

(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
2018 年 7 月 12 日 (12.07.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/127023 A1

(51) 国际专利分类号:
H01Q 1/52 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/120320

(22) 国际申请日: 2017 年 12 月 29 日 (29.12.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201710008113.X 2017 年 1 月 5 日 (05.01.2017) 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: 康玉龙 (KANG, Yulong); 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)。

(74) 代理人: 北京品源专利代理有限公司 (BEYOND ATTORNEYS AT LAW); 中国北京市海淀区莲花池东路 39 号西金大厦 6 层, Beijing 100036 (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

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

(54) Title: DECOUPLING ANTENNA AND DECOUPLING METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 去耦天线及其去耦方法

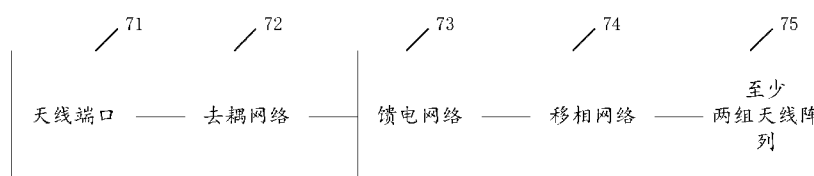


图 7A

71 Antenna port

72 Decoupling network

73 Feed network

74 Phase shift network

75 At least two groups of antenna arrays

(57) Abstract: A decoupling antenna and decoupling method therefor, the decoupling antenna comprising an antenna port, a decoupling network, a feed network, a phase shift network, and two or more groups of antenna arrays. The phase shift network is connected to the two or more groups of antenna arrays, respectively; an input end of the feed network is connected to the decoupling network, and an output end of the feed network is connected to the phase shift network; the decoupling network is configured between the antenna port and the feed network; the decoupling network is used for eliminating mutually-coupled signals generated between the two or more groups of antenna arrays.

(57) 摘要: 去耦天线及其去耦方法, 所述去耦天线包括: 天线端口、去耦网络、馈电网络、移相网络、两组以上天线阵列; 其中, 所述移相网络与所述两组以上天线阵列分别相连; 所述馈电网络的输入端与所述去耦网络相连, 所述馈电网络的输出端与所述移相网络相连; 所述去耦网络设置在所述天线端口与所述馈电网络之间, 所述去耦网络用于将所述两组以上天线阵列之间产生的互耦信号消除。

本国际公布：

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

去耦天线及其去耦方法

技术领域

本公开涉及天线去耦技术领域，例如涉及一种去耦天线及其去耦方法。

背景技术

随着通信系统的飞速发展，为了提升通信系统信号容量及吞吐率，射频前端多输入多输出（Multiple-Input Multiple-Output, MIMO）技术越来越受业界重视，大规模阵列天线系统也成为近几年通信技术研究热点。由于天线阵列数量的增加，多个天线集成在有限空间内，天线阵列之间的间距远小于半波波长。由此导致天线阵列之间的相关性将大大增加，天线之间的互耦性增强。较强的天线互耦性不仅导致信道间的自干扰严重、通信信道信噪比恶化、信道容量减小和辐射效率降低，同时还影响自身通信系统端口驻波、系统误告警率提升等。为了保持在大规模天线系统小型化的同时降低天线阵列间的干扰，天线阵列间的去耦技术成为待研究的课题。

相关技术中，如图1所示，多个天线阵列之间彼此相互独立，天线阵列之间的去耦通过增加天线阵列之间的空间距离来实现；然而随着天线阵列数量的增加，天线尺寸越来越大，很难满足市场应用需求。

发明内容

本公开提供了一种去耦天线及其去耦方法，可以消除天线阵列之间产生互耦信号。

本公开提供一种去耦天线，包括：天线端口、去耦网络、馈电网络、移相网络和至少两组天线阵列；其中，

所述移相网络与所述至少两组天线阵列分别相连；

所述馈电网络的输入端与所述去耦网络相连，所述馈电网络的输出端与所述移相网络相连；

所述去耦网络设置在所述天线端口与所述馈电网络之间，所述去耦网络设置为将所述至少两组天线阵列之间产生的互耦信号消除。

可选地，所述天线阵列之间的间距小于等于预设值。

可选地，所述去耦网络包括N级可调去耦单元，N为正整数；其中，

第1级可调去耦单元的输入端经第一相位延迟网络与所述天线端口相连，第N级可调去耦单元的输出端经第二相位延迟网络与所述馈电网络的输入端相连。

可选地，第i级可调去耦单元与第i+1级可调去耦单元之间通过第一耦合调谐网络相连， $1 \leq i \leq N-1$ ，N大于等于3。

可选地，所述可调去耦单元包括至少两个谐振网络，其中，谐振网络之间通过第二耦合调谐网络相连。

可选地，所述第i级可调去耦单元与第i+1级可调去耦单元之间通过第一耦合调谐网络相连，包括：

第i级可调去耦单元中的谐振网络通过第一耦合调谐网络与第i+1级可调去耦单元中的谐振网络相连。

可选地，所述第一耦合调谐网络和所述第二耦合调谐网络包括耦合调谐螺钉，所述耦合调谐螺钉用于调节所述谐振网络中的相位。

可选地，所述谐振网络包括：谐振腔、位于所述谐振腔内的柱状谐振体、以及与所述柱状谐振体同轴的频率调谐螺钉，所述频率调谐螺钉用于调节所述谐振网络中的频率。

可选地，所述天线端口的端口数和所述天线阵列的阵列数均为M，相应地，所述可调去耦单元具有M个输入端和M个输出端，M为大于等于2的整数。

可选地，所述可调去耦单元包括至少两个谐振网络，其中，谐振网络之间通过第二耦合调谐网络相连。

本公开还提供一种去耦天线的去耦方法，所述去耦天线为上述任一项所述的去耦天线，所述方法包括：

控制所述去耦网络产生去耦信号；

通过所述去耦信号将所述至少两组天线阵列之间产生的互耦信号消除。

本公开的技术方案中，去耦天线包括：天线端口、去耦网络、馈电网络、移相网络和至少两组天线阵列；其中，所述移相网络与所述至少两组天线阵列分别相连；所述馈电网络的输入端与所述去耦网络相连，所述馈电网络的输出端与所述移相网络相连；所述去耦网络设置在所述天线端口与所述馈电网络之间，所述去耦网络用于将所述至少两组天线阵列之间产生的互耦信号消除。采用本申请的技术方案，在天线端口与馈电网络之间设置去耦网络，实现了消除天线阵列之间产生的互耦信号，进而可以设计出小空间的阵列结构。

