

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2017年10月5日 (05.10.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/166201 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04W 24/06 (2009.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/078110
- (22) 国际申请日: 2016年3月31日 (31.03.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (72) 发明人: 陈小红 (CHEN, Xiaohong); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (74) 代理人: 北京同达信恒知识产权代理有限公司 (TDIP & PARTNERS); 中国北京市海淀区知春路7号致真大厦A1304-05室, Beijing 100191 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,

BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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)。

根据细则 4.17 的声明:

- 关于申请人有权申请并被授予专利(细则 4.17(ii))

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) Title: SIGNAL TRANSMITTING METHOD FOR TERMINAL APPARATUS, AND TERMINAL APPARATUS

(54) 发明名称: 一种终端设备的信号发送方法及终端设备

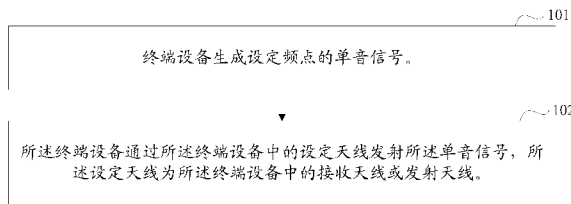


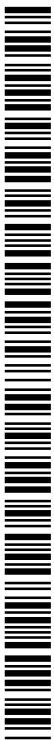
图 1

- 101 A terminal apparatus emits a single-tone signal at a preset frequency
- 102 The terminal apparatus emits the single-tone signal by means of a preset antenna of the terminal apparatus, and the preset antenna is a receiving antenna or an emitting antenna of the terminal apparatus

(57) Abstract: A signal transmitting method for a terminal apparatus and a terminal apparatus, used to address the problem in the prior art in which a terminal apparatus is unable to measure a complex radiation pattern. The terminal apparatus in the present invention can generate a single-tone signal at a preset frequency, and emits the single-tone signal by means of a preset receiving antenna or emitting antenna of the terminal apparatus. The terminal apparatus can emit a single-tone signal at a preset frequency by means of any preset antenna, and therefore, an antenna complex radiation pattern measurement system of the terminal apparatus can use each receiving antenna and emitting antenna to emit a single-tone signal at a preset frequency, so as to accurately measure a complex radiation pattern of each antenna of the terminal apparatus. Furthermore, the present invention enables acquisition of an accurate measurement result when MIMO OTA performance testing of a terminal apparatus is performed according to a complex radiation pattern of each antenna of the terminal apparatus.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2017/166201 A1

一种终端设备的信号发送方法及终端设备，用以解决现有技术中现有技术中不存在可以测量出复数方向图的终端设备的问题。终端设备可以生成设定频点的单音信号，并可以通过所述终端设备中的设定接收天线或发射天线，发射所述单音信号。由于终端设备具有通过任意一个设定的天线发射指定频点的单音信号的功能，因此，终端设备的天线复数方向图测量系统可以通过所述终端设备通过每个接收天线或发射天线发射设定频点的单音信号，准确的测量出所述终端设备中各天线的复数方向图，进而在根据所述终端设备中各天线的复数方向图对所述终端设备进行 MIMO OTA 性能测试时，可以获得准确的测量结果。

一种终端设备的信号发送方法及终端设备

技术领域

本申请涉及通信技术领域，尤其涉及一种终端设备的信号发送方法及终端设备。

背景技术

随着通信技术的发展，为了提高信道的容量和可靠性，从而改善通信质量，新的无线技术都在移动终端采用了多天线技术，即多输入多输出（Multiple Input Multiple Output, MIMO）技术，如在长期演进（Long Term Evolution, LTE）、增强型 LTE（LTE-Advanced）以及全球微波互联接入（Worldwide Interoperability for Microwave Access, WiMAX）系统中，均可以采用 MIMO 技术。如果要了解具有 MIMO 功能的终端设备的端到端的工作性能，就需要进行 MIMO 空中接口（Over the Air, OTA）测试。

目前，对终端设备进行 MIMO OTA 测试的测试方法包括：多探头暗室测试方法、辐射两阶段测试方法、混响室测试方法（或混响室+信道仿真仪测试方法）等。

在对终端设备进行 MIMO OTA 测试时，需要确定终端设备中各天线的复数方向图。现有的终端设备中，不存在可以测量出复数方向图的终端设备，导致在现有测试方法中，不能根据准确的终端设备的各天线的复数方向图进行 MIMO OTA 测试，进一步导致获得的测量结果误差较大。

发明内容

本发明实施例提供了一种终端设备的信号发送方法及终端设备，用以解决现有技术中不存在可以测量出复数方向图的终端设备的问题。

一方面，本发明实施例提供了一种终端设备的信号发送方法。该方法包括：终端设备可以生成设定频点的单音信号，并在生成所述单音信号后，通

过所述终端设备中的设定天线发射所述单音信号，其中，所述设定天线为所述终端设备中的接收天线或发射天线。所述设定天线可以为所述终端设备中多个接收天线和多个发射天线中的任意一个天线，所述设定频点可以是所述终端设备预设的，或者用户设定的。

由于终端设备具有通过任意一个设定的天线发射指定频点的单音信号的功能，因此，终端设备的天线复数方向图测量系统可以通过所述终端设备通过每个接收天线或发射天线发射设定频点的单音信号，准确的测量出所述终端设备中各天线的复数方向图，进而在根据所述终端设备中各天线的复数方向图对所述终端设备进行MIMO OTA性能测试时，可以获得准确的测量结果。

在一个可能的设计中，所述单音信号为幅度恒定的单音连续波信号。

所述终端设备发送的设定频点的单音信号是幅度恒定的单音连续波信号，这样，可以保证后续测量到的各天线的复数方向图的准确性。

在一个可能的设计中，在所述终端设备通过所述设定天线发送所述单音信号之前，还包括：

所述终端设备打开所述设定天线的天线选择开关，以及关闭除所述设定天线以外的其他接收天线和发射天线的天线选择开关。

由于所述终端设备的天线复数方向图测量系统在测量所述终端设备各天线的复数方向图时，不能同时测量多个天线的复数方向图，只能依次测量所述终端设备每个天线的复数方向图。因此，所述终端设备可以通过上述方式依次调整所述设定天线，使所述终端设备的天线复数方向图测量系统可以测量到所述终端设备各天线的复数方向图。

另一方面，本发明实施例还提供了一种终端设备的天线复数方向图测量系统，该系统包括终端设备和第一信号分析仪，其中，

终端设备，用于按照设定顺序，依次通过所述终端设备中的多个接收天线中每个接收天线发射单音信号；

第一信号分析仪，用于在所述终端设备通过任意一个接收天线发射所述单音信号时，针对该接收天线，执行以下操作：

分别测量在同相 I 路和异相 Q 路上的, 该接收天线发射的所述单音信号在三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位; 以及

根据针对该接收天线测量得到的在 I 路和 Q 路上的三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位, 得到该接收天线的复数方向图。

所述第一信号分析仪可以直接准确地确定所述终端设备在黑盒模式下, 每个接收天线的复数方向图。这样, 在对所述终端设备进行下行链路的 MIMO OTA 性能测试时, 信道仿真仪可以根据每个接收天线的复数方向图来模拟所述终端设备在不同朝向时的信号传输场景, 进而保证所述基站模拟器可以最终得到在下行链路的所述终端设备在不同朝向时的吞吐量。

通过上述系统, 所述第一信号分析仪可以直接准确地确定所述终端设备在黑盒模式下, 每个接收天线的复数方向图。这样, 在对所述终端设备进行下行链路的 MIMO OTA 性能测试时, 信道仿真仪可以根据每个接收天线的复数方向图来模拟所述终端设备在不同朝向时的信号传输场景, 进而保证所述基站模拟器可以最终得到在下行链路的所述终端设备在不同朝向时的吞吐量。

在一个可能的设计中, 所述第一信号分析仪, 还用于:

在得到每个接收天线的复数放线图后, 根据所述多个接收天线中任意两个接收天线的复数方向图, 确定所述两个接收天线的天线包络相关系数。

这样, 在该系统中所述第一信号分析仪还可准确地确定所述终端设备在黑盒模式下任意两个接收天线的天线包络相关系数。

又一方面, 本发明实施例还提供了一种终端设备的天线复数方向图测量系统, 该系统包括终端设备和第三信号分析仪, 其中,

终端设备, 用于按照设定顺序, 依次通过所述终端设备中的多个发射天线中每个发射天线发射单音信号;

第三信号分析仪, 用于在所述终端设备通过任意一个发射天线发射所述单音信号时, 针对该发射天线, 执行以下操作:

分别测量在同相 I 路和异相 Q 路上的, 该发射天线发射的所述单音信号

在三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位；以及

根据针对该发射天线测量得到的在 I 路和 Q 路上的三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位，得到该发射天线的复数方向图。

通过上述系统，所述第三信号分析仪可以直接准确地确定所述终端设备在黑盒模式下，每个发射天线的复数方向图。这样，在对所述终端设备进行上行链路的 MIMO OTA 性能测试时，信道仿真仪可以根据每个发射天线的复数方向图来模拟所述终端设备在不同朝向时的信号传输场景，进而保证所述基站模拟器可以最终得到在上行链路的所述终端设备在不同朝向时的吞吐量。

在一个可能的设计中，所述第三信号分析仪，还用于：

在得到每个发射天线的复数方向图后，根据所述多个发射天线中任意两个发射天线的复数方向图，确定所述两个发射天线的天线包络相关系数。

这样，在该系统中所述第三信号分析仪还可准确地确定所述终端设备在黑盒模式下任意两个发射天线的天线包络相关系数。

又一方面，本发明实施例还提供了一种 MIMO OTA 性能测试系统，该系统包括：基站模拟器、信道仿真仪，以及终端设备，其中，

基站模拟器，用于通过多个下行端口，向信道仿真仪发送多流下行测试信号；

所述信道仿真仪，用于根据终端设备中的多个接收天线中每个接收天线的复数方向图、下行辐射信道逆矩阵，以及设定的下行信道衰落模型，对接收的所述多流下行测试信号进行信道仿真处理，将多流处理后的下行测试信号通过暗室中的多个下行天线发送至处于暗室中的终端设备；

所述终端设备，用于通过所述多个接收天线接收所述信道仿真仪发送的多流处理后的下行测试信号，并针对接收的每流处理后的下行测试信号，向所述基站模拟器反馈确认消息，其中，针对一流处理后的下行测试信号反馈的确认消息，用于通知所述基站模拟器，所述终端设备是否正确解调所述处理后的下行测试信号；

所述基站模拟器，还用于根据发送的下行测试信号的流数，以及接收的确认消息中指示所述终端设备正确解调的确认信息的数目，确定所述终端设备在下行链路的吞吐量。

由于所述基站模拟器可以发送多流下行测试信号，且所述终端设备可以通过多个接收天线接收所述信道仿真仪通过多个下行天线发送多流处理后的下行测试信号，不用限定下行测试信号的流数、下行天线的个数以及所述终端设备中接收天线的个数，因此，上述系统可以支持下行链路 $a \times b$ 的 MIMO 测试， a 和 b 均为大于等于 2 的正整数，显然，通过上述系统，可以测试多接收通道的终端设备的吞吐量，适用性较高。

在一个可能的设计中，所述系统还包括：

第一信号分析仪，用于确定所述每个接收天线的复数方向图；

所述信道仿真仪，还用于获取所述第一信号分析仪中的所述每个接收天线的复数方向图。

这样，系统中的第一信号分析仪可以直接确定当前系统中的终端设备的每个接收天线的复数方向图，避免通过其他方式确定的每个接收天线的复数方向图不准确导致测量结果不准确的问题。

在一个可能的设计中，所述终端设备，还用于按照设定顺序，依次通过所述多个接收天线中的每个接收天线发射单音信号；

所述第一信号分析仪，具体用于针对每个接收天线，执行以下操作：

分别测量在同相 I 路和异相 Q 路上的，该接收天线发射的所述单音信号在三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位；以及

根据针对该接收天线测量得到的在 I 路和 Q 路上的三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位，得到该接收天线的复数方向图。

通过上述系统中的所述第一信号分析仪，可以直接准确地确定所述终端设备在黑盒模式下，每个接收天线的复数方向图。这样，在对所述终端设备进行下行链路的 MIMO OTA 性能测试时，信道仿真仪可以根据每个接收天线的复数方向图来模拟所述终端设备在不同朝向时的信号传输场景，进而保证

所述基站模拟器可以最终得到在下行链路的所述终端设备在不同朝向时的吞吐量。

在一个可能的设计中，所述系统还包括：

第二信号分析仪，用于确定所述终端设备的下行辐射信道矩阵；

第一处理设备，用于获取所述第二信号分析仪中的所述下行辐射信道矩阵，并计算所述下行辐射信道矩阵的逆矩阵，获得下行辐射信道逆矩阵；

所述信道仿真仪，还用于获取所述第一处理设备中的所述下行辐射信道逆矩阵。

在一个可能的设计中，所述终端设备，还用于确定所述终端设备的接收天线的个数和所述基站模拟器的下行端口的个数中的最小值 n ，并在所述多个接收天线中选择 n 个接收天线；以及按照设定顺序，依次通过所述 n 个接收天线中的每个接收天线发射单音信号；

所述第二信号分析仪，具体用于：

在所述终端设备通过每个接收天线发射所述单音信号时，分别与所述暗室中 n 个下行天线相连，测量所述 n 个下行天线中每个下行天线接收的信号；

根据在所述 n 个下行天线中测量到的信号，生成针对每个接收天线的信号向量；

根据生成的针对 n 个接收天线中每个接收天线的信号向量，生成所述下行辐射信道矩阵。

通过上述方式，所述第二信号分析仪可以直接准确地确定所述终端设备下行辐射信道矩阵，进而获得准确的所述下行辐射信道逆矩阵。这样，在对所述终端设备进行下行链路的 MIMO OTA 性能测试时，信道仿真仪可以根据准确的所述下行辐射信道逆矩阵对下行测试信号进行信道仿真处理，进而可以得到准确的测量结果。

在一个可能的设计中，所述第一信号分析仪，还用于：

在确定所述终端设备中的多个接收天线中每个接收天线的复数方向图后，根据所述多个接收天线中任意两个接收天线的复数方向图，确定所述两

个接收天线的天线包络相关系数。

这样，在该系统中还可准确地确定所述终端设备在黑盒模式下任意两个接收天线的天线包络相关系数。

又一方面，本发明实施例还提供了一种 MIMO OTA 性能测试系统，该系统包括终端设备、信道仿真仪以及基站模拟器，其中，

处于暗室中的终端设备，用于通过所述终端设备中的多个发射天线发射多流上行测试信号，并通过所述暗室中多个上行天线将所述多流上行测试信号传输至信道仿真仪；

所述信道仿真仪，用于根据所述终端设备中的多个发射天线中每个发射天线的复数方向图、所述上行辐射信道逆矩阵，以及设定的上行信道衰落模型，对所述多流上行测试信号进行信道仿真处理，将多流处理后的上行测试信号发送至基站模拟器；

所述基站模拟器，用于通过多个上行端口，接收所述信道仿真仪发送的多流处理后的上行测试信号，并根据所述终端设备发送的上行测试信号的流数，以及所述基站模拟器接收到处理后的上行测试信号的流数，确定所述终端设备在上行链路的吞吐量。

通过上述系统，可以准确地测量终端设备在上行链路的吞吐量，从而准确地得到终端设备在上行链路的工作性能。

在一个可能的设计中，所述系统还包括：

第三信号分析仪，用于确定所述每个发射天线的复数方向图；

所述信道仿真仪，还用于获取所述第三信号分析仪中的所述每个发射天线的复数方向图。

这样，系统中的第三信号分析仪可以直接确定当前系统中的终端设备的每个发射天线的复数方向图，避免通过其他方式确定的每个发射天线的复数方向图不准确导致测量结果不准确的问题。

在一个可能的设计中，所述终端设备，还用于按照设定顺序，依次通过所述多个发射天线中的每个发射天线发射单音信号；

所述第三信号分析仪，具体用于针对每个发射天线，执行以下操作：

分别测量在同相 I 路和异相 Q 路上的，该发射天线发射的所述单音信号在三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位；以及

根据针对该接收天线测量得到的在 I 路和 Q 路上的三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位，得到该发射天线的复数方向图。

