

(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
2019年5月31日 (31.05.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/100376 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04B 7/0413 (2017.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/113091
- (22) 国际申请日: 2017年11月27日 (27.11.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 广东通宇通讯股份有限公司 (TONGYU COMMUNICATION INC.) [CN/CN]; 中国广东省中山市火炬开发区金通街3号, Guangdong 528437 (CN)。
- (72) 发明人: 李道铁(LI, Daotie); 中国广东省中山市火炬开发区金通街3号, Guangdong 528437 (CN)。 吴中林(WU, Zhonglin); 中国广东省中山市火炬开发区金通街3号, Guangdong 528437 (CN)。 刘木林(LIU, Mulin); 中国广东省中山市火炬开发区金通街3号, Guangdong 528437 (CN)。
- (74) 代理人: 深圳瑞天谨诚知识产权代理有限公司(CHINA RANKTOP IP OFFICE); 中国广东省深圳市南山区高新中四道30号龙泰利大厦6楼626号, Guangdong 518000 (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)。

根据细则4.17的声明:

- 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))。

(54) Title: OMNIDIRECTIONAL ARRAY ANTENNA AND BEAMFORMING METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 全向阵列天线及其波束赋形方法

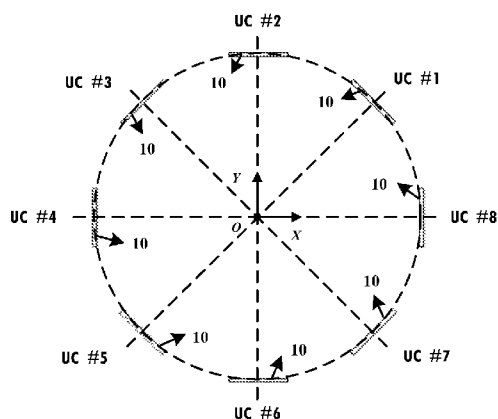


图 3

(57) Abstract: In the present invention, an omnidirectional array antenna comprises N omnidirectional subarray units that are circumferentially arranged to form a circular array, wherein each of the omnidirectional subarray units comprises p coaxially-arrayed symmetrical oscillators, and N and p are both natural numbers. According to the omnidirectional array antenna beamforming method of the present invention, various omnidirectional subarray units are stimulated by means of equiamplitude, in-phase or out-phase stimulation, thereby forming different types of transaction beams, such as an omnidirectional beam, a double-beam, a triple-beam and a quadruple-beam. According to the present invention, various MIMO beamforming capabilities of an omnidirectional antenna are realized, thereby achieving a high gain, multiple formed beams, a simple algorithm, low array element coupling and low costs; moreover, the omnidirectional array antenna exhibits huge potential in future 5G applications. In addition, the method also has the characteristics of novel thinking, a clear principle, method universality, simplicity and practicability, etc., and is also effective and applicable to the provision of a beamforming design for an H/V single-polarized omnidirectional array antenna or an H/V dual-polarized omnidirectional antenna.



WO 2019/100376 A1

(57) 摘要：本发明的全向阵列天线，包括N个全向子阵单元沿圆周排列成圆形阵，每个所述全向子阵单元包括p个共轴组阵的对称振子，其中N和p均为自然数。本发明全向阵列天线波束赋形方法，对各全向子阵单元采用等幅、同相或不同相方式激励形成全向、双波束、三波束和四波束等不同类型的波束。本发明实现了全向天线的多种MIMO波束赋形能力，其增益高、赋形波束多、算法简单、阵元耦合低、成本低，且所述全向阵列天线将在未来5G应用中展现出巨大的潜力。另外，该方法还具有思路新颖、原理清晰、方法普适、简单易行等特点，对于并为H、V单极化全向阵列天线或H/V双极化全向天线的波束赋形设计提供也是有效和适用的。

全向阵列天线及其波束赋形方法

技术领域

[0001] 本发明涉及通信领域，特别是涉及一种适合 5G 应用的 MIMO 全向阵列天线波束赋形方法及技术。

背景技术

[0002] 工程上，越是简单的东西越是有用。全向天线是天线家族中最原始、最简单，同时也是最有应用价值的类型。首先，水平全向辐射是全向天线最显著、而又恰好是无线通信最需要的特点。在无线通信系统中，因发射台和接收设备的相互位置不固定，双方均需要安装全向天线以确保彼此处于任意方位关系时仍能保持链路畅通。其次，全向天线具有小型化和低成本的天然优势，易安装、易部署、视觉隐蔽。相比之下，定向天线用于水平全向覆盖时，需要多副共圆周排列、分扇区方式实现。由于天线数量多、尺寸大、重量重、安装要求高，站点建设成本高，且用户视觉感差。上述优点，使得全向天线成为无线通信领域中一种经典的天线类型，已在短波通信、蜂窝通信、交通警察、国防军事、航空航天、航海探险、业余无线电等领域获得了广泛应用。在无线业务持续、强劲的需求刺激下，全向天线获得了大量创新研究，其性能不断提升和增强，应用领域进一步扩展。可以预见，全向天线将焕发新的生命力，并在未来无线系统中继续大放异彩。

[0003] 在 5G 时代，蜂窝系统将实现高容量、高数据率、高可靠性、低延迟、低功耗等。为了提高系统容量，大规模天线阵列（Massive MIMO, mMIMO）技术将得到广泛应用，使得数据传输率数十或百倍提升。目前，mMIMO 天线的研发工作主要集中于大型宏基站场景。由于容量要求高、覆盖范围大、覆盖模式多，该类基站的天线阵列规模通常很大，如 128 单元或 256 单元，工作频段为低频 2.6G、3.5G 和 4.5G。显然，跟传统宏站天线一样，mMIMO 阵列的天线尺寸大、重量重、选址难、安装困难，而且成本更高。高成本可由容量提升所带来的利润增加而抵消。然而，除了高容量、多模式场合，5G 还存在很多低容量、少模式的应用场景。这时迫切需要一种阵列规模较小，但尺寸、重量和成本都大大减少的低阶 MIMO 天线，如 8 单元或 16 单元。

这种情况下，全向天线小型化、低成本的优势，使其成为最具诱惑力的mMIMO方案。然而，全向天线实现波束赋形，将遇到增益低、赋形波束少、算法复杂、阵元耦合强、可借鉴经验少等挑战。

技术问题

[0004] 目前本领域天线存在尺寸大、重量重、选址难、安装困难、成本更高，而且增益低、赋形波束少、算法复杂等技术问题。

技术方案

[0005] 本发明的目的在于提供一种增益高、赋形波束多、算法简单的全向阵列天线波束赋形方法及全向阵列天线。

[0006] 为实现本发明目的，提供以下技术方案：

本发明提供一种全向阵列天线，其包括 N 个全向子阵单元沿圆周排列组成的天线组阵，圆形阵的直径为中心波长 λ_c 的整数倍（即 $D=2\cdot R=m\cdot\lambda_c$ ， m 为自然数），每个所述全向子阵单元包括 p 个共轴组阵的对称振子，其中 N 和 p 均为自然数。

[0007] 优选的，所述全向子阵单元的共轴组阵的对称振子为半波振子，也可以包括半波振子或其他波长的振子。

[0008] 优选的，所述全向子阵单元的对称振子共轴组阵成垂直极化子阵或共面组阵成水平极化子阵。

[0009] 优选的，所述 N 个全向子阵单元竖直等间隔排列，圆周方位角 $\varphi_n=2\cdot n\cdot\pi/N$ ，其中 $n=1, 2, 3, \dots, N$ 。

[0010] 优选的，所述全向子阵单元的对称振子印制于PCB介质板，所述介质板垂直于圆阵的直径方向。在其他一些实施方式中，也可以所述全向子阵单元的对称振子构造形式为金属管。

[0011] 本发明还提供一种全向阵列天线波束赋形方法，其应用于如上所述的全向阵列天线，各全向子阵单元采用等幅（ $I_n=1$ ； $n=1, 2, 3, \dots, N$ ）、同相或不同相方式激励形成不同类型波束。

[0012] 优选的，所述不同类型波束包括：单全向波束、单定向波束、定向双窄波束、定向双宽波束、不共线定向双波束、定向不等宽双波束、定向三波束和定向四波束中至少任一个。

[0013] 优选的，其中单全向波束的赋形算法为各全向子阵单元等幅激励，相位满足：四个奇数阵元同相，即 $\beta_1=\beta_3=\beta_5=\beta_7$ ；四个偶数阵元同

相，即 $\beta_2=\beta_4=\beta_6=\beta_8$ ；且两组相位分别满足关系式： $\beta_1=\beta_2+\Delta\beta$ ， $\Delta\beta\in[0, \pi/2]$ 。

[0014] 优选的，其中单定向波束的赋形算法为各全向子阵单元等幅激励，相位满足：

$$\beta_n = \pm 2 \cdot i \cdot \pi - k \cdot R \cdot \sin\theta_m \cdot \cos\left(\varphi_m - \frac{2n\pi}{N}\right)$$

式中， i 为整数， $n=1, 2, 3, \dots, N$ ； $k=2\pi/\lambda$ 为空气中波数， θ_m 、 φ_m 分别为最大波束指向的仰角 θ_m 及方位角 φ_m 。

[0015] 优选的，其中定向双窄波束的赋形算法为各全向子阵单元等幅激励，相位则满足： $\beta_1=\beta_4=(1/1.75+2\cdot q)\cdot\pi$ ， $\beta_2=\beta_3=2\cdot q\cdot\pi$ ， $\beta_5=\beta_8=[(1+1/1.75)+2\cdot q]\cdot\pi$ ， $\beta_6=\beta_7=(1+2\cdot q)\cdot\pi$ ，其中 q 为整数。

