



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102593566 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 17

(21) 申请号 201210051767. 8

(22) 申请日 2012. 02. 29

(73) 专利权人 西安空间无线电技术研究所
地址 710100 陕西省西安市长安区西街 150 号

(72) 发明人 吕庆立 辛丽

(74) 专利代理机构 中国航天科技专利中心
11009

代理人 安丽

(51) Int. Cl.

H01P 5/12(2006. 01)

(56) 对比文件

US 5784033 A, 1998. 07. 21, 附图 4.

CN 102136634 A, 2011. 07. 27, 全文.

US 3201717 A, 1965. 08. 17, 全文.

CN 201327867 Y, 2009. 10. 14, 说明书第 4 页第 4-15 行, 附图 3-5.

Stephen D. Targonski. A Multiband Antenna

for Satellite Communications on the Move. 《IEEE TANSCTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION》. 2006, 第 54 卷 (第 10 期), 第 2864 页第 2 栏第 36-50 行, 图 5.

刘璟等. Ku, Ka 频段龙伯透镜馈源阵列技术研究. 《电波科学学报》. 2010, 第 25 卷 (第 2 期), 论文第 364 页第 2 栏第 4-5 行, 图 4.

审查员 黄晓东

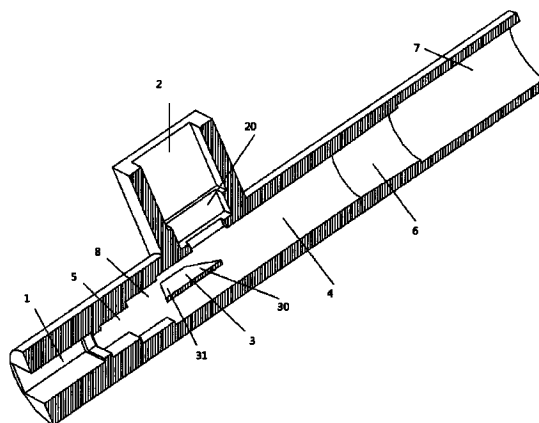
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种毫米波段宽带正交模耦合器

(57) 摘要

本发明涉及一种毫米波段宽带正交模耦合器,工作于49GHz~59GHz,相对带宽大于18.5%,属于宽带设计。本发明创造性的采用后端为尖劈形状的膜片,有效的减弱了膜片厚度对正交模耦合器直通端口传输特性的影响,使得正交模耦合器的宽带特性易于实现。该措施不会增加正交模耦合器的结构复杂度,不仅如此,采用该措施后,正交模耦合器直通端的矩圆转换设计不需要额外考虑膜片厚度造成的传输影响,使得矩圆转换的阶数降低,结构简单。整体上,在采用了后端为尖劈形状的膜片的设计方法后,正交模耦合器的结构简单,紧凑,电性能测试优良。



1. 一种毫米波段宽带正交模耦合器,其特征在于:包括直通端口(1)、耦合端口(2)、膜片(3)、耦合区圆波导(4)、矩圆过渡(5)、圆圆过渡(6)、公共端口(7)和直通通道(8);

直通端口(1)为一矩形波导,与矩圆过渡(5)相连,矩圆过渡(5)与直通通道(8)相连,直通通道(8)为一圆波导,在所述直通通道(8)中间放置膜片(3),直通通道(8)与耦合区圆波导(4)相连,在与直通通道(8)与耦合区圆波导(4)中心轴线相垂直处连接耦合端口(2),耦合端口(2)为一矩形波导,耦合端口(2)的波导中心轴线还与膜片(3)的平面垂直;

圆圆过渡(6)为一圆台状过渡段,耦合区圆波导(4)与圆圆过渡(6)直径小的一端连接,圆圆过渡(6)直径大的一端连接公共端口(7);

所述的耦合端口(2)内部有一台阶过渡(20),所述的膜片(3)包括第一尖劈(30)和第二尖劈(31),第一尖劈(30)处于耦合区圆波导(4)中,透过耦合端口(2)可以看到第一尖劈(30),第二尖劈(31)处于直通通道(8)中;第一尖劈(30)和第二尖劈(31)之间的距离大于 $\lambda_{\min}/2$, λ_{\min} 为所述毫米波段宽带正交模耦合器的最小工作波长;

