(19)中华人民共和国国家知识产权局



(12)发明专利



(10)授权公告号 CN 104701633 B (45)授权公告日 2019.03.08

- (**21**)申请号 201310656385.2
- (22)申请日 2013.12.06
- (65)同一申请的已公布的文献号 申请公布号 CN 104701633 A
- (43)申请公布日 2015.06.10
- (73)专利权人 中兴通讯股份有限公司 地址 518057 广东省深圳市南山区高新技 术产业园科技南路中兴通讯大厦
- (72)发明人 彭宏利 李静
- (74)专利代理机构 深圳鼎合诚知识产权代理有限公司 44281

代理人 薛祥辉

(51) Int.Cl.

H01Q 19/06(2006.01)

H01Q 21/00(2006.01)

(54)发明名称

一种毫米波透镜天线

(57)摘要

本发明公开了一种毫米波透镜天线,包括透镜、基座、微带辐射天线阵、平面缝隙阵、微带馈 线阵,其中,基座包括从上到下依次设置的第一 基座层、第二基座层、第三基座层和第四基座层; 透镜设置在第一基座层上,微带辐射天线阵、平 面缝隙阵、微带馈线阵分别对应设置在第一基座 层与第二基座层、第二基座层与第三基座层、第 三基座层与第四基座层之间;本发明中提供的这 种结构的毫米微波透明天线,微带馈线阵可通过 平面缝隙阵激励微带辐射天线阵进行辐射,在通 过透镜对辐射的电磁波进行定向处理,因此可在 得到高增益宽波束的同时,对该宽波束实现定向 辐射,很好的解决了现有在60GHz毫米波频段不 22 能实现宽波束高增益定向辐射的问题。 H01Q 1/36(2006.01) H01Q 1/50(2006.01)

H01Q 13/08(2006.01)

(56)对比文件

CN 102738572 A,2012.10.17,全文. G.V. Eleftheriades等."ALPSS:A millimetre-wave aperture-coupled patch antenna on a substrate lens".《ELECTRONICS LETTERS》.1997,第33卷(第3期),第169-170页.

刘传全等."毫米波多波束介质透镜天线设 计".《计算机仿真》.2011,第28卷(第12期),第 92-95、271页.

审查员 李洋

权利要求书2页 说明书5页 附图3页



CN 104701633 B

1.一种毫米波透镜天线,其特征在于,包括透镜、基座、微带辐射天线阵、平面缝隙阵、 微带馈线阵,所述基座包括从上到下依次设置的第一基座层、第二基座层、第三基座层和第 四基座层;所述透镜设置在所述第一基座层上,所述微带辐射天线阵、平面缝隙阵、微带馈 线阵分别对应设置在所述第一基座层与所述第二基座层、所述第二基座层与所述第三基座 层、所述第三基座层与所述第四基座层之间;所述微带馈线阵通过所述平面缝隙阵激励所 述微带辐射天线阵进行辐射;所述透镜用于将所述微带辐射天线阵辐射的电磁波进行定向 辐射。

2.如权利要求1所述的毫米波透镜天线,其特征在于,所述微带辐射天线阵、平面缝隙 阵、微带馈线阵均为面阵列。

3.如权利要求2所述的毫米波透镜天线,其特征在于,所述微带辐射天线阵包括的微带 辐射天线个数与所述平面缝隙阵包括的平面缝隙个数和所述微带馈线阵包括的微带馈线 个数相同。

4.如权利要求3所述的毫米波透镜天线,其特征在于,所述微带辐射天线阵包括的各微带辐射天线与所述平面缝隙阵包括的各平面缝隙和所述微带馈线阵包括的各微带馈线在 所述基座上对应设置。

5.如权利要求3所述的毫米波透镜天线,其特征在于,所述微带辐射天线阵的各微带辐射天线的几何中心、所述平面缝隙阵的各平面缝隙的几何中心和所述微带馈线阵的各微带 馈线的几何中心均分布在所属平面上的同一圆周上。

