

(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 8 月 16 日 (16.08.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/145300 A1

(51) 国际专利分类号:
H01Q 21/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/073246

(22) 国际申请日: 2017 年 2 月 10 日 (10.02.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(72) 发明人: 彭杰 (PENG, Jie); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 杨晓强 (YANG, Xiaoqiang); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(74) 代理人: 北京同达信恒知识产权代理有限公司 (TDIP & PARTNERS); 中国北京市海淀区宝盛南路1号院20号楼8层101-01, 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, DJ, 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, 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,

(54) Title: ANTENNA ARRAY AND COMMUNICATION DEVICE

(54) 发明名称: 一种天线阵列及通信设备

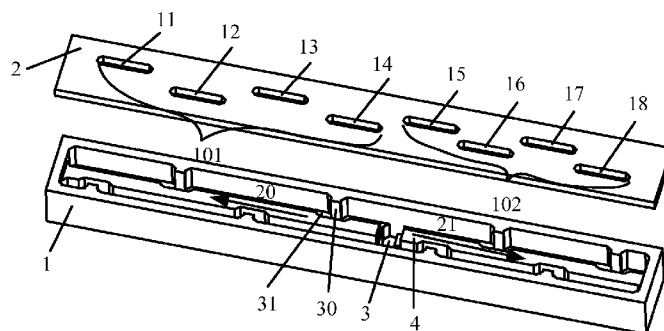


图 4

(57) Abstract: An antenna array and a communication device. The antenna array comprises: a feeding waveguide, and a cover plate covering on the feeding waveguide; the feeding waveguide is provided with a waveguide port, and the cover plate is provided with a plurality of radiating slots arranged along the length direction of the feeding waveguide and used for transmitting a signal fed from the waveguide port; the antenna array is divided into a first sub-array and a second sub-array; at the center frequency point of an operating frequency of the antenna array, the difference between a beam pointing angle of the first sub-array and a required beam pointing angle of the antenna array and the difference between the beam pointing angle of the second sub-array and the required beam pointing angle of the antenna array are both less than a set threshold, and with the changing of the frequency of the antenna array, the changing trends of the beam pointing angles of the first sub-array and the second sub-array are opposite to that of the frequency. Therefore, when the first sub-array and the second sub-array are synthesized, pointing difference of beams of different frequency points can be better reduced, thereby improving the communication effect of the antenna array.

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)。

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：一种天线阵列及通信设备，该天线阵列包括：馈电波导，以及覆盖在馈电波导上的盖板；馈电波导上设置有波导口，盖板上设置有沿馈电波导的长度方向排列且用于发射波导口馈入的信号多个辐射缝隙，分为第一子阵列和第二子阵列；在天线阵列工作频率的中心频点，所述第一子阵列的波束指向角度与及天线阵列需要波束指向角度的差值、所述第二子阵列波束指向角度与天线阵列需要波束指向角度的差值均小于设定阈值，且随着天线阵列的频率变化，所述第一子阵列及所述第二子阵列波束指向角度随频率变化趋势相反。因此，在第一子阵列及第二子阵列合成时，可以较好的减小不同频点波束指向差异，进而提高天线阵列的通信效果。

一种天线阵列及通信设备

技术领域

本申请涉及到天线的技术领域，尤其涉及到一种天线阵列及通信设备。

背景技术

当前无线通信中，高速数据业务以及万物互联的接入需求正呈现出一种爆炸式的增长，为适应未来业务需求，各设备商均大力投入对第五代移动通信(简称5G)系统的需求分析以及关键技术研究，其中毫米波天线阵列是5G研究的一个关键技术点。在毫米波频段，波导缝隙天线由于其馈电损耗小、辐射效率高，得到了广泛的应用。

在无线通信基站天线中，为保证下行信号覆盖质量，通常会采用多个天线阵子在垂直面方向组成阵列来产生较高的波束增益，并通过合理的配置每个阵元的幅度以及相位激励，使得波束相对阵面法线方向有一定下倾角（如图1所示）。低频段基站天线通常采用对称阵子形式，阵元的激励幅度和激励相位在微带线或者同轴电缆组成的馈电网络上控制，实现波束下倾相对简单。而毫米波频段的波导缝隙天线，由于馈电网络波导尺寸较大而且波导波长较长，实现波束下倾存在较多的问题，比如加工困难、波束指向不一致等。

针对波导缝隙天线阵列实现波束下倾，现有技术方案一采用串行馈电的波导行波阵列方式，图1为结构透视示意图，天线阵列主要由馈电波导300以及波导顶面开矩形缝隙形成的多个辐射单元301组成，馈电波导300通常采用脊波导的实现形式来缩小尺寸，辐射单元301按照一定的间距沿馈电波导排列。基站设备信号由波导口302进入馈电波导，电磁波在馈电波导中往波导末端303传播，每个缝隙由于切割了波导壁上的传导电流，缝隙会在馈电波导内耦合部分能量并向自由空间辐射，波导末端303通常会安装一个吸波负载用于吸收辐射单元未辐射完的能量，电磁波在馈电波导内以行波的方式传播。波导行波阵列由于其结构简单应用较为广泛，但因其存在较严重的色散问题，会严重影响宽带通信系统的性能。

阵元的幅度相位激励由需要的天线辐射方向图特性决定，波导行波阵列中阵元的激励幅度由缝隙偏移波导中心线的距离 t 控制，阵元的激励相位由相邻缝隙的中心间距 d 控制。不考虑幅度加权，假如要求方向图波束指向角偏离阵面法线方向为 θ 度，则相邻缝隙中心间距 d 可由如下公式1决定，其中 λ 为天线工作频率对应的自由空间波长， λ_g 为天线工作频率对应的馈电波导波长。

$$\sin(\theta) = \frac{\lambda}{\lambda_g} - \frac{\lambda}{2d}$$

波导行波天线阵列由于其结构简单应用较为广泛，但在宽带通信系统中，由于其存在色散问题会严重影响系统性能，如图2所示为波导行波阵列典型的方向图曲线，在27GHz、28GHz、29GHz频点上方向图曲线分别为310~312，波束指向角度分别为6/10/15度。若将此天线阵列用于无线基站通信系统，对终端用户而言，相当于部分频点的波束指向未对准用户，这会导致终端设备接收信号质量下降。

分析现有技术一存在上述缺点的原因可参考公式1，对于固定的阵子间距 d (大于 $\lambda/2$)，

在不同频率上 λ 、 λ_g 随频率增高而减小， λ_g 的绝对值大于 λ 而且 λ_g 随频率变化的斜率也大于 λ ，这就使得在不同的频点上波束偏离阵面法线的方向 θ 不一致，如果 $d < \lambda_g/2$ ，波束指向角度随频率增加而减小，如果 $d > \lambda_g/2$ ，波束指向角度随频率增加而变大，这种现象我们称之为波束斜视或者波束色散，波束斜视或者波束色散会影响到天线的通信效果。

发明内容

本申请提供了一种天线阵列及通信设备，用以提高天线阵列的通信效果。

本申请提供了一种天线阵列，该天线阵列包括：馈电波导，以及覆盖在馈电波导上的盖板；所述馈电波导上设置有波导口，所述盖板上设置有沿所述馈电波导的长度方向排列且用于发射所述波导口馈入的信号的多组辐射缝隙，其中，位于所述波导口的一侧的多组辐射缝隙为第一子阵列，位于所述输入波导的另一侧多组辐射缝隙为第二子阵列；

在天线阵列工作频率的中心频点，所述第一子阵列的波束指向角度与及天线阵列需要波束指向角度的差值、所述第二子阵列波束指向角度与天线阵列需要波束指向角度的差值均小于设定阈值，且随着天线阵列的频率变化，所述第一子阵列及所述第二子阵列波束指向角度随频率变化趋势相反。

在上述技术方案中，通过设置波束指向角度随频率变化趋势相反的第一子阵列及所述第二子阵列，且第一子阵列及第二子阵列的波束指向角度与天线阵列的波束指向角度偏离方向相反，但相反的角度近似，因此，在第一子阵列及第二子阵列合成时，可以较好的减小不同频点波束指向差异，进而提高天线阵列的通信效果。

在一个具体的实施方案中，所述多组辐射缝隙沿所述馈电波导的中心线交错设置；所述第一子阵列中，相邻的辐射缝隙的中心间距为 s_1 ，所述第二子阵列中，相邻的辐射缝隙的中心间距为 s_2 ，其中， s_1 大于所述馈电波导波长的一半， s_2 小于所述馈电波导波长的一半。

在一个具体的实施方案中，所述第一子阵列中的多组辐射缝隙等间距设置，所述第二子阵列中的多组辐射缝隙等间距设置。

在一个具体的实施方案中，所述第一子阵列中，靠近所述波导口的辐射缝隙的中心与所述波导口的间距为 t_1 ；所述第二子阵列中，靠近所述波导口的辐射缝隙的中心与所述波导口的间距为 t_2 ；其中， t_1 及 t_2 均小于所述馈电波导波长的一半。

在一个具体的实施方案中，所述馈电波导为双脊波导，所述波导口位于所述双脊波导的两个脊之间，所述两个脊分别对应一个子阵列。

在一个具体的实施方案中，所述多组辐射缝隙沿所述馈电波导的中心线交错设置；所述第一子阵列中相邻的辐射缝隙的中心间距及所述第二子阵列中相邻的辐射缝隙的中心间距均为 s_3 ，且所述 s_3 大于所述馈电波导波长的一半；

所述馈电波导为双脊波导，所述波导口位于所述双脊波导的两个脊之间，所述两个脊分别对应一个子阵列，且与所述第一子阵列对应的脊的高度高于与所述第二子阵列对应的脊的高度。

在一个具体的实施方案中，所述第一子阵列中，靠近所述波导口的辐射缝隙的中心与所述波导口的间距为 t_1 ；所述第二子阵列中，靠近所述波导口的辐射缝隙的中心与所述波导口的间距为 t_2 ；其中， t_1 大于 t_2 ，且 t_1 及 t_2 均小于所述馈电波导波长的一半。

在一个具体的实施方案中，所述第一子阵列的多个辐射缝隙位于所述馈电波导的中心线的同一侧，所述第二子阵列的多个辐射缝隙沿所述馈电波导的中心线交错设置；所述第一子阵列中相邻的辐射缝隙的中心间距及所述第二子阵列中相邻的辐射缝隙的中心间距均为 s_4 ，且所述 s_4 小于所述馈电波导波长的一半。

在一个具体的实施方案中，所述第一子阵列中，靠近所述波导口的辐射缝隙的中心与所述波导口的间距为 t_1 ；所述第二子阵列中，靠近所述波导口的辐射缝隙的中心与所述波导口的间距为 t_2 ；其中， t_1 大于 t_2 ，且 t_1 及 t_2 均小于所述馈电波导波长的一半。

