



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 113078471 A

(43)申请公布日 2021.07.06

(21)申请号 202010003703.5

(22)申请日 2020.01.03

(71)申请人 南京大学

地址 210046 江苏省南京市栖霞区仙林大道163号

(72)发明人 纪小丽 王珂 廖轶明

(74)专利代理机构 江苏法德东恒律师事务所
32305

代理人 李媛媛

(51) Int. Cl.

H01Q 13/02(2006.01)

H01Q 15/16(2006.01)

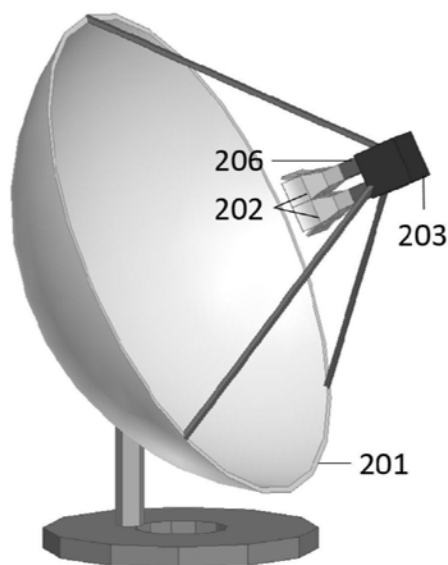
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

一种反射面和差网络天线

(57)摘要

本发明提出了一种反射面和差网络天线。该天线包括反射面天线、馈源以及和差网络，馈源连接至和差网络，其中，馈源采用单耳型喇叭，两个以上的单耳型喇叭成对对称分布在反射面天线焦点的两侧；单耳型喇叭为角锥喇叭的形状，喇叭口的边缘延伸设置有单耳结构。本发明提出的新型反射面和差网络天线，为馈源对反射面天线的遮挡问题提供了一种有效解决办法，能够在减小馈源相位中心相对反射面焦点偏移的同时得到高增益、低副瓣、低零值深度和高度对称的扇形和差波束。



1. 一种反射面和差网络天线,包括反射面天线、馈源以及和差网络,馈源连接至和差网络,其特征在于,所述馈源采用单耳型喇叭,两个以上的单耳型喇叭成对对称分布在反射面天线焦点的两侧;所述单耳型喇叭为角锥喇叭的形状,喇叭口的边缘延伸设置有单耳结构。

2. 根据权利要求1所述的一种反射面和差网络天线,其特征在于,所述反射面天线为抛物面天线、卡塞格伦天线、格里高利天线或者盒式反射面天线。

3. 根据权利要求1所述的一种反射面和差网络天线,其特征在于,所述单耳结构为向外侧翻边的弧面结构。

4. 根据权利要求3所述的一种反射面和差网络天线,其特征在于,所述弧面结构为圆柱面、椭圆柱面或抛物柱面的一部分。

5. 根据权利要求1所述的一种反射面和差网络天线,其特征在于,多个单耳型喇叭组成阵列时,单耳结构位于整个阵列的最外侧。

6. 根据权利要求1所述的一种反射面和差网络天线,其特征在于,每个单耳型喇叭通过波导连接至和差网络。

一种反射面和差网络天线

技术领域

[0001] 本发明涉及射频天线领域,具体涉及一种利用单耳型喇叭作为馈源的和差网络天线结构。

背景技术

[0002] 近年来,毫米波雷达技术日益成熟,与红外相比,毫米波的大气衰减小、对烟雾灰尘具有更好的穿透性、受天气影响小,这些优异性能决定了毫米波雷达具有全天时全天候的工作能力,在交通监管、安防布控、目标搜寻等方面有着广泛的工程应用。天线作为毫米波雷达重要的组成部分,性能的好坏直接影响了雷达的探测和跟踪能力。

[0003] 国内外对毫米波雷达天线进行了许多研究,如偏馈反射面天线、多波束天线、单脉冲天线等。反射面和差网络天线是单脉冲天线中的重要一种。如附图1所示,这类天线主要由反射面天线101、馈源喇叭102及和差器103等构成。反射面天线101是一个旋转抛物面,起到接收和发射的作用;馈源由两个以上的喇叭组成并成对放置在抛物面焦点附近,每个馈源用波导104连接并输出信号进入到和差器103中得到对应方位的和波束与差波束。

