

(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
2013年12月19日 (19.12.2013)



(10) 国际公布号
WO 2013/185694 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04B 17/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/080110
- (22) 国际申请日: 2013年7月25日 (25.07.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201210264184.3 2012年7月27日 (27.07.2012) CN
- (71) 申请人: 中兴通讯股份有限公司 (ZTE CORPORATION) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。
- (72) 发明人: 王博明 (WANG, Boming); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦中兴通讯股份有限公司转交, Guangdong 518057 (CN)。李香玲 (LI, Xiangling); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦中兴通讯股份有限公司转交, Guangdong 518057 (CN)。郭险峰 (GUO, Xianfeng); 中国广东省深圳

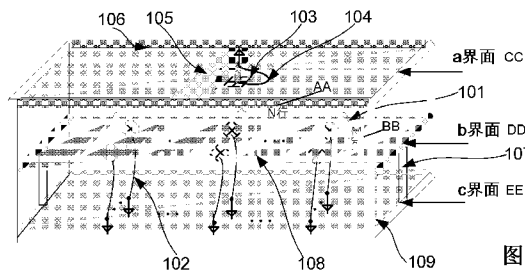
市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦中兴通讯股份有限公司转交, Guangdong 518057 (CN)。王鹏 (WANG, Peng); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦中兴通讯股份有限公司转交, Guangdong 518057 (CN)。

- (74) 代理人: 北京安信方达知识产权代理有限公司 (AFD CHINA INTELLECTUAL PROPERTY LAW OFFICE); 中国北京市海淀区学清路8号B座1601A, Beijing 100192 (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, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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,

[见续页]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR TESTING RADIO FREQUENCY INDEX AND WIRELESS INDEX OF ACTIVE ANTENNA SYSTEM

(54) 发明名称: 一种有源天线系统射频指标及无线指标的测试方法与装置



AA N ROWS
 BB M COLUMNS
 CC INTERFACE A
 DD INTERFACE B
 EE INTERFACE C

(57) Abstract: A method and a device for testing a radio frequency index and a wireless index of an active antenna system. A probe-type testing cover based on a near field coupling mode is adopted to test the radio frequency index of the tested active antenna system. The method comprises testing cover monomer calibration, testing cover environment calibration, radio frequency index test, putting the tested active antenna system into the testing cover, wherein the test environment is the same as the calibration environment, and carrying out radio frequency test on the tested active antenna system through a radio frequency port of a test probe after compensating the test environment according to a calibration result obtained through calibration. Further disclosed is a comprehensive testing method. An over the air (OTA) test is respectively adopted to test spatial characteristics of the active antenna system; and the near field coupling mode is adopted to test the radio frequency index of the active antenna system. The advantages of the two testing methods are fully combined, and the defects and problems of the two testing methods are overcome and solved, thereby optimizing the test efficiency and the test cost.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2013/185694 A1



RW, SD, SL, 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))

- 发明人资格(细则 4.17(iv))

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。
- 在修改权利要求的期限届满之前进行, 在收到该修改后将重新公布(细则 48.2(h))。
- 根据申请人的请求, 在条约第 21 条(2)(a)所规定的期限届满之前进行。

一种有源天线系统射频指标及无线指标的测试方法与装置, 采用基于近场耦合方式的一种探针式的测试罩, 对被测有源天线系统的射频指标进行测试, 包括: 测试罩单体校准; 测试罩环境校准; 射频指标测试, 将被测有源天线系统置于测试罩中, 测试环境与校准环境相同, 根据校准得到的校准结果对测试环境进行补偿后, 通过测试探针的射频端口对被测有源天线系统进行射频测试。还提出了一种综合的测试方法, 分别采用空间射频 (OTA) 测试对有源天线系统的空间特性进行测试, 采用近场耦合方式对有源天线系统的射频指标进行测试, 充分结合了两种测试方法的优点, 克服了两者的缺陷和问题, 从而在测试效率和测试成本上达到最优化。

一种有源天线系统射频指标及无线指标的测试方法与装置

技术领域

5 本发明涉及有源天线系统射频指标及无线指标的测试技术领域，尤其涉及一种有源天线系统射频指标及无线指标的测试方法与装置。

背景技术

传统基站设备本身具有射频端口，射频指标的测试通常采用传导测试方法，测试的参考点在设备的射频端口。

10 有源天线系统（AAS）作为一种多通道收发信机与基站天线集成的基站通信子系统，它是天线和多通道收发信机的一体化设备，相互之间的接口表现为内部接口，工程上难以直接进行射频端口测试，这样对有源天线系统的测试带来了挑战。

15 使用传统基站设备的传导测试方法来测试有源天线系统，需要将有源天线系统的有源部分和天线阵列部分割裂开。对于有源天线系统来说，破坏了其一体化的拓扑结构，同时增加了设计的复杂度，影响了设备集成度。

20 通常认为，可以采用空间射频（OTA，Over The Air）对 AAS 进行测试，它可以完全测试 AAS 的空间特性和射频性能。但 OTA 测试需要专业的暗室和同步设备，并且需要复杂的测试流程和较长的测试周期。并且，因其测试成本高和测试效率低，所以比较适合于研发和抽样认证测试等。而对于生产批量测试等情况使用 OTA 测试则没有必要；同时对于一些 CE 认证测试，要求在密闭的高低温环境下进行，用 OTA 测试实现很困难。

发明内容

25 本发明实施例解决的一个技术问题是提供一种有源天线系统射频指标的测试方法与装置，采用一种探针式测试方法和装置，能够完成对 AAS 设备拓扑结构中虚拟有源和无源阵子测试参考面（本文中也将测试参考面称为界面）的射频性能的测量。

为解决上述技术问题，采用如下技术方案：

一种有源天线系统射频指标的测试方法，采用测试罩对被测有源天线系统的射频指标进行测试，所述测试方法包括：

5 测试罩单体校准，通过矢量网络分析仪对所述测试罩的各天线射频线进行线缆差损的校准；

测试罩环境校准，在单体校准后的所述测试罩内放置天线部件，并固定其与测试探针之间的空间关系，通过移动所述测试探针对所述天线部件的各阵子与所述测试罩之间的近场耦合环境进行校准；其中所述天线部件的阵子结构和组成方式与所述被测有源天线系统天馈部分相同，所述测试探针为一个标准的天线阵子；

10 射频指标测试，将所述被测有源天线系统置于环境校准后的所述测试罩中并固定其对应阵子与所述测试探针之间的空间关系，其测试环境与所述测试罩环境校准后的测试环境相同；根据所述校准得到的校准结果对所述测试环境进行补偿后，通过所述测试探针的射频端口对所述被测有源天线系统进行射频测试，得到所述被测有源天线系统射频端口的射频指标。

15 可选地，根据所述校准得到的校准结果对所述测试环境进行补偿的步骤包括：

根据所述测试罩单体校准得到的测试罩单体校准表，以及所述测试罩环境校准得到的测试环境校准表，对所述测试环境进行补偿。

20 可选地，该方法还包括：

采用所述天线部件对所述被测有源天线系统的天线电气性能进行测试。

可选地，固定所述被测有源天线系统对应阵子与所述测试探针之间的空间关系的步骤包括：

25 使得所述测试探针的极化方向与所述被测有源天线系统对应阵子的极化方向同向。

一种有源天线系统无线指标的测试方法，该方法包括如上所述的射频指标测试步骤，还包括：

采用空间射频(OTA)测试对所述被测有源天线系统的空间特性指标进行测试。

可选地,所述 OTA 测试在暗室或者模拟自由空间环境中进行,测试所述被测有源天线系统的方向图。

5 可选地,所述方法还包括:

对所述 OTA 测试环境进行校准。

可选地,所述 OTA 测试包括:

所述被测有源天线系统的下行空间特性测试:通过对所述被测有源天线系统的方向图进行补偿,得到等效全向辐射功率(EIRP)。

10 可选地,所述 OTA 测试包括:

所述被测有源天线系统的上行空间特性测试:通过对所述被测有源天线系统的方向图进行补偿,分别等效全向接收灵敏度(EIRS)。

15 一种有源天线系统射频指标的测试装置,所述测试装置包括屏蔽箱、定位支架、天线部件、天线射频线、测试探针、探针位置调整单元和可开合吸波板,其中:

