



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107113888 B

(45)授权公告日 2020.08.04

(21)申请号 201680005678.6

(22)申请日 2016.01.14

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107113888 A

(43)申请公布日 2017.08.29

(30)优先权数据  
62/104,001 2015.01.15 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2017.07.13

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2016/013425 2016.01.14

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02016/115357 EN 2016.07.21

(73)专利权人 高通股份有限公司  
地址 美国加利福尼亚

(72)发明人 M·M·文廷克

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
72002  
代理人 张立达 王英

(51)Int.Cl.  
H04W 74/08(2009.01)

(56)对比文件

US 2013121303 A1,2013.05.16

US 2013223419 A1,2013.08.29

US 2013148501 A1,2013.06.13

US 2008123558 A1,2008.05.29

Alcatel-Lucent Shanghai Bell,  
Alcatel-Lucent.Considerations on LBT  
Enhancements for Licensed-Assisted  
Access.《R1-144083 3GPP TSG RAN WG1  
Meeting #78bis》.2014,正文第3节.

Alcatel-Lucent Shanghai Bell,  
Alcatel-Lucent.Considerations on LBT  
Enhancements for Licensed-Assisted  
Access.《R1-144083 3GPP TSG RAN WG1  
Meeting #78bis》.2014,正文第3节.

Liqiang Zhao and Jie Zhang.Using  
Incompletely Cooperative Game Theory in  
Wireless Mesh Networks.《IEEE Network》  
.2008,正文第2页第2栏第4段. (续)

审查员 乔莹

权利要求书4页 说明书23页 附图24页

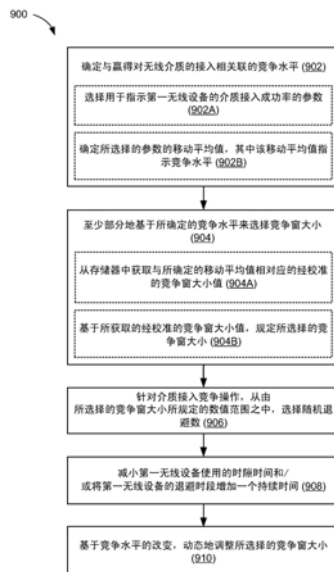
(54)发明名称

基于对话前监听负载的信道接入以与WI-FI共存

(57)摘要

公开了可以确保与基于负载设备(LBE)协议相关联的第一无线设备和与增强型分布式信道接入(EDCA)相关联的多个第二无线设备之间的平等介质接入的系统和方法。第一无线设备可以确定与赢得无线介质的接入相关联的竞争水平,至少部分地基于所确定的竞争水平来选择竞争窗大小,并针对介质接入竞争操作,从根据所选择的竞争窗大小所规定的数值范围之中,选择随机退避数。

CN 107113888 B



[接上页]

(30) 优先权数据

62/183,619 2015.06.23 US  
62/184,043 2015.06.24 US  
62/203,278 2015.08.10 US  
62/215,494 2015.09.08 US  
62/239,450 2015.10.09 US  
62/252,947 2015.11.09 US  
14/994,604 2016.01.13 US

(56) 对比文件

Mahdieh Ghazvini, etc. A Game Theory based Contention Window Adjustment for IEEE 802.11 under Heavy Load. 《International Journal of Communication Networks and Information Security (IJCNIS)》. 2013, 全文.

1. 在无线网络中,一种用于确保与基于负载设备(LBE)协议相关联的第一无线设备和与增强型分布式信道接入(EDCA)协议相关联的多个第二无线设备之间的平等介质接入的方法,所述方法由所述第一无线设备执行,并且所述方法包括:

确定与赢得对无线介质的接入相关联的竞争水平,所确定的竞争水平指示赢得介质接入的可能性;

至少部分地基于所确定的竞争水平来选择竞争窗大小;

针对介质接入竞争操作,从由所选择的竞争窗大小规定的数值范围之中,选择随机退避数;以及

使用所述随机退避数来执行所述介质接入竞争操作,其中,所述LBE协议指定固定的竞争窗大小用于所有介质接入竞争操作,而不管在所述介质接入竞争操作期间的冲突,并且所述EDCA协议针对源自于所述无线介质上的冲突的每个后续的介质接入竞争操作,指定将所述竞争窗大小进行加倍。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述LBE协议是由针对LBE的欧洲电信标准协会(ETSI)宽带接入网络(BRAN)标准规定的,并且所述EDCA协议是由IEEE 802.11标准规定的。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第二无线设备被配置为使用指数退避过程进行冲突避免。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,确定所述竞争水平包括:

选择用于指示所述第一无线设备的介质接入成功率的参数;以及

确定所选择的参数的移动平均值,其中所述移动平均值指示所述竞争水平。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中,所选择的参数是由以下各项构成的组中的至少一个成员:每次传输的平均中断次数、所述无线介质上的平均冲突率、以及所述无线介质上的繁忙事件之间的平均时间。

6. 根据权利要求4所述的方法,其中,选择所述竞争窗大小包括:

从存储器中获取与所确定的移动平均值相对应的经校准的竞争窗大小值;以及

基于所获取的经校准的竞争窗大小值,规定所选择的竞争窗大小。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中,所述存储器针对所选择的参数的多个移动平均值中的每一个,存储相应的经校准的竞争窗大小值,其中当使用所述相应的经校准的竞争窗大小值来规定所述竞争窗大小时,导致所述第一无线设备和所述多个第二无线设备的相似介质接入成功率。

8. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

减少所述第一无线设备使用的时隙时间;以及

将所述第一无线设备的退避时段增加一个持续时间。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中,所述持续时间包括仲裁帧间空间(AIFS)持续时间。

10. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

基于所确定的竞争水平的改变,动态地调整所选择的竞争窗大小。

11. 一种与基于负载设备(LBE)协议相关联的第一无线设备,并且其被配置为确保与和增强型分布式信道接入(EDCA)协议相关联的多个第二无线设备的平等介质接入,所述第一无线设备包括:

一个或多个处理器;以及

被配置为存储指令的存储器,其中当所述指令由所述一个或多个处理器执行时,致使所述第一无线设备执行以下操作:

确定与赢得对无线介质的接入相关联的竞争水平,所确定的竞争水平指示赢得介质接入的可能性;

至少部分地基于所确定的竞争水平来选择竞争窗大小;

针对介质接入竞争操作,从由所选择的竞争窗大小规定的数值范围之中,选择随机退避数;以及

使用所述随机退避数来执行所述介质接入竞争操作,其中,所述LBE协议指定固定的竞争窗大小用于所有介质接入竞争操作,而不管在所述介质接入竞争操作期间的冲突,并且所述EDCA协议针对源自于所述无线介质上的冲突的每个后续的介质接入竞争操作,指定将所述竞争窗大小进行加倍。

12. 根据权利要求11所述的第一无线设备,其中,执行所述指令以确定所述竞争水平致使所述第一无线设备执行以下操作:

选择用于指示所述第一无线设备的介质接入成功率的参数;以及

确定所选择的参数的移动平均值,其中所述移动平均值指示所述竞争水平。

13. 根据权利要求12所述的第一无线设备,其中,所选择的参数是由以下各项构成的组中的至少一个成员:每次传输的平均中断次数、所述无线介质上的平均冲突率、以及所述无线介质上的繁忙事件之间的平均时间。

14. 根据权利要求12所述的第一无线设备,其中,执行所述指令以选择所述竞争窗大小致使所述第一无线设备执行以下操作:

从存储器中获取与所确定的移动平均值相对应的经校准的竞争窗大小值;以及

基于所获取的经校准的竞争窗大小值,规定所选择的竞争窗大小。

15. 根据权利要求14所述的第一无线设备,其中,所述存储器被配置为针对所选择的参数的多个移动平均值中的每一个,存储相应的经校准的竞争窗大小值,其中当使用所述相应的经校准的竞争窗大小值来规定所述竞争窗大小时,导致所述第一无线设备和所述多个第二无线设备的相似介质接入成功率。

16. 根据权利要求11所述的第一无线设备,其中,所述指令的执行致使所述第一无线设备还执行以下操作:

减少所述第一无线设备使用的时隙时间;以及

将所述第一无线设备的退避时段增加一个持续时间。

17. 根据权利要求11所述的第一无线设备,其中,所述指令的执行致使所述第一无线设备还执行以下操作:

基于所确定的竞争水平的改变,动态地调整所选择的竞争窗大小。

18. 一种与基于负载设备(LBE)协议相关联的第一无线设备,并且其被配置为确保与和增强型分布式信道接入(EDCA)协议相关联的多个第二无线设备的平等介质接入,所述第一无线设备包括:

用于确定与赢得对无线介质的接入相关联的竞争水平的单元,所确定的竞争水平指示赢得介质接入的可能性;

用于至少部分地基于所确定的竞争水平来选择竞争窗大小的单元；

用于针对介质接入竞争操作，从由所选择的竞争窗大小规定的数值范围之中，选择随机退避数的单元；以及

用于使用所述随机退避数来执行所述介质接入竞争操作的单元，其中，所述LBE协议指定固定的竞争窗大小用于所有介质接入竞争操作，而不管在所述介质接入竞争操作期间的冲突，并且所述EDCA协议针对源自于所述无线介质上的冲突的每个后续的介质接入竞争操作，指定将所述竞争窗大小进行加倍。

19. 根据权利要求18所述的第一无线设备，还包括：

用于选择用于指示所述第一无线设备的介质接入成功率的参数的单元；以及

用于确定所选择的参数的移动平均值的单元，其中所述移动平均值指示所述竞争水平。

20. 根据权利要求19所述的第一无线设备，其中，所选择的参数是由以下各项构成的组中的至少一个成员：每次传输的平均中断次数、所述无线介质上的平均冲突率、以及所述无线介质上的繁忙事件之间的平均时间。

21. 根据权利要求19所述的第一无线设备，其中，所述用于选择所述竞争窗大小的单元用于：

从存储器中获取与所确定的移动平均值相对应的经校准的竞争窗大小值；以及

基于所获取的经校准的竞争窗大小值，规定所选择的竞争窗大小。

22. 根据权利要求21所述的第一无线设备，其中，所述存储器被配置为针对所选择的参数的多个移动平均值中的每一个，存储相应的经校准的竞争窗大小值，其中当使用所述相应的经校准的竞争窗大小值来规定所述竞争窗大小时，导致所述第一无线设备和所述多个第二无线设备的相似介质接入成功率。

23. 根据权利要求18所述的第一无线设备，还包括：

用于基于所确定的竞争水平的改变，动态地调整所选择的竞争窗大小的单元。

24. 一种存储有包含指令的一个或多个程序的非临时性计算机可读存储介质，当所述指令由与基于负载设备(LBE)协议相关联的第一无线设备的一个或多个处理器执行时，致使所述第一无线设备通过执行包括以下各项的操作来确保与和增强型分布式信道接入(EDCA)协议相关联的多个第二无线设备的平等介质接入：

确定与赢得对无线介质的接入相关联的竞争水平，所确定的竞争水平指示赢得介质接入的可能性；

至少部分地基于所确定的竞争水平来选择竞争窗大小；

针对介质接入竞争操作，从由所选择的竞争窗大小规定的数值范围之中，选择随机退避数；以及

使用所述随机退避数来执行所述介质接入竞争操作，其中，所述LBE协议指定固定的竞争窗大小用于所有介质接入竞争操作，而不管在所述介质接入竞争操作期间的冲突，并且所述EDCA协议针对源自于所述无线介质上的冲突的每个后续的介质接入竞争操作，指定将所述竞争窗大小进行加倍。

25. 根据权利要求24所述的非临时性计算机可读存储介质，其中，执行所述指令以确定所述竞争水平致使所述第一无线设备执行还包括以下各项的操作：

选择用于指示所述第一无线设备的介质接入成功率的参数;以及  
确定所选择的参数的移动平均值,所述移动平均值指示所述竞争水平。

26. 根据权利要求25所述的非临时性计算机可读存储介质,其中,执行所述指令以选择所述竞争窗大小致使所述第一无线设备执行还包括以下各项的操作:

从存储器中获取与所确定的移动平均值相对应的经校准的竞争窗大小值;以及  
基于所获取的经校准的竞争窗大小值,规定所选择的竞争窗大小。

27. 根据权利要求26所述的非临时性计算机可读存储介质,其中,所述存储器被配置为针对所选择的参数的多个移动平均值中的每一个,存储相应的经校准的竞争窗大小值,其中当使用所述相应的经校准的竞争窗大小值来规定所述竞争窗大小时,导致所述第一无线设备和所述多个第二无线设备的相似介质接入成功率。

28. 根据权利要求24所述的非临时性计算机可读存储介质,其中,所述指令的执行致使所述第一无线设备执行还包括以下项的操作:

基于所确定的竞争水平的改变,动态地调整所选择的竞争窗大小。

## 基于对话前监听负载的信道接入以与Wi-Fi共存

### 技术领域

[0001] 概括地说,示例性实施例涉及无线网络,具体地说,示例性实施例涉及无线设备之间的信道接入操作。

### 背景技术

[0002] Wi-Fi网络可以由一个或多个接入点(AP)来形成,这些AP提供与多个客户端设备或者站(STA)的无线通信信道或者链路。每一个AP可以对应于一个基本服务集(BSS),定期地广播信标帧,以使位于该AP的无线范围之内的任何STA都能够建立和/或维持与Wi-Fi网络的通信链路。这些信标帧可以包括用于指示AP是否有排队的针对这些STA的下行链路数据的业务指示图(TIM),通常,根据目标信标传输时间(TBTT)时间表来广播这些信标帧。

[0003] 在典型的Wi-Fi网络中,在任何给定的时间只有一个设备可以使用共享的无线介质。为了仲裁对于共享无线介质的接入,IEEE 802.11标准规定了分布式协调功能(DCF),DCF指示各个STA(和AP)对介质进行“监听”以确定该介质何时是空闲的(例如,使用“载波感测”技术)。当STA检测到无线介质已经连续地空闲了DCF帧间间隔(DIFS)持续时间时,STA可以尝试在无线介质上发送数据。在5GHz频带进行操作的很多Wi-Fi网络使用增强型分布式信道接入(EDCA)机制来进行介质接入竞争操作。EDCA机制是对话前监听(LBT)协议的例子。

[0004] 例如,为了防止多个设备同时地接入无线介质,每个设备可以选择一个随机“退避”数或时段。在DIFS持续时间结束时,竞争时段开始,在此期间,在每个设备尝试在无线介质上发送数据之前,都等待由其退避数(例如,其退避时段)所确定的一段时间。选择最低退避数的设备将具有最短的退避时段(例如,竞争时段中的最早时隙时间),并因此“赢得”介质接入竞争操作。如果多个设备都选择相同的退避值,并随后尝试同时地发送数据,则将发生冲突,这些设备使用指数退避过程来再次竞争介质接入,在该过程中,每个设备针对每个后续的介质接入竞争操作,将其退避数的值加倍。

[0005] 其它无线网络也可以操作在5GHz频带上,并且因此可以与遵循IEEE 802.11的无线网络共享相同的无线介质。这些其它无线网络可能不使用指数退避过程来进行冲突避免,因此与这些其它无线网络相关联的设备在竞争介质接入时,可能相对于与基于EDCA的无线网络相关联的设备具有优势。例如,与针对基于负载的设备(LBE)的欧洲电信标准协会(ETSI)宽带接入网络(BRAN)相关联的信道接入机制可能不采用指数退避过程来避免冲突,这转而可能使根据LBE协议操作的无线设备相对于采用EDCA机制进行冲突避免的无线设备具有不公平的优势。

[0006] 因此,期望的是,基于LBE的设备和基于EDCA的设备对于共享的无线介质更加公平地竞争接入。

### 发明内容

[0007] 提供本概括部分以使用简化的形式介绍将在下面的具体实施方式中进行进一步

描述的概念选择。本概括部分并不是旨在标识本发明的关键特征或本质特征,也不是用于限制本发明的保护范围。

[0008] 公开了可以确保与基于负载设备 (LBE) 协议相关联的第一无线设备和与增强型分布式信道接入 (EDCA) 协议相关联的多个第二无线设备之间的平等介质接入的装置和方法。用于LBE的欧洲电信标准协会 (ETSI) 宽带接入网络 (BRAN) 标准可以规定LBE协议, IEEE 802.11标准可以规定 EDCA协议。

[0009] 在一个例子中,一种确保第一无线设备和所述多个第二无线设备之间的平等介质接入的方法,包括:确定与赢得对无线介质的接入相关联的竞争水平;至少部分地基于所确定的竞争水平来选择竞争窗大小;针对介质接入竞争操作,从由所选择的竞争窗大小所规定的数值范围之中,选择随机退避数。

[0010] 在另一个例子中,公开了一种与LBE协议相关联的第一无线设备,其配置为确保与和EDCA协议相关联的多个第二无线设备的平等介质接入。第一无线设备可以包括一个或多个处理器和配置为存储指令的存储器。所述一个或多个处理器对这些指令的执行,可以致使第一无线设备:确定与赢得对无线介质的接入相关联的竞争水平;至少部分地基于所确定的竞争水平来选择竞争窗大小;针对介质接入竞争操作,从由所选择的竞争窗大小所规定的数值范围之中,选择随机退避数。

[0011] 在另一个例子中,公开了一种非临时性计算机可读存储介质。该非临时性计算机可读存储介质可以存储包含指令的一个或多个程序,当所述指令由与LBE协议相关联的第一无线设备执行时,致使第一无线设备通过执行多个操作,确保与和EDCA协议相关联的多个第二无线设备的平等介质接入。所述多个操作可以包括:确定与赢得对无线介质的接入相关联的竞争水平;至少部分地基于所确定的竞争水平来选择竞争窗大小;针对介质接入竞争操作,从由所选择的竞争窗大小所规定的数值范围之中,选择随机退避数。

[0012] 在另一个例子中,公开了一种与LBE协议相关联的第一无线设备,其配置为确保与和EDCA协议相关联的多个第二无线设备的平等介质接入。第一无线设备可以包括:用于确定与赢得对无线介质的接入相关联的竞争水平的单元;用于至少部分地基于所确定的竞争水平来选择竞争窗大小的单元;用于针对介质接入竞争操作,从由所选择的竞争窗大小所规定的数值范围之中,选择随机退避数的单元。

## 附图说明

[0013] 通过示例的方式来描绘示例性实施例,这些示例性实施例并不旨在受到附图中各图的限制。贯穿附图和说明书的相同附图标记指代相同的元素。

[0014] 图1示出了可以在其中实现示例性实施例的示例性无线系统。

[0015] 图2根据示例性实施例,示出了一种示例性EDCA设备。

[0016] 图3根据示例性实施例,示出了一种示例性LBE设备。

[0017] 图4根据示例性实施例,描述了用于LBE设备的经校准竞争窗大小与每次传输的平均中断次数之间的示例关系。

[0018] 图5A-5F根据示例性实施例,描述了基于图4的图来调整其竞争窗大小的LBE设备的示例性介质接入成功率,以及用于EDCA设备的示例性介质接入成功率。

[0019] 图6A根据示例性实施例,描述了用于LBE设备的经校准竞争窗大小与作为每次传

输的平均中断次数的函数的竞争窗偏移值之间的示例关系。

[0020] 图6B根据示例性实施例,描述了用于将竞争窗大小收敛到LBE设备的目标值的示例性操作。

[0021] 图7根据示例性实施例,描述了用于LBE设备的经校准竞争窗大小与平均冲突率之间的示例关系。

[0022] 图8根据示例性实施例,描述了基于图7的图来调整其竞争窗大小的 LBE设备的示例性介质接入成功率,以及用于EDCA设备的示例性介质接入成功率。

[0023] 图9根据示例性实施例,示出了用于描述为LBE设备选择竞争窗大小的示例性操作的说明性流程图。

[0024] 图10根据示例性实施例,描述了用于EDCA设备的经校准竞争窗大小与每次传输的平均中断次数之间的示例关系。

[0025] 图11A-11G根据示例性实施例,描述了基于图10的图来调整其竞争窗大小的EDCA设备的示例性介质接入成功率。

[0026] 图12根据示例性实施例,示出了用于描述为EDCA设备选择竞争窗大小的示例性操作的说明性流程图。

[0027] 图13A根据一些实施例,示出了用于描述动态地调整选择的竞争窗大小的示例性操作的说明性流程图。

[0028] 图13B根据其它实施例,示出了用于描述动态地调整选择的竞争窗大小的示例性操作的说明性流程图。

### 具体实施方式

[0029] 为了简单起见,下面在包括无线局域网(WLAN)和LBE无线网络的无线系统的背景下,描述本文的示例性实施例。应当理解的是,这些示例性实施例可等同地适用于其它无线网络(例如,蜂窝网络、微微网络、毫微微网络、卫星网络)。如本文所使用的,术语“WLAN”和“Wi-Fi®”可以包括通过以下标准所管理的通信:IEEE 802.11标准系列、蓝牙、HiperLAN(一个无线标准集,可与IEEE 802.11标准相比较,主要在欧洲使用)、以及具有相对较短无线传播范围的其它技术。因此,本文可以互换地使用术语“WLAN”和“Wi-Fi”。此外,虽然下文围绕包括一个或多个AP和多个 STA的基础设施WLAN系统进行描述,但这些示例性实施例可等同地适用于其它WLAN系统,例如,其包括多个WLAN、对等(或者独立基本服务集)系统、Wi-Fi直接型系统和/或热点。此外,虽然本文围绕在无线设备之间交换数据帧来进行描述,但这些示例性实施例也可应用于无线设备之间的任何数据单元、分组和/或帧的交换。因此,术语“帧”可以包括任何帧、分组或者数据单元,例如,协议数据单元(PDU)、MAC协议数据单元(MPDU)和物理层会聚过程协议数据单元(PPDU)。术语“A-MPDU”可以指代聚合的MPDU。

