



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110710053 B

(45) 授权公告日 2022.01.25

(21) 申请号 201880037230.1

(22) 申请日 2018.05.03

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110710053 A

(43) 申请公布日 2020.01.17

(30) 优先权数据
102017112552.3 2017.06.07 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.12.04

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/DE2018/100419 2018.05.03

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/224076 DE 2018.12.13

(73) 专利权人 利萨·德雷克塞迈尔有限责任公司

地址 德国菲尔斯比堡

(72) 发明人 亚历山大·麦辛格

(74) 专利代理机构 北京卓孚律师事务所 11821
代理人 任宇

(51) Int.Cl.
H01Q 1/52 (2006.01)
H01Q 21/06 (2006.01)

审查员 史晓娟

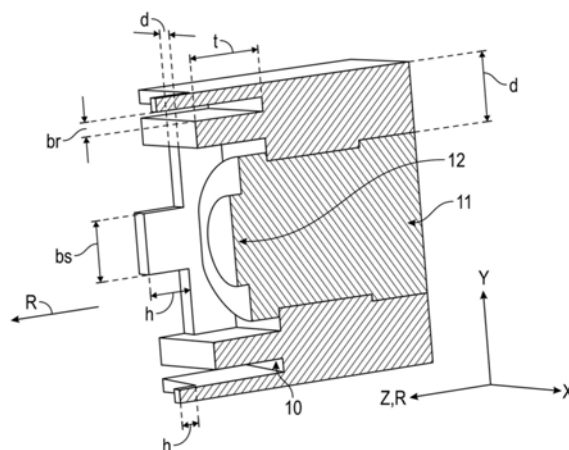
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

带有多个单独辐射体的天线

(57) 摘要

本发明涉及一种天线,所述天线具有多个单独辐射体(1),所述单独辐射体(1)沿x和y方向形成带有孔径的天线场并且基本上沿z方向发射电磁辐射。所述单独辐射体(1)分别通过分离壁(21、22)相互分离。所述分离壁的至少一个部分具有干扰位置(3),所述(3)干扰位置中断了沿z方向本应平的孔径。所述干扰位置(3)可以具有销钉的形式。然而,与x方向交叉(并且因此将沿x方向相邻的所述单独辐射体分离)的分离壁(21)与沿y方向的分离壁(22)具有不同的壁厚(d)。此外,沿x方向的所述单独辐射体(1)具有小于 λ 的距离。x方向、y方向和z方向被定向为分别相互正交。通过非对称的壁厚(d),所述单独辐射体(1)能够沿x方向相互更靠近地放置,使得辐射特征能够在使用相位受控的所述单独辐射体(1)时沿此x方向移动。



