



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114128194 A

(43) 申请公布日 2022.03.01

(21) 申请号 202080051133.5

S·卡纳马拉普迪

(22) 申请日 2020.05.28

P·萨盖尼·高达 Y·图格纳瓦特

(30) 优先权数据

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

62/874,428 2019.07.15 US

代理人 王茂华

62/875,769 2019.07.18 US

16/656,964 2019.10.18 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(51) Int.Cl.

2022.01.13

H04L 1/24 (2006.01)

H04L 1/18 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

H04L 43/50 (2022.01)

H04W 24/10 (2009.01)

PCT/US2020/034767 2020.05.28

H04L 43/0829 (2022.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

H04L 43/18 (2022.01)

W02021/011096 EN 2021.01.21

H04L 1/16 (2006.01)

(71) 申请人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 V·巴拉苏布拉曼尼亚安

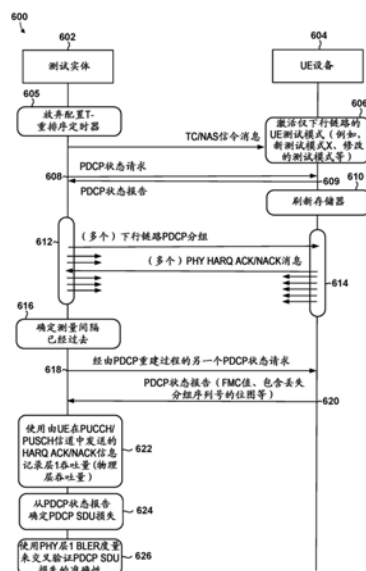
权利要求书4页 说明书20页 附图15页

(54) 发明名称

测量和验证层2持续下行链路最大数据速率解码性能

(57) 摘要

用于验证用户装备 (UE) 设备层2持续下行链路最大数据速率解码性能的测试实体可以向UE设备发送请求仅下行链路测试模式的激活的非接入层消息,向UE设备发送第一分组数据汇聚协议 (PDCP) 状态请求,在测量间隔期间向UE设备发送下行链路PDCP分组,从UE设备接收物理层 (PHY) 混合确认请求 (HARQ) 确认 (ACK) 或非确认 (NACK) 并基于接收的PHY HARQ ACK/NACK确定预期丢失的层1分组,在测量间隔之后向UE设备发送第二PDCP状态请求,从UE设备接收PDCP状态报告,以及从接收的PDCP状态报告中包括的第一丢失计数 (FMC) 值或位图确定丢失的层2分组。



1. 一种由用户装备设备的处理器执行的方法,所述方法用于验证层2持续下行链路最大数据速率解码性能,所述方法包括:

从测试实体接收非接入层 (NAS) 信令消息,所述非接入层信令消息请求仅下行链路测试模式的激活;

在测量间隔期间从所述测试实体接收下行链路分组数据汇聚协议 (PDCP) 分组;

对接收的所述下行链路PDCP分组进行解码;

在所述用户装备设备的存储器中存储解码状态信息;以及

响应于在所述用户装备设备的所述存储器中存储所述解码状态信息,丢弃接收的所述下行链路PDCP分组。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中接收请求所述仅下行链路测试模式的激活的所述NAS信令消息包括:

接收请求新测试模式的激活的NAS信令消息,所述新测试模式不在上行链路中将数据环回到所述测试实体。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中接收请求所述仅下行链路测试模式的激活的所述NAS信令消息包括:

接收请求修改的测试模式的激活的NAS信令消息,所述修改的测试模式不在上行链路中将数据环回到所述测试实体。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中接收请求对不在上行链路中将数据环回到所述测试实体的所述修改的测试模式的激活的所述NAS信令消息,包括:接收请求修改的UE测试环路功能UE测试环路模式A的激活的NAS信令消息。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中激活所述仅下行链路测试模式包括:抑制所述用户装备设备中的用户平面数据。

6. 根据权利要求1所述的方法,还包括:响应于解码接收的所述下行链路PDCP分组,经由物理上行链路共享信道 (PUSCH) 或物理上行链路控制信道 (PUCCH) 向所述测试实体发送物理层 (PHY) 混合确认请求 (HARQ) 确认 (ACK) 或非确认 (NACK)。

7. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

在激活所述仅下行链路测试模式之后并且在所述测量间隔期间从所述测试实体接收所述下行链路PDCP分组之前,接收PDCP状态请求;以及

在激活所述仅下行链路测试模式之后并且在所述测量间隔期间从所述测试实体接收所述下行链路PDCP分组之前,响应于接收到所述PDCP状态请求,刷新接收的下行链路PDCP分组和所述解码状态信息的所述用户装备设备的所述存储器。

8. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

在所述测量间隔之后从所述测试实体接收PDCP状态请求;

响应于在所述测量间隔之后从所述测试实体接收到所述PDCP状态请求,使用被存储在所述存储器中的所述解码状态信息来确定第一丢失计数 (FMC) 值并标识丢失分组序列号;

生成PDCP状态报告,所述PDCP状态报告包括所述FMC值和包含所述丢失分组序列号的位图;以及

向所述测试实体发送生成的所述PDCP状态报告。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中在所述测量间隔之后从所述测试实体接收所述

PDCP状态请求包括:从所述测试实体接收PDCP重建或PDCP恢复请求。

10. 根据权利要求8所述的方法,其中使用被存储在所述存储器中的所述解码状态信息来确定所述FMC值并标识所述丢失分组序列号包括:执行PDCP重建过程或PDCP恢复过程。

11. 一种用户装备设备,包括:

存储器;以及

处理器,所述处理器耦合到所述存储器,其中所述处理器被配置有处理器可执行软件指令以:

从测试实体接收非接入层(NAS)信令消息,所述非接入层信令消息请求仅下行链路测试模式的激活;

在测量间隔期间从所述测试实体接收下行链路分组数据汇聚协议(PDCP)分组;

对接收的所述下行链路PDCP分组进行解码;

在所述存储器中存储解码状态信息;以及

响应于在所述用户装备设备的所述存储器中存储了所述解码状态信息,丢弃接收的所述下行链路PDCP分组。

12. 根据权利要求11所述的装置,其中所述处理器被配置有处理器可执行软件指令以:通过以下来接收请求所述仅下行链路测试模式的激活的所述NAS信令消息:

接收请求新测试模式的激活的NAS信令消息,所述新测试模式不在上行链路中将数据环回到所述测试实体。

13. 根据权利要求11所述的装置,其中所述处理器被配置有处理器可执行软件指令以:通过以下来接收请求所述仅下行链路测试模式的激活的所述NAS信令消息:

接收请求修改的测试模式的激活的NAS信令消息,所述修改的测试模式不在上行链路中将数据环回到所述测试实体。

14. 根据权利要求13所述的装置,其中所述处理器被配置有处理器可执行软件指令以:通过以下来接收请求所述修改的测试模式的激活的所述NAS信令消息,所述修改的测试模式不在上行链路中将数据回送至所述测试实体:接收请求修改的UE测试环路功能UE测试环路模式A的激活的NAS信令消息。

15. 根据权利要求11所述的装置,其中所述处理器被配置有处理器可执行软件指令以:通过抑制所述用户装备设备中的用户平面数据来激活所述仅下行链路测试模式。

16. 根据权利要求11所述的装置,其中所述处理器还被配置有处理器可执行软件指令以:响应于解码接收的所述下行链路PDCP分组,经由物理上行链路共享信道(PUSCH)或物理上行链路控制信道(PUCCH)向所述测试实体发送物理层(PHY)混合确认请求(HARQ)确认(ACK)或非确认(NACK)。

17. 根据权利要求11所述的装置,其中所述处理器还被配置有处理器可执行软件指令以:

在激活所述仅下行链路测试模式之后并且在所述测量间隔期间从所述测试实体接收所述下行链路PDCP分组之前,接收PDCP状态请求;以及

在激活所述仅下行链路测试模式之后并且在所述测量间隔期间从所述测试实体接收所述下行链路PDCP分组之前,响应于接收到所述PDCP状态请求,刷新接收的下行链路PDCP

分组和所述解码状态信息的所述用户装备设备的所述存储器。

18. 根据权利要求11所述的所述用户装备设备,其中所述处理器还被配置有处理器可执行软件指令以:

在所述测量间隔之后从所述测试实体接收PDCP状态请求;

响应于在所述测量间隔之后从所述测试实体接收到所述PDCP状态请求,使用被存储在所述存储器中的所述解码状态信息来确定第一丢失计数(FMC)值并标识丢失分组序列号;

生成PDCP状态报告,所述PDCP状态报告包括所述FMC值和包含所述丢失分组序列号的位图;以及

向所述测试实体发送生成的所述PDCP状态报告。

19. 根据权利要求18所述的所述用户装备设备,其中所述处理器还被配置有处理器可执行软件指令以:通过从所述测试实体接收PDCP重建或PDCP恢复请求而在所述测量间隔之后从所述测试实体接收所述PDCP状态请求。

20. 根据权利要求18所述的所述用户装备设备,其中所述处理器还被配置有处理器可执行软件指令以:通过执行PDCP重建过程或PDCP恢复过程来使用被存储在所述存储器中的所述解码状态信息来确定所述FMC值并标识所述丢失分组序列号。

21. 一种非瞬态计算机可读存储介质,其上存储有处理器可执行软件指令,所述处理器可执行软件指令被配置为使用户装备设备中的处理器执行用于验证层2持续下行链路最大数据速率解码性能的操作,所述操作包括:

从测试实体接收非接入层(NAS)信令消息,所述非接入层信令消息请求仅下行链路测试模式的激活;

在测量间隔期间从所述测试实体接收下行链路分组数据汇聚协议(PDCP)分组;

对接收的所述下行链路PDCP分组进行解码;

在所述用户装备设备的存储器中存储解码状态信息;以及

响应于在所述用户装备设备的所述存储器中存储所述解码状态信息,丢弃接收的所述下行链路PDCP分组。

22. 根据权利要求21所述的非瞬态计算机可读存储介质,其中所存储的所述处理器可执行软件指令被配置为使处理器执行操作,使得接收请求所述仅下行链路测试模式的激活的所述NAS信令消息包括:

接收请求新测试模式的激活的NAS信令消息,所述新测试模式不在上行链路中将数据环回到所述测试实体。

23. 根据权利要求21所述的非瞬态计算机可读存储介质,其中所存储的所述处理器可执行软件指令被配置为使处理器执行操作,使得接收请求所述仅下行链路测试模式的激活的所述NAS信令消息包括:

接收请求修改的测试模式的激活的NAS信令消息,所述修改的测试模式不在上行链路中将数据环回到所述测试实体。

24. 根据权利要求23所述的非瞬态计算机可读存储介质,其中所存储的所述处理器可执行软件指令被配置为使处理器执行操作,使得接收请求所述修改的测试模式的激活的所述NAS信令消息、所述修改的测试模式不在上行链路中将数据环回到所述测试实体包括:接收请求修改的UE测试环路功能UE测试环路模式A的激活的NAS信令消息。

25. 根据权利要求21所述的非瞬态计算机可读存储介质,其中所存储的所述处理器可执行软件指令被配置为使处理器执行操作,所述操作包括:通过抑制所述用户装备设备中的用户平面数据来激活所述仅下行链路测试模式。

26. 根据权利要求21所述的非瞬态计算机可读存储介质,其中所存储的所述处理器可执行软件指令被配置为使处理器执行操作,所述操作还包括:响应于解码接收的所述下行链路PDCP分组,经由物理上行链路共享信道(PUSCH)或物理上行链路控制信道(PUCCH)向所述测试实体发送物理层(PHY)混合确认请求(HARQ)确认(ACK)或非确认(NACK)。

27. 根据权利要求21所述的非瞬态计算机可读存储介质,其中所存储的所述处理器可执行软件指令被配置为使处理器执行操作,所述操作还包括:

在激活所述仅下行链路测试模式之后并且在所述测量间隔期间从所述测试实体接收所述下行链路PDCP分组之前,接收PDCP状态请求;以及

在激活所述仅下行链路测试模式之后并且在所述测量间隔期间从所述测试实体接收所述下行链路PDCP分组之前,响应于接收到所述PDCP状态请求,刷新接收的下行链路PDCP分组和所述解码状态信息的所述用户装备设备的所述存储器。

28. 根据权利要求21所述的非瞬态计算机可读存储介质,其中所存储的所述处理器可执行软件指令被配置为使处理器执行操作,使得所述操作还包括:

在所述测量间隔之后从所述测试实体接收PDCP状态请求;

响应于在所述测量间隔之后从所述测试实体接收所述PDCP状态请求,使用被存储在所述存储器中的所述解码状态信息来确定第一丢失计数(FMC)值并标识丢失分组序列号;

生成PDCP状态报告,所述PDCP状态报告包括所述FMC值和包含所述丢失分组序列号的位图;以及

向所述测试实体发送生成的所述PDCP状态报告。

29. 一种用户装备设备,包括:

用于从测试实体接收非接入层(NAS)信令消息的部件,所述非接入层信令消息请求仅下行链路测试模式的激活;

用于在测量间隔期间从所述测试实体接收下行链路分组数据汇聚协议(PDCP)分组的部件;

用于对接收的所述下行链路PDCP分组进行解码的部件;

用于在所述用户装备设备的存储器中存储解码状态信息的部件;以及

用于响应于在所述用户装备设备的所述存储器中存储了所述解码状态信息而丢弃接收的所述下行链路PDCP分组的部件。

测量和验证层2持续下行链路最大数据速率解码性能

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2019年7月15日提交的题为“Measuring and Verifying Layer 2 Sustained Downlink Maximum Data Rate Decoding Performance”的美国临时申请第62/874,428号和于2019年7月18日提交的题为“Measuring and Verifying Layer 2 Sustained Downlink Maximum Data Rate Decoding Performance”的美国临时申请第62/875,769号的优先权,其两者的全部内容通过引用并入本文。

背景技术

[0003] 长期演进(LTE)、5G新无线电(NR)和其他最近开发的通信技术允许无线设备以比几年前可用的数据速率高出几个数量级的数据速率(例如,以每秒千兆比特等)来传送信息。今天的通信网络也较安全,对多径衰落有弹性,允许较低的网络流量时延,提供较好的通信效率(例如,在每单位带宽使用的每秒比特等方面)。这些和其他最近的改进促进了物联网(IOT)、大规模机器对机器(M2M)通信系统、自动驾驶汽车和其他依赖于一致和安全通信的技术的出现。因此,数十亿移动和资源受限的计算设备(例如,智能手机、手表、智能电器、自动驾驶车辆等)现在使用互联网协议(IP)和蜂窝通信网络来传送关键和平凡的信息。为了有资格连接到新的通信网络,设备制造方必须证明无线通信设备的性能满足技术标准。这样的证明是由测试设备使用测试设备(在此称为测试实体)执行能够测量技术标准中规定的各种性能特性的测试过程来提供的。

发明内容

[0004] 本公开的各个方面包括由测试实体中的处理器执行的方法,该方法用于验证用户装备(UE)无线通信设备的层2(数据链路层)持续下行链路最大数据速率解码性能。各个方面可以包括:向用户装备设备发送非接入层(NAS)信令消息,该非接入层信令消息请求激活仅下行链路测试模式,向用户装备设备发送第一分组数据汇聚协议(PDCP)状态请求,在向用户装备设备发送第一PDCP状态请求之后,在测量间隔期间向用户装备设备发送下行链路PDCP分组,从用户装备设备接收物理层(PHY)混合确认请求(HARQ)确认(ACK)或非确认(NACK)并基于接收的PHY HARQ ACK/NACK中包括的信息确定预期丢失的层1分组,在测量间隔之后向用户装备设备发送第二PDCP状态请求,响应于第二PDCP状态请求从用户装备设备接收PDCP状态报告,以及从接收的PDCP状态报告中包含的第一丢失计数(FMC)值或位图确定丢失的层2分组。

[0005] 一些方面可以包括放弃配置与仅下行链路测试模式相关联的T-重排序定时器(并且当T-重排序未由测试实体配置时,UE可以在内部将T-重排序设置为值无穷大)。在一些方面,向用户装备设备发送请求仅下行链路测试模式的激活的NAS信令消息可以包括:发送请求新的测试模式的激活的NAS信令消息,该新测试模式不在上行链路中将数据环回到测试实体。在一些方面,向用户装备设备发送请求仅下行链路测试模式的激活的NAS信令消息可以包括:发送请求修改的测试模式的激活的NAS信令消息,该修改的测试模式不在上行链路

中将数据环回到测试实体。

[0006] 在一些方面,发送请求修改的测试模式的激活的NAS信令消息、该修改的测试模式不在上行链路中将数据环回到测试实体可以包括:发送请求修改的用户装备测试环路功能测试环路模式A(或其他测试模式,诸如测试模式B等)的激活的NAS信令消息,该修改的用户装备测试环路功能测试环路模式A不在上行链路中将数据环回到测试实体。一些方面可以包括修改现有测试模式以不在上行链路中将数据环回到测试实体。在一些方面,修改现有测试模式以不在上行链路中将数据环回到测试实体可以包括在NAS信令消息中设置有效负载比特。

[0007] 一些方面可以包括设置DL最大HARQ传输=1和RLC最大重传=1。一些方面可以包括,在测试开始之前,以预定间隔注入坏PDCP分组,确定用户装备设备是否在PDCP状态报告中准确地将那些坏的PDCP分组报告为丢失的分组,并使用确定用户装备设备是否在PDCP状态报告中准确地将那些坏的PDCP分组报告为丢失的分组的结果作为进行测试的基线。

[0008] 另外的方面可以包括由用户装备(UE)设备的处理器执行的方法,该方法用于验证层2持续下行链路最大数据速率解码性能,该方法可以包括:从测试实体接收非接入层(NAS)信令消息,该非接入层信令消息请求仅下行链路测试模式的激活,在测量间隔期间从测试实体接收下行链路分组数据汇聚协议(PDCP)分组,对接收的下行链路PDCP分组进行解码,在用户装备设备的存储器中存储解码状态信息,以及响应于在用户装备设备的存储器中存储解码状态信息,丢弃接收的下行链路PDCP分组。

