



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117293551 B

(45) 授权公告日 2024.01.23

(21) 申请号 202311579108.6

CN 114865330 A, 2022.08.05

(22) 申请日 2023.11.24

JP 2003131390 A, 2003.05.09

(65) 同一申请的已公布的文献号

RU 1800530 C, 1993.03.07

申请公布号 CN 117293551 A

US 2018188441 A1, 2018.07.05

(43) 申请公布日 2023.12.26

US 2019027823 A1, 2019.01.24

(73) 专利权人 壹新信通科技(成都)有限公司

US 2022158354 A1, 2022.05.19

地址 610000 四川省成都市温江区永宁街
道八一路南段128号9栋附5号

CN 115548698 A, 2022.12.30

Hongxin Zeng等.Grating dielectric lens for terahertz multibeam.《2022 47th International Conference on Infrared, Millimeter and Terahertz Waves》.2022,1-2.

(72) 发明人 郭海龙 周泓机 董亚洲 余江华

王昆.基于微小透镜的太赫兹阵列天线关键技术研究.《全国优秀硕士学位论文全文数据库》.2019,20-67.

(74) 专利代理机构 四川中代知识产权代理有限公司 51358

专利代理师 袁林

胡延文.基于人工电磁媒质的电磁波极化调控研究及应用.《万方学位论文库》.2022,15-98.

(51) Int. Cl.

H01Q 13/02 (2006.01)

H01Q 19/08 (2006.01)

H01Q 15/08 (2006.01)

H01Q 1/52 (2006.01)

Mei Sun.Circularly Polarized Switched Beams Grid Array Antenna for mm-Wave Systems.《2019 IEEE Asia-Pacific Microwave Conference (APMC)》.2019,1598-1600.

(56) 对比文件

CN 109643839 A, 2019.04.16

CN 114609610 A, 2022.06.10

审查员 王莹莹

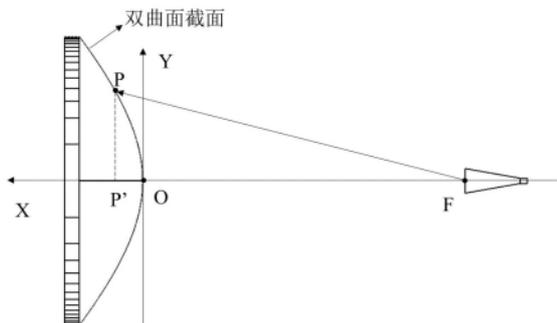
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种太赫兹多波束介质天线

(57) 摘要

本发明涉及一种太赫兹多波束介质天线,涉及太赫兹技术领域,包括馈源喇叭天线和光栅介质透镜。馈源喇叭天线用于输入太赫兹波并产生太赫兹球面波,馈源喇叭天线采用矩形喇叭天线;光栅介质透镜用于将太赫兹球面波转化为太赫兹多波束信号;光栅介质透镜包括透镜部件和圆形光栅部件,透镜部件为包括凸面和平面的凸透镜,在平面的一侧设置有所述圆形光栅部件。圆形光栅部件包括间隔排列的多个光栅,任意两个相邻光栅的间距一致,且所述多个光栅的宽度和高度一致。以上采用单馈源和简单光栅结构,获得较高增益、多波束角度的方向图分布,省去了复杂的移相网络和多馈源结构。



CN 117293551 B

1. 一种太赫兹多波束介质天线,其特征在于,包括馈源喇叭天线和光栅介质透镜;

所述馈源喇叭天线(1)用于输入太赫兹波并产生太赫兹球面波;所述馈源喇叭天线(1)采用矩形喇叭天线,张开终端为矩形,矩形波导的波导端尺寸选用工作在太赫兹频段的波导尺寸,所述矩形喇叭天线的方向图中E面和H面的方向图曲线在主瓣范围内重合;

所述光栅介质透镜(2)用于将所述太赫兹球面波转化为太赫兹多波束信号;所述光栅介质透镜(2)包括透镜部件和圆形光栅部件,所述透镜部件为包括凸面和平面的凸透镜,在所述平面的一侧设置有所述圆形光栅部件;

所述凸面采用双曲面结构,该双曲面的剖面方程包括:

$$(n^2-1)x^2+2(n-1)fx-y^2=0,$$

其中, n 表示透镜部件的材料折射率, f 表示双曲面焦点横坐标的绝对值;以所述凸面的顶点为双曲面所在双曲线的弧形中点及直角坐标系 xy 的原点,且凸面的突出方向为 X 轴的负方向;

所述馈源喇叭天线(1)的开口正对光栅介质透镜(2)的凸面设置,且将开口的中心设置于所述双曲面的焦点处;

所述圆形光栅部件包括间隔排列的多个光栅,任意两个相邻光栅的间距一致,且所述多个光栅的宽度和高度一致;其中,任意两个相邻光栅的中心距离,基于需要的侧波束数量、侧波束中心角度和太赫兹波波长确定;任意两个相邻光栅的间距,基于增益的需求设置;光栅的宽度=任意两个相邻光栅的中心距离-任意两个相邻光栅的间距,光栅的高度基于加工工艺的需求确定。

