

(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  
2016年6月16日 (16.06.2016)



(10) 国际公布号  
WO 2016/090909 A1

- (51) 国际专利分类号:  
H04B 7/04 (2006.01) H04B 7/08 (2006.01)  
H04B 7/06 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2015/083456
- (22) 国际申请日: 2015年7月7日 (07.07.2015)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201410765868.0 2014年12月11日 (11.12.2014) CN
- (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: 赵建平 (ZHAO, Jianping); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。徐骁 (XU, Xiao); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。耿阳 (GENG, Yang); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。王强 (WANG, Qiang); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华

为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。肖暄 (XIAO, Xuan); 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: 深圳市深佳知识产权代理事务所 (普通合伙) (SHENPAT INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY); 中国广东省深圳市国贸大厦 15 楼西座 1521 室, Guangdong 518014 (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,

[见续页]

(54) Title: ANTENNA AND ACTIVE ANTENNA SYSTEM

(54) 发明名称: 一种天线及有源天线系统

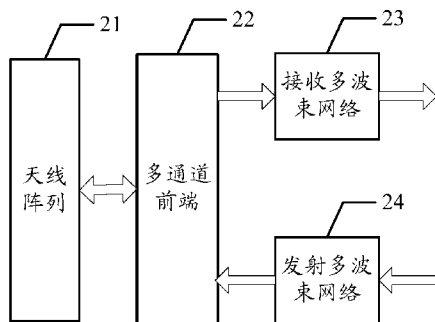


图 2 / FIG. 2

- 21 ANTENNA ARRAY
- 22 MULTICHANNEL FRONT END
- 23 MULTI-BEAM RECEIVING NETWORK
- 24 MULTI-BEAM TRANSMITTING NETWORK

(57) Abstract: Disclosed are an antenna and an active antenna system, so as to reduce the complexity and power consumption of an antenna device and reduce the production cost. The antenna comprises an antenna array, a multichannel front end, a multi-beam receiving network, and a multi-beam transmitting network. The antenna array comprises w antenna oscillators, w being a natural number greater than or equal to 2. The multi-beam transmitting network is used for conducting beam forming processing on j transmitting signal beams, so as to obtain m transmitting signals, j being a natural number. The multichannel front end is used for converting the w first radio-frequency signals received by the w antenna oscillators into n receiving signals, and converting the m transmitting signals of the multi-beam transmitting network into w second radio-frequency signals, both n and m being natural numbers less than or equal to w. The multi-beam receiving network is used for conducting beam forming processing on n receiving signals generated by the multichannel front end, so as to obtain k receiving signal beams, k being a natural number.

(57) 摘要: 本发明公开了一种天线及有源天线系统, 用于降低天线设备的复杂度及功耗, 减少生产成本。该天线包括: 天线阵列、多通道前端、接收多波束网络、发射多波束网络; 天线阵列包括 w 个天线振子, 其中, w 为大于或者等于 2 的自然数; 发

射多波束网络, 用于对 j 路发射信号波束进行波束成形处理, 得到 m 路发射信号, 其中, j 为自然数; 多通道前端, 用于将 w 个天线振子接收到的 w 路第一射频信号转换为 n 路接收信号; 以及, 将发射多波束网络的 m 路发射信号转换为 w 路第二射频信号, 其中, n 和 m 均为小于或者等于 w 的自然数; 接收多波束网络, 用于对多通道前端生成的所述 n 路接收信号进行波束成形处理, 得到 k 路接收信号波束, 其中, k 为自然数。



WO 2016/090909 A1

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:**

- 关于申请人有权要求在先申请的优先权(细则 4.17(ii))

**本国际公布:**

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

## 一种天线及有源天线系统

本申请要求于 2014 年 12 月 11 日提交中国专利局、申请号为 201410765868.0、发明名称为“一种天线及有源天线系统”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

5

### 技术领域

本发明涉及移动通信领域，特别涉及一种天线及有源天线系统。

### 背景技术

10 随着社会生活对无线带宽的需求越来越大，需要不断提升无线网络的性能。使用有源天线系统，不仅可以得到高增益波束和高用户复用率，而且可以在多个通道上提供分集增益，由此获得一个高性能的无线网络。有源天线系统逐渐在民用技术上得到应用。

有源天线系统使用大规模的天线阵列，形成多个天线波束，因此也被称为有源多天线系统。有源多天线系统，其关键技术就是天线阵的波束赋形，多通道相干信号通过数字域信号处理，控制其在天线阵各阵元信号的幅度、相位，在空间干涉迭加所形成的定向波束；这种波束可以是用户级、小区级。在传统的技术架构中，一组 TRX（Transmitter/Receiver，收发信机）驱动一个或多个天线单元，构成一个有源天线模块，多个模块组成阵列，即构成有源天线阵列。  
15 这就是所谓“一驱一”架构，见图 1 所示，在发送链路上，第 1 路发信号通过 TRX（1）到 1#振子；在接收链路上，第 1 路收信号从 1#振子经过 TRX（1）到达收通道处理，可以看出第 1 路发信号和第 1 路收信号经过了对称的路径，因此，其在天线中收发信号通道完全对称。

20 上述“一驱一”方案中的天线阵列构成的天线设备结构复杂且功耗大，生产成本高。

### 发明内容

本发明提供了一种天线及有源天线系统，用于降低天线设备的复杂度及功耗，减少生产成本。

本发明第一方面提供了一种天线，包括：天线阵列、多通道前端、接收多波束网络、发射多波束网络；

所述天线阵列包括  $w$  个天线振子，所述天线振子用于发射或接收射频信号，其中， $w$  为大于或者等于 2 的自然数；

5 所述发射多波束网络，用于对  $j$  路发射信号波束进行波束成形处理，得到  $m$  路发射信号，其中， $j$  为自然数；

所述多通道前端，用于将所述  $w$  个天线振子接收到的  $w$  路第一射频信号转换为  $n$  路接收信号；以及，将所述发射多波束网络的  $m$  路发射信号转换为  $w$  路第二射频信号，其中， $n$  和  $m$  均为小于或者等于  $w$  的自然数；

10 所述接收多波束网络，用于对所述多通道前端生成的所述  $n$  路接收信号进行波束成形处理，得到  $k$  路接收信号波束，其中， $k$  为自然数。

结合本发明的第一方面，在本发明第一方面的第一种实现方式中，所述发射或接收射频信号使用同一个天线振子，所述多通道前端包括：

15 滤波处理模块，用于对所述  $w$  路第一射频信号中的一路第一射频信号或所述  $w$  路第二射频信号中的一路第二射频信号进行滤波处理；

接收通道馈电网络，用于形成接收通道，并对接收方向上的所述  $w$  路第一射频信号进行第一映射处理，得到所述  $n$  路接收信号；

发射通道馈电网络，用于形成发射通道，并对发射方向上的所述  $m$  路发射信号进行第二映射处理，得到所述  $w$  路第二射频信号。

20 结合本发明的第一方面的第一种实现方式，在本发明第一方面的第二种实现方式中，所述多通道前端还包括：

开关矩阵，用于分时切换接收方向的所述  $w$  路第一射频信号和发射方向的所述  $w$  路第二射频信号。

25 结合本发明的第一方面，在本发明第一方面的第三种实现方式中，所述发射或接收射频信号分别使用不同的天线振子，所述多通道前端包括  $w$  个前端通道；

所述前端通道包括滤波处理模块，用于对所述  $w$  路第一射频信号中的一路第一射频信号或所述  $w$  路第二射频信号中的一路第二射频信号进行滤波处理。

结合本发明的第一方面、或第一方面的第一种实现方式、或第一方面的第二种实现方式、或第一方面的第三种实现方式，在本发明第一方面的第四种实现方式中，所述接收多波束网络具体用于对所述多通道前端生成的所述  $n$  路接收信号进行波束成形处理，得到与所述  $n$  路接收信号对应的所述  $k$  路接收信号波束，其中， $k$  等于  $n$ 。

