



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105340132 B

(45)授权公告日 2018.03.06

(21)申请号 201580001026.0

(22)申请日 2015.05.15

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105340132 A

(43)申请公布日 2016.02.17

(30)优先权数据  
61/993,576 2014.05.15 US  
14/706,098 2015.05.07 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2015.12.15

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/CN2015/079025 2015.05.15

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02015/172737 EN 2015.11.19

(73)专利权人 联发科技股份有限公司

地址 中国台湾新竹科学工业园区新竹市笃行一路一号

(72)发明人 游家豪 张铭博 桂建卿

(74)专利代理机构 北京万慧达知识产权代理有限公司 11111

代理人 白华胜 王蕊

(51)Int.Cl.  
H01Q 3/24(2006.01)

(56)对比文件  
KR 20130097117 A,2013.09.02,说明书第7-243段,附图1-7.

US 2013343303 A1,2013.12.26,说明书第33-97段,附图1-7.

审查员 王蝶

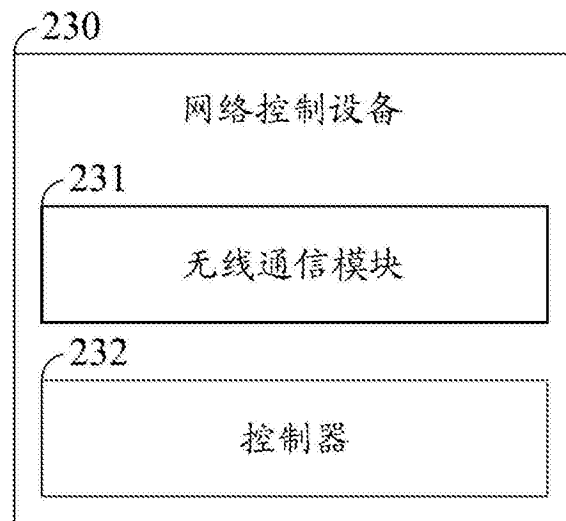
权利要求书3页 说明书11页 附图14页

(54)发明名称

高效波束训练的方法及网络控制设备

(57)摘要

一种网络控制设备。无线通信模块接收多个第一信号,其中每个第一信号包含通信装置确定的关于第一波束等级中的较佳发射波束的信息。根据接收到的第一信号,控制器选择一群通信装置加入一对多波束训练,以及选择第二波束等级中的一个或多个用于训练的发射波束。该群通信装置在第一波束等级中具有相同的较佳发射波束,以及第二波束等级中已选择的一个或多个发射波束与第一波束等级中的较佳发射波束关联。无线通信模块还依次使用已选择的一个或多个发射波束发射信号,以执行一对多波束训练,用以在该群通信装置之中同时训练第二波束等级中已选择的一个或多个发射波束。



1. 一种网络控制设备, 包含:

无线通信模块, 用于接收多个第一信号, 其中每个所述第一信号包含通信装置确定的关于第一波束等级中的较佳发射波束的信息;

控制器, 用于根据接收到的所述多个第一信号选择一群通信装置加入一对多波束训练, 以及从所述无线通信模块支持的多个发射波束中, 选择第二波束等级中的一个或多个发射波束用于训练, 其中所述一群通信装置在所述第一波束等级中具有相同的较佳发射波束, 以及所述第二波束等级中已选择的所述一个或多个发射波束与所述第一波束等级中的较佳发射波束关联,

其中, 所述无线通信模块还依次使用第二波束等级中已选择的所述一个或多个发射波束, 向所述一群通信装置发射信号, 以执行一对多波束训练, 用以在所述一群通信装置之中同时训练所述第二波束等级中已选择的所述一个或多个发射波束; 其中所述第二波束等级中的发射波束具有波束主图样与所述第一波束等级中的较佳发射波束的波束主图样重叠。

2. 如权利要求1所述的网络控制设备, 其中所述第二波束等级中的发射波束具有波束分辨率比所述第一波束等级中的较佳发射波束的波束分辨率更精细。

3. 如权利要求1所述的网络控制设备, 其中所述无线通信模块还从所述一群通信装置中的至少一个通信装置, 接收至少一个第二信号, 所述第二信号包含通信装置计算的用于所述第二波束等级中已选择的所述一个或多个发射波束的关于一个或多个检测指标的信息, 以及其中所述控制器还根据从所述第二信号中获取的所述一个或多个检测指标, 从所述第二波束等级中已选择的所述一个或多个发射波束中选择所述第二波束等级中的较佳发射波束。

4. 如权利要求1至3中任一项所述的网络控制设备, 其中所述无线通信模块还用所述第一波束等级中的较佳发射波束, 广播资源分配指示信号, 以向所述一群通信装置通知所述用于训练的发射波束的资源分配。

5. 如权利要求1至3中任一项所述的网络控制设备, 其中所述无线通信模块还向所述一群通信装置组播资源分配指示信号, 以向所述一群通信装置通知所述用于训练的发射波束的资源分配。

6. 如权利要求1至3中任一项所述的网络控制设备, 其中所述无线通信模块还向所述一群通信装置中的每个通信装置单播资源分配指示信号, 以向所述一群通信装置通知所述用于训练的发射波束的资源分配。

7. 如权利要求5所述的网络控制设备, 其中所述资源分配指示信号经由物理层控制信道发送, 所述物理层控制信道与用于物理资源动态调度的信道操作在相同的机制。

8. 如权利要求4所述的网络控制设备, 其中所述资源分配指示信号经由更高层信道发送, 所述更高层信道与用于半静态无线资源配置的信道操作在相同的机制。

9. 如权利要求1至3中任一项所述的网络控制设备, 其中所述控制器还根据在所述第一波束等级具有相同较佳发射波束的通信装置的数量, 确定是否执行所述一对多波束训练。

10. 如权利要求1至3中任一项所述的网络控制设备, 其中所述控制器还根据在所述第一波束等级中具有相同较佳发射波束的通信装置的移动性, 选择所述一群通信装置加入所述一对多波束训练。

11. 一种高效波束训练的方法, 包含:

根据多个第一信号,选择一群通信装置加入一对多波束训练,其中所述第一信号是从多个通信装置接收到的,以及每个所述第一信号包含关于通信装置确定的较佳发射波束的信息;

从网络控制设备支持的多个发射波束中,选择一个或多个用于训练的发射波束;

依次使用已选择的所述一个或多个发射波束,向所述一群通信装置发射信号,以执行所述一对多波束训练,用以在所述一群通信装置之中同时训练已选择的所述一个或多个发射波束,

其中,所述一群通信装置具有相同的较佳发射波束,所述较佳发射波束在第一波束等级,以及已选择的所述一个或多个发射波束在第二波束等级,所述第二波束等级中已选择的所述一个或多个发射波束与所述第一波束等级中的所述较佳发射波束关联,以及所述第一波束等级与所述第二波束等级为分层波束等级,其中所述第二波束等级中的发射波束具有波束主图样与所述第一波束等级中的所述较佳发射波束的波束主图样重叠。

12. 如权利要求11所述的方法,其中所述第二波束等级中的发射波束具有波束分辨率比所述第一波束等级中的所述较佳发射波束的波束分辨率更精细。

13. 如权利要求11所述的方法,还包含:

从所述一群通信装置中的至少一个通信装置,接收至少一个第二信号,其中所述第二信号包含通信装置计算的用于所述第二波束等级中已选择的所述一个或多个发射波束的关于一个或多个检测指标的信息;以及

根据从所述第二信号中获取的一个或多个检测指标,从所述第二波束等级中的发射波束选择所述第二波束等级中的较佳发射波束。

14. 如权利要求11至13中任一项所述的方法,还包含:

用所述第一波束等级中的较佳发射波束,广播资源分配指示信号,以向所述一群通信装置通知所述用于训练的发射波束的资源分配。

15. 如权利要求11至13中任一项所述的方法,还包含:

向所述一群通信装置组播资源分配指示信号,以向所述一群通信装置通知所述用于训练的发射波束的资源分配。

16. 如权利要求11至13中任一项所述的方法,还包含:

向所述一群通信装置中的每个通信装置单播资源分配指示信号,以向所述一群通信装置通知所述用于训练的发射波束的资源分配。

17. 如权利要求15所述的方法,还包含:

经由公共控制信道,向所述一群通信装置发射资源分配指示信号,以向所述一群通信装置通知所述用于训练的发射波束的资源分配。

18. 如权利要求14所述的方法,还包含:

经由无线资源控制RRC层信令,向所述一群通信装置发射资源分配指示信号,以向所述一群通信装置通知所述用于训练的发射波束的资源分配。

19. 如权利要求11至13中任一项所述的方法,还包含:

根据在所述第一波束等级中确定相同较佳发射波束的通信装置的数量,确定是否执行所述一对多波束训练。

20. 如权利要求11至13中任一项所述的方法,其中还根据在第一波束等级中确定相同

较佳发射波束的通信装置的移动性,选择加入所述一对多波束训练的所述一群通信装置。

## 高效波束训练的方法及网络控制设备

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求美国临时申请号为61/993,576、申请日为2014年5月15日、发明名称为“无线系统中高效发射波束训练的方法”，以及美国申请号为14/706,098、申请日为2015年5月7日的优先权，其全部内容被合并引用到该申请中。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及高效波束训练方法，以及更具体地，涉及一对多分层波束训练 (one-to-many hierarchical beam training) 的方法。

### 背景技术

[0004] 术语“无线”，通常是指不伴随使用“硬线”连接的电气操作或电子操作。“无线通信”是在一定距离传输信息，而不使用电导体或导线。涉及的距离可以是短的 (电视遥控的几米) 或很长的 (数千甚至数百万公里的无线通信)。在无线通信中，众所周知的例子是蜂窝电话。蜂窝电话使用无线电波来实现运营商从世界各地的许多地方向另一方打电话。只要有一个蜂窝电话站点来容纳发送和接收信号的设备，信号被处理以从蜂窝电话传输语音和数据，蜂窝电话就可以在任何地方使用。

[0005] 有多种发达以及定义好的蜂窝通信无线接入技术 (Radio Access Technologies, RAT)。例如，全球移动通信系统 (Global System for Mobile communication, GSM) 是一个定义好的以及普遍采用的通信系统，其使用时分多址 (Time Division Multiple Access, TDMA) 技术。TDMA技术是一种无线数字的多址接入方案，以在移动电话与小区站点之间发送语音、数据以及信令数据 (signaling data) (如，拨打电话号码)。CDMA2000是一种混合移动通信2.5G/3G (代) 的技术标准，CDMA2000使用码分多址 (Code Division Multiple Access, CDMA) 技术。通用移动通信系统 (Universal Mobile Telecommunications System, UMTS) 是一种3G移动通信系统，UMTS提供GSM系统的增强范围的多媒体服务。无线保真 (Wireless Fidelity, Wi-Fi) 是一种802.11工程标准定义的技术，Wi-Fi可以用于家庭网络、移动电话和视频游戏，以提供高频率的无线局域网 (Wireless Local Area Network, WLAN)。长期演进 (Long Term Evolution, LTE) 以及从LTE演进过来的LTE高级 (LTE-Advanced, LTE-A) 为4G移动通信系统，其提供了超过2G及3G系统的高速率数据传输。

[0006] 毫米波 (millimeter-wave, mMW) 波段 (band) 具有可用频谱，以及能够提供比微波频带显著更高等级的吞吐量。由于毫米波信号显著更高的衰减等级以及定向性，毫米波设备 (即，站点) 通常部署高定向性天线及用于通信的波束赋形 (beamforming) 技术。

[0007] 波束赋形是一种信号处理技术，其允许为了特定目的，将从多个天线分支接收到的信号合并，特定目的例如，最大化信号干扰噪声比 (Signal to Interference and Noise Ratio, SINR) 或干扰抑制。

