



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103606753 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 18

(21) 申请号 201310621181. 5

3-21 段,附图 1-2.

(22) 申请日 2013. 11. 29

CN 103022716 A, 2013. 04. 03, 说明书第

【0004】-【0024】段,附图 1-2.

(73) 专利权人 东南大学

地址 210096 江苏省南京市四牌楼 2 号

审查员 王斌斌

(72) 发明人 殷晓星 赵洪新 苑婷婷

(74) 专利代理机构 江苏永衡昭辉律师事务所

32250

代理人 王斌

(51) Int. Cl.

H01Q 13/02(2006. 01)

H01Q 1/38(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101075702 A, 2007. 11. 21, 说明书第 2 页
第 2 段 - 第 4 页倒数第 2 段,图 1-2.

CN 103022715 A, 2013. 04. 03, 说明书第

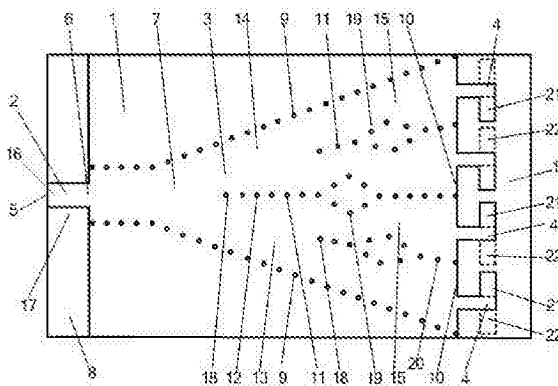
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

薄片相位幅度校正振子差波束平面喇叭天线

(57) 摘要

薄片相位幅度校正振子差波束平面喇叭天线涉及一种喇叭天线。该天线包括在介质基板(1)上的微带馈线(2)、喇叭天线(3)和振子(4),喇叭天线(3)由第一金属平面(7)、第二金属平面(8)和两排金属化过孔喇叭侧壁(9)组成,喇叭天线(3)中有奇数个金属化过孔阵列(11)和偶数个介质填充波导(15),在喇叭天线(3)口径面(10)上每个介质填充波导(15)的宽度相等且都接有一个振子(4),左半天线(13)及所接振子(4)与右半天线(14)及所接振子(4)对称。电磁波可等幅同相到达振子再辐射,辐射场极化与基板平行,该天线可使用薄基板且增益高、大零深、成本低和结构紧凑。



1. 薄片相位幅度校正振子差波束平面喇叭天线,其特征在于该天线包括设置在介质基板(1)上的微带馈线(2)、基片集成喇叭天线(3)和多个振子(4);所述微带馈线(2)的第一端口(5)是该天线的输入输出端口,微带馈线(2)的第二端口(6)与基片集成喇叭天线(3)相接;基片集成喇叭天线(3)由位于介质基板(1)一面的第一金属平面(7)、位于介质基板(1)另一面的第二金属平面(8)和穿过介质基板(1)连接第一金属平面(7)和第二金属平面(8)的两排金属化过孔喇叭侧壁(9)组成,基片集成喇叭天线(3)的两排金属化过孔喇叭侧壁(9)之间的宽度逐渐变大,形成一个喇叭形张口,张口的末端是基片集成喇叭天线(3)的口径面(10);基片集成喇叭天线(3)中有奇数个金属化过孔阵列(11)连接第一金属平面(7)和第二金属平面(8),金属化过孔阵列(11)的一端在基片集成喇叭天线(3)内部,金属化过孔阵列(11)的另一端在基片集成喇叭天线(3)的口径面(10)上;在金属化过孔阵列(11)中有一个中间金属化过孔阵列(12)把基片集成喇叭天线(3)分成对称的左半天线(13)和右半天线(14)两部分;相邻的两个金属化过孔阵列(11)、或者是一个金属化过孔阵列(11)与其相邻的一排金属化过孔喇叭侧壁(9),与第一金属平面(7)和第二金属平面(8)构成介质填充波导(15);在基片集成喇叭天线(3)的口径面(10)上,每个介质填充波导(15)的宽度相等,在口径面(10)上每个介质填充波导(15)经过一段等宽带线接有一个振子(4);