6.如权利要求4所述的毫米波透镜天线,其特征在于,在基座上位置对应的微带辐射天 线和平面缝隙的几何中心处于与同一条与该平面缝隙垂直的线上。

7.如权利要求4所述的毫米波透镜天线,其特征在于,在基座上位置对应的微带辐射天线、平面缝隙和微带馈线的几何中心处于与同一该平面缝隙垂直的平面上。

8.如权利要求3所述的毫米波透镜天线,其特征在于,所述微带辐射天线阵包括的微带 辐射天线个数、所述平面缝隙阵包括的平面缝隙个数和所述微带馈线阵包括的微带馈线个 数均为4个。

9.如权利要求8所述的毫米波透镜天线,其特征在于,所述微带辐射天线阵包括的4个 微带辐射天线、所述平面缝隙阵包括的4个平面缝隙和所述微带馈线阵包括的4个微带馈线 在所属平面上均呈"田"字分布。

10.如权利要求9所述的毫米波透镜天线,其特征在于,所述微带辐射天线、平面缝隙和 微带馈线均为具有相互垂直的长度方向和宽度方向的长条形;在基座上位置对应的微带辐 射天线、平面缝隙和微带馈线中,微带辐射天线和平面缝隙的长度方向均与微带馈线的长 度方向垂直。

11.如权利要求3-10任一项所述的毫米波透镜天线,其特征在于,在所述基座上设置的 平面缝隙的几何中心到所述透镜轴线的距离根据波束扫描宽度和增益值进行确定。

12.如权利要求1-10任一项所述的毫米波透镜天线,其特征在于,所述第一基座层与所 述第四基座层的厚度相同,所述第二基座层与所述第三基座层的厚度相同。

13.如权利要求1-10任一项所述的毫米波透镜天线,其特征在于,所述透镜包括透镜部和与该透镜部连接的延伸部,所述透镜部为圆球形或椭圆球形透镜部;所述延伸部为圆柱形延伸部。

14.如权利要求13所述的毫米波透镜天线,其特征在于,透镜部为圆球形透镜部时,该圆球形透镜部的半径R与所述延伸部的长度L的比值为4。

一种毫米波透镜天线

技术领域

[0001] 本发明涉及通信领域,具体涉及一种毫米波透镜天线。

背景技术

[0002] 60GHz毫米波无线通信具有频宽大、传输速率快、安全性和抗干扰性好等优点,将成为室内无线接入、汽车雷达、医疗成像等领域的应用热点。2013年,"国家863计划"已将60GHz毫米波无线通信列入2014、2015及2016年的重大科研计划。但如何在60GHz毫米波频段实现宽波束高增益定向辐射,这是一个至今尚未解决好的技术问题。

发明内容

[0003] 本发明要解决的主要技术问题是,提供一种毫米波透镜天线,用于解决如何在 60GHz毫米波频段实现宽波束高增益定向辐射的问题。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明提供一种毫米波透镜天线,包括透镜、基座、微带辐射天线阵、平面缝隙阵、微带馈线阵,所述基座包括从上到下依次设置的第一基座层、第二基座层、第三基座层和第四基座层;所述透镜设置在所述第一基座层上,所述微带辐射天线阵、平面缝隙阵、微带馈线阵分别对应设置在所述第一基座层与所述第二基座层、所述第二基座层与所述第四基座层之间;所述微带馈线阵通过 所述平面缝隙阵激励所述微带辐射天线阵进行辐射;所述透镜用于将所述微带辐射天线阵 辐射的电磁波进行定向辐射。

[0005] 在本发明的一种实施例中,所述微带辐射天线阵、平面缝隙阵、微带馈线阵均为面阵列。

[0006] 在本发明的一种实施例中,所述微带辐射天线阵包括的微带辐射天线个数与所述 平面缝隙阵包括的平面缝隙个数和所述微带馈线阵包括的微带馈线个数相同。

[0007] 在本发明的一种实施例中,所述微带辐射天线阵包括的各微带辐射天线与所述平 面缝隙阵包括的各平面缝隙和所述微带馈线阵包括的各微带馈线在所述基座上对应设置。