在一个具体的实施方案中， s_4 为馈电波导在工作频段的中心频点的波导波长的四分之一。

在一个具体的实施方案中，针对每个辐射缝隙，所述馈电波导的侧壁上设置有与该辐射缝隙对应的枝节，所述馈电波导的脊上设置有与所述枝节对应的缺口，且所述辐射缝隙位于所述馈电波导中心线的一侧，所述枝节及所述缺口位于所述馈电波导中心线的另一侧。

本申请还提供了一种通信设备，其特征在于，包括基带预编码器，与所述基带预编码器连接的收发通道，与所述收发通道连接的上述任一项所述的天线阵列。

在上述技术方案中，通过设置波束指向角度随频率变化趋势相反的第一子阵列及所述第二子阵列，且第一子阵列及第二子阵列的波束指向角度与天线阵列的波束指向角度偏离方向相反，但相反的角度近似，因此，在第一子阵列及第二子阵列合成时，可以较好的减小不同频点波束指向差异，进而提高天线阵列的通信效果。

附图说明

- 图 1 为现有技术中串行馈电波导缝隙天线的结构示意图；
- 图 2 为现有技术中串行馈电波导缝隙天线低中高频点方向图；
- 图 3 为申请实施例提供的天线阵列的拓扑图；
- 图 4 为本申请实施例 1 提供的天线阵列的结构示意图；
- 图 5 为本申请实施例 1 提供的天线阵列的辐射单元的结构示意图；
- 图 6 为本申请实施例 1 提供的天线阵列的俯视图；
- 图 7 为本申请实施例 1 提供的第一子阵列 101 低中高频点方向图曲线；
- 图 8 为本申请实施例 1 提供的第二子阵列 102 低中高频点方向图曲线；
- 图 9 为本申请实施例 1 提供的天线阵列的全阵列低中高频点方向图曲线；
- 图 10 为本申请实施例 2 提供的天线阵列的结构示意图；
- 图 11 为本申请实施例 2 提供的天线阵列的俯视图；
- 图 12 为本申请实施例 2 提供的第一子阵列 103 低中高频点方向图曲线；
- 图 13 为本申请实施例 2 提供的第二子阵列 104 低中高频点方向图曲线；
- 图 14 为本申请实施例 2 提供的天线阵列的全阵列低中高频点方向图曲线；
- 图 15 为本申请实施例 3 提供的天线阵列的结构示意图；
- 图 16 为本申请实施例 3 提供的天线阵列的俯视图；
- 图 17 为本申请实施例 3 提供的第一子阵列 105 低中高频点方向图曲线；
- 图 18 为本申请实施例 3 提供的第二子阵列 106 低中高频点方向图曲线；
- 图 19 为本申请实施例 3 提供的天线阵列的全阵列低中高频点方向图曲线；
- 图 20 为本申请实施例提供的通信设备的结构框图。

具体实施方式

鉴于现有技术中的天线阵列存在方向图波束指向不一致的问题，本申请提出一种新型的天线阵列，该天线阵列包括：馈电波导，以及覆盖在馈电波导上的盖板；馈电波导上设置有波导口，盖板上设置有沿馈电波导的长度方向排列且用于发射波导口馈入的信号的多组辐射缝隙，其中，位于波导口的一侧的多组辐射缝隙为第一子阵列，位于输入波导的另一侧多组辐射缝隙为第二子阵列；

在天线阵列工作频率的中心频点，所述第一子阵列的波束指向角度与及天线阵列需要波束指向角度的差值、所述第二子阵列波束指向角度与天线阵列需要波束指向角度的差值均小于设定阈值，且随着天线阵列的频率变化，所述第一子阵列及所述第二子阵列波束指向角度随频率变化趋势相反。

在该天线阵列中，通过中心馈电的不对称子阵合成方式较好的减小了不同频点波束指向差异。具体原理如下：参考图3所示的天线阵列的拓扑结构，将阵列馈电端口置于阵列中间，端口两侧各自按照传统行波阵列的方式排列若干天线阵子，整个阵列以馈电端口为界分为两个第一子阵列和第二子阵列，通过合理设置每个阵元的位置或者设置馈电波导结构使得两个子阵的阵元（天线）间相位差近似满足一定的关系。具体原理为：即对于工作频段的中心频点 F_0 ，第一子阵列与第二子阵列的相邻阵元间等效相位差均为 $\nabla\varphi$ ， $\nabla\varphi$ 满足中心频点阵列方向图指向角度为需要的 θ 角；对于工作频段的低端频点 FL ，第一子阵列的阵元间等效相位差为 $\nabla\varphi - \theta$ ，而第二子阵列的阵元间等效相位差为 $\nabla\varphi + \theta$ ；对于工作频段的高端频点 FH ，第一子阵列的阵元间等效相位差为 $\nabla\varphi + \theta$ ，而第二子阵列的阵元间等效相位差为 $\nabla\varphi - \theta$ 。对于第一子阵列来说，阵元间的等效相位差随频率增高而加大，第一子阵列的方向图波束指向角度随频率增高而变大，对于第二子阵列来说，阵元间的相位差随频率增高而减小，第二子阵列的方向图波束指向随频率增高而变小，整个阵列合成的方向图波束指向角度由于两个子阵波束指向角度随频率变化趋势相反而基本随频率保持不变，从而可以改善天线的通信效果。

为了方便理解本实施例提供的天线阵列，下面结合具体的附图以及实施例对本申请提供的天线阵列进行详细的描述。

实施例1

一并参考图4、图5及图6，其中，图4为本申请实施例1提供的天线阵列的结构示意图；图5为本申请实施例1提供的天线阵列的辐射单元的结构示意图；图6为本申请实施例1提供的天线阵列的俯视图；

如图4所示，在本实施例中，天线阵列由馈电波导及盖板组成，盖板上沿馈电波导分布有若干辐射缝隙11~18，辐射缝隙可以分为沿20以及21方向分布的两组，信号从位于馈电波导中间部分的波导口3馈入，在馈电波导内分为两路并以行波的方式沿20、21方向传播，并通过辐射缝隙11~18往外辐射信号。

在具体设置时，辐射缝隙11~14为第一子阵列，辐射缝隙15~18为第二子阵列，在具体设置辐射缝隙时，多个辐射缝隙沿馈电波导的中心线交错设置；第一子阵列中，相邻的辐射缝隙的中心间距为 s_1 ，第二子阵列中，相邻的辐射缝隙的中心间距为 s_2 ，沿20方向分布的子阵1的相邻辐射缝隙中心间距 s_1 要大于沿21方向分布的相邻辐射缝隙中心间距 s_2 ，本申请实施例1就是利用了两组不等间距的辐射单元实现。

如图4所示，在本实施例中，馈电波导采用脊波导的形式，该脊波导可以为标准金属

波导或者介质波导，作为一个具体实施方式，考虑到损耗以及天线阵列的尺寸，该介质波导采用金属脊波导。脊波导可以有效压缩馈电波导宽边的宽度，这有利于减小组合成二维阵列后的方向图的栅瓣；具体的，该馈电波导采用双脊波导，且波导口作为馈电端口设置在双脊波导的两个脊4之间。且输入波导的两个脊4与第一子阵列及第二子阵列一一对应。

此外，针对每个辐射缝隙，馈电波导的侧壁上设置有与该辐射缝隙对应的枝节，馈电波导的脊上设置有与枝节对应的缺口，且辐射缝隙位于馈电波导中心线的一侧，枝节及缺口位于馈电波导中心线的另一侧。并且对应的一组辐射缝隙、枝节及缺口组成一个辐射单元。枝节30与缺口31偏离馈电波导中心线22的方向与辐射缝隙偏离中心线的方向相反，即辐射缝隙与枝节30以及缺口31分别位于波导中心线两侧。射频信号从端口30馈入，经辐射单元辐射后剩余能量由端口31馈出，枝节30与缺口31的作用是用于抵消辐射缝隙对射频信号的反射，即保证馈入端口40匹配。

为了方便理解本实施例1的天线阵列，下面详细说明其工作原理：

天线阵列的方向图完全由每个辐射单元的位激励幅度、激励相位决定（辐射单元位置的影响包含在激励相位中考虑），对激励幅度而言，参考图6，射频信号从馈电波导中间部分的波导口3输入，在馈电波导内功率功分为两路并分别沿20以及21方向传播，波导口3位于双脊波导的两个脊之间，沿两个方向传播的信号功率比例由波导口3的靠近传播方向20的脊50以及靠近传播方向21的脊51控制，脊的高度d越高分配的功率越大，可以改变脊50以及脊51的高度调整第一子阵列101与第二子阵列102的幅度分布，而第一子阵列101与第二子阵列102所包含的各个辐射单元的激励幅度可以通过改变辐射缝隙偏离波导中心线22的距离调整，每个辐射单元具体的幅度激励由需要的天线方向图决定，实际上阵元激励幅度对本申请所要解决的波束指向色散问题并无太大关联，在此不做更详细的说明。

对激励相位而言，波导口3与第一子阵列101中靠近波导口3的辐射缝隙14的中心间距 t_1 大于波导口3与第二子阵列102中靠近波导口3的辐射缝隙15的中心间距 t_2 ，且 t_1 、 t_2 的距离均小于半倍馈电波导波长，这样辐射缝隙15所在的辐射单元的激励相位超前于辐射缝隙14所在的辐射单元14，沿馈电波导20方向排列的辐射缝隙间距 s_1 大于沿馈电波导21方向排列的辐射缝隙间距 s_2 ，其中 s_1 大于馈电波导波长的一半，这样沿20方向排布的辐射单元11~14，一方面由于馈电路径差异 s_1 大于馈电波导波长一半而引入 $>180^\circ$ 的相位差，另一方面由于相邻阵子沿波导中心线交错排列额外引入 180° 相位差，因此辐射单元11~14的等效相位（实际相位差与 360° 整数倍取模后的相位，比如实际相位差为 380° ，等效相位差为 20° ）是依次超前的（比如辐射缝隙12超前辐射缝隙11，辐射缝隙13超前于辐射缝隙12）， s_2 小于馈电波导波长的一半，这样且沿21方向排布的辐射单元15~18，一方面由于馈电路径差异 s_2 小于馈电波导波长一半而引入 $<180^\circ$ 的相位差，另一方面由于相邻阵子沿波导中心线交错排列额外引入 180° 相位差，因此辐射单元15~18的等效相位也是依次超前的（比如辐射缝隙16超前辐射缝隙15，辐射缝隙17超前于辐射缝隙16），整体来看，辐射缝隙11~18对应的辐射单元等效的激励相位是依次超前的，因此整个阵列的方向图波束指向角会朝20方向偏离阵面法线。 t_1 、 t_2 、 s_1 、 s_2 、 d 的尺寸由辐射单元需要的激励相位决定，这几个尺寸通常需要通过多次迭代来确定，比如需要设计的波束下倾角为 θ （偏离法线指向20方向），首先调整脊高 d 的使得馈电波导在工作频段的中心频点的波导波长 λ_{g2} 近似为1.4倍自由空

间波长 λ ，即在中心频点 $\frac{\lambda_{g2}}{2} \approx 0.7 * \lambda$ ，初始的辐射单元间相位差为 $\nabla\varphi = 360 * \frac{\lambda_{g2}}{2\lambda} * \sin(\theta)$ ，

