



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111541031 B
(45) 授权公告日 2021.08.10

(21) 申请号 202010298763.4
(22) 申请日 2020.04.16
(65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 111541031 A
(43) 申请公布日 2020.08.14
(73) 专利权人 华南理工大学
 地址 510640 广东省广州市天河区五山路
 381号
(72) 发明人 车文荃 曹越 薛泉 杨琬琛
(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有
 限公司 44245
 代理人 王东东
(51) Int.Cl.
 H01Q 1/50 (2006.01)
 H01Q 15/24 (2006.01)
 H01Q 21/00 (2006.01)
(56) 对比文件
 EP 2824758 A1,2015.01.14
 GB 2314691 A,1998.01.07
 CN 109167183 A,2019.01.08

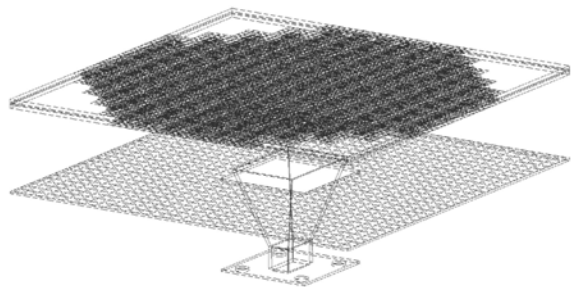
CN 106921046 A,2017.07.04
CN 103645565 A,2014.03.19
CN 108258434 A,2018.07.06
CN 105470655 A,2016.04.06
CN 106876896 A,2017.06.20
CN 202633516 U,2012.12.26
CN 107492720 A,2017.12.19
CN 110224229 A,2019.09.10
CN 108376840 A,2018.08.07
CN 106249206 A,2016.12.21
CN 109004369 A,2018.12.14
CN 110058431 A,2019.07.26
CN 103996905 A,2014.08.20
CN 110718767 A,2020.01.21
CN 103490156 A,2014.01.01
US 2015255877 A1,2015.09.10
Chunfeng Yang.A Circularly Polarized
Horn Antenna B ased on an FSS
Polarization Converter.《IEEE》.2020,
王成.基于场变换理论的电磁波极化转换
器.《中国优秀硕士论文电子期刊网》.2018,

审查员 范巧音

权利要求书1页 说明书5页 附图11页

(54) 发明名称
一种宽带低剖面传输阵列天线及无线通信
设备

(57) 摘要
本发明公开了一种宽带低剖面传输阵列天
线及无线通信设备,包括极化选择器和极化扭转
反射表面,所述极化选择器位于极化扭转反射表
面的上方,所述极化选择器包括若干个呈周期性
排列的极化选择器单元,所述极化扭转反射表面
包括若干个呈周期性排列的极化扭转反射表面
单元,所述极化扭转反射表面的中间挖空,用于
放置馈源喇叭。



1. 一种宽带低剖面传输阵列天线, 其特征在于, 包括极化选择器和极化扭转反射表面, 所述极化选择器位于极化扭转反射表面的上方, 所述极化选择器包括若干个呈周期性排列的极化选择器单元, 所述极化扭转反射表面包括若干个呈周期性排列的极化扭转反射表面单元, 所述极化扭转反射表面的中间挖空, 用于放置馈源喇叭;

所述极化选择器单元为多层叠加结构, 由上至下依次包括上层超表面层、上层介质基板、上层金属地层、中上层介质基板、中间层、中下层介质基板、下层金属地层、下层介质基板及下层超表面层, 所述下层金属地层及上层金属地层均刻蚀两条耦合缝隙, 两条耦合缝隙间隔一定距离, 且相互平行, 所述上层金属地层的耦合缝隙与下层金属地层的耦合缝隙相互垂直, 所述中间层设置两条传输线, 所述上层超表面层及下层超表面层均设置若干个呈周期性排列的金属贴片;

为了实现差分馈电, 所述两条传输线关于中间层的中心点呈180度旋转对称;

所述极化扭转反射表面单元包括介质基板, 所述介质基板的上表面设置金属贴片层, 所述介质基板的下表面设置金属地层。

2. 根据权利要求1所述的一种宽带低剖面传输阵列天线, 其特征在于, 每条传输线的两端均加载匹配枝节。

3. 根据权利要求1所述的一种宽带低剖面传输阵列天线, 其特征在于, 所述金属贴片层包括至少两块极化扭转贴片。

4. 根据权利要求1所述的一种宽带低剖面传输阵列天线, 其特征在于, 所述中上层介质基板和中下层介质基板的厚度相等, 所述上层介质基板的厚度与下层介质基板的厚度相等。

5. 根据权利要求3所述的一种宽带低剖面传输阵列天线, 其特征在于, 所述极化扭转贴片为切角形贴片。

6. 一种无线通信设备, 其特征在于, 包括权利要求1-5任一项所述的宽带低剖面传输阵列天线。

一种宽带低剖面传输阵列天线及无线通信设备

技术领域

[0001] 本发明涉及无线传输领域，具体涉及一种宽带低剖面传输阵列天线及无线通信设备。

背景技术

[0002] 随着5G移动通信、雷达、卫星等无线通讯系统的迅速发展，高效率、宽带、高增益、低剖面已经成为现代毫米波天线的发展趋势之一。传输阵列天线作为一种兼具低剖面微带阵列天线和高增益反射面天线特点的新型天线，具有增益大、馈电简单、易加工、成本低等优点。但是，传统的传输阵列天线由于其阵列单元的相位曲线多为非线性，导致传输阵列带宽较窄。同时，大的焦距也导致传输阵列天线馈源与阵面之间剖面较高，不易与其他系统集成，这限制了其在当前毫米波通讯系统中的应用。

[0003] 近年来，基于枝节加载式贴片、多层频率选择表面、可重构有源移相等技术，传输阵列单元可以在一定程度上获得较宽的带宽，但是这些传输阵列单元都不具备极化选择及极化转换能力，难以降低传输阵列天线的整体剖面。

发明内容

[0004] 为了克服现有技术存在的缺点与不足，本发明的首要目的是提供一种宽带低剖面传输阵列天线，该天线基于差分馈电超表面极化选择器，并且能在较低的剖面下实现较宽的带宽。

[0005] 本发明的另一个目的是提供一种无线传输设备，该设备由该宽带低剖面传输阵列天线构成。

[0006] 本发明的首要目的采用如下技术方案：

[0007] 一种宽带低剖面传输阵列天线，包括极化选择器和极化扭转反射表面，所述极化选择器位于极化扭转反射表面的上方，所述极化选择器包括若干个呈周期性排列的极化选择器单元，所述极化扭转反射表面包括若干个呈周期性排列的极化扭转反射表面单元，所述极化扭转反射表面的中间挖空，用于放置馈源喇叭。

[0008] 所述极化选择器单元为多层叠加结构，由上至下依次包括上层超表面层、上层介质基板、上层金属地层、中上层介质基板、中间层、中下层介质基板、下层金属地层、下层介质基板及下层超表面层，所述下层金属地层及上层金属地层刻蚀两条耦合缝隙，所述中间层设置两条传输线，所述上层超表面层及下层超表面层均设置若干个呈周期性排列的金属贴片。