2. 如权利要求1所述的太赫兹多波束介质天线,其特征在于,所述多个光栅的光栅数量至少为3,所述光栅的数量基于圆形光栅部件的直径、两个相邻光栅的间距和两个相邻光栅的中心距离确定。

3. 如权利要求2所述的太赫兹多波束介质天线,其特征在于,所述的所述光栅的数量基于圆形光栅部件的直径、两个相邻光栅的间距和两个相邻光栅的中心距离确定,包括:

$$(D+d)/p-1 \leq N \leq (D+d)/p,$$

其中, D 表示圆形光栅部件的直径, d 表示两个相邻光栅的间距, p 表示两个相邻光栅的中心距离, N 表示光栅的数量。

4. 如权利要求1所述的太赫兹多波束介质天线,其特征在于,所述的任意两个相邻光栅的中心距离,基于需要的侧波束数量、侧波束中心角度和太赫兹波波长确定,包括:

$$p=k\lambda/\sin\theta,$$

其中, p 表示两个相邻光栅的中心距离, k 表示干涉级数,侧波束数量为 $2k$, λ 表示太赫兹波波长, θ 表示侧波束中心角度, $p>\lambda$ 。

5. 如权利要求1所述的太赫兹多波束介质天线,其特征在于,所述光栅的高度基于加工工艺的需求和侧波束的增益比重确定。

6. 如权利要求1所述的太赫兹多波束介质天线,其特征在于,所述圆形光栅部件的直径与所述平面的直径一致。

7. 如权利要求1所述的太赫兹多波束介质天线,其特征在于,所述透镜部件和圆形光栅部件采用同样的介质材料一体成型。

8. 如权利要求7所述的太赫兹多波束介质天线,其特征在于,所述介质材料采用透射率

高于80%的材料。

9. 如权利要求8所述的太赫兹多波束介质天线,其特征在于,所述介质材料采用聚四氟乙烯、聚甲基戊烯或聚乙烯。

10. 如权利要求1所述的太赫兹多波束介质天线,其特征在于,所述太赫兹多波束信号包括一个中心波束和两个侧波束,两个相邻光栅的中心距离=2mm,两个相邻光栅的间隔=1mm,光栅的高度=1.5mm。

一种太赫兹多波束介质天线

技术领域

[0001] 本发明涉及太赫兹通信技术领域,具体涉及一种太赫兹多波束介质天线。

背景技术

[0002] 太赫兹是指频率在0.1THz-10THz(波长在0.03mm-3mm)范围内的电磁波,位于毫米波和红外光之间的频谱区域。太赫兹通信是一种利用太赫兹波进行信息传输的无线通信技术。近年来,太赫兹通信系统的快速发展增加了对高性能太赫兹天线的需求。在一般应用场景中,传统的点对点太赫兹通信只能使太赫兹波束向一个方向辐射,因此只能在一个区域内进行有效通信。然而在室内环境下,高增益单波束天线发射波束窄、覆盖范围小,建立太赫兹通信有必要通过增加天线数量或者使用波束赋形天线来扩大覆盖区域。

[0003] 为了满足这些要求,目前已经有阵列天线来创建多波束辐射的方法,将多个单元天线组合在一起形成一个天线阵列,从而实现对不同方向的发射或接收信号进行独立控制。阵列天线通常需要组合馈源、复杂的移相电路等单元结构,而这些结构也随之尺寸规模增加变得更加繁冗。除此之外,也有利用太赫兹超表面天线实现多波束辐射的方法,通常是一种由周期性排列的亚波长结构组成的平面结构。这种结构通过改变超表面上的单元结构(如开关、调谐器等)的状态和参数,可以实现对辐射波束的调控。然而太赫兹超表面天线的设计和制作由于需要考虑亚波长的结构变得较为复杂。另外,太赫兹超表面天线嵌入式的结构和材料特性导致天线的辐射效率降低,增大了能量损耗。

[0004] 上述方法都是通过创建多波束辐射来扩大其覆盖范围,除此之外,增加天线数量虽然能够提高覆盖范围,却增加系统的成本、复杂度和功耗等。

[0005] 上述内容仅用于辅助理解本发明的技术方案,并不代表承认上述内容是现有技术。

发明内容

[0006] 本申请要解决的技术问题是提供一种太赫兹多波束介质天线,具有结构简单,且信号的衰减和干扰较小的特点。

[0007] 第一方面,一种实施例中提供一种太赫兹多波束介质天线,包括馈源喇叭天线和光栅介质透镜;

[0008] 所述馈源喇叭天线用于输入太赫兹波并产生太赫兹球面波;所述馈源喇叭天线采用矩形喇叭天线,张开终端为矩形,矩形波导的波导端尺寸选用工作在太赫兹频段的波导尺寸,所述矩形喇叭天线的方向图中E面和H面的方向图曲线在主瓣范围内重合;

