

BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

of calibrating the array antennas is reduced while saving the time used building an acquisition circuit during the calibration process for array antennas, and the efficiency of the array antenna calibration is increased.

(57) 摘要: 一种校准阵列天线的方法、装置和系统, 涉及无线通信技术领域, 其中该方法包括: 被测装置连通阵列天线中的天线并通过连通的天线向检测装置发送检测信号, 在连通天线时, 被测装置还向检测装置发送触发信号, 该触发信号包括表示被测装置对连通的天线进行切换的信息。通过本申请实施例的方案, 检测装置在收到触发信号后, 能够确定被测装置发送触发信号时连通的天线, 并接收连通的天线发送的检测信号, 从而能够根据被测装置发送的检测信号对阵列天线进行校准, 由于不需要在阵列天线的每个天线的输入口搭建采集电路, 因此降低了校准阵列天线的复杂度同时节省阵列天线校准过程中搭建采集电路的时间, 提高了阵列天线校准的效率。

一种校准阵列天线的方法、装置和系统

技术领域

本申请涉及无线通信技术领域，特别涉及一种校准阵列天线的方法、装置和系统。

5 背景技术

相控阵列天线采用多个发射天线且利用空间波束合成技术，能够实现波束扫描和远距离传输。实现相控的前提是校正阵列天线发射信号之间的信号误差，例如校正信号的幅度误差和/或校正信号的相位误差。当不同天线发射的信号之间存在幅度误差和/或相位误差时，会致使波束矢量合成出现偏差，最终导致波束主瓣增益下降和旁瓣抬升，从而影响通信性能。因此，阵列天线在投入使用之前需要通过校准技术来改善阵列天线的通信性能。

如图 1 所示，现有技术中通常采用的阵列天线校准方法需要在每个发射天线的信号输入端口分别引出校准信号，对引出的校准信号进行变频后输入给矢量网络分析仪，通过矢量网络分析仪计算不同天线发射的信号之间存在的信号误差，进而根据计算得到的信号误差对阵列天线进行校准。但根据图 1 所示的阵列天线校准方法，需要在阵列天线的每个天线的信号输入端口构建采集电路来采集校准信号，由于阵列天线中包含的天线数量较多，搭建用于检测每个天线之间的信号误差的采集电路的搭建时间过长，实现的复杂度较高，因此不利于对阵列天线进行快速校准。

综上所述，现有技术中通常采用的阵列天线校准方法不利于对阵列天线进行快速校准。

20 发明内容

本申请实施例提供一种校准阵列天线的方法、装置和系统，用以解决现有技术中通常采用的阵列天线校准方法不利于对阵列天线进行快速校准的问题。

第一方面，本申请提供一种校准阵列天线的方法，该方法包括被测装置连通阵列天线中的天线并通过连通的天线向检测装置发送检测信号，在连通天线时，被测装置还向检测装置发送触发信号，该触发信号包括表示被测装置对连通的天线进行切换的信息。通过本申请实施例的方案，被测装置连通阵列天线中的天线并通过连通的天线向检测装置发送检测信号，以及在连通天线时向检测装置发送触发信号，检测装置在收到触发信号后，能够确定被测装置发送触发信号时连通的天线，并接收连通的天线发送的检测信号，以及根据被测装置发送的检测信号对阵列天线进行校准，由于该校准阵列天线的方案不需要在阵列天线的每个天线的输入口搭建采集电路，降低了校准阵列天线的复杂度同时节省阵列天线校准过程中搭建采集电路的时间，从而提高了阵列天线校准的效率。

基于第一方面，在一个可能的设计中，被测装置可以在不同时刻按照预设顺序连通阵列天线中的不同天线。被测装置可以按照预设顺序连通不同的天线，这样可以由检测装置在收到触发信号后根据预设顺序确定被测装置连通的天线。

基于第一方面，在一个可能的设计中，被测装置向检测装置发送的触发信号还可以包括用于指示被测装置发送触发信号时所连通的 antennas 的信息。被测装置可以向检测装置发送包含连通的 antennas 的信息的触发信号，检测装置从而能够根据触发信号中的 antennas 的信息确定被测装置发送触发信号时连通的 antennas。

第二方面，本申请实施例提供的一种校准阵列天线的方法，包括检测装置在收到被测装置发送的触发信号后，确定被测装置发送触发信号时连通的天线，并接收被测装置通过连通的天线发送的检测信号，之后，检测装置根据接收的检测信号对阵列天线进行校准。通过本申请实施例的方案，检测装置收到触发信号后能够根据被测装置发送的检测信号对阵列天线进行校准，由于该校准阵列天线的方案不需要在阵列天线的每个天线的输入口搭建采集电路，降低了校准阵列天线的复杂度同时节省阵列天线校准过程中搭建采集电路的时间，从而提高了阵列天线校准的效率。

基于第二方面，在一个可能的设计中，检测装置根据预设顺序确定被测装置发送触发信号时连通的天线，预设顺序为被测装置分别连通阵列天线中的不同天线的顺序。检测装置在收到触发信号后，根据预设顺序确定被测装置连通的天线，从而不需要由被测装置针对连通的不同天线，生成并向检测装置发送不同的触发信号，因此能够进一步简化触发信号的发送过程。

基于第二方面，在一个可能的设计中，检测装置根据被测装置发送的触发信号所指示的当前连通的天线的信息确定被测装置发送触发信号时连通的天线。采用以上方法，检测装置能够根据被测装置在触发信号中指示的天线的信息确定被测装置连通的天线。

基于第二方面，在一个可能的设计中，检测装置可以在第 n 次收到触发信号，到第 $n+1$ 次收到触发信号之间，确定被测装置按照预设顺序连通阵列天线中的第 $\text{MOD}(n, N)$ 个天线，其中 N 为阵列天线中的天线总数， n 和 N 为正整数。采用以上方法，检测装置能够根据预设顺序确定被测装置发送触发信号时连通的天线。

基于第二方面，在一个可能的设计中，检测装置可以在第 n 次接收触发信号，到第 $n+1$ 次接收触发信号之间，接收根据第 n 次接收的触发信号确定的天线发送的检测信号， n 为正整数。采用以上方法，检测装置能够根据触发信号中指示的侧装置当前连通的天线的信息确定被测装置发送触发信号时连通的天线。

基于第二方面，在一个可能的设计中，检测装置可以根据接收到的参考天线发送的检测信号确定参考天线的载波频率，其中，参考天线为阵列天线中的任意一个天线；之后，检测装置根据参考天线的载波频率确定参考天线的信号参数，以及根据参考天线的载波频率和接收的其他天线发送的检测信号确定其他天线的信号参数，其中，其他天线为阵列天线中除参考天线以外的任意一个天线；之后，检测装置根据参考天线的信号参数和其他天线的信号参数对阵列天线进行校准，其中，信号参数包括信号载波幅度和/或信号相位。采用以上方法，检测设备根据参考天线的载波频率确定参考天线的信号参数和其他天线的信号参数，能够在校准阵列天线时消除确定天线的载波频率时产生的误差，从而获得更为准确的校准效果。

第三方面，本申请实施例提供的一种校准阵列天线的方法，包括被测装置接收检测装置发送的通知消息，并根据通知消息连通阵列天线中的天线，以及通过连通的天线发送检测信号，其中通知消息包括被测装置将要连通的天线的信息，检测装置在向被测装置发送通知消息后，接收被测装置连通阵列天线中的对应天线并使用对应天线发送的检测信号，之后检测装置根据接收的检测信号进行阵列天线的校准。由于被测装置能够根据检测信号发送的通知消息连通阵列天线中的天线并通过连通的天线发送检测信号，检测装置能够在接收检测信号后根据接收的检测信号对阵列天线进行校准，从而不需要在校准阵列天线的过程中在阵列天线的每个天线输入端口搭建采集通道，因此提高了阵列天线校准的

效率和降低了阵列天线校准的复杂度，从而提高阵列天线的校准效率。

第四方面，本申请实施例提供的一种校准阵列天线的方法，包括检测装置向被测装置发送通知消息，并在发送通知消息后接收被测装置连通阵列天线中的对应天线并使用对应天线发送的检测信号，以及根据接收的检测信号进行阵列天线的校准。由于检测信号能够在发送通知消息后，接收通知消息指示的天线发送的检测信号，并根据接收的检测信号对阵列天线进行校准，从而不需要在校准阵列天线的过程中在阵列天线的每个天线输入端口搭建采集通道，因此提高了阵列天线校准的效率和降低了阵列天线校准的复杂度，从而提高阵列天线的校准效率。

基于第四方面，在一个可能的设计中，检测装置可以在第 n 次发送通知消息以及第 $n+1$ 次发送通知消息之间，接收被测装置通过第 n 次发送的通知消息指示的天线发送的检测信号， n 为正整数。采用以上方法，实现了检测装置在发送通知消息后，接收被测装置根据通知消息指示的天线发送的检测信号。

基于第四方面，在一个可能的设计中，检测装置可以根据接收到的参考天线发送的检测信号确定参考天线的载波频率，其中，参考天线为阵列天线中的任意一个天线；之后，检测装置根据参考天线的载波频率确定参考天线的信号参数，以及根据参考天线的载波频率和接收的其他天线发送的检测信号确定其他天线的信号参数，其中，其他天线为阵列天线中除参考天线以外的任意一个天线；之后，检测装置根据参考天线的信号参数和其他天线的信号参数对阵列天线进行校准，其中，信号参数包括信号载波幅度和/或信号相位。采用以上方法，检测设备根据参考天线的载波频率确定参考天线的信号参数和其他天线的信号参数，能够在校准阵列天线时消除确定天线的载波频率时产生的误差，从而获得更为准确的校准效果。

第五方面，本申请实施例提供的一种校准阵列天线的被测装置，包括检测信号产生装置、处理器、通道开关和收发器，其中，检测信号产生装置用于产生检测信号，收发器用于被测装置与检测装置之间进行通信，处理器用于控制通道开关连通阵列天线中的天线，使得检测信号产生装置产生的检测信号通过连通的天线向检测装置发送，以及在连通天线时控制收发器向检测装置发送触发信号，其中触发信号包括表示被测装置对连通的天线进行切换的信息。

基于第五方面，在一个可能的设计中，被测装置的处理器可以在不同时刻控制通道开关按照预设顺序连通阵列天线中的不同天线。

基于第五方面，在一个可能的设计中，被测装置发送的触发信号还包括用于指示被测装置发送触发信号时连通的天线的信息。

第六方面，本申请实施例提供的一种校准阵列天线的检测装置，包括收发器、采集天线和处理器，其中，收发器用于检测装置与被测装置之间进行通信，采集天线用于接收检测信号，处理器用于在收发器收到触发信号后，确定被测装置发送触发信号时连通的天线，触发信号包括表示被测装置对连通的天线进行切换的信息，在采集天线接收被测装置通过连通的天线发送的检测信号后，处理器根据接收检测信号进行阵列天线的校准。

基于第六方面，在一个可能的设计中，检测装置的处理器可以根据预设顺序确定被测装置发送触发信号时连通的天线，其中预设顺序为被测装置分别连通阵列天线中的不同天线的顺序。

基于第六方面，在一个可能的设计中，检测装置的处理器可以根据被测装置发送的触

发信号所指示的被测装置当前连通的天线的信息，确定被测装置发送触发信号时连通的天线。

5 基于第六方面，在一个可能的设计中，检测装置的处理器在确定被测装置连通的天线时，在检测装置的收发器第 n 次收到被测装置发送的触发信号，到检测装置的收发器第 $n+1$ 次收到触发信号之间，确定被测装置按照预设顺序连通阵列天线中的第 $\text{MOD}(n, N)$ 个天线，其中 N 为阵列天线中的天线总数， n 和 N 为正整数。

基于第六方面，在一个可能的设计中，检测装置的采集装置可以在收发器第 n 次接收被测装置发送的触发信号，以及收发器第 $n+1$ 次接收触发信号之间，通过采集天线接收根据第 n 次接收的触发信号确定的连通的天线发送的检测信号， n 为正整数。

10 基于第六方面，在一个可能的设计中，检测装置的处理器可以根据接收到的参考天线发送的检测信号确定参考天线的载波频率，其中，参考天线为阵列天线中的任意一个天线；之后，检测装置的处理器根据参考天线的载波频率确定参考天线的信号参数，以及根据参考天线的载波频率和接收的其他天线发送的检测信号确定其他天线的信号参数，其中，其他天线为阵列天线中除参考天线以外的任意一个天线；之后，检测装置的处理器根据参考天线的信号参数和其他天线的信号参数对阵列天线进行校准，其中，信号参数包括信号载波幅度和/或信号相位。

20 第七方面，本申请实施例提供的一种校准阵列天线的被测装置，包括检测信号产生装置、处理器、通道开关和收发器，其中，检测信号产生装置用于产生检测信号，收发器用于被测装置与检测装置之间进行通信，处理器用于在收发器接收检测装置发送的包括指示被测装置将要连通的天线的信息通知消息后，根据通知消息控制通道开关连通阵列天线中的对应天线，使得检测信号产生装置产生的检测信号通过连通的天线发送。

25 第八方面，本申请实施例提供的一种校准阵列天线的检测装置，包括收发器、采集天线和处理器，其中，收发器用于检测装置与被测装置之间进行通信，采集天线用于接收被测装置发送的检测信号，处理器用于控制收发器向被测装置发送通知消息，通知消息包括指示被测装置将要连通的天线的信息；在收发器发送通知消息后，采集天线接收被测装置连通阵列天线中的对应天线并使用对应天线发送的检测信号，检测装置的处理器根据接收到的检测信号对阵列天线进行校准。

30 基于第八方面，在一个可能的设计中，检测装置的采集天线可以在检测装置的收发器第 n 次发送通知消息，以及收发器第 $n+1$ 次发送通知消息之间，接收被测装置通过第 n 次发送的通知消息指示的天线发送的检测信号， n 为正整数。