1. 一种天线, 该天线带有多个单独辐射体 (1),
所述单独辐射体 (1) 沿x和y方向形成带有孔径的天线场,
其中, 所述单独辐射体 (1) 分别通过分离壁 (2、21、22) 相互分离, 并且
所述分离壁 (2、21、22) 的至少一个部分具有从所述孔径伸出的干扰位置 (3),
其特征在于,
沿x方向的所述分离壁 (21) 与沿y方向的所述分离壁 (22) 具有不同的壁厚 (d), 并且所述单独辐射体 (1) 沿x方向具有小于 λ 的距离。
2. 根据权利要求1所述的天线, 其中, 所述单独辐射体 (1) 的至少一个部分是非方形的, 并且沿x方向比沿y方向布置有更多数量的单独辐射体 (1)。
3. 根据权利要求1或2所述的天线, 其中, 所述单独辐射体 (1) 沿y方向具有所述分离壁 (22) 中的片层结构 (4)。
4. 根据权利要求3所述的天线, 其中, 所述片层结构 (4) 具有凹槽 (10), 所述凹槽 (10) 的深度 (t) 小于 $\lambda/4$ 并且大于 $\lambda/3$ 。
5. 根据权利要求4所述的天线, 其中, 所述凹槽 (10) 的深度 (t) 小于 $\lambda/8$ 并且大于 $\lambda/12$ 。
6. 根据权利要求4所述的天线, 其中, 所述凹槽 (10) 的深度 (t) 为大约 $\lambda/10$ 。
7. 根据权利要求3所述的天线, 其中, 所述片层结构 (4) 具有凹槽 (10), 所述凹槽 (10) 的宽度 (br) 小于 $\lambda/10$ 并且大于 $\lambda/50$ 。
8. 根据权利要求7所述的天线, 其中, 所述凹槽 (10) 的宽度 (br) 小于 $\lambda/20$ 并且大于 $\lambda/40$ 。
9. 根据权利要求7所述的天线, 其中, 所述凹槽 (10) 的宽度 (br) 为大约 $\lambda/30$ 。
10. 根据权利要求3所述的天线, 其中, 所述干扰位置 (3) 从相应的所述分离壁 (2、21、22) 伸出, 并且沿x方向相邻的单独辐射体 (1) 的所述分离壁 (21) 的干扰位置 (3) 比沿y方向相邻的单独辐射体 (1) 的所述分离壁 (22) 的干扰位置 (3) 更宽。
11. 根据权利要求3所述的天线, 其中, 所述天线场的所述单独辐射体 (1) 的至少一个部分是相位受控的, 并且所述天线通过馈送网络 (5) 与发送/接收装置 (6) 连接, 其中, 在所述馈送网络 (5) 中布置有相位调节构件 (7)。
12. 根据权利要求11所述的天线, 其中, 控制装置 (8) 控制所述相位调节构件 (7), 从而将辐射特征偏转为主要沿x方向。
13. 根据权利要求11或12所述的天线, 其中, 所述馈送网络 (5) 中的所述相位调节构件 (7) 被布置成靠近所述单独辐射体 (1)。
14. 根据权利要求3所述的天线, 其中, 所述单独辐射体 (1) 被构造为开放式波导管。
15. 根据权利要求14所述的天线, 其中, 所述单独辐射体 (1) 是开放式的圆形波导管, 所述单独辐射体 (1) 与由圆形波导管构成的馈送网络 (5) 连接。
16. 根据权利要求3所述的天线, 其中, 所述单独辐射体 (1) 的至少一个部分被填充有电介质 (11)。
17. 根据权利要求16所述的天线, 其中, 所述电介质 (11) 具有旋转对称的形状, 并且沿着所述单独辐射体 (1) 的辐射轴线 (R) 布置。
18. 根据权利要求17所述的天线, 其中所述电介质 (11) 沿所述孔径的方向具有突起 (12)。

19. 根据权利要求3所述的天线,所述天线带有转盘(13),在所述转盘(13)上平坦地布置有所述天线场。

20. 根据权利要求3所述的天线,其中,所述天线场的单独辐射体(1)至少通过馈送网络(5)与发送/接收装置(6)连接,其中所述发送/接收装置(6)将两个不同的极化(V,H)的信号馈送到所述馈送网络(5)内。

带有多个单独辐射体的天线

技术领域

[0001] 本发明涉及带有多个单独辐射体的天线。例如对于Ku波段和Ka波段中的航空卫星通信需要此天线。

背景技术

[0002] 特别地,在航空卫星通信领域中,即在基于飞机的卫星通信领域中,对于用于以很高的数据率执行数据传输的无线宽带信道的需求持续增加。合适的天线为此应具有小尺寸和低重量,并且此外满足对于发送特征的严格的要求,因为必须可靠地排除相邻的卫星的干扰。小尺寸降低了飞机的有效载荷并且因此也降低了运行成本。DE 10 2014 112 487 A1示出了作为带有相同的喇叭辐射体的辐射体组的示例性的天线,天线可使用小尺寸并且垂直于天线的孔径辐射。

[0003] 辐射特征的移动例如通过天线的旋转和枢转进行,就像在DE 10 2015 101 721 A1中给出的那样。但是,由于天线的运动,在飞机上安装的天线罩下方设有一定的体积,使得当安装在飞机上时空气动力学损失是不可避免的。

[0004] 喇叭辐射体适合作为场中的单独辐射体,并且可以此外被构造为宽带式辐射体。在E场耦合的意义中,喇叭辐射体以小的触针激励,并且相对于辐射的波前具有辐射特征的从喇叭辐射的中心点的轻微移动。