[0009] 所述光栅介质透镜用于将所述太赫兹球面波转化为太赫兹多波束信号;所述光栅介质透镜包括透镜部件和圆形光栅部件,所述透镜部件为包括凸面和平面的凸透镜,在所述平面的一侧设置有所述圆形光栅部件;

[0010] 所述凸面采用双曲面结构,该双曲面的剖面方程包括:

[0011] $(n^2-1)x^2+2(n-1)fx-y^2=0,$

[0012] 其中, n 表示透镜部件的材料折射率, f 表示双曲面焦点横坐标的绝对值;以所述凸面的顶点为双曲面所在双曲线的弧形中点及直角坐标系 xy 的原点,且凸面的突出方向为 X 轴的负方向;

[0013] 所述馈源喇叭天线的开口正对光栅介质透镜的凸面设置,且将开口的中心设置于所述双曲面的焦点处;

[0014] 所述圆形光栅部件包括间隔排列的多个光栅,任意两个相邻光栅的间距一致,且所述多个光栅的宽度和高度一致;其中,任意两个相邻光栅的中心距离,基于需要的侧波束数量、侧波束中心角度和太赫兹波波长确定;任意两个相邻光栅的间距,基于增益的需求设置;光栅的宽度=任意两个相邻光栅的中心距离-任意两个相邻光栅的间距,光栅的高度基于加工工艺的需求确定。

[0015] 一种实施例中,所述多个光栅的光栅数量至少为3,所述光栅的数量基于圆形光栅部件的直径、两个相邻光栅的间距和两个相邻光栅的中心距离确定。

[0016] 一种实施例中,所述的所述光栅的数量基于圆形光栅部件的直径、两个相邻光栅的间距和两个相邻光栅的中心距离确定,包括:

$$[0017] \quad (D+d)/p-1 \leq N \leq (D+d)/p,$$

[0018] 其中, D 表示圆形光栅部件的直径, d 表示两个相邻光栅的间距, p 表示两个相邻光栅的中心距离, N 表示光栅的数量。

[0019] 一种实施例中,所述的任意两个相邻光栅的中心距离,基于需要的侧波束数量、侧波束中心角度和太赫兹波波长确定,包括:

$$[0020] \quad p = k\lambda / \sin\theta,$$

[0021] 其中, p 表示两个相邻光栅的中心距离, k 表示干涉级数,侧波束数量为 $2k$, λ 表示太赫兹波波长, θ 表示侧波束中心角度, $p > \lambda$ 。

[0022] 一种实施例中,所述光栅的高度基于加工工艺的需求和侧波束的增益比重确定。

[0023] 一种实施例中,所述圆形光栅部件的直径与所述平面的直径一致。

[0024] 一种实施例中,所述透镜部件和圆形光栅部件采用同样的介质材料一体成型。

[0025] 一种实施例中,所述介质材料采用透射率高于80%的材料。

[0026] 一种实施例中,所述介质材料采用聚四氟乙烯、聚甲基戊烯或聚乙烯。

[0027] 一种实施例中,所述太赫兹多波束信号包括一个中心波束和两个侧波束,两个相邻光栅的中心距离=2mm,两个相邻光栅的间距=1mm,光栅的高度=1.5mm。

[0028] 本发明的有益效果是:

[0029] 本申请实施例结构仅采用单馈源和简单光栅结构,获得较高增益、多波束角度的方向图分布,省去了复杂的移相网络和多馈源结构,具有轻量、紧凑的结构特点。将本申请实施例应用到室内太赫兹通信中,产生的多个指向的波束辐射,通过太赫兹信号的多次反射、散射和衍射,形成复杂的多路径传输,可以减小信号的衰减和干扰。另外,借助太赫兹多波束介质天线将信号聚焦在特定的方向和区域,实现空间复用,这样可以提高频谱效率,减少信道间的干扰,增加室内通信系统的容量。

附图说明

[0030] 图1是本申请一种实施例的太赫兹多波束介质天线结构示意图;

[0031] 图2是本申请图1所示实施例的馈源喇叭天线和光栅介质透镜相对位置及凸面双曲面结构的示意图;

[0032] 图3是本申请一种实施例的圆形光栅部件的结构示意图;

[0033] 图4是本申请太赫兹多波束介质天线各级侧波束中心角度随光栅周期与工作波长之比关系图;

[0034] 图5是本申请一种实施例圆形光栅部件的设计方法流程示意图;