所述天线部件具有与被测有源天线系统天馈部分相同的阵子结构和组成方式,设置成用于所述测试装置的校准和所述被测有源天线系统的天线阵列测试;

20 所述测试探针为一个标准的天线阵子;

所述屏蔽箱设置成:形成所述测试装置与所述被测有源天线系统之间的空间电磁环境;

所述吸波板位于所述定位支架与所述测试探针之间;

25 所述定位支架设置成:固定所述天线部件或者被测有源天线系统,以及调整所述天线部件或者被测有源天线系统的方位。

可选地,所述装置还包括探针位置调整单元,

所述探针位置调整单元设置成:固定并调整所述测试探针的方位。

可选地，所述探针位置调整单元包括设在所述屏蔽箱体上的滑动导轨。

可选地，在测试所述被测有源天线的支路时，所述测试探针与所述支路对应的阵子之间的吸波板打开，其他位置的吸波板闭合。

- 5 上述技术方案的一种适用于 AAS 射频指标性能的测试方法和装置，在解决目前 AAS 在测试方法遇到的实际问题的基础上，有效的提高了测试效率，降低了测试成本。本发明实施例的 AAS 射频指标性能的测试方法和装置可以应用于 AAS 的批量生产和认证测试工作，同时还可与 OTA 的空间测试相配合，从而能够全面的测试 AAS 的特性。

10

附图概述

此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解，构成本申请的一部分，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。在附图中：

- 15 图 1 是探针式测试装置的基本组成框图。
图 2 是探针式测试装置校准原理框图。
图 3 是探针式测试装置测试原理框图。
图 4 是探针式测试装置校准工作流程图。
图 5 是探针式测试装置测试工作流程图。
- 20 图 6 是 OTA 测试环境校准工作原理框图；
图 7 是有源天线系统下行空间特性测试工作原理框图；
图 8 是有源天线系统上行空间特性测试工作原理框图；
图 9 是本发明实施例的 OTA 测试环境校准工作流程图；
图 10 是本发明实施例的有源天线系统下行空间特性测试工作流程图；
- 25 图 11 是本发明实施例的有源天线系统上行空间特性测试工作流程图。

本发明的较佳实施方式

为了便于阐述本发明，以下将结合附图及具体实施例对本发明技术方案的实施作进一步详细描述。需要说明的是，在不冲突的情况下，本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互任意组合。

5 本发明实施例提供一种有源天线系统射频指标的测试装置，该装置相当于一个测试装置，如图 1 所示，由以下几部分组成，

天线部件 101，和被测件 AAS 完全相同的天线阵列，用于 AAS 的天线阵列测试和测试装置的校准；

天线射频线 102，连接天线部件端口和外部连接器之间射频线缆，用于引入/引出天线部件各阵子的射频信号；

10 测试探针 103，一个标准的天线阵子，其阵子结构具有固定的极化方向、增益和驻波比等要求；

探针射频线 104 设置成：引入/引出测试探针射频信号的射频线缆；

探针位置调整单元 105，一个可以对测试探针 103 进行固定和定向移动的装置，该装置可以在箱体的导轨 106 上定向移动；

15 导轨 106 设置成：限定探针位置调整单元 105 的移动轨迹，可以使其做等间距的定向移动；

定位支架 107 设置成：调整和固定探针位置调整单元 106 和被测试件之间的空间关系；

20 吸波板 108，放置在被测件和导轨 106 之间的吸波材料，可以减少测试探针 103 和被测试件的阵子之间受内部信号的反射、折射等干扰。吸波板 108 可以随探针位置调整单元 105 的移动自动开合。

屏蔽箱 109，测试装置的金属外壳，可以对其内部和外部的信号进行屏蔽，使其具有良好的空间电磁屏蔽能力。

25 本测试装置的具体连接关系为：在屏蔽箱 109 中，被测件 AAS 通过定位支架 107 固定在箱体的一侧，另一侧是安装在探针位置调整单元 105 上的测试探针 103，可以通过调整测试探针 103 和定位支架 107 之间的相对位置，改变被测件 AAS 和测试探针 103 之间的空间关系；箱体中有滑动导轨 106，探针位置调整单元 105 在导轨上滑动，导轨上具有限位定距的功能，保证测

5 测试探针 103 可以遍历测试被测件 AAS 的每个支路。测试探针 103 通过探针射频线 104 外接到的测试仪表。当测试某支路时，则测试探针 103 和被测件支路对应阵子之间的吸波板 108 会自动打开，其它阵子的位置会自动遮挡。这样可以提供一个良好的测试环境。天线部件 101 作为测试装置的一部分，是和被测件 AAS 的天线部分完全相同的，主要用于 AAS 的天线阵列的测试和测试装置的校准。

本发明实施例提供了一种有源天线系统射频指标的测试方法，该测试方法主要包括：测试装置校准、测试装置测试和天线电气性能测试。

该测试方法的具体测试过程描述如下：

10 1、测试装置校准

需要对测试装置单体及近场耦合的测试环境分别校准。

测试装置单体校准，主要是对测试装置的天线射频线 102 的校准，通过矢量网络分析仪对各天线射频线进行线损的校准和记录，产生测试装置单体校准表。

15 测试环境校准，主要是对测试装置的近场耦合测试环境进行校准，放置天线部件 101 在测试装置中，固定它与测试探针 103 之间的空间关系，并且使得测试探针的极化方向和被测件对应阵子的极化方向同向；通过测试探针 103 在测试装置上的定位滑动，实现对天线部件 101 的各阵子及近场耦合环境的校准测试，产生测试环境校准表。

20 2、测试装置测试

放置被测件有源天线系统在测试装置中，固定它与测试探针 103 之间的空间关系，测试探针 103 在装置上做等间距的定位移动，通过探针射频线 104 可以实现射频信号的输入或输出，可以将被测件有源天线系统作为一个黑盒子进行射频测试，得到相应的测量结果。

25 通过查找测试装置单体校准表和测试环境校准表，得到校准值，将其补偿到测试环境中，和测量结果一起可以推算出被测件有源天线系统的射频端口的无线射频指标。

3、天线电气性能测试

由于测试装置的天线部件 101 和被测件有源天线系统天线阵列部分完全相同，对测试装置的天线部件电气性能的测试，可以表征有源天线系统天线部分的电气特性；测试项可以包括：电压驻波比测试，隔离度测试，校准电路参数测试（针对带校准电路的天线）和交调测试等，这些测试项和传统天线阵列的测试方法相同，主要通过矢量网络分析仪来测试天线的端口的 S 参数和无源交调分析仪来测试交调产物得到。

由于天线阵列的性能是天线设计的机械性能决定的，可以保证在大批量的生产中，性能是稳定的，并且可以满足重复测试要求，所以天线电气性能测试只须一次或几次，就可以表征 AAS 的天线电气特性。

10

此外，本发明实施例还提供了有源天线系统空间特性指标的测试方法，AAS 空间特性测试可以继承传统的基站天线测试环境，需要在暗室等天线测试场进行。主要测试 AAS 的空间特性，AAS 空间特性主要包括：AAS 的波束控制能力和精度，空间合成增益测试，半功率波束宽度、前后比、交叉极化比、副瓣电平测量，下倾角测试等，首先通过天线测试场的环境，测试 AAS 的方向图（相对量），然后对测试场的进行校准；对方向图补偿后就可以得到表征 AAS 空间特性的绝对量，分别为等效全向辐射功率（EIRP, Effective Isotropic Radiated Power）和等效全向接收灵敏度（EIRS, Effective Isotropic Reference Sensitivity）。

20

以下将结合具体应用实例，对本发明的有源天线系统射频测试的测试方法及装置的实施作进一步详细描述。

1、测试装置校准

1)测试装置单体校准

如图 2 所示建立测试环境，并可按照图 4 中的步骤 401 所示进行测试：

步骤 401，在指定频段内设置频点，用矢量网络分析仪对测试装置的天线射频线 102 的两端(b 界面和 c 界面)进行 S 参数测试，得到各射频线的差损为 G_{bc_nm} （其中对于 $N \times M$ 阵列有源天线系统， $n=1, \dots, N$ ； $m=1, \dots,$

M);