[0030] 在下文描述中,为了对本公开内容有一个透彻理解,对诸如特定部件、电路和处理的示例之类的众多特定细节进行了描述。如本文所使用的术语“耦合”意味着直接连接或者通过一个或多个中间部件或电路进行连接。如本文所使用的术语“介质接入”可以指代赢得和/或控制针对共享无线介质的接入。如本文所使用的术语“发送机会”(TXOP)可以指代在其期间,设备(或者设备的一部分)可以经由共享无线介质来发送数据的时间周期。如本文所使用的,术语“EDCA设备”可以指代:例如,根据IEEE 802.11e 标准中所规定的EDCA机制,

采用指数退避过程进行冲突避免的无线设备。此外,如本文所使用的,术语“LBE设备”可以指代不采用指数退避过程进行冲突避免的无线设备,例如,诸如根据ETSI所提供的LBE标准进行操作的无线设备。应当注意的是,与用于LBE的ETSI的宽带接入网络 (BRAN) 相关联的信道接入机制还可以称为用于LBE的LBT,因此本文可以互换地使用术语“LBE设备”和“用于LBE的LBT设备”。

[0031] 此外,在下文描述中,为了说明起见,为了对本文的示例性实施例有一个透彻理解,阐述了特定的命名法。但是,对于本领域普通技术人员来说显而易见的是,可以在不需这些特定细节的情况下实现本文的示例性实施例。在其它实例中,以框图形式示出了公知的电路和设备,以避免对本公开内容造成模糊。如本文所使用的术语“耦合”意味着直接连接或者通过一个或多个中间部件或电路进行连接。本文所描述的通过各种总线来提供的任何信号可以与其它信号进行时间复用,并通过一个或多个公共总线来提供。另外,可以将电路元件或软件块之间的互连示出成总线或者单一信号线。这些总线中的每一个可以替代地是单一信号线,这些信号线中的每一个可以替代地是总线,单一线或总线可以表示组件之间通信的大量物理或逻辑机制中的任何一个或多个。本文的示例性实施例不应被解释为限于本文所描述的特定示例,而是将所附权利要求书所界定的所有实施例都包括在其保护范围之内。

[0032] 如上面所提及的,为了防止多个设备同时地接入共享的无线介质,IEEE 802.11标准规定了分布式协调功能 (DCF),其中DCF指示各个设备在尝试发送数据之前,确定共享的无线介质是否已经空闲了一段时间。具体而言,在共享无线介质已空闲了DIFS持续时间之后,竞争时段开始,在此期间,在每个设备尝试在无线介质上发送数据之前,都等待由其随机选择的退避数所确定的一段时间。选择最低退避数的设备具有最短的退避时段,并因此“赢得”对共享的无线介质的接入。可以授权获胜设备接入共享的无线介质一段时间,其中这段时间通常称为发送机会 (TXOP)。

[0033] 可以根据优先级水平,选择数据在共享的介质上进行传输,例如,使得与较低优先级数据(例如,电子邮件)相比,可以向更高优先级数据(例如,语音数据)分配更高的传输优先级。具体而言,可以向不同优先级水平的数据分配不同范围的退避数,使得与较低优先级数据相比,更高优先级数据更有可能赢得给定的介质接入竞争操作(例如,通过向更高优先级数据分配更低的退避数,向更低优先级数据分配更高的退避数)。可以通过将数据分类成一些接入类别,并且随后向每个接入类别 (AC) 提供不同范围的退避数,来向不同优先级水平的数据分配不同范围的退避数。

[0034] 根据IEEE 802.11e标准中所描述的增强型分布式协调信道接入 (EDCA) 功能,每个STA包括将针对每个接入类别 (AC) 的不同的发送队列,并且该发送队列将独立地竞争介质接入。由于AP可以同时服务多个 STA,因此AP可以针对每个AC包括多个发送队列。具体而言,AP可以基于业务标识符 (TID) 和目的地址 (DA) 来分配下行链路数据(例如,要发送给其相关联的STA中的一个或多个的数据)。目的地址 (DA) 指示该数据将发送到哪个STA。TID指示该数据的优先级水平,因此可以映射到相应的接入类别。通过根据其TID和DA来分类下行链路数据,AP可以将相同优先级水平的数据聚合在一组共同的AC队列中,该组共同的AC队列从相应范围的退避数中进行选择。可以通过无线介质将聚合的数据发送成聚合的数据帧,例如,聚合MAC协议数据单元 (AMPDU) 和/或聚合 MAC服务数据单元 (AMSDU)。

[0035] 如上面所提及的,对介质接入进行竞争的每个设备,可以选择(例如,生成)可与该竞争时段的时隙时间之一相对应的随机退避数。具体而言,每个设备可以将其竞争窗(CW)初始地设置成最小值( $CW_{min}$ ),随后从位于0和CW值之间的数值范围中随机地选择其退避数。在无线介质已空闲了DIFS持续时间之后,每个设备可以在每个仲裁帧间间隔(AIFS)持续时间之后,确定其选择的退避数。该AIFS持续时间可以是基于AIFS号(AIFSN)、时隙时间(ST)和短帧间间隔(SIFS)持续时间的。AIFSN可以是基于向发送数据所分配的接入类别。通常而言,可以将AIFS持续时间表达成 $AIFS = AIFSN[AC] * ST + SIFS$ ,其中,AIFSN[AC]是发送数据的接入类别的AIFS号。对于在5GHz频带进行操作的Wi-Fi网络(例如,根据IEEE 802.11n/ac协议)而言,每个时隙时间具有 $9\mu s$ 的持续时间,SIFS持续时间是 $18\mu s$ ,DIFS持续时间是 $34\mu s$ 。

[0036] 如果多个设备选择相同的退避数并尝试同时地发送数据,则发生冲突,这些设备再次使用指数退避过程来进行介质接入的竞争,在指数退避过程中,每个设备针对每个后续的介质接入竞争操作,将其竞争窗加倍。当竞争窗达到最大值( $CW_{max}$ )时,竞争窗大小保持在 $CW_{max}$ ,直到这些竞争设备中的一个赢得对共享无线介质的接入为止。

[0037] 与IEEE 802.11e标准中规定的EDCA机制相比,LBE设备采用固定大小的竞争窗(其通常标记成q),其中在该大小上进行它们的退避数的基选择。q的值(其是大于或等于1的整数)可以是基于来自LBE设备的传输的最大持续时间。例如,当无线介质空闲了超过某个时间周期时,LBE设备可以选择位于零和q的值之间的随机退避数,随后在每个时隙时间之后,递减其退避数。如果LBE设备没有在共享的无线介质上感测到繁忙状况,则当其退避数达到零时,LBE设备可以在无线介质上发送数据。当前将用于LBE设备的时隙时间设置在 $20\mu s$ 。

[0038] 由于EDCA设备在每次发生冲突时都对它们的竞争窗大小进行加倍,而LBE设备维持相同的竞争窗大小而不管是否发生冲突,所以在冲突的情况下,LBE设备可能在竞争介质接入具有优势,尤其是在冲突导致多次介质接入竞争操作时。随着对介质进行竞争的设备的数量增加(例如,其增加了冲突的概率),与EDCA设备相比,LBE设备趋向于具有更高的优先级来接入共享的无线介质。如下面所进一步详细描述,本文的示例性实施例公开了用于确保对LBE设备和EDCA设备之间共享的无线介质的公平接入的设备和方法。

[0039] 图1是可以在其中实现示例性实施例的无线系统100的框图。将无线系统100示出为包括四个无线站STA1-STA4、将无线系统100示出为包括四个无线站STA1-STA4、无线接入点(AP) 110和无线局域网(WLAN) 120。WLAN 120可以由根据IEEE 802.11标准系列(或者根据其它适当的无线协议)进行操作的多个Wi-Fi接入点(AP)来形成。因此,虽然为了简单起见,在图1中只示出了一个AP 110,但应当理解的是,WLAN 120可以由任意数量的接入点(AP 110)来形成。向AP 110分配唯一的MAC地址,其中,例如,该接入点的制造商将该MAC地址编程在其中。相似地,还向站STA1-STA4中的每一个分配唯一的MAC地址。对于一些实施例而言,无线系统100可以对应于多输入多输出(MIMO)无线网络。此外,虽然在图1中将WLAN 120描述成基础设施BSS,但对于其它示例性实施例而言,WLAN 120可以是IBSS、ad-hoc网络或者对等(P2P)网络(例如,根据Wi-Fi直接型协议进行操作)。

[0040] 站STA1-STA4中的每一个可以是任何适当的具备Wi-Fi能力的无线设备,例如,其包括蜂窝电话、个人数字助理(PDA)、平板设备、膝上型计算机等等。每一个站STA还可以称为用户设备(UE)、用户站、移动单元、用户单元、无线单元、远程单元、移动设备、无线设备、

无线通信设备、远程设备、移动用户站、接入终端、移动终端、无线终端、远程终端、手持装置、用户代理、移动客户端、客户端设备或者某种其它适当的术语。对于至少一些实施例而言,每一个站STA可以包括一个或多个收发机、一个或多个处理资源(例如,处理器和/或ASIC)、一个或多个存储器资源和电源(例如,电池)。存储器资源可以包括非临时性计算机可读介质(例如,诸如EPROM、EEPROM、闪存、硬盘驱动器等等之类的一个或多个非易失性存储器单元),其存储用于执行下面参照图12和图13A-13B所描述的操作的指令。

[0041] AP 110可以是允许一个或多个无线设备使用Wi-Fi、蓝牙或者任何其它适当的无线通信标准,经由AP 110来连接到网络(例如,局域网(LAN)、广域网(WAN)、城域网(MAN)和/或互联网)的任何适当设备。对于至少一个实施例而言,AP 110可以包括一个或多个收发机、一个或多个处理资源(例如,处理器和/或ASIC)、一个或多个存储器资源和电源。存储器资源可以包括非临时性计算机可读介质(例如,诸如EPROM、EEPROM、闪存、硬盘驱动器等等之类的一个或多个非易失性存储器单元),其可以存储用于执行下面所描述的操作的指令。

[0042] 对于站STA1-STA4和/或AP 110来说,所述一个或多个收发机可以包括Wi-Fi收发机、蓝牙收发机、蜂窝收发机和/或其它适当的射频(RF)收发机(为了简单起见,没有示出),以便发送和接收无线通信信号。每一个收发机可以与处于不同的操作频带和/或使用不同的通信协议的其它无线设备进行通信。例如,Wi-Fi收发机可以根据IEEE 802.11规范,在2.4GHz频带和/或5GHz频带中进行通信。蜂窝收发机可以根据第三代合作伙伴计划(3GPP)所描述的4G长期演进(LTE)协议(例如,在近似700MHz和近似3.9GHz之间)和/或根据其它蜂窝协议(例如,全球移动通信系统(GSM)通信协议),在各种RF频带中进行通信。在其它实施例中,在STA中包括的收发机可以是任何技术上可行的收发机,比如,来自ZigBee规范的规范所描述的ZigBee收发机、WiGig收发机和/或来自HomePlug联盟的规范所描述的HomePlug收发机。

[0043] 此外,无线系统100还可以包括LBE无线网络130,与LBE无线网络130相邻,或者与LBE无线网络130相关联。在图1中将LBE无线网络130描述成包括三个LBE设备LBE1-LBE3。对于其它实施例而言,LBE无线网络130可以包括任何适当数量的LBE设备和/或任何适当数量的AP。LBE设备LBE1-LBE3中的每一个可以是任何适当的无线设备,其包括例如蜂窝电话、个人数字助理(PDA)、平板设备、膝上型计算机等等。每一个站STA还可以称为用户设备(UE)、用户站、移动单元、用户单元、无线单元、远程单元、移动设备、无线设备、无线通信设备、远程设备、移动用户站、接入终端、移动终端、无线终端、远程终端、手持装置、用户代理、移动客户端、客户端或者某种其它适当的术语。对于至少一些实施例而言,每个LBE设备可以包括一个或多个收发机、一个或多个处理资源(例如,处理器和/或ASIC)、一个或多个存储器资源和电源。存储器资源可以包括非临时性计算机可读介质(例如,诸如EPROM、EEPROM、闪存、硬盘驱动器等等之类的一个或多个非易失性存储器单元),其存储用于执行下面参照图9所描述的操作的指令。

[0044] 为了便于本文讨论起见,WLAN 120和LBE无线网络130可以操作在相同或者相似的频带(例如,5GHz频带),因此WLAN 120的站STA1-STA4和LBE无线网络130的LBE设备LBE1-LBE3可能彼此竞争接入共享的无线介质,如下面所进一步详细描述。

[0045] 图2示出了示例性EDCA设备200,其可以是图1的站STA1-STA4中的一个或多个的一个实施例。EDCA设备200可以包括PHY设备210(其至少包括多个收发机211和基带处理器

212),可以包括MAC 220(其至少包括多个竞争引擎221和帧格式化电路222),可以包括处理器230,可以包括存储器240,可以包括多付天线250(1)-250(n)。收发机211可以直接地或者通过天线选择电路(为了简单起见,没有示出),来耦合到天线 250(1)-250(n)。收发机211可以用于向AP 110和/或其它STA发送信号和从这些设备接收信号(也参见图1),可以用于对周围环境进行扫描,以检测和识别附近的(例如,位于EDCA设备200的无线范围内的)接入点和/或其它STA。虽然为了简单起见而在图2中没有示出,但收发机211可以包括任意数量的发射链,以便处理信号和经由天线250(1)-250(n)向其它无线设备发送信号,收发机211可以包括任意数量的接收链,以便处理从天线250(1)-250(n)接收的信号。因此,对于示例性实施例而言,EDCA设备 200可以被配置为实现MIMO操作。MIMO操作可以包括单用户MIMO(SU-MIMO)操作和多用户MIMO(MU-MIMO)操作。

[0046] 基带处理器212可以用于对从处理器230和/或存储器240接收的信号进行处理,将处理后的信号转发给收发机211,以便经由天线250(1)-250(n)中的一付或多付进行发送。基带处理器212也可以用于对经由收发机211从天线250(1)-250(n)中的一付或多付接收的信号进行处理,将处理后的信号转发给处理器230和/或存储器240。

[0047] 为了便于本文讨论起见,在图2中将MAC 220示出成耦合在PHY设备210和处理器230之间。对于实际实施例而言,可以使用一个或多个总线(为了简单起见,没有示出),将PHY设备210、MAC 220、处理器230和/或存储器240连接在一起。

[0048] 竞争引擎221可以针对一个或多个共享无线介质的接入进行竞争,还可以存储用于通过一个或多个共享无线介质进行传输的分组。EDCA设备 200可以包括一个或多个竞争引擎221以用于多种不同的接入类别中的每一种。对于其它实施例而言,竞争引擎221可以与MAC 220是单独的。对于其它实施例而言,竞争引擎221可以实现成包含指令的一个或多个软件模块(例如,存储在存储器240中,或者存储在MAC 220中提供的存储器中),当这些指令被处理器230执行时,执行竞争引擎221的功能。

[0049] 帧格式化电路222可以用于生成和/或格式化从处理器230和/或存储器 240接收的帧(例如,通过向处理器230提供的PDU增加MAC报头),用于对从PHY设备210接收的帧进行重新格式化(例如,剥离从PHY设备 210接收的帧中的MAC报头)。

[0050] 存储器240可以包括用于存储针对多个其它无线设备(例如,AP、其它EDCA设备(或其它STA)和/或LBE设备)的设备简档的设备数据库 241。例如,每个设备简档可以包括包含下面的信息:相应设备的服务集标识(SSID)、MAC地址、信道信息、RSSI值、有效吞吐量值、信道状态信息(CSI)、支持的数据速率、与EDCA设备200的连接历史、以及与相应设备的操作有关或者用于描述相应设备的操作的任何其它适当信息。

[0051] 此外,存储器240还可以包括用于存储至少下面的软件(SW)模块的非临时性计算机可读存储介质(例如,诸如EPROM、EEPROM、闪存、硬盘驱动器等等之类的一个或多个非易失性存储器单元):

[0052] • 帧格式化和交换软件模块242,用于促进在EDCA设备200和其它无线设备之间的任何适当的帧(例如,数据帧、控制帧、管理帧和/或动作帧)的生成以及交换(例如,如针对于图12和图13A-13B的一个或多个操作所描述的);

[0053] • 帧处理SW模块243,用于处理所接收的帧或分组(例如,如针对于图12和图13A-13B的一个或多个操作所描述的);

[0054] • 介质竞争水平确定SW模块244,用于确定与赢得无线介质的接入相关联的竞争水平(例如,如针对于图12和图13A-13B的一个或多个操作所描述的);以及

[0055] • EDCA介质接入竞争SW模块245,用于选择竞争窗大小,从由所选择的竞争窗大小所规定的数值范围之中选择随机退避数,对该随机退避数进行倒计时,动态地调整所选择的竞争窗大小,和/或促进与竞争介质接入相关联的其它操作(例如,如针对于图12和图13A-13B的一个或多个操作所描述的)。

[0056] 每一个软件模块都包括指令,当该指令被处理器230执行时,可以造成 EDCA设备200执行相对应的功能。因此,存储器240的非临时性计算机可读介质包括用于执行参照图12和图13A-13B所描述的操作的全部或者一部分的指令。

[0057] 处理器230可以是能够执行EDCA设备200中(例如,在存储器240) 存储的一个或多个软件程序的脚本或者指令的任何一个或多个适当的处理器。例如,处理器230可以执行帧格式化和交换软件模块242,以促进任何适当的帧(例如,数据帧、控制帧、管理帧和/或动作帧)的生成以及在EDCA 设备200和其它无线设备之间的交换。处理器230可以执行帧处理SW模块243,以处理所接收的帧或分组。处理器230可以执行介质竞争水平确定 SW模块244,以确定与赢得无线介质的接入相关联的竞争水平。处理器230 可以执行EDCA介质接入竞争SW模块245,以选择竞争窗大小,从所选择的竞争窗大小所规定的数值范围之中选择随机退避数,对该随机退避数进行倒计时,动态地调整所选择的竞争窗大小,和/或促进与EDCA设备200 竞争介质接入相关联的其它操作。

[0058] 图3示出了示例性LBE设备300,其可以是图1的LBE设备LBE1-LBE3 中的一个或多个的一个实施例。LBE设备300可以包括PHY设备310(其至少包括多个收发机311和基带处理器312),可以包括MAC 320(其至少包括多个竞争引擎321和帧格式化电路322),可以包括处理器330,可以包括存储器340,可以包括多付天线350(1)-350(n)。LBE设备300的PHY 设备310、MAC 320和天线350(1)-350(n)相似于上面参照图2所描述的 EDCA设备200的PHY设备210、MAC 220和天线250(1)-250(n)的操作,因此为了简短起见不再重复。

[0059] 存储器340可以包括用于存储针对多个其它无线设备(例如,AP、其它LBE设备和/或EDCA设备)的设备简档的设备数据库341。例如,每个设备简档可以包括包含下面的信息:相应设备的服务集标识(SSID)、MAC 地址、信道信息、RSSI值、有效吞吐量值、信道状态信息(CSI)、支持的数据速率、与LBE设备300的连接历史、以及与相应设备的操作有关或者用于描述相应设备的操作的任何其它适当信息。

[0060] 此外,存储器340还可以包括用于存储至少下面的软件(SW)模块的非临时性计算机可读存储介质(例如,诸如EPROM、EEPROM、闪存、硬盘驱动器等等之类的一个或多个非易失性存储器单元):

[0061] • 帧格式化和交换软件模块342,用于促进在LBE设备300和其它无线设备之间的任何适当的帧(例如,数据帧、控制帧、管理帧和/或动作帧)的生成以及交换(例如,如针对于图9的一个或多个操作所描述的);

[0062] • 帧处理SW模块343,用于处理所接收的帧或分组(例如,如针对于图9的一个或多个操作所描述的);

[0063] • 介质竞争水平确定SW模块344,用于确定与赢得无线介质的接入相关联的竞争水平(例如,如针对于图9的一个或多个操作所描述的);以及

[0064] • LBE介质接入竞争SW模块345,用于选择竞争窗大小,从由所选择的竞争窗大小所规定的数值范围之中选择随机退避数,对该随机退避数进行倒计时,动态地调整所选择的竞争窗大小,和/或促进与竞争介质接入相关联的其它操作(例如,如针对于图9的一个或多个操作所描述的)。

[0065] 每一个软件模块都包括指令,当该指令被处理器330执行时,可以造成LBE设备300执行相对应的功能。因此,存储器340的非临时性计算机可读介质包括用于执行图9中所描述的操作的全部或者一部分的指令。