[0008] 通过模拟波束赋形，在模拟域 (模数转换 (Analog-to-Digital Conversion, ADC) 之前) 执行信号合并，以及通常不够灵活。已合并信号经过ADC，以及在数字域仅有一个信号

分支。

[0009] 对于数字波束赋形,信号合并发生在数字域。为了其能够发生,从分离(individual)天线分支接收到的信号经过分离ADC。使用该方法,当我们在数字域有多个信号时,处理更加灵活。然而,为了达到这个目的,需要用于将模拟信号转化到数字域的多个处理链(processing chain)。例如,需要多个ADC。

### 发明内容

[0010] 提供了用于高效波束训练的一种网络控制设备及多个方法。示例实施例的网络控制设备包含无线通信模块及控制器。无线通信模块接收多个第一信号。每个第一信号包含通信装置确定的关于第一波束等级中的较佳发射波束的信息。根据接收到的第一信号,控制器选择一群通信装置加入一对多波束训练,以及从无线通信模块支持的多个发射波束中,选择第二波束等级中的一个或多个发射波束用于训练。该群通信装置中的通信装置在第一波束等级中具有相同的较佳发射波束,以及第二波束等级中的已选择的一个或多个发射波束与第一波束等级中的较佳发射波束关联。无线通信模块还依次使用已选择的一个或多个发射波束,向该群通信装置发射信号,以执行一对多波束训练,用以在该群通信装置之中同时训练第二波束等级中的已选择的一个或多个发射波束。

[0011] 示例实施例的高效波束训练的方法包含:根据多个第一信号,选择一群通信装置加入一对多波束训练,其中第一信号是从多个通信装置接收到的,以及每个第一信号包含关于一个通信装置确定的较佳发射波束的信息;从网络控制设备支持的多个发射波束中,选择一个或多个用于训练的发射波束;依次使用已选择的一个或多个发射波束,向该群通信装置发射信号,以执行一对多波束训练,用以在该群通信装置之中同时训练已选择的一个或多个发射波束。该群通信装置中的通信装置具有相同的较佳发射波束,该较佳发射波束在第一波束等级,以及已选择的一个或多个发射波束在第二波束等级,第二波束等级中的已选择的一个或多个发射波束与第一波束等级中的较佳发射波束关联,以及第一波束等级与第二波束等级为分层波束等级。

[0012] 参考附图,在下面的实施例中给出了详细的描述。

### 附图说明

[0013] 通过阅读随后的详细描述和结合附图描述的例子,可以更全面地理解本发明,其中:

[0014] 图1是根据本发明一个实施例的无线通信系统的示意块图。

[0015] 图2是根据本发明一个实施例的服务网络中的网络控制设备的简化块图。

[0016] 图3A是根据本发明一个实施例的,具有至少一个支持模拟阵列波束赋形的网络控制设备的示例无线通信系统的概要图。

[0017] 图3B是根据本发明另一实施例的,具有网络控制设备及通信装置的另一示例无线通信系统的概要图,其中网络控制设备及通信装置均支持模拟阵列波束赋形。

[0018] 图4是根据本发明一个实施例的无线通信模块的示例块图。

[0019] 图5是根据本发明一个实施例的,网络控制设备或通信装置发射的多个发射波束的示例图。

- [0020] 图6是根据本发明一个实施例的多级波束的树状结构的概要示意图。
- [0021] 图7是根据本发明一个实施例的系统的假设概要示意图。
- [0022] 图8是根据本发明一个实施例中的高效波束训练的方法的流程图。
- [0023] 图9A与图9B是根据本发明一个实施例的一对多波束训练的示例场景图。
- [0024] 图10是根据本发明一个实施例的加入一对多波束训练的BS及UE的操作的示例流程图。
- [0025] 图11是根据本发明另一实施例的加入一对多波束训练的BS及UE的操作的示例流程图。
- [0026] 图12是根据本发明又一实施例的,加入一对多波束训练的BS及UE的操作的示例流程图。
- [0027] 图13A、图13B与图13C是根据本发明另一实施例的一对多波束训练的另一示例场景图。

### 具体实施方式

[0028] 下面的描述是实现本发明的预期的最优方式。此描述是为了说明本发明一般原理的目的,而不应该理解为具有限制性的意义。本发明的范围通过参照所附的权利要求来确定。

[0029] 图1是根据本发明一个实施例的无线通信系统的示意块图。在无线通信系统100中,通信装置110无线地连接至服务网络,以获得无线通信服务,如图1所示的服务网络120。服务网络120的操作符合预定通信协议。服务网络120可包含一个或多个网络控制设备,以向通信装置110提供无线通信服务,如包含网络控制设备130及一个或多个通信装置与核心网之间的接口。服务网络120也可包含一个或多个中间控制节点,以控制一个或多个网络控制设备的操作,如图1所示的网络控制实体150。在本发明的实施例中,网络控制实体可以为基站控制器(Base Station Controller,BSC),或者可以不用集中控制器而实现为分布式,或者可以为基站功能的一部分等。

[0030] 另外,根据本发明的一个实施例,网络控制设备130可以为演进型基站(evolved Node B,eNB)、基站(Base Station,BS)、BSC或无线网络控制器(Radio Network Controller,RNC)等。应注意,在本发明的一些实施例中,当网络控制设备为eNB或BS时,服务网络中的网络控制实体可以为BSC,BSC可以配置网络控制设备。

[0031] 根据本发明的一个实施例,通信装置110可以为无线地连接到服务网络的终端节点,如用户设备(User Equipment,UE)。通信装置110可包含至少一个无线通信模块111,用于执行向服务网络120无线发射及从服务网络120无线接收的功能。为了进一步阐明,无线通信模块111可包含至少一个基带信号处理设备(图1中未示出)及至少一个前端信号处理设备(图1中未示出)。基带信号处理设备可包含多个硬件设备,用以执行基带信号处理,包括ADC/数模转换(Digital-to-Analog Conversion,DAC)、增益调节、调制/解调及编码/解码等。前端信号处理设备可接收射频(Radio Frequency,RF)信号,处理该RF信号,以及将RF信号转化为基带信号,基带信号可以由基带信号处理设备处理,或者从基带信号处理设备接收基带信号,将接收到的基带信号转化为RF信号,以及处理后续发射的RF信号。前端信号处理设备也可包含多个硬件设备,用以执行无线频率转换及RF信号处理。例如,前端信号处

理设备可包含混频器,用以将基带信号调变在无线通信系统的射频载波上,其中该无线频率依赖于使用的RAT。同样地,通信装置110可包含控制器112以及功能组件(未示出),该控制器112用以控制无线通信模块111的操作,以及功能组件(未示出)如显示单元和/或用作人机界面(man-machine interface,MMI)的键盘、存储数据以及应用或通信协议的程序代码的存储单元,以及其它功能组件。

[0032] 应注意,为了阐明本发明的概念,图1表示简化块图,其中仅示出了与本发明相关的组件。因此,本发明不应受限于图1所示的内容。

[0033] 图2是根据本发明一个实施例的服务网络中的网络控制设备的简化块图。根据本发明的一个实施例,网络控制设备可以为eNB、BS、BSC或RNC等,以及也可以视为通信装置,用以提供服务网络中的无线通信服务。网络控制设备230也可包含至少一个无线通信模块231,用以执行核心网与一个或多个对端设备之间的无线发射及接收的功能,如图1所示的通信装置110。为了进一步阐明,无线通信模块231可包含基带信号处理设备(图2中未示出)及前端信号处理设备(图2中未示出)。基带信号处理设备可包含多个硬件设备,用以执行基带信号处理,包括ADC/DAC、增益调节、调制/解调以及编码/解码等。前端信号处理设备可接收RF信号,处理该RF信号,以及将RF信号转化为基带信号,基带信号可以由基带信号处理设备处理,或者从基带信号处理设备接收基带信号,将接收到的基带信号转化为RF信号,以及处理后续发射的RF信号。前端信号处理设备也可包含多个硬件设备,用以执行无线频率转换。例如,前端信号处理设备可包含混频器,用以将基带信号调变在无线通信系统的射频载波上,其中该无线频率依赖于使用的RAT。同样地,网络控制设备230可包含控制器232以及其它功能组件(未示出),其中控制器232用以控制无线通信模块231以及其它功能组件(未示出)如存储数据以及应用或通信协议的程序代码的存储单元,或其它功能组件。

[0034] 应注意,为了阐明本发明的概念,图2表示简化块图,其中仅示出了与本发明相关的组件。因此,本发明不应受限于图1所示的内容。

[0035] 根据本发明的一个实施例,网络控制设备(例如,网络控制设备130/120)以及通信装置(例如,通信装置110)中的至少一个可包含天线阵列,天线阵列包含多个天线单元,用以支持模拟阵列波束赋形。模拟阵列波束赋形有益于无线通信系统中的信号发射和/或接收。更具体地说,模拟阵列波束赋形可提供阵列增益,用以补偿由于恶劣的无线传播环境所造成的严重路径损耗,以及可去掉在发射机(TX)/接收机(RX)侧的多个天线单元之间训练信道响应矩阵的需要。

[0036] 图3A是根据本发明一个实施例的,具有至少一个支持模拟阵列波束赋形的网络控制设备的示例无线通信系统的概要图。如图3A所示,网络控制设备330A可以为eNB或BS,以及能够生成具有不同方向和/或指向不同方向(角度)的多个发射波束。通信装置310A及320可以为UE,以及可分别接收相同或不同的发射波束,以获得数据发射的更好的阵列增益。

[0037] 图3B是根据本发明另一实施例的,具有均支持模拟阵列波束赋形的网络控制设备及通信装置的另一示例无线通信系统的概要图。如图3B所示,网络控制设备330B可以为eNB或BS,以及能够生成具有不同方向和/或指向不同方向(角度)的多个发射波束。通信装置310B可以为UE,以及能够生成具有不同方向和/或指向不同方向(角度)的多个发射波束。

[0038] 一般地,在仅有网络控制设备支持模拟阵列波束赋形的情况下,需要网络控制设备的发射波束训练。另外,在网络控制设备以及通信装置均支持模拟阵列波束赋形的情况

下,需要网络控制设备及通信装置的发射波束训练及接收波束训练。然而,如果使用穷举搜索(exhaustive search),从一个大的候选集中选择合适的发射波束很消耗资源。当发射波束训练及接收波束训练均需要时,复杂度进一步增加。因此,在下文中提出了高效波束训练的方法。

[0039] 图4是根据本发明一个实施例的无线通信模块的示例块图。无线通信模块400可以为包含在通信装置和/或网络控制设备(应注意,在本发明实施例中,网络控制设备也可视为在服务网络中提供无线通信服务的通信装置)中的无线通信模块。无线通信模块400可包含基带信号处理设备401及前端信号处理设备402。如前文所述地,基带信号处理设备401可包含多个硬件设备,用以执行基带信号处理,包括ADC/DAC、增益调节、调制/解调以及编码/解码等。根据本发明的一个实施例,基带信号处理设备401也可包含处理器(图4中未示出),用于控制硬件设备的操作。应注意,在本发明的一些实施例中,用于执行ADC及DAC的设备也可移到基带信号处理设备401外,以及配置在基带信号处理设备401与前端信号处理设备402之间,或者它们可以配置在前端信号处理设备402内部,以及本发明不应受限于实现方式的任何具体方法。

