



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108550510 B

(45)授权公告日 2020.01.14

(21)申请号 201810212092.8

审查员 王新建

(22)申请日 2018.03.15

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108550510 A

(43)申请公布日 2018.09.18

(73)专利权人 电子科技大学

地址 611731 四川省成都市高新区(西区)

西源大道2006号

(72)发明人 徐勇 孙淼 彭廷会 李洋

王兆栋 罗勇

(74)专利代理机构 电子科技大学专利中心

51203

代理人 陈一鑫

(51)Int.Cl.

H01J 23/38(2006.01)

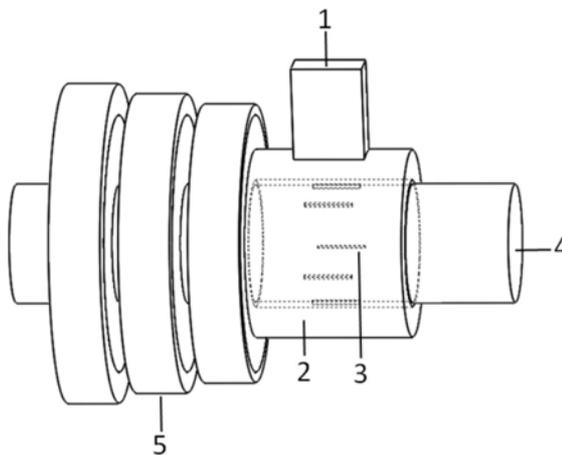
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54)发明名称

一种具有高电子束流通率的回旋行波管输入耦合器

(57)摘要

该发明公开了一种具有高电子束流通率的回旋行波管输入耦合器,涉及微波、毫米波器件技术领域。本发明在传统的回旋行波管输入耦合器的基础上,引入一种电子注/微波通道结构。传统输入耦合器的截止圆波导半径是输入耦合器圆波导半径的0.7倍左右,本发明中的截止波导被三个级联的反射圆柱谐振腔替换,圆柱谐振腔间的传输波导半径与输入圆波导相同,故电子注的通道较传统的输入耦合器大,电子注流通率更高,这样就可以避免电子束的流通性变差和过渡段烧毁。级联的反射圆柱腔体设置一定的厚度加载衰减材料,用来衰减TE01模的竞争模式,在通过优化圆柱谐振腔尺寸可以实现TE01模的全反射,提高输出圆波导TE01模的含量和纯度,能够有效的拓展工作频带。



1. 一种具有高电子束流通率的回旋行波管输入耦合器,该耦合器包括:输入矩形波导(1)、输出圆波导(4)、同轴谐振圆波导(2)、三级级联圆形反射波导(5);所述输入矩形波导设置于同轴谐振圆波导的外侧壁;所述三级级联圆形反射波导包括间隔设置的第一级圆形反射波导,第二级圆形反射波导,第三级圆形反射波导,第一级到第三级圆形反射波导的内腔半径长度均相同;所述输出圆波导(4)、同轴谐振圆波导(2)、三级级联圆形反射波导共轴线;所述输出圆波导外壁依次设置同轴谐振圆波导(2)、第一级圆形反射波导,第二级圆形反射波导,第三级圆形反射波导,输出圆波导末端凸出于第三级圆形反射波导;输出圆波导位于同轴谐振圆波导腔体内的外壁上开设有矩形耦合缝隙;输出圆波导的腔体与三级级联圆形反射波导的各级腔体完全连通;所述同轴谐振圆波导(2)紧贴于第一级圆形反射波导。

2. 如权利要求1所述的一种具有高电子束流通率的回旋行波管输入耦合器,其特征在于所述输出圆波导的长度为10mm,半径5.72mm;同轴谐振圆波导的长度为15.26mm,半径为9.1mm;第一级圆形反射波导的长度为5mm,半径为12.5mm;第二级圆形反射波导的长度为5mm,半径为12.5mm;第三级圆形反射波导的长度为5mm,半径为12.5mm。

