



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107079055 B

(45) 授权公告日 2020. 10. 30

(21) 申请号 201580060649.5

(22) 申请日 2015.10.08

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107079055 A

(43) 申请公布日 2017.08.18

(30) 优先权数据  
62/077,877 2014.11.10 US  
14/804,759 2015.07.21 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2017.05.08

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2015/054702 2015.10.08

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02016/076986 EN 2016.05.19

(73) 专利权人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 S·古杰拉尔 K·斯温森

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司  
31100

代理人 袁逸 陈炜

(51) Int.Cl.  
H04L 29/08 (2006.01)  
H04W 4/70 (2018.01)  
H04W 4/80 (2018.01)  
H04W 76/10 (2018.01)

审查员 吕梅利

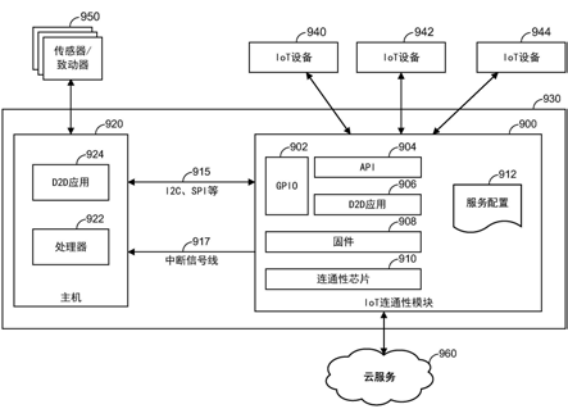
权利要求书4页 说明书31页 附图22页

(54) 发明名称

用于物联网 (IoT) 设备的连通性模块

(57) 摘要

本公开涉及物联网 (IoT) 连通性模块,该IoT连通性模块能向本来非连通的主机添加连通性并简化用于连接、配置和启用该主机与各种异构IoT设备之间的设备到设备 (D2D) 通信的规程。例如,根据各方面,该连通性模块可包括被配置成实现无线网络平台 (例如,射频前端以及一个或多个无线无线电) 的连通性芯片、被配置成将该连通性模块互连到具有至少一个处理器的主机的一个或多个标准外围接口、以及被配置成实现近程D2D通信框架并经由标准外围接口来暴露与该近程D2D通信框架相关联的命令协议的D2D应用。此外,根据各方面,该连通性模块可包括可被断言以通知主机数据何时变得可供消费的专用中断线。



1. 一种物联网 (IoT) 连通性模块, 包括:  
配置成实现无线网络平台的连通性芯片;  
配置成提供所述连通性芯片与具有至少一个处理器的主机之间的互连以使得所述IoT连通性模块对所述主机而言看上去像物理地附连的外围设备的一个或多个标准外围接口;  
以及  
设备到设备 (D2D) 应用模块, 其被配置成:  
实现与近程D2D通信框架相关联的命令协议以及一个或多个通信服务, 其中所述命令协议以及所述一个或多个通信服务启用基于邻近度的分布式总线上的直接D2D通信; 以及  
经由所述一个或多个标准外围接口来曝露与所述近程D2D通信框架相关联的所述命令协议。
2. 如权利要求1所述的IoT连通性模块, 其特征在于, 进一步包括:  
将所述IoT连通性模块耦合到所述主机的专用中断线, 其中所述D2D应用模块被配置成响应于数据变得可供在所述至少一个处理器处消费而断言所述专用中断线。
3. 如权利要求2所述的IoT连通性模块, 其特征在于, 所述一个或多个标准外围接口以及所述专用中断线包括所述IoT连通性模块与所述主机之间的物理互连。
4. 如权利要求2所述的IoT连通性模块, 其特征在于, 所述一个或多个标准外围接口以及所述专用中断线包括所述IoT连通性模块与所述主机之间的芯片中虚拟互连。
5. 如权利要求1所述的IoT连通性模块, 其特征在于, 进一步包括被配置成执行以下操作的至少一个应用程序接口:  
通过所述一个或多个标准外围接口从所述至少一个处理器接收与所曝露的命令协议相关联的一个或多个命令; 以及  
调用与所述近程D2D通信框架相关联的所述一个或多个通信服务以处置所述一个或多个命令。
6. 如权利要求1所述的IoT连通性模块, 其特征在于, 进一步包括:  
配置成实现被绑定到所述近程D2D通信框架的一个或多个接口的嵌入式固件。
7. 如权利要求1所述的IoT连通性模块, 其特征在于, 进一步包括:  
配置成存储与互连到所述IoT连通性模块的所述主机相关联的服务配置的存储器。
8. 如权利要求1所述的IoT连通性模块, 其特征在于, 所述无线网络平台至少包括射频前端以及一个或多个无线的无线电模块。
9. 一种用于物联网 (IoT) 连通性的装备, 包括:  
配置成实现无线网络平台的连通性芯片;  
配置成提供所述连通性芯片与具有至少一个处理器的主机之间的互连以使得所述装备对所述主机而言看上去像物理地附连的外围设备的一个或多个标准外围接口; 以及  
用于实现与近程设备到设备 (D2D) 通信框架相关联的命令协议以及一个或多个通信服务并经由所述一个或多个标准外围接口来曝露与所述近程D2D通信框架相关联的所述命令协议的装置, 其中所述命令协议以及所述一个或多个通信服务启用基于邻近度的分布式总线上的直接D2D通信。
10. 如权利要求9所述的装备, 其特征在于, 进一步包括用于响应于数据变得可供在所述至少一个处理器处消费而通知所述主机的装置。

11. 如权利要求10所述的装备,其特征在于,所述一个或多个标准外围接口以及所述用于通知所述主机的装置包括耦合所述装备和所述主机的物理互连。

12. 如权利要求10所述的装备,其特征在于,所述一个或多个标准外围接口以及所述用于通知所述主机的装置包括芯片中虚拟互连。

13. 如权利要求9所述的装备,其特征在于,进一步包括:

用于通过所述一个或多个标准外围接口从所述至少一个处理器接收与所暴露的命令协议相关联的一个或多个命令的装置;以及

用于调用与所述近程D2D通信框架相关联的所述一个或多个通信服务以处置所述一个或多个命令的装置。

14. 如权利要求9所述的装备,其特征在于,进一步包括用于实现绑定到所述近程D2D通信框架的一个或多个接口的装置。

15. 如权利要求9所述的装备,其特征在于,进一步包括用于存储与所述主机相关联的服务配置的装置。

16. 如权利要求9所述的装备,其特征在于,所述无线网络平台至少包括射频前端以及一个或多个无线的无线电模块。

17. 一种用于提供物联网 (IoT) 连通性的方法,包括:

经由一个或多个标准外围接口将实现无线网络平台的硬件模块互连到具有至少一个处理器的主机;

在所述硬件模块中实现与近程设备对设备 (D2D) 通信框架相关联的命令协议以及一个或多个通信服务,其中所述命令协议以及所述一个或多个通信服务启用基于邻近度的分布式总线上的直接D2D通信;

经由所述一个或多个标准外围接口向所述主机暴露与在所述硬件模块中实现的所述近程D2D通信框架相关联的所述命令协议;以及

由所述硬件模块根据与所述近程D2D通信框架相关联的所暴露的命令协议来经由所述无线网络平台以及所述一个或多个标准外围接口在所述主机与IoT网络中的一个或多个节点之间传达数据。

18. 如权利要求17所述的方法,其特征在于,进一步包括响应于数据变得可供在所述至少一个处理器处消费而断言耦合在所述硬件模块与所述主机之间的专用中断线。

19. 如权利要求18所述的方法,其特征在于,所述一个或多个标准外围接口以及所述专用中断线包括将所述硬件模块耦合到所述主机的物理互连和在所述硬件模块上实现的芯片中虚拟互连中的一者或多者。

20. 如权利要求18所述的方法,其特征在于,进一步包括:

经由所述一个或多个标准外围接口从所述主机接收请求可供在所述至少一个处理器处消费的数据的消息;以及

响应于来自所述主机的请求可用数据的消息来经由所述一个或多个标准外围接口将可供在所述至少一个处理器处消费的所述数据传达给所述主机。

21. 如权利要求17所述的方法,其特征在于,进一步包括:

通过所述一个或多个标准外围接口从所述至少一个处理器接收与所暴露的命令协议相关联的一个或多个命令;以及

调用与所述近程D2D通信框架相关联的所述一个或多个通信服务以处置所述一个或多个命令。

22. 如权利要求21所述的方法,其特征在於,进一步包括:

经由所述无线网络平台从所述IoT网络中的所述一个或多个节点接收与所调用的一个或多个通信服务相关联的数据;以及

经由耦合在所述硬件模块与所述主机之间的专用中断线来向所述主机通知与所调用的一个或多个通信服务相关联的所接收到的数据已经变得可供在所述至少一个处理器处消费。

23. 如权利要求22所述的方法,其特征在於,进一步包括:

经由所述一个或多个标准外围接口从所述主机接收请求与所调用的一个或多个通信服务相关联的可用数据的信息;以及

响应于来自所述主机的所述消息来经由所述一个或多个标准外围接口将与所调用的一个或多个通信服务相关联的可用数据传达至所述主机。

24. 如权利要求17所述的方法,其特征在於,进一步包括将与所述主机相关联的服务配置存储在与所述硬件模块相关联的存储器中。

25. 一种物联网 (IoT) 设备,包括:

具有至少一个处理器的主机;

耦合到所述主机的互连,所述互连包括外围互连和专用中断线;以及

硬件模块,包括:

配置成实现无线网络平台的连通性芯片;

配置成经由所述外围互连提供所述硬件模块与所述主机之间的互连的一个或多个标准外围接口;以及

配置成实现与近程设备到设备 (D2D) 通信框架相关联的命令协议以及一个或多个通信服务的D2D应用模块,其中所述命令协议以及所述一个或多个通信服务启用基于邻近度的分布式总线上的D2D通信,以根据与在所述硬件模块上实现的所述近程D2D通信框架相关联的所述命令协议来经由所述无线网络平台以及所述一个或多个标准外围接口在所述主机与IoT网络中的一个或多个节点之间的所述基于邻近度的分布式总线上传达数据,并且响应于数据变得可供在所述主机处消费而断言所述专用中断线。

26. 如权利要求25所述的IoT设备,其特征在於,进一步包括经由一个或多个通用输入/输出 (GPIO) 引脚与所述硬件模块集成的模拟设备。

27. 如权利要求25所述的IoT设备,其特征在於,进一步包括经由至少一个应用编程接口 (API) 与所述硬件模块集成的数字设备。

28. 如权利要求25所述的IoT设备,其特征在於,进一步包括多功能设备,所述多功能设备具有经由一个或多个通用输入/输出 (GPIO) 引脚与所述硬件模块集成的一个或多个模拟组件以及经由至少一个应用程序接口 (API) 与所述硬件模块集成的一个或多个数字组件。

29. 如权利要求25所述的IoT设备,其特征在於,包括厂商板,所述厂商板具有经由一个或多个通用输入/输出 (GPIO) 引脚以及至少一个应用程序接口 (API) 与所述硬件模块集成的一个或多个电子组件,其中所述硬件模块具有根据一个或多个屏蔽要求来拟合所述厂商板的形状因子。

30. 如权利要求25所述的IoT设备,其特征在于,包括耦合到照明系统的照明控制器,其中所述硬件模块进一步包括:

电源模块;以及

脉宽调制(PWM)模块,其被配置成控制与从所述电源模块递送至耦合到所述照明控制器的照明系统的一个或多个电子脉冲相关联的宽度,其中所述D2D应用模块被进一步配置成实现用于控制与所述照明系统相关联的一个或多个照明设备的一个或多个照明服务。

## 用于物联网 (IoT) 设备的连通性模块

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2014年11月10日提交的题为“CONNECTIVITY MODULE FOR INTERNET OF THINGS (IoT) DEVICES (用于物联网 (IoT) 设备的连通性模块)”的美国临时专利申请S/N.62/077,877的权益,该临时申请已被转让给本申请受让人,并由此通过援引明确地整体纳入于此。

### 技术领域

[0003] 本文描述的各方面和实施例一般涉及用于物联网 (IoT) 设备的连通性模块,尤其涉及提供能被用于抽象并简化连接、配置和启用跨各种不同的异构IoT设备的设备到设备 (D2D) 通信的规程的模块化连通性解决方案。

### 背景技术

[0004] 因特网是使用标准网际协议套件 (例如,传输控制协议 (TCP) 和网际协议 (IP)) 来彼此通信的互联的计算机和计算机网络的全球系统。物联网 (IoT) 基于日常对象 (不仅是计算机和计算机网络) 能经由IoT通信网络 (例如,自组织 (ad-hoc) 系统或因特网) 可读、可识别、可定位、可寻址、以及可控制的理念。数个市场趋势正推动IoT设备的开发。例如,增加的能源成本正推动政府在智能电网以及将来消费支持 (诸如电动车辆和公共充电站) 中的战略性投资。增加的卫生保健成本和老龄化人口正推动对远程/联网卫生保健和健康服务的开发。家庭中的技术革命正推动对新的“智能”服务的开发,包括由营销 ‘N’ 种活动 (‘N’ play) (例如,数据、语音、视频、安全性、能源管理等) 并扩展家庭网络的服务提供者所进行的联合。作为降低企业设施的运作成本的手段,建筑物正变得更智能和更方便。

[0005] 存在用于IoT的数个关键应用。例如,在智能电网和能源管理领域,公共事业公司可以优化能源到家庭和企业的递送,同时消费者能更好地管理能源使用。在家庭和建筑物自动化领域,智能家居和建筑物可具有对家或办公室中的实质上任何设备或系统的集中式控制,从电器到插电式电动车辆 (PEV) 安全性系统。在资产跟踪领域,企业、医院、工厂和其他大型组织能准确跟踪高价值装备、患者、车辆等的位置。在卫生和健康领域,医生能远程监视患者的健康,同时人们能跟踪健康例程的进度。

[0006] 如此,在不久的将来,IoT技术的持续增进的发展将导致家中、车辆中、工作中、和许多其它位置处用户周围的众多IoT设备。至少部分地由于潜在大量数量的异构IoT设备以及可被用在受控IoT网络内的其他物理对象,它们可彼此交互和/或按许多不同方式来使用,一般需要良好定义且可靠的通信接口来连接这些各种异构IoT设备,使得各种异构IoT设备能被适当地配置、管理、并且彼此通信以交换信息。然而,就某些现有通信框架能抽象并简化向现有设备添加IoT连通性而言,实现这些通信框架往往趋于是麻烦且容易出错的过程。例如,需要被连接到IoT网络和/或其它IoT设备的非连通的“物体”通常将具有处理器 (最有可能是微控制器单元 (MCU)), 该处理器需要被连接到IoT网络和/或其它IoT设备来使该非连通的物体变为连通的IoT设备。相应地,为了实现合适的通信框架并向非连通的物体

添加连通性,制造商或开发者必须获悉通信框架并定义与该通信框架相关联的有关服务、接口、配置、方法和逻辑。

[0007] 此外,不仅自定义连通性解决方案需要大量资源且往往趋于缺乏用以满足不同的最终用户的可伸缩性,而且许多原始设备制造商 (OEM) 已经具有在现任MCU/处理和开发环境中具有大量投资的产品,并因此想要具有可以在现有开发环境内且从现有MCU/处理器设计来利用的“现成的”连通性解决方案。由此,OEM正在寻求可以跨各种异构产品使用的模块化连通性解决方案,而不是针对每个产品的连通性范例。然而,尽管事实上OEM想要能由于该新兴技术的动态特质而实现多个IoT解决方案的低成本且简单的连通性解决方案,但现有的连通性解决方案已经无法满足市场需求。

[0008] 概览

[0009] 以下给出了与本文所公开的一个或多个方面和/或实施例相关的简化概述。如此,以下概述既不应被视为与所有构想的方面和/或实施例相关的详尽纵览,以下概述也不应被认为标识与所有构想的方面和/或实施例相关的关键性或决定性要素或描绘与任何特定方面和/或实施例相关联的范围。相应地,以下概述的唯一目的是在以下给出的详细描述之前以简化形式呈现与关于本文所公开的机制的一个或多个方面和/或实施例相关的某些概念。

[0010] 根据各方面,连通性模块架构能简化对一般可具有微控制器单元 (MCU) 或其它合适的处理器的、需要被连接到其它“物体” (例如,其它物联网 (IoT) 设备、一个或多个云服务等) 的非连通“物体”的连接。具体而言,MCU/处理器可被连接到通常可分离与物体相关联的连通性和处理的IoT连通性模块,其中MCU/处理器可通过标准外围接口连接到该IoT连通性模块,该标准外围接口可包括集成电路间 (I2C) 接口、串行外围接口 (SPI)、通用异步接收机/发射机 (UART) 接口、高速芯片间 (HSIC) 接口、或处理器实现或以其它方式支持的另一合适的标准接口。例如,假定处理器通过I2C接口连接到IoT连通性模块,该连通性模块可看上去像该处理器的I2C外设。此外,IoT连通性模块可实现命令协议,该命令协议实现与将处理器连接到其它IoT设备、云服务等所需的通信框架相关联的各种核心服务,其中该IoT连通性模块还可处置用于连接到这些其它IoT设备、一个或多个云服务等的合适的低级细节。相应地,IoT连通性模块可通过标准接口向处理器曝露命令协议,藉此该处理器能配置该命令协议以便经由IoT连通性模块连接到其它IoT设备或与IoT网络相关联的其它节点并与其通信 (例如,通过处理器可自主地创建和管理的基于邻近度的分布式总线) 并且进一步连接到耦合到该IoT网络的一个或多个云服务和/或其它网络资源并与其通信。

[0011] 根据各方面,IoT连通性模块可包括被配置成实现无线网络平台 (例如,射频前端、一个或多个无线无线电等) 的连通性芯片、被配置成将该IoT连通性模块互连到具有至少一个处理器的主机的一个或多个标准外围接口、以及被配置成实现近程设备到设备 (D2D) 通信框架并经由该一个或多个标准外围接口来曝露与该近程D2D通信框架相关联的命令协议的D2D应用。此外,根据各方面,IoT连通性模块可包括将该IoT连通性模块耦合到主机的专用中断线,其中该D2D应用可响应于数据变得可供在该至少一个处理器处消费而断言该专用中断线。例如,根据各方面,这些标准外围接口和该专用中断线可包括IoT连通性模块与主机之间的物理互连、芯片中的虚拟互连、或其任何合适的组合。另外,根据各方面,IoT连通性模块还可包括至少一个应用编程接口,该至少一个应用编程接口被配置成通过该一个

或多个标准外围接口从主机接收与所暴露的命令协议相关联的一个或多个命令,并且调用与近程D2D通信框架相关联的一个或多个服务以处置该一个或多个请求。

[0012] 根据各方面,一种装备可包括被配置成实现无线网络平台的连通性芯片、被配置成将该装备互连到具有至少一个处理器的主机的一个或多个标准外围接口、以及用于实现近程D2D通信框架并经由该一个或多个标准外围接口来暴露与该近程D2D通信框架相关联的命令协议的装置。此外,根据各方面,该装备可包括用于响应于数据变得可供在该至少一个处理器处消费而通知主机的装置,其中该一个或多个标准外围接口以及该用于通知主机的装置可包括该装备与该主机之间的物理互连和/或芯片中的虚拟互连。根据各方面,该装备还可包括用于通过该一个或多个标准外围接口从该至少一个处理器接收与所暴露的命令协议相关联的一个或多个命令的装置以及用于调用与该近程D2D通信框架相关联的一个或多个服务以处置该一个或多个请求的装置。

[0013] 根据各方面,一种用于提供IoT连通性的方法可包括经由一个或多个标准外围接口将实现无线网络平台的硬件模块互连到具有至少一个处理器的主机,经由该一个或多个标准外围接口向该主机暴露与在该硬件模块上实现的近程D2D通信框架相关联的命令协议,以及根据所暴露的与该近程D2D通信框架相关联的命令协议来经由该无线网络平台和该一个或多个标准外围接口在该主机与IoT网络中的一个或多个节点之间传达数据。此外,根据各方面,该方法还可包括响应于数据变得可供在该至少一个处理器处消费而断言耦合在该硬件模块与主机之间的专用中断线,其中可供在该至少一个处理器处消费的数据可响应于主机经由该一个或多个标准外围接口传达用于请求该可用数据的消息而经由该一个或多个标准外围接口被传达至该主机。替换地(或补充地),该方法可包括通过该一个或多个标准外围接口从该至少一个处理器接收与所暴露的命令协议相关联的一个或多个命令以及调用与该近程D2D通信框架相关联的一个或多个服务以处置该一个或多个请求,其中硬件模块可响应于与所调用的该一个或多个服务相关联的数据变得可供在该至少一个处理器处消费而经由专用中断线通知该主机,并且还任选地响应于来自主机的请求与所调用的一个或多个服务相关联的可用数据的消息而经由该一个或多个标准外围接口将与所调用的一个或多个服务相关联的可用数据传达至该主机。

[0014] 根据各方面,IoT设备可包括具有至少一个处理器的主机;耦合到该主机的互连,该互连包括外围互连和专用中断线;以及硬件模块,该硬件模块包括被配置成实现无线网络平台的连通性芯片、被配置成经由该外围互连来将该硬件模块互连到主机的一个或多个标准外围接口、以及D2D应用,该D2D应用被配置成根据与在该硬件模块上实现的近程D2D通信框架相关联的命令协议来经由该无线网络平台以及该一个或多个标准外围接口在主机与IoT网络中的一个或多个节点之间传达数据,并且响应于该数据变得可供在该主机处消费而断言该专用中断线。由此,根据各方面,该硬件模块可经由该外围互连与主机集成以支持各种IoT设备用例,这可包括模拟设备、数字设备、多功能模拟和数字设备、具有特定形状因子的厂商板、和用于控制照明系统的照明控制器以及其它可能的用例。

[0015] 基于附图和详细描述,与本文所公开的各方面和各实施例相关联的其他目标和优点对于本领域技术人员而言将是明显的。

[0016] 附图简要说明

[0017] 对本文描述的各方面和实施例及其许多伴随优点的更完整领会将因其在参考结



合附图考虑的以下详细描述时变得更好理解而易于获得,附图仅出于解说目的被给出而不构成任何限定,并且其中:

[0018] 图1A-1E解说了根据各方面的可包括各种物联网 (IoT) 设备的无线通信系统的示例性高级系统架构。

[0019] 图2A解说了根据各方面的示例性IoT设备且图2B解说了根据各方面的示例性无源IoT设备。

[0020] 图3解说了根据各方面的包括被配置成执行功能性的逻辑的通信设备。

[0021] 图4解说了根据各个方面的示例性服务器。

[0022] 图5解说了根据各方面的可以支持能够启用直接设备到设备 (D2D) 通信的可发现D2D (或对等 (P2P)) 服务的无线通信网络。

[0023] 图6解说了根据各方面的示例性环境,其中可发现D2D服务可被用于建立基于邻近度的分布式总线,各个设备可在该总线上使用D2D技术通信。

[0024] 图7解说了根据各方面的示例性信令流,其中可发现D2D服务可被用于建立基于邻近度的分布式总线,各个设备可在该总线上使用D2D技术通信。

[0025] 图8A解说了可以在两个主机设备之间形成以支持主机设备之间的D2D通信的基于邻近度的示例性分布式总线,而图8B解说了根据各方面的基于邻近度的示例性分布式总线,其中一个或多个嵌入式设备可以连接至主机设备以连接至基于邻近度的分布式总线。

[0026] 图9解说了根据各方面的示例性系统架构,其中连通性模块可以向非连通“物体”添加连通性并藉此使该非连通物体变成连通的IoT设备。

[0027] 图10解说了根据各方面的与IoT连通性模块可实现以向否则非连通的主机添加连通性的近程D2D通信框架相关联的示例性架构。

[0028] 图11解说了根据各方面的在主机与用于向该主机添加连通性的IoT连通性模块之间的示例性信令流。

[0029] 图12解说了根据各方面的在主机与用于向该主机添加连通性的IoT连通性模块之间的另一示例性信令流。

[0030] 图13解说了根据各方面的在其中连通性模块可以向模拟设备添加连通性的示例性实现。

[0031] 图14解说了根据各方面的在其中连通性模块可以向数字设备添加连通性的示例性实现。

[0032] 图15解说了根据各方面的在其中连通性模块可以向多功能模拟和数字设备添加连通性的示例性实现。

[0033] 图16解说了根据各方面的其中连通性模块可以向厂商板添加连通性的示例性实现。

[0034] 图17解说了根据各方面的其中连通性模块可以向照明控制器添加连通性的示例性实现。

[0035] 图18解说了根据各方面的可支持与其它近程设备的直接D2D通信的示例性通信设备。

[0036] 详细描述

[0037] 在以下描述和相关附图中公开了各方面和实施例以示出与各示例性方面和实施例

例相关的具体示例。替换方面和实施例在相关领域的技术人员阅读本公开之后将是显而易见的,且可被构造并实施,而不背离本文公开的范围或精神。另外,众所周知的元素将不被详细描述或可将被省去以便不模糊本文公开的各方面和实施例的相关细节。