35 基于第八方面，在一个可能的设计中，检测装置的处理器可以根据接收到的参考天线发送的检测信号确定参考天线的载波频率，其中，参考天线为阵列天线中的任意一个天线；之后，检测装置的处理器根据参考天线的载波频率确定参考天线的信号参数，以及根据参考天线的载波频率和接收的其他天线发送的检测信号确定其他天线的信号参数，其中，其他天线为阵列天线中除参考天线以外的任意一个天线；之后，检测装置的处理器根据参考天线的信号参数和其他天线的信号参数对阵列天线进行校准，其中，信号参数包括信号载波幅度和/或信号相位。

40 第九方面，本申请实施例还提供了一种校准阵列天线的系统，包括第五方面以及第五方面提供的任一可能设计的被测装置，和第六方面以及第六方面提供的任一可能设计的检测装置。

第十方面，本申请实施例还提供了另一种校准阵列天线的系统，包括第七方面以及第

七方面提供的任一可能设计的被测装置，和第八方面以及第八方面提供的任一可能设计的检测装置。

附图说明

- 5 图1为现有技术中校准阵列天线的方法采用的校准电路的结构示意图；
图2为本申请实施例提供的一种校准阵列天线的系统示意图；
图3为本申请实施例提供的一种校准阵列天线的被测装置示意图；
图4为本申请实施例提供的一种校准阵列天线的检测装置示意图；
图5为本申请实施例提供的一种校准阵列天线的系统的具体结构示意图；
10 图6为本申请实施例提供的另一种校准阵列天线的系统的具体结构示意图；
图7为本申请实施例提供的一种检测信号和触发信号的信号示意图；
图8为本申请实施例提供的一种根据接收的检测信号校准阵列天线的步骤示意图；
图9为本申请实施例提供的一种校准阵列天线的方法步骤示意图；
图10为本申请实施例提供的另一种校准阵列天线的方法步骤示意图；
15 图11为本申请实施例提供的另一种校准阵列天线的系统示意图；
图12为本申请实施例提供的另一种校准阵列天线的被测装置示意图；
图13为本申请实施例提供的另一种校准阵列天线的检测装置示意图；
图14为本申请实施例提供的又一种校准阵列天线的系统的具体结构示意图；
图15为本申请实施例提供的又一种校准阵列天线的系统的具体结构示意图；
20 图16为本申请实施例提供的一种检测信号和触发信号的信号示意图；
图17为本申请实施例提供的另一种校准阵列天线的方法步骤示意图。

具体实施方式

下面将结合附图对本申请作进一步地详细描述。

- 25 本申请实施例提供的该校准阵列天线的方法、装置和系统，可应用于相控阵列天线等采用多输入多输出（Multiple Input Multiple Output, MIMO）技术的阵列天线的校准，其中，本申请实施例中的阵列天线被广泛应用于无线移动通信场景，包括但不限于基于码分多址（Code Division Multiple Access, CDMA）系统、宽带码分多址（Wideband Code Division Multiple Access, WCDMA）系统、通用分组无线业务（General Packet Radio Service, GPRS）、
30 长期演进（Long Term Evolution, LTE）系统、先进的长期演进（Advanced long term evolution, LTE-A）系统、通用移动通信系统（Universal Mobile Telecommunication System, UMTS）、演进的长期演进（evolved Long Term Evolution, eLTE）系统、5G（例如新无线（New Radio, NR）系统）等移动通信系统的无线移动通信场景。可以理解，本申请实施例中，阵列天线具有至少两个按照一定排列规则阵列排列的天线，在使用中阵列天线通过至少一个天线进
35 行无线通信。在一实施方式中，阵列天线还包括天线移相器、放大器等阵列天线中的天线发送信号所必须的器件。

结合上述描述，如图2所示，为本申请实施例提供的第一种校准阵列天线的系统结构示意图。参见图2，该系统包括：

- 40 被测装置201：用于连通阵列天线中的天线，并通过连通的天线向检测装置发送检测信号；以及在连通天线时向检测装置发送触发信号，所述触发信号包括表示所述被测装

置对连通的天线进行切换的信息;

检测装置 202: 用于在收到触发信号后, 确定所述被测装置发送所述触发信号时连通的天线; 接收所述被测装置通过所述连通的天线发送的检测信号; 以及根据接收到的检测信号, 对所述阵列天线进行校准。

5 根据上述系统, 被测装置 201 在连通阵列天线中的天线时向检测装置 202 发送包含表示被测装置 201 对连通的天线进行切换的信息的触发信号, 检测装置 202 在收到被测装置 201 发送的触发信号后, 确定被测装置 201 发送触发信号时连通的天线, 并接收被测装置 201 通过该连通的天线发送的检测信号, 检测装置 202 能够根据接收的检测信号对阵列天线进行校准, 从而不需要在校准阵列天线的过程中在阵列天线的每个天线输入端口搭建采集电路, 因此可以降低阵列天线校准的复杂度并节省阵列天线校准所需的时间, 从而
10 可以提高阵列天线的校准效率。

需要说明的是, 本申请实施例中, 被测装置可通过通道开关对连通的天线进行切换, 其中, 通道开关可以是单刀多掷开关等, 被测装置 201 可以通过处理器控制通道开关对连通的天线进行切换。在一种可能的实施方式中, 被测装置 201 可以是一种与阵列天线
15 分离的被测装置, 在进行阵列天线校准时通过通道开关与阵列天线连接; 另外, 在另一种可能的实施方式中, 被测装置 201 可以是一种包含阵列天线的天线信号发送装置, 用于通过阵列天线发送信号, 被测装置 201 的通道开关的每个输出端连接阵列天线的一路天线。另外, 被测装置 201 通过连通的天线向检测装置发送检测信号, 其中, 检测信号可以是检测信号产生装置发出的检测信号, 例如, 检测信号产生装置可以是正弦波发生器, 检测
20 信号可以是正弦波发生器产生的正弦波信号。

本申请实施例中, 被测装置 201 在连通天线时向检测装置 202 发送的触发信号包括表示被测装置 201 对连通的天线进行切换的信息, 例如, 被测装置向检测装置发送包含预设信息的触发信号, 以使检测装置根据预设信息确定该信号为触发信号; 或者, 被测装置
25 向检测装置发送具有预设形式的触发信号, 例如预设一个上升沿代表触发信号, 以使检测装置根据预设形式确定该信号为触发信号。

被测装置 201 可以通过处理器控制收发器向检测装置 202 发送触发信号, 相应地, 检测装置 202 通过对应的收发器接收触发信号, 其中, 被测装置 201 的收发器包括发送模块, 检测装置 202 的收发器包括接收模块。本申请实施例中, 收发器可以为有线或者无线收发器, 例如, SMJ 连接器、SMA 连接器 (Sub-Miniature-type A Connector)、刺刀螺母
30 连接器 (BNC, Bayonet Nut Connector) 或者螺母连接器 (Nut Connector) 等同轴电缆接口、无线收发器等。被测装置 201 发送触发信号时的一种可行的实施方式为: 被测装置 201 可以在通过处理器控制通道开关切换连通的天线时, 通过处理器控制收发器向检测装置 202 发送触发信号。

本申请实施例中, 被测装置 201 通过阵列天线中连通的天线向检测装置 202 发送检测
35 信号, 相应的, 检测装置 202 中设置有采集天线, 用于接收被测装置 201 通过阵列天线发送的检测信号。

基于如图 2 所示的校准阵列天线的系统, 本申请实施例提供一种校准阵列天线的被测装置, 如图 3 所示, 本申请实施例中被测装置 201 的一种可能的结构中, 该被测装置 201 包括: 用于产生检测信号的检测信号产生装置 301, 处理器 302, 用于连通阵列天线中的
40 天线的通道开关 303 和用于所述被测装置与检测装置之间进行的收发器 304, 其中收发器

304 可以是发送器；如图 3 所示，在一种可能的实施方式中，处理器 302 可以用于控制通道开关 303 连通阵列天线中的天线，使得检测信号通过连通的天线发送至检测装置，检测信号可以是检测信号产生装置 301 产生的，其中，处理器 302 可以按照预设的时间间隔控制通道开关 303 连通阵列天线中的不同天线；处理器 302 还可在通道开关 303 连通天线时控制收发器 304 向检测装置发送触发信号，触发信号包括表示对连通的天线进行切换的信息。

其中，处理器 302 可以采用通用的中央处理器（central processing unit, CPU），微处理器，应用专用集成电路（application specific integrated Circuit, ASIC），或者一个或多个集成电路，用于执行相关操作，以实现本申请实施例所提供的技术方案。另外，被测装置 201 还可以包括存储器，存储器可以用于存储用于处理器 302 执行时的代码，用于实现本申请实施例中被测装置 201 所执行的方法。

基于以上结构，被测装置 201 中的处理器 302 在控制通道开关 303 连通阵列天线中的天线时，控制收发器 304 向检测装置发送触发信号，使得检测装置能够根据触发信号确定发送检测信号的天线，并在接收连通的天线发送的检测信号后，由检测装置根据接收的检测信号实现对阵列天线的快速校准。

应注意，尽管图 3 所示的被测装置 201 仅仅示出了检测信号产生装置 301，处理器 302、通道开关 303 和收发器 304，但是在具体实现过程中，本领域的技术人员应当明白，该被测装置 201 还包含实现正常运行所必须的其他器件。同时，根据具体需要，本领域的技术人员应当明白，该被测装置 201 还可包含实现其他附加功能的硬件器件。此外，本领域的技术人员应当明白，该被测装置 201 也可仅仅包含实现本申请实施例所必须的器件或模块，而不必包含图 3 中所示的全部器件。本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程，是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成，上述的程序可存储于一计算机可读取存储介质中，该程序在执行时，可包括如上述各方法的实施例的流程。其中，上述的存储介质可为磁盘、光盘、只读存储记忆体（read-only memory, ROM）或随机存储记忆体（random access memory, RAM）等。

基于如图 2 所示的校准阵列天线的系统，本申请实施例提供一种校准阵列天线的检测装置，如图 4 所示，本申请实施例中检测装置 202 的一种可能的结构中，该检测装置 202 包括：用于在检测装置 202 与被测装置之间进行通信的收发器 401，用于接收通过天线发送的检测信号的采集天线 402，处理器 403，其中收发器 401 可以是接收器；如图 4 所示，处理器 403 可以用于在收发器 401 收到触发信号后，确定被测装置发送该触发信号时连通的阵列天线，之后，采集天线 402 接收所述被测装置通过所述连通的阵列天线发送的检测信号，并由处理器 403 根据收到的检测信号对阵列天线进行校准。

其中，处理器 403 可以采用通用的中央处理器，微处理器，应用专用集成电路，或者一个或多个集成电路，用于执行相关操作，以实现本申请实施例所提供的技术方案。另外，检测装置 202 还可以包括存储器，存储器可以用于存储用于处理器 403 执行时的代码，用于实现本申请实施例中检测装置 202 所执行的方法。

基于以上结构，检测装置 202 能够在收发器 401 接收被测装置发送的触发信号后，由采集天线 402 接收被测装置通过天线发送的检测信号，从而由处理器 403 根据被测装置发送的检测信号实现对阵列天线中的天线的快速校准。

应注意，尽管图 4 所示的检测装置 202 仅仅示出了收发器 401、采集天线 402 和处理

器 403,但是在具体实现过程中,本领域的技术人员应当明白,该检测装置 202 还包含实现正常运行所必须的其他器件。同时,根据具体需要,本领域的技术人员应当明白,该检测装置 202 还可包含实现其他附加功能的硬件器件。此外,本领域的技术人员应当明白,该检测装置 202 也可仅仅包含实现本申请实施例所必须的器件或模块,而不必包含图 4 中所示的全部器件。本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程,是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成,上述的程序可存储于一计算机可读取存储介质中,该程序在执行时,可包括如上述各方法的实施例的流程。其中,上述的存储介质可为磁盘、光盘、只读存储记忆体或随机存储记忆体等。

参照图5,本申请实施例提供的第一种校准阵列天线的系统的可能的结构中,被测装置201通过第一处理器504控制通道开关503切换连通的待测的阵列天线502中的天线,使得检测信号产生装置501发出的检测信号通过连通的阵列天线502中的天线向检测装置202发送:在切换连接阵列天线502中的天线时,被测装置201通过第一处理器504控制第一收发器505向检测装置202的第二收发器506发送触发信号;检测装置202在第二收发器506接收到触发信号后,通过第二处理器507确定被测装置201发送触发信号时连通的阵列天线,以及通过采集阵列天线508接收检测信号;检测装置202中的第二处理器507根据采集阵列天线508接收到的检测信号,对所述阵列天线进行校准。根据如图5所示的被测装置201,在进行阵列天线校准时,可以将被测装置201的通道开关503连通待测阵列天线502的输入端509,并通过本申请实施例提供的校准方法对阵列天线进行校准。

另外,在一种实施方式中,被测装置201可以包括阵列天线,本申请实施例所述的被测装置201的结构如图6所示,被测装置201通过第一处理器604控制通道开关603切换连通的阵列天线602中的天线,使得检测信号产生装置601发出的检测信号通过连通的阵列天线602中的天线向检测装置202发送:在切换连接阵列天线602中的天线时,被测装置201通过第一处理器604控制第一收发器605向检测装置202的第二收发器606发送触发信号;检测装置202在第二收发器606接收到触发信号后,通过第二处理器607确定被测装置201发送触发信号时连通的阵列天线,以及通过采集阵列天线608接收被测装置201的阵列天线602发送的检测信号;检测装置202中的第二处理器607根据采集阵列天线608接收到的检测信号,对所述阵列天线进行校准。根据如图6所示的被测装置201,在进行阵列天线校准时可以无需进行阵列天线的拆卸,直接可以对被测装置201中的阵列天线进行校准。

在一种可能的实施方式中,被测装置 201 可以在不同时刻按照预设顺序连通阵列天线中的不同天线;相应地,检测装置 202 可以根据预设顺序确定被测装置 201 发送触发信号时所连通的阵列天线,预设顺序为被测装置分别连通阵列天线中的不同天线的顺序。