[0009] 所述两条传输线关于中间层的中心点呈180度旋转对称。

[0010] 进一步地，每条传输线的两端均加载匹配枝节。

[0011] 所述极化扭转反射表面单元包括介质基板，所述介质基板的上表面设置金属贴片层，所述介质基板的下表面设置金属地层。

[0012] 所述金属贴片层包括至少两块极化扭转贴片。

[0013] 进一步地,位于下层金属地层的两条耦合缝隙与位于上层金属地层的两条耦合缝隙相互垂直。

[0014] 所述中上层介质基板和中下层介质基板的厚度相等,所述上层介质基板的厚度与下层介质基板的厚度相等。

[0015] 所述极化扭转贴片为切角形贴片。

[0016] 本发明的另一个目采用如下技术方案:

[0017] 一种无线通信设备,包括宽带低剖面传输阵列天线。

[0018] 本发明的有益效果:

[0019] (1) 本发明提出的基于差分馈电超表面极化选择器单元具有反射X极化方向的能量,透射Y极化方向的能量的特性,有较好的极化选择特性,可应用于折叠型传输阵列中,降低阵列的整体剖面。

[0020] (2) 本发明提出的基于差分馈电超表面极化选择器单元具有较宽的-1dB透射带宽。

[0021] (3) 本发明提出的基于差分馈电超表面极化选择器单元利用真延迟线实现超过360度的相位调节,且能在较宽的频段内实现线性相位。

[0022] (4) 本发明提出的基于差分馈电超表面极化选择器的传输阵列天线能够实现24%的-1dB增益带宽。

[0023] (5) 本发明提出的基于差分馈电超表面极化选择器的传输阵列天线由于其极化选择特性,通过引入极化扭转反射表面,剖面能够降低至三分之一。

[0024] (6) 本发明提出的基于差分馈电超表面极化选择器的传输阵列天线,采用双面微波介质板,结构简单,加工容易,成本和重量都相对较小,因而可以大规模生产。

附图说明

[0025] 图1是本发明的三维示意图;

[0026] 图2是图1的剖面示意图;

[0027] 图3是极化选择器的俯视图;

[0028] 图4是极化扭转反射表面的俯视图;

[0029] 图5是极化选择器单元的结构示意图;

[0030] 图6是图5中上层金属贴片层的俯视图;

[0031] 图7是图5中上层金属地层的俯视图;

[0032] 图8是图5中中间层的俯视图;

[0033] 图9是图5中的下层金属地的俯视图;

[0034] 图10是图5中下层金属贴片层的俯视图;

[0035] 图11是极化扭转反射表面单元的结构示意图;

[0036] 图12是图11的俯视图;

[0037] 图13是本发明极化选择器单元的反射、透射特性以及透射特性相位随频率变化的示意图;

[0038] 图14是本发明极化选择器单元不同带状线长度的透射特性以及透射特性相位随频率变化的示意图;

- [0039] 图15是本发明极化扭转发射表面在不同入射角情况下的特性曲线；
- [0040] 图16是本发明的S参数曲线图；
- [0041] 图17、图18及图19分别是本发明在24GHz、27GHz、30GHz下的E面和 H面的主极化和交叉极化的辐射方向图；
- [0042] 图20是本发明增益随频率变化的曲线。

具体实施方式

[0043] 下面结合实施例及附图,对本发明作进一步地详细说明,但本发明的实施方式不限于此。

[0044] 实施例

[0045] 本实施例中,以介质基板的X轴方向为竖直方向,Y轴方向为水平方向,原点为介质基板的中心点,

[0046] 如图1-图5所示,一种宽带低剖面传输阵列天线,包括极化选择器和极化扭转反射表面两部分,所述极化选择器通过支撑架设置于极化扭转反射表面的上方,本实施例中选用四根塑料支撑架,所述极化扭转反射表面由若干个呈周期性排列的极化扭转反射表面单元2构成,所述极化扭转反射表面的中间挖空,用于放置馈源喇叭。

[0047] 所述极化选择器由若干个呈周期性排列的极化选择器单元1构成,所述极化选择器单元为多层叠加结构,由上至下依次包括上层超表面层11、上层介质基板10、上层金属地层9、中上层介质基板8、中间层7、中下层介质基板6、下层金属地层5、下层介质基板4及下层超表面层3,所述下层金属地层及上层金属地层刻蚀两条耦合缝隙,所述中间层设置两条传输线14,其长度可以调节,所述上层超表面层及下层超表面层均设置若干个呈周期性排列的金属贴片。

[0048] 进一步地,为了改善阻抗匹配效果,两条传输线的两端均加载匹配枝节,传输线可以为带状线、同轴线及平行多导线等。本实施例中传输线为带状线,其形状为不同长度和宽度的矩形组合,为了实现差分馈电,两条传输线关于极化选择器单元的中心点呈180°旋转对称。

[0049] 进一步地,所述下层金属地层的两条耦合缝隙12间隔一定距离,且相互平行。上层金属地层的两条耦合缝隙13间隔一定距离,且相互平行,所述上层金属地层的耦合缝隙与下层金属地层的耦合缝隙相互垂直。

[0050] 本实施例中,上层金属地层的耦合缝隙与Y轴平行,下层金属地层的耦合缝隙与X轴平行,耦合缝隙的形状为哑铃型缝隙、也可为矩形缝隙、领结形缝隙、锯齿形缝隙等。

[0051] 所述上层超表面层及下层超表面层均设置若干个呈周期性排列的金属贴片,金属贴片可以根据实际情况,选择具体形状,上、下层超表面层的金属贴片可以相同也可以不同,本实施例中的金属贴片均为正方形,都呈4*4排列。

[0052] 如图11及图12所示,所述极化扭转反射表面由若干个呈周期性排列的极化扭转反射表面单元构成,所述极化扭转反射表面单元包括介质基板16,所述介质基板的上表面设置金属贴片层17,所述介质基板的下表面设置金属地层15。

[0053] 本实施例中的极化扭转反射表面单元优选为2*2排列,尺寸是0.5个空间波长*0.5个空间波长。

[0054] 所述金属贴片层包括至少两块极化扭转贴片,本实施例中选用四块极化扭转贴片,极化扭转贴片的形状为三角形切角金属贴片,矩形切角金属贴片及金属柱加载金属贴片等,本实施例采用矩形切角金属贴片,切除矩形对角线的两个角。

[0055] 所述馈源喇叭与信号源的标准波导WG260通过法兰盘直接相接馈电。

[0056] 所述馈源喇叭输出X极化方向的能量,入射到极化选择器的下表面,由于极化选择器的极化选择特性,X极化方向的能量无法透过该结构,而是反射到极化扭转反射表面。极化扭转反射表面将X极化方向的电场经过90°极化扭转为Y极化方向的电场再入射到极化选择器的下表面上。此时,极化选择器上的若干个极化选择器单元通过下层超表面层接收Y极化方向的能量,经过下层金属地层的两条X轴方向的耦合缝隙耦合到中间层的传输线上,再通过传输线实现90°的极化转换以及相应的相位补偿,经由上层金属地层的两条Y轴方向的耦合缝隙耦合到上层超表面层,然后辐射出去,从而实现具有宽带、高增益、低剖面特性的传输阵列天线。