结合本发明的第一方面、或第一方面的第一种实现方式、或第一方面的第二种实现方式、或第一方面的第三种实现方式，在本发明第一方面的第五种实现方式中，所述接收多波束网络包括：

射频幅相控制模块，用于对所述多通道前端生成的所述  $n$  路接收信号进行幅度调节和相位调节；

波束合并模块，用于将所述幅度调节和相位调节后的所述  $n$  路接收信号合并为所述  $k$  路接收信号波束，其中  $k$  大于等于 1。

结合本发明的第一方面、或第一方面的第一种实现方式、或第一方面的第二种实现方式、或第一方面的第三种实现方式，在本发明第一方面的第六种实现方式中，所述接收多波束网络包括：

功分模块，用于将所述多通道前端生成的所述  $n$  路接收信号中的每一路分离为  $k$  路接收信号；

波束成形模块，用于分别从每一路分离后的所述  $k$  路接收信号中选取一路进行合并，得到所述  $k$  路接收信号波束。

结合本发明的第一方面、或第一方面的第一种实现方式、或第一方面的第二种实现方式、或第一方面的第三种实现方式，在本发明第一方面的第七种实现方式中，所述发射多波束网络包括：

电桥电路，用于对所述  $j$  路发射信号波束进行合路；

移相电路，用于对合路后的  $j$  路发射信号波束进行相位调整，得到所述  $m$  路发射信号。

结合本发明的第一方面、或第一方面的第一种实现方式、或第一方面的第二种实现方式、或第一方面的第三种实现方式，在本发明第一方面的第八种实现方式中，所述天线还包括：

低噪声放大电路，用于放大所述  $n$  路接收信号中的一路接收信号。

本发明第二方面提供了一种有源天线系统，包括上述任一种天线、收发信机单元、收发通道处理单元；

所述收发信机单元，用于将所述接收多波束网络生成的所述  $k$  路接收信号波束处理为对应的  $k$  路数字信号，输出给所述收发通道处理单元；以及，将所述收发通道处理单元输出的  $j$  路数字信号处理为对应的所述  $j$  路发射信号波束；

所述收发通道处理单元，用于对所述收发信机单元生成的所述  $k$  路数字信号进行解码处理；以及，对信号源发送的信号进行编码处理，得到所述  $j$  路数字信号，并输出给所述收发信机单元。

结合本发明的第二方面，在本发明第二方面的第一种实现方式中，所述收发信机单元包括与所述  $k$  路接收信号波束对应的  $k$  个收信机模块、与所述  $j$  路数字信号对应的  $j$  个发信机模块；

所述收信机模块，用于将所述接收多波束网络生成的一路接收信号波束处理为对应的一路数字信号；

所述发信机模块，用于将所述收发通道处理单元输出的一路数字信号处理为对应的一路发射信号波束。

结合本发明的第二方面的第一种实现方式，在本发明第二方面的第二种实现方式中，所述收发通道处理单元包括收通道处理模块、发通道处理模块；

所述收通道处理模块，用于对所述  $k$  个收信机模块生成的  $k$  路数字信号进行解码处理；

所述发通道处理模块，用于对所述信号源发送的信号进行编码处理，得到  $j$  路数字信号，并分别输出给对应的所述  $j$  个发信机模块。

从以上技术方案可以看出，本发明实施例具有以下优点：在接收方向上，所述多通道前端将所述  $w$  个天线振子接收到的  $w$  路第一射频信号转换为  $n$  路接收信号；所述接收多波束网络对所述多通道前端生成的所述  $n$  路接收信号进行波束成形处理，得到  $k$  路接收信号波束；在发射方向上，所述发射多波束网络对  $j$  路发射信号波束进行波束成形处理，得到  $m$  路发射信号；所述多通道前端将所述发射多波束网络的所述  $m$  路发射信号转换为所述  $w$  路第二射频信号。因此，通过将接收信号与发射信号分离所形成的上述非对称的天线阵列结构，降低了天线设备的复杂度及功耗，减少了生产成本。

## 附图说明

- 图 1 为现有技术中有源天线系统的一个结构示意图；  
图 2 为本发明实施例所提供的天线的结构示意图；  
图 3 为本发明实施例所提供的天线的详细结构示意图；  
5 图 4 为本发明实施例所提供的多通道前端的一个结构示意图；  
图 5 为本发明实施例所提供的多通道前端的另一结构示意图；  
图 6 为本发明实施例所提供的多通道前端的另一结构示意图；  
图 7 为本发明实施例所提供的前端通道的一个结构示意图；  
图 8 为本发明实施例所提供的接收多波束网络的一个结构示意图；  
10 图 9 为本发明实施例所提供的接收多波束网络的另一结构示意图；  
图 10 为本发明实施例所提供的接收多波束网络的另一结构示意图；  
图 11 为本发明实施例所提供的发射多波束网络的一个结构示意图；  
图 12 为本发明实施例所提供的有源天线系统的结构示意图；  
图 13 为本发明实施例所提供的有源天线系统的详细结构示意图。

15

## 具体实施方式

为使得本发明的发明目的、特征、优点能够更加的明显和易懂，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，下面所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而非全部的实施例。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他实施例，都属于本发明保护的范围。

请参阅图 2，为本发明实施例所提供的天线的结构示意图。该天线包括：天线阵列 21、多通道前端 22、接收多波束网络 23、发射多波束网络 24；上述天线阵列 21 包括  $w$  个天线振子，上述天线振子用于发射或接收射频信号，其中， $w$  为大于或者等于 2 的自然数；

上述发射多波束网络 24，用于对  $j$  路发射信号波束进行波束成形处理，得到上述  $m$  路发射信号，其中， $j$  为自然数；

上述多通道前端 22，用于将上述  $w$  个天线振子接收到的  $w$  路第一射频信号转换为  $n$  路接收信号；以及，将上述发射多波束网络的  $m$  路发射信号转换

为上述  $w$  路第二射频信号，其中， $n$  和  $m$  均为小于或者等于  $w$  的自然数；

上述接收多波束网络 23，用于对上述多通道前端 22 生成的上述  $n$  路接收信号进行波束成形处理，得到  $k$  路接收信号波束，其中， $k$  为自然数。

5 本发明实施例中，在接收方向上，上述多通道前端 22 将上述  $w$  个天线振子接收到的  $w$  路第一射频信号转换为  $n$  路接收信号；上述接收多波束网络 23 对上述多通道前端 22 生成的上述  $n$  路接收信号进行波束成形处理，得到  $k$  路接收信号波束；在发射方向上，上述发射多波束网络 24 对  $j$  路发射信号波束进行波束成形处理，得到  $m$  路发射信号；上述多通道前端 22 将上述发射多波束网络 24 的上述  $m$  路发射信号转换为上述  $w$  路第二射频信号。因此，通过将接收信号与发射信号分离所形成的上述非对称的天线阵列结构，降低了天线设备的复杂度及功耗，减少了生产成本。

15 请参阅图 3，为本发明实施例所提供的天线的详细结构示意图。该天线阵列 21 包括至少两个天线振子 211。该天线振子 211 用于发射和接收射频信号，该天线振子 211 的结构可参见现有技术，设置方式可以平行排列在上述天线上，此处不作具体描述。该天线阵列 21 在接收射频信号时，将接收到的  $w$  路第一射频信号通过上述多通道前端 22 转换为  $n$  路接收信号（图 3 中为  $x(1) \sim x(n)$ ）；在发射射频信号时，通过上述多通道前端 22 将上述发射多波束网络 24 的  $m$  路发射信号（图 3 中为  $y(1) \sim y(m)$ ）转换为  $w$  路第二射频信号，然后通过  $w$  个天线振子 211 发射上述  $w$  路第二射频信号；其中， $w$  为大于或者等于 2 的自然数， $n$  和  $m$  均为小于或者等于  $w$  的自然数，每一个天线振子 211 可以是单个天线振子 211，也可以是一组天线振子 211，每一个天线振子 211 接收或发射一路射频信号；图 3 中仅处理了天线振子 211 的一个极化，以提供正交的信号，在接收方向合并极化的信号，以提升接收信噪比；另一个极化的处理是一样的，具体处理方式可参见现有技术，此处不再赘述。