介质基板(1)的厚度低于百分之二的波长;

每个振子(4)在位于介质基板(1)的两面分别有第一辐射臂(21)和第二辐射臂(22),振子(4)的第一辐射臂(21)与基片集成喇叭天线(3)的第一金属平面(7)相连,振子(4)的第二辐射臂(22)与基片集成喇叭天线(3)的第二金属平面(8)相连,每个振子(4)的第一辐射臂(21)和第二辐射臂(22)向相反的方向伸展;

左半天线(13)所接的所有振子(4)的第一辐射臂(21)的伸展方向都相同,左半天线(13)所接的所有振子(4)的第二辐射臂(22)的伸展方向都相同;

右半天线(14)所接的所有振子(4)的第一辐射臂(21)的伸展方向都相同,右半天线(14)所接的所有振子(4)的第二辐射臂(22)的伸展方向都相同;

左半天线(13)所接的振子(4)的第一辐射臂(21)的伸展方向与右半天线(14)所接的振子(4)的第二辐射臂(22)的伸展方向相同,左半天线(13)所接的振子(4)的第二辐射臂(22)的伸展方向与右半天线(14)所接的振子(4)的第一辐射臂(21)的伸展方向相同。

2. 根据权利要求1所述的薄片相位幅度校正振子差波束平面喇叭天线,其特征在于微带馈线(2)的导带(16)与第一金属平面(7)相接,微带馈线(2)的接地面(17)与第二金属平面(8)相接。

3. 根据权利要求1所述的薄片相位幅度校正振子差波束平面喇叭天线,其特征在于所述的金属化过孔阵列(11)的形状由头端部分(18)、多边形(19)和尾端部分(20)三段依次相连构成,金属化过孔阵列(11)中的多边形(19)是三角形、四边形、五边形或其它边数大于五的多边形;金属化过孔阵列(11)中的头端部分(18)或尾端部分(20)的形状是直线、折线或指数线,其长度可以是接近零或者是有限长度。

4. 根据权利要求1所述的薄片相位幅度校正振子差波束平面喇叭天线,其特征在于介质填充波导(15)的宽度要使得电磁波可以在其中传播而不被截止。

5. 根据权利要求1所述的薄片相位幅度校正振子差波束平面喇叭天线,其特征在于

所述的金属化过孔阵列(11)中,调整相邻两列金属化过孔阵列(11)之间的距离、或者调整一列金属化过孔阵列(11)与基片集成波导喇叭天线(3)侧壁金属化过孔(9)之间的距离,能够改变介质填充波导(15)的宽度,进而调整在该介质填充波导(15)中电磁波传播的相速,使得到达天线口径面(10)上电磁波的相位分布更均匀。

6. 根据权利要求1所述的薄基片相位幅度校正振子差波束平面喇叭天线,其特征在于所述的金属化过孔阵列(11)中,改变一列或者多列金属化过孔阵列(11)的长度能够改变相应介质填充波导(15)的长度,使得到达天线口径面(10)上电磁波的相位分布更均匀。

7. 根据权利要求1或3所述的薄基片相位幅度校正振子差波束平面喇叭天线,其特征在于选择金属化过孔阵列(11)中头端部分(18)或多边形(19)在基片集成喇叭天线(3)中的位置和尺寸,使得在每个介质填充波导(15)中传输的电磁波功率相等。

8. 根据权利要求1所述的薄基片相位幅度校正振子差波束平面喇叭天线,其特征在于所述的金属化过孔喇叭侧壁(9)和金属化过孔阵列(11)中,相邻的两个金属化过孔的间距要小于或等于工作波长的十分之一,使得构成的金属化过孔喇叭侧壁(9)和金属化过孔阵列(11)能够等效为电壁。