调整 t_1 、 t_2 、 s_1 、 s_2 的尺寸使得在中心频点辐射单元11~18相邻单元等效相位差近似为 $\nabla\varphi$ ，由于 $\nabla\varphi$ 是满足 $\frac{\lambda_{g2}}{2}$ 阵子间距下波束指向 θ 角需要的相位差，而调整 t_1 、 t_2 、 s_1 、 s_2 后辐射单元间距不等于 $\frac{\lambda_{g2}}{2}$ ，因此阵列方向图波束指向与 θ 角会有一定偏差，此时可以用 s_1 、 s_2 再算出两个相位差， $\nabla\varphi_1 = 360 * \frac{s_1}{\lambda} * \sin(\theta)$ ， $\nabla\varphi_2 = 360 * \frac{s_2}{\lambda} * \sin(\theta)$ ，可再次调整 s_1 的尺寸使得辐射缝隙11~14的等效相位差近似为 $\nabla\varphi_1$ ，误差优选不超过所设定指向角度的10%。调整 s_2 的尺寸使得辐射缝隙15~18的等效相位差近似为 $\nabla\varphi_2$ ，误差优选不超过所设定指向角度的10%。这样第一子阵列101以及102的方向图波束指向角都为 θ ，继续调整 t_1 、 t_2 的尺寸使得两个子阵合成的方向图波束指向角度为 θ 。

以上的设置使工作频段的中心频点方向图波束指向角为 θ ，在工作频段的低频点，馈电波导的波导波长 λ_{g1} 大于中心频点馈电波导的波导波长 λ_{g2} ，对第一子阵列101而言，由于阵子间距 $s_1 > \frac{\lambda_{g1}}{2} > \frac{\lambda_{g2}}{2}$ ，第一子阵列101的各个辐射单元激励等效相位差小于 $\nabla\varphi_1$ ，第一子阵列101的方向图波束指向角度小于 θ ，对第二子阵列102而言，由于阵子间距：

$s_2 < \frac{\lambda_{g2}}{2} < \frac{\lambda_{g1}}{2}$ ，第二子阵列102的各个辐射单元激励等效相位差大于 $\nabla\varphi_2$ ，第二子阵列102的方向图波束指向角度大于 θ ，在低频点由于两个子阵方向图波束指向角度偏离 θ 的方向相反，两个子阵合成的方向图波束指向会部分抵消而近似指向 θ 角度；在工作频段的高频点，馈电波导的波导波长 λ_{g3} 小于中心频点馈电波导的波导波长 λ_{g2} ，对第一子阵列101而言，由于阵子间距

$s_1 > \frac{\lambda_{g2}}{2} > \frac{\lambda_{g3}}{2}$ ，第一子阵列101的各个辐射单元激励等效相位差大于 $\nabla\varphi_1$ ，第一子阵列101的方向图波束指向角度大于 θ ，对第二子阵列102而言，由于阵子间距：

$s_2 < \frac{\lambda_{g3}}{2} < \frac{\lambda_{g2}}{2}$ ，第二子阵列102的各个辐射单元激励等效相位差小于 $\nabla\varphi_2$ ，第二子阵列102的方向图波束指向角度小于 θ ，同样由于两个子阵方向图波束指向角度偏离 θ 的方向相反，在高频点两个子阵合成的方向图波束指向也会部分抵消而近似指向 θ 角度。

图7、图8分别给出了实施例1天线阵列的第一子阵列101以及第二子阵列102对应的低中高频点方向图曲线，第一子阵列101低中高频点方向图波束指向角度分别为4.7度、6.6度、9.0度，而第二子阵列102低中高频点方向图波束指向角度分别为9.9度、7.4度、4.9度，实际上单独看第一子阵列101和第二子阵列102，可以看出不管是采用第一子阵列101的阵子间距大于半倍波导波长的方案或者采用第二子阵列102的阵子间距小于半倍波导波长的方案，低中高频点的方向图波束指向角度都会存在较大的差异，同时可以看出第一子阵列101的方向图波束指向角度随频率增高而变大，第二子阵列102的方向图波束指向角度随频率增高而变小，图9为整个阵列的低中高频点方向图曲线，全阵方向图低中高频点方向图波束指向角度分别为6.7度、7度、6.7度，可以看出，相比第一子阵列101或者第二子阵列102的低中高频点波束指向角度差异，全阵的方向图波束指向角度差异要小很多。达成以上效果的原因是第一子阵列101和第二子阵列102的方向图波束指向角度随频率变化的趋势相反，使得合成的方向图由于部分抵消而基本保持不变。

通过上述描述可以看出, 实施例1与现有技术相比, 通过将天线波导口置于阵列中间部分, 将阵列分为两个子阵, 通过调整波导口位置以及两个子阵辐射单元的间距, 使得在工作频段的中心频点方向图波束指向所需要的角度, 同时其中一个子阵的方向图波束指向角度随频率变化趋势与另外一个子阵相反, 这样两个子阵合成的方向图波束指向角度基本不随频率变化, 解决了现有技术方向图波束指向随频率变化的问题。

实施例2

图10给出了本申请实施例2的天线阵列结构图, 图11给出了本申请实施例2的天线阵列的侧视图。本实施例提供的馈电波导同样采用脊波导馈电, 辐射单元结构也与实施例1中的脊波导及辐射单元一致。本实施例提供的天线阵列与实施例1的天线阵列的差别在于: 在本实施例中, 沿20方向的第一子阵列103的相邻辐射缝隙间距与沿21方向的第二子阵列104的相邻辐射缝隙间距一致, 即第一子阵列103中相邻的辐射缝隙的中心间距及第二子阵列104中相邻的辐射缝隙的中心间距均为 s_4 , 且 s_4 大于馈电波导波长的一半。此外, 在本实施例中, 第一子阵列103对应的馈电波导的脊高度 d_1 与第二子阵列104对应的馈电波导的脊高度 d_2 不一致。

本申请实施例2公开天线阵列的工作原理为:

本申请实施例2中的各辐射单元的激励幅度控制与实施例1类似, 可以通过调整波导口双脊的高度以及各个辐射缝隙偏离波导中心线位置控制。对激励相位而言, 波导口3与第一子阵列103中靠近波导口3的辐射缝隙64的中心间距 t_1 大于波导口3与第二子阵列104中靠近波导口3的辐射缝隙65的中心间距 t_2 , 且 t_1 、 t_2 的距离均小于半倍馈电波导波长, 这样辐射单元65的激励等效相位超前于辐射单元64, 第一子阵列103的馈电波导的脊高度较高, 对应的波导波长较短, 半倍波导波长小于第一子阵列103的相邻阵子间距 s_3 , 这样沿20方向排布的辐射缝隙61~64, 一方面由于馈电路径差异 s_3 大于馈电波导波长一半而引入 $>180^\circ$ 的相位差, 另一方面由于相邻阵子沿波导中心线交错排列额外引入 180° 相位差, 因此辐射单元61~64的等效相位是依次超前的(比如辐射缝隙62超前辐射缝隙61, 辐射缝隙63超前于辐射缝隙62), 第二子阵列104的馈电波导的脊高度较低, 对应的波导波长较长, 半倍波导波长大于第二子阵列104的相邻阵子间距 s_3 , 这样且沿21方向排布的辐射缝隙65~68, 一方面由于馈电路径差异 s_3 小于馈电波导波长一半而引入 $<180^\circ$ 的相位差, 另一方面由于相邻阵子沿波导中心线交错排列额外引入 180° 相位差, 因此辐射单元65~68的等效相位也是依次超前的(比如辐射缝隙66超前辐射缝隙65, 辐射缝隙67超前于辐射缝隙66), 整体来看, 辐射缝隙61~68对应的辐射单元的激励等效相位是依次超前的, 因此整个阵列的方向图波束指向角会朝20方向偏离阵面法线。 t_1 、 t_2 、 d_1 、 d_2 、 s_3 的尺寸由辐射单元需要的激励相位决定, 比如需要设计的波束下倾角为 θ (偏离法线指向20方向), 首先设置辐射单元的间距 s_3 近似为工作频段中心频点的0.7倍波长, 天线方向图波束指向 θ 角度需要的阵元间相位差为 $\nabla\varphi = 360^\circ \times \frac{s_3}{\lambda} \times \sin(\theta)$, 调整第一子阵列103的馈电网络的脊5的脊高 d_1 使得103的馈电波导在工作频段的中心频点的波导波长 $\lambda_{g21} < 2 \times s_3$, 同时使得第一子阵列103各辐射单元在中心频点的激励等效相位差近似为 $\nabla\varphi$, 误差优选不超过所设定指向角度的10%, 调整第二子阵列104的馈电网络的脊6的脊高 d_2 使得104的馈电波导在工作频段的中心频点的波导波长 $\lambda_{g22} > 2 \times s_3$, 同时使得第二子阵列104各辐射单元在中心频点的激励等效相位差近似为 $\nabla\varphi$, 误差优选不超过所设定指向角度的10%, 这样第一子阵列103以及第二子阵列104

的中心频点方向图波束指向角都为 θ ，继续调整 t_1 、 t_2 的尺寸使得两个子阵合成的方向图波束指向角度也为 θ 。

以上的设置使工作频段的中心频点方向图波束指向角为 θ ，在工作频段的低频点，对第一子阵列103而言，馈电波导在低频点的波导波长 λ_{g11} 大于馈电波导的中心频点波导波长

λ_{g21} ，阵子间距 $s_3 > \frac{\lambda_{g11}}{2} > \frac{\lambda_{g21}}{2}$ ，第一子阵列103的各个辐射单元激励等效相位差小于 $\nabla\varphi$ ，

因此第一子阵列103的方向图波束指向角度小于 θ ，对第二子阵列104而言，馈电波导在低

频点的波导波长 λ_{g12} 大于中心频点馈电波导的波导波长 λ_{g22} ，阵子间距 $s_3 < \frac{\lambda_{g22}}{2} < \frac{\lambda_{g12}}{2}$ ，第

二子阵列104的各个辐射单元激励等效相位差大于 $\nabla\varphi$ ，第二子阵列104的方向图波束指向角度大于 θ ，在低频点由于两个子阵方向图波束指向角度偏离 θ 的方向相反，两个子阵合成的方向图波束指向会部分抵消而近似指向 θ 角度；在工作频段的高频点，对第一子阵列103而言，馈电波导在低频点的波导波长 λ_{g31} 小于馈电波导在中心频点的波导波长 λ_{g21} ，阵

子间距 $s_3 > \frac{\lambda_{g21}}{2} > \frac{\lambda_{g31}}{2}$ ，第一子阵列103的各个辐射单元激励等效相位差大于 $\nabla\varphi$ ，因此第一子阵列103的方向图波束指向角度大于 θ ，对第二子阵列104而言，馈电波导在高频点的