[0035] 图6是本申请一种实施例形成的三波束分布的仿真远场曲线图。

[0036] 图示中,1表示馈源喇叭天线,2表示光栅介质透镜。

具体实施方式

[0037] 下面通过具体实施方式结合附图对本发明作进一步详细说明。其中不同实施方式中类似元件采用了相关联的类似的元件标号。在以下的实施方式中,很多细节描述是为了使得本申请能被更好的理解。然而,本领域技术人员可以毫不费力的认识到,其中部分特征在不同情况下是可以省略的,或者可以由其他元件、材料、方法所替代。在某些情况下,本申请相关的一些操作并没有在说明书中显示或者描述,这是为了避免本申请的核心部分被过多的描述所淹没,而对于本领域技术人员而言,详细描述这些相关操作并不是必要的,他们根据说明书中的描述以及本领域的一般技术知识即可完整了解相关操作。

[0038] 另外,说明书中所描述的特点、操作或者特征可以以任意适当的方式结合形成各种实施方式。同时,方法描述中的各步骤或者动作也可以按照本领域技术人员所能显而易见的方式进行顺序调换或调整。因此,说明书和附图中的各种顺序只是为了清楚描述某一个实施例,并不意味着是必须的顺序,除非另有说明其中某个顺序是必须遵循的。

[0039] 为便于对本申请的发明构思进行说明,以下对太赫兹天线技术进行简要说明。

[0040] 目前已经有阵列天线来创建多波束辐射的方法,将多个单元天线组合在一起形成一个天线阵列,从而实现对不同方向的发射或接收信号进行独立控制。阵列天线通常需要组合馈源、复杂的移相电路等单元结构,而这些结构也随之尺寸规模增加变得更加繁冗。除此之外,也有利用太赫兹超表面天线实现多波束辐射的方法,通常是一种由周期性排列的亚波长结构组成的平面结构。这种结构通过改变超表面上的单元结构(如开关、调谐器等)的状态和参数,可以实现对辐射波束的调控。然而太赫兹超表面天线的设计和制作由于需要考虑亚波长的结构变得较为复杂。另外,太赫兹超表面天线嵌入式的结构和材料特性导致天线的辐射效率降低,增大了能量损耗。

[0041] 鉴于此,本申请的具体实施例中提供了一种太赫兹多波束介质天线,与一般多波束阵列天线相比,本申请实施例结构仅采用单馈源和简单光栅结构,获得较高增益、多波束角度的方向图分布,省去了复杂的移相网络和多馈源结构。

[0042] 具体结构请参照图1、图2和图3,包括馈源喇叭天线1和光栅介质透镜2。馈源喇叭天线1的开口正对光栅介质透镜2的凸面设置,且将开口的中心设置于光栅介质透镜2的凸面的双曲面的焦点处。

[0043] 馈源喇叭天线1用于输入太赫兹波并产生太赫兹球面波。馈源喇叭天线1采用矩形喇叭天线,张开终端为矩形,矩形波导的波导端尺寸选用工作在太赫兹频段的波导尺寸,矩形喇叭天线的方向图中E面和H面的方向图曲线在主瓣范围内重合。

[0044] 本领域技术人员可以理解地,这里的重合存在一定的容差范围,完全重合是理想状态,因此,使得矩形喇叭天线的方向图中E面和H面的方向图曲线在主瓣范围内尽量重合,且容差在阈值范围内即可。

[0045] 对于馈源喇叭天线1的波导端尺寸的选择,按照矩形波导的国际标准,一些实施例中,包括工作在太赫兹频段的WR10、WR8、WR6、WR4和WR1等波导尺寸。

[0046] 一种实施例中,太赫兹多波束介质天线的工作频段为170GHz至260GHz,采用WR4标准的波导口,具体大小为1.092mm*0.546mm。

[0047] 光栅介质透镜2用于将太赫兹球面波转化为太赫兹多波束信号。光栅介质透镜2包括透镜部件和圆形光栅部件,透镜部件为包括凸面和平面的凸透镜,在平面的一侧设置有圆形光栅部件。凸透镜用于将馈源喇叭天线1产生的球面波准直为平面波,而圆形光栅部件用于将平面波转化为太赫兹多波束信号。

[0048] 为了获得结构简单且较高增益的太赫兹多波束介质天线,在本申请的一个实施例中,凸透镜的凸面采用双曲面结构。基于双曲面的光学特性,请参考图2,将凸面的顶点0点作为双曲面所在的双曲线的弧形中点,且将该0点作为直角坐标系的原点,0点的凸出方向作为X轴的负方向。设P点(x,y)为剖面曲线上的一点,则有P'点(x,0)为P点在X轴上的投影。设F点(-f,0)为双曲面的焦点。则可以得到存在这样的几何关系:

$$[0049] \quad PF^2 = PP'^2 + P'F^2, \text{ 即 } PF^2 = y^2 + (x+f)^2,$$

[0050] 太赫兹波经过准直后,P点与P'点处在波束方向垂直的等相位面上,其中,PF、OF路径在空气介质中,OP'路径在折射率为n的介电材料中,因此,我们得到以下的光程关系:

$$[0051] \quad PF = OF + n * OP', \text{ 即 } PF = f + nx,$$

[0052] 因此,我们得到凸面双曲面结构的应符合的剖面方程包括:

$$[0053] \quad (n^2 - 1)x^2 + 2(n - 1)fx - y^2 = 0,$$

[0054] 其中, $n = \sqrt{\epsilon_r}$ 为材料折射率, ϵ_r 为透镜部件所采用的介质材料的相对介电常数。一种实施例中,透镜部件和圆形光栅部件采用同样的介质材料。一种实施例中,采用的介质材料采用透射率高于80%的高透射率的介质材料。一种实施例中,可以选用聚四氟乙烯(PTFE)、聚甲基戊烯(TRX)或聚乙烯(PE,HDPE)等介质材料。