2)测试装置环境校准

如图2所示建立近场耦合的校准环境,放置天线部件101在测试装置中,通过探针位置调整单元105和定位支架107固定它与测试探针103之间的空间关系,并且测试探针103的极化方向和被测件对应阵子的极化方向同向;通过探针位置调整单元105在装置上的定位滑动,实现对天线部件101的各阵子及近场耦合环境的校准测试,并可按照图4步骤402~404所示进行测试。

步骤402,在指定频段内设置频点,用矢量网络分析仪测试测试探针射频线104外部测试端口(a界面)和天线射频线102外部测试端口(c界面)之间的S参数,得到各支路射频端口的差损为 G_{ac_nm} (其中对于 $N \times M$ 阵列有源天线系统, $n=1, \dots, N$; $m=1, \dots, M$)。

步骤403,推算出在该测试环境下,从测试探针103的测试端口和被测件天线阵列的测试端口之间的差损 G_{ab_nm} 为,

$$G_{ab_nm} = G_{ac_nm} - G_{bc_nm}$$

其中,对于 $N \times M$ 阵列有源天线系统, $n=1, \dots, N$; $m=1, \dots, M$;

G_{bc_nm} 为测试装置单体校准值;

G_{ac_nm} 为测试装置环境校准值。

步骤404,在要求的测试频段内,可以选择高中低三个频点重复步骤401~403,也可以根据测试精度的要求进行多频点校准。最后对多组校准数据做插值等数学计算,得到探针式测试装置的测试环境下对应校准频率和校准值的二维表格或曲线。通过查表就可以得到各支路中指定频段内任意频点的校准值 ΔG_c 。

2、射频指标测试

如图3建立测试环境,测试环境和校准环节基本相同,和校准测试比较,是用被测件AAS替代了校准测试用的天线部件及天线射频线。按照图5所示步骤进行测试:

步骤501,首先需要对每个支路的增益进行补偿。补偿的近似值 ΔG_c 通过校准环节中的校准表查得。补偿的位置可以在有源天线系统的数字域中,

也可以在测试仪表中。

步骤 502, 对测试装置补偿后, 按照 3GPP 协议针对 AAS BS 的要求, 通过测试探针对被测件的 AAS 各通道进行各项射频指标测试。测试参考点相当于被测有源天线系统的射频端口。

5

以下将对本发明提出的有源天线系统的 AAS 空间特性的测试方法和装置的具体实现进行详细描述。

1) 测试环境校准

结合图 6 所示, 建立测试环境。在暗室 201 环境下, 增益基准天线 202 安装在天线转台 206 上, 并通过射频线缆 204 和矢量信号发生器 208 相连, 10 另一端, 接收天线 203 安装在天线支架 207 上, 并将接收天线 203 通过射频线缆 205 连接到频谱分析仪 (或功率计) 209 上。

环境校准可参照图 9 所示的步骤进行, 具体包括如下主要步骤:

步骤 901, 调整天线转台 206 和天线支架 207 使得增益基准天线 202 与 15 接收天线 203 正向对准。

步骤 902, 设置矢量信号发生器 208 发射指定频段的下行连续模拟信号。

步骤 903, 通过接收天线 203 接收此信号, 输入给频谱分析仪或功率计 209, 得到相应的接收信号功率并记录数据, 计算方法如下:

$$P_y - P_x = L_x + (L_y - G_h + L_s) - G_s \quad \text{公式 (1)}$$

20 其中, P_y 为矢量信号发生器 208 输出连续模拟信号功率值;

P_x 为频谱仪或功率计测量 209 的功率值;

G_h 为接收天线的增益;

G_s 为增益基准天线的增益;

L_y 为射频线缆 204 的差损;

25 L_x 为射频线缆 205 的差损;

L_s 为 OTA 环境中空间路径损耗。

公式 (1) 中, P_y 和 G_s 已知。 P_x 和 L_x 可以测量得到, 通过公式计算可

以得到测试环境链路（包括空间损耗、线缆差损、接收天线增益等）的校准参数 ΔP_c 。

$$\Delta P_c = (L_y - G_h + L_s) = P_y - P_x - L_x + G_s \quad \text{公式 (2)}$$

5 此校准参数 ΔP_c 就是测试环境下进行有源天线系统各项测试的基准参数。

2) 有源天线系统下行空间特性测试

按照图 7 所示建立测试环境，在暗室 301 环境下，有源天线系统 302 安装在天线转台 306 上，并通过光纤 304 和后台配置设备 308 相连，另一端，接收天线 303 安装在天线支架 307 上，通过射频线缆 305 和频谱分析仪或无线通信综测仪 309 连接。

参照图 10 所示的步骤进行，具体包括如下主要步骤：

步骤 1001，有源天线系统 302 和后台配置设备 308 启动并正常工作，通过对后台配置参数使得有源天线系统 302 处于发射模式，在指定频段内发射额定功率的固定无线波束。

15 步骤 1002，调整天线转台 306 使得有源天线系统 302 与接收天线 303 在水平和俯仰上达到最佳指向，使其频谱分析仪或无线通信综测仪 309 的测量功率值 (P_g) 为最大（用于主极化测试）或最小（用于交叉极化测试）。

20 步骤 1003，有源天线系统 302 在天线转台 306 上做方位旋转，并将频谱分析仪接收到的功率值 (P_g) 作为角度的函数记录下来；同时调整有源天线系统 302 的安装方式（水平或者垂直）以及接收天线 303 的极化方向，可以得到不同主平面（水平或垂直）和不同极化的方向图等。

步骤 1004，调整或者重新配置有源天线系统 302 配置参数（包括天线阵元的权值），重复步骤 1002、步骤 1003 可以得到不同指向波束的方向图；

25 步骤 1005，根据步骤 1002~步骤 1004 的测试数据，分析 AAS 的下行空间特性，并根据校准过程得到的 ΔP_c ，可以得到 EIRP：

$$EIRP = P_t + G_t = P_g + (L_y - G_h + L_s) = P_g + \Delta P_c \quad \text{公式 (3)}$$

其中， P_t 为有源天线系统输出额定功率；

Gt 为发射天线阵元增益；

Pg 为频谱分析仪 309 测量的功率值；

ΔPc 为校准参数。

3) 有源天线系统上行空间特性测试

- 5 按照图 8 所示建立测试环境，在暗室 401 环境下，有源天线系统 402 安装在天线转台 406 上，并通过光纤 404 和后台配置设备 408 相连；另一端，发射天线 403 安装在天线支架 407 上，通过射频线缆 405 和矢量信号发生器 409 连接。

按照图 11 所示步骤进行测试，具体包括如下主要步骤：

- 10 步骤 1101，先将有源天线系统 402 和后台配置设备 408 启动并正常工作，通过对后台配置参数使得有源天线系统 402 处于接收模式，并可以接收指定频段固定指向的无线波束。

- 15 步骤 1102，设置矢量信号发生器 409 在指定频段内发射某种制式(GSM, CDMA, WCDMA 或 LTE 等)的模拟调制信号，调整天线转台 406 使得有源天线系统 402 与发射天线 403 在水平和俯仰上达到最佳指向，使其有源天线系统 402 测量功率值为最大（用于主极化测试）或最小（用于交叉极化测试）。

- 20 步骤 1103，有源天线系统 402 在测试转台上做方位旋转，并将其接收功率值 (R_s) 作为角度的函数记录下来。可以分别调整有源天线系统 402 的安装方式（水平或者垂直）以及发射天线 403 的极化方向，可以得到不同主平面（水平或垂直）和不同极化的方向图。

步骤 1104，调整有源天线系统 402 配置参数（包括天线阵元的权值），重复步骤 1102、步骤 1103 可以得到不同指向波束的方向图；

- 25 步骤 1105，根据步骤 1101~1104 的测试数据，分析 AAS 的上行空间特性；调整矢量信号发生器 409 的信号幅度 (P_s)，使得有源天线系统 402 对调制信号的解调灵敏度达到最小，可以得到 EIRS：

$$EIRS = R_s - G_r = P_s - (L_y - G_h + L_s) = P_s - \Delta Pc \quad \text{公式(4)}$$

其中， R_s 为有源天线系统检测到的接收功率电平；

Gr 为接收天线增益;

Ps 为矢量信号发生器 409 输出调制信号功率值;