波导波长 λ_{g32} 小于中心频点馈电波导的波导波长 λ_{g22} ，阵子间距 $s_3 < \frac{\lambda_{g32}}{2} < \frac{\lambda_{g22}}{2}$ ，第二子阵

列104的各个辐射单元激励等效相位差小于 $\nabla\varphi$ ，第二子阵列104的方向图波束指向角度小于 θ ，同样由于两个子阵方向图波束指向角度偏离 θ 的方向相反，在高频频点两个子阵合成的方向图波束指向也会部分抵消而近似指向 θ 角度。

如图12、图13分别给出了实施例2天线阵列的第一子阵列103以及第二子阵列104对应的低中高频点方向图曲线，第一子阵列103低中高频点方向图波束指向角度分别为1.1度、3.2度、6.3度，而第二子阵列104低中高频点方向图波束指向角度分别为6.2度、2.8度、-0.2度，两个子阵低中高频点的方向图波束指向角度都有较大的差异，同时可以看出第一子阵列103的方向图波束指向角度随频率增高而变大，第二子阵列104的方向图波束指向角度随频率增高而变小，图14为整个阵列的低中高频点方向图曲线，全阵方向图低中高频点方向图波束指向角度分别为3.1度、3.0度、2.9度，可以看出，全阵的方向图波束指向角度差异要比子阵的小很多。达成以上效果的原因是第一子阵列103和第二子阵列104的方向图波束指向角度随频率变化的趋势相反，使得合成的方向图由于部分抵消而基本保持不变。

通过上述描述可以看出，本申请实施例2与现有技术相比，通过将天线波导口置于阵列中间部分，将阵列分为两个子阵列，通过调整波导口位置以及两个子阵馈电波导脊的高度，使得在工作频段的中心频点方向图波束指向所需要的角度，同时其中一个子阵的方向图波束指向角度随频率变化趋势与另外一个子阵相反，这样两个子阵合成的方向图波束指向角度基本不随频率变化，解决了现有技术方向图波束指向随频率变化的问题。

实施例3

图15给出了本申请实施例3的天线阵列结构图，图16给出了本申请实施例3的天线阵列的侧视图。在实施例3同样采用脊波导馈电，辐射单元结构也与实施例1一致。差别在于：在实施例3中，沿20方向的第一子阵列103的相邻阵子间距与沿21方向的第二子阵列104的相邻辐射缝隙间距一致，而且沿20方向的第一子阵列105的所有阵子都偏向波导中心线22

的同一侧，沿21方向的第二子阵列106的阵子偏离波导中心线的方向是交错的。

本申请实施例3的天线阵列工作原理为：

各辐射单元的激励幅度控制与实施例1类似，可以通过调整波导口双脊的高度以及各个辐射缝隙偏离波导中心线位置控制。对激励相位而言，波导口3与第一子阵列105中靠近波导口3的辐射缝隙74的中心间距 t_1 大于波导口3与第二子阵列106中靠近波导口3的辐射缝隙75的中心间距 t_2 ，且 t_1 、 t_2 的距离均小于半倍馈电波导波长，这样辐射单元75的激励相位超前于辐射单元74，本实施例优选辐射缝隙75与辐射缝隙74的中心间距与两个子阵相邻辐射缝隙的中心间距相等且辐射缝隙75与辐射缝隙74的激励相位差在中心频点为90度，第一子阵列105的辐射缝隙偏离波导中心线的方向相同，辐射单元间距 s_4 小于馈电波导波长一半，本实施例优选 s_4 为中心频点波导波长的四分之一，这样沿20方向排布的辐射缝隙71~74，由于馈电路径差异 s_4 等于馈电波导波长的四分之一而引入90度的相位差，其激励相位是依次超前90度的（比如辐射缝隙72超前辐射缝隙71），第二子阵列106的辐射缝隙偏离波导中心线的方向是交错的，由于辐射缝隙偏离波导中心线方向是交错的，相邻辐射单元会额外引入180度相位差，这样沿21方向排布的辐射缝隙75~78对应的辐射单元相位依次落后270度，等效于辐射缝隙75~78对应的辐射单元相位依次超前90度（比如辐射缝隙76超前辐射缝隙75），整体来看，辐射缝隙71~78对应的辐射单元的等效激励相位依次超前90度，因此整个阵列的方向图波束指向角会朝20方向偏离阵面法线。 t_1 、 t_2 、 s_4 以及脊高的尺寸由辐射单元需要的激励相位决定，比如需要设计的波束下倾角为 θ （偏离法线指向20方向），首

$$s_4 = \frac{\lambda}{4 * \sin(\theta)}$$

先设置辐射单元的间距，即满足辐射单元激励相位差为90度且波束指向角为 θ ，调整馈电波导的脊高使得馈电波导在工作频段的中心频点的波导波长 $\lambda_{g2} = 4 * s_4$ ，这样第一子阵列105以及第二子阵列106的辐射单元激励等效相位差在中心频点为90度，且中心频点方向图波束指向角都为 θ ，再细微调整 t_1 、 t_2 的尺寸使得两个子阵合成的方向图波束指向角度也为 θ 。

以上的设置使工作频段的中心频点方向图波束指向角为 θ ，在工作频段的低频点，对第一子阵列105而言，馈电波导在低频点的波导波长 λ_{g1} 大于馈电波导的中心频点波导波长

λ_{g2} ，阵子间距 $s_4 = \frac{\lambda_{g2}}{4} < \frac{\lambda_{g1}}{4}$ ，第一子阵列105的各个辐射单元激励相位差小于90度，因此第一子阵列105的方向图波束指向角度小于 θ ，对第二子阵列106而言，馈电波导在低频点

的波导波长 λ_{g1} 大于中心频点馈电波导的波导波长 λ_{g2} ，阵子间距 $s_4 = \frac{\lambda_{g2}}{4} < \frac{\lambda_{g1}}{4}$ ，第二子阵列106的各个辐射单元激励等效相位差大于90度，第二子阵列106的方向图波束指向角度大于 θ ，在低频点由于两个子阵方向图波束指向角度偏离 θ 的方向相反，两个子阵合成的方向图波束指向会部分抵消而近似指向 θ 角度；在工作频段的高频点，对第一子阵列105而言，馈电波导在高频点的波导波长 λ_{g3} 小于馈电波导的中心频点波导波长 λ_{g2} ，阵子间距

$s_4 = \frac{\lambda_{g2}}{4} > \frac{\lambda_{g3}}{4}$ ，第一子阵列105的各个辐射单元激励相位差大于90度，因此第一子阵列105的方向图波束指向角度大于 θ ，对第二子阵列106而言，馈电波导在高频点的波导波长 λ_{g3} 小

于中心频点馈电波导的波导波长 λ_{g2} ，阵子间距 $s4 = \frac{\lambda_{g2}}{4} > \frac{\lambda_{g3}}{4}$ ，第二子阵列106的各个辐射单元激励等效相位差小于90度，第二子阵列106的方向图波束指向角度小于 θ ，在高频点由于两个子阵方向图波束指向角度偏离 θ 的方向相反，两个子阵合成的方向图波束指向会部分抵消而近似指向 θ 角度。

图17、图18分别给出了实施例3天线阵列的第一子阵列105以及第二子阵列106对应的低中高频点方向图曲线，第一子阵列105低中高频点方向图波束指向角度分别为18.3度、22.1度、24.4度，而第二子阵列106低中高频点方向图波束指向角度分别为24.3度、21.4度、20.6度，两个子阵低中高频点的方向图波束指向角度都有较大的差异，同时可以看出第一子阵列105的方向图波束指向角度随频率增高而变大，第二子阵列106的方向图波束指向角度随频率增高而变小，图19为整个阵列的低中高频点方向图曲线，全阵方向图低中高频点方向图波束指向角度分别为22.4度、22.0度、21.4度，可以看出，全阵的方向图波束指向角度差异要比子阵列的小很多。达成以上效果的原因是第一子阵列105和第二子阵列106的方向图波束指向角度随频率变化的趋势相反，使得合成的方向图由于部分抵消而基本保持不变。

上述实施例3与现有技术相比，通过将天线波导口置于阵列中间部分，将阵列分为两个子阵列，通过调整波导口位置以及两个子阵辐射缝隙偏离波导中心线的方向，使得在工作频段的中心频点方向图波束指向所需要的角度，同时其中一个子阵的方向图波束指向角度随频率变化趋势与另外一个子阵相反，这样两个子阵合成的方向图波束指向角度基本不随频率变化，解决了现有技术方向图波束指向随频率变化的问题。

通过上述具体的实施例1、实施例2及实施例3可以看出，本申请在传统波导行波天线阵列的基础上，将馈电端口置于阵列中间部分，将整个阵列拆分为两个子阵列，通过分别设置两个子阵列不同的阵子间距（实施例1）或者不同的馈电波导脊高度（实施例2）或者不同的阵子偏离波导中心线方向（实施例3），使得其中一个子阵列的单元间相位差随频率增高而变大，该子阵列形成的波束的指向角度随频率增高而变大，另外一个子阵列的单元间相位差随频率增高而变小，该子阵列形成的波束的指向角度随频率增高而变小，整个阵列合成的波束指向角度由于两个子阵波束指向角度随频率变化趋势相反而基本随频率保持不变。

本申请还提供了一种通信设备，该通信设备包括基带预编码器，与基带预编码器连接的收发通道，与收发通道连接的上述任一项的天线阵列。

具体的，本申请公开的天线阵列应用于5G无线通信毫米波频段基站系统中的AAU模块（Active Antenna Unit有源天线单元），系统架构如图20所示，天线阵列部分由若干行以及若干列天线阵元组成一个矩形阵列，垂直方向一行对应一个天线端口与一路射频收发通道相连，水平方向多列与多路射频收发通道相连。阵列垂直方向通过天线馈电网络的固定模拟加权形成一个单波束，而阵列水平方向通过射频通道或者基带进行灵活的幅相控制形成多个波束，这样可以达到改善无线信号的覆盖质量以及提升网络容量的目的。

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

权利要求

1、一种天线阵列，其特征在于，包括：馈电波导，以及覆盖在馈电波导上的盖板；所述馈电波导上设置有波导口，所述盖板上设置有沿所述馈电波导的长度方向排列且用于发射所述波导口馈入的信号的多组辐射缝隙，其中，位于所述波导口的一侧的多组辐射缝隙为第一子阵列，位于所述输入波导的另一侧多组辐射缝隙为第二子阵列；

在天线阵列工作频率的中心频点，所述第一子阵列的波束指向角度与及天线阵列需要波束指向角度的差值、所述第二子阵列波束指向角度与天线阵列需要波束指向角度的差值均小于设定阈值，且随着天线阵列的频率变化，所述第一子阵列及所述第二子阵列波束指向角度随频率变化趋势相反。

2、如权利要求 1 所述的天线阵列，其特征在于，所述多组辐射缝隙沿所述馈电波导的中心线交错设置；所述第一子阵列中，相邻的辐射缝隙的中心间距为 s_1 ，所述第二子阵列中，相邻的辐射缝隙的中心间距为 s_2 ，其中， s_1 大于所述馈电波导波长的一半， s_2 小于所述馈电波导波长的一半。