[0004] 反射面和差网络天线中使用的喇叭馈源一般由标准波导扩展而成,它作为初级照射器起着输出能量的作用,喇叭馈源自产生以来发展形式多样,其中A.J.Simons和R.E.Lawrie首次提出的圆锥波纹喇叭在后来获得了大量的应用与改进,被广泛用作反射面天线的馈源,另有多模喇叭、变张角喇叭等许多形式的喇叭(Review of Soft and Hard Horn Antennas,Including Metamaterial-Based Hybrid-Mode Horns[J].IEEE Antennas and Propagation Magazine,2010,vol.52,no.2,pp.31-39)。但对于正馈式反射面天线,馈源喇叭需要安装于抛物面焦点上,会不可避免地对抛物面的口面场中心部位产生遮挡,使得方向图的主瓣能量减小,并发生多次反射,影响天线口面场的电场分布,最终导致和差波束的主瓣电平的降低、副瓣电平上升、天线增益降低,严重时还会使得方向图主瓣变形。为了克服正馈型天线的馈源遮挡这一缺点,也可以采用偏馈的方法(Offset-parabolic-reflector antennas:A review[J].Proceedings of the IEEE,1978,vol.66,no.12,pp.1592-1618),但偏馈型的天线不利于形成具有良好形状的和差波束。这是因为偏馈时馈源的等效相位中心会很大程度上偏离反射面天线的焦点,随着相位中心与抛物面焦点之间距离的增大,偏焦问题会很严重,一方面会影响和差波束的性能,使得旁瓣提高、波束变形和零值深度变大,极不利于满足天线高分辨等性能要求;另外一方面偏馈使得天线结构的设计难度增大,必要时为了达到性能指标,还需要对喇叭馈源进行复杂的赋形,最终导致天线的总体尺寸变大,致使天线的安装固定、使用寿命难以保证。

发明内容

[0005] 针对目前正馈型反射面和差网络天线存在的遮挡、偏焦问题,本发明提出了一种新型的反射面和差网络天线,这种天线利用馈源赋形手段,让喇叭馈源的边缘延伸为单耳结构,在该简单结构的基础上,改变了馈源喇叭的能量照射分布,配合反射面可以减少信号

的二次反射,在一定程度上削弱了馈源的遮挡效应,另一方面,这种天线结构在扩展的过程中相位中心的变化几乎为0,因此能够在减小馈源相位中心相对抛物面焦点偏移的同时得到高增益、低副瓣、低零值深度和高度对称的和差波束。

[0006] 本发明采用的技术方案如下:

[0007] 一种反射面和差网络天线,包括反射面天线、馈源以及和差网络,馈源连接至和差网络,所述馈源采用单耳型喇叭,两个以上的单耳型喇叭成对对称分布在反射面天线焦点的两侧;所述单耳型喇叭为角锥喇叭的形状,喇叭口的边缘延伸设置有单耳结构。

[0008] 进一步地,所述反射面天线为抛物面天线、卡塞格伦天线、格里高利天线或者盒式反射面天线。

[0009] 进一步地,所述单耳结构为向外侧翻边的弧面结构。

[0010] 进一步地,所述弧面结构为圆柱面、椭圆柱面或抛物柱面的一部分。

[0011] 进一步地,多个单耳型喇叭组成阵列时,单耳结构位于整个阵列的最外侧。

[0012] 进一步地,每个单耳型喇叭通过波导连接至和差网络。

[0013] 本发明的反射面和差网络天线与传统和差天线相比,本发明具有以下有益效果:

[0014] (1) 通过对喇叭馈源的创新结构设计,可在一定程度上减少传统反射面天线馈源的遮挡效果;

[0015] (2) 使用成对的单耳型喇叭馈源,能够减小喇叭馈源相位中心相对抛物面焦点的偏移量;

[0016] (3) 本发明在对喇叭口径、单耳结构形状大小、天线口径等合适参数设计基础上,可应用于任意毫米波频段。

[0017] (4) 本发明的天线形状和结构较为简单,易于制造,同时可以得到高增益、低旁瓣、低零值深度和高度对称的扇形和差波束,有利于提高雷达性能。

附图说明

[0018] 图1为传统反射面和差网络天线的结构简图。

[0019] 图2为本发明实施例中一种反射面和差网络天线的结构示意图。

[0020] 图3为本发明实施例中一种单耳型喇叭馈源结构示意图。

[0021] 图4为本发明实施例中一种盒式反射面天线结构示意图,(a)为整体结构图,(b)为分解结构图。

[0022] 图5为本发明实施例中另一种单耳型喇叭馈源结构示意图。

[0023] 图6为本发明实施例中的76.5GHz下使用一般喇叭及单耳型喇叭方位面和波束方向图。

[0024] 图7为本发明实施例中的76.5GHz下使用一般喇叭及单耳型喇叭方位面差波束方向图。

具体实施方式

[0025] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。显然,所描述的实施例只是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。所描述的实施例仅用于图示说明,而不是对本发明范围的限制。基于本发明的实施