25 该多通道前端 22 将收通道和发通道的信号分离，在收通道（即接收方向）上， $w$  个天线振子 211 接收到的  $w$  路第一射频信号经过上述多通道前端 22 映射（或合并）为  $n$  路接收信号，上述  $n$  路接收信号经过 LNA（Low Noise Amplifier，低噪音放大器）放大，送入上述接收多波束网络 23；由于每个（或每组）天线振子 211 只能接收或发射一路射频信号，所以  $w$  个（或  $w$  组）天

线振子只能接收或发射  $w$  路射频信号，因此，在发通道（即发射方向）上，从上述发射多波束网络 24 中输出的  $m$  路发射信号经过上述多通道前端 22 映射（或合并）为  $w$  路第二射频信号，以使  $w$  个天线振子接收该  $w$  路第二射频信号，并分别向外发射该  $w$  路第二射频信号。

5 其中，该多通道前端 22 的具体结构可参见如下：

一、收发共用天线振子方式

收发共用天线振子即发射或接收射频信号使用同一个天线振子，具体为某个或某组天线振子 211 既用于接收射频信号也用于发射射频信号，参阅图 4，可选的，该多通道前端 22 包括：

10 滤波处理模块 221，用于对上述  $w$  路第一射频信号中的一路第一射频信号或上述  $w$  路第二射频信号中的一路第二射频信号进行滤波处理；

接收通道馈电网络 222，用于形成接收通道，并对接收方向上的上述  $w$  路第一射频信号进行第一映射处理，得到上述  $n$  路接收信号；

15 发射通道馈电网络 223，用于形成发射通道，并对发射方向上的上述  $m$  路发射信号进行第二映射处理，得到上述  $w$  路第二射频信号。

其中，该滤波处理模块 221 的具体结构可参见现有技术中滤波器的结构，此处不作描述，该滤波处理模块 221 用于对上述  $w$  路第一射频信号中的一路第一射频信号或上述  $w$  路第二射频信号中的一路第二射频信号进行滤波处理，具体包括：滤除干扰，或对发射的频谱进行带外干扰抑制以及低插入损耗，或  
20 对收发频率之间的干扰进行隔离，将有用信号尽可能无衰减的通过，对无用信号尽可能大的衰减。

参阅图 5 和图 6，可选的，该多通道前端 22 还包括：

开关矩阵 224，用于分时切换接收方向的上述  $w$  路第一射频信号和发射方向的上述  $w$  路第二射频信号。

25 该开关矩阵 224 用于分时切换接收方向的上述  $w$  路第一射频信号和发射方向的上述  $w$  路第二射频信号，在接收方向上的上述  $w$  路第一射频信号和发射方向上的上述  $w$  路第二射频信号共用一个（或一组）天线振子时，进行收发通道的切换；该开关矩阵 224 具体可以通过射频开关或环形器实现，其中图 5 为射频开关实现方式，图 6 为环形器实现方式，本实施例中仅列举了其中两

种实现方式，对于开关矩阵 224 的选择此处不作限制。

## 二、收发不共用天线振子方式

收发不共用天线振子即发射或接收射频信号分别使用不同的天线振子，具体为某个或某组天线振子 211 只用于接收射频信号或只用于发射射频信号，参阅图 7，可选的，该多通道前端 22 包括  $w$  个前端通道 225；图 7 中分别示出了发射方向即  $y(m)$  方向上和接收方向即  $x(n)$  方向上的前端通道 225 的结构图；

其中，上述  $w$  个前端通道呈阵列分布，每个前端通道包括一个滤波处理模块 2251，用于对上述射频信号进行滤波处理；

15 其中，该滤波处理模块 2251 的具体结构可参见现有技术中滤波器的结构，此处不作描述，该滤波处理模块 2251 用于对上述射频信号进行滤波处理，将有用信号尽可能无衰减的通过，对无用信号尽可能大的衰减。

以上对该天线中的多通道前端 22 的实现方式进行了详细描述，下面针对该天线中的接收多波束网络 23 作具体说明。

15 续请参阅图 3，上述接收多波束网络 23 可参考如下实现方式：

### 一、直通方式

结合图 3 和图 8 所示，可选的，在直通方式下，上述接收多波束网络 23 具体用于对上述多通道前端 22 生成的  $n$  路接收信号 ( $x(1) \sim x(n)$ ) 进行波束成形处理，得到与上述  $n$  路接收信号对应的上述  $k$  路接收信号波束  $\{(\text{Beam}(1), R) \sim (\text{Beam}(k), R)\}$ ，其中， $k$  等于  $n$ 。此时，接收波束成形的处理工作将交给后端的收发通道处理单元 26 进行。

### 二、混合方式

结合图 3 和图 9 所示，可选的，在混合方式下，上述接收多波束网络 23 包括：

25 射频幅相控制模块 231，用于对上述多通道前端 22 生成的上述  $n$  路接收信号进行幅度调节和相位调节；

波束合并模块 232，用于将上述幅度调节和相位调节后的上述  $n$  路接收信号合并为上述  $k$  路接收信号波束，其中  $k$  大于等于 1。

需要说明的是，在混合方式下，通过射频幅相控制模块 231 中的 RF(Radio

Frequency, 射频)幅相控制器调节接收信号的幅度和相位, 然后通过波束合并模块 232 合并成接收信号波束, 送给后端的收发通道处理单元 26 进行处理。

图 9 中列举的实现方式中, 上述射频幅相控制模块 231 对上述多通道前端 22 生成的上述  $n$  路接收信号进行幅度调节和相位调节; 上述波束合并模块 232 将上述幅度调节和相位调节后的上述  $n$  路接收信号合并为 1 路接收信号波束; 其中,  $n$  路接收信号是  $n$  个 (或  $n$  组) 天线振子接收到的信号, 图 9 中仅列举了将上述  $n$  路接收信号 ( $x(1) \sim x(n)$ ) 合并为 1 路接收信号波束, 接收信号波束的数量可以是单个 (一路) 或者多路, 此处并不作限制。

### 三、无源方式

结合图 3 和图 10 所示, 可选的, 在无源方式下, 上述接收多波束网络 23 包括:

功分模块 233, 用于将上述多通道前端 22 生成的上述  $n$  路接收信号中的每一路分离为  $k$  路接收信号;

波束成形模块 234, 用于分别从每一路分离后的上述  $k$  路接收信号中选取一路进行合并, 得到上述  $k$  路接收信号波束。

需要说明的是, 在无源方式下, 通过上述功分模块 233 将上述多通道前端 22 生成的上述  $n$  路接收信号中的每一路分离为  $k$  路接收信号; 上述波束成形模块 234 分别从每一路分离后的上述  $k$  路接收信号中选取一路进行合并, 得到上述  $k$  路接收信号波束。图 10 中列举的实现方式中, 上述  $n$  个功分模块 233 (图 10 所示功分模块 1~功分模块  $n$ ) 将上述多通道前端 22 生成的上述  $n$  路接收信号 ( $x(1) \sim x(n)$ ) 中的每一路分离为  $k$  路接收信号 (1~ $k$ ); 上述  $k$  个波束成形模块 234 (图 10 所示为波束成形模块 1~波束成形模块  $k$ ) 分别从每一路分离后的上述  $k$  路接收信号中选取一路进行合并, 可以是将每一路分离后的第 1 至第  $k$  路接收信号对应的合并为  $k$  路接收信号波束 {图 10 所示 (Beam(1), R) ~ (Beam( $k$ ), R)} , 也可混合合并, 其中  $k$  为自然数, 可以是一路也可以是多路。

结合图 3 和图 11 所示, 上述发射多波束网络 24 包括:

电桥电路 241, 用于对上述  $j$  路发射信号波束进行合路;