耦合区圆波导(4)的直径与膜片(3)厚度的比值小于15。

2. 根据权利要求1所述的一种毫米波段宽带正交模耦合器,其特征在于:第一尖劈(30)和第二尖劈(31)的形状为三角形。

3. 根据权利要求1或2所述的一种毫米波段宽带正交模耦合器,其特征在于:所述的第二尖劈(31)的边缘可以是直线、折线或者指数曲线。

4. 根据权利要求1所述的一种毫米波段宽带正交模耦合器,其特征在于:耦合区圆波导(4)的直径与直通通道(8)的直径相等。

一种毫米波段宽带正交模耦合器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种宽带正交模耦合器,特别是一种毫米波段的宽带正交模耦合器,属于天线技术领域。

背景技术

[0002] 随着我国微波遥感技术的发展,天线的频段正在向毫米波段发展,在未来的发展规划中,频率甚至提高到了 100GHz 以上。如此高的频率,天线馈电部件的尺寸急剧缩小,机械加工面临的挑战越来越大。

[0003] 正交模耦合器是一种很常见的微波器件,为了实现正交模耦合器的宽带特性,需要在正交模耦合器里加入很多阻抗匹配,使得部件的结构较窄带设计时更复杂。在低频段(30GHz 以下),器件的物理尺寸大,即使结构复杂,也可以比较容易的加工成型。但是在毫米波段(30GHz 以上),复杂的结构可能导致器件无法加工或者加工精度不能保证,使得设计无法顺利过渡成合格的产品,这种设计是不可取的。

[0004] 基于上述事实,在毫米波段,天线馈电部件的设计在结构上必须尽可能的简洁,易于加工。为了达到这些效果,很多设计是以牺牲电性能来换取结构的简单。

发明内容

[0005] 本发明的技术解决问题是:克服现有技术的不足,提供了一种毫米波段宽带正交模耦合器,即实现了宽带特性,又具有简洁的结构,易于加工,提高了成品率,减少了研制成本。

[0006] 本发明的技术方案为:

[0007] 一种毫米波段宽带正交模耦合器,包括直通端口、耦合端口、膜片、耦合区圆波导、矩圆过渡、圆圆过渡、公共端口和直通通道;

[0008] 直通端口为一矩形波导,与矩圆过渡相连,矩圆过渡与直通通道相连,直通通道为一圆波导,在所述直通通道中间放置膜片,直通通道与耦合区圆波导相连,在与直通通道与耦合区圆波导中心轴线相垂直处连接耦合端口,耦合端口为一矩形波导,耦合端口的波导中心轴线还与膜片的平面垂直。

[0009] 圆圆过渡为一圆台状过渡段,耦合区圆波导与圆圆过渡直径小的一端连接,圆圆过渡直径大的一端连接公共端口。

[0010] 所述的耦合端口内部有一台阶过渡,所述的膜片包括尖劈和尖劈,尖劈处于耦合区圆波导中,透过耦合端口可以看到尖劈,尖劈处于直通通道中。

[0011] 耦合区圆波导的直径与膜片厚度的比值小于 15。

[0012] 尖劈和尖劈的形状为三角形。

[0013] 所述的尖劈的边缘可以是直线、折线或者指数曲线。。

[0014] 尖劈和尖劈之间的距离大于 $\lambda_{\min}/2$, λ_{\min} 为所述毫米波段宽带正交模耦合器的最小工作波长。

[0015] 耦合区圆波导的直径与直通通道的直径相等。

[0016] 本发明与现有技术相比的优点在于：

[0017] 现有技术中，在毫米波频段，相同类型的正交模耦合器要实现宽带特性，必须要消除膜片厚度对传输特性的影响，否则需要在正交模耦合器里加入很多的阻抗匹配段，造成部件结构复杂，使得部件的局部结构过于细小，在机加上无法保证加工精度，设计无法顺利转变成产品。本发明与现有技术相比，采用改造膜片自身形状的做法，基本消除掉了膜片厚度对传输特性的影响，而不需要额外增加匹配段抵消膜片厚度造成的影响，使得本发明设计的毫米波段宽带正交模耦合器结构简洁，易于加工，具有良好的可实现性。