3、如权利要求 2 所述的天线阵列，其特征在于，所述第一子阵列中的多组辐射缝隙等间距设置，所述第二子阵列中的多组辐射缝隙等间距设置。

4、如权利要求 2 所述的天线阵列，其特征在于，所述第一子阵列中，靠近所述波导口的辐射缝隙的中心与所述波导口的间距为 t_1 ；所述第二子阵列中，靠近所述波导口的辐射缝隙的中心与所述波导口的间距为 t_2 ；其中， t_1 及 t_2 均小于所述馈电波导波长的一半。

5、如权利要求 4 所述的天线阵列，其特征在于，所述馈电波导为双脊波导，所述波导口位于所述双脊波导的两个脊之间，所述两个脊分别对应一个子阵列。

6、如权利要求 1 所述的天线阵列，其特征在于，所述多组辐射缝隙沿所述馈电波导的中心线交错设置；所述第一子阵列中相邻的辐射缝隙的中心间距及所述第二子阵列中相邻的辐射缝隙的中心间距均为 s_3 ，且所述 s_3 大于所述馈电波导波长的一半；

所述馈电波导为双脊波导，所述波导口位于所述双脊波导的两个脊之间，所述两个脊分别对应一个子阵列，且与所述第一子阵列对应的脊的高度高于与所述第二子阵列对应的脊的高度。

7、如权利要求 6 所述的天线阵列，其特征在于，所述第一子阵列中，靠近所述波导口的辐射缝隙的中心与所述波导口的间距为 t_1 ；所述第二子阵列中，靠近所述波导口的辐射缝隙的中心与所述波导口的间距为 t_2 ；其中， t_1 大于 t_2 ，且 t_1 及 t_2 均小于所述馈电波导波长的一半。

8、如权利要求 1 所述的天线阵列，其特征在于，所述第一子阵列的多组辐射缝隙位于所述馈电波导的中心线的同一侧，所述第二子阵列的多组辐射缝隙沿所述馈电波导的中心线交错设置；所述第一子阵列中相邻的辐射缝隙的中心间距及所述第二子阵列中相邻的辐射缝隙的中心间距均为 s_4 ，且所述 s_4 小于所述馈电波导波长的一半。

9、如权利要求 8 所述的天线阵列，其特征在于，所述第一子阵列中，靠近所述波导口的辐射缝隙的中心与所述波导口的间距为 t_1 ；所述第二子阵列中，靠近所述波导口的辐射缝隙的中心与所述波导口的间距为 t_2 ；其中， t_1 大于 t_2 ，且 t_1 及 t_2 均小于所述馈电波导波长的一半。

10、如权利要求 9 所述的天线阵列，其特征在于， s_4 为馈电波导在工作频段的中心频

点的波导波长的四分之一。

11、如权利要求 5~10 任一项所述的天线阵列，其特征在于，针对每个辐射缝隙，所述馈电波导的侧壁上设置有与该辐射缝隙对应的枝节，所述馈电波导的脊上设置有与所述枝节对应的缺口，且所述辐射缝隙位于所述馈电波导中心线的一侧，所述枝节及所述缺口位于所述馈电波导中心线的另一侧。