例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明的保护范围。

[0026] 实施例1

[0027] 参照图2、图3,本实例设计为一个 2×2 阵列馈源的反射面天线,设计步骤如下:本实例的 2×2 阵列反射面天线包括反射面天线201、成对的单耳型喇叭馈源202以及和差网络203。该天线中反射面天线201、和差网络203、标准波导为常见结构。其单耳型喇叭馈源202由标准波导结构204扩展为喇叭天线,并使其两边延伸出单耳结构205。应当注意的是,在此实例中,因为馈源阵列为 2×2 结构,因此每个馈源喇叭均为单耳型喇叭馈源,所有的单耳结构均为一段圆柱面,其半径为R,角度为 Φ ,所有单耳结构合起来包裹了整个阵列的最外侧。如果馈源阵列有大于2行或者2列的喇叭馈源,则只需要使得阵列最外围的喇叭使用单耳型喇叭馈源,让单耳结构围住整个阵列的最外侧即可,内部馈源不做要求。喇叭馈源使用正馈式,每个馈源用波导206与和差器连接,通过和差网络,上方一行的一对馈源与下方一行的一对馈源获得的信号做和差得到对应的俯仰角和波束与差波束,左边一列的一对馈源与右边一列的一对馈源获得的信号做和差得到对应的方位角和波束与差波束。

[0028] 实施例2

[0029] 本实例所设计波束形状为扇形波束,工作频率范围为76~77GHz,工作模式做水平扫描,结构选用盒式反射面天线。

[0030] 本发明属于正馈式抛物反射面天线,设计步骤如下:如图4所示,扇形和差波束水平扫描盒式天线由一个反射面天线301、一对金属板302、一对过渡结构304、一对单耳型喇叭馈源303、弯波导305以及和差网络306组成。首先确定抛物反射面的形貌大小。根据中心工作频率76.5GHz计算出对应的工作波长 λ 约为3.92mm,然后抛物反射面的矩形口面场的口径D(D_E 和 D_H)分别由和波束的目标方位角和俯仰角估计得出,经验公式如下:

$$[0031] \quad \theta_{3dB} = K (50^\circ \sim 90^\circ) \frac{\lambda}{D}$$

[0032] 这里的K值为一个估计值,可先在范围内取中间值,估算出天线方位与俯仰方向的口径D(D_E 或 D_H)。接着选取合适的焦径比 f/D 确定出抛物反射面的形貌大小及其焦点O,为了综合高性能和小体积的要求,焦径比应该取得相对小一些。金属板302的大小由前面设计的抛物反射面301的焦距f、口径D决定,上下两块金属板302本身完全相同且互相平行,将抛物反射面301和喇叭馈源303夹在金属板中间,且抛物反射面的口径 D_E 与喇叭馈源的口径 D_E' 互相平行并垂直于上下两块金属板平面。两个过渡结构与各自相连接的金属板之间夹角为 θ 。弯波导305从盒子底面打孔穿出将喇叭馈源303与和差网络306连接起来。

[0033] 本实施例的单耳型喇叭馈源结构304如图5所示,根据目标频率要求,选取标准波导401,然后将其扩展为常规的角锥喇叭,其口径长度分别为 D_E' 和 D_H' ,要求馈源喇叭的方位、俯仰方向上的-10dB波束宽度刚好照射于抛物反射面的边缘。然后再将其一边向外延伸为1/4的椭圆形单耳结构402,a和b分别为椭圆的半长轴和半短轴。喇叭的口面场与抛物面天线口面场平行,两个馈源的方位面等效相位中心对称分布于抛物面焦点的两侧,最后通过仿真软件优化天线的各项参数得到最终符合要求的天线结构。

[0034] 根据优化求解计算,得到了工作频率范围为76~77GHz的扇形和差波束水平扫描盒式天线。其中图6为76.5GHz下使用一般喇叭及单耳型喇叭方位面和波束方向图,可以看