移相电路 242, 用于对合路后的  $j$  路发射信号波束进行相位调整, 得到上

述 m 路发射信号。

需要说明的是，电桥电路 241（图 11 中电桥 1~电桥 y）分别对上述 j 路发射信号波束{（Beam（1），T）~（Beam（k），T）}进行合路，移相电路 242（图 11 中移相器 1~移相器 x）根据波束成形控制信号对合路后的 j 路发射信号波束进行相位调整，得到对应的 m 路发射信号（图 11 中 y（1）~y（m））；图 11 中 x 与 y 的数量可根据系统需求进行设定，此处不作限制。

以上对该天线的具体结构进行了详细说明，下面结合上述天线对由该天线构成的有源天线系统进行说明。

图 12 为本发明实施例提供的有源天线系统的结构示意图，图 13 为本发明实施例提供的有源天线系统的详细结构示意图；现结合上述附图对该有源天线系统进行说明。

本发明实施例提供了一种有源天线系统，包括以上实施例中的天线以及收发信机单元 25、收发通道处理单元 26；

上述收发信机单元 25，用于将上述接收多波束网络 23 生成的上述 k 路接收信号波束处理为对应的 k 路数字信号，输出给上述收发通道处理单元 26；以及，将上述收发通道处理单元 26 输出的 j 路数字信号处理为对应的上述 j 路发射信号波束；

上述收发通道处理单元 26，用于对上述收发信机单元 25 生成的上述 k 路数字信号进行解码处理；以及，对信号源发送的信号进行编码处理，得到上述 j 路数字信号，并输出给上述收发信机单元 25。

本发明实施例中，在接收方向上，上述多通道前端 22 将上述 w 个天线振子接收到的 w 路第一射频信号转换为 n 路接收信号；上述接收多波束网络 23 对上述多通道前端 22 生成的上述 n 路接收信号进行波束成形处理，得到 k 路接收信号波束；上述收发信机单元 25 将上述接收多波束网络 23 生成的上述 k 路接收信号波束处理为对应的 k 路数字信号，输出给上述收发通道处理单元 26；上述收发通道处理单元 26 对上述收发信机单元 25 生成的上述 k 路数字信号进行解码处理；在发射方向上，上述收发通道处理单元 26 对信号源发送的信号进行编码处理，得到上述 j 路数字信号，并输出给上述收发信机单元 25；上述收发信机单元 25 将上述收发通道处理单元 26 输出的 j 路数字信号处理为

对应的上述  $j$  路发射信号波束; 上述发射多波束网络 24 对  $j$  路发射信号波束进行波束成形处理, 得到  $m$  路发射信号; 上述多通道前端 22 将上述发射多波束网络 24 的上述  $m$  路发射信号转换为上述  $w$  路第二射频信号。因此, 通过将接收信号与发射信号分离所形成的上述非对称的天线阵列结构, 降低了天线设备的复杂度及功耗, 减少了生产成本。

进一步的, 本发明实施例中, 上述收发信机单元 25 包括与上述  $k$  路接收信号波束对应的  $k$  个收信机模块 251、与上述  $j$  路数字信号对应的  $j$  个发信机模块 252;

上述收信机模块 251, 用于将上述接收多波束网络 23 生成的一路接收信号波束处理为对应的一路数字信号;

上述发信机模块 252, 用于将上述收发通道处理单元 26 输出的一路数字信号处理为对应的一路发射信号波束。

需要说明的是, 图 13 中示出了  $k$  个收信机模块 251 (RX (1) ~RX (k)) 分别对  $k$  路接收信号波束 { (Beam (1), R) ~ (Beam (k), R) } 进行处理得到对应的  $k$  路数字信号; 其处理过程主要包括对接收信号波束的放大, 滤波, 变频, 模拟-数字变换, 数字中频处理等, 具体可参见现有技术, 此处不再赘述。图 13 中还示出了  $j$  个发信机模块 252 (TX (1) ~TX (j)) 分别对收发通道处理单元 26 输出的  $j$  路数字信号进行处理, 得到对应的  $j$  路发射信号波束 { (Beam (1), T) ~ (Beam (k), T) }; 其处理过程主要包括对数字信号进行数字-模拟变换, 变频, 滤波等, 具体此处不作详细描述。

续请参阅图 13, 上述收发通道处理单元 26 包括收通道处理模块 261、发通道处理模块 262;

上述收通道处理模块 261, 用于对上述  $k$  个收信机模块 251 生成的  $k$  路数字信号进行解码处理;

上述发通道处理模块 262, 用于对上述信号源发送的信号进行编码处理, 得到  $j$  路数字信号, 并分别输出给对应的上述  $j$  个发信机模块 252。

需要说明的是, 上述收通道处理模块 261 对上述  $k$  个收信机模块 251 生成的  $k$  路数字信号进行解码处理; 其处理过程包括数字基带处理, 具体为解调、译码等, 以得到符合系统要求的信号。上述发通道处理模块 262 对上述信号源

发送的信号进行编码处理，得到  $j$  路数字信号，并分别输出给对应的上述  $j$  个发信机模块 252；其中，该信号源为基站，基站发送的信号通过发通道处理模块进行编码处理后，将编码后得到的数字信号输出给对应的发信机模块 252。

5 本发明实施例提供的有源天线系统的接收射频信号和发射射频信号过程如下：

在接收射频信号时，上述天线中的  $w$  个天线振子 211 将接收到的  $w$  路第一射频信号通过上述多通道前端 22 转换为  $n$  路接收信号，上述接收多波束网络 23 对上述多通道前端 22 生成的上述  $n$  路接收信号进行波束成形处理，得到  $k$  路接收信号波束；上述收发信机单元 25 将上述接收多波束网络 23 生成的上述  $k$  路接收信号波束处理为对应的  $k$  路数字信号，输出给上述收发通道处理单元 26；上述收发通道处理单元 26 对上述收发信机单元 25 生成的上述  $k$  路数字信号进行解码处理，最后将解码后的上述  $k$  路数字信号传输给 BBU (Base Band Unit, 基带单元)；

15 在发射射频信号时，上述收发通道处理单元 26 对信号源发送的信号进行编码处理，得到上述  $j$  路数字信号，并输出给上述收发信机单元 25；上述收发信机单元 25 将上述收发通道处理单元 26 输出的  $j$  路数字信号处理为对应的上述  $j$  路发射信号波束；上述发射多波束网络 24 对上述收发信机单元 25 生成的  $j$  路发射信号波束进行波束成形处理，得到  $m$  路发射信号；上述多通道前端 22 将上述发射多波束网络 24 的上述  $m$  路发射信号转换为上述  $w$  路第二射频信号，最后由  $w$  个天线振子分别将上述  $w$  路第二射频信号发射出去。

25 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

## 权利要求

1、一种天线，其特征在于，包括：天线阵列、多通道前端、接收多波束网络、发射多波束网络；

所述天线阵列包括  $w$  个天线振子，所述天线振子用于发射或接收射频信号，其中， $w$  为大于或者等于 2 的自然数；

所述发射多波束网络，用于对  $j$  路发射信号波束进行波束成形处理，得到  $m$  路发射信号，其中， $j$  为自然数；

所述多通道前端，用于将所述  $w$  个天线振子接收到的  $w$  路第一射频信号转换为  $n$  路接收信号；以及，将所述发射多波束网络的  $m$  路发射信号转换为  $w$  路第二射频信号，其中， $n$  和  $m$  均为小于或者等于  $w$  的自然数；