[0038] 措辞“示例性”在本文中用于表示“用作示例、实例或解说”。本文中描述为“示例性”的任何实施例不必被解释为优于或胜过其他实施例。同样,术语“实施例”并不要求所有实施例都包括所讨论的特征、优点、或工作模式。

[0039] 本文所使用的术语仅描述了特定实施例并且不应当被解读成限定本文所公开的任何实施例。如本文所使用的,单数形式的“一”、“某”和“该”旨在也包括复数形式,除非上下文另有明确指示并非如此。本领域技术人员将进一步理解,术语“包括”、“具有”、“包含”和/或“含有”在本文中使用指定所陈述的特征、整数、步骤、操作、要素、和/或组件的存在,但并不排除一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、要素、组件和/或其群组的存在或添加。

[0040] 此外,许多方面以将由例如计算设备的元件执行的动作序列的形式来描述。本领域技术人员将认识到,本文描述的各种动作能由专用电路(例如,专用集成电路(ASIC))、由正被一个或多个处理器执行的程序指令、或由这两者的组合来执行。另外,本文描述的这些动作序列可被认为是完全体现在任何形式的计算机可读存储介质内,其内存储有一经执行就将使相关联的处理器执行本文所描述的功能性的相应计算机指令集。因此,本文描述的各方面可以用数种不同形式来实施,所有这些形式都已被构想成落在所要求保护的主体内容的范围内。另外,对于本文所描述的每一个方面,任何此类方面的相应形式可在本文中被描述为例如“配置成”执行所描述的动作的“逻辑”。

[0041] 如本文所使用的,术语“物联网设备”(或即“IoT设备”)可指代具有可寻址接口(例如,网际协议(IP)地址、蓝牙标识符(ID)、近场通信(NFC)ID等)并且可在有线或无线连接上向一个或多个其他设备传送信息的任何物体(例如,设施、传感器等)。IoT设备可具有无源通信接口(诸如快速响应(QR)码、射频标识(RFID)标签、NFC标签或类似物)或有源通信接口(诸如调制解调器、收发机、发射机-接收机、或类似物)。IoT设备可具有特定属性集(例如,设备状态或状况(诸如该IoT设备是开启还是关断、打开还是关闭、空闲还是活跃、可用于任务执行还是繁忙等)、冷却或加热功能、环境监视或记录功能、发光功能、发声功能等),其可被嵌入到中央处理单元(CPU)、微处理器、ASIC或类似物等中,和/或由其控制/监视,并被配置用于连接至IoT网络(诸如本地自组织网络或因特网)。例如,IoT设备可包括但不限于:冰箱、烤面包机、烤箱、微波炉、冷冻机、洗碗机、器皿、手持工具、洗衣机、干衣机、炉子、空调、恒温器、电视机、灯具、吸尘器、洒水器、电表、燃气表等,只要这些设备装备有用于与IoT网络通信的可寻址通信接口即可。IoT设备还可包括蜂窝电话、台式计算机、膝上型计算机、平板计算机、个人数字助理(PDA)等等。相应地,IoT网络可由“传统”的可接入因特网的设备(例如,膝上型或台式计算机、蜂窝电话等)以及通常不具有因特网连通性的设备(例如,洗碗机等)的组合构成。

[0042] 图1A解说了根据各方面的无线通信系统100A的高级系统架构。无线通信系统100A包含多个IoT设备,包括电视机110、室外空调单元112、恒温器114、冰箱116、以及洗衣机和干衣机118。

[0043] 参照图1A,IoT设备110-118被配置成在物理通信接口或层(在图1A中被示为空中

接口108和直接有线连接109)上与接入网(例如,接入点125)通信。空中接口108可遵循无线网际协议(IP),诸如IEEE 802.11。尽管图1A解说了IoT设备110-118在空中接口108上通信,并且IoT设备118在直接有线连接109上通信,但每个IoT设备可在有线或无线连接、或这两者上通信。

[0044] 因特网175包括数个路由代理和处理代理(出于方便起见未在图1A中示出)。因特网175是互联的计算机和计算机网络的全球系统,其使用标准网际协议套件(例如,传输控制协议(TCP)和IP)在不同的设备/网络之间通信。TCP/IP提供了端到端连通性,该连通性指定了数据应当如何被格式化、寻址、传送、路由和在目的地被接收。

[0045] 在图1A中,计算机120(诸如台式计算机或个人计算机(PC))被示为直接连接至因特网175(例如在以太网连接或者基于Wi-Fi或802.11的网络上)。计算机120可具有到因特网175的有线连接,诸如到调制解调器或路由器的直接连接,在一示例中该路由器可对应于接入点125(例如,对于具有有线和无线连通性两者的Wi-Fi路由器)。替换地,并非在有线连接上被连接至接入点125和因特网175,计算机120可在空中接口108或另一无线接口上被连接至接入点125,并在空中接口108上接入因特网175。尽管被解说为台式计算机,但计算机120可以是膝上型计算机、平板计算机、PDA、智能电话、或类似物。计算机120可以是IoT设备和/或包含用于管理IoT网络/群(诸如IoT设备110-118的网络/群)的功能性。

[0046] 接入点125可例如经由光学通信系统(诸如FiOS)、电缆调制解调器、数字订户线(DSL)调制解调器等被连接至因特网175。接入点125可使用标准网际协议(例如,TCP/IP)与IoT设备110-120和因特网175通信。

[0047] 参照图1A,IoT服务器170被示为连接至因特网175。IoT服务器170可被实现为多个在结构上分开的服务器,或者替换地可对应于单个服务器。在一方面,IoT服务器170是可任选的(如由点线所指示的),并且IoT设备110-120的群可以是对等(P2P)网络。在此种情形中,IoT设备110-120可在空中接口108和/或直接有线连接109上使用恰适的设备到设备(D2D)通信技术彼此直接通信。替换或附加地,IoT设备110-120中的一些或所有设备可配置有独立于空中接口108和直接有线连接109的通信接口。例如,如果空中接口108对应于Wi-Fi接口,则IoT设备110-120中的一个或多个IoT设备可具有蓝牙或NFC接口以用于彼此直接通信或者与其他启用蓝牙或NFC的设备直接通信。

[0048] 在对等网络中,服务发现方案可多播节点的存在、它们的能力、和群成员资格。对等设备可基于此信息来建立关联和后续交互。

[0049] 根据各方面,图1B解说了包含多个IoT设备的另一无线通信系统100B的高级架构。一般而言,图1B中示出的无线通信系统100B可包括与以上更详细地描述的在图1A中示出的无线通信系统100A相同和/或基本相似的各种组件(例如,各种IoT设备,包括被配置成在空中接口108和/或直接有线连接109上与接入点125通信的电视机110、室外空调单元112、恒温器114、冰箱116、以及洗衣机和干衣机118,直接连接至因特网175和/或通过接入点125连接至因特网175的计算机120,以及可经由因特网175来访问的IoT服务器170等)。如此,出于描述的简洁和方便起见,与图1B中示出的无线通信系统100B中的某些组件相关的各种细节可在本文中省略,既然上面已关于图1A中解说的无线通信系统100A提供了相同或类似细节。

[0050] 参照图1B,无线通信系统100B可包括监管器设备130,其可替换地被称为IoT管理

器130或IoT管理器设备130。如此,在以下描述使用术语“监管器设备”130的情况下,本领域技术人员将领会,对IoT管理器、群主、或类似术语的任何引述可指代监管器设备130或提供相同或基本相似功能性的另一物理或逻辑组件。

[0051] 在各实施例中,监管器设备130一般可观察、监视、控制、或以其他方式管理无线通信系统100B中的各种其他组件。例如,监管器设备130可在空中接口108和/或直接有线连接109上与接入网(例如,接入点125)通信以监视或管理与无线通信系统100B中的各种IoT设备110-120相关联的属性、活动、或其他状态。监管器设备130可具有到因特网175的有线或无线连接,以及可任选地到IoT服务器170的有线或无线连接(被示为点线)。监管器设备130可从因特网175和/或IoT服务器170获得可被用来进一步监视或管理与各种IoT设备110-120相关联的属性、活动、或其他状态的信息。监管器设备130可以是自立设备或是IoT设备110-120之一,诸如计算机120。监管器设备130可以是物理设备或在物理设备上运行的软件应用。监管器设备130可包括用户接口,其可输出与所监视的关联于IoT设备110-120的属性、活动、或其他状态相关的信息并接收输入信息以控制或以其他方式管理与其相关联的属性、活动、或其他状态。相应地,监管器设备130一般可包括各种组件且支持各种有线和无线通信接口以观察、监视、控制、或以其他方式管理无线通信系统100B中的各种组件。

[0052] 图1B中示出的无线通信系统100B可包括一个或多个无源IoT设备105(与有源IoT设备110-120形成对比),其可被耦合至无线通信系统100B或以其他方式成为其一部分。一般而言,无源IoT设备105可包括条形码设备、蓝牙设备、射频(RF)设备、带RFID标签的设备、红外(IR)设备、带NFC标签的设备、或在短程接口上被查询时可向另一设备提供与其相关联的标识符和属性的任何其他合适设备。有源IoT设备可对无源IoT设备的属性变化进行检测、存储、传达、动作等。

[0053] 例如,一个或多个无源IoT设备105可包括各自具有RFID标签或条形码的咖啡杯无源IoT设备105和橙汁容器无源IoT设备105。橱柜IoT设备(未示出)和冰箱IoT设备116可各自具有恰适的扫描器或读卡器,其可读取RFID标签或条形码以检测咖啡杯无源IoT设备105和/或橙汁容器无源IoT设备105何时已经被添加或移除。响应于橱柜IoT设备检测到咖啡杯无源IoT设备105的移除,并且冰箱IoT设备116检测到橙汁容器无源IoT设备105的移除,监管器设备130可接收到与在橱柜IoT设备和冰箱IoT设备116处检测到的活动相关的一个或多个信号。监管器设备130随后可推断出用户正在用咖啡杯无源IoT设备105喝橙汁和/或想要用咖啡杯无源IoT设备105喝橙汁。

[0054] 尽管前面将无源IoT设备105描述为具有某种形式的RFID标签或条形码通信接口,但无源IoT设备105也可包括不具有此类通信能力的一个或多个设备或其他物理对象。例如,某些IoT设备可具有恰适的扫描器或读取器机构,其可检测与无源IoT设备105相关联的形状、大小、色彩、和/或其他可观察特征以标识无源IoT设备105。以此方式,任何合适的物理对象可传达与其相关联的身份和一个或多个属性,成为无线通信系统100B的一部分,且通过使用监管器设备130来被观察、监视、控制、或以其他方式管理。此外,无源IoT设备105可被耦合至图1A中的无线通信系统100A或以其他方式成为其一部分,并且以基本类似的方式被观察、监视、控制、或以其他方式管理。

[0055] 根据各方面,图1C解说了包含多个IoT设备的另一无线通信系统100C的高级架构。一般而言,图1C中示出的无线通信系统100C可包括与以上更详细地描述的分别在图1A和1B

中示出的无线通信系统100A和100B相同和/或基本相似的各种组件。如此,出于描述的简洁和方便起见,与图1C中示出的无线通信系统100C中的某些组件相关的各种细节可在本文中省略,既然上面已关于分别在图1A和1B中解说的无线通信系统100A和100B提供了相同或类似细节。

[0056] 图1C中示出的无线通信系统100C解说了IoT设备110-118与监管器设备130之间的示例性对等通信。如图1C中所示,监管器设备130在IoT监管器接口上与IoT设备110-118中的每一个IoT设备通信。进一步,IoT设备110和114彼此直接通信,IoT设备112、114和116彼此直接通信,以及IoT设备116和118彼此直接通信。

[0057] IoT设备110-118组成IoT设备群160。IoT设备群160可包括本地连接的IoT设备(诸如连接至用户的家庭网络的IoT设备)的群。尽管未示出,但多个IoT设备群可经由连接至因特网175的IoT超级代理140来彼此连接和/或通信。在高层级,监管器设备130管理群内通信,而IoT超级代理140可管理群间通信。尽管被示为分开的设备,但监管器设备130和IoT超级代理140可以是相同设备或驻留在相同设备上(例如,自立设备或IoT设备,诸如图1A中示出的计算机120)。替换地,IoT超级代理140可对应于或包括接入点125的功能性。作为又一替换,IoT超级代理140可对应于或包括IoT服务器(诸如IoT服务器170)的功能性。IoT超级代理140可封装网关功能性145。

[0058] 每个IoT设备110-118可将监管器设备130视为对等方并且向监管器设备130传送属性/纲要更新。当IoT设备需要与另一IoT设备通信时,该IoT设备可向监管器设备130请求指向该IoT设备的指针,并且随后作为对等方与该目标IoT设备通信。IoT设备110-118使用共用消息接发协议(CMP)在对等通信网络上彼此通信。只要两个IoT设备都启用了CMP并且通过共用通信传输来连接,它们就可彼此通信。在协议栈中,CMP层154在应用层152之下并在传输层156和物理层158之上。

[0059] 根据各方面,图1D解说了包含多个IoT设备的另一无线通信系统100D的高级架构。一般而言,图1D中示出的无线通信系统100D可包括与以上更详细地描述的分别在图1A-1C中示出的无线通信系统100A-100C相同和/或基本相似的各种组件。如此,出于描述的简洁和容易起见,与图1D中所示的无线通信系统100D中的某些组件相关的各个细节在相同或类似细节已在以上分别关于图1A-1C中解说的无线通信系统100A-100C提供的程度上可在本文中省略。

[0060] 因特网175是可使用IoT概念来管控的“资源”。然而,因特网175仅仅是被管控的资源的一个示例,并且任何资源可使用IoT概念来管控。可被管控的其他资源包括但不限于电力、燃气、存储、安全性等。IoT设备可被连接至该资源并由此管控该资源,或者该资源可在因特网175上被管控。图1D解说了若干资源180,诸如天然气、汽油、热水、以及电力,其中资源180可作为因特网175的补充和/或在因特网175上被管控。

[0061] IoT设备可彼此通信以管控它们对资源180的使用。例如,IoT设备(诸如烤面包机、计算机、和吹风机)可在蓝牙通信接口上彼此通信以管控它们对电力(资源180)的使用。作为另一示例,IoT设备(诸如台式计算机、电话、和平板计算机)可在Wi-Fi通信接口上通信以管控它们对因特网175(资源180)的接入。作为又一示例,IoT设备(诸如炉子、干衣机、和热水器)可在Wi-Fi通信接口上通信以管控它们对燃气的使用。替换或附加地,每个IoT设备可被连接至IoT服务器(诸如IoT服务器170),该服务器具有用于基于从各IoT设备接收到的信

息来管控它们对资源180的使用的逻辑。

[0062] 根据各方面,图1E解说了包含多个IoT设备的另一无线通信系统100E的高级架构。一般而言,图1E中示出的无线通信系统100E可包括与以上更详细地描述的分别在图1A-1D中示出的无线通信系统100A-100D相同和/或基本相似的各种组件。如此,出于描述的简洁和方便起见,与图1E中示出的无线通信系统100E中的某些组件相关的各种细节可在本文中省略,既然上面已关于分别在图1A-1D中解说的无线通信系统100A-100D提供了相同或类似细节。

[0063] 无线通信系统100E包括两个IoT设备群160A和160B。多个IoT设备群可经由连接至因特网175的IoT超级代理彼此连接和/或通信。在高层级,IoT超级代理可管理各IoT设备群之间的群间通信。例如,在图1E中,IoT设备群160A包括IoT设备116A、122A和124A以及IoT超级代理140A,而IoT设备群160B包括IoT设备116B、122B和124B以及IoT超级代理140B。如此,IoT超级代理140A和140B可连接至因特网175并通过因特网175彼此通信,和/或彼此直接通信以促成IoT设备群160A与160B之间的通信。此外,尽管图1E解说了两个IoT设备群160A和160B经由IoT超级代理140A和140B彼此通信,但本领域技术人员将领会,任何数目的IoT设备群可合适地使用IoT超级代理来彼此通信。

[0064] 图2A解说了根据各方面的IoT设备200A的高级示例。尽管外观和/或内部组件在各IoT设备之间可能显著不同,但大部分IoT设备将具有某种类别的用户接口,该用户接口可包括显示器和用于用户输入的装置。可在有线或无线网络上与没有用户接口(诸如图1A-1B的空中接口108)的IoT设备远程地通信。

[0065] 如图2A中所示,在关于IoT设备200A的示例配置中,IoT设备200A的外壳可配置有显示器226、电源按钮222、以及两个控制按钮224A和224B、以及其他组件,如本领域已知的。显示器226可以是触摸屏显示器,在此情形中控制按钮224A和224B可以不是必需的。尽管未被明确地示为IoT设备200A的一部分,但IoT设备200A可包括一个或多个外部天线和/或被构建到外壳中的一个或多个集成天线,包括但不限于Wi-Fi天线、蜂窝天线、卫星定位系统(SPS)天线(例如,全球定位系统(GPS)天线),等等。

[0066] 尽管IoT设备(诸如IoT设备200A)的内部组件可使用不同硬件配置来实施,但内部硬件组件的基本高级配置在图2A中被示为平台202。平台202可接收和执行在网络接口(诸如图1A-1B中的空中接口108和/或有线接口)上传送的软件应用、数据和/或命令。平台202还可独立地执行本地存储的应用。平台202可包括被配置用于有线和/或无线通信的一个或多个收发机206(例如,Wi-Fi收发机、蓝牙收发机、蜂窝收发机、卫星收发机、GPS或SPS接收机等),其可操作地耦合至一个或多个处理器208,诸如微控制器、微处理器、专用集成电路、数字信号处理器(DSP)、可编程逻辑电路、或其他数据处理设备,其将一般性地被称为处理器208。处理器208可执行IoT设备的存储器212内的应用编程指令。存储器212可包括只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)、电可擦除可编程ROM(EEPROM)、闪存卡或计算机平台通用的任何存储器中的一者或多者。一个或多个输入/输出(I/O)接口214可被配置成允许处理器208与各种I/O设备(诸如所解说的显示器226、电源按钮222、控制按钮224A和224B,以及任何其他设备,诸如与IoT设备200A相关联的传感器、致动器、中继、阀、开关等)通信并从中进行控制。

[0067] 相应地,各方面可包括含有执行本文描述的功能的能力的IoT设备(例如,IoT设备

200A)。如将由本领域技术人员领会的,各种逻辑元件可在分立元件、处理器(例如,处理器208)上执行的软件模块、或软件与硬件的任何组合中实施以达成本文公开的功能性。例如,收发机206、处理器208、存储器212、和I/O接口214可以全部协作地用来加载、存储和执行本文公开的各种功能,并且用于执行这些功能的逻辑因此可分布在各种元件上。替换地,该功能性可被纳入到一个分立的组件中。因此,图2A中的IoT设备200A的特征将仅被视为解说性的,且IoT设备200A不被限定于图2A中所示出的所解说的特征或安排。

[0068] 图2B解说了根据各方面的无源IoT设备200B的高级示例。一般而言,图2B中示出的无源IoT设备200B可包括与以上更详细地描述的在图2A中示出的IoT设备200A相同和/或基本相似的各种组件。如此,出于描述的简洁和方便起见,与图2B中示出的无源IoT设备200B中的某些组件相关的各种细节可在本文中省略,既然上面已关于图2A中解说的IoT设备200A提供了相同或类似细节。

[0069] 图2B中示出的无源IoT设备200B一般可不同于图2A中示出的IoT设备200A,不同之处在于无源IoT设备200B可不具有处理器、内部存储器、或某些其他组件。替代地,在各实施例中,无源IoT设备200B可仅包括I/O接口214或者允许无源IoT设备200B在受控IoT网络内被观察、监视、控制、管理、或以其他方式知晓的其他合适的机构。例如,在各实施例中,与无源IoT设备200B相关联的I/O接口214可包括条形码、蓝牙接口、射频(RF)接口、RFID标签、IR接口、NFC接口、或者在短程接口上被查询时可向另一设备(例如,有源IoT设备(诸如IoT设备200A),其可对关于与无源IoT设备200B相关联的属性的信息进行检测、存储、传达、动作、或以其他方式处理)提供与无源IoT设备200B相关联的标识符和属性的任何其他合适的I/O接口。

[0070] 尽管前面将无源IoT设备200B描述为具有某种形式的RF、条形码、或其他I/O接口214,但无源IoT设备200B可包括不具有此类I/O接口214的设备或其他物理对象。例如,某些IoT设备可具有恰适的扫描器或读取器机构,其可检测与无源IoT设备200B相关联的形状、大小、色彩、和/或其他可观察特征以标识无源IoT设备200B。以此方式,任何合适的物理对象可传达与其相关联的身份和一个或多个属性并且在受控IoT网络内被观察、监视、控制、或以其他方式被管理。

[0071] 图3解说了包括配置成执行功能性的逻辑的通信设备300。通信设备300可对应于以上提及的通信设备中的任一者,包括但不限于IoT设备110-120、IoT设备200A、耦合至因特网175的任何组件(例如,IoT服务器170)等等。因此,通信设备300可对应于被配置成在图1A-1B的无线通信系统100A-100B上与一个或多个其它实体通信(或促成与一个或多个其它实体的通信)的任何电子设备。

[0072] 参照图3,通信设备300包括配置成接收和/或传送信息的逻辑305。在一示例中,如果通信设备300对应于无线通信设备(例如,IoT设备200A和/或无源IoT设备200B),则配置成接收和/或传送信息的逻辑305可包括无线通信接口(例如,蓝牙、WiFi、Wi-Fi直连、长期演进(LTE)直连等),诸如无线收发机和相关联的硬件(例如,RF天线、调制解调器、调制器和/或解调器等)。在另一示例中,配置成接收和/或传送信息的逻辑305可对应于有线通信接口(例如,串行连接、USB或火线连接、可藉以接入因特网175的以太网连接等)。因此,如果通信设备300对应于某种类型的基于网络的服务器(例如,IoT服务器170),则配置成接收和/或传送信息的逻辑305在一示例中可对应于以太网卡,该以太网卡经由以太网协议将基



于网络的服务器连接至其它通信实体。在进一步示例中,配置成接收和/或传送信息的逻辑305可包括传感或测量硬件(例如,加速计、温度传感器、光传感器、用于监视本地RF信号的天线等),通信设备300可藉由该传感或测量硬件来监视与其相关联的本地环境。配置成接收和/或传送信息的逻辑305还可包括在被执行时准许配置成接收和/或传送信息的逻辑305的相关联硬件执行与其相关联的接收和/或传送功能的软件。然而,配置成接收和/或传送信息的逻辑305不单单对应于软件,并且配置成接收和/或传送信息的逻辑305至少部分地依赖于硬件来达成与其相关联的功能性。

[0073] 参照图3,通信设备300进一步包括配置成处理信息的逻辑310。在一示例中,配置成处理信息的逻辑310可至少包括处理器。可由配置成处理信息的逻辑310执行的处理类型的示例实现包括但不限于执行确定、建立连接、在不同信息选项之间作出选择、执行与数据有关的评价、与耦合至通信设备300的传感器交互以执行测量操作、将信息从一种格式转换为另一种格式(例如,在不同协议之间转换,诸如,.wmv到.avi等),等等。例如,包括在配置成处理信息的逻辑310中的处理器可对应于被设计成执行本文描述功能的通用处理器、DSP、ASIC、现场可编程门阵列(FPGA)或其他可编程逻辑器件、分立的门或晶体管逻辑、分立的硬件组件、或其任何组合。通用处理器可以是微处理器,但在替换方案中,该处理器可以是任何常规的处理器、控制器、微控制器、或状态机。处理器还可以被实现为计算设备的组合(例如DSP与微处理器的组合、多个微处理器、与DSP核协作的一个或多个微处理器、或任何其他此类配置)。配置成处理信息的逻辑310还可包括在被执行时准许配置成处理信息的逻辑310的相关联硬件执行与其相关联的处理功能的软件。然而,配置成处理信息的逻辑310不单单对应于软件,并且配置成处理信息的逻辑310至少部分地依赖于硬件来实现与其相关联的功能性。

[0074] 参照图3,通信设备300进一步包括配置成存储信息的逻辑315。在一示例中,配置成存储信息的逻辑315可至少包括非瞬态存储器和相关联的硬件(例如,存储器控制器等)。例如,包括在配置成存储信息的逻辑315中的非瞬态存储器可对应于RAM、闪存存储器、ROM、可擦除式可编程ROM(EPROM)、EEPROM、寄存器、硬盘、可移动盘、CD-ROM、或本领域中已知的任何其他形式的存储介质。配置成存储信息的逻辑315还可包括在被执行时准许配置成存储信息的逻辑315的相关联硬件执行与其相关联的存储功能的软件。然而,配置成存储信息的逻辑315不单单对应于软件,并且配置成存储信息的逻辑315至少部分地依赖于硬件来实现与其相关联的功能性。

