



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105474598 B

(45)授权公告日 2019.09.24

(21)申请号 201380079092.0

(22)申请日 2013.08.29

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105474598 A

(43)申请公布日 2016.04.06

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.02.24

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/SE2013/051013 2013.08.29

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/030641 EN 2015.03.05

(73)专利权人 瑞典爱立信有限公司

地址 瑞典斯德哥尔摩

(72)发明人 P·施利瓦-伯特林 M·埃里克森

R·珀鲁肖瑟玛 D·罗伊兰德

J·维克伯格

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
72001

代理人 付曼 杨美灵

(51)Int.Cl.

H04L 29/06(2006.01)

审查员 舒维莹

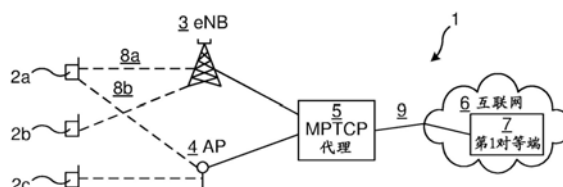
权利要求书2页 说明书11页 附图8页

### (54)发明名称

用于MPTCP调度的方法和装置

### (57)摘要

本公开内容涉及一种在多路径传输控制协议(MPTCP)调度器中执行的方法,该MPTCP调度器正在第一对等端(7)与具有MPTCP能力的第二对等端(2)之间调度TCP流。该方法包括:建立该TCP流,该TCP流包括连接具有MPTCP能力的第二对等端的至少两个子流(8),每个子流与用于具有MPTCP能力的第二对等端的地址相关联。该方法还包括:接收外部信息,该外部信息与该至少两个子流中的至少一个子流有关。该方法还包括:基于所接收的外部信息来调度该TCP流中的数据,其中该调度包括:基于所接收的外部信息,选取经由该至少两个子流中的哪个子流或者哪些子流来调度该数据。本公开内容还涉及一种MPTCP调度器、以及一种包括这样的调度器的MPTCP代理和具有MPTCP能力的对等端。



1. 一种在多路径传输控制协议MPTCP调度器(61)中执行的方法,所述MPTCP调度器(61)正在第一对等端(7)与具有MPTCP能力的第二对等端(2)之间调度TCP流,所述方法包括:

建立(91)所述TCP流,所述TCP流包括连接所述具有MPTCP能力的第二对等端(2)的至少两个子流(8),每个子流与用于所述具有MPTCP能力的第二对等端的地址相关联;

接收(92)外部信息,所述外部信息与所述至少两个子流(8)中的至少一个子流有关;以及

基于所接收(92)的外部信息来调度(93)所述TCP流中的数据,其中所述调度(93)包括:基于所接收(92)的外部信息,选取经由所述至少两个子流(8)中的哪个子流或者哪些子流来调度所述数据,当由于切换造成的所述至少两个子流之一终止而已经丢失数据时,所述外部信息使所述数据能够经由另一子流来发送而不必等待确认。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中接收(92)外部信息包括:接收所述至少两个子流(8)中的一个子流是高成本的信息,并且所述调度(93)包括:避免经由高成本的所述子流来调度所述数据。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其中接收(92)外部信息包括:接收所指定的子流类型被优选的信息,并且所述调度(93)包括:经由所述至少两个子流中具有所指定的路径类型的子流来调度所述数据。

4. 根据权利要求1或2所述的方法,其中接收(92)外部信息包括:接收所指定的子流类型针对所指定的数据类型被优选的信息,并且所述调度(93)包括:经由所述至少两个子流中具有所指定的子流类型的子流来调度所指定的数据类型的所述数据。

5. 根据权利要求1或2所述的方法,其中接收(92)外部信息包括:接收所述至少两个子流(8)中的一个子流例如由于切换或者链路失效已经被终止或者将被终止的信息。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中基于所接收(92)的子流终止的信息来进行所述调度(93)包括以下各项中的任一项:

所述MPTCP调度器(61)发起多播,从而所述TCP流的一个或多个TCP分组暂时在多个所述子流(8)上被发送;

所述MPTCP调度器(61)减少对所述至少两个子流(8)中的所述一个子流的使用;

所述MPTCP调度器(61)停止使用所述至少两个子流(8)中的所述一个子流;或者

所述MPTCP调度器(61)经由所述至少两个子流(8)中的另一子流来重发已经经由所述至少两个子流(8)中的所述一个子流发送的一个或多个TCP分组,而无需等待对已经发送的所述一个或多个TCP分组的确认的超时。

7. 根据权利要求1或2所述的方法,其中所述MPTCP调度器(61)是MPTCP代理(5)的一部分,并且所述调度(93)包括:将下行链路DL数据调度到所述TCP流中的所述具有MPTCP能力的第二对等端(2)。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中建立(91)所述TCP流包括:仅利用所述MPTCP代理(5)与所述第一对等端(7)之间的一个子流(9)来建立所述TCP流。

9. 根据权利要求7所述的方法,其中所述MPTCP代理(5)另外地处置通向多个另外的对等端(2、7)的多个另外的TCP流。

10. 根据权利要求1或2所述的方法,其中所述MPTCP调度器(61)是所述具有MPTCP能力的第二对等端(2)的一部分,并且所述调度(93)包括:调度来自所述TCP流中的所述具有

MPTCP能力的第二对等端(2)的上行链路UL数据。

11. 根据权利要求1或2所述的方法,其中所述至少两个子流(8)中的至少一个子流包括无线局域网WLAN无线电接入网络RAN。

12. 根据权利要求1或2所述的方法,其中所述至少两个子流(8)中的至少一个子流包括蜂窝无线电接入网络RAN。

13. 一种计算机可读介质(162),包括计算机可执行指令(161),当所述计算机可执行指令运行在MPTCP调度器(61)中所包括的处理器电路(62)上时,所述计算机可执行指令(161)用于促使所述MPTCP调度器执行根据权利要求1-12中任一项所述的方法。

14. 一种多路径传输控制协议MPTCP调度器(61),被配置用于在第一对等端(7)与具有MPTCP能力的第二对等端(2)之间调度TCP流,所述调度器包括:

处理器电路(62);以及

存储指令的存储单元(63),所述指令在被所述处理器电路(62)执行时促使所述调度器(61):

建立所述TCP流,所述TCP流包括连接所述具有MPTCP能力的第二对等端(2)的至少两个子流(8),每个子流与用于所述具有MPTCP能力的第二对等端的地址相关联;

接收外部信息,所述外部信息与所述至少两个子流(8)中的至少一个子流有关;以及

基于所接收的外部信息来调度所述TCP流中的数据,其中所述调度(93)包括:基于所接收(92)的外部信息,选取经由所述至少两个子流(8)中的哪个子流或者哪些子流来调度所述数据,当由于切换造成的所述至少两个子流之一终止而已经丢失数据时,所述外部信息使所述数据能够经由另一子流来发送而不必等待确认。

15. 一种MPTCP代理(5),包括根据权利要求14所述的MPTCP调度器(61)。

16. 一种通信网络(1),包括:

MPTCP代理(5),所述MPTCP代理(5)包括根据权利要求14所述的MPTCP调度器(61);以及  
无线电接入网络RAN(3、4),被配置用于经由所述MPTCP代理(5)将TCP流中的子流(8)提供给连接到所述RAN的多个对等端(2)中的每个对等端。

17. 一种具有MPTCP能力的第二对等端(2),包括根据权利要求14所述的MPTCP调度器(61)。

18. 一种计算机可读介质,包括用于调度传输控制协议TCP流的计算机可执行指令(161),所述计算机可执行指令当运行在多路径传输控制协议MPTCP调度器(61)的处理器电路(62)上时,能够促使所述MPTCP调度器:

建立(91)所述TCP流,所述TCP流包括通向具有MPTCP能力的第二对等端(2)的至少两个子流(8),每个子流与用于所述具有MPTCP能力的第二对等端的地址相关联;

接收(92)外部信息,所述外部信息与所述至少两个子流(8)中的至少一个子流有关;以及

基于所接收(92)的外部信息来调度(93)所述TCP流中的数据,其中所述调度(93)包括:基于所接收(92)的外部信息,选取经由所述至少两个子流(8)中的哪个子流或者哪些子流来调度所述数据,当由于切换造成的所述至少两个子流之一终止而已经丢失数据时,所述外部信息使所述数据能够经由另一子流来发送而不必等待确认。

## 用于MPTCP调度的方法和装置

### 技术领域

[0001] 本公开内容涉及一种用于对等端(peer)之间的多路径传输控制协议(MPTCP)调度的方法和设备。

### 背景技术

[0002] 许多主机现今是多归宿的(multi-homed)。因此,它们具有经由一种或多种接入技术的用于连接的多个路径。普通的传输控制协议(TCP)/互联网协议(IP)通信限制这些多归宿的主机每会话仅使用可用的接口/路径之一,其中路径被定义为(源、目的地)IP地址对。互联网工程任务组(IETF)当前正在研究如下的机制,该机制在通信会话期间同时使用通信对等端之间的多个路径。IETF请求注解(RFC)编号6824提出了在多个地址可用时对用于多路径操作的传统TCP的一组扩展。这被称为多路径TCP(MPTCP)。

