



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112425090 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 02

(21) 申请号 201980041805.1

曼达·纳尔辛·库卡尼 崔原硕

(22) 申请日 2019.06.21

(74) 专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理

(65) 同一申请的已公布的文献号

有限责任公司 11204

申请公布号 CN 112425090 A

专利代理师 王达佐 杨莘

(43) 申请公布日 2021.02.26

(51) Int.Cl.

(30) 优先权数据

H04B 7/08 (2006.01)

62/688,888 2018.06.22 US

H04B 7/0404 (2006.01)

62/740,756 2018.10.03 US

62/741,202 2018.10.04 US

16/246,284 2019.01.11 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2020.12.21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/KR2019/007469 2019.06.21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02019/245310 EN 2019.12.26

(73) 专利权人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道水原市灵通区三星路129号

(56) 对比文件

US 2011250928 A1,2011.10.13

US 2006084395 A1,2006.04.20

US 2015195026 A1,2015.07.09

US 2017359106 A1,2017.12.14

KR 101498940 B1,2015.03.12

Kishor Chandra 等.CogCell: cognitive interplay between 60 GHz picocells and 2.4/5 GHz hotspots in the 5G era.IEEE communications magazine, IEEE service center, Piscataway, US.2015,第53卷(第7期),第118-125页.

审查员 莫春红

(72) 发明人 黄鹏达 黄文隆 莫建华 张建中

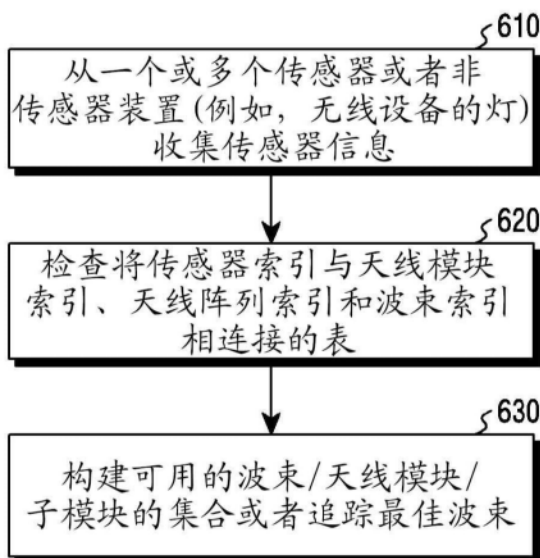
权利要求书2页 说明书26页 附图31页

(54) 发明名称

用于传感器辅助的波束选择、波束追踪和天线模块选择的方法和设备

(57) 摘要

本公开涉及一种待被提供用于支持比诸如长期演进(LTE)的第四代(4G)通信系统高的数据速率的准第五代(5G)或5G通信系统。本公开的实施例提供了一种用于操作用户设备(UE)的方法,该方法包括:从传感器接收指示存在接近传感器的障碍物的输入;识别接近传感器的天线模块;以及基于来自传感器的输入而停用所识别的天线模块的至少一部分。



1. 一种用户设备UE,包括:
多个天线模块;以及
传感器,所述传感器设置为接近所述多个天线模块中的天线模块,所述传感器配置为检测接近所述传感器的障碍物;以及
处理器,所述处理器配置为:
从所述传感器接收指示存在接近所述传感器的所述障碍物的输入;
识别接近所述传感器的所述天线模块;
基于来自所述传感器的所述输入和所述传感器相对于所述天线模块的位置,识别所述障碍物相对于所述天线模块的位置;
识别所述天线模块的波束的波束图型;
基于所述波束图型和所述障碍物相对于所述天线模块的所述位置,确定所述波束中的、被所述障碍物挡住的一个或多个波束;以及
停用被确定为被所述障碍物挡住的所述一个或多个波束。
2. 如权利要求1所述的UE,其中,所述传感器是第一传感器,所述UE还包括:
第二传感器,所述第二传感器配置为检测所述UE的旋转,
其中所述处理器配置为:
确定用于无线通信的被激活波束的子集;
基于来自所述第二传感器的输入,确定所述UE的旋转量和旋转方向;以及
基于所确定的所述UE的旋转量和旋转方向来修改所确定的被激活波束的子集。
3. 如权利要求2所述的UE,其中:
所述处理器配置为基于发生触发事件而修改所述所确定的被激活波束的子集,以及
所述触发事件是以下中的一者:链接质量退化了阈值量或者所述UE的位置改变了阈值量。
4. 如权利要求2所述的UE,其中,为了修改所述所确定的被激活波束的子集,所述处理器配置为:
基于所述UE的旋转量和旋转方向,计算所述UE的位置变化;
基于所计算的所述UE的位置变化,将与所述所确定的被激活波束的子集相关联的第一方向转换成与所述UE的所述位置变化相关联的第二方向;
识别与所转换的第二方向相关联的波束;以及
基于被识别为与所转换的第二方向相关联的波束来修改所述所确定的被激活波束的子集。
5. 如权利要求1所述的UE,其中,所述处理器配置为:
收集信号波束的到达角(AOA)的统计数据;以及
基于所收集的统计数据来生成AOA感知码本。
6. 如权利要求5所述的UE,其中,所述处理器被配置为:
估计参考信号的参考信号功率;以及
基于所估计的参考信号功率低于估计的参考功率阈值来生成所述AOA感知码本。
7. 如权利要求5所述的UE,其中,所述处理器被配置为:
收集并保存使用的码字的标识;

- 计算所述码字在给定的持续时间的分布;以及
基于所述分布的方差小于估计的方差阈值来生成所述AOA感知码本。
8. 一种用于操作用户设备UE的方法,所述方法包括:
从传感器接收指示存在接近所述传感器的障碍物的输入;
识别接近所述传感器的天线模块;
基于来自所述传感器的所述输入和所述传感器相对于所述天线模块的位置,识别所述障碍物相对于所述天线模块的位置;
识别所述天线模块的波束的波束图型;
基于所述波束图型和所述障碍物相对于所述天线模块的所述位置,确定所述波束中的、被所述障碍物挡住的一个或多个波束;以及
停用被确定为被所述障碍物挡住的所述一个或多个波束。
9. 如权利要求8所述的方法,其中:
所述传感器是第一传感器,并且
所述方法还包括:
由第二传感器来检测所述UE的旋转;
确定用于无线通信的被激活波束的子集;
基于来自所述第二传感器的输入,确定所述UE的旋转量和旋转方向;以及
基于所确定的所述UE的旋转量和旋转方向来修改所确定的被激活波束的子集。
10. 如权利要求9所述的方法,其中修改所述所确定的被激活波束的子集包括:
基于所述UE的旋转量和旋转方向,计算所述UE的位置变化;
基于所计算的所述UE的位置变化,将与所述所确定的被激活波束的子集相关联的第一方向转换成与所述UE的所述位置变化相关联的第二方向;
识别与所转换的第二方向相关联的波束;以及
基于被识别为与所转换的第二方向相关联的波束来修改所述所确定的被激活波束的子集。
11. 如权利要求8所述的方法,所述方法还包括:
收集信号波束的到达角(AOA)的统计数据;以及
基于所收集的统计数据来生成AOA感知码本。
12. 如权利要求11所述的方法,所述方法还包括:
估计参考信号的参考信号功率;以及
基于所估计的参考信号功率低于估计的参考功率阈值来生成所述AOA感知码本。
13. 如权利要求11所述的方法,所述方法还包括:
收集并保存使用的码字的标识;
计算所述码字在给定的持续时间的分布;以及
基于所述分布的方差小于估计的方差阈值来生成所述AOA感知码本。

用于传感器辅助的波束选择、波束追踪和天线模块选择的方法和设备

技术领域

[0001] 本公开总体上涉及毫米波 (mmWave) 无线通信。更具体地,本公开涉及传感器辅助的波束选择、追踪以及天线模块选择。

背景技术

[0002] 为了满足自部署第4代 (4G) 通信系统以来不断增加的无线数据流量的需求,已经努力开发了改进的第5代 (5G) 或准5G通信系统。因此,5G或准5G通信系统也被称为“超4G网络”或“后期长期演进 (LTE) 系统”。

[0003] 5G通信系统是在较高 (mmWave) 频带 (例如,28GHz或60GHz频带) 中实施的,以便实现较高数据速率。为了减小无线电波的传播损耗并且增大发射距离,在5G通信系统中讨论波束成形、大规模多输入多输出 (MIMO)、全维MIMO (FD-MIMO)、阵列天线、模拟波束成形、大型天线技术。

[0004] 另外,在5G通信系统中,正在基于高级小小区、云无线电接入网络 (RAN)、超密集网络、装置到装置 (D2D) 通信、无线回程、移动网络、协作通信、协调多点 (CoMP)、接收端干扰消除等进行系统网络改善的开发。

[0005] 在5G系统中,已经开发了混合频移键控 (FSK) 和正交调幅 (FQAM) 和滑动窗叠加编码 (SWSC),其作为高级编码调制 (ACM),以及滤波器组多载波 (FBMC)、非正交多址 (NOMA) 和稀疏码多址 (SCMA),其作为高级接入技术。

[0006] 5G无线通信系统中通常使用毫米波 (mmWave) 无线通信系统。mmWave频带使得装置能够以高频率发射数据。然而,mmWave频带易于被位于装置附近的物体阻挡。一些mmWave频带会被阻挡,在所有方向上发射mmWave频带导致过度的电池消耗。通过使用传感器来扫描物体并确定使用mmWave频带或其他频带来发射数据的理想波束方向,装置可以显著减少电池消耗并显著减少用于确定使用mmWave频带或其他频率频带进行数据发射的波束所要求的时间。

发明内容

[0007] 问题的解决方案

[0008] 本公开的实施例包括一种用于传感器辅助的波束选择、追踪和天线模块选择的方法和设备。

[0009] 在一个实施例中,提供了一种无线通信系统中的用户设备 (UE)。UE可以包括多个天线模块。UE还包括传感器,该传感器设置为接近多个天线模块中的天线模块并且被配置为检测接近传感器的障碍物。UE还包括处理器,该处理器被配置为:从传感器接收指示存在接近传感器的障碍物的输入;识别接近传感器的天线模块;以及基于来自传感器的输入而停用所识别的天线模块的至少一部分。

[0010] 在另一个实施例中,提供了一种用于操作无线通信系统中的UE的方法。该方法包

括从传感器接收指示存在接近传感器的障碍物的输入。该方法还包括识别接近传感器的天线模块。该方法还包括基于来自传感器的输入而停用所识别的天线模块的至少一部分。

[0011] 在本公开中,频繁地使用术语天线模块、天线阵列和波束。天线模块可以由一个或多个阵列组成。一个天线阵列可以由一个或多个天线元件组成。每个天线元件可以包括一个或多个极化,例如垂直极化或水平极化。天线模块可以包括波束。波束可以是来自一个或多个天线元件或者一个或多个天线阵列的辐射图型。

[0012] 根据以下附图、描述和权利要求,其他技术特征对于本领域技术人员可以是显而易见的。

[0013] 在进行以下详细描述之前,阐述贯穿本公开使用的某些词语和短语的定义可以是有利的。术语“联接”及其派生词是指两个或更多个元件之间的任何直接或间接的通信,不管这些元件是否彼此物理接触。术语“发射”、“接收”和“通信”及其派生词涵盖直接通信和间接通信两者。术语“包含”和“包括”及其派生词意味着包括但不限于。术语“或”为包括性的,意味着和/或。短语“与……相关联”及其衍生词意味着包括、被包括在……内、与……互连、包含、被包含在……内、连接至……或与……连接、联接至……或与……联接、可与……通信、与……合作、交错、并列、与……紧邻、被结合至……或与……结合、具有、具有……特性、具有与……的关系等等。术语“控制器”意味着控制至少一个操作的任何装置、系统或其部分。这种控制器可以以硬件或硬件和软件和/或固件的组合来实施。与任何特定控制器相关联的功能性可以是集中式的或分布式的,无论是本地还是远程。短语“……中的至少一个”在与项目列表一起使用时意味着可以使用所列举的项目中的一个或多个的不同组合,且可能只需要列表中的一个项目。例如,“A、B和C中的至少一个”包括以下任何组合:A、B、C;A和B、A和C、B和C;以及A和B和C。

[0014] 此外,下文所描述的各种功能可以由一或多个计算机程序实施或支持,每个计算机程序由计算机可读程序代码形成并体现于计算机可读介质中。术语“应用程序”和“程序”是指适于以合适的计算机可读程序代码实现的一或多个计算机程序、软件部件、指令集、规程、功能、对象、类、实例、相关数据或其一部分。短语“计算机可读程序代码”包括任何类型的计算机代码,包括源代码、目标代码和可执行代码。短语“计算机可读介质”包括能够被计算机访问的任何类型的介质,诸如只读存储器(ROM)、随机访问存储器(RAM)、硬盘驱动器、光盘(CD)、数字视频光盘(DVD)或任何其他类型的存储器。“非暂时性”计算机可读介质排除传输暂时性电信号或其他信号的有线、无线、光学或其他通信链路。非暂时性计算机可读介质包括其中可以永久性存储数据的介质以及其中可以存储并稍后重写数据的介质,诸如可重写光盘或可擦除存储器装置。

[0015] 贯穿本公开提供了其他某些词语和短语的定义。本领域的普通技术人员应当理解,在许多情况(如果不是大多数情况)下,此类定义适用于此类所定义词语和短语的先前以及将来使用。

附图说明

[0016] 为了更完整地理解本公开及其优点,现在参考结合附图进行的以下描述,在附图中相同的附图标记表示相同的部分:

[0017] 图1示出了根据本公开的各种实施例的示例无线网络;

- [0018] 图2示出了根据本公开的各种实施例的示例用户设备 (UE)；
- [0019] 图3示出了根据本公开的各种实施例的混合波束成形的示例；
- [0020] 图4示出了根据本公开的各种实施例的包括各种天线贴片位置的示例UE；
- [0021] 图5示出了根据本公开的各种实施例的传感器辅助的波束搜索的示例；
- [0022] 图6A是示出根据本公开的各种实施例的传感器辅助的波束搜索的流程图；
- [0023] 图6B示出了根据本公开的各种实施例的示例传感器辅助的波束搜索连接表；
- [0024] 图7示出了根据本公开的各种实施例的能够执行相机/环境光传感器 (ALS) 辅助的波束搜索或天线模块选择的示例UE；
- [0025] 图8A是示出根据本公开的各种实施例的相机/环境光传感器 (ALS) 辅助的波束搜索或天线模块选择的流程图；
- [0026] 图8B是示出根据本公开的各种实施例的相机/ALS辅助的波束搜索或天线模块选择的另一个流程图；
- [0027] 图9A是示出根据本公开的各种实施例的接近传感器辅助的波束搜索或天线模块选择的流程图；
- [0028] 图9B是示出根据本公开的各种实施例的接近传感器辅助的波束搜索或天线模块选择的另一个流程图；
- [0029] 图10A是示出根据本公开的各种实施例的生物传感器辅助的波束搜索或天线模块选择的流程图；
- [0030] 图10B是示出根据本公开的各种实施例的生物传感器辅助的波束搜索或天线模块选择的另一个流程图；
- [0031] 图11是示出基于天线定向估计的天线模块、阵列或波束选择的流程图；
- [0032] 图12是示出根据本公开的各种实施例的波束追踪的流程图；
- [0033] 图13是示出根据本公开的各种实施例的陀螺仪/加速度计/磁力计辅助的波束选择或天线模块选择的流程图；
- [0034] 图14是示出根据本公开的各种实施例的陀螺仪/加速度计/磁力计辅助的波束选择或天线模块选择的另一个流程图；
- [0035] 图15示出了根据本公开的各种实施例的示例触发条件；
- [0036] 图16A是示出根据本公开的各种实施例的使用多个传感器的波束追踪的流程图；
- [0037] 图16B示出了根据本公开的各种实施例的使用多个传感器的波束追踪的示例；
- [0038] 图17是示出根据本公开的各种实施例的传感器辅助的阻挡检测和波束追踪的流程图；
- [0039] 图18是示出根据本公开的各种实施例的传感器辅助的相邻小区搜索的流程图；
- [0040] 图19是示出根据本公开的各种实施例的在非阻挡状态下的天线模块、天线阵列确定的流程图；
- [0041] 图20A是示出根据本公开的各种实施例的到达角 (AOA) 感知码本框架的流程图；
- [0042] 图20B是示出根据本公开的各种实施例的AOA感知码本框架的另一个流程图；
- [0043] 图21A是示出根据本公开的各种实施例的基于参考信号功率而触发AOA感知码本设计的流程图；
- [0044] 图21B是示出根据本公开的各种实施例的基于参考信号功率而触发AOA感知码本

设计的另一个流程图；

[0045] 图22A是示出根据本公开的各种实施例的基于方差而触发AOA感知码本设计的流程图；

[0046] 图22B是示出根据本公开的各种实施例的基于方差而触发AOA感知码本设计另一个的流程图；

[0047] 图23示出了根据本公开的各种实施例的AOA感知码本的触发条件；

[0048] 图24A示出了根据本公开的各种实施例的到达角信息收集和/或测量；

[0049] 图24B示出了根据本公开的各种实施例的高分辨率角度扫描；

[0050] 图24C示出了根据本公开的各种实施例的低分辨率角度扫描；

[0051] 图24D示出了根据本公开的各种实施例的基于使用的码字的估计；

[0052] 图24E示出了根据本公开的各种实施例的基于使用的天线面板的估计；

[0053] 图24F示出了根据本公开的各种实施例的包括在基于天线面板的估计中使用的多个天线阵列的示例UE；

[0054] 图25示出了根据本公开的各种实施例的AOA感知码本设计原理；以及

[0055] 图26是示出根据本公开的各种实施例的基于来自传感器的输入而停用天线模块的至少一部分的流程图。

具体实施方式

[0056] 下文讨论的图1至图26以及用于描述本公开的原理的各种实施例仅仅是为了说明,并且不应以任何方式解释为限制本公开的范围。本领域技术人员将理解,本公开的原理可以在任何适当布置的无线通信系统中实施。

[0057] 图1示出了根据本公开的实施例的示例无线网络。图1所示的无线网络的实施例仅用于说明。在不脱离本公开的范围的情况下,可以使用无线网络100的其他实施例。

[0058] 如图1所示,无线网络100包括gNB 101、gNB 102和gNB 103。gNB 101与gNB 102和gNB 103通信。gNB 101还与至少一个网络130通信,诸如互联网、专有互联网协议(IP)网络或者其他数据网络。

[0059] gNB 102为位于gNB 102的覆盖区域120内的第一多个UE提供对互联网130的无线宽带接入。第一多个UE包括:UE 111,其可以位于小型企业(SB)中;UE 112,其可以位于公司(E)中;UE 113,其可以位于WiFi热点(HS)中;UE 114,其可以位于第一住宅(R)中;UE 115,其可以位于第二住宅(R)中;以及UE 116,其可以是移动装置(M),诸如手机、无线膝上型计算机、无线PDA等。gNB 103为位于gNB 103的覆盖区域125内的第二多个UE提供对互联网130的无线宽带接入。第二多个UE包括UE 115和UE 116。在一些实施例中,gNB 101至103中的一个或多个可以使用5G、LTE、LTE-A、WiMAX、WiFi或者其他无线通信技术彼此通信并且与UE 111至116通信。

[0060] 取决于网络类型,术语“基站”或“BS”可以指代被配置为提供对网络的无线接入的任何部件(或部件集合),诸如发射点(TP)、发射-接收点(TRP)、增强型基站(eNodeB或gNB)、5G基站(gNB)、大型基地台、毫微微基地台、WiFi接入点(AP)或其他具备无线功能的装置。基站可以根据一种或多种无线通信协议来提供无线接入,例如,5G 3GPP新无线电接口/接入(NR)、长期演进(LTE)、高级LTE(LTE-A)、高速分组接入(HSPA)、Wi-Fi 802.11a/b/g/n/ac

等。为了方便起见,术语“BS”和“TRP”在本公开中可互换使用来指代向远程终端提供无线接入的网络基础设施部件。另外,取决于网络类型,术语“用户设备”或“UE”能够指代诸如“移动台”、“订户台”、“远程终端”、“无线终端”、“接收点”或“用户装置”的任何部件。为了方便起见,本公开中使用术语“用户设备”和“UE”来指代无线接入BS的远程无线设备,而不管UE是移动装置(诸如,移动电话或智能电话)还是通常被视为固定装置(诸如,台式计算机或自动售货机)。

[0061] 虚线示出覆盖区域120和125的大致范围,仅为了说明和解释的目的,覆盖区域被示为大致圆形。应清楚地理解,与gNB相关联的覆盖区域(诸如,覆盖区域120和125)可以具有其他形状,包括不规则形状,具体取决于gNB的配置以及与天然和人造障碍相关联的无线电环境的变化。

[0062] 如下文更详细地描述,UE 111至116中的一个或多个包括电路、编程或其组合,以便在高级无线通信系统中进行高效波束管理。在某些实施例中,gNB 101至103中的一个或多个包括电路、编程或其组合,以便在高级无线通信系统中进行高效波束管理。

[0063] 尽管图1示出了无线网络的一个示例,但可以对图1进行各种改变。例如,无线网络可以包括呈任何合适的布置的任何数量的gNB和任何数量的UE。另外,gNB 101可以与任何数量的UE直接通信并且向那些UE提供对互联网130的无线宽带接入。类似地,每个gNB 102至103可以与互联网130直接通信,并且向UE提供对互联网130的直接无线宽带接入。此外,gNB 101、102和/或103可以提供对其他或额外外部网络(诸如,外部电话网络或其他类型的数据网络)的接入。

[0064] 图2示出了根据本公开的各种实施例的示例UE。如图2所示,UE 201包括处理器210、存储器220、2G/3G/4G模块230以及5G毫米波(mmWave)模块240。在一些实施例中,UE 201可以是图1中示出的UE 111至116中的一个。

[0065] 处理器210可以包括CPU、应用程序处理器(AP)和通信处理器(CP)中的一个或多个。处理器210可以执行例如与UE 201的至少一个其他元件的控制和/或通信相关的操作或数据处理。处理器210可以执行存储在存储器220中的操作系统224的程序。处理器210可以控制2G/3G/4G模块230和5G mmWave模块240中的一个或多个的操作。

[0066] 在一些实施例中,存储器220包括固件222、操作系统224和应用程序226。操作系统224可以由处理器210执行以控制UE 201的操作。应用程序226可以包括多个应用程序,诸如用于多用户多输入多输出(MU-MIMO)通信(包括获得物理下行链路控制信道(PDCCH)的控制信道元件)的应用程序。处理器210可以基于操作系统224的参数或响应于通过2G/3G/4G模块230或5G mmWave模块240接收到的信号而操作应用程序226。

[0067] 在各种实施例中,存储器220可以具有足够的大小以存储UE 201的到达角信息或旋转信息中的至少一个。在一些实施例中,本公开包括减少存储器消耗以便为额外的到达角和/或旋转信息保留存储器220中的空间的方法。可以使用各种因素来确定存储器220的理想大小,包括但不限于UE 201的旋转速度、UE 201的移动速度、UE 201处的信噪比(SNR)的变化速率以及过去一段时间的码本更新速率。

[0068] 在UE 201的旋转和/或移动速度较高的实施例中,存储器220可以较小以存储到达角样本。在这些实施例中,码本可能因为UE 201的较高旋转和/或移动速度而需要更频繁地更新。在UE 201的旋转和/或移动速度较低的实施例中,存储器220可以较大以存储到达角

样本。处理器210可以使用传感器265中的一个或多个来检测UE 201的旋转和/或移动速度。

[0069] 确定存储器220的最佳大小的额外因素是SNR的变化。在一段时间内的平均SNR频繁地变化的实施例中,存储器220可不需要与在一段时间内的平均SNR不太频繁地变化时一样大。