附图说明

- 图 1 为相关技术中的天线阵列网络拓扑图。
- 图 2 为一实施例的天线阵列网络拓扑图。
- 图 3 为一实施例的去耦天线参数传递示意图。
- 图 4 为一实施例的去耦网络 (CNDN) 矩阵可调因子示意图。
- 图 5 为一实施例的去耦网络 (CNDN) 的实物模型图。
- 图 6 为一实施例的去耦网络 (CNDN) 的效果图。
- 图 7A 为一实施例的去耦天线的组成示意图。
- 图 7B 为图 7A 中至少两组天线阵列 75 的组成示意图。
- 图 8 为一实施例的去耦天线的去耦方法的流程图。
- 图 9 为图 2 中谐振网络 720 的组成示意图。

具体实施方式

所附附图仅供参考说明之用，并非用来限定本申请实施例。

图 7A 为一实施例的去耦天线的组成示意图，本申请实施例的去耦天线包括：天线端口 71、去耦网络 72、馈电网络 73、移相网络 74 和至少两组天线阵列 75；其中，

所述移相网络 74 与所述至少两组天线阵列 75 分别相连；

所述馈电网络 73 的输入端与所述去耦网络 72 相连，所述馈电网络 73 的输出端与所述移相网络 74 相连；

所述去耦网络 72 设置在所述天线端口 71 与所述馈电网络 73 之间，所述去耦网络 72 设置为将所述至少两组天线阵列 75 之间产生的互耦信号消除。

本申请实施例中，可选地，参考图 7B，所述至少两组天线阵列 75 可以包括多个天线振子 7511，天线阵列 751 之间的间距小于等于预设值。

当天线阵列 751 之间的间距小于等于预设值时，可以满足小型化天线结构的要求。

本申请实施例中，可选地，参考图 2，所述去耦网络 72 包括 N 级可调去耦

单元, N 为正整数。

第 1 级可调去耦单元 721 的输入端经第一相位延迟网络 10 与所述天线端口 71 相连, 第 N 级可调去耦单元 72 N 的输出端经第二相位延迟网络 20 与所述馈电网络 73 的输入端相连。

N 的数值可以根据实际去耦参数而确定。

本申请实施例中, 可选地, 第 i 级可调去耦单元 72 i 与第 $i+1$ 级可调去耦单元 72 ($i+1$) 之间通过第一耦合调谐网络 30 相连, $1 \leq i \leq N-1$, N 大于等于 3。

本申请实施例中, 可选地, 所述可调去耦单元包括至少两个谐振网络 720, 其中, 谐振网络 720 之间通过第二耦合调谐网络 40 相连。

本申请实施例中, 可选地, 所述第 i 级可调去耦单元 72 i 与第 $i+1$ 级可调去耦单元 72 ($i+1$) 之间通过第一耦合调谐网络 30 相连, 包括:

第 i 级可调去耦单元 72 i 中的谐振网络 720 通过耦合调谐网络与第 $i+1$ 级可调去耦单元 72 ($i+1$) 中的谐振网络 720 相连。

本申请实施例中, 可选地, 所述第一耦合调谐网络 30 和第二耦合调谐网络 40 为耦合调谐螺钉, 所述耦合调谐螺钉用于调节谐振网络 720 中的相位。

本申请实施例中, 可选地, 参考图 9, 所述谐振网络 720 包括: 谐振腔 7201、位于所述谐振腔 7201 内的柱状谐振体 7202、与所述柱状谐振体 7202 同轴的频率调谐螺钉 7203, 所述频率调谐螺钉 7203 用于调节谐振网络 720 中的频率。

本申请实施例中, 可选地, 所述天线端口 71 的端口数和至少两组天线阵列 75 的阵列数均为 M , 相应地, 所述可调去耦单元具有 M 个输入端和 M 个输出端, $M \geq 2$ 。

本申请实施例的去耦天线通过去耦网络实现天线去耦功能。该去耦天线可以按预先设计的去耦参数完成去耦网络中每个网络的设计, 然后在天线端口与所述馈电网络之间加入相应的去耦网络, 通过调节去耦网络中的谐调螺钉实现天线系统的去耦。

以下结合应用实例对本申请实施例的方案进行描述。

如图 1 所示, 对于 MIMO 天线系统, 假设其有 M 个天线通道, 每个天线通道间相互独立, M 为正整数。图 1 中, COM 表示合路/DIV 表示分路, ANT+45°

和 ANT-45° 分别代表一路天线信号。通常情况下, MIMO 天线系统通过增大天线阵列之间的空间间距来降低天线阵列之间的互耦, 此时, MIMO 天线系统的网络特征矩阵表现为所有矩阵元素接近于零。随着天线阵列数增加, 天线阵列之间的距离减小, 天线阵列之间的互耦增大, 此时, MIMO 天线系统的网络矩阵变成一个非零矩阵, 其特征为主对角线元素接近于零, 而非主对角线元素不为零。为了使得 MIMO 天线系统既能满足小型体积的要求, 又能满足信号匹配的要求, 需要在 MIMO 天线系统的后端引入可调的去耦网络, 如图 1 和图 2 所示的去耦网络 72 (decoupling network, CNDN), 去耦网络 72 的网络矩阵 S_D 是一个 $N \times N$ 的矩阵, 该矩阵中的矩阵元素可调。图 2 中, p1、p2 代表去耦网络 72 的输入端, p3、p4 代表去耦网络 72 的输出端。

结合图 3 所示的参数传递示意图, 图 3 中 a1、a2 代表两端口网络的入射信号, b1、b2 代表两端口网络的反射信号。本申请实施例对去耦天线架构中的多个网络矩阵定义如下:

S 为加入去耦网络 72 后的天线架构的网络参数, 这里, 天线架构包括两组以上天线阵列。

S_D 为去耦网络 72 的网络参数。

S_A 为天线架构的网络参数。

Γ_{in} 为加入去耦网络 72 后的天线架构 S 的反射系数。

Γ_L 为天线架构 S_A 的反射系数。

基于以上定义, 去耦网络 72 的网络参数 S_D 可以通过散射参数矩阵表示, 如公式 (1) 所示:

$$S_D = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix} \quad (1)$$

其中, S_{11} 代表去耦网络 72 中第一个端口的反射系数、 S_{22} 代表去耦网络 72 中第二个端口的反射系数, S_{12} 代表第一个端口到第二个端口的传输系数, S_{21} 代表第二个端口到第一个端口的传输系数。

在天线端口 71 与馈电网络 73 之间加入去耦网络 72 后, 根据微波网络理论, 可以用矩阵 S_D 和矩阵 S_A 来表征矩阵 S , 矩阵 S 的表达式为公式 (2):

$$S = S_D S_A \quad (2)$$

加入去耦网络 72 后的天线架构 S 的反射系数 Γ_{in} 的表达式为公式 (3):

$$\Gamma_{in} = S_{11} + S_{12} (1 - S_{22} \Gamma_L)^{-1} S_{21} \Gamma_L \quad (3)$$

其中, Γ_L 为天线架构 S_A 的反射系数。

本申请实施例中, 要设计出合理的去耦网络 S_D , 需使得加入去耦网络 72 后的天线架构 S 的反射系数 Γ_{in} 等于或接近零矩阵, 加入去耦网络 72 后的天线架构 S 的反射系数 Γ_{in} 代表了天线阵列之间信号的耦合程度。

由此, 当 $\Gamma_{in} = 0$ (消除全部耦合的理想条件) 时, 可得到天线架构 S_A 的反射系数 Γ_L 与去耦网络的网络参数 S_D 的关系为:

$$\Gamma_L = \frac{S_{11}}{S_{11} S_{22} - S_{12} S_{21}} \quad (4)$$

也就是说, 在实际去耦天线架构的设计过程中, 只要通过设计一个去耦网络 S_D 来实现消除天线阵列之间产生的互耦信号。

本申请实施例中, 去耦网络 S_D 能够根据天线架构进行动态调节, 如何实现去耦网络 S_D 参数可调, 可参照图 4。图 4 为本申请实施例的四端口去耦网络 72 的拓扑图, 去耦网络 72 可以用一个四端口耦合矩阵 M 来表示:

$$M = \begin{bmatrix} M_p & M_{pn} \\ M_{pn} & M_n \end{bmatrix} \quad (5)$$

其中, M_p 为一个 4×4 端口的直接耦合零矩阵; M_n 为一个 6×6 谐振耦合矩阵; M_{pn} 为输入/输出 (I/O) 口耦合矩阵。

本申请实施例中, 谐振耦合矩阵 M_n 的网络参数 S_m 可以表示为:

$$[S_m] = I - 2M_{pn} (sI + jM_n + M_{pn}^T M_{pn})^{-1} M_{pn}^T \quad (6)$$

其中, I 为 4×4 的鉴相矩阵, j 为虚部符号;

s 为去耦网络 72 的频率变量, $s = jf_0 / BW \times (f / f_0 - f_0 / f)$, f 代表频率, f_0 为去耦网络 72 的中心频率, BW 为去耦网络 72 的带宽。

根据微波网络理论, 可调去耦网络 72 的网络参数 S_D 表述如下:

$$[S_D] = [P_{12}] [S_m] [P_{34}] \quad (7)$$

其中, $[P_{12}] = \text{diag} \{ \{ e^{-j\theta_1}, e^{-j\theta_2} \} \}$, $[P_{34}] = \text{diag} \{ \{ e^{-j\theta_3}, e^{-j\theta_4} \} \}$, θ_1 和 θ_2 代表第一相位

延迟网络 10 相位角, θ_3 和 θ_4 代表第二相位延迟网络 20 相位角。

在图 4 中, 谐振耦合矩阵 M_n 可表示为:

$$[M_n] = \begin{bmatrix} M_{11} & M_{12} & M_{13} & M_{14} & M_{15} & M_{16} \\ M_{21} & M_{22} & M_{23} & M_{24} & M_{25} & M_{26} \\ M_{31} & M_{32} & M_{33} & M_{34} & M_{35} & M_{36} \\ M_{41} & M_{42} & M_{43} & M_{44} & M_{45} & M_{46} \\ M_{51} & M_{52} & M_{53} & M_{54} & M_{55} & M_{56} \\ M_{61} & M_{62} & M_{63} & M_{64} & M_{65} & M_{66} \end{bmatrix} \quad (8)$$

其中, M_{11} , M_{22} , M_{33} , M_{44} , M_{55} , M_{66} 表示每一个谐振腔体自耦合矩阵参数;
 $M_{12}=M_{21}$, $M_{23}=M_{32}$, $M_{34}=M_{43}$, $M_{45}=M_{54}$, $M_{56}=M_{65}$, $M_{25}=M_{52}$, $M_{16}=M_{61}$ 表示相邻
 谐振腔体互耦合矩阵参数; 其它耦合矩阵参数在这里均用为 0 表示。该谐振耦
 合矩阵 M_n 中自耦合矩阵参数和互耦合矩阵参数通过可调因子 β_n 实现参数可调。
 通过改变矩阵 M_n 矩阵参数来实现去耦网络 S_D 参数可调。

图 5 为去耦网络的实物模型图, 其中, 对于矩阵中每个自耦合矩阵参数
 M_{11} , M_{22} , M_{33} , M_{44} , M_{55} , M_{66} 通过频率调谐螺钉 7203 来改变其数值变化量; 对于
 矩阵中每个互耦合矩阵参数:

$M_{12}=M_{21}$, $M_{23}=M_{32}$, $M_{34}=M_{43}$, $M_{45}=M_{54}$, $M_{56}=M_{65}$, $M_{25}=M_{52}$, $M_{16}=M_{61}$ 通 过
 耦合调谐螺钉 7204 改变其数值变化量, 通过控制调谐螺钉的深度改变谐振耦合
 矩阵 M_n 模型参数, 实现与天线架构的网络参数 S_A 匹配, 从而使得加入可调去耦
 网络 S_D 后的新型多天线架构端口的反射系数 Γ_{in} 近似为零。

图 6 为本申请实施例的去耦网络的效果图, 如图 6 所示, 横坐标代表频率,
 纵坐标代表耦合程度, 本示例中, 假设天线端口为两端口, S_{21} 代表了两个端口
 之间的耦合程度, 从图中可见, 在加入去耦网络 72 之前 (对应 S_{21} 相消前的曲
 线) 耦合程度较高, 在加入去耦网络 72 之后 (对应 S_{21} 相消后的曲线) 耦合程
 度明显降低, 从而实现了消除天线端口中的互耦信号, 进而可以设计出小空间
 的天线阵列结构。

图 8 为本申请实施例的去耦天线的去耦方法的流程图, 该去耦天线为上述
 任意一种去耦天线, 如图 8 所示, 所述方法包括:

步骤 810、控制所述去耦网络产生去耦信号。

步骤 820、通过所述去耦信号将所述至少两组天线阵列之间产生的互耦信号消除。

一实施例还提供一种去耦天线的去耦方法，该去耦天线为上述任意一种去耦天线，该方法包括：步骤 1) 和步骤 2)。

步骤 1)：在天线端口与馈电网络之间设置去耦网络。

本申请实施例中，可选地，所述在天线端口与馈电网络之间设置去耦网络，包括：

在天线端口与馈电网络之间设置 N 级可调去耦单元，N 为正整数；其中，第 1 级可调去耦单元的输入端经第一相位延迟网络与所述天线端口相连，第 N 级可调去耦单元的输出端经第二相位延迟网络与所述馈电网络的输入端相连。

步骤 2)：通过所述去耦网络将至少两组天线阵列之间产生的互耦信号消除。

本申请实施例中，可选地，所述可调去耦单元包括至少两个谐振网络，其中，谐振网络之间通过第一耦合调谐网络相连。第 i 级可调去耦单元中的谐振网络通过第二耦合调谐网络与第 i+1 级可调去耦单元中的谐振网络相连。

本申请实施例中，所述第一耦合调谐网络和所述第二耦合调谐网络为耦合调谐螺钉；所述谐振网络包括：谐振腔、位于所述谐振腔内的柱状谐振体、与所述柱状谐振体同轴的频率调谐螺钉。

所述通过所述去耦网络将上述至少两组天线阵列之间产生的互耦信号消除，包括：

通过所述耦合调谐螺钉调节谐振网络中的相位，通过所述频率调谐螺钉调节谐振网络中的频率，将上述至少两组天线阵列之间产生的互耦信号消除。

工业实用性

本公开提供了去耦天线及其去耦方法，通过在天线端口与馈电网络之间设置去耦网络，实现了消除天线阵列之间产生的互耦信号，进而可以设计出占用空间小的天线架构。

权利要求书

1、一种去耦天线，包括：天线端口、去耦网络、馈电网络、移相网络和至少两组天线阵列；其中，

所述移相网络与所述至少两组天线阵列分别相连；

所述馈电网络的输入端与所述去耦网络相连，所述馈电网络的输出端与所述移相网络相连；

所述去耦网络设置在所述天线端口与所述馈电网络之间，所述去耦网络设置为将所述至少两组天线阵列之间产生的互耦信号消除。

2、根据权利要求1所述的去耦天线，其中，所述天线阵列之间的间距小于等于预设值。

3、根据权利要求1所述的去耦天线，其中，所述去耦网络包括N级可调去耦单元，N为正整数；其中，

第1级可调去耦单元的输入端经第一相位延迟网络与所述天线端口相连，第N级可调去耦单元的输出端经第二相位延迟网络与所述馈电网络的输入端相连。

4、根据权利要求3所述的去耦天线，其中，第i级可调去耦单元与第i+1级可调去耦单元之间通过第一耦合调谐网络相连， $1 \leq i \leq N-1$ ，N大于等于3。

5、根据权利要求4所述的去耦天线，其中，所述可调去耦单元包括至少两个谐振网络，其中，谐振网络之间通过第二耦合调谐网络相连。

6、根据权利要求5所述的去耦天线，其中，所述第i级可调去耦单元与第i+1级可调去耦单元之间通过第一耦合调谐网络相连，包括：

第i级可调去耦单元中的谐振网络通过第一耦合调谐网络与第i+1级可调去耦单元中的谐振网络相连。

7、根据权利要求5所述的去耦天线，其中，所述第一耦合调谐网络和所述第二耦合调谐网络包括耦合调谐螺钉，所述耦合调谐螺钉用于调节所述谐振网络中的相位。

8、根据权利要求5所述的去耦天线，其中，所述谐振网络包括：谐振腔、位于所述谐振腔内的柱状谐振体、以及与所述柱状谐振体同轴的频率调谐螺钉，所述频率调谐螺钉用于调节所述谐振网络中的频率。

9、根据权利要求3所述的去耦天线，其中，所述天线端口的端口数和所述天线阵列的阵列数均为M，相应地，所述可调去耦单元具有M个输入端和M个输出端，M为大于等于2的整数。