[0055] 本申请的一种实施例中,在加工光栅介质透镜2时,外部轮廓形状通过介质材料一体成型的工艺制成,之后通过数控机床CNC工艺来加工出光栅结构。一种实施例中,采用相对介电常数为2.01的聚四氟乙烯的机制材料,将透镜不经和圆形光栅部件一体成型。

[0056] 圆形光栅部件包括间隔排列的多个光栅,任意两个相邻光栅的间距一致,且多个光栅的宽度和高度一致。

[0057] 请参照图3,其中,d表示两个相邻光栅的间距,p表示两个相邻光栅的中心距离,h表示光栅的高度。

[0058] 基于光栅介质透镜2的光栅结构的光学原理,准直后的平面波进行干涉叠加形成特定反向的波束辐射,则圆形光栅部件有具有一定周期、间隔和高度的光栅组成。其中,p表示两个相邻光栅的中心距离,也就是光栅的周期。一种实施例中,根据需求,多个光栅的光栅数量至少为3,光栅的数量可以基于现有技术的一些方法得到,在申请的一个具体实施例中,具体的数量我们可以基于圆形光栅部件的直径、两个相邻光栅的间隔和两个相邻光栅的中心距离确定来确定光栅的数量。一种具体实施例中,确定的方法包括:

[0059] $(D+d)/p-1 \leq N \leq (D+d)/p$,

[0060] 其中, D 表示圆形光栅部件的直径, d 表示两个相邻光栅的间距, p 表示两个相邻光栅的中心距离, N 表示光栅的数量。

[0061] 一种实施例中,圆形光栅部件的直径与平面的直径一致。

[0062] 在仿真设计中,关于圆形光栅部件的结构设计,可以采用现有的方法进行设计,本申请给出了一种新的设计方法,初始参数的设置考虑与工作波长接近,参数范围考虑介质材料的光栅结构加工精度和难度。

[0063] 基于光栅介质透镜2的光栅结构的原理,准直后的平面波经过圆形光栅部件,每一个光栅对应着一定的角度和相位差,根据波的干涉原理,当不同的太赫兹波相遇时它们会相互干涉,相干叠加形成干涉极大处,干涉极大出现的位置可通过光栅方程来确定,则有

[0064] $p \sin \theta = k \lambda$,

[0065] 其中, p 表示两个相邻光栅的中心距离, k 表示干涉级数,侧波束数量为 $2k$, λ 表示太赫兹波波长, θ 表示侧波束中心角度,也就是平面波方向与干涉叠加后方向的夹角。

[0066] 请参考图4,图4中,横坐标是 p 与 λ 的比值 p/λ ,纵坐标是侧波束中心角度 θ , $k=5$,包括 ± 1 级的两个测波束、 ± 2 级的两个测波束、 ± 3 级的两个测波束、 ± 4 级的两个测波束和 ± 5 级的两个测波束,共10个侧波束。由于光栅的数目是有限的,请参考图4,当比值 p/λ 接近整数时,此时对应的测波束角度接近 $\pm 90^\circ$ 。因此,在设计固定角度侧波束时,可以基于需要的侧波束数量、侧波束中心角度和太赫兹波波长来确定两个相邻光栅的中心距离,包括:

[0067] $p = k \lambda / \sin \theta$,

[0068] 其中, p 表示两个相邻光栅的中心距离, k 表示干涉级数,侧波束数量为 $2k$, λ 表示太赫兹波波长, θ 表示侧波束中心角度。

[0069] 参考图4可知,为了形成多波束辐射,则需要 $p/\lambda > 1$,也就是 $p > \lambda$ 。

[0070] 由于 $0 < d < p$,当两个相邻光栅的间距 d 取0时,此时为普通单波束透镜天线,申请人在研究中发现,当 d 趋向0时,主波束的增益总体上呈现增加的趋势,因此,作为本申请的一种实施例,可以基于增益的需求,设置两个相邻光栅的间距 d 。而光栅的宽度=任意两个相邻光栅的中心距离-任意两个相邻光栅的间距。

[0071] 一种实施例中,对于光栅的高度没有特别的限制,主要考虑加工工艺的需求,因此,光栅的高度基于加工工艺的需求进行确定。

[0072] 申请人在研究中发现,光栅的高度虽然不会影响多波束的角度分布,但也会影响各个波束件的增益比重,因此,一种实施例中,如果两个相邻光栅的间距 d 不能满足增益的需求,则可以基于加工工艺的需求和侧波束的增益比重来确定光栅的高度。