薄基片相位幅度校正振子差波束平面喇叭天线

技术领域

[0001] 本发明涉及一种喇叭天线,尤其是一种薄基片相位幅度校正振子差波束平面喇叭天线。

背景技术

[0002] 喇叭天线在卫星通信、地面微波链路及射电望远镜等系统中有着广泛的应用。但是,三维喇叭天线的巨大几何尺寸制约了其在平面电路中的应用和发展。近年来,基片集成波导技术的提出和发展很好的促进了平面喇叭天线的发展。基片集成波导有尺寸小、重量轻、易于集成和加工制作等优点。基于基片集成波导的平面的基片集成波导平面喇叭天线除了具有喇叭天线的特点外,还很好的实现了喇叭天线的小型化、轻型化,而且易于集成在微波毫米波平面电路中。传统的基片集成波导平面喇叭天线的有一个限制,天线喇叭口基板的厚度要大于十分之一工作波长,天线才能有较好的辐射性能,不然由于反射,天线里的能量辐射不出去。这样就要求天线基板的厚度不能太薄,在 L 波段等较低频段要满足这个要求更是十分困难,很厚的基板不仅体积和重量很大,抵消了集成的优点,而且还增加了成本,另外这些天线辐射场的极化方向一般都是垂直于介质基板,而有些应用需要辐射场的极化平行于介质基板。已有的一些天线在平面喇叭天线前面加载贴片改善薄基片平面喇叭天线的辐射,但加载的贴片尺寸较大,而且工作频带较窄。通常为了实现差波束,需要采用特别的馈电装置,这些馈电装置或者在平面电路中不易实现,或者是窄带的移相电路。另外传统的基片集成波导平面喇叭天线的增益相对较低,其原因在于由于喇叭口不断的张开,导致电磁波传播到喇叭口径面时出现相位不同步,口径电场强度的幅度分布也不均匀,辐射方向性和增益降低,使得构成的差波束天线的零深较浅且斜率较低,影响雷达的测向精度。目前已有采用介质加载、介质棱镜等方法,矫正喇叭口径场,但是这些方法都只能改善相位分布的一致性,不能改善幅度分布的均匀性,而且这些相位校准结构增加了天线的整体结构尺寸。

发明内容

[0003] 技术问题:本发明的目的是提出一种薄基片相位幅度校正振子差波束平面喇叭天线,该天线辐射场的极化方向与介质基板平行,可以使用非常薄的介质基板制造,在基板的电厚度很薄的情况下,依然具有优良的辐射性能,而且该平面喇叭天线可以矫正天线口径面上电磁波的相位和幅度不一致,增加天线差波束的零深及提高天线差波束的斜率。

[0004] 技术方案:本发明的薄基片相位幅度校正振子差波束平面喇叭天线,其特征在于该天线包括设置在介质基板上的微带馈线、基片集成喇叭天线和多个振子;所述微带馈线的第一端口是该天线的输入输出端口,微带馈线的第二端口与基片集成喇叭天线相接;基片集成喇叭天线由位于介质基板一面的第一金属平面、位于介质基板另一面的第二金属平面和穿过介质基板连接第一金属平面和第二金属平面的两排金属化过孔喇叭侧壁组成,基片集成喇叭天线的两排金属化过孔喇叭侧壁之间的宽度逐渐变大,形成一个喇叭形张口,

张口的末端是基片集成喇叭天线的口径面；基片集成喇叭天线中有奇数个金属化过孔阵列连接第一金属平面和第二金属平面，金属化过孔阵列的一端在基片集成喇叭天线内部，金属化过孔阵列的另一端在基片集成喇叭天线的口径面上；在金属化过孔阵列中有一个中间金属化过孔阵列把基片集成喇叭天线分成对称的左半天线和右半天线两部分；相邻的两个金属化过孔阵列、或者是一个金属化过孔阵列与其相邻的一排金属化过孔喇叭侧壁，与第一金属平面和第二金属平面构成介质填充波导；在基片集成喇叭天线的口径面上，每个介质填充波导的宽度相等，在口径面外每个介质填充波导接有一个振子。

[0005] 微带馈线的导带与第一金属平面相接，微带馈线的接地面与第二金属平面相接。

[0006] 所述的金属化过孔阵列的形状由头端折线段、多边形和尾端折线段三段相连构成，金属化过孔阵列中的多边形可以是三角形、四边形、五边形或其它多边形，多边形的一条边或者多条边的形状可以是直线、弧线或其它曲线；金属化过孔阵列中的头端折线段或尾端折线段的形状可以是直线、折线或指数线等，其长度可以是接近零或者是有限长度。