[0075] 参照图3,通信设备300进一步可任选地包括配置成呈现信息的逻辑320。在一示例中,配置成呈现信息的逻辑320可至少包括输出设备和相关联的硬件。例如,输出设备可包括视频输出设备(例如,显示屏、能承载视频信息的端口,诸如USB、HDMI等)、音频输出设备(例如,扬声器、能承载音频信息的端口,诸如话筒插孔、USB、HDMI等)、振动设备和/或信息可藉此被格式化以供输出或实际上由通信设备300的用户或操作者输出的任何其它设备。例如,如果通信设备300对应于如图2A中所示的IoT设备200A和/或如图2B中所示的无源IoT设备200B,则配置成呈现信息的逻辑320可包括显示器226。在进一步示例中,对于某些通信设备(诸如不具有本地用户的网络通信设备(例如,网络交换机或路由器、远程服务器等))而言,配置成呈现信息的逻辑320可被省略。配置成呈现信息的逻辑320还可包括在被执行时准许配置成呈现信息的逻辑320的相关联硬件执行与其相关联的呈现功能的软件。然而,



配置成呈现信息的逻辑320不单单对应于软件,并且配置成呈现信息的逻辑320至少部分地依赖于硬件来达成与其相关联的功能性。

[0076] 参照图3,通信设备300进一步可任选地包括配置成接收本地用户输入的逻辑325。在一示例中,配置成接收本地用户输入的逻辑325可至少包括用户输入设备和相关联的硬件。例如,用户输入设备可包括按钮、触摸屏显示器、键盘、相机、音频输入设备(例如,话筒或可携带音频信息的端口,诸如话筒插孔等)、和/或可用来从通信设备300的用户或操作者接收信息的任何其它设备。例如,如果通信设备300对应于如图2A中所示的IoT设备200A和/或如图2B中所示的无源IoT设备200B,则配置成接收本地用户输入的逻辑325可包括按钮222、224A和224B、显示器226(在触摸屏的情况下),等等。在进一步示例中,对于某些通信设备(诸如不具有本地用户的网络通信设备(例如,网络交换机或路由器、远程服务器等))而言,配置成接收本地用户输入的逻辑325可被省略。配置成接收本地用户输入的逻辑325还可包括在被执行时准许配置成接收本地用户输入的逻辑325的相关联硬件执行与其相关联的输入接收功能的软件。然而,配置成接收本地用户输入的逻辑325不单单对应于软件,并且配置成接收本地用户输入的逻辑325至少部分地依赖于硬件来实现与其相关联的功能性。

[0077] 参照图3,尽管所配置的逻辑305到325在图3中被示出为分开或相异的块,但本领域技术人员将领会,相应所配置的逻辑藉以执行与其相关联的功能性的硬件和/或软件可部分交迭。例如,用于促成所配置的逻辑305到325的功能性的任何软件可被存储在与配置成存储信息的逻辑315相关联的非瞬态存储器中,从而所配置的逻辑305到325各自部分地基于由配置成存储信息的逻辑315所存储的软件的操作来执行其功能性(即,在这一情形中为软件执行)。同样地,直接与所配置的逻辑之一相关联的硬件可不时地被其它所配置的逻辑借用或使用。例如,配置成处理信息的逻辑310的处理器可在数据由配置成接收和/或传送信息的逻辑305传送之前将此数据格式化恰适的格式,从而配置成接收和/或传送信息的逻辑305部分地基于与配置成处理信息的逻辑310相关联的硬件(即,处理器)的操作来执行与其相关联的功能性(即,在这一情形中为数据传输)。

[0078] 一般而言,除非另外明确声明,如本文所使用的短语“配置成……的逻辑”旨在指至少部分用硬件实现的逻辑,而并非旨在映射到独立于硬件的仅软件实现。”同样,本领域技术人员将领会,各个框中的所配置的逻辑或“配置成……的逻辑”并不限于具体的逻辑门或元件,而是一般地指代执行本文描述的功能性的能力(经由硬件、或硬件和软件的组合)。因此,尽管共享措词“逻辑”,但如各个框中所解说的所配置的逻辑或“配置成……的逻辑”不必被实现为逻辑门或逻辑元件。从以下更详细地描述的各方面的概览中,各个框中的逻辑之间的其它交互或协作将对本领域普通技术人员而言变得清楚。

[0079] 各实施例可实现在各种市售的服务器设备中的任何服务器设备上,诸如图4中所解说的服务器400。在一示例中,服务器400可对应于上述IoT服务器170的一个示例配置。在图4中,服务器400包括耦合至易失性存储器402和大容量非易失性存储器403(例如,硬盘)的处理器401。服务器400还可包括耦合至处理器401的软盘驱动器、压缩碟(CD)驱动器和/或DVD盘驱动器406。服务器400还可包括耦合至处理器401的用于建立与网络407(诸如耦合至其他广播系统计算机和服务器或耦合至因特网的局域网)的数据连接的网络接入端口404。在图3的上下文中,本领域技术人员将领会,图4的服务器400解说了通信设备300的一

个示例实现,藉此配置成接收和/或传送信息的逻辑305可对应于由服务器400用来与网络407通信的网络接入端口404,配置成处理信息的逻辑310可对应于处理器401,而配置成存储信息的逻辑315可对应于易失性存储器402、非易失性存储器403和/或软盘/CD/DVD盘驱动器406的任何组合。配置成呈现信息的可任选逻辑320和配置成接收本地用户输入的可任选逻辑325未在图4中显式地示出,并且可以被包括或可以不被包括在其中。因此,图4帮助表明除了如图2A中的IoT设备实现之外,通信设备300还可被实现为服务器。

[0080] 一般而言,如上所述,基于IP的技术和服务可变得更成熟,从而拉低成本并提高IP的可用性,这已允许将因特网连接性添加到越来越多类型的日常电子对象。如此,IoT基于日常电子对象(不仅是计算机和计算机网络)可经由因特网可读、可识别、可定位、可寻址、以及可控制的理念。总体而言,随着IoT的发展和日益流行,具有不同类型且执行不同活动的众多邻近的异构IoT设备和其他物理对象(例如,灯、打印机、冰箱、空调等)可按许多不同方式彼此交互并且可按许多不同方式来使用。如此,由于可能在受控IoT网络内使用的潜在的异构IoT设备和其他物理对象,一般可能需要良好定义且可靠的通信接口来连接到各种异构IoT设备,以使得各种异构IoT设备能被适当地配置、管理以及彼此通信以交换信息,等等。相应地,关于图5-8提供的以下描述一般地概述了本文所公开的可支持能启用分布式编程环境中各异构设备之间的直接D2D通信的可发现设备到设备(D2D)或对等(P2P)服务的示例性通信框架。

[0081] 一般而言,用户装备(UE)(例如,电话、平板电脑、膝上型计算机和台式计算机、车辆,等等)可被配置成彼此在本地(例如,蓝牙、局部Wi-Fi,等等)、远程(例如,经由蜂窝网络、通过因特网,等等)或根据它们的合适组合来彼此连接。此外,某些UE还可使用支持一对一连接或同时连接至包括彼此直接通信的若干设备的群的某些无线联网技术(例如,Wi-Fi、蓝牙、Wi-Fi直连等)来支持基于邻近度的D2D通信。为此,图5解说了可支持可以启用直接D2D通信的可发现D2D服务的示例性无线通信网络或WAN 500,其中无线通信网络500可包括包含各种基站510和其他网络实体的LTE网络或另一合适的WAN。出于简化起见,在图5中仅示出三个基站510a、510b和510c,一个网络控制器530,以及一个动态主机配置协议(DHCP)服务器540。基站510可以是与设备520通信的实体并且还可被称为B节点、演进型B节点(eNB)、接入点等。每个基站510可提供对特定地理区域的通信覆盖,并可支持位于该覆盖区内的设备520的通信。为了提高网络容量,基站510的整个覆盖区可被划分成多个(例如,三个)较小的区域,其中每个较小的区域可由各自的基站510来服务。在3GPP中,术语“蜂窝小区”可指代基站510的覆盖区和/或服务该覆盖区的基站子系统510,这取决于使用该术语的上下文。在3GPP2中,术语“扇区”或“蜂窝小区-扇区”可指代基站510的覆盖区和/或服务该覆盖区的基站子系统510。为简明起见,在本文的描述中可使用3GPP概念“蜂窝小区”。

[0082] 基站510可提供对宏蜂窝小区、微微蜂窝小区、毫微微蜂窝小区、和/或其他蜂窝小区类型的通信覆盖。宏蜂窝小区可覆盖相对较大的地理区域(例如,半径为数千米的区域),并且可允许无约束地由具有服务订阅的设备520接入。微微蜂窝小区可覆盖相对较小的地理区域并且可允许无约束地由具有服务订阅的设备520接入。毫微微蜂窝小区可覆盖相对较小的地理区域(例如,住宅)且可允许有约束地由与该毫微微蜂窝小区有关联的设备520(例如,封闭订户群(CSG)中的设备520)接入。在图5所示的示例中,无线网络500包括用于宏蜂窝小区的宏基站510a、510b和510c。无线网络500还可包括用于微微蜂窝小区的微微基站

510、和/或用于毫微微蜂窝小区的家用基站510(图5中未示出)。

[0083] 网络控制器530可耦合至一组基站510并可为这些基站510提供协调和控制。网络控制器530可以是可经由回程与基站通信的单个网络实体或网络实体集合。基站还可以彼此通信(例如直接或经由无线或有线回程间接地)。DHCP服务器540可支持D2D通信,如以下描述的。DHCP服务器540可以是无线网络500的一部分、在无线网络500外部、经由因特网连接共享(ICS)来运行、或其任何组合。DHCP服务器540可以是单独实体(例如,如图5中所示),或者可以是基站510、网络控制器530、或某种其他实体的一部分。在任何情形中,DHCP服务器540可由期望直接通信的设备520访问。

[0084] 设备520可分散遍及无线网络500,且每个设备520可以是驻定的或移动的。设备520也可被称为节点、用户装备(UE)、站、移动站、终端、接入终端、订户单元等。设备520可以是蜂窝电话、个人数字助理(PDA)、无线调制解调器、无线通信设备、手持式设备、膝上型计算机、无绳电话、无线本地环路(WLL)站、智能电话、上网本、智能本、平板电脑等等。设备520可与无线网络500中的基站510通信并且可进一步与其他设备520进行对等通信。例如,如图5中所示,设备520a和520b可进行对等通信,设备520c和520d可进行对等通信,设备520e和520f可进行对等通信,以及设备520g、520h和520i可进行对等通信,而其余设备520可与基站510通信。如图5中进一步所示的,设备520a、520d、520f和520h也可以与基站510通信(例如在不进行D2D通信时或者可能与D2D通信并发地与基站500通信)。

[0085] 在本文的描述中,WAN通信可以指无线网络500中的设备520与基站510之间的通信(例如用于与远程实体(诸如另一设备520)的呼叫)。WAN设备是有兴趣进行或正参与WAN通信的设备520。通常,本文中使用的术语“对等”或“P2P”通信以及“设备到设备”或“D2D”通信是指两个或多个设备520之间不通过任何基站510的直接通信。为了简化起见,本文中所提供的描述使用术语“设备到设备”或“D2D”来指代此类直接通信,虽然本领域技术人员将会领会术语“对等”、“P2P”、“设备到设备”以及“D2D”可以在本文中描述的各个方面和实施例中互换。

[0086] 根据各实施例,D2DP设备是有兴趣进行或参与D2D通信的设备520(例如具有要给另一设备520的话务数据的设备520,该另一设备520邻近D2D设备)。例如,两个设备在若每个设备520能检测到另一设备520的情况下可被认为彼此邻近。一般而言,设备520可针对D2D通信直接与另一设备520通信,或者针对WAN通信经由至少一个基站510与另一设备520通信。

[0087] 在各实施例中,D2D设备520之间的直接通信可被组织成D2D群。更具体地,D2D群一般是指有兴趣进行或正参与D2D通信的两个或更多个设备520的群,而D2D链路是指用于D2D群的通信链路。此外,在各实施例中,D2D群可包括被指定为D2D群主(或D2D服务器)的一个设备520以及被指定为由该D2D群主服务的D2D客户端的一个或多个设备520。D2D群主可执行某些管理功能,诸如与WAN交换信令,协调D2D群主与D2D客户端之间的数据传输,等等。例如,如图5中所示,第一D2D群包括在基站510a的覆盖下的设备520a和520b,第二D2D群包括在基站510b的覆盖下的设备520c和520d,第三D2D群包括在不同基站510b和510c的覆盖下的设备520e和520f,以及第四D2D群包括在基站510c的覆盖下的设备520g、520h和520i。设备520a、520d、520f和520h可以是其相应D2D群的D2D群主,而设备520b、520c、520e、520g和520i可以是其相应D2D群中的D2D客户端。图5中的其他设备520可参与WAN通信。

[0088] 在各实施例中,D2D通信可仅在D2D群内发生,并且可进一步仅在D2D群主和与之相关联的D2D客户端之间发生。例如,如果同一D2D群内的两个D2D客户端(例如,设备520g和520i)期望交换信息,则这些D2D客户端之一可向D2D群主(例如,设备520h)发送信息并且D2D群主可随后将传输中继至另一D2D客户端。在各实施例中,特定设备520可属于多个D2D群,并且可在每个D2D群中要么充当D2D群主要么充当D2D客户端。此外,在各实施例中,特定D2D客户端可属于仅一个D2D群,或者属于多个D2D群并在任何特定时刻与这多个D2D群中的任一个D2D群中的D2D设备520通信。一般而言,可经由下行链路和上行链路上的传输来促成通信。对于WAN通信,下行链路(或即前向链路)是指从基站510至设备520的通信链路,而上行链路(或即反向链路)是指从设备520至基站510的通信链路。对于D2D通信,D2D下行链路是指从D2D群主至D2D客户端的通信链路,而D2D上行链路是指从D2D客户端至D2D群主的通信链路。在各实施例中,并非使用WAN技术来进行D2D通信,而是两个或更多个设备可形成较小D2D群并使用诸如Wi-Fi、蓝牙或Wi-Fi直连等技术在无线局域网(WLAN)上进行D2D通信。例如,使用Wi-Fi、蓝牙、Wi-Fi直连、或其他WLAN技术的D2D通信可在两个或更多个移动电话、游戏控制台、膝上型计算机、或其他合适的通信实体之间实现D2D通信。

[0089] 根据各方面,图6解说了示例性环境600,其中可发现D2D服务可被用于建立基于邻近度的分布式总线640,各个设备610、620、630可在该总线上使用D2D技术通信。例如,在各实施例中,可使用进程间通信协议(IPC)框架在分布式总线640上促成单个平台上的应用等之间的通信,分布式总线640可包括用于在联网计算环境中实现应用到应用通信的软件总线,其中应用向分布式总线640注册以向其他应用提供服务,并且其他应用向分布式总线640查询关于经注册的应用的信息。此类协议可提供异步通知和远程规程调用(RPC),其中信号消息(例如,通知)可以是点到点的或是广播,方法调用消息(例如,RPC)可以是同步或异步的,并且分布式总线640可处置各种设备610、620、630之间的消息路由(例如,经由一个或多个总线路由或“守护进程”或可提供至分布式总线640的附连的其他合适的进程)。

[0090] 在各实施例中,分布式总线640可得到各种传输协议(例如,蓝牙、TCP/IP、Wi-Fi、CDMA、GPRS、UMTS)的支持。例如,根据各方面,第一设备610可包括分布式总线节点612以及一个或多个本地端点614,其中分布式总线节点612可促成与第一设备610相关联的本地端点614和与第二设备620及第三设备630相关联的本地端点624和634之间通过分布式总线640(例如,经由第二设备620和第三设备630上的分布式总线节点622和632)的通信。如以下将参照图7进一步详细描述,分布式总线640可支持对称多设备网络拓扑并且可在存在设备退出的情况下提供稳健的操作。如此,虚拟分布式总线640(其一般可独立于任何底层传输协议(例如,蓝牙、TCP/IP、Wi-Fi等))可允许各种安全性选项,从不安全(例如,开放)到安全(例如,经认证和加密),其中可在第一设备610、第二设备620和第三设备630来到彼此的射程或邻域中时在无需干预的情况下促成各个设备610、620、630之间的自发连接时使用安全性选项。

[0091] 根据各方面,图7解说了示例性信令流700,其中可发现D2D服务可被用于建立基于邻近度的分布式总线,第一设备(“设备A”)710和第二设备(“设备B”)720可在该总线上使用D2D技术通信。例如,在图7中所示的信令流700中,设备A 710可请求与设备B 720通信,其中设备A 710可包括可作出通信请求的本地端点714(例如,本地应用、服务等)以及可辅助促成此类通信的总线节点712。此外,设备B 720可包括本地端点724和总线节点722,本地端点

714可尝试与本地端点724通信,总线节点722可辅助促成设备A 710上的本地端点714与设备B 720上的本地端点724之间的通信。

[0092] 在各实施例中,在754,总线节点712和722可执行合适的发现机制。例如,可使用由蓝牙、TCP/IP、UNIX等支持的用于发现连接的机制。在756,设备A 714上的本地端点710可请求连接至通过总线节点712可用的实体、服务、端点等。在各实施例中,该请求可包括本地端点714与总线节点712之间的请求-响应过程。在758,可形成分布式消息总线以将总线节点712连接至总线节点722并藉此建立设备A 710与设备B 720之间的D2D连接。在各实施例中,用于在总线节点712和722之间形成分布式总线的通信可使用合适的基于邻近度的D2D协议(例如,被设计成实现来自不同制造商的连通的产品和软件应用之间的互操作性以动态地创建邻近网络并促成邻近D2D通信的AllJoyn™软件框架)来促成。替换地,在各实施例中,服务器(未示出)可促成总线节点712和722之间的连接。此外,在各实施例中,在形成总线节点712和722之间的连接之前可使用合适的认证机制(例如,SASL认证,其中客户端可发送认证命令以发起认证对话)。再进一步,在758,总线节点712和722可交换关于其他可用端点(例如,图6中的设备C 630上的本地端点634)的信息。在此类实施例中,总线节点维护的每个本地端点可被宣告给其他总线节点,其中该宣告可包括唯一性端点名称、传输类型、连接参数、或其他合适的信息。

[0093] 在各实施例中,在760,总线节点712和总线节点722可分别使用所获得的与本地端点724和714相关联的信息来创建虚拟端点,虚拟端点可表示通过各个总线节点可用的真实获得的端点。在各实施例中,总线节点712上的消息路由可使用真实端点和虚拟端点来递送消息。此外,对于远程设备(例如,设备A 710)上存在的每个端点,可以有一个本地虚拟端点。再进一步,此类虚拟端点可复用和/或分用在分布式总线(例如,总线节点712与总线节点722之间的连接)上发送的消息。在各实施例中,虚拟端点可以就像真实端点那样接收来自本地总线节点712或722的消息,并且可在分布式总线上转发消息。如此,虚拟端点可从经端点复用的分布式总线连接将消息转发到本地总线节点712和722。此外,在各实施例中,与远程设备上的虚拟端点对应的虚拟端点可在任何时间被重新连接以容适特定传输类型的期望拓扑。在这样的实施例中,基于UNIX的虚拟端点可被认为是本地的,且由此可不被认为是用于重新连接的候选。此外,基于TCP的虚拟端点可被优化用于一跳路由(例如,每个总线节点712和722可彼此直接连接)。再进一步,基于蓝牙的虚拟端点可被优化用于单个微微网(例如,一个主控设备和n个从动设备),其中基于蓝牙的主控设备可以是与本地主控节点相同的总线节点。

[0094] 在各实施例中,在762,总线节点712和总线节点722可交换总线状态信息以合并总线实例并实现分布式总线上的通信。例如,在各实施例中,总线状态信息可包括公知名称到唯一性端点名称的映射、匹配规则、路由群、或其他合适的信息。在各实施例中,可使用接口在总线节点712和总线节点722实例之间传达状态信息,其中本地端点714和724使用基于分布式总线的本地名称来通信。在另一方面,总线节点712和总线节点722可各自维护负责向分布式总线提供反馈的本地总线控制器,其中总线控制器可将全局方法、自变量、信号和其他信息转译成与分布式总线相关联的标准。在764,总线节点712和总线节点722可传达(例如,广播)信号以向相应的本地端点714和724通知在总线节点连接期间引入的任何改变,诸如以上所述的。在各实施例中,可用名称所有者改变信号来指示新的和/或被移除的全局

和/或经转译名称。此外,可用名称丢失信号来指示可能在本地丢失(例如,由于名称冲突)的全局名称。再进一步,可用名称所有者已改变信号来指示由于名称冲突而被转译的全局名称,并且可用名称所有者改变信号来指示在总线节点712和总线节点722变为断开连接的情况下和/或之时消失的唯一性名称。

[0095] 如以上使用的,公知名称可被用于唯一性地描述本地端点714和724。在各实施例中,当在设备A 710与设备B 720之间发生通信时,可使用不同的公知名称类型。例如,设备本地名称可仅存在于与总线节点712直接附连至的设备A 710相关联的总线节点712上。在另一示例中,全局名称可存在于所有已知的总线节点712和722上,其中该名称的唯一所有者可存在于所有总线区段上。换言之,当总线节点712和总线节点722被加入并且发生任何冲突时,所有者之一可能丢失全局名称。在又一示例中,在客户端连接至与虚拟总线相关联的其他总线节点时,可使用经转译名称。在这样的实施例中,经转译名称可包括附加结尾(例如,连接至具有全局唯一性标识符“1234”的分布式总线的具有公知名称“org.foo”的本地端点714可被视为“G1234.org.foo”)。

[0096] 在各实施例中,在766,总线节点712和总线节点722可传达(例如,广播)信号以向其他总线节点通知对端点总线拓扑的改变。此后,来自本地端点714的话务可移动通过虚拟端点到达设备B 724上的目标本地端点720。此外,在操作中,本地端点714与本地端点724之间的通信可使用路由群。在各实施例中,路由群可使得端点能接收来自端点子集的信号、方法调用、或其他合适的信息。如此,路由名称可由连接至总线节点712或722的应用来确定。例如,D2D应用可使用构建到该应用中的唯一性的、公知的路由群名称。此外,总线节点712和722可支持本地端点714和724向路由群的注册和/或注销。在各实施例中,路由群可不具有超出当前总线实例的持久性。在另一方面,应用可在每次连接至分布式总线时针对其优选路由群进行注册。再进一步,群可以是开放的(例如,任何端点都可以加入)或封闭的(例如,只有群创建者能修改该群)。此外,总线节点712或722可发送信号以向其他远程总线节点通知对路由群端点的添加、移除、或其他改变。在此类实施例中,总线节点712或722可每当向/从群添加和/或移除成员时就向其他群成员发送路由群改变信号。此外,总线节点712或722可向与分布式总线断开连接的一个或多个端点发送路由群改变信号,而不是使该一个或多个端点首先将自己从路由群移除。

[0097] 根据各方面,图8A解说了可以在第一主机设备810和第二主机设备830之间形成以启用第一主机设备810和第二主机设备830之间的D2D通信的示例性基于邻近度的分布式总线。更具体地,如以上参照图6所描述的,基于邻近度的分布式总线的基本结构可以包括驻留在分开的物理主机设备上的多个总线区段。相应地,在图8A中,基于邻近度的分布式总线的每一区段可位于主机设备810、830之一上,其中主机设备810、830各自执行可实现位于相应主机设备810、830上的总线区段的本地总线路由器(或“守护进程”)。例如,在图8A中,每一主机设备810、830包括标记为“D”的泡以表示实现位于相应主机设备810、830上的总线区段的总线路由器。此外,主机设备810、830中的一者或多者可具有若干总线附连,其中每一总线附连连接到本地总线路由器。例如,在图8A中,主机设备810、830上的总线附连被解称为各自对应于服务(S)或可以请求服务的客户端(C)的六边形。

[0098] 然而,在某些情形中,嵌入式设备可能缺少运行本地总线路由器的足够资源。相应地,图8B解说了示例性基于邻近度的分布式总线,其中一个或多个嵌入式设备820、825可以

连接到主机设备(例如主机设备830)以连接到基于邻近度的分布式总线,并且藉此参与D2D通信(例如,与主机设备830或与其他主机设备810和/或经由主机设备825附连到基于邻近度的分布式总线的嵌入式设备830的D2D通信)。如此,嵌入式设备820、825一般可以“借用”在主机设备830上运行的总线路由器,藉此图8B示出了一种安排,其中嵌入式设备820、825是在物理上与运行所借用的总线路由器的主机设备830分开的设备,所借用的总线路由器管理嵌入式设备820、825所驻留的分布式总线区段。一般而言,嵌入式设备820、825与主机设备830之间的连接可以根据传输控制协议(TCP)来作出,并且在嵌入式设备820、825与主机设备830之间流动的网络话务可以包括实现总线方法、总线信号、以及按类似于以上参照图6和7更详细地描述的方式在相应会话上流动的性质消息。