[0040] 前端信号处理设备402可包含RF信号处理模块421及相位控制器422。RF信号处理模块421也可包含多个硬件设备,用以执行无线频率转换及RF信号处理。例如,如图4所示,RF信号处理模块421可包含至少一个混频器及至少一个振荡器,用以执行无线频率转换。相位控制器422可包含多个路径(path),每个路径耦合至对应的天线单元,以及每个路径包含至少一个调相器(phase adjustor),用于调节用于发射的对应RF信号的相位和/或调节对应天线单元的相位(或角度)。根据本发明的一个实施例,调相器可以由基带信号处理设备401控制,如包含在基带信号处理设备401中的处理器。应注意,在本发明的一些实施例中,RF信号处理模块421也可设计为包含多个信号处理链,每个信号处理链对应一个收发器链以及包含多个硬件设备,用以执行图4所示的无线频率转换及RF信号处理,以及本发明不应受限于实现方式的任何具体方法。

[0041] 还应注意,在本发明的一些实施例中,包含在基带信号处理设备中的处理器也可控制整个无线通信模块的操作,或者在本发明的一些实施例中,控制器112/232及控制基带信号处理设备的硬件设备的操作的处理器,也可集成为一个控制器或处理器。仍有许多不同的设计,以及本发明不应受限于实现方式的任何具体方法。

[0042] 还应注意,为了阐明本发明的概念,图4表示简化块图,其中仅示出了与本发明相关的元件。因此,本发明不应受限于图4所示的内容。

[0043] 图5是根据本发明一个实施例的,网络控制设备或通信装置发射的多个发射波束的示例图。根据本发明的一个实施例,支持模拟阵列波束赋形的网络控制设备和/或支持模拟阵列波束赋形的通信装置能够生成多级波束(multi-level beam)。如图5所示,波束501-1~501-3可属于第一波束等级(等级1),以及波束502-1~502-9可属于第二波束等级(等级2)。应注意,在本发明的一个实施例中,如果仅有一个RF收发器,一次仅形成一个用于发射或接收的波束。

[0044] 根据本发明的一个实施例,不同波束等级中的波束具有不同的空间分辨率(spatial resolution),其也称为波束分辨率(beam resolution)。另外,不同波束等级中的波束可具有不同的波束宽度。每个波束等级可具有对应的波束分辨率。根据起始波束等

级,波束分辨率可依照升序或降序分布。另外,具有更精细波束分辨率的波束可具有更高的阵列增益,以及具有更粗糙波束分辨率的波束可具有更低的阵列增益。例如,由于属于第一波束等级(等级1)的波束501-1~501-3的波束宽度比属于第二波束等级(等级2)的波束502-1~502-9的波束宽度更宽,波束501-1~501-3的波束分辨率比波束502-1~502-9的波束分辨率更粗糙以及波束502-1~502-9的阵列增益比波束501-1~501-3的阵列增益更高。

[0045] 另外,根据本发明的一个实施例,波束等级可以为分层波束等级。图6是根据本发明一个实施例的多级波束的树状结构的概要示意图。在图6中,每个圆圈表示一个波束。图6中示出了三个波束等级,包括等级1、等级2及等级3。波束等级等级1、等级2及等级3为分层波束等级,以及分层波束等级中波束的波束分辨率与阵列增益可以依照升序分布为从第一波束等级(等级1)到第三波束等级(等级3)。即,等级2中波束的波束分辨率比等级1中波束的波束分辨率更精细,以及等级3中波束的波束分辨率比等级2中波束的波束分辨率更精细。另外,等级2中波束的阵列增益比等级1中波束的阵列增益更高,以及等级3中波束的阵列增益比等级2中波束的阵列增益更高。

[0046] 另外,根据本发明的一个实施例,某一波束等级中的波束与下一等级的若干波束关联(也称为相关)。本文中,术语“关联”(也称为“相关”)指示两个有关的波束之间的重叠波束主图样(beam main pattern)(即,波束的主瓣)。例如,如图5所示,第一波束等级(等级1)中的波束501-1与第二波束等级(等级2)中的波束502-1~502-3关联。波束501-1的覆盖角度(coverage angular)大于以及实质上覆盖波束502-1~502-3的覆盖角度,以及波束501-1的波束主图样与波束502-1~502-3的波束主图样重叠。另外,第一波束等级(等级1)中的波束501-2与第二波束等级(等级2)中的波束502-4~502-6关联。波束501-2的覆盖角度大于以及实质上覆盖波束502-4~502-6的覆盖角度,以及波束501-2的波束主图样与波束502-4~502-6的波束主图样重叠。另外,第一波束等级(等级1)中的波束501-3与第二波束等级(等级2)中的波束502-7~502-9关联。波束501-3的覆盖角度大于以及实质上覆盖波束502-7~502-9的覆盖角度,以及波束501-3的波束主图样与波束502-7~502-9的波束主图样重叠。另外,在本发明的一个实施例中,第二波束等级(等级2)中的波束的覆盖角度总和较佳地与第一波束等级(等级1)中的波束覆盖角度总和相同。波束关联特性也如图6所示。

[0047] 图7是根据本发明一个实施例的系统的假设概要示意图。在本发明的实施例中,假设网络控制设备(如eNB或BS等)730不知道通信装置(诸如其覆盖内使用其服务的UE)的天线阵列能力(antenna array capability)。网络控制设备730可包含三个扇区(也称为小区)70-1、70-2及70-3。至少一个扇区,如扇区70-1,由可控数量的控制波束(如图7所示的控制波束1~控制波束4)服务。网络控制设备730可使用控制波束发射控制信号、训练序列和/或参考信号。因而,控制波束用于服务网络控制设备730的控制信道。控制信号可包含初始系统接入的基本信息。例如,控制信号可包含用于通信装置与网络控制设备730同步及通信的信息。训练序列可用于波束训练。

[0048] 应注意,在本发明的实施例中,使用了阵列相关性(array reciprocity)。即,网络控制设备的发射波束与网络控制设备的接收波束相当(equivalent)。相似地,通信装置的发射波束与通信装置的接收波束相当。因而,网络控制设备的波束(包括网络控制设备的控制波束)可用于下行发射及上行接收,以及通信装置的波束可用于下行接收及上行发射。

[0049] 还应注意,在本发明的实施例中,假设在网络控制设备支持的所有波束中,网络控

制设备的控制波束具有最粗糙的波束分辨率和最宽的波束宽度。因而,在网络控制设备支持的所有波束中,控制波束具有最宽的覆盖角度。另外,应注意在本发明的实施例中,控制波束的覆盖角度比图7所示的一个扇区更小。

[0050] 还应注意,在本发明的实施例中,一系列训练序列,可以逐个传输(transmission by transmission)的方式而发送。另外,在本发明的实施例中,实现一对多波束训练,以便于网络控制设备能够在一个波束训练过程中训练多个通信装置,以达成高效波束训练的目标。

[0051] 在下文中,提出了一对多分层波束训练的方法,其中先训练具有更粗糙波束分辨率的波束。随后,基于先前的训练结果,选择具有更精细分辨率的波束及进一步训练。可以通过计算检测指标(metric),来获得训练结果。例如,受训者侧(trainee side)可预存候选训练序列集。每个候选训练序列可以对应于施训者的特定发射/接收波束。从施训者侧(trainer side)接收承载于特定发射/接收波束的训练序列后,受训者可计算接收到的训练序列与候选训练序列集中的每个候选训练序列的相关性(correlation),以生成检测指标。受训者还可从检测指标中确定与接收到的训练序列具有最高(及足够高)相关性的最佳候选训练序列,以及找到对应于最佳候选训练序列的施训者的发射/接收波束。由此获得训练结果。波束训练过程可以逐级连续执行,直到获得满意的阵列增益。

[0052] 应注意,在本发明的实施例中,施训者表示发射训练序列或发射任何训练信号的一方,以及受训者表示接收训练序列或接收任何训练信号的一方。还应注意,在一些实施例中,受训者也可向施训者发射检测指标。施训者可根据接收到的检测指标,确定最佳的发射/接收波束。

[0053] 图8是根据本发明一个实施例中的高效波束训练的方法的流程图。在本发明的实施例中,网络控制设备(即,施训者)可先经由第一波束等级中具有最粗糙或更粗糙波束分辨率的一个或多个波束,向多个通信装置发射训练序列或训练信号,以便于训练第一波束等级中具有最粗糙或更粗糙波束分辨率的一个或多个波束。如上文讨论的,接收到训练序列或训练信号后,通信装置(即,受训者)可计算接收到的训练序列与每个候选训练序列的相关性,以生成一个或多个检测指标。通信装置还可基于检测指标,确定具有最高(以及足够高)相关性的较佳发射波束,以获得训练结果,以及向网络控制设备反馈关于较佳发射波束的信息。应注意,如上文讨论的,通信装置也可向网络控制设备反馈关于检测指标的信息以作为训练结果,用于网络控制设备根据接收到的检测指标,确定较佳发射波束,以及本发明不应受限于于此。

[0054] 因而,参考图8,根据本发明的一个实施例,网络控制设备可从多个通信装置接收多个第一信号(步骤S802)。每个第一信号可包含一个通信装置确定的关于第一波束等级中的较佳发射波束的信息。应注意,只要第一波束等级中的最粗糙或更粗糙的发射波束仍然有效,可以在不同时间从不同通信装置接收第一信号。

[0055] 接着,网络控制设备可根据承载于第一信号中的训练结果,选择一群通信装置加入一对多波束训练(步骤S804)。如上文讨论的,训练结果可以为对应通信装置计算的检测指标,或对应通信装置确定的较佳发射波束。另外,根据本发明的实施例,确定或具有相同较佳发射波束的通信装置可由网络控制设备选择,作为加入一对多波束训练的一群通信装置。

[0056] 接着,网络控制设备可从自身支持的多个发射波束中选择一个或多个用于训练的发射波束(步骤S806)。在本发明的实施例中,网络控制设备能够生成多级波束,以及波束等级可以为上文讨论的分层波束等级。例如,网络控制设备能够基于多级码本,生成多级波束。在本发明的实施例中,多级码本可记录多个预定义设置,用以设置天线阵列生成多级波束图样。例如,多级码本可以为正交矩阵,如离散傅里叶矩阵(discrete Fourier matrix)、阿达玛矩阵(Hadamard matrix)或其它类型正交矩阵。因而,多级码本中的每个设置可以对应于预定发射/接收波束。另外,在本发明的实施例中,第二波束等级中已选择的一个或多个发射波束与第一波束等级中的较佳发射波束关联。

[0057] 接着,网络控制设备可依次使用发射波束向该群通信装置发射信号,以执行一对多波束训练,用以在该群通信装置之中同时训练第二波束等级中的发射波束(步骤S808)。

[0058] 根据本发明的一个实施例,被选择加入一对多波束训练的该群通信装置中的通信装置,基本上位于相同波束的覆盖角度内,即这些通信装置确定的第一波束等级中的较佳发射波束。另外,在本发明的实施例中,由于第二波束等级中的发射波束与第一波束等级中的较佳发射波束关联,第二波束等级中的发射波束可有一个波束主图样,该波束主图样与第一波束等级中的较佳发射波束的波束主图样重叠。另外,在本发明的实施例中,由于第二波束等级中的发射波束与第一波束等级中的较佳发射波束关联,第二波束等级中的发射波束可有一个波束宽度,该波束宽度比第一波束等级中的较佳发射波束的波束宽度更窄。

[0059] 另外,在本发明的实施例中,由于第二波束等级中的发射波束与第一波束等级中的较佳发射波束关联,第二波束等级中的发射波束可有一个波束分辨率,该波束分辨率比第一波束等级中的较佳发射波束的波束分辨率更精细。另外,在本发明的实施例中,由于第二波束等级中的发射波束与第一波束等级中的较佳发射波束关联,第二波束等级中的发射波束可有一个覆盖角度,该覆盖角度比第一波束等级中的较佳发射波束的覆盖角度更小。另外,在本发明的实施例中,由于第二波束等级中的发射波束与第一波束等级中的较佳发射波束关联,第二波束等级中的发射波束可有一个阵列增益,该阵列增益比第一波束等级中的较佳发射波束的阵列增益更高。

