告元素或简化邻居报告元素来传达虚拟AP/离链路的部分或完整特性。在图9a和图9b中呈现了根据本发明实施例的包括在简化邻居报告元素中的TBTT信息字段的示例。

[0344] 返回到图9,在图7a的示例中,携带简化邻居报告元素的信标帧将包含与AP2和AP3(如被报告AP)相对应的至少两个信息字段920。AP3是虚拟AP。现在,在图7b的示例中,携带简化邻居报告元素的信标帧将包含与AP2、AP3和AP4(如被报告AP)相对应的至少三个信息字段920。AP3和AP4是虚拟AP。MLD ID字段941的值可以在AP2与虚拟AP3和AP4之间不同。

[0345] 在图9a的第一实施例中,MLD参数字段940包括新的离链路字段944。当与字段942中携带的链路ID相对应的链路是绑定到不直接可达的虚拟AP的离链路时,将离链路字段设置为1。

[0346] 在图9b的第二实施例中,MLD参数字段940包括新使用模式字段945。使用模式字段945是标识与字段942中携带的链路ID相对应的链路的使用的数字。标识链路的使用的值可以依赖于从IEEE P802.11-REVme/D1.3版本发布的、图6a中呈现的表660或图5b中呈现的表570或图6中呈现的表9-265或这些表中呈现的值的任何组合。

[0347] 换句话说,关于附属虚拟AP的信息至少部分地作为包括在信标帧211中的邻居报告元素或简化邻居报告元素910的一部分被交换,所述部分是包括在MLD参数字段940中的离链路字段944或使用模式字段945,并且给出同与MLD参数字段940中还包括的链路ID字段942的内容相对应的链路相关的信息。

[0348] 第三实施例可以是前面两个实施例的组合。在这种情况下,MLD参数940包括离链路字段944和使用模式字段945。当与字段942中携带的链路ID相对应的链路是绑定到不直接可达的虚拟AP的离链路时,将离链路字段设置为1。使用模式字段945是标识与字段942中携带的链路ID相对应的离链路的使用的数字。只有当离链路字段944被设置为1时,使用模式元素才可以存在。

[0349] 在变型中,AP MLD可以基于现有的附属AP来创建虚拟AP。例如,AP MLD可以对如下链路上的下行链路和上行链路中的所有TID进行解映射,其中该链路AP MLD想要在虚拟AP中转换的AP相对应。另外,AP MLD可以仅将P2P TID上的一些TID映射到针对绑定到虚拟AP的链路的链路映射。

[0350] 附加地,可以通过扩展能力元素中的新输入(例如,位90)、或通过例如在信标帧211或探测响应帧213或关联响应215或重新关联响应帧中携带的多链路元素的MLD能力和操作的新子字段(例如,预留位之一),向非AP MLD报告AP MLD的虚拟AP或离链路能力。该能力向非AP MLD广告AP MLD支持虚拟AP或离链路能力,并且尽管当前没有离链路可用,但是(一个或多于一个)非AP MLD还可以例如通过发送如图8b中所描述的信道使用请求帧来触发离链路的创建。

[0351] 图7d例示了根据本发明某些方面的由非AP MLD针对离链路上的TDLS设置进行的无线通信的示例操作。

[0352] 操作可以在步骤750处开始,在该步骤,非AP MLD(例如120)传输触发以获得例如用于P2P通信的离链路。该触发可以是尚未相关联的非AP MLD接收的探测请求帧212,该探测请求帧212包括作为扩展能力元素中的新输入(例如,位90)的离链路能力、以及/或者

信道使用元素。我们可以注意到,除了在探测请求帧中之外,还可以在关联请求帧或重新关联请求帧中携带包括离链路能力的扩展能力元素。在关联之后,非AP MLD可以通过向AP MLD发送信道使用请求来请求离链路的设置。信道使用请求帧可以包括诸如由IEEE P802.11-REVme/D1.3版本定义的传统信道使用元素或者(图6a或图6b中呈现的)信道使用元素的新变型之一。在该变型中,链路ID信息字段650可以被设置有请求AP MLD分配离链路的特定值。

[0353] 在步骤760中,作为对步骤750的直接响应,或根据AP MLD的自主传输(例如,信标或自主信道使用响应帧),非AP MLD接收与AP MLD相关的信息。

[0354] 特别地,非AP MLD获得链路标识符ID,该链路标识符ID定义同与AP MLD所使用的(一个或多个)信道不重叠的至少一个离信道相对应的离链路。

[0355] 基于接收到的信息,在步骤770中,类似于图2中描述的过程210,非AP MLD 120发起与AP MLD 110的多链路设置。该过程依赖于关联请求214/响应215帧交换,各个帧包括多链路元素。多链路元素允许描述和选择它自己的附属非AP STA和一些发现的附属AP之间的候选设置链路集合,并且请求AP MLD 110设置这些链路,这可以被AP MLD接受或拒绝。在本发明中,如果非AP MLD意图使用离链路,则在关联请求214中传输的多链路元素中除了包括其他AP(其他链路)的信息之外,还包括虚拟AP(离链路)的信息。该信息可用于AP MLD获得关于离链路使用的一些度量,例如意图使用离链路的非AP MLD的数量。根据该度量,AP MLD可以进一步决定实例化新的虚拟AP以支持更多的P2P通信或通过扩大操作频带来修改现有的虚拟AP。一旦ML建立完成,AP MLD和非AP MLD可以根据TID到链路映射规则通过任何设置链路一起通信(除了通过离链路之外,其中该离链路的使用被限制为例如P2P通信)。

[0356] 然后,在步骤780中,非AP MLD 120与第二非AP MLD 130进行以离链路作为目标链路的TDLS设置。换句话说,非AP MLD使用链路ID作为针对隧道式直接链路设置(TDLS)直接链路的离链路的指示,通过AP装置所使用的(一个或多个)信道(以及因此链路)在附属非AP MLD的第一TDLS站STA和第二TDLS STA之间建立TDLS直接链路。

[0357] 在特定实施例中,建立TDLS直接链路包括使用链路ID以将离链路定义为TDLS直接链路来设置TDLS直接链路。

[0358] 该链路ID例如是:图4a的BSSID字段401的内容,或图5a2的链路ID字段540的内容,或图4c的链路ID位图字段491的位。

[0359] 在变型中,可以在两个连续步骤中执行步骤780。首先,非AP MLD 120在AP(不是虚拟AP)进行操作的链路上与第二非AP MLD 130进行TDLS设置,并且这两个非AP MLD收集彼此的支持的信道。然后,例如通过使用TDLS信道切换过程230,这两个非AP MLD移动到与相互支持的离信道相对应的一个离链路。参考图8c进一步描述该变型。

[0360] 换句话说,在该变型中,建立TDLS直接链路包括:

[0361] -设置使得能够在第一TDLS STA和第二TDLS STA之间进行点对点通信的初始TDLS直接链路;以及

[0362] -使用离链路的信道作为针对目标链路的目标信道,或者使用链路ID将离链路定义为目标链路,进行信道切换以将点对点通信从初始TDLS直接链路移动到目标链路。

[0363] 在该变型(参见下文)的特定实现中,非AP MLD使初始TDLS直接链路失能或移除初始TDLS直接链路。

[0364] 可以通过与AP MLD设置的任何链路(除了离链路)来进行TDLS设置。在图8的示例中,TDLS发起方STAA1 121经由AP1 111与TDLS响应方STA B1131进行TDLS设置。各个TDLS设置帧包括链路标识符400。链路标识符中携带的TDLS发起方STA地址字段402被设置有非AP MLD 120的MLD MAC地址,TDLS响应方STA地址字段403被设置有非AP MLD 130的MLD MAC地址,并且BSSID字段401被设置有与离链路相对应的BSSID。在另一变型中,可以在TDLS多链路元素中携带的每STA配置文件中添加离链路。由TDLS发起方非AP MLD在TDLS设置请求中传输的ML元素向对等非AP MLD告知可以建立TDLS的(一个或多个)链路。作为响应,由TDLS响应方非AP MLD在TDLS设置响应中传输的ML元素向TDLS发起方非AP MLD告知有效地建立TDLS会话的(一个或多个)链路,即被接受的链路。

[0365] 在另一变型中,TDLS设置帧包括多链路链路信息元素490,其包含链路ID位图491。当在TDLS设置请求帧中传输多链路链路信息元素490时,该链路ID位图491指示用于TDLS设置的目标链路,并且当在TDLS设置响应帧中传输多链路链路信息元素490时,链路ID位图491指示被接受的链路。链路ID位图中的一个位可以对应于本发明的离链路。

[0366] 换句话说,建立TDLS直接链路包括以下操作其中至少之一:

[0367] -在第一TDLS STA和第二TDLS STA之间交换的TDLS设置帧中包括链路标识符400,该链路标识符400包括设置有与虚拟AP相对应并且因此与离链路相对应的基本服务集标识符(BSSID)的BSSID字段;

[0368] -在第一TDLS STA和第二TDLS STA之间交换的TDLS多链路元素500中携带的每STA配置文件子元素530中添加离链路;以及

[0369] -在第一TDLS STA和第二TDLS STA之间交换的TDLS设置帧中包括多链路链路信息元素490,该多链路链路信息元素490包含指示离链路的链路ID位图491。

[0370] 结果,在步骤790中,如果TDLS设置成功,则分别附属于非AP MLD 120和130的STA A3 123和B3 133(TDLS对等STA)可以在离链路上通信。换句话说,非AP MLD在离链路上操作第一TDLS STA和第二TDLS STA之间的点对点通信。

[0371] 必须注意,非AP MLD可以在与AP装置所使用的(一个或多个)信道中的至少一个信道相对应的另一链路(例如,图7a和图7b中的151)上操作与AP装置的通信。

[0372] 图8使用时间线中的帧交换例示了当AP MLD向TDLS发起方非AP MLD通知离链路可用于处置P2P流量时的图2和图2a的场景。与图2和图2a中相同的附图标记对应于相同的阶段/步骤/帧/实体。

[0373] 在帧交换的开始处,附属于非AP MLD 120的STA A1 121不与任何AP或AP MLD相关联。在多链路发现的上下文中,STA A1 121传输包括STA能力的一部分的探测请求帧812。关于本发明,探测请求帧812包括支持的操作类元素(探测请求帧主体中的顺序6)和信道使用元素(探测请求帧主体中的顺序11)。如果报告STA附属于非AP MLD以广告当前被配置为进行的操作类,则STA或非AP MLD使用支持的操作类元素。信道使用元素包括链路ID信息字段(图6a中的650或图6b中的643)。链路ID信息子字段被设置为请求AP MLD分配离链路的通配符值。信道使用元素中携带的使用模式向AP MLD广告该站想要利用离链路进行的使用。探测请求在其多链路版本中还包括准许向AP MLD请求信息的多链路元素。如果在多链路元素中不存在每STA配置文件,则AP MLD应包括关于其所有附属AP的信息,否则AP MLD仅用如下每STA配置文件来广告非AP MLD,该每STA配置文件的链路ID等于探测请求帧中的多

链路元素中携带的每STA配置文件中包括的链路ID字段中的值。在另一实施例中,支持的操作类可以被携带在多链路元素中包括的每STA配置文件中,以针对附属于非AP MLD的每个STA广告每个STA当前被配置为进行操作的操作类。另外,探测请求多链路元素的STA控制字段可以包括新的子字段,该新的子字段指示该每STA配置文件用于AP信息,而通常多链路探测请求中的每STA配置文件标识被请求信息的AP。

[0374] 在另一实施例中,非AP MLD可以使用多频带元素(探测请求帧主体中的顺序14)通过不同频带来向AP MLD广告支持的操作类。实际上,多频带元素指示传输该元素的STA(传输STA)在能够在除了传输该元素的频带或操作类或信道之外的频带或操作类或信道中进行操作的多频带装置内。

[0375] 目标AP MLD 110通过其附属AP1 111向STAA1 121响应探测响应帧813。探测响应帧包括一个或多个信道使用元素。信道使用元素应包括对于传输该元素的AP正在进行操作的监管域有效并且与信标或探测响应帧中的地区元素一致的信道;信道使用元素不应包括任何其他信道。信道使用元素包括与虚拟AP相关联的链路ID,该虚拟AP已经被实例化(步骤720,如果AP MLD支持虚拟AP或离链路能力)以创建离链路。分配给离链路的操作频带取决于从非AP MLD收集的支持的操作类和AP MLD当前使用的操作频带。提醒一下,离信道与接入点使用的(一个或多个)信道不重叠。另外,AP MLD可以进一步考虑一些非同时传输和接收约束。在替代实施例中,探测响应帧包括传统使用信道元素。在这种情况下,探测响应帧包括多链路元素,该多链路元素具有除了用于其他请求的AP的每STA配置文件之外的专用每STA配置文件中的虚拟AP标识(即,链路ID)和特性(至少操作类/频带/信道)。参考图5b的每STA配置文件包括离链路子字段560和/或使用模式子字段561。在另一实施例中,与虚拟AP标识和使用相关的信息被包括在诸如图9a和图9b中描述的简化邻居报告元素中。不同前述变型中的使用模式被设置为将使用限制为P2P通信的值(例如图6a中的值3)。

[0376] 一旦接收到探测响应帧813,非AP MLD 120就可以尝试与AP MLD 110相关联。非AP MLD 120经由STAA1 111传输关联请求帧214,该关联请求帧214包括多链路元素,该多链路元素具有针对被非AP MLD请求关联的各个链路(对应于附属于AP MLD的各个AP)的每STA配置文件。可以添加虚拟AP作为每STA配置文件中的被请求AP,以向AP MLD告知非AP MLD将使用离链路。

[0377] 如果AP MLD同意关联请求,则AP MLD 110用关联响应帧215响应非AP MLD 120。关联响应帧包括与被接受用于关联的AP MLD的每个AP相对应的每个链路的每STA配置文件。对应于虚拟AP的链路应始终被接受。

[0378] 如果离链路专用于P2P通信,则非AP MLD 120可以决定建立以该离链路为目标的TDLS设置。该过程遵循参考图2a描述的过程220。

[0379] TDLS发起方STAA1 121经由AP1 111与TDLS响应方STAB1 131进行TDLS发现和TDLS设置。各个TDLS发现帧和设置帧包括链路标识符400。链路标识符中携带的TDLS发起方STA地址字段402被设置有非AP MLD 120的MLD MAC地址,TDLS响应方STA地址字段403被设置有非AP MLD 130的MLD MAC地址,并且BSSID字段401被设置有与离链路相对应的BSSID。

[0380] 在另一变型中,可以在TDLS多链路元素中携带的每STA配置文件中添加离链路。由TDLS发起方非AP MLD在TDLS发现请求帧221中传输的多链路元素向对等非AP MLD告知可以发现TDLS的(一个或多个)链路。作为响应,由TDLS响应方非AP MLD在TDLS发现响应帧

222中传输的多链路元素向TDLS发起方非AP MLD告知其可以进行操作的(一个或多个)链路。

[0381] 由TDLS发起方非AP MLD 120通过STAA1 121在TDLS设置请求帧223中传输的多链路元素向对等非AP MLD 130告知可以建立TDLS的(一个或多个)链路。作为响应,由TDLS响应方非AP MLD 130通过其附属站STAB1131在TDLS设置响应帧224中传输的多链路元素向TDLS发起方非AP MLD告知将有效建立TDLS会话的(一个或多个)链路,即被接受的链路。由TDLS发起方非AP MLD 120通过STAA1 121在TDLS设置确认帧225中传输的多链路元素向对等非AP MLD 130告知建立TDLS会话的(一个或多个)链路。

[0382] 在另一变型中,TDLS设置帧包括多链路链路信息元素490,其包含链路ID位图491。当在TDLS设置请求帧223中传输多链路链路信息元素490时,该链路ID位图491指示用于TDLS设置的目标链路,并且当在TDLS设置响应帧224中传输多链路链路信息元素490时,链路ID位图491指示被接受的链路。链路ID位图中的一个位可以对应于本发明的离链路。

[0383] 然后,当建立TDLS会话时,对等非AP MLD可以通过离链路173与其专用附属站(分别为附属于非AP MLD 120的STAA3 123和附属于非AP MLD 130的STAB3 133)直接通信P2P数据流量226。各个非AP MLD可以继续利用其他(一个或多个)设置链路与AP MLD进行操作。

[0384] 图8b使用时间线中的帧交换例示了当已经与AP MLD相关联的非AP MLD通过信道使用请求帧请求创建用于P2P流量的离链路时的图2和图2a的场景。

[0385] 在该图的示例中,在与AP MLD的关联期间没有创建和使用离链路。非AP MLD 120向AP MLD 110请求创建P2P离链路,例如以对新的应用需求作出回答。

[0386] 非AP MLD 120经由STA A1 121向AP MLD 110传输信道使用请求帧815。

[0387] 参考图6c描述信道使用请求帧。该帧主要包括信道使用元素字段681和支持的操作类元素字段682。WNM字段680定义了帧的类型,即信道使用请求帧。

[0388] 信道使用元素字段包括用以标识请求使用模式的一个或多个信道使用元素。在图6、图6a和图6b中描述了信道使用元素。信道使用元素包括链路ID信息字段(图6a中的650或图6b中的643)。链路ID信息子字段被设置为用于请求AP MLD分配离链路的通配符值。

[0389] 支持的操作类元素字段包含用以指示针对所请求的网络类型的支持的操作类的、与AP所广告的地区元素一致的支持操作类元素。

[0390] 在替代方案中,帧815可以是以WNM字段中的新值(WNM动作字段值设置为28)标识的新离链路创建请求帧,新离链路创建请求帧具有相同的元素但不具有信道使用元素中的链路ID字段。

[0391] 在接收到信道使用请求帧815时,AP MLD执行步骤720和730以创建专用于图8b的示例中的P2P通信的离链路。然后,AP MLD 110经由AP1 111向非AP MLD 120响应信道使用响应帧816。与信道使用请求帧类似,信道使用响应帧包括WNM字段680和信道使用元素字段681。信道使用元素包括与虚拟AP相关联的链路ID,该虚拟AP已经被实例化(步骤720,如果AP MLD支持虚拟AP或离链路能力)以创建离链路。分配给离链路的操作频带取决于从非AP MLD收集的支持的操作类和AP MLD当前使用的操作频带。提醒一下,离信道与接入点所使用的(一个或多个)信道不重叠。另外,AP MLD可以进一步考虑一些非同时传输和接收约束。其他字段不在本发明的范围内。

[0392] 在变型中,帧816可以是以WNM字段中的新值(WNM动作字段值被设置为29)标识的新离链路创建响应帧,该新离链路创建响应帧具有与信道使用响应帧中相同的元素。

[0393] 一旦AP MLD 120创建了离链路,AP MLD 120就可以通过在信标帧211中包括虚拟AP/离链路特性来广告所有周围站。信标帧211包括基于先前附图中描述的简化邻居报告和多链路元素的变型。

[0394] 其余的帧交换类似于图8中描述的帧交换。

[0395] 图8c使用时间线中的帧交换例示了当已经与AP MLD相关联的非AP MLD(该关联包括诸如图8中由过程820描述的离链路)在与AP共享的链路上进行TDLS设置并且通过使用TDLS信道切换而移动到离链路时的图2和图2a的场景。该图涉及图7b的802.11网络环境,在该环境中,非AP MLD具有两个附属STA,一个专用于P2P通信,而另一个专用于与AP MLD通信。

[0396] 对应于与AP MLD的多链路设置的、将离链路包括在多链路元素中的过程820包含图8中描述的步骤812、813、214和215。该过程在非AP MLD 120和AP MLD 110之间以及也在非AP MLD 130和AP MLD 110之间执行。因此,非AP MLD 120和130与AP MLD 110相关联,并且具有专用于P2P通信的离链路的知识。

[0397] TDLS发起方STA A2 122经由AP2 112与TDLS响应方STA B2 132进行TDLS发现和TDLS设置。每个TDLS发现和设置帧包括链路标识符400。链路标识符中携带的TDLS发起方STA地址字段402被设置有非AP MLD 120的MLD MAC地址,TDLS响应方STA地址字段403被设置有非AP MLD 130的MLD MAC地址,但是与图8相对,BSSID字段401被设置有与在基本信道上进行操作的一个普通AP(不是虚拟AP)相对应的BSSID。该AP与将用于进一步P2P通信的STA(在本图的示例中为AP2)相关联。TDLS设置帧允许在这两个TDLS对等STA之间共享支持的信道元素,从而确认它们支持对(一个或多于一个)离信道进行操作的离链路。

[0398] 然后,TDLS发起方STA A2传输TDLS信道切换请求帧231以将P2P通信移动到离链路。TDLS信道切换请求包括诸如在TDLS设置中定义的链路标识符400、目标信道及其操作类以及用于信道切换的定时信息。目标信道对应于离链路的操作信道(即,离信道)。另外,用作目标信道的离链路的信道可以是离链路的基本信道或离链路的主信道或与离链路相对应的信道条目(信道使用元素)中的信道之一。目标伙伴STAB2用链路标识符和状态码被设置为成功(如果目标伙伴STAB2同意切换到目标信道)的TDLS信道切换响应帧232进行响应,然后这两个对等STA都(从基本信道)切换到目标信道。如果TDLS信道切换响应帧232包含不同于成功的状态码,则这两个STA继续当前基本信道上进行操作。