ΔP_c 为校准参数。

5 由于有源天线系统的天线阵列部分的性能是天线设计的机械性能决定的，可以保证在大批量的生产中，性能是稳定的，并且可以满足重复测试要求，所以有源天线系统的空间特性测试的只须一次或几次，就可以获得 AAS 的空间特性。

10 综上所述，采用本发明实施例所述方法和装置，可以实现对有源天线系统的无线指标，包括射频指标和空间指标的全面的测试。与现有技术相比，很好的解决 OTA 测试带来的测试效率和测试成本问题，同时，通过这种探针式测试这种近场耦合的方式，解决了有源天线系统设备没有外部射频端口带来的问题，可以把被测件当作一个黑盒子进行测试，可以很好的继承传统基站的测试标准、测试方法、测试工具以及测试环境等，在设备生产和产品
15 认证等环节是一种有效的实用测试方法；总之在保证测试要求的前提下，节省了测试成本，提高了测试效率，同时可以被使用者很容易接受和认证。

20 以上仅为本发明的优选实施案例而已，并不用于限制本发明，本发明还可有其他多种实施例，在不背离本发明精神及其实质的情况下，熟悉本领域的技术人员可根据本发明做出各种相应的改变和变形，但这些相应的改变和变形都应属于本发明所附的权利要求的保护范围。

25 显然，本领域的技术人员应该明白，上述的本发明的各模块或各步骤可以用通用的计算装置来实现，它们可以集中在单个的计算装置上，或者分布在多个计算装置所组成的网络上，可选地，它们可以用计算装置可执行的程序代码来实现，从而，可以将它们存储在存储装置中由计算装置来执行，并且在某些情况下，可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤，或者将它们分别制作成各个集成电路模块，或者将它们中的多个模块或步骤制作成单个集成电路模块来实现。这样，本发明不限制于任何特定的硬件和软件

结合。

工业实用性

5 采用本发明实施例所述方法和装置，可以实现对有源天线系统的无线指
标，包括射频指标和空间指标的全面的测试。与现有技术相比，很好的解决
OTA 测试带来的测试效率和测试成本问题，同时，通过这种探针式测试这种
近场耦合的方式，解决了有源天线系统设备没有外部射频端口带来的问题，
可以把被测件当作一个黑盒子进行测试，可以很好的继承传统基站的测试标
10 准、测试方法、测试工具以及测试环境等，在设备生产和产品认证等环节是
一种有效的实用测试方法；总之在保证测试要求的前提下，节省了测试成本，
提高了测试效率，同时可以被使用者很容易接受和认证。因此本发明具有很
强的工业实用性。

权 利 要 求 书

1、一种有源天线系统射频指标的测试方法，采用测试罩对被测有源天线系统的射频指标进行测试，所述测试方法包括：

5 测试罩单体校准，通过矢量网络分析仪对所述测试罩的各天线射频线进行线缆差损的校准；

测试罩环境校准，在单体校准后的所述测试罩内放置天线部件，并固定其与测试探针之间的空间关系，通过移动所述测试探针对所述天线部件的各阵子与所述测试罩之间的近场耦合环境进行校准；其中所述天线部件的阵子结构和组成方式与所述被测有源天线系统天馈部分相同，所述测试探针为一个标准的天线阵子；

10

射频指标测试，将所述被测有源天线系统置于环境校准后的所述测试罩中并固定其对应阵子与所述测试探针之间的空间关系，其测试环境与所述测试罩环境校准后的测试环境相同；根据所述校准得到的校准结果对所述测试环境进行补偿后，通过所述测试探针的射频端口对所述被测有源天线系统进行射频测试，得到所述被测有源天线系统射频端口的射频指标。