[0016] 优选的，其中定向双宽波束的赋形算法为各阵元等幅激励，相位则满足： $\beta_1=\beta_2=\beta_3=\beta_4=2\cdot q\cdot\pi$ ； $\beta_5=\beta_6=\beta_7=\beta_8=(1+2\cdot q)\cdot\pi$ （ q 为整数）。

[0017] 优选的，其中定向不等宽双波束的赋形算法为各阵元等幅激励，相位则满足： $\beta_1=\beta_3=\{[1-\cos(\pi/4)]+2\cdot q\}\cdot\pi$ ， $\beta_2=2\cdot q\cdot\pi$ ， $\beta_4=\beta_8=\pi$ ， $\beta_5=\beta_7=[(1-1/4)+2\cdot q]\cdot\pi$ ， $\beta_6=[(1-1/6)+2\cdot q]\cdot\pi$ ，其中 q 为整数。

[0018] 优选的，其中不共线定向双波束的赋形算法为各阵元等幅激励，相位则满足： $\beta_1=\beta_3=(1/1.75+2\cdot q)\cdot\pi$ ， $\beta_2=2\cdot q\cdot\pi$ ， $\beta_4=(1/1.75+1/2+2\cdot q)\cdot\pi$ ， $\beta_5=[(1+1/1.75+1/2)+2\cdot q]\cdot\pi$ ， $\beta_7=\pi$ ， $\beta_6=\beta_8=[(1+1/1.75)+2\cdot q]\cdot\pi$ ，其中 q 为整数。

[0019] 优选的，其中定向三波束的赋形算法为各阵元等幅激励，相位满足： $\beta_1=\beta_3=\{[1-\cos(\pi/4)]+2\cdot q\}\cdot\pi$ ， $\beta_2=2\cdot q\cdot\pi$ ， $\beta_4=\beta_8=(1+2\cdot q)\cdot\pi$ ， $\beta_5=[(1+1/3.5)+2\cdot q]\cdot\pi$ ， $\beta_6=[(1+1/2.875)+2\cdot q]\cdot\pi$ ， $\beta_7=[(1-1/3.5)+2\cdot q]\cdot\pi$ ，其中 q 为整数。

[0020] 优选的，其中定向四波束的赋形算法为各阵元等幅激励，相位则满足： $\beta_1=\beta_4=\beta_5=\beta_8=2\cdot q\cdot\pi$ ， $\beta_2=\beta_3=\beta_6=\beta_7=(1+2\cdot q)\cdot\pi$ ，其中 q 为整数。

[0021] 对比现有技术，本发明具有以下优点：

本发明所提的全向阵列天线波束赋形方法，采用阵元数 N 个、阵元由 p 元对称振子子阵构成，独特地运用如下波束赋形算法，实现了不同类型的业务波束，多种MIMO波束赋形能力的实现，其增益高、赋形波束多、算法简单、阵元耦合低。且所述全向阵列天线将在

5G 应用中展现出巨大的潜力。另外，该方法还具有思路新颖、原理清晰、方法普适、简单易行等特点，对于并为 H、V 单极化全向阵列天线或 H/V 双极化全向天线的波束赋形设计提供也是有效和适用的。

[0022] 在一些实施方式中，所述不同类型波束如 1) 等幅同相激励，形成一个全向波束，覆盖水平四周；2) 等幅不同相激励，形成一个水平定向波束，指向某个方位角；3) 等幅不同相激励，形成一个水平双向窄波束，两波束共线并等波宽；4) 等幅不同相激励，形成一个水平双向宽波束，两波束共线并等波宽；5) 等幅不同相激励，形成一个水平双向不等宽波束，两波束共线、不等波宽；6) 等幅不同相激励，形成一个水平双向窄波束，两波束等波宽、不共线；7) 等幅不同相激励，形成一个水平定向三波束，三波束不等波宽、不等夹角；8) 等幅不同相激励，形成一个水平定向四窄波束，四波束等波宽、等夹角。上述不同波束，是未来 5G 应用中最典型、最有用的几种类型。

有益效果

[0023] 本发明所提的全向阵列天线波束赋形方法，采用阵元数 N 个、阵元由 p 元对称振子子阵构成，独特地运用如下波束赋形算法，实现了不同类型的业务波束，多种 MIMO 波束赋形能力的实现，其增益高、赋形波束多、算法简单、阵元耦合低。且所述全向阵列天线将在 5G 应用中展现出巨大的潜力。另外，该方法还具有思路新颖、原理清晰、方法普适、简单易行等特点，对于并为 H、V 单极化全向阵列天线或 H/V 双极化全向天线的波束赋形设计提供也是有效和适用的。

[0024] 在一些实施方式中，所述不同类型波束如 1) 等幅同相激励，形成一个全向波束，覆盖水平四周；2) 等幅不同相激励，形成一个水平定向波束，指向某个方位角；3) 等幅不同相激励，形成一个水平双向窄波束，两波束共线并等波宽；4) 等幅不同相激励，形成一个水平双向宽波束，两波束共线并等波宽；5) 等幅不同相激励，形成一个水平双向不等宽波束，两波束共线、不等波宽；6) 等幅不同相激励，形成一个水平双向窄波束，两波束等波宽、不共线；7) 等幅不同相激励，形成一个水平定向三波束，三波束不等波宽、不等夹角；8) 等幅不同相激励，形成一个水平定向四窄波束，四波束等波

宽、等夹角。上述不同波束，是未来 5G 应用中最典型、最有用的几种类型。

[0025] 本发明针对未来 5G 应用，设计了一个八元波束赋形全向天线，8 个子阵单元均匀排列在直径为一个中心波长 ($1 \cdot \lambda_c$) 的圆周上。通过特殊的波束赋形算法，阵列实现了方位面内单全向波束、单定向波束、等宽或不等宽双波束、共线或不共线双波束、三波束和四波束覆盖，基本满足多种业务模式的波束需求。这使得全向赋形阵列，将成为未来 5G 应用的一种极具应用潜力的天线方案。另外，该方法还具有思路新颖、原理清晰、方法普适、简单易行等特点，对于 H、V 单极化全向天线或 H/V 双极化全向天线的波束赋形设计也是适用和有效的。

附图说明

[0026] 图 1 为本发明天线模型所采用的直角坐标系的定义示意图。

[0027] 图 2 为本发明全向阵列天线的全向子阵单元的正视图。

[0028] 图 3 为本发明全向阵列天线模型的俯视图。

[0029] 图 4 为本发明全向阵列天线模型的正视图。

[0030] 图 5 为本发明全向子阵单元驻波 VSWR 曲线。

[0031] 图 6 为本发明全向子阵单元中心频点 $f_c=3.5\text{GHz}$ 的 2D 方向图。

[0032] 图 7 为本发明全向阵列天线的赋形单全向波束#1 在 $f_c=3.5\text{GHz}$ 的 2D 方向图。

[0033] 图 8 为本发明全向阵列天线的赋形单定向波束#2 在 $f_c=3.5\text{GHz}$ 的 2D 方向图。

[0034] 图 9 为本发明全向阵列天线的赋形双定向窄波束#3 在 $f_c=3.5\text{GHz}$ 的 2D 方向图。

[0035] 图 10 为本发明全向阵列天线的赋形双定向宽波束#4 在 $f_c=3.5\text{GHz}$ 的 2D 方向图。

[0036] 图 11 为本发明全向阵列天线的赋形双定向不等宽波束#6 在 $f_c=3.5\text{GHz}$ 的 2D 方向图。

[0037] 图 12 为本发明全向阵列天线的赋形不共线双定向波束#5 在 $f_c=3.5\text{GHz}$ 的 2D 方向图。

[0038] 图 13 为本发明全向阵列天线的赋形定向三波束#7 在 $f_c=3.5\text{GHz}$

的 2D 方向图。

[0039]图 14 为本发明全向阵列天线的赋形定向四波束#7 在 $f_c=3.5\text{GHz}$ 的 2D 方向图。

[0040]本文附图是用来对本发明的进一步阐述和理解，并且构成说明书的一部分，与本发明的具体实施例一起用于解释本发明，但并不构成对本发明的限制或限定。

本发明的实施方式

[0041]下面结合附图给出本发明的较佳实施例，以详细说明本发明的技术方案。

[0042]这里，将着重于超宽带和高增益两大特点来论述本发明，并给出相应附图对本发明进行详细说明。需要特别说明的是，这里所描述的优选实施例仅用于说明和解释本发明，并不用于限制或限定本发明。

[0043]本发明旨在为未来 5G 应用，提供一种波束可赋形的全向阵列天线设计方案，并为 H、V 单极化全向阵列天线或 H/V 双极化全向天线的波束赋形设计提供有效的参考方法。

[0044]请参阅图1~4，本发明全向阵列天线建构方法如下：

[0045]步骤一，建立空间直角坐标系，见图1。

[0046]步骤二，构造全向子阵单元：在YOZ平面，构造三元全向子阵单元，包括介质板10、对称双臂21、22、中心馈电点34、两端短路点35，所述中心馈电点34设置焊盘与非金属化过孔、所述短路点35设置金属化过孔，以及印制平行双导体馈线31、32和33，各部分如图2所示。