[0008] 在本发明的一种实施例中,所述微带辐射天线阵的各微带辐射天线的几何中心、 所述平面缝隙阵的各平面缝隙的几何中心和所述微带馈线阵的各微带馈线的几何中心均 分布在所属平面上的同一圆周上。

[0009] 在本发明的一种实施例中,在基座上位置对应的微带辐射天线和平面缝隙的几何中心处于与同一条与该平面缝隙垂直的线上。

[0010] 在本发明的一种实施例中,在基座上位置对应的微带辐射天线、平面缝隙和微带 馈线的几何中心处于与同一该平面缝隙垂直的平面上。

[0011] 在本发明的一种实施例中,所述微带辐射天线阵包括的微带辐射天线个数、所述 平面缝隙阵包括的平面缝隙个数和所述微带馈线阵包括的微带馈线个数均为4个。

[0012] 在本发明的一种实施例中,所述微带辐射天线阵包括的4个微带辐射天线、所述平面缝隙阵包括的4个平面缝隙和所述微带馈线阵包括的4个微带馈线在所属平面上均呈

"田"字分布。

[0013] 在本发明的一种实施例中,所述微带辐射天线、平面缝隙和微带馈线均为具有相 互垂直的长度方向和宽度方向的长条形;在基座上位置对应的微带辐射天线、平面缝隙和 微带馈线中,微带辐射天线和平面缝隙的长度方向均与微带馈线的长度方向垂直。

[0014] 在本发明的一种实施例中,所述在基座上设置的平面缝隙的几何中心到所述透镜 轴线的距离根据波束扫描宽度和增益值进行确定。

[0015] 在本发明的一种实施例中,所述第一基座层与所述第四基座层的厚度相同,所述 第二基座层与所述第三基座层的厚度相同。

[0016] 在本发明的一种实施例中,所述透镜包括透镜部和与该透镜部连接的延伸部,所述透镜部为圆球形或椭圆球形透镜部;所述延伸部为圆柱形延伸部。

[0017] 在本发明的一种实施例中,透镜部为圆球形透镜部时,该圆球形透镜部的半径R与 所述延伸部的长度L的比值为4。

[0018] 本发明的有益效果是:

[0019] 本发明提供的毫米波透镜天线包括透镜、基座、微带辐射天线阵、平面缝隙阵、微带馈线阵,其中,基座包括从上到下依次设置的第一基座层、第二基座层、第三基座层和第四基座层;透镜设置在第一基座层上,微带辐射天线阵、平面缝隙阵、微带馈线阵分别对应设置在第一基座层与第二基座层、第二基座层与第三基座层、第三基座层与第四基座层之间;本发明中提供的这种结构的毫米微波透明天线,微带馈线阵可通过平面缝隙阵激励微带辐射天线阵进行辐射,在通过透镜对辐射的电磁波进行定向辐射处理,因此可在得到高增益宽波束的同时,对该宽波束实现定向辐射,很好的解决了现有在60GHz毫米波频段不能实现宽波束高增益定向辐射的问题。

附图说明

[0020] 图1为本发明实施例二中毫米波透镜天线的结构示意图;

[0021] 图2为本发明实施例二中毫米波透镜天线的各阵列的分布示意图;

[0022] 图3为本发明实施例二中毫米波透镜天线的回波损耗性能测试示意图;

[0023] 图4为本发明实施例二中毫米波透镜天线在60GHz处、phi=0°时的方向图示意图;