[0009] 在一些方面,接收请求仅下行链路测试模式的激活的NAS信令消息可以包括:接收请求新测试模式的激活的NAS信令消息,该新测试模式不在上行链路中将数据环回到测试实体。在一些方面,接收请求仅下行链路测试模式的激活的NAS信令消息可以包括:接收请求修改的测试模式的激活的NAS信令消息,该修改的测试模式不在上行链路中将数据环回到测试实体。在一些方面,接收请求修改的测试模式的激活的NAS信令消息,该修改的测试模式不在上行链路中将数据环回到测试实体可以包括:接收请求修改的UE测试环路功能UE测试环路模式A的激活的NAS信令消息。

[0010] 在一些方面,激活仅下行链路测试模式可以包括:抑制用户装备设备中的用户平面数据。一些方面可以包括:响应于解码接收的下行链路PDCP分组,经由物理上行链路共享信道(PUSCH)或物理上行链路控制信道(PUCCH)向测试实体发射物理层(PHY)混合确认请求(HARQ)确认(ACK)或非确认(NACK)。一些方面可以包括:在激活仅下行链路测试模式之后并且在测量间隔期间从测试实体接收下行链路PDCP分组之前,接收PDCP状态请求,以及在激活仅下行链路测试模式之后并且在测量间隔期间从测试实体接收下行链路PDCP分组之前,响应于接收PDCP状态请求,刷新接收的下行链路PDCP分组和解码状态信息的用户装备设备的存储器。

[0011] 一些方面可以包括:在测量间隔之后从测试实体接收PDCP状态请求,响应于在测量间隔之后从测试实体接收PDCP状态请求,使用被存储在存储器中的解码状态信息来确定第一丢失计数(FMC)值并标识丢失分组序列号,生成PDCP状态报告,该PDCP状态报告包括FMC值和包含丢失分组序列号的位图,以及向测试实体发送生成的PDCP状态报告。在一些方面,在测量间隔之后从测试实体接收PDCP状态请求可以包括:从测试实体接收PDCP重建或PDCP恢复请求。在一些方面,使用被存储在存储器中的解码状态信息来确定FMC值并标识丢

失分组序列号包括:执行PDCP重建过程或PDCP恢复过程。

[0012] 另外的方面可以包括具有处理器的UE设备(例如,移动或无线设备等),该处理器被配置为执行以上概括的方法的一个或多个UE设备操作。另外的方面可以包括具有处理器的测试实体(例如,系统模拟器、基站等),该处理器被配置为执行以上概括的任何方法的一个或多个测试实体操作。另外的方面可以包括非瞬态处理器可读存储介质,其上存储有处理器可执行指令,该处理器可执行指令被配置为使测试实体或UE设备的处理器执行以上概括的任何方法的操作。另外的方面可以包括测试实体或UE设备,其具有用于执行以上概括的任何方法的功能的部件。另外的方面可以包括用于测试实体和/或UE设备中的片上系统,其包括处理器,该处理器被配置为执行上述方法的一个或多个操作。

附图说明

[0013] 并入本文并构成本说明书的一部分的附图示出了权利要求的示例性实施例,并且与上面给出的一般描述和下面给出的详细描述一起用于解释权利要求的特征。

[0014] 图1是概念性地示出示例通信系统的系统框图,该示例通信系统包括小小区和可以在这样的系统中发展的问题。

[0015] 图2是示出了根据各种实施例的计算系统的组件框图,该计算系统可以被配置为实现小区选择的管理。

[0016] 图3是示出了根据各种实施例的软件架构的示例的图,该软件架构包括用于无线通信中的用户平面和控制平面的无线电协议栈。

[0017] 图4和图5是示出了根据一些实施例的可以用于生成和发送PDCP状态报告的PDCP控制分组数据单元的框图。

[0018] 图6是示出了根据一些实施例的系统中的组件、操作和通信的消息流程图,该系统可被配置为验证层2持续下行链路最大数据速率解码性能。

[0019] 图7A是示出了根据各种实施例的测试实体计算设备中的功能组件的组件框图,该测试实体计算设备可以被配置为验证层2持续下行链路最大数据速率解码性能。

[0020] 图7B是示出了根据各种实施例的UE设备中的功能组件的组件框图,该UE设备可以被配置为验证层2持续下行链路最大数据速率解码性能。

[0021] 图8A、8B、8C、8D和/或8E是示出了根据各种实施例的方法的操作的过程流程图,该方法用于验证UE设备的层2持续下行链路最大数据速率解码性能。

[0022] 图9示出了根据一些实施例的由处理器执行的方法的操作,该方法用于验证UE设备的层2持续下行链路最大数据速率解码性能。

[0023] 图10示出了根据各种实施例的由测试实体中的处理器执行的方法的操作,该方法用于验证用户装备设备的层2持续下行链路最大数据速率解码性能。

[0024] 图11是根据各种实施例的适合用作测试实体的计算设备的组件框图,该测试实体用于验证UE设备的层2持续下行链路最大数据速率解码性能设备。

[0025] 图12是根据各种实施例的适合由用户装备设备的处理器执行以验证层2持续下行链路最大数据速率解码性能的UE设备的组件框图。

具体实施方式

[0026] 将参考附图详细描述各种实施例。在可能的情况下,在整个附图中将使用相同的附图标记来指代相同或相似的部件。对特定示例和实施例的引用是为了说明的目的,并不旨在限制权利要求的范围。

[0027] 术语“用户装备”及其首字母缩略词“UE”在本文中可以互换使用以指代以下任何一个或全部:无线路由器设备、无线设备、蜂窝电话、智能电话、便携式计算设备、个人或移动多媒体播放器、膝上型电脑、平板电脑、智能本、掌上电脑、无线电子邮件接收器、支持互联网的多媒体蜂窝电话、无线游戏控制器、支持无线网络的物联网(IoT)设备(包括供家庭或企业使用的大型和小型机械和电器)、自动和半自动车辆内的无线通信元件、固定到或合并到各种移动平台的UE设备,以及包括存储器、无线通信组件和可编程处理器的类似电子设备。

[0028] 术语“片上系统”(SOC)在本文中用于指包含集成在单个衬底上的多个资源和/或处理器的单个集成电路(IC)芯片。单个SOC可能包含用于数字、模拟、混合信号和射频功能的电路系统。单个SOC还可以包括任何数目的通用和/或专用处理器(数字信号处理器、调制解调器处理器、视频处理器等)、存储器块(例如ROM、RAM、闪存等)和资源(例如定时器、稳压器、振荡器等)。SOC还可以包括用于控制集成资源的软件以及用于控制外围设备的处理器。

[0029] 术语“封装中的系统”(SIP)在本文中可用于指在两个或更多个IC芯片、基板或SOC上包含多个资源、计算单元、内核和/或处理器的单个模块或封装。例如,SIP可以包括单个基板,在该单个基板上以垂直配置堆叠多个IC芯片或半导体管芯。类似地,SIP可以包括一个或多个多芯片模块(MCM),多个IC或半导体管芯在其上封装成统一基板。SIP还可以包括多个独立的SOC,这些SOC经由高速通信电路系统耦合在一起并紧密封装在一起,诸如在单个主板上或单个UE设备中。SOC的邻近有利于高速通信以及存储器和资源的共享。

[0030] 术语“多核处理器”在本文中可用于指包含被配置为读取和执行程序指令的两个或更多个独立处理内核(例如,CPU内核、知识产权内核、图形处理器单元(GPU)内核等)的单个集成电路(IC)芯片或芯片封装。一个SOC可以包括多个多核处理器,并且SOC中的每个处理器可以称为一个内核。术语“多处理器”在本文中可用于指包括被配置为读取和执行程序指令的两个或更多个处理单元的系统或设备。

[0031] 第三代合作伙伴计划(3GPP)无线电接入网络(RAN)电信和互联网汇聚服务和高级网络协议(TISPA)工作组4(此处称为“3GPP RAN4”)负责为现代蜂窝或电信网络的射频(RF)方面制定标准和规范。3GPP RAN4对各种RF系统场景进行仿真,并得到传输和接收参数以及信道解调的最低要求。一旦设置了这些要求,3GPP RAN5组就会定义将用于验证它们的测试过程(针对基站)。

[0032] 3GPP RAN5定义了“UE测试环路功能”以经由无线电接口提供对UE的隔离功能的接入以用于一致性测试,而无需引入新的物理接口。UE测试环路功能通过向UE传输适当的测试控制(TC)消息来激活。UE测试环路功能可以在不同的UE环回模式下操作,即UE环回模式A到I。

[0033] UE测试环路功能UE测试环路模式(例如,模式A、B等)在UE正在5G NR中操作的同时为双向数据无线电承载提供PDCP服务数据单元(SDU)的环回。由UE在每个双向数据无线电承载上接收的下行链路PDCP SDU都在相同的无线电承载上返回,而不管PDCP SDU的内容如

何。

[0034] 3GPP RAN5阐述了详细描述用户装备设备的下行链路层1和层2解码性能要求的性能规范。开放系统互连模型(OSI模型)的层1和层2定义了现代蜂窝或电信网络的空中接口。层1是物理层并且层2是数据链路层。数据链路层(层2)分为多个协议层。在UMTS、LTE和5G NR中,层2协议层包括分组数据汇聚协议(PDCP)层、无线电链路控制(RLC)协议层和媒体访问控制(MAC)协议层。基站对空中接口进行控制,并且调度所有用户装备(UE)设备的下行链路接入以及上行链路接入。

[0035] 为了以持续的方式评估用户装备设备的层2最大下行链路数据速率能力,必须验证用户装备设备的层2(直到PDCP层)解码性能。传统解决方案经由由系统模拟器(SS)发起的环回模式A来验证层2要求。

[0036] 例如,验证UE设备的层2解码性能的传统解决方案可以包括UE激活其测试模式以抑制用户平面数据,以及在接收具有将下行链路数据的截断版本环回到上行链路中的CLOSE UE TEST LOOP的非接入层(NAS)信令后,激活UE测试环路功能UE测试环路模式A。作为响应,系统模拟器(SS)在测量间隔期间发送下行链路数据(经由PDCP)。UE接收数据,对其进行解码,并且经由物理上行链路共享信道(PUSCH)或物理上行链路控制信道(PUCCH)向网络发送物理层(PHY)确认(ACK)或非确认(NACK)。另外,为了符合UE测试环路模式A的要求,UE对每个分组进行截断,并将它们环回到上行PDCP中。也就是说,为了符合UE测试环路模式A的要求,即使测试不需要上行数据路径验证,UE也必须进行附加的处理(即,截断分组并将其环回到上行链路PDCP中)。此外,如果任何下行链路分组丢失,则要求UE将所有随后分组存储在其缓冲区中,直到丢失的分组被正确获取和解码。

[0037] 用于经由“环回模式A”来验证UE的层2解码性能的这种传统方法增加了测试/验证过程的复杂性,并且给UE带来了巨大的负担。例如,在具有2Gbps下行链路数据速率的LTE中,UE在测试期间可能需要处理的PDCP SDU分组的数目可能高达50万个(150SDU*3000传输时间间隔(TTI))分组。对于5G UE设备,UE处理下行链路分组然后环回到上行链路中的负担可能更大。也就是说,因为5G-NR可能包括超过20Gbps的下行链路吞吐率(即比LTE大10倍以上的下行链路吞吐率),在测量间隔期间从系统模拟器(SS)发送到UE的PDCP分组的数目超过500万。处理500万个或更多PDCP下行链路分组并将它们环回到上行链路中可能会消耗UE、S或基站的大量处理、存储器、电池/能量和带宽资源,否则对UE设备或网络的性能、功能或响应性具有显著的负面影响。

[0038] 各种实施例包括组件,这些组件被配置为验证层2(UPTO PDCP)持续下行链路最大数据速率解码性能而不消耗UE或基站的过量的处理、存储器、电池/能量和带宽资源,除此以外会对UE设备或网络的性能、功能或响应性具有显著的负面影响。

[0039] 在实施例中,测试实体(例如,系统模拟器等)和/或UE可以被配置为支持仅下行链路的测试模式(例如,新UE测试环路模式X、不包括环回的修改的现有测试模式、PDCP仅下行链路数据操作模式等)。测试实体可以是新UE测试环路实体,也可以是被配置为支持修改的UE测试环路功能(例如,以确保UE丢弃下行链路PDCP SDU而不在上行链路上环回)的现有测试实体(例如,系统模拟器等)。也就是说,类似于环回模式A,这种新或修改的环路模式允许下行链路数据在PDCP层发起和终止。然而,与环回模式A不同的是,UE不会将接收的数据环回上行链路中。相反,一旦该测试实体或环路模式被激活和关闭,则从测试实体接收的下行

链路数据被处理、记录为由UE设备接收并且丢弃。

[0040] 因为数据被丢弃,测试实体(例如,系统模拟器等)不需要配置T-重排序,并且UE不需要在其缓冲器中存储所有随后分组直到丢失的分组被正确获取和解码。测试实体可以经由PDCP重建或PDCP恢复过程向UE请求PDCP状态报告,PDCP重建或PDCP恢复过程提供第一丢失计数(FMC)和包含所有丢失分组序列号的位图。测试实体(例如,SS等)可以基于FMC和位图来确定层2解码成功率。

[0041] 在一些实施例中,测试实体可以被配置为发送非接入层(NAS)信令消息,该非接入层信令消息请求不需要测试实体配置T-重排序定时器或确保UE丢弃下行链路PDCP SDU而不在上行链路上环回的环路模式的激活。测试实体可以向UE设备发送第一分组数据汇聚协议状态请求,并在测量间隔期间开始向UE设备发送下行链路PDCP分组。作为响应,测试实体可以从UE设备接收PHY HARQ ACK/NACK并且基于包括在接收的PHY HARQ ACK/NACK中的信息确定预期丢失的层1分组。测试实体可以响应于确定测量间隔已经过去而向UE设备发送第二PDCP状态请求,响应于向UE设备发送第二PDCP状态请求而从UE设备接收PDCP状态报告,并且从接收的PDCP状态报告中包括的第一丢失计数(FMC)值或位图确定或计算丢失的层2分组。在一些实施例中,测试实体可以通过从接收的PDCP状态报告中包括的第一丢失计数(FMC)值或位图确定或计算丢失的层2分组来交叉验证丢失的层2分组。在一些实施例中,测试实体可以通过将预期丢失的层1分组与接收的PDCP状态报告中包括的FMC值或位图相比较来交叉验证丢失的层2分组。在一些实施例中,丢失的层2分组的交叉验证可以包括测试实体(例如,SS)配置或设置DL最大HARQ传输=1和RLC最大重传=1。备选地,在实际测试开始之前,测试实体可以在预定的时间间隔注入坏的PDCP分组,以检查UE是否在PDCP状态报告中准确地将那些坏的PDCP分组报告为丢失的分组,这可以允许测试实体建立用于进行实际测试的基线。

[0042] 在一些实施例中,测试实体可以被配置为在下行链路中以预定间隔注入已知的坏的分组,并确定UE是否准确地利用PDCP状态报告中的丢失的PDCP分组信息回复响应。

[0043] 因此,为了验证来自UE的PDCP状态报告中丢失分组信息的准确性,测试实体可以在测量持续时间之前和之后两者发送对PDCP状态报告的请求。在测量持续时间之前发送对状态报告的请求会在实际测试开始之前刷新任何丢失分组信息。

[0044] 此外,测试实体可以使用层1信息(例如,PHY HARQ ACK/NACK)来确定预期丢失的PDCP分组和/或证实在PDCP状态报告中提供的丢失分组计数。为了实现这一点,在一些实施例中,测试实体可以设置DL最大HARQ传输=1和RLC最大重传=1。备选地,在实际测试开始之前,测试实体可以预定间隔注入坏的PDCP分组以检查UE是否在PDCP状态报告中准确地将那些坏的PDCP分组报告为丢失的分组。这可以允许测试实体建立用于进行实际测试的基线。

[0045] 在一些实施例中,用户装备(UE)设备的处理器可以被配置为通过以下来验证层2持续下行链路最大数据速率解码性能:激活不需要UE在上行链路中环回数据的仅下行链路测试模式(例如,响应于接收新非接入层(NAS)命令),或激活在为信令和数据无线电承载配置PDCP参数时,不需要测试实体在“PDCP-Config”信息元素(IE)中具有T-重排序参数的测试模式。

[0046] 图1示出了适合于实现各种实施例的通信系统100的示例。通信系统100可以是5G

NR网络,或任何其他合适的网络,诸如LTE网络。

[0047] 通信系统100可以包括异构网络架构,该异构网络架构包括核心网络140和各种移动设备120a至120e。通信系统100还可以包括多个基站110(示出为BS 110a、BS 110b、BS 110c和BS 110d)和其他网络实体。基站是与(多个)移动设备进行通信的实体,也可以称为NodeB、Node B、LTE演进的节点B(eNB)、接入点(AP)、无线电头、传输接收点(TRP)、新无线电基站(NR BS)、5G NodeB(NB)、gNB等。每个基站可以为特定地理区域提供通信覆盖。在3GPP中,术语“小区”可以指基站、服务于覆盖区域的基站子系统或其组合的覆盖区域,这取决于使用该术语的上下文。

[0048] 基站110可以为宏小区、微微小区、毫微微小区、另一种类型的小区或其组合提供通信覆盖。宏小区可以覆盖相对大的地理区域(例如,半径几公里)并且可以允许具有服务订阅的移动设备不受限制地接入。微微小区可以覆盖相对小的地理区域并且可以允许具有服务订阅的移动设备不受限制地接入。毫微微小区可以覆盖相对小的地理区域(例如,家庭)并且可以允许与毫微微小区相关联的移动设备(例如,封闭订户组(CSG)中的移动设备)的受限接入。宏小区的基站可以被称为宏BS。微微小区的基站可以被称为微微BS。毫微微小区的基站可以被称为毫微微BS或家庭BS。在图1所示的示例中,基站110a可以是用于宏小区102a的宏BS,基站110b可以是用于微微小区102b的微微BS,并且基站110c可以是用于毫微微小区102c的毫微微BS。一个基站可以支持一个或多个(例如三个)小区。术语“eNB”、“基站”、“NR BS”、“gNB”、“TRP”、“AP”、“节点B”、“5G NB”和“小区”在本文中可以互换使用。