[0070] 确定存储器220的最佳大小的额外因素是码本更新的速率。例如,在码本较频繁地更新的实施例中,存储器220可不需要与在码本不太频繁地更新时一样大。

[0071] 如图2所示,2G/3G/4G模块230包括发射(Tx)和接收(Rx)处理电路232、2G/3G/4G射频(RF)收发器234以及天线236。在一些实施例中,2G/3G/4G模块230的操作由处理器210控制。2G/3G/4G RF收发器234被配置为从天线236接收在无线网络100上发射的2G、3G或4G信号。RF收发器234对传入RF信号进行下变频转换,以生成中频(IF)或基带信号。IF或基带信号被发送到RX处理电路232,该RX处理电路通过对基带或IF信号进行滤波、解码和/或数字化来生成经处理的基带信号。RX处理电路232将经处理的基带信号发射到处理器210以进一步处理(诸如,针对语音或web浏览数据)。

[0072] TX处理电路232从处理器210接收传出基带数据(诸如语音、web数据、电子邮件或交互式视频游戏数据)。TX处理电路232对传出基带数据进行编码、多路复用和/或数字化,以生成经处理的基带或IF信号。RF收发器234从TX处理电路232接收传出的经处理基带或IF信号并且将基带或IF信号上变频转换为待经由天线236在无线网络100上发射的RF信号。

[0073] 如图2所示,5G mmWave模块240包括Tx和Rx处理电路242、mmWave RF收发器244以及至少一个天线246。尽管图2中示为具有两个天线246,但5G mmWave模块可以包括多于或少于两个天线。在一些实施例中,5G mmWave模块240的操作由处理器210控制。RF收发器244被配置为从天线246接收在无线网络100上发射的5G mmWave信号。RF收发器244对传入RF信号进行下变频转换,以生成中频(IF)或基带信号。IF或基带信号被发送到RX处理电路242,该RX处理电路通过对基带或IF信号进行滤波、解码和/或数字化来生成经处理的基带信号。RX处理电路242将经处理的基带信号发射到处理器210以进一步处理(诸如,针对语音或web浏览数据)。

[0074] TX处理电路242从处理器210接收传出基带数据(诸如语音、web数据、电子邮件或交互式视频游戏数据)。TX处理电路242对传出基带数据进行编码、多路复用和/或数字化,以生成经处理的基带或IF信号。RF收发器244从TX处理电路242接收传出的经处理基带或IF信号并且将基带或IF信号上变频转换为待经由天线246在无线网络100上发射的RF信号。

[0075] 在一些实施中,UE 201还可以包括扬声器250、麦克风255、输入/输出接口(I/O IF) 260、一个或多个传感器265、触摸屏270以及显示器275。处理器210控制扬声器250以输出声音,诸如语音数据。处理器210可以从麦克风255接收输入,诸如语音数据。从麦克风255接收的数据可以使处理器210执行应用程序226中的一个或多个。处理器210联接到I/O接口260。I/O接口260被配置为允许UE 201连接到可以或不包括在无线网络100中的各种其他装置。例如,UE 201可以通过I/O接口260连接到膝上型计算机或平板电脑。

[0076] 传感器265可以包括触摸传感器、接近传感器、加速度计、磁力计或陀螺仪中的至少一个。传感器265获得关于UE 201和UE 201周围的环境的数据。处理器210可以基于由传感器265中的一个或多个获得的数据来发射具体的5G mmWave数据或2G/3G/4G数据。触摸屏270可以由操作者(诸如用户)使用以向UE 201输入数据。显示器275可以是液晶显示器、发

光二极管显示器或能够渲染文本和/或至少有限图形的其他显示器。尽管图2中示为单独的特征,但在一些实施例中,显示器275可以合并到触摸屏270中。

[0077] 尽管图2示出了UE 201的一个示例,但可以对图2进行各种改变。例如,图2中的各种部件可以组合、进一步细分或省略。此外,可以根据特定的需要来添加额外的部件。作为特定示例,处理器可以分成多个处理器,诸如一个或多个中央处理单元(CPU)和一个或多个图形处理单元(GPU)。另外,尽管图2示出了被配置成移动电话或智能电话的UE,但UE可以被配置成作为其他类型的移动或固定装置进行操作。

[0078] 图3示出了根据本公开的各种实施例的混合波束成形的示例。对于mmWave频带,尽管天线元件的数量针对给定的形状因子而言可能较大,但归因于硬件限制(诸如,在mmWave频率下安装大量模数转换器(ADC)/数模转换器(DAC)的可行性),信道状态信息-参考信号(CSI-RS)端口的数量(其可对应于经数字预编码的端口的数量)趋向于受限,如图3的发射器300中所示。在这种情况下,一个CSI-RS端口映射到可以由一组模拟移相器301控制的大量的天线元件。一个CSI-RS端口接着可以对应于通过模拟波束成形305产生窄模拟波束的一个子阵列。此模拟波束可以被配置为通过在符号或子帧或时隙(其中子帧或时隙包括符号集合)上改变移相器组来扫掠较宽的角度范围320。子阵列的数量(等于RF链的数量)与CSI-RS端口的数量 $N_{\text{CSI-PORT}}$ 相同。数字波束成形单元310执行 $N_{\text{CSI-PORT}}$ 个模拟波束上的线性组合,以进一步增加预编码增益。尽管模拟波束是宽带的(因此不是频率选择性的),但是在频率子带或资源块上改变数字预编码。

[0079] UE 201被配置有用于CSI测量和报告的CSI-RS。用于CSI-RS的分配单元可以被称为CSI-RS资源,其可以对应于非零功率(NZP)或零功率(ZP)。NZP CSI-RS主要用于信道测量,而ZP CSI-RS用于干扰测量。对于5G NR,NZP CSI-RS资源被限定为映射到频率跨度/持续时间内的一组RE的一组NZP CSI-RS端口,其可以至少被测量以导出CSI。多个NZP CSI-RS资源可以被配置给UE以支持CoMP、波束管理和基于多波束成形CSI-RS的操作,其中每个NZP CSI-RS资源可以具有不同数量的CSI-RS端口。

[0080] 图4示出了根据本公开的各种实施例的包括各种天线模块位置的示例UE。尽管图4中示为具有用于天线模块的二十九个单独的位置,但UE 400可以包括更多或更少的天线模块。在一些实施例中,UE 400可以是图2中示出的UE 201。在图4中,每个天线模块被描绘为与单独的天线贴片(AP)相对应。尽管未示出,但在一些实施例中,天线贴片可以包括一个以上天线模块。

[0081] 如图4所示,UE 400包括顶平面405、底平面410、前平面415、后平面420、右平面425以及左平面430。顶平面405包括天线贴片1(AP-1)、AP-2和AP-3。底平面410包括AP-4、AP-5和AP-6。左平面430包括AP-7、AP-8和AP-9。右平面425包括AP-10、AP-11和AP-12。前平面415包括AP-13、AP-14、AP-15、AP-16、AP-17、AP-18、AP-19和AP-20。后平面420包括AP-21、AP-22、AP-23、AP-24、AP-25、AP-26、AP-27、AP-28和AP-29。

[0082] 每个天线贴片包括被配置为生成至少一个波束L的天线模块。尽管图4示出了在每个天线贴片处的一个天线模块,但天线贴片可以包括一个以上天线模块。在各种实施例中,UE 400可以包括N个天线模块,其中N是大于或等于1的正整数。在第n天线模块上将生成 L_n 个波束。 L_n 个波束的集合由 s_n 表示。N个天线模块的组合生成可以由UE使用的候选波束集合。针对UE的所有候选波束的集合由S表示, $S = \bigcup_{n=1}^N s_n$ 。候选波束集合的每个成员可以在不

同的方向生成较强的增益。

[0083] 如图4所示,对于二十九个天线模块而言, $N=29$,每个天线模块位于单独的天线贴片上。作为示例,AP-1、AP-2和AP-3示出了波束L。尽管AP-4至AP-29未被描绘为示出波束L,但在AP-1至AP-3中描绘的波束L可以被视为代表全部的二十九个天线贴片。与AP-1相对应的天线模块1被描绘为发射五个波束。因此, $L_1=5$ 。五个波束分别被标记为 1_1 、 2_1 、 3_1 、 4_1 和 5_1 。这由集合 s_1 表示,其中 $s_1 = \{1_1, 2_1, 3_1, 4_1, 5_1\}$ 。通过相同的方法,将天线模块2和模块3的波束的两个集合分别限定为 $s_2 = \{1_2, 2_2, 3_2, 4_2\}$ 和 $s_3 = \{1_3, 2_3, 3_3, 4_3\}$ 。尽管图4中仅示出了AP-1、AP-2和AP-3的波束,但这种限定属于天线模块的波束集合的方法适用于图4中描述的与天线贴片相对应的所有其他天线模块。

[0084] 当处理器210准备发射数据或信号时,可以激活至少一个波束L。为了达到最大的潜在链接质量,应选择波束集合s之中的具有产生最高增益的潜力的波束L。在一些实施例中,处理器210可以从中选择波束L的波束集合s可以较大。为了确定波束集合s中的哪个或哪些波束L应生成并发射特定信号,处理器210被配置为控制波束选择过程。为了确定波束集合s中的哪个或哪些波束L应生成并发射信号,波束选择过程可以包括处理器210控制来扫描天线贴片AP-1至AP-29中的一些或全部以确定一个或多个最佳波束L。这个过程可能是耗时的并且延迟信号的发射。波束选择过程还可消耗UE 400的大量功率,从而导致电池寿命比可期望的短。在一些实施例中,UE 400可以配备传感器265以减少实施波束选择过程所需要的时间和功耗。

[0085] 图5示出了根据本公开的各种实施例的传感器辅助的波束搜索的示例。如图5所示,传感器265可以包括传感器530至565中的一个或多个。例如,传感器265可以包括磁力计530、加速度计535、陀螺仪540、相机545、接近传感器550、红外光传感器555、环境光传感器560或生物传感器565中的一个或组合。UE 201可以包括若干个一种类型的传感器。在一些实施例中,UE 201可以包括与位于UE 201上的每个天线贴片相对应的单独的接近传感器550。例如,单独的接近传感器550可以布置为分别接近AP-1至AP-29中的每一个,使得处理器210能够确定物体相对于每个天线贴片AP-1至AP-29的接近度,以辅助波束选择过程。

[0086] 在操作505中,处理器210从传感器530至565中的一个或多个接收传感器数据。例如,处理器210可以从接近传感器550接收存在可能会抑制天线模块的波束L的障碍物的信息。

[0087] 在操作510中,处理器210基于在操作505中获取的传感器数据来确定每个天线贴片AP-1至AP-29的阻挡信息。例如,处理器210可以从各种传感器530至565接收指示UE 201平放在表面上的数据。这个数据可以包括来自陀螺仪540的、前平面415面向上的数据、来自后平面420上的相机545的、没有投射图像的数据、来自加速度计535的、UE 201当前没在移动的数据,以及来自后平面420上的接近传感器550的、物体紧密地接近后平面420的数据。

[0088] 在另一个示例中,处理器210可以从各种传感器530至565接收指示UE 201位于用户的后口袋中、UE 201的顶部部分从口袋伸出并且然后用户以轻快的步伐行走的数据。这个数据可以包括来自陀螺仪540的、顶平面405正好面向上的数据,来自加速度计535的、UE 201当前处于恒定速度的数据,以及来自前平面415、后平面420和底平面410上的接近传感器的、物体(例如,用户的口袋)分别紧密接近前平面415、后平面420和底平面410的数据。

[0089] 在另一个示例中,处理器210可以从各种传感器530至565接收指示UE 201正握在

用户手中的数据。这个数据可以包括来自位于底平面410和后平面420上的接近传感器550的、物体(例如,用户的手)紧密接近底平面410和后平面420的数据。

[0090] 在操作515中,处理器210基于在操作510中获得的阻挡信息而停用在其附近检测到阻挡的天线模块。在UE 201平放在表面上的以上示例中,处理器210可以停用AP-21至AP-29中的每一个上的天线模块,因为这些天线模块位于后平面420上,而检测到该后平面被表面阻挡。在UE 201位于用户的牛仔裤的后口袋中的以上示例中,处理器210可以停用除了位于AP-1至AP-3上的那些以外的所有天线模块,因为这些天线模块是未被检测到阻挡的仅有的天线模块。在UE 201被用户握住的以上示例中,处理器210可以停用AP-4至AP-6和AP-21至AP-29中的每一个上的天线模块,因为这些天线模块分别位于底平面410和后平面420上。

[0091] 与未被停用的天线模块相对应的剩余波束L可以被包括在激活子集 S_p 中。在一些实施例中,默认子集 S_p 最初可以包括每一个波束L并且停用与检测到阻挡的一个或多个传感器265相对应的天线模块的波束L。在其他实施例中,每个天线模块中的波束L中的一些或全部最初可以处于默认停用状态并且可能没有默认子集 S_p 。在此实施例中,基于传感器265获得的阻挡信息,处理器210可以将子集 S_p 编译为包括传感器265未检测到阻挡的天线模块的波束L。

[0092] 在确定激活子集 S_p 中包括的波束时,在一些实施例中,UE 201可以与网络通信。在一些实施例中,UE 201可以与另一个无线设备通信,诸如另一个UE、车辆或配备无线收发器的物体(诸如家具)。在一些实施例中,在确定激活子集 S_p 中包括的波束时,UE 201可以不与网络或其他无线设备通信。

[0093] 在操作520中,可以使用子集 S_p 中包括的波束L来确定将用于生成和发射信号的理想波束。在该实施例中,只扫描子集 S_p 中包括的波束L来获得理想波束L。通过从扫描中排除已知被阻挡的波束L,处理器210能够更快速地并通过消耗比处理器210扫描每一个波束L更少的功率来产生将要使用的理想波束L。之后将更详细地描述波束选择和扫描过程。

[0094] 一旦确定了理想波束L,处理器210就可以使用确定的理想波束L来发射数据。例如,处理器210可以控制5G mmWave模块240来将包括数据的mmWave频带发射到无线网络100中的外部装置。

[0095] 图6A是示出根据本公开的各种实施例的传感器辅助的波束搜索的流程图。图6B示出了根据本公开的各种实施例的示例传感器辅助的波束搜索连接表。

[0096] 在传感器辅助UE选择波束或天线模块或追踪波束之前或在传感器辅助UE选择波束或天线模块或追踪波束时,UE 201可以不与网络通信。替代地,UE 201可以与网络通信。在另一替代情况下,UE 201可以与其他设备通信,诸如另一个UE、车辆或具有无线收发器的家庭家具。在操作610中,处理器210从一个或多个传感器265或非传感器装置收集传感器信息。例如,处理器210可以从无线设备的灯收集信息。

[0097] 在操作620中,处理器210检查将传感器索引与天线模块索引、天线阵列索引和波束索引相连接的表。例如,该表可能是图6B中示出的表640。表640示出了针对传感器1、传感器2和传感器3中的每一个的天线模块索引、天线阵列索引和波束索引。如在表640中示出,如果传感器1被阻挡,那么天线模块AM-1、AM-2、天线阵列AA-1a、AA-1b、AA-1c、AA-2a、AA-2b、波束 $1_1, 2_1, 3_1, 4_1, 6_1, 1_2, 2_2, 3_2, 4_2$ 将被阻挡。

[0098] 在操作630中,基于传感器信息和来自表640的信息,UE 201构建可用于当前通信

或在不久的将来的通信的可用波束/天线模块/阵列的波束/天线模块/阵列的激活集合。替代地, UE 201可以追踪根据表640中的信息确定的最佳波束。

[0099] 通过使用表640,可以最小化可用的波束、天线模块或天线阵列的集合的大小。这可以导致减少波束和天线模块的选择或波束追踪的处理时间和功耗。

[0100] 在一些实施例中,表640可以被构建并预先存储在UE 201中,例如在存储器220中。可以根据一个或多个传感器265的视场(FOV)和天线模块的FOV来构建表640。如果传感器265(例如,传感器1)的FOV与天线模块(例如,天线模块AM-1、AM-2)的FOV重叠,那么传感器265可以被确定为在天线模块AM-1和AM-2“附近”。例如,在表640中,传感器1在天线模块AM-1、AM-2“附近”。类似地,传感器1在天线阵列AA-1a、AA-1b、AA-1c、AA-2a和AA-2b“附近”;传感器1在波束 $1_1, 2_1, 3_1, 4_1, 6_1, 1_2, 2_2, 3_2, 4_2$ “附近”。如果传感器被阻挡,那么在传感器“附近”的天线模块、天线阵列和波束被视为被阻挡。

[0101] 在本公开中,“附近”不一定意味着传感器265与天线模块之间的紧密物理距离。传感器265在天线模块“附近”意味着传感器和天线模块的视场具有重叠的区域。传感器的视场可以与雷达模块的视场完全重叠,或者可以仅与雷达模块的视场部分地重叠。如图7所示,相机/ALS和天线模块n具有部分重叠的视场。如图7所示,相机/ALS和天线模块n在彼此“附近”。

[0102] 在另一个示例中,“附近”的概念可以说明波束FOV和传感器265FOV。例如,如果波束的FOV与传感器的FOV完全地或部分地重叠,那么波束和传感器被视为在彼此“附近”。

[0103] 图7示出了根据本公开的各种实施例的能够执行相机/环境光传感器(ALS)辅助的波束搜索或天线模块选择的示例UE。图8A是示出根据本公开的各种实施例的相机/环境光传感器(ALS)辅助的波束搜索或天线模块选择的流程图。图8B是示出根据本公开的各种实施例的相机/ALS辅助的波束搜索或天线模块选择的另一个流程图。在图7、图8A和图8B中,使用传感器265(诸如相机545或环境光传感器560)来辅助波束搜索或天线模块选择。

[0104] 图7示出了包括相机/ALS 710和对应的天线模块715的UE 201。相机/ALS 710包括视场712。尽管在图7中描绘为一个相机/ALS传感器710,但相机/ALS 710可以包括诸如相机545和环境光传感器560的分开的传感器,其中相机545和环境光传感器560共同工作以表现得像两个传感器被集成在一起。在一些实施例中,天线模块715可以位于图4中示出的天线贴片AP-1至AP-29中的任一个上。天线模块715包括波束索引,该波束索引包括七个波束,被示为 n_1 至 n_7 。相机/ALS 710的视场712包括五个波束 n_1 至 n_5 。如图7所示,视场712不包括波束 n_6 和 n_7 。

[0105] 如图7所示,相机/ALS 710和天线模块715的地理定向表明天线模块715在相机/ALS 710附近。附近被定义为具有重叠区域。例如,由于天线模块715包括波束 n_1 至 n_7 ,并且相机/ALS 710的视场712与波束 n_1 至 n_7 中的一些(在这种情况下, n_1 至 n_5)至少部分地重叠,因此天线模块715被视为在相机/ALS 710附近。

[0106] 尽管在图7中示为仅包括具有波束索引的一个天线模块715,但本公开的实施例可以包括具有多个天线模块715的天线贴片AP-1至AP-29中的一个或多个,每个天线模块包括单独的波束索引。

[0107] 参考图8A,在操作805中,相机/ALS 710感测UE 201周围的环境中的光强度。光可以是自然光(诸如太阳光)或从外部来源发出的人造光。

[0108] 在操作810中,处理器210将光强度与第一阈值进行比较。第一阈值可以由处理器210预先得定,或者处理器210可以基于先前波束搜索的结果而实时调整阈值。

[0109] 在操作815中,如果相机/ALS 710感测到光强度等于或高于第一阈值,那么处理器210可以激活天线模块715的波束。通过激活波束,处理器210将天线模块715的波束包括在子集 S_p 中。如果相机/ALS 710没有感测到光强度高于第一阈值,那么处理器210可以不将天线模块715的波束包括在子集 S_p 中。

[0110] 在操作820中,如果相机/ALS 710没有感测到光强度处于或高于第一阈值,那么处理器210可以控制UE 201发出光。例如,应用程序226可以包括进行控制以从UE 201发出光的闪光灯应用程序。

[0111] 在操作825中,相机/ALS 710再次感测光。在一些实施例中,从UE 201发出的光可以被物体705反射回来并再次被相机/ALS 710感测到。物体705可以是阻挡(即,挡住)在操作820中发出的光的任何物体。例如,物体705可以是握住UE 201的用户的一部分,诸如手。在其他实施例中,物体705可以是远离UE 201一定距离的任何物体,该距离足够大以将光反射回到UE 201。

[0112] 在操作830中,处理器210确定在操作825中感测到的光是否等于或高于第二阈值。在一些实施例中,第一阈值可以与第二阈值相同。在其他实施例中,第二阈值可以小于或大于第一阈值。

[0113] 在操作835中,如果在操作825中感测到的光小于或等于第二阈值,那么处理器210通过如在操作815中描述的相同过程来激活天线模块715的波束。通过激活波束,处理器210将天线模块715的波束包括在子集 S_p 中。

[0114] 在操作840中,如果感测到的光高于第二阈值,那么处理器210可以确定所发出的光正被反射回到UE 201。在此实施例中,处理器210可以不将天线模块715的波束包括在子集 S_p 中,因为反射所发出的光的物体705也可阻挡生成的波束。在一些实施例中,如果最初激活了波束,那么处理器210可以停用在感测到反射光的相机/ALS 710附近的天线模块715的波束。例如,如图7所示,处理器210可以将波束 n_6 和 n_7 包括在子集 S_p 中,因为波束 n_6 和 n_7 可能未被物体705挡住。波束 n_1 至 n_5 未被包括在子集 S_p 中,因为它们在物体705阻挡的视场712内。如果感觉到波束将不会到达其预期目标,那么波束可以被确定为被挡住。在一些实施例中,波束可能被障碍物(例如,物体705)阻挡。

[0115] 参考图8B,在操作855中,相机/ALS 710感测UE 201周围的环境中的光强度。光可以是自然光(诸如太阳光)或从外部来源发出的人造光。

[0116] 在操作860中,处理器210将光强度与第一阈值进行比较。第一阈值可以由处理器210预先得定,或者处理器210可以基于先前波束搜索的结果而实时调整阈值。

[0117] 在操作865中,如果相机/ALS 710感测到光强度等于或高于第一阈值,那么处理器210可以启用天线模块715的波束。通过启用波束,处理器210将天线模块715的波束包括在子集 S_p 中。如果相机/ALS 710没有感测到光强度高于第一阈值,那么处理器210可以不将天线模块715的波束包括在子集 S_p 中。

[0118] 在操作870中,如果相机/ALS 710没有感测到光强度等于或高于第一阈值,那么处理器210可以控制UE 201发出光。例如,应用程序226可以包括进行控制以从UE 201发出光的闪光灯应用程序。

[0119] 在操作875中,相机/ALS 710再次感测光。在一些实施例中,从UE 201发出的光可以被物体705反射回来并再次被相机/ALS 710感测到。物体705可以是阻挡在操作820中发出的光的任何物体。例如,物体705可以是握住UE 201的用户的一部分,诸如手。在另一个示例中,物体705可以是远离UE 201一定距离的任何物体,该距离足够大以将光反射回到UE 201。

[0120] 在操作880中,处理器210确定在操作875中感测到的光是否等于或高于第二阈值。在一些实施例中,第一阈值可以与第二阈值相同。在其他实施例中,第二阈值可以小于或大于第一阈值。

[0121] 在操作885中,如果在操作875中感测到的光小于或等于第二阈值,那么处理器210通过如在操作865中描述的相同过程来启用天线模块715的波束。通过启用波束,处理器210将天线模块715的波束包括在子集 S_p 中。

[0122] 在操作890中,如果感测到的光高于第二阈值,那么处理器210可以确定所发出的光正被反射回到UE 201。在这种情况下,处理器210可以不将天线贴片715中的天线模块n的任何波束包括在子集 S_p 中,因为反射所发出的光的物体705也可阻挡生成的波束。在一些实施例中,如果最初激活了波束,那么处理器210可以停用在感测到反射光的相机/ALS 710附近的任何天线模块715的所有波束。例如,如图7所示,处理器210可以不将来自天线模块715的与相机/ALS 710相对应的任何波束包括在子集 S_p 中。在此实施例中,处理器210不会将波束 n_1 至 n_7 中的任一个包括在子集 S_p 中。