举例来说,被测装置在不同时刻按照事先确定的预设顺序控制通道开关分别连通阵列天线中的天线 A、天线 B 和天线 C,在分别连通天线 A、天线 B 和天线 C 时,被测装置向检测装置发送触发信号,其中,由于被测装置按照预设顺序分别连通天线 A、天线 B 和天线 C,检测装置根据该预设顺序能够确定被测装置连通天线 A、天线 B 和天线 C 的顺序,因此被测装置在分别连通天线 A、天线 B 和天线 C 时发出的触发信号可以是同一个触发信号,则检测装置第一次收到该触发信号后能够确定被测装置发送该触发信号时连通的阵列天线为天线 A;检测装置第二次收到触发信号后能够确定被测装置发送该触发信号时连通的阵列天线为天线 B;检测装置第三次收到触发信号后能够确定被测装置发送该触发信号时连通的阵列天线为天线 C。

采用以上实施方式对阵列天线进行校准, 被测装置不需要针对连通的不同天线, 生成并向检测装置发送不同的触发信号, 因此能够进一步简化触发信号的发送过程。

可选地, 检测装置 202 可以在第 n 次收到所述触发信号到第 $n+1$ 次收到所述触发信号之间, 确定所述被测装置按照预设顺序连通所述阵列天线中的第 $\text{MOD}(n, N)$ 个天线, 其中, N 为所述阵列天线中的天线总数, n 和 N 为正整数, $\text{MOD}(n, N)$ 表示对 n 除以 N 的值取模。

举例来说, 阵列天线中包含天线 A、天线 B 和天线 C (即阵列天线中天线总数 $N=3$), 且被测装置按照天线 A、天线 B 和天线 C 的预设顺序切换连通天线 A、天线 B 和天线 C, 若检测装置的收发器第 2 次收到被测装置发送的触发信号 (即 $n=2$), 从而 $\text{MOD}(n, N)=2$, 则检测装置的处理器的确定被测装置当前连通预设顺序中的第 2 个天线, 即天线 B; 另外, 假设被测装置以天线 A、天线 B 和天线 C 为一个切换周期, 且被测装置按照上述预设顺序多周期地切换天线, 若检测装置的收发器第 5 次收到被测装置发送的触发信号 (即 $n=5$), 从而 $\text{MOD}(n, N)=2$, 则检测装置的处理器的还会确定被测装置当前连通的的天线为预设顺序中的第 2 个天线, 即天线 B。

采用本申请实施例提供的上述校准阵列天线的系统对阵列天线进行校准, 能够由被测装置 201 按照预设顺序在至少一个切换周期 (被测装置按照预设顺序分别连通阵列天线中的全部天线为一个切换周期) 内使用阵列天线中的全部天线分别发送检测信号, 从而能够在至少一个切换周期内对阵列天线进行校准; 若被测装置按照预设顺序在至少两个切换周期内使用阵列天线中的全部天线分别发送检测信号, 这样检测装置能够针对同一个天线接收至少两个检测信号, 从而能够根据至少两个检测信号确定接收的该天线的检测信号的平均值, 因此能够根据检测信号的平均值更为精确地实现阵列天线的校准。

在一种可能的实施方式中, 被测装置 201 向检测装置发送的触发信号还可以包括用于指示被测装置发送触发信号时所连通的天线的信息, 例如, 被测装置向检测装置发送包括切换天线后所连通的天线的编号信息的触发信号。相应地, 检测装置 202 可以根据触发信号指示的当前所连通的天线的信息确定被测装置发送触发信号时连通的天线, 例如, 检测装置的处理器的可以根据触发信号中包括的天线的编号信息确定被测装置发送触发信号时连通的天线。采用以上方法设置触发信号, 被测装置即使没有按照预设顺序切换连通的天线, 检测装置在收到触发信号后仍然可确定被测装置当前连通的天线。

举例来说, 当被测装置的处理器的控制通道开关连通阵列天线的天线 A 时, 检测信号经过天线 A 向检测装置发送, 被测装置的处理器的控制收发器向检测装置发送一触发信号, 发送的触发信号中可以包括天线 A 的天线编号信息, 以使检测装置的处理器的根据触发信号中包含的天线 A 的信息确定被测装置切换天线后连通的天线为天线 A。

当然以上只是示例, 本申请实施例中的被测装置并不限于向检测装置发送上述举例的触发信号, 例如, 被测装置还可以根据预设的天线与触发信号的对应关系, 确定切换天线后连通的天线对应的触发信号并向检测装置发送对应的触发信号, 以使检测装置根据预设的天线与触发信号的对应关系, 将收到的触发信号对应的天线确定为被测装置当前所连通的天线。

在一种可能的实施方式中, 本申请实施例中的检测装置 202 可以在第 n 次接收所述触发信号以及第 $n+1$ 次接收所述触发信号之间, 接收根据第 n 次接收的触发信号确定的连通的天线发送的检测信号, n 为正整数。

本申请实施例中, 由于被测装置在连通天线时向检测装置发送触发信号 (例如触发信号为一个上升沿), 并且被测装置通过连通的天线向检测装置发送检测信号 (例如检测信号为正弦波信号), 将本申请实施例中被测装置向检测装置发送的触发信号和检测信号在

同一个时间轴中表示，能够得到如图 7 所示的信号示意图，其中，在被测装置第 n 次发送触发信号至被测装置第 $n+1$ 次发送触发信号之间，被测装置通过第 n 次发送触发信号时连通的天线发送检测信号，因此检测装置在收到第 n 个触发信号和收到第 $n+1$ 个触发信号之间，接收根据第 n 次接收的触发信号确定的连通的天线发送的检测信号，其中 n 为正整数。

举例来说，若阵列天线包括天线 A、天线 B 和天线 C，检测装置的收发器在收到第 2 个触发信号后，检测装置的处理单元确定被测装置发送该出发信号时连通的天线为天线 B，则在收到第 2 个触发信号和接收第 3 个触发信号之间，检测装置通过采集天线接收被测装置通过天线 B 发送的检测信号。

本申请实施例中，可以由检测装置的处理单元根据接收不同的连通的天线发送的检测信号对阵列天线进行校准。本申请实施例对于检测装置根据接收到的由被测装置使用不同的连通的天线发送的检测信号，对阵列天线进行校准的方法不做具体限定。其中，检测装置 202 可以通过以下方法对阵列天线进行校准：首先，检测装置根据接收到的被测装置通过不同的天线发送的检测信号，确定阵列天线中的不同天线分别发送的检测信号的信号参数；其次，检测装置根据不同天线的信号参数确定不同天线之间信号参数的信号误差；最后，检测装置根据不同天线之间信号参数的信号误差对阵列天线中的天线进行校准，其中信号参数可以但不限于是信号幅度和/或信号相位。

举例来说，检测装置确定全部天线发送的检测信号后，可以确定全部天线的检测信号的信号参数，之后再比较两两天线的信号参数之间的信号幅度差和/或信号相位差（例如相除两两天线的信号参数之间的信号幅度差，或相减两两天线的信号参数之间的信号相位差等），最后根据确定的信号幅度差和/或信号相位差再对阵列天线进行校准。当然，也可以选定其中一个天线作为参考天线，其他天线的信号参数分别与参考天线的信号参数进行两两比较，分别确定其他天线与参考天线之间的信号幅度差和/或信号相位差，并根据确定的信号幅度差和/或信号相位差对阵列天线进行校准。

本申请实施例中，参考天线可以是靠近阵列天线的阵列中心位置的天线，以降低由于天线远离阵列中心位置造成的信号参数的误差，提高阵列天线校准的精度。检测装置可以根据以下方法接收被测装置通过参考天线发送的检测信号：假设位于阵列天线的阵列中心的天线为参考天线，并且根据预设顺序该参考天线为被测装置第 m 个连通的天线，则检测装置将接收的第 m 个天线发送的检测信号作为参考天线发送的检测信号， m 为正整数；或者，被测装置向检测装置发送包含参考天线的信息（参考天线的信息可以是参考天线的编号，或者表示用于参考天线的特定标识）的触发信号，检测装置在收到该触发信号后接收被测装置通过参考天线发送的检测信号。

本申请实施例中，参考天线可以是阵列天线的天线中发送的检测信号的信噪比最大（即信号功率最大）的天线，以提高确定的参考天线和其他天线的信号参数的准确度，提高阵列天线校准的精度。检测装置可以根据以下方法接收被测装置通过参考天线发送的检测信号：由检测装置接收被测装置通过全部阵列天线中的天线分别发送的检测信号，从中确定出信噪比最大即信号功率最大的检测信号，将该检测信号作为接收被测装置通过参考天线发送的检测信号。

下面以检测信号为正弦波为例说明本申请实施例中确定载波频率以及根据载波频率确定信号幅度和信号相位的方法：

1) 根据检测信号确定载波频率

检测装置根据接收到的某一天线发送的检测信号进行采样, 得到检测信号的如下采样序列 $x(n)$:

$$x(n) = C \cos(2\pi f n t_s + \varphi) + d + v(n) \quad (\text{公式一})$$

5 其中, C 是正弦波检测信号的幅度, f 是正弦波的频率, t_s 是采样时间间隔, φ 是正弦波的初始相位, d 是正弦波直流, v 是检测装置的采集天线在接收信号时产生的噪声, n 是样点序号, 取值 $[0, N]$, N 是一次采样的样点总数;

根据采样序列 $x(n)$, 该天线的载波频率 $\hat{f}$ 可以由以下公式表示:

$$10 \quad \hat{f} = [k_0 + \frac{1}{2} \operatorname{Re}(\frac{X_{k_0+0.5} + X_{k_0-0.5}}{X_{k_0+0.5} - X_{k_0-0.5}})] \frac{f_s}{N} \quad (\text{公式二})$$

其中, $\hat{f}$ 是该载波频率, f_s 是采样频率, $X(k)$ 是对采样序列 $x(n)$ 做快速傅里叶变换 (FFT, Fast Fourier Transform) 后得到的表达式, k_0 是令 X 的模值 $|X(k)|$ 最大的 k 值, k 是序列 $x(n)$ 的傅里叶变换 $x(k)$ 的序号, $X_{k_0+0.5}$ 可以用公式三表示, $X_{k_0-0.5}$ 可以用公式四表示:

$$15 \quad X_{k_0+0.5} = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \exp(-j2\pi \frac{k_0+0.5}{N} n) \quad (\text{公式三})$$

$$X_{k_0-0.5} = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \exp(-j2\pi \frac{k_0-0.5}{N} n) \quad (\text{公式四})$$

2) 根据载波频率确定信号幅度和信号相位

将公式一表示的采样序列 $x(n)$ 等价变换为以下公式:

$$x(n) = A \cos(2\pi f n t_s) + B \sin(2\pi f n t_s) + d + v(n) \quad (\text{公式五})$$

20 其中, $A = C \cos \varphi$, $B = -C \sin \varphi$, f 带入为此前确定的载波频率 $\hat{f}$;

根据公式五构造如下矩阵:

$$\Psi = \begin{bmatrix} \cos(2\pi f t_s) & \sin(2\pi f t_s) & 1 \\ \cos(2\pi f 2t_s) & \sin(2\pi f 2t_s) & 1 \\ \dots & \dots & \dots \\ \cos(2\pi f N t_s) & \sin(2\pi f N t_s) & 1 \end{bmatrix}, \quad X = \begin{bmatrix} x(1) \\ x(2) \\ \dots \\ x(N) \end{bmatrix}, \quad R = \begin{bmatrix} A \\ B \\ d \end{bmatrix}$$

其中, X 是采样序列 $x(n)$ 的向量表达式, R 是待估计的参数 A 、 B 和 d 的向量表达式, 根据上述矩阵进行参数估计得到 $\hat{R}$, $\hat{R}$ 为 R 的估计值:

$$25 \quad \hat{R} = (\Psi^T \Psi)^{-1} (\Psi^T X) \quad (\text{公式六})$$

其中, Ψ^T 为矩阵 Ψ 的转置;

根据公式六估计出 A 和 B 的值, 根据以下公式确定信号幅度 $\hat{C}$:

$$\hat{C} = \sqrt{A^2 + B^2} \quad (\text{公式七})$$

根据根据以下公式确定信号相位 $\hat{\varphi}$:

$$\hat{\phi} = \begin{cases} \operatorname{atan} \frac{-B}{A}, & A \geq 0 \\ \operatorname{atan} \frac{-B}{A} + \pi, & A < 0 \end{cases} \quad (\text{公式八})$$

在一种可能的实施方式中，检测装置 202 的处理器可以通过以下方法对阵列天线进行校准：检测装置根据接收到的参考天线发送的检测信号确定参考天线的载波频率，其中，参考天线为阵列天线中的任意一个天线；检测装置根据参考天线的载波频率确定参考天线的信号参数，以及根据参考天线的载波频率和接收的其他天线发送的检测信号确定其他天线的信号参数，其他天线为阵列天线中除参考天线以外的任意一个天线；检测装置根据参考天线的信号参数和其他天线的信号参数对阵列天线进行校准。

由于根据不同天线的检测信号确定不同天线的载波频率时产生的误差不同，若根据不同天线各自的载波频率确定不同天线各自的信号参数，会导致进行信号校准时无法通过计算完全去除不同天线的载波频率之间的误差，例如，根据天线 A 的检测信号确定的天线 A 的载波频率的误差为 x_1 ，根据天线 B 的检测信号确定的天线 B 的载波频率的误差为 x_2 ，且 x_1 不等于 x_2 ，在确定天线 A 和天线 B 之间的信号误差时无法通过天线 A 的信号参数减去天线 B 的信号参数等计算方法完全去除 x_1 和 x_2 之间的误差（即相减后仍然存在与 x_1 和 x_2 相关的误差），导致天线校准结果误差较大；而在本申请实施例的上述方法中，在确定参考天线的信号参数和确定其他天线的信号参数的过程中均用到了参考天线的载波频率，从而在确定参考天线和其他天线的信号参数之间的信号误差时能够消除确定天线的载波频率时产生的误差（例如，由天线 A 的信号参数减去天线 B 的信号参数以获得参数差，其中，参考天线的载波频率的误差通过减法得到抵消），使得根据信号误差校准阵列天线时的校准结果更为准确。

举例来说，在通过本申请实施例提供的公式一至公式八确定参考天线和其他天线的信号幅度和信号相位时，均将参考天线的载波频率 f_0 作为公式五中的频率 f 带入，确定参考天线的信号幅度、信号相位以及其他天线的信号幅度和信号相位，并进一步确定幅度误差和相位误差，由于在确定幅度误差和相位误差的过程中避免了引入参考天线的载波频率和其他天线的载波频率，从而避免了两个载波频率之间的误差无法抵消的问题，因此根据该幅度误差和相位误差对阵列天线进行校准能够得到更为准确的校准结果。