到二者都满足设计指标要求。其中一般喇叭的和波束增益为28.6dBi,与之相比,使用了单耳型喇叭馈源的天线和波束增益稍有下降但基本相同,约为28.1dBi。其提高的性能主要体现在副瓣电平SLL从一般结构的-21.6db下降到单耳型结构的-22.8db,积分旁瓣比则下降的更多,从一般结构的-9.6db到单耳型结构的-11.5。这说明,单耳型结构盒式天线能够减少馈源对抛物面的遮挡效果,提高天线主瓣功率性能,抑制旁瓣,增强了天线的抗干扰能力和定向辐射能力。图7为76.5GHz下使用一般喇叭及单耳型喇叭方位面差波束方向图。其中一般结构下的差波束零值深度为-41db,最大增益为23.8,而单耳型结构的差波束零值深度为-52.6db,最大增益为26.3,说明单耳型结构具有高度对称性,其馈源相对于焦点的偏移量更小,产生的误差信号便更小,最大增益更高。这些结果说明该天线在指标上完全符合设计目标要求,且性能相对传统的盒式反射面天线有一定程度的提升。

[0035] 本领域技术人员可以理解附图只是一个优选实例的示意图,并不用于限制本发明,本发明不限制于盒式反射面天线,也包括抛物面、卡塞格伦、格里高利等反射面天线,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,均应包含在本发明的保护范围之内。