[0007] 介质填充波导的宽度要使得电磁波可以在其中传播而不被截止。

[0008] 所述的金属化过孔阵列中，调整相邻两列金属化过孔阵列之间的距离、或者调整一列金属化过孔阵列与基片集成波导喇叭天线侧壁金属化过孔之间的距离，能够改变介质填充波导的宽度，进而调整在该介质填充波导(15)中电磁波传播的相速，使得到达天线口径面上电磁波的相位分布更均匀。

[0009] 所述的金属化过孔阵列中，改变一列或者多列金属化过孔阵列的长度能够改变相应介质填充波导的长度，使得到达天线口径面上电磁波的相位分布更均匀。

[0010] 选择金属化过孔阵列中头端折线段或多边形在基片集成喇叭天线中的位置和尺寸，使得在每个介质填充波导中传输的电磁波功率相等。

[0011] 每个振子在位于介质基板的两面分别有第一辐射臂和第二辐射臂，振子的第一辐射臂与基片集成喇叭天线的第一金属平面相连，振子的第二辐射臂与基片集成喇叭天线的第二金属平面相连，每个振子的第一辐射臂和第二辐射臂向相反的方向伸展。

[0012] 左半天线所接的所有振子的第一辐射臂的伸展方向都相同，左半天线所接的所有振子的第二辐射臂的伸展方向都相同；右半天线所接的所有振子的第一辐射臂的伸展方向都相同，右半天线所接的所有振子的第二辐射臂的伸展方向都相同；左半天线所接的振子的第一辐射臂的伸展方向与右半天线所接的振子的第二辐射臂的伸展方向相同，左半天线所接的振子的第二辐射臂的伸展方向与右半天线所接的振子的第一辐射臂的伸展方向相同。

[0013] 金属化过孔喇叭侧壁和金属化过孔阵列中，相邻的两个金属化过孔的间距要小于或等于工作波长的十分之一，使得构成的金属化过孔喇叭侧壁和金属化过孔阵列能够等效为电壁。

[0014] 在介质填充波导中，电磁波主模(TE₁₀模)的传播相速与介质填充波导的宽度有关，介质填充波导的宽度越宽，主模传播的相速越低；反之，介质填充波导的宽度越窄，主模传播的相速越高。电磁波从微带馈线的一端输入，经过微带馈线的另一端进入基片集成波导喇叭天线，传播一段距离后，遇到金属化过孔阵列，就分别进入各个介质填充波导传输。调整金属化过孔阵列的头端折线段和尾端折线段的位置和长度以及多边形顶点的位置，就可以调节进入各个介质填充波导的相对功率以及电磁波在各个介质波导传输的相对相速，

进而调整到达天线口径面上电磁波的相对幅度和相对相位。

[0015] 进入各个介质填充波导电磁波的相对功率主要由金属化过孔阵列的头端折线段及多边形顶点的位置决定,调整金属化过孔阵列的头端折线段及多边形顶点的位置,可以调整经过每个介质填充波导传输的电磁波的相对功率,进而可以保证在每个介质填充波导中传输的功率相等,由于在口径面上每个介质填充波导都接有一个同样口径大小的振子,这样进入每个振子辐射的功率也相等,也就是保证整个天线是等幅幅射的,这就提高了天线的增益。

[0016] 在天线口径面上电磁波的相位分布主要由各个介质填充波导的长度和宽度决定,调整金属化过孔阵列的头端折线段和尾端折线段的位置和长度以及多边形顶点的位置,就可以调节电磁波在各个介质波导传输的相对相速,进而使得通过各个介质填充波导的电磁波同相到达天线的口径面,这样在天线口径面上每个介质填充波导端口的场强幅度分布和相位都一样。

[0017] 来自各个介质波导的电磁波通过天线口径面进入振子辐射,由于左半天线振子的辐射臂与右半天线振子的辐射臂是对称的,因此左半天线振子辐射场的极化方向与右半天线振子辐射场的极化方向相反,这样就在平行介质基板的方向形成了差波束。