上述系统中的所述第三信号分析仪可以直接准确地确定所述终端设备在黑盒模式下，每个发射天线的复数方向图。这样，在对所述终端设备进行上行链路的 MIMO OTA 性能测试时，信道仿真仪可以根据每个发射天线的复数方向图来模拟所述终端设备在不同朝向时的信号传输场景，进而保证所述基站模拟器可以最终得到在上行链路的所述终端设备在不同朝向时的吞吐量。

在一个可能的设计中，所述系统还包括：

第四信号分析仪，用于确定所述终端设备的上行辐射信道矩阵；

第二处理设备，用于获取所述第四信号分析仪中的所述上行辐射信道矩阵，并计算所述上行辐射信道矩阵的逆矩阵，获得上行辐射信道逆矩阵；

所述信道仿真仪，还用于获取所述第二处理设备中的所述上行辐射信道逆矩阵。

在一个可能的设计中，所述终端设备，还用于确定所述终端设备的发射天线的个数和所述基站模拟器的上行端口的个数中的最小值 m ，并在所述多个发射天线中选择 m 个发射天线；以及按照设定顺序，依次通过所述 m 个发射天线中的每个发射天线发射单音信号；

所述第四信号分析仪，具体用于：

在所述终端设备通过每个发射天线发射所述单音信号时，分别与所述暗室中 m 个上行天线相连，测量所述 m 个上行天线中每个上行天线接收的信号；

根据在所述 m 个上行天线中测量到的信号，生成针对每个发射天线的信号向量；

根据生成的针对 m 个发射天线中的每个发射天线的信号向量，生成所述上行辐射信道矩阵。

通过上述系统中的所述第四信号分析仪可以直接准确地确定所述终端设备上行辐射信道矩阵，进而获得准确的所述上行辐射信道逆矩阵。这样，在对所述终端设备进行上行链路的 MIMO OTA 性能测试时，信道仿真仪可以根据准确的所述上行辐射信道逆矩阵对上行测试信号进行信道仿真处理，进而可以得到准确的测量结果。

在一个可能的设计中，所述第三信号分析仪，还用于：

在确定所述终端设备中的多个发射天线中每个发射天线的复数方向图后，根据所述多个发射天线中任意两个发射天线的复数方向图，确定所述两个发射天线的天线包络相关系数。

这样，在该系统中还可准确地确定所述终端设备在黑盒模式下任意两个发射天线的天线包络相关系数。

又一方面，本发明实施例还提供了一种终端设备，该终端设备具有实现杉树方法实例中终端设备行为的功能。所述功能可以通过硬件实现，也可以通过硬件执行相应的软件实现。所述硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对应的模块。

在一种可能的设计中，所述终端设备的结构中包括生成单元、发射单元，这些单元可以执行上述方法示例中的相应功能，具体参见方法示例中的详细描述，此处不做赘述。

在一种可能的设计中，所述终端设备的结构中包括信号发生器、处理器、总线、存储器以及多个天线（多个接收天线和多个发射天线），所述信号发生器用于生成设定频点的单音信号，所述多个天线用于发射所述单音信号，所述处理器被配置为支持终端设备执行上述方法中相应的功能。所述存储器与所述处理器耦合，其保存所述终端设备必要的程序指令和数据。

又一方面，本发明实施例还提供了一种终端设备的天线复数方向图测量方法，该方法用于测量终端设备的每个接收天线的复数方向图，该方法涉及的设备可以为上述测量终端设备的每个接收天线的复数方向图的系统示例中相应的设备，具体流程参见上述系统中的详细描述，此处不做赘述。

又一方面，本发明实施例还提供了一种终端设备的天线复数方向图测量方法，该方法用于测量终端设备的每个发射天线的复数方向图，该方法涉及的设备可以为上述测量终端设备的每个发射天线的复数方向图的系统示例中相应的设备，具体流程参见上述系统中的详细描述，此处不做赘述。

又一方面，本发明实施例还提供了一种 MIMO OTA 性能测试方法，该方法用于测试终端设备在下行链路的吞吐量，该方法涉及的设备可以为上述测量终端设备在下行链路的吞吐量的系统示例中相应的设备，具体流程参见上述系统中的详细描述，此处不做赘述。

又一方面，本发明实施例还提供了一种 MIMO OTA 性能测试方法，该方法用于测试终端设备在上行链路的吞吐量，该方法涉及的设备可以为上述测量终端设备在上行链路的吞吐量的系统示例中相应的设备，具体流程参见上述系统中的详细描述，此处不做赘述。

本发明实施例中，由于终端设备具有通过任意一个设定的天线发射指定频点的单音信号的功能，因此，终端设备的天线复数方向图测量系统可以通过所述终端设备通过每个接收天线或发射天线发射设定频点的单音信号，准确的测量出所述终端设备中各天线的复数方向图，进而在根据所述终端设备中各天线的复数方向图对所述终端设备进行 MIMO OTA 性能测试时，可以获得准确的测量结果。

附图说明

图1为本发明实施例提供的一种终端设备的信号发送方法流程图；

图2为本发明实施例提供的一种终端设备的天线复数方向图测量系统架构图；

图3为本发明实施例提供的另一种终端设备的天线复数方向图测量系统架构图；

图4为本发明实施例提供的一种MIMO OTA性能测试系统架构图；

图5为本发明实施例提供的另一种MIMO OTA性能测试系统架构图；

图6为本发明实施例提供的又一种MIMO OTA性能测试系统架构图；

图7为本发明实施例提供的一种终端设备的结构示意图；

图8为本发明实施例提供的又一种终端设备的结构示意图；

图9为本发明实施例提供的一种终端设备的天线复数方向图测量方法的流程图；

图10为本发明实施例提供的另一种终端设备的天线复数方向图测量方法的流程图；

图11为本发明实施例提供的一种MIMO OTA性能测试方法的流程图；

图12为本发明实施例提供的另一种MIMO OTA性能测试方法的流程图。

具体实施方式

为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明作进一步地详细描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例，都属于本发明保护的范围。

本发明实施例提供一种终端设备的信号发送方法及终端设备，用以解决现有技术中不存在可以测量出复数方向图的终端设备的问题。其中，方法和装置是基于同一发明构思的，由于方法及装置解决问题的原理相似，因此装置与方法的实施可以相互参见，重复之处不再赘述。

采用本发明技术方案，终端设备可以生成设定频点的单音信号，并可以通过所述终端设备中的设定接收天线或发射天线，发射所述单音信号。由于终端设备具有通过任意一个设定的天线发射指定频点的单音信号的功能，因此，终端设备的天线复数方向图测量系统可以通过所述终端设备通过每个接收天线或发射天线发射设定频点的单音信号，准确的测量出所述终端设备中各天线的复数方向图，进而在根据所述终端设备中各天线的复数方向图对所述终端设备进行MIMO OTA性能测试时，可以获得准确的测量结果。

为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明实施例的技术方案进行描述。

本发明实施例提供了一种终端设备的信号发送方法，其中，所述终端设备可以被测量到各天线的复数方向图，参阅图 1 所示，该方法的流程为：

步骤 101：终端设备生成设定频点的单音信号。

所述设定频点可以是所述终端设备预设的，或者用户设定的，本发明对此不做限定。

可选的，所述单音信号为幅度恒定的单音连续波信号。

所述终端设备发送的设定频点的单音信号是幅度恒定的单音连续波信号，可以保证后续测量到的各天线的复数方向图的准确性。

步骤 102：所述终端设备通过所述终端设备中的设定天线发射所述单音信号，所述设定天线为所述终端设备中的接收天线或发射天线。

其中，所述设定天线可以为所述终端设备中多个接收天线和多个发射天线中的任意一个天线。

所述终端设备可以控制设定天线发射所述单音信号，这样，才能保证所述终端设备的天线复数方向图测量系统能够测量到该设定天线的复数方向图。

所述终端设备的天线复数方向图测量系统在测量所述终端设备各天线的复数方向图时，不能同时测量多个天线的复数方向图，只能依次测量所述终端设备每个天线的复数方向图。因此，所述终端设备可以依次调整所述设定天线，使所述终端设备的天线复数方向图测量系统可以测量到所述终端设备各天线的复数方向图。

可选的，所述终端设备可以控制所述终端设备中的所述设定天线（接收天线或发射天线），使该天线连接到发射通道上，发射所述设定频点的单音信号。

可选的，所述终端设备可以通过各天线的天线选择开关，控制该接收天线是否发射指定频点的单音信号，即在所述终端设备通过所述设定天线发送

所述单音信号之前，所述终端设备打开所述设定天线的天线选择开关，以及关闭除所述设定天线以外的其他接收天线和发射天线的天线选择开关。

采用本发明实施例提供的终端设备的信号发送方法，终端设备可以生成设定频点的单音信号，并可以通过所述终端设备中的设定接收天线或发射天线，发射所述单音信号。由于终端设备具有通过任意一个设定的天线发射指定频点的单音信号的功能，因此，终端设备的天线复数方向图测量系统可以通过所述终端设备通过每个接收天线或发射天线发射设定频点的单音信号，准确的测量出所述终端设备中各天线的复数方向图，进而在根据所述终端设备中各天线的复数方向图对所述终端设备进行 MIMO OTA 性能测试时，可以获得准确的测量结果。

在现有的多探头暗室测试方法中，无法通过测量直接获得终端设备每个接收天线的复数方向图，而在辐射两阶段测试方法中，只能通过终端设备上报的数据才能测试所述终端设备每个接收天线的复数方向图，因此，在上述测试方法中，不能根据准确的终端设备的各天线的复数方向图进行 MIMO OTA 测试，进一步导致获得的测量结果误差较大。

本发明实施例提供了一种终端设备的天线复数方向图测量系统，该系统用于测量终端设备的每个接收天线的复数方向图，参阅图 2 所示，在该系统的系统架构中包括：终端设备 201 以及第一信号分析仪 202，所述终端设备 201 具有实现如图 1 所示的终端设备的信号发送方法的功能，且所述终端设备 201 所处的暗室可以为通用的单输入单输出 (Single Input Single Output, SISO) OTA 暗室，或大圆切法的暗室，或圆锥切法的暗室，在本发明实施例中采用的暗室为通用的 SISO OTA 暗室，所述第一信号分析仪 202 可以为多路输入的网络分析仪。其中，

终端设备 201，用于按照设定顺序，依次通过所述终端设备 201 中的多个接收天线中每个接收天线发射单音信号；

第一信号分析仪 202，用于针对每个接收天线，执行以下操作：

分别测量在同相 (In-phase, I) 路和异相 (Quadrature, Q) 路上的，该

接收天线发射的所述单音信号在三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位；以及

根据针对该接收天线测量得到的在 I 路和 Q 路上的三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位，得到该接收天线的复数方向图。

其中，在所述第一信号分析仪 202 在确定所述每个接收天线的复数方向图时，所述终端设备 201 需要锁定一个设定频点，即所述终端设备 201 通过每个接收天线发射的单音信号的频点相同。由于所述终端设备 201 具备发射设定频点的单音信号的功能，同时，所述终端设备 201 可以控制任意一个接收天线，使该接收天线连接到发射通道上，发射所述指定频点的单音信号，可选的，所述终端设备 201 可以通过该接收天线的天线选择开关，控制该接收天线是否发射指定频点的单音信号，其中，所述单音信号为幅度恒定的单音连续波信号。

在本发明实施例提供的系统中，通过暗室中的旋转盘，控制所述终端设备 201 的方向，由于所述第一信号分析仪 202 是通过暗室中的双极化天线，测量在 I 路和 Q 路上的该接收天线发射的所述单音信号在一个测量方向上的幅度和相位的，所述双极化天线位置固定，因此，所述终端设备 201 在旋转盘上旋转，即可调整测量方向。

可选的，三维辐射球面中各个测量方向上的幅度和相位，可以通过具有代表性的多个测量方向上的幅度和相位来表示。其中，所述测量方向可以通过第一夹角 θ 和第二夹角 ϕ 表示，所述第一夹角为在所述测量方向的一矢量与水平面的垂直夹角，所述第一夹角的取值范围为 $[-90^\circ, 90^\circ]$ ，所述第二夹角为将所述矢量投影到水平面上时，投影后的所述矢量与基准方向的夹角，所述第二夹角的取值范围为 $[0^\circ, 360^\circ)$ 。

具体的，所述第一信号分析仪 202 在针对第一个接收天线，分别测量在 I 路和 Q 路上的，该第一个接收天线发射的所述单音信号在三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位，包括：

不调整所述旋转盘，确定当前的测量方向为初始测量方向为 (θ_0, ϕ_0) ，其中 θ_0 为第一夹角， ϕ_0 为第二夹角，所述第一信号分析仪 202 通过双极化天线，测量在 I 路上的所述第一个接收天线发射的所述单音信号在测量方向 (θ_0, ϕ_0) 上的幅度和相位，得到复数测试结果 $E_{I1}(\theta_0, \phi_0)$ ，以及测量在 Q 路上的所述接收天线发射的所述单音信号在测量方向 (θ_0, ϕ_0) 上的幅度和相位，得到复数测试结果 $E_{IQ}(\theta_0, \phi_0)$ ；

通过调整所述旋转盘，控制所述终端设备 201 的方向，使测量方向中 θ 固定，并按照设定的第二步长 $\Delta\phi$ 调整 ϕ ，直至调整 ϕ 的取值遍历完 ϕ 的取值范围，所述 ϕ 取值范围为 $[\phi_{\text{mod}}, \phi_{\text{mod}} + \Delta\phi, \phi_{\text{mod}} + 2\Delta\phi, \dots, \phi_{\text{mod}} + p\Delta\phi]$ ，其中， $\phi_{\text{mod}} = \phi_0 \% (\Delta\phi)$ ， $p = \lceil \frac{360^\circ}{\Delta\phi} \rceil$ ；每调整一次测量方向后，所述第一信号分析仪 202 通过所述双极化天线，测量在 I 路上的所述第一个接收天线发射的所述单音信号在调整后的测量方向上的幅度和相位，得到复数测试结果，以及测量在 Q 路上的所述第一个接收天线发射的所述单音信号在调整后的测量方向上的幅度和相位，得到复数测试结果；

通过调整所述旋转盘，使上次测量方向中的 $\phi = \phi_0 + n\Delta\phi$ 固定不变，并按照设定的第一步长 $\Delta\theta$ ，调整一次 θ ，使 $\theta = \theta_0 + \Delta\theta$ ，所述第一信号分析仪 202 通过所述双极化天线，测量在 I 路和 Q 路上的所述第一个接收天线发射的所述单音信号在测量方向上 $(\theta_0 + \Delta\theta, \phi_0 + p\Delta\phi)$ 的幅度和相位，得到复数测试结果；继续通过调整所述旋转盘，使测量方向中 $\theta = \theta_0 + \Delta\theta$ 固定，并按照设定的第二步长 $\Delta\phi$ 调整 ϕ ，直至调整 ϕ 的取值遍历完 ϕ 的取值范围，所述 ϕ 取值范围为 $[\phi_{\text{mod}}, \phi_{\text{mod}} + \Delta\phi, \phi_{\text{mod}} + 2\Delta\phi, \dots, \phi_{\text{mod}} + p\Delta\phi]$ ，其中， $\phi_{\text{mod}} = \phi_0 \% (\Delta\phi)$ ， $p = \lceil \frac{360^\circ}{\Delta\phi} \rceil$ ；每调整一次测量方向后，所述第一信号分析仪 202 通过所述双极化天线，测量在 I 路和 Q 路上的所述第一个接收天线发射的所述单音信号在调整后的测量方向上的幅度和相位，得到复数测试结果；

如此重复，直至调整 θ 的取值遍历完 θ 的取值范围，所述 θ 的取值范围为

$[\theta_{\text{mod}}, \theta_{\text{mod}} + \Delta\theta, \theta_{\text{mod}} + 2\Delta\theta, \dots, \theta_{\text{mod}} + q\Delta\theta]$, 其中, $\theta_{\text{mod}} = \theta_0 \%(\Delta\theta)$, $q = \lceil \frac{180^\circ}{\Delta\theta} \rceil$ 。

所述第一信号分析仪 202 通过以上方式测量该第一个接收天线发射的所述单音信号在三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位, 将测量结果作为第一个接收天线的复数方向图 $P_1(\theta, \phi)$ 。