[0047]步骤三，八个全向子阵单元组成圆阵，将步骤二的三单元全向子阵单元沿Z轴旋转复制八次，形成一个沿直径 $D=1\cdot\lambda_c$ 的圆均匀排布的八元组阵，且圆周直径垂直于各全向子阵单元的PCB介质板10；各子阵编号为UC #1~UC #8（UC, Unit Cell，单位单元），分别位于方位角 $\varphi=45^\circ$ 、 90° 、 135° 、 180° 、 225° 、 270° 、 325° 和 360° ，如图3、4所示。

[0048]步骤四，阵列波束赋形：采用等幅同相或不同相馈电，形成八

种类型波束，如图 7~14 所示。

[0049]上述构建方法得到的本发明一种全向阵列天线，其包括N个全向子阵单元沿圆周排列组成的天线组阵，圆形阵的直径为中心波长 λ_c 的整数倍（即 $D=2\cdot R=m\cdot\lambda_c$ ， m 为自然数），每个所述全向子阵单元包括 p 个共轴组阵的对称振子，其中 N 和 p 均为自然数。本实施例中， N 为8， p 为3。

[0050]所述全向子阵单元中共轴组阵的对称振子为半波振子，也可以包括半波振子或其他波长的振子。

[0051]所述全向子阵单元的对称振子共轴组阵成垂直极化子阵或共面组阵成水平极化子阵。

[0052]所述 N 个全向子阵单元竖直等间隔排列，圆周方位角 $\varphi_n=2\cdot n\cdot\pi/N$ ，其中 $n=1, 2, 3, \dots, N$ 。

[0053]所述全向子阵单元的对称振子印制于PCB介质板，所述介质板垂直于圆阵的直径方向。在其他一些实施方式中，也可以所述全向子阵单元的对称振子构造形式为金属管。

[0054] N 个阵元排成均匀圆阵（ $N\geq 1$ ， N 为自然数），相邻阵元间隔角度为 $\Delta\varphi=2\cdot\pi/N$ ，圆阵直径为中心波长 λ_c 的整数倍（即 $D=2\cdot R=m\cdot\lambda_c$ ， m 为自然数）。本实施例中，选取阵元数 $N=8=2^3$ 为较佳实施例；其中每个全向子阵单元包括 $p=3$ 个对称振子。

[0055]本发明应用于上述全向子阵单元的全向阵列天线波束赋形方法，各全向子阵单元采用等幅（ $I_n=1$ ； $n=1, 2, 3, \dots, N$ ）、同相或不同相方式激励形成不同类型波束。

[0056]请结合参阅图5~14，本实施例中，所述不同类型波束包括：单全向波束#1、单定向波束#2、定向双窄波束#3、定向双宽波束#4、不共线定向双波束#5、定向不等宽双波束#6、定向三波束#7和定向四波束#8，共八种类型的波束；

[0057]其中单全向波束#1的赋形算法为各全向子阵单元等幅激励，相位则满足：四个奇数阵元同相，即 $\beta_1=\beta_3=\beta_5=\beta_7$ ；四个偶数阵元同相，即 $\beta_2=\beta_4=\beta_6=\beta_8$ ；且两组相位分别满足关系式： $\beta_1=\beta_2+\Delta\beta$ ， $\Delta\beta\in[0, \pi/2]$ ；

[0058]其中单定向波束#2的赋形算法为各全向子阵单元等幅激励，相位则满足：

$$\beta_n = \pm 2 \cdot i \cdot \pi - k \cdot R \cdot \sin \theta_m \cdot \cos \left(\varphi_m - \frac{2n\pi}{N} \right) \quad (1)$$

式 (1) 中, i 为整数, $n=1, 2, 3, \dots, 8$; $k=2\pi/\lambda$ 为空气中波数, θ_m 、 φ_m 分别为最大波束指向的仰角 θ_m 及方位角 φ_m 。在水平面有 $\theta_m=90^\circ$, 取 $i=-1$, 再将 $R=\lambda/2$ 代入, 则式 (2) 简化为:

$$\beta_n = [2 - \cos \left(\varphi_m - \frac{2n\pi}{N} \right)] \cdot \pi \quad (2)$$

[0059]其中定向双窄波束#3的赋形算法为各全向子阵单元等幅激励, 相位则满足: $\beta_1=\beta_4=(1/1.75+2 \cdot q) \cdot \pi$, $\beta_2=\beta_3=2 \cdot q \cdot \pi$, $\beta_5=\beta_8=[(1+1/1.75)+2 \cdot q] \cdot \pi$, $\beta_6=\beta_7=(1+2 \cdot q) \cdot \pi$, 其中 q 为整数。

[0060]其中定向双宽波束#4的赋形算法为各阵元等幅激励, 相位则满足: $\beta_1=\beta_2=\beta_3=\beta_4=2 \cdot q \cdot \pi$; $\beta_5=\beta_6=\beta_7=\beta_8=(1+2 \cdot q) \cdot \pi$ (q 为整数)。

其中定向不等宽双波束#5的赋形算法为各阵元等幅激励, 相位则满足: $\beta_1=\beta_3=\{[1-\cos(\pi/4)]+2 \cdot q\} \cdot \pi$, $\beta_2=2 \cdot q \cdot \pi$, $\beta_4=\beta_8=\pi$, $\beta_5=\beta_7=[(1-1/4)+2 \cdot q] \cdot \pi$, $\beta_6=[(1-1/6)+2 \cdot q] \cdot \pi$, 其中 q 为整数。

[0061]其中不共线定向双波束#6的赋形算法为各阵元等幅激励, 相位则满足: $\beta_1=\beta_3=(1/1.75+2 \cdot q) \cdot \pi$, $\beta_2=2 \cdot q \cdot \pi$, $\beta_4=(1/1.75+1/2+2 \cdot q) \cdot \pi$, $\beta_5=[(1+1/1.75+1/2)+2 \cdot q] \cdot \pi$, $\beta_7=\pi$, $\beta_6=\beta_8=[(1+1/1.75)+2 \cdot q] \cdot \pi$, 其中 q 为整数。

[0062]其中定向三波束#7的赋形算法为各阵元等幅激励, 相位则满足: $\beta_1=\beta_3=\{[1-\cos(\pi/4)]+2 \cdot q\} \cdot \pi$, $\beta_2=2 \cdot q \cdot \pi$, $\beta_4=\beta_8=(1+2 \cdot q) \cdot \pi$, $\beta_5=[(1+1/3.5)+2 \cdot q] \cdot \pi$, $\beta_6=[(1+1/2.875)+2 \cdot q] \cdot \pi$, $\beta_7=[(1-1/3.5)+2 \cdot q] \cdot \pi$, 其中 q 为整数。

[0063]其中定向四波束#8的赋形算法为各阵元等幅激励, 相位则满足: $\beta_1=\beta_4=\beta_5=\beta_8=2 \cdot q \cdot \pi$, $\beta_2=\beta_3=\beta_6=\beta_7=(1+2 \cdot q) \cdot \pi$, 其中 q 为整数。

[0064]本发明所提的全向阵列天线波束赋形方法, 采用阵元数 $N=8$ 个、阵元由 $p=3$ 元对称振子子阵构成, 独特地运用如下波束赋形算法, 实现了八种典型的业务波束: 1) 等幅同相激励, 形成一个全向波束, 覆盖水平四周; 2) 等幅不同相激励, 形成一个水平定向波束, 指向某个方位角; 3) 等幅不同相激励, 形成一个水平双向窄波束, 两波

束共线并等波宽；4) 等幅不同相激励，形成一个水平双向宽波束，两波束共线并等波宽；5) 等幅不同相激励，形成一个水平双向不等宽波束，两波束共线、不等波宽；6) 等幅不同相激励，形成一个水平双向窄波束，两波束等波宽、不共线；7) 等幅不同相激励，形成一个水平定向三波束，三波束不等波宽、不等夹角；8) 等幅不同相激励，形成一个水平定向四窄波束，四波束等波宽、等夹角。上述八种不同波束，是未来 5G 应用中最典型、最有用的几种类型。多种 MIMO 波束赋形能力的实现，意味着全向阵列天线将在 5G 应用中展现出巨大的潜力。

[0065] 本发明全向阵列天线的波束赋形实现效果可参考下面表 I，全向阵列天线的波束赋形实现的具体算法实例表，以及图 7~14，各类型波束在 $f_c=3.5\text{GHz}$ 的 2D 方向图。