附图说明

[0018] 图 1 为毫米波段宽带正交模耦合器剖面三维结构图；

[0019] 图 2 为膜片具体形状示意图

[0020] 图 3 为膜片的几种形式；

[0021] 图 4 为正交模耦合器耦合端口和直通端口驻波比曲线；

具体实施方式

[0022] 本发明提供了一种毫米波段宽带正交模耦合器，如图 1 所示，包括直通端口 1、耦合端口 2、膜片 3、耦合区圆波导 4、矩圆过渡 5、圆圆过渡 6、公共端口 7 和直通通道 8；依靠在膜片 3 的后端添加尖劈 31 的方法来抵消膜片 3 前端尖劈 30 产生的反射，从而达到消除膜片 3 厚度对直通通道 8 电磁传输特性的影响。

[0023] 直通端口 1 为一矩形波导，如标准矩形 BJ500 波导，与矩圆过渡 5 相连，矩圆过渡 5 与直通通道 8 相连，直通通道 8 为一圆波导，在所述直通通道 8 中间放置膜片 3，直通通道 8 与耦合区圆波导 4 相连，在与直通通道 8 与耦合区圆波导 4 中心轴线相垂直处连接耦合端口 2，耦合端口 2 为一矩形波导，耦合端口 2 的波导中心轴线还与膜片 3 的平面垂直，耦合区圆波导 4 的直径与直通通道 8 的直径相等，耦合区圆波导 4 的直径与膜片 3 厚度的比值小于 15。

[0024] 圆圆过渡 6 为一圆台状过渡段，耦合区圆波导 4 与圆圆过渡 6 直径小的一端连接，圆圆过渡 6 直径大的一端连接公共端口 7。

[0025] 所述的耦合端口 2 内部有一台阶过渡 20，所述的膜片 3 包括尖劈 30 和尖劈 31，尖劈 30 处于耦合区圆波导 4 中，透过耦合端口 2 可以看到尖劈 30，尖劈 31 处于直通通道 8 中，尖劈 30 和尖劈 31 的形状为三角形，如图 3 所示，尖劈 31 的边缘可以是直线、折线或者指数曲线，尖劈 30 和尖劈 31 之间的距离大于 $\lambda_{\min}/2$ ， λ_{\min} 为所述毫米波段宽带正交模耦合器的最小工作波长。

[0026] 尖劈 31 形状和位置的变化只对直通通道 8 的电磁传输特性有影响，对耦合端口 2 的电磁传输特性没有影响，尖劈 31 形状和位置的变化对直通通道 8 电磁传输特性的影响仅当正交模耦合器的耦合区圆波导 4 的直径与膜片 3 厚度的比值小于 15 时才比较显著，调节尖劈 31 的尖锐程度和相对于尖劈 30 的前后位置，可以实现对直通通道 8 的电磁传输特性的优化，尖劈 30 的形状和位置对直通通道 8 和耦合端口 2 的电磁传输特性都有影响。首先确定尖劈 30 的形状和位置，使得耦合端口 2 的传输特性达到指标后，再对尖劈 31 的形状和

位置进行改变优化直通通道 8 的传输特性。调整尖劈 30 的前后位置和尖锐程度、耦合端口 2 内部的台阶过渡 20 和耦合区圆波导 4 的直径,可以实现耦合端口 2 的宽带匹配。

[0027] 当有效消除膜片 3 的厚度对直通通道 8 的传输特性影响后,在直通通道 8 后连接一矩圆过渡 5 完成圆波导到矩形波导的转换,需调整矩圆过渡 5 与膜片 3 之间的前后位置对正交模耦合器的直通端口 1 进行宽带匹配,必要时可以对矩圆过渡 5 的结构尺寸进行优化以实现直通端口 1 的最终宽带匹配。

[0028] 设计本发明耦合器的时候可以按照如下方式进行:

[0029] 首先,调整尖劈 30 的前后位置和尖锐程度、耦合端口 2 内部的台阶过渡 20 的尺寸和耦合区圆波导 4 的直径,使得耦合端口 2 实现宽带匹配。

[0030] 其次,固定尖劈 30 不变,对尖劈 31 的尖锐程度以及其与尖劈 30 的前后位置进行优化调整,使得尖劈 31 处产生的反射与尖劈 30 处产生的反射在公共口 7 处幅度基本相等,相位近似反相。此时膜片 3 厚度对直通通道 8 的影响基本消除。