3. 如权利要求1所述的一种具有高电子束流通率的回旋行波管输入耦合器,其特征在于所述输出圆波导位于同轴谐振圆波导腔体内的外壁上均匀开设有5条矩形耦合缝隙,其中一条耦合缝隙开设于输入矩形波导的下方。

4. 如权利要求1所述的一种具有高电子束流通率的回旋行波管输入耦合器,其特征在于所述各级圆形反射波导的腔体外壁上设置有陶瓷衰减材料;为了充分衰减的TE₀₁模竞争模式,各级圆形反射波导的腔体外侧的陶瓷衰减材料厚度依次增加。

一种具有高电子束流通率的回旋行波管输入耦合器

技术领域

[0001] 本发明涉及微波、毫米波器件技术领域,具体来说是一种具有高电子束流通率的回旋行波管输入耦合器。

背景技术

[0002] 回旋行波管是一种重要的微波毫米波信号放大器,它采用快波横向换能的工作方式,相比传统的电真空器件,不仅具有高功率和高频率的优点,并且在工作带宽方面与速调管、振荡管等器件相比具有较大的优势,在毫米波成像雷达,毫米波通信系统以及电子战等领域有着十分重要的应用前景,因此在国际上备受重视。

[0003] 输入耦合器是回旋行波管的核心部件之一。输入耦合器是完成输入信号模式变换并对回旋电子进行能量或速度调制的高频器件,与电子注的群聚状态密切相关,它的性能直接影响回旋行波管整管的性能。回旋行波管的输入耦合器为三端口器件,包括一个输入矩形端口和两个输出圆波导端口,其中一个输出端口通过过渡段与回旋行波管的电子枪区相连接,另一个输出端口直接与回旋行波管高频相互作用段相连接。对于传统的回旋行波管输入耦合器,为了提高模式转换效率,同时防止输入的电磁波向电子枪区传播,进而影响回旋行波管的稳定性,通常在输入耦合器与过渡段间设置一段对工作模式截止的截止波导。但是截止波导的半径通常只有输入耦合器圆波导半径的0.7倍左右,电子束通过截止段时,有相当部分的电子束就会被截止段截获,造成电子束的流通性变差。此外,在高占空比或者连续波状态下,这部分被截获的电子束由于携带的能量较高,很容易造成过渡段的烧毁。本发明正是基于此种背景下提出了一种新型的高电子束流通的输入耦合器结构。

发明内容

[0004] 为了解决回旋行波管传统的输入耦合器电子束流通以及过渡段烧毁问题,本发明提出一种具有高电子束流通率的回旋行波管输入耦合器结构。

[0005] 本发明在传统的回旋行波管输入耦合器的基础上,引入一种电子注/微波通道结构。传统输入耦合器的截止圆波导半径是输入耦合器圆波导半径的0.7倍左右,本发明中的截止波导被三个级联的反射圆柱谐振腔替换,圆柱谐振腔间的传输波导半径与输入圆波导相同,故电子注的通道较传统的输入耦合器大,电子注流通率更高,这样就可以避免电子束的流通性变差和过渡段烧毁。级联的反射圆柱腔体设置一定的厚度加载衰减材料,用来衰减TE₀₁模的竞争模式,在通过优化圆柱谐振腔尺寸可以实现TE₀₁模的全反射,提高输出圆波导TE₀₁模的含量和纯度,能够有效的拓展工作频带。

[0006] 本发明技术方案为一种具有高电子束流通率的回旋行波管输入耦合器,该耦合器包括:输入矩形波导(1)、输出圆波导(4)、同轴谐振圆波导(2)、三级级联圆形反射波导(5);所述输入矩形波导设置于同轴谐振圆波导的外侧壁;所述三级级联圆形反射波导包括间隔设置的第一级圆形反射波导,第二级圆形反射波导,第三级圆形反射波导,第一级到第三级圆形反射波导的内腔半径长度均相同;所述输出圆波导(4)、同轴谐振圆波导(2)、三级级联