12、一种通信设备，其特征在于，包括基带预编码器，与所述基带预编码器连接的收发通道，与所述收发通道连接的如权利要求 1~11 任一项所述的天线阵列。

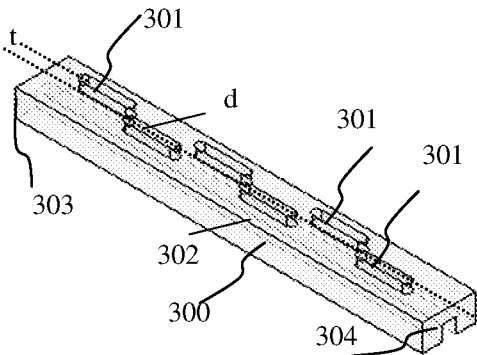


图 1

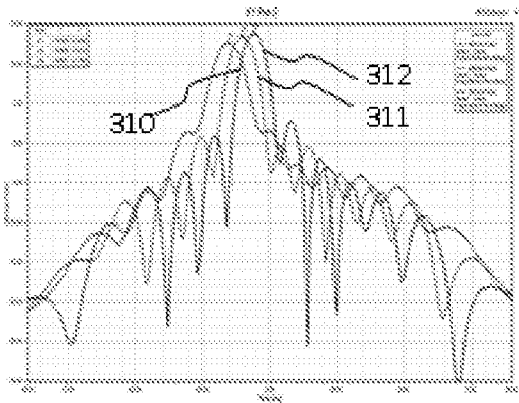


图 2

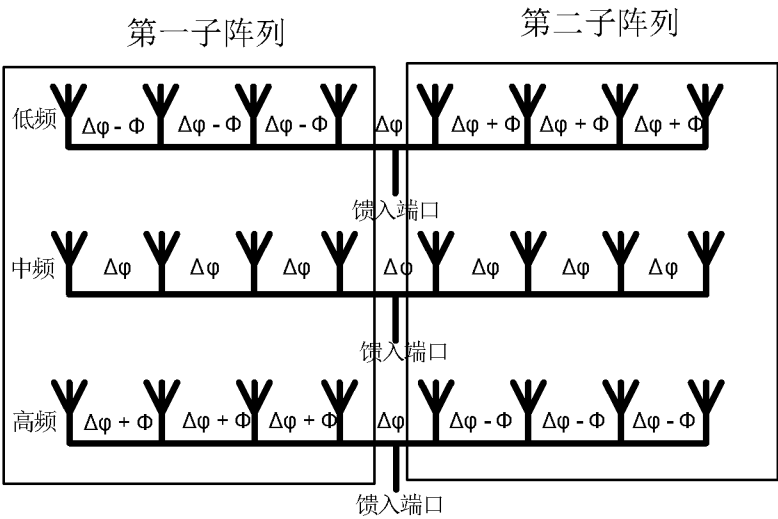


图 3

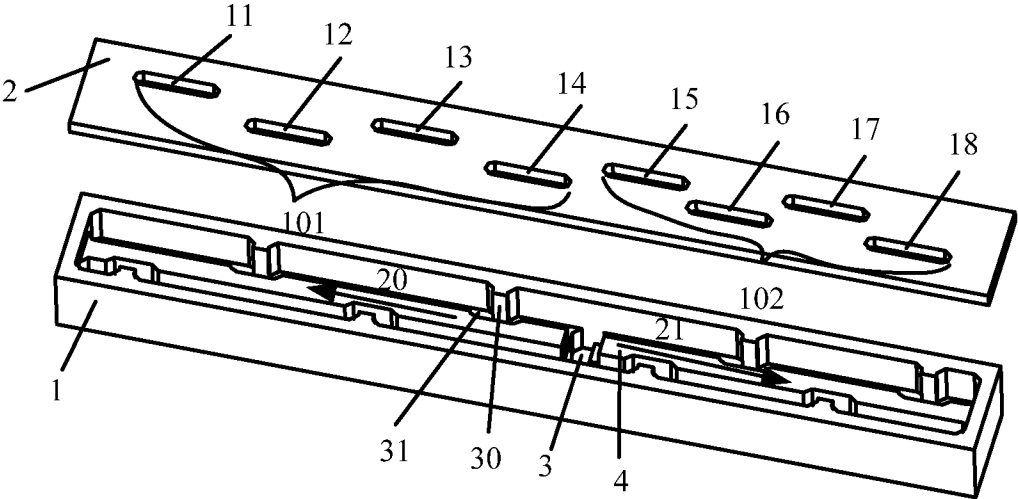


图 4

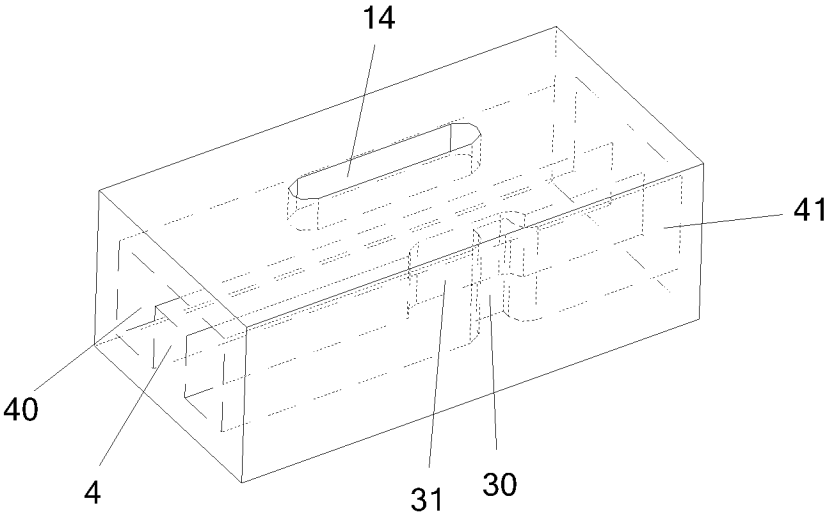


图 5

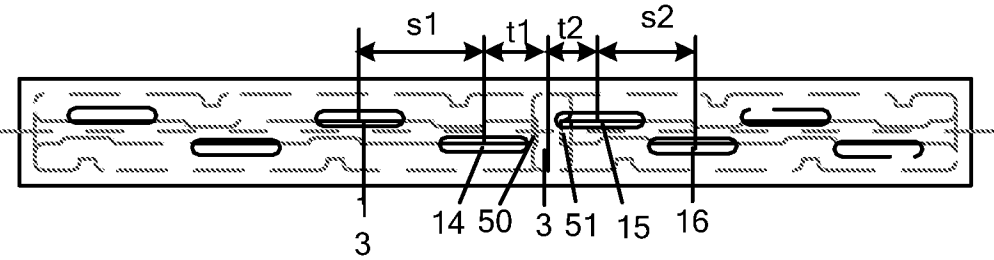


图 6

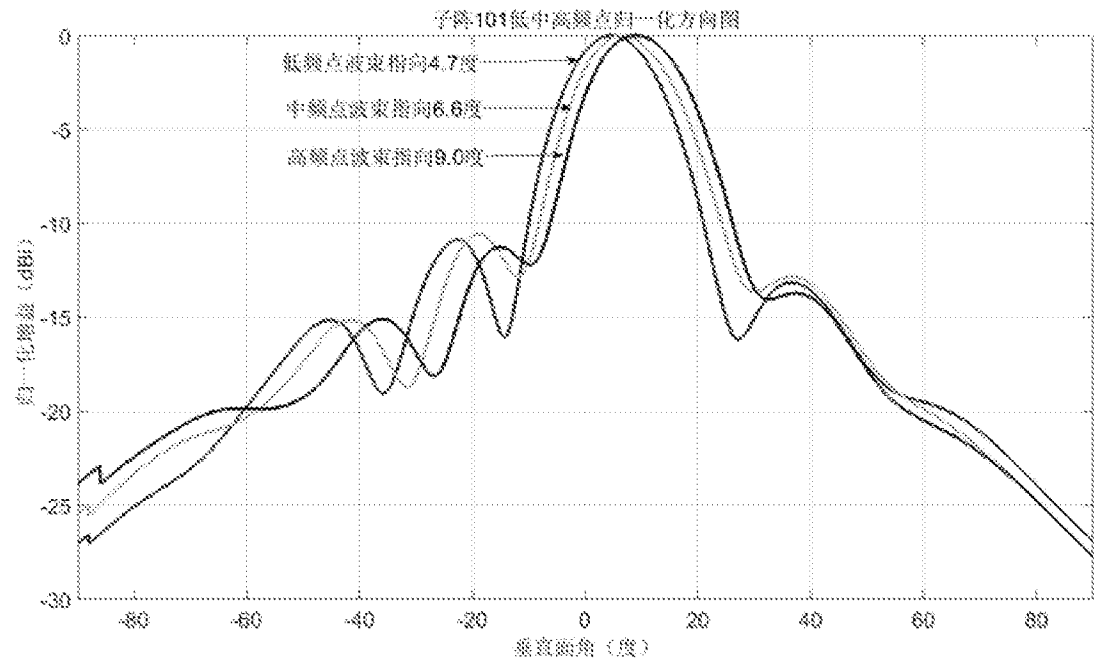


图 7

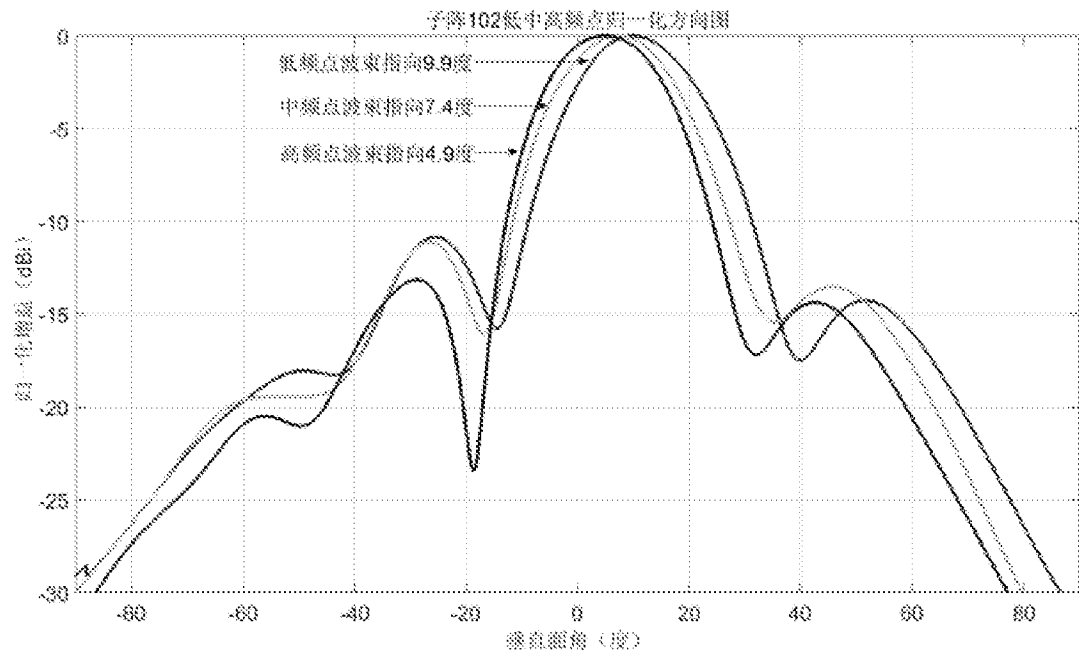


图 8

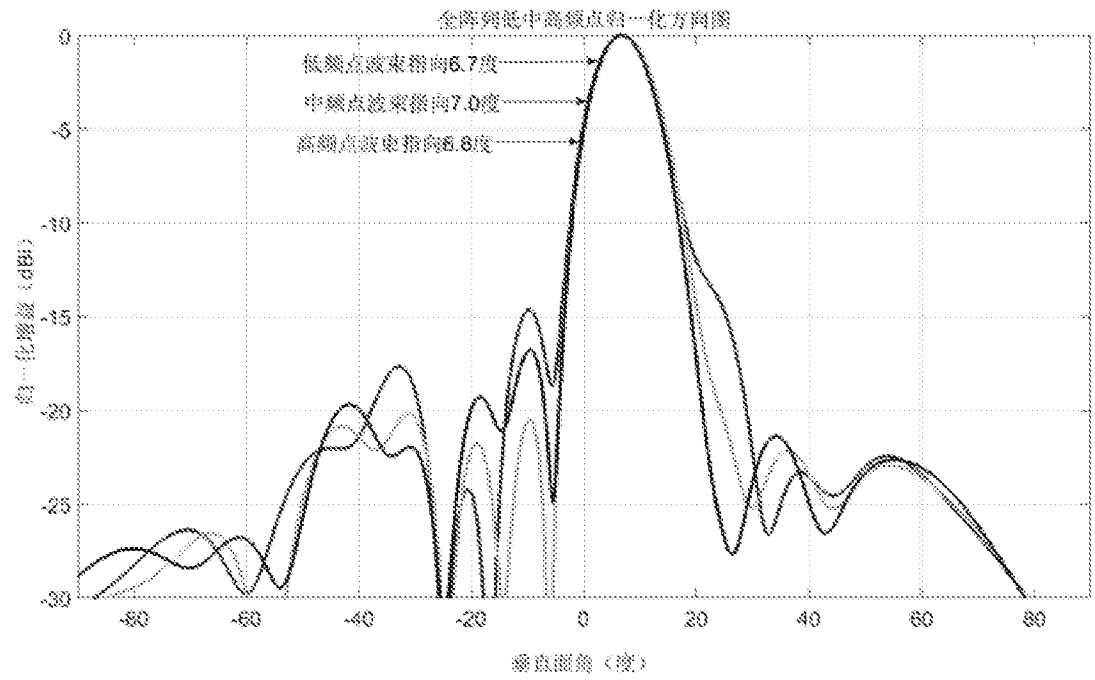


图 9

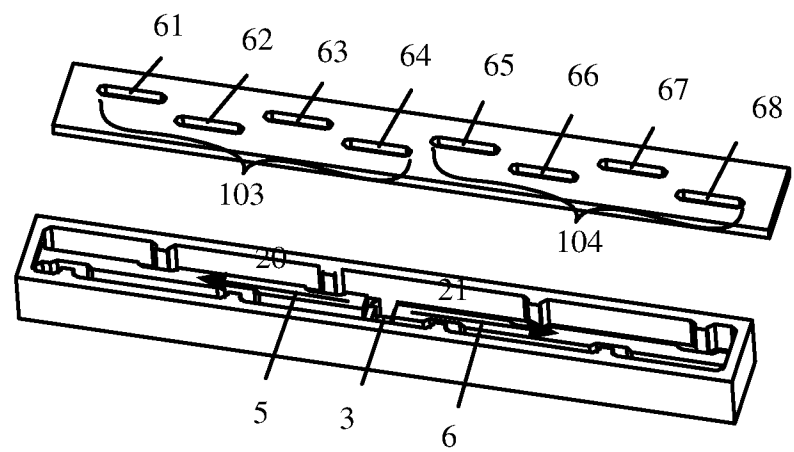


图 10

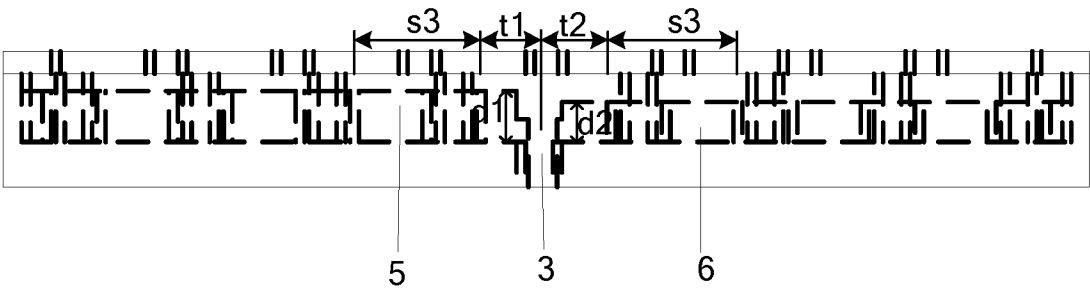


图 11

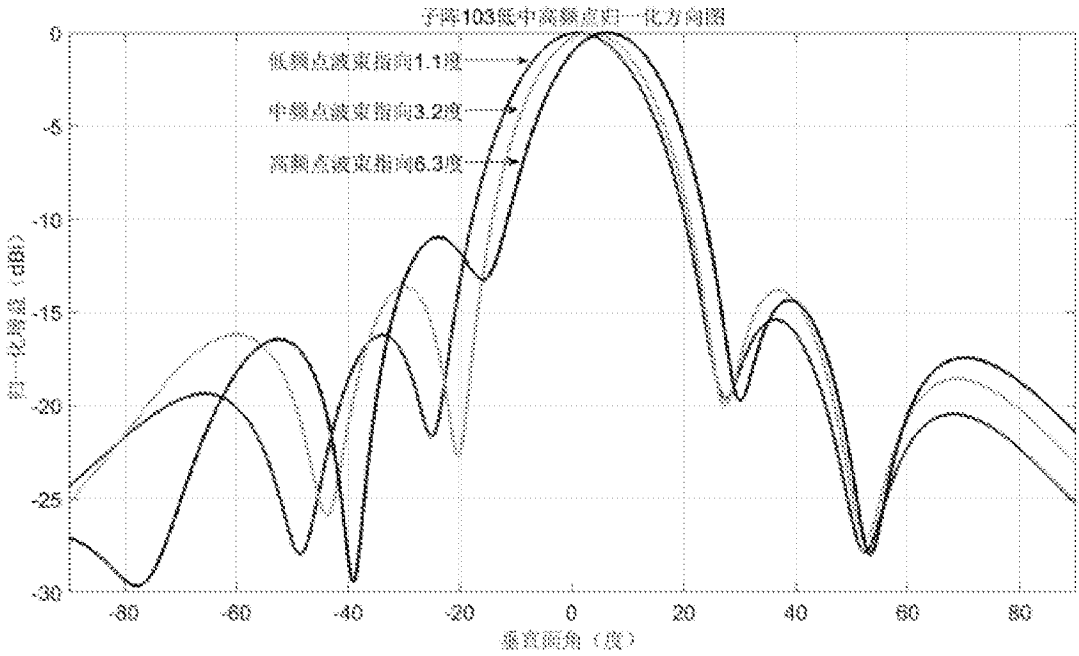


图 12

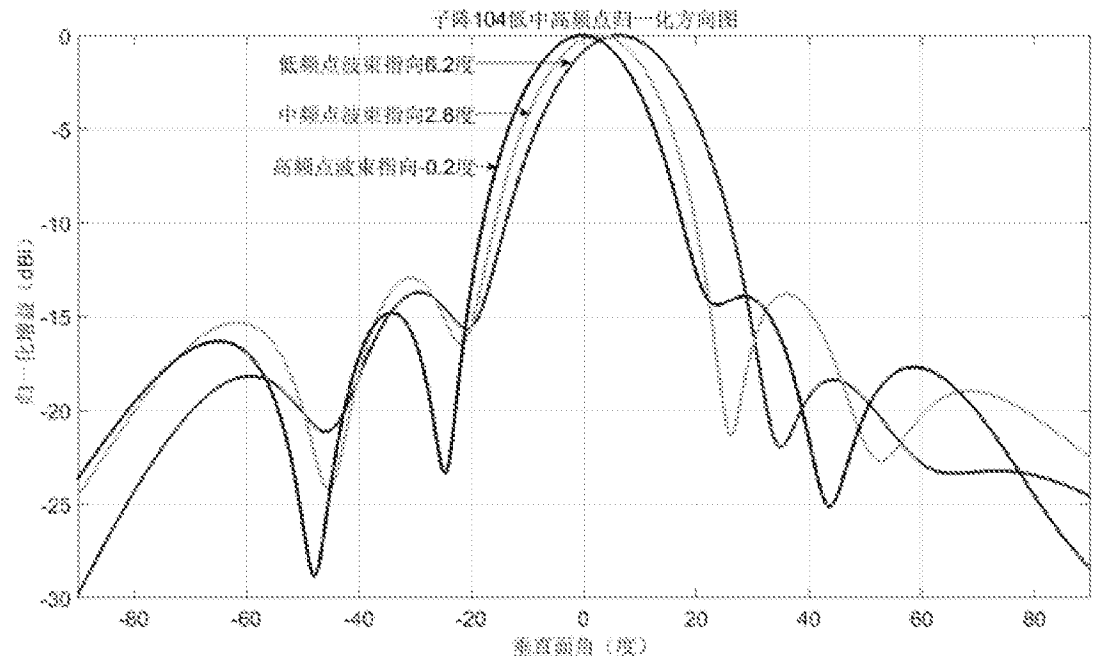


图 13

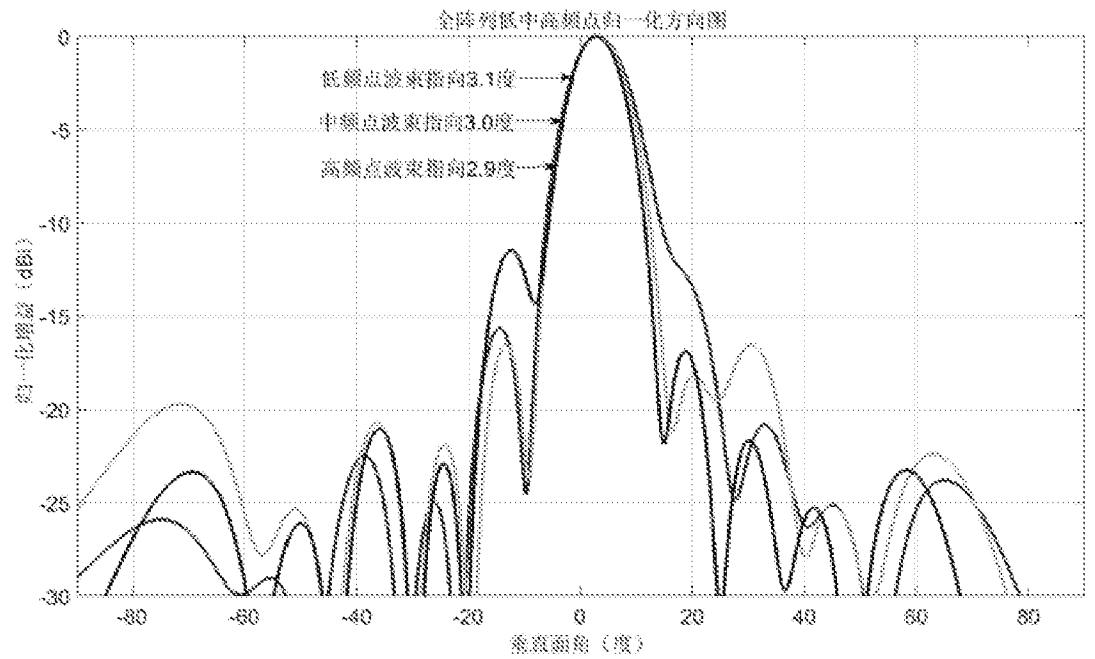


图 14

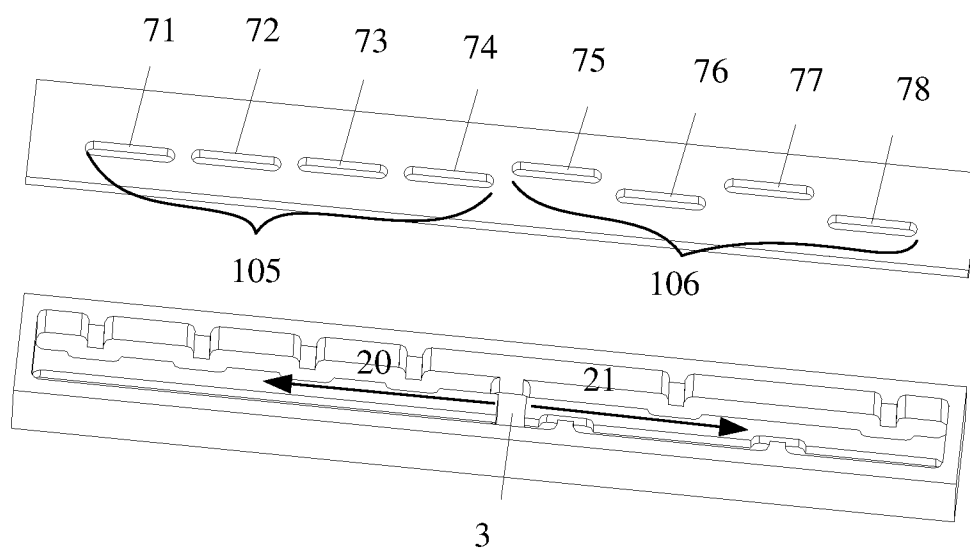


图 15

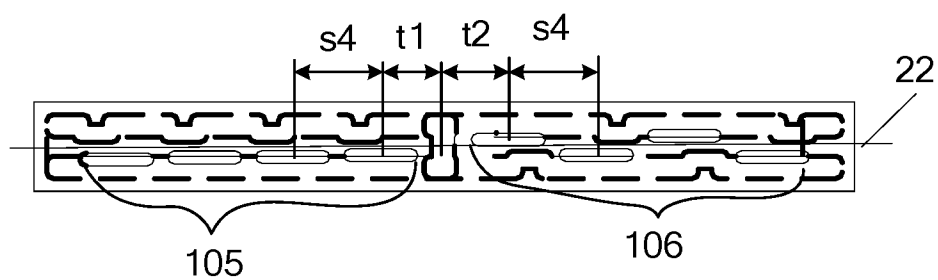


图 16

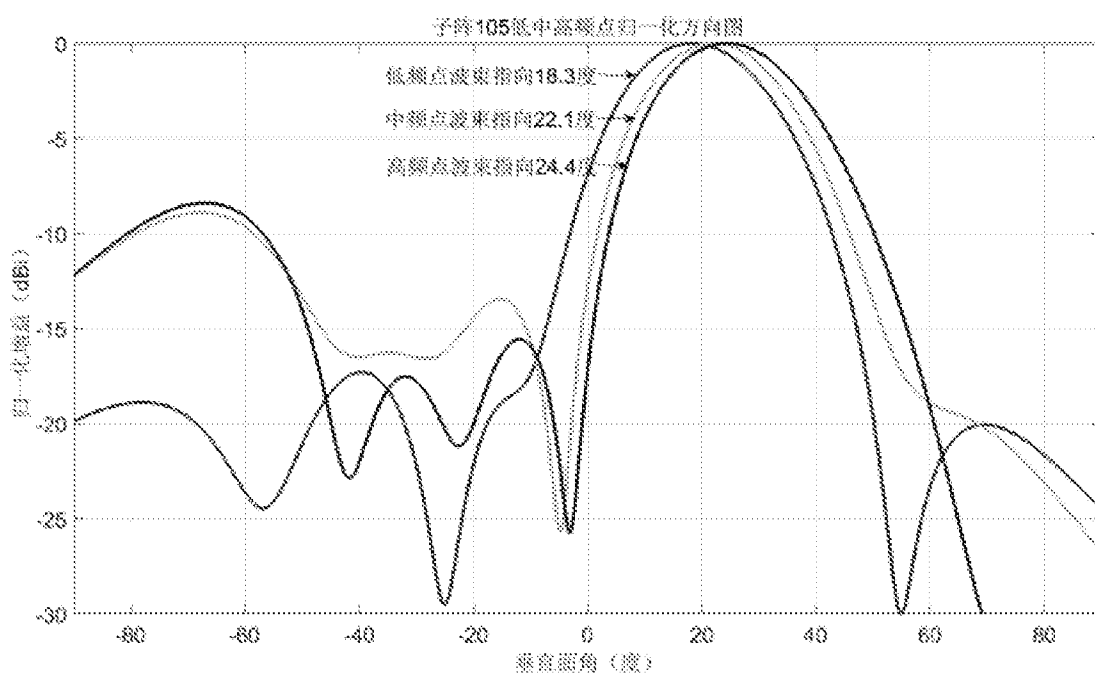


图 17

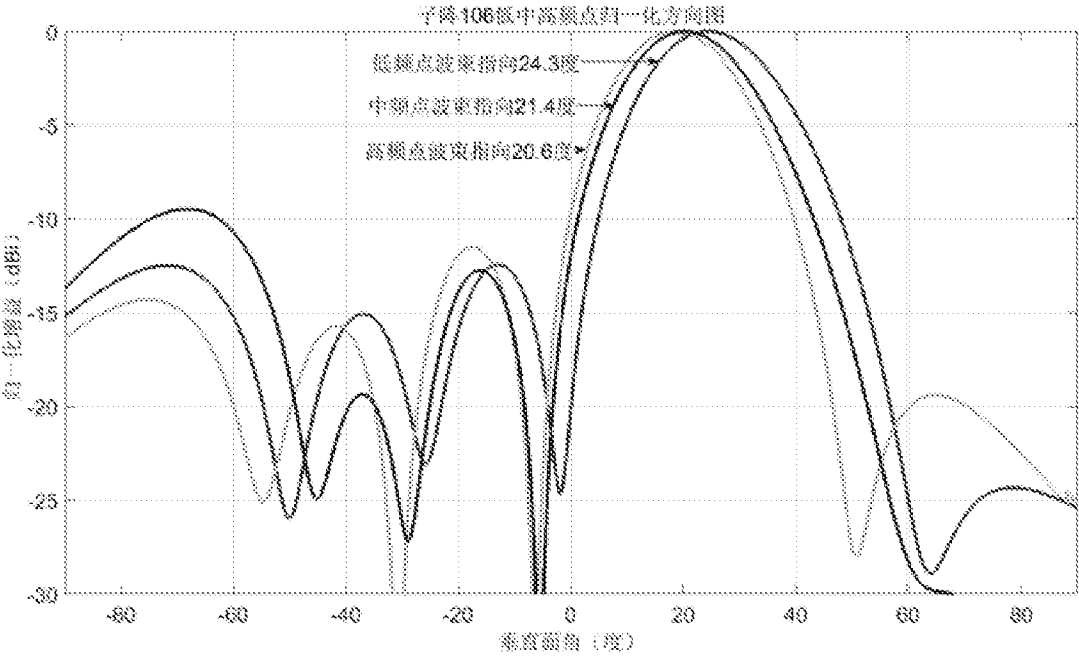


图 18

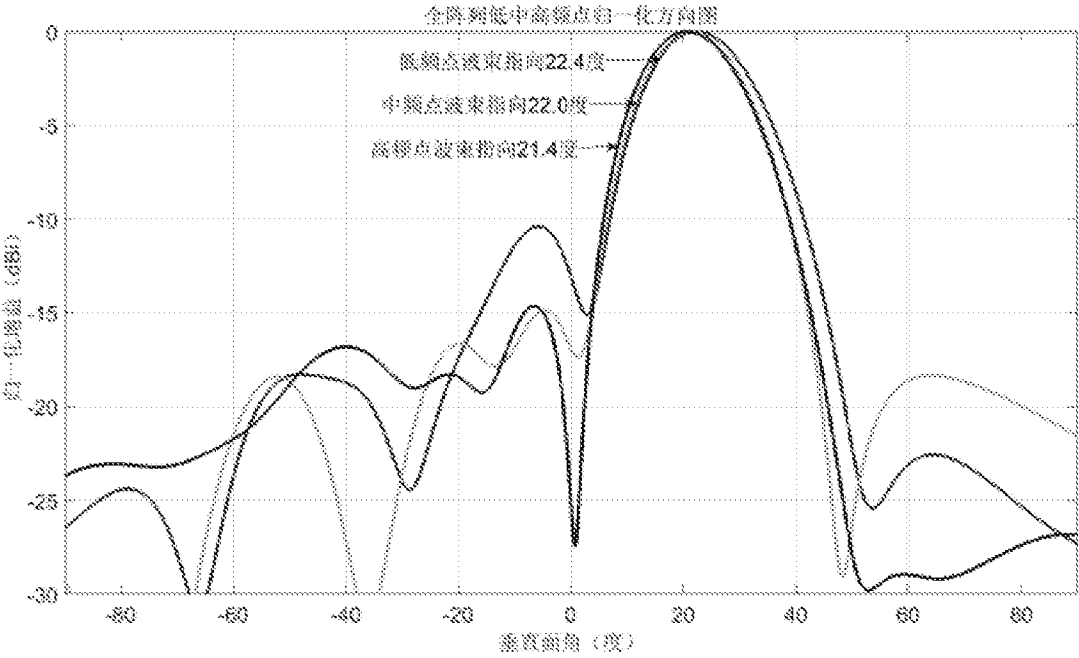


图 19

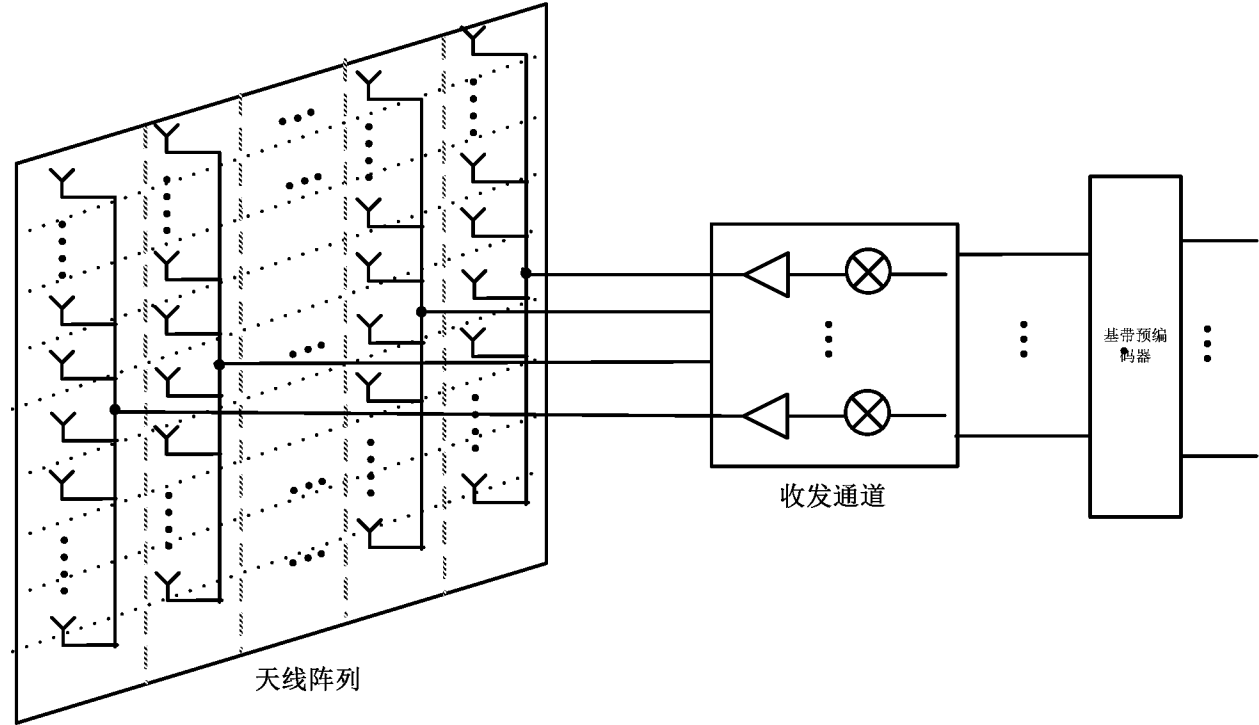


图 20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/073246

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01Q 21/00 (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)

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)

CNPAT, CNKI, EPODOC, WPI: 缝隙, 天线, 阵列, 波导, 馈电, 方向, 频率, slot, antenna, wave guide, feedback, direction, frequency

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103384032 A (THE 10TH RESEARCH INSTITUTE OF CHINA ELETRONICS TECHNOLOGY GROUP CORPORATION), 06 November 2013 (06.11.2013), description, paragraphs [0023]-[0026], and figures 1-3	1-12
A	CN 201112554 Y (NO. 54 RESEARCH INSTITUTE OF CHINA ELECTRONICS TECHNOLOGY GROUP CORP.), 10 September 2008 (10.09.2008), entire document	1-12