[0060] 图9A与图9B是根据本发明一个实施例的一对多波束训练的示例场景图。如图9A所示,网络控制设备930可以为eNB或BS,以及能够生成具有不同方向和/或指向不同方向(角度)的多个发射波束。通信装置910-1、910-2及910-3可以为UE。当通信装置910-1、910-2及910-3都确定相同的波束(波束X)作为它们在第一波束等级中的较佳发射波束,网络控制设备930还可选择通信装置910-1、910-2及910-3加入一对多波束训练,用于同时训练该波束(波束X)关联的下一等级中的发射波束。如图9B所示,网络控制设备930可在通信装置910-1、910-2及910-3之中,同时训练发射波束X-1、X-2及X-3,以便于在通信装置910-1、910-2及910-3中共享训练资源,以及与执行单个波束训练相比,降低了系统开销。应注意,在本发明的实施例中,第一波束等级的波束分辨率可等同于网络控制设备中具有最粗糙的波束分辨率的控制波束,或者其可高于网络控制设备中最粗糙的波束分辨率,以及本发明不应受限于任何具体情况。

[0061] 图10是根据本发明一个实施例的加入一对多波束训练的BS及UE的操作的示例流程图。假设多个通信装置(如图10中的UE1、UE2及UE3)分别发射第一信号,以向网络控制设备(如图10所示的BS)反馈关于在第一波束等级中他们的较佳发射波束(如图9A所示的波束

X)的信息。因为UE1、UE2及UE3都确定相同的较佳发射波束,BS可知,这是在UE1、UE2及UE3之中同时训练下一等级中的发射波束的机会。应注意,在本发明的一些实施例中,一对多波束训练UE也可由通信装置触发,以及本发明不应受限于此。例如,通信装置可向网络控制设备发送显式请求或隐式请求,以指示出基于第一波束等级中的较佳发射波束进一步训练的需求。

[0062] 接着,BS可经由第二波束等级中用于训练的发射波束(如图9B所示的波束X-1、X-2及X-3),依次向UE1、UE2及UE3发射训练序列或训练信号。用于训练的发射波束可与第一波束等级中确定的较佳发射波束关联。接收到训练序列或训练信号之后,每个UE可分别发射第二信号,以向BS反馈关于在当前训练波束等级中他们的较佳发射波束的信息,以及一对多波束训练过程可以完成(或者,网络控制设备还可为下一等级,开始另一对多波束训练过程,如第三波束等级,以及本发明不应受限于此)。参照图9B所示的示例场景,通信装置910-2及910-3可确定发射波束X-1作为在当前训练波束等级中它们的较佳发射波束,以及通信装置910-1可确定发射波束X-3作为在当前训练波束等级中它们的较佳发射波束。应注意,如上文讨论的,关于较佳发射波束的信息可以为对应通信装置计算的一个或多个检测指标,或者可以为对应通信装置确定的较佳发射波束。

[0063] 根据本发明的一个实施例,网络控制设备还可向加入一对多波束训练的一群通信装置发射资源分配指示信号,以向该群通信装置通知用于训练的发射波束的资源分配。网络控制设备可经由更低层(lower layer)信令发射资源分配指示信号,以便于动态调度资源分配,或经由更高层(higher layer)信令,以便于半静态配置资源分配。在本发明的实施例中,可以周期性(periodically)或非周期性调度资源分配。

[0064] 根据本发明的一个实施例,可用于发射波束的资源可至少包含时域中的时间间隔(time interval)。可选地,用于发射波束的资源可包括更多细节,包括频域中的频带、功率以及经由发射波束用于通信的训练序列。各种服务的这些资源分配可以为预定的以及被通信装置所知晓、由通信装置盲检测、由网络控制设备动态配置以及如上文讨论的发送给通信装置、或者由网络控制设备半静态配置以及通过上文所讨论的更高层协议(例如,无线资源控制(Radio Resource Control,RRC)层信令)发送给通信装置。

[0065] 图11是根据本发明另一实施例的加入一对多波束训练的BS及UE的操作的示例流程图。图11所示的流程图与图10所示的流程图相似。因而,对于相同部分的描述,请参考图10,以及为了简便起见这里省略。图10与图11仅有的区别是,在图11中网络控制设备(如BS)可在训练开始之前,联合向通信装置(如UE1~UE3)发射资源分配指示信号。

[0066] 根据本发明的一个实施例,网络控制设备可用第一波束等级中的较佳发射波束(如图9A所示的波束X),广播资源分配指示信号,以向该群通信装置通知用于训练的发射波束(如图9B所示的波束X-1、波束X-2及波束X-3)的资源分配。由于通信装置(如UE1~UE3)都位于相同的较佳发射波束(如图9A所示的波束X)的覆盖角度,通信装置应该能够接收广播的资源分配指示信号。提及的广播信道的一个例子可以与LTE系统中公共RRC层信令相似。

[0067] 根据本发明的另一实施例,网络控制设备可组播(multicast)资源分配指示信号,以向该群通信装置通知用于训练的发射波束(如图9B所示的波束X-1、波束X-2及波束X-3)的资源分配。这种组播信道的一个例子可以为物理下行控制信道(Physical Downlink Control Channel,PDCCH),其寻址至组播组(multicast group)识别的识别符。

[0068] 根据本发明的又一实施例,网络控制设备可向每个通信装置单播资源分配指示信号,以通知用于训练的发射波束的资源分配,如图9B所示的波束X-1、波束X-2及波束X-3。

[0069] 图12是根据上述实施例的具有单播资源分配指示的加入一对多波束训练的BS及UE的操作的示例流程图。图12所示的流程图与图10所示的流程图相似。因而,对于相同部分的描述,请参考图10,为了简便起见这里省略。图10与图12仅有的区别是,在图12中网络控制设备(如BS)可在训练开始之前,单个地向每个通信装置(如UE1~UE3)发射资源分配指示信号。

[0070] 另外,根据本发明的一个实施例,根据确定在第一波束等级中具有相同较佳发射波束的通信装置的数量,网络控制设备还可确定是否执行一对多波束训练。例如,当在第一波束等级中具有相同较佳发射波束的通信装置的数量小于预定阈值,网络控制设备可确定不执行一对多波束训练。

[0071] 另外,根据本发明的一个实施例,网络控制设备还可根据上文讨论的通信装置发射的请求,选择该群通信装置加入一对多波束训练。

[0072] 另外,根据本发明的一个实施例,网络控制设备还可根据通信装置的移动性,选择该群通信装置加入一对多波束训练。

[0073] 图13A、图13B与图13C是根据本发明另一实施例的一对多波束训练的另一示例场景图。如图13A所示,网络控制设备1330可以为eNB或BS,以及能够生成具有不同方向和/或指向不同方向(角度)的多个发射波束。通信装置1310-1、1310-2、1310-3、1310-4及1310-5可以为UE。当通信装置1310-1、1310-2、1310-3、1310-4及1310-5都确定相同的波束(波束Y)作为在第一波束等级中它们的较佳发射波束,网络控制设备1330可进一步选择通信装置1310-1、1310-2、1310-3、1310-4及1310-5加入一对多波束训练,用于同时训练波束Y关联的下一等级中的发射波束Y-1、Y-2及Y-3。

[0074] 接着,如图13B所示,由于没有通信装置位于发射波束Y-1的覆盖角度内,网络控制设备1330可确定不需要进一步训练发射波束Y-1关联的更精细的发射波束。由于通信装置1310-1、1310-2及1310-3都具有高移动性(例如,高速移动),网络控制设备1330也可确定不需要在通信装置1310-1、1310-2及1310-3之中,进一步训练发射波束Y-2关联的更精细的发射波束。根据本发明的一个实施例,对于高移动性通信装置,可以优选更粗糙的波束。

[0075] 另外,如图13C所示,由于通信装置1310-4及1310-5具有低移动性,网络控制设备1330可确定在通信装置1310-4及1310-5之中,同时进一步训练发射波束Y-3关联的更精细的发射波束。

[0076] 基于上述实施例中提出的一对多分层波束训练的方法,允许用机会主义(opportunistic)方式在多用户间共享相同的训练资源。另外,由于传统UE特定的单个波束训练消耗资源以及可能遭受不能接受的时延,与传统UE特定的单个波束训练相比,波束训练所需要的时间与系统开销可以降低。

[0077] 上文描述的本发明的实施例可以用多种方法实现。例如,该实施例可以用硬件、软件或其组合实现。应理解的是,执行上述功能的任何组件或组件的集合一般地视为控制上述功能的一个或多个处理器。该一个或多个处理器可以用多种方法实现,如用专用硬件,或用微码或软件编程来执行上述功能的通用硬件。

[0078] 使用的序数术语,如“第一”、“第二”及“第三”等,在权利要求中修饰权利要求元素

并不包含任何优先级,或一个权利要求元素的顺序在另一个权利要求元素之前,或执行方法中的暂时顺序,而是仅用作区分一个具有特定名字的权利要求元素与另一具有相同名字的元素标记,以区分不同的权利要求元素。

[0079] 虽然已经通过举例的方式和优先实施例的方式描述本发明,应理解本发明并不限于此。本领域的普通技术人员仍旧可以不脱离本发明的范围和精神,做出不同的变换和修改。因此,权利要求及其等同变换,限定和保护本发明的范围。