[0057] 如图6-图10所示,本实施例中各个部分的尺寸如下:

[0058] 本实施例中涉及的介质基板的介电常数 ϵ_r 为[2.2,6.2],厚度均为[0.02 λ ,0.1 λ],金属地板厚度为[0.005 λ ,0.1 λ]。其中 λ 为自由空间波长。

[0059] 极化选择器单元为正方形结构,它的边长a为[0.5 λ , λ]。其中正方形金属贴片尺寸sur_w为[0.1 λ ,0.5 λ],相邻两个贴片之间的距离p为[0.5 λ , λ]。哑铃型缝隙的长度slot_l和s_l为[0.02 λ , λ],宽度slot_w和s_w为[0.01 λ ,0.2 λ]。带状线的宽度mic_w为[0.01 λ ,0.2 λ],阻抗匹配枝节的宽度m_w为[0.01 λ ,0.2 λ],长度m_l为[0.01 λ ,0.2 λ]。弯折型带状线总长度length= $cl_1+cl_2+cl_3+cl_4+cl_5+cl_6$ 为[0.1 λ_g ,1.5 λ_g],其中 λ_g 为介质波长,通过调节带状线的总长度可以得到具有不同相位的透射偏振器单元。

[0060] 极化扭转反射表面单元为正方形结构,它的边长b为[0.2 λ , λ]。其中切角型贴片尺寸r_w为[0.1 λ ,0.5 λ],相邻两个切角型贴片之间的距离r_p为[0.5 λ , λ],切角长度cut为[0.01 λ ,0.5 λ],其中 λ 为自由空间波长。

[0061] 本实施例中,极化选择器单元介质基板的介电常数 ϵ_r 为2.94,上层介质基板和下层介质基板厚度 $h_1=0.762\text{mm}$,中上层介质基板和中下层介质基板的厚度 $h_2=0.254\text{mm}$;极化选择器单元的边长是 $a=6.4\text{mm}$ 。

[0062] 正方形金属贴片的边长sur_w=1.4mm,相邻两个贴片之间的距离p=1.6mm;金属地板上蚀刻的哑铃型缝隙的尺寸为slot_l=2.2mm,s_l=0.7mm,slot_w=0.4mm,s_w=1mm,缝隙中心距离极化选择器单元的中轴线距离d=1.6mm;带状线的宽度mic_w=0.25mm,阻抗匹配枝节的尺寸m_w=0.7mm,m_l=0.4mm。弯折型带状线的总长度length= $cl_1+cl_2+cl_3+cl_4+cl_5+cl_6$ 为3.2mm-12.8mm,通过调节带状线的长度可以得到具有不同相位的极化选择器单元。

[0063] 极化扭转反射表面单元的介质基板的介电常数 ϵ_r 为3.5,厚度 $h_3=0.508\text{mm}$ 边长b=5.6mm,切角型贴片尺寸r_w=2.5mm,相邻两个切角型贴片之间的距离r_p=2.8mm,切角长度cut=1.1mm。

[0064] 结合图13,在floquet模式下,利用TE模式模拟Y极化方向的能量,用TM模式模拟X极化方向的能量。当TE模式的能量入射到该基于差分馈电超表面的极化选择器单元,其能转换为TM模式的能量,且在22-31GHz频段内,其-1dB透射带宽为32.7%。此外,其透射相位

随频率变化曲线的线性度也较好。当TM 模式的能量入射到该基于差分馈电超表面的极化选择器单元,其能量不能透过 该极化选择器,能量在22-32GHz内全部反射回去了。

[0065] 结合图14,在22-30.4GHz频段内,极化选择器单元的透射损耗均小于1dB。在中心频点27GHz处,其透射相位随带状线的总长度而线性变化,并且能够实现超过360度的相位变化,且随频率变化的线性度较好。

[0066] 结合图15,在floquet模式下,当平面波垂直入射时,当22.6-31GHz频段 内,其-10dB极化扭转反射特性带宽为31.3%。当平面波入射角度为30度时, 中心频率处的极化扭转特性略差,高频和低频处的极化扭转特性较好。

[0067] 结合图16,在22-32GHz频段内,该传输阵列天线的回波系数均小于-10dB。

[0068] 结合图17-图19,该传输阵列天线在25、27、29GHz三个频点处的辐射方 向图的副瓣电平均小于-18dB。此外,在 $\theta=0^\circ$ 时,其交叉极化电平均小于-20dB。

[0069] 结合图20,该传输阵列天线在29GHz处,其增益最大,为26.2dBi,其-1dB 增益带宽为24%。

[0070] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受所述实 施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