继续通过上述方法, 所述第一信号分析仪 202 可以确定第二个接收天线的复数方向图 $P_2(\theta, \phi)$, 以及后续每个接收天线的复数方向图。

在现有的多探头暗室测试方法中, 无法通过测量直接获得终端设备每个接收天线的复数方向图, 而在辐射两阶段测试方法中, 只能通过终端设备上报的数据才能测试所述终端设备每个接收天线的复数方向图, 在本发明实施例提供的系统中, 所述第一信号分析仪 202, 可以直接准确地确定所述终端设备 201 在黑盒模式下, 每个接收天线的复数方向图。这样, 在对所述终端设备 201 进行 MIMO OTA 性能测试时, 信道仿真仪可以根据每个接收天线的复数方向图来模拟所述终端设备在不同朝向时的信号传输场景, 进而保证所述基站模拟器可以最终得到所述终端设备在不同朝向时的吞吐量。

可选的, 所述第一信号分析仪 202, 还用于:

在得到每个接收天线的复数方向图后, 根据所述多个接收天线中任意两个接收天线的复数方向图, 确定所述两个接收天线的天线包络相关系数。

可选的, 所述第一信号分析仪 202 可以通过下述公式, 确定第一个接收天线和第二个接收天线的天线包络相关系数: $\rho_e = \frac{|\omega_1|^2}{\omega_2 \cdot \omega_3}$, 其中,

$$\omega_1 = \oint \{XPR \cdot E_{1I}(\theta, \phi) \cdot E'_{2I}(\theta, \phi) \cdot P_1(\theta, \phi) + E_{1Q}(\theta, \phi) \cdot E'_{2Q}(\theta, \phi) \cdot P_Q(\theta, \phi)\} d\Omega,$$

$$\omega_2 = \oint \{XPR \cdot E_{1I}(\theta, \phi) \cdot E'_{1I}(\theta, \phi) \cdot P_1(\theta, \phi) + E_{1Q}(\theta, \phi) \cdot E'_{1Q}(\theta, \phi) \cdot P_Q(\theta, \phi)\} d\Omega,$$

$$\omega_3 = \oint \{XPR \cdot E_{2I}(\theta, \phi) \cdot E'_{2I}(\theta, \phi) \cdot P_1(\theta, \phi) + E_{2Q}(\theta, \phi) \cdot E'_{2Q}(\theta, \phi) \cdot P_Q(\theta, \phi)\} d\Omega.$$

其中, 上述公式中, $E_{1I}(\theta, \phi)$ 为在 I 路上的所述第一个接收天线的在各个测量方向的复数测试结果; $E'_{2I}(\theta, \phi)$ 为 $E_{2I}(\theta, \phi)$ 的共轭复数, $E_{2I}(\theta, \phi)$ 为在 I

路上的所述第二个接收天线的在各个测量方向的复数测试结果； $E_{1Q}(\theta, \phi)$ 为在 Q 路上的所述第一个接收天线的在各个测量方向的复数测试结果； $E'_{2Q}(\theta, \phi)$ 为 $E_{2Q}(\theta, \phi)$ 的共轭复数， $E_{2Q}(\theta, \phi)$ 为在 Q 路上的所述第二个接收天线的在各个测量方向的复数测试结果； $P_I(\theta, \phi)$ 在 I 路上两个接收天线的在各个测量方向的复数测试结果； $P_Q(\theta, \phi)$ 在 Q 路上两个接收天线的在各个测量方向的复数测试结果；XPR 为预设的接收天线的 I 路和 Q 路的交叉极化比； $E'_{1I}(\theta, \phi)$ 为 $E_{1I}(\theta, \phi)$ 的共轭复数； $E'_{1Q}(\theta, \phi)$ 为 $E_{1Q}(\theta, \phi)$ 的共轭复数。

在所述第一信号分析仪 202 在确定所述每个接收天线的复数方向图时，是通过第一步长 $\Delta\theta$ 调整 θ ，以及通过第二步长 $\Delta\phi$ 调整 ϕ ，最终调整测量方向时，所述第一信号分析仪 104 仍可以通过下述公式，确定第一个接收天线和第二个接收天线的天线包络相关系数： $\rho_e = \frac{|\varpi_1|^2}{\varpi_2 \cdot \varpi_3}$ ，但是，其中，

$$\varpi_1 = \sum_{i=1}^{p\Delta\phi} \sum_{j=0}^{q\Delta\theta} \{XPR \cdot E_{1I}(\theta, \phi) \cdot E'_{2I}(\theta, \phi) \cdot P_I(\theta, \phi) + E_{1Q}(\theta, \phi) \cdot E'_{2Q}(\theta, \phi) \cdot P_Q(\theta, \phi)\} \cdot \sin(i) \cdot \Delta\theta \cdot \Delta\phi,$$

$$\varpi_2 = \sum_{i=1}^{p\Delta\phi} \sum_{j=0}^{q\Delta\theta} \{XPR \cdot E_{1I}(\theta, \phi) \cdot E'_{1I}(\theta, \phi) \cdot P_I(\theta, \phi) + E_{1Q}(\theta, \phi) \cdot E'_{1Q}(\theta, \phi) \cdot P_Q(\theta, \phi)\} \cdot \sin(i) \cdot \Delta\theta \cdot \Delta\phi,$$

$$\varpi_3 = \sum_{i=1}^{p\Delta\phi} \sum_{j=0}^{q\Delta\theta} \{XPR \cdot E_{2I}(\theta, \phi) \cdot E'_{2I}(\theta, \phi) \cdot P_I(\theta, \phi) + E_{2Q}(\theta, \phi) \cdot E'_{2Q}(\theta, \phi) \cdot P_Q(\theta, \phi)\} \cdot \sin(i) \cdot \Delta\theta \cdot \Delta\phi.$$

本组公式中每个参数与上组公式中相应的参数意义相同，可以相互参见，此处不再赘述，其中， $p = \lfloor \frac{360^\circ}{\Delta\phi} \rfloor$ ， $q = \lfloor \frac{180^\circ}{\Delta\theta} \rfloor$ 。

在本发明实施例提供的系统中，通过上述方法，所述第一信号分析仪 202 可以确定所述终端设备 201 中的多个接收天线中每个接收天线的复数方向图后，可以根据所述多个接收天线中任意两个接收天线的复数方向图，确定所述两个接收天线的天线包络相关系数。

在本发明实施例提供的一种终端设备的天线复数方向图测量系统中，所述第一信号分析仪可以直接准确地确定所述终端设备在黑盒模式下，每个接收天线的复数方向图。这样，在对所述终端设备进行下行链路的 MIMO OTA

性能测试时，信道仿真仪可以根据每个接收天线的复数方向图来模拟所述终端设备在不同朝向时的信号传输场景，进而保证所述基站模拟器可以最终得到在下行链路的所述终端设备在不同朝向时的吞吐量。进一步的，在该系统中还可准确地确定所述终端设备在黑盒模式下任意两个接收天线的天线包络相关系数。

在现有的各种 MIMO OTA 测试方法中，均不能测量终端设备的每个发射天线的复数方向图。本发明实施例提供了另一种终端设备的天线复数方向图测量系统，该系统用于测量终端设备的每个发射天线的复数方向图，参阅图 3 所示，在该系统的系统架构中包括：终端设备 301 以及第三信号分析仪 302，所述终端设备 301 具有实现如图 1 所示的终端设备的信号发送方法的功能，且所述终端设备 301 所处的暗室可以为 SISO OTA 暗室，或大圆切法的暗室，或圆锥切法的暗室，在本发明实施例中采用的暗室为通用的 SISO OTA 暗室，所述第三信号分析仪 302 还可以为多路输入的网络分析仪。其中，

终端设备 301，用于按照设定顺序，依次通过所述终端设备中的多个发射天线中每个发射天线发射单音信号；

第三信号分析仪 302，用于针对每个发射天线，执行以下操作：

分别测量在 I 路和 Q 路上的，该发射天线发射的所述单音信号在三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位；以及

根据针对该发射天线测量得到的在 I 路和 Q 路上的三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位，得到该发射天线的复数方向图。

显然，所述终端设备 301 可以通过天线选择开关，控制发射天线，使发射天线也可以发射指定频点、幅度恒定的单音信号，所述单音信号为单音连续波信号。

所述第三信号分析仪 302 在测量所述每个发射天线的复数方向图时，与所述第一信号分析仪 202 在测量每个接收天线的复数方向图的功能相同，且测试步骤，以及调整测量方向的方式相同，此处不再赘述。

可选的，所述第三信号分析仪 302，还用于：

在得到每个发射天线的复数方向图后，根据所述多个发射天线中任意两个发射天线的复数方向图，确定所述两个发射天线的天线包络相关系数。

所述第三信号分析仪 302 在确定任意两个发射天线的天线包络相关系数时，与所述第一信号分析仪 202 在确定任意两个发射天线的天线包络相关系数时，使用的方法和公式相同，此处不再赘述。

在本发明实施例提供的一种终端设备的天线复数方向图测量系统中，所述第三信号分析仪可以直接准确地确定所述终端设备在黑盒模式下，每个发射天线的复数方向图。这样，在对所述终端设备进行上行链路的 MIMO OTA 性能测试时，信道仿真仪可以根据每个发射天线的复数方向图来模拟所述终端设备在不同朝向时的信号传输场景，进而保证所述基站模拟器可以最终得到在上行链路的所述终端设备在不同朝向时的吞吐量。进一步的，在该系统中还可准确地确定所述终端设备在黑盒模式下任意两个发射天线的天线包络相关系数。

目前，现有的对终端设备进行 MIMO OTA 测试的测试方法，仅支持下行链路 2×2 的 MIMO 测试，不能测试超过 2 个接收通道的终端设备的下行链路的吞吐量，因此，现有的测试方法不能测试多接收通道的终端设备的吞吐量，适用性较低。

为了解决上述现有的对终端设备进行 MIMO OTA 测试的测试方法，不能测试多接收通道的终端设备的吞吐量，适用性较低的问题，本发明实施例还提供了一种 MIMO OTA 性能测试系统，参阅图 4 所示，在该系统的系统架构中包括：基站模拟器 401、信道仿真仪 402，以及处于暗室中的终端设备 403。其中，所述终端设备 403 所处的暗室可以为通用的单输入单输出（Single Input Single Output, SISO）OTA 暗室，或大圆切法的暗室，或圆锥切法的暗室，在本发明实施例中采用的暗室为通用的 SISO OTA 暗室，只需要增加适量的测试天线（下行天线），因此降低了成本。

在采用该系统架构，对所述终端设备进行下行链路的 MIMO OTA 性能测试时，所述基站模拟器 401，用于通过多个下行端口，向信道仿真仪 402 发送

多流下行测试信号;

所述信道仿真仪 402, 用于根据终端设备 403 中的多个接收天线中每个接收天线的复数方向图、下行辐射信道逆矩阵, 以及设定的下行信道衰落模型, 对接收的所述多流下行测试信号进行信道仿真处理, 将多流处理后的下行测试信号通过暗室中的多个下行天线发送至处于暗室中的终端设备 403;

所述终端设备 403, 用于通过所述多个接收天线接收所述信道仿真仪发送的多流处理后的下行测试信号, 并针对接收的每流处理后的下行测试信号, 向所述基站模拟器 401 反馈确认消息, 其中, 针对一流处理后的下行测试信号反馈的确认消息, 用于通知所述基站模拟器 401, 所述终端设备 403 是否正确解调所述处理后的下行测试信号;

所述基站模拟器 401, 还用于根据发送的下行测试信号的流数, 以及接收的确认消息中指示所述终端设备 403 正确解调的确认信息的数目, 确定所述终端设备 403 在下行链路的吞吐量。

其中, 所述信道仿真仪 402 中设定的下行信道衰落模型, 可以为扩展的空间信道模型 (Spatial Channel Model Extended, SCME) Umi, 或者 SCME Uma, 或者其他信道衰落模型。

所述基站模拟器 401 在根据发送的下行测试信号的流数, 以及接收的确认消息中指示所述终端设备 403 正确解调的确认信息的数目, 确定所述终端设备 403 在下行链路的吞吐量, 包括:

所述基站模拟器 401 将所述终端设备 403 在下行链路的吞吐量为正确解调的确认信息的数目与发送的下行测试信号的流数的商, 作为所述终端设备 403 在下行链路的吞吐量。

其中, 所述针对一流处理后的下行测试信号反馈的确认消息, 通常为正确应答消息 (ACKnowledge, ACK) 或错误应答消息 (Negative ACKnowledge, NACK), 其中, 确认消息为 ACK 时, 用于通知所述基站模拟器 401, 所述终端设备 403 正确解调所述处理后的下行测试信号; 而确认消息为 NACK 时, 用于通知所述基站模拟器 401, 所述终端设备 403 未正确解调所述处理后的下

行测试信号。

可选的，所述系统还包括：

第一信号分析仪 404，用于确定所述每个接收天线的复数方向图；

所述信道仿真仪 402，还用于获取所述第一信号分析仪 404 中的所述每个接收天线的复数方向图。

其中，所述第一信号分析仪 404 在确定所述每个接收天线的复数方向图时：

所述终端设备 403，还用于按照设定顺序，依次通过所述多个接收天线中的每个接收天线发射单音信号；

所述第一信号分析仪 404，具体用于针对每个接收天线，执行以下操作：

分别测量在 I 路和 Q 路上的，该接收天线发射的所述单音信号在三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位；以及

根据针对该接收天线测量得到的在 I 路和 Q 路上的三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位，得到该接收天线的复数方向图。

显然，当该系统中的第一信号分析仪 404 可以确定所述每个接收天线的复数方向图时，所述终端设备 403 具有实现如图 1 所示的终端设备的信号发送方法的功能，即具有通过任意一个设定的天线发射指定频点的单音信号的功能。

所述第一信号分析仪 404 在测量所述每个接收天线的复数方向图时，与图 2 所示的终端设备的天线复数方向图测量系统中的所述第一信号分析仪 202 在测量每个接收天线的复数方向图的功能相同，且测试步骤，以及调整测量方向的方式相同，此处不再赘述。

通过上述方式，所述第一信号分析仪可以直接准确地确定所述终端设备在黑盒模式下，每个接收天线的复数方向图。这样，在对所述终端设备进行下行链路的 MIMO OTA 性能测试时，信道仿真仪可以根据每个接收天线的复数方向图来模拟所述终端设备在不同朝向时的信号传输场景，进而保证所述基站模拟器可以最终得到在下行链路的所述终端设备在不同朝向时的吞吐

量。

可选的，所述系统还包括：

第二信号分析仪 405，用于确定所述终端设备的下行辐射信道矩阵；

第一处理设备 406，用于获取所述第二信号分析仪 405 中的所述下行辐射信道矩阵，并计算所述下行辐射信道矩阵的逆矩阵，获得下行辐射信道逆矩阵；

所述信道仿真仪 402，还用于获取所述第一处理设备 406 中的所述下行辐射信道逆矩阵。

所述第二信号分析仪 405 在确定所述终端设备的下行辐射信道矩阵时，所述终端设备 403，还用于确定所述终端设备的接收天线的个数和所述基站模拟器的下行端口的个数中的最小值 n ，并在所述多个接收天线中选择 n 个接收天线；以及按照设定顺序，依次通过所述 n 个接收天线中的每个接收天线发射单音信号；

所述第二信号分析仪 405，具体用于：

在所述终端设备通过每个接收天线发射所述单音信号时，分别与所述暗室中 n 个下行天线相连，测量所述 n 个下行天线中每个下行天线接收的信号；

根据在所述 n 个下行天线中测量到的信号，生成针对每个接收天线的信号向量；

根据生成的针对 n 个接收天线中每个接收天线的信号向量，生成所述下行辐射信道矩阵。

显然，当该系统中的第二信号分析仪 405 可以确定所述终端设备的下行辐射信道矩阵时，所述终端设备 403 具有实现如图 1 所示的终端设备的信号发送方法的功能，即具有通过任意一个设定的天线发射指定频点的单音信号的功能。

如图所示，在所述终端设备 403 通过所述 n 个接收天线中的第一个接收天线发射单音信号时，所述第二信号分析仪 405 首先连接至所述 n 个下行天

线中的第一个下行天线，测量所述第一个下行天线的信号，得到 h_{11} ，然后所述第二信号分析仪 405 连接至所述 n 个下行天线中的第二个下行天线，测量所述第二个下行天线的信号，得到 h_{12} ，如此重复，直至测量所述 n 个下行天线中的第 n 个下行天线的信号，得到 h_{1n} ，在第一个接收天线发射单音信号时，测量的所述 n 个下行天线的信号的结果，生成针对第一个接收天线的信号向量 $(h_{11} \ h_{12} \ \dots \ h_{1n})$ 。