[0003] 并发地使用多个路径的优点是:

[0004] 1、改进网络资源利用(例如,由于资源池化而增加了带宽)

[0005] 2、通过更高的吞吐量来改进用户体验

[0006] 3、允许从一个接口向另一接口的失效转移(例如,移动客户端)

[0007] 4、允许单个数据连接同时使用若干接口

[0008] 图1中图示了用于MPTCP的使用场景,其中两个通信主机A和B是多归宿的和多地址的。每个主机提供两个通向互联网的分离连接,供应它们之间的四个不同路径(A1-B1、A1-B2、A2-B1和A2-B2)。

[0009] 主机A与B之间的传统TCP连接将仅利用可用路径中的一个路径,而MPTCP连接利用主机A与B之间的全部四个可用路径。MPTCP连接类似于普通的TCP连接并且在RFC 6824中被定义为一个或多个子流的集合,通过该一个或多个子流,应用能够在两个主机之间进行通信。“子流”在RFC 6824中被定义为在个体路径上进行操作的TCP片段(segment)的流,其形成更大的MPTCP连接的一部分。子流类似于普通的TCP连接那样被启动和终止。

[0010] MPTCP是一种端到端协议,其要求两个主机都支持MPTCP以从MPTCP受益。因为MPTCP仍然处于其部署的早期阶段,所以互联网上的每个主机都支持MPTCP的概率非常低。为了克服这个问题并且即使两个通信主机都不支持MPTCP也从MPTCP受益,可以使用MPTCP代理将MPTCP流转换为TCP并且反之亦然。

[0011] 图2中图示了一种使用情况。具有MPTCP能力的用户设备(UE)(参见图1中的主机A)由运营商控制并且建立通向被放置在运营商的网络中的MPTCP代理的若干MPTCP子流。这个代理进而建立通向互联网上的服务器(参见图1中的主机B,其替代地具有MPTCP能力并且不需要MPTCP代理)的单个TCP流,该服务器不具有MPTCP能力。在所描述的场景中,尽管在另一端处的服务器不知道MPTCP,但是支持MPTCP的UE仍然能够得到MPTCP的益处。

[0012] 所以,多路径TCP(MPTCP)的主要原理是聚合例如通过不同无线接口的一组TCP连接,这些无线接口诸如蜂窝第三代合作伙伴计划(3GPP)无线电接入网络(RAN)和无线局域网(WLAN)RAN(例如,Wi-Fi)(或者甚至是同时的不同蜂窝3GPP接入)。MPTCP具有多个子流

并且能够将负载分发在所有的子流上。因为对不同连接的复用 TCP 层级上,所以它允许针对每个子流的分离拥塞控制。

[0013] 图3a和3b示出了标准TCP与MPTCP协议栈之间的差异。应用接口(即,套接口API)没有改变,并且主要的改变是在这个API与IP层之间。协议栈中的TCP层和IP层在不同的子流之间被拆分。

[0014] MPTCP提供了完全地和最大地利用不同TCP子流的可能性。例如,在一个TCP子流在3GPP接入上并且另一个在Wi-Fi接入上的情况中,总吞吐量可以是这些子流的总和。图4示出了对于当MPTCP将正在同时利用3GPP长期演进(LTE)和WLAN/Wi-Fi时的情况而言的用户平面协议架构示例。

[0015] 在MPTCP的示例性情况中,UE同时连接到LTE和Wi-Fi/WLAN这两者。UE中的应用已经打开了一个TCP套接口并且正在内部API上发送字节流。MPTCP层(也称为MPTCP调度器)已经设立了两个不同的TCP子流,经由WLAN/Wi-Fi的子流1以及经由LTE的子流2。这两个子流朝向MPTCP代理,MPTCP代理进一步使用平常的TCP与另一服务器进行通信。MPTCP调度器是决定不同的分组如何被映射到这两个子流的功能。在UE中可以存在一个MPTCP调度器用于上行链路调度,并且一个在MPTCP代理中用于下行链路调度。MPTCP调度器例如正在应用“轮询”调度,即第一TCP片段在子流2上被发送、第二TCP片段在子流1上被发送、第三TCP片段再次在子流2上被发送,等等。另一示例是MPTCP调度器使用具有最短往返时间(RTT)的子流。这样的方法通常被使用在现今的MPTCP内核原型实施方式中。

## 发明内容

[0016] MPTCP的当前行为是,当决定TCP片段(本文中也更加一般性地称为TCP分组)应当在哪个子流上初始地被发送时,MPTCP调度器提供它的内部算法。如果不存在与经由该子流的TCP片段有关的确认(ACK),则MPTCP调度器可能尝试在另一子流上重发该TCP片段。这导致了由于在重发之前等待ACK的不合宜的延迟。典型的MPTCP代理调度实施方式仅考虑本地的知识。分组调度功能将从应用接收的字节流分解为片段,并且在可用的子流中的一个子流上传输它们。取决于多少数据被排队以被发送,调度器或者仅选择一个子流,例如具有最短RTT的子流(如果不存在足够的数据),或者它使用所有可用的子流(当存在更多的数据将被发送时)。在后一种情况中,在批量数据(bulk data)传送的情况中,具有最多可用带宽的子流将更经常地被调度器使用。进一步地,MPTCP与例如3GPP中的无线电层级切换(HO)或者WLAN中的接入点(AP)到AP切换有关的当前行为可能会导致不必要的重传。如果例如LTE内无线电层级切换将会发生并且不是无分组丢失的,则将会需要发生子流中的任何子流上的重传。另一示例是如果UE将要丢失Wi-Fi连接。如果MPTCP层不知道这一点,它将只是继续通过Wi-Fi子流来发送数据。它将不会接收到确认并且断定Wi-Fi子流不应当再被使用。这个过程花费至少一个RTT。因此,对于MPTCP层将有益的是,预先知道何时Wi-Fi将会丢失。在进行决定时仅将本地的每主机的知识纳入考虑的当前调度器设计的一个问题是,这针对一个特定的对等端优化了吞吐量,但是可能没有针对作为整体的通信网络(包括由MPTCP代理所服务的对等端集合)优化吞吐量。

[0017] 鉴于上文所提到的现有技术中的问题,本公开内容的一个目的是提供改进的MPTCP通信。

[0018] 根据本公开内容的一方面,提供了一种在MPTCP调度器中执行的方法,该MPTCP调度器正在第一对等端与具有MPTCP能力的第二对等端之间调度TCP流。该方法包括:建立该TCP流,该TCP流包括连接具有MPTCP能力的第二对等端的至少两个子流,每个子流与用于具有MPTCP能力的第二对等端的地址相关联。该方法还包括:接收外部信息,该外部信息与该至少两个子流中的至少一个子流有关。该方法还包括:基于所接收的外部信息来调度该TCP流中的数据,其中该调度包括:基于所接收的外部信息,选取经由该至少两个子流中的哪个子流或者哪些子流来调度该数据。

[0019] 根据本公开内容的另一方面,提供了一种计算机程序产品,该计算机程序产品包括计算机可执行组件,当这些计算机可执行组件运行在MPTCP调度器中所包括的处理器电路上时,这些计算机可执行组件用于促使MPTCP调度器执行本公开内容的方法的实施例。

[0020] 根据本公开内容的另一方面,提供了一种MPTCP调度器,该 MPTCP调度器被配置用于在第一对等端与具有MPTCP能力的第二对等端之间调度TCP流。该调度器包括:处理器电路、以及存储指令的存储单元,这些指令在被处理器电路执行时促使调度器建立该 TCP流,该TCP流包括连接具有MPTCP能力的第二对等端的至少两个子流,每个子流与用于具有MPTCP能力的第二对等端的地址相关联。这些指令还促使调度器接收外部信息,该外部信息与该至少两个子流中的至少一个子流有关。这些指令还促使调度器基于所接收的外部信息来调度该TCP流中的数据,其中该调度包括:基于所接收的外部信息,选取经由该至少两个子流中的哪个子流或者哪些子流来调度该数据。

[0021] 根据本公开内容的另一方面,提供了一种MPTCP代理,该 MPTCP代理包括本公开内容的MPTCP调度器的实施例。

[0022] 根据本公开内容的另一方面,提供了一种通信网络,该通信网络包括:MPTCP代理,该MPTCP代理包括本公开内容的MPTCP调度器的实施例;以及RAN,该RAN被配置用于经由MPTCP代理将TCP 流中的子流提供给连接到该RAN的多个对等端中的每个对等端。