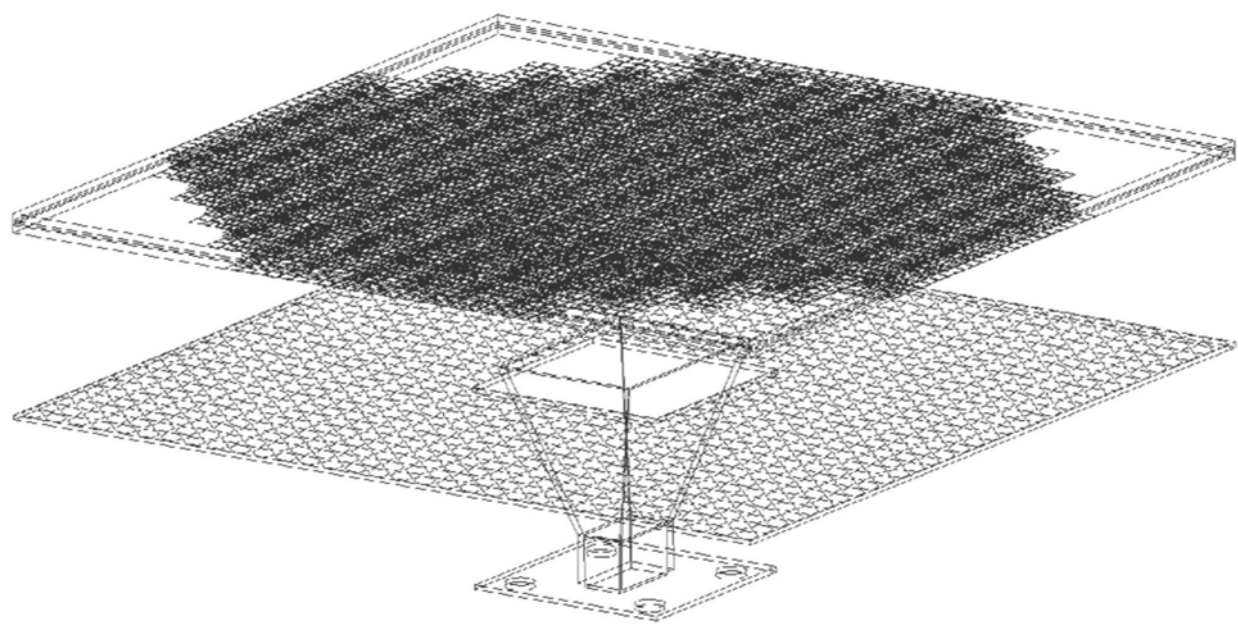


图1

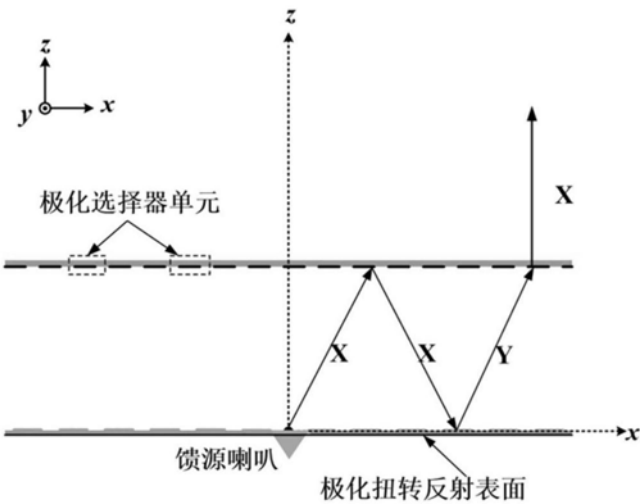


图2

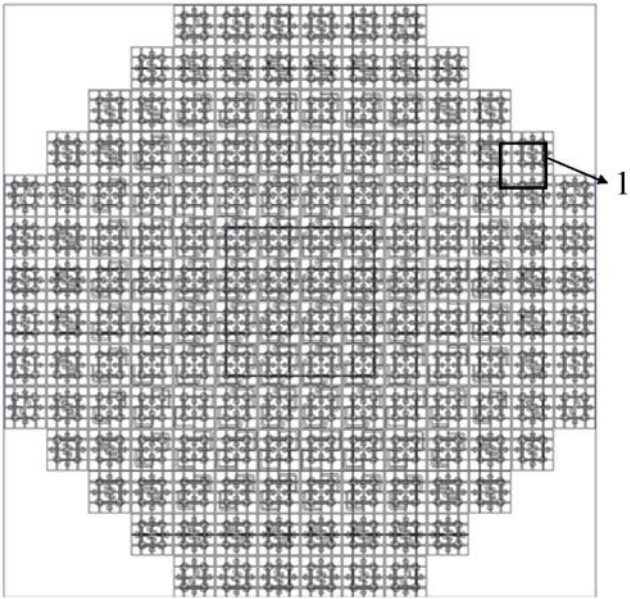


图3

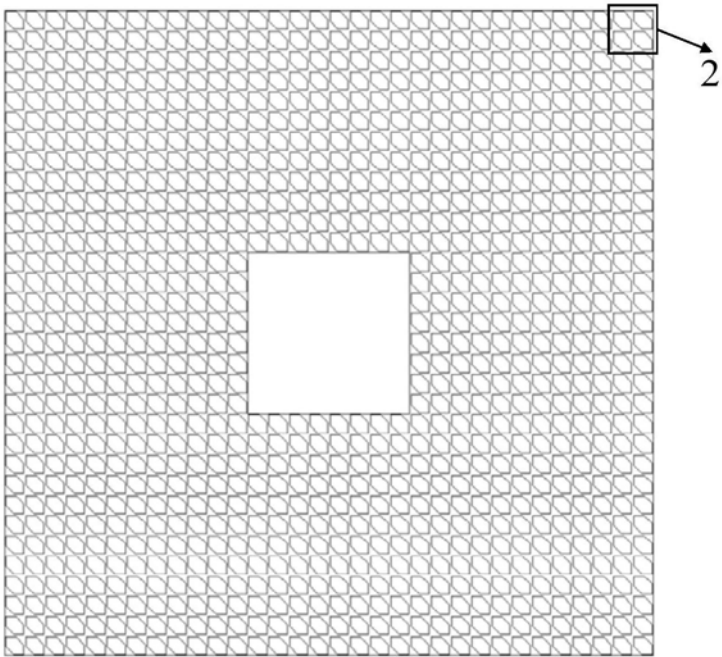


图4