[0024] 图5为本发明实施例二中毫米波透镜天线在60GHz处、phi=90°时的方向图示意图。

具体实施方式

[0025] 本发明提供的毫米波透镜天线可应用于60GHz毫米波通信,其包括透镜、基座、微带辐射天线阵、平面缝隙阵、微带馈线阵,其中,基座包括从上到下依次设置的第一基座层、 第二基座层、第三基座层和第四基座层;透镜设置在第一基座层上,微带辐射天线阵、平面 缝隙阵、微带馈线阵分别对应设置在第一基座层与第二基座层、第二基座层与第三基座层、 第三基座层与第四基座层之间;本发明中提供的这种结构的毫米微波透明天线,微带馈线 阵可通过平面缝隙阵激励微带辐射天线阵进行辐射,在通过透镜对辐射的电磁波进行定向 辐射处理,因此可在得到高增益宽波束的同时,对该宽波束实现定向辐射。经测试,本发明 提供的毫米波透镜天线在57.5-66GHz的工作频段内,回波损耗均小于-10db,且其增益值大 于10dbi的波束宽度可达35度。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。

[0026] 实施例一:

[0027] 本实施例提供的毫米波透镜天线包括透镜、基座、微带辐射天线阵、平面缝隙阵、 微带馈线阵。本实施例中,基座主要用于为透镜、微带辐射天线阵、平面缝隙阵、微带馈线阵 提供物理支撑,其具体可包括从上到下依次设置的第一基座层、第二基座层、第三基座层和 第四基座层;透镜设置在第一基座层上,具体可设置在第一基座层的上表面,也可通过与第 一基座层的侧壁连接固定在第一基座层上。微带辐射天线阵、平面缝隙阵、微带馈线阵分别 对应设置在第一基座层与第二基座层上。微带辐射天线阵、平面缝隙阵、微带馈线阵分别 对应设置在第一基座层与第二基座层之间设置微带辐射天线阵,在第二基座层与第四基座 层之间;也即在第一基座层与第二基座层之间设置微带辐射天线阵,在第二基座层与第三 基座层之间设置平面缝隙阵,第三基座层与第四基座层之间设置微带馈线阵,这样的设置 可使微带馈线阵通过平面缝隙阵激励微带辐射天线阵进行辐射,透镜则用于将微带辐射天 线阵辐射的电磁波进行定向辐射,以达到在得到高增益宽波束的同时,对该宽波束实现定 向辐射的目的。

[0028] 本实施例中的透镜可用于对辐射出的电池波进行重定向处理,具有通过改变置于透镜平面上面的天线类型或者面天线到透镜中心轴线的距离达到波束扫面效果的能力。本 实施例中的透镜包括透镜部和与该透镜部连接的延伸部,透镜部为圆球形或椭圆球形透镜 部,也即本实施例中的透镜可为椭球透镜或准半球透镜;本实施例中的延伸部优选为圆柱 形延伸部。当本选用准半球透镜时,圆球形透镜部的半径R与延伸部的长度L的比值优选为 4;当然,该比值可根据实际情况进行选择设定。

[0029] 本实施例中,透镜的透镜部和延伸部的选用同一种材料,为了减少波传播过程中的损耗,介质透镜材料优选低导电率的材料;另一方面,在无线通信系统中更趋于向于选择高介电常数的材料。综上考虑,本实施例中可优选硅材料制造透镜,其介电常数 ε =11.7,折射率 $n = \sqrt{\varepsilon} = \sqrt{11.7} > 1$ 。同时,为了保证聚焦特征,本实施例选离心率1与介质介电常数 ε 达

到某一比例的椭球透镜,这一比例关系即为 $l = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}}$ 。实际中为了加工方便,选用扩展的准

半球形透镜。扩展后的准半球透镜接近椭球透镜,这样的透镜可以将放置在其焦点上的天线辐射出的球面波在天线的远场区转化为定向波束。

[0030] 本实施例中,基座具体可为尺寸和大小与透镜的延伸部相匹配的圆柱基座,也即 地包括的第一基座层、第二基座层、第三基座层和第四基座层也都为圆柱形基座层,且基座 层可采用相同的介质材料。本实施例中,可进一步设置第一基座层与第四基座层的厚度相 同,第二基座层与第三基座层的厚度相同;优选设置第二基座层和第三基座层厚度可为第 一基座层和第二基座层的厚度的两倍。本实施例中,第一基座层、第二基座层、第三基座层 和第四基座层的半径优选与透镜的圆球形透镜部的半径相同。