表 I. 全向阵列天线的波束赋形算法

阵元编号 波束类型		UC#1	UC#2	UC#3	UC#4	UC#5	UC#6	UC#7	UC#8
		单全向波束#1, 见图 7	幅度 $I_n (A)$	$I_n=1, (n=1, 2, 3, \dots, 8)$					
	相位 $\beta_n (rad)$	$\beta_1=\beta_3=\beta_5=\beta_7, \beta_2=\beta_4=\beta_6=\beta_8; \beta_1=\beta_2+\Delta\beta, \Delta\beta \in [0, \pi/2]$							
单定向波束#2, 见图 8	幅度 $I_n (A)$	$I_n=1, (n=1, 2, 3, \dots, 8)$							
	相位 $\beta_n (rad)$	$\beta_n = \left[2 - \cos\left(\varphi - \frac{2n\pi}{8}\right) \right] \cdot \pi; n=1, 2, 3, \dots, 8;$							
定向双窄波束#3, 见图 9	幅度 $I_n (A)$	$I_n=1, (n=1, 2, 3, \dots, 8)$							
	相位 $\beta_n (rad)$	$\beta_1=\beta_4=(1/1.75+2 \cdot q) \cdot \pi, \beta_2=\beta_3=2 \cdot q \cdot \pi, \beta_5=\beta_8=[(1+1/1.75)+2 \cdot q] \cdot \pi, \beta_6=\beta_7=(1+2 \cdot q) \cdot \pi; (q \text{ 为整数})$							
定向双宽波束#4, 见图 10	幅度 $I_n (A)$	$I_n=1, (n=1, 2, 3, \dots, 8)$							
	相位 $\beta_n (rad)$	$\beta_1=\beta_2=\beta_3=\beta_4=2 \cdot q \cdot \pi; \beta_5=\beta_6=\beta_7=\beta_8=[(1+2 \cdot q) \cdot \pi] (q \text{ 为整数})$							
定向不等宽双波束#5, 见图 11	幅度 $I_n (A)$	$I_n=1, (n=1, 2, 3, \dots, 8)$							
	相位 $\beta_n (rad)$	$\beta_1=\beta_3=\{[1-\cos(\pi/4)]+2 \cdot q\} \cdot \pi, \beta_2=2 \cdot q \cdot \pi, \beta_4=\beta_8=\pi, \beta_5=\beta_7=[(1-1/4)+2 \cdot q] \cdot \pi; \beta_6=[(1-1/6)+2 \cdot q] \cdot \pi; (q \text{ 为整数})$							
不共线定向双波束#6, 见图 12	幅度 $I_n (A)$	$I_n=1, (n=1, 2, 3, \dots, 8)$							
	相位 $\beta_n (rad)$	$\beta_1=\beta_3=(1/1.75+2 \cdot q) \cdot \pi, \beta_2=2 \cdot q \cdot \pi, \beta_4=(1/1.75+1/2+2 \cdot q) \cdot \pi, \beta_5=[(1+1/1.75+1/2)+2 \cdot q] \cdot \pi, \beta_7=\pi, \beta_6=\beta_8=[(1+1/1.75)+2 \cdot q] \cdot \pi; (q \text{ 为整数})$							
定向三波束	幅度 $I_n (A)$	$I_n=1, (n=1, 2, 3, \dots, 8)$							

#7, 见图13	相位 β_n (rad)	$\beta_1=\beta_3=\{[1-\cos(\pi/4)]+2\cdot q\}\cdot\pi, \beta_2=2\cdot q\cdot\pi, \beta_4=\beta_8=(1+2\cdot q)\cdot\pi,$ $\beta_5=[(1+1/3.5)+2\cdot q]\cdot\pi,$ $\beta_6=[(1+1/2.875)+2\cdot q]\cdot\pi, \beta_7=[(1-1/3.5)+2\cdot q]\cdot\pi; \quad (q \text{ 为整数})$
定向四波束	幅度 I_n (A)	$I_n=1, \quad (n=1, 2, 3, \dots, 8)$
#8, 见图14	相位 β_n (rad)	$\beta_1=\beta_4=\beta_5=\beta_8=2\cdot q\cdot\pi, \beta_2=\beta_3=\beta_6=\beta_7=(1+2\cdot q)\cdot\pi \quad (q \text{ 为整数})$

[0066]图 5 为本发明全向子阵单元驻波 VSWR 曲线。由图知，在 3.4~3.6GHz 频带内，子阵单元驻波 $VSWR \leq 1.60$ ，阻抗匹配良好。

[0067]图 6 为本发明全向子阵单元中心频点 $f_c=3.5GHz$ 的 2D 方向图。其中，实线表示 H-面($\Theta=90^\circ$, XOY 平面)，虚线表示 E-面($\Phi=90^\circ$, YOZ 平面)；E 面波宽 $HPBW=24.73^\circ$ ，H 面为理想全向辐射（不圆度小于 0.24dB），增益 $G=6.68dBi$ 。

[0068]图 7 为本发明全向阵列天线的赋形单全向波束#1 在 $f_c=3.5GHz$ 的 2D 方向图。其中，实线表示 H-面 ($\Theta=90^\circ$, XOY 平面)，虚线表示 E-面 ($\Phi=90^\circ$, YOZ 平面)；E 面波宽 $HPBW=20.37^\circ$ ，H 面不圆度小于 0.24dB，增益 $G=6.47dBi$ ，辐射特性与子阵单元几乎一样。

[0069]图 8 为本发明全向阵列天线的赋形单定向波束#2 在 $f_c=3.5GHz$ 的 2D 方向图。其中，实线表示 H-面 ($\Theta=90^\circ$, XOY 平面)，虚线表示 E-面 ($\Phi=0^\circ$, YOZ 平面)；主瓣指向方位角 $\varphi=0^\circ$ 方向，E/H 面波宽分别为： $HPBW=23.92^\circ、40.67^\circ$ ，增益 $G=13.78dBi$ ；旁瓣电平 SLL 低于主瓣约 13.78dB，前后比 FTBR 为 7.5dB。

[0070]图 9 为本发明全向阵列天线的赋形双定向窄波束#3 在 $f_c=3.5GHz$ 的 2D 方向图。其中，实线表示 H-面 ($\Theta=90^\circ$, XOY 平面)，虚线表示 E-面($\Phi=113^\circ$, YOZ 平面)；主瓣指向方位角 $\varphi=113^\circ、293^\circ$ 方向，两主瓣夹角为 180° ，E/H 面波宽分别为： $HPBW=25.18^\circ、32.68^\circ$ ，增益 $G=12.33dBi$ ；旁瓣电平 SLL 低于主瓣约 9dB，与主波束正交方向则形成深的零点。

[0071]图 10 为本发明全向阵列天线的赋形双定向宽波束#4 在 $f_c=3.5GHz$ 的 2D 方向图。其中，实线表示 H-面 ($\Theta=90^\circ$, XOY 平面)，虚线表示 E-面($\Phi=112^\circ$, YOZ 平面)；主瓣指向方位角 $\varphi=112^\circ、292^\circ$ 方向，两主瓣夹角为 180° ，E/H 面波宽分别为： $HPBW=28.85^\circ、50.18^\circ$ ，增益 $G=9.41dBi$ ，与主波束正交方向则形成深的零点。

[0072]图 11 为本发明全向阵列天线的赋形双定向不等宽波束#6 在

$f_c=3.5\text{GHz}$ 的 2D 方向图。其中，实线表示 H-面 ($\text{Theta}=90^\circ$, XOY 平面)，虚线表示 E-面 ($\text{Phi}=90^\circ$, YOZ 平面)；主瓣指向方位角 $\varphi=90^\circ$ 、 270° 方向，两主瓣夹角为 180° ，E/H 面波宽分别为：HPBW= 24.50° 、 117.0° (宽波束) / 31.20° (窄波束)，增益 $G=9.47\text{dBi}$ ；主次波束相交处形成深的零点。

[0073]图 12 为本发明全向阵列天线的赋形不共线双定向波束#5 在 $f_c=3.5\text{GHz}$ 的 2D 方向图。其中，实线表示 H-面 ($\text{Theta}=90^\circ$, XOY 平面)，虚线表示 E-面 ($\text{Phi}=97^\circ$, YOZ 平面)；主瓣指向方位角 $\varphi=97^\circ$ 、 309° 方向，两主瓣夹角为 148° (锐角) 或 212° (钝角)，E/H 面波宽分别为：HPBW= 24.60° 、 31.20° ，增益 $G=11.96\text{dBi}$ ；同侧和异侧旁瓣电平 SLL 分别低于主瓣约 7dB 、 5.5dB ，与主波束正交方向及异侧旁瓣与主瓣相交处均形成深的零点。

[0074]图 13 为本发明全向阵列天线的赋形定向三波束#7 在 $f_c=3.5\text{GHz}$ 的 2D 方向图。其中，实线表示 H-面 ($\text{Theta}=90^\circ$, XOY 平面)，虚线表示 E-面 ($\text{Phi}=90^\circ$, YOZ 平面)；三主瓣指向方位角 $\varphi=90^\circ$ 、 215° 、 315° 方向，相邻主瓣夹角分别为 143° 、 135° 和 100° ，E/H 面波宽分别为：HPBW= 24.5° 、 $65^\circ/50^\circ/46^\circ$ ，增益 $G=10.73\text{dBi}$ ；三波束相交处均形成较深的零点。

[0075]图 14 为本发明全向阵列天线的赋形定向四波束#7 在 $f_c=3.5\text{GHz}$ 的 2D 方向图。其中，实线表示 H-面 ($\text{Theta}=90^\circ$, XOY 平面)，虚线表示 E-面 ($\text{Phi}=23^\circ/113^\circ$, YOZ 平面)；四主瓣分别指向方位角 $\varphi=23^\circ$ 、 113° 、 203° 和 293° 方向，相邻主瓣夹角为 90° ，E/H 面波宽分别为：HPBW= 25.13° 、 47.24° ，增益 $G=8.81\text{dBi}$ ；四波束相交处均形成深的零点。

[0076]以上仅为本发明的优选实例而已，并不用于限制或限定本发明。对于本领域的研究或技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明所声明的保护范围之内。

1、一种全向阵列天线，其特征在于，其包括 N 个全向子阵单元沿圆周排列成圆形阵，圆形阵的直径为中心波长 λ_c 的整数倍，每个所述全向子阵单元包括 p 个共轴组阵的对称振子，其中 N 和 p 均为自然数。

2、如权利要求1所述的全向阵列天线，其特征在于，所述全向子阵单元的共轴组阵的对称振子为半波振子。

3、如权利要求2所述的全向阵列天线，其特征在于，所述全向子阵单元的对称振子共轴组阵成垂直极化子阵或共面组阵成水平极化子阵。

4、如权利要求1所述的全向阵列天线，其特征在于，所述 N 个全向子阵单元竖直等间隔排列，圆周方位角 $\varphi_n=2\cdot n\cdot\pi/N$ ，其中 $n=1, 2, 3, \dots, N$ 。