[0066] 处理器330可以是能够执行LBE设备300中(例如,在存储器340)存储的一个或多个软件程序的脚本或者指令的任何一个或多个适当的处理器。例如,处理器330可以执行帧格式化和交换软件模块342,以促进任何适当的帧(例如,数据帧、控制帧、管理帧和/或动作帧)的生成以及在LBE设备300和其它无线设备之间的交换。处理器330可以执行帧处理SW模块343,以处理所接收的帧或分组。处理器330可以执行介质竞争水平确定SW模块344,以确定与赢得无线介质的接入相关联的竞争水平。处理器330可以执行LBE介质接入竞争SW模块345,以选择竞争窗大小,从所选择的竞争窗大小所规定的数值范围之中选择随机退避数,对该随机退避数进行倒计时,动态地调整所选择的竞争窗大小,和/或促进与LBE设备300竞争介质接入相关联的其它操作。

[0067] 如上所述,当对介质接入进行竞争时,LBE设备可以选择位于零和 $q$ 的值(如上所述,其表示传统上与LBE设备相关联的固定竞争窗)之间的随机退避数。 $q$ 的值通常并不改变,即使存在源自于介质接入竞争操作的冲突。由于EDCA设备使用指数退避过程来进行冲突避免,因此LBE设备在竞争介质接入时,相对于EDCA设备可能具有一些优势,特别是当共享的无线介质上的冲突导致LBE设备和EDCA设备之间的另外的竞争操作时。因此,如下面所进一步详细描述,本文的示例性实施例可以以确保LBE设备和EDCA设备在接入共享的无线介质时具有相似的成功率的方式,来调整用于LBE设备和/或EDCA设备的介质接入竞争操作。

[0068] 对于示例性实施例而言,可以通过以下方式,来减少LBE设备和EDCA设备之间赢得介质接入的可能性的差异:(1)将LBE设备使用的时隙时间的持续时间从 $20\mu\text{s}$ 减少到 $9\mu\text{s}$ (或者其它适当的时间值);(2)在发生冲突时,要求LBE设备向它们的随机退避数增加AIFS持续时间。例如,减少LBE时隙时间可以允许LBE设备300与传统LBE设备相比,更快地开始初始介质接入竞争操作,在发生冲突时,要求LBE设备300向其随机退避数增加AIFS持续时间,可以允许EDCA设备(例如,图2的EDCA设备200)在后续的介质接入竞争操作期间,与LBE设备300具有赢得介质接入的相似成功率。用此方式,用于LBE设备300的退避时段可以更加相似于用于EDCA设备(例如,EDCA设备200)的退避时段。

[0069] 此外,还可以调整LBE设备300用于选择随机退避数的竞争窗的大小(例如, $q$ 的值),以确保LBE设备和EDCA设备公平地(例如,平等地)接入到共享的无线介质。例如,LBE设备300可以确定与赢得无线介质的接入相关联的竞争水平,至少部分地基于所确定的竞争水平来选择竞争窗大小,并从根据所选择的竞争窗大小所规定的数值范围之中,选择随机退避数。

[0070] 具体而言,可以基于观察的冲突、传输中断和/或CCA(空闲信道评估)间繁忙时间,以确保LBE设备和EDCA设备具有赢得介质接入的平等机率的方式,对竞争窗大小( $q$ )进

行调整。在一些方面，LBE设备300可以维持用于指示信道接入成功率的一个或多个参数的移动平均值。例如，所述一个或多个“成功率”参数可以包括：(i) 每次传输的平均中断次数、(ii) 平均冲突率、以及(iii) 介质繁忙事件之间的平均时间。对于一些实现而言，可以将移动平均值(MA)确定成简单的(例如，未加权的)移动平均值，例如，其可以表达成：

$$[0071] \quad MA = \frac{SRP_1 + SRP_2 + \dots + SRP_n}{n} \quad (\text{式1})$$

[0072] 其中，SRP是成功率参数中的选择的一个，n是指示用于确定移动平均值的SRP值的数量的整数。

[0073] 对于其它实现而言，可以将移动平均值MA确定成加权的移动平均值。例如，在一些方面，可以使用阻尼因子(DF)来加权移动平均值MA，其表达成：

$$[0074] \quad MA = (1-DF) * MA + DF * SRP \quad (\text{式2})$$

[0075] 对于至少一些实施例而言，阻尼因子DF可以位于近似0.5%和10%之间(但对于其它实施例而言，阻尼因子DF可以具有其它适当的值)。

[0076] 在其它方面，可以使用调节因子(MF)来调整q的值，以便收敛到目标q值( $q_{\text{target}}$ )。例如，可以将q值表达成：

$$[0077] \quad q = q + MF * (q_{\text{target}} - q) \quad (\text{式3})$$

[0078] 对于至少一些实施例而言，调节因子MF可以位于近似1%和20%之间(但对于其它实施例而言，调节因子MF可以具有其它适当的值)。

[0079] 应当注意的是，虽然增加阻尼因子值和/或调节因子值可以增加q的值收敛到值 $q_{\text{target}}$ 的速度，但增加阻尼因子值和/或调节因子值还可能增加信号波动和抖动。因此，阻尼因子值和/或调节因子值的选择可以涉及下面二者之间的平衡：(1) 响应于改变数量的设备对介质接入进行竞争，调整q的值的速率；(2) 这些竞争设备中的每一个的信道接入成功率改变的速率。对于至少一些实现而言，可以在每次传输之后(例如，在每次竞争时段结束之后)，更新移动平均值和q的值。

[0080] LBE设备300可以基于下面二者之间的关系来选择适当的竞争窗大小：导致LBE设备和EDCA设备具有相同(或相似)的介质接入成功率的q值、和选择的成功率参数的移动平均值。具体而言，对于一些实施例，可以针对所选择的成功率参数的多个移动平均值中的每一个，对q的值进行校准(例如，从ETSI标准所规定的固定值开始进行调整或修改)，例如使得LBE设备和EDCA设备具有相同(或者相似)的介质接入成功率。所获得的经校准的q值和所选择的成功率参数的移动平均值之间的关系，可以绘制成图(本文可以称为“校准的q图”)。在一些方面，可以将校准的q图存储在LBE设备中(例如，存储在LBE设备300的存储器340中)。其后，当对介质接入进行竞争时，LBE设备300可以测量、获得或者确定所选择的成功率参数，随后从校准的q图中选择相应的经校准的q值。

[0081] 如上面所提及的，对于一些实现而言，每次传输的平均中断次数(ANIPT)可以是所选择的成功率参数。例如，图4示出了用于描述校准的LBE竞争窗大小(例如，校准的q值)与ANIPT值之间的示例关系。如图4中所示，随着每次传输的平均中断次数增加，校准的q值也增加。具体而言，随着每次传输的平均中断次数增加(例如，其指示共享的无线介质上的增加的竞争水平)，EDCA设备采用指数退避过程的可能性也增加，如上面所讨论的，这可能致使EDCA设备在竞争介质接入时，相对于LBE设备处于不太有利的位置。

[0082] 因此,根据示例性实施例,可以基于校准的q图400,调整(例如,增加)LBE设备300用于从中选择随机退避数进行介质接入竞争操作的竞争窗大小。如下面所进一步详细描述, LBE设备300可以至少部分地基于选择的经校准的q值,来增加其退避时段,使得LBE设备300的介质接入成功率与EDCA设备的介质接入成功率相同(或者至少相似)。例如,在使用示例性校准的q图400的实现中,如果每次传输的平均中断次数是近似 25的相对较高值,则近似42 $\mu$ s的相对较高的校准的q值可以规定竞争窗大小(其中,LBE设备300用于从该竞争窗大小中,选择其随机退避数进行介质接入竞争操作)(如线401-402所指示的)。

[0083] 相反,如图4中所示,随着每次传输的平均中断次数减小,校准的q 值也减小。具体而言,随着每次传输的平均中断次数减小(例如,其指示共享的无线介质上的减小的竞争水平),EDCA设备采用指数退避过程的可能性也减小,如上面所讨论的,这可能减小EDCA设备和LBE设备之间的介质接入成功率的差异。例如,在使用示例性校准的q图400的实现中,如果每次传输的平均中断次数是近似5的相对较低值,则近似16 $\mu$ s的相对较低的校准的q值可以规定竞争窗大小(其中,LBE设备300用于从该竞争窗大小中,选择其随机退避数进行介质接入竞争操作)(如线411-412所指示的)。

[0084] 可以通过针对多个ANIPT值中的每一个,观察LBE设备的介质接入成功率与EDCA设备的介质接入成功率的比较,来确定图4的校准的q图400。具体而言,可以对q的值(例如,LBE竞争窗大小)进行调整,直到LBE 设备和EDCA设备二者的介质接入成功率相同(或者至少相似)为止。可以将导致LBE设备和EDCA设备具有相同或者相似的介质接入成功率的q值,选择成与特定的ANIPT值相对应的校准的q值。可以根据ANIPT值来绘制校准的q值,以生成图4的示例性校准的q图400。

[0085] 其后,当对介质接入进行竞争时,LBE设备300可以测量、获得或者确定ANIPT值,随后从校准的q图400中选择相应的校准的q值。随后,LBE设备300可以使用所选择的校准的q值(而不是固定的q值)来规定用于从中选择随机退避数进行介质接入竞争操作的竞争窗大小。

[0086] 例如,下面的表1列出了校准的q值和ANIPT值的多个示例性配对,根据这些值可以确定图4的示例性校准的q图400。

[0087]

设备	ANIPT	校准的q ( $\mu$ s)
2	0.9	13
3	1.7	13
5	3.3	14.5
6	4.1	15.5
10	6.8	19.0
15	10.1	23.5
20	13.1	27.5
40	25.3	43.0

[0088] 表1

[0089] 具体而言,对于一些实现而言,可以使用上面在表1中示出的成对的校准的q值和ANIPT值,以利用下面的表达式来确定校准的q值(其中“ $\max\{a,b\}$ ”等于a和b之间的更大者):

[0090]  $Q_{\text{calibrated}} = \max \{13, 10.4766 + 1.2852 * ANIPT\}$  (式4)

[0091] 举一个例子,图5A示出了示例性图500A,其针对于包括有竞争介质接入的1个LBE设备和2个EDCA设备的无线网络,描述了作为时间的函数的示例性介质接入成功率。具体而言,LBE设备(为了简单起见,没有示出)使用校准的q值(其可以根据示例性实施例来确定(例如,如上面参照图4所描述的))来竞争介质接入,EDCA设备(为了简单起见,没有示出)使用IEEE 802.11e标准中所规定的EDCA退避机制来竞争介质接入。如图5A中所示,LBE设备和EDCA设备均具有近似30%的介质接入成功率。在图5A的例子中,LBE设备所使用的校准的q值近似为13 $\mu$ s。

[0092] 再举一个例子,图5B示出了示例性图500B,其针对于包括有竞争介质接入的1个LBE设备和9个EDCA设备的无线网络,描述了作为时间的函数的示例性介质接入成功率。具体而言,LBE设备(为了简单起见,没有示出)使用校准的q值(其可以根据示例性实施例来确定(例如,如上面参照图4所描述的))来竞争介质接入,EDCA设备(为了简单起见,没有示出)使用IEEE 802.11e标准中所规定的EDCA退避机制来竞争介质接入。如图5B中所示,LBE设备和EDCA设备均具有近似10%的介质接入成功率。对于图5B的例子中的LBE设备而言, $Q_{\text{calibrated}} \approx 20\mu\text{s}$ 。

[0093] 再举一个例子,图5C示出了示例性图500C,其针对于包括有竞争介质接入的1个LBE设备和39个EDCA设备的无线网络,描述了作为时间的函数的示例性介质接入成功率。具体而言,LBE设备(为了简单起见,没有示出)使用校准的q值(其可以根据示例性实施例来确定(例如,如上面参照图4所描述的))来竞争介质接入,EDCA设备(为了简单起见,没有示出)使用IEEE 802.11e标准中所规定的EDCA退避机制来竞争介质接入。如图5C中所示,LBE设备和EDCA设备均具有近似3%的介质接入成功率。对于图5C的例子中的LBE设备而言, $Q_{\text{calibrated}} \approx 40\mu\text{s}$ 。

[0094] 再举一个例子,图5D示出了示例性图500D,其针对于包括有竞争介质接入的20个LBE设备和20个EDCA设备的无线网络,描述了作为时间的函数的示例性介质接入成功率。具体而言,LBE设备(为了简单起见,没有示出)使用校准的q值(其可以根据示例性实施例来确定(例如,如上面参照图4所描述的))来竞争介质接入,EDCA设备(为了简单起见,没有示出)使用IEEE 802.11e标准中所规定的EDCA退避机制来竞争介质接入。如图5D中所示,LBE设备和EDCA设备均具有近似3%的介质接入成功率。对于图5D的例子中的LBE设备而言, $Q_{\text{calibrated}} \approx 40\mu\text{s}$ 。

[0095] 再举一个例子,图5E示出了示例性图500E,其针对于包括有竞争介质接入的40个LBE设备的无线网络,描述了作为时间的函数的示例性介质接入成功率。具体而言,LBE设备(为了简单起见,没有示出)使用校准的q值(其可以根据示例性实施例来确定(例如,如上面参照图4所描述的))来竞争介质接入。如图5E中所示,这些LBE设备均具有近似3%的介质接入成功率。对于图5E的例子中的LBE设备而言, $q_{\text{calibrated}} \approx 40\mu\text{s}$ 。

[0096] 再举一个例子,图5F示出了示例性图500F,其针对于包括有竞争介质接入的2个LBE设备的无线网络,描述了作为时间的函数的示例性介质接入成功率。具体而言,LBE设备(为了简单起见,没有示出)使用校准的q值(其可以根据示例性实施例来确定(例如,如上面参照图4所描述的))来竞争介质接入。如图5F中所示,LBE设备均具有近似3%的介质接入成功率。对于图5F的例子中的LBE设备而言, $q_{\text{calibrated}} \approx 13\mu\text{s}$ 。

[0097] 图5A-5F中所描述的示例性图500A-500F分别对应于使用设置为90%的阻尼因子(DF)和使用设置为10%的调节因子(MF)所确定的校准的 $q$ 值。对于其它实施例而言,可以使用其它值的阻尼因子(DF)和调节因子(MF)。例如,如上所述,增加阻尼因子(DF)和调节因子(MF)的值,可以增加将 $q$ 的值调整到目标值的速率(其还可能增加抖动),而减小阻尼因子(DF)和调节因子(MF)的值,可以减少将 $q$ 的值调整到目标值的速率(其可能减少抖动)。

[0098] 参见图5A-5F,这些示例性实施例可以例如通过选择适当的校准的 $q$ 值( $q_{\text{calibrated}}$ ),针对LBE设备和EDCA设备实现相同的(或者至少相似的)介质接入成功率,而不管LBE设备或EDCA设备的数量。此外,对于至少一些实施例而言,校准的 $q$ 值可以与竞争介质接入的设备的总数量有关(例如,而不是与LBE设备和EDCA设备的具体组合有关)。具体而言,在图5A和图5F的例子中(它们分别包括3个竞争的设备 and 2个竞争的设备),可以使用 $q_{\text{calibrated}} \approx 13\mu\text{s}$ 来实现LBE设备和EDCA设备之间的相似的介质接入成功率。在图5B的例子中,在图5B的例子中(其包括10个竞争的设备),可以使用 $q_{\text{calibrated}} \approx 20\mu\text{s}$ 来实现LBE设备和EDCA设备之间的相似的介质接入成功率。在图5C-5E的例子中(它们均包括40个竞争的设备),可以使用 $q_{\text{calibrated}} \approx 40\mu\text{s}$ 来实现LBE设备和EDCA设备之间的相似的介质接入成功率。

[0099] 将ANIPT使用成用于确定校准的 $q$ 值(其中该校准的 $q$ 值导致LBE设备和EDCA设备具有相同或相似的介质接入成功率)的成功率参数,还可以允许基于竞争设备的数量来修改所选择的 $q$ 值。具体而言,如果一个或多个所选择的 $q$ 值(例如,以上面参照图4所描述的方式来确定)并不能导致LBE设备和EDCA设备具有相同或相似的介质接入成功率,那么可以使用 $q$ 偏移值和ANIPT值之间的关系,将所选择的 $q$ 值收敛到能导致相同或相似的介质接入成功率的经校准的 $q$ 值。例如对于本文所描述的实施例, $q$ 偏移值可以随着竞争设备的数量减少而增加,随着竞争设备的数量增加而减小。因此,与具有相对较大数量的竞争设备的无线网络相比,对于具有相对较小数量的竞争设备的无线网络而言,给定的 $q$ 值收敛到相应的校准的 $q$ 值的速率更快速。

[0100] 图6A示出了图600,其针对于各种数量的竞争设备,描述了相对于 $q$ 偏移值和ANIPT值之间的示例性关系,校准的 $q$ 值和ANIPT值之间的示例性关系。可以以上面参照图4所描述的方式,来确定用于描述根据ANIPT值进行变化的校准的 $q$ 值( $q_{\text{calibrated}}$ )的校准的 $q$ 图601。在一些环境下,用于规定LBE竞争窗大小的所选择的 $q$ 值,可能并不能导致LBE设备与EDCA设备具有相同(或相似)的介质接入成功率。例如,第一 $q$ 偏移值曲线611描述了包括有2个竞争设备的无线网络的随ANIPT值变化的 $q$ 偏移值( $q_{\text{offset}}$ ),第二 $q$ 偏移值曲线612描述了包括有10个竞争设备的无线网络的随ANIPT值变化的 $q$ 偏移值,第三 $q$ 偏移值曲线613描述了包括有20个竞争设备的无线网络的随ANIPT值变化的 $q$ 偏移值,第四 $q$ 偏移值曲线614描述了包括有40个竞争设备的无线网络的随ANIPT值变化的 $q$ 偏移值。

[0101] 可以使用图6A的示例性 $q$ 偏移值曲线611-614,将给定的 $q$ 值收敛到导致LBE设备和EDCA设备具有相同(或相似)的介质接入成功率的相应的经校准的 $q$ 值。例如,图6B描述了用于使用与20个竞争设备相对应的第三 $q$ 偏移值曲线613,将 $q$ 的值收敛到校准的 $q$ 值的示例性操作620。图6B的操作620可以是基于图6A的校准的 $q$ 图表601。对于 $q$ 偏移值曲线613上的任何给定点而言,将 $q$ 的值收敛到校准的 $q$ 图表601上的相应点,可以导致ANIPT的值减小。举一个例子,对于近似19的ANIPT值而言, $q$ 的值可能被不正确地设置为近似 $39\mu\text{s}$ (如 $q$ 偏移值曲线613上的点623A所指示的),而相应的校准的 $q$ 值近似为 $35\mu\text{s}$ (如校准的 $q$ 图表601上的

点621A所指示的)。因此,对于近似19的ANIPT值而言,q的值与校准的q值偏移近似 $4\mu\text{s}$ 。再举一个例子,对于近似17的ANIPT值而言,q的值可能被不正确地设置为近似 $35\mu\text{s}$ (如q偏移值曲线613上的点623B所指示的),而相应的校准的q值近似为 $32\mu\text{s}$ (如校准的q图表601上的点621B所指示的)。因此,对于近似17的ANIPT值而言,q的值与校准的q值偏移近似 $3\mu\text{s}$ 。再举一个例子,对于近似16的ANIPT值而言,q的值可能被不正确地设置为近似 $33\mu\text{s}$ (如q偏移值曲线613上的点623C所指示的),而相应的校准的q值近似为 $30\mu\text{s}$ (如校准的q图表601上的点621C所指示的)。因此,对于近似16的ANIPT值而言,q的值与校准的q值偏移近似 $3\mu\text{s}$ 。

[0102] 如上面所提及的,对于其它实现,平均冲突率可以是所选择的成功率参数。例如,图7示出了用于描述在介质接入竞争操作期间,校准的q值与共享无线介质上的平均冲突率之间的示例关系的校准的q图700。如图7的示例性校准的q图表700中所示,随着平均冲突率增加,校准的q值也增加。具体而言,随着平均冲突率增加(例如,其指示共享的无线介质上的增加的竞争水平),EDCA设备采用指数退避过程的可能性也增加,如上面所讨论的,这可能致使EDCA设备在竞争介质接入时,相对于LBE设备处于不太有利的位置。

[0103] 因此,根据示例性实施例,可以基于校准的q图700,调整(例如,增加)LBE设备300用于从中选择随机退避数进行介质接入竞争操作的竞争窗大小。用此方式,LBE设备300可以至少部分地基于选择的经校准的q值,来增加其退避时段,使得LBE设备300的介质接入成功率与EDCA设备的介质接入成功率相同(或者至少相似)。例如,在使用示例性校准的q图700的实现中,如果平均冲突率是近似58的相对较高值,则近似 $43\mu\text{s}$ 的相对较高的校准的q值可以规定竞争窗大小(其中,LBE设备300用于从该竞争窗大小中,选择其随机退避数进行介质接入竞争操作)(如线701-702所指示的)。

[0104] 相反,如图7中所示,随着平均冲突率减小,校准的q值也减小。具体而言,随着平均冲突率减小(例如,其指示共享的无线介质上的减小的竞争水平),EDCA设备采用指数退避过程的可能性也减小,如上面所讨论的,这可能减小EDCA设备和LBE设备之间的介质接入成功率的差异。例如,在使用示例性校准的q图700的实现中,如果平均冲突率是近似11的相对较低值,则近似 $11\mu\text{s}$ 的相对较低的校准的q值可以规定竞争窗大小(其中,LBE设备300用于从该竞争窗大小中,选择其随机退避数进行介质接入竞争操作)(如线711-712所指示的)。