15

2、如权利要求 1 所述的测试方法，其中，根据所述校准得到的校准结果对所述测试环境进行补偿的步骤包括：

根据所述测试罩单体校准得到的测试罩单体校准表，以及所述测试罩环境校准得到的测试环境校准表，对所述测试环境进行补偿。

20 3、如权利要求 1 所述的测试方法，该方法还包括：

采用所述天线部件对所述被测有源天线系统的天线电气性能进行测试。

4、如权利要求 1 所述的测试方法，其中，固定所述被测有源天线系统对应阵子与所述测试探针之间的空间关系的步骤包括：

使得所述测试探针的极化方向与所述被测有源天线系统对应阵子的极化方向同向。

25

5、一种有源天线系统无线指标的测试方法，该方法包括如权利要求 1、2、3 或 4 所述的射频指标测试，还包括：

采用空间射频(OTA)测试对所述被测有源天线系统的空间特性指标进行测试。

6、如权利要求 5 所述的测试方法，其中，

5 所述 OTA 测试在暗室或者模拟自由空间环境中进行，测试所述被测有源天线系统的方向图。

7、如权利要求 6 所述的测试方法，其中，所述方法还包括：

对所述 OTA 测试环境进行校准。

8、如权利要求 5、6 或 7 所述的测试方法，所述 OTA 测试包括：

10 所述被测有源天线系统的下行空间特性测试：通过对所述被测有源天线系统的方向图进行补偿，得到等效全向辐射功率（EIRP）。

9、如权利要求 5、6 或 7 所述的测试方法，其中，所述 OTA 测试包括：

所述被测有源天线系统的上行空间特性测试：通过对所述被测有源天线系统的方向图进行补偿，分别等效全向接收灵敏度（EIRS）。

15 10、一种有源天线系统射频指标的测试装置，所述测试装置包括屏蔽箱、定位支架、天线部件、天线射频线、测试探针、探针位置调整单元和可开合吸波板，其中：

所述天线部件具有与被测有源天线系统天馈部分相同的阵子结构和组成方式，设置成用于所述测试装置的校准和所述被测有源天线系统的天线阵列测试；

20 所述测试探针为一个标准的天线阵子；

所述屏蔽箱设置成：形成所述测试装置与所述被测有源天线系统之间的空间电磁环境；

所述吸波板位于所述定位支架与所述测试探针之间；

25 所述定位支架设置成：固定所述天线部件或者被测有源天线系统，以及调整所述天线部件或者被测有源天线系统的方位。

11、如权利要求 10 所述的测试装置，其中，所述装置还包括探针位置调整单元，

所述探针位置调整单元设置成：固定并调整所述测试探针的方位。

12、如权利要求 11 所述的测试装置，其中，

所述探针位置调整单元包括设在所述屏蔽箱体上的滑动导轨。

13、如权利要求 10、11 或 12 所述的测试装置，其中，

5 在测试所述被测有源天线的支路时，所述测试探针与所述支路对应的阵子之间的吸波板打开，其他位置的吸波板闭合。

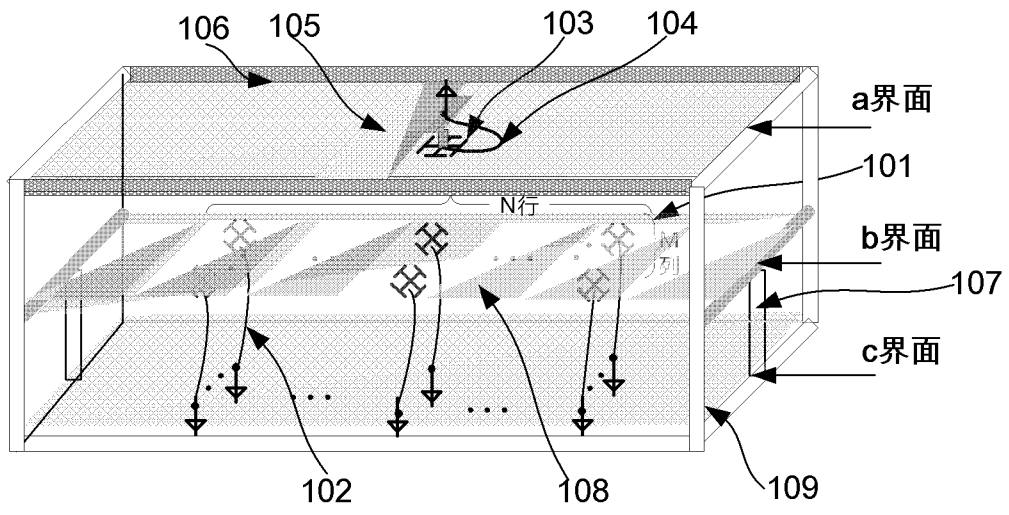


图 1

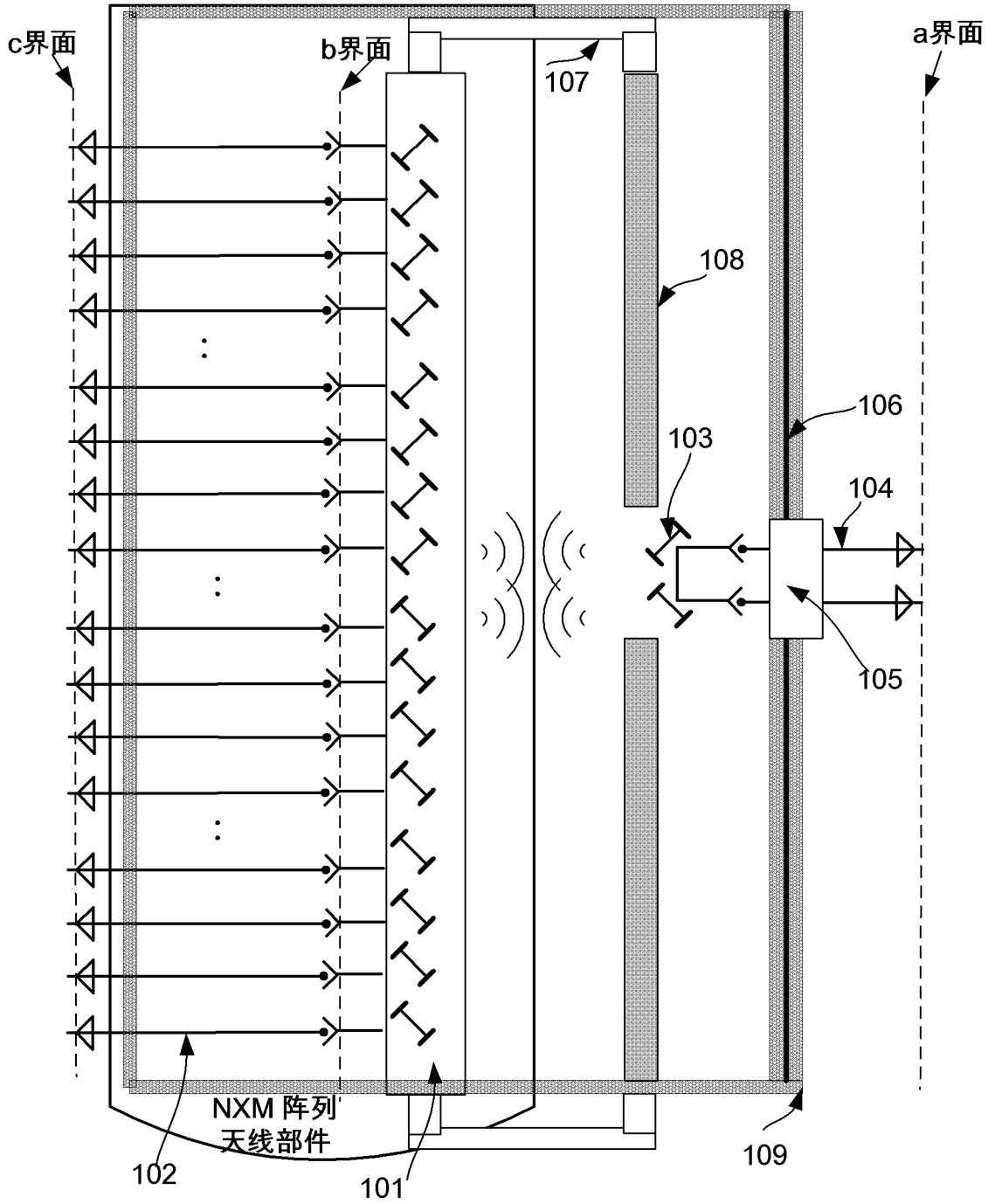


图 2

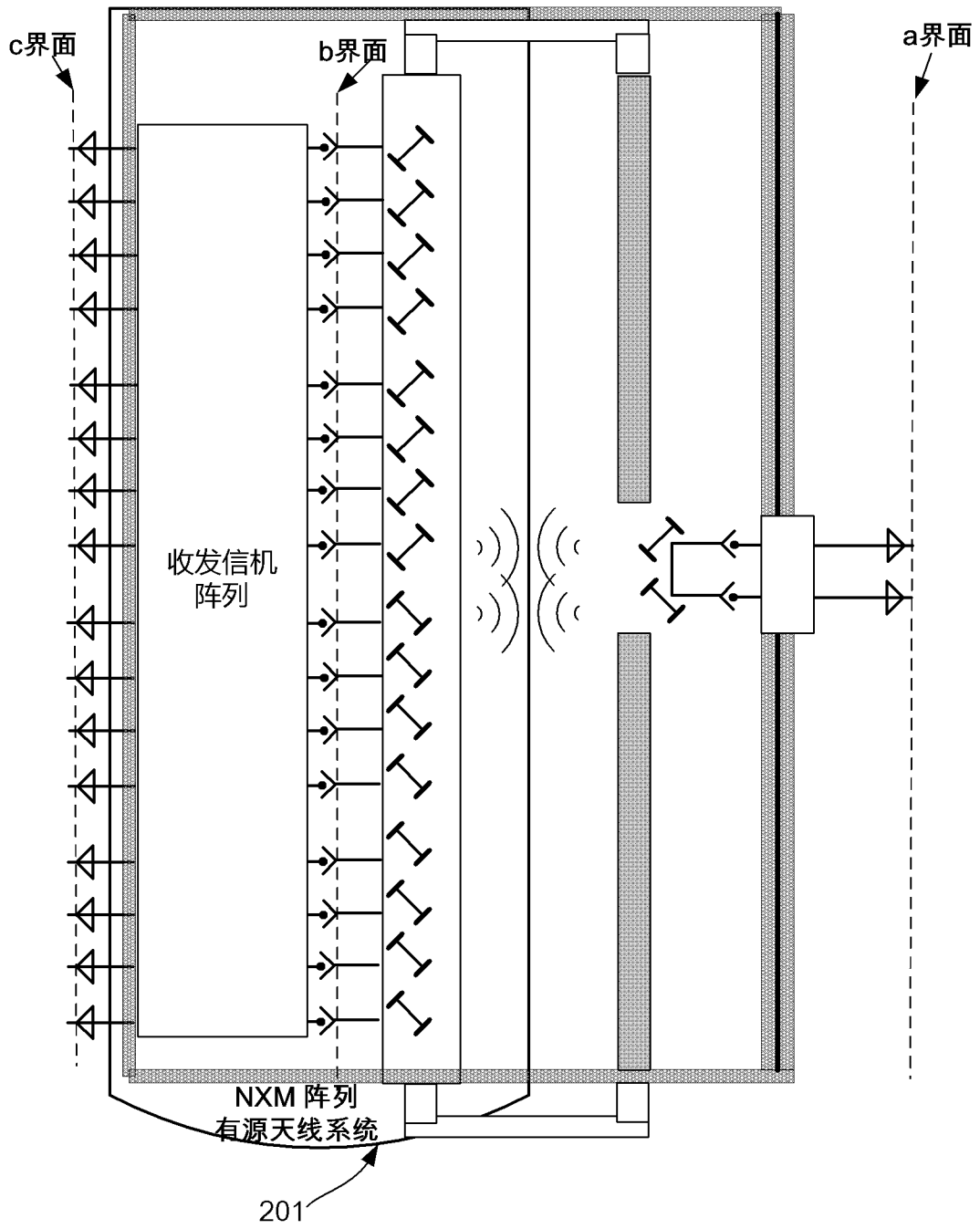


图 3

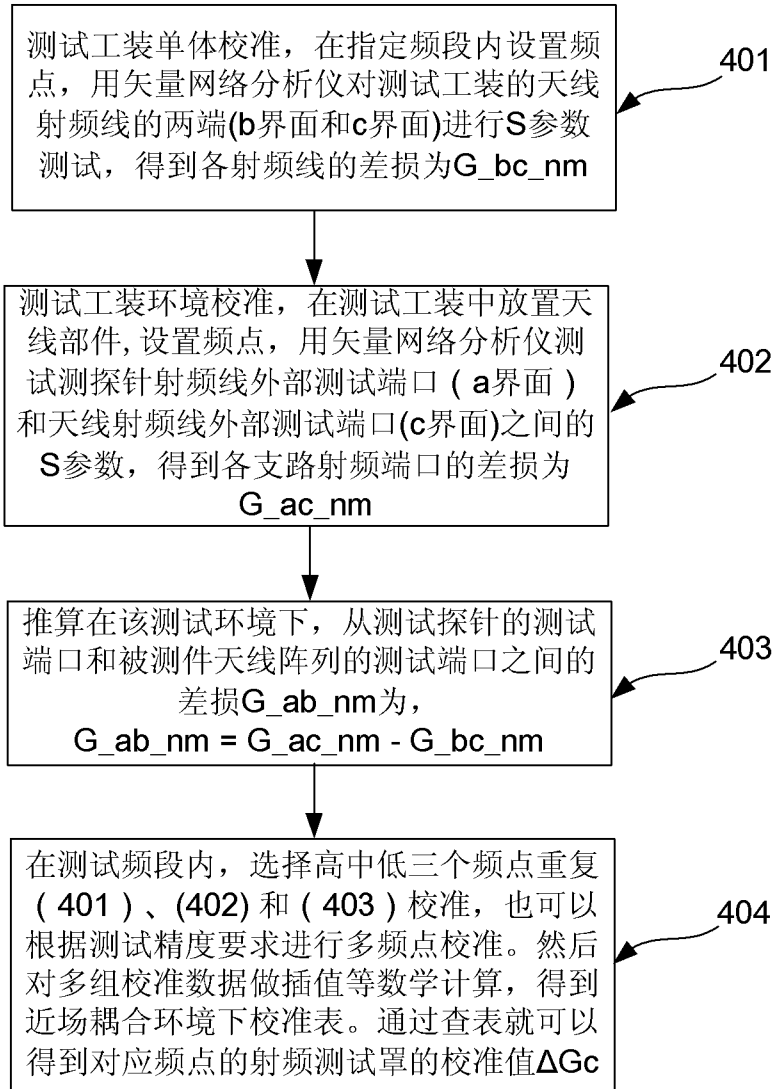