[0099] 更具体而言,嵌入式设备820、825可以根据可在概念上与客户端和服务之间的发现和连接过程相似的发现和连接过程来连接至主机设备830,其中主机设备830可以宣告公知的名称(例如,“org.alljoyn.BusNode”),该名称发信号通知要主存嵌入式设备820、825的能力或意图。在一个使用情形中,嵌入式设备820、825可以简单地连接至宣告该公知名称的“第一”主机设备。然而,如果嵌入式设备820、825简单地连接到宣告公知名称的第一主机设备,则嵌入式设备820、825可能不具有涉及与该主机设备关联的类型的任何知识(例如,主机设备830是否是移动设备、机顶盒、接入点,等等),嵌入式设备820、825也将不具有涉及该主机设备上的负载状态的任何知识。相应地,在其他用例中,嵌入式设备820、825可基于主机设备810、830在宣告要做其他设备(例如,嵌入式设备820、825)的宿主的能力或意愿时所提供的信息来自适应地连接到主机设备830,这可从而根据与主机设备810、830相关联的属性(例如,类型、负载状态,等等)和/或与嵌入式设备820、825相关联的要求(例如,表达对连接到来自同一制造商的主机设备的偏好的排名表)来加入基于邻近度的分布式总线。

[0100] 根据各实施例,以上概述的通信框架可以理想地适用于抽象和简化用于连接异构IoT设备并启用异构IoT设备之间的直接设备到设备(D2D)通信的过程。相应地,如将在本文中更详细地描述的,IoT连通性模块900可具有能进一步简化连接IoT设备(例如,使用上述通信框架)的架构。例如,IoT连通性模块900通常可包括包装或以其他方式封装与一个或多个D2D通信框架(例如,AllJoyn™、HomeKit、IoTivity等)相关联的功能性的硬件模块,该硬件模块然后可被部署以便容易地连接具有合适的处理器的任何现有非连通“物体”并藉此将该非连通物体变成连通的设备。

[0101] 例如,参照图9,假定非连通主机920具有需要被连接到其它物体(例如,IoT设备940、942、944、一个或多个云服务960等)的主机处理器922(通常是微控制器单元(MCU)),则主机处理器922可以连接到可分离与主机920相关联的连通性和处理的IoT连通性模块900。更具体而言,在各实施例中,主机处理器922可通过标准外围接口915连接到IoT连通性模块900,该标准外围接口可包括集成电路间(I2C)接口、串行外围接口(SPI)、通用异步接收机和发射机(UART)接口、高速芯片间(HSIC)接口、或主机处理器922实现或以其他方式支持的另一合适的标准接口915。例如,假定主机处理器922通过I2C接口915连接到IoT连通性模块900,该连通性模块900可看上去像该主机处理器922的I2C外设。此外,IoT连通性模块900可实现命令协议,该命令协议实现与将主机处理器922连接到其它IoT设备940、942、944、云服务960等所需的通信框架相关联的各种核心服务,其中该IoT连通性模块900还可处置用于连接到这些其它IoT设备940、942、944、该一个或多个云服务960等的合适的低级细节。



[0102] 由此,在各实施例中,IoT连通性模块900可通过标准接口915向主机处理器922曝露命令协议,藉此主机处理器922能配置该命令协议以便经由IoT连通性模块900连接到其它IoT设备940、942、944(例如,通过主机处理器922可自主创建并管理的基于邻近度的分布式总线),并且进一步连接到一个或多个云服务960和/或其它合适的网络资源。例如,如图9所示,主机920一般可包括到一个或多个传感器和/或致动器950的接口(例如,到电动机的连接、通用输入/输出(GPIO)引脚、或其它合适的物理接口),并且通过标准外围接口915向IoT连通性模块900发送与D2D通信协议相关联的命令以参与与其它IoT设备940、942、944的D2D通信、调用云服务960等。此外,在各实施例中,主机920可以经由专用中断信号线917来被耦合到IoT连通性模块900,该专用中断信号线917可被断言以通知主机处理器922要消费的数据已经变得可用(例如,来自其它IoT设备940、942、944、云服务960的传入数据等)。

[0103] 更具体地,在各实施例中,通过标准接口915曝露的命令协议可包括允许主机处理器922执行以下操作的命令:设置接口和配置、设置和获取一个或多个属性、发送和接收通知和其它信号、应特定通知或事件触发特定动作或事件、调用远程方法、获取方法细节、以及应特定方法调用和/或方法回复而触发特定动作或事件等。相应地,主机处理器922可以通过标准外围接口915向IoT连通性模块900发送与D2D通信框架相关联的一个或多个所发布的命令,其中主机920可包括能运行开发者代码且包含对应于完全在IoT连通性模块900中实现的D2D通信框架的实现或业务逻辑的D2D应用924。此外,在各实施例中,IoT连通性模块900可断言专用中断信号线917以向主机处理器922指示数据已经变得可供消费(例如,命令返回值、收到信号、控制面板交互等)。

[0104] 由此,标准外围接口915和专用中断信号线917可允许IoT连通性模块900和主机920交换与D2D通信协议相关联的数据以使得IoT连通性模块900可提供用以将主机920和IoT连通性模块900变换成IoT设备930的“现成的”D2D连通性解决方案。例如,IoT连通性模块900可以在开发者可完全无需在IoT连通性模块900上安装代码,而是在经由通过标准外围接口915曝露的D2D通信协议与IoT连通性模块900交互(可使用串行化或其它合适的的数据交换协议(例如,JavaScript Object Notation)来实现)的D2D应用924内安装所有开发者代码的意义上是现成的。在IoT连通性模块900侧,D2D应用906可包括能将D2D通信协议桥接到D2D通信网络(例如,如以上关于图6-8更详细地描述的)的嵌入式(或瘦客户端)应用。相应地,主机920和IoT连通性模块900可被打包到一个设备或模块中以使得IoT设备930看上去就像任何其它IoT设备那样并就像任何其它IoT设备那样操作。此外,在各实施例中,D2D应用906可实现或扩展对不同的D2D通信框架的支持以达成与可实现不同的D2D通信解决方案的其它IoT设备的可互操作性。

[0105] 由此,在各实施例中,IoT连通性模块900可支持一个或多个通用接口,其中所曝露的命令协议可允许主机处理器922经由标准外围接口915来确定、启用、重命名和/或以其他方式配置IoT连通性模块900上所支持的通用接口。在该上下文中,IoT连通性模块900可以在不同的实现中支持不同数目的通用接口,其中示例性通用接口可具有以下定义:

[0106] <interface name=“org.allseen.AJM.generic1”>

[0107] <property name=“prop1” type=“q” access=“readwrite”/>

[0108] <property name=“bool1” type=“b” access=“read”/>

[0109] ...



[0110] </interface>

[0111] 相应地,因为绝大多数现有的基于MCU的设计已经具有标准接口,所以IoT连通性模块900使向现有设计添加连通性变得非常直接。此外,IoT连通性模块900可以大幅减少网络上的支持负担,因为主机920可以简单地进入SoftAP模式并且准备好在连接到电源后装载到网络上。此外,IoT连通性模块900可抽象近程连通性并允许更高级的网际协议,因为IoT连通性模块900用来支持连通性的网络协议可被容易地改变以支持将来开发的网络协议(例如,Wi-Fi可以用低能耗蓝牙、802.11ah等来替换)。由此,在某些实施例中,IoT连通性模块900可提供高度集成的无主机解决方案,其中IoT连通性模块900可包括用户空间(未示出),在该用户空间中能实现D2D应用924以使得IoT连通性模块900能在单个模块中提供完整的IoT平台(例如,用于互连主机920和IoT连通性模块900的外围接口915和专用中断信号线917可包括芯片中虚拟互连)。然而,如图9所示,IoT连通性模块900提供其中外围接口915和专用中断信号线917包括物理互连的托管解决方案。

[0112] 在各实施例中,IoT连通性模块900可包括实现无线网络平台的连通性芯片910(例如,由QUALCOMM®开发的QCA4002/4004板载芯片解决方案)。例如,在各实施例中,在连通性芯片910上实现的无线网络平台可包括用以连接到一个或多个本地系统控制器的一个或多个主机接口、一个或多个天线、集成射频(RF)前端和网络栈、一个或多个无线无线电(例如,WLAN无线电、蓝牙无线电等)和/或可被用于向IoT设备添加网络连通性的其它合适的组件。另外,IoT连通性模块900可曝露允许具有现有MCU/处理器设计的数字设备经由SPI、I2C、UART和/或其它标准接口来访问服务的各种应用程序接口(API)904,其中IoT连通性模块900可放行API 904支持的所有更低级命令。另外,D2D应用906可实现各种核心服务并处置与连通性通信框架相关联的适当的低级连通性细节(例如,与通知、控制面板、装载、配置、照明、软件更新、事件、动作等有关的服务)。此外,在各实施例中,制造商可具有定义服务配置912(例如,设备名称、服务启用、到服务的输入/输出映射等)的能力并且具有实现能绑定D2D应用906中实现的服务框架的嵌入式JavaScript模块的固件908。例如,在各实施例中,固件908可支持各种MCU架构、存储器架构、传感器架构和其它通用输入/输出(GPIO)引脚902,并且固件908还可以按简单的方式被更新(例如,可能不需要联合测试行动小组(JTAG)测试接口来加载固件908并且固件908可能不需要越空(OTA)更新)。

[0113] 在各实施例中,可使用一种或若干种不同的办法来定义被用于向主机920添加网络连通性以及支持D2D通信的能力的接口。例如,第一办法可包括运行时接口定义,其中主机920可通过外围接口向IoT连通性模块900发送接口定义(例如,使用JavaScript对象标记(JSON)、XML或另一合适的数据交换协议)。响应于从主机920接收到接口定义,IoT连通性模块900可实现所定义的接口并通过近程网络(例如,经由基于邻近度的分布式总线)宣告所定义的接口。此外,主机920随后可经由向IoT连通性模块900发送与所曝露的D2D通信框架相关联的特定命令来删除、更新、添加或以其它方式修改运行时办法中的接口定义。在第二办法中,可使用可重配置接口,其中IoT连通性模块900可被制造成具有能随后经由对固件908的更新来升级和/或在制造时被纳入到新版本中的各种预配置D2D通信接口。在使用可重配置接口的实施例中,主机920可通过外围接口915向IoT连通性模块900发送GetSupportedInterfaces命令,并且IoT连通性模块900然后可将IoT连通性模块900上所支持的预配置接口返回给主机920。此外,主机920可以向IoT连通性模块900发送

SetEnabledInterfaces命令以启用特定接口,向IoT连通性模块900发送DefineInterfaceName命令以重命名特定接口(例如,从通用接口来制造特定接口),等等。在另一办法中,可使用经抽象接口,其中IoT连通性模块900可被制造成具有被表达为一个或多个接口的集合的一个或多个公知服务,这些服务可以类似地经由对固件908的更新来被升级和/或在制造时被纳入到新版本中。然而,经抽象接口办法的不同之处在于协议和服务是从主机处理器922抽象的。例如,服务配置框架912可被用于根据特定D2D通信框架来定义一个或多个设备属性(例如,设备名称)并且到主机处理器922的接口可曝露用于以不遵从服务配置框架912用来定义属性的D2D通信框架的方式设置和检索设备属性的方法(例如,以便允许主机处理器922实现可以更熟悉或更兼容其它产品的其它接口)。相应地,可更新相同的IoT连通性模块900以支持其它协议,而不影响主机920用来通过外围接口915和中断信号线917与IoT连通性模块900通信的数据交换协议。

[0114] 相应地,上述IoT连通性模块900可提供一站式解决方案,该解决方案能向非连通主机920添加网络连通性以及支持D2D通信的能力,并藉此使非连通主机920变成能发现、连接其它IoT设备940、942、944、云服务960并与其直接通信或利用其它网络服务的IoT设备930。

[0115] 例如,根据各方面,图10解说了与上述IoT连通性模块900可实现以向否则非连通的主机添加连通性的近程D2D通信框架相关联的示例性架构1000。更具体地,如以上参照图6-8所描述的,近程D2D通信框架可被用于建立包括驻留在分别的物理主机设备上的多个总线区段的基于邻近度的分布式总线,其中每一主机设备可执行本地总线路由器以在基于邻近度的分布式总线上实现本地区段。此外,实现图10所示的架构1000以在基于邻近度的分布式总线上提供本地区段的任何特定主机设备可具有连接到本地总线路由器的一个或多个总线附连(例如,一个或多个服务、可请求服务的一个或多个客户端等)。相应地,IoT连通性模块可实现图10所示的架构1000以作为本地总线区段的宿主,并且非连通主机可以本质上对应于本地总线区段上的总线附连以使得该主机能参与与附连到基于邻近度的分布式总线的其它端点的D2D(或P2P)通信。由此,本地总线路由器一般可对应于应用,该应用在后台运行以监视基于邻近度的分布式总线,检测在基于邻近度的分布式总线上传达的一个或多个感兴趣事件,并且在适当情况下响应该一个或多个事件。因为这些事件通常是外部的(例如,始发自基于邻近度的分布式总线上的另一节点),所以以下描述将从自底向上的视角讨论架构1000中的各种组件。

[0116] 具体而言,架构1000可包括最低层的原生系统1010,其中操作系统抽象层1020可以驻留在原生系统1010之上。操作系统抽象层1020可提供对在各种不同的操作系统(可包括Linux操作系统、Windows操作系统、Android操作系统等)上运行的路由器的共同抽象。架构1000还可包括在操作系统抽象层1020上运行的各种低级联网组件,因为连接到基于邻近度的分布式总线的客户端、服务和对等方通常使用本地进程间通信机制来与总线路由器通信,藉此该路由器具有应对给定平台上的各种可用传输机制的责任。具体而言,如图10所示,低级联网组件可包括“本地”传输机制1032,该传输机制可对应于到在特定受托管总线区段上运行的客户端、服务和对等方的单一连接。例如,根据各方面,蓝牙传输机制1034可处置与在蓝牙系统中创建和管理微微网相关联的复杂性。另外,除了确保可靠的通信的之外,蓝牙传输机制1034还可提供适用于蓝牙的一个或多个服务宣告和发现功能。由此,本地

传输机制1032、蓝牙传输机制1034和/或其它传输机制1036可以在操作系统抽象层1020之上与网际协议(IP)传输机制1038一起提供。此外,如图10所示,有线、Wi-Fi和Wi-Fi直连传输机制可以被群集在IP传输机制1038之下,因为每一者都使用底下的TCP/IP网络栈。在某些用例中,就可以如何完成服务宣告和发现而言可以有区别,因为这一功能性在TCP/IP标准的范围之外。由此,IP传输机制1038可包括用于实现服务宣告和发现功能性的一个或多个模块。

[0117] 根据各实施例,以上提及的各种因技术而异的传输实现可被集合到网络传输抽象1030中,以使得在Wi-Fi连接、非Wi-Fi(例如,蓝牙)连接、有线以太网连接等之间可以本质上没有什么区别。根据各方面,会话模块1040可驻留在网络传输抽象1030之上,其中会话模块1040可处置用于建立和维护通信连接以使得与近程D2D通信框架相关联的一个或多个路由器和一个或多个应用看上去是统一的软件总线的规程。在该意义上,架构1000可包括端点层1041,该端点层提供到一个或多个本地客户端、服务和/或对等方的连接并且将与端点对象相关联的用途扩展到表示总线路由器用来跨基于邻近度的分布式总线发送消息的传输的总线到总线连接。

[0118] 除了总线到总线连接暗示的路由功能之外,路由器架构1000还可包括与一个或多个总线对象1047相对应的端点1041,该一个或多个总线对象1047被用于管理或以其他方式处置对应于经由路由器架构1000实现的本地总线区段的一个或多个分布式总线对象1049。由此,消息收发和路由层1043可以驻留在端点层1041和总线对象1047、1049之间,其中消息收发和路由层1043可提供将参数和返回值整编和解整编成跨基于邻近度的分布式总线发送的消息的功能性。消息收发和路由层1043还可布置以向合适的总线对象和代理递送进站消息(例如,经由断言耦合在主机与实现架构1000的IoT连通性模块之间的专用物理中断线),并且消息收发和路由层1043还可布置以发送旨在被递送至基于邻近度的分布式总线上的其它总线附连的消息。由此,消息收发和路由层1043可以与端点层1041通信,其中近程D2D通信框架可将数据从一个端点移至更低层处的另一端点。例如,当特定服务请求宣告公知的总线名称时,该请求可被转译成被定向到在路由器上实现的总线对象1047、1049的远程方法调用。如同服务那样,路由器可具有与实现所命名的特定接口的相应对象路径相关联的各种总线对象1047、1049。用于控制基于邻近度的分布式总线上的通信的低级机制可涉及向此类路由器总线对象1047、1049发送远程方法调用。

[0119] 根据各方面,在顶层,图10所示的架构1000可包括控制与总线路由器相关联的总体操作的配置子系统1050,这可允许系统管理员、OEM、用户或另一合适实体指定特定许可并提供布置点播式服务创建的能力。另外,配置子系统1050可被用于定义用于以下操作的一个或多个参数:限制总线路由器可消费的资源(例如,将在任何给定时刻活跃的TCP连接限于特定最大值)、防止和/或缓解来自拒绝服务(DoS)攻击的影响(例如,限制当前正在认证的连接),等等。此外,安全模块1045可允许应用彼此认证并发送经加密数据以藉此提供端对端应用级安全性。具体而言,认证和数据加密可以在应用处实现,这些应用可以驻留在相同的设备或不同设备上,并且能被附连到相同的总线路由器或不同的总线路由器。相应地,应用可将接口标记为‘安全’以便在消费者应用调用对安全接口的方法调用和/或显式地调用用以保护与远程对等应用的连接的API时点播式地发起认证相关和加密相关密钥交换。由此,安全模块1045可将认证和加密密钥存储在密钥存储中,并且通过用于认证凭证

(例如,PIN或口令) 和/或验证认证凭证(例如,验证证书链)的监听者回调函数来辅助认证和加密规程。

[0120] 根据各方面,图11-12解说了具有合适的处理器或微控制器单元(MCU)的主机1120、1220与可实现以上更详细地描述的特征的IoT连通性模块1100、1200之间的示例性信令流。一般而言,图11-12所示的信令流可根据IoT连通性模块1100、1200通过标准接口向主机1120、1220曝露并发送的命令协议来操作。例如,根据各方面,命令协议可定义用于如以下在表1中示出的命令和参数的分组结构并进一步定义用于如以下在表2中示出的命令字节的字节结构。

[0121]

| 字节 0 | 字节 1 | 字节 2-3       | 字节 4 | ... | 字节 N-2 | 字节 2  | 字节 1-0 |
|------|------|--------------|------|-----|--------|-------|--------|
| 协议版本 | 命令   | 参数长度<br>(字节) | 参数 1 |     |        | 命令参考号 | 校验和    |

[0122] 表1::命令/参数分组结构

[0123]

| 位 7  | 位 6 | 位 5 | 位 4    | 位 3 | 位 2 | 位 1 | 位 0 |
|------|-----|-----|--------|-----|-----|-----|-----|
| 命令扩展 |     | 完成  | 命令或参数号 |     |     |     |     |

[0124]

[0125] 表2::命令字节结构

[0126] 相应地,在主机1120、1220与IoT连通性模块1100、1200之间发送的每一命令和参数可包括具有以上在表1中定义的结构分组,并且在主机1120、1220与IoT连通性模块1100、1200之间发送的分组中的命令字节可以如以上表2中所示的那样结构化。在该上下文中,命令扩展(CmdExt)位可以在该命令有不只一个参数要在该命令字节后立即发送时使用。相应地,当命令扩展位被置位时,字节5..0可指定当前命令的参数号,且完成(Done)位可以在当前分组是最后命令分组的情况下被置位。由此,如果命令只具有一个分组,则完成位通常将在该分组中被置位。此外,在表1中,命令参考号可包括主机1120、1220为了跟踪从IoT连通性模块1100、1200返回的值而指派的参考标识符,其中命令参考号可以在主机1120、1220不关心跟踪脱序的返回值的的情况下被设为零,在该情形中主机1120、1220可以等待来自每一命令的响应之后才发出下一命令。此外,尽管IoT连通性模块1100、1200发送到主机1120、1220的所有数据行进通过相同的标准接口,但主机1120、1220可以始终是主控方并请求从IoT连通性模块1100、1200发送数据。相应地,在IoT连通性模块1100、1200有数据(例如,传入信号、事件、通知、控制面板交互等)要异步发送到主机1120、1220的情况下,IoT连通性模块1100、1200可断言单独的中断信号线以向主机1120、1220做出关于待决数据的通知。

[0127] 此外,根据各方面,IoT连通性模块1100、1200向主机1120、1220曝露和发送的命令协议可定义用于IoT连通性模块1100、1200返回给主机1120、1220的数据的分组结构(如以下在表3-7中示出的),其中IoT连通性模块1100、1200一般可确保用于一命令的所有返回分组作为一个毗连单元(即,不交织来自多个命令的分组)来发送。

|        |             |             |             |               |             |            |               |               |
|--------|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------|------------|---------------|---------------|
|        | <u>字节 0</u> | <u>字节 1</u> | <u>字节 2</u> | <u>字节 2-3</u> | <u>字节 4</u> | <u>...</u> | <u>字节 N-2</u> | <u>字节 1-0</u> |
| [0128] | 状态          | 命令参考号       | 类型          | 数据长度(字节)      | 数据          |            |               | 校验和           |

[0129] 表3::返回分组结构

|        |            |            |            |            |            |            |            |            |
|--------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|        | <u>位 7</u> | <u>位 6</u> | <u>位 5</u> | <u>位 4</u> | <u>位 3</u> | <u>位 2</u> | <u>位 1</u> | <u>位 0</u> |
| [0130] | 保留         | 保留         | 保留         | 保留         | 命令完成       | 错误码        |            |            |

[0131] 表4::状态字节结构

|        |            |            |            |            |            |            |            |            |
|--------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|        | <u>位 7</u> | <u>位 6</u> | <u>位 5</u> | <u>位 4</u> | <u>位 3</u> | <u>位 2</u> | <u>位 1</u> | <u>位 0</u> |
| [0132] | 数据类型(可任选)  |            |            |            | 入站类型       |            |            |            |

[0133] 表5::类型字节结构

|        |             |          |
|--------|-------------|----------|
| [0134] | <u>数据类型</u> | <u>值</u> |
|        | 8位无符号整数     | 0        |
|        | 8位带符号整数     | 1        |
|        | 16位无符号整数    | 2        |
|        | 16位带符号整数    | 3        |
|        | 32位无符号整数    | 4        |
|        | 32位带符号整数    | 5        |
|        | 字符串         | 6        |
|        | 浮点数         | 7        |
|        | 布尔型         | 8        |

[0135] 表6::数据类型值

|        |              |          |
|--------|--------------|----------|
| [0136] | <u>入站类型</u>  | <u>值</u> |
|        | 命令返回值        | 0        |
|        | 收到信号         | 1        |
|        | 控制面板交互(键-值对) | 2        |
|        | 经改变配置值(键-值对) | 3        |
|        | 经改变属性值(键-值对) | 4        |
|        | 所调用的方法调用     | 5        |

[0137] 表7::入站类型值

[0138] 根据以上定义的命令协议结构,如以下表8所示,IoT连通性模块1100、1200可确收在主机1120、1220处始发的每一分组,主机1120、1220可以类似地确收在IoT连通性模块1100、1200处始发的每一分组。相应地,在任一情形中,始发方设备可响应于接收到具有被设为‘1’以触发重发的值的确收分组而重发该分组。

|        |             |          |
|--------|-------------|----------|
| [0139] | <u>确收类型</u> | <u>值</u> |
|        | 传输OK        | 0        |
|        | 重发          | 1        |

[0140] 表8::确收消息值

[0141] 根据以上定义的各种命令协议结构,表9在以下示出了可以向主机1120、1220曝露的各种命令。

[0142]

| 类型      | 名称  | 描述   |
|---------|---|--|
| 分组发送/接收 | GetInboundPkts( )   | 开始从 IoT 连通性模块接收入站分组。   |
| 设备配置    | SetDeviceInfo (key, value)  | 发送基础设备配置数据; 键作为字符串发送。  |
|         | GetDeviceInfo (key)   | 检索基础设备配置数据 (例如, 显示器名称、制造商名称、装载状态等)。在 MCU 处基于关于正在检索的属性的先验知识知晓所返回的值数据类型 (IoT 连通性模块无需在所返回的分组中指定数据类型)。 |
|         | FactoryReset( )   | 将 IoT 连通性模块重置成出厂设置。  |
| 接口配置    | GetSupportedInterfaces( )   | 返回 IoT 连通性模块上的预配置接口; 接口名称作为字符串返回。  |
|         | SetEnabledInterface(InterfaceName)  | 启用经由“InterfaceName”字符串标识的 IoT 连通性模块接口。   |
|         | DefineInterfaceName(InterfaceName, NewInterfaceName)                      | 重命名内建到 IoT 连通性模块中的通用接口 (例如, 为了从通用内建接口中创建特定新接口)。  |
| 控制面板    | TBD   | TBD  |
| 信号 (配置) | DefineSignal(InterfaceName, oldname, newname)                             | 通常根据内建到 IoT 连通性模块中的通用接口来命名信号。  |
| 属性 (配置) | DefineProperty(InterfaceName, oldname, newname)                           | 通常根据内建到 IoT 连通性模块中的通用接口来命名属性。  |
| 方法 (配置) | DefineSignalDescription(InterfaceName, SignalName, Language, Description) | 设置信号文本描述 (例如, 为了创建事件)。   |
|         | DefineMethodDescription(InterfaceName, MethodName, Language, Description) | 设置方法文本描述 (例如, 为了创建动作)。   |