[0031] 最后,在直通通道 8 后连接矩圆过渡 5,对矩圆过渡 5 相对于膜片 3 的前后位置进行调节,必要时对矩圆过渡 5 的结构进行调整,实现正交模耦合器直通端口 1 的宽带匹配。

[0032] 实施例:

[0033] 如图 1 所示的正交模耦合器。正交模耦合器的公共端口 7 是连接辐射喇叭的端口,圆圆过渡 6 把耦合区圆波导 4 过渡到公共端口 7。公共端口 7 的直径为 4.6mm,耦合区圆波导 4 的直径为 3.8mm,之所以在耦合区使用比较细的圆波导,是为了实现耦合端口 2 的宽带设计。同时,膜片厚度的增加对耦合端口 2 的宽带实现没有负面影响。在设计正交模耦合器时,先设计好耦合端口 2 的宽带匹配,再对直通通道 8 的电性能进行设计。设计好耦合端口 2 的电性能,在设计直通通道 8 的电性能时,膜片 3 的前端尖劈 30 的形状和位置必须保持不变,否则耦合端口 2 的电性能会受到牵连影响。

[0034] 改变膜片 3 的后端尖劈 31 的形状和位置,使得直通通道 8 的电磁反射达到最低,这一步主要是依靠调整尖劈 31 来抵消膜片 3 厚度对直通通道 8 的传输特性的影响,为实现直通通道 8 的宽带设计打下基础。对后端尖劈 31 设置优化变量 h 和 α ,如图 2 所示, h 代表后端尖劈相对于前端尖劈的位置, α 代表后端尖劈的尖锐程度,优化这两个变量,使得直通通道的传输特性达到最优值。

[0035] 在对变量 h 进行优化时,为了实现直通通道 8 与耦合端口 1 的高隔离度,必须设置限制条件,即膜片 3 的总体长度 d 必须大于 $\lambda_{\min}/2$, λ_{\min} 为本发明耦合器的最小工作波长。在本发明中,膜片 3 的总体长度 $d = 4.5\text{mm}$, $h = 2.8\text{mm}$, $\alpha = 133.6^\circ$ 。膜片 3 及尖劈 31 和尖劈 30 的厚度都为 0.3mm。正交模耦合器的耦合区圆波导 4 的直径与膜片 3 厚度两者的比值为 12.67。如图 3 所示,尖劈 31 的形状可以是三角形,也可以是台阶形、指数曲线形或者其他函数曲线。

[0036] 最后,使直通通道 8 后连接矩圆过渡 5,对矩圆过渡 5 相对于膜片 3 的前后位置进行调节,必要时对矩圆过渡 5 的内部尺寸进行优化,实现正交模耦合器直通端口 1 的宽带匹配。

[0037] 如图 4 所示,在采用了本发明所述的方法后,所设计的毫米波段正交模耦合器的直通端口 1 和耦合端口 2 的驻波比在 49 ~ 59GHz 的频率范围内,实现了小于 1.2 的目标。