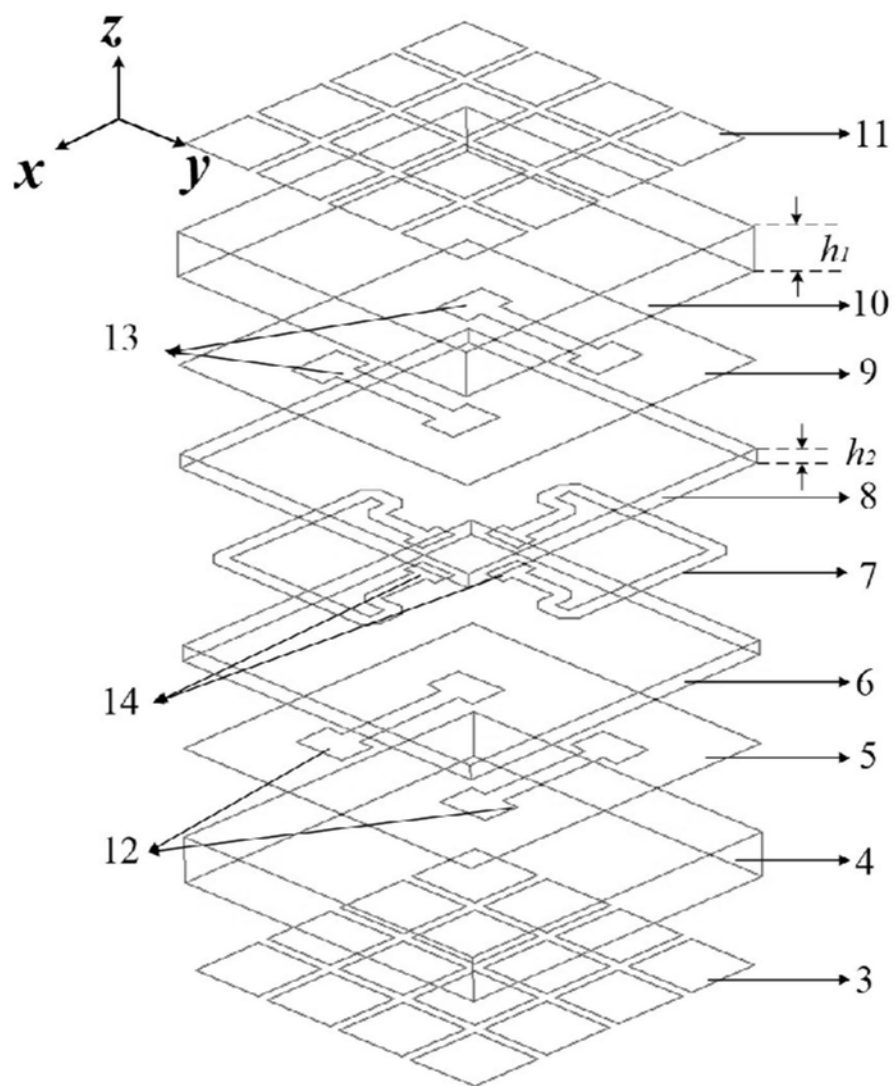


图5

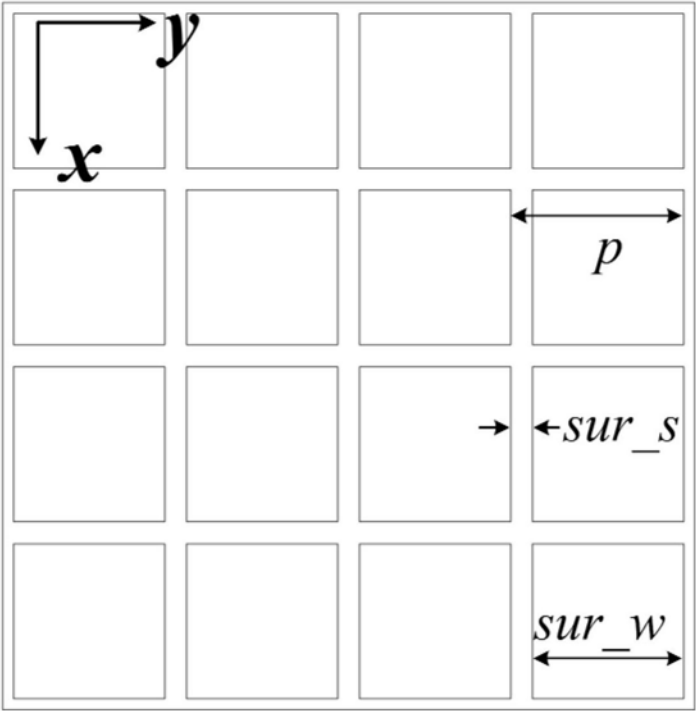


图6

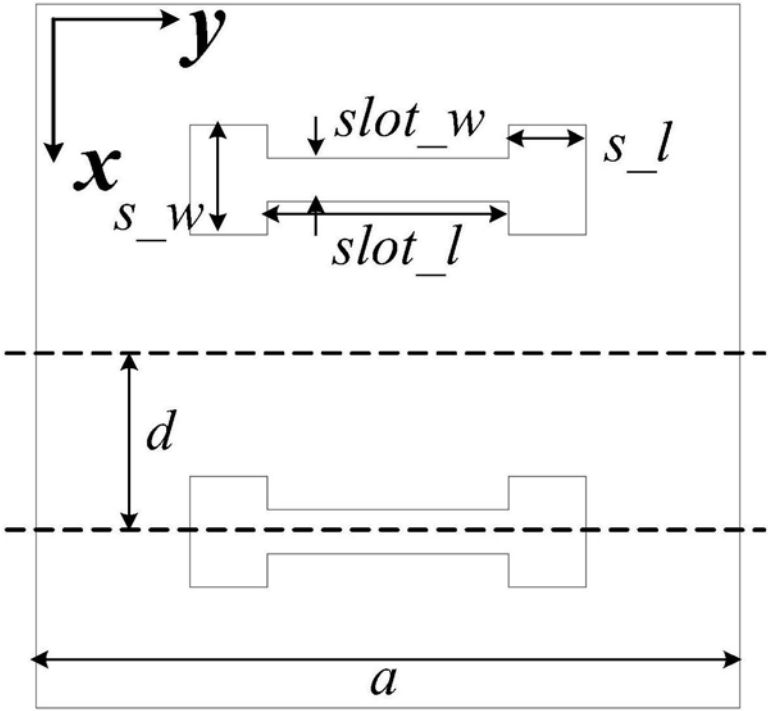


图7

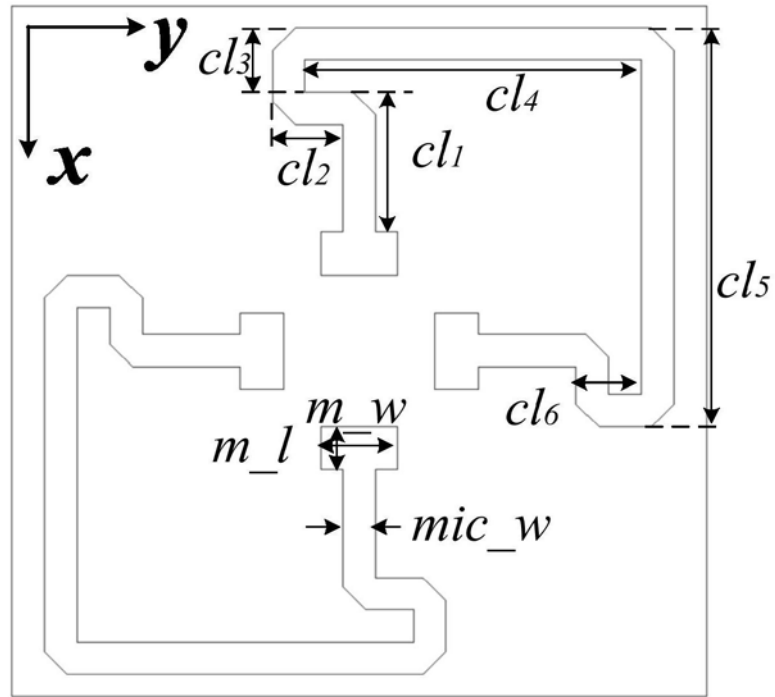


图8