所述接收多波束网络，用于对所述多通道前端生成的所述  $n$  路接收信号进行波束成形处理，得到  $k$  路接收信号波束，其中， $k$  为自然数。

2、根据权利要求 1 所述的天线，其特征在于，所述发射或接收射频信号使用同一个天线振子，所述多通道前端包括：

滤波处理模块，用于对所述  $w$  路第一射频信号中的一路第一射频信号或所述  $w$  路第二射频信号中的一路第二射频信号进行滤波处理；

接收通道馈电网络，用于形成接收通道，并对接收方向上的所述  $w$  路第一射频信号进行第一映射处理，得到所述  $n$  路接收信号；

发射通道馈电网络，用于形成发射通道，并对发射方向上的所述  $m$  路发射信号进行第二映射处理，得到所述  $w$  路第二射频信号。

3、根据权利要求 2 所述的天线，其特征在于，所述多通道前端还包括：

开关矩阵，用于分时切换接收方向的所述  $w$  路第一射频信号和发射方向的所述  $w$  路第二射频信号。

4、根据权利要求 1 所述的天线，其特征在于，所述发射或接收射频信号分别使用不同的天线振子，所述多通道前端包括  $w$  个前端通道；

所述前端通道包括滤波处理模块，用于对所述  $w$  路第一射频信号中的一路第一射频信号或所述  $w$  路第二射频信号中的一路第二射频信号进行滤波处理。

5、根据权利要求 1 至 4 任一项所述的天线，其特征在于，所述接收多波

束网络具体用于对所述多通道前端生成的所述  $n$  路接收信号进行波束成形处理，得到与所述  $n$  路接收信号对应的所述  $k$  路接收信号波束，其中， $k$  等于  $n$ 。

6、根据权利要求 1 至 4 任一项所述的天线，其特征在于，所述接收多波束网络包括：

5 射频幅相控制模块，用于对所述多通道前端生成的所述  $n$  路接收信号进行幅度调节和相位调节；

波束合并模块，用于将所述幅度调节和相位调节后的所述  $n$  路接收信号合并为所述  $k$  路接收信号波束，其中  $k$  大于等于 1。

10 7、根据权利要求 1 至 4 任一项所述的天线，其特征在于，所述接收多波束网络包括：

功分模块，用于将所述多通道前端生成的所述  $n$  路接收信号中的每一路分离为  $k$  路接收信号；

波束成形模块，用于分别从每一路分离后的所述  $k$  路接收信号中选取一路进行合并，得到所述  $k$  路接收信号波束。

15 8、根据权利要求 1 至 4 任一项所述的天线，其特征在于，所述发射多波束网络包括：

电桥电路，用于对所述  $j$  路发射信号波束进行合路；

移相电路，用于对合路后的  $j$  路发射信号波束进行相位调整，得到所述  $m$  路发射信号。

20 9、权利要求 1 至 4 任一项所述的天线，其特征在于，所述天线还包括：  
低噪声放大电路，用于放大所述  $n$  路接收信号中的一路接收信号。

10、一种有源天线系统，其特征在于，包括如权 1 至 9 中任一项所述的天线、收发信机单元、收发通道处理单元；

25 所述收发信机单元，用于将所述接收多波束网络生成的所述  $k$  路接收信号波束处理为对应的  $k$  路数字信号，输出给所述收发通道处理单元；以及，将所述收发通道处理单元输出的  $j$  路数字信号处理为对应的所述  $j$  路发射信号波束；

所述收发通道处理单元，用于对所述收发信机单元生成的所述  $k$  路数字信号进行解码处理；以及，对信号源发送的信号进行编码处理，得到所述  $j$  路数字信号，并输出给所述收发信机单元。

11、根据权利要求 10 所述的有源天线系统，其特征在于，所述收发信机单元包括与所述 k 路接收信号波束对应的 k 个收信机模块、与所述 j 路数字信号对应的 j 个发信机模块；