[0031] 在本实施例中,微带辐射天线阵、平面缝隙阵、微带馈线阵优选均为面阵列。当然, 对于一些特定的应用场景,也可将微带辐射天线阵、平面缝隙阵、微带馈线阵都设置为线阵 列。本实施例中的面阵列是指阵列中的各元素的分布并不是沿着一条直线分布的,而线阵 列则是指阵列中的各元素的分布是沿着一条直线分布的。同时,为了保证天线采集信号的 充分性和完整性,本实施例中设置微带辐射天线阵包括的微带辐射天线个数与平面缝隙阵 包括的平面缝隙个数和微带馈线阵包括的微带馈线个数相同。且可优选都设置为偶数个, 例如4个、8个等,具体个数可根据具体的应用场景选择设置。

[0032] 本实施例中,优选设置微带辐射天线阵包括的各微带辐射天线与平面缝隙阵包括的各平面缝隙和微带馈线阵包括的各微带馈线在基座上对应设置,该对应可为一一对应,即一个微带辐射天线对应一个平面缝隙和一个微带馈线。例如,假设微带辐射天线阵包括的微带辐射天线个数、平面缝隙和包括的平面缝隙个数和微带馈线阵包括的微带馈线个数都是4个时,则将上述阵列的所有元素分为4组,每一组包括一个微带辐射天线、平面缝隙和微带馈线,且每一组包括的微带辐射天线、平面缝隙和微带馈线在基座上设置的位置分别对应。优选设置在基座上位置对应的微带辐射天线和平面缝隙的几何中心处于与同一条与该平面缝隙垂直的线上。在基座上位置对应的微带辐射天线、平面缝隙和微带馈线的几何中心处于与同一该平面缝隙垂直的平面上。

[0033] 在本实施例中,优选微带辐射天线阵的各微带辐射天线的几何中心、平面缝隙阵的各平面缝隙的几何中心和微带馈线阵的各微带馈线的几何中心均分布在所属平面上的同一圆周上。且都可以透镜的轴线为圆心。另外,由于透镜的聚焦特性,天线的性能会随着平面缝隙几何中心到介质透镜轴线距离的变化而发生显著的变化,其变化主要表现在天线的波束扫描宽度、主波束方向和增益值上。通过观察并仔细分析优化仿真结果,发现随着所述距离的增大,主波束方向偏离Z向角度增加,波束扫描宽度增加,但与此同时增益会相应降低,这就要求在波束扫描宽度和增益值之间做一个折中。因此,本实施例中在基座上设置的平面缝隙的几何中心到透镜轴线的距离具体可根据波束扫描宽度和增益值进行确定。

[0034] 在本实施例中,微带辐射天线、平面缝隙和微带馈线均可选择具有相互垂直的长度方向和宽度方向的长条形,例如都可设置为矩形;在基座上位置对应的微带辐射天线、平面缝隙和微带馈线中,微带辐射天线和平面缝隙的长度方向均与微带馈线的长度方向垂直。

[0035] 实施例二:

[0036] 为了更便于理解本发明,下面结合一个具体的毫米波透镜天线对本发明做进一步 说明。

[0037] 请参见图1所示,该图所示的毫米波透镜天线包括透镜1、基座2,设置在基座2上的 微带辐射天线阵、平面缝隙阵、微带馈线阵。透镜1包括半球形透镜部11和沿着该半球形透镜部延伸的圆柱形延伸部12,本实施中半球形透镜部11的半径R为6mm,圆柱形延伸部12延伸的长度L为1.5.mm。基座2包括从上往下依次设置的第一基座层21、第二基座层22、第三基 座层23和第四基座层24;圆柱形基座2的半径R的可与半球形透镜部11的半径R相等,也设为 6mm;透镜1设置在第一基座层21的上,第一基座层21和第二基座层22之间设置有微带辐射 天线阵;第二基座层22和第三基座层23之间设有平面缝隙阵,第三基座层23和第四基座层 24之间设有微带馈线阵。值得注意的是,本实施例中的平面缝隙阵可通过一个构件单独形成,也可直接通过在第二基座层22和第三基座层23相配合的面上形成。其中,第一基座层21 和第四基座层24的厚度相等,第二基座层22和第三基座层23的厚度相等,虽第二基座层22 和第三基座层23和第四基座层21和第四基座层23的厚度为第一基座层21和第四基座层24的厚度的两倍。第一基座层21、第 二基座层22、第三基座层23和第四基座层23和第四基座层24的厚度的两倍。第一基座层21、第 二基座层22、第三基座层23和第四基座层24可采用相同的介质材料制成。