[0105] 可以通过针对给定数量的设备,观察LBE设备的介质接入成功率与EDCA设备的介质接入成功率的比较,来确定图7的校准的q图700。随后,可以对q的值(例如,LBE竞争窗大小)进行调整,直到LBE设备和EDCA设备的介质接入成功率相同(或者至少相似)为止。可以将所获得的q的值指定成校准的q值。可以根据冲突率的移动平均值来绘制校准的q值,例如,以便生成图7的示例性校准的q图700。

[0106] 其后,当对介质接入进行竞争时,LBE设备300可以测量、获得或者确定平均冲突率,随后从校准的q图700中选择相应的校准的q值。随后,LBE设备300可以使用所选择的校准的q值(而不是固定的q值)来规定用于从中选择随机退避数进行介质接入竞争操作的竞争窗大小。

[0107] 例如,下面的表2列出了校准的q值和平均冲突率(ACR)的多个示例性配对,根据这些值可以确定图7的示例性校准的q图700。

[0108]

设备	ACR	校准的q ( $\mu\text{s}$ )
2	0.12	12

3	0.19	12
6	0.28	14
15	.45	23
20	0.5	31
40	0.58	44

[0109] 表2

[0110] 具体而言,对于一些实现而言,可以使用上面在表2中示出的成对的校准的q值和ACR值,以利用下面的表达式来确定 $q_{\text{target}}$ 的值(其中“ $\max\{a, b\}$ ”等于a和b之间的更大者):

[0111] 如果 $ACR < 0.21$ ,则 $q_{\text{target}} = 12$  (式5)

[0112] 否则 $q_{\text{target}} = \max\{12, 229.9096 * ACR^2 - 94.3678 * ACR + 2.8437\}$

[0113] 图8示出了示例性图800,其针对于包括有竞争介质接入的1个LBE设备和9个EDCA设备的无线网络,描述了作为时间的函数的示例性介质接入成功率。具体而言,1个LBE设备(为了简单起见,没有示出)使用校准的q值(其可以根据示例性实施例来确定(例如,如上面参照图7所描述的))来竞争介质接入,EDCA设备(为了简单起见,没有示出)使用EDCA退避机制来竞争介质接入。如图8中所示,1个LBE设备和9个EDCA设备均具有近似8%的介质接入成功率。对于图8的例子,将阻尼因子设置为90%,将调节因子设置为10%。

[0114] 如上面所提及的,对于其它实现而言,共享无线介质上的介质繁忙事件之间的平均时间可以是所选择的成功率参数。对于这种实现,还可以基于另外的信息(例如,不同观测的MAC地址的数量、不同观测的调制和编码方案(MCS)的直方图、和/或接收信号强度指标(RSSI)值),来确定校准的q值。

[0115] 图9示出了一种说明性流程图,其描述了确保与基于负载设备(LBE)协议相关联的第一无线设备和与增强型分布式信道接入(EDCA)协议相关联的多个第二无线设备之间的平等介质接入的示例性操作900。如上所述,用于LBE的欧洲电信标准协会(ETSI)宽带接入网络(BRAN)标准规定了LBE协议,LBE协议规定固定的竞争窗大小用于所有介质接入竞争操作,而不管是否发生冲突。IEEE 802.11标准可以规定EDCA协议,EDCA协议针对源自于无线介质上的冲突的每个后续的介质接入竞争操作,规定将竞争窗大小进行加倍。

[0116] 针对图9的例子,第一无线设备可以是图3的LBE设备300,第二无线设备中的一个或多个可以是图2的EDCA设备200。因此,如上所述,第一无线设备可以与维持固定的竞争窗大小用于介质接入竞争操作(而不管是否发生冲突)的信道接入机制相关联,第二无线设备可以与在发生冲突时,采用指数退避过程的信道接入机制相关联。

[0117] 第一无线设备可以确定与赢得无线介质的接入相关联的竞争水平(902)。对于一些实现而言,为了确定竞争水平,第一无线设备可以选择用于指示第一无线设备的介质接入成功率的参数(902A),随后确定所选择的参数的移动平均值,其中该移动平均值指示竞争水平(902B)。该竞争水平可以指示无线介质上的流量水平、无线介质上的拥塞水平、赢得介质接入的可能性、和/或竞争介质接入的设备数量。如上所述,所选择的参数(其可以指示介质接入成功率)可以是:(i)每次传输的平均中断次数、(ii)平均冲突率、或者(iii)介质繁忙事件之间的平均时间。

[0118] 随后,第一无线设备可以至少部分地基于所确定的竞争水平来选择竞争窗大小(904)。对于一些实现而言,为了选择竞争窗大小,第一无线设备可以从存储器中获取与所

确定的移动平均值相对应的经校准的竞争窗大小值(904A),随后基于所获取的经校准的竞争窗大小值,规定所选择的竞争窗大小(904B)。如上所述,该存储器可以针对所选择的参数的多个移动平均值中的每一个,存储相应的经校准的竞争窗大小值,其中当使用该相应的经校准的竞争窗大小值来规定竞争窗大小时,导致第一无线设备和所述多个第二无线设备的相似介质接入成功率。在一些方面,该存储器可以存储图4的校准的q图和/或图7的校准的CW大小图。

[0119] 接着,第一无线设备可以针对介质接入竞争操作,从根据所选择的竞争窗大小所规定的数值范围之中,选择随机退避数(906)。如上所述,从根据所选择的竞争窗大小所规定的数值范围之中选择随机退避数,可以确保LBE设备和EDCA设备具有相同或相似的介质接入成功率。对于一些方面,EDCA设备可以不改变它们的竞争窗大小,并遵守例如在IEEE 802.11e 标准中所规定的指数退避过程。

[0120] 如上所述,对于至少一些实施例而言,第一无线设备可以减小用于介质接入竞争操作的时隙时间和/或可以将其退避时段增加一个持续时间(908)。在一些方面,该持续时间可以是仲裁帧间空间(AIFS)持续时间。在其它方面,该持续时间可以是多个SIFS持续时间、多个PIFS持续时间、一个DIFS持续时间或者任何其它适当的时间段。

[0121] 其后,第一无线设备可以基于竞争水平的改变,动态地调整所选择的竞争窗大小(910)。例如,在选择竞争窗大小之后,第一无线设备可以继续监测无线介质,以检测竞争水平的改变,并响应于此,可以动态地调整竞争窗大小,以确保LBE设备和EDCA设备对于介质接入竞争操作的持续公平。

[0122] 对于其它实施例而言,可以对EDCA设备200用于选择其随机退避数的竞争窗(CW)的大小进行调整,使得LBE设备和EDCA设备具有相同或者相似的介质接入成功率(例如,而不是调整LBE设备所使用的竞争窗的大小)。例如,EDCA设备200可以确定与赢得无线介质的接入相关联的竞争水平,可以至少部分地基于所确定的竞争水平来选择竞争窗大小,可以从根据所选择的竞争窗大小所规定的数值范围之中,选择随机退避数。

[0123] 具体而言,根据示例性实施例,可以基于观察的冲突、传输中断和/或CCA(空闲信道评估)间繁忙时间,以确保LBE设备和EDCA设备具有赢得介质接入的平等机率的方式,对于与EDCA设备200相关联的CW大小进行调整。在一些方面,EDCA设备200可以维持一个或多个成功率参数的移动平均值,例如:(i)每次传输的平均中断次数、(ii)平均冲突率、以及(iii)介质繁忙事件之间的平均时间。对于一些实现而言,可以将移动平均值(MA)确定成简单的(例如,未加权的)移动平均值,例如,如上面参照式1所描述的。对于其它实现而言,可以将移动平均值MA确定成加权的移动平均值,例如,使用如上面参照式2所描述的阻尼因子(DF)和/或使用如上面参照式3所描述的调节因子(MF)。

[0124] 图10示出了用于描述经校准的CW大小与每次传输的平均中断次数(ANIPT)之间的示例关系的校准的CW大小图1000。如图10的示例性校准的CW大小图1000中所示,随着每次传输的平均中断次数增加,校准的CW大小也增加。具体而言,随着每次传输的平均中断次数增加(例如,其指示共享的无线介质上的增加的竞争水平),EDCA设备200用于选择随机退避数进行介质接入竞争操作的竞争窗大小,可以基于示例性校准的CW大小图1000来调整(例如,增加)。用此方式,EDCA设备200可以至少部分地基于选择的经校准的CW大小,来增加其退避时段,使得EDCA设备的介质接入成功率与LBE设备的介质接入成功率相同(或者至

少相似)。例如,在使用示例性校准的CW大小图1000的实现中,如果每次传输的平均中断次数是近似26的相对较高值,则近似90 $\mu$ s的相对较高的CW大小可以规定竞争窗大小(其中,EDCA设备200用于从该竞争窗大小中,选择其随机退避数进行介质接入竞争操作)(如线1001-1002所指示的)。

[0125] 相反,如图10中所示,随着每次传输的平均中断次数减小,校准的CW大小也减小。具体而言,随着每次传输的平均中断次数减小(例如,其指示共享的无线介质上的减小的竞争水平),EDCA设备采用指数退避过程的可能性也减小,如上面所讨论的,这可能减小EDCA设备和LBE设备之间的介质接入成功率的差异。用此方式,EDCA设备200可以减小用于选择随机退避数的竞争窗的大小,转而可以减小EDCA设备200的退避时段,例如,使得EDCA设备的介质接入成功率与LBE设备的介质接入成功率相同(或者至少相似)。例如,在使用示例性校准的CW大小图1000的实现中,如果每次传输的平均中断次数是近似2的相对较低值,则近似20 $\mu$ s的相对较低的CW大小可以规定竞争窗大小(其中,EDCA设备200用于从该竞争窗大小中,选择其随机退避数进行介质接入竞争操作)(如线1011-1012所指示的)。

[0126] 因此,虽然典型的EDCA设备使用初始时被设置为固定最小值(例如,  $CW_{min}$ )的CW大小,随后针对每一个后续的介质接入竞争操作进行加倍,但这些示例性实施例的EDCA设备可以至少部分地基于ANIPT来动态地调整CW大小(例如,而不是采用指数退避过程)。

[0127] 可以通过针对给定数量的设备,观察EDCA设备的介质接入成功率与LBE设备的介质接入成功率的比较,来确定图10的校准的CW大小图1000。随后,可以对EDCA设备200用于选择其随机退避数的CW的大小进行调整,直到LBE设备和EDCA设备的介质接入成功率相同(或者至少相似)为止。随后,可以将所获得的CW大小指定成校准的CW大小。可以根据每次传输的中断次数的移动平均值来绘制多个校准的CW大小,例如以便生成图10中所描述的示例性校准的CW大小图1000。

[0128] 其后,当EDCA设备200对介质接入进行竞争时,EDCA设备200可以测量、获得或者确定ANIPT值,随后从校准的CW大小图1000中选择相应的校准的CW大小。随后,EDCA设备200可以使用所选择的校准的CW大小,其中可以从所选择的校准的CW大小中,选择随机退避数进行介质接入竞争操作(而不是使用指数退避过程)。

[0129] 例如,下面的表3列出了校准的CW大小和ANIPT值的多个示例性配对,根据这些值可以确定图10的示例性校准的CW大小图1000。

[0130]

设备	ANIPT	校准的平均CW ( $\mu$ s)
2	0.8904	17.1100
3	1.7252	19.4089
5	3.3118	24.2900
6	4.0809	26.6754
10	7.0437	35.7292
15	10.5701	46.2671
20	14.0023	55.6873
40	26.8387	89.7851

[0131] 表3

[0132] 具体而言,对于一些实现而言,可以使用上面在表3中示出的成对的校准的CW大小

和ANIPT值,以利用下面的表达式来确定校准的CW大小( $CW_{\text{calibrated}}$ ):

$$[0133] \quad CW_{\text{calibrated}} = 2.8150 * ANIPT + 15.2782 \quad (\text{式7})$$

[0134] 举一个例子,图11A示出了示例性图1100A,其针对于包括动态地调整其CW大小的1个EDCA设备(例如,至少部分地基于一个或多个测量的ANIPT值)和静态地调整其CW大小的5个EDCA设备(例如,使用如IEEE 802.11e标准所规定的指数退避过程的5个EDCA设备)的无线网络,来描述作为时间的函数的示例性介质接入成功率。如图11A中所示,所有的竞争EDCA设备都具有近似15%的介质接入成功率。

[0135] 再举一个例子,图11B示出了示例性图1100B,其针对于包括动态地调整其CW大小的6个EDCA设备(例如,至少部分地基于一个或多个测量的ANIPT值)的无线网络,来描述作为时间的函数的示例性介质接入成功率。如图11B中所示,所有的竞争EDCA设备都具有近似15%的介质接入成功率。

[0136] 再举一个例子,图11C示出了示例性图1100C,其针对于包括动态地调整其CW大小的1个EDCA设备(例如,至少部分地基于一个或多个测量的ANIPT值)和静态地调整其CW大小的19个EDCA设备的无线网络,来描述作为时间的函数的示例性介质接入成功率。如图11C中所示,所有的竞争EDCA设备都具有近似5%的介质接入成功率。

[0137] 再举一个例子,图11D示出了示例性图1100D,其针对于包括动态地调整其CW大小的20个EDCA设备(例如,至少部分地基于一个或多个测量的ANIPT值)的无线网络,来描述作为时间的函数的示例性介质接入成功率。如图11D中所示,所有的竞争EDCA设备都具有近似5%的介质接入成功率。

[0138] 再举一个例子,图11E示出了示例性图1100E,其针对于包括动态地调整其CW大小的1个EDCA设备(例如,至少部分地基于一个或多个测量的ANIPT值)和静态地调整其CW大小的39个EDCA设备的无线网络,来描述作为时间的函数的示例性介质接入成功率。如图11E中所示,所有的竞争EDCA设备都具有近似4%的介质接入成功率。

[0139] 再举一个例子,图11F示出了示例性图1100F,其针对于包括动态地调整其CW大小的40个EDCA设备(例如,至少部分地基于一个或多个测量的ANIPT值)的无线网络,来描述作为时间的函数的示例性介质接入成功率。如图11F中所示,所有的竞争EDCA设备都具有近似4%的介质接入成功率。

[0140] 再举一个例子,图11G示出了示例性图1100G,其针对于包括动态地调整其CW大小的20个EDCA设备(例如,至少部分地基于一个或多个测量的ANIPT值)和静态地调整其CW大小的20个EDCA设备的无线网络,来描述作为时间的函数的示例性介质接入成功率。如图11G中所示,所有的竞争EDCA设备都具有近似4%的介质接入成功率。

[0141] 图11A-11G中所描述的示例性图1100A-1100G 分别对应于使用设置为 90%的阻尼因子(DF)和使用设置为10%的调节因子(MF)所确定的校准的CW大小。对于其它实施例而言,可以使用其它值的阻尼因子(DF)和调节因子(MF)。

[0142] 对于一些实现而言,可以使用活动竞争的设备的数量(n)和选择的参数(例如,每次传输的平均中断次数(ANIPT)、平均冲突率(ACR)和CCA间繁忙时间( $t_{\text{busy}}$ )中的一个)之间的关系,来验证特定的无线设备是否根据指定的介质接入竞争机制进行操作(例如,具有截短的指数退避过程的EDCA)。该特定的设备(下文可以称为被测试设备(DUT))可以在测试网络中提供(无论是真实的,还是仿真的),对于所述多个活动的竞争设备而言,可以将DUT

所观测的选择的参数验证成：具有导致LBE设备和EDCA设备的相同或相似的介质接入成功率的正确值。在一些方面，如果没有处于测试的其它设备没有观测到所选择的参数值，则可以使用测试网络节点处的所观测的参数值，来验证所选择的参数值是否在用于所述多个活动竞争的设备的正确值范围之内。

[0143] 可以将活动竞争的设备的数量 (n) 和每次传输的平均中断次数 (ANIPT) 之间的示例性一阶关系，表达成  $ANIPT = 0.9 + 0.6n$ 。可以将活动竞争的设备的数量 (n) 和 ANIPT 之间的示例性二阶关系，表达成  $ANIPT = -0.0019n^2 + 0.731n - 0.229$ 。

[0144] 可以将活动竞争的设备的数量 (n) 和每次成功TXOP的中断次数 (ANIPST) 之间的示例性一阶关系，表达成  $ANIPT = 1.80n - 6.4$ 。活动竞争的设备的数量 (n) 和 ANIPST 之间的示例性二阶关系，可以表达成  $ANIPT = 0.0072n^2 + 1.3386n - 2.0871$ 。

[0145] 可以将活动竞争的设备的数量 (n) 和平均冲突概率 (ACP) 之间的示例性关系，表达成  $ACP = 0.23 + 0.014n - 0.0001n^2$ 。

[0146] 可以将EDCA设备使用的  $t_{busy}$  和校准的竞争窗大小之间的示例性关系，表达成  $CW_{calibrated} = (8 / (0.02 * t_{busy} - 1))$  时隙。

[0147] 可以将每次传输的平均中断次数 (ANIPT) 和EDCA竞争窗大小之间的示例性关系，表达成  $CW_{calibrated} = (15 + 3.2 * ANIPT)$  时隙。可以将每次传输的平均中断次数 (ANIPT) 和EDCA竞争窗大小之间的另一种示例性关系，表达成  $CW_{calibrated} = (17 + 2.7 * ANIPT)$  时隙。可以将每次传输的平均中断次数 (ANIPT) 和EDCA竞争窗大小之间的另一种示例性关系，表达成  $CW_{calibrated} = -0.013 * ANIPT^2 + 3.22 * ANIPT + 13.92$ 。

[0148] 可以将DUT处观测的平均冲突概率 (ACP) 和EDCA竞争窗大小之间的示例性二阶关系，表达成  $CW_{calibrated} = (60 - 290ACP + 588ACP^2)$  时隙。可以将DUT处观测的平均冲突概率 (ACP) 和EDCA竞争窗大小之间的示例性指数关系，表达成  $CW_{calibrated} = 7.2836 * e^{(4.2865 * ACP)}$  时隙。

[0149] 在一些实施例中，可以使用活动竞争的设备的数量和无线设备所观测的选择的参数的值之间的关系，来估计活动竞争的设备的数量。可以使用所估计的活动竞争的设备的数量 (或者所观测的选择的参数的值)，来调整最大TXOP持续时间的限制。在一些方面，随着活动竞争的设备的数量减少，最大TXOP持续时间可以增加，随着活动竞争的设备的数量增加，最大TXOP持续时间可以减小。

[0150] 对于其它实现而言，可以通过确定平均竞争窗大小  $CW_{average} = 16.51 + 1.978n - 0.0056n^2$  和/或每次传输的平均中断次数  $CW_{average} = 16.51 + 1.978n - 0.0056n^2$ ，来验证设备一致性，其中，n是同时针对介质接入进行竞争的设备的数量。ANIPT值可以近似地等于比导致TXOP的退避时段中的AIFS 持续时间的数量更小的数。

[0151] 对于其它实施例而言，可以通过在无线网络中提供被测试设备 (DUT) 和被测试设备 (TD)，来验证设备一致性。TD可以是采用  $CW_{min} = CW_{max}$  的指数退避过程的设备。举一个例子，设置  $CW_{min} = CW_{max} = 6$  时隙，可以仿真存在5个活动竞争的设备。再举一个例子，设置  $CW_{min} = CW_{max} = 4$  时隙，可以仿真存在7个活动竞争的设备。再举一个例子，设置  $CW_{min} = CW_{max} = 2$  时隙，可以仿真存在17个活动竞争的设备。TD可以对退避时段期间的中断次数进行统计 (其表示用于该DUT的成功TXOP)，以验证该DUT与目标ANIPT值相一致。例如，将目标ANIPT值推导成  $ANIPT_{target} = -0.0019 * n^2 + 0.731 * n - 0.229$ ，可以生成下面的表4中概括的值：

[0152]	TD $CW_{min}=CW_{max}$	6	4	2
	仿真节点的有效数量	5	7	17
	DUT成功率	0.19	0.11	0.03
	DUT平均CW(时隙)	22.87	29.52	58.47
	DUT ACP	0.25	0.34	0.50
	DUT ANIPT	2.86	4.90	14.55
	每次成功的TXOP的DUT中断	4.18	7.88	30.32
	TXOP之间的平均退避( $\mu s$ )	63.03	57.96	51.43

[0153] 表4

[0154] 此外,TD还可以使用固定退避时段。具体而言,如果TD使用固定的退避时段,则TD可以确定用于ANIPT的概率分布,例如以便描绘DUT 处的随机性程度。

[0155] 对于其它实施例而言,可以通过确定TD处的成功率比成功率门限水平( $SR_{threshold}$ )更高,来验证设备一致性。可以通过将参考设备增加成测试网络中的DUT,来确定 $SR_{threshold}$ 的值,随后针对协议规定的CW大小和/或针对多个校准的CW大小,测量TD处的介质接入成功率。可以确定TD处的介质接入成功率等于该TD的成功传输尝试的次数与该TD处的传输尝试的总次数之比或者与之相关。举一个例子,使用5个时隙时间的竞争窗大小(例如,其对应于与近似7个EDCA设备相关联的竞争水平), $SR_{threshold} \approx 0.78$ (以0和1之间的比例)。再举一个例子,使用2个时隙时间的竞争窗大小(例如,其对应于与近似17个EDCA设备相关联的竞争水平), $SR_{threshold} \approx 0.94$ (以0和1之间的比例)。