[0023] 根据本公开内容的另一方面,提供了一种具有MPTCP能力的第二对等端,该具有MPTCP能力的第二对等端包括本公开内容的 MPTCP调度器的实施例。

[0024] 根据本公开内容的另一方面,提供了一种用于调度TCP流的计算机程序。该计算机程序包括计算机程序代码,该计算机程序代码当运行在MPTCP调度器的处理器电路上时,能够促使MPTCP调度器建立该TCP流,该TCP流包括通向具有MPTCP能力的第二对等端的至少两个子流,每个子流与用于具有MPTCP能力的第二对等端的地址相关联。该代码还能够促使调度器接收外部信息,该外部信息与该至少两个子流中的至少一个子流有关。该代码还能够促使调度器基于所接收的外部信息来调度该TCP流中的数据,其中该调度包括:基于所接收的外部信息,选取经由该至少两个子流中的哪个子流或者哪些子流来调度该数据。

[0025] 根据本公开内容的另一方面,提供了一种计算机程序产品,该计算机程序产品包括本公开内容的计算机程序的实施例以及该计算机程序被存储在其上的计算机可读装置(means)。

[0026] 根据本公开内容,具有MPTCP能力的第二对等端因此经由多个子流(也称为路径)被连接,而不管连接第一对等端的子流的数目。地址可以是例如IP地址、或者IP地址结合TCP端口。第一对等端可以例如是经由互联网可连接的服务器或主机。TCP流可以替换地被称为TCP会话。如下文进一步讨论的,TCP流在一些实施例中可以经由MPTCP代理来建立,而

在其他实施例中,第一和第二对等端两者都具有MPTCP能力并且不需要MPTCP代理。

[0027] 根据本公开内容,有利的是,MPTCP调度能够鉴于所接收的与子流有关的外部信息来进行,而不是像当前的情况那样仅根据预编程的内部规则集合进行操作。借助于外部信息,调度器能够例如更好地优化通信网络中的总吞吐量和/或成本。外部信息可以例如包括:与 RAN能力和具有MPTCP能力的对等端的性质、和/或对网络运营商的优选有关的信息。

[0028] 一般而言,权利要求中使用的所有术语都将根据它们在本技术领域中的普通含义加以解释,除非本文明确地另有定义。对“一/一种/ 该元件、设备、组件、装置(means)、步骤等”的所有引用都将被开放地解释为指代该元件、设备、组件、装置(means)、步骤等的至少一个实例,除非明确地另有陈述。本文所公开的任何方法的步骤并非必须按照所公开的确切顺序加以执行,除非明确地陈述。针对本公开内容的不同特征/组件对“第一”、“第二”等的使用仅意图为将这些特征/组件与其他类似的特征/组件区分开,并且没有向这些特征/组件给予任何顺序或者分层级结构。

## 附图说明

[0029] 将参考附图通过示例的方式来描述实施例,在附图中:

[0030] 图1是图示了在互联网上的两个主机对等端之间的通信的实施例的示意性框图。

[0031] 图2是图示了经由MPTCP代理在互联网上的两个主机对等端之间的通信的另一实施例的示意性框图。

[0032] 图3a示意性地图示了用于TCP通信的对等端的协议栈。

[0033] 图3b示意性地图示了用于MPTCP通信的对等端的协议栈。

[0034] 图4示意性地图示了用于经由两个并行子流的MPTCP通信的对等端的协议栈。

[0035] 图5是本公开内容的通信网络的实施例的示意性框图。

[0036] 图6是本公开内容的MPTCP调度器的实施例的示意性框图。

[0037] 图7是本公开内容的具有MPTCP能力的对等端的实施例的示意性框图。

[0038] 图8是本公开内容的MPTCP代理的实施例的示意性框图。

[0039] 图9是本公开内容的方法的实施例的示意性流程图。

[0040] 图10是本公开内容的通信网络的示例实施例的示意性框图。

[0041] 图11是本公开内容的通信网络的另一示例实施例的示意性框图。

[0042] 图12是本公开内容的通信网络的另一示例实施例的示意性框图。

[0043] 图13是根据本公开内容的示例的用于LTE内切换的信令图。

[0044] 图14是根据本公开内容的示例的在LTE内切换中所牵涉的节点中的相应协议栈的示意性框图。

[0045] 图15是图示了MPTCP双播(dual-casting)的本公开内容的通信网络的示例实施例的示意性框图。

[0046] 图16是本公开内容的计算机程序产品的实施例的示意性图示。

## 具体实施方式

[0047] 现在将在后文中参考附图更加全面地描述实施例,在附图中,示出了某些实施例。然而,采用许多不同形式的其他实施例有可能在本公开内容的范围内。更确切地,以下的实

施例通过示例的方式被提供,以使得这一公开内容将是透彻的和完整的,并且将向本领域的技术人员完全传达本公开内容的范围。贯穿本描述,相似的标号指代相似的元件。

[0048] 图5示意性地图示了本公开内容的通信网络1的实施例。多个对等端2经由MPTCP代理5连接到互联网6。对等端2中的每个对等端可以例如是移动的或静止的无线电设备或UE,被使得能够在通信网络1中通过无线电信道进行通信,举例而言但不限于,例如,移动电话、智能电话、调制解调器、传感器、计量表、车辆、家用电器、医疗器械、媒体播放器、照相机、或者任何类型的消费者电子设备,举例而言但不限于,电视、无线电、照明布置、平板计算机、膝上型计算机、或者个人计算机(PC)。对等端2中的一些或者全部可以具有MPTCP能力,并且在本文中称为(多个)第二对等端2以将它们与第一对等端7区分开,它们能够经由MPTCP代理5和IP网络6与第一对等端7进行通信。在图5的实施例中,存在两个不同的可用 RAN:蜂窝3GPP RAN3 (在该图中由LTE演进型节点B,eNB,来表示)、以及由WLAN接入点(AP)表示的WLAN RAN 4。在图5中,对等端2c仅经由AP 4连接到互联网6,而对等端2b仅经由eNB 3与互联网6连接。相对照地,对等端2a经由eNB 3和AP 4这两者(即,经由两个不同的RAN)连接到互联网6。因此,具有MPTCP能力的对等端2a经由两个不同的路径被连接,并且在经由MPTCP代理5与第一对等端7进行通信中的MPTCP流/会话中能够支持两个不同的子流8,这里称为经由eNB 3的8a和经由AP 4的8b。进一步的(多个)路径/(多个)子流也有可能用于对等端2a,例如,经由宽带码分多址(WCDMA) RAN。然而,第一对等端经由仅一个TCP 路径/子流9与MPTCP代理5连接,有可能是因为第1对等端7不具有MPTCP能力。

[0049] 图6示意性地示出了MPTCP调度器61的实施例。MPTCP调度器61包括处理器62,例如,中央处理单元(CPU)。处理器62可以包括采用(多个)微处理器的形式的一个或多个处理单元。然而,具有计算能力的其他适合设备可以被包括在处理器62中,例如,专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、或者复杂可编程逻辑设备(CPLD)。处理器62被配置为运行存储单元63(例如,存储器)中所存储的一个或若干计算机程序或软件。该存储单元被视为计算机可读装置(means)并且可以例如采用如下的形式:随机访问存储器(RAM)、闪存或其他固态存储器、或者硬盘、或者是它们的组合。在需要时,处理器62还被配置为将数据存储在存储单元63中。MPTCP调度器61还包括通信接口64,通信接口64被配置用于例如接收根据本公开内容的外部信息以及发射调度命令。

[0050] 图7示意性地示出了具有MPTCP能力的对等端2的实施例。具有MPTCP能力的对等端2包括处理器71,例如,中央处理单元(CPU)。处理器71可以包括采用(多个)微处理器的形式的一个或多个处理单元。然而,具有计算能力的其他适合设备可以被包括在处理器71中,例如,专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、或者复杂可编程逻辑设备(CPLD)。处理器71被配置为运行存储单元72(例如,存储器)中所存储的一个或若干计算机程序或软件。该存储单元被视为计算机可读装置(means)并且可以例如采用如下的形式:随机访问存储器(RAM)、闪存或其他固态存储器、或者硬盘、或者是它们的组合。在需要时,处理器71还被配置为将数据存储在存储单元72中。具有MPTCP能力的对等端2还包括发射器73、接收器74和天线75,它们可以被组合以形成收发器或者作为在具有MPTCP能力的对等端2内的相异单元存在。发射器73被配置为与处理器电路进行协作来将数据比特进行变换,以根据由RAN 3和/或4使用的无线电接入技术(RAT)通过无线电接口发射为适合的无线电信号,数据比特将经由RAN 3和/或4被发射。接收器74被配置为与处理器71进行协作来将所接收的无线电



信号变换为数据比特。天线75可以包括单个天线或者多个天线,例如,以用于不同的频率和/或用于MIMO(多输入多输出)通信。天线75由发射器73和接收器74使用以分别用于发射和接收无线电信号。如果MPTCP调度器61与具有MPTCP能力的对等端2相集成或者以其他方式相关联,则具有MPTCP能力的对等端2的处理器71还可以用作或者包括MPTCP调度器61的处理器62,具有MPTCP能力的对等端2的存储单元72还可以用作或者包括MPTCP调度器61的存储单元63,和/或具有MPTCP能力的对等端2的发射器73和接收器74还可以是MPTCP调度器61的通信接口64的一部分或者与之相关联。