圆形反射波导共轴线；所述输出圆波导外壁依次设置同轴谐振圆波导(2)、第一级圆形反射波导，第二级圆形反射波导，第三级圆形反射波导，输出圆波导末端凸出于第三级圆形反射波导；输出圆波导位于同轴谐振圆波导腔体内的外壁上开设有矩形耦合缝隙；输出圆波导的腔体与三级级联圆形反射波导的各级腔体完全连通；所述同轴谐振圆波导(2)紧贴于第一级圆形反射波导。

[0007] 进一步的，所述输出圆波导的长度为10mm，半径5.72mm；同轴谐振圆波导的长度为15.26mm，半径为9.1mm；第一级圆形反射波导的长度为5mm，半径为12.5mm；第二级圆形反射波导的长度为5mm，半径为12.5mm；第三级圆形反射波导的长度为5mm，半径为12.5mm。

[0008] 进一步的，所述输出圆波导位于同轴谐振圆波导腔体内的外壁上均匀开设有5条矩形耦合缝隙，其中一条耦合缝隙开设于输入矩形波导的下方。

[0009] 进一步的，所述各级圆形反射波导的腔体外壁上设置有陶瓷衰减材料；为了充分衰减的TE01模竞争模式，各级圆形反射波导的腔体外侧的陶瓷衰减材料厚度依次增加。

[0010] 本发明的有益效果在于：

[0011] (1) 相比于传统的输入耦合器，采用级联的谐振腔代替截止圆波导，增大电子注的通道，使电子注流通率更高，避免了电子束的流通性变差和过渡段烧毁。

[0012] (2) 级联的反射圆柱腔实现TE01模的全反射，保证TE10模式单方向的由输出圆波导输出同时外侧加载的衰减材料，衰减TE01模的竞争模式，提高输出圆波导TE01模的纯度进而提升整管的稳定性。

附图说明

[0013] 图1新型的高电子束流通的输入耦合器示意图；

[0014] 图2新型的高电子束流通的输入耦合器正视图；

[0015] 图3新型的高电子束流通的输入耦合器侧视图；

[0016] 图4新型的高电子束流通的输入耦合器TE10-TE01间传输参数；

[0017] 图5新型的高电子束流通的输入耦合器各模式间的传输参数。

具体实施方式

[0018] 下面结合一个工作在Ka波段的新型的高电子束流通的输入耦合器的设计实例以及附图对本发明作进一步的详细阐述：

[0019] 主波导工作模式：TE01模；

[0020] 输入信号模式：矩形波导TE10模；

[0021] 工作频段：Ka波段(32GHz-36GHz)；

[0022] 附图1为本发明高电子束流通的输入耦合器示意图；图2新型的高电子束流通的输入耦合器正视图；图3新型的高电子束流通的输入耦合器侧视图。该发明包括：输入矩形波导(1)、输出圆波导(4)、同轴谐振圆波导(2)、三级级联圆形反射波导(5)；所述输入矩形波导设置于同轴谐振圆波导的外侧壁；所述三级级联圆形反射波导包括间隔设置的第一级圆形反射波导，第二级圆形反射波导，第三级圆形反射波导，第一级到第三级圆形反射波导的半径相同，侧壁厚度依次增加；所述输出圆波导(4)、同轴谐振圆波导(2)、三级级联圆形反射波导共轴线；所述输出圆波导外壁依次设置同轴谐振圆波导(2)、第一级圆形反射波导，

第二级圆形反射波导,第三级圆形反射波导,输出圆波导末端凸出于第三级圆形反射波导;输出圆波导位于同轴谐振圆波导腔体内的外壁上开设有矩形耦合缝隙;输出圆波导的腔体与三级级联圆形反射波导的各级腔体完全连通;所述同轴谐振圆波导(2)紧贴于第一级圆形反射波导。输入矩形波导(1)输入TE₁₀模到同轴谐振圆波导(2),TE₁₀模式进入到同轴谐振圆波导(3)内外导体之间转变为TE₅₁₁模式,TE₅₁₁模式通过耦合隙缝输入到输出圆波导中(5),同时模式由TE₅₁₁模式转换成输出圆波导中的TE₀₁模式,从而为回旋行波管提供工作所需的圆波导TE₀₁模。其中:

[0023] 输入矩形波导(1):采用标准矩形波导型号BJ320,宽边7.12mm,窄边3.56mm,长9.0mm。

[0024] 同轴谐振圆波导(2):内导体半径为 $r_2=6.12\text{mm}$,内壁腔体厚度0.4mm,外导体半径为 $r_3=9.1\text{mm}$,长度15.26mm。

[0025] 所述矩形耦合隙缝:宽度0.2mm,长度4.6mm,距离同轴内导体上、下边沿长度均为5.33mm,共计5个耦合隙缝,第一个隙缝与矩形波导中心夹角为36度,相邻耦合缝夹角为72度。

[0026] 输出圆波导(4):半径为 $r_1=5.72\text{mm}$,长度为10mm。

[0027] 三级级联圆形反射波导(5):半径为 $r_4=12.5\text{mm}$,长度5mm。外壁厚度依次为1mm,2mm,3mm。

[0028] 图4为本发明高电子束流通的输入耦合器TE₁₀-TE₀₁间传输参数。由图可知该新型的高电子束流通的输入耦合器的传输参数的3dB带宽覆盖范围从32.41GHz到35.18GHz,表明了该输入耦合器工作带宽较宽。

[0029] 图5为本发明高电子束流通的输入耦合器到其它模式间传输参数。由图可知,输入端的TE₁₀模到其它模的传输参数比较低,在32.77GHz到34.87GHz的频率范围内,均在-25dB以下,可见TE₁₀模到输入端TE₀₁模以外的其他模式得到了较好的抑制,从而实现了TE₁₀-TE₀₁的高效模式转换,输出了具有较高纯度的圆波导TE₀₁模。