10、根据权利要求 3 所述的去耦天线，其中，所述可调去耦单元包括至少两个谐振网络，其中，谐振网络之间通过第二耦合调谐网络相连。

11、一种去耦天线的去耦方法，所述去耦天线为权利要求 1-10 中任一项所述的去耦天线，所述方法包括：

控制所述去耦网络产生去耦信号；

通过所述去耦信号将所述至少两组天线阵列之间产生的互耦信号消除。

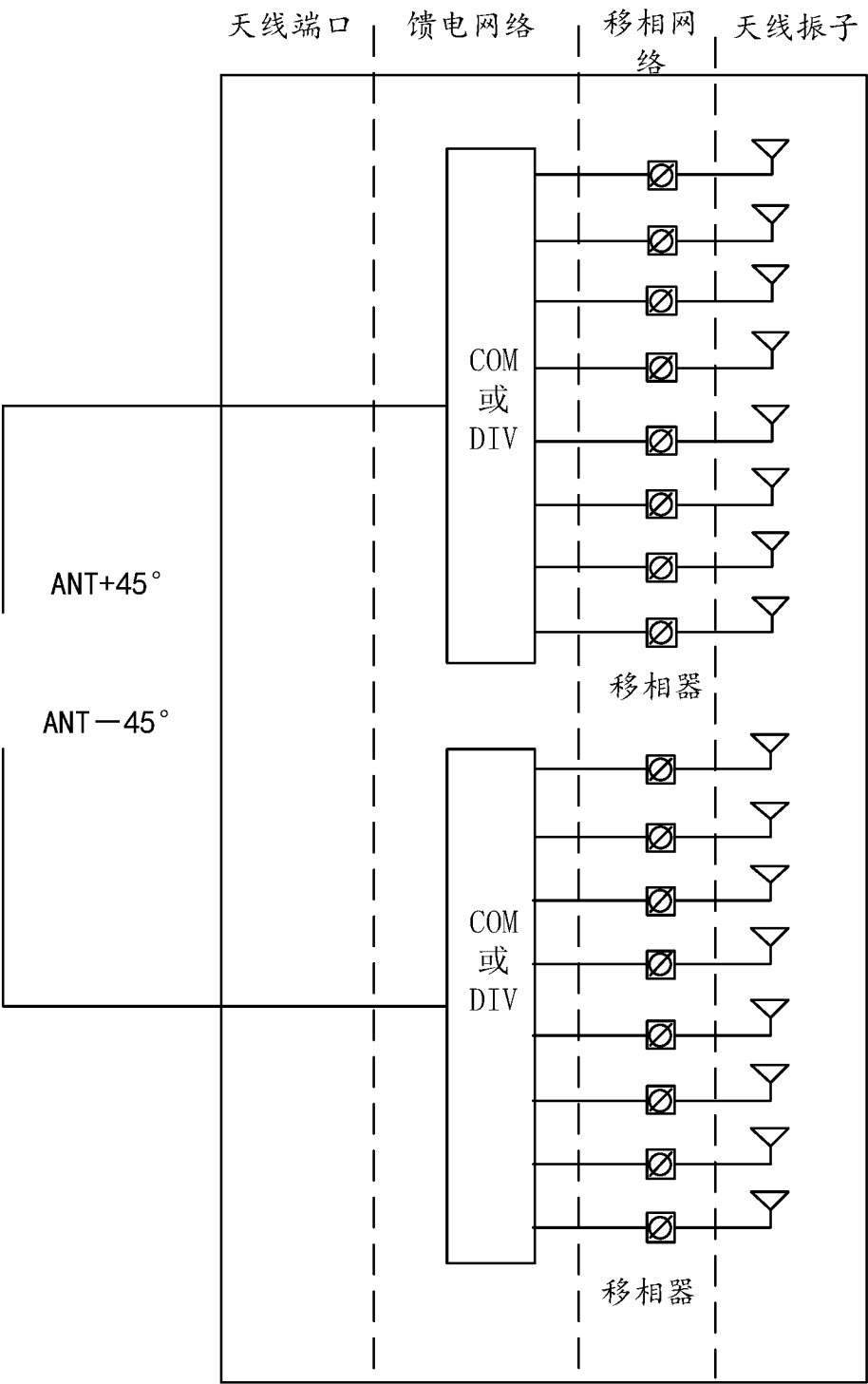


图 1

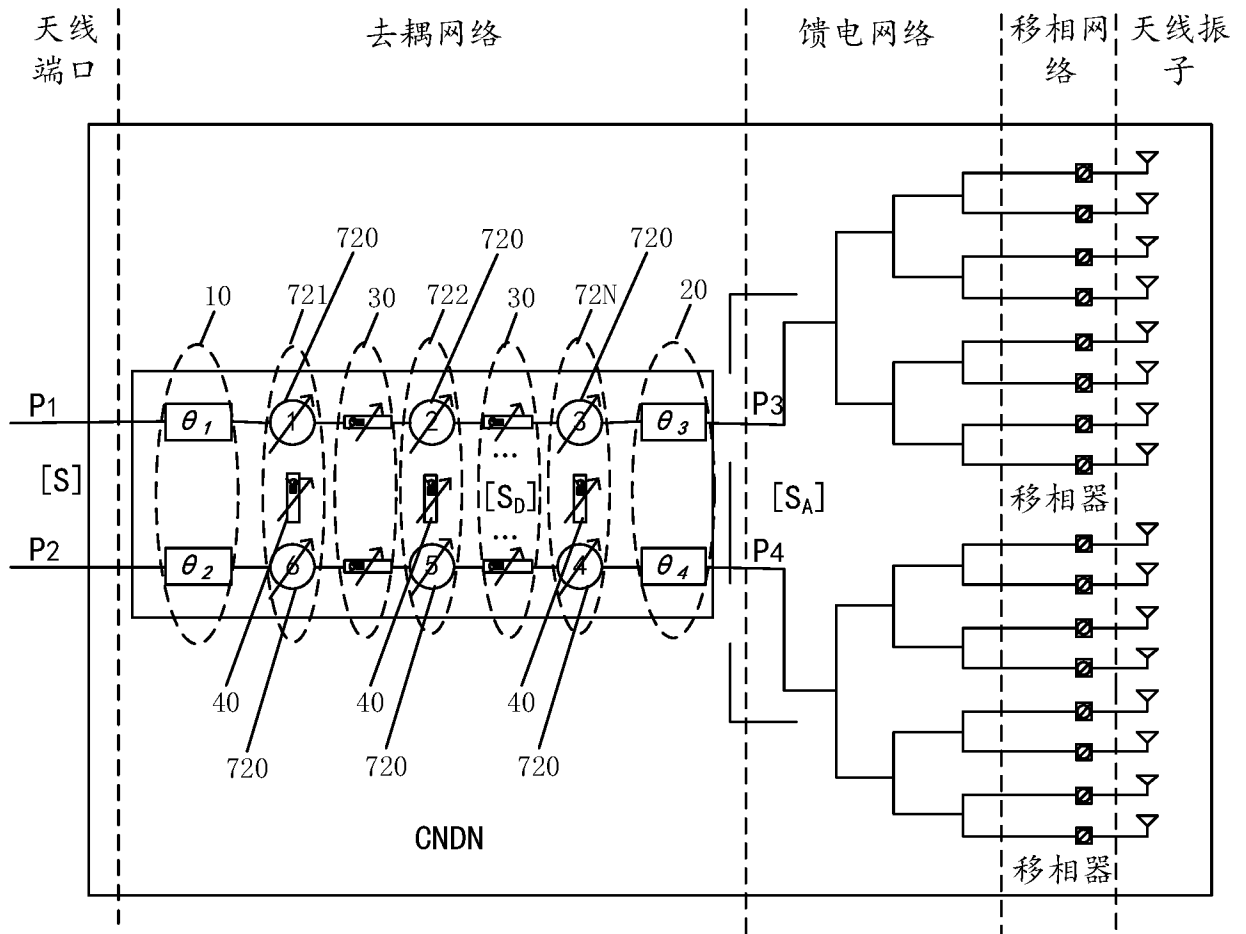


图 2

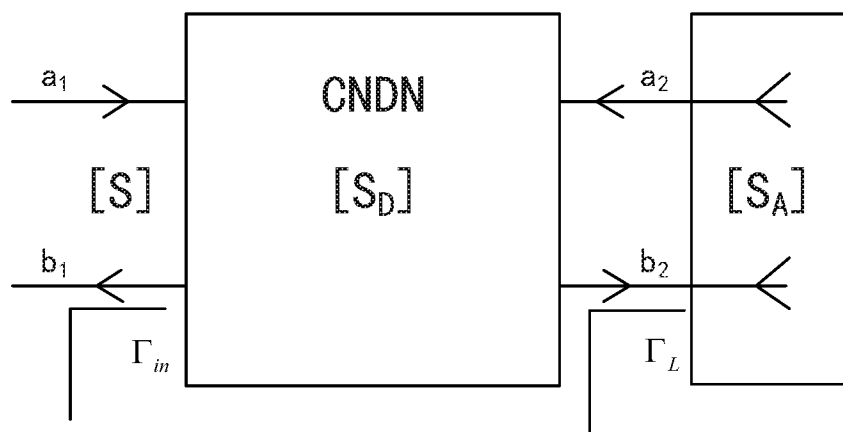


图 3

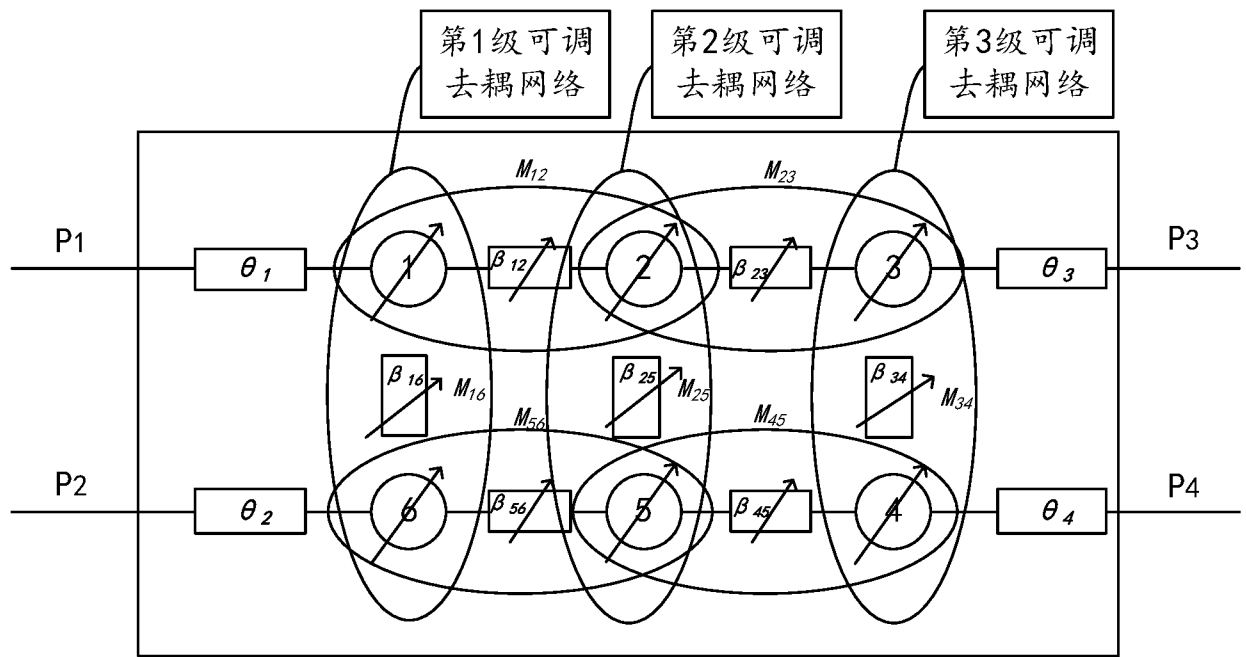


图 4

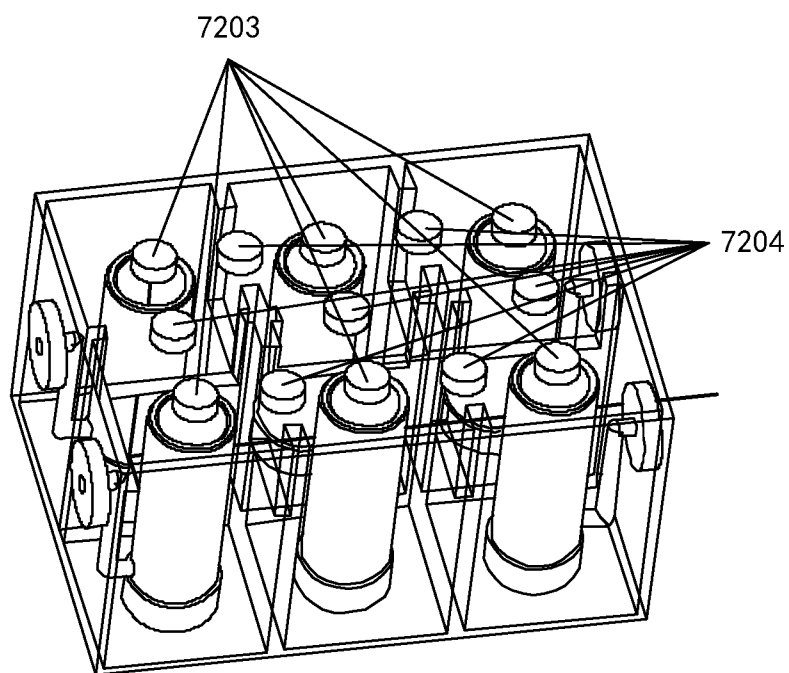


图 5

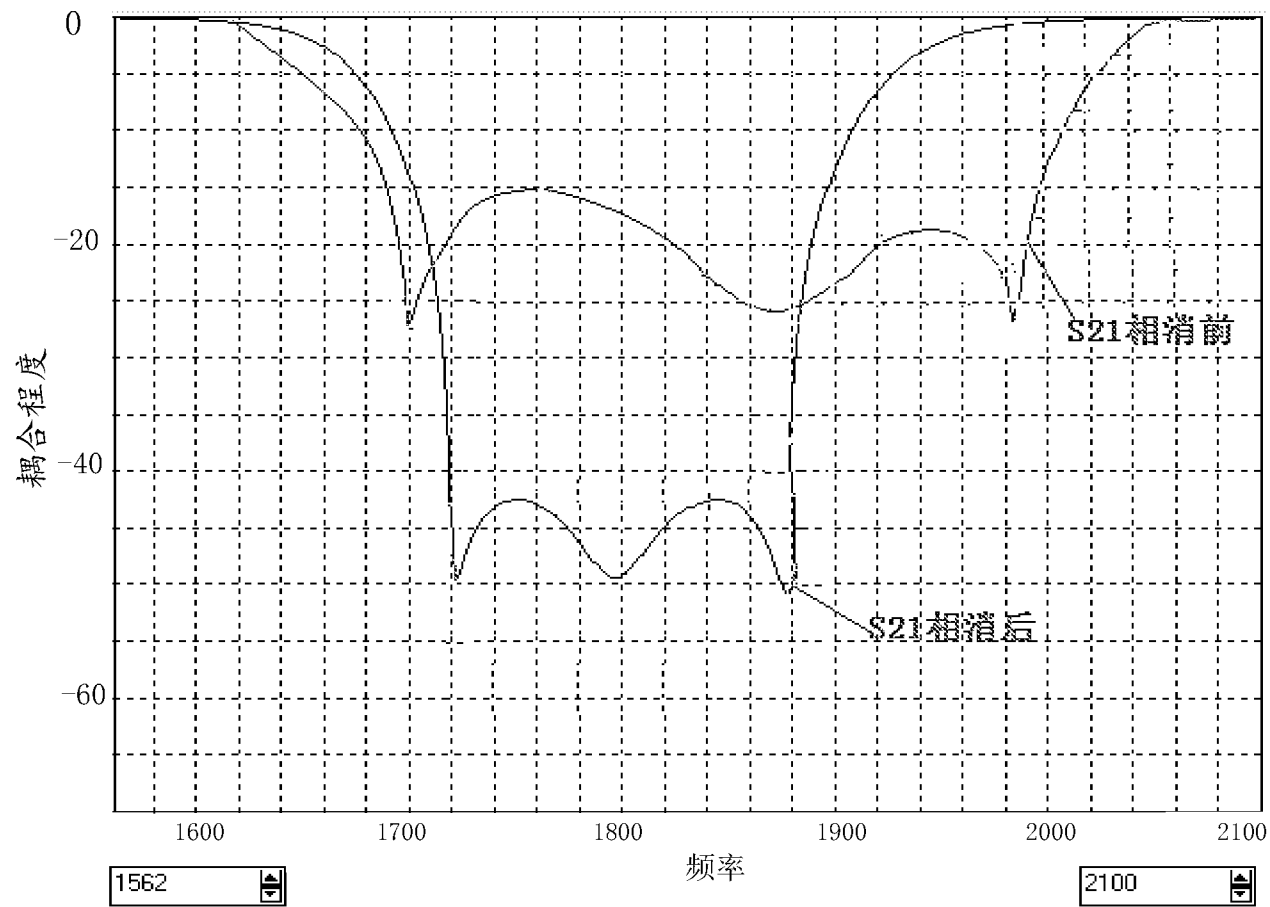


图 6

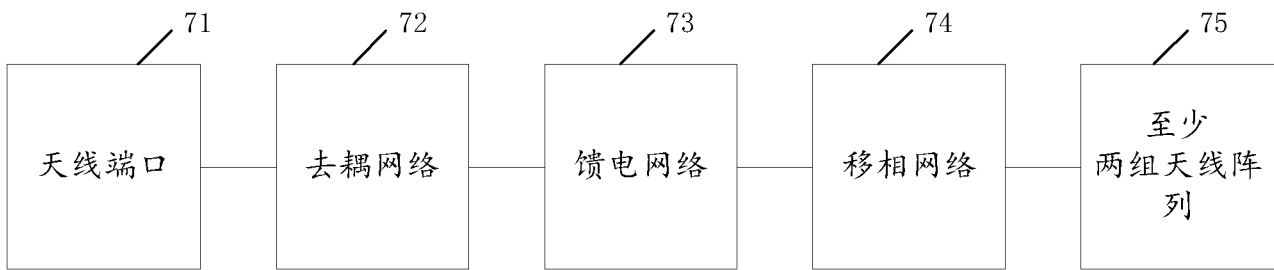


图 7A

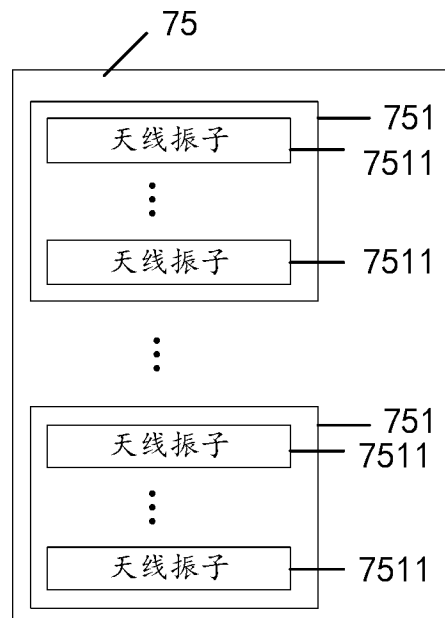


图 7B

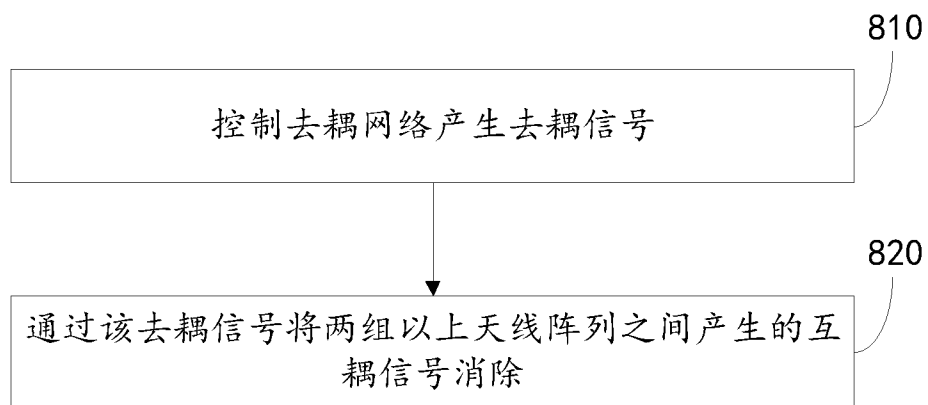


图 8

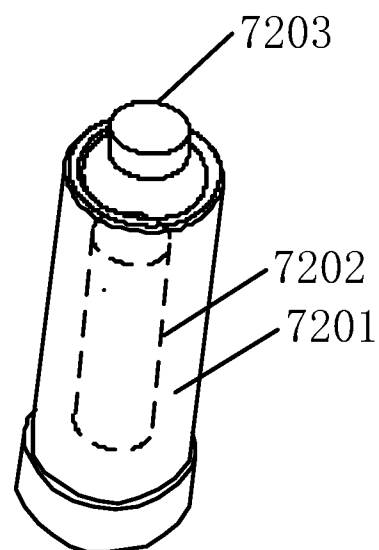


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/120320

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01Q 1/52 (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)

H01Q; 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)