[0051] 图8示意性地示出了MPTCP代理5的实施例。MPTCP代理5包括处理器81,例如,中央处理单元(CPU)。处理器81可以包括采用(多个)微处理器的形式的一个或多个处理单元。然而,具有计算能力的其他适合设备可以被包括在处理器81中,例如,专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、或者复杂可编程逻辑设备(CPLD)。处理器81被配置为运行存储单元82(例如,存储器)中所存储的一个或若干计算机程序或软件。该存储单元被视为计算机可读装置(means)并且可以例如采用如下的形式:随机访问存储器(RAM)、闪存或其他固态存储器、或者硬盘、或者是它们的组合。在需要时,处理器电路81还被配置为将数据存储在存储单元82中。MPTCP代理5还包括通信接口83,通信接口83被配置用于例如从具有MPTCP能力的对等端2接收消息以及朝向第一对等端7发射消息,并且反之亦然。如果MPTCP调度器61与MPTCP代理5相集成或者以其他方式相关联,则MPTCP代理5的处理器81还可以用作或者包括MPTCP调度器61的处理器62,MPTCP代理5的存储单元82还可以用作或者包括MPTCP调度器61的存储单元63,和/或MPTCP代理5的通信接口83还可以用作或者包括MPTCP调度器61的通信接口64。

[0052] 图9是本公开内容的方法的实施例的示意性流程图。该方法在如本文所讨论的MPTCP调度器61中被执行/由MPTCP调度器61来执行,MPTCP调度器61例如被集成在具有MPTCP能力的对等端2或者MPTCP代理5中。该调度器被配置用于在第一对等端7与具有MPTCP能力的第二对等端2之间调度TCP流。TCP流被建立91,其包括连接具有MPTCP能力的第二对等端2的至少两个子流8,每个子流与用于具有MPTCP能力的第二对等端的地址相关联。该TCP流可以用常规方式被建立91以用于在第一对等端7与具有MPTCP能力的第二对等端2之间设立通信路径。因为第二对等端2具有MPTCP能力,所以能够建立多个子流8。如果第一对等端7不具有MPTCP能力,则可以利用通向第一对等端7的仅一个路径/子流8来建立91该TCP流。MPTCP调度器61接收92与该至少两个子流8中的至少一个子流有关的外部信息。该外部信息可以在建立91该TCP流之前、期间、或之后被接收92。从MPTCP调度器61之外,例如,从具有MPTCP能力的对等端2、或者从该TCP流经由其而被建立91的通信网络1的网络运营商,来接收该外部信息。然后,基于所接收92的外部信息来调度93该TCP流中的数据。调度93包括:基于所接收92的外部信息,选取经由该至少两个子流8中的哪个子流或者哪些子流来调度数据。在图5中的两个不同子流8(对应于用于具有MPTCP能力的对等端2的两个不同地址)的情况下,MPTCP调度器61因此可以基于所接收92的外部信息,选择经由LTE RAN 3上的子流8a、经由WLAN RAN 4上的子流8b、或者经由子流8a和8b两者(例如以最大化该TCP流的带宽),来调度93将在该TCP流中被传输的数据。

[0053] 在一些实施例中,接收92外部信息包括:接收该至少两个子流8中的一个子流是高成本的信息,并且调度93包括:避免经由该高成本的子流来调度数据。如果例如具有

MPTCP能力的对等端2接近于蜂窝RAN 3中的小区边界,则可能需要许多传输功率(即,更高的成本)来通过蜂窝RAN 3与它进行通信,因此可能更可取的是主要经由(例如,WLAN RAN 4上的)另一子流8来调度第二对等端2,并且蜂窝RAN中的空出的资源用于要求较低传输功率和/或不能经由 WLAN RAN 4进行通信的其他第二对等端2。通信网络1的总成本因此可以被减少。这个外部信息可以例如从第二对等端2或者蜂窝RAN 3被发送给MPTCP 调度器 61。

[0054] 在一些实施例中,接收92外部信息包括:接收所指定的子流类型被优选的信息,并且调度93包括:如果该至少两个子流8中的至少一个子流具有所指定的子流类型,则经由该至少两个子流中具有所指定路径类型的子流来调度数据。例如,该类型可以是RAN类型(例如,蜂窝或WLAN)、或者蜂窝RAN的类型(例如,LTE或WCDMA)。这个外部信息可以例如从通信网络1中的网络运营商或者服务提供商而被提供。例如,网络运营商能够指令MPTCP 调度器 61主要使用WLAN(如果可用的话),以便减少成本并且减少蜂窝RAN上的负载。

[0055] 在一些实施例中,接收92外部信息包括:接收所指定的子流类型针对所指定的数据类型被优选的信息,并且调度93包括:如果该至少两个子流8中的至少一个子流具有所指定的子流类型,并且将被调度的数据中的至少一些数据具有所指定的数据类型,则经由该至少两个子流中具有所指定的子流类型的子流来调度所指定的数据类型的数据。这个外部信息可以例如由网络运营商来提供。因此,运营商可以例如指令MPTCP 调度器 61哪种类型的数据(例如,来自某些服务的数据,或者媒体数据或实时数据,或者诸如此类的数据)应当优选地经由例如蜂窝RAN 3或者WLAN 4来发送。实时数据可以例如优选地经由具有较低RTT的子流8来调度93,而这样的低RTT子流的负载可以通过经由具有较长RTT的另一子流来调度93较不时间敏感的数据而被减少。

[0056] 在一些实施例中,接收92外部信息包括:接收该至少两个子流8 中的一个子流例如由于切换或者链路失效已经被终止或者将被终止的信息。通过接收92这种类型的外部信息,MPTCP 调度器 61可以能够经由另一子流来发送(TCP分组例如TCP片段中所包括的)数据,而不用必须等待针对由于该子流已经被终止而已经丢失的所发送的数据的TCP确认(TCP ACK)。在一些实施例中,基于所接收92的子流终止的信息来进行调度93包括:MPTCP调度器61发起多播,从而该TCP流的(多个)TCP分组暂时经由多个子流8来发送。例如,如果存在两个子流8,则MPTCP 调度器 61可以通过这两个子流来调度双播,以便找出哪个子流工作或者工作得最好,而无需放松在一个子流之后尝试另一个子流的时间。在另一示例中,当存在三个子流8并且切换正发生在第一子流上时,那么多播可以例如仅发生在第一和第二子流上,或者如果这三个子流中的一个子流由于链路失效而丢失,则多播可以发生在两个剩余的子流上以确定最为适合的一个子流。在一些实施例中,基于所接收92的子流终止信息来进行调度93包括:MPTCP 调度器61减少或者最小化对该至少两个子流8中的该子流的使用。因此,当该子流被终止时,数据的丢失和重发可以被减少,因为较少的数据在该子流上被调度。在一些实施例中,基于所接收92的子流终止信息来进行调度93包括:MPTCP调度器61停止使用该至少两个子流8中的该子流。因此,该调度器可以预期到该终止,并且停止使用该子流而不用必须等待将不会接收到的ACK。在一些实施例中,基于所接收92的子流终止信息来进行调度93包括:MPTCP调度器 61经由该至少两个子流8中的另一子流来重发已经经由该至少两个子流8中的该子流发送的(多个)TCP分组,而无需等待已经发送的(多个)TCP分组的确认的超时。

[0057] 在一些实施例中,MPTCP调度器61是MPTCP代理5的一部分,并且调度93包括:将下行链路(DL)数据调度到TCP流中的具有 MPTCP能力的第二对等端2。对于DL调度,调度器可以便利地被集成在MPTCP 代理5中。在一些实施例中,建立91该TCP流包括:利用MPTCP 代理5与第一对等端7之间的仅一个子流9来建立所述TCP流。例如,如果第一对等端7不具有MPTCP能力,则这是适合的。借助于MPTCP 代理5,通向具有MPTCP能力的第二对等端2,仍然可以建立91多个MPTCP子流。在一些实施例中,MPTCP代理5另外地处置通向多个另外的对等端(例如,其他具有MPTCP能力的对等端2和/或第一对等端7)的多个另外的TCP流。因此,可以使用相同的MPTCP 代理5用于多个使用MPTCP的TCP流。

[0058] 在一些实施例中,MPTCP调度器61是具有MPTCP能力的第二对等端2的一部分,并且调度93包括:调度来自TCP流中的具有 MPTCP能力的第二对等端2的上行链路(UL)数据。对于UL数据的调度,调度器可以便利地被集成在具有MPTCP能力的第二对等端 2中。

[0059] 在一些实施例中,如也在上文所讨论的,该至少两个子流8中的至少一个子流包括WLAN RAN 4(参见图5中的子流8b)。

[0060] 在一些实施例中,如也在上文所讨论的,该至少两个子流8中的至少一个子流包括蜂窝RAN 4(参见图5中的子流8a)。

[0061] 示例

[0062] 不是每对等端地优化性能,MPTCP 调度器61在将外部输入纳入考虑时可以实现更好的系统层级性能。本文通过描述示例来描述在由运营商维护的MPTCP代理5中进行这样的调度的不同方式。