[0018] 以上述方式就可以控制在天线口径面上电磁波的幅度和相位分布,如果保持在天线口径面上的每个介质填充波导的端口宽度相等,并调整金属化过孔阵列的位置大小和形状,使得通过每个介质填充波导传输电磁波的同幅同相到达天线口径面,进而同幅同相的进入每个振子辐射,辐射场的极化方向也变成与基板接近平行的水平方向,这样不仅可以使得在电薄基片的情况下,整个天线具有优良的辐射性能,而且也达到提高天线的口径效率和增益的目的。

[0019] 由于有多个金属化过孔阵列把天线的口径面分成很多个小的口径面,每个小口径面上接的振子的尺寸可以做的很小,这样天线的结构紧凑、尺寸也只增加很少。

[0020] 天线从馈电微带线到振子之间,都是封闭的基片集成波导结构,因此馈电损耗较小。

[0021] 同理也可以按照需要在天线的口径面上实现特定的场强幅度和相位分布。

[0022] 有益效果:本发明薄基片相位幅度校正振子差波束平面喇叭天线的有益效果是,该天线辐射场的极化方向与介质基板平行;该天线可以使用低于百分之二的波长的厚度的介质基板制造,远低于通常平面喇叭天线所要求的十分之一波长的基板厚度,在基板的电厚度很薄的情况下,依然具有优良的辐射性能,例如在 6GHz 频率,采用环氧树脂材料基板的厚度可以 2.5mm 减小到 0.5mm,从而大大减小尺寸、重量和成本;而且该平面喇叭天线内部嵌有金属化过孔阵列可以矫正天线口径面上电磁波的相位和幅度不一致,增加天线差波束的零深及提高天线差波束的斜率,天线的结构紧凑、馈电损耗小。

附图说明

[0023] 下面结合附图对本发明进一步说明。

[0024] 图 1 为本发明薄基片相位幅度校正振子差波束平面喇叭天线的结构示意图。

[0025] 图中有:介质基板 1、微带馈线 2、基片集成喇叭天线 3、振子 4;微带馈线 2 的第一端口 5、微带馈线 2 的第二端口 6、介质基板 1 的第一金属平面 7、介质基板 1 的第二金属平

面 8、金属化过孔喇叭侧壁 9、基片集成喇叭天线 3 的口径面 10、金属化过孔阵列 11、中间金属化过孔阵列 12、左半天线 13、右半天线 14、介质填充波导 15、微带馈线 2 的导带 16、微带馈线 2 的接地面 17、头端折线段 18、多边形 19、尾端折线段 20、振子 4 的第一辐射臂 21 和振子 4 的第二辐射臂 22。

具体实施方式

[0026] 本发明所采用的实施方案是：薄基片相位幅度校正振子差波束平面喇叭天线包括设置在介质基板 1 上的微带馈线 2、基片集成喇叭天线 3 和多个振子 4；所述微带馈线 2 的第一端口 5 是该天线的输入输出端口，微带馈线 2 的第二端口 6 与基片集成喇叭天线 3 相接；基片集成喇叭天线 3 由位于介质基板 1 一面的第一金属平面 7、位于介质基板 1 另一面的第二金属平面 8 和穿过介质基板 1 连接第一金属平面 7 和第二金属平面 8 的两排金属化过孔喇叭侧壁 9 组成，基片集成喇叭天线 3 的两排金属化过孔喇叭侧壁 9 之间的宽度逐渐变大，形成一个喇叭形张口，张口的末端是基片集成喇叭天线 3 的口径面 10；基片集成喇叭天线 3 中有奇数个金属化过孔阵列 11 连接第一金属平面 7 和第二金属平面 8，金属化过孔阵列 11 的一端在基片集成喇叭天线 3 内部，金属化过孔阵列 11 的另一端在基片集成喇叭天线 3 的口径面 10 上；在金属化过孔阵列 11 中有一个中间金属化过孔阵列 12 把基片集成喇叭天线 3 分成对称的左半天线 13 和右半天线 14 两部分；相邻的两个金属化过孔阵列 11、或者是一个金属化过孔阵列 11 与其相邻的一排金属化过孔喇叭侧壁 9，与第一金属平面 7 和第二金属平面 8 构成介质填充波导 15；在基片集成喇叭天线 3 的口径面 10 上，每个介质填充波导 15 的宽度相等，在口径面 10 外每个介质填充波导 15 接有一个振子 4。