[0399] 我们现在描述信道切换指示目标链路而不是目标信道的一些变型。

[0400] 在第一变型中,非AP MLD推断这是链路切换,因为目标信道对应于由AP MLD创建的离链路。

[0401] 在第二变型中,我们使用包括在信道切换中的链路标识符,以针对设置来通过其BSSID指示目标链路。因此,链路标识符400的BSSID字段401被设置为与离链路相对应的虚拟AP的BSSID。此外,TDLS发起方STA地址字段402和TDLS响应方STA地址字段403可以被设置为切换中涉及的STA的地址(而不是MLD的地址)。在图8c的示例中,我们获得:TDLS发起方STA地址字段被设置为STA A2 122的地址;TDLS响应方STA地址字段被设置为STA B2132的地址;并且BSSID字段被设置为与离链路相对应的AP3 113的BSSID。

[0402] 在第三变型中,我们在信道切换请求/响应帧中添加链路ID字段。

[0403] 第一变型和第二变型允许保持现有的信号通知。

[0404] 为了避免被迫切换回基本信道,非AP MLD 120和130必须使先前由AP 2112用于与STA A2 122和STA B2 132通信的链路(称为“先前链路”)失能或移除该链路。这可以通过以下方式进行:通过从先前链路移除所有TID并因此使先前链路失能,或者通过在AP MLD 110与非AP MLD 120和130之间的多链路(重新)设置以从(一个或多个)设置链路移除先前链路,来更新TID到链路映射。在本图中的箭头850表示链路移除或失能的过程。在图的示例中,当在TDLS信道切换之后进行链路移除/失能时,通过STA A1 121和STA B1 131传输与该过程相对应的消息,但是在替代方案中,STA A2和STA B2可以在进行TDLS信道切换之前传输该消息。

[0405] 因此,在先前链路的移除/失能之后,这两个STA(STA A2和STA B2)都专用于P2P通信,并且可以在离链路上进行直接链路通信,而不需要切换回基本信道。

[0406] 依赖于虚拟AP涉及针对AP MLD的附加处理,例如管理帧中的附加信号通知。下面提供了其他机制。在这些机制中,(对等)非AP MLD之一创建具有自身链路ID的TDLS链路,该链路ID定义了同与AP装置所使用的(一个或多个)信道不重叠的至少一个离信道相对应的离链路。然后,可以利用常规TDLS机制、使用该TDLS链路(即,其链路ID)在非AP MLD之间建立TDLS直接链路。

[0407] 有利地,在创建处理中不涉及AP MLD。然而,为了高效地选择不影响AP MLD的操作的一个或多个离信道,非AP MLD可以从AP MLD获得不是基础设施BSS或离信道TDLS直接链路的推荐信道。然后从推荐信道中选择用于定义离链路的一个或多个离信道。

[0408] 参考图11a至图11d描述第一实施例。在这些实施例中,通过与其他(对等)非AP MLD交换TDLS动作帧来创建TDLS链路。与D2.2标准相比,这样的帧可以是新的TDLS动作帧。作为TDLS动作帧,它们被AP装置隧道化,以同时在这两个(对等)非AP MLD处创建离链路。

[0409] 接着,这两个非AP MLD之间的TDLS直接链路的建立仅在于进行以所创建的离链路为目标的TDLS直接链路建立。常规TDLS直接链路建立在IEEE P802.11-REVme/D2.0的章节11.20.4中定义。如上面参考图2a所说明的,常规TDLS直接链路建立包括交换TDLS设置请求/响应帧,其中这些帧(例如,在链路标识符IE 400中)包括与所创建的离链路相关联的附属对等STA的MAC地址。

[0410] 图11a例示了可以实现本发明实施例的涉及与AP装置相关联的非AP多无线电装置MLD的802.11网络环境。该图的示例例示了具有两个附属STA(分别从121到122和从131到132)的两个非AP MLD(非AP MLD A 120和非AP MLD B 130)和仅具有一个附属AP 111的AP MLD 1101。在另一实施例中,AP 1101可以是传统AP,即没有任何多链路能力。各个非AP MLD已经与AP装置设置了链路,这里STA A1 121具有与AP 111的设置链路151,而STA B1 131具有与AP 111的设置链路161。

[0411] 非AP MLD 120和130在(一个或多个)离信道(其与AP装置的操作信道不重叠)集合上实例化或创建TDLS链路,以获得用于AP管理之外的操作的离链路172。所创建的TDLS链路或离链路172被设置在除了传输站之外的另一附属站(这里是针对非AP MLD A120的STA A2 122和针对非AP MLD B130的STA B2 132)处。

[0412] 通常,该离链路用于TDLS通信。这意味着非AP MLD 120和130通过经由其附属站

STA A1 121和STA B1 131交换TDLS动作帧来在离链路172上建立TDLS会话 (TDLS直接链路),这些帧被AP1 111隧道化。

[0413] 因此,非AP MLD 120和130能够使用与其附属站之一的离链路172,同时通过对应于与AP1 111的连接初始链路来保持与AP装置的先前连接。

[0414] 当然,为了说明的目的,在本图中示出的链路的数量不是限制性的。

[0415] 图11b使用流程图例示了根据本发明某些方面的用于直接通信的示例性步骤。这些步骤由发起在(一个或多个)离信道的集合上的TDLS链路(离链路)的创建或实例化的(对等)非AP MLD来进行。

[0416] 操作开始于步骤1210,在该步骤,TDLS发起方非AP MLD从AP装置获得不是基础设施BSS或离信道TDLS直接链路的推荐信道。例如,TDLS发起方非AP MLD可以从AP1接收如上面参考图6所描述的信道使用信息。

[0417] 一旦非AP MLD(其附属STA)与AP MLD相关联,信道使用信息就可以被携载到在与AP MLD的关联过程期间交换的探测响应帧中,或者被携载到与AP MLD交换的信道使用响应帧中。信道使用信息由AP MLD提供给TDLS发起方非AP MLD,以推荐针对不是基础设施BSS的BSS或离信道TDLS直接链路的信道。非AP MLD可以使用信道使用信息作为针对不是基础设施BSS的BSS或离信道TDLS直接链路的信道选择处理的一部分 (REVme 2.0(2022年10月)中的4.3.21.4信道使用)。换句话说,信道使用信息向TDLS发起方非AP MLD提供与AP MLD的操作信道不重叠的信道。

[0418] 图11c使用时间线中的帧交换例示了根据本发明实施例的离链路的创建和使用,其中信道使用信息是从探测响应帧获得的。该图是基于STA A1 121和STAB1 131向AP1 111登记的图11a的场景的。

[0419] 在帧交换的开始处,附属于非AP MLD 120的STA A1 121不与任何AP或AP MLD相关联。在发现的上下文中,STA A1 121发送包括STA能力的探测请求帧212。对于当前场景感兴趣的是,探测请求帧212包括支持的操作类元素(探测请求帧主体中的顺序6)和信道使用元素(探测请求帧主体中的顺序11)。

[0420] 支持的操作类元素广告非AP MLD当前被配置为进行操作的操作类。在信道使用元素中携载的使用模式广告非AP MLD希望利用(一个或多个)离信道进行的使用。

[0421] 在一些实施例中,探测请求帧212处于多链路版本(802.11be)中,这意味着该帧还包括用于从AP MLD请求附加信息的多链路元素(在D2.2标准的章节9.4.2.312.1中定义)。如果在多链路元素中不存在每STA配置文件,则AP MLD(在其探测响应帧中)包括关于其所有附属AP的信息,否则AP MLD仅用如下的每STA配置文件来广告非AP MLD,该每STA配置文件的链路ID等于探测请求帧的多链路元素中携载的每STA配置文件中包括的链路ID字段中的值。

[0422] 在另一实施例中,支持的操作类可以在多链路元素中包括的每STA配置文件中被携载,以针对附属于非AP MLD的各个STA来广告各个STA当前被配置为进行操作的操作类。

[0423] 在又一个实施例中,非AP MLD使用多频带元素(探测请求帧主体中的顺序14)向AP MLD广告通过不同频带的支持的操作类。实际上,多频带元素指示传输该元素的STA(传输STA)在能够与传输该元素(探测请求帧212)的频带或操作类或信道不同的频带或操作类或信道中进行操作的多频带装置内。

[0424] AP MLD 1101通过其附属AP1 111利用探测响应帧213对传输STA A1121进行响应。探测响应帧213包括如上所述的一个或多个信道使用元素。这些元素提供与AP MLD所使用的(一个或多个)信道不重叠的推荐信道(用于非基础设施网络或离信道TDLS直接链路的操作的信道的集合)。

[0425] 一旦接收到探测响应帧213,非AP MLD 120就(通过其附属AP1 111)恳求与AP MLD相关联。为此,非AP MLD 120经由STA A1 111传输关联请求帧214。关联请求帧214包括多链路元素,该多链路元素具有用于由非AP MLD请求关联的各个链路(对应于附属于AP MLD的各个AP)的每STA配置文件。当然,当AP 1101是没有多链路能力的传统AP时,这种多链路元素不填充关联请求帧214。

[0426] 如果AP MLD同意关联请求,则AP1 111用关联响应帧215对非AP MLD 120进行响应,该关联响应帧215(仅当AP是MLD AP时)包括针对被接受用于关联的与附属于AP MLD的各个AP相对应的各个链路的每STA配置文件。

[0427] 图11d使用时间线中的帧交换例示了根据本发明其他实施例的离链路的创建和使用,其中一旦非AP MLD(其附属STA)与AP MLD相关联,就从与AP MLD交换的信道使用响应帧获得信道使用信息。该图基于STA A1 121和STA B1 131已经向AP1 111登记的图11a的场景。

[0428] 支持信道使用的非AP STA实际上可以在关联到支持使用信道使用的AP之后的任何时间发送信道使用请求帧,以请求针对支持的操作类的信道使用信息。

[0429] 在该示例中,非AP MLD 120和130已经被关联到AP 1101。因此,非AP MLD 120通过发送信道使用请求帧815从AP MLD请求信道使用信息。AP MLD用包括信道使用信息的信道使用响应帧816进行回复。

[0430] 返回到图11b,可选地,在步骤1220处,TDLS发起方非AP MLD进行TDLS发现过程(如上所述)以获得关于由其对等非AP MLD支持的(一个或多个)信道和(一个或多个)频带的信息。该步骤包括发送如上面参考图2a已经描述的TDLS发现请求帧221和接收TDLS发现响应帧222。

[0431] 该可选步骤在图11c和图11d的场景中被例示。

[0432] 当尝试发现同一BSS中的TDLS站时,使用一系列帧交换。

[0433] 发起方STA A1将隧道式通过AP1 111(由黑点例示的中继)的TDLS发现请求帧221发送到单独的目的地站,这里是对等STA B1。TDLS发现请求帧包括如图4a所示的链路标识符元素400,并且还可以包含如上定义的多频带元素,以指示传输该元素的STA在能够与传输该元素的频带或操作类或信道不同的频带或操作类或信道中操作的多频带装置内。另外,STA告知传输STA在多频带元素中指示的操作类的信道上扮演的角色(例如,TDLS STA)。该多频带元素允许发起方STA将其信道能力告知给接收STA。最后,TDLS发现请求帧可以包含如图4b所示的TDLS多链路元素450,以例如传达TDLS发起方非AP MLD(这里为非AP MLD A 120)的各个STA的每个STA的每STA配置文件,并且告知由非AP MLD支持的信道能力。

[0434] 对等STA B1利用直接(无需AP 111的中继)发送到STA A1的TDLS发现响应帧222,对TDLS发现请求帧221进行响应。该响应帧传达元素字段303的IE中的链路标识符元素400和TDLS多链路元素450。另外,TDLS发现响应帧可以包括支持的信道和多频带元素,以通过其附属STA向TDLS发起方非AP MLD告知对等非AP MLD支持的信道和频带。

[0435] 从该点起,STA A1和STA B1知道彼此,这意味着它们知道另一个在与AP 111设置的通信链路上进行操作。并且,从MLD的观点而言,非AP MLD 120和130这两者都知道另一个的支持的信道。

[0436] 接着,在步骤1230处,基于从AP MLD收集的推荐信道并且可选地基于从对等非AP MLD收集的支持的信道/频带以及其自己的支持的信道/频带,TDLS发起方非AP MLD选择一个或多个信道作为离信道。这意味着TDLS发起方非AP MLD选择符合其支持的信道/频带和对等非AP MLD的支持的信道/频带的推荐信道中的一个或多个。

[0437] 所选择的一个或多个信道可以在与AP MLD的(一个或多个)操作频带相同的频带上或在与AP MLD的(一个或多个)操作频带不同的频带上。

[0438] 然后,通过与对等非AP MLD交换由AP MLD隧道化的TDLS动作帧来创建以所选择的(一个或多个)离信道的集合为目标的TDLS链路。因此,在这两个对等非AP MLD处同时创建用于TDLS通信的离链路。

[0439] 可以在与TDLS设置帧相同的方案上使用新型TDLS动作帧,以下称为TDLS链路设置请求帧以及相应的TDLS链路设置响应帧和TDLS链路设置确认帧。当然,TDLS设置帧可以被升级以传达现在描述的TDLS链路设置帧(而不是创建新帧)所需要的信号通知。

[0440] TDLS链路设置请求帧可以在动作字段302中被分配值11;TDLS链路设置响应帧可以在动作字段302中被分配值12;并且TDLS链路设置确认帧可以在动作字段302中被分配值13。

[0441] 例如,TDLS发起方非AP MLD通过向对等非AP STA发送TDLS链路设置请求帧来发起TDLS离链路的创建,该TDLS链路设置请求帧包括链路标识符和该新链路的操作频带,即,所选择的一个或多个离链路。

[0442] TDLS链路设置请求帧可以是TDLS动作帧,其包括:

[0443] (如REVme 2.0的9.4.1.35(目标信道)中所定义的)目标信道元素,用于指定要创建的离链路的所选择的(一个或多个)离信道的信道号,

[0444] (如REVme 2.0的9.4.1.36(操作类)中所定义的)操作类元素,用于指定要创建的离链路的操作频带,以及

[0445] 链路ID(即数值),其标识将来要创建的离链路。可以使用链路ID元素,诸如图5a1的元素523。

[0446] 链路ID(下面也是TDLS链路ID)由TDLS发起方非AP MLD选择。优选地,定义离链路的TDLS链路ID是从被剥夺AP MLD所使用的任何链路ID的候选链路ID集合中选择的。这是为了避免任何冲突。

[0447] 例如,TDLS链路ID的值在由AP MLD管理的值的范围之外,即高于15。实际上,因此,TDLS链路ID与由AP管理的链路ID兼容。

[0448] 作为变型,TDLS链路设置请求帧可以包括链路标识符元素(如图4a所示)以传达链路ID。例如,TDLS发起方非AP MLD可以在其中指定意图在离链路上进行操作的附属STA(图11a的示例中的STA A2)的MAC地址。特别地,该MAC地址被包括在BSSID字段401中以标识目标链路,即要创建的离链路。在这种情况下,向离链路分配BSSID(即基本服务集标识符),BSSID被设置为TDLS发起方非AP MLD中涉及的附属STA(这里为STA A2)的MAC地址。在变型中,离链路的BSSID可以被设置为TDLS发起方非AP MLD的MAC地址。

[0449] MAC地址可以用作离链路的单个标识。在变型中,MAC地址可以与在元素523中指定的前述链路ID的组合中被使用。

[0450] 在寻求针对TDLS发起方非AP MLD声明多个离链路的一些实施例中,TDLS链路设置请求帧可以包括具有多个每STA配置文件的多链路元素,各个每STA配置文件传达要创建的相应离链路的目标信道、操作类和链路标识符。这允许通过单个过程(TDLS链路设置请求/响应和确认帧的单个交换)与对等非AP STA创建多个离链路。

[0451] 作为响应,TDLS发起方非AP MLD接收旨在通过使用专用码来确认或不确认(一个或多个)离链路的创建的TDLS链路设置响应帧。

[0452] TDLS链路设置响应帧可以具有与TDLS链路设置请求帧相同的格式(加上响应码)。

[0453] 当传达拒绝码时,TDLS链路设置响应帧可以拒绝离链路(或多个离链路)的创建。

[0454] 在一些实施例中,TDLS链路设置响应帧包括同与AP装置所使用的(一个或多个)信道不重叠的至少一个替代离信道相对应的替代离链路(或具有多链路元素的多个离链路)。这意味着不接受所提议的离链路的对等非AP MLD提出反建议。因此,进行离链路的协商。

[0455] 可以用不同的操作频带/信道来定义替代离链路。

[0456] 协商可以如下继续。

[0457] 如果提出了多个替代离信道,则TDLS发起方非AP MLD可以选择其中之一作为新目标信道。

[0458] 然后,TDLS发起方非AP MLD(在发起方同意的情况下)利用对等非AP MLD建议的新目标信道重新开始TDLS离链路创建过程(发送TDLS链路设置请求帧)。在变型中,如下所述的TDLS链路设置确认帧可以用于利用由对等非AP MLD通过TDLS链路设置响应帧提供的替代参数(主要是(一个或多个)操作信道)来确认TDLS链路创建。

[0459] 当然,在变型中,TDLS链路设置响应帧可以仅仅是拒绝,而没有针对替代离链路的任何建议。

[0460] 最后,如果在TDLS链路设置请求帧中提出的链路被对等非AP MLD批准,则TDLS链路设置响应帧用接受码来接受离链路(或多个离链路)的创建。

[0461] 然后,TDLS发起方非AP MLD可以发送TDLS链路设置确认帧,以确认离链路的创建。

[0462] 注意,在任何时刻,一旦已经创建了离链路,TDLS发起方非AP MLD(和/或对等非AP MLD)就可以向AP MLD通知所创建的链路ID和所创建的离链路。这可以通过在包括链路ID信息字段523的任何后续帧中使用预留位523b来进行。

[0463] 在图11c和图11d中以相同的方式例示了离链路的创建。在附图标记1301下示出了TDLS链路设置请求帧,而在附图标记1302下示出了TDLS链路设置响应帧,且在附图标记1303下示出了TDLS链路设置确认帧。

[0464] 详细地,TDLS发起方非AP MLD A 120通过其附属STA A1 121、在与AP MLD(这里为AP1 111)的现有链路上、向对等非AP MLD B 130(通过其附属STAB1 131)发送TDLS链路设置请求帧1301。该帧包括目标操作频带和必须建立链路的信道、以及用于标识要创建的TDLS链路或离链路的链路标识符和将用于在离链路上进行操作的附属于非AP MLD的STAA2 122的MAC地址。可以代表针对离链路的BSSID来使用该MAC地址。

[0465] 响应于TDLS链路设置请求帧1301,对等非AP MLD通过其附属STAB1131利用TDLS链

路设置响应帧1302对发起方非AP MLD进行响应。该帧包括通过帧1301接收的TDLS链路ID加上状态码(接受或拒绝)以告知链路的创建是否被接受。在链路创建拒绝的情况下,STA B1 131在响应帧1302中添加一个或多个替代频带和/或信道。

[0466] 当帧1301和1302包括具有一个或数个每STA配置文件的多链路元素时,可以进行链路级的接受。在TDLS链路设置请求帧中传达的各个STA配置文件以要创建的一个不同的TDLS链路或离链路为目标。并且作为响应,在TDLS链路设置响应帧中传达的各个STA配置文件对应于由对等非AP STA接受的TDLS链路。其他TDLS链路被拒绝。

[0467] 最后,TDLS发起方非AP MLD通过其附属STAA1 121发送TDLS链路设置确认帧1303以确认TDLS链路设置响应帧1302的接收。TDLS链路设置确认帧1303传达所创建的离链路的链路ID。

[0468] TDLS链路设置确认帧允许共享要在各个不同的所创建的(一个或多个)离链路(在多链路元素(如果存在)中)上进行操作的附属于发起方非AP MLD的STA的MAC地址。

[0469] 结果,创建了TDLS链路,即离链路。

[0470] 一旦创建了离链路,TDLS发起方非AP MLD就在步骤1240发起TDLS直接链路设置,以设置与第二非AP MLD的TDLS直接链路(目标是离链路)。这可以使用常规TDLS设置帧223、224、225来进行,其中各个TDLS设置帧包括链路标识符400,在该链路标识符400中,BSSID字段401被设置为将在目标链路上进行操作的附属于发起方非AP MLD的STA的MAC地址。这是为了指示TDLS设置的目标是哪个离链路。在一些实施例中,基于链路标识符中包括的BSSID来导出TDLS对等密钥(TPK)安全协议,该链路标识符对应于与意图在离链路上进行操作的附属于TDLS发起方非AP MLD的STA(图11a的示例中的STAA2)的MAC地址。

[0471] 在BSSID字段401中用信号通知离链路的变型中,可以在TDLS多链路元素450中携带的每STA配置文件中指定目标离链路。由TDLS发起方非AP MLD在TDLS设置请求帧223中传输的多链路元素向对等非AP MLD告知可以建立TDLS的(一个或多个)链路。作为响应,由TDLS发起方非AP MLD在TDLS设置响应帧224中从对等非AP MLD接收的多链路元素向TDLS发起方非AP MLD告知将可以有效地建立TDLS会话的(一个或多个)链路,即关于被接受的离链路。在该变型中,BSSID字段401可以被设置为与TDLS发起方非AP MLD是成员的BSS相对应的BSSID的MAC地址,即AP 111或AP MLD 1101的MAC地址。在针对多个链路(仅离链路或数个经典直接链路(具有与AP共享的操作频带)或经典链路和离链路的混合)建立TDLS会话的情况下,TDLS对等体可以针对多个链路创建其自己的组TPK密钥。由于MLD的各个附属STA使用不同的MAC地址,因此可以适配密钥创建处理。可以设想数个变型:

[0472] (1) 可以基于由TDLS设置过程设置的所有链路的BSSID来导出TDLS PeerKey (TPK)安全协议。可以从多链路元素的每STA配置文件检索这些BSSID。BSSID对应于针对经典链路的AP MAC地址,以及对应于针对离链路的TDLS STA(发起方或响应方)的地址。当这两个对等体在TPK握手期间传输的帧包括TDLS多链路元素并且设置用于包括(一个或多个)离链路的数个链路时,可以如下导出TPK:

[0473]
$$TPK = \text{KDF-Hash-Length} (TPK\text{-Key-Input}, "TDLS\ PMK", \min (MAC_I, MAC_R) || \max (MAC_I, MAC_R) || BSSID1 || BSSID2 || \dots BSSIDn || AP\ MLD\ MAC)$$

[0474] 其中:

[0475] 如REVme D2.0的章节12.7.1.6.2中所定义的,TPK-Key-Input是从哈希算法导出

的,以及KDF-Hash-Length是密钥导出函数;

[0476] MAC_I和MAC_R分别是TDLS发起方STA和TDLS响应方STA的MAC地址;

[0477] n个列出的BSSID被设置为TDLS发起方STA是成员的BSS的BSSID;

[0478] AP MLD MAC是AP MLD的MLD MAC地址,其中发起的非AP MLD与该AP MLD进行了多链路设置。

[0479] 在TDLS会话中的链路的数量被修改的情况下,TDLS对等体可以决定在当前TPK的整个(但有限的)寿命中仍然使用当前TPK,并且在到达寿命结束时,通过考虑新的(修改的)链路集合及其相关联的BSSID来更新TPK。

[0480] (2) 在变型中,可以基于链路之一的BSSID、或者基于通配符BSSID、或者基于与TDLS发起方非AP MLD是成员的BSS相对应的BSSID(即AP 111或AP MLD 1101的MAC地址)来导出TDLS对等密钥(TPK)。可以如下导出TPK:

[0481] $TPK = \text{KDF-Hash-Length}(\text{TPK-Key-Input}, "TDLS \text{ PMK}", \min(\text{MAC_I}, \text{MAC_R}) || \max(\text{MAC_I}, \text{MAC_R}) || \text{BSSID} || \text{AP MLD MAC})$

[0482] 其中,除了上述定义的以上参数之外:

[0483] BSSID是TDLS发起方STA是成员的BSS的BSSID。

[0484] (3) 在另一变型中,可以基于非AP MLD和AP MLD MAC地址导出TDLS对等密钥(TPK),而不考虑与所使用的(一个或多个)链路相对应的(一个或多个)BSSID。可以如下导出TPK:

[0485] $TPK = \text{KDF-Hash-Length}(\text{TPK-Key-Input}, "TDLS \text{ PMK}", \min(\text{MLD MAC_I}, \text{MLD MAC_R}) || \max(\text{MLD MAC_I}, \text{MLD MAC_R}) || \text{AP MLD MAC})$

[0486] 其中,除了上述定义的以上参数之外:

[0487] MLD MAC_I和MLD MAC_R分别是(非AP)TDLS发起方MLD STA和(非AP)TDLS响应方MLD STA的MLD MAC地址。

[0488] (4) 在又一变型中,如果非AP MLD与传统AP(例如图11a的示例中的AP 111)相关联,则可以基于非AP MLD MAC地址和TDLS发起方STA是成员的BSS的BSSID来导出TDLS对等密钥(TPK)。可以如下导出TPK:

[0489] $TPK = \text{KDF-Hash-Length}(\text{TPK-Key-Input}, "TDLS \text{ PMK}", \min(\text{MLD MAC_I}, \text{MLD MAC_R}) || \max(\text{MLD MAC_I}, \text{MLD MAC_R}) || \text{BSSID})$ 。

[0490] 变型(2)、(3)和(4)有利地允许在不修改TPK的情况下修改TDLS会话中的链路的数量。

[0491] 可以设想TPK变型的任何组合。

[0492] 在上述离链路的信号通知的另一变型中,TDLS设置帧包括多链路链路元素490,多链路链路元素490包含链路ID位图491,链路ID位图491的各个位对应于先前创建的离链路。TDLS设置请求帧223中的链路ID位图491指示用于TDLS设置的目标离链路,而TDLS设置响应帧224中的链路ID位图491指示被接受的(一个或多个)离链路。

[0493] 在图11c和图11d中以相同的方式例示了基于离链路的TDLS直接链路的设置。

[0494] TDLS发起方STAA1 121经由AP1 111与对等STAB1 131进行TDLS设置。各个TDLS设置帧包括链路标识符400。链路标识符中携带的TDLS发起方STA地址字段402被设置为非AP MLD 120的MLD MAC地址,TDLS响应方STA地址字段403被设置为非AP MLD 130的MLD MAC地

址,并且BSSID字段401被设置为STAA2 122的MAC地址,STAA2 122是附属于在目标离链路上进行操作的TDLS发起方非AP MLD A的STA。根据实施例,被用作BSSID的STAA2 122的MAC地址由对等非AP MLD B通过TDLS链路设置请求帧或确认帧来收集。

[0495] 如上所述,变型可以考虑在TDLS多链路元素450中携带的每STA配置文件中用信号通知目标离链路,或者通过多链路信息元素490中提供的链路ID位图491来用信号通知目标离链路。

[0496] 结果,在步骤1250处,如果TDLS直接链路建立成功,则分别附属于TDLS对等非AP MLD 120和130的STAA2 122和STA B2 132 (TDLS对等STA) 可以在设置的离链路上直接 (P2P) 通信。因此,如图11c和图11d所示,P2P数据流量226在两个TDLS对等STA之间被直接交换。有利地,各个TDLS对等非AP MLD A和B可以继续在其他设置链路 (这里对于非AP MLD A120是经由STA A1 121的链路151,而对于非AP MLD B 130是经由STA B1 131的链路161) 上与AP1 11进行操作。

[0497] 参考图12a至图12d描述第二实施例。在这些实施例中,在与AP装置设置的第一链路上,在这两个非AP MLD之间建立第一TDLS直接链路。然后,将第一TDLS会话切换到离链路。因此,该切换在离链路上建立TDLS会话。

[0498] 然后可以移除最初支持第一TDLS会话的第一链路或者使该链路失能,以移除与AP装置的 (现在在离链路中涉及的) 附属STA的任何活动。

[0499] 图12a例示了可以实现本发明实施例的涉及如图1的多无线电装置MLD的802.11网络环境。该图的示例例示了具有两个附属STA (分别从121到122和从131到132) 的两个非AP MLD (非AP MLD A 120和非AP MLD B 130) 以及具有两个附属AP 111和112的AP MLD 110。与AP MLD 110相关联的这两个非AP MLD最初在与AP 2 112相同的操作频带上 (即,在链路#2上) 设置TDLS直接链路会话172a。

[0500] 非AP MLD 120和130实例化或创建 (一个或多个) 离信道的集合上的TDLS链路,以获得用于AP管理之外的操作的离链路172b。接着,非AP MLD将TDLS会话从在与AP2 112相同的信道/频带上操作的链路172a移动到不位于附属于AP MLD 110的 (一个或多个) AP的任何操作信道/频带上的离链路172b。然后可以移除AP MLD 120和130自身的分别通过链路152和162到AP2 112的连接。

[0501] 结果,非AP MLD 120和130能够使用与其附属站之一 (分别为STA A2 122和STAB2 132) 的离链路172b,同时通过与附属AP1的连接相对应的链路#1保持与AP MLD的先前连接。

[0502] 当然,为了说明的目的,在本图中示出的链路的数量不是限制性的。

[0503] 图12b使用流程图例示了根据本发明某些方面的用于直接通信的示例性步骤。这些步骤由在 (一个或多个) 离信道的集合上发起TDLS链路 (离链路) 的 (对等) 非AP MLD进行。如下所述,该处理涉及与图11b类似的步骤。

[0504] 操作在步骤1510处开始,在该步骤,TDLS发起方非AP MLD从AP装置获得非基础设施BSS或离信道TDLS直接链路的推荐信道。步骤1510类似于上述步骤1210。

[0505] 图12c和图12d使用时间线中的帧交换例示了根据本发明实施例的用于创建和使用离链路的两个不同场景。在这两个场景中,一旦非AP MLD (其附属STA) 与AP MLD相关联,就从与AP MLD交换的信道使用响应帧816获得信道使用信息。当然,可以替代地从探测响应帧获得信道使用信息。

[0506] 可选地,在步骤1520中,TDLS发起方非AP MLD进行TDLS发现过程以获得由其对等非AP MLD支持的(一个或多个)信道和(一个或多个)频带的信息以及其能力。步骤1520类似于已经描述的步骤1220。

[0507] 在图12d中示意性地示出,而在图12c中省略,但是也可以在该场景中实现。各个TDLS发现帧221、222包括链路标识符400,在链路标识符400中,TDLS发起方STA地址字段402被设置为非AP MLD 120的MLD MAC地址,TDLS响应方STA地址字段403被设置为非AP MLD 130的MLD MAC地址,并且BSSID字段401被设置为与在基本信道上进行操作的AP 112相对应的BSSID。

[0508] 接着,在步骤1530处,TDLS发起方非AP MLD使用与AP MLD(图12a的示例中的AP 112)共享和设置的链路作为目标链路,发起与对等非AP MLD的常规TDLS设置(即,TDLS直接链路建立)。作为提醒,各个TDLS设置帧包括链路标识符400,在链路标识符400中,BSSID字段401被设置为正在非AP MLD意图建立单个链路TDLS直接链路的链路上进行操作的AP(同一示例中的AP 112)的BSSID。

[0509] 在TDLS设置阶段期间,这两个非AP MLD可以共享其自身的能力、支持的信道、支持的频带。这就是可以省略TDLS发现过程的原因。换句话说,这两个对等非AP MLD可以通过TDLS发现过程或通过TDLS设置过程而彼此知道(支持的信道和频带)。

[0510] 一旦TDLS设置过程成功结束,分别附属于非AP MLD 120和130的STA A2 122和STA B2 132(TDLS对等STA)就可以通过设置的TDLS直接链路进行通信(P2P数据(在图12c和图12d中未示出)),但是与AP的流量直接并发。

[0511] 在该阶段,TDLS发起方非AP MLD可以基于(通过探测响应帧213或信道使用响应帧816)从AP MLD收集的推荐信道,并且可选地基于(在TDLS发现过程或TDLS设置过程期间)从对等非AP MLD收集的支持的信道/频带以及其自身支持的信道/频带,选择一个或多个信道作为离信道。根据第二实施例,这个或这些离信道定义了要创建的目标离链路,以用于直接或P2P通信。

[0512] TDLS发起方非AP MLD接着决定将设置的TDLS会话(直接链路)从与AP的流量共享的TDLS链路移动或切换到目标离链路。

[0513] 在如图12d所示的一些实施例中,移动以两个步骤来操作,而对于如图12c所示的其他实施例,需要单个步骤。两步方法中的切换是基于目标链路(对应于尚未创建的离链路),而一步方法中的切换是基于目标信道(在同一操作中定义尚未创建的离链路)。

[0514] 在专用于两步方法的步骤1540处,TDLS发起方非AP MLD通过与对等非AP MLD交换TDLS动作帧来创建以所选择的(一个或多个)离信道的集合为目标的TDLS链路,即,离链路,所述TDLS动作帧由AP MLD通过现有TDLS会话而隧道化。因此,在这两个对等非AP MLD处同时创建用于TDLS通信的离链路。该步骤与上述步骤1230非常相似。

[0515] 例如,TDLS发起方非AP MLD通过向对等非AP STA发送TDLS链路设置请求帧来发起TDLS离链路的创建,该TDLS链路设置请求帧包括链路标识符和该新链路(即,所选择的一个或多个离链路)的操作频带。帧可以是TDLS动作帧,其包括目标信道元素、操作类元素和标识将来要创建的离链路的链路ID(即,数值)。在变型中,TDLS链路设置请求帧可以包括具有多个每STA配置文件的多链路元素,各个每STA配置文件传达要创建的相应离链路的目标信道、操作类和链路标识符。

[0516] 作为响应,TDLS发起方非AP MLD接收旨在通过使用专用码来确认或不确认(一个或多个)离链路的创建的TDLS链路设置响应帧。响应帧可以包括用以进行如上文参考步骤1230所描述的离链路协商的反建议。

[0517] 如果被批准,则由TDLS发起方非AP MLD发送TDLS链路设置确认帧以确认离链路的创建。可以向AP MLD通知所创建的链路ID和所创建的离链路。

[0518] 图12d例示了TDLS链路设置请求帧1301、TDLS链路设置响应帧1302和TDLS链路设置确认帧1303的交换。

[0519] 下一步骤是步骤1550,在该步骤,两个对等非AP MLD实际上将(步骤1530处设置的)TDLS会话切换到离链路。

[0520] 在图12d的两步场景中,切换在于进行TDLS链路切换,即,改变现有TDLS会话的链路(而不是如在常规TDLS信道切换中仅改变信道或频带)。

[0521] 可以通过在现有TDLS会话上(在AP2 112的信道上)与对等非AP MLD直接(即,不由AP MLD隧道化)交换TDLS动作帧来完成链路切换。

[0522] 可以在与TDLS切换帧相同的方案上使用新类型的TDLS动作帧,以下称为TDLS链路切换请求帧和相应的TDLS链路切换响应帧。当然,TDLS切换帧可以被升级以传达现在描述的TDLS链路设置帧所要求的信号通知(而不是创建新帧)。

[0523] TDLS链路切换请求帧可以在动作字段302中被分配值14,并且TDLS链路切换响应帧可以在动作字段302中被分配值15。

[0524] 例如,两个非AP MLD中的一个通过任何的STA A2 122或STA B2 132向另一个发送TDLS链路切换请求帧1620。

[0525] 帧1620包括TDLS切换发起方非AP MLD意图移动到的目标离链路的链路ID。这是在(步骤1540处的)创建和设置离链路时指定的链路ID。

[0526] 接着,对等非AP MLD通过重复链路ID并包括状态码的TDLS链路切换响应帧1621进行响应。

[0527] 为了确认链路切换,响应包括成功状态码(例如,SUCCESS)。结果,在(步骤1540处设置的)初始TDLS会话中涉及的这两个对等STA将其自身配置为在目标离链路上进行操作。

[0528] 在链路切换的拒绝的情况下,响应包括拒绝状态码(例如,REQUEST_DECLINED)。结果,这两个STA继续在同一链路上进行操作(TDLS会话不移动)。

[0529] 为了在这两个对等STA自身配置到目标离链路时确保这两者之间的同步,TDLS链路切换请求帧1620和响应帧1621可以包括定时信息元素(REVme2.0中的9.4.2.63信道切换定时元素)以同步链路切换有效发生的时刻。

[0530] 在图12c的一步场景中,切换在于进行TDLS信道切换,该TDLS信道切换以离链路的一个或多个离信道为目标,以将第一TDLS会话移动到离链路。TDLS信道切换是REVme 2.0的章节11.20.6中定义的常规操作,其涉及交换TDLS切换请求帧和相应的响应帧。

[0531] 例如,两个非AP MLD中的一个AP MLD通过STAA2 122或B2 132向另一个AP MLD发送TDLS信道切换请求帧1610,以将P2P通信/会话移动到离链路。

[0532] TDLS信道切换请求帧1610包括必须建立离链路的目标操作频带和信道、以及用以标识以与上述TDLS链路设置请求帧1301相同的方式要创建的新离链路的链路标识符。此外,作为切换帧的帧1610包括信道切换的定时信息(REVme 2.0中的9.4.2.63信道切换定时

元素)。

[0533] 目标信道对应于用作目标信道的离链路(即,离信道)的操作信道。

[0534] 在用多个离信道定义离链路的情况下,TDLS信道切换请求帧1610还可以包括多链路元素,该多链路元素具有定义多个离信道的一个或多个于一个每STA配置文件。在这种情况下,用作目标信道的离链路的操作信道可以是与离链路相对应的信道条目(信道使用元素)中的任何信道。这确保了对等STA清楚地识别哪个离链路是切换的目标。

[0535] 对等伙伴STA(在示例中为B2)利用传达相同链路标识符和状态码的TDLS信道切换响应帧1611进行响应。

[0536] 为了确认信道切换,响应包括成功状态码(例如,SUCCESS)。结果,在(步骤1540处设置的)初始TDLS会话中涉及的这两个对等STA将其自身配置为在目标离链路上进行操作。

[0537] 在信道切换的拒绝的情况下,响应包括拒绝状态码(例如,REQUEST_DECLINED)。结果,这两个STA继续在同一链路上进行操作(TDLS会话不移动)。

[0538] 从上面可以看出,TDLS链路切换帧和TDLS信道切换帧主要通过用信号通知链路ID字段(针对前者)而不是目标操作频带和信道(针对后者)来彼此区分开。

[0539] 结果(在一步方法和两步方法这两者中),在(如REVme 2.0中的11.20.6TDLS信道切换中所描述)离链路上的空闲信道评估(CCA)的足够时段之后,分别附属于非AP MLD 120和130的STAA2 122和B2 132(TDLS对等STA)可以在步骤1570处在离链路上进行通信。

[0540] 换句话说,这两个非AP MLD在所创建的离链路上操作第一TDLS STA和第二TDLS STA之间的点对点通信。

[0541] 为了移除对等STA对AP MLD的任何依赖性并因此移除切换回其基本信道的需要,可选步骤1560(在步骤1570之前或期间)移除由所涉及的对等STA与AP MLD设置的链路(即,构成离链路的基础的设置链路)或使该链路失能。在图12a的场景中,这意味着与AP2 112的链路152和162这两者都被移除或失能。

[0542] 在变型中,可以在切换之前操作移除/失能。

[0543] 可以设想该操作的各种实现。例如,这两个对等STA中的任一个对等STA与AP MLD设置的链路的移除或失能可以包括以下项之一:

[0544] 更新由相应的非AP MLD与AP MLD设置的链路的TID到链路映射,以移除分配给要移除/失能的链路的所有TID,以及

[0545] 进行排除要移除/失能的链路的与AP MLD的新多链路设置(因此是重新设置)。

[0546] 该操作在图12c和图12d中由箭头850例示。由于在离链路上的P2P通信中涉及两个对等STA,因此在这两个对等非AP MLD处使用另一附属STA进行该操作。

[0547] 在所示的示例中,旨在移除链路152/使链路152失能的帧由STAA1 121发送到AP1 111,而旨在移除链路162/使链路162失能的帧也由STAB1 131发送到AP1 111。

[0548] 图10a示意性地例示了被配置为实现本发明的至少一个实施例的无线网络(NETW)的嵌入多个非AP站120、130的非AP MLD或者嵌入多个AP 110的AP MLD的通信装置1000。通信装置1000可以优选为诸如微计算机、工作站或轻型便携式装置等的装置。通信装置1000包括通信总线1113,该通信总线优选地连接到:

[0549] 标记为CPU的中央处理单元1001,诸如处理器等;

[0550] 存储器1003,用于存储根据本发明实施例的方法或方法步骤的可执行代码,以及

适于记录实现这些方法所需的变量和参数的寄存器;以及

[0551] 至少一个通信接口1002,其经由发送和接收天线1004连接到无线通信网络(例如根据IEEE 802.11标准族之一的通信网络)。

[0552] 优选地,通信总线在包括在通信装置1000中的或连接到通信装置1000的各种元素之间提供通信和互操作性。总线的表示不是限制性的,并且特别地,中央处理单元可操作地直接或者通过通信装置1000的其他元素将指令通信到通信装置1000的任何元素。

[0553] 可执行代码可以存储在存储器(可以是只读硬盘)中或可移除的数字介质(例如盘)上。根据可选变形,可以借助于通信网络经由接口1002来接收程序的可执行代码,以在执行之前将可执行代码存储在通信装置1000的存储器中。

[0554] 在实施例中,装置是使用软件来实现本发明的实施例的可编程设备。然而,替代地,本发明的实施例可以全部或部分地以硬件(例如,以专用集成电路或ASIC的形式)来实现。

[0555] 图10b是示意性地例示了适于至少部分地执行本发明的通信装置1000的架构的框图。如图所示,装置1800包括物理(PHY)层块1023、MAC层块1022和应用层块1021。

[0556] PHY层块1023(这里是多个802.11标准化PHY层模块)具有对任何20MHz信道或复合信道进行格式化、在任何20MHz信道或复合信道上调制或从任何20MHz信道或复合信道解调的任务,并且因此在无线电介质(NETW)上发送或接收帧,诸如802.11帧,例如用于预留传输时隙的介质接入触发帧、用于与传统802.11站交互的基于20MHz宽度的MAC数据帧和管理帧、以及到/来自该无线电介质的宽度小于20MHz传统(通常为2或5MHz)的OFDMA类型的MAC数据帧。

[0557] MAC层块或控制器1022优选地包括实现常规802.11MAC操作的MLE MAC 802.11层1824\以及用于至少部分地执行本发明的实施例的附加块1025。MAC层块1022可以可选地在软件中实现,该软件被加载到RAM 1003中并由CPU 1801执行。MLE MAC 802.11层1024可以实现上MAC堆栈以及一系列下MAC模块。