CNAPT, CNKI, WPI, VEN, EPODOC, GOOGLE: 天线, 互耦, 去耦, 解耦, 耦合, 移相, 馈电, 阵列, antenna, feed, phase, shift, decoupl+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 203445240 U (NANJING UNIVERSITY OF INFORMATION SCIENCE & TECHNOLOGY) 19 February 2014 (19.02.2014), description, paragraphs [0027]-[0065], and figures 1-11	1-11
A	CN 101848471 A (MOBI ANTENNA TECHNOLOGIES SHENZHEN CO., LTD.) 29 September 2010 (29.09.2010), entire document	1-11
A	CN 104392597 A (WUXI HUAPU MICROELECTRONICS CO., LTD.) 04 March 2015 (04.03.2015), entire document	1-11
A	CN 205069884 U (GUANGDONG JIANBOTONG TECHNOLOGY CO., LTD.) 02 March 2016 (02.03.2016), entire document	1-11
A	US 2012013519 A1 (SONY ERICSSON MOBILE COMMUNICATIONS AB) 19 January 2012 (19.01.2012), entire document	1-11

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

☒ See patent family annex.

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

Date of the actual completion of the international search 02 February 2018	Date of mailing of the international search report 24 February 2018
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer JIA, Shanshan Telephone No. (86-10) 53961639

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/120320

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 203445240 U	19 February 2014	None	
CN 101848471 A	29 September 2010	None	
CN 104392597 A	04 March 2015	None	
CN 205069884 U	02 March 2016	None	
US 2012013519 A1	19 January 2012	EP 2416444 A2	08 February 2012

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/120320

A. 主题的分类

H01Q 1/52 (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)

H01Q; H04W; H04Q

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))

CNAPT, CNKI, WPI, VEN, EPODOC, GOOGLE: 天线, 互耦, 去耦, 解耦, 耦合, 移相, 馈电, 阵列, antenna, feed, phase, shift, decoupl+

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