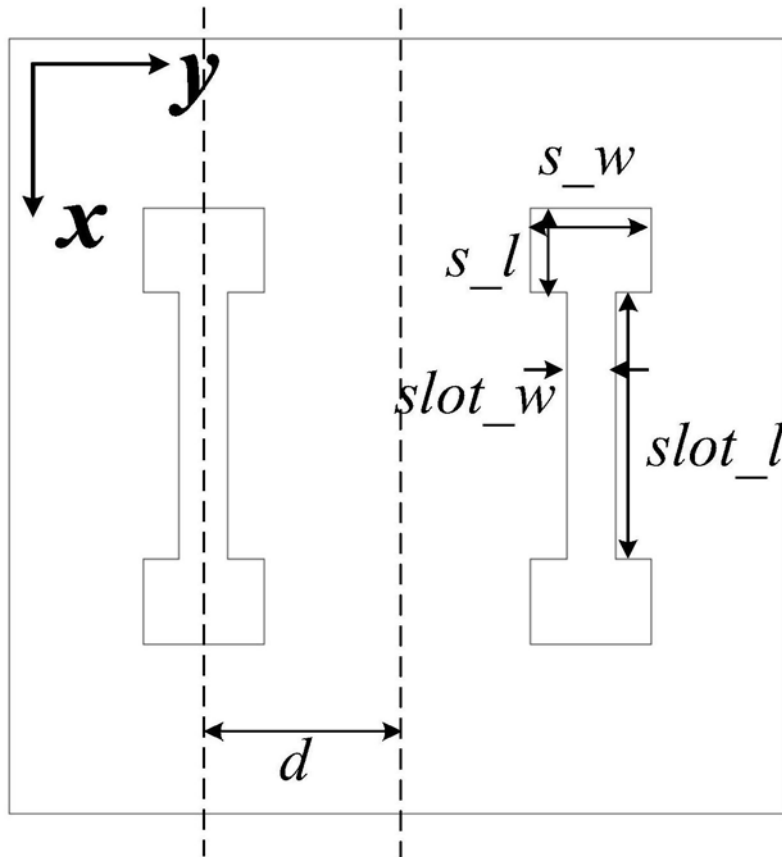


图9

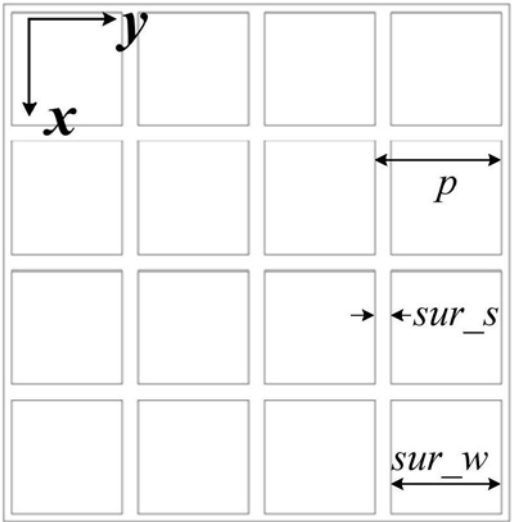


图10

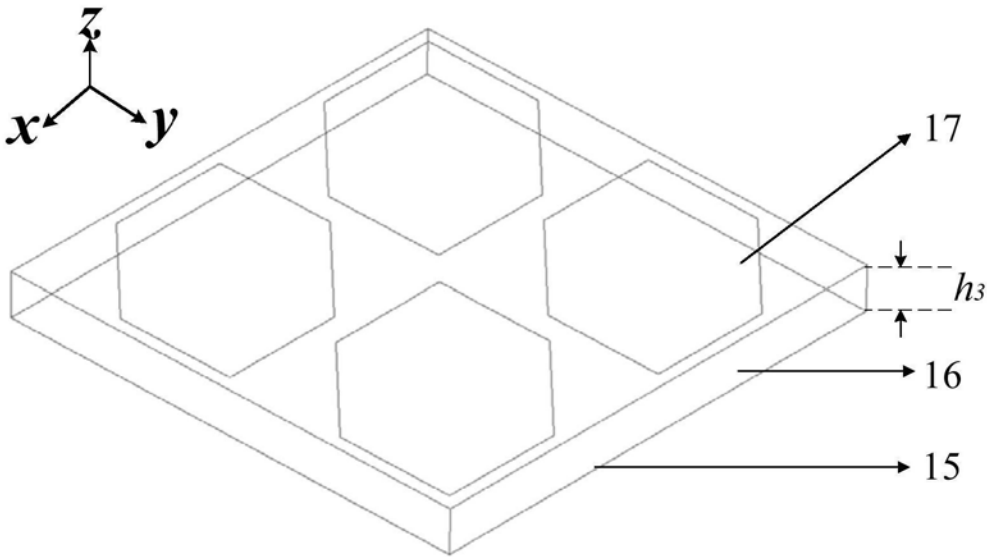


图11

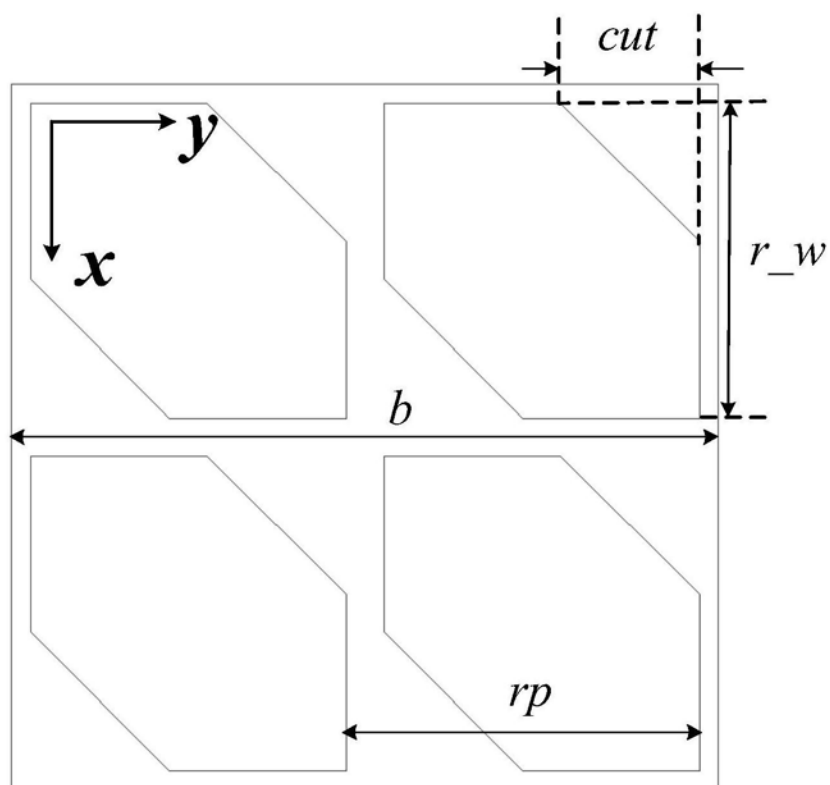


图12