[0156] 对于其它实施例而言,可以通过确定TD处的每秒介质接入成功率比  $SR_{threshold}$  更高,来验证设备一致性。对于这种实施例,可以通过将参考设备作为DUT来增加到测试网络中,来确定 $SR_{threshold}$ 的值,随后针对协议规定的CW大小和/或针对多个校准的CW大小,测量TD处的每秒介质接入成功率。可以将每秒介质接入成功率规定成:该TD每秒的成功传输尝试的次数。

[0157] 在一些方面,TD可以在测试期间,切换到更小的CW大小。可以通过将参考设备使用成DUT,来确定在测试期间 $SR_{threshold}$ 的平均值。具体而言,对于增加的竞争强度反应太慢的DUT(例如,源自于更小的CW大小)可能不能通过该测试。

[0158] 如上所述,LBE设备和/或EDCA设备可以基于一个或多个选择的成功率参数,来调整用于选择随机退避数的竞争窗大小。对于其它实施例,LBE 设备和/或EDCA设备可以基于观测的成功率参数和加倍概率( $P_{double}$ ),来调整它们的竞争窗大小。可以使用加倍概率来选择性地使竞争窗大小加倍和/或重置竞争窗大小。在一些方面,该加倍概率可以指示无线网络中的冲突的概率,其中该无线网络中包括采用指数退避过程的设备,故在下文可以将其使用称为“指数前端技术”。如下面所进一步详细解释的,虽然传统的指数退避过程(例如,如IEEE 802.11e标准中所规定的)针对每个后续的介质接入竞争操作,自动地将竞争窗大小加倍,但本文所公开的指数前端技术基于加倍概率( $P_{double}$ ),选择性地对竞争窗大小进行加倍或者重置(例如,重置为 $CW_{min}$ )。在一些方面,可以响应于观测的成功率参数,来确定 $P_{double}$ 的值(而不是响应于介质接入竞争操作期间的实际冲突)。

[0159] 具体而言,根据本文所公开的指数前端技术,无线设备可以以 $P_{double}$ 所指示的概率,对CW大小进行加倍,直到CW大小达到 $CW_{max}$ 为止,可以以 $(1-P_{double})$ 所指示的概率,将CW大

小重置为 $CW_{min}$ 。另外地或替代地,当介质接入“重试”的次数达到极限时,无线设备可以将 $CW$ 大小重置为 $CW_{min}$ 。如本文所使用的,可以将介质接入重试的次数规定成:用于对 $CW$ 大小进行加倍的连续介质接入竞争操作的次数。

[0160] 可以将间隙时间( $t_{busy}$ )和 $P_{double}$ 之间的示例性关系,表达成 $P_{double} = 0.000591 * t_{busy}^2 - 0.0915 * t_{busy} + 3.649$ 。可以将 $ANIPT$ 和 $P_{double}$ 之间的示例性关系,表达成 $P_{double} = 0.151 * ANIPT + 0.0913$ 。可以将观测的冲突率( $P_c$ )和 $P_{double}$ 之间的示例性关系,表达成 $P_{double} = P_c$ 。

[0161] 对于其它实现而言,无线设备可以相对于目标 $CW$ 大小,选择位于上指数边界和下指数边界之间的随机 $CW$ 大小,基于目标 $CW$ 大小( $CW_{target}$ )与上指数边界和下指数边界中的每一个之间的差值,来确定用于 $P_{double}$ 的值。在一些方面,可以将上指数边界( $B_{upper}$ )和下指数边界( $B_{lower}$ )表达成:

[0162] •  $B_{upper} = 2^{\lceil \log_2(CW_{target}) \rceil} - 1$

[0163] •  $B_{lower} = 2^{\lfloor \log_2(CW_{target}) \rfloor} - 1$

[0164] 可以将选择上指数边界的概率( $P_{upper}$ )和选择下指数边界的概率( $P_{lower}$ )表达成:

[0165] •  $P_{upper} = 1 - (CW_{target} - B_{lower}) / (B_{upper} - B_{lower})$

[0166] •  $P_{lower} = 1 - P_{upper}$

[0167] 可以通过使用上面所描述的校准图中的一个或多个(例如,参照图4、7和图10所描述的),来确定 $CW_{target}$ 的值。

[0168] 对于其它实现而言,无线设备可以基于扫描的当前和下一个平均值,对 $CW$ 大小进行调整,以便扫描 $CW_{min}$ 和 $CW_{max}$ 之间的指数值,如下所述:

[0169] • 如果下一个平均值 $< CW_{target}$

[0170] ○ 将 $CW$ 大小加倍,直到 $CW_{max}$

[0171] • 否则,如果当前平均值 $< 目标CW < 下一个平均值$

[0172] ○ 以 $P_{double}$ 的值,对 $CW$ 大小加倍,直到 $CW_{max}$

[0173] ○  $P_{double} = (CW_{target} - 当前平均值) / (下一个平均值 - 当前平均值)$

[0174] • 否则

[0175] ○ 将 $CW$ 大小重置为 $CW_{min}$ 。

[0176] 在下面的表5中概括了用于指数扫描的扫描平均值,其中,将 $CW$ 大小和扫描平均值表达成退避时隙时间的数量:

[0177]

CW	15	31	63	127	255	511	1023
Sweep average	15.0	23.0	36.3	59.0	98.2	167.0	289.3

[0178] 表5

[0179] 图12示出了一种说明性流程图,其描述了确保与增强型分布式信道接入(EDCA)协议相关联的第一无线设备和与基于负载设备(LBE)协议相关联的多个第二无线设备之间的平等介质接入的示例性操作1200。如上所述,IEEE 802.11标准可以规定EDCA协议,EDCA协议针对源自于无线介质上的冲突的每个后续的介质接入竞争操作,规定将竞争窗大小进行加倍。用于LBE的欧洲电信标准协会(ETSI)宽带接入网络(BRAN)标准规定了LBE协议,LBE协议规定固定的竞争窗大小用于所有介质接入竞争操作,而不管在介质接入竞争操作期间是否发生冲突。

[0180] 针对图12的例子,第一无线设备可以是图2的EDCA设备200,第二无线设备中的一个或多个可以是图3的LBE设备300。因此,如上所述,第一无线设备可以与在发生冲突时,采用指数退避过程的信道接入机制相关联,第二无线设备可以与维持固定的竞争窗大小用于介质接入竞争操作(而不管是否发生冲突)的信道接入机制相关联。

[0181] 第一无线设备可以确定与赢得无线介质的接入相关联的竞争水平(1202)。对于一些实现而言,为了确定竞争水平,第一无线设备可以选择用于指示第一无线设备的介质接入成功率的参数(1202A),随后确定所选择的参数的移动平均值,其中该移动平均值指示竞争水平(1202B)。该竞争水平可以指示无线介质上的流量水平、无线介质上的拥塞水平、赢得介质接入的可能性、和/或竞争介质接入的设备数量。如上所述,所选择的参数(其可以指示介质接入成功率)可以是:(i)每次传输的平均中断次数、(ii)平均冲突率、或者(iii)介质繁忙事件之间的平均时间。

[0182] 随后,第一无线设备可以至少部分地基于所确定的竞争水平来选择竞争窗大小(1204)。对于一些实现而言,为了选择竞争窗大小,第一无线设备可以从存储器中获取与所确定的移动平均值相对应的经校准的竞争窗大小值(1204A),随后基于所获取的经校准的竞争窗大小值,规定所选择的竞争窗大小(1204B)。如上所述,该存储器可以针对所选择的参数的多个移动平均值中的每一个,存储相应的经校准的竞争窗大小值,其中当使用该相应的经校准的竞争窗大小值来规定竞争窗大小时,导致第一无线设备和所述多个第二无线设备的相似介质接入成功率。在一些方面,该存储器可以存储图10的校准的CW大小图。

[0183] 接着,第一无线设备可以针对介质接入竞争操作,从根据所选择的竞争窗大小所规定的数值范围之中,选择随机退避数(1206)。如上所述,从根据所选择的竞争窗大小所规定的数值范围之中选择随机退避数,可以确保LBE设备和EDCA设备具有相同或相似的介质接入成功率。

[0184] 其后,第一无线设备可以基于一个或多个状况,动态地调整所选择的竞争窗大小(1208)。例如,在选择竞争窗大小之后,第一无线设备可以继续监测无线介质,以检测竞争水平的改变,并响应于此,可以动态地调整竞争窗大小,以确保LBE设备和EDCA设备对于介质接入竞争操作的持续公平。下面参照图13A-13B来更详细地描述对所选择的竞争窗大小进行动态地调整。

[0185] 第一无线设备可以对所选择的竞争窗大小进行验证(1210)。对于一些实现,可以通过以下方式来执行该验证:确定用于指示介质接入成功率的参数和活动竞争的无线设备的各种数量之间的关系,随后基于该关系,验证所选择的竞争窗大小导致平等的介质接入。

[0186] 此外,第一无线设备还可以确定有多少无线设备正在活动地对介质接入进行竞争,例如,通过确定所述参数和活动竞争的无线设备的各种数量之间的关系的逆,随后基于该关系的逆,估计有多少无线设备正在活动地对介质接入进行竞争(1212)。

[0187] 如上所述,第一无线设备可以继续监测无线介质,以检测竞争水平的改变,并响应于此,可以动态地调整所选择的竞争窗大小,以确保LBE设备和EDCA设备对于介质接入竞争操作的持续公平。举一个例子,图13A示出了用于描述动态地调整所选择的竞争窗大小的示例性操作1300的说明性流程图。第一无线设备可以基于活动地竞争介质接入的无线设备的数量增加,增加所选择的竞争窗大小(1302),基于活动地竞争介质接入的无线设备的数量减少,减小所选择的竞争窗大小(1304)。

[0188] 对于另一个例子,图13B示出了用于描述动态地调整所选择的竞争窗大小的示例性操作1310的说明性流程图。第一无线设备可以首先确定由于多个第一无线设备同时地竞争介质接入而造成冲突的概率(1312)。随后,第一无线设备可以基于该概率,对竞争窗大小进行加倍(1314),和/或可以基于该概率,将竞争窗大小重置为最小值(1316)。

[0189] 在上面的详细说明中,参照其特定的示例性实施例来描述示例性实施例。但是,显而易见的是,可以在不脱离如所附权利要求书所阐述的本公开内容的更广阔保护范围的基础上,对其做出各种修改和改变。因此,说明书和附图被认为是说明性的而不是限制性的。例如,在图9、图12、图13A和图13B的流程图中所描述的方法步骤,可以以其它适当的顺序来执行,和/或可以省略一些步骤。