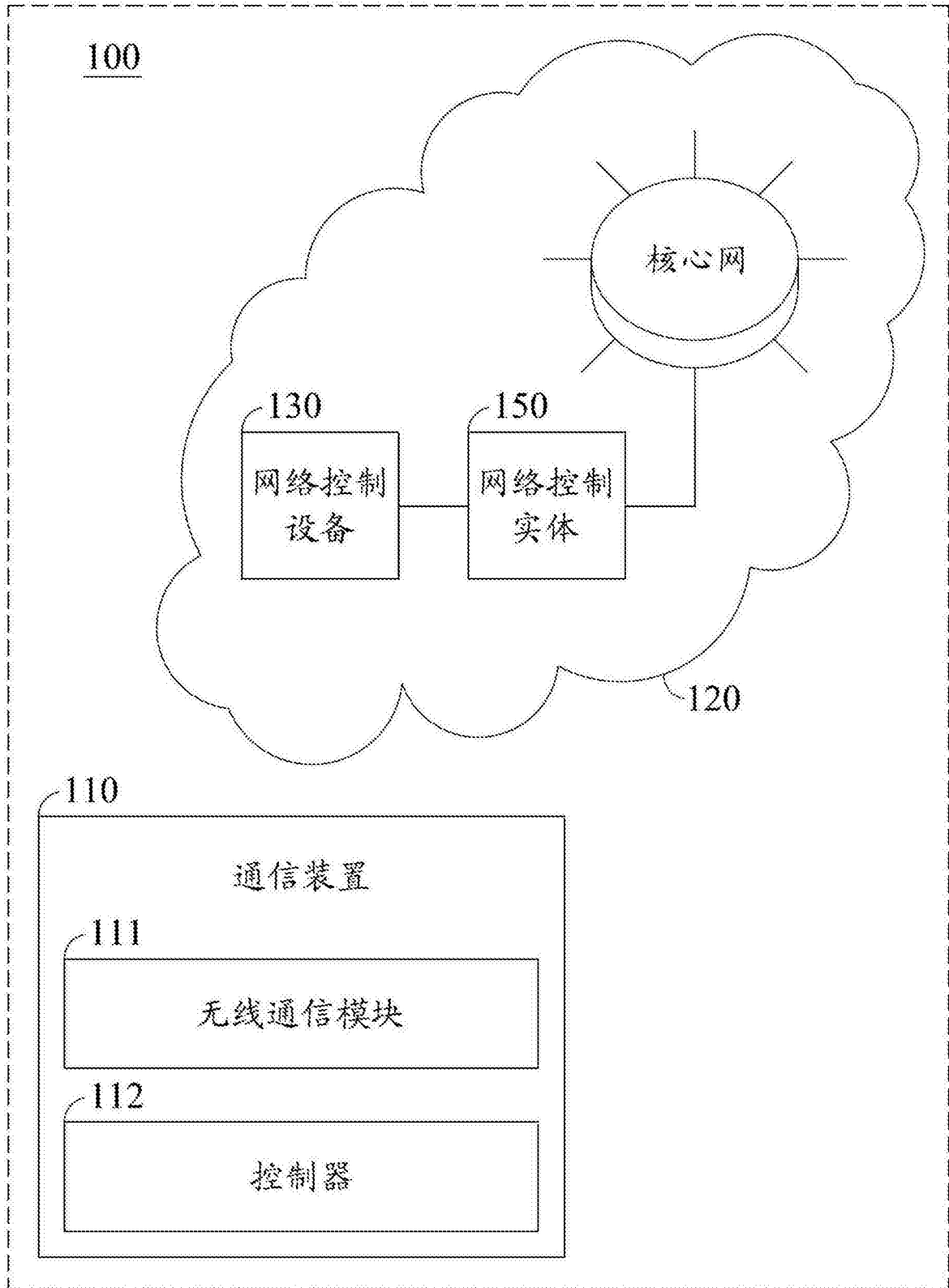


图1



图2

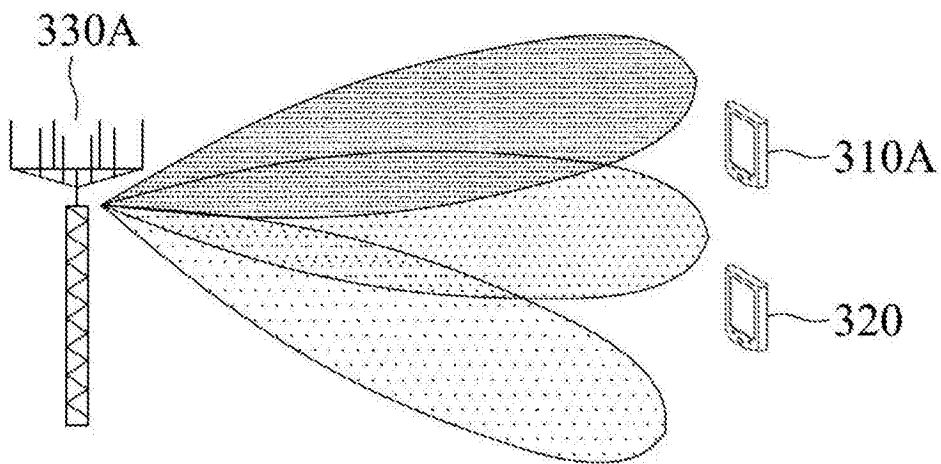


图3A

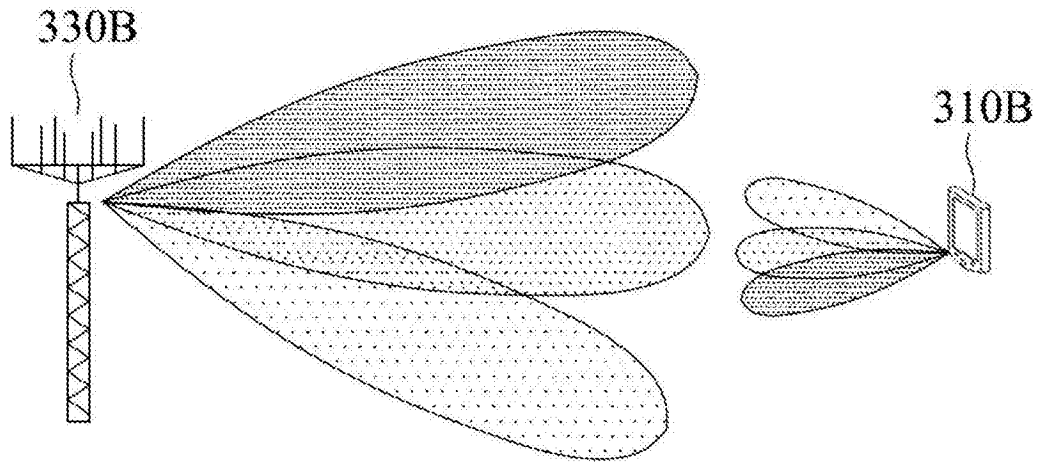


图3B

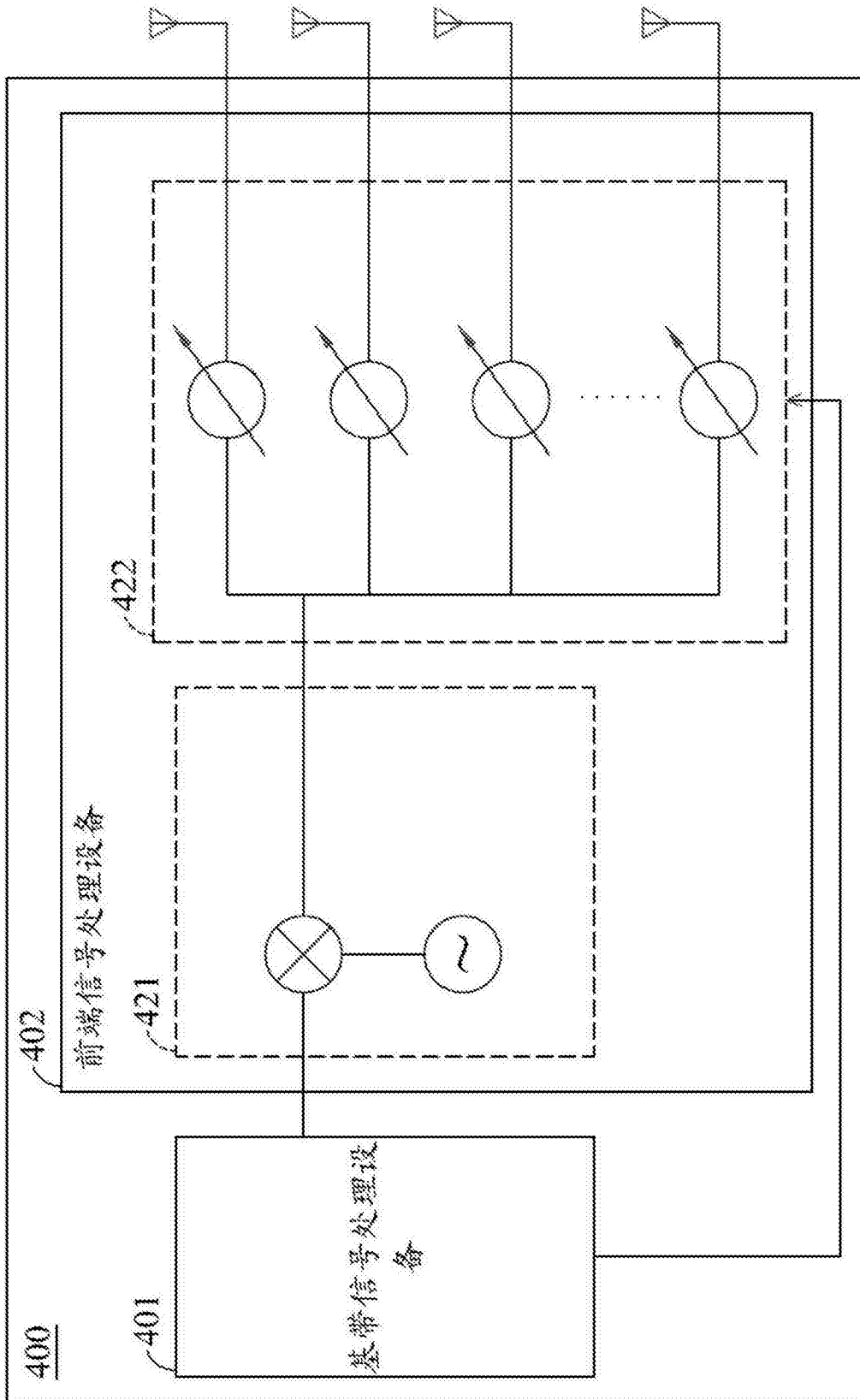