[0049] 在一些示例中,小区可能不是静止的,并且小区的地理区域可以根据移动基站的位置而移动。在一些示例中,基站可以通过各种类型的回程接口(诸如直接物理连接、虚拟网络,或使用任何合适传送网络的其组合)彼此互连以及与通信系统100中的一个或多个其他基站或网络节点(未示出)互连。

[0050] 基站110a可以通过有线或无线通信链路126与核心网络140通信。UE设备120a-e可以通过无线通信链路122与基站110a-d通信。

[0051] 有线通信链路126可以使用多种有线网络(例如,以太网、电视电缆、电话、光纤和其他形式的物理网络连接),其可以使用一种或多种有线通信协议,诸如以太网、点对点协议、高级数据链路控制(HDLC)、高级数据通信控制协议(ADCCP)和传输控制协议/互联网协议(TCP/IP)。

[0052] 通信系统100还可以包括中继站(例如,中继BS 110d)。中继站是可以从上游站(例如,基站或移动设备)接收数据的传输并将数据的传输发送到下游站(例如,移动设备或基站)的实体。中继站也可以是可以为其他移动设备中继传输的移动设备。在图1所示的示例中,中继站110d可以与宏基站110a和移动设备120d通信以促进基站110a和移动设备120d之间的通信。中继站也可称为中继基站、中继站、中继等。

[0053] 通信系统100可以是异构网络,包括不同类型的基站,例如宏基站、微微基站、毫微微基站、中继基站等。这些不同类型的基站可以具有不同的传输功率水平、不同的覆盖区域以及对通信系统100中干扰的不同影响。例如,宏基站可能具有高传输功率水平(例如,5到40瓦),而微微基站、毫微微基站和中继基站可能具有较低的传输功率水平(例如,0.1到2瓦)。

[0054] 网络控制器130可以耦合到基站集合并且可以为这些基站提供协调和控制。网络

控制器130可以经由回程与基站通信。基站还可以例如经由无线或有线回程直接或间接地彼此通信。

[0055] 移动设备120a至120e可以分散在整个通信系统100中,并且每个移动设备可以是静止的或移动的。移动设备120a至120e也可称为接入终端、终端、移动站、订户单元、站等。

[0056] 无线通信链路122和124可以包括多个载波信号、频率或频带,每个载波信号、频率或频带可以包括多个逻辑信道。无线通信链路122和124可以利用一种或多种无线电接入技术(RAT)。可以在无线通信链路中使用的RAT的示例包括3GPP LTE、3G、4G、5G(例如,NR)、GSM、CDMA、WCDMA、WiMAX、TDMA和其他移动电话通信技术蜂窝RAT。可以在通信系统100内的各种无线通信链路中的一个或多个中使用的RAT的进一步示例包括中程协议,诸如Wi-Fi、LTE-U、LTE-Direct、LAA、MuLTEfire,和相对短程RAT诸如ZigBee、蓝牙和蓝牙低功耗。

[0057] 某些无线网络(例如,LTE)在下行链路上利用正交频分复用(OFDM),并且在上行链路上利用单载波频分复用(SC-FDM)。OFDM和SC-FDM将系统带宽划分为多个(K)个正交子载波,这些子载波通常也称为音调、仓(bin)等。每个子载波都可以用数据进行调制。通常,调制符号利用OFDM在频域中发送并且利用SC-FDM在时域中发送。相邻子载波之间的间隔可以是固定的,并且子载波的总数(K)可以取决于系统带宽。例如,子载波的间隔可以是15kHz,并且最小资源分配(称为“资源块”)可以是12个子载波(或180kHz)。因此,对于1.25、2.5、5、10或20兆赫(MHz)的系统带宽,标称快速文件传送(FFT)大小可能分别等于128、256、812、1024或2048。系统带宽也可以划分为子带。例如,一个子带可能覆盖1.08MHz(即6个资源块),并且对于1.25、2.5、5、10或20MHz的系统带宽,可能有1、2、4、8或16个子带。

[0058] 虽然一些实施例的描述可以使用与LTE技术相关联的术语和示例,但是各种实施例可以适用于其他无线通信系统,诸如新无线电(NR)或5G网络。NR可以在上行链路(UL)和下行链路(DL)上使用具有循环前缀(CP)的OFDM,并且包括对使用时分双工(TDD)的半双工操作的支持。可以支持100MHz的单个分量载波带宽。NR资源块可以跨越12个子载波,子载波带宽为75kHz,持续时间为0.1ms。每个无线电帧可能由50个子帧组成,具有10ms的长度。因此,每个子帧可以具有0.2ms的长度。每个子帧可以指示用于数据传输的链路方向(即,下行链路或上行链路),并且每个子帧的链路方向可以动态切换。每个子帧可以包括下行链路/上行链路数据以及下行链路/上行链路控制数据。可以支持波束成形并且可以动态配置波束方向。还可以支持具有预编码的多输入多输出(MIMO)传输。下行链路中的MIMO配置可以支持多达8个传输天线,多层下行链路传输多达8个流并且每个UE设备多达2个流。可以支持每个UE设备具有多达2个流的多层传输。最多可支持8个服务小区的多个小区的聚合。备选地,NR可以支持不同的空中接口,而不是基于OFDM的空中接口。

[0059] 一些移动设备可以被认为是机器类型通信(MTC)或者演进或增强的机器类型通信(eMTC)移动设备。MTC和eMTC移动设备包括例如机器人、无人机、远程设备、传感器、仪表、监测器、位置标签等,它们可以与基站、另一个设备(例如,远程设备)或一些其他实体进行通信。例如,无线节点可以经由有线或无线通信链路为网络(例如,广域网,诸如因特网或蜂窝网络)提供连接性。一些移动设备可能被认为是物联网(IoT)设备,也可能被实现为NB-IoT(窄带物联网)设备。移动设备120a至120e可以被包括在容纳设备组件(诸如处理器组件、存储器组件、类似组件或其组合)的外壳内。

[0060] 一般而言,可以在给定的地理区域中部署任何数目的通信系统。每个通信系统可

以支持特定的无线电接入技术 (RAT) 并且可以在一个或多个频率上操作。RAT也可以称为无线电技术、空中接口等。频率也可以称为载波、频道等。每个频率可以支持给定地理区域中的单个RAT,以便避免不同RAT的通信系统之间的干扰。在某些情况下,可能会部署NR或5G RAT网络。

[0061] 各种实施例可以在多个单处理器和多处理器计算机系统上实现,包括片上系统(SOC)或封装中的系统(SIP)。图2示出了可以在实现各种实施例的UE设备中使用的示例计算系统或SIP 200架构。

[0062] 参考图1和2,所示示例SIP 200包括两个SOC 202、204、时钟206和电压调节器208。在一些实施例中,第一SOC 202操作为UE设备的中央处理单元(CPU),该中央处理单元通过执行由指令指定的算术、逻辑、控制和输入/输出(I/O)操作来执行软件应用程序的指令。在一些实施例中,第二SOC 204可以操作为专用处理单元。例如,第二SOC 204可以操作为专门的5G处理单元,负责管理高容量、高速(例如,5Gbps等)和/或极高频短波长(例如,28GHz毫米波频谱等)通信。

[0063] 第一SOC 202可以包括数字信号处理器(DSP)210、调制解调器处理器212、图形处理器214、应用处理器216、连接到一个或多个处理器(例如,矢量协处理器)的一个或多个协处理器218、存储器220、定制电路系统222、系统组件和资源224、互连/总线模块226、一个或多个温度传感器230、热管理单元232和热功率封装(TPE)组件234。第二SOC 204可以包括5G调制解调器处理器252、电源管理单元254、互连/总线模块264、多个毫米波收发器256、存储器258和各种附加处理器260,诸如应用处理器、分组处理器等。

[0064] 每个处理器210、212、214、216、218、252、260可以包括一个或多个内核,并且每个处理器/内核可以独立于其他处理器/内核执行操作。例如,第一SOC 202可以包括执行第一类型操作系统(例如,FreeBSD、LINUX、OS X等)的处理器和执行第二类型操作系统(例如,MICROSOFT WINDOWS 10)的处理器。此外,处理器210、212、214、216、218、252、260中的任何一个或全部可以被包括作为处理器集群架构(例如,同步处理器集群架构、异步或异构处理器集群架构等)的一部分。

[0065] 第一和第二SOC 202、204可以包括各种系统组件、资源和定制电路系统,用于管理传感器数据、模数转换、无线数据传输以及用于执行其他专门操作,诸如解码数据分组和处理编码的音频和视频信号以在网页浏览器中呈现。例如,第一SOC 202的系统组件和资源224可以包括功率放大器、电压调节器、振荡器、锁相环、外围网桥、数据控制器、存储器控制器、系统控制器、接入端口、定时器和用于支持在UE设备上运行的处理器和软件客户端的其他类似组件。系统组件和资源224和/或定制电路系统222还可以包括与外围设备接口的电路系统,诸如照相机、电子显示器、无线通信设备、外部存储器芯片等。

[0066] 第一和第二SOC 202、204可以经由互连/总线模块250通信。各种处理器210、212、214、216、218可以经由互连/总线模块226互连到一个或多个存储器元件220、系统组件和资源224、和定制电路系统222,以及热管理单元232。类似地,处理器252可以经由互连/总线模块264互连到功率管理单元254、毫米波收发器256、存储器258和各种附加处理器260。互连/总线模块226、250、264可以包括可重构逻辑门阵列和/或实现总线架构(例如,CoreConnect、AMBA等)。通信可以由高级互连提供,诸如高性能片上网络(NoC)。

[0067] 第一和/或第二SOC 202、204可以进一步包括用于与SOC外部的资源(诸如时钟206

和电压调节器208)通信的输入/输出模块(未示出)。SOC外部的资源(例如,时钟206、电压调节器208)可以由两个或更多个内部SOC处理器/内核共享。

[0068] 除了上面讨论的示例SIP 200之外,各种实施例可以在各种各样的计算系统中实现,这些计算系统可以包括单个处理器、多个处理器、多核处理器或其任何组合。

[0069] 图3示出了软件架构300的示例,包括用于基站350(例如,基站110a至110d)和UE设备320(例如,UE设备120a至120e)之间无线通信中的用户平面和控制平面的无线电协议栈。参考图1至3,UE设备320可以实现软件架构300以与通信系统(例如,100)的基站350进行通信。在各种实施例中,软件架构300中的层可以与基站350的软件中的对应层形成逻辑连接。软件架构300可以分布在一个或多个处理器(例如,处理器212、214、216、218、252、260)中。虽然关于一个无线电协议栈进行说明,但在多SIM(订户标识模块)UE设备中,软件架构300可以包括多个协议栈,每个协议栈可以与不同的SIM相关联(例如,在双SIM卡无线通信设备中,两个协议栈分别与两个SIM相关联)。虽然下面参考LTE通信层进行描述,但是软件架构300可以支持用于无线通信的多种标准和协议中的任何一种,和/或可以包括支持多种标准和协议无线通信中的任何一种的附加协议栈。

[0070] 软件架构300可以包括非接入层302和接入层304。非接入层302可以包括功能和协议以支持分组过滤、安全管理、移动性控制、会话管理以及UE设备的处理器或SIM(例如,SIM 204)与其核心网络之间的流量和信令。接入层304可以包括功能和协议,该功能和协议支持处理器或SIM(例如,SIM 204)与支持的接入网络的实体(例如,基站)之间的通信。特别地,接入层304可以包括至少三层(层1、层2和层3),其中的每层可以包含各种子层。

[0071] 在用户平面和控制平面中,接入层304的层1(L1)可以是物理层(PHY)306,其可以监管通过空中接口实现传输和/或接收的功能。这种物理层306功能的示例可以包括循环冗余校验(CRC)附件、编码块、加扰和解扰、调制和解调、信号测量、MIMO等。物理层可以包括各种逻辑信道,包括物理下行链路控制信道(PDCCH)和物理下行链路共享信道(PDSCH)。

[0072] 在用户平面和控制平面中,接入层304的层2(L2)可以负责UE设备320和基站350之间通过物理层306的链路。在各种实施例中,层2可以包括媒体访问控制(MAC)子层308、无线电链路控制(RLC)子层310和分组数据汇聚协议(PDCP)子层312,它们中的每一个形成终止于基站350的逻辑连接。

[0073] 在控制平面中,接入层304的层3(L3)可以包括无线电资源控制(RRC)子层313。虽然未示出,但是软件架构300可以包括附加的层3子层,以及层3之上的各种较上层。在各种实施例中,RRC子层313可以提供包括广播系统信息、寻呼以及在UE设备320和基站350之间建立和释放RRC信令连接的功能。

[0074] 在各种实施例中,PDCP子层312可以提供上行链路(UL)功能,包括不同无线电承载和逻辑信道之间的复用、序列号添加、切换数据处理、完整性保护、加密和报头压缩。在下行链路(DL)中,PDCP子层312可以提供包括数据分组的按序传递、重复数据分组检测、完整性验证、解密和报头解压缩的功能。

[0075] 在上行链路中,RLC子层310可以提供较上层数据分组的分段和级联、丢失数据分组的重传以及自动重复请求(ARQ)。而在下行链路中,RLC子层310的功能可以包括对数据分组进行重新排序以补偿无序接收、重新组装较上层数据分组和ARQ。

[0076] 在上行链路中,MAC子层308可以提供包括逻辑信道和传送信道之间的复用、随机

接入过程、逻辑信道优先级和HARQ操作的功能。在下行链路中,MAC层功能可以包括小区内的信道映射、解复用、非连续接收(DRX)和HARQ操作。

[0077] 虽然软件架构300可以提供通过物理介质传输数据的功能,软件架构300还可以包括至少一个主机层314以向UE设备320中的各种应用提供数据传送服务。在一些实施例中,由至少一个主机层314提供的特定应用功能可以提供软件架构和通用处理器206之间的接口。

[0078] 在其他实施例中,软件架构300可以包括提供主机层功能的一个或多个较高逻辑层(例如,传输、会话、表示、应用等)。例如,在一些实施例中,软件架构300可以包括网络层(例如,IP层),其中逻辑连接终止于分组数据网络(PDN)网关(PGW)。在一些实施例中,软件架构300可以包括应用层,其中逻辑连接终止于另一个设备(例如,终端用户设备、服务器等)处。在一些实施例中,软件架构300还可在接入层304中包括物理层306与通信硬件(例如,一个或多个RF收发器)之间的硬件接口316。

[0079] 图4示出了在一些实施例中可以用于生成和发送PDCP状态报告的PDCP控制分组数据单元(PDU)400的格式。PDCP控制PDU可用于传达PDCP状态报告,PDCP状态报告指示哪些PDCP服务数据单元(SDU)丢失以及哪些未遵循PDCP重建、报头压缩控制信息(例如散布的鲁棒报头压缩反馈)、LTE-WLAN聚合(LWA)状态报告等。在图4所示的示例中,PDCP控制PDU 400在第一个八位字节(Oct 1)中包括数据/控制(D/C)比特、三个PDU类型比特和四个保留(R)比特。PDCP控制PDU 400在第二到第五个八位字节(即,Oct 2-5)中包括第一丢失计数(FMC)值。PDCP控制PDU400还可以可选地在剩余的八位字节(即,Oct 6-Oct 5+N)中包括位图(例如,位图1-N)。

[0080] 图5示出了根据各种实施例的可用于发送PDCP状态报告的PDCP控制PDU 500。在图5所示的示例中,PDCP控制PDU 500包括FMC值21(以二进制)、包括值21-30(以二进制)的第一位图和包括值91-1000的第二位图。

[0081] 参考图5,测试实体在测试期间发送20个时隙的PDSCH数据。为了填充每个时隙的Tbsize,测试实体可以生成足够的PDCP SDU(例如,每个时隙10个PDCP SDU)。在图5所示的示例中,UE未能在时隙#3和时隙#10上解码PDSCH,并且未能解码对应的PDCP SDU。测试实体接收由UE在PUCCH/PUSCH上发送的PDSCH数据的PHY ACK/NACK,并且查询PDCP状态报告以获得丢失的PDCP分组信息。测试实体使用包括在PDCP控制PDU 500中的信息以基于样本PDCP状态报告生成样本L1和L2解码性能计算。例如,如果时隙总数为20,ACK的数目为18,并且NACK的数目为2(或20-18),则处理设备可以计算层1PHY块错误率(BLER)性能为 $2/20=10\%$ 。如果由测试实体生成的PDCP SDU的总数为 $20 \times 10 = 200$,在PDCP状态报告中报告为丢失的总PDCP SDU为20,则处理设备可以计算层2解码性能或PDCP SDU成功率为 $(200-20)/200=90\%$ 。

[0082] 测试实体可以通过将PHY HARQ传输配置为1和RLC最大传输配置为1来交叉验证PDCP状态报告的准确性,使得PHY层上的任何NACK都将导致对应的丢失的PDCP SDU。由于UE可能无法经由PHY层或RLC层恢复PDCP SDU,因此PHY BLER%直接转换为PDCP失败率%。

[0083] 备选地或另外地,测试实体可以通过在测量间隔之前的预定间隔在下行链路上发送损坏的PDCP SDU,来交叉验证PDCP状态报告的准确性,并查询UE的PDCP状态报告以确认UE正确地将损坏的PDCP SDU报告为FMC和位图字段中的丢失的分组。

[0084] 因此,在图5所示的示例中,测试实体以持续的方式评估UE设备的层2最大下行链路数据速率能力,将层1BLER计算为(NACK的数目)/(ACK+NACK的数目)=10%,将PDCP SDU成功率计算为90%,和/或交叉验证PDCP状态报告的准确性。测试实体可以使用此信息来验证UE设备的层2(直到PDCP层)解码性能符合3GPP RAN5性能规范中规定的最低要求。

[0085] 图6示出了根据实施例的被配置为验证层2持续下行链路最大数据速率解码性能的系统600中的组件、操作和通信。在图6所示的示例中,系统600包括测试实体602和UE设备604。

[0086] 应当理解,系统600可以以任何顺序多次执行框605-626中的操作。例如,测试实体可以在框608中的操作之前、期间或之后执行框605中的操作。

[0087] 参考图6,在框605中,测试实体可以放弃配置与测试模式相关联的T-重排序定时器,并且向测试实体602发送TC消息或NAS信令消息。

[0088] 在操作框606中,UE设备604可以激活仅下行链路的UE测试模式。激活的测试模式可以是新测试模式(例如,新测试模式X),其不在上行链路中将数据环回到测试实体或者不需要测试实体602配置T-重排序定时器。激活的测试模式也可以是现有测试模式的修改版本(例如修改的测试模式A、B等),其不在上行链路中将数据环回到测试实体或不需要测试实体602配置T-重排序定时器。在一些实施例中,这可以通过抑制UE设备中的用户平面数据来实现。