[0558] 优选地,用于在多链路通信上针对TDLS服务进行离链路操作的被称为P2P管理模块的附加框1025实现(在对等非AP MLD处)本发明实施例的一部分。取决于所实现的实施例,该框进行参考图5b、图6a至图6c、图7a至图7d、图8至图8c和图9a至图9b或图11a至图11d和图12a至图12d描述的操作。

[0559] 根据本发明的实施例,MAC 802.11层1024和P2P管理1025彼此交互,以在多个非AP MLD站之间准确地建立和处理OFDMA RU上的通信。

[0560] 在图10b的上部,应用层块1021运行用于生成和接收数据包(例如,诸如视频流等的数据包)的应用。应用层块1021表示根据ISO标准化的MAC层之上的所有堆栈层。

[0561] 在实施例中,装置是使用软件来实现本发明的实施例的可编程设备。然而,可替代地,本发明的实施例可以全部或部分地以硬件(例如,以专用集成电路或ASIC的形式)实现。

[0562] 尽管以上已经参考特定实施例描述了本发明,但是本发明不限于特定实施例,并且在本发明的范围内的修改对于本领域技术人员而言将是明显的。

[0563] 在参考前述说明性实施例时,本领域技术人员将会想到许多进一步的修改和变化,这些实施例仅以示例的方式给出并且不意图限制本发明的范围,本发明的范围仅由所附权利要求书确定。具体地,在适当情况下,来自不同实施例的不同特征可以互换。

[0564] 在权利要求书中,词语“包括”不排除其他元素或步骤,并且不定冠词“a”或“an”不排除多个。在相互不同的从属权利要求中陈述不同特征的单纯事实不指示不能有利地使用这些特征的组合。