[0123] 尽管在图7中描绘为一个相机/ALS 710和一个天线模块715,但其他实施例是可能的。例如,如果一个相机/ALS 710接近如图4所示的AP-14的位置定位,那么感测到不高于阈值的光可导致处理器210还停用接近天线贴片AP-13、AP-15、AP-1、AP-2和AP-3的一个或多个天线模块715。另外,各种实施例可以包括多个相机/ALS 710和/或天线模块715。

[0124] 图9A是示出根据本公开的各种实施例的接近传感器辅助的波束搜索或天线模块选择的流程图。图9B是示出根据本公开的各种实施例的接近传感器辅助的波束搜索或天线模块选择的另一个流程图。在图9A和图9B中,使用传感器265(例如,接近传感器550)来辅助波束搜索或天线模块选择。接近传感器550可以接近天线贴片715(诸如图7中公开的天线贴片715)定位。

[0125] 接近传感器550可以包括视场712,类似于图7中讨论的相机/ALS710的视场712。

[0126] 参考图9A,在操作905中,处理器210控制红外LED或接近传感器550来发出电磁辐射,诸如红外光。

[0127] 在操作910中,处理器210搜索返回信号。返回信号可以包括从红外LED或接近传感器550发出的原始红外光的反射。

[0128] 在操作915中,处理器210确定接近传感器550是否检测到返回信号。

[0129] 在操作920中,如果处理器210没有检测到返回信号,那么处理器210激活天线模块715的波束。通过激活波束,处理器210将天线模块715的波束包括在子集 S_p 中。例如,使用天线贴片715作为参考,处理器210可以激活子集 S_p 中的波束 n_6 和 n_7 。

[0130] 在操作925中,如果处理器210检测到返回信号,那么处理器210停用天线模块715的与接近传感器550的视场712重叠的波束。换句话说,处理器210停用在接近传感器550附近的任何天线模块715的波束。如上所述,附近被定义为具有重叠区域。例如,使用天线模块715

作为参考,处理器210可以停用波束 n_1 至 n_5 ,因为这些波束与视场712重叠。

[0131] 参考图9B,在操作955中,处理器210控制红外LED或接近传感器550来发出电磁辐射,诸如红外光。

[0132] 在操作960中,处理器210搜索返回信号。返回信号可以包括从红外LED或接近传感器550发出的原始红外光的反射。

[0133] 在操作965中,处理器210确定接近传感器550是否检测到返回信号。

[0134] 在操作970中,如果处理器210没有检测到返回信号,那么处理器210激活天线模块715的波束。通过激活波束,处理器210将天线模块715的波束包括在子集 S_p 中。例如,使用天线模块715作为参考,处理器210可以激活子集 S_p 中的波束 n_6 和 n_7 。

[0135] 在操作975中,如果处理器210检测到返回信号,那么处理器210停用天线模块715的、位于接近传感器550附近的所有波束。如上所述,附近被定义为具有重叠区域。例如,使用天线模块715作为参考,处理器210可以停用波束 n_1 至 n_7 ,因为这些波束位于接近传感器550附近。换句话说,处理器210停用在接近传感器550附近的天线模块715的波束。

[0136] 尽管在图9A和图9B中描述为一个接近传感器550和一个天线模块715,但其他实施例是可能的。例如,如果接近传感器550位于如图4所示的AP-14的位置附近,那么感测到电磁辐射可导致处理器210还停用一个或多个接近的天线贴片AP-13、AP-15、AP-1、AP-2和AP-3。另外,各种实施例可以包括多个接近传感器550和/或天线模块715。

[0137] 图10A是示出根据本公开的各种实施例的生物传感器辅助的波束搜索或天线模块选择的流程图。图10B是示出根据本公开的各种实施例的生物传感器辅助的波束搜索或天线模块选择的另一个流程图。在图10A和图10B中,使用传感器265(例如,生物传感器565)来辅助波束搜索或天线模块选择。可以使用生物传感器565来读取UE 201上的用户指纹或感测其他生物数据。如果生物传感器565是启动的,例如,如果用户当前在使用生物传感器565来扫描指纹,那么在生物传感器565附近的天线模块的波束不应被放在子集 S_p 中。

[0138] 图10A中示出了一个实施例。在操作1005中,处理器210确定生物传感器565当前是否正在用于读取用户的指纹。在操作1010中,如果生物传感器565当前未被用来读取用户的指纹,那么在生物传感器565附近的天线模块可以被激活并放在子集 S_p 中。在一些实施例中,可以执行进一步波束搜索,例如,如图7、图8A和图8B中描述的基于相机/ALS 710或者如图9A和图9B中描述的基于接近传感器550。在操作1015中,如果生物传感器565当前被用来读取用户的指纹,那么停用与生物传感器565的视场重叠的天线模块的波束。例如,使用天线模块715作为参考,处理器210可以停用波束 n_1 至 n_5 ,因为这些波束与视场712重叠。

[0139] 图10B中示出了另一个实施例。在操作1055中,处理器210确定生物传感器565当前是否正在用于读取用户的指纹。在操作1060中,如果生物传感器565当前未被用来读取用户的指纹,那么在生物传感器565附近的天线模块可以被激活并放在子集 S_p 中。在一些实施例中,可以执行进一步波束搜索,例如,如图7、图8A和图8B中描述的基于相机/ALS或者如图9A和图9B中描述的基于接近传感器。在操作1065中,如果生物传感器565当前被用来读取用户的指纹,那么停用在生物传感器565附近的天线模块的所有波束。

[0140] 图11是示出基于天线定向估计的天线模块、阵列或波束选择的流程图。在一些实施例中,基站或其他设备可以在比UE 201高的地方配备无线收发器。在这些实施例中,来自基站的信号可以以小于九十度的入射角到达UE 201。在此实施例中,如果天线模块的正常

方向高于地面,那么天线模块可以接收到信号的概率可更高。在天线模块面朝地面的实施例中,信号强度可以明显比在天线模块指向高于地面的实施例中弱。由此,可以估计天线模块定向。

[0141] 在操作1105中,处理器210可以从传感器265收集信息。在一些实施例中,处理器210可以从陀螺仪540或加速度计535收集信息。

[0142] 在操作1110中,处理器210可以基于在操作1105中收集的传感器信息来估计UE 201的定向。

[0143] 在操作1115中,处理器210可以基于在操作1110中估计的UE 201的定向来估计UE 201的天线模块、阵列或波束的定向。可以估计天线模块、阵列或波束的定向,因为天线模块、阵列或波束相对于UE 201的几何关系是固定的。

[0144] 在操作1120中,处理器210选择正常方向是朝上的天线模块、阵列或波束作为激活天线模块集合。处理器210选择指向远离地面的未被阻挡的天线模块、阵列或波束,并且将波束放在激活集合中。正常方向朝向地面的天线模块、阵列或波束未被包括在激活天线模块集合中。

[0145] 图12是示出根据本公开的各种实施例的波束追踪的流程图。在UE201连接到网络之后,信道状况可以改变。例如,信道状况可因为UE 201的移动而改变。在信道状况改变时,可以基于改变的信道状况来执行波束追踪以确定哪个波束提供最高链接质量。在一些实施例中,在波束追踪过程中可以使用传感器265。

[0146] 在操作1205中,处理器210使用收发器234、244中的任一个与网络或另一设备通信,例如,另一个UE、车辆或具有无线收发器的家具。

[0147] 在操作1210中,触发传感器辅助的波束追踪。可以基于UE 201移动或链接质量退化而触发传感器辅助的波束追踪。

[0148] 在操作1215中,处理器210在时隙处收集传感器信息。在一些实施例中,处理器210可以从一个或多个传感器265收集传感器信息。时隙可以是预定义的,例如按规律的间隔。

[0149] 在操作1220中,处理器210在下一时隙处收集传感器信息。在一些实施例中,处理器210可以从一个或多个传感器265收集传感器信息。操作1220中的下一时隙在时间上比操作1215中的时隙晚。

[0150] 在操作1225中,处理器210基于操作1215的在时隙收集的传感器信息和操作1220的在下一时隙收集的传感器信息来确定UE 201的变化。处理器210可以确定UE 201的状态变化,例如定向或位置的变化。

[0151] 在操作1230中,处理器210可以搜索这样的波束,该波束的FOV最接近UE 201被确定为具有最高链接质量的方向。

[0152] 在一些实施例中,RF测量结果可以用于传感器辅助的波束追踪。在其他实施例中,RF测量结果可以不用于传感器辅助的波束追踪。

[0153] 图13是示出根据本公开的各种实施例的陀螺仪/加速度计/磁力计辅助的波束选择或天线模块选择的流程图。在一些实施例中,处理器210可以利用陀螺仪540、加速度计535或磁力计530中的一个来辅助波束选择或天线模块选择。在其他实施例中,处理器210可以利用陀螺仪540、加速度计535和磁力计530中的两个或更多的组合来辅助波束选择或天线模块选择。

[0154] 在操作1305中,触发陀螺仪/加速度计/磁力计辅助的波束选择或天线模块选择开始。可以出于各种原因而触发陀螺仪/加速度计/磁力计辅助的波束选择或天线模块选择。例如,在一些实施例中,可以因为UE 201与外部装置之间的链接状况改变而触发陀螺仪/加速度计/磁力计辅助的波束选择或天线模块选择。在其他实施例中,处理器210可以识别UE 201的状况变化并且作为响应而触发陀螺仪/加速度计/磁力计辅助的波束选择或天线模块选择。

[0155] 在操作1310中,陀螺仪540、加速度计535或磁力计530中的至少一个检测关于UE 201的旋转信息和/或平移信息。处理器210检测来自陀螺仪540、加速度计535或磁力计530中的至少一个的数据并且分析数据。在一些实施例中,处理器210可以具有对旋转和/或平移信息准确性的预设要求。例如,在将数据合并到波束选择或天线模块选择过程之前,处理器210可以要求来自位于UE 201上的一个以上加速度计535的平移数据基本上相似。要求来自一个以上传感器530至540的基本上相似的数据增加了提供到处理器210的数据准确的概率。

[0156] 在一些实施例中,处理器210可以具有限制传感器(所述传感器在任何给定的时间点提供旋转和/或平移信息)的量的预设要求。尽管增加的信息可以产生更准确的数据,但在一些实施例中,由处理器210在处理来自高于限制量的一些传感器的数据时所产生的处理延迟和/或功耗可能会因利用更大数量的数据点而降低原本有益的结果。在一些实施例中,可以预先确定限制传感器的量的预设要求。在一些实施例中,处理器210能够实时地调整预设要求以确定最优数量传感器(所述传感器可以在任何给定的时间点提供旋转和/或平移信息)。

[0157] 在操作1315中,如果处理器210从陀螺仪540、加速度计535或磁力计530中的一个以上接收数据,那么处理器210将来自每个传感器530至540的数据合并在一起。执行旋转信息和/或平移信息的合并。执行这个操作以提高向处理器210提供的数据的准确性(在与从单个传感器提供数据比较时)。处理器210可以使用多种方法来合并数据,例如对数据进行平均、执行加权求和、选择最大值或选择最小值。合并方法不限于此,并且处理器210可以利用合并数据的任何合并方法,以便为波束选择或天线模块选择提供可用的值。

[0158] 在一些实施例中,不需要并且因此不执行操作1315。例如,如果在操作1310中,处理器210只从一个传感器接收数据,那么在操作1315中,处理器210将不需要合并数据。

[0159] 在操作1320中,处理器210基于合并的旋转和/或平移数据来估计理想波束方向。在不执行操作1315的实施例中,在操作1320中,处理器210基于在操作1310中从传感器530至540接收到的旋转和/或平移数据来估计理想波束方向。

[0160] 处理器210可以通过将从传感器530至540接收到的数据与UE 201的初始状态进行比较来确定理想波束方向。例如,处理器210可以确定UE 201的初始定向和位置。当处理器210接收到来自传感器530至540中的至少一个的数据并进行合并时,处理器210可以利用这个信息来比较UE 201的更新的定向和位置。如果UE 201最初处于前平面415正好面向上且未被阻挡的位置,那么理想波束方向可以是与前平面415成九十度角。如果处理器210接收到UE 201已经翻转而使得它的新位置是前平面415面向表面并且后平面420正好面向上且未被阻挡的旋转和/或平移数据,那么处理器210可以确定理想波束方向是与后平面420成九十度角。

[0161] 在操作1325中,处理器210执行围绕理想波束方向的理想波束搜索。例如,如果UE 201处于理想波束方向是与后平面420成九十度角的上述第二位置,那么处理器210可以进行控制以仅在与AP-21至AP-29上的天线模块相对应的波束上执行波束搜索。

[0162] 图14是示出根据本公开的各种实施例的陀螺仪/加速度计/磁力计辅助的波束选择或天线模块选择的另一个流程图。在一些实施例中,处理器210可以利用陀螺仪540、加速度计535或磁力计530中的一个来辅助波束选择或天线模块选择。在其他实施例中,处理器210可以利用陀螺仪540、加速度计535和磁力计530中的两个或更多的组合来辅助波束选择或天线模块选择。

[0163] 在操作1405中,对陀螺仪/加速度计/磁力计辅助的波束选择或天线模块选择的触发是传感器辅助的波束追踪和天线模块选择的开始。在一些实施例中,由于处理器210执行波束追踪或天线模块选择,处理器210可以确定来自陀螺仪540、加速度计535或磁力计530中的一个或多个的数据将产生更准确的波束选择或天线模块选择。可以因为链接状况变化或自我感知状况变化而触发陀螺仪/加速度计/磁力计辅助的波束选择或天线模块选择。在一些实施例中,自我感知变化可以包括UE 201的角速度和/或线速度在给定的持续时间大于阈值,或者旋转和/或平移状态变化大于阈值。

[0164] 在操作1410中,处理器210从位于UE 201上的陀螺仪540、加速度计535或磁力计530中的至少一个接收旋转信息和/或平移数据。在一些实施例中,处理器210可以具有针对旋转和/或平移信息的准确性的预设要求。例如,在将数据合并到波束选择或天线模块选择过程之前,处理器210可以要求来自位于UE 201上的一个以上加速度计535的平移数据基本上相似。要求来自一个以上传感器530至540的基本上相似的数据增加了提供到处理器210的数据正确的概率。

[0165] 在一些实施例中,处理器210可以具有限制传感器(所述传感器在任何给定的时间点提供旋转和/或平移信息)的量的预设要求。尽管增加的信息可以产生更准确的数据,但在一些实施例中,由处理器210在处理来自高于限制量的一些传感器的数据时所产生的处理延迟和/或功耗可能会因利用更大数量的数据点而降低原本有益的结果。在一些实施例中,可以预先确定限制传感器的量的预设要求。在一些实施例中,处理器210能够实时地调整预设要求以确定传感器(所述传感器可以在任何给定的时间点提供旋转和/或平移信息)的最优数量。

[0166] 在操作1415中,如果处理器210从陀螺仪540、加速度计535或磁力计530中的一个以上接收数据,那么处理器210将来自每个传感器530至540的数据合并在一起。执行旋转信息和/或平移信息的合并。执行这个操作以提高向处理器210提供的数据的准确性(在与从单个传感器提供数据比较时)。处理器210可以使用多种方法来合并数据,例如对数据进行平均、执行加权求和、选择最大值或选择最小值。合并方法不限于此,并且处理器210可以利用合并数据的任何合并方法,以便为波束选择或天线模块选择提供可用的值。

[0167] 在一些实施例中,不需要并且因此不执行操作1415。例如,如果在操作1410中,处理器210只从一个传感器接收数据,那么在操作1415中,处理器210将不需要合并数据。

[0168] 在操作1420中,处理器210基于合并的旋转和/或平移数据来估计理想波束方向。在不执行操作1415的实施例中,在操作1420中,处理器210基于在操作1410中从传感器530至540接收的旋转和/或平移数据来估计理想波束方向。

[0169] 处理器210可以通过将从传感器530至540接收到的数据与UE 201的初始状态进行比较来确定理想波束方向。例如,处理器210可以确定UE 201的初始定向和位置。当处理器210接收到来自传感器530至540中的至少一个的数据并合并数据时,处理器210可以利用这个信息来比较UE 201的更新的定向和位置。如果UE 201最初处于前平面415正好面向上且未被阻挡的位置,那么理想波束方向可以是与前平面415成九十度角。如果处理器210接收到UE 201已经翻转而使得它的新位置是前平面415面向表面并且后平面420正好面向上且未被阻挡的旋转和/或平移数据,那么处理器210可以确定理想波束方向是与后平面420成九十度角。

[0170] 在操作1425中,处理器210执行围绕理想波束方向的理想波束搜索。例如,如果UE 201处于理想波束方向是与后平面420成九十度角的上述第二位置,那么处理器210可以进行控制以仅在与AP-21至AP-29上的天线模块相对应的波束上执行波束搜索。

[0171] 图15示出了根据本公开的各种实施例的示例触发条件。

[0172] 在一个实施例中,可能出现各种触发条件1510,诸如链接质量退化1512、信道增益降低1514以及陀螺仪和/或加速器和/或磁力计状态变化1516。尽管图15示出了三个单独的触发条件1510,但在一些实施例中,可以同时出现条件1512至1516中的一个或多个。在其他实施例中,可以存在图15中未示出的额外触发条件。

[0173] 链接质量退化1512包括UE 201的基带处理部分的链接质量退化。例如,链接质量退化1512可以包括位出错率或块出错率的退化。链接质量退化可以包括位出错率/块出错率高于阈值。链接质量退化可以用作触发条件。位出错率/块出错率大于阈值可以触发传感器265中的一个或多个传感器来追踪波束并且选择天线模块以用于新的波束生成。

[0174] 信道增益降低1514包括UE 201的信道增益降低。例如,系统可以触发一个或多个传感器来追踪波束并且选择天线模块以用于新的波束生成。

[0175] 陀螺仪和/或加速器和/或磁力计状态变化1516包括陀螺仪540、加速度计535或磁力计530中的一个或多个检测到UE 201的大于阈值的旋转和/或平移运动。阈值起到缓冲的作用,以防止UE 201的微小移动(该微小移动不会影响波束追踪和/或天线模块选择)。阈值可以是预定义的,或者处理器210可以实时地改变阈值以提供更有效的波束追踪和/或天线模块选择。

[0176] 在操作1520中,使用陀螺仪和/或加速器信息来辅助波束追踪和/或天线模块选择。在一些实施例中,这可以是在图13和图14中描述的过程。例如,基于触发条件1510的存在,处理器210可以触发传感器530至540中的一个或多个以开始收集数据来辅助波束追踪和/或天线模块选择的过程。

[0177] 如果陀螺仪540、加速度计535或磁力计530中的一个或多个检测到UE 201的大于阈值的旋转和/或平移运动,那么处理器210将利用由传感器530至540记录的旋转和/或平移信息进行波束追踪和/或天线模块选择过程,例如在图13和图14中示出的过程。如果陀螺仪540、加速度计535或磁力计530中的一个或多个检测到UE 201的不大于阈值的旋转和/或平移运动,或者没有检测到UE 201的任何旋转或平移运动,那么处理器210将不利用传感器数据进行波束追踪和/或天线模块选择过程。

[0178] 可以利用经过的持续时间的信息将旋转和/或平移运动信息转换成角速度和/或线速度。在其他实施例中,传感器265可以提供UE 201的角速度和/或线速度。在此实施例

中,可以将角速度和/或线速度转换成旋转和/或平移信息。旋转和平移运动信息和/或角速度和线速度被用于追踪最佳波束和选择有能力生成最佳波束的天线模块。

[0179] 图16A是示出根据本公开的各种实施例的使用多个传感器的波束追踪的流程图。图16B示出了根据本公开的各种实施例的使用多个传感器的波束追踪的示例。通过参考图16B来描述图16A。

[0180] 在操作1605中,处理器210确定在时间 t_0 的到达射线方向。例如,处理器210确定在时间 t_0 的最强到达射线方向。在时间 t_0 的最强到达射线方向由 (φ_0, θ_0) 表示。在此实施例中,处理器210从激活子集 S_p 中选择波束L作为提供最强增益的波束。在此实施例中,所选择的波束L指向方向 (φ_0, θ_0) 。

[0181] 在操作1610中,在时间 t_1 使用等式 $t_1 = t_0 + \Delta t$ 来触发波束追踪,其中 $\Delta t > 0$ 。在时间范围 (t_0, t_1) 期间,传感器530至540中的一个或多个可以追踪UE 201的运动。在各种实施例中,追踪UE 201的运动的传感器530至540使得处理器210接收关于UE 201的旋转和/或平移数据。

[0182] 在操作1615中,传感器530至540中的一个或多个在时间变化 (Δt) 期间获得关于UE 201的旋转和平移角度的数据。如果从传感器530至540中的一个以上传感器获得数据,则处理器210合并来自每个传感器530至540的数据。处理器210可以使用与在操作1315中描述的基本上相似的方法来合并数据。在一些实施例中,可以仅从传感器530至540中的一个获得数据。在这些实施例中,可以不执行数据合并。在处理器210合并了数据之后,如有必要,计算UE 201的沿着 φ 域和 θ 域的角度变化并且分别用 $\Delta\varphi$ 和 $\Delta\theta$ 表示。

[0183] 在操作1620中,处理器210可以使用由 $\Delta\varphi$ 和 $\Delta\theta$ 表示的数据来估计在时间 t_1 的确定的到达射线方向(由 (φ_1, θ_1) 表示)。例如,处理器210可以使用由 $\Delta\varphi$ 和 $\Delta\theta$ 表示的数据来估计在时间 t_1 的最强到达射线方向(由 (φ_1, θ_1) 表示)。通过等式 $\varphi_1 = \varphi_0 + \Delta\varphi$ 来计算 φ_1 并且通过等式 $\theta_1 = \theta_0 + \Delta\theta$ 来计算 θ_1 。时间 t_1 可以是UE 201尝试发送信号的任何时间。

[0184] 在一些实施例中,由处理器210确定的速度信息也可以用于传感器辅助的波束追踪。例如,可以根据旋转和/或平移信息的变化来计算速度信息。在每个时间段内,线速度可以等于平移信息变化除以持续时间,并且角速度可以等于旋转信息变化除以持续时间。在其他实施例中,速度信息可以直接从传感器265(诸如陀螺仪540或加速度计535)读取。

[0185] 在操作1625中,处理器210在 (φ_1, θ_1) 包含的区域内执行波束搜索。在各种实施例中,可以出于各种原因而在区域 (φ_1, θ_1) 内执行波束搜索。例如,基于各种因素可能无法生成沿着 (φ_1, θ_1) 的方向的波束L,例如因为天线移相器的分辨率有限或者天线模块相对于理想波束方向放置。在另一个示例中,由于传感器530至540中的一个或多个的有限分辨率或计算误差,在区域 (φ_1, θ_1) 内的波束搜索可能不是产生最强增益的波束方向。在此实施例中,如果在区域 (φ_1, θ_1) 内的波束L没有产生最强增益,那么传感器530至540中的一个或多个可以获得额外的数据并且可以再次执行操作1615至1625。

[0186] 在操作1630中,处理器210选择与在区域 (φ_1, θ_1) 内发现的理想波束方向相对应

的一个或多个天线模块,并且生成与理想波束方向相对应的一个或多个天线模块的波束L。在波束搜索之后的所选择的波束L的方向由 $(\varphi_1^*, \theta_1^*)$ 表示。

[0187] 图17是示出根据本公开的各种实施例的传感器辅助的阻挡检测和波束追踪的流程图。例如,传感器265可以在检测到可能阻挡来自一个或多个天线模块715的波束的物体705时执行传感器辅助的阻挡检测和波束追踪。如所说明,传感器辅助的阻挡检测方法方法与波束选择和/或天线模块选择的方法协作地执行。

[0188] 在操作1705中,传感器265检测对一个或多个波束L的阻挡。例如,操作1705可以包括处理器210从传感器530至565中的一个或多个接收数据。

[0189] 在操作1710中,处理器210确定激活子集 S_p 。如上所述,激活子集 S_p 包括被一个或多个传感器530至565确定为未被例如物体705阻挡的波束L。