[0038] 本发明说明书中其他未作详细描述的内容属本领域专业技术人员的公知技术。

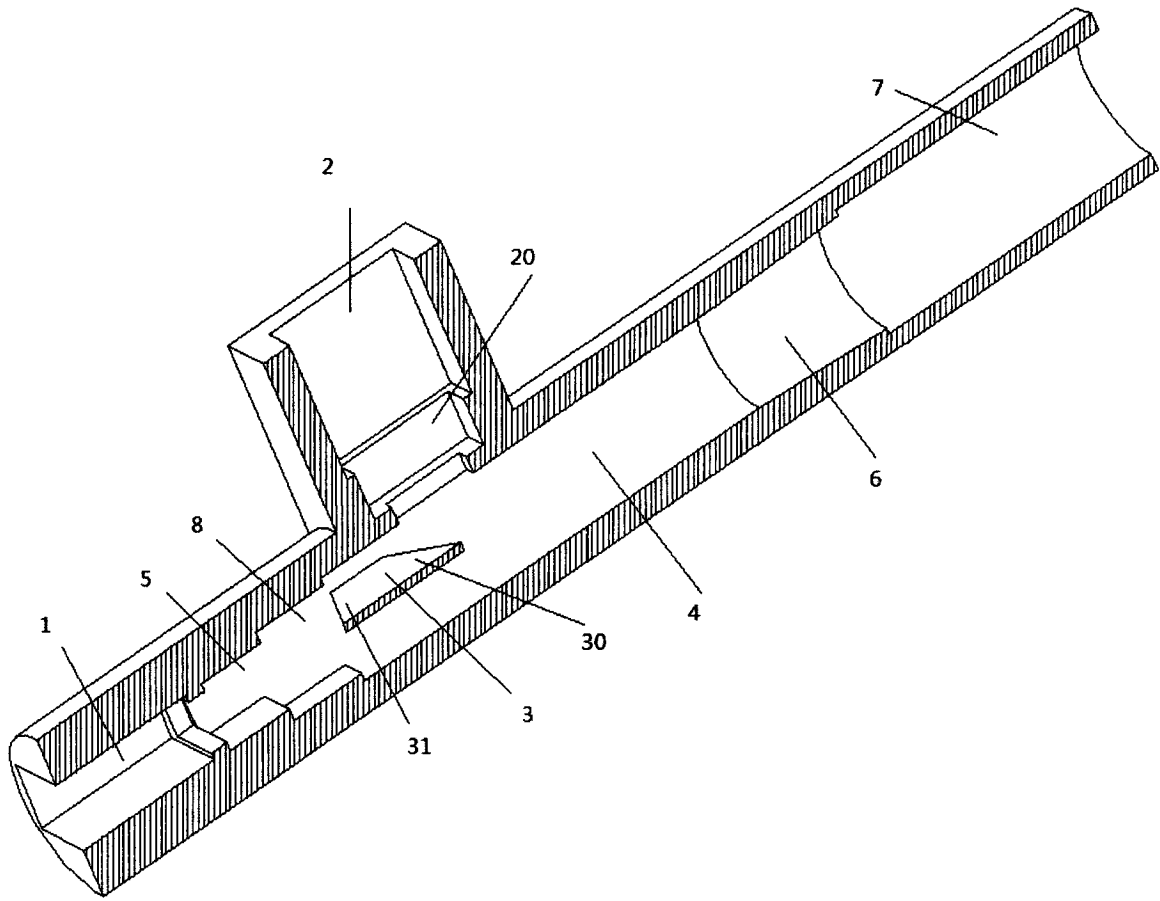


图 1

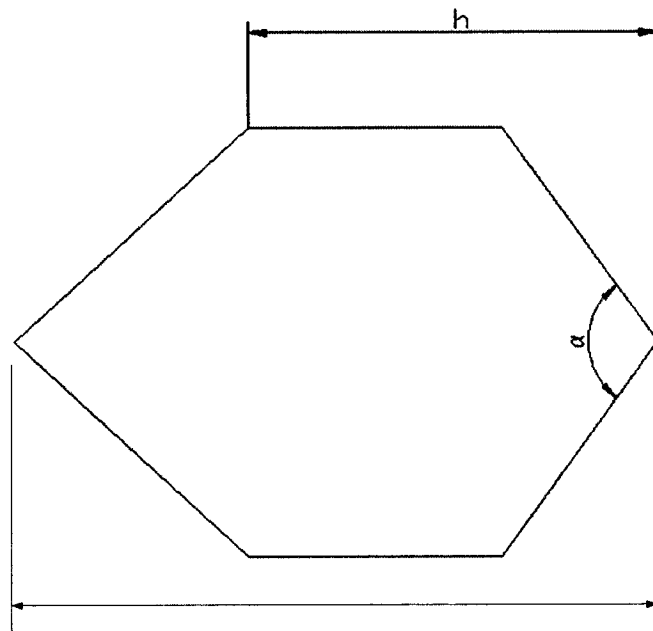