A	CN 102394376 A (BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY), 28 March 2012 (28.03.2012), entire document	1-12
A	CN 201413867 Y (SOUTHEAST UNIVERSITY), 24 February 2010 (24.02.2010), entire document	1-12
A	US 2012056776 A1 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA), 08 March 2012 (08.03.2012), entire document	1-12
A	CN 204011734 U (CHINA ELECTRONICS TECHNOLOGY GROUP CORPORATION NO. 38 RESEARCH INSTITUTE), 10 December 2014 (10.12.2014), entire document	1-12

☐ 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 28 September 2017	Date of mailing of the international search report 31 October 2017
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 SUN, Lili Telephone No. (86-10) 62413850

International application No.
PCT/CN2017/073246

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/073246

A. 主题的分类 H01Q 21/00 (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) H01Q 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)) CNPAT, CNKI, EPODOC, WPI: 缝隙, 天线, 阵列, 波导, 馈电, 方向, 频率, slot, antenna, wave guide, feedback, direction, frequency																							
C. 相关文件 <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>A</td> <td>CN 103384032 A (中国电子科技集团公司第十研究所) 2013年 11月 6日 (2013 - 11 - 06) 说明书第[0023]-[0026]段, 附图1-3</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 201112554 Y (中国电子科技集团公司第五十四研究所) 2008年 9月 10日 (2008 - 09 - 10) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102394376 A (北京理工大学) 2012年 3月 28日 (2012 - 03 - 28) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 201413867 Y (东南大学) 2010年 2月 24日 (2010 - 02 - 24) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2012056776 A1 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 2012年 3月 8日 (2012 - 03 - 08) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 204011734 U (中国电子科技集团公司第三十八研究所) 