在所述终端设备 403 通过所述 n 个接收天线中的其他任意一个接收天线发射单音信号时，所述第二信号分析仪 405 继续采用上述方法，获得针对所述 n 个接收天线中，每个接收天线的信号向量。

所述第二信号分析仪 405 根据生成的针对 n 个接收天线中每个接收天线的信号向量，生成所述下行辐射信道矩阵，下行信道矩阵

$$H = \begin{pmatrix} h_{11} & \dots & h_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{n1} & \dots & h_{nn} \end{pmatrix}.$$

所述第二信号分析仪 405 在确定下行辐射信道矩阵后，发送给所述第一处理设备 406；所述第一处理设备 406 获取所述第二信号分析仪 405 中的所述下行辐射信道矩阵，并计算所述下行辐射信道矩阵的逆矩阵，获得下行辐射信道逆矩阵，并将所述下行辐射信道逆矩阵发送给所述信道仿真仪 402。

通过下述公式，可以确定通过上述辐射测试确定的下行辐射信道逆矩阵，可以作为传导测试的下行信道逆矩阵，即所述下行辐射信道逆矩阵可以用于信道仿真仪 102 对下行测试信号进行信道仿真处理：

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11} & \dots & h_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{n1} & \dots & h_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} g_{11} & \dots & g_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{n1} & \dots & g_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f(x_1) \\ \vdots \\ f(x_n) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f(x_1) \\ \vdots \\ f(x_n) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f(x_1) \\ \vdots \\ f(x_n) \end{pmatrix},$$

其中， $\begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}$ 为传导测试时所述终端设备的所述 n 个接收天线的信号，

$$\begin{pmatrix} f(x_1) \\ \vdots \\ f(x_n) \end{pmatrix}$$
 为辐射测试时所述终端设备的所述 n 个接收天线的信号,

$$\begin{pmatrix} g_{11} & \cdots & g_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{n1} & \cdots & g_{nn} \end{pmatrix}$$

为下行辐射信道逆矩阵。

可选的, 所述第一信号分析仪 404, 还用于:

在确定所述终端设备中的多个接收天线中每个接收天线的复数方向图后, 根据所述多个接收天线中任意两个接收天线的复数方向图, 确定所述两个接收天线的天线包络相关系数。

所述第一信号分析仪 404 在确定任意两个接收天线的天线包络相关系数时, 与图 2 所示的终端设备的天线复数方向图测量系统中的所述第一信号分析仪 202 在确定任意两个接收天线的天线包络相关系数时, 使用的方法和公式相同, 此处不再赘述。

在现有的 MIMO OTA 测试方法中, 无法直接测量任意两个接收天线的复数方向图。在本发明实施例提供的系统中, 通过上述方法, 所述第一信号分析仪 404 可以确定所述终端设备 403 中的多个接收天线中每个接收天线的复数方向图后, 可以根据所述多个接收天线中任意两个接收天线的复数方向图, 确定所述两个接收天线的天线包络相关系数。

在本发明实施例提供的 MIMO OTA 性能测试系统中, 由于所述基站模拟器可以发送多流下行测试信号, 且所述终端设备可以通过多个接收天线接收所述信道仿真仪通过多个下行天线发送多流处理后的下行测试信号, 不用限定下行测试信号的流数、下行天线的个数以及所述终端设备中接收天线的个数, 因此, 本发明实施例提供的 MIMO OTA 性能测试系统可以支持下行链路 $a \times b$ 的 MIMO 测试, a 和 b 均为大于等于 2 的正整数, 显然, 采用本发明实施例的 MIMO OTA 性能测试系统, 可以测试多接收通道的终端设备的吞吐量, 适用性较高。

在现有的 MIMO OTA 性能测试方法中, 仅可以测试终端设备在下行链路的吞吐量, 而无法测试终端设备在上行链路的吞吐量, 导致无法准确地得到

终端设备在上行链路的工作性能。

为了准确地测量终端设备在上行链路的吞吐量，本发明实施例还提供了另一种 MIMO OTA 性能测试系统，参阅图 5 所示，在该系统的系统架构中包括：基站模拟器 501、信道仿真仪 502，以及处于暗室中的终端设备 503。其中，所述终端设备 503 所处的暗室可以为通用的 SISO OTA 暗室，或大圆切法的暗室，或圆锥切法的暗室，在本发明实施例中采用的暗室为通用的 SISO OTA 暗室，只需要增加适量的测试天线（上行天线），因此降低了成本。

在采用该系统架构，对所述终端设备进行上行链路的 MIMO OTA 性能测试时，所述终端设备 503，用于通过所述终端设备 503 中的多个发射天线发射多流上行测试信号，并通过所述暗室中多个上行天线将所述多流上行测试信号传输至信道仿真仪 502；

所述信道仿真仪 502，用于根据所述终端设备 503 中的多个发射天线中每个发射天线的复数方向图、所述上行辐射信道逆矩阵，以及设定的上行信道衰落模型，对所述多流上行测试信号进行信道仿真处理，将多流处理后的上行测试信号发送至基站模拟器 501；

所述基站模拟器 501，用于通过多个上行端口，接收所述信道仿真仪 502 发送的多流处理后的上行测试信号，并根据所述终端设备 503 发送的上行测试信号的流数，以及所述基站模拟器 501 接收到处理后的上行测试信号的流数，确定所述终端设备 503 在上行链路的吞吐量。

其中，所述信道仿真仪 502 中设定的上行信道衰落模型，可以为 SCME Umi，或者 SCME Uma，或者其他信道衰落模型。

所述基站模拟器 501 根据所述终端设备 503 发送的上行测试信号的流数，以及所述基站模拟器 501 接收到处理后的上行测试信号的流数，确定所述终端设备 503 在上行链路的吞吐量，包括：

所述基站模拟器 501 将接收到处理后的上行测试信号的流数与所述终端设备 503 发送的上行测试信号的流数的商，作为所述终端设备 503 在上行链路的吞吐量。

可选的，所述系统还包括：

第三信号分析仪 504，用于确定所述每个发射天线的复数方向图；

所述信道仿真仪 502，还用于获取所述第三信号分析仪中的所述每个发射天线的复数方向图。

其中，所述第三信号分析仪 504 在确定所述每个发射天线的复数方向图时：

所述终端设备 503，还用于按照设定顺序，依次通过所述多个发射天线中的每个发射天线发射单音信号；

所述第三信号分析仪 504，具体用于针对每个发射天线，执行以下操作：

分别测量在 I 路和 Q 路上的，该发射天线发射的所述单音信号在三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位；以及

根据针对该接收天线测量得到的在 I 路和 Q 路上的三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位，得到该发射天线的复数方向图。

显然，当该系统中的第三信号分析仪 504 可以确定所述每个发射天线的复数方向图时，所述终端设备 503 具有实现如图 1 所示的终端设备的信号发送方法的功能，即具有通过任意一个设定的天线发射指定频点的单音信号的功能。

所述第三信号分析仪 504 在测量所述每个发射天线的复数方向图时，与图 3 所示的终端设备的天线复数方向图测量系统中的所述第三信号分析仪 302 在测量每个接收天线的复数方向图的功能相同，且测试步骤，以及调整测量方向的方式相同，此处不再赘述。

通过上述方式，所述第一信号分析仪可以直接准确地确定所述终端设备在黑盒模式下，每个发射天线的复数方向图。这样，在对所述终端设备进行上行链路的 MIMO OTA 性能测试时，信道仿真仪可以根据每个发射天线的复数方向图来模拟所述终端设备在不同朝向时的信号传输场景，进而保证所述基站模拟器可以最终得到在上行链路的所述终端设备在不同朝向时的吞吐量。

可选的, 所述系统还包括:

第四信号分析仪 505, 用于确定所述终端设备的上行辐射信道矩阵;

第二处理设备 506, 用于获取所述第四信号分析仪 505 中的所述上行辐射信道矩阵, 并计算所述上行辐射信道矩阵的逆矩阵, 获得上行辐射信道逆矩阵;

所述信道仿真仪 502, 还用于获取所述第二处理设备中的所述上行辐射信道逆矩阵。

所述第四信号分析仪 505 在确定所述终端设备的上行辐射信道矩阵时, 所述终端设备 503, 还用于确定所述终端设备的发射天线的个数和所述基站模拟器的上行端口的个数中的最小值 m , 并在所述多个发射天线中选择 m 个发射天线; 以及按照设定顺序, 依次通过所述 m 个发射天线中的每个发射天线发射单音信号;

所述第四信号分析仪 505, 具体用于:

在所述终端设备通过每个发射天线发射所述单音信号时, 分别与所述暗室中 m 个上行天线相连, 测量所述 m 个上行天线中每个上行天线接收的信号;

根据在所述 m 个上行天线中测量到的信号, 生成针对每个发射天线的信号向量;

根据生成的针对 m 个发射天线中的每个发射天线的信号向量, 生成所述上行辐射信道矩阵。

显然, 当该系统中的第四信号分析仪 505 可以确定所述终端设备的上行辐射信道矩阵时, 所述终端设备 503 具有实现如图 1 所示的终端设备的信号发送方法的功能, 即具有通过任意一个设定的天线发射指定频点的单音信号的功能。

在本发明实施例提供系统中, 所述第四信号分析仪 505 在确定所述终端设备 503 的上行辐射信道矩阵时, 与如图 4 所示的 MIMO OTA 测试系统中, 所述第二信号分析仪 405 在确定所述终端设备 403 的下行辐射信道矩阵的步骤相同, 此处也不再赘述。

可选的, 所述第三信号分析仪 504, 还用于:

在确定所述终端设备中的多个发射天线中每个发射天线的复数方向图后, 根据所述多个发射天线中任意两个发射天线的复数方向图, 确定所述两个发射天线的天线包络相关系数。

所述第三信号分析仪 504 在确定任意两个发射天线的天线包络相关系数时, 与图 3 所示的终端设备的天线复数方向图测量系统中的所述第三信号分析仪 302 在确定任意两个发射天线的天线包络相关系数时, 使用的方法和公式相同, 此处不再赘述。

采用本发明实施例提供的 MIMO OTA 性能测试系统, 可以准确地测量终端设备在上行链路的吞吐量, 从而准确地得到终端设备在上行链路的工作性能。

基于以上实施例, 本发明实施例提供了还一种 MIMO OTA 性能测试系统, 该系统可以测量终端设备在上行链路的吞吐量, 还可以测量终端设备在下行链路的吞吐量, 如图 6 所示, 在该系统的系统架构中包括: 基站模拟器 601、信道仿真仪 602, 以及处于暗室中的终端设备 603。

可选的, 该系统中还可以包括第一信号分析仪 604, 用于确定所述每个接收天线的复数方向图。

可选的, 该系统中还可以包括第二信号分析仪 605, 用于确定所述终端设备 603 的下行辐射信道矩阵。

相应的, 还包括第一处理设备 606, 用于获取所述第二信号分析仪 605 中的所述下行辐射信道矩阵, 并计算所述下行辐射信道矩阵的逆矩阵, 获得下行辐射信道逆矩阵。

可选的, 该系统中还可以包括第三信号分析仪 607, 用于确定所述每个发射天线的复数方向图。

可选的, 该系统中还可以包括第四信号分析仪 608, 用于确定所述终端设备 603 的上行辐射信道矩阵。

相应的, 还包括第二处理设备 609, 用于获取所述第四信号分析仪 608 中

的所述上行辐射信道矩阵，并计算所述上行辐射信道矩阵的逆矩阵，获得上行辐射信道逆矩阵。

所述系统在测量终端设备 603 在下行链路的吞吐量时，相关的各个设备的功能参见图 4 所示的实施例中相应设备的功能；所述系统在测量终端设备 603 在上行链路的吞吐量时，相关的各个设备的功能参见图 5 所示的实施例中相应设备的功能，此处不再赘述。

在本发明实施例提供的 MIMO OTA 性能测试系统中，第一信号分析仪 604 和第三信号分析仪 607 分别测试每个发射天线的复数方向图和每个发射天线中的复数方向图，因此，所述第一信号分析仪 604 和所述第三信号分析仪 607 可以同一个信号分析仪，同理，所述第二信号分析仪 605 和所述第四信号分析仪 608 也可以是同一个信号分析仪，可选的，所述第一信号分析仪 604、所述第二信号分析仪 605、所述第三信号分析仪 607、所述第四信号分析仪 608 也可以是同一个信号分析仪，本发明实施例对此不做限定，其中，本发明涉及的各个信号分析仪还可以为多路输入的网络分析仪。

在本发明实施例提供的 MIMO OTA 性能测试系统中，所述第一处理设备 606 和所述第二处理设备 609 也可以相同的处理设备。本发明实施例对此不做限定。

综上所述，本发明实施例提供的 MIMO OTA 性能测试系统不仅可以测量多接收通道的终端设备的吞吐量，还可以测试多发射通道的终端设备的吞吐量，相对于现有技术中的多探头暗室测试方法，无需针对所述终端设备的每个天线，都配置两个信道模拟器，显然，本发明可以降低测试成本。同时，采用本发明实施例提供的系统，还可以直接测量获得所述终端每个接收天线的复数方向图、每个发射天线的复数方向图，还可以直接测量获得下行辐射信道矩阵、上行辐射信道矩阵，进而获得下行辐射信道逆矩阵、下行辐射信道逆矩阵，且获得的各个参数更准确，最终提高了 MIMO OTA 性能测试结果的准确度。

基于以上实施例，本发明实施例还提供了一种终端设备，该终端设备用

于实现如图 1 所示的信号发送方法，参阅图 7 所示，该终端设备 700 中包括生成单元 701 和发射单元 702，其中，

生成单元 701，用于生成设定频点的单音信号；

发射单元 702，用于通过所述终端设备 700 中的设定天线发射所述单音信号，所述设定天线为所述终端设备中的接收天线或发射天线。

可选的，所述单音信号为幅度恒定的单音连续波信号。

可选的，所述发射单元 702，还用于：

在通过所述设定天线发送所述单音信号之前，打开所述设定天线的天线选择开关，以及关闭除所述设定天线以外的其他接收天线和发射天线的天线选择开关。

采用本发明实施例提供的终端设备，所述终端设备可以生成设定频点的单音信号，并可以通过所述终端设备中的设定接收天线或发射天线，发射所述单音信号。由于终端设备具有通过任意一个设定的天线发射指定频点的单音信号的功能，因此，终端设备的天线复数方向图测量系统可以通过所述终端设备通过每个接收天线或发射天线发射设定频点的单音信号，准确的测量出所述终端设备中各天线的复数方向图，进而在根据所述终端设备中各天线的复数方向图对所述终端设备进行 MIMO OTA 性能测试时，可以获得准确的测量结果。

基于以上实施例，本发明实施例还提供了一种终端设备，该终端设备用于实现如图 1 所示的所示的信号发送方法，参阅图 8 所示，该终端设备 800 中包括信号发生器 801、处理器 802、总线 803、存储器 804，以及多个天线，包括多个接收天线 805 以及多个发射天线 806，每个天线具有一个天线选择开关，其中，

信号发生器 801、处理器 802、存储器 804，以及多个天线通过总线 803 相互连接；总线 803 可以是外设部件互连标准（peripheral component interconnect，简称 PCI）总线或扩展工业标准结构（extended industry standard architecture，简称 EISA）总线等。所述总线可以分为地址总线、数据总线、

控制总线等。为便于表示，图 8 中仅用一条粗线表示，但并不表示仅有一根总线或一种类型的总线。

所述信号发生器 801 用于生成设定频点的单音信号；

所述多个天线，用于发射所述单音信号；其中，所述接收天线 805 还用于接收下行信号，所述发射天线 806 还用于发射上行信号。

所述处理器 802，用于实现如图 1 所示的信号发送方法，包括：

控制所述信号发生器 801，使所述信号发生器 801 生成所述设定频点的单音信号；

通过所述终端设备中的设定天线发射所述单音信号，所述设定天线为所述终端设备中的接收天线 805 或发射天线 806。

可选的，所述单音信号为幅度恒定的单音连续波信号。

可选的，所述处理器 802，还用于：

在通过所述设定天线发送所述单音信号之前，打开所述设定天线的天线选择开关，以及关闭除所述设定天线以外的其他接收天线 805 和发射天线 806 的天线选择开关。

采用本发明实施例提供的终端设备，所述终端设备可以生成设定频点的单音信号，并可以通过所述终端设备中的设定接收天线或发射天线，发射所述单音信号。由于终端设备具有通过任意一个设定的天线发射指定频点的单音信号的功能，因此，终端设备的天线复数方向图测量系统可以通过所述终端设备通过每个接收天线或发射天线发射设定频点的单音信号，准确的测量出所述终端设备中各天线的复数方向图，进而在根据所述终端设备中各天线的复数方向图对所述终端设备进行 MIMO OTA 性能测试时，可以获得准确的测量结果。