[0073] 因此,本申请的一种实施例中提供了一种圆形光栅部件的设计方法,请参考图5,包括:

[0074] 步骤S10,基于需要的侧波束数量、侧波束中心角度和太赫兹波波长确定任意两个相邻光栅的中心距离。

[0075] 一种实施例中,包括:

[0076] $p = k \lambda / \sin \theta$,

[0077] 其中, p 表示两个相邻光栅的中心距离, k 表示干涉级数,侧波束数量为 $2k$, λ 表示太

赫兹波波长, θ 表示侧波束中心角度, $p > \lambda$ 。

[0078] 步骤S20, 基于增益的需求设置任意两个相邻光栅的间距。

[0079] 步骤S30, 基于圆形光栅部件的直径、两个相邻光栅的间离和两个相邻光栅的中心距离确定光栅的数量, 包括:

[0080] $(D+d)/p-1 \leq N \leq (D+d)/p$,

[0081] 其中, D 表示圆形光栅部件的直径, d 表示两个相邻光栅的间距, p 表示两个相邻光栅的中心距离, N 表示光栅的数量, $N \geq 3$ 。

[0082] 步骤S40, 基于加工工艺的需求确定光栅的高度。

[0083] 一种实施例中, 基于加工工艺的需求和侧波束的增益比重确定光栅的高度。

[0084] 一种实施例中, 太赫兹多波束信号包括一个中心波束和两个侧波束, 双曲面口径大小取30mm, 即圆形光栅部件的直径=30mm。两个相邻光栅的中心距离=2mm, 两个相邻光栅的间离=1mm, 光栅的高度=1.5mm。根据图4可知, 两个相邻光栅的中心距离 p 与工作波长 λ 的比值为1.467时, 只有 ± 1 级的侧波束, 其侧波束中心角度在 $\pm 43^\circ$ 左右。在仿真设计中优化相关参数, 使得中心波束与侧波束的增益基本一致。基于该实施例, 在220GHz频率下对太赫兹三束波天线进行了仿真和设计。请参考图6, 仿真获得的天线增益方向图在 0° 、 $\pm 43^\circ$ 的三波束分布和29dBi的近似等增益大小, 其中中心波束3dB波束宽度为 2.6° , 侧波束的3dB波束宽度为 4.2° , 侧波束角度分布与上述公式和附图4的结果基本一致。

[0085] 以上可见本申请实施例通过控制光栅的高度、间隔和周期形成所需的多波束分布的, 两个相邻光栅的中心距离 p 影响侧面波束角度位置分布, 光栅高度 h 和两个相邻光栅的间距 d 影响中心波束、侧波束的增益比重。将本申请实施例应用到室内太赫兹通信中, 产生的多个指向的波束辐射, 通过太赫兹信号的多次反射、散射和衍射, 形成复杂的多路径传输, 可以减小信号的衰减和干扰。另外, 借助太赫兹多波束介质天线将信号聚焦在特定的方向和区域, 实现空间复用, 这样可以提高频谱效率, 减少信道间的干扰, 增加室内通信系统的容量。与一般多波束阵列天线相比, 本申请实施例结构仅采用单馈源和简单光栅结构, 获得较高增益、多波束角度的方向图分布, 省去了复杂的移相网络和多馈源结构。具有轻量、紧凑的结构特点, 可以满足未来太赫兹通信需求。

[0086] 以上应用了具体个例对本发明进行阐述, 只是用于帮助理解本发明, 并不用以限制本发明。对于本发明所属技术领域的技术人员, 依据本发明的思想, 还可以做出若干简单推演、变形或替换。