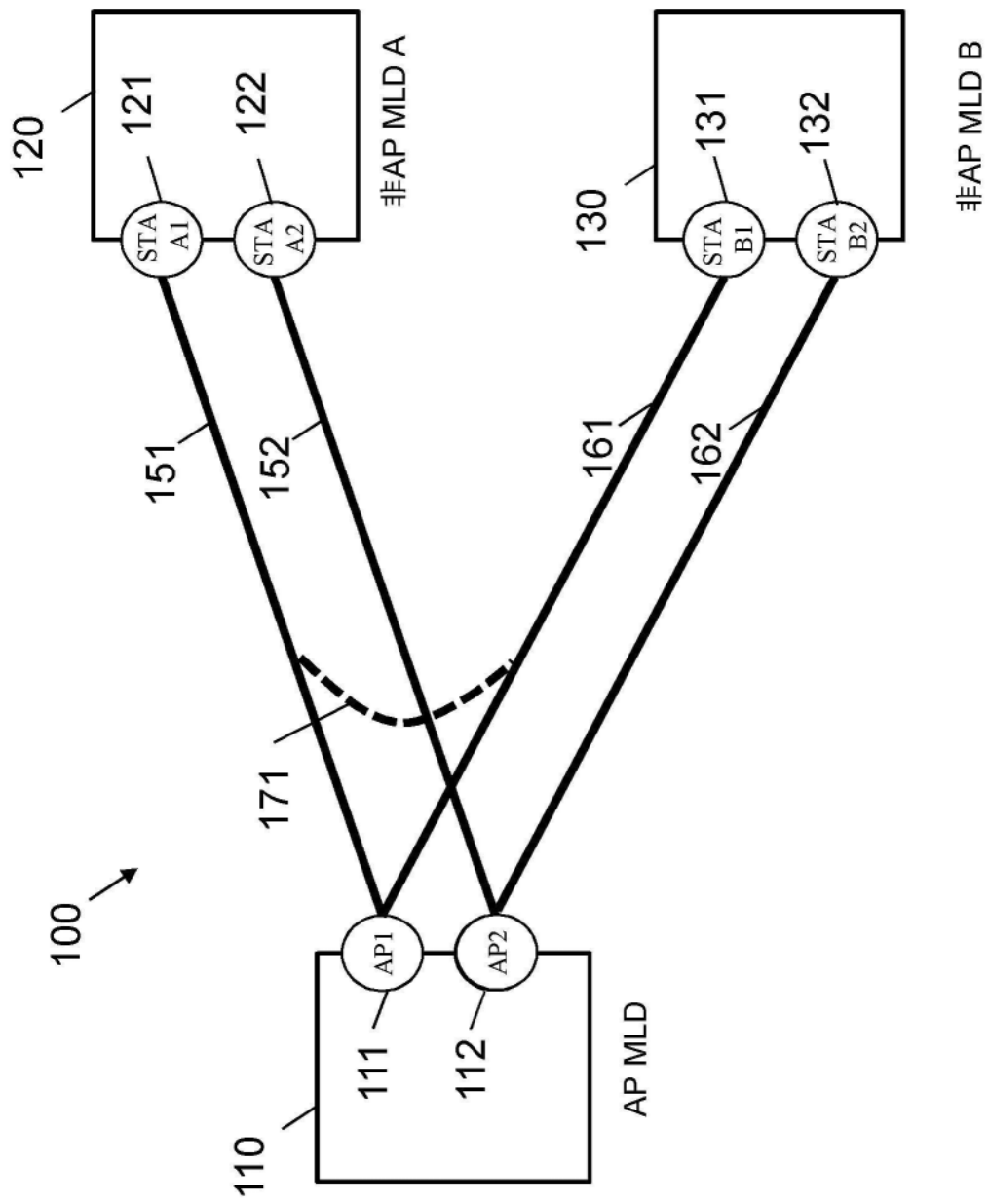


图1

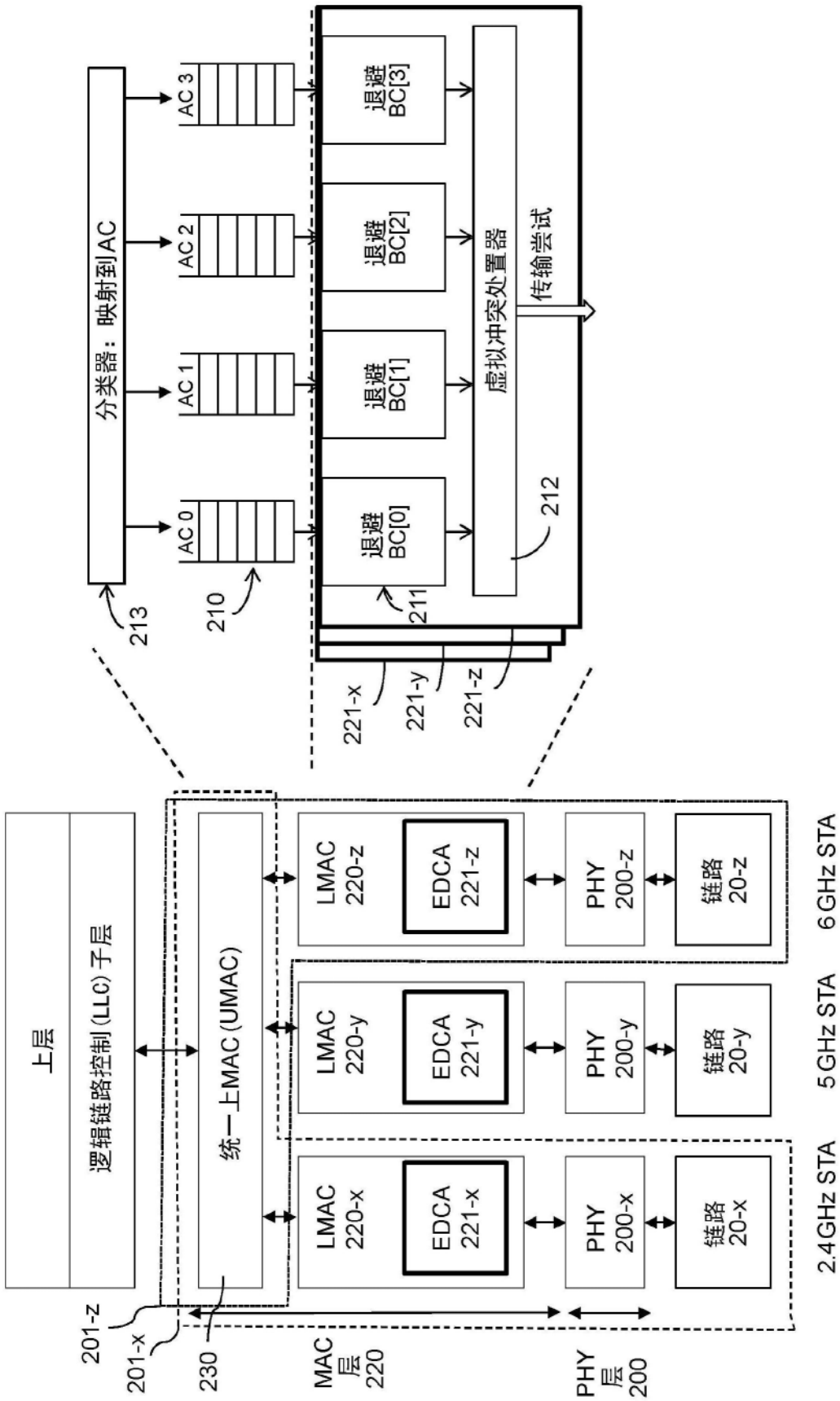


图 1a

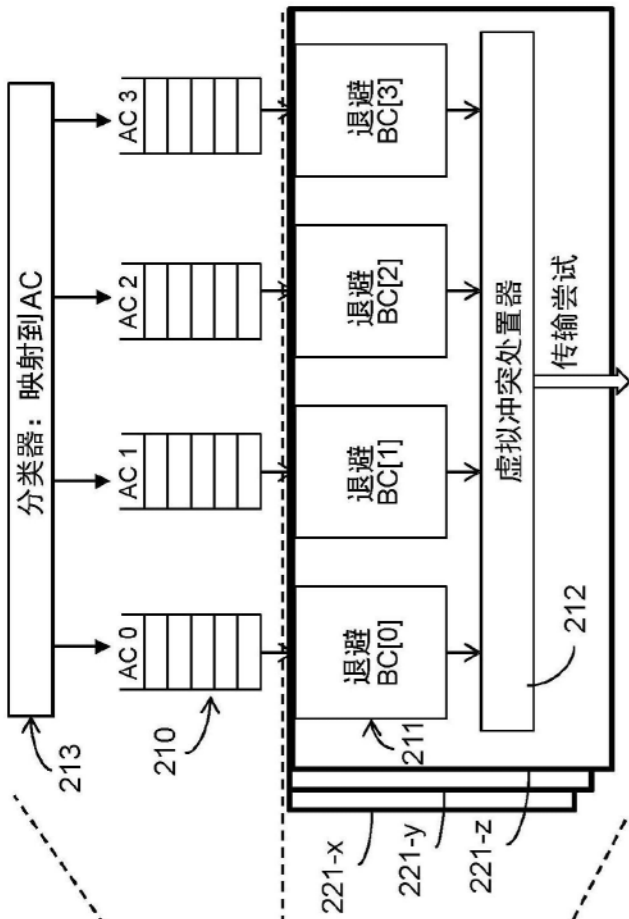


图 1b

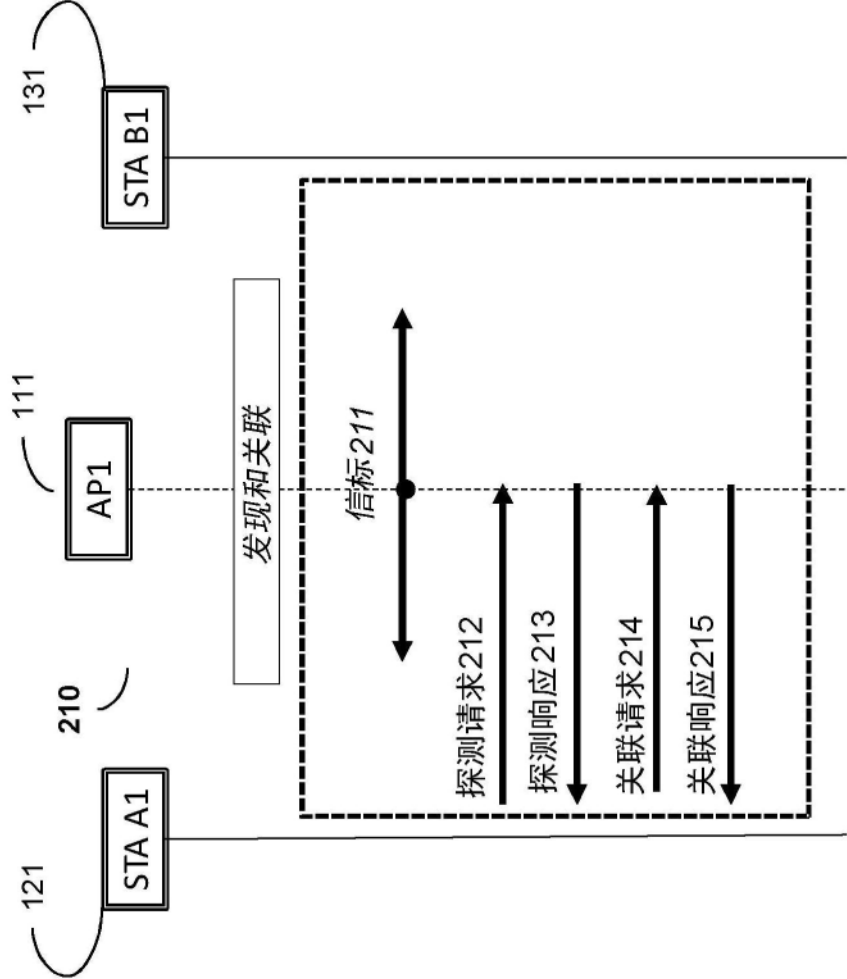


图2

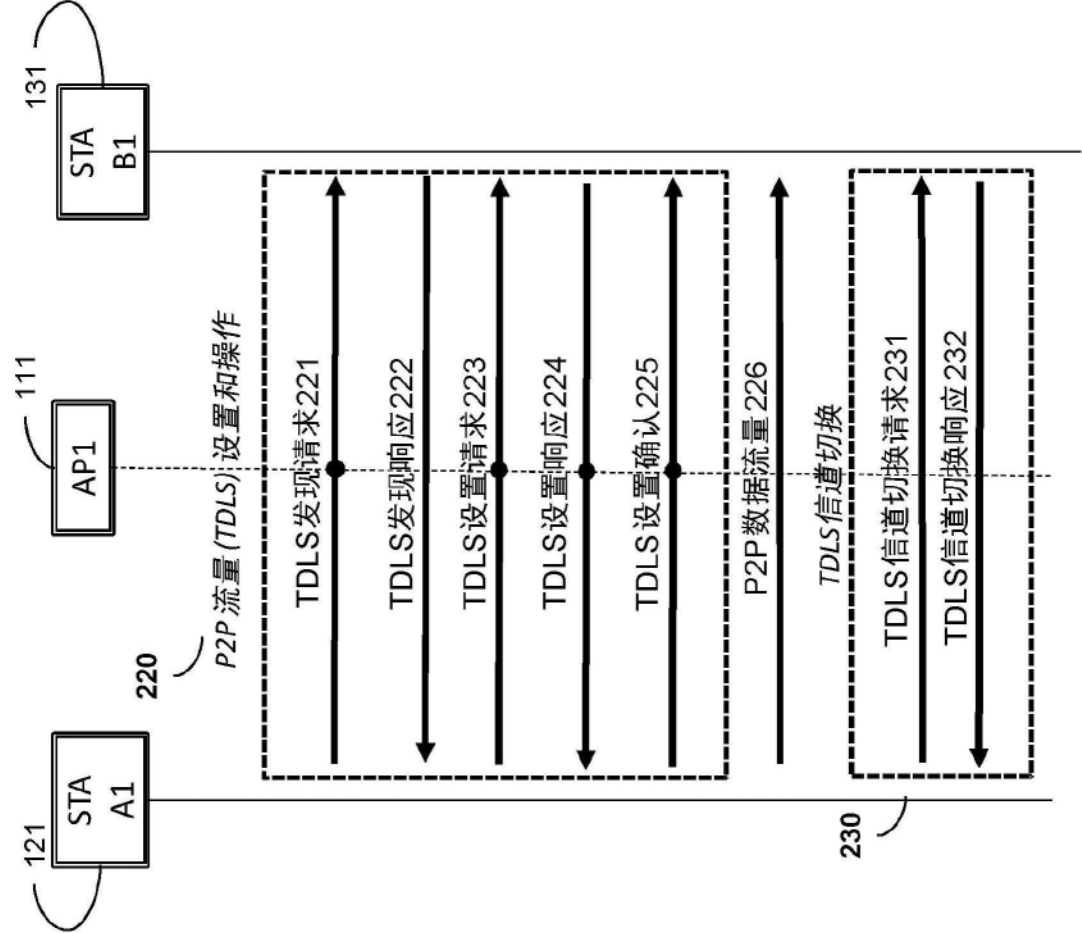


图2a

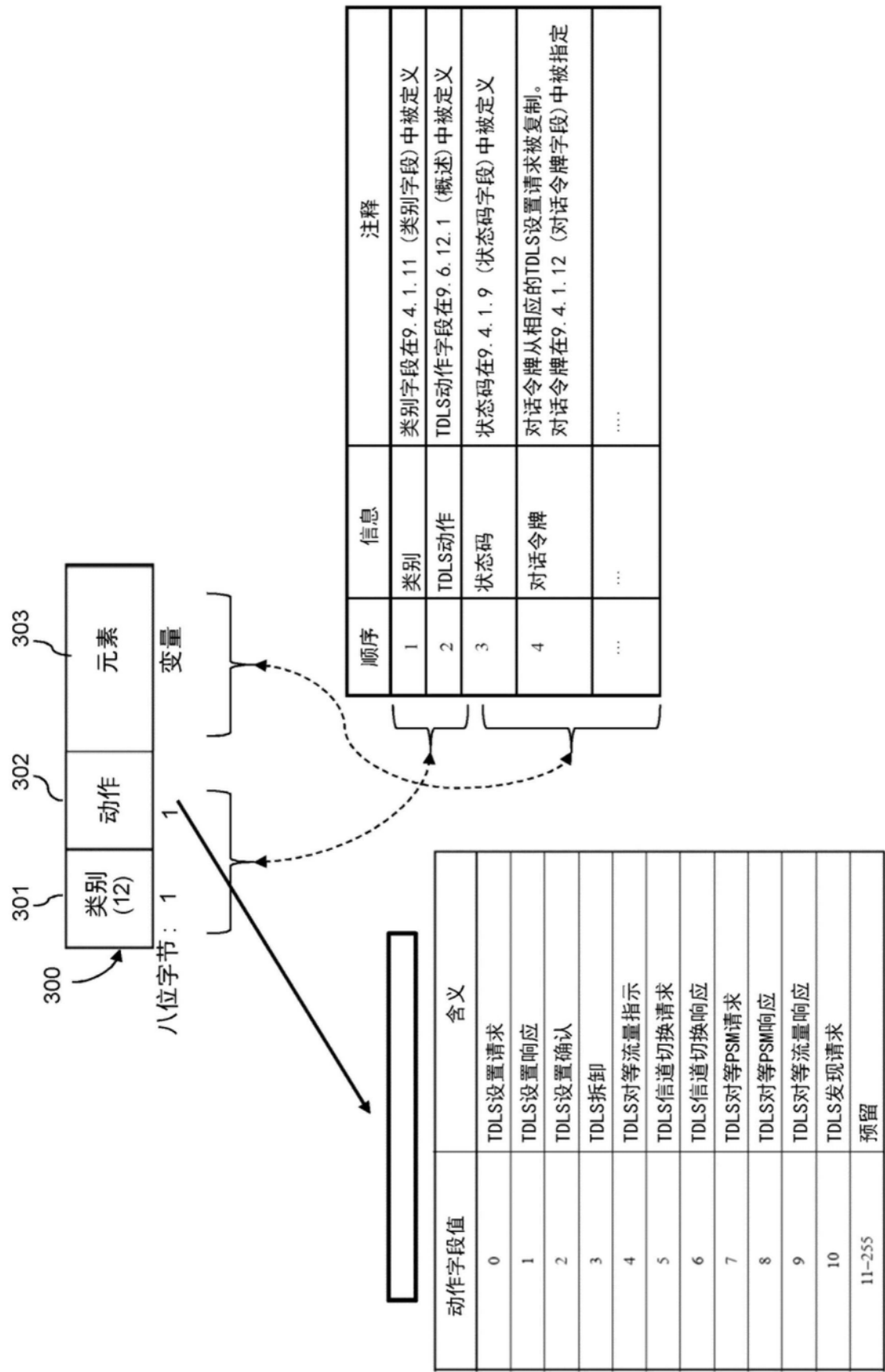


图3

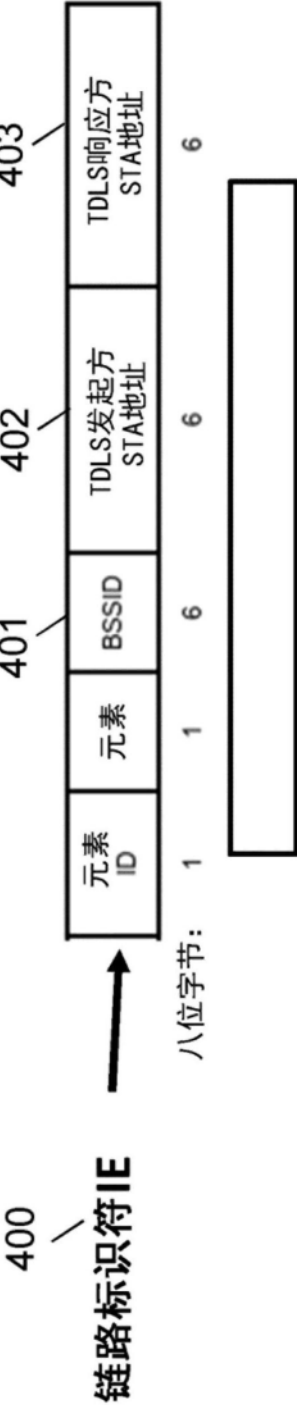


图4a

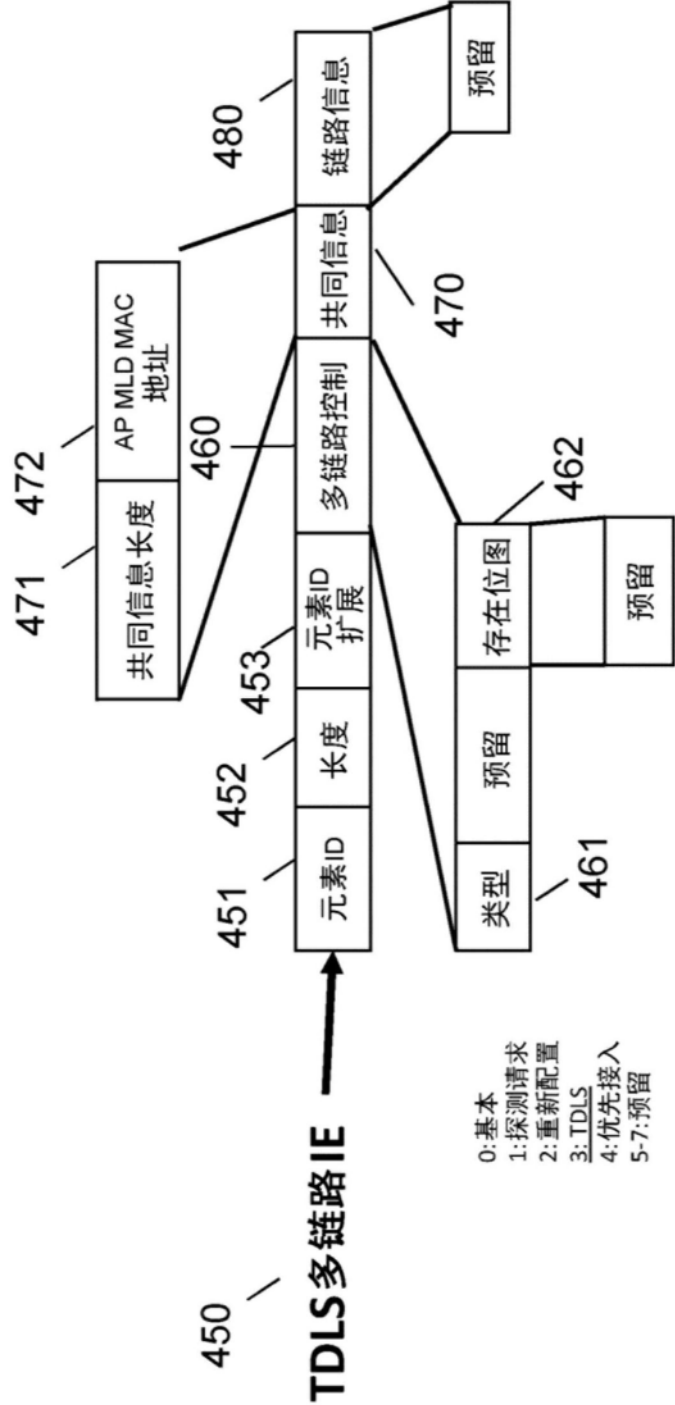


图4b

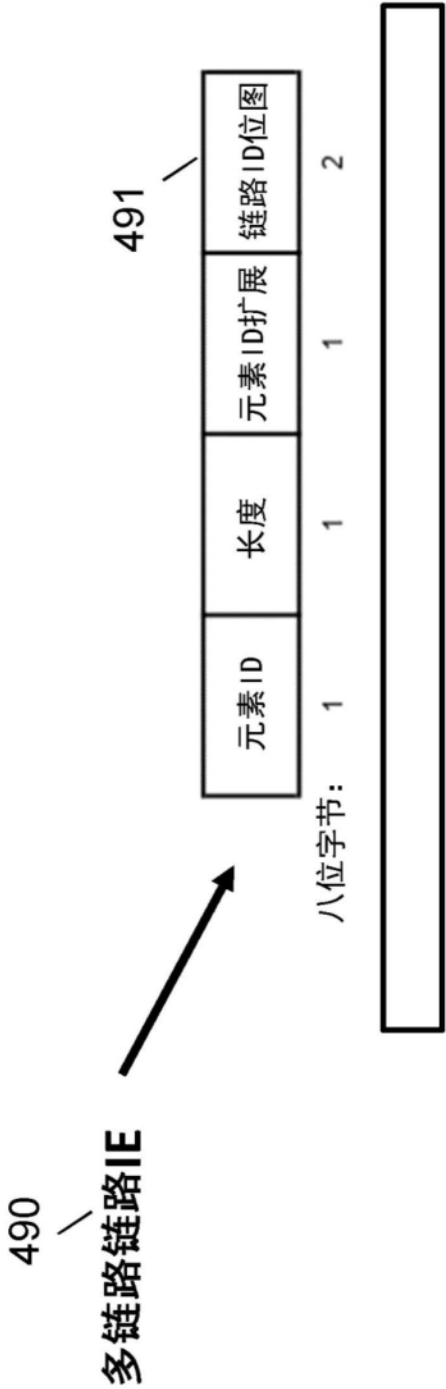


图4c