5 所述收信机模块，用于将所述接收多波束网络生成的一路接收信号波束处理为对应的一路数字信号；

所述发信机模块，用于将所述收发通道处理单元输出的一路数字信号处理为对应的一路发射信号波束。

12、根据权利要求 11 所述的有源天线系统，其特征在于，所述收发通道处理单元包括收通道处理模块、发通道处理模块；

10 所述收通道处理模块，用于对所述 k 个收信机模块生成的 k 路数字信号进行解码处理；

所述发通道处理模块，用于对所述信号源发送的信号进行编码处理，得到 j 路数字信号，并分别输出给对应的所述 j 个发信机模块。

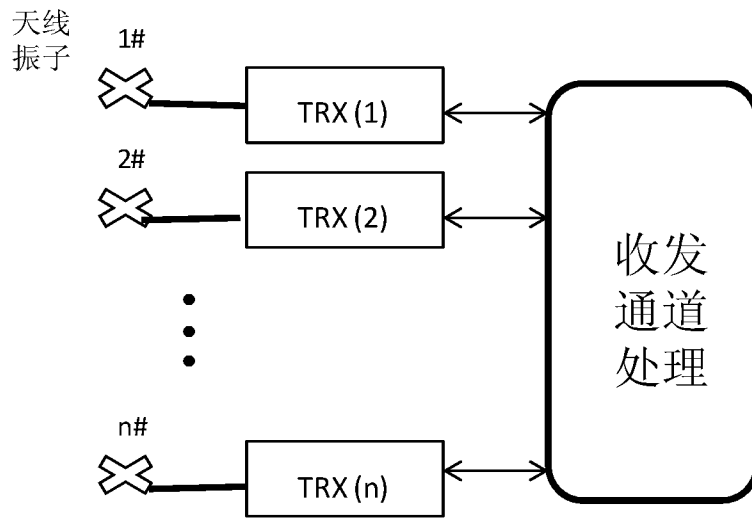


图 1

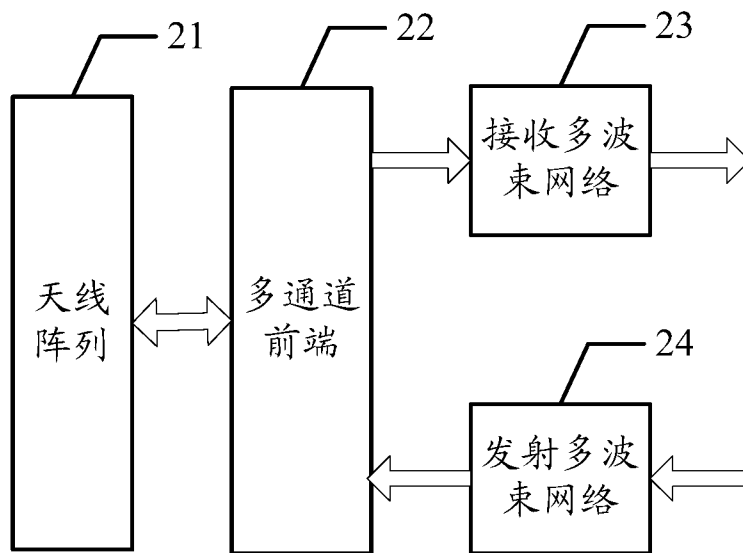


图 2

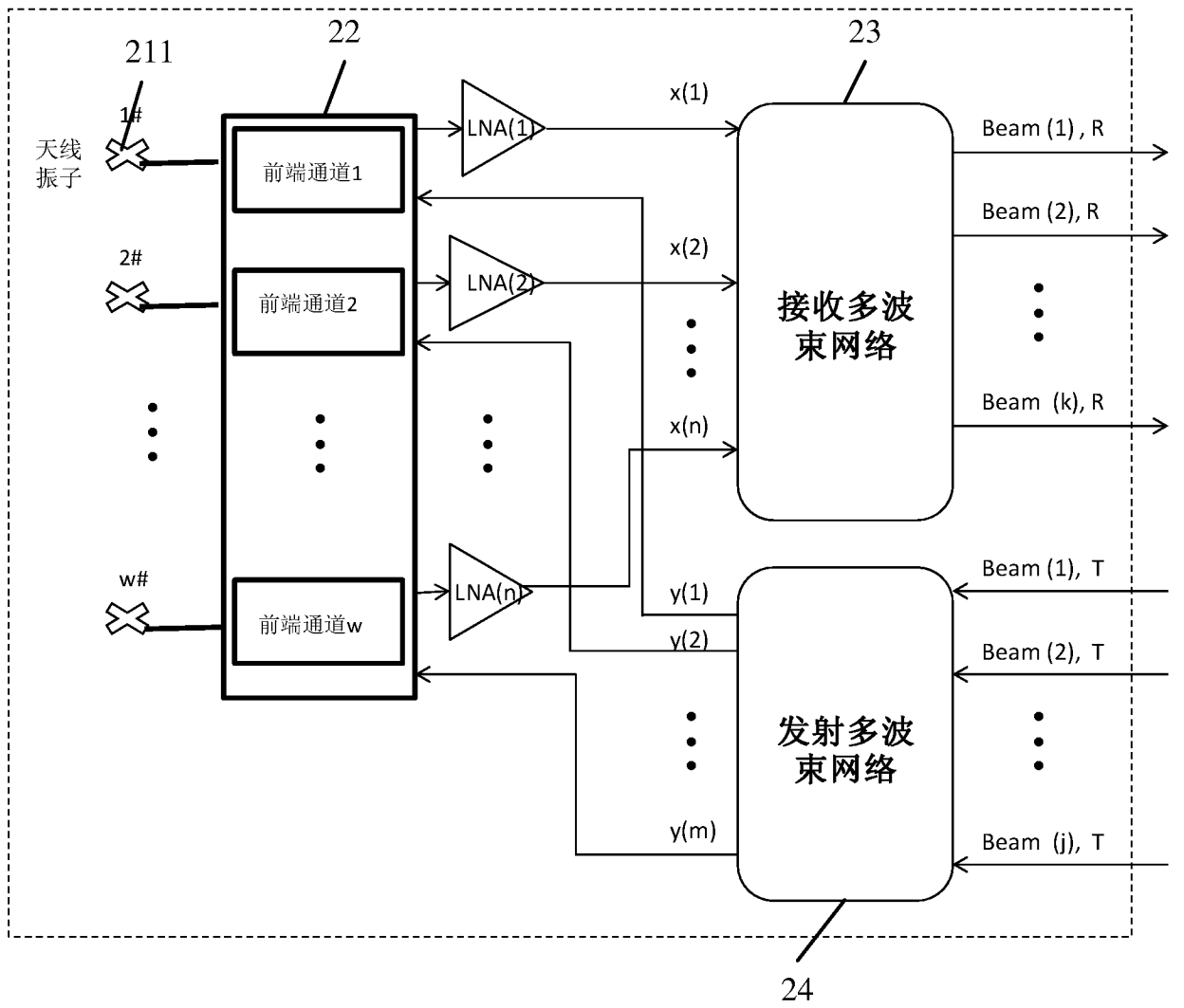


图 3

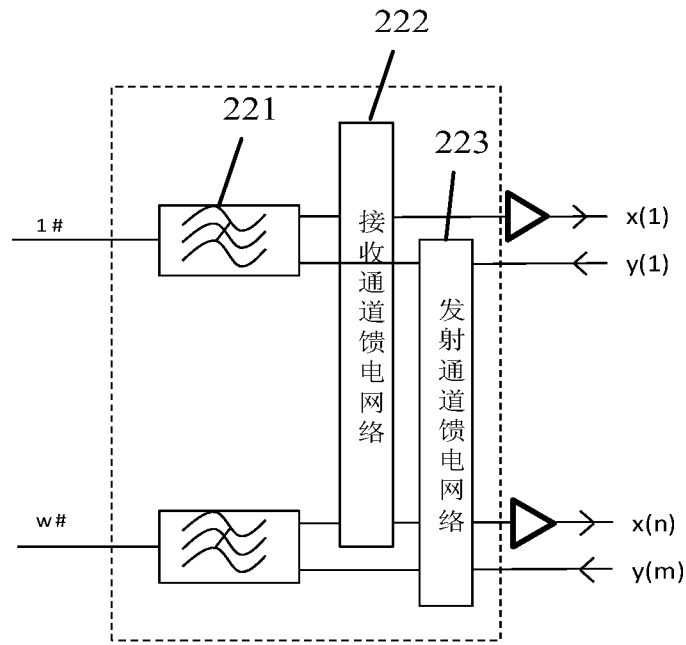


图 4

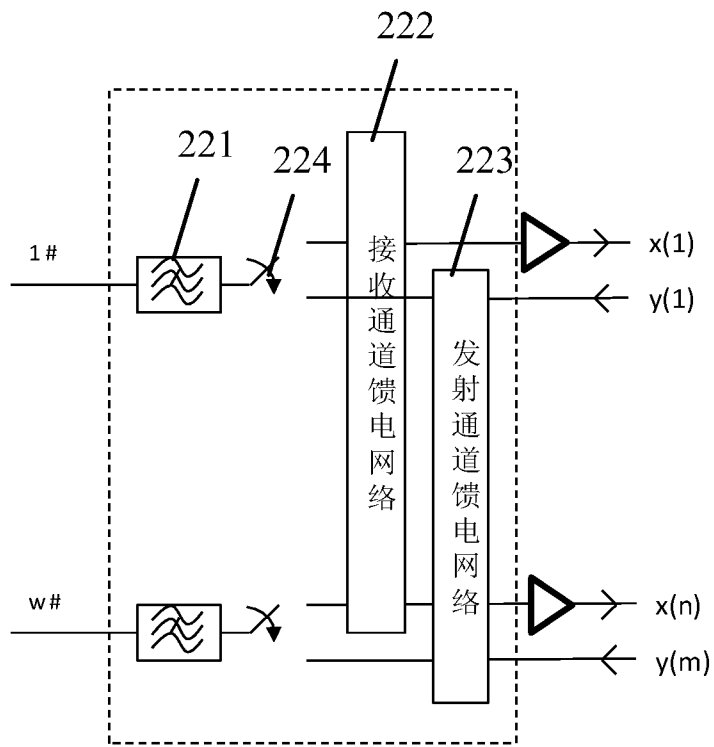


图 5

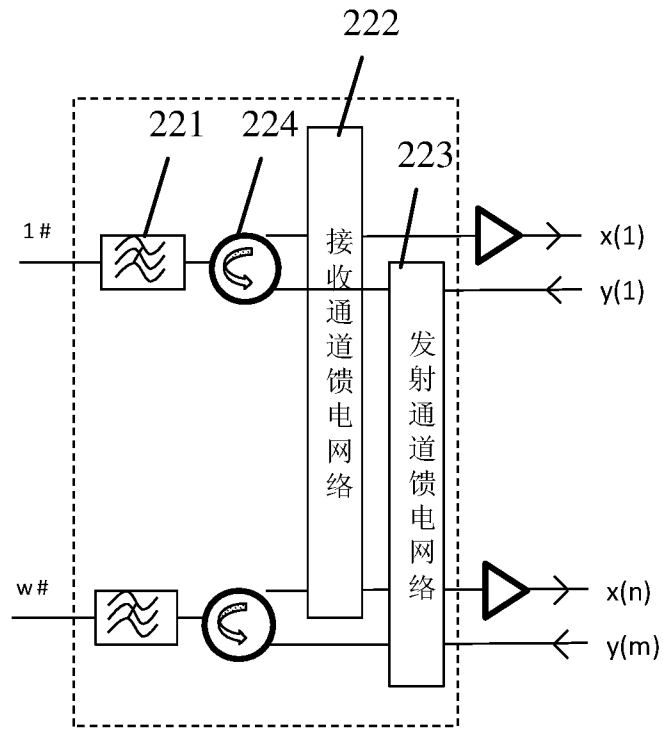


图 6

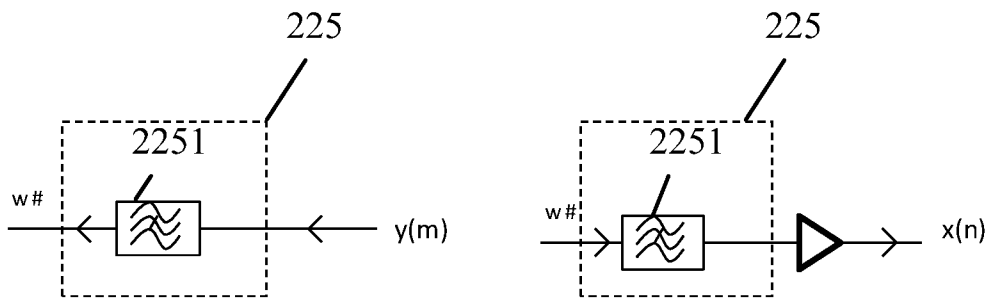


图 7

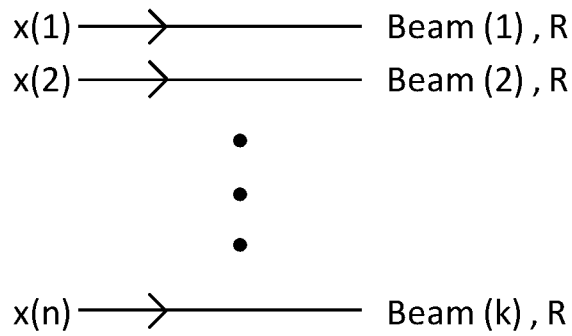


图 8

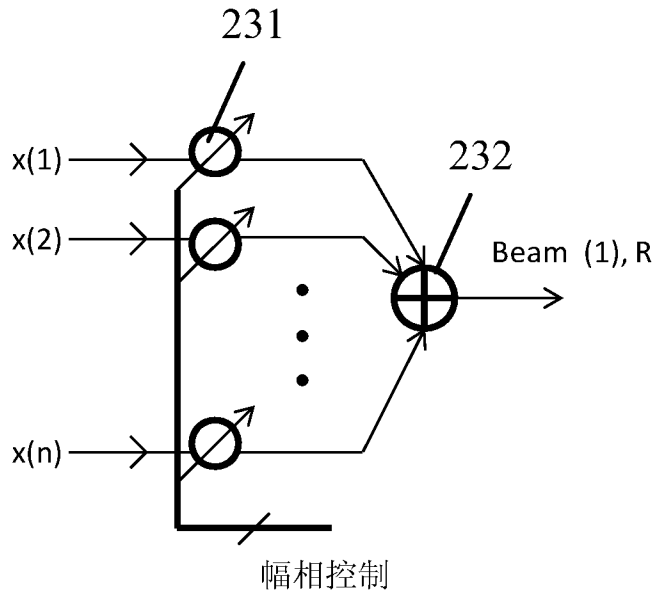


图 9

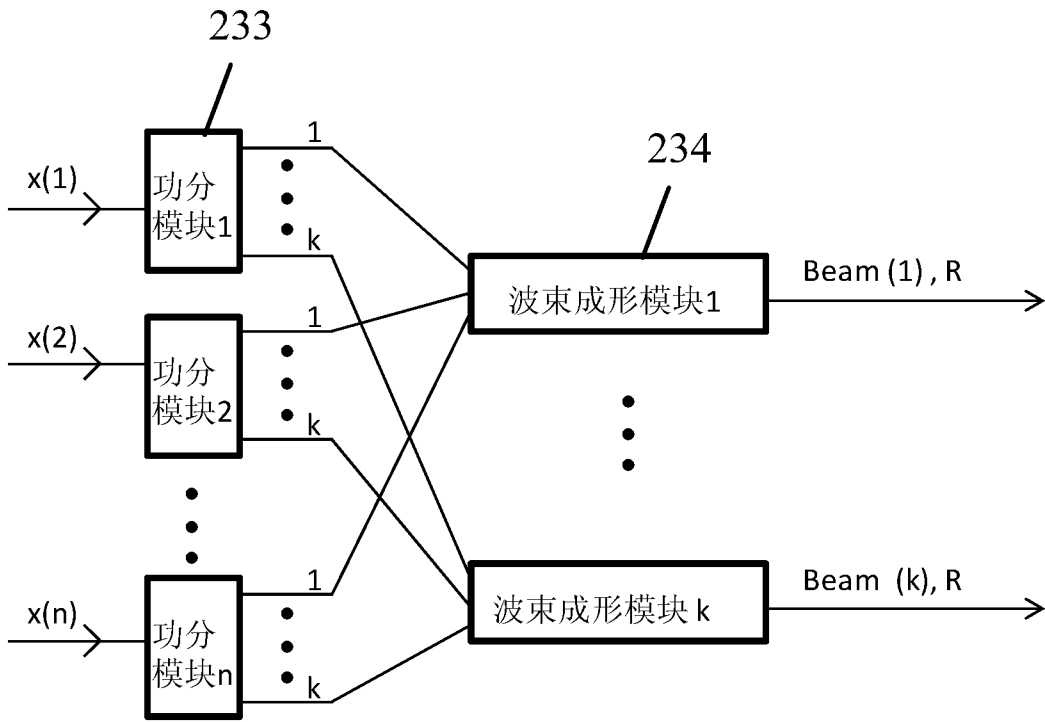


图 10

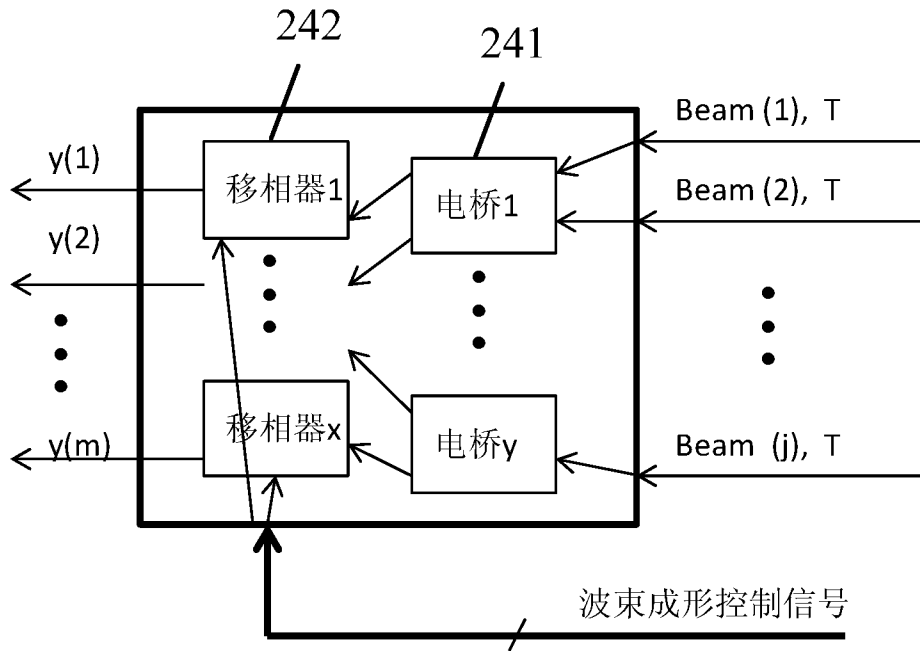


图 11

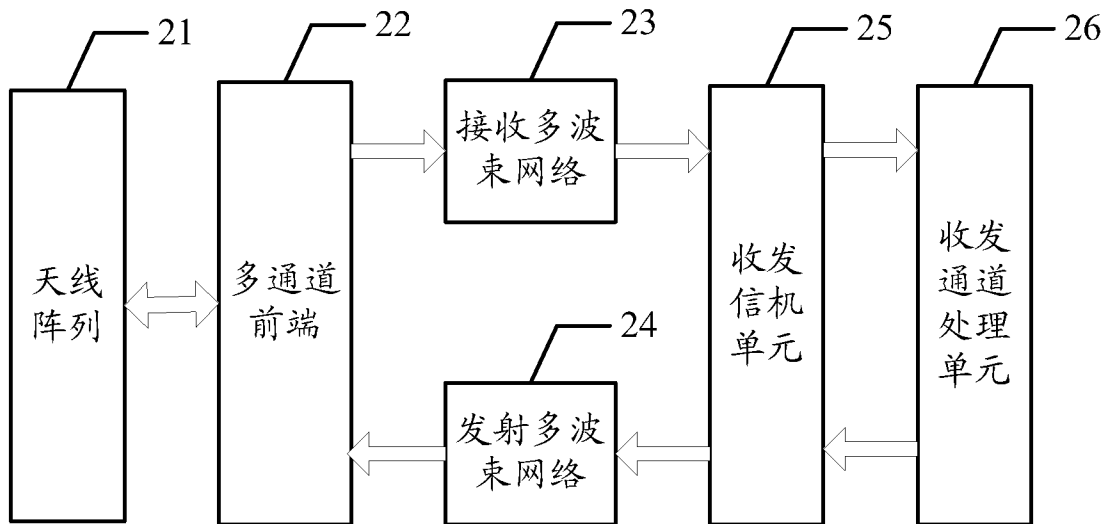


图 12

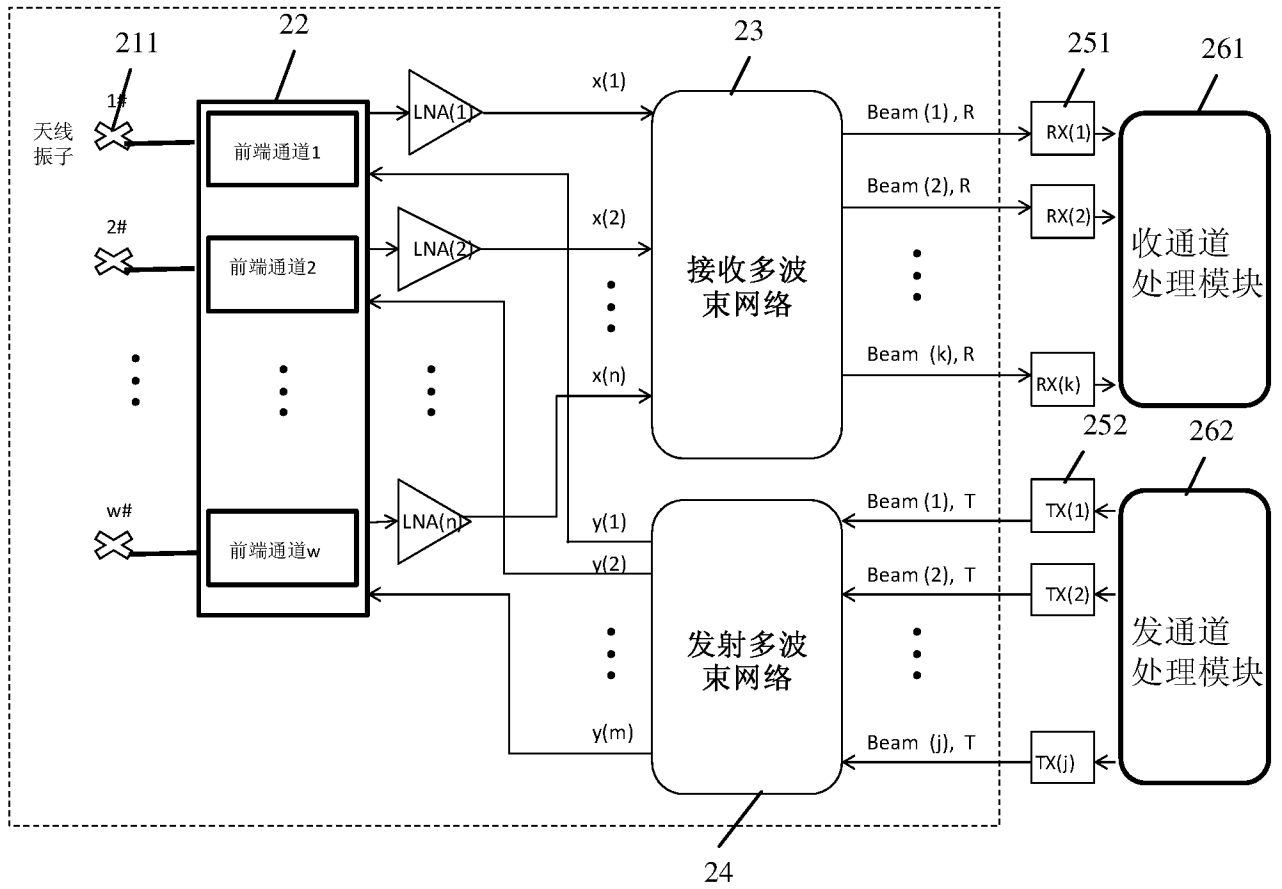


图 13

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/CN2015/083456

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B 7/04 (2006.01) i; H04B 7/06 (2006.01) i; H04B 7/08 (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; H04L; H04W

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, EPODOC, WPI, CNKI: antenna, array, multiple, multipath?, receiv+, transmit+, TRX, apart, separate, beam, symmetric+,  
asymmetry, dissymmetry, multi-beam

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 104539329 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 22 April 2015 (22.04.2015) claims 1-12	1-12
X	CN 103401079 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 20 November 2013 (20.11.2013) description, paragraphs [0032]-[0106], and figure 2	1-12
A	CN 103856226 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 11 June 2014 (11.06.2014) the whole document	1-12
A	CN 1881830 A (ZTE CORP.) 20 December 2006 (20.12.2006) the whole document	1-12

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>“&amp;”document member of the same patent family</p>
---	--

Date of the actual completion of the international search 16 September 2015	Date of mailing of the international search report 25 September 2015
