



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103594805 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 30

(21) 申请号 201310616381. 1

审查员 徐丽丽

(22) 申请日 2013. 11. 29

(73) 专利权人 东南大学

地址 210096 江苏省南京市四牌楼 2 号

(72) 发明人 赵洪新 李玉福 邓阳 殷晓星

(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)

(56) 对比文件

CN 103022716 A, 2013. 04. 03,

CN 102324627 A, 2012. 01. 18,

JP 2002246834 A, 2002. 08. 30,

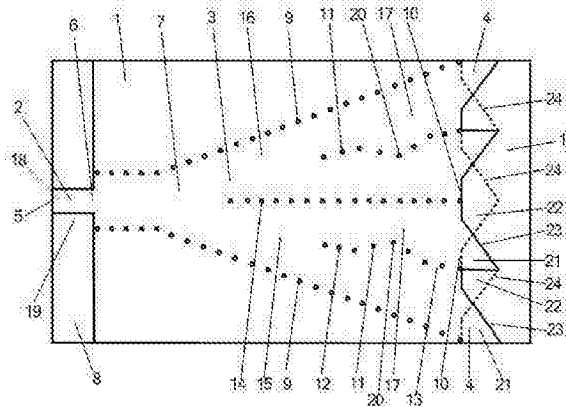
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

薄基片幅度校正槽线差波束平面喇叭天线

(57) 摘要

薄基片幅度校正槽线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)和槽线喇叭(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)中有奇数个形状为折线的金属化过孔阵列(11)和偶数个介质填充波导(17),在喇叭天线(3)口径面(10)上每个介质填充波导(17)的宽度相等且都接有一个槽线喇叭(4),左半天线(15)及所接槽线喇叭(4)与右半天线(16)及所接槽线喇叭(4)对称。电磁波可等幅到达槽线喇叭再辐射,辐射场极化与基板平行,该天线可使用薄基板制造且增益高、大零深、成本低和结构紧凑。



1. 薄基片幅度校正槽线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)和多个槽线喇叭(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)的头端(12)在基片集成喇叭天线(3)内部,金属化过孔阵列(11)的尾端(13)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(14)把基片集成喇叭天线(3)分成对称的左半天线(15)和右半天线(16)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(17);在基片集成喇叭天线(3)的口径面(10)上,每个介质填充波导(17)的宽度相等,在口径面(10)外每个介质填充波导(17)接有一个槽线喇叭(4);介质基板(1)的厚度低于百分之二的波长;

每个槽线喇叭(4)在位于介质基板(1)的两面分别有第一辐射贴片(21)和第二辐射贴片(22),槽线喇叭(4)的第一辐射贴片(21)与基片集成喇叭天线(3)的第一金属平面(7)相连,槽线喇叭(4)的第二辐射贴片(22)与基片集成喇叭天线(3)的第二金属平面(8)相连,第一辐射贴片(21)的斜边(23)和第二辐射贴片(22)的斜边(24)逐渐张开形成喇叭形的开口;

左半天线(15)所接的所有槽线喇叭(4)的第一辐射贴片(21)的斜边(23)指向都相同,左半天线(15)所接的所有槽线喇叭(4)的第二辐射贴片(22)的斜边(24)指向都相同;右半天线(16)所接的所有槽线喇叭(4)的第一辐射贴片(21)的斜边(23)指向都相同,右半天线(16)所接的所有槽线喇叭(4)的第二辐射贴片(22)的斜边(24)指向都相同;左半天线(15)所接的槽线喇叭(4)的第一辐射贴片(21)的斜边(23)指向与右半天线(16)所接的槽线喇叭(4)的第二辐射贴片(22)的斜边(24)指向相同,左半天线(15)所接的槽线喇叭(4)的第二辐射贴片(22)的斜边(24)指向与右半天线(16)所接的槽线喇叭(4)的第一辐射贴片(21)的斜边(23)指向相同;