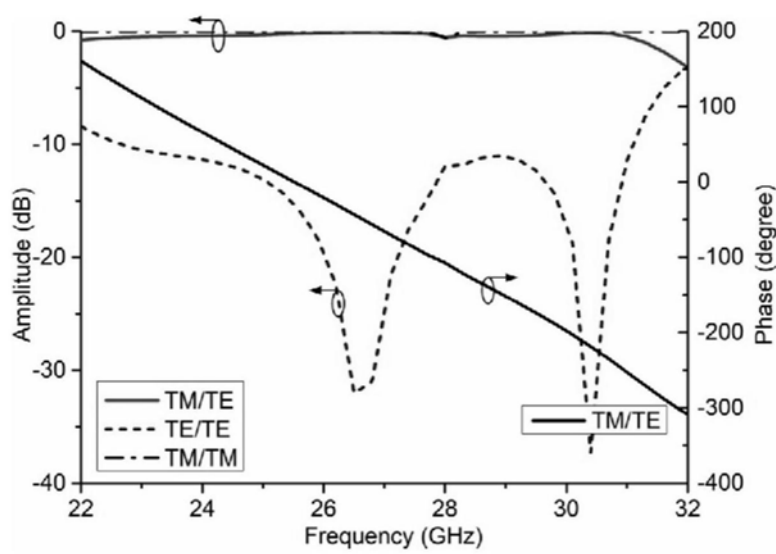


图13

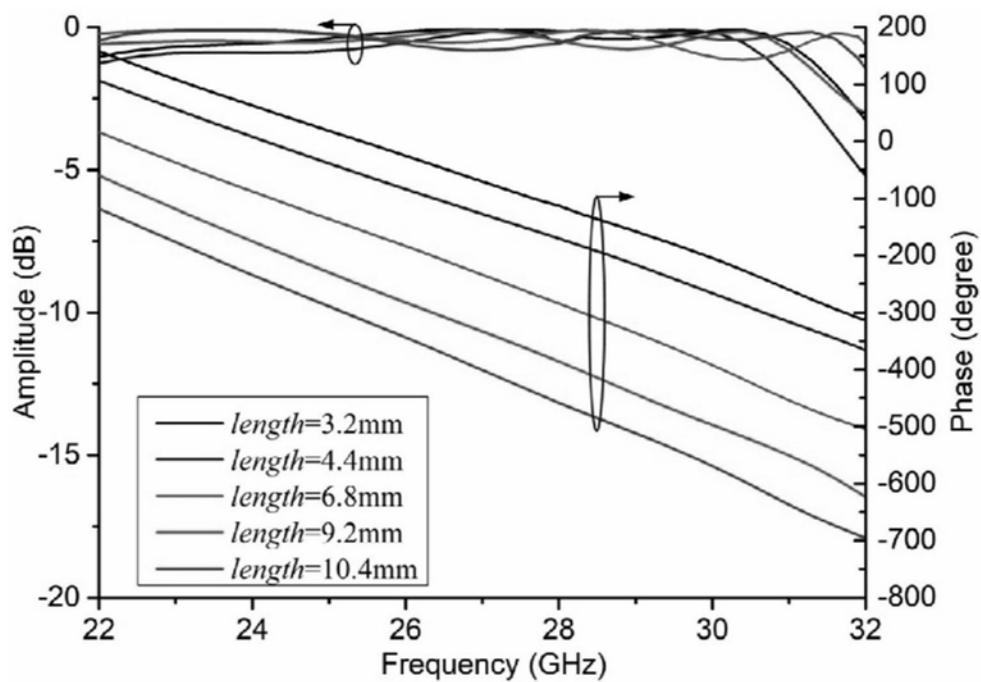


图14

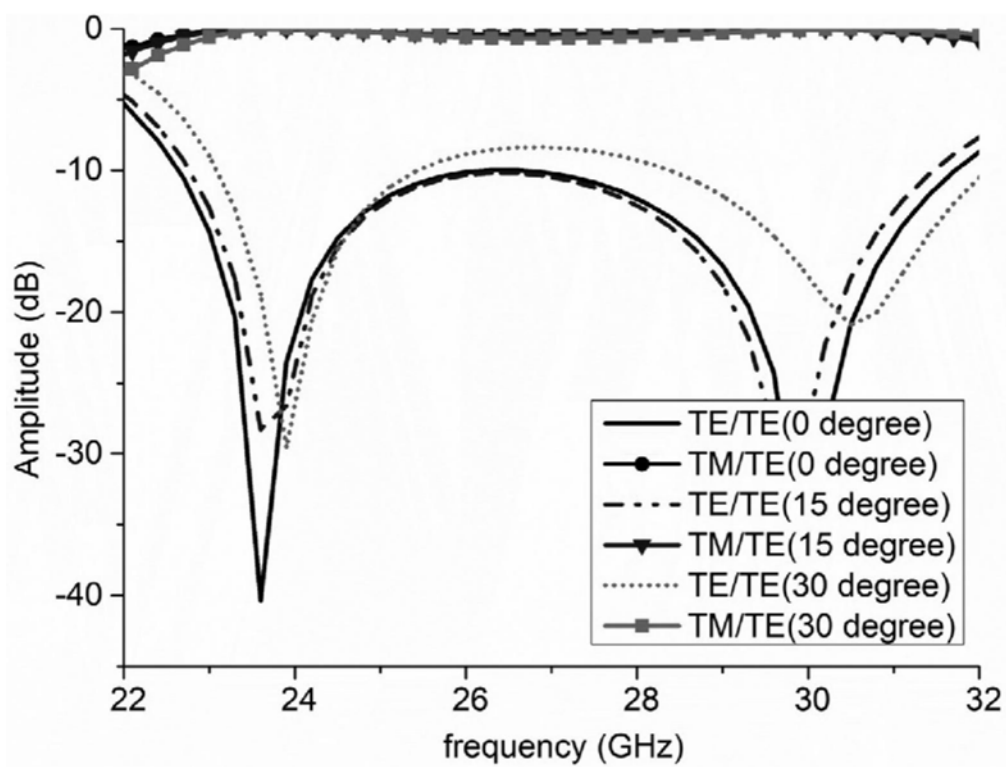


图15

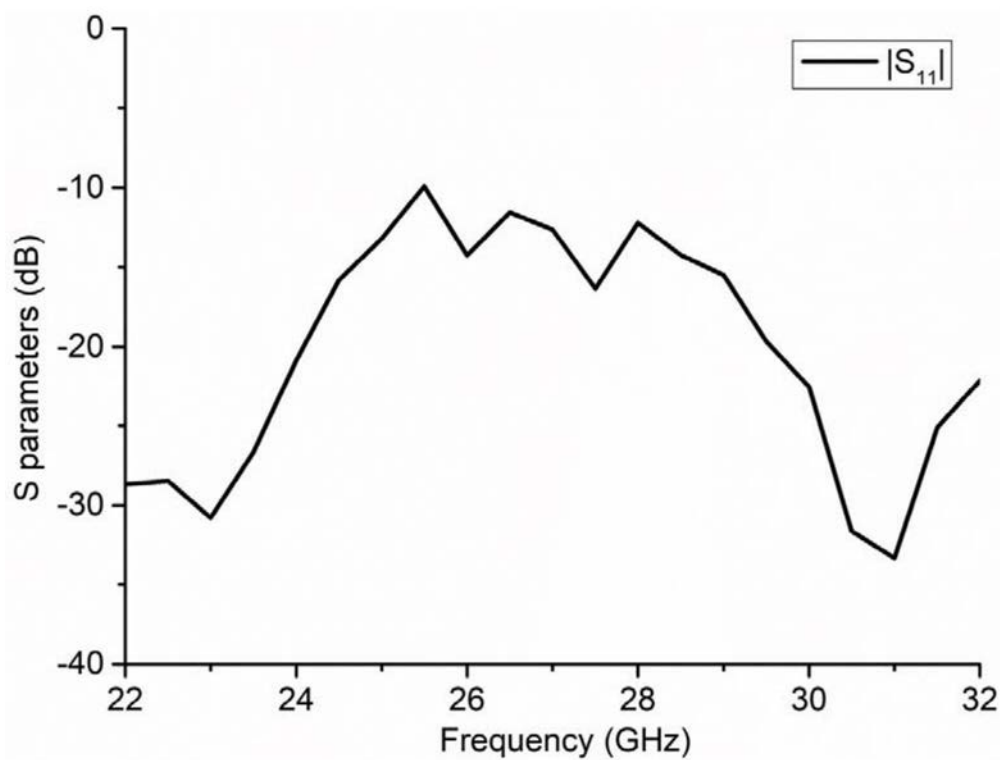


图16