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, Jian  Telephone No. (86-10) 61648279

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/CN2015/083456

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104539329 A	22 April 2015	None	
CN 103401079 A	20 November 2013	None	
CN 103856226 A	11 June 2014	None	
CN 1881830 A	20 December 2006	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2015/083456

<p>A. 主题的分类</p> <p>H04B 7/04(2006.01)i; H04B 7/06(2006.01)i; H04B 7/08(2006.01)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>H04B; H01Q; H04L; H04W</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, EPODOC, WPI, CNKI: 天线, 阵列, 多通道, 接收, 发射, 分离, 多波束, 非对称, 不对称, antenna, array, multiple, multipath?, receiv+, transmit+, TRX, apart, separate, beam, symmetric+, asymmetry, dissymmetry</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>PX</td> <td>CN 104539329 A (上海华为技术有限公司) 2015年 4月 22日 (2015 - 04 - 22) 权利要求1-12</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 103401079 A (华为技术有限公司) 2013年 11月 20日 (2013 - 11 - 20) 说明书第[0032]-[0106]段, 图2</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103856226 A (华为技术有限公司) 2014年 6月 11日 (2014 - 06 - 11) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1881830 A (中兴通讯股份有限公司) 2006年 12月 20日 (2006 - 12 - 20) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 引用文件的具体类型:</p> <table border="0"> <tr> <td>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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)</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</td> <td>“&amp;” 同族专利的文件</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 104539329 A (上海华为技术有限公司) 2015年 4月 22日 (2015 - 04 - 22) 权利要求1-12	1-12	X	CN 103401079 A (华为技术有限公司) 2013年 11月 20日 (2013 - 11 - 20) 说明书第[0032]-[0106]段, 图2	1-12	A	CN 103856226 A (华为技术有限公司) 2014年 6月 11日 (2014 - 06 - 11) 全文	1-12	A	CN 1881830 A (中兴通讯股份有限公司) 2006年 12月 20日 (2006 - 12 - 20) 全文	1-12	“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件	“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	“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利	“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	“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)	“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	“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件	“&” 同族专利的文件	“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	
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																									
PX	CN 104539329 A (上海华为技术有限公司) 2015年 4月 22日 (2015 - 04 - 22) 权利要求1-12	1-12																									
X	CN 103401079 A (华为技术有限公司) 2013年 11月 20日 (2013 - 11 - 20) 说明书第[0032]-[0106]段, 图2	1-12																									
A	CN 103856226 A (华为技术有限公司) 2014年 6月 11日 (2014 - 06 - 11) 全文	1-12																									
A	CN 1881830 A (中兴通讯股份有限公司) 2006年 12月 20日 (2006 - 12 - 20) 全文	1-12																									
“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件	“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																										
“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利	“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																										
“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)	“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																										
“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件	“&” 同族专利的文件																										
“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																											
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2015年 9月 16日</p>	<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2015年 9月 25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) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>	<p>受权官员</p> <p>王健</p> <p>电话号码 (86-10)61648279</p>																										

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/083456

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	104539329	A	2015年 4月 22日	无	
CN	103401079	A	2013年 11月 20日	无	
CN	103856226	A	2014年 6月 11日	无	
CN	1881830	A	2006年 12月 20日	无	

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)