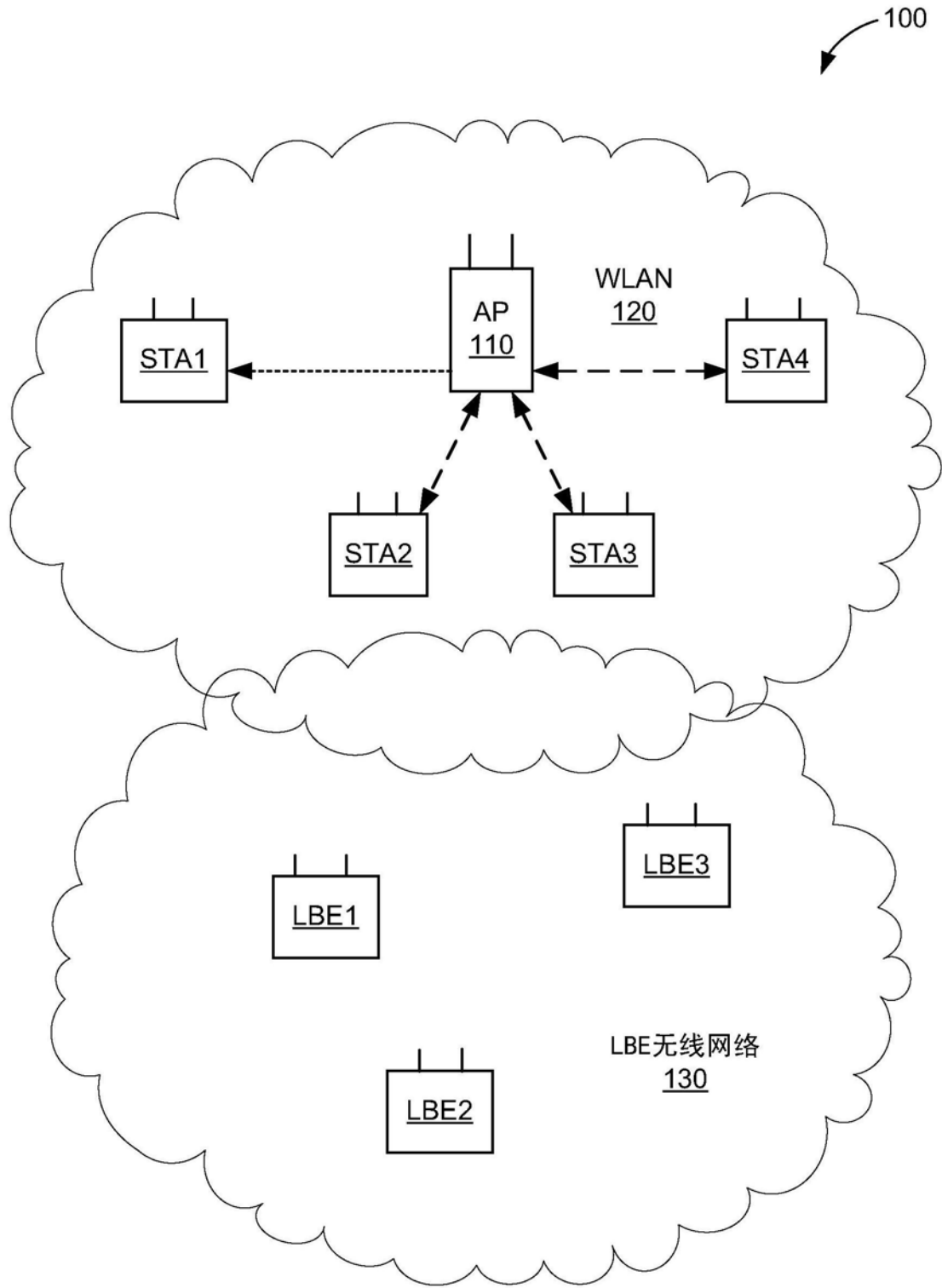


图1

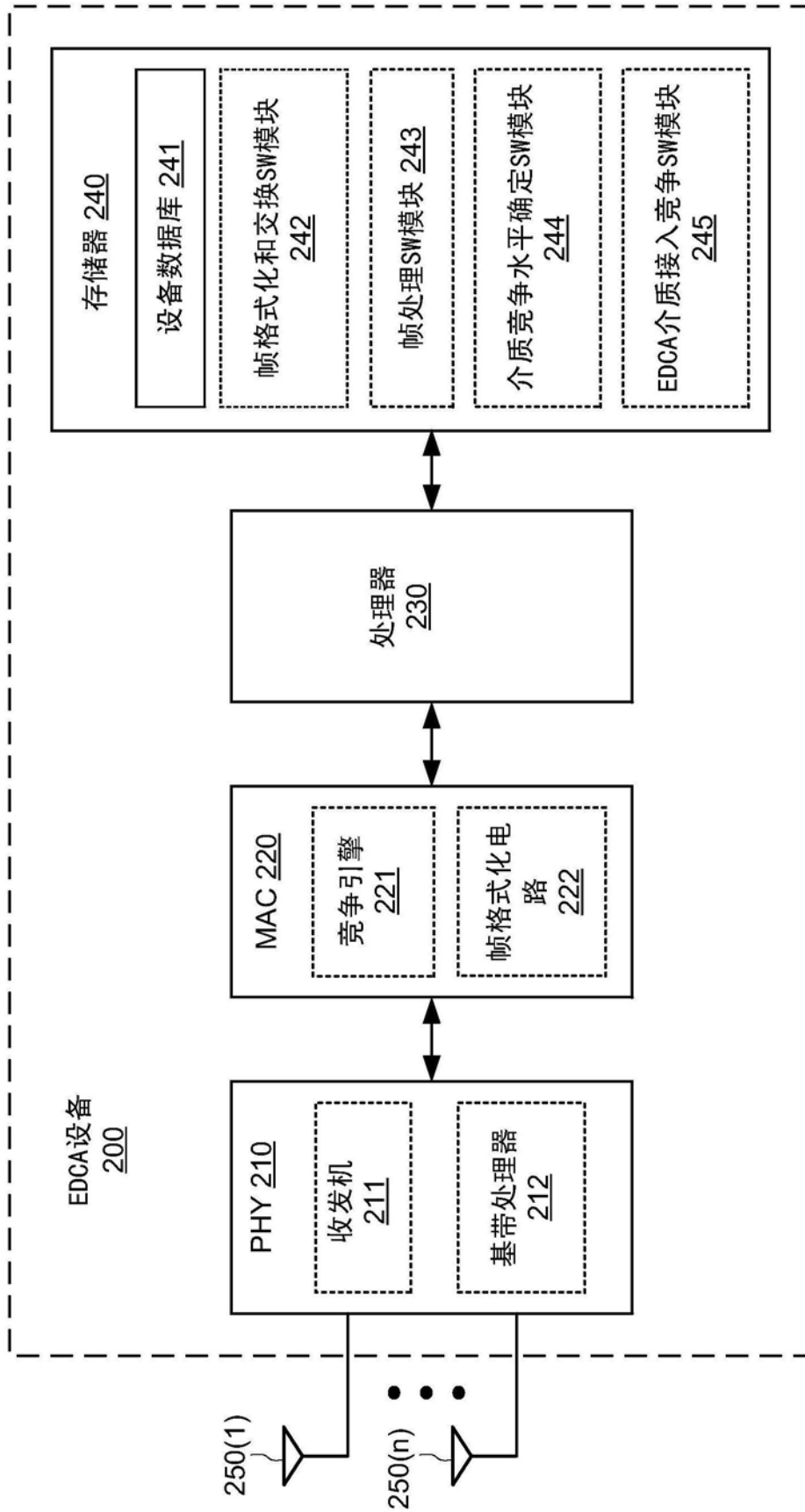


图2

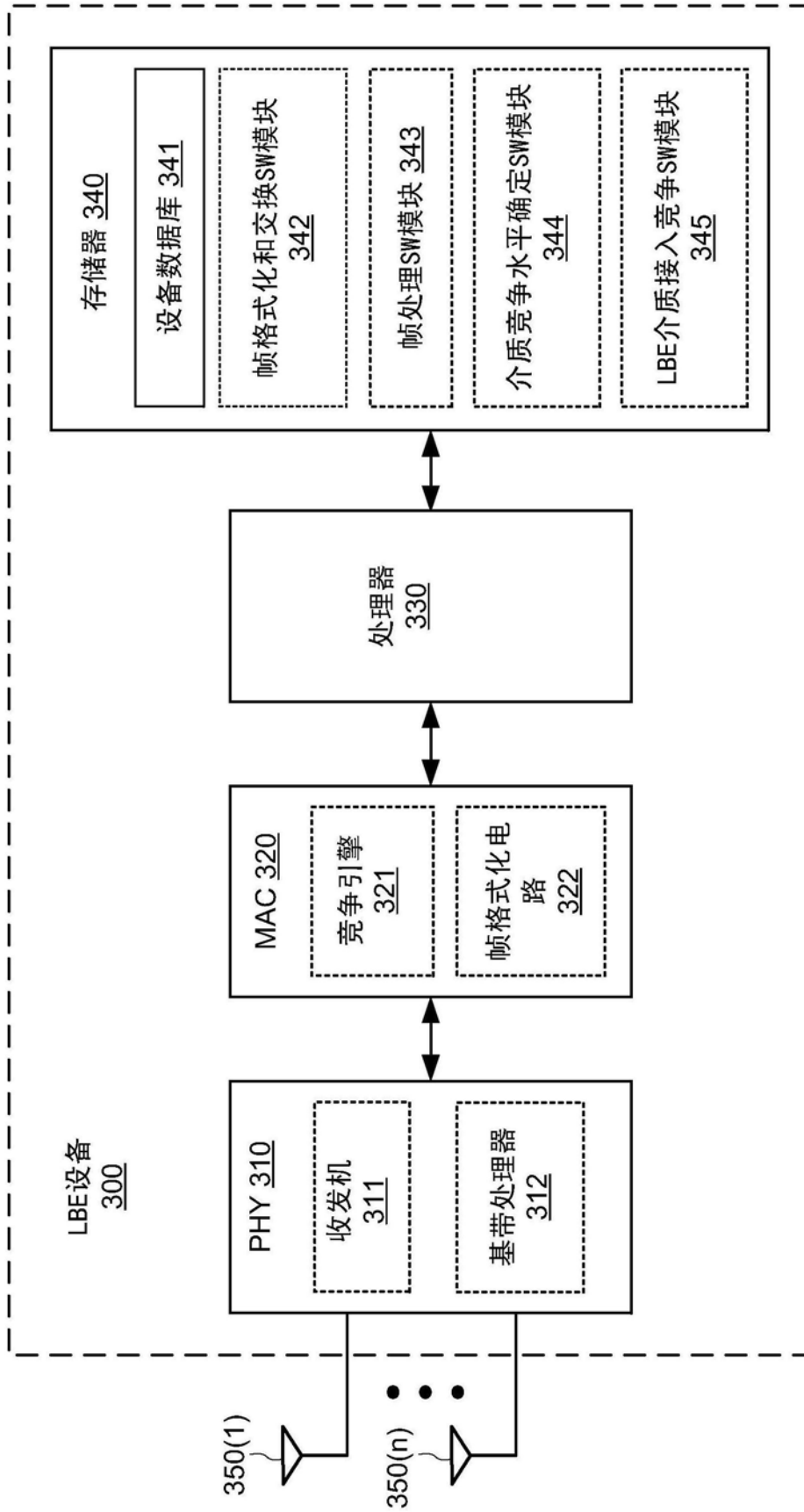


图3

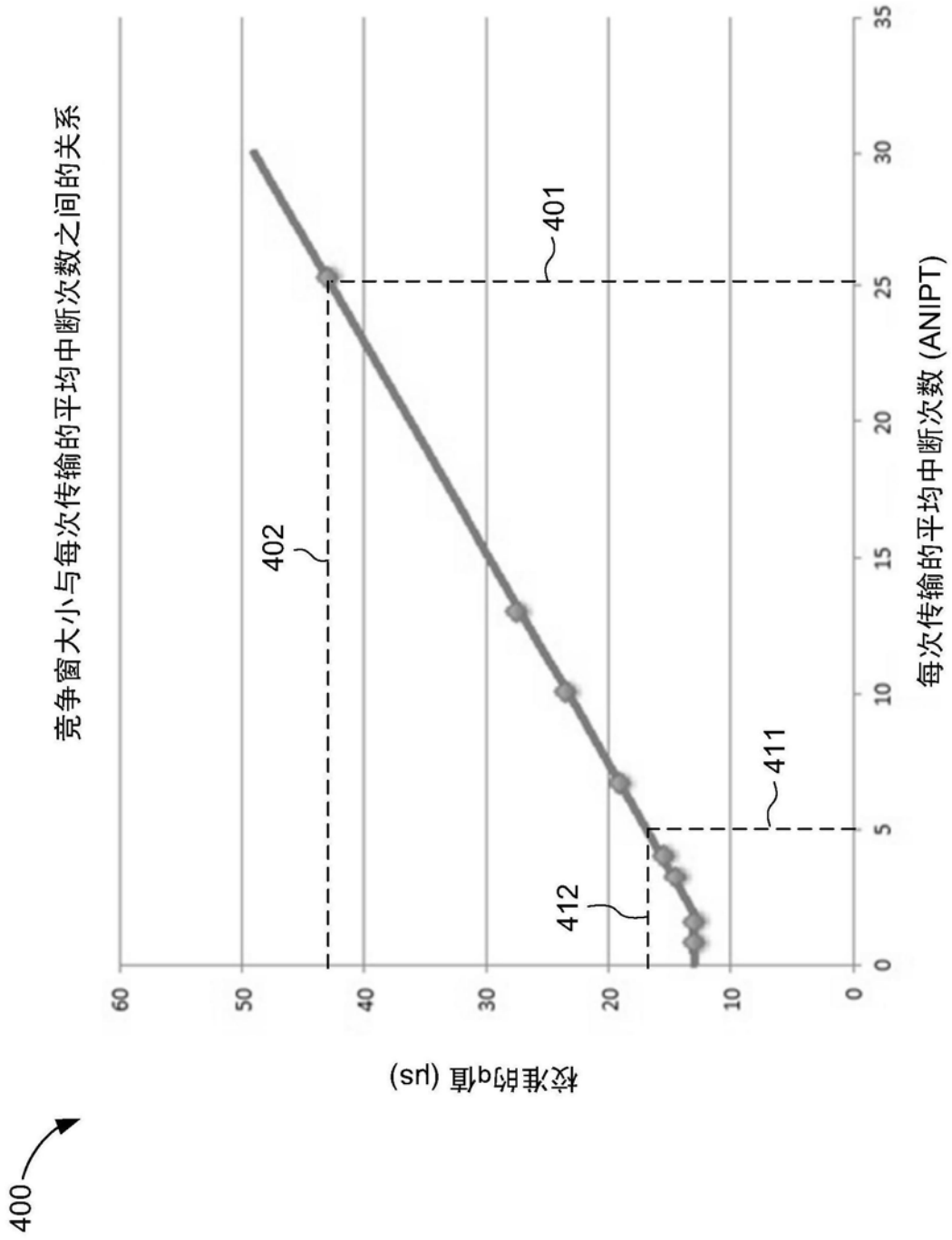


图4

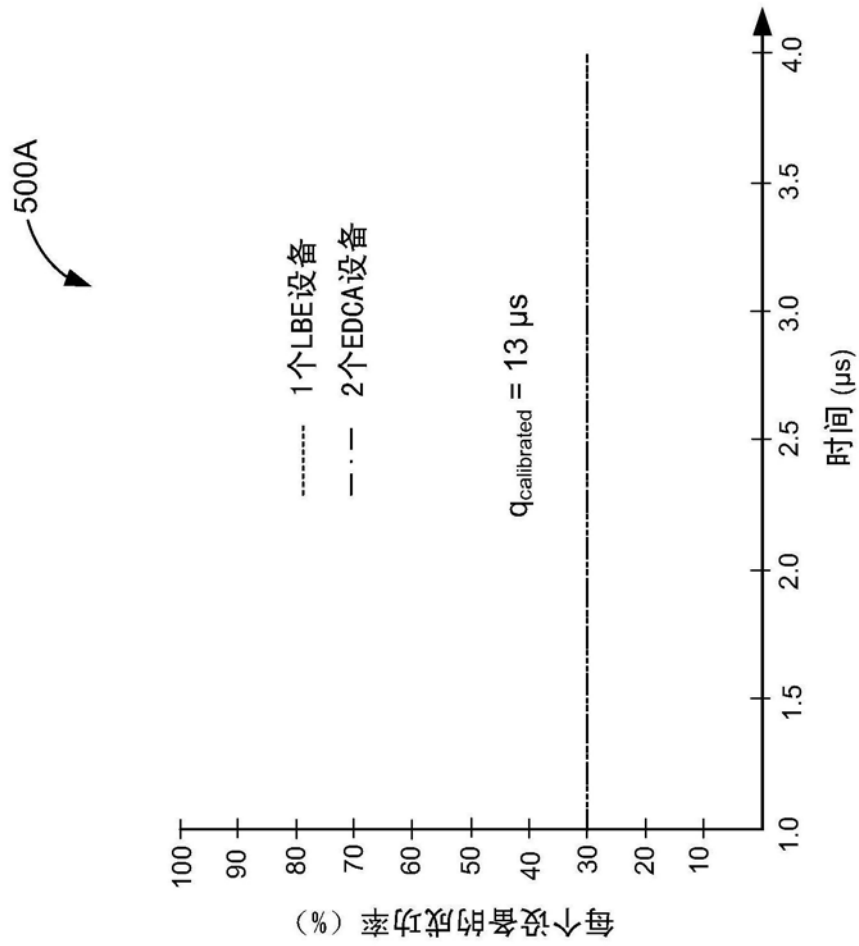


图5A

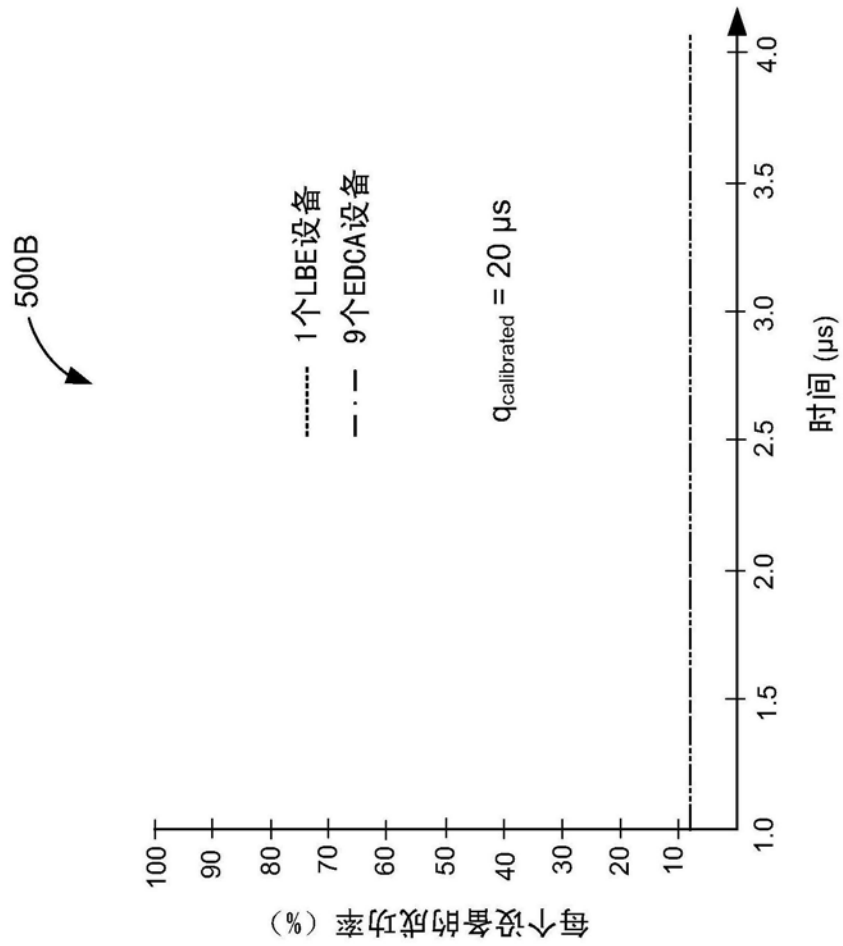


图5B

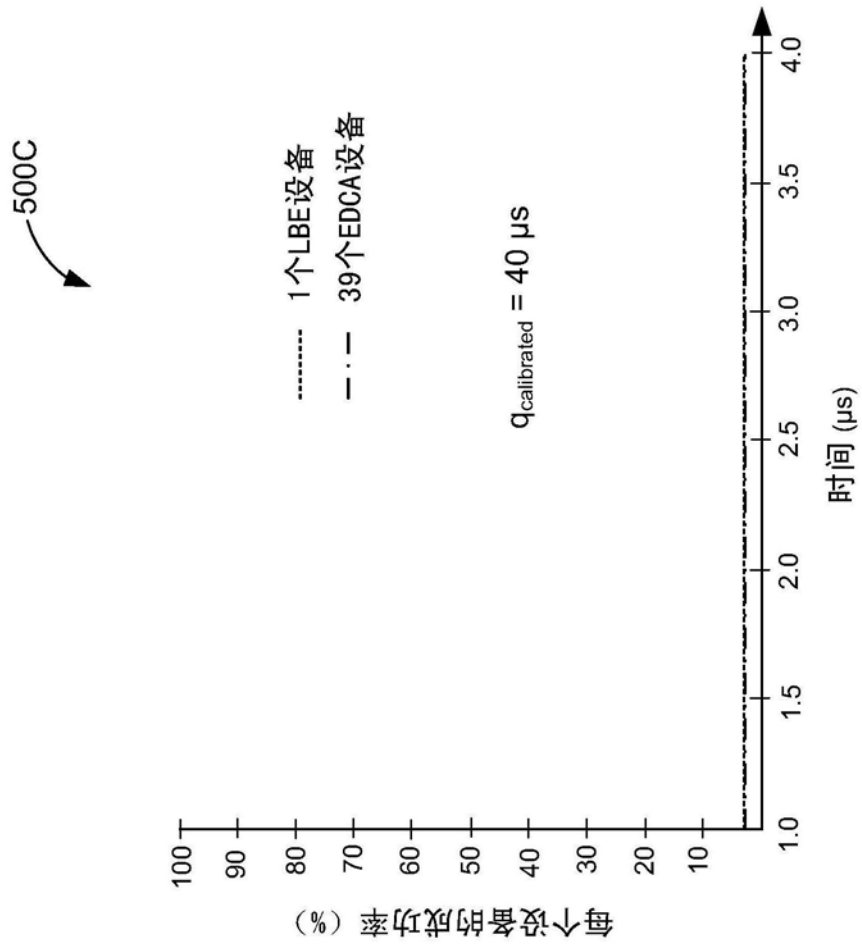


图5C

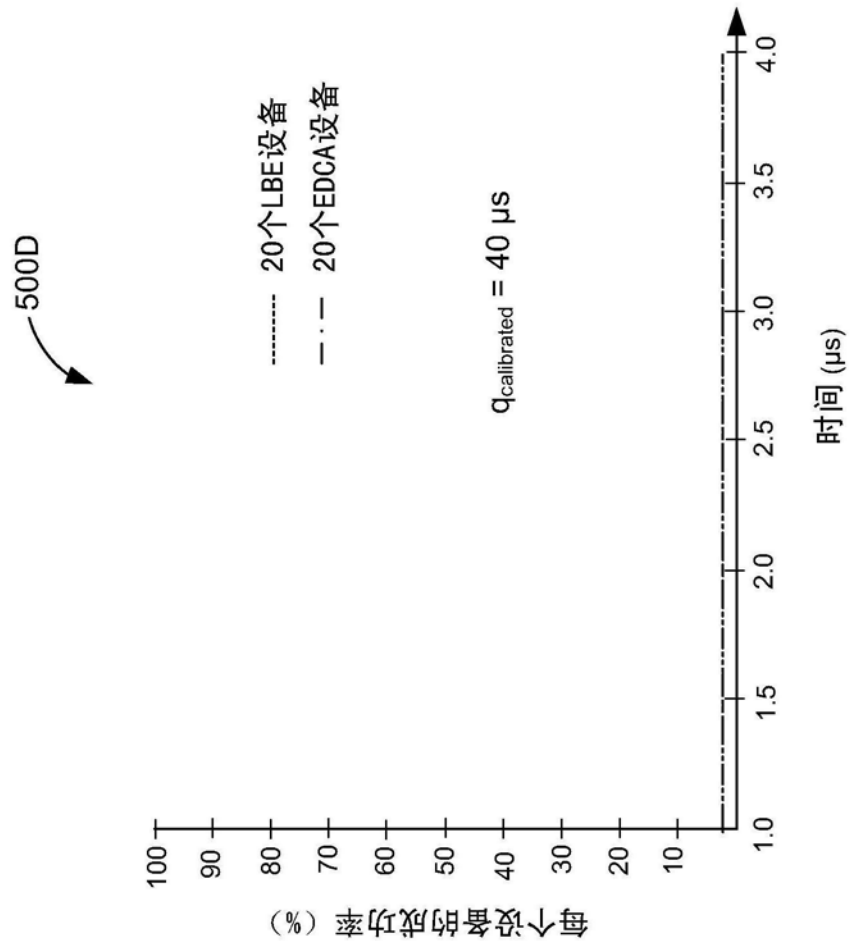


图5D

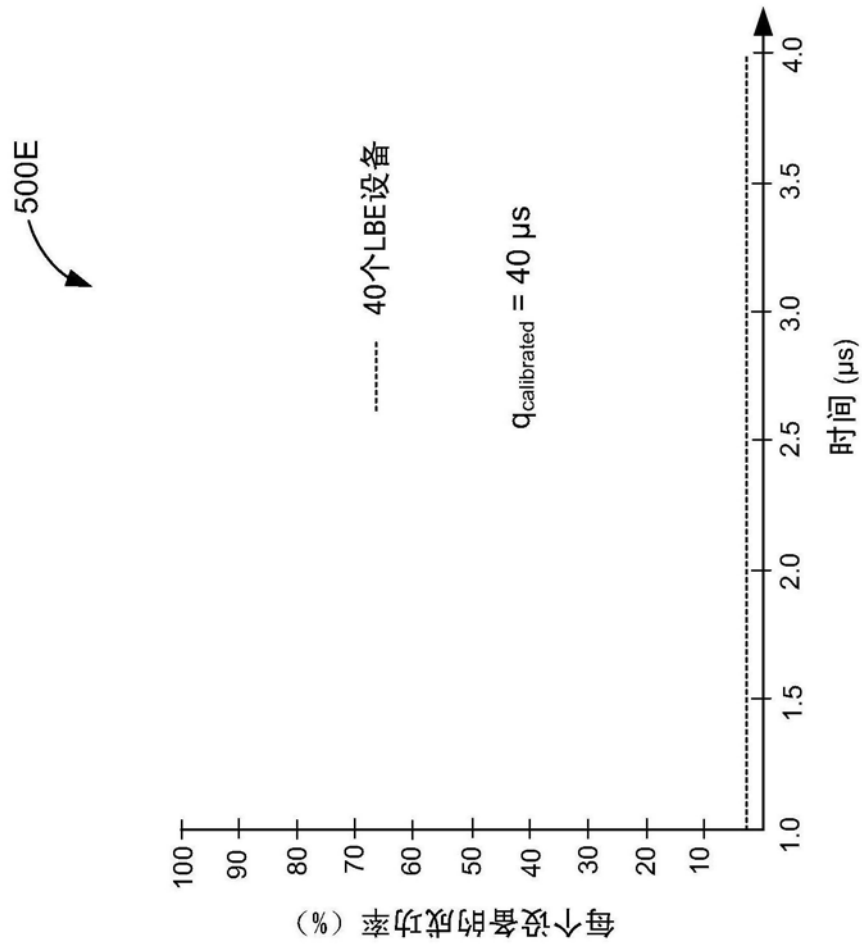