[0030] 以上实例仅为方便说明本发明,本发明提出的新型回旋行波管输入耦合器还可以适用于其它频段,具体尺寸由相应的频段和工作模式确定。

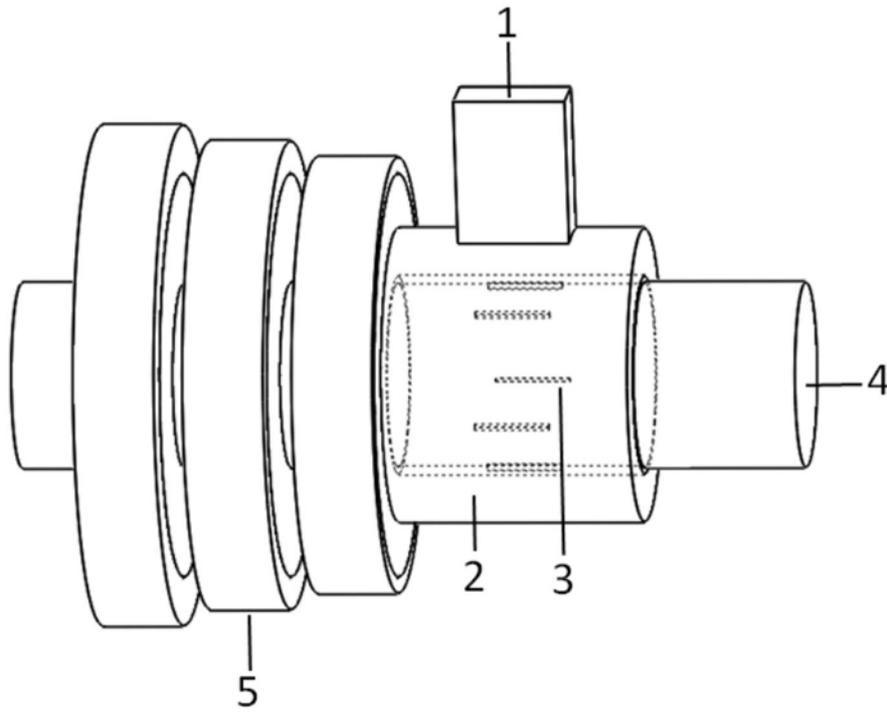


图1

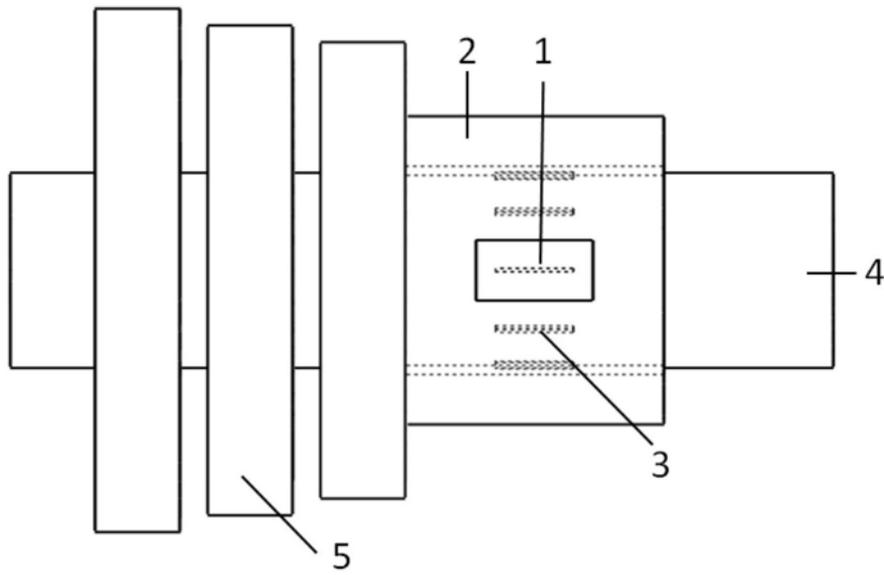