2014年 12月 10日 (2014 - 12 - 10) 全文</td> <td>1-12</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	A	CN 103384032 A (中国电子科技集团公司第十研究所) 2013年 11月 6日 (2013 - 11 - 06) 说明书第[0023]-[0026]段, 附图1-3	1-12	A	CN 201112554 Y (中国电子科技集团公司第五十四研究所) 2008年 9月 10日 (2008 - 09 - 10) 全文	1-12	A	CN 102394376 A (北京理工大学) 2012年 3月 28日 (2012 - 03 - 28) 全文	1-12	A	CN 201413867 Y (东南大学) 2010年 2月 24日 (2010 - 02 - 24) 全文	1-12	A	US 2012056776 A1 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 2012年 3月 8日 (2012 - 03 - 08) 全文	1-12	A	CN 204011734 U (中国电子科技集团公司第三十八研究所) 2014年 12月 10日 (2014 - 12 - 10) 全文	1-12
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
A	CN 103384032 A (中国电子科技集团公司第十研究所) 2013年 11月 6日 (2013 - 11 - 06) 说明书第[0023]-[0026]段, 附图1-3	1-12																					
A	CN 201112554 Y (中国电子科技集团公司第五十四研究所) 2008年 9月 10日 (2008 - 09 - 10) 全文	1-12																					
A	CN 102394376 A (北京理工大学) 2012年 3月 28日 (2012 - 03 - 28) 全文	1-12																					
A	CN 201413867 Y (东南大学) 2010年 2月 24日 (2010 - 02 - 24) 全文	1-12																					
A	US 2012056776 A1 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 2012年 3月 8日 (2012 - 03 - 08) 全文	1-12																					
A	CN 204011734 U (中国电子科技集团公司第三十八研究所) 2014年 12月 10日 (2014 - 12 - 10) 全文	1-12																					
☐ 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 2017年 9月 28日		国际检索报告邮寄日期 2017年 10月 31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 传真号 (86-10) 62019451		授权官员 孙丽丽 电话号码 (86-10) 62413850																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/073246

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	103384032	A	2013年 11月 6日	无	
CN	201112554	Y	2008年 9月 10日	无	
CN	102394376	A	2012年 3月 28日	无	
CN	201413867	Y	2010年 2月 24日	无	
US	2012056776	A1	2012年 3月 8日	JP 2012054869	A 2012年 3月 15日
CN	204011734	U	2014年 12月 10日	无	