[0089] 在操作608中,响应于从UE设备604接收TC/NAS信令消息,测试实体602可以生成并且向UE设备604发送第一PDCP状态请求。

[0090] 在操作609中,响应于第一PDCP状态请求,测试实体602可以从UE设备604接收PDCP状态报告。

[0091] 在操作框610中,UE设备604可以刷新其先前接收的下行链路PDCP分组和/或先前存储的解码状态信息的UE设备存储器。

[0092] 在操作框612中,测试实体602可以开始测量间隔,在测量间隔期间开始向UE设备604发送下行链路PDCP分组,开始从UE设备604接收PHY HARQ ACK/NACK,并基于接收的PHY HARQ ACK/NACK中包括的信息确定预期丢失的层1分组。

[0093] 在操作框614中,UE设备604可以在测量间隔期间从测试实体602接收下行链路PDCP分组,对接收的下行链路PDCP分组进行解码,传输PHY HARQ ACK/NACK以供测试实体602接收,在UE设备的存储器中存储解码状态信息,以及丢弃经接收/解码的下行链路PDCP分组。

[0094] 在操作框616中,测试实体602可以确定测量间隔已经过去,并且停止向UE设备604发送下行链路PDCP分组。在操作618中,测试实体602响应于确定测量间隔已经过去而向UE设备发送第二PDCP状态请求。

[0095] 在操作620中,UE设备604可以接收第二PDCP状态请求,执行以下PDCP重建过程或PDCP恢复过程:使用存储在存储器中的解码状态信息来确定FMC值并标识丢失分组序列号,生成包括FMC值和包含丢失分组序列号的位图的PDCP状态报告,并向测试实体602发送生成的PDCP状态报告。

[0096] 在操作框622中,测试实体602可以使用由UE在PUCCH/PUSCH信道中发送的HARQ ACK/NACK信息来记录层1吞吐量(物理层吞吐量)。在操作框624中,测试实体602可以根据从

UE设备604接收的PDCP状态报告来计算PDCP SDU损失。在操作框626中,测试实体可以使用PHY层1BLER度量来交叉验证PDCP SDU损失的准确性。例如,测试实体可以根据包括在接收的PDCP状态报告中的第一丢失计数(FMC)值或位图来确定(例如,计算)丢失的层2分组,并且/或者通过将预期丢失的层1分组(在框612中确定的)与包含丢失分组序列号的FMC值或位图(在框620中由UE发送的)相比较来交叉验证丢失的层2分组。在一些实施例中,丢失的层2分组的交叉验证可以包括测试实体(例如,SS)配置或设置DL最大HARQ传输=1和RLC最大重传=1。这可能引起层1BLER直接转换为PDCP SDU丢失。系统600然后可以重复框605至620中的操作。

[0097] 备选地,在框626中,在实际测试开始之前,测试实体可以预定间隔注入坏的PDCP分组,以检查UE是否在PDCP状态报告中准确地将那些坏的PDCP分组报告为丢失的分组,这可以允许测试实体为进行实际测试建立基线。

[0098] 图7A和7B是示出根据各种实施例的用于验证层2持续下行链路最大数据速率解码性能的系统700的组件框图。在一些实施例中,系统700可以包括一个或多个测试实体计算设备702和/或一个或多个UE计算设备704。计算设备702、704可以包括基站(例如,基站110a至110d、350)、测试实体和/或UE设备(例如,UE设备120a至120e、320)。

[0099] 参考图1至6和图7A,测试实体计算设备702可以由机器可读指令706配置。机器可读指令706可以包括一个或多个指令模块。指令模块可以包括计算机程序模块。指令模块可以包括以下一项或多项:NAS信令模块708、PDCP状态请求发送模块710、下行链路PDCP分组发送模块712、ACK/NACK接收模块714、测量间隔确定模块716、PDCP状态报告接收模块720、计算/比较模块722和/或其他指令模块。

[0100] NAS信令模块708可以被配置为接收NAS信令消息,该NAS信令消息请求仅下行链路测试模式的激活。

[0101] PDCP状态请求发送模块710可以被配置为响应于NAS信令模块708接收到NAS信令消息,向UE设备704发送第一PDCP状态请求。作为响应,UE设备704可以向测试实体计算设备702发送PDCP状态报告。

[0102] 下行链路PDCP分组发送模块712可以被配置为响应于PDCP状态请求发送模块710向UE设备发送第一PDCP状态请求,在测量间隔期间开始向UE设备704发送下行链路PDCP分组。

[0103] ACK/NACK接收模块714可以被配置为开始从UE设备接收PHY HARQ ACK/NACK消息,并且基于包括在接收的PHY HARQ ACK/NACK消息中的信息来确定预期丢失的层1分组。

[0104] 测量间隔确定模块716可以被配置为确定测量间隔,激活测量定时器,并确定测量间隔是否已经过去。

[0105] PDCP状态请求发送模块710可以被配置为响应于测量间隔确定模块716确定测量间隔已经过去,向UE设备发送PDCP状态请求。

[0106] PDCP状态报告接收模块720可以被配置为响应于PDCP状态请求发送模块710向UE设备发送第二PDCP状态请求,从UE设备接收PDCP状态报告。

[0107] 计算/比较模块722可以被配置为根据被包括在接收的PDCP状态报告中的第一丢失计数(FMC)值或位图来确定(例如,计算)丢失的层2分组。在一些实施例中,确定丢失的层2分组可以包括计算/比较模块722将预期丢失的层1分组与被包括在接收的PDCP状态报告

中的FMC值或包含丢失分组序列号的位图相比较,以交叉验证丢失的层2分组。在一些实施例中,丢失的层2分组的交叉验证可以包括测试实体(例如,SS)配置或设置DL最大HARQ传输=1和RLC最大重传=1。备选地,在实际测试开始之前,测试实体可以在预定的时间间隔注入坏的PDCP分组,以检查UE是否在PDCP状态报告中准确地将那些坏的PDCP分组报告为丢失的分组,这可以允许测试实体建立用于进行实际测试的基线。

[0108] 参考图1至6和图7B,UE计算设备704可以由机器可读指令756配置。机器可读指令756可以包括一个或多个指令模块。指令模块可以包括计算机程序模块。指令模块可以包括以下一项或多项:仅下行链路测试模式激活模块758、PDCP状态请求接收模块760、存储器刷新模块762、下行链路PDCP分组接收模块764、解码模块766、ACK/NAK传输模块768、状态信息存储模块770、下行链路PDCP分组丢弃模块772、PDCP重建过程执行模块776、PDCP恢复过程执行模块777、PDCP状态报告生成模块778、PDCP状态报告发送模块780和/或其他指令模块。

[0109] 仅下行链路测试模式激活模块758可以被配置为激活环回模式、“PDCP仅下行链路数据操作”或仅下行链路测试模式。在一些实施例中,仅下行链路测试模式激活模块758可以通过抑制UE设备中的用户平面数据并向测试实体702发送TC消息或NAS信令消息来激活仅下行链路测试模式。

[0110] PDCP状态请求接收模块760可以被配置为从测试实体接收PDCP状态请求。PDCP状态请求接收模块760可以响应于向测试实体发送TC消息或NAS信令消息而从测试实体接收第一PDCP状态请求,并且作为响应,指令存储器刷新模块762刷新接收的下行链路PDCP分组和解码状态信息的UE设备的存储器。PDCP状态请求接收模块760可以在测量间隔之后从测试实体接收第二PDCP状态请求,并且作为响应,指令PDCP重建过程执行模块776或PDCP恢复过程执行模块777使用存储在UE存储器中的解码状态信息来确定FMC值并标识丢失分组序列号。

[0111] 存储器刷新模块762可以被配置为响应于接收到第一PDCP状态请求,刷新接收的下行链路PDCP分组和解码状态信息的UE设备的存储器。

[0112] 下行链路PDCP分组接收模块764可以被配置为在刷新接收的下行链路PDCP分组和解码状态信息的存储器之后,在测量间隔期间从测试实体接收下行链路PDCP分组。

[0113] 解码模块766可以被配置为对接收的下行链路PDCP分组进行解码。

[0114] ACK/NAK传输模块768可以被配置为在解码模块766对接收的下行链路PDCP分组进行解码时,经由PUSCH或PUCCH向测试实体传输PHY HARQ ACK/NAK消息。

[0115] 状态信息存储模块770可以被配置为对UE设备的存储器中的状态信息进行解码。

[0116] 下行链路PDCP分组丢弃模块772可以被配置为响应于在存储器中存储解码状态信息而丢弃接收的下行链路PDCP分组。

[0117] PDCP重建过程执行模块776和/或PDCP恢复过程执行模块777可以被配置为执行PDCP重建和PDCP恢复过程,PDCP重建和PDCP恢复过程可以包括响应于从测试实体接收第二PDCP状态请求而使用存储在存储器中的解码状态信息来确定第一丢失计数(FMC)值并标识丢失分组序列号。

[0118] PDCP状态报告生成模块778可以被配置为生成PDCP状态报告,PDCP状态报告包括FMC值和包含丢失分组序列号的位图。

[0119] PDCP状态报告发送模块780可用于向测试实体发送生成的PDCP状态报告。

[0120] 图8A、8B、8C、8D和/或8E示出了根据各种实施例的可以由UE设备的处理器执行的方法800的操作,用于验证层2持续下行链路最大数据速率解码性能。下面呈现的方法800的操作旨在是说明性的。在一些实施例中,方法800可以利用一个或多个未描述的附加操作和/或不利用一个或多个所讨论的操作来完成。此外,在图8A、8B、8C、8D和/或8E中示出的方法800的操作顺序以及在下文中描述的顺序并非旨在进行限制。

[0121] 在一些实施例中,方法800可以在一个或多个处理设备(例如,数字处理器、模拟处理器、设计用于处理信息的数字电路、设计用于处理信息的模拟电路、状态机、和/或电子处理信息的其他机制)中实现。一个或多个处理设备可以包括一个或多个设备,该一个或多个设备响应于电子存储在电子存储介质上的指令执行方法800的一些或全部操作。一个或多个处理设备可以包括一个或多个设备,该一个或多个设备通过专门设计用于执行方法800的一个或多个操作的硬件、固件和/或软件配置。例如,参考图1至图8A、8B、8C、8D和/或8E,方法800的操作可以由基站(例如,基站110a至110d、350)和/或UE设备(例如,UE设备120a至120e、320)的处理器执行。此外,图8A至8E中所示的方法800的操作可以由一个或多个硬件处理器来执行,该一个或多个硬件处理器由存储在非瞬态存储介质中的机器可读指令配置,该机器可读指令与参考图7A和7B描述的模块相同或相似。

[0122] 由处理设备在框802-824中执行的操作可以包括参考图7B描述的以下设备的指令执行:仅下行链路测试模式激活模块758、PDCP状态请求接收模块760、存储器刷新模块762、下行链路PDCP分组接收模块764、解码模块766、ACK/NAK传输模块768、状态信息存储模块770、下行链路PDCP分组丢弃模块772、PDCP重建过程执行模块776、PDCP恢复过程执行模块777、PDCP状态报告生成模块778和/或PDCP状态报告发送模块780。

[0123] 由处理设备在框826至832中执行的操作可以包括参考图7A描述的以下设备的指令执行:NAS信令模块708、PDCP状态请求发送模块710、下行链路PDCP分组发送模块712、ACK/NACK接收模块714、测量间隔确定模块716、PDCP状态报告接收模块720和/或计算/比较模块722。

[0124] 图8A示出了方法800的操作,其可以根据一些实施例由一个或多个处理器执行。在框802中,处理设备(例如,UE等)可以从测试实体接收非接入层(NAS)信令消息,非接入层信令消息请求仅下行链路测试模式的激活。在框804中,处理设备可以在测量间隔期间从测试实体接收下行链路PDCP分组。在框806中,处理设备可以执行包括对接收的下行链路PDCP分组进行解码的操作。在框808中,处理设备可以执行包括在UE设备的存储器中存储解码状态信息的操作。在框810中,处理设备可以执行包括响应于在UE设备的存储器中存储解码状态信息而丢弃接收的下行链路PDCP分组的操作。

[0125] 图8B示出了方法800的进一步操作,其可以根据一些实施例由一个或多个处理器执行。在框812中,处理设备可以执行包括以下的操作:进一步包括响应于对接收的下行链路PDCP分组进行解码而经由PUSCH或PUCCH向测试实体传输PHY HARQ ACK/NAK。

[0126] 图8C示出了方法800的进一步操作,其可以根据一些实施例由一个或多个处理器执行。在框814中,处理设备可以执行包括以下的操作:在激活仅下行链路测试模式之后并且在测量间隔期间从测试实体接收下行链路PDCP分组之前,接收PDCP状态请求。在框816中,处理设备可以执行包括以下的操作:响应于在激活仅下行链路测试模式之后并且在测量间隔期间从测试实体接收下行链路PDCP分组之前接收PDCP状态请求,刷新接收的下行链

路PDCP分组和解码状态信息的UE设备的存储器。

[0127] 图8D示出了方法800的进一步操作,其可以根据一些实施例由一个或多个处理器执行。在框818中,处理设备可以执行包括在测量间隔之后从测试实体接收PDCP状态请求的操作。在框820中,处理设备可以执行包括以下的操作:响应于在测量间隔之后从测试实体接收PDCP状态请求,使用存储在存储器中的解码状态信息来确定FMC值并且标识丢失分组序列号。在框822中,处理设备可以执行包括生成PDCP状态报告的操作,该PDCP状态报告包括FMC值和包含丢失分组序列号的位图。在框824中,处理设备可以执行包括向测试实体发送生成的PDCP状态报告的操作。

[0128] 图8E示出了方法800的进一步操作,其可以根据一些实施例由一个或多个处理器执行。在框826中,处理设备可以执行包括由测试实体中的处理器从UE设备接收PHY HARQ ACK/NACK的操作。在框828中,处理设备可以执行包括由测试实体中的处理器基于包括在接收的PHY HARQ ACK/NACK中的信息来确定预期丢失的层1分组的操作。在框830中,处理设备可以执行包括由测试实体中的处理器从UE设备接收PDCP状态报告的操作。

[0129] 在框832中,处理设备可以执行包括以下的操作:从包括在接收的PDCP状态报告中的第一丢失计数(FMC)值或位图确定丢失的层2分组。在一些实施例中,在框832中,处理设备可以将预期丢失的层1分组与包括在接收的PDCP状态报告中的FMC值或包含丢失分组序列号的位图相比较,以交叉验证丢失的层2分组。在一些实施例中,丢失的层2分组的交叉验证可以包括测试实体(例如,SS)配置或设置DL最大HARQ传输=1和RLC最大重传=1。备选地,在实际测试开始之前,测试实体可以预定的时间间隔注入坏的PDCP分组,以检查UE是否在PDCP状态报告中准确地将那些坏的PDCP分组报告为丢失的分组,这可以允许测试实体建立用于进行实际测试的基线。

[0130] 图9示出了根据各种实施例的由用户装备设备的处理器执行的方法900的操作,用于验证层2持续下行链路最大数据速率解码性能。下面呈现的方法900的操作旨在是说明性的。在一些实施例中,方法900可以利用一个或多个未描述的附加操作和/或不利用一个或多个所讨论的操作来完成。另外,在图9中示出的方法900的操作顺序以及在下文中描述的顺序并非旨在进行限制。

[0131] 在一些实施例中,方法900可以在一个或多个处理设备(例如,数字处理器、模拟处理器、设计用于处理信息的数字电路、设计用于处理信息的模拟电路、状态机、和/或电子处理信息的其他机制)中实现。一个或多个处理设备可以包括一个或多个设备,该一个或多个设备响应于电子存储在电子存储介质上的指令执行方法900的一些或全部操作。一个或多个处理设备可以包括一个或多个设备,该一个或多个设备通过专门设计用于执行方法900的一个或多个操作的硬件、固件和/或软件配置。例如,参考图1至图8E,方法900的操作可以由基站(例如,基站110a至110d、350)和/或无线设备(例如,UE设备120a至120e、320)的处理器来执行。

[0132] 由处理设备在框902至924中执行的操作可以包括执行参考图7B描述的以下设备的指令执行:仅下行链路测试模式激活模块758、PDCP状态请求接收模块760、存储器刷新模块762、下行链路PDCP分组接收模块764、解码模块766、ACK/NAK传输模块768、状态信息存储模块770、下行链路PDCP分组丢弃模块772、PDCP重建过程执行模块776、PDCP恢复过程执行模块777、PDCP状态报告生成模块778和/或PDCP状态报告发送模块780。

[0133] 在框902中,处理设备可以执行包括以下的操作:从测试实体接收测试控制消息或请求仅下行链路测试模式的激活的非接入层(NAS)信令消息。

[0134] 在框904中,处理设备可以执行包括以下的操作:响应于接收测试实体的TC消息或NAS信令消息,从测试实体接收第一分组数据汇聚协议状态请求。

[0135] 在框906中,处理设备可以执行包括以下的操作:响应于接收第一PDCP状态请求,发送PDCP状态报告并且刷新接收的下行链路PDCP分组和解码状态信息的UE设备的存储器。

[0136] 在框908中,处理设备可以执行包括以下的操作:在刷新接收的下行链路PDCP分组和解码状态信息的存储器之后,在测量间隔期间从测试实体接收下行链路PDCP分组。

[0137] 在框910中,处理设备可以执行包括对接收的下行链路PDCP分组进行解码的操作。

[0138] 在框912中,处理设备可以执行包括以下的操作:响应于对接收的下行链路PDCP分组进行解码,经由物理上行链路共享信道或物理上行链路控制信道向测试实体传输物理层混合确认请求确认或非确认。