[0143]

|             |  |  |
|-------------|--|--|
| 信号<br>(可操作) | SendSignal(SignalName, Value1, Value2,...ValueN)                         | 在每一值分组内定义数据类型。当接收到信号时，IoT 连通性模块将断言 InboundAvail 并且然后 MCU 将使用 GetInboundPkts 命令来请求信号数据。 |
| 通知<br>(可操作) | SendSimpleNotification(Priority, Language1, Text1, ... LanguageN, TextN) | 根据优先级发送文本通知。   |
| 属性<br>(可操作) | SetProperty(property, value)   | 未指定值的数据类型，因为 IoT 连通性模块将从指定属性的接口定义知道数据类型。属性可作为字符串发送。                                    |
|             | GetProperty(property)  | 属性作为字符串发送。MCU 知道返回值的数据类型，因为 MCU 具有关于正在检索的属性的先验知识。IoT 连通性模块不需要在所返回的分组的数据类型字段中指定返回值数据类型。 |
| 方法<br>(可操作) | MethodReturnVal( )   | 用于将方法响应分组返回到 IoT 连通性模块。可使用多个分组来将多个返回值返回到 IoT 连通性模块。                                    |
|             | CallRemoteMethod( )  | 调用远程方法。  |

[0144] 表9: :所支持的命令

[0145] 由此,参照图11,主机1120可经由向IoT连通性模块1100发送命令分组来发起本文在1170示出的示例信令流(例如,通过将主机1120耦合到IoT连通性模块1100的标准外围互连)。IoT连通性模块1100然后可在1172向主机1120发送确收分组,并且主机1120然后可以在1174响应于确收分组具有‘0’值向IoT连通性模块1100发送一个或多个参数分组,否则主机1120可响应于确收分组具有‘1’值向IoT连通性模块重发命令分组,直到来自IoT连通性模块1100的确收消息指示该命令分组已被成功接收。此外,如上所述,IoT连通性模块1100可响应于每一参数分组而向主机1120发送确收分组(如在1176处描绘的),其中主机1120可取决于与该确收分组相关联的值来重发前一分组或发送队列中的下一分组。根据各方面,在主机1120已经发送所有适用的参数分组后,IoT连通性模块1100可根据在1174指示的各种参数来调用在1170指示的合适命令。在某一后续时间点,IoT连通性模块1100可接收旨在被递送至主机1120的进站数据,并且断言中断线以通知主机1120该进站数据已经变得可供在主机1120处消费,如在1178处描绘的。响应于此,主机1120可以发送用于请求可用进站数据的消息,如在1180处描绘的,并且IoT连通性模块然后可以向主机1120发送包括可用进站数据的一个或多个分组,如在1182处描绘的。此外,如上所述,主机1120可响应于携带可用进站数据的每一分组而向IoT连通性模块1100发送确收分组(如在1184处描绘的),其中IoT连通性模块1100可取决于与确收分组相关联的值来重发前一进站数据分组或发送下一进站数据分组。

[0146] 根据各方面,现在参照图12,其中解说并示出的示例信令流可以在IoT连通性模块1200处响应于IoT连通性模块1200接收到旨在被递送至主机1220的进站数据而发起。具体而言,响应于接收到旨在被递送至主机1220的进站数据,IoT连通性模块1200可断言专用中断线以通知主机1220该进站数据已经变得可供在主机1220处消费,如在1278处描绘的。响应于此,主机1220可以发送用于请求可用进站数据的消息,如在1280处描绘的,并且IoT连通性模块1200然后可以向主机1220发送包括可用进站数据的一个或多个分组,如在1282处描绘的。此外,如上所述,主机1220可响应于携带可用进站数据的每一分组而向IoT连通性

模块1200发送确收分组(如在1284处描绘的),其中IoT连通性模块1200可取决于确收分组值来重发前一入站数据分组或发送下一入站数据分组。在某一后续时间点,主机1220可基于在前入站数据来向IoT连通性模块1200发送命令分组,如在1270处描绘的,并且IoT连通性模块1200可以向主机1220发送确收分组,如在1272处描绘的。相应地,主机1220然后可以向IoT连通性模块1200发送一个或多个参数分组,IoT连通性模块1200可响应于每一参数分组以如上所述的类似方式向主机1220发送确收分组,如在1274、1276处描绘的。由此,在主机1220已经发送所有适用的参数分组后,IoT连通性模块1200可以根据在1274指示的各种参数来调用在1270指示的合适命令,并且主机1220与IoT连通性模块1200之间的通信可由此继续。

[0147] 根据各方面,图13到图17解说了可实现以上更详细地描述的IoT连通性模块的各种示例用例。由此,为了描述简明和方便,以下涉及图13到图17所示的示例用例的描述聚焦于特定于此类实例的一些细节,藉此涉及与图13到图17所示的示例用例相关联的一些组件和/或功能的各种细节就以上已经提供了相同或相似的细节的程度而言在此可被省略。相应地,无论是否在本文明确描述,本领域技术人员将领会图13到图17所示的各种示例用例可包括与以上参照IoT连通性模块描述的那些组件和/或功能相同或基本上相似的各种附加组件和/或功能,该IoT连通性模块可以与否则非连通的主机集成以藉此将非连通主机转换成连通的IoT设备。

[0148] 现在参照图13,解说了一示例用例,其中IoT连通性模块1300可以被耦合到原始设备制造商(OEM)电路1320以向模拟设备1326(例如,插座、开关、按钮、风扇、灯具、车库开门器、传感器等)添加连通性。更具体地,在图13所示的示例用例中,IoT连通性模块1300可包括电源模块1314以及一个或多个GPIO引脚1302。由此,模拟设备1326可通过OEM电路1320连接到IoT连通性模块1300,OEM电路1320可以经由进而连接到一个或多个GPIO引脚1302的外围接口1315与IoT连通性模块1300集成。此外,在各实施例中,专用中断信号线1317可以被耦合到OEM电路1320和IoT连通性模块1300,其中IoT连通性模块1300可断言专用中断信号线1317以通知OEM电路1320传入数据何时变得可供消费。由此,图13所示的示例用例可允许OEM在不进行固件开发的情况下向模拟设备1326添加连通性以藉此通过将OEM电路1320与IoT连通性模块1320集成并将模拟设备1326连接到OEM电路1320来制造模拟IoT设备1330。例如,在制造商处,可提供配置以定义设备名称、要启用的服务、与GPIO引脚1302相关联的输入与特定事件之间的映射、特定动作与关联于GPIO引脚1302的输出之间的映射、控制面板与GPIO引脚1302之间的映射、以及关于事件、动作、控制面板的人类可读文本,等等。此外,IoT连通性模块1300可提供可被用于定制连通性(例如,天线集成、电路集成、自定义功率要求等)的各种集成服务。由此,可通过OEM电路1320连接到模拟设备1326的IoT连通性模块1300可以大幅减少非重现工程设计(NRE)、外包固件开发的需求、以及制造模拟IoT设备1330的质量保证(QA)工作。

[0149] 现在参照图14,解说了其中IoT连通性模块1400可以被耦合到OEM MCU模块1420以向数字设备1426(例如,高端厨房电器)添加连通性的示例用例。更具体地,在图14所示的示例用例中,OEM MCU模块1420可具有本地电源1428并且经由外围接口1415(例如,UART、SPI、I2C等)以及一个或多个API 1404与IoT连通性模块1400集成,藉此允许OEM在对现有应用做出最低限度(如果有)改变的情况下向数字设备1426添加连通性。此外,在各实施例中,专用



中断信号线1417可以被耦合到OEM MCU模块1420和IoT连通性模块1400,其中IoT连通性模块1400可断言专用中断信号线1417以通知OEM MCU模块1420传入数据何时变得可供消费。此外,在制造商处,可提供配置以定义设备名称、要启用的服务、以及关于事件、动作、控制面板的人类可读文本等。此外,IoT连通性模块1400同样可提供可被用于定制连通性(例如,天线集成、电路集成、自定义功率要求等)的各种集成服务。由此,可通过OEM MCU模块1420连接到数字设备1426的IoT连通性模块1400可大幅减少NRE和QA工作,不需要端口设置,并且简化向数字设备1426添加用于制造数字IoT设备1430的基础服务。

[0150] 现在参照图15,解说了其中IoT连通性模块1500可向具有模拟和数字能力的多功能设备1526添加连通性的示例用例,其中图15所示的IoT连通性模块1500一般可组合通过图13所示的IoT连通性模块1300和图14所示的IoT连通性模块1400提供的能力。更具体地,在图15所示的示例用例中,多功能设备1526可经由具有本地电源1528以及模拟和数字能力的OEM MCU模块1520连接到IoT连通性模块1500,其中具有模拟和数字能力的OEM MCU模块1520可经由外围接口1515(例如,UART、SPI、I2C和/或其它合适的标准外围接口)与关联于IoT连通性模块1500的一个或多个API 1504以及一个或多个GPIO引脚1502集成。此外,如同图13和图14所示的示例用例,专用中断信号线1517可以耦合到OEM MCU模块1520和IoT连通性模块1500,以使得IoT连通性模块1500可断言专用中断信号线1517以通知OEM MCU模块1520传入数据何时变得可供消费。相应地,该一个或多个GPIO引脚1502可通过OEM MCU模块1520向多功能设备1526中的一个或多个模拟组件提供连通性,并且一个或多个API 1504可以连接到与OEM MCU模块1520相关联的一个或多个数字接口以向与该多功能设备1526相关联的一个或多个数字组件提供连通性,藉此创建多功能模拟和数字IoT设备1530。

[0151] 现在参照图16,解说了其中可使用IoT连通性模块1600来向厂商板1630(例如,Arduino板、Beaglebone板、Raspberry Pi板或其它合适的自制(DIY)厂商板)添加连通性的示例用例。更具体地,根据各方面,厂商板1630可包括耦合到MCU 1620或其它合适的处理器的一个或多个GPIO引脚1626和/或其它合适的电子组件,MCU 1620或其它合适的处理器可经由外围接口1615与IoT连通性模块1600、一个或多个GPIO引脚1602以及与IoT连通性模块1600相关联的一个或多个API 1604集成。相应地,厂商板1630可利用与在IoT连通性模块1600上实现的近程设备到设备(D2D)通信框架相关联的益处,以容易地与其它近旁对等设备通信。此外,如同图13-15所示的示例用例,中断信号线1617可以从IoT连通性模块1600提供至厂商板1630上的MCU 1620,藉此MCU 1620可响应于IoT连通性模块1600断言专用中断信号线1617来确定传入数据何时变得可供消费。在一替代用例中,IoT连通性模块1600可具有自立架构,在该情形中厂商板1630可能不一定具有MCU 1620。此外,取决于特定用例,IoT连通性模块1600可具有被设计成根据可以与其相关联的任何适用的屏蔽要求来拟合特定厂商板1630的形状因子。另外,以与以上参照图13到图15描述的示例用例类似的方式,可以在IoT连通性模块1600内定义配置以指定设备名称、一个或多个所启用的服务、GPIO引脚1602、1626与一个或多个事件、动作和/或控制面板服务之间的映射、关于该一个或多个事件、动作和/或控制面板服务的人类可读文本等。由此,集成到厂商板1630中的IoT连通性模块1600可大幅减少学习曲线,提供与各种DIY平台和形状因子的兼容性,并且支持小型MCU 1620,以及其它优点。

[0152] 现在参照图17,解说了其中IoT连通性模块1700可被用于向照明控制器1730添加

连通性的示例用例。在图17所示的特定用例中，IoT连通性模块1700可包括电源模块1714以及脉宽调制(PWM)模块1716。例如，根据各方面，PWM模块1716可控制与一个或多个电脉冲相关联的宽度以通过照明控制器1730控制从电源模块1714递送至照明系统的功率。一般而言，IoT连通性模块1700可实现用以提供一站式解决方案的照明服务框架，该解决方案可被用于构建可经由将IoT连通性模块1700耦合到MCU 1720的外围接口1715集成到照明控制器1730中的连通的多色发光二极管(LED)照明系统，MCU 1720进一步耦合到一个或多个GPIO引脚1726。此外，如同图13-16所示的示例用例，专用中断信号线1717可以从IoT连通性模块1700提供至MCU 1720，MCU1720可响应于IoT连通性模块1700断言专用中断信号线1717来发现传入数据已经变得可供消费。由此，可以集成到照明控制器1730中的IoT连通性模块1700可大幅减少与智能照明开发相关联的NRE，减少照明功耗，降低照明物料清单(BOM)、以及控制可能不具有MCU的照明系统。具体而言，根据各方面，照明服务框架可包括可使得嵌入式照明设备(例如，连通的灯泡)能够由控制器服务来控制的控制器服务和灯服务。例如，根据各方面，照明OEM可将灯服务嵌入与照明产品相关联的固件中以启用智能照明特征，并且控制器服务器可被配置成找到近程网络中的正在运行灯服务的一个或多个设备并提供以各种方式控制照明设备的附加功能性(例如，同时控制多个灯、施加自定义照明效果、在开灯和关灯之间往复、检索功耗和光细节、设置亮度或色调等)。

[0153] 根据本公开的一方面，图18解说了根据本文公开的各方面和实施例的可支持与其它近程设备的直接D2D通信的示例性通信设备1800。例如，根据各方面，图18所示的通信设备1800可表示可通过将上述连通性模块与否则非连通的主机集成得到的IoT设备。具体而言，如图18所示，通信设备1800可包括从例如接收天线(未示出)接收信号、对接收到的信号执行典型的动作(例如，滤波、放大、下变频等)、并将经调理的信号数字化以获得样本的接收机1802。接收机1802可包括可解调接收到的码元并将其提供给处理器1806以供信道估计的解调器1804。处理器1806可专用于分析由接收机1802接收到的信息和/或生成用于由发射机1820传输的信息，控制通信设备1800的一个或多个组件，和/或它们的任何组合。

[0154] 在各实施例中，通信设备1800可另外包括起作用地耦合至处理器1806的存储器1808，其中存储器1808可存储收到的数据，要传送的数据，与可用信道有关的信息，与经分析的信号和/或干扰强度相关联的数据，与获指派的信道、功率、速率或诸如此类有关的信息，以及任何其他适用于估计信道和经由信道传达的信息。在一个方面，存储器1808可包括一个或多个本地端点应用1810，其可寻求通过分布式总线模块1830与通信设备1800和/或其他通信设备(未示出)上的端点应用、服务等等通信。存储器1808可附加地存储与估计和/或利用信道(例如，基于性能、基于容量等)相关联的协议和/或算法。

[0155] 本领域技术人员将明白，本文描述的存储器1808和/或其他数据存储可以是易失性存储器或非易失性存储器，或可包括易失性和非易失性存储器两者。作为解说而非限定，非易失性存储器可包括只读存储器(ROM)、可编程ROM(PROM)、电可编程ROM(EPROM)、电可擦除PROM(EEPROM)、或闪存。易失性存储器可包括充当外部高速缓存存储器的随机存取存储器(RAM)。藉由解说而非限定，RAM有许多形式可用，诸如同步RAM(SRAM)、动态RAM(DRAM)、同步DRAM(SDRAM)、双倍数据率SDRAM(DDR SDRAM)、增强型SDRAM(ESDRAM)、同步链路DRAM(SLDRAM)、以及直接存储器总线(Rambus) RAM(DRRAM)。本主题系统和方法中的存储器1808可包括但不限于这些以及任何其他合适类型的存储器。

[0156] 在各实施例中,与通信设备1800相关联的分布式总线模块1830可进一步促进建立与其他设备的连接。分布式总线模块1830可进一步包括用以辅助分布式总线模块1830管理多个设备之间的通信的总线节点模块1832。在一个方面,总线节点模块1832可进一步包括用以辅助总线节点模块1832与关联于其他设备的端点应用进行通信的对象命名模块1834。另外,分布式总线模块1830可包括辅助本地端点应用1810通过所建立的分布式总线与其他本地端点和/或其他设备上的可访问的端点应用进行通信的端点模块1836。在另一方面,分布式总线模块1830可促进通过多个可用运输(例如,蓝牙、UNIX域套接字、TCP/IP、Wi-Fi,等等)的设备间和/或设备内通信。相应地,在一个实施例中,分布式总线模块1830和端点应用1810可被用来建立和/或加入基于邻近度的分布式总线,通信设备1800可通过该分布式总线使用直接设备到设备(D2D)通信来与其他邻近的通信设备进行通信。

[0157] 另外,在一个实施例中,通信设备1800可包括用户接口1840,用户接口1840可包括用于生成对通信设备1800的输入的输入机制1842以及用于生成信息以供通信设备1800的用户消费的输出机制1844。例如,输入机制1842可包括诸如键或键盘、鼠标、触摸屏显示器、话筒等的一个或多个机制。此外,例如,输出机制1844可包括显示器、音频扬声器、触觉反馈机制、个域网(PAN)收发机等。在所示方面,输出机制1844可包括可用于以音频形式渲染媒体内容的音频扬声器、可用于以图像或视频格式渲染媒体内容和/或以文本或可视形式渲染定时元数据的显示器、或其他合适的输出机制。然而,在一个实施例中,无头通信设备1800可不包括某些输入机制1842和/或输出机制1844,因为无头设备一般指已被配置成在无需监视器、键盘和/或鼠标的情况下操作的计算机系统或设备。

[0158] 本领域技术人员将领会,信息和信号可使用各种不同技术和技艺中的任何一种来表示。例如,贯穿上面说明始终可能被述及的数据、指令、命令、信息、信号、比特、码元和码片可由电压、电流、电磁波、磁场或磁粒子、光场或光粒子、或其任何组合来表示。

[0159] 此外,本领域技术人员将领会,结合本文中所公开的方面描述的各种解说性逻辑块、模块、电路、和算法步骤可被实现为电子硬件、计算机软件、或两者的组合。为清楚地解说硬件与软件的这一可互换性,各种解说性组件、块、模块、电路、以及步骤在上面是以其功能性的形式作一般化描述的。此类功能性是被实现为硬件还是软件取决于具体应用和施加于整体系统的设计约束。技术人员可针对每种特定应用以不同方式来实现所描述的功能性,但此类实现决策不应被解读为脱离本公开的范围。

[0160] 结合本文所公开的方面描述的各种解说性逻辑块、模块、以及电路可用设计成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、分立的门或晶体管逻辑、分立的硬件组件、或其任何组合来实现或执行。通用处理器可以是微处理器,但在替换方案中,该处理器可以是任何常规的处理器、控制器、微控制器、或状态机。处理器还可以被实现为计算设备的组合(例如DSP与微处理器的组合、多个微处理器、与DSP核协作的一个或多个微处理器、或任何其他此类配置)。

[0161] 结合本文公开的各方面描述的方法、序列和/或算法可直接在硬件中、在由处理器执行的软件模块中、或在这两者的组合中体现。软件模块可驻留在RAM、闪存、ROM、EPROM、EEPROM、寄存器、硬盘、可移动盘、CD-ROM或本领域中所知的任何其他形式的存储介质中。示例性存储介质耦合至处理器以使得该处理器能从/向该存储介质读写信息。在替换方案中,

存储介质可以被整合到处理器。处理器和存储介质可驻留在ASIC中。ASIC可驻留在IoT设备中。在替换方案中,处理器和存储介质可作为分立组件驻留在用户终端中。

[0162] 在一个或多个示例性方面,所描述的功能可在硬件、软件、固件或其任何组合中实现。如果在软件中实现,则各功能可以作为一条或多条指令或代码存储在计算机可读介质上或藉其进行传送。计算机可读介质包括计算机存储介质和通信介质两者,包括促成计算机程序从一地向另一地转移的任何介质。存储介质可以是能被计算机访问的任何可用介质。作为示例而非限定,此类计算机可读介质可包括RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM或其他光盘存储、磁盘存储或其他磁存储设备、或能用于携带或存储指令或数据结构形式的期望程序代码且能被计算机访问的任何其他介质。任何连接也被正当地称为计算机可读介质。例如,如果软件是使用同轴电缆、光纤电缆、双绞线、DSL、或诸如红外、无线电、以及微波之类的无线技术从web网站、服务器、或其他远程源传送而来,则同轴电缆、光纤电缆、双绞线、DSL、或诸如红外、无线电、以及微波之类的无线技术就被包括在介质的定义之中。本文中可互换地使用的术语盘(disk)和碟(disc)包括CD、激光碟、光碟、DVD、软盘和蓝光碟,它们常常磁性地和/或用激光来光学地再现数据。上述的组合应当也被包括在计算机可读介质的范围内。

[0163] 尽管前面的公开示出了本公开的解说性方面,但是本领域技术人员将明白,在其中可作出各种变更和修改而不会脱离如所附权利要求定义的本公开的范围。根据本文中所描述的本公开的各方面的方法权利要求中的功能、步骤和/或动作不一定要以任何特定次序执行。此外,尽管本公开的要素可能是以单数来描述或主张权利的,但是复数也是已料想了,除非显式地声明了限定于单数。