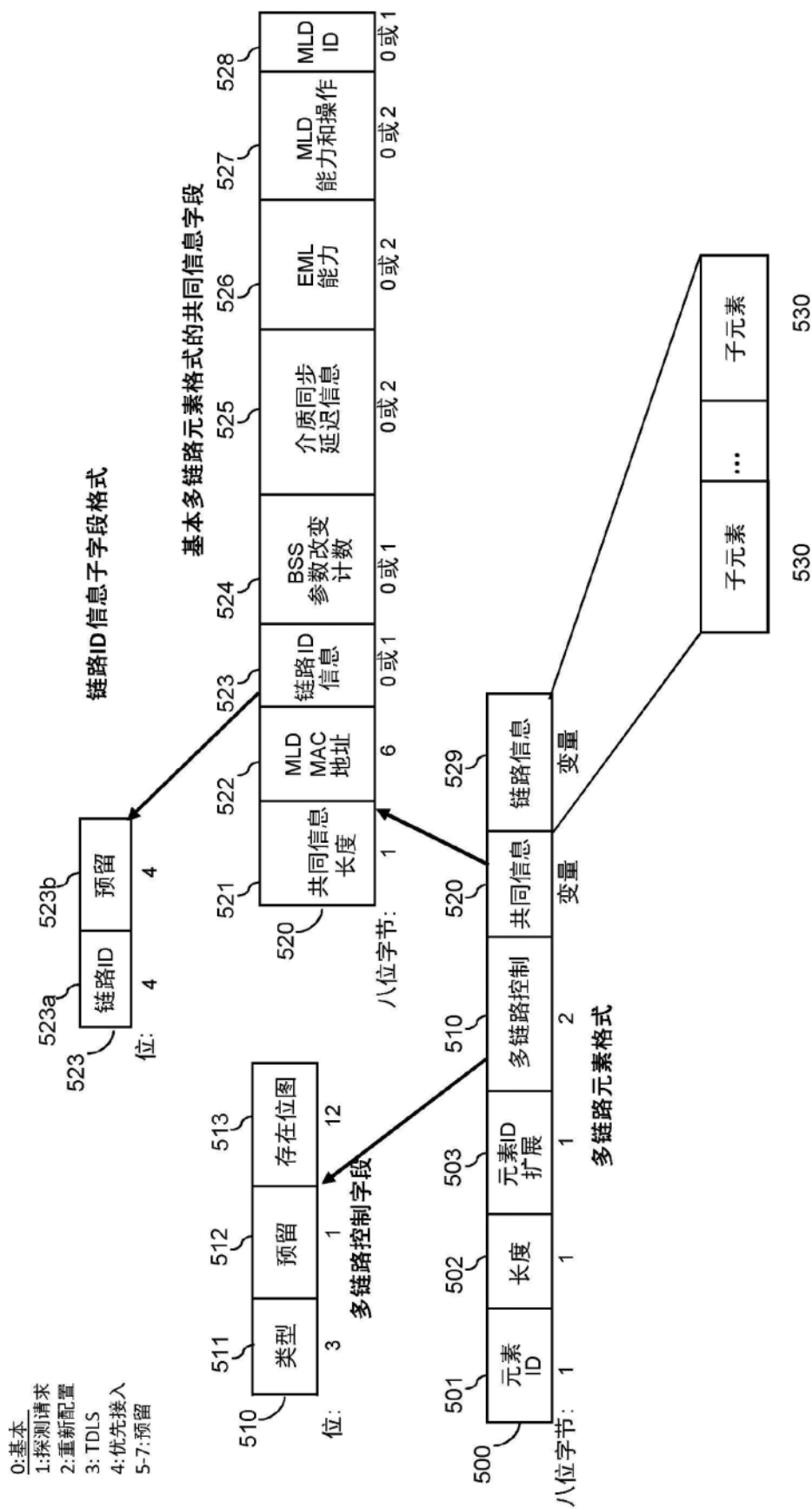


图5a1

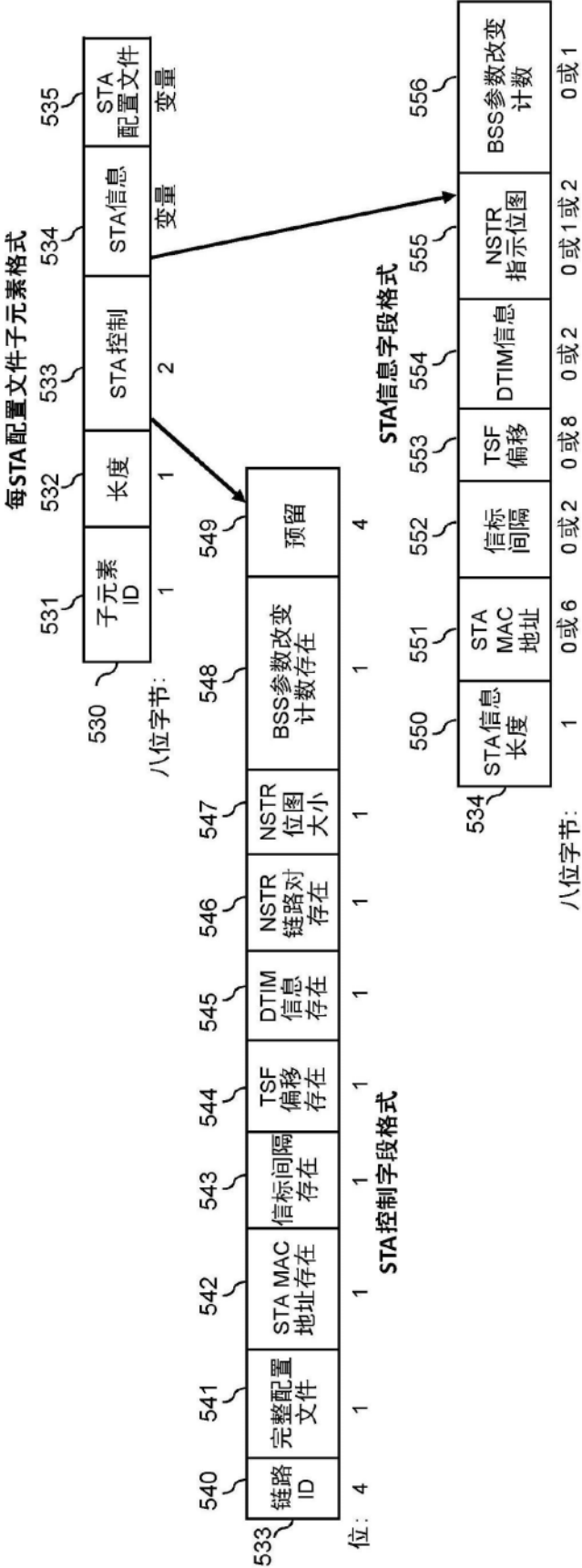


图5a2

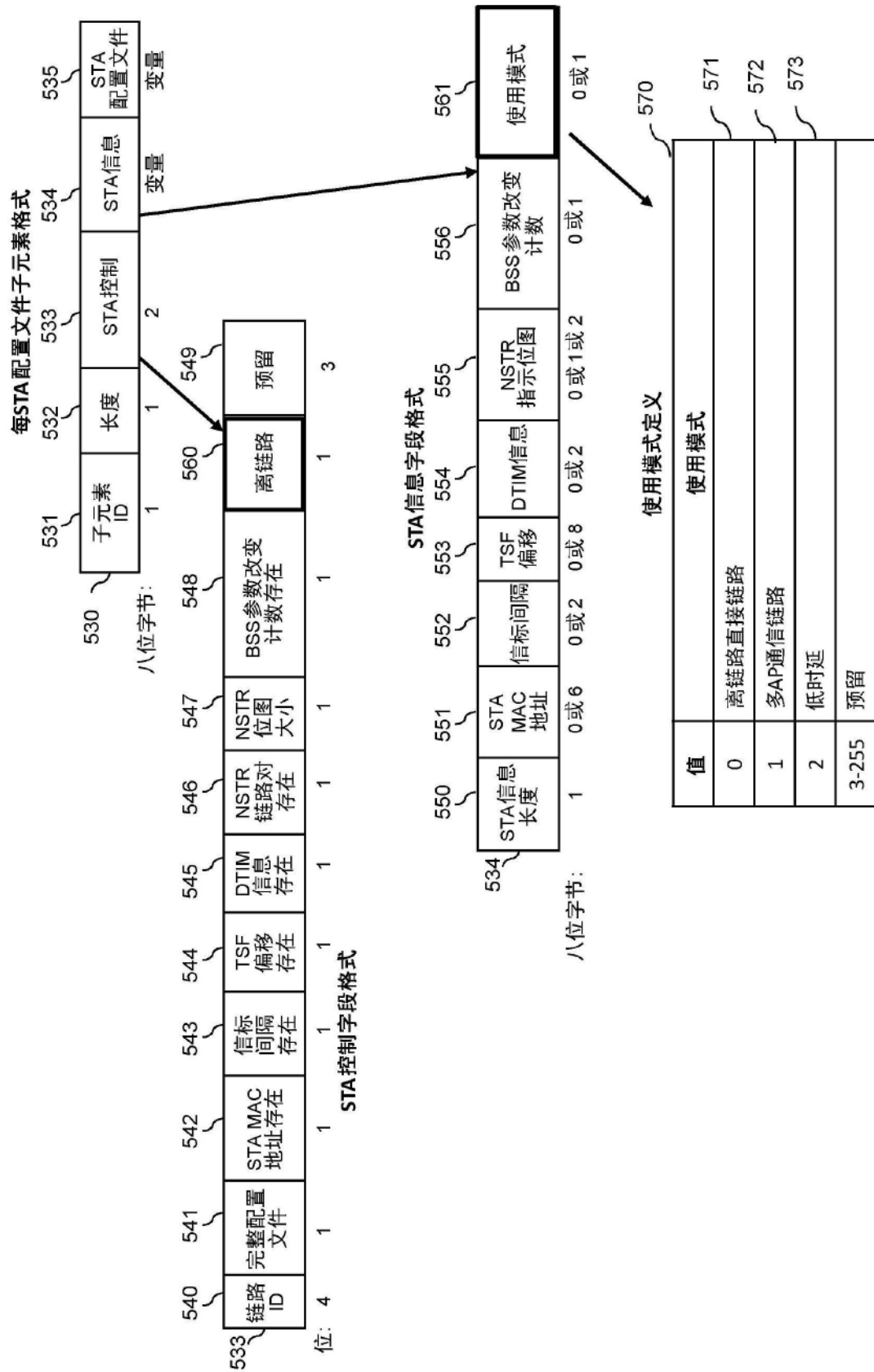


图5b

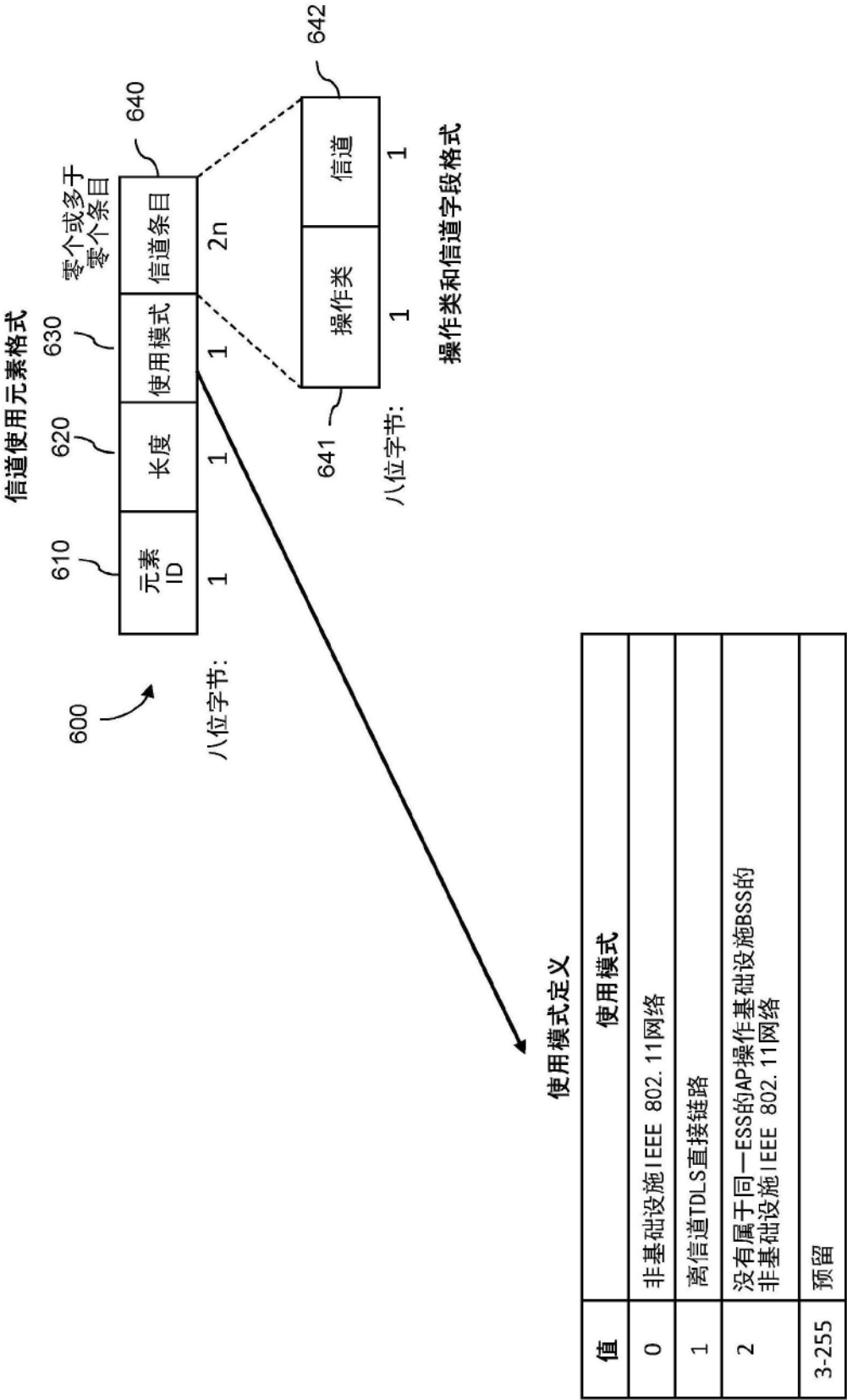


图6

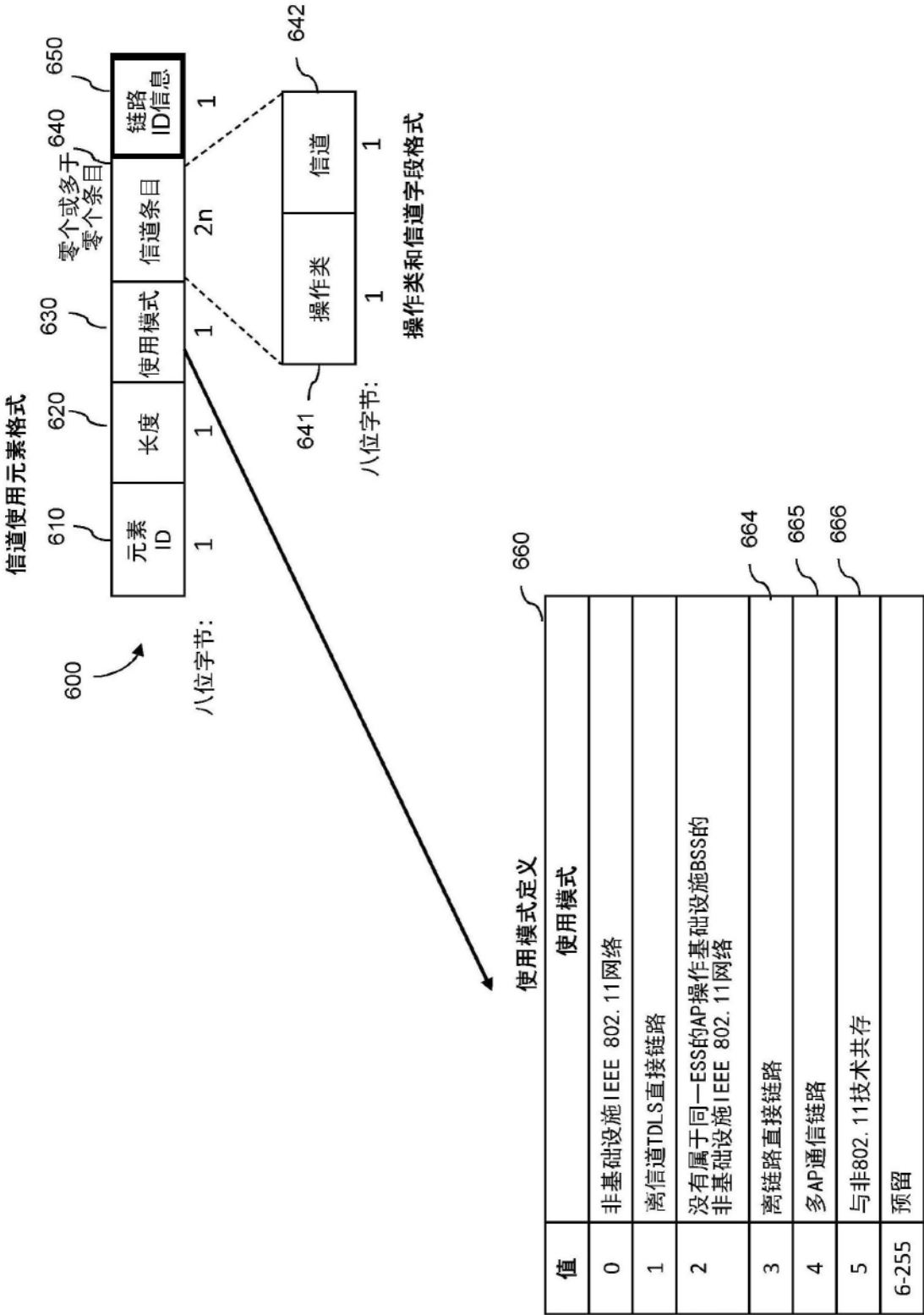


图6a

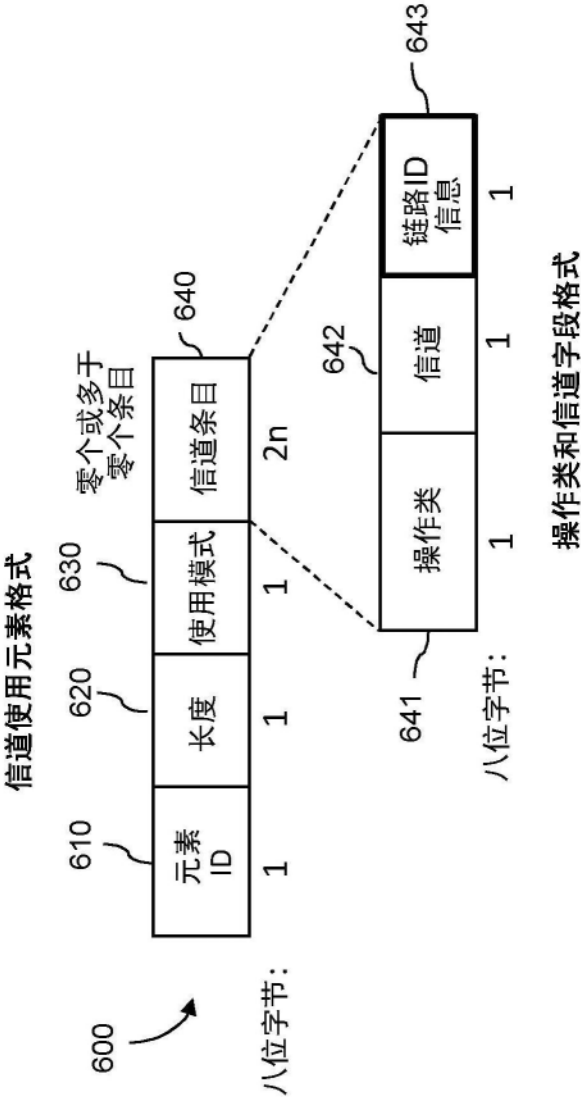


图6b

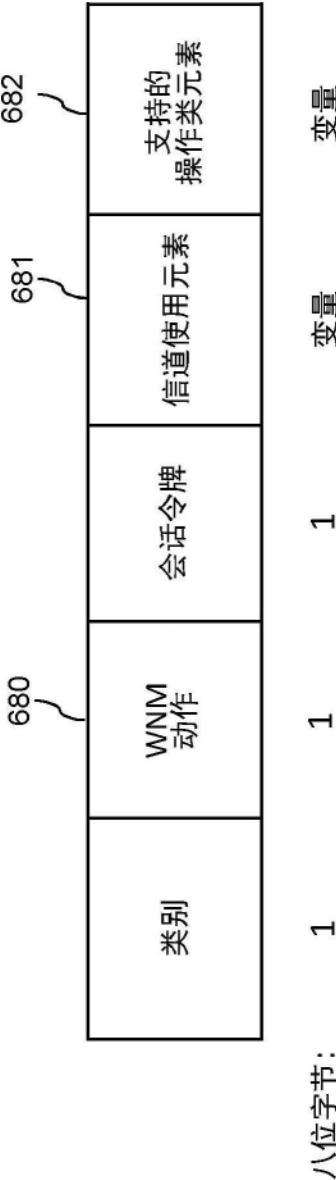


图6c

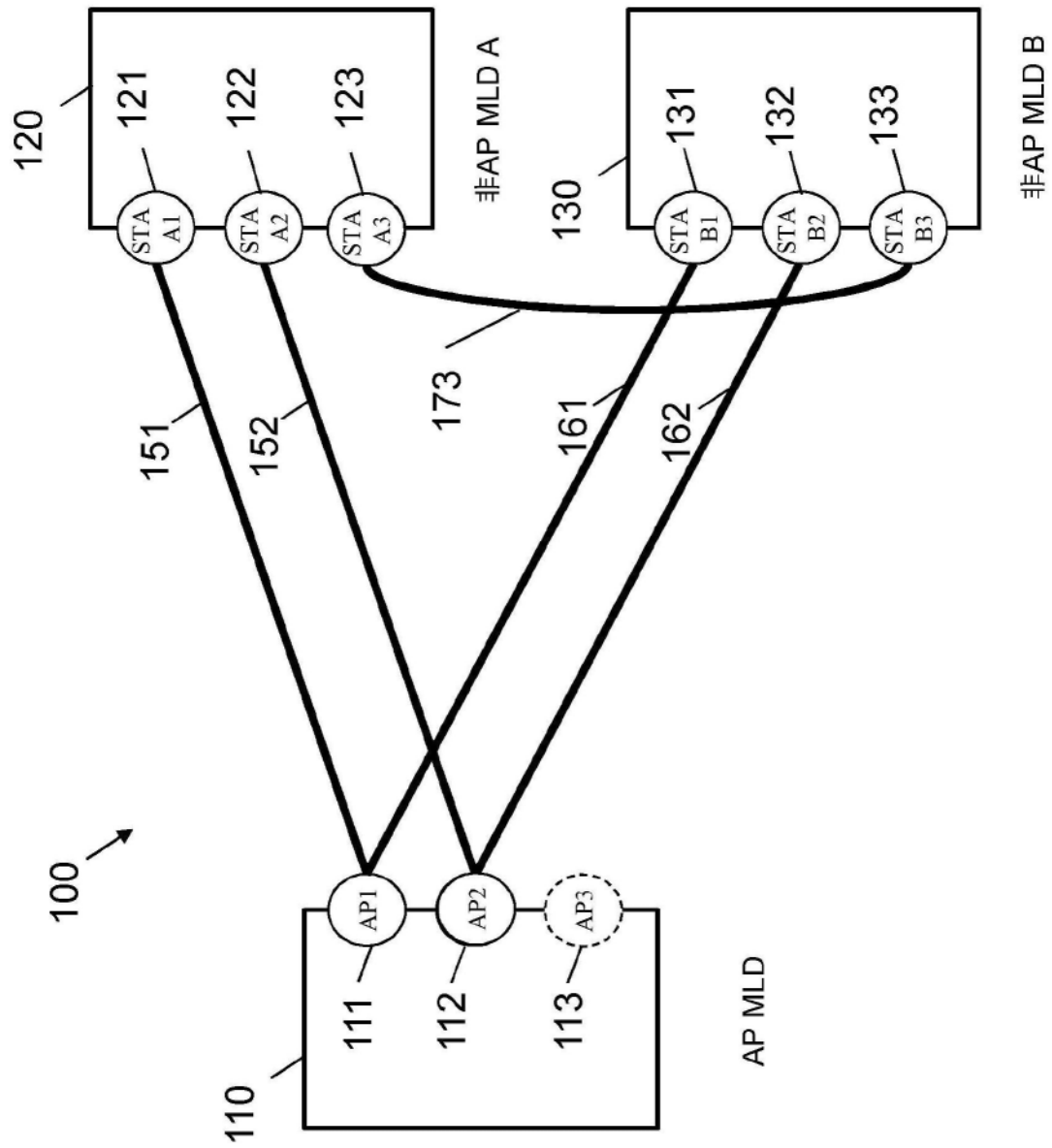


图7a

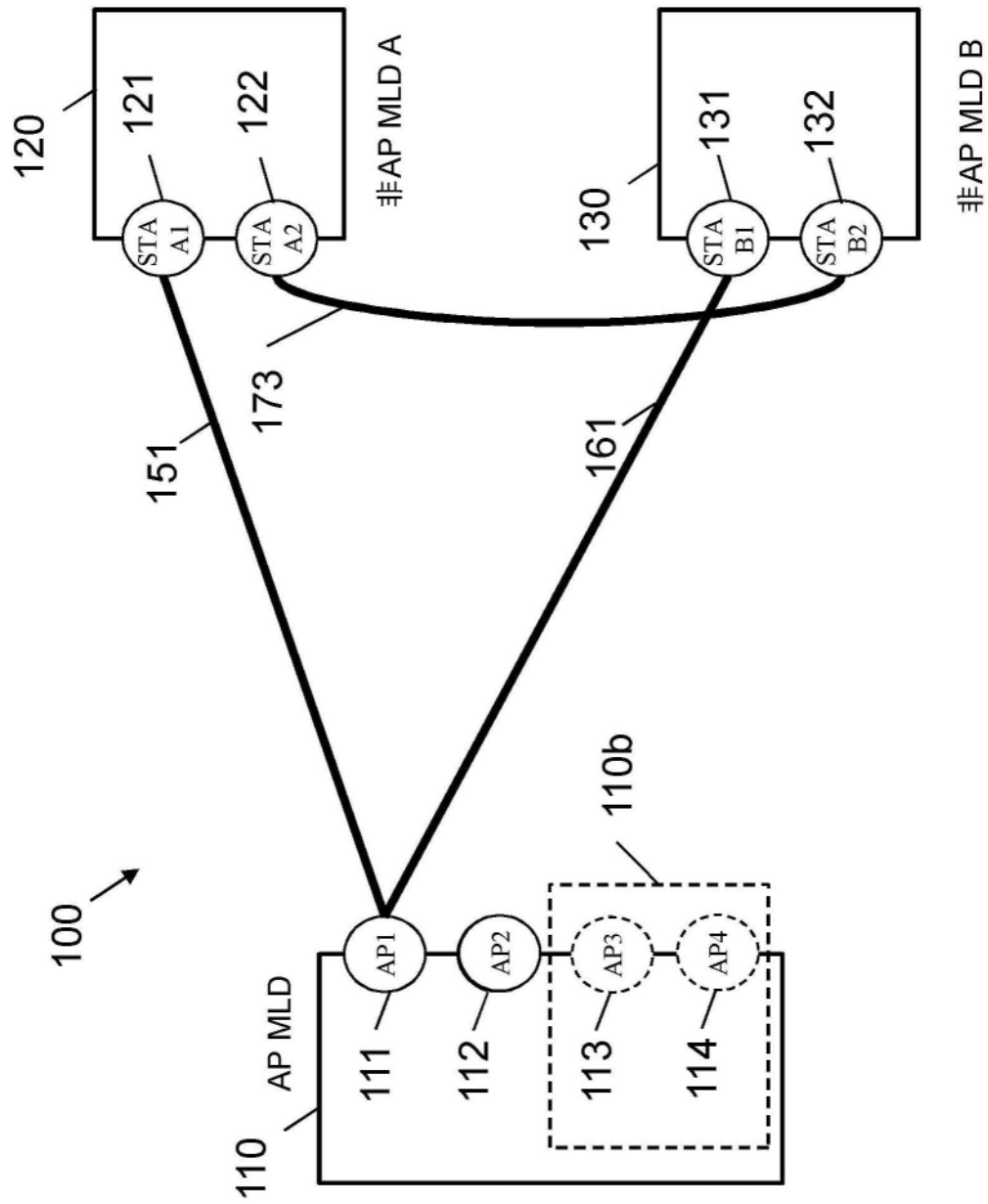


图7b