图5E

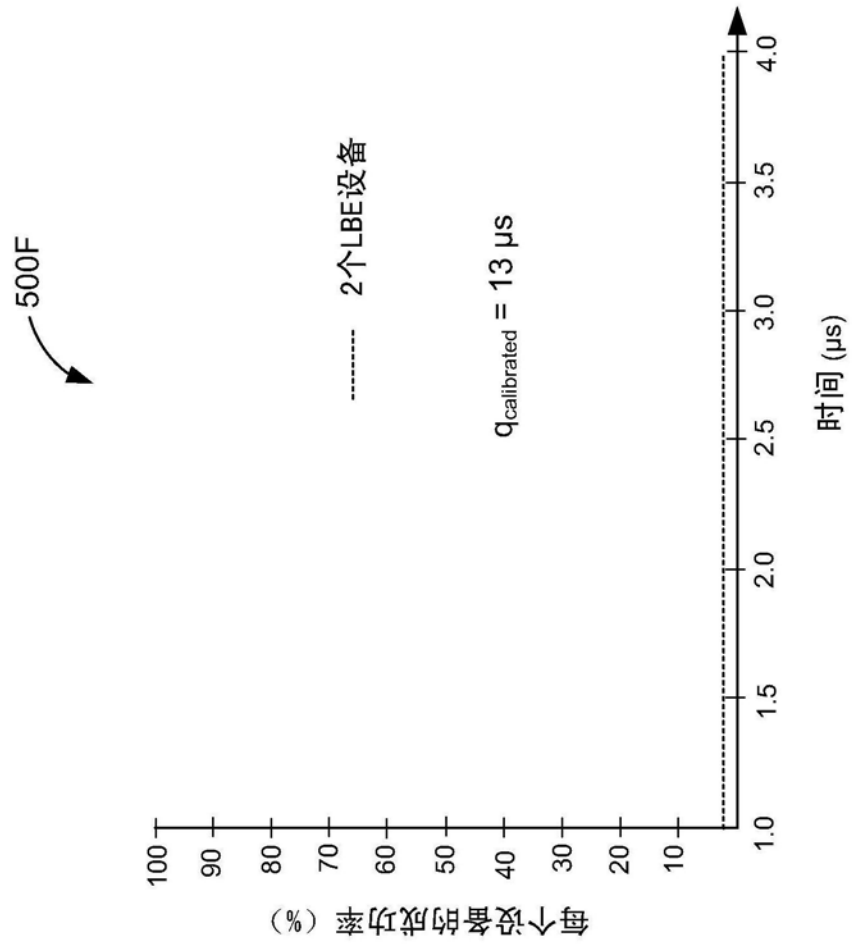


图5F

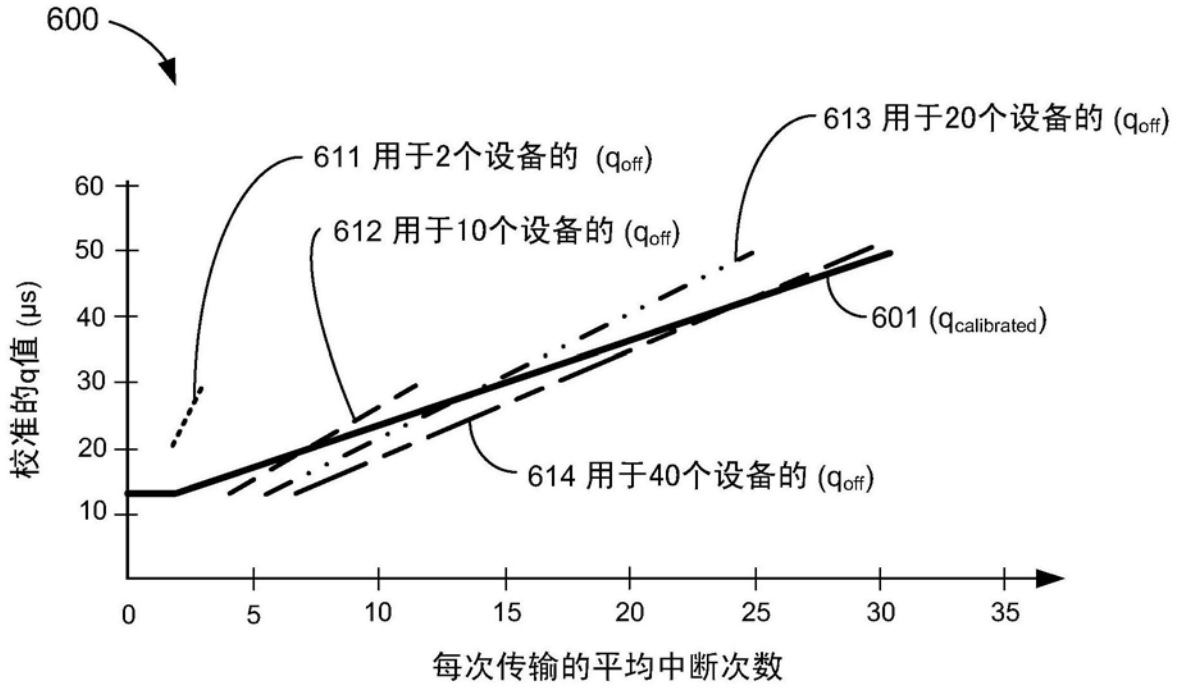


图6A

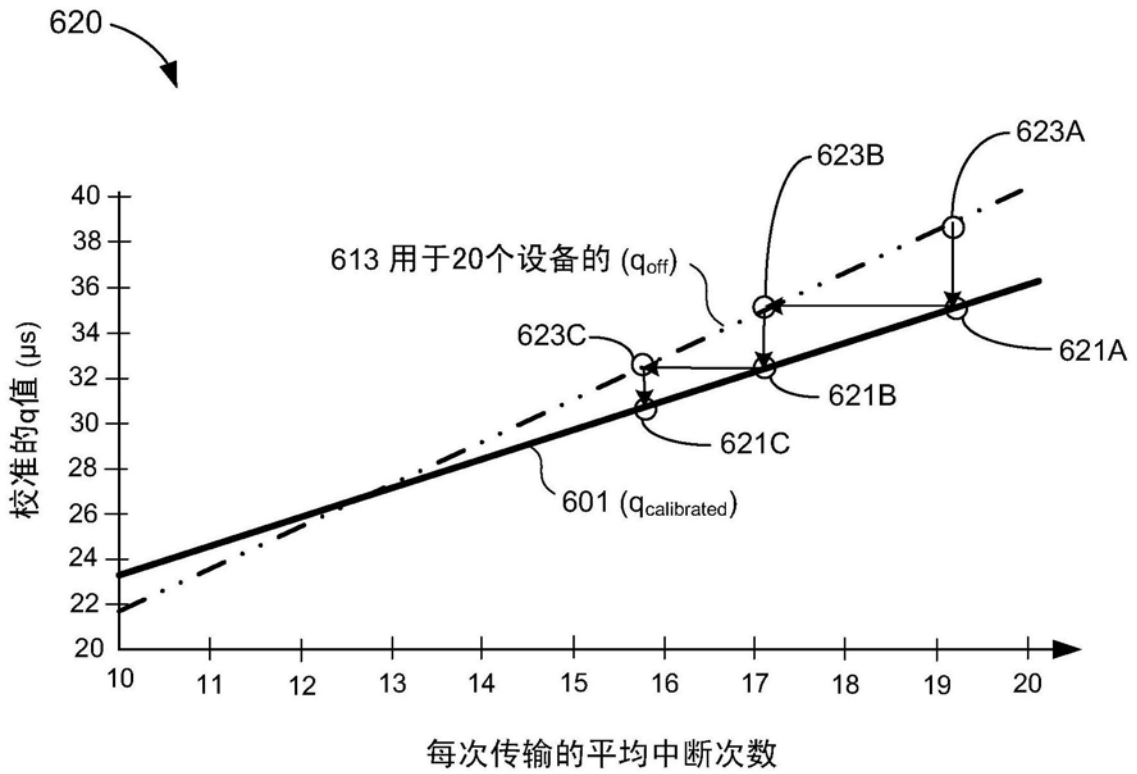


图6B

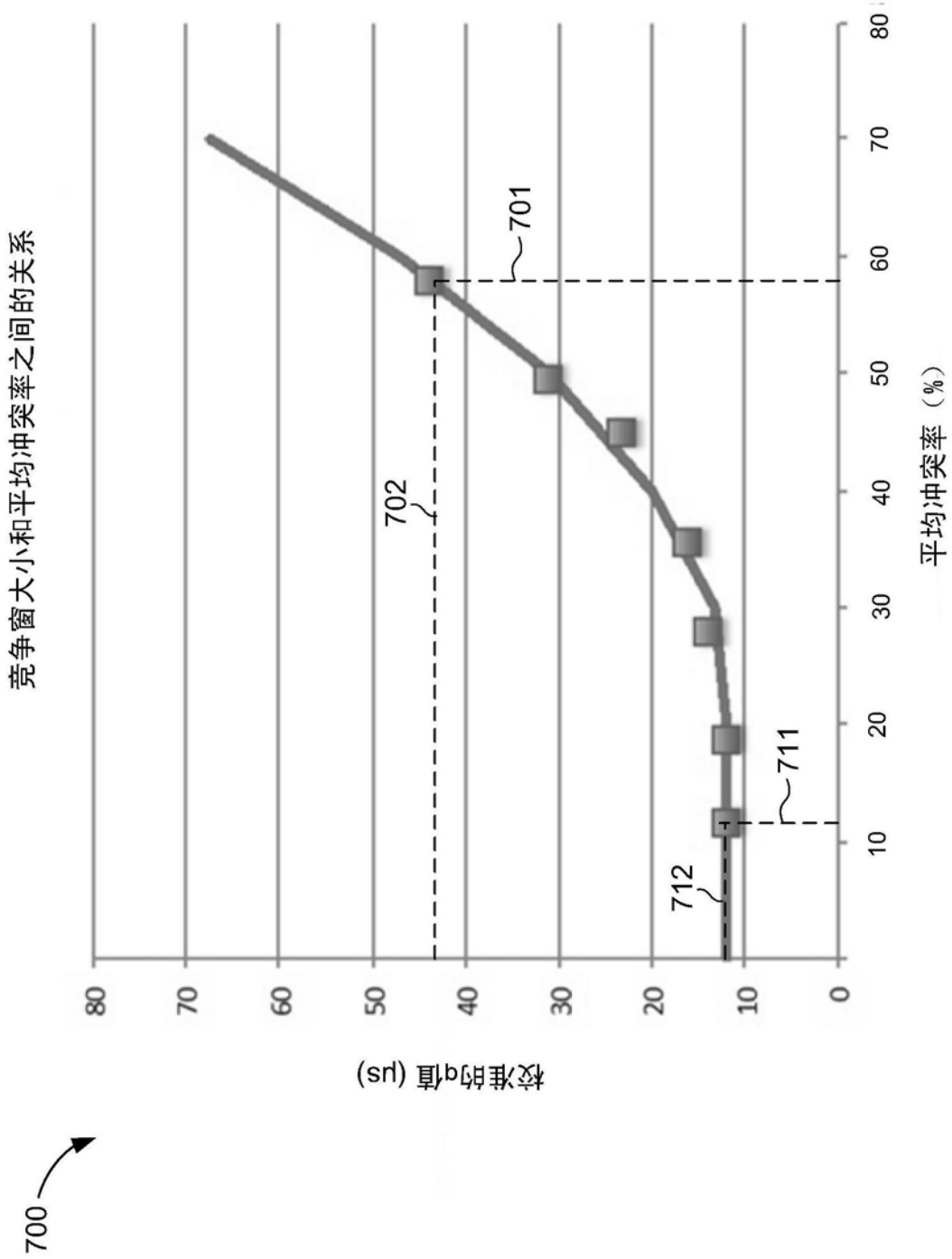


图7

800

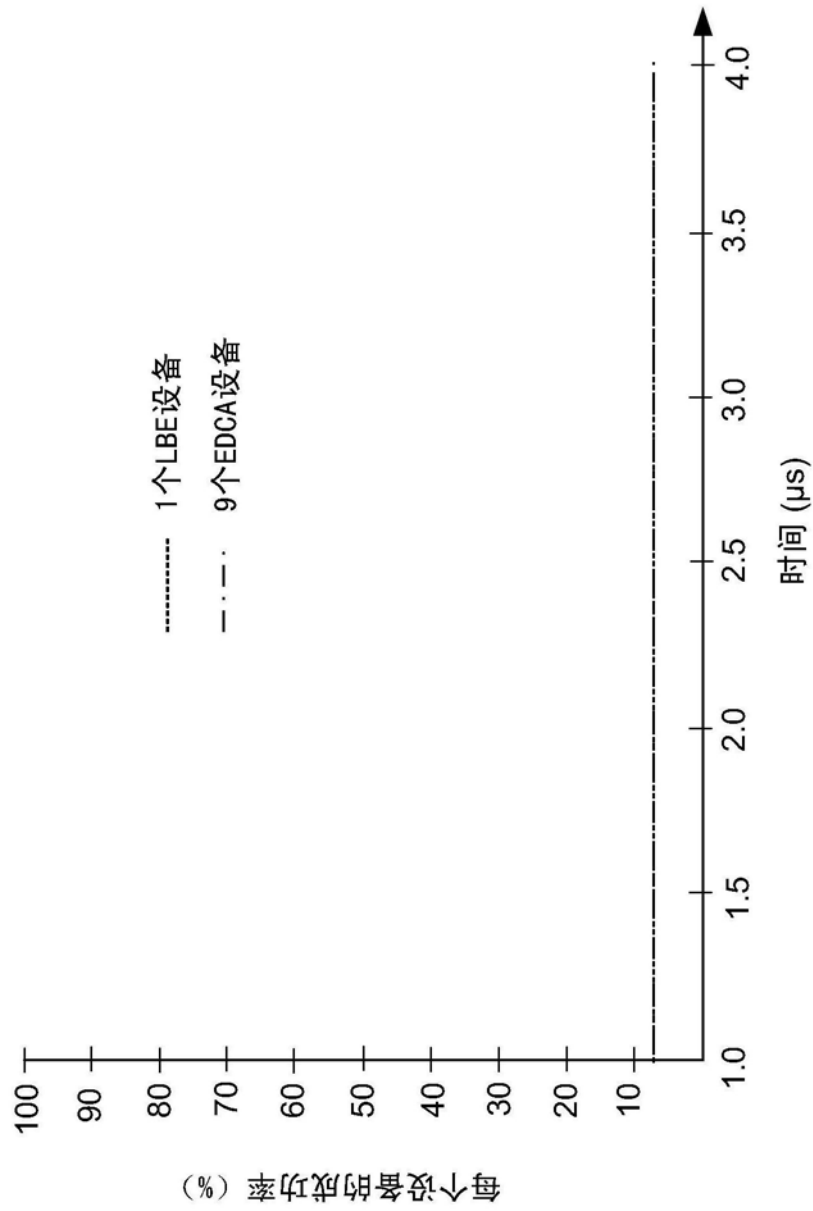


图8

900

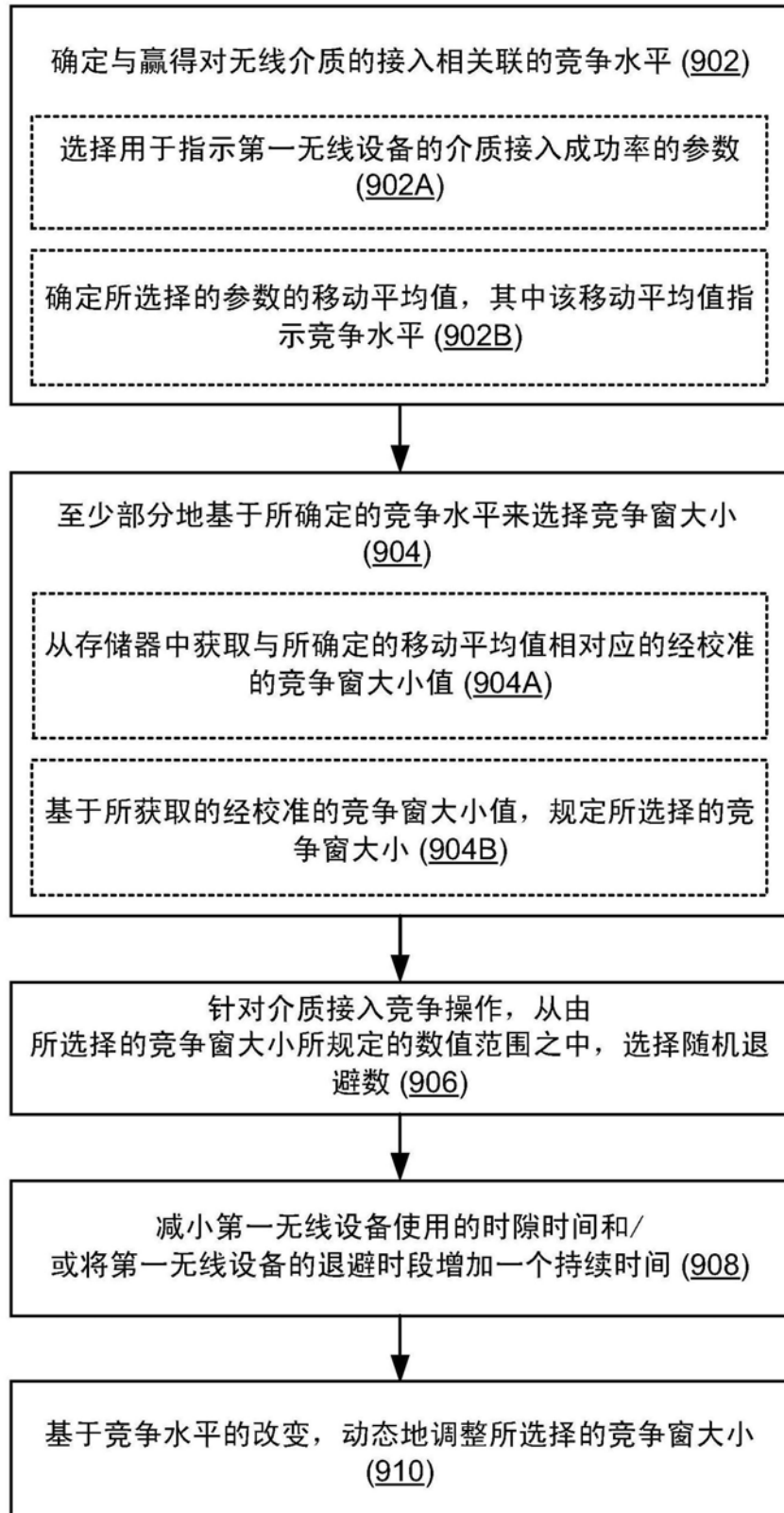


图9

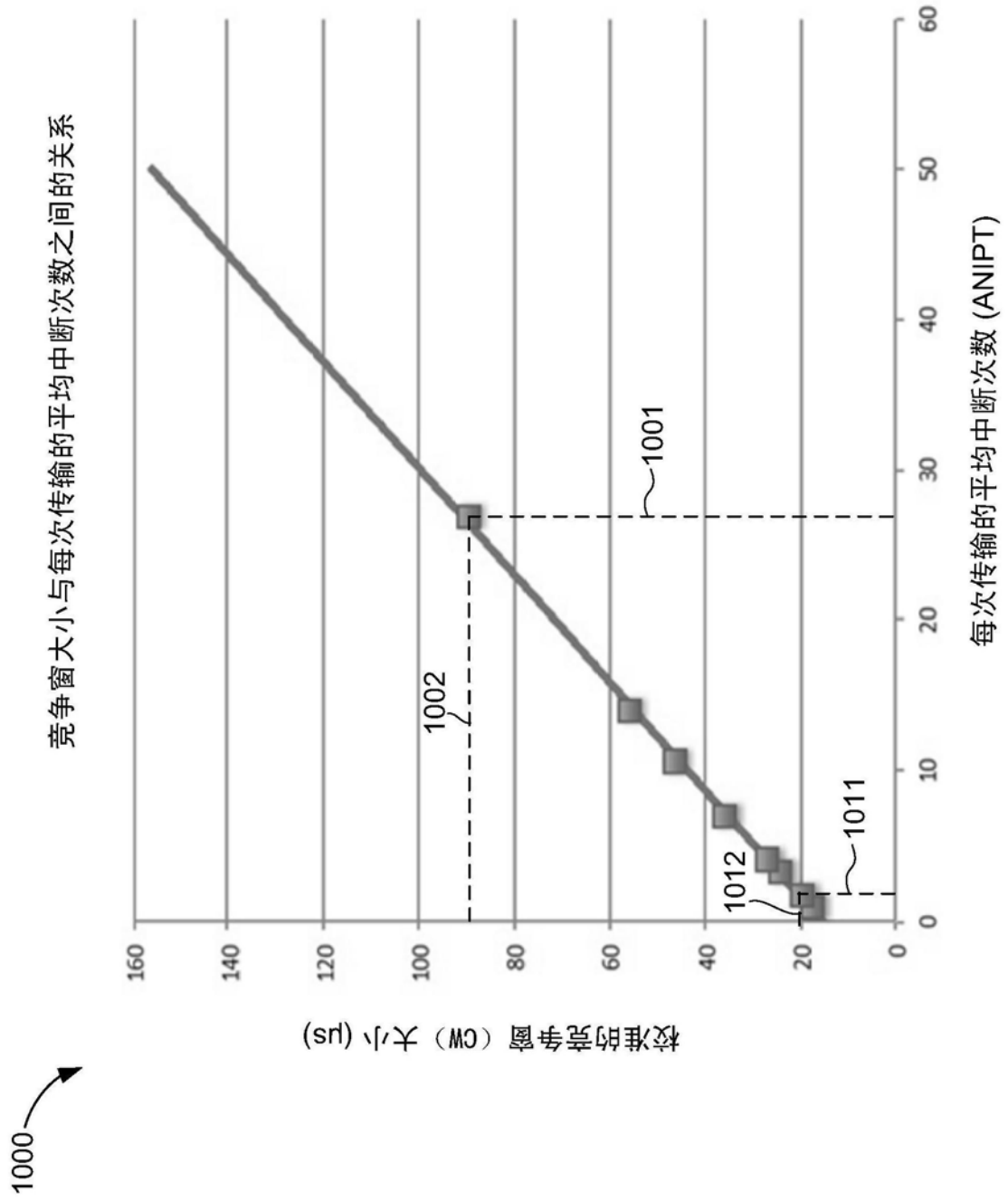


图10

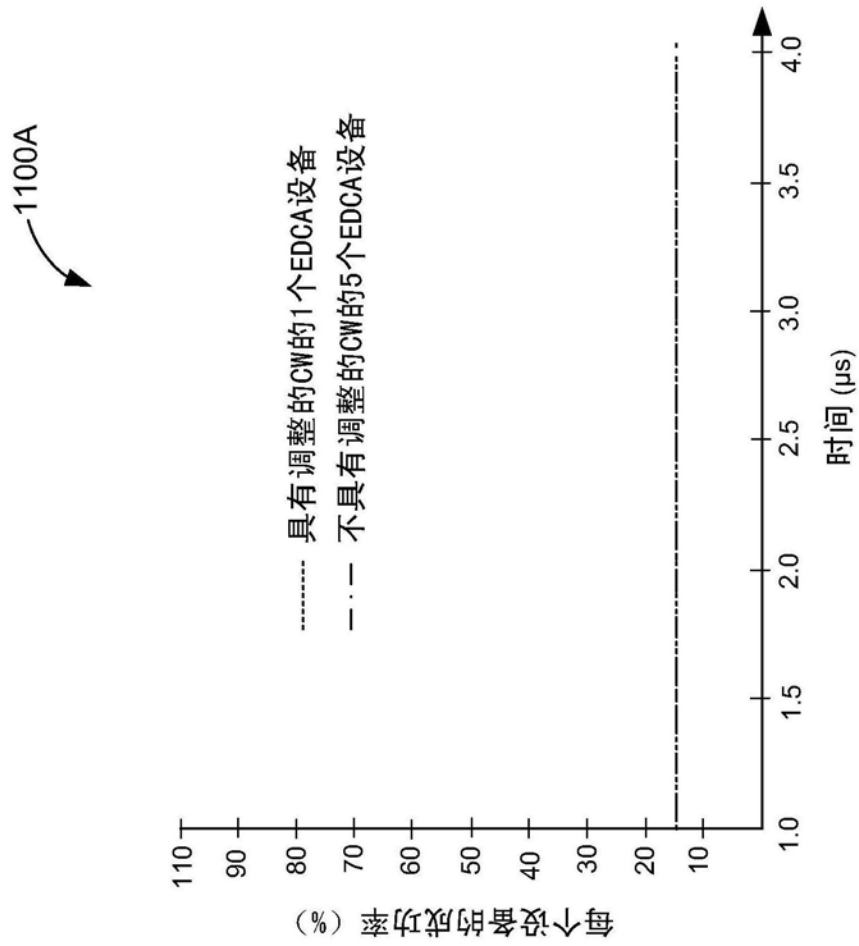


图11A

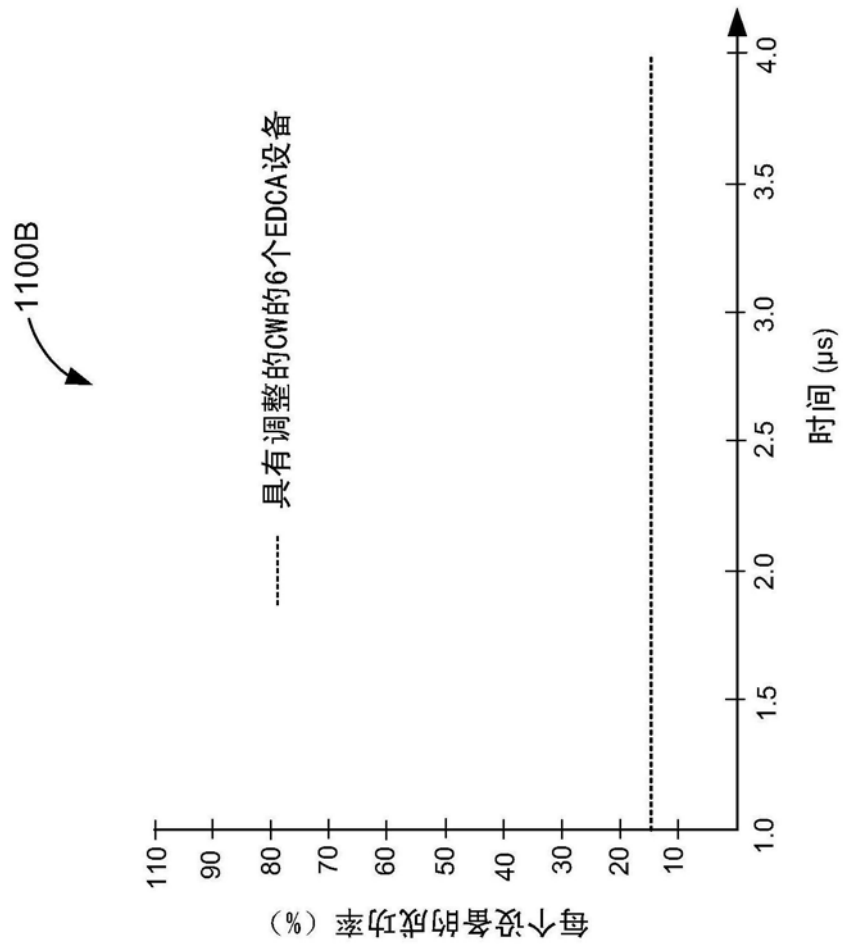