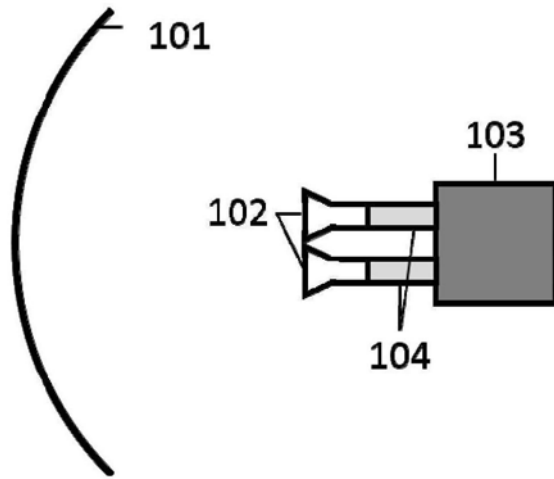


图1

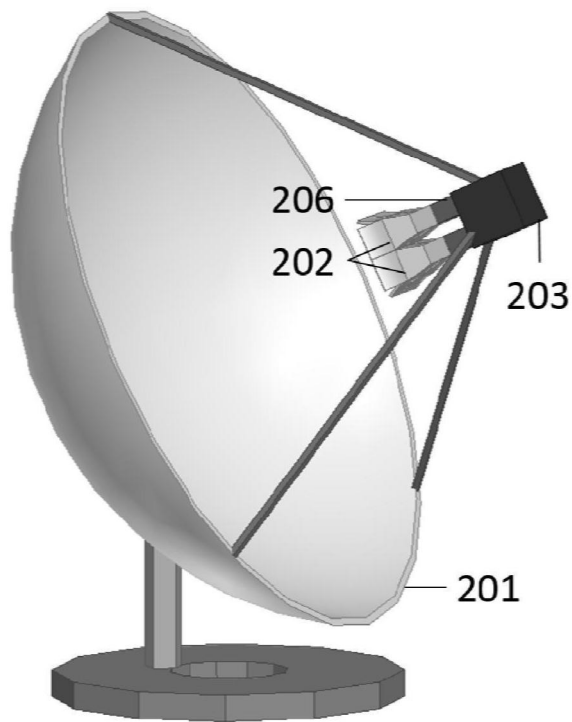


图2

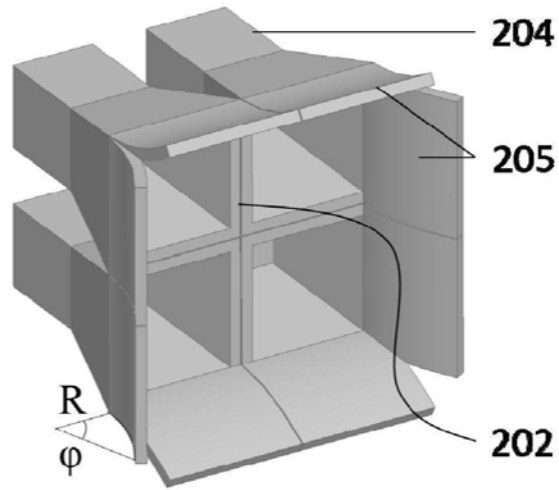


图3

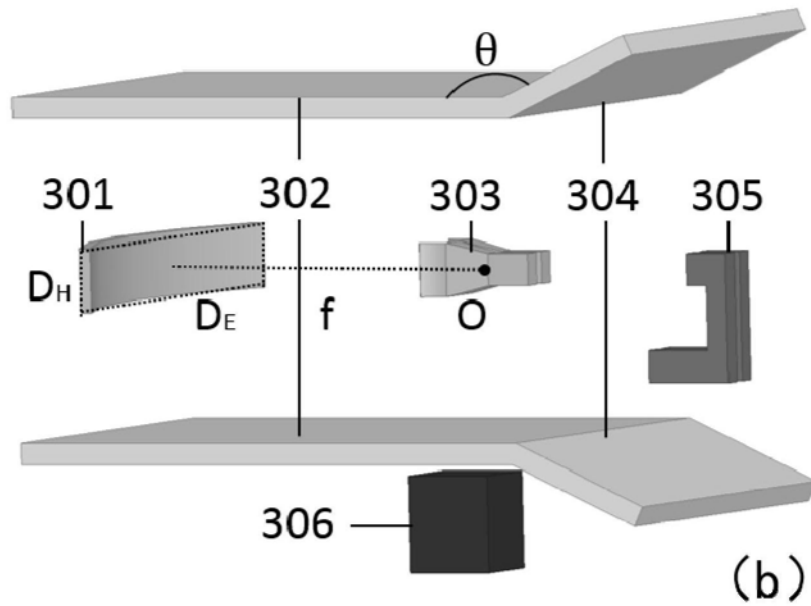
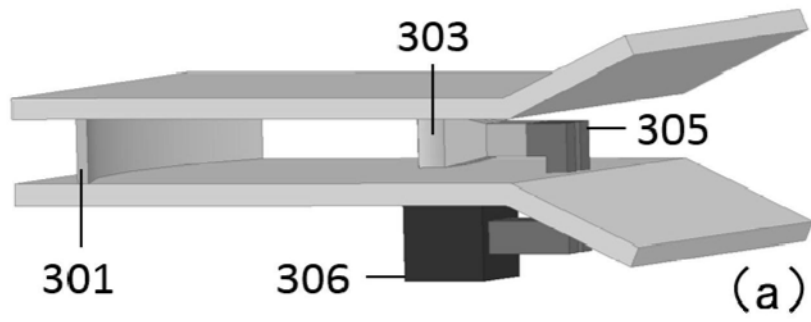