基于以上实施例，本发明实施例还提供了一种终端设备的天线复数方向图测量方法，该方法适用于如图 2 所示的终端设备的天线复数方向图测量系统，该方法中涉及的设备可以为图 2 所示的系统中相应的设备，参阅图 9 所示，该方法的流程包括：

步骤 901: 终端设备按照设定顺序, 依次通过所述终端设备中的多个接收天线中每个接收天线发射单音信号;

步骤 902: 第一信号分析仪针对每个接收天线, 执行以下操作:

分别测量在 I 路和 Q 路上的, 该接收天线发射的所述单音信号在三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位; 以及

根据针对该接收天线测量得到的在 I 路和 Q 路上的三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位, 得到该接收天线的复数方向图。

可选的, 在所述第一信号分析仪得到每个接收天线的复数方向图后, 还包括:

根据所述多个接收天线中任意两个接收天线的复数方向图, 确定所述两个接收天线的天线包络相关系数。

采用本发明实施例提供的一种终端设备的天线复数方向图测量方法, 所述第一信号分析仪可以直接准确地确定所述终端设备在黑盒模式下, 每个接收天线的复数方向图。这样, 在对所述终端设备进行下行链路的 MIMO OTA 性能测试时, 信道仿真仪可以根据每个接收天线的复数方向图来模拟所述终端设备在不同朝向时的信号传输场景, 进而保证所述基站模拟器可以最终得到在下行链路的所述终端设备在不同朝向时的吞吐量。进一步的, 在该系统中还可准确地确定所述终端设备在黑盒模式下任意两个接收天线的天线包络相关系数。

基于以上实施例, 本发明实施例还提供了一种终端设备的天线复数方向图测量方法, 该方法适用于如图 3 所示的终端设备的天线复数方向图测量系统, 该方法中涉及的设备可以为图 3 所示的系统中相应的设备, 参阅图 10 所示, 该方法的流程包括:

步骤 1001: 终端设备按照设定顺序, 依次通过所述终端设备中的多个发射天线中每个发射天线发射单音信号;

步骤 1002: 第三信号分析仪针对每个发射天线, 执行以下操作:

分别测量在 I 路和 Q 路上的, 该发射天线发射的所述单音信号在三维辐

射球面中的各个测量方向上的幅度和相位；以及

根据针对该发射天线测量得到的在 I 路和 Q 路上的三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位，得到该发射天线的复数方向图。

可选的，在所述第三信号分析仪得到每个发射天线的复数方向图后，还包括：

根据所述多个发射天线中任意两个发射天线的复数方向图，确定所述两个发射天线的天线包络相关系数。

采用本发明实施例提供的一种终端设备的天线复数方向图测量方法，所述第三信号分析仪可以直接准确地确定所述终端设备在黑盒模式下，每个发射天线的复数方向图。这样，在对所述终端设备进行上行链路的 MIMO OTA 性能测试时，信道仿真仪可以根据每个发射天线的复数方向图来模拟所述终端设备在不同朝向时的信号传输场景，进而保证所述基站模拟器可以最终得到在上行链路的所述终端设备在不同朝向时的吞吐量。进一步的，在该系统中还可准确地确定所述终端设备在黑盒模式下任意两个发射天线的天线包络相关系数。

基于以上实施例，本发明实施例还提供的一种 MIMO OTA 性能测试方法，该方法适用于如图 4 所示的 MIMO OTA 性能测试系统，该方法中涉及的设备可以为图 4 所示的系统中相应的设备，参阅图 11 所示，该方法的流程包括：

步骤 1101：基站模拟器通过多个下行端口，向信道仿真仪发送多流下行测试信号；

步骤 1102：所述信道仿真仪根据终端设备中的多个接收天线中每个接收天线的复数方向图、下行辐射信道逆矩阵，以及设定的下行信道衰落模型，对接收的所述多流下行测试信号进行信道仿真处理，将多流处理后的下行测试信号通过暗室中的多个下行天线发送至处于暗室中的终端设备；

步骤 1103：所述终端设备通过所述多个接收天线接收所述信道仿真仪发送的多流处理后的下行测试信号，并针对接收的每流处理后的下行测试信号，向所述基站模拟器反馈确认消息，其中，针对一流处理后的下行测试信号反

馈的确认消息，用于通知所述基站模拟器，所述终端设备是否正确解调所述处理后的下行测试信号；

步骤 1104：所述基站模拟器根据发送的下行测试信号的流数，以及接收的确认消息中指示所述终端设备正确解调的确认信息的数目，确定所述终端设备在下行链路的吞吐量。

可选的，在所述信道仿真仪对接收的所述多流下行测试信号进行信道仿真处理之前，所述方法还包括：

第一信号分析仪确定所述每个接收天线的复数方向图；

所述信道仿真仪获取所述第一信号分析仪中的所述每个接收天线的复数方向图。

可选的，所述方法还包括：

所述终端设备按照设定顺序，依次通过所述多个接收天线中的每个接收天线发射单音信号；

所述第一信号分析仪确定所述每个接收天线的复数方向图，包括：

所述第一信号分析仪针对每个接收天线，执行以下操作：

分别测量在 I 路和 Q 路上的，该接收天线发射的所述单音信号在三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位；以及

根据针对该接收天线测量得到的在 I 路和 Q 路上的三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位，得到该接收天线的复数方向图。

可选的，在所述信道仿真仪在对接收的所述多流下行测试信号进行信道仿真处理之前，所述方法还包括：

第二信号分析仪确定所述终端设备的下行辐射信道矩阵；

第一处理设备获取所述第二信号分析仪中的所述下行辐射信道矩阵，并计算所述下行辐射信道矩阵的逆矩阵，获得下行辐射信道逆矩阵；

所述信道仿真仪获取所述第一处理设备中的所述下行辐射信道逆矩阵。

可选的，所述方法还包括：

所述终端设备确定所述终端设备的接收天线的个数和所述基站模拟器的

下行端口的个数中的最小值 n ，并在所述多个接收天线中选择 n 个接收天线；以及按照设定顺序，依次通过所述 n 个接收天线中的每个接收天线发射单音信号；

所述第二信号分析仪确定所述终端设备的下行辐射信道矩阵，包括：

在所述终端设备通过每个接收天线发射所述单音信号时，分别与所述暗室中 n 个下行天线相连，测量所述 n 个下行天线中每个下行天线接收的信号；

根据在所述 n 个下行天线中测量到的信号，生成针对每个接收天线的信号向量；

根据生成的针对 n 个接收天线中每个接收天线的信号向量，生成所述下行辐射信道矩阵。

可选的，在所述第一信号分析仪确定每个接收天线的复数方向图后，所述方法还包括：

根据所述多个接收天线中任意两个接收天线的复数方向图，确定所述两个接收天线的天线包络相关系数。

采用本发明实施例提供的 MIMO OTA 性能测试方法，由于所述基站模拟器可以发送多流下行测试信号，且所述终端设备可以通过多个接收天线接收所述信道仿真仪通过多个下行天线发送多流处理后的下行测试信号，不用限定下行测试信号的流数、下行天线的个数以及所述终端设备中接收天线的个数，因此，本发明实施例提供的 MIMO OTA 性能测试系统可以支持下行链路 $a \times b$ 的 MIMO 测试， a 和 b 均为大于等于 2 的正整数，显然，采用本发明实施例的 MIMO OTA 性能测试系统，可以测试多接收通道的终端设备的吞吐量，适用性较高。

基于以上实施例，本发明实施例还提供的另一种 MIMO OTA 性能测试方法，该方法适用于如图 5 所示的 MIMO OTA 性能测试系统，该方法中涉及的设备可以为图 5 所示的系统中相应的设备，参阅图 12 所示，该方法的流程包括：

步骤 1201：处于暗室中的终端设备通过所述终端设备中的多个发射天线

发射多流上行测试信号，并通过所述暗室中多个上行天线将所述多流上行测试信号传输至信道仿真仪；

步骤 1202：所述信道仿真仪根据所述终端设备中的多个发射天线中每个发射天线的复数方向图、所述上行辐射信道逆矩阵，以及设定的上行信道衰落模型，对所述多流上行测试信号进行信道仿真处理，将多流处理后的上行测试信号发送至基站模拟器；

步骤 1203：所述基站模拟器通过多个上行端口，接收所述信道仿真仪发送的多流处理后的上行测试信号，并根据所述终端设备发送的上行测试信号的流数，以及所述基站模拟器接收到处理后的上行测试信号的流数，确定所述终端设备在上行链路的吞吐量。

可选的，在所述信道仿真仪对所述多流上行测试信号进行信道仿真处理之前，所述方法还包括：

第三信号分析仪确定所述每个发射天线的复数方向图；

所述信道仿真仪获取所述第三信号分析仪中的所述每个发射天线的复数方向图。

可选的，所述方法还包括：

所述终端设备按照设定顺序，依次通过所述多个发射天线中的每个发射天线发射单音信号；

所述第三信号分析仪确定所述每个发射天线的复数方向图，包括：

所述第三信号分析仪针对每个发射天线，执行以下操作：

分别测量在 I 路和 Q 路上的，该发射天线发射的所述单音信号在三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位；以及

根据针对该接收天线测量得到的在 I 路和 Q 路上的三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位，得到该发射天线的复数方向图。

可选的，在所述信道仿真仪对所述多流上行测试信号进行信道仿真处理之前，所述方法还包括：

第四信号分析仪确定所述终端设备的上行辐射信道矩阵；

第二处理设备获取所述第四信号分析仪中的所述上行辐射信道矩阵，并计算所述上行辐射信道矩阵的逆矩阵，获得上行辐射信道逆矩阵；

所述信道仿真仪获取所述第二处理设备中的所述上行辐射信道逆矩阵。

可选的，所述方法还包括：

所述终端设备确定所述终端设备的发射天线的个数和所述基站模拟器的上行端口的个数中的最小值 m ，并在所述多个发射天线中选择 m 个发射天线；以及按照设定顺序，依次通过所述 m 个发射天线中的每个发射天线发射单音信号；

所述第四信号分析仪确定所述终端设备的上行辐射信道矩阵，包括：

在所述终端设备通过每个发射天线发射所述单音信号时，分别与所述暗室中 m 个上行天线相连，测量所述 m 个上行天线中每个上行天线接收的信号；

根据在所述 m 个上行天线中测量到的信号，生成针对每个发射天线的信号向量；

根据生成的针对 m 个发射天线中的每个发射天线的信号向量，生成所述上行辐射信道矩阵。

可选的，在所述第三信号分析仪确定每个发射天线的复数方向图后，所述方法还包括：

根据所述多个发射天线中任意两个发射天线的复数方向图，确定所述两个发射天线的天线包络相关系数。

采用本发明实施例提供的 MIMO OTA 性能测试系统，可以准确地测量终端设备在上行链路的吞吐量，从而准确地得到终端设备在上行链路的工作性能。

综上所述，通过本发明实施例中提供的一种终端设备的信号发送方法及终端设备，所述终端设备可以生成设定频点的单音信号，并可以通过所述终端设备中的设定接收天线或发射天线，发射所述单音信号。由于终端设备具有通过任意一个设定的天线发射指定频点的单音信号的功能，因此，终端设备的天线复数方向图测量系统可以通过所述终端设备通过每个接收天线或发

射天线发射设定频点的单音信号，准确的测量出所述终端设备中各天线的复数方向图，进而在根据所述终端设备中各天线的复数方向图对所述终端设备进行 MIMO OTA 性能测试时，可以获得准确的测量结果。

尽管已描述了本发明的优选实施例，但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念，则可对这些实施例做出另外的变更和修改。所以，所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本发明范围的所有变更和修改。

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

权利要求

1、一种终端设备的信号发送方法，其特征在于，包括：

终端设备生成设定频点的单音信号；

所述终端设备通过所述终端设备中的设定天线发射所述单音信号，所述设定天线为所述终端设备中的接收天线或发射天线。

2、如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述单音信号为幅度恒定的单音连续波信号。

3、如权利要求1或2所述的方法，其特征在于，在所述终端设备通过所述设定天线发送所述单音信号之前，还包括：

所述终端设备打开所述设定天线的天线选择开关，以及关闭除所述设定天线以外的其他接收天线和发射天线的天线选择开关。

4、一种终端设备的天线复数方向图测量系统，其特征在于，包括：

终端设备，用于按照设定顺序，依次通过所述终端设备中的多个接收天线中每个接收天线发射单音信号；

第一信号分析仪，用于针对每个接收天线，执行以下操作：

分别测量在同相 I 路和异相 Q 路上的，该接收天线发射的所述单音信号在三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位；以及

根据针对该接收天线测量得到的在 I 路和 Q 路上的三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位，得到该接收天线的复数方向图。

5、如权利要求4所述的系统，其特征在于，所述第一信号分析仪，还用于：

在得到每个接收天线的复数方向图后，根据所述多个接收天线中任意两个接收天线的复数方向图，确定所述两个接收天线的天线包络相关系数。

6、一种终端设备的天线复数方向图测量系统，其特征在于，包括：

终端设备，用于按照设定顺序，依次通过所述终端设备中的多个发射天线中每个发射天线发射单音信号；

第三信号分析仪，用于针对每个发射天线，执行以下操作：

分别测量在同相 I 路和异相 Q 路上的，该发射天线发射的所述单音信号在三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位；以及

根据针对该发射天线测量得到的在 I 路和 Q 路上的三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位，得到该发射天线的复数方向图。

7、如权利要求 6 所述的系统，其特征在于，所述第三信号分析仪，还用于：

在得到每个发射天线的复数方向图后，根据所述多个发射天线中任意两个发射天线的复数方向图，确定所述两个发射天线的天线包络相关系数。

8、一种 MIMO OTA 性能测试系统，其特征在于，包括：

基站模拟器，用于通过多个下行端口，向信道仿真仪发送多流下行测试信号；

所述信道仿真仪，用于根据终端设备中的多个接收天线中每个接收天线的复数方向图、下行辐射信道逆矩阵，以及设定的下行信道衰落模型，对接收的所述多流下行测试信号进行信道仿真处理，将多流处理后的下行测试信号通过暗室中的多个下行天线发送至处于暗室中的终端设备；

所述终端设备，用于通过所述多个接收天线接收所述信道仿真仪发送的多流处理后的下行测试信号，并针对接收的每流处理后的下行测试信号，向所述基站模拟器反馈确认消息，其中，针对一流处理后的下行测试信号反馈的确认消息，用于通知所述基站模拟器，所述终端设备是否正确解调所述处理后的下行测试信号；

所述基站模拟器，还用于根据发送的下行测试信号的流数，以及接收的确认消息中指示所述终端设备正确解调的确认信息的数目，确定所述终端设备在下行链路的吞吐量。

9、如权利要求 8 所述的系统，其特征在于，所述系统还包括：

第一信号分析仪，用于确定所述每个接收天线的复数方向图；

所述信道仿真仪，还用于获取所述第一信号分析仪中的所述每个接收天

线的复数方向图。

10、如权利要求 9 所述的系统，其特征在于，

所述终端设备，还用于按照设定顺序，依次通过所述多个接收天线中的每个接收天线发射单音信号；

所述第一信号分析仪，具体用于针对每个接收天线，执行以下操作：

分别测量在同相 I 路和异相 Q 路上的，该接收天线发射的所述单音信号在三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位；以及

根据针对该接收天线测量得到的在 I 路和 Q 路上的三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位，得到该接收天线的复数方向图。