[0190] 在操作1715中,处理器210确定来自激活子集 S_p 的、可能能够在时间 t_0 产生最强增益的波束L。这个方向由 (φ_0, θ_0) 表示。

[0191] 在操作1720中,在时间 t_1 处(使用等式 $t_1 = t_0 + \Delta t$,其中 $t_0 > 0$)触发波束追踪。在时间范围 (t_0, t_1) 期间,传感器530至540中的一个或多个可以追踪UE 201的运动。在各种实施例中,追踪UE 201的运动的传感器530至540使得处理器210接收关于UE 201的旋转和/或平移数据。

[0192] 在操作1725中,传感器530至565中的一个或多个在时间变化 (Δt) 期间获得关于UE 201的旋转和平移角度的数据。如果从传感器530至565中的一个以上传感器获得数据,则处理器210合并来自每个传感器530至565的数据。处理器210可以使用与在操作1315中描述的基本上相似的方法来合并数据。在一些实施例中,可以仅从传感器530至565中的一个获得数据。在这些实施例中,可以不执行数据合并。在处理器210合并了数据之后,如有必要,计算UE 201的沿着 φ 域和 θ 域的角度变化并且分别用 $\Delta\varphi$ 和 $\Delta\theta$ 表示。

[0193] 在一些实施例中,在操作1725中协作地使用的传感器530至565可以是相同类型的传感器530至565中的一个或多个、不同类型的传感器530至565中的一个或多个,或者它们的组合。例如,操作1425可以利用前平面415上的相机545和后平面420上的相机545。可以打开前平面415上的相机545和后平面420上的相机545中的每一个来检测光强度。在此实施例中,如果两个相机545都感测到光强度大于阈值,那么处理器210可以将相机545的方向附近的波束L包括在子集 S_p 中。在另一个实施例中,如果由一个相机545(例如,位于后平面420上的相机545)感测到的光强度小于阈值但是由另一个相机545(例如,位于前平面415上的相机545)感测到的光强度大于阈值,那么处理器210可以打开与位于后平面420上的相机545相对应的闪光灯。在此示例中,在位于前平面415上的相机545的方向附近的波束L被包括在子集 S_p 中,而位于后平面420上的相机545检测源于闪光灯的反射光的强度。

[0194] 在操作1730中,处理器210可以使用由 $\Delta\varphi$ 和 $\Delta\theta$ 表示的数据来估计在时间 t_1 的确定的到达射线方向(由 (φ_1, θ_1) 表示)。通过等式 $\varphi_1 = \varphi_0 + \Delta\varphi$ 来计算 φ_1 并且通过等式 $\theta_1 = \theta_0 + \Delta\theta$ 来计算 θ_1 。时间 t_1 可以是UE 201尝试发送信号的任何时间。在一些实施例中,处理器210可以确定 $(t_1 - t_0)$ 是否大于阈值。在其他实施例中,处理器210可以在包含 (φ_1, θ_1)

的区域内执行波束搜索。

[0195] 在操作1735中,处理器210确定通过 $(t_1 - t_0)$ 计算的时间延迟是否大于阈值。在一些实施例中,阈值可以是预先确定的。在其他实施例中,处理器210可以根据先前波束搜索和/或天线模块选择的结果来实时地更新阈值。如果时间延迟不大于阈值,那么在操作1740中,处理器210将使用先前在操作1710中计算的子集 S_p 。如果时间延迟大于阈值,那么在操作1745中,处理器210将使用与在操作1710中基本上相似的过程来重新计算激活子集 S_p 。

[0196] 一旦已经计算出子集 S_p ,在操作1750中,处理器210就进行控制以在如在操作1730中建立的包含 (φ_1, θ_1) 的区域中执行彻底的波束搜索。在各种实施例中,可以出于各种原因而在区域 (φ_1, θ_1) 内执行波束搜索。例如,基于各种因素可能无法生成沿着 (φ_1, θ_1) 的方向的波束L,例如因为天线移相器的分辨率有限或者天线模块相对于理想波束方向放置。在另一个示例中,由于传感器530至565中的一个或多个的有限分辨率或计算误差,在区域 (φ_1, θ_1) 内的波束搜索可能不是产生最强增益的波束方向。在此实施例中,如果在区域 (φ_1, θ_1) 内的波束L没有产生最强增益,那么传感器530至565中的一个或多个可以获得额外的数据并且可以再次执行操作1615至1625。

[0197] 在操作1755中,处理器210选择与在区域 (φ_1, θ_1) 内发现的理想波束方向相对应的一个或多个天线模块,并且生成与理想波束方向相对应的一个或多个天线模块的波束L。在波束搜索之后的所选择的波束L的方向由 $(\varphi_1^*, \theta_1^*)$ 表示。

[0198] 在一些实施例中,传感器530至565(例如,接近传感器550和加速度计535)可以共同用于自适应波束控制以减少可能有有害的辐射效应。例如,如果UE 201是移动终端,那么当用户将UE 201放在头部附近打电话时,处理器210可以自动地停用来自位于用户耳朵附近的贴片中的天线模块中的偶极的波束。更具体地,处理器210可以停用来自贴片AP-1至AP-20中的天线模块中的偶极的波束。通过这样做,自适应波束控制降低对用户头部的辐射并且减少可能有有害的辐射效应。另外地,自适应波束控制可以减少总波束搜索时间并且为波束选择或天线模块选择提供更有效的过程。

[0199] 图18是示出根据本公开的各种实施例的传感器辅助的相邻小区搜索的流程图。在一些实施例中,相邻小区搜索可频繁地发生,诸如当UE 201快速移动时。如果UE 201无法迅速地找到其服务小区,那么UE 201可能需要搜索相邻小区。利用一个或多个传感器530至565可以减少执行相邻小区搜索过程所需要的时间。

[0200] 在操作1805中,触发相邻小区搜索。可以出于不同的原因触发相邻小区搜索,例如因为当前小区的链接中断或者UE 201处于漫游状态。在UE 201利用5G频带、特别是mmWave频带的实施例中可能会更经常地触发相邻小区搜索,因为mmWave链接比使用2G、3G或4G频带的发射更容易被阻挡。

[0201] 在操作1810中,触发传感器辅助的天线选择。在一些实施例中,处理器210可以触发天线辅助的天线选择。在其他实施例中,处理器210可以被预先确定的条件自动地触发,诸如当前小区的链接中断或UE 201处于漫游状态。在一些实施例中,如果触发了相邻小区搜索,则可以自动地触发传感器辅助的天线选择。

[0202] 在操作1815中,执行传感器辅助的天线选择以选择将要包括在激活子集 S_p 中的波

束L,这些波束与天线贴片中的天线模块相对应。在一些实施例中,操作1815包括上述操作1705至1755。

[0203] 在操作1820中,使用所选择的天线模块的、被包括在激活子集 S_p 中的波束来搜索相邻小区。

[0204] 图19是示出在非阻挡状态下的天线模块、天线阵列确定的流程图。该确定以UE 201执行传感器辅助的阻挡检测开始。

[0205] 在操作1905中,处理器210执行传感器辅助的阻挡检测。在此操作中,处理器210确定所有的天线模块都未被阻挡。

[0206] 在操作1910中,处理器210估计UE 201的定向。

[0207] 在操作1915中,处理器210基于UE 201的定向来估计所有天线模块的定向。

[0208] 在操作1920中,处理器210将所有天线模块的定向与UE 201相对于地面的方向进行比较。例如,处理器210可以将天线模块的定向与相对于地面的向上垂直方向进行比较。在实施例中,当天线模块的角度定向和向上垂直定向小于或等于九十度时,天线模块可以被包括在激活集合中。

[0209] 图20A是示出根据本公开的各种实施例的到达角(AOA)感知码本框架的流程图。图20B是示出根据本公开的各种实施例的AOA感知码本框架的另一个流程图。UE 201接收到的每个信号通过具体的到达角到达UE 201。在一些实施例中,处理器210可以使用来自UE 201接收到的一些或所有信号的到达角信息来创建波束码本。波束码本包括码字或波束的集合。每个码字是复杂波束成形权重的矢量。码本在本文中被称为AOA感知码本。

[0210] 图20A示出了短期AOA感知码本框架。在操作2005中,用于AOA感知码本的条件被触发。在操作2010中,由处理器210收集到达角信息。在操作2015中,基于收集的AOA信息来生成或选择AOA感知码本。

[0211] 图20B示出了长期AOA感知码本框架。在操作2055中,收集到达角信息。在操作2060中,用于AOA感知码本的条件被触发。在操作2065中,基于收集的AOA信息来生成或选择AOA感知码本。

[0212] 如图20A和图20B所示,短期和长期AOA感知码本框架包括相同的步骤,但采用不同的顺序。在短期框架中,直到触发了对AOA感知码本的需要才可以开始收集和测量到达角信息。基于所收集的信息,处理器210生成AOA感知码本。在长期框架中,在认识到对AOA感知码本的需要之前就收集和测量到达角信息。一旦用于AOA感知码本的条件被触发,处理器210就基于在条件被触发之前收集的到达角信息来生成AOA感知码本。

[0213] 图21A是示出根据本公开的各种实施例的基于参考信号功率而触发AOA感知码本设计的流程图。图21B是示出根据本公开的各种实施例的基于参考信号功率而触发AOA感知码本设计的另一个流程图。例如,图21A和图21B中示出的触发条件可以是在操作2005或2060中公开的触发条件的示例。

[0214] 参考图21A,当接收到的参考信号功率较低时可以触发AOA感知码本。在操作2105中,处理器210估计参考信号功率。在一些实施例中,功率估计可以源自于参考信号的接收功率(RSRP)、参考信号的接收质量(RSRQ)、公共参考信号(CRS)的功率、信道状态信息参考信号(CSIRS)的功率、追踪参考信号(TRS)的功率、主同步信号(PSS)的功率、辅同步信号(SSS)的功率,或者其他参考信号的功率。

[0215] 在操作2110中,处理器210确定估计的功率是否小于阈值。在一些实施例中,用于估计的功率的阈值可以是预先确定的。在一些实施例中,处理器210能够基于生成先前AOA感知码本的结果来实时地调整阈值。

[0216] 在操作2115中,如果估计的功率不小于阈值,那么不触发生成AOA感知码本。由于在高于阈值的强度水平下接收到参考信号,因此AOA感知码本的生成和使用可以提供最小改进(与充分发射的传统方法相比),并且因此不生成AOA感知码本。

[0217] 在操作2120中,如果估计的功率小于阈值,那么触发生成AOA感知码本。由于在低于阈值的强度水平下接收到参考信号,因此AOA感知码本可以比不使用AOA感知码本提供显著的增益。

[0218] 参考图21B,在操作2155中,处理器210进行控制以尝试检测参考信号。处理器210可以进行控制以尝试多种参考信号,例如RSRP、RSRQ、CRS、CSI-RS、TRS、PSS、SSS或其他参考信号。

[0219] 在操作2160中,处理器210确定是否检测到参考信号。如果检测到参考信号,那么在操作2165中,处理器210估计在操作2155中检测到的参考信号的参考信号功率。在操作2170中,处理器210确定参考信号的估计功率是否小于阈值。如果估计的功率小于阈值,那么在操作2180中,触发生成AOA感知码本。

[0220] 在操作2175中,不触发生成AOA感知码本。在一些实施例中,基于在操作2170中估计的功率不小于阈值而不触发生成AOA感知码本。在一些实施例中,基于在操作2160中没有检测到参考信号而可以不触发生成AOA感知码本。

[0221] 图22A是示出根据本公开的各种实施例的基于方差而触发AOA感知码本设计的流程图。图22B是示出根据本公开的各种实施例的基于方差而触发AOA感知码本设计另一个的流程图。

[0222] 参考图22A,在操作2205中,处理器210收集使用的码字标识并且将使用的码字标识保存在存储器220中。在一些实施例中,将时间分成时隙。例如,可以将时间分成1ms的时隙。使用的码字的标识可以在每个时隙开始或结束时保存在存储器220中。

[0223] 在操作2210中,处理器210计算码字的分布。在一些实施例中,可以按给定的持续时间(诸如每十秒或每分钟)来计算分布。在其他实施例中,可以在处理器210确定需要计算给定的持续时间时计算分布。在一些实施例中,可以在收集码字标识并将其保存在存储器220中时实时地计算分布。处理器210还可以计算所保存的码字标识的分布的方差。

[0224] 在操作2215中,处理器210确定分布的方差是否小于阈值。在操作2220中,如果方差不小于阈值,那么不触发生成AOA感知码本。在操作2225中,如果分布的方差小于阈值,那么触发生成AOA感知码本。例如,当分布的方差小于阈值时可以触发生成AOA感知码本,因为利用AOA感知码本的潜在增益是显著的。

[0225] 参考图22B,在操作2255中,处理器210收集使用的码字标识并且将使用的码字标识保存在存储器220中。在一些实施例中,将时间分成时隙。例如,可以将时间分成1ms的时隙。使用的码字的标识可以在每个时隙开始或结束时保存在存储器220中。

[0226] 在操作2260中,处理器210删去保存的码字标识的异常值。异常值是发生概率很低的一种类型的码字标识。删去异常值使得处理器210能够计算分布的更准确的方差。

[0227] 处理器210可以使用多种不同的方法来识别异常值。在一些实施例中,处理器210

可以通过将在给定的持续时间内的码字标识出现率与阈值进行比较来识别异常值。在此实施例中,如果所选择码字的标识的出现率小于阈值,那么码字可以被标识为异常值。在一些实施例中,处理器210可以将异常值标识为具有最小出现率的码字标识。异常值可能是由多种原因引起的,例如宽空间扩展。宽空间扩展可以例如在没有信号丢失(LOS)信号时出现。在没有LOS信号的实施例中,处理器210可以选择非LOS信号。

[0228] 在操作2265中,处理器210计算码字的分布。在一些实施例中,可以按给定的持续时间(诸如每十秒或每分钟)来计算分布。在一些实施例中,可以在处理器210确定需要计算给定的持续时间时计算分布。在一些实施例中,可以在收集码字标识并将其保存在存储器220中时实时地计算分布。处理器210还可以计算所保存的码字标识的分布的方差。

[0229] 在操作2270中,处理器210确定分布的方差是否小于阈值。在操作2275中,如果方差不小于阈值,那么不触发生成AOA感知码本。在操作2280中,如果分布的方差小于阈值,那么触发生成AOA感知码本。例如,当分布的方差小于阈值时可以触发生成AOA感知码本,因为利用AOA感知码本的潜在增益是显著的。

[0230] 图23示出了根据本公开的各种实施例的AOA感知码本的触发条件。在操作2310中,由用户触发AOA感知码本的生成。在一些实施例中,AOA感知码本的用户触发的生成可以包括用户采取肯定动作来开启AOA感知码本功能。在其他实施例中,AOA感知码本的用户触发的生成可以包括UE 201基于事件的发生而自动地触发AOA感知码本的生成。例如,触发AOA感知码本的生成的事件可以是在打电话期间语音质量差(如果UE 201是移动终端的话),或者因信号强度和/或连接性差而引起的UE 201上的内容加载慢。一旦用户已经触发了AOA感知码本功能,就可以发生一次AOA感知码本生成或者可以发生多次AOA感知码本生成。

[0231] 在操作2320中,发生一次AOA感知码本生成或AOA感知码本选择。一次AOA感知码本生成或选择包括图21A至图22B中描述的方法发生一次。

[0232] 在操作2330中,发生多次AOA感知码本生成或选择。多次AOA感知码本生成或选择包括基于用户触发AOA感知码本生成一次而使图21A至图22B中描述的方法发生一次以上。多次AOA感知码本生成或选择可以包括在操作2332处的周期AOA感知码本生成或选择或者在操作2334处的非周期AOA感知码本生成或选择。

[0233] 在操作2332中,周期AOA感知码本生成或选择包括以周期性方式发生的AOA感知码本生成或选择。例如,AOA感知码本生成或选择可以每十秒、每分钟或每五分钟发生。

[0234] 在操作2334中,非周期AOA感知码本生成或选择包括以非周期性方式发生的AOA感知码本生成或选择。例如,非周期AOA感知码本生成或选择可以包括事件触发的AOA感知码本生成或选择。触发非周期AOA感知码本生成或选择的事件可以包括在图21A至图22B中描述的事件。

[0235] 图24A示出了根据本公开的各种实施例的到达角信息收集和/或测量。到达角信息收集和/或测量2410可以细分成短期AOA方法2420和长期AOA方法2450。短期AOA方法2420可以进一步细分成高分辨率角度扫描2430和低分辨率角度扫描2440。长期AOA方法2450可以进一步细分成基于使用的码字的估计2460和基于使用的天线面板的估计2470。

[0236] 在各种实施例中,术语分辨率可以是指方位角域、海拔域或这两者中的角度分辨率。在一些实施例中,处理器210可以利用一种或多种方法2420至2470来收集和/或测量信息。例如,处理器210可以针对第一覆盖区域利用高分辨率角度扫描2430并且针对第二覆

盖区域利用低分辨率角度扫描2440。在另一个示例中,处理器210可以在UE 201的电池功率高于某一水平时利用高分辨率角度扫描2430,并且在UE 201的电池功率低于某一水平时利用低分辨率角度扫描2440。

[0237] 图24B示出了根据本公开的各种实施例的高分辨率角度扫描2430。在高分辨率角度扫描2430中,利用高分辨率方法来估计到达的信号的角度。例如,处理器210利用的高分辨率方法可以是使用算法,诸如多信号分类(MUSIC)算法。

[0238] 在操作2432中,天线阵列使用一种或多种高分辨率空间滤波算法来周期性地或非周期性地(例如,当被事件驱动时)扫描出球体。天线阵列可以针对相关联的基站发射的已知的期望信号(诸如PSS、SSS、TRS、CSI-RS等)来扫描出整个或部分球体。在一些实施例中,处理器210可以使用诸如MUSIC的算法来完成扫描。通过进行控制以执行扫描,处理器210可以确定最强信号的角度。

[0239] 在操作2434中,将检测到的角度保存在存储器220中。一旦将检测到的角度保存在存储器220中,处理器210就可以使用检测到的角度来生成AOA感知码本。在一些实施例中,一旦生成了AOA感知码本,就可以擦除保存在存储器中的到达角信息。

[0240] 图24C示出了根据本公开的各种实施例的低分辨率角度扫描2440。在低分辨率角度扫描2440中,利用相对于在高分辨率角度扫描2430中使用的高分辨率方法的低分辨率方法来估计到达的信号的角度。低分辨率角度扫描具有多种益处,包括但不限于较低的计算复杂度以及收集和/或测量到达角信息的较短时间段。

[0241] 在操作2442中,天线阵列使用宽波束来扫描出球体。在各种实施例中,天线阵列可以扫描出整个球体或球体的一部分。在低分辨率角度扫描2440中,以比在高分辨率角度扫描2430中更宽的角度步长来扫描出整个或部分球体。在一些实施例中,可以通过激活来自预先存在的码本的一些波束以检测足够强的信号是否到达波束的方向来实现宽波束。在其他实施例中,可以通过激活天线阵列内的一部分天线元件使得波束宽度足够宽来实现宽波束。

[0242] 在操作2444中,将检测到的信号保存在存储器220中。一旦将检测到的信号保存在存储器220中,处理器210就可以使用检测到的角度来生成AOA感知码本。在一些实施例中,一旦生成了AOA感知码本,就可以擦除保存在存储器中的到达角信息。

[0243] 长期AOA方法2450可以进一步细分成基于使用的码字的估计2460和基于使用的天线面板的估计2470。图24D示出了基于使用的码字的估计2460,并且图24E和图24F示出了基于使用的天线面板的估计2470。

[0244] 图24D示出了根据本公开的各种实施例的基于使用的码字的估计2460。在操作2461中,将在时间 t_0 使用的码字 i 的索引保存到存储器220。在操作2462中,在时间 t_0 开始追踪UE 201的旋转信息。在一些实施例中,一旦在操作2461中将在时间 t_0 使用的码字 i 的索引保存到存储器220,处理器210就开始追踪UE 201的旋转信息。

[0245] 在操作2463中,在时间 t_1 ,通过条件的出现来触发AOA感知码本的生成。在操作2464中,在时间 t_1 追踪并更新旋转信息。

[0246] 在操作2465中,处理器210根据码字 i 来估计辐射图。在操作2467中,处理器210估计辐射图的目标覆盖范围。例如,处理器210可以基于码字 i 的3-dB波束宽度来估计目标覆盖范围。在操作2469中,处理器210可以基于来自操作2467的辐射图的估计的目标覆盖范围

和来自操作2464的在时间 t_1 的追踪的旋转信息来校正目标覆盖范围。在各种实施例中,到达角信息中的经校正的目标覆盖范围可以用于进一步处理。例如,经校正的目标覆盖范围可以是用来生成AOA感知码本的到达角信息。

[0247] 图24E示出了根据本公开的各种实施例的基于使用的天线面板的估计2470。图24F示出了根据本公开的各种实施例的包括在基于天线面板的估计2470中使用的多个天线阵列2482、2484、2486和2488的示例UE 201。每个天线阵列2482、2484、2486和2488可以将不同的覆盖区域作为目标。

[0248] 在操作2471中,将在时间 t_0 使用的阵列天线 i 的索引保存到存储器220。天线阵列 i 可以是天线阵列2482、2484、2486和2488中的任一个。在操作2472中,在时间 t_0 开始追踪UE 201的旋转信息。在一些实施例中,一旦在操作2471中将在时间 t_0 使用的天线阵列 i 的索引保存到存储器220,处理器210就开始追踪UE 201的旋转信息。

[0249] 在操作2473中,在时间 t_1 ,通过条件的出现来触发AOA感知码本的生成。在操作2474中,在时间 t_1 追踪并更新旋转信息。

[0250] 在操作2475中,处理器210根据天线阵列 i 来估计目标覆盖范围。在操作2477中,处理器210可以基于来自操作2475的天线阵列 i 的估计的目标覆盖范围和来自操作2474的在时间 t_1 的追踪的旋转信息来校正目标覆盖范围。例如,经校正的目标覆盖范围可以是用来生成AOA感知码本的到达角信息。

[0251] 图25示出了根据本公开的各种实施例的AOA感知码本设计原理。AOA感知码本设计原理2510包括用于生成和/或设计码本的三种方法2512、2514和2516。

[0252] 可以通过选择码字(该码字在到达角方向上生成波束)来执行AOA感知码本生成和/或选择。在一些实施例中,可以基于某一条件(例如,基于DFT的码本)来预先确定码字集合。在其他实施例中,可以通过根据设计度量来加载最适合收集的到达角简况的码本来生成和/或选择AOA感知码本。例如,处理器210可以从存储在存储器220中的预先确定的码本集合加载AOA感知码本。在一些实施例中,设计度量可以包括三种方法2512、2514和2516中的一种或多种。其他实施例是可能的。

[0253] 用于设计AOA感知码本的第一方法2512包括将所有到达角上的平均辐射最大化。在此方法中,所生成的码本对应于在感兴趣的到达角上提供最大平均辐射(即,波束成形增益)的码字集合。此方法将所有测量的到达角上的辐射增益的平均值最大化。

[0254] 用于设计AOA感知码本的第二方法2514包括将所有到达角上的 x 百分位辐射最大化。在此方法中, x 的值是设计参数。例如, x 可以等于20($x=20$)。在 $x=20$ 的示例中,处理器210将以20%的分布率生成AOA感知码本。

[0255] 用于设计AOA感知码本的第三方法2516包括将所有到达角上的均匀辐射最大化。在此方法中,所生成的码本在所有的到达角之中产生最均匀分布的辐射。

[0256] 尽管在本文中被讨论为三种单独的方法2512、2514和2516,但这三种方法不是排他的。在一些实施例中,处理器210可以在不同程度上权衡每一种方法以设计AOA感知码本来执行波束选择和/或天线模块选择。