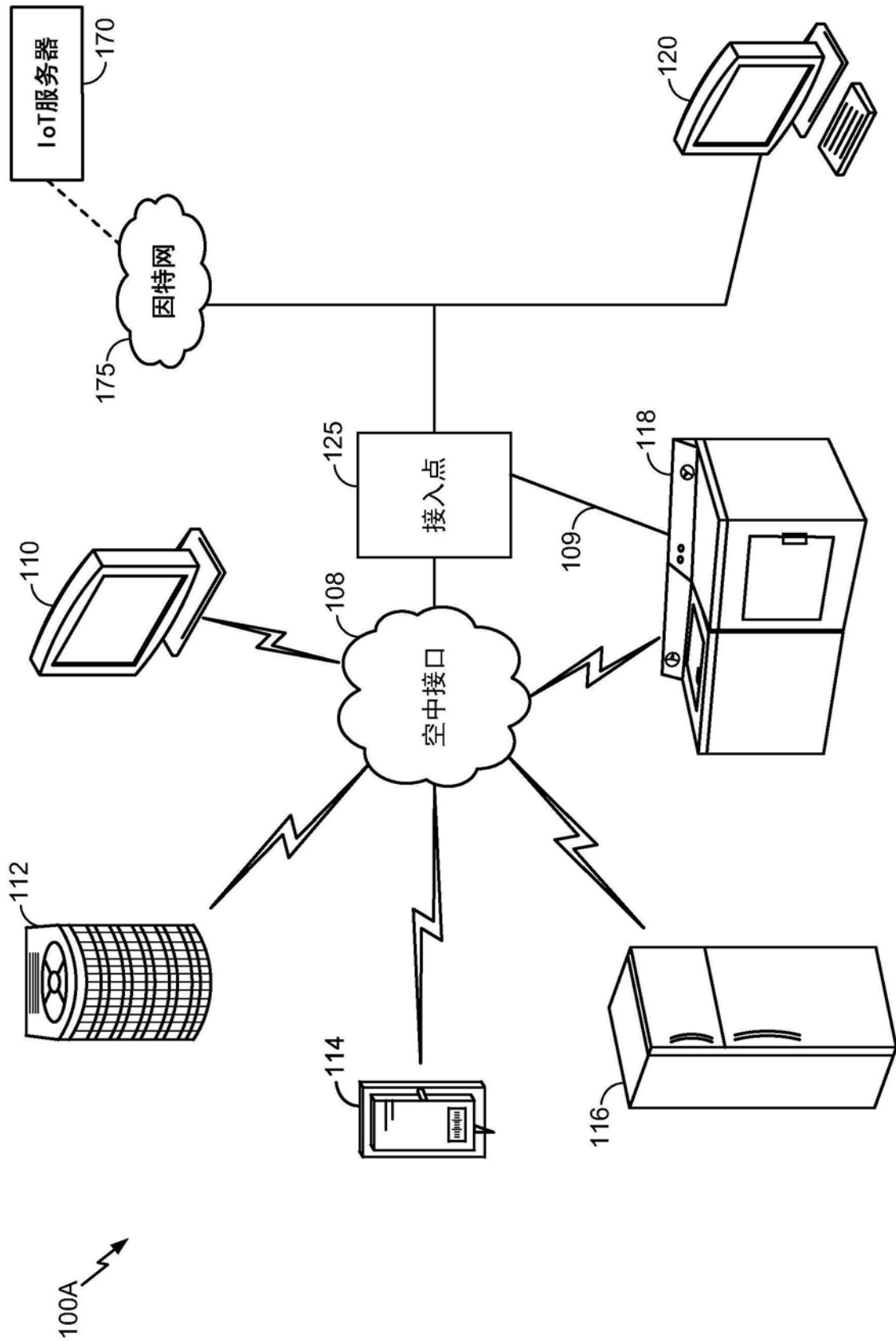


图1A

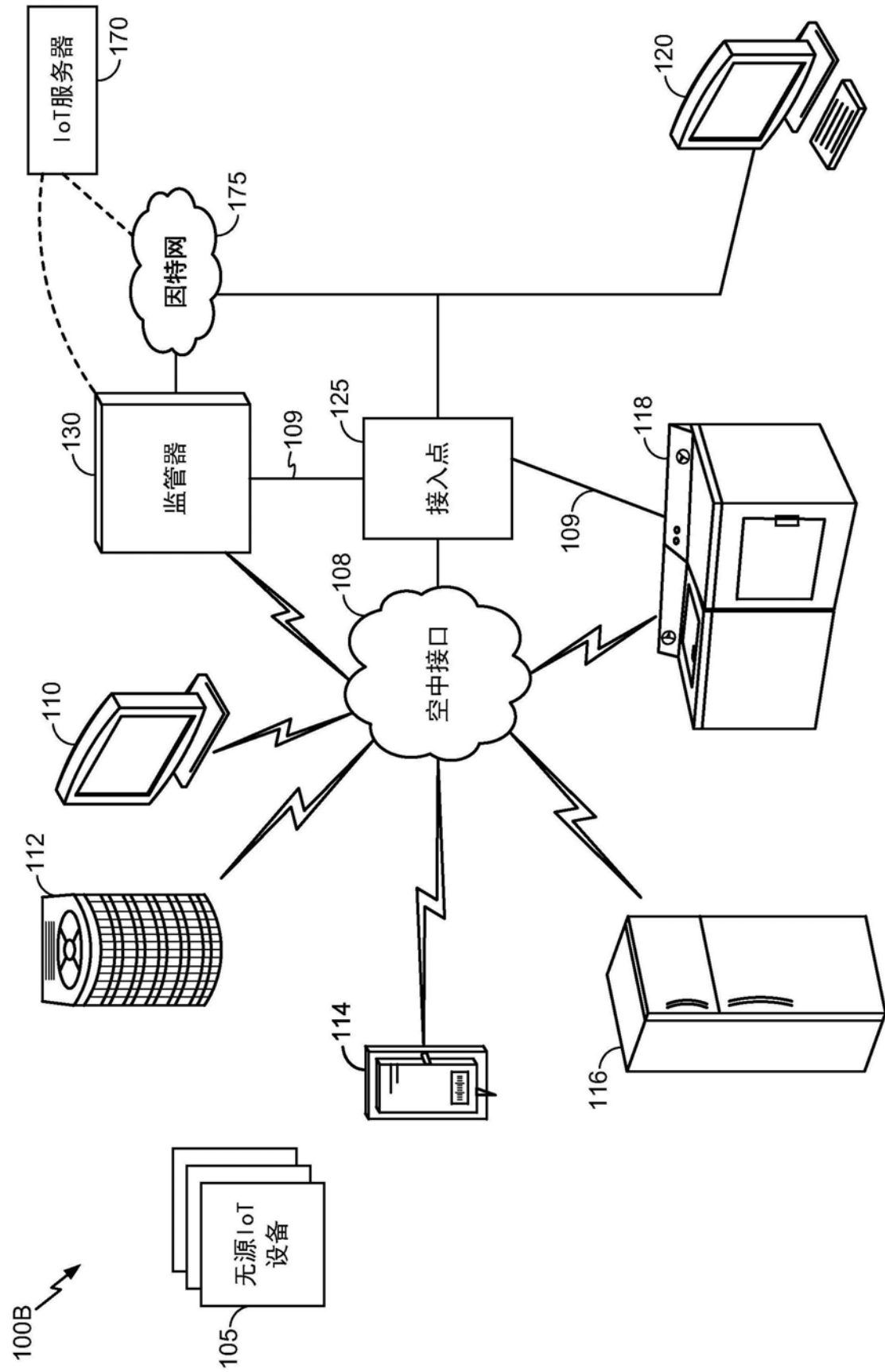


图1B

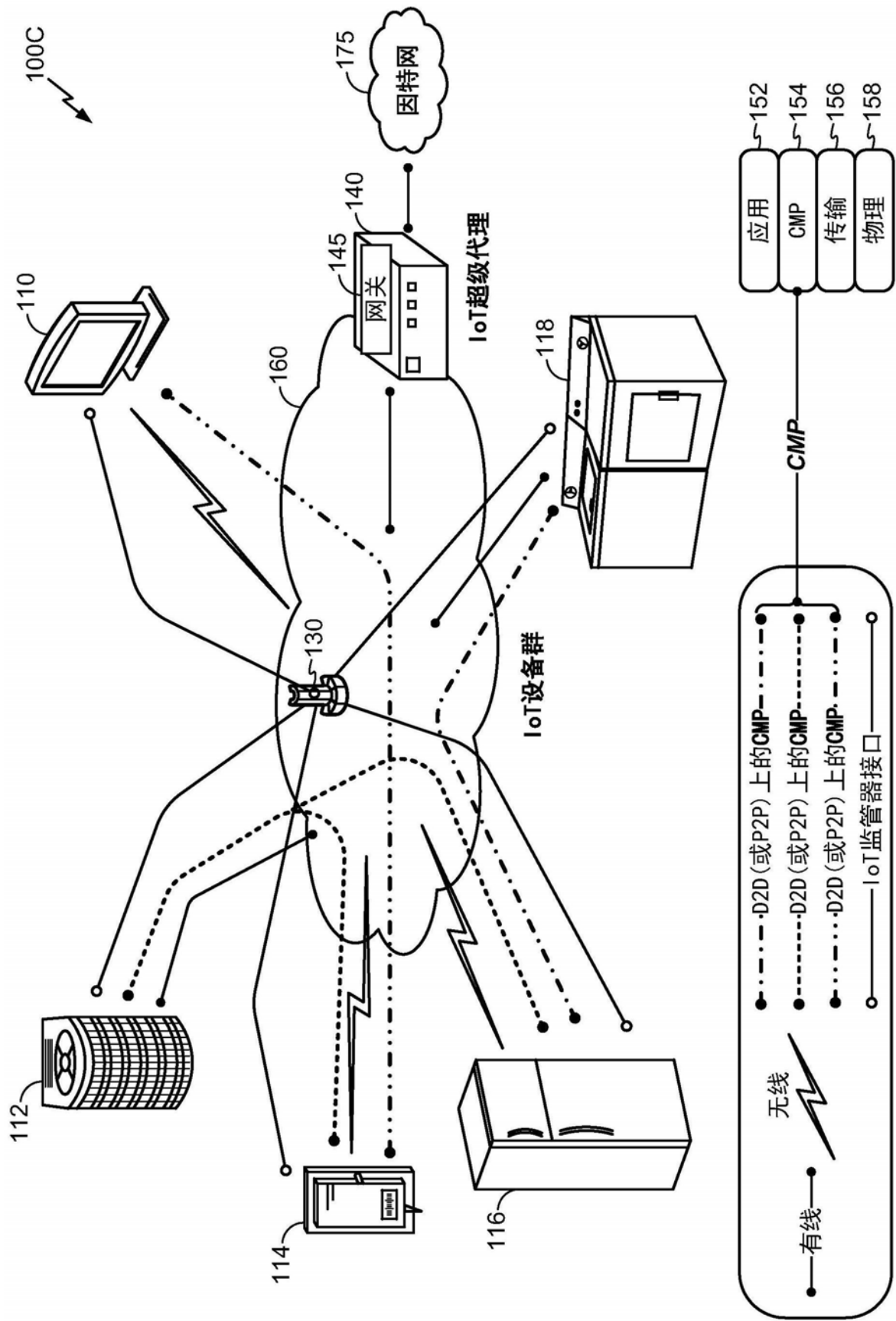


图1C

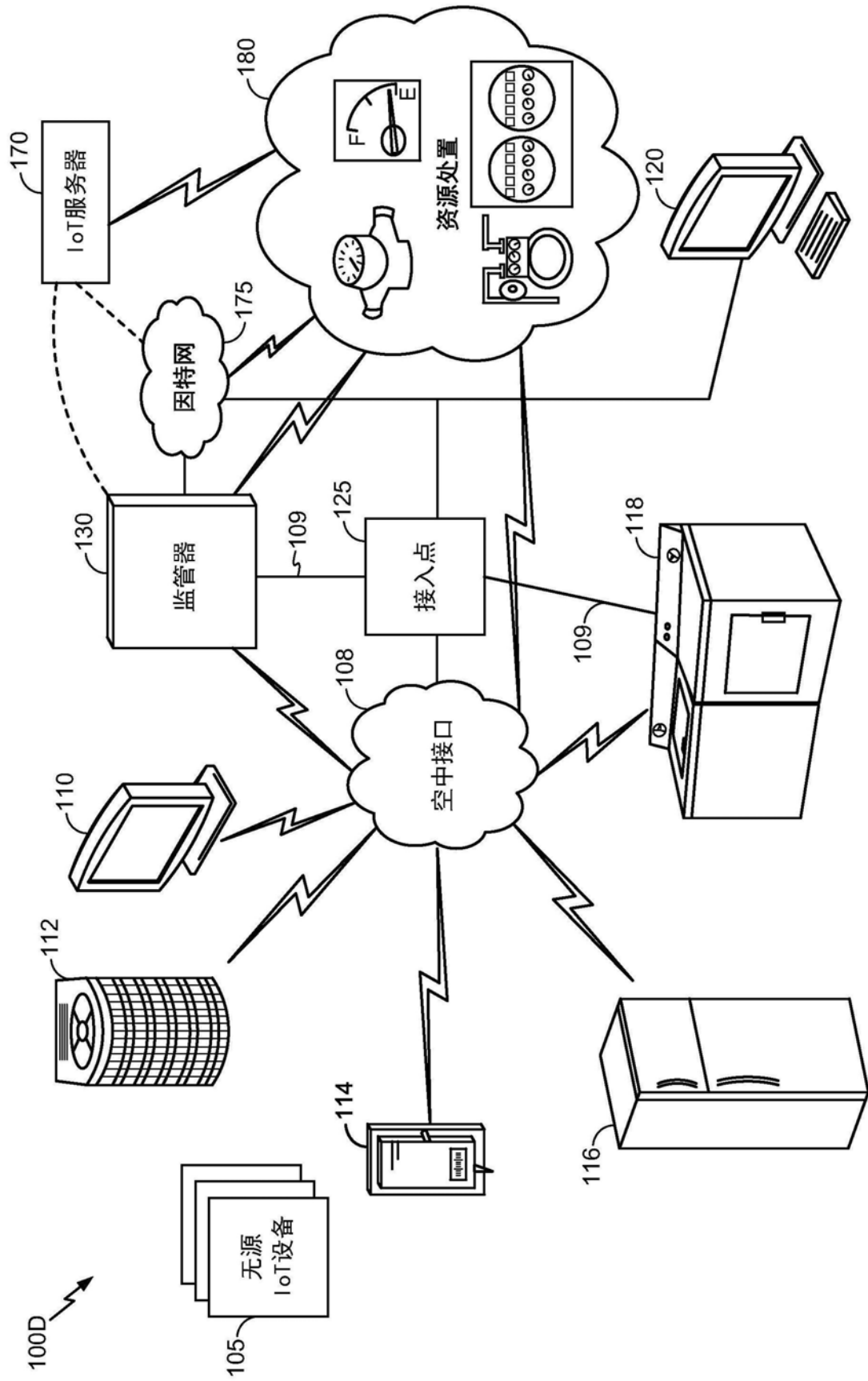


图1D



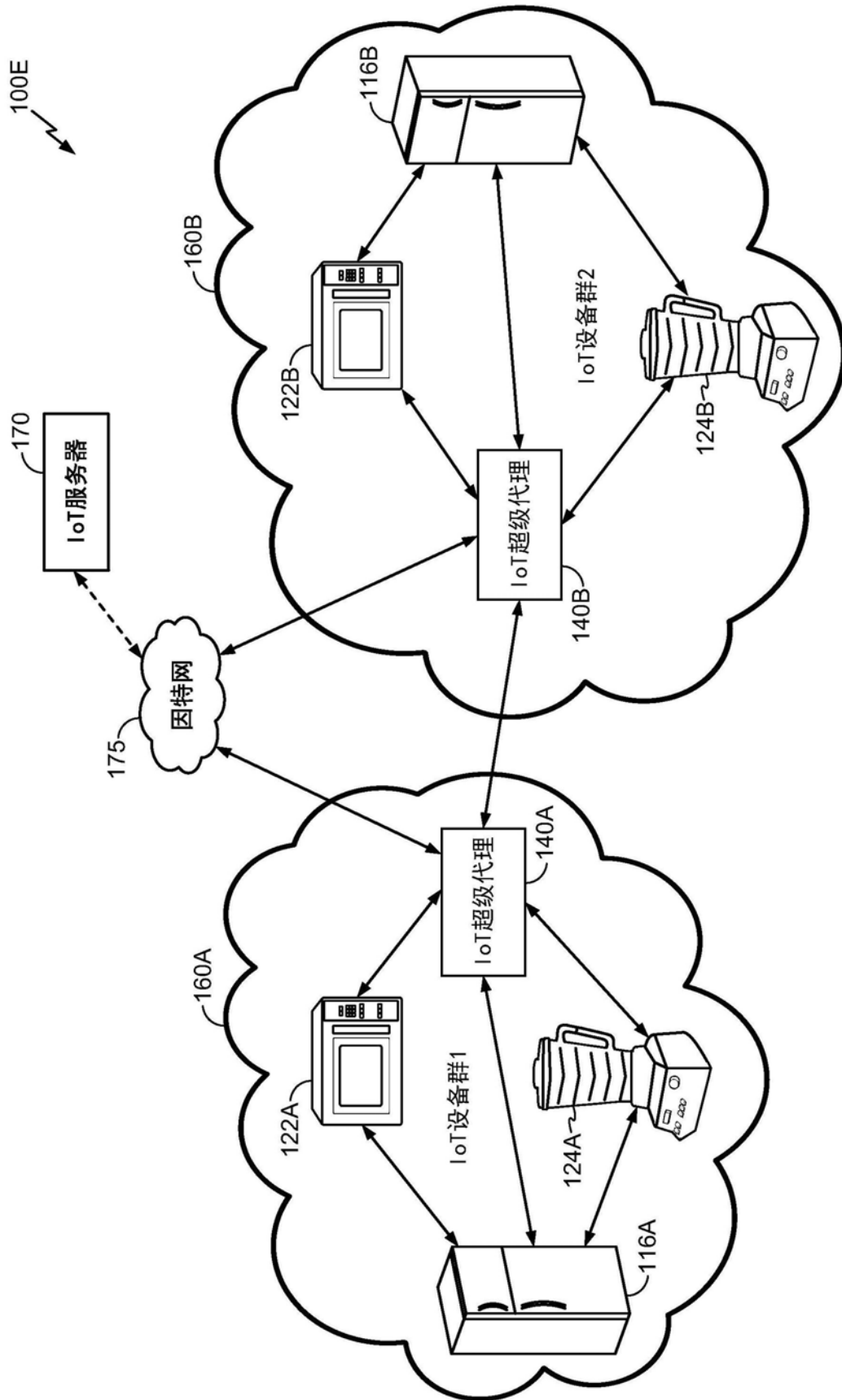


图1E

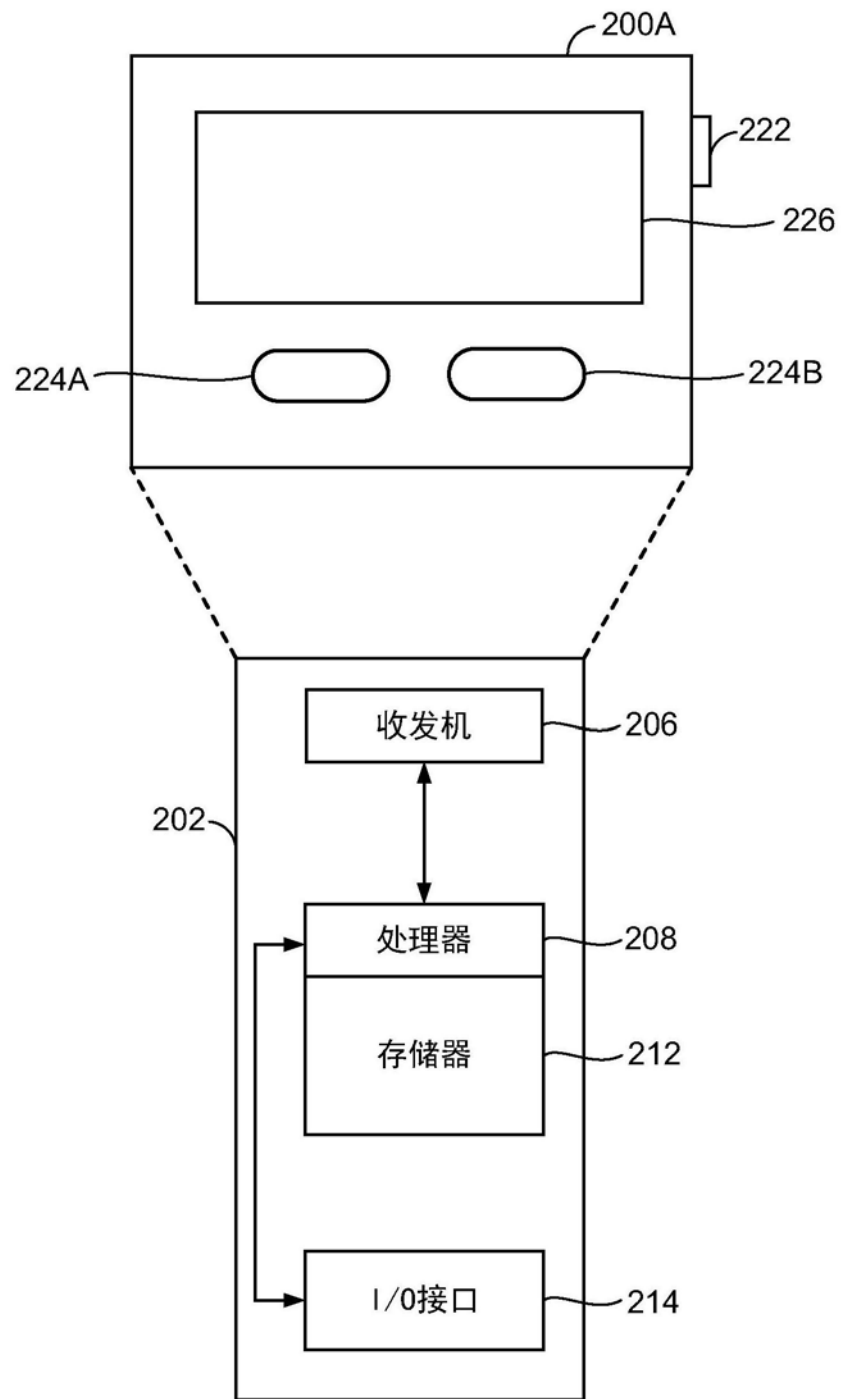


图2A

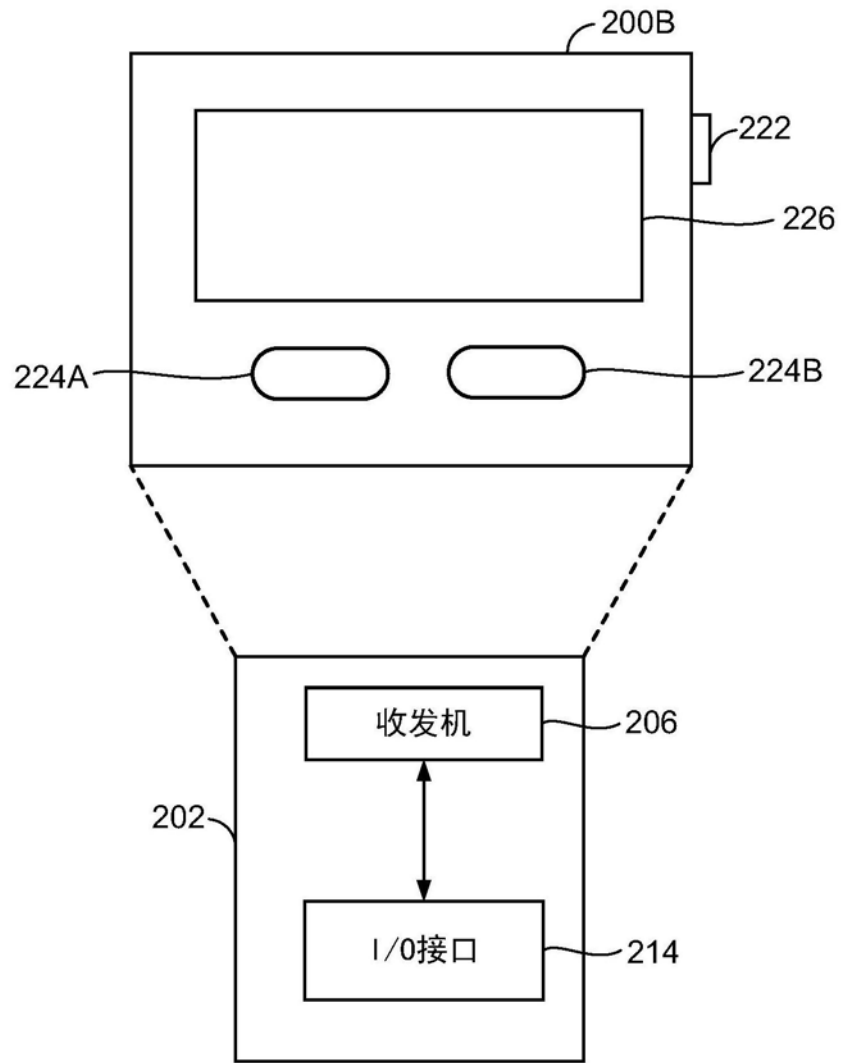


图2B

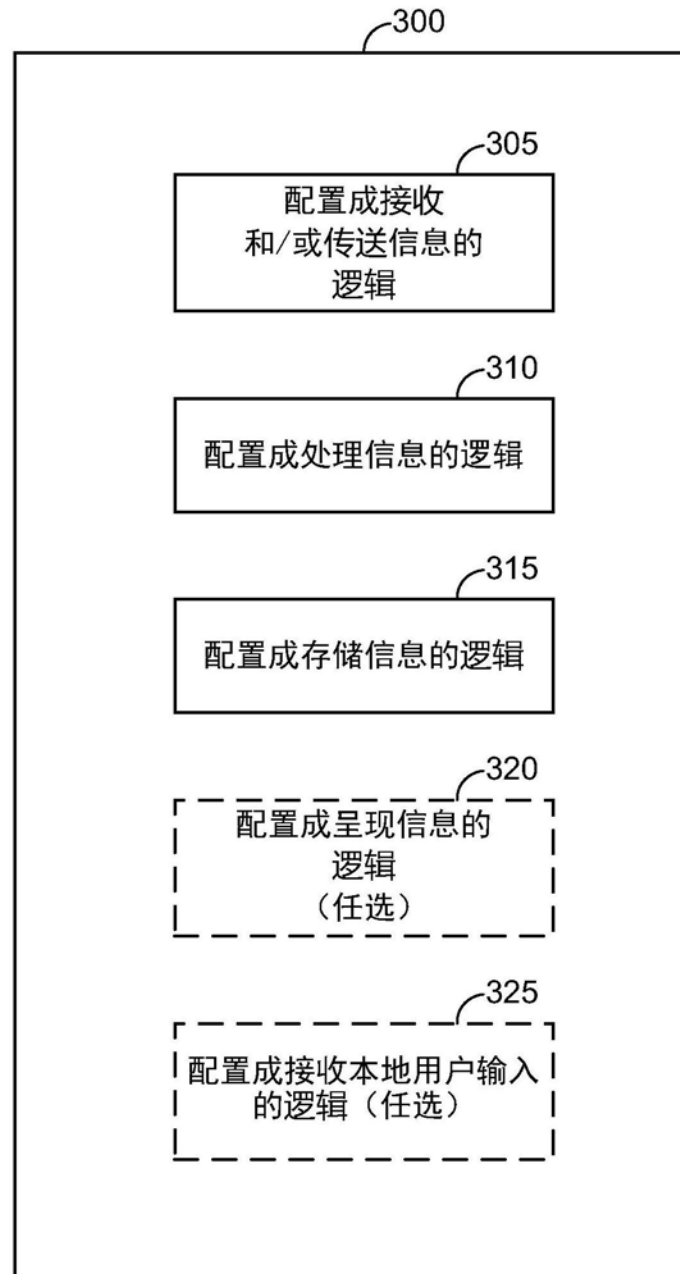


图3