如图 8 所示，本申请实施例提供的一种检测装置根据接收到的不同的连通的天线发送的检测信号对阵列天线进行校准的方法包括以下步骤：

步骤 801：检测装置根据接收到的参考天线发送的检测信号确定参考天线的载波频率；

步骤 802：检测装置根据参考天线的载波频率确定参考天线的信号参数，以及根据参考天线的载波频率和接收的其他天线发送的检测信号确定其他天线的信号参数；

步骤 803：检测装置根据参考天线的信号参数和其他天线的信号参数确定参考天线和其他天线之间的信号幅度差和/或信号相位差；

步骤 804：检测装置根据参考天线和其他天线之间的信号幅度差和/或信号相位差对阵列天线进行校准。

由于采用参考天线的载波频率计算参考天线和其他天线的信号参数，能够在计算其他天线和参考天线的信号误差时减小载波频率的误差对计算的信号误差的影响，因此采用以上方法能够更加精确地实现对阵列天线的校准。

如图 9 所示, 采用如图 2 所示的校准阵列天线的系统对阵列天线进行校准的一种方法包括以下步骤:

步骤 901: 被测装置按照预设顺序连通阵列天线中的天线;

步骤 902: 被测装置在连通阵列天线中的天线时向检测装置发送触发信号, 触发信号包括表示被测装置对连通的天线进行切换的信息, 以及被测装置通过连通的天线向检测装置发送检测信号;

步骤 903: 检测装置在收到触发信号后, 根据预设顺序确定被测装置发送该触发信号时连通的天线, 以及接收被测装置通过该连通的天线发送的检测信号;

步骤 904: 检测装置根据接收到的检测信号, 对阵列天线进行校准。

其中, 被测装置可以预先设置阵列天线中的全部天线的切换顺序, 在进行阵列天线校准时根据步骤 901 按照预设顺序分别连通阵列天线中的全部天线, 并根据步骤 902 在每次连通天线时向检测装置发送触发信号以及通过全部阵列天线中的天线向检测装置发送检测信号, 检测装置根据步骤 903 分别接收被测装置通过全部阵列天线中的天线发送的检测信号, 并根据步骤 904 根据接收的全部天线发送的检测信号对阵列天线中的全部天线进行校准。

采用以上方法, 被测装置按照预设顺序切换连通的阵列天线中的天线, 并通过连通的天线向检测装置发送检测信号, 以及在每次连通天线时向检测装置发送触发信号, 检测装置从而能够在收到触发信号后根据预设顺序确定接收的检测信号对应的发送天线, 检测装置从而能够根据接收的不同天线得检测信号对阵列天线进行校准, 从而不需要在校准阵列天线的过程中在阵列天线的每个天线输入端口搭建采集通道, 因此可以降低阵列天线校准的复杂度, 从而可以提高阵列天线的校准效率。

利用本申请实施例提供的校准阵列天线的系统并采用如图 9 所示的阵列天线校准方法校准阵列天线时, 可以但不限于选取的参数如下表 1 所示:

表 1

发射单音信号的频率	100MHz (兆赫兹)
发射单音信号的相位噪声	-100dBc/Hz@100KHz (偏离频率 100 千赫兹时的相位噪声)
采样频率	800MHz
单通道连通时长	62.5ns (纳秒)
载波信噪比	10dB (分贝)

可见, 采用如表 1 所示的参数并采用如图 9 所示的阵列天线校准方法, 对具有 256 通道 (即天线数量为 256) 的阵列天线进行相位校准时, 理论上能够得到的阵列天线的相位校准精度在 3.72 度以下, 且单通道的连通时长仅为 62.5ns, 对阵列天线中的全部天线进行相位校准所需时间仅为 16 微秒, 因此可以实现对阵列天线的高精度快速校准。

如图 10 所示, 采用本申请实施例提供的第一种校准阵列天线的系统对阵列天线进行校准的另一种方法包括以下步骤:

步骤 1001: 被测装置连通阵列天线中的天线;

步骤 1002: 被测装置在连通阵列天线中的天线时向检测装置发送触发信号, 触发信号包括表示被测装置对连通的天线进行切换的信息和用于指示被测装置发送触发信号时连通的天线的信息, 以及被测装置通过连通的天线向检测装置发送检测信号;

步骤 1003: 检测装置在收到触发信号后, 根据触发信号指示的当前连通的天线的信息确定被测装置发送该触发信号时连通的天线, 以及接收被测装置通过该连通的天线发送的检测信号;

步骤 1004: 检测装置根据接收到的检测信号, 对阵列天线进行校准。

其中, 被测装置在进行阵列天线校准时, 可以根据步骤 1001 分别连通阵列天线中的全部天线, 并根据步骤 1002 在每次连通天线时向检测装置发送包含当前连通的天线的信息的触发信号, 以及通过全部阵列天线中的天线向检测装置发送检测信号, 检测装置根据步骤 1003 分别接收被测装置通过全部阵列天线中的天线发送的检测信号, 并根据步骤 1004 根据接收的全部天线发送的检测信号对阵列天线中的全部天线进行校准。

采用以上方法, 被测装置切换连通的阵列天线中的天线, 并通过连通的天线向检测装置发送检测信号, 以及在每次连通天线时向检测装置发送包括用于指示被测装置发送触发信号时连通的天线的信息的触发信号, 检测装置从而能够根据触发信号的指示确定接收的检测信号对应的发送天线, 检测装置从而能够根据接收的不同天线得检测信号对阵列天线进行校准, 从而不需要在校准阵列天线的过程中在阵列天线的每个天线输入端口搭建采集通道, 因此可以降低阵列天线校准的复杂度, 从而可以提高阵列天线的校准效率。

基于与本申请实施例提供的第一种校准阵列天线的系统相同的发明构思, 本申请实施例还提供了第二种校准阵列天线的系统, 该系统的实施可以参照本申请实施例提供的第一种校准阵列天线的系统的实施。

如图 11 所示, 本申请实施例提供第二种校准阵列天线的系统包括:

被测装置 1101: 用于接收检测装置发送的通知消息, 所述通知消息包括所述被测装置将要连通的天线的信息; 以及根据所述通知消息, 连通所述天线, 并通过连通的所述天线发送检测信号;

检测装置 1102: 用于向被测装置发送所述通知消息; 在发送所述通知消息后, 接收所述被测装置连通所述阵列天线中的对应天线并使用对应天线发送的检测信号; 以及根据接收到的检测信号, 对所述阵列天线进行校准。

根据上述系统, 被测装置 1101 根据检测装置 1102 发送的通知消息连通阵列天线中的天线, 并通过连通的天线发送检测信号, 其中通知消息包括被测装置 1101 将要连通的天线的信息, 检测装置 1102 在向被测装置 1101 发送通知消息后, 接收被测装置 1101 连通阵列天线中的对应天线并使用对应天线发送的检测信号。由于检测装置能够根据接收的检测信号对阵列天线进行校准, 从而不需要在校准阵列天线的过程中在阵列天线的每个天线输入端口搭建采集通道, 因此提高了阵列天线校准的效率和降低了阵列天线校准的复杂度, 从而提高阵列天线的校准效率。

本申请实施例中, 检测装置 1102 向被测装置 1101 发送通知消息, 被测装置 1101 根据通知消息连通阵列天线中的对应天线, 例如, 阵列天线包含天线 A、天线 B 和天线 C, 检测装置 1102 向被测装置 1101 发送包含天线 A 的信息的通知消息, 则被测装置 1101 在收到通知消息后, 根据通知消息中的天线 A 的信息连通阵列天线的天线 A, 并通过天线 A 发送检测信号。检测装置 1102 可以通过处理器控制收发器向被测装置 1101 发送通知消息, 其中, 收发器可以为有线或者无线收发器, 例如, SMJ 连接器、SMA 连接器、刺刀螺母连接器或者螺母连接器等同轴电缆接口、无线收发器等。相应地, 检测装置 1102 通过对

应的收发器接收触发信号。

被测装置 1101 在收到检测装置 1102 发送的通知消息后，可以通过通道开关连通通知消息中的天线的信息所指示的天线，其中通道开关可以是单刀多掷开关等，被测装置 1101 可以通过处理器控制通道开关切换连通的天线。另外，被测装置 1101 通过连通的天线向检测装置发送检测信号，其中，检测信号可以是检测信号产生装置发出的检测信号，例如，检测信号产生装置可以是正弦波发生器，检测信号可以是正弦波发生器产生的正弦波信号。

基于如图 11 所示的校准阵列天线的系统，本申请实施例提供一种校准阵列天线的被测装置，如图 12 所示，本申请实施例中被测装置 1101 的一种可能的结构中，该被测装置 1101 包括：用于产生检测信号的检测信号产生装置 1201，处理器 1202，用于连通阵列天线中的天线的通道开关 1203 和用于被测装置与检测装置之间进行通信的收发器 1204，收发器 1204 可以为接收器；如图 12 所示，被测装置 1101 可以用于通过收发器 1204 接收通知消息，其中通知消息包括指示被测装置将要连通的天线的信息，被测装置 1101 的处理器 1202 根据该通知消息中的天线的信息，控制通道开关 1203 连通阵列天线中的天线，使得检测信号通过连通的天线向检测装置发送，检测信号可以是检测信号产生装置 1201 产生的。

其中，处理器 1202 可以采用通用的中央处理器，微处理器，应用专用集成电路，或者一个或多个集成电路，用于执行相关操作，以实现本申请实施例所提供的技术方案。另外，被测装置 1101 还可以包括存储器，存储器可以用于存储用于处理器 1202 执行时的代码，用于实现本申请实施例中被测装置 1101 所执行的方法。

基于以上结构，被测装置 1101 中的收发器 1204 在收到检测装置发送的通知消息后，由处理器 1202 根据通知消息中指示被测装置将要连通的天线的信息，控制通道开关 1203 连通阵列天线中的天线，使得检测信号通过连通后的天线向检测装置发送，以使检测装置接收通过通知消息中指示的天线发送的检测信号以及根据接收检测信号进行阵列天线的快速校准。

应注意，尽管图 12 所示的被测装置 1101 仅仅示出了检测信号产生装置 1201，处理器 1202、通道开关 1203 和收发器 1204，但是在具体实现过程中，本领域的技术人员应当明白，该被测装置 1101 还包含实现正常运行所必须的其他器件。同时，根据具体需要，本领域的技术人员应当明白，该被测装置 1101 还可包含实现其他附加功能的硬件器件。此外，本领域的技术人员应当明白，该被测装置 1101 也可仅仅包含实现本申请实施例所必须的器件或模块，而不必包含图 12 中所示的全部器件。本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程，是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成，上述的程序可存储于一计算机可读取存储介质中，该程序在执行时，可包括如上述各方法的实施例的流程。其中，上述的存储介质可为磁盘、光盘、只读存储记忆体或随机存储记忆体等。

基于如图 11 所示的校准阵列天线的系统，本申请实施例提供一种校准阵列天线的检测装置，如图 13 所示，本申请实施例中检测装置 1102 的一种可能的结构中，该检测装置 1102 包括：用于在检测装置 1102 与被测装置之间进行通信的收发器 1301，用于接收检测信号的采集天线 1302，处理器 1303，其中收发器 1301 可以为发送器；如图 13 所示，处理器 1303 可以用于控制收发器 1301 向被测装置发送触发信号，其中触发信号包括指示被

测装置将要连通的天线的信息；检测装置 1102 在通过收发器 1301 向被测装置发送触发信号后，通过采集天线 1302 接收被测装置根据通知消息连通的对应天线发送的检测信号，以及通过处理器 1303 根据接收的检测信号对阵列天线进行校准。

其中，处理器 1303 可以采用通用的中央处理器，微处理器，应用专用集成电路，或者一个或多个集成电路，用于执行相关操作，以实现本申请实施例所提供的技术方案。另外，检测装置 1102 还可以包括存储器，存储器可以用于存储用于处理器 1303 执行时的代码，用于实现本申请实施例中检测装置 1102 所执行的方法。

基于以上结构，检测装置 1102 能够在通过收发器 1301 向被测装置发送触发信号后，通过采集天线 1302 接收被测装置通过天线发送的检测信号，其中检测装置接收到的检测信号是被测装置根据通知消息所连通的对应天线发送的，检测装置 1102 的处理器 1303 从而能够根据被测装置发送的检测信号实现对阵列天线中的天线的快速校准。

应注意，尽管图 13 所示的检测装置 1102 仅仅示出了收发器 1301、采集天线 1302 和处理器 1303，但是在具体实现过程中，本领域的技术人员应当明白，该检测装置 1102 还包含实现正常运行所必须的其他器件。同时，根据具体需要，本领域的技术人员应当明白，该检测装置 1102 还可包含实现其他附加功能的硬件器件。此外，本领域的技术人员应当明白，该检测装置 1102 也可仅仅包含实现本申请实施例所必须的器件或模块，而不必包含图 13 中所示的全部器件。本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程，是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成，上述的程序可存储于一计算机可读取存储介质中，该程序在执行时，可包括如上述各方法的实施例的流程。其中，上述的存储介质可为磁盘、光盘、只读存储记忆体或随机存储记忆体等。

参照图 14，本申请实施例提供的第二种校准阵列天线的系统的可能的结构中，检测装置 1102 通过第二处理器 1407 控制第二收发器 1406 向被测装置 1101 发送通知消息，其中通知消息包括被测装置将要连通的待测的阵列天线 1402 中天线的信息，被测装置 1101 在通过第一收发器 1405 收到检测装置 1102 发送的通知消息后，通过第一处理器 1404 确定通知消息中的天线的信息对应的天线，被测装置 1101 通过第一处理器 1404 控制通道开关 1403 切换连通确定的天线，使得检测信号产生装置 1401 发出的检测信号通过连通的天线向检测装置 1102 发送：检测装置 1102 在通过第二收发器 1406 发送通知消息后，通过采集天线 1408 接收检测信号；检测装置 1102 通过第二处理器 1407 根据接收到的检测信号，对所述阵列天线进行校准。根据如图 14 所示的被测装置 1101，在进行阵列天线校准时，可以将被测装置 1101 的通道开关 1403 连通待测阵列天线 1402 的输入端 1409 并通过本申请实施例提供的校准方法对阵列天线进行校准。