11、如权利要求 8-10 任一项所述的系统，其特征在于，所述系统还包括：

第二信号分析仪，用于确定所述终端设备的下行辐射信道矩阵；

第一处理设备，用于获取所述第二信号分析仪中的所述下行辐射信道矩阵，并计算所述下行辐射信道矩阵的逆矩阵，获得下行辐射信道逆矩阵；

所述信道仿真仪，还用于获取所述第一处理设备中的所述下行辐射信道逆矩阵。

12、如权利要求 11 所述的系统，其特征在于，

所述终端设备，还用于确定所述终端设备的接收天线的个数和所述基站模拟器的下行端口的个数中的最小值 n ，并在所述多个接收天线中选择 n 个接收天线；以及按照设定顺序，依次通过所述 n 个接收天线中的每个接收天线发射单音信号；

所述第二信号分析仪，具体用于：

在所述终端设备通过每个接收天线发射所述单音信号时，分别与所述暗室中 n 个下行天线相连，测量所述 n 个下行天线中每个下行天线接收的信号；

根据在所述 n 个下行天线中测量到的信号，生成针对每个接收天线的信号向量；

根据生成的针对 n 个接收天线中每个接收天线的信号向量，生成所述下行辐射信道矩阵。

13、如权利要求 9 或 10 所述的系统，其特征在于，所述第一信号分析仪，还用于：

在确定所述终端设备中的多个接收天线中每个接收天线的复数方向图后，根据所述多个接收天线中任意两个接收天线的复数方向图，确定所述两个接收天线的天线包络相关系数。

14、一种 MIMO OTA 性能测试系统，其特征在于，包括：

处于暗室中的终端设备，用于通过所述终端设备中的多个发射天线发射多流上行测试信号，并通过所述暗室中多个上行天线将所述多流上行测试信号传输至信道仿真仪；

所述信道仿真仪，用于根据所述终端设备中的多个发射天线中每个发射天线的复数方向图、所述上行辐射信道逆矩阵，以及设定的上行信道衰落模型，对所述多流上行测试信号进行信道仿真处理，将多流处理后的上行测试信号发送至基站模拟器；

所述基站模拟器，用于通过多个上行端口，接收所述信道仿真仪发送的多流处理后的上行测试信号，并根据所述终端设备发送的上行测试信号的流数，以及所述基站模拟器接收到处理后的上行测试信号的流数，确定所述终端设备在上行链路的吞吐量。

15、如权利要求 14 所述的系统，其特征在于，所述系统还包括：

第三信号分析仪，用于确定所述每个发射天线的复数方向图；

所述信道仿真仪，还用于获取所述第三信号分析仪中的所述每个发射天线的复数方向图。

16、如权利要求 15 所述的系统，其特征在于，

所述终端设备，还用于按照设定顺序，依次通过所述多个发射天线中的每个发射天线发射单音信号；

所述第三信号分析仪，具体用于针对每个发射天线，执行以下操作：

分别测量在同相 I 路和异相 Q 路上的，该发射天线发射的所述单音信号在三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位；以及

根据针对该接收天线测量得到的在 I 路和 Q 路上的三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位，得到该发射天线的复数方向图。

17、如权利要求 14-16 任一项所述的系统，其特征在于，所述系统还包括：
第四信号分析仪，用于确定所述终端设备的上行辐射信道矩阵；

第二处理设备，用于获取所述第四信号分析仪中的所述上行辐射信道矩阵，并计算所述上行辐射信道矩阵的逆矩阵，获得上行辐射信道逆矩阵；

所述信道仿真仪，还用于获取所述第二处理设备中的所述上行辐射信道逆矩阵。

18、如权利要求 17 所述的系统，其特征在于，

所述终端设备，还用于确定所述终端设备的发射天线的个数和所述基站模拟器的上行端口的个数中的最小值 m ，并在所述多个发射天线中选择 m 个发射天线；以及按照设定顺序，依次通过所述 m 个发射天线中的每个发射天线发射单音信号；

所述第四信号分析仪，具体用于：

在所述终端设备通过每个发射天线发射所述单音信号时，分别与所述暗室中 m 个上行天线相连，测量所述 m 个上行天线中每个上行天线接收的信号；

根据在所述 m 个上行天线中测量到的信号，生成针对每个发射天线的信号向量；

根据生成的针对 m 个发射天线中的每个发射天线的信号向量，生成所述上行辐射信道矩阵。

19、如权利要求 15 或 16 所述的系统，其特征在于，所述第三信号分析仪，还用于：

在确定所述终端设备中的多个发射天线中每个发射天线的复数方向图后，根据所述多个发射天线中任意两个发射天线的复数方向图，确定所述两个发射天线的天线包络相关系数。

20、一种终端设备，其特征在于，包括：

生成单元，用于生成设定频点的单音信号；

发射单元，用于通过所述终端设备中的设定天线发射所述单音信号，所述设定天线为所述终端设备中的接收天线或发射天线。

21、如权利要求 20 所述的终端设备，其特征在于，所述单音信号为幅度恒定的单音连续波信号。

22、如权利要求 20 或 21 所述的终端设备，其特征在于，所述发射单元，还用于：

在通过所述设定天线发送所述单音信号之前，打开所述设定天线的天线选择开关，以及关闭除所述设定天线以外的其他接收天线和发射天线的天线选择开关。

23、一种终端设备，其特征在于，包括：

信号发生器，用于生成设定频点的单音信号；

处理器，用于通过所述终端设备中的设定天线发射所述单音信号，所述设定天线为所述终端设备中的接收天线或发射天线。

24、如权利要求 23 所述的终端设备，其特征在于，所述单音信号为幅度恒定的单音连续波信号。

25、如权利要求 23 或 24 所述的终端设备，其特征在于，所述处理器，还用于：

在通过所述设定天线发送所述单音信号之前，打开所述设定天线的天线选择开关，以及关闭除所述设定天线以外的其他接收天线和发射天线的天线选择开关。

26、一种终端设备的天线复数方向图测量方法，其特征在于，包括：

终端设备按照设定顺序，依次通过所述终端设备中的多个接收天线中每个接收天线发射单音信号；

第一信号分析仪针对每个接收天线，执行以下操作：

分别测量在同相 I 路和异相 Q 路上的，该接收天线发射的所述单音信号在三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位；以及

根据针对该接收天线测量得到的在 I 路和 Q 路上的三维辐射球面中的各

个测量方向上的幅度和相位，得到该接收天线的复数方向图。

27、如权利要求 26 所述的方法，其特征在于，在所述第一信号分析仪得到每个接收天线的复数方向图后，还包括：

根据所述多个接收天线中任意两个接收天线的复数方向图，确定所述两个接收天线的天线包络相关系数。

28、一种终端设备的天线复数方向图测量方法，其特征在于，包括：

终端设备，按照设定顺序，依次通过所述终端设备中的多个发射天线中每个发射天线发射单音信号；

第三信号分析仪针对每个发射天线，执行以下操作：

分别测量在同相 I 路和异相 Q 路上的，该发射天线发射的所述单音信号在三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位；以及

根据针对该发射天线测量得到的在 I 路和 Q 路上的三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位，得到该发射天线的复数方向图。

29、如权利要求 28 所述的方法，其特征在于，在所述第三信号分析仪得到每个发射天线的复数方向图后，还包括：

根据所述多个发射天线中任意两个发射天线的复数方向图，确定所述两个发射天线的天线包络相关系数。

30、一种 MIMO OTA 性能测试方法，其特征在于，包括：

基站模拟器通过多个下行端口，向信道仿真仪发送多流下行测试信号；

所述信道仿真仪根据终端设备中的多个接收天线中每个接收天线的复数方向图、下行辐射信道逆矩阵，以及设定的下行信道衰落模型，对接收的所述多流下行测试信号进行信道仿真处理，将多流处理后的下行测试信号通过暗室中的多个下行天线发送至处于暗室中的终端设备；

所述终端设备通过所述多个接收天线接收所述信道仿真仪发送的多流处理后的下行测试信号，并针对接收的每流处理后的下行测试信号，向所述基站模拟器反馈确认消息，其中，针对一流处理后的下行测试信号反馈的确认消息，用于通知所述基站模拟器，所述终端设备是否正确解调所述处理后的

下行测试信号;

所述基站模拟器根据发送的下行测试信号的流数,以及接收的确认消息中指示所述终端设备正确解调的确认信息的数目,确定所述终端设备在下行链路的吞吐量。

31、如权利要求 30 所述的方法,其特征在于,在所述信道仿真仪对接收的所述多流下行测试信号进行信道仿真处理之前,所述方法还包括:

第一信号分析仪确定所述每个接收天线的复数方向图;

所述信道仿真仪获取所述第一信号分析仪中的所述每个接收天线的复数方向图。

32、如权利要求 31 所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

所述终端设备按照设定顺序,依次通过所述多个接收天线中的每个接收天线发射单音信号;

所述第一信号分析仪确定所述每个接收天线的复数方向图,包括:

所述第一信号分析仪针对每个接收天线,执行以下操作:

分别测量在同相 I 路和异相 Q 路上的,该接收天线发射的所述单音信号在三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位;以及

根据针对该接收天线测量得到的在 I 路和 Q 路上的三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位,得到该接收天线的复数方向图。

33、如权利要求 30-32 任一项所述的方法,其特征在于,在所述信道仿真仪在对接收的所述多流下行测试信号进行信道仿真处理之前,所述方法还包括:

第二信号分析仪确定所述终端设备的下行辐射信道矩阵;

第一处理设备获取所述第二信号分析仪中的所述下行辐射信道矩阵,并计算所述下行辐射信道矩阵的逆矩阵,获得下行辐射信道逆矩阵;

所述信道仿真仪获取所述第一处理设备中的所述下行辐射信道逆矩阵。

34、如权利要求 33 所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

所述终端设备确定所述终端设备的接收天线的个数和所述基站模拟器的

下行端口的个数中的最小值 n ，并在所述多个接收天线中选择 n 个接收天线；以及按照设定顺序，依次通过所述 n 个接收天线中的每个接收天线发射单音信号；

所述第二信号分析仪确定所述终端设备的下行辐射信道矩阵，包括：

在所述终端设备通过每个接收天线发射所述单音信号时，分别与所述暗室中 n 个下行天线相连，测量所述 n 个下行天线中每个下行天线接收的信号；

根据在所述 n 个下行天线中测量到的信号，生成针对每个接收天线的信号向量；

根据生成的针对 n 个接收天线中每个接收天线的信号向量，生成所述下行辐射信道矩阵。

35、如权利要求 31 或 32 所述的方法，其特征在于，在所述第一信号分析仪确定每个接收天线的复数方向图后，所述方法还包括：

根据所述多个接收天线中任意两个接收天线的复数方向图，确定所述两个接收天线的天线包络相关系数。

36、一种 MIMO OTA 性能测试方法，其特征在于，包括：

处于暗室中的终端设备通过所述终端设备中的多个发射天线发射多流上行测试信号，并通过所述暗室中多个上行天线将所述多流上行测试信号传输至信道仿真仪；

所述信道仿真仪根据所述终端设备中的多个发射天线中每个发射天线的复数方向图、所述上行辐射信道逆矩阵，以及设定的上行信道衰落模型，对所述多流上行测试信号进行信道仿真处理，将多流处理后的上行测试信号发送至基站模拟器；

所述基站模拟器通过多个上行端口，接收所述信道仿真仪发送的多流处理后的上行测试信号，并根据所述终端设备发送的上行测试信号的流数，以及所述基站模拟器接收到处理后的上行测试信号的流数，确定所述终端设备在上行链路的吞吐量。

37、如权利要求 36 所述的方法，其特征在于，在所述信道仿真仪对所述

多流上行测试信号进行信道仿真处理之前，所述方法还包括：

第三信号分析仪确定所述每个发射天线的复数方向图；

所述信道仿真仪获取所述第三信号分析仪中的所述每个发射天线的复数方向图。

38、如权利要求 37 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述终端设备按照设定顺序，依次通过所述多个发射天线中的每个发射天线发射单音信号；

所述第三信号分析仪确定所述每个发射天线的复数方向图，包括：

所述第三信号分析仪针对每个发射天线，执行以下操作：

分别测量在同相 I 路和异相 Q 路上的，该发射天线发射的所述单音信号在三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位；以及

根据针对该接收天线测量得到的在 I 路和 Q 路上的三维辐射球面中的各个测量方向上的幅度和相位，得到该发射天线的复数方向图。

39、如权利要求 36-38 任一项所述的方法，其特征在于，在所述信道仿真仪对所述多流上行测试信号进行信道仿真处理之前，所述方法还包括：

第四信号分析仪确定所述终端设备的上行辐射信道矩阵；

第二处理设备获取所述第四信号分析仪中的所述上行辐射信道矩阵，并计算所述上行辐射信道矩阵的逆矩阵，获得上行辐射信道逆矩阵；

所述信道仿真仪获取所述第二处理设备中的所述上行辐射信道逆矩阵。

40、如权利要求 39 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述终端设备确定所述终端设备的发射天线的个数和所述基站模拟器的上行端口的个数中的最小值 m ，并在所述多个发射天线中选择 m 个发射天线；以及按照设定顺序，依次通过所述 m 个发射天线中的每个发射天线发射单音信号；