[0139] 在框914中,处理设备可以执行包括在UE设备的存储器中存储解码状态信息的操作。

[0140] 在框916中,处理设备可以执行包括响应于在存储器中存储解码状态信息而丢弃接收的下行链路PDCP分组的操作。

[0141] 在框918中,处理设备可以执行包括在测量间隔之后从测试实体接收第二PDCP状态请求的操作。

[0142] 在框920中,处理设备可以执行包括以下的操作:响应于从测试实体接收第二PDCP状态请求,执行以下PDCP重建过程或PDCP恢复过程:使用存储在存储器中的解码状态信息来确定第一丢失计数值并标识丢失分组序列号。

[0143] 在框922中,处理设备可以执行包括生成PDCP状态报告的操作,该PDCP状态报告包括FMC值和包含丢失分组序列号的位图。

[0144] 在框924中,处理设备可以执行包括向测试实体发送生成的PDCP状态报告的操作。

[0145] 图10示出了由测试实体中的处理器执行的方法1000的操作,用于验证参考图7B描述的用户装备设备的层2持续下行链路最大数据速率解码性能。下面呈现的方法1000的操作旨在是说明性的。在一些实施例中,方法1000可以利用一个或多个未描述的附加操作和/或不利用一个或多个所讨论的操作来实现。另外,在图10中示出的方法1000的操作顺序以及在下文中描述的顺序并非旨在进行限制。

[0146] 在一些实施例中,方法1000可以在一个或多个处理设备(例如,数字处理器、模拟处理器、设计用于处理信息的数字电路、设计用于处理信息的模拟电路、状态机、和/或电子处理信息的其他机制)中实现。一个或多个处理设备可以包括一个或多个设备,该一个或多个设备响应于电子存储在电子存储介质上的指令执行方法1000的一些或全部操作。一个或多个处理设备可以包括一个或多个设备,该一个或多个设备通过专门设计用于执行方法1000的一个或多个操作的硬件、固件和/或软件配置。例如,参考,图1至图9,方法1000的操作可以由基站(例如,基站110a至110d、350)和/或无线设备(例如,UE设备120a-e、320)的处理器来执行。

[0147] 由框1002至1016中处理设备执行的操作可以包括参考图7A描述的以下设备的指令执行:NAS信令模块708、PDCP状态请求发送模块710、下行链路PDCP分组发送模块712、

ACK/NACK接收模块714、测量间隔确定模块716、PDCP状态报告接收模块720和/或计算/比较模块722。

[0148] 在框1001中,处理设备可以执行包括放弃配置与测试模式相关联的T-重排序定时器的操作。

[0149] 在框1002中,处理设备可以执行包括发送非接入层信令消息的操作,该非接入层信令消息请求仅下行链路测试模式(例如,不要求测试实体配置T-重排序定时器的测试模式等)的激活。仅下行链路测试模式可以是新测试模式(例如,新测试模式X等)或修改的现有测试模式,使得它不在上行链路中将数据环回到测试实体。在一些实施例中,在框1002中,处理设备可以通过设置NAS信令消息中的选择有效负载比特来修改现有测试模式以不在上行链路中将数据环回到测试实体计算设备。

[0150] 在框1004中,处理设备可以执行包括以下的操作:响应于发送NAS信令消息向UE设备发送第一分组数据汇聚协议状态请求。

[0151] 在框1006中,处理设备可以响应于向UE设备发送第一PDCP状态请求和/或响应于从UE设备接收PDCP状态报告,在测量间隔期间开始向UE设备发送下行链路PDCP分组。

[0152] 在框1008中,处理设备可以开始从UE设备接收物理层混合确认请求确认或非确认,并且基于被包括在接收的PHY HARQ ACK/NACK中的信息来确定预期丢失的层1分组。

[0153] 在框1010中,处理设备可以执行包括确定测量间隔是否已经过去的操作。

[0154] 在框1012中,处理设备可以执行包括以下的操作:响应于确定测量间隔已经过去,向UE设备发送第二PDCP状态请求。

[0155] 在框1014中,处理设备可以执行包括以下的操作:响应于向UE设备发送第二PDCP状态请求,从UE设备接收PDCP状态报告。

[0156] 在框1016中,处理设备可以执行包括以下的操作:从包括在接收的PDCP状态报告中的第一丢失计数(FMC)值或位图,确定或计算丢失的层2分组。在一些实施例中,在框1016中,处理设备可以将预期丢失的层1分组与包括在接收的PDCP状态报告中的FMC值或包含丢失分组序列号的位图相比较,以交叉验证丢失的层2分组。

[0157] 各种实施例可以在各种无线网络设备上实现,其示例在图11中以无线网络计算设备1100的形式示出,其用作通信网络的网络元件,诸如基站。这样的网络计算设备可以至少包括图11中所示的组件。参考图1至图10,网络计算设备1100通常可以包括处理器1101,处理器1101耦合到易失性存储器1102和大容量非易失性存储器,诸如磁盘驱动器1103。网络计算设备1100还可以包括外围存储器接入设备,诸如耦合到处理器1101的软盘驱动器、光盘(CD)或数字视盘(DVD)驱动器1106。网络计算设备1100还可以包括耦合到处理器1101的网络接入端口1110a至1110d(或接口),用于建立与网络1107的数据连接,诸如耦合到其他系统计算机和服务器的互联网和/或局域网。网络计算设备1100可以包括一个或多个天线1107,用于发送和接收可以连接到无线通信链路的电磁辐射。网络计算设备1100可以包括附加的接入端口,诸如USB、火线、Thunderbolt等,用于耦合到外围设备、外部存储器或其他设备。

[0158] 各种实施例可以在多种UE设备(例如,UE设备120a至120e、320)上实现,其示例在图12中以智能电话1200的形式示出。智能电话1200可以包括第一SOC 202(例如,SOC-CPU)耦合到第二SOC 204(例如,具有5G能力的SOC)。第一和第二SOC 202、204可以耦合到内部存

存储器1206、显示器1212和扬声器1214。另外,智能电话1200可以包括用于发送和接收电磁辐射的天线1204,其可以连接到耦合到第一和/或第二SOC 202、204中的一个或多个处理器的无线数据链路和/或蜂窝电话收发器1208。智能电话1200通常还包括用于接收用户输入的菜单选择按钮或摇臂开关1220。

[0159] 典型的智能手机1200还包括声音编码/解码(CODEC)电路1210,其将从麦克风接收的声音数字化为适合无线传输的数据分组,并且解码接收的声音数据分组以生成提供给扬声器的模拟信号来生成声音。此外,第一和第二SOC 202、204、无线收发器1208和CODEC1210中的一个或多个处理器可以包括数字信号处理器(DSP)电路(未分开示出)。

[0160] 无线网络计算设备1100和智能电话1200的处理器可以是任何可编程微处理器、微型计算机或多处理器芯片或多个芯片,它们可以通过软件指令(应用)配置以执行各种功能,包括以下描述的各种实施例的功能。在一些移动设备中,可以提供多个处理器,诸如专用于无线通信功能的SOC 204内的一个处理器,和专用于运行其他应用的SOC 202内的一个处理器。通常,软件应用可以在它们被接入和加载到处理器中之前被存储在存储器1206中。处理器可以包括足以存储应用软件指令的内部存储器。

[0161] 如在本申请中使用的,术语“组件”、“模块”、“系统”等旨在包括与计算机相关的实体,诸如但不限于硬件、固件、硬件和软件的组合、软件或正在执行的软件,它们被配置为执行特定操作或功能。例如,组件可以是但不限于在处理器上运行的过程、处理器、对象、可执行文件、执行线程、程序和/或计算机。作为示例,在UE设备上运行的应用和UE设备两者都可以被称为组件。一个或多个组件可驻留在过程和/或执行的线程内,并且组件可位于一个处理器或内核上和/或分布在两个或更多个处理器或内核之间。此外,这些组件可以从其上存储有各种指令和/或数据结构的各种非瞬态计算机可读介质执行。组件可以通过本地和/或远程过程、功能或过程调用、电子信号、数据分组、存储器读/写和其他已知的网络、计算机、处理器和/或过程相关的通信方法进行通信。

[0162] 许多不同的蜂窝和移动通信服务和标准在未来是可用的或预期的,所有这些都可以通过实现并受益于各种实施例。这样的服务和标准包括例如第三代合作伙伴计划(3GPP)、长期演进(LTE)系统、第三代无线移动通信技术(3G)、第四代无线移动通信技术(4G)、第五代无线移动通信技术(5G)、全球移动通信系统(GSM)、通用移动通信系统(UMTS)、3GSM、通用分组无线电服务(GPRS)、码分多址(CDMA)系统(例如cdmaOne、CDMA1020TM)、宽带码分多址接入(WCDMA)、时分多址(TDMA)、正交频分复用(OFDM)、单载波频分复用(SC-FDM)、GSM演进的增强数据速率(EDGE)、高级移动电话系统(AMPS)、数字AMPS(IS-136/TDMA)、演进数据优化(EV-DO)、数字增强型无绳电信(DECT)、全球微波接入互操作性(WiMAX)、无线局域网(WLAN)、Wi-Fi保护接入I和II(WPA、WPA2)和集成数字增强网络(iDEN)。这些技术中的每一种都涉及例如语音、数据、信令和/或内容消息的传输和接收。应当理解,对与单独电信标准或技术相关的术语和/或技术细节的任何引用仅用于说明目的,并不旨在将权利要求的范围限制为特定的通信系统或技术,除非在权利要求语言中特别说明。

[0163] 所示和描述的各种实施例仅作为示例提供,以说明权利要求的各种特征。然而,关于任何给定实施例示出和描述的特征不一定限于相关联的实施例,并且可以与示出和描述的其他实施例一起使用或组合。此外,权利要求不旨在受任何一个示例实施例的限制。例如,方法800至1200的一种或多种操作可以替代方法800至1200的一种或多种操作或与方法

800至1200的一种或多种操作组合。

[0164] 前述方法描述和过程流程图仅作为说明性示例提供,并且不旨在要求或暗示各种实施例的操作必须以所呈现的顺序执行。如本领域技术人员将理解的,前述实施例中的操作的顺序可以以任何顺序执行。诸如“之后”、“然后”、“下一个”等词语并非旨在限制操作的顺序;这些词语用于指导读者完成对方法的描述。此外,以单数形式对权利要求元素的任何引用,例如,使用冠词“一个(a)”、“一个(an)”或“该/所述”不应被解释为将元素限制为单数。

[0165] 结合本文公开的实施例描述的各种说明性逻辑块、模块、组件、电路和算法操作可以实现为电子硬件、计算机软件或两者的组合。为了清楚地说明硬件和软件的这种互换性,各种说明性组件、块、模块、电路和操作已经在上面大体上根据它们的功能进行了描述。这种功能是作为硬件还是软件来实现的,取决于特定的应用和对整个系统施加的设计约束。技术人员可以针对每个特定应用以不同的方式实现所描述的功能,但是这样的实施例决定不应被解释为引起偏离权利要求的范围。

[0166] 用于实现结合本文公开的实施例描述的各种说明性逻辑、逻辑块、模块和电路的硬件可以用设计用于执行本文中描述的功能的通用处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或其他可编程逻辑器件、离散门或晶体管逻辑、离散硬件组件,或它们的任何组合来实现或执行。通用处理器可以是微处理器,但在备选方案中,处理器可以是任何传统处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器还可以实现为接收器智能对象的组合,例如DSP和微处理器的组合、多个微处理器、与DSP内核结合的一个或多个微处理器,或任何其他这样的配置。备选地,某些操作或方法可由特定于给定功能的电路系统来执行。

[0167] 在一个或多个实施例中,所描述的功能可以以硬件、软件、固件或其任何组合来实现。如果以软件实现,则这些功能可以作为一个或多个指令或代码存储在非瞬态计算机可读存储介质或非瞬态处理器可读存储介质上。本文公开的方法或算法的操作可以体现在处理器可执行软件模块或处理器可执行指令中,其可以驻留在非瞬态计算机可读或处理器可读存储介质上。非瞬态计算机可读或处理器可读存储介质可以是可由计算机或处理器接入的任何存储介质。作为示例而非限制,这样的非瞬态计算机可读或处理器可读存储介质可包括RAM、ROM、EEPROM、FLASH存储器、CD-ROM或其他光盘存储、磁盘存储或其他磁存储智能对象或可用于以指令或数据结构的形式存储所需程序代码,并且可由计算机接入的任何其他介质。如本文所用,磁盘(disk)和光盘(disc)包括压缩光盘(CD)、激光盘、光盘、数字多功能光盘(DVD)、软磁盘和蓝光光盘,其中磁盘(disk)通常以磁性方式再现数据,而光盘(disc)则利用激光以光学方式再现数据。以上的组合也包括在非瞬态计算机可读和处理器可读介质的范围内。此外,方法或算法的操作可以作为一个或任何组合或集合的代码和/或指令驻留在非瞬态处理器可读存储介质和/或计算机可读存储介质上,其可以并入计算机程序产品。

[0168] 提供所公开实施例的前述描述以使本领域技术人员能够做出或使用权利要求。对这些实施例的各种修改对于本领域技术人员来说将是很清楚的,并且在不脱离权利要求的范围的情况下,本文中定义的一般原理可以应用于其他实施例。因此,本公开不旨在限于本文所示的实施例,而是符合与所附权利要求以及本文公开的原理和新颖特征一致的最宽范围。