[0063] MPTCP代理中的调度器能够得到不同的外部信息输入以作出系统层级优化的调度决定。示例输入是:

[0064] 1.来自RAT(例如,3GPP RAN和Wi-Fi)的输入

[0065] 2.与通向具有MPTCP能力的对等端2的可用路径8有关的输入

[0066] 3.与路由策略有关的输入

[0067] 可能存在与作出系统层级优化的调度决定相关的其他外部信息。

[0068] 示例1—来自RAT(3GPP RAN和Wi-Fi)的外部信息

[0069] 如图10中所图示的,RAT能够将输入/反馈提供给MPTCP代理 5,并且MPTCP代理中的MPTCP 调度器 61能够使用这个信息来采取系统层级优化的调度决定。在该图中,具有MPTCP能力的对等端2经由两个子流8(在蜂窝RAN3上的子流8a、以及在Wi-Fi 4上的子流8b)与MPTCP代理5连接。单个流/子流9将MPTCP 代理5与互联网6和第一对等端7(图5)连接。用于来自相应RAN 3和4的外部信息输入的路径作为该图中的虚线给出。该图还示出了策略计费 and 规则功能 (PCRF) 101以及它与MPTCP代理5的接口Gx。

[0070] MPTCP代理5在这个示例中被定位在3GPP网络中的分组数据网络(PDN)网关(P-GW)中。在RAT小区(如LTE的3GPP RAT 小区或者Wi-Fi小区)的边缘处的对等端2由于低劣的信号强度可能经历非常恶劣的吞吐量。为了向这样的对等端提供适当的带宽,要求额外的功率,这对运营商可能是非常高成本的。与位于RAT小区的末端处的这样的对等端2有关的信息能够被定向到MPTCP调度器61 并且由MPTCP调度器61接收92。MPTCP调度器然后能够作出决定,并且针对这样的对等端设置优选为使用替换的子流8(如果可用的话)。

[0071] 对于例如如果eNodeB发送与位于小区边缘并且利用更多资源的对等端2有关的信

息,MPTCP调度器61然后将Wi-Fi设置为通向这些对等端的优选子流8。

[0072] 类似地,Wi-Fi AP能够发送与位于Wi-Fi小区边缘处不具有良好覆盖的对等端2有关的信息,并且MPTCP调度器61然后能够针对这些对等端2相对于Wi-Fi 4优选使用3GPP RAN 3。

[0073] 示例2—与通向对等端的可用路径有关的外部信息存在于P-GW 中

[0074] 如果MPTCP代理5能够得到与通向具有MPTCP能力的对等端2 的可用路径/子流8有关的信息,则MPTCP 调度器 61能够使用这个信息而取决于每个用户具有的子流8的数目来均匀地分布对等端2。

[0075] 考虑如下的场景,在该场景中,特定LTE小区中的所有对等端2 正在得到非常低的带宽(比如1Mbps),并且这些对等端2中的一些对等端2具有LTE和Wi-Fi接入/子流8这两者。3GPP网络中的P-GW 知道对等端2具有多于一个接入。所以,位于P-GW中的MPTCP代理5中的MPTCP 调度器 61能够使用这个信息,并且将Wi-Fi设置为通向具有LTE能力和Wi-Fi能力两者的这样的对等端2的优选子流8。此外,如果一些对等端2具有通过Wi-Fi的许多带宽,则调度器可以停止使用LTE用于这样的对等端2,从而仅具有LTE子流的其他对等端2 能够得到更好的带宽。这种类型的资源共享将改进总的系统性能,而不是针对特定的对等端2。

[0076] 示例3—与路由策略有关的输入

[0077] MPTCP调度器61可以通过应用运营商控制的路由策略来改进总的系统性能。这样的策略可以被预配置在调度器中,或者接入网络发现和选择功能(ANDSF) 111输入能够被反馈给MPTCP调度器。用于MPTCP调度的ANDSF规则可以非常类似于已有的系统间路由策略(ISRP)规则。

[0078] 这将要求MPTCP代理5与ANDSF 111之间的新接口。这基本上可以是ANDSF 111与具有MPTCP能力的对等端2(图10-12中称为 UE)之间的已有3GPP S14接口的副本。这被图示在图11中,其中这个新接口被称为S14' (S14撇)。

[0079] 替换地,没有新接口被定义。替代地,相关信息从ANDSF 111 特定于销售商的方式经由专有接口Z2被发送给PCRF 101,并且从 PCRF 101经由(特定于销售商的)对Gx的扩展被发送给P-GW。如果MPTCP 代理5被共同定位在P-GW上,则这种替换将特别地适用。这种方法被图示在图12中。替换地,相关信息可以源自PCRF 101,并且因此不首先从ANDSF 111被发送。

[0080] MPTCP调度器61然后可以应用ANDSF 111中所存储的运营商控制的策略。对于特定的对等端2,例如YouTube流量将仅通过 Wi-Fi被发送,语音将通过LTE被发送。

[0081] 示例4—无线电层级的切换

[0082] 图13示出了无线电层级切换的示例。采用UE形式的具有MPTCP 能力的对等端2将从LTE RAN 3的源eNB 3a切换到目标eNB 3b。LTE核心网络(CN)的移动性管理实体(MME) 131、以及服务网关 132也被示出。这一序列流程来自3GPP TS 36.300(章节10.1.2.1“切换”),并且在该章节中进一步解释了细节。

[0083] 无线电层级切换的主要原理是移动性是网络控制的、以及UE辅助的,并且基于以下的主要原理:

[0084] 1、网络可以将UE 2配置为提供与当前小区和其他小区以及无线电接入技术有关的测量报告。

- [0085] 2、一旦作为测量配置的一部分所提供的条件被满足,UE 2就提供测量。
- [0086] 3、网络(称为源eNB 3a)作出向由目标eNB 3b处置的目标小区的切换决定。
- [0087] 4、在源eNB 3a与目标eNB 3b之间通常存在网络侧信令,称为切换准备信令。
- [0088] 5、作为切换准备信令的一部分,目标节点3b提供“切换命令”消息,“切换命令”消息经由源节点3a透明地被传输给UE 2,并且由UE用来接入由目标节点处置的目标小区(也称为切换执行)。
- [0089] 6、在切换之后,另外的信令可以朝向源节点(以释放资源)和核心网络(以通知切换)两者而发生(也称为切换完成)。
- [0090] 除了上面概述的切换方法之外,UE 2还可以重选到另一小区或者无线电接入技术,这或者通过简单地丢弃服务小区无线电连接、或者替换地通过首先明确地向网络指示它。在前一种情况中,服务网络能够通过无线电链路监测功能来检测UE丢弃了该链路,而在后一种情况中,由UE 2明显地使网络知道。
- [0091] 也有可能的是,UE 2执行WLAN内切换。在当前的规范中,向另一WLAN接入点(AP)的切换的决定留给UE。典型的设置是,多个AP由WLAN接入控制器(AC)来控制。电气和电子工程师协会(IEEE)已经定义了针对在AC域之内的快速AP到AP切换的优化(例如,IEEE 802.11r-2008)。在这样的设置中,网络将知道AP到AP切换正在进行中。
- [0092] 本公开内容的实施例可以有利地被使用用于切换期间的改进的数据传输。
- [0093] 借助于本公开内容,能够通过把与例如无线电层级切换有关的无线电资源相关信息提供给MPTCP调度器61以用于不同的动作,来优化MPTCP的当前已知性质。
- [0094] 从无线电层级协议向MPTCP调度器61提供外部的无线电资源相关信息。典型的示例是:
- [0095] 1、子流X上不久有切换是可能的,
- [0096] 2、切换将发生在子流X上,
- [0097] 3、切换已经发生在子流X上,
- [0098] 4、“将释放子流X”,
- [0099] 5、“子流X的丢失是可能的”,
- [0100] 6、“确实释放了子流X”
- [0101] MPTCP调度器61然后基于无线电层级信息来采取不同的动作,例如:
- [0102] 1、MPTCP调度器发起双播或者多播,从而所有的TCP分组/片段暂时在所有的TCP子流上被发送。
- [0103] 2、MPTCP调度器最小化对特定TCP子流的使用。
- [0104] 3、MPTCP调度器停止使用特定的TCP子流。
- [0105] 4、MPTCP调度器不等待已经通过丢失的接入被发送的流量的确认的超时,但是它立即使用另一TCP子流进行重发。
- [0106] 图14示出了与无线电资源相关信息如何能够被提供给MPTCP调度器61有关的不同示例。初始地,不同的LTE控制平面协议层(所示出的LTE控制平面协议层中的任何LTE控制平面协议层)可以从网络1接收指示或者可以在本地检测某事物。图14作为示例示出了从网络接收的“切换指示”。类似的指示也有可能是在Wi-Fi/WLAN侧。
- [0107] 图15示出了如下情况的示例:在接收到例如图14中所示出的“切换指示”之后,当