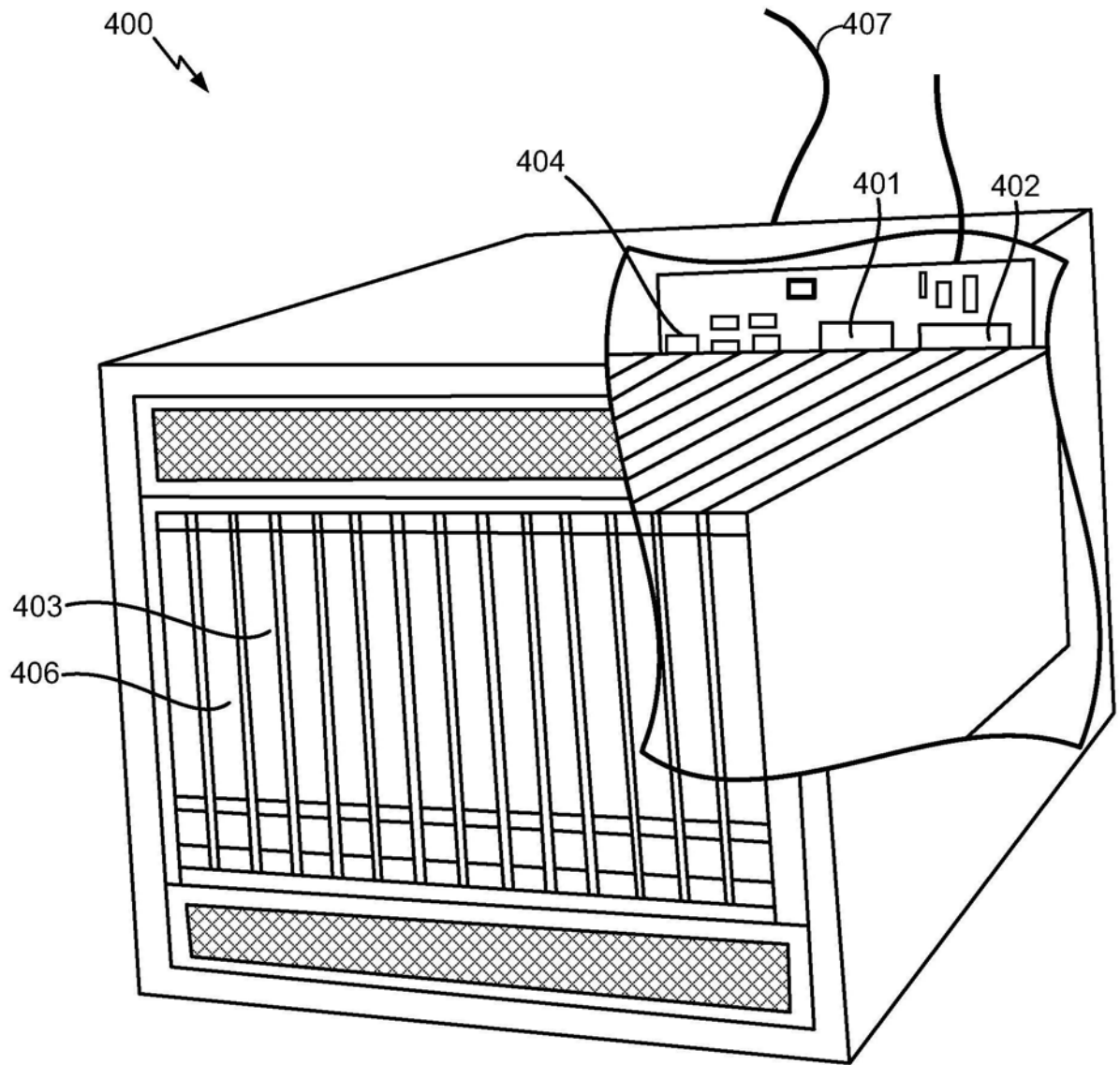


图4

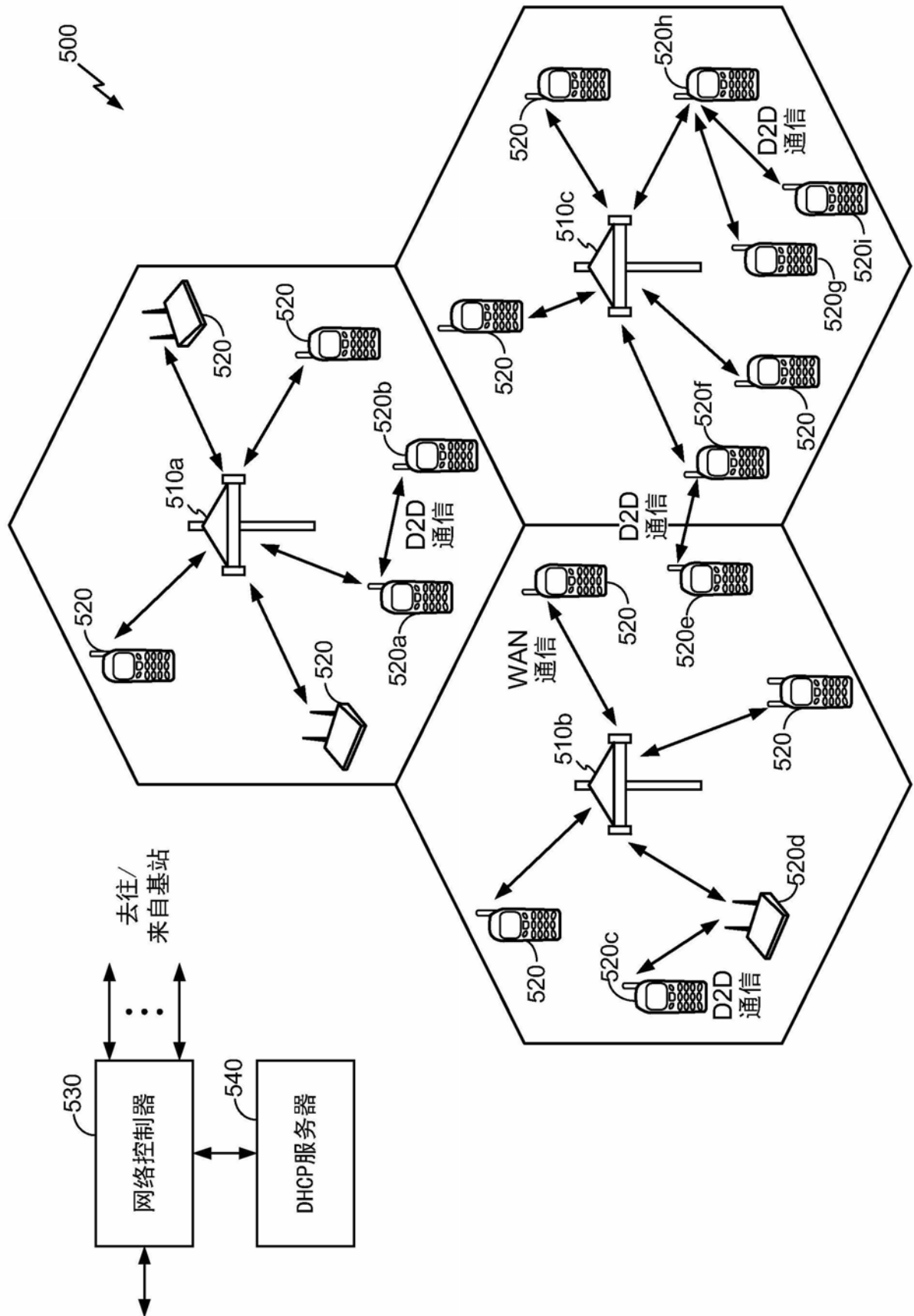


图5

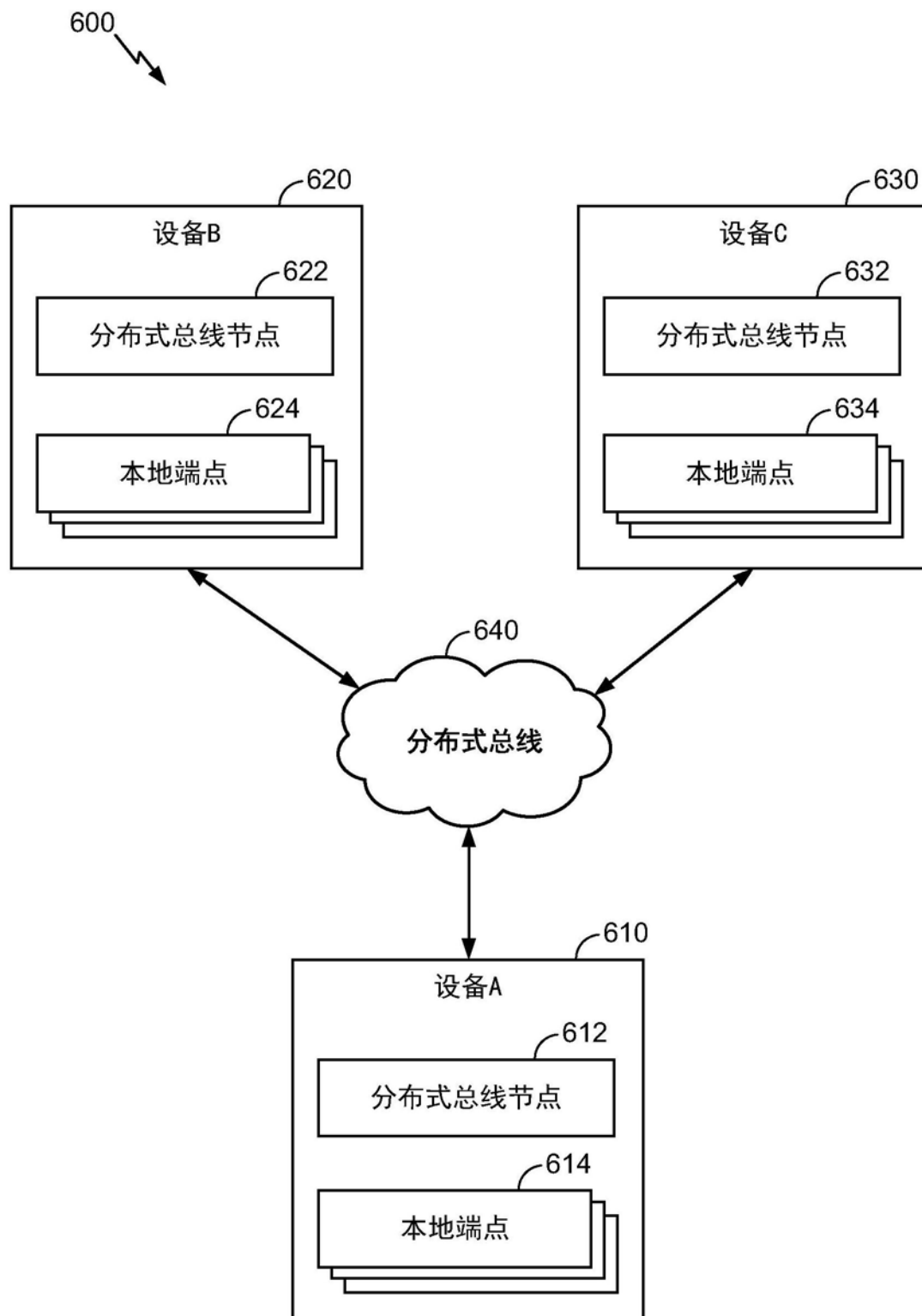


图6

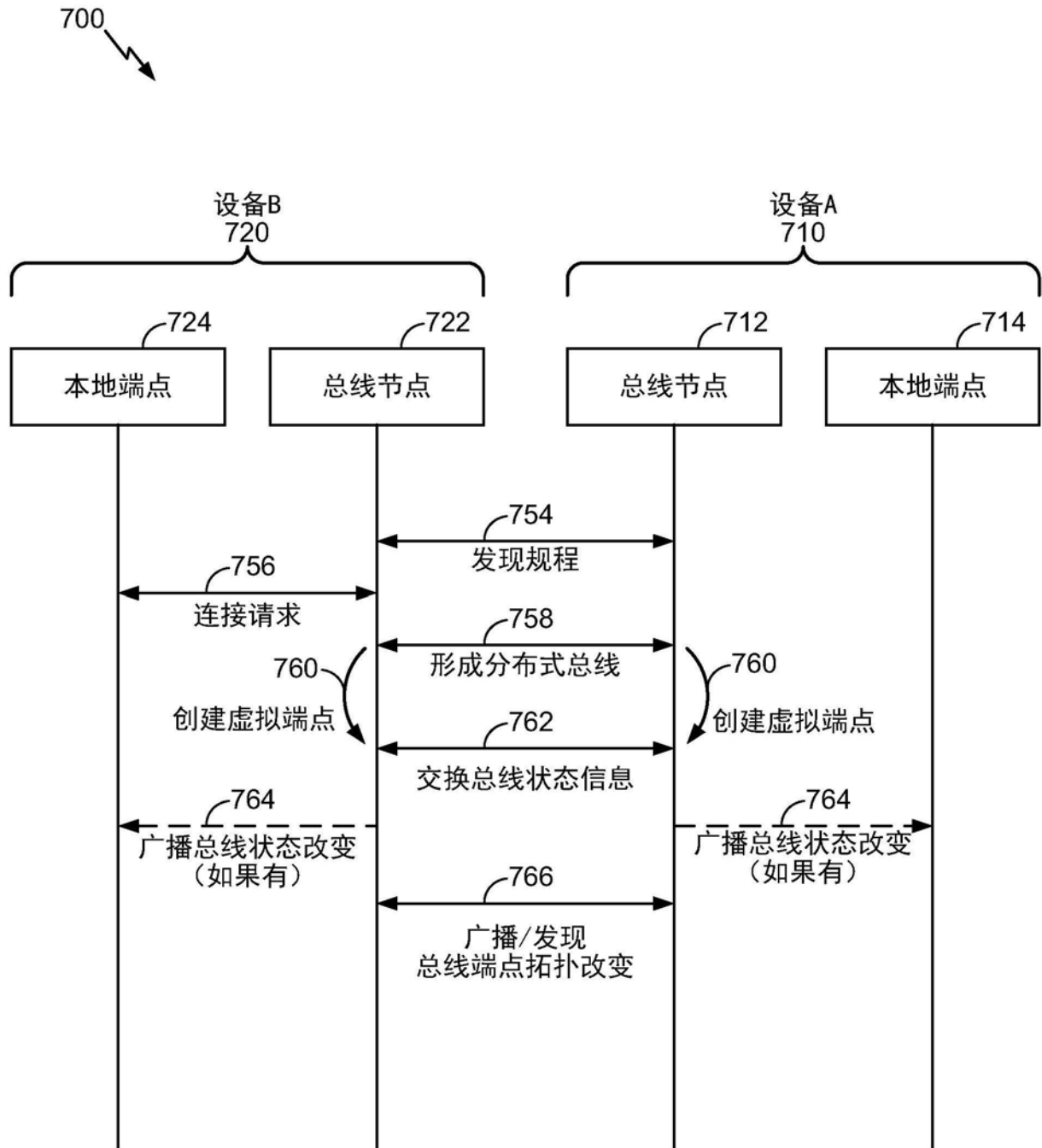


图7



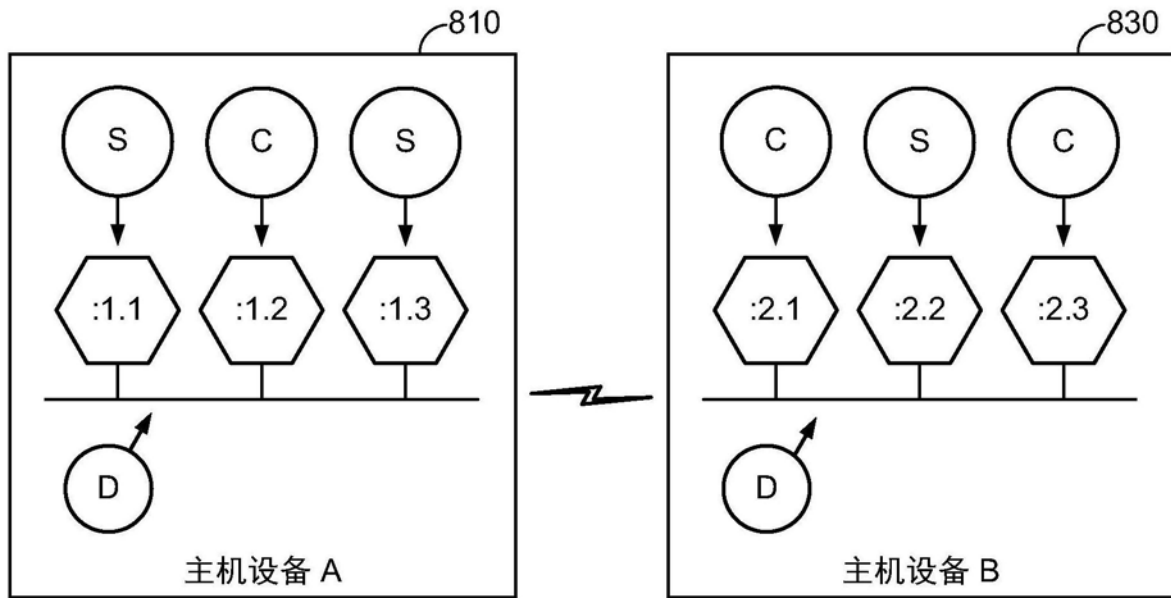


图8A

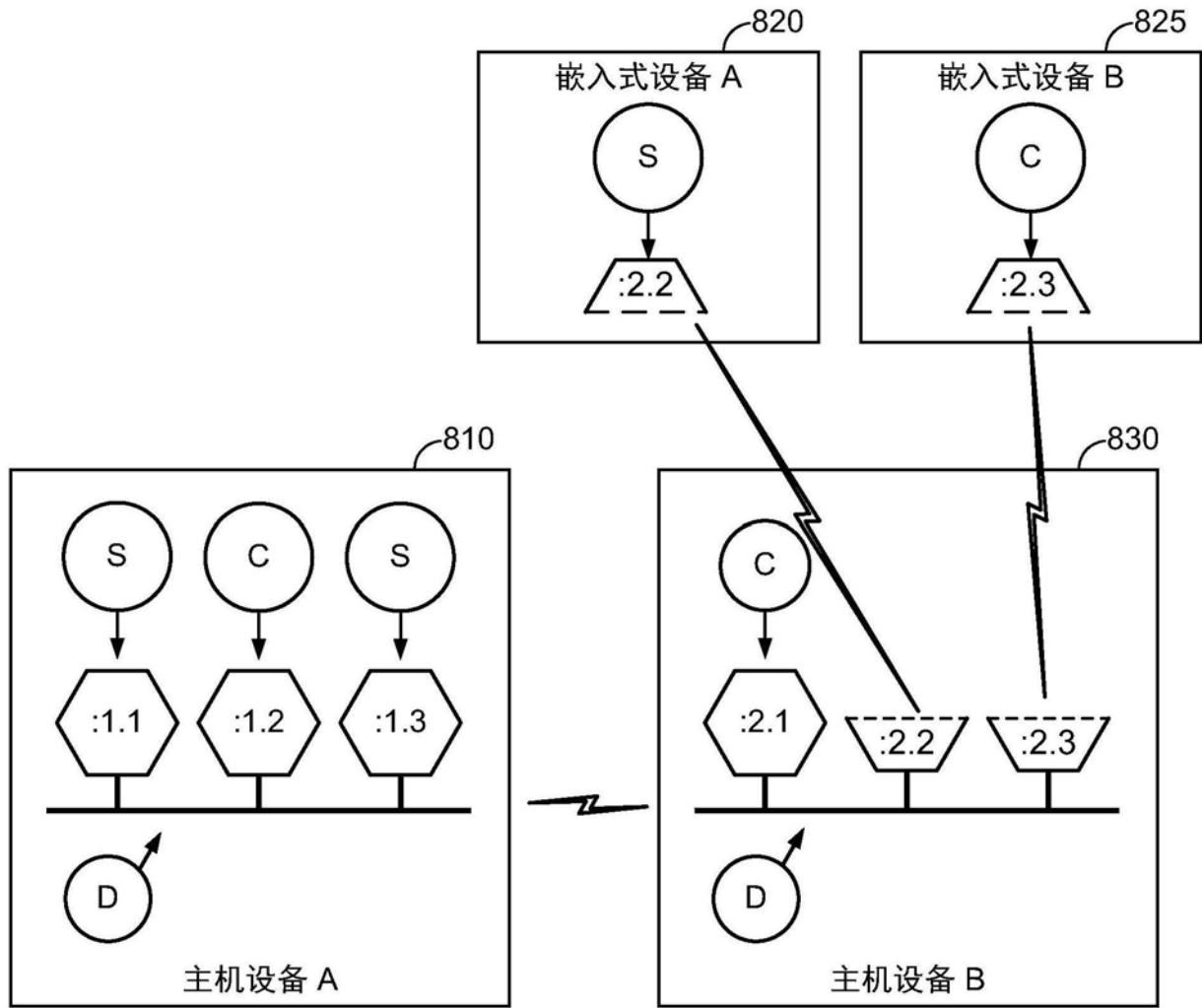


图8B

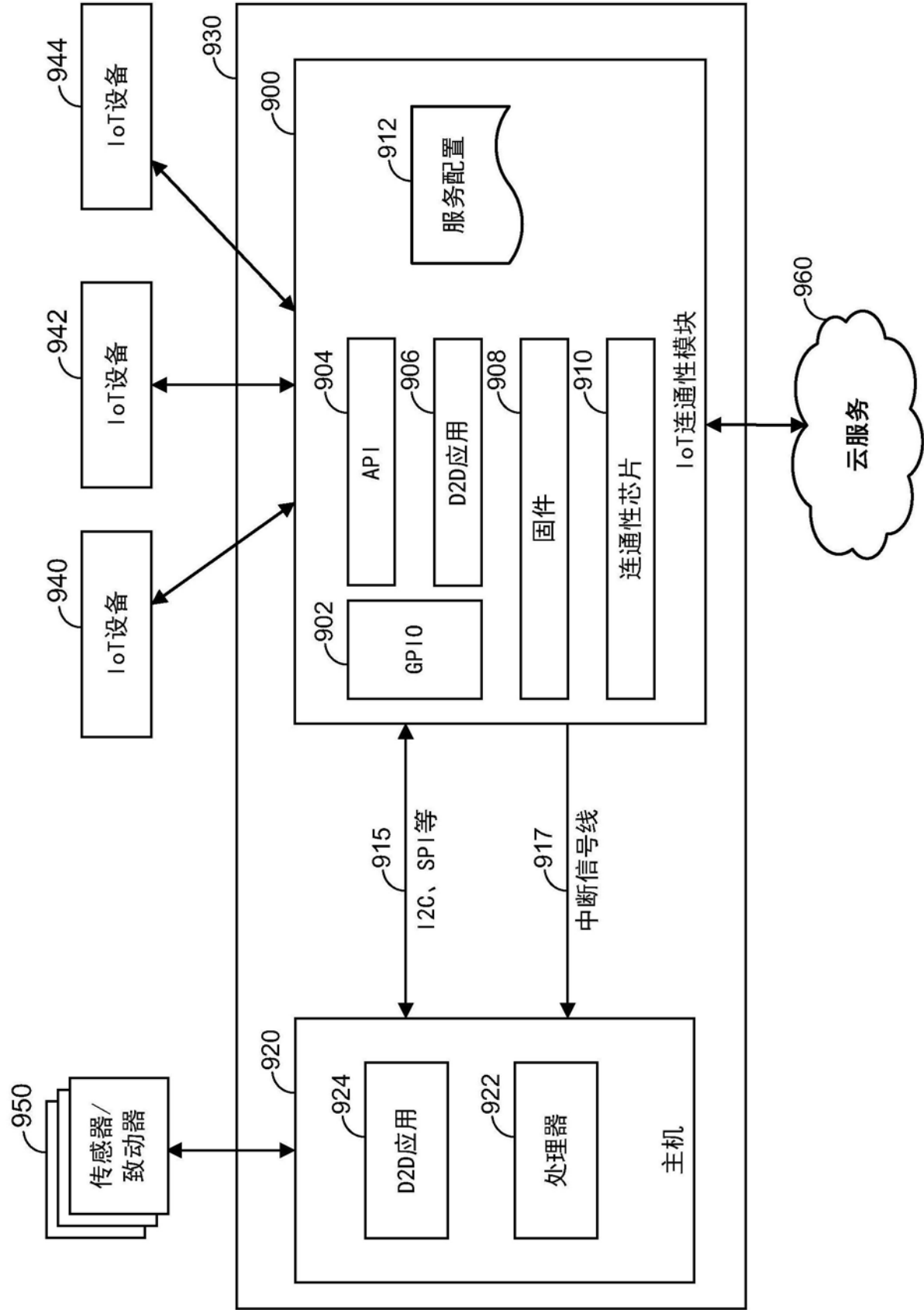


图9

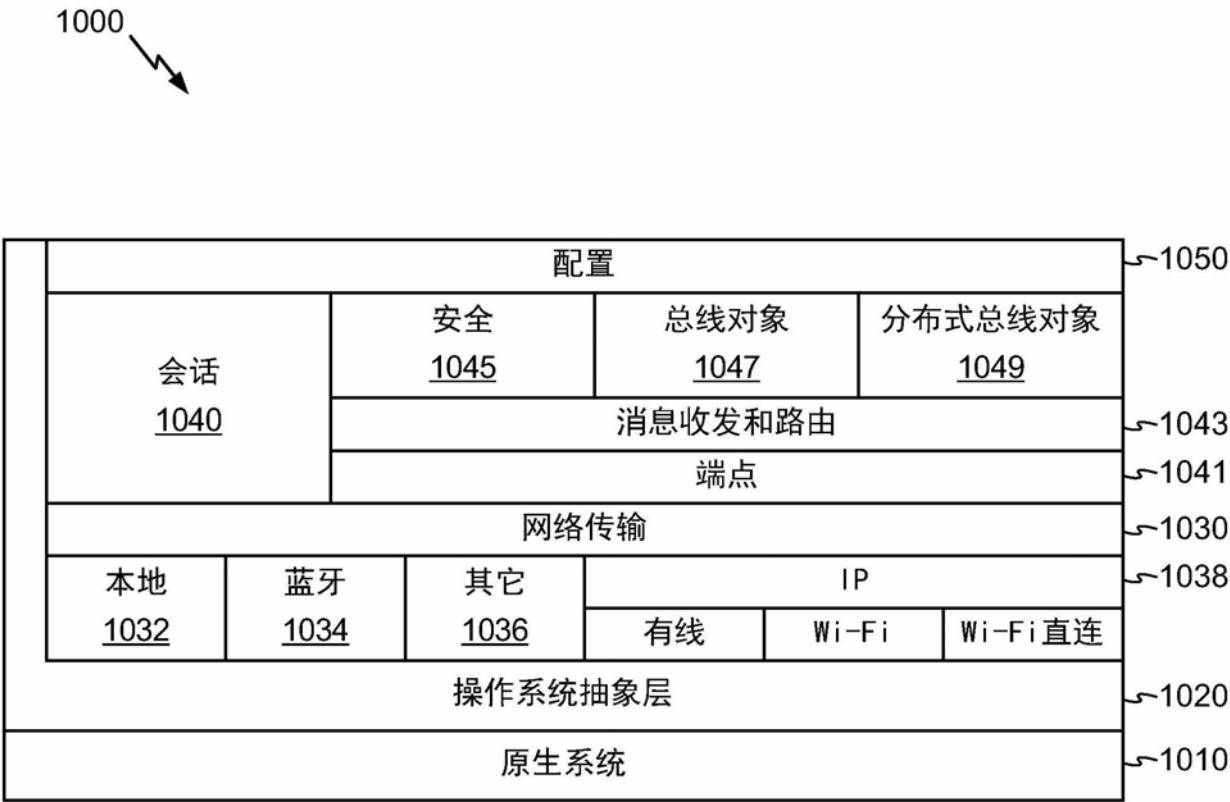


图10