图 2

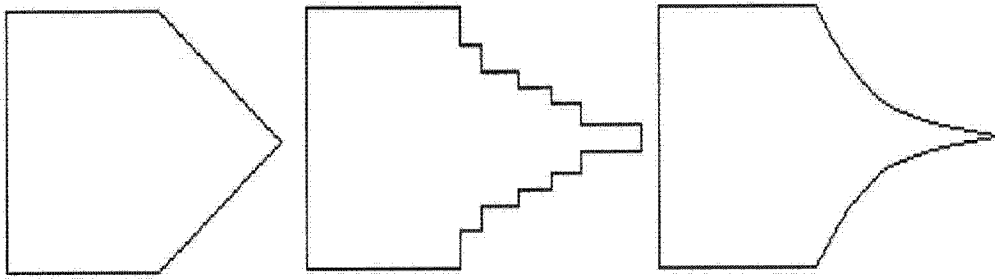


图 3

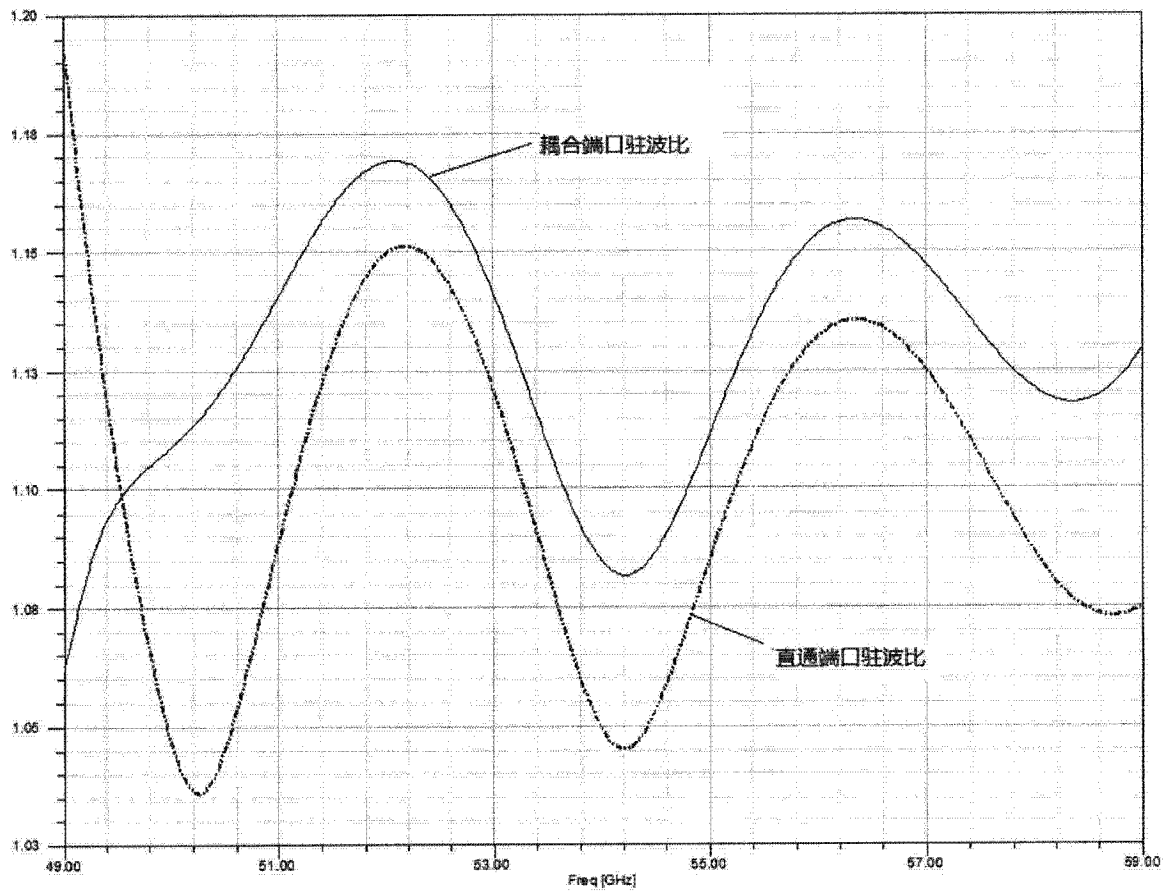


图 4