图4

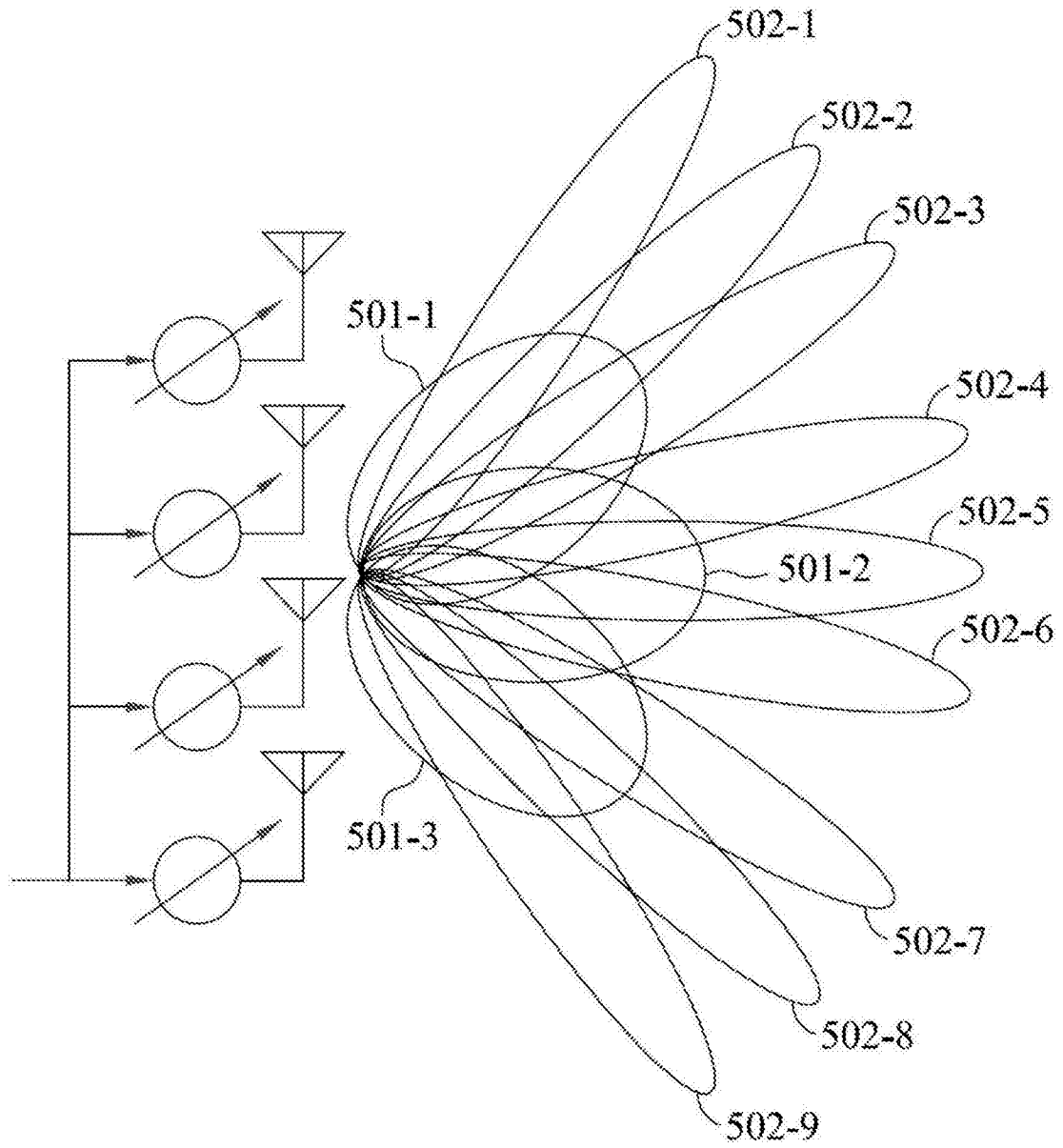


图5

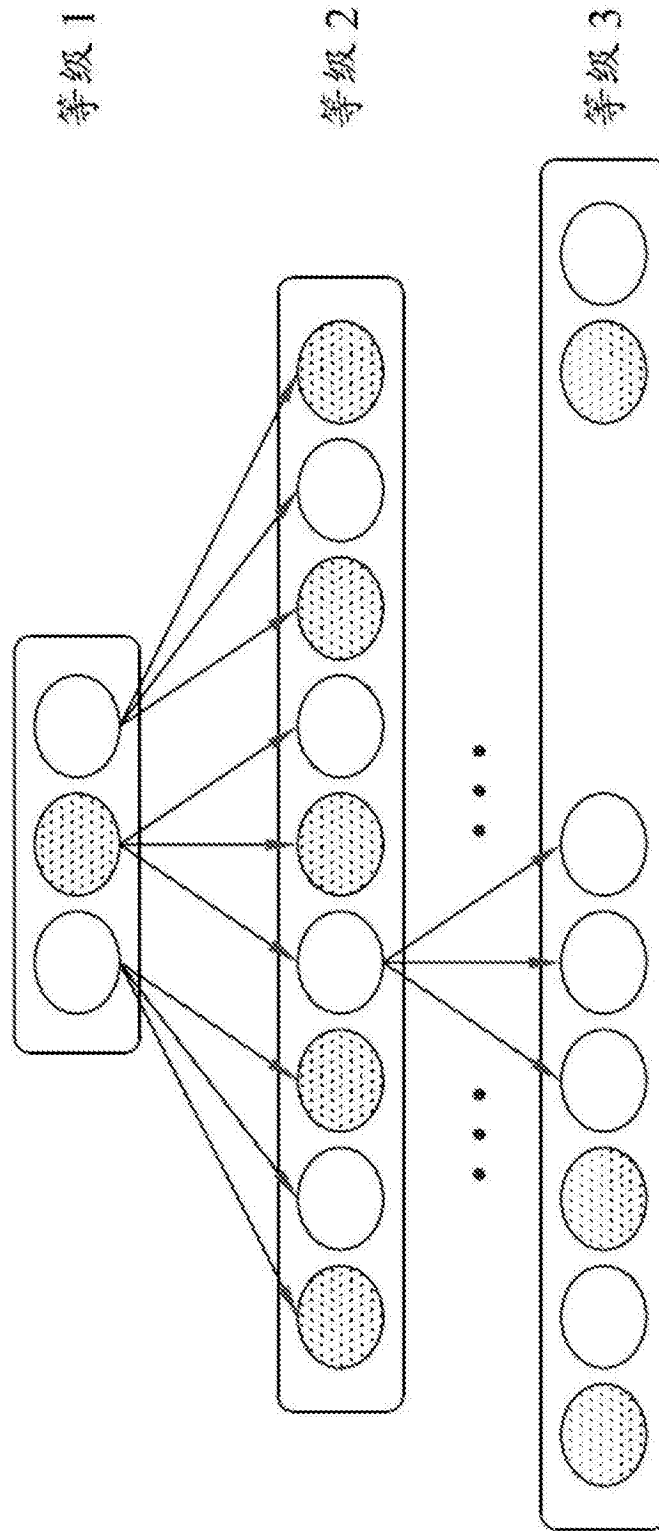


图6

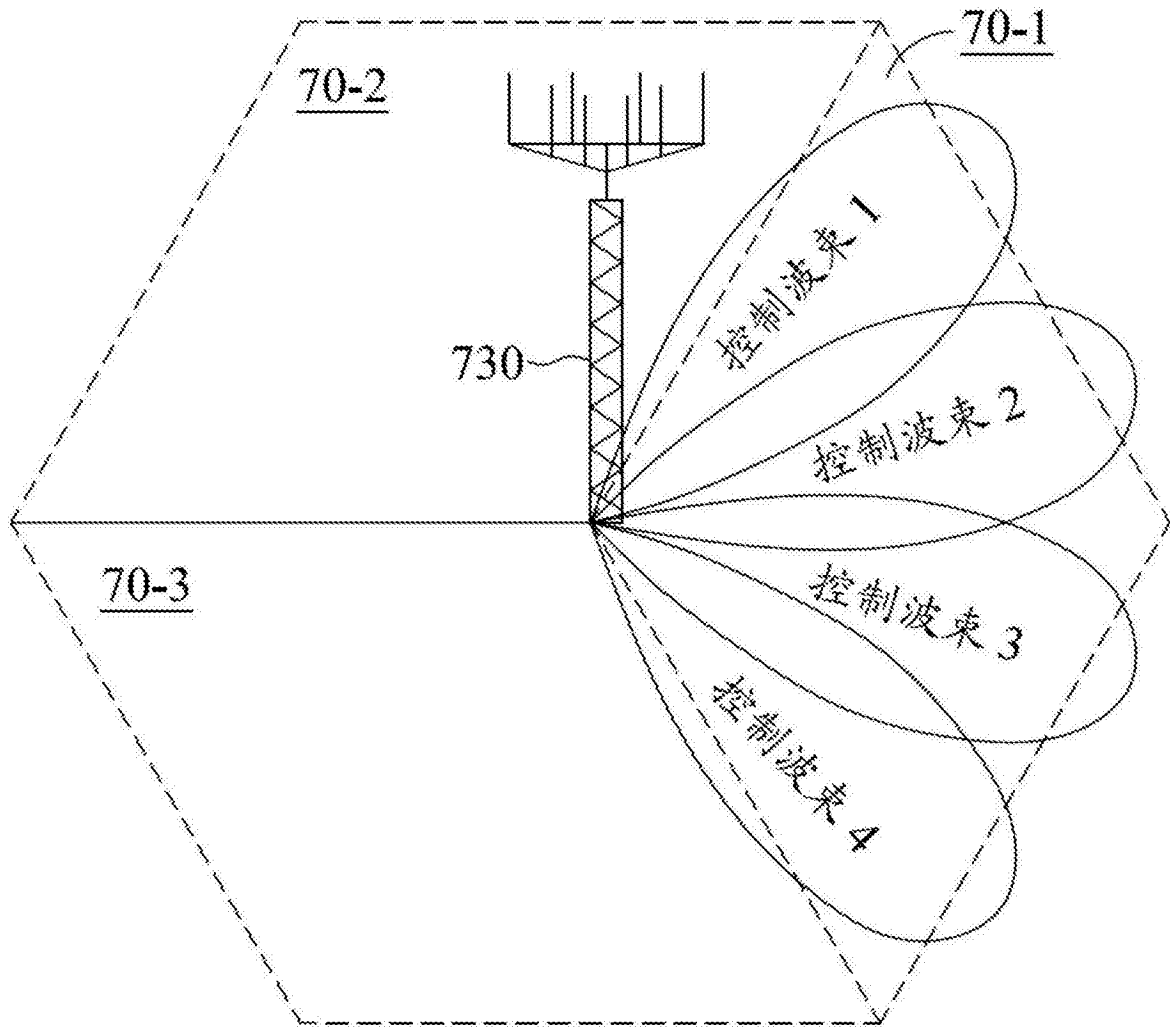


图7

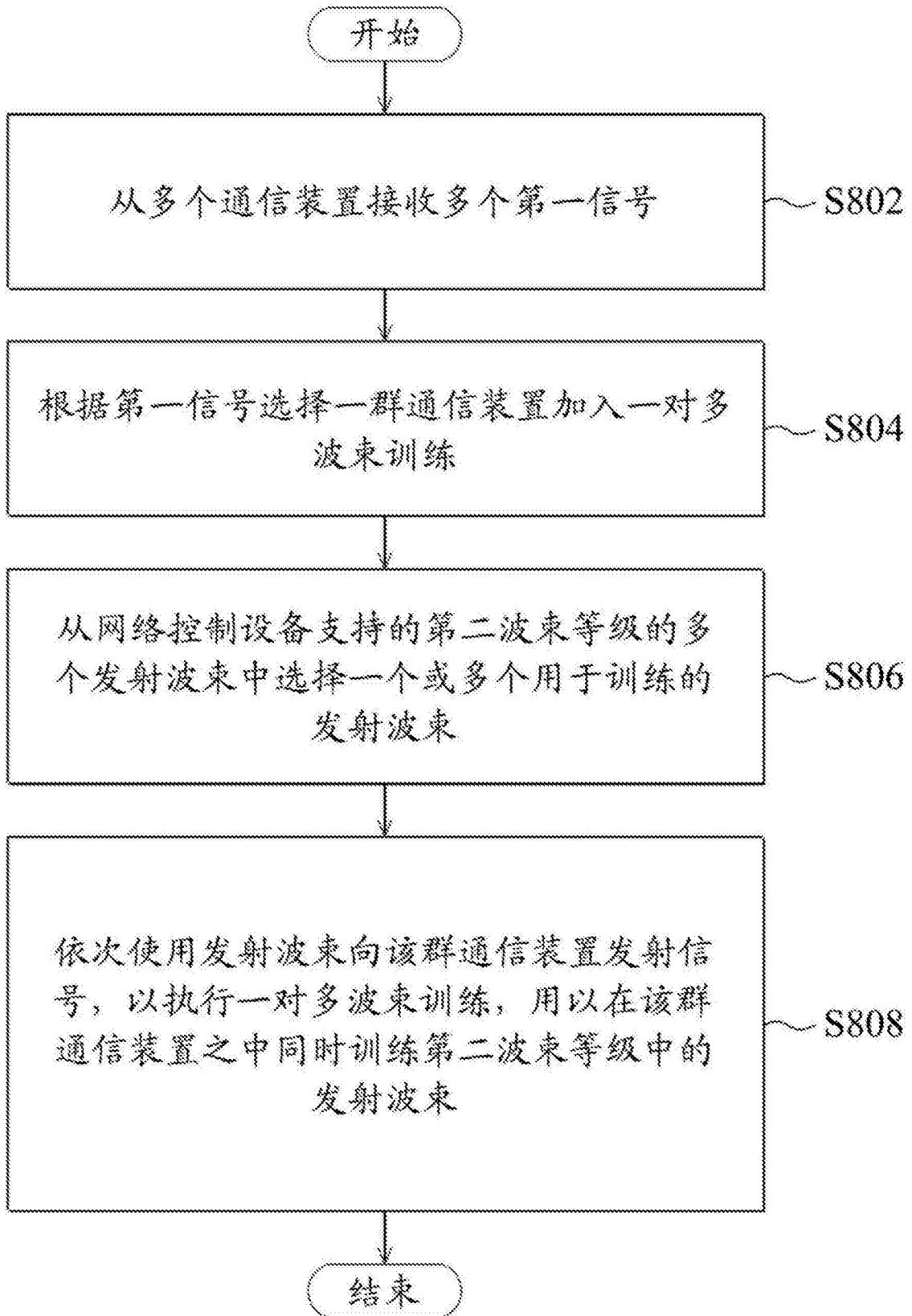


图8