[0257] 图26是示出根据本公开的各种实施例的基于来自传感器的输入而停用天线模块的至少一部分的流程图。该过程以从传感器接收输入开始。

[0258] 在操作2605中,处理器210从传感器265接收输入。来自传感器265的输入指示存在

位于接近传感器265附近的障碍物。在一些实施例中,障碍物可以是物体605。在一些实施例中,在操作2605中处理器210从中接收输入的传感器265是接近传感器550或生物传感器565中的至少一个。

[0259] 在操作2610中,处理器210识别位于传感器附近的天线模块。在一些实施例中,在操作2605中使用的传感器265是第一传感器。示例方法还可以包括由第二传感器来检测UE 201的旋转。处理器210可以确定用于无线通信的被激活波束的子集。处理器210然后可以基于来自第二传感器的输入来确定UE 201的旋转量和旋转方向。处理器210然后可以基于所确定的UE 201的旋转量和旋转方向来修改所确定的被激活波束的子集。

[0260] 在操作2615中,处理器210基于来自传感器265的输入来停用所识别的天线模块的至少一部分。在一些实施例中,停用所识别的天线模块的至少一部分包括识别障碍物相对于天线模块的位置。可以基于来自传感器的输入和传感器相对于天线模块的位置来识别该位置。处理器210可以识别天线模块的波束的波束图型。处理器210然后可以基于所识别的波束图型和障碍物相对于天线模块的位置来确定被障碍物挡住的一个或多个波束。处理器210然后可以停用对被确定为被障碍物挡住的一个或多个波束的使用。

[0261] 在一些实施例中,修改所确定的被激活波束的子集是基于触发事件的发生。在一些实施例中,触发事件可以是以下之一:链接质量退化了阈值量或者UE 201的位置改变了阈值量。

[0262] 在一些实施例中,修改所确定的被激活波束的子集包括计算UE 201的位置变化。可以基于UE 201的旋转量和旋转方向来计算UE 201的位置变化。处理器210然后将与所确定的被激活波束的子集相关联的第一方向转换成与UE 201的位置变化相关联的第二方向。可以基于UE 201的所计算的位置变化来执行转换。处理器210然后可以识别与所转换的第二方向相关联的波束。处理器210然后可以基于被识别为与所转换的第二方向相关联的波束来修改所确定的被激活波束的子集。

[0263] 在一些实施例中,确定被激活波束的子集可以用来搜索相邻小区。

[0264] 在一些实施例中,示例方法可以包括收集信号波束的到达角(AOA)的统计数据。在一些实施例中,处理器210可以基于所收集的信号波束的到达角的统计数据来生成AOA感知码本。

[0265] 在一些实施例中,收集统计数据和生成AOA感知码本可以包括估计来自参考信号的参考信号功率。在一些实施例中,处理器210然后可以基于估计的参考信号功率低于估计的参考功率阈值来生成AOA感知码本。

[0266] 在一些实施例中,收集统计数据和基于收集的统计数据来生成AOA感知码本可以包括收集并保存使用的码字的标识。在一些实施例中,处理器210可以计算码字在给定的持续时间的分布。在一些实施例中,处理器210可以基于分布的方差小于估计的方差阈值来生成AOA感知码本。

[0267] 尽管在本文中描绘为一系列步骤,但可以不执行一个或多个步骤,或者可以按不同的顺序执行。本文中描绘的实施例不限制本公开。

[0268] 本申请中的任何描述都不应被理解为暗示任何特定元件、步骤或功能是必须包含在权利要求书范围内的基本元素。此外,没有一项权利要求旨在援引35U.S.C. §112(f),除非“用于……的装置”后面有分词。

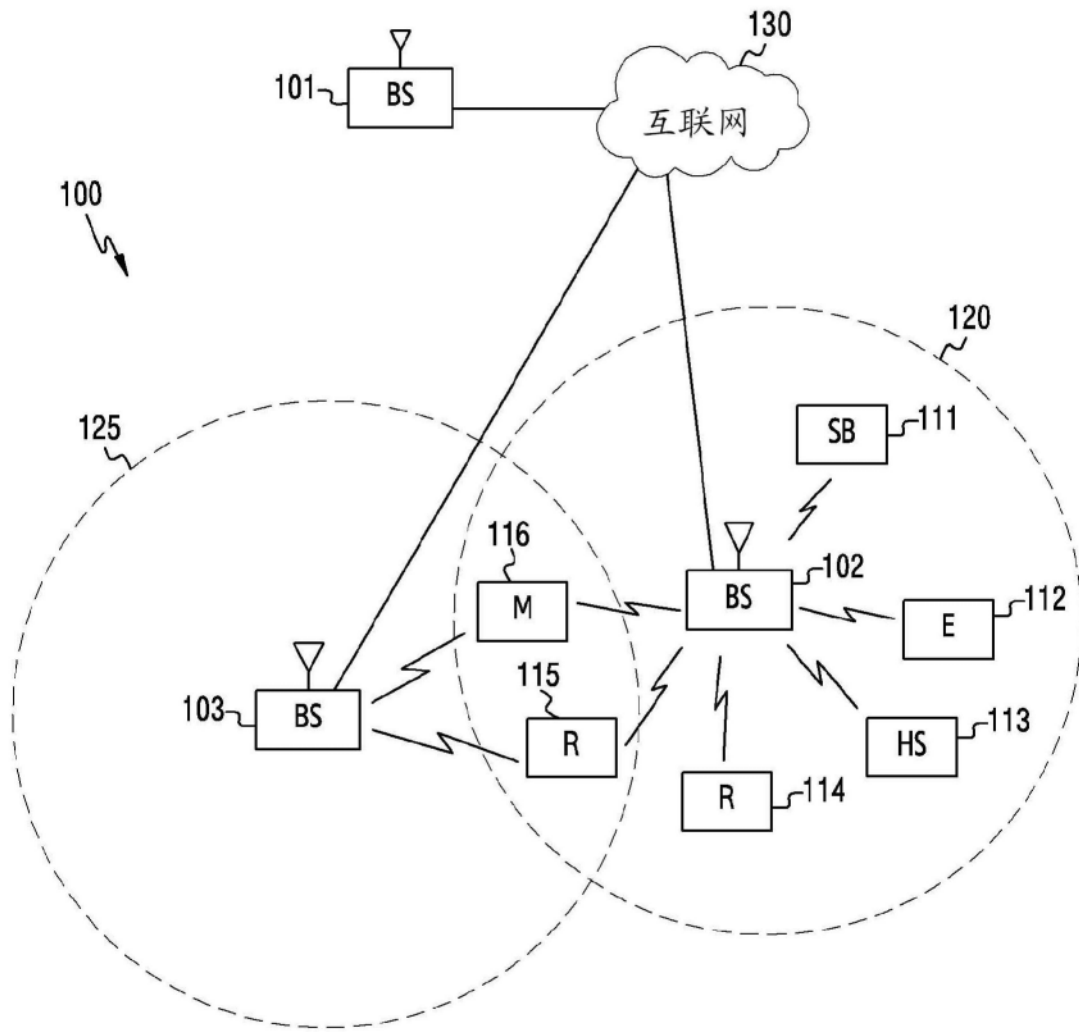


图1

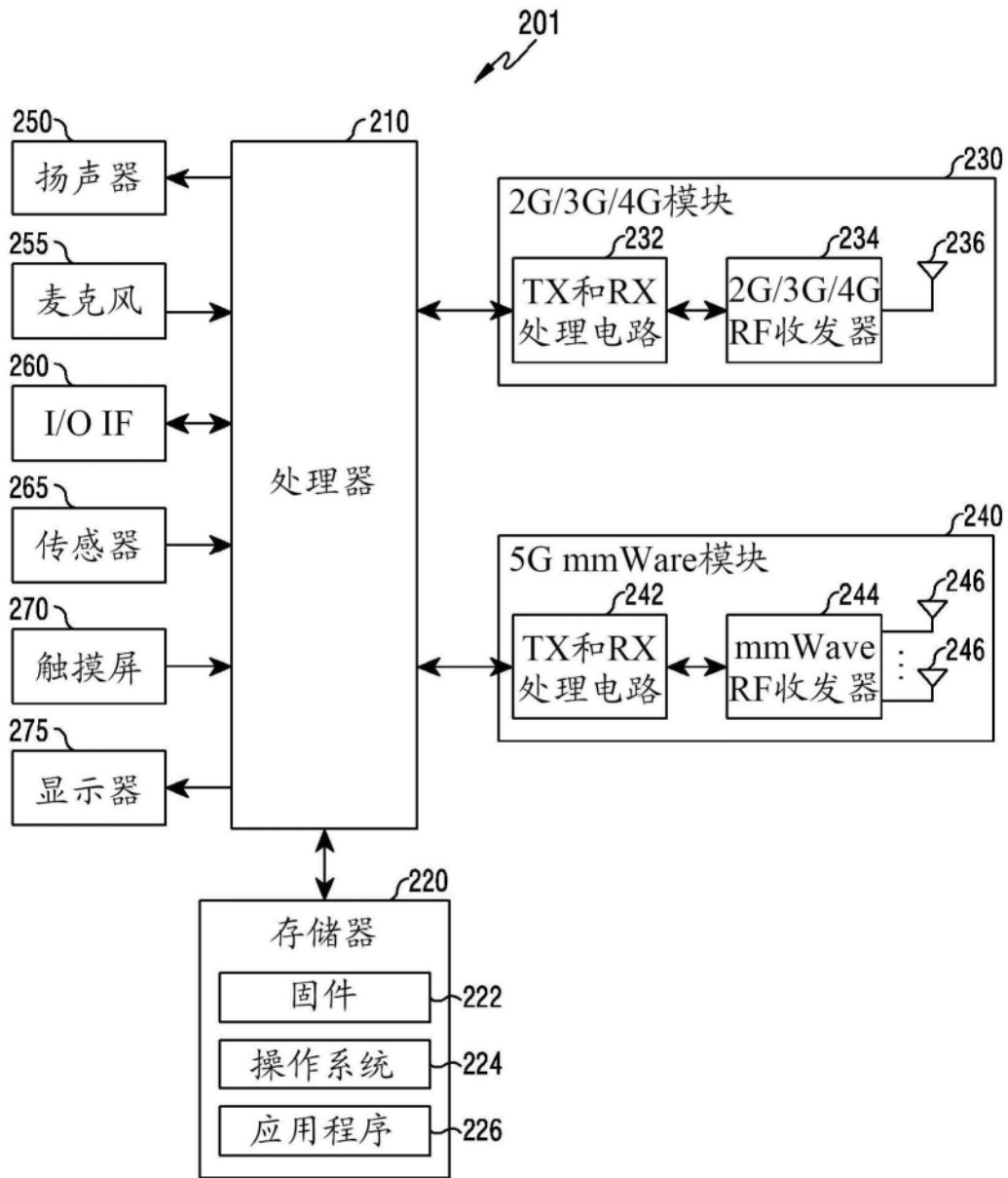


图2

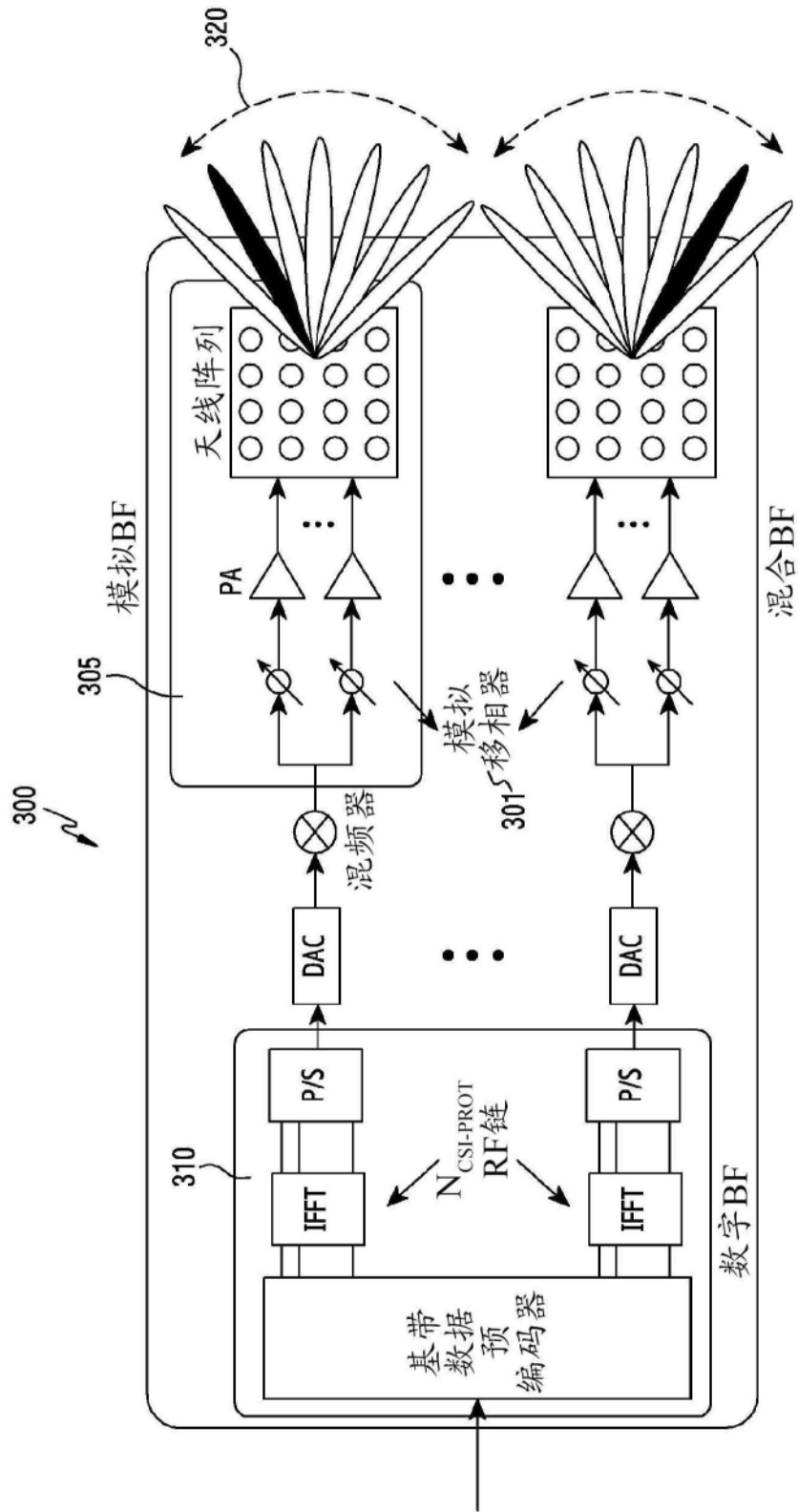


图3

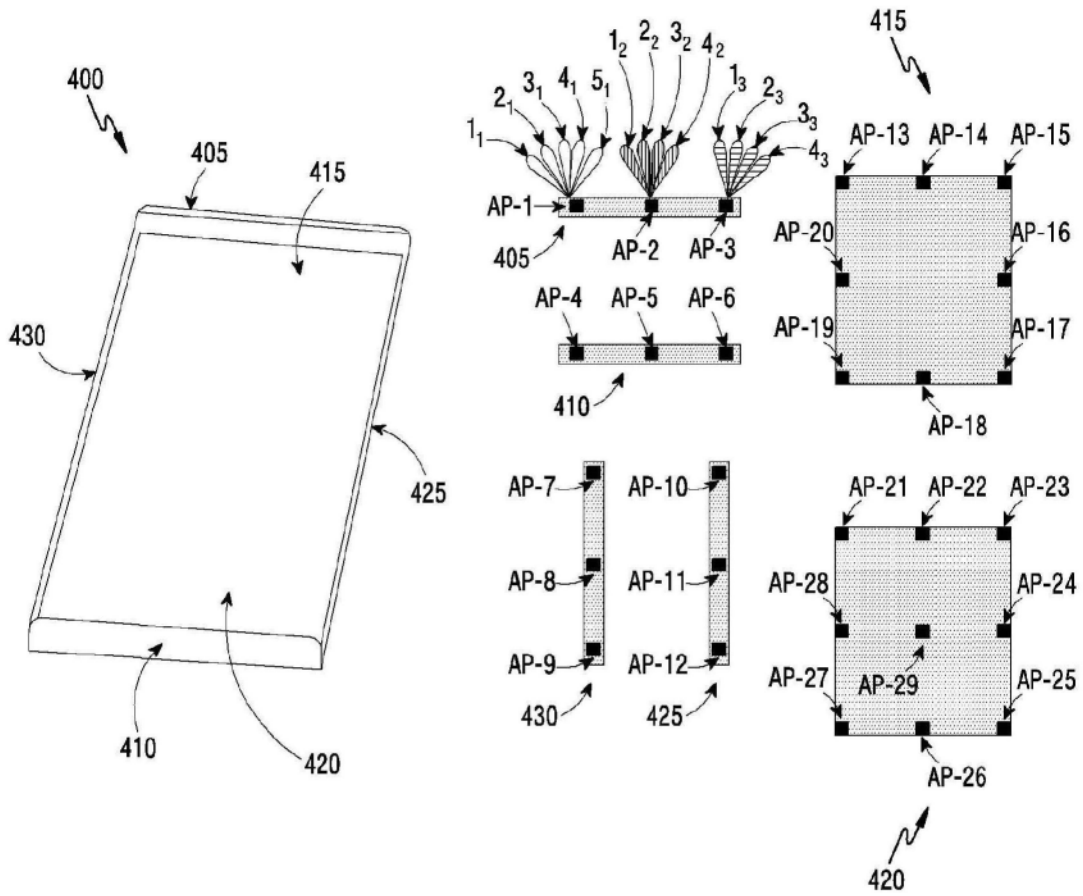


图4

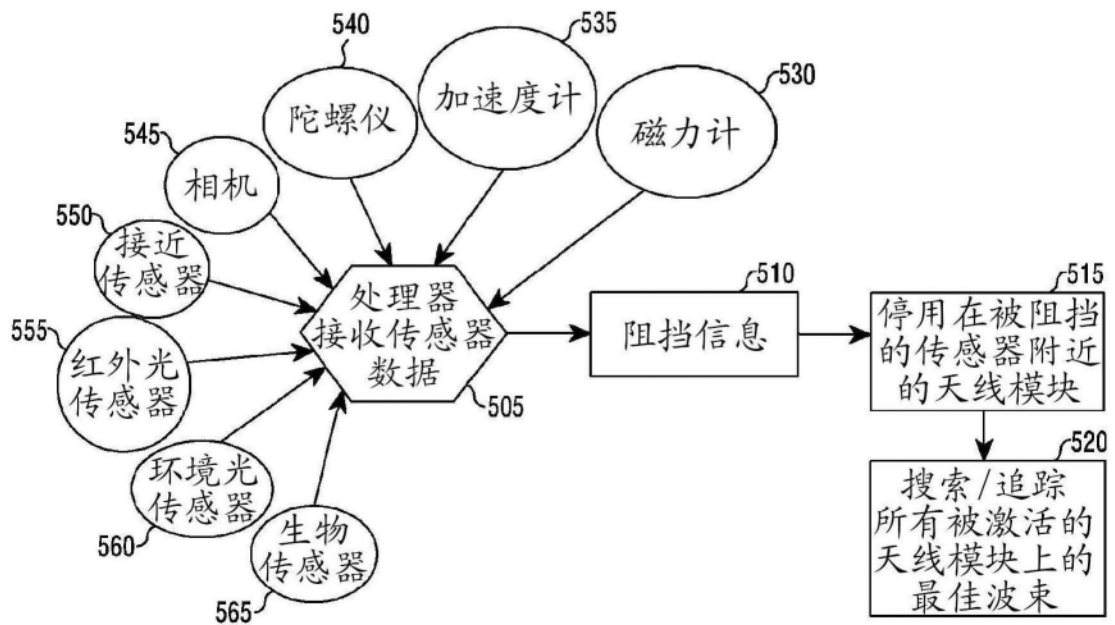


图5

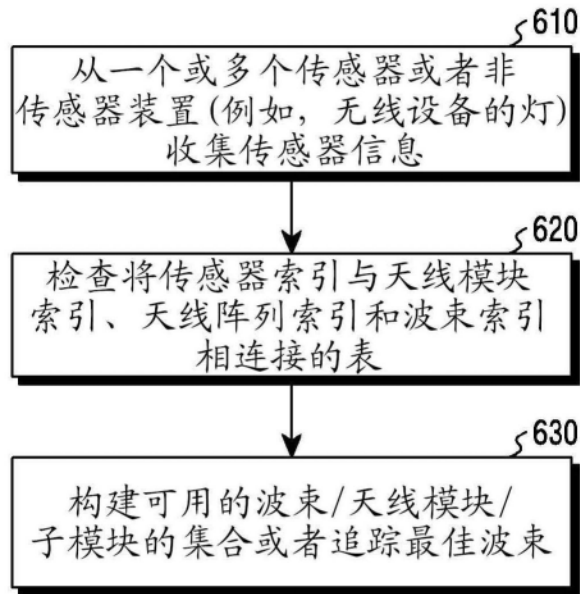


图6A

640

	天线模块索引	天线阵列索引	波束索引
传感器1	AM-1, AM-2	AA-1a, AA-1b, AA-1c, AA-2a, AA-2b,	1 ₁ , 2 ₁ , 3 ₁ , 4 ₁ , 6 ₁ , 1 ₂ , 2 ₂ , 3 ₂ , 4 ₂
传感器2	AM-18, AM-19	AA-18a, AA-18b, AA-19a, AA-19b	1 ₁₈ , 2 ₁₈ , 3 ₁₈ , 6 ₁₈ , 1 ₁₉ , 2 ₁₉ , 3 ₁₉ , 4 ₁₉
传感器3	AM-21	AA-21a, AA-21c	1 ₂₁ , 2 ₂₁ , 3 ₂₁ , 4 ₂₁ , 5 ₂₁ , 6 ₂₁ , 7 ₂₁