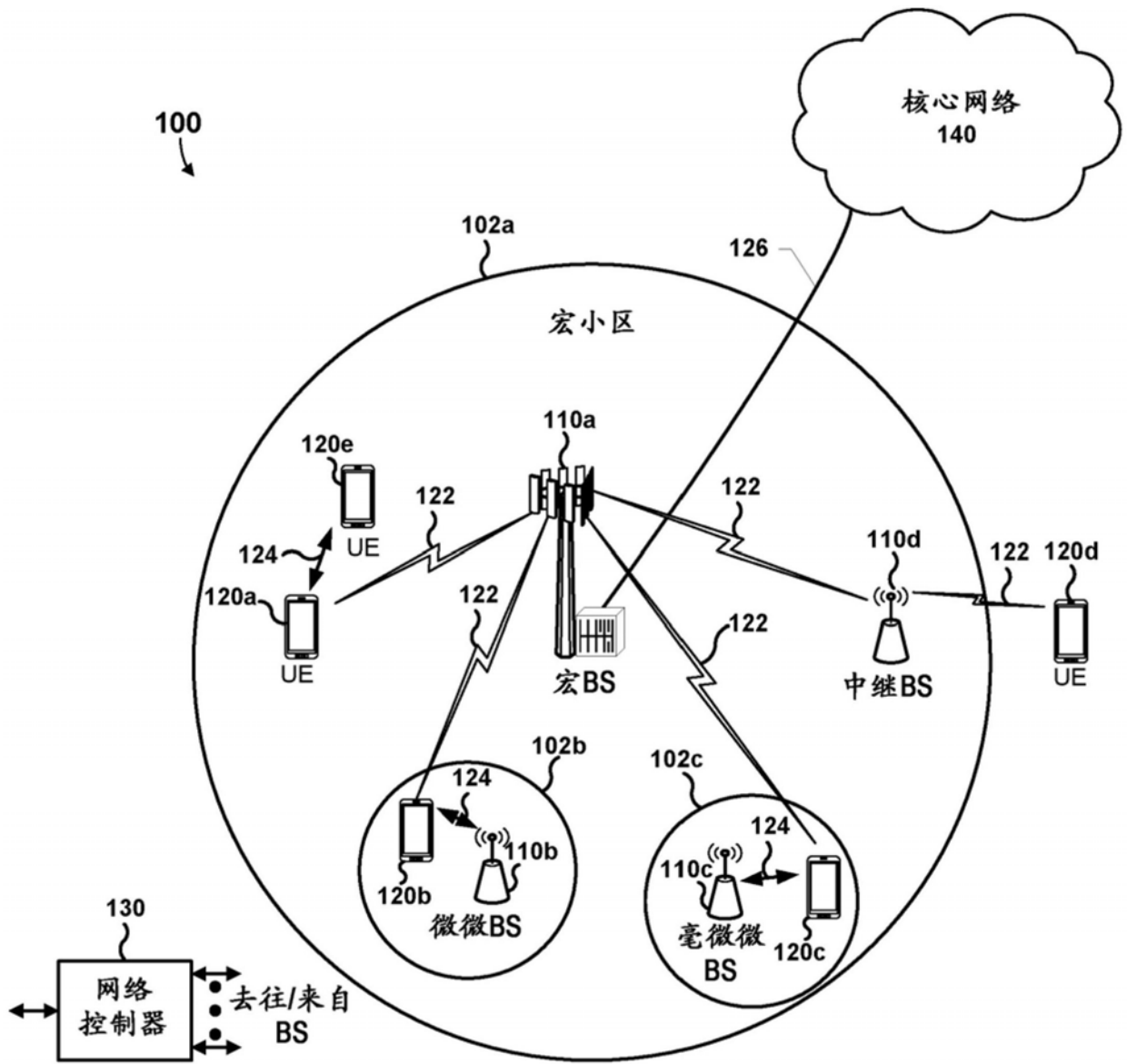


图1

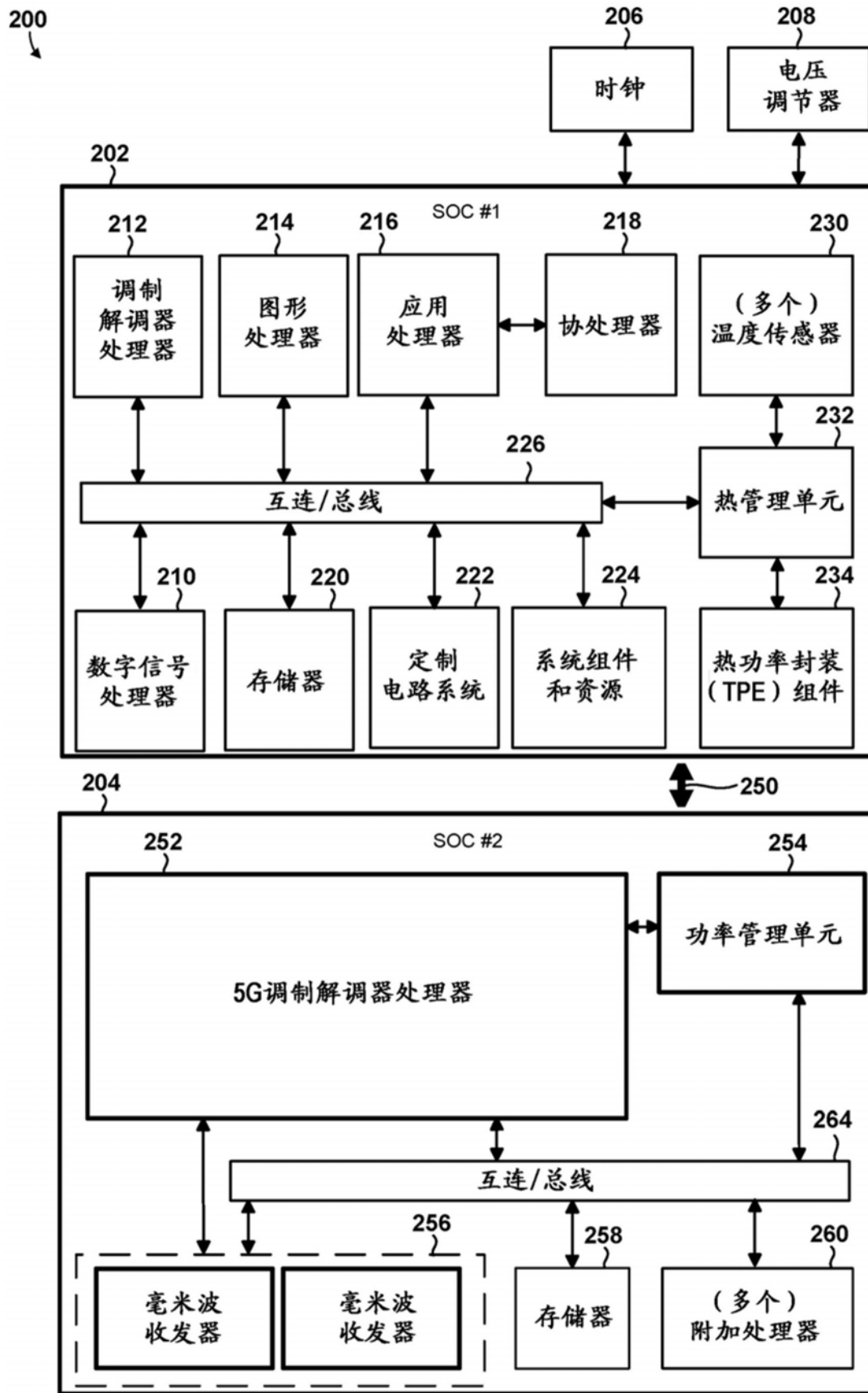


图2

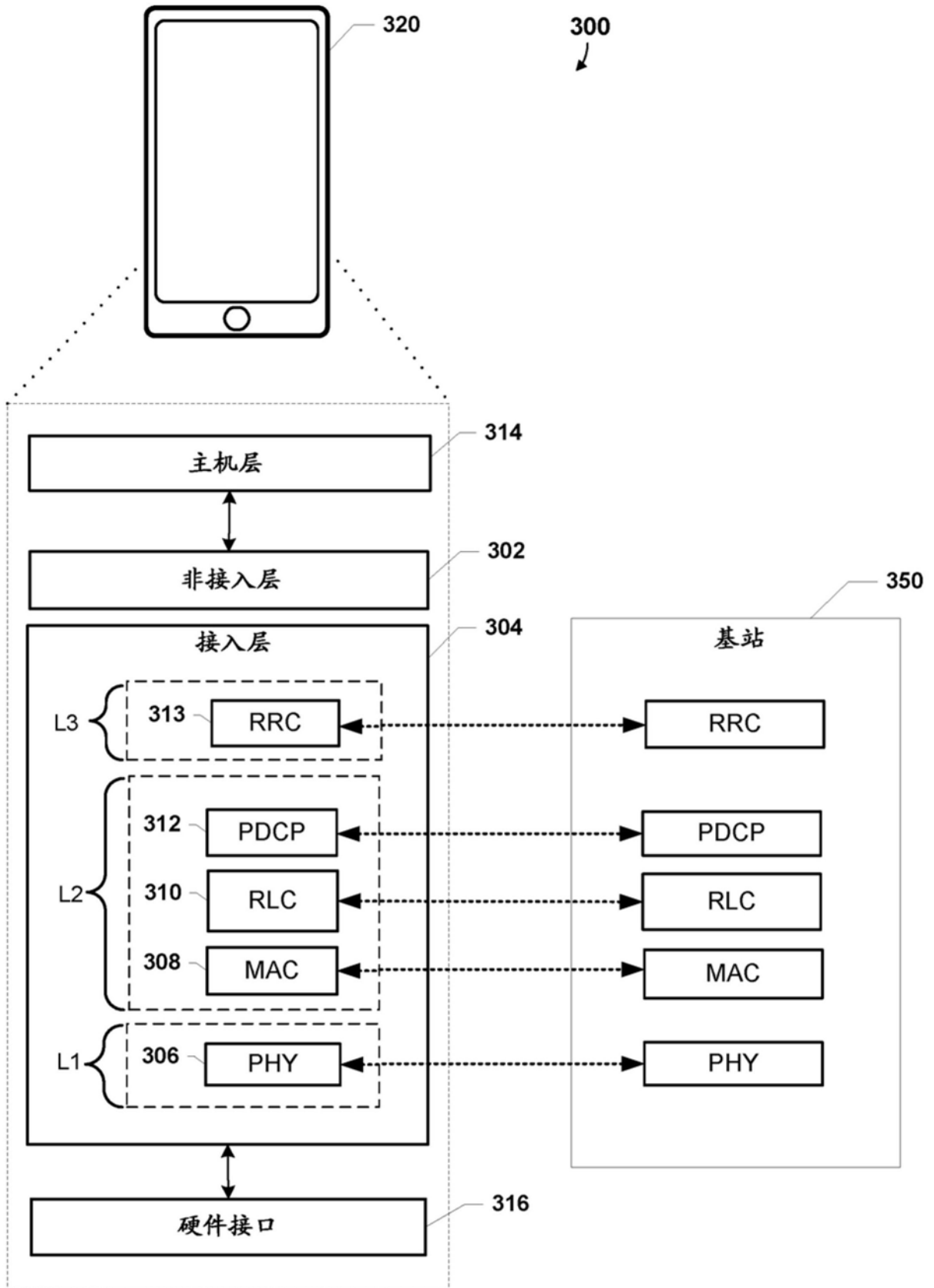


图3

400
↓

用于PDCP状态报告的PDCP控制PDU格式

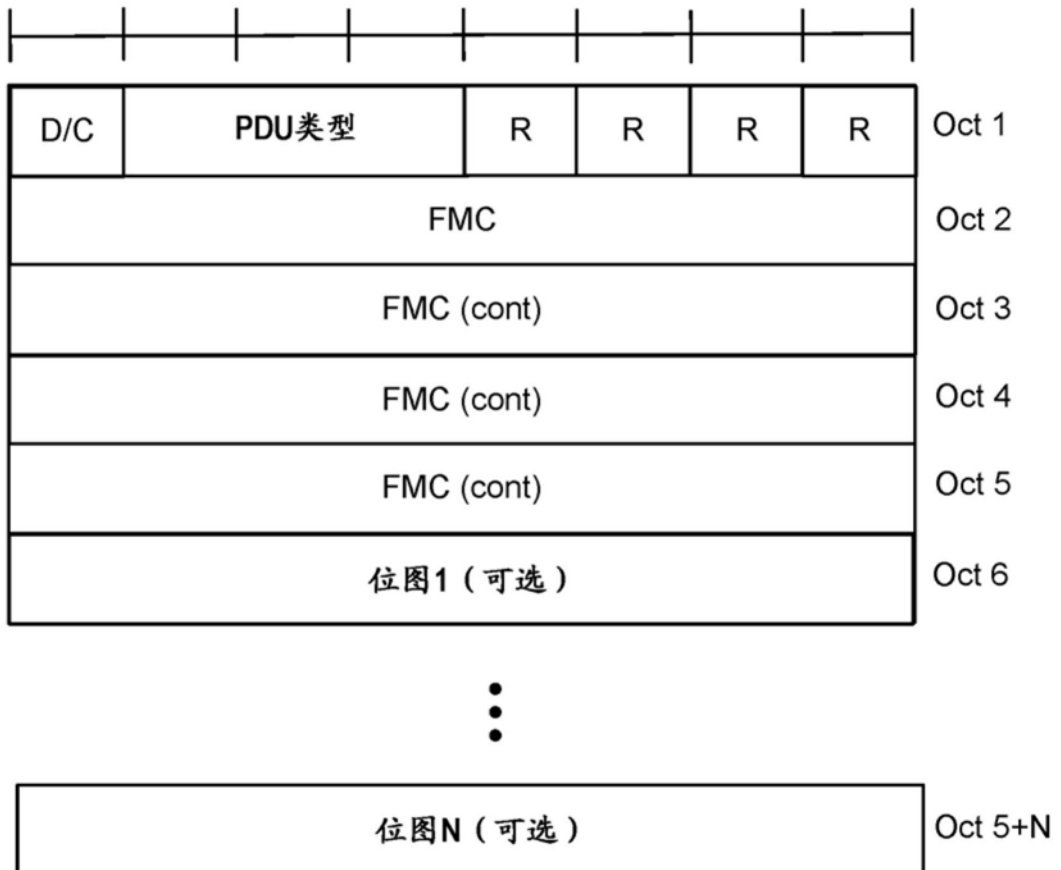


图4

500

用于PDCP状态报告的PDCP控制PDU格式

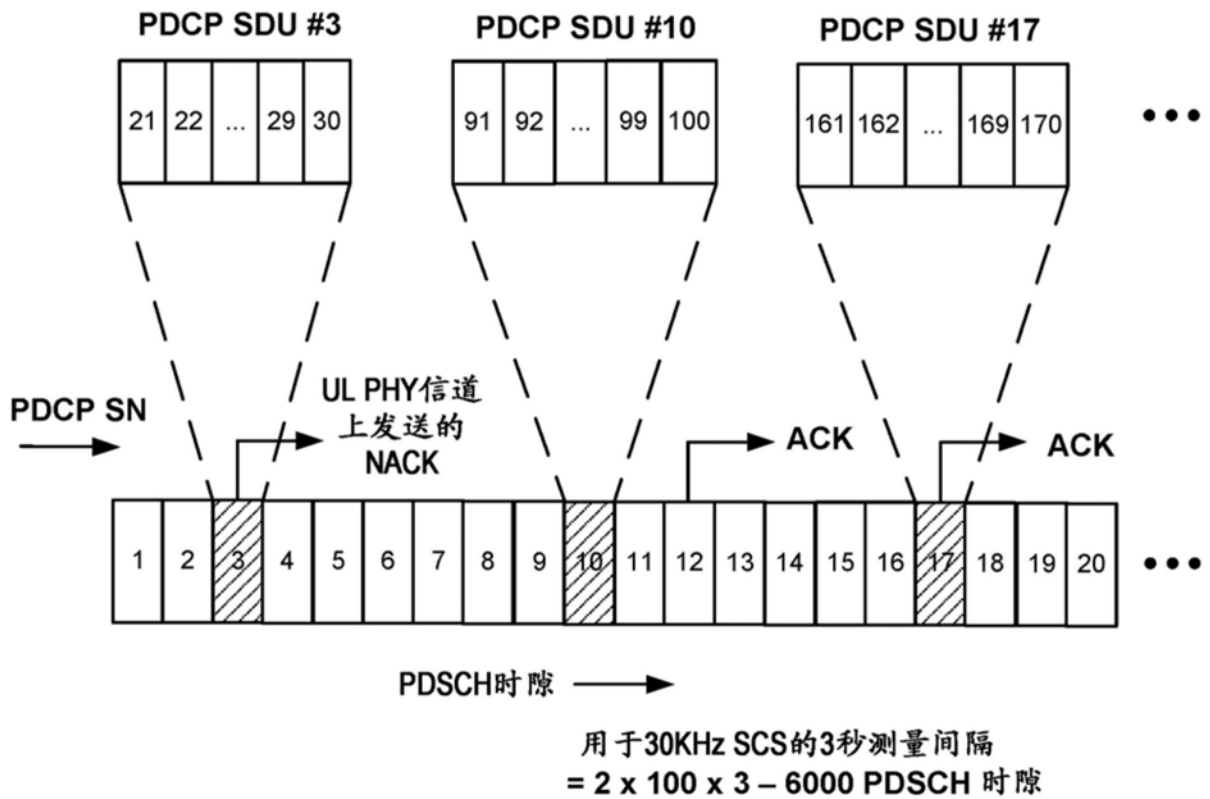
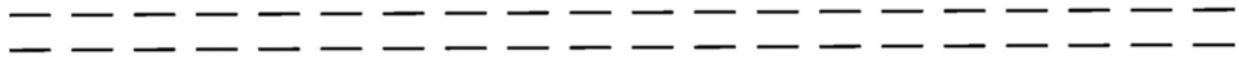
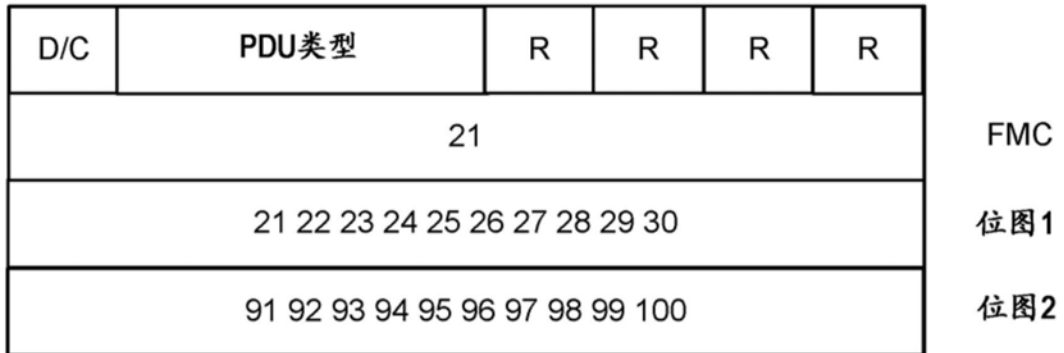