[0005] 因此出现了天线的相邻的喇叭辐射体的正干涉,并且因此出现了在不希望的空间角度范围内的电磁功率的辐射。此耦合此外产生了谐振,所述谐振在相应的谐振频率的范围内导致如下问题:喇叭辐射体的输入匹配、喇叭辐射体的辐射行为(方向图、波瓣)和喇叭辐射体的交叉极化隔离劣化。

[0006] 天线的工作能力因此在此干涉的谐振频率的区域内明显降低。辐射特征、输入匹配和谐振频率取决于喇叭辐射体的几何形状,并且仅可以在标准几何形状中有限地相互独立地被调节。

[0007] 此外已知,电气地改变天线的辐射特征,其中使用相位调节构件,以调节天线的相邻的单独辐射体之间的相位差。示例的相位调节构件从DE 10 2016 112 583 A1中已知。

发明内容

[0008] 因此,本发明的任务是通过使用构造上尽可能简单的方式给出具有更好的空气动力学特征的天线。

[0009] 此任务通过独立权利要求的主题解决。在从属权利要求、说明书和附图中给出了本发明的有利的改进方案。

[0010] 根据本发明的天线具有多个单独辐射体,所述单独辐射体沿x方向和y方向形成具有孔径的天线场,并且基本上沿z方向辐射出电磁辐射。单独辐射体分别通过分离壁相互分离。分离壁的至少一个部分具有干扰位置,干扰位置中断了沿z方向本应平的孔径。干扰位置可以具有销钉或矩形突起或矩形凹槽的形式。

[0011] 但是,与x方向交叉(并且因此将沿x方向相邻的单独辐射体分离)的沿x方向的分离壁与沿y方向的分离壁具有不同的壁厚。另外,单独辐射体沿x方向的距离小于 λ 。x方向、y方向和z方向被定向为分别相互正交。

[0012] 通过非对称的壁厚,与沿y方向相比,单独辐射体可以沿x方向相互更靠近地放置,使得在使用相位受控的单独辐射体时辐射特征可以沿此x方向移动。

[0013] 两个单独辐射体之间的最大距离 $d_{\max}$ 应为:

$$[0014] \quad d_{\max} = \frac{\lambda}{1 + \sin \Theta_0}$$

[0015] λ :最大运行频率的波长

[0016] $\Delta \Phi$:与相邻的单独辐射体的相位差

[0017] Θ_0 :扫描角(辐射波瓣的偏转)

[0018] 有利地,单独辐射体的至少一个部分是非方形的,并且被定向为使得,与沿y方向相比,沿x方向可以布置更多数量的单独辐射体。即,虽然单独辐射体沿x方向比沿y方向更窄,但是通过沿y方向的更宽的分离壁保证沿x和y方向的阻抗相似。如下所示,重要的是,在应当通过天线来辐射不同的极化时,阻抗不应不同并且因此对自由空间传播的匹配不应不同。

[0019] 根据天线的另一有利的改进方案,单独辐射体在与y方向交叉的分离壁中具有片层结构。因此,本应通过更宽的分离壁而衰减的并且不在整个面上分布的场在整个孔径上更好地分布,并且有助于高的天线增益(Gain)。换言之,片层结构提供表面阻抗,可以在表面上引导电磁场并且由此增大辐射面,因此尽管在某些情况下沿y方向的单独辐射体的数量较少,但是片层结构却沿x和y方向贡献了相等的天线增益,

[0020] 有利地,片层结构具有一个或多个凹槽,所述凹槽的深度小于 $h/4$ 并且大于 $\lambda/20$,优选地小于 $\lambda/8$ 并且大于 $\lambda/12$,特别地优选大约 $\lambda/10$,其中 λ 是电磁辐射的波长。为确定天线的尺寸, λ 以所使用频带的中心频率为导向。