MPTCP调度器61在TCP子流8 (8a和8b) 两者上发起双播时。图15覆盖了UE 2中的MPTCP调度器61,即用于上行链路流量。相同的原理能够应用于MPTCP 代理5中的MPTCP调度器61,即用于下行链路流量。知道即将到来的切换或者已改变的无线电条件的实体然后将通知MPTCP 代理5。这可以例如是eNB 3、MME 131、AP 4或者AC 102。被发送给MPTCP 代理5的系统层级信息可以例如是上面所提到的切换/丢失信息。注意,这样的系统层级信息可以从3GPP RAN 3或者从WLAN RAN 4或者两者被发送。

[0108] 将理解,这里给出的LTE和WLAN示例只是示例—相同的思想适用于任何其他类型的RAN/RAT。此外,MPTCP不限制于使用仅两个子流8,它可以使用仅单个子流8或者多于两个子流8。

[0109] 示例5—计算机程序产品

[0110] 图16图示了计算机程序产品160。计算机程序产品160包括计算机可读介质162,计算机可读介质162包括采用计算机可执行组件161 的形式的计算机程序。计算机程序/计算机可执行组件161可以被配置为促使MPTCP 调度器 61 (例如,如上文所讨论的,用于在第一对等端7 与具有MPTCP能力的第二对等端2之间调度TCP流) 执行本公开内容的方法的实施例。计算机程序/计算机可执行组件可以运行在MPTCP 调度器 61的处理器62上以用于促使调度器执行该方法。计算机程序产品160可以例如被包括在存储单元或存储器63中,存储单元或存储器63被包括在MPTCP 调度器 61中并且与处理器62相关联。替换地,计算机程序产品160可以是分离的 (例如,移动的) 存储装置 (means),或者是它的一部分,该存储装置 (means) 诸如计算机可读盘,例如 CD或DVD或硬盘/驱动器,或者固态存储介质,例如RAM或闪存。

[0111] 下文跟随的是本公开内容的另一方面。

[0112] 根据本公开内容的一方面,提供了一种MPTCP调度器61, MPTCP调度器61被配置用于在第一对等端7与具有MPTCP能力的第二对等端2之间调度TCP流。该调度器包括:用于建立91该TCP 流的处理器62和通信接口64,该TCP流包括连接具有MPTCP能力的第二对等端2的至少两个子流8,每个子流与用于具有MPTCP能力的第二对等端的地址相关联。该调度器还包括:用于接收92外部信息的处理器62和通信接口64,该外部信息与该至少两个子流8中的至少一个子流有关。该调度器还包括:用于基于所接收92的外部信息来调度93该TCP流中的数据的数据的处理器62,其中调度93包括:基于所接收92的外部信息,选取经由该至少两个子流8中的哪个子流或者哪些子流来调度数据。

[0113] 本公开内容已经在上文主要参考几个实施例被描述。然而,正如本领域的技术人员容易意识到的,与上文所公开的实施例不同的其他实施例等同地有可能在由所附权利要求定义的本公开内容的范围内。