图5

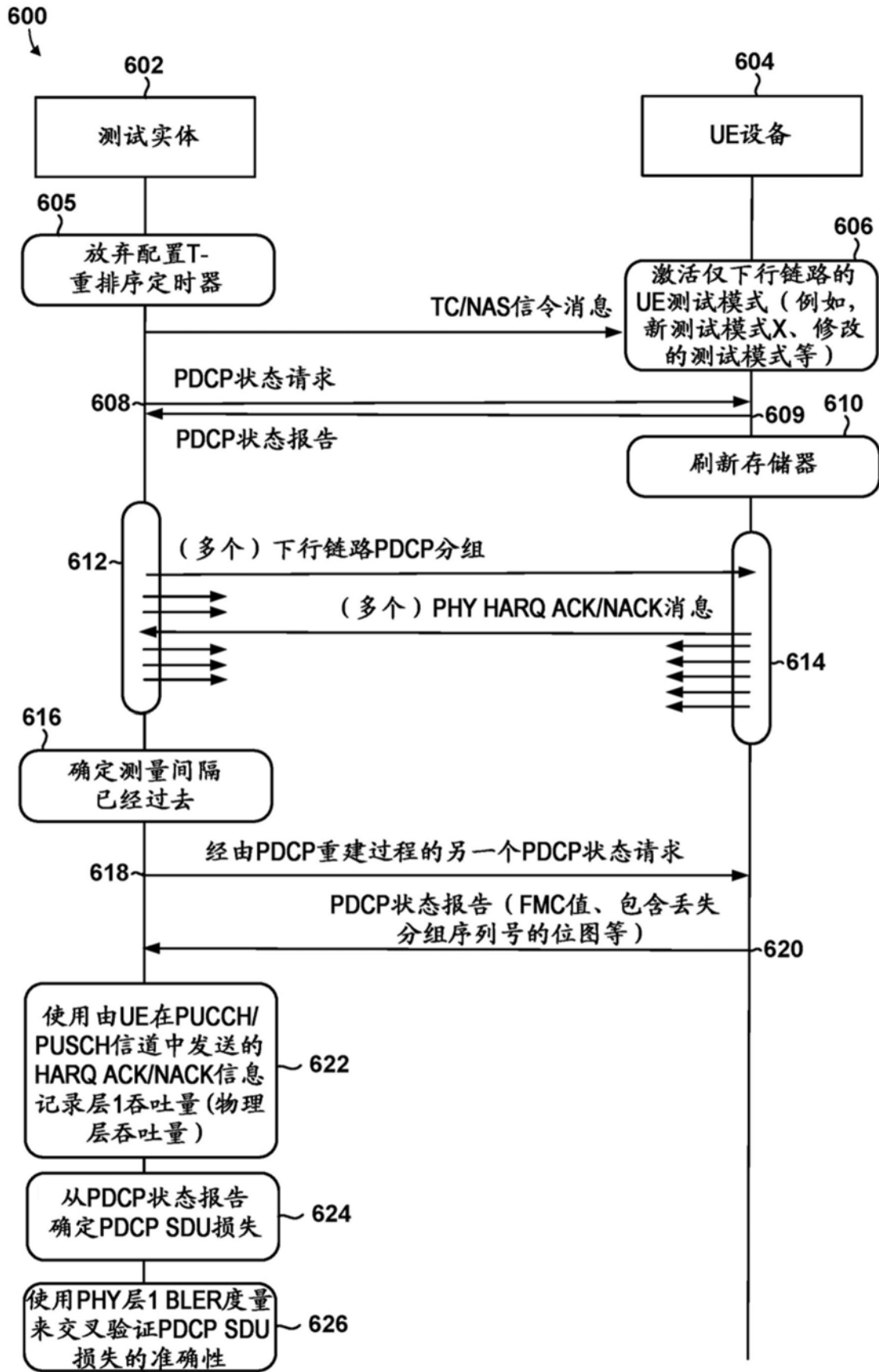


图6

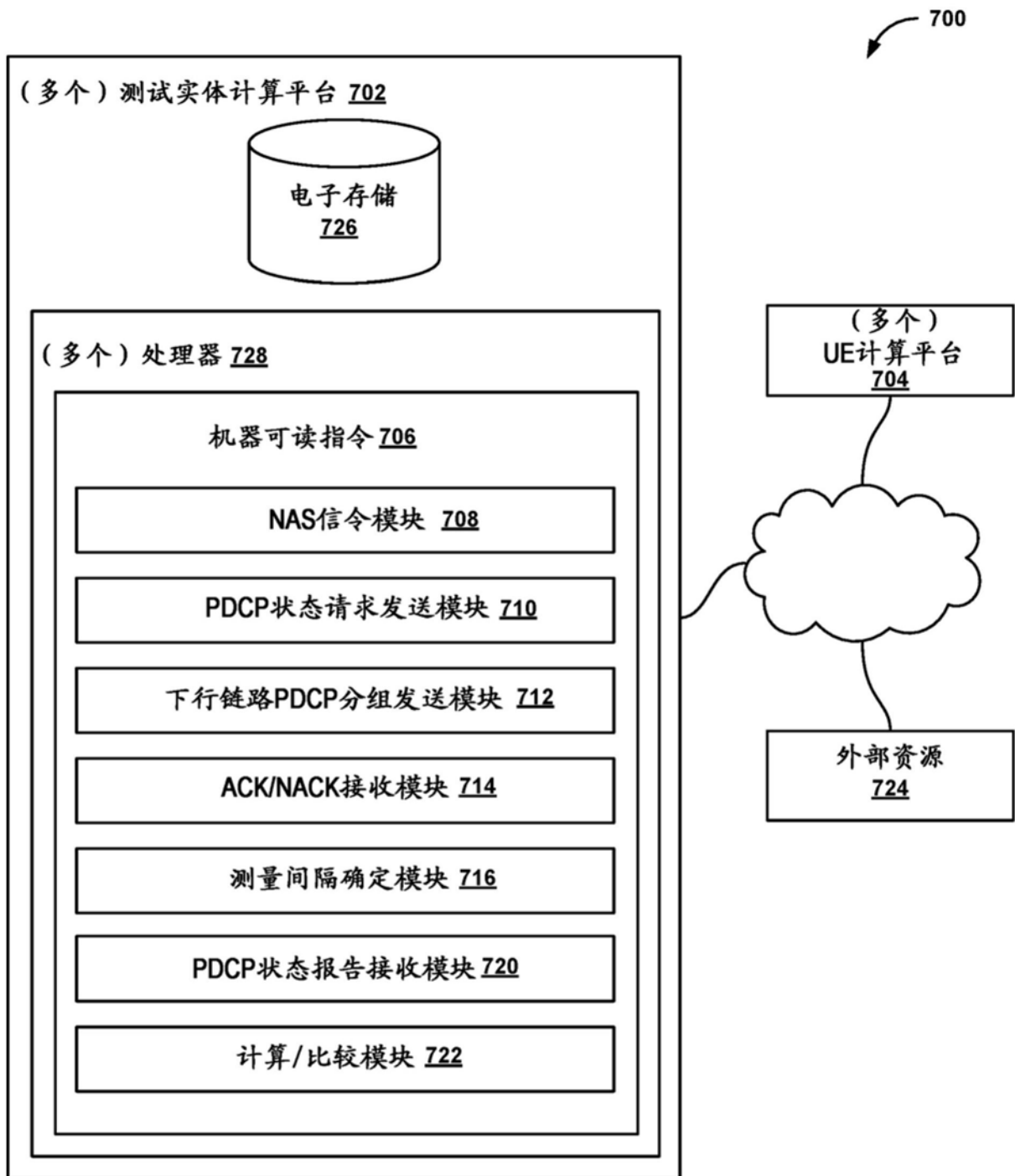


图7A

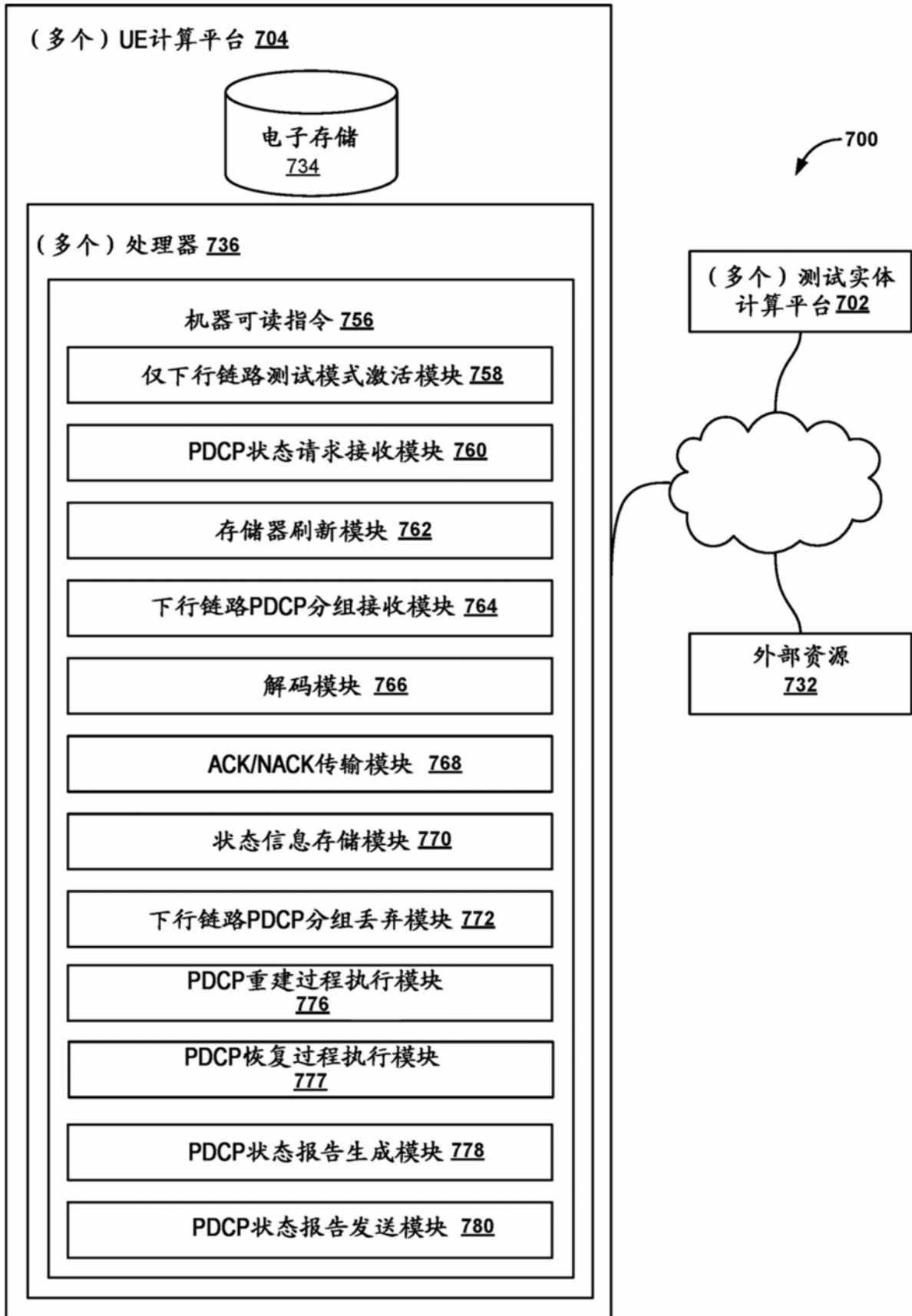


图7B

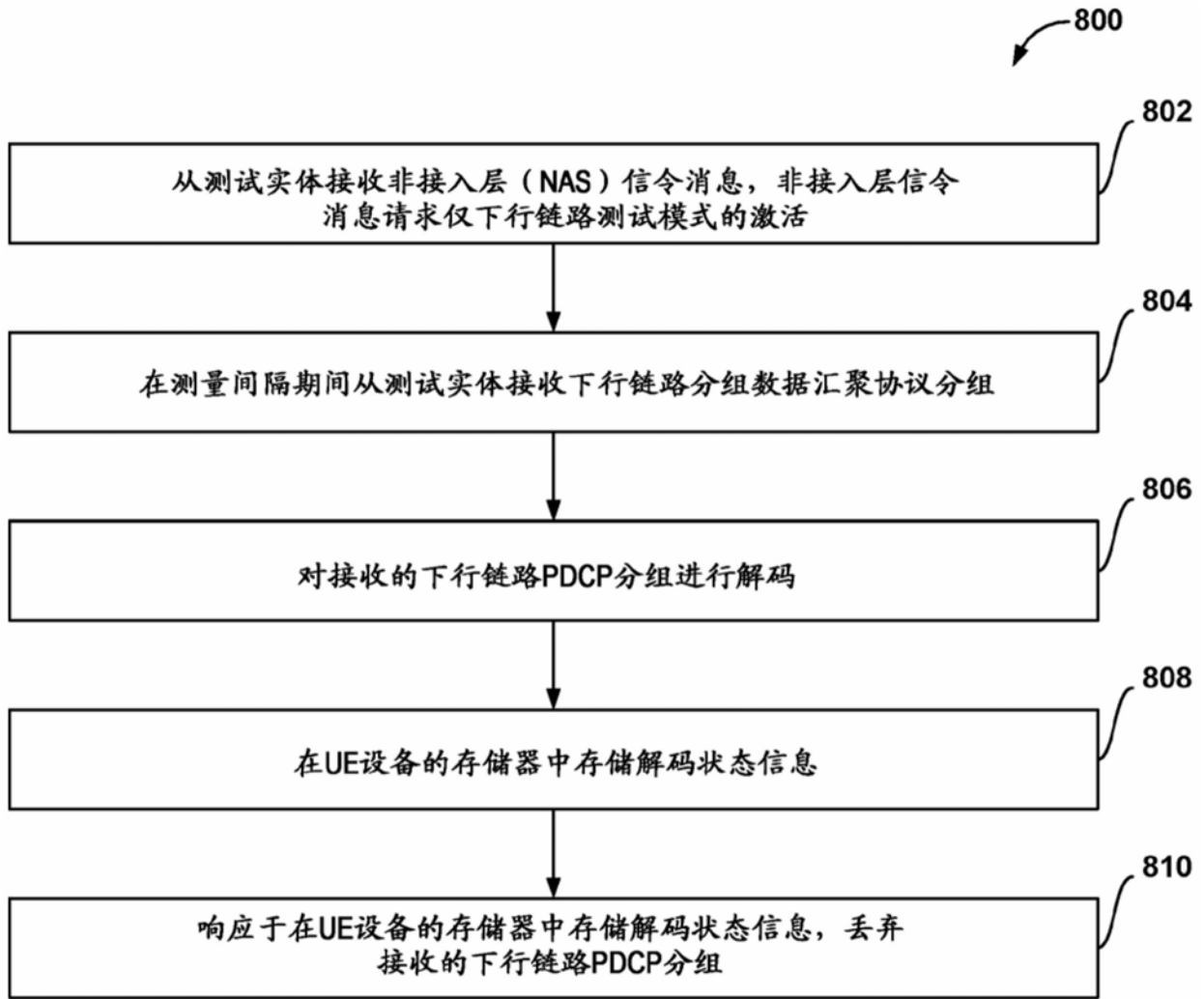


图8A

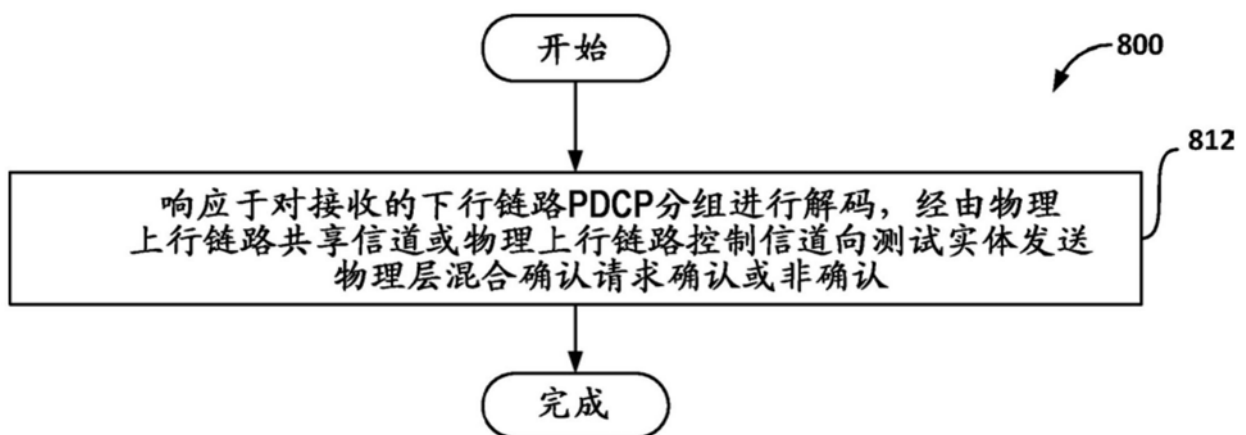


图8B

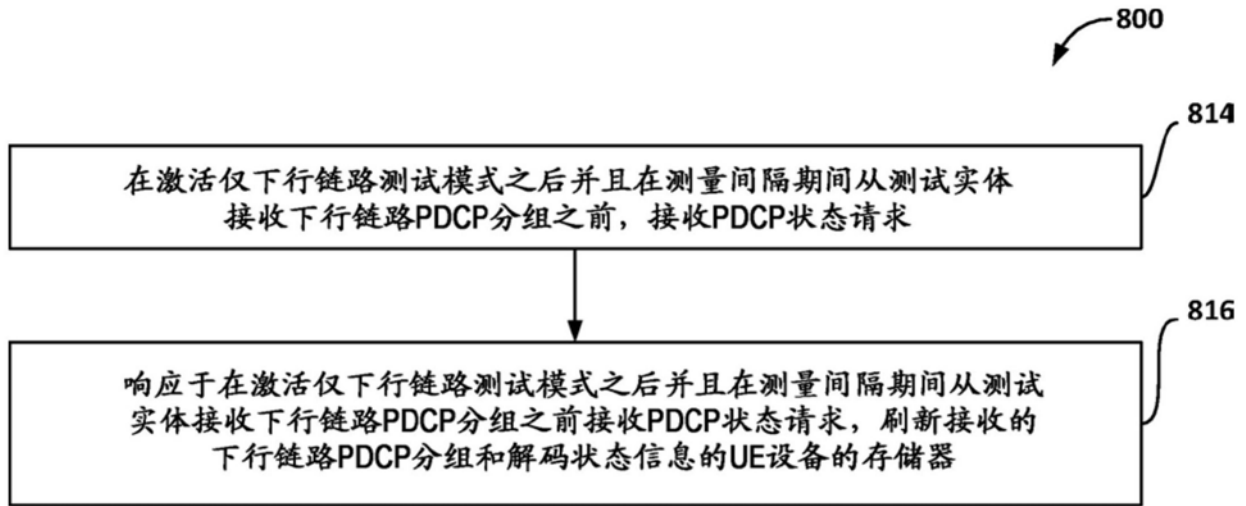