中间金属化过孔阵列(14)的形状为直线,其余金属化过孔阵列(11)的形状为由多条曲线构成的曲折连线,相邻的两条曲线通过共同的顶点(20)连接,曲线的形状是弧线;

介质填充波导(17)的宽度要使得电磁波主模可以在其中传播而不被截止,并且使得槽线喇叭(4)的张口尺寸可以达到工作波长的一半左右。

2. 根据权利要求1所述的薄基片幅度校正槽线差波束平面喇叭天线,其特征在于微带馈线(2)的导带(18)与第一金属平面(7)相接,微带馈线(2)的接地面(19)与第二金属平面(8)相接。

3. 根据权利要求1所述的薄基片幅度校正槽线差波束平面喇叭天线,其特征在于选择金属化过孔阵列(11)的头端(12)以及顶点(20)在基片集成喇叭天线(3)内部的位置,使得在每个介质填充波导(17)中传输的电磁波功率相等。

4. 根据权利要求 1 所述的薄基片幅度校正槽线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。

## 薄基片幅度校正槽线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,尤其是一种薄基片幅度校正槽线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电场强度的幅度分布不均匀,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幅度校正槽线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幅度分布的不一致,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:本发明的薄基片幅度校正槽线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槽线喇叭;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,金属化过孔阵列的头端在基片集成喇叭天线内部,金属化过孔阵列的尾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槽线喇叭。

[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一条或多条曲线构成的折线,相邻的两条曲线通过共同的顶点连接,折线的一条曲线的形状可以是直线、弧线或其它曲线。

[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] 选择金属化过孔阵列的头端以及顶点在基片集成喇叭天线内部的位置,使得在每个介质填充波导中传输的电磁波功率相等。

[0009] 每个槽线喇叭在位于介质基板的两面分别有第一辐射贴片和第二辐射贴片,槽线喇叭的第一辐射贴片与基片集成喇叭天线的第一金属平面相连,槽线喇叭的第二辐射贴片与基片集成喇叭天线的第二金属平面相连,第一辐射贴片的斜边和第二辐射贴片的斜边逐渐张开形成喇叭形的开口。

[0010] 左半天线所接的所有槽线喇叭的第一辐射贴片的斜边指向都相同,左半天线所接的所有槽线喇叭的第二辐射贴片的斜边指向都相同;右半天线所接的所有槽线喇叭的第一辐射贴片的斜边指向都相同,右半天线所接的所有槽线喇叭的第二辐射贴片的斜边指向都相同;左半天线所接的槽线喇叭的第一辐射贴片的斜边指向与右半天线所接的槽线喇叭的第二辐射贴片的斜边指向相同,左半天线所接的槽线喇叭的第二辐射贴片的斜边指向与右半天线所接的槽线喇叭的第一辐射贴片的斜边指向相同。

[0011] 所述的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。

[0012] 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。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以及顶点在基片集成喇叭天线内部的位置,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槽线喇叭,这样进入每个槽线喇叭辐射的功率也相等,也就是保证整个天线是等幅辐射的,这就提高了天线的增益。

[0013] 来自各个介质波导的电磁波通过天线口径面进入槽线喇叭辐射,由于左半天线槽线喇叭的辐射贴片与右半天线槽线喇叭的辐射贴片是对称的,因此左半天线槽线喇叭辐射场的极化方向与右半天线槽线喇叭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。

[0014] 以上述方式就可以控制在天线口径面上电磁波的幅度分布,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头端以及顶点在基片

集成喇叭天线内部的位置,使得通过每个介质填充波导传输电磁波的同幅到达天线口径面,进而同幅进入每个槽线喇叭辐射,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板的情况下,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。

[0015] 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槽线喇叭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。

[0016] 天线从馈电微带线到槽线喇叭之间,都是封闭的基板集成波导结构,因此馈电损耗较小。

[0017] 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分布。

[0018] 有益效果:本发明薄片幅度校正槽线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幅度分布的不一致,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