图1



图2

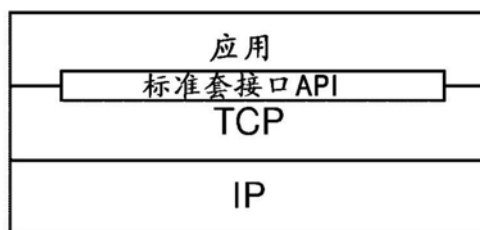


图3a

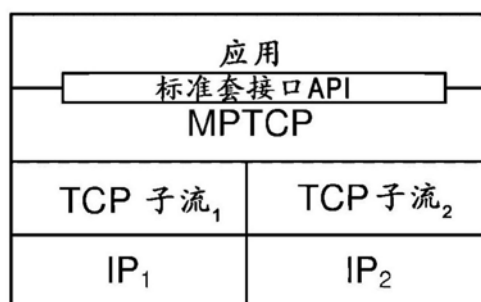


图3b

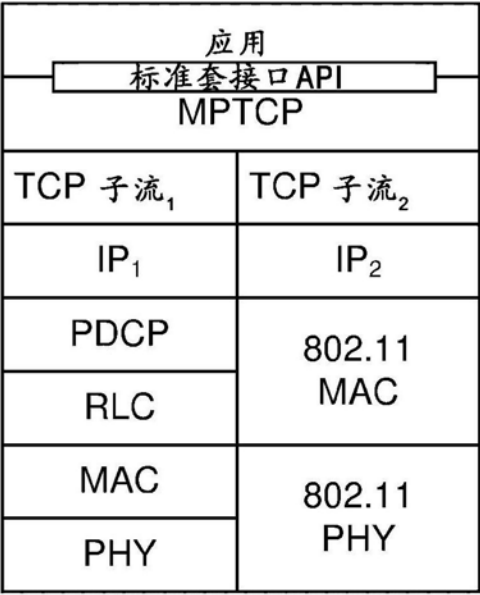


图4

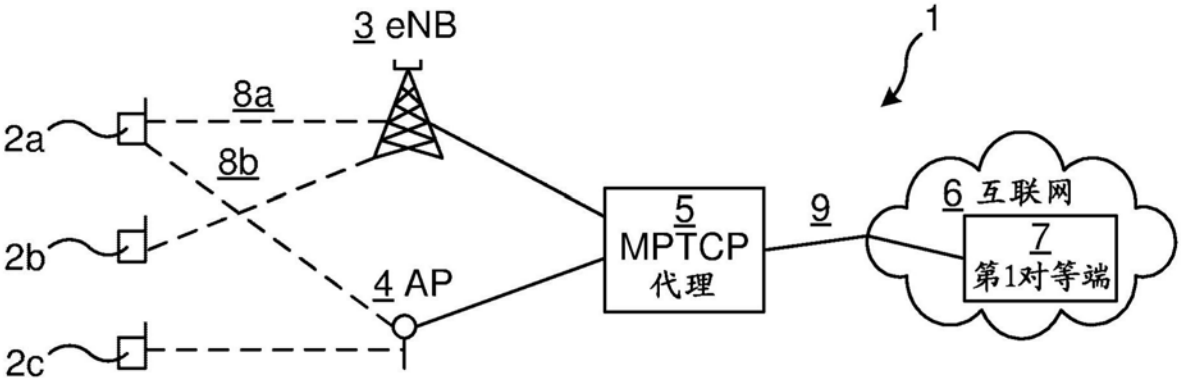


图5

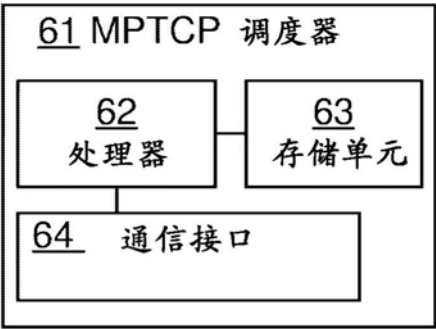


图6



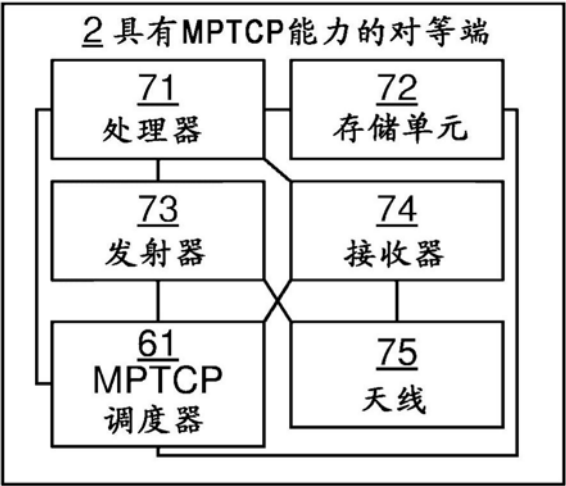


图7

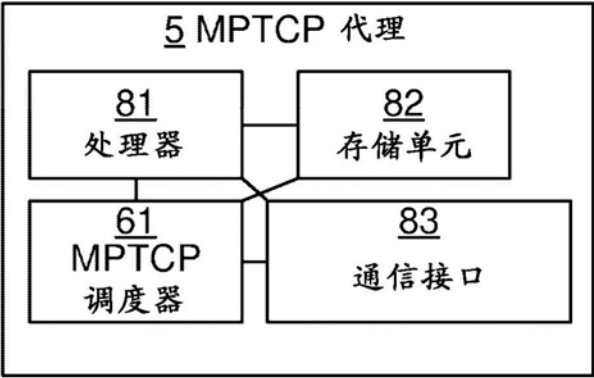


图8