图6B

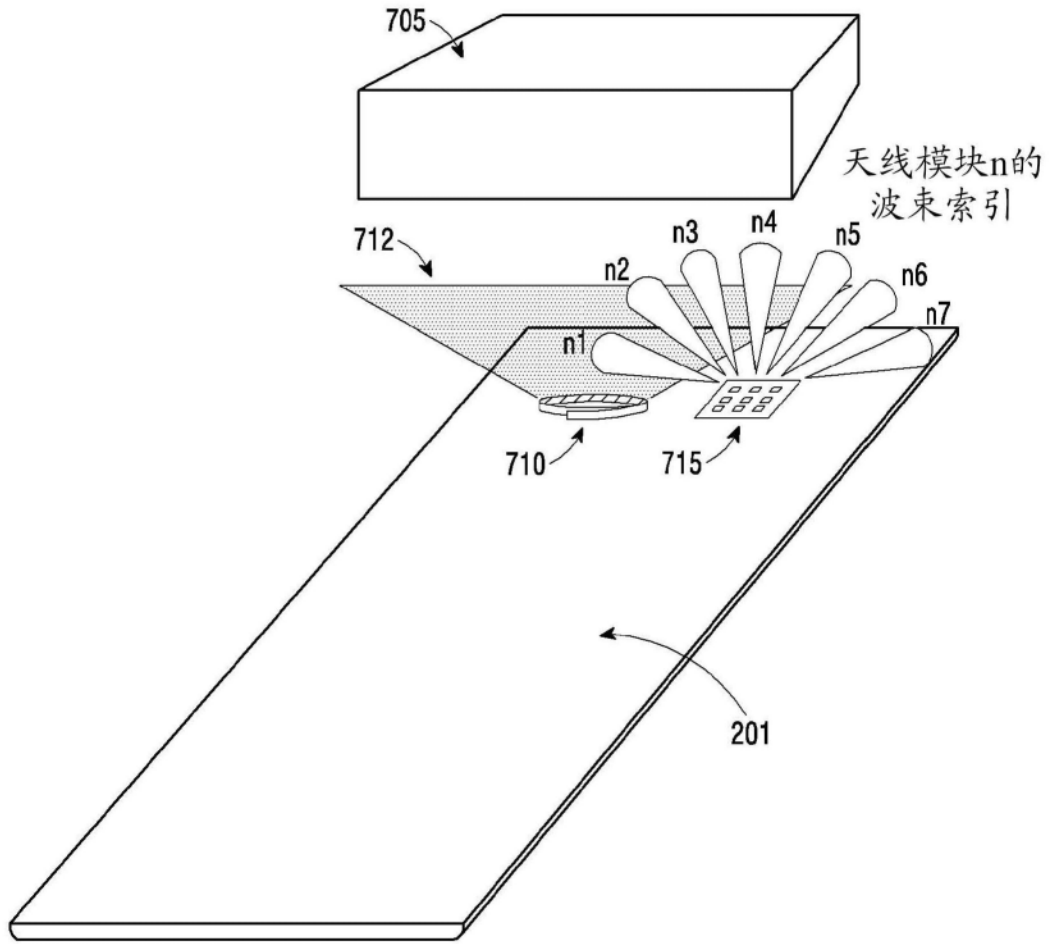


图7

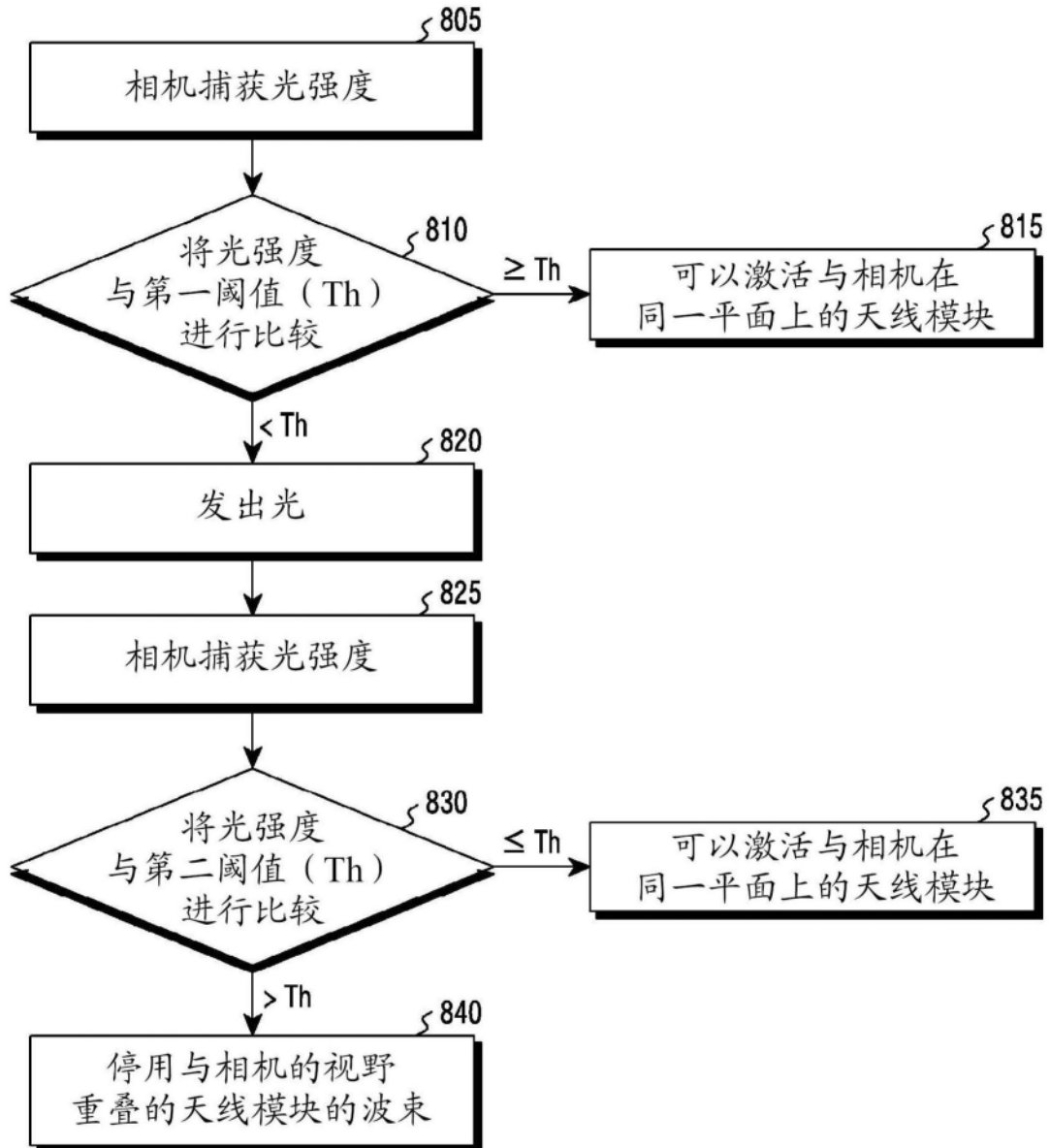


图8A

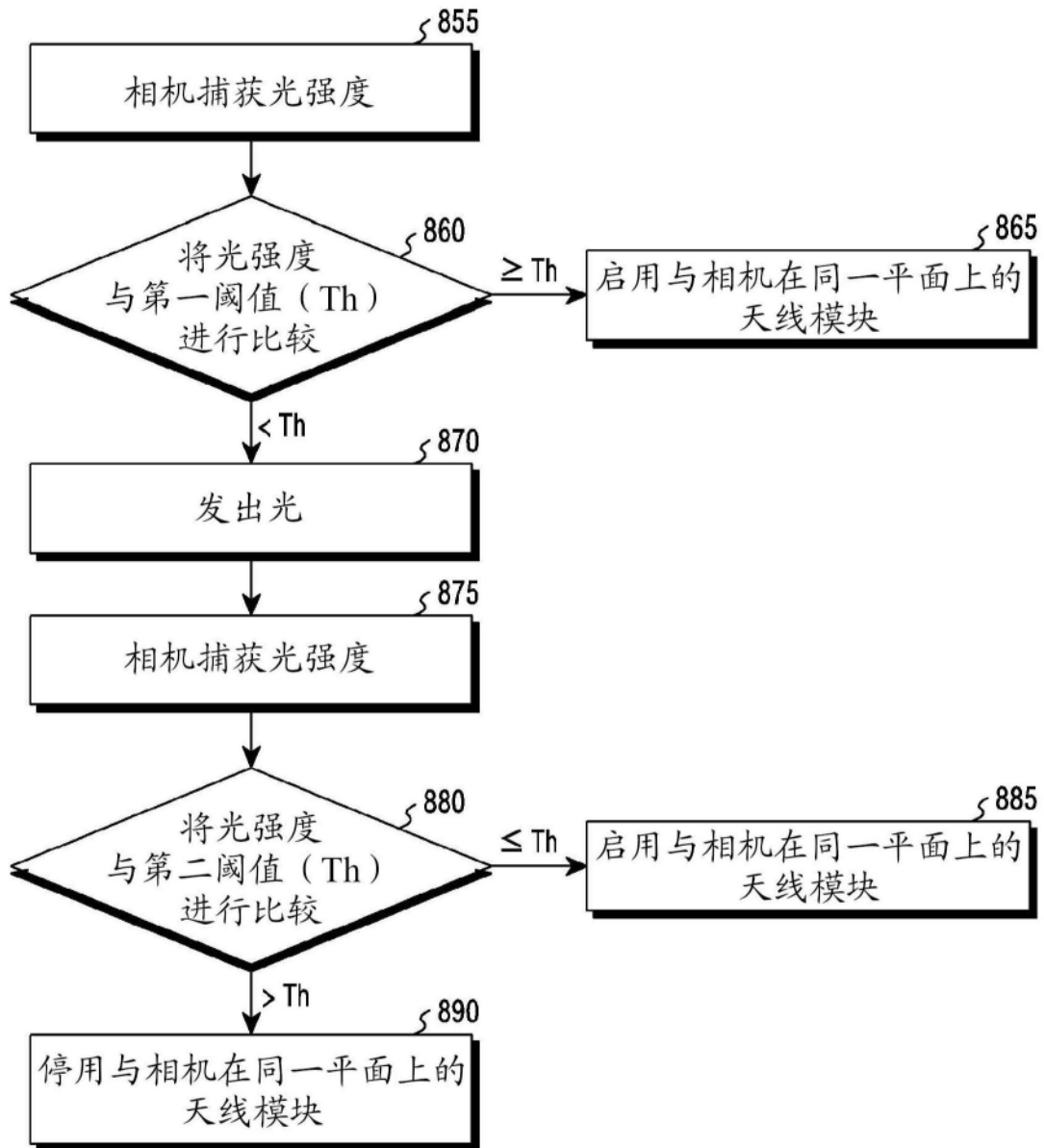


图8B

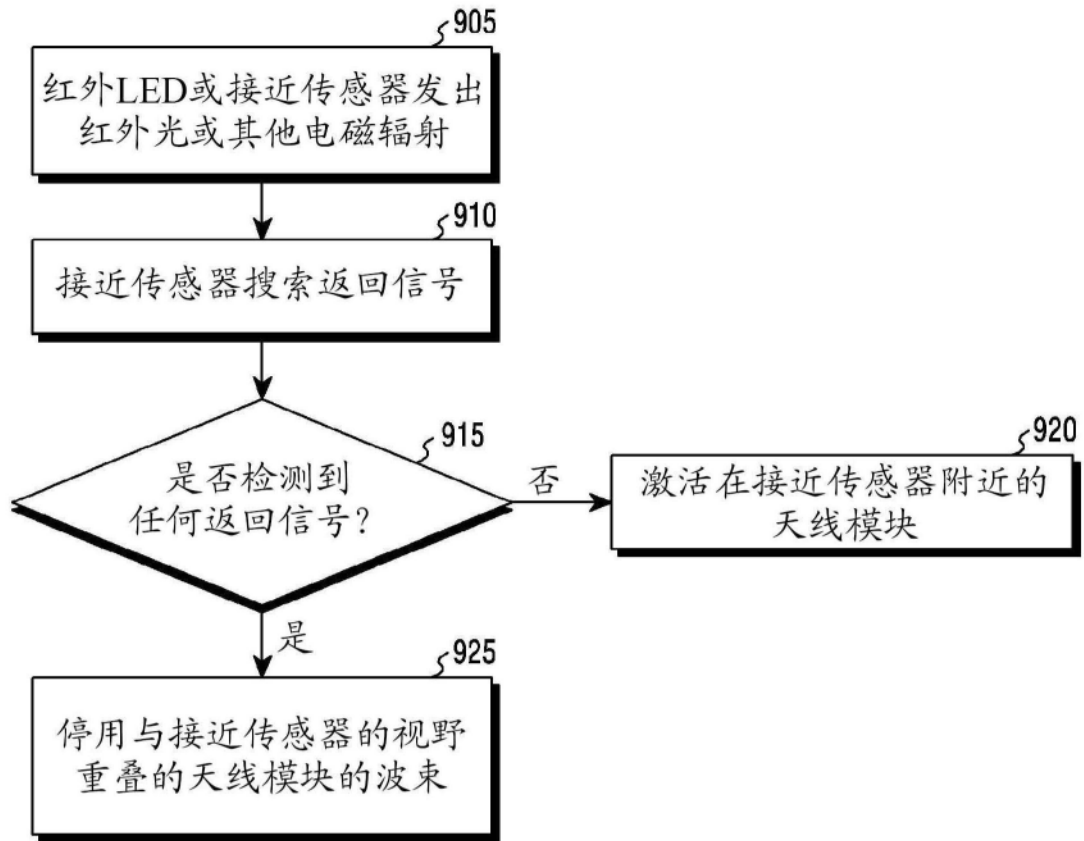


图9A

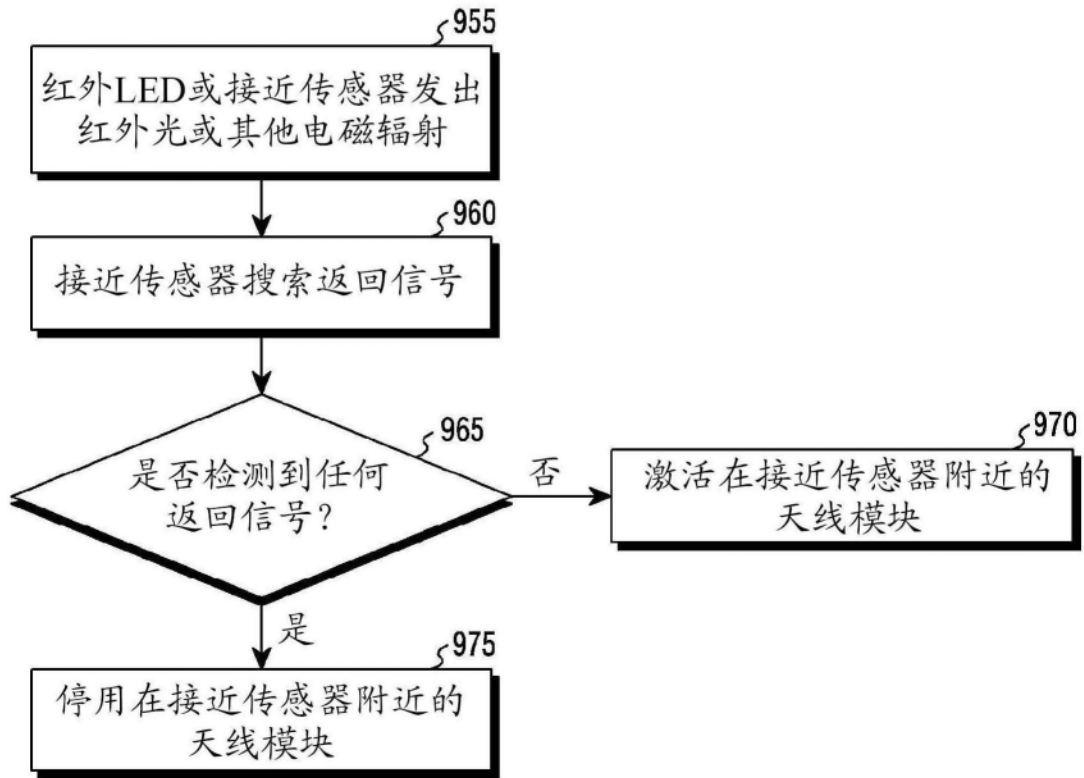


图9B

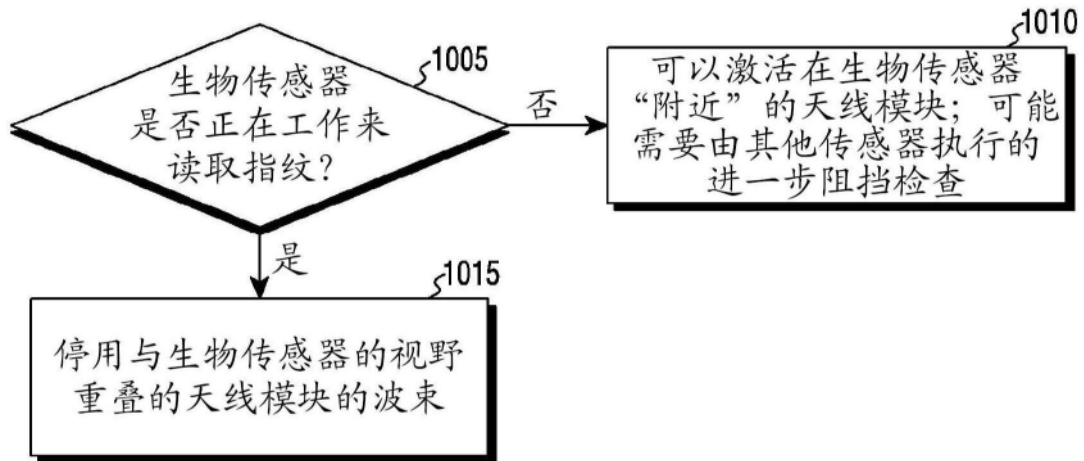


图10A

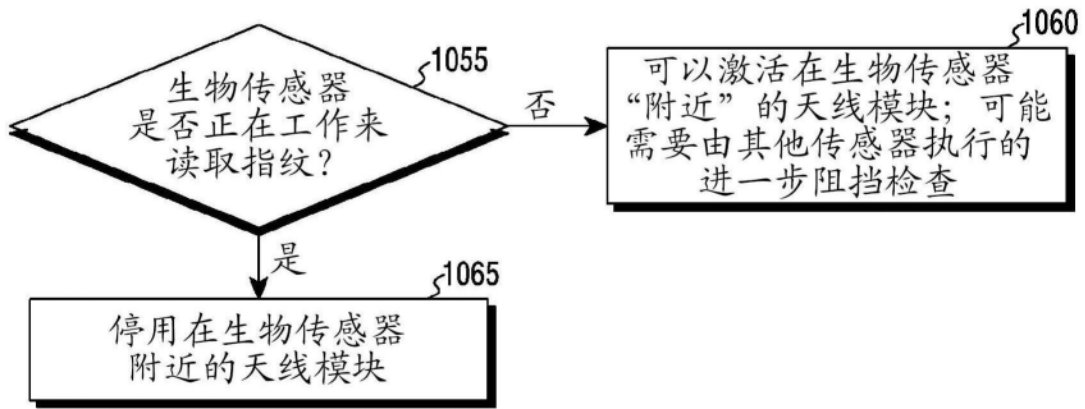


图10B

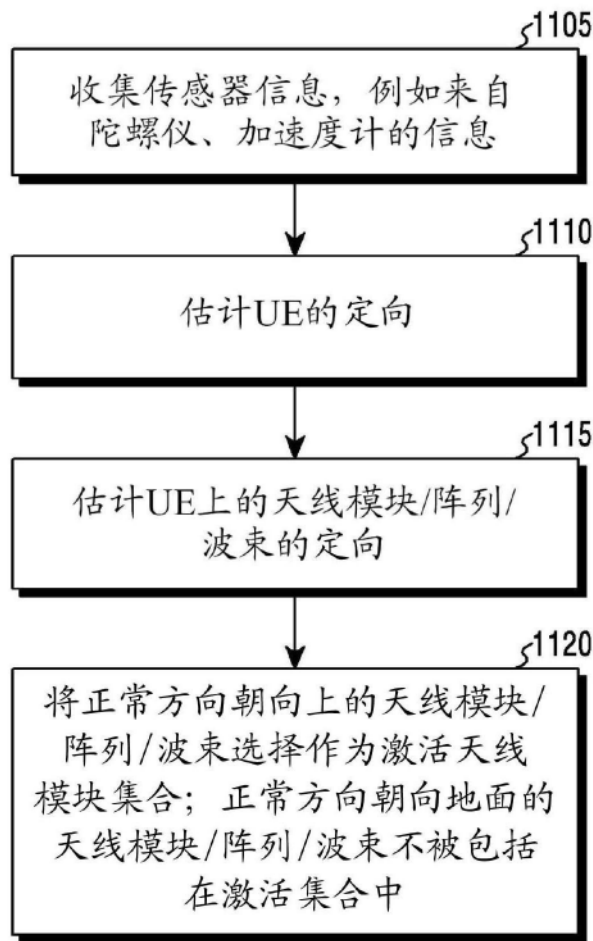


图11

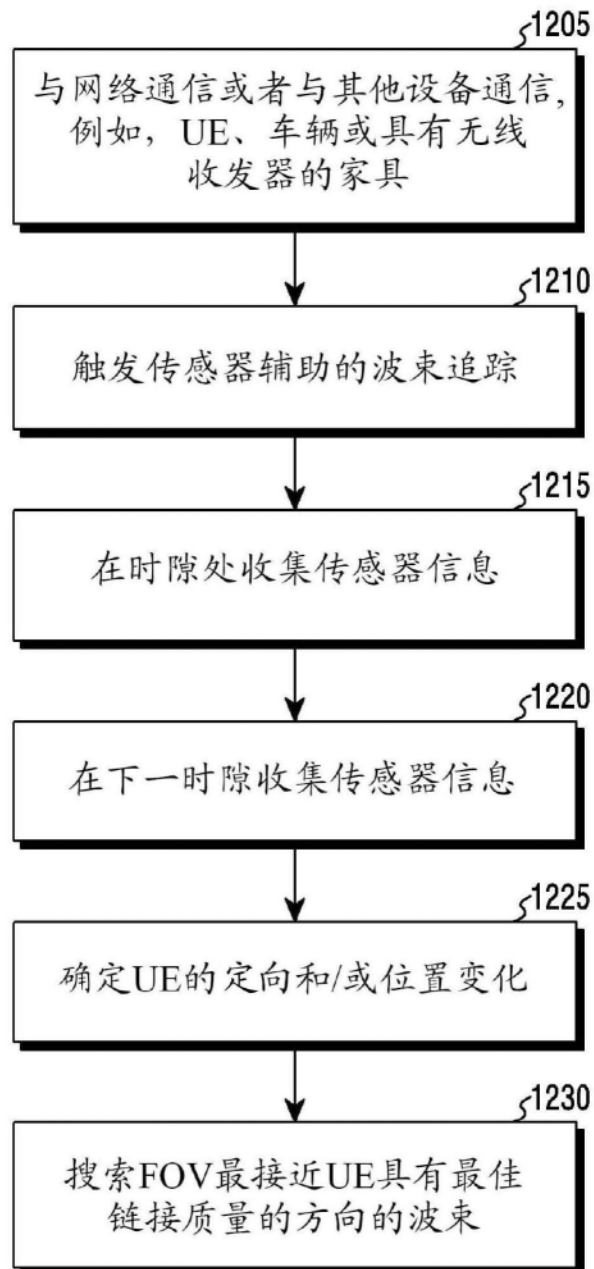


图12

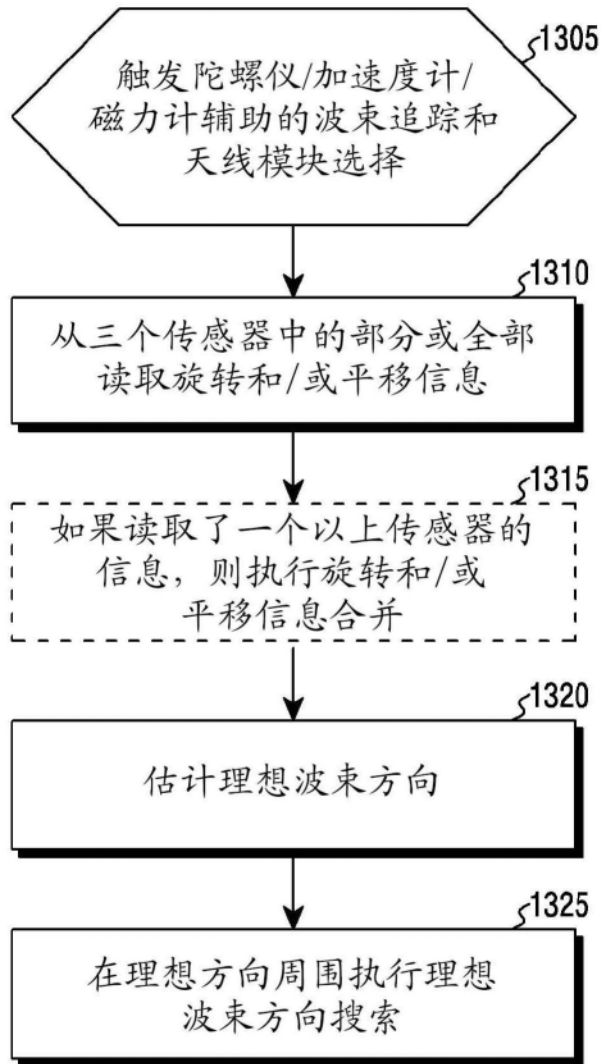


图13

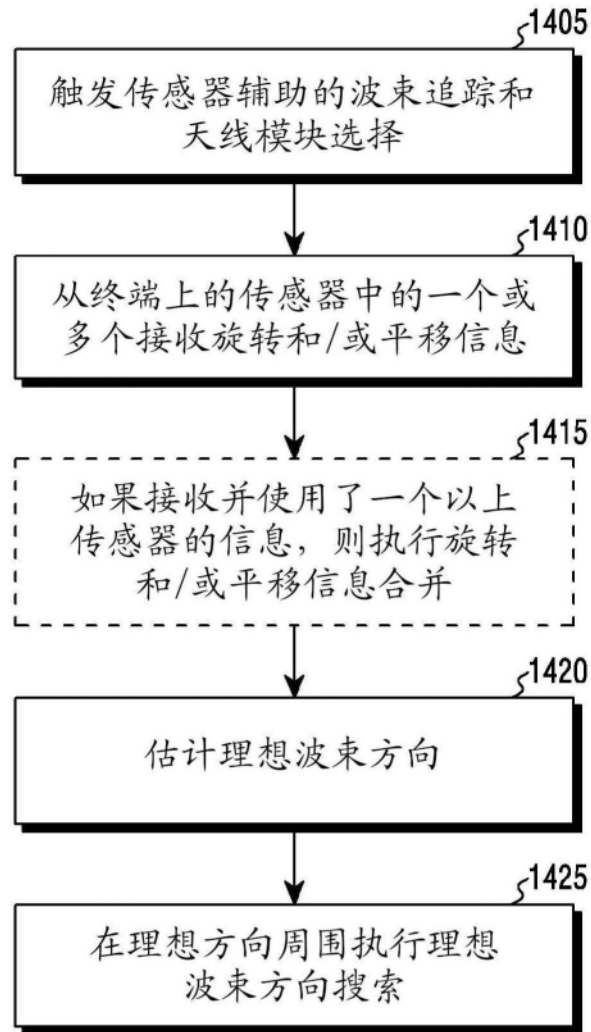