图 4

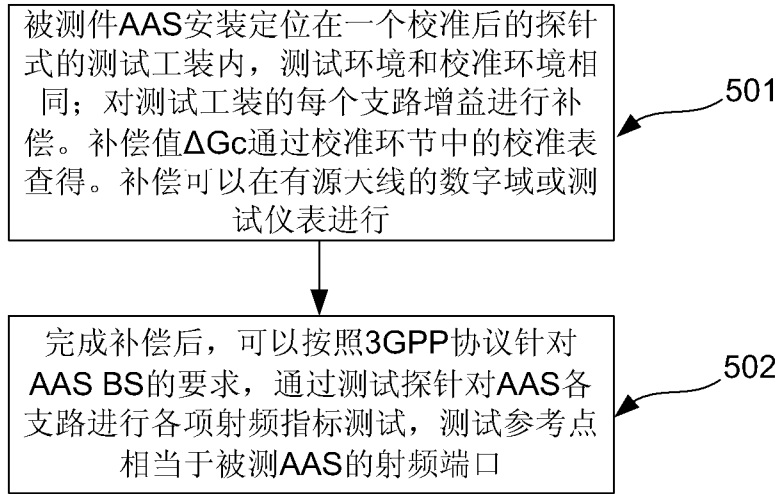


图 5

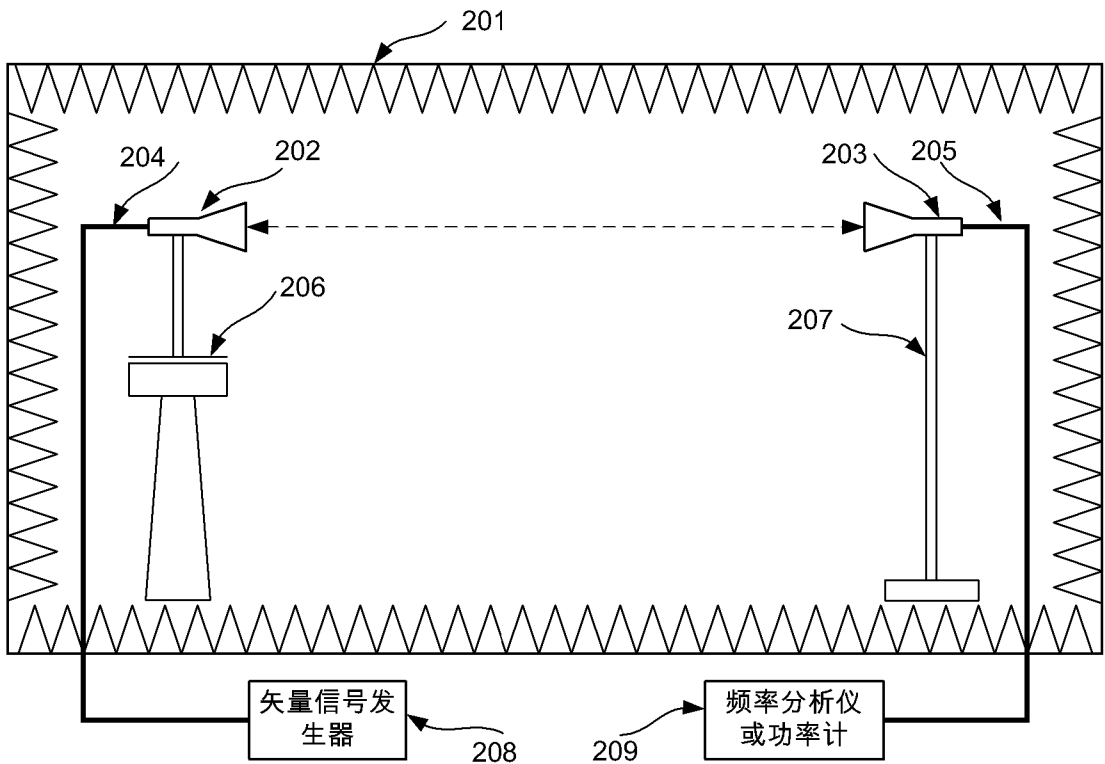


图 6

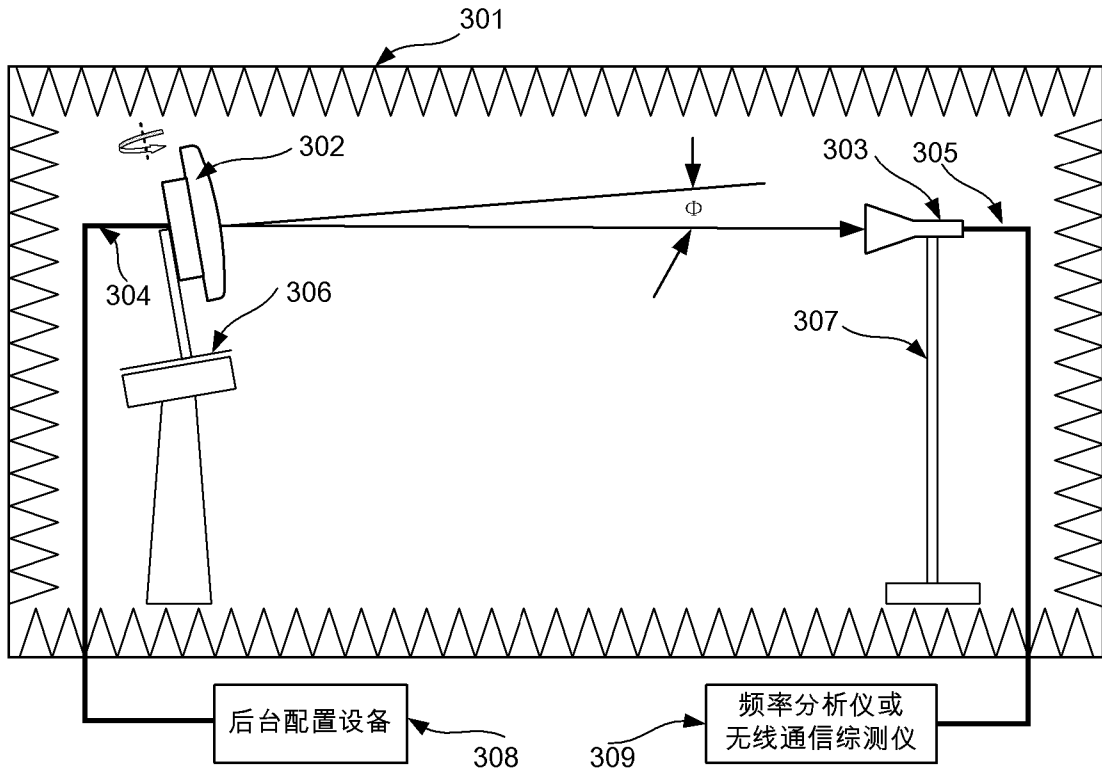


图 7

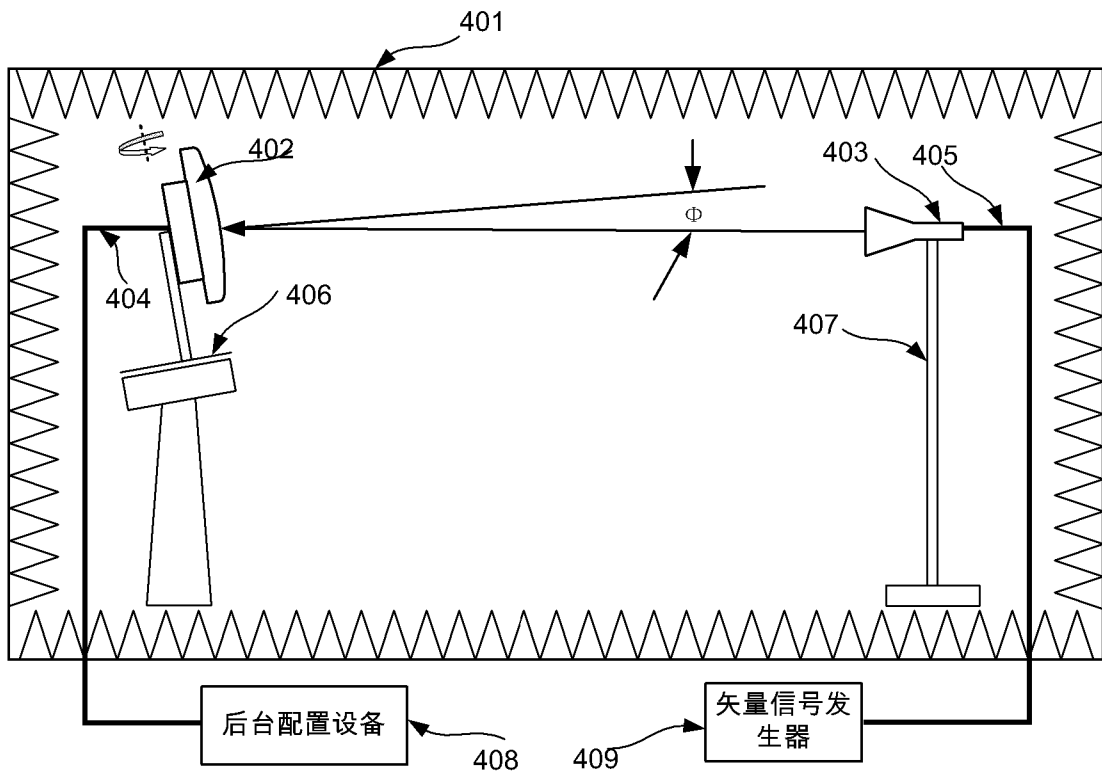


图 8

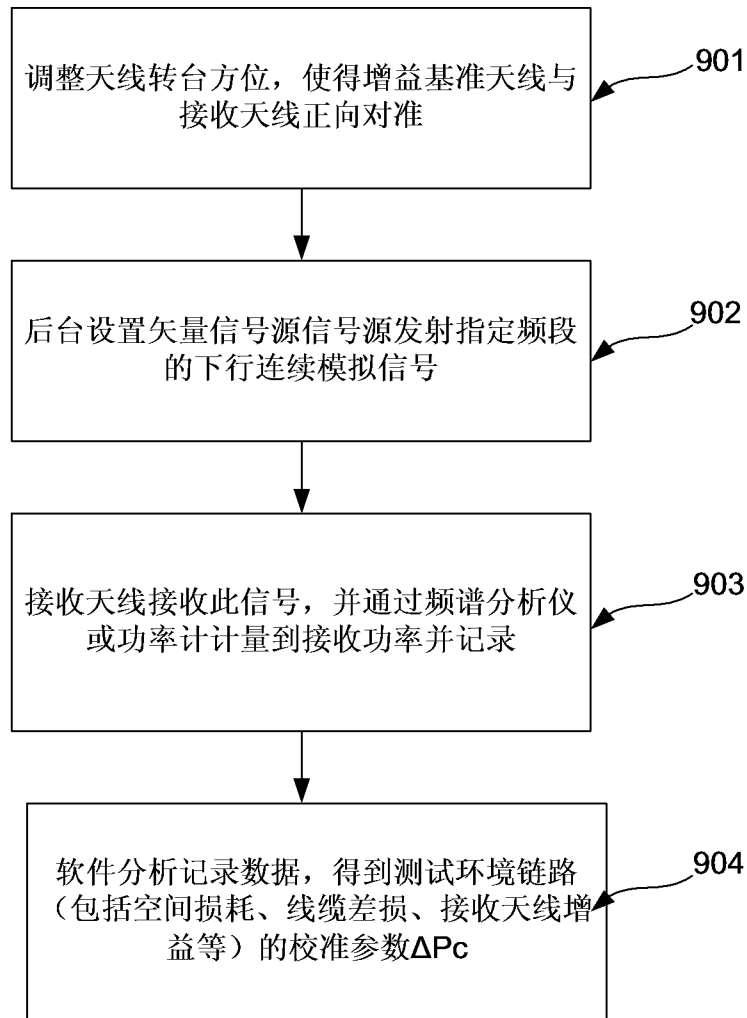


图 9

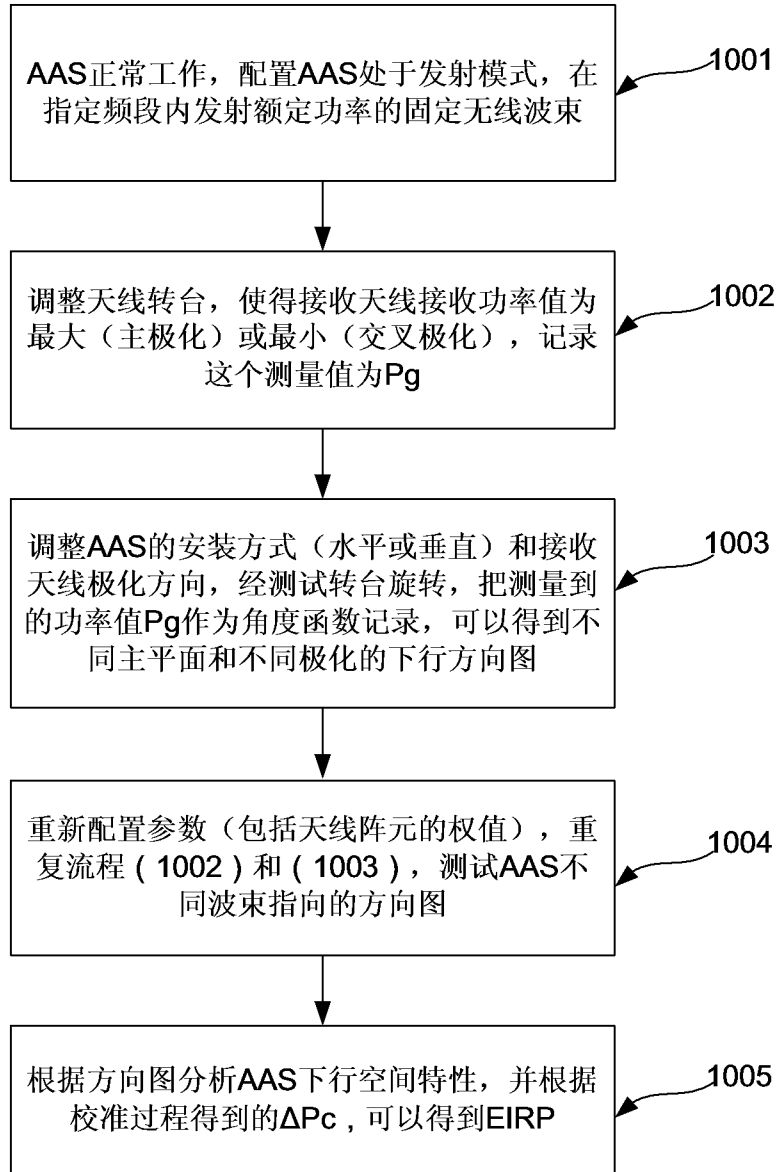


图 10

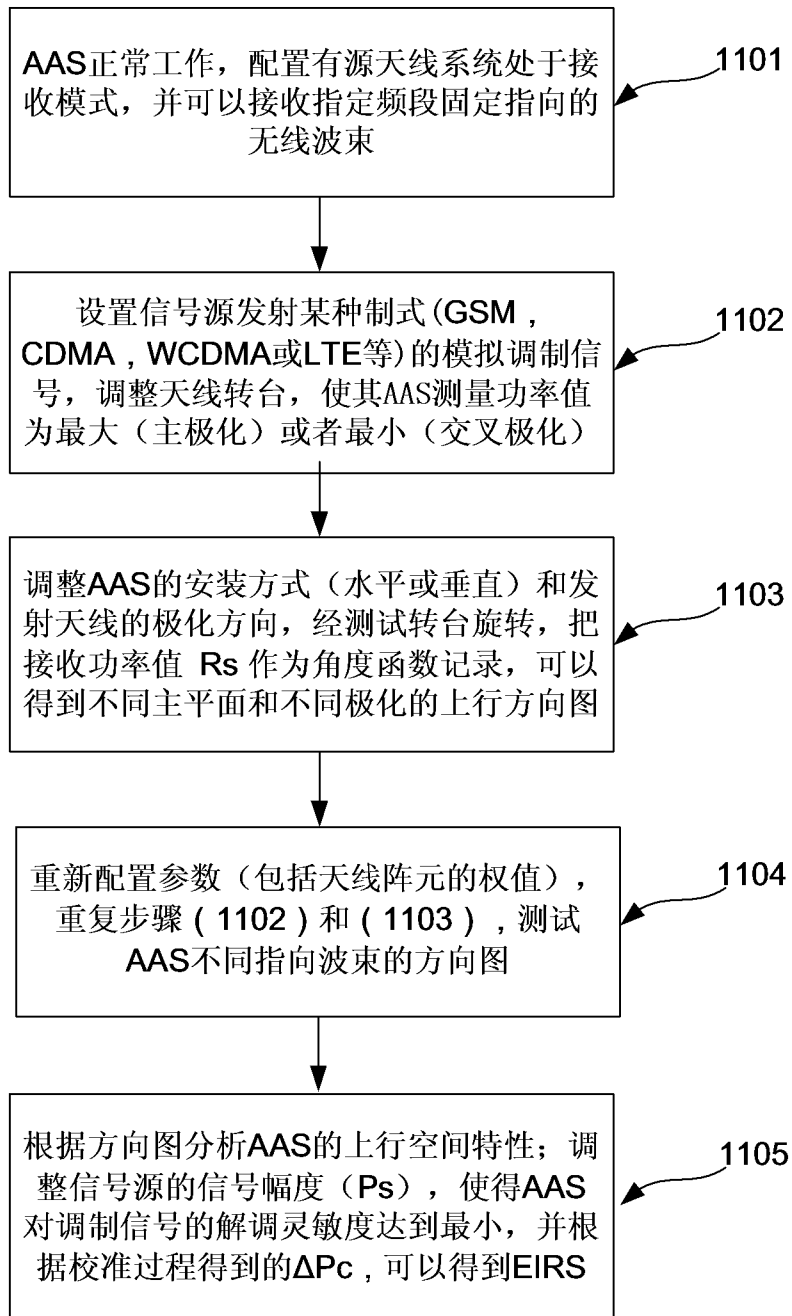


图 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/080110

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B 17/00 (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)

IPC: G01R 31, H04B 17, G01R 29, G06K 17, G01S 5, H01Q 1, H01Q 21

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)

CPRS, CNKI: active antenna system, antenna array, antenna, AAS, shield, anechoic, demagnetization, darkroom, probe, guide rail, locate, adjust, wave-absorbing plate, radio frequency, index, test, OTA, test mask, calibrate, vector network analyzer, environment calibration, monomer calibration, near field coupling, compensate

WPI, EPODOC: driven array, active antenna system, antenna, shield, screen, anechoic chamber, erasement, darkroom, probe, guide, locate, radio frequency, index, measure, test, inspect, detect, monitor, over the air, calibrate, environment

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 102830298 A (ZTE CORP.), 19 December 2012 (19.12.2012), claims 1-13	1-13