[0027] 微带馈线 2 的导带 16 与第一金属平面 7 相接，微带馈线 2 的接地面 17 与第二金属平面 8 相接。

[0028] 所述的金属化过孔阵列 11 的形状由头端折线段 18、多边形 19 和尾端折线段 20 三段相连构成，金属化过孔阵列 11 中的多边形 19 可以是三角形、四边形、五边形或其它多边形，多边形 19 的一条边或者多条边的形状可以是直线、弧线或其它曲线；金属化过孔阵列 11 中的头端折线段 18 或尾端折线段 20 的形状可以是直线、折线或指数线等，其长度可以是接近零或者是有限长度。

[0029] 介质填充波导 15 的宽度要使得电磁波可以在其中传播而不被截止。

[0030] 所述的金属化过孔阵列 11 中，调整相邻两列金属化过孔阵列 11 之间的距离、或者调整一列金属化过孔阵列 11 与基片集成波导喇叭天线 3 侧壁金属化过孔 9 之间的距离，能够改变介质填充波导 15 的宽度，进而调整在该介质填充波导 15 中电磁波传播的相速，使得到达天线口径面 10 上电磁波的相位分布更均匀。

[0031] 所述的金属化过孔阵列 11 中，改变一列或者多列金属化过孔阵列 11 的长度能够改变相应介质填充波导 15 的长度，使得到达天线口径面 10 上电磁波的相位分布更均匀。

[0032] 选择金属化过孔阵列 11 中头端折线段 18 或多边形 19 在基片集成喇叭天线 3 中的位置和尺寸，使得在每个介质填充波导 15 中传输的电磁波功率相等。

[0033] 每个振子 4 在位于介质基板 1 的两面分别有第一辐射臂 21 和第二辐射臂 22，振子 4 的第一辐射臂 21 与基片集成喇叭天线 3 的第一金属平面 7 相连，振子 4 的第二辐射臂 22 与基片集成喇叭天线 3 的第二金属平面 8 相连，每个振子 4 的第一辐射臂 21 和第二辐射臂

22 向相反的方向伸展。

[0034] 左半天线 13 所接的所有振子 4 的第一辐射臂 21 的伸展方向都相同,左半天线 13 所接的所有振子 4 的第二辐射臂 22 的伸展方向都相同;右半天线 14 所接的所有振子 4 的第一辐射臂 21 的伸展方向都相同,右半天线 14 所接的所有振子 4 的第二辐射臂 22 的伸展方向都相同;左半天线 13 所接的振子 4 的第一辐射臂 21 的伸展方向与右半天线 14 所接的振子 4 的第二辐射臂 22 的伸展方向相同,左半天线 13 所接的振子 4 的第二辐射臂 22 的伸展方向与右半天线 14 所接的振子 4 的第一辐射臂 21 的伸展方向相同。

[0035] 所述的金属化过孔喇叭侧壁 9 和金属化过孔阵列 11 中,相邻的两个金属化过孔的间距要小于或等于工作波长的十分之一,使得构成的金属化过孔喇叭侧壁 9 和金属化过孔阵列 11 能够等效为电壁。

[0036] 在设计时,金属化过孔阵列 11 中头端折线段 18 在基片集成喇叭天线 3 中的相对位置是决定电磁波进入各个介质填充波导 15 中的相对功率大小的主要因素。调节电磁波在介质填充波导 15 的相速就要改变介质填充波导 15 的宽度,由于多边形 19 在金属化过孔阵列 11 的中部,而且由于多边形 19 的内部基本没有电磁波可以进入,因此只改变多边形 19 的某些边的大小和位置,可以只对这个金属化过孔阵列 11 所构建的一个介质填充波导 15 产生影响,而对由这个金属化过孔阵列 11 构建的另一个介质填充波导 15 的影响很小。这样为了减少调节相速对进入各个介质填充波导 15 中的相对功率大小的影响,通常采用改变金属化过孔阵列 11 中多边形 19 的形状和大小的方法,