所述第四信号分析仪确定所述终端设备的上行辐射信道矩阵，包括：

在所述终端设备通过每个发射天线发射所述单音信号时，分别与所述暗室中 m 个上行天线相连，测量所述 m 个上行天线中每个上行天线接收的信号；

根据在所述 m 个上行天线中测量到的信号，生成针对每个发射天线的信号向量；

根据生成的针对 m 个发射天线中的每个发射天线的信号向量，生成所述上行辐射信道矩阵。

41、如权利要求 37 或 38 所述的方法，其特征在于，在所述第三信号分析仪确定每个发射天线的复数方向图后，所述方法还包括：

根据所述多个发射天线中任意两个发射天线的复数方向图，确定所述两个发射天线的天线包络相关系数。

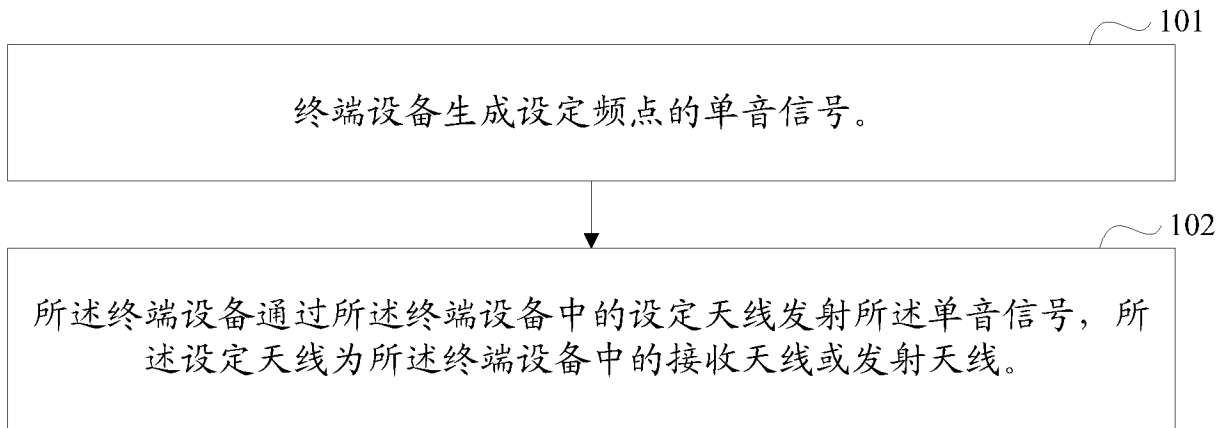


图 1

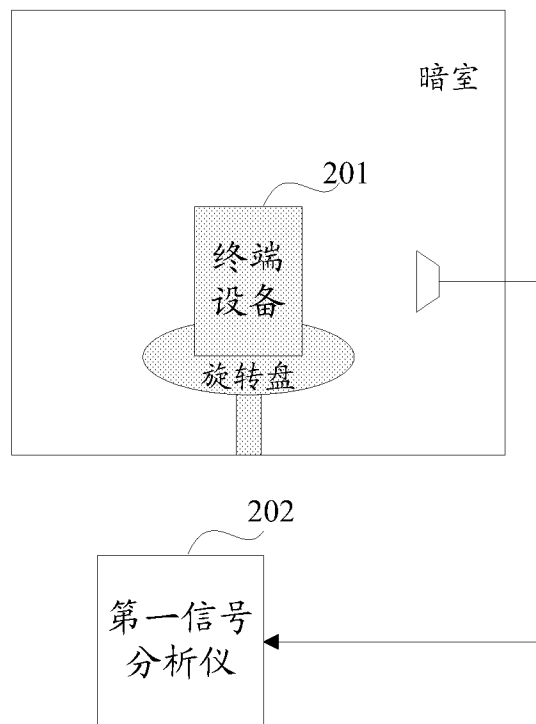


图 2

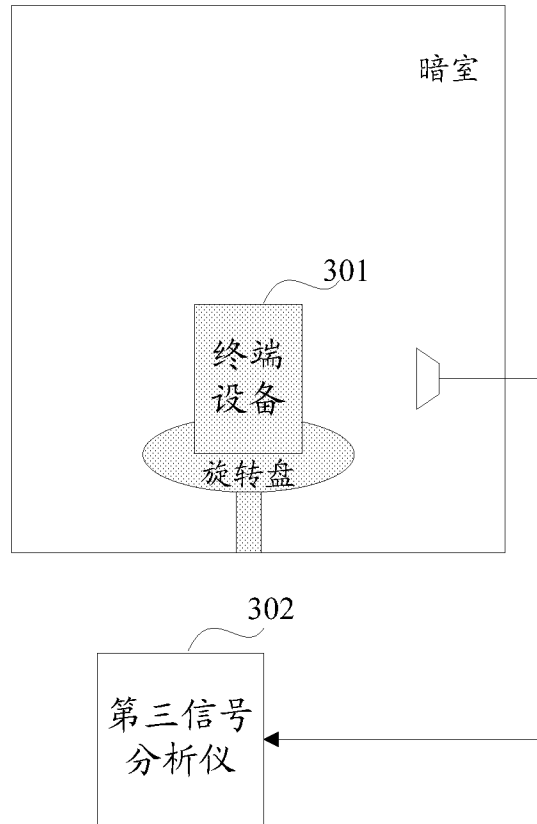


图 3

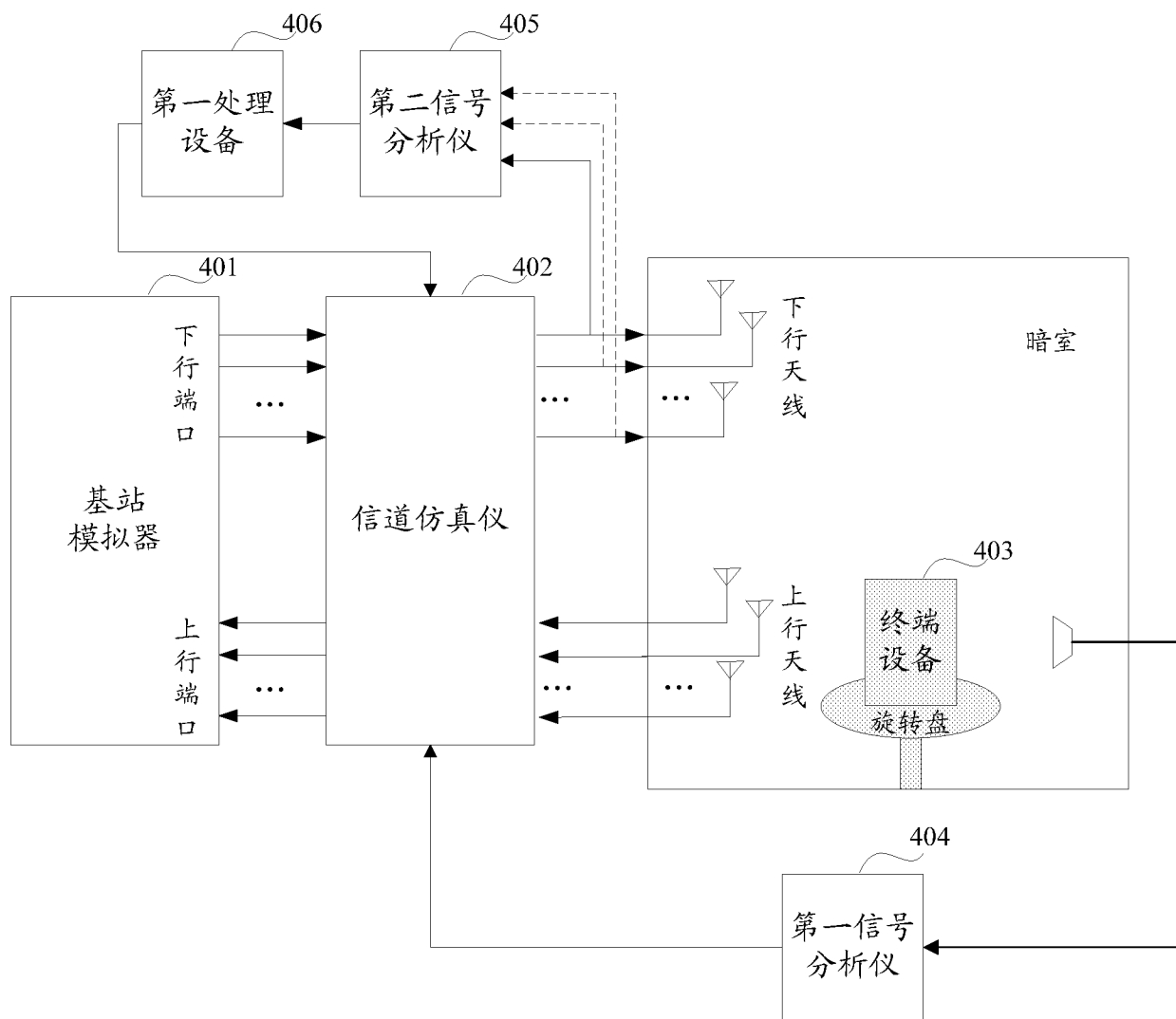


图 4

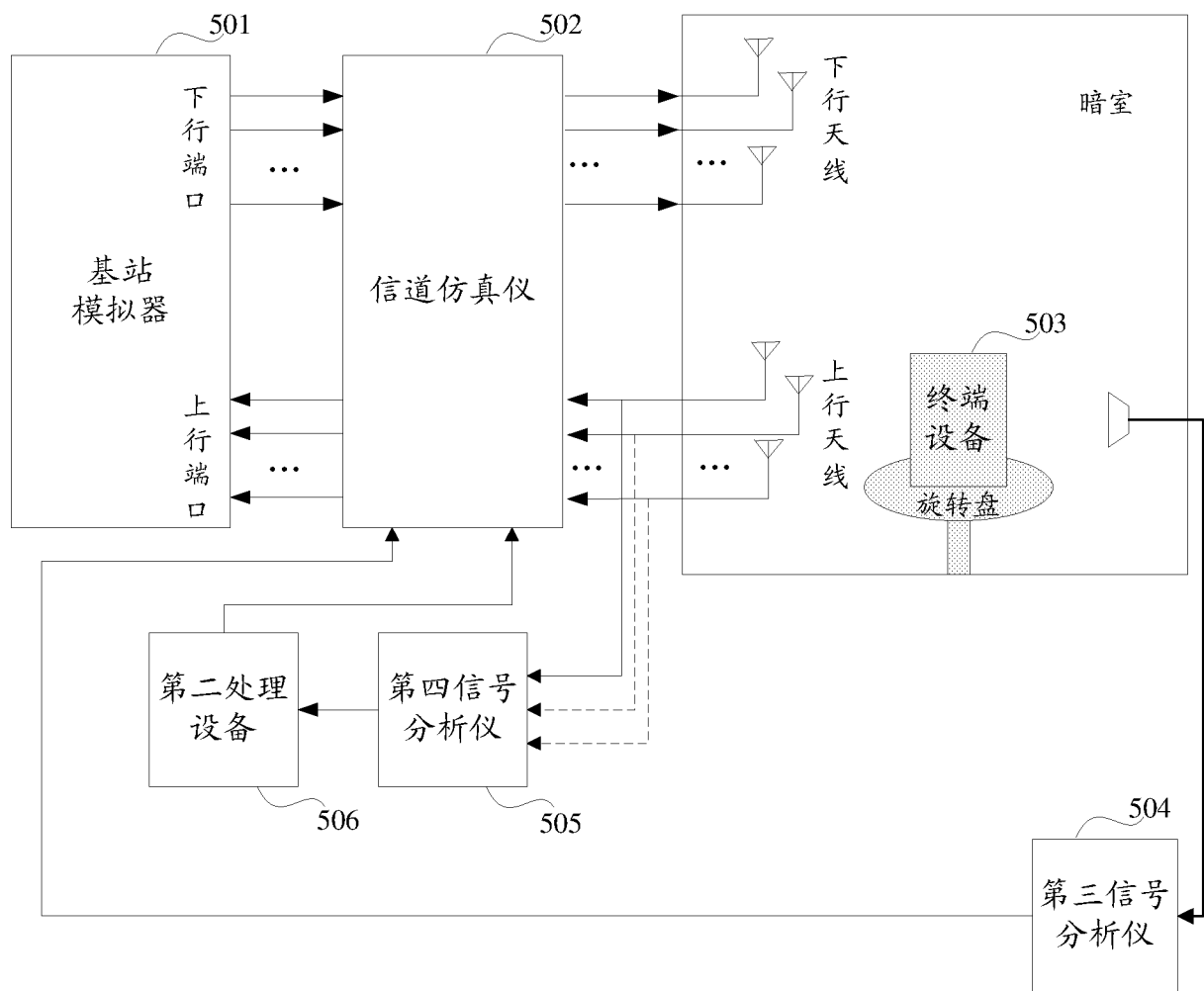


图 5

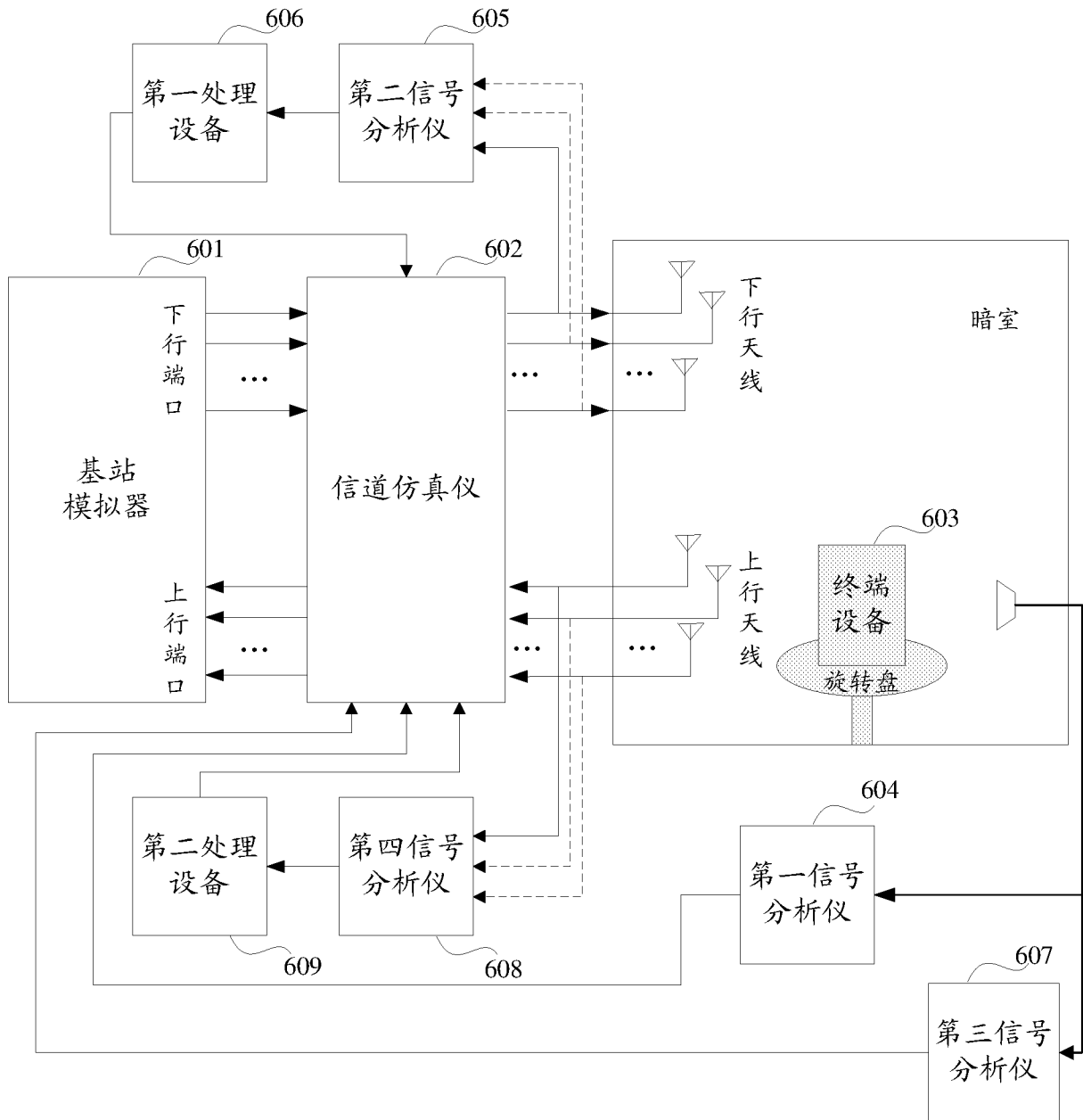


图 6

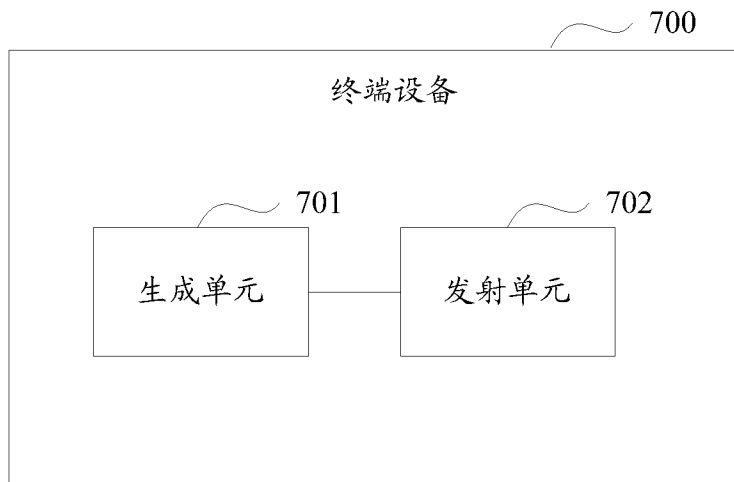


图 7

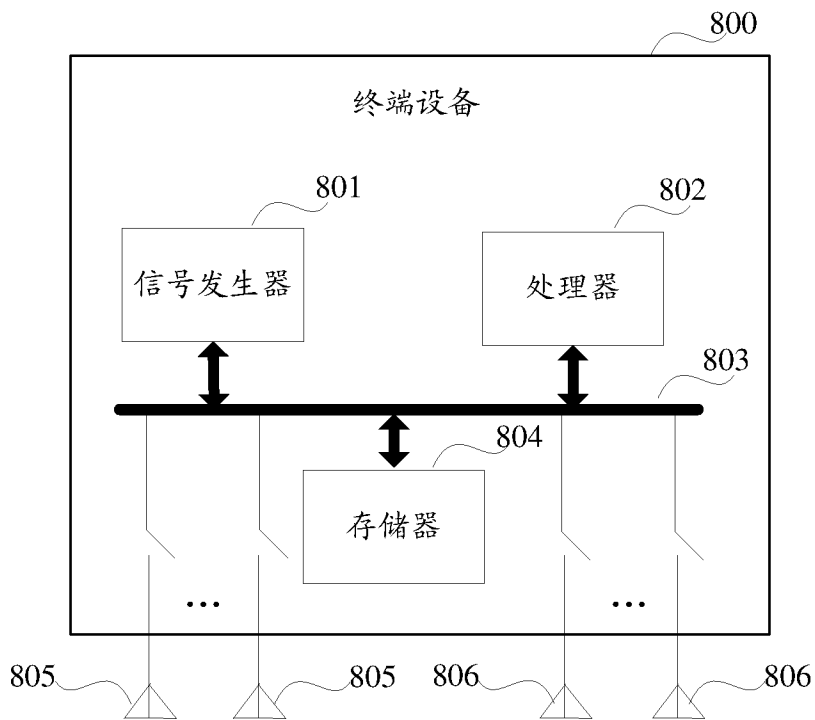


图 8

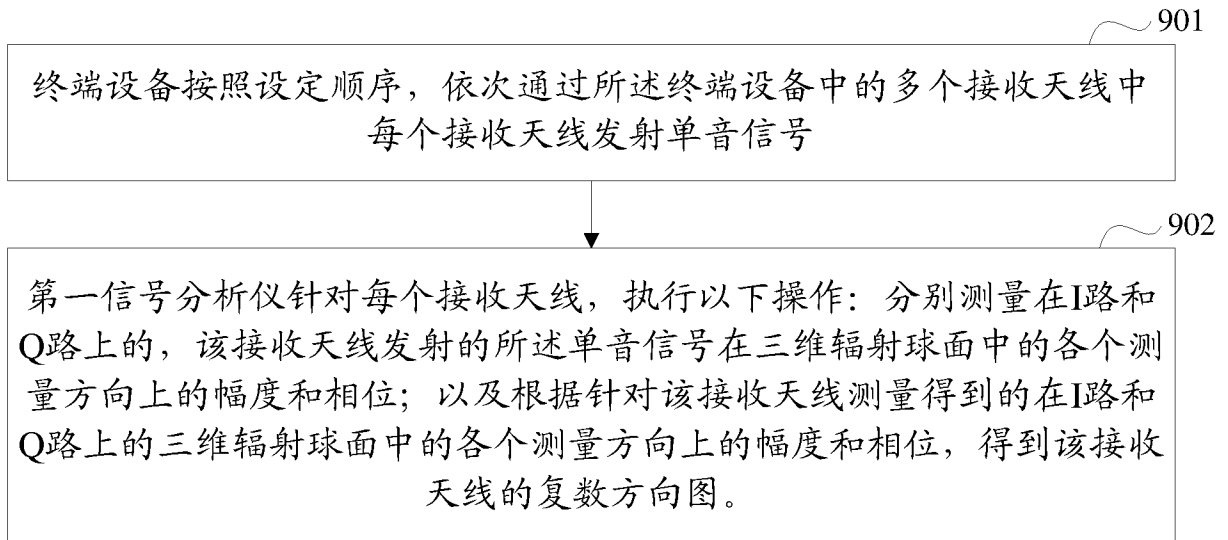


图 9

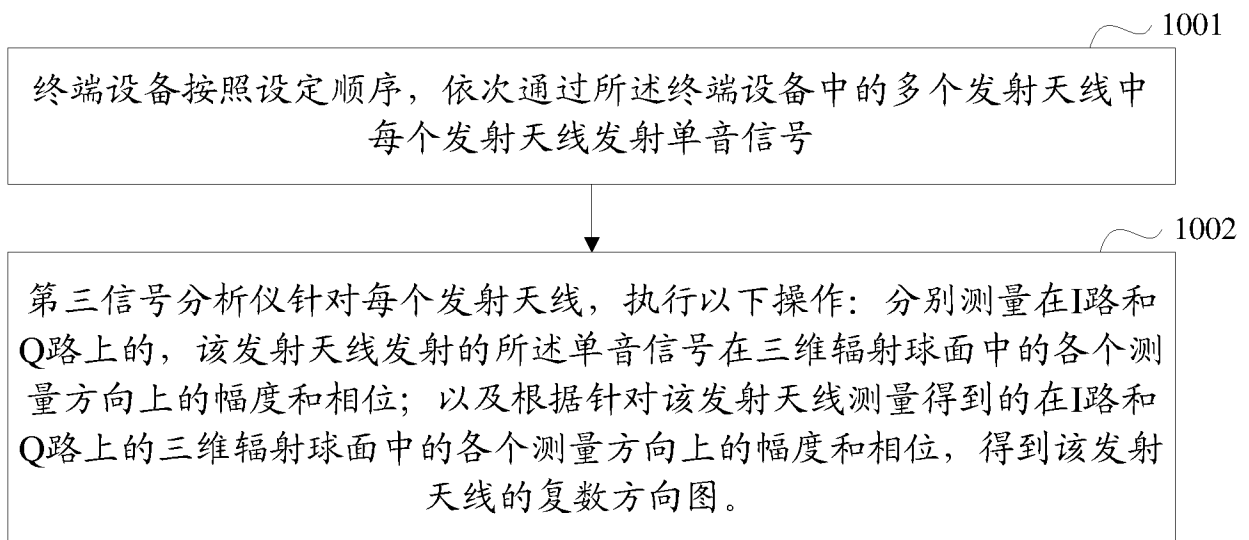


图 10

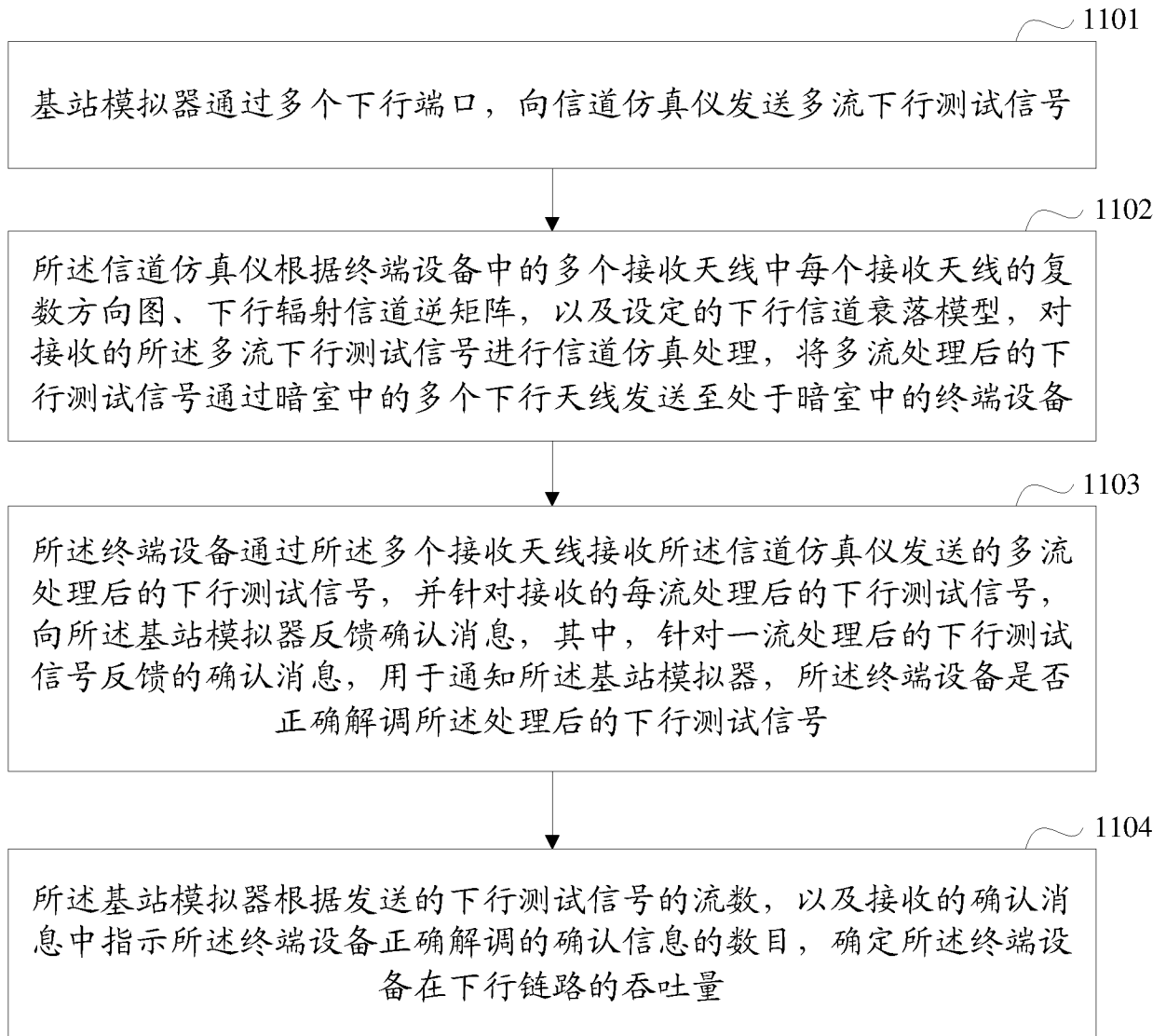


图 11

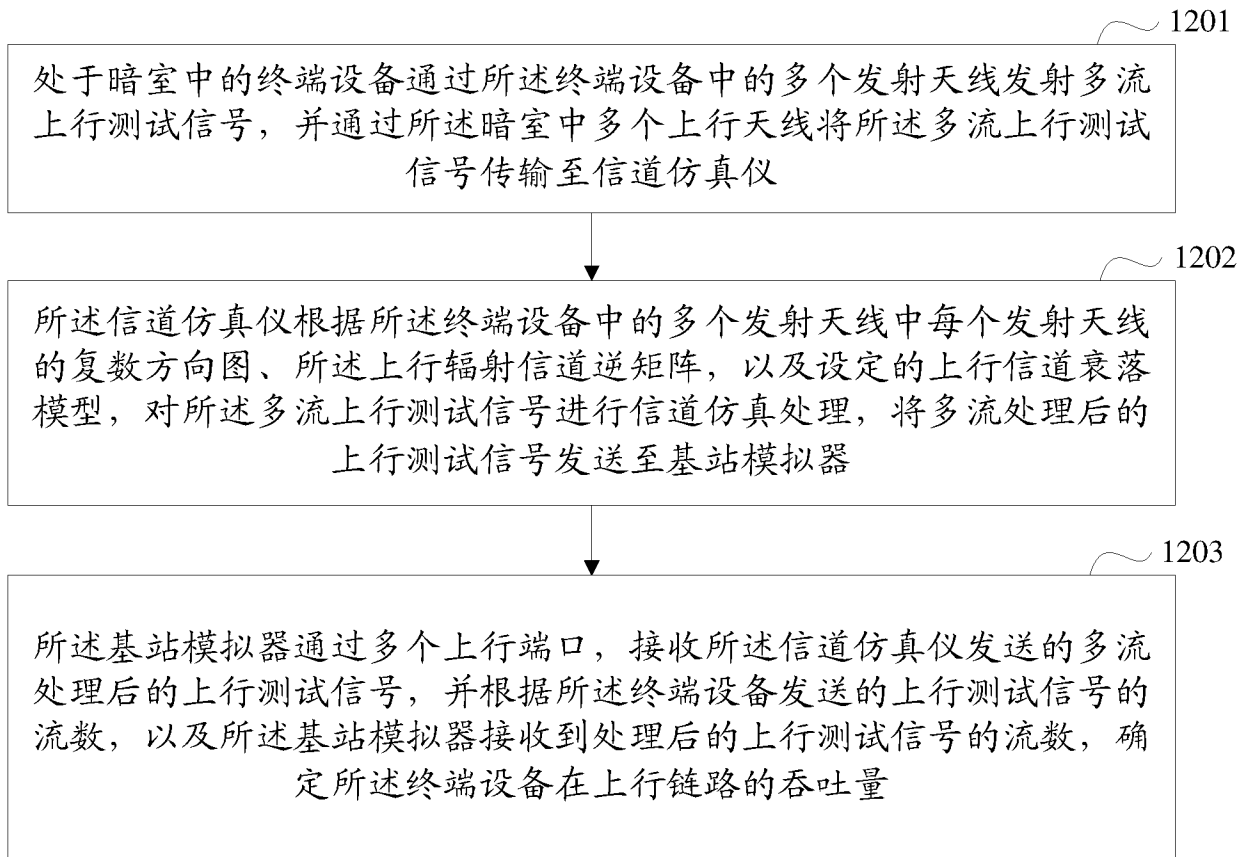


图 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2016/078110

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W 24/06 (2009.01) 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)

H04W; H04Q

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)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: mimo ota, ofdm, complex, antenna, test, darkroom, single tune, throughput, measure

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 103384835 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 06 November 2013 (06.11.2013) description, paragraphs [0044]-[0068], and figures 1-4	1-7, 20-29
X	CN 104902504 A (BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS) 09 September 2015 (09.09.2015) description, paragraphs [0046]-[0086], and figure 2	8-19, 30-41
A	CN 102624472 A (ZTE CORPORATION) 01 August 2012 (01.08.2012) the whole document	1-41
A	US 2012128088 A1 (KO, HYUN SOO et al.) 24 May 2012 (24.05.2012) the whole document	1-41

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
---	---

<p>Date of the actual completion of the international search</p> <p style="text-align: center;">06 December 2016</p>	<p>Date of mailing of the international search report</p> <p style="text-align: center;">26 December 2016</p>
<p>Name and mailing address of the ISA</p> <p>State Intellectual Property Office of the P. R. China</p> <p>No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao</p> <p>Haidian District, Beijing 100088, China</p> <p>Facsimile No. (86-10) 62019451</p>	<p>Authorized officer</p> <p style="text-align: center;">PENG, Liang</p> <p>Telephone No. (86-10) 62413350</p>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/078110

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103384835 A	06 November 2013	WO 2014101177 A1	03 July 2014
CN 104902504 A	09 September 2015	None	
CN 102624472 A	01 August 2012	WO 2013135017 A1	19 September 2013