另外，在另一种实施方式中，被测装置 1101 可以包括阵列天线，本申请实施例所述的被测装置 1101 的结构如图 15 所示，检测装置 1102 通过第二处理器 1507 控制第二收发器 1506 向被测装置 1101 发送通知消息，其中通知消息包括被测装置将要连通的阵列天线 1502 中天线的信息，被测装置 1101 在通过第一收发器 1505 收到检测装置 1102 发送的通知消息后，通过第一处理器 1504 确定通知消息中的天线的信息对应的天线，被测装置 1101 通过第一处理器 1504 控制通道开关 1503 切换连通确定的天线，使得检测信号产生装置 1501 发出的检测信号通过连通的天线向检测装置 1102 发送：检测装置 1102 在通过第二收发器 1506 发送通知消息后，通过采集天线 1508 接收被测装置 1101 根据通知消息连通天线后发送的检测信号；检测装置 1102 通过第二处理器 1507 根据接收到的检测信号，对所

述阵列天线进行校准。根据如图 15 所示的被测装置 1101, 在进行阵列天线校准时可以无需进行阵列天线的拆卸, 直接可以对被测装置 1101 中的阵列天线进行校准。

在一种可能的实施方式中, 检测装置 1102 的处理器可以在检测装置 1102 的收发器第 n 次发送通知消息以及第 $n+1$ 次发送所述通知消息之间, 通过采集天线接收被测装置通过第 n 次发送的通知消息对应的天线发送的检测信号, n 为正整数。

本申请实施例中, 由于检测装置在向被测装置发送通知消息后, 被测装置根据通知消息中的天线的信息连通对应天线并通过连通的对应天线发送检测信号 (例如检测信号为正弦波信号), 将本申请实施例中检测装置向被测装置发送的通知消息和被测装置向检测装置发送的检测信号在同一个时间轴中表示, 能够得到如图 16 所示的信号示意图, 其中, 在检测装置第 n 次发送通知消息至检测装置第 $n+1$ 次发送通知消息之间, 被测装置通过第 n 次收到的触发信号指示的天线发送检测信号, 因此检测装置在向被测装置发送第 n 个通知消息和发送第 $n+1$ 个通知消息之间, 接收第 n 个通知消息中的天线的信息对应的天线发送的检测信号, 其中 n 为正整数。例如, 在检测装置通过收发器向被测装置第 n 次发送通知消息至检测装置通过收发器第 $n+1$ 次发送通知消息之间, 检测装置通过采集天线接收第 2 个通知消息中的天线的信息对应的天线发送的检测信号。

在本申请实施例中, 检测装置 1102 在接收检测信号后, 对阵列天线进行校准的具体实施方式可以参照第一种校准阵列天线的系统中检测装置 202 对阵列天线进行校准的实施, 为了节省篇幅, 重复之处不再赘述。

在一种可能的实施方式中, 检测装置 1102 根据接收到的检测信号, 对所述阵列天线进行校准, 包括: 所述检测装置 1102 的处理器根据接收到的参考天线发送的检测信号确定所述参考天线的载波频率, 其中, 所述参考天线为不同的所述连通的天线中的任意一个; 所述检测装置 1102 的处理器根据所述参考天线的载波频率确定所述参考天线的信号参数, 以及根据所述参考天线的载波频率和接收其他天线发送的检测信号确定所述其他天线的信号参数, 所述其他天线为不同的所述连通的天线中除所述参考天线以外的任意一个; 所述检测装置 1102 的处理器根据所述参考天线的信号参数和所述其他天线的信号参数所述阵列天线进行校准; 所述信号参数包括信号载波幅度和/或信号相位。

本申请实施例中, 参考天线可以是靠近阵列天线的阵列中心位置的天线, 以降低由于天线远离阵列中心位置造成的信号参数的误差, 提高阵列天线校准的精度。检测装置可以根据以下方法接收被测装置通过参考天线发送的检测信号: 检测装置向被测装置发送包含参考天线的信息 (参考天线的信息可以是参考天线的编号) 的通知消息, 被测装置收到通知消息后连通参考天线并通过连通的参考天线发送检测信号, 检测装置在发送该通知消息后接收被测装置通过参考天线发送的检测信号。

本申请实施例中, 参考天线可以是阵列天线的天线中发送的检测信号的信噪比最大 (即信号功率最大) 的天线, 以提高确定的参考天线和其他天线的信号参数的准确度, 提高阵列天线校准的精度。检测装置可以根据以下方法接收被测装置通过参考天线发送的检测信号: 由检测装置接收被测装置通过全部阵列天线中的天线分别发送的检测信号, 从中确定出信噪比最大即信号功率最大的检测信号, 将该检测信号作为接收被测装置通过参考天线发送的检测信号。

如图 17 所示, 采用本申请实施例提供的第二种校准阵列天线的系统对阵列天线进行校准的一种方法包括以下步骤:

步骤 1701: 检测装置向被测装置发送通知消息, 其中通知消息包括被测装置将要连通的 antennas 的信息;

步骤 1702: 被测装置接收检测装置发送的通知消息, 并根据通知消息连通阵列 antennas 中的 antennas;

5 步骤 1703: 被测装置通过连通的 antennas 发送检测信号;

步骤 1704: 检测装置接收被测装置通过连通的 antennas 发送的检测信号;

步骤 1705: 检测装置根据接收到的检测信号, 对阵列 antennas 进行校准。

10 通过上述方法, 检测装置根据步骤 1701 通过通知消息指示被测装置连通阵列 antennas 中的 antennas 并通过连通的 antennas 发送检测信号, 检测装置在根据步骤 1704 收到被测装置发送的检测信号后可以确定被测装置发送检测信号的 antennas, 检测装置从而能够根据接收的不同 antennas 的检测信号对阵列 antennas 进行校准, 从而不需要在校准阵列 antennas 的过程中在阵列 antennas 的每个 antennas 输入端口搭建采集通道, 因此能够提高了阵列 antennas 校准的效率和降低了阵列 antennas 校准的复杂度, 从而提高阵列 antennas 的校准效率。

15 显然, 本领域的技术人员可以对本申请进行各种改动和变型而不脱离本申请的精神和范围。这样, 倘若本申请的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内, 则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

权利要求

1、一种校准阵列天线的方法，其特征在于，包括：

被测装置连通阵列天线中的天线，并通过连通的天线向检测装置发送检测信号；

5 所述被测装置在连通天线时向检测装置发送触发信号，所述触发信号包括表示所述被测装置对连通的天线进行切换的信息。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述被测装置连通阵列天线中的天线，包括：

所述被测装置在不同时刻按照预设顺序连通阵列天线中的不同天线。

3、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述触发信号还包括用于指示所述被测装置发送所述触发信号时连通的天线的信息。

4、一种校准阵列天线的方法，其特征在于，包括：

检测装置接收触发信号，确定所述被测装置发送所述触发信号时连通的天线，所述触发信号包括表示所述被测装置对连通的天线进行切换的信息；

所述检测装置接收所述被测装置通过所述连通的天线发送的检测信号；

15 所述检测装置根据接收到的检测信号，对所述阵列天线进行校准。

5、根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述检测装置确定所述被测装置发送所述触发信号时连通的天线，包括：

所述检测装置根据预设顺序确定所述被测装置发送所述触发信号时连通的天线，所述预设顺序为所述被测装置分别连通阵列天线中的不同天线的顺序。

6、根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述检测装置确定所述被测装置发送所述触发信号时连通的天线，包括：

所述检测装置根据所述触发信号指示的当前连通的天线的信息确定所述被测装置发送所述触发信号时连通的天线。

7、根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述检测装置根据预设顺序确定所述被测装置发送所述触发信号时连通的天线，包括：

所述检测装置在第 n 次收到所述触发信号到第 $n+1$ 次收到所述触发信号之间，确定所述被测装置按照预设顺序连通所述阵列天线中的第 $\text{MOD}(n, N)$ 个天线， N 为所述阵列天线中的天线总数， n 和 N 为正整数。

8、根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述检测装置接收所述被测装置通过所述连通的天线发送的检测信号，包括：

所述检测装置在第 n 次接收所述触发信号以及第 $n+1$ 次接收所述触发信号之间，接收根据第 n 次接收的触发信号确定的所述连通的天线发送的检测信号， n 为正整数。

9、根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述检测装置根据接收到的不同的连通的天线发送的检测信号，对所述阵列天线进行校准，包括：

35 所述检测装置根据接收到的参考天线发送的检测信号确定所述参考天线的载波频率，其中，所述参考天线为所述阵列天线中的任意一个天线；

所述检测装置根据所述参考天线的载波频率确定所述参考天线的信号参数，以及根据所述参考天线的载波频率和接收的其他天线发送的检测信号确定所述其他天线的信号参数，所述其他天线为所述阵列天线中除所述参考天线以外的任意一个天线；

40 所述检测装置根据所述参考天线的信号参数和所述其他天线的信号参数对所述阵列

天线进行校准;

所述信号参数包括信号载波幅度和/或信号相位。

10、一种校准阵列天线的方法,其特征在于,包括:

被测装置接收检测装置发送的通知消息,所述通知消息指示所述被测装置将要连通的天线的信息;

所述被测装置根据所述通知消息,连通所述阵列天线中的对应天线,并通过连通的所述天线发送检测信号。

11、一种校准阵列天线的方法,其特征在于,包括:

检测装置向被测装置发送通知消息,所述通知消息指示所述被测装置将要连通的天线的信息;

所述检测装置在发送所述通知消息后,接收所述被测装置连通所述阵列天线中的对应天线并使用对应天线发送的检测信号;

所述检测装置根据接收到的检测信号,对所述阵列天线进行校准。

12、根据权利要求 11 所述的方法,其特征在于,所述检测装置接收所述被测装置连通所述阵列天线中的对应天线并使用对应天线发送的检测信号,包括:

所述检测装置在第 n 次发送所述通知消息以及第 $n+1$ 次发送所述通知消息之间,接收所述被测装置通过第 n 次发送的所述通知消息指示的天线发送的检测信号, n 为正整数。

13、根据权利要求 11 所述的方法,其特征在于,所述检测装置根据接收到的检测信号,对所述阵列天线进行校准,包括:

所述检测装置根据接收到的参考天线发送的检测信号确定所述参考天线的载波频率,其中,所述参考天线为不同的所述连通的天线中的任意一个;

所述检测装置根据所述参考天线的载波频率确定所述参考天线的信号参数,以及根据所述参考天线的载波频率和接收其他天线发送的检测信号确定所述其他天线的信号参数,所述其他天线为不同的所述连通的天线中除所述参考天线以外的任意一个;

所述检测装置根据所述参考天线的信号参数和所述其他天线的信号参数所述阵列天线进行校准;

所述信号参数包括信号载波幅度和/或信号相位。

14、一种校准阵列天线的被测装置,其特征在于,包括检测信号产生装置、处理器、通道开关和收发器:

所述检测信号产生装置,用于产生检测信号;

所述收发器,用于所述被测装置与所述检测装置之间进行通信;

所述处理器,用于控制所述通道开关连通阵列天线中的天线,以使所述检测信号产生装置产生的检测信号通过连通的天线向检测装置发送;以及在连通天线时控制所述收发器向检测装置发送触发信号,所述触发信号包括表示所述被测装置对连通的天线进行切换的信息。

15、根据权利要求 14 所述的被测装置,其特征在于,所述处理器具体用于:

在不同时刻控制所述通道开关按照预设顺序连通阵列天线中的不同天线。

16、根据权利要求 14 所述的被测装置,其特征在于,所述触发信号还包括用于指示所述被测装置发送所述触发信号时连通的天线的信息。

17、一种校准阵列天线的检测装置,其特征在于,包括收发器、采集天线和处理

器:

所述收发器, 用于所述检测装置与被测装置之间进行通信;

所述采集天线, 用于接收所述被测装置通过阵列天线中的天线发送的检测信号;

5 所述处理器, 用于在所述收发器收到触发信号后, 确定所述被测装置发送所述触发信号时连通的天线, 所述触发信号包括表示所述被测装置对连通的天线进行切换的信息; 以及在所述采集天线接收所述被测装置通过所述连通的天线发送的检测信号后, 根据接收到的检测信号, 对所述阵列天线进行校准。

18、根据权利要求 17 所述的检测装置, 其特征在于, 所述处理器具体用于, 通过以下方法确定所述被测装置发送所述触发信号时连通的天线:

10 根据预设顺序确定所述被测装置发送所述触发信号时连通的天线, 所述预设顺序为所述被测装置分别连通阵列天线中的不同天线的顺序。

19、根据权利要求 17 所述的检测装置, 其特征在于, 所述处理器具体用于, 通过以下方法确定所述被测装置发送所述触发信号时连通的天线:

15 根据所述触发信号指示的当前连通的天线的信息确定所述被测装置发送所述触发信号时连通的天线。

20、根据权利要求 18 所述的检测装置, 其特征在于, 所述处理器具体用于, 通过以下方法根据所述触发信号指示的当前连通的天线的信息确定所述被测装置发送所述触发信号时连通的天线:

20 在所述收发器第 n 次收到所述触发信号到第 $n+1$ 次收到所述触发信号之间, 确定所述被测装置按照预设顺序连通所述阵列天线中的第 $\text{MOD}(n, N)$ 个天线, N 为所述阵列天线中的天线总数, n 和 N 为正整数。

21、根据权利要求 17 所述的检测装置, 其特征在于, 所述采集天线具体用于, 通过以下方法接收所述被测装置通过所述连通的天线发送的检测信号:

25 在所述收发器第 n 次接收所述触发信号以及第 $n+1$ 次接收所述触发信号之间, 所述采集天线接收根据第 n 次接收的触发信号确定的所述连通的天线发送的检测信号, n 为正整数。

22、根据权利要求 17 所述的检测装置, 其特征在于, 所述处理器具体用于, 通过以下方法对所述阵列天线进行校准:

30 根据所述采集天线接收到的参考天线发送的检测信号确定所述参考天线的载波频率, 其中, 所述参考天线为所述阵列天线中的任意一个天线;

根据所述参考天线的载波频率确定所述参考天线的信号参数, 以及根据所述参考天线的载波频率和接收的其他天线发送的检测信号确定所述其他天线的信号参数, 所述其他天线为所述阵列天线中除所述参考天线以外的任意一个天线;

35 根据所述参考天线的信号参数和所述其他天线的信号参数对所述阵列天线进行校准;

所述信号参数包括信号载波幅度和/或信号相位。

23、一种校准阵列天线的被测装置, 其特征在于, 包括检测信号产生装置、处理器、通道开关和收发器:

所述检测信号产生装置, 用于产生检测信号;

40 所述收发器, 用于所述被测装置与所述检测装置之间进行通信;

所述处理器，用于在所述收发器接收检测装置发送的通知消息后，根据所述通知消息，控制所述通道开关连通阵列天线中的对应天线，以使所述检测信号产生装置产生的检测信号通过连通的所述天线发送，所述通知消息包括指示被测装置将要连通的 antennas 的信息。

5 24、一种校准阵列天线的检测装置，其特征在于，包括收发器、采集天线和处理器：

所述收发器，用于所述检测装置与被测装置之间进行通信；

所述采集天线，用于接收所述被测装置通过阵列天线中的天线发送的检测信号；

10 所述处理器，用于控制所述收发器向被测装置发送通知消息，所述通知消息包括指示所述被测装置将要连通的 antennas 的信息；在所述收发器发送所述通知消息后，且所述采集天线接收所述被测装置连通所述阵列天线中的对应天线并使用对应天线发送的检测信号后，根据接收到的检测信号，对所述阵列天线进行校准。

25、根据权利要求 24 所述的检测装置，其特征在于，所述采集天线具体用于，通过以下方法控制所述收发器向被测装置发送通知消息：

15 在所述收发器第 n 次发送所述通知消息以及第 $n+1$ 次发送所述通知消息之间，接收所述被测装置通过第 n 次发送的所述通知消息指示的天线发送的检测信号， n 为正整数。

26、根据权利要求 24 所述的检测装置，其特征在于，所述处理器具体用于，通过以下方法对所述阵列天线进行校准：

20 根据所述采集天线接收到的参考天线发送的检测信号确定所述参考天线的载波频率，其中，所述参考天线为不同的所述连通的 antennas 中的任意一个；

根据所述参考天线的载波频率确定所述参考天线的信号参数，以及根据所述参考天线的载波频率和接收其他天线发送的检测信号确定所述其他天线的信号参数，所述其他天线为不同的所述连通的 antennas 中除所述参考天线以外的任意一个；

根据所述参考天线的信号参数和所述其他天线的信号参数所述阵列天线进行校准；

25 所述信号参数包括信号载波幅度和/或信号相位。

27、一种校准阵列天线的系统，其特征在于，包括：

被测装置，用于连通阵列天线中的天线，并通过连通的 antenna 向检测装置发送检测信号；以及在连通 antenna 时向检测装置发送触发信号，所述触发信号包括表示所述被测装置对连通的 antenna 进行切换的信息；

30 所述检测装置，用于在收到触发信号后，确定所述被测装置发送所述触发信号时连通的 antenna；接收所述被测装置通过所述连通的 antenna 发送的检测信号；以及根据接收到的检测信号，对所述阵列天线进行校准。

28、一种校准阵列天线的系统，其特征在于，包括：

35 被测装置，用于接收检测装置发送的通知消息，所述通知消息指示所述被测装置将要连通的 antennas 的信息；以及根据所述通知消息，连通所述阵列天线中的对应 antenna，并通过连通的所述 antenna 发送检测信号；

检测装置，用于向被测装置发送所述通知消息；在发送所述通知消息后，接收所述被测装置连通所述阵列天线中的对应 antenna 并使用对应 antenna 发送的检测信号；以及根据接收到的检测信号，对所述阵列天线进行校准。