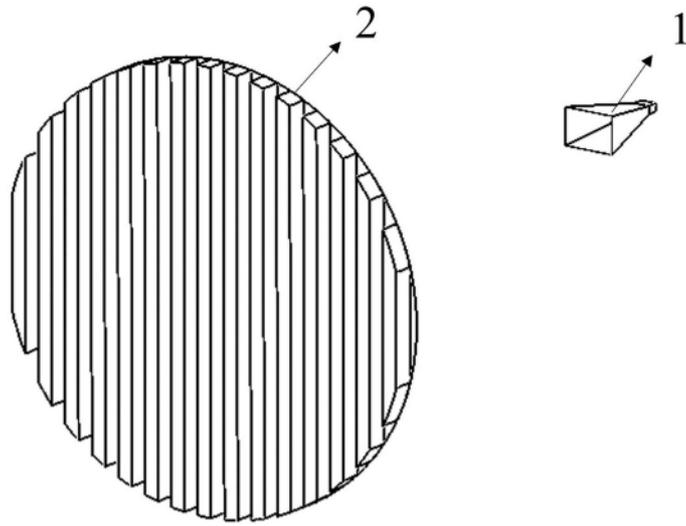


图 1

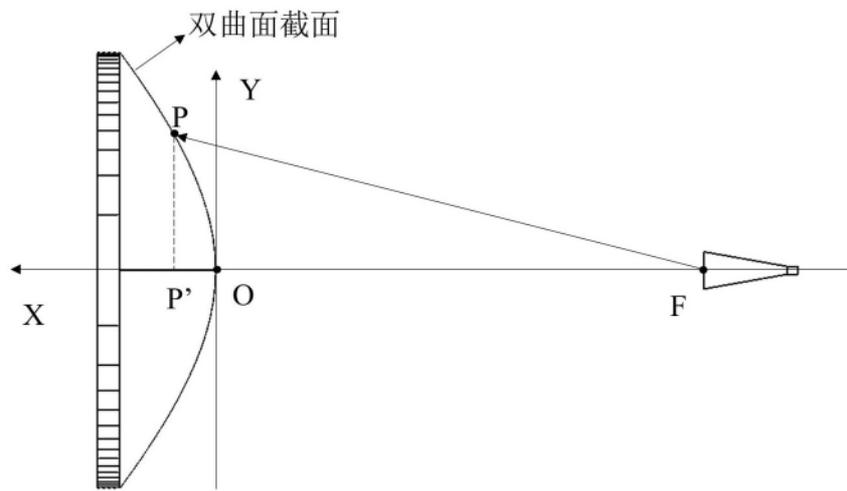


图 2

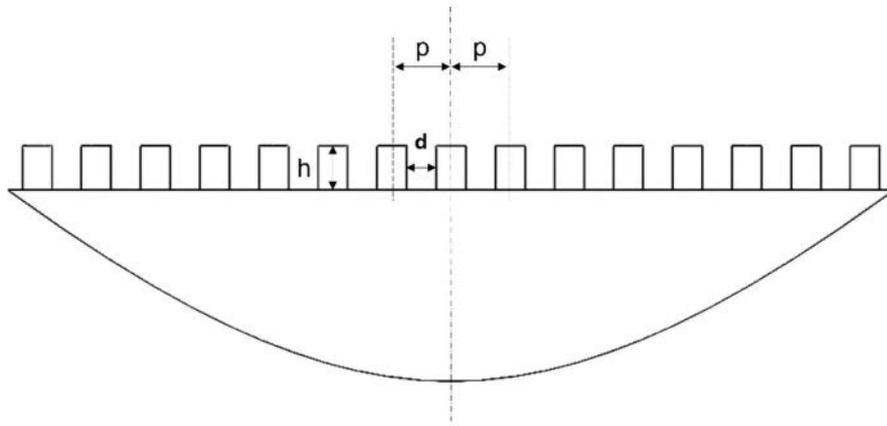


图 3