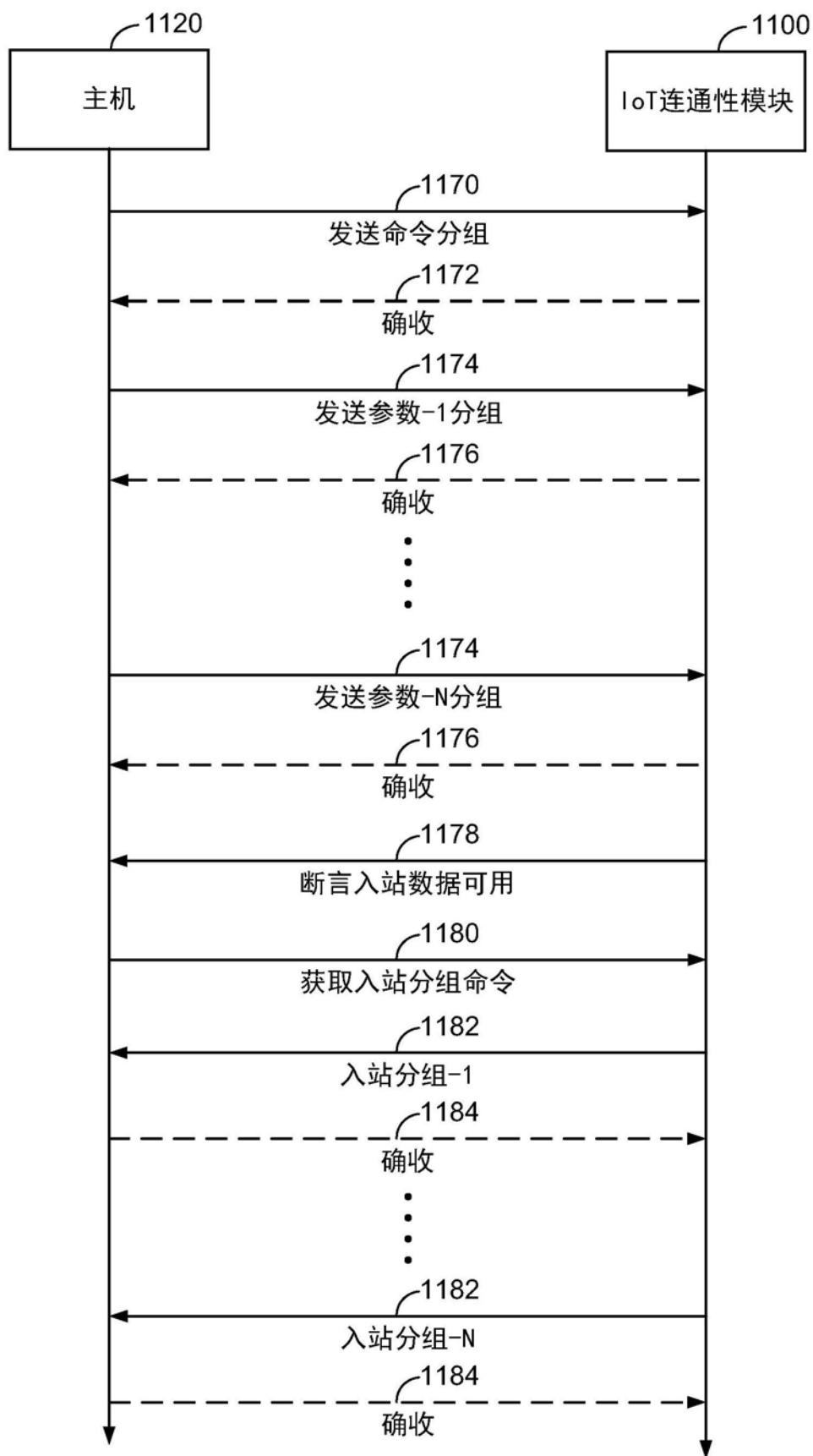


图11

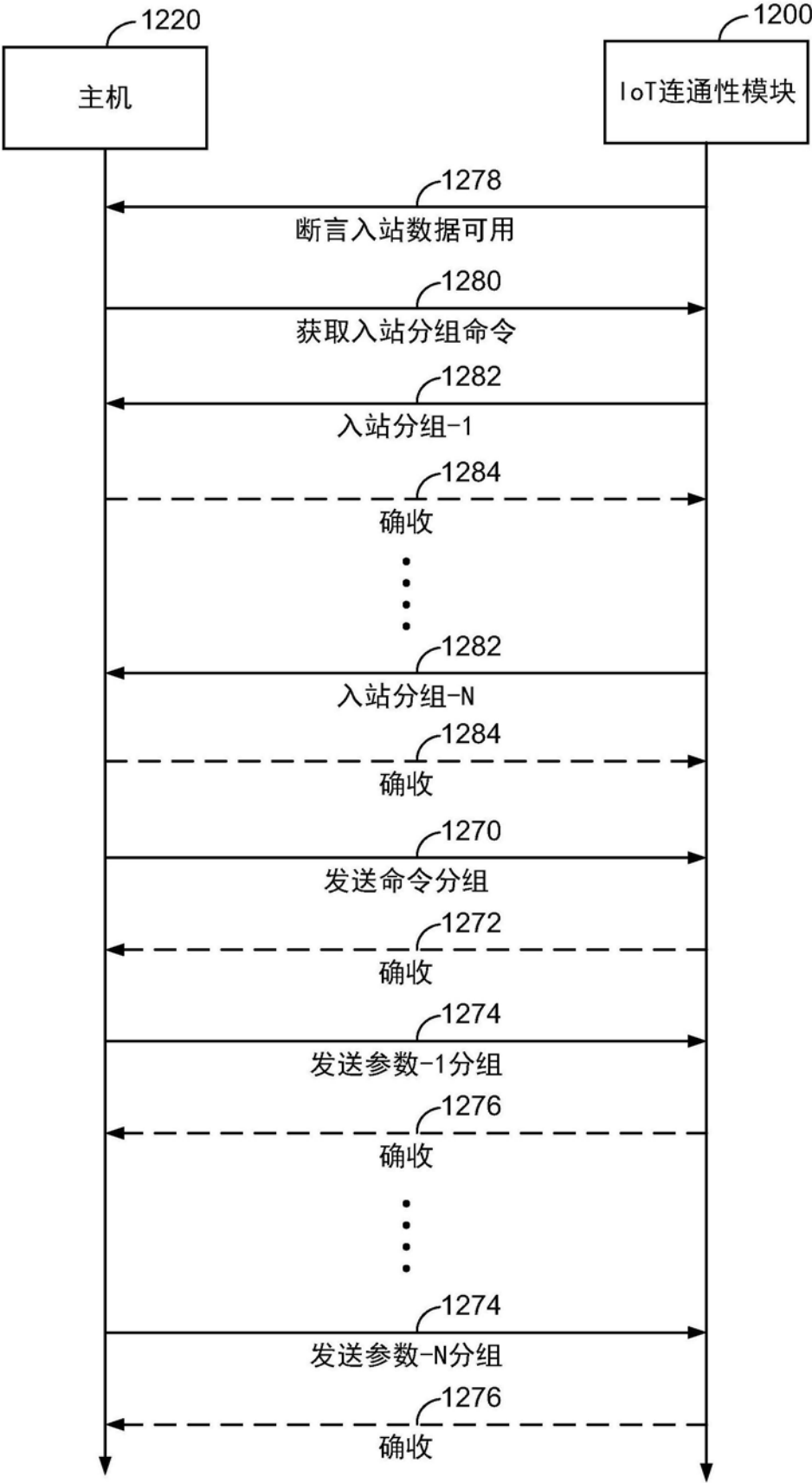


图12

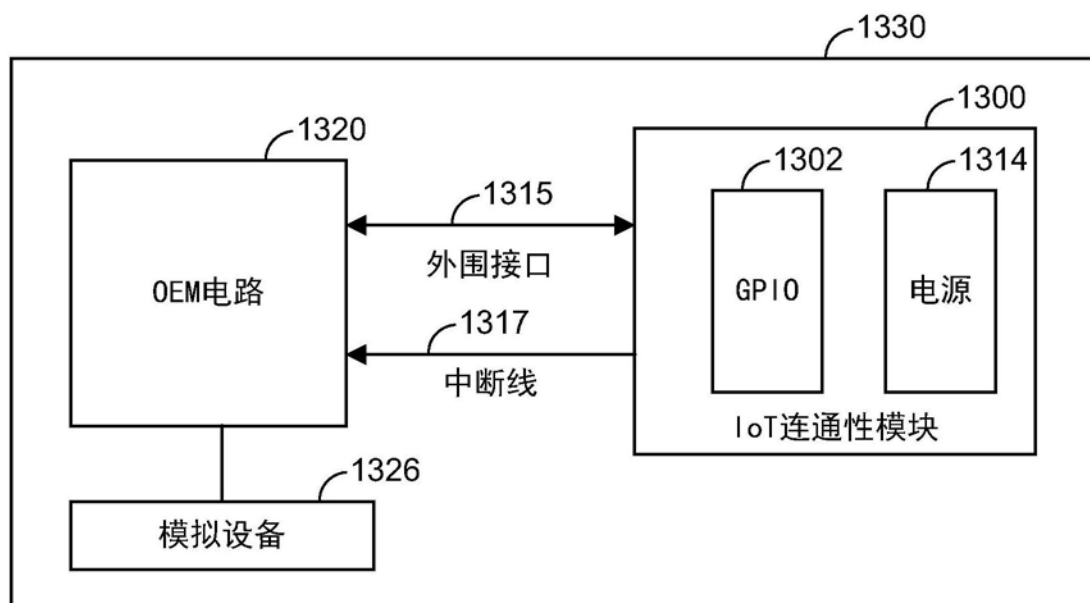


图13

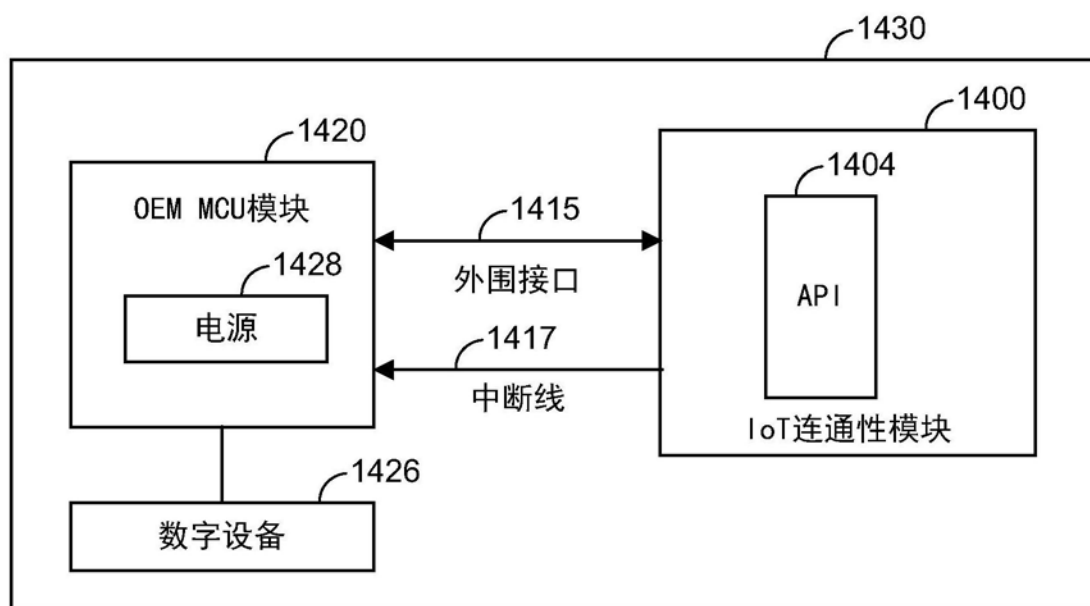


图14

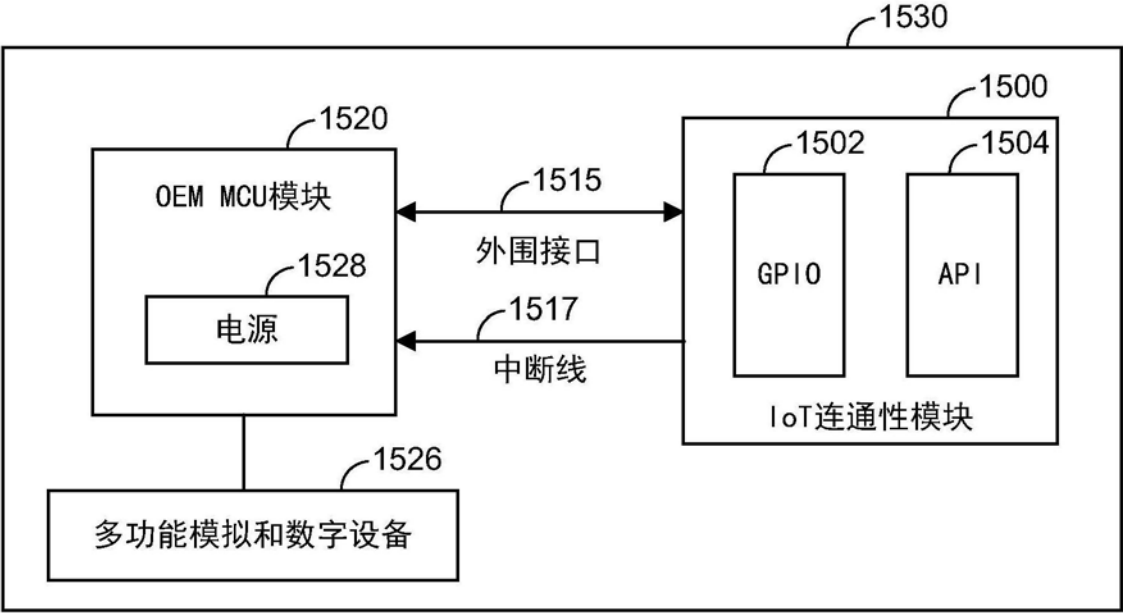


图15

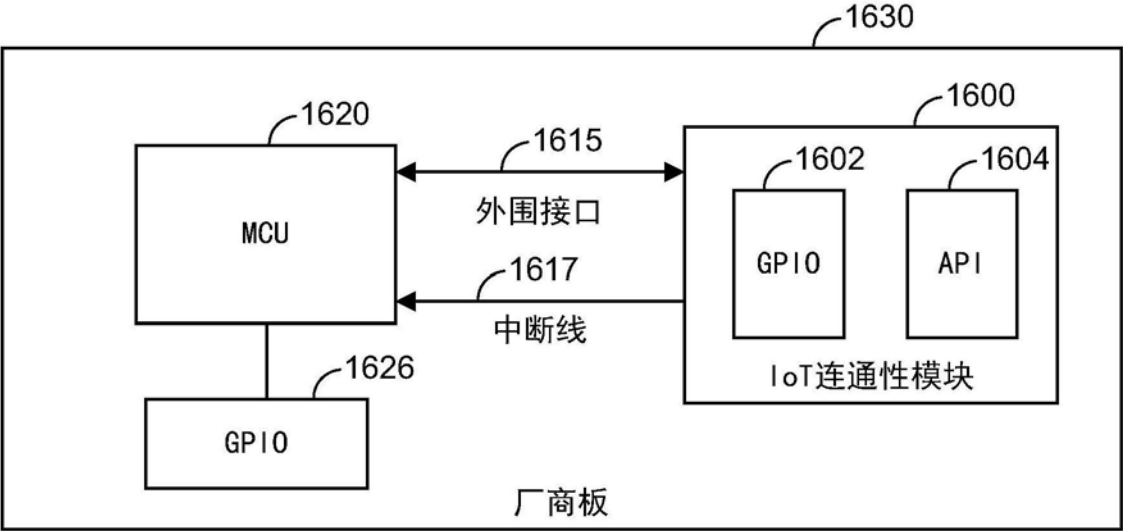


图16



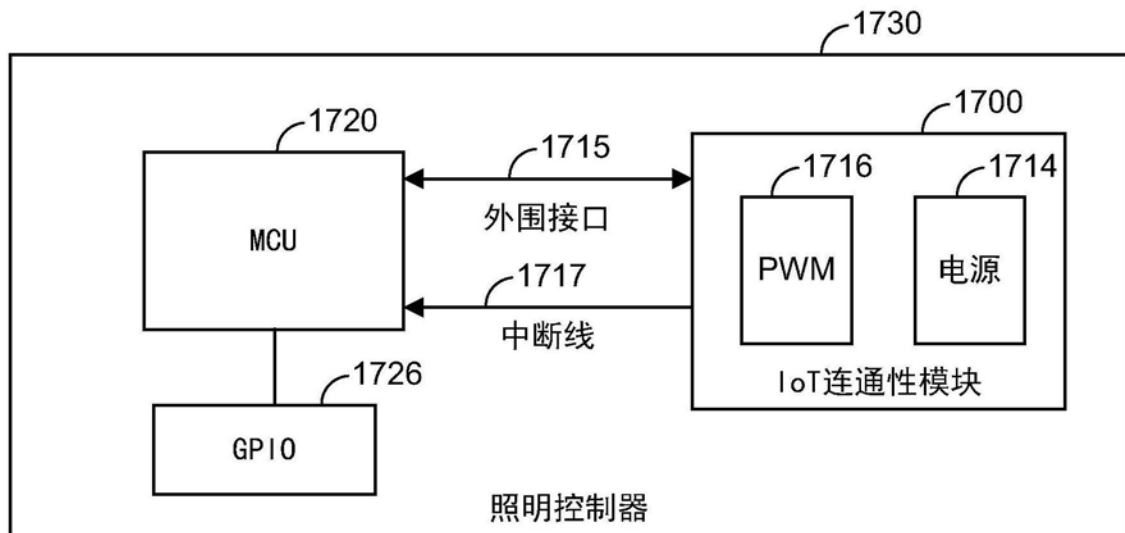


图17

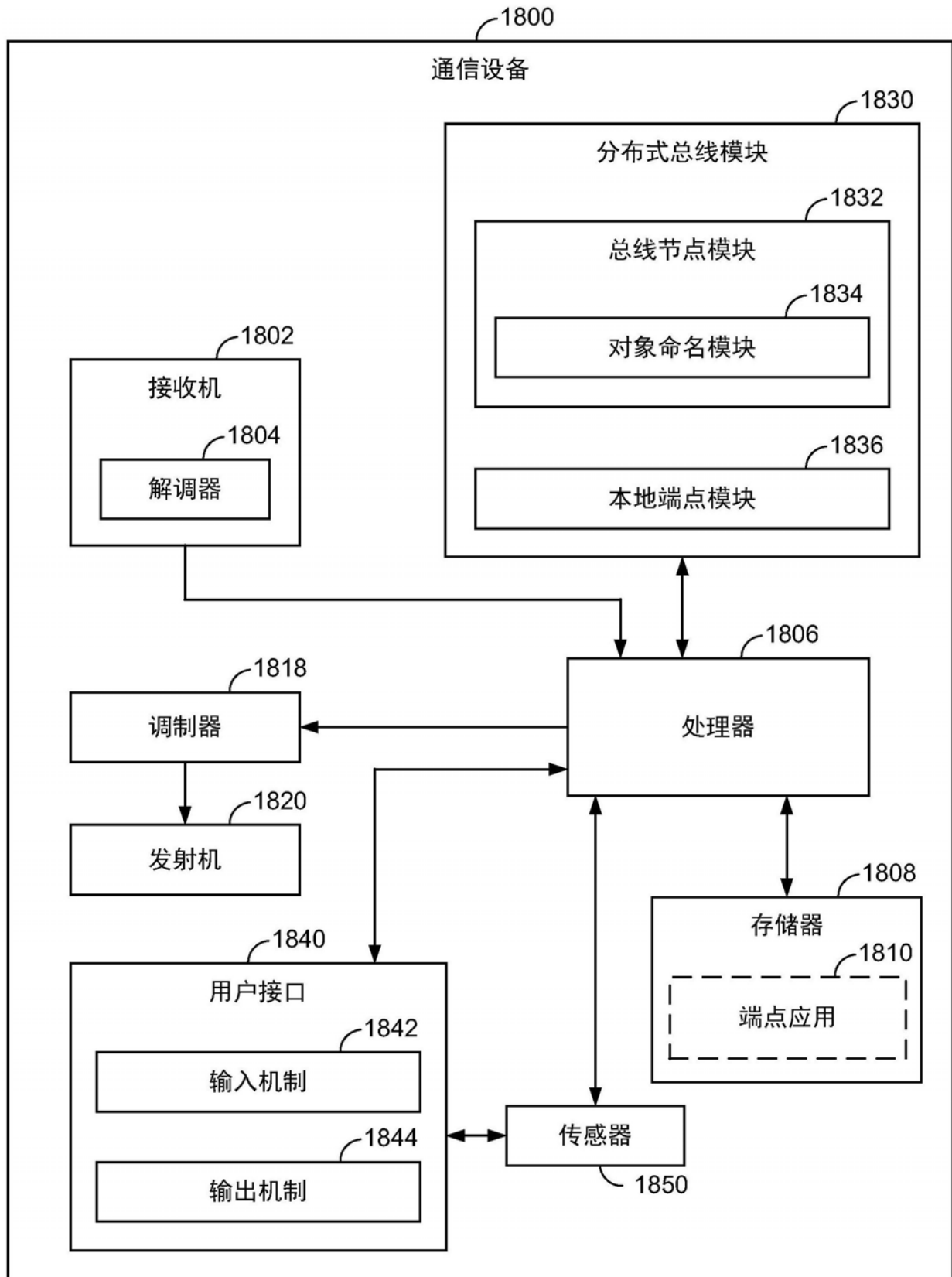


图18