[0021] 为调节由片层结构所形成的电容,片层结构的凹槽的宽度小于凹槽深度的一半,并且大于凹槽深度的四分之一,优选大约为凹槽深度的三分之一。

[0022] 有利地,干扰位置从相应的分离壁伸出。沿x方向相邻的单独辐射体的分离壁的干扰位置在此比沿y方向相邻的单独辐射体的分离壁的干扰位置更宽。已表明,干扰位置有利地居中布置在分离壁上,在此对称地并且周期性地布置在孔径上。例如,几乎所有的分离壁都包含干扰位置,以此在对应的干扰位置的宽度和高度的尺寸确定时移动天线的辐射行为中的谐振,使得在所有围绕z方向的有关的辐射角度的情况下,避免或明显减少所谓的“扫描盲区”。

[0023] 如果天线场的单独辐射体的至少一个部分是相位受控的,则根据本发明的天线的特性是特别有利的。例如,相位控制通过如下方式来实现:天线经由馈送网络与发送/接收装置连接,其中在馈送网络中布置有相位调节构件。通过沿x方向压缩的单独辐射体的布置,有利的是,控制装置控制相位调节构件,使得天线的辐射特征从沿z方向偏转为主要沿x方向。在此,相位调节构件可以在馈送网络中被布置成靠近单独辐射体,以实现天线的紧凑的结构。

[0024] 如果将单独辐射体构造为开放式波导管,则可以将天线构建得特别紧凑。与喇叭

辐射体的情况不同,单独辐射体不具有漏斗形状,即辐射开口和波导管横截面一致或很相似,以此通过取消漏斗使得单独辐射体沿z方向压缩并且使其沿z方向更短。

[0025] 如果将开放的圆形波导管用于可以与由圆形波导管形成的馈送网络连接的单独辐射体,则可以使用例如在DE 10 2016 112 583 A1中所描述的旋转对称(并且因此可旋转的)且低损耗的相位调节构件。

[0026] 如果单独辐射体的至少一个部分被填充以电介质,则实现了天线的进一步有利的紧凑化。电介质有利地具有旋转对称的形状并且沿着单独辐射体的辐射轴线布置。因此,如果需要,电介质可以与相位调节构件的电介质一起形成为一件,并且可以在单独辐射体中移动。如果电介质沿孔径方向具有突出,则可以进一步改进单独辐射体的阻抗匹配。电介质中的这种直径和高度可调节的台阶改进了阻抗匹配。

[0027] 如果天线由平坦地布置有天线场的转盘实现,则可以通过旋转转盘以及仅在一个方向(x方向)上偏转天线特征来实现任意的辐射波瓣,而无需将天线倾斜。因此,所需的天线罩明显更小。如果天线特征不能从z方向偏转直至 90° ,但又必须如此偏转,则可以通过略微倾斜天线来补偿缺失的角度范围。因此,在辐射特征借助移相器可偏转直至 70° 的情况下,天线场的仅 20° 的倾斜就足以辐照整个半球。

[0028] 天线的天线场的单独辐射体可以有利地通过馈送网络与发送设备/接收设备连接,使得发送设备/接收设备将两个不同极化的信号馈入到馈送网络内,所述信号可以通过天线以很好地匹配的方式被辐射或者被接收。

附图说明

[0029] 在下文中,将参考附图解释本发明的有利实施例。各图为:

[0030] 图1示出带有多个单独辐射体和用于旋转的转盘的天线的部分,

[0031] 图2在俯视图中示出单独辐射体,

[0032] 图3在剖视图中示出单独辐射体,并且

[0033] 图4示出带有位于其下方的相位调节构件和馈送网络的单独辐射体。

[0034] 附图仅是示意性图示,并且仅用于解释本发明。相同或作用相同的元件始终用相同的附图标记表示。

具体实施方式

[0035] 根据图1,在天线场中沿x方向和沿y方向彼此相邻地布置的多个单独辐射体1与仅示意性地图示的转盘13一起形成天线。转盘13可以旋转,并且在此情况中将天线场移动到任意的旋转角度上。单独辐射体1沿x和y方向通过分离壁2相互分离。如下文所述,分离壁2的沿x和y方向的形状和宽度是不同的。

[0036] 天线的沿z方向定向的表面形成了沿辐射方向R的电磁辐射的天线孔径,所述电磁辐射沿z方向辐射或从z方向偏转直至 70° 辐射。如下文所述,辐射特征的偏转,特别是主瓣的偏转被设计成使得辐射方向R可以与z方向实际上相差扫描角度。