X	CN 203445240 U (南京信息工程大学) 2014年 2月 19日 (2014 - 02 - 19) 说明书第[0027]-[0065]段、附图1-11	1-11
A	CN 101848471 A (摩比天线技术深圳有限公司) 2010年 9月 29日 (2010 - 09 - 29) 全文	1-11
A	CN 104392597 A (无锡华普微电子有限公司) 2015年 3月 4日 (2015 - 03 - 04) 全文	1-11
A	CN 205069884 U (广东健博通科技股份有限公司) 2016年 3月 2日 (2016 - 03 - 02) 全文	1-11
A	US 2012013519 A1 (SONY ERICSSON MOBILE COMMUNICATIONS AB) 2012年 1月 19日 (2012 - 01 - 19) 全文	1-11

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2018年 2月 2日

国际检索报告邮寄日期

2018年 2月 24日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

受权官员

贾姗姗

传真号 (86-10) 62019451

电话号码 (86-10) 010-53961639

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/120320

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	203445240	U	2014年 2月 19日	无			
CN	101848471	A	2010年 9月 29日	无			
CN	104392597	A	2015年 3月 4日	无			
CN	205069884	U	2016年 3月 2日	无			
US	2012013519	A1	2012年 1月 19日	EP	2416444	A2	2012年 2月 8日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)