5、如权利要求1所述的全向阵列天线，其特征在于，所述全向子阵单元的对称振子印制于PCB介质板，所述介质板垂直于圆阵的直径方向。

6、如权利要求1所述的全向阵列天线，其特征在于，所述全向子阵单元的对称振子构造形式为金属管。

7、如权利要求1所述的全向阵列天线，其特征在于，所述全向子阵单元具有不同类型波束，包括：单全向波束、单定向波束、定向双窄波束、定向双宽波束、不共线定向双波束、定向不等宽双波束、定向三波束和定向四波束中至少任一个。

8、一种全向阵列天线波束赋形方法，其特征在于，其应用于如权利要求1~7任一项所述的全向阵列天线，各全向子阵单元采用等幅、同相或不同相方式激励形成不同类型波束。

9、如权利要求8所述的全向阵列天线波束赋形方法，其特征在于，所述不同类型波束包括：单全向波束、单定向波束、定向双窄波束、定向双宽波束、不共线定向双波束、定向不等宽双波束、定向三波束和定向四波束中至少任一个。

10、如权利要求9所述的全向阵列天线波束赋形方法，其特征在于，所述全向阵列天线包括八个全向子阵单元，其中单全向波束的赋形算法为各全向子阵单元等幅激励，相位满足：四个奇数阵元同相，

即 $\beta_1=\beta_3=\beta_5=\beta_7$ ；四个偶数阵元同相，即 $\beta_2=\beta_4=\beta_6=\beta_8$ ；且两组相位分别满足关系式： $\beta_1=\beta_2+\Delta\beta$ ， $\Delta\beta\in[0, \pi/2]$ 。

11、如权利要求9所述的全向阵列天线波束赋形方法，其特征在于，所述全向阵列天线包括八个全向子阵单元，其中单定向波束的赋形算法为各全向子阵单元等幅激励，相位满足：

$$\beta_n = \pm 2 \cdot i \cdot \pi - k \cdot R \cdot \sin\theta_m \cdot \cos\left(\varphi_m - \frac{2n\pi}{N}\right)$$

式中， i 、 N 为整数， $n=1, 2, 3, \dots, N$ ； $k=2\pi/\lambda$ 为空气中波数， θ_m 、 φ_m 分别为最大波束指向的仰角 θ_m 及方位角 φ_m 。

12、如权利要求9所述的全向阵列天线波束赋形方法，其特征在于，所述全向阵列天线包括八个全向子阵单元，其中定向双窄波束的赋形算法为各全向子阵单元等幅激励，相位则满足： $\beta_1=\beta_4=(1/1.75+2\cdot q)\cdot\pi$ ， $\beta_2=\beta_3=2\cdot q\cdot\pi$ ， $\beta_5=\beta_8=[(1+1/1.75)+2\cdot q]\cdot\pi$ ， $\beta_6=\beta_7=(1+2\cdot q)\cdot\pi$ ，其中 q 为整数。

13、如权利要求9所述的全向阵列天线波束赋形方法，其特征在于，所述全向阵列天线包括八个全向子阵单元，其中定向双宽波束的赋形算法为各阵元等幅激励，相位则满足： $\beta_1=\beta_2=\beta_3=\beta_4=2\cdot q\cdot\pi$ ； $\beta_5=\beta_6=\beta_7=\beta_8=(1+2\cdot q)\cdot\pi$ ，其中 q 为整数。

14、如权利要求9所述的全向阵列天线波束赋形方法，其特征在于，所述全向阵列天线包括八个全向子阵单元，其中定向不等宽双波束的赋形算法为各阵元等幅激励，相位则满足： $\beta_1=\beta_3=\{[1-\cos(\pi/4)]+2\cdot q\}\cdot\pi$ ， $\beta_2=2\cdot q\cdot\pi$ ， $\beta_4=\beta_8=\pi$ ， $\beta_5=\beta_7=[(1-1/4)+2\cdot q]\cdot\pi$ ， $\beta_6=[(1-1/6)+2\cdot q]\cdot\pi$ ，其中 q 为整数。

15、如权利要求9所述的全向阵列天线波束赋形方法，其特征在于，所述全向阵列天线包括八个全向子阵单元，其中不共线定向双波束的赋形算法为各阵元等幅激励，相位则满足： $\beta_1=\beta_3=(1/1.75+2\cdot q)\cdot\pi$ ， $\beta_2=2\cdot q\cdot\pi$ ， $\beta_4=(1/1.75+1/2+2\cdot q)\cdot\pi$ ， $\beta_5=[(1+1/1.75+1/2)+2\cdot q]\cdot\pi$ ， $\beta_7=\pi$ ， $\beta_6=\beta_8=[(1+1/1.75)+2\cdot q]\cdot\pi$ ，其中 q 为整数。

16、如权利要求9所述的全向阵列天线波束赋形方法，其特征在于，所述全向阵列天线包括八个全向子阵单元，其中定向三波束的赋形算法为各阵元等幅激励，相位满足： $\beta_1=\beta_3=\{[1-\cos(\pi/4)]+2\cdot q\}\cdot\pi$ ，

$\beta_2=2 \cdot q \cdot \pi$, $\beta_4=\beta_8=(1+2 \cdot q) \cdot \pi$, $\beta_5=[(1+1/3.5)+2 \cdot q] \cdot \pi$, $\beta_6=[(1+1/2.875)+2 \cdot q] \cdot \pi$, $\beta_7=[(1-1/3.5)+2 \cdot q] \cdot \pi$, 其中 q 为整数。

17、如权利要求 9 所述的全向阵列天线波束赋形方法，其特征在于，所述全向阵列天线包括八个全向子阵单元，其中定向四波束的赋形算法为各阵元等幅激励，相位则满足： $\beta_1=\beta_4=\beta_5=\beta_8=2 \cdot q \cdot \pi$ ， $\beta_2=\beta_3=\beta_6=\beta_7=(1+2 \cdot q) \cdot \pi$ ，其中 q 为整数。