图4

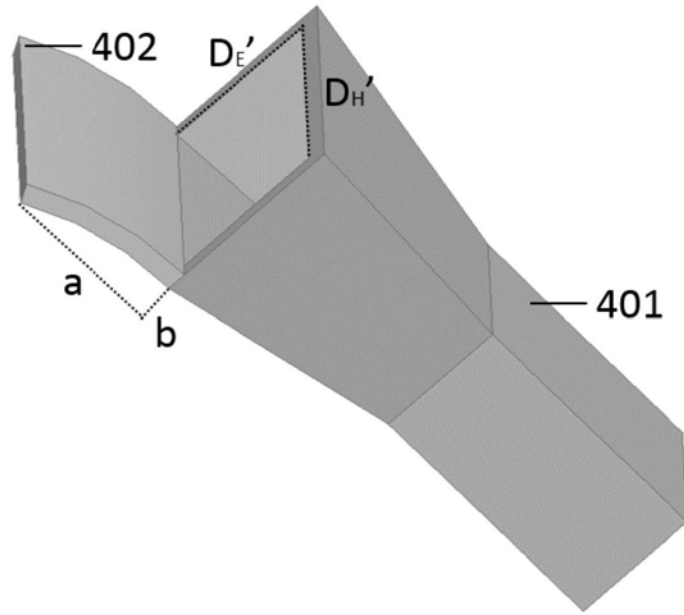


图5

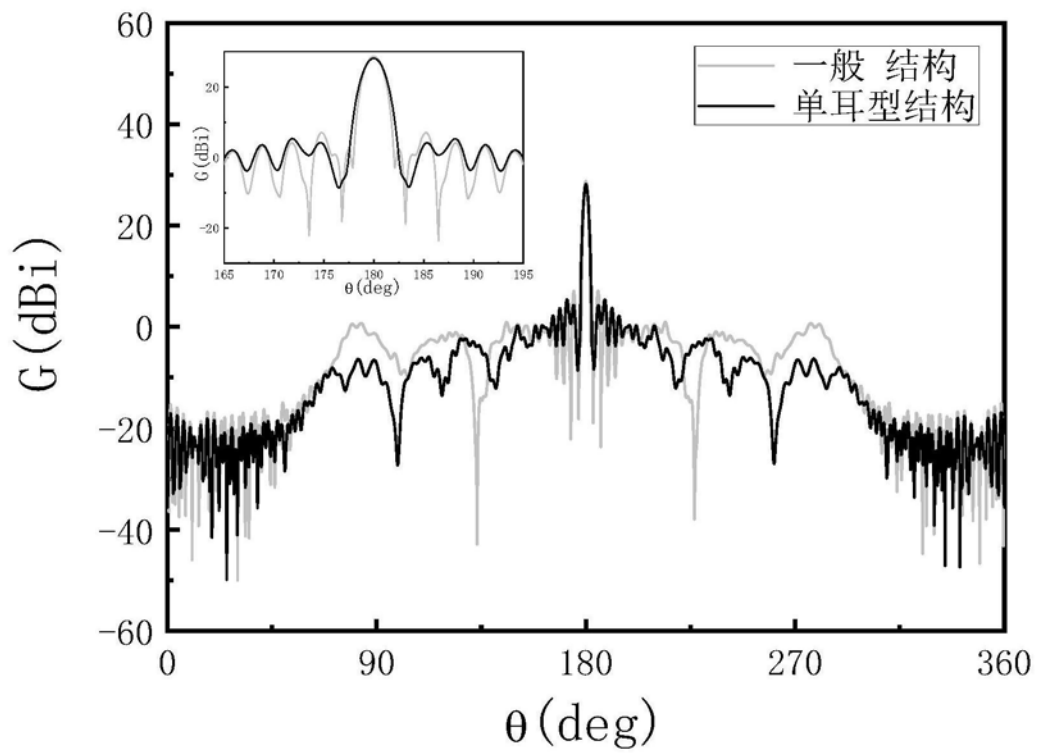


图6

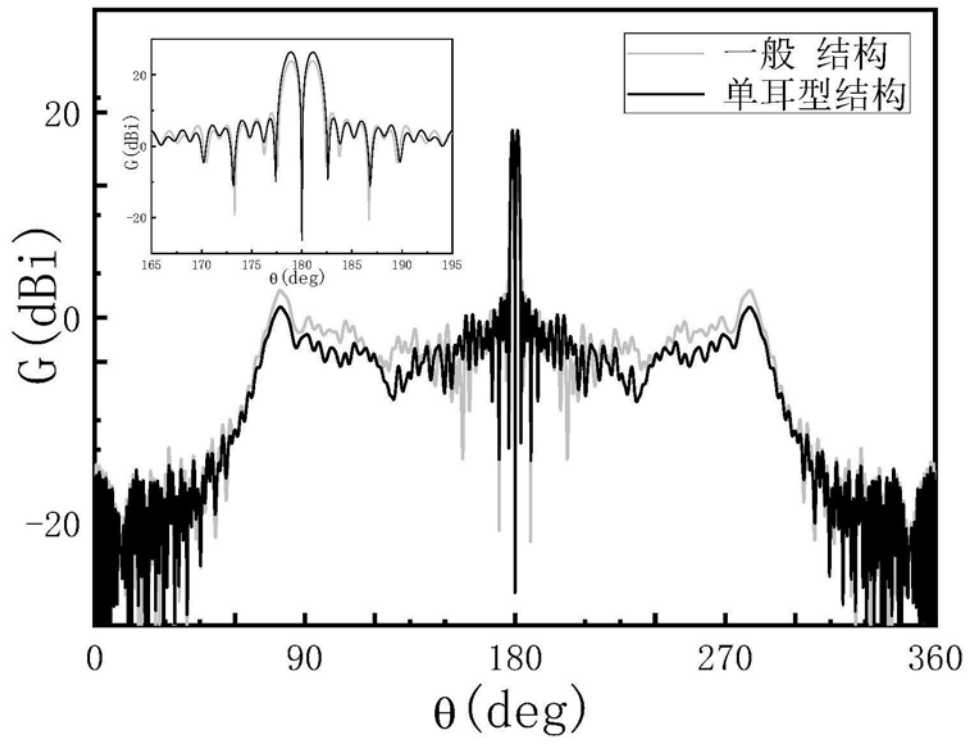


图7