A	CN 1905422 A (TELECOMMUNICATION METROLOGY CENTER OF MII), 31 January 2007 (31.01.2007), the whole document	1-13
A	CN 101834678 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.), 15 September 2010 (15.09.2010), the whole document	1-13
A	KR 20110065817 A (UNIV DAEGU IND ACADEMIC COOP FOUND), 16 June 2011 (16.06.2011), the whole document	1-13
A	EP 2173005 A1 (NOKIA SIEMENS NETWORKS OY), 07 April 2010 (07.04.2010), the whole document	1-13

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>
---	---

Date of the actual completion of the international search
24 October 2013 (24.10.2013)

Date of mailing of the international search report
07 November 2013 (07.11.2013)

Name and mailing address of the ISA/CN:
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
LI, Xiaohui
Telephone No.: (86-10) **62085876**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2013/080110

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102830298 A	19.12.2012	None	
CN 1905422 A	31.01.2007	CN 1905422 B	12.05.2010
CN 101834678 A	15.09.2010	CN 101834678 B	14.08.2013
KR 20110065817 A	16.06.2011	KR 101100421 B1	30.12.2011
EP 2173005 A1	07.04.2010	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2013/080110

A. 主题的分类

H04B 17/00 (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)

IPC: G01R31, H04B 17, G01R29, G06K17, G01S5, H01Q1, H01Q21

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))