[0038] 本实施例中,采用的激励方式为差分激励;为了保证天线在一个较大角度范围内

采集信号的充分性和完整性,必须使天线方向图在顶部一个圆锥角空间内特性基本一致, 下面结合上述需求对确定辐射单元个数的过程进行简单的说明。首先对单个辐射单元的透 镜天线进行初步仿真,可以得到一个单元天线的增益值可以达到较高水平,具有高增益的 特性,但缺点是此时天线的波束宽度很窄。所以,其次,以包括透镜轴线并与平面缝隙垂直 的平面为对称中心,在辐射单元的对称位置加上第二个辐射单元,变为2单元阵列,两个端 口加等幅反向激励并仿真,以保持并提高天线定向特性、同时达到扩展波束宽度、进一步增 加增益值的效果。为了保证天线在一个较大角度范围内采集信号的充分性和完整性,必须 使天线方向图在顶部一个圆锥角空间内特性基本一致。因此,最后,按照同样的思路,将二 单元辐射元阵列以透镜轴线为转轴,在各自相应平面内顺时针旋转90°,变为4单元阵列,相 对两端口差分激励。得到的各阵列的分布图如图2所示:

明书

说

[0039] 图2所示的微带辐射天线阵、平面缝隙阵、微带馈线阵都包含4个元素。且由该图可知,微带辐射天线阵包括的4个微带辐射天线、平面缝隙阵包括的4个平面缝隙和微带馈线 阵包括的4个微带馈线在所属平面上均呈"田"字分布。其中,微带辐射天线3、平面缝隙4和 微带馈线5都设置为矩形。在各组中,微带辐射天线3、平面缝隙4的几何中心在同一垂直于 平面缝隙4上的一条垂直线上,微带辐射天线3、平面缝隙4和微带馈线5的几何中心则在同 一垂直于平面缝隙4上的一个垂直面上,微带辐射天线3、平面缝隙4的长度方向平行,且与 微带馈线5的长度方向垂直。本实施例中,设微带辐射天线3的长度为0.5mm,宽度为0.45mm; 平面缝隙4的长度为0.8mm,宽度为0.14mm; 微带馈线5尺寸的选择主要是从其特征阻抗方面 考虑的,设其长度为2.4mm,宽度为0.18mm,保证其特征阻抗为50欧姆。以该天线进行仿真得 到的结果分别如图3-5所示。

[0040] 图3所示为本实施例提供的透镜天线的回波损耗性能测试图。工程中一般定义回 波损耗小于-10db对应的频段为工作频段。由图3可以看出本实施例提供的透镜天线的工作 频段为57.491-66.838GHz,基本涵盖整个57-66GHz的免费许可频段。

[0041] 图4和图5为本实施例提供的透镜天线在60GHz处方向图。

[0042] 图4为phi=0°时透镜天线的方向图,图5为phi=90°时透镜天线的方向图。可以看出 在phi=0°和phi=90°时透镜天线的方向图基本完全相同的,表明透镜天线在一个圆锥角平 面上特性基本一致。图4和图5中透镜天线增益为14.4dbi,3db宽度为28.8°,增益大于10dbi 的波束宽度可达35°。

[0043] 以上内容是结合具体的实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干简单推演或替换,都应当视为属于本发明的保护范围。



图1



图2



图3



Q	(17.5,10)
Ŷ	(-17.51, 10)

图4



图5