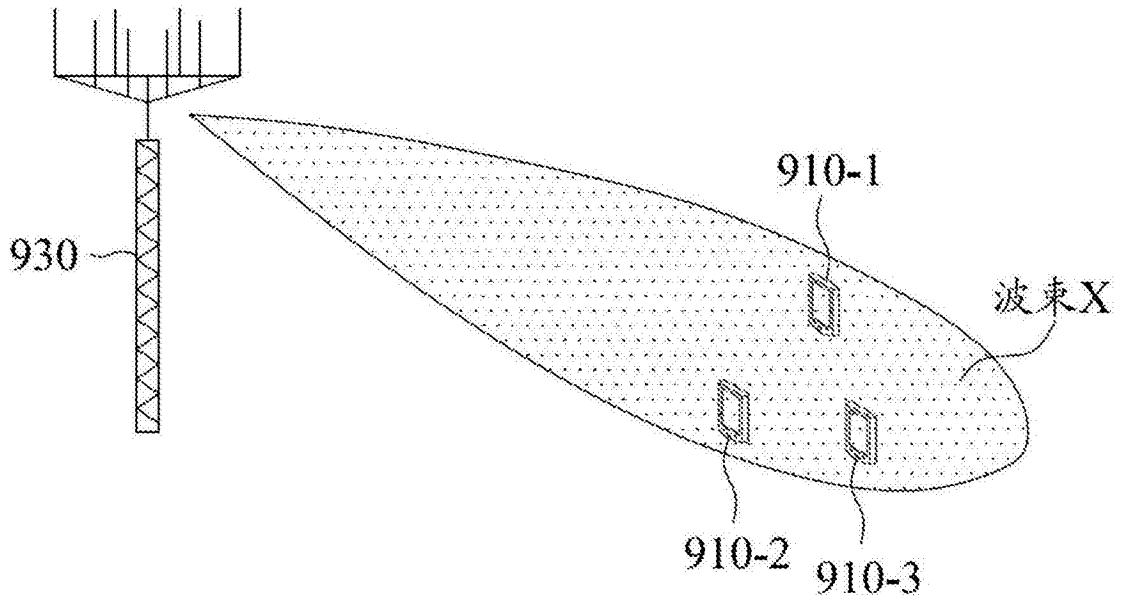


图9A

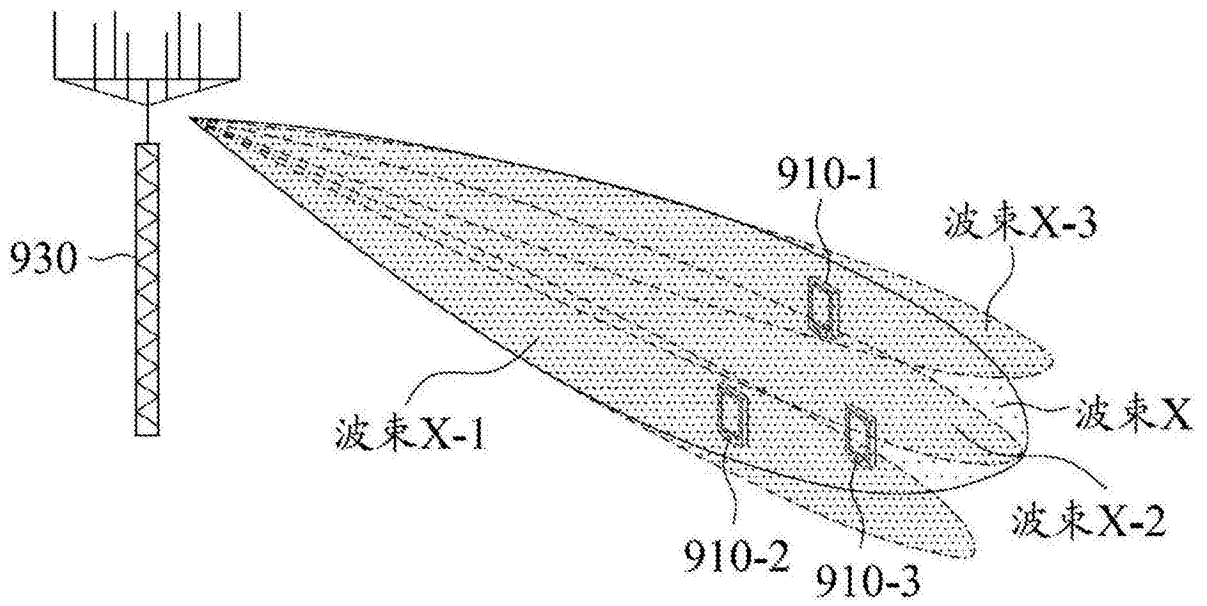


图9B

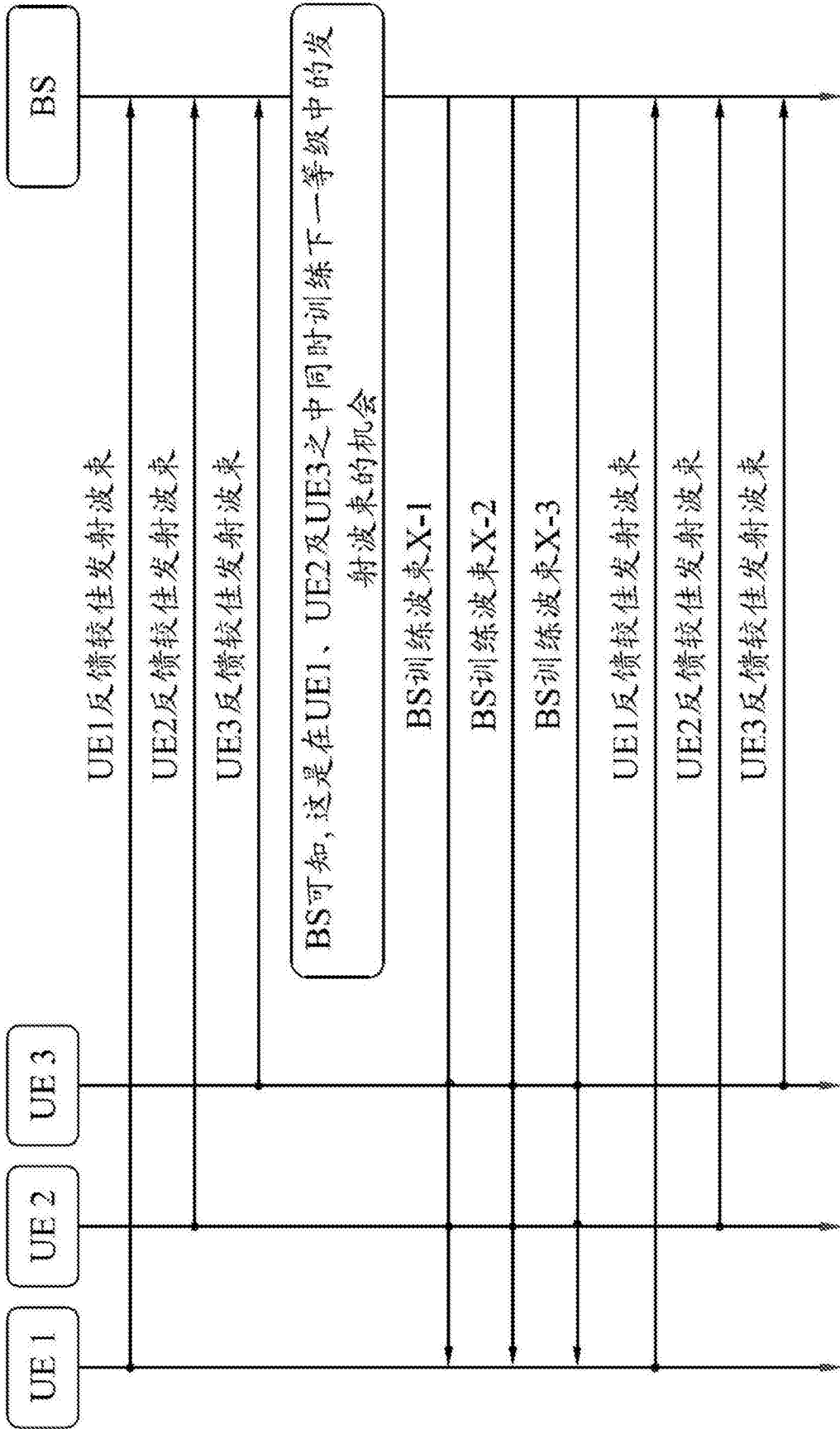


图10

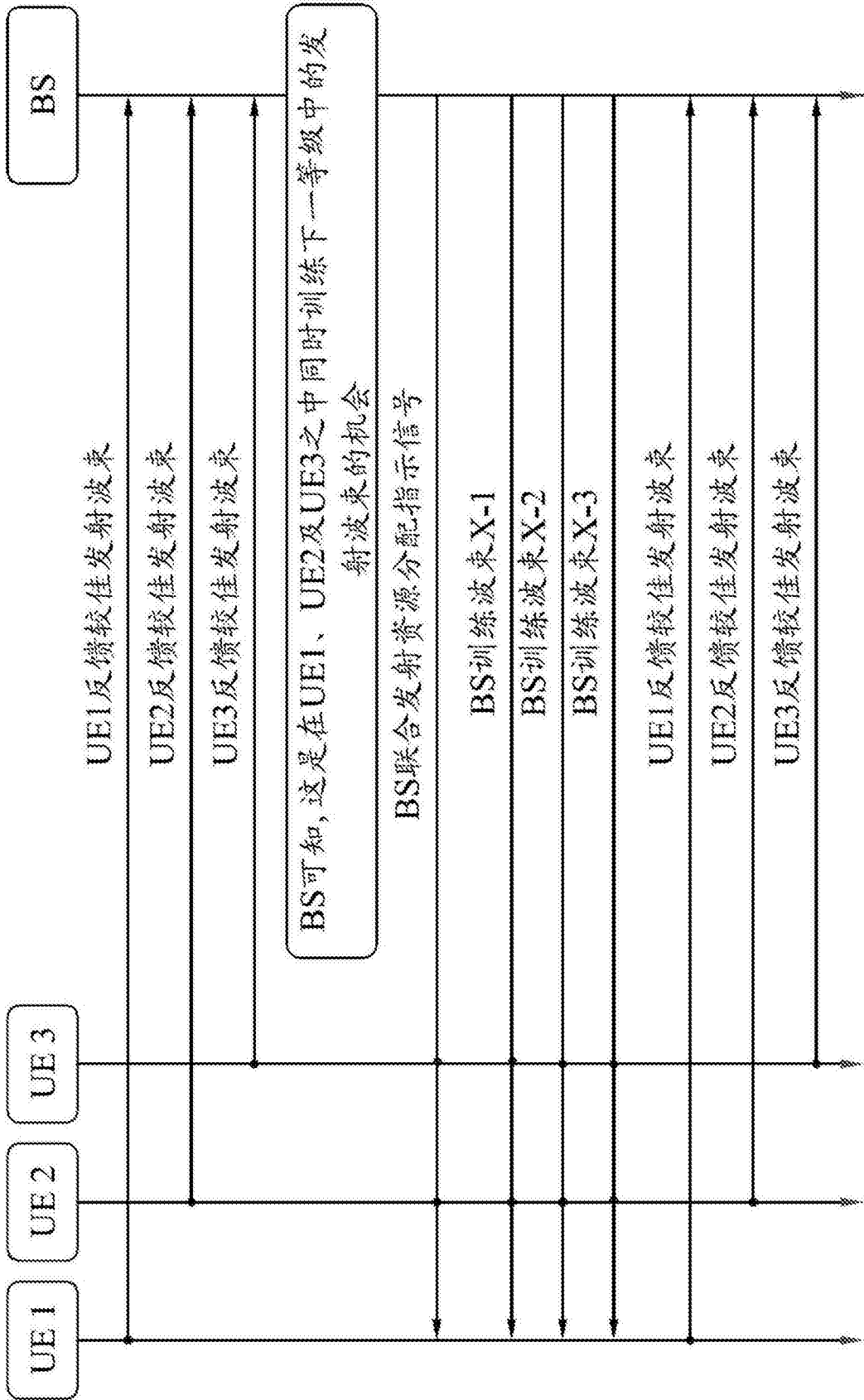


图11