图8C

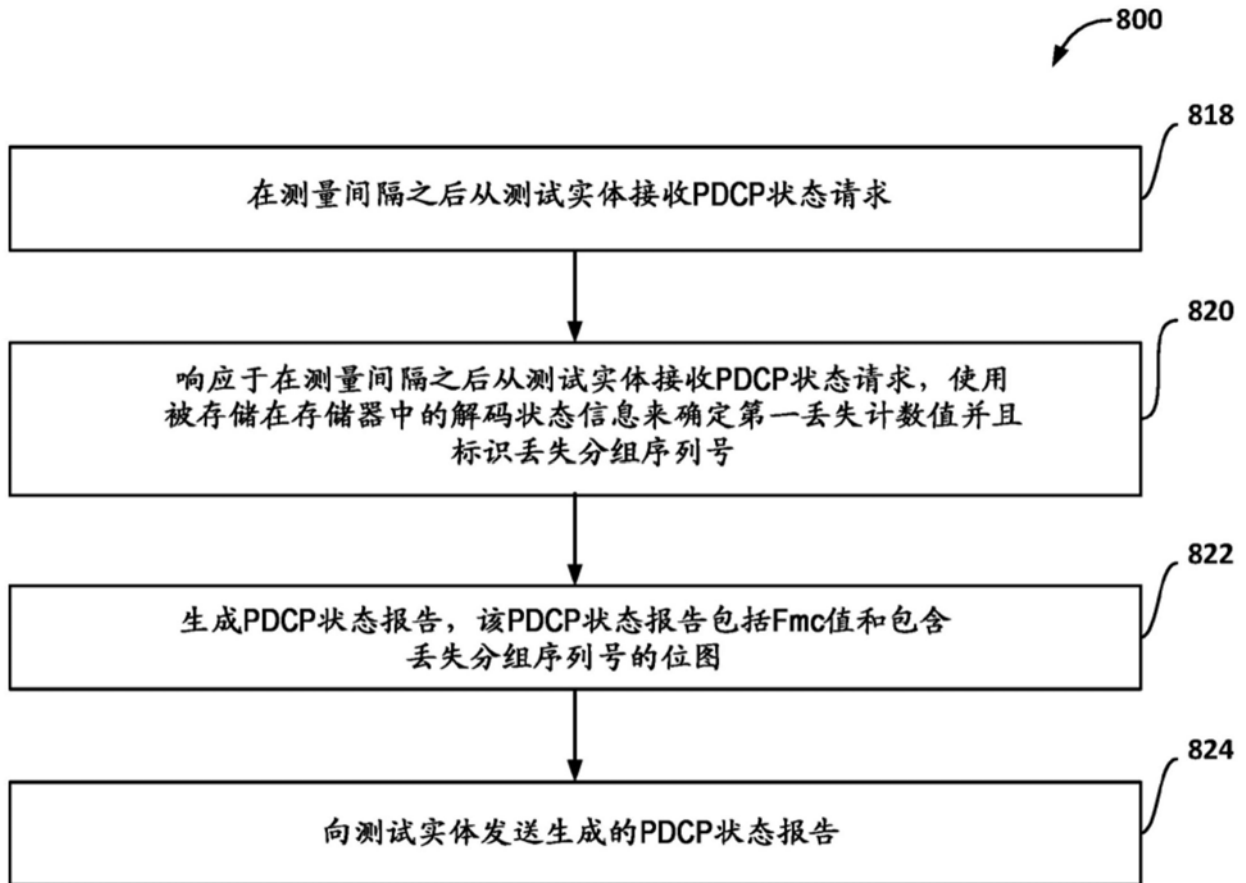


图8D

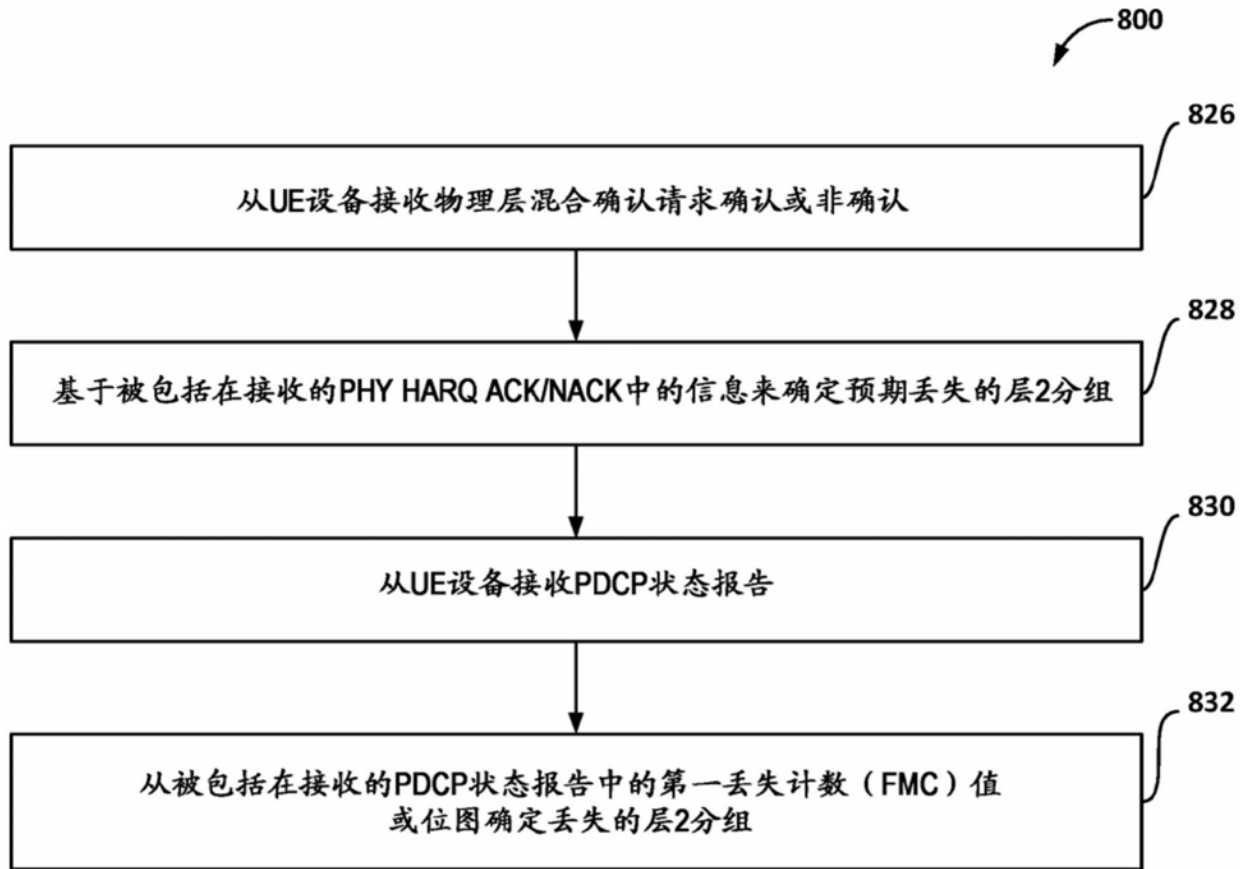


图8E

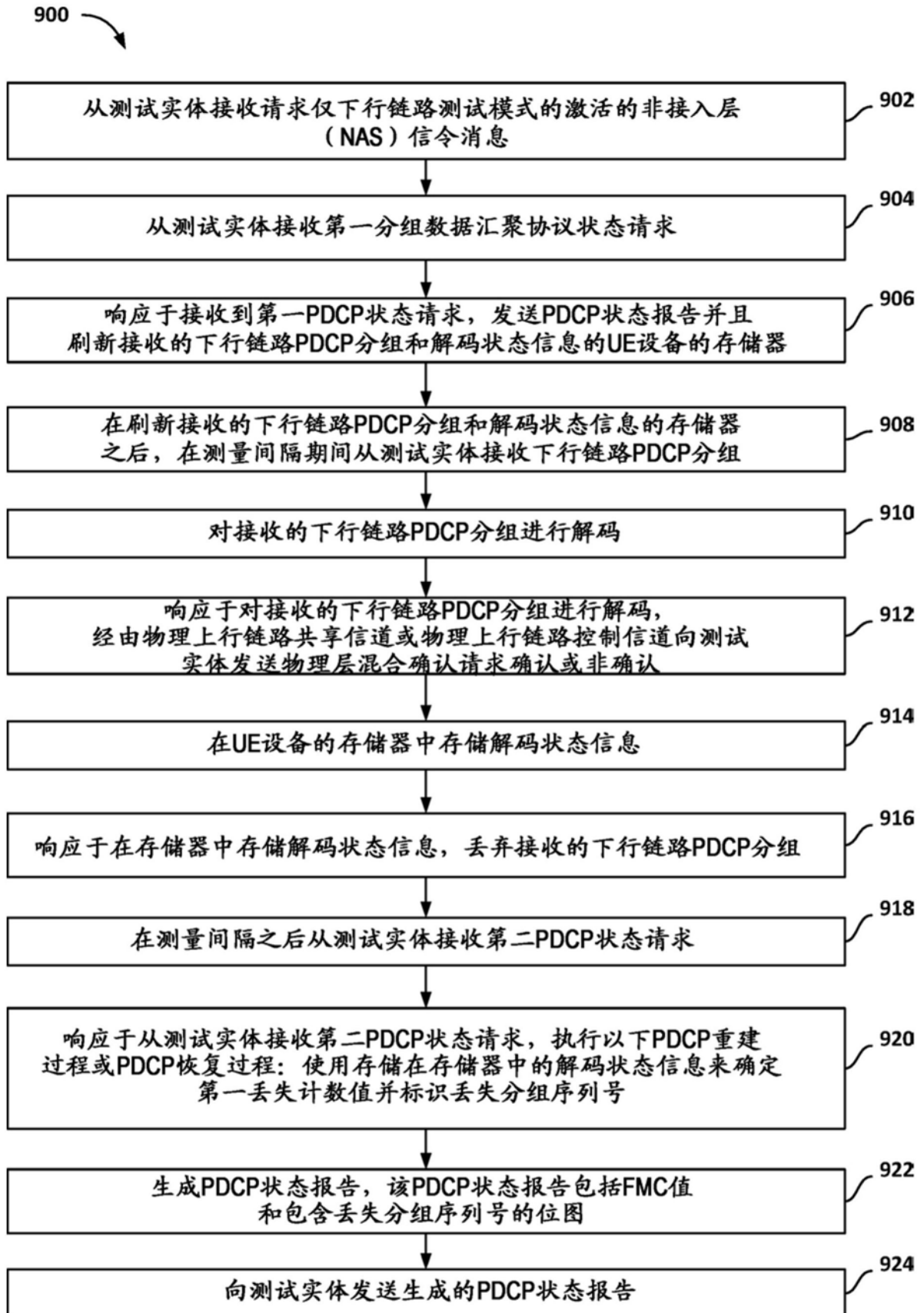


图9

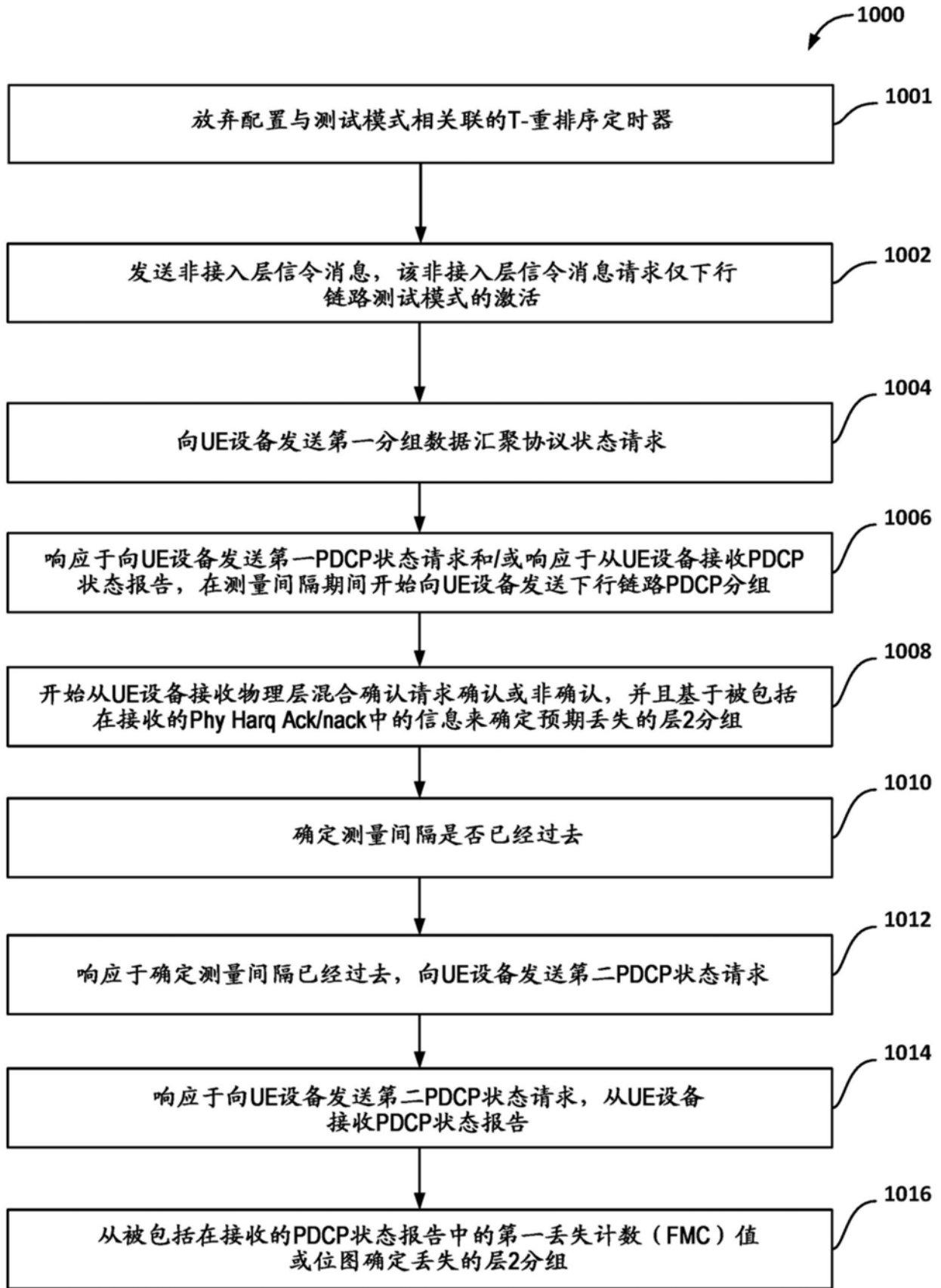


图10

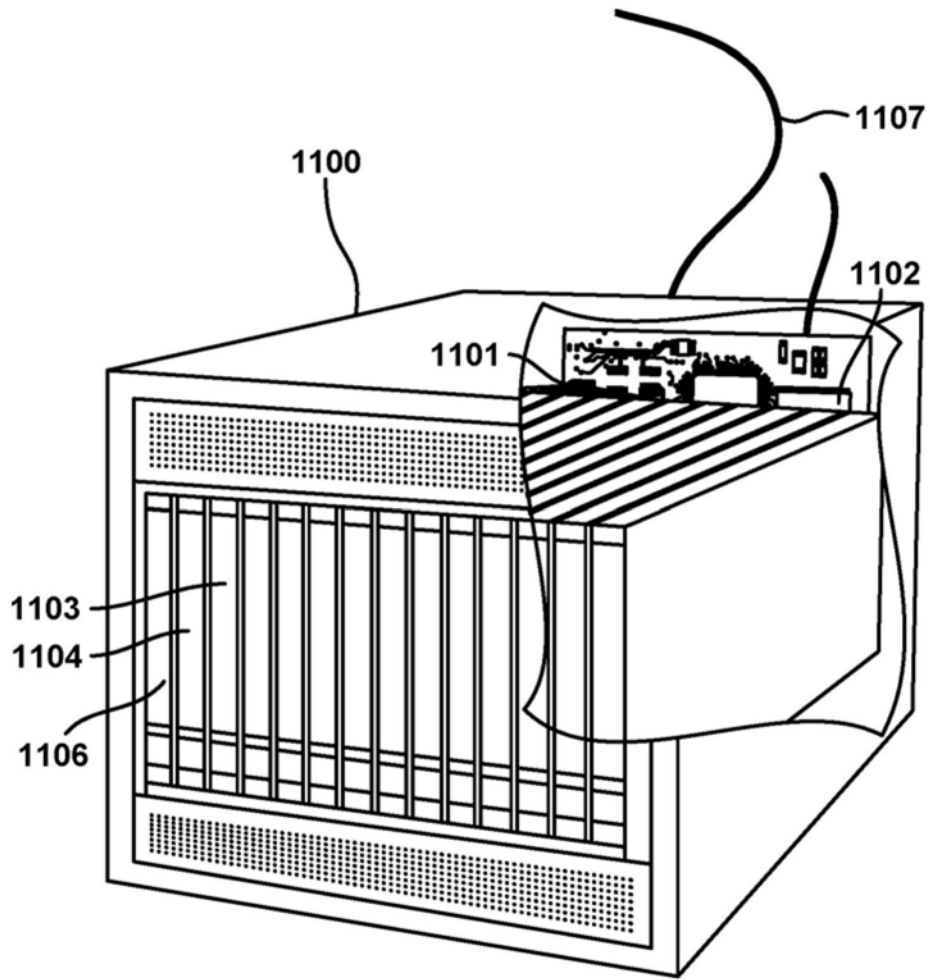


图11

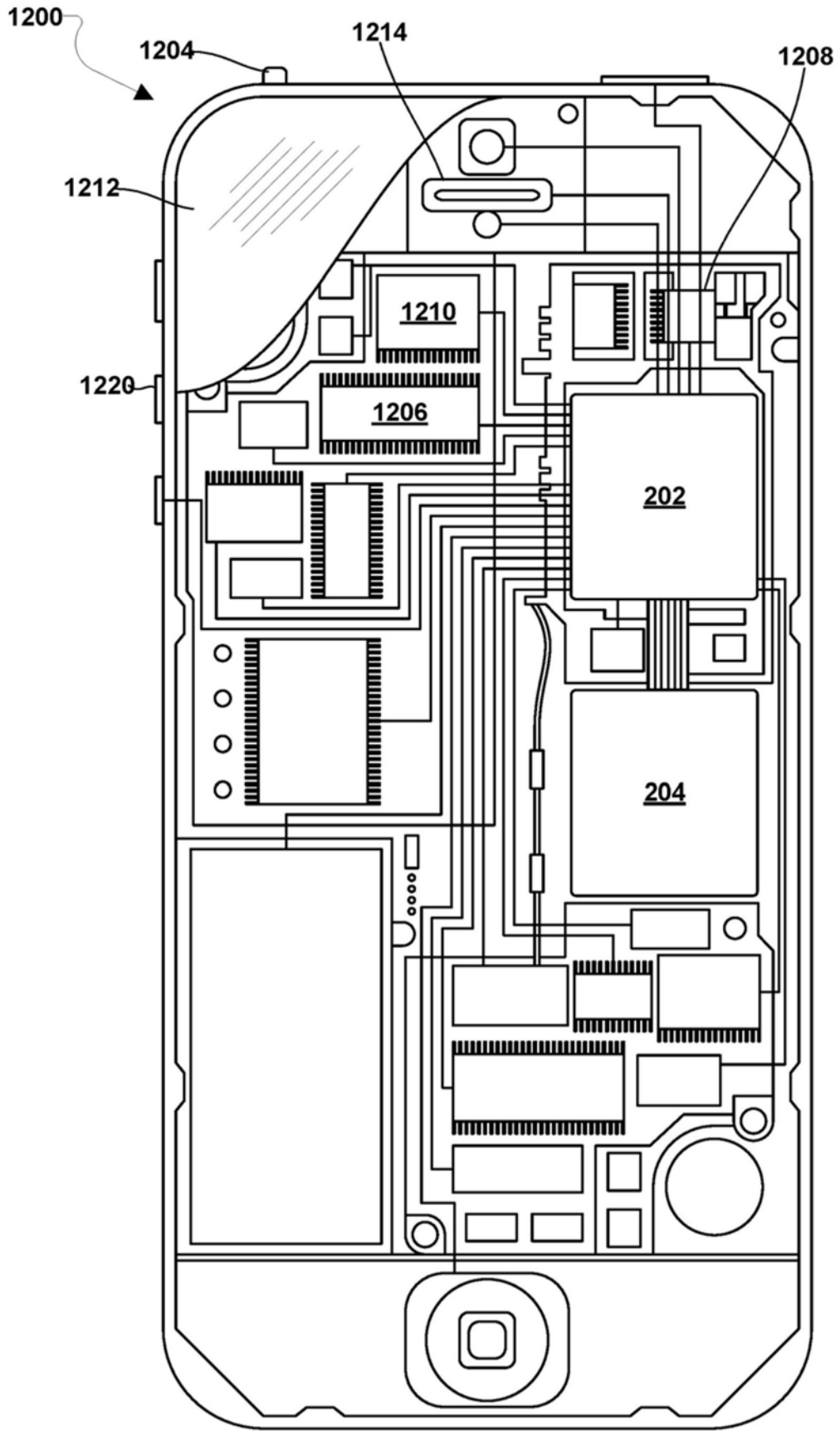


图12