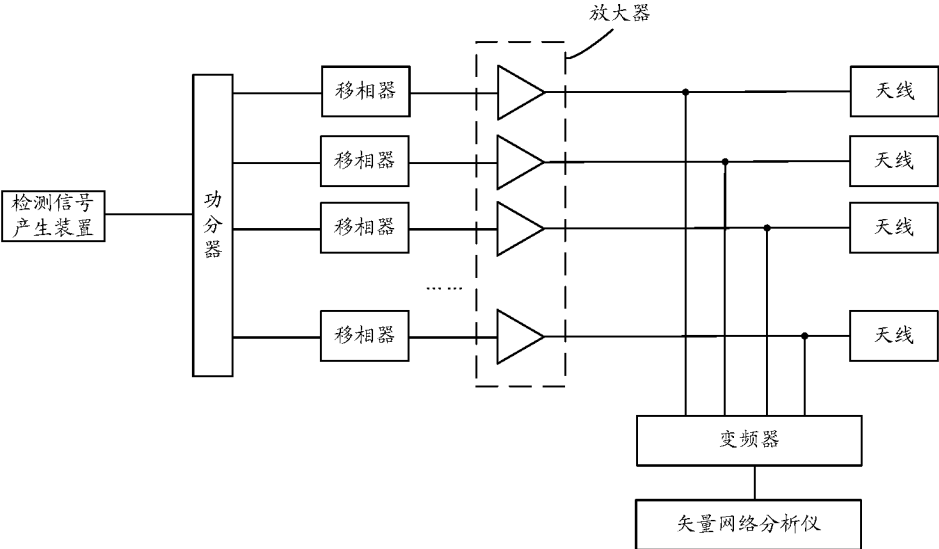


图 1

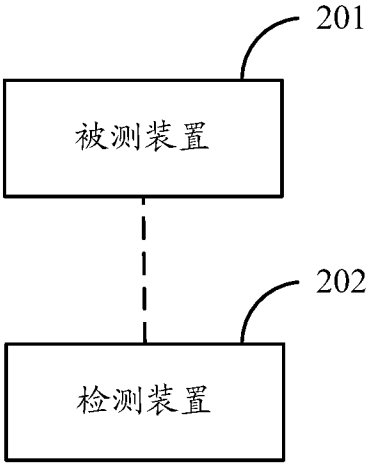


图 2

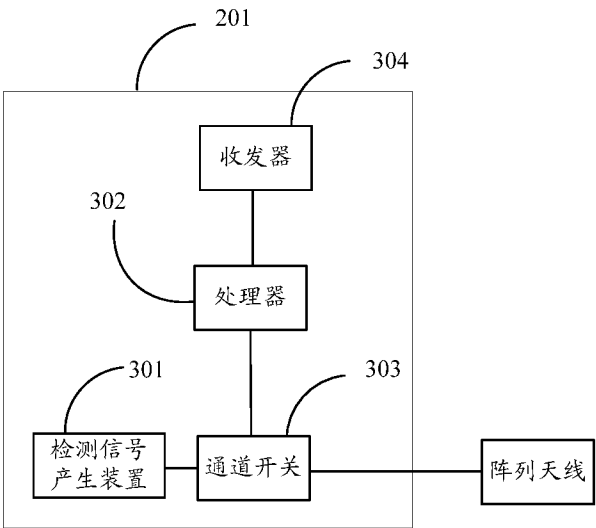


图 3

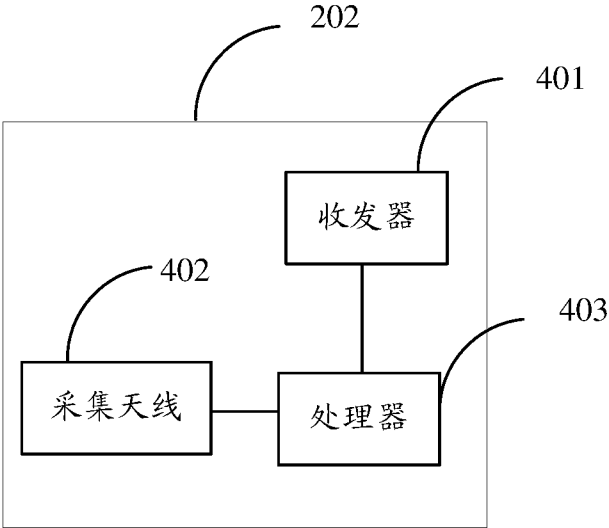


图 4

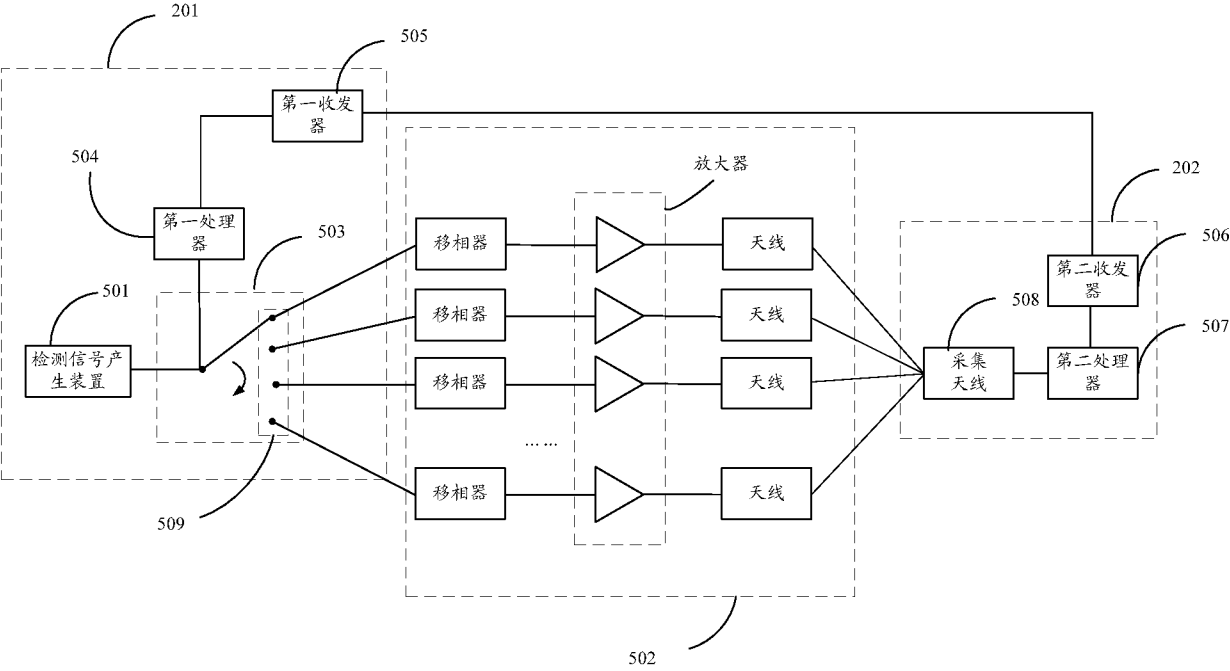


图 5

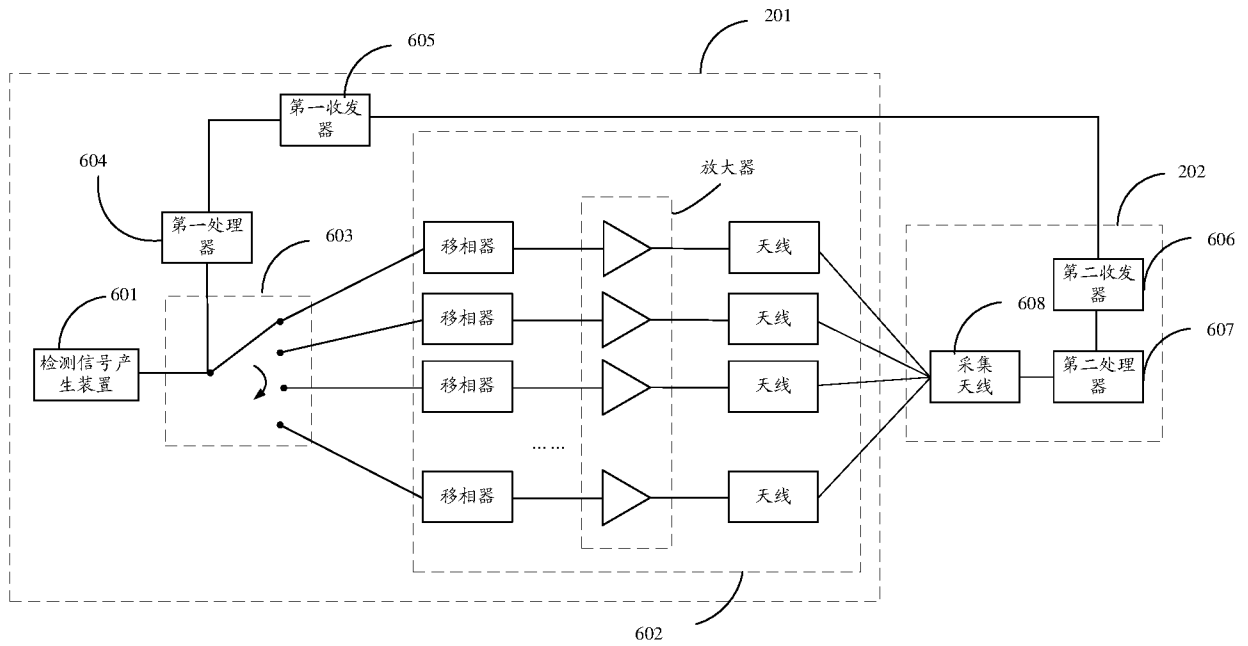


图 6

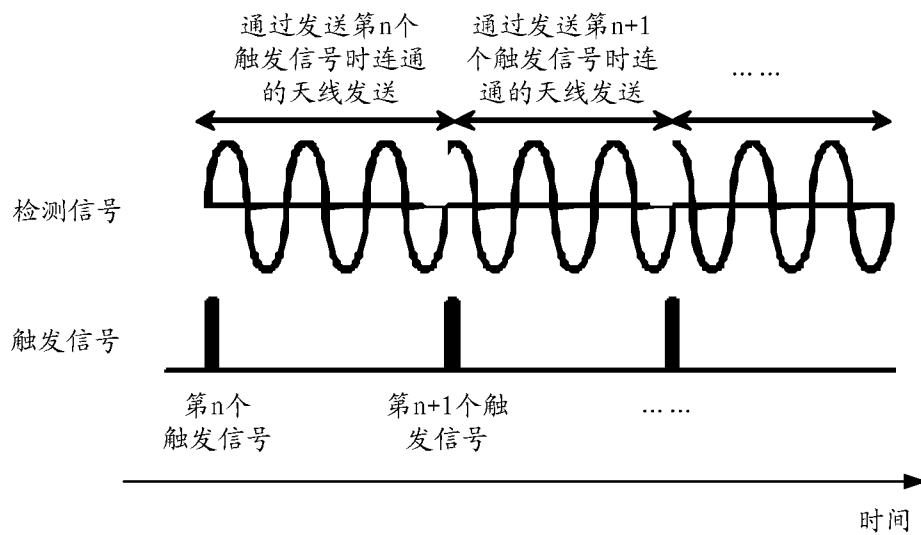


图 7

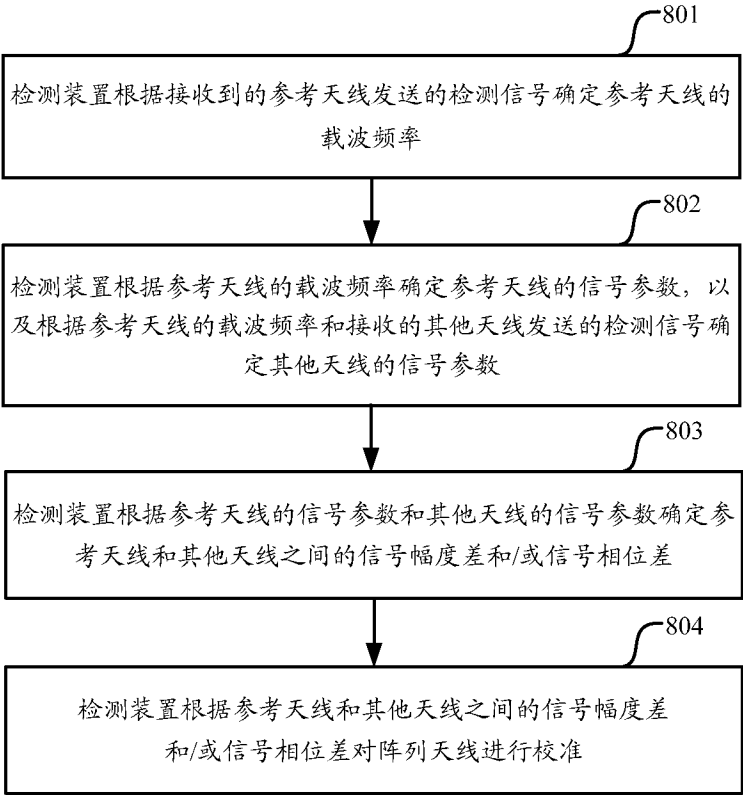


图 8

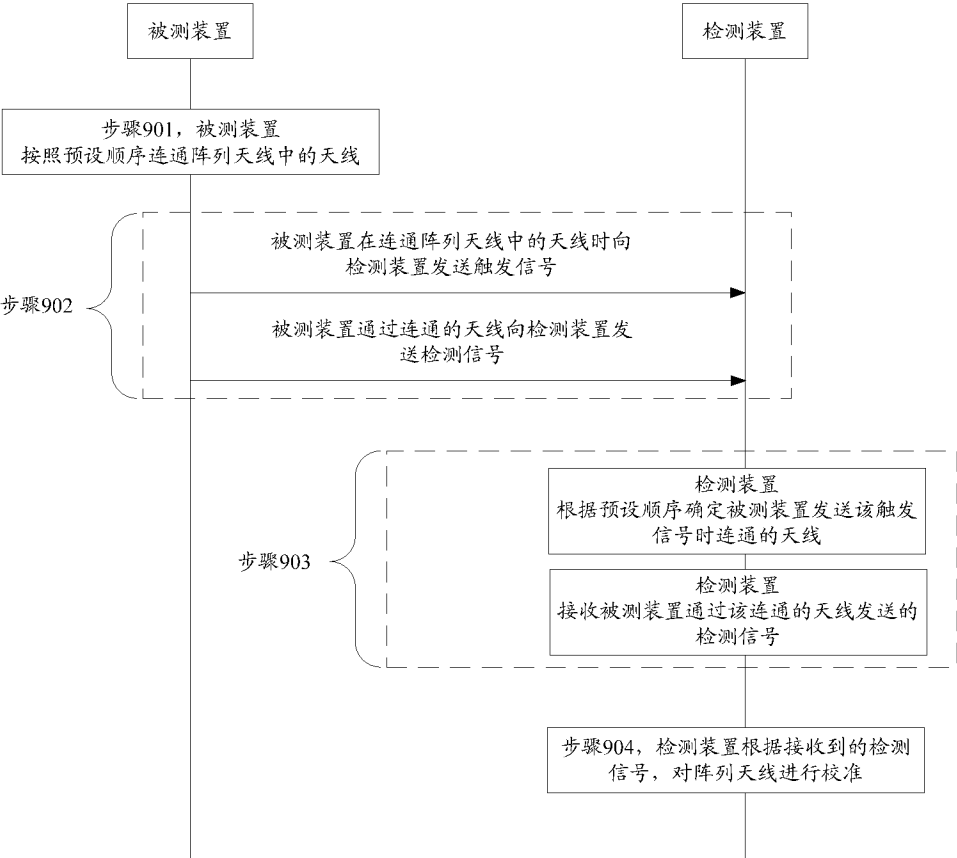


图 9

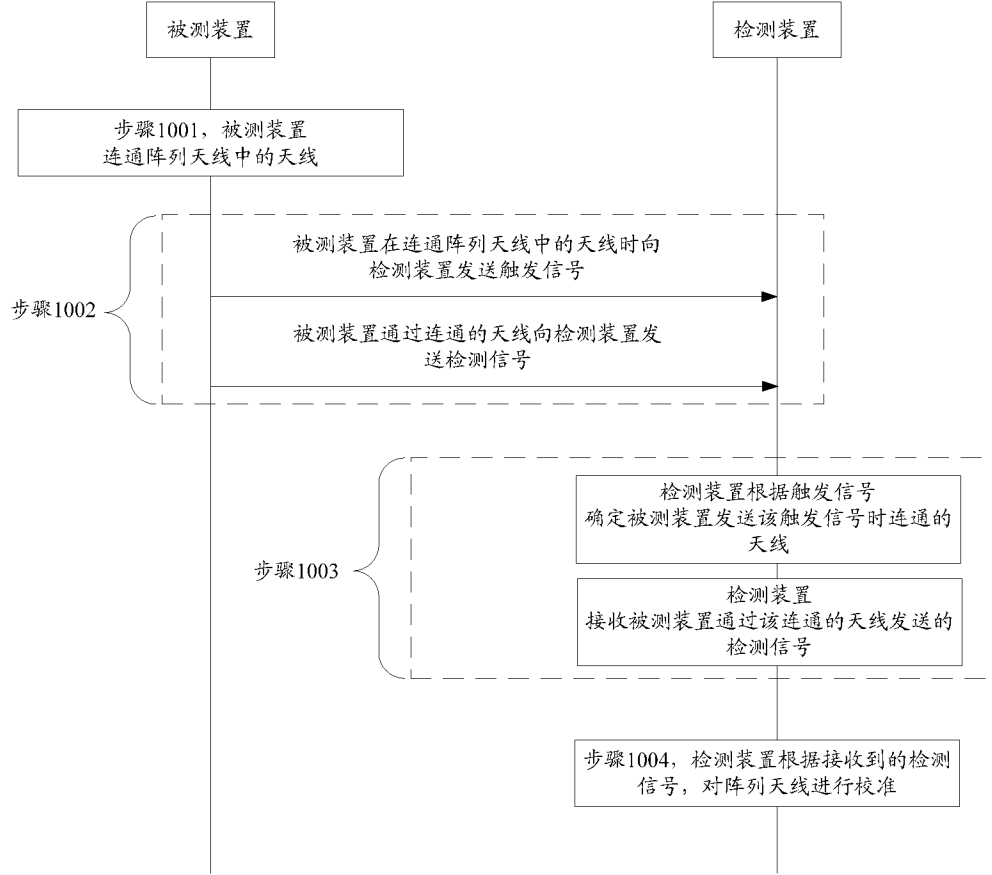


图 10

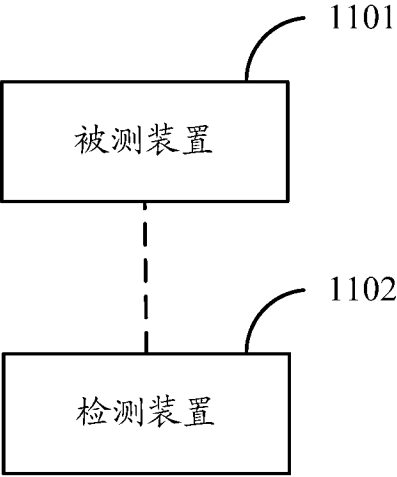


图 11

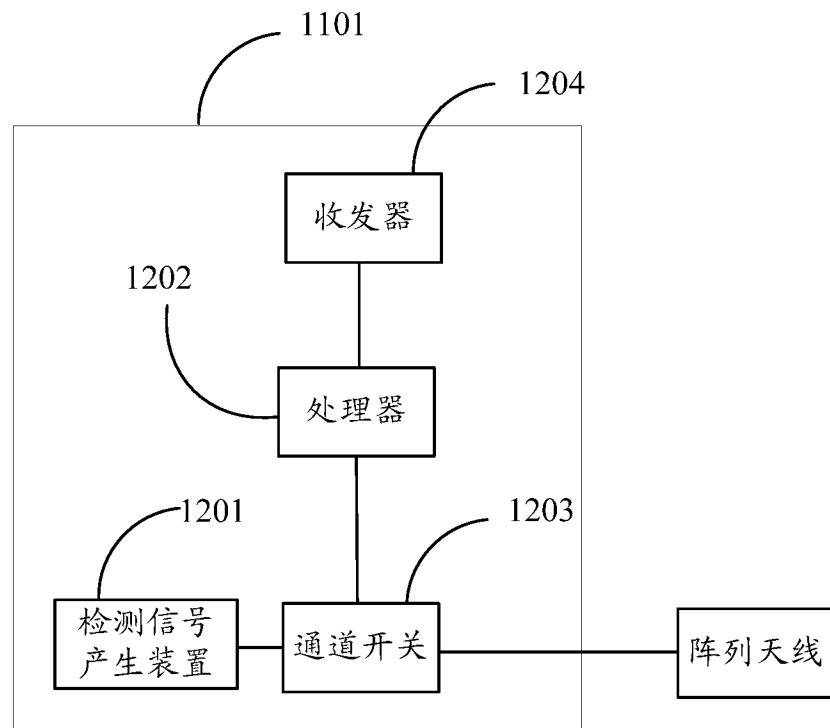


图 12

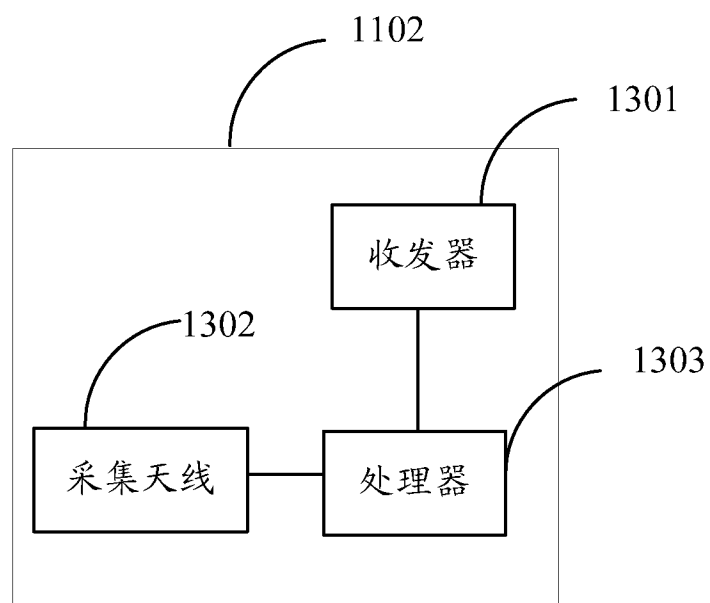


图 13

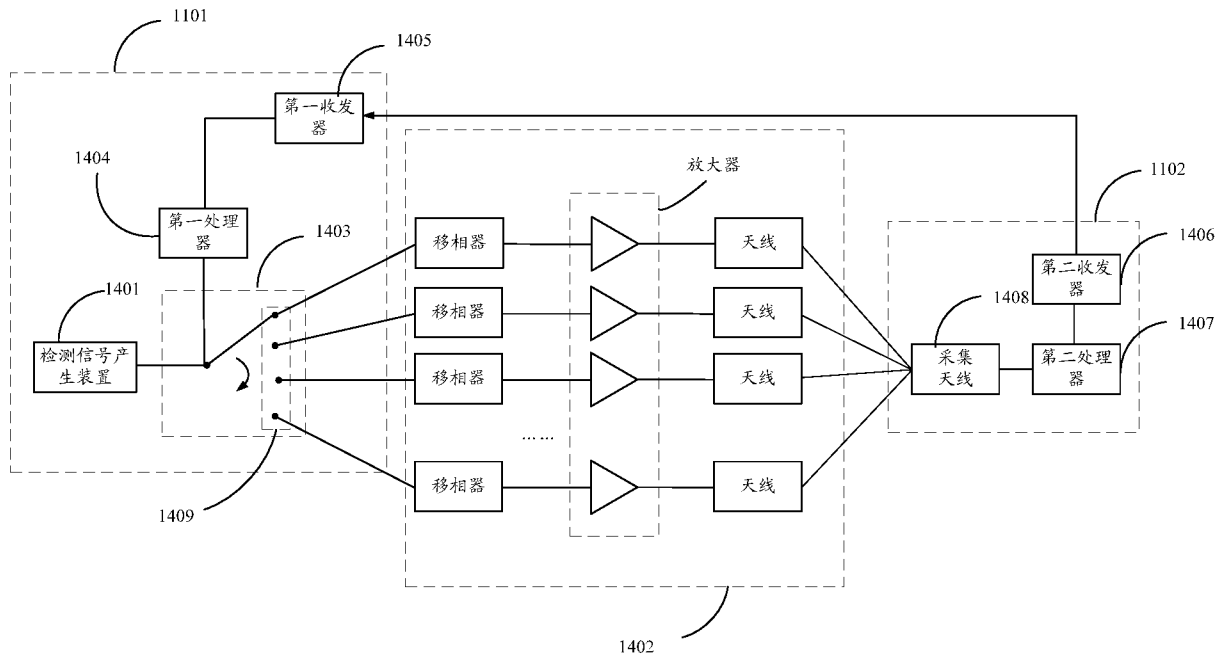


图 14

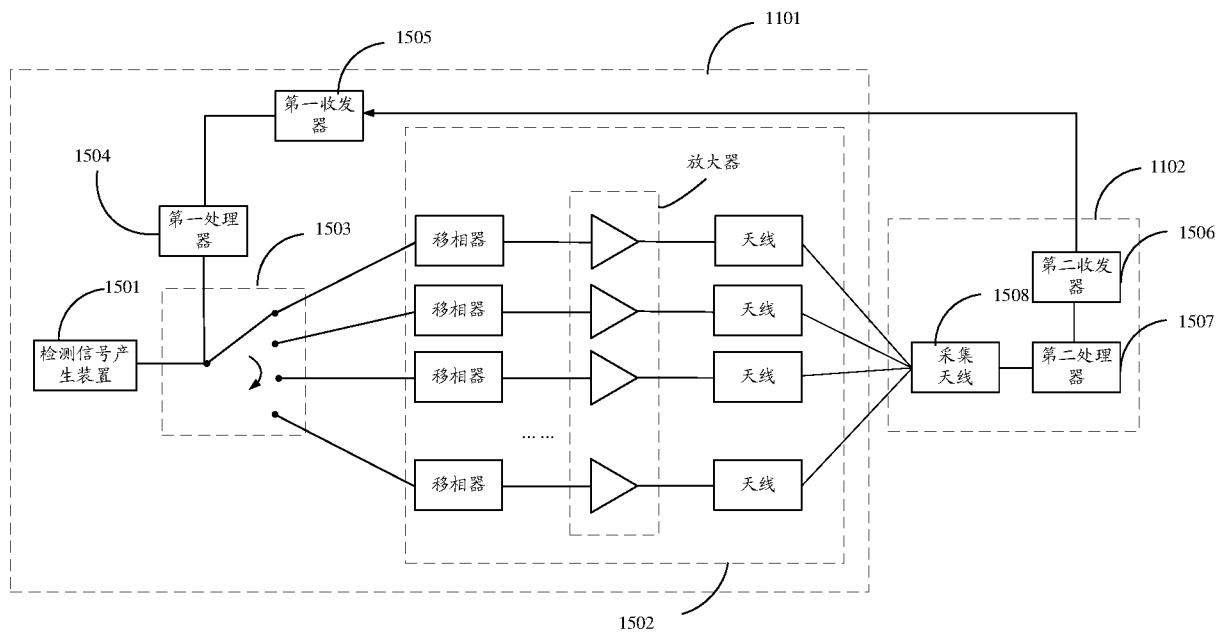


图 15

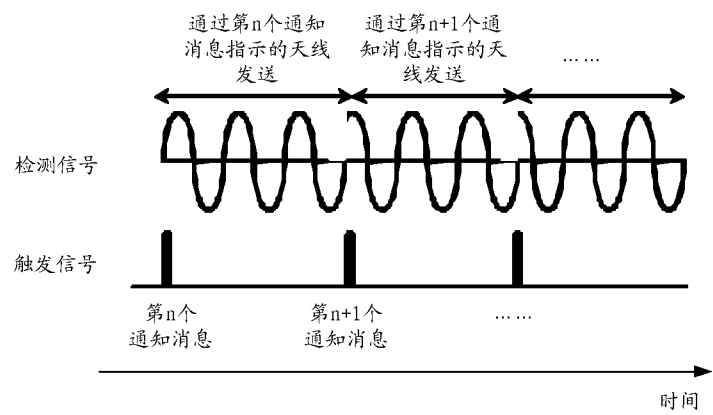


图 16

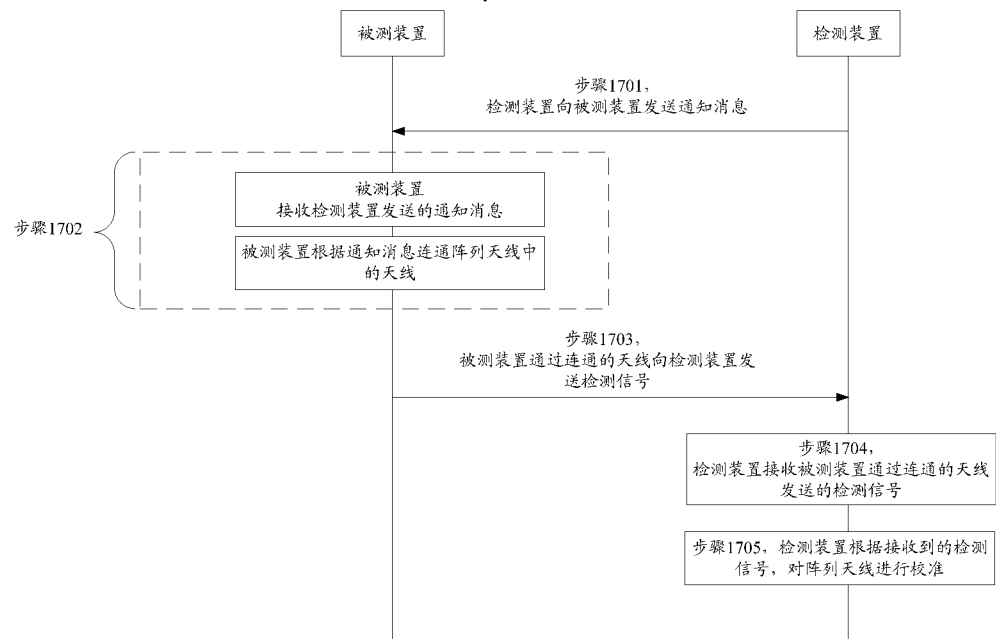


图 17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/104043

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B 17/12 (2015.01) i; H01Q 21/00 (2006.01) i; G01S 7/40 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04B; H01Q; G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, CNKI, VEN, USTXT, WOTXT, EPTXT, IEEE: 天线, 阵, 校准, 校正, 调校, 连通, 选择, 开关, 通断, 通道, 发射, 通知, 信令, 指示, 触发, antenna, aerial, array, adjust, calibrate, select, switch, on-off, channel, transmit, inform, notify, indicate, message, signal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 104506253 A (CHONGQING UNIVERSITY) 08 April 2015 (08.04.2015), description, paragraphs [0029]-[0046], and figure 3	1-28
Y	CN 101582710 A (DATANG MOBILE COMMUNICATIONS EQUIPMENT CO., LTD.) 18 November 2009 (18.11.2009), description, page 8, lines 7-10 and page 10, lines 19-21	1-28
Y	CN 102624472 A (ZTE CORPORATION) 01 August 2012 (01.08.2012), description, paragraphs [0067]-[0124], and figures 1-5	1-28
Y	CN 1830159 A (SIEMENS AG.) 06 September 2006 (06.09.2006), description, page 4, line 2 to page 6, line 7, and figures 4-6	1-28
Y	CN 1399846 A (ATSTARCOM, INC.) 26 February 2003 (26.02.2003), description, page 16, line 3 to page 26, line 6, and figures 3 and 4	1-28

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 12 June 2018	Date of mailing of the international search report 27 June 2018
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer WANG, Tingting Telephone No. (86-10) 62412161

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/104043

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2017116442 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 29 June 2017 (29.06.2017), description, paragraphs [0015]-[0144], and figures 1-15	1-28

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/104043

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104506253 A	08 April 2015	None	
CN 101582710 A	18 November 2009	CN 101582710 B	01 August 2012
CN 102624472 A	01 August 2012	WO 2013135017 A1	19 September 2013
		CN 102624472 B	31 August 2016
CN 1830159 A	06 September 2006	RU 2006106199 A	10 September 2007
		RU 2364029 C2	10 August 2009
		UA 84705 C2	25 November 2008
		EP 1649614 B1	03 November 2010
		KR 20060054325 A	22 May 2006
		WO 2005015771 A1	17 February 2005
		CN 1830159 B	11 January 2012
		DE 602004029896 D1	16 December 2010
		EP 1503518 A1	02 February 2005
		EP 1649614 A1	26 April 2006
		AT 487287 T	15 November 2010
		KR 101109630 B1	31 January 2012
CN 1399846 A	26 February 2003	US 6236839 B1	22 May 2001
		WO 0119101 A1	15 March 2001
		CN 1191690 C	02 March 2005
JP 2017116442 A	29 June 2017	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/104043

A. 主题的分类 H04B 17/12(2015.01)i; H01Q 21/00(2006.01)i; G01S 7/40(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类																							