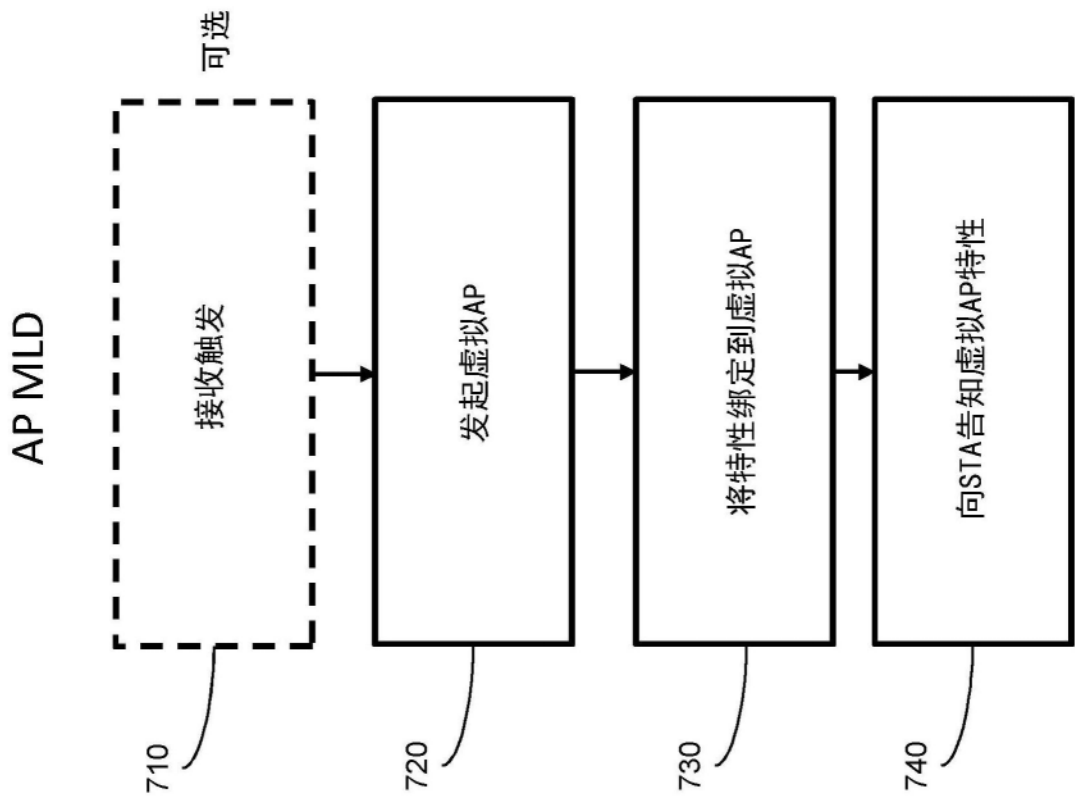


图7c

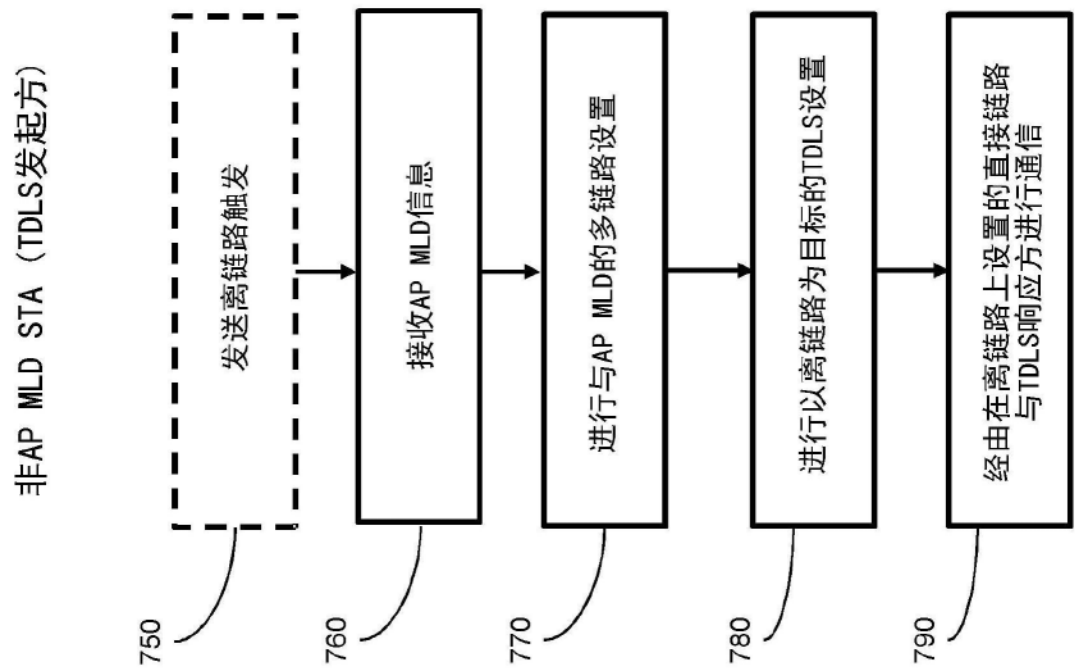


图7d

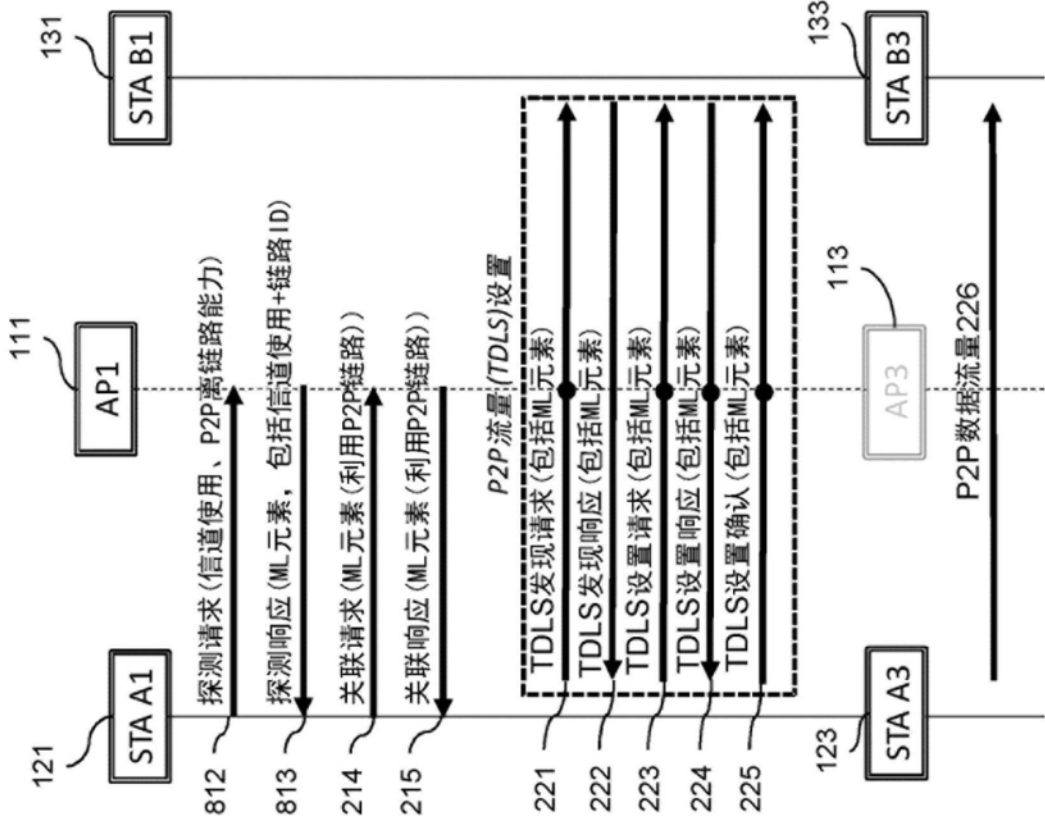


图8

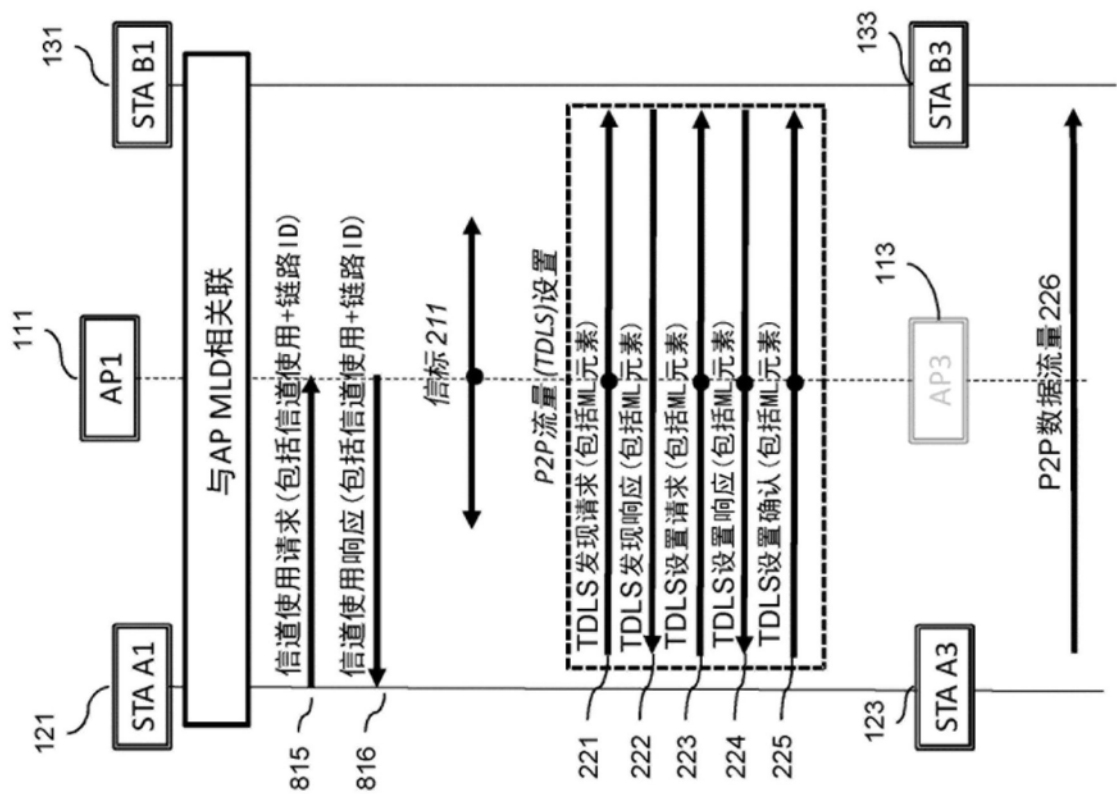


图8b

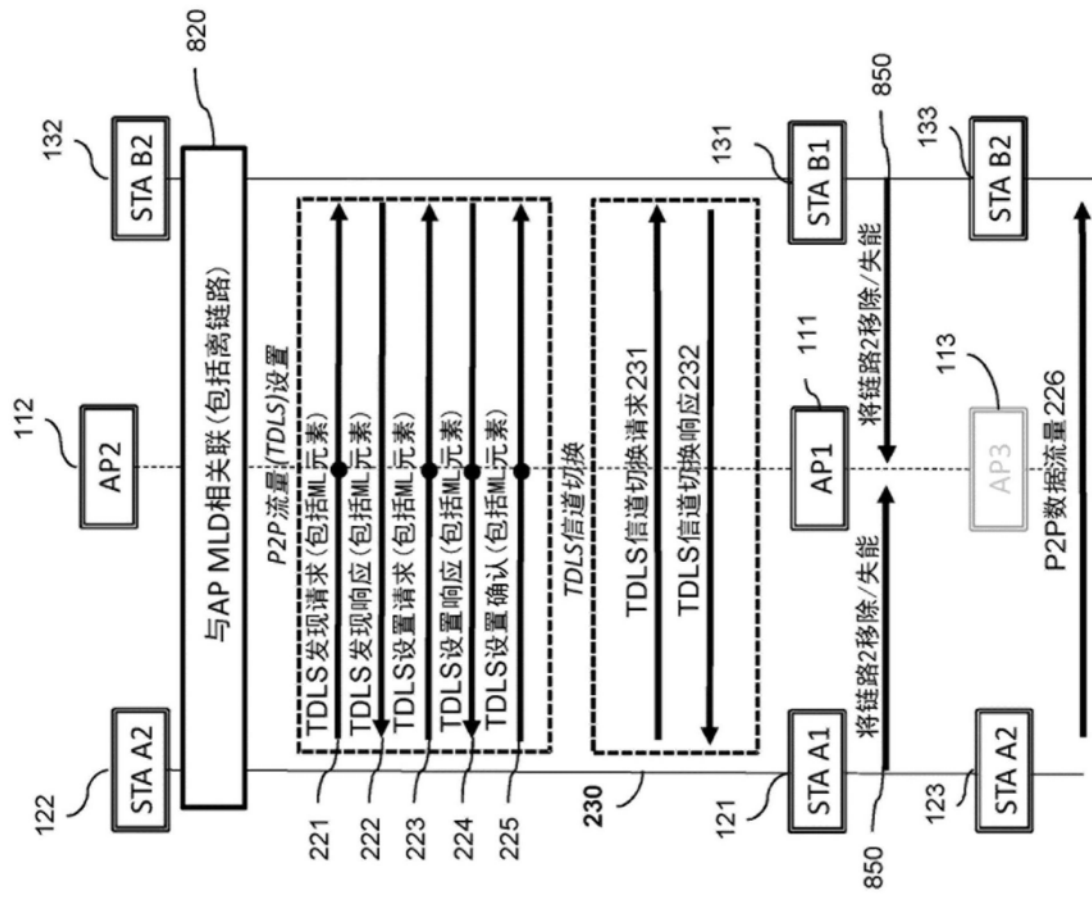


图8c

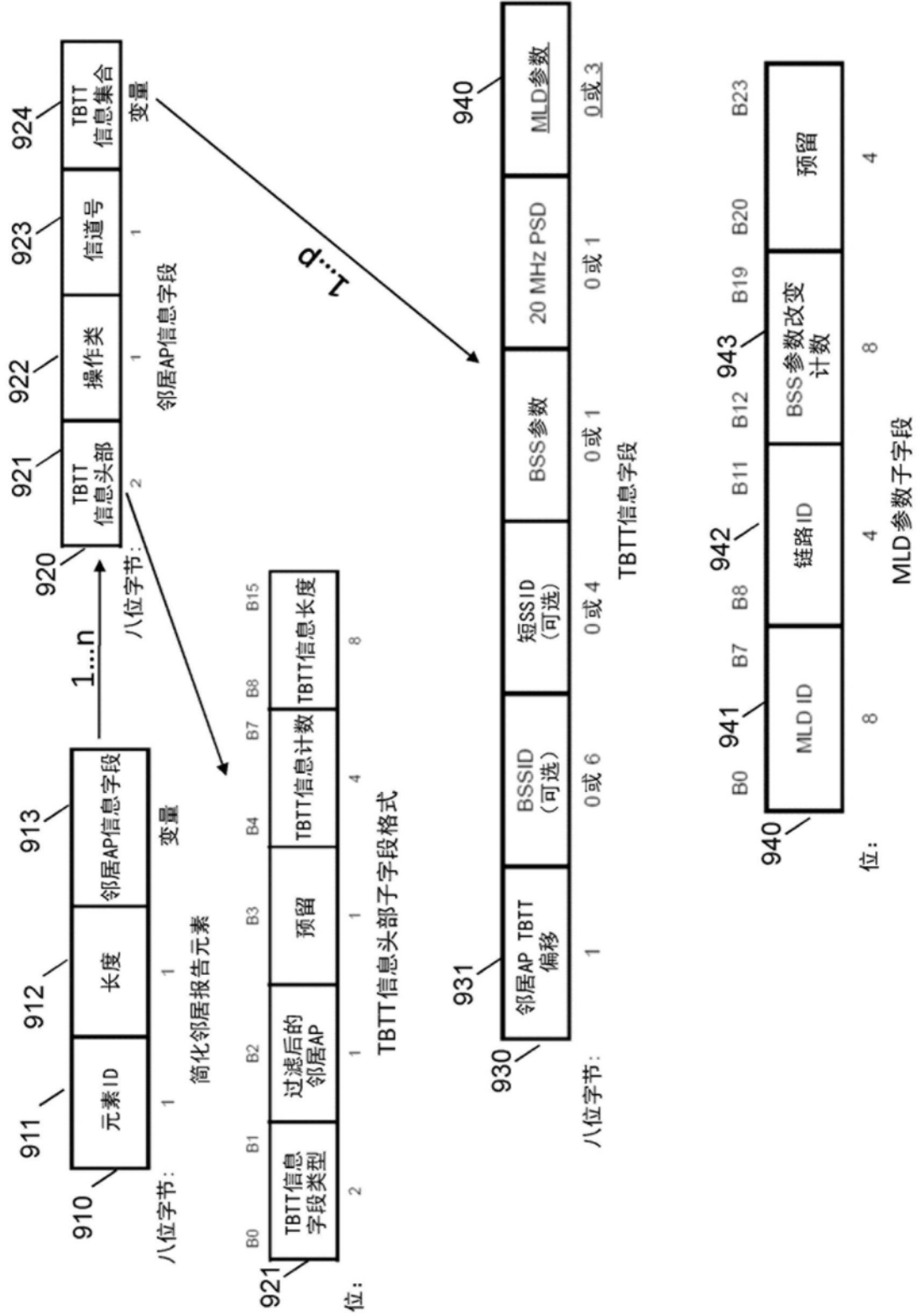


图9

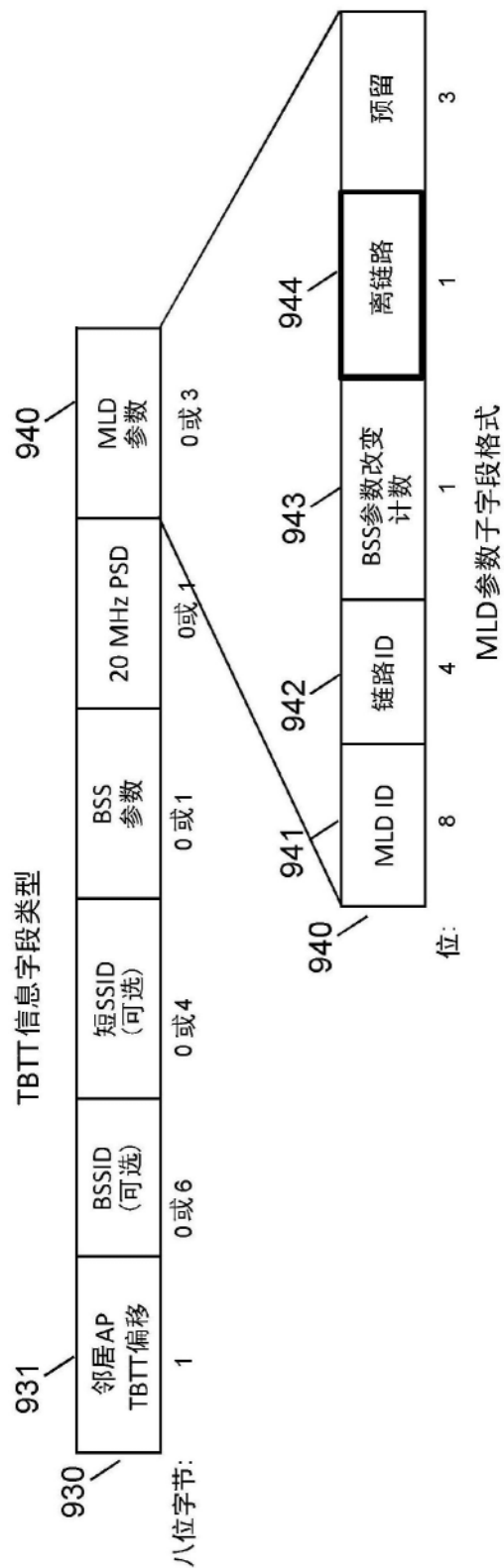


图9a

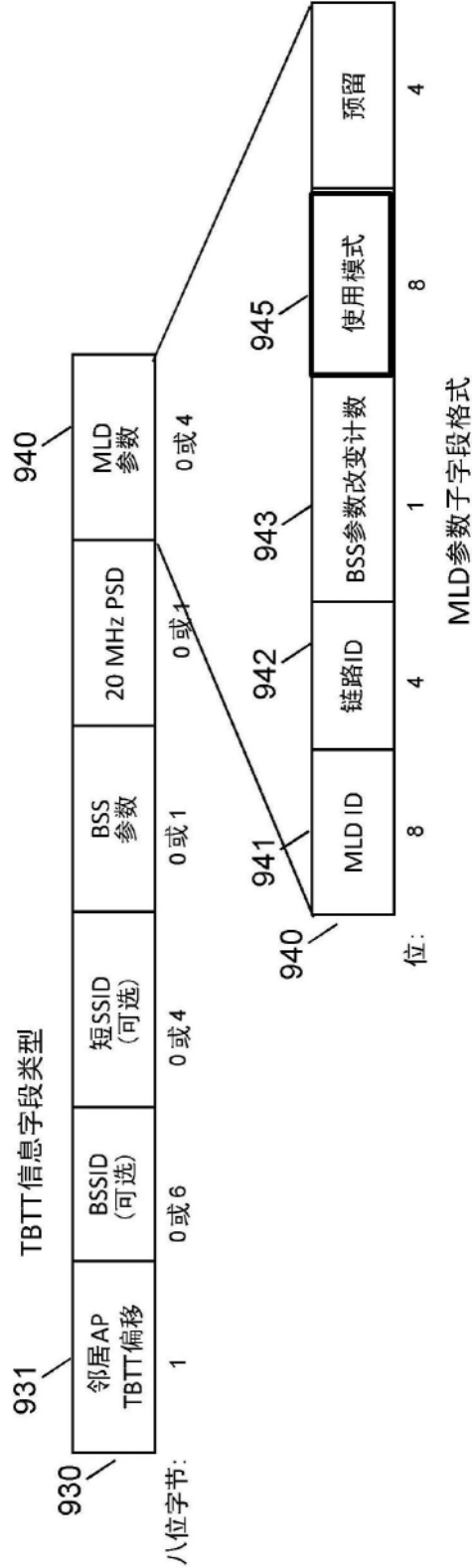


图9b

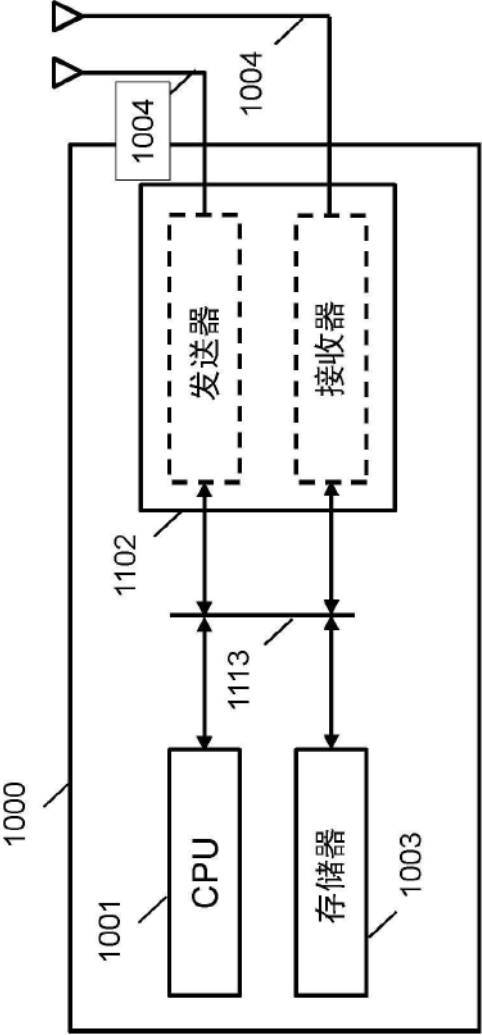


图10a