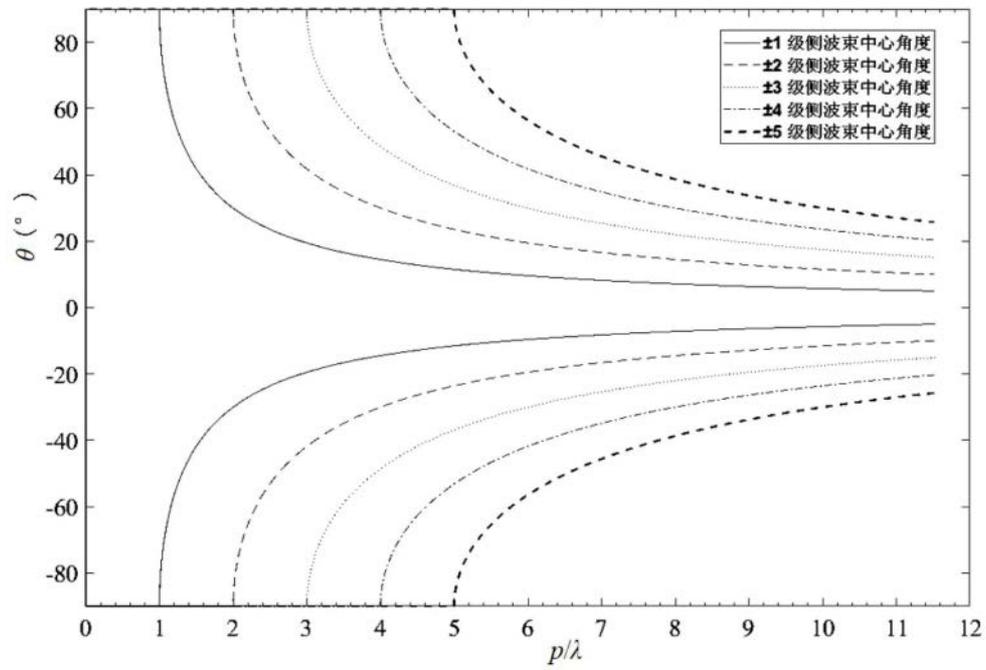


图 4

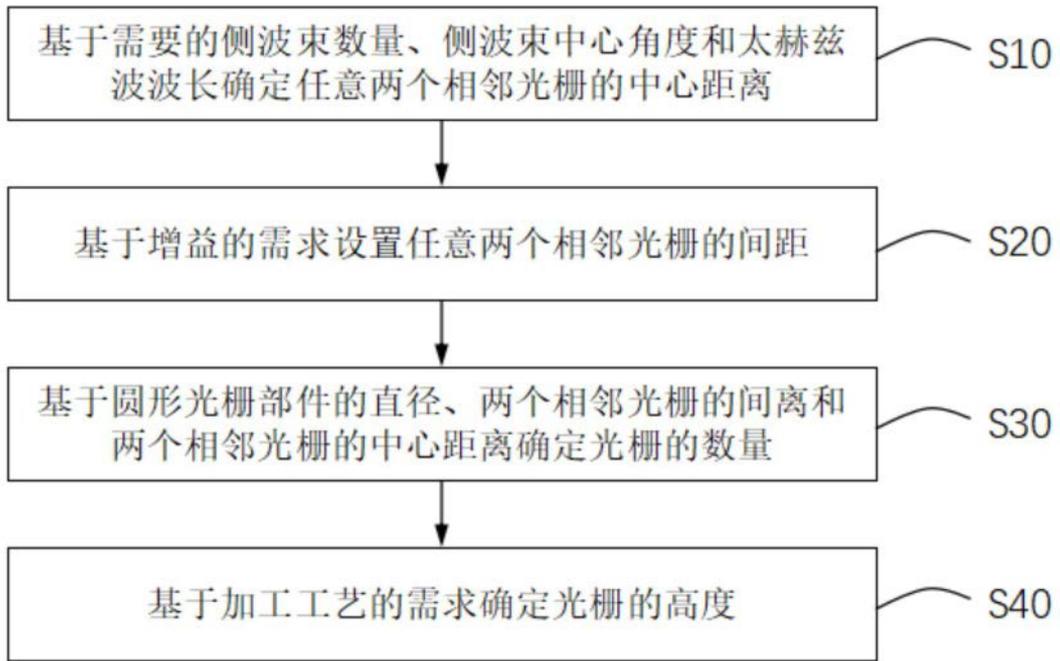


图 5

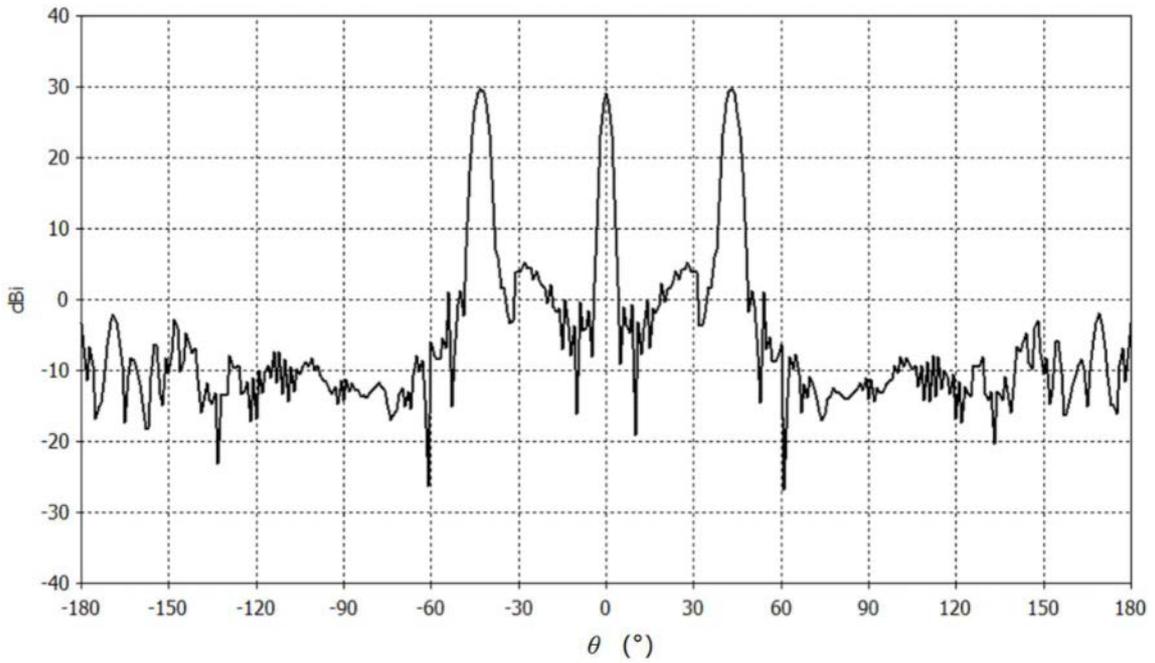


图 6