[0037] 天线场基本上是方形的,其中沿x方向比沿y方向布置有更多数量的单独辐射体1。这通过如下方式来实现:单独辐射体1自身不是正方形的,而是沿x方向比沿y方向更窄。因此,单独辐射体1之间的沿x方向的距离小于沿y方向的距离。沿x方向应当尽可能不上超如

下距离 $d_{\max}$ 。

$$[0038] \quad d_{\max} = \frac{\lambda}{1 + \sin \Theta_0}$$

[0039] 如果上超此值,则在方向图中将出现干扰性的旁瓣(grating-lobes)。希望的枢转范围越大,则距离必须越小。单独辐射体1的沿y方向的距离大于沿x方向的距离,但仍小于待使用的最大运行频率的波长 λ 。

[0040] 根据图2的单独辐射体1被相同地构建,其中沿x方向的分离壁21比沿y方向的分离壁22更窄。如在图3中再次示出,分离壁21沿x方向的壁厚d(分离壁21与x方向交叉并且垂直于x方向)小于分离壁22沿y方向的壁厚d。沿y方向的较大壁厚d用于分离壁22中的片层结构4。片层结构4通过凹槽10形成,所述凹槽10沿与z方向相反的方向伸入分离壁22内。如图1所示,如果两个单独辐射体1沿y方向排列,则在单独辐射体1的辐射开口(中空空间)之间存在两个凹槽,对于每个单独辐射体1存在一个凹槽。

[0041] 在四个分离壁21、22的每一者上布置有销钉形式的干扰位置3。销钉沿z方向从分离壁21、22中伸出并且分别居中布置。因此,这导致了干扰位置3在天线场中的周期性并且对称性的布置。

[0042] 在分离壁21、22的中间形成中空空间,中空空间被介电常数 $\epsilon > 1$ 的电介质11(例如特氟龙)至少部分地填充。此电介质11基本上与孔径一起结束,并且有利地填充整个中空空间,使得在天线工作期间不会积聚污物。单独辐射体1的分离壁21、22和其余结构由金属制成或带有金属覆层。

[0043] 根据图3,分离壁21、22上的干扰位置3的高度h相似,而分离壁21、22上的干扰位置3的宽度 b_s 沿x和y方向不同。高度h在此小于 $\lambda/4$ 并且至少为 $\lambda/10$ 。在沿y方向的分离壁22上,干扰位置3布置在从单独辐射体中心点向外的片层上。因此,对于x方向和y方向仅在两个相邻的单独辐射体1之间相应地设有一个干扰位置3,每个单独辐射体1分别与相邻的单独辐射体1“共用”干扰位置3。如果需要,可以省略在沿y方向的分离壁22上的干扰位置3。

[0044] 凹槽10的宽度 b_r 大约为 $\lambda/10$,凹槽10的深度t大约为凹槽的宽度 b_r 的三分之一,即 $\lambda/30$ 。单独辐射体1不形成带有漏斗的喇叭辐射体,而是形成开放的波导管块件,使得波导管不扩宽并且在单独辐射体1的长度上具有类似的横截面。沿z方向,在电介质11上成形突出12,突出12具有一定的高度和一定的直径,这根据相对于自由空间辐射的期望的天线阻抗的最优匹配而得到。

[0045] 图4在剖视图中示出了图2和图3中的单独辐射体1,其中开放的波导管块件在馈送网络5中无缝地延续,馈送网络5反过来具有波导管。两个相互齐平的波导管是圆形波导管,使得存在另外的可能性,即,在圆形波导管中可旋转地安装有相位调节构件7。相位调节构件7被布置成靠近单独辐射体1并且根据DE 10 2016 112 583 A1的内容构建。相位调节构件7被布置为围绕旋转轴线D可旋转,因此其本身被构建为旋转对称的。

[0046] 在馈送网络5内,两个耦合器9连接于相位调节构件7,两个耦合器9用于将用于两个分开的相互正交的极化(例如,水平极化H和垂直极化V)的被分开的信号馈入波导管内。耦合器9优选地相互旋转 90° ,即在波导管中相互垂直地布置。在接收情况下,将两个极化V、H的信号从耦合器9经由微带导线和波导管传递到发送/接收装置6处,或者在发送情况下,将两个极化V、H的信号从发送/接收装置6经由耦合器9输出到波导管和单独辐射体1。