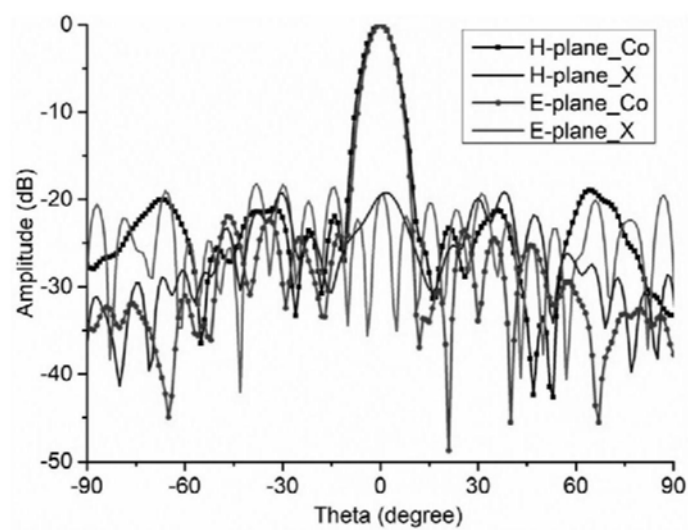


图17

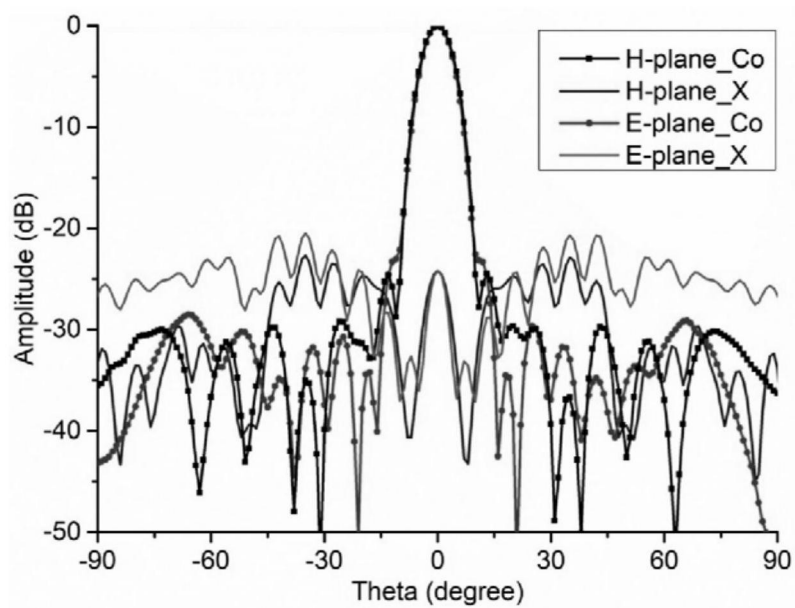


图18

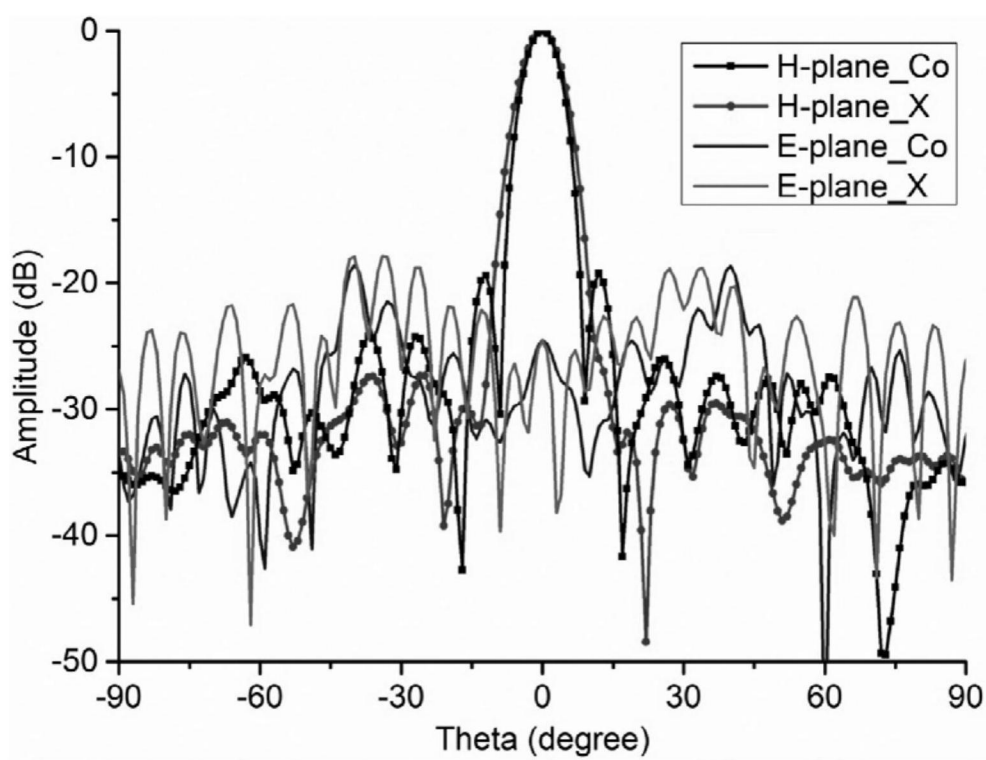


图19

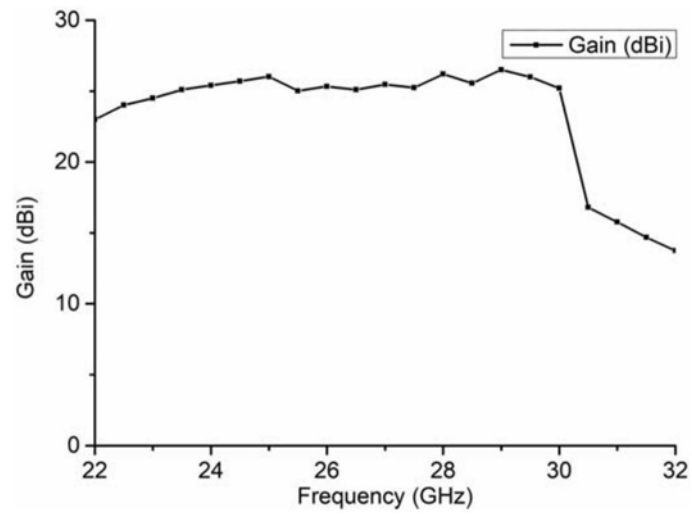


图20