[0019] 下面结合附图对本发明进一步说明。

[0020] 图 1 为本发明薄片幅度校正槽线差波束平面喇叭天线的结构示意图。

[0021] 图中有:介质基板 1、微带馈线 2、基板集成喇叭天线 3、槽线喇叭阵列 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、天线 3 的口径面 10、金属化过孔阵列 11、金属化过孔阵列 11 的头端 12、金属化过孔阵列 11 的尾端 13、中间金属化过孔阵列 14、左半天线 15、右半天线 16、介质填充波导 17、微带馈线 2 的导带 18、微带馈线 2 的接地面 19、顶点 20、槽线喇叭 4 的第一辐射贴片 21、槽线喇叭 4 的第二辐射贴片 22、第一辐射贴片 21 的斜边 23 和第二辐射贴片 22 的斜边 24。

## 具体实施方式

[0022] 本发明所采用的实施方案是:薄片幅度校正槽线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、基板集成喇叭天线 3 和多个槽线喇叭 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 与基板集成喇叭天线 3 相接;基板集成喇叭天线 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,基板集成喇叭天线 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,张口的末端是基板集成喇叭天线 3 的口径面 10;基板集成喇叭天线 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 的头端 12 在基板集成喇叭天线 3 内部,金属化过孔阵列 11 的尾端 13 在基板集成喇叭天线 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 14 把基片

集成喇叭天线 3 分成对称的左半天线 15 和右半天线 16 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 17;在基片集成喇叭天线 3 的口径面 10 上,每个介质填充波导 17 的宽度相等,在口径面 10 外每个介质填充波导 17 接有一个槽线喇叭 4。

[0023] 微带馈线 2 的导带 18 与第一金属平面 7 相接,微带馈线 2 的接地面 19 与第二金属平面 8 相接。

[0024] 所述的金属化过孔阵列 11 的形状由一条或多条曲线构成的折线,相邻的两条曲线通过共同的顶点 20 连接,折线的一条曲线的形状可以是直线、弧线或其它曲线。

[0025] 介质填充波导 17 的宽度要使得电磁波可以在其中传播而不被截止。

[0026] 选择金属化过孔阵列 11 的头端 12 以及顶点 20 在基片集成喇叭天线 3 内部的位置,使得在每个介质填充波导 17 中传输的电磁波功率相等。

[0027] 每个槽线喇叭 4 在位于介质基板 1 的两面分别有第一辐射贴片 21 和第二辐射贴片 22,槽线喇叭 4 的第一辐射贴片 21 与基片集成喇叭天线 3 的第一金属平面 7 相连,槽线喇叭 4 的第二辐射贴片 22 与基片集成喇叭天线 3 的第二金属平面 8 相连,第一辐射贴片 21 的斜边 23 和第二辐射贴片 22 的斜边 24 逐渐张开形成喇叭形的开口。

[0028] 左半天线 15 所接的所有槽线喇叭 4 的第一辐射贴片 21 的斜边 23 指向都相同,左半天线 15 所接的所有槽线喇叭 4 的第二辐射贴片 22 的斜边 24 指向都相同;右半天线 16 所接的所有槽线喇叭 4 的第一辐射贴片 21 的斜边 23 指向都相同,右半天线 16 所接的所有槽线喇叭 4 的第二辐射贴片 22 的斜边 24 指向都相同;左半天线 15 所接的槽线喇叭 4 的第一辐射贴片 21 的斜边 23 指向与右半天线 16 所接的槽线喇叭 4 的第二辐射贴片 22 的斜边 24 指向相同,左半天线 15 所接的槽线喇叭 4 的第二辐射贴片 22 的斜边 24 指向与右半天线 16 所接的槽线喇叭 4 的第一辐射贴片 21 的斜边 23 指向相同。