US 2012128088 A1	24 May 2012	KR 20100126220 A	01 December 2010
		EP 2434657 A2	28 March 2012
		WO 2010134789 A2	25 November 2010

<p>A. 主题的分类</p> <p>H04W 24/06 (2009.01) i</p> <p>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</p>																	
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)</p> <p>H04W; H04Q</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 测量, 复数方向图, 天线, 测试, 暗室, 单音, mimo ota, ofdm, 吞吐, 暗室, 单音, complex, antenna, test, darkroom, single tune, throughput</p>																	
<p>C. 相关文件</p> <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>X</td> <td>CN 103384835 A (华为技术有限公司) 2013年 11月 6日 (2013 - 11 - 06) 说明书第0044-0068段, 附图1-4</td> <td>1-7, 20-29</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 104902504 A (北京邮电大学) 2015年 9月 9日 (2015 - 09 - 09) 说明书第0046-0086段, 附图2</td> <td>8-19, 30-41</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102624472 A (中兴通讯股份有限公司) 2012年 8月 1日 (2012 - 08 - 01) 全文</td> <td>1-41</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2012128088 A1 (KO, HYUN SOO 等) 2012年 5月 24日 (2012 - 05 - 24) 全文</td> <td>1-41</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	X	CN 103384835 A (华为技术有限公司) 2013年 11月 6日 (2013 - 11 - 06) 说明书第0044-0068段, 附图1-4	1-7, 20-29	X	CN 104902504 A (北京邮电大学) 2015年 9月 9日 (2015 - 09 - 09) 说明书第0046-0086段, 附图2	8-19, 30-41	A	CN 102624472 A (中兴通讯股份有限公司) 2012年 8月 1日 (2012 - 08 - 01) 全文	1-41	A	US 2012128088 A1 (KO, HYUN SOO 等) 2012年 5月 24日 (2012 - 05 - 24) 全文	1-41
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
X	CN 103384835 A (华为技术有限公司) 2013年 11月 6日 (2013 - 11 - 06) 说明书第0044-0068段, 附图1-4	1-7, 20-29															
X	CN 104902504 A (北京邮电大学) 2015年 9月 9日 (2015 - 09 - 09) 说明书第0046-0086段, 附图2	8-19, 30-41															
A	CN 102624472 A (中兴通讯股份有限公司) 2012年 8月 1日 (2012 - 08 - 01) 全文	1-41															
A	US 2012128088 A1 (KO, HYUN SOO 等) 2012年 5月 24日 (2012 - 05 - 24) 全文	1-41															
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																	
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																	
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2016年 12月 6日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2016年 12月 26日</p>															
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>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</p> <p>传真号 (86-10) 62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>彭亮</p> <p>电话号码 (86-10) 62413350</p>															

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/078110

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	103384835	A	2013年 11月 6日	WO	2014101177	A1	2014年 7月 3日
CN	104902504	A	2015年 9月 9日	无			
CN	102624472	A	2012年 8月 1日	WO	2013135017	A1	2013年 9月 19日
US	2012128088	A1	2012年 5月 24日	KR	20100126220	A	2010年 12月 1日
				EP	2434657	A2	2012年 3月 28日
				WO	2010134789	A2	2010年 11月 25日