图2

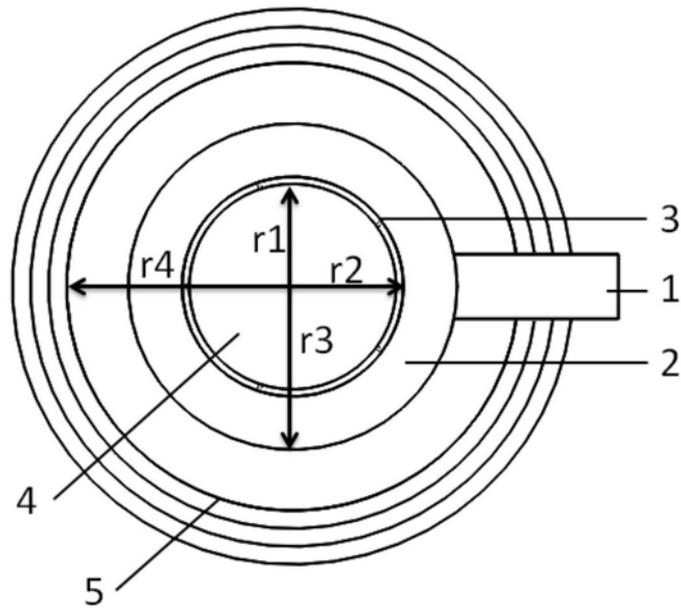


图3

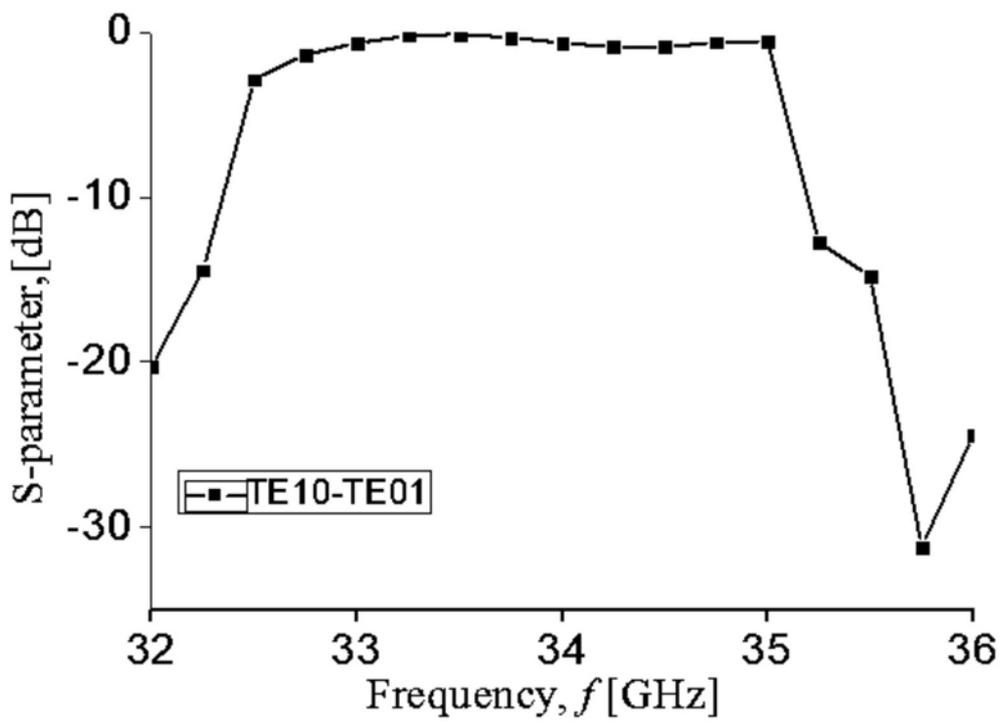


图4

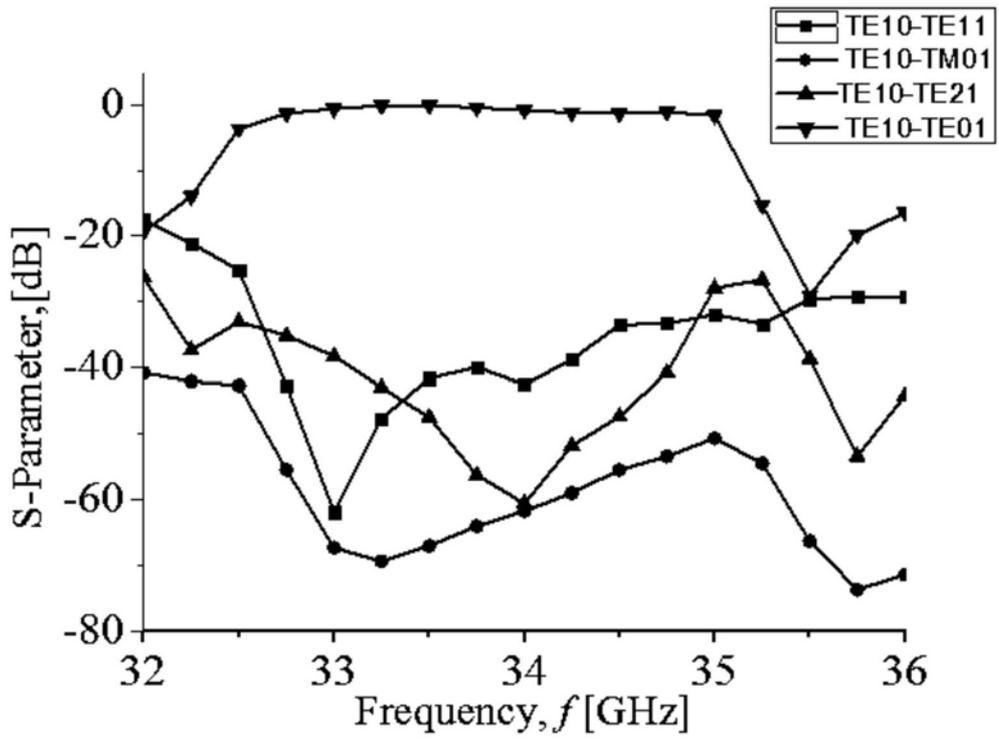


图5