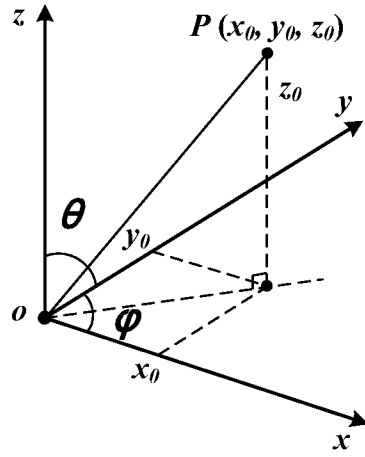


图 1

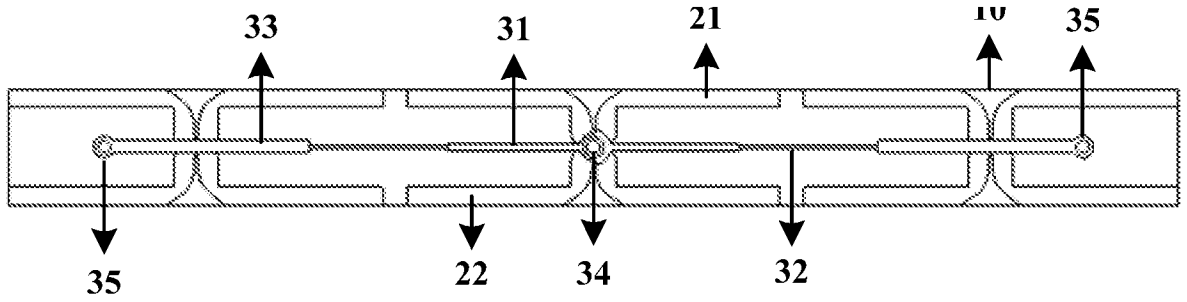


图 2

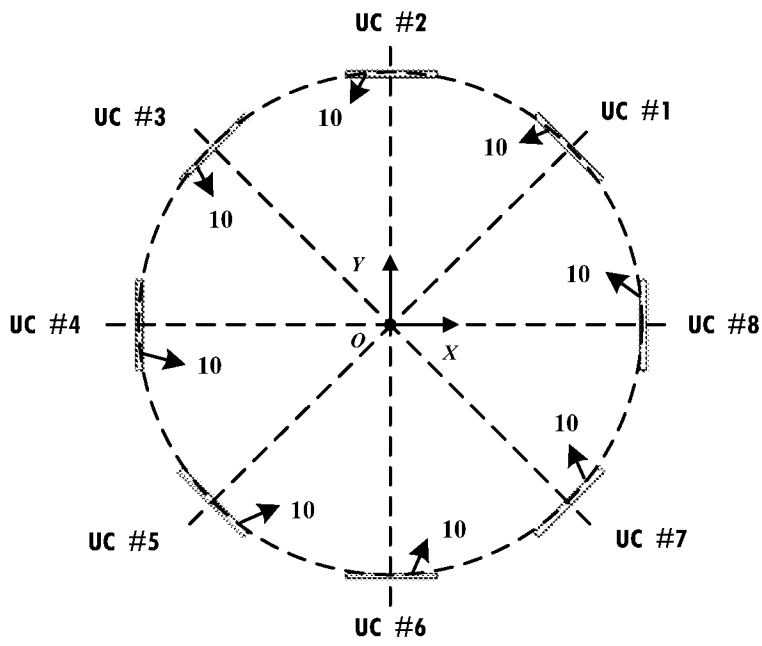


图 3

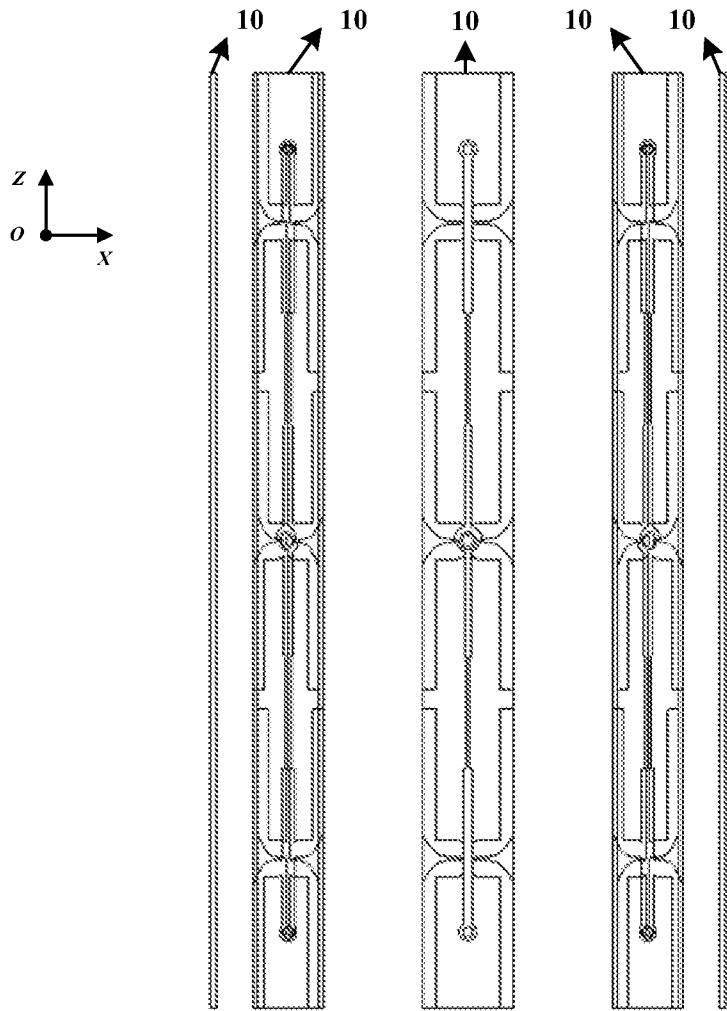


图 4

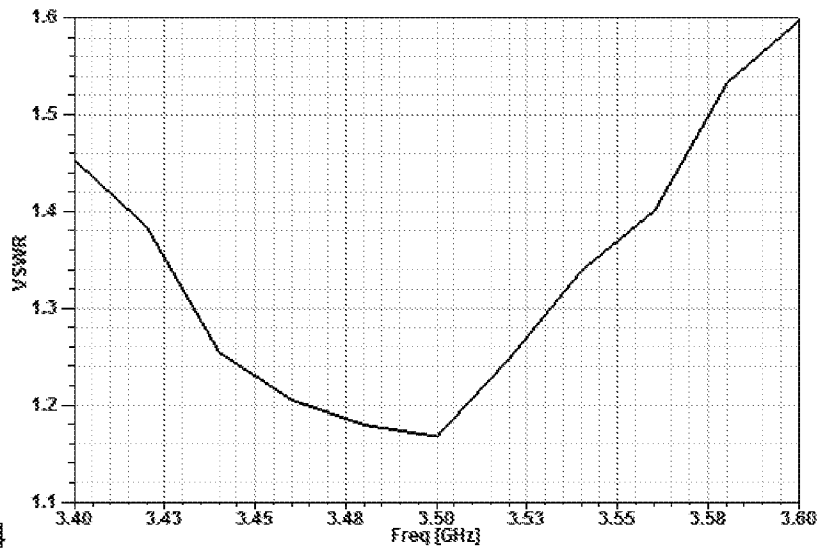


图 4

图 5

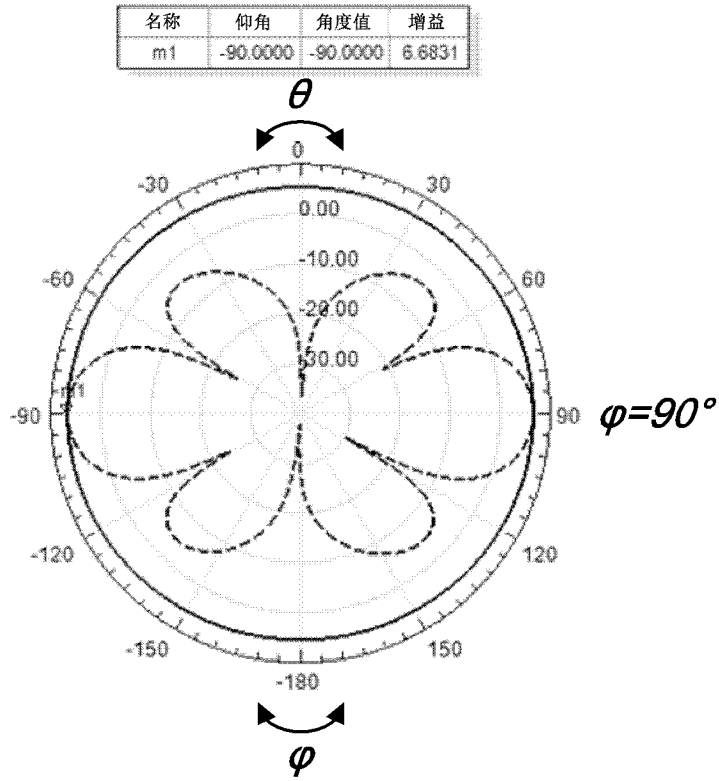


图 6

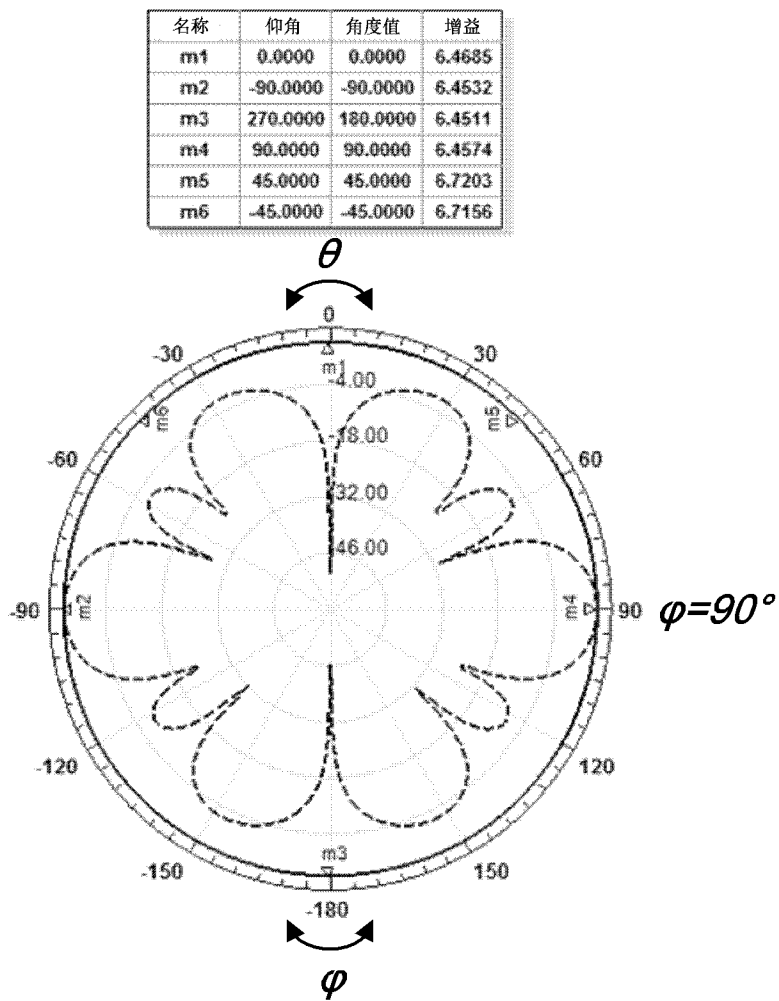


图 7

名称	方位角	角度值	增益
m1	0.0000	0.0000	13.7821
m2	-90.0000	-90.0000	0.3393
m3	270.0000	180.0000	6.3141
m4	90.0000	90.0000	0.3685
m5	44.0000	44.0000	0.1340
m6	-43.0000	-43.0000	0.2580

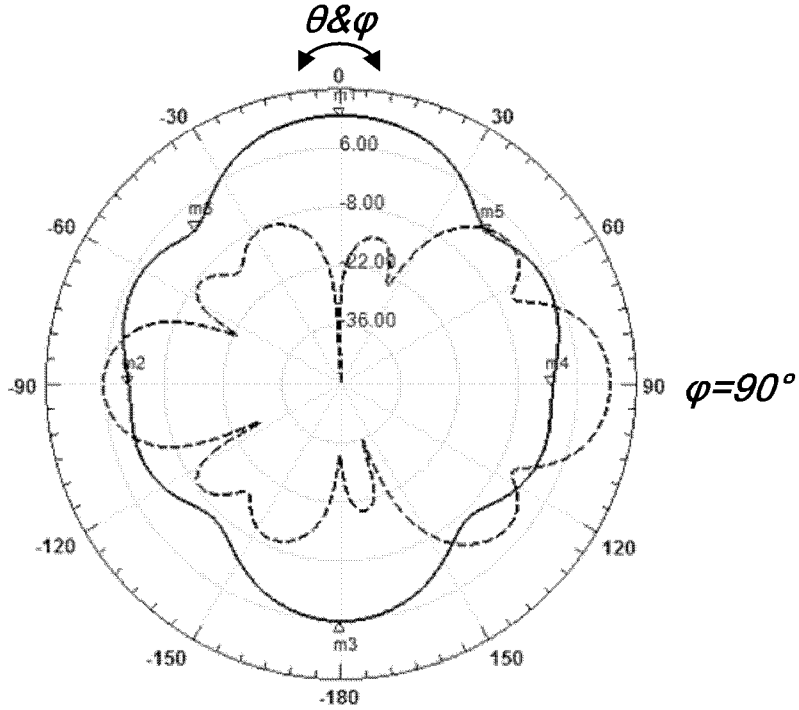


图 8

名称	方位角	角度值	增益
m1	113.0000	113.0000	12.3072
m2	53.0000	53.0000	3.6385
m3	-12.0000	-12.0000	3.7659
m4	-67.0000	-67.0000	12.3263
m5	77.0000	77.0000	-7.5422
m6	-103.0000	-103.0000	-7.4647