[0047] 因为将根据图4的单独辐射体1视为天线场的许多元件之一(参见图1),所以馈送网络5还具有将多个单独辐射体的信号加和并且以加和的方式传递到发送/接收装置6的功能。

[0048] 此外,天线具有控制装置8,所述控制装置8不仅与相位调节构件7相连还与发送/接收装置6连接。因此,这使得控制装置8可以通过将不同的信号相位校准于相邻的单独辐射体1(此处为沿x方向的相邻的单独辐射体1)来偏转沿x方向的辐射特征。

[0049] 为此,相邻的单独辐射体的相位差为 $\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} d \sin \theta_0$ 。

[0050] 未设有沿y方向的偏转。因此,与转盘13上的天线孔径的旋转相配合(并且在某些情况下使天线孔径略微倾斜)可以将辐射特征定向于任意角度。因此,在安装在飞机上的天线的情况中实现了极其紧凑的结构形式,由于不存在大体积的倾斜元件,该结构形式是扁平的并且可以省去大体积的天线罩。同时,通过干扰位置和片层结构4的构造避免了在孔径区域内的干扰性谐振,使得在辐射特征的大的枢转范围上也获得了高效率并且因此获得了最大的天线增益。

[0051] 由于单独辐射体1之间的距离小,因此难以集成馈送网络5。通过单独辐射体1的沿y方向的较大距离和由片层结构4产生的大面积的辐射以及用于替代喇叭辐射体的短的开放式波导管元件可以将馈送网络5集成在一个小的结构空间中,并且仍保持高的天线增益。