图11B

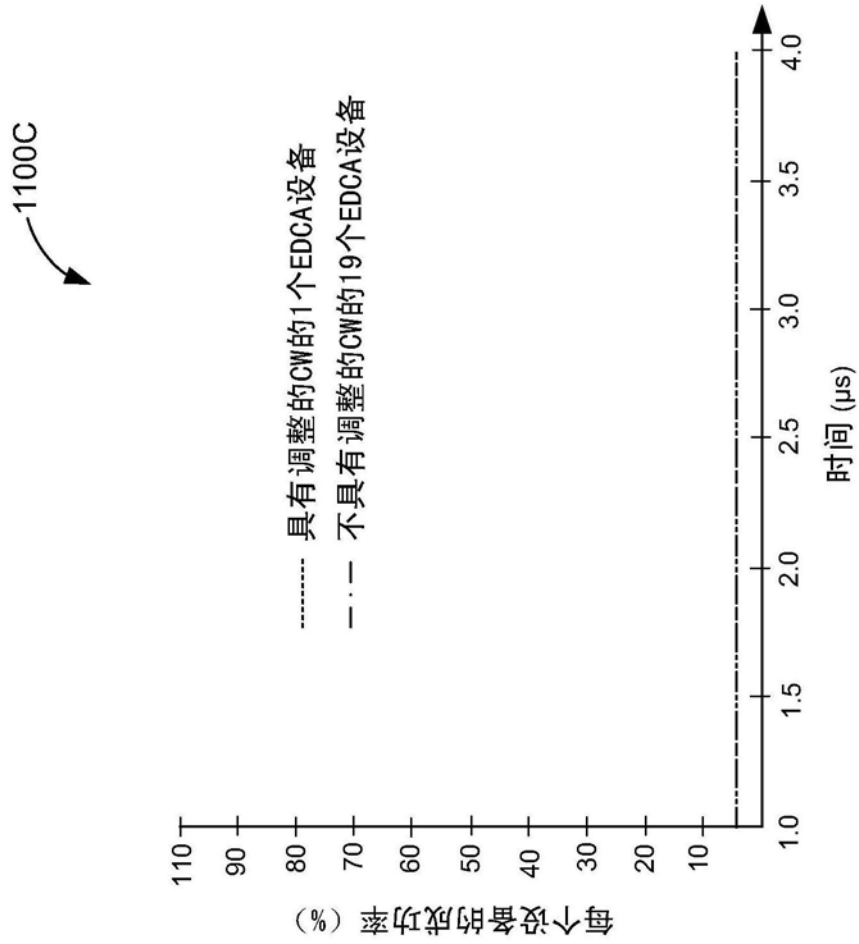


图11C

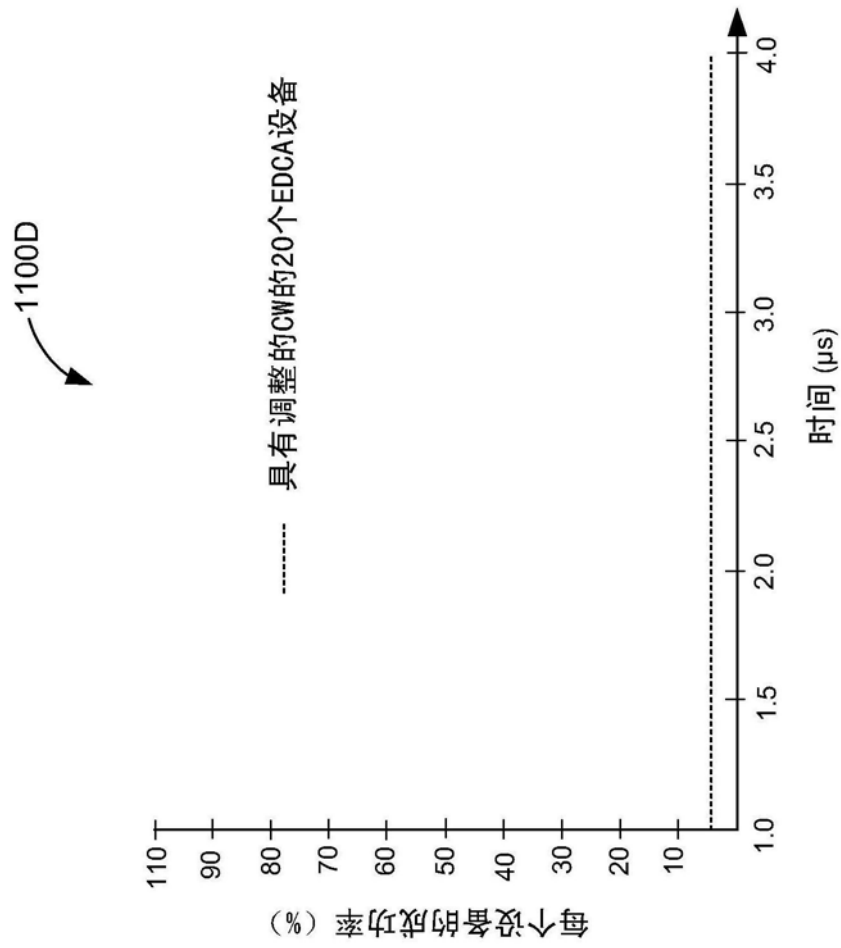


图11D

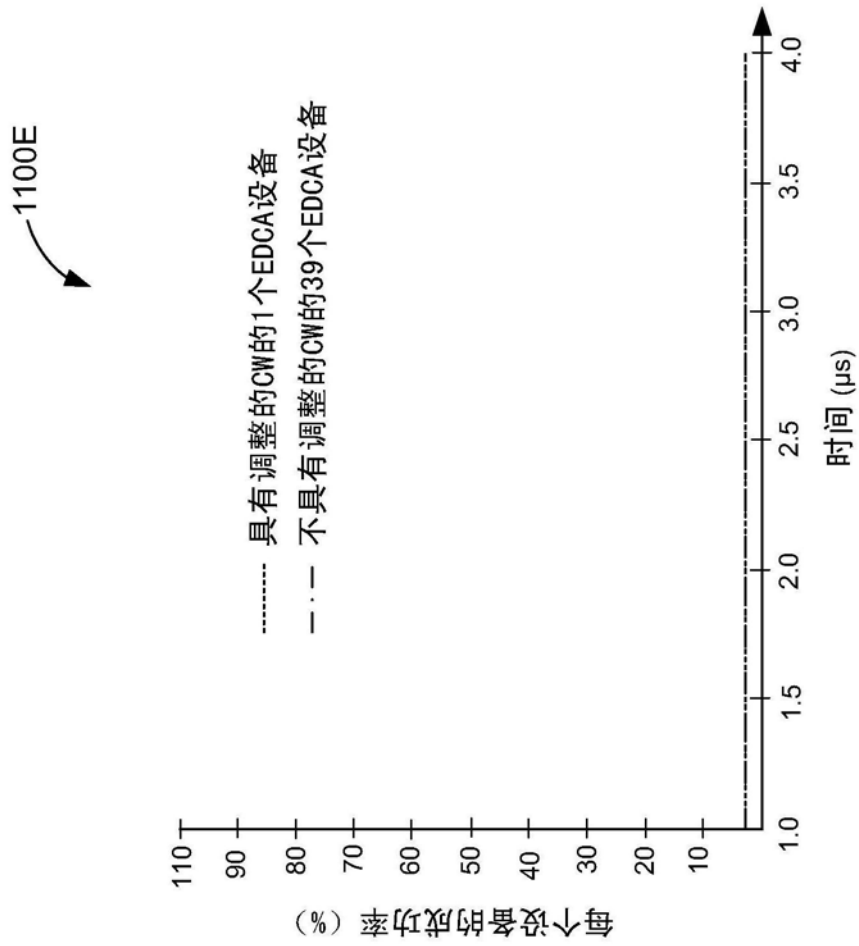


图11E

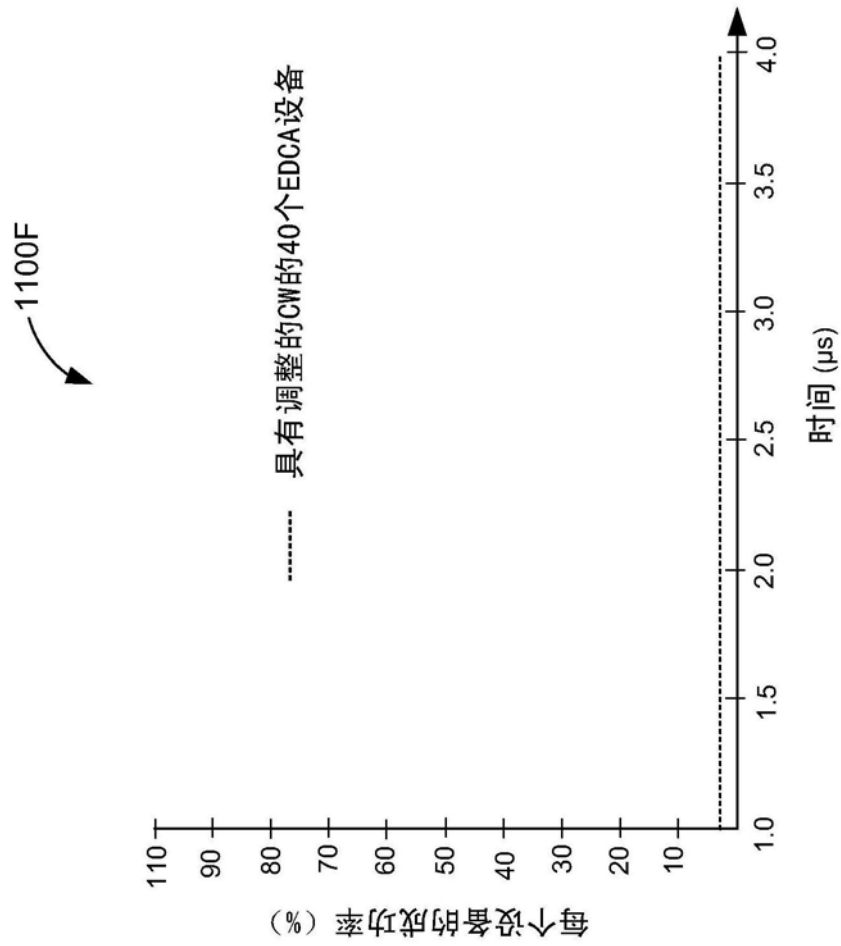


图11F

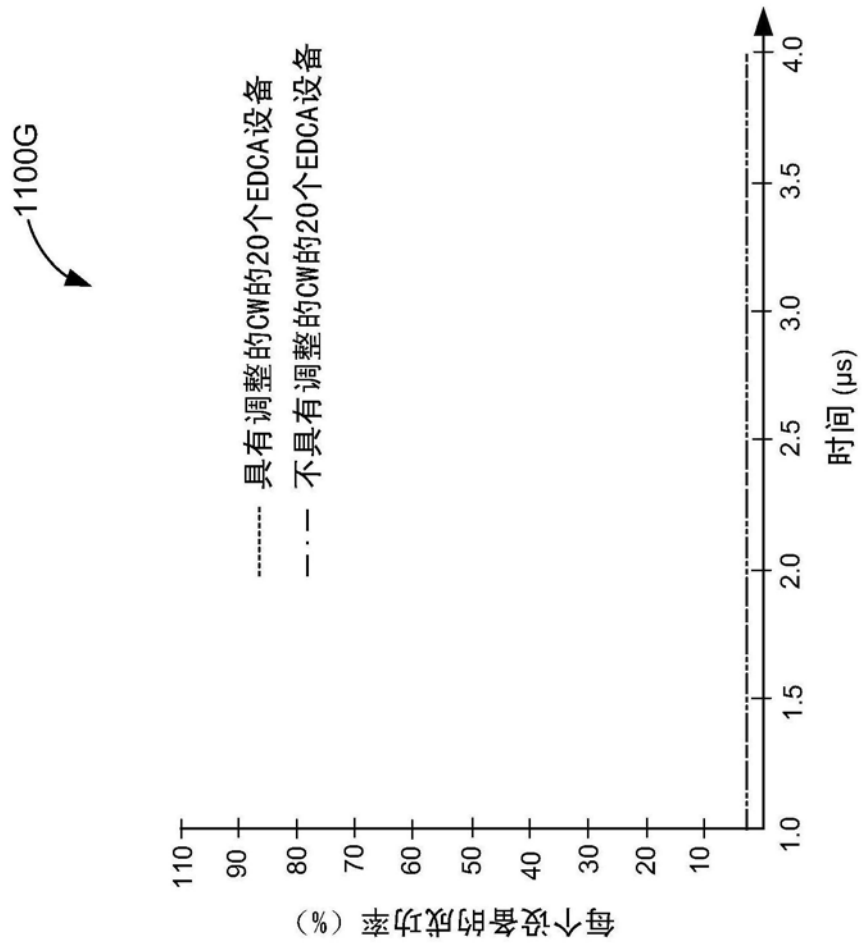


图11G

1200

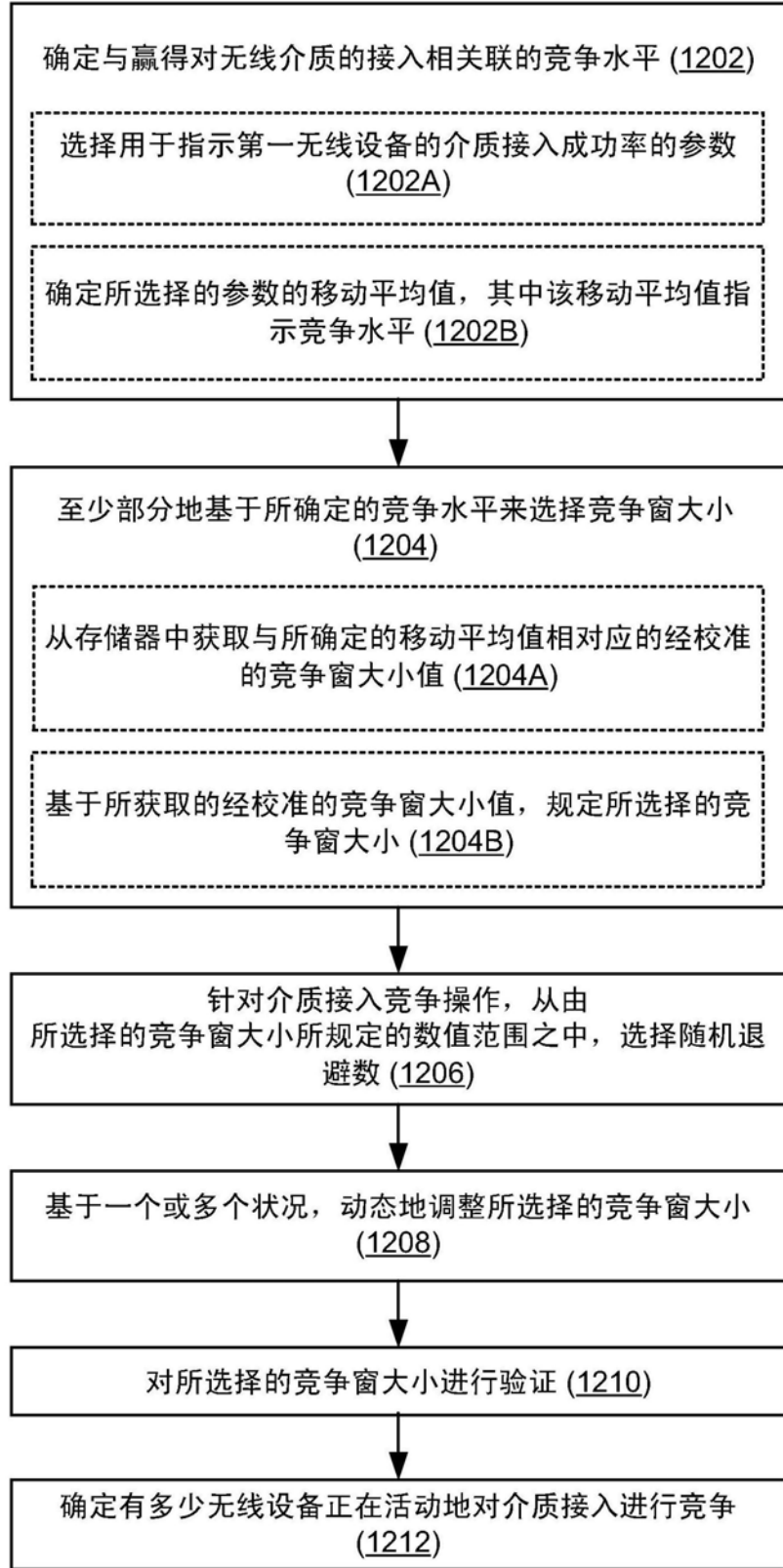


图12

1300

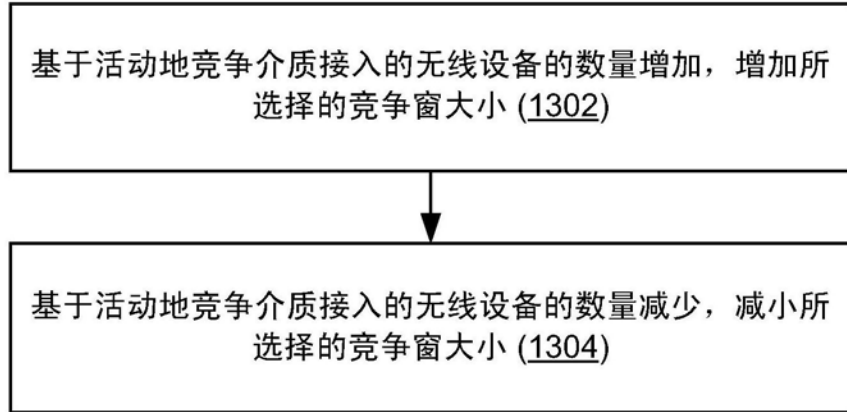


图13A

1310

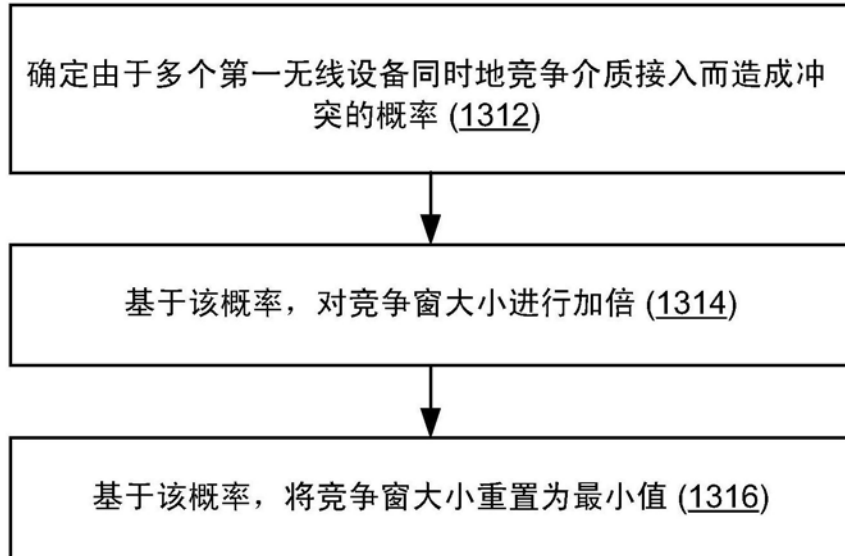


图13B