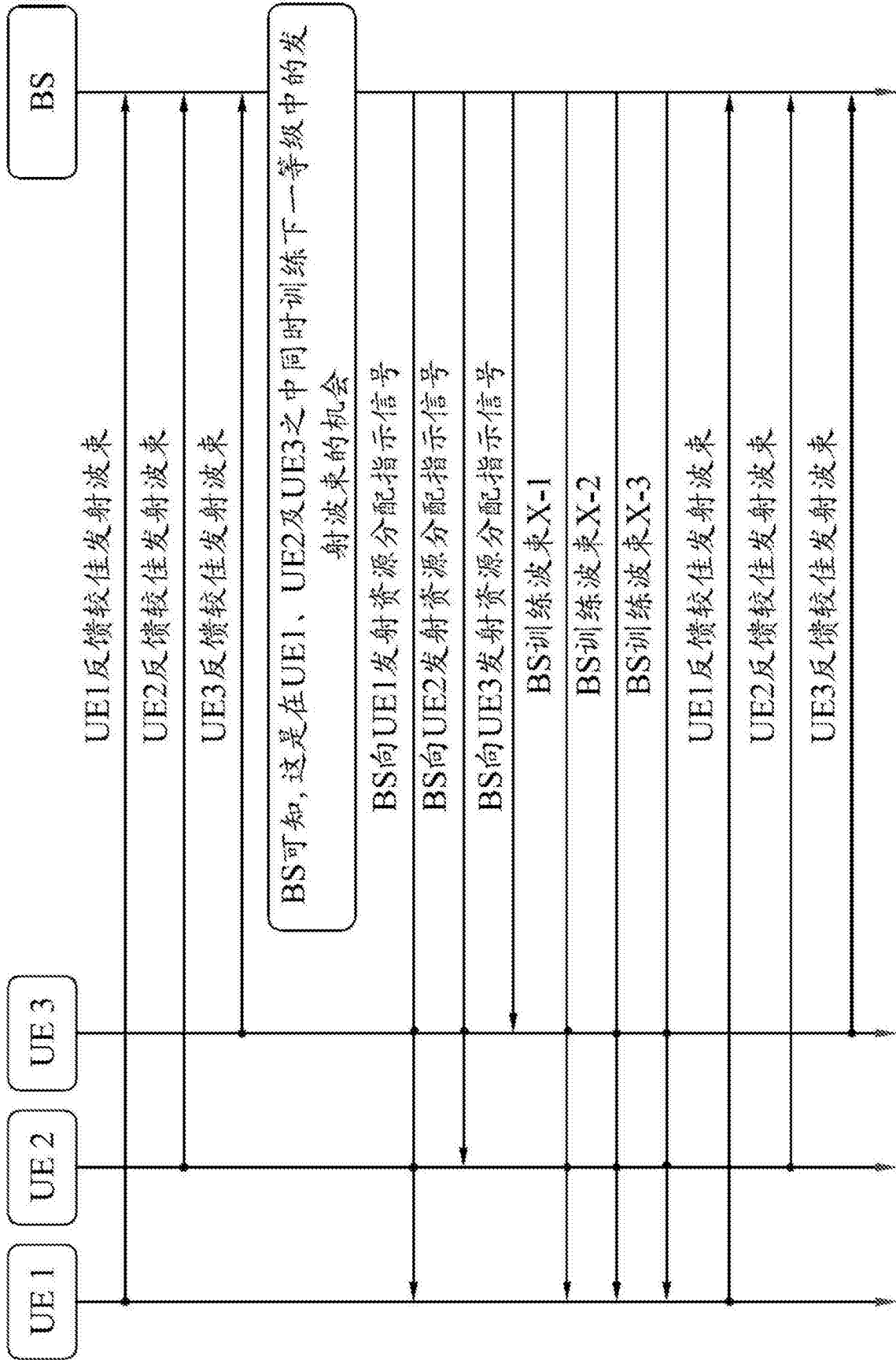


图12

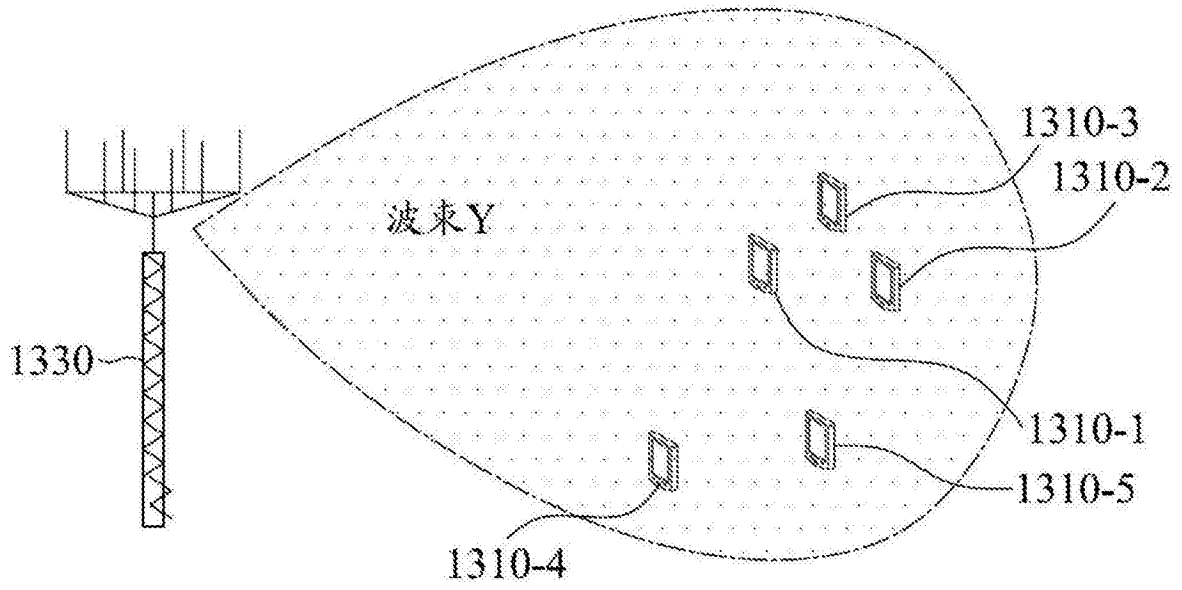


图13A

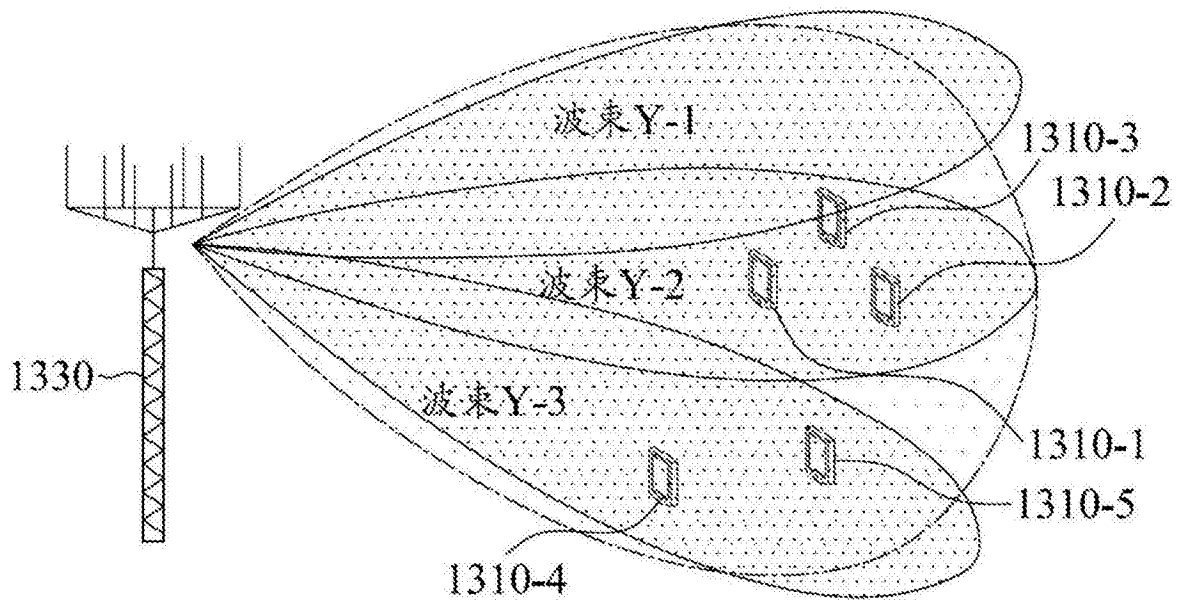


图13B

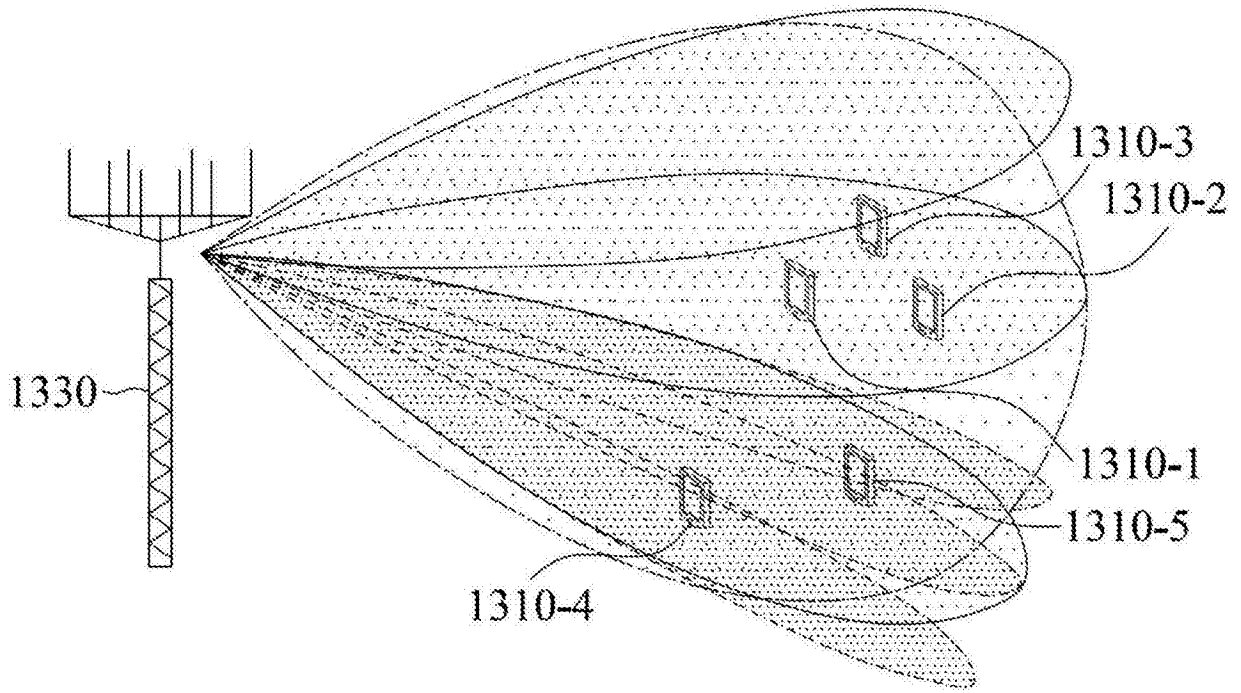


图13C