[0037] 在工艺上,薄基片相位幅度校正振子差波束平面喇叭天线既可以采用普通的印刷电路板(PCB)工艺,也可以采用低温共烧陶瓷(LTCC)工艺或者 CMOS、Si 基片等集成电路工艺实现。其中金属化过孔可以是空心金属通孔也可以是实心金属孔,也可以是连续的金属化壁,金属通孔的形状可以是圆形,也可以是方形或者其他形状的。

[0038] 在结构上,依据同样的原理,可以增加或者减少金属化过孔阵列 11 的数量,进而改变振子 4 的数量和尺寸,只要保证介质填充波导 15 能够传输主模。由于越靠近天线的金属化过孔侧壁 9,电磁波到达天线口径面 10 的路程越远,因此相对于离金属化过孔侧壁 9 较远的介质填充波导 15,离金属化过孔侧壁 9 较近的介质填充波导 15 的宽度相对较窄以得到较高的电磁波传输相速。

[0039] 根据以上所述,便可实现本发明。

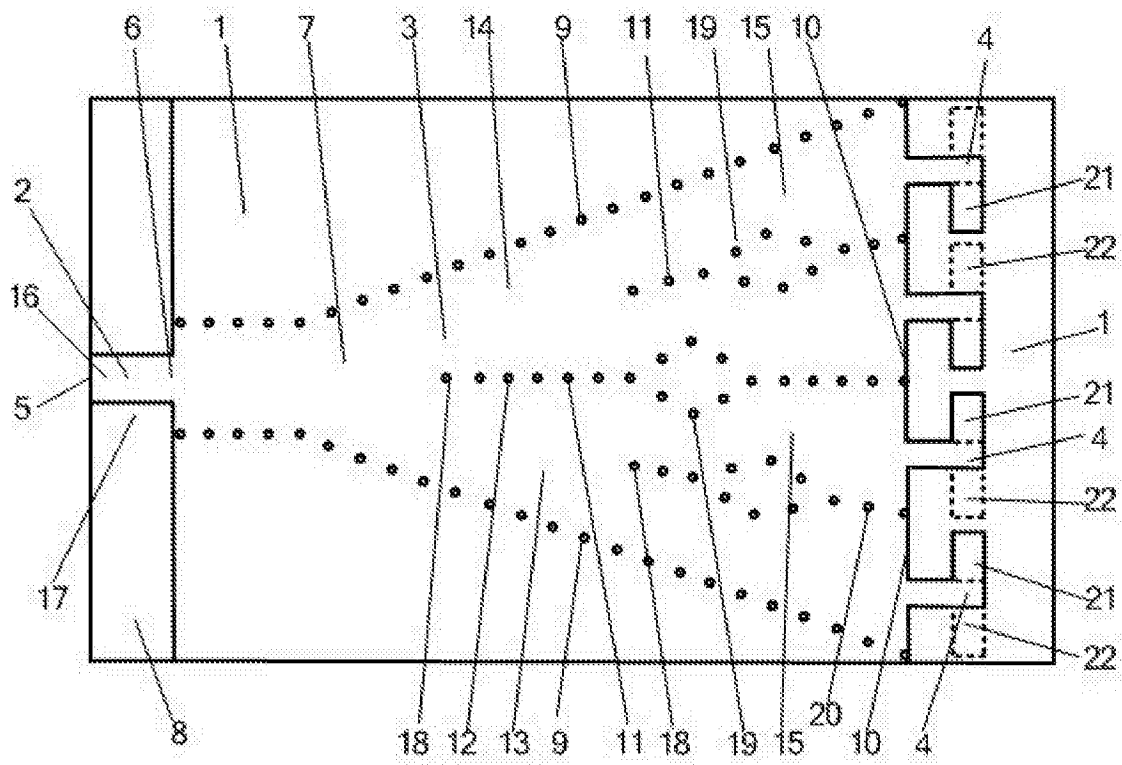


图 1