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) H04B; H01Q; G01S 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNABS, CNTXT, CNKI, VEN, USTXT, WOTXT, EPTXT, IEEE: 天线, 阵, 校准, 校正, 调校, 连通, 选择, 开关, 通断, 通道, 发射, 通知, 信令, 指示, 触发, antenna, aerial, array, adjust, calibrate, select, switch, on-off, channel, transmit, inform, notify, indicate, message, signal																							
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>CN 104506253 A (重庆大学) 2015年 4月 8日 (2015 - 04 - 08) 说明书第0029-0046段, 图3</td> <td>1-28</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 101582710 A (大唐移动通信设备有限公司) 2009年 11月 18日 (2009 - 11 - 18) 说明书第8页第7-10行, 第10页第19-21行</td> <td>1-28</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 102624472 A (中兴通讯股份有限公司) 2012年 8月 1日 (2012 - 08 - 01) 说明书第0067-0124段, 图1-5</td> <td>1-28</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 1830159 A (西门子公司) 2006年 9月 6日 (2006 - 09 - 06) 说明书第4页第2行至第6页第7行, 图4-6</td> <td>1-28</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 1399846 A (阿茨达科姆公司) 2003年 2月 26日 (2003 - 02 - 26) 说明书第16页第3行至第26页第6行, 图3和4</td> <td>1-28</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2017116442 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 2017年 6月 29日 (2017 - 06 - 29) 说明书第0015-0144段, 图1-15</td> <td>1-28</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	CN 104506253 A (重庆大学) 2015年 4月 8日 (2015 - 04 - 08) 说明书第0029-0046段, 图3	1-28	Y	CN 101582710 A (大唐移动通信设备有限公司) 2009年 11月 18日 (2009 - 11 - 18) 说明书第8页第7-10行, 第10页第19-21行	1-28	Y	CN 102624472 A (中兴通讯股份有限公司) 2012年 8月 1日 (2012 - 08 - 01) 说明书第0067-0124段, 图1-5	1-28	Y	CN 1830159 A (西门子公司) 2006年 9月 6日 (2006 - 09 - 06) 说明书第4页第2行至第6页第7行, 图4-6	1-28	Y	CN 1399846 A (阿茨达科姆公司) 2003年 2月 26日 (2003 - 02 - 26) 说明书第16页第3行至第26页第6行, 图3和4	1-28	Y	JP 2017116442 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 2017年 6月 29日 (2017 - 06 - 29) 说明书第0015-0144段, 图1-15	1-28
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
Y	CN 104506253 A (重庆大学) 2015年 4月 8日 (2015 - 04 - 08) 说明书第0029-0046段, 图3	1-28																					
Y	CN 101582710 A (大唐移动通信设备有限公司) 2009年 11月 18日 (2009 - 11 - 18) 说明书第8页第7-10行, 第10页第19-21行	1-28																					
Y	CN 102624472 A (中兴通讯股份有限公司) 2012年 8月 1日 (2012 - 08 - 01) 说明书第0067-0124段, 图1-5	1-28																					
Y	CN 1830159 A (西门子公司) 2006年 9月 6日 (2006 - 09 - 06) 说明书第4页第2行至第6页第7行, 图4-6	1-28																					
Y	CN 1399846 A (阿茨达科姆公司) 2003年 2月 26日 (2003 - 02 - 26) 说明书第16页第3行至第26页第6行, 图3和4	1-28																					
Y	JP 2017116442 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 2017年 6月 29日 (2017 - 06 - 29) 说明书第0015-0144段, 图1-15	1-28																					
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																							
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																							
国际检索实际完成的日期 2018年 6月 12日		国际检索报告邮寄日期 2018年 6月 27日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 王婷婷 电话号码 86-010-62412161																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/104043

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	104506253	A	2015年 4月 8日	无			
CN	101582710	A	2009年 11月 18日	CN	101582710	B	2012年 8月 1日
CN	102624472	A	2012年 8月 1日	WO	2013135017	A1	2013年 9月 19日
				CN	102624472	B	2016年 8月 31日
CN	1830159	A	2006年 9月 6日	RU	2006106199	A	2007年 9月 10日
				RU	2364029	C2	2009年 8月 10日
				UA	84705	C2	2008年 11月 25日
				EP	1649614	B1	2010年 11月 3日
				KR	20060054325	A	2006年 5月 22日
				WO	2005015771	A1	2005年 2月 17日
				CN	1830159	B	2012年 1月 11日
				DE	602004029896	D1	2010年 12月 16日
				EP	1503518	A1	2005年 2月 2日
				EP	1649614	A1	2006年 4月 26日
				AT	487287	T	2010年 11月 15日
				KR	101109630	B1	2012年 1月 31日
CN	1399846	A	2003年 2月 26日	US	6236839	B1	2001年 5月 22日
				WO	0119101	A1	2001年 3月 15日
				CN	1191690	C	2005年 3月 2日
JP	2017116442	A	2017年 6月 29日	无			