[0052] 附图标记列表

[0053] 1 单独辐射体

[0054] 2 分离壁

[0055] 3 干扰位置

[0056] 4 片层结构

[0057] 5 馈送网络

[0058] 6 发送/接收装置

[0059] 7 相位调节构件

[0060] 8 控制装置

[0061] 9 耦合器

[0062] 10 凹槽

[0063] 11 电介质

[0064] 12 电介质内的突出

[0065] 13 转盘

[0066] 21、22 分离壁

[0067] R 辐射方向

[0068] D 旋转轴线

[0069] H、V 极化方向

[0070] λ 波长

[0071] b_s 干扰位置的宽度

[0072] h 干扰位置的高度

[0073] t 凹槽的深度

- [0074] br 凹槽的宽度
- [0075] d 分离壁的壁厚

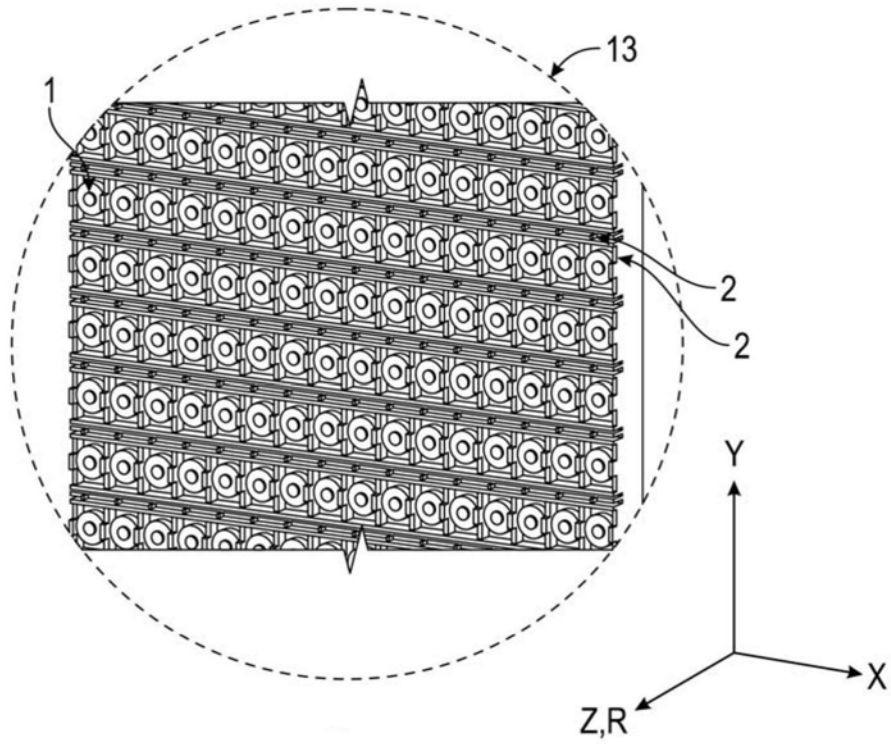


图1

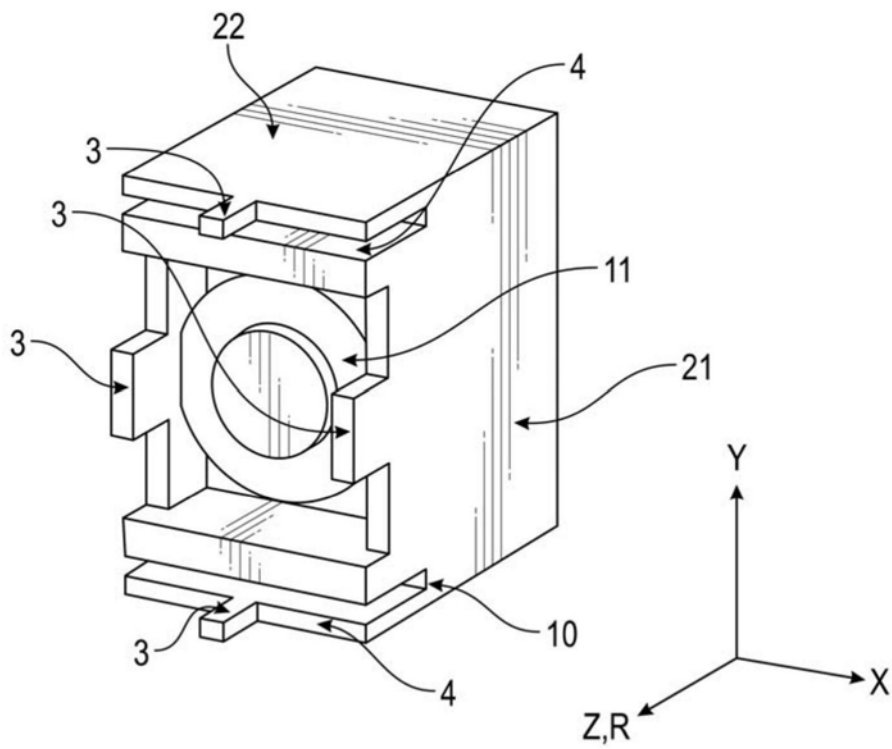


图2

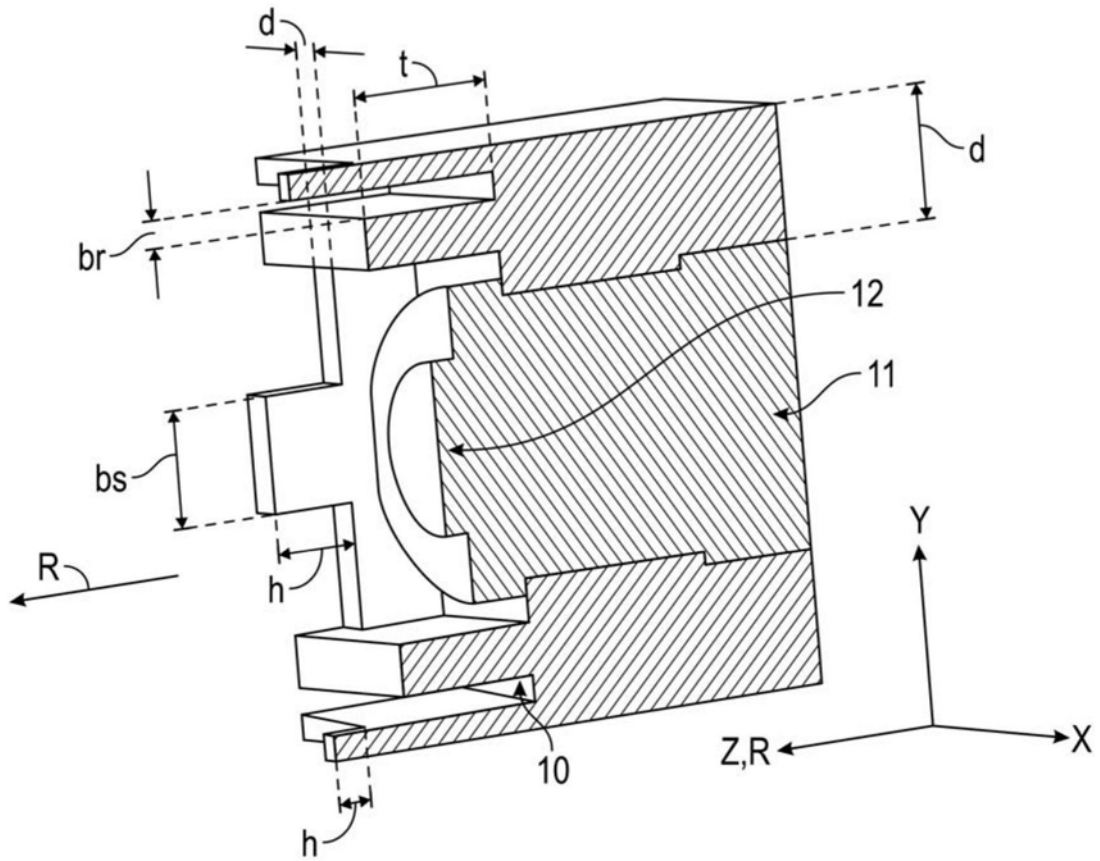


图3

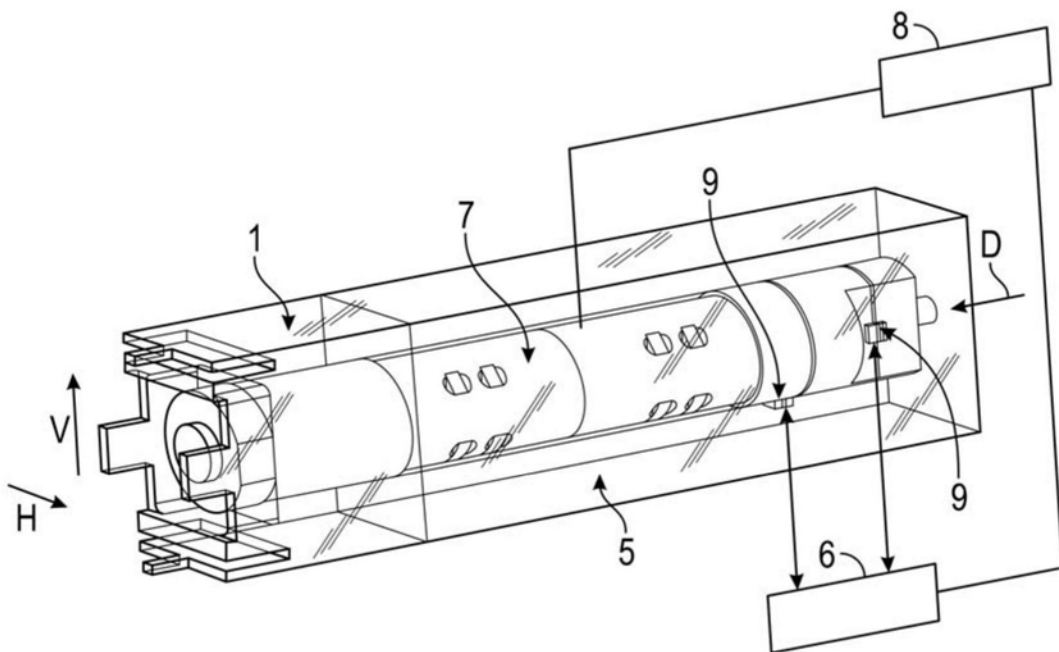


图4