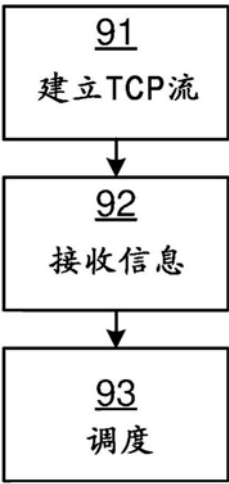


图9

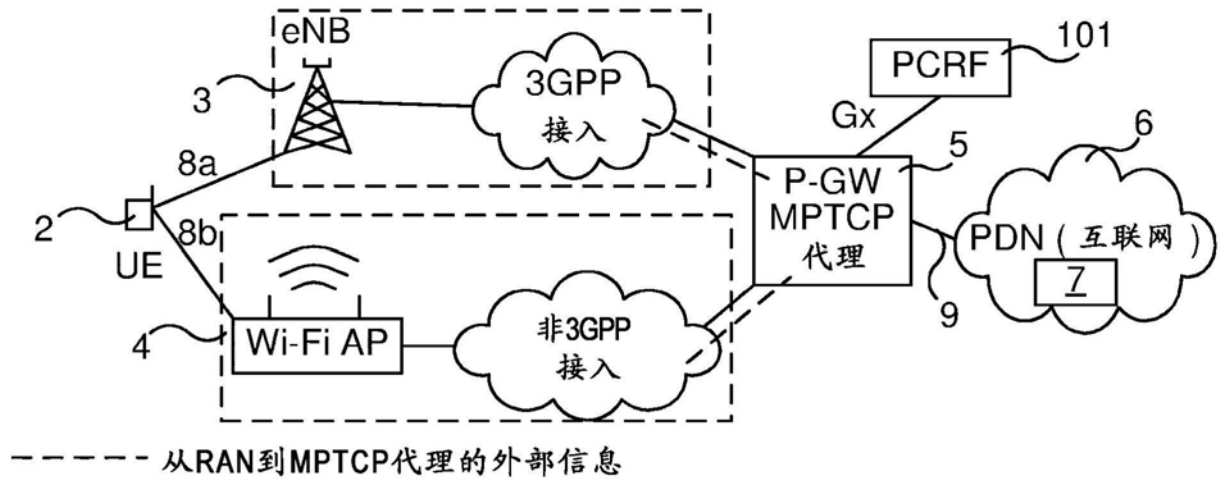


图10

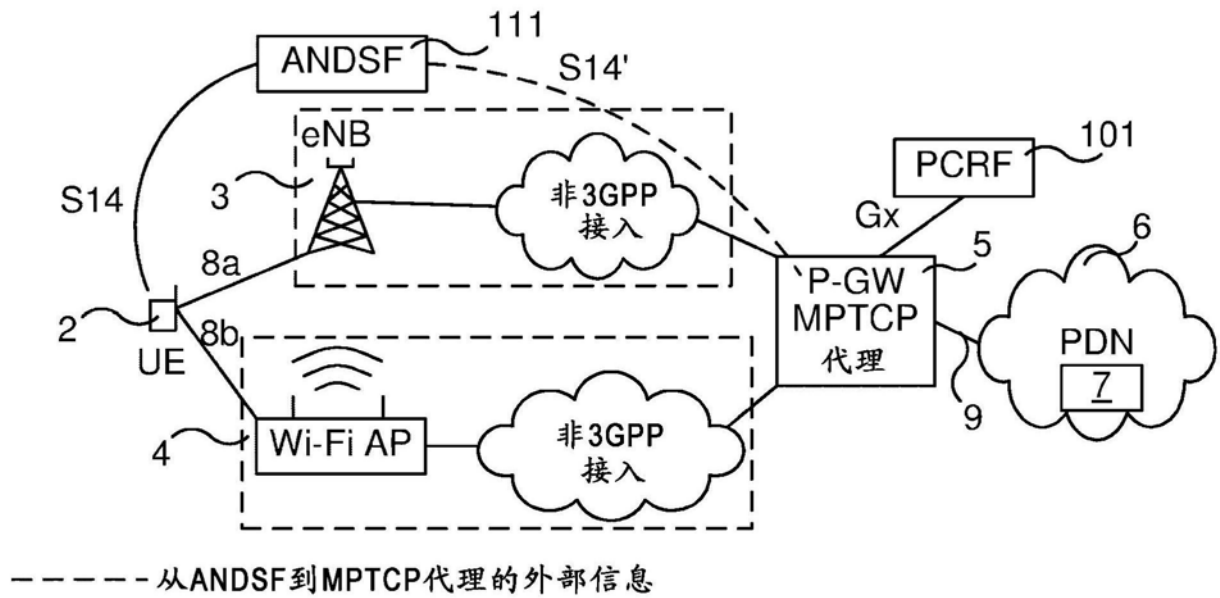


图11

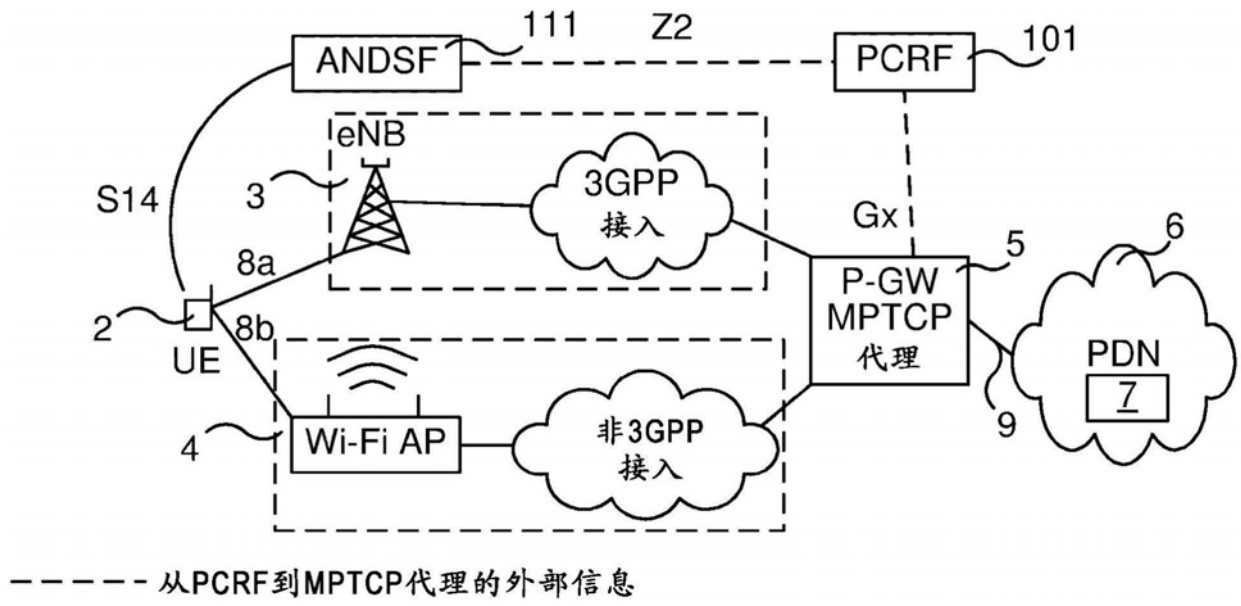


图12

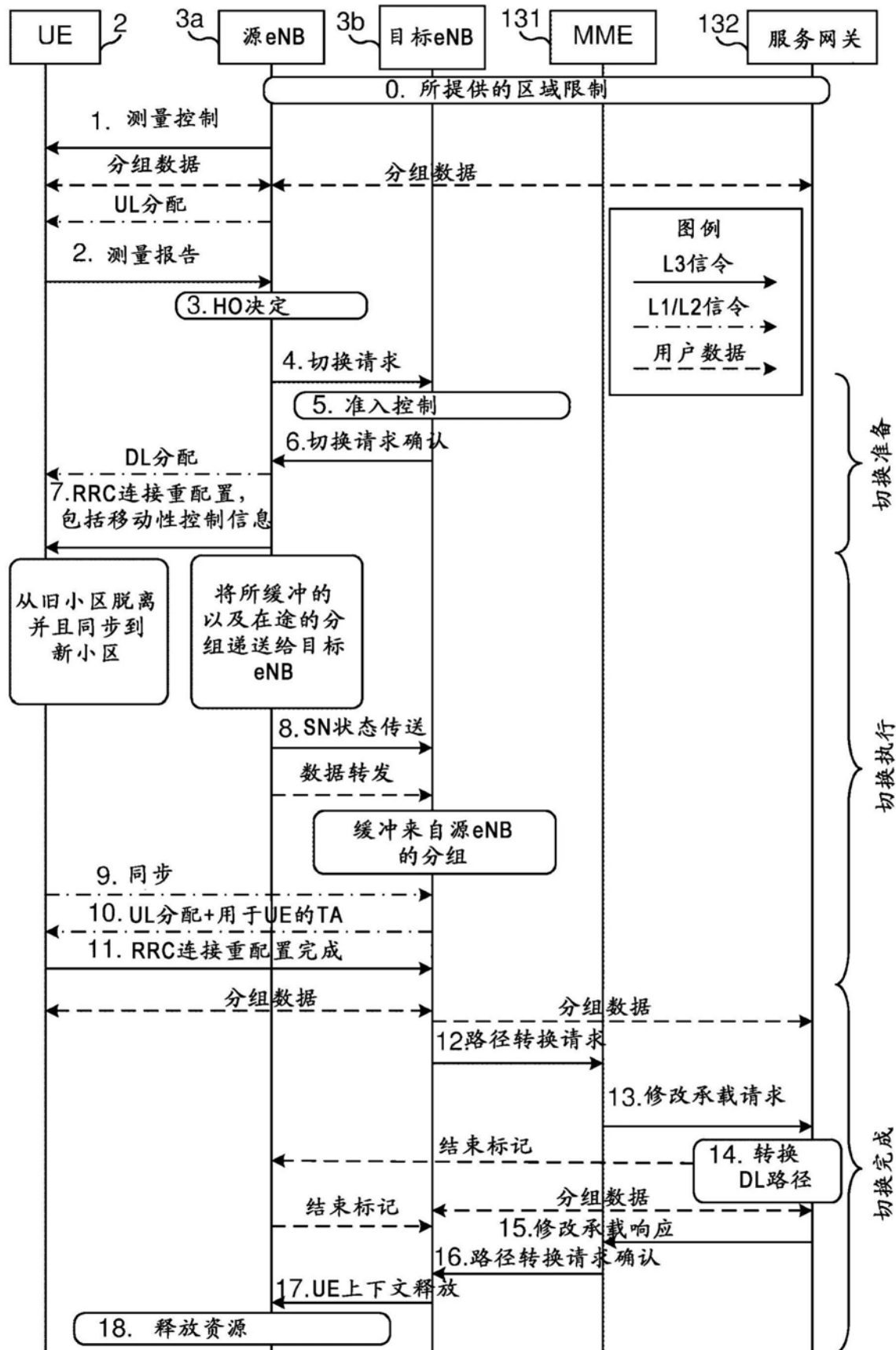


图13

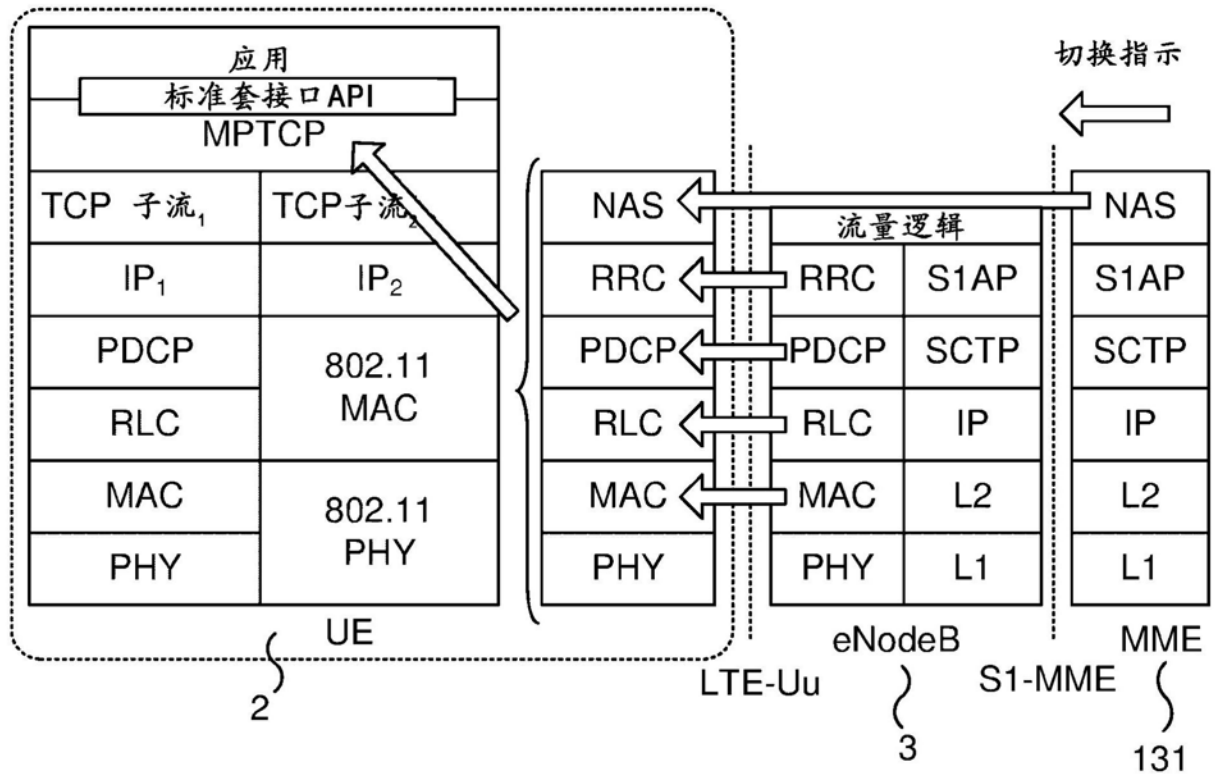


图14

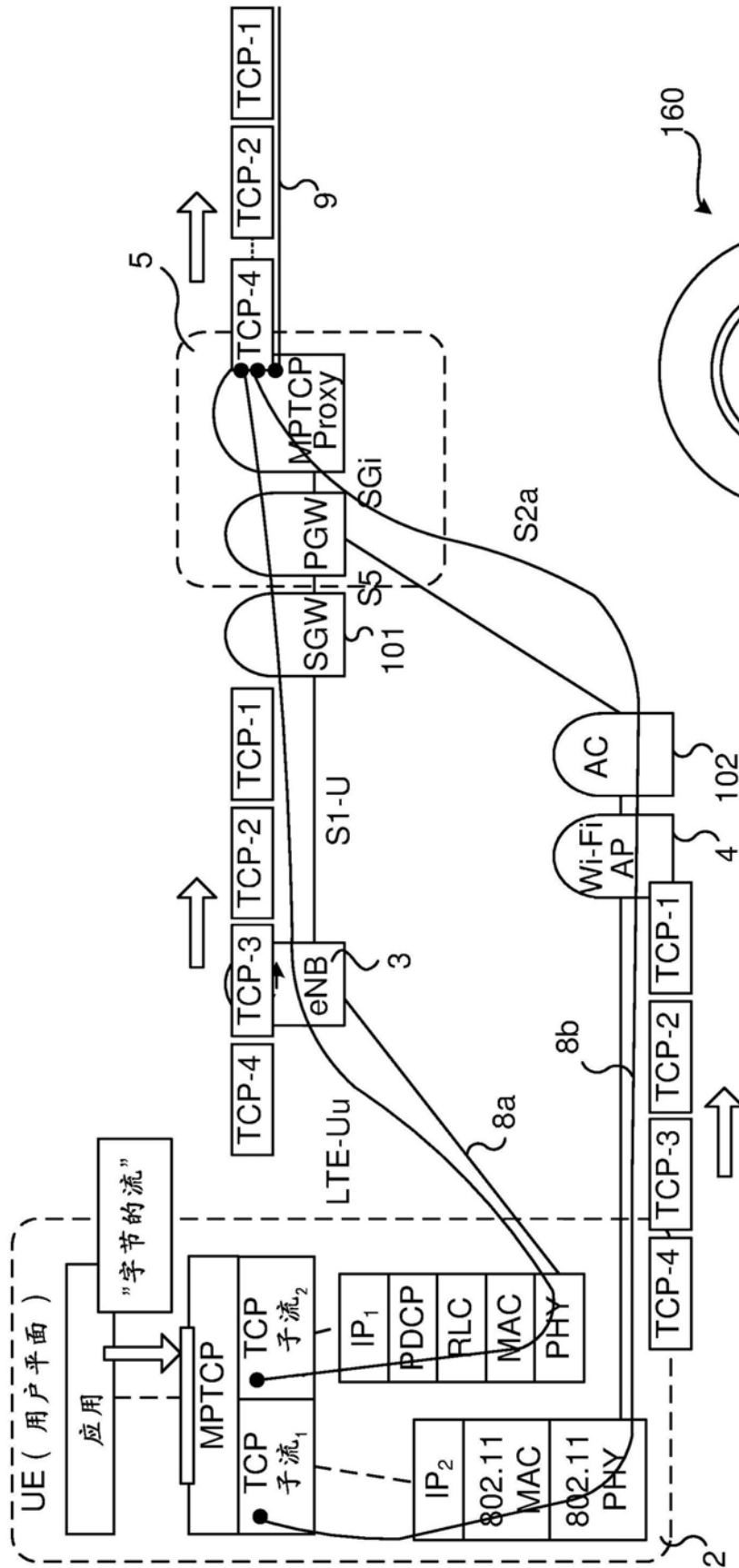


图 15

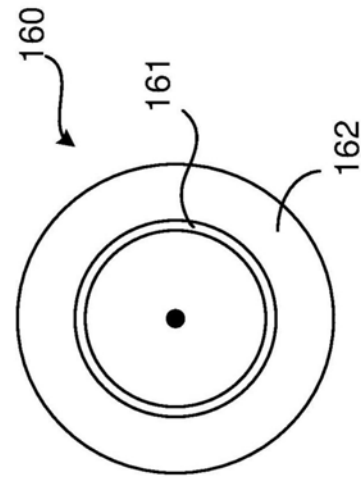


图 16