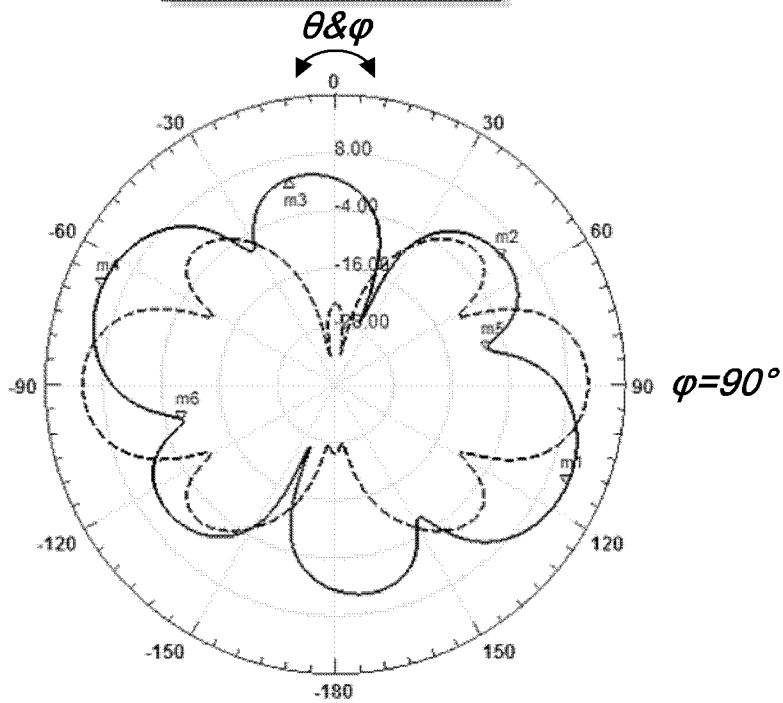


图 9

名称	仰角	方位角	角度值	增益
m1		112.0000	112.0000	9.4074
m2	62.0000		62.0000	-3.3429
m3	319.0000		-41.0000	0.8674
m4		-68.0000	-68.0000	9.4097
m5		77.0000	77.0000	5.0461
m6		-157.0000	-157.0000	-36.3463

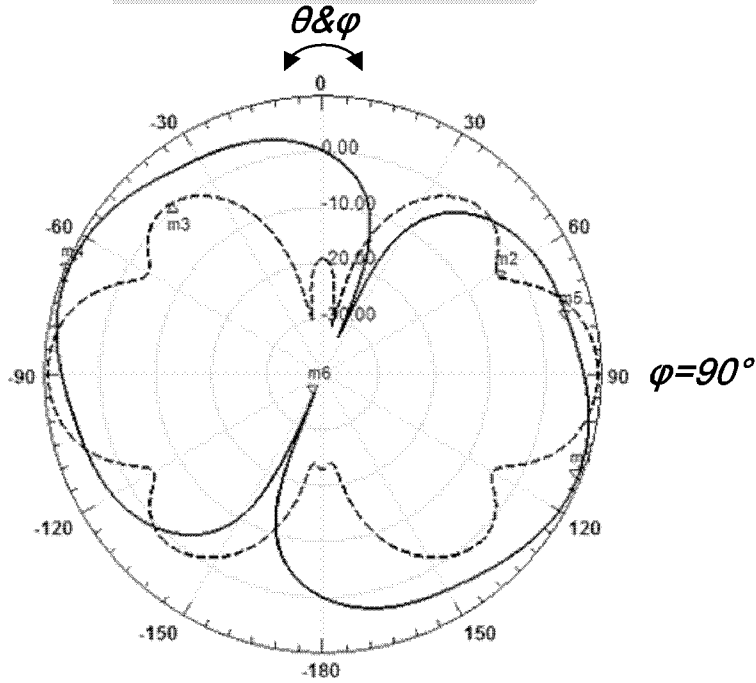


图 10

名称	仰角	方位角	角度值	增益
m1		90.0000	90.0000	8.8256
m2		56.0000	56.0000	-12.7654
m3		-87.0000	-87.0000	9.4706
m4		124.0000	124.0000	-13.1998
m5	142.0000		142.0000	0.5621
m6	38.0000		38.0000	0.9444

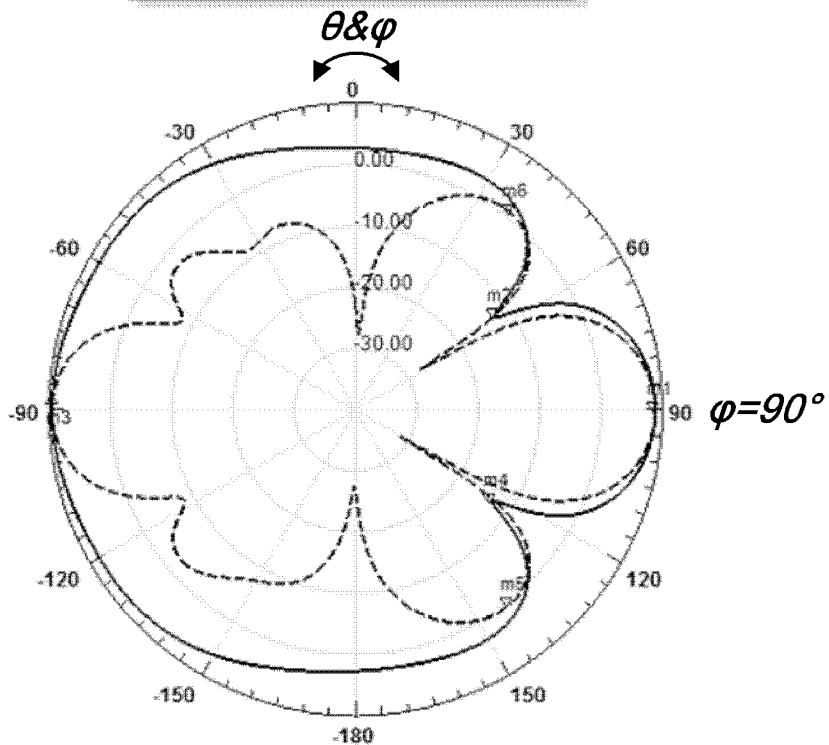


图 11

名称	方位角	角度值	增益
m1	97.0000	97.0000	11.9598
m2	41.0000	41.0000	5.0842
m3	-2.0000	-2.0000	5.6636
m4	-51.0000	-51.0000	11.9754
m5	-106.0000	-106.0000	6.3429
m6	153.0000	153.0000	6.5467

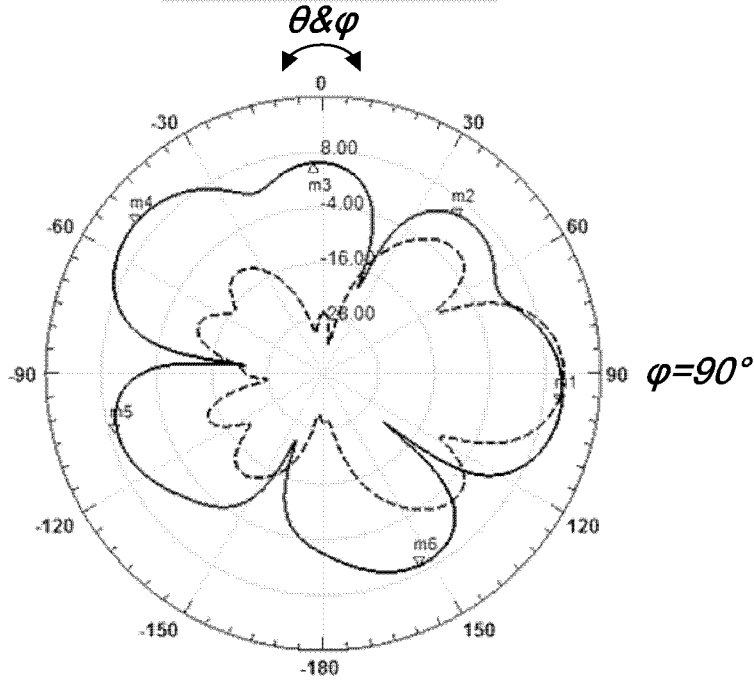


图 12

名称	方位角	角度值	增益
m1	90.0000	90.0000	10.6161
m2	-45.0000	-45.0000	8.3908
m3	-145.0000	-145.0000	8.0793
m4	27.0000	27.0000	-28.4310
m5	-102.0000	-102.0000	-9.5427
m6	136.0000	136.0000	-9.8934