[0029] 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。

[0030] 在设计时,金属化过孔阵列 11 中头端 12 及顶点 20 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 17 中的相对功率大小的主要因素。调节金属化过孔阵列 11 中头端 12 及顶点 20 在基片集成喇叭天线 3 中的相对位置就可以使得进入各个介质填充波导 17 的功率一样,由于各个介质填充波导 17 在天线口径面 10 上的宽度一样,这样进入每个槽线喇叭 4 辐射的功率也一样,因而达到了等幅辐射的目的。

[0031] 在工艺上,薄基片相位幅度校正槽线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。

[0032] 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,进而改变槽线喇叭 4 的数量和尺寸,只要保证介质填充波导 15 能够传输主模以及槽线喇叭 4 的张口尺寸可以达到工作波长的一半左右。

[0033] 根据以上所述,便可实现本发明。

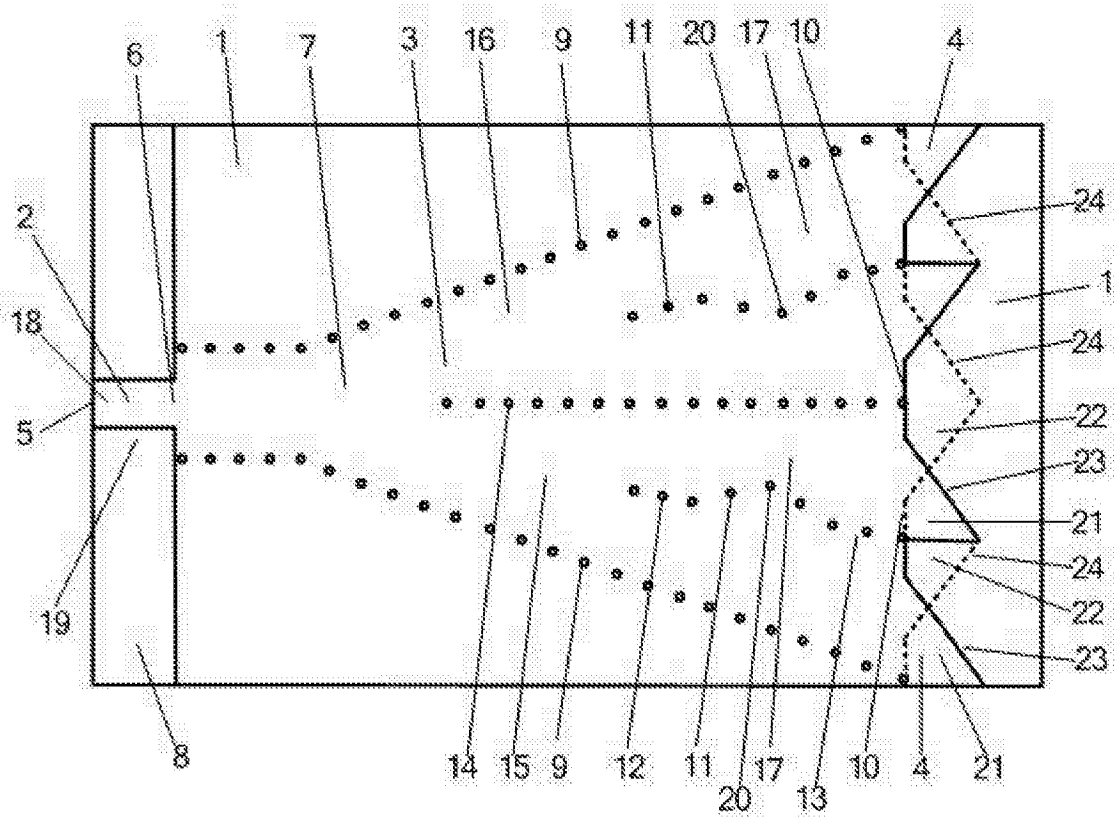


图 1