图14

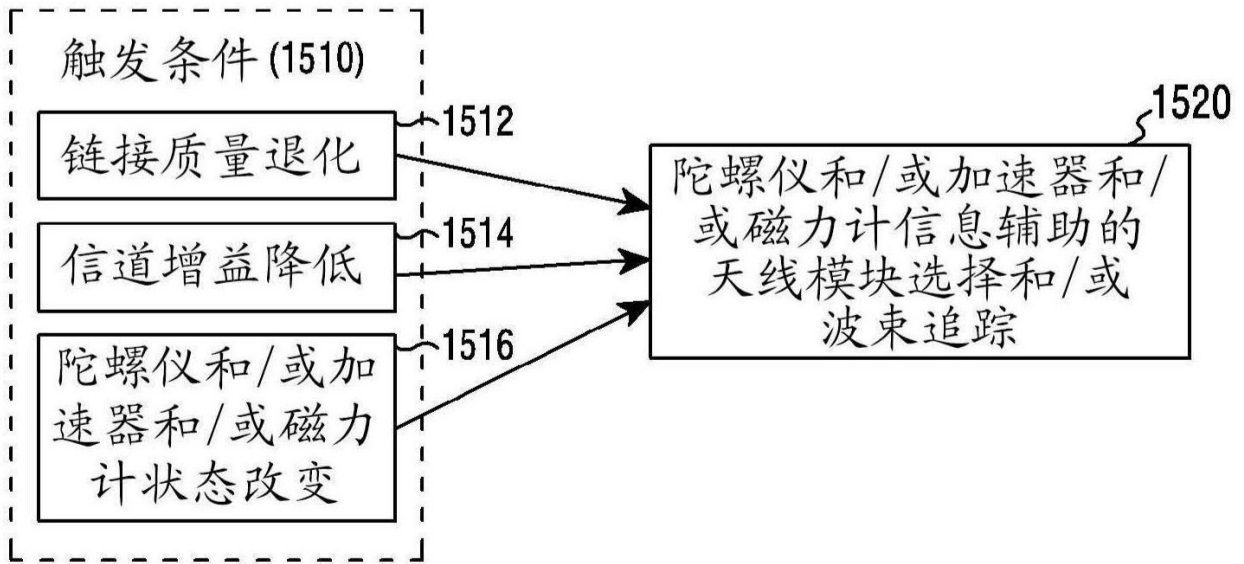


图15

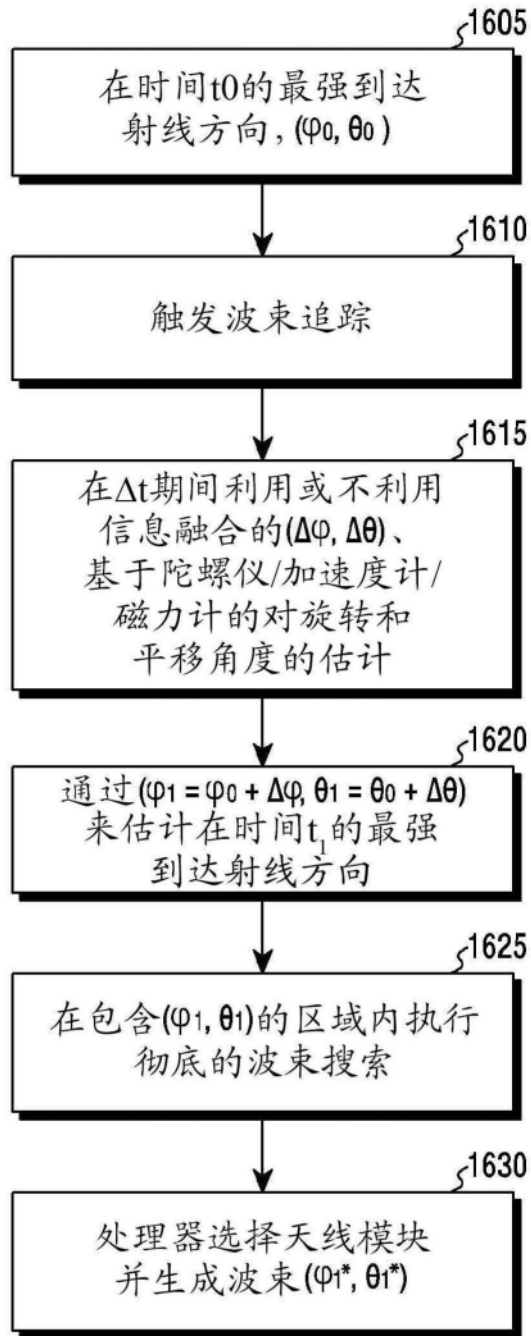


图16A

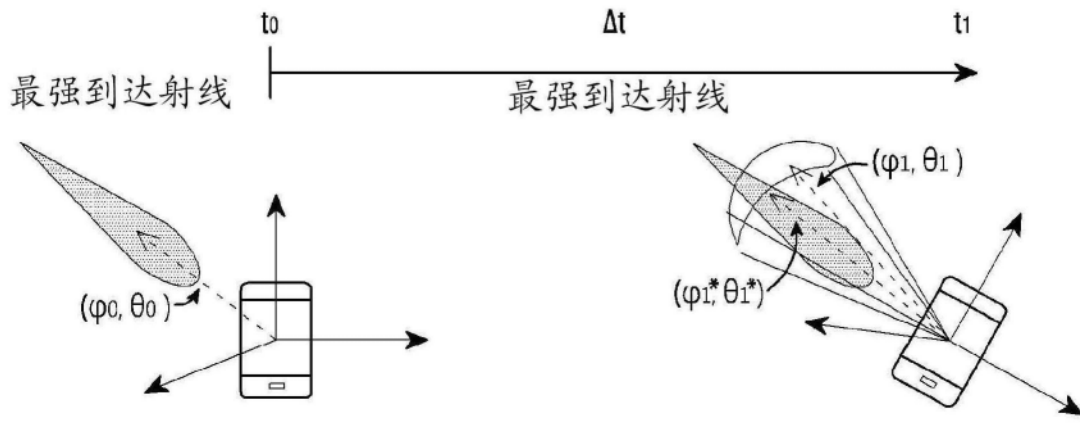


图16B

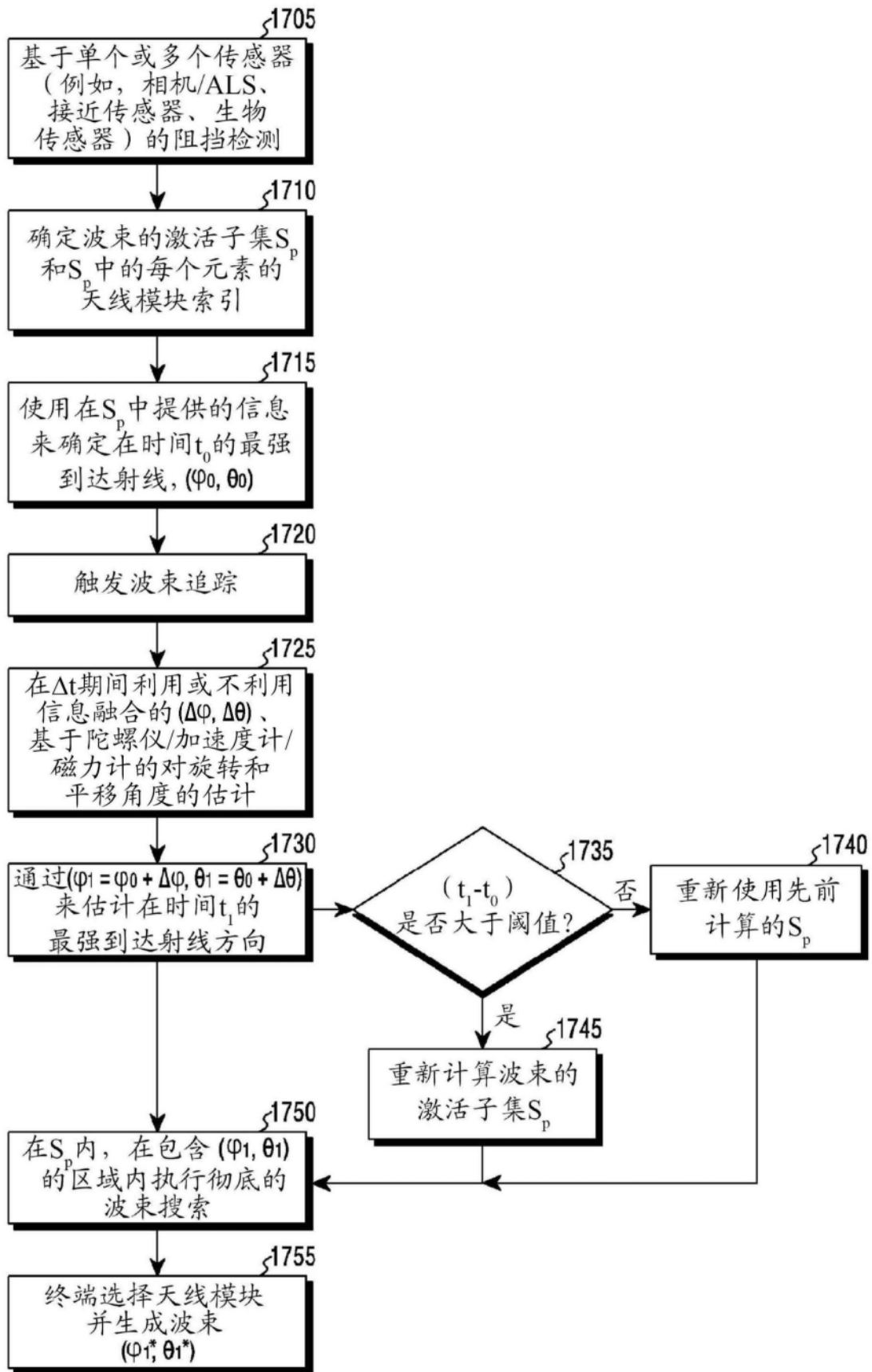


图17

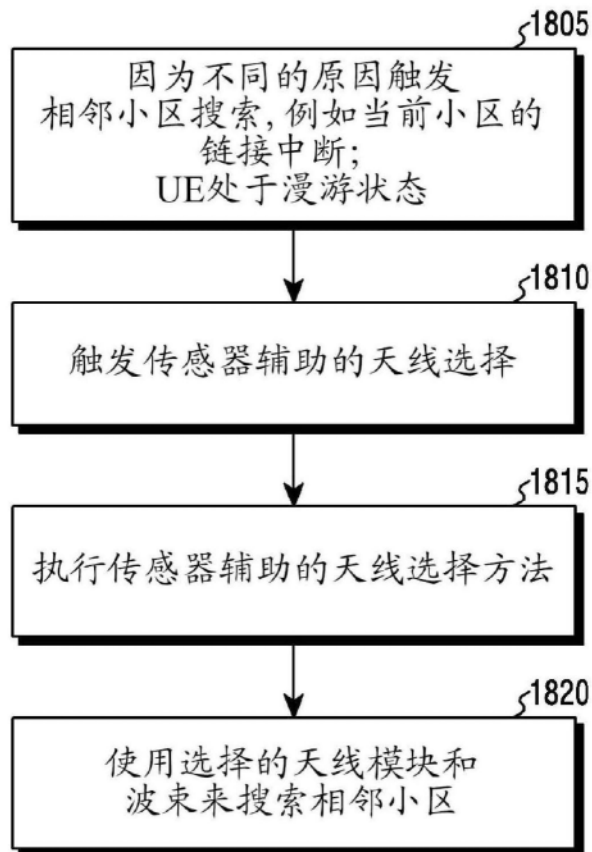


图18

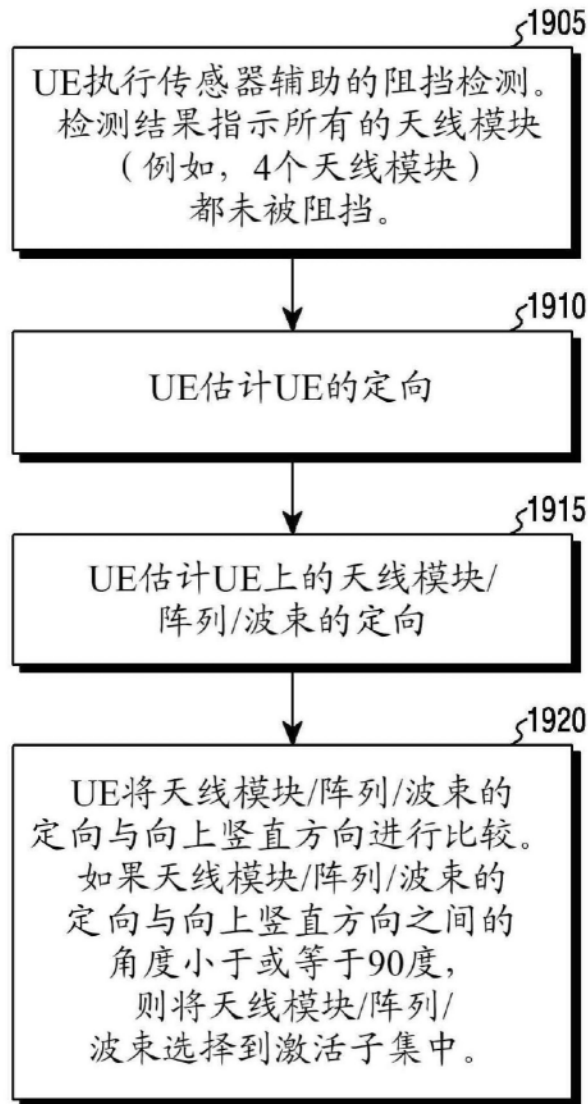


图19

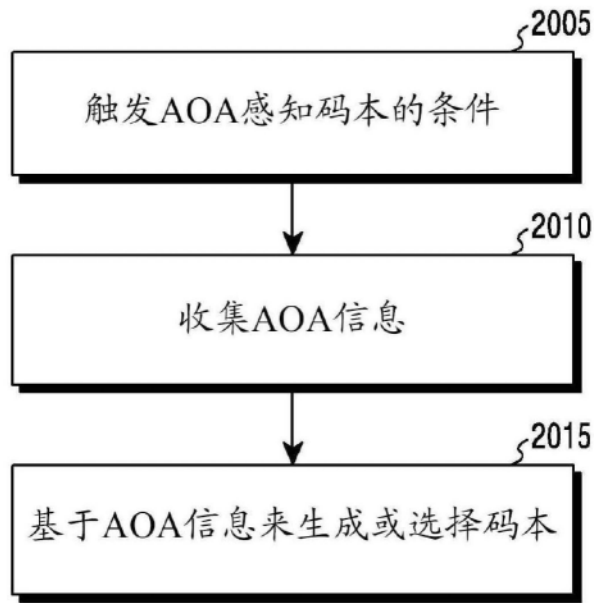


图20A

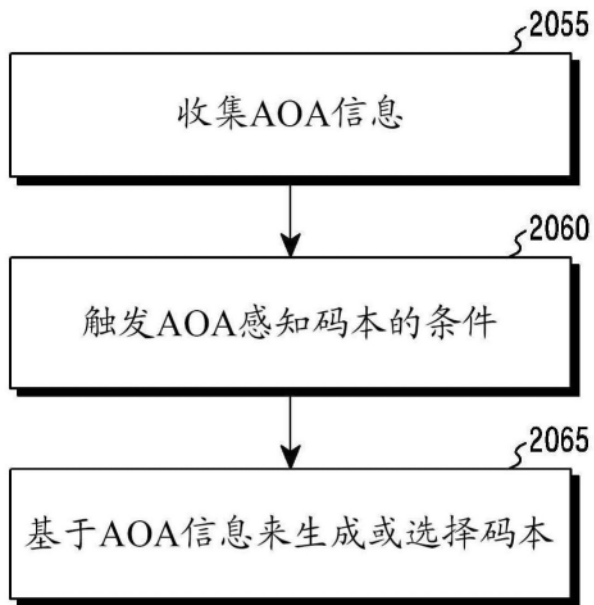


图20B

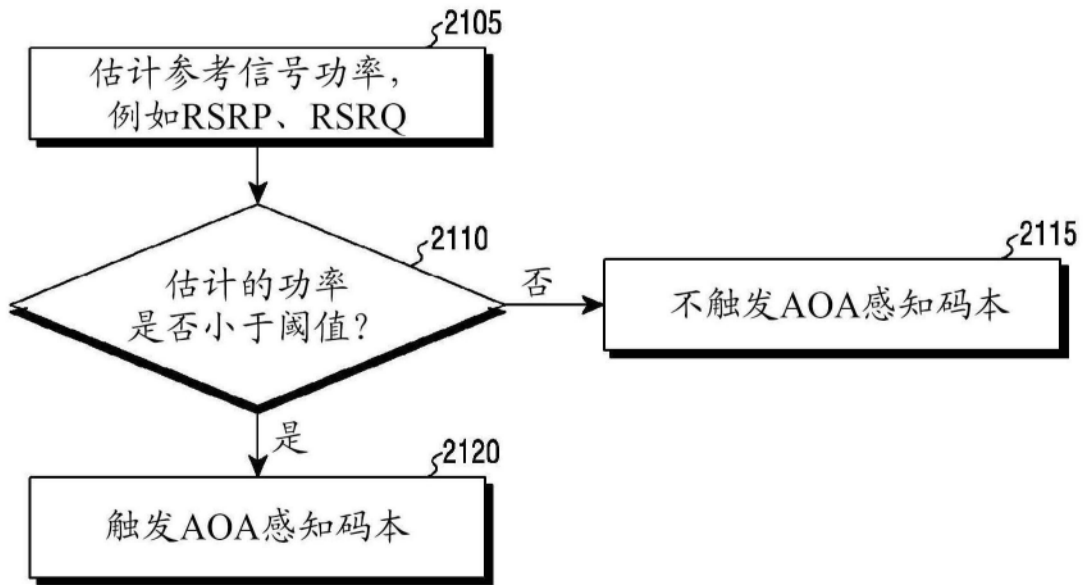


图21A

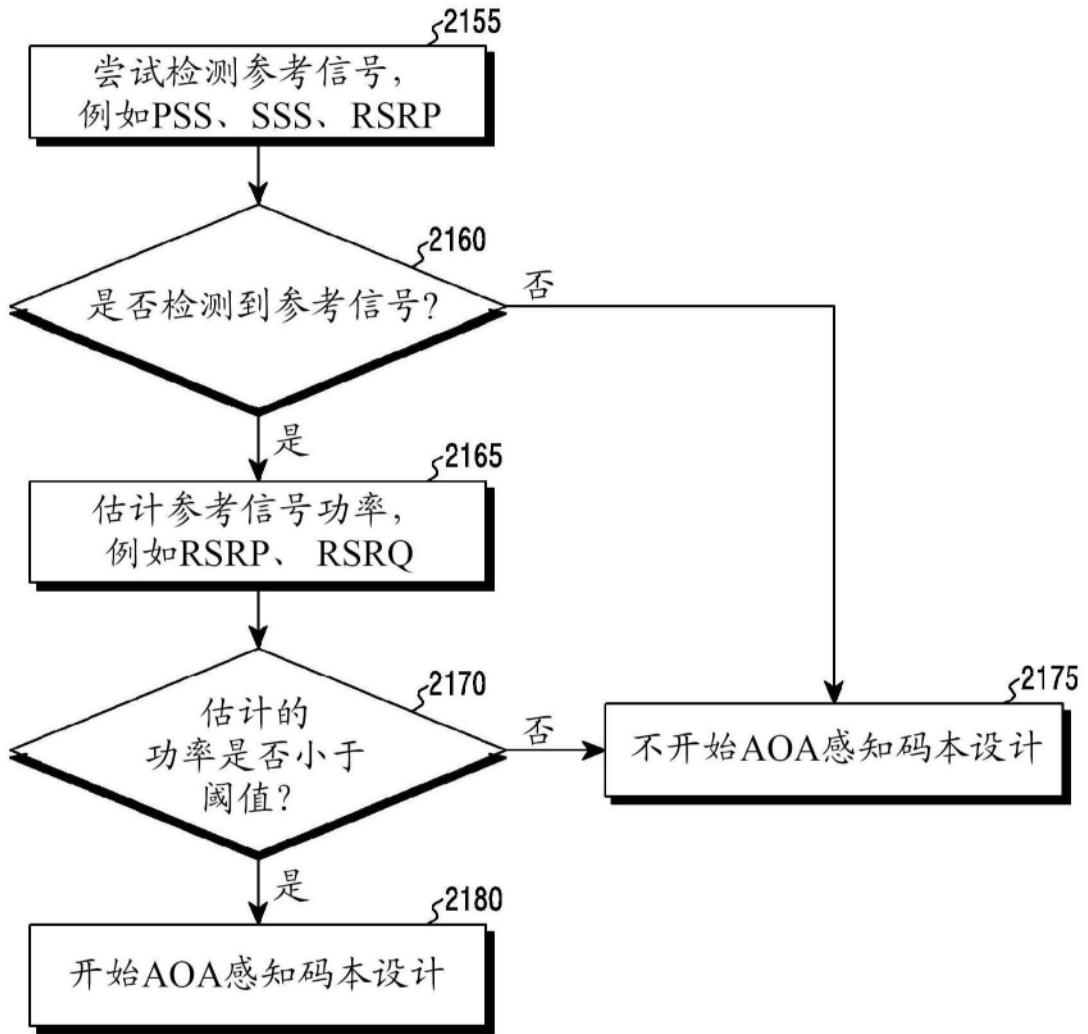


图21B