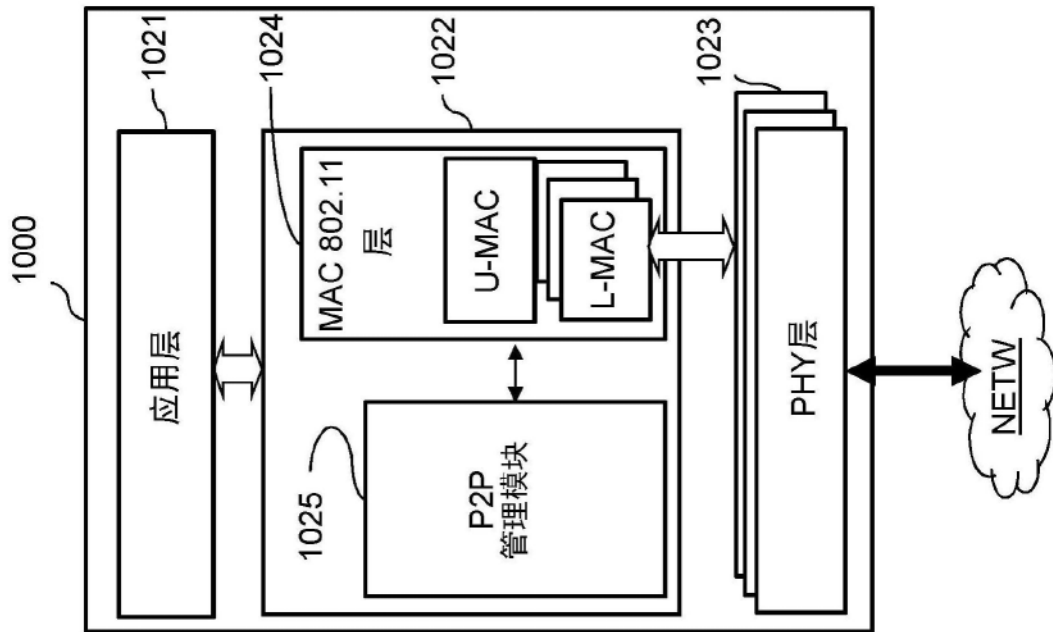


图10b

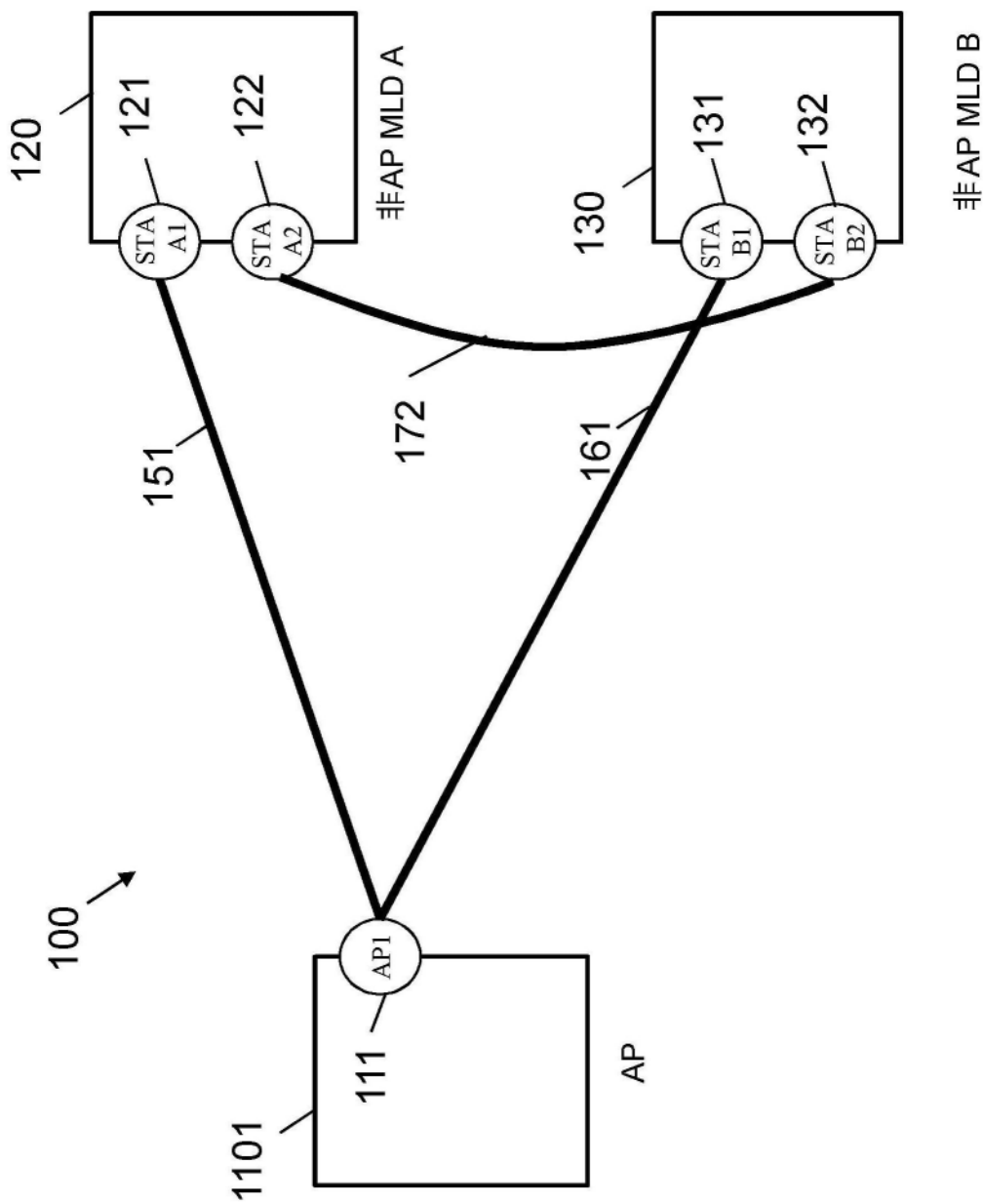


图11a

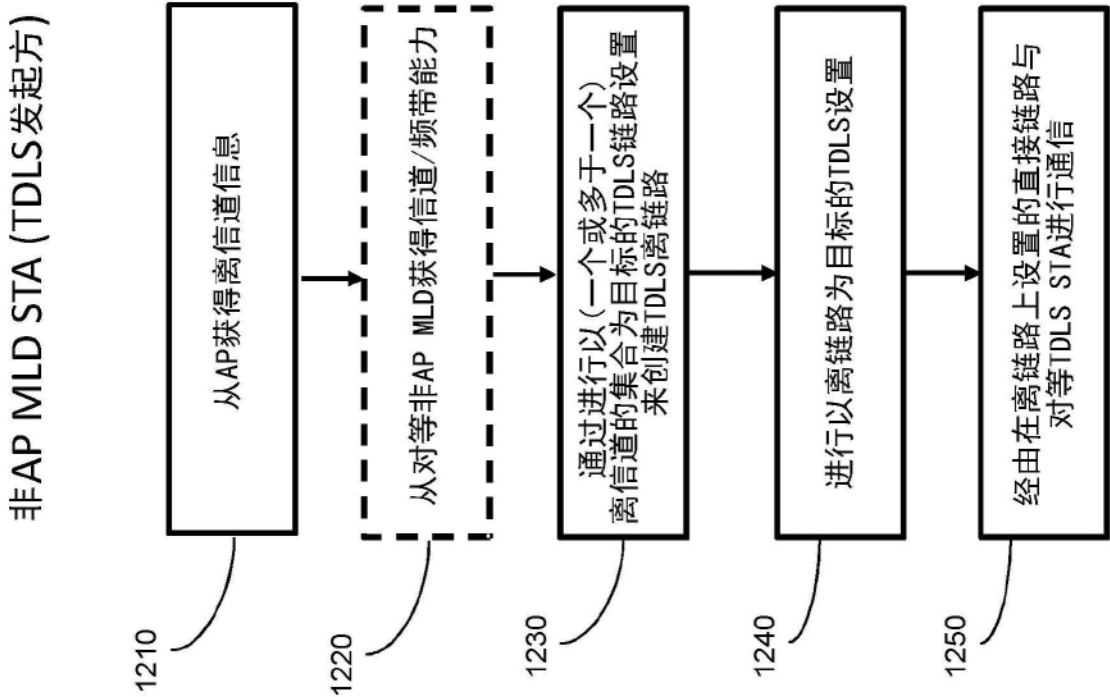


图11b

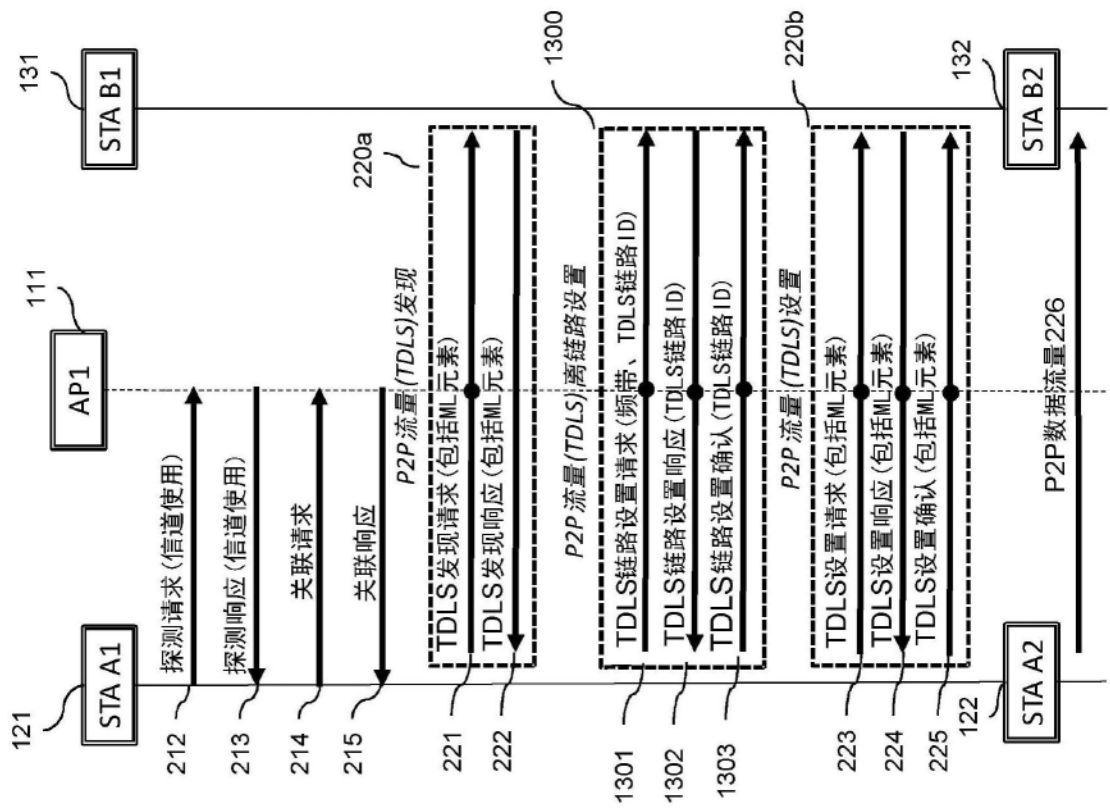


图11c

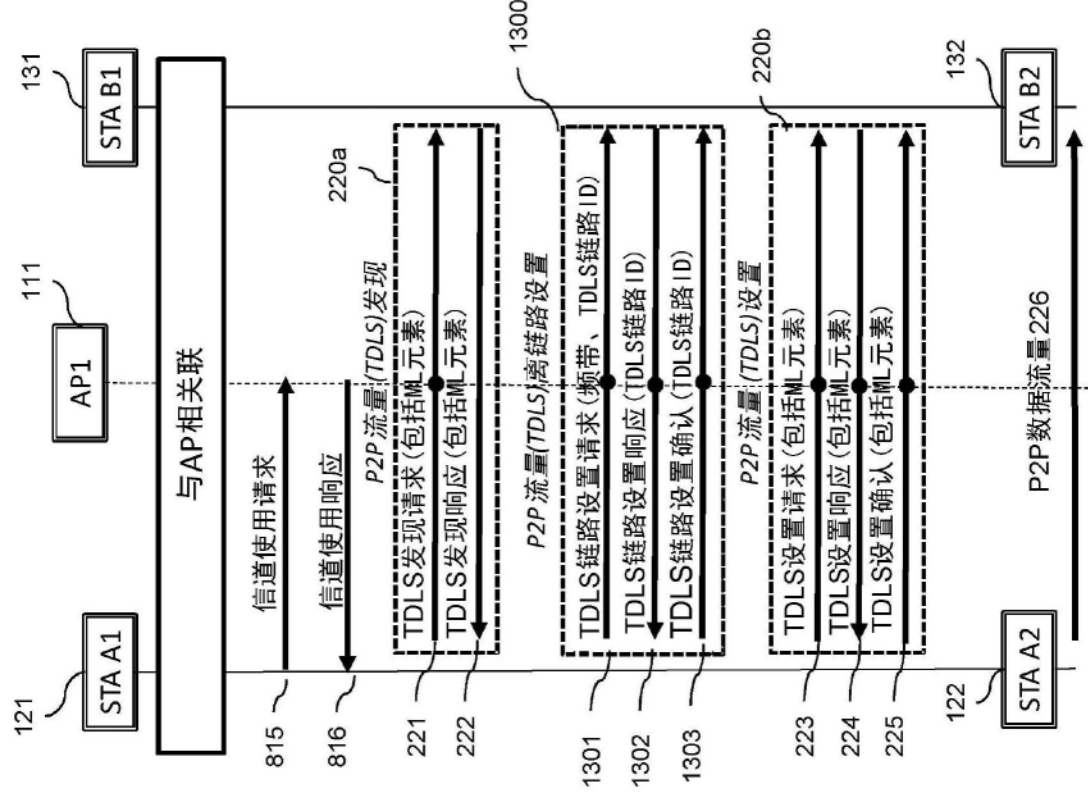


图11d

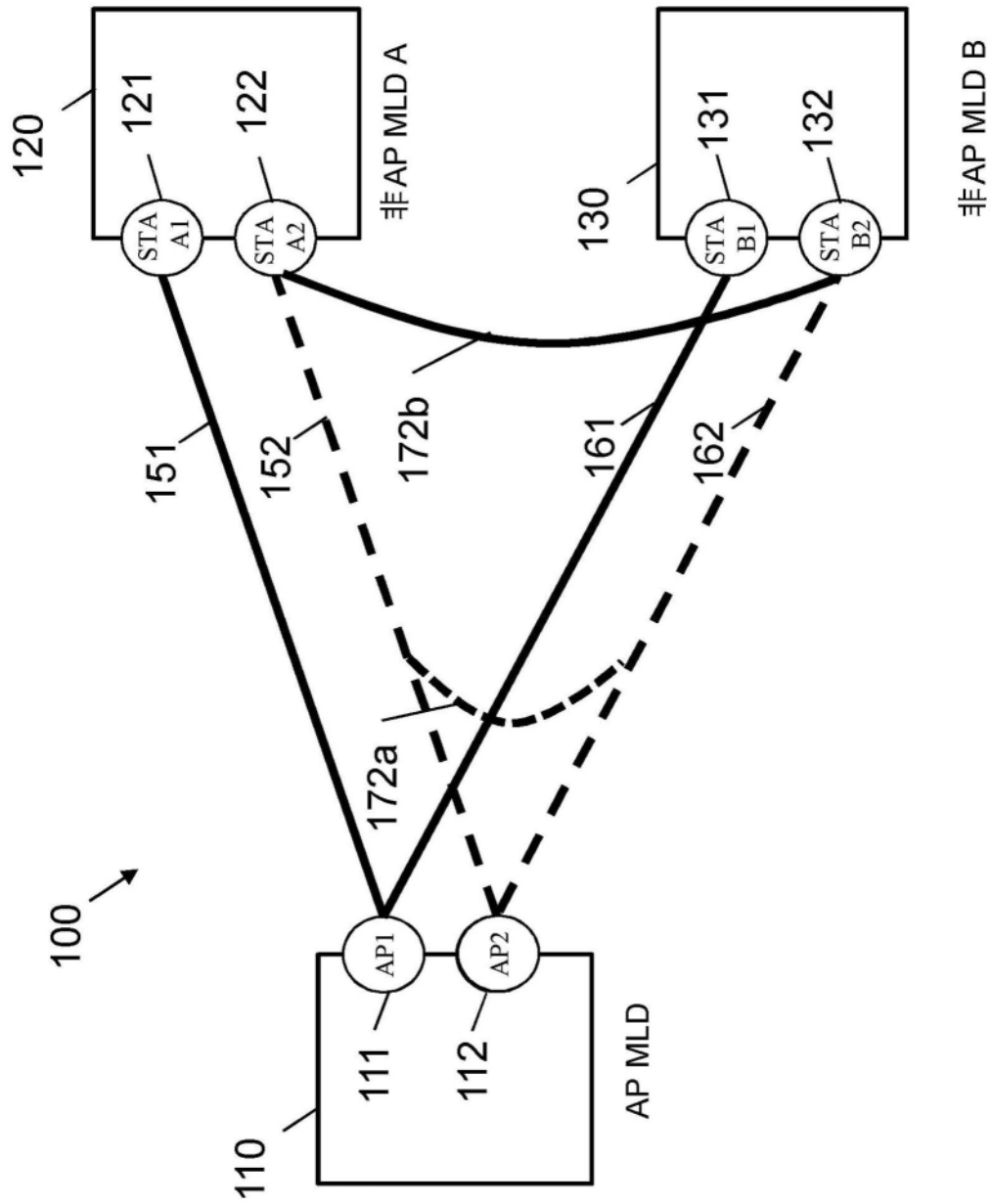


图12a

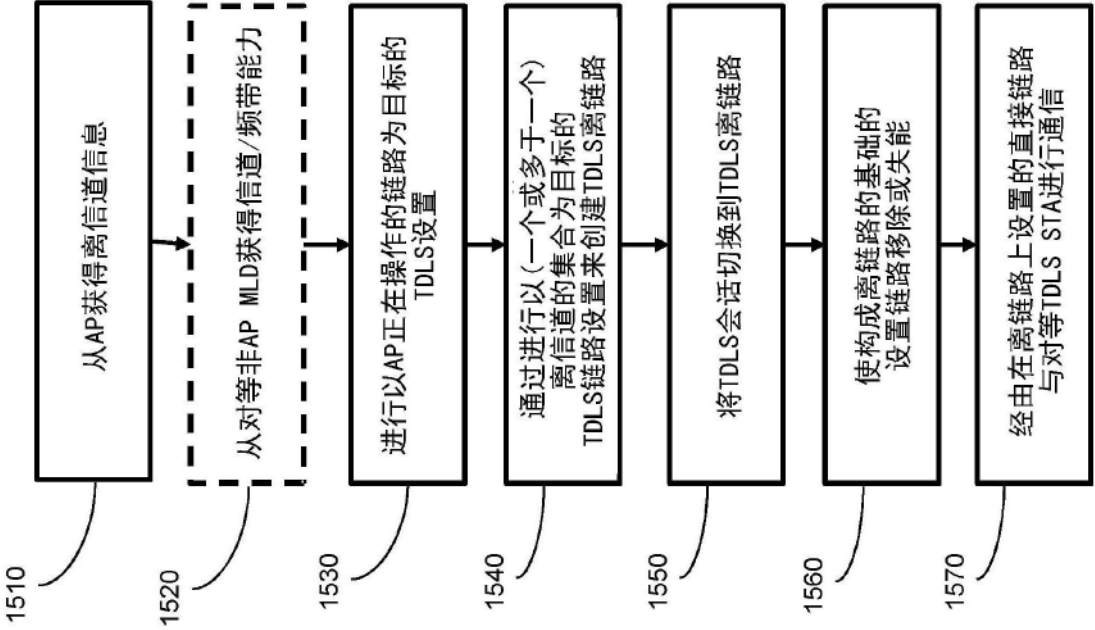


图12b

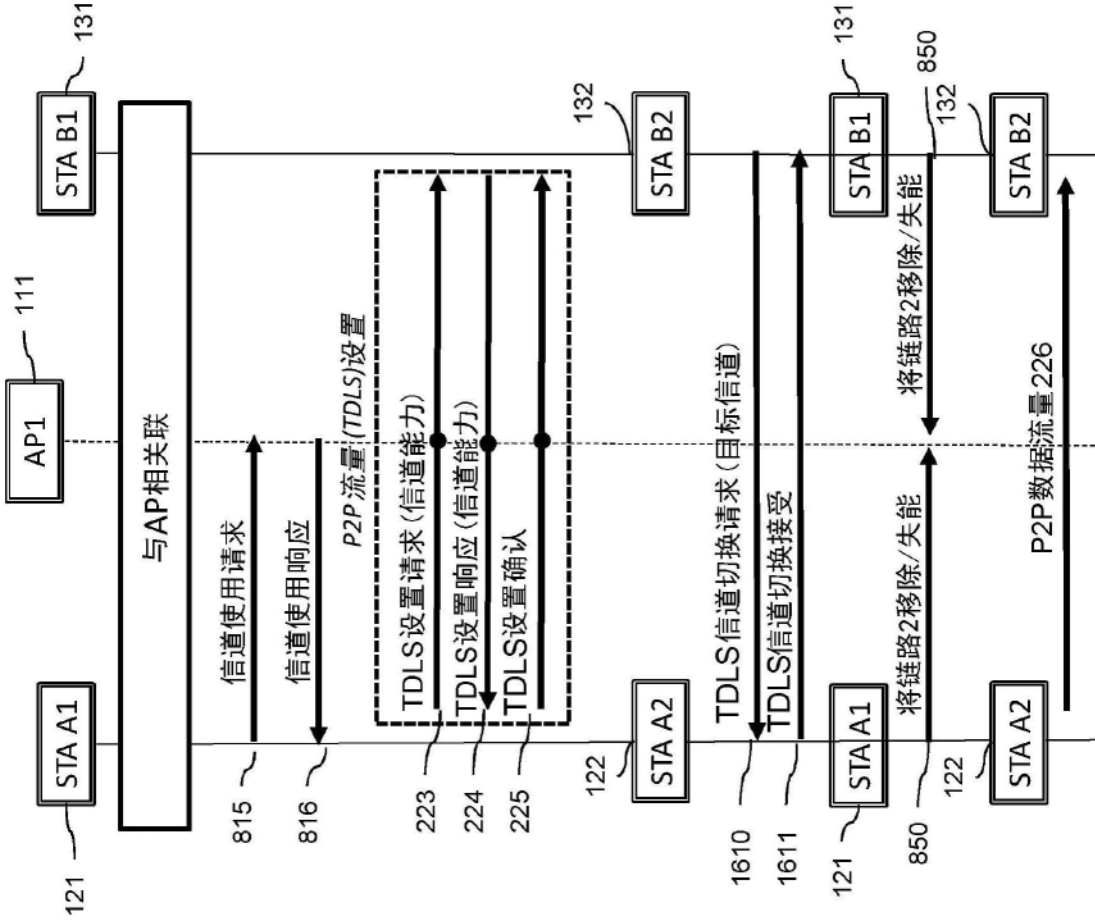


图12c

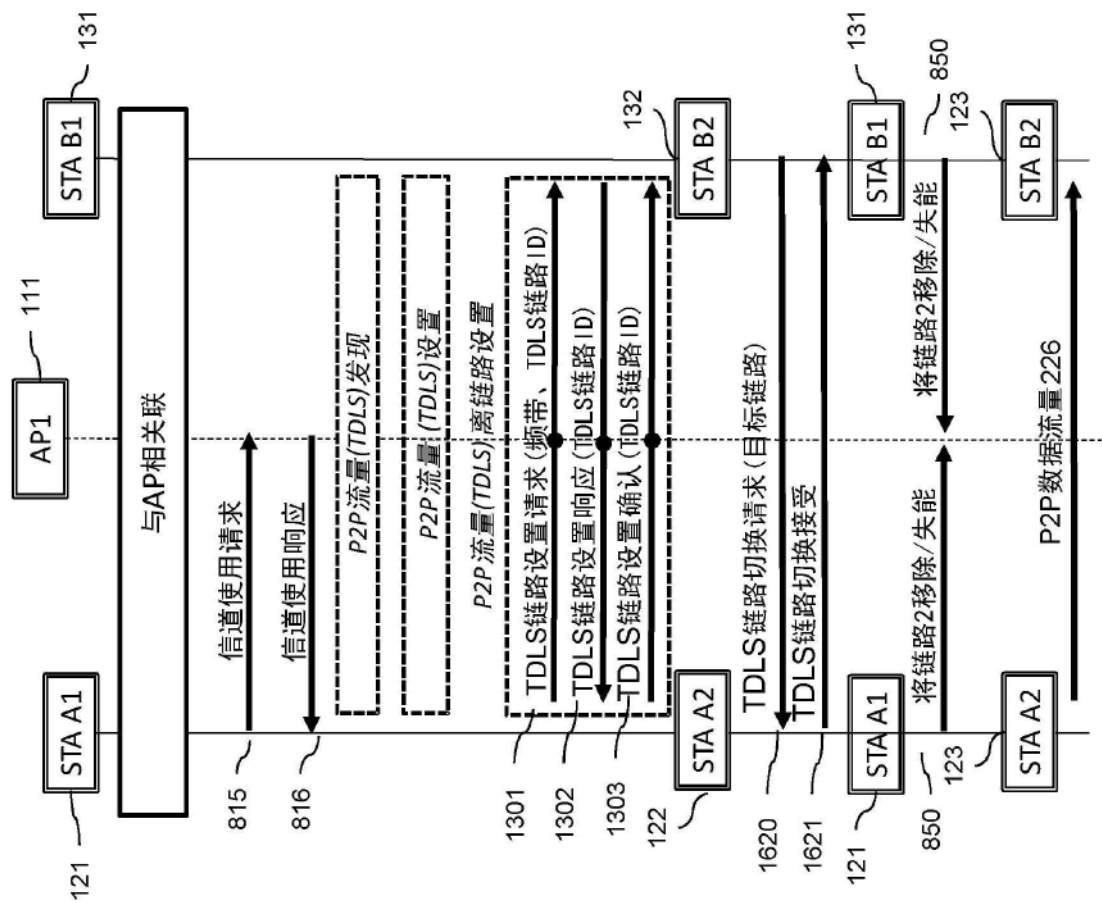


图12d