CPRS、CNKI: 有源天线系统, 天线阵列, 天线阵子, 天线, AAS, 屏蔽, 消音, 消磁, 暗室, 探针, 导轨, 定位, 固定, 调整, 吸波板, 射频, 指标, 测, OTA, 测试罩, 校准, 矢量网络分析仪, 环境校准, 单体校准, 近场耦合, 补偿

WPI、EPODOC: driven array, active antenna system, antenna, shield, screen, anechoic chamber, erasement, darkroom, probe, guide, locate, radio frequency, index, measure, test, inspect, detect, monitor, over the air, calibrate, environment

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 102830298 A (中兴通讯股份有限公司) 19.12 月 2012 (19.12.2012) 权利要求 1-13	1-13
A	CN 1905422 A (信息产业部通信计量中心) 31.1 月 2007 (31.01.2007) 全文	1-13
A	CN 101834678 A (华为技术有限公司) 15.9 月 2010 (15.09.2010) 全文	1-13
A	KR 20110065817 A (UNIV DAEGU IND ACADEMIC COOP FOUND) 16.6 月 2011 (16.06.2011) 全文	1-13
A	EP 2173005 A1 (NOKIA SIEMENS NETWORKS OY) 07.4 月 2010 (07.04.2010) 全文	1-13

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
24.10 月 2013 (24.10.2013)

国际检索报告邮寄日期
07.11 月 2013 (07.11.2013)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:
中华人民共和国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088
传真号: (86-10)62019451

授权官员
李晓惠
电话号码: (86-10) 62085876

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/080110

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN 102830298 A	19.12.2012	无	
CN 1905422 A	31.01.2007	CN 1905422 B	12.05.2010
CN 101834678 A	15.09.2010	CN 101834678 B	14.08.2013
KR 20110065817 A	16.06.2011	KR 101100421 B1	30.12.2011
EP 2173005 A1	07.04.2010	无	