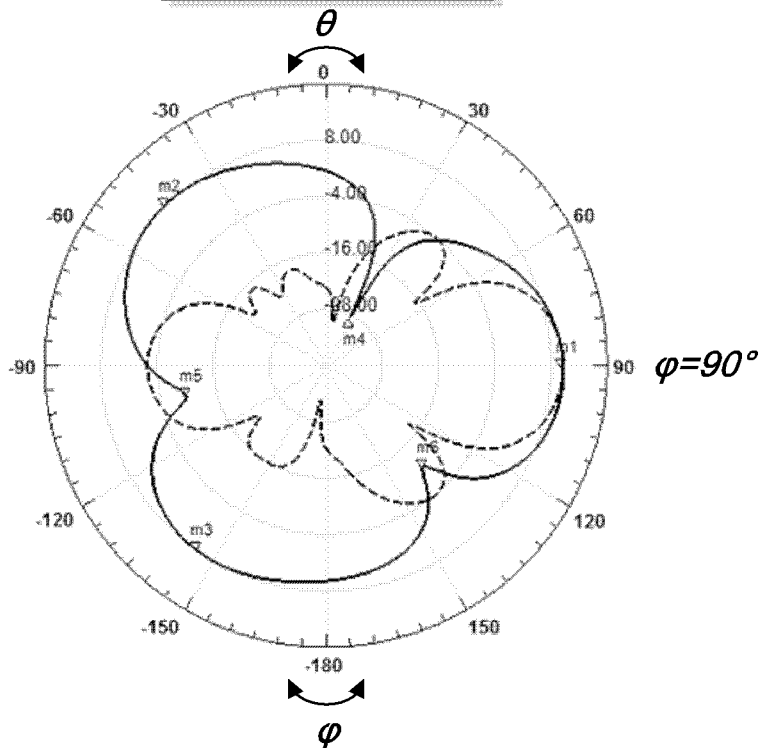


图 13

名称	方位角	角度值	增益
m1	113.0000	113.0000	8.8035
m2	23.0000	23.0000	8.7990
m3	-67.0000	-67.0000	8.8056
m4	-157.0000	-157.0000	8.8100
m5	68.0000	68.0000	-23.1743
m6	-112.0000	-112.0000	-23.6774

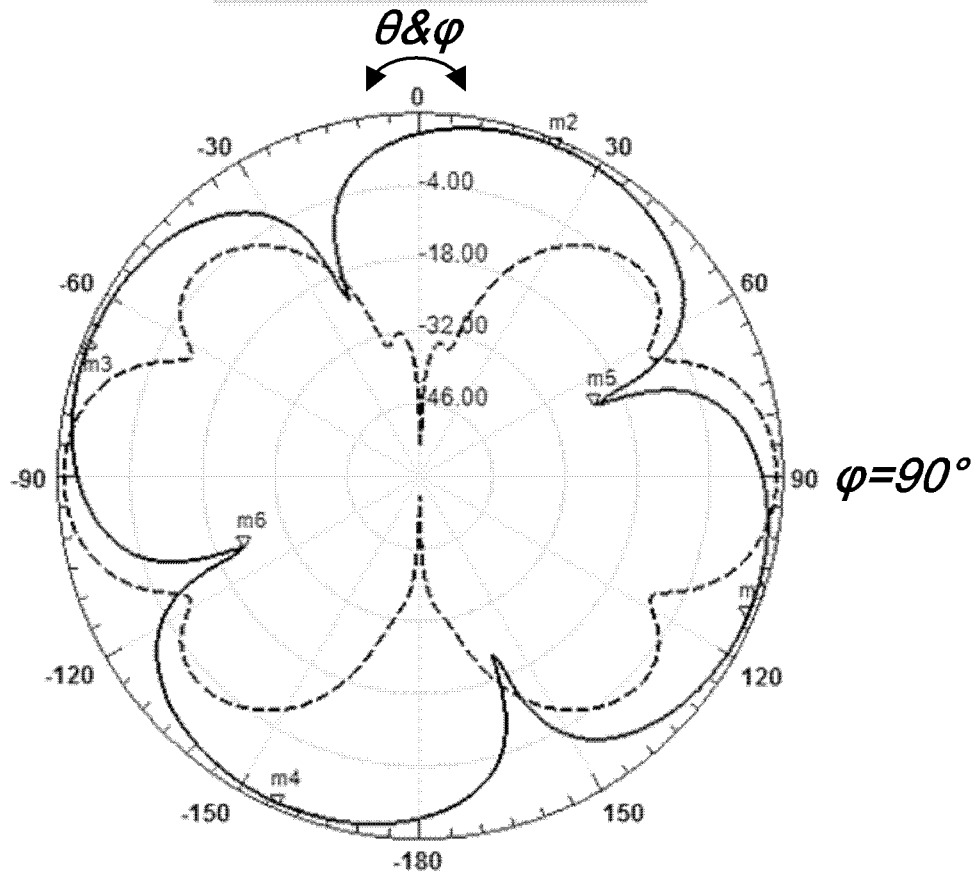


图 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/113091

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B 7/0413 (2017.01) 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

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)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 天线, 全向, 阵列, 圆, 波束, antenna, omni, directional, array, circle, round, beam.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	CN 107863996 A (GUANGDONG TONGYU COMMUNICATION INC.) 30 March 2018 (30.03.2018), claims 1-10, and description, paragraphs [0046]-[0068]	1-17
E	CN 207475549 U (GUANGDONG TONGYU COMMUNICATION INC.) 08 June 2018 (08.06.2018), claims 1-7, and description, paragraphs [0033]-[0056]	1-17
X	CN 2293901 Y (BEIJING XINWEI TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) 07 October 1998 (07.10.1998), description, pages 2 and 3, and figures 1-10	1-17
A	CN 107275800 A (NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS) 20 October 2017 (20.10.2017), entire document	1-17
A	US 2010066590 A1 (PHYSICAL DOMAINS, LLC.) 18 March 2010 (18.03.2010), entire document	1-17

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

02 July 2018

Date of mailing of the international search report

02 August 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

HAN, Xuelian

Telephone No. (86-10) 53961800

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/113091

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 107863996 A	30 March 2018	None	
CN 207475549 U	08 June 2018	None	
CN 2293901 Y	07 October 1998	None	
CN 107275800 A	20 October 2017	None	
US 2010066590 A1	18 March 2010	US 2015301168 A1	22 October 2015

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/113091

<p>A. 主题的分类</p> <p>H04B 7/0413(2017.01) 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</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>WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 天线, 全向, 阵列, 圆, 波束, antenna, omni, directional, array, circle, round, beam.</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>E</td> <td>CN 107863996 A (广东通宇通讯股份有限公司) 2018年 3月 30日 (2018 - 03 - 30) 权利要求1-10, 说明书第[0046]-[0068]段</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>CN 207475549 U (广东通宇通讯股份有限公司) 2018年 6月 8日 (2018 - 06 - 08) 权利要求1-7, 说明书第[0033]-[0056]段</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 2293901 Y (北京信威通信技术有限公司) 1998年 10月 7日 (1998 - 10 - 07) 说明书第2、3页以及图1-10</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107275800 A (南京航空航天大学) 2017年 10月 20日 (2017 - 10 - 20) 全文</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2010066590 A1 (PHYSICAL DOMAINS, LLC) 2010年 3月 18日 (2010 - 03 - 18) 全文</td> <td>1-17</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	E	CN 107863996 A (广东通宇通讯股份有限公司) 2018年 3月 30日 (2018 - 03 - 30) 权利要求1-10, 说明书第[0046]-[0068]段	1-17	E	CN 207475549 U (广东通宇通讯股份有限公司) 2018年 6月 8日 (2018 - 06 - 08) 权利要求1-7, 说明书第[0033]-[0056]段	1-17	X	CN 2293901 Y (北京信威通信技术有限公司) 1998年 10月 7日 (1998 - 10 - 07) 说明书第2、3页以及图1-10	1-17	A	CN 107275800 A (南京航空航天大学) 2017年 10月 20日 (2017 - 10 - 20) 全文	1-17	A	US 2010066590 A1 (PHYSICAL DOMAINS, LLC) 2010年 3月 18日 (2010 - 03 - 18) 全文	1-17
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
E	CN 107863996 A (广东通宇通讯股份有限公司) 2018年 3月 30日 (2018 - 03 - 30) 权利要求1-10, 说明书第[0046]-[0068]段	1-17																		
E	CN 207475549 U (广东通宇通讯股份有限公司) 2018年 6月 8日 (2018 - 06 - 08) 权利要求1-7, 说明书第[0033]-[0056]段	1-17																		
X	CN 2293901 Y (北京信威通信技术有限公司) 1998年 10月 7日 (1998 - 10 - 07) 说明书第2、3页以及图1-10	1-17																		
A	CN 107275800 A (南京航空航天大学) 2017年 10月 20日 (2017 - 10 - 20) 全文	1-17																		
A	US 2010066590 A1 (PHYSICAL DOMAINS, LLC) 2010年 3月 18日 (2010 - 03 - 18) 全文	1-17																		
<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>2018年 7月 2日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2018年 8月 2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>受权官员</p> <p>韩雪莲</p> <p>电话号码 86-(10)-53961800</p>																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/113091

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	107863996	A	2018年 3月 30日	无	
CN	207475549	U	2018年 6月 8日	无	
CN	2293901	Y	1998年 10月 7日	无	
CN	107275800	A	2017年 10月 20日	无	
US	2010066590	A1	2010年 3月 18日	US	2015301168 A1 2015年 10月 22日