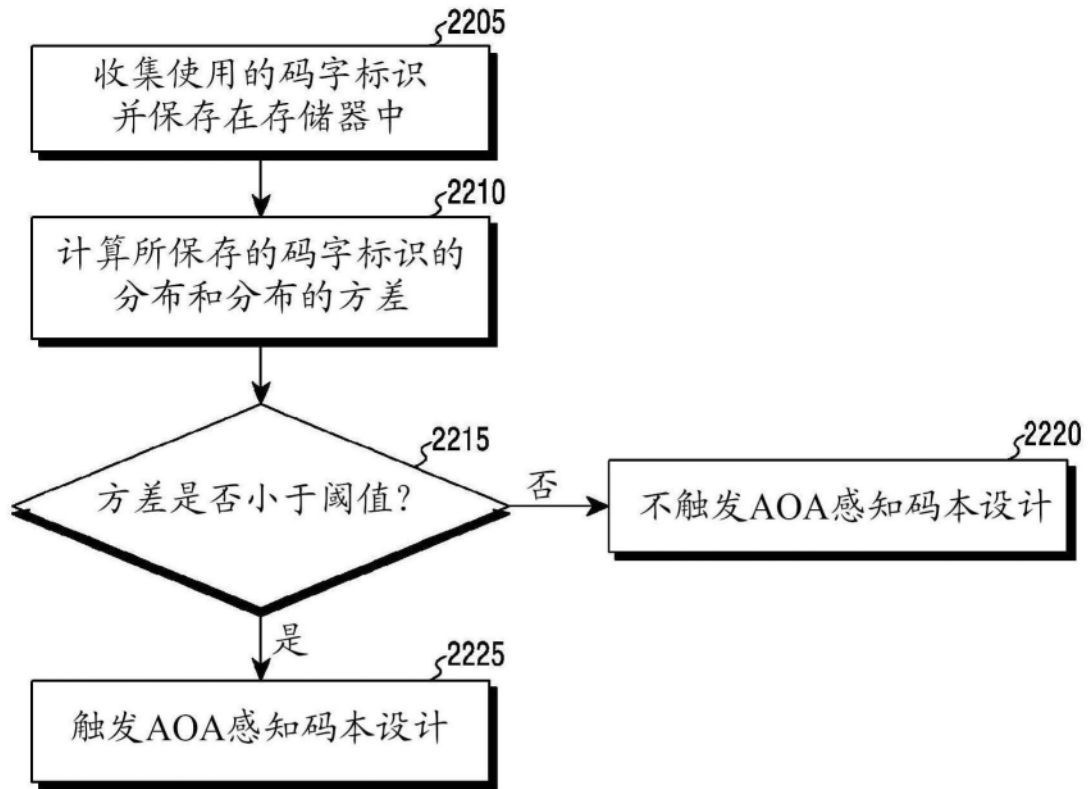


图22A

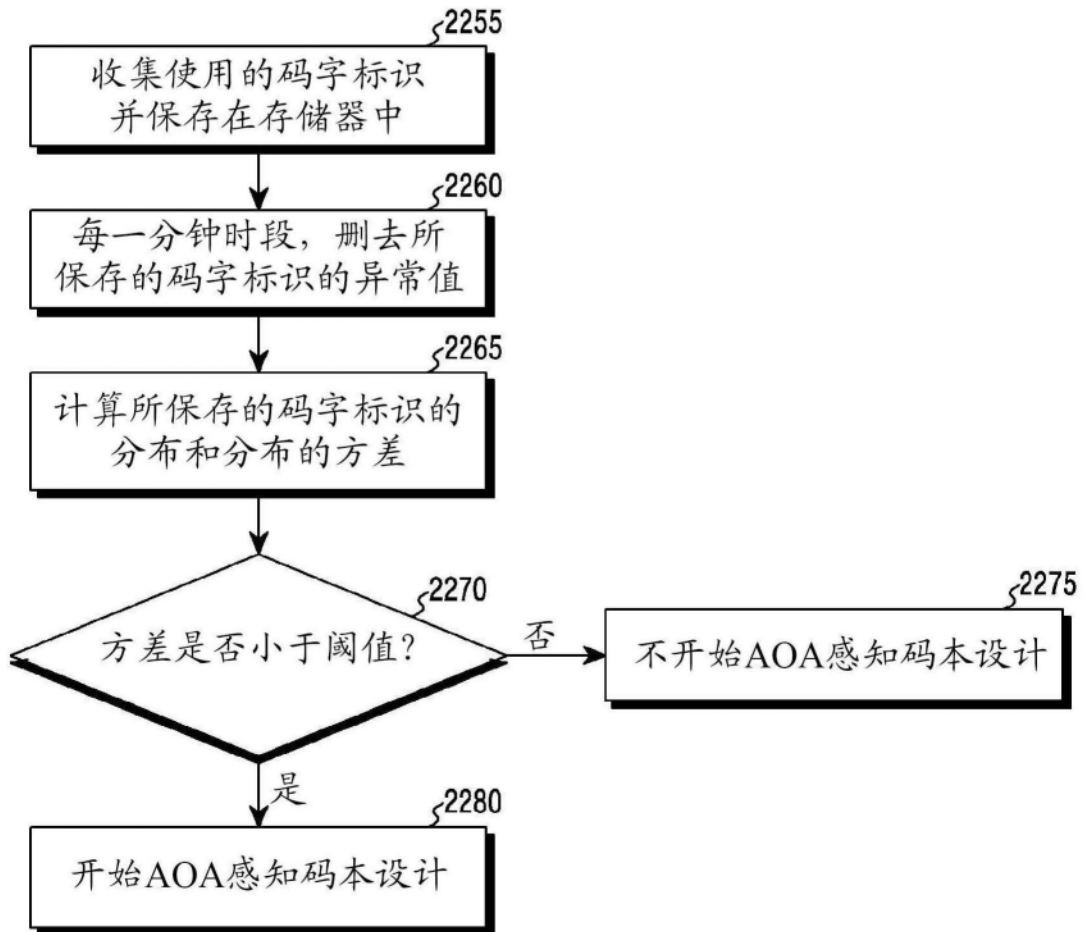


图22B

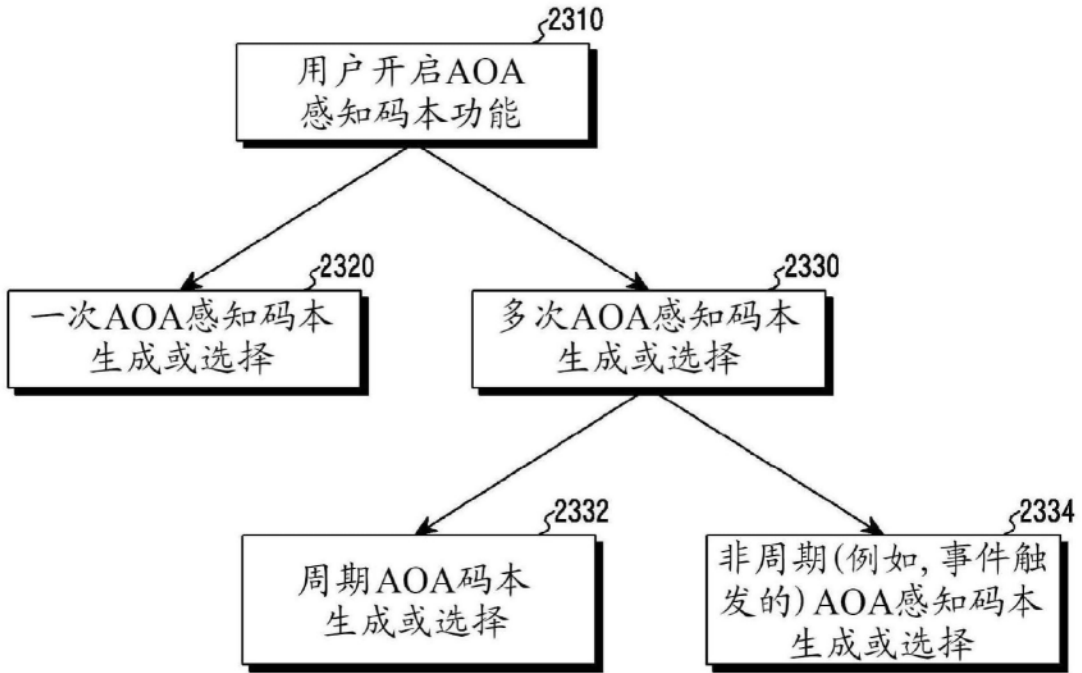


图23

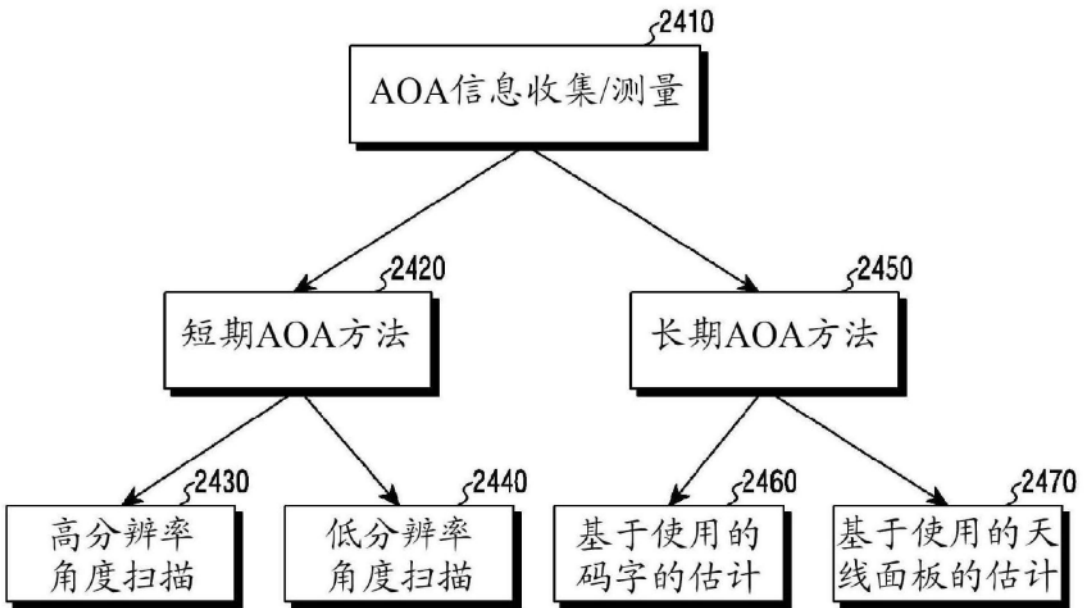


图24A

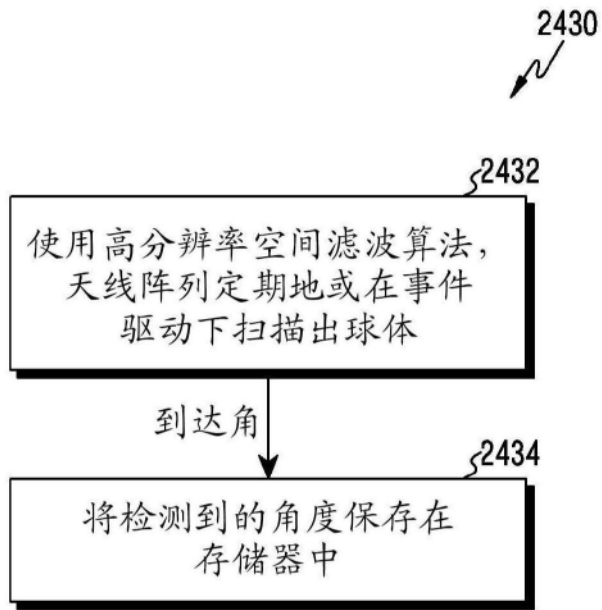


图24B

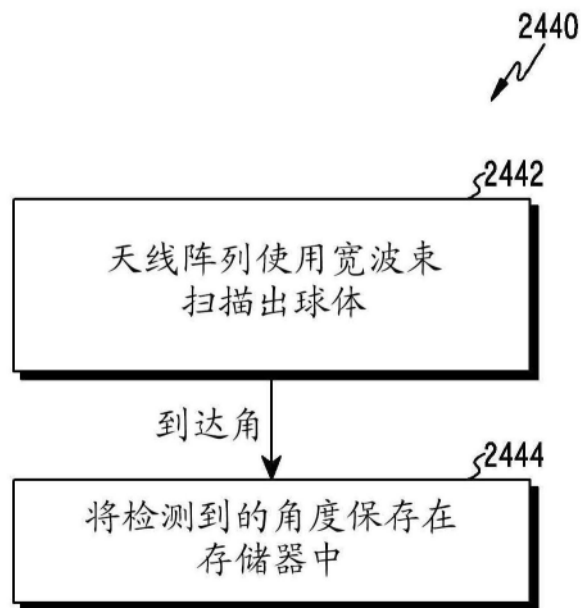


图24C

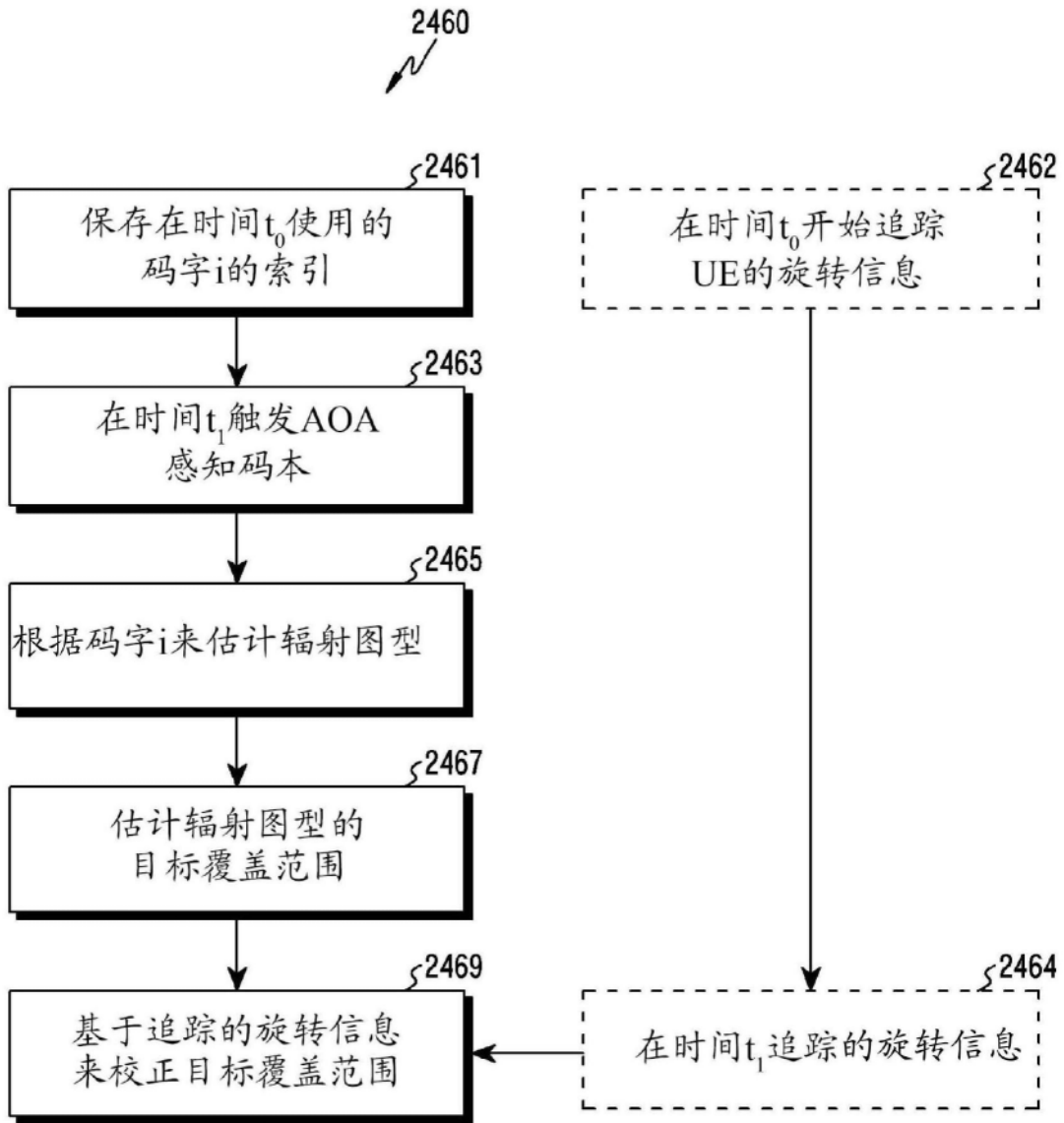


图24D

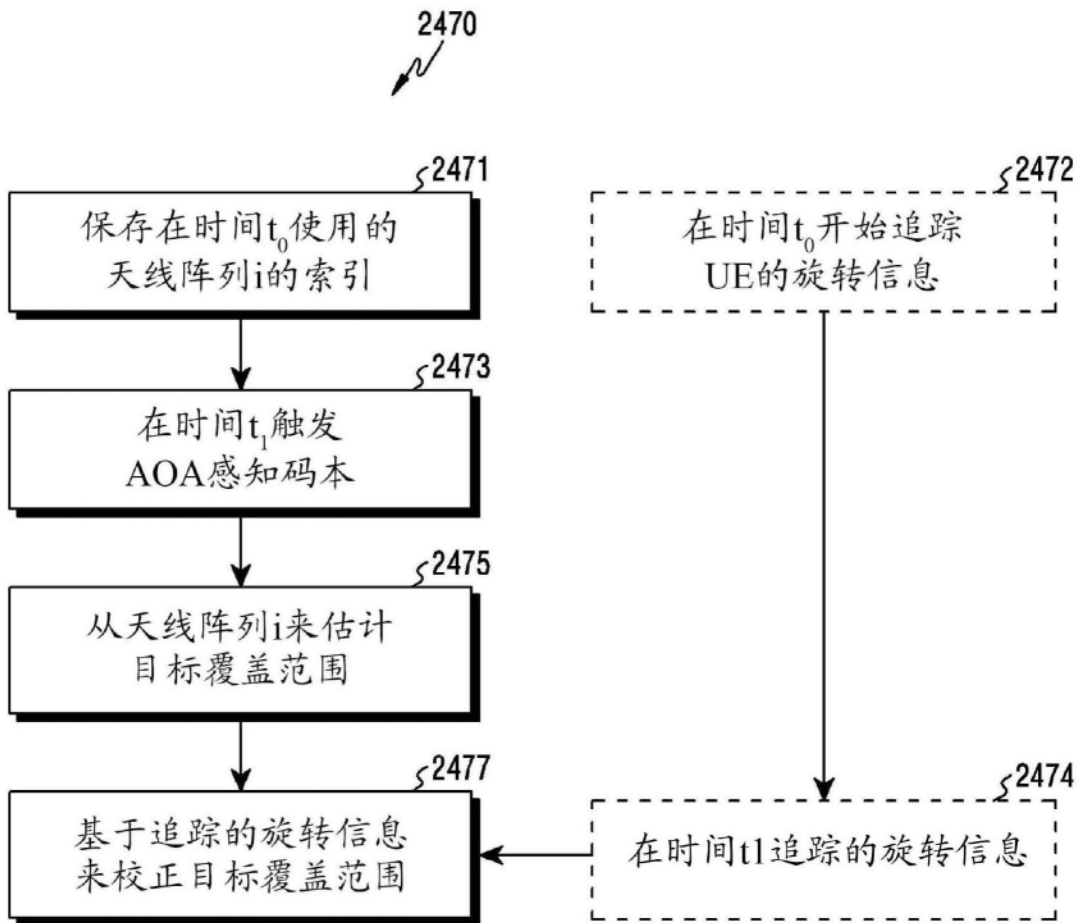


图24E

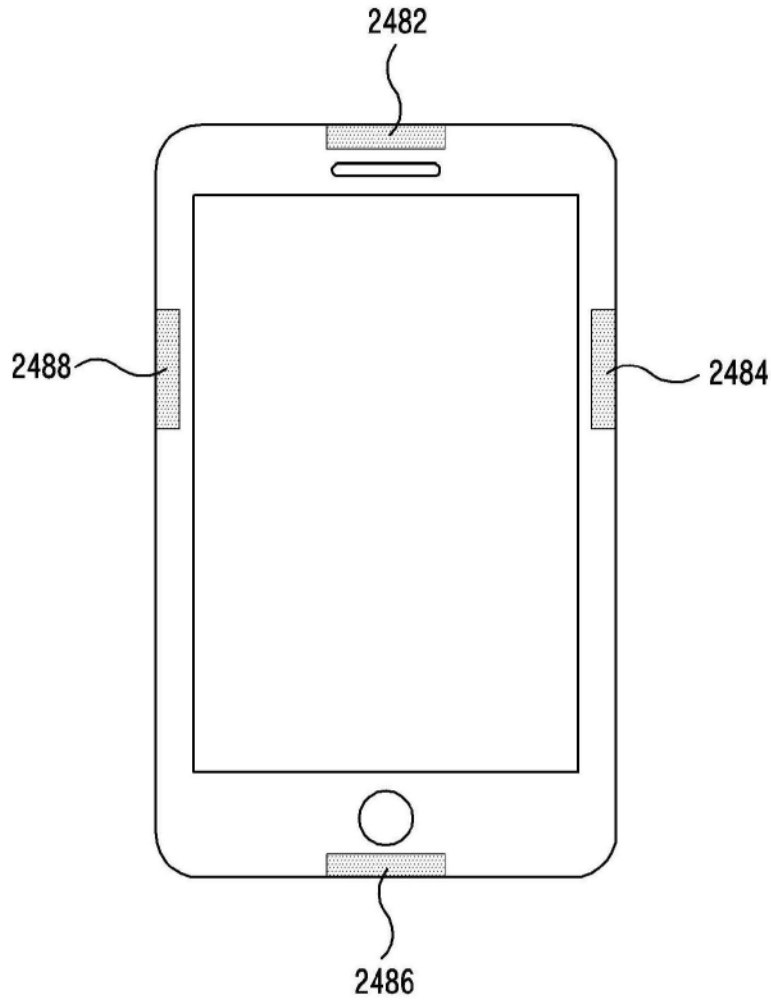


图24F

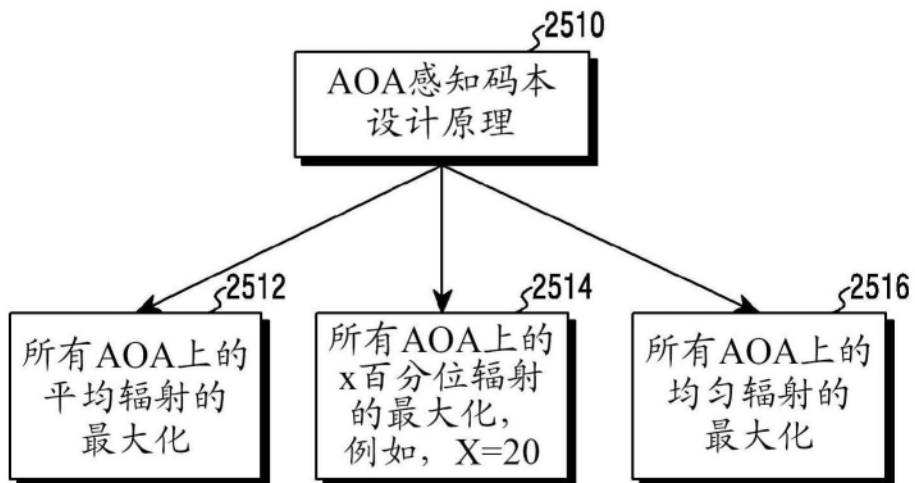


图25

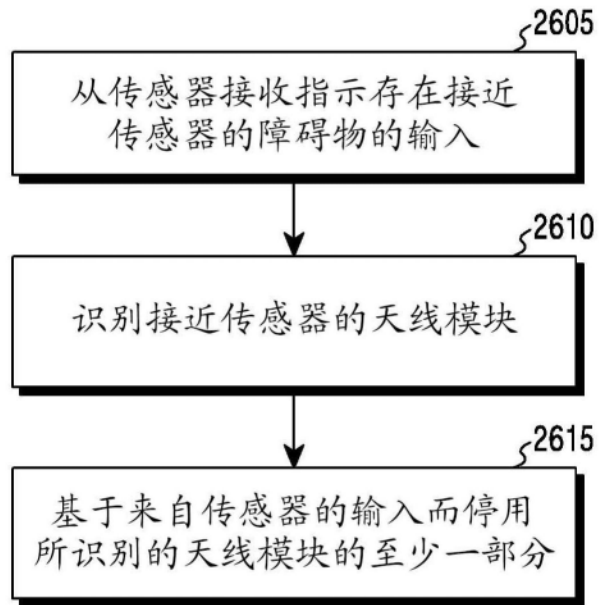


图26